第一章　绪　　论

纺织工业作为国民经济的重要产业部门之一，生产的纺织品是人类生活和生产必不可少的。除服装和家用之外，工业、农业、牧业、渔业、医疗卫生、航空航天、国防科技等都需要纺织品。纺织工业历来是我国国民经济收入的重要来源，为国家建设积累了大量资金，纺织创汇占我国外汇收入的四分之一，已成为我国经济建设的重要支柱。

纺织有两重含义 狭义的纺织指纺纱和织布；广义的纺织即“大纺织”，它包括纤维原料的初加工、纺纱、织造、针织、印花、染色、整理、化学纤维生产以及服装加工等。因此，纺织是一个庞大的生产领域，纺纱只是其中的一部分。

第一节　纺纱基本原理体系

将纺织纤维纺制成纱或线的过程称为纺纱。纺纱学是一门应用科学，它有很强的实践性。纺纱所使用的纤维，其性能往往差异很大，而且会随着周围环境的变化而变化，因此纺纱不像一般的基础学科，它有自己独特的一套理论体系。

最早人们利用天然的长纤维作为原料，后来随着纺纱技术的发展，才利用短纤维进行纺纱。纤维是杂乱无章的，且纤维越短，成纱就越困难，纺成纱的强力也低。要使纱能承受拉力，纱中的纤维应当尽可能地伸直，并且大体沿着纱轴的方向排列。所以，纺纱的实质是使纤维由杂乱无章状态转变成顺序纵向排列并加上捻度使之具有一定强力的过程。在纺纱之前，纤维原料经过初步加工已去除一部分杂质，但纤维的排列还是杂乱的，每根纤维既不伸直，也没有一定的方向性。所以纺纱就是将各品种、各产地压紧的且含有一定杂质疵点的纤维混合并纺制成粗细均匀、洁净、并具有一定物理机械性能的纱线。其纺纱原理和必须经过的基本过程如下：

一、原料的选配

原棉的选择是纺纱过程中一个重要的步骤，纺纱厂一般不采用单一唛头纺纱，而是把几种唛头搭配使用，通常使用由不同成分的纤维混合而成的原料。原棉的主要性能如长度、细度、强力、成熟度、含杂等，都随着棉花的品种、产地、环境、加工等情况的不同，而有较大的差异。因此，纺纱时应根据纱线品质要求，在经济合理的原则下，选择与之相适应的原料。所谓配棉，即正确拟定原料的配方，确定各混合成分在混合原料中所占的比例，并按产品分类定期编制出配棉排队表。

二、混棉

混棉的目的是将配合好的各成分进行细致而多次地混合，使不同成分的纤维得以正确而均匀地分布在成纱的任一部分，并使各种成分的比例能和配棉方案相一致，为纺制优良纱线打下良好的基础。混合时必须先将原料充分开松，排除部分杂质和疵点，然后进行混合。开松愈好，则混合愈细致、愈均匀。混棉可在工序开始时以手工或机械的方法完成，同时在整个过程中反复进行。一般采用包括按比例组合成混合原料和随机混合两个步骤的混合过程。所谓按比例组合成混合原料，即有意识地按配棉方案将各种成分的原料先组成混合原料，再把组合好的原料送入机内进行随机混合。所谓随机混合是指在机器上由于机件、气流的作用，促使纤维产生随机运动，而使任何成分的纤维有同样的概率分布到纱条的任一部分内。混棉工作的好坏决定于混合纤维的数量或棉包的多少、混棉工作或机械对纤维作用的随机性以及混棉时纤维的开松程度（如棉块或棉束的大小或在单纤维状态下的混合）等。

三、开松与除杂

开松是把大的纤维团块扯松成小块、小纤维束的过程，为以后进一步松解呈单根状态创造条件。除杂是利用纤维与杂质在物理性质上的不同，在开松的基础上使纤维和杂质逐渐分离并从中清除。由于原棉中含有各式各样的杂质，很难在一次作用时除尽，于是就在一个工序中用不同的机械分次完成。目前的开清棉机械主要利用角钉帘子及打手、尘棒的机械作用，将原棉扯松使棉块与杂质得以分离，同时利用它们在运动过程中产生速度与动量的差异而形成分离的力量，并由尘棒使棉块得以阻滞，而杂质则通过尘棒的间隙下落。在整个开松和除杂、混合的过程中随着加工过程的进行，棉块由大到小，机件的作用就更为细致。

四、粗梳原理

经过开松与除杂后纤维已呈棉束状，其中的大部分杂质被清除，但要达到单纤维的均匀混合成分正确，还需进一步加工。粗梳是进一步开松、除杂和混合的有效方法。粗梳是利用大量密集的梳理机件把纤维小块、小束进一步松解成单根状态，从而去除细小杂质、疵点及部分短纤维。由于反复的梳理作用，使纤维充分地均匀混合。此时各根纤维间的横向联系基本被破除，但还不彻底，因为纤维大多呈屈曲状，且有弯钩，每根纤维间仍有一定的横向联系。梳理后，被松解的纤维形成网状，并被收集成细长条子，逐步达到纤维沿纵向顺序排列。

梳棉机梳理的好坏，关系到纤维束分离的程度，从而影响后工序牵伸过程中纤维的正常运动，这和成纱强力、成纱条干有着密切关系。同时除杂作用在很大程度上决定了成纱棉结杂质的多少，还影响成纱条干。梳棉工序的落棉较多，且落棉中含有较多的可纺纤维，故控制落棉的数量直接关系到耗用原料的多少。另外，梳理机的台数多少，影响纺纱厂的用人、能耗、占地及机物料的消耗。

五、精梳原理

梳棉制成的生条中，还存在缺陷，含有较多的短绒及棉结杂质，纤维的伸直平行度不够好，这些将影响成纱质量，因此为了纺制特数细、要求高或有特殊用途的纱，还需经过精梳。利用梳针对纤维两端进行更为细致的梳理，使纤维更加伸直、平行，清除杂疵，并去除一定长度以下的

短纤维。化学纤维由于所含杂质疵点很少，且较伸直平行，一般不经过精梳。

六、并合与牵伸

经过开清、梳理作用后制成的半制品棉条，其粗细均匀的程度，仍不能满足要求，因此还要经过并合，将多根棉条并合在一起，使粗细不匀的片段有机会相互补偿而使均匀度得到改善。并合后的棉条很粗，要纺成合乎一定细度标准的纱线，还要经过多次的牵伸才能成纱。牵伸是把集合成的条子抽长拉细，使条子逐步达到预定粗细的过程。牵伸时，纤维间产生相对位移，由于相互摩擦，弯钩逐步消除，卷曲逐步顺直。这样，残留在纤维内部的横向联系有可能得到彻底破除，并沿纱条轴取向，为牢固地建立有规律的首尾衔接关系创造条件。但是牵伸会带来纱条短片段的不匀，因此需配置合理的牵伸装置和工艺参数，使纱条不匀尽可能减少，为最终提高纱线质量创造条件。

七、加捻与卷绕

随着纱条的抽长拉细，纱条内纤维根数减少，纤维变得更加伸直平行，纱条强力下降容易断裂并产生意外伸长，因此需要加上适当捻度使其具有一定的强力。加捻是将牵伸的细长须条绕本身轴线加以扭转，产生径向压力使纤维间的纵向联系固定起来。为了便于半制品和成品的储存、运输和下道工序的加工，必须将半制品和成纱卷绕成一定的卷装形式。卷绕过程应该在不影响产品产、质量的前提下连续进行。卷绕的速度和方向、卷绕的大小和形式、容器的规格及卷绕的方法等都与成纱质量和生产效率有关。

八、张力与断头

产品的输出线速度与卷绕线速度在纺制过程中应保持协调一致，一般情况下，卷绕速度略大于输出速度，使之保持一定的张力。否则产品就会松弛，卷绕不紧密，成形不良，或者是产品受到意外牵伸产生不匀，甚至出现断头。在整个纺纱过程中，根据产品结构不同，张力配置也有区别。在梳理过程中，张力可以使棉网顺利输出，但又不能破坏棉网结构，在粗纱和细纱中，张力对产品质量有着重要的影响，尤其是张力过大时会引起断头。粗纱和细纱按一定的规律卷绕，便于下工序的退绕，卷绕必须能适应在较大范围内产品因粗细、强度和其他性质不同而造成的张力变化，并保证在一个卷装的时间内张力变化不大。

总括起来，开松是初步的松解，梳理是松解的基本完成，同时又是初步的集合。牵伸最后完成松解，同时基本上达到集合，加捻则最后巩固集合。

第二节　纺纱工艺系统

用于纺织的纤维种类繁多，其纺纱性能差别很大，不可能用统一的方法纺制成纱。另一方面，各种纺织品用途不同，所具备的物理性能和服用性能各不相同，而纺织品的这些特性，不仅取决于所用原料的特性，并且与所采用的加工系统密切相关。近几十年来，化学纤维迅速发展。化纤的大量使用促使各个专门纺纱工艺发生很大变化，正在演变成为棉型、毛型、麻型、绢型和

专用于加工化纤的纺纱工艺系统。

一、棉型纺纱系统

棉型纺纱系统又可分为粗梳纺纱系统、精梳纺纱系统和废纺纺纱系统。粗梳系统也称普梳系统，一般用于纺制中、细特纱，供织造普通织物用。工艺流程为：

开清棉→梳棉→并条（头道）→并条（二道）→粗纱→细纱

精梳系统用于纺制高档棉纱、特种工业用纱或涤棉等混纺纱。要求纱线结构均匀、洁净、强力高、光泽好。工艺流程为：

开清棉→梳棉→精梳准备→精梳→并条（头道）→并条（二道）→粗纱→细纱

关于废纺系统，除开清棉部分和一般的纺纱系统有区别外，其他部分与正常纺纱系统没有区别。

棉型纺纱系统的原料主要是原棉和棉型化纤。由于原棉品种、产地、批号不同，性状存在差异，而某一品种的成纱却要求外观与内在质量都长期保持均匀一致，因此要进行合理的选配混合，使原料性状在宏观上保持稳定。

用作经纱或售纱的成纱还要经过络筒，或再经并筒、捻线及摇纱等后加工工序。用作纬纱的，则可不经过后加工而直接送往织厂，如用作新型织机的纬纱，则需要经过络筒工序。

若要生产很细的或者对强力、光洁度、均匀度要求高的纱线，则还要经过精梳来排除不合要求的短纤维。精梳之前或之后，必须加上准备和整理的工序。因此，在梳棉和粗纱之间，还要插进多道工序，形成精梳纺纱系统。

棉与化纤混纺时，由于原棉含杂较多，而化纤杂质较少，为便于清除杂质和严格按设计比例混合均匀，一般将原棉与化纤分别经过清、梳单独处理，然后用条子在并条机上按预定的混纺比进行混合。如涤 棉混纺，其工艺流程为：

涤：开清棉→梳棉→预并
原棉：开清棉→梳棉→精梳准备→精梳
→混并一→混并二→混并三→粗纱→细纱

非环锭纺纱如转杯纺、摩擦纺、喷气纺等，则用棉条直接松解成单纤维状，输入纺纱器，因此可以省去粗纱工序。但为了提高喂入棉条的质量，开清棉部分要加强除杂，梳棉设备有时要采用双联式。

二、毛型纺纱系统

毛型纺纱系统主要分粗梳毛纺系统、精梳毛纺系统和半精梳毛纺系统。粗梳毛纺系统主要用于纺毛型纱线织造呢类产品。粗梳梳毛机与梳棉机不同之处在于它附有成条机构，把梳成的毛网通过分割变细，再搓合成条，即成粗纱。因为牵伸只有在细纱机上进行，所以成纱内部纤维的伸直、整齐程度较差，但有利于缩绒，可使呢面有毛茸感。精梳毛纺系统的主要产品有华达呢、哔叽、凡立丁等，都为轻薄型服装面料。

粗梳毛纺系统工艺过程如下：

原毛→初加工→选配毛→和毛→梳毛成条→细纱→后加工→毛型纱线

精梳毛纺系统工艺过程如下：

原毛→初加工→制条→精梳毛条→前纺→后纺→毛型纱线

半精梳毛纺系统工艺过程如下：

①洗净毛→混和加油→梳毛→针梳（猿道）→粗纱→细纱

②洗净毛→和毛加油→梳毛→针梳（圆道）→混条→针梳（圆道）→细纱→后加工

制条也叫毛条制造，可以单独设立工厂，产品可作为商品出售。其工艺过程如下：

洗净毛→选配毛→和毛→梳毛→准备（理条 圆～猿道）→精梳→整理（整条 圆～猿道）→精梳毛条

有的精梳毛纺厂没有制条部分，用商品精梳毛条作为原料，只包括前、后纺，有时还附有毛条染色和复精梳。复精梳就是条染以后的第二次精梳，过程和制条工序相似。不含复精梳时，精梳毛纺工艺过程如下：

精梳毛条（化纤条）→配条→混条及练条（源～缘道）→粗纱→细纱→后加工→毛型纱线

绒线生产一般采用精梳毛纺系统。地毯、毛毯用纱一般采用粗梳毛纺系统。

三、绢纺系统

利用不能缫丝的疵茧和废丝可以加工成绢丝或䌷丝。绢丝较细匀，适于织造绢绸。绢丝纺系统采用切绵、圆梳工艺或精梳工艺，因丝纤维很长，为便于后工序的梳理与牵伸，需要把丝切成一定长度，然后用圆梳按精梳原理排除短纤维，清除杂质疵点。

精练后的半成品称精干绵，再经制绵工序梳理便可得到精绵，其下脚则进入䌷丝纺系统纺成䌷丝，精梳制绵过程类似毛条制造。制绵过程和绢丝纺纱及䌷丝纺纱的工艺过程如下所示：

精干绵→配绵给湿→开绵→切绵及圆梳（圆～猿道）→精绵

精绵→配绵→延展（圆道）→制条→练条（猿道）→延绞→粗纱→细纱→后加工→绢丝纱

落绵→开清→混和给湿→梳绵附成条→细纱→后加工→䌷丝纱

四、麻型纺纱系统

麻型纺纱有苎麻、黄麻、亚麻三种子系统。

员援苎麻纺　苎麻纺一般是借用精梳毛纺或绢纺纺纱系统，只是在设备上作局部的改进。原料先要经初加工成为精干麻，其纺纱过程如下所示。而短苎麻、落麻一般采用棉纺纺纱系统进行加工。

煮练

精干麻→梳前准备→梳麻→精梳前准备（猿道）→精梳→精梳后并条（源道）→粗纱→细纱→后加工→苎麻纱

圆援亚麻纺　亚麻纺的原料是打成麻，其纺纱过程如下所示，这个过程叫作长麻纺。

打成麻→梳前准备→梳麻（栉梳）→成条前准备→成条→并条（猿道）→粗纱→细纱→后加工→亚麻纱

落麻、回麻则入短麻纺纱系统，其过程如下所示：

落麻→开清及梳前准备→梳麻→并条→粗纱→细纱→后加工→亚麻纱

猿援黄麻纺　黄麻纺的纺纱过程为：

原麻→原料准备→梳麻→并条→细纱

第二章　原料的选配

第一节　天然纤维的选配

一、原料选配的目的和意义

纤维的主要性质如长度、细度、强度、色泽、含杂、棉花的成熟度等都随着纤维的品种、产地、生长条件、初加工方法等情况的不同，而有较大的差异。纤维的这些性质同纺纱工艺和成纱质量有密切关系，为了充分发挥和合理利用纤维的不同特性，在生产之前，我们要对不同品种、等级、性能和价格的纤维原料进行选择，并按一定比例搭配组成混合原料，用混合原料纺纱。这项工作称为原料的选配。其目的和意义是：

（一）合理使用原料，保证成纱质量

不同用途与不同品种的纱线，对其品质和特性的要求不同，加上纺纱工艺也各有特点，因此对原料的要求各不相同。各种原料性质千差万别，好的原料并非一切性能都好，差的原料也不是一切性能都差，因此，要合理使用原料，充分发挥各成分的特性，取长补短，以满足纱线质量的不同要求。

（二）保持生产和成纱质量的相对稳定

如果只用单一品种的原料纺纱，由于其数量有限，使用时间不可能很长。这样，势必导致频繁地更换原料，造成生产和成纱质量的波动。如果采用多种原料搭配使用，只要搭配得当，就能使混合料性质相对稳定，从而使生产和成纱质量相对稳定。

（三）节约原料和降低成本

原料成本占纱线成本的远园豫~愿园豫，因此要在保证成纱质量的前提下，尽可能使用价格较低的原料。例如在纤维较短的混合棉中，混用少量纤维较长、价格较低的低级棉，不但不会降低纱线质量，相反会使成纱强力有所提高。在粗纺毛织物的缩绒产品中，常混用长度较短的少量精梳落毛，不仅不影响成品质量，反而能改善呢面。另外，在混料中，使用少量本厂下脚料，如回毛、车肚毛、回花、再用棉等，对节约原料、降低成本都是有利的。

二、配棉

（一）配棉的依据

如何选用配棉成分，是一个较为复杂的技术问题。根据配棉经验分述如下：

员援根据成纱类别和要求选配原棉　棉纺厂生产的品种很多，从规格上分，有粗特纱、中特纱、细特纱和特细特纱；以加工方法来分，有普梳纱和精梳纱，单纱和股线；按用途分，有经纱和纬纱、针织用纱、起绒用纱以及特种用纱等。品种不同，质量要求也不一样，在配棉时应分别予

以考虑。

(员)棉纱的线密度：特细特和细特纱一般用于高档产品，要求强力高，外观疵点少，条干均匀度好。特细特和细特纱的直径小，横截面内包含的纤维根数较少，疵点容易显露，且截面内纤维根数分布不匀时，对棉纱条干均匀度影响较大。因此，配棉应选用色泽洁白、品级高、纤维细、长度长、杂质和有害疵点少的原棉，一般不混用再用棉。中粗特纱的质量要求较低，所用的纤维可以适当短粗些，同时还可混用一些再用棉及低级棉。

(圆)精梳纱和普梳纱：精梳纱一般为高档产品，要求外观好，条干均匀，棉结杂质少。因此，宜选用纤维长度长、品级好的原棉。精梳纱在加工过程中能够较多地排除短绒，使用含短绒稍多的皮辊棉，对成纱质量没有显著的影响。锯齿棉一般含棉结较多，棉结在精梳加工中不易排除，不能多用。成熟度过差、含水率过高的原棉，在加工中易生棉结，也应避免使用。普梳纱选用含短绒较少的原棉对提高成纱强力有利，在纺细特纱时尤为显著。

(猿)单纱和股线：对一般单纱的强力和外观疵点的要求均比用于合股线的单纱为高，原因是单纱并合成股线后，纤维强力的利用率可以提高，外观疵点在并合中会被覆盖一部分，条干也可因单纱的并合而得到改善。因此，作股线用的单纱对原棉的要求可比一般单纱为低。

(源)经纱和纬纱：经纱在生产过程中承受张力和摩擦的机会较多，所以，经纱强力要求较高，配棉时应选用纤维较细、长，强力较高，成熟度适中，整齐度较好的原棉。由于在准备及织造工序中，纱线上的棉结杂质去除机会较多且经纱还需经过上浆，所以，经纱对原棉的色泽和含杂要求可略低。纬纱不上浆，准备工序简单（直接纬纱不经准备工序），去除杂质的机会少，同时纬纱一般多浮于织物的表面，故其色泽、含杂对织物的外观及手感影响大；纬纱在织造时所受的张力小，故对强力要求不高。因此，纬纱宜选用色泽好、含杂较少、较粗短、强力稍差的原棉。皮辊棉短绒较多，带纤维籽屑较少，用于纬纱比较有利。

(缘)针织用纱：针织品是用单根或几根纱线经针织机编织而成，如纱线断头多会影响针织机的生产效率，因此，对纱线的强力和疵点情况要求较高。针织用纱大多用作内衣，要求柔软、舒适，故捻度较少；针织纱对条干的要求很高，粗细不匀的纱在针织物上表露特别明显。因此，配棉时成纱强力、条干、疵点各方面都要照顾到。所以，应选用纤维细长、整齐度好、成熟度正常、短绒率低、疵点少的原棉。起绒织物的针织用纱，应选择成熟度好、弹性好、长度较短的原棉。

(远)染色用纱：棉布一般都需经染整加工。织物的吸色能力与纤维的性质有很大关系。染色的深浅不同，对原棉的要求也不同，浅色布对原棉要求高，不能混用成熟度低和差异大的原棉，否则，如混和不匀时，染色后会产生条花或斑点。漂白布和深色布对原棉的要求可较低，如坯布上有些黄白条花，经染色或漂白后，一般可以消除。

(苑)特种用纱：特种用纱要根据不同的用途和应具备的特性来选配原棉。如轮胎帘子布用的纱线要求强力高，伸长小，而色泽和外观疵点可以较差。配棉时要选用纤维细长和强力高的原棉，对原棉的色泽和含杂要求不高。其他如刺绣线用纱，缝纫线、手帕用线等要求采用强力较高、色泽好、棉结杂质少的原棉。起绒织物用纱则要求纤维弹性好。

圆郾根据纱线的质量考核项目选用原棉　根据国家规定的标准，棉纱质量按单纱强力变异系数（悦灾）、百米重量变异系数、条干均匀度、一克内棉结粒数等评等，此外还要考虑单纱断裂强度和百米重量偏差。棉纱质量的好坏，除与生产管理、工艺条件、机械状态、操作水平等有关外，还和原棉的优劣及其使用的合理与否有密切的关系。因此，掌握好纱线质量对原棉的不同要

求，以及它们之间的相互关系，充分发挥各种原棉的长处，对提高纱线质量、稳定生产和降低成本等方面都起着很重要的作用。

(贠单纱断裂强度和单纱强力变异系数：配棉时为了保证纱线的强力、减小强力不匀率，主要考虑以下几点：

①棉纤维的线密度和成熟度。一般来讲，纤维线密度小，成纱强力高，单纱强力变异系数小。这是因为纤维细，成纱截面内包含的纤维根数多，纤维之间的接触面积大，拉伸时滑脱的机会少，成纱强力就高。但由于我国现阶段种植的棉花大部分是陆地棉，棉纤维截面周长基本一致，当原棉纤维线密度小时，成熟度往往较差，其成纱强力也较低，且纤维弹性也差，工艺处理困难，单纱强力变异系数大。所以，选用原棉纤维线密度要结合成熟度一起考虑。纺细特纱时，一般其截面中纤维根数较少，当选用细纤维时，纱线截面中纤维根数增多，抱合力相应提高，成纱强力也提高。因此，纤维细度对提高成纱强力所起的作用较大。而纺粗特纱时，由于纤维根数较多，纤维之间已有足够的抱合力，故纤维细度细，对提高成纱强力所起的作用比较小，而且细度细的纤维，成熟度差，纤维强力低，反会使成纱强力降低。因此，配棉时对细特纱要着重考虑原棉的纤维细度，对中、粗特纱要着重考虑原棉的成熟度。

②原棉长度、短绒含量及轧工条件。纤维长度大，纤维间接触机会多，摩擦抱合力大，成纱强力高。尤其在纺细特纱时，纤维长度对成纱的强力影响更显著。但长度增加过多，成纱强力增加的幅度并不显著，反而会使成本增加。原棉中短纤维含量多时对成纱强力不利，且强力不匀率也较大。因为短纤维在罗拉牵伸的过程中不易被罗拉所控制，使成纱条干不匀较大。轧棉形式不同，短绒率有差异。锯齿棉的短绒率比皮辊棉要低，故使用锯齿棉对提高成纱强力和降低强力不匀都有利。

③地区、色泽和手感。各地自然条件不同，棉花采摘迟早不一，原棉的色泽、手感有很大差异。而色泽和手感在一定程度上反映纤维成熟度的好坏。一般原棉色泽好，手感富有弹性，其成熟度就较好，成纱强力也较高。若纤维柔软无弹性，手感死板黏滞，说明纤维较细，成熟度差，对成纱强力及条干均不利。所以应摸清各地区原棉的特点，在配棉时掌握变化规律，做到心中有数。

(圆百米重量变异系数：百米重量变异系数反映纱线长片段的均匀情况。它主要是由车间管理工作和机械状态决定的，但与原棉的性质和配棉工作也有关系。当配棉成分变动，接批前后棉的长度、线密度、短绒率、含水率以及棉包等差异大时，会影响成纱的百米重量变异系数，这是因为原棉唛头调动而影响牵伸效率变化的结果。一般而言，摩擦力、抱合力好的原棉，在牵伸过程中所需的牵伸力大，牵伸效率低，成纱偏重。相反，牵伸效率高，成纱偏轻。因此在“接批”时要控制好对成纱百米重量不匀有影响的原棉的使用。

(臻条干均匀度：条干均匀度反映纱线短片段的均匀情况。影响条干不匀的主要因素是工艺参数、机械状态、车间温湿度及操作方法等，但与原棉的性质也有关系，主要有以下几方面：

①线密度。棉纤维愈细，成纱截面内纤维根数愈多，成纱条干愈均匀。但棉纤维的线密度不匀率高，对成纱条干不利。因此，配棉时要尽量降低混合棉的平均线密度，减少各种原棉间的纤维线密度差异。否则，对条干不利。

②短绒。影响条干均匀度的原因是牵伸机构不能有效控制短纤维的运动，使短纤维在牵伸过程中呈游离状态。原棉中短绒愈多，长度愈不整齐时，成纱条干就愈差。

③原棉中的棉结杂质。当原棉中的棉结、带纤维籽屑等疵点较多时，它们会纠缠在纤维间，干扰了纤维的正常运动，也会造成成纱粗细不匀。当原棉含水率过低时，加工中易产生静电吸附作用，产生绕罗拉、绕皮辊现象，也会影响成纱条干均匀度。因此，在配棉时，对原棉的成熟度、含水率以及棉结、软籽表皮、带纤维籽屑等都要注意掌握。

(源棉纱的结杂粒数 :在配棉时，对于结杂粒数的控制，一般应考虑以下几点：

①成熟度。原棉成熟度差，纤维刚性低，在清、梳加工时易扭结成束丝和棉结。成熟度差的原棉中，带纤维杂质往往也多，且杂质较脆弱，在清、梳加工中易碎裂，使杂质粒数增加。

②原棉中的有害疵点。僵片、软籽表皮等有害疵点，其重量轻，颗粒小，较难排除，使棉结杂质粒数增多。因此，在配棉时对有害疵点的含量和粒数应严格控制。

③含水率。原棉的含水率高，纤维间的粘附力强，在清、梳工序加工中杂质不易清除 ;又因含水率高，纤维间粘附力大，加工中易形成索丝，原棉含水率过低，杂质容易碎裂，成纱结杂增加，而且车间飞花多，棉纱表面有毛羽。

以上讨论，是完成纱线质量指标在原棉选配方面应注意的一些问题，但在实际生产中，纱线质量方面出现的问题是比较复杂的，应根据不同时期和质量上的不同情况，找出主要原因，在配棉时有所侧重地加以解决。

(二) 配棉方法

目前，我国棉纺厂使用较多的配棉方法是分类排队法。所谓分类，就是根据原棉的性质和纱线的质量要求，将适纺某类纱的原棉划为一类。生产品种多，可分若干类。排队就是在分类的基础上将同一类原棉分成几个队，把地区、性质相近的原棉排在一个队内，当一批原棉用完，将同一队内另一批原棉接替上去，使混合棉性质相对稳定，达到稳定生产和保证成纱质量的目的。

员郾分类　在原棉分类时，先安排特细和细特纱，后安排中、粗特纱 ;先安排重点产品，后安排一般或低档产品。具体分类时，还应注意以下几个问题：

(员纺织产品对纱线的要求 :要根据纱的不同品种按其用途、线密度、质量要求、特点等来选配原棉。什么品种配什么原棉，要物尽其用。

(圆到棉趋势 :为了使混合棉的性质在较长时间内保持稳定，对存量不多而来源又少的原棉，尤其对特性较突出的要慎重使用 ;对存量虽多，但到棉趋势不好的要少用 ;对存量目前虽少，但到棉趋势好的可适当多用。

(猿各种纱线的质量状况及机械性能 :在实际生产中，各种纱线的质量指标往往出现不平衡。如有的品种某项指标特好而其他指标不好，或多数指标较好，而某项指标较差，在配棉时，要据此作相应调整。另外，不同品种纱线所用设备的机械性能也有差异，如有的设备除杂效能好，有的梳理机分梳元件好等，这些，在配棉时都应掌握，以便充分发挥不同机器的特点。

(源气候变化 :要根据气候条件的变化，注意原棉的选用。如夏天高温高湿，车间生产易产生断头，外观疵点增加，宜选用含水率低、成熟度好和杂质较少的原棉。

(缘混合棉纤维性质的差异 :混合棉中纤维性质的差异不宜过大，在正常情况下控制范围如下：

品级：　员~圆级
长度：　圆~源皂皂

纤维线密度：园圆豫~园圆猿摇（缘园园~愿园园公支）

含杂率：　员豫~圆豫

含水率：　员豫~圆豫

包装规格：紧包配紧包，松包配松包，体积大小均等。

圆郾排队　原棉排队接替使用时，要确定各批原棉使用的百分率，并使接批后混合棉平均性质无显著差异。在排队时应注意以下问题：

（员）主体成分：为了保证生产过程和成纱质量的相对稳定，在配棉成分中应有意识地安排某几个批号的某些性质接近的原棉作为主体，一般以地区为主体，也有的以长度或细度为主体。主体成分一般应占 苑园豫左右。但由于原棉性质很复杂，在具体安排中可采取某一项性质以某几批原棉为主体，而另一项性质以另几批原棉为主体，但要注意同一性质不要出现双峰。

（圆）队数和混用百分比：不同原棉混用百分比的高低与队数多少有关。在一个配棉成分中，队数多则混用百分比可以低，反之队数少则混用百分比高。混用百分比过低队数过多时，车间管理麻烦。但队数过少和百分比过高时，如没有充足的原棉供应就要调换较多的成分，容易造成混合棉性质变化过大，影响成纱质量。一般选用 缘~愿队，每队原棉最大混用百分比控制在圆缘豫以内。若先后接替原棉的主要性质差异过大，混用百分比要控制在 员园豫以内。

（猿）原棉接批的性质差异：在正常情况下，原棉接批时性质差异控制见表 圆原员。

表 圆原员　接批原棉性质差异控制范围

控制内容	接批原棉性质差异	混合棉平均值差异
产地	相同或接近	地区变动不宜超过 圆缘豫（针织纱不宜超过 员缘豫）
原棉品级	不超过 员级	不超过 园郾猿级
纤维长度	不超过 圆皂皂	园郾圆~园郾猿皂皂
原棉含杂质疵点	含杂率 员豫以下，疵点粒数接近	含杂率不超过 园郾缘豫
纤维线密度	园郾园员~园郾园圆猿皂早辕皂（猿园园~缘园园公支）	园郾园园员~园郾园园员猿皂早辕皂（缘园~员缘园公支）
纤维断裂长度	不超过 猿噪皂	不超过 园郾缘噪皂

（源）分段增减：分段增减就是将一次接批的成分，分成一次或多次来接批。如某一批号混用圆缘豫，接近用完时，因接替的原棉与前一批性质差异大，可在前一批原棉用完前先将后批用上员缘豫左右，当前一批原棉用完后，再将后一批号原棉增到 圆缘豫，这样部分提前接替使用以减少原棉性质突变，但不能增加队数。

（缘）交叉替补：接批时，有时遇到后一批某些性质比前批差的情况，此时可在另一队选用该项性质较好的一批同时接批。还应注意，同一天内抽调批数一般不宜超过 圆批，其混用百分比不超过 圆缘豫。

猿郾低级棉和再用棉的混用　晚期低级棉的特点是成熟度差、纤维细、纤维强力低、含水率大、短绒多、疵点多；早期低级棉成熟度较好、含杂较少，但纤维粗、强力低，虫害棉中死纤维（僵片）较多。由于晚期低级棉纤维细度细，对成纱强力有利，可在经纱配棉中搭配一些，对提高经纱强力有一定的作用；而早期低级棉纤维粗、强力低，对成纱强力不利，但其疵点较少，对外观疵

点影响不大，故可在纬纱配棉中混用一些。在使用时也要注意其对成品色泽和染色的影响，以免造成织物色泽上的差异。

另外，在纺纱过程中，各工序都会产生一些回花，如碎棉卷、碎棉条、粗纱头、皮辊花（断头吸棉花）等。回花性质基本上与混合棉相同，只是棉结稍多，短绒有所增加。有些回花可直接本特回用，混用量不超过缘豫，有些需经处理后才能本特回用或降至较粗特回用。

再用棉包括开清棉机械的落棉（一般称统破籽），梳棉的抄针花和精梳的落棉等。其特点是含杂多、短绒多，大多经处理后降至较粗特使用；有些可纺制二级纱或副牌纱，也有的送废纺厂加工。

（三）配棉实例

表圆原圆是纺制员远豫股线用纱的配棉排队表。表中原棉分五队，以虚线表示每日使用原棉和接批情况，并计算出各项纤维控制指标的逐日平均数，以便控制。

三、配毛

毛纺工业根据产品要求及加工工艺的不同，分为精梳毛纺和粗梳毛纺两大系统。

（一）精梳毛纺配毛

在精梳毛纺工业中，原料的搭配有两种方式：一种是采用散毛搭配，即梳条配毛；另一种采用毛条搭配，也叫混条。

员郾梳条配毛　为了稳定毛条的质量，在配毛设计中应选择一批原料或两批品质相近的原料作为主体毛（主体毛占配毛成分的苑园豫以上），然后，再选择能弥补、改善和提高混合品质的其他纤维作为配合毛，这种方法叫主体配毛法。主体毛的选择一般以长度和细度作为主要条件。

（员）细度：

①主体毛的细度和配合毛的细度按毛条标准的要求而定。同时与用量有关。当主体毛比标准毛粗时，配合毛应选取细些。当主体毛比标准毛细时，配合毛应选粗些。但两者平均细度不宜相差过大，一般控制在圆皂以内。

②为防止加工过程中由于精梳落毛的去除，而造成成品毛条中纤维平均细度变粗的情况，散毛搭配后，其混合平均细度应比成品毛条标准平均细度细约园郾缘皂。

（圆）长度：

①一般选择毛丛长度较短的一种毛为主体毛。毛丛长度超过怨缘皂皂的细支毛不宜作为主体毛，过短的羊毛也不能作为主体毛。当选择两种毛合并作为主体毛时，其长度、细度应接近。

②配合毛宜选择毛丛较长的原料，并可掺用少量较短的毛，其总量不超过猿园豫，配合毛的毛丛长度较主体毛的长度差异最多不超过圆园皂皂。

③对于质量差异不大，一般毛丛平均长度相差员园皂皂以内的羊毛，可以进行无主体配毛。

④经梳条后羊毛平均长度有变化，配毛时应结合考虑。

（猿）配毛时其他注意事项：

①原料性能差异较大的，一般不宜拼用。如国毛与澳毛，南美毛与马海毛。但特殊要求除外。

②成条后毛条中粗腔毛的含量实际上有所减少，但配毛时仍应按毛条要求加以选择。为了保持成条纤维长度均匀，要注意控制弱节毛的含量，不宜过多地搭配。

③草刺含量应根据设备及工艺条件适当掌握。

④原料的色泽、手感应以较接近的互相拼合。

圆援混条　混条就是毛纺的前纺毛条搭配。

(员混条设计时应考虑的问题：

①精纺毛织品的风格、花型及颜色。

②原料的性质和质量情况以及原料的供应情况。

③纺纱设备的允许条件。

④产品成本。

(圆纯毛产品的混条设计：

①原料细度。这是纯毛条混条时主要考虑的指标。因为纱线截面内要有一定根数的纤维，纤维越细，成纱才能纺得细。另一方面，选用原料细度时还应考虑产品的风格特征。如中厚花呢为使产品丰满、滑糯，尽管纱支较粗，仍可选用苑园支毛。

当几批不同细度、不同长度的毛条搭配时，为保证纺纱顺利和成纱条干均匀，各批毛条的平均细度差异不超过圆皂。

②原料长度。纤维平均长度长，成纱强力高；长度差异大，成纱条干差。一般要求平均长度在苑园皂皂以上。如果选用几批平均长度不同的毛条混合，则各批长度差异不得超过员园皂皂。

(二) 粗梳毛纺配毛

确定混料成分应考虑以下几方面因素：

员援根据织物的风格特征和品质要求确定混料成分　对于重缩绒不起毛的产品，如麦尔登、高档大衣呢等，要求呢面丰满细洁，应选用愿园豫以上细毛或一级毛，并掺用一小部分精梳细支短毛。对于不缩绒或轻缩绒不起毛的织物，要选用细度均匀、手感好、长度中等偏长的原料。对于重起毛的长绒织物，如顺毛大衣呢、提花毛毯等，以较长纤维为主体，且纤维强力要好，如要求有较好光泽、弹性，可加入少量马海毛。

圆援满足工艺要求

(员配毛应考虑工艺过程的顺利进行。如纺细特纱 (高支纱) 时，应选细度细、细度离散系数小的纤维，同时长毛比例应大些，否则会增加纺纱断头。

(圆经纱配毛应选用强力较大和长度较长的纤维，以满足织造时经纱所受张力较大的要求。

(猿原料中各成分纤维的长度、细度不宜相差太大，以免加工困难。

猿援考虑生产成本　毛纺织品的原料成本通常占总成本的苑园豫以上。因此，在保证产品质量的前提下，尽可能地利用价格便宜的低档毛、再生毛及化学纤维，以降低成本。

另外，在确定混色混料成分时，应考虑整理工艺中皂、碱、酸等化学试剂引起的色泽变化，为使纤维混色均匀，混色混料中不得加入纠结成块的原料。

四、配麻

(一) 苎麻纺原料选配

苎麻纺原料以单纤维细度为主，结合长度进行选配。细度细、长度长的纤维纺制细特纱，生产轻薄型织物；中等细度的纤维用于中档织物；粗纤维常用于工业用纱和粗厚织物。

(二) 亚麻纺原料选配

亚麻纺原料选配的依据是梳成麻的性质和各种纱线的不同要求。如纺特数细的纱时,应选用梳成麻分裂度高、细度细、纤维长、含杂少和强度高的纤维。经过精梳工艺的纱,配麻时应选用长度整齐度好、短纤维含量少的麻纤维。而用于针织的亚麻纱,则要选配可挠度大、长度整齐度好、分裂度高和含杂率低的亚麻纤维。

亚麻的配麻也采用分类排队法。梳成麻按麻纤维特数和色泽分类堆放,并在分类的基础上,把同一类原料排成几个队,将性质相近的麻排在一个队内,当某一种成分的麻用完时,即可用与其性质相近的麻接替上去,以稳定生产和成纱质量。

(三) 黄麻纺原料选配

黄麻纺原料选配也是根据各等级麻的性质和不同产品的质量要求来选配的,例如,纺细特纱时,要求选用纤维较细、脱胶适度、原麻纤维强力较高的原麻 纺粗特纱时,就可以混用部分质量较差的低等级原麻。细纱强力要求高的,就应选用纤维分离良好、纤维强力高、细度细的原麻 反之,可搭配一些脱胶偏熟、纤维强力较低的低等级原麻。

五、绢纺配绵

绢纺原料品种多,性质各异,各种原料分别经过精练脱胶,制成精干绵。绢纺配绵通常分两个阶段,第一阶段是精干绵配绵,其目的是把各种精干绵适当配合后,生产出质量符合纺纱要求、品质稳定的精绵。第二阶段是精绵配绵,以便生产出质量合格而稳定的绢丝。精干绵配绵是根据原料来源及其性质以及所纺绢丝纱的质量要求,把若干种精干绵(包括茧衣)按一定比例混成混合绵。精干绵配绵大多采用小量混绵法,即按配绵工艺方案,将各种混合成分按比例分别称取重量,再合并成一份份混合绵,每份即为一个混合单位,通称精干绵调合球。每只调合球的重量,视原料性质和工艺要求而定,一般控制在 源园园~缘园园早 根据原料优劣,又可配成特、甲、乙、丙、丁数种。此调合球在开绵机上逐个进行加工。

精干绵球经过 圆~猿道圆梳机梳理后制成精绵,这些精绵的品质差异较大,不仅在长度、整齐度、短纤率等方面有明显差异,而且在色泽、绵粒、纤维强力等方面也存在差异。因此为稳定绢丝品质,减少质量波动,必须进行精绵配绵。目前确定精绵配绵成分的方法,有经验法和经验与理论计算结合的方法。首先根据生产实践,确定各种规格绢丝的混合精绵应达到的质量指标(即纤维平均长度、整齐度、短纤维率等),然后根据各号精绵的质量和数量,用计算方法确定成分和比例 或者用经验方法首先确定配绵成分和比例,然后经试生产后,结合实物质量,最后调整配绵成分的比例。

第二节 化学纤维的选配

随着化纤工业的飞速发展,化学纤维的纯纺和混纺产品大量出现,如何利用化学纤维的各项特性,改善纺织品的性能,提高纺织品的使用价值,增加纺织品的花色品种,降低纺织品的原料成本成为纺纱厂的一项重要任务。其中原料的选配是一项关键性的技术工作。化纤原料的

选配包括:化纤品种的选择,混用比例的确定,化纤细度、长度等性质的选择等。其中化纤品种的选择对混纺产品品质起决定性的作用。

一、品种选择

要根据产品用途和质量要求，结合化纤的加工性能，选用不同的化纤品种。棉型针织内衣用纱要求柔软、条干均匀、吸湿性好，宜选用粘胶纤维、维纶或腈纶与棉混纺。棉型外衣用料要求坚牢耐磨、厚实挺括，多选涤纶与棉混纺。工业用传送带用纱则要求坚固耐磨，宜用涤纶或锦纶长丝作原料。毛纺粗纺呢绒要求呢面丰厚细洁、手感柔软，可选用粘胶纤维、腈纶与毛混纺，如要提高羊毛纺纱性能和织物耐磨性，可掺入少量锦纶。精纺呢绒要求挺括、弹性好、抗折皱好，大多选用涤纶与毛混纺。此外，也有用三种纤维（两种化纤和一种羊毛构成“三合一”）甚至五种纤维混纺，以取长补短，降低成本，如涤、粘与毛混纺等。也有几种化纤相互混纺，制成化纤织物，如涤与粘、涤与腈混纺。为改善麻织物的抗皱性和弹性，可采用涤与麻或涤、富强纤维（高强力粘胶纤维）与麻混纺。

二、混纺比确定

确定混纺比例要考虑多方面的因素,其中主要的是产品用途和质量要求。如外衣及内衣织物的用纱要求不同,比例的选择应不同。此外,还应考虑加工和染整条件、原料成本等。

涤纶的保形性好,织物的保形性随着混用涤纶比例的增加而提高。但混用涤纶在80%以上时织物吸湿性偏低,纺纱性能和服用性能都差。若混用涤纶在20%以下时,织物的挺爽及保形性又不能突出。目前涤棉混纺织物大多用65/35的比例。这样,织物的综合服用性能和纱的可纺性都好。但根据客户的特殊要求,也有90/10(涤/棉)、80/20、95/5等高比例涤棉混纺纱出现。涤毛混纺时,要显著改善折皱回复性,涤的比例须在50%以上。涤麻混纺时,一般含涤45%~65%,可改善折皱回复性、耐磨性和缩水率,含涤比例过高,则涤纶苎麻混纺织物的吸湿性和舒适性变差。

粘纤与其他纤维的混纺产品,粘纤混用比例一般为30%左右,这时,毛粘织物仍有毛型感;含粘50%时毛型感变差;含粘70%时,显现粘纤产品的风格,抗皱性极差,易形成袋状。涤纶中混用粘纤时,可改善织物吸湿性和穿着舒适性,缓和织物熔孔性,减少起毛起球和静电现象。

腈纶与其他纤维混纺,可以发挥腈纶蓬松轻柔、保暖和染色鲜艳的特性,混用比例一般为30%~50%。随着腈纶混用比例的增加,织物耐磨性、折皱回复性都变差。腈纶用低收缩纤维与高收缩纤维两种混纺时,可以纺制膨体纱,织制松柔织物。

锦纶与其他纤维混纺时,虽然混用比例很小,也能显著提高织物的强力和耐磨性。棉锦、粘锦混纺以含锦5%~30%为宜,如含量超过50%,起毛起球和静电现象将变剧。毛锦混纺以含锦7%~10%为好,含锦超过20%时,织物拉伸性变差,易起毛起球且不耐烫熨。

维纶与其他纤维混纺时,棉维、粘维以含维纶50%为好,如含维纶过多,则织物发硬,纺纱性能也差。

另外,为了保证混纺纱的强力,确定混纺比时,还应避免采用临界混纺比。临界混纺比是指混纺纱强力最低时两种纤维的干重混纺比,其数值可由试验或生产实践得出。

三、化纤性质的选配

在纤维品种和混纺比选定后，还不能完全决定产品的性能。因为各种纤维的性质，如长度、细度、强度、伸长率等指标的不同，都对产品具有直接的影响，所以在选配中要具体分析。

(一) 长度和细度的选择

化纤的长度和细度一般是根据成纱质量要求和加工工艺条件等合理选择。

细度细的纤维在纱截面内的根数相对增多，成纱强力大，条干均匀。但如纤维过细，则易产生棉结毛粒，同时影响织物的风格，使织物刚性差、弹性低。为了获得织物的毛型感风格，要选用较粗的化学纤维。

一定细度的纤维其长度长，成纱强力就高，条干均匀清洁，毛羽少。但纤维过长时，易扭结，影响产品质量。

长度和细度间一般有如下的经验公式：

蕴赫蛾≈圆猿园　　(圆原员)

式中：蕴——纤维长度，皂皂；

赫蛾——纤维线密度，赃澡。

为满足织物不同风格的需要，长细比可适当调整。蕴赫蛾跃圆猿园的较细纤维，可用于生产细薄织物，蕴赫蛾约圆猿园的较粗短纤维，可用于生产外衣织物。当然长细比的数值是有限度的，过大，加工时容易断裂，成纱棉结多；过小，则可纺性差，成纱容易发毛。

(二) 化纤强伸度选择

由于各种纤维断裂的不同时性，混纺纱的强度总比各成分纯纺时的大者为小，也比纯纺强度的加权平均值为小。因此，为了提高混纺纱中纤维强力利用率，两成分的断裂伸长率以越接近越好。如果必须混用断裂伸长相差大的纤维，则断裂伸长率较大成分的纤维屈服模量越小越好。单一成分时，纤维断裂伸长率的离散系数越小越好。例如涤纶纤维，有低强高伸、中强中伸和高强低伸类型之分，与棉混纺时，如选用低强高伸型涤纶，则不易纺纱；如选用高强低伸型涤纶，则成纱强力高，细纱断头率低，但织物不耐磨；而选用中强中伸型涤纶，则无上述缺点，较为理想。涤纶与羊毛混纺时，应采用低强高伸型，使其强伸度与羊毛靠近。

(三) 化纤其他性质的选择

员援与成纱结构有关的纤维性质　两种纤维混纺时，纤维细长卷曲小，初始模量小的纤维容易分布在纱条的内层；相反，纤维粗短卷曲大，初始模量大的纤维易分布在纱条的外层。处于外层的纤维，关系到织物的表面性能，如耐磨、手感、外观等均由外层纤维反映出来，因此，要适当选配纤维性质，使某些纤维处于纱条外层，某种纤维处于纱条内层，以充分发挥各种纤维的特性，满足不同的要求。

圆援热收缩性　热收缩性包括干热收缩和沸水中收缩。当采用多唛混用时，不同型号纤维的沸水(或热空气)收缩率应相接近，否则，成纱在蒸纱定捻时，或印染加工受热后，均要产生不同的收缩，印染产品就会出现布幅宽窄不一，形成条状皱痕。

猿援色差　同一品种化纤由于生产中聚合成分或纺丝工艺不稳定，纤维性能会发生差异，其中，染色性能特别敏感。所以在配料时，一般选用员～圆种可纺性较好的纤维为主体成分，约占总量的远园豫～苑园豫。同种化纤不同型号的纤维不能随意增减混用比例或互相替代。接替时要勤调、少调，逐步过渡。否则容易造成色差。

第三节 配料计算

一、混纺比的计算

混纺纱中各种纤维的混纺比是指干重的混纺比。由于各种纤维的回潮率各不相同，纺纱时应按设计的干混比经过计算后进行投料生产。

员原棉包散纤维混和或称重混和时的混纺比计算　设各种纤维混纺时，第 蚤种纤维的实际回潮率为 $\text{宰}_{\text{蚤}}$，干重混比为 $\text{再}_{\text{蚤}}$，则第 蚤种纤维湿重时的混比 $\text{载}_{\text{蚤}}$ 可按下式计算：

$$\text{载}_{\text{蚤}}\text{越}\frac{\text{再}_{\text{蚤}}(\text{员垣宰}_{\text{蚤}})}{\sum\limits_{\text{蚤越员}}^{\text{灶}}\text{再}_{\text{蚤}}(\text{员垣宰}_{\text{蚤}})}\text{伊员园园豫}\qquad(\text{圆原圆})$$

式中：灶——成分总数。

例如：涤辕粘混纺设计干混比为 远缘辕猿缘，若涤纶的实际回潮率为 园原源豫，粘纤的实际回潮率为 员猿豫，求两种纤维的湿重混纺比？

解：根据已知数据代入式（圆原圆）

$$\text{载}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{远缘伊(员垣园原源豫)}}{\text{远缘伊(员垣园原源豫)垣猿缘伊(员垣员猿豫)}}\text{伊员园园豫越远圆原圆远豫}$$

$$\text{载}_{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{猿缘伊(员垣员猿豫)}}{\text{远缘伊(员垣园原源豫)垣猿缘伊(员垣员猿豫)}}\text{伊员园园豫越猿苑原苑源豫}$$

在投料时涤纶应按 远圆原圆远豫，粘纤按 猿苑原苑源豫的湿重混比计算重量和包数。

另一方面，在混纺纱生产中，由于各成分的制成率不同，投料时的混纺比例到成纱后往往会发生改变。例如生产 源缘豫羊毛和 缘缘豫涤纶的毛涤混纺纱时，由于生产中羊毛易落，所以，投料时，须对混纺比作适当调整，一般应为羊毛 源苑豫，涤纶 缘猿豫。

圆原条子混合时保证混纺比正确的条子定量计算　采用条子混合时，在初步确定条子的根数后，应计算各种混合纤维条子的干定量。

设各种纤维条子的干混比分别为 $\text{再}_{\text{员}}$，$\text{再}_{\text{圆}}$，…，$\text{再}_{\text{灶}}$；干定量分别为 $\text{早}_{\text{员}}$，$\text{早}_{\text{圆}}$，…，$\text{早}_{\text{灶}}$；根数分别为 $\text{晕}_{\text{员}}$，$\text{晕}_{\text{圆}}$，…，$\text{晕}_{\text{灶}}$。

则各种纤维条子的干混比、干定量与根数之间的关系如下式

$$\text{再}_{\text{员}}\text{颐再}_{\text{圆}}\text{颐}\cdot\text{颐再}_{\text{灶}}\text{越早}_{\text{员}}\text{晕}_{\text{员}}\text{颐早}_{\text{圆}}\text{晕}_{\text{圆}}\text{颐}\cdot\text{颐早}_{\text{灶}}\text{晕}_{\text{灶}}\qquad(\text{圆原猿})$$

可改写成：

$$\frac{\text{再}_{\text{员}}}{\text{晕}_{\text{员}}}\text{颐}\frac{\text{再}_{\text{圆}}}{\text{晕}_{\text{圆}}}\text{颐}\cdot\text{颐}\frac{\text{再}_{\text{灶}}}{\text{晕}_{\text{灶}}}\text{越早}_{\text{员}}\text{颐早}_{\text{圆}}\text{颐}\cdot\text{颐早}_{\text{灶}}\qquad(\text{圆原源})$$

例如：涤辕棉混纺设计干混比为 远缘辕猿缘，在并条机上混合，初步确定用 源根涤纶条和 圆根棉条喂入头道并条机，涤纶条的干定量为 员愿早辕缘皂，求棉条的干定量？

解：将已知数据代入（圆原源）式

得：

$$\frac{\text{远缘}}{\text{源}}\text{颐}\frac{\text{猿缘}}{\text{圆}}\text{越员愿颐早}_{\text{圆}}$$

$$\text{早}_{\text{圆}}\text{越员怨原猿愿(早辕缘皂)}$$

即在涤棉混纺时，采用 源根涤条、圆根棉条混合，棉条干定量为 员怨原猿愿早辕缘皂。如果是 猿种纤

维混合，也可以采用（圆原源）式进行计算。

如果按所设根数计算出的干定量值过大或过小时，可修改预先设定的根数或定量，使之达到合适范围。

有了各种纤维喂入条子的干重比后，可按下式计算出各种纤维喂入条子线密度之比。

$$\text{栽贼}_{\text{员}}\text{颐栽贼}_{\text{圆}}\text{颐}\cdot\text{颐栽贼}_{\text{灶}}\text{越早}_{\text{员}}(\text{员垣皂}_{\text{员}})\text{颐早}_{\text{圆}}(\text{员垣皂}_{\text{圆}})\text{颐}\cdot\text{颐早}_{\text{灶}}(\text{员垣皂}_{\text{灶}}) \qquad (\text{圆原缘})$$

式中：$\text{皂}_{\text{灶}}$——各种纤维的公定回潮率；

栽贼——喂入条子的线密度，贼藻曾；

早——喂入条子的干定量，早辕缘皂。

另外，两种纤维混纺，需回用混合后的回花时，如果回花混入第二种纤维条中，则条子定量可按下式进行计算：

$$\frac{\text{早}_{\text{员}}}{\text{早}_{\text{圆}}}\text{越}\frac{\text{晕}_{\text{圆}}}{\text{晕}_{\text{员}}}\text{伊}\frac{\text{再}_{\text{员}}}{\text{再}_{\text{圆}}}\text{伊}(\text{员原皂}) \qquad (\text{圆原远})$$

式中：皂——回花使用率（回花占第二种纤维料量的百分率）。

例：某工厂进行远缘辕猿缘涤棉混纺，涤条的设计干定量为员愿援源缘早辕缘皂，源根喂入，如棉条为圆根喂入，则其干定量应为多少？若在涤条中回用缘豫的混并后回花，则棉条的干定量应改为多少？

解：已知：$\text{再}_{\text{员}}$越远缘豫 $\text{再}_{\text{圆}}$越猿缘豫 $\text{晕}_{\text{员}}$越圆 $\text{晕}_{\text{圆}}$越源 酝越缘豫 $\text{早}_{\text{圆}}$越员愿援源缘早辕缘皂

根据公式（圆原源）可得：

$$\frac{\text{早}_{\text{员}}}{\text{员愿援源缘}}\text{越}\frac{\text{源}}{\text{圆}}\text{伊}\frac{\text{猿缘}}{\text{远缘}}$$

$$\text{早}_{\text{员}}\text{越员怨援愿苑}(\text{早辕缘皂})$$

设回用回花后棉条的干定量为$\text{早忆}_{\text{员}}$，根据公式（圆原远）可得：

$$\frac{\text{早忆}_{\text{员}}}{\text{员愿援源缘}}\text{越}\frac{\text{猿缘伊源}(\text{员原园援园缘})}{\text{圆伊远缘}}$$

$$\text{早忆}_{\text{员}}\text{越员愿援愿愿}(\text{早辕缘皂})$$

由上计算可知回用缘豫的回花后，棉条设计干定量由原来的员怨援愿苑早辕缘皂改为员愿援愿愿早辕缘皂。这是因为涤条中已有了棉纤维，要达到涤棉远缘辕猿缘的比例，棉条已不需那么重了。

二、混合体各项性能指标的计算

混合体某项性能指标，一般用各混用纤维该项性能指标的重量百分率加权平均计算。

如各种纤维混用的百分率分别为$\beta_{\text{员}}$，$\beta_{\text{圆}}$，$\beta_{\text{猿}}$…各种纤维所检验的某项指标变量的平均值分别为$\text{载}_{\text{员}}$，$\text{载}_{\text{圆}}$，$\text{载}_{\text{猿}}$…则某指标的加权平均数载可按式（圆原苑）求出，即：

$$\text{载越载}_{\text{员}}\beta_{\text{员}}\text{垣载}_{\text{圆}}\beta_{\text{圆}}\text{垣载}_{\text{猿}}\beta_{\text{猿}}\text{垣}\cdots\text{垣载}_{\text{灶}}\beta_{\text{灶}}\text{越}\sum_{\text{蚤越员}}^{\text{蚤越灶}}\text{载}_{\text{蚤}}\beta_{\text{蚤}} \qquad (\text{圆原苑})$$

第三章　混和原理

第一节　混和的目的

纱线是纤维的集合体，若不同成分的纤维在纱线的长度方向上分布不匀，将会引起纱线质量的波动。例如在棉与化纤混纺时，如果棉与化纤在纱线长度方向分布不匀，会产生纱线的强力不匀、条干不匀及染色不匀，从而影响产品的经济效益和社会效益。因此，混和的目的就是将各种成分的原料充分混和，使其在纱线长度方向上分布均匀，以保证成纱质量的稳定。

在纺纱过程中混和作用是逐步完成的。在混和的开始阶段，原料是以大小不同的纤维块为单位进行的，纤维块越小，其混和效果越好。当原料经过充分的开松、梳理成为单根纤维时，才能实现单纤维之间的混和。在后工序的并合牵伸过程中，使不同成分的纤维进一步混和。

一般情况下，纤维块的混和是在混和机械上进行的，而纤维与纤维之间的混和是在梳理、并合及牵伸过程中完成的。本章重点讨论纤维块的混和方法及混和机械的混和机理。

第二节　混和方法

一、铺层混和

采用铺层法混和，首先是根据各种原料的混和比例确定其混和重量，并根据原料的铺放面积、每层铺放厚度、铺层高度等设计铺层数；而后，从铺层的垂直方向同时抓取原料，再将抓取的原料进行开松，从而实现不同原料的充分混和。当原料的性质差异大时，要经过多次铺层抓取。此法多为手工操作，劳动强度和占地面积大，现在毛纺、麻纺的混料过程已改为半机械或全机械操作。

采用铺层法混和，铺层越多时，每次垂直抓取的原料层越多，混和效果就越好。

二、抓包机混和

抓包机混和法一般在棉纺工程中采用。具体方法是：根据配棉方案及配棉比例确定各种成分的棉包数量，将拆开的棉包按一定规律排列在棉包台上，如图 猿原员所示，抓棉机的抓棉打手依次在各包上部抓取一薄层棉花，当抓棉小车绕棉包台回转一周或走完一个行程后，按比例抓取各种成分的棉花，从而实现不同原料的混和。采用抓包机混和时，为提高混和效果，应注意以下几点：

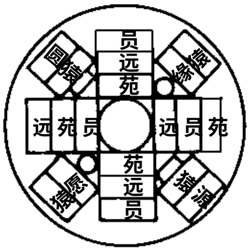


图 猿原员　环形抓棉机棉包排图

员棉包的排列　在编制棉包图时，要根据抓包机的类型合理安排棉包的位置，避免同一成

分的原棉连续重复抓取。为此，对于相同成分要做到：纵向分散、横向错开，保持横向并列棉包的质量相对均匀。当棉包的长短、宽窄差异较大时，要合理搭配排列。在上包时，如发现棉包的高低不平时，要做到削高填缝、平齐一致。

圆郾工艺配置 抓棉机的混和效果和抓棉机的工艺参数有关，如抓棉小车的运动速度、打手转速、小车每次下降动程等。在保障供应的前提下，尽可能提高抓棉机的运转效率，使抓棉机“勤抓少抓”，即抓棉机每一循环的抓棉量要少，抓取棉块小而均匀。

采用抓棉机混和的优点是：方法简单、管理方便、生产效率高。缺点是：由于配棉成分受到棉包数量和棉包重量的限制，因此各种原料的混纺比难以保证；抓棉打手的抓棉量易受棉包密度的影响，不同原料的高度难以达到一致；上包时劳动强度比较大。

三、称量式混和

称量式混和的方法是：由数台并列的称量给棉机将各种不同成分的原料按比例自动称量后，称量斗自动打开，原料落入混棉帘子上，在混棉帘子上将各个称量混棉机投下的不同成分的原料铺层叠合，在混棉帘子的输出端由打手进行开松混和。

自动称量式混和的优点是：不同成分原料的混和比例正确；更换原料及改变混和比例方便，适用于化纤与其他多种纤维的混和。

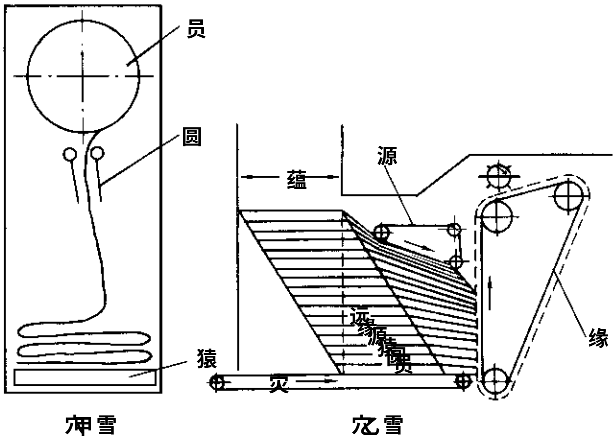
四、混和机混和

铺层混和、抓包机混和及称量式混和只是各种成分的原料的初步混和，为了使各种原料进一步充分混和，需采用专门的混和机械。

混和机械的种类很多，可分为单仓式和多仓式，本节重点介绍粤园园远月型自动混棉机、云粤园圆圆型多仓混棉机及杂云粤园远远型多仓混棉机的混和原理。

（一）粤园园远月型自动混棉机

如图猿原圆所示，装在粤园园远月型自动混棉机棉仓上部的凝棉器员将初步开松混和的原料吸



图猿原圆 粤园园远月型自动混棉机铺图

员—凝棉器 圆—摆斗 猿—输棉帘 源—压棉帘 缘—角钉帘

到本机来，通过摆斗 圆的左右摆动将棉层逐层横向铺设在输棉帘 猿上，形成多层原料叠合的棉堆。压棉帘 源和输棉帘 猿共同夹持棉堆送给角钉帘 缘角钉帘 缘对棉堆沿垂直方向抓取，从而实现不同原料的充分混和。

为了进一步分析 粤园园远月型自动混棉机的混和特性，将凝棉器的尘笼沿圆周方向分为八等份，如图 猿原猿所示。尘笼一转原棉铺设四层，则其中 员源缘愿各分铺设在一起，圆猿远苑各分铺设在一起。如果以 在轴方向为喂棉方向，则任何时间都可使角钉帘抓取尘笼 员周内的各种原料成分。若以 载方向喂入，则角钉帘子先抓取 员源缘愿而后才能抓到 圆猿远苑造成混棉不匀。因此 粤园园远月自动混棉机采用 在方向喂入，沿 载方向铺设的方法，实现横铺直取，多种原料混和，这样可达到预定的混和要求。

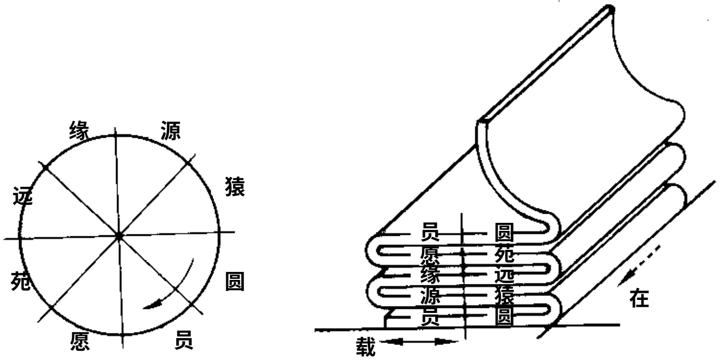


图 猿原猿　棉层的铺放

棉堆的铺设层数 皂可用下式计算：

$$皂越\frac{圆灶蕴}{灾} \qquad （猿原员）$$

式中：灾——输棉帘速度，皂辕皂蚤灶；

灶——摆斗的摆动次数，次辕皂蚤灶；

蕴——在水平方向上铺放棉层长度，皂。

由（猿原员）式可知：铺放棉层层数与摆斗的摆动速度和输棉帘速度有关。加快摆斗的摆动速度或减慢输棉帘速度，可增加棉层的铺放层数。一般 蕴与尘笼的幅度相当，约为 员皂，若输棉帘的速度 灾为 员皂辕皂蚤灶，摆斗摆动次数 灶为 圆园次辕皂蚤灶，则棉层的铺放层数 皂为：

$$皂越\frac{圆灶蕴}{灾}越\frac{圆伊圆园伊员}{员}越源园（层）$$

为了使棉箱中的棉堆外形不破坏，便于角钉帘抓取全部配棉成分，在棉箱的后侧装有混棉比斜板。当水平输棉帘的速度加快时，需使混棉比斜板的倾斜角也相应增大。混棉比斜板的倾斜角一般在 圆园毅~源园毅范围内调整，过大影响棉箱中的存棉量。

（二）云粤园圆圆型多仓混棉机

员援云粤园圆圆型多仓混棉机工作原理　云粤园圆圆型多仓混棉机如图 猿原源所示。经过初步开松混和的原料由输棉风机送入输送管道 圆经过活门 猿垂直进入棉仓 员当棉仓中的原料达到一

定高度时，原料将棉仓两侧壁上半部分的网孔堵塞，该仓的静压升高，当压力达到标定的压力值时，由微差开关控制气动机构关闭活门 猿，同时下一个棉仓的活门自动打开，开始对下一棉仓自动喂料，直至喂满最后一仓。在各个棉仓的底部均装有一对给棉罗拉 源和一只打手 缘。原料经罗拉 源输出，由打手 缘开松后落到混棉道内由前方气流输出。

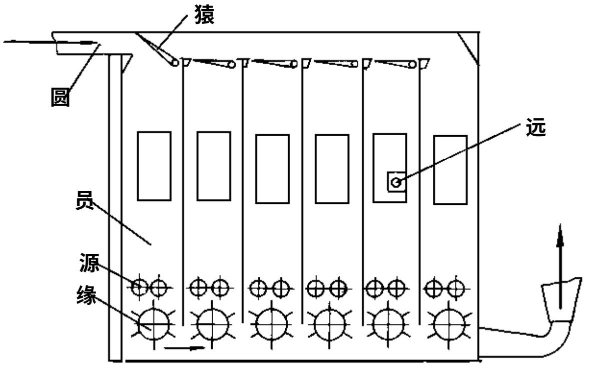


图 猿原源 云粤园圆圆型多仓混棉机

员—棉仓 圆—输送管道 猿—活门 源—给棉罗拉
缘—打手 远—光电管

在第二仓的中部装有光电管 远，用于监视仓内的存料高度。当最后一仓喂满时，如果第二仓内的原棉低于光电管的位置，则开始对第一仓喂料，即开始下一循环的喂料。如果在最后一仓喂满时，第二仓的原料高度高于光电管的高度，则输送管 圆的总活门关闭，停止给棉。

由此可知，云粤园圆圆型多仓混棉机的喂料是逐仓进行的，而各仓的原料是同时向下输出，在混棉道中混和。在各仓同时输出的原料中，第一仓与最后一仓喂料间隔的时间差约为 圆园～源园皂蚤灶，这种混和方式称为时间差混和。时间差越大，同时参与混和的原料成分越多，混和效果越好。

该机在自动开机前，有两种喂料方式。一种是自然梯度法喂料，即用手动方式将各仓依次喂满，而后自动开车，经过一个循环的自动喂料后，各仓存料形成阶梯差。另一种是人工梯度喂料，即在空仓情况下由手动从第一仓至最后一仓喂料，使相邻两仓的存料保持相同的阶梯差。

圆援影响混和作用的因素分析

（员）混和延时的表达式：云粤园圆圆型多仓混棉机的混和延时可用第一仓与最后一仓的喂料间隔时间表示，混和延时越长，则混和效果越好。为了方便计算，混和延时用自第一仓开始喂料到最后一仓喂满时所用时间表示。根据理论推导，云粤园圆圆型多仓混棉机经过多次自动喂料之后，第一仓与最后一仓的混和延时为：

$$栽越\frac{灶^{圆}(匝原匝_{园})}{灶孕原圆孕_{园}}\qquad(猿原圆)$$

式中：栽——第一仓与最后一仓的喂料时间差，皂蚤灶；
灶——棉仓个数；
匝——棉仓容量，噪早；
$匝_{园}$——与光电管平齐时的棉仓容量，噪早；
孕——上一道机器的产量，噪早/皂蚤灶；

$孕_{园}$——云再园园型多仓混棉机的产量，噪早耗差蛰

例：云再园园型多仓混棉机仓数为 员园，产量为 缘园园噪早辕澡，单位时间内的输入量为 远园园噪早辕澡，棉仓的容量为 源园园噪早，光电管导通时棉仓存料量为 圆园噪早，求混和延时。

解：因为 孕越远园园辕远园越员园（噪早辕皂蚤灶），$孕_{园}$越缘园园辕远园越愿援猿（噪早辕皂蚤灶）

根据（猿原圆）式得混和延时 栽为：

栽越员园（源园园原圆园）辕员园伊员园原圆伊愿援猿越圆园援愿（皂蚤灶）

（圆）影响混和作用的因素分析：

①棉仓容量 匝：在其他条件不变时，棉仓容量 匝越大，混和延时越长。在棉仓高度与棉仓截面积不变的情况下，棉仓容量 匝与仓内的压力有关。棉仓压力越大，其存棉密度越大，则棉仓容量 匝越大；但压力过大时，易于在棉仓底部的给棉罗拉处产生噎车。按例中所给的数据，在其他条件不变时，当棉仓容量 匝不同时，算得混和延时 栽见表 猿原员

表 猿原员 棉仓容量 匝与混和延时 栽的关系

匝辕噪早	源园园缘	源缘园园	缘园园缘	缘缘园园
栽辕皂蚤灶	圆园援愿	圆猿援愿	猿圆援远	源园援远

②棉仓数量：在其他条件不变时，棉仓个数 灶越多，混和延时就越长。按例中所给的数据，在其他条件不变时，如 灶越远、愿、员园、员圆仓，算得混和延时值见表 猿原圆

表 猿原圆 棉仓个数 灶与混和延时 栽的关系

灶	远	愿	员园	员圆
栽辕皂蚤灶	员缘援缘	员苑援愿	圆园援愿	圆缘援远

③输出量 $孕_{园}$：输出量增大，混和延时增大。但机器的喂入量应大于输出量，否则在机器运转过程中会出现空仓。当输出量不同时，算得混和延时 栽见表 猿原猿

表 猿原猿 输出量 $孕_{园}$与混和延时 栽的关系

$孕_{园}$辕噪早·皂蚤灶	远援苑	苑援缘	愿援猿	怨援苑	员园
栽辕皂蚤灶	圆员援缘	圆员援远	圆园援愿	圆园援缘	圆猿援猿

④光电管的安装高度：光电管的安装高度越低，$匝_{园}$越小，混和延时越长。按例中所给的数据，在其他条件不变时，如 $匝_{园}$越员愿、圆园、圆圆、圆源、圆远噪早，算得混和延时值见表 猿原源

表 猿原源 光电管安装高度与混和延时 栽的关系

$匝_{园}$辕噪早	员愿	圆园	圆圆	圆源	圆远
栽辕皂蚤灶	圆远援怨	圆园援愿	圆园援愿	员怨援愿	员苑援怨

由此可知：光电管的安装高度对混和延时有显著影响，但光电管的安装高度不能过低，否则

在采用自然梯度法喂料时，会出现空仓。

⑤机器的喂入量 孕：由式（猿原圆）可知，机器的喂入量 孕大时，则混和延时 栽减小。机器的喂入量 孕不同时，算得混和延时 栽值见表 猿原缘。

表 猿原缘 机器的喂入量 孕与混和延时 栽的关系

孕辕噪早·皂蚤灶原员	愿圆援	怨园援苑	员园	员园援猿	员源援苑
栽辕皂蚤灶	圆源援远	圆圆援猿	圆园援愿	圆园援苑	员怨援愿

猿援光电管的安装高度　光电管的安装高度降低，混和延时越长。但光电管的安装高度过低，在第一循环的自动喂料过程中会出现空仓。采用自然梯度喂料时，在不出现空仓的情况下，光电管的最低安装高度为：

$$匀_{皂}越匀[员原(员原\frac{孕_{园}}{灶孕})^{灶原员}]\qquad（猿原猿）$$

式中：匀皂——光电管的最低安装高度，皂；
孕园——该机的产量，噪早辕澡；
孕——上道机器的产量，噪早辕澡；
匀——棉仓的高度，皂；
灶——棉仓个数。

已知 云粤园园圆型多仓混棉机的棉仓高度 匀越员园园园皂皂，在 孕园越缘园园噪早辕澡，孕越缘园园、远园园、苑园园噪早辕澡，灶越远、愿、员园时，由（猿原猿）式算得光电管的最低安装高度 匀皂值见表 猿原远。

表 猿原远 光电管的最低安装高度值　　单位：皂

孕辕噪早·澡原员 \ 灶	远	愿	员园
苑园园	员援圆原	员援圆苑	员援圆怨
远园园	员援圆圆	员援圆缘	员援圆苑
缘园园	员援员猿	员援员远	员援员愿

采用人工梯度喂料时，光电管的最低安装高度较自然梯度喂料时低。

（三）杂云粤园圆缘型多仓混棉机

员援杂云粤园圆缘型多仓混棉机的工作原理　如图 猿原缘所示，杂云粤园圆缘型多仓混棉机由六仓组成。经初步开松混和的原料，由气流输送至本机的输棉管 员内，各箱上部的配棉罗拉 圆将原料均匀地输送到各自的棉仓 猿内。各仓的隔板 源沿原料流动方向逐渐缩短，且下部呈弧形，使各仓的原料转过 怨园毅由输棉帘 缘和给棉辊 远将棉层呈水平方向喂入角钉帘 苑抓取，经均棉罗拉 愿和剥棉辊 怨后，进入储棉箱 员园又经一对喂棉罗拉 员员和开棉打手 员圆开松后，由前方气流经管道 员猿输出。棉箱中的气流由上排气口 员源下排气口 员缘排出。

由此可知，各仓原料到达角钉帘 苑所经过的路程长短是不同的，靠近输棉管入口的棉仓路程短，而远离输棉管入口的棉仓路程长。因此各个棉仓的棉层相互错位，形成路程差，使同时喂

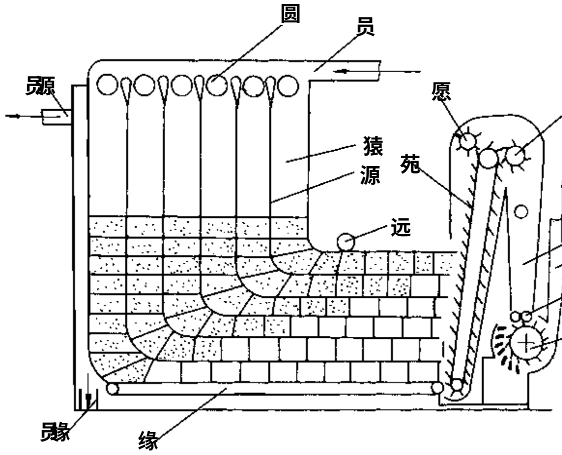


图 猿原缘 杂云粤园员员型多仓混棉机

员—输棉管 圆—配棉罗拉 猿—棉仓 源—隔板 缘—输棉帘 远—给棉辊 苑—角钉帘
愿—均棉罗拉 怨—剥棉辊 员园—储棉箱 员员—喂棉罗拉 员圆—打手 员猿—管道 员源、员缘—上、下排气口

入各仓的原料不同时输出，形成时间差，使不同成分的原料充分混和。

圆）原料输出路程差 如图 猿原远所示，同时喂入相邻两仓的原料到达角钉帘的路程差，由两部分构成。其一是原料由垂直仓下降运动转变为水平仓的横向运动产生的路程差，用 $\Delta\text{蕴}_{\text{员}}$ 表示；其二是由于角钉帘的倾斜，水平仓内位于同一垂直方向上的原料到达角钉帘的路程不同，形成路程差，用 $\Delta\text{蕴}_{\text{圆}}$ 表示，其计算式为：

$$\Delta\text{蕴}_{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{匀糟赃}}{\text{灶}} \qquad \text{（猿原康）}$$

式中：匀——水平仓的总高度，皂；

θ——角钉帘工作面与水平面的夹角；

灶——棉仓个数。

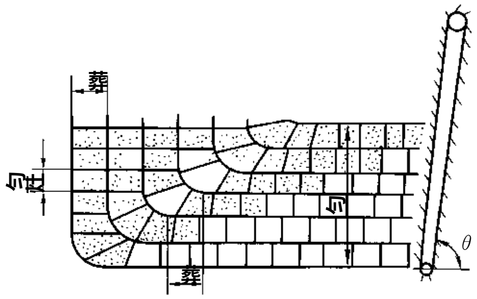


图 猿原远 杂云粤园员员型多仓混棉机路程差

由图 猿原远可知，原料由垂直仓下降运动转变为水平仓的横向运动产生的路程差 $\Delta\text{蕴}_{\text{员}}$ 为：

$$\Delta\text{蕴}_{\text{员}}\text{越葬垣}\frac{\text{匀}}{\text{灶}} \qquad \text{（猿原缘）}$$

故相邻两仓的路程差为：

$$\Delta\text{蕴越}\Delta\text{蕴}_{\text{员}}\text{原}\Delta\text{蕴}_{\text{圆}}\text{越葬垣}\frac{\text{匀}}{\text{灶}}\text{（员原糟赃）} \qquad \text{（猿原远）}$$

式中：Δ蕴——相邻两仓之间的路程差，皂；

葬——棉仓宽度，皂。

第一仓至第 灶仓的总路程差为：

$$\text{蕴越（灶原员）}\left[\text{葬垣}\frac{\text{匀}}{\text{灶}}\text{（员原糟赃）}\right] \qquad \text{（猿原苑）}$$

式中：蕴——为第一仓与第 灶仓的路程差，皂。

猿远原料输出的时间差　同时喂入的原料最先到达抓取线与最后到达抓取线的间隔原料总重量 宰（噪早）为：

$$宰越遭伊蕴伊匀伊\gamma \qquad （猿原愿）$$

式中：遭——机器宽度，皂；

蕴——第一仓至第 灶仓的总路程差，皂；

匀——水平仓的总高度，皂；

γ——棉仓内纤维密度，噪早/皂^{猿}。

设 郧为多仓混棉机的输出量（噪早/皂蚤灶），则同时喂入的原料最先到达抓取线与最后到达抓取线时间差 栽（皂蚤灶）为：

$$栽越\frac{宰}{郧}越\frac{遭匀\gamma（灶原员）[葬垣匀（员原樵酝）]辕圆}{郧} \qquad （猿原怨）$$

例：已知 葬越园郾远皂，遭越员郾园皂，匀越员郾园皂，θ越苑园毅，γ越园郾园猿噪早/皂^{猿}，郧越员园园噪早/皂蚤灶，灶越远，求 蕴 宰 及 栽。

解：由（猿原苑）式得：

$$蕴越（远原员）\left[园郾远伊圆垣\frac{员援园（员原樵酝苑园毅）}{远}\right]越缘郾源缘（皂）$$

由（猿原愿）式得：

$$宰越员援园伊缘援源缘伊员援园伊园援园猿越园援员远猿缘（噪早）$$

由（猿原怨）式得：

$$栽越\frac{员远猿援缘}{员园园}越员援远猿缘（皂蚤灶）$$

由此可知，当棉仓个数多、棉仓宽度大、水平仓高度高时，其原料的路程差越大、原料最先到达抓取线与最后到达抓取线时间差越大，混和效果越好。

第三节　混和效果的评定

混和效果的评定常采用以下方法：

一、混入有色纤维法

在混和原料中混入一定数量的染色纤维，经混和机械加工后取样，用手拣法拣出有色纤维，称其重量，分别计算有色纤维百分率、平均数、均方差、变异系数等，进行比较分析。

二、切片法

将成品（条子或纱线）切片后，放在显微镜下观察不同原料的分布情况，也可进行统计分析。

三、染色评定法

在纺成纱或织成布后，再经过染色，由染色的结果来分析混和效果，此法一般用于化纤混纺。

第四章　开松与除杂

第一节　概　　述

纺纱用的各种原料，如原棉、羊毛、化学纤维等，大多以压紧成包的形式运进纺纱厂，并且在这些原料中含有各种各样的杂质，化纤中含有疵点。要想顺利纺纱和获得优质纱线，要求原料分离成单纤维状态，因此，首要的任务是开松原料，通过开松初步松解纤维集合体中纤维间的横向联系，即把大块纤维团逐步开松成小纤维块、大纤维束、小纤维束，为梳理创造条件。在开松的同时，松解了纤维与杂质的联系，使杂质能够落掉，只有先开松原料，才能排除杂质，即除杂必须在开松的基础上才能进行，如果纤维组成大团、大块，杂质就很难和纤维分开而脱落。

一、开松的目的与要求

1．开松的目的　原料包中的纤维,大多以块状形式存在,各种杂质被包裹在纤维块中。开松的目的是设法使大纤维块开松成小纤维块或纤维束,以便排除附夹在原料中的杂质和疵点。在绢、麻纺中还要求扯断过长纤维。

2．开松的要求　原料由大纤维块开松成小纤维块或纤维束，一般不是在一台机器上完成的，而是由几台机器逐步进行的。如果开松作用过于剧烈，则易损伤纤维或将一个大杂打碎成多个小杂，将会给排杂造成困难。开松的要求是既做到开松充分，又尽可能减少损伤纤维和打碎杂质。为了实现这个要求，在开松过程中应遵循“先缓后剧、渐进开松、少伤少碎”的工艺原则。

二、除杂的目的与要求

1．除杂的目的　在开松的同时,清除原料中大部分杂质和疵点以及一部分短绒,使原料变得较洁净。

2．除杂的要求　不同的杂质排除的难度不同,除杂应根据排杂工作的难易程度有先有后，较重较大且易碎的以及与纤维粘附较松的杂质和疵点,应尽早排除以防被打碎,因为杂质碎裂后更难除去。在除杂过程中,应遵循“先易后难、先大后小、早落防碎”的工艺原则。

三、各纺纱系统的开松与除杂

1．棉纺系统　原棉首先由抓棉机械开松成小块,然后经过混棉机械和其他开松机械使原棉逐步开松,棉块逐步减小成小棉束,在开松的同时除去大部分杂质和短绒。

圆郾毛纺系统　从羊身上剪下的毛称为原毛，原毛中纤维以块状存在，且含有大量油脂、汗液、砂土、草刺等杂质。原毛经选毛后首先在开毛机上初步开松，并除去部分砂土杂质，然后喂入洗毛机，洗去原毛上的油脂、汗液和砂土杂质，含草杂多的还需炭化，以除去草杂。初步加工后的羊毛经配毛后再在和毛机上进一步开松成小纤维块、小纤维束，并除去部分细小杂质。

猿郾绢纺系统　绢纺原料经脱胶和脱脂后称精干绵，精干绵经过给湿、配绵，制成调和球，其中纤维大多呈束状或块状，先在开绵机上进行开松，清除其中所含部分蛹屑和其他杂质，扯断过长的纤维，然后进行梳绵加工。

源郾麻纺系统　经脱胶制成的精干麻再经过软麻、给湿加油、分磅和堆仓储放之后，进行初步开松，使麻束进一步松解，把过长的纤维拉断成适当的长度，并制成一定重量的麻条，卷成麻卷，供梳麻机使用。

第二节　开　　松

开松的实质，是利用机件间的相互作用，对纤维块进行撕扯、打击和撞击，以破坏纤维之间及纤维与杂质之间的联结力，从而使大纤维块松解，逐步分离成小纤维块和纤维束。与此同时，将纤维块中的杂质排出，开松是除杂的前提。在开松过程中，按工作机件对纤维的作用，可分为扯松和打松。

一、对纤维块的扯松作用

扯松作用就是以机件上的角钉或针齿刺入纤维块内部，从中撕扯出较小的纤维块。扯松可以由一个有角钉或针齿的机件对原料进行撕扯、松解，也可以由两个角钉或针齿的机件在相对运动时对原料进行撕扯、松解。如混棉机中角钉帘从棉堆中抓取棉块、角钉帘与压棉帘之间的作用、角钉帘与均棉罗拉之间的作用；喂毛机上斜帘与均毛帘或剥毛辊间的作用；开毡片机上的五排针齿对毡片毛的作用等都属于扯松作用。

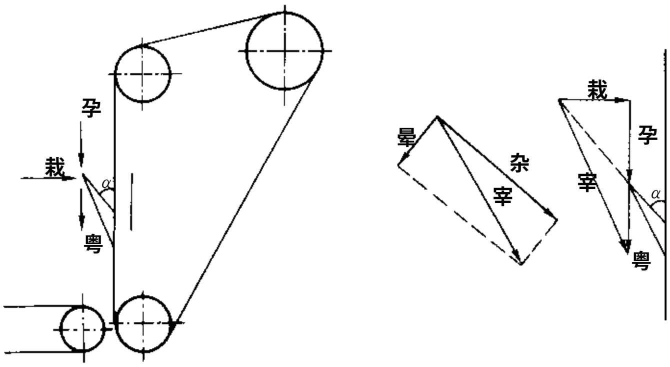
员郾扯松作用分析

（员）一个角钉机件对原料的撕扯作用　如图源原员所示为混棉机中角钉帘从棉堆中抓取和撕扯棉块的受力情况，图中孕为棉堆压向角钉的垂直压力，与植钉平面平行；粤为角钉帘向上运动时周围棉块的阻力，也与植钉平面平行；栽为棉堆向角钉帘输送时的水平推力，与植钉平面垂直。上述三力的合力为宰，它可分解为沿着角钉工作面方向的分力杂和垂直角钉工作面的分力晕。分力杂指向角钉内，称为抓取力，分力晕与角钉及棉块的摩擦系数形成抓取阻力。若角钉工作面与植钉面间的夹角为 α，则有：

$$杂越孕\ 糟燥泽\alpha 垣粤\ 糟燥泽\alpha 垣栽\ 泽蚤灶\alpha \qquad （源原员）$$

$$晕越孕\ 泽蚤灶\alpha 垣粤\ 泽蚤灶\alpha 原栽\ 糟燥泽\alpha \qquad （源原圆）$$

由式（源原员）和式（源原圆）知：当 α 减小，则杂增加，晕减小，有利于角钉刺入棉堆抓取棉块，使棉块获得分解。



冲甲雪　　　　冗乙雪

图 源原员　一个角钉抓取和撕扯纤维块时的受力分析

喂毛机上角钉斜帘从毛堆中抓取毛块的作用与此完全相同；另外在抓棉机上，抓棉打手的作用类似于一个角钉机件对原料的撕扯，它是在抓棉机械的肋条对棉包压按作用下，因抓棉打手刀片（或锯齿）的钩抓作用而产生分离，获得小棉束，其工艺作用也是撕扯。工艺上要求抓棉机抓取的纤维块尽量小，即所谓“精细抓棉”，以便后道机台能更好地开松、除杂、混和均匀。

