

图书在版编目(CIP)数据

哈佛管理技能培训教程 / 南兆旭 主编

—香港: 西迪商务出版公司, 1998.8 ISBN962-8087-12-55

I .哈… II .南… III .技能培训

哈佛管理技能培训教程

南兆旭 主编

出版发行: 香港西迪商务出版公司

开本: 787mm × 960mm 1 / 16 印张: 99

字数: 1577 千字

印刷: 1998 年 8 月第一版

版次: 1998 年 8 月第一次印刷

书号: ISBN962-8087-12-55

定价: 68.00 元 (图书共 17 册)

目 录

第一期课程 生产作业管理

第一阶段课程

☐ 企业生产管理主要系统图方法	(3)
☐ 企业生产系统生命周期法	(3)
☐ 生产系统管理流程法	(4)
☐ 生产系统目标与重大权衡决策法	(5)
☐ 设施选址程序图法	(7)
☐ 设施选址综合因素分析法	(8)
☐ 设施选址成本因素分析法	(12)
☐ ABC 库存管理法	(19)
☐ 材料标准化法	(21)
☐ 仓库管理方法	(23)
☐ 订货点法	(28)
☐ 定置管理法	(32)
☐ 复合 ABC 管理法	(35)
☐ 全员设备管理法	(36)
☐ 设备保养法	(40)
☐ 设备备件管理法	(47)
☐ 设备的计划修理法	(51)
☐ 设备的可靠性掌握法	(58)
☐ 设备的磨损法	(62)
☐ 设备定员法	(64)
☐ 设备改造的经济分析法	(66)
☐ 设备更新的经济分析法	(68)
☐ 设备快速修理法	(69)
☐ 设备寿命周期费用评价法	(71)

第一期课程

生产作业管理

第一阶段课程

□ 企业生产管理主要系统图方法

企业是一个有机的整体,企业管理是一个完整的大系统,它由许多子系统组成。生产与业务管理作为一个子系统,在企业管理系统中所处地位需要从它和其它几个主要子系统之间的关系来考察,见图 7-1。

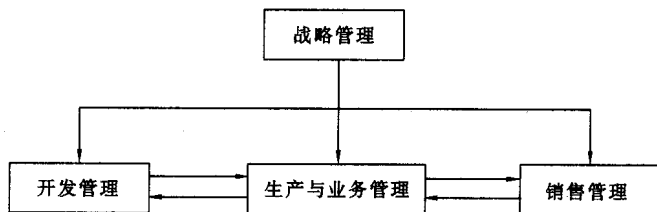


图 7-1 企业管理主要系统图

从图 7-1 可以看出生产与业务管理子系统与其他子系统的关系：

生产管理和战略管理的关系。生产管理要根据企业战略经营决策所确定的一定时期内的经营意图,根据下达的生产任务,制订生产计划,组织生产活动,保证按期按质按量地完成生产任务,以保障战略目标的实现。战略管理属于决策层,生产管理属于执行层。

生产管理和技术开发管理的关系。技术开发管理是生产管理顺利进行的前提条件。生产管理依靠技术开发管理提供的产品设计图纸、工艺方法、技术手段来完成生产过程。生产管理同时为技术开发管理提供信息和实验条件。

生产管理和销售管理的关系。销售管理向生产管理提供市场信息、需求预测及用户意见反馈。生产管理是销售管理的后盾和基础,对销售管理工作起保证作用。当然,生产管理要适应销售管理工作的要求,从质量、数量、交货期上保证合同的履行。

□ 企业生产系统生命周期法

开始,我们假定提出了一个产品或者一项服务的想法,然后,调查其可销售性、可生产性、资本要求等等。如果已作了决策,要生产这个产品或服务,那么,产品的最终形式、生产设备、建筑、平面布置都要详细规定 需要的设备必须购买 生产、存储和质量控制系统必须设计 要完成的工作任务必须进行设计,并配备职能部门人员,然后开始生产。在这开始阶段,很可能要改变设计,重新布置,人员调整。一旦这些设施运行后,要解决的问题就逐渐变成日常性的,如决定车间进度的顺序、为提高效率作小的变动,以及为保证设备不断运转的日常维护。我们称这个运行阶段为系统的稳定状态。

这种稳定状态的运行情况可能由于种种原因而被打乱。例如,系统中需增加生产新产品或提供新的服务 新的研究发明使当前的方法起了重大变化 ,市场变动或者根本没有市场了。如果这些变动并不很大,那只要稍作改动就可使系统恢复正常。但是,常常要作的更动比较大,要重新经过寿命周期的某一阶段,或许要重新设计,重新安排人员,重新开始运行经修改过的系统。如果系统无法调整到符合要求,那么,最严重的情况,就是企业死亡(破产),或者不再作为单独的实体存在(出售或合并)。

实际上,大部分企业在这动态寿命周期中运行。一个系统,不管是制造厂,是服务设施或政府部门,都是从一个念头开始,经过成长阶段,并为了满足新的需求而不断地变化。当然,有时经过周密考虑后终止了。

系统的寿命周期各阶段的一些关键决策范围,见图 7 - 2 所示。这里要强调一下,这是个动态过程,寿命周期的有些阶段可能同时发生。的确,许多企业在科研方面大量投资,以期不断地再生和恢复活力。再者,在图中没有表示其相互关系。其实,引进一个新产品就会使系统再从最基本的产品设计开始,经过工艺选择,新系统设计,人员配备,然后开始生产。

系统的诞生	企业的目标是什么？ 将提供什么产品或服务？
产品设计与工艺选择	产品的形状和外观是什么样？ 用什么工艺制造产品？
系统的设计	设备应该安置在什么地方？ 什么样的物质安排最适用？ 如何保持质量的要求？ 如何确定产品或服务的需求量？
系统的人员配备	每个工人要完成什么岗位工作？ 如何完成这工作,如何衡量？如何给报酬？
系统的试运转	如何使用系统开始运行？ 需要多久才能达到要求的产量？
系统处于稳定状态	如何持续运行系统？ 如何改进系统？ 如何处理日常的问题？
系统的修正	在发现外界环境变更时如何修正系统？
系统的终止	系统如何终止？ 如何利用废弃的资源？

图 7 - 2 生产系统的寿命周期中的关键决策

☐ 生产系统管理流程法

生产系统的管理流程可通过图 7 - 3 表示。

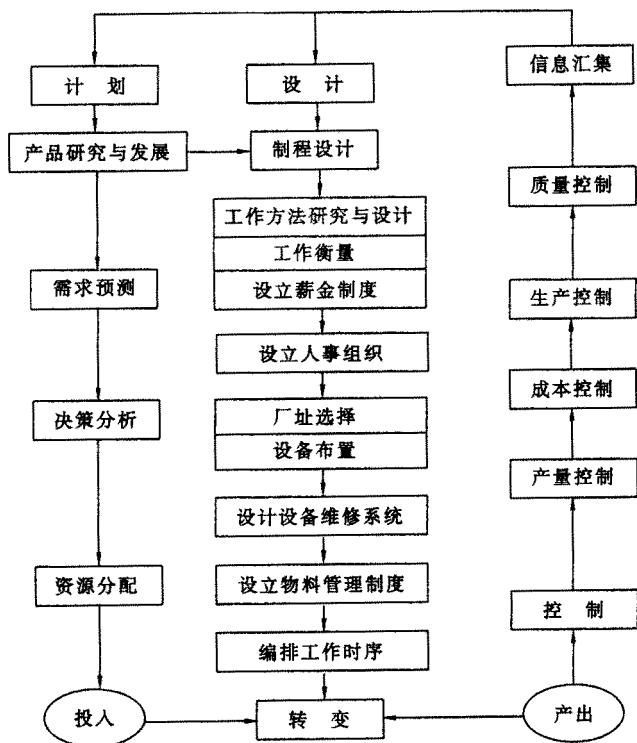


图 7-3 生产系统的管理流程

□ 生产系统目标与重大权衡决策法

一般的概念,生产系统的目标是:(1)生产要求的产品;(2)完成要求的产量;(3)将成本降至最低。为了运行上的目的,我们必须将目标进行分类。我们提出的分类表(见表 7-1)是将目标分成‘产品’和‘成本’两类。‘产品’又分成‘量’和‘成绩’两项。‘量’的目标指应该生产多少,存贮多少等等。‘成绩’的目标是指系统能达到的质量、时间等标准的程度。成本的目标可分成‘明的’和‘暗的’两种。明的成本指用标准成本会计算得出来的,如材料、工资等。暗的成本指成本会计算不出来的,如空闲和待料等。

整个企业内,这些目标往往相互矛盾,如何平衡这些目标,常常取决于生产经理的性格。关于这一点,生产文献中习惯用‘最优化’的词来表示各项目标平衡后达到的最终状态。虽然在讨论生产决策时,这个词有用,但事实上,极难甚至根本不可能获得最优的解决办法。其原因很多,试列几个如下:

表 7-1 生产系统的目标分类

产 品 目 标		成 本 目 标	
量的目标	成绩目标	明的成本	暗的成本
产量	进度	输入材料	停工待料
库存水平	质量	废料	对定额不满造成的怨言
劳动力水平	劳动、设备的效率	返工	交货脱期
		直接人工	未利用的能力
		间接人工	机会成本
		维修	设备闲置

(1)最优化要求决策者考虑一切可能的方案。这项工作不仅艰巨,而且有许多可能的方案,决策者大概根本没有注意到。

(2)最优化要求决策者能得到一切有关数据,任凭选择。事实上,往往因时间、来源和费用等问题而不可能做到。

(3)最优化是有时间性的。在某一时间认为最优的,过后未必最优化。企业组织的周围情况变化如此迅速,作出的决策是否真的最优化,往往会引起争论,即一直到作出决策的时刻,都应不断地收集和衡量各种可能的方案。

由于这些限制,大部分经理得到的不是真正的最优化,而是争取得到一个满意的结果。他们公开地或不公开地认为要求达到最优化不太可能,因为数据不全,计算也太复杂。因此,他们自己提出,要达到的水平虽然不是很理想的,但这个目标是时间和能力允许的,是合乎情理的。这种作法一般称作‘满意化’。

根据生产系统的目标,生产系统和管理过程中所需作出的重大权衡决策见表 7 - 2。

表 7 - 2 生产系统中的一些重大权衡决策

决策范围	决 策	抉 择 方 案
工厂与设备	流程的幅度	自己制造或购买
	工厂规模	建一个大厂或数个较小的厂
	厂址	靠近市场或原料产地
	投资决策	重点放在厂房或设备或库存,还是科研
	设备选择	通用设备或专用设备
	刀、模具加工类别	临时的,最低量的,或‘生产用的刀、模具’
生产计划与控制	储存应用的次数	生产中的临时储存是很少还是很多
	储存的规模	储量大或小
	储存控制程度	控制得很细或不太细
	控制什么	控制机器停车时间或人工成本或加工时间 达最低程度 或使某项产品和材 料的利用达最高程度
	质量控制	高可靠性、高质量或低成本
	标准的采用	正式采用,或非正式采用,或根本不用
劳工和人员配备	岗位工作专门化	高度专门化或不太专门化
	基层管理	受过技术训练的第一流管理人员或专门受 过技术训练的管理人员
	工资系统	岗位等级多或少,奖励工资或计时工资
	监督	监督严或松

决策范围	决 策	抉 择 方 案
产品设计和(或)工程	工业工程师	这种人员多或少
	产品系列的大小	顾客要求的特殊规格多或少,或根本没有
	设计稳定性	固定的设计或多变的定货
	技术风险	采用竞争者尚未试验过的新工艺或跟着别人走
	工程	整套完成设计或边进行边设计
组织与管理	制造工程的使用	制造工程师多或少
	组织的种类	以职能,或以产品,或以地理或以其他条件来分类
	时间的支配	大部分用于投资,或成本控制,或质量控制,或其他活动
	冒风险的程度	根据大量情报作决策,或根据少量情报作决策
	参谋人员的使用	参谋人员队伍大或小
	经理的类型	管得细或不细,独断专行的或用启发方式;与组织接触很多或很少

□ 设施选址程序图法

设施选址一般由专门的选址委员会来进行,这个临时性机构通常包括企业或公共事业单位负责人和外部的专家。对于国外选址和国内不同城市、地区选址往往要分两步来进行。第一步是对可能选择的国家或地区进行宏观评价,确定某一国家或地区。第二步是对这一国家或地区的可供选择的地点进行微观评价,确定设施的具体地点。而仅在某一城市或地区的选址则不需要第一步的工作,可直接选定设施的具体地点。由于这两步工作的程序基本相同,只是所要考虑的因素及相应的评价方法不同,故可参照设施选址程序图来进行(见图 7-4)。

从图 7-4 可以看出,设施选址是从企业或事业单位的经营者确定选择新建设施地址的任务开始的。无论宏观评价还是微观评价都需要首先列出所需考虑的因素以及相应的要求,并在此基础上预选地址,排除不可行的方案,列出几个供选择的可行方案。接下来要进行的就是从多种可供选择的评价方法中确定一种评价方法,并对这几个预选地址针对所需考虑的因素进行评价,从而确定设施的理想位置。从这个选址程序可以看出,问题的关键在于列出各种需要考虑的因素及其要求并选择适宜的评价方法进行评价。

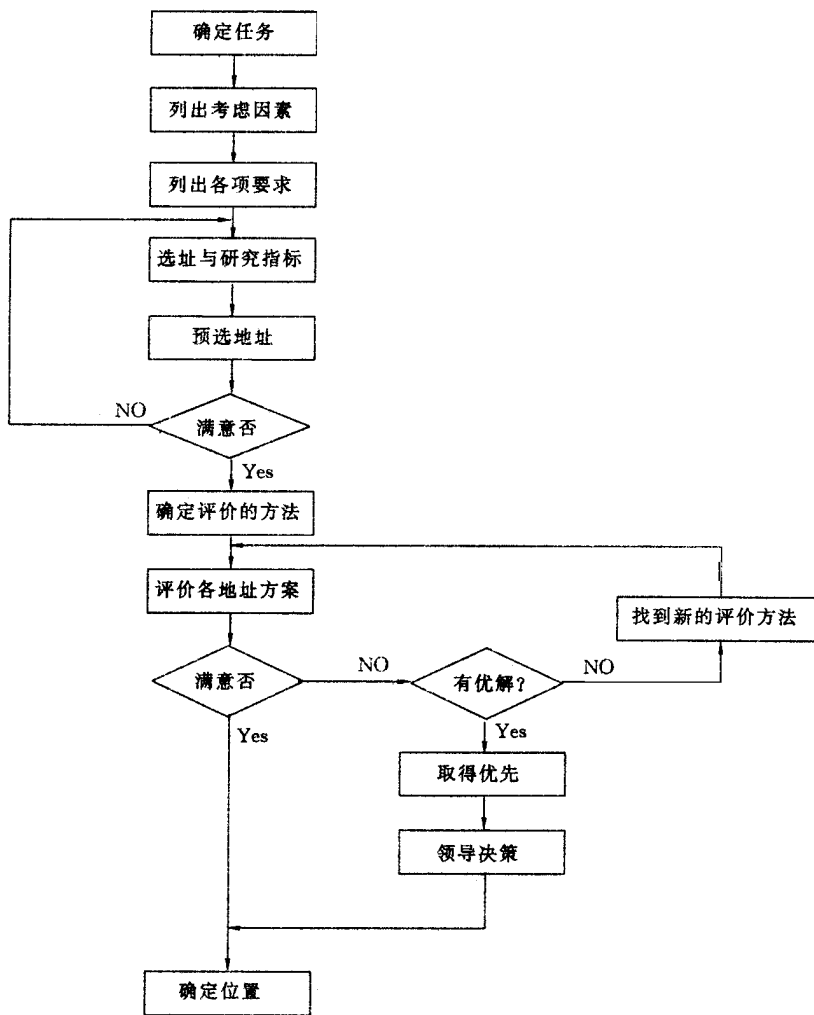


图 7 - 4 设施选址程序框图

□ 设施选址综合因素分析法

这里的综合因素包括设施选址时所要考虑的成本因素和非成本因素。由于非成本因素往往是一些定性因素,这些因素难以和定量的成本因素用货币单位进行比较。故通常采用加权的方法进行评价。具体方法包括分级评分法、积点法和位置量度法三种。

(一) 分级评分法

第一步 针对设施选择的基本要求和特点列出所要考虑的各种因素。

第二步 按照各因素的相对重要程度,分别规定相应的权数。

第三步 对每个备选方案(国家或地区)进行审查,并按每个因素由优到劣地排出各个备选方案的排队等级数,如最佳、较好、一般、最差,并相应地规定各等级的系数为 4,3,2,1,将等级系数放在每个方格中对角线的左上方。

第四步 把每个因素中各方案的排队等级系数乘以该因素的相应权数,所得分

数放在每个小方格中对角线的右下方,再把每个方案的这个分数相加,得出总分数就表明了各个备选方案互相比较时的优劣程度。总分数最高者为最佳方案。

(二) 积点法

第一步 决定所要考虑的因素,这类因素的数目最好为五到十五个之间。

第二步 确定在决策过程中某一备选方案可得的总最高积点。通常总最高积点为五百或一千点。

第三步 将各因素按重要性依次排列,并分别确定某一因素的最高积点。越重要的因素,所分配到的积点应越多,同时两因素之间的最高积点比率与其相对重要性成正比例。各因素的最高积点总和应等于第二步中确定的总最高积点。

第四步 针对每一因素,将备选方案进行比较,依次给予适当的积点。最佳位置所得的积点最高,但不能超过该项因素的最高积点。其余方案所得积点按其优劣程度比例而分配。

第五步 就每一备选方案,可将其对应各因素所得的积点相加,求出该方案的总积点值。总积点值最高者为最佳方案。

两种方法得出的结论不尽相同,产生这种差异的主要原因是分级评分法第四步将每个因素中各方案的排队等级系数(1,2,3,4,5)与该因素的权数相乘,各方案所得分数的差额与优劣程度差距之间不成比例。而积点法第四步将每个因素中各方案按优劣程度比例确定相应的积点。因此,我们倾向于采用积点法,为避免个人主观夸大或缩小优劣程度的差距,可以考虑请数位专家同时进行评估,各备选方案的总积点值为各评估者给予该位置总积点的平均值。

(三) 位置量度法

位置量度法是评价综合因素的另一类型选址方法。它与分级评分法和积点法最大的区别是先对成本因素(客观因素)和非成本因素分别进行评价,然后再将两者综合评价。其主要步骤如下:

第一步 确定必要因素。研究所要考虑的各种因素,从中确定哪些因素是必要的。假若某一处位置无法满足任意一项必要因素,则应将它删除。如啤酒厂这样一个依赖水源的企业,就不会考虑一个缺乏水源的厂址。必要因素的目的是排除某种不适宜的位置纳入考虑范围。

第二步 将各种必要因素分为客观因素(成本因素)和主观因素(非成本因素)两大类。客观因素应能用货币或金融术语来评价。主观因素相对而言应是定性的,无法用货币单位表示的。同时应确定主观因素与客观因素的比重,以反映主观因素与客观因素的相对重要性。如果主观和客观因素同样重要时,则其比重均为0.5。

若用数学符号表示,则

X = 主观因素的比重值

$1 - X$ = 客观因素的比重值

$0 \leq X \leq 1$

若 X 愈接近 1,主观因素比客观因素更为重要,反之亦然。

X 值的确定可采用德尔菲法进行。

第三步 确定客观量度值。

对于每一可行位置,我们可以找到它的客观量度值 OM_i 。这个值的大小受该位置的各项成本的大小而影响。其计算方法用数学方程式可表示为:

$$C_i = \sum_{j=1}^M C_{ij}$$

$$OM_i = [C_i \cdot \sum_{i=1}^N C_i / C_i]^{-1}$$

其中 C_{ij} 为 i 可行位置的第 j 项成本

C_i 为第 i 可行位置的总成本

$\sum (1/C_i)$ 为各可行位置的总成本的倒数之和。

OM_i 为第 i 可行位置的客观量度值。

M 为客观因素数目, N 为可行位置数。

若将各可行位置的量度值相加,总和必等于 1:

$$\sum_{i=1}^N OM_i = 1$$

第四步 确定主观评比值。

各主观因素因为没有一数量化的值以作比较,所以我们利用强迫选择法来衡量各位置的优劣。强迫选择法是将每一可行位置与其他位置分别作出成对的比较。较佳的位置配以比重值为 1,较差的位置的比重值则为 0。接着,我们依据各位置所得到的比重与总比重的比例来计算该位置的主观评比值(S_{ik})。若以数学方程式表示,则为:

$$S_{ik} = \frac{W_{ik}}{\sum_{i=1}^N W_{ik}}$$

其中 S_{ik} 为 i 位置对 K 因素的主观评比值

W_{ik} 为 i 位置在 K 因素中的比重

$\sum_{i=1}^N W_{ik}$ 为 K 因素的总比重值

主观评比值为一数量化的比较值,我们可以利用此数值来比较各可行位置的优劣。此数值的变化,可由 0 到 1 之间,愈接近 1,则代表该位置比其他位置佳。

第五步 确定主观量度值

在一次研究中,主观因素可能不止一个,同时,各主观因素间的重要性亦可能各异。首先,我们对各主观因素配上一个重要指数(I_k)。此指数的分配方法可应用第四步中描述的强迫选择法来确定。然后,我们再以每因素的主观评比与该因素的重要指数,分别计算每一可行位置的主观量度值(SM_i)。若以数学方程式表示,则

$$SM_i = \sum_{k=1}^M (I_k \cdot S_{ik})$$

其中 SM_i 为 i 位置的主观量度值

I_k 为 k 主观因素的重要指数

S_{ik} 为 i 位置对于 k 因素的评比

M 为主观因素的数目

第六步 确定位置量度值

位置量度值(LM_i)为对一处可行位置的整体评估,其计算方程式为:

$$LM_i = X \cdot (SM_i) + (1 - X) \cdot (OM_i)$$

其中 LM_i 为 i 位置的位置量度值

x 为主观比重值

$(1 - x)$ 为客观比重值

SM_i 为 i 位置的主观量度值

OM_i 为 i 位置的客观量度值

位置量度值最大的为最佳选择方案。

〔案例〕

某公司筹建一家玩具厂,合适的地点有甲、乙、丙三处。各种生产成本因厂址的不同而有区别,每年的费用归纳如下表。

表 7 - 3

	成本(千元)		
	甲	乙	丙
工资	250	230	248
运输费	181	203	190
租金	75	83	91
其它费用	17	9	22

在决定之前,该公司还考虑了一些主观因素,如当地的竞争能力、气候变化和周围环境是否适合玩具生产等。就竞争能力来说,丙地最强,甲乙两地相平 就气候来说,甲比乙好,丙地最好。至于环境,乙地最优,其次为丙地、甲地。如果各主观因素的重要指数依次为 0.6、0.3 和 0.1,试以位置量度法,找出一个合适的位置。

解答：

根据位置量度法,首先计算甲、乙、丙三处的位置量度值,然后再作比较。计算过程如下。

(1)客观量度值(OM_i)的计算。

$$OM_i = [C_i \cdot \sum (1/C_i)]^{-1}$$

地区	支出运算(×1,000)	总支出(×1,000)
甲	250 + 181 + 75 + 17	523
乙	230 + 203 + 83 + 9	525
丙	248 + 190 + 91 + 22	551

$$\sum (1/C_i) = \frac{1}{523} + \frac{1}{525} + \frac{1}{551} = 0.0056317$$

$$OM_{甲} = (523 \times 0.0056317)^{-1} = 0.3395$$

$$OM_{乙} = (525 \times 0.0056317)^{-1} = 0.3382$$

$$OM_{丙} = (551 \times 0.0056317)^{-1} = 0.3223$$

(2)主观评比值(S_{ik})的计算。

根据三个不同的主观因素,甲、乙、丙三处的主观评比值的计算如下：

因素 A 竞争能力

比较				
地区	(1)	(2)	(3)	比重
甲	1	0		1
乙	1		0	1
丙		1	1	2
总比重值 4				1

因素 B :气候

比较				
地区	(1)	(2)	(3)	比重
甲	1	0		1
乙	0		0	0
丙		1	1	2
总比重值 3				1

因素 C 环境

地区	(1)	(2)	(3)	比重
				SiC

甲	0	0	0	0
乙	1		1	2
丙		1	0	1

总比重值 3 1

根据各主观因素的重要指数(I_k)和各可行位置的主观评比值(S_{ik}),可以计算每一可行位置的主观量度值($S.F.i$)。

主观因素评比总结

地区评比值

因素	甲	乙	丙	重要性
A	0.25	0.25	0.50	0.6
B	0.33	0	0.67	0.3
C	0	0.67	0.33	0.1

$$SM_{\text{甲}} = (0.60)(0.25) + (0.3)(0.33) + (0.1)(0) = 0.249$$

$$SM_{\text{乙}} = (0.60)(0.25) + (0.3)(0) + (0.1)(0.67) = 0.217$$

$$SM_{\text{丙}} = (0.60)(0.50) + (0.3)(0.67) + (0.1)(0.33) = 0.534$$

(3)位置量度值。

由于题中没有给出主观因素与客观因素的重要比重,所以假设二者同等重要,即主观比重值 $x = 0.5$ 。

$$LM_i = x(SM_i) + (1 - x)(OM_i)$$

$$LM_{\text{甲}} = (0.5)(0.249) + (0.5)(0.3395) = 0.2943$$

$$LM_{\text{乙}} = (0.5)(0.217) + (0.5)(0.3382) = 0.2776$$

$$LM_{\text{丙}} = (0.5)(0.534) + (0.5)(0.3223) = 0.4281$$

(4)决策。

根据各位位置量度值(LM_i)的大小比较,丙地所得的量度值在三者中最高。该厂应选取丙地作为建厂的厂址。

□ 设施选址成本因素分析法

对于成本因素的评价,大多采用数学的方法;随着运筹学规划论的发展,计算机的广泛使用,成本因素的评价方法使用复杂的模型,多个变量,由计算机计算。这里,我们打算介绍复杂的数学方法,仅介绍几种应用最为广泛的模型:盈亏平衡点法、重心法、线性规划法、直接推断法和引力模型法。

(一)盈亏平衡点法

盈亏平衡点法是运用财务管理中的盈亏平衡分析确定特定产量规模下,成本最低的设施选址方案。这种分析是建立在产量、成本、销售收入三者的预测基础之上的,显然,这种方法只有在实际产量接近设计能力时才是有效的。

下面通过一个例题来具体介绍这种方法。

〔案例〕

某公司要建立一个工厂,拟订了 x 、 y 、 z 三个不同建厂方案。由于各地区的原材料运输成本、原材料成本、动力成本、工资等条件不同,建厂的土地费、建筑费用也不同,从而产生产品成本结构上的差异,各方案的生产费用预测见下表,试确定不同生产规模的最优方案。

	x 方案	y 方案	z 方案
固定费用	60	130	250
单件变动费用	44	27	15

现以生产费用最低为选择标准,先求出 x 方案与 y 方案的交点 A , y 方案与 z 方案的交点 B 。

①在 A 点 x, y 两方案生产费用相同,即

$$C_X = C_Y \quad C_{FX} + C_{Vx} \cdot Q_A = C_{FY} + C_{Vy} \cdot Q_A$$

该点的产量为

$$Q_A = \frac{C_{FY} - C_{FX}}{C_{Vx} - C_{Vy}} = \frac{1300000 - 600000}{44 - 27} = 4.12 \text{ (万件)}$$

②在 B 点 y, z 两方案生产费用相同,即

$$C_Y = C_Z \quad C_{FY} + C_{Vy} \times Q_B = C_{FZ} + C_{Vz} \times Q_B$$

该点的产量为

$$Q_B = \frac{C_{FZ} - C_{FY}}{C_{Vy} - C_{Vz}} = \frac{2500000 - 1300000}{27 - 15} = 10 \text{ (万件)}$$

③根据生产费用最低的标准,不同生产规模的最优方案为:当产量小于 4.12 万件时选择 x 方案;当产量位于 4.12 万件到 10 万件之间时选择 y 方案;当产量大于 10 万件时选择 z 方案。

(二)重心法

这种方法既可用于工厂选址,也可用于仓库选址。

对于工厂选址来说,如果工厂产品的生产成本中,运输费用占较大的比重,所需多种原材料需由多个产地供应,其产品又需提供多个仓库或销售点,这类项目就可以用重心法选择厂址。

对于仓库选址来说,属于分配系统的仓库可以从多个工厂运来产品,再运往多个销售点。也可以从多个生产厂家运来原料或零部件,再运往多个加工或装配工厂。这类项目同样可以用重心法来选择仓库位置。

