

简 明

现代设备管理手册

主编 李葆文

参编 鲍乃钊 谭信孚 马盛权

郑孝记 徐保强

机 械 工 业 出 版 社

本手册全面系统地介绍了设备管理的新观念、新思路和新方法，既是一本设备管理的工具书，又是一部现代设备管理概念开发的简明教程。内容包括企业设备管理的职能与机构设置，设备管理信息系统的基本模块设计，设备资产评估及其保值管理、设备的前期管理和日常管理，企业重点设备的使用与维护，设备的润滑管理，设备状态监测与故障诊断，设备的更新改造，设备维修合同管理，特种设备及配件管理等内容。书中介绍的 TPM、TnPM、RCM 等设备维修模式和维修策略，内容涵盖当前设备管理最前沿的知识。附录中介绍了设备管理相关条例，设备管理常用表格。国际互联网上有关设备管理领域的站点等网络资源。

本手册适合各类企业的设备管理人员、从事设备维护的工程技术人员、高等院校相关专业师生。

图书在版编目 (CIP) 数据

简明现代设备管理手册/李葆文主编. —北京：机械工业出版社，2004.5

ISBN 7- 111- 14279- 9

I. 简... II. 李... III. 企业管理：设备管理 - 手册 IV. F273.4- 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 026911 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：李万宇

责任编辑：蒋有彩 版式设计：霍永明 责任校对：吴美英

封面设计：姚 毅 责任印制：闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·9.875 印张·2 插页·290 千字

0 001—5 000 册

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

当今的时代是一个“速变”的时代，是“经验贬值”的时代。纵观地球进化历史，在这个世界上存留下来的不是最强大的生物，也不是最聪明的生物，而是对外界的变化做出快速反应的生物。企业的发展、变化，必然导致设备管理与维修模式的变化。“工欲善其事，必先利其器，君若利其器，首当顺其治。”前两句话说的是：企业要保持最强的核心竞争能力，必须要有先进的装备。编者用后两句话告诫大家：要让先进的设备流畅运行，发挥最大功效，必须要实施最优秀的管理。

21 世纪，随着企业的技术进步，国际设备管理进入了一个百花齐放、百家争鸣的时代。设备管理不断创新，以适应不同行业的生产运行和各类企业的管理特色。

21 世纪的经济常被称为知识经济、网络经济、环境经济、注意力经济、心经济……，有人把它们统称为新经济。新经济最突出的特点就是“速变”。如果说任何时代都会有变革，但任何世纪都不会像当今的变化来得快。正因为“速变”，这个世纪又被称为“经验贬值”的时代。时代的“速变”推动企业技术进步的“速变”，必然引起设备管理的创新和“速变”。

设备管理的创新，意味着思维创新、模式创新、方法创新及程序创新。设备管理工作要做好中外各种管理模式的比较分析，对自身采用的模式要周密设计和大胆变革。让设备管理成为企业进步的推进器。

中国改革开放二十年来取得举世瞩目的进步，中国设备管理事业也获得长足的发展和成就。20 世纪 90 年代，在中国召开了几次设备

IV

管理、维修和诊断的国际会议，我们学习了不少国外先进的东西，同样也向世界展示了中国设备管理在理论研究和应用领域的实力。

有人说 21 世纪是中国人的世纪。随着中国加入 WTO，中国作为世界制造业中心的地位逐渐显现。设备管理的进步总是伴随着企业的技术进步，就像 3C (Car, Cooler, Color TV) 时代之后，日本设备管理在世界的突出地位一样，作为世界制造业中心的中国设备管理，有一天也必将成为世界的楷模，我们对此充满信心。

为了适应时代的进步和设备管理工作者的要求，我们组织编写了这本《简明现代设备管理手册》。通过这本手册，把设备管理的新观念、新思路和新方法介绍给读者。这既是一部工具书，又是一部现代设备管理概念开发的简明教程。我们并不打算用本书的内容去束缚设备管理工作者的思想。相反，我们希望读者把本手册的理念和方法融会贯通到企业的实际，修正与创新，最终要把本本上的东西变成活生生的管理实践。坦率地说，尽管我们主观上试图把最新的東西介绍给大家，但由于知识更新能力所限，仍会存在不少疏漏、错误乃至陈旧之处，恳请广大读者不吝赐教，批评斧正。我们愿意在这本手册再版时补充更新，与时俱进，让本手册内容常新。

本手册由李葆文、鲍乃钊、谭信孚、马盛权、郑孝记、徐保强共同研究、分工编写而成。由李葆文、徐保强校核、补充并统稿，徐保强还承担了联络、组织、编辑和制图工作，徐伟承担了部分文字的打印工作。本书是团队合作与智慧的结晶。

编著者

2004 年 1 月 16 日

目 录

前言	
第 1 章 现代设备管理概念及职能机构设置	1
1.1 设备全过程管理	1
1.2 设备管理运行的四维系统结构	1
1.3 我国设备综合管理	2
1.4 企业设备管理的职能	4
1.5 企业设备管理机构设置与模式	5
1.6 企业设备管理人员的职责	6
第 2 章 设备管理信息系统	8
2.1 设备管理信息系统的组成	9
2.2 设备管理信息系统的结构	9
2.3 设备管理信息系统的特点	16
第 3 章 设备资产管理	17
3.1 固定资产计价	17
3.2 固定资产折旧	18
3.3 设备维修费用	22
3.4 设备租赁	24
3.5 设备资产评估及其保值管理	26
3.6 设备的档案与台账管理	53
3.7 主要技术指标统计与分析	55
第 4 章 设备的前期管理	57
4.1 设备前期管理概述	57
4.2 设备的规划设计	59
4.3 设备的选型	60
4.4 设备的招标采购	60

4.5	设备采购合同与管理	64
4.6	设备的安装与验收	65
第 5 章	设备的日常管理	68
5.1	设备的使用与维护	68
5.2	设备的点检制度	69
5.3	重点设备（关键设备）的使用与维护	71
5.4	设备的环境管理	72
5.5	设备的故障管理	74
5.6	设备的事故管理	76
第 6 章	设备的润滑管理	79
6.1	润滑基本常识	79
6.2	常用润滑材料	83
6.3	润滑材料的选用	93
6.4	设备润滑管理的主要内容	100
6.5	润滑油品的检查与监测	103
第 7 章	设备维修模式和维修策略	105
7.1	事后维修（BM）	105
7.2	预防维修（PM）	105
7.3	计划维修（PPM）	106
7.4	生产维修（PM）	106
7.5	改善性维修（CM）	107
7.6	维修预防（MP）	107
7.7	预知维修（PM）	108
7.8	状态维修（CBM）	108
7.9	后勤工程学	110
7.10	设备综合工程学	110
7.11	全员生产维修（TPM）	111
7.12	全面规范化生产维护（TNPMP）	112
7.13	可靠性为中心的维修（RCM）	114
7.14	可靠性为基础的维修（RBM）	116
7.15	全面计划质量维修（TPQM）	118
7.16	适应性维修（AM）	120
7.17	利用率为中心的维修（ACM）	122
7.18	风险维修（RBM）	124

7.19	费用有效性维修 (CEM)	127
7.20	商业关键性分析 (CCA) 维修	130
7.21	绿色维修和再制造工程	131
7.22	业务为中心的维修	135
7.23	价值为基础的维修管理	136
7.24	约束理论影响下设备管理	138
7.25	流程工业设备的组合维修	140
7.26	维修策略管理和决策	142
第 8 章	设备状态监测与故障诊断	146
8.1	设备故障及故障规律	146
8.2	无损检测技术	150
8.3	γ 射线扫描技术	154
8.4	油液检测技术	154
8.5	温度检测技术	156
8.6	声音检测技术	158
8.7	振动监测与故障诊断技术	158
第 9 章	设备的检 (维) 修管理	176
9.1	设备检 (维) 修的作用和目的	176
9.2	维修模式与维修策略选择	177
9.3	设备检 (维) 修计划的制定	179
9.4	设备检 (维) 修的资源	181
9.5	设备检修工程管理	182
9.6	设备检修的技术管理和安全管理	183
第 10 章	设备的更新改造	185
10.1	设备的磨损及其补偿	185
10.2	设备的工作寿命	187
10.3	新设备的选择及其经济评价	192
第 11 章	设备维修合同管理	202
11.1	维修承包者的选择	202
11.2	维修合同签订和管理	203
11.3	合同维修进度控制与质量管理	205
第 12 章	特种设备的管理	208
12.1	特种设备的范围及通用管理规定	208

VIII

12.2	锅炉管理的特殊要求	210
12.3	压力容器的管理	211
12.4	电梯的管理	213
12.5	起重机械和其他特种设备管理	213
第 13 章	备件管理	216
13.1	备件工作的特点和目的要求	216
13.2	备件的定额管理	217
13.3	备件的计划管理	229
13.4	备件的仓库管理	233
13.5	备件的现代化管理	235
附录 1	相关条例	242
附录 1-1	设备管理条例（征求意见稿）	242
附录 1-2	特种设备安全监察条例	252
附录 1-3	设备监理单位资格管理办法	270
附录 1-4	企业国有资产监督管理暂行条例	275
附录 2	设备管理常用表格	284
附录 2-1	固定资产卡	284
附录 2-2	天车点检表	285
附录 2-3	轧线机械设备润滑记录表	286
附录 2-4	设备检修任务单	288
附录 2-5	液压系统运行记录	289
附录 2-6	润滑站点检表	290
附录 2-7	水系统点检表	291
附录 2-8	日常工作任务单	292
附录 2-9	设备试车验收记录	293
附录 2-10	设备检修质量跟踪调查表	294
附录 2-11	设备更新申请表	295
附录 2-12	设备状态月报表	296
附录 2-13	设备事故登记表	297
附录 2-14	企业职工伤亡事故报表（基层）	298
附录 2-15	企业设备故障（原因）统计表	300
附录 2-16	企业设备故障（特征）统计表	301
附录 3	网络资源	302
参考文献		306

第 1 章 现代设备管理概念及 职能机构设置

1.1 设备全过程管理

设备全过程管理是指设备一生全过程管理，包括设备引进阶段的前期管理，试生产阶段的初期管理，生产现场的使用管理、维护管理（包括润滑管理）、故障管理、精度管理、维修管理（包括备件管理）、资产管理（包括台账、档案、资料管理）、技术改造管理等内容。

1.2 设备管理运行的四维系统结构

全系统的概念是由时间维、空间维、资源维和功能维构成的四维空间。时间维代表设备的一生，从规划到报废全过程；空间维代表从车间设备到零件的整个空间，由外到内，由表及里，包含整个生产现场；资源维代表全部的资源要素，由资金到信息，代表系统的物理场；功能维代表全部的管理功能，是 PDCA 循环的拓展，从认识到反馈，代表一个完整、科学的管理过程。其四维的系统如图 1-1 所示。

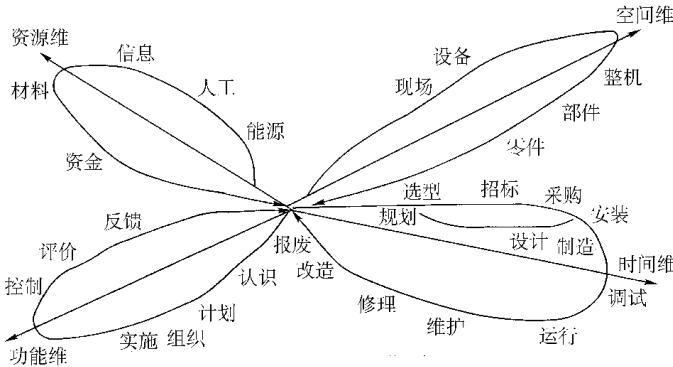


图 1-1 设备管理运行的四维系统结构

在这个四维结构之中，任何一个要素发生变化，都会影响其他相应的要素。另一方面，每一要素都会在其他要素维（空间）上得到映像。例如设备的“安装”，它是四维空间中时间维上的一个环节。它在空间维上会有车间、现场、设备、整机、部位，以及零件上的考虑；在资源维上又离不开资金、材料、人工、能源和信息这些要素；同样，从管理功能上，一定有一个认识、计划、组织、实施、控制、评价，以及反馈的过程。设备管理要求我们有一个四维空间上讨论预防性规范的运作，是最完备的全系统概念。

1.3 我国设备综合管理

设备管理发展至现代水平，不但先进的工业化国家，就是重视这一工作的发展中国家，都有自己的一套管理理论体系与模式。我国设备管理的理论体系与模式叫设备综合管理。

我国的设备综合管理理论体系与管理模式，是在 20 世纪 70 年代，一面学习国外先进理论、体制，一面继承自己过去的优良传统，并在摸索实践的基础上，于 80 年代经过“中国设备管理协会”的三次年会与国家经委三次召开的设备维修座谈会，在“以我为主、博采众长、融合提炼、自成一家”的方针指导下，由这方面的专家、学者、企业设备工作者总结提出并完善的。它以英国设备综合工程学的理论为基础，吸取日本“TPM”的体制与做法，接受美国后勤学的先进理念，继承我国过去行之有效的“以防为主、修养并重、三级保养、三好四会、润滑五定、十字作业”等一系列先进经验；并应用系统论、信息论、控制论、可靠性工程与工程经济学等现代管理科学而“融合提炼”出来。它的内容非常丰富，但简单可概括为五个方面，即一生管理、两个目标、三条基本方针、四项主要任务、五个结合的操作模式方法，也就是常说的“一二三四五”。

1) 一生管理就是要对设备的功能运动、物质运动与价值运动的全过程进行全系统、全效率、全员的“三全”管理。这是英国综合工程学的基本要求。

2) 两个目标就是既要提高设备的综合效率或系统效率，又要降低设备的寿命周期费用。这也是综合工程学的先进思路。

3) 三条基本方针就是坚持依靠技术进步的方针，贯彻预防为主方针，执行促进生产发展的方针。这是我们自己的先进经验和要求。

4) 四项主要任务就是保持设备完好，不断改善和提高企业技术装备素质，充分发挥设备效能，取得良好的经济效益。这既有综合工程学的思路，但更主要的是我们传统的先进经验。

5) 五个结合就是设计、制造与使用相结合；日常维护与计划检修相结合；修理、改造与更新相结合；专业管理与群众管理相结合；技术管理与经济管理相结合。这更是融合了国外的先进理论与经验，包括综合工程学、后勤学、TPM，甚至前苏联的计划预修制的先进部分，也继承了自己的先进传统经验，从而得出这五个结合的操作模式与准则。

我国设备综合管理理论体系与管理机制所包括的丰富内容，正如国内这方面的专家、学者所指出的那样，它具有现代性、完整性、兼容性、改革性四个鲜明的特点。现代性指其立意新颖，有现代鲜明的时代特征；完整性指其结构、体系及所涉及的主要内容完整、齐全；兼容性指其覆盖面广，可吸收性大；改革性指其冲破过去局限于维修的框架概念向以管理为主的全方位发展。因而得到共识，作为主要内容纳入国务院颁布的《全民所有制工业交通企业设备管理条例》及贯彻《条例》的基本标准中。而且，“中国设备管理协会”在1992年，为了隆重纪念国务院发布《条例》五周年，发表《加强设备综合管理工作》的专题文章，在引用会长马仪同志的讲话“国内外实践充分表明，设备管理的科学概念和实际内容，是对设备一生全过程实行综合管理”之后，明确指出“设备综合管理是初步形成的具有中国特色的设备管理指导思想和基本模式，是党的十一届三中全会以来，我国设备管理事业改革开放的主要成果”。这一理论体系充分表明且得到共识，那就是要对设备一生进行全过程管理。这不单是设备部门的职责，也不能由设备部门单独完成，而是由上至经理、法人代表，下至各职能部门、每一位员工分工负责，共同完成。事实上，我国的设备管理工作，在这一理论体系与基本模式指导下，经过广大设备管理工作十多年来的共同努力，已取得巨大的进步。现在已进入21世纪，

只要我们遵照江泽民同志“与时俱进”的教导，继续按设备综合管理的要求去开展设备管理工作，必将取得更大进步。

1.4 企业设备管理的职能

工业企业生产的主要手段之一就是它的设备。生产过程有赖于具有技能的人员利用机械设备将原材料转化为市场需要的产品。因此设备是生产经营的要素。尤其是在现代化的生产中，设备日趋复杂化、大型化、自动化、连续化、柔性化、智能化，使得设备成为企业资产的主要成分。如何使企业设备正常运转，降低机械故障，减少事故停车，合理维修等，已成为企业提高生产效率、控制成本、加强市场竞争力的重要课题。

由此看来，设备动力管理部门在工业企业中，尤其是大型工业企业中是十分重要的部门之一。企业设备管理的职责如下：

1) 负责企业的设备资产管理，使其保持安全、稳定、正常、高效的运转，以保证生产的需要。

2) 负责企业的动力等公用工程系统的运转，保证生产的电力、热力、能源等的需要。

3) 制定设备检修和改造更新计划，制订本企业的设备技术及管理的制度、规程。

4) 负责企业生产设备的维护、检查、监测、分析、维修，合理控制维修费用，保持设备的可靠性，发挥技术效能，产生经济效益。

5) 负责企业设备的技术管理。设备是技术的综合实体，需要机械、电气、仪表、自动控制、热工等专业技术的管理与维修。同时还要执行国家部门制定的有关特种设备的安全、卫生、环保等监察规程、制度。

6) 负责企业的固定资产管理，参加对设备的选型、采购、安装、投产、维护、检修、改造、更新的全过程管理。做出经济技术分析评价。

7) 管理设备的各类信息，包括设备的图样、资料、故障及检修档案，各类规范和制度，并根据设备的动态变化修改其内容。

1.5 企业设备管理机构设置与模式

企业设备管理机构的设置可根据企业具体情况来确定，大致可考虑以下因素：

1) 企业的生产工艺特点。机械、电子、交通、铁路、港口、电力、冶金、造纸、石油、化工、通信、纺织等行业，各自生产工艺特点不尽相同，设备管理的特点也就不同。设备管理机构要跟据企业的生产特点来设置，以适应生产经营的需要。

2) 企业的生产规模。一般企业生产的产品种类不多，设备管理的机构环节可以简化，采用直接管理设备的形式。大型企业的生产环节多，产品结构复杂，技术和管理专业跨度大，内容繁杂，工作量大。设备管理机构可按分级设立，专职领导和专业技术岗位相应配置较多的人员。

3) 社会化协作程度。新型企业一般不设立庞大的设备维修组织，尽量利用社会维修资源。而社会化维修服务体系正在不断发展，可以大大减轻企业自身设备维修的负担，不必设置企业专业维修组织，提高设备维修效率和专业化技术水平。

设备管理机构设置一般可分为三种模式：①垂直集中式；②矩阵式；③精简式。

典型模式如图 1-2、图 1-3 和图 1-4 所示。

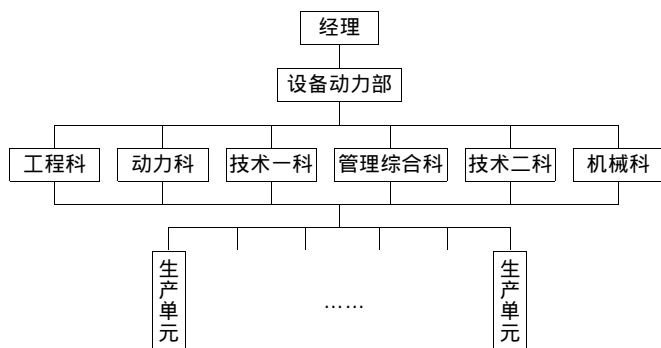


图 1-2 垂直集中式管理结构简图

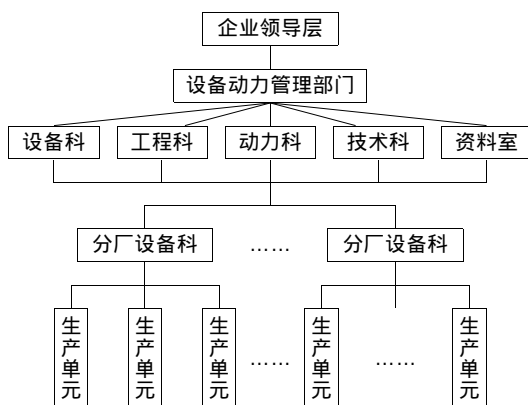


图 1-3 矩阵式设备管理模式

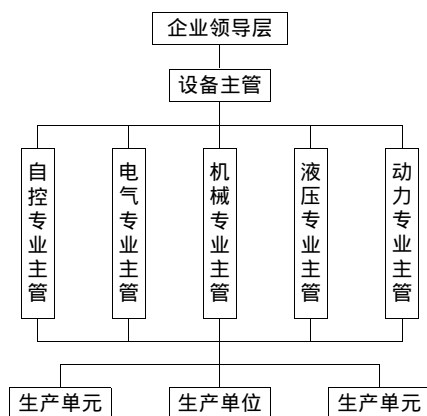


图 1-4 精简式设备管理模式

以上的模式只是典型的构架，各企业根据本企业的生产经营管理具体情况加以确定，并随着生产经营的发展加以改进和完善。

1.6 企业设备管理人员的职责

设备管理人员的职责的确立是根据设备管理系统的职能的总体范围来制定，内容的划分可依照以下原则。

1. 分级管理的原则

经理（厂长）层次，部门管理层次，基层生产单元应有各自的管理范围、内容、权限、责任。要严格的界定，不能混淆。

2. 以事设立岗位的原则

企业的生产经营内容各不相同，生产规模大小不等，设备种类千差万别。因此要以同类设备的多少，各种设备在生产中的作用，维修工作量的大小等因素来确定各种岗位及人员数量，并考虑尽量精干高效。

3. 合理分工协作的原则

按照专业技术和层次进行合理的分工，在制定专业技术岗位和各级管理岗位的职责的同时，还要建立协作的机制和协调的部门。

4. 全过程综合管理的原则

设备的一生是由设计、制造、安装、运行、维修、改造、更新，直到报废的全过程。设备管理部门主要负责设备的运行期的管理工作，而要管理好设备，就必须参与设备的前期与后期的工作。

5. 建立对设备管理人员的责任制和奖惩激励机制

设备管理人员承担着生产、安全、环保等重要责任，对设备随时出现的故障或事故做出迅速的反应，及时采取措施进行处理，承担着一定的工作风险，因此应给予设备技术管理者相应的报酬。

第 2 章 设备管理信息系统

设备管理信息系统是管理信息系统，即 MIS (Management Information System) 的一个重要组成部分。MIS 是集计算机技术、网络通信技术、管理技术等为一体的信息系统工程，是一个覆盖企业或主要业务部门辅助管理的人-机（计算机）系统，主要为企业经营、生产和行政管理工作服务，完成经营管理、设备管理、生产管理、财务管理等。它和企业的管理模式、经营意识密切相关，为企业的最终目标服务。目前国内使用和发展的 MIS 平台模式大体上分为两种：一是客户机/服务器模式 (Client/Server，简称 C/S)；二是 Web 浏览器/服务器模式 (Browser/Server，简称 B/S)。MIS 都是以数据库为基础实现的。目前常用的数据库有支持单机的 dBase、Paradox 数据库和 Oracle、Sybase、SQL Server 等关系数据库。常用的开发数据库应用软件工具很多，如：Visual C++、Delphi、Power Builder、Visual Basic、Visual Fox-Pro 等。

设备管理信息系统还可以是面向供应链管理 (Supply Chain Management) 信息集成——ERP (Enterprise Resource Planning) 的一个组成部分。ERP 除了传统 MRP II (Manufacturing Resource Planning) 系统的制造、供销、财务功能外，还增加了支持物料流通体系的运输管理、仓库管理；支持在线分析处理 (Online Analytical Processing, OLAP)、售后服务及质量反馈；支持生产保障体系的质量管理、实验室管理、设备管理；支持跨国经营的多国家地区、多工厂、多语种、多币制需求；支持多种生产类型或混合型制造企业，汇合了离散型生产、流水作业生产及流程型生产的特点；支持远程通信、Web/Internet/Intranet/Extranet、电子商务 (E-commerce、E-business)、电子数据交换 (EDI)；支持工作流 (业务流程) 动态模型变化与信息处理程序命令的集成。此外，还支持企业资本运行和投资管理，各种法规及标准管理等。ERP 系统除了已经普遍采用的诸如图形用户界面技术 (GUI)、SQL 结

结构化查询语言、关系数据库管理系统（RDBMS）、面向对象技术（OOT）、第四代语言/计算机辅助软件工程、客户机/服务器和分布式数据处理系统等技术外，还要实现更为开放的不同平台互操作。采用适用于网络技术的编程软件，加强了用户自定义的灵活性和可配置性功能，以适应不同行业用户的需要。

2.1 设备管理信息系统的组成

设备管理信息系统是设备生命周期的信息化管理系统，包括设备前期管理、固定资产管理、设备档案管理、设备维护管理、设备运行管理、设备备件管理、设备维修管理等子系统。各个子系统之间的相互联系如图 2-1 所示。

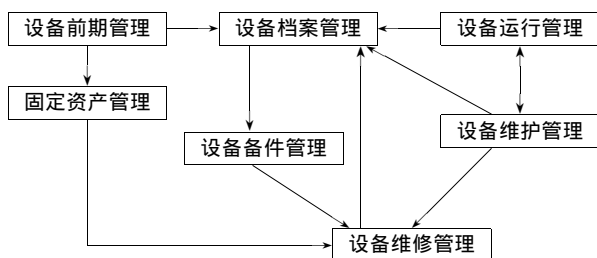


图 2-1 设备管理信息系统各子系统关系图

各子系统之间通过设备编号联系起来。设备作为固定资产的一部分，设备编号必须与固定资产编号相一致。为了使设备管理信息系统，特别是所建立的数据库具有延续性和生命力，设备编号规则要有较强的可扩充性和可扩展性。可扩充性考虑的是设备及设备系统的不断增多；可扩展性考虑的是设备编号向下可扩展成设备备件编码。

2.2 设备管理信息的结构

不同的企业和不同的设备管理方式，其设备管理信息系统的开发具有各自的特点，但其基本的功能和方法是一致的。

1. 设备前期管理子系统

设备前期管理是设备寿命周期的开始，包括设备规划、招投标选

型决策、设备设计制造、安装验收、合同管理、设备使用初期管理等。设备前期管理要形成设备的基本档案和固定资产管理的基本数据。其功能模块如图 2-2 所示。

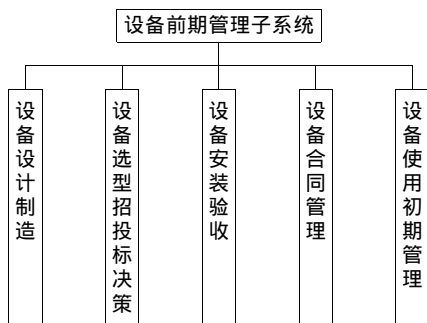


图 2-2 设备前期管理子系统功能模块图

其数据库数据结构内容如下：

- 1) 设备编号、名称、型号、规格、设备类别^①、图号、重量、外形尺寸、设计单位、制造单位、出厂日期、出厂编号。
- 2) 备件编号、备件名称、型号、规格、图号、单重、装机量、生产厂家、备件类别^②。
- 3) 安装单位、要求安装技术参数、实际安装技术参数、特种设备使用许可证编号。
- 4) 招投标有关信息。
- 5) 设备选型决策评价要素和相关信息。
- 6) 验收标准、实际验收数据。
- 7) 合同编号、供货厂家名称、合同签订时间、交货时间、数量、单价、技术参数、履约情况、交货地点、备注。
- 8) 附件编号、附件名称、型号、规格、图号、数量等。

设备前期管理子系统数据库数据结构内容和系统功能重点是管理对设备投入使用后有影响的技术数据，不可能包括设备设计、制造、施工的全过程管理，不同的企业要根据自己的特点来制定。

①、② 设备类别和备件类别是指设备及备件的 ABC 分类。

2. 固定资产管理子系统

固定资产管理包括固定资产登记、报废、使用状态、调拨、折旧、租赁等。固定资产登记的相关数据来源于设备前期管理，其功能模块如图 2-3 所示。

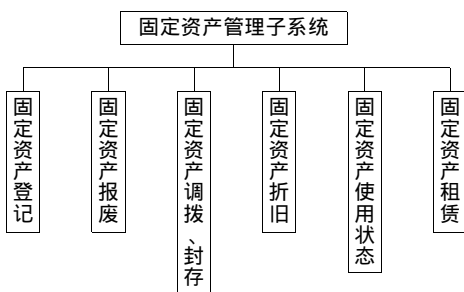


图 2-3 固定资产管理子系统功能模块图

其数据库数据结构内容如下：

1) 固定资产编号、名称、型号、规格、资产类别、图号、重量、外形尺寸、制造单位、出厂日期、开始使用日期、出厂编号、原值、现值、年折旧率、折旧年限、使用状态、使用单位。

2) 租入单位、租出单位、租期、租赁价格、付款方式、租赁合同。

3) 特种设备使用许可证编号、上次年检时间、下次年检时间。

4) 附件编号、附件名称、型号、规格、图号、数量等。

3. 设备档案管理子系统

设备档案管理包括设备基本档案、设备图样资料、设备运行档案、设备维护档案、设备维修档案管理等。设备基本档案数据来源于设备前期管理；设备运行档案数据来源于设备运行管理；设备维护档案数据来源于设备维护管理；设备维修档案数据来源于设备维修管理。其功能模块如图 2-4 所示。

设备图样资料管理数据库数据结构内容如下：设备编号、设备名称、图号、图样、存放地点、图样状态、是否借出、借阅人、借阅时间、预计归还时间、归还时间、备注等。

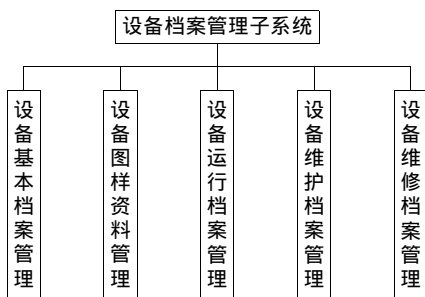


图 2-4 设备档案管理子系统功能模块图

4. 设备维护管理子系统

设备维护管理包括设备润滑管理、设备点检管理等。设备维护管理要形成设备维护档案，给设备维修管理提供设备检修依据，给设备运行管理提供保证并从运行管理中得到设备维护的要求。其功能模块如图 2-5 所示。

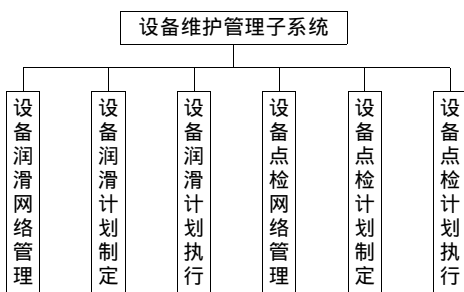


图 2-5 设备维护管理子系统功能模块图

其数据库数据结构内容如下：

- 1) 设备编号、设备名称、图号、出厂编号、使用状态、使用单位、润滑点分布图、点检点分布图、润滑责任人、点检责任人。
- 2) 润滑点编号、润滑油名称、生产厂家、添加剂名称、润滑周期、加油量、加油时间、下次加油时间、润滑状况评估、设备状况评估。
- 3) 点检点编号、点检周期、点检使用仪器设备、点检时间、下

次点检时间、存在问题、处理意见、要求处理时间、处理结果、处理时间、处理单位、执行人等。

也有的企业把清扫、点检、保养（紧固、堵漏、调整、防腐、减振、对中等）、润滑四个环节均融为一体，称为设备维护规范化作业体系，将上述的系统模块做出相应的改动即可。

5. 设备运行管理子系统

设备运行管理是对设备运行中的各种数据和参数（如温度、压力、振动等）、设备的开动时间、故障时间等进行记录和分析。设备运行管理要形成设备运行档案。其功能模块如图 2-6 所示。

其数据库数据结构内容如下：

1) 设备编号、设备名称、图号、出厂编号、使用状态、使用单位、运行参数监测点分布图、设备管理责任人、设备操作责任人。

2) 参数监测点编号、监测项目名称、单位、标准良好值、报警值、记录时间、记录值、设备运行状况评估。

3) 设备停机开始日期时间、设备停机结束日期时间、停机时间（分钟数）、停机原因、原因简述。

4) 统计时间、设备可开动率、设备可利用率等。

6. 设备备件管理子系统

设备备件管理是设备管理信息系统的最重要的子系统。应用设备及备件的 ABC 分类管理、定额管理、定置管理、协作库存和零库存管理等手段来保证企业的正常生产和经济效益的提高。其功能模块如图 2-7 所示。

其数据库数据结构内容如下：

1) 设备编号、名称、型号、规格、设备类别、图号、重量、外形尺寸、制造单位。

2) 备件编号、备件属性编号、备件名称、型号、规格、图号、材质、单重、装机量、使用寿命、核定年消耗量、加工订货周期、最

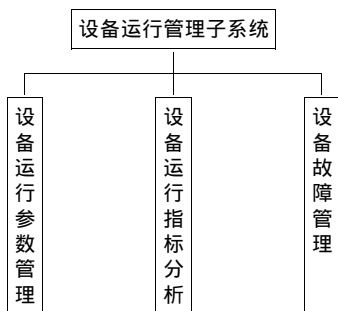


图 2-6 设备运行管理子系统
功能模块图

低储备定额、最高储备定额、备件类别。

3) 计划编号、计划定购数量、计划定购时间、计划员、计划单位。

4) 供应厂家编号、供应厂家名称、地址、邮政编码、联系电话、联系人、开户银行、账号、法人代表、评定等级。

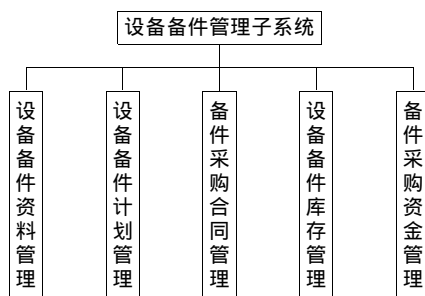


图 2-7 设备备件管理子系统功能模块图

5) 合同编号、厂家合同编号、合同签订数量、合同单价、附加费、运杂费、预付款金额、质保金额、质保时间、交货时间、运输方式、交货地点、结算方式、合同签订日期、采购员。

6) 合同结算数量、结算单价、结算附加费、结算运杂费、结算总价、发票号、拒付金额、拒付原因。

7) 借款人、借款日期、借款金额、冲账日期、冲账金额。

8) 入库号、入库时间、入库数量、仓管员、随货资料。

9) 库存数量、库存单价、存放地点、备注。

10) 领用编号、领用时间、资金来源、领用数量、出库单价、领用单位、领用人等。

备件管理和一般商品进销存管理既有相同之处，又有其特点。它是为生产服务的，协作库存和零库存管理的目的就是减少库存量。备件编码的目的是迅速查询和统计每一台设备的备件种类，每一种备件在多少台设备上使用，所以提出备件编码和备件属性编码双重编码规则。备件编码规则是按备件的使用地点来编码；备件属性编码规则是按备件的属性来编码，它不涉及备件的使用地点。

7. 设备维修管理子系统

设备维修管理包括设备维修计划管理、材料管理、设备维修执行管理和设备维修质量管理等。设备维修管理要形成设备维修档案。其功能模块如图 2-8 所示。

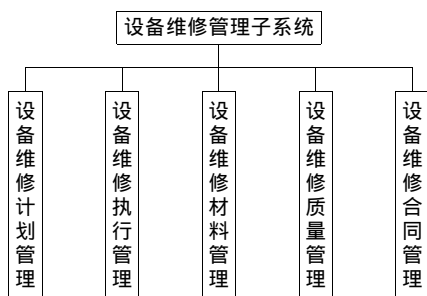


图 2-8 设备维修管理子系统功能模块图

其数据库数据结构内容如下：

- 1) 设备编号、名称、型号、规格、设备类别、图号、设备简介。
- 2) 检修计划编号、检修工程名称、检修性质、要求开始检修时间、预计工期、检修内容、配合要求、检修单位、使用单位负责人、检修责任人。
- 3) 所需备件编号、备件名称、型号、规格、图号、数量、单价。
- 4) 所需材料编号、材料名称、材料型号、材料规格、材料数量、材料单价、材料类别、单位、单重、存放地点。
- 5) 所需工种名称、工时、工时单价、所需设备名称、设备型号、设备规格、设备数量。
- 6) 实际开始检修时间、实际完成检修内容、实际使用工期、试车技术数据、检修总结。
- 7) 实际使用备件编号、备件名称、型号、规格、图号、数量。
- 8) 实际使用材料编号、材料名称、材料型号、材料规格、材料数量、领用人。
- 9) 实际使用工种名称、工时、实际使用设备名称、设备型号、设备规格、设备数量。

10) 检修合同编号、结算人工费用、结算备件费用、结算材料费用、结算设备费用、结算其他费用、结算总费用及结算时间等。

11) 设备验收质量标准、检查精度点、验收记录表格、验收确认报告等。

2.3 设备管理信息系统的特点

1. 编码的一致性

设备管理信息系统设备编码贯穿于各子系统中，并把各子系统联系起来。把设备编码进一步扩展成为固定资产编码和设备备件编码。

2. 备件属性编码和材料编码的可变长度多面码

备件属性编码和材料编码，是按照设备备件和材料本身固有的性质进行编码，不可能对使用的所有设备备件和材料进行一次性的编码，必须根据设备的不断增加和所使用材料的增多而不断地补充。可变长度的编码方式使得编码的容量和所表达的内容可以不断延伸，而且一个数据项可能有多方面的特性。

3. 数据的共享

设备管理信息系统各子系统本身是一个独立的系统，但它们之间又通过设备编码联系起来。为减少数据输入的工作量和输入数据时出错的机会，一种数据应该只有一个入口，就成为管理系统的共享数据。

第 3 章 设备资产管理

3.1 固定资产计价

1. 固定资产定义

固定资产是指使用期限超过一年的房屋、建筑物、机器、机械、运输工具，以及其他与生产、经营有关的设备、器具、工具等。不属于生产、经营主要设备的物品，单位价值在 2000 元以上，并且使用期限超过二年的，也应当作为固定资产。未作为固定资产管理的工具、器具等，作为低值易耗品核算。

2. 固定资产计价

固定资产计价应按其取得时的成本作为入账计价的价值，根据具体情况分别确定：

1) 购置时不需要经过建造过程即可使用的固定资产，按实际支付的购置价、包装费、运输费、安装费、交纳的有关税款等作为入账计价值。如属外商投资企业，因采购国产设备而收到税务机关退还的增值税款，冲减固定资产入账计价值。

2) 自行建造的固定资产，按建造该资产达到预定可使用状态前所发生的全部支出，作为入账计价值。如属专项贷款建造的固定资产，其入账计价值可包括在建过程中的利息支出额；如属非专项贷款，如一般流动资金贷款，其入账计价值不能包括在建过程中的利息支出额。

3) 投资者投入的固定资产，按投资各方确认的价值（一般经过中介机构评估）作为入账计价值。

4) 融资租入的固定资产，按租赁开始日租赁资产的原账面价值（账面净值或现值），与最低租赁付款额的现值两者中较低者，作为入账计价值。

5) 在原有固定资产的基础上进行改建、扩建的，按原固定资产

的账面价值，加上由于改建、扩建而使该项资产达到预定可使用状态前发生的支出，减去改建、扩建过程中发生的变价收入，作为入账计价值。

6) 企业接受债务人以非现金资产抵偿债务方式取得的固定资产，或以应收债权拨入固定资产的，按应收的债权的账面价值加上应支付的相关税费，作为入账计价值。

7) 以非货币性交易拨入的固定资产，按拨出资产的账面价值加上应支付的相关税费，作为入账计价值。

8) 接受捐赠的固定资产，应按捐赠方提供的凭据上标明金额加上应支付相关税费，作为入账计价值。如捐赠方没有提供有关凭证，可参照市场同类或类似固定资产价格估算的金额，加上应支付的相关税费，作为入账计价值。已达到预定可使用状态，但尚未办理竣工决算手续的固定资产，可先按估计价值记账，待确定实际价值时，再进行调整。

3.2 固定资产折旧

1. 固定资产折旧的概念

固定资产折旧是企业会计核算过程中资产类别的一种科目，是固定资产在物质损耗过程中的价值转移。通常，人们把固定资产转移到企业生产成本和费用中去的那部分损耗价值，称为固定资产折旧。

2. 固定资产折旧的意义

企业固定资产折旧政策，不仅是企业财务会计管理的依据，也是一项重要调控经济、促进技术进步的产业政策。合理提取和使用固定资产折旧基金，对企业发展和社会发展都有重要意义。

1) 固定资产折旧资金是企业维持简单再生产和投资回报的基本保证。固定资产折旧基金是企业自行支配资金的主要来源之一，合理提取和使用固定资产折旧资金，需满足能补偿固定资产转移到生产成本中的损耗价值，保证投资回报的起码收益。

2) 固定资产折旧资金是实现企业发展的一个必要条件，企业推进技术进步和技术更新的最可靠财源是利用固定资产折旧基金。该项资金使用与融资的资金相比，起码节省了融资成本费用，而且该项资

金来源是稳定的和均衡的。

3) 固定资产资金的管理是企业经济管理的重要内容。它的核算是否真实、准确，直接影响到产品和企业盈亏。如果少计、少提折旧，会使产品成本虚降，企业盈利虚增。如果多计、多提折旧，又会人为地提高产品成本，缩小企业盈利，影响企业正常的积累与分配。

总之，企业合理地计算和提取固定资产折旧，有利于企业自我发展，增加利润。而从整体来说，又可为社会多上交利税，积聚建设资金。

3. 固定资产折旧提取的范围

企业的下列固定资产应当计提折旧：

- 1) 房屋和建筑物。
- 2) 在用的机器设备、仪器仪表、运输工具、工具器具。
- 3) 季节性停用、大修理停用的固定资产。
- 4) 融资租入和以经营租赁方式租出的固定资产。

4. 不计提折旧的固定资产范围

企业下列固定资产不计提折旧：

- 1) 房屋、建筑物以外的未使用、不需用固定资产。
- 2) 以经营租赁方式租入的固定资产。
- 3) 已提完折旧继续使用的固定资产。
- 4) 按规定单独估价作为固定资产入账的土地。

5. 固定资产折旧方法

固定资产折旧方法可以采用年限平均法、工作量法、年数总和法、双倍余额递减法等。根据国家有关规定，企业固定资产折旧的方法一般采用平均年限法和工作量法。在国民经济中具有重要地位、技术进步快的电子生产企业、飞机制造企业、汽车制造企业和汽车运输企业、化工生产企业和医药生产企业，以及其他经财政部门批准的企业，其机器设备可以采用双倍余额递减法或者年数总和法。企业按照上述规定，有权选择具体的折旧方法，并且在开始实行年度前报主管财政机关批准或备案。

(1) 平均年限法 平均年限法是指按固定资产使用年限平均计算折旧的一种方法。采用这种方法，固定资产在一定时期内计提折旧额

的大小，主要取决于两个基本因素，即固定资产的原值和预计使用年限。除此之外，也应该考虑固定资产的残值收入和清理费用这两个基本因素。因此，平均年限法的固定资产折旧额可用以下公式表述：

$$\begin{aligned}\text{固定资产年折旧额} &= \frac{\text{固定资产原值} - (\text{预计残值收入} - \text{预计清理费用})}{\text{固定资产预计使用年限}} \\ &= \frac{\text{固定资产原值} - \text{预计净残值}}{\text{固定资产预计使用年限}}\end{aligned}$$

在实际工作中，为了反映固定资产在一定时间内的损耗程度和便于计算折旧，每月应计提的折旧额，一般是根据固定资产的原值乘以月折旧率计算确定的。固定资产折旧率是指一定时期内，固定资产折旧额与固定资产原值之比。其计算公式如下：

$$\text{固定资产年折旧率} = \frac{1 - \text{预计净残值率}}{\text{固定资产预计使用年限}}$$

由于财务核算往往以月度核算，因此常用月折旧率核算，故有
某项固定资产年(月)折旧额 = 该项固定资产原值 × 年(月)折旧率

在固定资产种类较多的企业，考虑各类固定资产预计使用年限相差明显，往往实行分类折旧率，分类计算平均折旧率。其计算公式为

$$\text{某类固定资产年(月)折旧率} = \frac{\text{该类固定资产年(月)折旧额}}{\text{该类固定资产原值}} \times 100\%$$

综合折旧率 ZR，是指按全部固定资产计算的年(月)平均折旧率，其计算公式为：

$$ZR = \frac{\sum \text{各项固定资产原值} \times \text{各项固定资产年(月)折旧率}}{\sum \text{各项固定资产原值}}$$

(2) 工作量法 工作量法是指按固定资产所能工作的时数平均计算折旧的一种方法。常见的工作量法下的固定资产折旧额计算公式有：

1) 按照行驶里程计算折旧的公式

$$\text{单位里程折旧额} = \frac{\text{固定资产原值} - \text{预计净残值}}{\text{规定的总行驶里程}}$$

2) 按照工作小时计算折旧的公式

$$\text{每工作小时折旧额} = \frac{\text{固定资产原值} - \text{预计净残值}}{\text{规定的总工作小时}}$$

3) 按台班计算折旧的公式

$$\text{每台班折旧额} = \frac{\text{固定资产原值} - \text{预计净残值}}{\text{规定的工作总台班数}}$$

(3) 双倍余额递减法 这是按双倍直线折旧率计算固定资产折旧的方法。在不考虑固定资产残值的情况下，用固定资产账面上每期期初的折余价值乘以双倍直线折旧率，计算确定各期的折旧额。其计算公式为

$$\text{年折旧额} = \text{期初固定资产账面折余价值} \times \text{双倍直线年折旧率}$$

其中 双倍直线年折旧率 = $2 \times (1 / \text{预计使用年限} \times 100\%)$

由于双倍余额递减法不考虑固定资产的残值收入，因此在应用这种方法时，必须注意这样一个问题，即不能使固定资产的账面折余价值降低到它的预计残值收入以下。为了便于企业使用这一折旧方法，简化核算手续，有关制度规定：实行双倍余额递减法的固定资产，应当在其固定资产折旧年限到期前两年内，将固定资产净值和除预计净残值后的净额平均摊销。

(4) 年数总和法 年数总和法又称折旧年限积数法或级数递减法。它是将固定资产的值减去残值后的净额乘以一个逐年递减的分數，计算确定固定资产折旧额的一种方法，其折旧的计算公式如下：

$$\text{年折旧率} = \frac{\text{折旧年限} - \text{已使用年数}}{\text{折旧年限} \times (\text{折旧年限} + 1) \div 2} \times 100\%$$

6. 固定资产减值准备

企业应当在期末或者至少在每年年度终了，对固定资产逐项检查。如果由于市价持续下跌，或者技术陈旧、损失、长期闲置等原因导致其可收回金额低于账面价值的，应当将可收回金额低于其账面价值的差额，作为固定资产减值准备。固定资产减值准备应按单项资产计提。当存在下列情况之一时，应当按照该项固定资产的账面价值金额计提固定资产减值准备。

1) 长期闲置不用，在可预见的未来不会再使用，且已转让价值的固定资产。

2) 由于技术进步等原因，已不使用的固定资产。

3) 虽然固定资产本身尚可使用，但使用后将产生大量不合格品的固定资产。

- 4) 已遭损毁，以至于不再具有使用价值和转让价值的固定资产。
 - 5) 其他实质上已经不能再给企业带来经济利益的固定资产。
- 以全额计提减值准备的固定资产，不再计提折旧。

3.3 设备维修费用

1. 设备维修费用的分类

(1) 设备维修备件与材料费用 这是指设备维修期间，所需对设备进行更换零部件与原材料或损耗机具的直接费用。

(2) 设备维修人工费 这是指设备维修期间，所耗的劳务费用，含各种误工费、待工费等。

(3) 设备维修停机损失费 这是指设备维修期间，因占用生产时间而造成企业减产的直接损失和间接损失费用。

(4) 设备维修资金储备费用 这是指为准备设备维修，储备备件和材料所发生的资金占用利息和保管费用等。

2. 设备维修费用与企业核算费用的关系

设备维修费用因企业的组织形式和会计核算方法的差异，以不同方式与企业核算费用发生联系：

1) 设备维修费用在一般情况下，作为企业生产成本核算中制造费用科目的费用内容明细，全额或部分体现在该栏的科目上。

2) 部分企业为了避免因当期维修费对生产成本造成波动过大的影响，把预计修理费用额度较大的部分，例如设备大修理年度计划开支，作为年度预提修理费后逐月分摊到生产成本中去，而把当月发生的部分修理费直接作为修理费开支列进账目中。

3) 设备维修备件与材料费以实际发生额度纳入企业修理费核算。如企业自行制作维修备件或材料，则会出现核算费用不一定与实际发生额度相符的情况。从财务核算角度和设备管理分析角度存在了相应的差异。

4) 设备维修人工费在企业核算中，通常是核算企业外承修单位收取企业的劳务费。企业内由本体维修人员发生的人工费往往列入工资支付中而未单列出来。进行管理分析时有必要考虑企业内实际发生的人工费。

5) 设备维修停机损失费与企业核算无关,纯粹是进行管理分析时作虚拟性统计。停机损失费是因停机而可能减少的计划利润与延误交货的违约金,可按下式计算:

设备停机损失费 = 停机时间 × 单位时间计划利润 + 延误违约金

6) 设备维修资金储备费用在企业核算中,往往在财务费用中体现而未单列专项统计。进行管理分析时可按下式统计:

维修资金储备费用 = 储备费用总额 × 当期利率

3. 维修费用指标评价

维修费用分别与企业经营、成本管理、生产管理和资产管理有紧密联系,主要有下列评价指标:

(1) 维修费用占企业销售收入比率 该项统计以年度、季度为主。

维修费用率 = 维修费用总额 ÷ 同期企业销售总收入

(2) 维修费用占企业生产成本比率 该项统计以月度、季度、年度为主。

维修费用率 = 维修费用总额 ÷ 同期生产成本总额

(3) 产品维修费用率 该项统计适用企业产品品种较少,设备与产品对应关系较清晰的情况。

维修费用率 = 维修费用总额 ÷ 同期产品总数量

(4) 固定资产维修费用率 该项统计以年度为主,固定资产平均原值即为期初与期末固定资产算术平均值。

维修费用率 = 维修费用总额 ÷ 同期固定资产平均原值

4. 降低设备维修费用的主要途径

在保持设备良好的技术状态和正常使用的前提下,维修费用降低对提高企业经济效益和管理效果有直接的影响,维修费用降低的主要途径如下:

1) 优化设计,提高可靠性,延长设备及其零部件使用寿命。

2) 正确操作和使用设备,合理维护,避免设备及其零部件非正常损毁。

3) 应用设备诊断技术和组织好维修前待检设备的技术鉴定工作,拟定准确的设备维修项目内容明细,消除维修不足与过剩维修的可

能。

4) 根据设备维修项目内容制订施工方案，积极应用新工艺、新材料，统筹组织施工力量，最大限度地缩短检修工期。

5) 对更换拆卸下的零部件要认真进行测量鉴别，采用先进技术进行再修复或再利用，减少备品备件与材料消耗。

6) 对维修费用开支情况进行分析、统计、实行分解考核，提高有关人员责任心和管理水平。

3.4 设备租赁

1. 设备租赁的概念和特点

设备租赁是指设备的所有者在一定期限内，把设备交付另一方使用，使用方则以支付租金形式取得设备使用权的活动。设备租赁有如下主要特点：

1) 设备租赁是出租方转让设备的使用权和收益权，并不转移设备的所有权。承租方在租赁期满时，须将设备原物返还出租方。

2) 设备租赁的标的物，必须是有形物，非消耗品和特定物，即设备具有特定性和非消耗品的特性，否则承租方在使用一定期限后，无法将租赁设备返还给出租方。

3) 设备租赁是有偿使用他人设备，承租方须向出租方按约定条件交纳租金，这是设备租赁与买卖设备或馈赠设备的重要区别。

4) 设备租赁具有期限性和持续性。根据我国合同法规定，租赁合同最长期限不得超过二十年。出租方和承租方在设备租赁期内相互负有义务、享有权利。

2. 设备租赁合同的主要条款及注意事项

根据合同法规定，设备租赁以双方当事人达成租赁协议后即告成立，不以租赁物交付为要件。租赁合同的主要条款如下：

1) 租赁双方当事人必须符合租赁活动的主体，如出租方应为设备所有者的法人或授权代表，承租方应符合民事活动能力的当事人。租赁方和出租方应明确。

2) 设备租赁的名称要使用全称，要规范、详细和具体。可注明设备的商标、型号、规格、编号等情况，以便明确承租方的妥善保管

与合理使用、及时归还的义务。

3) 明确租赁设备的数量和质量。特别是设备的质量应规定合理的磨损或能耗标准。

4) 约定租赁设备的用途和许用范围，对合理确认双方的责任有重要作用，可以避免承租方在超出设备性能范围使用不当而使设备造成早期损坏。

5) 约定设备的租赁期限和租金及其支付方式，是设备租赁经济权利和义务必不可少的内容。上述内容一经以合同形式确定，租赁方和承租方应承担履约或违约的责任。

6) 设备租赁后，维修保养责任如果不明确，将直接影响设备租赁期或设备租赁后设备完好状态的可靠性，如果双方没有约定或约定不明确，合同法规定应由出租方承担维修义务。

3. 设备租赁过程中应注意的一些问题

设备租赁的发生，首先是建立在租赁方和承租方相互信赖的基础上，具有一定的信用性质。租赁关系是特定当事人之间一种债权、债务关系，因此，未经出租方同意，承租方不允许随意再转租设备给第三方。