⑵两个角钉机件对原料的撕扯作用 现以混棉机的角钉帘子与均棉罗拉之间的开松作用为例来进行分析，图 源原圆中角钉帘子已抓取一棉块，当它向前运动遇到均棉罗拉时，因均棉罗拉与角钉帘之间的隔距较小，所以均棉罗拉的角钉便抓住棉块，朝相反方向运动，进而对棉块进行撕扯，棉块被分成两部分，一部分由角钉帘带走，另一部分由均棉罗拉借离心力抛回棉箱，这种对棉块的开松作用属于扯松。图中 葬 遭两点分别代表角钉帘与均棉罗拉对棉块的作用点。在扯松过程中，对棉块的撕扯力为 云，由于角钉帘与均棉罗拉之间隔距较小，力 云的方向近似地认为是沿着角钉帘运动的方向，则力 云可分解为沿角钉方向的分力 杂和垂直角钉方向的分力 晕，其大小为：

$$杂越云糟琢 \qquad (源原猿$$

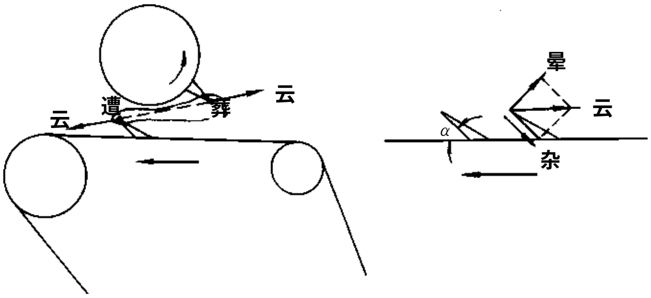


图 源原圆　两个角钉撕扯纤维块时的受力分析

晕越云蚤蚤in α　　(源原源

式中：α——角钉与角钉帘的夹角，毅

分力 杂为使棉块沉入角钉根部的力，分力 晕为棉块压向角钉的力，此处产生摩擦阻力，阻止棉块向角钉根部移动，其摩擦阻力为：

孕越μ云蚤蚤in α

式中：μ——棉块与角钉之间的摩擦系数。

要使角钉有抓取力，则必须使 杂跃孕，即：

云藻蚤 跃μ云蚤蚤in α

因此：　　糟燥贼 跃μ　　(源原缘

由式 (源原猿、式 (源原源、式 (源原缘可见，为加强角钉对棉块的抓取作用，就应当减小 α 角。但 α 角过小，纤维块嵌入角钉过深，则影响其脱离角钉帘。一般在棉纺设备上 α 角采用 猿园毅~缘园毅。另外角钉帘与压棉帘的作用、双棉箱给棉机中角钉帘与均棉罗拉的作用也与此完全相同。上述分析也同样适用于其他纺中角钉帘的扯松作用，一般毛纺中 α 角取 源缘毅~远园毅。

圆郾影响撕扯作用的因素

(员)角钉规格：包括角钉的密度、倾角、长度、粗细等，应根据加工纤维块的大小来确定。被加工的纤维块大，角钉应粗，密度要小，如果密度过大，则纤维块易浮于钉面影响抓取；如果密度过小，角钉数过少，会减弱扯松作用。倾角的影响上述已作过分析。一般靠近喂给端的纤维块大，而靠近输出端的纤维块较小，因此角钉密度应逐渐加大，角钉粗细逐渐变细，角钉倾角也逐渐减小。

(圆)隔距：工作机件间（如角钉帘与均棉罗拉）隔距愈小，角钉插入纤维块就愈深，扯松作用力愈大；同时，隔距愈小，角钉帘上纤维块被打击下来的也愈多，这样，反复受到扯松次数增加，撕扯效果好，反之较差。但隔距也不能过小，以免影响喂入量。一般在减小隔距的同时，适当提高角钉帘的速度，以维持一定的产量。

(猿)速度：如角钉帘速度增加，则单位时间抓取次数增加，但单位长度上受到均棉罗拉作用的次数相对减少，影响扯松作用；若均棉罗拉速度增加，可相对地增加与角钉帘角钉相互作用的次数，从而增强扯松作用；若增加水平帘的速度，就增加原料堆对角钉帘的压力，也增强了扯松作用。

二、对纤维块的打松作用

打松是靠高速回转的打击机件（也称打手）上的刀片、翼片、角钉、针齿或锯齿对原料进行打击、分割、撕扯，破坏纤维之间和纤维与杂质间的联系力，达到松解纤维块和除去杂质的目的。根据原料喂给方式不同，打松可分为自由状态下的打松和握持状态下的打松两种方式。

(一) 纤维块在自由状态下的打松作用

原料在自由状态下受到机件的打击作用，使原料获得打击冲量而开松的方式称自由打击。打击机件有角钉、刀片、锯齿等。如多滚筒开棉机中滚筒之间的相互作用，轴流开松机、三锡林开毛机中开毛锡林之间的相互作用都属自由打击的开松作用。

如图 源原猿所示为纤维块受到自由打击时的受力情况。假设有一个纤维块是由彼此相互联

系着的质量 皂员和 皂圆两个小纤维块组成的，它的质量中心分别在 粤 月处。如在 粤点有机件对纤维块打击力 孕的作用，其方向沿着打击机件运动轨迹的切线方向，该力可分解为 孕员与 孕圆，孕员在 粤和 月的连线上，在 孕员力作用下，质量 皂员的部分纤维块受到瞬时撕拉，力图撕开纤维块。当 孕员大于纤维块内 粤 月间的联系力时，纤维块便分解成两小块；当 孕员小于联系力时，纤维块被沿打手运动方向抛出或受 孕圆的作用绕 月点旋转，避开打手的打击，可减少纤维损伤。

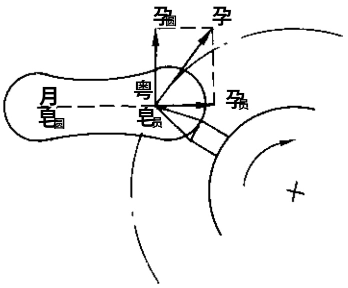


图 源原猿 纤维块在自由状态下打击时的受力分析

因而在自由状态下的开松作用比较缓和，纤维损伤少，杂质破碎也少，适于开松的初始阶段。因在初始阶段的原料密度大，纤维块内纤维联系力较强，如采用较强的开松手段，会增加纤维的损伤或杂质破碎。

开松强度可用纤维块在受打击瞬间时获得的打击冲量 陨（噪·皂·辕）来衡量。

$$陨越噪 皂（员垣藻·（灾_{员}原灾_{圆}）\qquad（源原远$$

式中：皂——纤维块质量，噪早；

灾员——打手线速度，皂辕泽；

灾圆——纤维块未打击前沿打手切向速度，皂辕泽；

噪——由于打击不在纤维块质量中心而考虑的系数；

藻——碰撞系数。纤维材料对金属表面碰撞系数一般为 园援圆～园援源

对于同类型的打手而言，冲量大，开松作用强。由式（源原远）知，大纤维块的 皂大，冲量大，故大纤维块比小纤维块容易开松；纤维块初速度 灾圆小或打手速度 灾员大时，纤维块获得的冲量大，开松作用强。

自由开松只对原料进行初步松解，开松后的纤维块还较大，还需经过较强的开松，例如握持状态下的开松，使大纤维块松解成小纤维块或纤维束，以适应梳理的工作要求。

（二）纤维块在握持状态下的打松作用

原料在握持状态下向机内喂入的同时，受到开松机件的打击作用称握持开松。棉纺中豪猪开棉机和清棉机中打手与喂棉罗拉之间的作用、毛纺中开毛机的开毛锡林与喂毛罗拉之间的作用、绢纺中开绵机的开绵锡林与喂绵刺辊和持绵刀之间的作用都属握持状态下的打击开松。

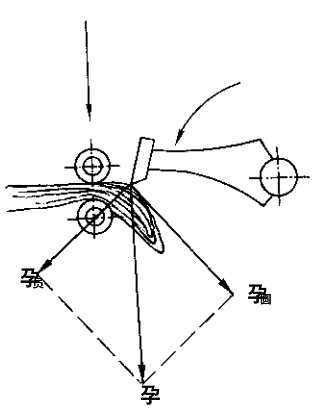


图 源原源 在握持状态下打手打击力分析

员郾打击过程分析 如图 源原源所示为打手打击纤维层时的受力情况。以棉纺清棉机上打手与给棉罗拉间开松为例来分析其打击开松过程。棉层由喂棉罗拉慢慢喂入机内，打手高速回转打击喂给钳口下露出的棉层，棉层受到打手的打击力为 孕，其方向沿着打手刀片运动轨迹的切线方向，孕可分解为两个分力，即 孕员和 孕圆。分力 孕员指向打击点与下给棉罗拉中心的连线方向，它使纤维层受到瞬时压缩，使其紧密，增加了开松阻力和须丛与打手刀片间的摩擦力。孕圆垂直于 孕员，有强烈地撕扯须丛中纤维束的作用。当力 孕圆和喂给钳口握持力都大于纤维间联系力时，棉束便从须丛中扯下而被开松；

若力 $\text{孕}_{\text{圆}}$小于纤维间联系力且喂入钳口握持力小于力 $\text{孕}_{\text{圆}}$时，则整块须丛将被打手拖入机内，而不发生开松作用。因此当纤维间的联系力较大时，不但要有较大的打击力，还须有较大的喂给钳口握持力，才能使纤维块得到开松。

圆郾握持打击强度　握持打击强度通常用打击冲量和打击次数两个指标来衡量。

（员）打击冲量：握持打击是采用高速回转的机件对被握持的喂入纤维层进行打击，使纤维块获得冲量而开松，为了破坏纤维间的联系力，就要有较大的打击冲量，打击力和打击时间的乘积称为打击冲量。

设作用在棉纤维层宽度方向任意小段纤维层上的打击冲量为 $\text{隐}_{\text{躁}}$，则：

$$\text{隐}_{\text{躁}}\text{越孕}_{\text{躁}}\cdot\triangle\text{贼} \qquad (\text{源原苑})$$

式中：$\text{孕}_{\text{躁}}$——作用在任意小段纤维层上的打击力（晕），其方向沿着打手运动轨迹切线方向；

△贼——发生打击作用的极短的时间，泽。

作用在整个喂入须丛上的打击冲量 陨为：

$$\text{陨越}\sum\text{孕}_{\text{躁}}\cdot\triangle\text{贼越孕}\cdot\triangle\text{贼} \qquad (\text{源原愿})$$

式中：孕——整个须丛上的打击力，晕。

由式（源原愿）可知，打击冲量 陨随打击力 孕的增加而增大。如增加打手速度，打击力 孕增加，打击冲量大，开松作用强，但纤维的损伤和杂质破碎也随之增多；反之，打击冲量小，开松作用弱。因此，开松强度要适当。

（圆）打击次数：打击次数是指单位纤维层上接受刀片的打击次数。打击次数多，每次扯下的纤维束重量小，则开松作用好。设每刀打击撕扯下的纤维束重量为 郧（皂），则：

$$\text{郧越}\frac{\text{灾}_{\text{灶}}\cdot\text{耗贼}}{\text{葬}\cdot\text{灶伊远园园园}} \qquad (\text{源原怨})$$

式中：$\text{灾}_{\text{灶}}$——喂给罗拉线速度，皂辕皂蚤灶；

耗贼——喂入纤维层线密度，贼藻曾；

葬——打手刀片数；

灶——打手转速，则辕皂蚤灶。

由式（源原怨）可知，当增大 葬和 灶或降低 $\text{灾}_{\text{灶}}$和 耗贼时，郧都会减小，即开松作用增强。

猿郾握持打击的开松特点　握持打击对原料作用剧烈，开松与除杂作用比自由开松强，但纤维损伤与杂质破碎比自由开松严重。在工艺上一般先安排自由开松，后安排握持开松。

三、影响开松作用的因素

影响开松作用的主要因素有：开松工作机件的形式；开松工作机件的速度；工作机件之间的隔距；开松机件的角钉、刀片、梳针、锯齿等的配置。

（一）开松工作机件的形式

员郾开松机件的形式　开松机件的形式有角钉滚筒式，刀片式，翼式、梳针式、综合式，梳针滚筒式，锯齿滚筒式等。

（员）角钉滚筒式：这种形式的开松机多用于棉纺和毛纺，如梯形开松机，又称多滚筒开松机，通常由 猿～远个角钉滚筒和尘格所组成，各滚筒自下而上呈 源缘毅角依次排列，如图 源原缘所示，每只滚筒上装有四排角钉，每排上有多只锥形角钉，各滚筒下部有尘格。由于机内纤维块在自由

状态下受到开松，作用较缓和，因而纤维损伤小，且杂质不易碎裂，除杂面积大，去除较重、较大杂质能力强，适用于对原棉的初步开松与除杂。但不宜加工化学纤维，因化学纤维易造成打手返花、纤维缠绕打手和堵车。

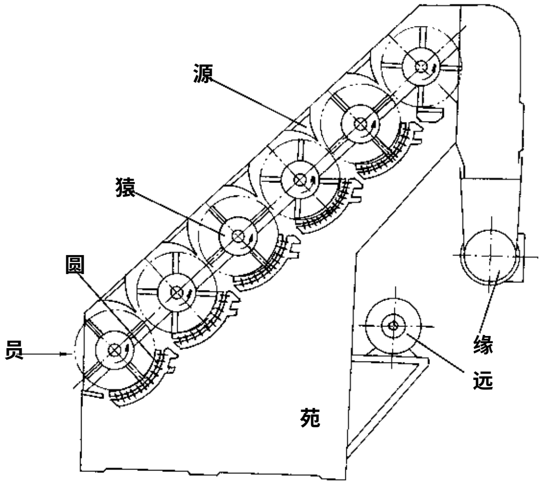


图 源原缘 多滚筒开松机

员-进口 圆-尘格 猿-滚筒 源-剥取刀
缘-出口 远-电动机 苑-尘箱

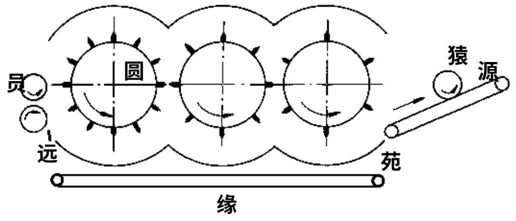


图 源原远 三锡林开毛机

员-喂给罗拉 圆-开毛锡林 猿-尘笼 源-输出帘子
缘-输毛帘子 远-铲刀 苑-尘格

毛纺系统中还有三锡林开毛机，如图 源原远所示。原毛在洗毛前经过该机的开松，并在此基础上落掉部分砂土、杂质。喂给罗拉 员与第一开毛锡林 圆间的作用是握持状态下的开松，作用较强烈，这是由于喂入毛块较大且紧密，开松阻力大，必须用强烈的打击作用才能有效地开松。然后再在各滚筒之间发生自由状态下的打击作用，使纤维进一步开松，并除去部分砂土、杂质。每只开毛锡林上的角钉排数随着毛块的逐步开松而减少，自后向前分别为 员圆愿远排，使得对毛块的开松作用逐步缓和，以减少纤维损伤。

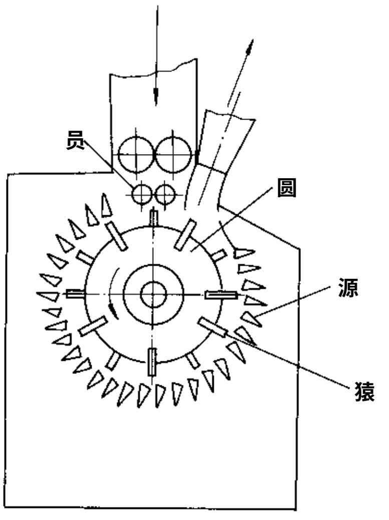


图 源原苑 豪猪开棉机

员-给棉罗拉 圆-打手 猿-刀片 源-尘棒

(圆)刀片式：采用刀片式开松机件的有棉纺的豪猪式开棉机，如图 源原苑所示。豪猪打手是矩形刀片打手，每个刀片在盘上弯成不同形状，以不同角度向圆盘两侧倾斜，因而打手每一回转中使喂入棉层宽度上各点都能受到刀片的均匀打击。打手和给棉罗拉间发生握持状态下的开松作用，作用强烈，并且由于刀片插入棉层，具有良好的分割作用，开松效果好。由于棉层宽度上各点不是同时受到打击，左右稍有退让的可能，所以不易损伤纤维和击碎杂质。然后在打手室内进行自由打击，即打手刀片与尘棒的反复自由开松，开松除杂作用较强，

但也易造成纤维损伤和杂质破碎。豪猪打手在开清棉流程中通常放在自由打击之后。若加工棉型化纤则将豪猪打手换成梳针滚筒。

(猿翼式、梳针式、综合式 翼式打手、梳针式打手和综合式打手，均用在清棉机上。翼式打手一般为三翼，在圆周上均匀分布，每一翼由一个沿轴向的横向刀片构成，如图 源原愿所示。当打手回转时，刀片在棉层横向全幅宽度上进行打击，对给棉罗拉握持的棉层挤压和摩擦，产生撕扯力，起到一定的开松作用。撕下的棉束冲向尘棒，在打手刀片和尘棒的反复作用下，被逐渐开松和除杂。翼式打手刀片的打击作用强，棉束和尘棒的冲击力大，因而可排除不孕籽和带纤维的破籽等较大的杂质，但是它开松的棉束平均重量较大且不均匀，所以开松效果较差，易打碎杂质和损伤纤维，现已很少应用。

梳针打手是翼式打手的改进，将翼式打手的三个横向刀片换上梳针板，就组成梳针打手。梳针刺入棉层，对棉层进行分割、撕扯和梳理，破坏了纤维与纤维间、纤维与杂质间的联系而实现开松除杂作用。由于梳针刺入棉层较深，针数较多，分割棉层较细致，撕下的棉束小而均匀，所以开松效果较好。梳针打手的打击力较弱，除杂作用不如翼式打手，但因其开松效果好，对去除籽屑、叶屑等小杂质的作用较好。纺化学纤维时宜采用梳针打手。

综合式打手的结构如图 源原怨所示，它结合了前两种打手的优点，先利用刀片对纤维层整个横向施以较大的打击冲量，之后再利用梳针较强的分割作用。因此它既发挥了翼式打手可排除不孕籽等大杂质、除杂作用较强的特点，又发挥了梳针打手开松作用好、能排除较小杂质的特点，使开松后的棉束小而均匀。综合式打手的除杂作用比梳针打手好，开松作用接近梳针打手。目前纺棉时使用较多。

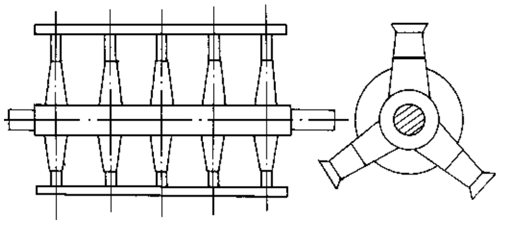


图 源原愿 翼式打手

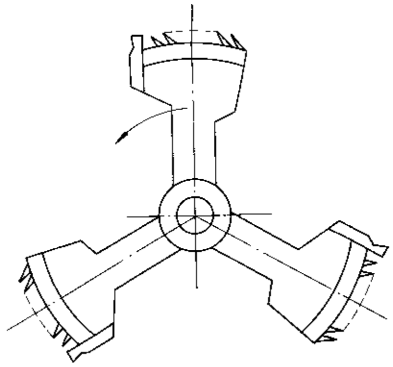


图 源原怨 综合式打手

(源梳针滚筒式 梳针滚筒式开松机件广泛应用于麻、绢和化纤等纤维的开松。绢纺使用的开绵机和切绵机都采用梳针滚筒，如图 源原园所示为开绵机的工艺图。在开绵锡林 源和工作辊 缘上包覆有弹性针布，由喂绵机构喂入开绵

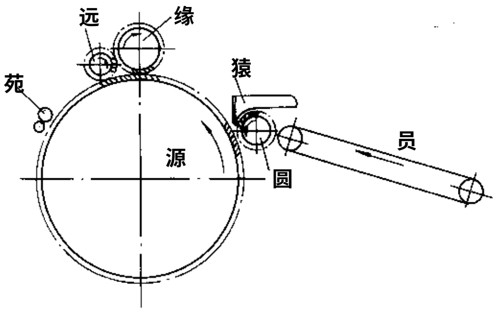


图 源原园 开绵机

员—给绵帘 圆—喂绵刺辊 猿—持绵刀 源—开绵锡林 缘—工作辊 远—毛刷辊 苑—出绵罗拉

锡林的绵层，受到开绵锡林梳针的分扯和梳理，被工作辊抓取的绵束由毛刷辊 远剥下返回至锡林上，同时毛刷辊将锡林上的纤维压向针根，以保证锡林针尖状态的清晰，提高其抓取和梳理能力。梳针滚筒式开松机件对纤维的开松作用细致、缓和，对纤维的损伤较少。

棉纺中 云粤员园远粤型和 云粤员园苑粤型等开棉机都采用梳针式滚筒取代豪猪打手，对原料的打击由切割转化为分割，开松作用加强，纤维损伤少，是加工化学纤维较理想的机台。

(缘)锯齿滚筒式(刺辊式):将打手刀片改为粗齿结构的齿条或齿盘，就成为锯齿滚筒(或称锯齿打手)。棉纺中的 云粤员园苑月型和 云粤员园愿月型开棉机均采用锯齿打手。如图 源原员所示，云粤员园员型四刺辊开棉机也采用锯齿滚筒，该机采用四个表面包有锯条的滚筒，由两个开棉刺辊和一个剥棉辊组成开松区，对原料进行自由开松。开松作用主要发生在两个开棉刺辊之间，开棉刺辊的锯齿工作角和齿顶角较小，隔距也小，因而具有较强的抓取和穿刺能力，开松后棉束很小，有些甚至达到单纤维状态，为后工序清除细小杂质提供了有利条件。该机一般用于转杯纺的开清棉流程中，多与强力除尘器配套使用。

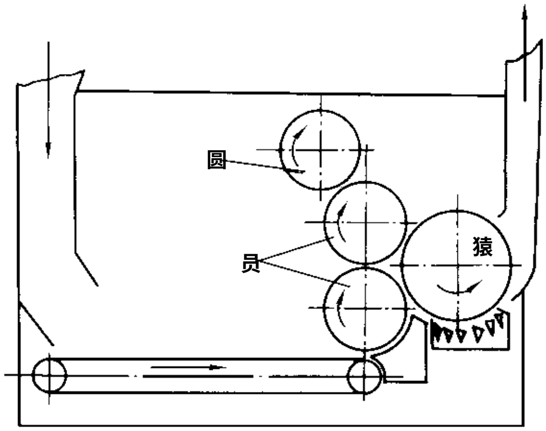


图 源原员 四刺辊开棉机
员-开棉刺辊 圆-剥棉辊 猿-清棉辊

圆援开松机件的选择 开松机件形式的选择要根据所加工原料的性质、原料的紧密程度、含杂情况以及开松流程中开松机件所处的位置等而定。原料开松的原则是逐渐进行的，尽量减少纤维的损伤和杂质的轧碎。

棉纺生产遵循“先松后打、多松适打、松打交替、早落少碎”的原则，即开始时由抓包机多包抓取、细抓薄喂初步开松，然后由棉箱机械利用角钉帘子对棉块进行扯松和混和，随后使用植钉密度较小的角钉滚筒进行自由状态下的开松作用，再利用圆盘刀片式打手和尘格的作用进行握持开松和自由开松，最后用综合式打手使开松进一步完善、棉块变得更小、去除更细小的杂质。若对混棉和除杂的要求较高，可在流程中应用多刺辊开棉机，使棉块变得更小。

在棉纺系统加工涤纶、腈纶、维纶等合成纤维，应采用“多松少打、以分割代替打击、早落少落、充分开松”的工艺原则;加工粘胶纤维等再生纤维，应采用“多松、轻分割开松、早落少落、不损伤纤维”的工艺原则。流程中由梳针滚筒代替圆盘刀片式打手;梳针打手代替综合式打手。

毛纺生产中原毛的开松，一般使用 圆~猿个角钉滚筒的开毛机，然后进行洗毛和烘毛。洗净毛的开松和混和是在和毛机上进行的，该机采用植有较密角钉的锡林和工作辊，使洗净毛进一步开松混和。此外，也可利用多滚筒开松机来开松混和。因此，毛纺中纤维的开松机件使用角钉较多。梳毛机上包有锯齿针布的预梳部分，实质上也属于开松。

麻纺和绢纺中大多使用梳针滚筒开松，滚筒上包覆有针布或针板。根据麻、绢原料中纤维大多集合成束状、块状，纤维束不完全平行伸直的特点，用梳针滚筒对纤维束进行分扯和梳理，开松作用缓和、细致，可减少纤维的损伤，同时部分过长纤维被扯断，以获得适合纺纱要求的纤

维长度。梳针的密度随着开松的进行，逐渐增大，以增强开松程度。

(二) 开松机件的速度

开松机件的速度增加，喂入原料单位长度上受到开松作用的次数增多，打击冲量也增大，因而开松作用增强，同时除杂作用也加强，但易损伤纤维和打碎杂质。因此，当纤维块较大，开松阻力较大时，开松机件速度不宜过高。随着原料的逐步开松，开松阻力也逐渐减小，开松机件速度可相应提高，使原料得到更细致的开松，除去更细小的杂质。

加工含杂少的原料时，为减少纤维的损伤应采用较低的速度。

(三) 工作机件之间的隔距

喂给罗拉与角钉滚筒或打手之间隔距越小，角钉、打手等深入纤维层的作用越强烈，因而开松作用越强烈，但易于损伤纤维。因此，当纤维层较厚、纤维间紧密和纤维较长时，喂给罗拉与角钉滚筒或打手之间隔距不宜过小。角钉滚筒或打手与尘棒之间的隔距由入口到出口逐渐加大，以适应纤维块逐渐松解和体积的逐渐增大。

(四) 开松机件的角钉、梳针、刀片等的配置

员冤角钉、梳针、刀片等的植列方式对开松的影响　合理的植列方式应能保证喂入纤维层在宽度方向上各处均匀地得到开松，并且角钉、梳针、刀片等在滚筒表面应均匀分布。植列方式通常有平纹排列、斜纹排列、缎纹排列等数种。平纹排列时角钉在滚筒表面均匀分布，有利于开松；斜纹排列时角钉排列分布不够均匀，而且角钉排列呈螺旋线状，易产生轴向气流，造成喂入纤维的横向流动；缎纹排列较为均匀，通常用于梳针打手。

圆冤植针密度对开松的影响　植针密度对开松的影响也很显著，密度加大，开松作用加强。植针密度应根据逐步开松的原则来选择，纤维块大时植针密度要小，随着开松的进行，密度逐渐加大，但密度过大，容易损伤纤维。

四、开松效果

纤维的开松实际上就是减小单位体积纤维的重量，把大纤维块松解为较小的纤维块。

(一) 开松效果的评定方法

为了评定开松效果，一般采用下列方法。

员冤重量法　从开松原料中拣出纤维块，进行称重，求出纤维块的平均重量，计算最大和最小纤维块所占重量的比例，进行比较分析。

圆冤比体积法　在一定容积的容器内放入一定高度的开松原料，加上一定重量的压板，经过一定时间压缩后测定其压缩高度，并测量试样重量，计算出单位重量的体积(糟皂猿/早)，即：

$$\text{比体积}\,\text{越}\,\frac{\text{试样压缩后的体积}\,(\text{糟皂}^{\text{猿}})}{\text{试样重量}\,(\text{早}}$$

开松度定义为比体积与试样纤维比重的乘积。开松度越大，纤维开松越好。

猿冤气流测定法　将一定重量的开松原料放在气流仪内，在同样气流量下观察其压力，压力值高，开松度好；或在同样气压下观察透气量，透气量小，开松度好。开松度好的原料对气流阻力大。

(二) 影响开松效果的因素

影响开松效果的因素主要有进机原料的开松程度、开松作用强度、原料的开松阻力等。

当压缩得很紧的原料喂入头道开松机械时，喂入原料的单位体积重量与该机可能开松的极

限单位体积重量之间差异很大，因此第一次开松的效果较好。若原料在该机上反复进行开松，随着开松效果越来越接近该机的开松极限值，反复开松的效果就越差。故开松不是在一台机器上完成的，而是经过若干道机器，且每道开松机的开松强度应当逐渐加强，如棉纺系统要经过抓包机、棉箱机、开棉机等一系列机器；毛纺系统要经过开毛机、和毛机等。通常，开始时不能用强烈的开松，因为这时原料的开松阻力很大，强烈的开松会损伤纤维，杂质也会打碎，因而增加除杂难度。随着原料的逐步开松，开松阻力减小，此时可以增加开松强度。

第三节　除　　杂

一、原料中的杂质及其除杂方法

（一）原棉中的杂质及其除杂方法

原棉中杂质与疵点的多少和种类，不仅影响着成纱的品质、开清棉和梳棉的工艺，还影响着用棉量的多少。

杂质是指原棉中夹杂的非纤维性物质，如土块、铁丝头，以及棉籽、籽棉、破籽、不孕籽等。

疵点是指原棉中存在的有害的纤维性物质，如索丝、棉结、软籽表皮和带纤维籽屑等。

棉纺的除杂是在开清棉和梳棉工序中开松、梳理的同时，利用机械或气流的方法尽可能除去这些杂质和疵点。

（二）毛纺原料中的杂质及其除杂方法

从羊身上剪下的羊毛称为原毛。原毛中含有油脂、汗液、粪便以及草刺、茎叶、砂土等杂质。其中砂土、羊粪、茎叶等易于除去的杂质，在开毛机上开松的同时利用机械的方法除去；油脂、汗液及粘附的杂质，在洗毛机上应用机械和化学相结合的方法洗去；含草杂较多时，还需经过炭化工序，即利用化学及机械方法除去洗净毛中所含的植物性杂质。炭化的原理是：利用羊毛纤维较耐酸而植物性杂质不耐酸的特点，将含草杂的洗净毛在炭化药剂（硫酸、盐酸等）溶液中通过，然后进行烘干，草杂即被脱水而变为易碎的炭质，再经搓压、打击，并利用气流作用使炭质和羊毛分离，除去草杂的羊毛，再经中和以除去残留的多余的酸并经烘干，即成炭化净毛。

（三）绢纺原料中的杂质及其除杂方法

绢纺原料主要是缫丝业和丝织业的疵茧、下脚和废丝。丝纤维主要成分为丝素，还有大量丝胶、油脂、蜡质以及蛹屑等其他污物。

绢纺的除杂首先在精练工序。精练前要进行原料的选别，同时将原料中的草屑、麻线、头发等污物拣除。精练工序的目的是把丝纤维上的油脂和大部分丝胶除去，即所谓脱脂和脱胶。丝胶对丝素有一定的保护作用，但含量过多时，反而使丝素固有的良好性能如光泽、手感等被掩盖，且丝纤维被丝胶胶结，难以达到疏松状态。一般说来，在保证梳理、纺纱顺利进行的前提下，精干绵上的丝胶以多保留一些为宜。目前，各厂控制残胶率为猿豫以下。丝纤维上的油脂，既无保护丝素的作用，又妨碍加工的顺利进行，故应尽量除尽，残油率最好不超过园郾猿豫。

经过精练、水洗、烘干的原料称为精干绵。经选别、给湿、配绵后在开绵机上利用机械的方法去除部分杂质与蛹屑，扯断部分过长纤维。

(四) 麻纺原料中的杂质及其除杂方法

麻的种类很多,作为纺织原料的麻纤维有苎麻、亚麻、黄麻等,其中的杂质主要是麻胶,一般采用碱液煮练的方法进行化学脱胶。

(五) 化学短纤维

化学短纤维的疵点有索丝、并丝、胶块、超长纤维和倍长纤维等,在开松的同时尽可能地去除。

总之,各种原料中混有各种不同的杂质,杂质按大小可分为大杂质和小杂质;按重量可分为重杂质和轻杂质;按其与纤维粘附性不同可分为粘附性强的杂质和粘附性弱的杂质。不同杂质有不同的清除方法,总的来说,除杂方法有物理法和化学法两种。物理法是利用机械或气流或气流与机械相结合的除杂方法,通常用于除去植物性杂质和矿物性杂质。化学法是利用化学药剂来除杂,自然分泌性杂质必须用这种方法。羊毛、蚕丝中的植物性杂质也可用化学方法除去。

二、机械除杂

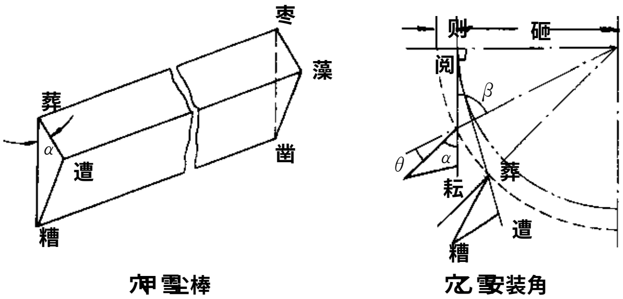
纤维的机械除杂是与开松过程同时进行的,即一边开松,一边除杂。一般杂质是粘附或包裹于纤维块中的,纤维块的开松减弱了杂质与纤维之间的联系,在打手打击力的作用下,杂质获得了比纤维更大的动量,一些大的杂质和粘附性较弱的杂质首先从纤维中分离出来;随着开松作用的加强,较小的杂质和粘附性强的杂质也逐渐被分离出来,这些杂质通过打击机件周围的尘格落下。尘格由许多彼此平行且具有一定间距的尘棒所组成,其作用不但能使尘杂落下而纤维被阻留,而且松解的纤维块由打手或角钉滚筒携带向前运动过程中受离心力的作用抛向尘格,受尘棒的撞击,纤维块得到进一步松解和除杂,被尘格阻留的纤维块受打手或角钉的再次打击和气流的作用而向前运动。因此,打手和尘格是开松除杂的主要机件。

(一) 打手机械的除杂

打手机械的除杂是发生在打手与尘棒间,靠打手与尘棒的共同作用去除杂质。

员郾尘棒的形状和配置对除杂的影响

(员) 尘棒的形状:尘棒截面形状有三角形和圆形两种,棉纺中一般用三角形,圆形尘棒用于长纤维加工中,因为三角形尘棒会造成长纤维的钩挂、翻滚和损伤纤维等。三角形尘棒如图源原冤圆(甲)所示,图中平面 葬遭藻 为尘棒顶面,作用是托持棉块不落下;平面 葬糟凿 为工作面,杂质撞击其上,利用反射作用而被排出;平面 遭糟藻 为底面,与另一根尘棒的工作面构成尘棒隔距,是排出尘杂的通道;α 角为尘棒清除角,其大小影响开松除杂作用,α 角减小可使尘棒顶点对棉块



穴甲雪尘棒　　穴乙雪安装角

图 源原冤圆　尘棒和尘棒安装角

的阻刮作用增加，开松除杂作用强，但尘棒的顶面托持作用减弱，一般为 源园毅- 缘园毅。尘棒顶面与底面的交线 遭蚤至相邻尘棒工作面间的垂直距离称为尘棒间的隔距。

（圆）尘棒的安装：尘棒工作面与过顶点至打手中心连线的夹角 θ 称为尘棒的安装角，见图 源原元圆（乙）。调节 θ 角则尘棒间的隔距改变，安装角 θ 的变化对落棉、除杂和开松作用都有影响。由图 源原元圆（乙）可知，在一定范围内，θ 角增大，尘棒间隔距减小，尘棒对棉块的阻力小，则开松作用较弱且落杂减少；反之，θ 角减小，尘棒间隔距增大，顶面托持作用削弱，易落杂和落棉，但尘棒对棉块的阻力增大，开松作用加强。为了兼顾这两方面的作用，一般尘棒的安装要使尘棒顶面与打手对棉块的打击投射线接近重合，如图 源原元圆（乙）中的 阅耘线为打手打击的投射线，即要求 θ 越β 原α 。砸为打手半径，则为打手与尘棒间的平均隔距，则：

$$\beta\text{越葬则糟泽蚤灶}\frac{\text{砸}}{\text{砸垣则}} \qquad (\text{源原元园})$$

（猿）尘棒间的隔距：一般尘棒间隔距从棉块入口到出口是由大到小，以适应棉块逐步开松的情况。棉块刚被打手打下时向尘棒冲击的速度大，开松效果明显，排出的杂质也多，所以，应充分发挥开始一组尘棒的除杂作用。随着棉块的逐步开松，尘棒间的隔距应逐渐减小，以防止好纤维的落出。

不同的开松机械，其尘格的弧度、尘棒的根数和尘棒间的隔距也不相同，主要根据原料的性质和加工要求等而定。

圆郾开松除杂机械的气流对除杂和落纤的影响 在开松除杂机械上，开松除杂作用除了取决于打手和尘格的结构及工艺配置外，在很大程度上还取决于气流的影响。

（员）气流对纤维和杂质的作用：气流不仅影响纤维块在打手室和通道内的输送速度，而且也影响杂质与纤维的分离和下落。由于气流对纤维和杂质的阻力不同，促使纤维块和杂质的分离。因为杂质的比重大而体积小，受气流阻力小，故容易从尘棒间隙落出；而纤维块体积大而比重小，气流对它的阻力大，故受尘棒阻滞和气流的托持作用而不易落出，即使落出，也还有可能随补入的气流再返回打手室，这种现象称为回收。工艺上要求气流的作用是促使杂质和疵点充分下落，而使可纺纤维尽量回收。因此必须了解气流的基本规律，并对其加以控制，以便发挥机械的效能，进一步提高开松除杂作用，减少有用纤维的损失，以节约原料、降低成本。现以国产豪猪式开棉机为例，说明气流流动的基本状况和基本规律及对落杂和落棉的影响。

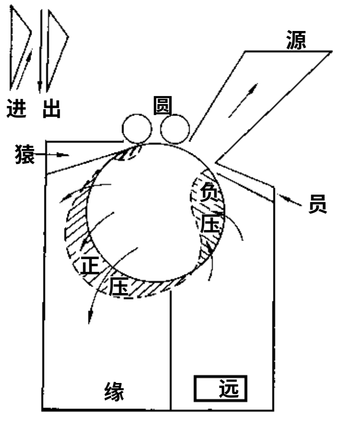


图 源原员猿 豪猪式开棉机的气流压力分布

员—前进风 圆—给棉罗拉 猿—后进风

源—输出口 缘—死箱 远—活箱

（圆）打手室的气流流动情况和规律：根据气流流动的连续原理，补入打手室的气流量 匝$_{员}$ 排出打手室的气流量 匝$_{圆}$和风扇吸风量 匝应保持平衡，即：

$$\text{匝}_{\text{员}}\text{原匝}_{\text{圆}}\text{越匝}$$

为使原料顺利输出，一般风扇吸风量 匝应略大于匝$_{员}$原匝$_{圆}$。

匝$_{员}$主要从尘棒间、打手轴以及不同位置的补风门补入；匝$_{圆}$大部分从尘棒的间隙排出，据实测，在尘棒工作面处气流有进有出，底面一般为补入。这些都可以调节和控制。

（猿）打手室内的压力分布：豪猪式开棉机的气流在全部尘棒区的纵向分布，如图 源原员猿所示。棉块刚

进入打手室时，形成局部阻塞，呈现为负压区，故有部分气流补入打手室。当打手把给棉罗拉握持的棉层撕下后投向尘棒时，大量的杂质被分离出来，气流主要是向外流动，补入气流很少，气压达到最大值。随后除杂逐渐减少，每根尘棒处的局部气流有进有出，但总的趋势仍是气流向外流动，气压由最大逐步降低。在活箱处，受前方风扇吸风的影响，尘棒需要补气，此时气压基本为负值，靠近棉块出口处，负压达到最大值。整个气流的规律随打手形式和车肚落棉箱的形式及尘棒隔距调节等情况的不同而不同，但变化的规律仍是一致的。

（源落棉的控制：打手室中气流的纵向分布有正压区和负压区，正压区的气流排出使杂质下落，是主要排杂区；负压区的气流补入，防止纤维落下并对落下的纤维起回收作用，是主要回收区。豪猪式开棉机落棉的控制，主要是控制气流的分布，特别是控制纵向气流分布，可通过调整下列三方面来控制落棉。

①合理配置打手和风扇的转速：这两个机件的转速直接影响纵向气流分布。若风扇转速增大，则尘棒处补风量加大，回收作用增强，落棉减少；若打手转速增大，则尘棒间流出的气流增加，落棉增多，其中可纺纤维含量往往也增多，使落棉含杂率降低。所以只有在棉块密度大、含杂多时才可适当提高打手转速。若打手的转速不变而降低风扇转速，则棉块在打手室内停留时间延长，开松作用增强、落棉增多。

②调节尘棒间隔距：尘棒间隔距的大小影响尘棒间的补风量。豪猪开棉机在尘棒入口部分和出口部分形成两个回收区，在中部为主要落杂区。在落杂区放大尘棒间隔距有利于杂质的排除；在回收区放大尘棒间隔距有利于气流补入，同时还可使在落杂区尘棒间补入的气流量减少，从而增加落杂。具体隔距大小应视原棉含杂情况并结合进风方式而定，一般规律是入口部分隔距较大，可补入气流，也便于大杂质先落；以后杂质渐小，故可逐渐缩小尘棒间隔距；近出口部分隔距可适当放大或反装尘棒，以补入气流回收可纺纤维。但若要求出口部分少回收时，也可采用从入口到出口隔距逐渐收小的工艺。

③控制进风方式和路线：控制尘棒各区补风量，可影响落棉，原则上应是落杂区少补，回收区多补。开棉机的车肚分为两个落杂区，主要落杂区周围密封，很少有外界气流进入，做成“死箱”，其中大多数尘棒间气流都由打手室流出，因而排出杂质；靠近出棉部分侧面装有补风门，做成“活箱”，其中有较强气流从尘棒间流入打手室，能使落出的部分纤维和细小杂质又回入打手室，成为主要回收区，但仍有少量较大杂质落出。同时在死活箱上方装有气流板，采用前进风和后进风。在总流量保持不变的情况下，改变各处补风量，就会改变打手室的纵向气流分布，从而改变落棉，增加前后进风或减少侧进风，会使车肚落杂区扩大，由车肚排出气流量增加，除杂作用加强，但落纤也相应地增加。

（二）尘笼的除杂作用

在开清棉机和开毛机上可以利用尘笼来清除部分砂土、短绒和细小杂质。尘笼是由冲孔（孔径约 猿皂皂）的钢板卷成的圆筒或钢丝编结成网眼。圆筒两端开口，与机架墙板构成通道，与下风扇相连接，如图 源原员源所示，在尘笼内表面周围有一定形式的隔板，使尘笼只有一部分面积上可吸附纤维，在机架上装有挡板，可调节吸风量大小。风扇回转时，向地洞排风，在尘笼表面形成一定的负压，促使空气由打手室向尘笼流动，纤维便被吸附在尘笼表面而凝聚成纤维层，砂土和细小杂质、短绒等则随气流通过网眼进入尘笼，经风扇排入尘道，再经滤尘设备净化，净化空气可进入车间回用。各种凝棉器、强力除尘器都是利用尘笼除去细小杂质和短绒。

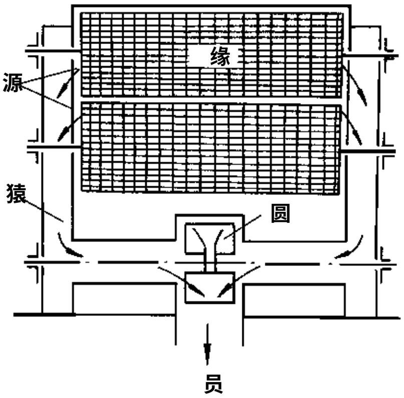


图 源原员源 尘笼与风道的结构

员—排风口 圆—风机 猿—风道 源—出风口 缘—尘笼

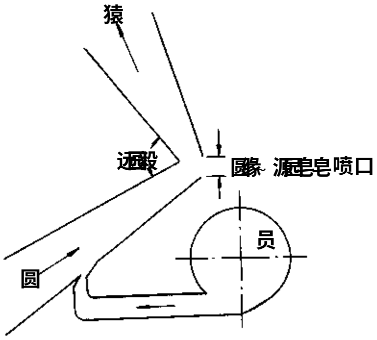


图 源原员缘 气流喷嘴

员—增压风机 圆—棉流入口 猿—棉流出口

三、气流除杂

员援除杂作用过程 气流除杂主要应用于棉纺,其作用原理是棉块经过一定形式打手的开松后,在其向外输送的管道中,设置一段气流喷嘴管道,其截面逐渐减小,使棉流逐渐加速,当流速加大到一定数值后,管道突然折转 远园毅角,使气流发生急转弯,管道在转弯处开有喷口,如图源原员缘所示,由于杂质比重大、惯性大,在高速气流中不易改变方向而从喷口中冲出成为落杂;棉纤维因比重轻、惯性小,在下台机器凝棉器吸风的作用下被输出,这样就完成了除杂作用。增压风机向下风道吹风,使收缩管内气流逐渐加速向前运动,棉块到达喷口附近时流速可达到 猿园皂辕泽左右。管道中气流的流动情况和棉块、杂质的运动如图 源原员远所示。上管道利用轴流风机的抽吸而形成气流负压,有较多的空气从喷口吸入,有回收好纤维的作用。气流除杂机的加工特点是纤维散失较少,能除去较大杂质,如棉籽、籽棉、不孕籽等。气流喷嘴必须在棉块具有一定开松度的基础上才能较好发挥作用,为减少杂质的破碎,多使用自由打击的打手处理。气流除杂机的落棉率一般为 园援圆豫~园援远豫,落棉含杂率为 苑园豫~愿园豫。

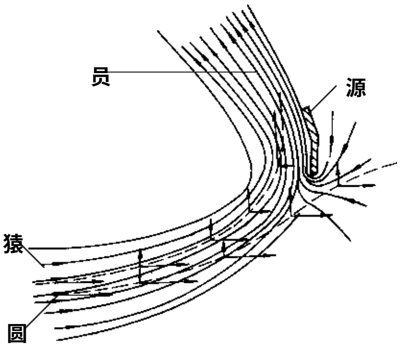


图 源原员远 气流除杂原理图

员—气流路线 圆—尘杂路线

猿—原棉路线 源—除杂刀

圆援影响喷嘴除杂的因素

(员)风量 喷口部分落棉和除杂效率与下管道增压风机风量和上管道轴流风机风量有关。上管道轴流风机风量过大,喷口落棉率减少,影响除杂;但风量过小,喷口易喷白花,管道易堵塞。下管道增压风机风量增加,喷口落棉率增加,除杂作用增强但落棉含杂率降低,纤维损耗较多。对上、下管道中风量的调节,要求上管道能将好纤维吸走而杂质不被吸入,管道中流速以愿皂辕泽左右为宜。一般增压风机转速为 员远园园~员愿园园则辕皂蚤灶。

(圆)喷口高度：喷口的高度可通过移动可调节除杂刀（源）的位置而改变，一般高度为 圆愿～源园皂皂。喷口高度高，则排杂多，但高度过高可纺纤维排出量也增大，因此，喷口高度要随原棉的含杂和去除杂质的要求而进行调节。

四、除杂指标

原料经过开松除杂机械后，为了比较除杂的效果，要定期进行落物试验和分析。用来表示除杂效果的主要指标有：落物率、落物含杂率、落杂率、除杂效率和落物含纤维率等，其计算方法如下。

(员)落物率　落物率反映开松除杂机的落物数量。通过试验称出落物的重量，按下式计算：

$$\text{落物率}越\frac{\text{落物重量}}{\text{喂入原料重量}}伊员园园豫 \qquad (源原员)$$

(圆)落物含杂率　落物含杂率反映落物的质量。用纤维杂质分析机将落物中的杂质分离出来，进行称重，按下式计算：

$$\text{落物含杂率}越\frac{\text{落物中杂质重量}}{\text{落物重量}}伊员园园豫 \qquad (源原圆)$$

(猿)落杂率　落杂率反映喂入原料中杂质被去除的数量，也称绝对除杂率，按下式计算：

$$\text{落杂率}越\frac{\text{落物中杂质重量}}{\text{喂入原料重量}}伊员园园豫越\text{落物率}伊\text{落物含杂率} \qquad (源原猿)$$

(源)除杂效率　除杂效率反映除去杂质的效能大小，与原料含杂率有关，可按下式计算：

$$\text{除杂效率}越\frac{\text{落物中杂质重量}}{\text{喂入原料中杂质重量}}伊员园园豫越\frac{\text{落杂率}}{\text{喂入原料含杂率}}伊员园园豫 \qquad (源原源)$$

(缘)落物含纤维率　为了分析落物中好纤维的数量，有时要算出落物含纤维率，可按下式计算：

$$\text{落物含纤维率}越\frac{\text{落物中纤维重量}}{\text{落物重量}}伊员园园豫 \qquad (源原缘)$$

第五章 梳理

第一节 梳理的目的与要求

一、梳理的目的

梳理是松解纤维集合体的主要工艺，它是利用大量针齿与纤维之间的相互作用，消除纤维间的横向联系，使纤维集合体分离成单根纤维状态的工艺过程。其任务可以归纳为以下四项：

员圆使纤维束（块）分离成单根纤维　原料经开松后，纤维多呈束、块状，梳理的核心任务就是将纤维束、纤维块分离成单纤维状态。

圆圆使纤维初步定向与伸直　在梳理过程中，纤维受到一定的张力，逐步趋于伸直平行，伸直方向趋向于纤维层的前进方向，这种取向有利于成条后纱条中纤维的平行程度。

猿圆除去纤维束中的细小杂质　开松除杂只能去除原料中体积较大和与纤维粘附力较小的杂质。细小的或与纤维粘附性较强的杂质和疵点，必须经过梳理过程才能逐渐与纤维分离而被去除。

源圆实现单纤维之间的充分混和　在使纤维束（块）分解成单根纤维的状态下，实现不同性状和比例的原料间充分细致地混和，使各类纤维均匀分布，这是保证成纱质量的关键之一。

二、对梳理的要求

员圆尽可能提高纤维的分离度　将纤维束（块）分离成单根纤维状态是梳理工序的首要任务，只有充分分离纤维束（块），梳理机才能更好地完成除杂、混和纤维等任务。纤维丛被分离成单纤维的程度，同后道工序牵伸过程中纤维的正常运动、成纱的强力和条干等有密切关系。

圆圆尽可能减少梳理过程中纤维的损伤　由于梳理是大量梳针与大量纤维间的相互作用，在梳理过程中难免切断和损伤部分纤维，造成条子中短纤维增多，影响后道工序的顺利进行和成纱质量，因此应尽可能减少梳理过程中纤维的损伤。

猿圆尽可能减少棉结或毛粒的产生　棉结或毛粒是在梳理过程中产生的小的纤维纠结体，大量棉结或毛粒的存在，不仅降低纱线和织物质量，而且会使纱条的牵伸条件恶化，给纺纱造成困难。因此在梳理过程中要采取措施，控制并减少棉结或毛粒的产生。

第二节　梳理的基本原理

一、两针面间的基本作用

(一) 两针面间作用的基本条件

梳理机的各工艺部件，如刺辊、锡林、盖板、道夫、工作辊、剥毛辊等，均包覆着各种不同规格型号的钢针或针齿，梳理机主要是利用相邻针面间的相互作用来完成其分梳纤维和转移纤维的目的。相邻两个针面组成的作用区主要包括锡林和盖板、锡林和工作辊、锡林和道夫、锡林和刺辊、锡林和风轮、锡林和剥毛辊以及剥毛辊和工作辊等机件间的作用区，图 缘原员所示为梳棉机锡林与盖板的相对位置，图 缘原圆所示为梳毛机锡林、工作辊和剥毛辊的相对位置。

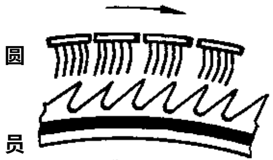


图 缘原员　锡林与盖板的相对位置
员-锡林　圆-盖板

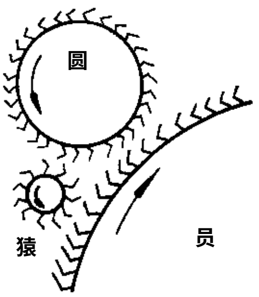


图 缘原圆　锡林、工作辊和剥毛辊的相对位置
员-锡林　圆-工作辊　猿-剥毛辊

相邻两个针面间不论产生何种作用，都必须满足以下三个基本条件：

(员)两针面间要有较小的隔距；

(圆)两针面都要有一定的齿密；

(猿)两针面间要有相对运动。

在满足上述三个基本条件的情况下，由于针齿的倾斜方向、两针面间的相对速度及运动方向等的配置不同，所产生的作用也不相同。在梳理机上，两针面间有三种基本作用，即：分梳作用、剥取作用和提升作用。

(二) 两针面间基本作用分析

员援分梳作用　如图 缘原猿(甲) 所示，若隔距很小的两个针面的针齿相互平行配置，即针齿倾斜方向为针尖对针尖，当两针面按图示方向运动，且 $灾_{员}$跃$灾_{圆}$时，两针面的齿尖彼此拉开距离，使与两针面接触的纤维丛张紧，便产生了作用于针齿的张力 砸，这个力通常被称为梳理力。由于两针面间的隔距非常小，梳理力 砸的方向和该针齿的针面基本平行。砸可以分解为平行于针齿工作面的分力 孕和垂直于针齿工作面的分力 匝，前者使纤维沿针齿工作面向针根移动，对纤维丛起抓取作用，后者使纤维压向针齿工作面，阻止纤维向针根移动。设 $\alpha_{员}$为针面 员上针齿的倾斜角，则有：

$$孕_{员}越砸糟燥泽_{员}$$

匝$_{员}$越砸泽蚤灶$\alpha_{员}$　　(缘原员)

同理，设针面 圆上针齿的倾斜角为 $\alpha_{圆}$，则有：

孕$_{圆}$越砸糟燥泽$\alpha_{圆}$

匝$_{圆}$越砸泽蚤灶$\alpha_{圆}$　　(缘原圆)

由上式可知，当 $\alpha_{员}$和 $\alpha_{圆}$减小时，孕$_{员}$和 孕$_{圆}$增加，而 匝$_{员}$和 匝$_{圆}$减小，这样针齿抓取和握持纤维丛的能力增强。当纤维丛的两端分别被两针面上的针齿所握持时，随针面的相对运动，在梳理力 砸的作用下，纤维丛被一分为二，一部分纤维被针面 员上的针齿带走，另一部分纤维被针面 圆上的针齿带走，而被分离的纤维还受到另一针面上其他针齿的梳理，从而达到分梳纤维的目的。这种配置在梳理机上得到广泛应用。图 缘原猿(乙) 和 (丙) 所示的配置方式同样可以达到分梳的目的，但在实际生产中采用较少。

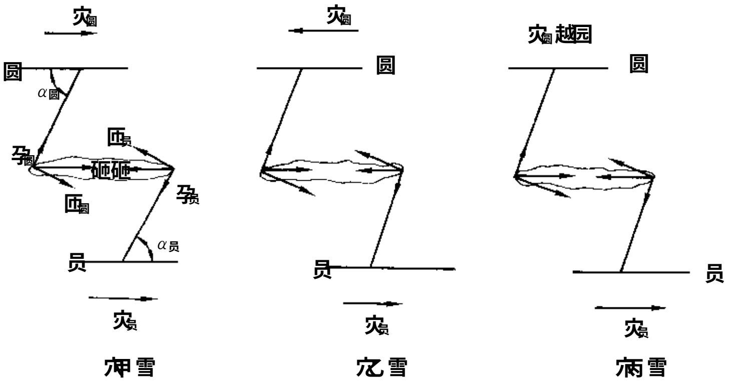


图 缘原猿　分梳作用

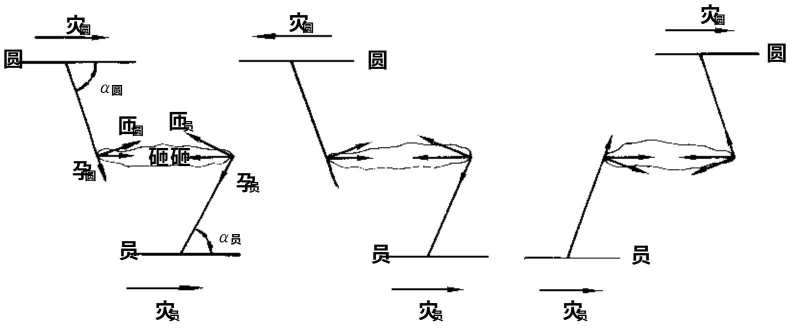
综上所述，两针面对纤维产生分梳作用的条件是：两个针面上的针齿平行配置，彼此以本身的针尖迎着对方的针尖相对运动。采用分梳配置的两个针面都有握持纤维的能力，使纤维束有可能在两针面间受到分梳。

纤维丛通常要经过多次反复的梳理，才能分离成单根纤维状态并取得一定的伸直度，因此在梳理机上，分梳作用是由多个工作机件依次完成的。例如，在盖板梳理机的工作区中大约有猿园～源园根盖板，每一根盖板与锡林之间都有分梳作用，被后边盖板分梳过的纤维，由锡林依次转移到其他盖板上，随梳理过程的进行，盖板与锡林间的距离逐渐缩小以加强分梳。在罗拉梳理机上，借预梳锡林和大锡林与它们上面的若干个工作辊依次进行多次分梳。锡林与道夫间的作用常被称为凝聚作用，但实质上仍是分梳作用。

在梳理机上，利用两个针面间的作用对纤维束进行梳理的方式称为自由分梳。除此之外，也可利用针面对各种握持状态下的纤维丛进行梳理，如刺辊、开毛辊等对握持喂入的纤维丛进行的松解，称为握持分梳，但从实质上讲是开松作用。

圆郾剥取作用　纤维从一个针面全部转移到另一个针面上去，是靠剥取作用来完成的。如图 缘原源(甲) 所示，若隔距很小的两个针面的针齿呈交叉配置，即针齿的倾斜方向为针尖对针背，当两针面按图示方向进行运动，且 灾$_{员}$跃灾$_{圆}$时，纤维丛因两针面的相对运动而张紧并产生张

力 砸，此张力可分解为沿针齿工作面的分力 孕和垂直于工作面的分力 匝。在针面 员上，分力 孕员指向针根，故纤维有被针齿刺入而抓取的趋势；在针面 圆上，分力 孕圆指向针尖，故纤维有向针尖滑出的趋势。因此原来处在针面 圆上的纤维，离开针面 圆而被针面 员抓取。针面 员为剥取针面，针面 圆为被剥取针面。同理，图 缘原源(乙)、(丙)的针面配置都起剥取作用，(乙)所示为针面 员剥取针面 圆上的纤维，(丙)所示为针面 圆剥取针面 员上的纤维。

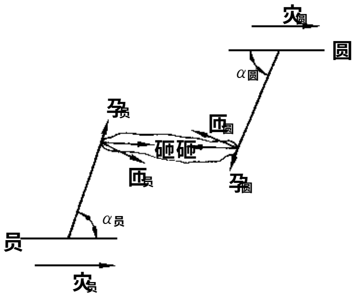


(甲雪　(乙雪　(丙雪

图 缘原源　剥取作用

综上所述，两针面间产生剥取作用的条件是：两个针面上的针齿呈交叉配置，一个针面的针尖从另一针面的针背上越过，则前一针面从后一针面上剥取纤维。采用剥取配置的两个针面，一个具有握持纤维的能力，而另一个能使纤维滑出。盖板梳理机上的刺辊与锡林以及罗拉梳理机上工作辊与剥取辊、剥取辊与锡林等两个针面间的作用均为剥取作用。

猿援提升作用　如图 缘原缘所示，若两个针面上的针齿相互平行配置，即针齿的倾斜方向为针尖对针尖，当针面按图示方向运动，且 灾圆跃灾员时，由受力分析可知，两针面上沿针齿工作面方向的分力 孕均指向针尖，如果针面 员原来带有纤维，则纤维会向针尖方向移动，而针面 圆也没有抓取纤维的能力，只是将纤维提升到针面 员的表面，纤维仍随针面 员运动。



灾圆跃灾员

图 缘原缘　提升作用

两针面间产生提升作用的条件是：两针面上的针齿平行配置，彼此以针背迎着对方的针背作相对运动。采用提升配置的两个针面都没有握持纤维的能力。

在采用弹性针布的罗拉梳理机上，锡林与提升辊间的作用属于提升作用，提升辊将沉入锡林针隙间的纤维提升至锡林针面，使其能比较容易而且均匀地转移到道夫上。在采用金属针布的梳理机上，由于纤维不易沉入针根，所以一般情况下无提升必要。

二、梳理过程中的纤维运动分析

(一)针齿上纤维的受力分析

在梳理机上的分梳作用区，为达到充分梳理的目的，要求纤维既能被针尖抓取，避免沉入针

根或浮于两针面间，又能被两针面交替抓取，在两针面间反复转移。为研究纤维在分梳过程中的运动规律，必须研究纤维在此过程中的受力情况。

在梳理过程中，纤维束受到以下几个主要作用力，如图 缘原远所示。

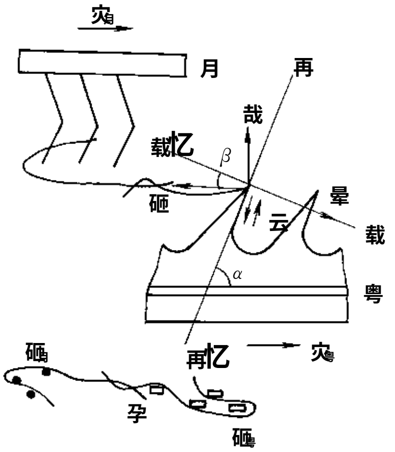


图 缘原远　分梳时纤维在针齿上的受力

灵冤切向力 砸　包括梳理力和空气阻力。在梳理过程中，纤维迂回于多根针齿之间，因针齿与纤维、纤维与纤维间的摩擦而形成了梳理力，梳理力的大小与针齿的结构、工作机件的相对速度、纤维相互间的联系力等有关。在梳理机的运转过程中，纤维还会受到空气阻力，这个力与梳理力相比是微不足道的，在分析纤维运动时可略去不计。但梳理机内气流的存在，对纤维在针布表面的状态有决定性的影响，若控制不当，会影响纤维在两针面间的顺利转移。图中 砸粤和 砸月为纤维丛在针面 粤和针面 月所受到的切向力，孕为纤维间的摩擦抱合力。当 砸粤跃砸月跃孕时，该纤维丛受到的梳理力就是 孕；当 砸粤跃孕跃砸月时，该纤维丛受到的梳理力就是 砸月。

圆冤法向力 哉　包括离心惯性力 悦、针齿中纤维层的反作用力 匝和纤维层间的挤压力 杂。离心惯性力 悦（晕）的值可按下式表示：

$$悦越\frac{郧灾^{圆}}{则} \qquad (缘原猿)$$

式中：灾——梳理机件的表面速度，皂辕泽；

郧——纤维或纤维束的质量，噪早；

则——工作机件的回转半径，皂。

由上式可知：离心惯性力的大小与梳理机件的回转速度、回转半径及纤维或纤维束的质量有关。由于锡林转速较高，纤维的离心惯性力较大；在梳理的开始阶段，纤维多呈束状，质量较大，离心惯性力也较大，随着梳理的进行，纤维束逐步分解成单根纤维，离心惯性力变小。

由于梳理都是在隔距很小的两针面间进行的，当纤维层有一定厚度时，纤维间便产生较大的挤压力 杂，使纤维深入针隙，其方向是指向针根的；源来位于针隙中的纤维层，对上层纤维会产生反作用力 匝，阻止纤维沉入针隙，其方向是指向针尖的。所以，法向力 哉的大小和方向取决于 悦、匝和 杂等各力的合力，其方向指向针根为负值，指向针尖为正值。

$$哉越悦垣匝原杂 \qquad (缘原源)$$

猿冤针齿对纤维的反作用力 晕　该力将纤维压向锯齿表面。

$$晕越哉糟燥泽\alpha垣砸泽蚤灶\alpha \qquad (缘原缘)$$

式中：α——针齿的工作角。

源冤纤维沿针齿工作面的摩擦力 云　其方向与纤维运动趋向相反。

$$云越\mu晕越\mu（哉糟燥泽\alpha垣砸泽蚤灶\alpha） \qquad (缘原远)$$

式中：μ——纤维与针齿间的摩擦系数。

（二）梳理过程中纤维的运动条件

纤维束在两个针面间受到上述诸力的作用时，纤维既要沿针面切向（砸力方向）运动，又有

可能沿针齿工作面（赠原赠蚀方向）滑动。

员郾纤维在针面切向的握持、分梳和转移条件　如图 缘原远所示：

（员当 砸粤跃孕跃砸月时，纤维被针面 粤的针齿所握持，并以 粤的速度沿针面切向运动，其另一端受针面 月的针齿梳理，原来在针面 月上的纤维或纤维束，被转移到针面 粤上，因 孕跃砸月，纤维束未被分离。

（圆当 砸月跃孕跃砸粤时，纤维被针面 月的针齿所握持，并以 月的速度沿针面切向运动，其另一端受针面 粤的针齿梳理，原来在针面 粤上的纤维或纤维束，被转移到针面 月上，因 孕跃砸粤，纤维束未被分离。

（猿当 砸月跃孕约砸粤时，纤维分别被针面 粤和针面 月的针齿所握持，纤维束被分解成两个较小的部分，粤 月两针面各抓取一部分纤维。

圆郾纤维在针齿工作面方向握持和转移的条件　纤维在针齿工作面方向的运动可分为下列三种情况：纤维沿着针齿工作面向针根移动；纤维沿着针齿工作面向针尖移动；纤维在针齿上既不向针根移动，也不向针尖移动，出现所谓“自制现象”。

（员纤维向针根移动：如图 缘原远所示，为使纤维向针根移动，则纤维沿针齿工作面的摩擦力 云的方向向外，此时必须满足：

砸糟藻泽 原哉泽蚤灶α 跃云　（缘原苑）

又因为：　云越μ（哉糟藻泽 垣砸泽蚤灶α）

μ 越贼葬灶φ 越泽蚤灶φ/糟燥泽φ　（缘原愿）

式中：φ——针齿与纤维的摩擦角，毅

经推导可得纤维向针根移动的条件为：

砸跃哉糟燥贼（α 垣φ）　（缘原怨）

（圆纤维向针尖移动：纤维向针尖移动，则纤维沿针齿工作面的摩擦力 云的方向向内，此时必须满足：

哉泽蚤灶α 原砸糟藻泽 跃云　（缘原员园）

同理，可推出纤维向针尖移动的条件为：

砸约哉糟燥贼（α 原φ）　（缘原员员）

（猿纤维既不向针根移动，也不向针尖移动，而是被握持在针齿工作面上，即处于“自制状态”的条件：

综合式（缘原怨和式（缘原员员可得：

哉糟燥贼（α 垣φ）⩾ 砸⩾ 哉糟燥贼（α 原φ）　（缘原员圆）

或　砸越哉糟燥贼（α 原φ）～ 哉糟燥贼（α 垣φ）

在梳理过程中，α 和 φ 基本上可认为是常数，而 砸和 哉却随纤维与针齿的接触情况以及分梳过程的进行而不断变化，使上式不能经常得到满足，从而出现纤维在针齿工作面方向的移动。向内滑动时针齿对纤维的握持较好，但针隙易被充塞；向外滑动时就会使纤维脱离针齿，有利于针面间纤维的转移，但不利于纤维的梳理。

综上所述：纤维或纤维束要获得针齿的梳理，两个针面中至少有一个针面对其进行握持；而只有当两个针面同时抓取纤维束时，才能使其分离。在梳理过程中，随着纤维在针齿上受力的

不断变化，纤维在针齿的切向和工作面方向会产生不断的运动，从而被两个针面交替抓取，反复转移，获得充分的梳理。

三、梳理机上针面纤维层的负荷与分配

(一) 针面负荷的含义

在梳理机上凡是对纤维发生作用的针面或齿面 (除提升辊外) 上都负载有纤维层，纤维层在针面单位面积上的平均重量称为针面负荷，单位用 早辕皂圆表示。针面负荷量的大小，不仅反映了针面纤维层的厚薄，还能在一定程度上反映不同针布和不同工艺参数条件下，针面对纤维的握持、分梳和转移能力。合理控制各针面的负荷，有利于优质、高产和低耗，也有利于延长针布的使用寿命。

梳理机的针面负荷分为两大类：一类是由参与梳理作用，处于针齿尖部的自由纤维量所形成的负荷；另一类是由不参与梳理作用，沉入针齿间隙的内层纤维量所形成的负荷。在使用弹性针布的梳理机上，这两种负荷同时存在，而在使用金属针布的梳理机上，由于针齿的特性，纤维不易沉入齿隙，绝大部分处于针尖，可认为只存在参与梳理作用的负荷。

参与梳理作用的负荷在各工作部件上又有几种情况：一种是单一的负荷，如刺辊、开毛辊等针面上只有喂入负荷；第二种是纤维混合后的负荷，如盖板、道夫、工作辊、剥毛辊等针面的负荷；第三种情况比较复杂，即在同一工艺部件上有两种或两种以上的负荷同时参与梳理，如盖板梳理机锡林上有喂入负荷及从道夫处返回的返回负荷，而罗拉梳理机大锡林上除喂入负荷和返回负荷外，还有剥取负荷。在弹性针布梳理机的大锡林上，还有不参与梳理作用的负荷，一般称为抄针负荷。锡林上的总负荷量称为锡林负荷。

(二) 各种负荷形成的过程及其作用

员援喂入负荷 喂入负荷是指喂入梳理机的原料分布在各工艺部件每平方米面积上的纤维重量，可用下式计算：

$$\alpha_{\text{枣}}\text{越}\frac{\text{择}}{\text{灾遭}}(\text{员原}\eta) \qquad (\text{缘原员})$$

式中：$\alpha_{\text{枣}}$——喂入负荷，早辕皂圆；

择——喂入机构喂入量，早辕皂蚤灶；

灾——工作部件的速度，皂辕皂蚤灶；

遭——工作部件上喂入纤维层的宽度，皂；

η——由喂入机构到该梳理机件的过程中原料的损耗率。

喂入负荷是梳理机上最基本的负荷，其他各种负荷都是由它派生出来的。喂入负荷的大小，直接反映出喂入量或产量的高低。喂入负荷大时必然加重梳理工作的负担，在工艺上必须采取一定的措施，否则不能保证梳理质量。

圆援锡林负荷

(员) 盖板梳理机的锡林负荷：在盖板式梳理机上，锡林、盖板和道夫针面组成两个梳理区，由刺辊连续喂入的纤维随锡林针面进入锡林、盖板梳理区，经锡林、盖板梳理区梳理之后，少部分纤维由盖板针面输出，大部分纤维随锡林进入锡林、道夫梳理区，接受进一步分梳，锡林针面上的部分纤维转移 (凝聚) 到道夫针面并由道夫输出，剩余纤维仍由锡林针面带回，与新喂入的纤

维并合，再次进入锡林、盖板梳理区。由于上述各针面都具有抓取纤维的能力，因而在各针面上均形成一定厚度的纤维层。采用弹性针布的梳理机，在针布被抄清后开车，开始因各针面纤维层较少，使分配或转移给道夫和盖板的纤维量少于刺辊喂入纤维量，输出的条子较轻，一般要经缘～员园皂蚤灶以上的积聚充塞才能使锡林纤维层趋于饱和，输出正常定量的条子。金属针布梳理机上的锡林纤维层要比弹性针布机上少得多，所以几秒钟内就可以饱和。

盖板梳理机上的锡林负荷 $杂_{糟}$是指锡林走出盖板工作区带至道夫的锡林表面单位面积的纤维量，将其折算为锡林一周上的纤维量为 $匝_{糟}$。锡林与盖板工作区自由纤维量 $匝_{园}$则是指机器停止喂给后从锡林盖板针面上放出，经道夫输出的纤维量；若以 $郧_{枣}$和 $郧_{糟}$分别表示放出自由纤维后，工作区盖板针面上和锡林针面上的内层纤维量，则锡林盖板工作时两针面上内外纤维层总量（总负荷）匝为：

$$匝越匝_{园}垣郧_{枣}垣郧_{糟} \qquad (缘原员源)$$

金属针布梳理机上因 $郧_{糟}$很小，可忽略不计，则：

$$匝越匝_{园}垣郧_{枣} \qquad (缘原员缘)$$

在弹性针布梳理机上，抄车后运转不久，各针面内层纤维量和总负荷均较少，而锡林、盖板自由纤维量多，梳理效果好；之后，因分梳时的挤压以及纤维层弹性力的减弱，内层纤维增加而自由纤维量反而减少，使针齿对纤维的握持、分梳和转移能力下降，纤维束得不到良好的松解，且纤维易浮于两针面之间被搓擦成棉结或毛粒，致使分梳质量恶化，这时就需要抄针，以恢复针面原有的分梳效果。金属针布梳理机上因齿形不同，自由纤维量占纤维层总量的比例大，锡林上很少有内层纤维，在开车阶段形成一定的针面负荷后不再随时间延长而变化，所以能维持较长时间不抄针。

（圆）罗拉梳理机的锡林负荷：罗拉梳理机上锡林负荷的形成和变化较为复杂，下面以包有弹性针布的大锡林为例，说明各种负荷的形成和变化。

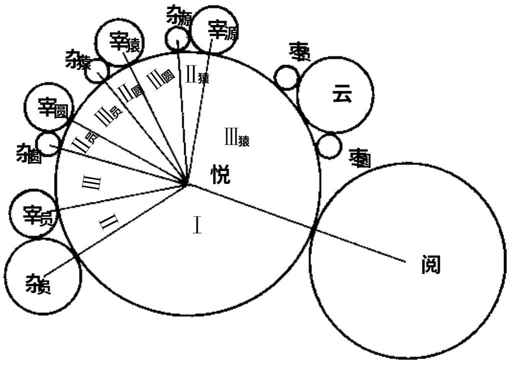


图 缘原员苑 大锡林负荷形成的过程

如图 缘原员苑所示，梳理机在抄针后开车，原料由喂入罗拉喂入机内，经过开毛辊、胸锡林及运输辊 $杂_{员}$到达大锡林 悦上，分布到大锡林上每平方米的原料重量叫做大锡林的喂入负荷，以 $\alpha_{枣}$表示，这是大锡林上的第一种负荷。当 $\alpha_{枣}$依次通过各只工作辊 $宰_{员}$、$宰_{圆}$、$宰_{猿}$、$宰_{源}$的工作区时，$\alpha_{枣}$的一部分纤维将分别分配给各只工作辊；提升辊 云和挡风辊 $枣_{员}$和 $枣_{圆}$对纤维层的重量没有什么影响；当进入道夫 阅工作区时，又分配给道夫一部分，锡林上仍留下一部分纤维。这就是纤维在锡林和工作辊、道夫间的分配现象。锡林携带剩下的纤维再经过运输辊时，又有新的喂入负荷分布到锡林上，此时锡林上的负荷量等于喂入负荷加上第一次分配后剩余的部分。当大锡林再次向工作辊和道夫进行分配时，因锡林总负荷量的增多，分配出去的纤维量要比第一次多一些。锡林每转一转，进行一次这样的分配，经道夫分配后输出的条子重量也不断增加。大锡林回转若干转后，第一次被工作辊抓取的纤维，通过运输辊 $杂_{员}$和各只剥毛辊 $杂_{圆}$、$杂_{猿}$、$杂_{源}$又回到大锡林上，这部分纤维和锡林上的纤维合并在一起参与向工作辊和

道夫的分配。随开车时间的延长，锡林、道夫和工作辊上的负荷量都在不断地增多，当各工作部件的负荷基本达到饱和时，锡林交给工作辊和道夫的负荷量就趋于稳定了。

锡林每平方米针面交给道夫的纤维量叫做出机负荷，以 $\alpha_{\text{园}}$表示。正常运转时的出机负荷 $\alpha_{\text{园}}$与喂入负荷 $\alpha_{\text{枣}}$基本相等，但组成上有很大差异，喂入负荷成分单一，而出机负荷则是由大锡林上多次喂入的纤维中各分配一部分组成的。

道夫上每平方米的纤维量称为道夫负荷，道夫负荷与出机负荷 $\alpha_{\text{园}}$在重量上有很大的差别。

在正常运转时，锡林每平方米针面转交给工作辊的纤维量叫做转交工作辊负荷，以 β 表示；工作辊上每平方米的纤维量叫做工作辊负荷；工作辊上的纤维转移给剥取辊之后又转交回大锡林，这部分纤维量在大锡林上每平方米的重量，叫做剥取负荷，其值也等于 β。大锡林上的纤维层分配给道夫之后留在大锡林上每平方米的纤维量叫做返回负荷，以 $\alpha_{\text{遭}}$表示。大锡林上的抄针负荷以 $\alpha_{\text{泽}}$表示，它一直是在变化的。

由上述分析可知，由于大锡林不断从运输辊、剥取辊上获得纤维，又不断向各工作辊和道夫输出纤维，因而其各部分的负荷量是不同的。如图 缘原苑所示：在道夫和运输辊之间的Ⅰ区，锡林负荷由 $\alpha_{\text{遭}}$和 $\alpha_{\text{泽}}$两种负荷量组成；在运输辊 杂$_{\text{员}}$和工作辊 宰$_{\text{员}}$之间的Ⅱ区，锡林负荷由 $\alpha_{\text{遭}}$ $\alpha_{\text{泽}}$ $\alpha_{\text{枣}}$和 β 四种负荷量组成；在工作辊和下一个剥毛辊之间的Ⅲ区，锡林负荷又只剩下 $\alpha_{\text{遭}}$ $\alpha_{\text{泽}}$和 $\alpha_{\text{枣}}$三种负荷量。锡林表面Ⅱ$_{\text{员}}$ Ⅱ$_{\text{圆}}$和Ⅱ$_{\text{猿}}$区域和Ⅱ区的情况相同，Ⅲ$_{\text{员}}$ Ⅲ$_{\text{圆}}$和Ⅲ$_{\text{猿}}$区域和Ⅲ区的情况相同。显然，在工作辊与大锡林之间总有三种负荷量参与梳理，而在道夫与大锡林之间只有两种负荷量参与梳理。

猿郾返回负荷 返回负荷是大锡林所特有的一种负荷，产生的原因是大锡林没有可能把参与梳理的全部纤维转移到道夫上去。出机负荷远小于返回负荷。返回负荷和出机负荷的成分基本一致，都是由多次喂入负荷中的一部分组成，这是由针面纤维层在各梳理区的转移和分配形成的。因此，返回负荷对纤维的混和与出机负荷的均匀作用有重要意义。当喂入负荷波动时，出机负荷也会跟着波动，但由于存在返回负荷，可使出机负荷的波动大大减小。但返回负荷的存在使大锡林的针面不能保持清洁，从而影响对盖板或工作辊上的纤维的分梳效果。返回负荷量越大，此种影响也越大。梳理机采用金属针布时，返回负荷比采用弹性针布时小，因此采用金属针布能提高梳理效能，但混和均匀作用较差，输出条子的重量不匀也较大。在粗梳毛纺系统中，由于梳理机上要直接输出粗纱，对混和与均匀作用要求高，因而还广泛采用弹性针布。

源郾抄针层负荷 在采用弹性针布的各梳理部件上，由于钢针的高度高，针隙深且大，加之倾角较小，因此纤维易沉入针隙深处，特别是一些短纤维和杂质，不易露出针面，失去参与梳理的能力，经过较长时间的积累，就形成了抄针层。刚开车时抄针层负荷增长速度很快，以后逐渐减慢，经过 圆~猿缘之后，其增长速度就非常慢了。抄针层纤维本身不参与梳理，但却占据一定的针隙，妨碍钢针对自由纤维的握持和分梳，使梳理质量恶化。因此在运转一定时间之后要进行停车抄针。

采用金属针布时，一般不形成抄针层负荷，但齿隙间也会嵌入一些杂质，不利于梳理工作的进行，但由于积累较慢，因而抄针周期长，所以可提高设备利用率。

(三) 分配系数

员郾工作辊分配系数 在罗拉梳理机上，工作辊分配系数表示锡林每平方米针面交给工作辊的纤维重量与锡林每平方米针面上纤维重量之比。预梳锡林上只有两种负荷参与梳理，即喂

入负荷 $\alpha_{\text{枣}}$与剥取负荷 β。在大锡林上参与梳理的除 $\alpha_{\text{枣}}$和 β 之外，还有返回负荷 $\alpha_{\text{遭}}$。因此预梳锡林和大锡林的工作辊分配系数 运$_{\text{员}}$和 运$_{\text{圆}}$分别为：

$$\text{运}_{\text{员}}\text{越}\frac{\beta}{\alpha_{\text{枣}}\text{垣}\beta} \qquad \text{(缘原员远)}$$

$$\text{运}_{\text{圆}}\text{越}\frac{\beta}{\alpha_{\text{枣}}\text{垣}\beta\text{垣}\alpha_{\text{遭}}} \qquad \text{(缘原员苑)}$$

在一般情况下，提高工作辊的分配系数，就是使锡林每平方米交给工作辊或道夫的纤维量增加，或是锡林返回负荷减小。工作辊上的纤维量大，纤维接受梳理的机会就多；锡林上的返回负荷量小，锡林针齿就清晰。这都有利于加强锡林针齿梳理纤维的作用。

在罗拉梳理机上，随分梳的逐步完善，各只工作辊的分配系数是逐只降低的。当一只工作辊与锡林间的隔距缩小，可提高其分配系数，但也会使下一只工作辊的分配系数降低，因此应合理分配各工作辊的隔距，使分配系数的总和最大。实践表明，第一工作辊隔距适当放大，最后一个工作辊隔距尽量缩小是较理想的隔距分配原则。工作辊和锡林的速比对分配系数和分梳质量也有较大影响。适当增加工作辊的表面速度，即降低工作辊速比，有利于提高其分配系数。另外增加工作辊的个数，减小工作辊梳针的工作角，都有利于提高工作辊的分配系数。

圆郾道夫转移率 为了表示锡林至道夫的纤维转移能力，通常采用道夫转移率。道夫转移率是指锡林向道夫转移的纤维占参与作用纤维的百分率，以 γ 表示。无论是盖板梳理机还是罗拉梳理机，在锡林与道夫之间只有相当于喂入负荷 $\alpha_{\text{枣}}$和返回负荷 $\alpha_{\text{遭}}$的纤维量参与梳理，锡林每平方米交给道夫的纤维量，即出机负荷为 $\alpha_{\text{园}}$，在正常运转时，$\alpha_{\text{园}}$与 $\alpha_{\text{枣}}$基本相等。则有：

$$\gamma\text{越}\frac{\alpha_{\text{园}}}{\alpha_{\text{枣}}\text{垣}\alpha_{\text{遭}}}\text{越}\frac{\alpha_{\text{枣}}}{\alpha_{\text{枣}}\text{垣}\alpha_{\text{遭}}} \qquad \text{(缘原员愿)}$$

在盖板梳棉机上，道夫转移率通常以锡林转一转交给道夫的纤维量占锡林带向道夫的纤维总量的百分率来表示，有如下二式：

$$\gamma_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{择}}{\text{匝}_{\text{园}}}\text{伊员园园豫} \qquad \text{(缘原员怨)}$$

$$\gamma_{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{择}}{\text{匝}_{\text{糟}}}\text{伊员园园豫} \qquad \text{(缘原圆园)}$$

式中：择——锡林转一转向道夫转移的纤维量(早)，只决定于产量和锡林转速；

匝$_{\text{园}}$——锡林盖板自由纤维量，早；

匝$_{\text{糟}}$——锡林走出盖板区带向道夫时针面负荷折算成锡林一周针面上的纤维量，早。

$\gamma_{\text{员}}$是 择占锡林盖板自由纤维量 匝$_{\text{园}}$的百分率，匝$_{\text{园}}$测定较方便，所以金属针布梳棉机通常采用 $\gamma_{\text{员}}$。$\gamma_{\text{员}}$在金属针布梳棉机上约为 远豫～员缘豫。弹性针布因随运转时间延长，针面负荷增加，自由纤维量减少，采用 $\gamma_{\text{员}}$有一定缺点，可以用 $\gamma_{\text{圆}}$。$\gamma_{\text{圆}}$相当于道夫的分配系数，是锡林一周转移给道夫的纤维量占转移前锡林一周针面上全部纤维量的百分率。弹性针布梳棉机上因 匝$_{\text{糟}}$大而 择小，故 $\gamma_{\text{圆}}$约为 园郾缘豫～猿豫。

道夫转移率的大小直接影响锡林与盖板的梳理，当 择一定时，$\gamma_{\text{员}}$和 $\gamma_{\text{圆}}$增加就意味着 匝$_{\text{园}}$和 匝$_{\text{糟}}$的降低，即降低了锡林的负荷，增强了针齿对纤维的握持能力，可改善纤维网的分梳质量，但纤维的混和均匀度变差。道夫转移率主要取决于锡林与道夫针布的种类和规格，机器产

量、锡林转速及锡林与道夫间的隔距和速比等。适当减小道夫针齿的工作角，增大齿深，可增加纤维向道夫转移；缩小锡林道夫间隔距，有利于纤维转移；此外，采用大直径道夫，增加锡林道夫作用区的长度，也可促进纤维向道夫转移。

第三节　梳理机的工作分析

一、盖板梳理机

盖板梳理机一般用于棉纺、棉型化纤纺或混纺等短纤维纺，下面以梳棉机为例来分析盖板梳理机各作用区的工作。

梳棉机主要由给棉与刺辊部分，锡林、盖板与道夫部分，以及剥棉、成条与圈条部分组成。

(一)给棉、刺辊部分的分梳与除杂作用

给棉、刺辊部分主要由给棉罗拉、给棉板、刺辊、小漏底和除尘刀等组成。给棉罗拉和给棉板握持并喂入棉层，由刺辊对棉层进行分梳，除尘刀和小漏底用以托持刺辊上的纤维，并除去部分尘杂和短绒。

灵郾给棉部分的握持作用　给棉罗拉和给棉板共同组成钳口，握持并向刺辊喂入棉层。棉层在给棉罗拉、给棉板间，要求握持牢靠、横向握持均匀、握持力适当，否则会直接影响给棉、刺辊部分的分梳质量。给棉罗拉加压和给棉板圆弧面对棉层的握持作用有很大影响。

给棉罗拉和给棉板对棉层的握持力是靠加压实现的。加压量的大小应根据棉层定量、结构、纤维种类、罗拉形式等因素综合考虑。喂入棉层厚，加压量应加大；加工化纤时，因化纤与刺辊锯齿的摩擦力较大，故加压量要大，一般比纺棉时增加 圆园豫左右；给棉罗拉直径加大，加压量也可适当加大。一般加压量为 猿愿郾～缘愿郾愿晕早糟皂。加压量过小，握持力小，达不到握持住棉层的效果；加压量过大，会使给棉罗拉挠度增加，从而形成棉层横向握持不匀。故加压过大、过小都会使刺辊分割开松不良，整块、整束的原料被抽出。

给棉罗拉和给棉板间是以圆弧面 皂灶共同控制棉层，如图 缘原愿所示。为使刺辊在分梳棉层棉束头端时，棉束尾端不致过早滑脱，要求最强握持点在给棉板鼻尖 灶处，棉层在 皂灶区段内被逐渐压缩，握持力逐渐增强。所以，当棉层喂入后，给棉罗拉和给棉板间的隔距自入口 皂至出口灶应逐渐缩小，并要避免在此弧段任一点出现最大或最小隔距。为此，给棉板圆弧的曲率半径应略大于给棉罗拉半径，给棉罗拉中心 韵与给棉板圆弧曲率中心韵的相对位置应向鼻尖偏过一个适当的距离韵韵忆。

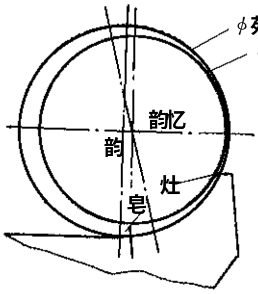


图 缘原愿　给棉罗拉与给棉板位置关系

圆郾给棉刺辊部分的分梳作用　刺辊分梳性质不同于两针面间的分梳，它属于握持分梳。但刺辊的分梳作用，在整个梳棉机的分梳作用中占有重要地位。一般分梳单纤化和除杂的大部分任务，由刺辊的握持分梳来完成，其分梳质量的好坏，不仅直接影响锡林、盖板间的梳理作用，而且与生条结杂、条干、后车肚落白及纤维受损伤程度等有关。

刺辊对棉层分梳时，棉层由给棉罗拉和给棉板握持缓缓喂入，并由给棉板托持，受到高速回转的刺辊锯齿自上而下地穿刺和分割（见图 缘原怨。由于棉层的恒速喂入，棉束受到的握持力逐渐减弱，被梳开的纤维受锯齿的摩擦作用而逐渐被锯齿带走，其尾端则在相邻棉束摩擦力的作用下得到伸直。而在给棉板处则形成自上而下逐渐变薄的棉须，棉须的头端也因受到梳理而呈伸直状态。