假设货物的运输费用等于运输量与运输距离的乘积,所要确定的工厂或仓库位置 P 点到各点的运输量一定,我们就可以运用重心法选择 P 点的位置,使总运费最小。

如图 7-5 所示,假设需建一个新厂 P , P_1, P_2 两点向该厂提供原料,产品销往 P_3, P_4, P_5 点。从 P 到 $P_1 \cdots P_5$ 的运输量为 $W_1 \cdots W_5$,则总运费 C 最小时

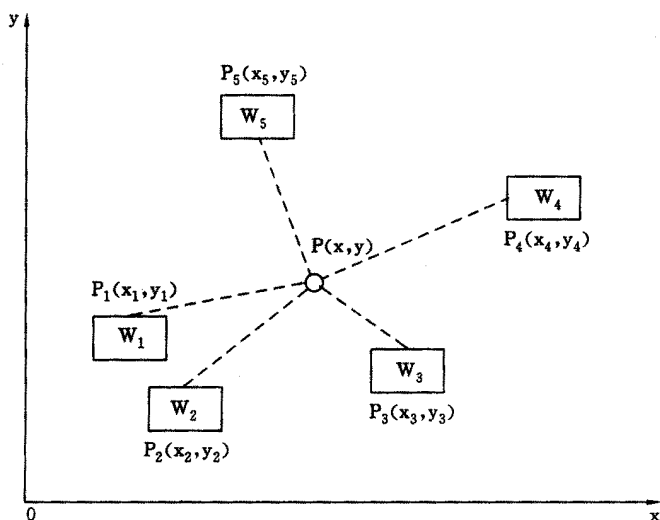


图 7-5 重心法选址

$$C(x,y) = \sum_{i=1}^n W_i \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5$

如果此题运用系统模拟的方法,可利用如图 7-6 所示的物理模型来模拟。做一个带有坐标刻度的平板,在相应的用户(P_i)所在的坐标位置处钻一孔,在每一孔中穿过一绳,一端垂在板下并吊上一个法码,其重量 W'_i 与用户需求量 W_i 相适应(取一个比例值),另一端却在平板上,且与小环相连结,最后小环停留下来的平衡位置,就是总运费最小的新选择的厂址的近似位置。

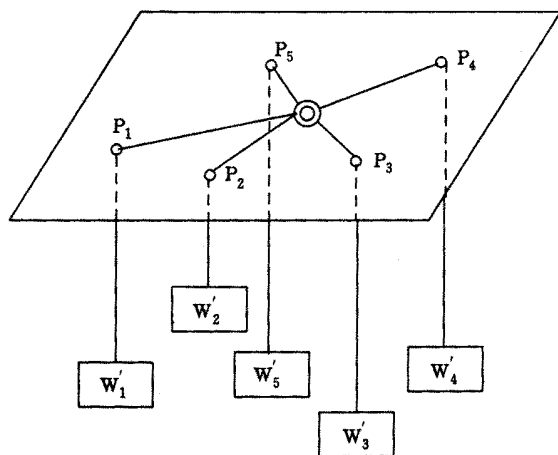


图 7-6 物理模型模拟

此法如果用计算机进行系统模拟试验,将会缩短系统的试验周期,得到较好结果。

该法在实际运用中只能是近似的厂址,它并不考虑道路、自然条件等因素,而确定的厂址如遇这些障碍物时,则需避开。

(三) 线性规划法

在重心法中,我们考查的是一个工厂或仓库对多个供应点或需求点(工厂、仓库、销售点)的问题,而对于多个供应点对多个需求点的分配问题,则通常采用线性规划法加以研究,以同时确定多个设施的位置。

下面的一个例题来说明线性规划法在设施选址上的应用。这个例题是一个典型的多个工厂对多个销售点的分配问题。在这个例题中,我们将确定在何处增加一个工厂,以使新增工厂与原有工厂对多个销售点总的生产——分配成本最小。

〔案例〕

某公司拥有分别位于两个城市的两个工厂(X厂与Y厂),生产同种类型的鞋子,运往另外五个城市销售(A、B、C、D、E城),其中E城是新增加的销售地区。为了满足增长的需求,公司决定建造一个每周生产二万五千双鞋子的新工厂(Z厂)。可供选择的建厂地分别是B、C、E三城。已知生产和分配成本,以及生产能力和市场需求(见表7-4),试确定Z厂最佳选址地。

表 7 - 4 某公司的生产成本、分配成本、工厂生产能力和市场需求

	每双鞋子的分配成本、装卸、运储和运费					预计 每周 市场 需求(双)
	现有工厂		建议的厂址选址			
	X	Y	Zc	Zb	Zd	
A	0.42 美元	0.32 美元	0.46 美元	0.44 美元	0.48 美元	10,000
B	0.36	0.44	0.37	0.30	0.45	15,000
C	0.41	0.42	0.30	0.37	0.43	16,000
D	0.38	0.48	0.42	0.38	0.46	19,000
E	0.50	0.49	0.43	0.46	0.27	12,000
正常的每周工厂 生产能力(双数)	27,000	20,000	25,000	25,000	25,000	
单位生产成本	2.70 美元	2.68 美元	2.64 美元	2.69 美元	2.62 美元	

根据表 7 - 4,我们可以解三个分配矩阵,矩阵中每一方格右上角是每双鞋子的生产加分配成本。表 7 - 5 显示了所得出的三个最优矩阵以及每个矩阵的总成本。经过比较,新的工厂建在 E 城的总成本最低,E 城当选。

表 7 - 5 关于新增工厂的三个建议中的建厂地区的最优化生产——分配解答

工 厂 销 售 城 市	X	Y	Z _c	市场需求(千双)
A	3.12	10 3.00	3.10	10
B	⑧ 3.06	3.12	⑦ 3.01	15
C	3.11	3.10	16 2.94	16
D	19 3.08	3.16	3.06	19
E	3.20	10 3.17	② 3.07	12
生产能力(千双)	27	20	25	72

生产成本 = \$ 192,500
分配成本 = \$ 26,450
合计 \$ 218,950

工 厂 销 售 城 市	X	Y	Z _b	市场需求(千双)
A	3.12	10 3.00	3.13	10
B	3.06	3.12	15 2.99	15
C	⑧ 3.11	3.10	3.06	16
D	19 3.08	3.16	⑧ 3.07	19
E	3.20	10 3.17	② 3.14	12
生产能力(千双)	27	20	25	72

生产成本 = \$ 193,750
 分配成本 = \$ 26,960
 合计 \$ 220,710

工 厂 销 售 城 市	X	Y	Z _e	市场需求(千双)
A	3.12	10 3.00	3.10	10
B	15 3.06	3.12	3.07	15
C	3.11	10 3.10	⑧ 3.05	16
D	12 3.08	3.16	⑦ 3.08	19
E	3.20	3.17	12 2.89	12
生产能力(千双)	27	20	25	72

生产成本 = \$ 192,000
 分配成本 = \$ 26,400
 合计 \$ 218,400

以上的例题是以目前成本、需求分类和对未来的估计为基础,静态线性规划模型进行分析的。如果上述因素的平衡改变了,则要采用动态的分析方法,针对市场需求及成本的变化改变生产能力的配置,以便产生一个对任何实际条件都是最低的总成本。关于动态的分析方法,读者可参阅有关线性规划的内容,这里不再介绍了。

(四)直接推断法

在确定仓库位置以及服务设施位置的多种方法中,库马华拉(khumawala)于1972年提出的直接推断法为我们提供了一种良好的工具,下面通过一个实例来介绍这种方法。

〔案例〕

某医务系统想在一个地区中部设两个医疗所。假定考虑的地点为乡镇中心，

每个乡镇的人口分布均匀。又假定各个乡镇可能就诊于各个诊所的人数的权重因素(即反映相对重要性)都已明确(见表 7- 6)。要解决的问题是 找出两个能为四个乡镇服务的距离 /人口费用最低的医疗所。

表 7- 6

从乡镇	至医疗所(距离)				乡镇人口	人口的相对权重
	A	B	C	D		
1	0	11	8	12	10000	1.1
2	11	0	10	7	8000	1.4
3	8	10	0	9	20000	0.7
4	12	7	9	0	12000	1.0

步骤：

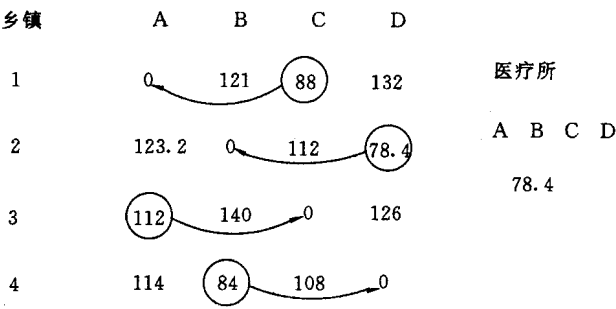
第一步 :用表 7- 6 的原始数据画出权重的人口——距离表(表 7- 7)。

表 7- 7 按权重的人口 - 距离(距离 × 人口 × 权重因素)

单位 :千

从乡镇	至医疗所			
	A	B	C	D
1	0	121	88	132
2	123.2	0	112	78.4
3	112	140	0	126
4	114	84	108	0

第二步 圈出每一行中不是零的最小数。从这个数画一箭头指向同一行中的零,表示零所在的医疗所取消时需要增加的最低的提供服务费用,记下取消的医疗费用。取消后增加费用最低的医疗所的那一栏用直线划掉,以示取消。



第三步 圈出来的最小数字自己扣除后,还从同一行中的其他数字中扣除,然后将经过取消和扣除后的数字排成矩阵(表 7- 8)。如果剩下的医疗所数已符合要求,则不用再选。如果尚多,还须重复第二步和第三步。

表 7 - 8

乡镇	医 疗 所		
	A	B	D
1	0	88	132
2	44.8	83.6	0
3	112	0	126
4	114	108	0

(第二行中进行扣除)

由于还需取消一个医疗所,我们就重复第二步和第三步(表 7 - 9)。
第二步(重复)

乡镇	医疗所			
	A	C	D	
1	0	88	102	医疗所取消后的费用
2	44.8	33.6	0	
3	112	0	126	A C D
4	114	108	0	
			88 112 33.6	
			<u>108</u>	
			88 112 141.6	共计

第三步(重复)

表 7 - 9

乡镇	医疗所	
	C	D
1	0	4
2	33.6	0
3	0	126
4	108	0

现在问题解决了,医疗所 C 为乡镇 1 和 3 服务 ;医疗所 D 为乡镇 2 和 4 服务。
这样解决的全部费用(距离 × 人口 × 权重)是 88 + 78.4 = 166.4。

(五)引力模型法

引力模型法可用来确定零售商场的位置,它是以‘引力模型’为基础的。这种模型包含这样的假设 两个城市吸引中间市镇的零售贸易量,接近同两个城市人口成正比,同两个城市与中间市镇的距离平方成反比。尽管引力模型有其严格的局限性,但引力(或吸引力)概念深入这些模型,这些概念似乎简单,不过添加了一些

顾客习性的新因素。

赫夫(Huft,1962 年发表)编制了一个模型。说明已知的市郊商店区的利用率同系数 S/T^{λ} 成正比,即市郊商店区的规模对顾客从其原地到商店来的时间之比。规模是以摊位占多少平方英尺计算的。走到商店的时间用符号 λ 修正, λ 是凭经验估计出来的反映到商店进行各类采购的行程的时间的影响。赫夫以明显的经验引证这两个因素对顾客选择市郊商店区所产生的影响。可能是需要预测顾客这类习性的唯一变数。

根据所有参与竞争的市郊商店区计算好的利用率,可以计算出顾客在已知原地走到市郊商店区进行采购的概率。把这个概率同一限定区域的顾客数相乘,可以得出从一个已知区来的顾客的预料数目的大概。这些顾客很可能象是要到一个已定的市郊商店区去作一次采购的。

这个模型的基本公式是：

$$E_{ij} = P_{ij} C_i = \frac{\frac{S_i}{T_{ij}^{\lambda}}}{\sum_{i=1}^m \frac{S_i}{T_{ij}^{\lambda}}} \cdot C_i$$

式中：

E_{ij} = 从 i 到 j 的市郊商店去的预期顾客数

C_i = 在 i 点的顾客数

P_{ij} = 在原地区 i 某类顾客去特定市郊商店区 j 的概率

S_i = 市郊区商店的规模

T_{ij} = 从顾客基地 i 到市郊商店区 j 的行程时间

λ = 凭经验估计得出的参数,用以反映进行各种采购的行程的影响。

根据这个模型,可以估计来特定市郊商店区作特定类型采购的顾客数。于是,使用调查数据来确定在这个地区的每户平均收入和平均家庭对各种购买品(例如家俱)的预算费用数字。把每个预算数字乘以该类型采购的预期顾客数,我们就能得到某一市郊商店的年销售量。这样,这个模型产生了关于销售潜在能力的替换方案的数据。这个推定是要选择一个可能获得最大收入的位置。如果给出在市郊商店区内的位置,课题就成为一个寻找合适场址的问题。

□ ABC 库存管理法

ABC 库存管理法(又称重点管理法、ABC 分析法、ABC 分类法)是一种对企业所需各种物资的库存量,按其成本(费用)高低、用量大小、重要程度、采购难易分为 A、B、C 三类,分别加以管理和控制的方法。

最早发现和运用 ABC 分类规律的是意大利经济学家巴累托。他在调查分析意大利社会财富占有情况时发现,少数富人占有社会财富的绝大部分,而大多数穷人却只占有社会财富的极小部分。这就是被称为巴协特原理的‘关键的少数和次要的多数’原理。1951 年,管理学家戴克将此原理应用于库存管理,使马累托原理从对社会现象的反映和描述发展成了一种重要的管理手段。目前,ABC 管理法已经成了企业管理中进行重点管理的基本方法。

(一)基本原理

ABC 管理法的关键是把错综复杂的经济现象进行分类,从中找出最关键的少数(A 类)和次要的多数(B、C 类),并把主要精力集中用于管理好关键的少数。这样在项目上虽然抓住的是关键的少数。但在驻相关的因素(如奖金占用)上却抓住

了多数,因而可以收到事半功倍的效果。

根据我国一些企业运用 ABC 分类法管理库存物资的情况,一般说来,A 类物资的品种只占品种总数的 10% 左右,资金占用却占资金占用总额的 70% 左右 ;B 类物资的品种约占 20% 左右,其资金占用比例大致也为 20% 左右 ;C 类物资的品种占 70% 左右,资金占用比例却只占 10% 左右。掌握了这一比例关系,就可对占用储备资金多、采购较难、重要性大的 A 类物资,实行重点控制,以减少库存 ;对资金占用少、采购容易、比较次要的 C 类物资,则采用较为简便的方法加以控制和管理 ;对于中间状态的 B 类物资,规定正常的储备量和订货期,实行一般控制。

(二)主要内容与应用规则

1. ABC 分类法的一般应用步骤

(1)搜集数据。根据不同的管理对象和内容,搜集有关的数据,作为进行分类的依据。(2)分类与计算。对搜集到的原始数据进行整理,按要求进行分类,分别计算其数量、金额及其所占百分比等,然后进行汇总。(3)编制 ABC 分类表。(4)绘制 ABC 分类图。(5)确定重点管理方式。根据 ABC 分类结果,对三种类别的对象进行有区别的管理。

2. ABC 分类法在库存管理中的应用步骤

在生产过程中,投入的物资种类繁多,数量巨大,其价值和重要性各不相同。如果对所有物资不分轻重、不分主次地一样对待,其结果会事倍功半。应用 ABC 分类法将物资依其金额大小区分为 A、B、C 三大类,然后按其重要程度施以不同的管理方式,针对不同对象采取不同管理措施,可以收到最好的经济效果。

进行 ABC 分类的步骤如下 :(1)确定管理对象。对象可以是一个企业或一个工程处的物资,也可以是一个施工队、一个工程项目、一个单项工程或单位工程的物资。(2)统计前期实际消耗的物资品种、数量、单价、金额,核实后作成卡片。(3)按金额从大到小对卡片排序。(4)按照排序,先大后小,将卡片资料列入 ABC 分类表(表 7 - 10),计算品种数累计百分比和金额数累计百分比。(5)将占金额累计百分比 70% 左右的物资划为 A 类(其品种数累计百分比一般为 10% 左右) ;把 A 类之后金额累计百分比约 20% 左右的物资划为 B 类(其品种数累计百分比一般为 20% 左右) ;把其余约占总金额 10% 左右的物资划为 C 类(其品种累计百分比一般为 70% 左右),见表 7 - 10。

表 7 - 10 某企业的 ABC 物资分类计算表

名称	品种数累计	品种数累计 百分比(%)	金额(元)	金额累计 (元)	金额累计 百分比(%)	分类
1. 钢材	19	7.8	1500000	150000	72.3	A
2. 木材	24		1050000	2550000		
3. 水泥	29		82000	3370000		
4. 石子	33		530000	3900000		
5. 砖	35		980000	4880000		
6. 瓦	39		470000	5350000		
7. 砂子	42		360000	5710000		B
8. 石灰	44		130000	5840000		
9. 沥青	46		220000	6060000		
10. 油毡	48		160000	6220000		

名称	品种数累计	品种数累计百分比(%)	金额(元)	金额累计(元)	金额累计百分比(%)	分类
11. 玻璃	49		78000	6298000		
12. 金属制品	115		330000	662800		
13. 油漆材料	140	28	92000	6720000	90.8	
14. 小五金	350		280000	7000000		
15. 其他	500	100.0	400000	7400000		C
总计	500	100.0	7400000	7400000	100.0	

分类后,对 A、B、C 类物资分别采取不同的管理措施 :(1) A 类物资占用资金多,要严格控制订购量,力争减少库存,实行重点管理。(2)对 B 类物资,要正常管理,按经济批量订货,按储备定额储备。(3)对 C 类物资可放宽管理,集中进货,以节省订购费用。

表 7- 11 所列对 A、B、C 类物资的一般管理措施。

表 7- 11 对 A、B、C 类物资的管理措施

	A 类物资	B 类物资	C 类物资
价 值	高	中	低
订购量	严格控制	按经济批量订购	按金额控制集中进货
库存检查	经常检查	定时检查	一般检查
保险储备	低	较大	不定

ABC 分类法适用于开放型的买方市场(指买方在市场上占有主动权)条件下 ; 在卖方市场条件下(例如分配物资)就不能完全按上述措施管理。

3. 应用 ABC 分类法应注意的问题

(1)不同企业的生产特点不同,所需物资的种类不同,故 ABC 各类物资的构成也应不同。(2)ABC 的分类是人为的,并没有一成不变的品种数与金额数的比例关系。各个企业可以根据本企业的实际情况进行分类,只要通过分类能划分出应重点管理的物资品种即可。(3)在过去的分类实践中,往往对 B 类物资的特殊性重视不够。B 类物资是处于 A、C 两类之间的物资,应划多大范围,用什么方法控制,应该给予足够的重视。(4)ABC 分类一般是在保证生产需要的前提下,按占用金额大小划分的。C 类物资占用金额小,不等于在生产中就无足轻重。不过,由于加大了储备量,所以这些物资的需要一般能够得到保证。但是,某些按占用金额分属于 C 类的物资,如果是生产关键用料,资源短缺,企业储备量又不足,就应将这些物资列入 A 类,加强控制,积极组织资源,以保证生产的需要。

□ 材料标准化法

是以贯彻和制订材料标准为主要内容的有组织的活动过程,是企业标准化的重要内容之一。

材料一般可分为金属材料和非金属材料两大类。金属材料和非金属材料又可

分成许多种类。作为一个复杂产品所使用的材料,可以涉及冶金、化工、建筑、轻工、纺织等部门。材料是工业生产的必要条件,对于国民经济各个部门的发展有重要意义。任何工业产品无论是简单产品还是复杂产品,都离不开材料,它是企业进行生产的物质基础,产品的生产制造过程同时也是原材料的消耗过程。材料也是产品成本的主要构成要素,在机器制造业中,材料费用约占生产成本的 70%,材料及外购器材的储备资金要占整个企业流动资金的一半左右。材料同时也是产品内在质量的决定因素。材料标准化是产品标准化的前提之一。所以,在企业要开展材料标准化工作,对于生产企业,可以提高材料的质量,合理发展材料的品种,有效地利用国家资源和扩大生产批量,降低材料成本和提高劳动生产率;对于使用材料的企业,不仅对保证产品质量具有重要意义,而且能促进原材料的节约,简化材料的采购、订货、验收和保管等工作,减少原材料的储备量和加速流动资金的周转。

(一)基本原理

目前,中国大部分材料已有国家标准、部标准和企业标准,企业在生产活动中必须收集所有有关的标准资料和产品样本等资料,认真贯彻国家的材料标准。根据本企业的生产实际情况,尽量选用标准材料,制订企业材料选用标准,合理压缩生产用材料的品种、规格,以达到节约材料、避免浪费,保证产品质量和提高经济效益的目的。

(二)主要内容及应用规则

1. 尽量选用标准材料。随着生产和技术的发展,中国颁发了大量材料方面的国家标准和部标准(专业标准),为企业贯彻执行材料标准和合理选用材料创造了有利的条件。采用标准材料,能确保产品质量和材料来源的稳定性,也可以提高材料采购的市场性和经济性。材料的标准化程度可以用材料标准化系数反映。所谓材料标准化系数,是指使用标准材料的品种数占使用材料品种总数的百分比,比值越大,表明该企业材料的标准化程度越高。

一般说来,企业在选用材料时,应遵循下列原则:(1)企业应最大限度地选用标准材料,少用或不用非标准材料;(2)选用的材料,应能保证产品性能,质量要好,价值合理,能满足工艺要求;(3)做好稀有、贵重材料的限制和节约使用工作和对新材料的推荐工作。在不影响产品质量的前提下,企业选用材料应立足于国内,尽量选用资源丰富的材料,对稀有、贵重材料的使用要严加控制。凡是能用廉价材料的就不要用贵重材料,凡是能用国内生产的材料就不要用国外进口的材料,以利于充分利用国内现有的材料资源,不断降低产品成本。

合理压缩材料的品种规格 工业企业生产每一种产品,都需要采用许多不同品种规格的材料。企业应根据本厂产品和工装等需要,在尽可能采用标准材料的前提下,还应设计人员选用的材料类型加以适当控制。对某些性能相近的材料,进行必要的统一和简化,合理压缩材料的品种规格,用尽可能少的品种规格,满足生产中各种不同的需要。

工业企业在选定材料的品种规格时,应注意:(1)规格要尽量集中,不要过于分散;(2)用量少的规格要向用量大的相近规格靠拢;(3)尺寸较大的要向尺寸较小的靠拢;(4)选定规格的大小间隔要均匀。

2. 制定企业所用材料订货技术要求和材料进厂验收规范。企业所需要的各种材料,除了必须坚持国家标准和专业(部)标准的要求外,有的还要根据本企业生产需要和使用目的,对材料的形状、结构、尺寸及容许误差、成分和性能等方面提出一些特殊的技术要求,作为本企业物资供应部门订货和采购物资的技术依据。材料的生产企业要严格按照这些要求组织生产和实行全面质量管理。

为了确保进厂材料的质量,工业企业必须制订材料进厂验收规范。在制订规范时,首先应考虑本企业产品、工艺、工装、设备等方面的情况。规范的内容,一般

应包括用途、分类、牌号、规格、技术要求以及限用品种和代用品种的规定等。对各种材料的试验方法和验收要求也必须做出明确的规定。企业按照验收规范对进厂材料进行检验,切实做到凡是经过检验不合格的材料就不能投入生产使用,未经检验的材料,不准许使用。

材料的质量,主要应靠专业生产厂来保证,验收规范只应按照产品的设计要求,对某些材料的部分主要指标,进行进厂时的质量检查验收。其它指标则应当相信专业生产厂的产品合格证书。对一些无合格证书的材料,必须进行主要项目的检验。有些产品所需的材料,有时也会没有标准。对于这种情况,标准化部门就应当收集有关资料,根据本企业产品对这些材料的技术要求,制订检验项目及进厂检查验收方法的标准。

3. 制订材料选用标准,编制材料选用手册。为了设计选用方便,应在调查、统计和分析的基础上,根据上级标准的要求,结合生产特点和供需情况,制订材料选用标准,编制材料选用手册。

调查统计和分析研究是实现材料标准化的一个重要方法,它主要是根据产品图纸、工艺文件、材料消耗定额卡片,以及各部门的材料需用量计划等,了解本企业已经采用了哪些品种规格的材料,都用在哪产品或零件上,用量多少以及这些材料的订货单位和供应情况等。

企业所使用的材料一般可分为以下四类:(1)优选——是指用量较大,国家大量生产的标准材料,同时也是仓库内常备的材料。这种材料通用性强,质量稳定,货源充足。(2)选用——是指本企业已经选用、但使用面不广,用量不大的标准材料。(3)特殊——是指在过去产品中没有使用过的或非标准材料,以及只有在特殊情况下,才允许采用的材料。(4)限制——是指国内稀有贵重的或主要依靠从国外进口的,在生产中要尽可能少用或不用的材料。

工业企业在进行产品设计和生产制造过程中,应首先采用‘优选’材料,其次采用‘选用’材料,如果上述两项都不能满足要求,必须选用‘特殊’或‘限制’材料时,也要经过有关部门批准。材料选用的标准和手册的主要内容应包括:用途、适用范围、分类、牌号、品种规格尺寸、材料成分和性能、交货状态、余量和公差、标记方法以及订货时附加的技术要求。同时应有选用时的标志,如‘优选’、‘选用’、‘特殊’和‘限制’的不同标志。

在工业企业的生产制造过程中,要尽量减少材料代用情况,以保证产品制造质量的稳定。因材料供应短缺或其它原因必须采用某些代用材料时,也应经企业标准化部门同意,并报有关部门批准,必要时还要经过一定的试验,以防采用代用材料引起不良后果。如因材料代用需要对某些零件的尺寸进行修改或变动某些工艺时,应及时通知有关部门,搞好各部门之间的协调。

随着科技和企业生产的不断发展,新材料不断涌现。企业应有计划地把那些经过验证和试用的新材料逐步纳入标准,并把那些已经落后的材料从原有标准中淘汰。为了采用先进材料,手册中还应制订新旧材料牌号对照表,各主要国家材料牌号对照表,以及热处理代号对照表和硬度换算对照表等。

(三)主要应用领域

工业企业生产离不开材料,因此,材料标准化工作对于大多数类型的工业企业都适用,如机械制造、电子、轻工类企业以及冶金、化学、建筑等原材料工业企业。

☐ 仓库管理方法

仓库管理方法是一种以保管好物资为基础,根据企业生产的实际需要,保质、

保量、及时、完备和准确地完成生产资料供应任务的方法。搞好物资的储存活动，减少物资在停滞期间的物质和劳动消耗，缩短物资的停滞时间，减少物资在储存中的损耗，加速物资周转，对于提高企业经济效益有着十分重要的作用。因此，必须建立健全各项科学的仓库管理制度，培养一支具有一定生产知识、懂得仓库管理的专业队伍，促使仓库管理水平的不断提高，并逐步创造条件应用电子计算机，实现物资装卸搬运存取现代化，物资保管养护现代化，物资检测、计量现代化，信息管理现代化，使物资的装卸、搬运、存取和管理成为一个综合系统。

(一)主要内容

1. 物资的验收入库程序

验收是做好仓库管理工作的基础，所以必须遵守及时、准确、认真的原则把好评入库存物资的数量关、质量关和凭证关，提高验收工作的质量和效率。验收的主要任务是查明入库物资的数量、品种、规格和质量，做到物资入库有依据，质量好，数量符凭证全。物资验收入库的作业程序是：

(1)接运物资。即仓库派人到铁路等交通运输部门接收和提运物资，要求做到及时、准确、安全、迅速。在办理交接手续的同时，对有差错的物资做好普通记录或商务记录，并及时处理，防止把有损失、有差错的物资提回仓库。接运物资的方式有五种，即到承运部门提货，承运部门联运送货入库，铁路专用线接车，供方送货入库，到供方仓库提货。

(2)验收准备。验收人在验收前应搜集并熟悉有关凭证与资料，组织收好货人力，布置好装卸设施，准备好相应的检验工具，安排好货位并选择好堆码方法。

(3)核对证件。验收入要根据仓库的物资入库计划和业务部门的收料凭证，逐一核对供方提供的合同单、出厂合格证、产品说明书、试验报告、化验单、发货票明细以及装箱单、磅码单和承运部门的运单等证件，齐全相符后再进行实物核对。入库验收前发生残损情况，必须有普通记录或商务记录。