设备租赁对于出租方来说，主要目的是在保证及时收回恢复原状设备的前提下按期收取租金。对于承租方来说，主要目的是通过设备租赁获取设备使用权的收益。双方约定的权利与义务应围绕各自的目的给予约定。

设备租赁过程是发生在一段时间内，租赁过程可能出现有出租人变更、承租人变更和租赁期变更等异常情况，容易产生歧义或引发纠纷。双方均应考虑现有合同法的规定保证自身的权益。也有可能随客观情况变化或不可抗力事件，造成出租方或承租方的利益受到损害。

4. 设备租赁的实用意义

设备租赁无论对双方均起到提高设备利用率，减少设备闲置或一次性投资额，改善设备投资效益的效果。其实用意义是可以分为不同形式而侧重点有所不同。

1) 对于长期性的租赁，其租赁的性质相当于分期付款购买设备的所有权或部分所有权，承租方可以在缺少资金的情况下获得所需的

技术装备。出租方则可以以收租金形式收回全部或部分设备投资。

2) 对于临时性的短期租赁,其租赁的性质相当于有偿使用设备,双方均能起到减少设备可能闲置和提高设备利用率的效果。

3) 对于企业内部实行设备租赁,可以促进企业内部加强经济核算,改善设备管理。设备租赁前的论证决策和租赁过程的发挥效能,可以以资金利用状态形式量化评价,特别有利于单台设备管理成效的评定。

3.5 设备资产评估及其保值管理

资产评估一般是指对固定资产评估,而设备资产通常占企业固定资产的 60% 以上,因而企业资产评估的主要工作是对企业的设备固定资产进行评估。

1. 设备资产评估的基本常识

(1) 评估的含意 所谓评估,是待交易在某一时点上的资产价值进行估算的过程。因而应注意并强调两个问题:首先,它是某一个时点的价值,并有时限性,一般有限期是一年;其次,它只是一种估算,而不是定价,仅给交易双方提供一个公平的基础参考价,最终的交易还得由双方按各自所处环境、条件而定。

(2) 评估的作用 资产评估的作用主要在于为资产交易双方提供待交易资产的价值估计与价格咨询,或为企业体制变动、关停并转与经营承包提供资产价值咨询。在不同的社会制度与经营环境下,其作用虽基本相似,但亦存在一些区别。

在西方资本主义市场经济国家中,资产评估为下述四个方面提供服务:

1) 服务于资产交易行为,提供资产的价值估价。

2) 服务于资产的纳税行为,例如所得税、资产转移税、资产盈余税都与资产评估有关,在确定税基时起重要作用。

3) 服务于银行的抵押贷款业务。

4) 服务于财产保险行业,为财产保险额与损失额提供公正评价。

在我国社会主义市场经济中,资产评估则为下述七个目标提供服务:

- 1) 服务于中外合资企业的建立。
- 2) 服务于国有企业的股份制改组及股票上市工作。
- 3) 服务于企业的兼并、联营、承包租赁中的产权变动行为。
- 4) 服务于单项资产的转让和投资。
- 5) 服务于银行的抵押贷款业务和保险公司的保险业务。
- 6) 服务于任期承包中资产保值、增值方面的审计工作。
- 7) 服务于破产企业的资产核定清算工作。

(3) 评估的立场、角度及方法 从市场交易出发，只有投资者肯出资购买，资产的价值才能真正体现出来，因而评估资产时，可站在投资者的立场上，切身处地地从不同的角度来评判资产的价值。由于评判的角度不同，其评估方法也不一样。

1) 效益的角度。考虑评估对象能为投资者创造多少未来效益，也就是从收益的角度来判断，因而有收益法评估资产。

2) 成本的角度。考虑投资者要重新获得此项资产需支付多少费用，也就是从成本的角度来判断，因而有成本法评估资产。

3) 市场的角度。考虑投资者可以从市场上同类资产的售价上获得价格信息比较，也就是说从市场的角度判断，因而有市场法评估资产。

我国目前市场还未充分发展，尚未真正达到公平、公正、自由竞争的情况，应用市场法评估还有一定的难度，故一般多应用收益法和成本法评估资产。成本法较适合于单项、单台资产评估，而整体系统资产评估则应用收益法合理。但是一般评估要求逐台设备进行，兼之我国目前企业的财会制度还不够完善，利润收益存在数字游戏，而设备的购置成本则较为真实，故通常应用成本法对设备资产进行逐台评估，只在整体设备系统或生产线进行快速粗估时，才应用收益法评估。

(4) 资金的时间价值与等值公式 资金的时间因素又叫资金的时间价值，是指资金在生产和扩大再生产的循环流转过程中，会随时间的推移而变化、增值，具体表现在投资会有利润，存款银行会有利息。也就是资金具有时间性，不同时间的资金是有不同的价值，因而不能直接进行相互间的四则运算，只有通过等值公式变换成同一点

之后，才能进行四则运算。常用的等值公式有以下六个：

1) 一次支付终值公式。如图 3-1 所示，在 0 年末投资或支付(存款) P ，到 n 年末，按复利考虑，可得终值或本利和为

$$F = P(1 + i)^n \quad (3-1a)$$

式中， i 为复利利率，也经常代表折现率、贴现率、收益率或回报率； $(1 + i)^n$ 为一次支付终值系数。

式(3-1a)说明， F 与 P 数值不等，但综合价值相当(等值)。

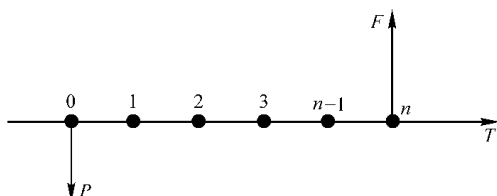


图 3-1 一次支付终值公式示意图

2) 一次支付现值公式。如图 3-1 所示，若按终值 F 求现值 P ，则由式 (3-1a) 反运算而得：

$$P = F \times \frac{1}{(1 + i)^n} \quad (3-1b)$$

式中， $\frac{1}{(1 + i)^n}$ 为一次支付现值系数。

3) 等额支付终值公式。如图 3-2 所示，在第 1 年末开始，每年支付 D ，经 n 年后一次回收得终值(本利和) F ，其计算式为

$$F = D \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right] \quad (3-2a)$$

式中， $\frac{(1 + i)^n - 1}{i}$ 为等额序列终值系数。

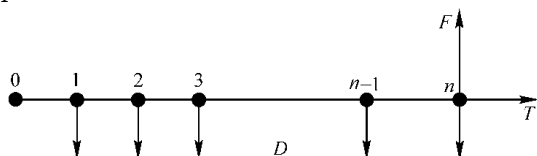


图 3-2 等额支付终值公式示意图

式 (3-2a) 可按式 (3-1a) 将逐项 D 列出终值后, 再累总推导而得 (从略)。式 (3-2a) 表示 F 与 D 的代数和 nD 数值不等, 但综合价值相当。

4) 等额支付偿债基金公式。如图 3-2 所示, 若要求得第 n 年末还清本利的债务 F 时, 则从第 1 年末开始, 每年应等额支付之值可按式 (3-2a) 反运算而得:

$$D = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (3-2b)$$

式中, $\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$ 为偿债基金系数。

式 (3-2b) 同样表示偿债 nD 的数值与 F 不等, 但其在 n 年末的综合价值与 F 一样。

5) 等额分付现值公式。其计算方法如图 3-3 所示, 在 0 年末投资 P , 在第一年末开始, 每年回收效益 D , 经 n 年后回收完, 其计算式为

$$P = D \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} \right] \quad (3-3a)$$

式中, $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} \right]$ 为等额序列现值系数。

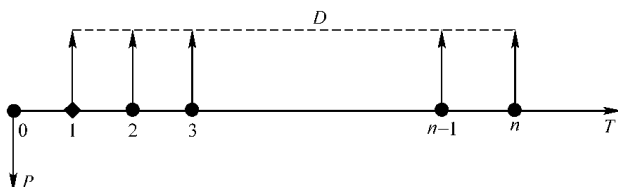


图 3-3 等额分付现值公式示意图

本式可按式 (3-1b), 将 F 当作 D , 逐项列出 D 的现值后, 再累总推导而得 (从略)。式 (3-3a) 同样表示现值 P 与年均收益 D 的代数和 nD 数值不等, 但与其在 0 年末时的现值和 (综合值) 相当。

6) 等额分付资金回收公式。如上图 3-3 所示, 若 0 年末投资一笔资金 P , 要求从第一年末开始, 每年等额回收的收益为 D , 且要在 n 年内回收完投资 P , 则年均等额回收的 D 值可按 (3-3a) 式反运算

而得：

$$D = P \left[\frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (3-3b)$$

式中， $\left[\frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \right]$ 为资金回收系数。

式 (3-3b) 表示 n 年 D 的数值与 P 不等，但其在 0 年末的现值和 (综合值) 与 P 是一样的。

上述六个公式是常用的等值公式。通过此六个等值公式，可将不同时点的各类资金换算为任一时点的资金值——现值，以便进行资金的四则运算。后面不管是在资产评估，或是在资产保值管理，或是设备更新的技术经济分析中，均要用到此六个公式，它们是资金动态管理的基础。

(5) 评估方法的思路依据 根据评估资产的三个角度而有三种评估方法。结合资产占用资金的时间价值，此三种方法的思路依据可从图 3-4 来分别理解。图中原值表示形成设备资产的原始值，也就是总成本或设备固定资产原值， $t_0 = t_1 + t_2$ 。

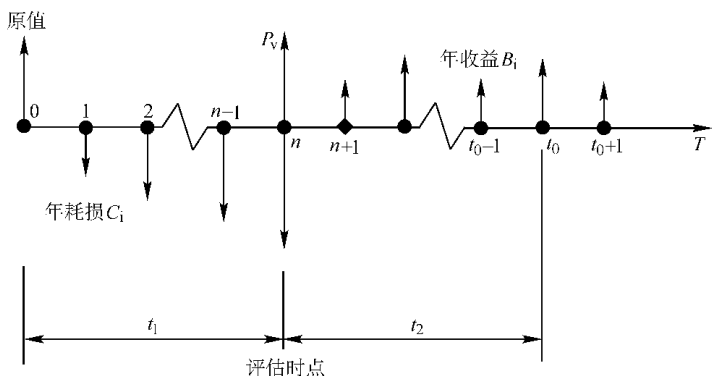


图 3-4 三种评估方法的思路依据

n —评估时限点 P_v —评估值 t_0 —设备工作寿命(使用寿命) t_1 —到评估时限点时已使用年限 t_2 —时限点以后尚可使用年限

1) 将形成资产的总成本(原值之现值)减去资产使用期间的耗损 C_i 之现值，作为资产的评估值，这就是成本法评估资产的思路依

据。其特点是看资产的过去，若站在资产持有者的角度考虑，显然，这评估值应是资产交易的最小值，即起码要花费这样的资金才能获得这样的资产。

2) 将资产尚可使用年限的年收益 B_i 之现值累总作为资产的评估值，这就是收益法评估资产的思路依据。其特点是看资产的将来，若站在资产购买者的角度考虑，显然，评估值只能是资产交易的最大值，否则，购买方不会有效益，当然不愿意买。

3) 以评估时点在公平、公正、自由竞争的市场上相类似资产的交易价为参考，并比较评估资产与参照资产的性能、使用条件、环境等方面的差异程度与情况进行修正，从而得出资产的评估值，这就是市场法评估资产的思路依据。其特点是看资产的现在，特别是看现在市场的交易情况。显然，只要市场已充分发育，并是自由公平竞争的，则评估值较易为资产交易双方所理解和接受，即评估值较接近价格。

2. 成本法评估资产

因为任一个资产潜在购买者所愿意支付的价格都不会高于市场上同样资产的市场价格，也不会高于重新购置相同资产的成本，所以在多种相同或相似资产的不同价格或成本中，应取较低者为评估值，这是资产评估的“替代原则”。按此原则，成本法评估资产的基本思路是：一项资产的价格不应高于重新建造的、具有相同功能的资产的成本。因此，正如前述，此是看资产的过去已消耗了多少来估算其余值。因而其基本原理公式为资产的评估值应等于重置成本减去其实体性、功能性与经济性贬值。其公式如下：

$$P_V = C - C_G - C_W - C_M$$

式中， P_V 为资产评估值； C 为重置成本； C_G 为实体性贬值； C_W 为功能性贬值； C_M 为经济性贬值。

资产的功能性贬值又称无形磨损贬值或“精神”贬值，是指由于技术进步出现性能更优越的新产品，使原有资产部分或全部失去使用价值而导致的贬值。资产的经济性贬值是由于资产未来的经营环境、用途等未能保持与该资产设计、建造，以至评估时相同或相似的情况，例如产品的市场需求减少、政策变化、原材料供应紧张或涨价、

通货膨胀、利率上升等因素引起的、使其获利能力下降而造成的效益损失。目前评估设备时，一般情况下多不考虑此两类贬值（若指定要考虑，可参考专门文献），而只考虑实体性贬值，因而上式可简化为

$$P_V = C - C_G \quad (3-4a)$$

所以本法的关键是估算重置成本 C 与实体性贬值 C_G ，较适合于单台设备的评估。

(1) 重置成本 C 的估算 重置成本又叫重置完全值或重置全价，是指重新建造或购买相同或相似性能、规格的全新资产的成本或价格。有多种估算方法，这里简略介绍以下常用的三种：

1) 重置核算法。本法是按设备资产的成本构成，以现行市价为标准进行估算，即市场现价加运输费、保险费、税项、安装调试费、银行及外贸手续费、利息，以及管理与技术咨询费等其他费用，即

$$C = C_t + \sum C_i$$

式中， C_t 为设备市场现价，进口设备按到岸价 CIF 计算； $\sum C_i$ 为上述各项费用之和。

一般以 C_t 为基础计算，因而上式可写成：

$$C = C_t + \sum C_t k_i = C_t + C_t \sum k_i = C_t (1 + K) \quad (3-5a)$$

$$K = \sum k_i = (a + b + c + d + e + f + g)(1 + i)$$

式中， K 为重置系数； a 为运杂费率，根据使用地与产地或到岸港口（对进口设备）的距离，在 3% ~ 9% 选取； b 为保险费率，按保险公司有关规定，一般可取 2% ~ 5%，陆运取小值，海运取大值； c 为税率，按有关规定； d 为安装调试费率，按设备类型，差别较大，如一般生产设备取 2% ~ 4%，通风与空调设备取 6% ~ 12%，电梯、电话总机及快装锅炉为 10% ~ 15%，空压机、冷却水为 15% ~ 20%，一般锅炉为 30%，供水与供电系统为 50% ~ 60%； e 为银行与外贸手续费率，取 2%； f 为管理与技术咨询费率，取 1% ~ 2%； g 为其他费用分摊率，取 0.5% ~ 1%； i 为基建期间资金占用利息率，取贷款利率，但应按基建期之半考虑，如贷款年利率为 5%，基建期为一年，则 i 取 2.5%。

2) 物价指数法。本法是以设备资产的原值 C_0 为计算基础，用

设备在使用期内的价格变动指数来估算其重置值，则

$$C = C_0 K = C_0 \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad (3-5b)$$

式中， K 为重置系数， $K = \alpha / \alpha_0$ ，实际是物价指数的比例系数； α_0 为该设备购置、安装时的物价指数； α 为评估基期时的物价指数。

表 3-1 列出的是分行业工业品 1984 ~ 1996 年的出厂价格指数。表中是以上一年的价格指数为 100 作基础来考虑，因而 t 年后的价格指数，对 t_1 年来说，应是 t_1 到 t 年间各价格指数的百分数之连乘积。

表 3-1 分行业工业品 1984 ~ 1996 年的出厂价格指数（上年指数为 100）

年份	总 指数	冶金 工业	电力 工业	煤炭 工业	石油 工业	化学 工业	机械 工业	建筑材 料工业
1984	101.4	103.8	102.1	102.6	112.0	102.4	101.1	102.0
1985	108.7	114.3	103.4	117.6	107.2	102.9	111.8	115.4
1986	103.8	107.4	102.4	96.8	104.6	102.9	102.8	113.7
1987	107.9	107.0	103.1	102.8	104.0	112.2	104.9	105.6
1988	115.0	115.4	101.7	110.6	106.8	120.4	111.8	113.4
1989	118.6	121.0	105.9	112.2	108.4	119.4	121.2	123.6
1990	104.1	110.3	107.4	106.2	107.1	101.6	102.8	99.6
1991	106.2	114.2	116.9	113.1	118.8	102.4	102.8	106.1
1992	106.8	114.2	108.8	116.1	115.3	102.7	106.6	111.1
1993	124.0	157.7	135.9	139.7	171.3	108.3	119.7	142.8
1994	119.5	106.8	139.5	122.2	148.7	115.4	109.5	107.6
1995	114.9	105.5	109.5	111.3	121.2	126.2	106.3	106.4
1996	102.9	97.7	113.1	113.7	104.6	103.4	101.6	104.3

年份	森林 工业	食品 工业	纺织 工业	缝纫 工业	皮革 工业	造纸 工业	文教艺术 用品工业
1984	103.2	101.7	96.6	100.6	100.6	99.7	100.4
1985	114.9	105.5	104.3	105.1	112.1	113.7	103.2
1986	107.1	102.5	102.6	100.0	101.7	105.7	99.6
1987	144.9	109.4	108.3	109.6	102.9	112.1	120.0
1988	119.6	116.3	122.3	116.2	114.4	120.7	112.1
1989	115.7	114.3	122.4	118.9	118.3	123.0	111.0
1990	94.6	101.0	107.2	109.1	106.3	102.3	107.3
1991	100.4	103.3	104.1	109.0	109.0	102.9	105.8
1992	105.9	106.2	99.3	100.8	112.8	102.7	102.3
1993	131.8	113.5	103.8	117.9	111.8	108.9	110.6
1994	106.9	123.4	136.8	116.1	121.9	106.6	109.1
1995	99.5	123.4	117.3	116.5	121.7	144.5	111.4
1996	98.2	104.2	96.0	108.2	111.3	116.1	101.5

例如机械工业 1984 年的价格指数是 1.011，则 1995 年相对于 1994 年的价格指数为 $\alpha = 1.118 \times 1.028 \times 1.049 \times 1.118 \times 1.212 \times 1.028 \times 1.028 \times 1.066 \times 1.197 \times 1.095 \times 1.063 = 2.564$ ，即 1995 年相对于 1994 年的重置系数 K 为

$$K = \alpha / \alpha_0 = 2.564 / 1.011 = 2.536$$

3) 现值算法。原理与上述的物价指数法相同，将设备原值折算为评估基期时的现值，因而按资金价值等值公式之一次支付终值公式计算，即：

$$C = C_0 K = C_0 (1 + i)^{t_1} \quad (3-5c)$$

式中， t_1 为所评估设备至评估基期时的已使用年限， i 为 t_1 年内的平均折现率或贴现率，

如果要较为准确些折现，也可按下式计算 K 值：

$$K = (1 + i_1)(1 + i_2) \dots (1 + i_{t_1})$$

式中，折现率或贴现率 i_1 、 i_2 、...、 i_{t_1} 可按国家公布的资料查取。

上述三种方法中，重置核算法较准确，物价指数法次之，现值算法最粗糙，因为现值法只有统一折现率，指数法则有分类物价指数，而核算法更有具体的成本构成。因此，估算设备的重置成本应首选重置核算法，只有在缺乏相应资料时才不得不选用指数法或现值法。但使用核算法，也应在一般资料的基础上，按设备实际产地与使用地的具体情况来确定重置系数 K ，即具体落实各项费率之值，尤其是运杂费率与安装调试费率，若有当地近年之准确统计数据作依据，则评估值将更切实际而准确。

(2) 实体性贬值 C_G 的估算 实体性贬值 C_G 又叫有形磨损贬值，是设备在使用或闲置过程中磨损、锈蚀、变形、老化等造成实体性陈旧与物质耗损，导致其性能下降而引起价值上的变化——贬值，可通过对资产技术状况的观察、测定、分析或按使用年限、寿命等参数来估算此贬值，一般常用的有观察法和使用年限法两种方法。但要估算准确，则首先应了解设备工作的运动过程与运动规律。

1) 设备工作的运动过程与运动规律。设备投入运行，将产生物质运动（磨损与腐蚀），功能运动与价值运动，且三者是密切关联的：

磨损影响功能，而功能影响价值。评估人员要评估准确，就应了解其运动过程，尤其是功能运动与价值运动的情况。设备正常工作的运动过程如图 3-5 所示。

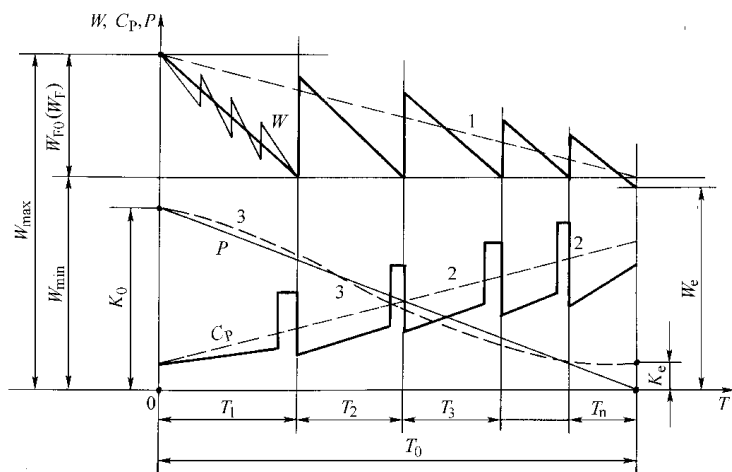


图 3-5 设备正常工作的运动过程

图 3-5 中横坐标代表设备的工作时间 T ，纵坐标分别代表设备的功能 W 、维持费 C_p 与价值 P 。从图中可以看出，设备的功能或性能在其安装调试后于 0 年末投产时，具有最大的性能 $W_{\max}$ ，也就是设计性能或出厂性能。运行后由于磨损而降低，当其降至最小即生产允许的性能 $W_{\min}$ 时，就得通过大修来恢复，两者之差叫富余性能 W_F ，0 年末有最大的富余性能 $W_{F0} = W_{\max} - W_{\min}$ 。此段运行时间 T_1 叫第一次大修间隔期或大修周期。但大修只是更换部分另、部件，相当多的另、部件仍是原来的，只作某些必要的修理或者并未修理，因而大修后的总体性能不可能完全恢复到全新零、部件时的出厂性能，它肯定要低一些。如此再经历第二、三、...、 n 次间隔期，最后降至报废性能 W_c ，不能满足生产需求时而报废。当然，在每次大修周期内还可能进行一些中、小修和日常维修，使得设备性能的变化要复杂一些，如图中第一段内的细线所示，不过总的变化趋势未变，说明设备不可能无止境维修下去。

设备的维持费 C_p 是指维持设备正常运行的必要费用，包括检修费、能源与辅料消耗、操作人员开支等费用。其中主要部分是检修费，其运动情况如 C_p 曲线，依大修周期而有规律地变，在大修期间突然增加，大修后又突然降低，但已不可能降至上次大修周期开始时水平。

设备的价值 P 决定于其功能，但也与维持费有关。可以设想，同样功能的设备， C_p 值小时， P 值应较高。其运动情况如曲线 P ，刚投产时，即 0 年末时，其 P 值为设计、制造到安装调试的前期工作所花物化劳动与活劳动之总和，即设备的原值 K_0 ，而当报废时，则是其残值 K_e 。

从上述分析可得设备正常工作的运行规律如下：①设备功能 W 随运行时间的增加而降低，总的降低趋势如图中虚线 1 所示；②设备的维持费 C_p 随运行时间的增加而增加，总的增加趋势如图中虚线 2 所示；③设备的大修周期随运行时间的增加而缩短，即 $T_1 > T_2 > \dots > T_n$ ，此大修周期的缩短也是导致 C_p 增加的原因之一；④设备的价值 P 随运行时间的增加而减少，其减少趋势一般按直线考虑，但亦有人认为应是曲线变化，如图中虚线 3 所示。

当然，这是设备正常工作的运动规律，当设备出现非正常工作情况时，例如发生影响其工作寿命的重大事故，或经常超负荷运行等情况时，此规律将会出现变异。作为设备资产评估人员，应首先掌握所评估设备正常工作的一般运动规律，并进一步了解实际发生过的非正常工作的特殊情况，评估才能准确。

2) 观察法估算 C_G 。本法由评估人员到现场，了解设备运行、检修的情况，查阅档案资料及有关记录，必要时进行一些技术测定，判定设备现时技术状况，从而确定其新旧程度，即设备成新率 A_1 。按下式计算其贬值 C_G ：

$$C_G = C(1 - A_1) \quad (3-6a)$$

式 (3-6a) 的思路是将全新设备的成新率当作 1，即 100%，磨损贬值后仍有成新率 A_1 ，因而贬值率为 $(1 - A_1)$ 。

将式 (3-6a) 代入式 (3-4a)，得评估值 P_V 为

$$P_V = C - C_G = C - C(1 - A_1) = CA_1 \quad (3-4b)$$

式 (3-4b) 中, 成新率 A_1 与技术状况尚无严格的量的关系, 要靠评估人员的经验和素质, 表 3-2 可作为参考依据。

表 3-2 设备处于不同技术状况下的 A_1 值

级别	技 术 状 况	$A_1(\%)$
全新	刚刚安装, 尚未使用, 状态极佳, 乃全新设备	95 ~ 100
很好	很新, 只轻微使用过, 无需更换任何部件或修理	85 ~ 95
良好	半新, 但经维修或革新可处于很好状态	65 ~ 85
一般	旧设备, 需要进行修理或更换一些零部件	40 ~ 65
尚可	处于尚可运行状态的旧设备, 需大修、更换较多零、部件	25 ~ 40
不良	一定需大修的旧设备, 如更换运动件或主要构件等	8 ~ 25
报废	不能再运行, 但一些零部件可折套出售, 基本材料可作废品回收	< 8

3) 使用年限法估算 C_G 。本法是以设备的使用年限为唯一的参数来估算 C_G , 即

$$C_G = C\alpha = C \frac{t_1}{t_1 + t_2} \quad (3-6b)$$

式中, α 为设备的已使用率, $\alpha = \frac{t_1}{t_1 + t_2}$; t_1 为设备的已使用时间; t_2 为设备的尚可使用时间; $t_1 + t_2 = t_0$ 为设备的工作寿命。

式 (3-6b) 的思路如下:

思路一: 将设备的贬值率看作是设备的已使用率, 并与其富余性能 W_F 成反比, 如图 3-5 之虚线 1 所示, 是直线变化, 当 0 年末, $W_F = W_{F0}$ 时为最大值 W_{Fmax} , 贬值率即已使用率为 0 ($t_1 = 0, \alpha = \frac{t_1}{t_1 + t_2} = 0$); 当 $t_1 = t_0$ 时, $W_F = 0$, 为最小 W_{Fmin} , 贬值率即已使用率为 1 ($\alpha = \frac{t_0}{t_1 + t_2} = \frac{t_0}{t_0} = 1$, 即 100%), 因而全部贬值, 应该报废。

思路二: 将设备的贬值等同于折旧, 折旧是将设备原值 K_0 平均分摊于设备寿命 t_0 (见图 3-5 之实线 P 所示), 从这个概念出发, 年均折旧率即年均贬值率为 $1/t_0$, t_1 年的累总折旧率即累总贬值率为 t_1/t_0 , 这实际就是设备的已使用率 α 。

将式 (3-6b) 代入 (3-4a) 式, 得评估值 P_V 为

$$P_V = C - C_G = C(1 - \alpha) = C \left(1 - \frac{t_1}{t_1 + t_2} \right) = C \frac{t_2}{t_1 + t_2} \quad (3-4c)$$

式中, $\frac{t_2}{t_1 + t_2}$ 为设备的尚可使用率, 与式 (3-4b) 中成新率 A_1 有相似的意义, 但 A_1 值是由评估人员经现场观察分析确定, 而 $\frac{t_2}{t_1 + t_2}$ 则按参数 t_1 与 t_2 计算而得。由于 t_1 与 t_2 均是较易确定的参数, 量化关系明确, 评估结果与评估者素质的关系较少, 故为大多数评估者所乐意采用。至于 $t_0 = t_1 + t_2$ 的具体确定, 可参见 10.2 节设备的工作寿命的相关内容。

(3) 设备成新率估算式的改进

1) 上述两常用评估式存在的问题。对设备的评价, 不同经济时期的观点、思路是不同的。在计划经济时期, 是以设备的寿命周期效率即生产能力为依据, 也就是单位寿命周期生产多少产品。在市场经济时期, 是以设备的寿命周期费用效率, 即创利能力为依据, 也就是单位寿命周期费用 (LCC) 生产多少产品或效益。因此, 效益法评估设备应是最科学、最切实际的方法, 若一定要用成本法评估时, 也应应以 LCC 为基础。

上述常用的成本法两评估公式中, 式 (3-4c) 是出自计划经济时期直线折旧的观点与思路, 在设备能生产一定的产品的前提下, 将其价值平均分摊于其寿命周期内, 至于要花多少费用去生产此产品那就不管了, 因此, 目前已公认直线折旧法是不科学的, 故由此概念衍生的估算式 (3-4c) 自然也是不合理的。至于式 (3-4b), 如果能在表 3-2 的原则指导的基础上, 再加入如图 3-5 中维持费 C_p 的参数来确定成新率 A , 就将符合市场经济时期的思路, 故是科学的、准确的。但问题是到目前为止, 此思路仅是定性的原则指引, 量化太粗, 因而评估结果还得靠评估者的技术素养与经验来最终判定。因此, 就算是同样一台设备, 不但不同的评估公司, 就是同一公司内不同的评估者, 甚至同一评估者先后评估, 也会有不同的结果, 究竟谁的评估值最为准确, 往往就看谁最为“权威”。可是许多“权威”者, 却少在

现场，对设备运动过程与规律不甚了解；而了解运动过程与规律的现场管理者，却不是权威，甚至连评估资格都没有。所以，式 (3-4b) 的争议颇大，只有理论价值，实用时远少于式 (3-4c)。

既然两式都存在如此明显的不足，因而有必要对其改进。

2) 综合评估设备成新率。采用综合成新率的概念，综合式 (3-4b) 与式 (3-4c) 可以得出：

$$A = 0.6A_1 + 0.4 \frac{t_2}{t_1 + t_2}$$

因而
$$P_V = CA = C \left(0.6A_1 + 0.4 \frac{t_2}{t_1 + t_2} \right) \quad (3-7a)$$

式 (3-7a) 综合了式 (3-4b) 与式 (3-4c) 的优点，既简单易算，且减少其缺点和不足，即在适当保留使用年限量化关系明确的同时，增加了现场评估的权重，使准确度比单独按式 (3-4b) 或式 (3-4c) 要高些。但受式 (3-4b) 的影响，只考虑使用年限并按直线变化的情况都依然存在，因而还不够理想和准确。

3) 按曲线变化考虑的全新评估式。设备的价值是与许多因素有关，按照市场经济的费用效率评价思路，主要的参数是设备的性能 W 与维持费 C_p 。正常工作的设备，其 W 与 C_p 的变化情况如 (图 3-5 中的虚线 1 与虚线 2) 所示，都可近似地当作是直线变化。但现场工作的人员都知道，实际的变化情况要复杂一些。如图 3-6 所示，设备工作的前、中、后期是不同的： $t \leq n_1 t_0$ 的前期，因设备较新，维持费影响较少或基本不影响，即 W 缓慢下降， C_p 缓慢上升，因而 P 也缓慢下降；在 $t = (n_1 \sim n_2) t_0$ 的中期，设备磨损加快， W 下降加速，且 C_p 也急剧增加，在 W 与 C_p 的双重影响下， P 加速下降；而在 $t \geq n_2 t_0$ 的后期，因 W 已接近 $W_{\min}$ ，从维护与负荷上设法使其不急速降至 W_e 而报废 (参见图 3-5)，亦即 W 的降幅变慢，且使用者也多在维护保养方面多下功夫而不愿意再花过多的维修费用，起码不再进行大修，即 C_p 升幅变慢，对 P 的影响减少，因而 P 的降幅也减少，但不能如直线法降至 0，而是有个残值。符合这种变化规律的函数曲线一是统计学常用的高斯曲线；另一是组合的，前期用二次曲线 (抛物线)，中、末期用高斯曲线或双曲线。为了简化，这里用一条高斯曲

线代替直线，以表达设备价值 P 或成新率 A_2 的变化。如图 3-6 所示，此曲线（粗线）与直线（细线）相交于 m_0 、 m_1 及 m_2 三点而结束于 m_3 点。纵坐标值按直线法，即式 (3-4c) 计算，则各点坐标如下：

m_0 点—— $t = 0$ ， $A_2 = 100$

m_1 点—— $t = n_1 t_0$ ， $A_2 = 100 \times \frac{t_0 - n_1 t_0}{t_0} = 100(1 - n_1)$

m_2 点—— $t = n_2 t_0$ ， $A_2 = 100(1 - n_2)$

m_3 点—— $t = t_0$ ， $A_2 = \text{残值率} = \frac{K_e}{K_0}$

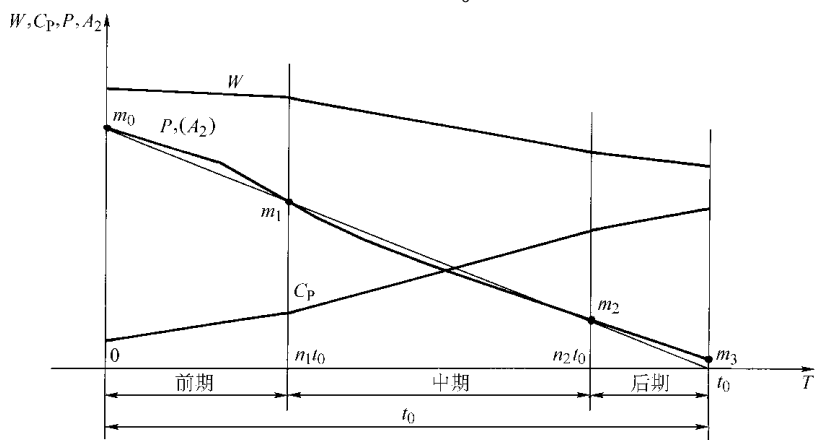


图 3-6 按曲线变化考虑的全新评估式

T 为设备工作时间； A_2 为设备运动按曲线变化新概念之成新率； t_0 为设备工作寿命； n_1 为前、中期分隔的前期与工作寿命的比率，实践经验在 0.3 ~ 0.4 之间，一般可取 0.35； n_2 为中、后期分隔的前、中期与工作寿命的比率，在 0.8 ~ 0.9 之间，一般可取 0.85； K_0 为设备原值，即 0 年末之固定资产值； K_e 为设备报废时估计可回收的残值。

反映设备成新率 A_2 的高斯曲线方程为

$$A_2 = a e^{-b(t-c)^2} \quad (3-8)$$

式中， a 、 b 、 c 为常数， e 为自然对数的底。

按照图 3-6 所示，可由曲线上已知的三点坐标值，建立三个方程式的方程组来确定常数 a 、 b 、 c 。

如果设备报废时的残值 K_e 可预估，则由以下 m_0 、 m_1 、 m_3 三点坐标值建立的方程组来确定常数：

$$\begin{cases} 100 = a e^{-bc^2} \\ 100(1 - n_1) = a e^{-b(n_1 t_0 - c)^2} \\ 100 \frac{K_e}{K_0} = a e^{-b(t_0 - c)^2} \end{cases}$$

如果设备报废时的残值 K_e 难以预估，则由以下 m_0 、 m_1 、 m_2 三点坐标值建立之方程组来确定常数：

$$\begin{cases} 100 = a e^{-bc^2} \\ 100(1 - n_1) = a e^{-b(n_1 t_0 - c)^2} \\ 100(1 - n_2) = a e^{-b(n_2 t_0 - c)^2} \end{cases}$$

解上述方程组得 a 、 b 、 c 值，代入式 (3-8)，便可计算具体的成新率 A_2 值。但式 (3-8) 是在设备正常工作情况，且只考虑性能 W 与维持费 C_p 在正常情况下的规律变化而得。实际上设备在工作过程中，由于主、客观原因还可能会发生诸如重大事故等非正常的工作情况，从而导致 W 、 C_p 不按理论上的规律变化，此变化自然也必然要影响成新率，因而设备的实际成新率 A 应在 A_2 的基础上进行修正：

$$A = kA_2 = ka e^{-b(t-c)^2}$$

因此，设备评估基期 t 的实际评估值为

$$P_V = CA = Cka e^{-b(t-c)^2} / 100 \quad (3-7b)$$

式 (3-7b) 中 C 为重置全价，按照式 (3-5abc) 之一计算； a 、 b 、 c 为常数，按上述方程组确定； k 为修正系数，按设备现场的特殊情况与正常情况的差异程度来估计选定。

三种情况下的修正系数 k 。

① 设备一直工作正常，基本没差异， $k = 1$ 。

② 设备发生过影响寿命的重大事故，或经常超、满负荷运行，

首先估计其还可以使用时间 t_2 ，然后按照公式 $k = \frac{t_1 + t_2}{t_0}$ 估算 k 的取值，一般在 0.6 ~ 0.98 之间。

③设备维护良好，检修正常、及时，且中、后期以后（ $t = 0.6t_0 \sim 1t_0$ ）仍运行理想、性能较佳，也可按照公式 $k = \frac{t_1 + t_2}{t_0}$ 估算 k 的取值，一般在 1 ~ 1.2 之间。

(4) 设备评估式的选用 上面介绍式 (3-4b)、式 (3-4c)、式 (3-7a) 与式 (3-7b) 4 个评估设备的公式，虽然过去是采用式 (3-4b) 与式 (3-4c)，但由于其存在的缺点与不足，故建议应尽可能选用式 (3-7a) 与式 (3-7b)。尤其在评估人员经验、素质等尚有待提高时，更应优先选用式 (3-7b)，式中的重置值 C 按式 (3-5a) 估算。

【例 3-1】某钢铁公司有一台水平二辊轧钢机，重 41.5t，1990 年 1 月投产，原值 552 万元，意大利达涅利公司制造。试估算该设备 2002 年 12 月 31 日的价值。

解 经现场观察和了解，该设备设计负荷率是 87.7%，但实际平均负荷率约是 80%，且维护良好，性能尚佳，运转正常，使用期内维持费的年均增加值约 4 万元，估计该设备尚可使用 6 年，到时报废可拆解出售回收约 42 万元，现考虑选用式 (3-7b) 估算其价值，按式 (3-5a) 估算其重置值。

第一步：先由本手册第 10 章所列的公式 (10-1) 估算其经济寿命。

$$t_0 = \sqrt{\frac{2(K_0 - K_e)}{\lambda}} = \sqrt{\frac{22 \times (552 - 42)}{4}} \text{年} \approx 16 \text{年}$$

第二步：考虑工作负荷，得到已使用时间。

$$t_1 = (2003 - 1990) \times \frac{80}{87.7} \text{年} = 11.8 \text{年}$$

第三步：按照式 (3-5a) 估算重置值 C 。

$$C = C_t(1 + K)$$

经了解，同型号设备于评估基期（2002 年 12 月 31 日）的到岸价 CIF 折合人民币是 580 万元，也就是市场现价 $C_t = 580$ 万元。

按了解的具体情况选取各费用率：

a：因使用地与到岸港口距离较近，仅 100km，且交通方便，故取运杂费率 $a = 3\%$ 。

b：是陆运，且运程短，按保险公司规定，取保险费率 $b = 2\%$ 。

c：包括关税与增值税，到岸价已考虑关税，故这里仅考虑增值税率 $c = 0.17 \div (1 - 0.17) = 20\%$ 。

d：按一般生产设备取安装调试费率 $d = 3.5\%$ 。

e：按规定取银行外贸手续费率 $e = 2\%$ 。

f：进口设备的管理与技术咨询费率较高，取 $f = 2\%$ 。

g：进口设备价值一般高于国内设备，故其他费用分摊率可取低值， $g = 0.5\%$ 。

i：贷款年利率为 5.6% ，本设备所在生产线工程的基建期约十个月，按其半即五个月计，故其资金占用的利息率 $i = 5.6\% \times 5 \div 12 = 2.3\%$ 。

因而 $K = (0.03 + 0.02 + 0.2 + 0.035 + 0.02 + 0.02 + 0.005) \times (1 + 0.023) = 0.3376$ 。

从而计算出估算重置值 C 为

$$C = C_t(1 + K) = 580 \times (1 + 0.3376) \text{万元} = 775.8 \text{万元}$$

第四步：按式 (3-7b) 估算评估值 P_v 。先估算成新率为

$$A = ka e^{-b(t-c)^2}$$

由于设备维护良好，使用了 $t_1 = 11.8$ 年仍然性能较佳，运行理想，故修正系数 $k = \frac{t_1 + t_2}{t_0} = \frac{11.8 + 6}{16} = 1.11$ 。

因可估计残值，故按 m_1 、 m_2 、 m_3 三点（见图 3-6）坐标值建立的方程组来确定 a 、 b 、 c 值，即

$$\begin{cases} 100 = a e^{-bc^2} \\ 100 = (1 - n_1) = a e^{-b(n_1 t_0 - c)^2} \\ 100 \times \frac{K_e}{K_0} = a e^{-b(t_0 - c)^2} \end{cases}$$

冶金设备一般比机械加工设备的工作环境较差，取 $n_1 = 0.34$ 。

将 n_1 及 $t_0 = 16$ ， $K_0 = 552$ ， $K_e = 42$ 等值代入上面方程组，解之

得 $a = 103.1598$, $b = 0.008177$, $c = -1.9505$ 。评估基期时的 $t = t_1 = 11.8$ 年。因而按式 (3-7b) 得：

$$P_V = Cka e^{-b(t-c)^2} \div 100$$

$$= [775.8 \times 1.11 \times 103.1598 e^{-0.008177(11.8 + 1.9505)^2} \div 100] \text{ 万元}$$

$$= 189.29 \text{ 万元}$$

3. 收益法评估资产

虽然正常情况下，一般是采用成本法逐台评估设备，但有时想要对一个企业或一条生产线进行整体评估时，则收益法就迅速、简捷得多，尽管粗糙一些、准确度可能差一些，但可使投资者了解未来收益，具有较好参考价值，故这里做个简单介绍。

(1) 评估程序 要了解企业或一条生产线的未来收益，就必须详细了解、掌握与其有关的资料，即既要了解其过去的经营、运转情况，又要调研评估基期时的内、外部环境，并进而估计将来的发展情况，一般的基本程序如下：

1) 检查、咨询评估对象近年来的经营运作情况，了解必要的设备资产原值、剩值与大概的技术状况，估计其尚可使用的年限 t_2 。

2) 调查、分析影响设备未来收益的企业内、外部因素。

3) 收集、验证与其预期收益有关的经营、财务、市场、风险等数据资料。

4) 收集、测算与预期收益有关的经济参数，力求接近实际情况，提高其可靠性。

5) 确定折现率，充分考虑风险报酬与通货膨胀等因素。

6) 估算资产的未来预期收益，计算此收益的现值和。

7) 考虑必要的附加因素或特殊情况，确定被评估设备系统的评估价值。

(2) 具体的操作计算

1) 基本原理公式。根据收益法评估设备资产的思路，其基本原理公式为：将评估对象在尚可使用时间 t_2 内所获得的效益通过现值计算式换算为评估基期时的现值，便是此设备资产的评估值。按尚可使用时间内的收益情况，有两个估算式。

估算式一：如果在 t_2 年内，年收益相等，均为 B_0 （见图 3-7），则可应用资金等值公式中的等额分付现值公式即式（3-3a）的原理计算资产的评估值 P_V ，即

$$P_V = B_0 \left[\frac{(1+i)^{t_2} - 1}{(1+i)^{t_2} i} \right] \quad (3-9a)$$

式中， i 为在尚可使用时间 t_2 内估计的年均折现率。

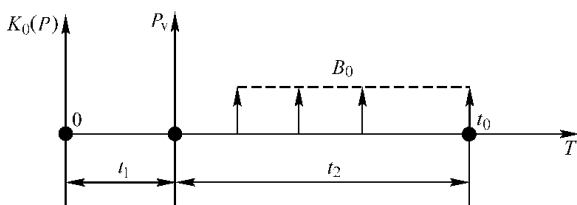


图 3-7 收益法评估设备资产思路的基本原理公式示意图

估算式二：如果在 t_2 年内，年收益不同，设其每年为 B_t ，即第 t 年的收益，共有 t_2 年，则可按资金等值公式中的一次支付现值公式即式（3-1b）计算，并将其累加而得资产的评估值 P_V （见图 3-8）：

$$P_V = \sum_{t=1}^{t=t_2} B_t (1+i)^{-t} \quad (3-9b)$$

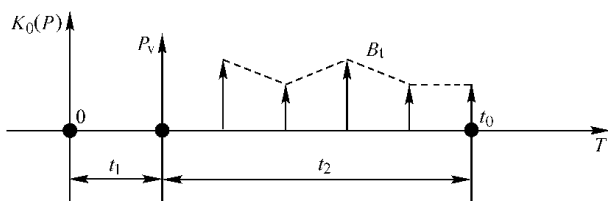


图 3-8 按资金等值公式中的一次支付现值公式累加示意图

2) 不同情况的具体估算。设备虽以继续运转经营为其前提，但由于可经营运转时间 t_2 的长短不同，且可估计的年收益 B_t 的准确性存在差异，因而估算也有区别。

情况一：尚可使用时间 t_2 较短时的估算。如果 t_2 较短，例如几年或不超过十年，且其每年的收益 B_t 可较准确估计（ t_2 越短，估计

应越准确), 那么, 当每年收益一样, 均有 B_0 时则按式 (3-9a) 估算 P_V ; 当每年收益不同, 为 B_t 时则按式 (3-9b) 估算 P_V 。

情况二: 尚可使用时间 t_2 较长, 例如十几年甚至几十年, 这时其近期的 n_1 年内 (图 3-9) 能获得的效益较易预测且也较准确, 但较远期的 n_2 年就较难预测, 且准确度也较差。这时可分别处理: n_1 年收益, 年均等时按式 (3-9a) 估算, 不等时按式 (3-9b) 估算; n_2 段收益由于较远难以准确预测其收益, 只好粗略估计并按年均等收益考虑, 再分两步计算其现值, 第一步按式 (3-9a) 将其换算为 $(t_1 + n_1)$ 时点的现值, 第二步再将该时点的现值按式 (3-1b) 换算为评估基期 t_1 时的现值, 最后, 再与 n_1 段的收益现值相加, 即为其评估值。因而得

$$P_V = \sum_{t=1}^{t=n_1} B_t(1+i_1)^{-t} + B_0 \left[\frac{(1+i_2)^{n_2} - 1}{(1+i_2)^{n_2} i_2} \right] \times \frac{1}{(1+i_1)^{n_1}} \quad (3-10a)$$

$$\text{或} \quad P_V = B_{t_0} \left[\frac{(1+i_1)^{n_1} - 1}{(1+i_1)^{n_1} i_1} \right] + B_0 \left[\frac{(1+i_2)^{n_2} - 1}{(1+i_2)^{n_2} i_2} \right] \times (1+i_1)^{-n_1} \quad (3-10b)$$

式中, B_t 为 n_1 年内第 t 年的收益; B_{t_0} 为 n_1 年内年均收益; B_0 为 n_2 年内年均收益; i_1 为 n_1 年内年均折现率; i_2 为 n_2 年内年均折现率。

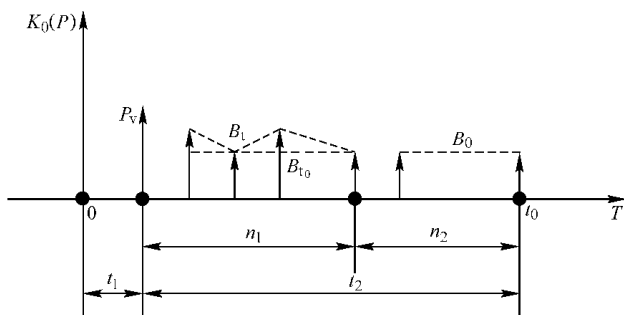


图 3-9 不同情况的具体估算示意图

【例 3-2】某企业一生产线, 已投产经营了 5 年, 正逐步走向正常并进入高效益, 试评估其价值。

解 根据评估程序进行对该生产线的技术状况，运行检修情况与内、外部经营环境调查、检测、验证并多方收集有关资料，估计该生产线尚可运作 15 年（若资料齐全，也可按式 (10-1) 先计算 t_0 ，再确定 $t_2 = t_0 - t_1$ ），且预计在今后 6 年内（即 $n_1 = 6$ ）的收益分别是 50 万元、60 万元、70 万元、75 万元、60 万元及 55 万元，从第 7 年开始的 9 年内（即 $n_2 = 9$ ）的年均收益估计约为 50 万元，测算 n_1 年内的年均折现率为 4.5%， n_2 年内的年均折现率为 5%。因而按式 (3-10a) 得出资产评估值 P_V 为

$$P_V = \frac{50}{1.045} + \frac{60}{1.045^2} + \frac{70}{1.045^3} + \frac{75}{1.045^4} + \frac{60}{1.045^5} + \frac{55}{1.045^6} + 50 \times \left[\frac{(1+0.05)^9 - 1}{(1+0.05)^9 \times 0.05} \right] \times \frac{1}{(1+0.045)^6} = 655.69 \text{ 万元}$$

4. 设备资产保值管理

我国改革开放以来，经济飞速发展，初步迈向社会主义市场经济，取得了举世瞩目的巨大成绩。但从另一方面看，不少企业连年亏损，国有资产，特别是设备固定资产流失严重，这也是无可否认的事实。比如某省某市几个资产达数百亿元的跨国公司，曾经辉煌一时，但由于管理不善，监管不力而导致资不抵债，结果只能是破产、清盘、拍卖不动产，这是惨痛的教训。因此，加强企业资产管理，一直是社会各界非常关心的热点问题，而这问题的核心，就是如何防止流失，真正做到保值、增值。一般认为，流失的根本原因在于未能建立起对国有资产实行国家统一所有，政府分级监管，企业自主经营的新体制。企业的经营者仍然是有权无责或无权无责，归根到底，是对经营者没有相应的、量化明确的制约机制。为了防止资产流失，切实保障所有者权益，就一定要建立相应的监督考核机制实行规范化监管，使经营者有权更有责。

作为企业的设备管理者，参与防止资产流失的管理与监督，是责无旁贷的任务。首先应作为主要力量对设备固定资产进行保值、增值监管，进而协助财务等其他部门对企业资产的保值进行监管，防止资产流失，保障所有者权益。

(1) 设备固定资产的保值管理 作为实体存在的设备固定资产，

在其工作一生过程中，形态是保持不变的，但其价值与其功能一样，时时在变，即衡量价值大小的资金量时时在变。为了保证设备固定资产总值不因其运行耗损而减少，就采取折旧的办法。所谓折旧就是对设备磨损贬值的补偿。因为设备投入运转就必定会产生耗损，为了对已磨损的设备固定资产进行检修与更新，保证设备的再生产，必须按期将这些磨损部分的价值，计入生产成本，在产品销售之后回收这笔资金，并积累起来作检修与更新之用，以补偿设备的磨损。这种按期将固定资产磨损转为生产成本的做法叫折旧。这部分转为生产成本的固定资产磨损的价值，叫做折旧费。显然，应有两部分折旧费：一是检修折旧费，通常叫大修折旧费，是为了不断地对设备进行局部补偿，确保设备在使用过程中，其功能按图 3-5 所示的规律变化，以满足生产要求；另一是基本折旧费，是为保证设备性能降至 w_e 而报废之后，能进行整体补偿，更新一台新设备，以保证设备的再生产。因此，设备固定资产的保值管理，最主要、最关键的问题是如何确保这两部分折旧费能按时、按量提取，并按需求使用。