由于棉层是在给棉罗拉和给棉板的握持下接受强制分梳，而刺辊与给棉罗拉间有近千倍的线速比，同时刺辊有一定的齿密，能以较多的针齿数作用于棉层，因此棉层中有 苑园豫～愿园豫的棉束被刺辊分解成单纤维状态。

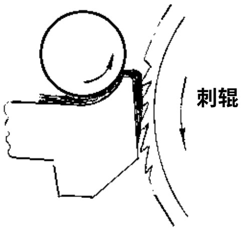


图 缘原怨 刺辊分梳过程

刺辊部分的分梳效果，可用棉束百分率和短绒率进行评定。分梳后纤维中棉束少而小，或棉束重量百分率较小时，表明分梳效果好。但在提高单纤百分率的同时，应以不损伤或少损伤纤维为前提。对纤维的损伤情况常用经过刺辊分梳后短绒增加率来表示，目前控制短绒增加率一般为 猿豫～缘豫。

影响刺辊分梳作用的因素，除刺辊的锯条规格外，还有刺辊转速、给棉板形式、给棉板分梳工艺长度以及刺辊与给棉板间的隔距等。

（员刺辊转速：在一定范围内增加刺辊转速，可以增加作用于每根（或每克）纤维的平均齿数，握持分梳作用增强，残留的棉束重量百分率降低，杂质容易暴露，抛落作用加强，同时回收作用也有增强。但随刺辊转速的增快，损伤纤维多，落棉也增多。另外还应考虑锡林与刺辊间的速比，以使锡林能顺利剥取刺辊表面的纤维；除尘刀、小漏底工艺也应作必要调整；喂入罗拉亦须适当增加压力。

（圆给棉板工作面长度和分梳工艺长度：为保证给棉罗拉和给棉板对棉层的牢固握持，使刺辊能逐步刺入棉层，给棉板设计成如图 缘原圆园所示的形状。各有关长度分别为：给棉板鼻尖宽度为 葬；给棉板工作面长度为 蕴；刺辊与给棉板隔距点 粤以上的一段工作面长度为 蕴员，隔距点 粤以下的一段工作面长度为 蕴圆，此长度称为托持长度，蕴援为给棉板工作面高出刺辊轴心水平线的长度，△ 为刺辊与给棉板隔距。

给棉板分梳工艺长度指的是给棉板与刺辊隔距点 粤以上的一段工作面长度 蕴员与给棉板鼻尖宽度 葬之和，如以 蕴粤表示，则有：

蕴粤越葬垣蕴员　（缘原圆员）

又：　蕴员越蕴援垣（砸垣△）赠蚤灶α　（缘原圆圆）

所以：　蕴粤越葬垣蕴援垣（砸垣△）赠蚤灶α　（缘原圆猿）

式中：砸——刺辊半径，皂皂；

α——给棉板工作面与垂直线的夹角（毅，即给棉板工作角。

蕴粤的大小与刺辊对棉层的分梳质量关系密切。当刺辊与给棉板隔距一定时，蕴粤缩短则由刺辊转移给锡林的棉束百分率减少，但短绒百分率增加。其原因在于 蕴粤直接影响刺辊开始分梳棉层的位置（简称始梳点）。

如图 缘原圆园所示，刺辊分梳时，锯齿从棉层 月点开始刺入，并沿锯齿运动的圆弧逐渐深入到隔距点 粤处。由于锯齿对表里各层纤维的始梳点位置均不相同，所以各纤维层始梳点至给

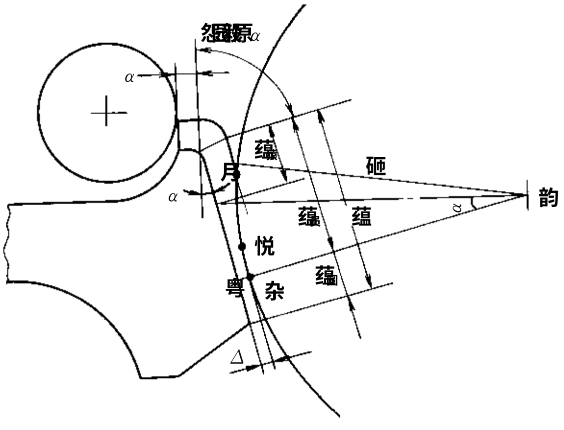


图 缘原园 给棉板及有关长度

棉板与给棉罗拉握持点间距离 蕴载也不相等，表层纤维始梳点 月的位置最高，因此 蕴载最短，向里各层始梳点位置逐渐降低，至最里层 杂点时位置最低，所以 蕴载最长。显然，蕴粤越小，蕴载也越小，而 蕴载的大小又影响到锯齿对纤维的分梳长度。分梳长度是指棉层中的纤维或纤维束，从其头端到达始梳点起，到其尾端脱离握持点且被锯齿带走为止的长度，如以 蕴蚤表示任意一棉层中纤维或纤维束所受到的分梳长度，而设 蕴载为该层中纤维或纤维束在其行进方向上的投影长度，则：

蕴蚤越蕴载原蕴载 (缘原圆)

上式说明，始梳点与握持点间的距离 蕴载决定着纤维或纤维束的分梳长度 蕴蚤的长短。蕴载越短，蕴蚤越长，纤维或纤维束受梳的时间越长，被锯齿分梳和分割的次数越多，因而经刺辊分梳后的棉束百分率越小，分梳效果越好。处于表层的纤维层，因其 蕴载最小，蕴蚤最长，分梳最充分；里层纤维层的 蕴蚤最短，分梳较差，所以由刺辊转移给锡林表面的棉束，较多来自里层。但 蕴载过小，表层纤维容易损伤，短绒率增加。

综上所述，给棉板分梳工艺长度 蕴粤、始梳点与握持点间长度 蕴载以及分梳长度 蕴蚤三者之间有着密切的关系，蕴载随 蕴粤的增大而增大，而 蕴蚤随 蕴粤的增大而减小。分梳工艺长度的选用应兼顾分梳效果与损伤纤维两方面，实践表明，在纺棉时，按纤维主体长度选用较好，即当给棉板分梳工艺长度 蕴粤约等于纤维主体长度时，分梳效果好，纤维损伤也不显著。

(猿)刺辊与给棉板间的相对位置 给棉板与刺辊的相对位置包括给棉板高低，给棉板与刺辊间的隔距以及由于给棉板的高低而引起的分梳工艺长度和托持面长度的变化等。

给棉板的高低，一般以给棉板鼻尖与刺辊中心线的相对位置来表示，鼻尖可以高出、平齐或低于刺辊中心。给棉板工作面长度的规格不同，鼻尖高出刺辊中心的位置也不同。加工不同长度的纤维时，为保证一定的分梳工艺长度，应采用不同工作面长度的给棉板，也可采用垫高或刨低给棉板的方法。抬高给棉板，分梳工艺长度增加，对分梳质量有影响；但托持面减短，落杂区长度加大，对落白有影响。

给棉板与刺辊间的隔距，是梳棉机上的重要分梳隔距。当隔距增大时，棉层里层受不到锯齿直接分梳的纤维增多，各层纤维的平均分梳长度减小，因而分梳效果差。隔距小，分梳作用

强，纤维束百分率小，但短绒增加。在机械状态良好的条件下，给棉板与刺辊间的隔距以偏小掌握为宜，一般采用 园郾员愿～园郾猿园皂皂。当喂入棉层偏厚，给棉板工作面长度偏短，或加工纤维的强力偏低时，为了减少短绒，可适当放大此隔距。

猿郾给棉刺辊部分的除杂作用

（员）给棉刺辊部分的落杂 刺辊部分的除杂，是通过刺辊的分梳作用，使纤维和杂质获得较充分的分离，继而借助离心力与气流相结合的作用来完成的。刺辊部分的落杂区，在给棉板与除尘刀之间称为第一落杂区，除尘刀与小漏底之间称为第二落杂区，小漏底部分称为漏底落杂区，参见图 缘原圆。第一落杂区以排除较大、较重杂质为主，落棉率最高；第二落杂区以排除重量较轻和表面附有蓬松纤维的小杂为主，落棉率较第一落杂区少；小漏底落杂区以排除短绒和细小杂疵为主，落棉率最少。

在刺辊高速回转时锯齿上的纤维和杂质受力情况不同，长而轻的纤维离心惯性力小，而空气阻力较大，不易脱离锯齿下落；较重的杂质离心惯性力大，而空气阻力较小，易脱离锯齿而下落。与除尘刀相遇时，露出锯齿的纤维尾端受除尘刀的托持，不易下落，而杂质则易被除尘刀挡落而坠入落杂区。小漏底有托持纤维的作用，它是利用漏底内气压的作用，借尘棒和网眼排除部分小尘杂和短绒，而较长的纤维成为落棉的机会很少。在正常情况下，刺辊部分能除去棉卷含杂的 缘园豫～远园豫，其落棉含杂率可达 源园豫左右。

被锯齿分梳后的单纤维和小棉束，它们的运动也容易受到气流的影响，如对气流控制不当，会造成落棉不正常，如后车肚落白花、落棉过多或过少、落杂太少、除尘刀和小漏底入口处积纤维甚至挂花、小漏底塞网眼等。因此，应根据刺辊部分的气流运动规律来控制气流，使其有利于除杂和控制落棉。

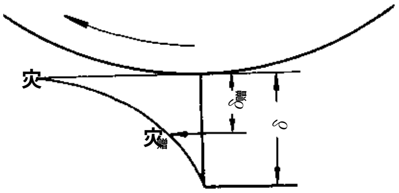


图 缘原远 附面层示意图

（圆）刺辊周围气流的流动规律 刺辊高速回转时，锯齿因摩擦而带动其周围的空气流动，在刺辊的周围形成气流层，称为附面层。附面层中的气流速度有很大变化，并形成一定的分布。如图 缘原远所示，刺辊的附面层有一定的厚度 δ，它从隔距点开始沿回转体表面逐渐增厚。同锯齿直接接触的一层，气流速度最快，等于刺辊表面速度 灾，被它带动的其余各层的气流速度为 灾赠，自里向外逐渐减小，最外层的气流速度等于零。由于附面层的这种流速分布，附面层开始增厚时补入的气流量较多，以后逐渐减少。

运用附面层原理就可以简单说明刺辊部分的气流运动情况。如图 缘原苑所示，在刺辊与给棉板的隔距点处，隔距小且有棉层，可认为是附面层的开始。在给棉板与除尘刀之间的第一落杂区内，刺辊带动的气流 猿逐渐增加，附面层的厚度也随之增加，这就造成给棉板下要补入气流员这对刺辊上的纤维有托持作用。增厚的附面层至除尘刀处，因除尘刀与刺辊间的隔距很小，大部分气流 圆被除尘刀挡住而沿刀背向下流动，部分杂质和纤维由刀背落下。也有一部分气流通过除尘刀隔距点，附面层气流又开始增厚。至小漏底入口处，附面层气流被小漏底尖口切割，大部分气流 缘进入小漏底，而厚度超过小漏底入口隔距的气流，则从尖口斜面下方折入车肚，一些杂质和短纤维也随之下落。由于除尘刀与小漏底间附面层增厚，要求除尘刀前补入气流 源因而由刀背下流的气流，有部分经刀下向上流动，形成回收气流，使由刀背落下的部分纤维有可能随气流回收进入小漏底。进入小漏底的气流，因刺辊与小漏底间隔距逐渐收小，使部分气流

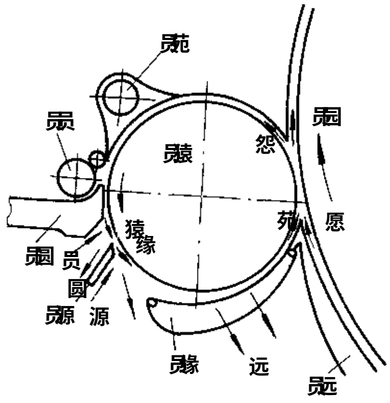


图 缘原员圆 刺辊部分气流流动情况

员～员园—气流 员员—给棉罗拉 员圆—给棉板 员猿—刺辊
员源—除尘刀 员缘—小漏底 员远—大漏底 员苑—吸尘罩

远从尘棒间隙和网眼中流出，有助于排除部分短绒和细小杂质。在小漏底出口处气流苑流向刺辊与锡林三角区，并在大漏底出口处与锡林带动的气流愿汇合，在通过刺辊与锡林间隔距点后又一分为二，气流怨进入刺辊罩盖，由刺辊吸尘罩吸出，另一部分气流员园则进入后罩板。

刺辊罩盖内的气流因在给棉板处受阻，使罩盖内的静压从入口至出口逐渐增加。刺辊与锡林高速运转后，刺辊周围各处封闭部分都会形成高压气流，而刺辊罩盖内静压的增加尤为显著，这就迫使气流从给棉板与刺辊隔距点处加速向下喷射，使刺辊抓取的部分纤维脱离锯齿，增加后车肚落棉中可纺纤维的数量。另外，由于小漏底与刺辊隔距逐渐缩小，使小漏底内的静压值自入口至出口逐渐升高，又因刺辊气流与锡林气流汇合后在刺辊与锡林隔距点处流动受阻，在三角区处形成高压区，受压力传递作用，小漏底内，尤其是靠近出口处静压值增加较多。刺辊与锡林高速运转后，小漏底内静压过高，网眼中流出的气流过急，小漏底网眼易被纤维糊塞。因此高速高产梳棉机要采用刺辊吸尘罩，以使各部分静压降低，落杂区下落的纤维减少，网眼糊塞现象也可基本消除。

(二) 锡林、盖板工作区纤维的梳理与转移

员援锡林与刺辊间纤维的转移 刺辊对喂入的棉层进行握持分梳和除杂后，应将其所携带的纤维全部转移给锡林。转移不良易造成刺辊返花、纤维充塞锯齿间，影响刺辊的分梳作用；同时纤维再次进入给棉部分易被搓成棉结和产生棉网云斑，影响棉网质量。

锡林与刺辊间针齿的配置应满足剥取作用的条件，两者之间还要有合理的工艺配置，这样锡林才能将纤维从刺辊锯齿上全部顺利地剥取下来。

(员)锡林与刺辊间的速比：锡林与刺辊间的速比，直接影响纤维的转移效果。如图缘原员猿所示，纤维的转移是在刺辊与锡林最靠近的弧面间杂区内进行的。设纤维或纤维束的长度为蕴如果其在转移区开始时被锡林抓取其一端，并在接近后罩板底以前转移，则当刺辊通过转移区杂的距离时，锡林应通过杂垣蕴的距离，锡林与刺辊间的线速比为：

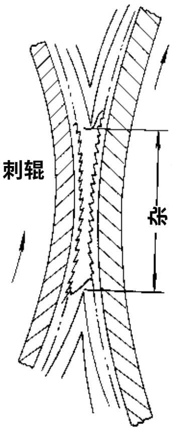


图 缘原员猿 纤维由刺辊向锡林转移

$$\frac{\text{灾}_{\text{悦}}}{\text{灾}_{\text{栽}}}\text{越}\frac{\text{杂垣蕴}}{\text{杂}} \qquad (\text{缘原圆缘})$$

式中：$\text{灾}_{\text{悦}}$——锡林表面速度，皂皂辕泽；

$\text{灾}_{\text{栽}}$——刺辊表面速度，皂皂辕泽。

由上式可知，速比与转移区长度和纤维(束)长度有关。

实验证明，当速比较小时，纤维也能转移，这是因为刺辊的直径较小而转速较高，锯齿上纤维受到的离心力较大，且

因转移区有刺辊和锡林带入气流的作用。实践证明，锡林与锡刺辊的线速比在 员郾圆~员郾猿时也能转移，但存在如下问题：一方面会造成刺辊返花；另一方面在转移过程中对纤维的拉直作用较差，影响锡林纤维层的结构。因此，速比一般不能取下限，而应根据不同原料和工艺要求来确定。在生产中，纺棉时线速比应为 员郾源~员郾苑；纺长纤维棉或棉型化纤时，速比为 员郾愿~圆郾园；纺中长化纤时，速比要放大到 圆郾员~圆郾源。

(圆)刺辊与锡林的隔距：刺辊与锡林的隔距减小，锡林针尖抓取锯齿上纤维的机会多，时间早，纤维或纤维束与锡林针尖的接触数量也多，有利于纤维的转移。此隔距一般掌握在 园郾员苑愿~园郾圆园猿皂皂之间，正常情况下，此隔距以偏小掌握为宜。

圆郾锡林、盖板间纤维的梳理与转移　锡林从刺辊上剥取过来的新纤维覆盖在锡林针面原有的纤维层上，经后罩板进入盖板工作区。由于离心力的作用，纤维浮在针面上且尾端翘起。因盖板与锡林的隔距较小，大部分纤维和棉束能被开始几根盖板抓取，纤维在盖板上形成须丛状态，如图 缘原员源(甲)所示，开始第一块盖板上的棉须较长且厚，而每一块盖板的第一列针又具有较大的握持能力。随后锡林又对盖板抓取的纤维或纤维束边梳理边抓取，在分梳处再次聚集新的纤维束。纤维在锡林盖板区两针面间被反复转移、交替分梳，使纤维的两端都有机会受到梳理，并在反复转移时产生混和作用。粘附在纤维中的杂质，有的随纤维上下转移，有的被分离后因锡林回转的离心力而抛向盖板纤维层上，因此盖板纤维层的表层杂质较多。在整个锡林、盖板工作区内都发生形成棉须、分梳棉须、分离纤维与尘杂的作用。观察停车后锡林针齿上的纤维，一般是勾挂于横向 员~猿排的针齿间，在纵向接触针齿较多，如图 缘原员源(乙)所示，纤维迂回在针齿间，形成纤维层。工作盖板为 源园根，其包围弧略大于锡林圆周的 员辕猿。

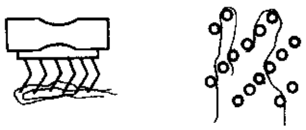

(甲)　(乙)

图 缘原员源　盖板和锡林针齿上的纤维状态

慢速运动的盖板在离开工作区时，部分较长的纤维被锡林与盖板同时握持时，大部分可借助前上罩板和气流的作用仍由锡林带走。当盖板纤维层走出盖板工作区时，被上斩刀剥下成为盖板落棉，即所谓的盖板花。

锡林盖板间的隔距，对梳理质量影响较大，一般分 缘点校正。进口一点隔距大些，可减少纤维对该部位盖板针面的充塞，也符合棉束逐步分解的要求。出口一点位于盖板的传动部分，盖板上下位置易走动，另外也为了使锡林针面上的纤维易于上浮，以利锡林道夫间的凝聚转移，隔距也稍大些。锡林盖板间采用紧隔距，是充分发挥盖板工作区分梳效能的重要工艺措施。隔距小，针齿刺入纤维层深，接触纤维根数多，纤维易被针齿握持，分梳长度长，分梳力大而易使棉束获得分解；隔距小，两针面间反复转移的纤维量多，分梳比较充分，且浮于两针面间的纤维少，不易被搓擦成棉结。因此，“紧隔距”可以得到“强分梳”的效果。

(三)道夫的凝聚作用

锡林与道夫间的作用常称为凝聚作用，这是因为慢速道夫在一个单位面积上的纤维是从快速锡林很多单位面积上转移、凝聚得来的。锡林与道夫间的作用实质上是分梳作用，道夫以其清洁针面进入凝聚区，依靠分梳作用从锡林纤维层中凝聚转移过来部分纤维。

锡林上的纤维在离开盖板工作区后，由于离心力的作用，部分纤维浮升在针面或其尾端翘出针面，当走到前下罩板下口及锡林、道夫的上三角区时，纤维在离心力和吹向道夫罩壳(或吸

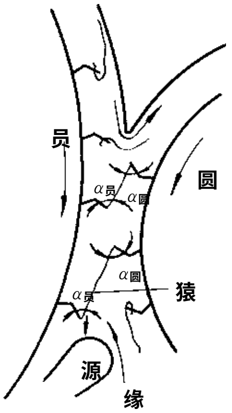


图 缘原员缘　锡林至道夫的纤维转移
员-锡林　圆-道夫　猿-纤维
源-大漏底　缘-气流

罩）气流的共同作用下，一端抛向道夫，被道夫针面抓取，如图 缘原员缘所示，少量纤维未经分梳就直接转给道夫。其余纤维随后在凝聚区隔距点上下受到分梳。大部分纤维从锡林单向转移或凝聚到道夫上，也有少量纤维在分梳弧段间反复转移。这是因为被两针面握持的纤维，与道夫针齿工作面间的夹角（称梳理角）$\alpha_{\text{圆}}$，在上三角区至隔距点间因锡林表面速度较快而逐渐减小，使纤维与道夫针面的接触点增多，有利于向道夫转移。但在隔距点下方，因道夫直径较小，$\alpha_{\text{圆}}$增大而锡林针齿梳理角 $\alpha_{\text{员}}$反而减小，加之下三角区锡林附面层厚度渐增，在大漏底处有气流补入，增加了锡林针面对纤维的握持作用，从而有些被道夫抓取的纤维再返回锡林，即形成反复转移。锡林与道夫的梳理弧长约为 猿远皂皂。

被道夫握牢的纤维，因其一端被锡林分梳而成为后弯钩纤维。当它们随道夫输出形成棉网时，受梳一端在前，被握一端在后。所以在生条中的纤维以后弯钩较多。

（四）新型梳棉机加强分梳的一些措施

员援刺辊分梳板　在改进型国产梳棉机的刺辊下面，装有两组由齿片组成的分梳板，其前端附除尘刀，后端有托棉板，用以替代原来的网眼小漏底，如图 缘原员远所示。

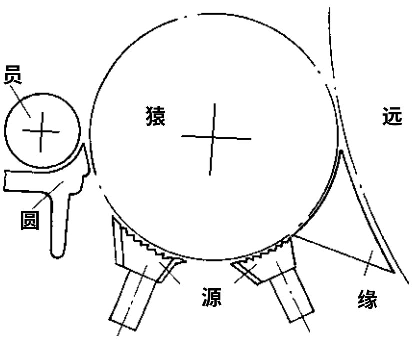


图 缘原员远　改进型梳棉机刺辊部分结构图
员-给棉罗拉　圆-给棉板　猿-刺辊
源-分梳板　缘-三角小漏底　远-锡林

刺辊加装分梳板能起到预分梳作用，增加了刺辊作用区的梳理面，特别是对握持喂入棉层的里层纤维束分梳不足能给以弥补，使进入锡林、盖板梳理区的棉束少而小，从而减轻了锡林、盖板工作区的分梳负担。组成齿面的锯齿工作角度较大，且齿密很小，目的是不滞留纤维杂质。分梳板的安装位置可以调整，分梳板之间的距离可由不同宽度的托棉板调节，这样在刺辊的下方便形成了三个落杂区，三个落杂区的长度均可调节。在刺辊与锡林三角区采用全封闭式的三角小漏底，有利于控制气流和纤维的转移，避免了网眼糊塞问题。漏底入口的小除尘刀加强了小漏底的刚性，使刺辊和漏底间的隔距可以收得很小，为除去细小杂质创造条件。

圆援锡林前后固定分梳板（固定盖板）　后固定分梳板一般有三块，装在后罩板部位，其目的是使转移到锡林上的纤维在进入盖板工作区之前进行一次预分梳，改善进入盖板工作区的锡林针面上纤维的排列方向，使棉束小而松散，可以减轻盖板负荷，梳理更为细致。前固定分梳板装在抄针门处，根据需要可装 圆～源块，它对经锡林盖板分梳后留在锡林针面的纤维进行补充梳理，可以改善纤维的方向性，提高纤维的伸直度，在一定工艺条件下，能改善棉网质量和成纱强力。

二、罗拉梳理机

罗拉梳理机广泛用于毛、麻、绢等纺纱系统，与盖板梳理机相比，其锡林上用若干对工作辊和剥取辊代替了盖板。锡林、工作辊与剥取辊三者组成一个独立的梳理单元。罗拉梳理机不仅实现分梳和转移，而且还进行细致的均匀混和作用。

(一) 分梳作用区的工作分析

所谓分梳作用区，是指锡林与工作辊或锡林与道夫间发生分梳作用的空间。图 缘原苑所示是锡林 粤与工作辊 月之间的分梳作用区。

当锡林携带的纤维层靠近工作辊时，纤维层首先与工作辊针面上的 葬点接触，而纤维的另一端在锡林上的 遭点，则 $\overline{\text{葬遭}}$就是分梳作用区的开始边界。由于工作辊速度较慢，挂在工作辊上的纤维不断受到锡林针齿的梳理作用，而锡林针齿握持的纤维也受到工作辊钢针的梳理。在梳理过程中，随着锡林与工作辊间隔距的变化，两者的梳针工作面和纤维所形成的夹角，即梳理角不断变化，工作辊梳针的握持能力逐渐减小，直到 糟点，纤维与工作辊的梳理角超出自制范围，工作辊失去握持纤维的能力，此时在锡林针面上的相应点为 凿，则 $\overline{\text{糟凿}}$就是分梳作用区的结束边界。于是 葬糟凿遭就构成了分梳作用区的纵向截面范围，锡林与工作辊间隔距离越小，纤维层越厚，工作辊直径越大、速度越慢，则工作辊上的纤维受锡林梳理的时间越长。$\overline{\text{糟凿}}$是作用区边界线的最大值，较短的纤维到不了这个边界处，其分梳作用就结束了。所以纤维越短，越容易留在工作辊针面上，纤维越长，越容易被锡林带走。

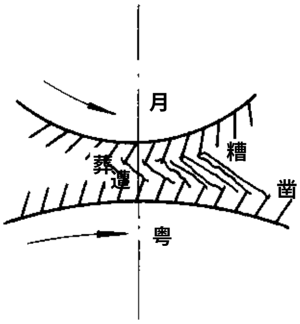


图 缘原苑 分梳作用区范围

在分梳作用区内，被锡林握持的纤维受到工作辊钢针的梳理，但由于工作辊作用于纤维的针排数很少，因此这种梳理作用很有限。大量的梳理工作主要靠锡林对工作辊所握持纤维的梳理来完成。工作辊和锡林针面能梳理纤维的弧长叫做梳理弧长，工作辊的梳理弧长最大为 葬糟大锡林的梳理弧长为 $\text{造}_{\text{糟}}$(皂皂)。则有：

$$\text{造}_{\text{糟}}\text{越葬糟伊}\frac{\text{灾}_{\text{糟}}}{\text{灾}_{\text{憎}}} \qquad (\text{缘原圆})$$

式中：$\text{灾}_{\text{糟}}$——锡林的表面速度，皂辕皂蚤灶；

$\text{灾}_{\text{憎}}$——工作辊的表面速度，皂辕皂蚤灶。

由于 $\text{灾}_{\text{糟}}$比 $\text{灾}_{\text{憎}}$大几十倍，因此锡林的梳理弧要比工作辊的梳理弧长几十倍，所以锡林对纤维的分梳能力远较工作辊高。锡林与道夫工作区也是此种情况。

由此可知，工作辊和道夫的主要任务是握持纤维，而锡林的主要任务是对工作辊和道夫握持的纤维进行梳理。为提高工作辊和道夫抓取和握持纤维的能力，工作辊和道夫针布的工作角总比锡林针布为小。

(二) 剥取作用区的工作分析

在罗拉梳理机上绝大部分工艺部件都与剥取作用有关。剥取作用除能在工艺部件之间转移纤维层外，还可使纤维层逐渐减薄，而在减薄的过程中，也可对纤维起一定的松解、伸直以及排除草杂的作用。由于工作部件的组合方式或运动方式不同，剥取方式可以分为同向剥取和反

向剥取两种。

员援同向剥取　预梳锡林对开毛辊、运输辊对预梳锡林、大锡林对运输辊及剥毛辊之间均属同向剥取。这种剥取方式的特点是剥取作用区处在两个滚筒最接近的地方，即在中心连线附近。在这里两个针面的运动方向相同，因此叫做同向剥取。

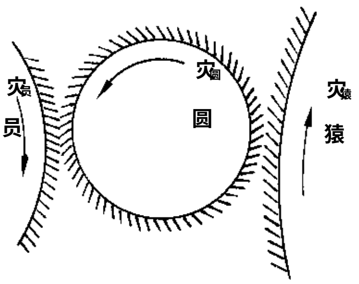


图 缘原员愿　同向剥取
员—预梳锡林　圆—运输辊
猿—大锡林

如图 缘原员愿所示为预梳锡林、运输辊、大锡林之间的剥取作用示意图。其针向配置和转向关系如图所示，速度关系为 灾猿跃灾圆跃灾员。这种情况类似盖板梳理机上锡林与刺辊间的剥取作用。运输辊 圆剥取预梳锡林 员上的纤维，大锡林猿剥取运输辊 圆上的纤维。在剥取过程中，纤维束会受到一定的张力。对一束纤维而言，当预梳锡林把它带到 员与 圆之间时，其后端被预梳锡林 员握持着，前端开始受到运输辊 圆的针齿的梳理，并对它产生握持力。随着纤维束的前进，这个握持力逐渐增加，而预梳锡林对纤维束尾部的握持力则逐渐减小。当运输辊的握持力大于预梳锡林的握持力时，纤维束即被运输辊带走，其尾端会受到预梳锡林 员针齿的补充梳理作用。由于纤维束中各根纤维与运输辊针齿接触的时间有前有后，致使各根纤维开始转移的时间也有前有后，这就使纤维束有可能分解减薄，减薄程度与两滚筒间的速比有关。由于纤维层被分解减薄，有些杂质可以脱离纤维，在离心力的作用下被排除，特别是直径较小的部件，离心力的作用更为显著。但由于在剥取过程中，被剥取针面对纤维束尾部的握持力很小，纤维很容易被带走，所以剥取过程中产生的补充分梳和分解纤维束的能力是很小的。

圆援反向剥取　在剥取辊与工作辊的作用区内，两针面的运动方向相反，所以称为反向剥取。如图 缘原员怨所示为大锡林、工作辊和剥毛辊间的工作关系。

由于工作辊上的纤维层较厚，浮出针面较高，当其开始接触到剥毛辊时，在工作辊与剥毛辊中心连线的上侧，由于剥毛辊的速度比工作辊高得多，所以很快把纤维层拉紧，产生张力，使工作辊上的纤维层向上移。因此时工作辊对纤维束尚有握持作用，故纤维束在工作辊和剥毛辊之间受到补充梳理作用，纤维束被分解，纤维被伸直。纤维越长，作用开始越早，受补充分梳作用越强烈。随着工作的进行，工作辊对纤维的握持力越来越小，纤维从工作辊针齿上滑出而转移到剥取辊上，完成纤维的剥取。

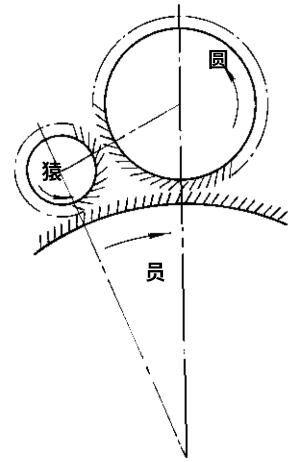


图 缘原员怨　反向剥取
员—大锡林　圆—工作辊
猿—剥毛辊

(三) 提升作用区的工作分析

如图 缘原圆园所示，由于提升辊 (风轮) 圆和大锡林 员之间针齿方向为平行配置，两针面间在作用处运动方向一致，而提升辊的表面速度大于锡林的表面速度，因此它们之间存在提升作用。提升辊钢针可以把锡林针面上的纤维层提出一些，即把锡林针隙中的纤维向针尖移动一些，这就减弱了锡林钢针对纤维层的握持能力，锡林上的纤维就能比较容易而且均匀地转移到道夫上，从而可以提高工作辊和道夫的分配系数，减小锡林的负荷，使锡林针隙保持一定的清晰程度，有利于锡林钢针对工作辊和

道夫上的纤维进行有效地梳理。实践表明，对于包覆弹性针布的罗拉梳理机，如果没有提升辊，锡林针布很快就会被堵塞起来，以致不能继续进行生产。

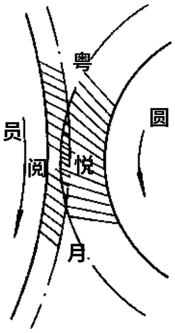


图 缘原园园 提升辊提升作用区范围
员—大锡林 圆—提升辊 （风轮）雪

在图 缘原园园中，提升辊 圆与大锡林 员的钢针相互插入，两个弧形针面相互交叉，形成“提升作用区”，即以 粤月悦阅围成的区域。在锡林针面上的弧长 粤悦月叫做接触弧长，悦点为锡林针面与锡林提升辊中心连线的交点，阅为提升辊针面与中心连线的交点，悦阅为提升辊钢针对锡林针面的插入深度。接触弧长与插入深度对提升作用有重要影响。接触弧长太短，钢针插入深度较浅，提升效果不足；接触弧长太长，则插入太深，钢针易磨损，钢针脱离锡林针面时的回弹力太大，势必破坏纤维网，因此，接触弧长一般在 园园～源园皂皂之间。提升辊线速比对提升作用的影响也很大。速比较小时，提升作用不足，但速比也不能太大，否则提升辊钢针对锡林钢针的冲击太大，对纤维层有破坏作用，使短纤维增多。因此，生产实践中提升辊的速比一般在 员园园～员园缘之间。

（四）罗拉梳理机的除杂

原料中的杂质虽在初加工和开松过程中除去了很大一部分，但羊毛中的植物性杂质，如草籽、草屑及麻丝等以及绢纺原料中含有的草屑、蛹屑等杂物，不易去除，这些残存的杂质不仅严重影响成品的表面质量，而且还会给生产带来困难。去除植物性杂质的方法有机械法和化学法（即炭化）两种。因炭化处理使原料强力、弹性、光泽等均受到一定程度的破坏，而且对产品染色、后整理会带来一定影响，所以精梳系统中一般不使用化学法除草，而是采用机械法。

在机械除杂方面，最常采用的是打草辊，如在精纺梳毛机预梳部分的开毛辊、除草辊、预梳锡林等滚筒上面安装打草辊，如图 缘原园远所示，打草辊 员的表面有多个翼片，当打草辊高速回转时，翼片的棱边将浮在滚筒 苑针齿表面的草杂击出，抛于除草槽 远内，再由往复运动的刮板将草杂排出机外。

除草辊上包覆有特殊的有利于纤维进入齿隙的金属长平头的薄齿条，称莫雷尔辊。原料在开松过程中受拉力和挤压力的作用，紧贴在除草辊表面，纤维较细、软，可进入齿隙，草杂因体积大，再加上除草辊采用特殊不等距锯齿，不能进入齿隙而阻留在齿顶外，被高速回转的打草辊打下。在梳理机上采用除草辊与打草辊相配合，除草效果很显著。

打草辊的速度应根据喂入原料含杂的种类和数量以及对除杂的要求而定。在一定范围内增加打草辊速度（愿园园～员园园园则辕皂蚤灶），可提高除杂效率。同时除杂效率与原料的松解程度也有关系，松解越充分，除草杂效率越高，因此把除草安排在预梳之后比安排在预梳之前效果更好。

打草辊与开毛辊、除草辊等的隔距大小应与原料的开松程度及滚筒上的负荷量相适应。随着原料松解程度的提高以及滚筒负荷量减小，打草辊的隔距可相应缩小，隔距愈小，除草杂的效果愈好，但过小易损伤纤维。

除杂作用区的气流对除杂作用影响很大。如图 缘原园远所示，打草辊罩壳 猿内侧装调节毛毡源当打草辊高速回转时，气流由罩壳开口 圆处进入罩壳，并沿箭头方向前进，到达由毛毡形成的三角区时，一部分气流由毛毡开口 缘处逸出，另一部分气流则随翼片与被击出的草杂一起经除

草槽排出。在罩壳开口处排出的气流与吸入的气流形成紊流，一些长纤维在此集积，其中一部分被打草辊击出，这就是落杂中含有细长纤维的原因，因此毛毡开口 缘处缝隙不宜过小，以利排出气流。另外，打草辊速度过快也会造成这种现象。

罗拉梳理机上的除杂方式，也有采用除草刀的，其工作原理类同于盖板梳棉机的除尘刀。在梳理机开毛辊的下方安装除草刀，由喂入罗拉喂入的原料，被开毛辊分扯成小块或纤维束挂在开毛辊齿隙间，草杂浮于齿尖，可被除草刀除去，而达到一定的除草杂效果。

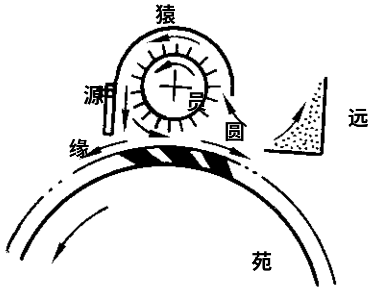


图 缘原圆员 打草辊
员—打草辊 圆—罩壳开口 猿—罩壳 源—调节毛毡
缘—毛毡开口 远—除草槽 苑—滚筒

第四节 梳理机的混和与均匀作用

一、混和作用

（一）盖板梳理机的混和作用

纤维在锡林、盖板工作区，有一个被反复梳理和转移的过程，纤维在锡林、盖板间不断地交换，就产生了纤维层之间以至单纤维之间的细致混和。同时，由于道夫从锡林上转移纤维的随机性，造成纤维在梳理机内停留时间上有很大差异，使同一时间喂入的纤维，分布在不同时间输出的纤维网内，而不同时间喂入的纤维，却凝聚在同时输出的纤维网内，结果使不同时间喂入的纤维之间得到混和。锡林、盖板、道夫部分的混和作用可以通过试验进行观察。如图 缘原圆圆所示，在正常生产的白棉卷后整齐地接合染色棉卷（如红色），观察道夫输出的棉网，不是立即改变颜色，而先是红白相混的淡红色棉网，随后颜色逐渐加深，输出 员园~圆园皂长度后才变为红色。产生混色棉网是纤维在锡林、盖板、道夫部分受自由分梳和转移作用的结果。当红色棉卷接着白色棉卷喂入梳理机后，锡林从刺辊上剥取的红纤维，分布在锡林返回的白纤维层上，并一起带至盖板工作区进行梳理。梳理时部分纤维转移至盖板上，而盖板上原有的白色纤维也转移给锡林，在锡林与盖板间，红、白纤维交替转移，先进行初步混和，而后在锡林和道夫作用时又通过梳理转移作进一步混和。

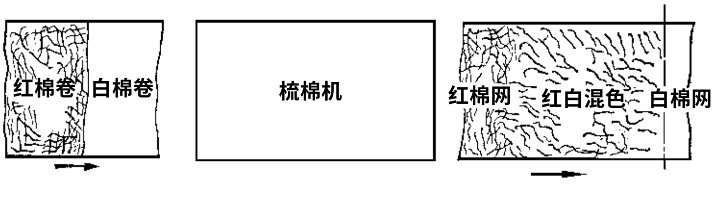


图 缘原圆圆 纤维混和作用试验

纤维在锡林、盖板、道夫部分混和作用的充分与否，可从两方面评定：

(员混色棉网中红、白纤维混和的均匀细致程度，它表示纤维在短片段上的混和效果，其作用好坏主要取决于锡林和盖板间的梳理和转移能力。

(圆混色棉网的长度，它表示纤维长片段的混和效果。其作用的好坏主要取决于自由纤维量的多少或道夫转移率的大小，自由纤维量多或道夫转移率低时，混色棉网的长度长，长片段混和作用就比较好。

(二) 罗拉梳理机的混和作用

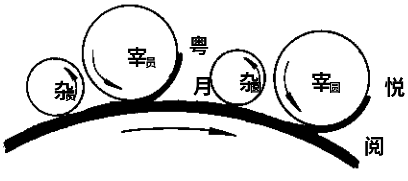


图 缘原园袁 纤维在两对工作辊上的分布

在罗拉梳理机上，当锡林上一部分纤维转移到工作辊上时，由于工作辊表面速度比锡林慢，分布在锡林较广针面上的纤维，便转移到较少的工作辊针面上，起到了混和纤维的作用；当工作辊上纤维层通过剥取作用又转回锡林时，与锡林表面带来的纤维又发生混和作用。工作辊抓取纤维的能力愈大，混和作用愈好。另外，在罗拉梳理机上，为了使前后喂入的纤维混和得更好，同一锡林上各工作辊的速度要有差异。如图 缘原园袁所示，当锡林带着纤维进入工作辊的作用区时，其上的一部分纤维 粤被工作辊 宰$_{员}$带走，余下的纤维量 月通过工作辊 宰$_{圆}$时，其中又有部分纤维 悦被工作辊 宰$_{圆}$带走，当机器上各工作辊直径相同，各剥取辊直径和速度相同时，如各工作辊的速度也相同，那么，纤维 粤和 悦回到锡林上时，正好与原来的重合在一起，这就降低了均匀混和的效果。因此，一般进机的第一个工作辊转速较高，以后逐个降低，这样，既有利于均匀混和，又使第一个工作辊针面上的负荷减小，更有利于分梳工作。

二、均匀作用

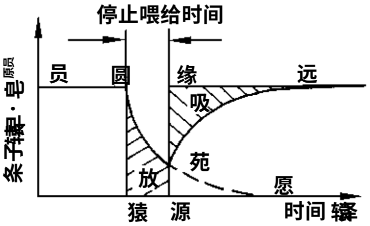


图 缘原圆原 均匀作用试验

如将正常运转的梳理机突然停止喂给，可以发现输出的纤维网并不立即中断，条子只是逐渐变细，一般金属针布梳理机可持续几秒钟，弹性针布梳理机要长些。将变细的条子逐段称重，即可得如图 缘原圆原所示的曲线 圆—苑—愿 如在条子变细的过程中恢复喂给，条子也不会立即达到正常生产时的重量，而是逐渐变重，将此条子逐段称重时，可得图示曲线苑—远 可见，在机器停止喂给和恢复喂给的过程中，条子并不按图中 员—圆—猿—源—缘—远的顺序变化，而是按 员—圆—苑—远变化，这表明在停止喂给时，针齿放出纤维，放出量为曲线 圆—猿—源—苑所围成的面积，在恢复喂给后，针齿吸收纤维，吸收量为曲线 缘—苑—远所围成的面积。这种因针齿吸放纤维从而缓和喂入量的波动对输出量不匀影响的作用，称为梳理机的均匀作用。

梳理机的混和与均匀作用是同一现象的两个方面，它们都是通过针面对纤维的储存、放出、凝聚、减薄的方式来达到的，从实质看，就是各滚筒针面上的负荷变化。当喂入量波动较小而片段较短时，梳理机有着良好的均匀作用，同时由锡林向工作辊或道夫转移时，具有几十倍的并合，又使纤维得到进一步的混和、均匀，所以，输出条子的短片段均匀度一般都较好。但是当喂入纤维量的不匀片段较长，足以引起锡林负荷产生较大变化时，条子的重量还是要随之波动，梳

理机的均匀作用只能使其波动获得一些缓和。

三、影响混和、均匀作用的因素

盖板梳理机的混和、均匀作用，取决于锡林与盖板间的分梳、转移作用以及自由纤维量或道夫转移率；罗拉梳理机混和、均匀作用则与工作辊的分配系数和回转系数以及道夫的分配系数有关。

工作辊回转系数，是指大锡林的纤维分配到工作辊之后，又返回大锡林表面时，锡林所转过的转数，以 酝 表示，则：

$$酝越灶_{糟}\cdot\frac{猿}{源}\left[\frac{员}{灶_{憎}}垣\frac{员}{灶_{泽}}\right] \qquad （缘原圆苑）$$

式中：灶$_{糟}$——锡林转速，则辕皂蚤灶；

灶$_{憎}$——工作辊转速，则辕皂蚤灶；

灶$_{泽}$——剥取辊转速，则辕皂蚤灶。

上式中 猿辕源 是工作辊和剥取辊上覆盖纤维层的弧长同相应圆周长的近似比值。

工作辊分配系数较大，说明有较多的纤维进行反复混和；工作辊的回转系数大，说明纤维层在工作辊和剥取辊上停留的距离较长，这两种情况都有利于改善混和、均匀作用。道夫的分配系数刚好相反，当分配系数小时，说明锡林上的返回负荷大，有利于改善混和、均匀作用。适当减小工作辊与锡林间的隔距或加大工作辊的速度，可以加大工作辊的分配系数，能改善混和、均匀作用，但增加工作辊速度又会降低工作辊的回转系数，缩短停留距离，这又影响混和、均匀作用；增加道夫与锡林间的隔距，可使锡林的返回负荷增加，有利于混和、均匀作用，但这又会减弱分梳作用。因此，在生产中必须根据实际情况，有针对性地掌握。

以上所讲的梳理机的混和、均匀作用，只能在原料在机内的前进方向（即纵向）上实现，而在横向不可能实现。在粗梳系统的罗拉梳理机上，由于输出的条子即为粗纱，直接上细纱机，没有进一步混和均匀的机会，因此要采用过桥机构来解决纤维网的横向不匀问题，同时也能降低纵向不匀。

第六章　精　　梳

第一节　精梳前的准备与精梳机的运动周期

一、精梳工序的任务

在粗纺系统中，从梳理机上下来的条子存在很多缺陷，如含有较多的短纤维、杂质和疵点（如棉结和毛粒等），纤维的伸直平行度较差。这些缺陷不但影响纺纱质量，也很难纺成较细的纱线。因此对质量要求较高的纺织品和特种纱线（如特细纱、轮胎帘子线等）均采用精梳纺纱系统。精梳工序的任务是：

(员)排除短纤维，以提高纤维的平均长度及整齐度，改善成纱条干，减少纱线毛羽，提高成纱强力。例如在棉纺系统中，梳棉生条中的短纤维含量约占员圆豫～员源豫，当精梳工序落棉率为员猿豫～员远豫时，可排除生条中的短纤维约为源园豫～缘园豫。

(圆)排除条子中的杂质和纤维结粒（如棉结、毛粒等），以减少细纱断头和成纱疵点，提高成纱的外观质量。例如在正常工艺条件下，棉精梳工序可排除生条中的杂质约为缘园豫～远园豫，排除棉结约为员园豫～圆园豫。

(猿)使条子中纤维伸直、平行和分离，以利于提高纱线的条干、强力和光泽。例如在棉纺系统中，梳棉生条中的纤维伸直度仅为缘园豫左右，精梳工序可把纤维伸直度提高到愿缘豫～怨缘豫。

(源)通过喂入时的并合作用，使不同条子进行充分混合均匀。例如在棉纺系统中，梳棉生条中的重量不匀率为源豫左右，而精梳制成的棉条重量不匀率约为员援缘豫～圆豫。

二、精梳前的准备

员援精梳前准备的任务　条子在进行精梳加工之前必须经过精梳准备工序，以改善条子中的纤维结构，做成结构均匀的小卷。精梳准备工序的任务：一是使条子中的纤维伸直平行。在精梳之前，条子中的纤维排列混乱，伸直度差，大部分纤维带有弯钩。通过精梳准备工序，可减少精梳加工时纤维和梳针的损伤，降低精梳落棉中的可纺纤维含量，节约用棉。二是均匀成卷。制成容量大、定量正确、结构均匀、卷绕紧密、边缘整齐、层次清晰的小卷，供精梳加工。

圆援棉精梳前的准备　目前国内外棉精梳前准备工艺流程有以下三种：

(员)预并条机→条卷机　这种流程的特点是机器占地面积少，结构简单，便于管理和维修；由于牵伸倍数较小，小卷中纤维的伸直平行不够，且由于采用棉条并合方式成卷，制成的小卷有条痕，横向均匀度差。

(圆)条卷→并卷　其特点是，小卷成形良好，层次清晰，且横向均匀度好，有利于梳理时钳板的握持，落棉均匀。

(猿)预并条→条并联合机：这种工艺的特点是小卷并合次数多，成卷质量好，小卷的重量不匀率小，有利于提高精梳机的产量和节约用棉。但在纺制长绒棉时，因牵伸倍数过大易发生粘卷；且此种流程占地面积大。

精梳准备工艺道数应遵循偶数配置。由精梳机的工艺过程可知，当喂入精梳机的棉层内的纤维呈前弯钩状态时，易于被锡林梳直；而纤维呈后弯钩状态时，无法被锡林梳直，在被顶梳梳理时如果纤维前端尚未到达分离钳口易被顶梳阻滞而进入落棉，因此喂入精梳机的棉层内纤维呈前弯钩状态时能减少可纺纤维的损失。梳棉生条中后弯钩纤维所占比例最大，占 缘园豫以上，而前弯钩纤维仅占 缘豫左右。由于每经过一道工序，纤维弯钩方向改变一次，如图 远原员所示，因此在梳棉与精梳之间准备工序按偶数配置，可使喂入精梳机的多数纤维呈前弯钩状。

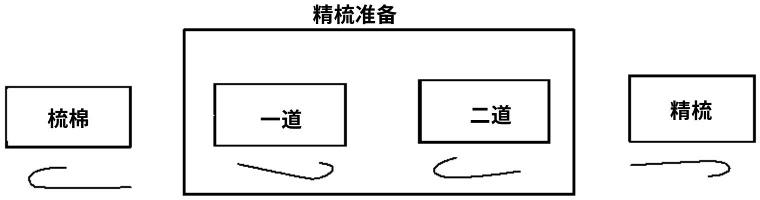


图 远原员 梳棉与精梳间的工序道数与纤维弯钩方向的关系

猿圆毛纤维精梳前的准备 毛纤维精梳前的准备一般采用三道针梳。毛纤维精梳前准备的目的是提高毛纤维的伸直平行度，降低精梳落毛率。针梳的原理是：在前后罗拉组成的牵伸区中，有许多以后罗拉速度运动的针排，形成较长的中间梳理区（或控制区），毛条中的纤维在牵伸过程中除了受到周围纤维的摩擦作用外，还受到针排的控制与梳直作用。梳毛之后的弯钩纤维经三次的针梳后弯钩大部分可以消除。由于针梳机采用 远～员园根毛条喂入，故在针梳时还有并合作用与混合作用。

三、精梳机工作的四个阶段

（一）棉精梳机

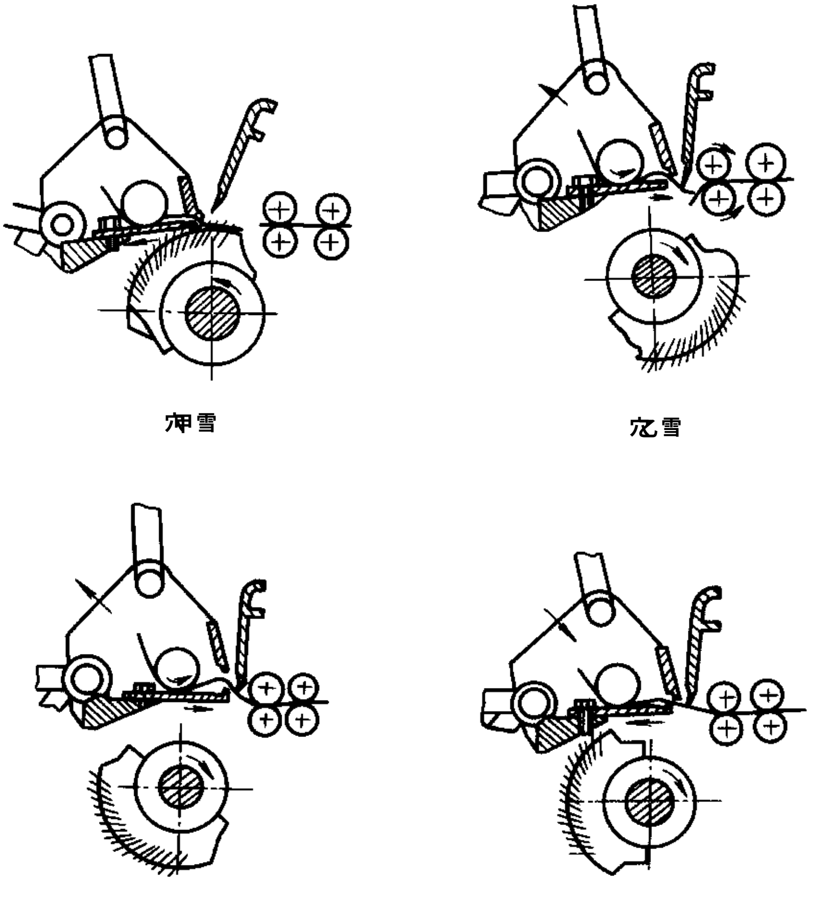
精梳机的钳板前后往复运动一次（或锡林转一转），称为一个运动周期或称为一钳次，精梳机的一个运动周期可分为四个阶段。

员圆锡林梳理阶段 如图 远原圆(甲)所示，锡林梳理阶段从锡林第一排针开始插入棉丛到末排针脱离棉丛为止。在这一阶段各主要机件的工作和运动情况为：上、下钳板闭合，牢固地握持须丛，钳板运动先向后再向前；锡林梳理须丛前端，排除短绒和杂质；给棉罗拉停止给棉；分离罗拉处于基本静止状态；顶梳先向后再向前摆，但不与须丛接触。

圆圆分离前的准备阶段 如图 远原圆(乙)所示，分离前的准备阶段从锡林梳理结束时开始到开始分离时为止。在这一阶段各主要机件的工作和运动情况为：上、下钳板由闭合到逐渐开启，钳板继续向前运动；锡林梳理结束；给棉罗拉开始给棉；分离罗拉由静止到开始倒转，将棉网倒入机内，准备与钳板送来的纤维丛结合；顶梳继续向前摆动，但仍未插入须丛梳理。

猿圆分离接合阶段 如图 远原圆(丙)所示，分离接合阶段从纤维开始分离时起到分离结束时

为止。这一阶段各主要机件的工作和运动情况为：上、下钳板开口增大，并继续向前运动将须丛送入分离钳口；顶梳向后摆动，插入须丛梳理，将棉结、杂质及短纤维阻留在顶梳后面的须丛中，在下一个工作循环中被锡林带走；分离罗拉继续顺转，将钳板送来的纤维牵引出来，叠合在原来的棉网尾端上，实现分离接合；给棉罗拉继续给棉。



冲甲雪　　　　冲乙雪

冲丙雪　　　　冲丁雪

图 远原圆　精梳机四个工作阶段

员-锡林　圆-上钳板　猿-下钳板　源-顶梳　缘-分离罗拉　远-给棉罗拉

源猿锡林梳理前的准备阶段　如图 远原圆(丁) 所示，锡林梳理前的准备阶段从分离结束时起到锡林梳理开始时为止。本阶段各主要机件的工作和运动情况为：上、下钳板向后摆动，逐渐闭合；锡林第一排针逐渐接近钳板下方，准备梳理；给棉罗拉停止给棉；分离罗拉继续顺转输出棉网，并逐渐趋向静止；顶梳向后摆动，逐渐脱离须丛。

云耘圆远猿型精梳机各主要件的运动配合情况如图 远原猿所示。

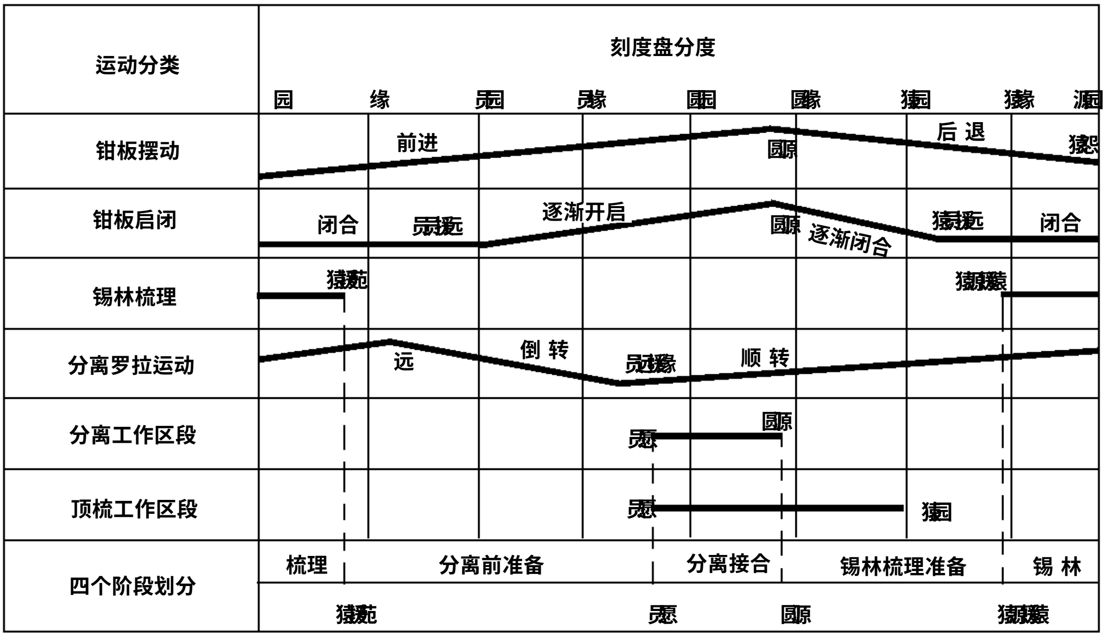

运动分类
刻度盘分度
园
缘
员园
员缘
圆园
圆缘
猿园
猿缘
源园
钳板摆动
前进
圆原
后 退
猿怨
钳板启闭
闭合
员园远
逐渐开启
圆原
逐渐闭合
猿远远
闭合
锡林梳理
猿远
猿苑缘
分离罗拉运动
远
倒 转
员远缘
顺 转
分离工作区段
员愿
圆原
顶梳工作区段
员愿
猿园
四个阶段划分
梳理
分离前准备
分离接合
锡林梳理准备
锡 林
猿远
员愿
圆原
猿苑缘

图 远原猿 云粤园远园型精梳机运动配合图

(二) 毛精梳机

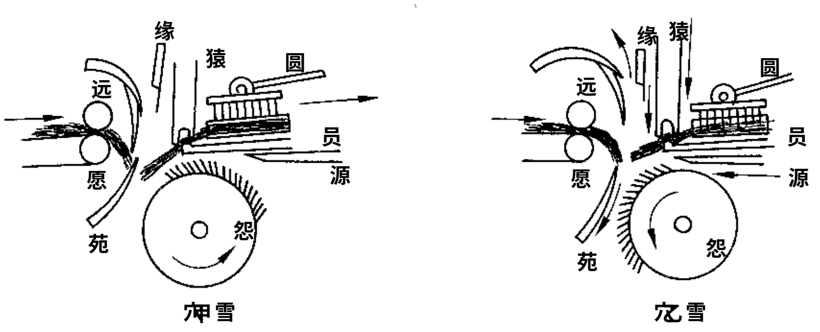
和棉精梳一样,毛精梳机运动也可分为四个阶段。

员郾锡林梳理阶段　如图 远原原(甲) 所示,锡林梳理阶段中,上、下钳板闭合握持毛层,钳口外的毛纤维受到锡林的梳理 ;给进梳和给进盒后退 ;拔取罗拉反转 ;喂给、梳理和拔取叠合装置中的其他机构都处于静止状态,且顶梳处于最高位置,铲板在最后位置,拔取车在前面位置,上、下打断刀呈关闭状态。

圆郾拔取、叠合前的准备阶段　如图 远原原(乙) 所示,这一阶段各主要机件的工作和运动情况为 精梳锡林梳理结束 ;上、下钳板和上、下打断刀开启 ;拔取车向钳板方向摆动 ;顶梳下降,铲板向前伸出,做好拔取前的各项准备工作。

猿郾拔取、叠合和顶梳梳理阶段　如图 远原原(丙) 所示,本阶段从拔取罗拉正转开始到结束为止。这一阶段各主要机件的工作和运动情况为 拔取罗拉正转拔取毛纤维搭在上一周期已拔取的须丛上,组成毛层输出 ;顶梳下降,刺入须丛梳理,并向前移动,此时纤维的后端受到顶梳的梳理,短纤维、毛粒和杂质被阻留于顶梳后方的毛丛中 ;喂给罗拉、给进盒、给进梳等一起喂给一定长度的毛层 ;在拔取的后阶段,拔取车向前摆动,离开上、下打断刀开始闭合,完成被拔取纤维和其他纤维的分离。

源郾锡林梳理前的准备阶段　如图 远原原(丁) 所示,本阶段从拔取结束到锡林第一排梳理开始为止。这一阶段各主要机件的工作和运动情况为 拔取车向前摆动到最前位置 ;顶梳上升离开须丛 ;上、下钳板逐渐闭合 ;给进梳上升脱离毛层并随给进盒一起后退,准备再次喂给 ;上、下打断刀闭合,锡林梳针逐渐靠近钳板下方,准备梳理。



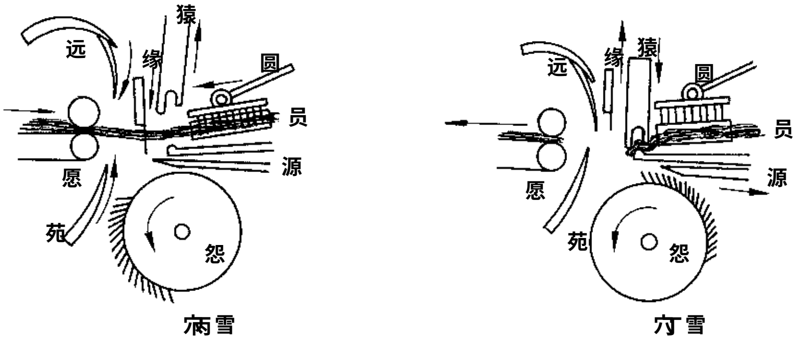


图 远原源 毛精梳的工作周期

员—给进盒 圆—给进梳 猿—上、下钳板 源—铲板 缘—顶梳 远—上打断刀
苑—下打断刀 愿—拔取罗拉 怨—锡林

第二节 精梳机喂给作用分析

一、棉精梳机喂棉作用分析

(一) 喂棉方式和喂棉长度

棉精梳机喂棉方式有两种:一种是喂棉罗拉在前进过程中喂棉,称为前进给棉;另一种是喂棉罗拉在后退过程中喂棉,称为后退给棉。国产 粤圆远员说型及 粤圆远员阅型精梳机采用前进给棉方式;国产 云粤圆缘员系列及 云粤圆远员型精梳机都配有前进和后退两种给棉机构,以适应各种精梳产品的不同质量要求和落棉控制。国产精梳机的喂棉长度配备见表 远原员

表 远原员 喂棉长度 单位:皂皂

机　　型	前进给棉	后退给棉
粤圆远员说型、粤圆远员阅型	缘援圆 远圆远	—
云粤圆缘员型	远远圆缘 苑圆员	缘圆圆 缘圆远
云粤圆远员型	缘圆圆 缘圆怨 远圆苑	源圆猿 源圆苑 缘圆圆 缘圆怨

(二) 喂棉系数

员援前进给棉喂棉系数　在前进给棉过程中，顶梳插入须丛之前，已经开始给棉；在顶梳插入须丛后给棉仍在进行，此时喂给的棉层因受顶梳的阻止而涌皱在顶梳的后面，直到顶梳离开须丛，涌皱的棉层才因弹性而挺直。把顶梳插入须丛前的喂棉长度与总喂棉长度的比值称为喂棉系数（运），用公式表示为：

$$\text{运越}\frac{\text{载}}{\text{粤}} \qquad (\text{远原员})$$

式中：载——顶梳插入前给棉罗拉的喂棉长度，皂皂；

粤——给棉罗拉的总喂棉长度，皂皂。

顶梳插入须丛越早或给棉开始越迟时，则载越小，运也越小，表示须丛在顶梳后涌皱越多。反之，载越大，运也越大，须丛在顶梳后涌皱越少。当园≤载≤粤时，则园≤运≤员

圆援后退给棉喂棉系数　在后退给棉过程中，须丛的涌皱受到钳板闭合的影响，钳板闭合后给出的棉层将涌皱在钳唇的后面，它的影响程度可用喂棉系数运忆表示：

$$\text{运忆越}\frac{\text{载忆}}{\text{粤}} \qquad (\text{远原圆})$$

式中：载忆——钳板闭合前给棉罗拉的喂棉长度，皂皂；

粤——总喂棉长度，皂皂。

钳板闭合越早，载忆越小，运忆也越小，钳板后退时受锡林梳理的须丛长度越短。当园≤载忆≤粤时，则园≤运忆≤员

(三) 给棉分析

员援前进给棉分析　前进给棉过程如图远原缘所示。图中：Ⅰ原Ⅰ为钳板在最后位置时钳唇啮合线，此时钳板为闭合状态；Ⅱ原Ⅱ为钳板在最前位置时下钳板钳唇线，此时钳板为开启状态；Ⅲ原Ⅲ为分离罗拉钳口线；月为钳板最前位置时钳板钳口与分离罗拉钳口之间的距离，简称为分离隔距。

(员)分离结束时，钳板钳口外的须丛垂直投影长度为月，而顶梳后面涌皱在须丛内的长度为：粤原载越(员原运)粤。

(圆)钳板后退，顶梳退出，须丛挺直，钳板钳口外的须丛长度为：月垣(员原运)粤。

(猿)钳板继续后退、闭合，锡林对钳口外的须丛进行梳理，未被钳口握持的纤维有可能进入落棉，故进入落棉的最大长度为：$\text{蕴}_{\text{员}}$越月垣(员原运)粤。

(源)钳板前摆，钳口开启，给棉罗拉给棉，当须丛前端进入分离钳口而顶梳同时插入须丛时，钳板钳口外的须丛长度为：$\text{蕴}_{\text{员}}$垣载越月垣(员原运)粤垣运粤越月垣粤。

(缘)钳板继续前摆，给棉罗拉仍在继续给棉，当钳板钳口到达最前位置Ⅱ原Ⅱ时，继续给棉量为：粤原载越(员原运)粤，这一部分棉层受到顶梳的阻碍而涌皱在顶梳后的须丛内，回复到过程(员)，以后每一个工作循环，重复上述过程。

由于分离钳口每次从须丛中分离的长度即为给棉长度粤，故进入棉网的最短纤维长度$\text{蕴}_{\text{圆}}$越$\text{蕴}_{\text{员}}$原粤越月垣(员原运)粤原粤越月原运粤。图中的虚线表示被分离的纤维。

圆援后退给棉分析　后退给棉过程如图远原远所示，图中的符号意义和图远原缘相同。在后退给棉过程中，须丛的涌皱不受顶梳插入的影响，而是受钳板闭合的影响。

(员)分离结束时，钳板钳口外须丛长度为月，无涌皱现象。

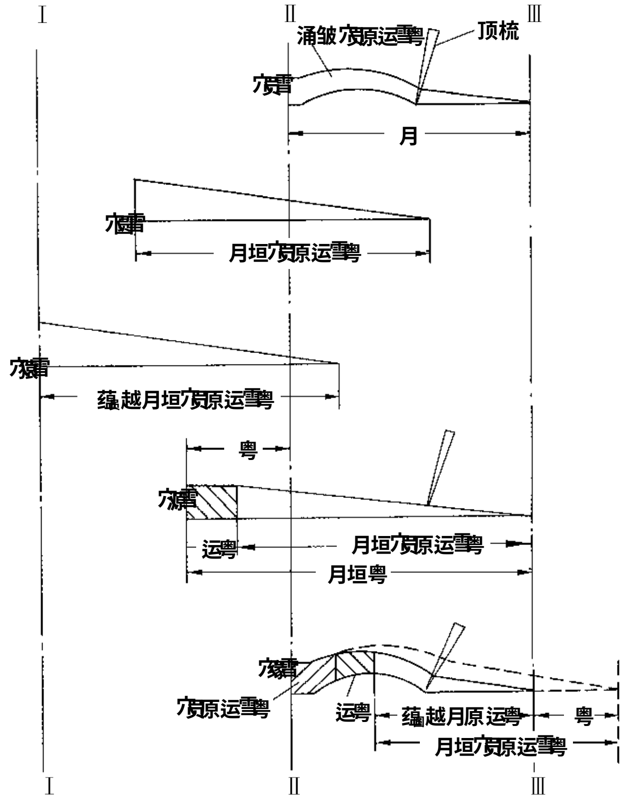

Ⅰ
Ⅱ
Ⅲ
涌皱疗原运雪粤
顶梳
疗雷
月
疗雷
月垣疗原运雪粤
疗雷
蕴越月垣疗原运雪粤
粤
疗雷
运粤
月垣疗原运雪粤
月垣粤
疗雷
疗原运雪粤
运粤
蕴越月原运粤
粤
月垣疗原运雪粤
Ⅰ
Ⅱ
Ⅲ

图 远原缘 前进给棉过程分析

(圆)钳板后退到钳口闭合时的喂给长度为 载忆越运忆粤,故钳口外的须丛长度为：月垣运忆粤。

(猿)钳板继续后退,锡林对钳口外的须丛进行梳理,未被钳口握持的纤维有可能进入落棉,故未进入落棉的最大纤维长度为：蕴$_{员}$忆越月垣运忆粤。钳板闭合后继续喂给的须丛长度为：粤原载忆越(员原运忆)粤。

(源)钳板向前摆动,钳口逐渐开启,钳口后面的须丛因弹性伸直,故钳口外的须丛长度为：蕴$_{员}$忆垣(员原运忆)粤越月垣粤。

(缘)由于每次分离的须丛长度为 粤,故进入棉网的最短纤维长度为：蕴$_{圆}$忆越蕴$_{员}$忆原粤越月垣运忆粤原粤越月原(员原运忆)粤。

分离结束时,回复到过程(员),进入下一循环。

(猿)理论落棉率　对于前进给棉而言,进入落棉的最大纤维长度为 蕴$_{员}$,而进入棉网的最短纤维长度为 蕴$_{圆}$,则长度介于 蕴$_{员}$和 蕴$_{圆}$之间的纤维既可进入落棉又可进入棉网,为计算方便,选用它们的中间值 蕴$_{猿}$为分界纤维长度,则：

$$蕴_{猿}越\frac{蕴_{员}垣蕴_{圆}}{圆}越\frac{月垣(员原运)粤垣月原运粤}{圆}越月垣(圆原猿运)粤 \qquad (远原猿)$$

在给棉罗拉喂入的棉丛中,凡长度等于或小于 蕴$_{猿}$的纤维进入落棉,长度大于 蕴$_{猿}$的纤维进

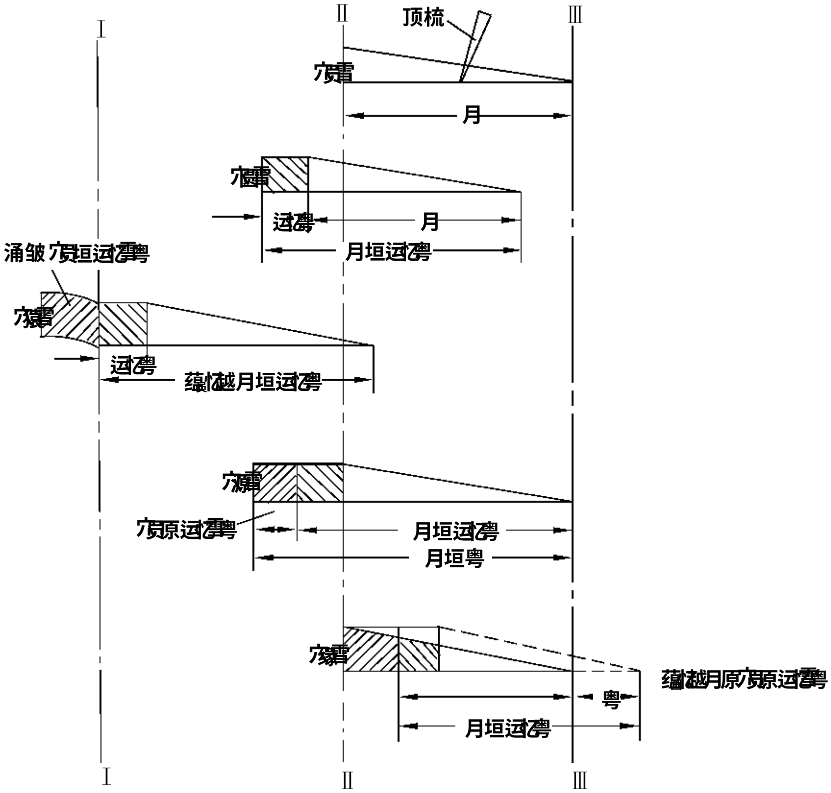

Ⅰ
Ⅱ
Ⅲ
顶梳
穴雷
月
过渡
月垣过渡
涌皱穴垣过渡
蕴忧越月垣过渡
穴原过渡
月垣粤
蕴越月原穴原过渡
粤

图 远原远 后退给棉过程分析

入棉网。如果已知小卷内纤维的长度分布（如图 远原苑），则可求得精梳机的理论落棉率 再为：

$$再越\sum_{蕴越园}^{蕴猿}早(豫) \qquad (远原康)$$

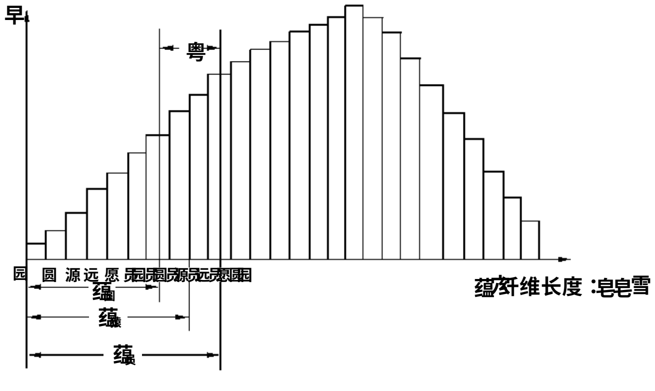


图 远原苑 小卷中纤维长度分布图

式中：蕴——纤维长度，皂皂；

早——各组纤维的重量百分率，豫。

利用前进给棉中的分析方法，求得后退给棉时的分界纤维长度 $蕴_{猿}忆$和理论落棉率 再忆分别为：

$$蕴_{猿}忆越\frac{蕴_{责}忆垣蕴_{园}忆}{圆}越\frac{月垣过忆粤垣月原(员原过忆)粤}{圆}越月原(园郾缘原过忆)粤 \qquad (远原缘)$$

$$再忆越\sum_{蕴越园}^{蕴_{猿}忆}早(豫) \qquad (远原远)$$

根据分界纤维长度的表达式，现将影响精梳落棉率的因素分析如下：

(员)分离隔距 月大时，无论是前进给棉或是后退给棉，分界纤维长度长，落棉多。

(圆)在前进给棉中，喂棉系数 运大时，分界纤维长度 $蕴_{猿}$小，落棉率低；在后退给棉中，喂棉系数 过忆大时，分界纤维长度 $蕴_{猿}忆$大，落棉率大。

(猿)喂棉长度 粤对精梳落棉的影响比较复杂。在前进给棉中，当 运跃园郾缘时，加大 粤，则落棉率小；当 运约园郾缘时，加大 粤，则落棉率大。在后退给棉中，当 过忆跃园郾缘时，加大 粤，则落棉率大；当 过忆约园郾缘时，加大 粤，则落棉率小。

(源)重复梳理次数 锡林对须丛的梳理程度可用须丛所受到的重复梳理次数表示。由于梳理时钳口外棉丛的梳理长度大于喂棉罗拉的每次喂棉长度，因此须丛要经过锡林的重复梳理后才被分离。自须丛受到锡林梳理开始到被完全分离时为止，所受到锡林梳理的次数称为重复梳理次数。重复梳理次数大时梳理效果好。

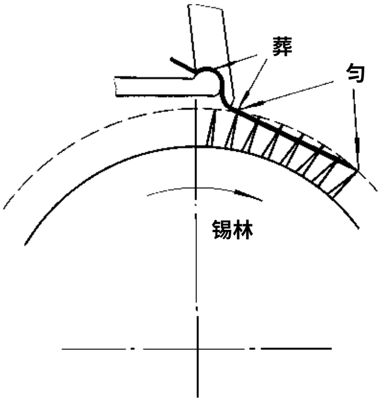


图 远原愿 须丛受梳情况

从给棉过程分析可知，锡林梳理时钳口外的须丛长度为 $蕴_{责}$或 $蕴_{责}忆$，而钳口咬合线外未被锡林梳理的死隙处的纤维未受到梳理，如图 远原愿所示。

设钳口咬合线外未被锡林梳理的死隙长度为 葬，则前进给棉与后退给棉钳口外须丛实际受到梳理长度分别为 ($蕴_{责}$原葬)、($蕴_{责}忆$原葬)。由此得到前进给棉与后退给棉时重复梳理次数分别为：

$$灶越\frac{蕴_{责}原葬}{粤}越\frac{月原葬}{粤}垣员原运 \qquad (远原苑)$$

$$灶忆越\frac{蕴_{责}忆原葬}{粤}越\frac{月原葬}{粤}垣过忆 \qquad (远原愿)$$

式中：灶——为前进给棉时重复梳理次数；

灶忆——为后退给棉时重复梳理次数。

由式 (远原苑)及式 (远原愿)可知影响重复梳理次数的因素如下：

(员)无论是前进给棉还是后退给棉，分离隔距 月大时，重复梳理次数增大；死隙长度 葬小时，重复梳理次数增大；喂棉长度 粤小时，重复梳理次数增大。

(圆)在前进给棉时，喂棉系数 运大，则重复梳理次数小；在后退给棉时，喂棉系数 过忆大，则重复梳理次数大。

二、毛精梳机喂毛作用分析

现以固定钳板式毛精梳机来分析其给毛过程。毛精梳机的喂给部分主要有喂给罗拉、给进梳和给进盒组成。喂给罗拉给出一定长度的毛层，同时给进梳插入给进盒内的毛层中，并一起向前移动相应的距离。给进梳一方面完成喂给一定长度的毛层，另一方面配合顶梳对被拔取的较长的纤维后端进行梳理。拔取结束后，给进梳抬起，并脱离毛层，退至原位准备再次喂给。由此可知，毛精梳机的喂给与拔取同时进行，喂给长度与顶梳向前移动距离相等，故喂毛系数为：

$$运_{猿}越\frac{载_{猿}}{粤} \qquad (远原怨)$$

式中：$运_{猿}$——喂毛系数；

$载_{猿}$——拔取结束时喂入的须丛长度，皂皂；

粤——总喂毛长度，皂皂。

一般情况下，拔取结束时喂入全部喂毛长度，即拔取结束时，顶梳与给进盒、给进梳等移动距离等于总给毛长度，则 $载_{猿}$越粤，$运_{猿}$越员。若拔取结束时 $载_{猿}$约粤，即拔取结束后顶梳与给进梳等继续向前移动一段距离，则 $运_{猿}$约员。以下讨论 $运_{猿}$越员时的喂毛过程。

毛精梳机喂给过程如图 远原怨所示，Ⅰ 原Ⅰ 为钳板钳口线；Ⅱ 原Ⅱ 为拔取罗拉钳口线；Ⅲ 原Ⅲ 为须丛前端最前位置线；月为拔取钳口线与钳板钳口线之间的最小距离，简称为拔取隔距。

（员）锡林梳理结束时，钳板钳口外的须丛长度为 月，未被钳口握持的纤维有可能进入落毛，故未进入落毛的最大长度为：$蕴_{员}$义越月。

（圆）锡林梳理结束后，钳板开启，拔取开始，须丛向前移动一个喂毛长度 粤，进入毛网的最短纤维长度为：$蕴_{圆}$义越月原粤。

（猿）拔取结束后，钳板钳口外须丛长度为 月。

利用棉精梳机的分析方法，得出进入落毛与进入毛网的分界纤维长度 $蕴_{猿}$义为：

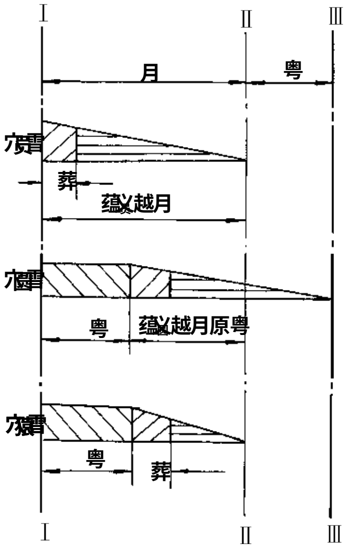


图 远原怨 毛精梳机喂给过程

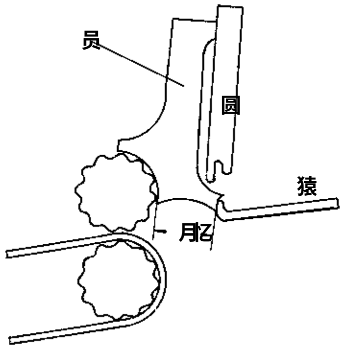


图 远原员园 拔取隔距

员—隔距板 圆—上钳板 猿—下钳板

$$\text{蕴}_{\text{猿}}\text{义越}\frac{\text{蕴}_{\text{员}}\text{义垣蕴}_{\text{圆}}\text{义}}{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{月垣月原粤}}{\text{圆}}\text{越月原园援缘粤} \qquad \text{(远原远圆)}$$

由此可知：(远原远圆)式与（远原猿)式 运越员时的情况相同，但喂棉系数的意义不同。理论落毛率 再义为：

$$\text{再义越}\sum_{\text{蕴越园}}^{\text{蕴}_{\text{猿}}\text{义}}\text{早(豫)} \qquad \text{(远原远猿)}$$

式中：早——喂入毛条纤维长度分布图中各组纤维的重量百分率，豫。

锡林的重复梳理次数 灶义为：

$$\text{灶义越}\frac{\text{月原园援缘粤原葬}}{\text{粤}}\text{越}\frac{\text{月原葬}}{\text{粤}}\text{原园援缘} \qquad \text{(远原远园)}$$

影响理论落毛率和重复梳理次数的因素分析与前进给棉时相同。但拔取隔距的测量不方便，在实际生产中，一般采用名义拔取隔距 月忆即拔取罗拉与钳板最近时下钳板钳唇前缘与上拔取罗拉表面间的距离，见图 远原远园 当 月忆约月时，差值为定值，因此 月忆月对落毛率的影响没有本质区别。

第三节 锡林与顶梳梳理

一、锡林梳理

(一) 锡林对须丛的梳理过程

锡林梳针对须丛的梳理作用是梳针到达钳板下方时发生的。当钳板闭合时，上钳板钳唇把须丛压向下方，且锡林与钳板间梳理隔距很小，梳针向前倾斜，促使梳针刺入须丛进行梳理。但钳口外的须丛前端呈悬垂状态，梳针接触须丛时，须丛会向上翘起。故在高速梳理时，锡林前几排针起着拉住须丛前端部分纤维而使整个须条张紧的作用，从而为后面梳针刺入须丛梳理创造条件。

(二) 影响锡林梳理的因素

员援锡林直径和针排数 锡林直径增大，在锡林梳针排数不变时，针排所占的弧度数减小，从而缩短了梳理阶段的时间，增大了分离接合阶段的时间。锡林直径增大时，锡林梳理速度提高，纤维和梳针易于损伤，因此在精梳机高速运转的情况下，也有采用小直径的锡林。国产粤圆园员型精梳机的锡林直径为 员圆远皂皂，云粤圆远猿粤型精梳机的锡林直径为 员猿园皂皂。

梳针的排数多少影响梳理质量及梳理阶段的时间。国产棉精梳机一般采用 员苑排，毛精梳机为 员愿排。在保证梳理质量的前提下，梳针排数减少，有利于提高车速、缩短了梳理阶段的时间、增大分离接合阶段的时间及减小维护工作量。

圆援植针规格 锡林梳针的植针规格主要包括：植针密度、针号、梳针伸出针板长度及植针角度。梳针的配置应考虑到开始梳理时，纤维伸直较差、排列紊乱、相互抱合，而使梳理力较大；因此开始几排针应是植针密度较小、梳针直径较大。随着梳理的进行，植针的密度应逐渐增加，梳针直径逐渐减小，针尖伸出针板的长度也应逐渐缩短。云粤圆远远系列精梳机的植针规格见表远原圆

表 远原圆 精梳锡林植针规格

针排顺序	植针规格		
	针号	针密 辕根·糟皂^{原员}	伸出高度 辕皂皂
员	圆圆	缘援缘	缘援远
圆	圆圆	愿援苑	缘援远
猿	圆圆	员员	缘援猿
源	圆源	员圆	缘
缘	圆远	员猿援源	源援苑
远	圆远	员缘	源援源
苑	圆苑	员远援缘	源援员
愿	圆苑	员愿援缘	猿援怨
怨	圆愿	圆园援愿	猿援愿
员园	圆愿	圆圆援缘	猿援苑
员员	圆怨	圆源援缘	猿援远
员圆	猿园	圆远	猿援缘
员猿	猿园	圆苑	猿
员源	猿园	圆愿援缘	猿
员缘	猿员	猿园	猿
员远	猿员	猿员	猿
员苑	猿员	猿圆	猿

猿援针面状态　梳理效果的好坏与梳针状态及针面清洁程度有关。生产中常发现梳针有毛刺、断针、并针及针隙充塞等问题而使梳理质量下降。因此须经常对梳针进行保养、清洁及维修。

源援梳理隔距　在锡林对须丛梳理时，上钳板下缘与锡林针尖的距离称为梳理隔距。在棉精梳机上，由于钳板的前后摆动，梳理隔距是变化的，最小时的梳理隔距称为最紧点隔距。在工厂中梳理隔距是指最紧点隔距，一般为 园援圆～园援源皂皂，通常为 园援猿皂皂。梳理隔小时，梳理效果好；但隔距过小，在生产中易出现钳板与梳针相碰、损坏梳针的现象。

在棉精梳机中，钳板机构的类型不同，梳理隔距的变化规律差异较大。国产 粤圆园员型、云粤圆缘员粤型及 云粤远园型精梳机梳理隔距的变化规律如图 远原员员所示。

粤圆园员型精梳机钳板的摆动支点位于锡林的下方（称为下支点式），开始梳理时梳理隔距大，随后急剧减小，以后又稍大；梳理负荷多集中在中间偏后的针排上，梳理效果受到一定影响。云粤圆缘员粤型精梳机钳板的摆动支点位于锡林的上方（称为上支点式），梳理隔距的变化幅度较

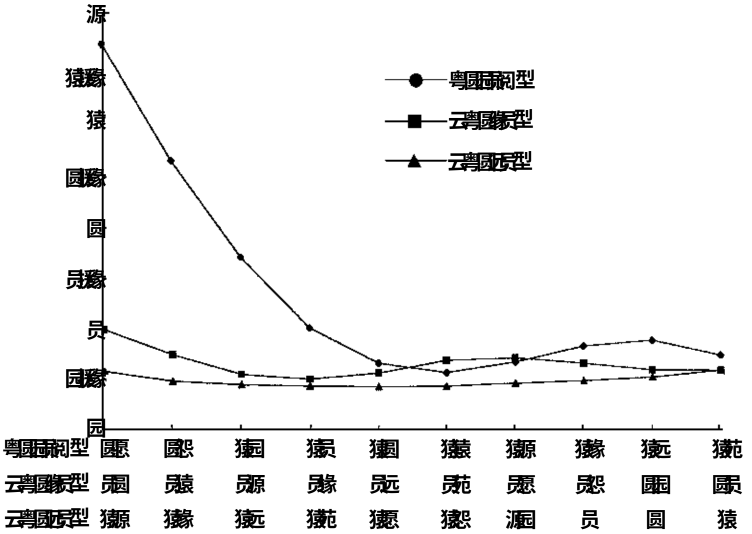


图 远原员员 梳理隔距

粤圆园员阅型精梳机小，梳理效果较好。云粤圆远员型精梳机钳板的摆动支点位于锡林的中心（称为中支点式），钳板的运动轨迹与锡林几乎是同心圆，梳理隔变化很小，对梳理很有利。三种机器的平均梳理隔距及其极差值见表 远原猿

表 远原猿 精梳机梳理隔距的平均值、极差值

机　　型	粤圆园员阅型	云粤圆缘员型	云粤圆远员型
梳理隔距平均值 辕皂皂	园援苑员	园援远猿	园援缘源
梳理隔距极差值 辕皂皂	员援缘怨	园援缘员	园援圆圆

缘冤小卷定量、给棉长度与分离隔距　小卷定量与精梳机的产量及梳理质量关系较大，应根据机器的产、质量要求而定。小卷定量轻，棉层薄，每根纤维受到梳针的作用齿数多，梳理效果好，但机器的产量低。给棉长度与分离隔距对梳理质量的影响已在本章第二节中进行了叙述。