(4)检验实物。①数量检验。数量检验方法包括计重、计件、点数、求积和理论换算等。计重物资一律按净重计算，应过磅检重。计件和点数物资要全部点清。求积和理论换算的应采用与供方一致的计量方法检尺计算。②质量检验。仓库的质量检验一般只用直观鉴定，即验观外形就可决定质量是否合格。凡须进行物理试验、化学分析才能定其质量的物资，应由技术检验部门检验，并建立技术质量档案。③全验。即对整批入库物资实行全部、全项的检验方法，包括数量和质量的检验。通常对国外进口物资、国内的新型产品、协作关系和质量不稳定厂家的产品以及运输途中包装有损坏的物资，都要进行全验。④抽验。即对整批入库物资，按照一定抽样比例进行抽查的验收方法。对国营及部定点生产厂家的产品、协作关系和质量比较稳定的国内厂家的产品(证件齐全、包装完整严密、拆包易损或拆包后不易恢复包装，且数量较大或品种统一的物资)可采取抽验的方法。抽验比率为5%~15%。抽验中发现有数量和质量问题时，再扩大抽验范围或进行全验。⑤按时验收和记录反馈。物资验收入库时间是指从物资到货，接到必备的凭证开始，到验收入库登帐立卡建档所用的时间。为加快验收速度，保证入库物资在托收承付期和索赔期内完成验收，规定现行采购物资入库验收时间为8个工作日，外埠采购物资到货验收时间为24个工作日，进口物资验收时间应根据合同规定；火工及危险品不许在库外停留过夜，特殊情况无法入库时，应及时与业务和保卫部门联系，制定保安措施。

在物资检验过程中验收入核对证件、实物并进行检验后，要填写验收记录(一式三份)。验收记录是记载物资差错事故的凭证，也是向供方提出拒付货款、退换物资、索赔的依据，应及时交送业务部门，业务部门进行核准后填写处理意见送领导批准，每个传递环节必须由指定人员签章并最后加盖公章。最后由业务部门将

四章齐全的验收记录反馈给验收人 1 份,交财务部门 1 份,自存 1 份。

2. 物资入库验收的基本方法

(1)数量验收方法。①点数求值法。即对按件、台、只、个等计量的物资,逐一点数加总求值。②点件复衡法。即对按标准重量包装的物资,先点清件数,再按件数复衡检验重量。③整车复衡法。即对大宗无包装的物资,如煤炭、矿石等,将车皮引入专用的‘轨道衡’复验重量。用汽车载运的则引入专用的‘地中衡’复量。④理论计量换算法。即对定尺的板材、型材如型钢、木材、玻璃等用尺丈量换算出其重量、体积和面积。

(2)质量验收方法。①直观鉴别法。即验收入凭借目视、手触和嗅觉等来判定物资的质量状况。在不用仪器设备的情况下,用这种方法可以发现物资的机械损伤、变质、发霉、受潮、腐蚀、包装变化、色泽变化等质量损失。②理化鉴定法。即对需要进行物理试验、化学分析才能确定其内在质量的物资,进行物理试验或化学分析。如设备的电气试验、油料的化学分析等。③试用检验法。即对某些机械电气设备、仪器仪表和工具等,通过试行或实际试用,来鉴别判定其质量指标的验收方法。

3. 物资保管养护的基本规则

保管养护是保存、管理、保养和防护的简称。物资保管养护的基本要求是做到“三化”和“四保”,即做到仓库规范化、存放系列化、养护经常化和保质、保量、保急用、保安全。

物资保管养护的基本规则如下:(1)火工及危险品(易燃、易爆、易污染、易腐蚀、有害、有毒及放射性物质)必须设专库分别存放,标志明显,有齐全的防燃烧、防爆炸措施,并设专人进行多级管理,定期检查,发现问题要及时处理。(2)精密仪器仪表、稀有金属和贵重金属及其制品,应轻拿轻放,不可撞击,最好设保温库存放,未进入保温库的应采取保温措施。要采取防盗措施,要入柜加锁和加封。(3)金属材料及其制品要预防锈蚀,防止受潮,避免与酸、碱、盐等化学物质接触。防腐蚀的主要方法是涂油防锈和气象防锈,可使用防锈油和气象缓蚀剂。在防不胜防的情况下发生锈蚀时,要立即进行除锈,以制止锈蚀发展。除锈有人工、机械和化学三种方法。(4)电力器材及电工产品应存放在干燥处,注意通风,防止受潮,避免相撞和震动。绝缘导体物资等应严防光热与受潮,不与酸、碱等化学品接触。(5)化工物料尤其是挥发性强的化学品应密封存放。酸类化工物料应在干燥通风、不与水接触的库房保管。感光的化学物品应避免光热,并注意失效期。易自燃的化学物品库应有良好的通风装置。(6)燃料、油料应储存在阴凉通风的地方,其容器不应与引火物、自燃物接近。挥发性油料应注意密封,防止渗漏。并应根据不同类别在容器上涂以色别,并将色别说明悬挂在物资附近醒目处,以防止混用。(7)高分子材料与制品(如塑料、橡胶及合成纤维等),要防止发生弹性或强度下降、失光和龟裂等老化变质现象,并注意其环境因素的影响如日照、热、氧和臭氧、水和相对湿度等。(8)纺织品、化纤、皮革、粮食、食品和副食品等要防潮防霉防虫防鼠。防潮防霉应从研究环境因素对微生物的影响入手,采取降低乃至破坏微生物生命活动的措施。如控制仓库内温湿度和调整环境气体成分(即气调储藏)。防虫可采取化学药物杀虫。灭鼠可采取器械捕杀和毒饵诱杀等措施。(9)有储存期限的物资,应有明显标志,按出厂期和入库期分别存放,紧持先期先发,超期及时处理。(10)备品备件是保证企业安全生产的重要物资,应设专人管理,单独设库,并须有完整的科学的保管养护细则。

4. 物资保管(存放)方法

(1)分类保管法。分类保管法是指按照物资的性质划分物资类别,根据各类物资计划储存量和各种库房、货场、起重运输设备等具体条件,确定各库房和货场的

分类储存方案,使‘物得其所,库尽其用’。

物资分类保管应遵循的原则是:物资性质互有影响和相互抵触的不能同库保管;物资保管要求温湿度不同的不能存放在一起保管;物资要求灭火方法不同的应分开保管。

实行物资分类保管,能够加快收、发货的速度,合理使用仓容,便于进行管理;有利于养护物资和确保物资的安全。

(2)编号定位保管法(通称‘四号定位’法)。是一种能够提高物资保管工作效率、防止发生业务差错的方法。“四号定位”的含义是:第一位号码表示库房或货场的编号,第二位号码表示货架或货场内分区的编号,第三位号码表示货架层次或货场分排编号,第四位号码表示货物位置或货场垛位编号。

给物资编号定位后,还要给物资建立料牌和卡片。料牌记上名称、编号、到货日期,挂在货位上。卡片记录进出数量和结存数量。

“四号定位”法的主要优点是:便于提高仓库收发货物效率,缩短收发物资时间,减少串号和错付现象,可以提高仓库利用率,便于保管员之间互助合作,调剂忙闲,便于统计、检查和盘点。

(3)五五摆放(又称五五堆放、五五存放)法。即以五为基数,对物资的堆码、包装和捆扎进行定量分组存放。例如五五成堆、五五成行、五五成排、五五成包、五五成串和五五成层等。这样摆放可以达到‘过目成数’的要求,便于进行物资的发放、盘点和统计作业。

(4)堆码苫垫法。①堆码:基本要求是‘合理、牢固、定量、整齐、节约、方便’。形式有重叠式、纵横式、交错式、仰伏相间式、压缝式、栽柱式、通风式、串连式和鱼鳞式等。②上苫:是为了避免露天存放的堆码物资直接遭受雨、雪、霜、露的侵袭和风吹日晒,在码顶上加遮盖物,如苫布、油毡、塑料薄膜、石棉瓦和芦席等。主要方法有:就码苫盖法、鱼鳞苫盖法、隔离苫盖法和活动棚苫盖法等。③下垫:是为了减少地面潮气影响或雨水浸泡,根据物资的不同保管要求及重量大小、堆码尺寸等选择下垫物。常用的有石墩、石条、枕木和油毡等。

5. 物资档案管理

仓库对所存物资的技术资料和有关凭证必须进行规范化的管理,以便必要时调卷查阅,进行核对和分析。因此,对于物资的档案资料必须建立管理制度,及时收集整理物资档案资料,做到一档一物,统一编号,专人管理。物资档案收存的资料范围及内容包括:①物资出厂时的各种凭证及技术资料。包括:出厂合格证、试验报告、化验单、材质单、有关图纸、安装使用说明书、装箱单或磅码单等。②物资入库前的各种资料凭证。包括:物资托运单、提货单、接货记录、普通记录或商务记录等。③物资验收时的各种凭证资料。包括:到货记录、物资检验单、复验磅码单和质量技术检验报告单等。④物资保管期内的各种资料。包括:盘点检查记录、规格调整单、盈亏、贬值和报废表等。⑤物资出库和发运的有关资料。包括:各种出库凭证、交货记录、承运部门的运单和装车记录等。

6. 物资发放管理

物资发放应以根据车间投料进度和物资消耗定额编制的物资出库计划为依据。物资的发放应以‘先进先出,推陈储新’为原则,做到按质、按量、及时、准确。

(1)出库凭证。通常有:①领料单,是生产维修一次性领用物资的凭证。②限额领料单,多用作专项工程从开始施工至竣工为止的领料凭证。③委托加工领料单,是由外单位加工的材料或成品的领取凭证。④转库单,供本单位内部之间转库拨料用。⑤物资调拨(销售)单,用于物资外调。

(2)物资出库的作业程序与规则。①仓库保管员根据出库凭证发料时,应填写实发量,并及时登记材料明细帐,做到日清月结。②凡超过限额的或计划外的用

料,应履行审批手续,不许先领料后补手续。③出库凭证不准涂改,更不允许保管人员代填出库证。规格和数量变更,须经用料单位与业务部门同意,并在出库凭证上签章。④凡设有第一仓库的,应首先到第一仓库领用,确无替用时再领新料。⑤“专项物资”未经批准不得挪用。设备整机不得拆件。⑥领用备品备件,应由生产技术部门负责人签章。事故储备物资的动用,应由总工程师批准。⑦火工产品出库应由保卫部门批准,由指定人员签发出库凭证。⑧凡规定交废领新的物资,必须按规定品种和交废领新率(不低于80%)回收实物后方可发新料。⑨发、领料时双方必须同时到场,共同交点,包括检查核对品名、规格和数量及共同过磅、检尺、点数等。⑩为了防止不同规格物资的错发或同一规格物资的重发和漏发,要求做到“三核对”和“三不发”。“三核对”是:出库凭证与帐卡相核对、帐卡与实物相核对;出库凭证与实物相核对。“三不发”是无出库凭证和凭证手续不全的不发、整机拆件领用的不发、未经验收入库的物资不发。

7. 物资退库管理

凡用料单位领出的、帐上已核销、实际未使用的物资必须及时退库。这是消除帐外材料,冲减生产成本或基建费用,加速物资周转和加强经济核算的重要措施。

物资退库的范围和规则如下:①生产余料如不继续使用,应及时退库。②工程余料或因项目计划调整、设计变更不再需用的物资,应于工程竣工后10日内退库。③专用物资互相挪用的必须重新办理领退料手续。④物资发放过程中的错领、错发物资必须退库。⑤车间小库多余的积压物资必须退库。⑥生产的残料、拆卸报废设备或拆除工程临时设施的旧料中有利用价值的部分,应及时退库。⑦仓库对退库物资应进行验收,质量完好的新品按领出价入帐,有利用价值的残旧料按质定价收回第一仓库。

8. 库存物资盘点

库存物资盘点又称盘库,即用清点、过秤和对帐等方法,检查仓库实存物资的数量和情况。盘点的主要内容是:查清物资实际库存量和帐卡是否相符;查明物资发生盈亏的原因;查明物资的质量状况;查明有无超过储存期限的物资等。其目的在于:把握库存物资的状态,保证帐、卡、物相符,以便更好地管理和利用物资。可供选用的库存物资盘点方法主要有:

(1)动态盘点法(亦称永续盘点法)。即在物资发生出入库业务时,就随之清点物资余额,并与保管卡片记录的数额相互核对。这种盘点法的优点是:可以随时知道各种物资的正确存量,盘点工作量少。

(2)循环盘点法。即按照物资入库的先后次序,有计划地对库存物资不断地循环进行盘点,也就是保管人员按计划每天都盘点一定量的在库物资,直到把全部库存物资盘点完毕后,再开始下一轮盘点。这种方法的优点是:节省人力,经济方便。

(3)重点盘点法。即对进出频率高的,或者易损耗的,或者价值昂贵的物资经常进行盘点的方法。其目的是:控制重点物资的动态,严防发生业务差错。

(4)全面盘点法(亦称定期盘点法)。即对在库保管的全部物资,按照规定的日期全面进行清点的方法。全面盘点常在月末、季末、年终定期进行。其目的是:准确掌握物资变动情况,做到帐卡物相符,便于及时处理超储、呆滞物资,节约流动资金。

9. 仓库工作的评价和考核

为了加强对仓库工作的管理,促进仓储人员提高业务和技术水平,必须建立一套互有联系的、能综合反映仓储业务活动全过程的经济指标,对仓库工作进行评价和考核。例如,某系统规定的仓库工作考核评价指标如下:

(1)货损、货差率。用于考核计算期内仓库收、发、装卸、搬运物资各环节的工作质量。公式为:

货损、货差率 = $\frac{\text{期内货损、货差笔数}}{\text{同期内收发总笔数}} \times 10000$

货损、货差是指少发、多发、错验、丢失、错装、漏装等。

(2) 仓库储存能力利用率。是指计算内平均库存量仓库储存能力的比率,一般以‘吨’计算。公式为:

月储存能力利用率 = $(\text{仓库储存能力} \div \frac{\text{月初库存量} + \text{月末库存量}}{2}) \times 100\%$

年储存能力利用率 = $(\text{仓库储存能力} \div \frac{\text{年内各月平均库存量之和}}{12}) \times 100\%$

(二) 实用案例

案例 1 取某机床加工的 9 个某种零件测试, 平均直径 9.52mm, 方差 0.36mm²。当置信度为 98% 时, 零件平均直径的置信区间为:

$$(\bar{X} - t_{0.01}(8) \frac{S}{\sqrt{9}}, \bar{X} + t_{0.01}(8) \frac{S}{\sqrt{9}})$$

将 $\bar{X} = 9.52, S = 0.60$ 及查表所得的 $t_{0.01}(8) = 2.90$ 代入上式, 置信区间的计算结果为 (8.94, 10.10), 即以 98% 置信度估计该机床加工的全部某种零件的直径均值在 8.94 至 10.10 之间。

案例 2 设有种植玉米的甲、乙两个试验区, 各分为 10 个小区, 各小区面积相同。在两个试验区其它试验条件相同的情况下, 甲区增施磷肥, 试验结果玉米产量 (单位 kg) 如下:

甲区 52、57、65、60、63、58、57、60、60、58

乙区 56、59、56、57、58、57、60、55、57、55

取 $\alpha = 0.05$, 判别磷肥对玉米产量有无显著影响。

经计算:

甲区 样本均值 $\bar{X}_1 = 60$, 样本方差 $S_1^2 = 64/9$ 。

乙区 样本均值 $\bar{X}_2 = 57$, 样本方差 $S_2^2 = 24/9$ 。

本例由于 σ_1^2, σ_2^2 均为未知, 所以第一步要进行方差齐性 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 的检验, 第二步再进行两个正态总体均值差的检验。

第一步检验, 提供假设 $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ 。依表, $S_1^2/S_2^2 = 2.67 < F_{0.025}(9, 9) = 4.03$, 所以接受 H_0 , 即 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 的假设成立。

第二步检验 提出假设 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$ 。依表

$$\begin{aligned} \bar{X}_1 - \bar{X}_2 &= 3 > t_{\alpha}(n_1 + n_2 - 2) S_w \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \\ &= t_{0.05}(18) \sqrt{\frac{64 + 24}{18}} \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} = 1.71 \end{aligned}$$

所以拒绝 H_0 而接受 H_1 , 认为磷肥对玉米产量有显著影响。

□ 订货点法

订货点法又称订购点法, 是一种在库存物资由于消费下降到一定数量 (这个数量称为订货点) 时, 就派员进行订货, 以期在库存耗尽之时所订物资正好到货的方法。这种方法的特点是 假定订货提前期 t_p (即市场供应、装运条件) 是不变的 (即 t_p 是个常量), 每次订货的批量是相等的, 订货时间是随着物资库存量降到订货点时间的不同而变化的。因此, 在生产对物资的消耗速度不均衡的情况下, 可以利用在订货点派人订货来适应物资消费速度的变化, 保持物资储备的合理性。

(一) 基本原理

订货点也称警戒点,是指订货点库存量 q_p 。它是个用指示某种物资已到订货时间的参数。订货点库存量的大小取决于物资的订货提前期 t_p 和日耗量 c_m 。订货提前期的长短取决于派员前往和办理订货手续的时间、供方备货时间和办理运输计划与托运时间、承运单位装车、运输时间和卸货、转运、验收入库所需时间的总和。订货提前期乘日耗量,就是订货点库存量 q_p 。在生产不均衡的条件下,物资消费速度时快时慢,库存量下降到订货点的时间也就有早有迟。因此,按照物资实际库存量下降到订货点的时间派员订购物资,可以防止在等批量订购条件下由于消费速度变化所造成的物资缺货和超储问题。

(二)主要内容

1. 订货点的确定方法

设物资的订货提前期为 t_p , 平均日耗量为 c_m , 则订货点(即订货点库存量) p_q 的计算公式为:

$$q_p = t_p \cdot c_m \quad (1)$$

式中的 t_p 在一般情况下是个常量。 t_p 可用两种方法确定:

(1)查定法。即精确地查定订货提前期各个构成环节所需的时间,并加总求和。即:

$$t_p = \frac{\text{派员外出办理}}{\text{订货手续时间}} + \frac{\text{供方备货办}}{\text{理托运时间}} + \frac{\text{运方装}}{\text{运时间}} + \frac{\text{转运检验}}{\text{入库时间}}$$

(2)统计法。即使用 t_p 的历史资料,并消除订货提前期中由于偶然因素造成的波动(即剔除历史数据中少数偏离平均值较大的数据),进行算术平均,得出 t_p :

$$\bar{t}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{pi} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

n 是数据个数,式中的 c_m 是在正常消费速度下的日耗量。如果消费速度发生变化,则 c_m 和订货点也要随之发生变化。

“定量不定期”购买条件下订货点的应用 在物资可以随时购买的条件下实行等批量订货,称为“定量不定期”购买方式。

在“定量不定期”的购买条件下,如果企业的物资消费速度(日耗量)变化不大,可以直接用订货点库存量进行订管理。即在 q_p 确定后,采用限额法或分堆法控制购买。

(1)限额法。即将 q_p 作为订货时点的库存限额,标在库存卡片和库存明细帐页上。当库存量下降到 q_p 点时,发出订货信息,派员订货。

(2)分堆法。即将库存实物分为三堆,第一堆堆放保险库存量,第二堆堆放订货提前期库存量,余数为第三堆。在物资出库时,先发第三堆。第三堆发完时,说明已到订货点,要发出订货信息。然后发第二堆,第二堆发完时,订货应该到货。第一堆是保险储备,一般不动用。但因物资本身有保管限期,所以应定时更新。

如果企业由于生产任务调整或由于生产不均衡,造成消费速度(日耗量)发生较大变化时,则要对订货点进行调整。

假设当消费速度处于正常状态时,订货批量为 q , 供应周期为 t_s , 订货提前时间为 t_p , 订货点为 p , 订货点库存量为 q_p , 日耗量 $c_m = q/t_s = q_p/t_p$ 。

当消费速度加快时,订货批量 q 不变,供应周期缩短为 t'_s , 库存量先于正常状况下降到 q_p 线, p 点左移到 p_1 点,由 p_1 点到经常储备耗尽的时间为 t'_{p0} 。由于 t'_{p0} 小于 t_p , 故在 p_1 点开始订货,当经常储备耗尽时订货不能到达,这就需把订货点再向左移到 p_1 点,即对订货时间加以修正,修正量为 $t_p - t'_{p0} = \Delta t'$ 。同时,对订货点库存量也要进行修正。新订货点 p' 的库存量为: $q'_p = q_p + \Delta q'$ 。此时,消费速度(日耗量) c'_m 为:

$$c'_m = q/t'_s = q_p/t'_p$$

$$t'_p = q_p/c'_m$$

订货时间和订货点库存量的修正量分别为：

$$\begin{aligned}\Delta t' &= t_p - t'_p = q_p / c_m - q_p / c'_m = q_p \left(\frac{1}{c_m} - \frac{1}{c'_m} \right) \\ &= q_p \frac{(c'_m - c_m)}{c_m \cdot c'_m} = \left(1 - \frac{c'_m}{c_m} \right) t_p \quad (3) \\ \Delta q' &= c'_m \Delta t' = q_p \left(\frac{c'_m}{c_m} - 1 \right) \quad (4)\end{aligned}$$

式(3)是订货提前期由于消费速度加快而增加的提前时间,式(4)是因而增大的库存量。如果 $c'_m = c_m$,即消费速度没有变化则(3)、(4)式均等于零,即不需修正。

由式(3)可知 $\Delta t'$ 为 t_p 的 $(1 - \frac{c'_m}{c_m})$ 倍。

由式(4)可知 $\Delta q'$ 为 q_p 的 $(\frac{c'_m}{c_m} - 1)$ 倍。

表 7 - 12 列出了当消费速度加快时, c_m/c'_m 的不同比值对 $\Delta t'$ 和 $\Delta q'$ 的影响。

表 7 - 12 消费速度加快的影响

c'_m	c_m/c'_m	$\Delta t'$	c'_m/c_m	$\Delta q'$
1.1 c_m	0.909	0.0909 t_p	1.1	0.1 q_p
1.2 c_m	0.8333	0.1666 t_p	1.2	0.2 q_p
1.3 c_m	0.7692	0.2307 t_p	1.3	0.3 q_p
1.4 c_m	0.7142	0.2857 t_p	1.4	0.4 q_p
1.5 c_m	0.6666	0.3333 t_p	1.5	0.5 q_p
1.6 c_m	0.625	0.375 t_p	1.6	0.6 q_p
1.7 c_m	0.5882	0.4117 t_p	1.7	0.7 q_p
1.8 c_m	0.5555	0.4444 t_p	1.8	0.8 q_p
1.9 c_m	0.5263	0.4736 t_p	1.9	0.9 q_p
2.0 c_m	0.5	0.5 t_p	2.0	1 q_p

当消费速度减慢时,同理可知,订货量为 q ,供应周期加长为 t''_s ,库存量迟于正常状况到达 q_p 线,即 p 点右移到 p_2 点,由 p_2 点到经常储备耗尽时间为 t''_p , t''_p 大于 t_p ,即在 p_2 点订货,下一批物资到达入库时库内有剩余存量,将出现超储。为此,订货点应再向右移到 p'_2 点。这时,订货提前期的修正量为：

$$\Delta t'' = (t''_p - t_p)$$

订货点库存量的修正量为：

$$\Delta q'' = q_p - q''_p$$

消耗速度(日耗量)为：

$$\begin{aligned}c''_m &= q / t''_s = q_p / t''_p \\ t''_p &= q_p / c''_m\end{aligned}$$

订货时间和订货点库存量的修正量分别为：

$$\begin{aligned}\Delta t'' &= t''_p - t_p = \frac{q_p}{c''_m} - \frac{q_p}{c_m} \\ &= q_p \frac{c_m - c''_m}{c''_m \cdot c_m} = \left(\frac{c_m}{c''_m} - 1 \right) t_p \quad (5)\end{aligned}$$

$$\Delta q'' = c''_m \Delta t'' = q_p (1 - \frac{c''_m}{c_m})$$

(6)

表 7 - 13 列出了当消费速度减慢时, c_m/c''_m 的不同比值对 $\Delta t''$ 和 $\Delta q''$ 的影响。

表 7 - 13 消费速度减慢的影响

c''_m	c_m/c''_m	$\Delta t''$	c''_m/c_m	$\Delta q''$
0.9 c_m	1.1111	0.1111 t_p	0.9	0.1 q_p
0.8 c_m	1.25	0.25 t_p	0.8	0.2 q_p
0.7 c_m	1.4285	0.4285 t_p	0.7	0.3 q_p
0.6 c_m	1.6666	0.6666 t_p	0.6	0.4 q_p
0.5 c_m	2	1 t_p	0.5	0.5 q_p
0.4 c_m	2.5	1.5 t_p	0.4	0.6 q_p
0.3 c_m	3.3333	2.333 t_p	0.3	0.7 q_p
0.2 c_m	5	4 t_p	0.2	0.8 q_p
0.1 c_m	10	9 t_p	0.1	0.9 q_p

“定期不定量”购买条件下订货点的应用 订货周期不能改变、订货量可以调整的购买的方式称为‘定期不定量’购买方式。

在‘定期不定量’购买条件下,物资消费速度变化对订货点库存量有影响,从中可以看出,在‘定期不定量条件下,订货点(即订货日期)是固定的,当消费速度变化时,库存曲线到达订货日期的实际库存量 q_a 小于(消费速度加快)或大于(消费速度减慢)订货点库存量 q_p 。设其差额为 $\pm \Delta q$,则：

$$\pm \Delta q = q_p - q_a$$

(7)

2. 确定订货点订货量的具体作法

将订货提前期 t_p 标注在物资卡片和帐页上,每到订货点(日)时即检查实际库存量 q_a ,计算 $q_p - q_a$ 的差。如为 $+\Delta q$,则按 $q + \Delta q$ 订货 如为 $- q$,则按 $q - \Delta q$ 订货。这样调整订货量后,可以防止缺货或超储现象的发生。

3. 物资提前或延期到货的处理方法

在订货点法中,假定订货提前期是不变的,即物资是按预定时间到货的。但是,由于受到各种因素的影响,会经常发生提前或延期到货现象。这种由供方、运方造成的问题,同样会使企业遭受超储或缺货损失。

物资提前或延期到货,事先如缺乏联系,是不能通过订货点库存量来发现和调整的。而且企业消费速度的变化和到货的提前或延期,往往是交织在一起发生的。这就要对库存物资超储和缺货的原因进行具体分析,对于因消费速度变化造成的超储和缺货,可以通过订货点库存量发现,并可用调整订货周期或订货量的方法加以调整和防止 对于因到货提前或延期造成的超储和缺货只能通过事前联系、事后积极调整补救的办法进行处理。(1)事前密切联系。企业对所需物资,应采用 ABC 分析法,将占用资金很多而品种较少的 A 类物资和一部分 B 类物资(指占用资金较多,品种数也较多的物资)同 C 类物资区分开来,进行重点管理。对 A 类和少数 B 类物资的需用量要详细核算,订货量和库存量要以严控制,在订货后要与供方密切联系,互通信息,避免发生提前或延期到货。具体措施可在订货合同中写明本企业的要求,在执行合同中双方密切联系或派员驻厂催发催运等。这是一种预防为主的方法。(2)事后积极调整补救。在已经发生提前或延期到货时,应当采取以下

措施 ①在可能发生超储时,必须研究多余量如何处理,如准备存放条件和所需资金,积极外调或调整生产任务等,力争减少损失。在可能发生缺货时,则应筹措所缺物资或调整生产任务。②总结经验教训,改进与供方的联系办法和驻厂催货工作,以避免类似事件再次发生。③根据实际超储或缺货数量调整下一个周期的订购量,使之符合储备定额的要求。

□ 定置管理法

定置管理是以生产现场为主要对象,研究分析人、物、场所的状况,以及它们之间的关系,并通过整理、整顿、改善生产现场条件,促进人、机器、原材料、制度、环境有机结合的一种方法。

(一)基本原理

定置管理是对物的特定的管理,是其他各项专业管理在生产现场的综合运用和补充企业在生产活动中,研究人、物、场所三者关系的一门科学。它是通过整理,把生产过程中不需要的东西清除掉,不断改善生产现场条件,科学地利用场所,向空间要效益。通过整顿,促进人与物的有效结合,使生产中需要的东西随手可得,向时间要效益,从而实现生产现场管理规范化与科学化。