为了确保设备性能按图 3-5 所示的正常变化，第一部分折旧费即检修费用，应定期提取并由设备管理者直接掌握，同时按维持费的相应要求投入。这可由设备管理者与经营负责人或法人代表签订相应的责权协议，或委任的机制形式来落实。前者负责设备完好率、故障停机率等反映设备功能的相应指标；后者负责确保第一类折旧费即检修费用的提供。

第二类折旧费为基本折旧费，是确保设备再生产的继续，是设备资产保值的主要问题。根据是否考虑设备在实际工作过程中的功能运动与价值运动，又可分为静态保值与动态保值。

1) 静态保值。这是不考虑设备实际的功能变化与价值变化，只是账面上的保值。只要保证某一时段内，例如经理任期内，设备固定资产的账面总值不变，即任期末的设备资产净值与任期内基本折旧费累总之和等于任期初的设备资产总值。图 3-10 表示设备资产的资金流的示意图。图中 t 为经理任期，即从 t_1 年任期到 t_2 年； P_1 为任期开始时，即上一任期末的设备资产总值； P_2 为任期结束时的设备资产净值。设 B_0 为任期内一台设备的年基本折旧费，为等额折旧，共

有 m 台，故 t 年内第 n 年的总折旧费 $B_n = \sum B_0$ ，而任期的保值增值条件为

$$P_2 + \sum B_n \geq P_1 \quad (3-11)$$

式 (3-11) 中等于是保值，大于是增值。

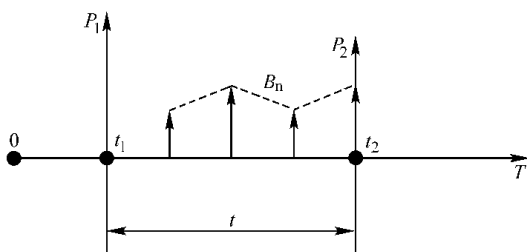


图 3-10 设备资产的资金流示意图

要做到静态保值就必需确保两条：

第一条：切实做好设备维护检修工作，确保设备运动达到图 3-5 的要求，使设备工作寿命达到 t_0 或更长。

第二条：真正定期定量按直线折旧法提取每台设备基本折旧费 $B_0 = K_0 / t_0$ ，并不移作他用，而只用于设备更新。这里 K_0 为该台设备原值。

将这两条分别落实到经理与有关部门负责人的任期职责考核上，则这静态保值应不难做到。当然，这只是账面上的保值。

2) 动态保值。这是既要考虑设备运动的功能与价值变化，又要考虑资金的时间价值。如图 3-11 所示，其保值条件是任期初即上一

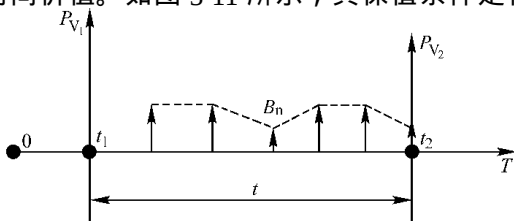


图 3-11 资金的时间价值示意图

任期末的设备资产评估总值 P_{V_1} ，换算至任期末 t_2 年时的现值应不少于任期末的设备资产评估总值 P_{V_2} 与任期 t 年内年折旧费 B_n 换算至任期末 t_2 年时之现值和，即

$$P_{V_2} + \sum B_n(1+i)^{t-n} \geq P_{V_1}(1+i)^t \quad (3-12)$$

式中， i 为 t 年内均折现率； B_n 值计算同上，即 $B_n = \sum B_0$ 。

同样，式 (3-12) 中等于的是保值，大于的是增值。

要做到动态保值同样必需确保两条：

第一条：做好设备管理工作，确保其功能如图 3-5 的正常变化，且工作寿命达到 t_0 或更长。

第二条：定期定额按照积金法提取每台设备的折旧费， $B_0 = K_0$

$\frac{(1+i_0)^{t_0}i_0}{(1+i_0)^{t_0}-1}$ ，不能移作他用，只用于设备更新，确保设备的再生产。

这里 K_0 为该台设备原值， i_0 为 t_0 年内的年均折现率。

将这两条分别落实到经理与有关部门负责人的任期目标职责考核上，则这动态保值也应不难做到。当然，这是真正的保值，起码可确保设备的原形更新，而静态保值是难以做到这起码的最低要求的，故应提倡执行动态保值。

(2) 企业资产的保值管理 在计划经济时期，由于经营者不能擅自转移和处理大宗固定资产，因此，若按式 (3-12) 确保设备固定资产保值，则已基本达到企业资产保值的目标要求，因设备资产是企业资产的主要组成部分。但在市场经济条件下，根据现代企业管理制度的产权理论，经营者拥有自主经营的经营权，在保障资产保值增值的前提下，有权改变其存在形式，例如将固定资产租赁、长期投资、改造更新等等。因此，在市场经济时期，单纯讲设备资产保值已没意义，应提倡企业资产保值。

企业的资产 F 是由投资者注入的资金即所有者权益 P 与由银行及其他单位的贷款即负债 D 组成的，这可由资产负债表中资产负债平衡式来表达：

$$F = P + D$$

因此应明确，所谓企业资产保值，决不是对财会账上的资产 F 之保值，而是对投资者的所有者权益 P 的保值，即企业经营者对企业拥有经营权，亦负有保障所有者权益的责任，这叫权责明确。图 3-12 表示经营任期内的资产变动情况，图中 F_1 、 P_1 与 D_1 分别是任期开始时点 t_1 时的资产、所有者权益与负债， F_2 、 P_2 与 D_2 分别是任期结束时点 t_2 时的资产、所有者权益与负债，任期为 t 年 ($t = t_2 - t_1$)，每年的分红为 B_0 (相同) 或 B_n (不等)。

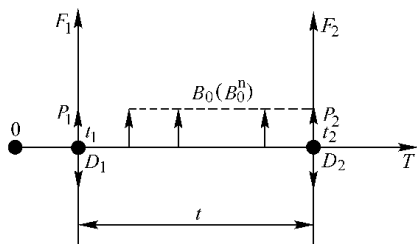


图 3-12 经营任期内的资产变动情况

同样，也有静态保值与动态保值之分。

1) 静态保值。对经营者任职期间的资产变动基本不考虑资金的时间价值，也不对固定资产进行评估，或只部分评估，在此基础上于任期时点 t_1 与 t_2 分别进行清产核资，得到两时点的资产负债表，由此建立的保值条件是静态保值。可以说，基本是账面上的资产保值。

$$P_2 \geq P_1 - \sum_{n=1}^{n=t} B_n \quad (3-13)$$

式 (3-13) 中代号见图 3-12 所示， n 为 t 年内年次， $P_1 = F_1 - D_1$ ， $P_2 = F_2 - D_2$ ，这里 F_1 、 D_1 、 F_2 与 D_2 均由时点 t_1 与 t_2 的资产负债表确定。

2) 动态保值。对经营者任职期间的资产变动要考虑资金的时间价值，且在其任期始末的两时点 t_1 与 t_2 进行资产评估与清产核资，在此基础上得到该两时点的资产负债表，由此建立的保值条件是动态保值，应该说，这是比较切合实际的保值。

$$P_2 \geq P_1(1+i)^t - \sum_{n=1}^{n=t} B_n(1+i)^{t-n} \quad (3-14a)$$

式中， i 为 t 年内年均折现率；其余代号的含义及 P_1 、 P_2 的计算同上。

3) 任期考核。由于式 (3-14a) 的保值才是真正的保值，因此，应按该式建立对经营管理者——经理或法人代表的监管考核机制，切

实保障投资者的所有者权益。

首先，监管部门在其任期内每年都按其资产负债表粗查一次，重点检查盈利与折旧费的使用情况，注意资产负债率偏高等问题。而任期结束，就与任期开始时一样，进行较全面的清产核资、审计，通过资产评估与验资来确定资产与负债，落实所有者权益 P_1 与 P_2 之值，进而依照式 (3-14a) 考核。

为便于对企业营运情况分析评价，并对法人代表进行相应的任期奖惩，可将式 (3-14a) 变换为如下形式：

$$i = \left[\frac{P_2 + \sum_{n=1}^{n=t} B_n (1 + i_0)^{t-n}}{P_1} \right]^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (3-14b)$$

式中， i 为所有者权益增长率或收益率； i_0 为任期 t 年内年均折现率；其余代号意义同上。

根据收益率 i 的大小，可确定企业的营运情况，并由此提出对经营者的任期考核。

情形一： $P_2 + \sum_{n=1}^{n=t} B_n (1 + i_0)^{t-n} < 0$ ， i 值是虚数，无法计算，企业处于资不抵债状况，应分析考虑宣布破产的可能性，经理应免职。

情形二： $i < 0$ ，企业原值已保不住，在“吃老本”，经理应相应扣罚甚至免职。

情形三： $0 = i < i_0$ ，企业未能保值，产生潜亏，经理应适当批评或扣罚。

情形四： $i = i_0$ ，企业基本保值，营运基本正常，若 i 达到国债券任期 t 年期限的利率则完全保值，经理应正常奖励。

情形五： i 超过国债券 t 年期的利率，企业真正增值，营运良好，经理应给予任期加奖。

如果能按上述设想，即按式 (3-14b) 建立以收益率 i 值为依据的监管考核机制，并认真切实执行分挡考核，则企业法人代表在思想上以至行动上就会有一个效益的概念，必然会促使他事事、处处真正围绕效益这个中心来处理问题。那些乱花费、乱投资、乱经营、乱管理、乱用人的“五乱”现象将会收敛，自然，企业所有者的权益将会

得到保障，企业的资产保值、增值才能落到实处。只要企业资产保值、增值，就不必单独考虑企业的设备资产是否保值、增值了。

3.6 设备的档案与台账管理

设备的档案与台账均是实施对设备进行技术管理和经济管理过程中所产生各种信息资料的汇集。设备的档案侧重于技术管理方面，而台账侧重于经济管理方面，两者可合并，也可分列，内容可能有重复。

1. 设备的档案内容项目

(1) 设备制造完成后形成的内容 包括设备结构图，出厂合格证，出厂精度性能检验记录，设备易损件清单及零件图，装箱单及随机附件与工具，设备使用说明资料和安装图等。

(2) 设备投入试运行的内容 包括设备安装记录，试车验收记录，设备竣工图，设备备件目录及消耗与库存预测定额，设备使用、维护、检修规程等。属特种监控设备须有检测记录。

(3) 设备正常服役期的内容 包括设备日常运转情况记录，技术性能参数和精度定期测试记录，设备各类修理及更换零件的竣工验收记录，设备修理费用及主要能耗与材耗记录、设备结构或零件更改、改造、增减记录，设备事故报告记录和设备运行趋向分析，设备利用、停用、封存与启封记录，以及设备报废记录。

2. 设备台账的内容项目

设备台账的形成应与设备移交使用时同步建立，内容主要有移交使用时资料数据，以及使用后动态增减变化情况。

(1) 设备移交使用时应建立的台账内容 此内容包括设备名称，型号或规格，制造厂家，出厂年月与出厂编号，安装单位，安装年月或投入使用年月，安装地点和使用部门，设备类别与资产编号，外形尺寸与重量，设备资产价值额及其构成，设备配套装置，附件与主要参数等。

(2) 设备使用后应继续补充的台账内容 此内容包括设备资产折旧率，当期折旧额与累计折旧额，设备评估后变动的重置资产值、折余资产值，设备改造或部分报废后的资产变动额，设备改造后与设备移交使用时的变动内容，资产报废后净值损失额和回收残值额等。

3. 设备档案与设备台账之间的联系

设备档案与设备台账均伴随着设备的形成或投入使用时同时产生，因此设备的信息资料有相同部分相互引用。如设备的名称、编号、制造厂家、生产或安装年月，型号或规格，配套装置与附件、外形尺寸与重量，主要参数及资产价值等。设备档案和设备台账分别形成后的延续，因管理的侧重点不同而延伸的内容有明显区别。设备档案记录着技术管理过程的主要信息；而设备台账记录则反映设备经济价值的变异。由于设备技术管理过程中出现了改造、修理、事故损坏等设备变化，并不一定以经济价值数据反映出变化的结果。因此对设备进行经济分析或决策该设备是否改造、价值重估、更新或报废时，就应汇集设备档案的信息和设备台账的信息进行综合分析。一旦某设备进入报废消亡阶段，设备档案与设备台账也可同时消亡。同类设备的档案信息有相互借鉴的作用，而同类设备的台账信息并没有必然的借鉴作用或联系。

4. 设备档案与设备台账管理的注意事项

设备档案与设备台账管理主要从独立完整性、动态准确性和明晰责任等三方面进行。

(1) 确保设备档案与设备台账的独立完整性 这是实施设备档案与设备台账管理的前提条件。由于设备的设计、制造、安装、验收、档案管理、财务核算和职能管理可能分属不同的部门或单位。设备管理职能部门（通常是设备使用单位的职能管理机构）应充分搜集来自各方的资料，在设备投入使用的同时建立起完整的设备档案与台账。不能以分存于其他部门的形式作为设备档案与设备台账的形态。否则会影响进一步完善和管理的可行性。

(2) 动态准确性 建立起设备档案与设备台账后，追求设备档案与设备台账的动态准确性贯穿于全过程。设备档案与设备台账应随着设备使用过程中的变化不断充实或修改。如果设备档案与设备台账遗漏了某方面的动态资料，将产生误导应用设备档案与设备台账的后果，失去了设备档案与设备台账的作用。

(3) 明晰责任 就是把技术资料档案填写人员，修改或审核人员，保管人员等在资料档案中得到确认，以便追溯。

3.7 主要技术指标统计与分析

设备状态可按性能、效能和安全等状态类别分别进行统计与分析。

1. 设备性能状态统计与分析

(1) 主要设备完好率统计与分析 完好设备的特征是使设备出力达到额定负荷(90%以上),设备基础稳固,结构完整,零部件及附属装置系统(如安全、润滑、控制等)齐全、可靠。能耗及环保符合通用标准技术要求。主要设备完好率反映出设备性能和设备维护水平,一般作定期统计与分析。

$$\text{主要设备完好率} = \frac{\text{主要设备完好台数}}{\text{主要设备总台数}} \times 100\%$$

(2) 密封点泄漏率 对于化工、石油、石化、医药等流程工业,设备密封点泄漏程度是反应设备性能的重要指标,也作定期统计与分析。

$$\text{设备泄漏率} = \frac{\text{泄漏点总数}}{\text{密封点总数}} \times 100\%$$

(3) 设备新度系数 设备新度系数反映出设备的新旧程度,在一定范围内体现设备的性能和企业设备更新速度,一般作半年或年度统计分析。

$$\text{新度系数} = \frac{\text{期末企业生产设备净值总和}}{\text{期末企业生产设备原值总和}} \times 100\%$$

(4) 技术装备水平率 技术装备水平一般划分为国际先进水平、国内先进水平、国内一般水平、国内落后水平。技术装备水平分级标准评估参照设备的能力规模、控制系统水平、能耗指标、环保指标、设备的型式和装备的配套完整性等方面综合评定,一般作年度统计分析。

$$\text{先进水平设备比率} = \frac{\text{期末(国际、国内)先进水平设备台数}}{\text{期末设备总台数}} \times 100\%$$

$$\text{某级设备升级率} = \frac{\text{期末该级设备台数} - \text{期初该级设备台数}}{\text{期末该机设备台数}} \times 100\%$$

2. 设备效能状态统计与分析

(1) 设备利用率 它反映发挥设备效能状态的程度,一般作全年

连续性统计。

$$\text{设备利用率(使用率)} = \frac{\text{当期设备实际开动台时}}{\text{当期(制度或日历)时间}} \times 100\%$$

(2) 设备有效利用率和可开动率 两者都反应设备的可利用程度, 分别从设备满足运转的实际需要与可能需要角度上进行定期统计分析。

$$\text{设备有效利用率} = \frac{\text{当期设备实际开动台时}}{\text{当期设备实际开动台时} + \text{故障停用时间}} \times 100\%$$

$$\text{设备可开动率} = \frac{\text{当期日历时间} - \text{故障停用时间} - \text{修理占用时间}}{\text{当期日历时间}} \times 100\%$$

(3) 设备固定资产创工业增加值比率和创产值或利润率 这些在一定程度上反映出企业设备的投资效益, 一般作年度统计分析。

$$\text{设备固定资产创工业增加值率} = \frac{\text{年工业增加值}}{\text{年设备平均原值}} \times 100\%$$

$$\text{设备固定资产创产值或利润率} = \frac{\text{平均值(或利润)}}{\text{年设备平均原值}} \times 100\%$$

3. 设备安全状态统计分析

设备安全状态分析通常统计设备未能满足正常运行的情况。

(1) 事故次数分析统计 特大事故、重大事故、一般事故、故障等, 在不同行业有不同界定标准。特大事故、重大事故、一般事故一般按发生次数定期统计分析。

(2) 故障频率分析统计 对于事故次数发生较频繁的机组故障频率, 进行下列定期分析统计:

1) 机组平均无故障时间

$$\text{机组平均无故障时间} = \frac{\text{当期制度工作时间(或日历时间)}}{\text{当期故障次数总和}}$$

2) 故障频率

$$\text{故障频率} = \frac{\text{当期故障次数总和}}{\text{当期运行机台总数}} \times 100\%$$

3) 事故故障停机率

$$\text{事故故障停机率} = \frac{\text{事故故障、时间总和}}{\text{制度工作时间(或日历时间)总和}} \times 100\%$$

第 4 章 设备的前期管理

4.1 设备前期管理概述

1. 设备前期管理的内容

设备全过程管理一般分为前期管理与后期管理。前期管理也叫设备的前半生管理，包括规划、设计、选型、购置、制造、安装调试等内容。后期管理也叫设备的后半生管理，包括验收、使用、维护、检修、改造、更新、报废等内容。

过去在计划经济时期，一般只是进行后期的管理工作，即设备或机动部门验收设备后才开始管理直至报废，这实际是设备的半生管理。改革开放以后，按设备综合管理的要求，要对设备进行全过程的一生管理，也就是要将工作扩展到前期。

2. 设备前期管理的重要性

设备的规划关系到企业规划决策的大局。决策失误，轻则造成企业效益下降，重则导致企业破产，这已是屡见不鲜的事实，在 20 世纪 80 年代，由于争项目，乱上马，更是如此，这是惨痛的教训。

众所周知，设备的性能、维修工作量与寿命周期费用，基本上在其设计阶段就已决定了。除非对其进行改造，否则，任何优质的维护与检修都不可能提高其设计性能，而只能延缓其性能的下降。过去由于设备管理部门不重视、不参与和介入设备的设计与选型工作，因而增加了后期管理工作的难度，这已是不争的事实与体会。

制造虽以设计要求为依据，但不同厂家，其制造质量是不同的。同一设计的一台普通车床，管理完善的专业大厂制造与没质量认证的一般乡镇小厂制造，其质量显然大有区别。因此，设备的制作与购置招标等工作，是其达到设计要求的重要保障。

安装调试是确保设备按设计性能投入运行的最后一关。有些质量问题可以在验收中发现并设法克服，但有些质量问题只有在安装过程

中才能了解，而在试车验收中不一定会立即暴露出来，要到运转一段时间之后才发生。因此，安装调试也是确保设备真正达到设计要求的重要条件之一。

总之，重视和做好设备前期管理工作，不仅对设备部门，而且对企业营运都是至关重要的。

3. 参与介入设备前期管理工作的前提条件

要将过去只进行后期管理扩展到前期，对设备全过程进行一生管理，这就牵涉到专业技术、财务经济、组织管理，以及许多职能部门范围广泛的诸多问题。因为一方面企业按营运需要建立相应的职能部门，另一方面由于人员素质、专业技术能力等原因，设备部门也不可能如后期管理那样作为主力将前期管理工作也抓起来。所以不管过去，或者现在，甚至将来，设备的前期管理工作都会是由企业的相应职能部门分别来完成。问题是如何将不同部门的工作，按设备综合管理关于对设备一生进行全过程管理的要求统一起来。对设备管理部门来说，就是如何参与和介入前期管理的问题，这要有以下前提：

(1) 统一思想认识 按照设备综合管理对设备进行全过程一生管理，这不只是设备管理部门的职责，更不是设备管理部门单独可以完成。这是各个部门的职责，是包括各职能部门在内的、上至厂长经理，下至每一个工人的共同努力才能完成的。因而，做好设备管理的前期管理工作，不是为设备管理部门、而是为提高企业效益而应该做的本分工作，是全员管理的问题。

(2) 建立相应的协调机构 由于各职能部门之间是平等的、横向的关系，不存在上下之间的领导关系，因此，这一协调机构应是横向联系机构。只要组织起包括设计、基建、机动、技术、计划、财务、计量、生产调度等职能部门参加的横向联系机构，并在主管领导的主持、在主要领导的支持下，定期召开协调会和布置工作，就可以将设备的规划、设计、选型、制作、购置与安装调试的前期管理工作协调起来，并按综合管理的要求落实到各职能部门。

(3) 组建临时的项目协调小组 横向机构是长期的、经常性的规范工作，主要组织领导应是机动部门主管。项目小组是临时的机构，主要组织领导多是基建部门主管，也可以是机动部门主管，根据项目

开始而组建，项目完成就解散。也就是从设备（一般是技改项目）正式立项进行可行性研究开始，就组建有使用单位、机动、基建、设计等有关部门参加的项目小组，共同开展设备的前期管理工作。

4. 如何做好设备前期管理工作

设备的前期管理工作是由相应的不同部门分别完成的，但只有设备机动部门的介入和参与，才能使这一工作达到设备综合管理的要求，也就是真正对设备一生进行全过程管理，达到提高设备的综合效率和降低设备寿命周期费用的目的，从而提高企业的效益。在企业主要领导或法定代表的重视和支持下，只要创造并具备上述三个前提条件，设备机动部门就可以名正言顺地，并有领导、有组织、有目标地参与前期管理工作。

机动部门参与设备前期管理工作，决不是主力，更不是代替，也绝不可能代替有关部门的工作，而是根据自己掌握的情况与认识，协助和协调各部门使前期管理纳入设备全过程管理范畴，以达到设备综合管理的目的要求，即使企业用最小投入，获得最大的产出。具体的操作，其中设备的选型在第10章“设备的更新改造”已另有专题介绍，因而本章只介绍其他各项前期管理工作。

4.2 设备的规划设计

1. 设备的规划

设备的规划是企业规划的重要组成部分。企业按发展要求规划了长期目标与中、短期目标，以指引企业在计划期望的将来，于生产营运、经济效益方面走上新台阶，达到新水平。设备规划是确保实现这些目标的物质技术基础，作为设备部门参与设备规划，也希望在实现这些目标的同时，使设备的技术水平走上一个新台阶，达到更新换代的目的。

机动部门通过横向联系机构取得共识，派员直接参加规划部门组织的调查、考察、收集资料工作，在编制企业的发展规划时，重点考虑设备的规划问题，根据企业发展规划的要求和自己掌握的国内外新技术现状及其发展趋势，协助规划部门将设备规划定格在相应的技术水平上，以达到设备综合管理关于不断提高企业技术装备素质的要

求；而且，在规划设备的同时，也规划与其配套的供水、供电、供气（汽）等公共设施，为设备充分发挥效能创造相应的环境条件。

2. 设备的设计

不管是企业自行设计，还是委外设计，机动部门可以通过项目小组参与设备的设计工作，包括设计审查。如果是企业自行设计，就直接参加设计部门组织的调研和可行性分析工作，在这基础上参与设计。根据设备综合管理关于设计、制造与使用相结合的要求，将自己在现场掌握的同类设备的运行情况，特别是存在的问题，向设计人员反映，务使所设计的设备达到技术上先进、经济上合理、生产上适用的设备规划所定格的水平，也就是更新换代、技术上一台阶的目的。

4.3 设备的选型

设备的选型是设备前期管理工作中重要的一环。不管是新上马项目的设备选择或是旧设备技术更新，都应坚持设备选择三原则，即选取技术上先进、经济上合理、生产上适用的设备，以促进企业生产发展，提高经济效益，实现技术进步。关于设备选型的具体阐述请参看本书第十章第三节：新设备的选择及其经济评价。

4.4 设备的招标采购

1. 设备的招标采购形式

设备的招标采购形式主要有两种，分别为邀请招标与社会招标。邀请招标又名定向招标，由设备采购方根据订购需要向多家供应方提出招标意向书，邀请设备供货方参与设备采购招标。社会招标又名公开招标，由设备采购方委托具备进行社会招标资质的中介机构，公开向社会各方征求设备供货方广泛参与该项设备的招标活动，邀请招标由设备所需企业自行组织。社会招标则由中介机构组织，设备采购方参与。

2. 设备招标文件的主要内容

设备招标文件的主要内容分两部分，一部分是设备采购的必要内容，如标的物名称、供货时间、设备的各项技术要求与参数、运输与包装要求、设备质量与验收标准、付款与结算形式等。另一部分是进

行设备招标采购的必要内容，包括有评标定标办法、应标截标时间、开标时间、现场了解标的物情况的方式与联系人、履约保证金、招标机构与联系人等。

3. 设备招标采购的工作步骤

一般设备招标采购的工作步骤如下：

(1) 招标准备 制定招标文件和确定评标、定标办法；对参与竞标的对象提出的询问须准备好，并作详尽和应有的解答准备；向有关竞标的对象发标。

(2) 开标与评标前准备 为体现设备采购招标工作平等、公正、合理、合法和公开原则，开标方可采用向竞标方公开，或由监督机构监督下开标的形式。评标前需组织评标机构。评标机构成员需体现广泛性，评标机构成员应对竞标方保密，不得在评标前或评标期间与竞标方联系。一般情况下，评标机构成员采用随机抽取形式，在开标期间确定该次评标委员会具体参与人员。组织评标机构要编制供评标使用的表格。

(3) 初步评审 主要是对投标人员资格的审查、报价审查、投标文件相应招标文件的审查、投标重大偏差审查等内容。确定合格的招标文件和作废的投标文件。

(4) 详细评审 经初步评审合格的招标文件，由评标委员会成员根据招标文件确定的评定标准和方法（参与方法列后），对其技术部分和商务部分做进一步评审比较。比较一般以打分形式，由各成员独立打分，采用集体打分无效。分数结果计算为每个分项的分数，去掉一个最高分和一个最低分的算术平均值。评标委员会应在打分原始记录上签名以示负责。

(5) 确定推荐的中标候选人或受招标人委托确定中标人 评标委员会推荐的中标候选人一般界定在三个以内（含三个），并标明排列顺序。招标人也可以授权评标委员会直接确定中标人。

(6) 提交评标报告 评标报告应包括如下内容：

- 1) 基本情况和数据表。
- 2) 评标委员会名单。
- 3) 开标记录。

- 4) 符合要求的投标总表及废标情况说明。
- 5) 评标标准、评标方法或评标因素一览表。
- 6) 经评审的价格或者评分比较一览表。
- 7) 经评审的投标人排序。
- 8) 推荐的中标候选人名单及排列顺序。
- 9) 澄清、说明、补正事项纪要。
- 10) 签订合同前要处理的事宜及其他。

一般情况下，招标人应当确定排序第一的中标候选人为中标人，并与其签订设备采购合同。但出现中标候选人放弃中标，或在正式进行商务谈判时出现不能履约情况，招标人可以确定排名第二的中标候选人为中标人。如属委托中介机构进行设备采购合同的招标者，改变排名次序，中标人须向委托机构说明原因。确定中标人后，招标人应向中标人发出中标通知书，并将中标结果通知所有未中标的投标人。

4. 设备采购评标方法

设备采购评标方法一般采用评分计算分值。评标方法主要采用合理低价评标法、平均报价评标法、现阶段平均报价评标法，以及 A + B 值评标法等。

(1) 合理低价评标法 包括综合评审合理低价法和设备安装合理低价法。采用合理低价评标法应在招标文件中提供招标项目的清单，如随机附件及设备安装要求。投标人的报价不得低于本企业的成本。

1) 综合评审合理低价法。采用本办法招标的，其投标文件由技术、经济两部分组成、技术、经济两部分的分值一般以经济分值比例占多数，约 60% ~ 80%，具体比例可根据设备特点适当调整。其中经济评标部分内容包括费用总报价、材料价格、设备部件及随机附件清单、设备单项分项价格、安装与运输包装费用、算术错误等。技术评标部分内容包括设备设计制造的总体设想与阶段划分，交货进度的保证措施及违约承诺，人力与材料投入计划及其保证措施，装备投入与检测手段，关键技术、工艺及项目实施的重点、难点，质量保证体系与承诺，新技术应用与承诺，安全文明措施，应用业绩及管理经验等。

2) 经济评审合理低价法。本办法适用标准产品，只需进行经济

评标而不需进行技术评标。经济评标内容与综合评审合理低价法的评价内容相同，实际上是综合评审合理低价法的部分应用。

3) 设备安装合理低价法。本办法适用于设备采购含有安装范围。除了按综合评审合理低价法外，需特别增加设备安装评审内容。评审内容包括执行设备安装的技术规范、安装施工方案、安装网络图、工序验收与试车验收方案、安装单价与总价等。设备安装合理低价法不设成本价，是设备综合合理低价法的补充。

(2) 平均报价评标法 采用本办法招标的，要求招标人或其委托的招标代理机构，在招标文件中提供招标项目工程量清单，投标人只需按招标文件提供的工程量清单进行总价与分项目报价。评标办法则按有标底为样本进行评标，无标底的以总报价最低的为样本。评分应给予接近基准价或最低报价作为最高分。

(3) 两阶段低价评标法 采用本方法招标的，其投标文件应由技术、经济两部分组成，分别密封。通常其设备技术性能要求较高，技术方案要较具体，并以技术标符合要求为必要前提条件。采用两阶段低价评标法，只有通过技术评标合格或技术标得分最高的前三名（任选一种），才能进入第二阶段经济标评审。进入第二阶段经济评审的标书，评标委员会可以增加应标单项答辩。评标委员会认为投标书中设备总价和单项价格为最低报价者为该项目的第一名。

(4) A+B 值评标法 采用 A+B 值评标法的前提条件有两项，一是所有投标单项资格审查均获通过，无论谁中标，招标单项均可接受；二是采购招标单位在发标前确定的到货期，投标单位已进行确认。评标委员会在开标前公布招标参考价，评委用投标浮动系数的方法，分别去掉一个最高和最低数，取平均值。用该平均值和招标参考价计算出投标基准价 A。各投标单位的报价去掉一个最高和最低数，用平均法求得平均标价 B；然后 A、B 的平均值作为定标标准值。评标时取最接近而低于定标标准值的两个投标价者为中标候选人。如不能满足有低于定标标准值的中标候选人，则取绝对值最接近定标标准值的两个投标价者为中标候选人。

5. 评标评分办法要点

1) 采用评分办法进行评标，一般采用百分制计分，分值比例视

各项技术或经济要点重要性而进行合理分配。

2) 分项评分设置优、良、中、差四档进行分数评定。

3) 评标委员会各委员的评分，采取各自评分的办法，委员之间可进行交流与讨论，但不得相互干扰或采取导向评分。各自评分采用有记名签认评分，组织评分机构计算总评分时，需向评委公布并接受评委们抽查。

4.5 设备采购合同与管理

1. 设备采购合同的基本要素

设备采购合同由设备订购方与供应方商定，一般包括以下条款：

1) 采购方与供应方的名称与地址、联系方式、账号、签约代表、一般纳税人号码。

2) 设备的型号、规格和数量。

3) 设备质量技术要求和验收标准。

4) 设备价款及运输、包装、保险等费用及结算方式。

5) 设备交货期、交货地点与交货方式。

6) 违约责任和违约处罚办法。

7) 合同的签订日期和履行有效期。

8) 合同纠纷解决争议的途径和方法。

2. 设备采购合同履行注意事项

1) 设备在采购过程中，采购方未按合同约定履行支付价款或其他义务时，设备的所有权应属于供应方。

2) 设备供应方应履行向采购方交付设备或支付提取设备的凭证，供应方应当按照约定或交易习惯，向采购方支付设备相关资料。

3) 供应具有知识产权的设备，除法律另有规定或相关方另有约定外，其设备的知识产权不属于采购方。

4) 因设备质量不符合要求，致使不能实现合同目的时，采购方可以拒绝接受设备或者解除合同。采购方拒绝接收设备或者解除合同的，设备毁损、灭失的危险由供应方承担。

5) 采购与供应约定设备检验期间，采购方应当在检验期间将所采购的设备数量，或者质量不符合约定的情形通知供应方，采购方

怠于通知的，视为设备的数量或者质量符合规定。

6) 采用分期付款采购设备，当采购方未支付到期价款达到全部价款的 $\frac{1}{5}$ 的，供应方可以要求采购方支付全部价款或者解除合同。供应方解除合同的，可以向采购方要求支付该设备的使用费。

(7) 国外引进订购的设备，要选定国际公证商检机构进行设备质量的检验。

3. 设备采购管理要点

(1) 信息收集 广泛收集设备市场上货源和厂家的信息，可直接进行设备产品咨询，包括各种技术参数、性能、精度、质量、信誉、附件、价格、交货期，厂家业绩、规模等，建立采购信息资料库。

(2) 供应方选择 通常采取以下三种形式进行选择：

1) 寻求长期合作伙伴。由于长期业务联系建立起良好的合作关系，与采购方有紧密的联系，质量和信誉有保证，设备采购时也固定在合作方订购。

2) 寻找总承包商。在大批量设备订购时，可用总承包商的采购便利和信息优势，整批委托订购所需设备。

3) 自行选择供应方。通过信息筛选，厂家装备考察和同类设备应用情况调查等方法，结合价格与性能分析以比较的方式最终选择供应方。

(3) 计划与进度跟踪 采购计划通常与合同计划相一致，因此要设立采购计划管理与合同管理相适应的查询和进度跟踪系统。在设备制造各工序过程中，设置进度跟踪点。密切与设备供应方的联系。在具备条件或必要的情况下，增设采购方参与设备制造过程工序验收与安装前验收环节。

4.6 设备的安装与验收

1. 设备安装前的检查与准备

1) 检查设备的外观及包装情况。

2) 按照设备装箱清点零件、部件、工具、附件、说明书及其他资料的齐全情况，检查有无缺损。

3) 检查设备附属仪表等计量器具检定有效期限，对超出或接近

检定有效期限的仪表器具作重新校验。

4) 核对设备基础图和电气线路与设备的实际情况是否相符，检查基础安装与电源接线位置，以及电气参数与说明书是否相符。

5) 对可拆卸设备部分进行清洗及更换润滑剂。

6) 做出检查记录作为设备安装资料存档。

2. 设备安装

1) 确定设备安装位置，检查安装条件，确定安装的方法，准备安装器具。

2) 测量基础中心、水平和标高，安装设备基础底板，在调整合格和保证底板清洁的状况下，进行二次混凝土浇灌。

3) 利用纵横轴线对设备进行初步定位。

4) 在相邻机组全部定位后，再作准确的定位。

3. 设备的调试

设备的调试一般分为空运转试验、负荷试验及精度试验三种。

(1) 空运转试验 空运转试验的目的是为了检验设备安装精度的保持性，设备的稳固可靠性，传动、操纵、控制等系统在运转中状态是否正常。通常试验时间在 4h 以上。如在调试过程中出现温度、噪声、动作均匀性等故障，应立即停车检查排除，不能解决的问题应与制造厂联系解决。

(2) 负荷试验 主要检验设备在一定负荷下的工作能力，以及各组成系统的工作是否正常、安全、稳定、可靠。试验负荷可按设备公称功率的 25%、50%、100% 的顺序分阶段进行，也可结合产品进行加工试验，部分设备（如起重设备）还需作超设备公称功率进行试验。

(3) 精度试验 一般应在负荷试验后按说明书的规定进行。如机床类进行几何精度、主传动精度及加工精度检查，或对专门规定的检查项目进行检查。

4. 设备验收

设备验收在调试合格后进行，一般由设备管理部门、设备安装部门、工艺技术部门和设备使用单位共同参与。达到一定规模的设备工程（如 200 万元以上）应由监理部门组织。设备验收分试车验收和竣

工验收两阶段。

(1) 试车验收 在设备负荷试验和精度试验期间，由参与验收的有关人员对“设备负荷试验记录”和“设备精度检验记录”进行确认，对照设备安装技术文件符合要求后，转交使用单位作为试运转（试生产）的凭证。

(2) 竣工验收 竣工验收一般在设备试运转（试生产）后3个月至一年后进行。其中设备大项目工程通常参照国际惯例定为一年。竣工验收是针对试运转的设备效率、性能情况做出评价，由参与验收的有关人员对“设备竣工验收记录”进行确认。如发现设计、制造、安装等缺陷问题需进行索赔。

第 5 章 设备的日常管理

5.1 设备的使用与维护

设备的服役期是设备寿命周期的主要阶段，也是设备运行发挥作用，产生效益的重要时期。因此设备运行期的管理十分重要，设备运行中的维护和操作成为设备保持良好的技术状态，防止和减少非正常磨损和突发故障，提高企业经济效益的重要环节。据统计，由于使用不当或操作失误造成的设备故障占故障总数的 11% ~ 15%，起重和运输设备故障所占比例高达 48.5%。

1. 设备的日常维护的内容

设备的日常维护是由设备的操作人员负责。操作员应会正确使用生产设备，同时对设备进行检查、润滑、清洁及紧固四方面的维护。这四方面的工作是操作员在对设备进行检查时同时进行的。

(1) 检查 操作员应对所管理的设备的运行状况、运行参数、润滑、振动、声音、温度等进行检查，以人的感官或利用简易监测仪表来进行设备检查。

(2) 润滑 首先检查设备的润滑状况，润滑油脂的温度、压力、液面、润滑油有无变质，油路是否畅通等。定期化验在用的润滑剂，给设备填加或补充润滑油脂。

(3) 清洁 对设备及附属设备和周围环境进行清扫，保持其本来面目和光泽，不能留有死角。将生产现场的所有物品加以定置、定位，按照使用频率和目视化准则合理布置，摆放整齐。

(4) 紧固 在检查中如果发现设备的非转动部位的紧固螺栓发生松动，要及时上紧固定。

2. 设备日常维护的程序化

设备的日常维护按照定点、定时、定量、定标准、定人、定记录及定路线，形成规范化和程序化进行。

(1) 定人 经过培训和具有一定实际经验的操作员，负责设备管理的日常维护。

(2) 定点 根据设备的结构，对重点部位、常见故障点确定检查部位和内容。

(3) 定量 对设备发生磨损、腐蚀、变形和减薄处，按照维修技术标准进行劣化倾向的定量化检查。通过劣化倾向的测定，以决定维修与否。

(4) 定时 按照设备的运行状况、变化特点及生产要求，确定操作员的检查维护时间。

(5) 定路线 以生产流程和设备的布置，规定检查维护的路线。

(6) 定标准 规定检查维护的方法、手段和判别设备劣化的标准。

(7) 定记录 为检查维护制定统一的简单明了的表格，操作员将检查维护的结果如实地填写在表格内，尤其是设备的异常现象，应全面准确记录。

3. 设备日常维护的培训教育

操作人员要成为合格员工，除了经过操作培训以外，还必须经过设备日常维护的培训教育，使员工建立“自主”维护的观念。要了解设备的性能结构，掌握设备保养维护技术，诊断设备的一般故障，才能建立起企业员工的“自主维护”体系。

经过以下的七个步骤逐步形成企业的自主管理体系：①通过初始清洁（清洁、点检）；②对设备问题根源攻关（找出对策）；③标准规范的初步编制；④点检实习；⑤自主点检；⑥整理整顿规范化；⑦自主管理的不断完善。

5.2 设备的点检制度

1. 点检制的系统功能

设备点检制度是以设备点检为中心的设备管理体制。专职点检人员负责设备的点检，又负责设备管理，是操作和维修之间的桥梁与核心。点检员对其管理区内的设备负有全权责任，严格遵守标准进行点检，制定维修标准、编制点检计划、检修计划、管理检修工程、编制

材料计划及维修费用的预算。点检体系由五个方面组成：岗位操作人员的日常点检；专业点检人员的定期点检；专业技术人员的精密点检；专家的技术诊断和倾向性诊断；技术专家的精度测试检查，见表 5-1。

表 5-1 点 检 体 系

名 称	方 式	执 行 人 员	工 作 手 段
日常点检	24h 内定时	操作员与值班维修人员	设备结构知识、感官 + 经验
定期点检	白班定时	专业点检员	机械、电气、仪表、水、液压等一般知识、工具、仪器 + 经验
精密点检	白班计划	专业点检员与维修人员	专业知识、经验 + 精密仪器 + 理论分析
技术诊断和倾向性诊断	按项目定期计划	点检员与维修技术人员	机械、电气、仪表、水、液压等全面知识、经验 + 诊断仪器 + 分析技术
精度测试检查	定期	点检员与专业技术人员	设备知识、经验 + 精密仪器 + 分析判断能力

设备点检由操作人员、专业点检人员、专业技术人员、维修技术人员等“全员”的力量，在不同专业和不同阶段协调于同一目标下，使这些各类专业技术的各个层次的人相互配合、协调，形成完善有效的设备管理体系。点检系统工作体系如图 5-1 所示。

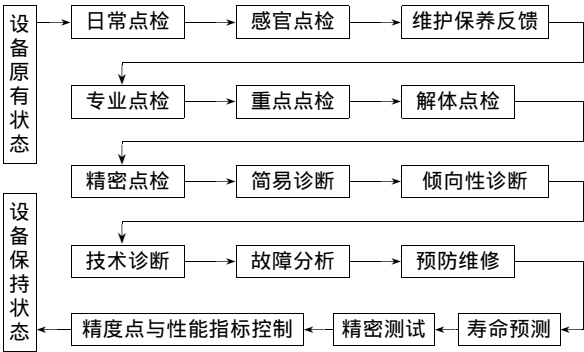


图 5-1 点检系统工作体系

2. 点检制的业务

设备点检按照设备区域划分、检查路线图、规定的业务流程进行。

3. 专业点检员

对专业点检人员要求很高，具有相当的专业知识和实际工作经验，掌握各种技术和管理标准，制定维修计划、材料计划、资金预算，分析故障及处理意见，提出改善设备的对策等。

4. 点检计划和作业卡

制定设备点检作业卡、周点检计划卡、长期点检计划表等，使点检成为标准作业（相关点检表格参看附录）。

5.3 重点设备（关键设备）的使用与维护

企业生产设备中的关键设备起着十分重要作用，如果发生故障，可能会导致停车，使生产线或生产系统停工，造成巨大的经济损失。因此，对关键设备的使用与维护应当不同于一般设备，从操作、监测、备件、维修（机械、电气、仪表、自动控制、水、液压等）各项技术专业，从领导层、管理层、技术层、维修层到操作层等各个层次相互配合，形成统一协调的系统，使关键设备得到特殊的维护，能够安全、可靠长期地运行。

1. 关键设备的划分

关键设备的划分标准，是根据设备在生产中的作用、设备的价值、设备的精密程度、设备的复杂性，以及有无备用设备等因素来制定。可参考设备的 ABC 分类法。

2. 关键设备的维护小组

关键设备的维护实行专机、专责制，由操作人员、维修人员（钳工、电工、仪表工等）组成现场维护组，按照定人、定点、定内容、定时、定路线、定标准、定记录的标准程序进行。由技术人员、专业技术监测人员和技术管理人员组成的专业维护组，按一定的周期对关键设备进行各类专业技术要求的检查维护。

3. 关键设备维护的实施

关键设备的现场，设立明显的标牌，说明设备连续安全运行天

数，护理的值班人员，运行状态等，实行目视化管理。现场维护与专业维护组织定期召开设备运行会议，对关键设备的技术状况进行评估，研究设备状态监测中是否发现异常现象，提出处理设备故障和异常的措施并加以实施。

5.4 设备的环境管理

1. 环境管理的基础管理项目

生产设备的现场管理重要内容之一就是设备的环境管理，目前 5S 管理堪称是环境管理的基础管理项目。提高企业的现场管理水平，这已是越来越多的管理者的共识，成为企业（工厂）确保产品质量、安全、环境保护，减少故障、培养员工素质的基本工作。所谓的 5S 活动，就是由‘整理、整顿、清扫、清洁、素质’五方面的内容构成。在现场管理中，透过 5S 活动，使‘地’、‘物’清洁明朗化、‘人’身美化。达到以下目的：

1) 整洁、美化的现场，使员工心情舒畅地工作。

2) 整齐有序的物品排列，使材料、零件、工具等物品得到最有效的应用，提高工作效率。

3) 清洁整齐的现场，明显标记的路线，使员工、物品流动合理，生产秩序合理化。

4) 关键生产岗位和危险生产部位标识清楚，有必要的管理措施，保证人身和设备的安全。

5) 良好的设备没有润滑剂和物料的漏损，使环境得到保护，故障得以避免。

2. 培养员工良好的素质

企业的领导和员工形成遵守规矩、养成习惯，长期下去就会培养企业员工良好的素质。

(1) 整理 将工作现场中的所有物品分为必要的和不必要的，将不必要的物品坚决撤出或废弃，保持工作现场的宽敞整洁。

第一步：物品登记和分类整理，列成表格，确认哪些是应废弃的物品，并登记问题点，在今后的持续跟进的 5S 过程中加以解决。

第二步：保留需要使用的物品，下决心废弃那些不用的物品。

第三步：建立一套废旧物资废弃和处理的程序，尤其是大件物品，由物品所在单位提出申请、主管部门和财务部门确认、负责人批准、指定部门处理，属于固定资产按财务制度进行处理。

(2) 整顿 确定物品的摆放位置、数量和标识的过程，其目的是减少寻找、搬运物品上的时间浪费，提高工作效率。

第一步：对需要留下的物品进行定位管理（定位），确定区域的分布及物品的摆放位置。研究区域内物品摆放的最合理位置，便于工作和物品的流动，并用区域图和布局图的形式进行标准化管理。

第二步：确定摆放物品的数量（定量），即一种物品在一个地方放置多少合适，避免物品堆积过多，占用多的空间和资金。

第三步：进行必要的标识，对物品摆放的位置、数量和状态进行明确的标识，使人人都明白什么地方应摆放什么东西，摆放多少，如何放置。设置标识牌，区域画线，形迹管理等，这就是“目视管理”的一部分。

(3) 清扫 清扫工作的要求是将工作现场所有地点（明显地点和隐蔽地方）均要彻底清扫；对清扫工作实行规范化，制定清扫标准，按标准进行清扫；清扫工作作为日常工作的一部分，长期实施。而不是只进行一时，应付检查。

第一步：清扫活动计划的制订和实施。制订出清扫工作的统一和具体要求，明确实施频次、方法。对必须经常清扫的地点和设备规定标准化的作业法，如办公室的照明、电脑、复印机，生产车间的机床、压缩机等。避免因人而异，造成工作偏差。

第二步：修理、修复和油漆活动。清扫活动的同时，对设备进行检查、保养和润滑，可以立即解决的问题，如松动、渗漏、缺损等，进行维修；油漆脱落、粉化等进行刷漆或喷漆。

第三步：对清扫工作中发现的问题要找出对策，识别难点和产生根源。

(4) 清洁 清洁是整理、整顿、清扫工作的规范化、制度化及维持其成果。

第一步：制订 5S 工作的标准，要求明确规定清洁工作应该如何做和做到怎样的程度。确定 5S 的实施区域和职责，一般来说，按照

谁使用谁负责的原则进行分工。

第二步：5S 活动的记录和目视管理活动的推进。

第三步：定期开展 5S 活动的评比，检查监督活动的有效性，5S 活动的水准。制定改进措施。

(5) 素养 素养是指对员工的要求。培养员工遵守规章制度，掌握正确的工作方法，在日常工作中自觉按 5S 的标准去做，使员工养成保持工作现场整洁卫生和个人整洁礼貌的良好习惯。所以说，人的素养是开展 5S 工作的核心。

素养的形成和推进要依靠教育、培训和现场的长期坚持不懈，才能把 5S 活动的要求变成员工的习惯。

5.5 设备的故障管理

1. 设备故障管理的基本程序

设备故障管理的基本程序如下图 5-2 所示：故障信息收集—统计—分析—处理。

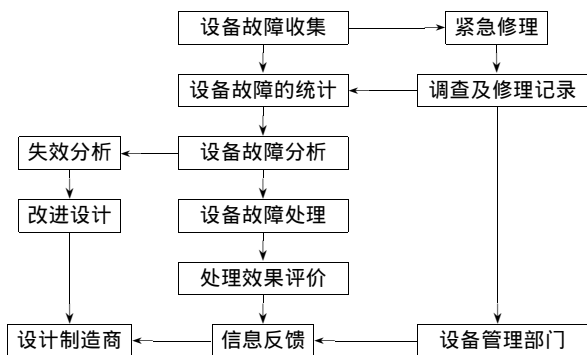


图 5-2 设备故障管理的基本程序

2. 设备故障的收集和统计

设备故障的收集是分析的基础，要做到及时、准确和完整。数据主要包括设备类型、故障类别、故障现象、故障原因及发生时间等。对于重要设备还要有设备运转时间、停机时间、维修时间等，以评价设备的可靠性。

设备故障的分析要正确分别故障的现象及统计概率，故障的原因及统计概率。某公司对某年 719 次故障进行统计，其结果分别列于表 5-2 至表 5-4。表 5-2 表明转动设备所发生的故障率最高。表 5-3 表明设备的安装错误和运行时的腐蚀是造成故障的主要原因。由表 5-4 可以得出，设备各种泄漏占的比例高达 80% 以上，因此设备管理的主要任务之一是降低各类设备的泄漏率。

表 5-2 按故障设备类型统计

设备类型	占总故障的比例(%)	设备类型	占总故障的比例(%)
转动设备	66.67	其他	7.65
静设备	12.38	化工设备	5.70
管道	5.40	电器仪表	2.08

表 5-3 按故障原因分类统计

设备类型	占总故障的比例(%)	设备类型	占总故障的比例(%)
安装错误	36.60	不良维修	5.40
腐蚀	32.40	其他	17.50
不良操作	8.10		

表 5-4 按故障类形统计

设备类型	占总故障的比例(%)	设备类型	占总故障的比例(%)
转动设备泄漏	38.66	腐蚀与磨损	7.79
静设备泄漏	21.27	超温	3.62
机械密封泄漏	21.27	其他	9.87

3. 设备故障的分析

设备故障的分析是十分复杂的工作，涉及的技术领域非常广泛，就金属失效分析来说，它本身就是一门专业技术。目前故障分析有三种形式。

(1) 综合统计方式 这是针对工厂设备总体发生的故障概率分析。如各类设备发生故障的概率；按故障发生的现象或原因分类的故

障概率；某类大量使用的设备所发生故障类型的分类概率。针对概率发生高的设备故障，制定技术的或管理的措施，找出降低该种设备故障的方法，加以实施。

(2) 典型失效分析方式 对某些重要设备或部位发生缺陷和失效，或者经常发生的失效模式，就要找出其内在的原因。为此需要利用技术分析的手段和借助于专业分析仪器加以解决，这就是金属失效分析技术。

1) 金属失效分析技术的一般步骤如下：典型破坏部位取样→断口失效宏观分析→断口微观失效分析→材质分析→失效类型及机理→失效原因判断。

2) 破坏环境分析：对设备工作环境中的介质、温度、压力、有害物质、腐蚀产物，或大气及周边条件等进行分析。

3) 模拟分析：模拟失效构件的工作条件，以验证失效分析的结论。

金属失效分析既是一项专业技术，又是一项综合分析方法。它需要利用各种技术，从结构设计、材料选择、加工制造、装配调整、使用维修到工艺过程、人为因素、环境污染等，成为相关性综合分析的系统工程。

(3) 故障诊断分析 采用监测诊断仪器对运行中的设备进行监测和诊断，从而找出故障发生和发展变化的状态及趋势。一般步骤如下：设备运行中的状态监测→故障诊断分析→趋势预报。