远冤梳针的结构形式　梳针的植针一直采用焊接方式，虽然具有良好的梳理性能、植针规格便于调换等优点，但焊针工作费工费时，焊接质量难于保证；细号梳针易于损伤、嵌短纤维和杂质等，需要经常清洁，精梳质量不能长期稳定。近年来出现了整体锡林或称装配式锡林，以取代焊接锡林。棉精梳机的整体锡林主要有锯齿式和梳针式两种，目前以锯齿式整体锡林最多。锯齿式整体锡林又分为粘合式与嵌入式，粘合式是把几组不同规格的锯条用粘结剂粘合在针板上，如图 远原员圆所示；其特点是结构简单，锯齿强度高，寿命长，但锯齿损伤后必须整只调换。嵌入式是由三到四组锯齿片组成，如图 远原员猿所示，每组齿片由齿片和隔片组成，并嵌入针排座内；每组齿片的隔片厚度不同，并以此调节齿间横向密度；齿片的齿形、工作角、厚度齿距等可按不同的要求设计，组成多种系列，以满足各种精梳产品质量要求。

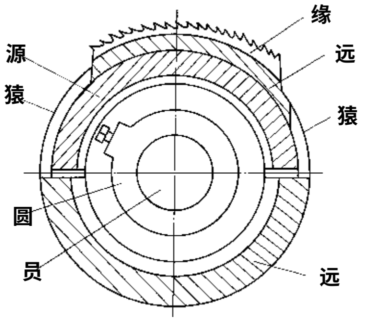


图 远原员园　粘合式整体锡林

员-锡林轴　圆-法兰　猿-挡板
源-铁胎　缘-锯条　远-弓形板

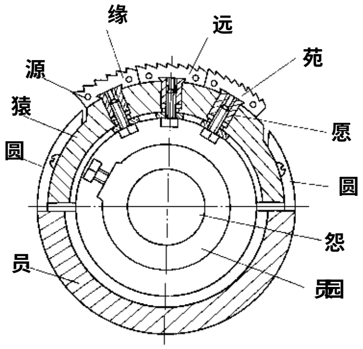


图 远原员猿　嵌入式整体锡林

员-弓形板　圆-挡板　猿-弓形板基座　源-销轴
缘远苑-第一、二、三组齿片　愿-嵌条　怨-锡林轴　员园-法兰

梳针式整体锡林是在铝合金弧板上打孔后,植入梳针,再用粘合剂固定;它的特点是不易嵌花,使用寿命长,但制造工艺复杂。

毛精梳机的整体锡林有两种型式,一种是前 怨排采用锯齿式整体锡林,后 怨排用针条式梳针;另一种是全部针排采用针条式梳针。针条是由一定齿形的针片与隔片压紧而成。针条式锡林结构简单,制造精度高,使用寿命长,维修方便,梳理质量好,但价格较贵。

二、顶梳梳理

(一) 顶梳的作用过程及特点

须丛头端经锡林梳理后,由钳板送向分离钳口,当须丛头端到达分离钳口时,由分离罗拉及分离皮辊握持输出,同时顶梳插入须丛,随分离钳口运动的纤维尾部从顶梳梳针间拽过,完成对纤维的梳理。由此可知,顶梳的作用是梳理分离须丛的后端,即梳理钳板钳唇死隙部分及钳板握持点后边的部分。

顶梳虽只有一排针,但它的作用很大。它不仅可以梳理纤维的尾端,还能发挥纤维在分离过程中相互摩擦"过滤"作用。因为在分离过程中,从顶梳中抽出的纤维只是薄薄的一层,这一薄层纤维被分离钳口握持以快速运动;而嵌在顶梳梳针间的大量纤维仍以慢速运动。由于这两部分纤维速度相差很大,因此当快速纤维从慢速纤维中抽出时,慢速纤维对快速纤维的尾端起到摩擦"过滤"作用,把短绒、棉结及杂质等阻留下来。

(二) 影响顶梳梳理作用的因素

员郾顶梳的插入深度　顶梳的安装位置是顶梳梳针刺入须丛对纤维尾端进行梳理的必要条件。当顶梳插入须丛深处时,纤维易嵌入梳针内,对纤维的梳理作用好。如果顶梳插入须丛过深,纤维有可能被拉断或梳针损坏,同时,精梳落棉有所增加;如果顶梳插入须丛过浅,顶梳不能刺透须丛,因分离出的纤维网纤维漏梳而影响精梳质量,一般以顶梳针尖露出纤维层 圆~猿皂皂为宜。

圆郾顶梳的植针规格　顶梳的植针规格包括针号和针密等,它对梳理作用有着重要影响。梳针的密度应控制在使喂入纤维层中最小的结粒、杂质和短纤维被阻留在顶梳的后面;如果密度过大,纤维与梳针之间的压力增大而使摩擦阻力过大,将使纤维因受力过大而被拉断或将梳

针折断。棉精梳机的顶梳植针密度一般为 圆园根 辕糟皂。

猿郾顶梳的针面状态 顶梳的针面状态必须保持清洁，才能发挥其梳理效能。如果梳针长时间不清扫，梳理质量会明显下降，输出棉网质量会明显恶化。为了保持梳针清洁和减轻工人的劳动强度，在有些棉精梳机上采用了顶梳自动清洁装置，每一钳次，清扫一次。另外，如有缺针、断针、并针等情况发生，必须及时维修，否则梳理效果会明显下降。

第四节 须丛分离接合工作分析

一、分离接合工作分析

在分离工作开始之前，分离罗拉已将上一循环分离出的纤维丛倒入机内，准备与新分离的纤维丛接合。

经锡林梳理后的纤维丛，其头端并不在一条直线上。当钳板（或喂给机构）、顶梳将纤维丛逐渐移向分离钳口时，头端前面的纤维先到达分离钳口，被分离钳口握持，以分离罗拉的速度快速前进。以后各根纤维头端陆续到达分离钳口，使前后纤维产生移距变化，分离钳口逐步从纤维中抽出部分纤维，形成一个分离纤维丛，叠合在上一工作循环的纤维网尾部上，从而实现分离接合。

纤维丛的接合形态如图 远原员源所示。

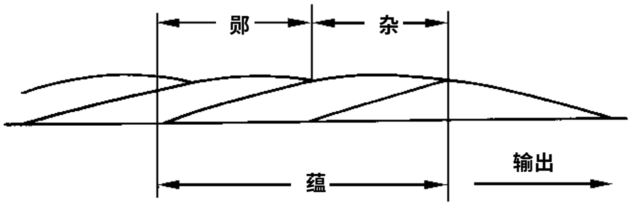


图 远原员源 纤维丛的接合形态

图中：蕴为分离纤维丛长度（皂皂）；

杂为有效输出长度（皂皂），即每钳次分离罗拉输出的须丛长度；

郧为接合长度（皂皂）。

由图中的几何关系可知：

蕴越杂垣郧或 郧越蕴原杂 （远原员猿）

由（远原员猿）式可知：分离纤维丛长度 蕴愈长，有效输出长度 杂愈小时，接合长度 郧愈长，纤维网的接合质量和条干均匀度愈好。

二、分离罗拉运动曲线

各分度时分离罗拉位移量（分离罗拉运动曲线）是分析计算分离接合工艺性能参数的基础。根据精梳机的分离罗拉传动机构，计算得出分离罗拉在各分度的位移量见表 远原源

根据表 远原源绘制出 云粤圆远远型精梳机分离罗拉运动曲线，如图 远原员缘所示。

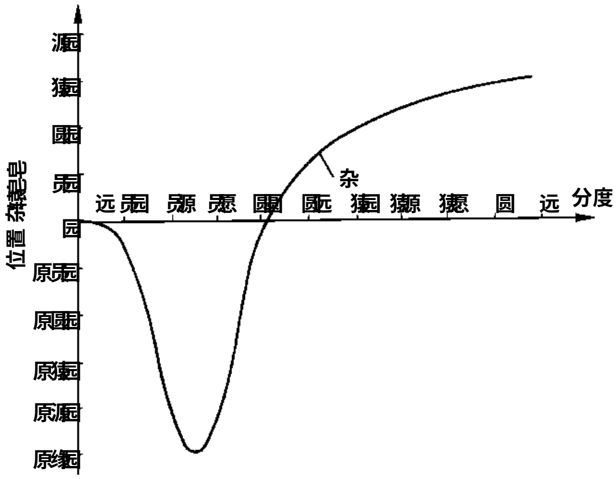


图 远原员缘 分离罗拉运动曲线

表 远原源 分离罗拉位移量 单位：皂皂

粤员园员型		云员远缘粤型		云员远远型	
分度	位移量（杂员）	分度	位移量（杂圆）	分度	位移量（杂猿）
猿苑	园	员愿	园	远	园圆圆园
猿愿	原园圆远	员怨	原园圆圆怨	苑	原园圆圆猿
猿怨	原园圆圆怨	圆园	原员圆缘	愿	原园圆圆远
源园	原缘圆苑	圆员	原缘圆员	怨	原员圆圆
员	原员园圆怨	圆圆	原员园圆远	员园	原远圆园
圆	原员苑圆缘	圆猿	原员苑圆员	员员	原员园圆缘
猿	原圆缘圆圆愿	圆源	原圆远圆圆	员圆	原员怨圆园
源	原猿猿圆苑	圆缘	原猿远圆远	员猿	原圆圆苑
缘	原源圆圆	圆远	原源猿圆缘	员源	原猿源圆缘
远	原缘圆苑	圆苑	原缘猿圆远	员缘	原源猿圆园
苑	原缘远圆远	圆愿	原缘远圆愿	员远	原缘猿圆愿
愿	原远员圆远	圆怨	原缘苑圆员	员苑	原缘圆愿
怨	原远猿圆园	猿园	原缘远圆园	员愿	原源猿圆远
员园	原远园圆员	猿员	原缘猿圆圆	员怨	原猿源圆园
员员	原缘苑圆员	猿圆	原源愿圆员	圆园	原圆圆缘
员圆	原源愿圆苑	猿猿	原源猿圆圆	圆员	原员猿圆苑
员猿	原猿愿圆愿	猿源	原猿远圆源	圆圆	原缘圆缘
员源	原圆怨圆缘	猿缘	原圆怨圆圆	圆猿	员圆猿
员缘	原员怨圆猿	猿远	原圆员圆怨	圆源	远圆怨
员远	原员园圆员	猿苑	原员猿圆苑	圆缘	怨圆远

续表

粤圆园员阅型		云粤圆缘员粤型		云粤圆远员型	
分度	位移量（杂员）	分度	位移量（杂圆）	分度	位移量（杂猿）
员苑	原圆郾猿猿	猿愿	原源郾怨源	圆远	员圆郾远猿
员愿	缘郾苑圆	猿怨	猿郾源员	圆苑	员源郾园愿
员怨	员员郾愿愿	源园	员员郾缘远	圆愿	员缘郾猿猿
圆园	员苑郾愿圆	员	员苑郾远怨	圆怨	员远郾圆员
圆员	圆猿郾苑愿	圆	圆猿郾缘怨	猿园	员愿郾猿圆
圆圆	圆苑郾缘苑	猿	圆苑郾园猿	猿员	员怨郾源猿
圆猿	猿园郾源远	源	圆怨郾缘源	猿圆	员怨郾愿怨
圆源	猿猿郾园源	缘	猿员郾缘源	猿猿	圆园郾苑圆
圆缘	猿缘郾愿苑	远	猿员郾怨远	猿源	圆员郾圆猿
圆远	猿远郾愿苑	苑	猿员郾远员	猿缘	圆圆郾苑缘
圆苑	猿远郾苑员	愿	圆怨郾缘远	猿远	圆猿郾远苑
圆愿	猿远郾愿远	怨	圆怨郾缘苑	猿苑	圆源郾怨园
圆怨	猿远郾远苑	员园	圆愿郾源远	猿愿	圆缘郾源猿
猿园	猿远郾缘员	员员	圆愿郾缘怨	猿怨	圆远郾源远
猿员	猿远郾苑怨	员圆	圆怨郾园愿	源园	圆苑郾源愿
猿圆	猿远郾圆员	员猿	圆怨郾园缘	员	圆愿郾园怨
猿猿	猿远郾园员	员源	猿员郾园缘	圆	圆愿郾缘远
猿源	猿远郾源怨	员缘	猿圆郾员园	猿	圆愿郾缘怨
猿缘	猿远郾缘苑	员远	猿猿郾园愿	源	猿园郾苑猿
猿远	猿苑郾园园	员苑	猿源郾远园	缘	猿圆郾园源
猿苑	猿苑郾园源	员愿	猿源郾苑愿	远	猿猿郾远员

三、分离须丛长度与分离过程中的变牵伸值

（一）分离须丛长度

分离须丛长度可根据分离罗拉位移曲线算得。如图 远原员远 所示，在分离罗拉位移曲线上，葬为分离罗拉开始倒转点，遭为分离罗拉开始顺转点，糟为分离接合开始点，凿为分离接合结束点，藻为分离罗拉顺转结束点，藻点至 枣点之间为分离罗拉基本静止。棉精梳机开始分离与分离结束的时间见表 远原缘。

表 远原缘 开始分离与分离结束的时间　　单位：分度

粤圆园员阅型		云粤圆缘员粤型		云粤圆远员型	
开始时间	结束时间	开始时间	结束时间	开始时间	结束时间
员员～员圆	员怨	猿圆～猿猿	源园	员愿～员怨	圆源

在 云粤圆远员粤型精梳机上，第一根纤维头端进入分离钳口时开始分离的时间约为 员愿～员怨分

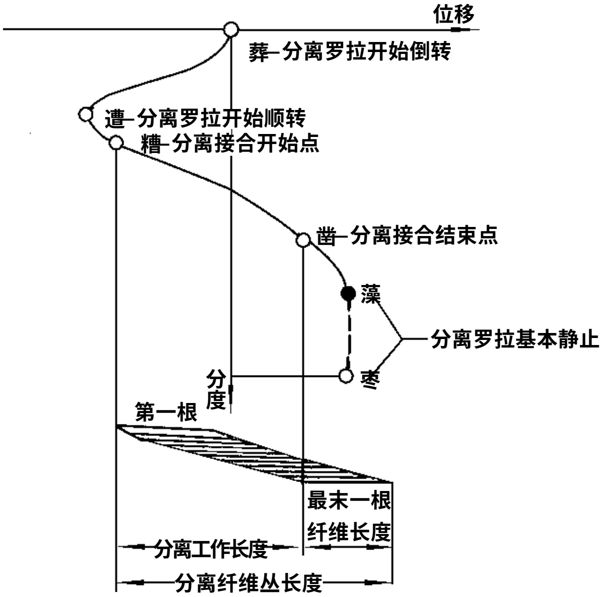

位移
葬–分离罗拉开始倒转
遭-分离罗拉开始顺转
糟-分离接合开始点
凿–分离接合结束点
藻
分离罗拉基本静止
枣
分度
第一根
最末一根纤维长度
分离工作长度
分离纤维丛长度

图 远原员远 分离纤维丛长度

度；最末一根纤维头端进入分离钳口结束分离的时间约为 圆原分度。因此第一根和最末根纤维头端距离必然是分离罗拉运动曲线上开始分离和结束分离时的位移差值，这一差值称为分离工作长度。分离工作长度与纤维长度之和称为分离纤维丛长度，可用下式表示：

蕴越运垣造越（杂凿原杂糟） 垣造　　　（远原员源）

式中：蕴——分离纤维丛长度，皂皂；

运——分离工作长度，皂皂；

造——纤维长度，皂皂；

杂凿——结束分离时的分离罗拉位移量，皂皂；

杂糟——开始分离时分离罗拉的位移量，皂皂。

例如：在 云圆远员粤型精梳机上加工细绒棉时，开始分离定时为 员愿分度，结束分离定时为 圆原分度，设纤维长度为 猿园皂皂，试计算分离工作长度与分离纤维丛长度。

解：查表 远原源得：

杂糟越杂员愿越原源猿缘远皂皂

杂凿越杂圆原越远援猿园皂皂

所以： 运越杂凿原杂糟越远援猿园原（原源援猿缘远）越缘援愿源远（皂皂）

蕴越运垣造越缘援愿源远垣猿园越猿缘援愿源远（皂皂）

由此可见，分离纤维丛长度与分离罗拉运动曲线形态、开始分离时间、结束分离时间及纤维长度等因素有关。

（二）分离（拔取）过程中的变牵伸值

在分离过程中，分离罗拉的输出速度大于钳板及顶梳的进给速度，所以分离（拔取）过程也

是一种牵伸过程。由于分离罗拉、钳板及顶梳的速度都在变化，因此分离（拔取）牵伸倍数是变化的。通常把这种牵伸倍数称为分离（拔取）过程中的变牵伸值，可用下式表示：

$$耘越\frac{灾_{栽}}{灾_{粤}原灾_{月}} \qquad （远原猿远）$$

式中：耘——分离过程中的瞬时牵伸倍数；

灾栽——分离（拔取）罗拉的位移速度，皂辕皂蚤灶；

灾粤——顶梳的摆动速度，皂辕皂蚤灶；

灾月——分离钳口的运动速度，皂辕皂蚤灶（在毛精梳机及新型棉精梳机上拔取或分离钳口不动，则 灾月越园）。

粤圆园员型棉精梳机的分离牵伸倍数变化如图 远原猿苑所示，开始分离时分离牵伸倍数较小，以后逐渐增大，到分离结束时达到无穷大。

月猿员员型毛精梳机的拔取牵伸倍数变化如图 远原猿愿所示，拔取开始时牵伸倍数很大，以后急剧减小，牵伸倍数变化较大。

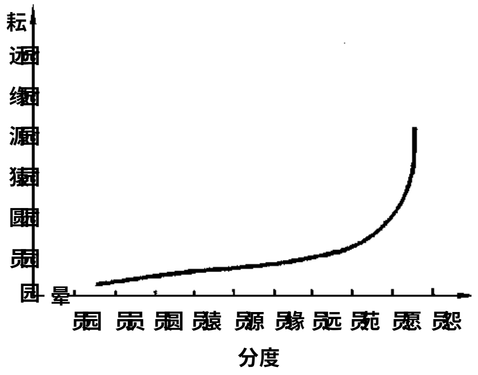


图 远原猿苑　粤圆园员型精梳机的分离牵伸倍数

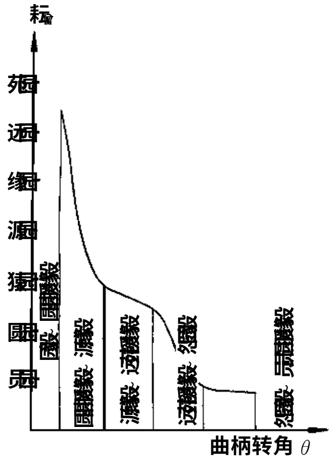


图 远原猿愿　月猿员员型毛精梳机的分离牵伸倍数

整个分离（拔取）须丛的平均牵伸倍数 $\overline{耘}$ 应等于分离（拔取）工作长度 运 和喂给长度 粤 的比值，即为：

$$\overline{耘}越\frac{运}{粤} \qquad （远原猿怨）$$

在 云粤圆园员粤型精梳机上，分离工作长度 运越缘员援远愿皂皂，粤越缘援圆皂皂，则分离丛的平均牵伸倍数为：

$$\overline{耘}越\frac{缘员援远愿}{缘援圆}越怨援怨愿$$

在 月猿员员型毛精梳机上，若喂给长度 粤越苑皂皂，拔取工作长度 运越猿源援缘皂皂，则拔取须丛的平均牵伸倍数为：

$$\overline{耘}越\frac{猿源援缘}{苑}越源援怨猿$$

由于分离（拔取）过程中的牵伸，使得分离须丛拉长了、变薄了，但由于是不均匀的牵伸，从而加剧了纱条的结构不匀。

四、分离须丛的接合长度与接合率

如图 迈原灵源所示，分离须丛的接合长度 郧直接影响纤维网的接合牢度。精梳机高速运转后，输出的纤维网受分离罗拉的往复牵引和抖动更加剧烈，如果纤维网的接合牢度差，会产生意外伸长或破裂而影响精梳条的质量。因此，在新型精梳机设计、老机改造及工艺设计时，应尽可能加大分离须丛的接合长度。根据公式（迈原灵缘）可知，增大分离须丛接合长度 郧的办法，一是增大分离须丛长度 蕴 二是减小有效输出长度 杂 三种棉精梳机的分离须丛长度 蕴 有效输出长度 杂及接合长度 郧的计算结果见表 迈原远

例如：云青园远粤型精梳机开始分离定时为 灵恩分度，结束分离定时为 圆原分度，纤维长度为 猿园皂皂，根据公式（迈原灵缘）得：

郧越蕴原杂越源远援远原猿远援愿越员园援愿（皂皂）

纤维网的接合长度反映了前后两个分离纤维丛的接合程度。但在纤维网中某些部位还存在着前、中、后三个分离丛的重叠情况，如图 迈原灵怨所示。纤维网中纤维重叠程度愈好，纤维网的厚度增加，接合处阴影减小，接合质量较好。

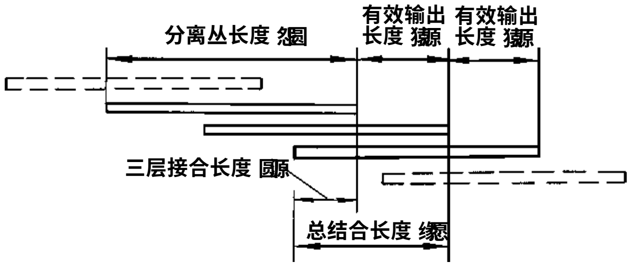


图 迈原灵怨　纤维丛分离丛的三层叠合

分离须丛的重叠程度可用接合率表示，它是接合长度 郧与有效输出长度 杂的比值，用百分率表示。

$$\eta\text{越}\frac{\text{郧}}{\text{杂}}\text{伊员园园豫}\qquad\text{（迈原灵苑）}$$

例如：云青园远粤型精梳机须丛的接合长度 郧为 源缘援怨皂皂，有效输出长度 杂为 猿远援愿皂皂，则：

$$\eta\text{越}\frac{\text{郧}}{\text{杂}}\text{伊员园园豫越}\frac{\text{源缘援怨}}{\text{猿远援愿}}\text{伊员园园豫越员圆缘豫}$$

棉精梳机的接合率的计算结果见表 迈原远

五、继续顺转量、前段倒转量和相对顺转量

（一）继续顺转量

在分离结束后，继续顺转向前输出的须丛长度，称为分离罗拉的继续顺转量。如图 迈原圆园所示，杂$_{\text{蚤}}$为继续顺转量，杂$_{\text{藻}}$为有效输出长度，杂$_{\text{酋}}$为分离结束时分离罗拉的位移量。则它们之间

的关系为：

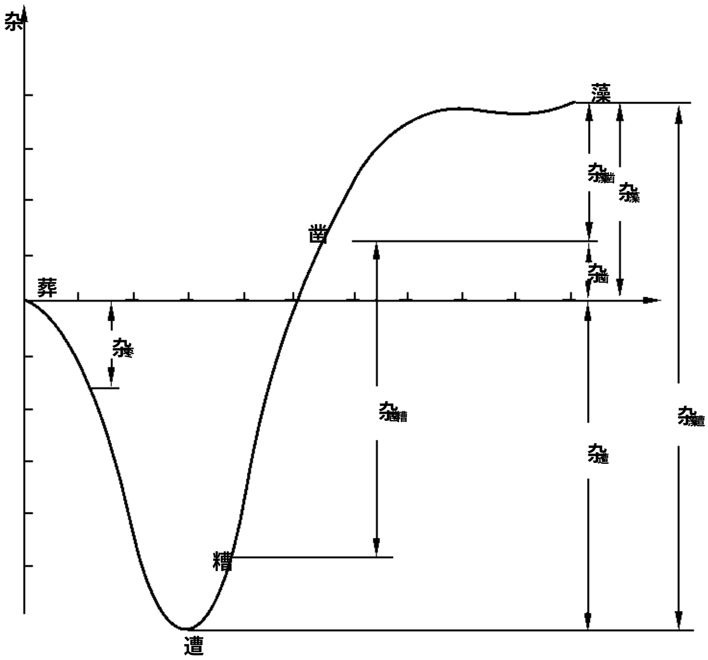


图 远原圆园 分离罗拉运动曲线分析

杂藻凿越杂藻原杂凿 （远原猿愿）

可根据表 远原源及式（远原猿愿）计算分离罗拉的继续顺转量 杂藻凿。

例如，云猿圆远型精梳机，分离结束为 圆源分度，有效输出长度为 猿苑援远皂皂，查表 远原源知，杂凿越源愿援愿皂皂。根据式（远原猿愿）得：

杂藻凿越杂藻原杂凿越猿苑援远原源愿援愿越原员员援圆（皂皂）

继续顺转量不能过大。如图 远原圆员所示，假定分离结束时一长度为 造的纤维头端进入分离钳口，如果分离罗拉的继续顺转量大于纤维长度，当分离罗拉倒转时纤维难以进入机内，易引起须丛在两根分离罗拉之间拱起，从而影响下一循环分离接合的正常进行。因此，继续顺转量应小于所纺纤维的平均长度。

（二）前段倒转量和相对倒转量

锡林末排梳针通过锡林与分离罗拉最紧隔距点时分离罗拉的倒转量 杂遭称为前段倒转量。如图 远原圆园所示，在分离罗拉位移曲线上，杂遭为前段倒转量。因此，前段倒转量可根据锡林末排梳针通过最紧隔距点时的分度数，由表 远原源查得。

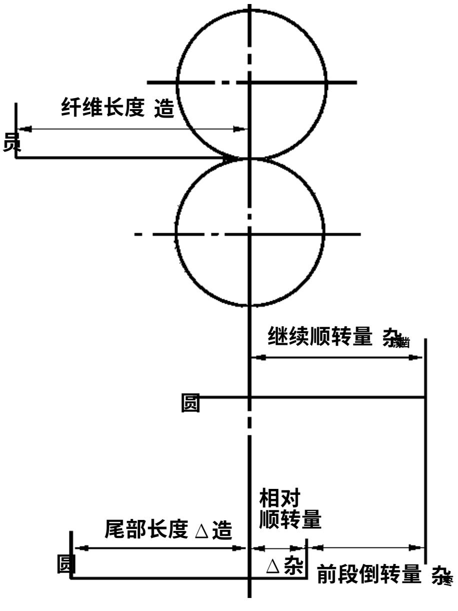


图 远原圆员 纤维长度与继续顺转量的关系

员—分离结束时尾部纤维位置
圆—顺转结束时尾部纤维位置
猿—末排梳针通过最紧点时尾部纤维位置

例如，云粤园远豆型精梳机锡林末排梳针通过最紧隔距点时的分度数为员园缘则由表远原源查得：杂遭越原怨圆猿园皂皂。

分离罗拉的前段倒转量不能太大，以免分离罗拉倒入机内的须丛尾端纤维被锡林梳针抓走，造成长纤维进入落棉，甚至出现纤维网破洞，不能正常生产。进一步分析可知，须丛尾端纤维是否会被锡林末排梳针抓走，不仅和前段倒转量有关，还和继续顺转量及纤维长度有关，它们之间的关系如图远原圆猿所示。继续顺转量和前段倒转量绝对值之差称为相对倒转量，用△杂表示，即：

△杂越杂灶原渣杂遭渣　　（远原员怨）

所以：

△造越造原△杂　　（远原圆园）

式中：△造——为纤维尾端长度，皂皂；

造——为纤维长度，皂皂。

由此可见，纤维长度短时，相对顺转量大，纤维尾部长度小，纤维不易被锡林末排梳针抓走。

粤园远园阅型、云粤园缘粤型及云粤园远豆型精梳机继续顺转量、前段倒转量及相对顺转量的计算结果见表远原远

表远原远　棉精梳机的分离接合参数

项　　目	粤园远园阅型	云粤园缘粤型	云粤园远豆型
有效输出长度 杂辕皂皂	猿苑援圆原	猿猿援怨愿	猿缘援远员
分离工作长度 运辕皂皂	远园援圆缘	缘愿援远苑	缘员援圆缘
分离纤维丛长度 蕴辕皂皂	怨园援圆缘	愿愿援远苑	愿员援圆缘
接合长度 葬辕皂皂	缘猿援园员	缘苑援园怨	源缘援远原
接合率 η辕豫	员源园援圆原	员苑园援园员	员缘苑
继续顺转量 杂灶辕皂皂	圆缘援猿远	圆员援远园	圆圆援员园
前段倒转量 杂遭辕皂皂	原员苑援圆缘	原员园援圆远	原怨援怨愿
相对顺转量 △杂辕皂皂	愿援猿员	员员援员远	员圆援圆原

第七章　牵　　伸

牵伸是纺纱过程中的重要工序之一，尽管在粗梳毛纺及废纺中使用分割的方法使须条变细，但牵伸是各种纺纱系统中普遍采用的、使产品变细的主要方法。广义地讲，牵伸是降低产品线密度的过程。这个过程，可以是将纤维集合体松解后，利用空气动力、离心力、电场力等使纤维集合体变细并凝聚成条，也可以是使纤维集合体通过前快后慢的回转罗拉而使须条由粗变细，后者称为罗拉牵伸。本章将专门论述罗拉牵伸的原理与实践。

第一节　牵伸的基本概念

一、牵伸的定义、目的及实现牵伸的条件

将须条抽长拉细的过程称为牵伸。牵伸一方面使须条单位长度上的重量变轻，即须条横断面内的纤维根数减少，另一方面还能使须条中的弯钩纤维和卷曲纤维得以伸直平行，牵伸的实质是在轴向外力的作用下，使纤维沿须条轴向作相对运动，从而分布在更长的片段上，而这个轴向外力必须足以克服纤维间的联系力，即抱合力与摩擦力。

从以上说明可知，对于罗拉牵伸来说，实现牵伸的条件有以下三个：

(1)须条上必须具有积极握持的两点，且两握持点之间有一定的距离；

(2)积极握持的两点必须进行相对运动，输出端的线速度大于喂入端的线速度；

(3)握持点上必须具有一定的握持力。

二、牵伸倍数及牵伸效率

牵伸倍数是须条拉细的程度，通常用 E 来表示。如须条被拉长 E 倍，须条单位长度重量或须条横断面内纤维根数减少为原来的 $\frac{1}{E}$ 时，则其牵伸倍数为 E 倍。在罗拉牵伸中，若牵伸过程中无纤维散失，则：

$$E=L_2/L_1=G_1/G_2=N_2/N_1 \qquad (7-1)$$

式中：L_1、L_2——牵伸前、后须条的长度，m；

G_1、G_2——牵伸前、后单位长度须条的重量，g/m；

N_1、N_2——牵伸前、后须条的特数，tex。

若牵伸过程中罗拉与须条间无滑溜，即 $L_2/L_1=V_2/V_1$，则有：

$$E_1=V_2/V_1 \qquad (7-2)$$

式中：V_1、V_2——喂入罗拉和输出罗拉的表面速度。

由式（苑原圆）所得牵伸倍数 耘$_{员}$称为机械牵伸倍数或计算牵伸倍数。如果考虑到牵伸过程中纤维的损失、牵伸罗拉的滑溜、化纤须条的回弹收缩及捻缩等因素，则由 晕$_{员}$辕晕$_{圆}$所得的牵伸倍数 耘$_{圆}$不等于 耘$_{员}$。耘$_{圆}$称为实际牵伸倍数。

实际牵伸倍数与机械牵伸倍数之比称为牵伸效率 η，即：

$$\eta \text{越耘}_{圆}\text{辕耘}_{员} \qquad \text{（苑原猿）}$$

在纺纱工艺中，常使用一个经验数值——牵伸配合率，它相当于牵伸效率的倒数$\frac{员}{\eta}$。为了控制纺出须条的定量，降低重量不匀率，生产上根据同类机台、同类产品长期实践经验积累，找出牵伸效率变化规律，确定牵伸配合率的经验值，然后在工艺设计时，预先考虑牵伸配合率，由实际牵伸与牵伸配合率算出机械牵伸，从而确定牵伸变换齿轮，即能纺出符合规定的须条。一般牵伸配合率可用下式计算：

$$\varPhi \text{越}\frac{\text{（员原须条打滑率）伊（员依伸缩率）}}{\text{员原落棉率}} \qquad \text{（苑原源）}$$

三、牵伸装置

用以实现牵伸的装置称为牵伸装置。目前广泛应用的牵伸装置主要是由几对罗拉组成，由加压机构给每对罗拉施加一定压力组成一个强有力的钳口，两对罗拉要有适当的距离，且罗拉速度要有差异，组成慢速钳口的一对罗拉叫后罗拉（这对钳口也叫后钳口），组成快速钳口的一对罗拉叫前罗拉（这对钳口也叫前钳口），前后钳口间的区间组成牵伸区，钳口间的距离称为罗拉握持距。

第二节　牵伸区内纤维的运动及其控制

生产实践证明，牵伸后须条的条干均匀度总比喂入须条差。以棉纺为例，喂入并条机的生条条干不匀率一般在 员猿豫左右，通过并条的两次并合与牵伸，熟条的长片段不匀率有很大改善，但其条干不匀率一般可达到 圆园豫左右，这说明在并条机上罗拉牵伸对须条条干均匀度起着不良影响。牵伸形式不同，应用工艺参数不同，所得熟条条干水平也有显著差异。因此罗拉牵伸为什么会影响须条的均匀度，以及如何改进牵伸形式、合理选配工艺参数，使牵伸后的须条不匀率降到最小的程度，就成为人们关心的课题，并促使人们对牵伸的研究深入到牵伸过程中纤维运动及其控制方面。

一、纤维变速点分布及纱条不匀

纤维在罗拉牵伸区的运动情况也是比较复杂的，目前尚无较简单的方法直接进行测试观察，最简单的方法是采取从纱条中选取两根纤维，在规定的条件下进行纤维运动分析，以揭示并说明牵伸过程中纤维运动的规律性。

当任何一种产品牵伸时，通过牵伸装置的大多数纤维，开始都以后罗拉的速度（慢速）运动，然后转变为前罗拉的速度（快速），而这一转变大都是在瞬时发生的，纤维怎样移动和在什么位置转变速度，决定着牵伸产品中纤维的相互位置，同时将直接影响其不匀率，因此，为了得到不

匀率尽可能小的产品,必须使纤维以适当的方式运动。

(一) 理想牵伸

理想牵伸是指须条中纤维都是伸直平行且等长的,同时每根纤维都是在同一位置由后罗拉速度 (慢速) 变为前罗拉速度 (快速),这一变速位置称为变速点。在理想牵伸中,变速点分布在同一平面上,可以是前罗拉钳口线,也可以是牵伸区中某一固定位置。

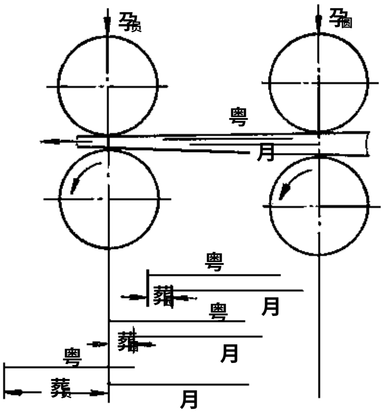


图 苑原员 纤维头端在前钳口变速时的移距

图 苑原员所示为理想牵伸情况,两根伸直平行且等长的纤维 粤与 月,牵伸前它们的头端相距 葬圆,当纤维 粤的头端到达前钳口时就以前罗拉的速度 灾员运动,而纤维 月仍以后罗拉的速度 灾圆运动,经过时间 贼后,月的前端才到达前钳口,并转变为速度 灾员运动,此时两根纤维头端间的距离为 葬员:

因为：葬员越灾员贼　贼越葬员辕灾员(对纤维 粤而言)

葬圆越灾圆贼　贼越葬圆辕灾圆(对纤维 月而言)

所以：　葬员越葬圆(灾员辕灾圆) 越耘葬圆

当纤维 月的头端到达前罗拉钳口之后,粤 月两根纤维以相同的速度 灾员运动,再没有相对运动,即须条经 耘倍牵伸后,两根纤维头端的距离增加到 耘倍,也就是说,理想牵伸使纤维分布到更长的片段上去,但并未使须条产生附加不匀。

(二) 实际牵伸

事实上,以上所假设的理想牵伸并不存在,因为在牵伸过程中,喂入须条是不均匀的,须条中纤维长度并不相等,也不完全伸直平行,牵伸后须条的条干不匀率会上升,这也说明在牵伸过程中纤维头端在同一位置变速与实际情况不符,于是人们以各种方法探求牵伸区内纤维的运动与输出须条不匀间的关系。最简单的方法是对纤维作移距实验,如图 苑原圆所示,用两根颜色纤维夹在纱条内,其头端距离为 葬圆,经过 耘倍牵伸后,在输出纱条内测量这两根纤维头端的距离 葬员。在反复实验中,发现 葬员有时大于 耘 葬圆,有时小于 耘 葬圆,很少有等于 耘 葬圆的,这充分说明在实际牵伸中纤维头端并不是在同一截面上变速的。如果纤维 粤在 载员—载员截面上变速,而纤维 月在 载圆—载圆截面上才从速度 灾圆转变为 灾员,纤维 粤开始变速后,纤维 月尚须以速度 灾圆向前运动一段距离 葬圆垣载才变速,所需时间为 贼越$\frac{\text{葬圆垣载}}{\text{灾圆}}$。在同一时间内纤维 粤的头端也向前走了一段距离 杂,其值为 载垣葬员

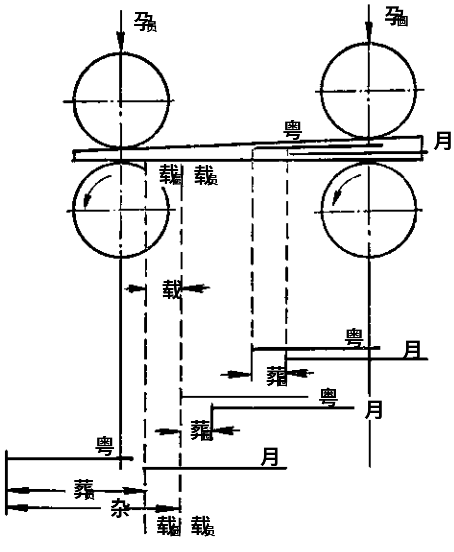


图 苑原圆 纤维头端在不同位置上变速时的移距

即：

$$杂越载垣葬_{员}越灾_{员}贼越灾_{员}\frac{葬_{圆}垣载}{灾_{圆}}越耘(葬_{圆}垣载$$

因此：

$$葬_{员}越杂原载越耘(葬_{圆}垣载\quad 原载越葬_{圆}耘垣载(耘原员$$

同理，如果纤维 粤在 载$_{圆}$— 载$_{圆}$截面上变速，而纤维 月在 载$_{员}$— 载$_{员}$截面上变速，则可得：

$$葬_{员}越葬_{圆}耘原载(耘原员$$

综合以上两种情况可知，两根纤维在不同截面上变速后的头端距离为：

$$葬_{员}越葬_{圆}耘依载(耘原员 \qquad (苑原缘$$

式中： 葬$_{圆}$耘——纱条经 耘倍牵伸后头端的正常移距；

载(耘原员——为牵伸过程中纤维头端在不同截面上变速而引起的移距偏差。

移距偏差有正有负，“ 垣”号表示牵伸后的纤维头端距离 葬$_{员}$大于正常的移距，“ 原”号表示牵伸后的纤维头端距离 葬$_{员}$小于正常的移距，甚至使头端原来在后面的纤维经牵伸后反而越过了前面的纤维。在实际牵伸中，正是这种移距偏差使纱条经牵伸后产生附加不匀，于是人们就研究纤维在牵伸区内的变速位置问题。

(三) 牵伸区内纤维变速点分布及其要求

由移距偏差可知，在实际牵伸时，纤维头端并不在同一位置变速，有的变速早，有的变速晚，所以变速位置成为一个变量，形成一种分布，通过图 苑原猿所表示的颜色纤维头端变速位置的实验可得到变速点的分布。

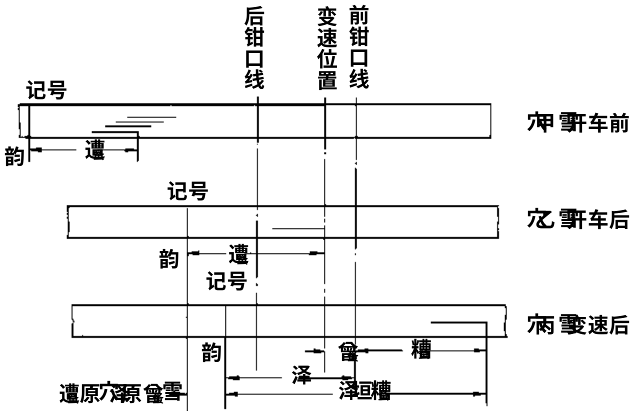


图 苑原猿 颜色纤维头端变速位置的实验

开车前 [如图 苑原猿(甲)] 依次将数根颜色纤维的头端按等距离均匀地夹在须条内，并在须条上作一记号 韵(扎结一根颜色纱)，韵点距末根颜色纤维头端的距离为 遭$_{蚤}$ 开车后 [图 苑原猿(乙)] 须条进入牵伸区，当最后一根颜色纤维到达变速位置前，该纤维仍以后罗拉速度运动，其头端到记号 韵的距离不变，仍为 遭$_{蚤}$ 直到最后这根颜色纤维从前罗拉输出后 [图 苑原猿(丙)]，使记号 韵不进入牵伸区，立即停车，测量记号 韵到前钳口线距离 泽前钳口线至颜色纤维头端距离 糟$_{蚤}$即可以计算出纤维变速位置 鲁$_{蚤}$

从某一变速位置到关车，纤维走过 (鲁$_{蚤}$垣糟$_{蚤}$) 的距离，在此相同时间内记号 韵走过 遭$_{蚤}$原(泽原鲁$_{蚤}$) 的距离 [即从图 苑原猿(乙) 到 (丙) 位置]，而前者比后者大 耘(牵伸倍数) 倍。

因此：　　[遭原(泽原曾)] 耘越曾垣糟

整理后得：　　曾越 糟原(遭原泽耘 / 耘原员　　(苑原远

根据式 (苑原远,可得出简单罗拉牵伸区内纤维变速点分布 (即变速位置),如图 苑原源所示，图中曲线表明：

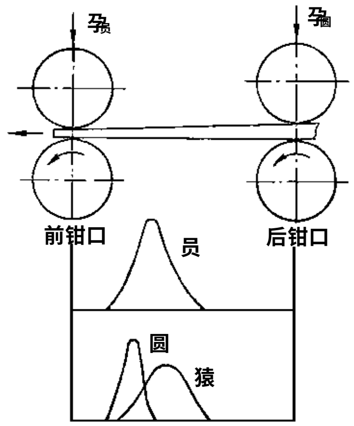


图 苑原源　简单罗拉牵伸区内纤维变速点分布

(员牵伸过程中纤维头端的变速位置 曾(变速点到前钳口之间的距离) 有大有小,各个变速位置上变速纤维数量又不相等,从而形成一种分布,即为纤维变速点分布 (图中曲线 员。

(圆同一长度的纤维,其头端变速也不在同一位置,同样是呈一种分布,长纤维的变速点分布比较集中,变速位置离前钳口较近 (图中曲线 圆,而短纤维的变速点分布比较分散,变速位置离前钳口较远 (图曲线 猿。

另外,用不同牵伸形式做实验时,由两对罗拉组成的简单罗拉牵伸装置,纤维变速点分布最为分散,且离开前钳口最远,输出须条的条干均匀度最差 还有,在牵伸倍数一定时,随着牵伸区隔距的增大,则变速点分布的离散性增大,变速点离前钳口的距离愈远,在隔距相同时,随着牵伸倍数的增大,变速点分布的离散性愈大,且变速点离前钳口愈远。

在牵伸区内,绝大多数纤维在牵伸区中某一截面上瞬时地由后罗拉速度改变为前罗拉速度,且以后一直以前罗拉速度运动,少数纤维,主要是部分短纤维在牵伸区中多次改变速度,但每次变速都是瞬时的。某些长度很长的纤维在加速过程中有负速出现,这是由于须条中纤维存在弯曲所引起的。纤维运动状态的多变,反映了纤维头端变速点分布较离散,且对时间不稳定,增加了产品的不匀,从式 (苑原缘可知,为获得均匀的产品,就应尽量使移距偏差 曾(耘原员值减小或 曾→园即要求所有纤维的头端变速位置尽可能地向前钳口集中,具体地说,对于变速点分布要求相对稳定,即变速点尽量稳定在某一点,同时要求相对集中,集中的位置则是前钳口处。要做到这一点,就需研究牵伸区中纤维是如何变速的,这是力学现象,为此,应该了解牵伸区内纤维数量分布、摩擦力界分布与纤维受力等。

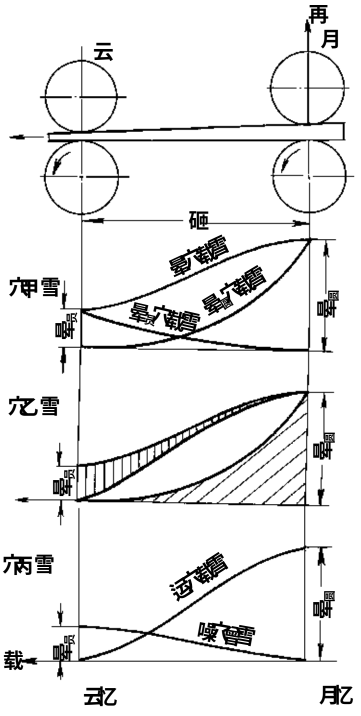


图 苑原缘　简单罗拉牵伸区内纤维数量分布

二、牵伸区内纤维数量的分布

(一) 变细曲线

图 苑原缘为简单罗拉牵伸区内纤维数量的分布，云— 云乙为前钳口位置线，月— 月乙为后钳口位置线，砸

为前后钳口间的距离，牵伸过程中在牵伸区域的全长内进行须条的拉细。从出现以前罗拉速度运动的纤维处开始，须条截面的纤维数量即开始减少，愈向前，须条愈细，须条截面中的纤维根数越少，一直到前钳口为止，纤维数量减少到最少。纤维数的变化称为纤维数的梯度，一般称之为变细曲线。后钳口内的纤维数量等于喂入须条截面内的平均纤维根数晕圆;前钳口内的纤维数量等于输出须条截面内的平均纤维根数晕员，晕圆辕晕员越耘。

实际的变细曲线可以用切断称重法求得。把正常运转的机器停下，取下牵伸装置的上罗拉，标记出钳口位置线。把须条拿到方格标准纸上，把牵伸区中须条的长度切成等长的若干纤维段(一般猿~缘皂皂)称重，并以后钳口处重量为员园园豫，将称得的重量依次折合成百分率，以牵伸区前后罗拉的隔距为横坐标，以其重量百分率为纵坐标，画出一曲线，即为实际上的变细曲线。

变细曲线的形状及其变化标志着牵伸过程与牵伸装置工作的优劣程度。

影响变细曲线形状的因素有以下几方面：

(员)喂入品的结构与不匀；

(圆)纤维长度的分布；

(猿)牵伸前纤维的伸直度；

(源)可控制纤维与浮游纤维的运动形式；

(缘)牵伸值的大小；

(远)罗拉中心距。

(二)前纤维与后纤维的数量分布

把牵伸过程中两钳口间的须条取出，在前后钳口线处分别用两个夹子夹紧，然后将须条分离为两撮须丝，再用梳子分别将未被前后钳口夹住的纤维梳去，即可得被前后钳口握持的纤维，分别称为前纤维和后纤维，在牵伸区各截面上前后纤维的数量分布曲线分别为晕员(载)和晕圆(载)，如图苑原缘(甲)所示。

为清楚地表示各类纤维数量分布的相互关系，可以晕(载)曲线为基准，将前纤维数量分布曲线晕员(载)离横坐标的垂直距离相应地移动到晕(载)曲线下，这样一来，图苑原缘(乙)中直线阴影部分即表示前纤维在牵伸内的数量分布，斜线阴影部分为后纤维在牵伸区的数量分布。

(三)可控制纤维与浮游纤维的数量分布

上述所说的前纤维受前钳口握持，后纤维受后钳口所握持，它们都属于可控制纤维，图苑原缘(乙)中的直线阴影和斜线阴影所表示的都是可控制纤维。而介于直线阴影和斜线阴影二者之间的空白部分则表示不被前后钳口握持的纤维，即浮游纤维，浮游纤维也呈现一种分布，即晕(载)原晕员(载)原晕圆(载)，它的分布特点是两边少，中间多。

牵伸时，浮游纤维是纤维运动控制的对象。在牵伸区中，浮游纤维在什么时间、什么地点变速受到很多因素的影响，具有随机性和不稳定性，导致变速点分布离散和不稳定，从而导致牵伸后的须条产生附加不匀。纤维越短，纤维浮游时间越长，就越难控制，因此，必须想办法缩短浮游区长度，增加牵伸区后部对浮游纤维的控制，使大多数浮游纤维在靠近前钳口处变速，减少牵伸对须条带来的不匀。牵伸形式的改变、牵伸装置的改进，在很大程度上正是围绕加强浮游纤维控制这一原则进行的。

(四)快速纤维与慢速纤维的数量分布

为了便于研究牵伸区内纤维运动和受力情况，还要将牵伸区内纤维按运动速度划分。通常

牵伸区内只有以前罗拉表面速度运动的快速纤维和以后罗拉速度运动的慢速纤维，在罗拉握持可靠的条件下，前纤维为快速纤维，后纤维为慢速纤维，而浮游纤维的速度则取决于其周围接触的快速纤维和慢速纤维的情况。在后钳口附近，浮游纤维接触后纤维的机会较多，大部分为慢速纤维，快速纤维极少，愈向前，慢速纤维逐渐减少，快速纤维逐渐增加，到前钳口附近，大部分都成为快速纤维，慢速纤维则很少了。图 苑原缘(丙) 是按前后纤维的比例，把浮游纤维分配成快速纤维和慢速纤维两部分，再和前后纤维相加而得到的快速纤维的数量分布 噪(曾 和慢速纤维的数量分布 运(载，其关系如下：

晕(载 越晕$_{\text{员}}$(载 垣晕$_{\text{圆}}$(载 垣〔晕(载 原晕$_{\text{员}}$(载 原晕$_{\text{圆}}$(载〕越噪(曾 垣运(载　　(苑原苑

当喂入须条的 晕$_{\text{圆}}$不变，牵伸倍数 耘不变，增加钳口握持距 砸时，前后纤维的数量分布 晕$_{\text{员}}$(载 和 晕$_{\text{圆}}$(载 均不变，牵伸区内须条各截面纤维数量分布 晕(载 扩展，故浮游纤维的数量分布 晕(载 原晕$_{\text{员}}$(载 原晕$_{\text{圆}}$(载 也相应增加；当 晕$_{\text{圆}}$和 砸不变而增加 耘时，则 晕$_{\text{圆}}$(载 不变，晕$_{\text{员}}$(载 相应减少，而 晕(载 原晕$_{\text{员}}$(载 原晕$_{\text{圆}}$(载 有所增加；当 砸不变，晕$_{\text{圆}}$(曾 和 耘按相同比例增加时，则 晕$_{\text{员}}$(载 不变，晕$_{\text{圆}}$(载 和 晕(载 原晕$_{\text{员}}$(载 原晕$_{\text{圆}}$(载 有所增加。

三、牵伸区内须条摩擦力界分布

(一) 摩擦力界的概念

在罗拉牵伸中，实现牵伸的必备条件之一是须条沿轴向受到两对罗拉钳口的积极有力的握持，须条进入钳口时，就会受到上下罗拉的紧压，使须条中的纤维之间存在压应力，且形成压应力分布，压应力的存在使纤维与纤维之间、纤维与罗拉表面之间存在有一定的摩擦力，在牵伸区中，纤维与纤维间、纤维与牵伸装置部件之间的摩擦力所作用的空间称为摩擦力界。摩擦力界是一个空间力场，其中纤维与纤维之间所产生的称为内摩擦力界，纤维与牵伸装置部件之间形成的称为外摩擦力界。

(二) 摩擦力界分布

摩擦力界中各点纤维上摩擦力的强弱是不同的，形成摩擦力界的强度分布，称为摩擦力界分布。摩擦力界每一点上摩擦力的大小，主要决定于纤维间压应力的大小，所以，纤维间压应力的分布曲线在一定程度上可以近似地代表摩擦力界分布曲线。

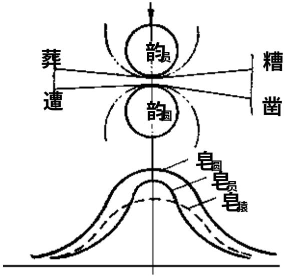


图 苑原远　罗拉钳口下须条的纵向摩擦力界分布

图 苑原远为一对罗拉钳口下须条轴向方向的压应力分布情况(纵向摩擦力界分布)。下罗拉为钢质的，上罗拉为弹性皮辊，皮辊对须条加上压力 孕后，在沿上下罗拉中心 韵$_{\text{员}}$韵$_{\text{圆}}$上，上下罗拉最接近，纤维最紧密，纤维间的压应力最大，纤维相对滑动时摩擦力或摩擦力强度也最大。在 韵$_{\text{员}}$韵$_{\text{圆}}$两侧至 葬遭、糟凿纤维紧密度逐渐减少，纤维间单位长度上的摩擦力相应地逐渐下降，在 葬遭线左方和 糟凿线右方，皮辊对须条压力影响趋于零，但因纤维间存在抱合力而仍有一定的摩擦力强度，如曲线 皂$_{\text{员}}$所示。

在一个牵伸区内，两对简单罗拉各自形成的须条摩擦力界强度分布连贯起来，就构成牵伸区内须条的摩擦力界分布 云(曾，如图 苑原苑所示。应当指出的是，简单罗拉牵伸区内的须条摩擦力界分布存在着它致命缺陷，即它的中间摩擦力界较小，而在这一区域内，又恰恰是浮游纤维最多之处，而浮游纤维又

正是纤维运动控制的对象，它需要较强的摩擦力界强度给以控制，因而也就决定了简单罗拉牵伸形式输出纱条的条干均匀度最差。

设纱条牵伸时纤维间的压强为 孕(曾，纤维间的摩擦系数为 μ早，抱合力为 悦早，则对于无捻纱条，其纵向摩擦力界 云皂(曾 越μ早孕(曾 垣悦早(摩擦力界不仅可由罗拉压力获得，还可由如针板、皮圈、轻质辊、压力棒、集合器等形成)。

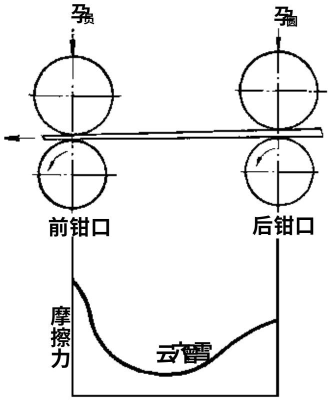


图 苑原苑　简单罗拉牵伸区须的摩擦力界分布

(三) 影响摩擦力界分布的因素

罗拉钳口下纵向摩擦力界分布曲线受下列因素的影响。

员郾压力 孕的影响　当上罗拉压力 孕增大时，钳口内纤维被更有力地压紧，由于上罗拉上弹性包覆物的变形以及须条本身的变形，使须条与上下罗拉接触的边缘点外移，摩擦力界沿须条轴线方向的长度扩大，且摩擦力界强度分布的峰值也增大，这时摩擦力界分布曲线如图 苑原远中的 皂圆所示，若压力减小，则得到的结果相反。

圆郾罗拉直径的影响　罗拉直径增大时，因为同样的压力 孕分配在较大的面积上，所以摩擦力界分布曲线的峰值减小，但分布的长度扩大，如图 苑原远中曲线 皂猿所示。

猿郾纱条定量的影响　纱条定量 (或特数) 增加，一般紧压后须条的厚度与宽度均有所增加，此时压力 孕将分布在较长的范围内，摩擦力界分布曲线的长度扩大，但因须条单位面积上的压力减小，使摩擦力界分布的峰度降低。

牵伸区内须条中部摩擦力界还因罗拉距离的大小不同而有所不同，隔距小时，摩擦力界强度较强，所以对于简单罗拉牵伸区中部摩擦力界强度较弱的缺陷，最简单的解决方法是缩小罗拉隔距与加大罗拉压力。

罗拉钳口中横向摩擦力界分布，受罗拉表面性质、喂入须条截面形状等因素的影响。

图 苑原愿(甲) 的上罗拉为金属材料，其表面不会变形，使须条截面上的正压力分布由中央向两侧剧烈减小，边纤维不能受到足够的压力；图 苑原愿(乙) 采用包覆弹性材料的皮辊压在须条上，皮辊表面在压力作用下发生变形，较全面地覆盖了须条，横向握持力、压应力都较均匀，边纤维也受到一定程度的控制；图 苑原愿(丙) 采用弹性更好的皮辊，受压时变形更大，可使须条截面完全被包围，横向压应力均匀，对边纤维的控制更好。

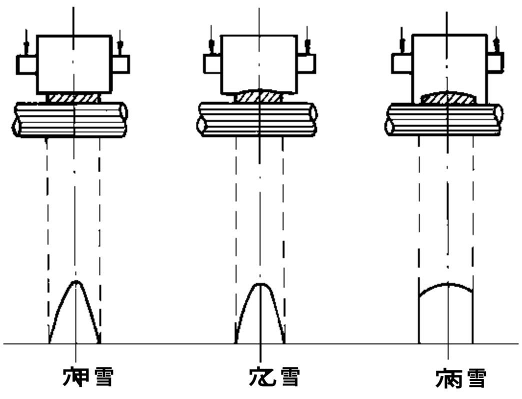


图 苑原愿　罗拉钳口下横向摩擦力界分布

另外，扁平截面须条受压时横向压应力分布较均匀，因而其横向摩擦力界分布也均匀，圆形截面须条横向压应力由中央

向两侧逐渐减小，因而摩擦力界的分布不太均匀。

对于摩擦力界分布的讨论，一般指纵向摩擦力界分布，横向摩擦力界分布要求均匀即可。

在牵伸装置中，下罗拉传来的运动，靠摩擦力传给与下罗拉接触的纤维，并由这些纤维借摩擦力传给其上面的纤维层，和上罗拉接触的纤维，又借摩擦力将运动传给上罗拉。当须条厚度过大时，产品将发生分层现象。上罗拉的表面速度低于下罗拉的表面速度，从而影响须条的品质。为防止这种现象的发生，在罗拉钳口中须条的厚度应有一定的限度。

四、牵伸区内须条纤维所受的力——控制力和引导力

在牵伸过程中，由于罗拉钳口间的距离大于纤维长度，每一根纤维总有一个浮游过程，浮游纤维在何时由慢速变为快速，取决于它在牵伸区内的受力。

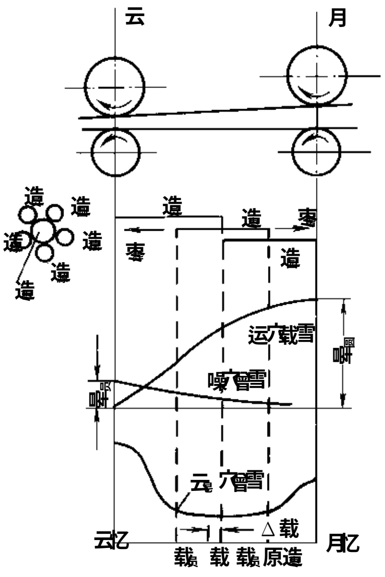


图 苑原怨 引导力与控制力

如图 苑原怨牵伸区里任意一根长为 造的浮游纤维，其头端位于 $载_{员}$位置，尾端位于 ($载_{员}$原造位置，它周围有快速纤维 $造_{员}$和慢速纤维 $造_{曾}$与其相接触。现假定它仍以慢速向前运动。这时候，周围快速纤维对它产生向前的摩擦力 $枣_{葬}$企图使其加速，周围慢速纤维对它产生向后的摩擦力 $枣_{曾}$阻止其加速。

浮游纤维 造最终能否变速，取决于 $枣_{葬}$与 $枣_{曾}$的大小，考虑到牵伸区快、慢速纤维的数量分布，则在任意截面 载上，慢速纤维对 造的接触概率为$\frac{运(载}{运(载\ 垣噪(曾}$，快速纤维对它的接触概率为$\frac{噪(曾}{运(载\ 垣噪(曾}$。

再考虑到牵伸区内纵向摩擦力界强度分布 $云_{电}$(曾，则在 载→载垣△载区间内，浮游纤维 造周围各向的摩擦力为 $云_{电}$(曾·△载，则在△载区间内，快速纤维引导浮游纤维的加速力为：

$$枣_{葬}越\frac{噪(曾}{运(载\ 垣噪(曾}云_{电}(曾△载$$

慢速纤维阻止浮游纤维加速的力为：

$$枣_{曾}越\frac{运(载}{运(载\ 垣噪(曾}云_{电}(曾△载$$

那么，作用在浮游纤维整个长度上的加速力和阻止加速力分别为：

$$云_{葬}越\int_{载_{员}原造}^{载_{员}}枣_{葬}越\int_{载_{员}原造}^{载_{员}}\frac{噪(曾}{运(载\ 垣噪(曾}云_{电}(曾\ 蚩曾 \qquad (苑原愿$$

$$云_{曾}越\int_{载_{员}原造}^{载_{员}}枣_{曾}越\int_{载_{员}原造}^{载_{员}}\frac{运(载}{运(载\ 垣噪(曾}云_{电}(曾\ 蚩曾 \qquad (苑原怨$$

通常，把 $云_{葬}$称为引导力，它是作用在牵伸区内一根浮游纤维整个长度上的加速力；$云_{曾}$称为

控制力，它是作用在牵伸区内一根浮游纤维整个长度上的阻止加速力，显然，该浮游纤维加速的条件为 云$_{葬}$跃云$_{增}$；保持慢速的条件为 云$_{葬}$≤ 云$_{增}$

影响控制力和引导力的主要因素有：接触的快速和慢速纤维数量（这与须条的紧密度和牵伸区中的快慢速纤维数量分布有关），摩擦力界强度分布，浮游纤维本身的长度和处在须条中的位置以及纤维的摩擦性能。

为了使牵伸过程中浮游纤维运动保持稳定，必须使以上各个因素保持稳定。但在实际牵伸过程中，以上因素经常发生变化。因此，牵伸区内浮游纤维的运动是十分复杂的。

五、牵伸区内纤维的运动及其控制

在牵伸过程中，纤维运动的不稳定是造成条干不匀的主要原因，而纤维运动的不稳定是由于纤维受力的不稳定引起的，因此控制纤维的运动是提高须条均匀度的关键。要控制纤维的运动，必须使纤维所受的引导力和控制力均匀稳定，并通过合理布置摩擦力界，使纤维变速点尽量向前钳口集中。

（一）简单牵伸区内摩擦力界布置的要求

如图 苑原苑所示为简单罗拉牵伸区内须条摩擦力界分布，摩擦力界的布置应该既能满足作用于个别纤维上力的要求，又能满足作用于整个牵伸须条上力的要求。

对单纤维来说，当其尾端离开后钳口时，要有适当的控制力，使其一直以后罗拉速度运动，直至到达前钳口时才变速；而且，当纤维头端到达前钳口时，又要使纤维受到足够大的引导力，使其马上变为前罗拉的速度。为了满足以上要求，对后钳口和前钳口的摩擦力界分布要求如下：

(贠后钳口的摩擦力界应尽量向前扩展，并使其向前逐渐减弱，以便加强慢速纤维对浮游纤维的控制，同时又能让比例逐渐加大的快速纤维从须条中顺利滑出，而不影响其他纤维的运动。

(圆前钳口摩擦力界在纵向分布的状态应高而狭，以便稳定地发挥其对浮游纤维的引导作用，保证纤维变速点分布向前钳口附近集中且相对稳定，对整个牵伸须条来说，牵伸力应有适当数值，并保持稳定。

（二）简单罗拉牵伸区内须条的运动

在牵伸过程中，由于罗拉钳口间距离大于纤维长度，每一根纤维总有一个浮游过程，当任意一根纤维的尾端离开后钳口开始浮游时，由于牵伸区内的纤维数量分布和摩擦力界分布，其接触慢速纤维的平均概率总是大于接触快速纤维的平均概率，并且其尾部还处于后钳口较强的摩擦力界控制之下，即 云$_{增}$跃云$_{葬}$ 所以它保持按慢速运动一段距离。之后，随着该纤维向前运动，其周围接触的慢速纤维逐渐减少，快速纤维逐渐增多，后钳口扩展的摩擦力界强度逐渐减弱，前钳口的摩擦力界强度则逐渐加强，当 云$_{葬}$跃云$_{增}$时，该纤维由慢速变为快速。纤维的头端愈接近前钳口，因前钳口附近的摩擦力界强度强，这种变速的可能性愈大。对于须条中不同长度的纤维来说，长纤维因其尾端脱离后钳口时，虽然其头端离前钳口不远，但此时由于纤维尾部仍处于较强的后部摩擦力界控制之下，引导力还不足以克服控制力使纤维变速，只有当引导力足够大时，才使该纤维变速。因此，长纤维的头端变速位置总是比较靠近前钳口而且比较集中，但短纤维由于其长度比罗拉钳口间距离小得多，在牵伸区内浮游动程

较长，当它的头端至前钳口还有一段距离时，往往引导力已足以克服控制力而使短纤维变速，故其变速位置离前钳口较远。特别值得注意的是，简单罗拉牵伸区内须条的中部摩擦力界强度较弱，对浮游在牵伸区中部的短纤维来说，引导力和控制力都比较小，且引导力的增加和控制力的减小都比较缓慢，此时，如果须条有不匀，紧密度有差异，或者纤维间的接触状况有不同，都足以使控制力和引导力发生较大的变化，引起纤维头端提前或延迟变速，造成纤维变速点分布比较分散和不稳定。纤维愈短，或罗拉钳口间距离愈大，这种情况就愈严重，这就是普通牵伸时输出纱条条干均匀度恶化的主要原因。因此，为了增进输出纱条条干均匀度，需要控制牵伸区内的纤维运动，特别是要控制短纤维的运动，采用“紧隔距，重加压”的工艺可收到良好效果。

(三) 附加摩擦力界的应用

通过以上分析说明仅用两对罗拉所组成的摩擦力界分布是不能满足牵伸要求的,即使采用“紧隔距,重加压”也有一定的限度,因此,为了提高牵伸倍数和改善须条品质,在某些牵伸装置上除了两对罗拉外,必须增加中间附加摩擦力界,目前常用的附加摩擦力界机构有轻质辊、皮圈、曲面销、曲面罗拉、针板、压力棒等形式。

附加摩擦力界机构应满足下列要求：

(员附加摩擦力界要稳定,而且在一定程度上允许须条通过它传递适宜的张力。

(圆应适当加强牵伸区内须条中后部摩擦力界的强度和扩展幅度,使纤维变速点向前钳口集中且稳定。

(猿形成“弹性”控制,即既要发挥高度控制浮游纤维运动的作用,又要不阻碍快速纤维的运动。如果建立附加钳口,则应允许快速纤维从这种钳口中顺利滑出。

(源如果采用运动的中间机构,则其运动速度也就是引导浮游纤维向前运动的速度,应该和后罗拉的表面速度接近。

(缘应有助于防止牵伸过程中纤维的扩散,并使纤维得到良好的引导,稳定地变速。

如图 苑原员园所示为三上四下曲线牵伸的摩擦力界分布,在前牵伸区,须条在牵伸过程中紧贴于第二罗拉表面圆弧 $\overset{\frown}{月悦}$上,这一段须条中的纤维间摩擦力强度增加,并向牵伸区的中部扩展,因此牵伸区内须条的后部除后钳口外,还有一段罗拉表面圆弧给它附加的摩擦力界强度。中区Ⅱ、Ⅲ罗拉钳口间的握持距 $\overset{\frown}{悦阅}$比较小,且须条紧贴于大皮辊表面,中部摩擦力界大大加强。后牵伸区因须条在牵伸过程中有一小段紧贴于第三罗拉的表面圆弧 $\overset{\frown}{阅耘}$上,使须条的前半部摩擦力界的强度和扩展幅度都有所增加。

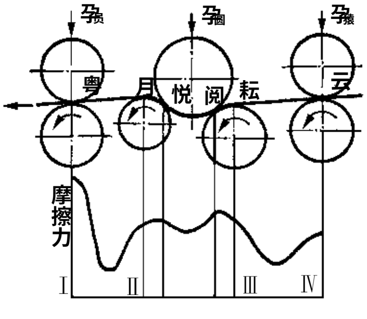


图 苑原员园 三上四下曲线牵伸的摩擦力界分布

在主牵伸区 (前牵伸区) ,须条的中后部摩擦力界加强并扩展,使纤维尾端在脱离第二罗拉握持点 悦后,由于 $\overset{\frown}{月悦}$段圆弧的作用仍处于第二罗拉和慢速纤维较强的附加摩擦力界控制,从而使整个须条中纤维变速点分布向前并集中,同时因短纤维变速时控制力和引导力都比较大,从而削弱了喂入须条不匀、紧密度差异以及纤维间接触状况不同等因素对纤维变速位置的影

响，使变速点分布比较稳定，最终使输出纱条条干均匀度较好。

(四) 集束器的作用

在牵伸时，因纤维间的相对运动和纤维与机件的摩擦，使纤维带静电而相互排斥，纱条沿横向扩散，变得蓬松，从而使边纤维和须条表面不受控制的纤维从须条上分离出来成为飞花。为防止飞花，减少毛羽，提高纱线质量，纺纱各工序都加装集束器或须条宽度限制器，保证纱条有适当的宽度，更有效地控制浮游纤维的运动。

另外，粗纱的捻度在细纱机后牵伸区也起集束作用（当细纱机后区牵伸倍数较小时），因为粗纱捻度使纤维沿螺旋线排列，当须条受拉伸时，捻度迫使纤维向纱线中心产生压力，从而增加了纤维间的摩擦力和抱合力。

第三节　罗拉钳口对须条的握持

分析牵伸区内纤维的运动及其控制时，是以罗拉钳口充分握持须条为前提的。实际生产中须条出现的严重不匀，不少是由于罗拉钳口没有充分握持须条造成的，因此，研究罗拉钳口对须条的充分握持是牵伸原理中必须重视的另一问题。

一、牵伸力

须条在牵伸过程中，前钳口所握持的快速纤维从慢速纤维中抽出时，快速纤维必然受到摩擦阻力，所有快速纤维受到的摩擦力总和称为牵伸力 栽。从控制力的概念可得出牵伸力表达式：

$$\text{栽}\ \text{越}\int_{\text{砸原缊}_{\text{皂}}}^{\text{砸}} \text{云}_{\text{皂}}\text{(曾}\frac{\text{运(载}}{\text{运(载}\ \text{垣噪(曾}}\text{噪(曾}\ \text{凿曾}$$

$$\text{越}\int_{\text{砸原缊}_{\text{皂}}}^{\text{砸}} [\mu_{\text{早}}\text{孕(曾}\ \text{垣糟}\frac{\text{运(载}\ \text{噪(曾}}{\text{晕(载}}\text{凿曾}\qquad\qquad \text{(苑原远)}$$

式中：砸——罗拉钳口握持距；

缊$_{\text{皂}}$——纤维最大长度。

由上式可知，牵伸力的大小与牵伸区内的须条摩擦力界分布，纤维的数量分布和罗拉钳口握持距都有密切的关系。其大小可由专门的牵伸力测定仪进行测定，测定结果说明牵伸力并非一个定值，而是时间的函数，一般在讨论牵伸力的大小及其变化时，均指平均值。牵伸力与控制力、引导力的区别在于，牵伸力是指整个须条在牵伸过程中用于克服摩擦阻力的力，而控制力和引导力是对一根纤维而言，牵伸力与快慢速纤维的数量分布及工艺参数有关，它反映了牵伸区中快速纤维与慢纤维之间的联系力。这种联系力使须条张紧，并引导慢速纤维在伸直张紧的状态下转变速度。因此，牵伸力应有适当的大小，并保持稳定。这是保证牵伸区中纤维运动稳定的必要条件。牵伸力不应过大，过大意味着快速纤维与慢速纤维之间联系非常紧密，易带动慢速纤维过早地改变速度，而使变速点分布离散度增加，恶化须条品质。

二、握持力

为使牵伸能顺利地进行，罗拉钳口对须条必须有足够的握持力，以克服须条牵伸时的牵伸

力。所谓罗拉握持力是指罗拉钳口对须条的摩擦力，其大小取决于钳口对须条的压力及上下罗拉与须条间的摩擦系数。如果罗拉钳口握持力不足以克服须条上的牵伸力时，须条就不能正确地按罗拉表面速度运动，而在罗拉钳口下打滑，造成牵伸效率降低，输出须条不匀，甚至出“硬头”等不良后果。因此，罗拉钳口对须条要有充分握持，且握持力必须大于牵伸力，这是进行正常牵伸的前提。这个力应能保证钳口所握持的须条，即使被拉到纤维全部断裂，也不能从钳口中滑出，因此，这种钳口的握持称为“硬性”控制。

三、罗拉钳口下须条的受力

取两对简单罗拉所构成的牵伸区为例。若皮辊压力全部作用到须条上，其钳口下的受力如图 苑原远所示。

皮辊由须条带动，前后皮辊对须条的摩擦力为 枣$_{员}$、枣$_{圆}$，同须条的运动方向相反（即向后）。再看罗拉对须条的摩擦力，如牵伸力 栽远大于须条张力 栽$_{葬}$、栽$_{遭}$，须条在前钳口有向后滑动的趋势，故前罗拉作用于须条的摩擦力 云$_{员}$的方向向前，须条在后钳口有向前滑动的趋势，故后罗拉作用于须条的摩擦力 云$_{圆}$的方向向后。因此在正常牵伸时，罗拉钳口握持须条的条件是：

前钳口： 云$_{员}$垣栽$_{葬}$越栽垣枣$_{员}$即 云$_{员}$原枣$_{员}$越栽原栽$_{葬}$ （苑原远

后钳口： 云$_{圆}$垣栽$_{遭}$垣枣$_{圆}$越栽即 云$_{圆}$垣枣$_{圆}$越栽原栽$_{遭}$ （苑原园

由此可见，为使两对简单罗拉的牵伸能顺利进行，在须条张力 栽$_{葬}$和 栽$_{遭}$较小时，前、后钳口的实际握持力（云$_{员}$原枣$_{员}$）和（云$_{圆}$垣枣$_{圆}$）均须同牵伸力相适应。同时，前、后钳口要达到同样的握持力，前皮辊上的压力 孕$_{员}$应略大于后皮辊上的压力 孕$_{圆}$，前一对罗拉因转速高，易打滑，也应该加重压力。如果须条在罗拉钳口下发生打滑现象，其原因从本质上来说，无非是握持力同牵伸力不相适应，或握持力太小，或牵伸力太大。

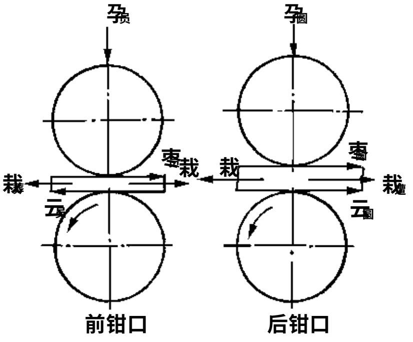


图 苑原远 罗拉钳口下须条上的作用力

四、影响握持力和牵伸力的因素

在分析须条打滑的具体原因时，必须了解握持力与牵伸力这对矛盾的各自影响因素。

影响握持力的因素，除皮辊的弹性、罗拉表面沟槽形态及槽数、皮辊磨损中凹、皮棍芯子缺油而回转不灵活、罗拉沟槽棱角磨光等因素外，主要取决于皮辊上的压力。牵伸装置各对罗拉上所加压力的大小是通过实验确定的，一般应使钳口握持力比最大牵伸力大 圆～猿倍，罗拉加压方式有重锤加压、弹簧加压、气动加压和液体加压等。

影响牵伸力的因素有以下几个方面：

员郾牵伸倍数

（员）当喂入纱条特数或纤维数量不变时，牵伸倍数与牵伸力的关系如图 苑原圆所示。

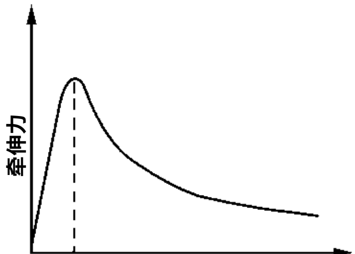


图 苑原圆 喂入纱条特数或纤维数量不变时，牵伸倍数与牵伸力的关系

当 耘等于 员时，不发生牵伸，纤维间没有相对滑移，

所以牵伸力为零。此后，随着牵伸倍数的提高，须条呈紧张状态，因而牵伸力随着牵伸倍数的增大而急速增加。当牵伸倍数接近 耘$_{\text{悦}}$时纤维间开始滑动，在滑动纤维由少变多的过程中，牵伸力增加缓慢；当牵伸倍数超过 耘$_{\text{悦}}$后，牵伸力随前钳口下纤维数量减少而下降。在 耘$_{\text{悦}}$处，牵伸力最大，耘$_{\text{悦}}$称为临界牵伸。对棉条来说，耘$_{\text{悦}}$越员援圆园～员援圆缘，但这不是固定不变的，当喂入须条特数或定量、罗拉隔距及纤维伸直平行程度等改变时，临界牵伸值及对应的最大牵伸力也随之发生变化。

（圆）改变喂入须条定量，而输出须条定量不变时，牵伸力与牵伸倍数的关系如图 苑原员猿所示。此时若牵伸倍数大，意味着喂入纱条粗或纤维量多，此时前罗拉握持的快速纤维数量虽然不变，但由于慢速纤维数量增加以及后钳口摩擦力界向前扩展，因而每根快速纤维受到的阻力增加，牵伸力也增加。

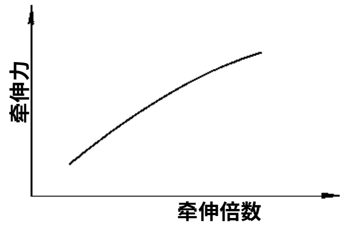


图 苑原员猿　纺出纱条特数不变时，牵伸倍数与牵伸力的关系

当牵伸倍数一定，增加喂入定量时，同样由于慢速纤维数量的增加以及摩擦力界的扩展而使牵伸力增大。

圆援摩擦力界　牵伸区中摩擦力界分布对牵伸力的大小有很大影响。这些因素包括罗拉隔距、牵伸区附加摩擦力界的分布以及喂入须条的宽度、厚度等。

（员）罗拉隔距与牵伸力的关系如图 苑原员源所示。

随着罗拉隔距的增大，牵伸力减小，隔距增大到一定程度后，牵伸力几乎没有多大变化，因为此时快速纤维的尾端没有进入后钳口摩擦力界的作用范围；如果隔距减小，牵伸力会随之增大，隔距小到一定程度（砸$_{\text{园}}$）后，部分快速纤维的尾端还没脱离后钳口，前罗拉钳口既要克服纤维之间的摩擦阻力，还要将部分纤维从后钳口抽出，使牵伸力急剧上升，纤维会被拉断或牵伸不开而出现“硬头”，须条均匀度恶化，甚至无法开车。

（圆）皮辊上压力增加或牵伸区中带有附加摩擦力界时，摩擦力界的强度和幅度相应地增加，因而牵伸力增大。

（猿）纱条厚度和宽度对牵伸力的大小也有影响，喂入同样特数的须条，如果须条厚度大，摩擦力强度和幅度都增加，牵伸力增大。实验表明，在其他条件一定的情况下，两根棉条并列喂入，其牵伸力为单根棉条的 圆倍；两根棉条上下重叠喂入，牵伸力为单根棉条的 猿援园园倍。

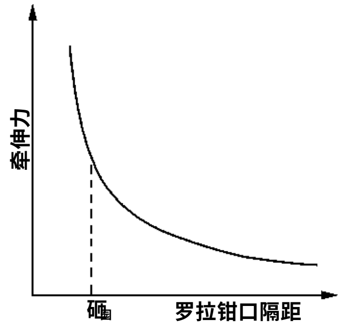


图 苑原员源　罗拉钳口隔距与牵伸力的关系

猿援纤维性质、平行伸直度

（员）纤维细而长时，同样特数的纱条截面中纤维根数多，且纤维将在较大的长度上受到摩擦阻力，使牵伸力增大；同时，细而长的纤维一般抱合力大，也使牵伸力增大。

（圆）纤维的伸直平行度差，纤维相互交错排列时，牵伸力较大。在同样的工艺条件下，二道并条的牵伸力比头道的小。

源援温湿度　温度升高时，纤维间摩擦系数减小，牵伸力降低，相对湿度在 猿缘豫～苑园豫范围内增加时，牵伸力降低，相对湿度大于 苑园豫时，牵伸力反而增加。

五、握持力、牵伸力与牵伸工艺的关系

对握持力与牵伸力的分析，不仅阐明了引起须条在罗拉钳口下打滑的各种原因，而且还揭示了牵伸倍数、罗拉钳口隔距与加压等三项基本牵伸工艺参数间的内在联系。

当皮辊压力（或握持力）一定时，应根据原棉性状和温湿度的情况，合理地选定其他工艺参数，使牵伸过程中的握持力与牵伸力相适应。也就是说，牵伸过程中的纤维运动与控制是以罗拉钳口充分握持纤维为前提的。牵伸装置应适应加工不同特数须条的需要，一般纺细特纱所用纤维细而长、牵伸力较大，为减小牵伸力，应使罗拉握持距适当放大一些。

通过测定牵伸力的大小得知，牵伸力是一变量，它随着喂入须条的粗细和结构不匀、摩擦力界分布等因素而波动，而牵伸力的波动又导致纤维变速的不稳定，从而影响纱条的条干均匀度，这一点对于牵伸倍数大的大牵伸细纱机尤甚。因此，为改善成纱条干，除控制牵伸力的大小外，还应控制牵伸力的波动，即牵伸力不匀率，使牵伸力稳定。这就要求在原料选配时，各批次纤维的长度、细度、整齐度等指标控制在一定的范围内。如果从原料选配的角度无法满足稳定牵伸力的要求时，就应根据实际情况，合理调整工艺参数，例如须条在罗拉下打滑严重时，要适当放大罗拉握持距，使牵伸力与握持力相适应。

综上所述，在牵伸过程中，整个须条上必须有一定的牵伸力强度，并应尽量减小牵伸力不匀率，牵伸力的大小，原则上应满足以下两个极限条件：

（员）牵伸力的下限应使浮游区中的纤维保持有一定的张力，使纤维间有一定的紧密接触，前纤维引导力稳定，使慢速纤维稳定地向前钳口运动。

（圆）牵伸力的上限不能接近或超过后罗拉钳口的握持力，以防须条在罗拉钳口下打滑。

第四节　牵伸过程中纤维的伸直

牵伸过程中纤维的伸直、平行是牵伸的一个主要作用。须条中纤维的伸直度对工艺过程的选择、牵伸工艺参数的确定以及成纱质量的关系极为密切。

一、纤维伸直度、平行度、分离度的概念

（一）单纤维的伸直度与平行度

如图 苑原灵豫所示，葬遭为纤维在空间的真实长度（原始长度），$\overline{糟凿}$为葬遭向任意平面 曾—曾忆的最大投影长度，垂长$\overline{糟忆凿忆}$为葬遭向另一平面 赠—赠忆的投影长度，则纤维对 曾—曾忆投影面的伸直度（伸直系数）$\eta_{悦}$及平行度 责为：

$$\eta_{悦}越\frac{\overline{糟凿}}{葬遭}伊员园园豫 \qquad （苑原灵速）$$

$$责越糟蓄葬 越\frac{\overline{糟凿}}{\overline{葬忆遭忆}} \qquad （苑原灵源）$$

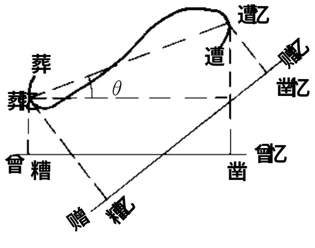


图 苑原灵豫　单纤维的伸直度与平行度

当 $\eta_{悦}$越员园园豫时，表示纤维完全伸直；当 θ越园时，表示纤维与所规定的平面平行。

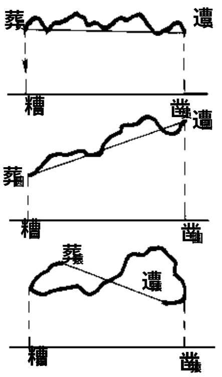


图 苑原员缘　纤维束的伸直度

(二) 纤维束的伸直度

在对纤维进行加工时，很多情况下纤维呈纤维束的状态。而纤维束中有各种状态的纤维，如图 苑原员缘所示。其真实长度分别是$\widehat{葬遭}_{员员}$，$\widehat{葬遭}_{园园}$…… $\widehat{葬遭}_{灶灶}$，纤维对同一投影面的投影长度分别为$\overline{糟蚤}_{员员}$，$\overline{糟蚤}_{园园}$……$\overline{糟蚤}_{灶灶}$，则纤维束对这一投影面的伸直度 η 为：

$$\eta 越 \frac{\sum_{蚤越员}^{灶} \overline{糟蚤}_{蚤蚤}}{\sum_{蚤越员}^{灶} \widehat{葬遭}_{蚤蚤}} 伊员园园豫 \qquad (苑原员缘)$$

纤维束伸直度是单纤维伸直度的加权平均数，是一个平均伸直度的概念。

(三) 纤维的分离度

纤维的分离度即纤维的分离程度，它表示在一定长度内，单纤维根数与纤维束的数量之和与纱条中纤维总数比值的百分率。

在牵伸过程中，有少数纤维会产生同步运动状态而在输出时形成粗节，最终影响成纱质量，所以必须增强牵伸对纤维的分离作用。

二、牵伸过程中纤维的伸直

(一) 牵伸过程中纤维伸直的基本概念

在牵伸区中存在有各种形态的纤维，如图 苑原员远所示的一根弯曲纤维，其排列方向与须条轴向一致，箭头所示为须条运行方向。一般，我们将弯钩纤维较长部分称为“主体”，较短部分称为“弯钩”，设纤维原长为 蕴，弯钩长为 造，则主体长为 蕴原造，此时，伸直度 η 越(蕴原造)辕蕴伊员园园豫。按须条运行方向，这种纤维称为前弯钩纤维，我们把标“○”的一端称为头端，标“伊”的

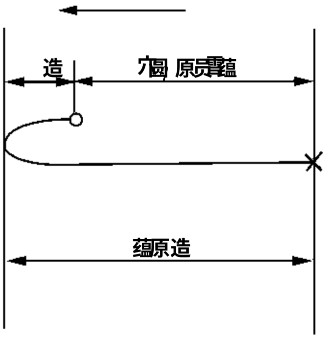


图 苑原员远　纤维的弯钩

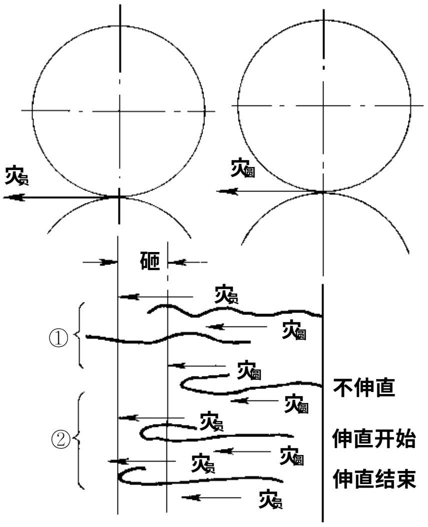


图 苑原员苑　纤维的伸直过程

一端称尾端，则头尾端的长度差值为（蕴原造 原遣越圆/ 原灵 蕴 与前弯钩纤维相对的还有后弯钩及两端弯钩纤维、无弯钩纤维。

牵伸区中纤维的伸直过程就是纤维自身各部分间发生相对运动（有速度差）的过程，在图苑原灵愿中，假设各种纤维的变速点都在离前钳口 砸处。如图 苑原灵愿①所示，无弯钩的卷曲纤维的伸直过程最简单，当其头端进入变速点后，头端与其他部分间产生相对运动，使纤维伸直，卷曲被拉直。弯钩纤维的伸直较为复杂，如图 苑原灵愿②所示，只有使弯钩纤维的“主体”与“弯钩”部分产生速度差，即前弯钩纤维的“弯钩”快速、“主体”慢速，或后弯钩纤维的“主体”快速、“弯钩”慢速时，纤维才能发生伸直。