(二)主要内容及其应用规则

1. 人、物、场所三者之间的关系

(1)人与物的关系。在工厂生产活动中,构成生产工序的要素有 5 个,即原材料、机械、工作者、操作方法、环境条件。其中最重要的是人与物的关系,只有人与物相结合才能进行工作。①人与物的结合方式。人与物的结合方式有两种,即直接结合与间接结合。直接结合又称有效结合,是指工作者在工作中需要某种物品时能够立即得到,高效率地利用时间。间接结合是指人与物呈分离状态。为使其达到最佳结合,需要通过一定信息媒介或某种活动来完成。②人与物的结合状态。生产活动中,主要是人与物的结合。但是人与物是否有效地结合取决于物的特有状态,即 A、B、C 三种状态。A 状态是物与人处于有效结合状态,物与人结合立即可进行生产活动。B 状态是物与人处于间接结合状态,也称物与人处于寻找状态或物存在一定缺陷,经过某种媒介或某种活动后才能进行有效生产活动的状态。C 状态是物与现场生产活动无关,也可说是多余物。

(2)场所与物的关系。在工厂的生产活动中,人与物的结合状态是生产有效程度的决定因素。但人与物的结合都是在一定的场所里进行的。因此,实现人与物的有效结合,必须处理好场所与物的关系,也就是说场所与物的有效结合是人与物有效结合的基础。从而产生了对对象物在场所中的放置科学——“定置”。①定置。定置与随意放置不同,定置即是对生产现场、人、物进行作业分析和动作研究,使对象物按生产需要、工艺要求而科学地固定在场所的特定位置上,以达到物与场所有效地结合,缩短人取物的时间,消除人的重复动作,促进人与物的有效结合。②场所的三种状态,即 A 状态、B 状态、C 状态。A 状态是良好状态。即场所具有良好的工作环境、作业面积、通风设施、恒温设施、光照、噪音、粉尘等符合人的生理状况与生产需要,整个场所达到安全生产的要求。B 状态是改善状态。即场所需要不断改善工作环境,场所的布局不尽合理或只满足人的生理要求或只满足生产要求、或两者都未能完全满足。C 状态是需要彻底改造状态。即场所需要彻底改造,场所既不能满足生产要求、安全要求又不能满足人的生理要求。③场所的划分。在生产过程中,根据对象物流运动的规律性,便于人与物的结合和充分利用场所的原则,科学地确定对象物在场所的位置。a. 固定位置:即场所固定、物品存放位置固

定、物品的信息媒介固定。用三固定的技法来实现人、物、场所一体化。此种定置方法适用于对象物在物流运动中进行周期性重复运动,即物品用后回归原地,仍固定在场所某特定位置。b.自由位置 即是物品在一定范围内自由放置,并以完善信息媒介和信息处理的方法来实现人与物的结合。这种方法应用于物流系统中不回归、不重复的对象物。可提高场所的利用率。

(3)人、物、场所与信息的关系。生产现场中众多的对象物不可能都同人处于直接结合状态,而绝大多数的物同人处于间接结合状态。为实现人与物的有效结合,必须借助于信息媒介的指引、控制与确认。因此,信息媒介的准确可靠程度直接影响人、物、场所的有效结合。信息媒介又分确认信息媒介和引导信息媒介二类,每类信息媒介又各有二种媒介物。①引导信息媒介物。即是人们通过信息媒介物,被引导到目的场所,如位置台帐、平面布置图等。②确认信息媒介物。人们通过信息媒介物确认出物品和场所。如场所标志、物品名称(代号)等。

2. 定置管理的内容

定置管理内容较为复杂,在工厂中可粗略地分为工厂区域定置、生产现场区域定置和可移动物件定置等。(1)工厂区域定置:包括生产区和生活区。生产区包括总厂、分厂(车间)、库房定置。如总厂定置包括分厂、车间界线划分,大件报废物摆放,改造厂房拆除物临时存放,垃圾区、车辆存停等。分厂车间定置包括工段、工位、机器设备、工作台、工具箱、更衣箱等。库房定置包括货架、箱柜、贮存容器等。生活区定置包括道路建设、福利设施、园林修造、环境美化等。(2)现场区域定置:包括毛坯区、半成品区、成品区、返修区、废品区、易燃易爆污染物停放区等。(3)现场中可移动物件定置:包括劳动对象物定置(如原材料、半成品、在制品等);工卡、量具的定置(如工具、量具、胎具、容器、工艺文件、图纸等);废弃物的定置(如废品、杂物等)。

3. 定置管理的基本程序

(1)方法研究。方法研究是定置管理开展程序的起点,它是对生产现场现有加工方法、机器设备情况、工艺流程等全过程进行详细分析研究,确定其方法在技术水平上的先进性,在经济上的合理性,分析是否需要和可能采取更先进的工艺手段及加工方法,进行改造、更新、从而确定工艺路线与搬运路线,使定置管理达到科学化、规范化和标准化。

(2)人、物结合状态分析。这是开展定置管理的第二个阶段也是定置管理中最关键的一环。定置管理的原则是提倡 A 状态,改造 B 状态,清除 C 状态,以达到提高工作效率和工作质量的目的。

(3)物流、信息流分析。这是开展定置管理的第三步。在生产现场中需要定置的物品无论是毛坯、半成品、成品,还是工装、工具、辅具等都随着生产的进行而按照一定的规律流动着,它们所处的状态也在不断地变化,这种定置物规律的流动与状态变化,称之为物流。随着物流的变化,生产现场也存在着大量的信息,如表示物品存放地点的路标,表示所取之物标签,定置管理中表示定置情况的定置图,表示不同状态物品标牌,为定置摆放物品而划出的特殊区域等,都是生产现场中的信息。随着生产的进行,这些信息也在不断地运动着、变化着,当加工件由 B 状态转化为 A 状态时,信息也伴随着物的流动变化而变化,这就是信息流。通过对物流、信息流的分析,不断掌握加工件的变化规律和信息的连续性并对不符合标准的物流、信息流进行改正。

(4)定置管理的设计。这是推行定置管理的第四个阶段。首先是定置图的设计,其次是信息的标准化工作。在工厂推行定置管理过程中一般应有工厂定置图、分厂或车间定置图、区域定置图和工具箱定置图等。其中分厂(车间)定置图是最重要的。设计定置图时应注意:①对场所、工序、工位、机台等进行定置诊断。根据

人—机工程学确定是否符合人的心理、生理需要与满足产品质量的需要,做到最大的灵活性和协调性,最大的操作方便和最小的不愉快,以及切实的安全和防护保障,充分利用空间与时间。②定置图设计按统一标准。如属于全厂范围内的定置图用 A_0 纸幅,分厂(车间)与大型仓库定置图用 A_2 纸幅,班组定置图用 A_3 纸幅,机台、工位、工具箱定量图用 A_4 纸幅等。③设计定置图时应尽量按生产组织划分定置区域。如一个分厂有 4 个较大的生产工段,即可在定置图上标出 4 个相应的定置区域。④设计定置图先以设备作为整个定置图的参照物。依次划出加工件定置区、半成品待检区、半成品合格区、产成品待检区、成品合格区、废品区、返修品区、待处理区等。⑤定置图完成后可进行信息标准化工作。如合格区域可用绿色标牌表示,返修区域用红色标牌表示,待处理区域用黄色标牌表示,待检区域用蓝色标牌表示,废品区域用白色标牌表示。这些信息符号标志牌的颜色含义即为绿色通(合格)、红色停(返修),黄色缓行(需办理会签或审批手续),蓝色未检查,白色不能用(废品)。

(5)定置实施。按照定置的设计具体内容进行定置管理。即对生产现场的材料、机械、操作者、方法进行科学的整理、整顿,将所有的物品定位,按图定置,使人、物、场所三者结合状态达到最佳程度。

(6)定置考核。这是定置管理最后一个阶段。为了巩固已取得的成果,发现存在的问题,不断完善定置管理,就得坚持定期检查与考核工作。一个企业的定置管理开展好与坏是以定置率为衡量标准的。定置率的计算公式是:

$$\text{定置率} = \frac{\text{实际定置的物品个数(件数)}}{\text{应该定置的物品个数(件数)}} \times 100\%$$

如检查某分厂的三个定置区域,其中合格区(绿色标牌区)摆放 15 种零件有 1 种没定置,待检区(蓝色标牌区)摆放 20 种零件有 2 种没定置,返修区(红色标牌区)摆放 3 种零件有 1 种没定置,那么该场所的定置率则是:

$$\text{定置率} = \frac{(15 + 20 + 3) - (1 + 2 + 1)}{15 + 20 + 3} \times 100\% = 89\%$$

(三)实用案例

阿城继电器厂 1986 年 5 月实行定置管理,提高了工作效率,月计划生产均衡率由“二三五”逐步实现为“三三四”。

1. 现场诊断,设计定置图。该厂经现场诊断发现:原来的生产现场工位布置、作业环境、作业通道等不能很好地适应人的生理需要和生产条件的需要;检查半成品、成品、返修品、废品、待处理品等有的无标志、或有标志而不明显,有的标志规格、颜色不统一;工人工具箱中工具不定位,随用随拿,随拿随放,一片混杂。经现场诊断后按定置管理要求设计出 185 份定置图,将所有的物品、设备等按类就位、科学合理地开展在定置图上。然后对生产现场的设备、工具、零部件、原材料、文件资料等物品进行清理整顿。按图定位、做到以物对号、以号对图,图、号、物三者一致。

2. 确定标准容器、容器编号和场地信息符号。从加工、搬运到人站、坐、行制定出 60 余种记号表示法和蓝、红、黄、绿、白场地信息符号标志。先后在开关板分厂、化工分厂、继电器分厂统一制定 280 个盛装零件、工具的挂式容器盒,374 个工具袋,150 个工具箱,30 个废料桶,65 个流动车,100 把升降椅,调整改造工位 401 处,使生产现场作业环境明显改善。工具箱摆放标准化、箱内物品、工具定置标准化、管理信息标准化。

3. 加强考核、提高定置管理的实际效果。为使定置管理工作经常化、制度化,该厂制定了定置管理检查内容及考核办法并纳入到工厂经济责任制中考核;制定定置管理标准纳入到企业管理标准中贯彻执行;用定置率这一量化指标考核定置物和定置图的一致性及反映生产现场定置物的定置程度。由于物品的合理定置,

防止了物品的乱堆乱放,零部件磕碰划伤和挤压变形现象;防止了半成品、返修品、废品相互混淆;防止了超期变质物品投入生产;易燃易爆、剧毒物品特别定置,消除了不安全因素;彻底清除 C 类状态物品,使生产现场物品摆放整齐,道路畅通,环境整洁,人与物结合状态趋近合理,工作人员心情舒畅,减少了废品,提高了工作效率。自实行定置管理以来,该厂机械加工件废品率由 1.5% 下降到 0.6%,主件主项抽查合格率上升为 99.6%,月计划生产均衡率由“二三五”逐步实现为“三三四”。

□ 复合 ABC 管理法

复合 ABC 管理又称复合 ABC 分类管理。它是河南石油勘探局在油田物资供应管理中采用的一种比较科学,行之有效的管理方法。

河南石油勘探局为确保油田物资供应任务的完成,充分发挥有限资金的使用效果,在物资供应工作中实行复合 ABC 分类管理。在计划平衡、资金分配、采购订货、催交催运、组织供应等物资供应工作的各个环节上,做到了突出重点,兼顾一般、统筹安排、严格控制,保证了油田重点工程项目的物资供应,缓解了资金严重不足的矛盾,提高了供应效能,见到了好的经济效果。

(一)基本原理

复合 ABC 管理方法以意大利经济学家巴雷特 ABC 分类管理方法为基本原理。在一项工作的各个环节上以及横向、纵向不同层次上,按照总目标层层实行 ABC 分类,以突出主要矛盾,抓住重点,照顾一般,实现总目标,形象地描述。如果把巴雷特 ABC 分析法称为直线式分析法,复合 ABC 分类管理法就是矩阵式 ABC 分类管理法见下表。

7 - 14 工程项目分类表

工程项目分类	物 资 分 类			采购资金分类
	A	B	C	
A	AAA	ABA	ACA	A
B	BAB	BBB	BCB	B
C	CAC	CBC	CCC	C

也可以按物资或采购资金分类。按物资分类则有：

AAA	BAA	CAA
.....		
.....		

(二)操作步骤

1. 物资 ABC 分类

(1)按物资品种、项数所占采购资金的比重,将占品种 10% 左右,占资金 60% 以上的物资划为 A 类;占品种 20% ~ 30%,占资金 20% ~ 30% 的物资划为 B 类;占品种 60% 左右,占资金 10% 的物资划为 C 类。(2)根据市场情况,对紧俏物资并按其对生产建设的影响程度,将直接影响生产建设顺利进行的物资划为 A 类;将与重点生产维修项目无直接关系的物资划为 C 类;其余的划为 B 类。

2. 工程项目 ABC 分类

根据年度生产建设计划及所确立的重点工程项目,按照重要程度分别划为 ABC 三类。

3. 采购资金 ABC 分类

依据物资及工程项目分类相应划为 ABC 三类。

4. 复合 ABC 管理的实施

(1)对确立的 AAA 类物资、BAA 类物资实行重点控制、优先保证,对 CAA 类物资下放二级单位管理,但在资金上列入重点,予以保证。(2)物资采购资金实行按局控制拨款的办法,各业务科室按局提出资金计划,由主管领导审批后执行。(3)根据复合分类情况和工程施工进度要求,按季制定“重点工程季度物资供应目标”(如图所示),把物资总需要量、缺口、缺口料到货期、催交负责人等排出一个完整的运行大表,按运行大表实施目标管理。(4)在 ABC 各类项目中进一步实行项目管理、单项工程管理,严格做到按设计、按定额、按工程进度组织供应,并及时进行核销,减少损失浪费。(5)各供应站每月分析一次采购资金使用情况,供应处每年分析一次,每半年组织一次大型分析汇报会,确保各项目物资、资金、供应措施的落实。

(三)主要应用领域 复合 ABC 管理不仅适用于企业的物资供应管理,也适用于企业的生产管理、设备维修管理等许多方面。凡属管理对象繁杂,又可按不同指标进行相关数据分析的,都可采用这一方法。

□ 全员设备管理法

全员设备管理(又称全员生产维修,简称 TPM)是一种设备综合管理方法。它是日本管理界在 70 年代受行为科学、系统工程和设备综合工程学的启发,吸取中国群众参加管理的经验,在原来实行生产维修(即以取得最佳经济效果为目标,对设备进行分类分级管理,并采用不同的维修方式)的基础上发展而成的。全员设备管理的基本内容可以概括为“三全”,即全效率、全系统、全员参加。所谓全效率,即以实现设备综合效率最高为目标。所谓全系统,即以设备的一生(从设计、制造、安装、调试到使用、维修、改造、报废更新的整个寿命周期)为对象建立管理系统。所谓全员参加,即从企业领导者到第一线的生产工人,所有与设备有关的部门和人员,都要参加设备管理活动。全员设备管理的突出特点是:日常点检的内容非常详细具体,能如实了解、反映设备的实际状况;有比较完善的、能反映设备精度、性能劣化程度的计算方法;重视根据设备的实际技术状况采取针对性的修理措施。

(一)主要内容

1. 确定重点设备,实行重点管理

(1)重点设备的确定。

所谓重点设备,是指设备发生故障后停机修理时对产品的产量、质量、成本、安全和交货期有较大影响的设备。因此,确定重点设备应以对上述五项因素的影响程度和损失大小为依据。

确定重点设备最简单的方法是分类评分法,即把对上述五项有影响的因素列出,并规定具体的评分标准,然后根据评分结果把设备划分为 A、B、C 三级。A 级为重点设备,B 级为重要设备,C 级为一般设备。通常,在企业设备总数中,A 级设备一般占 10%左右,B 级设备一般占 75%左右,C 级设备一般占 15%左右。表 7-15 所示为设备分类评分项目。

表 7-15

设备分类评分项目

分 项	序号	项 目 内 容
生产方面	1	设备利用率
	2	有无代用设备或迂回工艺
	3	故障停机对生产的影响程度
质量方面	4	设备与质量的关系
	5	质量的稳定性
成本	6	购置价格
安全	7	对人员安全及环境的影响程度
维修性	8	设备修理复杂程度
	9	故障频率与停机台时
	10	备件供应难易程度

(2)重点设备的管理。

主要措施包括 ①重点设备应有明显标志,应建立台帐和完整的档案。②对重点设备应认真进行日常点检、定期点检和精密点检。③对重点设备应采用现代故障诊断和状态监测技术,发展以设备状态为基础的预防维修。在安排设备修理、改造、更新计划时,要优先安排落实重点设备。④建立重点设备管理机构。安排技术水平高、经验丰富、责任心强的人员担负重点设备的维修工作。重点设备的操作人员必须经过严格培训和考核,取得合格证后方可上岗。⑤对重点设备的考核和奖惩都应高于一般设备。⑥购置重点设备应作充分的经济技术论证,应有严格的审批手续。

2. 认真开展设备点检活动

(1)设备点检的分类

设备点检是全员设备管理的主体和核心。要有效地推行全员设备管理,必须认真开展点检活动。

所谓设备点检,是指操作工人和专职维修人员为了维护设备的规定机能,根据规定标准设备运行有无异状和劣化情况所进行的检查,以便及时发现问题,早期采取预防维修措施,避免因突出故障而造成停产损失,增大维修费用,影响人身和设备安全,降低设备寿命。

设备点检通常分日常点检、定期点检、精密点检三种。①日常点检。即以操作工人为主,每日每班靠五官和简单测试仪器对设备规定部位在运行前、运行中、运行后进行的技术状态检查,以及时发现故障征兆和事故隐患。日常点检是设备日常维护的组成部分,应与日常维护保养结合进行。②定期点检。即由专职维修人员按预先确定的周期(一周、半个月或一个月),在设备不解体的情况下用五官和相应的仪器工具按规定项目、内容、方法、标准进行的检查,目的是测定设备的性能和劣化程度,进行必要的调整,以保持设备的性能。③精密点检。即由专业技术部门采用专门仪器装备定期或不定期地在对设备部分或全部解体情况下所进行的鉴定检查,目的是定量地测定设备的精度和劣化程度,对设备技术状态作出鉴定。精密点检包括随机的指令性检查,处理事故的鉴定检查、行政监督或工况试验的解体检查、设备项修或大修的拆洗鉴定和验收测试、维修过程中的各种台架试验等类别。

(2)点检的作业内容

各种点检的作业内容如下 ①日常点检的作业内容。日常点检侧重于发现异常现象,应在交接班或中间停歇时间内进行,所以检查项目简单易行,一般需时 20

分钟左右。例如,港口机械的日常点检项目有:运转状态,各部温度,异常声响,螺丝松动或脱落,润滑油量,调整部位,皮带及链条,外部损伤,冷却水量,燃料油量,各部泄漏,仪表指示,安全装置,清扫部位等。

②定期点检的作业内容。定期点检侧重于检测设备或零部件的劣化趋势,故检查项目比日常点检深入细致,但基本上是不解体检查,一般需时 40 分钟左右。例如,管式加热炉的定期点检项目如表 7 - 16 所列。

③精密点检的作业内容。精密点检侧重于精确测量设备或零部件的劣化程度,检查项目包括测定设备所有零部件的技术参数。但检查的具体项目和所需时间需根据精密点检类别的不同分别确定。

表 7 - 16 管式加热炉定期点检项目

	定 期 检 查
加热管	仔细检查有无下列情况:①管弯曲②膨胀③锈皮剥落④色变程度⑤裂缝⑥检查管壁厚度⑦如果有可能,应检查管内情况。
焊缝	除检查外观外,必要时检查开裂情况。
管支持件	仔细检查:①接头接合情况②表面状况③热膨胀部位的适应性④保护水泥的损坏情况⑤部件损耗情况。
耐火材料	检查有无①砖脱落②裂纹③砖松动④剥落等情况。
炉框、壳、烟囱	①外观检查②必要时检查壁厚。
燃烧室	进行解体检查。
压力检查	重新开车前,检查规定压力

(3)点检的实施步骤

各种点检的实施步骤如下:

①日常点检的实施步骤。(a)参照设备操作说明书和维修手册,结合本企业的管理经验和操作工人技术水平,确定日常点检的检查范围、检查项目、检查方法。(b)制定日常点检技术标准、工作规范和流程。有条件的单位还要编制故障征兆、原因和处理措施对照表。(c)设计日常点检记录表。(d)建立日常点检工作指导监督体系,由专职人员定期抽查和辅导。(e)开办日常点检培训班,实行技术考核,颁证上岗。(f)制定并实行日常点检经济考核方案。

②定期点检的实施步骤。(a)根据定期点检的目的,结合本企业的管理经验和专职检查人员的技术等级,确定定期点检的检查范围、检查项目、检查方法。(b)细化检查项目、内容、周期和鉴定标准,其依据是设备磨损规律与确保整机功能、精度、安全等要求。为同设备的维修级别、周期及检测设备现状结合起来,也可将定期点检区分为若干级别。(c)细化检查方法,制定检查项目、对象、事项、仪器、诊断标准对照表。(d)建立定期点检站(点),配备检测仪器。(e)制定定期点检工作规范和流程。(f)建立定期点检工作指导监督体系,由高级管理人员定期抽查和辅导。(g)开办定期点检培训班,进行检测仪器操作培训与技术考核,颁证上岗。(h)制定、实行定期点检经济考核方案。

③精密点检的实施步骤。可参照定期点检的步骤进行。

3.开展生产现场管理五项活动

生产现场管理五项活动简称 5S 活动,即整理、整顿、清扫、清洁、素养。全员设备管理把开层 5S 活动视为工厂管理的必要条件。

5S 活动体现了生产现场管理对物和人的要求。整理、整顿是将生产现场不需

的物品清除出去,把需要的物品按物品种类、使用频度、使用场所进行分类整理和合理摆放。清洁、清扫是清除现场一切油污,清扫现场一切灰尘杂物,使生产现场经常保持干净。素养是指现场工作人员要有良好的举止作风,养成有礼貌、守信用、讲文明、守纪律的习惯。通过开展 5S 活动,可以收到减少设备事故,提高工作效率,降低废品率,减少物资积压等效果。

日本很重视开展 5S 活动,把它视为一项基础工作。为开展这项活动,工厂设有推行 5S 委员会,由有威望者担任领导。各部门则分别建立 5S 领导小组。各级都要制定开展 5S 活动的目标、规划和要求,编制月、旬、日实施计划,并认真贯彻实施。

4. 采用不同维修方式安排修理计划

由于各种设备发生故障的情况不尽相同,所以应采用不同的方式安排修理计划。日本的设备修理计划是按长期计划与短期计划相结合、以短期计划为主的原则安排的,长期计划有三年预修计划和年度计划,短期计划有季度计划、月度计划和每周计划。计划修理分别采用预防修理、改善修理与同步修理三种方式。

预防修理是根据日常点检、定期点检结果所提出的设备修理要求,在设备发生故障之前有计划地进行修理,以恢复设备的精度和性能。重点设备应优先采用预防性修理方式。

改善修理是对经常发生重复性故障的设备,或由于设计上存在缺陷,需要对设备的可靠性、维修性、操作性等加以改进时所采用的针对性改善修理方法。

同步性修理是为减少停机修理时间,将故障周期近似和停机修理时间基本相同的零部件安排在同一时间内进行检修的方法。

目前我国有些企业已经改变了过去单纯的计划预修方式,而按设备及其故障特点的不同,有针对性地选择维修方式。如果故障具有规律性,则采取直接的预防维修方式,包括清洁、润滑、定期更换和修理。这种方式适用于安全运行要求高的设备。但由于对零部件的损坏程度无法作出正确的估计,而零件的实际寿命彼此又不一致,故此种方式的经济性往往较差。如果故障没有规律而有发展过程,可采取状态监测的方法进行预防维修。通过状态监测,掌握磨损劣化程度,适时安排维修,既能提高设备的可利用率,又能充分利用零件的有效寿命。如果故障无规律又无发展过程,就采用无计划的事后修理方式。这种方式适用于停机后果不大的一般设备。

5. 做好设备故障管理工作

故障管理也是全员设备管理的重要基础,是全员设备管理区别于计划预修制的主要之点。故障管理的主要内容包括:

(1)故障数据和信息管理。要求全面详细地记录一切故障,以便对其原因、发生规律和处理情况进行科学分析。

(2)故障考核。全员设备管理对停机时间超过 30 分钟(生产流水线为 1~5 分钟)的故障都要进行登记,并用停机损失百分比指标进行考核。

(3)故障预防。预防故障的措施有:一是加强点检,二是做好维护和修理工作。

6. 做好设备原始记录及其整理分析工作

做好设备原始记录及其整理分析是推行全员设备管理的一项重要工作。原始记录所涉及的范围很广,包括从设计、制造、使用、维修一直到报废、更新的所有数据和资料。因此,对原始记录的发出、填写、检查、保管、传递等工作,要有专人负责,并形成制度。

对于记录所得的资料,应进行整理分析。其中最重要的是进行平均故障间隔时间分析(简称 MTBF 分析),即对故障发生时间、现象、原因、停机时间、修理工时等进行详细记录和分析,以寻找减少故障损失的途径,估算设备寿命,确定最佳点

检及修理周期。

7. 开展生产维修小组活动

生产维修小组简称 PM 小组,是由生产工人、管理人员、技术人员自愿结合组成的,以消除设备故障和缺陷、提高生产率为目的,集体开展活动的小组。PM 小组一般每周开一次碰头会,每次开会一小时左右,根据 PDCA 循环的规律,研究问题,确定目标,制定方案,进行分工,检查结果,进行总结等。

PM 小组的活动内容和程序大致为 找出关键问题→决定改善目标→对现状进行分析→提出改善方案→试行对策→确定结果,进行规范化→实施→总结→发表成果。

对于活动成果显著者,由全员设备管理机构评审,进行奖励,并定期发表成果。

(二) 主要应用领域

全员设备管理是现代设备管理的一种重要方法。它适用于各种所有制的工业、交通及其它行业的企业,特别是大中型工业企业更应积极推广这种科学管理方法,以提高企业综合管理水平。

(三) 实用案例

案例 1 北京电子管厂推行全员设备管理后,对全厂主要生产设备进行了分类管理,确定了重点设备,制定了重点设备管理办法。对重点设备明确规定:

(1) 坚持实行“四清”(数量清、规格型号清、安装地点清、技术状态清)、“四优先”(排除故障优先、二级保养优先、计划检修优先、更新改造优先)的原则。

(2) 严格执行“四定”定人、定机、定操作规程、定专人维修。对进口的重点设备,操作人员上岗前要经过培训,经考试合格后由总工程师签发“操作证”。

(3) 认真进行自检、巡检,并填好记录。

(4) 严格执行“润滑五定”(定点、定时、定量、定质、定人)。

(5) 定期对精密机床进行检修,测量精度。

(6) 设备管理部门定期填报重点设备综合报表,每月 8 日前上报重点设备的完好率、利用率等技术指标。

加强重点设备管理后,减少了故障,节约了维修费用,设备完好率达到 100%。

案例 2 大连港务局推行全员设备管理,加强设备点检,使设备技术状态保持良好,年节约维修费用 100 万元。

该局于 1984 年试行全员设备管理时,将设备点检管理做为一项中心工作,认真执行设备的日常点检、定期点检和专项点检,并相继建立了铁谱化验室、润滑油理化试验室、无损检测站、柴油机工况检测站等点检中心,购置了一批检测仪器,逐渐扩大监测领域,促进了港口机械维修体制的改革,使设备技术状态得到明显提高,每年节约大修理费用 100 万元左右。

针对目前存在着维修的预知性较差、维修的计划性不够等问题,他们提出了完善全员设备管理的发展目标是:研制专家诊断系统与实行点检信息联网处理,规划、发展批量、分散设备的点检集约化检测中心,研究、实施大型、精密、稀有和成套设备的点检自动化与可控故障检修体制。

□ 设备保养法

设备保养是对机械设备按规定时间、项目、要求强制实施的预防性技术保障作业。设备保养包括定期保养和特殊保养,主要内容是对设备进行局部解决,对零部件进行清洁、检查、紧固、润滑、调整、防腐和更换易损件。正确、及时的保养,可以提高机械设备的完好率和利用率,保证安全生产;可以减轻零部件的磨损,延长设