当设备停车后，对故障设备解体检查和检测，验证故障结论并与诊断分析对照。其方法包括腐蚀监测、振动监测、温度监测、声音监测、润滑监测等。

故障诊断分析属于设备诊断与维修技术范畴，请读者参看相关技术论著，如李葆文主编，华南理工大学出版社 1996 出版的《机电设备诊断原理与技术》。

5.6 设备的事故管理

1. 设备事故的分类

企业生产设备因非正常损坏造成停产或效能降低，停机时间和经

济损失超过规定限额为设备事故。随着经济成分的发展变化，国有、集体、合资、外资、民营企业，可根据设备事故的国家安全法规和本企业的安全制度，制订本企业的设备事故的管理办法。

事故的分类一般采取以下几种方法：

(1) 按设备事故造成的经济损失分类

- 1) 一般设备事故。这是指损失价值 500 ~ 50000 元的事故。
- 2) 重大设备事故。这是指损失价值 2000 ~ 20 万元的事故。
- 3) 特大设备事故。这是指损失价值 1 ~ 20 万元的事故。

这里只列举了事故分类的损失价值范围，因为各个部门、各个行业规定的损失价值相差很大，如电子工业与钢铁工业规定的损失价值就十分不同。各企业可根据国家安全部门的法规和参照相关的行业标准加以规定。

(2) 按设备事故的责任分类

1) 责任事故。凡属个人原因，例如违反操作规程和安全法规、擅离工作岗位、修理维护不良等原因，致使设备损坏、生产停顿，称之为责任事故。

2) 事故。凡因设备设计、制造、安装、更换零配件或检修等原因造成的设备事故。

3) 自然事故。由于自然灾害等不可抗拒的原因而造成的设备事故。

设备事故的分类只是一般原则，只有经过对事故的认真的调查分析才能确定事故的损失价值、原因及责任。

2. 设备事故的分析

(1) 事故分析的基本程序

1) 事故发生后应保护事故现场，对设备损坏部位应进行详细记录、拍照或摄像。

2) 及时组织安全、生产、专业技术人员察看事故现场，搜集操作记录和有关数据，调查当事人员，了解事故发生前后的现场实际情况。

3) 拆卸损坏设备，对发生事故部位的零配件应保留损坏部分的原貌，对重要破坏断口采取保护措施，作为以后断口失效分析用。

4) 调查人员(必要时成立调查小组)根据实际情况、各种分析结果和专业技术人员的分析意见,加以研究或召开分析会议,得出正确结论。

(2) 事故善后处理 事故调查完毕后,及时清理事故现场,安排抢修,同时做好安全措施,防止再次发生事故。

3. 设备事故的处理

发生事故之后,首先应该组成由现场主管负责人领导的现场处理小组,对事故现场进行调研,根据现场实际采取临时措施。这些临时措施既不应破坏可作为分析依据的现场实况,又应防止事故扩大或者后果延伸。事故后处理的一般程序如下:

1) 事故上报。发生设备事故的单位,按国家安全部门的规定和企业的安全管理制度,应将事故及时、准确地上报,并如实填写事故报告单。

2) 根据事故分析结论,应采取相应措施,防止事故的重复发生。必要时修改相应的技术规范、操作规程、安全管理制度等。

3) 对事故的责任人,依据事故损失程度、责任大小做出处罚。

4) 事故的分析、现场搜集的资料、事故报告等要整理归入信息档案。

第 6 章 设备的润滑管理

6.1 润滑基本常识

1. 润滑的作用和目的

1) 减少摩擦和磨损。由于相对运动两表面之间加入润滑剂，从而尽量减少甚至不接触。

2) 冷却作用。

3) 防止锈蚀。

4) 冲洗污垢。

2. 对润滑材料的要求

1) 较低的摩擦系数。

2) 良好的吸附能力和渗入能力，以便渗入摩擦副微小的间隙内，并牢固地粘附在摩擦表面上。

3) 一定的内聚力（即粘度），以便抵抗压力，不致被挤出而形成油膜。

4) 较高的纯度和抗氧化性能。

5) 应有密封洗涤的作用，较好的导热能力与较大的热容量。

3. 润滑的分类

按摩擦本质分为四类：

1) 液体摩擦润滑。两摩擦面被润滑剂隔开，不接触。

2) 半液体摩擦润滑。两摩擦面部分突出高峰有接触。

3) 半干摩擦润滑。两摩擦面的部分凹谷有润滑剂。

4) 干摩擦润滑。两摩擦面间基本没润滑剂。

设备润滑的目的就是确保摩擦副达到半液体摩擦润滑，并力争达到液体摩擦润滑的要求。

4. 润滑方式

(1) 按对摩擦副供油的性质分

1) 无压润滑与有压润滑。无压润滑是靠自重供油，有压润滑是靠压力供油。

2) 间歇润滑与连续润滑。两者区别在于供油是否连续。

3) 流出润滑与循环润滑。两者区别在于供油是否回复循环。

4) 单独润滑与集中润滑。两者区别在于每个润滑点是否独立供油。

(2) 按润滑装置分

1) 油杯式润滑。它又分为有旋盖式、压注式、油芯式、针阀式润滑等。适用于相对速度不大，摩擦产生的热量不多，精度要求不太高的机械，如起重、矿山、建筑等机械。

2) 压力润滑。适用于高速、大型、长期、连续运转的机械，特别是摩擦部位发热高的机械。一般以封闭式循环系统来实现，压力视润滑部件的工作条件、性质，要求在 $100 \sim 300\text{kPa}$ ，也有低于 50kPa 或更高一些的。循环系统包括油池、油泵、管路及控制元件（阀门）、过滤与冷却装置等部分。

5. 润滑机理

(1) 刚性流体动力润滑原理 形成油膜的三个条件：①成楔状接触，如图 6-1 所示；②油液从大口流向小口（要流动）；③不断连续供油。

有适当间隙的滑动轴承是符合上述形成油膜的条件，可以实现液体摩擦润滑，应从大间隙区加油，如图 6-2 所示。

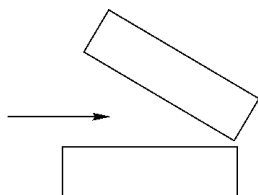


图 6-1 楔状接触

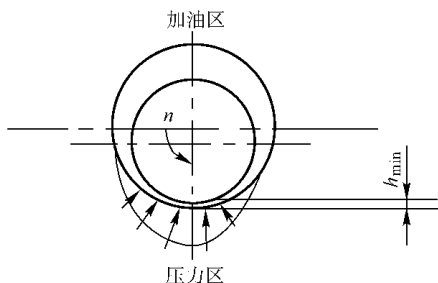


图 6-2 有适当间隙的滑动轴承

H_8/f_4 (D_4/dc_4) 配合是最适合于液体润滑的配合，油在摩擦面间是层流运动；大于 H_8/f_4 (D_4/dc_4) 间隙的配合是紊流状态，发热

大，不易产生足够的油膜压力来承担外负载，因而容易造成半干润滑；小于 $H8/f4$ ($D4/dc4$) 间隙的配合也不易形成液体润滑。

一般以特性系数 λ 作为说明其润滑特性的主要参数。其计算公式如下：

$$\lambda = \frac{\mu n}{p}$$

式中， μ 为润滑油粘度； n 为转速； p 为轴承压力。

图 6-3 所示为轴承特性系数曲线。要获得液体摩擦润滑的条件如下：

1) 滑动表面间润滑剂必须充足，且须连续供应。

2) 轴承应有足够的间隙，且润滑油膜必须呈收敛楔状，使运转时可以形成油膜压力。

3) 轴承特性系数 λ 必须大于 λ_c 。

4) 油膜须将滑动表面完全隔开，也就是最小油膜厚度 $h_{\min}$ 应大于两滑动表面的粗糙度之和。

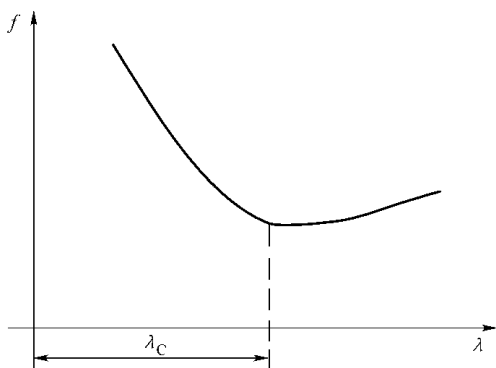


图 6-3 轴承特性系数曲线

注：f 为摩擦系数； λ 为轴承特性系数； λ_c 为轴承的临界特性系数。 $\lambda < \lambda_c$ 时为非液体摩擦润滑； $\lambda > \lambda_c$ 时为液体摩擦润滑。

(2) 弹性流体动力润滑原理 图 6-4 为弹性流体动力润滑原理图。理论与实际结果均表明：

1) 在润滑油流的出口附近，产生压力高峰 $\sigma_{\max}$ 。

2) $h_{\min}$ 与载荷 F_0 关系不大，而主要依从于速度参数、粘度参数及当量曲率半径。

3) σ 、 H 受载荷影响很大，在高载负荷下，其内部应力的分布接近于赫兹应力。

计算 $h_{\min}$ 的道森·希金森公式（用于齿轮传动）为

$$h_{\min} = \frac{1.6\alpha^{0.6}(\eta_0 U)^{0.7} R^{0.43} E^{0.03}}{F_0^{0.13}}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{E} = \left[\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} - \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \right]$$

$$\eta_F = \eta_0 e^{\alpha F}$$

式中, α 为压力粘度指数, 它是只与温度有关而和压力无关的常数; η_0 为大气压下的绝对粘度; η_F 为压力 F 作用下的绝对粘度; F_0 为单位长度上的负载; U 为液流速度或滚动速度; R 为当量曲率半径; E 为当量弹性模量; ν 为泊松比。

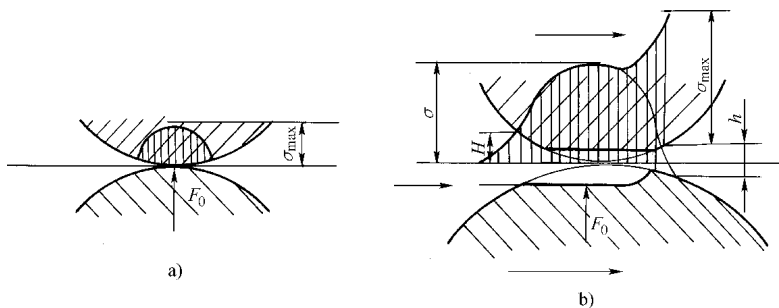


图 6-4 弹性流体动力润滑原理图

a) 干摩擦 b) 润滑摩擦

膜厚比为

$$\lambda = \frac{h_{\min}}{\sqrt{H_{j1}^2 + H_{j2}^2}}$$

式中, H_{j1} 与 H_{j2} 为两摩擦面微观不平度峰谷距, 亦即粗糙度。

一般认 $\lambda \geq 3$ 为液体摩擦润滑; $\lambda = 1 \sim 3$ 为半液体摩擦润滑; $\lambda < 1$ 为半干液体摩擦润滑。但也有人认为 $\lambda = 1.2 \sim 1.4$ 就可以使齿面不发生点蚀。

总的来说, $h_{\min} = f(\alpha, \eta_0, U, R, E, F_0)$, 但润滑油之 E 是常数, 结构定, 则 R 也不变, 而 η_0 与温度有关, α 也是只与温度有关, 故按此理论选用油就要考虑温度、粘度、负荷、速度等, 即

$$h_{\min} = f(T, \eta_0, U, F_0)$$

或

$$\eta_0 = f(h_{\min}, T, U, F_0)$$

$$= f(T, U, F_0)$$

也就是说，摩擦副表面粗糙度按设计规范后，润滑剂粘度 η_0 的确定，只是考虑摩擦副的工作温度 T 、速度 U 与负荷 F_0 就可以了。

6.2 常用润滑材料

常用润滑材料包括润滑油、润滑脂及固体润滑材料，按 GB/T 7631.1—1987 规定，均用代号 L 表示。

1. 润滑油

润滑油为液态润滑剂，是从矿物原油中在 350°C 以上馏分得润滑油原料，再减压蒸馏精制得馏分润滑油。

(1) 润滑油的代号及其意义 润滑油代号的书写形式为：

类别 - 品种 数字

类别即石油产品的分类，润滑材料类用 L；品种，即分组，分别用 A、C、D、E、F、G、T、Z 表示其应用场合，代表全损耗系统、齿轮、压缩机、内燃机、主轴、导轨、汽轮机、蒸汽气缸等；数字代表粘度等级，数值相当于 40°C 时的中间点运动粘度值 (mm^2/s)，按 GB 3141—1994 规定，有 2、3、5、7、10、15、22、32、46、68、100、150、220、320、460、680、1000、1500、2200 及 3200 共 20 个等级。

(2) 质量指标 主要有以下几项指标：

1) 粘度。通常将粘度分为动力粘度、运动粘度及相对粘度（即条件粘度）三种。粘度是各种润滑油分类、分级、质量评定与选用及代用的主要指标。

动力粘度是液体在一定切应力下流动时，内摩擦力的量度。量的符号为 η ，法定计量单位符号为 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 或 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。过去常用的非法定计量单位符号为 P（泊）或 cP（厘泊）。两者的换算关系为

$$\text{Pa}\cdot\text{s} = 10^3 \text{mPa}\cdot\text{s} = 10\text{P} = 10^3 \text{cP}$$

运动粘度是液体在重力作用下流动时，内摩擦力的量度，亦即是动力粘度与其密度之比。量的符号为 ν ，法定计量单位符号为 m^2/s ，一般常用 mm^2/s 。过去常用的非法定计量单位为 St（斯）或 cSt（厘斯）。两者的换算关系为

$$1\text{m}^2/\text{s} = 10^6 \text{mm}^2/\text{s} = 10^4 \text{St} = 10^6 \text{cSt}$$

相对粘度是指采用不同的特定粘度计在所测得的以条件单位表示

的粘度，有恩氏粘度、赛氏粘度、雷氏粘度三种表示方法。以前我国和欧洲各国常用的是恩氏粘度。其测定原理是样品油在等温度 t 下，从恩氏粘度计流出 200mL 油品所需要的时间，与同量蒸馏水在 20°C 流出时间的比值，以 $^{\circ}\text{E}_t$ 表示。按油的规格标准，温度 t 有 40°C 、 50°C 、 100°C 等，表示为 $^{\circ}\text{E}_{40}$ 、 $^{\circ}\text{E}_{50}$ 、 $^{\circ}\text{E}_{100}$ 等。

粘温性能是指润滑油粘度随温度变化的程度。变化程度小表示粘温性能好；反之，则粘温性能差。粘温性能一般采用粘度指数、粘度系数及粘度比来表示。在润滑部位工作温度变化较大的条件下，要求在高、低温时都能保持良好的润滑，就应选用粘温性能好的润滑油。

2) 倾点。润滑油在规定的试验条件下，将盛试验油的试管倾斜 45° 角，经过一分钟，试验油尚未流动的最高温度称为凝点，在新标准中称为倾点。它决定其低温条件下工作的适应性，润滑油工作的最低温度应高于其倾点 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ；同时，还应注意环境温度，因机械停机时，有可能与室温一致，若室温低于倾点，就要先加温再起动。

3) 闪点。这是润滑油在高温蒸发速度的指标，它反映油料在高温下的安全性，因此是润滑油储运与使用的重要指标之一。若不考虑粘度，则最高工作温度应比闪点低 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

4) 其他。诸如抗氧化性、氧化安定性、腐蚀性、残炭、灰分、机械杂质和水分等，均是润滑油的重要质量指标之一，不同的机械设备有不同的具体要求，当相应指标超过一定数值时，就说明油的质量不合要求，应予更换。

(3) 润滑油的添加剂 为了改善润滑油的性能和质量，以适应各种不同的工作条件，在油中掺入少量的化学物质，从而显著地改善其物理、化学性能，如降凝、抗泡沫、增粘度、抗氧化、极压抗磨、防锈、抗腐蚀等。这些掺入料统称为添加剂，约占润滑油重量的 $0.01\% \sim 5\%$ 。目前添加剂的水平已成为衡量一个国家润滑油质量的主要标志。

添加剂品种很多，常用的主要有极压抗磨、油性、粘度、降凝、抗泡沫、抗氧化、防锈等。

(4) 常用润滑油及其特性

1) 全损耗系统用油。它主要用于对润滑油无特殊要求的全损耗

润滑系统，一般不适用于循环润滑系统。按 GB/T 7631.13—1995 规定，依其使用场合分为 L-AB、L—AN、L—AY 三个系列。在工业设备中广泛应用的是 L—AN，其粘度等级从 L—AN5 到 L—AN150 共十种。40°C 时运动粘度从 $4.41 \sim 165 \text{ mm}^2/\text{s}$ ，倾点不高于 -5°C ，闪点不低于 $80 \sim 180^\circ\text{C}$ 。旧标准中称为机油或机械油，其油号与新标准的对照见表 6-1。

表 6-1 全损耗系统用油新旧牌号对照

标准号 名称	老标准 机 油	GB 443—1984 机 械 油	GB/T 7631.13—1995 全损耗系统用油
代号 (按粘度等级分)	5 号	N7	L—AN7
	7 号	N10	L—AN10
	10 号	N15	L—AN15
	15 号	N22	L—AN22
	20 号	N32	L—AN32
	30 号	N46	L—AN46
	40 号	N68	L—AN68
	50 号及 60 号	N100	L—AN100

2) 内燃机润滑油。这是以精制矿物油、合成烃油为基础油，并加入抗氧化等多种添加剂而制成的，故具有适当的粘度、良好的粘温特性、抗热氧化安定性、消泡性和抗腐蚀性。它主要用来润滑内燃机的气缸-活塞系统和曲轴-连杆系统，有汽油机油、柴油机油、活塞式航空发动机油及喷气式发动机油四种。其中，汽油机油有 L—EQB、L—EQC、L—EQD、L—EQE、L—EQF 五种牌号；柴油机油有 L—ECA、L—ECB、L—ECC、L—ECD 四种牌号。

3) 汽轮机油。它是用深度精制的基础油加相应添加剂而制成，具有良好的防锈性和抗氧化安定性，常用来润滑蒸汽轮机、燃气轮机和汽轮机控制系统。按 GB/T 7631.10—1992 的规定，汽轮机油依其特性和使用场合可分为 L—TSA、L—TSC、L—TSD、L—TSE、L—TGA、L—TGB、L—TGC、L—TGD、L—TGE、L—TCD 十类。其中应用最多的是 L—TSA 汽轮机油。按 GB 11120—1989 的规定，L—TSA 依其 40°C 运动粘度中心值分为 32 号、46 号、68 号及 100 号四个牌号。

4) 齿轮油。它是用精制矿物油加入抗氧化、极压抗磨等多种添加

剂制成，具有良好的抗氧与抗压性能，常用来润滑各种机械的齿轮传动装置。分为车辆齿轮油和工业齿轮油两大类。

车辆齿轮油按 GB/T 7631.7—1995 的规定，依其特性和使用场合可分为 L—CLC、L—CLD、L—CLE 三类，并按其 100°C 运动粘度分为 70W、75W、80W、85W、90、140、250 七个级别牌号。特点是加有强极压添加剂，粘度高，适用于载荷特别大的车辆齿轮传动。

工业齿轮油主要用于工业设备齿轮的润滑，应用范围广，故品种多，按 GB/T 7631.7—1995 共有十一个品种。其中 L—CKB、L—CKC、L—CKD、L—CKE、L—CKS、L—CKT、L—CKG 七种用于闭式齿轮传动；L—CKH、L—CKJ、L—CKL、L—CKM 四种用于开式齿轮传动。每种均有 GB/T 3141—1994 规定的二十个粘度等级，但最常用的是 46、68、100、150、220、320、460、680 等八个，它与原石油部旧标准 SY 1172—1980 的牌号对照见表 6-2：

表 6-2 新旧粘度等级（牌号）相当的工业齿轮油

（单位：mm²/s）

GB/T 3141—1994 粘度等级(40°C)	SY 1172—80 旧牌号(50°C)	GB/T 3141—1994 粘度等级(40°C)	SY 1172—80 旧牌号(50°C)
46	30	320	150 ~ 200
68	40	460	—
100	60	—	250
150	80	680	350
220	120		

（5）润滑油的代用原则 油品的代用宜慎重，对新油品及添加剂的使用一定要以质量认定机构确认的性能指标为依据，一般代用的原则如下：

1) 尽量采用同类油品或性能相近、添加剂类似的油品代用。

2) 油品的粘度相当，不超过原用油粘度 $\pm 25\%$ ，或高低差一号为宜，且要注意新旧标准粘度等级所依据的温度（40°C、50°C）之差别，见表 6-1 及表 6-2。

3) 油品质量以高代低，要满足高温或低温要求。

根据具体情况按上述原则，综合考虑。

2. 润滑脂

润滑脂俗称黄油或干油，是介于液体与固体之间的膏状润滑材

料，由基础油和稠化剂按一定比例稠化而成，实际上是稠化了的润滑油。

与润滑油相比，润滑脂具有粘附性好、不流失、不滴落、抗压性好、密封防尘好、抗腐蚀性好等特点。润滑脂适用于下列机械的润滑：

- 1) 转速高、离心力大，若用润滑油无法保证可靠润滑的机械。
- 2) 低转速、重负荷和高温工作时润滑油难以保持足够油膜厚度的机械。
- 3) 在低温下工作且温度变化大或不需大量排热的机械。
- 4) 在多水、潮湿、多灰尘或经常接触溶剂和其他腐蚀性介质的机械。
- 5) 长期不更换润滑剂和不易给油的机械。

由于润滑脂无法循环流动，难过滤，不起清洁作用，冷却作用也较差，摩擦阻力较大，消耗功率较多，因此，应使用润滑油的部位就不应随意改用润滑脂。

(1) 润滑脂的标准、代号

润滑脂代号有 1990 年的新标准：GB/T 7631.8—1990，也有 20 世纪 80 年代以前的旧标准，且目前商品仍多以旧标准供应。

1) GB/T 7631.8—1990 标准。按此新标准规定，润滑脂代号的书写形式为：**类别**—**组别与性能** **数字** 其中类别与润滑油同类，用字母 L；组别与性能由 5 个字母组成，字母 1 是 X，指润滑脂的组别，字母 2~5 分别表示最低工作温度、最高工作温度、工作场合水污染情况、极压性等；数字表示稠度等级，俗称牌号，按锥入度大小分为九个稠度等级，见表 6-3。

表 6-3 润滑脂稠度等级（牌号）

稠度号	000	00	0	1	2	3	4	5	6
锥入度 (1/10mm)	445 ~ 475	400 ~ 430	355 ~ 385	310 ~ 340	265 ~ 295	220 ~ 250	175 ~ 205	130 ~ 160	85 ~ 115

例如：L—XBEGB 00 表示在下述工作条件使用的一种润滑脂：最低工作温度——- 20°C；最高工作温度——160°C；环境条件——经受水洗；防锈性——不需要防锈；负荷条件——高负荷；稠度等级

——00；锥入度为 400 ~ 430 (1/10mm)。

2) 旧标准润滑脂代号。有 GB 491—1987、GB 492—1988、GB 7324—1987 及 ZBE36001 ~ 3—1988 等，其代号的书写形式为：
组别与稠化剂—数字。其中组别用字母 Z，表示润滑脂；稠化剂用 1~2 个字母表示；数字亦即是牌号，是以锥入度的大小来划分，见表 6-4。

表 6-4 润滑脂稠度等级 (牌号)

牌 号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
锥入度 (1/10mm)	355 ~ 385	310 ~ 340	265 ~ 295	220 ~ 250	175 ~ 205	130 ~ 160	85 ~ 115	60 ~ 80	35 ~ 55	10 ~ 30

例如：ZFG - 3 表示锥入度为 220 ~ 250 (1/10mm) 的复合钙基脂，滴点应不低于 220°C。

由于目前市场上润滑脂的供应新旧标准仍都在使用，选用时应注意两者在稠度等级 (牌号) 中锥入度范围的一些区别，应该说相同的稠度等级 (牌号)，其锥入度是一致的。

(2) 润滑脂的组成 润滑脂是由基础油、稠化剂、稳定剂和添加剂组成。

1) 基础油。它是润滑脂中含量最多的成分，占 70% ~ 90%，是起润滑作用的主要物质，一般多以润滑油作为基础油，其选用原则如下：

①在低温、轻负荷、高转速轴承上使用的润滑脂，选用粘度和倾点较低而粘温性能较好的润滑油。

②在高温、重负荷、低转速条件下使用的润滑脂，选用粘度和闪点高、安定性好的润滑油。

③在中等温度、负荷和转速条件下使用的润滑脂，应选用中等粘度的润滑油。

为了兼顾高低温性能和其他要求，也有用合成烃油、硅油、酯类油等合成油作基础油。

2) 稠化剂。润滑脂中稠化剂含量占 10% ~ 30%，分为金属皂、固体烃、有机和无机稠化剂四类，其中以金属皂基稠化剂使用最广。

金属皂基稠化剂多为 $C_{12} \sim C_{18}$ 的脂肪酸的钙皂、钠皂、锂皂、钡

皂、铝皂和铅皂等。不同金属皂稠化的润滑脂具有不同的性能，可适应不同的工作环境。

固体烃稠化剂主要是地蜡、石蜡和石油脂；无机稠化剂有膨润土和硅胶等；有机稠化剂则有芳基脲、阴丹士林蓝、酞青铜等。

3) 稳定剂。它是用来改善润滑脂的胶体结构，起稳定油、皂结构的作用，常用的稳定剂有水、甘油、醇、胺、有机酸等。

4) 添加剂。类似于润滑油的添加剂，也有抗氧化、极压抗磨、防锈防腐蚀等添加剂；此外，有时还加入二硫化钼、石墨等固体添加剂，以提高其性能。

(3) 润滑脂的质量指标 主要是滴点和锥入度。

1) 滴点。润滑脂开始熔化滴下的温度称为滴点。它表示润滑脂的耐热或抗温的能力，实际使用时，要求滴点比工作温度高 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。滴点的高低主要取决于稠化剂的数量与种类：稠化剂含量愈大，滴点愈高；烃基脂的滴点约在 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，钙基脂的滴点约在 $75 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，钠基脂的滴点约在 $140 \sim 160^{\circ}\text{C}$ ，锂基脂的滴点约在 $170 \sim 180^{\circ}\text{C}$ 。

2) 锥入度。它表示润滑脂软硬程度的指标，单位为 0.1mm 。锥入度大，表示稠度小，适用于高速；反之，锥入度小，表示稠度大，适用于低速。一般锥入度大则滴点低。润滑脂的稠度等级（牌号）是按锥入度分为九个等级（见表 6-3），故锥入度是选用润滑脂的重要质量指标之一。

3) 其他。还有抗水性、胶体安定性、化学安定性、游离有机酸和碱、机械杂质和水分等，都是润滑脂相当重要的质量指标，在一些特殊工作环境下润滑时，尤应给予特殊考虑。

(4) 常用润滑脂及其特性

1) 单皂基润滑脂。它是用一种皂作为稠化剂制成的。常用的有以下几种：

① 钙基润滑脂。它以脂肪酸钙（钙皂）作为稠化剂，是一种淡黄色到暗褐色的油膏，不易溶于水，抗水性强，在高温时水分易蒸发，高速时受离心力作用也会将水分甩离出去，使结构破坏，从而丧失润滑作用，故不适用于高温、高速润滑。它属中滴点的润滑脂，共有 1

号、2号、3号、4号、5号五个牌号。代号为 ZG。适用于潮湿环境和不低于 $55 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 较低工作温度的轻、中负荷，低、中速度的机械润滑。

②石墨钙基润滑脂。它是在钙的基础上加入石墨碳黑而成，是一种黑色油膏，具有良好的耐水性和耐压性。适用于开式齿轮、钢绳及其他表面粗糙的重负荷摩擦件的润滑，只有一种规格 ZG—5。

③合成钙基润滑脂。它是以合成钙皂为稠化剂，是一种深黄到暗褐色的油膏。它有良好的润滑性能和抗水性，但氧化安定性与低温性能均较差，对温度的变化较敏感。适用于温度小于等于 60°C 的潮湿环境，低温、中速、中负荷的轴承与机构，有 ZG—2H、ZG—3H，即 2号、3号两种规格。

④钠基润滑脂。它是以脂肪酸钠作为稠化剂，是一种深黄色到暗褐色油膏。亲水性强、耐高温，故适用于 $120 \sim 135^{\circ}\text{C}$ 以下的较高温度工作，但不能用于潮湿与有水的环境，有 2号、3号、4号三种规格，代号为 ZN。

⑤铝基润滑脂。它是以铝皂作为稠化剂，是一种淡黄色到暗褐色的光滑透明油膏。不含水，也不溶于水，是高耐水性润滑脂，但结构不稳定， $70 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 时就会减弱润滑作用。故适用于较潮湿但温度不很高的地方，只有 ZU—2 一种规格。

⑥锂基润滑脂。它是以锂皂作为稠化剂，是一种淡黄色到暗褐色的油膏。它的滴点高，抗水性和抗压性好，低温性能好，是长寿润滑脂。故适用于潮湿环境，较大温度范围 ($-20 \sim 120^{\circ}\text{C}$)，高速、高负荷摩擦部件的润滑。有 1号、2号、3号、4号四个规格，代号为 ZL。

⑦钡基润滑脂。它是以钡皂作为稠化剂，是一种黄褐色到暗褐色软膏。具有耐水、耐温和耐高压性能，故适用于 110°C 以下潮湿环境，甚至有水的摩擦部件的润滑。只有 ZB—1 一种规格。

与合成钙基一样，其他还有合成钠基、合成锂基润滑脂。其情况与相应的钠基、锂基润滑脂相似。

2) 混合皂基润滑脂。它是用两种皂作为稠化剂。常用的有以下几种：

①钙、钠基润滑脂。它是一种黄色到深绿色软膏，性能介于钙基

及钠基之间，即抗水性比钠基好，而在干燥环境下，耐热性比钙基好，且有一定的耐压、耐温性能，适用于 $90 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 以下，环境不太潮湿的滚动轴承润滑，故钙、钠基又称轴承润滑脂。有 1 号及 2 号两种，代号为 ZGN。

②压延机润滑脂。它也是钙、钠基润滑脂，是一种黄色到深褐色软膏。由于加入极压抗磨添加剂，故具有良好的耐压性，能承受较大的负荷。在外界温度波动范围较大时，仍有良好的输送性，适用于轧钢机械轴承的润滑，尤其是干油集中润滑系统，如中轧热剪曲轴轴承可考虑使用。有 ZGN40—1 和 ZGN40—2 两种规格。

③钡铅基润滑脂。它是一种浅黄色到深棕色的油膏。具有良好的耐寒性、抗水性和抗极压性。适用于 $-60 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 的低温、潮湿环境和较高负荷条件的机件润滑。只有 ZBQ—1 一个品种。

3) 复合皂基润滑脂。它除了用皂外，再加入某些复合剂以提高其性能，经稠化而成。常用的有以下几种：

①复合钙基润滑脂。它是以醋酸为复合剂和钙皂稠化制成，是一种淡黄色到暗褐色油膏。具有耐热性和一定的抗水性，机械安定性和氧化性较好，较耐高温，长期工作应小于 120°C ，但短期可达 150°C 。适用于潮湿环境、高温、较高速度条件的滚动轴承和摩擦部件的润滑，如干燥室加热辊、轧钢机及炉前设备等。有 1 ~ 4 号四个品种，代号为 ZFG。

②合成复合钙基润滑脂。其性能与使用情况和复合钙基润滑脂相似，有 ZFG—1H ~ 4H 四个品种。

③合成复合铝基润滑脂。它是以苯甲酸为复合剂和合成铝皂稠化制成，是一种浅褐色到暗褐色软膏。具有耐温和良好的抗水性能，机械安定性亦较好。适用于较高温度（小于等于 120°C ）和潮湿环境下的摩擦部件，也可用于干油集中润滑系统。有 ZFU—1H ~ 4H 四个品种。

4) 非皂基润滑脂。它是用非金属皂作为稠化剂的润滑脂。

①二硫化钼润滑脂。它是用无机化合物为稠化剂制成，有二硫化钼复合钙基润滑脂和二硫化钼复合铝基润滑脂两种。具有耐温（ $80 \sim 180^{\circ}\text{C}$ ）、抗水及抗极压性能。适用于高温和高负荷的滚动轴承与摩擦

件的润滑。有 ZFG—1E ~ 4E 及 ZFU—1E ~ 4E 共八个品种。

②膨润土润滑脂。它也是用无机化合物为稠化剂制成，具有耐高温（200°C）、抗水、抗极压、热稳定性良好等特点。适用于高温、环境潮湿、温度和速度变化较大的大、中、小各类负荷，以及工作条件较恶劣的机械设备的润滑。有 J—1 ~ 4 号四个品种。

③凡士林。它是以石蜡和地蜡为稠化剂制成。用于防锈及一般润滑。

3. 固体润滑材料

固体润滑材料是指相互滑动的表面间采用粉末状或薄膜状固体材料作为润滑剂，以减少摩擦和磨损。目前已发展成润滑剂的一大分类，适用于润滑油、脂难以胜任的场合，如空间技术的高温、高压、高真空等工作条件下的润滑。

(1) 常用的固体润滑材料及其特性

1) 石墨。它是一种较好的固体润滑材料，呈黑色鳞片状晶体物质，在常压、高温（达 400°C）下可长期使用，摩擦系数 $f = 0.05 \sim 0.19$ 。石墨粉剂有 F—1 ~ 4 四个品种。

2) 二硫化钼。它是良好的固体润滑材料，是从辉钼矿经化学提纯并多级粉碎的呈黑灰色粉剂。具有良好的粘附性、抗压性和减摩性能。摩擦系数 $f = 0.03 \sim 0.15$ ，能在高温（350°C）和低温（- 180°C）下使用，对酸、碱、石油、水等不溶解，与金属表面不发生化学反应，也不侵蚀柏胶材料。二硫化钼粉剂有 MF—0、MF—1、MF—2 三个品种。

3) 二硫化钨。它是一种良好的固体润滑材料，具有抗压、抗氧化、耐高温性能，摩擦系数 $f = 0.11 \sim 0.13$ 。目前只有一个品种供货。

4) 塑料抗磨材料。如酚醛、尼龙、聚四氟乙烯等，多制成自润滑零件。

(2) 固体润滑材料的优点

- 1) 可以在高负荷和低速度下工作。
- 2) 使用温度范围较广，能够用于低温和高温下的润滑。
- 3) 可以在无封闭有尘土的环境中使用。
- 4) 可以简化润滑系统和润滑设备，使维护工作简单。

5) 和环境介质一般不起反应，因而不易变质和老化。

(3) 固体润滑材料的缺点 其缺点是摩擦系数稍高、不易散热，在防锈和排除磨屑等方面都不如润滑油与润滑脂。

(4) 固体润滑材料的使用方法

1) 固体粉末润滑剂的直接使用。将粉末用擦或机械加压等方法固定在摩擦表面上；将粉末和挥发性溶剂混合后喷在摩擦表面上；在机械运转中将粉末用气体输送到摩擦表面上；将粉末和润滑油配成油剂，再涂刷到摩擦表面上；或如干油、稀油那样进行润滑，如石墨油剂、二硫化钼油剂、二硫化钼润滑脂、二硫化钼油膏等。

2) 固体粉末润滑剂的粘结使用。利用环氧树脂、酚醛树脂、硅酸钠等粘结剂，将固体粉末润滑剂在摩擦表面上粘结成膜。其工艺包括零件表面处理、成膜喷涂、保护膜等。

3) 做成自润滑复合材料的机件来使用。这种自润滑复合材料一般有金属基、石墨基和塑料基三类。目前已应用的有粉末冶金制成的铁-铜-石墨复合材料轴承。它有较强的抗摩性能；塑料基做成的尼龙、聚四氟乙烯、热固性酚醛树脂等机件。其中聚四氟乙烯（PTFE）制成的活塞环、活塞杆密封圈已成功地广泛使用，并获得巨大的经济效益。

6.3 润滑材料的选用

1. 润滑材料的选用原则

(1) 负荷大小

1) 负荷小的采用粘度小的油或锥入度大的脂；大的则采用粘度大的油或锥入度小的脂。

2) 重负荷应考虑油或脂的极压性能。

3) 重负荷用极压性能好的油仍不易形成油膜时，应考虑选用锥入度小的脂。

(2) 运动速度

1) 速度高的选用粘度较小的油，或锥入度较大的脂。

2) 速度低的选用粘度较大的油，或锥入度较小的脂。

(3) 运动状态 当承受冲击、交变负荷，或摆动、往复与间隙运

动时，不利于油膜的形成，应选用较大粘度的润滑油，或者用润滑脂与固体润滑材料。

(4) 工作温度

1) 工作温度高，应选用粘度较大、闪点较高，油性与氧化安定性较好的油，或滴点较高的脂。

2) 工作温度低，应选用粘度较小和倾点低的油，或锥入度较大的脂。

3) 工作温度变化较大时，选用粘温性能较好的油，或温度适应较大的脂与固体润滑材料。

(5) 摩擦部件的间隙、加工精度及润滑装置的特点

1) 间隙愈小，摩擦表面精度愈高，应选用粘度低的油。

2) 间隙愈大，摩擦表面愈粗糙，则可用粘度较大的油或润滑脂。

3) 循环润滑系统要求采用精制、杂质小及氧化安定性良好的油。

4) 对飞溅和油雾润滑件，应选用有抗氧化添加剂的油。

5) 对干油集中润滑系统，应选用机械安定性和输送性好的润滑脂。

6) 对垂直润滑面、导轨、丝杠、开式齿轮、钢丝绳等不易密封的表面，应选用粘度较大的油或脂，以减少流失，保证润滑。

(6) 环境条件

1) 在潮湿环境下，应选用抗氧化和防锈性能良好的油，或抗水性较好的脂。

2) 在尘土较多和密封困难时，大多采用润滑脂。

3) 有腐蚀气体时，应选用非皂基脂。

4) 工作环境温度很高，应选用耐高温的脂。

2. 润滑材料的具体选用

按工作温度、负荷、速度选用粘度，进而确定相应的润滑剂。其中要求的粘度范围除注明外，均指 50℃ 时的运动粘度，单位是 mm^2/s 。

(1) 工作温度 10 ~ 60℃ 的轻、中负荷的滑动轴承之润滑油 具体选用见表 6-5。

(2) 工作温度 10 ~ 60℃ 的中、重负荷的滑动轴承之润滑油 具体选用见表 6-6。

表 6-5 工作温度 10 ~ 60°C 的轻、中负荷的滑动轴承之润滑油选用

轴颈线速/(m/s)	运动粘度/(mm ² /s)	油 的 具 体 品 种
> 9	4 ~ 15	L—AN15
> 5 ~ 9	10 ~ 30	L—AN22 ,L—AN32 ,L—AN46 ,L—TSA32
> 2.5 ~ 5	25 ~ 35	L—AN32 ,L—AN46 ,L—TSA32
> 1.0 ~ 2.5	30 ~ 40	L—AN46 ,L—AN68 ,L—TSA32
> 0.3 ~ 1.0	30 ~ 45	L—AN46 ,L—AN68 ,L—AN100 ,L—TSA46
> 0.1 ~ 0.3	40 ~ 75	L—AN68 ,L—AN100 ,L—AN150 ,L—CKB68
≤ 0.1	50 ~ 100	L—AN100 ,L—AN150 ,L—CKB100

表 6-6 工作温度 10 ~ 60°C 的中、重负荷的滑动轴承之润滑油选用

轴颈线速/(m/s)	运动粘度/(mm ² /s)	油 的 具 体 品 种
> 1.2 ~ 2	40 ~ 55	L—AN68 ,L—AN100
> 0.6 ~ 1.2	45 ~ 75	L—AN100 ,L—AN150 ,L—CKC68
> 0.3 ~ 0.6	60 ~ 75	L—AN150 ,L—CKC100
> 0.1 ~ 0.3	70 ~ 100	L—AN150 ,L—CKC150
≤ 0.1	85 ~ 130	L—AN150 ,L—CKC150、220

(3) 工作温度 20 ~ 60°C 的重、特重负荷的滑动轴承之润滑油
具体选用见表 6-7。

表 6-7 工作温度 10 ~ 60°C 的重、特重负荷的滑动轴承之润滑油选用

轴颈线速/(m/s)	运动粘度/(mm ² /s) (100°C 时)	油 的 具 体 品 种
> 0.6 ~ 1.2	10 ~ 18	L—AN150 ,L—CKC68、100、150、220
> 0.3 ~ 0.6	15 ~ 25	L—CKC150、220、320 ,L—EQC20W/40 汽油机油
> 0.1 ~ 0.3	20 ~ 35	L—CKC320、460 ,L—EQC 及 L—EQD 汽油机油
≤ 0.1	30 ~ 50	L—CKC460、680 ,L—EQD 及 L—EQE 汽油机油

(4) 滑动轴承的润滑脂 具体选用见表 6-8。

表 6-8 滑动轴承的润滑脂选用

轴颈线速/(m/s)	最高工作温度/°C	脂的具体规格
≤ 1.0	75	ZG—3
0.5 ~ 5	55	ZG—2
≤ 0.5	75	ZG—3
0.5 ~ 5	120	ZN—2
≤ 0.5	110	ZGN—1
≤ 1.0	- 20 ~ 100	ZL—2
0.5	60	ZGN40—2

说明：

1) 滑动轴承应尽可能用油润滑。只有当工作条件困难，如负荷高、速度低、环境温度高、潮湿、多尘，以及结构特点不宜使用油时，才用脂润滑。

2) 在潮湿、环境温度在 $75 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 时，可用钙、钠基脂。

3) 在水淋、潮湿及工作温度 $\leq 75^{\circ}\text{C}$ 时，可用铝基脂。

4) 工作温度在 $110 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 时，也可用锂基或钼基脂。

5) 干油集中润滑系统采用压延机脂、合成复合铝基脂或复合铝基脂。

6) 脂的滴点应高于工作温度 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 轻、中负荷滚动轴承的润滑油 一般是按负荷、工作温度及速度指数来选用滚动轴承用润滑油。滚动轴承的速度指数为转速与内径的乘积，单位为 $\text{mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ 。具体选用见表 6-9。

表 6-9 轻、中负荷的滚动轴承的润滑油选用

速度指数 ($\text{mm} \cdot \text{r}/\text{min}$)	工作温度 $0 \sim 60^{\circ}\text{C}$		工作温度 $60 \sim 100^{\circ}\text{C}$	
	运动粘度 / (mm^2/s)	油 品 种	运动粘度 / (mm^2/s)	油 品 种
≤ 15000	$20 \sim 40$	L—AN32 , L—AN46 , L—AN68 , L—TSA32	$60 \sim 95$	L—AN150 , L—TSA68
$> 15000 \sim 75000$	$15 \sim 30$	L—AN32 , L—AN46 , L—TSA32	$40 \sim 65$	L—AN68 , L—AN100 , L—TSA46
$> 75000 \sim 150000$	$12 \sim 20$	L—AN15 , L—AN22 , L—TSA32	$30 \sim 50$	L—AN46 , L—AN68 , L—AN100 , L—TSA32 , L—TSA46
$> 150000 \sim 300000$	$5 \sim 9$	L—AN7 , L—AN10 ,	$20 \sim 40$	L—AN32 , L—AN46 , L—AN68 , L—TSA32

注：在 $-30 \sim 0^{\circ}\text{C}$ 工作时，不管速度指数如何，都可选用粘度为 $10 \sim 20 \text{mm}^2/\text{s}$ 的 L—AN15、L—AN22 润滑油，或 12 号冷冻机油。

(6) 中、重负荷或冲击负荷滚动轴承的润滑油 具体选用见表 6-10。

表 6-10 中、重负荷或冲击负荷滚动轴承的润滑油选用

速度指数 (mm·r/min)	工作温度 0 ~ 60°C		工作温度 60 ~ 100°C	
	运动粘度 / (mm ² /s)	油 品 种	运动粘度 / (mm ² /s)	油 品 种
≤15000	40 ~ 95	L—AN68 , L—AN100 , L—AN150 , L—TSA68	100 ~ 150 15 ~ 24 (100°C)	L—EQC 汽油 机油 , L—TSA100
> 15000 ~ 75000	25 ~ 50	L—AN46 , L—AN68 , L—AN100 , L—TSA46	60 ~ 95	L—AN150 , L—TSA68
> 75000 ~ 150000	20 ~ 25	L—AN32 , L—TSA32	40 ~ 65	L—AN68 , L—AN100 , L—TSA46
> 150000 ~ 300000	10 ~ 20	L—AN15	30 ~ 50	L—AN46 , L—AN68 , L—AN100 , L—TSA32 , L—TSA46

注 在 - 30 ~ 0°C 工作时 , 不管速度指数如何 , 都可选用粘度为 12 ~ 25mm²/s 的 L—AN15 ,
L—AN22 润滑油或 22 号冷冻机油。

(7) 滚动轴承用润滑脂 可按工作温度、速度指数及环境条件选取 , 具体选用见表 6-11。

表 6-11 滚动轴承用润滑脂选用

轴承工作温度 /°C	速度指数 / (mm·r/min)	干燥环境用油	潮湿环境用油
≥0 ~ 40	≤80000	ZG—2 ZG—3 , ZN—2 ZN—3	ZG—2 ZG—3
≥0 ~ 40	> 80000	ZG—1 ZG—2 , ZN—2	ZG—1 ZG—2
> 40 ~ 80	≤80000	ZN—3	ZL—3 ZB—1
> 40 ~ 80	> 80000	ZN—2	ZFU—2H
> 80 , < 0	—	ZL—1 ~ 4 , ZL—1H ~ 4H	ZL—1 ~ 4 , ZL—1H ~ 4H

说明：

1) 正常条件下 ($\leq 50^{\circ}\text{C}$) 密封, 环境无尘及水, 3~6 个月换油一次; 在繁重工作条件下 ($> 50^{\circ}\text{C}$) 有尘和水, 要定期添油, 且 1~3 个月换油一次。

2) $n \leq 1500\text{r/min}$, 按占轴承壳体容积的 2/3 之正常填充量填充; 当 $n > 1500\text{r/min}$ 时, 按 1/3~1/2 之小填充量填充。

3) 滚动轴承既可用油, 也可用脂, 具体可比较油和脂的优缺点选用。用油与用脂的优缺点比较见表 6-12。一般长期低速 ($< 4 \sim 5\text{m/s}$) 工作、经常停止工作及环境恶劣的多用脂。

表 6-12 用油与用脂的优缺点比较

	用 油	用 脂
优点	1) 高速、高温下有良好的稳定性, 即保持润滑性能 2) 摩擦系数 f 小, 使用方便(更换时不必拆零部件) 3) 有冷却能力, 可循环供油	1) 能可靠地填充于滚动体间的间隙 2) 不需特殊的密封装置 3) 工作持续时间长, 即可较长周期内更换或添加
缺点	要用复杂的密封装置, 经常加油, 增设输油装置	摩擦系数 f 较大, 不宜用于高速条件, 更换时要拆零部件

(8) 渐开线减速器用润滑油 (工业齿轮油 GB/T 3141—1994) 选用原则一般按连续运转考虑, 见表 6-13。

表 6-13 渐开线减速器用润滑油选用原则

齿轮材料和热处理		齿面硬度 /HB	圆周速度 $v/(\text{m/s})$						
			< 0.5	$< 0.5 \sim 1$	$< 1 \sim 2.5$	$< 2.5 \sim 5$	$< 5 \sim 12.5$	$< 12.5 \sim 15$	< 15
塑料, 铸铁, 青铜		—	320	220	150	100	68	—	—
钢	调质	< 280	460	460	320	150	100	68	—
		280 ~ 350	460	460	320	220	150	100	68
	淬火、渗碳、氮化	$< 40\text{HR}$	680	460	460	320	220	150	100

注 表中数字为工业齿轮油 L—CKC 的粘度等级。

说明：

- 1) 多级箱可按各级平均速度或最重要的一级速度选用。
- 2) 当一对齿轮硬度不同时，按最低硬度选用。
- 3) 对冲击负荷，或圆弧齿轮箱可选用高一级油（低一速度级）。
- 4) 有冲击负荷的圆弧齿轮箱可选用高二级油（低二速度级）。
- 5) 一般减速器轴承用油要求与齿轮要求有矛盾，应以齿轮要求为准。

(9) 电动机 具体选用见表 6-14。

表 6-14 电动机的润滑油选用原则

轴承类别	速度/(m/s)	电动机功率/kW		
		< 100	≥ 100 ~ 1000	> 1000
滚动轴承	> 5	ZG—2	ZGN—1 ,ZGN—2	ZFG—1 ,ZFG—2
	≥ 1 ~ 5	ZG—2 ,ZG—3	ZGN—1 ,ZGN—2	ZFG—2
	< 1	ZG—3 ,ZG—4	ZGN—2	ZFG—3 ,ZFG—4
滑动轴承	> 5	L—AN32	L—AN32	L—AN46
	≥ 1 ~ 5		L—AN46	L—AN46
	< 1		L—AN68	L—AN68

(10) 车辆运输用汽油机的润滑油选用 具体选用见表 6-15，一般是用汽油机油（GB/T 7631.3—1995）。按规定，每类汽油机油还应该按汽油机的工作温度范围选用相应的牌号，见表 6-16。

表 6-15 车辆运输用汽油机的润滑油选用（一）

汽油机工作情况	润滑油代号
缓和条件下工作的货车或客车的汽油机	L—EQB
中等条件下工作的货车或客车的汽油机	L—EQC
较苛刻条件下工作的货车、客车或某些轿车的汽油机	L—EQD
苛刻条件下工作的轿车或某些货车的汽油机	L—EQE
更苛刻条件下工作的轿车或某些货车的汽油机	L—EQF

表 6-16 车辆运输用汽油机的润滑油选用（二）

汽油机工作温度 /°C	> 0	> - 7	> - 9	> - 18	- 20 ~ 40	- 40 ~ 40	- 40 ~ 20
汽油机油牌号	40	30	20W/40	15W/40	10W/30	5W/30	5W/20

(11) 柴油机的润滑油选用 具体选用见表 6-17，一般是用柴油机油（GB/T 7631.3—1995）。

表 6-17 柴油机的润滑油选用

柴油机工作情况	柴油机组别代号
缓和至中等负荷条件下工作的轻负荷柴油机	L—ECA
缓和至中等负荷条件下工作 ,并使用含硫燃料的轻负荷柴油机	L—ECB
中等负荷条件下工作的低增压柴油机和工作条件苛刻(或热负荷高)的非增压的高速柴油机	L—ECC
高速、高负荷条件下工作的增压柴油机	L—ECD

注：按 GB 11122—1997《柴油机油》的规定，各组柴油机油亦按其粘度等级分为 10W、5W/20、10W/30、15W/30、15W/40、20W/40、20W/20、30、40 等牌号，可按柴油机工作环境气温选择相应的牌号，一般应高于其倾点约 10~15℃。

6.4 设备润滑管理的主要内容

1. 润滑管理机构与职责

(1) 设置管理机构 润滑管理一般由设备管理部门统一进行管理，其他各部门协同合作，按分级管理方法组成管理体系，如下图 6-5 所示。

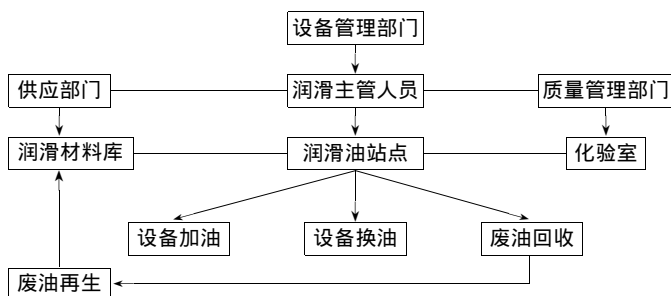


图 6-5 润滑管理机构

润滑油管理机构的设置可根据企业的规模大小、生产特点及维修方式来确定。

(2) 各管理部门的职责

1) 设备管理部门的职责。组织制订润滑油管理制度；审定润滑油品的消耗定额，制定年度用油计划；确定设备的润滑油品品种及代用品；监督润滑油品的选购、保管、发放和使用，检查润滑油站及润滑工作制度的执行情况等。

2) 供应部门的职责。按年度计划的润滑油品种、规格数量，采购润滑油品。负责油品与器具的保管和发放；按规定时间对库存油品提出质量检验委托；负责废油品回收、再生和报废处理工作。