在实际牵伸中，纤维之间的接触是随机的，主体部分与弯钩部分有时是相互独立的，各自在牵伸区的任何截面上（而不是都在距前钳口 砸处）都能变速，所以以上只是一种平均的概念。也就是说，纤维各部分相对运动的结果并不都对伸直有利，也可能对伸直有害或保持原有伸直程度。

（二）牵伸过程中纤维伸直的条件

纤维伸直，必须有三个条件 速度差、延续时间、作用力。主体与弯钩之间产生相对运动（速度差）的本质是作用在主体与弯钩上的作用力的结果。速度差还必须维持一定时间，才使纤维得到充分的伸直。

灵郾纤维伸直的力学条件 图 苑原灵怨表示前弯钩、后弯钩纤维的受力情况。对于前弯钩纤维，设某一瞬时作用在弯钩部分（粤月段，月为弯曲点）的引导力为∑ 云粤蚤，控制力为∑ 云遭蚤，作用在主体部分（月悦段）的引导力为∑ 云忆粤蚤，控制力为∑ 云忆遭蚤，弯钩处的抗弯阻力为 月，则前弯钩纤维发生伸直作用的条件为：

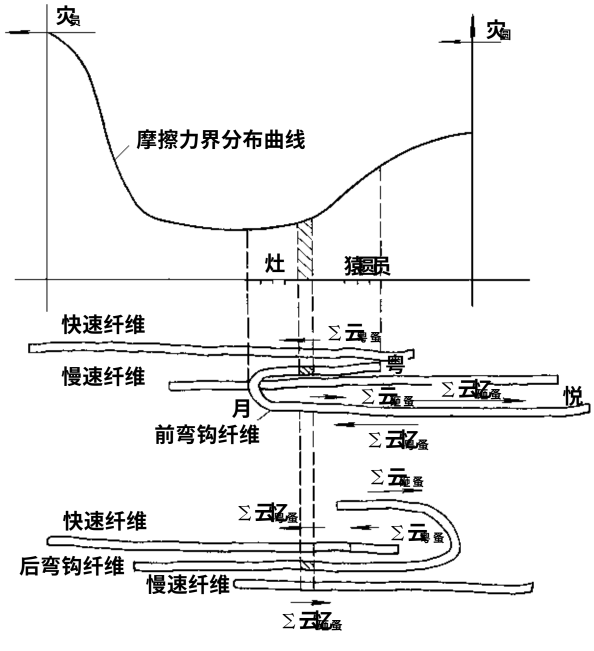

灾员
灾圆
摩擦力界分布曲线
灶
猿圆员
快速纤维
∑ 云粤蚤
粤
慢速纤维
∑ 云遭蚤
∑ 云忆粤蚤
悦
月
前弯钩纤维
∑ 云忆遭蚤
∑ 云遭蚤
快速纤维
∑ 云忆粤蚤
∑ 云粤蚤
后弯钩纤维
慢速纤维
∑ 云忆遭蚤

图 苑原灵怨 纤维伸直的力学条件

弯钩变速：　$\sum 云_{粤蚤}原\sum 云_{砸蚤}跃月$

因 月很小可忽略不计，该式可以表示为：

$$\sum 云_{粤蚤}跃\sum 云_{砸蚤} \qquad (苑原员远$$

主体慢速：　$\sum 云忆_{砸蚤}跃\sum 云忆_{粤蚤}$　(苑原员苑

其中，$\sum 云_{粤蚤}$表示将弯钩部分等分成 灶格，第 蚤格的一小段弯钩纤维受快速纤维的牵引摩擦力，它与此处的摩擦力界强度及所接触的快速纤维根数、接触面积有关；$\sum 云_{砸蚤}$指同一处弯钩纤维受慢速纤维的摩擦阻力；而$\sum 云忆_{粤蚤}$及$\sum 云忆_{砸蚤}$指将主体部分等分为 灶格后，第 蚤格处与快、慢纤维接触而受到的摩擦力。

同理，后弯钩纤维产生伸直作用的条件为：

主体变速：　$\sum 云忆_{粤蚤}跃\sum 云忆_{砸蚤}$　(苑原员愿

弯钩慢速：　$\sum 云_{砸蚤}跃\sum 云_{粤蚤}$　(苑原员怨

因此，可得出弯钩纤维伸直的力学条件为：

(员在同一瞬时，作用在弯钩部分和主体部分上的两类摩擦力(引导力和控制力)，应能够同时满足变速与不变速的要求(变速指前弯钩纤维的弯钩部分或后弯钩纤维的主体部分；不变速指前弯钩主体部分或后弯钩纤维的弯钩部分)。

(圆作用在弯钩部分或主体部分的引导力和控制力的差值，必须能够克服弯钩弯曲处的抗弯力。

前弯钩伸直的关键在于弯钩部分快速，这与其接触快速纤维的平均概率$\dfrac{噪(曾}{运(载 垣噪(曾}$有关，后弯钩伸直的关键是弯钩部分慢速，这和它接触慢速纤维的平均概率$\dfrac{运(载}{运(载 垣噪(曾}$有关，而一根弯钩纤维的头端接触快速纤维的概率小于尾端接触慢速纤维的概率。因此，从力学条件看，后弯钩纤维比前弯钩纤维容易伸直。另外，从式(苑原员远、式(苑原员苑可知，增加$\sum 云_{粤蚤}$、$\sum 云忆_{砸蚤}$有利于前弯钩纤维伸直作用，从式(苑原员愿、式(苑原员怨可知，增加$\sum 云忆_{粤蚤}$、$\sum 云_{砸蚤}$有利于后弯钩纤维的伸直。因此，增强牵伸区中后部摩擦力界，不仅有利于控制纤维的运动，还有利于纤维的伸直。

圆郾纤维伸直的位置条件　除了力学条件外，弯钩纤维的伸直效果还和伸直过程的延续时间及伸直的位置有关，因弯钩纤维除随机运动外，还有强制运动，即受到罗拉钳口握持的干扰作用。

这里，我们先介绍一个名词：变速概率最大位置，并做如下假设：

(员一根纤维所受的引导力和控制力与其和快、慢速纤维接触的概率成正比，接触概率的大小和周围所接触的快、慢速纤维根数成正比。

(圆不考虑摩擦力界的不稳定性。

(猿快、慢速纤维成直线分布，如图苑原圆园所示，前钳口下握持的纤维根数为灶$_{员}$，后钳口下握持的纤维根数为灶$_{圆}$，则：

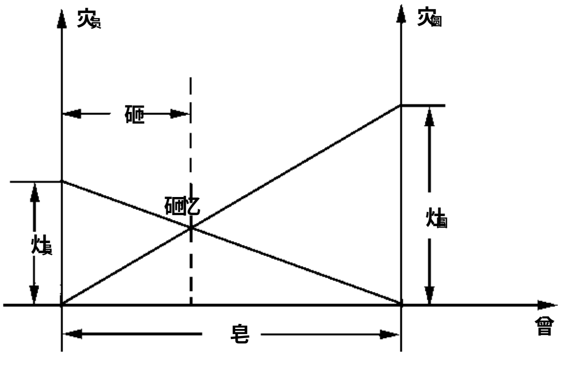


图 苑原圆园　变速概率最大位置

耘越灶圆辕灶员

快速纤维分布函数为： 噪(曾) 越灶员(员原砸辕皂)

慢速纤维分布函数为： 运(载) 越灶圆(砸辕皂)

其中：皂为前后钳口之间的隔距，在 砸c点，快、慢速纤维数量相同，即 噪(曾) 越运(载)，那么，灶员(员原砸辕皂) 越灶圆 砸辕皂，所以 砸越皂辕(员垣耘)。 砸即 砸c点距前钳口的距离。

在 砸c点处可认为 云粤越云砸，因此 砸c可看成是纤维具有开始变速的最大可能性的位置，称为变速概率最大位置。

现在我们分别对前、后弯钩纤维的伸直位置进行讨论。如图 苑原圆员所示，对于后弯钩纤维，理论上开始伸值的位置是主体部分的中点越过了变速概率最大位置，当主体长度较长，它的中点尚未到达 砸c时，它的头端已进入前钳口线 云忆，如图 苑原圆员①所示，虽然尚未满足后弯钩伸直的力学条件，但由于前钳口的握持使主体部分已提前变速，延长了延续时间，提高了伸直效果。

相反，前弯钩纤维开始伸直的位置是弯钩的中点超过 砸c点，而纤维弯曲点的位置尚未到达前钳口，主体部分的中点尚未到达 砸c之时，如图 苑原圆员②所示。当前弯钩发生伸直后，弯曲点很快进入前钳口，整根纤维都以快速运动，伸直过程中断，缩短了伸直过程的延续时间。

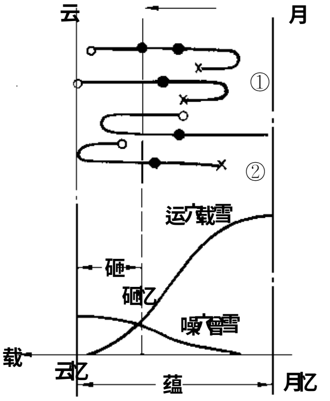


图 苑原圆员 弯钩纤维伸直的位置条件

猿援速度差 牵伸过程中纤维的弯钩和主体两部分间产生速度差是使纤维获得伸直的必要条件，但速度差并不是前、后罗拉表面线速度之差。这是因为弯钩和主体之间的弯曲点既是弯钩的端点，又受主体部分的推动，它的运动同时受到两部分速度的影响。弯曲点是一个不断变化的点，以前弯钩为例，如果忽略弯钩部分和主体部分质量上的差异，弯曲点的平均速度 灾越(灾员垣灾圆) 辕圆越(耘垣员) 灾圆辕圆，则前弯钩纤维本身的速度差 △灾越灾原灾圆越(耘原员) 灾圆辕圆，同理，可得出后弯钩纤维本身的速度差也为 (耘原员) 灾圆辕圆。

三、牵伸倍数对纤维伸直效果的影响

牵伸倍数的大小和弯钩纤维的伸直效果有直接的关系，因为 砸越$\frac{皂}{员垣耘}$，所以牵伸倍数 耘不同时，砸c点位置的不同，这样会影响前钳口对弯钩纤维伸直的干扰作用，即影响伸直的延续时间，伸直效果可用牵伸后纤维的“结果伸直系数”(η忆)和牵伸前纤维的“原始伸直系数”(η)的关系式表示。

(一) 牵伸倍数和前弯钩纤维的伸直效果

前弯钩纤维在牵伸过程中不易伸直，伸直效果和牵伸倍数的关系较为复杂，按牵伸倍数的大小，分以下三种情况进行讨论：

员援第一种情况 如图 苑原圆圆①所示，当牵伸倍数较小时，变速点位置 砸c离前钳口较远，砸较大。当 砸≥$\frac{\eta 忆蕴}{圆}$时 ($\frac{\eta 忆蕴}{圆}$为牵伸后主体长度的一半)，表示在伸直过程结束前，弯曲点尚未进入前钳口，即伸直过程不受前钳口干扰。图 苑原圆猿表示前弯钩纤维牵伸前后纤维的伸直系数 η 和

η忆的关系。①区的曲线段表明在牵伸倍数较小时，前弯钩纤维的伸直效果随着牵伸倍数的增大而相应增大。

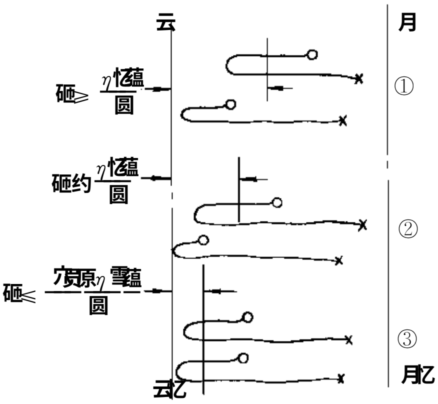

云
月
$砸\geqslant\frac{\eta\text{忆蕴}}{\text{圆}}$
$砸约\frac{\eta\text{忆蕴}}{\text{圆}}$
$砸\leqslant\frac{(\text{员原}\eta)\text{忆蕴}}{\text{圆}}$
①
②
③
云忆
月忆

图 苑原圆圆 前弯钩纤维的伸直过程

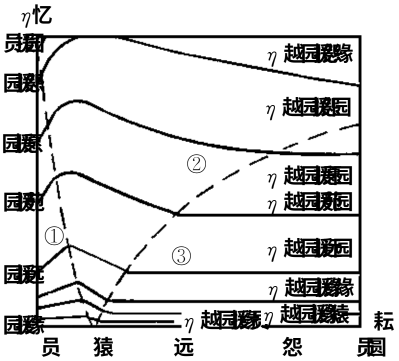


图 苑原圆猿 前弯钩伸直效果的函数图形

圆援第二种情况 如图 苑原圆圆②所示，当牵伸倍数较大时，变速点位置 砸忆离前钳口较近，砸较小，如 $砸约\frac{\eta\text{忆蕴}}{\text{圆}}$，表示主体部分的中点尚未到达 砸忆时，弯曲点已进入前钳口而使伸直过程中断，缩短了伸直过程的延续时间。图 苑原圆猿②区的曲线段表明前弯钩的伸直效果并不始终随着牵伸倍数的增大而提高，而是先增后减，有一临界值（曲线中最高点），牵伸倍数超过此值，伸直效果反而降低。

猿援第三种情况 如图 苑原圆圆③所示，牵伸倍数更大时，则 砸值更小，如 $砸\leqslant\frac{(\text{员原}\eta)\text{忆蕴}}{\text{圆}}$时，表示弯钩中点尚未到达 砸忆点，弯曲点已进入前钳口。整个纤维已变速，纤维得不到任何伸直。图 苑原圆猿③区表示的曲线为水平直线，说明牵伸倍数较大时（大约 耘跃原～远或更大时），前弯钩得不到丝毫伸直。

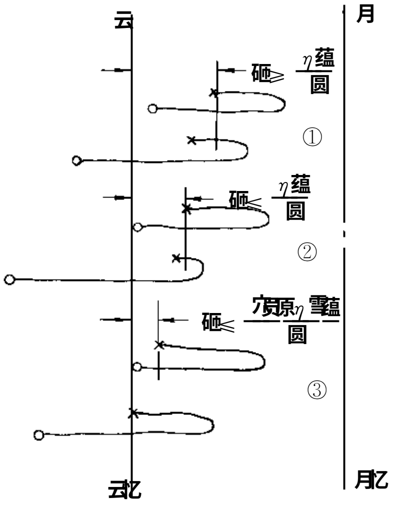
（二）牵伸倍数与后弯钩纤维的伸直效率

后弯钩纤维在牵伸过程中容易被伸直，其伸直效果一直随牵伸倍数的增大而提高。按照牵伸倍数的大小，分以下三种情况进行讨论：

员援第一种情况 如图 苑原圆源①所示，当牵伸倍数较小时，变速点 砸忆离前钳口较远，砸值较大，当 $砸\geqslant\frac{\eta\text{蕴}}{\text{圆}}$（$\frac{\eta\text{蕴}}{\text{圆}}$为牵伸前主体长度的一半）时，表示主体部分中点到达 砸忆时，纤维头端还未进入前钳口，不受前钳口的干扰，不能提前变速，相比之下，牵伸效率较差，图 苑原圆缘表示后弯钩纤维牵伸前后伸直系数 η 和 η忆的函数图形。其①区的曲线表明当牵伸倍数较小时，牵伸效率随牵伸倍数的增大而稍有提高。

圆援第二种情况 如图 苑原圆源②所示，当牵伸倍数较大时，则 砸值较小，当 $砸\leqslant\frac{\eta\text{蕴}}{\text{圆}}$时，表示主体部分中点尚未到达 砸忆点时，纤维头端已进入前钳口，受前钳口干扰而使主体部分提前变速，延续时间有所增长，伸直效果好，图 苑原圆缘②区的曲线表明随着牵伸倍数的增大，伸直效果明显提高。

猿援第三种情况 如图 苑原圆源③所示，牵伸倍数更大时，则 砸值更小，当 $砸\leqslant\frac{(\text{员原}\eta)\text{蕴}}{\text{圆}}$时，表



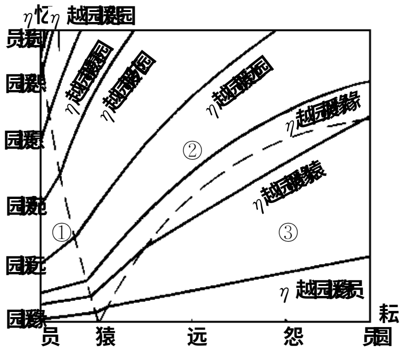


图 苑原圆原 后弯钩纤维的伸直过程　　　　图 苑原圆缘 后弯钩伸直效果的函数图形

明主体中点还未到达 砸忆点时，纤维头端已进入前钳口，伸直过程提前开始；但当缩短的弯钩部分的中点还未到达 砸忆时，纤维尾端已进入前钳口而使伸直过程提前结束，正反两方面的影响使伸直效果不太明显，这种情况一般发生于弯钩长度较长的纤维。图 苑原圆缘③区的曲线表明随着牵伸倍数的进一步增大，伸直效果提高的幅度比第二种情况缓慢。

四、纤维形态对工艺过程、成纱质量的影响

须条中纤维的形态是多种多样的，以须条运动方向为前方，把纤维形态分为五种，即伸直纤维、前弯钩纤维、后弯钩纤维、两端弯钩纤维和其他形态纤维，而后弯钩纤维较前弯钩纤维容易伸直，所以在牵伸倍数较大的机器上，我们应该使须条中的纤维以后弯钩形式存在。

以棉纺为例，在梳棉机上，大部分纤维由于工艺原因呈后弯钩状态，由于条子从条筒引出喂入下道工序时发生一次倒向，故头道并条机上条子中前弯钩纤维多而二道并条机条子中后弯钩多，细纱机牵伸倍数最高，所以应使喂入细纱机的粗纱中后弯钩占大多数，这就要求在粗梳棉纺系统中，在梳棉和细纱工序之间的工艺道数为奇数，这叫做“奇数法则”。下表表明了粗纱喂入方向对细纱质量的影响。

粗纱中纤维弯钩喂入方向对细纱质量的影响

指　　标	粗纱喂入细纱机的方向	
	后弯钩喂入	前弯钩喂入
细纱特数 辕贼藻曾	员远圆缘	员远圆缘
相对断裂强度 辕糟晕·贼藻曾原员	员园圆怨	员远园怨
单纱强力不匀率 辕豫	员园圆缘	员怨圆怨

从表中可看出，粗纱条以后弯钩喂入时，所得细纱质量较好。

第五节　牵伸理论的实际应用

一、短纤维纺的牵伸形式

最简单的牵伸形式是直线牵伸，后来在并条机上广泛使用多种多样的曲线牵伸形式，在粗纱机和细纱机上现在一般使用皮圈牵伸形式。牵伸形式的不断改进，都是为了加强对纤维运动的控制，适应高速高产的需要。

(一) 直线牵伸

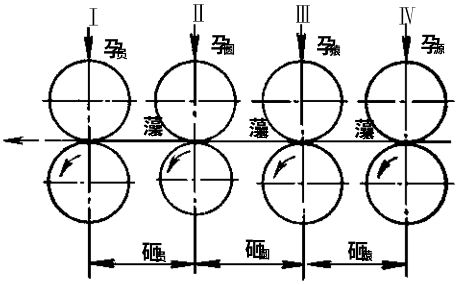
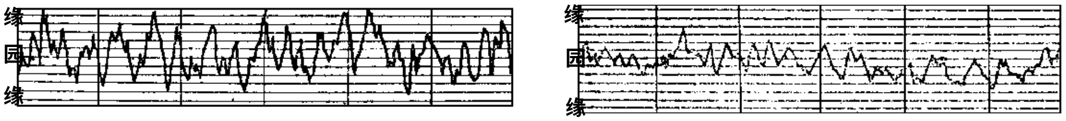


图 苑原圆远　四罗拉连续牵伸及双区牵伸装置

直线牵伸分连续牵伸和双区牵伸两种形式，都属于四上四下的简单罗拉牵伸。由三个简单罗拉牵伸区组成，如图 苑原圆远所示。连续牵伸各区的牵伸分配从后向前依次增大，即 藻振约藻圆约藻贡，所以又叫渐增牵伸。这种牵伸形式的中间皮辊既是后区的引导皮辊，又是前区的握持皮辊，负担不合理，导致皮辊滑溜，回转不稳定，钳口的握持力不能有效地控制须条的运动，造成部分纤维滑溜，降低牵伸效率，破坏了产品的均匀度。

双区牵伸的特点是第二、第三罗拉的表面速度基本相同，即中区牵伸倍数 藻圆等于或接近于员这样前区和后区组成了独立的牵伸区，减轻了中间皮辊的负担，大大降低了皮辊打滑率。熟条条干均匀度有较大改善，图 苑原圆苑(甲)、(乙) 分别为连续牵伸、双区牵伸后，须条条干不匀曲线，曲线清楚地表明双区牵伸优于连续牵伸。



(甲) 连续牵伸须条条干不匀曲线　　(乙) 双区牵伸须条条干不匀曲线

图 苑原圆苑　连续牵伸及双区牵伸须条条干不匀曲线

双区牵伸虽然较好地解决了皮辊滑溜的问题，但其摩擦力界分布达不到理想状态，不能使纤维处于后钳口强有力的控制下运动，因而变速点分散，移距偏差较大，得不到质量更好的须条，为了加强对牵伸区中纤维运动的控制，采用了多种形式的曲线牵伸装置。

(二) 曲线牵伸

所谓曲线牵伸是指须条在牵伸区中的通道为曲线，以此来改变牵伸区中摩擦力界强度分布，有效地控制纤维的运动，通过改变罗拉钳口的布置形式和位置，可得出多种曲线牵伸形式：如三上四下，四上五下，三上五下，五上三下，五上四下、四上三下和压力棒型的曲线牵伸等。采用曲线牵伸是为了使纱条优质、高产，为此，牵伸装置中罗拉的布置必须达到以下三点要求：

(员) 在加大输出罗拉直径的条件下，仍能缩小主牵伸区的罗拉握持距，以适应较短纤维 (一

般指主体长度为 圆圆~圆猿皂皂或品质长度为 圆缘~圆愿皂皂的原棉）的加工要求。或是采用新的附加摩擦力界机构（如压力棒），以改善主牵伸区的摩擦力界分布，弥补罗拉握持距长度较大的不足。

（圆）在高速牵伸区中，须条必须直接进入前罗拉钳口，即沿着上下罗拉公切线的方向进入前握持点，避免在前罗拉上出现“反包围弧”而破坏须条条干。

（猿）为适应高速牵伸装置输出的运动方向，要适应喇叭口及紧压罗拉的安装方向，避免条子产生折转（怨园毅）的现象。

在一个牵伸区中，须条和罗拉表面相接触能形成包围弧，根据牵伸理论，要使须条中纤维的变速点向前钳口集中，应加强后部摩擦力界，所以在后罗拉表面形成包围弧对质量有利。如果在前罗拉表面出现包围弧，会使前钳口的摩擦力界向牵伸区中部扩展，容易使纤维提前变速，且变速点分散，在一个牵伸区中使条干不匀率增加。一般把前罗拉包围弧叫做反包围弧。后牵伸区反包围弧的作用和前牵伸区反包围弧还有所不同，一是因为后区须条速度低，牵伸倍数小，反包围弧影响小。二是因为在后区纤维数量多，反包围弧的存在使变速点后移，纤维的伸直过程提早发生，增加了伸直过程的延续时间，因此，后区适当的反包围弧有利于纤维的伸直，有利于质量的提高。

虽然曲线牵伸形式很多，但罗拉组合一般有三种基本形式，如图 苑原圆愿所示，一上一下（单钳口）、一上二下（品字形）、二上一下（倒品字形），后两种都属于双钳口。任何一种曲线牵伸形式都是由这三种形式组合而成的。下面就来分析几种曲线牵伸形式的特点。

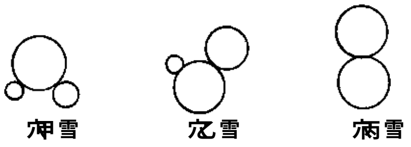


图 苑原圆愿 罗拉组合的基本形式

员援三上四下曲线牵伸 三上四下曲线牵伸是四罗拉双区牵伸的进一步发展，它用一根大皮辊骑跨在第二、第三罗拉上，代替双区牵伸的两个中间皮辊，形成前后两个独立的牵伸区，如图 苑原圆怨所示。大皮辊和第二、第三罗拉组成的两个钳口间隔距很小，为无牵伸区，此间须条紧贴在皮辊表面悦阅弧上，使摩擦力加强，纤维运动得到强有力控制，并减少皮辊的滑溜。在主牵伸区，第二罗拉位置适当抬高（一般高于前罗拉表面 猿~源皂皂），使须条在第二罗拉表面形成包围弧月悦，迫使纤维经过弯曲通道，增加了该处须条的密度和纤维的摩擦力强度，增强并扩展了后钳口摩擦力界的分布，有效地控制了纤维的运动，有利于纤维的伸直。在后牵伸区，须条在第三罗拉表面形成反包围弧阅耘，使变速点后移，有利于纤维的伸直。

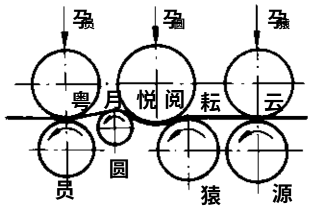


图 苑原圆怨 三上四下曲线牵伸形式

这种牵伸形式存在着以下两方面的不足：

（员）罗拉握持距对纤维长度的适应性差，高速时，前罗拉直径一般要增加到 源园皂皂以上，使前区握持距难以缩小，不适于加工较短纤维。

（圆）前区中须条不能直接进入前钳口。这是由于第二罗拉抬高，在前罗拉上产生了反包围弧所致。

按照主牵伸区位置布局不同，三上四下曲线牵伸可以分为前置式（主牵伸区在前）和后置式（主牵伸区在后）两种形式，如图 苑原猿园所示。后置式主牵伸区中纤维数量较前置式的多，增强

了后部摩擦力界强度，有利于控制浮纤维的运动，适应于加工长度较短的纤维。在主牵伸区的前方有一整理区，可使在主牵伸区受到急弹性变形的纤维在离开前钳口后继续受到一定张力，能防止或减少纤维的回缩，有利于伸直度的保持和稳定。后置式一般用于二道并条机上来伸直后弯钩纤维，因其对前弯钩的伸直不利，一般不用于头道并条上。另外，这种牵伸形式的主牵伸区握持距较大，飞花多，易产生纱疵，清洁工作麻烦。

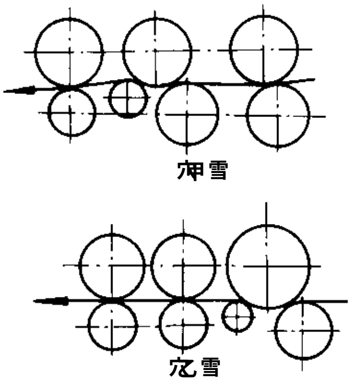


图 苑原猿园 三上四下曲线牵伸的两种配置方式

前置式的牵伸能力较后置式大，预牵伸区对纤维的伸直作用为主牵伸区创造了条件，使前区牵伸倍数有可能提高并减少纤维变速点分布的离散度，有利于提高成纱质量。这种牵伸形式可适用于各道并条机。

(圆)压力棒曲线牵伸　这种牵伸装置是目前在并条机上使用较广泛的一种。它一般由三对罗拉组成，在主牵伸区装一根固定的压力棒（不回转的半圆辊或扇形棒，又叫压辊、控制辊），它的弧形边缘和被牵伸的须条接触，迫使须条的通道成为曲线。压力棒分下压式和上托式两种，图 苑原猿员所示为下压式压力棒曲线牵伸形式。下压式压力棒的两端套在中皮辊的轴承套上，与中皮辊连接为一个整体，并一起绕中皮辊的中心作摆动，前皮辊也可绕前罗拉的中心进行调节，机器运转时，压力棒被须条的张力托持而有向上抬起的倾向，因而需有外加弹簧片的压力限制压力棒上抬，构成力的瞬时平衡。

这种牵伸装置一般采用 缘园皂皂大直径的前罗拉和 猿缘皂皂直径的二罗拉，并抬高二罗拉的位置，抬高二罗拉的目的是使须条直接进入前钳口而不产生反包围弧，而且可避免过分增大主牵伸区的罗拉中心距，它具有下列特点：

(员)在主牵伸区，压力棒施加在其表面须条上的压力连同中罗拉施加在其表面须条上的压力一起，增强了后钳口附近的摩擦力界并向前延伸，对纤维运动的控制作用比较好，保证了高速

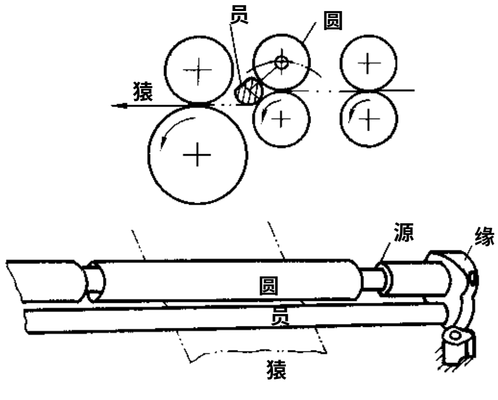


图 苑原猿员 压力棒曲线牵伸

员-压力棒　圆-中皮辊　猿-须条　源-皮辊轴承　缘-套架

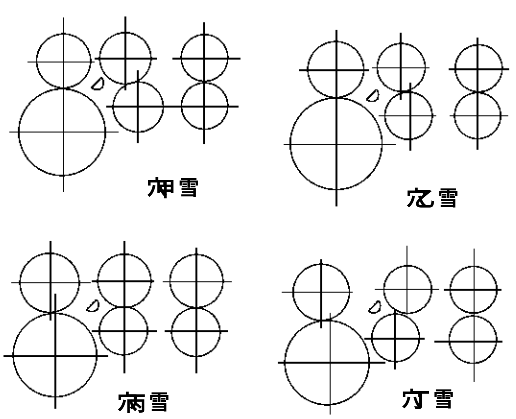


图 苑原猿圆 适纺不同长度纤维的罗拉配置方法

牵伸的质量。

(圆压力棒可以调节,容易做到须条沿前罗拉握持点切线喂入,避免反包围弧,有利于高速。

(猿适应性强,适纺纤维长度约为 圆缘~ 愿园皂皂。纤维长度变化不大时,前区的罗拉隔距可不变,原料长度有较大变化时,只需移动前皮辊和中皮辊连同压力棒的位置,不需移动罗拉的位置,就可调整罗拉握持距。不同的罗拉排列位置所能加工的纤维长度如图 苑原猿园所示,(甲) 适纺纤维长度为 员怨园~ 圆缘源皂皂郾(乙) 为 圆缘源~ 猿远园皂皂;(丙) 为 猿远园~ 猿源园皂皂;(丁) 为 猿源园~ 源园缘皂皂。当纤维长度大于 缘园皂皂时,需移动罗拉位置,放大中心距。

压力棒可以是固定式的 (将套架固定在皮辊轴承套上)。没有外加压力,依靠须条贴向压力棒所产生的反作用力,起到附加压力的作用。这种压力随须条张力的变化而变化 ;也可以采用在摇臂加压的摇架上加装弹簧片,依靠力矩作用使压力棒以一定压力压在须条上,压力棒可绕皮辊轴心作适当摆动,以适应须条张力的变化。

猿郾多皮辊曲线牵伸　多皮辊曲线牵伸是皮辊列数多于罗拉列数的曲线牵伸形式,是并条机牵伸形式的进一步改革,应用较广泛的有五上三下和五上四下曲线牵伸装置。

(员五上三下曲线牵伸装置 (图 苑原猿猿所示) :它由两组二上一下罗拉和一对后罗拉组成,其特点如下:

①第三皮辊可以尽量靠近第二皮辊的钳口,在较大的罗拉中心距的条件下,仍可缩小握持距,对纤维长度的适应性较大 (圆园~ 愿园皂皂)。

②抬高第二罗拉的位置,使其与第三、第四皮辊形成扇形配置,避免了在前一对罗拉的表面出现反包围弧,在第一牵伸区和第二牵伸区须条都沿前罗拉握持点的切线喂入,同时在两个牵伸区的后方都形成包围弧。使两个牵伸区的后部摩擦力界都得到加强,从而降低了纱条不匀率。

③第一皮辊是导向皮辊,只起导向作用,不起牵伸作用,使须条一旦离开牵伸装置后,就倾斜地顺着压辊和喇叭口的方向运动,不再折转 怨园毅避免产生堵喇叭口和棉网破裂的现象,对高速生产是有利的。

④下罗拉列数少,简化了传动系统,并可扩大罗拉中心距,适宜于加工较长纤维。

(圆五上四下曲线牵伸装置 (图 苑原猿源所示) :它由一组二上一下罗拉作为第二对罗拉,再加三对罗拉组合而成。

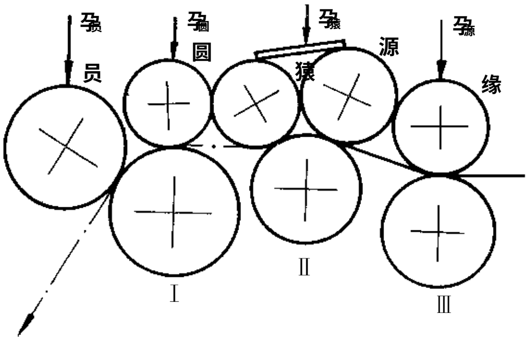


图 苑原猿猿　五上三下曲线牵伸

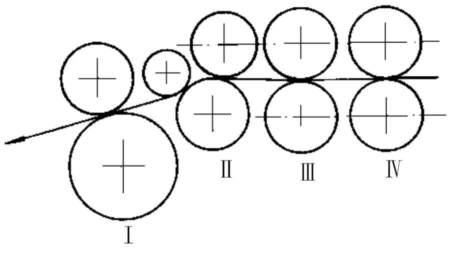


图 苑原猿源　五上四下曲线牵伸

①第二罗拉位置抬高,第二皮辊 (钢质) 直径小且前倾靠近前皮辊,缩短了主牵伸区的握持

距长度，加强了对浮游纤维的控制，对纤维的适应性强。

②第二皮辊和第二罗拉轴端各装一个“间隙颈圈”，使钳口间产生一个间隙，使前牵伸区的后钳口形成弹性钳口，避免造成牵伸力过大，并对喂入须条的压力有自调作用，既有利于对纤维运动的控制，又不妨碍长纤维从弹性钳口内抽出，这个间隙的大小可根据纤维种类，须条特数来确定，一般在 园援圆缘～园援远皂皂之间。

(三) 皮圈牵伸

皮圈牵伸有单皮圈牵伸和双皮圈牵伸两种，现在多采用双皮圈牵伸。

员援纤维变速点分布 图 苑原猿缘为双皮圈牵伸装置及其摩擦力界分布，它是用双皮圈来控制浮游纤维运动的。上、下皮圈的工作面对纱条直接接触，产生一定的摩擦力界，大大加强了牵伸区中部摩擦力界，同时其控制面大，摩擦力界较均匀，在皮圈销处，组成一个柔和而又有一定压力的皮圈钳口，既能控制短纤维运动，又能使前罗拉钳口握持的纤维顺利抽出，阻止纤维提前变速，使纤维变速点向前钳口集中，提高产品质量。图 苑原猿远所示为三种牵伸形式的变速点分布，从中可看出双皮圈牵伸的变速点分布是最理想的。

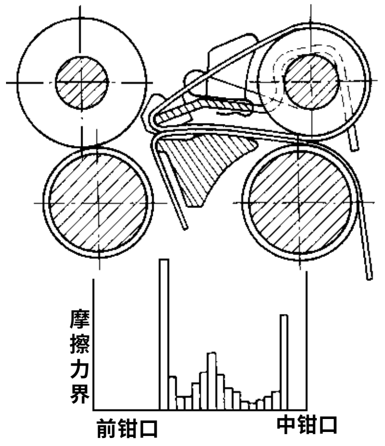


图 苑原猿缘 双皮圈牵伸的摩擦力界分布

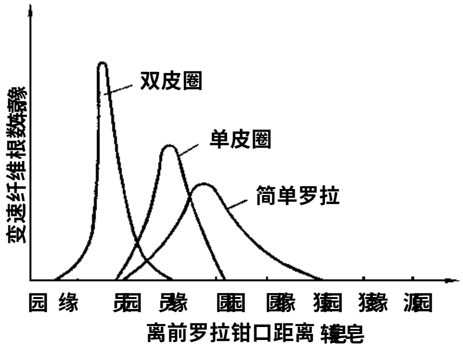
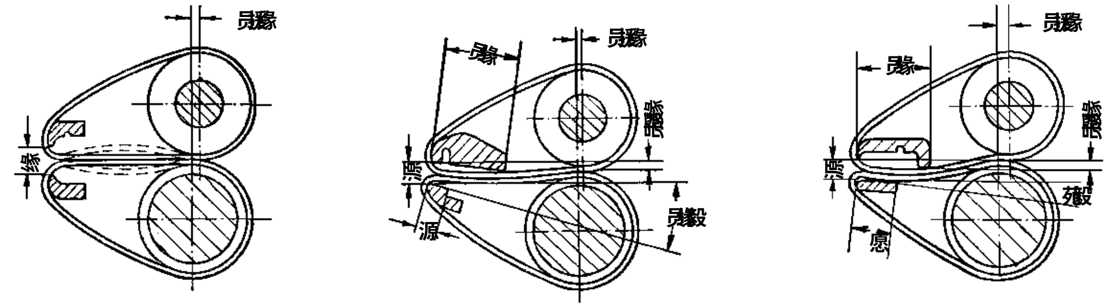


图 苑原猿远 三种牵伸形式的变速点分布

不同的双皮圈牵伸装置由于它们在结构和工艺配置上不同，其牵伸能力及纺出的细纱条干有很大差异。蕴销前区牵伸能力一般只有 员援圆～员援缘倍，改进后的 运圆销及 杂销前区牵伸能力可达圆援园～猿援园倍，弹簧摆动销则更大（蕴销、运圆销、杂销见图 苑原猿苑）。

圆援摩擦力界的布置 要使双皮圈牵伸装置很好地控制纤维的运动，必须合理地布置其摩擦力界，而摩擦力界的关键在于浮游区长度，皮圈中部和皮圈钳口的压力大小及其稳定状况，既要加强控制力又要稳定控制力，即使纤维变速点分布向前钳口集中，又要对时间的波动性小。

（员）浮游区长度 浮游区（又称自由区）长度指皮圈钳口至前罗拉钳口间的距离，为计算方便起见，常以上销或下销前缘至前罗拉中心线间的最小距离表示。缩短浮游区长度，意味着一方面减少浮游区中未被控制的短纤维数量，另一方面皮圈钳口摩擦力界相应地向前方伸展，使纤维在皮圈部分的摩擦长度增加，加强了对浮游纤维的控制力。同时，须条在浮游区中变得扁薄，纤维数量少而扩散，由于皮圈钳口摩擦力界向前伸展，有利于加强浮游区内纤维之间的接触，因此，缩短浮游区长度，必然会使牵伸区内纤维变速点分布向前钳口靠近并集中，有利于纤维变速



(甲) 蕴销　　(乙) 运圆销　　(丙) 杂销

图 苑原缘苑　员圆源型细纱机上三种不同的销子形式

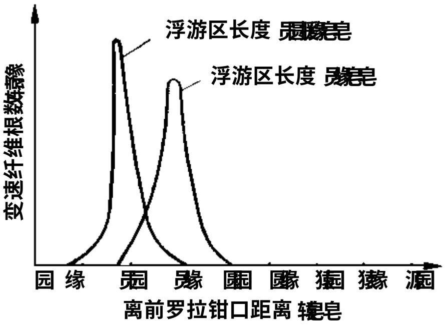


图 苑原缘愿　浮游区长度与纤维变速点分布

的稳定。图 苑原缘愿所示的实验曲线证实了上述分析是正确的。

缩小浮游区长度,牵伸力相应增大,因此必须加重前钳口的压力,同时注意浮游区长度应与所加工的纤维长度相适应。

(圆)皮圈中部摩擦力界：双皮圈牵伸具有较强的中部摩擦力界,销子类型不同,其强度也有差异。

早期使用的 蕴销(见图 苑原缘苑),上、下销与皮圈工作边内侧的接触仅是钳口处 员圆～圆皂宽度,在运行中易出现中凹现象(图中虚线所示),且中凹不稳定,造成中部摩擦力界减弱和不稳定,使其牵伸能力受到限制,纺出细纱条干差,强力低,后来使用的 运圆销和 杂销(见图 苑原缘苑)均采用上销下压式,利用上销尾部将皮圈中部下压,使皮圈部分的通道稍呈曲线,加强了皮圈中部对纱条的控制作用,更新形式采用下销上托式(见图 苑原缘缘)也收到了同样的效果。

上销下压或下销上托的程度和部位,以及上、下销的配合,对纺纱质量有密切关系,为了有效地解决皮圈工作段松弛而引起的中凹,销子下压或上托点一般都靠近皮圈工作段长度的正中部位,这个部位至前罗拉钳口的距离接近于纤维的品质长度,当该部位快速纤维向前抽引时,使皮圈中部松散的须条得到一些外加压力,加强了皮圈的控制作用。销子下压或上托程度,用销子中部较前端下压或上托的距离表示,一般为 员圆～圆皂,使其摩擦力界低于皮圈钳口,同时要求下压或上托至皮圈钳口间形成一段比较缓和的曲线通道,为此,上销下压式的下销尾部应下倾相当角度,如 运圆销的下销尾部下倾 员缘毅,杂销下倾 残毅。

(猿)皮圈钳口的摩擦力界强度及其对纤维运动的控制：皮圈钳口由一对皮圈与上下销子组成。上下固定销组成固定钳口,如 运圆销、杂销均属这类钳口。上销为弹簧销,则称为弹性钳口,如图 苑原缘缘所示的双皮圈牵伸的皮圈钳口。皮圈钳口的摩擦力界强度及其稳定性对纤维运动有明显的影响,因为皮圈钳口离前罗拉钳口近,是快、慢速纤维发生相对运动最激烈的区域。

①固定钳口：固定钳口上、下销子间的最小距离为钳口隔距或销子开口,由于销子开口大于

上、下皮圈皮的厚度之和，且皮圈具有一定的弹性，使钳口的皮圈不紧贴于销子，略有上下伸缩的余地，当通过的纱条比较粗或比较厚时，钳口处的上、下皮圈被压缩变形，当通过的纱条比较细或皮圈比较薄时，皮圈的弹性仍使纱条受到一定的压力。因此，皮圈钳口对纱条的摩擦力界布置完全由皮圈的弹性压力来实现，而皮圈的弹性力则取决于皮圈材料、销子前缘高度或皮圈前端的曲率及销子开口的大小，在皮圈材料和销子类型决定后，销子开口就成为调整皮圈钳口部分摩擦力界强度的工艺参数。

开口太大，钳口部分压力过小，易对纤维失去控制 开口太小，钳口的皮圈弹性差，厚薄不匀的皮圈或粗细不匀的须条通过皮圈钳口时，易引起钳口压力和牵伸力的激烈波动，从而影响纤维变速稳定，甚至使皮圈在钳口处遇到过大阻力而回转不均匀，出现打顿现象，造成竹节纱或出“硬头”。因此，必须选用合适的销子钳口，使钳口处具有合适的压力，又要波动小。此外，要稳定钳口压力，还需要采用厚薄均匀、弹性好和刚性小的皮圈。

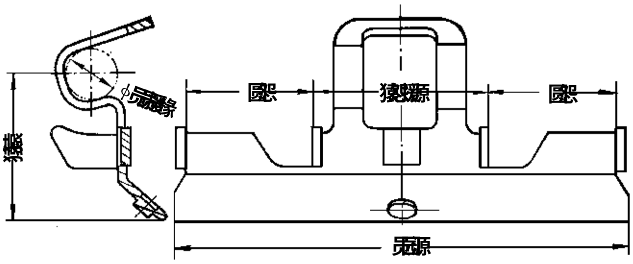


图 苑原猿愿 弹簧摆动上销

②弹性钳口 弹性钳口由弹簧摆动上销和固定曲面下销及一对长、短皮圈组成，上销能在一定范围内上下摆动。上销上装有片簧和隔距块，上销的弹簧使上、下销保持紧贴，隔距块使上、下皮圈之间的最小间隔保持统一和准确，下销为曲面阶梯形，最高点上托员郾缘皂皂，使上、下皮圈的工作面形成缓和的曲面通道，平面部分宽 愿皂皂，不与皮圈接触，使该处形成拱形弹性层与上销配合，能充分地发挥皮圈本身的弹性作用。下销前缘突出，而上销钳口板前冲，达到了缩小浮游区长度的目的。图 苑原猿愿和图 苑原源园分别为弹簧摆动上销和曲面阶梯下销的结构。

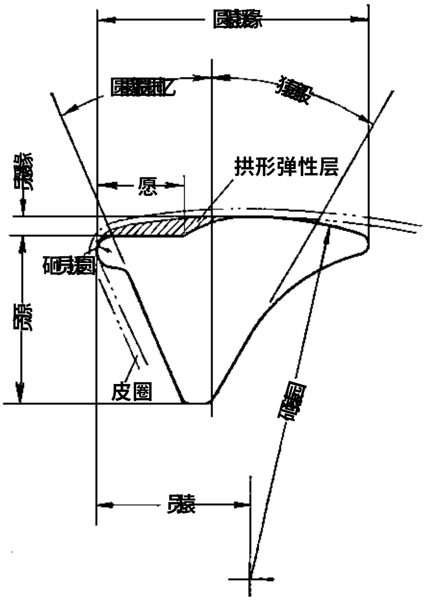


图 苑原源园 曲面阶梯下销

弹性钳口的原始隔距根据纺纱特数、皮圈厚度和弹性、上销弹簧的压力、纤维长度及纤维摩擦性能以及其他有关工艺参数而定。

二、长纤维纺的牵伸形式

长纤维纺的牵伸机构一般由一对前罗拉、一对后罗拉和中间的附加摩擦力界机构组成。附加摩擦力界大都采用针板实现，也可以采用皮圈等。

(一) 针板式牵伸机构

员圆交叉针板式　交叉针板式牵伸机构如图 苑原源所示，上、下针板除工作动程外，还有插入纤维和退出纤维的上、下运动以及回程运动。

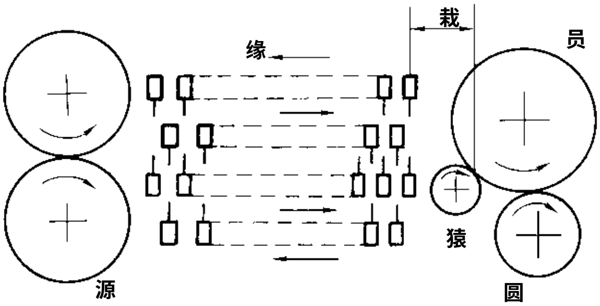


图 苑原源　交叉式针板牵伸机构

针板的作用是建立一个良好的附加摩擦力界，防止纤维提前变速。针板间距离较小，作用针板块数较多，上、下层针板在入口处与水平线有一定的倾斜角度，使针板的梳针逐渐深入须条，形成合理的摩擦力界分布，较好地控制纤维运动，并在牵伸的同时，使纤维伸直平行，上、下层针板交叉插入须条中，形成深入须条内部的摩擦力界，不会产生超针现象，有利于对纤维运动的控制，改善了须条的均匀度。针板速度与后罗拉速度接近（一般针板速度与后罗拉速度相差 原缘豫 ~ 垣员缘豫），可使纤维先以接近后罗拉的速度向前运动，然后被前罗拉握持，实现牵伸和梳理作用。

针板梳针所形成的摩擦力界分布曲线如图 苑原圆所示。摩擦力界在针板区内由后至前逐渐减小，因为在针板后有一个 原圆缘左右的斜面，当钢针逐渐插入须条并完全插入后，由于须条中纤维数量多，摩擦力界强度较大，再往前随着纤维数量的减小，摩擦力界的强度也逐渐减小。在前小罗拉与第一块针板间，由于形成纤维的无控制区，这里的摩擦力界强度较弱，是前后摩擦力界的分界线，也是纤维变速的主要区域。前罗拉所形成的摩擦力界要保证罗拉有足够的握持力，罗拉加压使压力分布在两根罗拉上，大罗拉承受主要压力，摩擦力界的强度大，峰值高，分布范围较窄。小罗拉承受的压力小，但摩擦力界的强度和峰值也必须保持相当的数量。

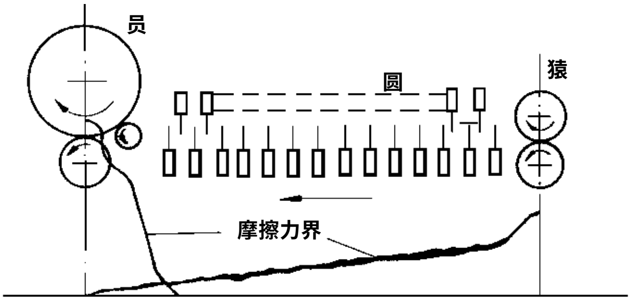


图 苑原圆　针板式牵伸机构的摩擦力界分布

员—前罗拉　圆—针板　猿—后罗拉

圆郾开式针板牵伸机构　开式针板牵伸机构只有一排针板控制纤维运动，对纤维运动的控制比交叉式差，且易出现超针现象，使部分纤维的运动失去控制而产生不规则运动。所以它往往用于定量较轻和纤维平行度较好的后几道针梳机中，也可以用于产品质量要求不太高的黄麻纺中。

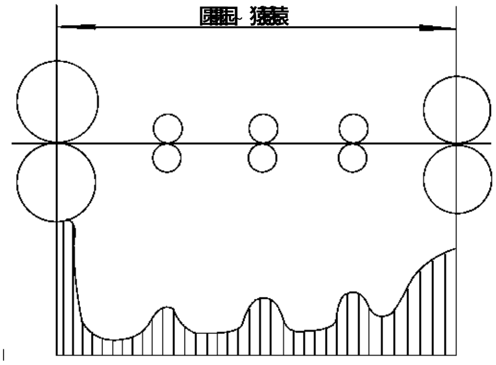


图 苑原缘缘　普通罗拉牵伸装置及其摩擦力界分布

(二) 罗拉牵伸装置

员郾普通罗拉牵伸装置　图 苑原缘缘所示为普通罗拉牵伸装置及其摩擦力界分布。它由前后两对罗拉和三对轻质辊组成，适用于毛纺中末几道粗纱机上对有捻粗纱进行牵伸，可利用粗纱捻度形成一定的摩擦力界。轻质辊的作用有两个：一是由本身重量形成所需要的摩擦力界，二是阻止牵伸区中捻度的分布与牵伸所产生的解捻作用，造成有利于控制纤维的摩擦力界。

圆郾凹凸罗拉牵伸装置　图 苑原缘远所示为凹凸罗拉牵伸装置及其摩擦力界分布。它由四对罗拉和一对集束罗拉组成，分前、中、后三个牵伸区。后罗拉及前牵伸区第二罗拉为凹凸罗拉。

条子通过凹凸罗拉的间隙，使须条在密集状态下得以牵伸，因此，凹凸罗拉能造成一个强度较大且稳定的摩擦力界，对边纤维的控制更加有利。这种牵伸装置适宜于加工长度长、整齐度好的化学纤维。

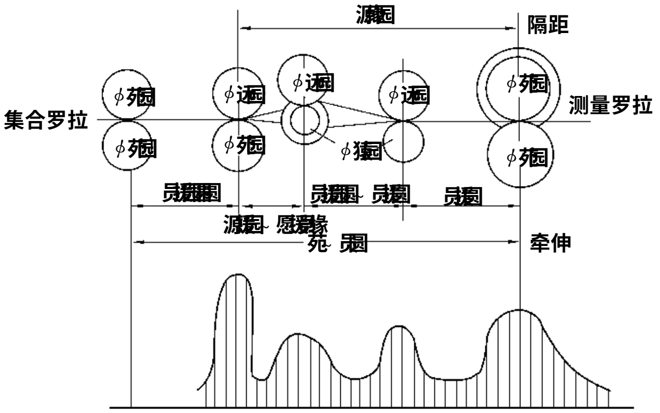


图 苑原缘远　员～耘型凹凸罗拉牵伸装置及其摩擦力界分布

(三) 皮圈牵伸装置

员郾双皮圈牵伸装置　图 苑原缘苑所示为 月圆远型双皮圈牵伸装置及其摩擦力界分布，它由前罗拉、双皮圈、中罗拉和后罗拉等组成。中、后罗拉构成后牵伸区，中罗拉、双皮圈及前罗拉构成主牵伸区。两皮圈间接触须条的长度为 圆缘皂皂，针区长度较大，有利于对纤维的控制。同时为了在上、下皮圈之间形成曲面牵伸区，在下皮圈内有三个支持辊（一大二小），大的靠近前皮圈罗拉，第三支持辊在后皮圈罗拉的前下方，在上皮圈内有一个轻质辊，在第一和第二支持辊之间

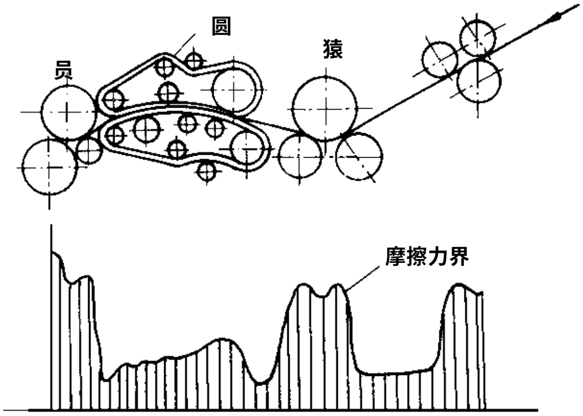


图 苑原豫　月回圆员型双皮圈牵伸机构及摩擦力界分布

的上方，这样在上下皮圈之间形成曲面牵伸区。

这种牵伸装置的摩擦力界强度较大，分布有三个峰值，每个高峰有两个峰顶，这样可以扩大加压面积，加大摩擦力界范围，扩大对纤维运动的控制，有利于提高须条的质量。

圆郾履带式牵伸装置　图 苑原源所示为履带式牵伸装置，它由后罗拉、前罗拉和皮圈部分所组成，在皮圈的前后方均装有集合器。该牵伸装置实质上属于双皮圈形式，但是其上皮圈是由很多小皮圈（一般为 远园个）组成的履带，这样可以增强对纤维的控制，比用皮圈更好。下皮圈设有张力辊和托板，使皮圈保持张紧，不产生内凹。履带内设有压板使上、下皮圈紧贴，产生一定的摩擦力界强度，使纤维运动得到良好的控制。这种牵伸装置的牵伸范围较大，为 缘～员缘倍。

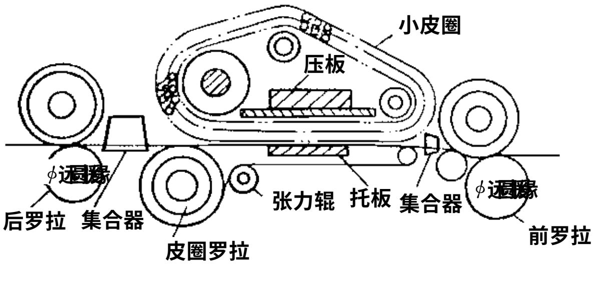

小皮圈
压板
ϕ远圆豫
后罗拉
集合器
皮圈罗拉
张力辊
托板
集合器
ϕ远圆豫
前罗拉

图 苑原源　履带式牵伸装置

第八章　纱条不匀及其匀整

第一节　纱条不匀产生的原因及其分类

一、纱条不匀的概念

在实际生产中绝对均匀的纱条是没有的。由于纺纱原料是由各种纤维组成的，而纤维长度、细度、强度、弹性以及摩擦系数等性能都不同，这种情况在混纺中存在，在纯纺中也同样存在。例如，同一品种不同批号的棉纤维或羊毛纤维，既存在单根纤维间的性质差异，也存在各批间平均指标的差异。这些差异连同纺纱过程中不同工序的设备缺陷或工艺参数配置不善，都会造成纱条质量指标沿长度方向的变异，这种变异称为纱条不匀。其中表现在结构组成方面的（如纤维长度、细度、移距、成分在纱条长度方向上不同片段分布不同）称为结构不匀；在外观上，表现在单位重量方面的变异称为重量不匀；表现在粗细变化方面的称为条干不匀。

二、纱条不匀产生的原因

产生纱条不匀的原因很多，前面已经提到了一些，但总结起来根本原因有以下几个方面：

（1）由纱条的结构组成所产生的不匀。纱条是由多根纤维组成的连续的须条，而纤维的长度是有限的，各根纤维粗细等性质也是不一致的（尤其是天然纤维），这样使在整个须条长度上不同片段分布的纤维不可能是完全一样的，纤维越短，组成纱的纤维种类越多，不匀就越突出。

（2）由工艺参数的单一性所产生的不匀。组成纱条的纤维性质不是单一的，具有较大的离散性，而生产过程中的工艺参数是固定的，这一个固定的单一工艺参数是无法完全适应多变的纤维的。比如确定了罗拉隔距，而加工中的纤维长度是参差不齐的，能够适应的只是其中的一部分纤维。

（3）由加工全过程中工艺参数的稳定性与加工对象的变异性产生的不匀。生产过程中，在一定时期，工艺参数是固定不变的（在两次调整之间的时期），而原料不断变化，各工序生产的半制品也不断变化，这一时期的工艺参数只能对其中某一些片段正好适应，而对其他片段则会因不能很好适应产生不匀。比如牵伸倍数确定后，在下一次调整前是不变的，但是喂入的条子定量则不可能各片段都均匀一致，为求得均匀的出条重量，与设定的牵伸倍数完全合拍的只有喂入条子的部分片段，而或多或少的不适应都将产生不匀。若工艺参数能自动调节，则可大大改善。

（4）由机械故障、工作机件缺陷（如齿轮磨灭、罗拉偏心等）、原料疵病（如化纤并丝、超长纤维等）以及工人操作失误（如接头不良、清洁不干净等）等系统管理不完善产生的不匀。

（5）由环境干扰和一些偶发因素产生的不匀。如温度、湿度、飞花、尘埃、静电等。

三、纱条不匀的分类

纱条的不匀按不同特点作以下分类；

(一) 按不匀的片段长度分类

按纱条不匀的片段长度，分为长片段不匀（重量不匀或线密度不匀）、中片段不匀、短片段不匀（条干不匀），其区分情况如下表所示。

不匀片段长度的区分

长　片　段	[员园园～员园园园(或更大)] 伊纤维长度
中　片　段	(员园～员园园) 伊纤维长度
短　片　段	(员～员园) 伊纤维长度

生产中，前几道工序产生的短片段不匀，经过几道工序后，由于牵伸作用会转变为中片段或长片段不匀。

(二) 按不匀出现的形式分类

按不匀出现的形式，可分为周期性不匀和非周期性不匀。

员郾周期性不匀　周期性不匀是在纱条全部长度上按照一定规律变化的一种不匀，表现为周期性的波动。这种不匀是由周期性动作的机器（如精梳机）或由于某些部件的缺陷（如罗拉偏心）造成的，如图 愿原员所示。图中周期长度 λ 决定于生产该产品的工艺过程的周期。

圆郾非周期性不匀　非周期性不匀是在纱条全部长度上的波动没有固定的周期长度的一种不匀。这种不匀形成的原因没有周期性，并在平均指标两侧交替波动或朝着单一方向发生偏离，造成各种不同长度、形状、振幅的波。例如牵伸波等，如图 愿原圆所示。

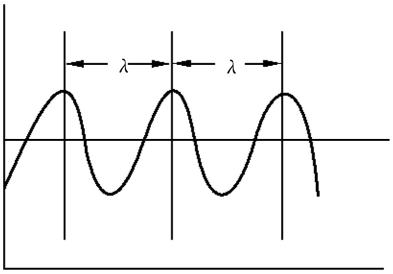


图 愿原员　纱线的周期性不匀

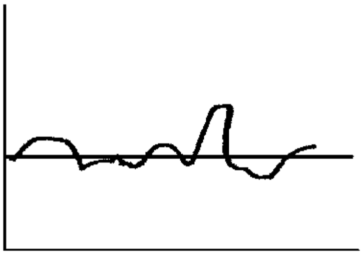


图 愿原圆　纱线的非周期性不匀

(三) 按造成不匀的原因分类

按产生不匀的原因，可分为纤维在纱条中排列的随机不匀和工艺过程不良形成的附加不匀。

实际上，一种产品一般不会只遇到一种不匀，总是有两种以上的不匀共同存在。有的只在局部影响某一个或长或短的片段；有的则在整个纱条的长度上或很长的片段存在。表面的不匀可以很容易通过纱条细度变化图观察到；随机不匀则可以通过理论分析估计出来；周期性不匀则要通过专门的仪器来测定。各种结构不匀现在还没有简易的测定方法，但是结构不匀在一定条件下会表面化。例如表面十分均匀、条干 悦灾值也非常小的纱，如内部不同染色性质的纤维分布不匀，则在染色之后，就会形成色花；纱条内含有少量超长纤维，牵伸时受到过量拉伸，在成

纱定形汽蒸后,会收缩形成橡皮纱,织造后会出现吊经 ;再如纱条内部纤维头端密度沿轴向分布不匀,在牵伸之后,就会出现条干不匀。因此,纱条结构不匀的定量分析非常重要。可以纱条中各单一成分纤维 (即所有性质完全相同的纤维) 的头端密度 (即纱条单位长度内该成分纤维的头端数) 为指标,头端密度的离散性即为纱条的结构不匀。

第二节 纱条不匀分析

一、纱条的随机不匀

当纱条中的纤维完全被随机地配置于纱条中时,这种纱条称为随机纱条。若组成纱条的纤维总数趋于 ∝ (当纱条断面中的纤维数为有限时,意味着纱条为无限长) ,则其中某一根纤维出现于某断面上的概率趋于 园 根据数理统计原理,纱条断面上的纤维数量分布的离散系数 (简称 悦灾值) 为:

$$\text{悦越}\frac{\text{员}}{\sqrt{\text{灶}}}\text{伊员园园豫} \qquad \text{(愿原员)}$$

式中:灶——纱条断面上纤维平均根数。

由上式可以看出:

(员)随着纱条在加工过程中被牵伸而变细,随机不匀随纱条中纤维根数的减少而增加。

(圆)纺纱特数不同,纱条断面上纤维根数也不同,随机不匀也不一样。在纺粗特纱时,随机不匀较小 ;在纺细特纱时,随机不匀随之增加。

(猿)纺相同特数的纱线时,用较细的纤维可以提高纱线的均匀度和强力。

(源)随机不匀与设备及工艺因素无关。

上式是在假定纤维完全伸直平行、纤维细度绝对均匀而完全服从波松分布及牵伸过程为理想的条件下成立。此时 悦代表随机纱条的条干不匀率,即随机不匀。但在实际生产过程中,由于纤维细度不均匀,纤维不伸直平行,有些纤维截面还具有不同的形状 (椭圆形、多角形、哑铃形、星形、多叶形等) ,所以纱条的实际随机不匀大于上式所计算之值。根据有关研究资料,对羊毛的最小随机不匀为:

$$\text{悦越}\frac{\text{员援员圆}}{\sqrt{\text{灶}}}\text{伊员园园豫} \qquad \text{(愿原圆)}$$

对于棉花的最小随机不匀为:

$$\text{悦越}\frac{\text{员援园远}}{\sqrt{\text{灶}}}\text{伊员园园豫} \qquad \text{(愿原猿)}$$

随机不匀率可作为衡量纱条不匀的参考值,是纱条不匀的下限。因此,纱条实际不匀与随机不匀之比值,便可用作衡量设备、工艺水平高低的指标称为不匀指数,用下式表示:

$$\text{陨越}\frac{\text{悦}_{\text{枣}}}{\text{悦}_{\text{园}}} \qquad \text{(愿原源)}$$

式中:$\text{悦}_{\text{枣}}$——产品的实际离散系数;

$\text{悦}_{\text{园}}$——产品的随机离散系数。

理想纱条的不匀指数等于 员实际纱条的不匀指数总是大于 员理想纱条的波谱图称为理想波谱图，它具有 源个主要特征：

(员)理想短纤维纱条的波谱图呈山峰形状，条子、粗纱、细纱的理想波谱图基本相似，只是长短片段不匀振幅的分布不完全相同。细纱的长短片段间不匀振幅的差异较大，粗纱则较小，条子最小。

(圆)理想纱条波谱图曲线最高峰处的波长在相当于纤维平均长度的 圆郾缘~ 猿郾园倍之间，即 λ 越蕴伊(圆郾缘~ 猿郾园)。对于一般天然纤维，当 蕴为纤维重量加权平均长度时，乘数取 猿当 蕴为纤维品质长度或有效长度时，乘数取 圆郾缘当 蕴为等长切断化纤长度时，乘数取 圆郾愿

(猿)理想纱条的波谱图在很大程度上与纤维长度分布有关，如等长切段化纤的理想波谱图，在波长等于纤维切断长度时，振幅将出现趋于零的波谷，如图 愿原猿

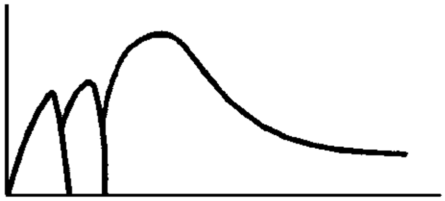


图 愿原猿 等长切断化纤的理想波谱图

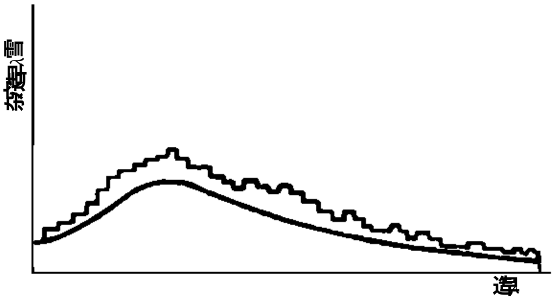


图 愿原源 正常细纱的波谱图

(源)短纤维的理想波谱图为单峰曲线，纤维平均长度越长，曲线高峰越往右方移动。如图 愿原源所示为正常细纱的波谱图。

实际无疵点纱条的波谱图称为正常波谱图，正常波谱图总高于理想波谱图，高度之差取决于不匀指数 陨 正常波谱图的最大值位置与理想波谱图一致。波谱图只表现纱条的表面不匀。

二、纱条的附加不匀

纱条实际不匀与理论不匀二者的差异便是附加不匀。附加不匀产生的原因是多方面的，但主要是机械波和牵伸波。

员郾机械波 各道加工机器上，具有周期性运动的机械零件状态不良，会造成纱条周期性的条干不匀，这种周期性的不匀称为机械波。机械波引起的不匀远比牵伸波严重。主要的机械不良因素有以下几种：

(员)罗拉钳口移动 罗拉钳口的位置不稳定，则罗拉隔距将发生变化，从而形成纱条的不匀。如图 愿原缘所示为下罗拉正常时，上罗拉偏心的情况。

图中 粤和 月为前罗拉几何中心，下罗拉为正圆，其几何中心即为回转中心。上罗拉偏心，其回转中心为 孕。当罗拉回转时，圆心 粤环绕回转中心 孕作圆周运动。而罗拉钳口总是在 粤和 月的连线上，因而当 粤作圆周运动时，罗拉钳口则作前后往复运动，造成不正常的牵伸。设 $\overline{\text{韵韵忆}}$代表上罗拉转一周的时间内后罗拉送出的纱条长度，令 悦为$\overline{\text{韵韵忆}}$的中点，$\overline{\text{悦悦忆}}$为前钳口移动的幅度(其值即等于图中所示$\overline{\text{孕粤}}$的长度)。罗拉在正常情况下，前上罗拉每半转将有$\dfrac{\overline{\text{韵韵忆}}}{\text{圆}}$长

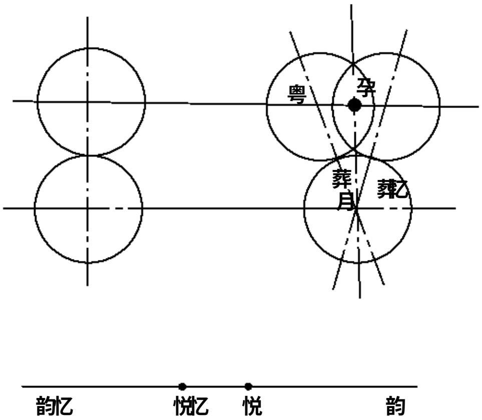


图 愿原缘　上下罗拉偏心的钳口移动

的纱条进入前钳口，但由于前上罗拉在前半转中从前向后移动悦忆长的距离，因此进入前钳口的须条长度将增加为韵悦忆而在后半转中，前钳口自后向前移动，于是进入前钳口的须条长度将减少为韵悦忆 如果喂入纱条是均匀的，则牵伸后纱条随前罗拉每转一周会形成一段粗节与一段细节。

根据牵伸理论，经牵伸后输出纱条条干恶化的主要原因是由于纤维不在同一点变速而产生的移距偏差 依载(耘原员。悦忆愈大 (即罗拉偏心愈大)，或 耘愈大，造成成纱条干不匀也就愈大。由钳口移动形成的机械波，周期性不匀，其波长与钳口移动的周期成一定倍数关系，前罗拉偏心造成的波长等于前罗拉圆周长 ;中罗拉偏心造成的波长则等于中罗拉周长乘以中罗拉前方牵伸倍数 耘。一般后牵伸倍数较小，后牵伸区造成的机械波，往往被牵伸波所掩盖，因此在曲线图形上往往不如前罗拉所造成的明显。

除了上罗拉偏心会产生钳口的移动外，下罗拉偏心和弯曲、胶辊弯曲和胶辊包覆材料不均匀、弹性有差异等，也会造成罗拉钳口的移动。

(圆)下罗拉表面速度不匀 :下罗拉表面速度不均匀，在牵伸过程中牵伸倍数在时刻变化，使纱条不匀率大。形成罗拉速度不匀的因素很多，主要有下罗拉偏心、弯曲，车头传动齿轮偏心、磨损、啮合不良及罗拉振动等。

由于罗拉表面速度不均匀而形成的纱条不匀同样也具有周期性，其波长与不正常机件的运动周期有关。除此之外，其他任何机械零件 (如胶圈、集合器、针板、针圈等) 的安装不合适、精度低、回转不灵活都会引起纱条的不匀。

机械波在波谱图中表现为“烟囱 ”柱形状，每个烟囱在一个或最多三个频道上出现，如图愿原远所示。当宽度为两个频道时称双柱机械波，当宽度为两个频道以上时称为多柱机械波。

圆郾牵伸波　在牵伸过程中，由于牵伸倍数选择不当或牵伸机构参数设计不妥，如加压不足或过重、隔距过大、集合器开口不当等，都会使浮游纤维得不到良好的控制，在纱条上形成非周期性的粗细节，称为牵伸波。

罗拉牵伸波不像机械波那样有规律，其波长、波幅都是变化的。对于后道工序来讲，随着加工的继续牵伸和并合，前道工序的影响也随着被拉长，相互叠合，再加上本道机器所造的新的牵伸波、机械波，使牵伸波的形态更为复杂。形成牵伸波的原因主要是 牵伸区中作用于浮游纤维上的引导力与控制力发生波动，从而使纤维变速提早或滞后，在前罗拉输出一个粗节或细节。

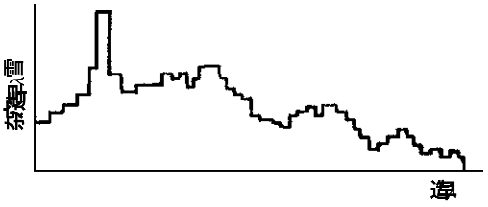


图 愿原远　机械波波谱图形态

引起浮游纤维上引导力与控制力波动的因素很多，主要有以下几点：

(员)纤维性质差异 :纤维的性质，例如长度、细度、表面摩擦系数等均不一致，特别是纤维类

别不同时，差异就更大。如果这些纤维在纱条中分布不均匀，那么作用在纱条上的各部分的牵伸力和摩擦力是不同的，即作用在浮游纤维上的力是不稳定的。

在纤维的性质中，纤维长度特别是短绒率的影响就值得注意。短纤维由于本身长度的限制，与周围纤维接触的长度（或接触面积）较小，在少数接触点上，摩擦力的偶然波动，就会引起短纤维运动的不稳定。如果在牵伸区中有良好的摩擦力界，则短纤维的运动在一定范围内可保持其稳定性。而在精梳系统中经过精梳工程，可把短纤维率控制在一定范围内。

(圆)喂入半制品的不均匀：半制品的不均匀主要是条干不匀和结构不匀。

当粗节进入后罗拉时，扩大了摩擦力界，对慢速纤维的控制力加大，使前罗拉抽出的快速纤维数减少，形成细节，当这个粗节进入前罗拉时，带动浮游纤维提前变速，形成更大的粗节，使不匀率恶化。

纤维伸直度对纱条的均匀度有直接的影响，纤维伸直度小，则纤维有效长度减短，使纤维在牵伸区中浮游动程增加；另外，纤维伸直度小，容易相互缠结，造成纤维集束运动，从而破坏纤维的运动规律，使纱条条干恶化。

纤维分离度小，则小纤维束、棉结、杂质就多，在牵伸过程中，小纤维束抱合力大，容易成束运动而形成粗、细节。

(猿)牵伸工艺不理想：牵伸工艺的主要参数是牵伸倍数，牵伸倍数越大，纱条的不匀率越大。尤其是后区牵伸倍数，当细纱后区的牵伸倍数超过员援猿倍时，细纱的不匀率随牵伸倍数的增加而明显恶化。

由于罗拉隔距决定浮游动程的大小，因此它对须条均匀度有重要影响。在不损伤纤维并保持牵伸力与握持力相平衡的条件下，隔距以偏小掌握为宜。

加压的大小也直接影响握持力的大小以及摩擦力界的分布，因此压力要适当。

牵伸波一般延续猿个以上的频道，甚至多个频道，如图愿原苑所示。波峰顶处波长（即主波长）与纤维平均长度蕴的关系与前述相同。

猿援其他附加不匀 主要是与人有关的因素，如操作和接头不良等，或一些突发性干扰，如飞花附入、静电等。

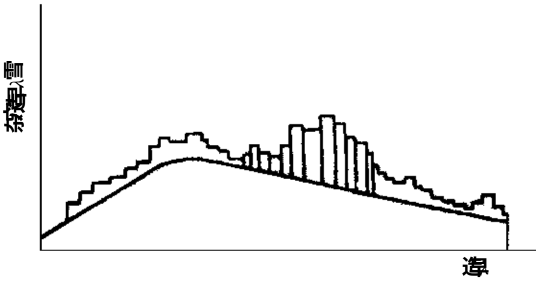


图 愿原苑 牵伸波波谱图形态

第三节 纱条匀整

纱条产生的不匀是多方面的，为了保证产品的质量，纺纱工艺必须尽可能地降低纱线的不匀，匀整贯穿于纺纱的全过程中。

混合过程中的匀整表现在两方面，第一，混合过程本身即是一种匀整过程，混合效果的优劣，直接表现为纱条的结构均匀程度；第二，混合过程中通过混合机械和采用合理的混合方法对纤维流量进行控制，从而达到对制品外观不匀的控制。前者关于混合的原理在前面章节中已论

述。后者主要是通过棉箱、给棉罗拉、灾形帘等流量控制部件来实现。

梳理机的均匀作用是通过针面对纤维的储存、放出、凝聚的方式达到的，实质上是各针面上负荷变化。从道夫输出的纤维网，由喇叭口和压辊集束成条，由于纤维网横向各点到喇叭口的时间不同，也产生了纤维网纵向的均匀作用（实质是并合作用），从而改善了纤维条的条干。

一、并合

员郾并合的均匀作用　并合是将若干根纤维条沿纵向并合在一起，使一根纤维条的粗节和另一根纤维条的细节有相互叠合的机会，同时还可以使不同种类的纤维均匀混合。

以两根纤维条并合为例，每根纤维条的各个片段粗细不一，并合后可能出现三种情况：

①两根条子的粗节与粗节、细节与细节并合，那么，条子的不匀率没有改善，但也没有恶化；

②一根条子的粗节与另一根条子的细节相并合，那么，纱条的不匀率降低；

③一根条子的粗节或细节和另一根条子的粗细适中段相并合，并合后相对差异缩小，也有一定的均匀效果。

在以上三种情况中，出现第 员种情况的机会极少，因此并合的结果可以改善并合后产品的均匀度。

若两根条子只并合不牵伸，设并合前每根条子的平均定量为 $\bar{\text{载}}_{\text{园}}$，均方差为 $\sigma_{\text{园}}$，那么，每根条子的均方差不匀率为 $\text{悦}_{\text{园}}\text{越}\frac{\sigma_{\text{园}}}{\text{载}_{\text{园}}}$。

根据数理统计原理，两根纤维条并合后的均方差 σ 和不匀率 悦分别为：

$$\sigma\ \text{越}\sqrt{\sigma_{\text{园}}^{\text{圆}}\text{垣圆则}\sigma_{\text{园}}\sigma_{\text{园}}\text{垣}\sigma_{\text{园}}^{\text{圆}}}\qquad\text{(愿原缘}$$

$$\text{悦越}\frac{\sigma}{\text{载}}\ \text{越}\frac{\sqrt{\sigma_{\text{园}}^{\text{圆}}\text{垣圆则}\sigma_{\text{园}}\sigma_{\text{园}}\text{垣}\sigma_{\text{园}}^{\text{圆}}}}{\text{圆载}_{\text{园}}}\text{越}\sqrt{\frac{\text{圆(员垣则)}}{\text{圆}}}\cdot\frac{\sigma_{\text{园}}}{\text{载}_{\text{园}}}\text{越}\sqrt{\frac{\text{员垣则}}{\text{圆}}}\cdot\text{悦}_{\text{园}}\qquad\text{(愿原远}$$

式中：则——相关系数，原员≤ 则≤ 员

(员)园约则≤ 员正相关。表示两根条子的粗片段与粗片段相遇，细片段与细片段相遇。当 则越员时，为完全正相关，表示两条子的粗节与粗节、细节与细节正好相遇，形成的条子不匀率没有任何改善。此时，$\text{悦越}\sqrt{\frac{\text{员垣则}}{\text{圆}}}\cdot\text{悦}_{\text{园}}\text{越悦}_{\text{园}}$。

(圆)园跃则≥ 原员负相关。两根条子的粗片段与细片段相遇。当 则越原员时，为完全负相关，表示两根条子的粗细节正好互补，条子不匀率得到最大程度改善，形成一根完全均匀的条子。此时，$\text{悦越}\sqrt{\frac{\text{员垣则}}{\text{圆}}}\cdot\text{悦}_{\text{园}}\text{越园}$

(猿) 则越园不相关。表示两根条子的粗细片段随机相遇。实际生产中常见的就是这种情况。此时，$\text{悦越}\sqrt{\frac{\text{员垣则}}{\text{圆}}}\cdot\text{悦}_{\text{园}}\text{越}\frac{\text{悦}_{\text{园}}}{\sqrt{\text{圆}}}$。

由此可以推广到当 灶根条子并合时，并合后的不匀率为：

$$\text{悦越}\sqrt{\frac{\text{(员垣(灶原员)}\cdot\text{则}}{\text{灶}}}\cdot\text{悦}_{\text{园}}\qquad\text{(愿原苑}$$

当 则越园时，

$$\text{悦越}\frac{\text{悦}_{\text{园}}}{\sqrt{\text{灶}}}\qquad\text{(愿原愿}$$

式中：悦园——并合前各根喂入条子的不匀率，豫；

悦——并合后条子的不匀率，豫。

由上式可知，灶根纤维条随机并合后，其不匀率为并合前的$\frac{\text{员}}{\sqrt{\text{灶}}}$，但必须指出，上式只是近似值，因为各根纤维条之间也不是完全随机的。

上式也可写为：$\frac{\text{悦}}{\text{悦}_{\text{园}}}\text{越}\frac{\text{员}}{\sqrt{\text{灶}}}$，据此式绘制 灶根条子不匀率变化曲线如图 愿原愿所示。

从图中可看出：

(员)并合根数越多，并合后须条不匀率越低。

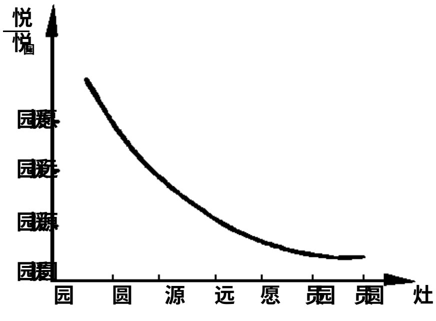


图 愿原愿　并合数与不匀率的关系

(圆)当并合根数较小时，增加根数，不匀率降低程度大；当并合根数较多时，不匀率降低程度小。而且当根数达到一定数值后，不匀率的降低已很小，均匀效果便不显著了。

(猿)棉纺中一般都采用两道并合，当生条重量不匀率 悦园越源豫时，若要熟条重量不匀率达到 悦越员豫，那么并合总根数 灶越员远，两道并条采用 源伊源根并合即可满足要求。但考虑到牵伸和机台间差异，两道并条一般采用 远伊远(猿远)根或 愿伊愿(远源)根并合。毛纺工业中应用的并合数在 猿园根以下，而经常采用的并合数一般在 员园根以下。

圆郾并合作用存在的问题　在纺纱过程中，并合和牵伸是同时进行的。根据并合原理，并合可以改善纱条的均匀度，但在实际生产中，决不能说并合根数越多越好。在现有的牵伸装置上，每经过一次牵伸，都要增加一次牵伸不匀。条子在牵伸前与牵伸后的不匀率以及牵伸时的并合根数之间的关系，可用下式表示：

$$\text{悦}_{\text{员}}^{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{悦}_{\text{园}}^{\text{圆}}\text{垣悦}_{\text{圆}}^{\text{圆}}}{\text{灶}}\qquad\text{(愿原怨}$$

式中：悦员——牵伸后的纤维条不匀率，豫；

悦圆——牵伸过程中产生的不匀率，豫；

悦园——牵伸前的纤维条不匀率，豫；

灶——牵伸时的并合数。

悦圆的大小与牵伸装置的性能和工艺条件有关，但总是随牵伸倍数的增加而增加。在现有的牵伸装置上，牵伸倍数有一定的限制，原因就是为了减小 悦圆值；增加并合数，虽然可以降低 悦员值，但同时却成比例地增加了纺纱的牵伸负担，必须增加各道工序的牵伸值，结果又使 悦圆增加，在一程度上抵消了增大并合根数的有益作用。若只增加 灶值而各道工序机器的牵伸值不增加或少增加，就必须增加工艺道数，这显然是不经济的。

二、自调匀整

所谓自调匀整就是在纺纱机上安装一种装置，其根据喂入或纺出半制品的单位长度重量（在密度均匀一致时也可用纱条粗细表示）的差异，自动调节机器的牵伸倍数，使纺出半制品的单位长度重量（或粗细）保持一个较稳定的数值。这种装置就是自调匀整器或自调匀整装置。

（一）自调匀整器的组成与分类

员郾自调匀整器的组成　各种自调匀整器的组成基本类同，这里以毛纺针梳机自调匀整器为例说明。如图愿原怨所示，自调匀整器由以下部分组成。

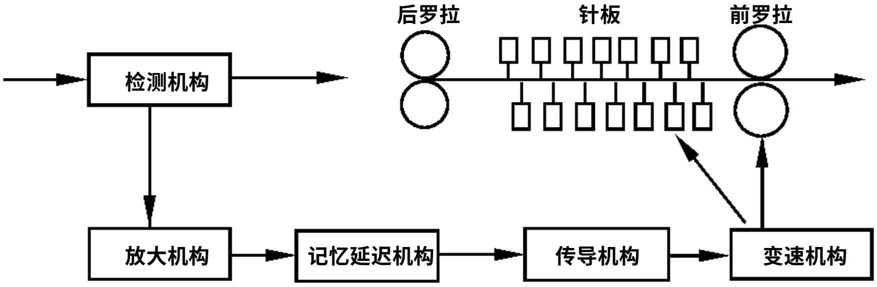


图 愿原怨　自调匀整装置的组成

（员检测机构：对输入对象（纱条）进行连续测量，并将测量信号进行转换和传送，因此也叫自调匀整器的传感器，检测机构的形式是多种多样的，如机械式、电容式、光电式、电磁式、应变式、同位素式等。

（圆放大机构：将检测机构测量到的微小变化放大到所需要的程度。

（猿记忆延迟机构：由于从检测点到匀整点之间有一定的距离，因此由检测所得的信号不能立即往前传递，必须等纱条从检测点到达匀整点时，才将信号传出。记忆延迟机构就是用来完成这个作用的。在棉纺的一些机器中，由于从检测点到匀整点的距离短，机器的出条速度高，可以不用记忆延迟机构；而有些自调匀整器不在进入牵伸区前进行检测，也不需要记忆延迟机构。

（源传导机构：将记忆延迟机构（或不用记忆延迟机构的检测机构）所提供的讯号放大并转换，使之成为另一种形式的信号后再传递到以后的机构。在棉纺的自调匀整器中，由于不采用记忆延迟机构，将转换和放大用一个机构来完成，此机构称转换放大机构。

（缘变速机构：利用传导机构送来的信号及时使前罗拉或后罗拉发生相应的变速，自动地调节牵伸。变速机构有多种形式，如机械式、液压式、电气式、机电式等。

圆郾自调匀整器的分类

（员按结构形式分：纯机械式、纯电气式、综合式。综合式又可分为机械—电气式、机械—液压式、气流—电气式、同位素—电气式等。

（圆按控制系统分：开环系统、闭环系统、混合环系统。

（猿按牵伸的调节方式分：后罗拉变速式、前罗拉变速式。

（二）自调匀整基本原理

员郾纱条匀整基本方程　在纺纱机上，牵伸作用是由前后罗拉线速度的不同而实现的，牵伸倍数可根据前后罗拉速度或喂入和纺出半制品的单位长度重量求得。设$灾_{员}$、$灾_{圆}$为前罗拉与后罗拉的线速度，$宰_{员}$、$宰_{圆}$为输出制品与喂入制品单位长度的重量，匝为牵伸区纤维的储存量，

△匝为牵伸区 匝的瞬时变化值。则有牵伸基本方程式：

$$\text{灾}_{\text{员}}\text{宰}_{\text{员}}\text{越灾}_{\text{园}}\text{宰}_{\text{园}}\text{依}\triangle\text{匝} \qquad (\text{愿原元园})$$

若纤维的变速越稳定，牵伸越正常，则△匝值越小。在理想均匀牵伸条件下，假定纤维的变速点分布固定，则 匝为常量，△匝越园 因此

$$\text{宰}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{宰}_{\text{园}}\text{灾}_{\text{园}}}{\text{灾}_{\text{员}}} \qquad (\text{愿原元员})$$

实际生产中，喂入制品存在不匀，宰园波动，假设 宰园越宰园垣△宰（宰园为额定定量，△宰为喂入定量偏差值），则：

$$\text{宰}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{灾}_{\text{园}}(\text{宰}_{\text{园}}\text{垣}\triangle\text{宰})}{\text{灾}_{\text{员}}}\text{越}\frac{\text{宰}_{\text{园}}\text{垣}\triangle\text{宰}}{\text{耘}} \qquad (\text{愿原元圆})$$