备的中修、大修间隔周期,节省修理费用;可以减少设备运行中的电力、燃料、润滑油、零配件及运行材料消耗,降低运行费用,提高经济效益。

(一)基本原理

机械设备在长时间的运行过程中,由于零部件之间相对运动的摩擦,会使零部件发生自然磨损。这种磨损会使零部件的相对位置(如同心度、平行度、垂直度、配合间隙等)和受力状况发生变化,使零部件的加工面发生损坏,使设备的润滑条件发生劣化。此外,机械设备长时间工作,还会使承受冲击力的零部件产生疲劳损伤或表面剥蚀,使裸露的金属件遭到氧化锈蚀,使与酸碱物质接触的零部件遭到腐蚀,使用有机材料制作的零部件老化变质。所有这些,都会使机械设备的技术状况逐渐劣化,性能逐渐下降,工作的经济性、安全性、可靠性降低,并成为设备隐患,导致发生运转故障。因此,必须根据机械设备技术状况变化的规律,在零部件的磨损和损伤尚未达到引发故障的极限之前,进行必要的保养。

设备保养是对机械设备按照规程规定的时间、项目、要求强制实施的预防性技术保障作业。在保养作业中,只对机械设备进行局部解体,对解体后的零部件只作清洁、检查、紧固、润滑、调整、防腐和更换一些易损件(如垫圈、衬垫、密封圈、盘根、滤网、小弹簧、卡簧、锁定销、活塞环等)。进行设备保养的目的在于提高机械设备的完好率和利用率,保证设备不因产生故障而影响安全生产;减轻机械磨损,延长中修、大修的间隔周期,节省修理费用,延长设备使用寿命;减少设备运行中的电力、燃料、润滑油、零配件和运行材料消耗,降低运行费用。

(二)主要内容与操作步骤

1. 保养的作业内容

保养的作业内容主要包括:清洁、紧固、润滑、调整、防腐,简称“十字作业”。

(1)清洁。机械设备经过长时间工作,外部和内部的某些部位必然会积累污垢。污垢是设备的隐患,关键部位的污垢往往引发重大事故。因此,在保养作业中要对设备的外部经常进行清洁工作,保持设备外表整洁;对设备的内部系统要定期进行清洗、排除积垢。如对滤油器、空气滤清器、冷却水管中的油垢、尘土、水垢都要定期进行清除。机械设备的附属电气设备也要保持清洁,以保障机械设备的正常工作。

(2)紧固。机械设备运转时,由于振动,有些连结螺栓或紧固螺丝可能松动。螺栓或螺丝松动会使某些零部件的应力状况或相对运动的约束条件发生变化,造成零部件变形、断裂或机械运转失稳、传动失效、控制失灵。螺栓或螺丝松动还会使某些部位的密封条件劣化,造成漏油、漏水、漏气。因此,在保养作业中要及时紧固松动的螺栓或螺丝。(3)润滑。机械设备工作时,转动的往复运动部位都要保持良好的润滑。良好的润滑包括:正常的油压、油温、适当的供油量、润滑油质量优良、洁净,不含杂质(尘土、金属碎屑等),油箱中油位适中,油杯中存油充足。在保养作业中,对油压、供油量不正常者,要及时调整;油温过高者,应检查润滑油冷却系统,排除故障;要对各个润滑部位加注润滑油,油箱和油杯存油量不足的,要补充;润滑油质量劣化,粘度不合要求的,要更换。(4)调整。机械设备经过长时间运转,技术状况发生变化后,保养中对其关键部位必须作相应的调整。例如,汽车制动带或离合器摩擦片磨损后,相互之间的间隙将增大,制动器踏板或离合器踏板的行程也将随之增大。为了保证行车安全,对这些间隙和踏板行程都必须进行调整。内燃机电气点火系统的提前点火角度、火花塞间隙、柴油机的提前喷油角度、喷油压力也要经常调整,以保证发动机工作状况良好。机械设备的气动工作系统、液压工作系统的压力、轴瓦、齿轮、各种传动机构的间隙、皮带、链条、钢丝绳、行走履带的松紧程度,都要及时进行调整。汽车左右侧轮胎磨损不均匀,行驶一定时期后,也要进行换位调整。这些调整工作都要在执行保养作业时进行。(5)防腐。在执行保养作业时,如果机械设备外部的漆层脱落,必须补漆,以防锈蚀;对涂有防腐涂料的部

位,在防腐涂料失效后也应补涂 橡胶制品染有油污,必须擦洗干净,以防腐蚀。

2. 保养的分类

机械设备的保养分定期保养和特殊保养两大类。

1. 定期保养。定期保养包括日常保养和定期分级保养。(1)日常保养。日常保养又称例行保养或运行维护保养,由设备运行操作人员(包括司机和助手)执行。日常保养作业在运行班内或在班前、班后的交接班时间内进行。作业的内容是“十字作业”,重点是润滑系统、冷却系统以及操作、转向、制动、行走等部位。日常保养的具体作业项目视机型和使用条件决定,列入设备保养规程之中。日常保养的项目一般都在要害部位或易损部位,大多数位于设备外部。(2)定期分级保养。定期分级保养的级别是按执行保养作业的时间间隔周期与作业的广度和深度划分的。低级保养的间隔周期短,作业广度小、深度浅,高级保养的间隔周期长,作业广度大、深度深。我国的运输汽车实行三级保养制,工程机械实行三级保养制或二级保养制,有的工业部门还有四级保养制。

(2)特殊保养。特殊保养包括走合保养、换季保养、停用保养和封存保养等。

①走合保养。新机械设备或大修后的机械设备,其零部件表面都存在有机床加工的刀痕或毛刺,有些零部件的装配位置还存在一定偏差,配合间隙偏小。在设备投入使用的初期,由于润滑效果较差,会从零部件表面磨下一些金属碎屑,故磨损较大。同时,零部件的连接与配合也容易松动,磨损热量会使设备温度升高。因此,在使用初期要采取措施减少磨损,延长设备使用寿命。这种措施称为“走合”,又称“磨合”。执行走合措施的这段时期称为“走合期”。走合期一般规定内燃机为 100 小时,电动拖拉机械为 50 小时,汽油汽车行驶 1000 公里,柴油汽车行驶 1500 公里。若设备制造厂家的技术文件对走合期有具体规定,则按其规定执行。

②换季保养。冬季和夏季的气候差异会影响机械设备的使用条件,因此要在入冬、入夏之际对设备进行换季保养。换季保养作业的重点是润滑系统、冷却系统和起动部分。

③停放保养。机械设备暂时停用超过一周时,在停用时间内每周要进行一次检查保养。停用保养一般的整理、维护性保养,作业内容以清洁、整容、防腐为重点,具体内容视设备类型和机况而定。

④封存保养。长时期停止使用的机械设备要封存,并进行封存保养。封存保养包括封存前的保养、封存期内的定期保养和封存设备启用前的检查和保养。作业内容视机型、机况而定,但封存前的保养要求附有一级或二级保养作业。封存期内保养一般每月进行一次,具体内容与停放保养大致相同。封存保养由封存期间的保管人员执行。

(3)保养与修理的结合。机械设备在使用过程中,由于各种原因而发生局部损伤、零部件损坏或临时性故障,需要及时进行的运行性修理,称为“小修”(有的行业称为临时检修)。有些小修具有规律性,可以列入各级保养内容之中。没有规律性的小修一般要单独进行,但也可以结合二级保养或三级保养进行附加的小修作业,以减少小修频率。在三级保养中,也可以增加个别总成的大修,以保持机械设备各总成之间的平衡,延长大修间隔期。小修时也可以结合进行临近的分级保养。实行这样的养修结合,可以减少停机时间,提高设备利用率,节约维修费用。

3. 定期保养周期的确定

我国工业企业的机械设备,目前普遍实行预防性计划维修制度,即定期按计划维修设备的制度。各行业的设备维修规章(制度)规定有设备大修、中修和定期分级保养的间隔周期。连续运转设备(如发电、供电设备)的大修、中修间隔周期以时间为基准。大修每年一次或若干年一次,中修在两次大修间隔期内进行一次或若干次。非连续运转设备(如工程机械等)的大修、中修间隔周期以实际运转时数为

基准,运输汽车则以行驶里程为基准。

表 7 - 17 机械设备保养和大修的间隔周期运行小时

序号	设备	一级保养	二级保养	三级保养	大修
1	推土机、铲运机、拖拉机、压路机、平地机、挖沟机、装载机	300	600	1200	3600
2	挖掘机	450	900	1800	5400
3	打夯机、潜孔钻、凿岩机	200	400	无	2400
4	通风机	600	1200	无	7200
5	内燃空压机	300	600	1200	3600
6	电动空压机(大型)	600	1200	无	7200
7	电动空压机(中、小型)	300	900	无	5400
8	内燃发电机(75kW 以下)	300	600	1200	3600
9	内燃发电机(80 ~ 200kW)	450	900	1800	5400
10	内燃发电机(265kW 以上)	1500	3000	6000	18000
11	塔式、门式、桥式起重机,缆索起重机,少先吊	800	1600	无	9600
12	汽车、轮胎式起重机、叉车	350	700	1400	4200
13	轨道起重机、电动卷扬机	450	900	无	5400
14	内燃卷扬机	450	900	1400	5400
15	电动葫芦	800	1600	无	9600
16	内燃混凝土拌合机	200	600	1200	3600
17	电动混凝土拌合机、灰浆拌合机、灌浆机、喷浆机、混凝土输送泵	350	700	无	4200
18	皮带运输机、电瓶车	350	700	无	4200
19	内燃破碎机	350	700	1400	4200
20	电动破碎机	450	900	无	5400
21	混凝土振动台	450	900	无	5400
22	机动翻斗车	300	600	1200	3600
23	柴油打桩机	450	900	1800	3600
24	地质钻机	350	700	1400	4200
25	内燃抽水泵	450	900	1800	3600
26	电动抽水泵	350	700	无	4200
27	载重汽车(万公里)	0.5	2.5	5.0	10.0
28	自卸汽车(万公里)	0.4	2.0	4.0	8.0
29	大客车、吉普车(万公里)	0.5	2.5	5.0	10.0
30	救护车(万公里)	0.4	2.0	4.0	8.0

图中 p_1 表示一级保养的间隔周期。设备经过 n 次一级保养后,进行一次二级

保养,则二级保养周期 $p_2 = np_1$ 。设备经过 m 次二级保养后,进行一次三级保养,则三级保养周期 $p_3 = mp_2 = nmp_1$ 。依此类推,中修周期 $c = vp_3 = vnmnp_1$ 大修周期 $k = rc = rvmnp_1$ 。式中 r 、 v 、 n 、 m 的值一般为 $2 \sim 5$ 。

凡设备制造厂家对设备保修间隔周期有明确规定的,应执行厂家规定。如厂家无明确规定,可参考表 7-17,并结合设备的具体使用条件,确定保修周期。

4. 保养工作的定额

保养工作定额的内容包括各级保养的间隔周期、作业范围、工时定额、物资消耗定额和费用定额。

制定保养工作定额要考虑设备的技术状况、使用条件、工作环境、配件和油料的质量、操作人员的水平等因素,其中使用条件包括负荷状况、行驶道路的等级和坡度等,工作环境包括气温、湿度、空气污染程度等。

机械设备保养工作计划的编制 保养工作计划分年度计划和月度计划。

年度保养计划根据年度生产计划安排的机械设备运转时数或行驶里程和设备保养规程规定的间隔周期编制。年度设备各级保养总台次数按下列公式计算

$$\text{三级保养台次} = \frac{\text{年运转小时(或行驶里程)}}{\text{三级保养间隔周期定额}} - \text{中修次数} - \text{大修次数} \\ (\text{小时或公里})$$

$$\text{二级保养台次} = \frac{\text{年运转小时(或行驶里程)}}{\text{二级保养间隔周期定额}} - \text{三级保养次数} - \text{大修、中修次数} \\ (\text{小时或公里})$$

$$\text{一级保养台次} = \frac{\text{年运转小时(或行驶里程)}}{\text{一级保养间隔周期定额}} - \text{二级保养次数} - \text{三级保养次数} \\ (\text{小时或公里})$$

一大修、中修次数

例 某单位有 T20 自卸汽车 1 台,年计划行驶 3 万公里,计算各级保养次数。

解 查 T20 汽车保养间隔周期定额为:一级保养 1000 公里/次,二级保养 1 万公里/次,三级保养 3 万公里/次。则

$$\text{三级保养次数} = \frac{30000 \text{ 公里}}{30000 \text{ 公里}} = 1 \text{ 次}$$

$$\text{二级保养次数} = \frac{30000 \text{ 公里}}{10000 \text{ 公里}} - 1 \text{ 次} = 2 \text{ 次}$$

$$\text{一级保养次数} = \frac{30000 \text{ 公里}}{1000 \text{ 公里}} - 2 \text{ 次} - 1 \text{ 次} = 27 \text{ 次}$$

如果生产计划中所列的工作量是台班或生产量,则用下列公式换算成运转小时数或行驶里程数。

汽车年行驶公里 = 年计划出勤台班 × 平均每台班行驶公里数

或 汽车年行驶公里 = 年运输方量 × 平均每方运输公里数

推土机年运转小时 = 年计划出勤台班 × 平均台班运转小时

月度保养计划列入的是在本月内达到各级保养间隔期的机械设备的保养任务。在编制月度保养计划时,要计算出机械设备的各级保养台次,核算承保单位的保养能力,并同年度计划进行平衡。月度各级保养计划编制完成并落实承保单位后,要连同生产计划一并下达,作为组织生产和保养的依据。保养计划的执行由机械设备管理部门管理调度。如因特殊情况必须提前或延迟的,必须经机械设备管理部门同意,但提前或延迟时间不得超过额定间隔期 5%。

月度保养计划的有关指标用下列公式计算:

某级保养所需总工时 = 某级保养月度台次 × 该级保养工时定额

月度保养所需工时 = 月度保养计划内各级保养所需的总工时之和

承保单位能力 = 承保月在册保养(修理人员数 × 204 小时 × 劳动出勤率)

5. 保养工作的组织

机械设备的保养工作的组织应根据企业的性质、生产任务、机械设备的种类和数量等具体条件来考虑。正确组织设备的定期保养可以提高保养工作效率,缩短停机时间,提高保养质量,节约物资消耗,降低保养成本。常见的保养工作组织形式有以下几种。

(1)流水作业、专业分工组织。设备台数多、设备类型单一的企业,可以采用“流水作业、专业分工”的保养作业组织形式。企业设置专业性的保养场或保养车间,集中进行定期分级保养作业。专业化的集中保养可以采用流水作业工作法,使用专用的保养工具和设备,实现保养作业的机械化或半机械化。采用流水作业、专业分工组织形式,可以做到定工位、定人员、定机具、定进度、定质量,可以提高保养作业人员的技术熟练程度和作业水平,提高保养质量和工作效率,缩短停机时间,有利于建立保养作业责任制,开展技术革新,采用先进技术。规模较大的汽车运输企业最适合采用这种保养作业组织形式。

(2)对口保养作业组织。设备类型多、牌号杂的企业,适宜采用“对口保养”的组织形式。对口的方式有两种:(1)用一个维修班组对口一个生产单位,负责这个单位全部机械设备的定期保养工作。这种组织形式要求维修工人具有多种机械设备的知识,掌握多项维修作业的技艺,能做到一专多能。(2)一个维修班组对口一种类型的设备。这种组织形式有利于维修工人深入了解设备的结构和性能,提高保养作业技术,但组织管理和生产调度工作比较复杂。

(3)现场保养小修组织。对于分散地固定安装的设备,不能集中进行保养作业或不便实行对口保养的,应当建立现场保养小修组织,为设备配置维修保养班组或专责人员在生产现场进行设备保养和小修作业。

(三)主要应用领域

“预防为主,维护与计划检修并重”是我国工业企业设备管理的基本方针之一。因此,加强对机械设备的保养,以使生产装备处于良好的技术状态,是所有工业企业都必须重视和实行的,只不过由于不同行业的生产工艺、生产过程不同,所用的设备不同,在保养制度的名称上和作法上有所差异而已。例如:日常保养是各行各业普遍施行的设备保养制度,但有的叫做例行保养,有的叫做运行维护保养。定期分级保养制度则因行业不同在执行上有较大差异。例如,发供电企业和大型化工企业因要保证生产连续进行,对设备的安全性、可靠性要求很高,所以这类企业的生产设备一般实行预防性计划检修制度,即除进行日常运行维护和临检小修外,要定期进行中修、大修。且因其中修、大修中包括有预防性作业,所以不再施行定期分级保养,以减少设备停运时间,保证生产的连续性。

此外,在铁路车辆和航运船舶的维修制度中都没有定期分级保养的规定。由于铁路车辆的日常维修是由铁路沿线的列车检修所(简称列检所)进行的,列检所对到达的列车要进行技术检查,当发现先期出现的缺陷和故障时,凡能在列车中修复的则及时施行不摘车修理,修理工作量较大的,则从列车上摘下,送入专用的临修线或站修所进行修理,故其日常维修的主要任务仅在于保证车辆的安全运行。航运船舶为了排除影响安全航行的故障,是利用航次在港停泊期间进行航修,在航修中施行预性性作业。

汽车运输、工程施工、机械制造等行业虽然实行的是定期分级保养制度,但在分级办法和标准上有所差别。汽车运输行业实行三级保养制,但拖挂车实行二级保养制度,定车、定挂的拖挂车随拖车进行一级、二级保养,在拖车进行三级保养时,拖挂车同时进行二级保养。工程施工行业实行三级保养的设备主要是以内燃机为动力的工程机械,分级标准和作业内容基本上与汽车运输行业相同,但以电动机为动力的工程机械或结构较简单的机械则实行二级保养。机械制造行业的三级保养列入了日常保养一级,实则是日常保养、一级保养、二级保养,但汽车运输和工

程施工行业则将日常保养列为‘三级’以外。

特殊保养的内容在各个行业之间大同小异,只不过有的名称不同。

(四) 实用案例 2CA10B 汽车按部位和工位编定的一级保养作业

一级保养以润滑紧固为中心。其具体保养作业的内容项目及工位编定如下。

驾驶员作业项目：

- (1) 向值班检查员汇报汽车技术状况,视需要提出报修项目。
- (2) 清洁车箱、驾驶室、汽车外表、发动机、底盘部分的泥土和积垢。
- (3) 清除火花塞积炭,检查调整电极间隙与分电器断电触点间隙。

第一保修工位(发动机部分)作业项目：

- (4) 起动发动机,倾听发动机在怠速、中速和高速运转时有无杂声异响。
- (5) 检查调整风扇皮带、空气压缩机皮带、发电机皮带的松紧度。
- (6) 检查和清洗化油器、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器,视需要更换机油。
- (7) 检查气缸盖、进排气歧管及消音器的连接紧固情况,检查和紧固发动机固定螺栓、螺母,紧固飞轮壳螺栓。

第二保修工位(发动机部分)作业项目：

- (8) 清洁机油粗、细滤清器及滤芯,放出滤清器中沉淀物。检查和添加油底壳内的机油。检查润滑系(接头)有无漏油现象,紧固油底壳螺栓。
- (9) 检查空气压缩机的固定情况及管道有无漏油、漏气,排除贮气筒内油水及污物。
- (10) 检查散热器、水泵固定情况及水管有无渗漏。检查百叶窗的效能。给水泵轴加润滑脂。

第三保修工位(离合器及传动部分)作业项目：

- (11) 检查离合器效能、底盖螺栓紧固情况和踏板行程,给踏板轴加润滑脂。
- (12) 检查变速器紧固情况、油平面及有无漏油现象,视需要添加齿轮油。
- (13) 检查万向节、传动轴、伸缩套、中间轴承及支架、拖车钩等紧固及润滑情况。
- (14) 检查手制动器工作情况,必要时调整工作行程。给制动蹄销加注润滑脂。
- (15) 检查主减速器壳有无漏油现象,检查油平面,必要时加添齿轮油。

第四保修工位(前桥左半部)作业项目：

- (16) 检查前制动鼓有无漏油现象,检查和调整前轮毂轴承松紧度,检查转向节和主销工作情况,并加注润滑油。紧固轮胎螺栓、螺母。
- (17) 检查转向器,加注润滑油。检查调整方向盘转动量和游隙。检查转向横、直拉杆和直拉杆臂、转向臂各接头的连接与紧固情况,并加注润滑脂。
- (18) 检查减震器固定情况和钢板弹簧有无折断,给钢板销加注润滑油脂。检查骑马螺栓与螺母的紧固情况。

(19) 紧固前保险杠、翼板、发动机罩、脚踏板、驾驶室螺栓、螺母。检查制动气室连接情况并紧固螺栓、螺母。给制动凸轮轴加注滑脂。

第五保修工位(前桥右半部)作业项目：

- (20) 检查前制动鼓有无漏油现象。检查和调整前轮毂轴承松紧度。检查转向节和主销工作情况,并加注润滑脂。紧固轮胎螺栓、螺母。
- (21) 检查减震器固定情况和钢板弹簧有无折断,给钢板销加注润滑脂。检查骑马螺栓与螺母的紧固情况。
- (22) 紧固前保险杠、翼板、发动机罩、脚踏板、驾驶室螺栓、螺母。检查制动气室连接情况并紧固螺栓、螺母。给制动凸轮轴加注润滑脂。
- (23) 检查前轴(工字梁)有无弯曲、断裂现象,检查和调整前束。

第六保修工位(后桥左半部)作业项目：

(24)检查后制动鼓有无漏油现象,检查调整后轮毂轴承松紧度,检查轴距。检查紧固半轴突轮螺栓、螺母,轮胎螺栓、螺母,制动气室螺栓、螺母。给制动凸轮轴加润滑脂。

(25)检查钢板弹簧有无折断,吊耳是否良好,给钢板销加注润滑脂。检查骑马螺栓、螺母的紧固情况。

(26)检查紧固油箱架螺栓、螺母和车厢挡板、后门挡板、车厢固定螺母及挡泥板螺栓、螺母等。

第七保修工位(后桥右半部)作业项目

(27)检查后制动鼓有无漏油现象,检查调整后轮毂轴承松紧度,检查轴距。检查紧固半轴突轮螺栓、螺母,轮胎螺栓、螺母,制动气室螺栓、螺母。

(28)检查钢板弹簧有无折断,吊耳是否良好,给钢板销加注润滑脂。检查骑马螺栓、螺母的紧固情况。

(29)检查紧固车厢挡板、后门挡板、车厢固定螺母、挡泥板螺栓及螺母等。

(30)检查和紧固备胎架、工具箱。

第八保修工位(电气设备)作业项目

(31)检查蓄电池电解液面,不足时加蒸馏水,冬季加水后须充电,以防冻结。电桩头涂凡士林以防腐蚀,疏通盖上通气孔。紧固蓄电池支架。

(32)检查喇叭、指示灯、制动灯、大灯等照明和信号设备以及电气仪表的工作状况。

(33)检查发电机、调节器、起动机的工作状况是否良好,并润滑轴承。

第九保修工位(轮胎)作业项目

(34)检查轮胎外表及气压情况,按标准充气并配齐胎嘴帽。

(35)除去胎纹中的石子杂物,发现洞眼用生胶塞补,检查轮胎搭配是否合理。

(36)检查轮胎与钢板弹簧、车厢、挡泥板或其他部分有无摩擦碰挂现象。

组长检查全车

(37)检查汽车全部外表完好状态以及油漆情况。检查车架有无缝裂,铆钉有无松动现象。检查制动系统的工作效能及管路密封情况。按照‘全车润滑图’中的规定检查润滑情况。如发现各部分有故障,由有关工种及工号调整修理。

☐ 设备备件管理法

设备备件管理是一项以技术管理为基础、以经济效益为目标的管理工作,是设备管理的重要组成部分。设备备件又称备品、配件,是指用于更换被磨损或被损坏的机器零件的新制零件或修复的零件。备件管理的任务,不仅要科学地预测和组织备件的储备,及时满足设备维修的需要,以最大限度地压缩设备的停机修理时间,而且要经济合理地组织备件的外购和制造,提高备件的供应率和合用率,减少备件储备资金的占用,加速资金周转,降低维修费用,提高设备修理工作的经济效益。

(一)主要内容

1. 备件的技术管理

备件的技术管理工作,包括基础资料的搜集、积累、整理、统计、汇总和备件图册的搜集、积累、测绘、整理、复制、核对以及技术定额工作。这些技术管理工作,是企业备件管理工作的基础。因此,备件管理人员应熟悉本企业各类设备的结构特点和使用特点,维修保养水平,质量保证程度,生产组织等等。同时,还要通过结构

分析和消耗量的统计分析,逐步摸清企业各类设备的磨损和消耗规律,不断提高备件的技术管理水平。下面所列为备件技术管理的几项主要工作。

(1)编制事故备件储备定额。事故备件是指主要设备的零部件。这些零部件具有在正常运行时不易磨损,正常检修时不需要更换,但损坏后不易修复,制造周期长,加工需用特殊材料等特点。因此,将直接影响设备的正常运行。事故备件储备定额,应根据上级主管部门颁发的《生产设备事故备品管理办法》、价格表及资金周转情况进行编制。

(2)审核备件需用计划。

(3)测绘、审定及管理备件图纸。备件图纸应符合国家标准,应充分利用设备大小修的机会,不断完善和充实图纸;对外单位测绘的图纸,应经技术部门审定后方可使用;对本单位测绘的重大备件图纸,除经技术部门审定外,还须经总工程师批准;制造厂家提供和从其它渠道搜集复制的备件图纸,要与实物校核,并由专职工程师签字后,方可使用。如果设备改型或零件结构尺寸变更,原图应作废,重新绘制图纸。备件图纸(包括底图)应由技术部门统一管理和归档,并编制供应基层生产单位所需全套图纸清册。

(4)解决备件加工定货中的技术问题。

(5)组织管理备件的修旧利废工作。

2. 备件的计划管理

备件计划管理包括计划的编制、实施、检查、修正等工作。备件计划管理的基本任务是按照国家有关各类备件的管理办法和本企业生产建设任务的具体情况,编制备件供应计划,加强备件的平衡调度,充分利用库存,合理分配,在保证供应的基础上尽可能的降低库存,加速资金周转,充分发挥资金效益,确保全部设备的正常运行。

(1)备件供应计划的种类。按编制计划的有效时间分,有年度计划和季度计划。年度备件供应计划是指企业在计划年度内所需全部备件的供应计划。年度备件供应计划要与企业年度的生产、基建、检修、财务等计划相适应,是企业年度计划的组成部分。季度备件供应计划是按企业季度生产检修任务编制的备件需要计划,起着平衡、调整年度计划的作用。季度计划在企业内部执行,不需上报。按国家备件管理体制分,有部管备件申请计划、地方管理备件申请计划、地方采购计划、直接与生产厂家订购的备件计划。

(2)编制备件供应计划的原则。要实事求是、从实际出发,务使计划符合客观实际;要充分挖掘内部潜力,组织修旧利废,压缩备件库存,避免宽打窄用,人为地造成积压;要分清轻重缓急,掌握重点,统筹兼顾;要与现场技术人员、备件技术管理部门密切联系,掌握情况。

(3)编制备件供应计划的依据。编制计划要依据:本企业年度科研、生产、基建任务和设备检修计划、检修项目;设备完好状况及所需备件的技术资料;检修工作安排情况;备件消耗统计资料;备件供应情况、供应渠道、供应周期;备件储备定额和上级供应部门事故备件储备情况;资金情况;计划期初预计备件库存量(包括期货);备件的图纸目录及价格目录等。

(4)备件供应计划的编制程序。包括以下五个步骤。

①准备工作。了解备件计划编制要求,摸清所需备件的库存量(包括在途及期货),计算出期初库存数,掌握上年备件的消耗情况;了解计划年度内的任务量、设备检修计划、更新改造计划及目前设备完好状况;了解本单位储备定额和所需备件的技术资料。

②确定需要量。

正常维护需要量 按消耗定额 $\times$ 计划周期 $\times$ 拥有设备台数计算。

大修需要量 根据大修计划要求、修理部位、修理时间确定。

事故储备需要量 根据上级批准定额进行储备,对不足定额的部分需要编制计划。

③确定周转储备量。需要量确定后,要根据对各种备件的加工周期、加工难易程度、本企业的加工能力及企业所在地特点的分析,核定周转储备量。

④汇总平衡与核算。即对各种备件的需要量进行汇总,检查计划是否齐全,项目、品种有无遗漏,定额是否合理,然后与库存进行平衡,确定订货数量,核算订货所需资金,编出备件供应计划及资金计划,经技术、财务等有关部门会审后,报主管领导审查批准。计划经过批准后,要根据‘先内后外,先近后远,立足国内,保证交货期,价格合理择优订货’的原则,按照不同的供应渠道,组织生产、订货和采购。