3) 车间工段的职责。执行润滑规程制度；提出年、季和月度润滑油品计划；检查操作、维修及专职人员润滑工作；废油回收。

4) 操作、维修及专职人员的职责。严格按润滑管理制度进行设备润滑工作；定时检查设备润滑状况；作好润滑记录。

2. 润滑工作的实施

(1) 润滑卡片的制定 润滑卡片是润滑科学管理的重要措施，各企业生产特点不同，卡片的内容不尽相同，但“润滑五定”则是较好的操作形式，表 6-18 所示卡片仅供参考。

表 6-18 润 滑 卡 片

设备名称		设备编号		型号规格		生产厂家	
润滑部位							
油品牌号							
加换油周期							
加换油量							
负责人							
润滑记录							
时间							
负责人							

注：对于表中润滑部位，如有润滑五定图，可用 1、2、3 等或 A、B、C 等代号表示。

(2) 设备“润滑五定”工作的要求

1) 定点。确定设备的润滑部位，按润滑五定图或卡片对设备润滑部位加入润滑剂。

2) 定质。根据润滑卡片规定的油品牌号、规格加入润滑剂。

3) 定时。按规定时间给设备加油、换油，大型设备的油箱定期取样化验。

4) 定量。按规定数量给设备加油和补充油。

5) 定人。明确负责设备各润滑点进行润滑的专职人员、操作人员、维修人员及各自责任。

对于重要、关键设备，应尽可能绘制润滑五定图。这是一种指示出润滑部位的简图，并附有润滑五定表（也就是表 6-18 中负责人以上各栏目）。

(3) 润滑油的“三级过滤”工作 “三级过滤”是指入库过滤、发放过滤、加油过滤。“三级过滤”的流程见图 6-6。

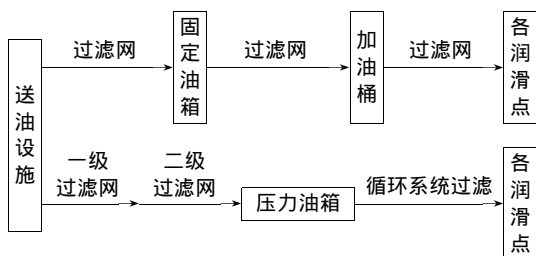


图 6-6 “三级过滤”的流程

(4) 过滤网使用要求（以下仅供参考）

1) 气缸油、齿轮油等使用大于 0.280mm（60 目）铜丝布网进行过滤。

2) 内燃机油、压缩机油等使用大于 0.180mm（80 目）铜丝布网进行过滤。

3) 汽轮机油、全损耗系统用油、冷冻机油使用大于 0.154mm（100 目）铜丝布网进行过滤。

(5) 润滑油的储存与保管

1) 储存环境。润滑油库房应清洁干燥，器具完好，通风良好，安全防火。

2) 油品保存。储油容器清洁完好，分类存放，标明油品牌号、入库时间及质量检验结果。

3) 质量指标。库存油品一般三个月检验一次，如不合格，不得自行处理。

4) 保管资料。包括润滑管理制度、质量标准、用油的统一规定、消耗定额管理、油品合格证及检验分析报告。

(6) 润滑油的使用和发放 按规定使用，按计划与仓库有关制度发放，油品变更必须经专业人员审定。

(7) 润滑油站和器具的管理

1) 润滑油站规格及要求。选定固定地点集中管理，室内干燥通风，地面墙面贴白色瓷板，备有灭火设施，润滑设备标牌明显。

2) 润滑油器具配备。包括润滑油桶——白色搪瓷、油壶、过滤斗、白色搪瓷接油盘；润滑脂桶——白色搪瓷，配备小桶、小铲或注油器等作为向设备润滑点添加润滑脂的工具。

3) 润滑站点管理。安排专人负责管理，要求内部清洁有序，无关人员、杂物不得进入，润滑油容器标示明确、清楚，防止混装。在墙上公布各项润滑制度。

6.5 润滑油品的检查与监测

设备的润滑检查是设备日常维护的主要内容之一。

1. 常规检查

(1) 日常检查、班前和试车前检查 检查润滑状况是否符合要求，润滑系统是否畅通。

(2) 巡回检查 检查设备润滑油液位计液位，自动润滑系统的油温、油压是否正常，油路是否畅通，高位油箱和连锁保护是否正常。

(3) 定期检查 专业人员、维修人员和操作员共同或分别检查主要设备的润滑状态，润滑油站和润滑制度的执行情况。

各项检查纳入设备日常点检和定期点检的工作内容。

2. 设备润滑的状态监测

(1) 润滑油理化指标检验 由专业人员使用专用仪器定期取样进行化验。

(2) 磨屑检测技术

1) 铁谱分析技术。以铁磁磨粒分析为基础的油液分析技术，利用高梯度，强磁场从润滑油中分离磨粒，分析测量磨损微粒的大小、形貌、分布、成分和数量等，从而诊断设备磨损原因、部位和程度，预测磨损发展趋势。

2) 光谱分析技术。该技术利用红外吸收原理，测定油品添加剂降解程度，油品的硝化、硫化及水污染物，磨损物元素的成分和含量。

第 7 章 设备维修模式和维修策略

7.1 事后维修 (BM)

事后维修阶段 (BM—Breakdown Maintenance) 是 20 世纪 50 年代前主导的维修模式, 又称第一代的维修模式。这个时代由两个“阶段”组成, 即兼修阶段和专修阶段。在兼修阶段, 由于设备比较简单, 设备的操作人员也就是维修人员。随着设备技术的复杂系数不断提高, 操作与维修分别成为不同的专门技术, 需要经过一定的培训 and 实践才能掌握, 于是就有了专业分工, 这就进入了专修阶段。这时, 操作工专门操作, 维修工专门维修, 称之为专修阶段。无论是哪个阶段, 其共同特点是, 设备坏了才修, 不坏不修。对于那些非主流流程上, 有冗余备份而且故障后果不严重的设备 (如系统中的照明器), 事后维修可以最大限度地延长设备的利用时间, 往往是最经济的维修策略, 所以生产维修体系仍然把事后维修作为四种采用的模式之一。

7.2 预防维修 (PM)

预防维修 (PM—Preventive Maintenance) 流行于 20 世纪 60 年代之前。国际上有两大体系共存, 一个是以前苏联为代表的计划预修体制, 另一个是以美国为代表的预防维修体制。这两大体制本质相同, 都是以摩擦学为理论基础, 但在形式和做法上略有所不同, 基本上属于 TBM (Time Based Maintenance), 即以时间为基础的维修范畴。

预防维修制是通过周期性的检查、分析来制定维修计划的管理方法, 已经被世界各国所接受和采用。其优点是可以减少非计划的故障停机损失, 减少因故障引起的批量质量损失, 减少安全事故, 避免潜在故障在发展为功能故障过程中产生的多米诺骨牌式连锁损坏, 因而可以降低维修换件费用。预防维修可以使设备检修从技术和备件上更有准备, 从而大大减少设备停机待修和检修时间。由于受设备检查手

段和检查人员经验的制约，预防维修计划仍可能不准确，仍会造成维修的过剩冗余或不足。

7.3 计划维修 (PPM)

计划预修制 (PPM—Planning Preventive Maintenance) 是预防性维修的主要表现形式，是按照计划对设备进行周期性的修理。包括按照不同设备和不同使用周期安排的大修、中修和小修。一般来说，设备一出厂，维修周期基本上就确定下来。如一台设备以 1—2—6—9 表示其修理的周期结构，意思是一次大修 (K)，两次中修 (C)，六次小修 (M)，还有九次检查调整 (O)，即 K—O—M—O—M—O—C—O—M—O—M—O—C—O—M—O—M—O—K。具体的维修周期视不同设备而定。其优点是减少非计划 (故障) 停机，将潜在故障消灭在萌芽状态。缺点是对维修的经济性考虑不够。由于计划固定，较少考虑设备使用实际负荷情况，比较容易产生维修过剩或维修不足。中国在五六十年代的工业受前苏联影响较多，基本采用这种维修体制。

7.4 生产维修 (PM)

生产维修阶段 (PM—Productive Maintenance) 流行于 20 世纪 60 年代之后。生产维修体制是以预防性维修为中心，兼顾生产和设备设计制造而采取的多样、综合的设备管理方法。最早被美国的 GE 公司采用。生产维修由下列四部分内容组成：

- 1) 事后维修 (BM—Breakdown Maintenance)。
- 2) 预防维修 (PM—Preventive Maintenance)。
- 3) 改善维修 (CM—Corrective Maintenance)。
- 4) 维修预防 (MP—Maintenance Prevention)。

这一维修体制突出了维修策略的灵活性，吸收了后勤工程学的内容，维修策略注重结合企业和设备实际灵活运用。

对那些故障后果不严重，有冗余的设备，事后维修经济性较好，宜采用事后维修；故障后果严重的多数设备可采用预防维修方式；那些进入耗损故障期的设备，即设备严重磨损、老化、疲劳的设备，应

采用修复性的处理，如更换零件或者通过零件表面处理，恢复磨损的几何尺寸等，称之为纠正性维修或改善维修。对大企业而言，不断把设备使用的实际状况反馈给设备的设计、制造部门，使新一代的设备的设计和制造能够避免重复性故障、提高设备的可诊断性和可维修性，甚至导入“无维修设计”思想，称之为维修预防。

7.5 改善性维修 (CM)

改善维修 (CM—Corrective Maintenance) 又称纠正性维修，主要应用在设备耗损故障期。按照设备的浴盆曲线，设备在耗损故障期，存在着老化、磨损、硬化、变形、开裂、腐蚀、疲劳等各种失效状况，继续运行将造成较严重的故障后果。改善维修通过零件更换、表面改性、精度恢复、重新成型、调直、校准、对中等技术手段，使设备修复到所要求的功能和精度。改善维修所牵涉的技术包括焊接、表面喷涂、电刷镀、镶套、热处理改性、零件更换、对中、平衡、精度恢复、参数调整等。改善维修以设备性能恢复性修复为主，允许小的设备改造或者再制造，可以不拘泥于原有设备的设计和结构，其指导思想是：设备并不是完美无缺的。

7.6 维修预防 (MP)

维修预防 (MP—Maintenance Prevention) 就是把设备运行中出现的故障问题反馈给设备的设计、制造和技术改造部门，通过新一代的设计制造使原来的故障问题得到避免，使设备运行更加可靠。主要包括以下几个方面的内容：

- 1) 重复性的故障多数是先天不足，即设备的固有故障造成，生产现场把设备重复性故障问题反馈到设备的设计制造部门（企业），在设备的技术改造或下一代的设计制造时通过新的设计方案或者加工工艺加以消除；
- 2) 在新一代的设备设计时通过附加“把潜在问题显在化”的手段，如自诊断系统，自带的故障字典等，提高设备的可诊断性（透明性）；
- 3) 在新一代的设计中让设备更具有可维修性（Maintainability），

如增加透明可视部分，减少拆卸组装难度，易损部分甚至可以采用“弃件法”维修，以减少设备停机损失；

4) 在新一代的设计中导入“无维修设计”(Maintenance free)思想，即让设备各主要零部件的耗损周期同步，零件报废周期趋近于设备的寿命周期。

7.7 预知维修 (PM)

预知维修 (PM—Predictive Maintenance) 产生于计划预防维修之后，是最早依赖计算机系统和软件来监视、记录故障，诊断评估系统，视情制定维修策略的方法。预知的主要过程是通过传感器或仪器仪表，来感知或检测设备的潜在故障信息，提取有用信息，通过人工或者计算机分析处理，对设备进行诊断和故障定位，最后进行维修决策。

这一管理模式是向传统的以时间为基础的维修 (TBM)，即预防维修体制提出了挑战。其目的是减少维修的盲目性，提高维修的准确性、有效性。良好的预知维修体系可以明显地解决维修过剩或者维修不足的问题，有效地提升设备的可利用时间，同时又可以避免设备的非计划停机损失。由于当时的检测手段、计算机硬件、软件环境尚为落后，缺乏完整、连续的数据采集系统，常使设备系统的预测不准确，因而影响了预知维修的准确性和有效性。

7.8 状态维修 (CBM)

随着监测手段的进步和计算机的发展，20 世纪 80 年代形成了更为完善的体制，即以状态为基础的维修体制，又称状态维修。

所谓以状态为基础的维修体制 (Condition Based Maintenance，简称 CBM)，是相对事后维修和以时间为基础的预防维修 (TBM) 而提出的。是在设备出现了明显的劣化后实施的维修策略，而状态的劣化是由被监测的机器状态参数的变化反映出来的。

CBM 要求对设备进行各种参数测量，随时反映设备实际状态。测量的参数可以在足够的提前期间发出警报，以便采取适当的维修措施。设备从潜在故障发展到功能故障存在一个 P-F 间隔期，这个 P-F 间隔期越短，意味着设备从潜在故障发展到功能故障越急促，越需要

采用比较先进的手段进行状态监测，以便采取及时措施，防止设备故障发生。

这种预防维修方式的维修作业一般没有固定的间隔期，维修技术人员根据监测数据的变化趋势做出判断，再确定设备的维修计划。这里，设备诊断技术的应用就十分重要。

在 CBM 体制中，对每一台设备都应有一套监测或状态检查方法。检查可以是定期的，也可以是连续的，检查手段可以是多种多样的。只有数据表明必须进行维修时才安排维修。由于故障状态是可以预知的，维修是周密计划和有准备的，可以大大提高维修效率，减少维修停机时间。

状态检查可以用测量值与允许的极限值进行比较，以确定维修计划；还可以进行趋向管理，即对测出的数据进行外推，以便预测其可能超出允许值的时间，提前安排维修。

以状态为基础的维修体制，在国内通常称为状态维修或视情维修。这种维修体制是随着故障诊断技术的进步而发展起来的。如果检查手段落后，设备的劣化不能及时、准确地诊断，也就无法进行有效的状态维修了。

CBM 制度一般分以下三个等级：

1) CBM (Ⅲ)。这是最简单、费用最低的一种。配备简易手提式状态检测仪器，由检测人员对设备进行巡回定期检查。

2) CBM (Ⅰ)。这是最高级、费用最多的一种。在设备上配备永久性的监测系统，这些系统一般可以通过计算机进行自动故障检测功能，有相应的报警装置甚至故障诊断专家系统。这种检测系统一般配备在关键（瓶颈）生产线或设备部位上，即那些一旦出现故障会造成重大损失的设备上。

3) CBM (Ⅱ)。其效能、费用与级别介于上述两个等级之间。

状态检测和监测主要依赖于以下诊断技术：

1) 复杂软件支持下的振动分析，能够较早发现故障。

2) 油液分析，能够发现磨损和液体对液压系统的影响。

3) 热成像技术，可以及早发现电子、电气系统及任何非均匀发热系统的故障。

状态维修将成为设备技术进步和发展的必然趋势，具有广泛和深远的意义，相关内容请参看本书第 8 章或其他专著。

7.9 后勤工程学

后勤工程学 (Logistics) 在军事上的定义为：计划和执行军事力量移动和维修的科学。在工业、商业上的定义为：材料流通、产品分配、运输、采购、存储、设备维护及技术服务的科学。在军事上，后勤工程学涉及下列问题：

- 1) 装备的设计、研制、运输、分配、维修、淘汰处理等。
- 2) 人员的运送、撤离与送院治疗。
- 3) 工厂的接收、施工、维护、经营与处理。
- 4) 各种服务的提供。

从更广泛的意义上讲，后勤工程学是为了满足目标、计划、设计和实施的各项要求，保障资源的供应与设施维护等有关的管理、工程与技术业务的艺术与科学。当代企业的物流和供应链管理也纳入后勤学的范围。

在军事上应用的传统后勤学强调综合后勤保障、后勤保障分析、全寿命周期的后勤和费用效果，并把维修等级划分为现场维修、中继级维修和基地级维修。从设备的设计阶段就把后勤工程学的思想导入。

7.10 设备综合工程学

综合工程学 (Terotechnology) 是 20 世纪 70 年代由英国丹尼斯·巴克思在一次国际会议上提出。其定义为：“为使资产寿命周期费用最经济，把相关的工程技术、管理、财务及业务加以综合的学科。”

综合工程学强调设备一生管理的思想，追求设备寿命周期费用的经济性，同时认为机器设备不仅是设备部门的事，需要企业各个部门关注和配合。

英国政府以政府行为积极支持丹尼斯的理论，成立了“机器保健中心”和综合工程学委员会等机构，这一思想在国际上产生了一定影

响。

7.11 全员生产维修 (TPM)

全员生产维修诞生于 20 世纪 70 年代初期的日本，是在生产维修的基础上发展起来的。

1. TPM 的五个要素

- 1) TPM 致力于设备综合效率最大化的目标。
- 2) TPM 在整个设备一生建立彻底的预防维修体制。
- 3) TPM 由各部门共同推行 (包括工程、生产、维修部门)。
- 4) TPM 涉及每个雇员，从最高管理者到现场工人。
- 5) TPM 通过动机管理，即自主的小组活动推动 TPM。

2. TPM 的三个“全”

将上述五个要素再进一步归纳：第一个要素可以简称为“全效率”；第二个要素简称为“全系统”；三、四、五项从横向、纵向和基层的最小单元描述了“全员”的概念，因而简称为“全员”。

三个“全”之间的关系为：全员参与为基础，全系统的预防维修为载体，全效率为目标。

3. TPM 的 5S 活动

5S 是日语中 5 个以“S”发音开头的词的简化称谓。QC 活动中的整理、整顿、清扫和清洁构成 4S，TPM 加上素养则形成 5S (参看本书 5.4 节的相关内容)。有的企业加上安全、认真或坚持、使之成为 6S、7S。

5S 的内容如下：

- (1) 整理 取舍分开，取留舍弃。
- (2) 整顿 条理摆放，取用快捷。
- (3) 清扫 清扫现场，不留污物。
- (4) 清洁 清除污染，美化环境。
- (5) 素养 形成制度，养成习惯。

4. TPM 自主维修的渐进过程

员工的自主维修是先从初期的清扫开始的。一步一步踏上了自主维修的台阶。

5. TPM 的小组活动

小组活动是 TPM 最活跃、最有特色的团队行为。小组活动的环境建设是十分重要的。TPM 的领导者、组织者要支持和营造良好的环境，以促进小组活动的发展。

6. TPM 推进的组织架构和 TPM 成功推进的条件

因为 TPM 是一项全员参加的管理体系，其推进的组织架构与公司的原有组织是一致的，也就是原有组织架构的功能拓展。从公司的最高领导人——董事长开始，一层一层地建立 TPM 推进委员会。

值得指出的是，在公司设立一个直属最高领导的 TPM 执行委员会，TPM 领导办公室或 TPM 事务局，对于 TPM 的顺利推进是十分重要的。实践证明，凡是设立专门执行机构的企业，TPM 的推进就有成效。反之，凡是缺少一个有力执行机构的企业，TPM 的推进力度就会大打折扣，就很难有成效。是否设立这样一个机构，也是检验企业最高领导推进 TPM 决心大小的试金石。一个十分明显的事实就是：TPM 能否取得成功，最高领导的兴趣、决心和全力投入是关键。对 TPM 半心半意、犹豫不决的企业，TPM 都很难取得成功。

7.12 全面规范化生产维护（TNPM）

TNPM（Total Normalized Productive Maintenance）是以设备综合效率和完全有效生产率为目标，以全系统的预防维修系统为载体，以员工的行为规范为过程，全体人员参与为基础的生产和设备维护、保养和维修体制。TNPM 是规范化的 TPM，是全员参与的，步步深入的，通过制定规范、执行规范、评估效果、不断改善来推进的 TPM。

1. 展开 TNPM 主要环节

- 1) 研究运行现场（现场、现事、现物）。
- 2) 找出规律（原理、优化）。
- 3) 制订行为（操作、维护、保养、维修）规范（原则）。
- 4) 评估效果（评价）。
- 5) 持续改善（改进）。

2. TNPM 规范化的范畴

- 1) 维修程序规范化。

- 2) 备件管理规范化。
- 3) 前期管理规范化。
- 4) 维修模式规范化。
- 5) 润滑管理规范化。
- 6) 现场管理规范化。
- 7) 组织结构规范化。

TNPM的成功推行，离不开八个要素的相互配合和协力支持。这八个要素如下：

- 1) 以最高的设备综合效率（OEE）和完全有效生产率（TEEP）为目标。
- 2) 建立全系统的预防维修体系。
- 3) 全公司所有部门都参与。
- 4) 从最高领导到每个员工全体参加。
- 5) 小组自主管理和团队合作。
- 6) 合理化建议与现场持续改善相结合。
- 7) 变革与规范交替进行，变革之后，马上规范化。
- 8) 建立检查、评估体系和激励机制。

TNPM的核心是四个“全”，即以全效率和完全有效生产率为目标，以全系统的预防维修体制为载体，以员工的行为全规范化为过程，以全体人员参与为基础。

3. TNPM 的 5S—5I—5Z—5T 活动（四个“五”活动）

(1) 5S活动 是指整理、整顿、清扫、清洁、素养活动。

(2) 5I活动 5I就是5个Improvement，又称5项改善。其内容如下：

- 1) 改善影响生产效率和设备效率的环节。
- 2) 改善影响产品质量和服务质量的细微之处。
- 3) 改善影响制造成本之处，如不增值劳动、能源、材料等各种浪费。
- 4) 改善造成工人超强劳动、局部疲劳动作的环节。
- 5) 改善造成火灾、事故、环境危害的隐患之处。

(3) 5Z活动 5Z就是5个Zero，又称五个“零”的活动。其内

容如下：

- 1) 追求质量零缺陷 (Zero Defect)。
- 2) 追求材料零库存 (Zero Inventory)。
- 3) 追求安全零事故 (Zero Accident)。
- 4) 追求工作零差错 (Zero Mistake)。
- 5) 追求设备零故障 (Zero Fault)。

(4) 5T的运用 5T就是5个Tool, 又称5大工具。其内容如下：

- 1) 建立教育型团队，让全员人人都是教师，形成单点教材体系，进行广泛的内部培训。
- 2) 以生动的可视化管理，辅助 TNPM 的推进，激励员工。
- 3) 以目标管理分层次、分阶段落实推进过程。
- 4) 运用企业教练法则，引导干部队伍，以教练的素养带好团队的团队。
- 5) 以企业形象法则，塑造生产现场，锤炼员工品格。

TNPM 体制中四个“五”之间的关系是：5S 是基础，活用 5 个 T，5I 永续不断，5Z 是目标。

7.13 可靠性为中心的维修 (RCM)

以可靠性为中心的维修管理 (Reliability Centered Maintenance, 简称 RCM) 属于第三代维修管理的具有代表性的模式。这一设备管理模式强调以设备的可靠性、设备故障后果作为制定维修策略的主要依据。按照以可靠性为中心的维修管理模式，首先应对设备的故障后果进行结构性评价、分析，并综合出一个有关安全、运行经济性和维修费用节省的维修策略；另外，在制定维修策略时，自觉地以故障模式的最新探索成果作为依据，也就是说，以可靠性为中心的维修管理是综合了故障后果和故障模式的有关信息，以运行经济性为出发点的维修管理模式。

RCM 的定义是根据设备的可靠性状况，以最少的维修资源消耗，运用逻辑决断分析法来确定所需的维修内容、维修类型、维修间隔期和维修级别，制定出预防维修大纲，从而达到优化维修的目的。概括为以下原理：

1) TBM (以时间为基础的维修即定时维修) 对复杂设备的故障预防作用不明显, 但对简单设备的故障预防有作用。

RCM研究了设备浴盆曲线 (故障率曲线) 随时代的变化情况 (设备性能的变化与认识的深化), 指出了频繁大修可能造成新的初始高故障率状况, 主张延长大修周期或者取消大修, 以项修、局部、总成维修取代大修的概念, 如图 7-1 所示。

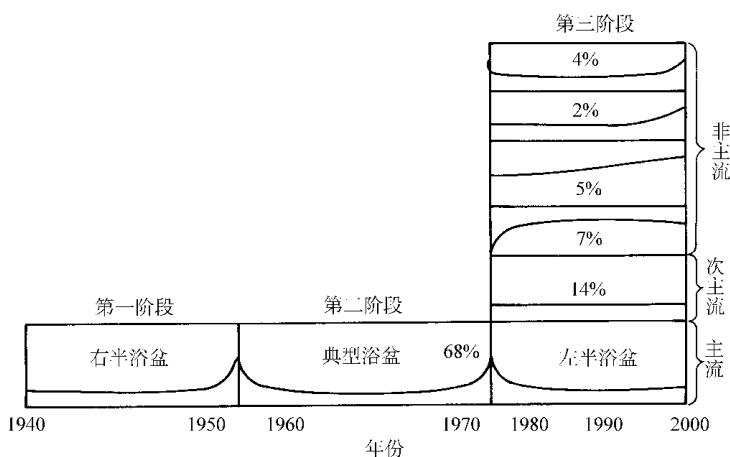


图 7-1 故障率曲线的演变

2) RCM提出设备潜在故障概念, 可以让设备在不发生功能故障的前提下得到充分地利用, 达到既安全, 又经济的目的, 如图 7-2 所示。

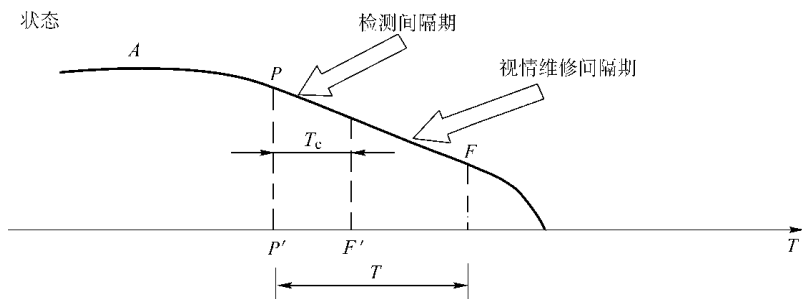


图 7-2 潜在故障的 P—F 间隔示意

A—故障开始发生点 P—能检测到的潜在故障点 F—功能故障发生点

3) 检查和排除隐蔽功能故障是预防多重故障严重后果的必要措施。

4) 预防性维修仅能保持设备固有可靠性，不能改善设备可靠性。如果要改善设备可靠性，只能采用重新设计等策略。

5) 预防性维修能降低故障发生频率，但不能改变故障后果，只有通过改变设计才能改变故障后果。

6) 预防性维修是根据故障后果，本着既要技术可行又要有效果的原则进行。否则，放弃预防性维修，考虑更改设计。

7) 设备使用前的初始预防性维修大纲制定后，需要在期间搜集使用数据资料，不断修订，逐步完善。

8) 预防性维修大纲只有通过使用维修部门和研制部门长期共同协作才能逐步完善。

RCM的重要环节是制定预防性维修大纲。所谓的预防性维修大纲，就是根据设备固有可靠性水平，以最小的维修资源消耗，运用逻辑决断分析法优化出预防性维修的项目、维修类型、维修间隔期及维修级别等。

对于仅属于非使用性故障后果的设备部件、零件，RCM主张仅做事后维修。RCM注重四种基本维修工作，包括定时维修(RW)、定时报废(DS)、视情维修(OC)和隐患检测(HT)。可以进一步把维修模式扩展，包括改善维修(CM)、主动维修(PRM)，即立足于永久消灭故障的改造性维修。各种预防维修方式的组合便是综合预防性维修(SPM)。对于每一故障模式，都可以通过逻辑判断图来确定适宜的工作类型。

维修工作间隔期及维修级别的确定，应根据设备部件、零件劣化规律、修复的复杂性、故障后果及以往维修经验来确定。视情维修无维修间隔期概念，以可检测到的潜在故障为决断依据。以改变设计为主的改善维修或主动维修则应该根据设备劣化情况，结合设备利用的忙、淡季节进行机会性安排。

7.14 可靠性为基础的维修(RBM)

可靠性维修(Reliability Based Maintenance, 简称 RBM)，是继被动

维修 (Reactive mode)、预防维修、预测维修之后,新发展起来的以主动维修 (Proactive Maintenance) 为导向的维修体制。这一体制旨在通过系统地消灭故障根源,尽最大努力消减维修工作总量,最大限度地延长设备寿命,把主动维修、预测维修和预防维修结合起来,形成一个统一的维修策略。只要以上三种维修策略相互配合好,并充分发挥各自的作用,就可以使设备获得最高可靠性。这也是称之为可靠性维修的原因。

可靠性维修是由预防维修、预测维修和主动维修有机组合而成的。可靠性维修应尽量避免被动维修,因为它可导致过多的非计划停机。预防维修的采用虽可减少非计划停机,却可能造成维修过剩,因此应加以适当控制。预测维修可预先采取维修措施,既减少停机,又可减少维修过剩,是值得提倡的方式,但这种维修方式却不可能从根本上消灭故障。主动维修则致力于从根本上消除故障隐患,延长大修理周期,不断改善系统功能。

可靠性维修所要达到的目标主要是:详细掌握设备信息,积极减少设备故障,根本延长设备寿命,显著减少维修费用。

主动维修的目的是应用先进的方法和修复技术来显著地延长机器寿命。主动维修的理想目标是永久消灭故障。其主要优点如下:

- 1) 找出重复故障,通过改进设计加以消除。
- 2) 通过性能检验,确保维修后的设备无故障隐患。
- 3) 按精度标准维修和安装。
- 4) 辨认和消除各种影响设备寿命的因素。

“永久修复”的主动维修技术包括以下内容:

- 1) 故障根源分析。
- 2) 精细的大修理和安装。精细的大修理包括平衡、对中、装配间隙的标准化等,做好了可以延长设备寿命,做不好则会减少寿命甚至导致新故障的出现。
- 3) 购置或维修设备均有标准技术规范。
- 4) 建立大修理的验收合格证制度。经验表明,大修理有 20% 左右的不合格率,因此应对大修理质量严格把关。
- 5) 可靠性维修。对设备进行重新设计、修改设计、改进部件技

术要求等。可靠性维修需要在预防维修、预测维修和主动维修之间取得平衡，以达到取长补短的效果。这三种策略构成一个天平，预测维修是天平杠杆的支点，如图 7-3 所示。由预测维修提供的机器状态的精确数据，使得预防维修和主动维修两头间的平衡成为可能，达到满意的经济效果。三种维修模式的优劣比较见表 7-1。

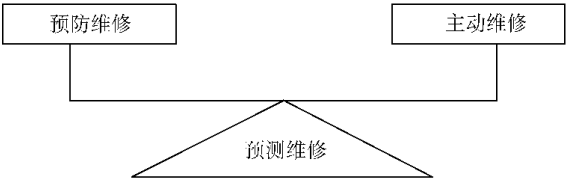


图 7-3 三种维修策略的平衡关系

表 7-1 三种维修模式的优劣比较

维修方式	功 能 的 进 步
预防维修	减少非计划停机 ,容易产生维修过剩或维修不足
预测维修	监测设备 ,预知状态 ,既可避免维修过剩 ,又可避免维修不足。但没能根除故障
主动维修	立足于根除故障 ,根本改善系统功能

7.15 全面计划质量维修（TPQM）

全面计划质量维修（Total Planning Qualitative Maintenance，简称 TPQM），是一种以设备整个寿命周期内的可靠性、设备有效利用率，以及经济性为总目标的维修技术和资源管理体系。其内涵是：维修范围的全面性，即对维修职能作全面的要求；维修过程的系统性，即提出一套发挥维修职能的质量标准；维修技术的基础性，即根据维修和后勤工程的原则，以维修技术作为工作的基础。

TPQM 于 1989 年在美国提出，它是一种维修管理的新概念。它与 TPM 虽然有着相似的总目标，但侧重点各有不同。TPQM 强调质量过程、质量规定和维修职能的发挥。其重点在于选择最佳维修策略，然

后有效地应用这些策略达到高标准的质量、安全、设备可靠性、有效利用率和经济的资源管理。

TPQM提出维修职能的十项要素。它们是质量考核标准、维修技术、管理组织、维修任务、工作控制、后勤保障、组织管理、技术文件、人事和维修管理信息系统。

TPQM强调对十个要素实行综合的、整体化的管理。也就是说，其中一个要素改变了，其他相应的要素也应随之变化，以保证过程的整体性。

TPQM的实施过程实际上也是计划—实施—检查—调整的PDCA循环过程。目标是为了达到规定的质量体系标准。这里，过程应有明确的界限，过程中要不断进行评价，要对过程加以合理调整，维修职能的十项要素要融合在整个过程之中。维修职能的十项要素如图7-4所示。

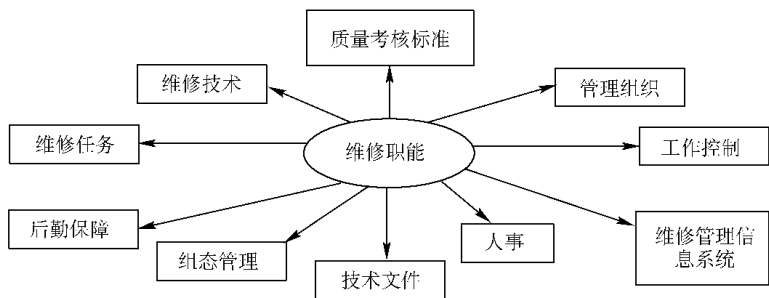


图 7-4 TPQM 维修职能的十个要素

TPQM不否定启发工人的自主维修积极性，但更依赖于一个良好的程序和组织。通过这种维修程序的实施，不断培养维修人员对维修工作的积极态度。为了达到这个目的，应该做到：

- 1) 目标明确。
- 2) 以设备维修的需求和维修技术提高的需求为动力。
- 3) 为计划工作做好充分准备，保障计划的顺利实施。
- 4) 任用经过培训和有能力的人担任工作，保证正确完成工作。
- 5) 制定正确、详细的维修程序，使小组成员充满自信地工作。

- 6) 工作实绩进行比较。
- 7) 不断地改进工作。

7.16 适应性维修 (AM)

随着企业设备不断朝着大型化、高速化和自动化方向发展，设备在生产上的重要性日益增大。如何使企业的生产活动适应市场形势的变化，成为一个重要课题。从设备管理方面来看，随着产量的变化、设备劣化的发展、诊断技术的进步及周围各种条件的变化，其体制、方式、方法也应作适应性的变化。为此，以日本某些钢铁企业为首，提出为迎接 21 世纪挑战的适应性维修 (Adaptive Maintenance, 简称 AM) 概念。

这一新管理模式的核心是把综合费用降到最低。图 7-5 给出了随着维修方式的变化，维修费用和生产损失费用曲线也随之上升或下降的趋势。即随着维修方式的进步，生产损失越来越小，维修费用越来越高。作为上述两种费用之和的综合费用曲线呈下凹状，也就是说，可以找到一个最低点，在这一点综合费用最低。

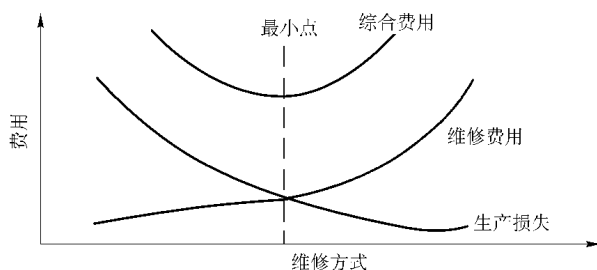


图 7-5 设备综合费用示意图

综合费用的公式如下：

$$\text{综合费用} = \text{维修费用} + \text{生产损失}$$

AM的定义是以最小综合费用为目标，综合生产、设备劣化、诊断技术的进步等各种因素来制定维修策略的管理模式。

对不同设备，可以按照图 7-5 方式绘出综合费用曲线并找到最小

点。这样，可以在 BDM（事后维修）和 CBM（状态维修）之间选择最佳的维修模式。

为找到综合费用的最小点，必须解决好三个问题：一是把设备故障造成的生产损失、维修费用定量化；二是确定计算综合费用的经验公式或理论公式；三是要确定能够反映不同时期的环境、条件变化。

1. 维修方式确定的逻辑过程

把每个管理单元固有的基础数据、适应性维修（AM）数据的定量值输入计算机，按照理论公式求出每一维修方式及点检对象的平均故障间隔期（MTBF）与平均修理间隔期（MTBR）；再根据计算得到的各项费用，计算并确定综合费用最小的维修方式。同时，给出最佳点检周期。

2. 设备劣化模型

在开发维修方式决策系统时，需要把设备的劣化作模型化处理。一般把劣化分为三个阶段：一是从设备使用开始到安全无缺陷的稳定阶段；二是缺陷发生的阶段；三是从缺陷到故障的阶段。

3. 缺陷检出的概率计算

缺陷检出概率 = 技术上缺陷检出概率(p_t) × 点检周期概率(p_i)

式中，技术上缺陷检出概率（ p_t ）为当对存在缺陷的部件进行诊断时，能够检测出缺陷的概率，它是以点检结果或实绩数据为基础的；点检周期概率（ p_i ）为当按照某一周期对设备点检时，恰好发生缺陷的概率。

4. 生产损失的定量化

生产损失是指由于外部原因或生产线本身的缺陷、故障而造成的停机损失。一般包括：能源供应短缺造成的损失、合格品率降低损失及设备故障减产损失等。

5. 适应性维修（AM）数据变更的模拟

在 AM 数据变化时，维修方式也应做出相应调整，计算机则依据输入的数据进行模拟，给出维修方式的比例选择。

由以上叙述可以看出，适应性维修可以实现不同维修方式费的度量和生产损失的度量，并要求计算机系统和相应的数据搜集及计算软件的完善。

7.17 利用率为中心的维修 (ACM)

以利用率为中心的维修 (Availability Centered Maintenance, 简称 ACM) 是把设备利用率放到第一位来制定维修策略的设备管理方式。ACM 把设备维修方式分成五类: 定期维修、视情维修、事后维修、机会维修及改进维修。ACM 管理方式先按利用率对设备排序, 然后结合生产实际、停机损失, 维修成本选择适当的维修方式。

ACM 与可靠性维修的差异, 是把利用率的损失放到更重要的地位制定维修策略。它和以可靠性为中心的适应性维修体制有相似之处, 但也有自己的特点。

以利用率为中心的维修思想, 把当代维修方式分成下列五类:

1) 定期维修。通常也称计划维修, 是按照一定周期进行维修的传统体制。

2) 视情维修。通常也称状态维修, 是根据状态检测出的故障模式决定维修策略。状态监测的主要内容是状态检查、状态校核和趋势监测。这些方式一般都是在在线的。

3) 事后维修。是无需任何计划的维修。但必须在人力、备件、工具上有一定准备和保障。成本较低。可以当作最后考虑的一种维修策略。

4) 机会维修。是与视情维修和定期维修并行的一种维修体制。当有些设备或部件按照状态监测结果需要排除故障或已到达定期维修周期, 对于另外一些设备或部件也是一次可利用的机会。适当考虑生产忙闲、流程同步和设备损坏而综合确定维修时间。主要是为了提高费用有效度。

5) 纠正性维修。对那些故障发生过于频繁或维修费用过大的某些设备部件, 可以采用改进部件、换件或修复性的方式解决问题, 力求根除故障。

维修规划是在对设备可利用率等因素分析的基础上做出的。主要分析内容如下:

1) 什么是关键设备? 它主要按照停机后的影响来确定, 并根据其生产中增加的费用比例; 对生产量、需要量的影响; 延长生产周期

的损失；停机一次生产损失和废品、能源等二次损失等。

2) 近似的利用率评估。利用率评估主要靠故障次数和停机时间这两个数据。停机时间应包括维修占用的时间。不同设备的可靠性和利用率比较见表 7-2。

表 7-2 不同设备的可靠性和利用率比较

设备名	停机次数 / 次 (2 年内)	停机时间 /h	对利用率 影响	对可靠性 影响
反射炉	10	2208	大(重要)	小(次要)
浇铸机	55	75	小(次要)	大(重要)

3) 对关键设备零部件故障模式和维修项目进行评估。首先，按照设备是否关键进行排序；再按照其利用率由小到大进行排序；接着寻找出关键零部件。关键零部件可以用其故障频率来决定，即零件故障频率越高则越关键。

4) 选择适当的维修方式。根据故障特征、类型、故障间隔、维修费用选择适当的维修模式。

5) 编制单台设备维修计划。根据生产安排和维修模式的选择，编制单台设备维修计划。

6) 编制成套设备的维修规划。制定成套设备的维修规划需要考虑生产空隙时间的选择、维修资源的准备及维修方式的选配等等因素，往往需要反复推敲，争取选出最佳方案来。其过程如图 7-6 所示。

以利用率为中心的维修体制需要两方面的条件：一方面是由于需要维修数据、故障模式作为支持，这个体制更需要加强对设备的了解，加强设备的维修数据统计记录；另一方面由于需要选择以监测为主的视情维修、以性能恢复或者改进设计为主的改进维修，以充分利用生产空隙为主的机会维修，以及传统的定期维修和事后维修，无论从管理上还是从技术上，都需要更多的技巧和经验。近年来随着计算机应用的普及，使得以利用率为中心的维修体制，在数据记录、统计、分析方面更加快捷方便。

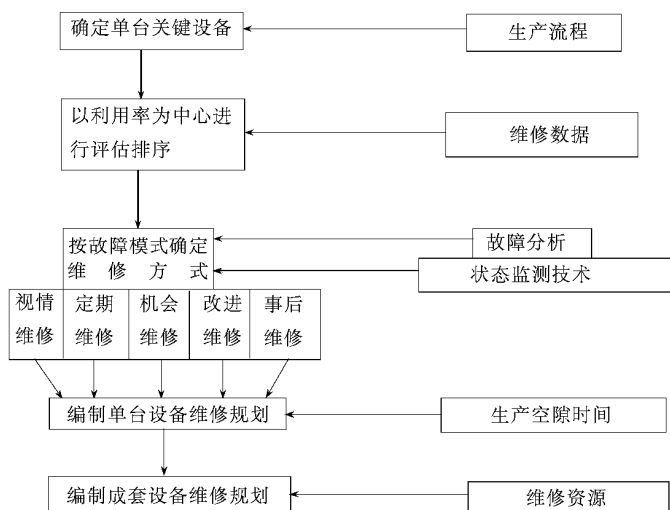


图 7-6 以利用率为中心维修策略选择流程

7.18 风险维修 (RBM)

风险维修 (Risk Based Maintenance, 简称 RBM) 是基于风险分析和评价而制订维修策略的方法。风险维修也是以设备或部件处理的风险为评判基础的维修策略管理模式。

$$\text{风险} = \text{后果} \times \text{概率}$$

所谓后果是指健康、安全与环境的危害, 设备、材料的损失以及影响生产和服务损失。

风险分析要回答三个问题:

- 1) 什么地方可能出现问题? 即故障的定位、描述及原因分析。
- 2) 有多大可能出现问题? 即故障出现的概率。
- 3) 故障会造成什么后果? 即故障造成的有形和无形影响、危害。

风险维修在制订维修策略时, 要综合考虑下列成本:

- 1) 直接成本。包括日常维护成本 (C_{bs})、预测与预防维修成本 (C_{pm}) 以及纠正性即改善维修成本 (C_{cm})。

2) 间接成本 (C_{indirect})。包括组织、管理、后勤支持成本。

3) 故障后果成本 (C_{risks})。包括健康、环境与安全成本, 生产、服务的延误成本, 设备、材料损坏成本以及信誉损失成本。

风险维修旨在这些成本的综合之中, 寻求最小值来确定维修策略。其描述如图 7-7 所示。

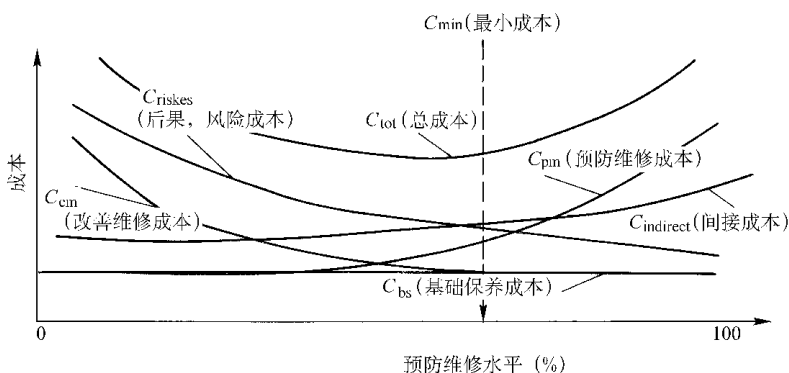


图 7-7 风险维修追求最小总成本示意

目前风险维修的检查应用在静态设备上, 主要为管道、容器和结构件等。应用的无损检测手段主要有: ①磁粉探伤; ②超声波试验; ③X 射线试验; ④涡流试验。

风险维修在检测方面的主要成果为检测方法的优化, 检测周期的优化, 检测成本的降低, 以及检测可靠性和效率的提高。风险维修的检测应用在保护仪器上, 主要为报警装置、误差检测仪器等。主要检测的故障是根据实际需要而确定的。检测的方法是功能试验, 取得的成果为检测周期的优化、降低成本, 可靠性和效率的提高等。风险维修的检测应用在运动设备上, 主要为转动设备、过程仪表、发电机、电动机等。可检测的明显症状为振动、磨损、滴漏等等。主要检测方法为 RCM (可靠性为中心的维修) 分析、风险分析、成本—效益分析等。主要成果为潜在风险排序和维修效益水平分析, 维修程序优化等。风险维修的主要流程如图 7-8 所示。

风险维修的主要效益和特长如下:

- 1) 每个设备都可以辨识其风险优先序。
- 2) 减少工艺和需求的保守性。
- 3) 使维修和降低风险的目标一致。
- 4) 降低设备寿命周期费用：减少设备事故和故障，减少不必要的检查。

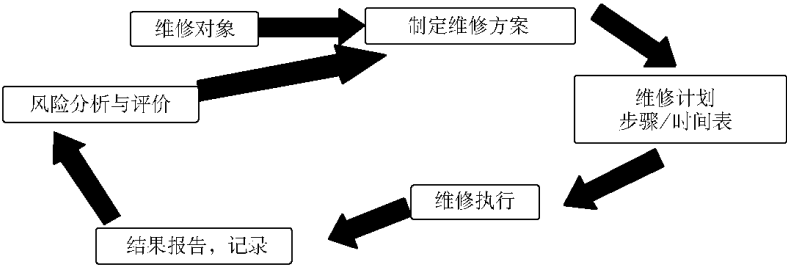


图 7-8 风险维修主要流程

从另一个角度讲，风险维修实际延长了设备的寿命周期，如图 7-9 所示。

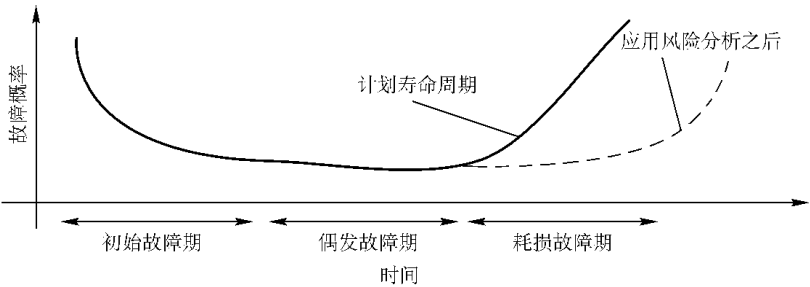


图 7-9 风险维修对设备寿命周期的影响

挪威、英国和荷兰实验应用基于风险的检查（RBI—Risk Based Inspection）方法，取得显著成果。其原理是对安全致命部件实施定量风险评估和操作危险性研究。除了安全关键部件，对那些故障影响可用性或造成停机损失的部件也加以关注。由于这些“问题”部件毕竟

属于少数，大多数部件只具有低危害度，这样就使检查维修费用大大节省。RBI 方法首先要确定系统和部件危害度，然后对照历史记录分析设备实际状况，最后要优化检查和维修策略。

图 7-10 给出风险检查频率的优化逻辑过程。

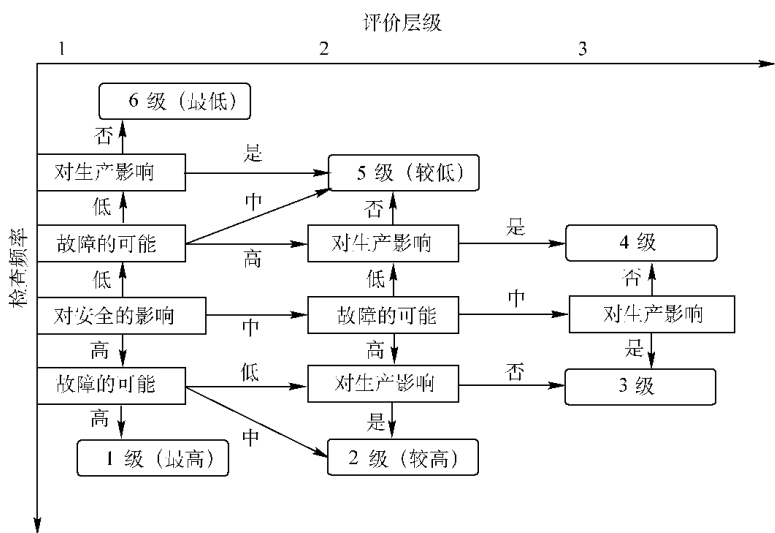


图 7-10 风险检查频率的优化逻辑

7.19 费用有效性维修（CEM）

费用有效性维修（Cost-effective Maintenance，简称 CEM），是通过维修作业的费用——效益分析，选择维修策略的管理方式。

这是挪威董良等提出一个比较实用的费用有效性维修策略计划模型。这一方法有两个环节：首先要建立维修概念，即不同的设备分类给出不同的维修要求；其次将设备按照关键性、冗余性和设备类别分开，然后再对照相应的维修概念制定维修策略。所谓的费用有效，就是以低费用达到高效益。

维修概念包含以下内容：

1) 设备组。包括设备类型、维修范畴、主要故障及备件类型等。

2) 关键性。包括设备状态环境的影响, 3 代表最关键, 2 其次, 1 最低。关键性的评价包含安全、健康、环境、生产秩序、后果费用等要素。关键性决定着维修模式的采用。

3) 冗余性。设备冗余状况分为 A、B、C 三类。A 代表在不影响功能的条件下, 不能有一台停机; B 代表可以有一台停机; C 代表可以有两台以上停机。冗余性决定着维修的紧迫性和间隔期。

维修策略就是通过维修概念的建立过程而实现的。也就是说, 设备具有类似的物理结构、速率、相同的冗余度, 并在相同条件下工作时, 应给以相同的维修策略。策略包括维修工作负荷和类型, 备件准备和储存, 以及技术和运行文件编制。

维修概念是按照以下顺序建立的:

- 1) 列出主要故障。
- 2) 评价故障原因、特点, 故障是突发还是渐进, 是否可检测等。
- 3) 按照费用有效方式选择维修策略: 检测、预防、修复。关键性越高、冗余度越低, 则预防维修的强度越大。
- 4) 按照关键性和冗余度来确定维修间隔。
- 5) 描述备件的类型和供货周期。

下面介绍费用有效性维修的主要程序。

1. 辨识和确定各种潜在故障

这种管理模式基本使用是以可靠性为中心的维修模式逻辑程序。它通过回答以下问题来辨识:

- 1) 功能——设备使用范围和功能、性能基准。
- 2) 功能性故障——功能性故障的表现形式。
- 3) 故障模式——造成每一种功能故障的原因。
- 4) 故障现象和作用——每种故障发生时的伴随现象。

2. 以量化方式表示故障后果

不同类型的设备故障后果是不同的。它们可能造成生产中断, 也可能会降低产品质量, 影响对用户的服务, 有的还会威胁到安全或环境。而针对这些故障所进行的恢复性维修, 其费用也有所不同。故障后果可分成安全、环境、产量、质量、对用户的服务和运行使用费用。而这些指标均可以准确或近似地加以量化。

3. 恢复性维修的费用

恢复性维修是指非预防性的，计划外临时安排的故障后修理。一般恢复性维修的费用会大大超过预防性维修费用，恢复性维修的费用也是可以计算和量化的。

4. 预防性维修的费用

预防性维修作业是有计划安排的维修活动，可以按照作业单元费用、间隔、总工时及其他附加费用加以计算和量化。

5. 预防性维修的效益

预防性维修的效益可以由故障后果造成的损失（收入减少数额）和恢复性维修费用这两项减少数额来计算。

6. 选择费用有效的预防性维修作业

当对故障后果造成的损失、恢复性维修的费用、预防性维修的费用，以及故障后果造成的损失和恢复性维修费用的减少数额做出估算之后，就可以选择最佳的维修策略了。一般选择的准则如下：