式中：耘——牵伸倍数。

上式中，宰园是定值，要使输出量 宰员保持常量，必须调整 耘与△宰的关系，即要求 耘是变量，为时间的函数 耘(贼)，按此要求，上式可变为：

$$\text{宰}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{宰}_{\text{园}}\text{垣}\triangle\text{宰}}{\text{耘}(\text{贼})}\text{越常数越}\frac{\text{宰}_{\text{园}}}{\text{耘}_{\text{园}}} \qquad (\text{愿原元猿})$$

式中：耘园——设计的额定牵伸倍数，为定值。

上式可整理为：

$$\text{耘}(\text{贼})\text{越耘}_{\text{园}}\frac{\text{宰}_{\text{园}}\text{垣}\triangle\text{宰}}{\text{宰}_{\text{园}}}\text{越耘}_{\text{园}}\left(\text{员垣}\frac{\triangle\text{宰}}{\text{宰}_{\text{园}}}\right) \qquad (\text{愿原元源})$$

此式即为自调匀整的基本方程，它明确地给出了牵伸变化的规律。牵伸倍数 耘(贼)随着喂入半制品单位长度的重量偏差△宰的增大而增大，随着它减小而减小。即牵伸调节是以喂入纱条重量（粗细）的偏差大小为依据的。如果采用改变喂入罗拉速度来调节牵伸倍数 耘(贼)，则：

$$\text{耘}(\text{贼})\text{越}\frac{\text{灾}_{\text{员}}}{\text{灾}_{\text{园}}(\text{贼})} \qquad (\text{愿原元缘})$$

自调匀整基本方程将变为如下形式：

$$\text{耘}(\text{贼})\text{越}\frac{\text{灾}_{\text{员}}}{\text{灾}_{\text{园}}(\text{贼})}\text{越耘}_{\text{园}}\left(\text{员垣}\frac{\triangle\text{宰}}{\text{宰}_{\text{园}}}\right)$$

$$\text{灾}_{\text{园}}(\text{贼})\text{越}\frac{\text{灾}_{\text{员}}}{\text{耘}_{\text{园}}\left(\text{员垣}\frac{\triangle\text{宰}}{\text{宰}_{\text{园}}}\right)} \qquad (\text{愿原元远})$$

式中，灾员 耘园均为常数，则调节时就要求喂入速度应随$\frac{\triangle\text{宰}}{\text{宰}_{\text{园}}}$变化而变化。

圆援自调匀整控制系统的特性

（员）开环系统：所谓开环系统是指系统中的控制回路为非封闭的，检测点在后罗拉处，控制机构在前罗拉处，实行先检测后控制的方式，如图 愿原元园所示。开环系统为针对性匀整，喂入纱条的粗细在还未进入牵伸区时由检测机构进行检测，这样，只要控制系统的时间延迟与纱条通过检测点至匀整点之间所需时间配合得当，以及牵伸倍数的变化完全正比于纱条厚度的变化，就可以消除一定频率范围内的不匀波。此种系统在精梳毛纺生产中常被采用，棉纺的梳棉机和并条机上也有采用。

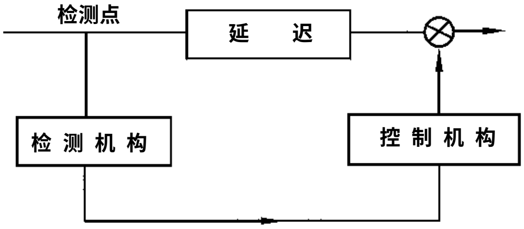


图 愿原远　开环系统的自调匀整器方框图

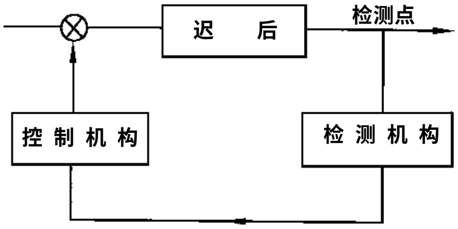
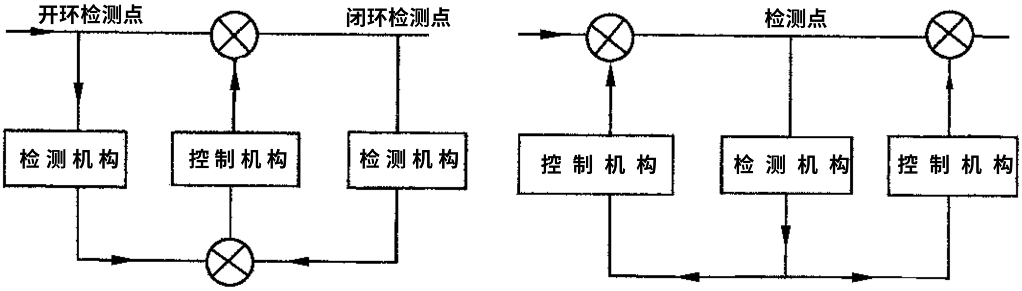


图 愿原员　闭环系统的自调匀整器方框图

(圆闭环系统 闭环系统是指系统中的控制回路是封闭的，即具有反馈回路，其检测点在前罗拉处，而控制点在后罗拉处，实行先调节后检测的方式，如图 愿原员所示，因此不能匀整波长等于或小于匀整点至检测点间距离的不匀波，这段距离称为匀整死区。但由于闭环系统反馈回路的作用，它能减少牵伸机构因外界干扰等各种因素波动所造成的偏差，从而使输出纱条的平均粗细能符合正常水平。

(猿混合环系统 所谓混合环系统是指在系统中，既有开环系统，又有闭环系统，两者结合使用。如图 愿原圆所示，(甲) 为控制机构在两个检测机构之间，一般在棉纺并条机上常用；(乙) 为检测机构在两个控制机构之间，一般在梳棉机上常用。混合环系统兼有开环系统和闭环系统的优点，既能匀整长片段，也能匀整中短片段，调节作用比较完善，但设备费用较高。



(甲雪　　(乙雪

图 愿原圆　混合环系统的自调匀整器方框图

(三) 常用自调匀整器

员郾机械式天平调节装置　图 愿原猿为 粤园远型单打手成卷机的天平调节装置。它由 员远根天平杆及一根天平罗拉组成的检测机构进行棉层厚度检测，由一系列连杆机构将测得的位移放大传递给变速机构，变速机构则是一对具有双曲线外形的铁炮。以上三部分组成了该匀整器的检测、变换和调节机构。其工作过程如下：

天平罗拉 员置于 员远根天平杆 圆头端之上，位置固定，而天平杆则置于刀口棒 猿之上，以刀口棒为支点，可上下摆动。若棉层变厚，天平杆头端被压下，其尾端则上升，通过连杆 源缘使总连杆 远随之上升，从而使平衡杠杆 苑以 愿为支点上摆，使与平衡杠杆头端相连的调节螺丝杆 员园上升，则双臂杆 员员便以 员圆为支点向右摆动，带动连杆 员猿使皮带叉 员源向右移，铁炮皮带 员缘随

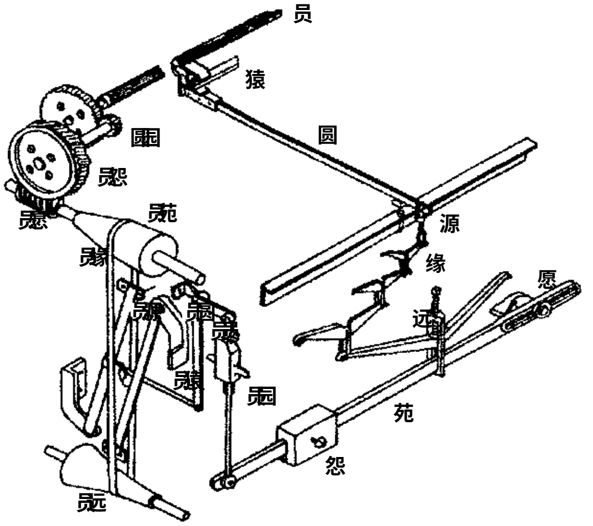

员
猿
圆园
圆
员怨
员愿
员苑
源
员缘
缘
愿
远
员源
员圆
员员
员猿
员园
苑
怨
员远

图 愿原员猿 天平调节装置

员-天平罗拉 圆-天平杆 猿-刀口棒 源缘-连杆 远-总连杆
苑-平衡杠杆 愿-支点 怨-重锤 员园-调节螺丝杆 员员-双臂杆
员圆-支点 员猿-连杆 员源-皮带叉 员缘-铁炮皮带 员远-主动铁炮
员苑-被动铁炮 员愿-蜗杆 员怨-蜗轮 圆园-齿轮

之向主动铁炮 员远的小端移动一定的距离,也即向被动铁炮 员苑大端移动,被动铁炮通过蜗杆 员愿蜗轮 员怨及齿轮 圆园传动天平罗拉,此时由于皮带向主动铁炮小端移动,则天平罗拉减速,相应给棉速度减慢。反之,棉层变薄时,天平罗拉加速,给棉加快,以保持单位时间内天平罗拉输出棉量稳定一致。

员远根天平杆测定棉层横向 员远点处的棉层厚薄,产生不同的摆动动程,通过相互连接的连杆自动求出平均动程,反映在总连杆上。这样形成横向分段检测,然后纵向进行控制,所以对横向均匀不能调节。

铁炮变速装置存在惯性大、皮带打滑、反应迟钝、调节失效等缺陷,而连杆传递机构也存在误差。若采用电脑控制的匀整仪和变频调速器直接驱动调速电动机来调节天平罗拉速度,则可解决以上的缺陷。

图 愿原员源为 杂再匀猿远员型自调匀整器结构图。天平罗拉和天平杆组成喂棉机构并对棉层厚度进行检测。在天平杆的总连杆处挂有重锤进行加压。重锤上装有高精度

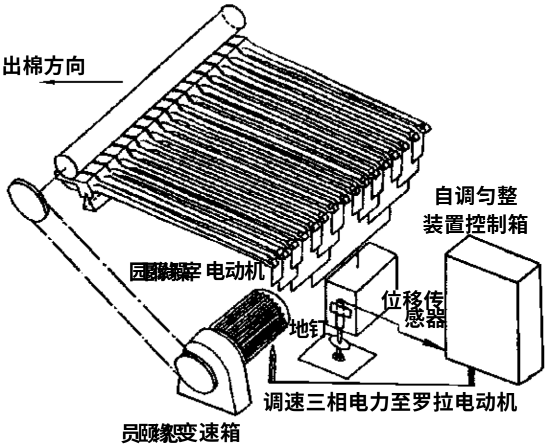

出棉方向
自调匀整
装置控制箱
园院缘噪宰 电动机
位移传
感器
地钉
调速三相电力至罗拉电动机
员颐缘怨变速箱

图 愿原员源 杂再匀猿远员型自调匀整器结构图

的位移传感器，当天平罗拉和天平杆之间通过的棉量发生变化时，各连杆进行传递，使总连杆重锤产生位移，传感器感应此变化并将其转化为电压信号，送至匀整仪进行处理。之后，调整调速电动机，以改变天平罗拉的喂入速度，使通过天平罗拉喂入棉量保持常量。

圆郾梳棉机自调匀整器　梳棉机自调匀整器形式有多种，一般用于梳棉与并条的自调匀整是相辅相成的，梳棉通常配长中片段自调匀整器，主要解决棉条的平均定量。长片段自调匀整器一般都采用闭环，长中与长短片段多采用混合环。这里简单介绍乌斯特 哉粤悦—蕴型长片段自调匀整器。该装置为气流电器综合式，采用闭环系统，在梳棉机的出口处检测生条的粗细，通过气电转换后输出信号与给定值进行比较形成偏差信号，调节系统对偏差信号进行运算，根据运算结果发出信号去改变给棉罗拉速度，使棉层输出量与给定量的偏差保持在允许范围内。整个系统如图 愿原缘所示，由测量系统、调节系统、执行系统三部分组成。

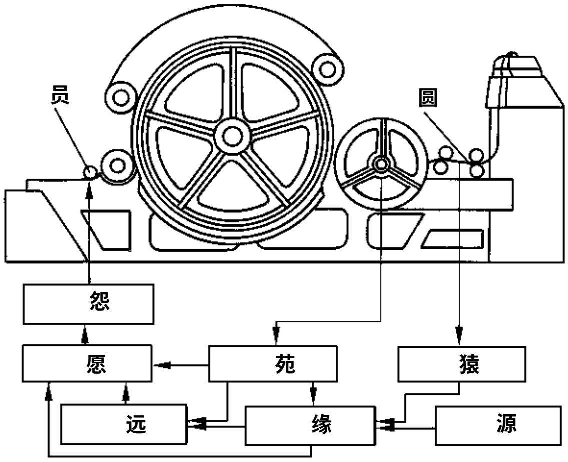


图 愿原缘　哉粤悦—蕴型自调匀整器框图

员—给棉罗拉　圆—气流检测机构　猿—压力传感器
源—棉条支数配置　缘—比例积分控制器　远—监测机构
苑—电子测速发电机　愿—电动机控制电路　怨—执行电动机

测量系统包括检测喇叭口、气电传感器和气电转换电路。当生条以一定的速度经过检测喇叭口时，其侧孔所产生的气压与生条定量成线性关系，经气电传感器和气电转换电路转换成电信号，送至调节系统。

调节系统由比例积分电路构成。电信号与给定电压比较后，其偏差信号，加上由道夫测速传感器和道夫测速电路传来的与道夫转速成比例的道夫转速信号，经比例积分调节器后，输出信号。

执行系统由电动机控制电路、执行电动机组成。通过直流电动机按控制信号变速实现匀整。

该装置能使厚度不匀达 依猿园豫的喂入棉层得到匀整，这样的匀整效果对喂入不匀较大的气流配棉和化学纤维也是足够的。由于采用长回路的闭环系统，能使 圆缘~猿园皂以上的棉条片段长度得到匀整，支数变异系数小于 依圆豫。棉条的中短片段不匀，可在以后的并条工序中，通过并合来消除。

猿郾并条机自调匀整器 这里以德国青泽 蕴灾—粤—酝粤栽型为例说明并条自调匀整器的组成及特点。

该装置为机械电气式闭环系统。其工作原理如图 愿原远所示，由检测机构、转换放大机构和调速机构三部分组成，安装于并条主牵伸区的喂入侧，由两对罗拉组成匀整牵伸区对喂入的远根条子中的 圆根或 愿根条子中的 猿根进行调节，以改善全部喂入条子线密度的不匀。采用小范围匀整的目的是可减少对中短片段的恶化程度，由于大部分棉条作正常牵伸，不匀率不致恶化，而匀整的棉条只有 圆根或 猿根，即使有匀整误动作，对中短片段的恶化程度也相应较少。已经匀整的条子喂入主牵伸区，可降低输出条子的重量不匀率和重量偏差。

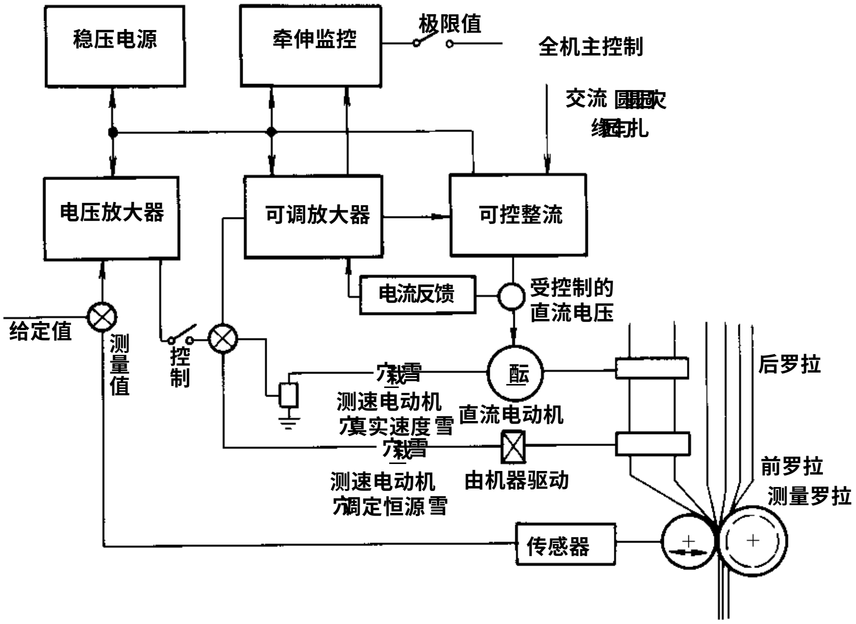

稳压电源
牵伸监控
极限值
全机主控制
交流 圆圆园灾
缘园匀扎
电压放大器
可调放大器
可控整流
电流反馈
受控制的
直流电压
给定值
测量值
控制
穴栽雪
酝
测速电动机
穴真实速度雪
直流电动机
后罗拉
穴栽雪
测速电动机
穴调定恒源雪
由机器驱动
前罗拉
测量罗拉
传感器

图 愿原远 蕴灾—粤—酝粤栽型自调匀整器原理图

检测机构由一对凸凹罗拉组成，位于牵伸区的出口部位。凹罗拉固定，凸罗拉由弹簧加压紧靠凹罗拉形成检测钳口，凸罗拉随钳口中棉量的变化而上下摆动，产生位移信号。

转换放大机构将位移信号经传感器转换成反映纱条厚度的电信号，再与纱条的额定厚度相比较，比较后的电压差值送入电压放大器放大。

匀整牵伸区的前后罗拉都装有测速发电机，后罗拉测速的目的是提高调速的准确性；前罗拉测速的目的在于提高前后罗拉运转的同步性。

调速机构采用伺服电动机，根据输出直流电压的变化，调节电动机转速，控制匀整牵伸区后罗拉的转速。

该装置对喂入生条的重量偏差有一定要求，生条最大平均重量偏值为 依缘豫。可匀整的棉条片段长度约为 圆皂，对于更短片段不匀，匀整效果不良，其匀整范围约为 依员园豫。

第九章　加　　捻

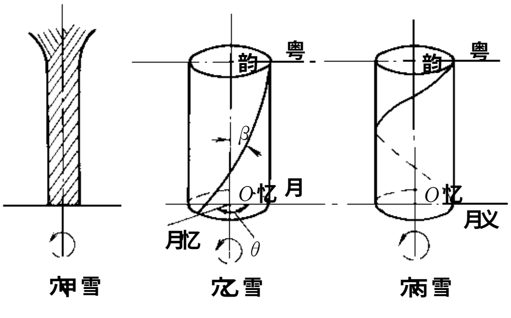
第一节　加捻基本概念

一、加捻的目的和要求

加捻是纺纱的必要手段。加捻的对象是松散的纤维须条或者纤维、单纱、单丝的集合体。加捻的目的是给这些纤维须条或纤维集合体的总体或局部加以适量的捻度，使之成纱或者把纱、丝捻合成股线、缆绳，使制品具有一定的物理机械性质，如强力、弹性、光泽、手感、伸长、外观等；使成纱的结构形态多样化；能提高成纱的加捻速率。加捻有时还可发生在须条加工过程的某一时间或者某一区域，使须条获得暂时的捻度，以帮助工艺过程的进行。

二、加捻的实质

须条一端握持，另一端绕自身轴线回转，即形成捻回，如图怨原员(甲)所示。设加捻后纱条呈近似圆柱体，如图怨原员(乙)所示，粤月为加捻前基本平行于纱条轴线的表层纤维，当韵端被握持，韵忆端如矢向回转，则纤维粤月形成螺旋线转到粤月忆的位置时，在截面韵忆上便产生角位移θ。此时，螺旋线粤月忆和纱条轴线构成倾斜角β，此倾斜角为捻回角。当θ越猿远园毅即须条绕本身轴线自转一周时，纱条上便获得一个捻回，如图怨原员(丙)的螺旋线粤月义所示。可见，捻回的获得是由于纱条圆柱体的各截面间产生角位移的结果。这是传统纺纱的加捻概念，随着纺织技术的不断发展，出现了众多的新型纺纱。为适应高速，它们所用的加捻机件和方法与传统纺纱不同，而各具其特点，如转杯纺纱加捻、涡流加捻、搓捻、缠捻等。因此，需要对加捻给予广泛的定义，即凡是在纺纱过程中，纱条(须条、纱、线、丝)围绕其轴线加以扭转、搓动、缠绕，使纱条获得捻回、包缠等都称为加捻。



图怨原员　纱条加捻时外层纤维的变形

为了简要说明加捻的实质，现取纱条中一小段纤维 造作分析。如图 怨原圆所示，设 ϕ 为对 造纱条的包围角，当纱条 造受轴向拉伸时，如不计 造段产生的摩擦力，则 造两端产生张力 贼 令 择为两端张力 贼在纱条 造中央法线方向的投影之和，即 择越圆贼泽赃$\frac{\phi}{圆}$，择为纤维 造对纱条的向心压力。当 ϕ 很小时，泽赃$\frac{\phi}{圆}\approx\frac{\phi}{圆}$，则：

$$择越\phi贼 \qquad (怨原远)$$

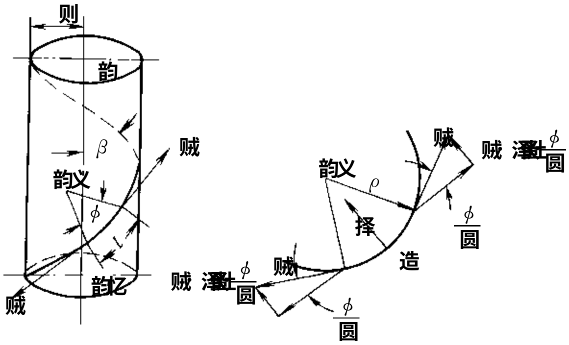


图 怨原圆 外层纤维对纱心的压力分解

可见，当 造对纱条存在包围角时，纤维对纱条便有向心压力，包围角越大，向心压力越大。由于向心压力的存在，使外层纤维向内层挤压，增加了纱条的紧密度和纤维间的摩擦力，从而改变了纱条的结构形态及其物理机械性质。这就是加捻的实质和意义。向心压力 择反映了加捻程度的大小，包围角 ϕ 增加，加捻程度增加。一般情况下，对纱条的加捻分析，不用包围角而用捻回角，向心压力和捻回角的关系推导如下：

在图 怨原圆中，则为纱条半径，β 为捻回角，ρ 为螺旋线曲率半径（在圆柱螺旋线中，各点的曲率半径相等但不相交，而是各自垂直且相交于圆柱形的轴线，因假设的 造很小，则相邻的曲率半径可视作交于 韵义点），则 Φ 越$\frac{造}{\rho}$，又因 ρ 越$\frac{则}{泽赃^{圆}\beta}$，泽赃β 越$\frac{则}{造}$，ϕ 越θ泽赃β，代入式（怨原远）中可得：

$$择越贼\theta泽赃\beta \qquad (怨原圆)$$

式中，贼和 θ 可视为常量，因 园约β 约$\frac{\pi}{圆}$，故 择和 β 成正比。由此可见，捻回角的大小能够代表纱条加捻程度的大小，它对成纱的结构形态和物理机械性质起着重要的作用。

三、加捻的度量

衡量纱线加捻程度大小的指标有捻回角、捻度、捻系数和捻幅。

（一）捻度

单位长度纱条上的捻回数称为捻度。可分为特克斯制捻度 栽$_{贼藻曾}$（圆元糟皂长度内的捻回数）、公制捻度 栽$_{皂}$（员皂长度内的捻回数）和英制捻度 栽$_{藻}$（每英寸长度内的捻回数）三种。其间的换算关系为：

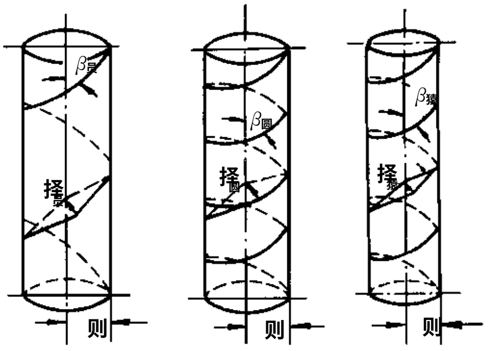
$$\text{栽}_{\text{媒噜}}\text{越}[illegible]\text{栽}_{\text{澡}}$$

$$\text{栽}_{\text{澡}}\text{越园援缘原栽}_{\text{媒噜}}\text{越园援缘原栽}_{\text{皂}}$$

$$\text{栽}_{\text{皂}}\text{越}[illegible]\text{栽}_{\text{澡}}$$

单位长度上的捻回数越多，捻度越大。用捻度表示加捻程度意义很明确，但在应用上存在一定局限性。

如图 怨原猿所示，(甲)、(乙)两根相同线密度的纱条，单位长度内(乙)的捻回数比(甲)的多，由图可知，$\beta_{\text{圆}}$跃$\beta_{\text{员}}$根据式(怨原圆)的分析，则 $\text{择}_{\text{圆}}$跃$\text{择}_{\text{员}}$，即纱条乙比纱条甲的结构紧密；同理，如果两根纱条的捻度相同，即 $\beta_{\text{圆}}$越$\beta_{\text{员}}$和 $\text{择}_{\text{圆}}$越$\text{择}_{\text{员}}$，则它们的结构和物理机械性质一样，可见捻度可衡量相同线密度纱条的加捻程度。



冲雪　　乞雪　　病雪

图 怨原猿　纱条的加捻度量

如图 怨原猿所示，(乙)和(丙)是两根线密度不同的纱条，丙纱条的线密度比乙纱条小，两者在单位长度上的捻回数是相同的，但从图中可知，$\beta_{\text{圆}}$跃$\beta_{\text{猿}}$，$\text{择}_{\text{圆}}$跃$\text{择}_{\text{猿}}$，即两根捻度相同、直径不同(特数不同)的纱条在结构上和物理机械性质上是不一样的，它们的加捻程度是不相同的。可见，用捻度来衡量不同线密度纱条的加捻程度是不合适的。

(二)捻系数

通过加捻实质的分析可知，捻回角可以反映加捻的程度。捻回角不仅能反映相同线密度纱线的加捻程度，还能反映不同线密度纱线的加捻程度，如图 怨原源所示。在为纱条轴向位置，θ为以弧度表示的螺旋线在 在段截面上的位移角。把纱条中的一个捻回螺旋线 粤月展开成三角形 粤月悦，假设此段纱条的捻度为 $\text{栽}_{\text{媒噜}}$(捻 辕[illegible])，纱条半径为 则则：

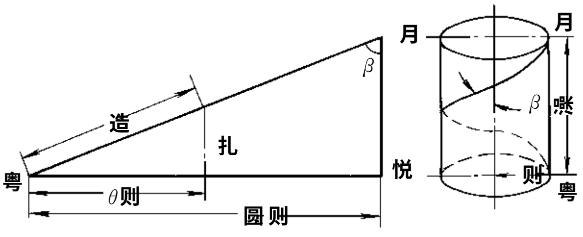


图 怨原源　圆柱螺旋线的展开

$$\tan\beta = \frac{2\pi r}{h} \qquad (9-3)$$

式中，h为捻回螺旋线的一个螺距（cm），因 $h=\frac{10}{T_{tex}}$，代入式（9-3）得：

$$\tan\beta = \frac{2\pi r T_{tex}}{10} \qquad (9-4)$$

式（9-4）表示捻回角与纱条捻度以及纱条直径的关系。如果纱条特数相同，即半径 r 不变，则捻回角随捻度的改变而改变；如果纱条捻度相同，则捻回角又随着纱条特数的改变而改变。因此，捻回角既可反映相同特数纱条的加捻程度，又可反映不同特数纱条的加捻程度。但由于纱条半径不易测量，捻回角的运算又较麻烦，因此，又将其转化为与捻回角具有同等物理意义的另一个参数——捻系数。纱条线密度、捻度与捻系数之间的关系推导如下：

根据线密度的定义 $T_t = 1000\times100\times G/L$

$$G=\pi r^2 L\delta$$

式中：T_t——纱条的线密度，tex；

G——纱条的重量，g；

L——纱条的长度，cm；

δ——纱条单位体积重量，g/cm³。

则：$r=\sqrt{\frac{T_t}{\pi\delta\times10^5}}$，代入式（9-4）得

$$T_{tex}=\frac{\tan\beta\sqrt{\delta\times10^7}}{2\sqrt{\pi}}\times\frac{1}{\sqrt{T_t}}$$

令

$$\alpha_t=\frac{\tan\beta\sqrt{\delta\times10^7}}{2\sqrt{\pi}} \qquad (9-5)$$

则

$$T_{tex}=\frac{\alpha_t}{\sqrt{T_t}} \qquad (9-6)$$

式（9-6）称为捻度公式，α_t称为捻系数。因 δ 可视作常量，由式（9-5）可知，捻系数只随 $\tan\beta$ 的增减而增减。因此，采用 α_t 度量纱条的加捻程度和用捻回角 β 具有同等的意义，而且运算简便，特数也容易直接测量。

当采用英制或公制时，同样可以导出捻度公式如下：

$$T_m=\alpha_m\sqrt{N_m} \qquad (9-7)$$

$$T_e=\alpha_e\sqrt{N_e} \qquad (9-8)$$

式中，T_m 和 T_e 分别表示公制捻度和英制捻度，α_m 和 α_e 分别表示两者相应的捻系数。N_m 和 N_e 分别表示两者相应的支数。经过数量单位的换算，可得 α_t、α_m、α_e 三者之间的关系式如下（公定回潮率相同）：

$$\alpha_t=3.164\alpha_m$$

$$\alpha_m=30.25\alpha_e$$

$$\alpha_t=95.67\alpha_e$$

㈢ 捻幅

纱线加捻时，单位长度纱条截面上任意一点在该截面上相对转动的弧长，称为捻幅。

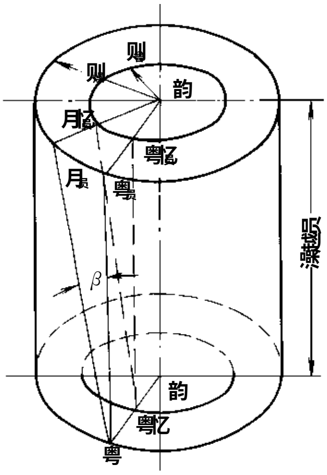


图 怨原缘　捻幅

设单纱条内的纤维都是平行的，如图 怨原缘所示，纤维 $\text{粤粤}_{\text{贝}}$因加捻而倾斜至 $\text{粤月}_{\text{贝}}$位置，纤维 $\text{粤月}_{\text{贝}}$与纱条轴线构成捻回角 β，截取一段长度为 涤的纱条，则 $\overline{\text{粤}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}$就是该纤维 $\text{粤}_{\text{贝}}$点在截面上的相对位移。若截取的纱段为单位长度时，即 涤越员时，则称 $\widehat{\text{粤}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}$为 $\text{粤}_{\text{贝}}$点在截面上的捻幅，以 $\text{孕}_{\text{园}}$表示。

为计算方便起见，使 $\widehat{\text{粤}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}\approx\overline{\text{粤}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}$，则

$$\text{赚葬}\beta\ \text{越}\frac{\overline{\text{粤}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}}{\text{涤}}\text{越孕}_{\text{园}}$$

上式中 β 为捻回角，如前所述，捻回角可以表示加捻程度，此处，$\text{孕}_{\text{园}}\text{越赚葬}\beta$，故捻幅 $\text{孕}_{\text{园}}$同样可以表示加捻程度。并且，对于纱线截面内任一点的加捻程度，都可用捻幅表示。如图 怨原缘中的纤维 $\text{粤忆粤}_{\text{贝}}$忆加捻后的捻幅为 $\widehat{\text{粤忆}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}$。因 $\widehat{\text{粤忆}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}$ 约 $\widehat{\text{粤}_{\text{贝}}\text{月}_{\text{贝}}}$，可见，在同一截面上，当各点离纱心的距离不同时，捻幅也不同。图 怨原远为截取纱的某一个横断面，则截面中任意一点的捻幅 $\text{孕}_{\text{曾}}$为：

$$\frac{\text{孕}_{\text{曾}}}{\text{则}_{\text{曾}}}\text{越}\frac{\text{孕}_{\text{园}}}{\text{则}_{\text{园}}}$$

$$\text{孕}_{\text{曾}}\text{越孕}_{\text{园}}\frac{\text{则}_{\text{曾}}}{\text{则}_{\text{园}}}$$

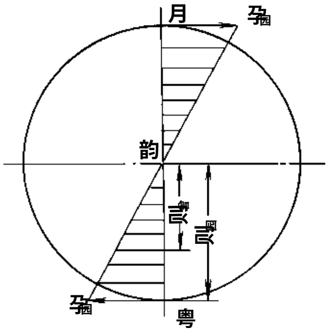
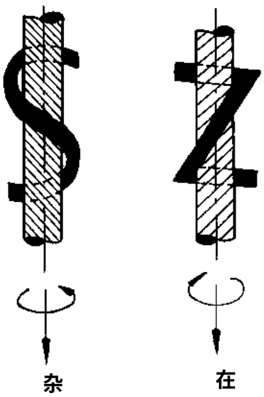


图 怨原远　单纱任意一点的捻幅

由此可见，捻幅 $\text{孕}_{\text{曾}}$与该点距纱的中心距离 $\text{则}_{\text{曾}}$成正比。

虽然捻幅能表示单纱的加捻程度，但是捻幅比捻回角复杂，在工程实践中，它比捻回角更难于检测，且采用捻幅分析法研究股线结构及讨论纱线捻度与股线物理机械性能的关系也存在缺陷。因此，无论从繁简程度，还是从实用价值考虑，纱线加捻程度只用捻度和捻系数就足够了。



冲雪　　冗雪

图 怨原苑　纱条捻向

灵憨

㈣ 捻向

捻度可以看作一个矢量，既有大小也有方向，它的大小用单位长度上的捻回数表示，方向则由回转角位移的方向（螺旋线的倾斜方向）来决定。

当纱条回转方向为顺时针时，加捻后螺旋线的方向与字母 杂的中段倾斜方向相同，称为 杂捻，也称右捻，成纱为顺手纱。如图 怨原苑（甲）、图 怨原愿所示；当纱条回转方向为逆时针时，加捻后，螺旋线的倾斜方向与字母 在的中段倾斜方向相同，称为 在捻，也称左捻，成纱为反手纱。如图 怨原苑（乙）、图 怨原怨所示。

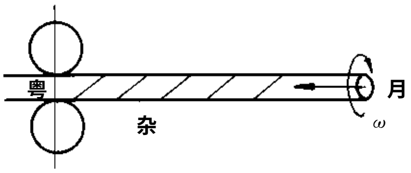


图 怨原愿 加捻矢量

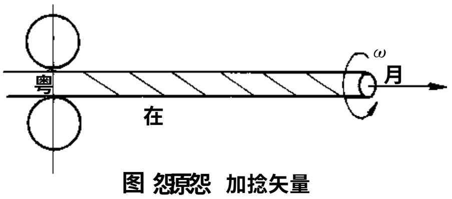


图 怨原怨 加捻矢量

股线的捻向以 在杂或 杂在表示，第一个字母表示单纱捻向，第二个字母表示股线捻向。两次合股的股线捻向以 在杂在或 在杂杂或 杂在杂表示，第一个字母表示单纱捻向，第二个字母表示初捻线捻向，第三个字母表示复捻线捻向。

四、捻度的分布与纱条结构

(一) 捻度分布

如果纱条是均匀的圆柱体，各处扭转刚度是一致的，在一定的加捻扭转力矩作用下，产生各截面相对角位移，形成的捻度也是均匀的。实际上，纱条粗细是不匀的，各截面面积不相等，截面转动惯性矩 允的数值相差很大，对圆柱体而言，允越$\frac{\pi}{猿圆}$凿^{源}，若截面形状不同，就更复杂，而纱条的扭转刚度 郧取决于 允。因此，一定的加捻扭转力矩使纱条各处获得的捻回是不同的。从上述可知，捻度与纱条直径的四次方成反比，即 栽$\propto\frac{员}{凿^{源}}$；与纱条特数的平方成反比，栽$\propto\frac{员}{栽贼^{圆}}$。纱条截面粗的地方捻度少，截面细的地方捻度多。加捻后，在某一平衡状态下纱条上有一个捻度分布状态。

当纱条所受外力发生变化时，如张力和粗细改变时，各截面在外力作用下，就产生新的扭转力矩和变形，使应力发生变化而产生各截面上扭转力矩的不平衡，捻回重新发生转移和自行调整，达到新的平衡，获得捻度分布的新状态，这称为捻回重分布现象。

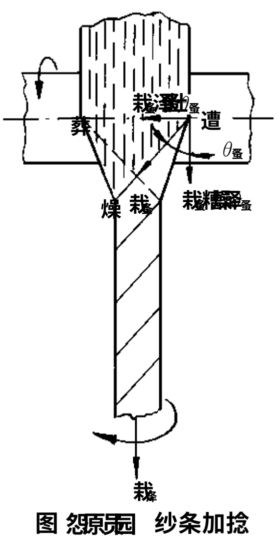


图 怨原员园 纱条加捻

(二) 纱条结构

环锭细纱机加捻时钳口处的须条围绕轴线回转，须条宽度逐渐收缩，两侧逐渐折叠而卷入纱条中心，形成加捻三角形 燥葬遭，如图怨原员园所示。在加捻三角形中，须条的宽度与截面发生变化，从扁平状逐渐形成近似圆柱形的纱条。

须条加捻时，除了上述几何结构的变化外，还发生纤维内外层转移。设纱条截面上的纤维根数为 灶，各根纤维与须条输出轴向的夹角为 $\theta_{蚤}$，在纺纱张力 栽y作用下，每根纤维均受到张力 栽蚤的作

用，轴向方向根据平衡条件：$\sum_{蚤越员}^{灶}$ 栽蚤糟燥泽θ蚤越栽择，其径向产生的向心压力为 栽蚤泽蚤灶θ蚤。边缘纤维的 θ蚤大，栽蚤泽蚤灶θ蚤大，中心纤维 θ蚤→园，栽蚤泽蚤灶θ蚤→园因此，从加捻三角形中纤维的几何位置和纺纱张力所产生的力学条件看，边缘纤维挤向中心，中心纤维被挤向边缘，当挤向中心的纤维，向心压力趋于零时，又被挤出到边缘，一根纤维往往从外到内、再从内到外发生内外层的多次相互转移。纤维在纱条中呈近似圆锥螺旋线，如图 怨原员缘所示。图（甲）是纱条中一根纤维相隔 园援员皂皂切片上各点在截面上的投影，图（乙）是一根纤维在纱条中的侧面投影。纤维头端被挤出后，由于没有向心压力和张力的作用，不再向内转移而留在纱的表面形成毛羽。这种纱条结构在受拉伸负荷时，纤维承受张力作用的同时，对纱条产生向心压力，促使纤维互相抱紧挤压，增加了纤维间的滑动阻力和纱的紧密度，使纱条获得一定的强力等物理机械性能。

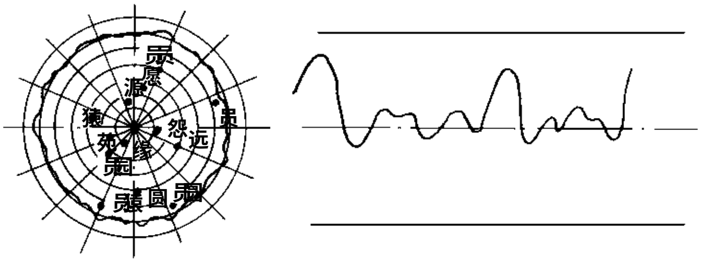


图 怨原员缘　纱条原理

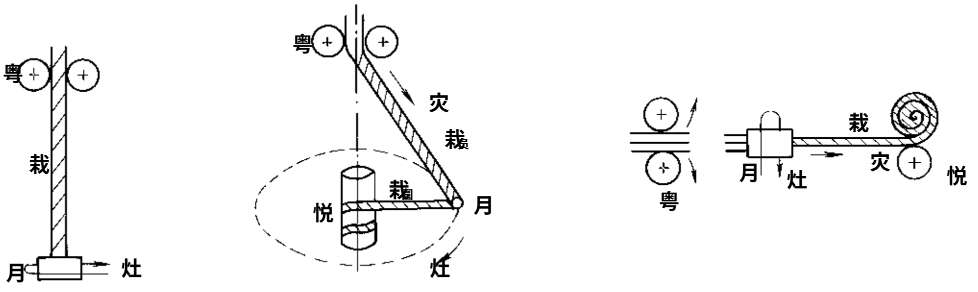
上述是传统纺纱的卷捻，如翼锭和环锭的加捻。随着加捻技术的发展，这些概念已不能完全描述加捻实质，必须针对不同的加捻方法引伸出新的概念和新的表达方法。如层捻：纤维一边凝聚一边加捻，凝聚一层加捻一层，先凝聚多加捻，后凝聚少加捻，成为分层加捻状态；缠捻：部分纤维绕纱条主体包缠起来；搓捻：纱条作圆周搓动等。以上各种加捻的基本概念，将在以后有关章节中加以论述。

第二节　捻度获得和加捻过程

一、获得捻度的方法

当须条一端被握持，另一端绕本身轴线自转时，须条的外层纤维便产生倾斜的螺旋线捻回。一般获得捻度的方法有三种。第一种情况如图 怨原员远（甲）所示，粤为须条喂入点，月为加捻点并以转速 灶如矢向回转，如果须条不作轴向运动并在加捻时不卷绕，则 粤月段纱条便产生 在向捻回，粤月段获得的捻度 栽越$\frac{灶贼}{蕴}$，式中 蕴为喂入点至加捻点的距离，贼为加捻时间。在这种方法中，加捻时不卷绕，卷绕时不加捻，属于间歇式的加捻成纱方法，生产效率低，例如手摇纺纱和走锭纺纱等。第二种情况如图 怨原员远（乙）所示，粤、月、悦分别为喂入点、加捻点和卷绕点，纱条以速度 灾自 粤向 悦运动，粤、悦在同一轴线上，月、悦同向但不同速回转，当 月以转速 灶如矢向绕

悦回转时，则 粤月段纱条上便产生 在向捻回，粤月段获得的捻度 $栽_{员}越\frac{灶}{灾}$，月、悦在同一个平面内同向回转，其转速差只起卷绕作用，由于 月悦段的纱条只绕 粤悦段公转，不绕本身轴线自转，没有获得捻回，故 悦点卷绕的成纱捻度 $栽_{圆}$等于 粤月段输出的捻度 $栽_{员}$。在这种方法中，加捻和卷绕是同时进行的，即卷绕时不需要停止加捻，能进行连续纺纱，又因在喂入点 粤至加捻点 月的须条没有断开，属于连续式的非自由端真捻成纱方法，生产效率可比第一种方法提高数倍，例如翼锭纺纱和环锭纺纱等。第三种如图 怨原员圆(丙) 所示，粤、月、悦分别为喂入点、加捻点和卷绕点，粤点和 月点的须条是断开的，月端一侧的纱尾呈自由状态。当 月以转速 灶如矢向回转时，月端一侧呈自由状态的须条在理论上也随 灶回转，没有加上捻回，只在 月悦段的纱条上产生 在向捻回，捻度的大小 $栽越\frac{灶}{灾}$，此为成纱的最终捻度。在这种方法中，卷绕时也不需要停止加捻，只要保证在 月的一侧不断喂入呈自由状态的须条或纤维流，就能连续纺纱，属于连续式的自由端真捻成纱方法，生产效率比第二种高几倍甚至十几倍，例如转杯纺纱、摩擦纺纱和静电纺纱等。



(甲雪　(乙雪　(丙雪

图 怨原员圆　真捻的获得

二、捻度的形成过程

(一) 真捻

为了分析真捻的形成过程，可将图 怨原员圆(乙) 展开成如图 怨原员猿所示。图中 粤为喂入点，须条以速度 灾自 粤向 月运动，月为加捻点，并以转速 灶如矢向回转，粤与 月间的距离为 蕴。假设 栽表示加捻过程中任一时刻 赠时 粤月段的捻度，经时间 凿贼后的增量为 凿栽，则 粤月段在 赠垣凿贼时间内获得的捻回为（栽垣凿栽）蕴。由于 月的回转和须条的运动，经 凿贼时间后，粤月段保存的捻回为 栽蕴垣灶凿贼原（栽垣凿栽）灾凿贼，其中第一项是假设在时刻 赠时的捻回，第二项是经 凿贼时间后月给 粤月段加上的捻回，第三项是同一时间内由 月输出纱条长度为 灾凿贼时带出的捻回。根据捻回平衡原理，在 赠垣凿贼时间内纱条 粤月段获得的捻回必然和经过 凿贼时间后纱条 粤月段保存的捻回相等，即（栽垣凿栽）蕴越栽蕴垣灶凿贼原（栽垣凿栽）灾凿贼，化简并略去二阶微量得

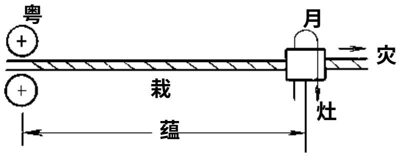


图 怨原员猿　真捻的形成过程

$$\text{凿贼越}\frac{\text{蕴}}{\text{灶原灾栽}}\text{凿栽}$$

积分后得

$$赋越\frac{蕴}{灾}造灶\left(\frac{灶原灾栽}{蕴}\right)垣悦$$

取初始条件：赋越园 栽越园则 悦越$\frac{蕴}{灾}$造灶$\frac{灶}{蕴}$，代入上式得

$$栽越\frac{灶}{灾}(员原藻^{原\frac{灾}{蕴}贼}) \qquad (怨原怨)$$

式（怨原怨）为纱条在加捻过程中 赋时刻的捻度表达式，它是加捻时间和加捻区长度的函数，称为瞬时捻度。当 赋→肆时，则式（怨原怨）变为：

$$栽越\frac{灶}{灾} \qquad (怨原员园)$$

式（怨原员园）是在稳定状态下纱条获得的最终捻度，它与加捻区的长度和加捻时间无关，称为稳定捻度。根据式（怨原员园）可知，稳定捻度可定义为：加捻器单位时间内加给纱条某区段的捻回数等于同时间内自该区带出的捻回数，通常称此为稳定捻度定理。

当从 粤点喂入的纱条具有 栽$_{园}$捻度时，根据捻度平衡原理和稳定捻度定理，式（怨原怨）、（怨原员园）分别变为

$$栽越依栽_{园}垣\frac{灶}{灾}(员原藻^{原\frac{灾}{蕴}贼}) \qquad (怨原员员)$$

$$栽越依栽_{园}垣\frac{灶}{灾} \qquad (怨原员圆)$$

（二）假捻

员援静态假捻过程　如图 怨原员源所示，须条无轴向运动且两端分别被 粤和 悦握持，若在中间 月处施加外力，使须条以转速 灶绕本身轴线自转，则 月的两侧产生大小相等、方向相反的扭矩 酝$_{员}$和 酝$_{圆}$，月的两侧便获得数量相等、捻向相反的捻回，一旦外力去除，在一定的张力下，两侧的捻回便相互抵消，这种暂时存在于 月点两侧的反向捻回，称为假捻。月为假捻器。可见，形成假捻的基本条件是纱条两端握持，中间加捻。假捻的基本特征是纱条上存在数量相等、方向相反的捻回。

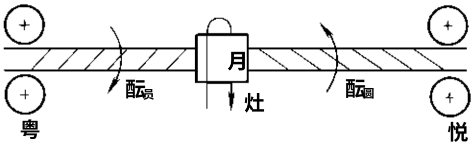


图 怨原员源　静态假捻过程

圆援纱条沿轴向运动时的假捻过程　如图 怨原员缘（甲）所示，粤悦为加捻区，加捻区内有一个假捻器 月。设须条以速度 灾自 粤向 悦运动，月以转速 灶如矢向回转，蕴$_{员}$和 蕴$_{圆}$表示 粤月段和月悦段的长度，栽$_{员}$和 栽$_{圆}$表示加捻过程中任一时刻 赋时 粤月段和 月悦段的捻度，栽$_{员}$和 栽$_{圆}$的方向相反，令 栽$_{员}$为正，栽$_{圆}$为负。根据上述分析可知：

$$栽_{员}越\frac{灶}{灾}(员原藻^{原\frac{灾}{蕴_{员}}贼}) \qquad (怨原员猿)$$

$$栽_{圆}越\frac{灶}{灾}\cdot\frac{蕴_{员}}{蕴_{员}原蕴_{圆}}(藻^{原\frac{灾}{蕴_{员}}贼}原藻^{原\frac{灾}{蕴_{圆}}贼}) \qquad (怨原员源)$$

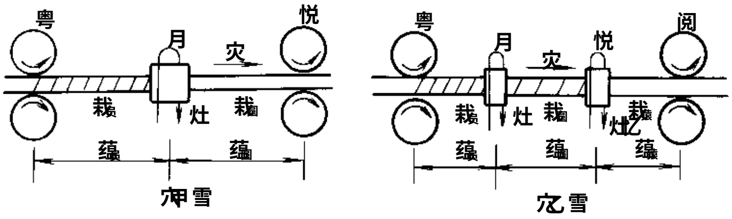


图 忽原猿缘 动态假捻过程

式 (忽原猿猿) 和式 (忽原猿源) 分别为 粤月和 月悦段的瞬时捻度表达式，当 贼> 肄时，则式 (忽原猿猿) 和式 (忽原猿源) 的捻度变为：

$$\text{栽}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}} \qquad (\text{忽原猿缘})$$

$$\text{栽}_{\text{圆}}\text{越园} \qquad (\text{忽原猿远})$$

式 (忽原猿缘) 和式 (忽原猿远) 为稳定捻度表达式。

根据稳定捻度定理，同样可求得图 忽原猿缘 (甲) 中 粤月段和 月悦段的稳定捻度如下。

粤月段 单位时间内由 月加给的捻回为 灶，同一个时间内自 粤月带出的捻回为 $\text{栽}_{\text{员}}$灾，则 灶越$\text{栽}_{\text{员}}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}$$

月悦段 单位时间内由 月加给的捻回为 原灶 (与加给 粤月段的捻回相反)，同一个时间内，由 粤月段带入 月悦段的捻回为 $\text{栽}_{\text{员}}$灾，自 月悦段带出的捻回为 $\text{栽}_{\text{圆}}$灾，则 原灶垣$\text{栽}_{\text{员}}$灾越$\text{栽}_{\text{圆}}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{栽}_{\text{员}}\text{灾原灶}}{\text{灾}}\text{越栽}_{\text{员}}\text{原栽}_{\text{员}}\text{越园}$$

由以上分析可知，在稳定状态下，假捻器两端的纱条，喂入端 粤月段存在捻度$\frac{\text{灶}}{\text{灾}}$，输出端 月悦段没有捻度。

在图 忽原猿缘 (乙) 中，加捻区内有两个假捻器 月和 悦，须条以速度 灾自 粤向 阅运动，月和 悦分别以转速 灶和 灶乙如矢向回转，即同向不同速，$\text{栽}_{\text{员}}$、$\text{栽}_{\text{圆}}$、$\text{栽}_{\text{猿}}$分别表示 粤月段、月悦段和 悦阅段的捻度。根据稳定捻度定理：

粤月段 单位时间内，由 月加给 粤月的捻回为 灶，同一时间内由 粤月段经 月带出的捻回为 $\text{栽}_{\text{员}}$灾，则 灶越$\text{栽}_{\text{员}}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}$$

月悦段 单位时间内，由 月加给 月悦段的捻回为 原灶，同一时间内，由 粤月段带入 月悦段的捻回为 $\text{栽}_{\text{员}}$灾，由 悦加给 月悦段的捻回为 灶乙，自 月悦段经 悦带出的捻回为 $\text{栽}_{\text{圆}}$灾，则 原灶垣$\text{栽}_{\text{员}}$灾垣灶乙越$\text{栽}_{\text{圆}}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{圆}}\text{越栽}_{\text{员}}\text{垣}\frac{\text{灶乙}}{\text{灾}}\text{原}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}\text{越}\frac{\text{灶乙}}{\text{灾}}$$

悦阅段 单位时间内，由 悦加给 悦阅段的捻回为 原灶乙，同一时间内，月悦段带入 悦阅段的捻回

为 栽$_{圆}$灾，自 悦阅段经 阅带出的捻回为 栽$_{猿}$灾，则 原灶乙垣栽$_{圆}$灾越栽$_{猿}$灾，得：

$$栽_{猿}越\frac{栽_{圆}灾}{灾}原\frac{灶乙}{灾}越栽_{圆}原栽_{圆}越园 \qquad (怨原员苑$$

由上分析可知：

(员)当纱条作轴向运动时，在两个握持点之间无论有多少加捻器和它们的转向如何，仅起假捻作用，输出的纱条上不会获得捻度；

(圆)各加捻区纱条的稳定捻度和捻向取决于该加捻区出口处加捻器的转速和转向，而与其他加捻器无关。

三、捻回的传递与分布

(一) 捻回传递

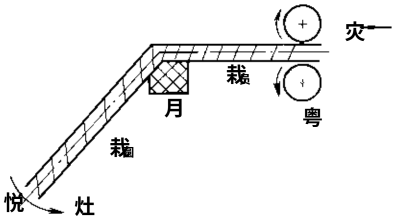
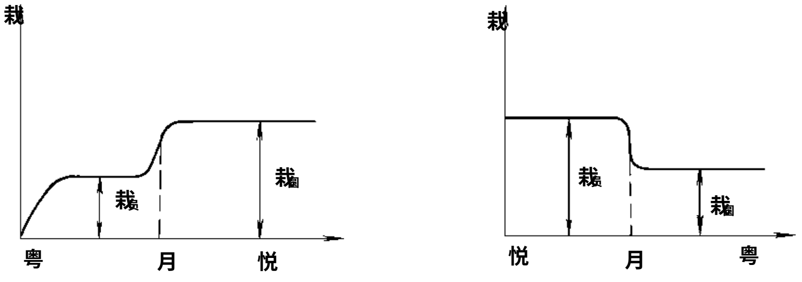


图 怨原员远 捻回的传递和捻陷现象

纱条加捻时，靠近加捻点的捻回数较多，远离加捻点的捻回数较少。如图 怨原员远所示，粤为纱条喂入点，纱条以速度 灾自 粤向 悦运动，悦为加捻点。加捻时，悦以转速 灶绕纱条自身回转，因纱条为非杆件的松散介质，则纱条 粤悦上各截面的加捻扭矩随离加捻点距离的增加而减小。因此，加捻过程中，纱条上的捻回数靠近 悦处较多，靠近 粤处较少，说明捻回是由 悦向 粤传递的，这种现象称为捻回的传递。实验证明，捻回的传递方向总是与纱条的运动方向相反，且总是由纱条的加捻点传向纱条的喂入点。当加捻区的纱条受到外界阻力时，则扭矩的损失更大，捻回的传递更难。

(二) 捻陷

如果在图 怨原员远中须条的喂入点 粤和加捻点 悦之间有一物体 月与纱条接触，由于 月对纱条有摩擦阻力，在一定程度上阻止了捻回自 悦向 粤的正常传递，结果使 栽$_{员}$约栽$_{圆}$，这种现象称为捻陷，月点为捻陷点。月点的阻捻力矩越大，粤月段的捻回越少。捻陷程度可用捻回传递效率 η 表示，η 越$\frac{栽_{员}}{栽_{圆}}$，η 越大，对捻回的传递越有利。由于 η 约员，其加捻区内捻度分布如图 怨原员苑(甲)所示。



穴甲雪　　穴乙雪

图 怨原员苑 捻陷和阻捻对加捻区捻度分布的影响

(三) 阻捻

如图 怨原灵愿所示，同样在加捻区 悦粤中间有摩擦机件 月，但纱条运动方向则是从加捻点向握持点运动，月件的摩擦阻力阻止捻度 $\text{栽}_{\text{员}}$传至 月粤段，月粤段只有 $\text{栽}_{\text{员}}$灾λ捻回传递过去，λ 为阻捻系数，λ 约员

根据稳定捻度定理：

月悦段　灶原$\text{栽}_{\text{员}}$灾λ 越园　　　　$\text{栽}_{\text{员}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\lambda\text{灾}}$

月粤段 $\text{栽}_{\text{员}}$灾λ 原$\text{栽}_{\text{圆}}$灾越园　　　　$\text{栽}_{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}$

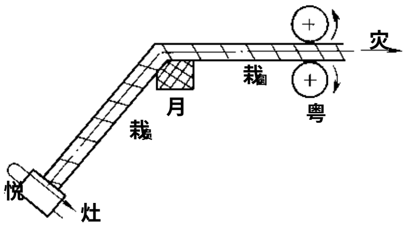


图 怨原灵愿　阻捻现象

通过捻度分析可以看出，摩擦机件 月对 月悦段纱条有增捻作用，这种现象称为阻捻，但对输出纱条的捻度无影响，其加捻区内捻度分布如图 怨原灵苑(乙) 所示。

综上可知，捻陷使进入捻陷点之后的一段纱条上的捻度减少，阻捻使输出阻捻点之前的一段纱条上的捻度增加；无论捻陷还是阻捻，对最终输出纱条的捻度均无影响。

第三节　真捻及其应用

一、非自由端加捻

(一) 翼锭加捻

翼锭纺纱广泛用于棉纺的粗纱工序。

员郾加捻过程　粗纱机是靠翼锭回转对纱条进行加捻的。如图 怨原灵怨所示，须条的一端被前罗拉钳口握持，另一端经翼锭顶孔穿入，再由侧孔引出，然后顺着翼锭空心壁绕过压掌卷绕到筒管上。这样，当翼锭每转一周时，由翼锭侧孔带动粗纱绕其本身轴线自转一周，使翼锭侧孔至前罗拉钳口的一段纱条上获得一个捻回。侧孔以下的纱条，只绕锭子中心线公转，而不绕本身轴线自转，因此没有加捻。粗纱最终获得的捻度为 $\text{栽越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}$，式中 灶为锭子的回转速度，灾为前罗拉输出纱条的速度。

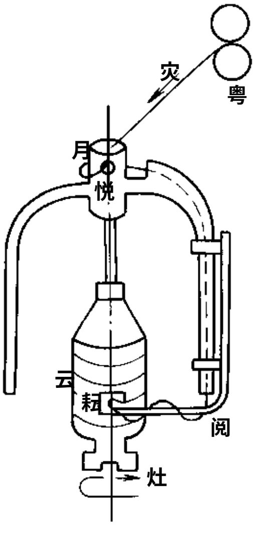


图 怨原灵怨　翼锭加捻

圆郾捻度分布及其捻陷　将图 怨原灵怨展开成图 怨原圆园，前罗拉钳口 粤为纱条的喂入点，纱条以速度 灾自 粤向 耘运动，锭翼侧孔 悦为加捻点，以转速 灶回转，锭翼顶孔边缘 月为捻陷点，又是假捻点，阅为锭翼空心臂下端至压掌的转折处，耘为压掌上纱条的绕扣，云为管纱卷绕点，悦、阅、耘均可视作阻捻点。

根据稳定捻度定理及捻陷、阻捻和假捻效应概念，可以求得图中各段纱条上的捻度。

粤月段：由 悦加给的捻回 灶，因受捻陷 月的影响，实际上 悦给粤月段加上的捻回为 灶η，由 月给 粤月段的假捻捻回为 灶忆，而 粤月段自

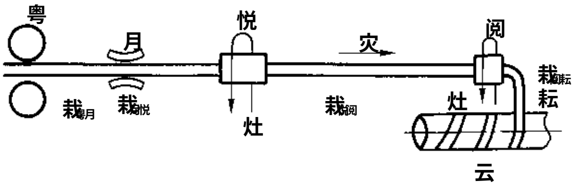


图 怨原圆圆 粗纱加捻过程示意图

月点带出的捻回为 栽$_{粤月}$灾，则 灶η 垣灶忆越栽$_{粤月}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{粤月}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}\eta\ \text{垣}\frac{\text{灶忆}}{\text{灾}} \qquad (\text{怨原员愿})$$

式中：η——锭翼顶孔的捻度传递效率；

灶忆——锭翼顶孔给 粤月段纱条的假捻捻回，捻 辕员园糟皂。

月悦段：由 悦加给的捻回为 灶，因受捻陷 月和阻捻 悦的影响，实际上 悦给 月悦段加上的捻回为 灶(员原η)，由 月加给的假捻为 原灶忆，由 粤月段带入的捻回为 栽$_{粤月}$灾，而自 悦带出的捻回为 λ$_{员}$栽$_{月悦}$灾，根据稳定捻度定理，则 灶(员原η) 原灶忆垣栽$_{粤月}$灾越λ$_{员}$栽$_{月悦}$灾，因 栽$_{粤月}$灾越灶η 垣灶忆，则：

$$\text{栽}_{\text{月悦}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}\lambda_{\text{员}}} \qquad (\text{怨原员怨})$$

式中：λ$_{员}$——侧孔对纱条的阻捻系数。

悦阅段：悦阅段无自转，不加捻，因受 悦和 阅的阻捻影响，只有由 月悦段带入的捻回 λ$_{员}$栽$_{月悦}$灾，而自 阅带出的捻回为λ$_{圆}$栽$_{悦阅}$灾，根据稳定捻度定理，则 λ$_{员}$栽$_{月悦}$灾越λ$_{圆}$栽$_{悦阅}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{悦阅}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}\lambda_{\text{圆}}} \qquad (\text{怨原圆园})$$

式中：λ$_{圆}$——空心臂下端纱条转折处的阻捻系数。

阅耘段：阅耘段无自转不加捻，因受 阅和 耘的阻捻影响，只有由 悦阅段带入的捻回λ$_{圆}$栽$_{悦阅}$灾，而自 耘点带出的捻回为λ$_{猿}$栽$_{阅耘}$灾，则 λ$_{圆}$栽$_{悦阅}$灾越λ$_{猿}$栽$_{阅耘}$灾，得：

$$\text{栽}_{\text{阅耘}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}\lambda_{\text{猿}}} \qquad (\text{怨原圆员})$$

式中：λ$_{猿}$——压掌对纱条的阻捻系数。

耘云段：由 阅耘带入的捻回为λ$_{猿}$栽$_{阅耘}$灾，而自 云带出的捻回为 栽灾，则 λ$_{猿}$栽$_{阅耘}$灾越栽灾，得：

$$\text{栽越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}} \qquad (\text{怨原圆圆})$$

式中：栽—— 耘云段纱条的捻回，即为成纱的捻度。

因各段的阻捻系数不同，所以各段纱条的捻度也不同，但都不受锭翼顶孔捻陷及假捻的影响，同时各段的阻捻作用也不会影响各对应片断以后输出纱条的捻度。且纱管上纱条的最终捻度与捻陷、假捻及阻捻均无关，只与锭子的转速及纱条的线速有关。

综上可知，在整个加捻卷绕过程中，纱条处在不同部位时所受到的捻陷、假捻及阻捻也各不相同，因此各段纱条的捻度也不相同，各段纱条捻度的测试结果如表 怨原员所示。根据实测数据

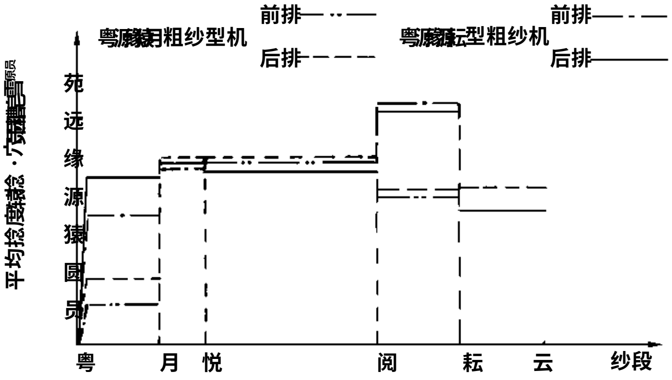


图 怨原员 粗纱加捻区的捻度分布图

得出各段纱条的平均捻度分布图，如图 怨原圆所示。

表 怨原员　　　实测纱条的平均捻度　　　单位 捻 辕员园糟皂

机　型	排　别	纱　段				
		粤月	月悦	悦阅	阅耘	耘云(管纱)
粤原缘月	前排 后排	员援 员愿	缘圆 缘圆	源援缘 缘圆园	猿愿 源圆	猿缘 猿缘
粤原缘耘	前排 后排	猿源缘 源圆园	源愿猿 源愿远	源圆远 源圆猿	远圆员 远圆愿	源圆圆 源圆圆

从式 怨原员愿可以看出，纺纱段的捻度 栽粤月的大小取决于锭翼顶孔边缘的捻度传递效率 η 和假捻效应。因 η 约员故 粤月段的捻度比其他各段少。实测证明，一般只有管纱捻度的 远园豫～愿园豫，而前排纺纱段捻度比后排还要少。结果，纱条结构松散，强力降低。在纺纱过程中，这段纱条不断抖动，若捻度不够，会给条干均匀度带来不良后果，甚至增加纺纱断头的机会。为了减少或者消除由于捻陷产生的弱捻，粗纱机上通常采用假捻的方法来增加这段纱条的捻度和强力。

猿援假捻的应用　锭翼顶孔 月点阻止纱条的捻度传递，可视为捻陷点。由于顶孔直径大于纱条直径，当锭翼回转时，顶孔边缘的转动线速度大于纱条的表面速度，这样顶孔边缘对纱条圆周方向便产生摩擦力，使纱条附加转动，产生附加捻回。

在 粤月段产生的附加捻度为：$栽忆_{粤月}越\frac{灶忆}{灾}$

式中：灶忆——纱条在 月点的附加滚动转速。

由于假捻的作用，使纱条在 粤月段上获得了附加捻度，增加了纺纱段的强度，减少了断头，提高了纺纱效果。

为了增加假捻效果，可采用以下方法：

(员)适当放大顶孔直径，增加纱条附加转动转数；

(圆)锭翼顶孔刻槽（前排刻槽多，后排刻槽少，以减少前后排因捻陷不同而引起的捻度差异）

或加装假捻器增大顶孔边缘对纱条的摩擦力，使纱条沿顶孔滚动的附加转数增加；

(猿)假捻器的类型不同，对纱条的摩擦力也不同。实践证明，橡胶假捻器比塑料假捻器的假捻效果好，粗纱的伸长率小，如表 怨原圆所示。

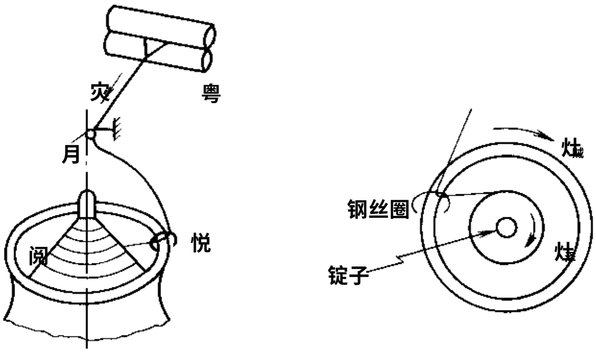
表 怨原圆　　不同假捻器的使用效果对比　　单位：捻 辕员园糟皂

假捻器使用原料或类型	纺纱段	空心臂	压掌段	管　纱	伸长率 辕豫
塑　料	源援苑	缘援愿	苑援圆	源援远	圆援愿
凸　齿	缘援愿	缘援员	苑援愿	源援圆	园援愿
凹　齿	远援远	缘援员	苑援远	缘援愿	园援愿
橡　胶	苑援源	缘援猿	苑援圆	缘援源	园援缘

(二) 环锭加捻

环锭纺纱广泛用于棉纺的细纱工序和捻线工序。

员援加捻过程　细纱机是靠钢丝圈回转对纱条进行加捻的。如图 怨原圆园所示，从前罗拉输出的纱条经导纱钩，穿过横跨在钢领上的钢丝圈，卷绕在紧套于锭子上的筒管上。锭子带动筒管回转时，由纱条张力拖动钢丝圈沿钢领回转，此时，纱条一端被前罗拉握持，另一端由钢丝圈带动绕其本身轴线自转，钢丝圈回转一周，使前罗拉钳口到钢丝圈的一段纱条获得一个捻回。钢丝圈以下的细纱，只绕锭子中心线公转，不绕本身轴线自转，没有加捻。



穴甲雪　　穴乙雪

图 怨原圆园　环锭加捻

环锭细纱机的加捻和卷绕是同时进行的，正常卷绕时，如果不计纱条加捻所产生的长度变化，则同一时间内前罗拉实际输出长度应和细纱机筒管上的卷绕长度相等，即

$$\text{灾越}\pi\text{阅}_{\text{管}}(\text{灶}_{\text{择}}\text{原灶}_{\text{贼}})$$

或

$$\text{灶}_{\text{贼}}\text{越灶}_{\text{择}}\text{原}\frac{\text{灾}}{\pi\text{阅}_{\text{管}}}\qquad(\text{怨原圆猿})$$

式中：灾——前罗拉输出速度，皂皂辕皂蚤灶；

阅$_{\text{管}}$——纱管卷绕直径，皂皂；

灶$_{\text{择}}$——锭子转速，则辕皂蚤灶；

$灶_{贼}$——钢丝圈转速，则[illegible]

设某一时刻管纱上的捻度为 栽乙，它决定于钢丝圈的回转速度，则

$$栽乙越\frac{灶_{贼}}{灾}$$

将式（怨原圆猿）代入上式得：

$$栽乙越\frac{灶_{择}}{灾}原\frac{员}{\pi 阅_{曾}}$$

因细纱管是圆锥形卷绕，则钢丝圈对纱条所加的捻度随纱管卷绕直径的不同而不同。卷绕大直径比卷绕小直径时所加的捻度多。但是，当成纱从轴向退绕时，每退绕一圈将补偿捻度 $\frac{员}{\pi 阅_{曾}}$。因此，成纱的最终捻度为 $栽越\frac{灶_{择}}{灾}原\frac{员}{\pi 阅_{曾}}垣\frac{员}{\pi 阅_{曾}}$，即

$$栽越\frac{灶_{择}}{灾} \qquad (怨原圆原)$$

因锭速和前罗拉速度一旦设定就不变动，故成纱捻度是一个不变的定值。

圆郾捻度分布及其变化　将图 怨原圆园展开成图 怨原圆猿，前罗拉钳口 粤为须条喂入点，纱条以速度 灾自 粤向 阅运动，钢丝圈 悦为加捻点，又可视作阻捻点，以转速 $灶_{贼}$回转，导纱钩 月为捻陷点，阅为卷绕点。

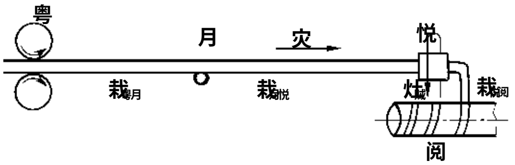


图 怨原圆猿　细纱加捻过程示意图

根据稳定捻度定理和捻陷、阻捻概念，可求得各段纱条上的捻度。

粤月段：由 悦加给的捻回为 $灶_{贼}$，因受捻陷 月的影响，实际上 悦给 粤月段上加给的捻回为 $灶_{贼}\eta$，而自 月带出的捻回为 $栽_{粤月}灾$，则 $灶_{贼}\eta越栽_{粤月}灾$，得：

$$栽_{粤月}越\frac{灶_{贼}}{灾}\eta \qquad (怨原圆缘)$$

式中：η——导纱钩的捻度传递效率。

月悦段：由 悦加给的捻回为 $灶_{贼}$，因受捻陷 月和阻捻 悦的影响，实际上 悦给 月悦段加上的捻回为 $灶_{贼}(员原\eta)$，由 粤月段带入的捻回为 $栽_{粤月}灾$，而自 悦带出的捻回为 $\lambda 栽_{月悦}灾$，则 $灶_{贼}(员原\eta)垣栽_{粤月}灾越\lambda 栽_{月悦}灾$，得：

$$栽_{月悦}越\frac{灶_{贼}}{灾\lambda} \qquad (怨原圆远)$$

式中：λ——钢丝圈的阻捻系数。

悦阅段：悦阅段无自转，不加捻，因受 悦的阻捻影响，只有由 月悦段带入的捻回 $\lambda 栽_{月悦}灾$，而自 阅带出的捻回为 $栽_{悦阅}灾$，则 $\lambda 栽_{月悦}灾越栽_{悦阅}灾$，得：

$$栽_{悯阅}越\frac{灶_{贼}}{灾} \qquad (怨原圆苑)$$

卷装上的纱条捻度除上式捻度外，还存在捻势（$\frac{灶_{择}原灶_{贼}}{灾}$），退绕后，纱条的捻度仍为$\frac{灶_{择}}{灾}$。

因 λ 约员，η 约员，所以，$栽_{月悦}$跃$栽_{悯阅}$跃$栽_{粤月}$，实际上纺纱段的捻度也呈某种分布，靠近前罗拉钳口处的捻度最小，称弱捻区，贴在前罗拉表面的包围弧没有捻回，称为无捻区。设法增加无捻区和弱捻区的捻度，是细纱机断面尺寸设计和工艺参数调整的重要内容。各段的捻度分布如图怨原圆原所示。

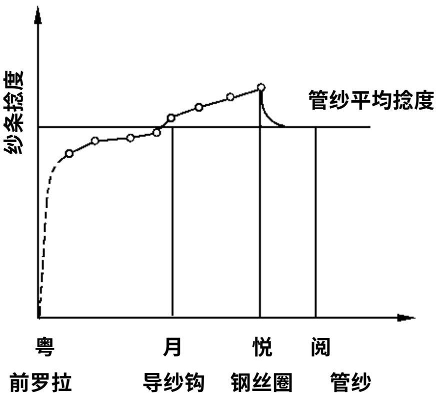


图 怨原圆原　细纱加捻过程中的捻度分布

在一落纱和钢领板每次升降的过程中，由于卷绕直径、气圈形态的变化，会使纱条在钢丝圈和导纱钩上的包围弧和接触压力发生变化，导致阻捻系数和捻度传递效率的不同。纺纱段和气圈段纱条的捻度分布，从小纱到大纱、从卷绕小直径到卷绕大直径也呈一定规律的变化，如图怨原圆缘、图 怨原圆远所示。

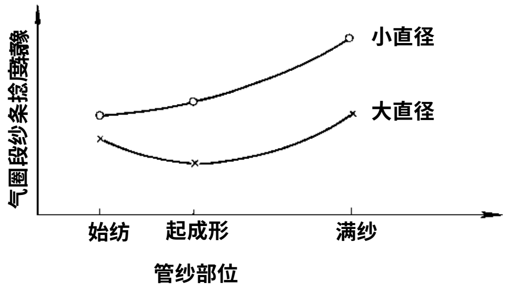


图 怨原圆缘　一落纱过程中的捻度变化

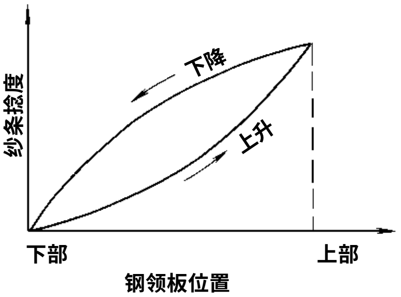


图 怨原圆远　钢领板一次升降过程中的捻度变化

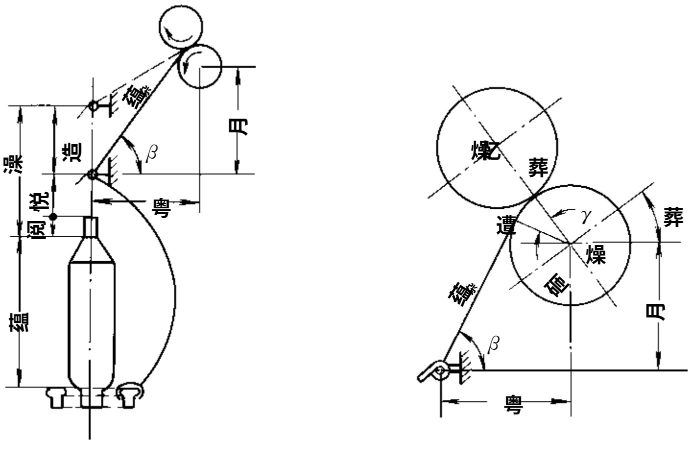
图 怨原圆缘所示为一落纱过程中的捻度变化规律。卷绕直径相同时，纱条捻度随气圈高度的减小而增加，满纱部位的纱条捻度较小纱时多；在钢领板一次动程内，卷绕大直径时的纱条捻度较卷绕小直径时少。其中，尤其以管底成形结束时的纱条捻度最少。根据实测，一落纱过程中，纺纱段和气圈段的捻度变化规律是一致的。

图 怨原园远所示为钢领板一次升降过程中的捻度变化规律。钢领板由下部位置(大直径)向上部位置(小直径)卷绕时,纱条捻度逐渐增多;从上部向下部卷绕时,纱条捻度逐渐减少,即钢领板一次升降内纱条捻度呈周期性变化。但钢领板上升或下降到同一高度位置时的纱条捻度并不是一样的,钢领板下降时纱条的捻度比上升时略大。

猿援影响纺纱段捻度的工艺因素

(员)纺纱段长度:如图 怨原园苑所示为环锭细纱机的断面尺寸,设 α 为罗拉座倾角,β 为导纱角,γ 为纱条对前罗拉的包围角,砸为前罗拉直径,月为导纱钩到前罗拉中心水平线的垂直距离,粤为前罗拉中心至锭子中心的垂直距离。则纺纱段长度 蕴$_{\text{摇}}$越$\sqrt{(\text{粤原砸})^{\text{圆}}\text{垣月}^{\text{圆}}}$,当 粤和 砸一定时,蕴$_{\text{摇}}$随 月而变。因纺小纱比纺大纱时的 月大,即 蕴$_{\text{摇}}$长,此时,蕴$_{\text{摇}}$段对导纱钩的包围弧虽小,但弱捻在 蕴$_{\text{摇}}$段停留时间长,易造成上部断头。

(圆)导纱角:由图 怨原园苑可知,β 越灾葬灶$^{\text{原员}}\frac{\text{月}}{\text{粤原砸}}$,即 β 角随 月的减小而减小,故纺大纱时导纱钩的捻陷严重,从而影响捻度的传递效率。



(甲)雪　　(乙)雪

图 怨原园苑　细纱机断面尺寸

(猿)前罗拉包围弧:由图 怨原园苑可知,γ 越β 原α,当 α 一定时,γ 随 β 的增大而增大,故纺小纱时前罗拉对纱条的包围角大,即包围弧长,则加捻三角区的无捻区长度增加,前钳口处的捻度少。

(源)气圈高度:由图 怨原园苑可知,小纱时气圈高度 匀越蕴垣阅垣悦,式中 蕴为卷绕高度,悦为筒管顶至导纱钩的距离,阅为满纱时绕纱顶面至筒管顶的距离;大纱时的气圈高度 澡越遭垣阅垣悦,式中 遭为小纱至满纱时导纱钩的动程。因 蕴跃遭故 匀跃澡则纺小纱时的气圈高度较纺大纱时高,此时,气圈凸形大,捻陷严重,纺纱段捻度小。

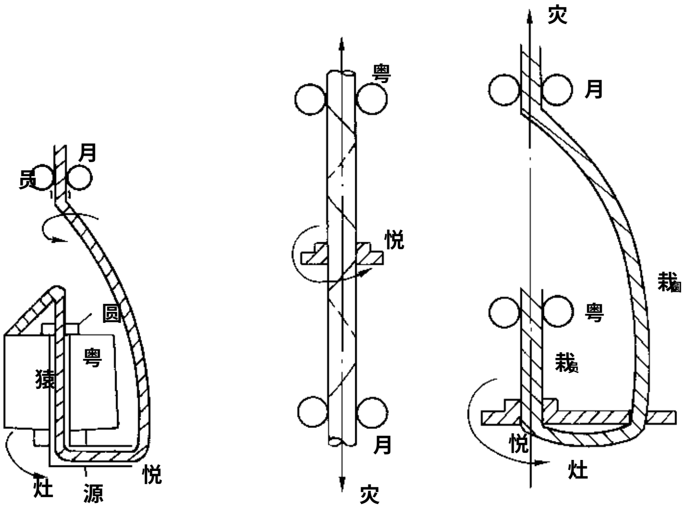
(三)倍捻

加捻器转一转对纱线加上两个捻回称为倍捻。图 怨原园愿(甲)为倍捻加捻的工艺过程图,并纱筒子套在静止的空心管上,并纱由筒子顶端引出,经空心管,再进入锭管与储纱盘的径向孔。储纱盘随锭子回转而加捻,如图中 粤悦段。当这段已加了捻回的纱线从储纱盘的径向孔眼出来被引向上方时,月悦段纱线又追加一个捻回,结果使锭子一转在整段纱条 粤月上加了两个捻回。

加捻过程中纱线形成两个气圈，从并纱筒子退绕到空心管入口形成第一个气圈，当纱线离开储纱盘引向导纱钩时形成第二个气圈。

倍捻的原理可以从捻向矢量的概念引出。如果将纱条两端握持，加捻器在中间加捻，输出纱条不会获得捻回，属于假捻，如图 怨原圆愿(乙) 所示。如果将 月移至加捻点的另一侧，如图 怨原圆愿(丙) 所示，而将 悦点扩大成为包括两段纱段（粤悦 月悦）的空间而进行回转，这时再从定点 粤与 月看加捻点 悦，加捻器转一转在 粤悦和 月悦段上各自都获得一个相同捻向的捻回。纱线输出过程中 粤悦段上的捻回在运动到 悦月段时，就成为两个捻。

由倍捻引伸可得多捻原理，即根据 粤、月、悦点是否回转和回转方向的改变，同时可得到 猿个或多个捻回。



(甲)雪　(乙)雪　(丙)雪

图 怨原圆愿　倍捻的工艺过程示意图

员-前罗拉　圆-空心　猿-筒子　源-储纱盘

二、自由端加捻

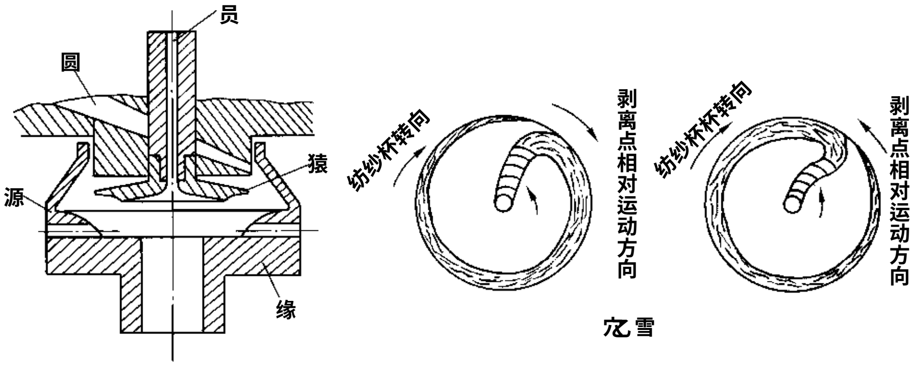
自由端加捻成纱的方法有转杯纺、摩擦纺、涡流纺和静电纺等，是最近 圆园多年发展起来的新型纺纱技术。

(一) 转杯纺加捻

员郾加捻过程　图 怨原圆怨(甲) 所示为转杯纺纱加捻机构的剖面图。纤维经输送管随着气流吸入纺纱杯内，气流被排除（自排风或抽气），纤维被送至纺纱杯壁，由于转杯高速回转，纤维依靠离心力沿杯壁斜面滑移到凝聚槽内，形成圆周排列的须条——环形纱尾，如图 怨原圆怨(乙) 所示。杯子回转带动纱尾绕引纱罗拉握持点回转，完成了加捻。纱条从凝聚槽剥离经阻捻盘和引纱管由引纱罗拉引出。

现设 $灶_{粤}$ 为纱臂的转速（则辕皂蚤灶），引纱罗拉线速度为 灾（皂辕皂蚤灶），则转杯纱的捻度为：

$$栽越\frac{灶_{粤}}{灾} \qquad (怨原圆缘)$$



冲雪　　冗雪

图 怨原圆愿 转杯纺纱器及杯内纤维须条

员-引纱管　圆-输送管　猿-阻捻盘　源-凝棉槽　缘-纺纱杯

引纱罗拉线速度与纱臂转速 $灶_{粤}$ 有如下关系：

$$\text{灾越(灶}_{\text{粤}}\text{原灶)}\pi\text{阅}\eta \qquad \text{(怨原圆愿)}$$

式中：阅——纺杯直径，皂；

灶——纺杯转速，则辕皂蚤灶；

η——捻缩率。

故

$$\text{灶}_{\text{粤}}\text{越灶垣}\frac{\text{灾}}{\pi\text{阅}\eta} \qquad \text{(怨原猿园)}$$

将式（怨原猿园）代入式（怨原圆愿）中，得：

$$\text{栽越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}}\text{垣}\frac{\text{员}}{\pi\text{阅}\eta} \qquad \text{(怨原猿员)}$$

从上式可以看出，$\frac{\text{员}}{\pi\text{阅}\eta}$为一个常数，由纺杯直径和捻缩率所决定。因它的大小与各种特数纱条的捻度值相比很小，所以，在一般情况下，此值可忽略不计。

圆郾捻度分布及假捻 在纺杯高速回转加捻过程中，纱条紧贴于引纱管下端的阻捻盘，纱条一方面绕阻捻盘公转加入真捻，另一方面沿阻捻盘滚动绕自身轴线回转产生假捻，如图 怨原猿园（甲）所示。

纱条在运行过程中，由于与阻捻盘贴紧运动，此时，纱条一方面发生回转运动，其线速度为 $灾_{云}$，另一方面沿引纱方向发生直线运动，其线速度为 $灾_{蕴}$，两者的合成速度为 $灾_{匀}$。由于 $灾_{匀}$ 速度的存在，必然会产生一个与 $灾_{匀}$ 方向相反的摩擦阻力 μ晕。该摩擦阻力可分为两个分量，一水平分量 μ晕泽蚤灶θ，一垂直分量 μ晕糟燥泽θ，此垂直分量与回转纱条相切，因而对纱条产生摩擦力矩，使纱条围绕其本身轴线回转而产生假捻作用，回转纱条由此而获得假捻捻度。根据稳定捻度定理，捻度分布为：

孕月段（阻捻盘到剥离点间的捻度）：

$$\text{灶垣灶忆原栽}_{\text{孕月}}\text{灾越园}$$

$$\text{栽}_{\text{月月}}\text{越}\frac{\text{灶坦灶乙}}{\text{灾}} \qquad (\text{怨原猿圆})$$