(5)备件供应计划的修改。备件供应要随生产任务的变化及时进行修改,尤其是关键备件计划更要反复核查修改,以保证重点的需要。

3. 备件仓储管理

(1)备件储备管理。

①备件的储备范围。备件的储备范围一般应包括 :a)使用期限不超过修理间隔期的全部易损零件 ;b)使用期限超过修理间隔期,但在设备上安装数量多或同型号设备数量很多而大量消耗的易损件 ;c)大型的、复杂的锻铸件和某些常用的锻铸件 ;d)所有重、专、精、动和关键设备的全部配件(不论使用期限长短) ;e)生产周期长的零件和厂外协作件 ;f)外购件和标准件。

②备件的储备形式。按备件的储备性质,可分为成品储备、半成品储备、毛坯储备、成套储备、部件储备等。成品储备是指在标准设备的修理中,绝大部分配件要求有互换性,装配时不需要任何加工的成品件 ;半成品储备是指有些零件必须留出一定的修配余量以半成品的形态储备 ;以便修理时进行修配或作尺寸链的补偿 ;毛坯储备是指某些机械加工工作量不大,加工尺寸难以决定的锻铸件毛坯或特殊材料的备件 ;成套(成对)储备是指为了保证备件的配合和传动精度对有些备件需要成对制造和更换,应成对储备。成套(成对)的备件,是成品储备的一种特殊形式 ;部件储备是指为了进行快速修理而储备的生产线上及关键设备上的主要部件、同型号设备的某些部件和标准化通用的某些部件,也是成品储备的一种特殊形式。

③备件储备量的计算。制定备件储备定额要以零件的安装量为基数,以逐年累月统计出的每月平均消耗量为依据。为此要逐步摸清零件的磨损规律和使用寿命,结合备件制造周期或定货周期,进行合理储备。备件储备定额要逐年修正,不断完善,以便达到既保证设备维修需要,又不积压资金的目的。备件储备量可按下列经验公式计算。

每月平均消耗量 Q_0

$$Q_0 = \frac{qn}{t}$$

式中 q ——每台设备上某种零件安装数 ;

n ——同型号设备台数 ;

t ——某种零件的工作寿命(月)。

最低储备量 Q_1

$$Q_1 = KQ_0$$

式中 K ——保险系数,通常取 1.2 ~ 1.5。

储备定额 Q_2

$$Q_2 = Q_0 T + Q_1$$

式中 T ——订货周期(月)

最高储备量 Q_3

$$Q_3 = Q_2 + Q_1$$

对大量同型号设备可考虑适当降低储备定额。当库存备件消耗到储备定额时,应及时提出订货,订货的数量应等于储备定额。

④备件的储备定额。编制备件储备定额的原则是既要保证设备完好,备件储备合理,又要防止积压,尽可能节约资金。储备定额一般包括经常储备定额、保险储备定额和季节性储备定额三个部分。

经常储备定额是指在前后两批备件进厂的供应间隔期内,保证生产进行所必须的储备数量。其计算公式为

经常储备定额 = (进件间隔天数 + 备件准备天数) × 日平均需要量

式中的进件间隔天数是指前后两批备件进厂时间的间隔天数,备件准备天数是指某些备件在使用前需要经过的准备时间。

保险储备定额是指为了预防在备件供应中可能发生的误期到货等不正常情况,保证生产建设继续进行所必需的储备数量。其计算公式为

保险储备定额 = 保险储备天数 × 日平均需要量

式中的保险储备天数一般是按上年实际到货平均误期天数决定的。

季节性储备定额是指某种备件的供应具有季节性影响所必需的储备数量。其计算公式为

季节性储备定额 = 季节性储备天数 × 日平均需要量

(2)备件仓库管理。备件的仓库管理包括备件的验收、备件发放、备件退库、备件的出售、备件保管及备件库的安全管理。

①备件的验收。a)所有购入的备件都必须办理入库手续,技术要求较强的备件,应会同技术部门和现场技术人员共同验收。b)验收应在托收期内进行,出现问题要及时汇报,并做好记录,提出处理意见。c)小批量的备件,应当日验收入库,批量较大、品种规格较多的备件,应在3日内完成验收工作。d)验收完毕的备件,由备件保管员和计划员办理交接工作。e)备件的验收必须严格执行验收规定,并采取与供货单位一致的计量方法,以免责任不清。f)备件验收应全验,但对其中证件齐全、数量较大、包装完整的可以抽验(一般抽验10%~20%)。g)仓库管理人员必须经常检查校正度量器具,验收无差错后应在收料单上盖章。

②备件的发放。a)备件出库要严格执行先进先出,推陈储新的原则,对已办领料手续的备件,应一并领出,以防混乱。b)备件的领发必须依据批准的用料计划和凭证(领料单、调拨单、出售单),无正式发料凭证或手续不全的不予发放。c)事故储备及大修等专项备件,必须由主管领导和主管计划员签章后才能发放。d)发放备件时保管人员应与领用人员共同检质检数,并及时登记和销帐。

③备件的退库。已领出的备件因故退库时,应逐件检验,符合标准后才能办理退库手续。

④备件的保管。a)备件入库后,实行定置管理,防止存放混乱。b)备件仓库必须做到四保(保质、保量、保安全、保需要)、三化(库区规范化、存放系列化、保养经常化),入库备件在保养上还要做到防锈、防腐、防虫等。c)备件保管应遵循“四号定位”、“五五摆放”、“上苦下垫”的原则,做好备件堆码、苫、垫工作。对不同性质、品种、规格、型号、等级、批次的备件,要分类堆码,不能相混。d)备件的盘点应以永续盘点为主,同时每月对动用的备件进行核对,年终逐件盘点。

⑤备件库的安全管理。a)安全管理要贯彻预防为主的方针,严格遵守各项规程和安全保卫制度,消除隐患。b)仓库人员下班前,应巡视检查一遍,切断一切电源和水源。c)消防器材应由专人保管、保养,经常处于良好状态;仓库管理人员应掌握消防的基本知识,并会使用消防工具,夜间值班人员不得擅自离岗位。

4. 备件资金的管理与考核

备件储备资金来源于企业的流动资金,资金点用效果,直接影响企业的经济效

益。因此,合理储备,加强核算,是备件管理的经济目标。备件资金的管理,应按照备件管理的分工,实行分口管理。

备件储备资金的考核指标有:①备件资金占设备原值的百分比,用这个指标可以检查企业的备件储备资金是否按照规定指标进行储备。②备件资金周转率,可用来分析备件资金的周转速度。③设备每一修理单位(复杂系数)的备件资金占用额,可用来分析备件储备管理工作对设备修理停歇和企业流动资金周转的影响程度。

为了准确考核备件资金的运用,还必须严格执行备件领用制度,加强备件购入、领用、库存的统计工作,掌握备件的储备状况,了解备件资金的动态,以提高备件储备资金的管理水平。

5. 备件的现代化管理

备件管理中应用的现代化管理方法主要有:

(1)ABC 分类法(重点管理法)。即按价值高低、用量大小、重要程度、制造难易等因素把所有备件分为三类:A 类备件品种少、价值高;C 类备件品种多、价值低;其余划归 B 类。通过对 A 类备件实行重点管理,对 B 类备件实行常规管理,对 C 类备件实行一般管理,可在保证供应的基础上降低备件储备,加速资金周转,减少订货费用,提高经济效益。

(2)价值工程理论。在备件外协加工中,可用价值工程理论选择备件生产厂家,以期用最小的投入获得最大的经济效益。

(3)定置管理。即按照工艺等要求科学地确定各种备件的存放位置和保管方法,使备件仓库管理达到科学化、规范化、标准化。

(4)计算机在备件管理中的应用。即建立备件计划管理子系统、备件采购与进货子系统、库房管理子系统等,把备件管理的各项作业联系起来,实现备件管理的计算机化,有效地提高备件管理的现代化水平。

(二)主要应用领域

设备备件管理的应用范围很广。凡使用和制造机械设备的生产企业、交通企业、施工企业、科研单位、如铁路、煤矿、电力、冶金、化工、机械制造、建筑施工等系统的企业,都需要应用备件管理。

□ 设备的计划修理法

设备的计划修理(又称计划预修、计划保修、定期修理)是根据设备磨损规律建立的一种在设备没有发生故障前即有计划地进行相应级别的维护和修理的制度,其目的在于预防设备故障的发生,保证设备处于完好状态,保证企业生产的正常进行。

我国设备计划修理的内容曾经过一个变化过程。从 50 年代至 70 年代曾经长期实行从前苏联引进的设备计划预防修理制度。其特点是按照一定的修理周期结构对设备进行强制性的修理。所谓修理周期结构,即在一个设备大修周期内(两次大修之间)按一定时间间隔交叉安排一定次数的检查、小修、中修和大修。例如金属切削机床的修理周期结构是在一个大修周期内交叉安排 9 次检查、6 次小修、两次中修和一次大修。到了规定的小修、中修、大修时间,不论设备是否需要修理,都要按计划强制进行规定级别的修理。这种制度虽有利于保证设备状态的完好,但却会增高设备的修理费用,减少设备的运行时间。从 70 年代末起,我国学习了西方的设备预防修理制度和方法,从力求设备一生的综合效率最高和投入最少的总目标出发,对我国的设备修理制度作了改进,依据设备在生产中的地位和设备本身

的磨损程度,分别采用事后修理制度和计划(预防)修理制度。同时,计划修理的内容也从过去的检查—小修—中修—大修改变为保养—检查—项修—大修。这种修理制度的特点是强调了对设备状态的监测,根据设备的实际技术状态采取相应的修理类别。同过去按固定的修理周期结构强制进行修理相比,提高了修理的针对性,有利于减少设备停机修理时间,降低设备修理费用。

(一)基本原理

设备计划修理的理论基础是设备磨损规律和补偿理论。设备在使用或闲置过程中都会发生有形磨损(物理磨损)和无形磨损(经济磨损)。这些磨损可以分为:第Ⅰ种有形磨损——机器设备在使用过程中由于摩擦、冲击、振动、疲劳、腐蚀、变形、变质而造成设备功能的下降和损坏。第Ⅱ种有形磨损——机器设备在闲置中,由于锈蚀、老化、变形、变质,造成设备功能降低或损坏。第Ⅲ种无形磨损——由于技术进步、劳动生产率提高,使生产同样设备的成本及销售价降低所导致的原设备的贬值。第Ⅳ种无形磨损——由于技术进步,出现了比原设备在结构上、功能上更先进的新设备所导致的原设备的贬值。

对设备的不同种类磨损有不同的补偿方式,设备修理只是设备磨损的补偿方式之一。设备修理之所以能够存在,在于设备中各零部件的磨损存在着不均匀性,即磨损的主要是设备中的运动件,其基础件是基本不磨损的,修复或更换一部分被磨损的运动件的费用比购买一台新设备在理论上是便宜的。这就是设备修理所赖以存在的经济基础。

(二)主要内容与应用规则

1. 设备磨损的度量及有无修理价值的确定

度量设备磨损程度的公式如下:

设备有形磨损程度:

$$\alpha_p = \frac{R}{K_1} \quad (1)$$

式中 α_p ——设备有形磨损程度;

R ——修复磨损所需的全部费用;

K_1 ——同类新设备的现行购置价格。

设备无形磨损程度:

$$\alpha_l = \frac{K_0 - K_1}{K_0} = 1 - \frac{K_1}{K_0} \quad (2)$$

式中 α_l ——设备无形磨损程度;

K_0 ——设备的原始价值;

K_1 ——同类新设备的现行购置价格。

由于设备的有形磨损和无形磨损是同时发生的,所以还需计算设备的综合磨损程度 α 。其计算公式为:

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha_p)(1 - \alpha_l) \quad (3)$$

确定设备是否值得修理的最终依据是设备经历两类磨损后的残余价值 K

$$K = (1 - \alpha) K_0 \quad (4)$$

将式(1)、式(2)、式(3)代入式(4),可得

$$K = K_1 - R$$

当 $K_1 > R$ 、 $K > 0$ 时,设备具有修理价值,可以进行修理;当 $K_1 = R$ 、 $K = 0$ 时,设备已无修理价值,可按实际情况确定是否修理;当 $K_1 < R$ 、 $K < 0$ 时,设备不再具有价值,应该更新。

由于设备在企业中所处的情况不同,所以在确定设备是否应当进行修理时,还必须综合考虑以下因素的影响:(1)主要零部件的实际磨损程度及其修复的难易程度。(2)设备在生产中所处的地位及其数量。(3)设备对产品质量的影响。(4)设备的安全因素及节能性、环保性。

只有对设备进行综合的技术经济论证,并考虑设备的实际情况,才能对设备有无修理价值作出最终评价。

设备计划修理的内容如下:

(1)一级保养。以操作人员为主进行,修理人员进行辅导。主要内容包括:清洗设备,内脏及外表,疏通油路,更换密封件,调整间隙。目的是减轻设备磨损,延长使用寿命,消除事故隐患。设备每运转 500 小时进行一次。

(2)二级保养。以修理人员为主进行,操作人员参加。主要内容除包括一级保养的全部内容外,还需进行机械、电气系统的全面检查,进行一般修理调整,更换磨损件。目的是保持设备达到完好标准,延长大修周期。设备每运转 2500 ~ 2800 小时进行一次。

(3)点检。对设备重点关键部位定期进行的检查。由操作人员和修理人员进行,按设备各部位的故障易发程度,运用听、摸、看、闻和诊断仪器。分班、天、月进行检查。点检记录(卡)是分析故障发生征兆,进行预防修理的有效工具。

(4)定期综合检查。对设备的精度和性能进行综合检查,由企业组织专门班子进行。检查间隔期一般为半年至一年。

(5)项修。即项目修理,由设备修理人员根据设备的实际状态,对状态劣化达不到生产工艺要求的项目,按实际需要对该设备进行部分解体,修复或更换磨损件,必要时局部修理基准件和调整坐标。经修理的部分要达到规定的精度和性能。

(6)大修。由修理人员对设备进行全面解体,修复基准件更换或修复全部不合用零件,修理调整电气系统,修复设备附件及翻新外观等。修理后要基本达到出厂时的精度和性能。

2. 设备修理周期和周期结构的确定

修理周期和周期结构包括 3 项内容。修理周期 指相邻两次大修理之间的时间范围。修理间隔期 指两次修理之间的时间范围。修理周期结构 指在一个修理周期内,大修理、项修、保养、检查的排列次数和顺序。

修理周期中的定期保养和定期检查的间隔时间可以参照上面所述时间标准确定。项修和大修周期可根据下列因素由企业按照实际情况确定:(1)设备的有形磨损程度(如同时有无形磨损发生,可在大修时结合进行改造)。(2)设备制造厂在技术说明书中提供的定期修理期限。(3)点检和综合检查后确定的设备技术状况。(4)修理纪录所反映的设备故障频次。(5)设备精度和性能符合产品质量要求的程度。(6)修理能力(人力、物力、财力)的实际情况。

企业的设备管理部门应从设备开始使用起,就认真建立设备的使用、保养、修理档案,从中摸索设备的修理周期和周期结构。例如,邮电部成都电缆厂对本厂电缆专用设备的修理周期和周期结构就是按以下方法确定的:

(1)计算设备精度指数 T_m 。公式为

$$T_m = \sqrt{\frac{\sum (\frac{T_p}{T_s})^2}{n}} \quad (5)$$

式中 T_m ——设备精度指数;

T_s ——精度允许值;

T_p ——精度实测值;

n ——测定精度项目数。

当 $T_m \geq 3$ 时,设备应进行大修。

亦可用上式对设备进行分部检查,计算 T_m 。当 $2 \leq T_m \leq 2.5$ 时,设备应进行项修。

(2)分析信息资料。包括 ①点检卡所反映的设备异常多发部位。②修理纪录所反映的设备异常部位修理频次。③定期检查纪录所反映的设备精度和性能的实测数据。

(3)比较经验数据。即比较相似设备的修理周期和周期结构。经过上述步骤即可最后确定设备的修理周期和周期结构。

3. 设备计划修理工作的组织

(1)设备使用部门提出设备项修、大修申请。即由设备使用部门根据设备的修理周期、周期结构、实际使用时间和设备的实际技术状态,提出本部门有哪些设备本年需要进行项修或大修的申请,并说明有关情况和工作量、费用额等。

(2)初审设备使用部门的申请,编制企业年度设备修理计划。设备管理部门接到设备使用部门的申请后,要会同申请部门逐项进行初审。内容包括 检查设备修理周期,分析点检、定期检查和状态监测资料,检查设备的实际技术状况,概算修理费用和工作量,进行技术经济分析,初步确定是否修理和修理类别,初步拟定承修单位。在初审各使用部门的申请后,设备管理部门应汇总编制企业的年度设备修理计划。

(3)复审、终审年度设备修理计划。设备修理计划是企业年度生产作业计划的重要组成部分,涉及企业工作的许多方面,必须同企业的生产、物资、技术、财务等计划密切协调和结合。因此,主管设备工作的副厂长要组织总工程师、副总工程师及设备、生产、计划、物资、技术、财务、动力、安装部门的人员,对年度设备修理计划进行复审。内容包括:复审初审的主要内容,各相关部门进行综合协调,作进一步可行性分析,初步落实修理费用和时间安排,平衡修理力量,落实承修单位。设备修理计划经过复审后,还要由厂长组织企业各领导成员进行终审。内容为:与其他专项计划进行综合平衡,对设备修理计划进行修改调整,批准下达。

(4)下达修理计划,进行修前技术准备和物资准备。由于修前的技术和物资准备工作需要较长时间,为确保修理计划的落实,次年的修理计划应在本年第三季度批准下达各有关部门。

修前技术准备工作的内容有:落实主修人员和修理人员,搜集技术资料 and 查阅修理档案,查找有关零部件的图纸或测绘需更换的零部件,编制零件加工工艺和下达加工命令,提出需更换机电产品清单,做好委托外单位修理设备的谈判签约手续。

修前物资准备工作的内容有:准备修理用材料,安排更换零件的加工,落实外购机电产品,做好加工件、外购件的验收、编号入库工作,做好修理用工具、检具、量具的加工准备工作,反馈物资准备信息。

(5)实施修理和竣工验收。承修单位要按设备修理计划或合同规定的时间和内容进行设备修理施工,其主要内容包括:编制设备修理施工网络计划,进行施工,合理调配人力物力,控制施工进度,做好工序质量检测,解决修理中的疑难问题,详细填写修理记录,及时反馈修理信息等。

设备修理完工后,由承修单位提出竣工验收申请,设备管理部门组织承修单位和有关部门共同按规定程序和标准进行竣工验收工作。主要内容包括:检测设备整体精度(几何精度、动态精度)和性能,进行空载试车,进行载荷试车,检测设备产出品质量,监测设备安全环保性能,复测设备载荷运转后的精度和性能,核(结)算修理成本,计算设备修理技术经济指标,整理、移交修理资料并编写归档,承修单位提供保修期,设备使用一周无修理质量事故办理竣工验收手续。

4. 设备计划修理的工作定额

设备计划修理工作定额包括修理工时定额、费用定额和停歇天数定额。各种定额是制定修理计划、计算分析修理成本和评价修理经济效益的依据。工作定额是指该类设备一个单位修复杂系数所平均耗用的工时费用、停歇天数。因此,在介绍修理工作定额之前需先说明设备的修复杂系数及其确定方法。

(1)修复杂系数及其确定。修复杂系数是反映设备构造特性和修理复杂程度的单位,以‘ F ’表示。设备机械部分的修复杂系数用‘ JF ’表示,电器部分的修复杂系数用‘ DF ’表示。修复杂系数的大小反映设备的结构特点、尺寸大小、精度高低、转速高低和变速级数、电气控制系统的复杂程度以及设备的维修性能等,是制定修理工作定额、计算考核设备修理工作量的依据。由于企业的设备种类、型号、规格很多,所以应选择企业最常用的数量较多、技术资料最齐全的某种设备作为比较基准,确定其修复杂系数,其他设备的修复杂系数就可通过与基准设备相比确定。在我国机械行业中,选用 C620—1 型,顶间距为 750 毫米的普通车床为基准设备,并确定其 JF 为 10 选用 0.6 千瓦三相鼠笼式电动机为基准设备,确定其 DF 为 1。在电缆制造行业中,选用 LHD—280 型中拉机为基准设备,并确定其 JF 为 10 选用 UN—1 型铜杆焊接机为基准设备,确定其 DF 为 1。当然,也可在每类设备中选择一种有代表性的机型作为该类设备的基型设备,确定其修复杂系数,然后再将同类设备中其它型号设备与基型设备相比,确定其修复杂系数。

常用的确定设备修复杂系数的方法有比较法和公式计算法。

①比较法。比较法有整机比较法和部件比较法两种。

整机比较法。比标准级别的机修人员大修一台 C620 - 1 型 750 毫米普通车床所花费的钳工工时的 1/10 为一个机械修复杂系数。以标准级别的电气修理人员彻底修理一台 0.6 千瓦鼠笼式电机所花费的电工工时为一个电气修复杂系数。因此,用整体比较法确定一台设备的机电修复杂系数的公式为

$$JF = \frac{\text{某台设备大修实耗钳工工时}}{\text{C620 - 1 型车床大修实耗钳工工时}} \times 10$$
$$DF = \frac{\text{某台设备大修实耗电工工时}}{\text{0.6 千瓦鼠笼电机大修实耗电工工时}} \times 1$$

部件比较法。确定某些设备(如生产线和组合机床)的修复杂系数不适合使用整机比较法,可使用部件比较法。就是将组成生产线的设备进行分解,再分别与相似同类基型设备进行比较 然后将比较得出的各部分的修复杂系数相加,即可得出整条生产线或组合机床的机电修复杂系数。

②公式计算法。即应用经验公式计算确定设备修复杂系数的方法。它是在比较法的基础上经过长期实践和修改得出的。公式中应用了设备的技术参数和反映设备复杂程度、结构特点、精度性能的结构特性参数。数年来我国各行业在研究根据行业特点计算设备修复杂系数的公式方面做了大量的工作。

表 7 - 18 所列为我国各行业确定的常用设备的修复杂系数。

表 7 - 18 常用设备的修复杂系数

设备名称	型号	规格(毫米)	修复杂系数	
			机械(JF)	电气(DF)
普通车床	C620 - 1	Φ400 × 750	10	5.5
摇臂钻床	Z3050	Φ50	11	9
卧式镗床	T68	Φ85	28	10
立式升降台铣床	XA5032	320 × 1250	13	10
卧式铣床	Xb132	320 × 1400	13	7

设备名称	型号	规格(毫米)	修理复杂系数	
			机械(JF)	电气(DF)
万能外圆磨床	M1432	Φ320 × 1000	13	8
龙门刨床	B2010A	3000	27	60
数控电火花线切割机	DK7720	320 × 400	8	14
铜拉线机	LH - 280 / 17	进线 Φ2.5 出线 Φ0.32	28	28
塑料挤出机	SJN - 45	螺杆直径 Φ45 长径比 1:20	16	26
笼绞式成缆机		56 盘	30	15
载重汽车	东风 EQ140	5 吨	13	6

这里需要指出三点 第一,表 7-18 所列设备修复杂系数不能完全反映设备修理工作量的真实情况。设备修理工作量的大小同设备进行修理前的技术状态(磨损程度)有关,而设备的技术状态又与设备的正确使用、润滑和保养有直接关系。第二,随着科学技术的进步和微电子技术在设备上的广泛应用,机电一体化的设备越来越多,一方面使设备电气修理工作量大大增加、机械修理工作量相对减少,另一方面也出现了设备修理以换件为主所形成的设备虽然复杂、修理并不复杂的情况。因此,企业在制定各类设备的修复杂系数和各种修理定额时,应对表 7-18 中的数值进行适当修正。第三,对企业中大量使用的专业生产设备,各行业应组织起来共同研究确定经验公式,用以计算专用设备的修复杂系数。

(2)设备计划修理的工作定额。下面介绍的设备修理工时定额(见表 7-19)、设备修理停歇时间定额(见表 7-20)、设备修理费用定额(见表 7-21)、修理人员技术等级换算系数(见表 7-22)均为成都电缆厂的标准,供参考。

表 7-19 设备修理工时定额 (小时/台)

定 额 修 理 类 别	工 种	机修工 修理工时	电修工 修理工时	机加工 工时	其它 工时	合计
大修		70	15	30	4	119
项修		20 ~ 35	7	14	2	43 ~ 58

注 机加工工时指加工更换零件所需的机加工工时;其它工时指修理所需焊接、油漆、钣金等工时。

表 7-20 设备修理停歇时间定额 (昼夜/E)

设备类别	停歇时间
金属切削设备	3
通用设备	1.5 ~ 2.5
进口及重点设备	3 ~ 4.2

注:(1)设备修理停歇时间定额不考虑修理的工作班次及同时参加修理的人数。(2)小设备的修理停歇时间定额从设备交付修理部门拆卸开始至修理竣工安装完毕验收为止。(3)结

合修理进行改造、改装的设备,其修理停歇时间定额应根据工作量大小增加。(4)设备在保修期内因修理质量不好进行返修时,其返修停歇时间仍算修理停歇时间。(5)设备项修停歇时间定额按实际修理项目数量和复杂程度确定。(6)设备修理前的预检停歇时间定额,按 $0.4(\text{昼夜}/F)$ 确定。

表 7 - 21		修理费用定额 (元/F)	
项 目	单 位	单 位	单 位
1. 材料费	元	元	元
2. 人工费	元	元	元
3. 机械费	元	元	元
4. 管理费	元	元	元
5. 利润	元	元	元
6. 税金	元	元	元
7. 其他	元	元	元
8. 合计	元	元	元

费用定额类别 修理类别	金属切削设备	精密设备	进口及重点设备	电气设备	其它设备
大修	550	700	700 ~ 800	400	350
项修	200	250	300	200	150

注 修理费用定额应根据原材料价格、工资、税金、管理费等因素的变动情况进行适时调整。专业修理部门调整修理费用定额时,应经国家物价部门批准。

表 7-22 修理人员技术等级换算系数

技术等级	1	2	3	4	5	6	7	8
换算系数	1.93	1.64	1.32	1.18	1	0.85	0.72	0.66

(三) 主要应用领域

设备计划修理广泛应用于机械、电子、通信、轻工、农机、交通运输、军工等各种行业,是保证设备处于完好状态行之有效的制度和办法。其中设备修理复杂系数、修理工作定额,还是进行工厂设计、划分设备类别的重要依据。

(四)实用案例： 邮电部成都电缆厂确定电缆专用设备 6 + 12 成缆机的修理周期和周期结构的基本方法

1. 设备情况

6 + 12 成缆机是由两个绞笼、收排线和传动系统组成的联合机组。两个绞龙上分别装有 6 个和 12 个装有单元缆芯的线盘。绞笼按一定方向和转速旋转, 电缆芯线按一定速度前进, 从而把单元芯线绞合成具有一定节距的多股电缆。该设备属 A 类设备, 为质量管理点设备。

分析设备结构,确定定检部位(点),测定精度指数 其修理复杂系数为: $JF = 35, DF = 12$ 。按设备结构特点和使用性能,全机大致可划分为 4 大部分,并确定了 12 个定检部位(点)。对定检部位(点)进行精度测量,并按式(5)计算各部分的综合精度指数(见表 7-23)。

表 7-23 6+12 成缆机检测表

部件名称	检测点	检测内容	容许值(T_s)	实测值(T_p)	精度指数(T_m)
6 盘	1. 绞笼轴	径向跳动	0.02mm	0.04mm	1.69
	2. 绞筐和托轮	磨损量	0.32mm	0.55mm	
绞 笼	3. 前滑动轴承	温升	60	65	
	4. 后滑动轴承	温升	60	65	

部件名称	检测点	检测内容	容许值(T_s)	实测值(T_p)	精度指数(T_m)
12 盘	1. 绞笼轴	径向跳动	0.02mm	0.05mm	2.05
	2. 绞筐和托轮	磨损量	0.32mm	0.70mm	
绞笼	3. 前滑动轴承	温升	60	65	
	4. 后滑动轴承	温升	60	65	
收排线部分	1. 排线丝杆	磨损量	0.22mm	0.30mm	1.52
	2. 传动齿轮	平均磨损量	0.15mm	0.25mm	
传动部分	1. 主传动轴	径向跳动	0.02mm	0.04mm	1.85
	2. 传动齿轮	平均磨损量	0.15mm	0.25mm	