1) 效益/费用比方式。每一种潜在故障的预防性维修作业，其效益费用比由下式计算：

$$BCR = (RF + RCM) / CPM$$

式中， RF 为故障后果造成损失的减少数额（元/年）； RCM 为恢复性维修费用减少数额（元/年）； CPM 为预防性维修的费用（元/年）。

$\text{Max}\{BCR\}$ 表示 BCR 最大的预防性维修方式，即表示所选的最佳维修策略。

2) 净效益方式。针对一种潜在故障所进行的预防维修作业，净效益由下式计算：

$$NB = RF + RCM - CPM$$

式中， NB 为净效益。 $\text{Max}\{NB\}$ 表示最大的 NB 所对应的预防维修方式，即表示所选的最佳维修策略。

费用有效维修方法与可靠性为中心的维修相比，更注重对故障后果、收入损失，维修费用的量化，把以可靠性为中心维修的定性转变成定量化的处理，使维修策略的选择更具有数据依据，也更便于计算机管理。当然，有些量化是近似的，有些量化甚至有一定难度，需要做的基础工作较多。反过来，也正是这些工作，才使维修策略的选择

从感性走向理性，从直觉走向科学。

7.20 商业关键性分析（CCA）维修

由于受到资源的限制，推行 TPM 和 RCM 需要较长的周期等原因，使维修管理的改进受到影响。维修管理的优劣直接关系到整个商业利益。一种商业关键性分析（Commercial Criticality Analysis）的方法，可以帮助维修组织了解维修策略对商业经营的影响。

商业关键性分析方法可以为下面的项目提供有用的分析工具：

- 1) 明确包含直接、可见、隐含在内的维修总成本。
- 2) 评估不同维修策略的后果。
- 3) 评估和调整生产线上备件和储存备件的多少。
- 4) 为开展如 RCM 等策略提供依据。

首先，应该对维修成本做出正确的评估。这个成本包括停机和低于标准的运行。对照停机成本，可以计算出保持正常运行的可见成本。对两者进行比较，即如果增加维修投资，能够使设备减少停机，提高产量，改进质量，提高安全性和环保性，加快响应时间，减少库存等等带来的商业利益。

商业关键性分析把每一独立系统停机影响转换成商业结果。这样可以对不同系统进行比较。因为停机不仅造成经济影响，还会产生安全、环境影响，应进行统筹考虑。

把运行设备划分成主要运行单元，即主要系统，然后再对系统的每一故障后果进行识别。同时还要考虑在线备件和存储备件。系统故障的商业结果是由系统停机影响来测定的。由此又可以评估当前维修管理体制的成本和效果，进一步发现其应该改进的方面。按照下面的结果采取不同的策略：

- 1) 高成本的部分要重新评估、加以改进。
- 2) 收支平衡的部分应进一步调查，寻求机会降低成本。
- 3) 低成本的部分继续保持。

CCA 既可以实行由上至下的改进方法，也可以采用自下到上的改进策略。由上至下的方式是根据关键领域重要程度的优先序，由上至下逐项加以改进。自下到上的方式是详细检查每一任务的类型和运作

方式，从“换一种方式”的角度出发，暴露出原方式的效率缺陷，提出改进措施。

具体分析方法可以把上一年的维修工单找出，进行相同类型的归并，然后利用主次图（Pareto）排序，找出前 10 名。然后再把这些不同维修工作所消耗的成本、停机造成的损失，以及窝工、行走路线浪费造成的损失和有效工作时间进行统计。做出相关的流程图，可以看出那些无用的步骤，便于改进。

CCA 可以由多行业人员组成的小组执行，例如可以由维修、生产、技术及财务人员组成的小组进行操作。这是一种联合行动，可以客观地认识管理漏洞。

在 CCA 评估以后，应该做以下主要工作：

- 1) 在分析认识中明确的可以改进的内容迅速加以改进。
- 2) 在提高认识的基础上改进维修策略。
- 3) 在选出的关键环节进行 RCM 分析。
- 4) 了解备件存储量，评估减少存储量或提高利用率的意义。
- 5) 实行可靠性为中心的库存（RCI），以减少工程材料库存成本。
- 6) 引入全员生产维修（TPM），包括多技能和任务分析活动。
- 7) 应用集成后勤支持（Integrated Logistic Support，简称 ILS）概念延长设备寿命、减少寿命周期费用（LCC）。
- 8) 制定经营目标与个人鼓励相结合的预算。
- 9) 创造改进的操作水平和目标的评价、度量方法。

CCA 应该成为整体维修策略的一部分，作为改进工作的基础。这种管理方式在英国北海石油作业者集团、国家饮料公司、动物食品生产企业取得了良好的应用效果。

7.21 绿色维修和再制造工程

1. 时代呼唤绿色维修

由于地球资源的浪费和短缺，由于人类生存条件的日益恶化，注重环境保护和生态的“环境经济”，注重资源节俭和合理利用，返朴归真的“朴素经济”将会逐渐成为时代的重要特征。那种提倡消费的奢华、浮躁之风将逐渐隐退，朴实无华、注重节俭、爱护自然造物之

风将会流行。

中国工程院徐滨士院士指出：造成全球环境污染的 70% 以上排放物来自制造业，每年产生 55 亿吨无害废物和 7 亿吨有害废物。整个人类生存环境面临日益增长的机电产品废弃物压力及资源日益缺乏问题。1996 年全球有 2400 万辆汽车报废。2000 年有 2000 万台计算机被淘汰。时代呼唤再制造工程（Re—engineering），时代呼唤保护环境和资源的绿色维修（Green Maintenance）。

2. 社会资源的最佳利用——再制造

再制造（Re—engineering）是一种支持可持续发展的技术。在产品的设计阶段就考虑到产品的回收、再利用和处理。

再制造是在设备设计阶段就应该考虑到的在设备报废后如何对设备的整体、部分、零件，或者材料进行再循环利用的系统工程。再循环包括对设备整体或者部件的修复，使之重新回到新制造系统；对于能够再生的原材料进行重新提炼，再应用到新制造系统；对于无法再利用部分的环保处理等。徐滨士院士对产品寿命周期内的循环过程描述如图 7-11 所示。

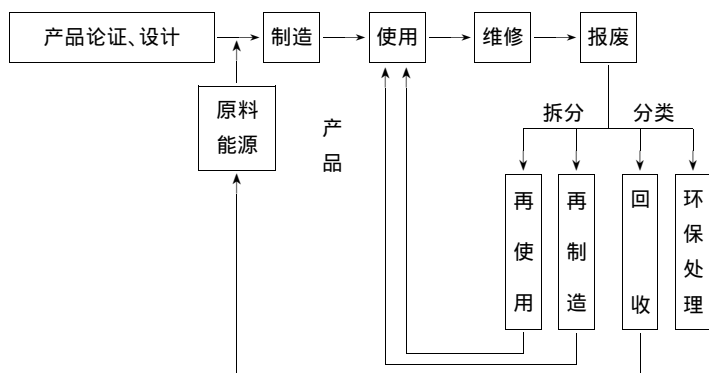


图 7-11 产品寿命周期循环流程

再制造技术是统筹考虑产品全寿命周期管理的系统工程，是利用原有零部件，再成型、恢复精度、恢复性能，使产品对环境污染最少、资源利用率最高、投入费用最少。再制造是先进制造技术的补充

和发展，是具有潜力的新型产业。今后，国家有关部门甚至应该制订相关法规，在任何一个产品投产之前，应提供该产品在报废后的再制造、再利用及无害处理方式说明。从法制上要求企业对社会资源负责、对环境负责、对人类的未来生存负责。

3. 绿色维修

克罗地亚的布兰尼米尔曾以机床为样本，进行过以保护自然为基础的绿色维修研究。他在研究中指出，维修的目标为：延长使用寿命、保证设备最佳利用效率、保证设备在紧急需要时的可用性、保证人身安全。维修的策略为：事后维修、设备拆件再利用、改善、修复性维修、预防维修、预知维修、综合工程、状态维修（CBM）、全面生产维护（TPM）等。

一般设备维护的需求可以描述为：技术维护、检查、校正/调整、性能试验、转移和再安装、迁移、迁移与替换、故障诊断、维修、大修理、校准等。下面介绍在设备整个的寿命周期，从绿色维修角度需要考虑的要素。

（1）可持续的生产 所谓可持续的生产，是指产品从设计、生产、销售、使用到处理，造成最低的环境和职业健康危害，消耗最少的材料和能源资源。这关系到全球的可持续发展。

（2）产品的环境周期寿命设计程序 这是一个贯穿整个产品发展周期的连续过程，牵涉到以下各个方面：

1) 产品功能。目的是产品功能的合理化。包括定义功能值和识别重要参数，列出如压力、温度、脉冲等目标参数的度量方法，评估每一功能单元消耗的能源和材料，对新旧产品做出比较。

2) 产品结构。目的是产品结构的合理化。首先描述每一子系统或部件的功能和总功能，考虑通过功能的集成或子系统的简化能否使材料节省，是否通过功能分析使材料节省，研究材料的化学构成来分析分解的可能，考虑产品使用材料的种类是否可以减少。

3) 产品寿命周期。从产品整个寿命周期的角度综观其对材料消耗和环境的影响。首先粗劣描述产品寿命周期，列出材料消耗的主要类别，评价原料和能源内容，评估内部加工与外协加工能源消耗，评价在运输、使用产品时的能源消耗并与加工过程消耗比较，评估燃

烧、再循环的能源利用，指出可以再利用的部件，说明和讨论在自身产品里再利用旧部件材料的可能，讨论可以在其他产品上再利用的可能，讨论现有的产品处理方式，讨论处理的废弃物量。

4) 产品部件。识别产品部件环境问题。描述各个解体部件及其生产过程，评估主要部件的环境和职业健康危害，评价这些部件生产过程和对内部及外部承包者所处环境与健康的影响，讨论可替代的材料或技术，考虑处理技术的成本。

(3) 维修性 所谓的维修性，是指设备可以用最短时间、最小成本、使用最少的人工、备件、工具、检测设备、辅助设施等后勤资源，达成不影响运行性能和安全性维修效果的特性。维修性包括的内容如下：

1) 一般内容。标准、部件功能分类、控制台布局、复杂性、自检测、最长修理时间、附属工具和检测设备、标签、重量、校正要求、维修程序、人员要求、合同管理。

2) 搬运。设备吊装、控制柜搬运、组装、控制架、易损坏性、重量标签。

3) 设备安装。柜安装、面板安装、机上维修、电缆引入、设备安装重量、操作台最佳位置、进排气口安排。

4) 包装。插入模块和部件、模块部件摆放、部件更换的易操作性、安装失误防止、部件装配表面、安装说明、互换性。

5) 可达性。提供维修通道、通道门支撑、门标签、门尺寸、最少的门紧固件、使用最少工具、部件的可达性、危险接触说明。

6) 紧固件。快松紧固件、标准化紧固件、六角牙槽头紧固件、可抓紧固件、紧固件旋具。

7) 面板显示与控制。控制标准化、控制顺序排列、控制模块间距、控制标签、控制显示关系、仪表、面板照明、熔丝要求、使用警示灯、指示灯颜色、控制键按使用频率排放。

8) 测试点。前面板位置、功能分组、测试点标签、内部测试点、测试刻度、恰当保护、恰当显示。

9) 调整。调整点可达、周期调整预知、消除交叉影响、有调整锁住装置、工厂调整、调整点标签、大动作的精细调整、仪表的内置

插孔调整、增量顺时方向调整。

10) 部件与总成。部件组合、标签、工具留位、部件精细化。

11) 电缆。电缆可移动装配、电缆排布无死弯、排布避免利器穿透、通过孔洞保护电缆、标签、卡子线码、把柄使用。

12) 连接子。可快速断开连接、远离障碍时易于抓住连接或断开、标签、按键(钥匙)、标准化、提供备件销子、公连接子加帽、“热”插孔“冷”插头、防潮湿。

13) 校正与润滑。校正要求、校正点可达、校正频率。

14) 环境。温、湿度范围、亮度、可移动、机动性、储存条件。

15) 安全。电气接线盒、互锁、熔丝-电路-断路器保护、警告显示、安全盖、明显报警装置、外部金属部件、抽屉-面板-结构边缘、工具。

16) 可靠性。全范围平均故障间隔期、故障-安全防护、紧急-校正寿命、磨损周期、故障可探寻试验。

7.22 业务为中心的维修

英国安东尼凯利将 BCM (Business Centered Maintenance) 方法定义为“以完善的管理为基础,在企业状况和安全标准内,以最少的资源和费用,达到运行目标和产品质量”。BCM在时间、空间和资源这三维结构上体现以业务为中心的思想。BCM在时序上,根据企业运行忙闲状况安排维修活动,如日常的检查、反应式维修、状态维修等。周末则为保障下一周的正常运行而进行修复性工作。夏天的若干天停机是为了保障一年运行的修复性工作。工作的范围和深度根据目标值确定。BCM在资源维上体现以最少的资源配备完成企业生产目标,根据区域、每个班次生产状况、设备性质设定维修人员数目、技术工种和任务。BCM在空间维上充分体现维修决策的层次性,主要表现为两级决策,低层决策者为组长、换班管理员等,其决策目标是解决运行中规定的任务;高级决策者是维修管理者,主要完成维修的计划、组织实施、监督和控制。表 7-3 对各种维修组织方式的优劣进行比较。

表 7-3 各种维修组织方式优劣比较

目标：最大程度发挥维修人员的潜力	
说明： 集中式由维修中心统一控制 分散式由每一生产单元的维修部门控制 分离式维修部门负责 100%的设备维修 集成式生产与维修部门共同分担维修工作	
选 择	效 果
集中/集成	优：平均修理时间降低，维修资源集中 资源集中，成本降低 劣：平均等待时间可能提高 现场员工会依赖
分散/分离	优：资源靠近现场 可能有较低平均等待和修理时间 专业人员在设备旁 劣：维修人员技能受到局限 资源分散，成本高
分散/集成，矩阵	优：资源靠近现场，容易合作 可能有较低平均等待和修理时间 培养团队合作精神 劣：需要对生产线员工维修培训 维修人员技能受一定局限 费用控制困难

7.23 价值为基础的维修管理

显然，设备维修与维护既是效益也是成本，这一点可以从图 7-12 所示的杜邦模型中看出。

按照图 7-12 的模型，在销售回报分支上的第一个与设备相关的内容是“损失”，这主要指由于设备故障、短暂停机等原因造成的产品缺陷质量成本损失；第二、三、四项与设备相关的内容为“费用”下的“维修”、“能源”及“管理成本”。另外，第五项是资本周转率

分支下的“资产”，是指设备固定资产及备件流动资金的占有等内容。这五项内容显然会影响着资本回报。

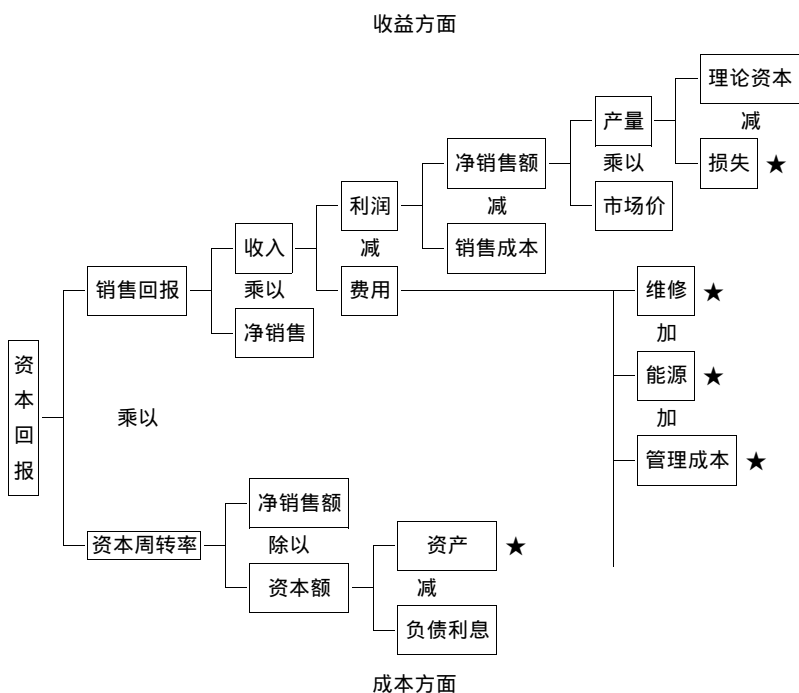


图 7-12 杜邦模型

注：★代表维修、维护和管理的贡献或损失。

斯洛伐克帕沃斯特切克提出价值为基础的维修管理（Valued Based Maintenance Management，简称 VBM）。帕沃斯特切克认为，价值分析可以提供公司目标和运行决策之间联结的价值链的度量。对维修策略、概念和运行的价值分析可以使价值链得到改进。维修管理价值链的简单描述如图 7-13 所示。

价值链的大体思想是由系统的功能维护，按照价值取向得到若干功能模块，在一定的维修策略下产生系统维护的功效，在一定的度量指标下加以评价，依据评价的结果对系统加以改进。

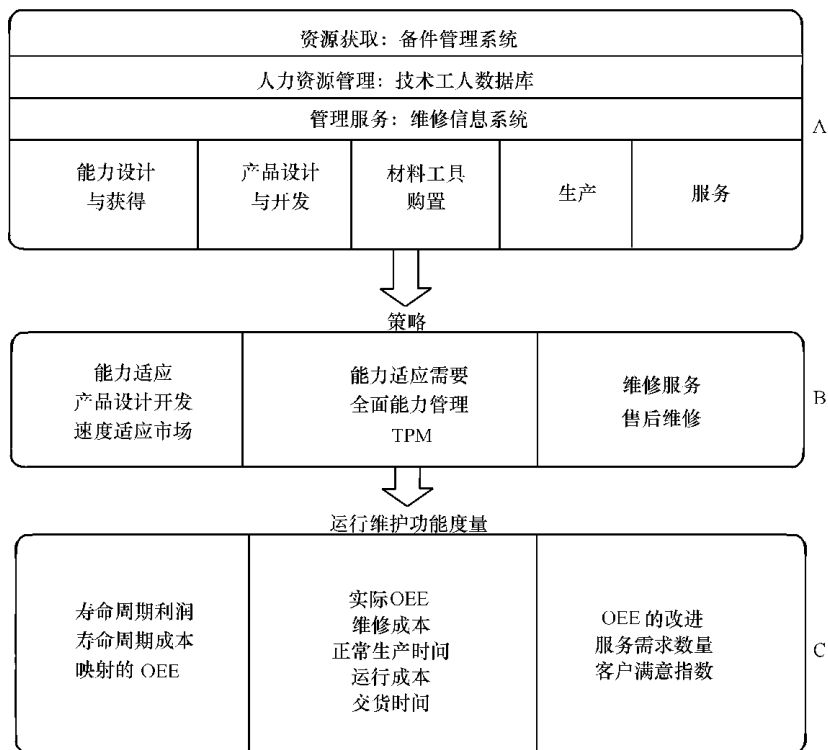


图 7-13 维修管理的价值链应用

A—本着价值取向，按照维修特点划分为 5 个功能块 B—策略作用于有效维修的活动 C—在每一策略和活动下，确定一组度量指标

7.24 约束理论影响下设备管理

任何系统都可以想象成由一连串的一环构成，环环相扣，整个系统的强度就取决于其中最弱的一环。同样的道理，可以将企业视为一条链条，其中的每一个部门都是链条的一环。如果企业想要达成预期的目标，必须从最弱的环节（瓶颈或约束的环节）大力改进，才可能得到显著的成效。换句话说，哪个环节约束着企业达成目标，就应该从克服这个约束环节来进行改革。

以色列物理学家爱理亚胡郭亚博士创立了一种基于“约束”的管理方法，命名为约束管理或制约法（Theory of Constraints，简称 TOC）。1984 年，爱理亚胡郭亚博士出版了第一本以小说体写成的 TOC 专著《目标》，描述了一位厂长应用约束理论，使工厂在短时间内转亏为盈的故事。因为书中描述的问题在很多企业普遍存在，一时间该书在全球畅销，销售 300 多万册，TOC 从此非常流行。

TOC 包括下列层次：

1) 理论核心层。包括 TOC 关于企业的目标、衡量标准、“约束”概念、管理原则等。

2) 管理技术层。TOC 不仅将其早期发展阶段中的生产与控制系统 DBR 继承下来，应用于生产制造环境，而且发展形成了一套思维流程（Thinking Process，简称 TP），关键链（Critical Chain）理论，可以广泛地应用于组织、企业甚至个人，以有效地识别并消除实现目标过程中的“约束”。这套流程按照逻辑顺序，系统地回答了以下三个在任何改进过程中都必然提出的问题：改进什么？改成什么样子？怎样使改进得以实现？

3) 基础工具层。TOC 注重日常管理的顺利开展，视其为成功消除“约束”的必备条件和基础工作。在这方面，TOC 与其他管理理论思想相互支持，融会贯通。例如：如何有效沟通、如何双赢地解决冲突、如何搞好团队协作、如何持续改进等。

4) 应用实践层。TOC 自出现以来，在很多企业中得到实际应用，其中不乏福特公司等名列全球 500 强的企业。这些企业通过具体实践，总结出了各自应用领域的具有创新性的实证方案。这些领域涉及企业战略方向的设定、生产、设备、产品销售、项目管理等。

5) 支撑环境层。以 TOC 为管理思想内涵的管理软件已经在西方国家得到较广泛的应用。软/硬件、业务数据与企业管理人员的经验相结合，成为 TOC 管理思想得以落实的支撑环境。

生产系统的各道工序，以设备为载体，可以看成是一条首尾相连的链。系统的总效率由瓶颈设备决定。解决系统效率的 TOP 方法按照以下逻辑工作：

1) 寻找系统中的瓶颈工序设备。

- 2) 优化瓶颈工序设备效率。
- 3) 根据瓶颈工序效率, 配置其他工序设备能力或工作计划。
- 4) 改善重点放在瓶颈工序, 直到它不再成为制约。
- 5) 目标转向其他最大制约的工序。

这一思路再一次与帕雷托的 20-80 分布律及系统工程中的木桶效应相吻合。在企业里, 设备系统可能成为约束, 在设备系统中, 某台机器可能又成为约束; 设备维修系统, 可能备件子系统成为关键链。诸如此类的问题, TOC 可以引导维修管理和策略朝着关键的方向推进。

7.25 流程工业设备的组合维修

流程工业设备的特点很多, 除了工艺、物流等, 仅就设备维修管理, 流程设备具有以下特点:

- 1) 设备最薄弱环节的能力就代表全流程的能力。
- 2) 流程各系统、线段的配合, 影响着全流程效率的发挥。
- 3) 局部停机, 导致全线停机。
- 4) 停机的经济损失严重。
- 5) 运行中的流程无法停机排除小故障隐患。

为了把流程设备的停机减少到最低限度, 结合多数流程现场实际, 介绍一些设计方案。

1. 运用“机会维修”概念, 组织淡季和节假日的保养与检修

所谓的“机会维修”, 是指不拘泥原来的维修计划, 充分利用节假日进行“红班”维修, 或者利用生产淡季和等待计划排产的空隙, 进行全流程的检修和保养, 使设备进入完好待命状态。设备管理部门在有规律的生产淡季或节、假日到来之前, 就要做好检修保养的组织准备和后勤安排, 使“机会维修”顺利实施。

2. 通过设备检测技术做好预测和状态维修

对于适于振动监测、红外监测或油液分析诊断的流程设备, 要积极引进这些先进手段和技术, 及时预测隐患, 把故障排除在潜在状态。这些技术引进的成本与故障停机损失相比常常是微不足道的。一些企业把状态监测和人工巡回点检结合起来, 收到更好的效果。状态

维修可以使非计划停机减少，避免故障的连锁反应或多米诺骨牌现象，把损失降到最低。

3. 通过“总成”替换降低全线停机时间

“总成”又称为组件、部件，是指构成设备局部相对独立、可以整体快速拆、装的部件。一些流程设备一旦停机，实施在线维修，往往因为位置不便、工况恶劣，或者维修难度较大、停机维修时间较长而造成全线停机等待。一些企业的做法是将损坏的“总成”拆下，换上一个正常的“总成”。然后再对损坏的“总成”进行从容的修理。这样可以大大减少全线停机损失。同时还可以使损坏的“总成”得到精细、彻底的修复。

实施“总成”维修的另一个条件是维修技术和维修队伍、人员培训。精良的维修技术，稳定的维修队伍是实施这一策略的基础。

4. 同步检修——流程内部的“机会维修”策略

所谓“同步检修”是指当流程某一局部进行停机检修、保养之时，全流程各个线段全部进入保养、检修状态。这样，局部检修期间的时间可以得到充分利用，将维护功能得到最大限度的发挥。

同步检修的实施依赖于全员参与维修、保养活动的意识和规范。流程中停机检修的关键线段需要集中主要维修力量，进行高效处理解决。其他部分的检修力量可能相对薄弱，甚至出现检修空缺。因此，全员的参与、维修技术的普及、淡化边界的分工协作就显得十分重要。

5. 实施“批处理”扩大同步检修战果

“批处理”是计算机术语，即同时整批处理某类问题。这里指的是在同步检修期间，对各线段所有遗留问题、故障隐患进行集中、批量解决。“批处理”的管理依赖于日常点检中的“批处理”隐患发现和反馈表格。

通过以上方式的管理，可以在同步检修期间，在对重点线段检修的同时，处理和解决日常点检中发现，已经记录在案，但无暇或者不便处理的所有小故障隐患。

按照以上所描述的维修模式组合设计，流程设备维修管理的总体框架如图 7-14 所示。

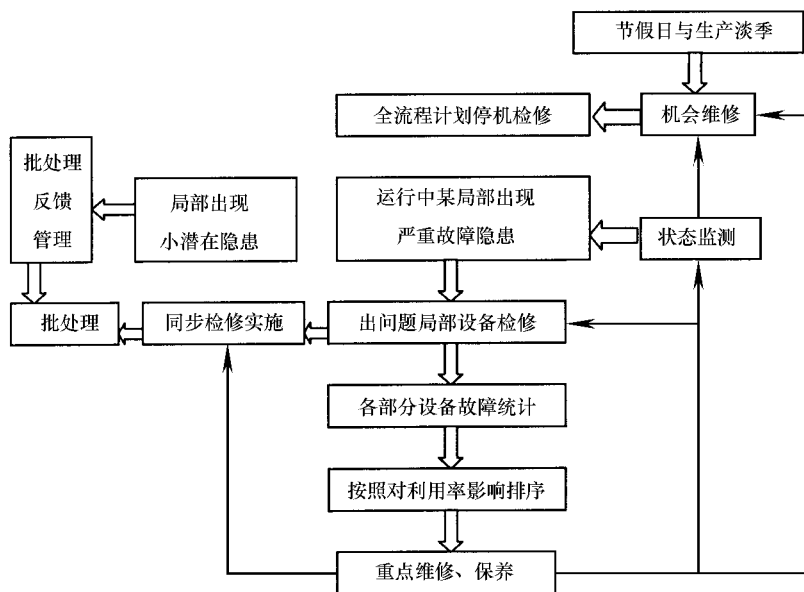


图 7-14 流程设备维修管理总体框架

7.26 维修策略管理和决策

维修策略管理和决策是维修组织的重要任务。什么设备在什么阶段实施何种维修策略和模式，决定了设备运行状况和维修成本。维修策略要解决做什么、如何做和谁来做的问题。

(1) 做什么 企业要结合设备特点、在寿命周期浴盆曲线上的位置以及生产负荷，决定维修和重点管理的设备，决定要达到的目标和功效。

(2) 如何做 企业可以选择的维修模式有：事后维修、预防维修、预知维修、状态维修、机会维修、改善维修、主动维修、RCM、TPM、批处理维修策略等各种各样的可选择方案。

(3) 谁来做 根据企业现有维修资源和设备操作员工的素养，结合社会专业维修市场可以提供的服务项目，测算最优的资源组合比例。维修策略制定的逻辑过程如图 7-15 所示。

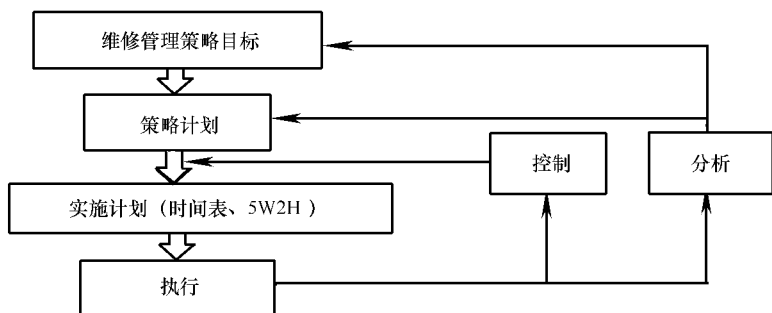


图 7-15 维修策略制订的逻辑过程

挪威的乌地库玛和汉斯爱令森提出通过维修功效指标（MPI—Maintenance Performance Index）的制定来辅助维修决策的方法。维修功效指标是通过均衡评分卡来实现的。所谓“均衡评分卡”，是指将客户、内部管理、生产与增长及财务指标综合起来加以度量。例如，可以展开为以下指标：

- 1) 客户满意度，对政府要求的承诺。
- 2) 内部管理。设备实际利用与计划利用的比值、停机时间、OEE、健康安全与环境（包括失火、爆炸、职业病和污染）。
- 3) 生产与增长。产量、项目进度、新技术的增长及周转率。
- 4) 财务。投资、运营费用、单位产量成本、再利用资源、预算与实际费用比较。

在维修功效指标分析的基础上，形成维修策略过程如图 7-16 所示。

英国德伊安纽柏等认为维修管理的控制是在两个层面进行：一个是即时维修工作控制；另一个是长远维修状况改善，如图 7-17 所示。

从绿色维修和设备一生管理的角度，挪威的汉斯·爱令森等，概括了从系统设计开始到设备淘汰处理为止的维修工程全寿命设计。在这一设计里，维修管理不再是一个个互相独立的功能模块堆积，而是不可分割的有机整体。各种要素围绕着运行与维护，互相支持又互相

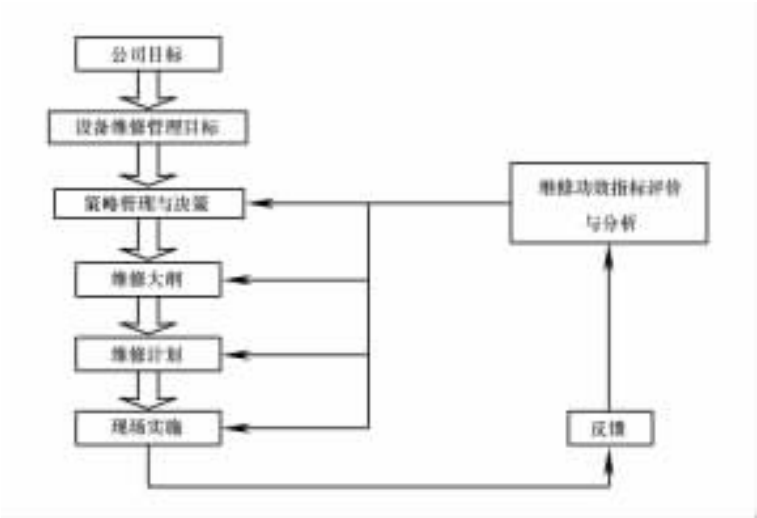


图 7-16 以维修功效指标分析为基础的维修策略决策过程

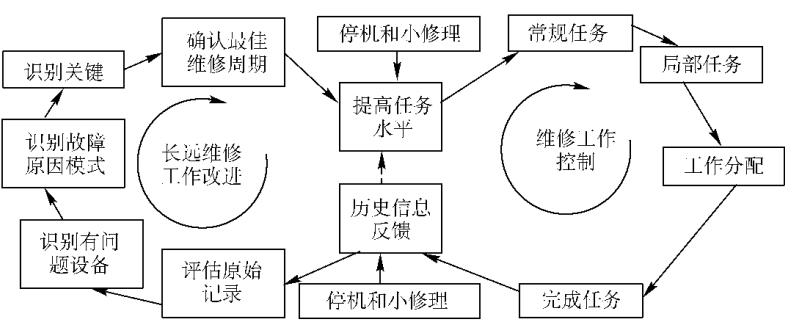


图 7-17 维修管理的两个层面

制约。维修模式的设计，就是通过分析，达到要素之间的平衡，使系统优化的过程。在这个设计里，运用了风险分析、LCC分析及维修绩效指标等技术，同时兼顾了与现场经验的互动。这一整体框图如图 7-18 所示。

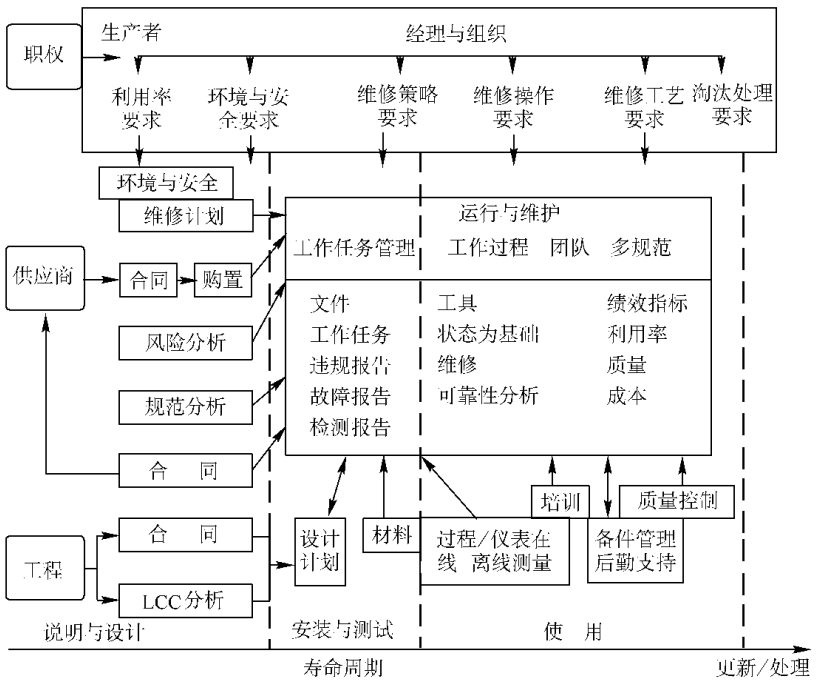


图 7-18 设备一生维修管理系统设计策划

第 8 章 设备状态监测与故障诊断

8.1 设备故障及故障规律

1. 概述

现代工业生产方式已经发生了巨大变化，生产规模和设备日趋大型化、连续化、高效率，生产装置之间系统性强，生产条件精细度与苛刻度高。因此设备故障停机可能给生产造成巨大经济损失，甚至造成严重的生产和设备事故。设备管理人员必须研究设备故障现象、原因、发展趋势以及处理办法。例如，大型汽轮机组由 30 万 kW，60 万 kW 到 100 万 kW。核电站发电机达 160 万 kW。超重型车床加工工件长度可达 $L = 4.5\text{m}$ ，重量可达 500t。炼油厂单套能力达每年 1000 万 t。由于设备的大型化，其故障失效的影响很大。1984 年 12 月 30 日，印度博帕尔地区美国联合碳化物公司农药厂，因管道的阀门破裂，造成毒气外泄，致使 2500 人死亡，20 万人受到伤害，印度要求 150 亿美元的赔偿。1986 年 1 月 28 日，美国挑战者号航天飞机升空，右侧固体火箭推进器密封装置失效，引起燃气泄露，推进剂储存箱爆炸，七名宇航员罹难。

近十几年来，企业的管理人员提出了对设备故障的统计和分析的课题，加强了故障机理和故障规律的研究。

2. 设备故障模式和机理

(1) 设备故障的主要类型 故障的现象和故障的原因十分复杂，故障的类型之间的界限也难以区分。一般来说可按以下方式分类：

1) 按故障的发生状态分类

① 突发性故障。由于各种原因或外界影响，外部的作用超过设备所能承担的负荷，在短时间内发生的设备故障。使设备突然失效的原因有停电、超温、超压、润滑中断、操作失当及超负荷。

② 渐进性故障。设备技术状态参数逐渐劣化。可通过检查或监测

预测到逐渐趋于恶化的故障。其失效的原因有腐蚀、磨损、疲劳或蠕变等。设备的零部件劣化是渐进的，即零件或材料由萌生缺陷，经过扩展过程，直至变形、丧失精度、丧失功能、开裂、脱落。

2) 按故障的原因分类

①固有的薄弱性故障。在设备前期阶段，由于设计不当，制造不良或安装不佳，使设备存在固有的缺陷，当设备运行时，由于原有的缺陷导致发生的故障。

②错用性故障。由于操作不当或维护不良造成的故障。如润滑不良、预热温度不够、未经预先盘车而启动机器等违反技术规程引起的故障。

③磨损性故障。机械、物理、化学等原因造成的故障。如腐蚀、磨损及应力腐蚀等。

3) 按故障结果分类

①局部性故障。设备零部件失效致使局部功能丧失，经过更换零件或一般修复即可恢复的故障。

②完全性故障。设备主要构件失效致使设备功能完全丧失，只有通过大修或更换主要部件才能恢复其功能的故障。

③破坏性故障。完全性故障发生时造成人身伤害，设备本身破坏，或同时造成其他设备损坏的故障。

(2) 故障模式 各种设备的故障都具有其主要特征，不同的表现形式。不同行业、不同设备也有不同的常见特征。设备常见的故障模式及所占比例列于表 8-1。

表 8-1 设备常见的故障模式及所占比例 (%)

故障模式	旋转设备	静止设备	故障模式	旋转设备	静止设备
异常振动	30.4	—	油质劣化	3	3.6
磨 损	19.8	7.3	材质劣化	2.5	5.8
异常声响	11.4	—	松 弛	3.3	1.5
腐 蚀	2.5	32.1	异常温度	2.1	2.2
渗 漏	2.5	10.1	堵 塞	—	3.7
裂 纹	8.4	18.3	剥 离	1.7	2.9
疲 劳	7.6	5.8	其 他	4	4.4
绝缘老化	0.8	2.2	合 计	100	100

(3) 故障机理 设备的零部件在运行中受到物理、化学、力学和电学过程的作用发生变化，即是形成故障的原因。

1) 故障主体原因。设备的构件在设计及制造中，强度、几何尺寸、制造缺陷及存在内应力等潜在因素。

2) 故障的外在原因。工作条件，如载荷、温度、介质、电压、电流、负荷变化及频率；工作环境，如粉尘、潮湿、气候等；人为失误，如安装调整、损坏性维修、润滑不良及操作失误等。

当设备运行中，其缺陷在外在因素影响下，逐渐扩展直至破坏，或者其负荷超过设备的承受能力而引起故障，以至失效。故障的产生发展是个复杂的变化过程，可能是一种主要原因造成的，也可能是多种原因叠加或者相互作用造成的。

3. 设备的可靠性和故障规律

(1) 设备的可靠性 设备的可靠性是指系统、设备或零部件在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。

1) 可靠度。这是对设备可靠概率的度量。

$$0 \leq R(T) \leq 1$$

固有可靠度 R_i ——设备在设计和制造中形成的可靠度。

使用可靠度 R_u ——设备在使用过程中，由于操作、维护、环境等条件，对固有可靠度降低的概率。

工作可靠度 R_O ——设备在工作中的可靠度。

三者的关系如下：

$$R_O = R_i \times R_u$$

据统计，电气设备的可靠度，其中 R_i 占 80%（设计技术 40%，零件、材料 30%，制造技术 10%）， R_u 占 20%。可见设备的可靠度主要取决于固有可靠度。

2) 故障率。这是判别设备故障规律的基本参数，也是评价设备可靠性的重要特征量。

3) 平均故障率 (λ)。这是设备在一定时间内的故障总数与工作时间的比值。

(2) 设备的故障分布规律 设备故障随时间变化规律呈不同的分布类型，依据其分布类型来估计设备可靠性参数，采取合理的监测方

法和维修方针。

1) 典型故障曲线——浴盆曲线。图 8-1 所示的浴盆曲线，示出设备在运行寿命时间内故障发展的规律。可分为以下三个阶段：

① 初期故障期（磨合阶段）。设备投产前调整和试车阶段，设备故障较多，随着故障的消除和磨合，故障逐渐降低而趋于稳定。这一阶段反映了设备设计、制造和安装调整的技术质量水平。

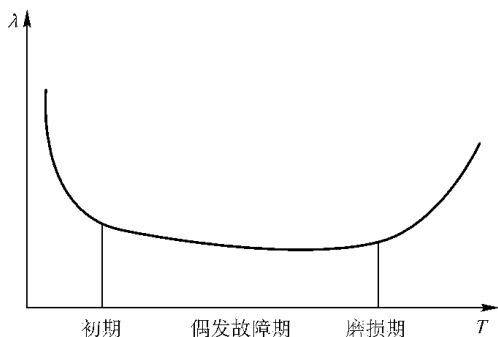


图 8-1 浴盆曲线

② 偶发故障期。设备进入正常运转阶段的故障特征，故障率较低并保持稳定。这与运行条件，操作与维修密切相关。

③ 耗损故障期。设备经过故障稳定阶段，由于机械磨损、化学腐蚀及物理性质的变化，设备故障率开始上升，进入耗损故障期。对于可修复的设备，应进行维修，以延长设备的使用寿命。

这三个阶段对应着故障分布的三种基本类型：初期为故障递减型；偶发期为故障恒定型；耗损期为故障递增型。

2) 复杂设备的故障模型。20 世纪 60 年代，提出了可靠性为中心的维修理论。经过大量的研究，对于复杂设备故障，除了浴盆曲线故障模型外，还存在其他五种故障模型，见图 8-2。五种故障曲线显示各种机电部件故障与时间的关系，其中故障概率呈稳定或缓慢上升 D、E、F 三种类型占了故障总概率的 89%，其余的只占 11%。

Dalanik 定律：“可修复的复杂设备，无论故障件寿命分布类型如何，故障件修复或更新以后，设备的故障率随时间而趋于常数。”复杂设备的故障模式多种多样，每种故障随机发生后，如果及时排除、修复或更新故障件，可使设备故障率成为常数。除了简单的磨损、疲劳及腐蚀等消耗故障外，才属于 A、B、C 类型故障。

根据图 8-2 中不同的故障分布曲线，设备越复杂，故障率越高，

随机性越大。只按某种固定监测诊断方法和维修方式，难以解决复杂的设备故障问题。美国宇航局 NASA 通过研究，归纳六种设备故障概率，其中 F 类占 68%，在整个服役期内故障概率恒定。所谓复杂的设备是指具有多种故障模式的设备，一般的机械设备、电气和电子设备大多为复杂的设备，如电动机、汽轮机、加工中心、压缩机及生产线等。这些设备的故障基本符合 F 类故障规律，在服役期间故障率恒定不变，但是其故障是随机发生的。所以要强调对设备的监测和诊断，设备故障的随机性越强，越要进行检测和诊断。设备检测诊断有设备停机检测诊断和运行中的检测诊断；也有在线监测诊断和离线监测诊断。

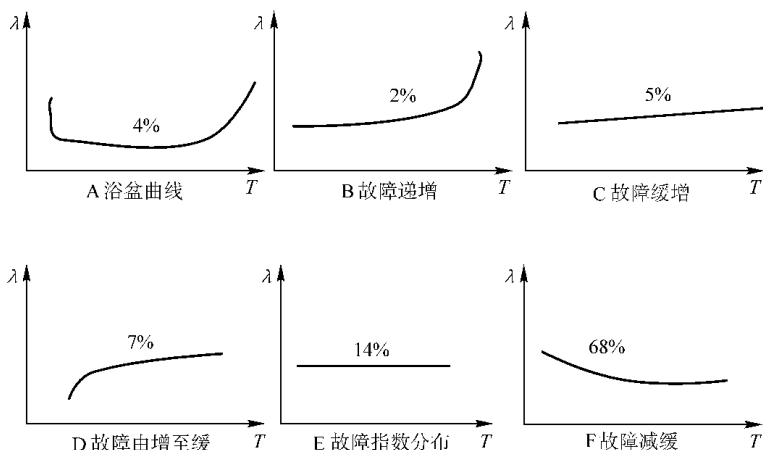


图 8-2 故障模型

8.2 无损检测技术

无损检测（探伤）技术是在不损伤被检查物体（构件）的前提下，探测其内部或外部缺陷的技术。

1. 超声波检测技术（UT—Ultrasonic Test）

在弹性介质中（如固体、液体、气体）波源激发的纵波频率小于 20Hz 为次声波，20 ~ 20000Hz 为声波，大于 20000Hz 为超声波。由于超声波可以穿透大多数材料，可以用来探测材料内部及表面的缺陷。

也可用在测量厚度等其他用途。

电源振荡激发高频声波，入射到构件后遇到缺陷超声波被反射、散射和衰减，由探头接收转换为电信号，再经放大显示，根据波型来判断缺陷的位置、大小和性质，并由相应的判定标准、规范来决定缺陷的危害程度。

(1) 超声波探伤技术

1) 基本原理。超声波分为纵波、横波、表面波和板波。超声波探伤中广泛应用的是纵波，因为纵波的产生和接收比较容易。横波多用于焊缝的超声波探伤。表面波沿着金属表面进行传播，对表面缺陷非常敏感，用以探测复杂形状的表面缺陷。板波可对薄板进行检测。

超声波探伤系统由超声波探伤仪和探头组成，一般使用耦合剂，和探头接触的金属表面要进行打磨，形成光滑清洁的表面。

2) 超声波探伤方法。应用最广泛的方法是脉冲反射法。超声波发射进入被测金属，然后接收从缺陷反射回来的回波，用以判断缺陷的一种方法。又分为垂直探伤法，斜角探伤法。垂直探伤法主要用于铸件、锻件、板材和复合材料的检测。斜角探伤法主要用于探测焊缝、管件等内部缺陷。

3) 超声波探伤技术的应用特点。超声波探伤技术应用非常广泛，用以探测构件中的不连续性的缺陷，提供不连续三维位置的信息，给出可用来评估缺陷的数据。例如检测焊缝的缺陷，传动轴、高强螺栓及材料夹层的缺陷等。其主要特点如下：

- ①材料种类和厚度范围广泛。
- ②可提供缺陷的尺寸、深度、位置和性质，判断准确。
- ③对人身、材料无损害。
- ④便于携带，检测成本低，操作灵活、及时。
- ⑤要求操作人员知识水平和专业技能高。

(2) 超声波测厚技术 利用超声波来检测材料的厚度，检查速度快。采用数字式超声波测厚仪可直接显示厚度。

高温下应使用高温压电测厚仪，并使用高温耦合剂。使用高温测厚仪应在标明的使用温度范围内使用。不适用于不锈钢铸件等晶粒粗大材料的测量。

2. 射线探伤技术 (RT—Radiography Test)

(1) 基本原理 射线检查技术是常用的重要检测技术，用以检测材料的内部缺陷。常用的射线有 γ 射线和 X 射线两种类型。

1) X 射线。高速电子流射到某些固体表面 (靶子) 上时，产生特殊的射线 (电磁波频率 $3 \times 10^{16} \sim 20 \text{ Hz}$ ，波长 $10^{-6} \sim 10^{-100} \text{ cm}$)。

2) γ 射线。这是放射性同位素 (如 ^{60}Co) 发射出波长很短的电磁波，速度达到光速。

射线具有极强的穿透能力，从材料的一个侧面照射，射线穿透材料，使另一面的胶片感光，显示出检测到的缺陷。还可转换成可见光，用电视摄像来显示探测到的缺陷。X 射线计算机断层分析可确定缺陷的位置和空间尺寸。

(2) 技术应用及特点 射线检测主要用于检查铸件的缩孔、气孔、非金属夹渣，以及焊缝的不连续性等缺陷。其特点是检测缺陷直观，底片可长期保存，适用材料的范围广，成本低，操作人员业务能力和经验水平较超声波检测要求低。

两种射线检验技术比较如下：

X 射线检测技术的仪器尺寸大，不便于携带，穿透力较高，用于较厚材料 (钢构件 120mm)，不衰减，可调节射线源强度，对人体有害，需要电源。

γ 射线检测技术的仪器尺寸小，便于携带，穿透力强，用于厚壁材料 (钢构件可达 300mm)，衰减，射线源强度不可调，对人体危害大，不需电源。

3. 渗透检测技术 (PT—Liquid Penetrating Test)

渗透检测技术是将渗透剂涂于清洁的被检查的部件表面上，如果表面有开放性缺陷时，渗透剂则渗透到缺陷中去，去除表面多余的渗透剂，再涂以显影剂，缺陷就显现出痕迹，采用天然光或紫外线光观察，判断缺陷的种类和大小。

(1) 基本操作方法

1) 清洗。去除金属表面的油污、锈斑及涂料等，待干燥。

2) 涂以渗透剂。大约五分钟后，将表面的渗透剂用水或溶剂清除。

3) 显像。将显影剂喷涂在金属表面上,干燥后如有缺陷很快就显示出来。如使用荧光显影剂,则使用紫外线照射下观察缺陷。

4) 清除表面的显影剂。注意有些渗透剂可能含氯化物,不能用于奥氏体不锈钢。

(2) 适用范围 渗透探伤适用于检测各种材料和各种形状的构件表面缺陷。其设备简单,便于携带,操作简单易学,检测的效果直观,成本低廉,用于表面开放型的缺陷。只对缺陷作出定性判断,凭经验对缺陷的深度作出粗略的估计。

4. 磁粉检测技术 (MT—Magnetic Particle Test)

磁粉探伤技术的基本原理是将铁磁性材料(铁、钴、镍)置于强磁场当中,使其磁化。如果材料表面或近表面存在缺陷,就会有部分磁力线外溢,形成漏磁场,对施加在其表面的磁粉产生吸附作用,磁粉在缺陷部位显示出缺陷的痕迹,反映出缺陷的取向、位置和大小。

操作工艺如下:

1) 预处理。清除金属表面油污、涂料和铁锈等。

2) 磁化。根据构件的大小、形状及缺陷的可能类型选择磁化方法,按规程进行操作。

3) 施加磁粉。将磁粉或磁悬液施加在磁化的构件上。

4) 检查。如果使用非荧光磁粉,利用自然光观察磁粉的聚集的状态,判定缺陷的部位和大小等。使用荧光磁粉,则在暗室内利用紫外线照射检查。

5) 后处理。检查后进行退磁,清除磁粉等。

5. 涡流探伤技术 (ET—Eddy Current Test)

涡流检测的基本原理是利用电磁感应来检测导电材料的缺陷。涡流检测探头或线圈使用交流电,其交变磁场诱发被测试的部件产生涡流电流,部件的缺陷引起涡流电流强度和分布状况的变化,并显示在阴极射线管或仪器上,根据测试涡流电流的变化来判定缺陷。

涡流探伤技术主要用于导体(钢铁、有色金属、石墨)的表面及近表面缺陷的探伤,检查腐蚀、变形、厚度测量、材料分层等,可提供缺陷的深度尺寸。用于检查电站、原子能、化学工业、化肥工业

等使用的锅炉、冷凝器、炉管、管道等设备的缺陷，如裂纹、腐蚀、变形等。采用涡流检测技术，检测速度快，准确性高，可进行定量检查，其厚度误差 $\pm 0.05\text{mm}$ ，还可以实现自动检测和记录，实现自动化和计算机的数据处理。但是，难于用于形状复杂的构件。

8.3 γ 射线扫描技术

1. 基本原理

γ 射线扫描技术是利用同步移动的 γ 射线源和探测器之间的物体，对 γ 射线吸收率不同，以测量其密度分布的一种扫描技术。将射线源和探测器置于物体两侧，然后同步移动射线源和探测器，可以测出设备沿移动方向的密度分布图谱，再根据经验和扫描图谱解释软件，判定设备内部存在的各种不同物质状态。

2. 技术应用

该项技术主要应用于流程工业，通过 γ 射线扫描技术可以了解设备内部的各种状况。例如设备内部物料分布不均匀、内部构件移动、破损或脱落，内部介质的物理变化状态（气态、液态、雾沫、胶状、结焦），流体的各阶段的流量，设备或管道的结垢、腐蚀、堵塞等。使技术人员能在不停工的情况下了解设备的运行情况，改变操作条件或者决定是否停工处理。