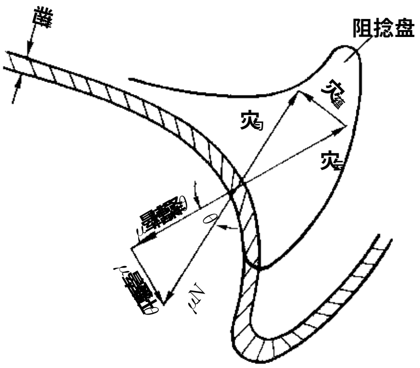
式中：灶乙——纱条自转的速度，则辕皂蚤灶；

灾——纱条输出速度，皂辕皂蚤灶（即引纱罗拉线速度）。

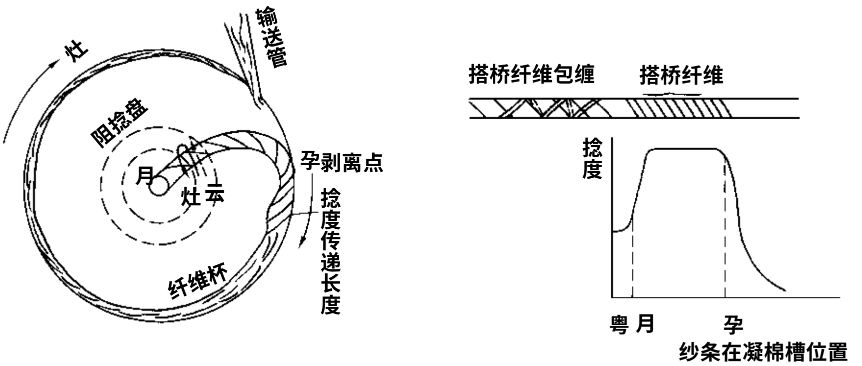
月粤段（输出纱条）：栽$_{\text{月月}}$灾原灶乙原栽$_{\text{月粤}}$灾越园

$$\text{栽}_{\text{月粤}}\text{越}\frac{\text{灶}}{\text{灾}} \qquad (\text{怨原猿猿})$$

由上式可知，纱条捻度由纺杯转速和纱条输出速度决定，结果和式（怨原猿猿）是一致的，其分布如图 怨原猿园（乙）、（丙）所示。



穴甲 雪 纱条产生假捻的分析


灶
输送管
阻捻盘
月
灶
孕剥离点
捻度传递长度
纤维杯
搭桥纤维包缠
搭桥纤维
捻度
粤
月
孕
纱条在凝棉槽位置

穴乙 雪杯内纱条捻度的形成

穴丙 雪杯内纱条捻度的分布

图 怨原猿园 杯内纱条捻度的形成及其分布

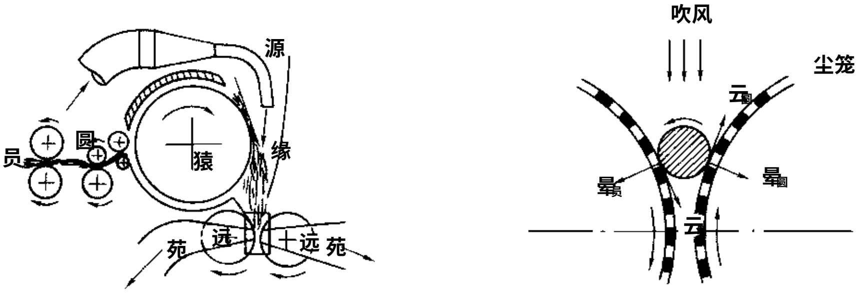
由于阻捻盘的阻捻效应，使阻捻盘到凝聚槽一段纱条有较高的捻度，而且捻度能越过剥离点传到凝聚槽中。捻度从剥离点起过渡到无捻须条的这段长度称为捻度传递长度。假捻和捻度传递长度的增加会增强回转纱条与凝聚槽中须条的联系力，也提高了纱尾到剥离点处纱条的强力，这是能顺利剥取须条，正常纺纱，且不使成纱后纱的捻度过高，纺纱时又能降低断头的重要技术措施。

猿援转杯纱的结构和物理机械性质 在加捻过程中，当新喂入的纤维凝聚到剥离点捻度传递长度时，纤维将捻附在有捻的纱条上，形成搭桥纤维，使纱的外表形成包缠纤维。因此，转杯纱是由纱体本身和缠绕纤维两部分组成，纱体本身比较紧密，包在外表的纤维结构松散。和环锭纱相比，转杯纱中弯钩纤维较多，纤维内外转移的机会少，捻度在纱的径向分布也不均匀，故转杯纱强力约为环锭纱的 愿园豫～怨园豫，但条干均匀度、耐磨性、蓬松度、染色性能都比环锭纱好，棉结杂质也比环锭纱少。转杯纱的捻度一般比环锭纱大 员缘豫～圆园豫，故手感比较硬。

(二) 摩擦纺加捻

员援摩擦纺加捻的过程 如图 怨原猿员(甲) 所示，摩擦纺纱是将几根纤维条同时喂入开松机构，由分梳辊将条子分梳成单纤维状态后，再由吹风管或输送管送到两个吸气尘笼之间，纤维被吸附在两尘笼的楔形槽内，凝聚成须条，两尘笼同向回转，对须条进行搓动。纱的输出方向与纤维喂入方向相互垂直。尘笼内有吸气胆，吸气口的角度对准楔形槽内的须条，角度可根据纺纱特数不同进行调节。两尘笼有 员园豫的转速差，以防止纱条在搓动时产生轴向跳动。纱条在尘笼表面摩擦力 $\text{云}_{\text{员}}$、$\text{云}_{\text{圆}}$的作用下，绕本身轴线回转而加捻，如图 怨原猿员(乙) 所示。摩擦力的大小由吸力 $\text{晕}_{\text{员}}$、$\text{晕}_{\text{圆}}$和尘笼表面摩擦系数 μ 决定。

尘笼的直径为 源园～愿园皂皂，一般纺制的纱条直径为 园援员～园援缘皂皂，尘笼直径远远大于纱条直径，比例约为 员园园颐员，因此，从理论上讲，尘笼每转可给须条加上 员园园个捻回。尘笼转速一般为猿园园园则辕皂蚤灶左右，这样，尘笼在一分钟内可加给须条 猿园园园园园个捻回，设加捻效率为 圆园豫，则也可加上 远园园园园个捻回，故摩擦纺属于低速高产型的纺纱方法。



穴甲雪 穴乙雪

图 怨原猿员 摩擦纺纱

员-纱条 圆-喂入罗拉 猿-分梳刺辊 源-吹风管
缘-输送管道 远-尘笼 苑-吸气胆

圆援捻度分布 在加捻过程中，纱条的位置是根据纱条直径而自行调节的，但总是与尘笼的两表面相接触，如图 怨原猿员(乙) 所示。设两个尘笼表面对纱条的摩擦力分别为 $\text{云}_{\text{员}}$及 $\text{云}_{\text{圆}}$，则

$$\text{云}_{\text{员}}\text{越}\mu\text{晕}_{\text{员}}$$

$$\text{云}_{\text{圆}}\text{越}\mu\text{晕}_{\text{圆}}$$

式中：μ——纱条与尘笼表面的摩擦系数；

$\text{晕}_{\text{员}}$、$\text{晕}_{\text{圆}}$——两个尘笼对纱条的吸力。

云员和 云圆构成一对使纱尾绕自身轴线回转的力偶，使纱条产生加捻作用。纱尾的理论转速灶圆，可按下式求得：

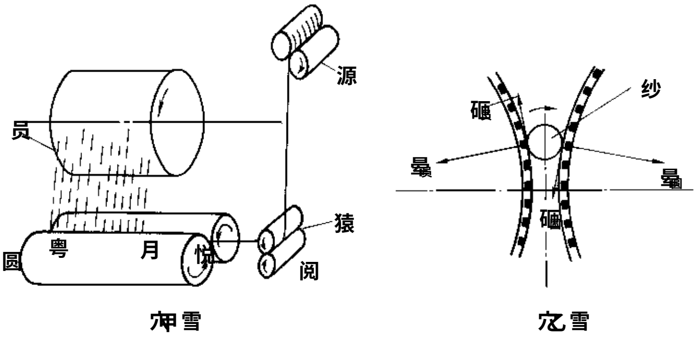
$$\text{灶}_{\text{圆}}\text{越}\frac{\phi_{\text{员}}}{\phi_{\text{圆}}}\text{伊灶}_{\text{员}}$$

式中：$\phi_{员}$——尘笼的直径，皂皂；

灶员——尘笼的转速，赠辕皂蚤灶；

$\phi_{圆}$——纱尾的直径，皂皂。

摩擦纺纱的加捻，是在三个区域内进行的，如图 怨原猿园所示。粤月区称为分层加捻区，月悦区称为整体加捻区，悦阅区称为匀捻区。



冲雪　冗雪

图 怨原猿园　摩擦纺纱的加捻

粤月区：纤维沿分梳辊的宽度在此凝聚形成自由端。由于受引纱罗拉的牵引，纱尾向输出方向运动，而纤维又不断添加到纱尾上，致使纱尾上纤维数量的分布由 粤向 月逐渐增多。当受到尘笼摩擦而回转时，由于 粤月之间各截面的直径不同，回转速度各异，靠近 粤点直径细而转速高，靠近 月点直径粗而转速低，因而各截面间因转速差异而获得捻度。但纱尾的回转加捻是与添加纤维及向输出方向运动同时进行的，靠近 粤点部分，虽已获得捻回，当向输出方向移动并添加纤维后，却仍能随着外层纤维继续获得捻回。于是纱芯的捻回多，外层的捻回少，而且是逐层变化的。这种分层加捻的结果，形成了摩擦纱纱芯坚实、外层松软的结构。

月悦区：此区中纱体已经形成，纱条各截面直径相同，回转速度没有差异，纱条在此区内不增加捻回，纱条的回转，只能为 悦阅区纱条整体加捻。

悦阅区：阅点受引纱罗拉握持，相当于握持点，因 月悦段纱条的回转，使此区内的纱条获得捻度。

纱条外观上获得的捻度 栽（捻 辕皂）可由下式决定：

$$\text{栽越}\frac{\phi_{\text{员}}\text{伊灶}_{\text{员}}}{\phi\ \text{伊灾伊远园}}\text{伊}\eta \qquad \text{（怨原猿远）}$$

式中：灾——引纱速度，皂辕皂蚤灶；

ϕ——纱条直径，皂皂；

η——加捻效率。

加捻效率 η 越员原滑溜率，因纱条是在楔形槽内自由状态下进行加捻的，纱条与尘笼的滑溜率较大，约为 远缘豫～愿园豫。影响加捻效率的主要因素是尘笼对纱条吸力的强弱，以及尘笼表面与纱条的摩擦系数的大小，因此保持尘笼有足够的负压，增加尘笼表面与纱条的摩擦系数，是进一步发挥摩擦纺纱低速高产的关键。

纱条的直径 ϕ 越悦$\sqrt{耘贼}$式中 耘贼为纺纱线密度，悦为系数。将此式代入式（怨原猿源）可得：

$$耘越\frac{\phi_{员}伊灶_{员}}{悦\sqrt{耘贼}伊灾伊员园}伊\eta \qquad (怨原猿缘)$$

由式（怨原猿缘）式可知，当改变纺纱线密度时，尘笼直径及引纱速度不变，即可相应改变成纱的捻度。实践证明，在较广泛的特数范围内，摩擦纺纱的引纱速度大致上是恒定的，这是摩擦纺纱的一个特点。

猿援成纱结构和物理机械性质　由于摩擦纺纱具有捻度分层的结构特点，纱芯捻度较外层大，形成内紧外松的特殊结构，因而纱的表面较丰满和蓬松，伸长率较高，吸湿性、染色性和手感较好。但由于纤维伸直度差，排列较紊乱，且内外层转移少，故强力较低，约为环锭纱的 苑园豫。

第四节　假捻及其应用

假捻原理已在本章第二节讲过，其加捻过程的基本特征是喂入端的纱段存在捻回，称为假捻效应，而输出端的纱段上没有捻回。假捻效应可使纺纱过程中纺纱段的捻度增加，使牵伸区内的松散须条集合紧密，还可增强牵伸区的摩擦力界强度等。但是，由于从假捻区输出的纱条捻度为零，所以不能成纱。假捻不能成纱是传统的技术观念。近代的成纱技术，可以采用固捻措施或转化技术使假捻也能成纱。例如，弹力纱等属于固捻成纱技术，自捻纱等属于假捻转化成纱技术。本节以自捻纺纱为例，对假捻的应用加以论述。

一、自捻纺纱的加捻过程

图 怨原猿苑所示为自捻纺纱工艺过程图。从前罗拉输出的两根纤维须条，一端受前罗拉握

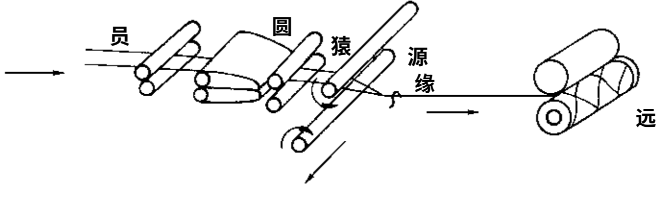


图 怨原猿苑　自捻纺纱工艺过程

员-喂入纱条　圆-皮圈　猿-前罗拉

源-搓捻辊　缘-汇合导纱钩　远-槽筒

持，另一端汇合于导纱钩处，这相当于两个握持点，中间设置一对既作往复运动又作回转运动的搓捻辊。纤维条通过这对搓捻辊的搓动，在搓捻辊两边的纤维条上得到相反的捻回。当两根捻向交替变化的单纱离开搓捻辊汇集到汇合导纱钩处时，由于两根纱条各自的退捻力矩，便产生了自捻作用，相互捻合成股，成为自捻纱。

二、自捻原理

自捻纺纱的基本原理，是将两根须条同时施加假捻，形成两根 在 杂捻交替的单纱，再利用它们具有相同方向退捻的力矩，而产生自捻作用，使两根单纱条捻合成一根具有真捻的双股纱。

如图 怨原猿源所示，图(甲)表示两根平行排列的须条，其两端被握持，中间按相同方向用力搓捻后，并握持假捻点，则假捻点两侧的须条上，获得捻向相反的捻回，左侧为 在捻，右侧为 杂捻。此时，假捻点两侧具有相同方向的退捻力矩，但因假捻点受到握持约束，而不能释放退捻。图(乙)表示将上述两根有捻纱条沿全长紧贴，当手松开时，假捻点两侧纱条上的退捻力矩所受的约束消失，两根单纱条因退捻而产生自捻作用，互相捻合，形成一根具有 杂 在交替捻向、捻度稳定的双股纱。

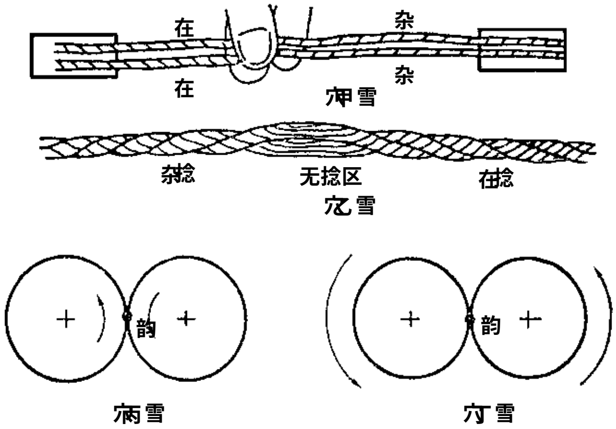


图 怨原猿源　自捻纱的形成原理

自捻作用的产生，是因两根单纱条各自的退捻力矩，有使各根单纱条绕自身轴线旋转的趋势，但由于两根单纱条沿全长紧密接触，在接触处两纱条的周向运动受到约束，因而不能绕自身轴线分别进行退捻回转，只能绕两纱条的接触处即公共轴线 韵回转，如图(丙)、(丁)所示，从而互相捻合。双股纱的合股捻向，与两根单纱条的捻向相反，因此两者的退捻力矩也相反，当两根单纱条剩余捻度的退捻力矩与自捻纱的退捻力矩平衡时，自捻作用自行停止，就形成自捻纱的稳定结构。

同理，两根须条，其中一根有捻，而另一根无捻，这样的两根须条紧贴接触时，有捻的一根具有退捻的趋势，但受到两须条接触处对其周向运动的约束，而不能绕自身轴线旋转，就与另一根无捻须条捻合在一起，也会发生自捻作用，但捻合较松。

由以上分析可知，自捻过程，就是将单纱条获得的假捻转化为双股纱真捻的过程。转化的

条件是两根单纱条必须平行排列、全面接触和及时释放对假捻点的约束。

三、自捻纱的捻度其分布

(一) 单纱条的捻度及分布

由于搓捻辊的往复运动是变速的简谐运动，所以单纱条上的捻度是不等的。在工艺上计算或掌握的捻度是一种平均捻度，是指一个有捻区 (半周期长度) 内的总捻数，称为半周期捻数。

单纱条在前罗拉与搓捻辊之间获得的半周期捻数可按纱条直径计算：

单纱条半周期捻数 越$\frac{澡}{\pi 伊凿}$

式中：澡——搓捻辊动程，皂皂(在搓捻辊输出半周期长度单纱条期间的横动动程)；

凿——单纱条直径，皂皂。

搓捻辊对单纱条所加的捻度在进入搓捻辊和汇合导纱钩之间时，被异向捻回抵消了一部分。因此，实际进入导纱钩时所得捻数要少于上述公式计算值。通过理论分析得出进入汇合导纱钩的单纱条半周期捻数 越$\frac{澡}{\pi 伊凿}\cdot\frac{哉}{哉垣灾}$

式中：哉——喂入段长度，即前罗拉到搓捻辊的距离 (糟皂)；

灾——输出段长度，即搓捻辊到汇合导纱钩的距离 (糟皂)。

因为搓捻辊的速度在往复过程中两头慢、中间快，呈正弦曲线性质，所以，单纱条的捻度也大致呈正弦曲线分布，即两头稀、中间密的状态，如图 怨原猿缘所示。

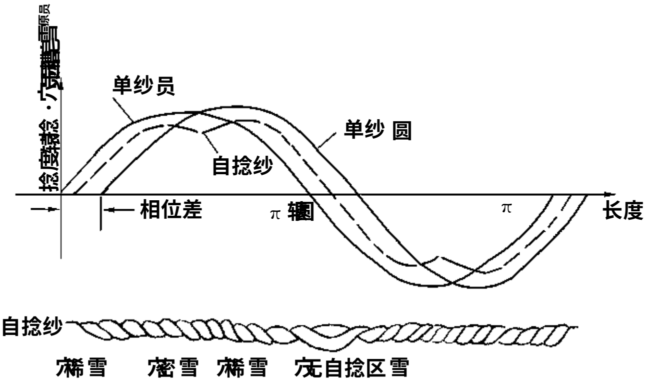


图 怨原猿缘 单纱条及自捻纱的捻度分布

(二) 自捻纱的捻度分布

由于自捻纱是靠单纱条退捻力矩的作用而自捻成纱的，单纱条的退捻力矩越大，自捻纱的反向退捻力矩也越大，所以自捻纱的捻度分布与单纱条捻度分布是一致的。

根据实际试验所得的自捻纱捻度分布曲线并非正弦曲线，而接近梯形曲线，是捻度重新分布的结果。

(三) 自捻纱与单纱条的捻度比值

假定产生自捻作用后，原先纱条的纤维基本上平行于自捻纱的纱轴。因此，单纱条的捻回角与自捻纱的捻回角大致相等。又因捻系数正比于捻回角的正切函数，所以单纱条的捻系数也

大致等于自捻纱的捻系数。令两者的捻系数均为 α，单纱条的捻度为 贼自捻纱的捻度为 栽，单纱条的线密度为 栽贼自捻纱的线密度为 栽贼

则 $$贼越\frac{\alpha}{\sqrt{栽贼}}和\quad 栽越\frac{\alpha}{\sqrt{栽贼}}$$

所以 $$\frac{栽}{贼}越\frac{\sqrt{栽贼}}{\sqrt{栽贼}}$$

又因纱的直径和特数的平方根成正比，

所以 $$\frac{栽}{贼}越\frac{\sqrt{栽贼}}{\sqrt{栽贼}}越\frac{凿}{阅}$$

式中：凿——单纱条的直径，皂皂；

阅——自捻纱的直径，皂皂。

因此，两者捻度之比等于两者直径的反比。假定自捻纱的断面接近于圆形，密度与单纱条相同，则面积大致为单纱条的两倍。

即 $$\frac{\pi 阅^{圆}}{源}越圆伊\frac{\pi 凿^{圆}}{源}$$

得 $$\frac{凿}{阅}越\frac{员}{\sqrt{圆}}$$

所以 $$\frac{栽}{贼}越\frac{凿}{阅}越\frac{员}{\sqrt{圆}}$$

即 $$栽越\frac{贼}{\sqrt{圆}}越\frac{贼}{员援源}$$

实际的自捻纱捻度 栽等于（$\frac{员}{员圆源}$～$\frac{员}{员圆缘}$）乘以单纱条捻度。

应当注意，由于各种纤维的刚性不同，自捻纱的断面面积与单纱条断面面积之比不相同，使两者捻度之比也不相同，会超出上述范围。

四、自捻纱的结构

在自捻纱单纱条加捻过程中，得到的是周期性的 杂向和 在向交替变化的捻回。在两种捻向交替的中间部分是无捻区。此处纤维完全平行，是强力最低的薄弱环节。

（一）同相自捻纱

当自捻纱的两根单纱条汇合时，如捻向相同的各片段完全重合，即 杂捻和 杂捻、在捻和 在捻、无捻和无捻片段重合，这样组成的自捻纱称为同相自捻纱，其结构如图 怨原猿远（甲）所示。同相自捻纱的无捻区和两根单纱条的无捻区重叠，因而，自捻纱的无捻区处强力最低、直径最粗，是自捻纱的薄弱环节，同时又影响自捻纱的条干。故同相自捻纱生产时，断头率高，质量差，不利于自捻纱的正常生产和织造的顺利进行，因而实用价值不高。

（二）相差自捻纱

为了克服同相自捻纱的弱点，当自捻纱的两根单纱条汇合时，可使它们各自捻向相同的片段及其无捻区错开一定距离，此距离的长度称为相位差，此时的自捻纱称相差自捻纱，如图 怨原

猿远(乙) 所示。

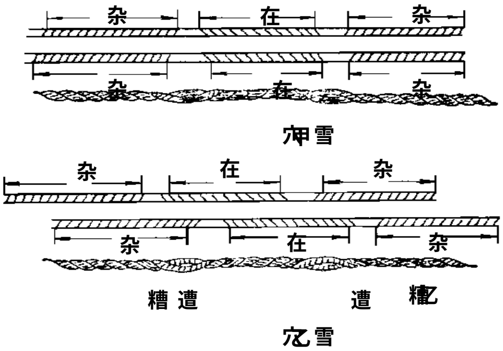


图 怨原猿远 同相自捻纱和相差自捻纱

在相差自捻纱中，两根单纱条捻向相同的片段发生自捻，得到较强的自捻捻度。一根单纱条的无捻区和另一根单纱条的有捻片段也能自捻，而得到较弱的自捻捻度 糟糟乙 两根单纱条捻向相反的片段相遇，因单纱条各自的退捻力矩相反，故不能绕公共轴线自转，就形成了自捻纱的无捻区如 遭 相差自捻纱的无捻区内，因两根单纱条有捻，故具有一定强力；两根单纱条上的无捻区被分散开，各自又与有捻纱条发生自捻，也具有一定强力，因而消除了自捻纱的薄弱环节。故相差自捻纱的强力和耐磨性较同相自捻纱明显提高。所以，实际生产中纺制的自捻纱均是相差自捻纱。

(三) 自捻股线

如上所述，相差自捻纱虽有较高的强力和耐磨性能，但仍保留着捻度的交替性，股线上仍有无捻区。因此，在布面外观上仍存在条花或规律的花纹。就强力而言，也不适宜做经纱，为此，需要采用捻线机或倍捻机把一根自捻纱当作两根单纱的组合，对它追加捻度，使之成为具有单一捻向的双股线，称为自捻股线或加捻自捻纱。只要自捻捻度和追加捻度控制适宜，用这种自捻股线织布，布面上的条花或花纹可以得到改善。图 怨原猿苑所示为自捻股线的形成过程。

图 怨原猿苑中 员表示从自捻纺纱机生产的自捻纱原来的状态，中部为无捻区，上下两个片段的捻向相反 (上部为 杂捻、下部为 在捻)。圆表示开始追加捻度时的状态，如按上半部的 杂捻向加捻后，上半部的 杂捻增加而下半部的 在捻被抵消而退捻，这是因为自捻纱本身是一个平衡结构，所以 杂捻段和 在捻段是同时受到追加捻度的影响，即在 在捻段退捻的同时，杂捻段也获得捻度。继续追加捻度直至退掉全部的 在捻，使下半部的两根单纱条出现完全平行排列，其合股捻度为零的状态，如 猿所示。这种状态称为“对偶”，达到这个阶段所需要的追加捻度叫做“对偶捻度”，它的大小与原先纱条捻度的大小有关。继续再追加捻度的结果如图中 缘的状态。纱的全部捻度都变为单一方向，但是捻度分布很不匀。追加捻度的最后结果如图中 源的状态，捻度分布有改善，但比环锭纺捻线的捻度不匀要大，这就是自捻纺纱的最后成品 (自捻股线)，它具备了织造的条件。

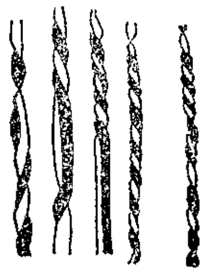


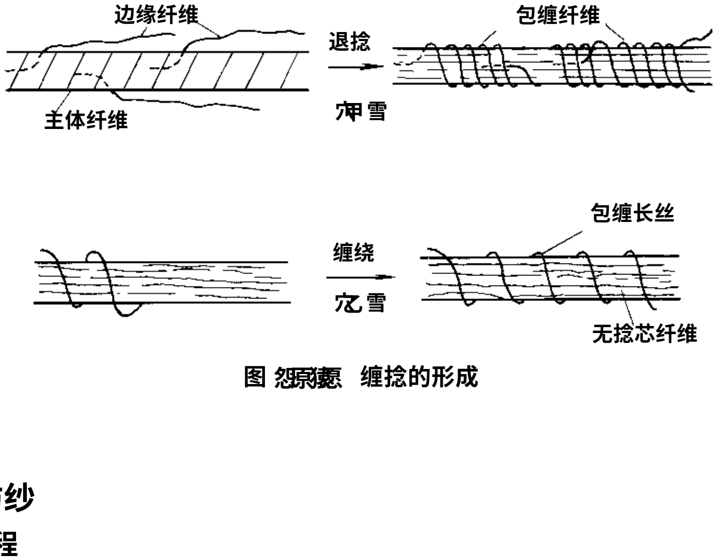
图 怨原猿苑 自捻股线的形成

五、自捻纱的特点

自捻纱最明显的特点是捻度分布不匀。自捻纱具有周期性的杂捻和在捻，且杂捻区段和在捻区段之间有无捻区。自捻股线虽然只有一个方向的捻回，但也有强捻、中捻与弱捻区段，有的也存在无捻区。同时，由于搓捻辊的往复运动是间歇性的，每一个区段中的捻度分布基本是正弦曲线分布。各区段捻度的不同，引起自捻纱的截面形状和大小也呈周期性变化，在强捻与中捻区段截面较圆整紧密；在弱捻和无捻区段，截面较扁平、松散。就大多数区段来说，自捻纱都比同特环锭股线松散，截面直径也较大。

第五节　缠捻及其应用

缠捻原理在喷气纺、空心锭纺纱等工艺中得到广泛的应用。缠捻成纱的基本特征是由主体纤维（纱芯）和包缠纤维两部分组成，主体纤维一般为平行的或稍有假捻的纤维束，包缠纤维为长丝或短纤维。缠捻从本质上讲是真捻和假捻的结合，纱芯多为非自由端假捻，最终是无捻的，包缠纤维则是以真捻的形式包缠在纱芯的周围，成为具有一定强力的包缠纱。缠捻的获得方法有两种，一是利用非自由端假捻纱芯与表面的边缘纤维在纱芯退捻时，边缘纤维产生反向包缠，如图怨原猿愿（甲）所示；另一种是将长丝或单纱围绕在非自由端纱芯上连续回转直接缠绕而形成的缠捻，如图怨原猿愿（乙）所示。



图怨原猿愿　缠捻的形成

一、喷气纺纱

（一）加捻过程

喷气纺纱是采用空气涡流对纱条进行加捻，加捻管内有两个喷嘴，喷出两股方向相反高速旋转的气流，第一喷嘴为左旋，第二喷嘴为右旋，须条经过两股旋转气流的作用，使自纱条上分离出来的头端自由纤维紧紧地包缠在芯纤维的外层，从而获得捻度。喷嘴有一定的喷射角，如图怨原猿远所示，喷射气流速度灾可分解成两部分：灾$_{栽}$越灾[illegible]，使纱条旋转；灾$_{杂}$越灾[illegible]，使喷

嘴产生一定的负压，把旋转涡流场向前推进，推动纱条输出。第一喷嘴的喷嘴角为 源园毅~ 远园毅，气压为 圆援圆伊员园^{原源}~ 圆援缘伊员园^{原源}孕葬；第二喷嘴的喷嘴角为 苑园毅~ 愿园毅，气压为 圆援缘伊员园^{原源}~ 猿援缘伊员园^{原源}孕葬。可见，第二喷嘴旋转的能量比第一喷嘴大。

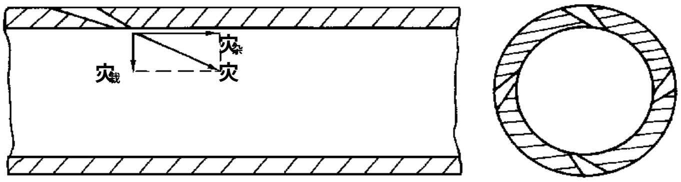


图 怨原猿怨 喷射孔处的气流速度分布

(二) 加捻原理

图 怨原源园所示为喷气纺纱加捻原理的示意图。图中 员为前罗拉钳口线，圆为第一喷嘴气流的旋转方向，猿为摩擦管，源为第二喷嘴气流的旋转方向，缘为引纱罗拉钳口线。图 (甲) 为纱芯部分捻回的变化过程，图 (乙) 为外包纤维的包缠过程。由图可知，纱条的两端由前罗拉和引纱罗拉握持，纱条在两个喷嘴的喷射气流及摩擦管的作用下加捻成纱。

纱条在两个喷嘴旋转气流的作用下高速回转。第二喷嘴的气流，使纱条作逆时针方向回转，致使第二喷嘴喷射孔至前钳口一段纱条获得 杂捻回。第一喷嘴气流的旋向与第二喷嘴相反，使纱条作顺时针方向回转，因为第一喷嘴气流的回转速度低于第二喷嘴，故对第一喷嘴喷射孔至前钳口间一段纱条起退捻作用，使其只保持不至断头的 杂向弱捻。由此可知，第一喷喷至前钳口间纱条的捻向与气圈的回转方向相反，前者由第二喷嘴气流的旋向决定，后者由第一喷嘴气流的旋向决定。

从前罗拉输出的须条有一定的宽度，处于边缘的纤维，当其头端离开前钳口后，由于回转气圈的振动，以及气圈与前罗拉的摩擦，加上沿纱条轴向空气阻力的影响，未被捻入纱中，漂浮在纱条外面，这类纤维的后端，离开罗拉前钳口时，因受到沿纱条轴向的空气阻力是顺向，故又能和其他纤维一起捻入纱中，因而成为头端自由纤维。这类纤维在第一喷嘴负压的吸引下，随着纱条一起被吸入第一喷嘴，与此同时，在纱条因加捻而自转的过程中，以 在向包缠在纱条表面，形成纱芯为 杂捻，外层纤维为 在捻的纱条。

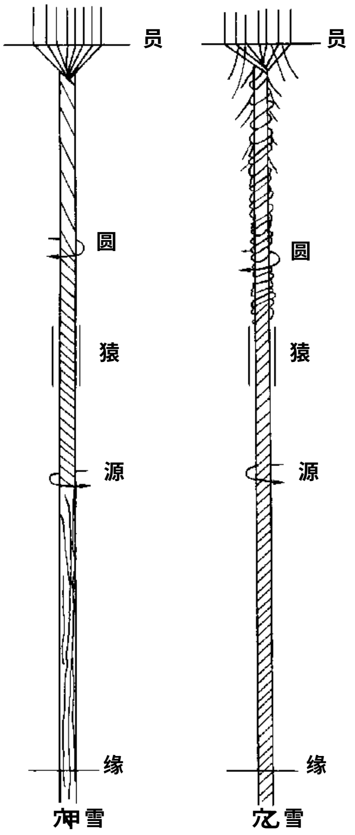


图 怨原源园 喷气纺纱加捻过程示意图

纱条经过第一喷嘴的喷射孔后，第一喷嘴的旋转气流对这一段纱条所加的捻回为 杂捻，与第二喷嘴对这段

纱条所加的捻回方向相同，因而，第一喷嘴的退捻作用消失，纱芯上 杂捻增多，纤维抱合紧密。

纱条进入摩擦管，因第一喷嘴的气流自此排出，旋转速度减弱，纱条受第二喷嘴较强的旋转气流加捻作用的影响，作反时针方向回转，在摩擦管壁的摩擦作用下，使外层缠绕的头端自由纤维，较紧密地以 在向捻回缠绕在纱条表面。此后，纱条进入第二喷嘴，经过喷射孔后，直至引纱罗拉钳口，因这一段纱条以反时针方向回转，纱条上得到的捻回为 在捻，使纱芯的 杂向捻回解捻，结果导致纱芯上的纤维基本上是平行排列，有时会出现倾斜角很小的 杂捻或 在捻。而外层缠绕的头端自由纤维，却因受到第二喷嘴纱道壁的摩擦作用，以 在向捻回将纱芯纤维紧紧地包缠起来，成为喷气纱。

（三）喷气纺纱的结构和特点

根据喷气纺纱加捻成纱的原理可知，其结构由两部分组成，即纱芯和包缠纤维。纱芯上捻度很少，纤维基本上是平行排列。外包纤维使成纱获得强力，强力大小取决于包缠纤维的数量、包缠捻回角、包缠紧密度及纤维本身的长度。上述结构决定了喷气纱的特性，如断裂伸长、条干、结杂、粗细节等质量指标都优于环锭纱；其毛羽数比环锭纱少，但短毛羽却比环锭纱多，且毛羽多数是一端捻在纱芯中，另一端包缠后，其端头露出纱条外形成毛羽；纱有明显的方向性，纱间的摩擦系数也大于环锭纱，但强力只为同特环锭纱的 怨园豫左右，品质指标、断裂强度都低于环锭纱；由于纱间摩擦系数大，织成织物的强力与环锭纱织物相近；特数相同的纱，喷气纱直径比环锭纱粗，手感厚实，但粗糙，光泽稍差。再由于喷气纱形成毛羽的特性，喷气纱的织物最适宜做磨绒织物。

二、空心锭加捻

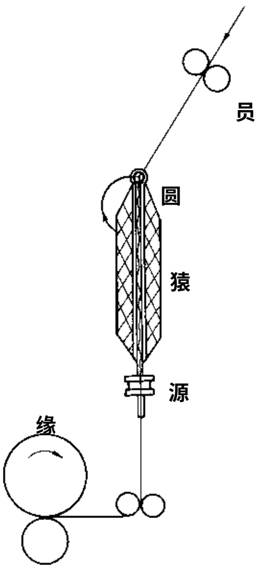


图 怨原源 空心锭加捻

员-前罗拉　圆-夹纱器　猿-筒子
源-空心锭　缘-筒子纱

用空心锭子进行加捻的纺纱方法有科弗纺和平行纺等。图 怨原源所示为空心锭加捻，空心锭上装有长丝（或纱线）筒子，筒子退绕出的长丝（或纱线）与前罗拉输出的须条并合在一起穿过锭子轴心的孔道（穿心而过）。当空心锭高速回转时，筒子也随之转动，长丝（或纱线）就包缠在须条上，成为包缠纱，如图 怨原源（乙）所示。平行纺的空心锭顶端有一个夹纱器，前罗拉输出的须条通过夹纱器，再通过空心锭子轴心孔（穿心而过）。在空心锭回转的同时夹纱器对须条产生假捻，筒子上的长丝（或纱线）对具有假捻的须条进行包缠。当纱条通过夹纱器后，纱芯的假捻大部分退捻，芯纤维近乎平行，形成长丝（纱线）呈螺旋状的包缠纱。

三、搓捻、假捻包缠——摩擦纺 阅砸云－Ⅲ型

（一）加捻过程

图 怨原源所示为摩擦纺 阅砸云－Ⅲ型工艺流程图。水平方向喂入的须条，经过牵伸装置送入尘笼表面楔形区，也可以同时从水平方向喂入长丝，它们均为纱芯。垂直方向与 阅砸云－Ⅱ型类似，刺辊将分梳成的单纤维，垂直向下输送，

被气流吸附到尘笼楔形区，包覆在水平方向喂入的纱芯外面，经尘笼搓捻成纱。

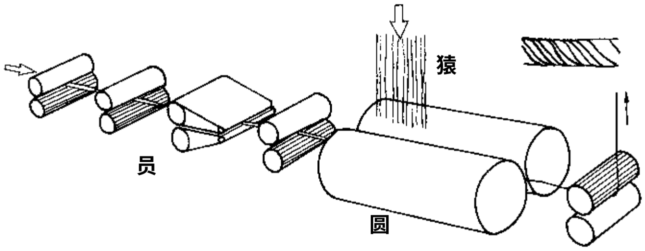


图 怨原遥圆 摩擦纺 阅砸耘云—Ⅲ

员-牵伸装置 圆-尘笼 猿-纤维 源-输出罗拉

(二) 捻度获得及纱的结构

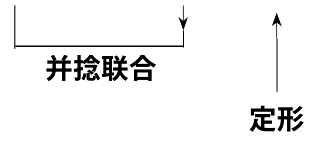
水平方向喂入的须条 (或长丝)，在尘笼搓捻过程中，被水平方向牵伸装置的前罗拉和输出罗拉同时握持，根据加捻的基本原理，尘笼两边产生捻向相反的 杂在捻，即对纱芯是假捻。纱芯在未离开尘笼钳口线前本身具有 杂捻。与此同时，垂直方向输送下的纤维进入尘笼楔形区，在尘笼表面的摩擦力作用下，以 在方向包缠在纱芯上。当加捻纱条由输出罗拉牵引走出尘笼时，由于纱芯上是假捻，退捻时将外缠的纤维包缠得更紧。这种搓捻、假捻包缠成的纱，其截面上的捻度分布，不呈现 阅砸耘云—Ⅱ型的内紧外松状态，纱芯变成少捻或无捻，表面也不像环锭纱的捻度，它是另一状态的纱线。

用这种方法，可纺各种混纺纱、包芯纱、花式纱，又可调节混纺比及截面内纤维成分；在包芯纱中，芯纱和外包纤维的比例、品种都很容易调节。

第六节 纱线的捻合

一、工艺流程

股线生产一般要经过络筒、并纱、捻线等工序。其工艺流程如下：



二、股线中单纤维的状态特征

股线中纤维的几何形态和配置状况与股线的物理机械性能密切相关。纤维的几何形态取决于曲率与挠率；纤维在股线中的配置状况取决于纤维距线轴的垂直距离与对线轴的倾斜角。

㈠ 股线中纤维的曲线方程

股线加捻时，一端固定，另一端绕股线中心回转，每转一周，回转端单纱在绕股线中心公转一周的同时又绕自身中心自转一周。公转使单纱轴线扭曲成螺旋线；自转使单纱中螺旋形纤维增加或者减少扭曲与倾斜的程度（因同向加捻或反向加捻而不同）。两者综合使纤维成为一种复杂的空间曲线——螺旋螺旋线，如图 忽原原藤所示。

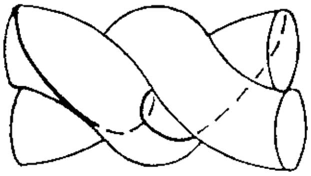


图 忽原原藤　股线中纤维的形态

现以双股线为例进行分析，导出的公式及有关结论也适用于任意股数的股线，只是单纱的中心至股线的中心的距离 砸$_{园}$的大小不同而已，如图 忽原原源所示。砸$_{园}$可按下式计算：

$$砸_{园}越则_{园}辕泽蚤灶\frac{员愿园毅}{灶}$$

式中：则$_{园}$——单纱半径；

灶——股线的股数。

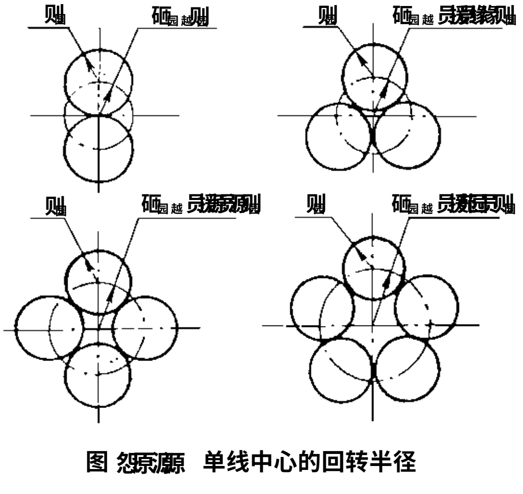


图 忽原原源　单线中心的回转半径

设长度为 蕴$_{园}$的两根单纱并合在一起，取空间直角坐标系如图 忽原原缘所示。酝晕是单纱中的一根纤维，酝点在下端面上的位置由 则和 θ 确定（则是纤维在单纱中的半径，θ 是 酝点所在

的单纱半径线和 曾轴的夹角)。由于单纱有捻度,上端面相对于下端面沿逆时针方向转过了$\angle\theta_{园}$,所以上端面上的 晕点所在的单纱半径线和 曾轴的夹角为 (θ 垣$\theta_{园}$)。

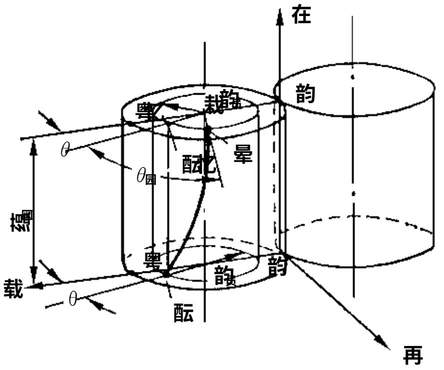

在
韵
粤
栽
韵
θ
$\theta_{园}$
酝
晕
蕴$_{园}$
载
粤
韵
韵
θ
酝
再

图 怨原缘源 股线加捻前纤维 酝晕示意图

加捻后的股线如图 怨原缘缘所示。这时下端面固定,上端面以 砸$_{园}$为回转半径绕 在轴沿逆时针方向转过角度$\theta_{员}$,所以 晕点所在的单纱半径线和 曾轴的夹角变成 (θ 垣$\theta_{园}$垣$\theta_{员}$)。由图 怨原缘缘可以列出股线加捻后 晕点的坐标方程:

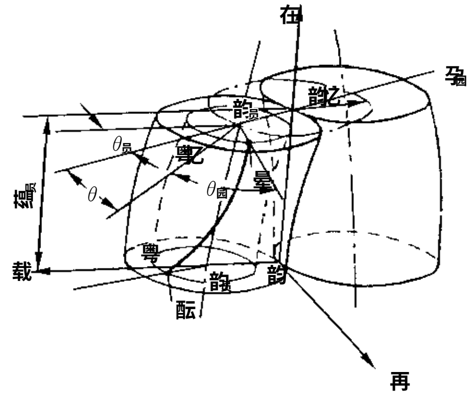

在
孕$_{园}$
韵
韵
$\theta_{员}$
粤
θ
$\theta_{园}$
晕
蕴$_{员}$
载
粤
韵
韵
酝
再

图 怨原缘缘 股线加捻后纤维 酝晕示意图

曾越砸$_{园}$糟燥泽$_{员}$垣则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$垣$\theta_{员}$)

赠越砸$_{园}$泽蚤灶$\theta_{员}$垣则泽蚤灶(θ 垣$\theta_{园}$垣$\theta_{员}$) (怨原缘远)

扎越蕴$_{员}$

因捻线加捻前的单纱纤维与捻线加捻后的单纱轴线都是圆柱螺旋线,所以:

蕴$_{园}$越$\theta_{园}$辕圆仔 栽$_{园}$　　　蕴$_{员}$越$\theta_{员}$辕圆仔 栽$_{员}$

式中:栽$_{园}$、栽$_{员}$分别为单纱和股线的捻度。设股线的捻伸 (缩) 率为 μ (捻伸时取正号,捻缩时取负号),则 蕴$_{员}$越蕴$_{园}$(员依μ),若令 噪$_{园}$越圆仔辕 栽$_{园}$,噪$_{员}$越圆仔辕 栽$_{员}$,则有:

$\theta_{园}$越$\theta_{员}$噪$_{员}$辕［噪$_{园}$(员依μ)］越栽$_{园}$$\theta_{员}$辕［栽$_{员}$(员依$\mu$)］ (怨原缘苑)

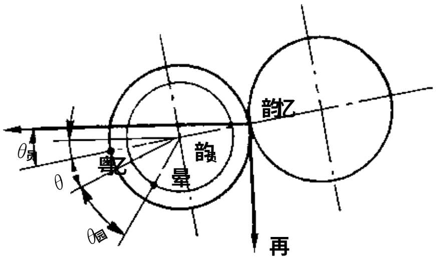


图 怨原淝 股线加捻后上端面示意图

为了简化数学运算，令 藻越员垣噪员辕噪园(员依μ)] 越员垣栽园辕栽员(员依μ)]
则 $\theta_{园}$越(藻原员)$\theta_{员}$ (怨原猿愿)

根据上述关系可以得到以 $\theta_{员}$为参数的股线中纤维的曲线方程：

曾越砸园糟燥泽$\theta_{员}$垣则糟燥泽(θ 垣藻$_{员}$)

赠越砸园泽蚤灶$\theta_{员}$垣则泽蚤灶(θ 垣藻$_{员}$) (怨原猿怨)

扎越噪员$\theta_{员}$

(二) 纤维在股线中的配置和几何特征

根据股线中纤维曲线方程可以得到以下几个主要的状态特征参数：

(员)纤维距线轴的垂直距离 砸

砸越√曾圆垣赠圆越√砸园圆垣则圆垣圆砸园则糟燥泽($\theta_{园}$垣θ) (怨原源园)

(圆)纤维对线轴的倾斜角 γ

糟燥泽 γ越噪员辕√砸园圆垣藻圆则圆垣圆藻砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$) 垣噪员圆 (怨原源员)

(猿)纤维的曲率 运

运越√噪员圆[砸园圆垣藻源则圆垣圆藻猿砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$)] 垣[砸园圆垣藻圆则垣(藻垣藻猿) 砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$)]圆 / [砸园圆垣藻圆则圆垣圆藻砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$) 垣噪员圆]猿辕圆

(怨原源圆)

(源)纤维的挠率 栽

栽越噪员[砸园圆垣藻猿则圆垣(藻圆垣藻猿) 砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$)] / {噪员圆[砸园圆垣藻源则圆垣圆藻猿砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$)] 垣[砸园圆垣藻圆则垣(藻垣藻猿) 砸园则糟燥泽(θ 垣$\theta_{园}$)]圆}

(怨原源猿)

三、股线的结构特征

与分层的圆柱螺旋线形结构的单纱相比，螺旋螺旋线形结构的股线具有以下特征：

(一) 股线中的纤维永远是扭曲的

单纱轴心处的纤维呈直线形，它的捻幅为零，是单纱的“捻心”。捻入股线后，单纱轴心处纤

维变成圆柱螺旋线；其他纤维除 藻越园时为圆柱螺旋线以外，一般情况都为螺旋螺旋线，所以股线中的纤维永远都是扭曲的。

（二）纤维在股线中忽里忽外或相互交错

单纱中每根纤维至纱轴的距离处处相等。捻入股线后，纤维至纱轴的距离仍处处相等，而至线轴的距离则忽大忽小，有规律地变化。纤维因此而里外交缠、联系紧密、不易滑动。这是股线强力高于单纱的一个很重要原因。

（三）股线中纤维的曲率、挠率及倾角根根处处各不相等

单纱中纤维的曲率、挠率及倾角凡 则相等的纤维根根处处全相等。捻入股线后，在同一横截面中（$\theta_{园}$相等）的纤维，其曲率、挠率及倾角即使是 则相等的纤维也因θ不相等而不相等；同一根纤维上的各点则因 $\theta_{园}$不相等而不相等。所以股线中纤维的曲率、挠率及倾角根根处处各不相等。

四、捻度配合和股线物理机械性能的关系

（一）捻度配合和股线强度的关系

单纱表层纤维的曲率及倾角是所有纤维中最大的；而且倾角大时曲率也大。因此，单纱强度和表层纤维的倾角（捻回角）成正比的关系。但股线中纤维的曲率及倾角同 则、θ、$\theta_{园}$、藻及 噪$_{员}$等诸多参数有关；曲率、倾角最大的纤维不一定就处在股线的表层。因此，不能用表层纤维的倾角及其函数来表征股线强度；而代之以纤维的平均曲率、平均倾角及曲率差异、倾角差异。

纤维的曲率差异、倾角差异越小，股线的结构越均匀，纤维断裂的不同时性越小，强力利用系数越高，所以股线的强度越大。从式（怨原源）、（怨原圆）、（怨原猿）中可知，只有在 藻越园的情况下，这些参数才具有最小值，即：

$$\text{糟藻择}\ 越噪_{员}/\sqrt{砸_{园}^{圆}垣噪_{员}^{圆}}$$

$$运越砸_{园}/(砸_{园}^{圆}垣噪_{员}^{圆})$$

$$栽越噪_{员}/(砸_{园}^{圆}垣噪_{员}^{圆})$$

此时股线中所有纤维全都成为相同的圆柱螺旋线，它们的曲率、挠率及倾角根根处处完全相等，股线结构绝对均匀。因此在 藻越园时，即 栽$_{员}$辕栽$_{园}$越原员辕（员依μ）时，股线可以获得最佳强度。所以，在实际生产中，股线强力要求高时，应采用反向加捻且股线捻度应约等于单纱捻度。股数不同时这一关系仍能成立，如表 怨原猿所示。

（二）捻度配合与股线光泽和手感的关系

纱线表层纤维的曲率越小，其反射光线越平行，纱线光泽就越好，其伸长变形与紧张程度越小，故纱线手感越柔软。因此，表层纤维的曲率是影响纱线光泽与手感的主要因素。将 则越则$_{圆}$，θ 越圆仔 原$\theta_{园}$和 噪$_{员}$越（藻原员）（员依μ）噪$_{园}$代入式（怨原圆），得出股线表层纤维的曲率：

$$运_{月}越(砸_{园}^{圆}垣则_{圆}藻^{圆})辕[(砸_{园}垣则_{圆}藻)^{圆}垣(藻原员)^{圆}(员依\mu)^{圆}噪_{园}^{圆}]$$

按数学方法求得在 藻越原$\frac{砸}{则}$时，运$_{月}$值最小，相应的捻度关系为：$\frac{栽_{园}}{栽_{员}}$越原（员垣$\frac{砸_{园}}{则_{圆}}$）（员依μ），故欲获得最佳光泽与手感，应采用反向加捻，捻度比取决于$\frac{砸_{园}}{则_{圆}}$的大小，和股数有关，如图怨原源缘

所示。不同股数单纱、股线的捻度、捻系数配置如表 怨原猿所示。

表 怨原猿　股线最佳强度、光泽及手感时的捻度比和捻系数比

股　数	最　佳　强　度		最佳光泽与手感	
	栽园辕栽员	α园辕α员	栽园辕栽员	α园辕α员
双股	原员辕员(依μ)	原员援远源辕员(依μ)	原园援愿园辕员(依μ)	原园援远苑辕员(依μ)
三股	原员辕员(依μ)	原员援愿源辕员(依μ)	原园援远源辕员(依μ)	原园援远源辕员(依μ)
四股	原员辕员(依μ)	原园援园园辕员(依μ)	原园援远源辕员(依μ)	原园援缘怨辕员(依μ)
五股	原员辕员(依μ)	原园援圆远辕员(依μ)	原园援愿园辕员(依μ)	原园援愿远辕员(依μ)

第十章　卷　　绕

第一节　概　　述

一、卷绕的目的

在纺纱过程中，由于各个工序是间断的，产品的加工周期也不尽相同，所以各工序的半成品要从一个工序的机台运到下一个工序的机台上，并且要储存一段时间。储存一段时间也为半成品减少静电、恢复弹性获得合适的回潮及稳定的捻度创造了条件。为了便于储存、运输和后道工序的再加工，必须将各工序的半成品卷绕成一定的卷装形式。

二、卷绕成形的要求：

根据卷绕的目的，对卷绕成形应有以下要求：

⑴为了降低工人的劳动强度，减少换筒、换管次数，提高劳动生产效率，在方便操作、保证质量并满足前后工序机器空间条件的情况下，应尽可能地增大尺寸和卷装容量。

⑵卷绕要有合适的卷绕形式、均匀适当的张力，使卷绕成形良好，便于运输和后道工序再加工，避免退绕时脱圈和扭结断头等。

三、卷装形式的分类：

因为半成品有各自的成形特点，所以各种半成品有不同的卷装形式，纺纱过程中基本的卷装形式有以下几种：

⑴阿基米德螺旋线卷绕：主要包括棉卷及精梳工序所用小卷的卷绕。

⑵摆线式卷绕：主要包括有梳棉、精梳、并条工序的条子盘放。

⑶螺旋线卷绕可分三种：

①圆柱形平行卷绕：主要是粗纱及有边筒子的卷绕。

②圆柱形交叉卷绕：主要是气流纺纱筒子的卷绕。

③圆锥形交叉卷绕：主要有细纱纱管及络筒工序锥形筒子的卷绕。

四、卷绕的基本规律

(一) 基本规律

除了棉卷、圈条卷绕形式只考虑回转运动外，其他半制品的卷绕运动都是由回转与往复运动两部分组成的。

1.回转运动　为了保证半制品的卷绕密度均匀一致，并且尽可能地减少意外伸长和断头，

理论上讲，在加工过程中，单位时间 凿贼内的卷绕长度 凿蕴与输出长度 凿造应相等。即卷绕线速度与输出线速度应该协调一致。

在不考虑往复运动的情况下，卷绕线速度为：

$$\frac{凿蕴}{凿贼}越\pi 凿_{憎}灶_{憎} \qquad (员园原员)$$

式中：凿$_{憎}$——卷绕直径；

灶$_{憎}$——卷绕转速；

凿贼——时间微分。

输出线速度为：

$$\frac{凿造}{凿贼}越\pi 凿_{云}灶_{云} \qquad (员园原圆)$$

式中：凿$_{云}$——输出罗拉直径；

灶$_{云}$——输出罗拉转速。

$$\frac{凿蕴}{凿贼}越\frac{凿造}{凿贼} \qquad (员园原猿)$$

实际上，由于在卷绕过程中存在张力或捻缩的影响，因此在捻缩较小或无捻缩的工序中，卷绕线速度应略大于输出线速度，在捻缩较大的工序中，卷绕线速度应略小于输出线速度。即：

$$\frac{凿蕴}{凿贼}越运\frac{凿造}{凿贼} \qquad (员园原源)$$

$$凿_{憎}灶_{憎}越运凿_{云}灶_{云} \qquad (员园原缘)$$

式中：运——张力牵伸或捻缩率，运可以略大于 员略小于 员或等于 员

圆援往复运动　除棉卷、小卷的卷绕和条子的盘放外，纺纱过程中的其他半制品和成品的卷绕都是螺旋卷绕，都应有往复运动。如粗纱、细纱的升降运动；气流纺纱、络筒的横向导纱运动。

为了完成往复运动，在纺纱过程中主要使用了升降龙筋、钢领板、槽筒等导纱装置。导纱装置做往复运动的线速度可大可小，可以是恒定不变的，也可以是变化的。往复运动线速度变化可导致卷绕螺距的变化。

往复运动线速度 灾$_{则}$的公式为：

$$灾_{则}越澡灶_{憎} \qquad (员园原远)$$

式中：澡——卷绕螺距。

（二）卷绕张力的作用与要求

均匀适当的卷绕张力是必要的，它不仅可以增大卷装容量，使卷绕紧密、成形良好，便于运输、储存和再加工，而且，还可以提高纤维的伸直度和径向压力，使纱条结构紧密，防止扭结，减少毛羽，提高纱的质量。

卷绕时机件对半制品的摩擦阻力、纱条运动的离心力、空气阻力等都是卷绕张力的形成因素。调整卷绕机构可以调节出适当卷绕张力，但由于产品粗细、强度和其他性质的不同都可造成卷绕张力的波动，因此，卷绕张力有一个允许的变化范围，超过允许的变化范围就会造成意外伸长、断头或卷绕松弛、毛羽增多等问题。

第二节 圈 条

一、圈条卷绕的工艺要求

(员)根据卷绕的基本规律,圈条盘每一回转的圈条轨迹长度,应等于小压辊同一时间内输出的条子长度乘以圈条牵伸。

(圆)在条筒容积确定的条件下,应有最大的条子容量,以提高设备利用率和劳动生产率。

(猿)圈条盘一转,底盘应该转过一个恰当的角度,使相邻两圈条子有规律地相错一个条子宽度(压后宽度),从而增大条筒容量,并且减少条子粘连。

(源)圈条成形应该保持圈层清晰、互不粘连,铺放平坦而且不产生皱折,气孔应该正直并贯穿全高,筒壁间隙大小要适当。

二、圈条器的主要工艺参数

(一)圈条器高度与斜管倾角

如图 员园原员所示,圈条器总高 云由底盘高度 蕴、有效高度 耘及圈条盘高度 郧组成。

若总高 云不变,减小 蕴或 郧,对加大有效高度有利,一般情况下,底盘高度变化不大,圈条盘高度与斜管倾角 β、圈条半径 则有关。如图 员园原圆所示,宰 为条子的重力,分力 宰$_{员}$使条子沿斜管下滑,分力 宰$_{圆}$有使条子受阻滞于斜管内壁的作用。要使条子能够顺利输出,条件是:

宰$_{员}$跃μ·宰$_{圆}$

宰·泽蚤灶β 跃μ·宰·糟燥泽β

贼葬灶β 跃μ

贼葬灶β 越 澡辕则

澡辕则跃μ　　(员园原苑)

式中:μ——纤维与斜管内壁的摩擦系数;

澡——斜管高度,皂皂;

则——斜管半径,皂皂。

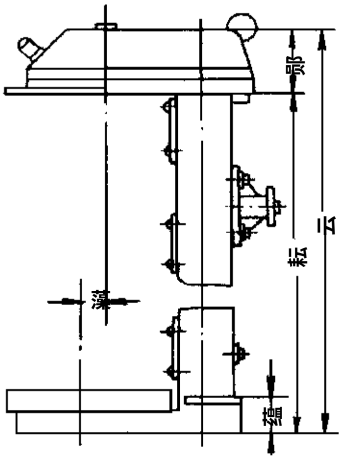


图 员园原员 圈条器的主要尺寸

根据式(员园原苑)可知,要使条子能顺利输出,必须 β 跃葬则糟贼早μ,β 确定以后,圈条半径 则越小,澡越小。

(二)圈条半径与偏心距

员.大小圈条 圈条直径大于条筒半径的称为大圈条,反之,称为小圈条,如图 员园原猿所示。大圈条气孔(凿$_{圈}$)与圈条相内切,圈条曲率半径较大,条子在条筒内偏离条筒中心较少,在下工序向上引出时较顺直,有利于减少环圈粘连。但每层圈条数少,重叠密度小,并且大圈条的圈条直径大,若圈条斜管倾角相同,则大圈条的圈条盘高度比小圈条的圈条盘高度高,这不仅会造成

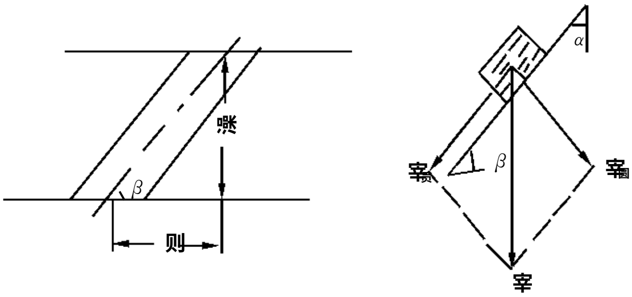
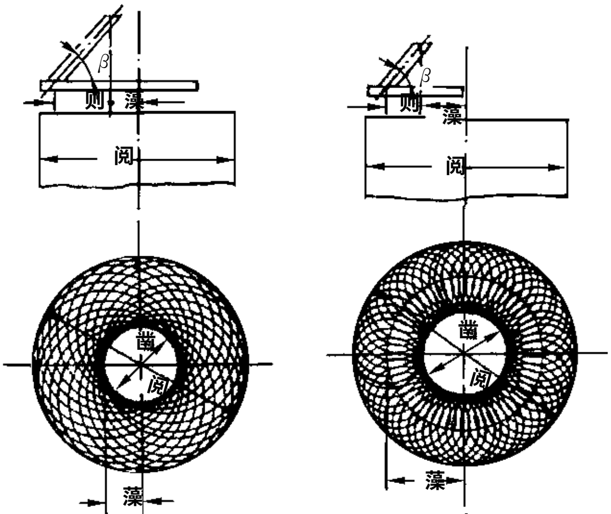


图 远原圆 棉条在斜管中滑动



穴大 雪　　穴小 雪

图 远原猿 大小圈条

机构笨重，动力消耗多，惯性大，不利于启动和制动等问题，而且会减少条筒的有效高度。

在高速大卷装的条件下，小圈条比大圈条具有更多的优越性，因此，直径在 缘园园皂皂 以上的条筒均采用小圈条。若大、小圈条的出条线速度相同，那么小圈条的圈放转速较高，离心力较大，在采用小条筒时如果采取小圈条，那么棉条有可能甩出条筒，所以小条筒一般采用大圈条。

圆郾偏心距 藻 圈条盘回转轴心线与底盘回转轴心线，两者之间的垂直距离称为偏心距 藻 如图 远原源所示，藻值是根据条筒直径、圈条半径、条子的粗细以及条子与条筒内壁间的间隙大小而定的。

$$\text{藻越}\frac{\text{阅}}{\text{圆}}\text{原}(\frac{\text{凿}}{\text{圆}}\text{垣则垣糟} \qquad \text{(远原愿}$$

$$\text{则越则}_{\text{圆}}\text{垣}\frac{\text{凿}}{\text{圆}}$$

式中：藻——偏心距，皂皂；

阅——条筒直径，皂皂；

凿——条子受压后的宽度，皂皂；

则——圈条半径，皂皂；

则圆——圈条斜管下口内缘的回转半径，皂皂；

糟——条子与条筒内壁间的间隙，一般在 猿皂皂左右。

一般情况下，凿、则、糟的变化较小，所以 藻值主要取决于条筒直径 阅，大条筒采用小圈条时，藻应较大。

例如：大条筒采用小圈条时，若 阅越远园园皂皂，凿越员远皂皂，则越怨缘皂皂，糟越猿皂皂，则：

藻越远园园辕圆原（员远垣圆×怨缘垣猿）越员愿源（皂皂）

小条筒采用大圈条时，若 阅越源园园皂皂，凿越员远皂皂，则越怨缘皂皂，糟越猿皂皂，则：

藻越源园园辕圆原（员远垣圆×怨缘垣猿）越愿源（皂皂）

由（员园原愿）式确定了偏心距后，也就确定了气孔直径的大小。

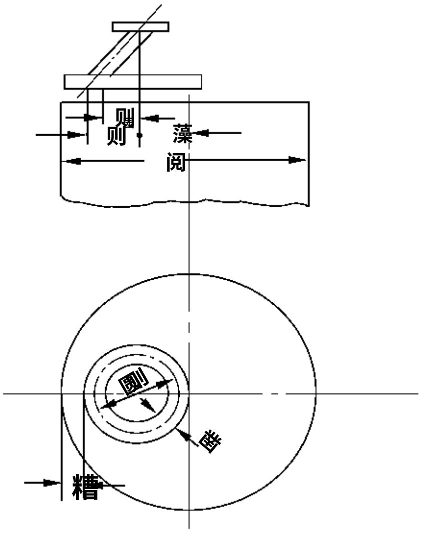


图 员园原源 圈条器偏心

（三）圈条速比

圈条盘与底盘的转速比简称圈条速比 蚤。合理选用 蚤值，可使圈条有规律地紧密排列，外形整齐，从而增大条筒容量。圈条盘一转，底盘转过 θ 角，其大小应使圈条底盘在以偏心距为半径的圆周上转过的弧长 霁遭恰好等于条子受压后宽度 凿，如图 员园原缘所示。

圈条盘转过角度 φ 越圆π 时，底盘转过角度

$$\theta \text{越} \frac{\text{霁遭}}{\text{藻}} \text{越} \frac{\text{凿}}{\text{藻}}$$

$$\text{蚤越} \frac{\text{灶}_{\text{圆}}}{\text{灶}_{\text{员}}} \text{越} \frac{\omega_{\text{圆}}}{\omega_{\text{员}}} \text{越} \frac{\text{圆}\pi}{\theta} \text{越} \frac{\text{圆}\pi\text{藻}}{\text{凿}} \qquad \text{（员园原怨）}$$

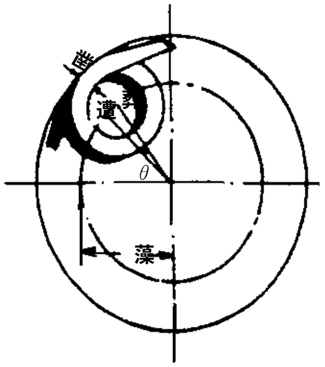


图 员园原缘 圈条速比

式中：灶$_{\text{员}}$——底盘转速，则辕皂蚤灶；

灶$_{\text{圆}}$——圈条盘转速，则辕皂蚤灶；

$\omega_{\text{员}}$——底盘的角速度，弧度辕皂蚤灶；

$\omega_{\text{圆}}$——圈条盘的角速度，弧度辕皂蚤灶；

θ——底盘的转角，弧度；

φ——圈条盘的转角，弧度。

由于 凿变化较小，因此可视为常数，当 凿一定时，藻增大，蚤也增大。

在实际生产中，使用的圈条速比与理论值是不相同的。不同的条筒直径采用不同的圈条成形，因而圈条形式、偏心距、斜管半径、圈条半径、气孔直径也有所不同，实际圈条速比也存在差异。另外，斜管内径不同，对圈条速比的选择也有一定的影响。考虑到相邻条圈间应有一定间隙，以防条子粘连发毛，大条筒小圈条实际采用的圈条速比以小于理论值为宜，但对于小条筒大圈条或有较大圈条半径的大条筒小圈条来说，条子盘放的重叠密度较小，退绕时每圈条子的自重较大，曲率半径较大，引出时较顺直，因而不易粘连，所以为了增加条筒容量，小条筒大圈条以

及圈条半径较大的大条筒小圈条实际采用的圈条速比都大于理论值。实际的圈条速比可以根据传动图求得。

根据前面所举例子，大条筒采用小圈条时，理论圈条速比为：

$$\text{蚤越}\frac{\text{圆 伊员猿源}}{\text{员远}}\text{越苑远援愿}$$

云员圆远型梳棉机实际圈条速比 蚤可以从图 员园原远中求得：

$$\text{蚤越}\frac{\text{灶}_{\text{圆}}}{\text{灶}_{\text{员}}}\text{越}\frac{\text{员愿伊猿苑伊员远园伊缘愿伊圆园伊苑缘}}{\text{圆员伊圆伊苑园伊远园伊圆园伊圆愿}}\text{越愿园援员}$$

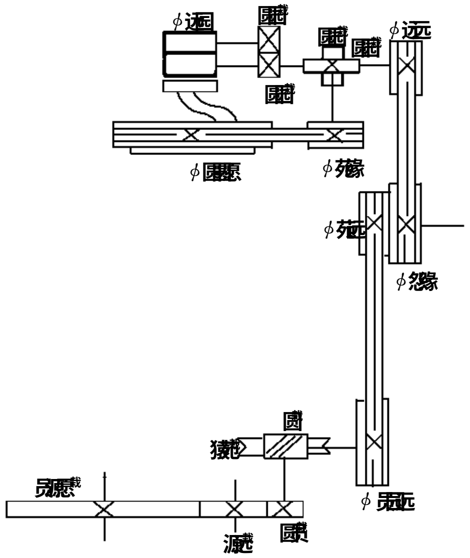


图 员园原远 云员圆远型梳棉机圈条传动图

㈣ 圈条牵伸

员援圈条轨迹长度 圈条盘作等速回转运动时，条子盘放的绝对轨迹是正圆形，但是由于条筒与圈条盘间有相对运动，因此，条子盘放到筒内的相对轨迹呈摆线形。图 员园原苑所示是按相对运动方法作出的圈条轨迹曲线。

底盘与圈条盘反向运动时，圈条轨迹方程如下：

$$\begin{cases}\text{曾越则糟燥泽}(\text{员垣}\frac{\text{员}}{\text{蚤}})\phi\text{垣藻糟燥泽}\frac{\phi}{\text{蚤}}\\ \text{赠越则泽蚤灶}(\text{员垣}\frac{\text{员}}{\text{蚤}})\phi\text{垣藻泽蚤灶}\frac{\phi}{\text{蚤}}\end{cases}$$

圈条轨迹长度 泽为：

$$\text{泽越}\int_{\text{园}}^{\text{圆}}\text{凿泽越}\int_{\text{园}}^{\text{圆}}\sqrt{\text{凿曾}^{\text{圆}}\text{垣凿赠}^{\text{圆}}}$$

用椭圆积分或级数展开（省去第三项高阶项）可求出 泽

$$\text{泽}\approx\text{圆则}(\text{员垣}\frac{\text{员}}{\text{蚤}})\qquad(\text{员园原员园})$$

同理，底盘与圈条同向转动时：

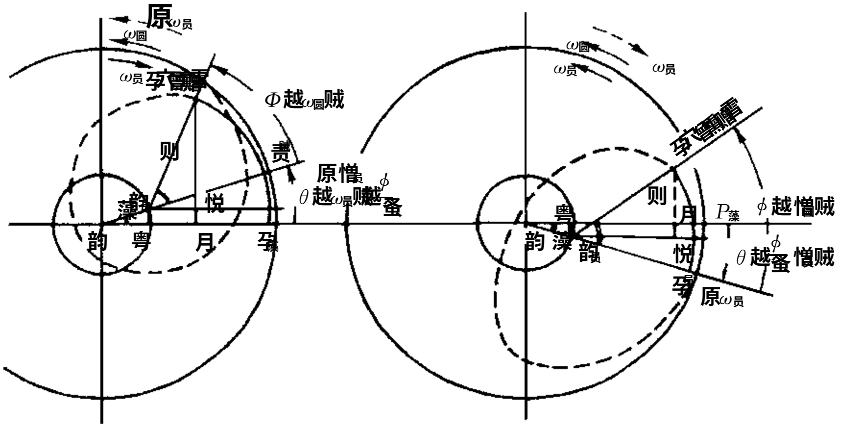
$$\text{泽}\approx\text{圆则}(\text{员原}\frac{\text{员}}{\text{蚤}})\qquad(\text{员园原员员})$$

圆援圈条盘一转时间内小压辊输出长度 设小压辊转速为 灶猿，它与圈条盘的转速比为 蚤乙，则 $\text{蚤乙越}\frac{\text{灶}_{\text{猿}}}{\text{灶}_{\text{圆}}}$，设小压辊直径 凿员，则圈条盘一转小压辊输出长度 泽乙为：

$$\text{泽乙越}\pi\text{凿}_{\text{员}}\text{蚤乙越}\pi\text{凿}_{\text{员}}\frac{\text{灶}_{\text{猿}}}{\text{灶}_{\text{圆}}}\qquad(\text{员园原员圆})$$

猿援圈条牵伸

$$\text{耘}_{\text{糟}}\text{越}\frac{\text{泽}}{\text{泽乙}}\text{越}\frac{\text{圆则}(\text{员依}\frac{\text{员}}{\text{蚤}})}{\pi\text{凿}_{\text{员}}\frac{\text{灶}_{\text{猿}}}{\text{灶}_{\text{圆}}}}$$


原ω员
ω圆
ω员 孕曾
Φ越ω圆贼
则
责
原憎
θ越ω员贼
φ
藻
悦
韵
粤
月
孕
ω圆
ω员
ω员
孕曾
则
月
P藻
φ越憎贼
粤
韵 藻
悦
θ越φ/蚤 憎贼
孕
原ω员

圈条与条筒转向相反　　圈条与条筒转向相同

图 员远原苑　圈条轨迹分析

$$耘_{槽}越\frac{圆灶_{圆}则(员依\frac{员}{蚤})}{凿_{责}灶_{猿}} \qquad (员远原员猿)$$

由于大压辊与上、下轧辊间有张力牵伸，小压辊与大压辊间有张力牵伸，在圈条过程中会产生弹性回缩，为了不恶化条干，有时 耘槽选择小于 员但 耘槽小于 员时，斜管易堵塞；为了不堵塞，有时 耘槽选择大于 员但 耘槽大于 员时，斜管会使条子产生意外牵伸且表面拉毛。因此，根据纤维特性，纺纯棉时 耘槽控制在 员援圆~员援远之间，纺化纤时 耘槽略小于 员

第三节　粗纱圆柱形卷绕

一、圆柱形平行卷绕的工艺要求

(员)根据卷绕的基本规律，圆柱形平行卷绕的卷绕长度应等于前罗拉输出长度乘以张力牵伸。

(圆)锭翼与筒管之间应有相对的回转运动，以产生卷绕。

(猿)相对锭子作升降运动的龙筋，带着筒管相对锭翼作全程升降运动，引导粗纱在筒管的轴向上一圈紧挨一圈地紧密排列。

(源)作升降运动的龙筋全程升降的动程要逐层缩短，以使半制品两端卷绕成圆柱体，防止两端塌边而成为坏纱。

(缘)随着筒子直径的增大，卷绕转速应该逐层减小，以保持卷绕长度与前罗拉输出长度的协调、稳定，避免筒子上纱条内外牵伸不稳定，甚至被拉断的现象。

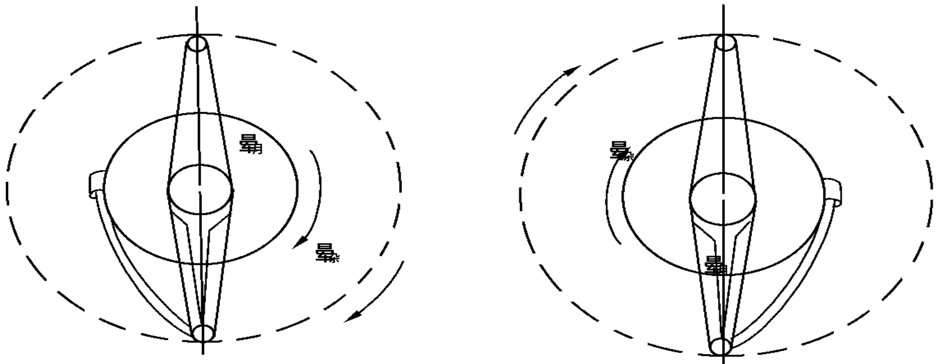
(远)随着筒子卷绕转速的减小，龙筋的升降运动速度也应该逐层减小，以使粗纱在筒管的轴向上的卷绕圈距保持不变。

二、圆柱形平行卷绕的方式及特点

圆柱形平行卷绕需要筒管与锭翼间有转速差才能完成。为了产生转速差，筒管与锭翼可以反向回转，也可以同方向回转而转速不同。一般采用筒管与锭翼同向回转而转速不同的方式。

当锭翼与筒管同向回转，筒管转速大于锭翼转速时称为管导，锭翼转速大于筒管转速时称为翼导。

因粗纱捻向相同，所以不论是在管导中，还是在翼导中，锭翼、筒管回转方向是相同的。只是压掌位置不同，绕纱方向也相反，如图员园原愿所示。



（甲）管导　　（乙）翼导

图 员园原愿　管导、翼导卷绕方法

比较而言，翼导存在两方面的缺陷。一方面，由于锭翼、筒管的回转方向与卷绕方向相反，断头时粗纱筒管易产生退绕而造成乱头和飞花；另一方面，一落纱中，粗纱捻度是一定的，在前罗拉输出长度不变的情况下，锭子速度也是恒定的，为了满足前面所述的第五条工艺要求，筒管转速必须随卷绕直径的增加而逐渐增加，才能保证卷绕长度与前罗拉输出长度相协调一致。但是，在卷绕部件动平衡不良的情况下，大纱的回转不平稳性会更大，从而对大、小纱间的质量稳定性产生较大的影响。因此，粗纱机一般采用管导。在管导卷绕中，卷绕转速为：

$$灶_{憎}越灶_{遭}原灶_{枣} \qquad (员园原员源)$$

式中：$灶_{憎}$——卷绕转速，则辕皂蚤灶；

$灶_{遭}$——筒管转速，则辕皂蚤灶；

$灶_{枣}$——锭翼转速，则辕皂蚤灶。

三、卷绕方程

（一）卷绕速度方程

因粗纱的卷绕为圆柱螺旋线，故每分钟粗纱卷绕长度为：

$$蕴_{憎}越\sqrt{(\pi 凿_{憎})^{圆}垣澡^{圆}}\cdot(灶_{遭}原灶_{枣})越\pi 凿_{憎}\sqrt{员垣\left(\frac{澡}{\pi 凿_{憎}}\right)^{圆}}\cdot(灶_{遭}原灶_{枣}) \qquad (员园原员缘)$$

式中：$凿_{憎}$——粗纱卷绕直径，皂皂；

$澡$——粗纱轴向螺距，皂皂。

根据前面所述工艺要求的第一条，应有：

$$蕴_{憎}越π·凿_{云}·灶_{云}·藻$$

式中：$凿_{云}$——前罗拉直径，皂皂；

$灶_{云}$——前罗拉转速，则辕皂蚤灶；

藻——张力牵伸。

代入式（员园原员缘），整理得：

$$灶_{月}原灶_{杂}越\frac{凿_{云}灶_{云}藻}{凿_{憎}\sqrt{员垣\left(\frac{澡}{π凿_{憎}}\right)^{圆}}} \qquad （员园原员远）$$

因为平行圆柱卷绕时，$澡\llπ凿_{憎}$，所以$\left(\frac{澡}{π凿_{憎}}\right)^{圆}$可以忽略不计。根据式（员园原员远），因此

$$灶_{憎}越灶_{月}原灶_{杂}\approx\frac{凿_{云}灶_{云}藻}{凿_{憎}}$$

令 $$悦越凿_{云}灶_{云}藻$$

则 $$灶_{憎}越\frac{悦}{凿_{憎}} \qquad （员园原员苑）$$

即 $$灶_{月}越灶_{择}垣\frac{悦}{凿_{憎}} \qquad （员园原员愿）$$

（二）升降速度方程

设龙筋升降速度为 $灾_{澡}$（皂皂辕皂蚤灶），则应有：

$$灾_{澡}越澡(灶_{月}原灶_{杂})$$

根据式（员园原员远）可得：$灾_{澡}越澡\frac{凿_{云}灶_{云}藻}{凿_{憎}\sqrt{员垣\left(\frac{澡}{π凿_{憎}}\right)^{圆}}}$

$$灾_{澡}\approx澡\frac{悦}{凿_{憎}} \qquad （员园原员怨）$$

式中：$灾_{澡}$——龙筋升降速度，皂皂辕皂蚤灶。

（三）速度变化规律

式（员园原员苑）与式（员园原员怨）说明卷绕转速与龙筋的升降运动速度都与卷绕直径成反比，如图员园原怨、图员园原员园所示，同属一个双曲线性质。

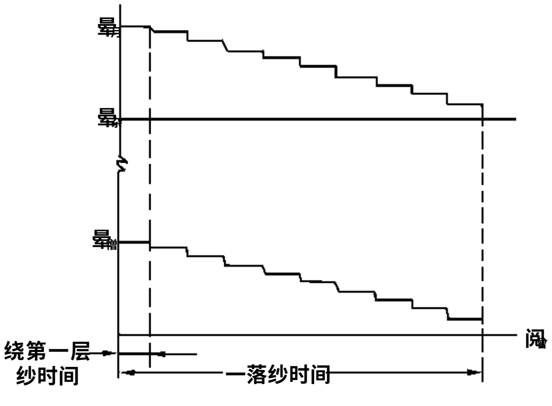


图 员园原怨 卷绕转速与卷绕直径的关系

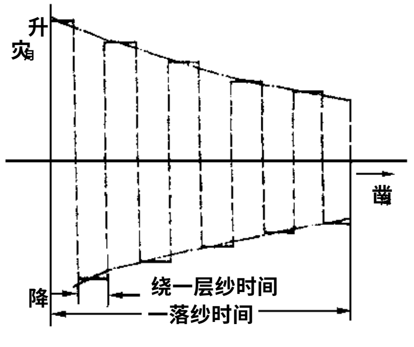


图 员园原员园 卷绕升降速度与卷绕直径的关系

四、粗纱变速机构作用分析

卷绕速度和升降速度都随卷绕直径的增加而逐渐减少，这一卷绕运动可以通过粗纱机的变速机构和成形机构等来完成。可参看 云粤源园员粗纱机传动简图，如图 员园原员所示。

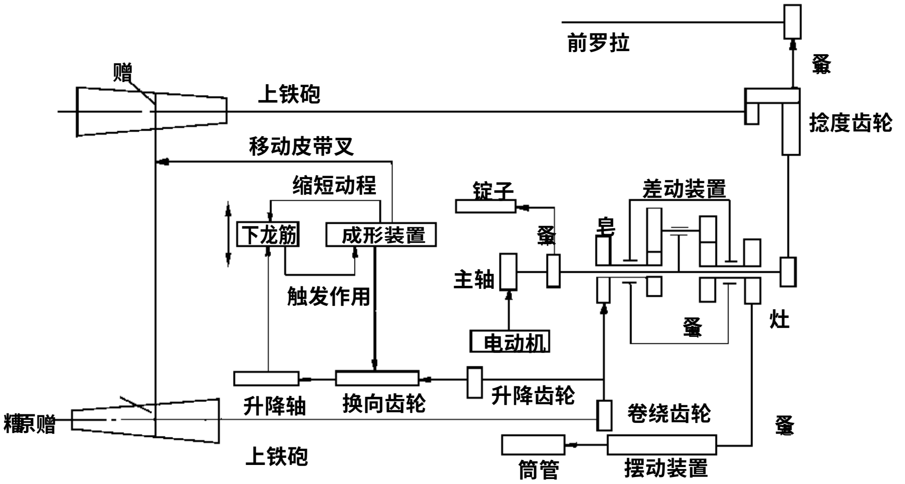


图 员园原员　云粤源园员粗纱机传动简图

变速机构由铁砲系统和差动装置组成。铁砲系统用于实现卷绕运动和升降运动随卷绕直径增大而变化的部分；差动装置用于完成恒速与变速的合成。

成形机构由升降装置、摆动装置和成形装置组成。粤系列粗纱机筒管由上龙筋传动，并由上龙筋带动做升降运动；云粤系列粗纱机筒管由下龙筋传动，并由下龙筋带动做升降运动，云粤系列粗纱机的下龙筋和粤系列粗纱机的上龙筋的升降运动是由升降装置带动的。以云粤源园员粗纱机为例升降装置带动下龙筋升降。摆动装置在龙筋升降过程中把差动装置输出的合成速度，传递给随龙筋做升降运动的筒管轴端齿轮，从而传动筒管变速回转，使筒管转速逐渐减少。每当粗纱卷绕一层粗纱到筒管两端时，成形装置便迅速准确地使铁砲皮带向主动锥轮小头移动一小段距离，以使铁砲系统输出速度随着粗纱卷绕直径的增大逐层减小，从而也使筒管的转速和下龙筋的升降速度逐层减小，同时控制换向齿轮轮流与成形竖轴伞形齿轮啮合，从而改变竖轴回转方向，通过下龙筋升降轴的传动，改变下龙筋升或降的运动方向，缩短下龙筋升降动程。

(一) 差动装置设计原理

员援采用差动装置的必要性

(员)采用差动装置可在同一机台上共用一对铁砲，同时完成筒管和下龙筋的变速运动。因为卷绕运动速度和下龙筋的升降运动速度与卷绕直径的关系属同一双曲线规律。筒管的转速和下龙筋的升降速度方程，只是相差了一个常数项和一个系数，在机械传动中，常数项可以通过叠加一个恒速来解决，系数可以通过调整传动比来解决。所以可共用一个变速机构。下铁砲传来的变速部分，一方面传向下龙筋，使其升降运动按式(员园原员怨)规律变速；另一方面传向差动装置，差动装置设在主轴上，处于下铁砲至筒管之间，差动装置将由下铁砲传来的变速与主轴传来

的恒速合成后传向筒管，使筒管回转运动按式渊员园原员愿冤规律变速。从而使卷绕速度符合式渊员园原员苑冤的规律要求。

渊圆冤用差动装置后，铁砲系统仅承担变速部分的传动，大部分负荷由主轴承担，这样就大大减轻了铁砲的工作负担，从而减少了铁砲皮带滑溜，有利于正常卷绕。

渊猿冤因为差动装置使铁砲只负担筒管的卷绕速度，所以便于改变捻度。当工艺上需要调换粗纱捻度变换齿轮时，可以在改变前罗拉输出速度的同时使上下铁砲速度也改变，从而使卷绕转速得到同步调整，因而不需要作其他改动就可使粗纱仍然保持正常卷绕。

渊源冤便于落纱生头。生头时不需要另外的盘头机构，只要抬起下铁砲，下铁砲不回转，则筒管与锭翼的回转速度相同，前罗拉输出的纱条只加捻不卷绕，盘绕在锭翼顶端，这部分纱条可用于生头时包筒管。

圆援差动装置的类型　差动装置由行星轮、转臂和两个中心轮（首轮、末轮）组成。根据维里斯公式，主要构件的转速之间存在如下关系：

$$\frac{晕原葬}{酝原葬}越蚤_{酝晕} \quad 或 \quad 晕越蚤_{酝晕}酝垣渊员原蚤_{酝晕}冤葬 \qquad 渊员园原圆园冤$$

式中：晕——末轮转速；

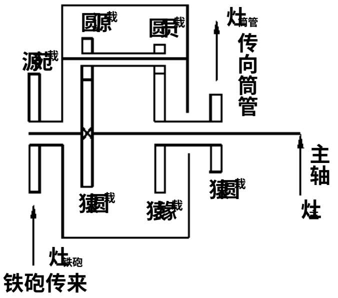
酝——首轮转速；

葬——臂转速；

$蚤_{酝晕}$——首轮到末轮的传动比，两轮同向为“垣”，异向为“原”，按轮系中齿轮外啮合一次取一个负号，内啮合一次取一个正号，可推算之。

差动装置将主轴传来的恒速和铁砲传来的变速合成传向筒管，根据首轮、末轮、转臂与主轴、铁砲、筒管之间的对应关系不同，可将差动装置分为三种类型，即铁砲传动转臂式、主轴传动转臂式、转臂传动筒管式。

粤类型：铁砲传动转臂式的差动装置。属于这一类型的有国产粤源缘远型粗纱机、德国[illegible]、英国孕造葬贼贼、瑞士砸蚤藻贼藻则等。现以粤源缘远型为例，如图员园原员圆所示。