2. 与同类设备比较

从设备复杂程度、开动班次、磨损规律、修理周期和周期结构等方面与 4 + 8 成缆机进行了对比。

3. 进行综合分析,确定修理周期和周期结构

经分析,负荷最大的 12 盘绞笼轴径向跳动超差,绞筐和托轮磨损严重,绞笼轴前后轴承温升超过允许值,转动噪音增加,点检卡反映异常,修理频次增加,计算的该部分综合精度指数为 2.35,故应计划安排 12 盘绞笼项修。同时,预测负荷较小的 6 盘绞笼在 1 年后亦可能出现以上情况,也应计划项修。预测收排线和传动系统在 2 年半后将达到磨损极限,届时应对全机进行大修。为验证预测的可靠性,在周期结构内应再安排 2 次定期检查。由此得出 36 + 12 成缆机的修理周期为 2 年半,修理间隔期分别为 1 年,1 年和半年。

修理周期结构为 5 次二级保养,3 次检查,2 次项修,1 次大修。日常维修和例行保养作为正常工作在修理周期内按规定执行。

□ 设备的可靠性掌握法

设备系统的可靠性是指设备(系统)在规定时间内和规定条件下完成规定功能的可能性。所谓规定时间一般是指设备的经济寿命期,即在考虑陈旧期或经济磨损期的条件下,设备(系统)正常发挥功能的总时间。所谓规定条件一般是指使用条件与环境条件。环境条件包括温度、湿度、振动等。使用条件包括使用方法、使用频次(连续使用、间歇使用)、使用者的操作技术水平、维修方法、运输条件、保管条件等。所谓规定功能是指设备(系统)的预期功能,即其所应实现的使用目的。

大部分设备在损坏或发生故障后是可以通过修理恢复功能重新使用的,故可修设备除了考虑其无故障特性外,还应考虑发生故障后修理的难易程度,即维修性。包括维修性在内的可靠性,称为广义的可靠性。

对可靠性的研究始于 40 年代初的美国。在第二次世界大战中,美军运到远东的武器装备中,50% 的电子设备在库存中就发生了故障,60% 的飞机不能使用,70% 海军用电子设备存在故障。因此,在 1943 年以后,美国军方相继成立了一些可靠性研究机构和组织进行军用电子设备的可靠性研究,并用定量方法来评价可靠性 50 年代制定了军用电子设备的可靠性标准,开始进行可靠性设计,研究范围也由电子设备逐步扩展到其他领域。随后,可靠性研究进入工业界,一些工业公司也设立了可靠性部门,配备了可靠性技术人员。以后可靠性研究又从美国传播到前苏联、欧洲和日本,60 年代以后达到了高潮,研究成果也逐渐应用于各种工业设

备。我国从 1974 年开始推广应用可靠性,至今虽然尚未普及,但已被人们日益重视。

(一)基本原理

对设备(系统)可靠性的定义已如本文开头两段所述。设备(系统)可靠性的高低是由其设计质量、制造质量、安装质量、使用条件、维修质量等决定的。研究设备(系统)可靠性的主要理论基础是设备故障机理和可靠性理论,当然也涉及其它相关学科的知识。

确定设备(系统)的可靠性要综合考虑设备功能、可靠和成本三方面的要求,不能片面地为了提高可靠性而不顾其它。否则,再高的可靠性也是没有意义的。

(二)主要内容与操作步骤

1.反映设备可靠性的特征值

反映设备可靠性的特征值主要有可靠度、平均故障间隔期和维修度。

2.可靠度及其分类

可靠度是指零件、部件、设备、系统在规定条件下和预期时间内实现其预期功能的概率,通常用 R 表示。

设备或系统通常是由多个零部件或子系统构成的。当各个零部件或子系统是彼此相互独立时,根据它们联结方式的不同,设备或系统的可靠度可用下列公式表示:

串联系统(1,2)的可靠度

$$R = R_1 R_2$$

并联系统(1,2)的可靠度

$$R = R_1 + R_2 - R_1 R_2 = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)$$

串并联系统(1,2,3)的可靠度

$$R = R_1(R_2 + R_3 - R_2 R_3)$$

设备(系统)的可靠度可分为固有可靠度和使用可靠度。固有可靠度一般取决于先天因素,即设计、制造、安装的可靠度。使用可靠度则取决于使用操作可靠度和维修可靠度。因此,当设备(系统)发生故障或在生产中出现废次品时,一般应对设备(系统)进行可靠度分类分析,以确定出现问题的原因。

(1)设计可靠度,即由设计工作质量所决定的可靠度。影响设计可靠度的因素主要有 结构有问题 零件选择有问题 夹具与工件形状不匹配 检测系统有问题;零件寿命短等。

(2)制造可靠度,即由零件制造质量和装配质量所决定的可靠度。影响安装可靠度的主要因素有 零件尺寸精度有问题 零件形状有问题 装配有问题等。

(3)安装可靠度,即由设备安装工作质量所决定的可靠度。影响安装可靠度的主要因素有水平度不佳和安装不良,造成设备振动、管路和电气配线有问题。

(4)运转操作可靠度,即由运转操作质量所决定的可靠度。影响运转操作可靠度的主要因素有 操作失误 ;工装模具更换调整失误 ;基本条件不完备 ;使用不当等。

(5)维修可靠度,即由维修质量所决定的可靠度。影响维修可靠度的主要因素有 零件更换不当 维修后装配精度不良等。

平均故障间隔期 即可修零件、部件、设备、系统在相邻两次故障间的平均工作时间。它是直接用时间表示可靠度的特征值。

3.维修度与可利用率

维修度是指可修复设备(系统)处于故障状态时,在规定条件下和规定时间内通过维修恢复到正常状态的概率,通常用 M 表示。维修度反映设备维修的难易程度。直接用时间表示维修度的特征值是设备(系统)平均修理时间,即同一设备在

规定时期内,历次修理自停机交付修理至修后安装、试车、验收合格为止所用时间的平均值。

可利用率(用 A 表示)是指设备(系统)在可靠度与维修度综合作用下保持可利用状态的概率。

$$A = \frac{\text{平均故障间隔期}}{\text{平均故障间隔期} + \text{平均修理时间} + \text{平均等待时间}}$$

式中的平均等待时间指同一设备在规定时期内历次停机后等待维修时间的平均值。它反映维修组织工作的效率。

(三)提高设备(系统)可靠性的措施

主要措施是加强从设备设计到维修的可靠性管理。具体来说有以下几项:

1.开展可靠性设计

即在设备(系统)设计过程中、运用可靠性理论和方法来提高设备的设计质量,从而提高设备的质量保证程度。在设计过程中,要细致分析设备各个零部件发生故障的机理,通过进行各种可靠性试验适当的设计使各个零部件的可靠性指标达到适当的平衡。然后,运用概率理论计算其预计故障率,对薄弱环节采用多余度设计或对易损部件采用便于维修的设计等。可靠性设计的最高目标是无维修设计,即使设备(系统)在预计使用寿命期内不出故障。

2.提高设备(系统)制造、安装的可靠度

好的设备(系统)是在严密的一丝不苟的管理下制造出来的。这里包括制定合理的制造工艺和生产流程,加强标准化管理、计量管理、图纸资料管理和产品质量检验、职工技能培训和考核等。对外购的原材料和无器件都要按设计要求严格进行质量检验与监督。只有在制造、安装过程中都进行严密的管理和质量监督,才能提高设备(系统)的可靠度。

3.提高设备(系统)的运转操作可靠度

主要措施是事先对操作运行人员进行培训,制定和认真执行有关的生产技术规程(如产品加工规程、工艺规程、操作规程、安全技术规程、质量检验规程、设备维护保养规程等),严格执行工艺纪律等。

4.开展设备(系统)可靠性维修

即从分析设备零部件的功能、可靠性、故障模式、危害程度入手,围绕恢复设备的固有可靠性,针对不同维修对象(设备或系统)的不同故障模式和影响,采用不同的维修方法,以最低的费用和最短的时间提高设备的维修度,保持设备的完好状态。经过可靠性维修决策后要编制维修大纲,决定维修项目(事后维修项目不列入大纲)。在维修大纲中要确定重要维修项目(包括有功能隐患的项目,出现故障异常对设备安全性、使用性能有影响,且没有备件或不能立即修复的项目,出现故障对设备费用有明显影响的项目)及其内容,确定维修或检查种类(包括预防维修、预防更换、视情检查、定期故障检查和事后修理)和可提高维修性的其它措施(如采用状态监测装置,规定定期检测的管理点,搜集故障信息资料,健全维修服务系统,编制设备维修技术资料、培训维修人员等)。

5.开展设备(系统)可靠性统计分析和可靠性研究改进

对设备的实际运行情况进行可靠性统计,可以得到设备的实际可靠性数据,并与设计的预期指标进行对比分析。对设备各类故障进行统计,并用排列图进行分析,可以抓住主要矛盾,针对薄弱环节改进设备,提高设备的可靠性。把这些统计分析资料反馈给设备的设计制造部门据以改进设备设计与制造、安装质量,可以进一步提高设备的可靠性。由此可见,设备可靠性的提高实际上是一个不断反馈——改进——使用——反馈——改进的循环往复、不断完善的过程。

(四)主要应用领域

对设备固有可靠性的研究(可靠性设计和制造、安装)适用机器设备设计单位和生产企业,对设备使用可靠性的研究适用于一般工业企业的设备管理,其中可靠性维修对于船舶、港机、机车、冶金机械、矿山机械、重型机械、发电设备乃至航空航天、核能设备的维修管理,更具有针对性。

(五)实用案例

发电设备的可靠性如何同电力安全生产的关系很大。建国以后我国学习前苏联实行了预防维修制度,使发电设备的可靠性有很大提高,但缺乏定量评估。改革开放以来开始学习国外电力工业可靠性管理的经验,并进一步应用于行业管理中。1984年,原水利电力部颁发了《发电设备可靠性、可用率指标统计暂行办法》(试行),从1985年起对100MW以上火电机组和40MW以上水电机组进行可靠性、可用率统计分析,并规定对机组状态进行了分类。

几个主要可靠性性能指标的计算公式规定如下

可用系数 = $\frac{\text{可用小时}}{\text{统计期间小时}} \times 100\%$

等效可用系数 = $\frac{\text{可用小时} - \text{机组等效降低出力小时}}{\text{统计期间小时}} \times 100\%$

强迫停运率 = $\frac{\text{强迫停运小时}}{\text{强迫停运小时} + \text{运行小时}} \times 100\%$

等效强迫停运率 = $\frac{\text{强迫停运小时} + \text{第一、二、三类非计划降低出力小时之和}}{\text{运行小时} + \text{强迫停运小时} + \text{第一、二、三类非计划降低出力小时之和}} \times 100\%$

表 7 - 24 所列为 1989 年 100MW 以上火电机组的可靠性统计数据。从中可以看到,100 及 125MW 机组的可靠性明显比 200 及 300MW 机组好。

表 7 - 24 1989 年 100MW 以上火电机组可靠性统计

机组容量(MW)	统计台数(台)	等效可用系统数(%)	等效强迫停运率(%)
100	92	85.41	4.76
125	62	84.89	5.24
200	84	76.71	8.29
300	21	78.49	9.66

表 7 - 25 所列为国产的和前苏联的 200MW 机组的可靠性指标。从中可以看到前苏联的 200MW 机组的可靠性与表 7 - 24 中 100 及 125MW 机组的差不多,说明国产机组的质量急待提高。假如国产机组的可靠性提高与前苏联的机组相同,就等于增加了 7.75 台机组的能力,其经济效益是很大的。目前电力工业正在与制造业及科研机构联合进行提高可靠性的攻关。

表 7 - 25 200MW 国产机组和前苏联机组的可靠性指标

分类	台数	等效可用系数(%)	等效强迫停运率(%)
国产机组	73	76.81	8.86
前苏联机组	7	84.97	4.28

此外,通过可靠性统计还提供了发电设备主要故障部件和主要故障原因的分类统计资料,为消除故障、改进机组设计提供了依据和方向,限于篇幅,此处不再详列。

□ 设备的磨损法

设备的磨损是对设备在使用或闲置过程中逐渐发生的各种物质损坏、性能劣化和价值贬值现象的总称,是引起设备维修、更新的根本原因。因此,要加强设备管理,正确进行设备维修、改造和更新决策,必须认识和掌握设备的磨损规律及其度量方法。

设备的磨损有有形磨损和无形磨损两种形式,二者还可综合起来加以度量。

(一) 设备的有形磨损

设备有形磨损的概念和产生原因 机器设备在使用或闲置过程中发生的实体磨损或损坏称为有形磨损或物质磨损。有形磨损的形式很多,主要有机械磨损、疲劳和断裂、腐蚀、变形、老化等。

机械磨损是一个物体由于机械的原因,即与另一固态、液态或气态的物体发生接触和相对运动而造成表面材料不断损失的过程。这种损失通常表现为产生磨屑和表面性能的变化。机械磨损又可分为磨料磨损、粘着磨损、腐蚀磨损、疲劳磨损等几种类型。

疲劳是由振动和交变载荷引起的,可使机件产生裂纹并扩展而导至断裂。

腐蚀是指由于机件与周围介质发生化学作用或电化学作用所引起的损坏。腐蚀及老化(如橡胶、塑料制品等)在设备闲置时也会发生。它与闲置时间和保管条件有关。

以上各种损坏原因往往不是单独发生作用,而是共同发生作用的。在它们的共同作用下,常常使设备的损坏过程加剧。

设备有形磨损的技术经济后果与补偿方式 设备有形磨损的技术后果是使机械设备的价值降低。磨损达到一定程度时,可使机器设备完全丧失使用价值。有形磨损的经济后果是使机器设备原始价值的降低,甚至完全贬值。

由于机器各组成部分的性能、材料、工作条件等互不相同,所以它们的磨损程度和耐用时间也是各不相同的。因此,一部分有形磨损可以通过修理消除,另一部分有形磨损则不能或不宜于通过修理消除,而应当采用更换方式予以补偿。由于机器设备中各零部件的这些特性不同,所以对它们采用的补偿方式(修理或更换)和时机也各不相同。这就构成了修理的技术可能性和经济合理性的前提。

(二) 设备的无形磨损

1. 设备无形磨损的概念和产生原因

设备无形磨损又称经济磨损或经济劣化,是指由于科学技术进步而不断出现性能更加完善、生产效率更高的设备,致使原有设备的价值降低,或者由于工艺改进、操作熟练程度提高、生产规模加大等使相同结构设备重置价值不断降低而导致的原有设备贬值。故可将无形磨损分为两种形式。

(1) 由于相同结构设备重置价值降低而带来的原有设备价值的贬低,称为第一种无形磨损,也称为经济性无形磨损。

(2) 由于出现性能更完善、效率更高的设备而使原有设备在技术上显得陈旧和落后,这种无形磨损称为第二种无形磨损,也称为技术性无形磨损。

2. 设备无形磨损的技术经济后果与补偿方式

第一种无形磨损,虽然有使机器设备的价值部分贬值的经济后果,但设备本身的技术特性和功能不受影响,即其使用价值并未因此发生变化,故不会产生提前更换现有设备的问题。

在第二种无形磨损情况下,不仅有使原有设备价值相对贬低的经济后果,而且也会造成原有设备使用价值局部或全部丧失的技术后果。这是因为新技术的发明

和应用,会使原有设备的经济效率低于社会平均水平。也就是说,原有设备所生产的产品品种、质量不及新设备,材料、动力、人力等消耗高于新设备,如果原有设备继续使用,则产品的单位成本会高于新设备。这反映了原有设备使用价值的局部或全部丧失,因而就有可能产生对原设备进行现代化改装或用新设备代替现有设备的必要性。不过这种改装或更换的经济合理性取决于现有设备的贬值程度以及它在生产中继续使用时经济效益下降的幅度。

应当看到,第二种无形磨损虽然会使设备贬值,但却是社会科学技术发展的反映。这种磨损越大,表示社会技术进步越快。

(三)设备的综合磨损

机器设备在其有效使用期内,同时遭受着有形磨损和无形磨损的作用,两者均引起机器设备原始价值的贬低,这就是所谓设备的综合磨损。

若设备已遭到严重的有形磨损,但它的无形磨损期还没到来,这时无需设计新设备,只需对遭到有形磨损的设备进行修理或更换即可。

若设备的无形磨损期早于有形磨损期到来,这时面临的抉择是,继续使用原有设备,还是用先进的设备更换尚未折旧完的原设备。这取决于其经济性。

最好的方案是有形磨损期与无形磨损期相互接近。这是一种理想的‘无维修设计’。也就是说,当设备需要进行大修理时,恰好到了更换的时刻。但这在多数情况下难以做到。

机器设备综合磨损的情况不同,补偿磨损的方式也不一样。有形磨损的局部补偿是修理,无形磨损的局部补偿是现代化改装,有形磨损和无形磨损的完全补偿都是更换。

(四)设备磨损的度量

1. 设备有形磨损的度量

就整机来说,对设备有形磨损程度的度量应反映其价值的损失。因此,设备的有形磨损可以利用设备的实际价值损失来估计,即用修理费用与设备重置价值之比来表示

$$\alpha_p = \frac{R}{K_1} \quad (1)$$

式中 α_p ——设备有形磨损程度；

R ——修复费用；

K_1 ——在确定设备磨损程度时该种设备的重置价值。

公式中的分母用设备重置价值,不用原始价值,是为了使设备价值和修复费用的时期一致,具有可比性。

比经济角度分析,设备有形磨损程度显然不能超过 $\alpha_p = 1$ 的极限。

2. 设备无形磨损的度量

通常用设备的价值指标来度量设备的无形磨损程度。公式如下

$$\alpha_1 = \frac{K_0 - K_1}{K_0} = 1 - \frac{K_1}{K_0} \quad (2)$$

式中 α_1 ——设备价值降低系数(即设备无形磨损程度)；

K_0 ——设备的原始价值；

K_1 ——考虑第一、二种无形磨损时的设备重置价值,表达式为 $K_1 = K_n \left(\frac{q_0}{q_n}\right)^\alpha$

$\left(\frac{C_n}{C_0}\right)^\beta$ ；

K_n ——新设备价值；

q_0, q_n ——使用原设备和新设备时的年生产率；

C_0, C_n ——使用原设备和新设备时的单位产品成本；

α, β ——分别为劳动生产率提高指数和成本降低指数。指数取值范围均在 0 ~ 1 之间,其大小可通过研究相似设备的实际数据获得。

设备综合磨损的度量 由式(1)和式(2)可得计算设备综合磨损程度的公式如下

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha_p)(1 - \alpha_j) \quad (3)$$

式中 α ——设备综合磨损程度(用设备原始价值的比率表示)。

设备在综合磨损作用下的残余价值 K 可用下式计算。

$$K = (1 - \alpha) K_0 \quad (4)$$

将式(3)代入,整理得

$$\begin{aligned} K &= [1 - 1 + (1 - \alpha_p)(1 - \alpha_j)] K_0 \\ &= (1 - \frac{R}{K_1})(1 - 1 + \frac{K_1}{K_0}) K_0 \\ &= K_1 - R \end{aligned} \quad (5)$$

由上式可知,设备剩余价值 K 等于重置价值 K_1 减去修理费 R 。

□ 设备定员法

设备定员法是一种根据机器设备开动的数量和班次、工人看管设备定额来计算定员的方法。

(一)基本原理

确定定员的基本依据是总工作量和个人劳动效率。总工作量表现为完成一定生产任务所必需开动的机器设备台数和班次,工人劳动效率表现为工人同时能看管机器设备的台数(简称看管定额)。看管定额是劳动定额的一种特殊表现形式,通常以一个工人或一组工人同时看管机器设备的数目(多设备看管)来表示,也可用机器设备所需操作岗位的数目(单台设备岗位定员)来表示。此处“看管定额”只指同时看管机器设备的台数。

(二)主要内容与应用规则

1. 定员人数计算方法

设备定员法是根据完成一定生产任务所必需开动的机器设备台数和班次、工人看管定额和出勤率计算定员人数的。计算公式为

$$\frac{\text{定员}}{\text{人数}} = \frac{\text{机器设备台数} \times \text{每台设备开动班次}}{\text{工人看管定额} \times \text{出勤率}} \quad (1)$$

例如,某车间为完成生产任务需开动自动车床 20 台,每台开动班次为 2 班,看管定额为每人看管 2 台,出勤率为 95%,则该工种定员人数为

$$\frac{20 \times 2}{2 \times 0.95} = 21 \text{ 人}$$

2. 机器设备台数和开动班次的计算

计算机器设备台数以实际用量为基础,因为备用设备是不必配备人员的。不同机器设备必需开动的台数和班次有不同的计算方法,一般先要根据劳动定额和设备利用率等核算单台设备的生产能力,再根据生产任务计算设备开动台数和班次。

3. 工人看管定额的确定

工人看管定额指一个工人可以看管几台设备。在具备多设备看管的条件下,一个工人可以看管多台设备。实行多设备看管的条件是:工人能利用这台机器设

备不需要工人看管的自动时间(又称机动时间),去完成其他机器设备需要人工完成的手动和机手并动操作。因此,工人看管的任何一台设备的自动时间,必须大于或者等于他在其他设备上的手动时间、机手并动时间和工人来往于设备之间的行走时间的总和。工人所能看管的机器设备台数,取决于他所看管的设备的自动时间和机手并动时间之间的比例关系。

$$\text{看管设备台数} \leq \frac{\text{设备自动时间}}{\text{工人手动和机手并动时间}} + 1 \quad (2)$$

4. 替休人员定员的确定

按式(1)计算出的多班生产定员人数,只适用于间断性的多班制生产。如果工艺过程不允许生产活动中断,公休假日和法定节日也要不间断地连续进行生产,就还需要按照轮休组织形式计算替休人员定员。例如,实行‘四班三运转’的,就不能仅按机器设备开动三个班次来计算定员。而是要配备四个轮班的定员,即需要多配一个轮班的替休人员。

5. 缺勤备补定员的确定

缺勤备补人员(按出勤率)计算。如果同工种人员较少,一般在计算单项设备定员时不作考虑,可在一个车间或工段的定员确定后,统一计算,以免造成人员浪费或不足。轮班生产的一般按工作轮班来配备。缺勤备补人员应选择‘一专多能’的人才,要掌握多岗位技术,以便替补不同岗位上的缺勤工人。

(三) 主要应用领域

设备定员法主要适用于以机械操作为主的工种,特别是有较多同类型机器设备、采用多设备看管的劳动组织。设备定员法所揭示的实行多设备看管的交叉作业原理,具有普遍的意义,可应用于其他不需工人操作的时间,进行兼职作业或交叉作业,以充分利用工时和节约人员。

(四) 实用案例

某车间每班有 18 吨物料需要用离心机脱水。根据离心机容量,一次能装物料 250 公斤。每次从装料开始到出料完毕为一个周期,需要 40 分钟。在一个周期中,人工开阀门装料时间为 3 分钟,人工用水冲洗时间为 4 分钟,自动离心脱水时间为 29 分钟,人工出料时间为 4 分钟。实行‘四班三运转’,出勤率为 90%。试计算该车间离心机工的定员人数。

(1) 先根据生产任务计算必需开动的离心机台数。

$$\begin{aligned} \text{一台离心机每班可处理物料的数量} &= \frac{\text{一次能处理物料数量}}{\text{物料数量}} \times \text{每班处理次数} \\ &= 250 \times \frac{480}{40} = 3000 \text{ 公斤} = 3 \text{ 吨} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{每班需开动离心机台数} &= \frac{\text{每班需处理物料数量}}{\text{一台离心机每班可处理物料数量}} \\ &= \frac{18 \text{ 吨}}{3 \text{ 吨}} = 6 \text{ 台} \end{aligned}$$

(2) 再按式(2)计算工人能同时看管的离心机台数。设备自动时间即设备自动离心脱水时间为 29 分钟,工人手动和机手并动时间 = 3 + 4 + 4 = 11 分钟。把上述数据代入式(2),得

$$\text{看管离心机台数} \leq \frac{29}{11} + 1 = 3 \frac{7}{11} \approx 3 \text{ 台}$$

(3) 计算每班离心机工的定员人数为 $\frac{6 \text{ 台}}{3 \text{ 台}} = 2 \text{ 人}$ 。

实行‘四班三运转’,则四个工作轮班的离心机工定员人数为 $2 \times 2 = 4 \text{ 人}$ 。

出勤率为 90%，则离心机工的缺勤备补人员为： $\frac{8}{0.9} = 0.9 \text{ 人} \approx 1 \text{ 人}$ 。但是，一人要替补四个工作轮班中的缺勤人员是不实际的，故应在一个车间或工段的定员确定后，统一计算缺勤备补人员，再按工作轮班进行配备。

□ 设备改造的经济分析法

设备改造(又称设备现代化改装或设备改善)的经济分析,是指对设备改造方案在技术可行的基础上所进行的投资效益分析,以判断方案在经济上是否可行,并从中选出最优方案。

设备改造是指运用新技术、新材料、新工艺对原有设备的部分结构或零部件进行改进或改善,以提高设备的性能、精度、生产率,降低原材料、燃料、动力消耗,提高设备的操作性、维修性、安全性和运转可靠性,满足生产经营发展的要求。设备改造的主要作用是补偿设备的无形磨,同时也补偿改造部位的有形磨损,因而是企业进行技术改造、提高装备技术水平的重要手段和途径。

设备改造和设备更新都可以解决企业设备陈旧落后、技术水平不高的问题,且两者相比,设备改造比设备更新具有针对性强、投资少、见效快的优点。尽管如此,为了确保设备改造方案的经济可行性,还必须对方案在技术上可行(即原有设备的物质与技术躯壳能够容纳、嫁接新技术、新结构)的前提下,进行经济分析。

设备改造的经济分析方法通常是用投资效益分析法。在分析时一般要进行两方面的比较:一是进行改造与维持设备现状的比较;二是进行改造与进行更新的比较。

1. 改造与维持设备现状的比较分析

只有当维持设备原状企业的尚能求得生存发展时,才需要进行这种分析。如果不改造或更新设备企业就不能继续生存与发展,就无需进行这种分析了。分析步骤:

(1) 计算改造设备所需投资。改造设备所需投资由下列费用项目构成。

①人工费 指从事设备改造工作人员的工资性开支。

②购置费 指购买改造用材料、器具、零部件等所需的费用。

③管理费 指设备改造项目应分摊的各种间接费用。

④停产损失费 指为停产改造设备而造成的直接损失与间接损失。直接损失是指因产量损失而造成的利润和固定费用损失;间接损失是指因停产而造成的市场占有率下降、资金周转延缓和赔偿有关费用等损失。

⑤施工期利息 施工期的资金占用费(即利息)属于投资性支出,故应列入投资总额。

⑥其他有关改造项目的支出。

(2) 计算设备改造后的新增效益。新增效益来源有:

①因增加产品产量而取得的收益。

②因提高产品质量、实行优质优价而增加的收入,因降低不良品而减少的损失。

③因生产新产品而增加的收益。

④因提高安全性、环保性而减少的故障损失和环保罚款。

⑤因提高生产效率、减少工时消耗而减少的工资性支出,因加速资金周转而减少的利息支出。

⑥其他因改造设备而取得的收益。

(3) 计算投资效益。可以通过计算投资收益率、投资回收期、净现值或年计算费用等指标来反映投资效益。计算公式如下：

$$\text{投资收益率} = \frac{\text{改造后设备年均新增利润} + \text{年折旧额}}{\text{项目投资总额}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{投资回收期} = \frac{\text{设备改造投资额}}{\text{改造后设备年均新增利润} + \text{年折旧额}} \quad (2)$$

$$\text{净现值} = \sum \text{年收益现值} - \text{设备改造投资额(现值)} \quad (3)$$

$$\text{年计算费用} = \text{项目投资总额} \times \text{投资回收系数} + \text{设备年均维持费} \quad (4)$$

以上各式中‘项目投资总额’不仅包括设备改造费,还应包括为其配套的流动资金占用额;‘改造后设备平均新增利润’要按预计设备在有效使用期内能实现的销售利润的现值计算,不能按最大设计能力(产量)计算销售利润;‘设备改造投资额’,是指改造后固定资产增值部分。当改造设备不能单独计算新增利润时,只能采用年计算费用法计算。

(4) 比较选优。计算出设备改造方案的投资效益指标,应与维持设备原状方案的相同指标进行比较和选优。

当用投资收益率比较时,应选择投资收益率高于设备现有投资收益率诸方案中的最高者,为最优方案。

当用投资回收期比较时,应选择投资回收期短于设备有效使用期诸方案中的最短者,为最优方案。

当用净现值比较时,应选择净现值大于零的诸方案中净现值最大者,为最优方案。

当用年计算费用比较时,应选择年计算费用小于现有设备诸方案中的最小者,为最优方案。

2. 改造与更新的比较分析

当设备改造与设备更新在技术上、资金上、货源供应和政策规定上都可可行时,尚须进一步进行经济分析,以确保方案的经济效益较好。分析的方法、步骤如下。

第一步,搜集计算分析所需资料,包括设备改造费,与设备改造同时进行的大修费,改造时的停产损失,新设备购置费,改造设备与新设备的生产效率、单位产品生产成本和大修间隔期,未折旧完损失等。