防护良好的发射线源对现场人员几乎没有影响。使用 γ 射线放射性物质需获得国家级的许可证，工作人员必须严格遵守国家标准规定的使用放射物质的安全法规，制定在现场工作的安全措施。

γ 射线扫描技术是一门新开发的检测技术，具有广泛用途和发展前景，尚需测定大量的物料对 γ 物质吸收系数，开发图谱解释软件，并与工艺计算及其他技术相结合，才能更好地作出设备内部各种情况的合理解释。

8.4 油液检测技术

油液检测技术是用来检查机械转动使用的润滑油质量变化和机械磨损状况的方法。常规的润滑油检查，用来检查润滑油使用后性能变化情况。此外，在润滑油使用后，分析其中的磨粒和其他杂质，以检

查机械磨损状况。评价润滑油变化和设备零件磨损状态，预报其剩余寿命是当前迅速发展的检测技术之一，成为检测设备技术状态的重要手段。

1. 油液理化性能检验

润滑油理化性能指标很多，其主要的指标有粘度、闪点、水分、酸值和机械杂质等，根据检验的结果判定润滑油的性能是否合格（详见设备润滑内容）。

2. 发射光谱分析技术

利用原子发射光谱分析法是通过测量物质发出特定波长的光及相应的光强度，对磨粒的元素成分及含量进行定性和定量分析。它可测定油品添加剂的元素、磨料物元素、污染物元素的成分和含量。

油料分析光谱仪可测下列元素：

- 1) 磨损金属：Fe、Cu、Ti、Pb、Sn、Cr、Ni、Ag、Al、Mo。
- 2) 添加剂：Ca、P、Mg、Zn。
- 3) 污染物：Na、Si、K、B。

发射光谱分析技术的特点是分析迅速，不需要对样品进行处理，在短时间内同时分析十几到二十几种元素，适合现场使用和分析多种材料摩擦副的磨料。分析结果准确性高，可达 10^{-6} 级，适合分析小于 $10\mu\text{m}$ 的摩擦颗粒，对油中的大颗粒不敏感。

3. 铁谱分析技术

铁谱分析是以磨粒分析为基础的油液检测技术。利用高梯度强磁场的作用，将磁性磨粒从润滑油中分离出来，并按其粒度有序的沉积，通过铁谱显微镜等仪器观察，可以分析磨损微粒的大小、形貌、分布、成分及含量等，用以诊断设备磨损形式、原因、部位、劣化程度和预测劣化发展趋势。

铁谱分析仪器有直读式、斜面分析式、旋转分析式等。其特点如下：

- 1) 适合对大颗粒磨粒分析，颗粒直径 $1 \sim 200\mu\text{m}$ 。
- 2) 可对铁磁材料磨粒进行定性和含量的半定量分析。
- 3) 要求分析人员具有专业技术水平和实际经验。
- 4) 分析时间长，程序较复杂。

4. 红外光谱分析技术

该技术根据润滑油中各组分的基团吸收特定频率的红外辐射强度不同，对油液中各组分进行定性或定量分析。通过分析在用润滑油和新润滑油对红外光谱吸收的差异，可判定在用油的添加剂的降解程度，油品的硝化、硫化及串水等衰变和污染情况。

傅里叶红外光谱是一种原子吸收光谱，它可对有机官能团进行定性和定量分析，操作简单、快速、结果重复性好，可动态地检测润滑油粘度。

5. 油液检测及分析诊断系统

综合运用多种油液分析技术，掌握在用润滑油的性能和机械运行状况，才能正确判断设备的运行状态。油液检测及分析诊断系统如图 8-3 所示。

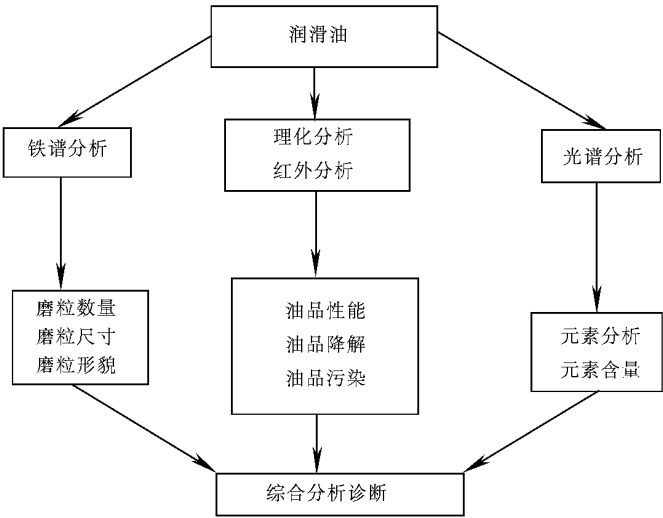


图 8-3 油液检测及分析诊断系统

8.5 温度检测技术

1. 常规温度检测技术

测量设备表面温度变化的常规检查工具有便携式表面温度计，一

般测量温度范围在 $0 \sim 800$ 。使用方便，读数直观。但是只能用于局部或某点的温度测量，受接触方法和环境影响很大，准确性低。

2. 红外热成像检测技术

(1) 基本原理 红外热像检测技术是通过测量物体在不同温度的红外线辐射来检测其温度。20 世纪 60 年代开始应用于电力工业。瑞典公司制成第一台商用仪器，随后各国公司相继生产。目前红外热像技术在各行各业得到应用，取得明显效果。

(2) 主要设备 主要由扫描器和显示器组合而成。扫描器接收物体发射的红外线辐射，转换为电子形象信号输出，经处理转换成热图像。不同温度以不同颜色显示成完整的物体表面温度场图像。附属设备是可与显示器输出相连的热能计算机、温度直读计算机、数字红外彩色系统、照相设备、录像设备等。

(3) 应用范围和特点 红外热像检测技术应用范围十分广泛。其应用范围有：

1) 高温无法靠近的设备。如工业炉、冶金炉，可以测量耐火砖、炉膛、炉管等内部构件的温度，以及各部位温度分布。

2) 工艺设备及管线的表面温度。如反应器、锅炉、烟囱、热力管道等外表面温度分布，可检测保温层、保冷层、隔热层的状况。尤其是高空处，人员很难到达，可利用红外热像仪来观察设备高空部位的温度。

3) 电力系统设备。这些设备由于在通电时人们无法接触，当其发热时温度升高，又无法测量，采用热像检测技术可以以非接触的方式来测量带电设备或部件的温度，既可保证安全，又可检测其温度和温度变化。如电力输电电缆、电力瓷绝缘子、电力开关、变压器等。

4) 转动设备。在运转中如需测量转动轴、变速箱及轴承温度，可以使用红外技术。红外检测技术的特点：测温范围宽可达 $-170 \sim 3200$ ；测温灵敏度高可达 0.01 ；测量速度快；非接触方式进行温度检测，远近距离均可。但设备价格昂贵，需要专业技术人员进行操作。如果现场使用只做一般测温，可采用便携式快速红外测温仪，使用方便、重量轻、价格较低。

8.6 声音检测技术

1. 声发射技术的基本原理

声发射 (AE—Acoustic Emission) 是当固体受力时, 由于微观结构不均匀或存在缺陷导致局部应力集中, 促使产生塑性变形或裂纹扩展释放应力波。位错、相变、裂纹及裂纹扩展、断裂、摩擦、泄露等都是声发射源。根据声发射的发射强度及特征, 推断材料缺陷的严重性。

声发射的频率范围很广, 金属的声发射的频带在超声范围内, 检测金属缺陷的频率处于 $100 \sim 300\text{kHz}$ 。

2. 声发射检测技术的特点

(1) 实时动态检测 被测材料只有受到外载荷的作用时, 内部的开放型裂纹产生和扩展才有声发射信号, 所以声发射为动态检测技术。

(2) 灵敏度高 声发射技术可检测到裂纹的微米级的变化。

(3) 整体性 采用多通道探头的声发射检测材料, 按一定的要求将探头布置在整体构件上, 一次就可以检测到缺陷的位置和严重程度。但是声发射检测技术不能确定缺陷的类型。如果需要, 可用其他的检测手段来判定缺陷的性质和大小。

3. 声发射的实际应用

利用声发射技术来检测压力容器裂纹的始发和扩展, 以及缺陷的部位。另外, 还可检测构件的裂纹, 检测输送管道的焊缝质量, 飞机结构, 船舶部件, 海洋石油钻井平台结构等。

8.7 振动监测与故障诊断技术

1. 机械振动检测技术

机械运动消耗的能量除了做有用功外, 其他的能量消耗在机械传动的各种摩擦损耗之中, 并产生正常振动。如果出现非正常的振动, 说明机械发生故障。这些振动信号包含机械内部运动部件各种变化信息。分辨正常振动和非正常振动, 采集振动参数, 运用信号处理技术, 提取特征信息, 判断机械运行的技术状态, 这就是振动检测。

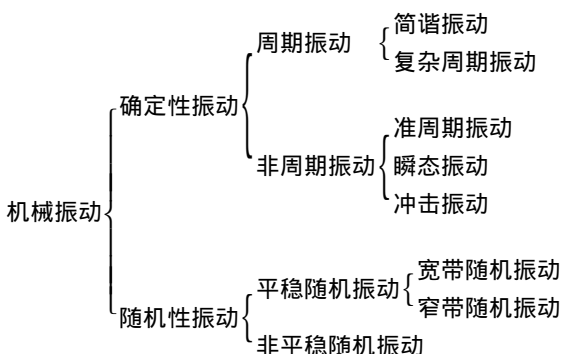
由此看来，任何机械在输入能量转化为有用功的过程中，均会产生振动。振动的强弱与变化和故障相关，非正常的振动增强表明故障趋于严重。不同的故障引起的振动特征各异，相同的振动特征可能是不同的故障。振动信号是在机器运转过程中产生的，就可以在不用停机的情況下检测和分析故障。因此，识别和确定故障的内在原因，需要专门的仪器设备和专门的技术人才。

(1) 振动的基本知识 简谐振动是物体振动位移随时间按正弦函数而变化的振动，即物体相对于平衡位置所做的往复运动。这是最简单、最基本的振动模型，也是最重要的振动模型。它是描述其他复杂振动的基础。下面对一些名词术语加以说明：

- 1) 振动三要素。是指振幅、频率和初相角。
 - 2) 振幅。是指振动偏离平衡位置的最大距离，或称振动峰值。
 - 3) 频率。是指振动物体做往复运动，在一秒钟内的次数，单位为 Hz。
 - 4) 初相角。是指振动的初始相位角度，即振动的初始位置。
 - 5) 振动速度。是指物体振动位移的快慢，单位为 mm/s 。
 - 6) 振动加速度。是指物体振动速度的变化速率，单位为 m/s^2 。
- g 为重力加速度， $g = 9.8\text{m/s}^2$ 。

(2) 振动的分类

1) 根据信号的特点分类。振动信号的数学特征分为两类：确定性振动可以用确定的函数来描述；随机性振动只能用概率统计方法来描述。详细分类如下：



2) 根据动力学分类。从动力学角度,机械振动可以分为自由振动、受迫振动、自激振动及参变振动。

①受迫振动。是指物体在持续的交变力的作用下产生的振动。反映对中不良、不平衡等。

②自激振动。是指振动物体由于自身能量激发产生的振动。因为具有反馈循环效应,小的干扰波动可能造成系统的强烈振动,对设备造成损害。如油膜振荡、气流激振等。

③参变振动。是指由于机械结构参数周期性变化而引起的振动。如转动轴存在较深裂纹,基础松动,转子结构不对称等。

3) 根据振动系统的特性分类。可分为线性振动和非线性振动两大类。

4) 根据振动频率分类(表 8-2)。

表 8-2 根据振动频率分类

振动类型	频率范围	故障实例
低频振动	工频 5 倍以下	转子不平衡、不对中、轴弯曲、油膜振荡
中频振动	1kHz 左右	齿轮振动
高频振动	> 1kHz	滚动轴承损伤

2. 振动监测参数与标准

(1) 振动测量的方位选择

1) 测量位置(测点)。应将测量位置选择在振动的敏感点,传感器安装方便,对振动信号干扰小的地方,如轴承附近部位。

2) 测量方向。由于不同的故障引起的振动方向不同,一般测量互相垂直的三个方向的振动,即轴向(A向)、径向(H向、水平方向)和垂直方向(V向)。例如对中不良引起轴向振动;转子不平衡引起径向振动;机座松动引起垂直方向振动。高频或随机振动测量径向,而低频振动要测量三个方向。总之测量方向和数量应全面描述设备的振动状态。

(2) 测量参数的选择 测量振动可用位移、速度和加速度三个参数表述。这三个参量代表了不同类型振动的特点,对不同类型振动的敏感性也不同。

1) 振动位移。选择使用在低频段的振动测量 ($< 10\text{Hz}$)，振动位移传感器对低频段的振动灵敏。在低频段的振动，振动速度较小，可能振动位移很大。如果振动产生的应力超过材料的许用应力，就可能发生破坏性的故障。

2) 振动速度。选择使用在中频段的振动测量 ($10 \sim 1000\text{Hz}$)。在大多数情况下转动机械零件所承受的附加载荷是循环载荷，零件的主要失效形式是疲劳破坏。疲劳强度的寿命取决于受力变形和循环速度，即和振动位移与频率有关，振动速度又是这两个参数的函数，振动能量与振动速度的平方成正比，所以将振动速度作为衡量振动严重程度的主要指标。

3) 振动加速度。选择使用在高频段的振动测量 ($> 1000\text{Hz}$)。当振动频率大于 1000Hz 时，动载荷表现为冲击载荷，冲击动能转化为应变能，使材料发生脆性破坏。多用于滚动轴承的检测。

以上三个参量可以互为辅助性的补充和参考。

(3) 振动判定标准

1) 绝对判断标准。此类标准是对某类机器长期使用、维修、测试的经验总结，由行业协会或国家制定图表形式的标准。使用时测出的振动值与相同部位的判断标准的数值相比较来做出判断。一般这类标准是针对某些类型重要回转机械而制定的。例如国际通用标准 ISO2372 和 ISO3945。

2) 相对判断标准。对同一设备的同一部位定期进行检测，按时间先后做出比较，以初始的正常值为标准，以后实测振动值超过正常值的多少来判断。

3) 类比判断标准。在相同工作条件下，多台相同规格的运行设备，对各台设备的同一部位进行振动测量，根据结果判断，如果某台设备的振动值超过其余设备的振动值一倍以上，视为异常。此方法是在无标准可参考的情况下采用。

以上的各种判断标准要根据不同设备、不同使用条件、不同的环境选择合适的标准。还要以总结实践经验和参照维修数据进行分析，丰富和修正使用的标准。

4) 振动判断的显示。一般采用下列统一的颜色来表示设备的运

行振动状态：深绿色——良好；浅绿色——合格；浅红色——容许值；深红色——劣化状态。

3. 振动的测定和分析技术

对转动设备的振动测量，可以使用便携式状态监测仪对转动设备进行简易监测，还可通过其他仪器进行精密监测。

振动的测定是由安装在轴承处（或需要测量的部位）的振动传感器来测得振动信号。传感器的类型主要有以下几种：涡流传感器（测量位移）、磁电传感器（测量速度）及加速度传感器。根据不同的需要采用不同的传感器。

振动的测试系统典型模型如图 8-4 所示。

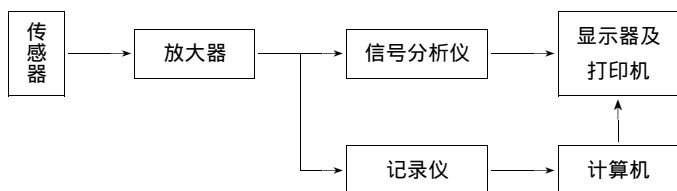


图 8-4 振动的测试系统典型模型

4. 常见的机械故障与诊断方法

(1) 滚动轴承的故障诊断 滚动轴承的失效形式：

- 1) 磨损失效。是指各元件相互摩擦或杂质进入产生磨损。
- 2) 疲劳失效。是指交变应力或润滑不良造成表面剥落、脱皮。
- 3) 断裂失效。是指热处理不良或冲击载荷造成碎珠或轴承套开裂。
- 4) 压痕失效。是指装配不当或过载冲击。

旋转机械故障的 30% 是由于轴承失效引起的，所以对轴承振动分析尤其重要。在大量的旋转机械传动中，滚动轴承是主要的传动支承形式之一。

1) 冲击脉冲法。滚动轴承中的元件在旋转时受到载荷的作用发生脉冲振动。当轴承失效时，脉冲能量增加数十倍甚至上百倍，因此脉冲能量的强弱代表滚动轴承的运行状态。主要的检测仪器是冲击脉冲仪，测量单位为 dB（分贝）。一般判断如下：

- ① 0 ~ 20dB——无损伤。
- ② 20 ~ 35dB——有损伤，工作能力降低。
- ③ 35 ~ 50dB——有可见损伤，处于不良状态需检修。
- ④ > 60dB——轴承处于破坏期。

2) 振动检测法。滚动轴承在滚动状态下，产生的冲击脉冲是一种激振力，这种激振力就会产生振动。检测振动信号比较容易，通过测定振动故障的频率，分析出振动成分，同时计算出滚动轴承各个元件的固有频率，加以比较判断，诊断滚动轴承单个元件的失效形式。

(2) 齿轮的故障诊断 据统计，齿轮失效引起的转动机械故障占 10.3%，而齿轮箱的故障在齿轮故障中占 60% 以上。

1) 齿轮的常见主要故障：轮齿断裂占 41%；齿面划痕占 10%；齿面疲劳占 31%；齿面磨损占 10%；其他占 8%。

2) 齿轮故障诊断方法。齿轮的信号比较复杂，在传递信号过程中经过的环节比较多，如信号由齿轮→轴→轴承→轴承座→测量点，高频信号在传递过程中大多丧失。齿轮故障诊断要借助于细致的信号分析技术，提取有效故障特征。

采用的分析技术有功率频谱诊断法、细化频谱诊断法、倒频谱诊断法。通过计算机分析软件加以分析处理。

(3) 旋转机械的故障诊断 旋转机械是机械设备中的主要的类型之一，涵盖的种类非常多。例如：机床、泵类、电机、压缩机、汽轮机、车辆等；由多个机械组成的整套机组，如电动机 + 齿轮箱 + 压缩机，电动机 + 齿轮箱 + 压缩机 + 蒸汽轮机 + 燃气轮机；还有各种自动生产线。机械设备的大型化、连续化、自控化、高速、苛刻度高、结构复杂等的发展趋势，致使设备的管理难度越来越大，一旦发生停机故障就会造成巨大经济损失，甚至发生安全事故。为了早期发现设备故障，找出故障产生的部位，故障的恶化程度，预报故障的劣化趋势，所以设备的状态监测和故障诊断技术得到迅速发展，应用于工厂生产现场，取得大量的实际经验，伴随着诊断理论的开发，使设备故障诊断工程逐步形成一门新兴学科。

状态监测和故障诊断技术的广泛应用，尤其是在线监测网络和计算机专家诊断系统，使故障能够得到早期预报和及时处理，避免了设

备的突发性停车，减少企业的经济损失。当然，监测及诊断设备价格昂贵，需要专业技术人才来运行和掌握，还要与电气、机械、自控、生产工艺等专业技术人员共同分析处理，加以综合判断，才能正确地找出故障原因和做出科学的决策。

设备故障诊断技术的实施主要包括三个环节：一是信息的采集；二是信号的处理和转换；三是对设备的状态进行识别、判断和预报。

1) 信号的采集。这是设备故障诊断的基础，故障信号的采集是通过振动传感器来实现。振动传感器是将机械振动量转换为电压信号。传感器的类型和安装，要根据被测机器的特点和监测需要确定。

2) 信号的确认。机器在运行中，经常会出现报警信号，设备可能产生异常情况，也可能是仪表或检测探头失灵，因此要求对信号通过多种途径进行确认，如对仪器及线路进行检查，用信号对比的方法来确认信号的可信性。

3) 信号的预处理。其目的在于提高信号的可靠性和数据的精度，其技术核心是提高信号的信噪比，即排除其他设备或部件的振动干扰、电气信号的干扰、噪声干扰及传感器失灵等。

4) 信号的变换。由传感器拾取的振动信号包含了机器状态的大量信息。但是当振动比较复杂时，振动波形比较杂乱。通过信号处理技术，使其形象直观、清晰和大小分明。信号变换和处理技术根据需要分别按幅值、时间和频率域进行。

5) 常用的振动信号分析方法

①波形分析法。时间波形是最原始的振动信息，波形分析具有简捷和直观的特点，根据明显特征的波形，可对设备故障做出初步判断。

②轨迹分析法。旋转轴轴心相对于轴承座的运动轨迹，直观反映了转子瞬时运动状态，在正常情况下，轴心轨迹稳定，每次转动循环的轨迹基本上相互重合。如果轴心轨迹紊乱，形状和大小不断变化，说明转子运行状态不稳定。

③轴心位置分析法。轴心在轴承中的位置及偏位角是评判转子平稳性的重要参数。在正常工作状态下，润滑油的油楔压力将转子平稳托起。当轴承间隙过大或轴承严重磨损，轴心位置明显下沉。轴承润

滑油的变化，轴承缺陷等故障，偏位角就会发生变化。

④频谱分析法。这是设备故障诊断中最常用的方法。频谱分析的目就是将构成信号的频谱各种成分分解，以便识别产生振动的振源。首先分解频谱的构成，然后找出主振成分并进行分析，做频谱对比以发现异常状态。特别在分析和诊断过程中，不仅要注意各分量的绝对值的大小，还应注意振动的发展变化趋势，因为一些较小的频率成分甚至微弱的频率分量，可能增长很快，表明故障在发展。

6) 全息分析法。频谱分析法是现场设备故障分析的传统方法，但是故障与谱图并不存在着——对应的关系。全息谱将被忽略的相位信息充分加以利用，并对两个空间距离相距 90° 的传感器的信号进行集成处理。全息分析法应用于大型机组的故障诊断，效果十分明显。

7) 机器的起动和停车过程分析。在机器起动和停车的过程中，转子经历了各种转速和变化，其振动信号是转子系统对转速变化的响应，反映出转子动态特性和故障征兆，能获得平时难以得到的信息，所以起停过程分析是检测转子的一项重要工作。

(4) 常见的振动故障模式 常见的振动引起的故障主要有以下几种：齿轮故障、齿轮不对中、轴瓦松动、电磁激振、参数激振、摩擦、转子不对中、热弯曲、初始弯曲、部件脱落、原始不平衡、轴瓦不稳定、气流激振、油膜振荡及半速涡动。

5. 机械的状态监测与故障诊断技术的模式和选择

设备状态监测与在其基础上发展的故障诊断技术具有不同的目的和方法。状态监测技术是判断机械运转是否正常，但诊断功能十分有限，可以为故障诊断提供数据和信息。

故障诊断技术是判断机器在运行中是否存在潜在的故障，以及判断设备故障的性质、位置、原因、严重程度、故障的变化和对故障劣化趋势做出中长期预报。

将状态监测技术称为设备故障的简易诊断；将故障诊断技术称为设备故障的精密诊断。目前常用的简易诊断使用的仪器设备有两种，即振动测量仪（测量位移、速度、加速度）和冲击脉冲仪（测量滚动轴承等）。

精密故障诊断技术分为离线分析系统、在线分析系统。

(1) 离线故障诊断分析系统 在现场进行数据采集,可定期采集,异常情况下采集或在一段时间内连续采集。将采集的数据通过专门的仪器,由专业技术人员进行诊断分析。

1) 频谱分析仪。对采集的信号进行处理,在显示屏上得到数据和图谱,据此对运行状态做出判断。

2) 计算机故障诊断分析系统。将数据输入计算机,利用故障诊断专家分析系统软件进行分析,可以显示、打印、绘图。

以上方法灵活性强,可以积累大量数据。同时进行多台设备检测。该技术需要专业技术人员进行和一定的投资。

(2) 在线检测诊断系统 目前冶金、电力、石油、化工等行业的企业对大型机组、关键设备采用了在线监测诊断系统。由于大型机组和关键设备对企业生产效益影响巨大,因此对其实施监测诊断的要求比一般设备高。

1) 特点

①监测数据除振动量、轴位移以外,还包括相关的工艺量,如流量、温度、压力和开关量。采用连续数据采集方式。

②配备多种信号分析方法,如全息谱分析方法、小波分析技术等。

③具有较强的数据库管理和分析能力。

④具有网络功能。利用企业已有的内部网络,采用分散采集、集中分析管理方式,以及大容量服务器,形成网络化分布式在线监测诊断系统。

2) 主要构架如图 8-5 所示。

①各类数据采集器对各个监测点进行检测。

②将机组监测点检测的数据按时间自动存入数据库,包括定时采集(Dat-Rec)、开停车(Up-Down)、一次报警、二次报警等子库,以滚动压缩模式存储。

③现场检测器及网络传输功能。

④诊断中心利用软件对数据进行分析 and 预报。

(3) 状态监测与诊断技术的选择 状态检测与诊断技术的形式有各自的特点,各企业根据生产特点,设备在生产中的重要性,自身条

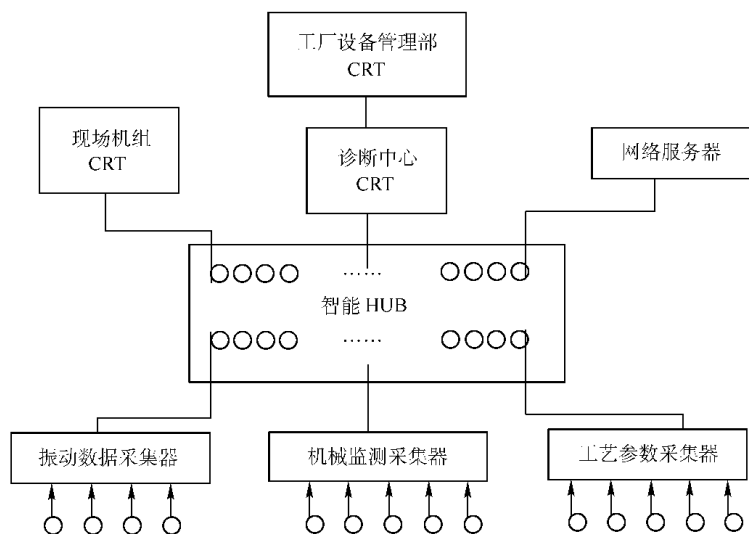


图 8-5 在线状态监测与故障诊断系统组成示意图

件来设置检测仪器和系统。并非选择的监测仪器越复杂越好，越高级越好，可以用简易的监测方法来检测设备，就没有必要采用精密诊断仪器或系统。而且企业设备中的大型和关键设备只占少数，大多数设备属于一般设备，因此大多数故障属于普通性质的故障，易于检测，易于诊断。在工厂，大量使用简易检测仪器检查设备的运行状况，这是最基本、最普遍的工作。对于重要的大型设备，可以采用离线或在线监测与诊断技术。

由于设备系统的复杂性，故障的随机性、隐蔽性、难于预测，影响设备运行状态的因素的多元性，使设备的检测与诊断很难做到十分准确无误。所以在诊断复杂设备系统的故障时，应从多个角度搜集信息，除了振动数据外，还要参照其他信息，如工艺参量、润滑、环境、历史纪录，以及附属设备、管线等，不能只根据某一信息、数据就做出简单化的结论。要将各种情况、各种因素、各类数据加以融合，综合分析研究，做出判断。这就是信息的集合与技术的融合概念。只有这样，才能得出正确的结论和做出科学预报。

6. 故障诊断逻辑与推理方法

优秀的故障诊断体系离不开诊断者的分析问题能力和逻辑推理能力。诊断人员应该学会如何积累、总结经验，通过以往的经验来分析判断设备故障。下面介绍几种简单常用的故障诊断逻辑和推理思维方法，供设备管理者参考使用。

(1) 主次图分析 主次图分析又称为帕雷托分析，是一种利用经验进行判断分析问题的方法。将平时的设备故障频次或者停机时间记录下来，统计绘出设备的故障主次图（PARETO 图）。绘制主次图时，首先按照故障频次大小（停机小时多少）从左到右排序，然后分别将故障频次的百分比（或者停机小时）累加起来描点，再把这些点用曲线连接起来就形成了全图。图 8-6 所示为一台加工机床的故障主次图。从图中可以看出，

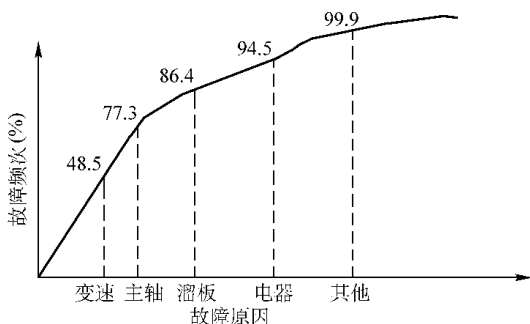


图 8-6 加工机床的故障主次图

变速故障的频次为 48.5%，而变速与主轴故障频次之和为 77.3%，变速加主轴加溜板故障频次之和为 86.4%……。人们自然会问：这样的图有什么意义呢？按照意大利科学家帕雷托的 80/20 分布理论，设备 20% 的故障模式决定着 80% 的停机时间。就像人生病一样，虽然人可得百病，但每一个人都有主要的身体弱点，20% 的疾病决定了 80% 的病假时间。这就告诉诊断工作者，永远要抓住最有倾向性的前 20% 故障模式，因为它们决定了设备的主要故障停机。设备一旦出现故障，首先要想到故障频次最高的一二种故障模式，然后再寻找次要的模式，这是比较有效的诊断方法。

(2) 鱼骨分析 鱼骨分析又称为鱼刺图，就是把故障原因按照发生的因果层次关系用线条连接起来，构成故障的主要原因称为脊骨，构成这个主要原因的原因称为大骨，依次还有中骨、小骨、细骨……。图 8-7 显示了一个典型的鱼骨图。

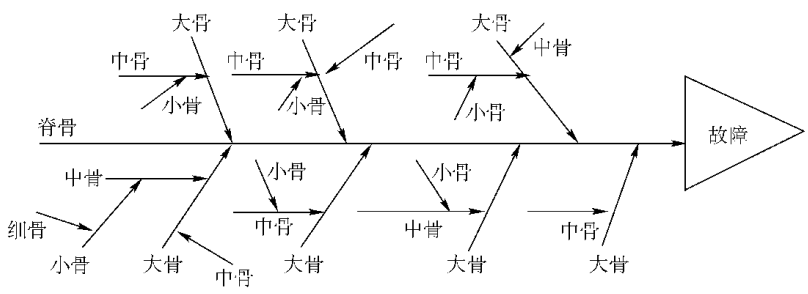


图 8-7 故障鱼骨图

设备诊断与维修工作者将平时维修诊断的经验，以鱼骨的形式记录下来。过一段时间需要对鱼骨图进行整理，凡是经常出现的故障原因（大骨）就移到鱼头位置，较少发生的原因就向鱼尾靠近。今后，设备出现故障，首先按照鱼骨图从鱼头处逐渐向鱼尾处检查验证，检查出大骨，再依次寻找中骨、小骨、细骨，直到找到故障的根源，可以排除为止。

图 8-8 给出利用鱼骨图分析设备综合效率低下问题的例子。

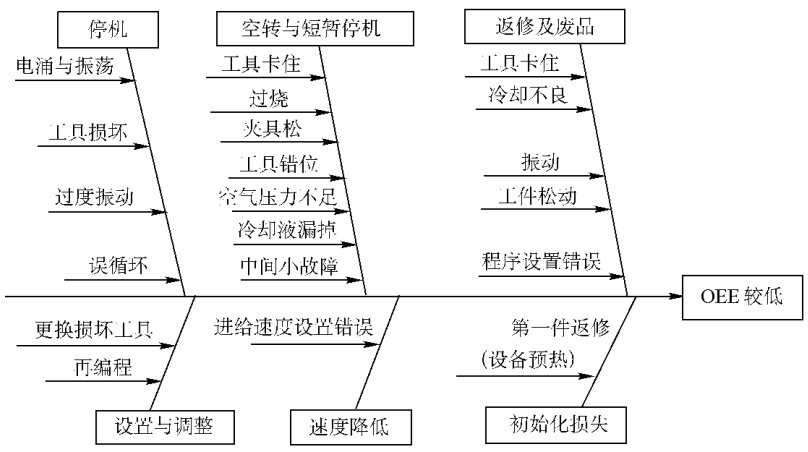


图 8-8 利用鱼骨分析方法分析影响 OEE 的设备损失图

(3)PM 分析 这是透过现象分析事故物理本质的方法。所谓的 P, 是 phenomena、physical、problem、preventive 的四个英文单词的字头。就是说任何故障都表现出某种“现象”, 这些现象是“物理的”, 它导致“问题”的出现, 而这些问题是“可预防的”。在现象背后存在着五个 M, 即 mechanism、material、machine、manpower、method 这五个英文单词的字头。就是说现象背后的原因可以归纳为“机理”、“材料”、“设备”、“人力”、“方法”等要素。这五个要素, 也有用“人、机、料、法、环”来描述的。凡是有故障(问题)出现, 连续问 5 个为什么。如果认真回答并正确的回答每一层次的问题, 总会找出满意的答案。不少企业把这一方法称为五个 WHY 的程序。凡是问题出现, 一定要填写一张回答问题的表单, 连续提出并且回答五个相关的问题, 对出现的现象给以合理的解释, 就可以基本解决这个问题, 或者至少可以接近问题的答案。这是一种最典型的唯物主义分析问题方法。用这种方法可以激励我们开动脑筋, 解决问题。

(4) 假设检验方法 这种方法是将问题分解成若干阶段, 在不同阶段都提出问题, 做出假设, 然后进行验证, 得到这个阶段的结论, …… , 直到最终找出可以解决问题的答案为止。其逻辑过程为:

阶段 A: 问题 A→假设 1, 2, …→验证 1, 2…→结论 A。

阶段 B: 问题 B→假设 1, 2, …→验证 1, 2…→结论 B。

阶段 C: 问题 C→假设 1, 2, …→验证 1, 2…→结论 C。

直到得出可以解决问题的最终结论。

在上面的逻辑验证过程中, 每一个阶段都是一次 PM 分析过程, 下一阶段的问题往往是上一阶段的结论。例如“问题 B”, 一般为“为什么会出现结论 A?”, 然后再假设和验证。直至最后找到故障原因, 提出处理意见。

实例: 注塑机小泵单独工作压力可达 10MPa, 而大、小泵同时作系统压力仅有 5MPa, 机器无法正常工作。大、小泵输出的油路是连通的, 小泵正常, 说明问题出在大泵上。从大泵逐步分析如下: ①阶段 A 见表 8-3; ②阶段 B 见表 8-4; ③阶段 C 见表 8-5。

表 8-3 阶段 A 问题探究

问题 A：哪个因素引起大泵压力不高？

假 设	验 证
溢流阀损坏	经检查，溢流阀无异常
大泵本身损坏	经检查，大泵无异常
换向阀 5A 问题	封住溢流阀排除 5A 影响，对溢流阀调压，压力可达 10MPa，假设成立
结论 A：换向阀 5A 问题引起大泵压力不高	

表 8-4 阶段 B 问题探究

问题 B：换向阀 5A 有什么问题？

假 设	验 证
密封圈失效	经检查，密封圈无异常
电磁铁 D1 损坏使阀芯不到位	用内六角扳手将阀芯推到底，压力仍上不去，假设不成立
电磁阀内部磨损严重，间隙大，封不住油	阀芯与阀孔间隙过大，假设成立
结论 B：换向阀配合表面间隙过大，换向后不能封住先导油，使溢流阀不能正常调压	

表 8-5 阶段 C 问题探究

问题 C：为什么换向阀 5A 磨损严重？

假 设	验 证
使用太久	在每一循环中，换向阀 5A 动作 3 次，5B 动作 1 次，故 5A 损坏，5B 正常，假设成立
液压油不合要求	用 32 号机械油，长期不换，有水分，污染严重，假设成立
换向阀 5A 问题	封住溢流阀排除 5A 影响，对溢流阀调压，压力可达 10MPa，假设成立
结论 C：换向阀换向次数过多，液压油污染严重，引起配合表面磨损严重。	

处理措施如下：

- 1) 重新配换向阀 5A 配合表面，使之达到公差范围。
- 2) 换油并清洗油箱。

(5) 劣化趋势图分析 设备的劣化趋势图是做好设备倾向管理的工具。劣化趋势图是按照一定的周期，将设备的性能进行测量，在劣化趋势图上标记测量点的高度（任何性能量纲都可以换算成长度单位），一个一个周期地描出所有的点，把这些点再用光滑的曲线连接起来，就可以大体分析出下一个周期的设备性能劣化走向。如果存在一个最低性能指标，则可以看出下一周期的设备是否会出现功能故障。劣化趋势图如图 8-9 所示。

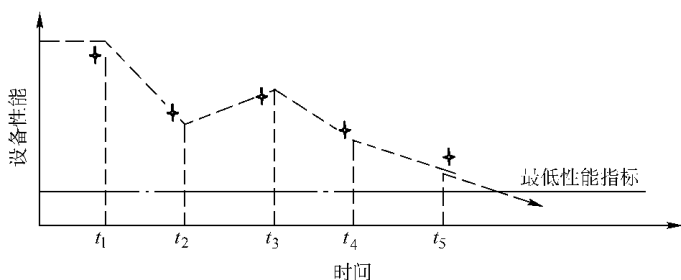


图 8-9 劣化趋势图

(6) 故障树分析 这种分析类似于鱼骨分析，也是层层展开的因果分析框架。不希望出现的事件，即设备故障称为顶事件，用矩形框框起来，中间出现的事件称为中间事件，也用矩形框框起来，最后不再展开讨论的事件称为底事件，用圆圈圈起来。这样按照因果关系连接起来的树形结构图称为故障树。故障树与鱼骨图的重要区别，是事件之间要区分其逻辑关系，最常用的是“与”和“或”关系。“与”用半圆标记表示，即下层事件同时发生，才导致上层事件发生；“或”用月牙形标记表示，即下层事件之一发生，就会导致上层事件发生。如图 8-10 所示故障树，当部件故障 1 与部件故障 2 同时发生，才引起设备故障，而下面的元件 3 或者元件 4，其中之一失效，才造成部件故障 2 的发生。

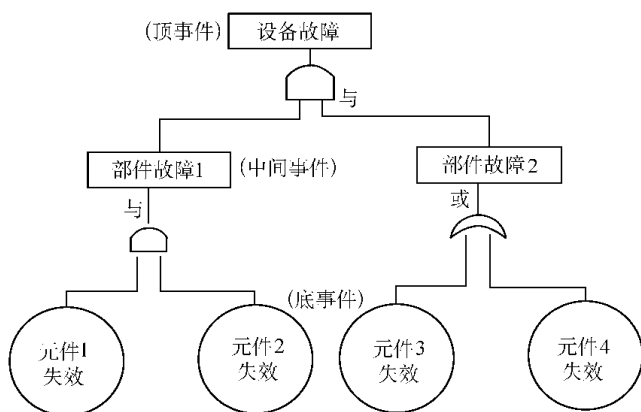


图 8-10 简单故障树

下面介绍一个手提砂轮故障树的实例。手提砂轮机由电源、导线、电动机、熔丝、开关和砂轮等元器件构成，如图 8-11 所示。现在发现砂轮机手握的电动机部分发热烫手，可以利用砂轮机的故障树进行分析。根据经验，我们得到的故障树如图 8-12 所示。

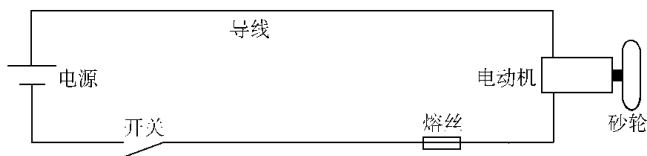


图 8-11 手提砂轮机结构

(7) 故障的集合优选搜寻方法 这方法是故障定位的程序优化方法。首先介绍纯集的概念，设有若干集合相交，当且仅当属于某集合的元素构成该集合的纯集。我们以诊断为例来解释如何运用纯集的概念。图 8-13 示出故障与表征（症状）的网络关系， $\{f_1、f_2、f_3、f_4、f_5\}$ 为故障集合，表示“病因”， $\{s_1、s_2、s_3、s_4、s_5、s_6、s_7、s_8\}$ 为表征集合，表示“临床症状”。它们之间的连线表示它们之间存在着因果关系。显然，一个故障可能有多个表征，就像一种疾病有多个

症状一样；一个表征联系多个故障，就像一种症状可以在多个疾病里出现一样。

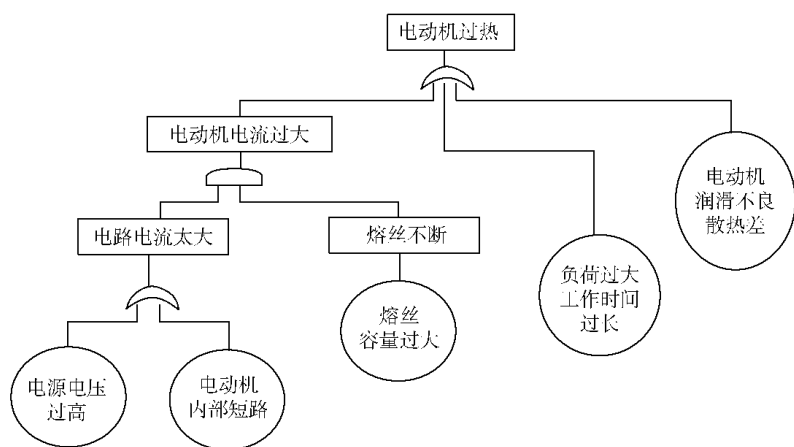


图 8-12 手提砂轮故障树

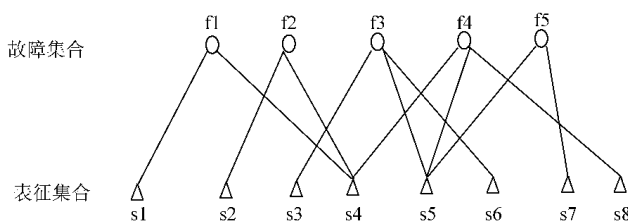


图 8-13 故障与表征的网络关系图

诊断程序优化的三个原则：最大概率原则、最小费用原则及纯集优选原则。

1) 最大概率原则。寻找最大概率的故障和故障中最大概率的表征进行诊断，这就是应用 80/20 分布法则。

2) 最小费用原则。这是指广义的最小费用，即我们永远从最容易、最简单的诊断开始，也就是利用最短时间、最少仪器设备，得到

需要的结果。如果不行，再继续深入。诊断应该是由表及里，由浅入内，步步深入。

3) 纯集优选原则。在故障的表征纯集里，寻找诊断表征。例如：在图 8-13 中，如果先对 s_4 进行诊断，发现症状 s_4 出现，由此我们无法判断哪个故障发生，因为具有症状 s_4 的故障有 3 个，即 f_1 、 f_2 和 f_4 ，当我们从 s_1 开始，诊断发现 s_1 这一症状存在，就会马上确定故障 f_1 的存在，因为 s_1 是故障 f_1 的症状纯集中的元素。也就是说，永远注意那些故障特有的表征，而不是共有的表征。

以上的原则看起来很简单，如果能自觉、灵活地应用，会使故障定位的效率大大提高。

第 9 章 设备的检（维）修管理

9.1 设备检（维）修的作用和目的

1. 设备检（维）修的作用

（1）设备在使用过程中存在无形磨损和有形磨损 设备的无形磨损是指设备在未投入使用或在使用过程中，随着时间的推移和新型设备的出现及新技术的发展，原有设备经济价值的下降过程。

设备的有形磨损是指设备在使用过程中的性能下降，设备由于磨损、腐蚀、受力变形等因素而发生故障，造成设备使用价值的损失。通过维修，可以对磨损和消耗施加影响并加以控制或者补偿。

科学合理的维修可以使设备在正常条件下长期运行，减少故障的发生和由此引起的停机损失，降低生产成本。

（2）磨损是设备物质实体功能方面的劣化和价值形态的贬值 维修是对设备磨损与消耗在物质实体功能的恢复及价值形态的补偿。从投资的观点来看，每一次的维修都是价值上的追加，或者是对未来的投资。

（3）维修是生产成本的重要组成部分 减少维修费用就意味着降低生产成本，增加企业的效益。随着企业竞争的加剧，节约维修费用已经成为企业界关心的问题。据统计维修费用在设备寿命周期费用中占据 70% 的比例。例如：在国防装备中，维修费用在设备寿命周期费用所占比例，战斗机占 50% ~ 70%，驱逐舰占 60% ~ 75%，战车占 80%。在美国，修理和保养汽车的工人比制造业的工人多出 10%。在德国，用于维修的投资达 4 ~ 5 千亿马克，维修的支出占企业总支出的 6% ~ 12%。

（4）设备维修与企业的安全环保关系密切 设备失效可能造成事故或者引起有害物质的泄漏而污染环境。据统计：1996 年，全国工交企业中 67.9% 的重大事故是由设备造成的。例如：20 世纪 80 年

代，吉林省液化石油气球罐破裂发生爆炸，引起大火，造成巨大经济损失和恶劣影响，就是因为液化气球罐制造质量存在问题，没有对容器进行及时检查和维修所造成的。

(5) 维修意义的延伸 通过维修，不但可以恢复设备的功能，而且可以使设备的性能得到改善，提高零部件的使用寿命，并且通过信息反馈，使设计部门改进设计，制造商改善制造工艺，使设备的固有可靠性得以提高。如化工泵的轴套、密封环，经等离子喷涂，比一般不锈钢寿命高 10 倍以上。采用喷涂技术修复水轮发电机过流部件，抵抗气蚀和冲蚀能力提高 3~5 倍。可见，维修不仅为了恢复设备原有功能，同时也可能有改善设备性能的附加作用。

2. 设备检（维）修的目标和方针

设备维修的核心问题就是根据设备的磨损和消耗状况，结合企业的经营目标，对各类设备选择合理的维修策略，制定计划并实施。为了降低设备故障率，仅仅将失效的设备加以修复是不够的，应当综合考虑企业生产情况、维修技术、维修组织、维修资源，来决定如何进行设备维修。因此企业的维修不仅仅修复失效的设备，或者谋求单台设备的寿命周期费用最经济，而是要以追求企业的总体效益为目标。为此，要求对维修的决策进行优化。维修决策优化包括维修计划、维修时间、维修方式、维修组织、维修资源及维修方法的选择。

9.2 维修模式与维修策略选择

1. 设备维修的分类

(1) 设备的日常维修 日常维修主要内容是设备的润滑、清扫、检查、一般故障的排除等，在 TPM 活动中，这些活动属于自主保全内容的一部分。也有将设备的检查、调整、紧固和部分拆卸修理的小修列入日常维修。

(2) 单台设备大修 这类大修是指对设备全面解体，对所有零部件进行检查、清洗、修复、更换、组装、调整（调节机械传动配合间隙、电气及自控系统参数的设定及效验等），以及测试、试运、验收、投用的整个过程。

(3) 系统停工大修 对于连续生产作业线和流程工业，生产装置

或工厂是一个复杂的生产系统。整个系统停工大修涉及所有生产装置、主体设备及公用设施。因此，整个系统的停工大修（OVERHAUL）要制定非常严格完整的管理程序，建立由设备维修计划、施工组织、维修技术、资源控制、安全措施、质量保证、现场管理、生产开停工等程序构成的一整套紧密配合的管理体系。

2. 设备维修的方式及选择

（1）维修方式 维修方式随着生产设备的复杂化和维修技术手段的提高，设备状态检测和故障诊断技术的不断开发，维修理论的创新，维修方式也在不断的发展变化，呈现出多种多样的维修形式和组合维修模式。目前常用的维修方式主要有以下几种：

- 1) 计划维修（PM—Planning Maintenance）。
- 2) 预防维修（PM—Preventive Maintenance）。
- 3) 改善性维修（CM—Corrective Maintenance）。
- 4) 生产维修（PM—Productive Maintenance）。
- 5) 事后维修（BM—Breakdown Maintenance）。
- 6) 预知维修（PM—Predictive Maintenance）。
- 7) 状态维修（CBM—Condition Based Maintenance）。
- 8) 可靠性维修（RCM—Reliability Centered Maintenance）。
- 9) 利用率为中心的维修（ACM—Availability Centered Maintenance）。

详细论述见第7章。

（2）维修方式的选择 选择维修方式的策略大体上有三类：事后维修方式、定期维修方式及状态维修方式。

影响维修方式选择的主要因素是设备的故障特征、设备的有效度、设备的维修费用。

1) 设备的故障特征。主要是由制造商从设计技术上确定下来，包括零部件的使用寿命，磨损状态。设备的使用者根据设备运行具体情况和经验，加以修改来确定或影响着设备的故障特征和使用寿命。

2) 设备的有效度。这是根据设备在生产中的重要性、维修的技术难度及经济上的合理性提出来的。特别是集约型的设备，要求具有较高的有效度，例如：城市交通系统、电力供应、水务系统、高度自

动化的生产企业等。确定的设备有效度过低，导致故障增多；有效度过高，造成维修过剩，使用费用过高。

3) 维修费用。投入多少为代价以达到所要求的设备有效度，这是个难以解决的问题。这里包括直接维修费用和间接维修费用。直接维修费用一般包括维修部门支出的直接用于维修的劳务、材料、设备、配件、能源及检查等费用。间接维修费用包括准备费用、停机费用、开工费用及附加费用等。现代工业生产的集约化、自动化，使间接维修费用在总维修费用中的比例愈来愈大，流程工业的生产设备尤为突出，某些大型装置仅开停车费用就达到几十万元到几百万元。所以在优化维修方式的决策中，某些设备的间接维修费用应该置于优先考虑的地位。

一般事后维修适用于非重要设备，故障造成损失较少，故障后果不严重或备有冗余的设备。

定期维修适用于有明显故障周期的设备，或者一些故障周期不明显的重要设备，其前提是了解设备的故障特征和磨损状况。对于连续性的生产系统，根据生产计划和设备运行状况，确定设备定期维修的安排。

状态监测为基础的维修适用于重要或关键设备。借助监测的技术手段，分析诊断设备故障的部位、原因、程度、发展趋势，以及确定维修的时间和内容，以避免计划维修或预防维修带来的过度维修成本。

当然，维修方式的选择基于设备的故障特征、设备在生产中的地位、生产特点、维修费用等加以综合考虑。也可采取组合维修模式。

9.3 设备检（维）修计划的制定

设备检（维）修计划的制订十分重要，是检（维）修工程的关键环节。它涉及到项目的确定，检修周期的安排，各种资源（人力、材料、时间、机具、图样、方案、资金等）的平衡，与生产的衔接，检修的准备工作以及气候变化。因此，对于连续流程的设备检修，尤其是系统停工大修，做好计划的综合平衡，考虑各种因素是一件十分复杂的工作。

1. 设备检（维）修计划编制依据

设备检修计划要根据设备的技术状况、运行周期、生产计划、市场销售、技术改造、安全环保等加以综合平衡，安排制订检修的内容、时间、开停工周期等。

(1) 各类设备检修规程和设备检（维）修手册的要求 国家颁布了各种特殊设备的安全监察制度和规程，例如锅炉、压力容器、起重设备、电气设备、电梯设备等。国家各部门针对与安全、环保、人民生命等关系密切的设备，制定了一系列制度法规，其中涉及特种设备的定期检验，设备改造和检（维）修，缺陷的修复，实验和调整等。在制订设备检修计划时，应将有关内容列入计划。

(2) 设备维修的历史资料 如历次检修的常规内容，易磨损和腐蚀部位，易变形部位等内容，均是在停工检修中需要进行检查、检修的工作。应该备齐所需的材料、零部件、维修工具。

(3) 设备故障和问题的处理 在日常检查和状态监测中，如发现设备的故障和问题，可以及时进行维修，或在机器运行的停机间隔中进行处理，以消除故障。如果不能及时处理，设备尚可继续运行，将故障问题记录在案，在做检修计划时，则列入计划项目。

设备在长期运行中，由于精度下降、内部损坏、堵塞等原因，致使生产工艺指标不正常，一定程度上影响能源消耗、原材料消耗、产品质量，需要找出故障原因，制定处理措施，列入检修计划。

(4) 安全环保要求 在生产过程中，可能发现设备及其附属管道等存在某些影响安全或环境保护的问题，可根据安全或环境保护部门提出的项目安排在检修计划当中。

(5) 生产技术和设备技术改造项目 利用生产系统和装置的停工大修的时机，同时进行生产技术改造项目，设备的技术改造项目和设备更新项目等。这些项目应当一齐列入停工大修计划。