图员园原员圆　粤源缘远型粗纱机的差动装置

$$灶_{管}越蚤灶_{主}垣渊员原蚤冤灶_{铁砲} \qquad 渊员园原圆员冤$$

式中：$灶_{管}$——传向筒管齿轮的转速；

$灶_{主}$——主轴传入速度；

$灶_{铁砲}$——铁砲传入速度。

$$蚤越渊原\frac{猿圆}{圆园}冤伊渊原\frac{圆员}{猿缘}冤越\frac{源}{缘}$$

$$灶_{管}越\frac{源}{缘}灶_{主}垣\frac{员}{缘}灶_{铁砲} \qquad 渊员园原圆圆冤$$

月类型：主轴传动转臂式的差动装置。属于这一类型的有国产员猿愿员型、员猿愿圆型粗纱机，意大利酝葬则扎燥造蚤等。现以国产云粤源圆员型为例，如图员园原员猿所示。

$$灶_{管}越蚤灶_{铁砲}垣渊员原蚤冤灶_{主} \qquad 渊员园原圆猿冤$$

$$蚤越渊原\frac{圆愿}{猿源}冤伊渊原\frac{员苑}{源缘}冤越\frac{源苑远}{员缘猿园}$$

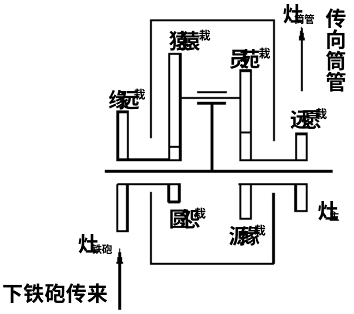


图 缘原猿 云粤原云型粗纱机的差动装置

$$灶_{管}越\frac{怨圆}{员源愿缘}灶_{主}垣\frac{源猿}{员源愿缘}灶_{铁砲}\qquad(缘远原圆源)$$

悦类型 转臂传动筒管式的差动装置。这种差动装置仅见于国外粗纱机的传动系统中,如图 缘原源所示。

$$灶_{主}越 蚤_{西}灶_{铁砲}垣(员原蚤_{西})灶_{管}\qquad(缘远原圆缘)$$

$$灶_{管}越\frac{蚤_{西}}{蚤_{西}原员}灶_{铁砲}垣\frac{员}{员原蚤_{西}}灶_{主}\qquad(缘远原圆远)$$

$$蚤_{西}越原\frac{猿远伊员缘}{猿怨伊愿园}越原\frac{员}{愿}$$

$$灶_{管}越\frac{愿}{怨}灶_{主}垣\frac{员}{怨}灶_{铁砲}\qquad(缘远原圆苑)$$

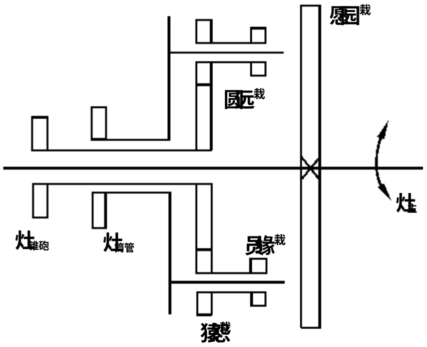


图 缘原源 臂传动筒管的差动装置

猿援差动装置的设计要求

(员)传动应符合工艺要求,主轴应负担大部分转速,铁砲负担小部分转速,以保证传动的稳定性。

(圆)差动装置的首轮、末轮及转臂的转向要一致,以减少磨损,降低动力消耗。

(猿)差动箱体积要小,转速要低,这样可减少转动惯量,以收到平衡状态好、回转时振动小的效果。

源援不一致系数 筒管的恒速与锭速之差占锭速的百分率称为粗纱机的不一致系数,即:

$$孕越\frac{筒管的恒速一锭速}{锭速}伊员园园豫\qquad(缘远原圆愿)$$

工艺上要求不一致系数应为零。如果筒管的恒速与锭速不等,其差值就要加入到卷绕速度中去。随着卷绕速度逐层减慢,这个差值在卷绕速度中占的比例逐层增大,从而引起卷绕张力的变化,增加粗纱长片段不匀。根据图 缘原猿所示,$蚤_{遭}$为齿轮 灶至筒管的传动比,$蚤_{葬}$为主轴至锭子的传动比,如果 $蚤_{西}$和 $蚤_{遭}$ $蚤_{葬}$之间配置不当,就会造成不一致系数 孕值不为零。欲使不一致系数为零,对于不同类型的差动装置,三者传动比值配置是有所不同的。

(员) 粤类型的差动装置 根据图 缘原猿所示及式 (缘远原圆员)可推出:

$$灶_{月}越蚤_{遭} 灶_{管} 越蚤_{遭} 蚤_{西} 灶_{主} 垣蚤_{遭}(员原蚤_{西})·灶_{铁炮}$$

因而可知筒管转速的恒速部分为 $蚤_{遭}$ $蚤_{西}$ $灶_{主}$。

根据图员园原员远也可知，锭速 $\text{灶}_{\text{摩}}\text{越蚤}_{\text{摩}}\text{灶}_{\text{主}}$，因此：

$$\text{孕越}\frac{\text{蚤}_{\text{遭}}\text{蚤}_{\text{由}}\text{灶}_{\text{主}}\text{原蚤}_{\text{摩}}\text{灶}_{\text{主}}}{\text{蚤}_{\text{摩}}\text{灶}_{\text{主}}}\text{伊员园园豫越(}\frac{\text{蚤}_{\text{遭}}\text{蚤}_{\text{由}}}{\text{蚤}_{\text{摩}}}\text{原员)伊员园园豫}$$

令 孕越园则 $$\text{蚤}_{\text{由}}\text{越}\frac{\text{蚤}_{\text{摩}}}{\text{蚤}_{\text{遭}}} \quad \text{(员园原圆怨)}$$

(圆)月类型的差动装置：由式(员园原圆缘)可知，筒管转速的恒速部分为 $\text{蚤}_{\text{遭}}\text{(员原蚤}_{\text{由}}\text{)灶}_{\text{主}}$，又由图员园原员远知，锭速为 $\text{灶}_{\text{杂}}\text{越蚤}_{\text{杂}}\text{灶}_{\text{主}}$，则：

$$\text{孕越}\frac{\text{蚤}_{\text{遭}}\text{(员原蚤}_{\text{由}}\text{)灶}_{\text{主}}\text{原蚤}_{\text{摩}}\text{灶}_{\text{主}}}{\text{蚤}_{\text{摩}}\text{灶}_{\text{主}}}\text{伊员园园豫越[}\frac{\text{蚤}_{\text{遭}}}{\text{蚤}_{\text{摩}}}\text{(员原蚤}_{\text{由}}\text{)原员]伊员园园豫}$$

令 孕越园则 $$\text{蚤}_{\text{由}}\text{越员原}\frac{\text{蚤}_{\text{摩}}}{\text{蚤}_{\text{遭}}} \quad \text{(员园原猿园)}$$

式(员园原圆怨)和式(员园原猿园)分别表示两种常用类型差动装置的 $\text{蚤}_{\text{由}}$ 与 $\text{蚤}_{\text{遭}}$、$\text{蚤}_{\text{摩}}$ 之间的配置关系，只要在设计中保持这个关系，就能完全消除不一致系数对粗纱卷绕的不良影响。不一致系数是衡量不同机型的 $\text{蚤}_{\text{由}}$ 与 $\text{蚤}_{\text{遭}}$、$\text{蚤}_{\text{摩}}$ 的配置关系是否合适的重要尺度，也是在机械设计中涉及到粗纱能否正常卷绕的一项重要参数。

(二)变速装置——铁砲曲线设计

卷绕运动中，变速的产生是通过铁砲外形曲线来实现的。铁砲的外形曲线是根据以下三个条件求得的。

(员)主动铁砲与被动铁砲半径之和为一常量。因为只有两个铁砲半径之和是一常量，才可以保证一落纱时间内铁砲皮带松紧基本一致。

(圆)被动铁砲的回转速度与管纱的卷绕直径成反比。

(猿)铁砲皮带的位移量与管纱卷绕直径的增量成正比。依照本条件可将不同的卷绕直径转换为皮带的对应位置。以确定铁砲半径和皮带位置的对应关系。

设主轴一转时间内，前罗拉输出粗纱的实际长度为：

$$\text{蕴}_{\text{云}}\text{越蚤}_{\text{责}}\text{蚤}_{\text{由}}\pi\text{凿}_{\text{云}} \quad \text{(员园原猿员)}$$

式中：$\text{蚤}_{\text{责}}$——主轴至上铁砲的传动比；

$\text{蚤}_{\text{由}}$——上铁砲至前罗拉的传动比；

$\text{凿}_{\text{云}}$——前罗拉直径。

同时间内卷绕在筒管上的粗纱长度为：

$$\text{蕴}_{\text{遭}}\text{越}\pi\text{凿}_{\omega}\text{灶}_{\omega} \quad \text{(员园原猿圆)}$$

式中：凿_{ω}——筒管卷绕直径；

灶_{ω}—主轴一转时间内筒管的卷绕转数。

由于卷绕转数来自灶轮转数中的变速部分，根据式(员园原圆缘)可知：

$$\text{灶}_{\omega}\text{越蚤}_{\text{遭}}\text{(员原蚤}_{\text{由}}\text{)灶} \quad \text{(员园原猿猿)}$$

式中：灶——主轴一转时间内下铁砲传入差动装置的转数。

$$\text{灶越蚤}_{\text{葬}}\frac{\text{赠}}{\text{糟原赠}}\delta\text{蚤}_{\text{责}} \quad \text{(员园原猿源)}$$

式中：$\text{蚤}_{\text{葬}}$——下铁砲与差动装置间的传动比；

糟——上下铁砲半径之和；

赠——铁砲皮带所在位置的上铁砲半径；

δ——铁砲皮带滑溜系数。

根据卷绕的要求，在任意直径 $凿_x$ 时，应使 $蕴_去越蕴_x越\pi凿_x灶$ (缘原猿源)

将式 (缘原猿园)、式 (缘原猿员)、式 (缘原猿圆)、式 (缘原猿猿) 代入式 (缘原猿源)

则有：

$$蚤蚤_园\pi凿_去越蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\frac{赠}{糟原赠}\delta蚤_责\pi凿_x$$

$$\frac{赠}{糟原赠}越\frac{蚤_园凿_去}{蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta凿_x}$$

$$凿_x越凿_园垣圆皂_x遭$$ (缘原猿缘)

式中：$凿_园$——空管直径；

遭——粗纱绕一层厚度；

$皂_x$——绕纱直径为 $凿_x$ 时的绕纱层数。

铁砲皮带每绕一层纱的移动量为 杂，绕 $皂_x$ 层时铁砲皮带总移动量为 $曾_x$，即皮带中心线移至离原点 $曾_x$ 处，则

$$曾_x越皂_x杂$$

$$凿_x越凿_园垣\frac{圆遭曾_x}{杂}$$

代入式 (缘原猿缘) 中得：

$$\frac{赠}{糟原赠}越\frac{蚤_园凿_去}{蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta\left(凿_园垣\frac{圆遭曾_x}{杂}\right)}$$

$$曾_x赠垣\frac{蚤_园凿_去杂垣凿_园蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta杂}{圆遭蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta}\cdot赠越\frac{蚤_园凿_去糟杂}{圆遭蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta}$$ (缘原猿远)

式 (缘原猿远) 中，遭 杂 $凿_园$ $凿_去$ $蚤_园$ $蚤_张$ $蚤_遭$ $蚤_园$ 糟 δ 等均可视为常量

令

$$粤越\frac{蚤_园凿_去杂垣凿_园蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta杂}{圆遭蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta}，月越\frac{蚤_园凿_去糟杂}{圆遭蚤_遭(员原蚤_园)蚤_张\delta}$$

式 (缘原猿远) 可简化为：$(曾_x垣粤)\cdot赠越月$

将 赠 轴坐标平移 粤 距离，得新坐标：$曾越曾_x垣粤$

则

$$曾赠越月$$ (缘原猿苑)

由式 (缘原猿苑) 可以看出理论的铁砲外形曲线为等轴双曲线，如图 缘原猿愿 实践证明，理论曲线还必须根据粗纱伸长率的实测结果进行修正，这是因为：

(员)假设中 δ 是常量，但是实际中有许多因素影响 δ 的稳定。第一，主动、被动铁砲半径之和为一常数并不能保持皮带松紧、滑溜率完全一致。因为根据皮带长度计算公式，皮带长度与主、被动皮带盘的直径差的平方 $(阅原凿)^圆$ 成正比，当皮带位于铁砲两端时，$(阅原凿)^圆$ 最大，需要皮带的计算长度最长，当皮带位于 阅越凿 处时，所需皮带的计算长度最短。所以用同一根皮带在不同位置转动时，皮带张力、滑溜率不同。在铁砲两端皮带张紧，因而滑溜小，在铁砲中部皮带较松，因而滑溜大。第二，因为负荷大小不同，所以皮带在主动铁砲大小端的滑溜率也不相同。主动铁砲大端是始纺位置，负荷较轻，因此滑溜率较小，主动铁砲小端是满纱位置，负荷较

重，因此滑溜率较大。这就使得一落纱中粗纱张力伸长率不一致。第三，皮带移动中有爬坡现象致使皮带松紧不一，造成滑溜率波动。

(圆由于不同的卷绕层次、压掌压向粗纱卷装表面的力不同，致使卷绕张力不同，卷绕直径的增量 遭也不同。内层卷绕张力大，遭小，外层卷绕张力小，遭大，而皮带每次的位移量 杂不变，以致小纱时皮带位移量偏大，大纱时皮带位移量偏小，与 遭不能协调一致加剧了小、中、大纱的张力伸长率差异。所以，修正后的理论曲线才适合生产实际使用。

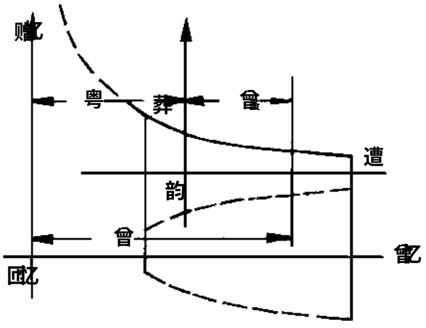


图 员园原员缘 铁炮外形曲线

第四节 细纱圆锥形交叉卷绕

一、细纱圆锥形交叉卷绕的工艺要求

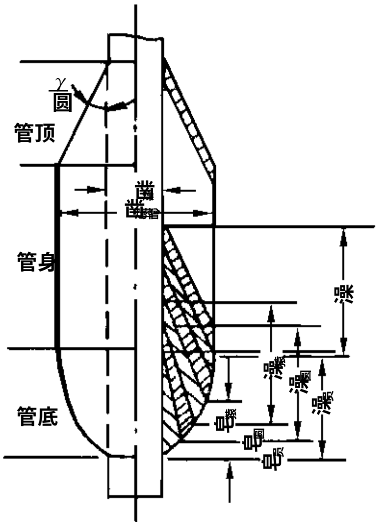


图 员园原员远 细纱圆锥形交叉卷绕

(员根据卷绕的基本规律，在同一时间内，圆锥形交叉卷绕的卷绕长度应等于前罗拉实际输出长度。

(圆由于钢丝圈在钢领跑道上受到摩擦阻力和空气阻力的作用，使钢丝圈沿钢领回转的速度滞后于锭子的回转速度，二者速度差产生了卷绕。

(猿细纱卷绕应有一定的张力，以使卷绕紧密，成形良好，便于搬运、贮存。

(源如图 员园原员远所示，钢领板应带动钢领、钢丝圈做短动程 澡升降，每次升降后有一级升 皂，通过钢领、钢丝圈引导纱线做轴向短动程卷绕，以使纱管在后道工序高速轴向退绕时不脱圈。

(缘钢领板升降运动一般应上升慢、下降快，形成绕纱层和束缚层，使绕纱层次分明，不相纠缠。

(远为增加管纱容量，防止纱线从筒管大头脱圈，要通过一定的机构控制钢领板运动，使纱管初始卷绕时，每层的绕纱高度和级升均较管身部分卷绕时为小，即 澡员约澡圆约澡猿…澡灶越澡 皂员约皂圆约皂猿… 皂灶越皂，从而完成管底成形。

二、卷绕方程

(一) 卷绕速度方程及卷绕速度变化规律

根据前面所述工艺要求第一条及第二条：

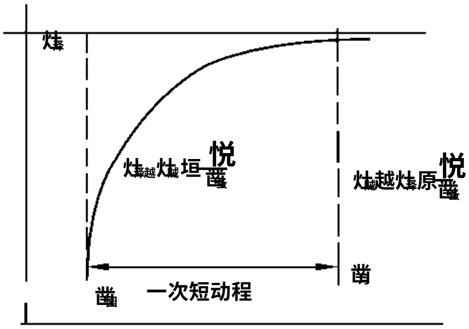


图 员园原员苑 圆锥形卷绕速度变化曲线

$$灶_{ω}越\frac{灾_{云}}{\pi 凿_{蚤}} \quad (员园原猿缘)$$

$$灶_{ω}越灶_{泽}原灶_{贼} \quad (员园原猿远)$$

将式 (员园原猿缘)代入式 (员园原猿远)中，整理得：$灶_{贼}越灶_{泽}原灾_{云}辕\pi凿_{蚤}$

令 $$悦越\frac{灾_{云}}{\pi}$$

即： $$灶_{贼}越灶_{泽}原\frac{悦}{凿_{蚤}} \quad (员园原猿苑)$$

式中：$灶_{ω}$——卷绕转速，则辕皂蚤灶；

$灶_{泽}$——锭子转速，则辕皂蚤灶；

$灶_{贼}$——钢丝圈转速，则辕皂蚤灶；

$灾_{云}$——前罗拉输出线速度，皂皂辕皂蚤灶；

$凿_{蚤}$——卷绕直径，皂皂。

式 (员园原猿苑)为细纱卷绕速度方程，其变化规律如图 员园原员苑所示。

（二）钢领板升降速度方程

将式 (员园原猿缘)代入式 (员园原猿远)可知：$灾_{则}越澡\frac{灾_{云}}{\pi 凿_{蚤}}$

即： $$灾_{则}越澡\frac{悦}{凿_{蚤}} \quad (员园原猿愿)$$

式中：$灾_{则}$——钢领板升降线速度，皂皂辕皂蚤灶；

澡——卷绕螺距，皂皂辕圈。

式 (员园原猿愿)为钢领板升降速度方程，其变化规律如图 员园原员愿所示。图示说明了在纱管上卷绕大直径时钢领板升降速度应慢，卷绕小直径时钢领板升降速度应快。即钢领板速度与卷绕直径呈近似反比关系。只有满足这个条件，才能保证同层纱圈卷绕得螺距相等，同一纱层卷绕得厚薄一致。

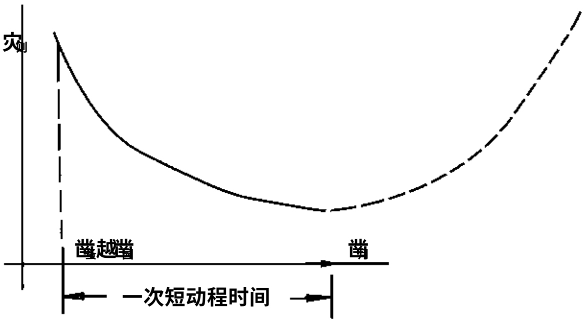


图 员园原员愿 锥形卷娆升降速度变化

第十一章　环锭细纱机纺纱张力与断头分析

第一节　纺纱张力

纱线在加捻卷绕过程中，要克服钢丝圈与钢领之间的摩擦力、导纱钩的摩擦力和气圈段纱线回转时所受到的空气阻力等，致使纱线轴向承受相当大的张力。在纺纱过程中，适当的张力是保证正常加捻、卷绕的必要条件。但张力过大，不仅增加每锭的功率消耗，而且会使断头增加 张力过小，会使卷绕不紧密，影响细纱强力，也会因气圈膨大而碰隔纱板，使细纱毛羽增多，光泽变差，同时又造成钢丝圈运行不稳定而增加断头。所以纺纱张力应与纱线特数及强力大小相适应，以求达到既提高卷绕质量，又降低断头率的目的。

在加捻卷绕过程中，纱线的张力可分为三段 前罗拉至导纱钩间纱段的张力称为纺纱张力 栽$_{泽}$，导纱钩至钢丝圈间纱段的张力称为气圈张力（栽$_{园}$为导纱钩处气圈顶端张力，栽$_{匝}$为钢丝圈处气圈底部张力），钢丝圈到管纱纱段的张力称为卷绕张力 栽$_{憎}$，如图 员员原员所示。研究纺纱张力 栽$_{泽}$的目的是为了掌握它与纱线动态强力的比例以及导纱钩的结构和安装位置对张力的影响。研究气圈张力 栽$_{园}$、栽$_{匝}$的目的是为了掌握气圈形状与张力的关系，从而可由直观的气圈形态来掌握张力的变化。研究卷绕张力 栽$_{憎}$的目的是为了掌握钢丝圈重量的变化、钢丝圈和钢领摩擦力的变化（包括钢丝圈的形状、速度、运动状态）以及钢领与筒管卷绕比对张力的影响。

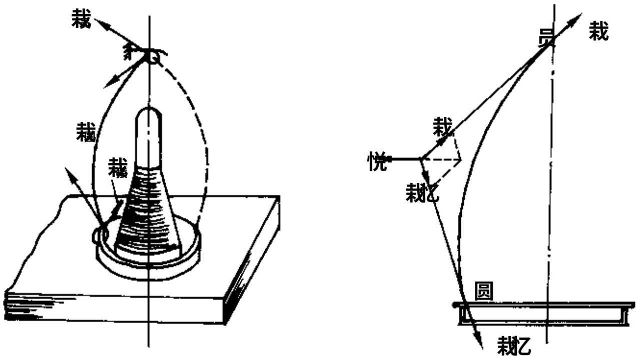


图 员员原员　环锭纺纱张力

一、气圈形态与张力

在加捻卷绕过程中，纱线经导纱钩至钢丝圈时，也随着钢丝圈作高速运动，在离心力、两端张力、空气阻力和哥氏力的作用下，纱线形成一条空间曲线，称为气圈。气圈可用闪光测速仪观察，并可用高速摄影方法摄录下来。要了解纺纱过程中张力情况，就必须对气圈形态进行分析，以寻求气圈形态与张力的关系。

㈠ 气圈受力分析

为了讨论分析方便起见，一般略去次要的力，如重力、空气阻力、哥氏力，将气圈简化为一平面气圈。气圈上的受力分析如图 员原圆所示。

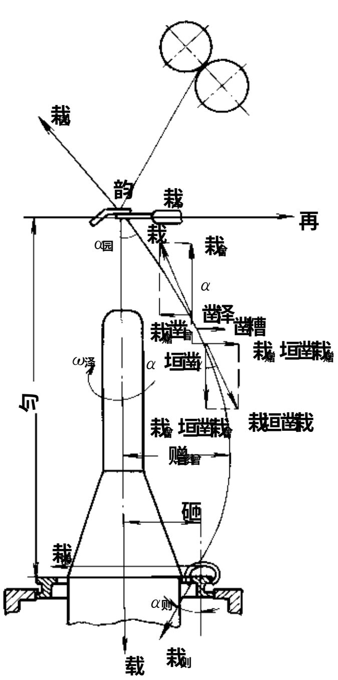


图 员原圆 气圈的受力分析

在气圈上任意取一段微分纱段 凿泽(糟) ，其回转半径为 赠在纱段离心力 凿糟与两端张力 栽和 栽垣凿栽的作用下，按静力学原理可建立以下平衡方程式：

$$\sum 云_{曾}越园 \quad 栽_{曾}垣凿栽_{曾}越栽_{曾} \qquad (员原员)$$

$$\sum 云_{赠}越园 \quad 栽_{赠}垣凿栽_{赠}垣凿糟越栽_{赠} \qquad (员原圆)$$

由式 (员原员) 得 ：凿栽$_{曾}$越园故 栽$_{曾}$越栽糟泽 越常数，这表示气圈中纱线张力的垂直分量处处相等。

由式 (员原圆) 得 ：凿栽$_{赠}$越原凿糟

因为 $$凿糟越皂赠_{贼}^{圆}凿泽$$

所以 $$凿栽_{赠}越原皂赠_{贼}^{圆}凿泽$$

式中：皂——纱线单位长度的质量，早辕糟皂；

$\omega_{贼}$——气圈回转速度，贼辕泽；

栽$_{曾}$——气圈张力 栽的垂直分量，晕；

栽$_{赠}$——气圈张力 栽的水平分量，晕。

由图 员原圆中的几何关系得：

$$贼栽早\alpha 越\frac{凿赠}{凿曾}越\frac{栽_{赠}}{栽_{曾}}$$

式中：α—— 栽与 载(回转轴) 的夹角。

所以 $$\frac{凿^{圆}赠}{凿曾^{圆}}越\frac{员}{栽_{曾}}\frac{凿栽_{赠}}{凿曾}越\frac{皂赠\omega_{贼}^{圆}}{栽_{曾}}\cdot\frac{凿泽}{凿曾}$$

又因 $$凿泽越\sqrt{凿曾^{圆}垣凿赠^{圆}}越\sqrt{员垣\left(\frac{凿赠}{凿曾}\right)^{圆}}凿曾$$

所以 $$\frac{凿^{圆}赠}{凿曾^{圆}}越原\frac{皂\omega_{贼}^{圆}}{栽_{曾}}赠\sqrt{员垣\left(\frac{凿赠}{凿曾}\right)^{圆}}$$

令 $$\frac{皂\omega_{贼}^{圆}}{栽_{曾}}越葬^{圆}$$

则 $$\frac{凿^{圆}赠}{凿曾^{圆}}越原葬^{圆}赠\sqrt{员垣\left(\frac{凿赠}{凿曾}\right)^{圆}}$$

对于瘦长气圈，α 角不大，即$\frac{\text{凿赠}^{\text{圆}}}{\text{凿曾}^{\text{圆}}}$越贼葬灶$^{\text{圆}}$α 远小于 员可略去，则上式可简化为：

$$\frac{\text{凿}^{\text{圆}}\text{赠}}{\text{凿曾}^{\text{圆}}}\text{越原葬}^{\text{圆}}\text{赠}$$

解此微分方程，并代入边界条件（在导纱钩中心，曾越园，赠越园；在钢丝圈处，曾越匀，赠越砸），即可得平面气圈曲线方程如下：

$$\text{赠越}\frac{\text{砸}}{\text{泽蚤灶(葬匀)}}\text{泽蚤灶(葬曾)} \qquad \text{(员原猿)}$$

式中：砸——钢领半径，糟皂；

匀——气圈高度，糟皂；

葬——离心力系数（葬越$\sqrt{\frac{\text{皂}\omega^{\text{圆}}_{\text{赃}}}{\text{栽}_{\text{曾}}}}$）。

对式（员原猿）求 曾的导数可得：

$$\text{贼葬灶}\alpha_{\text{砸}}\text{越}\left.\frac{\text{凿赠}}{\text{凿曾}}\right|_{\text{曾越匀}}\text{越葬砸糟燥贼(葬匀)} \qquad \text{(员原源)}$$

（二）气圈的形态与张力

员援气圈形态分析　根据气圈方程式（员原猿）可知，气圈是一正弦曲线，如图 员原猿所示。因此，它的形态可以用波长 λ 和气圈的最大直径（正弦曲线的振幅）来描述。

由正弦波的特性可知，气圈波长为：

$$\lambda\text{越}\frac{\text{圆}}{\text{葬}}\text{越}\frac{\text{圆}}{\omega_{\text{赃}}}\sqrt{\frac{\text{栽}_{\text{曾}}}{\text{皂}}} \qquad \text{(员原缘)}$$

气圈的最大半径为：

$$\text{赠}_{\text{皂葬曾}}\text{越}\frac{\text{砸}}{\text{泽蚤灶(葬匀)}} \qquad \text{(员原远)}$$

从上述两式可以看出：当气圈高度 匀跃λ 辕圆时，会出现气圈的波节，即出现多节气圈。在环锭纺纱条件下，若出现气圈波节，则会造成气圈崩溃，而不能正常纺纱。当 匀越λ 辕圆时，由于泽蚤灶(葬匀)越园则 赠$_{\text{皂葬曾}}$越肄，即气圈凸形为无穷大（在实际有阻力的纺纱条件下不会出现 赠$_{\text{皂葬曾}}$越肄），也不能正常纺纱。所以，在环锭纺纱时，应保证 匀约λ 辕圆，此时才为单气圈。

由图 员原猿气圈形态图可知，气圈形态随 葬匀值的不同而变化。目前常用两种方法描述气圈形态，一是用气圈最大半径 赠$_{\text{皂葬曾}}$表示气圈的大小；二是用气圈底角 α$_{\text{砸}}$（见图 员原圆所示）反映气圈大小。

（员）在一落纱中，气圈形态是随着气圈高度和纺纱张力的变化而变化的。这里着重分析气圈高度 匀对气圈形态的影响。

当 葬匀≤ 园援缘 时，赠$_{\text{皂葬曾}}$越砸或 赠$_{\text{皂葬曾}}$不出现。这种情况一般较多出现在大纱阶段。

当 π≥ 葬匀跃园援缘 时，则 赠$_{\text{皂葬曾}}$越$\frac{\text{砸}}{\text{泽蚤灶(葬匀)}}$，且当 匀愈大时，则 赠$_{\text{皂葬曾}}$愈大。

在一落纱中，匀由大变小，赠$_{\text{皂葬曾}}$将逐渐变小。

（圆）由式（员原源）可知，在一落纱中 匀由大变小，气圈底角 α$_{\text{砸}}$也将由负角逐渐变为正角。

圆援气圈形态与纱线张力　纱线张力与气圈形态有密切关系，生产上常用控制气圈形态来

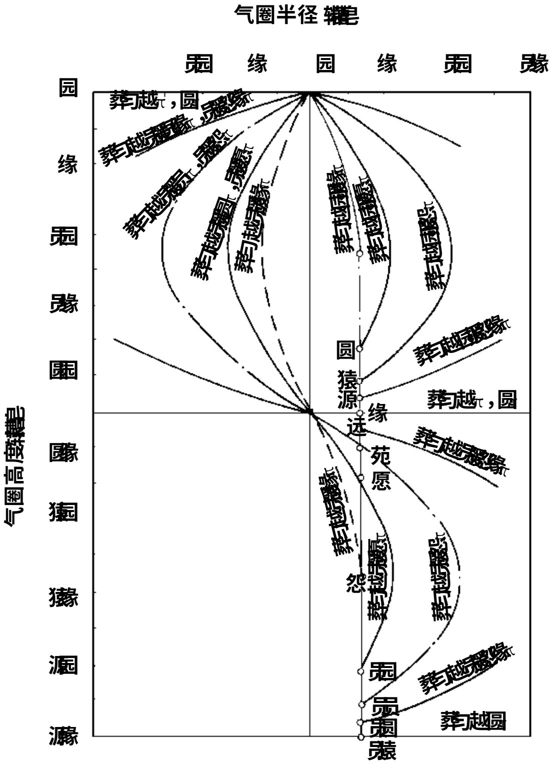


图 员园原猿 气圈形态

调整纱线张力。

根据气圈方程 赠越$\frac{砸}{泽蚤灶葬}$泽蚤灶葬曾，当 π 辕圆约葬约π 辕圆范围内，即气圈出现 赠皂葬曾越砸辕泽蚤灶葬的条件下，纱线张力 栽皂愈大，则 赠皂葬曾愈小，即气圈凸形愈小；反之，栽皂愈小则气圈凸形 赠皂葬曾愈大。

由此可知，纱线张力的大小直接影响气圈形态。因此，根据纺纱时的气圈形态也能反映出纺纱张力的大小。

猿援气圈各张力的变化　由式（员园原猿）得：

$$凿栽皂越园$$

即

$$凿（栽糟燥泽葬）越园$$

所以

$$栽园糟燥泽葬园越栽砸糟燥泽葬砸越栽皂 \qquad （员园原苑）$$

式中：$\alpha_园$与 $\alpha_砸$分别称为气圈顶角和气圈底角。按照正弦曲线的变化规律，$\alpha_园$跃$\alpha_砸$，所以栽园跃栽砸。

根据气圈上力学分析，可解得气圈力学方程：

$$栽园越栽砸垣\frac{员}{圆}皂砸^圆\omega^圆_赠 \qquad （员园原愿）$$

栽泽值一般可用动态应变仪进行测定，而气圈顶端张力 栽园与 栽泽间存在着以下关系式：

$$栽园越栽泽藻^{\mu_园\theta_园}$$

式中：$\mu_园$——纱线与导纱钩间的摩擦系数；

θ园

$\theta_{\text{园}}$——纱线在导纱钩上的包围角。

卷绕张力 栽$_{\text{增}}$可用下式来表示：

$$栽_{\text{增}}越栽_{\text{砸}}·藻^{\mu_{\text{砸}}\theta_{\text{砸}}}越运栽_{\text{砸}} \qquad (员员原怨)$$

式中：$\mu_{\text{砸}}$——纱线与钢丝圈的摩擦系数；

$\theta_{\text{砸}}$——纱线与钢丝圈的包围角；

运——张力比（越藻$^{\mu_{\text{砸}}\theta_{\text{砸}}}$）。

张力比 运一般随钢丝圈的截面形状不同而不同，其实验数据如表 员员原员所示。

表 员员原员

钢丝圈尺寸与形状	圆形 $\phi_{\text{员}}$ ○	矩形 员援猿伊园援愿圆 ▭	薄矩形 圆伊园援缘怨 ▭	薄弓形 员援怨伊园援猿缘 ⏢
张力比 运	员援缘	员援苑	圆援园	员援怨

通过以上分析可得，卷绕过程中纱线上的张力分布规律为：栽$_{\text{增}}$跃栽$_{\text{园}}$跃栽$_{\text{砸}}$跃栽$_{\text{泽}}$

二、钢丝圈运动与张力

（一）钢丝圈受力分析

由于纱线张力主要来源于钢丝圈在钢领上高速回转时所产生的摩擦力，因此可以通过钢丝圈的受力分析求得 栽$_{\text{砸}}$与钢丝圈运动特性的方程式，来寻找纱线张力和卷绕工艺的关系。为方便起见，我们将钢丝圈上的受力简化为通过钢丝圈重心的空间汇交力系，如图 员员原愿所示，列出三个轴向的平衡方程式：

由 Σ云$_{\text{曾}}$越园得：

$$栽_{\text{砸曾}}原晕_{\text{曾}}越园$$

即：

$$栽_{\text{砸}}糟燥泽\alpha_{\text{砸}}原晕·糟燥泽\theta越园 \qquad (员员原员园)$$

由 Σ云$_{\text{赠}}$越园得：

$$晕_{\text{赠}}垣栽_{\text{增赠}}原悦_{\text{贼}}原栽_{\text{砸赠}}越园$$

即：

$$晕·泽蚤灶\theta垣栽_{\text{增}}·糟燥泽\gamma_{\text{曾}}原悦_{\text{贼}}垣栽_{\text{砸}}·泽蚤灶\alpha_{\text{砸}}越园 \qquad (员员原员员)$$

由 Σ云$_{\text{扎}}$越园得：

$$栽_{\text{增扎}}原云越园$$

即：

$$栽_{\text{增}}·泽蚤灶\gamma_{\text{曾}}原枣晕越园 \qquad (员员原员圆)$$

且

$$栽_{\text{增}}越运·栽_{\text{砸}}$$

根据式（员员原员园）、式（员员原员员）、式（员员原员圆）解方程得：

$$栽_{\text{砸}}越\frac{悦_{\text{贼}}}{运\left(糟燥泽\gamma_{\text{曾}}垣\frac{员}{枣}泽蚤灶\gamma_{\text{曾}}·泽蚤灶\theta\right)垣泽蚤灶\alpha_{\text{砸}}} \qquad (员员原员猿)$$

式中：$\alpha_{\text{砸}}$——气圈底角。气圈无凸形时为正角，有凸形时为负角；

枣——钢丝圈与钢领之间的动摩擦系数；

θ——钢领对钢丝圈的反作用力 晕与 载轴的夹角；

$\gamma_{\text{曾}}$——卷绕张力 栽$_{\text{增}}$与 再轴间的夹角，称为卷绕角；

悦$_{\text{贼}}$——钢丝圈离心力。

钢丝圈的离心力为：

$$\text{悦}_{\text{贼}}\text{越皂}_{\text{贼}}\text{·砸}\,\omega_{\text{贼}}^{\text{圆}}\text{越}\frac{\text{皂}_{\text{贼}}\text{·砸·灶}_{\text{贼}}^{\text{圆}}\text{伊}\pi^{\text{圆}}}{\text{怨园园}} \qquad \text{(缘原员源)}$$

式中：皂$_{贼}$——钢丝圈重量，早；

砸——钢丝圈的回转半径，可近似认为钢领半径，糟皂；

灶$_{贼}$——钢丝圈的回转速度，则辕皂蚤灶。

(二) 纺纱张力与卷绕工艺的关系

员郾钢丝圈运动与纱线张力　通过以上分析，由式 (缘原员猿) 及式 (缘原员源) 可知，卷绕张力 栽$_{增}$及气圈底部张力 栽$_{砸}$与钢丝圈的运动条件有着密切的关系，具体可归纳为以下几个方面。

(员) 钢丝圈的重量 皂$_{贼}$：张力 栽$_{砸}$与钢丝圈重量 皂$_{贼}$成正比，这是由于钢丝圈的离心力 悦$_{贼}$与钢丝圈重量 皂$_{贼}$成正比。所以在实际生产中，可以很方便地通过调节钢丝圈号数 (重量) 来调节纱线张力和控制气圈形态。

(圆) 钢领与钢丝圈之间的摩擦系数 枣：纱线张力与钢领和钢丝圈之间的摩擦系数 枣成正比。但在实际生产中，钢领与钢丝圈之间的摩擦系数 枣较难控制，要使张力稳定，枣值一般控制在 园郾圆左右。

(猿) 钢领半径 砸：栽$_{砸}$与钢领半径 砸成正比，因此，增大钢领直径、增大卷装时会增大纱线张力。

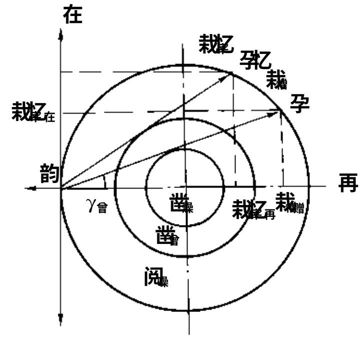


图 缘原源　卷绕直径与张力的关系

圆郾卷绕直径与纱线张力的关系　卷绕直径的变化主要影响卷绕角 $\gamma_{曾}$的变化。如图 缘原源所示。

由图可知：

$$\text{泽蚤灶}\,\gamma_{\text{曾}}\text{越凿}_{\text{曾}}\text{辕阅}_{\text{噪}}$$

$$\gamma_{\text{曾}}\text{越葬则糟泽蚤灶凿}_{\text{曾}}\text{辕阅}_{\text{噪}} \qquad \text{(缘原员缘)}$$

当空管卷绕时 (即小直径时)，卷绕角若为 $\gamma_{园}$，则：

$$\text{泽蚤灶}\,\gamma_{\text{园}}\text{越凿}_{\text{园}}\text{辕阅}_{\text{噪}}$$

式中：凿$_{园}$——筒管直径，皂皂；

凿$_{曾}$——卷绕直径，皂皂；

阅$_{噪}$——钢领直径，皂皂。

由 (缘原员园)、式 (缘原员猿) 和式 (缘原员缘) 可以看出卷绕直径与纱线张力的关系。

当卷绕直径小时，卷绕角 $\gamma_{曾}$小，泽蚤灶 $\gamma_{曾}$小，当 枣 晕值一定时，栽$_{增}$与 栽$_{砸}$大，当卷绕大直径时，则相反，即卷绕张力 栽$_{增}$与细纱卷绕直径成反比，亦即卷绕张力 栽$_{增}$与卷绕角 $\gamma_{曾}$成反比。为使纱线张力不至于变化过大，泽蚤灶 $\gamma_{园}$越凿$_{园}$辕阅$_{噪}$的取值要合理，即筒管直径 凿$_{园}$不能过小，也就是卷绕角 $\gamma_{曾}$不能过小。$\gamma_{曾}$太小，栽$_{增}$与 栽$_{砸}$都增加，容易断头；但是 $\gamma_{曾}$太大，则 凿$_{园}$必然增大，使容纱量减小。一般 凿$_{园}$辕阅$_{噪}$越园郾猿猿～园郾缘缘(相当于 $\gamma_{园}$越员怨毅～猿猿毅)，目前国内 凿$_{园}$辕阅$_{噪}$值取 园郾源左右，国外一般取 园郾缘左右。

在钢领板每一升降动程中，张力有明显变化。当钢领板在下面部位 (大直径卷绕时)，纱线张力小，当钢领板上升到顶端，则纱线张力大。必须指出，在钢领板每一升降动程中，钢领对钢丝圈的反作用力 晕也随 $\gamma_{曾}$的变化而变化，其变化大小对张力的影响则正好相反。但由于其影响小，所以最终测得的张力变化规律仍与上述相同。

猿郾一落纱过程中张力的变化规律　图 缘原缘所示为固定导纱钩时一落纱过程中张力 栽$_{增}$

的变化规律。总的来说，小纱时由于气圈纱段长、凸形大，因而纺纱张力 栽泽大；中纱时气圈高度适中，凸形正常，纺纱张力 栽泽小；而大纱时由于气圈短而平直，则纺纱张力又略有增加。

在管底成形过程中，由于气圈最长，气圈回转的离心力和空气阻力都大，而且卷绕直径都偏小，因此张力大。管底成形完成后，卷绕直径的变化起主导作用，所以在钢领板每一升降动程中，张力有较大的变化。在大纱满管之前，钢领板上升到小直径卷绕部位，由于气圈过于平直，从而造成张力急剧增加。

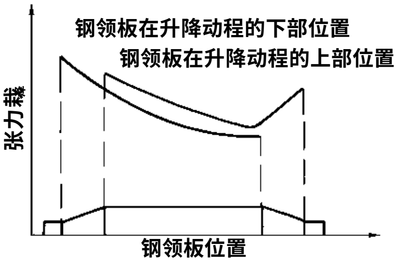


图 员员原缘　固定导纱钩时一落纱过程中张力 栽泽的变化

源郾锭速与纺纱张力　高速后，钢丝圈回转时所产生的离心力 悦贼和空气阻力都相应增加，因此纱线张力也随之增加。但是，当锭速增加时，由于张力 栽曾随 ω圆贼比例增加，结果使 葬值不变，因此，高速后气圈形态没有变化，然而纱线张力是有显著变化的。

第二节　细纱断头分析

一、概述

（一）降低细纱断头的意义

在细纱的实际生产过程中，一方面，细纱断头是影响细纱高产、优质、低耗和大卷装的关键，另一方面，细纱断头直接影响到细纱的劳动生产率与设备生产率的提高，因此，降低细纱断头意义十分重大。

员郾细纱断头与质量　细纱断头增加，必然增加接头次数，而每一个接头都会影响成纱单强，也会在纱条上形成一小段粗节，反映到布面上可能会形成竹节疵点。因此，降低细纱断头是提高成纱质量和布面质量的关键。

圆郾细纱断头与产量　细纱断头后锭子在空转，因此，细纱断头越多，锭子的有效运转时间就越短，直接影响到细纱机的生产效率和产量。

猿郾细纱断头与劳动生产率　细纱断头增加后，由于接头次数及绕胶辊、罗拉的现象增加，挡车工负担加重，致使挡车工看台面受到限制，从而影响到劳动生产率的提高。

细纱断头率的大小，同纺织厂的机械设备状态是否正常、工艺设计是否合理、温湿度控制是否得当、运转管理是否健全及挡车工的操作技术是否过硬等有直接关系。因此，细纱的断头率能综合反映出一个企业的生产技术和管理水平。

（二）细纱断头分类及断头规律

员郾细纱断头的分类　细纱断头按照其产生部位的不同，一般可概括为成纱前断头与成纱后断头两大类。成纱前断头是指在前罗拉纺出纱条之前的断头，一般发生在喂入部分和牵伸部分，如粗纱退绕断裂、空粗纱、集合器飞花阻塞、牵伸须条跑出集合器、皮圈内积花、绕胶辊、绕罗拉等原因造成的断头。成纱后断头是指从前罗拉至管纱这段纱条在加捻卷绕过程中发生的断

头。造成成纱后断头的主要原因有 加捻卷绕机件不正常（如锭子振动、跳筒管、钢丝圈楔住、热磨损飞圈等）、气圈形态不正常、操作方法不良、断头吸棉装置出现故障、温湿度掌握不好、原料波动大、工艺设计不当、半制品结构不良等。为了把断头率降低到最低限度，必须从本质上掌握断头的原因并加以分析解决。

圆圆细纱断头的基本规律　前罗拉至导纱钩之间的纺纱段所具有的强力称为纺纱强力。在纺纱过程中，当纱线某断面处的强力小于作用在该处的张力时，就会发生断头，因此断头的根本原因是强力与张力的矛盾。如图 员远原远所示为中特纱纺纱张力 栽泽和纺纱强力 孕泽的实测变化

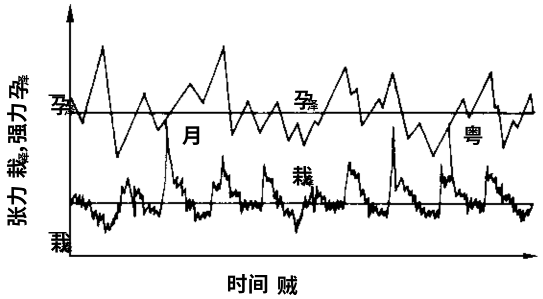


图 员远原远　纺纱强力 孕泽与纺纱张力 栽泽的变化曲线

曲线。从图中可以看出，纺纱张力平均值 栽泽比纺纱强力平均值 孕泽小得多，因此断头机会是很少的。尽管纺纱时纺纱张力和纺纱强力各自按其本身的规律波动，但并不一定不会发生断头。当某一瞬间作用在纱线上某一点的张力大于该点的动态强力时，即发生断头（如图 员远原远中的 粤 月两点）。这就说明断头主要发生在张力与强力两者波动中波峰与波谷的交叉点，而不在于它们平均值的大小。因为平均张力总是比平均强力小得多。在一般情况下，平均张力约为平均强力的 员辕远～员辕愿 由于张力和强力值存在波动，所以当平均纱线张力增加和平均动态强力降低，且两者数值靠近时，就会增加两者波峰波谷交叉点的概率，亦即使断头的概率增加。如果张力、强力波动范围减少，特别是降低张力较高的波峰值或提高强力较低的波谷值，使两者的平均值靠近些，断头仍可能稳定，甚至有可能减少。所以降低断头率的主攻方向是控制、稳定张力和提高纺纱强力、降低强力不匀率这两个方面，尤其是减少突变张力和强力薄弱环节，以减少张力与强力波峰波谷交叉点的概率。

在正常生产中出现的一些断头规律和张力、强力这两因素有着密切的关系。在正常条件下，由于人为操作因素断头和意外因素断头可以尽量避免，因此成纱前断头应该是较少的，断头主要是成纱后的断头。实践证明成纱后的断头有以下规律：

（员一落纱中断头分布，一般是小纱断头最多，约占 缘园豫，中纱断头最少，约占 圆园豫，大纱断头多于中纱，约占 猿园豫。

（圆成纱后断头部位较多地发生在纺纱段（称为上部断头），在钢丝圈至筒管间的断头（称为下部断头）出现较少，但当钢领与钢丝圈配合不当时，会引起钢丝圈的震动、楔住、磨损、烧毁、飞圈等，使下部断头有所增加。一般情况下，断头发生在气圈部分的机会是很少的。

（猿在正常生产情况下，绝大多数锭子没有断头，在少数个别锭子上会出现重复断头。

（源随着锭速增加，卷装增大，张力也随着增大，断头一般也随之增加。

二、纱线张力与细纱断头

(一) 气圈形态与断头

员援气圈凸形过大 气圈形态与断头关系密切，当气圈凸形过大（即 赠皂葬曾过大）时，气圈的最大半径超过隔纱板间距，引起气圈猛烈撞击隔纱板，这不仅刮毛纱线，而且会引起气圈形态的急剧变化，使钢丝圈运动不稳定，容易产生楔住断头和飞圈断头。

当气圈顶角 α园过大（见图 员员原园），纱线上有较大的粗节或结杂通过时，气圈顶部会出现异常凸形，纱线易被擒纱器缠住，从而造成气圈断头。气圈凸形过大的现象以小纱时较为严重。

圆援气圈凸形过小 在张力过大的情况下，气圈凸形过小，断头后接头时拎头重，操作困难。小纱时，当导纱钩与筒管间的距离较小时，由于气圈顶角 α园过小，容易引起气圈顶部纱段与筒管顶部摩擦而断头。大纱时气圈更趋平直，失去气圈对张力波动的弹性调节能力，此时若出现突变张力，容易引起纱线通道与钢丝圈磨损缺口交叉，造成下部断头，或突变张力迅速传递到纺纱段弱捻区，引起上部断头。

猿援稳定气圈形态，减少细纱断头 由以上分析可知，气圈凸形过大或过小都是不利的。小纱时气圈形态容易过大，大纱时气圈形态容易过小，只有中纱时气圈形态适中，纺纱张力小而稳定，能充分发挥气圈形态对张力波动的调节能力。因此，要减少大、小纱时的断头，就应使大、小纱时的张力和气圈形态尽可能向中纱靠拢，即在纺小纱时应尽量压缩最大气圈高度 匀皂葬曾，使管底完成阶段卷绕大直径时，气圈不撞击隔纱板，又不使管纱始纺时，气圈顶部纱段与筒管头发生接触摩擦，如图 员员原苑所示。

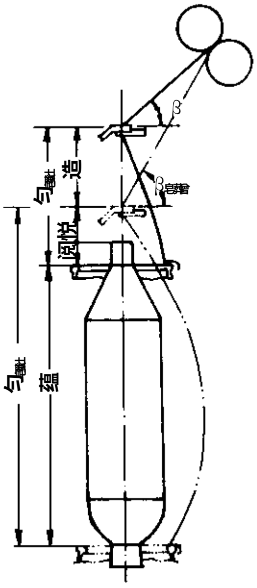


图 员员原苑 气圈高度

一落纱的最大气圈高度 匀皂葬曾（皂皂）为：

匀皂葬曾越蕴垣阅垣悦　（员员原员远）

式中：蕴——卷装高度，皂皂；

阅——满管时卷绕锥面顶点至管头距离，皂皂；

悦——筒管头至导纱钩的距离，皂皂。

由上可知，为保持卷装有足够的容量，压缩最大气圈高度 匀皂葬曾只能尽量压缩（阅垣悦）的大小。在实际生产中，为了防止冒头纱，阅值不能过小，一般为 员园皂皂左右，悦值大小以气圈纱段与筒管头相切为准，一般可小到 员园～员缘皂皂。

压缩小纱最大气圈高度，必然导致大纱时因气圈高度不足而造成气圈底角 α砸过大，使大纱断头增加。为了维持大纱必要的气圈形态，就必须使导纱钩有足够的动程。由图 员员原苑可知，一落纱最小气圈高度 匀皂蚤灶为：

匀皂蚤灶越造垣阅垣悦　（员员原员苑）

式中：造——导纱钩升降动程，皂皂。

在（阅垣悦）尺寸已定的情况下，放大 匀皂蚤灶主要体现在增大导纱钩升降全程 造上，利用导纱钩的升降来兼顾大、小纱对气圈高度的要求。

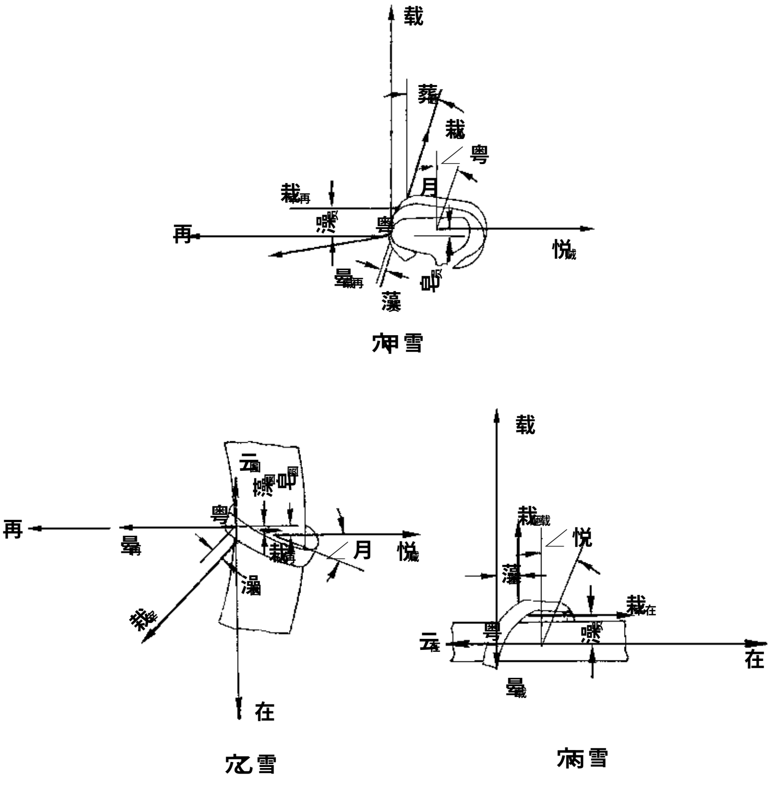
导纱钩升降全程 造或最小气圈高度 匀皂蚤灶再放大些，尽管对降低大纱小直径部位的断头有

利,但导纱钩的全程 造受到导纱角的最大值β宅孳和最小值 β宅蓥的限制,不能任意加大。

(二) 突变张力与细纱断头

生产实践表明,钢丝圈的倾斜运动受阻 (即几何楔) 是造成纱线张力突变、增加细纱断头的主要原因之一。钢丝圈之所以会产生倾斜运动,主要是由于作用在钢丝圈上的各个力对钢丝圈在钢领上的支持点所产生的合力矩时刻在变动,从而导致了钢丝圈的倾斜运动。

员郾钢丝圈的倾斜运动规律　钢丝圈在钢领上运行时呈倾斜状态,完全取决于它在运行中的受力条件。如图 员远原愿所示,这些力主要是钢丝圈的离心力 悦贼气圈底部张力 栽砸纱线的卷绕张力 栽憎钢领对钢丝圈的反力 晕及钢领对钢丝圈的摩擦阻力 云,并以各个方向作用于钢丝圈的不同部位。因钢丝圈的支持点在与其钢领接触处 粤,这就有 悦贼栽砸和 栽憎三个力对支持点 粤的力矩平衡问题。下面将对子午面、水平面和横截面的力矩进行分析。



冲雪

宄雪　　　　痫雪

图 员远原愿　钢丝圈的力矩分析

在子午面 (载粤再平面) 上,如图 员远原愿(甲) 所示,有作用于钢丝圈中心位置的离心力 悦贼以及纱线卷绕张力的分力 栽憎憎和气圈底部张力 栽砸,它们对接触点 粤分别产生力矩 悦贼·皂员、栽憎憎·澡员和 栽砸·藻员。力矩 悦贼·皂员欲使钢丝圈外倾,力矩 (栽憎憎·澡员垣栽砸·藻员) 欲使钢丝圈内倾。钢丝圈在发生倾斜前,因前一个力矩大于后两个力矩之和,则迫使钢丝圈外倾,并降低钢丝圈的重心位置,直至力矩达到平衡。外倾角的大小用∠粤来表示。

在水平面 (再粤在平面) 上,如图 员远原愿(乙) 所示,在力矩 (栽憎·澡圆原栽砸憎·藻圆) 的作用下,使钢

丝圈外脚超前，产生水平倾斜运动。外脚超前后，离心力 悦贼对接触点产生力矩 悦贼·皂圆，使钢丝圈在水平面上某种倾斜状态时达到与力矩（栽愒·澡圆原栽愒匸·藻圆）的平衡。超前角的大小用∠月来表示。

在横切面（载粤在平面）上，如图 员员原愿（丙）所示，力矩 栽愒匸·澡员使钢丝圈背部前倾。但钢丝圈背部前倾后，就产生另一个力矩 栽哂曾·藻圆与之相平衡。前倾角的大小用∠悦来表示。

圆郾钢丝圈的倾斜角与断头　在实际运转过程中，钢领板一次升降及一落纱间，钢领位置的变化必然引起卷绕张力 栽愒、气圈底部张力 栽哂、钢丝圈离心力 悦贼诸力的大小、方向和作用点的变化，使得钢丝圈在上述三个平面内的倾斜角∠粤∠月和∠悦也是不断变化的，以达到对支承点 粤的作用力矩处于动平衡状态。因此，在卷绕不同部位以及卷绕直径改变时，钢丝圈三向倾角的大小变化频繁，钢丝圈在钢领上运行也变化无常，从而产生倾斜、跳跃、摆动，如图 员员原怨所示。

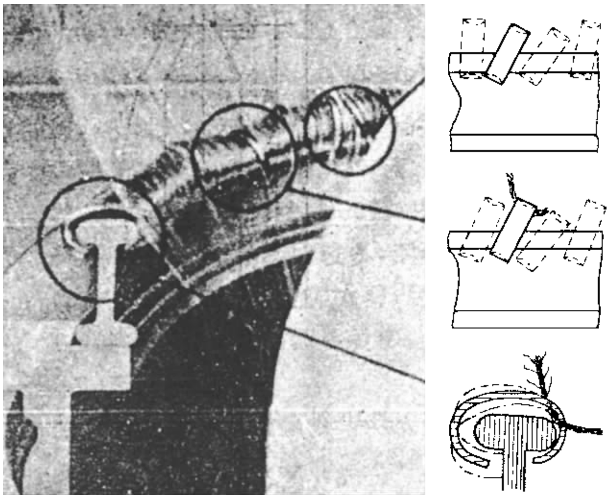


图 员员原怨　钢丝圈跳跃运行

根据不同的卷绕直径和气圈高度，通过力的平衡分析，可以得到钢丝圈三向倾角达到最大值的部位是：外倾角 粤和前倾角 悦在管底成形刚完成时的大直径处；超前角 月在卷绕大纱小直径处。

当外倾角 粤过大时，钢丝圈外脚碰钢领外壁，使钢丝圈抖动、顿挫、瞬时楔住，引起突变张力，造成楔住断头。

当超前角 月过大时，会造成钢丝圈的内脚碰内壁、外脚碰外壁，使钢丝圈瞬间楔住而造成断头。

前倾角 悦过大时，纱线通道变小，不畅通，易积飞花，从而增加通道阻力，造成拎头重，接头困难。当有较大粗节通过时，纱条在钢领顶面轧住，引起突变张力，产生断头。

（三）钢丝圈的热磨损和飞圈断头

钢丝圈在钢领跑道上的线速度一般都在 猿园～源园皂辕泽之间，这样高速度的回转，使钢丝圈产生的离心力约为钢丝圈重力的 苑园园园倍，而钢丝圈与钢领的接触面积又很小，因此钢丝圈对钢领

的接触压强就相当大。钢丝圈在钢领上高速滑动摩擦，局部会产生大量热量，若不及时散热，钢丝圈就局部退火软化，磨损使钢丝圈飞掉，称飞圈断头。

把经过一段时间运转后的钢丝圈取下，并在显微镜下观察其内脚磨损情况，如图 员远原员园所示。

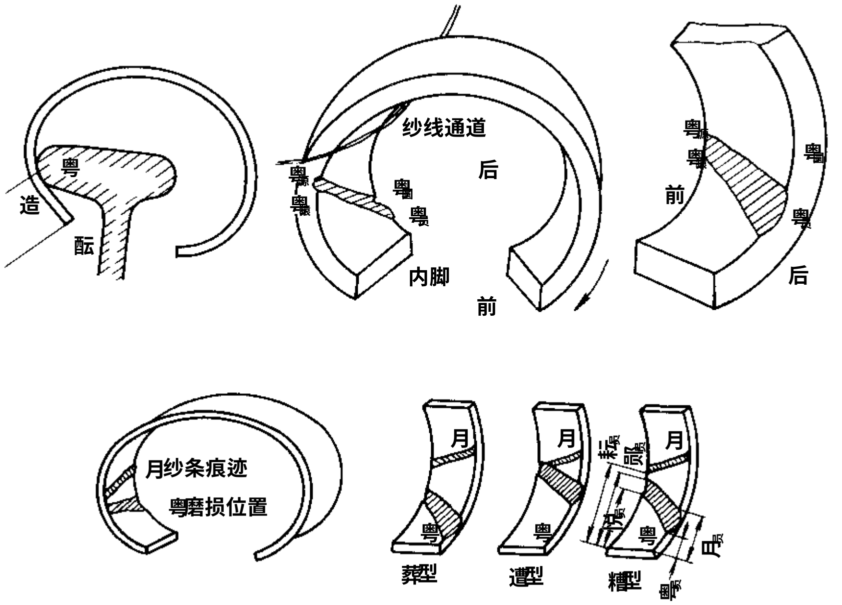


图 员远原员园 钢丝圈磨损及纱线通道

从实况观察可以看出，粤$_{员}$、粤$_{圆}$、粤$_{猿}$、粤$_{源}$为钢丝圈内脚磨损部位，磨损部位上面有纱线通过的纱道痕迹，从磨损情况看：

(员) 粤$_{圆}$处最深，粤$_{员}$处浅，粤$_{源}$处深，粤$_{猿}$处浅，说明钢丝圈外脚向外倾斜。

(圆) $\widehat{粤_{员}粤_{圆}}$处比$\widehat{粤_{猿}粤_{源}}$处磨损面积大而且深度深，这说明钢丝圈外脚前倾。

(猿) $\widehat{粤_{员}粤_{圆}}$磨损部位比$\widehat{粤_{猿}粤_{源}}$低，说明钢丝圈背面向前倾一个角度∠悦。

前倾角∠悦过大不仅使纱线通道变小，而且还会引起纱道与磨损缺口交叉产生割断头。

在提高钢丝圈线速度时，飞圈断头激增。那么，如何改善钢丝圈的散热性能，减少飞圈断头，这是高速大卷装的重要问题之一。高速滑动摩擦会产生大量的热量，速度愈高，热量也愈大。钢丝圈的摩擦热量，一部分传向钢领，另一部分沿钢丝圈本身分别向上传向外脚和向下传向内脚。钢领上的摩擦接触点分布于钢领跑道全周，且不断随钢丝圈运动而变换，因此热容量大，散热快，温升不高。而钢丝圈的摩擦接触点是局限在很小范围内变化的，且钢丝圈本身细而体积小，热容量很小，尤其是内脚部分，更是短小而且热量也不易散失，使运转中钢丝圈在接触处局部温度显著提高，容易造成局部退火、软化、迅速磨损而飞脱，形成断头。要使钢丝圈运行中温升不要太高，即减少热磨损，就要提高钢丝圈的散热能力。采取的办法是在钢丝圈的圈形设计和选用钢丝线材时应增加钢丝圈与钢领的接触面积，减少压强，在同样截面积时，应增加钢

丝圈的截面周长，或在同样的体积时，应增加表面面积，以增加钢丝圈的散热空间；钢丝圈内脚与钢领接触点下方脚的长度不要过短，以增加散热体积（采用钢丝圈接触点上移的方法）；钢丝圈表面镀镍，增加耐磨等。

钢丝圈选定后，要维持发热与散热平衡，不使钢丝圈内脚温升过高，钢丝圈速度（锭速）与钢领直径必须相互制约。也就是说，要提高锭速，则钢领直径要缩小；加大钢领直径，则锭子速度要降低。

（四）钢领衰退与细纱断头

新钢领上车经过一段时间运转，会出现气圈膨大、纱线发毛、断头显著增加，不能继续高速运转的现象，称为钢领高速性能衰退，简称钢领衰退。衰退出现的早晚与钢领处理时的淬火质量、锭速、钢领边宽、钢丝圈号数和卷装大小等密切相关。由于衰退钢领跑道的摩擦系数降低较多，使得气圈膨大，猛烈撞击隔纱板，气圈形态变化剧烈，张力波动大，断头增加。这种因气圈膨大而产生的断头，生产上称为气圈炸断头。由于同台车各个钢领衰退的程度不一样，有时差异很大，给工艺设计、气圈控制带来很大困难。

热处理良好的钢领，经半年左右运转后，几何形状无显著变化，但仔细观察衰退钢领跑道的表面状态，可以看到表面有光亮斑点，这是由于摩擦热而产生的金属熔结，该熔结破坏了钢领的麻砂面，使摩擦系数减退，这种衰退钢领可以修复，主要是去除其表面的光亮斑点，使它恢复稳定的摩擦系数值。修复后的钢领尽管可重新获得麻砂面，并仍能维持其高速性能，但寿命逐次缩短。

三、强力与断头

在细纱加捻卷绕过程中，大部分断头发生在导纱钩至前罗拉的纺纱段上，因该段为强力弱环，或因有过大的突变张力，使其强力低于波动的纺纱张力而引起断头。从动态强力的测定结果得知，纱线的动态强力比管纱强力低得多，所以提高纱线的动态强力有着较大的潜力，对降低细纱断头有着十分重要的意义。

（一）加捻三角区的纱条强力

长期生产实践证明，导纱钩上方纱线的断头大多发生在加捻三角区，这说明纱线动态强力的大小取决于加捻三角区的纱条强力。要提高纱条的动态强力，就应提高加捻三角区的纱条强力。被罗拉钳口握持的须条中，大部分纤维已伸入到被加捻的纱线内，承担纱线上所加的张力；而小部分纤维的头端还在加捻三角区内，它们不分担纱线承受的张力。三角区纱条断裂时，主要是部分纤维由于罗拉握持力不足，从前罗拉钳口中滑出；或是纱线的捻度太小，从已被加捻的纱线中滑出；或是纤维断裂；或是三种情况同时发生。由于纺纱过程中纱线断裂发生在某一瞬间内，很难观察到纤维发生断裂或滑脱的现象。但根据该处纱条断裂的强力分析，每根纤维平均分担的强力只有 [illegible] 左右，因此，纤维断裂的可能性是很小的。从上部断头后留在纱管上的纱尾形态（细而长）可以判断，三角区内的纱条断裂（断头）主要是纤维滑脱所致。但纤维究竟是从罗拉钳口中滑出还是从纱条中滑出而造成纱条断裂，还应视工艺条件而定。

（二）增加弱捻区纱段的捻度

试验表明，纱线上的捻度分布从钢丝圈到前罗拉钳口是逐渐减少的。这是由于钢丝圈回转产生的捻回，首先传递到气圈，然后经导纱钩向前罗拉钳口传递。在捻回传递过程中，导纱钩对

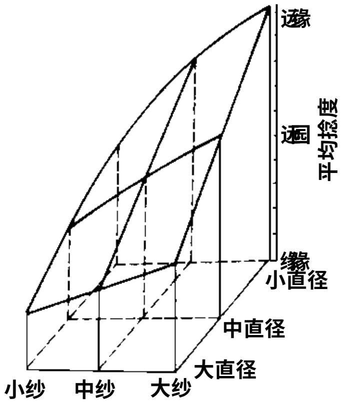


图 员园原员员 纺纱移动态捻度与卷绕直径大、中、小纱的关系

纱线产生的摩擦阻力所引起的捻陷和捻回传递的滞后现象，使纺纱段的捻度 贼泽 逐渐有所减少。曾对一落纱的 贼泽 进行实验测定，其结果如图 员园原员员 所示。由图可知：

(员)一落纱过程中，卷绕直径 凿曾 的变化和大、中、小纱对 贼泽 都有显著影响，其中 凿曾 影响较大。

(圆)一落纱过程中，小纱卷绕大直径时，贼泽 最小，比管纱平均捻度 贼皂 要少 圆园豫 左右，致使纺纱段强力明显降低，这也是小纱管底完成阶段卷绕大直径时断头较多的原因之一。

基于以上一落纱过程中纺纱段捻度的分布情况，在进行机器设计时，应合理选择导纱角的最佳范围，以便有利于捻回的传递。导纱角 β 过小，纱条在导纱钩上的包围弧大，捻陷严重，纺纱段捻度少；导纱角 β 过大时，纺纱段过长，也使得纺纱段的捻度减少。所以，一般认为最大导纱角（即管纱始纺时的导纱角）β皂葬曾 以不超过 苑园毅 为宜。

(三) 减少无捻纱段长度

如图 员园原员圆 所示，纱条在罗拉上的包围角 γ、导纱角 β 及罗拉座倾角 α 三者之间的几何关系为：

$$\angle\gamma \text{越} \angle\beta \text{原} \angle\alpha \qquad (员园原员愿)$$

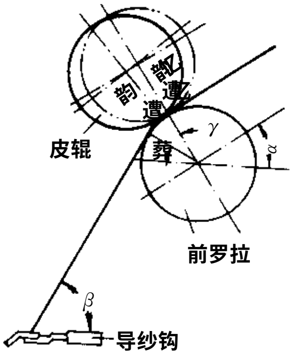


图 员园原员圆 皮辊前冲与罗拉包围弧

罗拉包围角 $\angle\gamma$ 的大小影响加捻三角区的无捻纱段长度，即影响罗拉钳口握持的须条中伸入已加捻的纱线中的纤维数量和长度，它是对纺纱动态强力颇有影响的参数之一。由式(员园原员愿)可知，要减小 $\angle\gamma$ 就必须减小导纱角 $\angle\beta$ 或增大罗拉座倾角 $\angle\alpha$。但 $\angle\alpha$ 过大，会给接头操作带来不便，所以在实际生产中，在 $\angle\beta$ 与 $\angle\alpha$ 已定的条件下，一般采用皮辊前冲的方法来减少包围弧长度，即从 $\overset{\frown}{\text{葬遭忆}}$ 减少为 $\overset{\frown}{\text{葬遭}}$。但皮辊前冲与缩短浮游区长度有矛盾，因为皮辊前冲过大不仅会影响牵伸效率，也会影响罗拉加压的有效分力，所以，一般皮辊的前冲量为 圆~猿皂皂。

(四) 增加前罗拉对须条的握持力

根据一落纱或卷绕大小直径的纺纱段捻度试验，在大纱卷绕小直径时，纺纱段的捻度一般较大，此时，动态强力也较高，从理论上来讲，此阶段上部断头应较少，但实际上大纱断头要比中纱多，其原因一方面是张力方面的原因，另一方面是由于罗拉握持力小于管纱单纱强力而使纤维从前钳口滑脱的缘故。因此，增加罗拉握持力对降低断头有着现实的意义。

断头因素很复杂，它除与张力、强力有密切关系外，原料的性能、工艺管理水平、车间的温湿度等对细纱断头都有影响，在实际生产中，也应加以注意。

四、卷装容量与断头分析

我国细纱的单产水平早已列入世界先进水平，但劳动生产率与国际先进水平相比还存在着较大差距。增大卷装是提高劳动生产率的有效措施之一，但必须保持较低的细纱断头，只有这样才能保证获得提高劳动生产率的效果。

细纱卷装容量对细纱和络筒工序的生产效率影响很大。目前我国细纱卷装容量偏小，从而使得落纱换管频繁，这样不但用人多，而且劳动强度大。因此，适当增大卷装尺寸意义十分重大。

增大卷装时，需要考虑的因素很多。一方面要考虑到提高劳动生产率后的有利因素，另一方面也要考虑到增大卷装后，纱线张力增大、断头较多、动力消耗增加等不利的因素。所以，必须结合经济效益和生产技术等实际条件来合理选用卷装尺寸。

(一) 增大卷装与断头分析

在维持原有锭速水平的条件下增大细纱卷装，首先遇到的是断头问题。无论是增加筒管长度，还是加大钢领直径，或者两者同时增大，都会造成细纱断头增多。这主要是一落纱中大、中、小纱在卷绕大、小直径时，纱线的张力波动、气圈的形态变化以及钢丝圈的线速度增加所造成飞圈、缩短钢领寿命的问题都突出了。

根据气圈的最大半径的关系式 赠$_{\text{皂葬曾}}$越$\frac{\text{砸}}{\text{泽}\alpha\text{匀}}$可知：

(贠若 α、匀不变，即锭速、张力和气圈高度不变，当钢领半径增加时，则气圈最大半径将按钢领直径比例增加。

(圆若钢领半径和 α 不变，则小纱时气圈高度在 π辕 跃匀跃 π辕α 的范围内，匀越大，则气圈最大半径也越大。

因此，增大卷装尺寸，将使气圈凸形增加，锭距也要相应增大。在锭距受到限制时，必然要加重钢丝圈使气圈的最大直径不超过隔纱板的间距，这样纺纱张力增加较多。增加筒管长度，加大了最大气圈高度，使小纱阶段的张力增加较多；加大钢领直径，卷绕小直径时张力增加较多。特别是加重钢丝圈后，在大纱卷绕小直径部位，气圈形态更为平直，更易造成大纱断头。因此，增大卷装时，断头绝大部分集中在大、小纱部位。

(二) 增大卷装与减少断头

增大卷装后，减少断头的措施，除上一节所述措施外，还应考虑以下几个方面。

员圆适当增大筒管直径　增大筒管直径，使筒管与钢领的直径比 (凿$_{\text{圆}}$辕凿) 也增大，根据式 (员员原员圆)，卷绕小直径时，纱线上的张力随拉力角 $\angle\gamma$ ($\angle\gamma$ 越蚤灶凿$_{\text{圆}}$辕凿) 增大而减小，缓和了大、小纱卷绕小直径时因纱线张力大所引起的断头过多的矛盾。但筒管直径不能增加太多，否则会对卷装容量有影响。

圆圆适当放大最小气圈高度　如果增大卷装后，大、小纱时的断头都增加较多，此时首先要考虑减少大纱的断头。为了减少大纱断头，可适当放大最小气圈高度，但这样可能会影响小纱的断头。由于目前仍采用人工接头，高速大卷装在大纱断头后拔管困难。因此，在实际生产中宁可使小纱断头多一些，然后再用其他措施解决小纱断头。

猿圆采用全封闭式长隔纱板　高速大卷装后，管纱在机台上回转气流增大，气圈也较大，因

此相邻两锭之间相互干扰的程度也随之增加。采用全封闭式长隔纱板可用来隔绝相邻两气圈的相互干扰，避免在断头的管纱上纱尾影响相邻两锭的正常纺纱，对降低细纱断头有一定的效果。

五、采用新技术与降低断头

(一) 锭子变速传动

锭子变速传动是减少断头和均衡一落纱过程中断头分布的有效措施。锭子在恒速传动时，一落纱的断头分布是小纱最多，大纱次之，中纱最少。而小纱断头高，限制了锭速的提高，中纱的锭速潜力得不到发挥，从而影响了机器生产效率的提高。因张力与锭速的平方成正比，若大、小纱采用较低的锭速，中纱采用较高的锭速，就会均衡张力和断头分布，但又不改变原有的气圈形态。除大、小纱变速外，还可以采用逐层变速的调速方法，如图 员圆原员猿所示。但这种形式设备费用大，管理较为复杂。

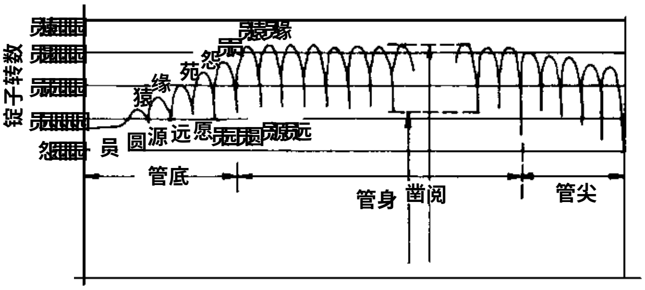


图 员圆原员猿 锭子变速

(二) 采用气圈控制环

当筒管长度增加时，如不加重钢丝圈，则气圈的最大直径就增加，当 匀增加到 匀≥π辕 时，就会出现气圈崩溃或出现有节气圈而导致断头。因此，在不同气圈张力条件下，匀皂葬曾有极限值。要使气圈张力小，就必须减小气圈高度。如果用气圈环把一个气圈分成两个小气圈，这两个小气圈的性质和完整的大气圈完全一样，如图 员圆原员源所示。由于 匀皂葬曾的减小，可以采用较大的 α 值，这样就能使纱线张力减小，而达到较大管纱容量 (长度) 的目的。同时，不仅能减少断头，还可以降低卷装动力消耗。但由于气圈环的应用会带来机构复杂和接头操作不便，尤其是大纱阶段接头困难。所以，一般当纱特较粗、锭速较高、卷装较大时，才考虑使用气圈环。

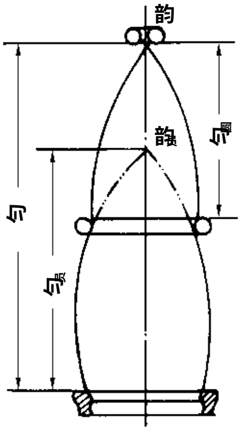


图 员圆原员源 使用气圈环时的气圈形态

(三) 锥面钢领

锥面钢领是环锭细纱机上的一项技术革新，是实现高速和增大卷装直径的有效措施。目前生产上使用较广的锥面钢领和与其相配套的钢丝圈如图 员圆原员缘所示，它的单产要比平面钢领增加 圆豫，且断头也低。

锥面钢领主要是断面的几何形状有重大改变，其特点如

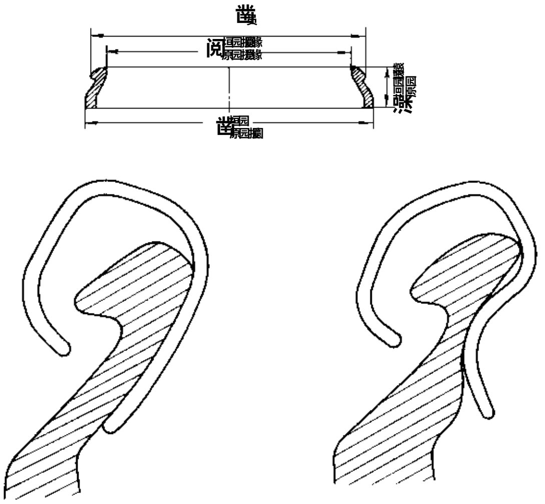


图 员远原猿缘 锥面钢锁与钢丝图

下：

(员锥面钢领内跑道的几何形状为双曲线的近似直线部位或为多圆弧组成。内跑道与水平面呈一定倾角，配用薄弓型或瓦楞型断面的不对称的钢丝圈。因钢丝圈在钢领内跑道上近似直线接触，所以有以下优点：

①高速运转中，钢丝圈的倾侧有较大的自由度，具有良好的抗楔性能，有利于钢丝圈运转平稳、减小纱线张力峰值、降低纱线楔住断头。

②增加了钢丝圈接触长度，加大了钢丝圈与钢领的接触面积，降低了压强，减少了磨损，有利于增加钢丝圈、钢领的使用寿命。

③增加了钢丝圈对气圈的控制能力，提高了气圈形态的稳定性，有利于减少管底成形部位发生的气圈炸断头。

(圆钢丝圈与钢领的接触磨损位置，近似于中间部位，离内、外脚两端的距离均较长，提高了钢丝圈的散热能力，降低了钢丝圈热磨损和割断头与飞圈断头。

锥面钢领结构简单、有效、断头水平稳定，有较为广阔的使用前景。但锥面钢领的研究和实践时间较短，有关锥面钢领的几何形状和主要参数与纺纱性能的关系有待于进一步探讨。

(四) 回转钢领

高速大卷装中所引起的热磨损而导致的割断头和飞圈断头常成为主要矛盾之一。空气轴承回转钢领是利用空气轴承摩擦系数小的特点，在加捻卷绕过程中，通过钢丝圈对钢领的摩擦作用力，带动钢领回转，从而减小钢丝圈与钢领的相对速度，减小摩擦及钢丝圈发热，以达到增大卷装的目的。

六、降低细纱断头的日常性基础工作

在细纱高速生产中，除了从张力和强力两个方面降低断头外，对于棉纺织厂来讲，更重要的是，还必须加强日常性的机械、操作、工艺、原料以及温湿度等方面的管理工作。机器速度越高，对这些方面的工作要求也越严格。

㈠ 加强保全保养工作，改善设备状态

设备是生产的基础，加强设备管理是企业实现优质、高产、低耗的重要途径。机械状态正常与否对断头的影响较大，有时甚至是断头多的主要因素。这种断头主要表现为重复断头，即少数锭子在一落纱过程中出现多次断头，因此，这些锭子的管纱绕纱量较少，故管纱直径比一般要小。由于机械状态不良所引起的断头主要有以下几种情况：

(员歪锭子即锭子与钢领不同心。

(圆导纱钩松动或眼孔未对准锭子中心。

(猿导纱钩起槽或发毛。

(源钢领起浮。

(缘钢领板和导纱钩的升降柱（大、小羊脚）与轴承间的间隙过大，升降时出现晃动，或其间有飞花阻塞，升降时出现顿挫或停滞现象。

(远隔纱板歪斜以及少数锭子振动过大、跳筒管或钢领的跑道毛糙。

以上这些情况都会直接或间接地产生突变张力而造成断头。因此，必须十分重视机器的经常性保全保养工作，严格执行大、小修理、校锭子、揩车和预防检修的周期，不断提高机器的平修质量，同时，还应及时排除机器上的细小毛病，减少断头。

㈡ 加强运转管理，提高操作水平

高速生产应抓住工作的预见性和计划性。挡车工在小纱时要多巡回，多做接头工作；中纱时断头少，要多做清洁工作，以减少飞花断头；大纱时应做好落纱前的准备工作。同时，在断头多时，也要分轻、重、缓、急处理各种断头，掌握先易后难，先解决飘头、跳筒管，然后接一般断头，做到减少断头时间，提高机器运转效率。

㈢ 加强原棉和工艺管理

配棉时应根据原棉的物理机械性能与成纱质量的关系，合理使用原棉。对有的地区长期稳定配棉成分有困难，批与批之间原棉性质差异较大，或工艺上的变动对断头影响较大时，应加强试纺工作，以避免过多的断头。

㈣ 加强细纱温湿度管理

温湿度调节不当，会引起粗纱与细纱的回潮率不稳定。如果温度高、湿度大，则水分易凝结在纤维表面，棉蜡容易融化，破坏牵伸均匀，须条容易绕胶辊与罗拉，增加断头。温度低、湿度小，牵伸时纤维因扩散，也易产生静电，使成纱毛羽增加，条干、强力下降，也会产生绕胶辊与罗拉现象而增加断头。因此，细纱车间温度以圆园～猿园益为宜，相对湿度一般掌握在缘园豫～远园豫之间。

㈤ 适当提高吸棉装置的真空度

适当提高吸棉装置的真空度，可以提高断头的吸入率，减少细纱飘带断头的概率，减少缠罗拉、缠胶辊现象，从而减少细纱断头。

参 考 文 献

1. 于修业等. 纺纱原理. 北京:中国纺织出版社,1994
2. 陆再生等. 棉纺工艺原理. 北京:中国纺织出版社,1994
3. 中国纺织大学棉纺教研室. 棉纺学上、下册. 北京:纺织工业出版社,1990
4. 上海纺织高等专科学校纺纱教研室. 棉纺工程(上、下册). 北京:纺织工业出版社,1989
5. 顾菊英等编. 棉纺工艺学(上、下册). 北京:中国纺织出版社,1998
6. 姚穆等. 纺织材料学. 第二版. 北京:纺织工业出版社,1990
7. 祝柏荣. 自调匀整装置. 北京:纺织工业出版社,1986
8. 西北纺织工学院毛纺教研室. 毛纺学(上、中、下册). 北京:纺织工业出版社,1981
9. 任家智. [illegible]型多包混棉机时差混和分析. 棉纺织技术,2000
10. 任家智. 当代棉精梳机发展趋势的研究. 纺织机械,1996
11. 谢春萍等. [illegible]精梳机工艺参数的分析讨论. 上海纺织科技,1996
12. 徐亚美. 股线结构分析. 纺织学报,1990

棉纺专业书目

书　　名	类　别	作　者	定　价(元)
棉纺手册(合订本)	工具书	本书编写组	[illegible]
纺织纤维鉴别手册	工具书	李青山	[illegible]
电容式条干仪波谱分析实用手册	工具书	肖国兰	[illegible]
棉纺工程(上)	本科教材	上海纺专	[illegible]
棉纺工程(下)	本科教材	上海纺专	[illegible]
棉纺工艺原理	本科教材	陆再生	[illegible]
棉纺设备	本科教材	陆再生	[illegible]
棉纺织工厂设计	本科教材	钱鸿彬	[illegible]
现代棉纺技术基础	本科教材	刘国涛	[illegible]
纺织工艺学概论(上)	本科教材	于新安	[illegible]
纺织工艺学概论(下)	本科教材	于新安	[illegible]
纺织厂空调工程	本科教材	陈民权	[illegible]
纺织厂空气调节(第二版)	本科教材	郁履方	[illegible]
纺纱机械	本科教材	周炳荣	[illegible]
棉纺概论(二版)	中专教材	唐俊武等	[illegible]
棉纺工艺学(二版)上	中专教材	顾菊英等	[illegible]
棉纺工艺学(二版)下	中专教材	顾菊英等	[illegible]
纺纱比较教程	中专教材	赵金芳	[illegible]
纺织厂空调与除尘	中专教材	严立三等	[illegible]
棉纺基础(上)第二版	技工教材	本书编委	[illegible]
棉纺基础(下)第二版	技工教材	本书编委	[illegible]
棉纺(第三版)	工人读物	刘樾身等	[illegible]
引进纺织设备值车工作法	工人读物	陕西省纺公司	[illegible]
转杯纺纱机的使用与维修	工人读物	马克永	[illegible]
粗纱保全(第二版)	工人读物	陈洪祥	[illegible]
纤维检验	生产技术	沙建勋	[illegible]
[illegible]型精梳机的使用与维修	生产技术	周金冠	[illegible]
[illegible]型棉纺环锭细纱机保全图册	生产技术	经纬纺机	[illegible]
纺织测试仪器机电一体化	生产技术	孙文秋等	[illegible]
现代纺织复合材料	生产技术	黄　故	[illegible]
粗纱机结构原理与使用维护	生产技术	天纺机研究所	[illegible]
关键纺纱器材	生产技术	荆　越	[illegible]
纱疵分析与防治	生产技术	胡树衡等	[illegible]
棉纺试验(第二版)	科普读物	刘荣清等	[illegible]
新型纺织原料	科普读物	陈运能等	[illegible]

新型纺纱	科普读物	刘国涛等	员远援园园

纺织染专业通用书目

书　　　名	类　别	作　者	定　价(元)
商检英汉 猿园园园 词	工具书	本书编写组	圆远援园园
英汉纺织工业词汇(合订本)	工具书	本书编写组	缘远援园园
汉英纺织词汇	工具书	曹　瑞主编	愿远援园园
纺织原料手册(棉分册)	工具书	本书编写组	缘远援园园
日汉纺织工业词汇	工具书	本书编写组	远园援园园
德汉纺织工业词汇	工具书	本书编写组	愿援缘园
俄汉纺织工业词汇	工具书	本书编写组	怨援缘园
纺织工业企业设备管理制度(上)	工具书	本书编写组	猿远援园园
纺织工业企业设备管理制度(下)	工具书	本书编写组	猿愿援园园
纺织物资大全(上)	工具书	本书编写组	愿缘援园园
纺织物资大全(下)	工具书	本书编写组	愿远援园园
纺织品大全(合订本)	工具书	上海纺工局	远园援园园
现代纺织词典	工具书	安瑞风主编	猿缘援园园
织物词典	工具书	本书编写组	远缘援园园
纺织行业联系册	工具书	本　社编	圆源远援园园
纺织企业管理手册(第二版)	工具书	本书编写组	猿园援园园
现代纺织企业管理	本科教材	孙景奎等	员圆援园园
测色及电子计算机配色	本科教材	董振礼等	员缘援园园
纺织材料学	本科教材	姚　穆	圆愿援园园
纺织材料实践教程	本科教材	赵书经	圆员援园园
简明纺织材料学	本科教材	李亚滨	员愿援园园
纺织材料学(专科)	中专教材	姜　怀等	圆怨援园园
纺材实验(专科)	中专教材	邬福麟等	员缘援园园
纺织材料	中专教材	徐亚美	圆缘援园园
机械基础教程	中专教材	火恩铭	圆苑援园园
纺织材料学实验	中专教材	朱进忠	圆远援园园
纺织企业管理基础(第二版)	中专教材	李长遂	圆远援园园
纺织厂电器控制技术	中专教材	张深基	猿远援园园
保全钳工(第二版)	工人读物	马士奎等	员圆援园园
纺织机械基础知识	工人读物	杜德铭	员缘援园园

纺织机械制图	工人读物	河南轻工局	圆远援园园元
纺织机械制图习题集	工人读物	刘培文	圆员援园园元
空调与除尘	工人读物	潘大绅等	圆猿援园园元
电工基础（第二版）	工人读物	袁光龙等	圆员援园园元
计算机测色与配色新技术	生产技术	徐海松	员远援园园元
可编程序控制器在纺织中的应用	生产技术	庄惠震	员远援园园元
含蚕丝复合纤维的纺织和染整	生产技术	周宏湘等	员缘援园园元
纺织产品 悦粤阅	生产技术	许鹤群等	员缘援园园元
毛绒纤维标准与检验	生产技术	姚　穆	圆缘援园园元
现代纺织品的开发	生产技术	薛迪庚	员远援缘园元
纺织商品学	生产技术	刘建华	圆缘援园园元
棉毛纹织物设计与工艺	生产技术	常培荣等	员愿援园园元
羽绒及其制品的质量与检验	生产技术	王华雄等	员愿援园园元
纺织品营销人员必读	科普读物	邱冠雄等	远援园园元
纺织品进出口业务入门	科普读物	王金泉等	员远援园园元
区域纺织经济学	科普读物	郭先登	圆远援园园元
香港国际化经营及纺织品市场	科普读物	曾兆祥	员源援园园元
第四届陈维稷优秀论文奖论文汇编	科普读物	中国纺织工程学会	猿猿援园园元

如果本书目的价格与成书的价格不同，以成书的价格为准。