第二步,把有关费用的数据代入下式,判断设备改造方案是否可以考虑。

$$K_m + R + S_e < K_x \cdot \alpha \cdot \beta + S_a \quad (5)$$

式中 K_m ——设备改造费;

R ——与改造同时进行大修理的费用;

S_e ——改造时的停产损失,包括直接损失与间接损失;

K_x ——新设备购置费;

α ——生产效率系数, $\alpha = \text{改造后设备生产效率} / \text{新设备生产效率}$;

β ——修理时间间隔系数, $\beta = \text{改造后设备从使用到第一次大修的间隔时间} / \text{新设备从使用到第一次大修的间隔时间}$;

S_a ——新设备未折旧完的损失, $S_a = \text{新设备原值帐面余额} - \text{设备处理收入}$ 。

第三步,当不等式(5)成立时,说明设备改造方案可以考虑,继续进行单位产品生产成本比较。公式为

$$C_m < C_x \text{ 或 } \frac{C_x}{C_m} > 1 \quad (6)$$

式中 C_m ——改造后设备单位产品生产成本;

C_x ——新设备单位产品生产成本。

如果改造设备与新设备的单位产品变动成本相同,可只比较单位产品固定成本。

第四步,选择确定方案。如果不等式(6)成立,应取设备改造方案;否则,应取设备更新方案。

在进行式(5)、式(6)计算时,应把不同时间发生的费用额按一定折现率换算为等值。换算时,如果施工期加回收期长于一年者,应使用复利法;如果短于一年,可使用单利法。

□ 设备更新的经济分析法

设备更新的经济分析是指在进行设备更新决策以前对设备的更新时机和更新方案从经济上所作的分析与评价。它是进行设备更新决策的主要依据。

(一)基本原理

设备更新即以新的、技术先进的机器设备替代不能继续使用或不宜继续使用(继续使用在经济上不合算)的老化的、技术陈旧的机器设备,是对设备遭受的有形磨损和无形磨损的完全补偿。设备更新是提高企业技术装备素质、促进技术进步、提高竞争能力的具有战略性的措施,因而工业发达国家都非常重视提高设备更新投资的比重,把加速工业发展的投资重点放在更新改造原有设备上,即放在不断用先进的技术替代和改造陈旧的技术和设备上,以不断提高设备的质量和效率,增加产品品种,提高产品质量和产量,降低原材料和能源的消耗,而不是放在扩大设备的数量上。为了促进设备更新,工业发达国家普遍缩短了设备的折旧年限,并采用加速折旧的方法(如双倍余额递减法、两倍直线折旧法、年限和法等)来积累更新基金。其设备折旧年限一般都是10年左右。日本则规定新设备第一年折旧一半,其设备折旧年限已缩短到5~6年。我国企业的大部分设备役龄过长,技术陈旧,折旧年限长,折旧率低,更新速度慢,应引起足够重视。

设备更新经济分析的内容有二:一是设备更新时机的选择;二是设备更新投资方案的经济分析。只有通过经济分析科学地确定设备的更新时机和优良的投资方案,才能作出科学合理的设备更新决策。

(二)主要内容

设备的最佳更新时机取决于设备的经济寿命,即从经济角度来看的最佳使用年限。设备经济寿命结束,也就是更新时机的到来。因此,确定了设备的经济寿命,也就确定了设备的最佳更新时机。

设备经济寿命的确定方法除在‘设备的寿命’条目中所介绍的最小年均费用法以外,还有最大总收益法和劣化数值法。

1. 最大总收益法。对于生产设备来说,其所创造的总财富(总输出)是随着使用年限的增长而增加的,其每年所消耗的维持费也是随着使用年限的增长而增加的,故设备总输出和总输入的差值即总收益客观上存在着一个最大值,对应于此最大值的使用年限即为设备的经济寿命。用公式表示即为

$$Y = Y_2 - Y_1 = (A \cdot E)t - (p + Vt) \quad (1)$$

式中 Y ——总收益;

Y_1 ——总投入;

Y_2 ——总输出;

p ——设备原始价值;

V ——设备年维持费;

t ——设备使用年限；

A ——设备可利用率；

E ——最大年输出量,即当 $A=1$ 时的年输出量。

由于设备的年维持费实际上不是常数,而是随着使用年限的增长而增加的,即

$$V = (1 + \beta t) V_0$$

式中 V_0 ——起始年的维持费；

β ——年维持费增长系数。

$$\text{所以 } Y_1 = \beta V_0 t^2 + V_{0t} + P \quad (2)$$

把式(2)代入式(1),即得

$$Y = Y_2 - Y_1 = -\beta V_0 t + (A \cdot E - V_0)t - P \quad (3)$$

将上式对 t 微分,并令其等于零,即可求出总收益最大时的设备使用年限,即设备经济寿命

$$t = \frac{A \cdot E - V_0}{2\beta V_0} \quad (4)$$

2. 劣化数值法。若事先不知道设备每年的运行维持费,就无法应用最小年均费用法和最大总收益法,此时可考虑使用劣化数值法。

设备在使用过程中由于有形磨损和无形磨损逐年加剧,其维持费会逐年增加,这种情况叫作劣化。如果能根据统计资料预测出设备的劣化程度每年以 λ 的比率呈线性增加,则可用下法计算出设备的最佳更新期。

设 K_0 为设备原始价值, T 为使用年限,设备经过使用后的残值为零,则 T 年内的平均劣化值为 $\frac{(T+1)\lambda}{2}$ 。于是设备的年均费用可按下式计算

$$C_t = \frac{\lambda K_0}{T} = \frac{(T+1)\lambda}{2}$$

将上式对 T 微分,令 $\frac{dC_t}{dT} = 0$,即可求得设备的最佳使用年限(即经济寿命) T_0 为

$$T_0 = \sqrt{\frac{2K_0}{\lambda}}$$

若逐年计算平均费用,然后从中找出平均费用最小的年份,此使用年限即设备经济寿命。如果计算中再加资金时间价值考虑进去,则可得到更加符合实际的结果。

□ 设备快速修理法

设备快速修理是一种采用先进的技术组织措施,以最快的速度完成设备修理工作的方法,其目的是为了尽量缩短修理停机时间,提高设备利用程度。其主要措施如下:

1. 编制修理计划,合理组织施工

编制设备修理计划和合理有效地组织施工作业是实现快速修理的重要组织措施,在编制修理计划时,要准确地规定设备修理的开工时间与修理进度表,以减少设备等待修理的时间。在组织施工作业中,要合理地采用平行作业的工作方法,安排好各个工种的工时,以加速设备修理的进程;要有效地使用各种修理设备和工具,提高设备修理工作的机械化程度;要提前做好设备修理的基础工作(如准备好图纸、图表、网络图和计算机软件等)。准备好各种工具(如电动工具、风动工具、液压工具、检测工具、专用工具等等。表 7-26 所列修理专用工具)。

2. 采用先进的修理工艺和技术

下面简要介绍的是几种先进修理工艺和技术。

表 7 - 26

设备修理专用工具分类表

类 别	工 具 名 称
专用扳手	综合型棘轮扳手、薄型棘轮扳手、多角度扳手、摆线式省力扳手、万向节式专用扳手、莫氏卸钻扳手、双销叉形扳手、钩头扳手等
重要螺母拆装工具	液压扳子、液压拉伸器、螺栓电加热器、螺栓火焰加热器、双螺栓碳管加热器、组合式力矩扭力扳手、增力扳子等
高压容器检修安装专用工具	高压容器螺栓螺母机械扳紧工具、液压扳子、液压拉伸器、氨合成塔内件专用吊装工具,卡萨里密封合成塔盖拆装专用工具、减震器、拉力计等
列管换热器专用检修工具	换热器管子清洗机、液压拔管器、内孔环槽自动进刀钻杆、换热器内环缝铣削机、穿管机、管式换热器用钢绳清管机、换热器联合抽芯机、液压抽芯机和各式胀管机、胀管器等
活塞式压缩机检修专用工具	平衡吊杆、阀门拔、装工具、装活塞工具、压缩机拐臂差测量工具、钢丝耳机拉线找正工具、钢丝拉线架、测量机身跨度的专用量具、活塞杆转板、激光找正工具、激光经纬仪、激光安平仪等
管道修理工具	管子套扣机、管子切断器、管子扩口工具、小型切管器、敷管切断器、液压砂轮切割机、简易炉管坡口机、轻便式不锈钢管子手动坡口机、手动坡口机、电动排管坡口机、电动内塞式坡口机、电动外卡式坡口机、电动径向给进坡口机、液压夹管器、红外线管道加热器、开马鞍形管孔切割器、带压钻孔机、管道环内缝自动焊工具、管道纵内缝自动焊工具、小 R 弯管机、中频弯管机、火焰弯管机、简易盘管弯管机、滚压式螺旋弯管机、热推弯管机、弯头角度校核工具、手动弯管工具等
研、磨专用工具	吸尘式气动回转打磨机、振动研磨机、行星式研磨机、圆盘摆动式研磨机、阀座研磨机、旋塞研磨机、闸阀研磨机(包括弹性闸阀研磨机、可调闸阀研磨机、螺纹进给闸阀研磨机)、闸板阀双阀线研磨机、纳氏泵专用研磨机等
防腐施工专用工具	喷沙器、管道除锈刷油机、管子除锈机、针束除锈机、循环自吸式喷砂机、油漆喷枪、喷镀工具、喷涂保温装置、工程塑料焊接工具及焊枪等
纸板垫制作工具	滑杆式手动纸板切割器、垫片滚剪机、垫圈圆盘切割机、圆盘垫片剪机、垫片切割器等
高压清洗专用工具	自动洗缸器、半自动高压洗缸机、高压清洗机及高压水枪等
其他专用检修工具	真空检漏器、磁力夹具、测力计、划线卡尺、薄板式手动冲孔钳、导向丝锥和导向板牙套、动平衡试验仪、静平衡试验台、专用手动拉子、手动掏填料工具、手动阀门修正工具、阶梯压板、等力矩可调压板、超声波清洗机等

(1) 热喷涂技术

热喷涂技术是一种利用高温火焰将耐磨金属或非金属粉末喷射到预热的工件表面上,形成具有耐磨、耐腐蚀等性能的覆盖层,以修复和强化零件表面,提高零件使用寿命的新工艺。热喷涂技术包括氧—乙炔火焰喷涂、电弧喷涂、等离子喷涂与喷焊等。其中喷涂属机械粘结,其粘结强度一般为 $5 \times 10^5 \text{pa}$; 喷焊则属冶金结

合,要将喷涂后的覆盖层再加热,使之与基体表层材料达到熔融状态,与零件表面发生某些物理、化学反应,其粘结强度可达 $20 \times 30 \times 10^5 \text{pa}$ 。

(2) 金属扩散技术(又称堆焊技术)

金属扩散技术是在零件的磨损面上堆焊一层金属,以弥补基体上的损失,或将金属颗粒加入到保持金属扩散温度的熔硼砂中,随后将工件放入,以在工件表面生成稳定的碳化物表层。近年来出现了多种以硬质化合物为主要成分的管装粒状铸造碳化钨焊条、钢结硬质合金焊条、金属陶瓷堆焊片和司太立硬质合金堆焊条等新材料。这类堆焊材料的特点,是硬质点可以布满工件表面,外来磨粒尖端很难插到硬质点之间的金属粘结相中,因而有特殊的抗磨粒磨损特性,是修复或强化抗磨机械零件的新材料。

(3) 化学清洗技术

化学清洗技术是一种应用化学溶液除垢的方法。这种方法效率很高,适用于在不拆卸的情况下进行复杂装置的清洗。

清洗用的化学溶液可为酸性或碱性,应视设备上积垢的性质而定。清除铁锈时,可用浓度为 $8 \sim 15\%$ 的硫酸。清除水垢时,可用浓度为 $5 \sim 10\%$ 的盐酸或浓度为 2% 的氢氧化钠溶液。清除设备内的泥沙、机油等污垢,可用磷酸苏打液或碳酸苏打液。高效金属清洗剂可在常温下代替煤油、汽油等有机溶剂清除金属表面的油垢,清洗速度快、去污力强。对于奥氏体不锈钢制成的设备,在清理工作表面的水垢时往往使用柠檬酸等有机酸,不用盐酸,以防氯离子引起应力腐蚀。常用的化学清洗方法有循环法和浸渍法,以循环法最为常用。

(4) 带压堵漏技术

带压堵漏技术是一种当设备及管路系统在连续生产过程中突然发生泄漏时,在不停止设备系统运行的状态下进行堵漏的新技术。它是在停车不带压密封堵漏技术的基础上发展起来的,具有很高的经济价值。70年代以来,工业发达国家已经广泛应用,我国亦已引进并有一些企业和研究单位研究出了多种与之相适应的新方法,应后取得了明显的技术经济效益。

带压堵漏适用的泄漏部位包括腐蚀穿孔、摩擦冲击穿孔、法兰、填料函、螺纹接头、螺纹堵头、裂缝、焊接缺陷等。适用的泄漏介质包括水蒸汽、空气、油、氨、酸、碱、各种化学气体液体等。适用的泄漏介质温度为 $-100 \sim 560$ 。适用的泄漏介质压力为真空 $\sim 330 \times 10^5 \text{pa}$ 。

带压堵漏的特点是:现场不需要动火,装置可继续运行,也不需要改变(降低)压力等条件,不需要对热交换器等设备本体进行任何加工,可使设备仍处于继续使用状态。施工作业所需时间短、人员少、费用低。

3. 采用部件或整机更换法

即用事先准备的设备或部件更换需要修理的同种设备或部件,然后把更换下来的设备或部件送机修车间修理。这样做可以最大限度缩短停机时间,保证修理质量。

4. 采用分步检修法

就是有计划地把设备划分成若干相对独立的部分,利用生产间隙时间或节假日分部分进行检修,并在一定时间内完成对整台设备的检修。这种修理法适用于大型设备。

☐ 设备寿命周期费用评价法

设备寿命周期费用评价法是一种根据设备寿命周期费用的高低评价和选择设

备的方法。

(一)基本原理

设备作为一种人造实物系统有其产生、使用和衰亡的过程。设备的寿命周期是指设备从研究、设计开始到报废、更新为止所经历的时间。其中,从研究、设计到制造、安装、试运转为其前期,从投入使用、维修、改造到报废为其后期。设备寿命周期费用是指设备从研究、设计起到报废止一生中所发生的费用的总和。在设备的寿命周期中,其前期费用(设置费)与后期费用(维持费)是相互联系、相互影响的。如果在设备的规划设计阶段对提高设备的可靠性和维修性未予充分考虑,则设备的寿命周期费用将如曲线 B 所示 如果进行了可靠性和维修性设计,则设备的寿命周期费用将如曲线 A 所示(曲线 A 所示的寿命周期费用通常要比曲线 B 少)。由于设备的后期费用通常为前期费用的几倍到十几倍,所以在确定设备开发方案或选择购买设备时,不能只根据设备的前期费用评价设备的经济性,而应根据设备寿命周期费用的高低评价设备的经济性,择优确定设备开发方案或选购设备。

(二)主要内容

1. 设备寿命周期费用的构成

设备寿命周期费用包括设置费和维持费两大部分。

对于自制设备来说,设置费主要包括设备研究费、设计费、制造费、安装调试费等 对于外购设备来说,设置费包括设备购价、运输费、安装调试费等。设置费的特点是一次支出或集中在短时期内支出。设置费相当于我国财会部门固定资产帐簿上的设备原值。

维持费主要包括设备运行费、维修费、停机损失费等。其特点是在设备使用期限内定期支出。

表 7 - 27 西方大企业规定的设备寿命周期费用构成表

设备 寿命 周期 费用	设置 费	研究开发费	开发规划费,市场调查费,试验费,试制费,试验设备器材费,试验用消耗品费,试验用动力费	·技术资料费 ·电子数据处理费
		设计费	设计费,专利使用费	·办公费 ·管理人员费用
		制造或购建费	制造费、包装费、运输费,库存费,安装费,操作指导书编印费,操作人员培训费,培训设施费,备品购置费	·图书费 ·与合同有关的费用
		试运转费	试运转费	
	维持 费	运行费	操作人员费,辅助人员费,动力费(电力、燃料、蒸汽、压缩空气等),消耗品费,水费,操作人员培训费,专利使用费,空调费	·搬运费 ·调查费
		维修费	维修材料费,备件费,企业内维修劳务费,外委修理劳务费,改造费,维修人员培训费	·办公经费 ·电子数据处理费
		其它费用	库存器材费,备用设备费,维修用器材用具费,试验设备费,租赁费,仓库保管费,图纸、说明书、指导书的编制费,与维修合同有关的费用,安全措施费,保险费,固定资产税,汽车税,同销售人员有关的费用,销售经费,用户服务费,质量保证费	·管理人员费用 ·图书费 ·设备停机损失费
		报废费用	拆除清理费	

2. 设备寿命周期费用的估测

在设备的一生中,上述各项费用的投入量在各个时期是不相等的。如果在直

角坐标系中用纵轴表示单位时间的费用投入量,并称为费用率(元/年或元/月),用横轴表示时间,则可绘出设备的寿命周期费用曲线图。其中使用维修期可以分成若干个大修理阶段,且随着设备的老化,各个阶段的费用率是逐渐提高的。图中OA段为研制安装期,这段的设备设置费用 K_0 表示。设备使用维修期的长短称为设备的役龄。役龄不同,设备的价值追加量随之不同。例如,当第一个正常运转阶段结束时,设备的总价值量如曲线 O—A—B 与坐标轴所围出的面积所示;设备的寿命周期费用 LCC 则如曲线 O—A—B—C—D—E 与坐标轴所围出的面积所示。因此,如果知道了设备费用率 K 与时间 t 的函数关系 $K(t)$,则 LCC 可用下式求出

$$LCC = \int_0^T K(t) dt$$

式中 T ——设备的寿命周期。

在具体运用上式估测设备的寿命周期费用时,可对曲线分段进行计算。根据设备的磨损规律,曲线在各个正常运转阶段呈两头高陡、中间低平的形状,称为浴盆曲线。为了简便起见,计算时可用斜直线近似代替浴盆曲线部分。

绘制设备寿命周期费用曲线有两种方法。一种是根据相同设备在相同使用条件下过去在使用过程中积累的资料,按各年(或月)的实际费用率在直角坐标系中逐年(或月)描点,连成曲线。另一种是在设备使用过程中加强搜集和分析原始资料,把握费用的变化趋势,逐一描点作图。函数 $K(t)$ 通常是用回归分析法在大量观察试验记录的基础上求得的。

这里需要指出,由于设备的寿命往往长达十几年到几十年,而且影响设备寿命周期费用的因素很多,其中不少因素如社会经济动荡、市场物价变化、设备偶发事故等事先很难准确预测,所以设备寿命周期曲线所反映的对设备的总投入及各阶段的设备价值,只能作为进行管理决策的依据,不能用以代替对设备的财务管理。

3. 用设备寿命周期费用评价、选择设备的方法

即根据单位寿命周期费用有效度量高或寿命周期费用最低来评价、选择设备的方法。

(1) 费用有效度分析法。

费用有效度是指设备综合效率或系统效率对寿命周期费用之比。其计算公式有二

$$(1) CE = \frac{CPE}{LCC}$$

$$(2) CE = \frac{SE}{LCC}$$

式中 CE ——费用有效度;

CPE ——设备综合效率;

SE ——设备系统效率。

设备综合效率和系统效率都包括众多的效率因数。例如,系统效率包括产量、产值、销售量、销售额、毛利润、纯利润、运输量综合指标和功能、能力、可靠性、开动率、技术简单性、维修性、舒适性、后勤支援性等单项指标。

(2) 寿命周期费用分析法。

常用的有以下三种:

①终价法。即将各种性能相同的新设备在相同使用期内的设备总费用(包括设备原值、追加投资和维持费),通过复利合计系数换算成使用期最末一年的价值(终值),然后进行比较,选择其中总费用最小者。

设新设备的原值为 P ,资金利润率为 i ,使用年限为 n ,追加投资(包括大修费、改造费)为 W ,从购置到追加投资的年限为 t ,设备终年实际残值(更新或转让时减去税金的净价值)为 L ,年平均维持费为 E ,则设备总费用终值 S 的计算公式为

$$S' = P(1+i)^n + W(1+i)^{n-t} - L + E \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (1)$$

如果残值可以忽略不计,也无追加投资或追加投资已包括在年平均维持费 E 内,则上式可以简化为

$$S' = P(1+i)^n + \frac{(1+i)^n - 1}{i}E \quad (2)$$

式中 $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ —— 复利合计系数(年终价率);

$(1+i)^n$ —— 分期复利合计系数。

当 n 等于预期最佳使用年限 n_0 时, S' 即为预期寿命周期费用终值。进行比较时,一般取 $n \leq n_0$ 。

例 某厂拟购买某种设备,有 A、B 两种性能相同的设备可供选择。根据表 7 - 28 所列经济数据,两种设备的 S' 计算如下。

表 7 - 28 设备 A、B 的经济数据

项 目 \ 设备 方 案	A	B
设备原值(P)	10000(元)	8000(元)
平均维持费(E)	100(元)	150(元)
残值(L)	300(元)	200(元)
使用年限(n)	10(年)	10(年)
资金利率(i)	10%	10%

$$\begin{aligned} S'_A &= P(1+i)^n + \frac{(1+i)^n - 1}{i}E - L \\ &= 10000(1+0.1)^{10} + \frac{(1+0.1)^{10} - 1}{0.1} \times 100 - 300 \\ &= 27231(\text{元}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S'_B &= P(1+i)^n + \frac{(1+i)^n - 1}{i}E - L \\ &= 8000(1+0.1)^{10} + \frac{(1+0.1)^{10} - 1}{0.1} \times 150 - 200 \\ &= 23941(\text{元}) \end{aligned}$$

$$S'_A - S'_B = 27231 - 23941 = 3290(\text{元})$$

B 设备的终值比 A 设备低 3290 元,故应选择 B 设备。

② 现值法(现价法)。即在相同的使用时间内,将性能相同的各种新设备在相同使用期限内的总费用通过现值系数换算成设备购置后投入使用的第一年年初的价值(现值),然后进行比较,选择其中总费用现值最小者。

设总费用的现值为 S ,只需将式(1)乘以现值率 $\frac{1}{(1+i)^n}$,即可得出 S 的计算公式(3)

$$\begin{aligned} S &= S' \frac{1}{(1+i)^n} \\ &= P + \frac{W}{(1+i)^t} - \frac{L}{(1+i)^n} + \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}E \end{aligned} \quad (3)$$

如果没有追加投资且残值可以忽略不计时,用同样方法去乘式(2),可以得出 S 的计算公式(4)

$$S = P + \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} E \quad (4)$$

式中 $\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$ ——年金现值系数。

例 仍用上例及表 6.26 中的数据,可计算得 A、B 两种设备的总费用现值为

$$\begin{aligned} S_A &= P + \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} E - \frac{L}{(1+i)^n} \\ &= 10000 + \frac{(1+0.1)^{10} - 1}{0.1(1+0.1)^{10}} \times 100 - \frac{300}{(1+0.1)^{10}} \\ &= 10498(\text{元}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_B &= P + \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} E - \frac{L}{(1+i)^n} \\ &= 8000 + \frac{(1+0.1)^{10} - 1}{0.1(1+0.1)^{10}} \times 150 - \frac{200}{(1+0.1)^{10}} \\ &= 8845(\text{元}) \end{aligned}$$

$$S_A - S_B = 10498 - 8845 = 1653(\text{元})$$

B 设备的总费用现值比 A 设备低 1653 元,故应选择 B 设备。

③年费法(年价法)。这种方法既可用于比较使用时间相同设备的年费用,又可用于比较使用时间不同设备的年费用。运用这种方法时,首先要把购置设备时一次支出的设置费按照设备的寿命周期和复利率换算成相当于每年费用的支出,然后加上每年的维持费,得出不同设备的年费用,最后进行比较,选择其中年费用最小者。设备年费用的计算公式为

$$\begin{aligned} \text{设备的} \\ \text{年费用} &= \left[P + \frac{W}{(1+i)^t} - \frac{L}{(1+i)^n} \right] \\ &\quad \times \frac{(1+i) \cdot [(1+i)^n - 1]}{in^2} + E \end{aligned}$$

式中 $\frac{(1+i) [(1+i)^n - 1]}{in^2}$ ——年费用系数。

在进行比较时,通常取 n 等于各种设备的预期使用年限。

例 仍用前例及表 6.26 中的数据来说明 A、B 设备年费用的计算。

$$\begin{aligned} \text{A 设备} \\ \text{年费用} &= \left[P + \frac{W}{(1+i)^t} - \frac{L}{(1+i)^n} \right] \\ &\quad \times \frac{(1+i) \cdot [(1+i)^n - 1]}{in^2} + E \\ &= \left[10000 - \frac{300}{(1+0.1)^{10}} \right] \\ &\quad \times \frac{(1+0.1) [(1+0.1)^{10} - 1]}{0.1 \times 10^2} + 100 \\ &= 1833(\text{元}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B 设备} \\ \text{年费用} &= \left[P + \frac{W}{(1+i)^t} - \frac{L}{(1+i)^n} \right] \\ &\quad \times \frac{(1+i) \cdot [(1+i)^n - 1]}{in^2} + E \\ &= \left[8000 - \frac{200}{(1+0.1)^{10}} \right] \\ &\quad \times \frac{(1+0.1) [(1+0.1)^{10} - 1]}{0.1 \times 10^2} + 150 \\ &= 1539(\text{元}) \end{aligned}$$

B 设备的车费用比 A 设备低 294 元,故应选择 B 设备。

(三)应用领域

设备寿命周期费用评价法可用于设备开发过程中评价选择设备设计方案和设备管理过程中评价选购设备。

(四) 实用案例

杭州齿轮箱厂过去在设备造型、使用、管理方面互不通气,选购设备时未对设备一生的费用进行过系统考虑,往往因贪图价格便宜而把效率低、质量差、能源消耗大、维修困难的设备买进厂,结果占小便宜吃了大亏,鉴于这种教训,在选择购买磨齿磨床时,运用设备寿命周期费用评价法的原理,对两种相同规格的齿轮磨床进行了全面对比和选择。其有关数据如表 7 - 29 所示。

表 7 - 29 两种型号齿轮磨床的数据

设备型号规格	设备设置费 (万元)	工时效率 系数	工时产值 (元)	故障停台率	修理费 (元/年)	已服役年龄 (年)
Y7150 M10 × 500	4	1.0	8.00	10%	2000	2
ZSTZ500 M10 × 500	12	1.3	8.00	1%	200	16

该厂对两种磨床的年费用效率按下式进行了计算

年费用
效率

=

年制度总工时 × 工时效率系数 × 工时产值

年停工台时 × 工时产值 + 年维修费

Y7150 的
年费用效率

=

$\frac{4800 \times 1.0 \times 8.00}{480 \times 8.00 + 2000}$

=

$\frac{38400}{5840}$

=

6.575

ZSTZ 的
年费用效率

=

$\frac{4800 \times 1.3 \times 8.00}{48 \times 8.00 + 200}$

=

$\frac{49920}{584}$

=

85.749

然后进一步测算了两种磨床的年产值收益(年产值一年停工工时损失一年维修费)。分别为

Y7150 的年产值收益

=

$38400 - 5840 = 32560$

(元)

ZSTZ 的年产值收益

=

$49920 - 584 = 49336$

(元)

由以上计算可见,如果单纯从设备购价来看,ZSTZ 磨床是 Y715 磨床价格的 3 倍 然而从费用效率,年产值收益来看,后者均比前者优越得多,分别多 6.575 : 85.497 和 32560 : 49366。而且,ZSTZ 磨床投产 16 年来,几乎都是三班生产,产品质量也较稳定,而 Y7150 磨床投产 2 年时间,因为设备故障多,需要经常修理,影响了生产。经过上述分析,该厂决定购置 3 台 ZSTZ630C2 机床,投产后得到了很好的效益。

从杭州齿轮箱厂的做法来看,虽然他们计算的设备系统效率和寿命周期费用的内容要素(或指标)不够齐全,但是,同过去单纯根据设备购价进行设备购置决策相比,还是进了一大步。