2. 设备检（维）修计划编程序

(1) 编制设备检修计划的基本过程 收集资料→编制计划草稿→专业人员会审→部门会审→修改计划→计划送审→计划审批→计划下达。

(2) 计划项目的提出 根据上述的计划编制依据，由设备管理各

部门和有关人员提出设备检修项目，并征集生产、工艺技术、安全、环境保护、公用设施等方面的各类项目，加以归纳整理，由计划编制人员编制草稿。

(3) 检修计划的初步审查 检修项目初步确定后，应按专业技术划分成各种类型，交给各专业技术人员进行项目审查，如分成工艺设备、转动设备、电气、热工、仪器、自控、水处理、安全、环保、生产技术等。应研究项目的必要性、经济性、可行性、实施方案等。必要时进行综合评议审查。经过专业技术审查，形成报审计划，送交分管经理。

(4) 检修计划的审定 检修计划修改稿编制完成后，由分管经理进行审定。尤其是重大项目，应当组织各类专业技术人员讨论加以确定。对确定的重要项目，要重点研究施工的进度、组织、重要的器材、施工技术方案。

9.4 设备检（维）修的资源

设备检修（尤其是停工大修）的资源，归纳起来为五大资源：时间资源、资金资源、劳动资源、材料资源及技术资源。这些资源是设备检修准备的重要条件，在装置和设备停工以前，须充分考虑和认真准备。

1. 时间资源

设备除正常情况以外，故障停机、故障维修时间、维修准备时间等，都是对设备的一种消耗。尤其是系统停工大修，设备检修时间的控制，对缩短大修时间非常重要。从这点来看，检修时间的控制也是对时间资源的利用。对于大型设备，系统停工大修，做好检修施工统筹，制订施工网络计划，就是在最短的时间内，科学合理地安排施工工作。

2. 技术资源

设备是科学技术的综合成果，维修设备需要综合各类专业技术。对于重点设备、大型设备的检修，须要制定施工技术方案。包括设备检修的内容、施工程序（拆卸程序和装配程序）、检修技术措施、检修方法、技术要求、质量标准、验收方式，以及特殊技术准备、实验

等。

3. 材料（零部件、器材、机具）资源

根据计划、图样和任务单，准备配件、材料、各类器具，以及大型工程机械的预先租赁。

4. 资金资源

在财务管理中，应在每月预留维修费用和预提折旧费用，作为检（维）修时使用。按照计划和预算，做好资金准备，并留有余地。

5. 劳动资源

劳动力与维修组织是设备维修的主要因素，对于维修任务的完成十分重要。设备维修工作通过两种方式进行：一种是自修，即企业内部的维修部门完成维修任务；另一种是外委，即外部专业维修机构（公司）或制造商进行。

在工业发达国家，维修服务是第三产业的重要支柱。其服务范围早超出维护、检查、修理，涉及许多专业化领域，包括设备监测、事故处理、技术改装等。服务领域涉及汽车、纺织、电子、制造等。维修服务的社会化可以大大降低了维修成本。

设备制造的近代概念逐渐地超出仅仅由设备制造商向用户交出合格的产品，现在要求制造商提供产品的后继服务、设备运行的维修、易磨损零件的供应。而且制造商要追踪作为产品的设备在整个运行周期中的性能变化和衰退，提供性能控制、故障预报、维修服务。

外委维修工程对维修承接公司的选择原则如下：

- 1) 维修服务公司的资质，即公司的营业资格，营业范围，安全资格等。
- 2) 施工的经历。工程公司承接过哪些工程项目，能否承担本企业的检修工程。
- 3) 施工的预算。施工预算是否合理。
- 4) 大型项目的招标按有关规定进行。

9.5 设备检修工程管理

1. 设备维修现场的 5S 管理

维修现场的 5S 管理是 5S 管理的具体应用，对于设备检修的效

率、安全、质量、节约影响很大。可参考本书第五章相关内容。

(1) 整理

- 1) 清除地面上所有杂物及无关物品。
- 2) 检修工装设施、零部件台架及工具等。
- 3) 整理墙壁上的标牌、挂架等。
- 4) 每次检修完毕后，整理废料、废液、废布，并将所有检修工具、器材整理运走。

(2) 整顿 所有检修工具、零部件、辅助物品定位、定量摆放整齐，明确标识。并按最短距离原则、流程化原则和综合原则进行流程化布置。特别是将新旧零件分开摆放。零件按组装程序摆放。

(3) 清扫 检（维）修中要随时清扫。每次检（维）修后，将设备及周围清扫干净，达到无灰尘、垃圾、油污、杂物及散乱零件。

(4) 清洁 整理、整顿、清扫是动作，清洁是结果，而且清洁的保持更为重要。检（维）修现场人员多、灰尘大，防止灰尘和杂物的混入。零部件应放置于台架之上，或地面上垫有帆布或胶布。零部件和油脂桶上面盖上帆布或胶布。将解体设备的上机盖扣放，下机盖应盖有帆布。

(5) 素养 培养员工按规定作业，形成习惯。使员工养成良好的习惯，具有很高的职业道德，是 5S 的终极目的，需要长期的培养教育，潜移默化，逐渐形成。

2. 目视管理/图示管理

通过检修程序图、施工网络图、错误防止及安全注意提示，对施工现场进行管理。通过划线定位，将检修区域、人行通道、车辆通道、零部件摆放区域等以色带标出，使现场更清爽，有利于施工安全、效率和质量。相关表格和示意图参看本书附录。

9.6 设备检修的技术管理和安全管理

1. 设备维修的安全管理

设备检修的安全管理要作为检修的必须前提保证。尤其是生产原材料或产品为易燃易爆，有毒有害的物料，更要严格遵守安全规程的有关条款。下面介绍易燃或有毒介质的安全措施。

(1) 排空、置换、吹扫、通风 设备停运后应将生产物料尽量回收至存放地点，剩余物料根据其化学性质，可用水、空气、蒸汽等进行置换。然后使用蒸汽或其他气体进行吹扫，最后冷却降温。

(2) 设备的拆卸和安全隔离 将检修的设备与其他设备、管道、控制线路隔离，必要时加上隔离盲板。特别是锅炉等加热设备，必须将煤气、电热源隔断。放射源、激光源等必须移送安全处保管。

设备本体在拆卸前须了解设备是否降温，内部是否排空，并做必要检查和处理，拆卸时要由上向下进行。

(3) 安全进入和防护 进入打开的设备前，对于生产物料为有毒或易燃介质的设备须进行气体分析化验、含氧分析、爆炸分析等。进入设备时，按规定穿戴防护衣装、配备。设备内使用的照明应为 12V 低压电源。设备外应有彩色告示牌，并有专人看护。

2. 设备维修的技术质量管理

设备维修管理不仅仅使现场井井有条，安全有序，重要的是保证设备的检修质量。首先，确定执行的技术质量标准、规程，尤其要求熟悉有关国家的监察规程及部门的安全规程。

(1) 技术资料 主要包括：①设备图册；②历年的检修档案；③故障及事故记录；④本企业的维修标准等。

技术方案由专业技术人员制定后，应由技术主管审定批准。重大检修项目技术方案应由专业技术会议讨论决定。

(2) 设备检查项目 包括：①检查内容；②检查方法；③检查使用的仪器设备；④检查报告；⑤设备检修质量人员组成和各级权限。

3. 设备维修的信息管理

设备大修尤其是系统停工大修，工程量大，工期限定，各种信息传递要十分快捷。其主要信息就是设备的技术信息，包括设备打开检查发现的磨损、脱落、变形、堵塞等现象，并由此而确定的补充修理项目。

设备修理中的检查、修理、更换、调整、改造要进行原始记录。设备检修完工后，施工服务公司应将设备检修记录档案按规定、按期交付企业有关部门。

第 10 章 设备的更新改造

10.1 设备的磨损及其补偿

设备在其工作过程中必定会产生物质运动、功能运动与价值运动，三者是密切相关的：物质消耗（磨损与腐蚀等）影响功能的变化，进而导致价值的变动。其变化规律已在第 3 章介绍，即设备投入运转后，随着工作时间的增加，磨损在增加，功能在降低，价值在减少。这统称为设备的耗损或磨损，即物质耗损、功能耗损与价值耗损。本章将讨论设备磨损的补偿及其补偿方法，磨损的极限（寿命）问题，以及新设备的选择及其经济评价指标，部分内容和本手册的第三章的有关内容相关，请读者在阅读时注意参考。

1. 设备磨损的补偿形式

为了保证设备的再生产，对设备的磨损必须进行及时的补偿。磨损分有形磨损与无形磨损两类，补偿有局部补偿与整体补偿之分。有形磨损即物质磨损，是导致功能降低与价值减少的耗损；无形磨损又叫精神磨损，实际上设备原有功能并没有变化，只是由于技术进步，出现了性能更优越的新产品，使原有设备部分或全部失去使用价值而导致的耗损——贬值。局部补偿是指部分更换或修复零部件而部分恢复其功能的做法；整体补偿则是全部更换零部件而完全恢复其功能的做法。磨损的形式不同，补偿的方法也不一样。

有形磨损的局部补偿用检修的办法，包括大修、中修、小修与日常维修，由于只更换或修复部分零部件，故只能局部补偿其部分磨损，就算是最高级别的局部补偿，例如大修也不可能完全恢复至设备出厂时的性能（设计性能）。

有形磨损的整体补偿用原形更新的办法，即用规格类型、结构性能相同的新设备去更换原有设备，由于更换了全部零部件，因而完全恢复了原性能。

无形磨损的局部补偿用现代化改造或改装的办法，针对原设备某些落后于当时技术水平的情况，以原有设备的基本构件为基础，用一项或数项新技术给予改造或改装。例如：在普通车床加上数显装置、液压靠模装置，在 486 电脑上改用 586 芯片……等。由于只是采用部分新技术，因而原设备虽可提高一定的技术水平，但不可能完全达到现代新技术设备的性能，即与现时新技术仍有一定差距。

无形磨损的整体补偿用技术更新的办法，即用更先进的、达到现时技术水平的新设备去更换原有设备，因而使企业的技术装备具有更先进的技术水平，步上一个新台阶，也就是所谓更新换代，从而提高企业的技术素质。

2. 推广技术更新，结合检修进行改造

既然技术更新与改造是补偿设备磨损的最好方法，因为这可保持设备的先进性，使企业技术素质跟上时代的进步，因而应尽量采用此方法来补偿设备磨损。作为整体补偿的技术更新，主要是选择新设备并对其进行经济评价的问题。作为局部补偿的技术改造，只能结合检修来进行，提倡大修大改、小修小改，逢修必改的方针。因为技术在不断进步，而且是加速进步，越来越快，每一个检修间隔，都有新的技术出现，只有采取逢修必改的方针，才能紧跟技术的进步。

当然，逢修必改决不是盲目乱干，应该十分慎重，要有技术经济方面的可行性分析研究，做到技术上可行，经济上合理。注意下面几个问题：

1) 针对现时设备技术上的主要落后面，应用现代技术去改进，技术上即使上不了一个大台阶，也要有一定的提高与进步。如果是依靠本单位的力量进行，本单位的技术力量必须是可以胜任的，物资是有保障的。

2) 技术改造的成功率要有充分的分析研究，尽量有成功的经验例子作参考，否则，就必须充分考虑一旦失败或延时成功，对生产造成的影响，企业营运能否承受。

3) 技术改造的工期是否与计划检修工期一致，即等于或少于检修工期。若大于检修工期，就必须考虑生产能否承受。

4) 技术改造的经济效益，归根到底是由改造后产品质量与数量

的提高来反映衡量，因此，设备改造后尚可使用时间内，其产品质量、数量比原设备产品质量、数量提高部分的收益，一定要大于改造的费用。

10.2 设备的工作寿命

1. 设备更新与技术进步的关系

设备投入运转就会产生磨损，当磨损达到一定的程度，就得报废更新。我们提倡采用技术更新的方法，而且不少企业实际上也都是采用此法更新设备，达到更新换代的目的。因此，设备更新与经济、技术的发展有密切的关系，对一个国家和企业的发展有直接的影响。经济和技术发展越快，设备更新的速度也越快；反过来，设备更新能够及时进行，就能促进技术进步，加速企业发展。第二次世界大战的战后初期，发达资本主义国家中的企业设备折旧率约为 7% 左右，折旧期约为 14 年；20 世纪 70 年代以后，折旧率提高到 14% 左右，折旧期约为 7 年，甚至有的行业为 5 年。许多资本主义国家，采取设备折旧费免征所得税的办法，鼓励企业加速折旧，尽快回收投资，加速固定资产尽快更新，促进采用新技术。这一切都充分说明设备更新与技术进步、经济发展关系密切，互相促进。

2. 设备的工作寿命

设备从投入运转直至报废的整个时区，称为设备的工作寿命，也叫设备的更新周期或折旧期。由于对设备报废的标准要求、观念看法不同，由此而确定的设备工作寿命也不同。目前一般有以下三种标准，也就是有三种工作寿命。

(1) 功能标准 由于设备的功能随运行时间的增加而降低，经过一定次数的维修后，再维修也难以满足生产要求，因而报废。由此确定的总运行时间叫设备的技术寿命 T_j ，这是计划经济时期的报废标准和工作寿命。那时的设备总是修到实在难以再修时才不得不报废。

(2) 经济标准 由于设备的维持费随运行时间的增加而增加，当其增加到一定数值后，尽管功能尚可满足生产要求，但运行已变得不经济，因而报废。由此确定的总运行时间叫设备的经济寿命 T_0 。这是市场经济时期的报废标准和工作寿命。因为市场经济条件下的企业

设备就是要创造效益，对于那些运行费用高并且难以创造效益的设备，就应该报废和更新。一般情况下，均是 $T_j > T_0$ 。

(3) 安全标准 设备运行总存在安全的问题，但工作环境不同，其安全要求也不一样，对于像汽车、锅炉、压力容器等一些特种设备，由于安全特别重要，因而按是否确保安全运行来确定其工作寿命，这叫设备的安全寿命 T_A 。一般情况下，均是 $T_j > T_A$ ，甚至 $T_0 > T_A$ 。

我国现在已进入社会主义市场经济，故应按 T_0 或 T_A 来考虑设备的报废更新。其中 T_A 多由主管部门根据安全运行的统计资料来确定具体的 T_A 值后，明文规定并公布执行，而 T_0 则是根据设备寿命周期费用 (LCC) 的最小化来确定。

3. 设备经济寿命的确定

从促进技术发展的角度出发，设备更新越快越好。但从效益的角度出发，并不是越快越好，而是有个合理的更新周期，即设备的经济寿命 T_0 。决定经济寿命的主要参数是设备的运行费用。一台设备的总费用，主要包括折旧费和维持费两部分，将其分摊于单位运行时间内就是设备的寿命周期费用 LCC。其中维持费是指维持设备正常运行所需的费用，包括维护保养费、检修费、能源消耗费、辅料费、操控人员开支等，其中最主要的项目是检修费。维持费是随运行时间的增加而增加的；而折旧费则是补偿设备磨损，以便实现设备再生产的那部分费用，它随着使用时间的增加而减少，即平均基本折旧费与使用时间成反比。研究这两部分费用的变化情况和规律，使两项费用之和为最小的年限，作为设备合理的更新周期，即经济寿命 T_0 。计算 T_0 的方法很多，根据是否考虑设备资金的时间价值，这里介绍常用的两种。

(1) 低劣化数值法 此法不考虑资金的时间价值，属静态法计算。随着设备使用时间增加，其维持费也增加，这就叫设备的低劣化，而每年的增加数值就叫设备的低劣化数值，用 λ 表示，按等额增加考虑，如图 10-1 所示。设第一年的维持费为 C_{P_1} ，则第 2 年是 $C_{P_2} = C_{P_1} + \lambda$ ，第 3 年是 $C_{P_3} = C_{P_1} + 2\lambda$ ，第 t 年是 $C_{P_t} = C_{P_1} + (t - 1)\lambda$ ，

因而 t 年内的总维持费为

$$\begin{aligned} Y_1 &= C_{P_1} + C_{P_2} + C_{P_3} + \dots + C_{P_t} \\ &= C_{P_1} + (C_{P_1} + \lambda) + (C_{P_1} + 2\lambda) + \dots + (C_{P_1} + (t-1)\lambda) \end{aligned}$$

因是以 λ 等额增加，故上式是一等差级数。按等差级数求和公式可得到总维持费，除以年限 t ，便是年平均维持费 y_1 ，即

$$y_1 = \frac{Y_1}{t} = \frac{C_{P_1} + [C_{P_1} + (t-1)\lambda]}{2} = \left(C_{P_1} - \frac{\lambda}{2} \right) + \frac{\lambda}{2} t$$

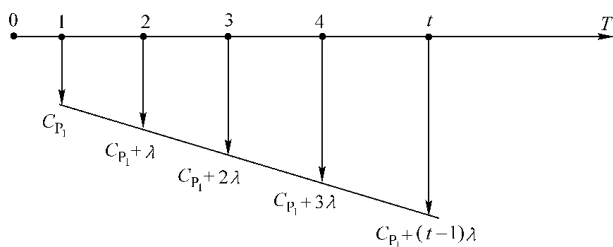


图 10-1 低劣化数值法

第 2 部分费用是总折旧费，也就是设备购置费的消耗量 Y_2 ，计算公式为

$$Y_2 = K_0 - K_e$$

式中， K_0 为设备购置费； K_e 为使用 t 年后报废回收的残值。因而得年均购置费消耗为

$$y_2 = \frac{Y_2}{t} = \frac{K_0 - K_e}{t}$$

因此，设备在 t 年内的年均总费用为

$$y = y_1 + y_2 = \left(C_{P_1} - \frac{\lambda}{2} \right) + \frac{\lambda}{2} t + \frac{K_0 - K_e}{t}$$

式中，使用年限 t 为参变量，其余均为常数。可见寿命周期费用 y 是其使用年限 t 的函数。图 10-2 示出 y 、 y_1 及 y_2 的图形： y_1 是一条上升直线； y_2 是下降双曲线； y 则是一条下凹曲线，对 t 取导数而得最低点 $y_{\min}$ 时的 t_0 值。取导数 dy/dt 并令其等于 0，得

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\lambda}{2} - \frac{K_0 - K_e}{t^2} = 0$$

解此方程，得

$$t = t_0 = \sqrt{\frac{2(K_0 - K_e)}{\lambda}} \quad (10-1)$$

也就是说，运行 t_0 年时，每年所花费用最少， $y = y_{\min}$ ，故 t_0 是设备的经济寿命。

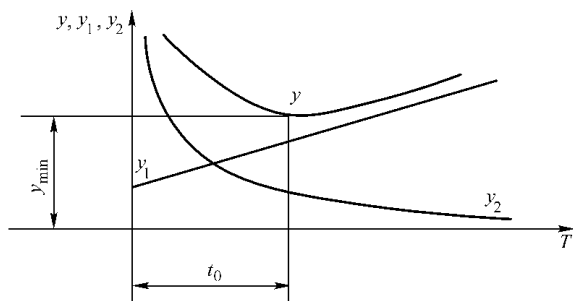


图 10-2 寿命周期费用

【例 10-1】某设备的原值 $K_0 = 8500$ 元，每年的低劣化数值 $\lambda = 320$ 元，估计报废时可回收残值 $K_e = 500$ 元，请确定其经济寿命 t_0 。

解 将有关参数代入式 (10-1)，得

$$t_0 = \sqrt{\frac{2 \times (8500 - 500)}{320}} \text{ 年} \approx 7 \text{ 年}$$

(2) 列表算法 如果维持费可能等额增加，也可能不等额增加，且考虑资金的时间因素，则可分析计算，此是动态法计算，其步骤如下：

1) 列出各年维持费的实际值

$$C_{p_t} = C_{p_1} + (t - 1)\lambda$$

2) 按第 3 章公式 (3-1b)，将年维持费 C_{p_t} 换算成 0 年末的现值，

即

$$y_t = C_{p_t} \frac{1}{(1 + i)^t}$$

3) 将 t 年的维持费的现值与设备原值相加, 得总现值和为

$$Y_0 = K_0 - K_e \frac{1}{(1+i)^t} + \sum_{i=1}^t y_i$$

4) 按第 3 章公式 (3-3b), 将总现值和乘上资金回收系数, 得年均费用, 也就是设备的寿命周期费用 LCC;

$$y = LCC = Y_0 \frac{(1+i)^t i}{(1+i)^t - 1}$$

5) 从 $t=1$ 开始, 再取 $t=2, 3, 4, \dots$, 重复前面 4 个步骤, 将得到每年不同的 LCC, 且随 t 的增加, LCC 则减少。但 t 增至某一年限时, LCC 便开始增加。在开始增加的前一年, 应是 LCC 最小时的 t , 也就是所求之 t_0 。

上述各式中, i 为折现率; K_e 为残值, 一般较少, 折现后将更少, 故一般可忽略不计。

由于此法计算繁杂, 为了清晰, 一般是按上述步骤进行列表计算, 故此法又叫列表算法。

【例 10-2】某设备原值 $K_0 = 16000$ 元, 第一年维持费 $C_{P_1} = 250$ 元, 以后每年低劣化的增值 $\lambda = 500$ 元, 若折现率 $i = 10\%$ 。试用列表计算决定其经济寿命 t_0 的值。

解 图 10-3 所示是此设备一生的费用支出情况, 按此图根据上述步骤进行的计算结果列于表 10-1 所示。

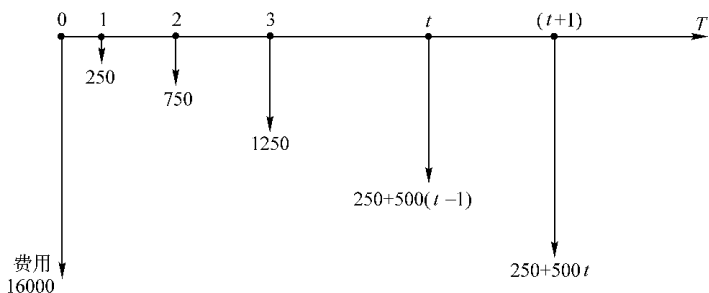


图 10-3 设备一生的费用支出情况

从表 10-1 中可看出， $t = 10$ 年时的 $y = y_{\min} = 4722.3$ ，第 11 年又开始增加，因而此设备的经济寿命 t_0 为 10 年。

表 10-1 分析计算表

项 目	年维持费 C_{p_t}	年维持费现值 y_t	t 年内总费用换算至 0 年末之现值和 Y_0	寿命周期费用 y
计算式 时间 t /年	$C_{p_t} =$ $C_{p_1} + (t - 1)\lambda$	$y_t =$ $C_{p_t} \frac{1}{(1+i)^t}$	$Y_0 = K_0 -$ $\frac{K_e}{(1+i)^t} + \sum^t y_t$	$y =$ $Y_0 \frac{(1+i)^i}{(1+i)^t - 1}$
1	250	227	16227	17850
2	750	619	116848	9703.3
3	1250	938	17784	7149.2
4	1750	1195	18979	5978.4
5	2250	1397	20376	5379.3
6	2750	1551	21927	5043.2
7	3250	1667	23594	4836.7
8	3750	1747	25341	4738.8
9	4250	1802	27143	4722.9
10	4750	1828	28971	4722.3
11	5250	1837	30808	4836.8

10.3 新设备的选择及其经济评价

设备工作至经济年限就应报废，设备运行的一生随即结束，但必须用新设备取代它，以实现设备的再生产。因此，旧设备运行的结束也就是新设备运行的开始，或者早已提前开始。如果是原形更新，那仅是选择设备生产厂家的问题，但我们主张技术更新，要达到现时技术水平，促进生产发展的更新换代要求，就必须慎重、全面地考虑这个问题。设备前期管理是设备全过程管理的重要组成部分，它包括规划、设计、选型、购置、制造、安装调试等内容，而设计与选型是其中最重要的工作。据有关统计资料介绍，设备的寿命周期费用值 LCC

之 95% 在其设计阶段就已经决定了。因此，如果是自行设计制造新设备，固然要认真对待这一问题，就是厂外购置，也同样必须从技术、经济的角度全面考虑选型的问题，以尽可能达到更新换代、技术上上一步新台阶的目的。

1. 新设备的选型原则

选型就是选择新设备，这是企业设备管理的第一个环节，也是设备全过程管理的开始。不管是新上马项目的设备选择或是旧设备技术更新，都应坚持设备选择三原则，即选取技术上先进、经济上合理、生产上适用的新设备，以促进企业生产发展，提高经济效益，实现技术进步。实际上这是从生产出发选择设备的技术经济原则。这三原则仅是定性的原则指引，具体操作时不够清晰，难以实施，有必要进一步细化，使尽可能定量地分析选择，便于操作，易于说清楚。这里将“三原则”细化为九个参数，即生产性、可靠性、维修性、节能性、安全性、耐用性、环保性、成套性及灵活性。

(1) 生产性 是指设备的生产能力，可用单位时间例如年、月或日的产量来衡量。

(2) 可靠性 有两个含意：一是生产的成品可靠、成品率高；二是运行可靠，事故、故障少。

(3) 维修性 是指检修时拆卸、安装的难易程度。有些设备，设计者只考虑功能的实现，少注意检修方面的问题，有时拆一支联接螺栓也费九牛二虎之力，显然是维修性差。

(4) 节能性 是指单位产品的能耗，同样是一匹功率的空调机，不同品牌的实际能耗大不相同。

(5) 安全性 是指防护装置的完善程度，既防护人身安全，也防护设备本身安全，如故障监测、自动报警等。

(6) 耐用性 是指设备的工作寿命，主要是经济寿命或安全寿命。

(7) 环保性 是指对周围环境的污染程度，包括粉尘与有毒气体、液体的排放造成的污染及噪声污染等。

(8) 成套性 是指随机附件的成套性。附件齐全，能生产的产品品种就多。例如一台普通车床，是否有中心架、跟刀架、靠模装置等

附件，其可能加工品种就不同，车削面就不一样。

(9) 灵活性 是指转换产品品种的难易程度。一般万能类设备转换产品较易，但效率较低；专用设备则相反，转换产品难，但效率较高。

选择设备时，只要九个参数都充分考虑了，选出的设备就应该是技术上先进的、经济上合理的、生产上适用的。

此外，在设备选择上还应该注意供应商的售后服务、当地的备件供应及其他技术支持，如技术文件、设备的使用说明、设备保养维护指南、维修人员的培训等条件。

2. 选择设备的具体操作

按上述九个参数选择设备应是全面的、科学的，但问题是九个参数中只有 4~5 个是定量的，几乎半数仍是定性的，这就给具体操作造成困难。为了清晰、准确说明选择结果的正确性，应力求用定量分析去选择设备，因此，有必要将定性的参数变为定量参数来考虑。为达此目的，在具体操作上，采取综合评价法，用打分方式将定性分析变为定量分析。做法是先按生产要求，选取 2~4 个不同型号规格的设备，自然，所有型号的设备都应能完成生产任务。然后给每个参数打分，定量参数按“量”打分，定性参数按“程度”打分。用 10 分制，最好者给 10 分；最差者给 6~8 分，不能少于 6 分，因都达到生产要求，故最小应合格；中间者按“量”或“程度”的差异大小，取两者分数中间之值。在此基础上，为了强调某些参数对生产、营运的重要性，对这些参数，一般是对 2~4 个进行加权加分，最后计算总分决定取舍。例如有甲、乙、丙三种型号设备均可完成生产任务，但强调要突出生产性、节能性与耐用性的作用，今用打分方法进行选择其中较优的设备，见表 10-2。

表 10-2 设备选择评分

序号	主要参数及其 考虑依据	甲设备		乙设备		丙设备	
		效率	得分	效率	得分	效率	得分
1	生产性(产量 t/d)	1600	10	1400	8	1300	7
1a	生产性加权分		10		8		7

(续)

序号	主要参数及其 考 虑 依 据	甲设备		乙设备		丙设备	
		效率	得分	效率	得分	效率	得分
2	可靠性(成品率,%)	93	9	90	8	95	10
3	维修性(难易程度)	难度大	8	较易	9	易	10
4	节能性(单位产品能耗 kJ)	70	10	100	7	90	8
4a	节能性加权分		10		7		8
5	安全性(防事故装置)	自控	10	半自控	8	半自控	8
6	耐用性(经济寿命,年)	6	10	6	10	5	8
6a	耐用性加权分		10		10		8
7	环保性(排放及消声装置)	较简单	8	较完善	10	简单	6
8	成套性(附件情况)	齐全	10	齐全	10	不齐	6
9	灵活性(转换产品)	一般	8	一般	8	较易	10
合 计			113		103		96
选择决定		选 取		保 留		放 弃	

3. 设备的经济评价

企业界的生产活动，归根到底就是要创造效益，而作为企业生产物质技术基础的设备，则是企业创造效益的核心。选择设备时虽已考虑了经济方面的因素，但还未注意到围绕设备运转的内、外部环境，落实到创造效益的最终目标，因而必须从经济效益的角度来评价设备是否最优。实际上，这是个投入产出的问题，任何企业都希望用最小的投入，获得最大的收益；同样，任何设备购置者也都是希望用最小的设备费用，获得最大的收益。计划经济时期只考虑投入，不注意产出的做法，因而造成争项目、乱投资的情况，是应坚决拼弃的。事实上不同经济时期，对设备评价的观点、思路均是不同的。在计划经济时期，是以设备的寿命周期效率，即生产能力为依据，也就是单位寿命周期生产多少产品、创造多少价值来衡量，这是不科学的。在市场经济时期，是以设备的寿命周期费用 LCC 可生产多少产品、创造多少效益来衡量，这是科学的，是与企业的根本目的一致，应该提倡。

效益有企业效益和社会效益之分，在多数情况下两者是一致的，但也有区别，有时某些方面甚至有矛盾。基于此，由于对效益的评价方法不一样，这里只介绍常用的两种。

(1) 投资回收期法 这是从企业效益的观点出发去评价设备。设备的投资回收期，是指以设备每年所创造的效益（利润） A ，去偿还购置设备的费用（原值） K_0 所需的时间 t 。比较投资回收期的长短来得出最优，越短时间回收越好。根据是否考虑资金的时间价值，此法又可分为静态法与动态法。

1) 静态法。按投资回收期的定义，得

$$t = \frac{K_0}{A} \quad (10-2)$$

式 (10-2) 简单易算，也容易理解，如投资 $K_0 = 10$ 万元，每年收益 $A = 2$ 万元，自然其投资回收期 t 等于 $\frac{K_0}{A} = \frac{10}{2} = 5$ 年，但它不考虑资金的时间因素。若从多台设备相互比较的角度出发，虽有相对准确性而有一定的参考价值，但其投资回收期是不切实际的，会误导投资决策，故不应提倡。

2) 动态法。根据第 3 章资金等值公式 (3-3b)，即等额分付资金回收公式，如果 0 年末投入 K_0 的设备原值费用资金，要在 t 年内回收完这笔投资 K_0 ，对每年的等额收益 A 为

$$A = K_0 \frac{(1+i)^t i}{(1+i)^t - 1}$$

通过四则运算，得

$$t = \frac{-\lg\left(1 - \frac{K_0 i}{A}\right)}{\lg(1+i)} \quad (10-3)$$

此式较复杂和难算，也不易从式子本身去理解，而只能从其所依据的式 (3-3b) 的意思去理解这就是投资回收期。但它考虑了资金的时间因素，不仅从多台设备相互比较的角度、或是从单台设备可行性分析的观点来看，它都是准确的。如上述 $K_0 = 10$ 万元， $A = 2$ 万元的那台设备，如果折现率按 $i = 10\%$ 考虑，则这台设备的真实投资回收

期为

$$t = \frac{-\lg\left(1 - \frac{10 \times 0.1}{2}\right)}{\lg(1 + 0.1)} = 7.3 \text{ 年}$$

这 7 年回收是准确的，上面的 5 年回收是不可能的。因此，若企业要求五年回收这台设备的投资 K_0 ，按静态法是可行的，这就误导了更新这台设备的决策，因为实际是不可能达到五年回收投资的要求的。

3) 评价甲、乙设备。表 10-2 中依据九个参数从三台可能的设备中选择了甲设备和保留了乙设备，并了解到这两台设备的购置全费分别是 $K_{\text{甲}} = 10$ 万元， $K_{\text{乙}} = 12$ 万元；估计其每年的等额收益分别是 $A_{\text{甲}} = 2$ 万元， $A_{\text{乙}} = 2.5$ 万元，使用年限 $t_0 = 6$ 年内的平均折现率 $i = 8\%$ ，今用投资回收期法评价此两台设备。

使用静态法计算：

$$t = \frac{K_0}{A}$$

$$\text{故} \quad t_{\text{甲}} = \frac{10}{2} \text{ 年} = 5 \text{ 年} \quad t_{\text{乙}} = \frac{12}{2.5} \text{ 年} = 4.8 \text{ 年}$$

使用动态法计算：

$$t = \frac{-\lg\left(1 - \frac{k_0 i}{A}\right)}{\lg(1 + i)}$$

$$\text{故} \quad t_{\text{甲}} = \frac{-\lg\left(1 - \frac{10 \times 0.08}{2}\right)}{\lg(1 + 0.08)} \text{ 年} = 6.6 \text{ 年}$$

$$t_{\text{乙}} = \frac{-\lg\left(1 - \frac{12 \times 0.08}{2.5}\right)}{\lg(1 + 0.08)} \text{ 年} = 6.3 \text{ 年}$$

结论：因乙设备的投资回收期较短，故乙设备较优。

(2) 费用效率分析法 这是考虑到社会效益去评价设备。费用效率分析法又叫寿命周期费用法。费用效率是指设备单位寿命费用所能

提供或创造的系统效率，因而

$$\text{费用效率} = \frac{\text{系统效率}}{\text{寿命周期费用}}$$

这里系统效率是从设备综合评价的效果来衡量的，它包括选择设备时所考虑的九个参数，因而选择表中的总评分就是该设备的系统效率。九个参数中已包含诸如环保性等的社会效益，所以说本法不是单纯考虑企业效益，而且已经考虑到社会效益去评价设备。同样，根据是否考虑资金的时间价值。本法也有静态法与动态法之分。

一台设备在其寿命周期 t_0 内的各项费用支出如图 10-4 所示，图中 K_0 为设备购置费即 0 年末原值， K_e 为经济寿命 t_0 年末报废时回收的残值， $C_{P_1} \sim C_{P_{t_0}}$ 为 t_0 年内每年的维持费。正常工作情况下，维持费一般是递增趋势的。如果 t_0 值不大，例如在 4~6 年以内，应根据设备的设计与使用说明书，并了解该类设备实用统计资料，尽可能估计出每年维持费的具体值。但如果 t_0 值较大，要全部估计每年的实际值是有困难的，只能按相应资料粗略估计第一年之维持费 C_{P_1} ，及该设备的低劣化数值 λ ，按下式计算其每年的维持费 C_{P_t} 之值：

$$C_{P_t} = C_{P_1} + (t - 1)\lambda$$

设费用效率为 η ，则按前述定义：

$$\eta = \frac{\text{系统效率}}{\text{LCC}} \quad (10-4)$$

静、动态之区别仅在于计算 LCC 方法的不同。

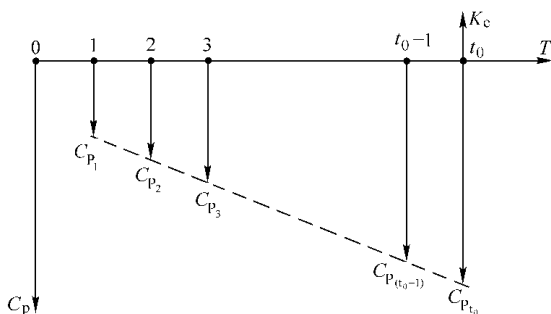


图 10-4 一台设备在其寿命周期 t_0 内的各项费用支出

1) 静态法。因不考虑资金的时间价值, 故设备的 LCC 可按图 10-4, 将 t_0 年内各项费用直接相加, 然后除以 t_0 , 得

$$LCC = \frac{\sum_{t=1}^{t_0} C_{P_t} + K_0 - K_e}{t_0}$$

因而

$$\eta = \frac{\text{系统效率}}{\left(\sum_{t=1}^{t_0} C_{P_t} + K_0 - K_e \right) / t_0} \quad (10-5)$$

2) 动态法。因要考虑资金的时间价值, 故必须先将图 10-4 上各项费用通过相应的等值公式换算为某一时点的费用, 取其代数和得此时点的总费用, 然后按同样方法将其平均分摊于 t_0 年内, 从而得到该设备的 LCC。理论上, t_0 年内任一时点均可, 但习惯上, 为了计算方便, 一般是取 0 年末。 K_0 值已在 0 年末, 不必换算。

维持费 C_{P_t} 可按第 3 章的式 (3-1b) 逐项换算, 再累加而得, 即

$$C_{P_1} \frac{1}{(1+i)} + C_{P_2} \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + C_{P_{t_0}} \frac{1}{(1+i)^{t_0}} = \sum_{t=1}^{t_0} C_{P_t} \frac{1}{(1+i)^t}$$

K_e 值变成 0 年末之值为 $K_e \frac{1}{(1+i)^{t_0}}$, 但此项是回收, 作为费用开支应扣除。

分摊至每年是按第 3 章资金等值公式 (3-3b), 将总值乘上资金回收系统 $\left[\frac{(1+i)^{t_0} i}{(1+i)^{t_0} - 1} \right]$ 而得。因此, 该设备之 LCC 为

$$LCC = \left[K_0 + \sum_{t=1}^{t_0} C_{P_t} \frac{1}{(1+i)^t} - \frac{K_e}{(1+i)^{t_0}} \right] \left[\frac{(1+i)^{t_0} i}{(1+i)^{t_0} - 1} \right]$$

因而

$$\eta = \frac{\text{系统效率}}{\left[K_0 + \sum_{t=1}^{t_0} C_{P_t} \frac{1}{(1+i)^t} - \frac{K_e}{(1+i)^{t_0}} \right] \left[\frac{(1+i)^{t_0} i}{(1+i)^{t_0} - 1} \right]} \quad (10-6)$$

与投资回收期法一样, 费用效率分析法的静态计算简便, 也易理解, 而动态法则比较复杂, 且也难直接理解。若从多台设备相互比较

的角度看，同样均是准确的，但对每台设备实际花去的 LCC 来看，静态法是不准确的，动态法是正确的，故提倡用动态法。它可真实反映设备的 LCC，这对研究设备经济上的诸多问题均有切实的参考作用。

3) 评价甲、乙设备。与投资回收期法评价相似，这里用费用效率分析法评价前面选择和保留的甲、乙两设备，比较谁更优。

除前面已讲的有关资料外，经过查阅其设计与使用说明书，了解在用的同类设备的相应统计资料，估计在其经济使用期限 $t_0 = 6$ 年内，每年的维持费见表 10-3。

表 10-3 年维持费 C_{p_t}

t(年次)		1	2	3	4	5	6
C_{p_t} /万元	甲设备	3	3.2	3.5	3.8	4	4.5
	乙设备	2.2	2.5	2.75	2.85	3	3.2

其他已知数如前述， $K_{0甲} = 10$ 万元， $K_{0乙} = 12$ 万元，甲设备系统效率为 113，乙设备为 103； $i = 8\%$ 。

设备残值 K_e 按 $(5\% \sim 8\%) \times K_0$ 考虑，取 $K_e = 6\% K_0$ 。

使用静态法按式(10-5)计算(演算过程略)，得

$$\eta_{甲} = 20.8/\text{万元} = 2.08/\text{千元}$$

$$\eta_{乙} = 21.15/\text{万元} = 2.115/\text{千元}$$

使用动态法按式(10-6)计算(演算过程略)，得

$$\eta_{甲} = 19.6/\text{万元} = 1.96/\text{千元}$$

$$\eta_{乙} = 19.8/\text{万元} = 1.98/\text{千元}$$

结论：因乙设备每千元 LCC 创造的系统效率较多，故乙设备较优。

前面按九个参数选择甲、乙、丙三种型号的设备时，按其总评分即系统效率是甲设备最高，应选用甲；乙设备次之，应保留；丙设备最少，故应放弃。但这仅是考虑其效率，即能生产或创造多少产品或价值。至于用多少费用去创造这些价值则并未考虑，故必须通过对其经济评价来回答这个问题。结果是乙设备单位寿命费用创造的效率或

价值最高，因而应改为选用乙设备。这例子也说明，选购设备时，不能只从表面上看其产量大、造价低的有利方面，如甲设备就比乙设备好。但如果维持费大，维修费用高就不一定经济，这方面甲设备比乙设备差，且其总的经济效益也较差。因此，有时买贵一些但维修费用较少的设备，可能更经济、更合算。

进行经济评价时，一般情况下，投资回收期法与费用效率分析法的结论是一致的。但有时亦可能有矛盾。在此情况下，应以费用效率分析法的结论为依据，因为考虑了社会效益方面的因素，故应局部服从整体，企业效益不应损害社会效益。在改革开放初期，20世纪80年代的乡镇企业，相当一部分企业未注意这一点，导致生态失衡，环境被破坏，这是应引以为戒的。

本章从设备更新的角度，讨论了设备磨损的补偿，更新周期，选型及经济评价等问题，既有设备的前期管理工作，也有后期管理工作。这就从具体工作上说明前面第1章和第4章所讲的，设备前、后期管理是密切相关的，都是全过程管理的重要组成部分。做好前期工作，就为后期创造条件，减少后期压力。例如认真搞好设备的选型与评价，选择了优良设备，后期的许多工作，特别是检修工作将会减少；做好后期工作就为前期做准备，积累相关资料。例如认真确定更新周期即经济寿命，既可为更新做准备也为评价积累资料。所以，这些工作是相辅相成的。在所有情况下，都是设备多，管理人员少，不可能全部每台设备都要做完所有工作，这就得运用A、B、C管理的概念，有重点地进行。对于为数不多的重点关键设备，就应从投产伊始就用列表确定经济寿命的方式，对其进行运行过程的管理与统计工作，这既是明确其寿命周期费用所必需，也可为领导与有关部门提供更新决策的切实且重要的资料；而对于其他的一般设备，只在统计维持费的基础上，粗估其低劣化数值，用低劣化数值法确定其经济寿命就可以了。同样，对于关键设备与重大技改，由于其关系到企业营运的前途，就一定要慎重对待其投入产出的问题，做好选型与评价的前期工作，尽可能用费用效率分析法进行经济评价；至于其他一般设备，则按投资回收期法进行评价就可以了。

第 11 章 设备维修合同管理

11.1 维修承包者的选择

维修承包者的选择，应从维修资质、维修业绩（维修能力）、维修信誉及维修质量保证体系等方面考虑。

1. 维修资质

(1) 由政府监察部门审查认可的专业维修资质 通常特种设备，如锅炉、压力容器、电梯、压力管道等的维修资格，由地方有关监察部门审查认可，由当地监察部门颁发维修资格证书。该类维修队伍如在异地承接同类设备维修业务，还需办理到异地监察部门的登记和审查。具备由政府监察部门审查认可的维修资质，还需要定期接受审核，维修资格证书也有明确的期限。

(2) 由行业部门审查认可的专业维修资质 该类专业维修资质的特点是专业性较强，涉及对外业务衔接时还接受行业部门指导监督，如高压供电设备、企业运输设备、计量器具等。通常维修队伍的资格由行业管理部门认可，但定期接受审核和维修资格期限不一定有明确规定。

(3) 由地方工商行政部门认可经营范围的维修营业资质 通常作为开展维修业务的法人单位，必须到当地工商行政部门申报登记，领取“营业执照”和“法人单位组织代码证”，方可进行维修业务相关的经济往来。“营业执照”和“法人单位组织代码证”每年均需经过审查认可，证明该法人单位进行经济活动的合法性。但由于工商行政部门年度审查的重点是税务活动的合法性，维修业务资质则以法人单位申报为主。

(4) 由地方设备管理协会或行业协会认可的维修资质 部分地区设备管理协会或行业协会，对下属成员单位根据维修的人员配备、设备能力或业绩，颁发了专业范围较广的维修资质认可证书，作为成员

单位拓展业务的支持措施。但由于各地或各行业制订的维修资质认可标准不一致，因此在地区或行业内外被接受的程度有很大差异。

2. 维修业绩（维修能力）与维修信誉

1) 设备的制造厂家可为大多数设备用户接受作为维修承包者。原因是设备的制造厂家对所制造的设备资料齐全，设备结构特点熟悉，装配经验足，备件供应方便。

2) 设备的原安装队伍普遍为大多数设备用户接受，作为维修承包者。原因是设备安装队伍对设备的装配技术熟悉，大多数安装队伍都配备一定的装备和技术力量，获得由建设部门颁发的设备安装资质。

3) 具有同类设备使用、维护的队伍由于接触时间较长，积累一定经验，也容易被接受为维修承包者。

4) 技术力量较强并具备一定研制或开发能力的队伍，具备对新设备、新技术消化能力，也是维修承包的选择队伍。

5) 通过认证机构认证的队伍，也是维修能力的体现。常见的认证有 ISO9000 体系、ISO14000 体系、GMP 体系等。

11.2 维修合同签订和管理

维修合同签订和管理主要有制订技术协议、确认施工方案、施工安全责任与相关协作和洽谈维修合同内容四方面。

1. 维修合同技术协议

技术协议作为维修合同的主要附件，是对设备维修后技术性能效果说明的技术文件，一般由设备管理方与维修方洽谈达成共识后，方进行以经济性内容为主的维修合同洽谈。在专用设备维修和带有改造内容的设备维修，技术协议制订尤为重要。维修技术协议主要内容如下：

- 1) 设备维修的项目明细。
- 2) 设备零部件更换的材质说明。
- 3) 设备零部件修复的技术鉴定标准。
- 4) 设备维修后的技术技能参数。
- 5) 设备维修后的竣工验收办法。

6) 设备维修后的保质期。

7) 设备维修过程中需对原约定内容进行调整的协商办法。

2. 施工方案的审查与确认

合适的施工方案是确保维修合同能按时按质履行的重要保证。施工方案由承接维修的队伍提出，经维修管理方案审查确认后，作为检查维修方对履行维修合同的依据。特种设备维修时施工方案也是向政府技监部门申报的主要材料之一。施工方案的主要内容如下：

1) 维修进度与工期安排，通常附有维修计划图表。

2) 结合维修工程各工序（各阶段）需要的人员安排。

3) 投入维修工程的设备，机具计划或一览表。

4) 设备拆卸、更换、修复、装配、试机等步骤的施工组织技术措施。

5) 设备维修过程中各工序质量控制环节的检查与验收办法。

6) 设备维修过程中出现异常情况的协商办法或必要措施。

3. 安全责任与相关协作

设备维修安全管理必要性越来越受重视，出现了安全责任以合同形式签订，或履行维修合同的补充文件。这是设备管理方和维修方协作的重要内容。安全责任与相关协作主要内容如下：

1) 设备维修方对设备维修过程中所处区域内人员、设备安全负全责，即负有管理责任，确保安全施工可靠性。为此，设备维修应制订安全施工技术要点或措施提交设备管理方进行审查和确认。

2) 设备管理方对区域内安全施工负有监督责任。在维修方进行施工前需作现场安全交底，对进入施工区域的人员有必要进行安全教育，并做好施工人员登记备案手续。

3) 设备维修方和设备管理方相关协作内容：设备管理方（使用单位）提供固定的、必要的动力介质设施和涉及设备的技术资料；在维修过程中出现突发性变故时及时磋商。

4. 维修合同的一般规定

1) 维修合同属于承揽合同类别。主要内容包括维修设备名称、数量、质量、报酬、承接方式、检修工期、验收标准和方式、辅助材料或设施的提供、安全职责、纠纷仲裁形式、违约责任等条款。

2) 维修合同可以按设备工程的专业性能特点总包或分包给维修方承接。如属总包承接, 维修方再进行分包需经发包方同意, 未经发包方同意实行分包, 可视为违约。

3) 由维修方提供维修备件或材料, 应按约定质量标准并接受设备管理方(发包方)检验。如维修方发现由设备管理方提供的备件或材料不符合约定时, 应及时通知设备管理方更换、补齐或采取其他补救措施。维修方不得擅自更换设备管理方提供的材料或备件。

4) 维修方如发现设备管理方提供的图样或技术资料与所维修的设备不相符时, 应及时通知设备管理方, 由此而造成维修方的误工损失, 应当赔偿。

5) 维修方完成设备检修工作, 应向设备管理方交付必要技术资料和有关质量证明, 对于设备管理方要求保守技术机密的资料, 不得留存或复制。

6) 维修方对设备检修未符合质量要求的, 设备管理方可以要求维修方承担修理、重新制造、减少报酬、赔偿损失等违约责任。

11.3 合同维修进度控制与质量管理

1. 工序分解

合同维修是设备项目内容与工期已明确, 进度控制首先需对维修项目进行工序分解。工序分解越细, 越有利于对维修进度进行控制, 以利于保证维修质量和检修工期。如某厂电炉大修作业工序明细分解为 18 项工序:

- 1) 炉盖拆除更换。
- 2) 炉盖旋转装置解体检修。
- 3) 氧枪旋转装置解体检修。
- 4) 电极升降装置解体检修。
- 5) 控制系统检修安装。
- 6) 炉内水冷壁更换。
- 7) 水冷系统检修安装。
- 8) 压缩空气系统检修安装。
- 9) 倾炉系统机构检修安装。

- 10) 液压系统检修安装。
- 11) 炉底衬砖更换。
- 12) 炉膛砖更换。
- 13) 炉底电极修磨调整。
- 14) 部件安装。
- 15) 表面防腐。
- 16) 联动试车。
- 17) 负荷试车。
- 18) 竣工验收等。

2. 工序关联与维修进度的关系

各工序关联主要有分拆独立型、上下连贯型和交叉型三种型式。分拆独立型即两个工序之间无相关联系，分拆独立型的工序与维修进度的关系，是某工序维修进度直接体现在设备联动试车前的总体维修进度要求。上下连贯型就是两个以上工序之间，存在某工序是另一工序的前列或后续，位于前列的工序维修完结才是后续工序的开始。上下连贯型工序与维修进度的关系，就是多个工序维修进度的简单叠加，是在设备联动试车前的总体维修进度要求。交叉型的工序是在两个以上工序之间，存在维修进度的交叉，某工序的部份维修任务完结，是另一工序开展继续维修的前提条件。多个工序维修进度错位叠加，是设备联动试车前的总体维修进度要求。

3. 工序工时估算与分析

工序分解与工序关联分析后，需对逐一工序进行工时估算。工时估算的依据主要有各地区或各行业制订的检修与安装定额，同类工序检修经验及本工序检修时的历史记录。工时估算与工序计划维修进度估算是必备前提。

工序容许最多维修人员数，是指受轮换、环境许可及装备限制等因素而设定的可能同时参与维修人员的最高限。工序最起码维修人员数，是指完成工序而设定的可能同时参与维修人员的最低限度。

4. 合同维修进度控制主要内容

合同维修进度控制与其他维修进度控制相比是增加监督环节，即维修的甲方对乙方（施工方）的监督。合同维修进度控制主要内容如

下：

1) 审议维修施工方案是否符合进度控制要求。

2) 审议维修队伍进场人员素质、装备设施是否满足维修进度需要。

3) 维修过程中结合工序分解、工序关联、工时估算分析等跟踪，了解维修进度能否满足总体进度要求，发现进度与计划设定有变化，甲方应向乙方提出调整施工人员与装备的动议，按轻、重、缓、急修正与总体进度有影响的工序维修进度。

5. 合同维修质量管理

合同维修质量管理与一般维修质量管理区别在于增加以下内容：

1) 对维修方作业程序和作业标准进行了解和考察是开展质量管理首要环节。

2) 设备维修工程验收标准由维修方提出检验办法，委托方进行审核。

3) 双方协定设备维修的各工序验收环节和进入下一工序的必备条件。

4) 对合同维修的材料、备件共同进行验收。

5) 对隐蔽工程施工进行隐蔽前，应由委托方进行现场验收。

对于维修过程出现可能与约定质量验收标准未能覆盖的情况，应先参照国家标准和本行业标准进行补充，如没有国家或行业标准，则按符合设备使用需求补充拟定。

第 12 章 特种设备的管理

12.1 特种设备的范围及通用管理规定

1. 特种设备的范围

特种设备是指涉及生命安全，危险性较大的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道及大型游乐设施。

2. 特种设备生产的主要管理规定

1) 特种设备生产单位应执行《特种设备安全监察条例》，以及国家质量技术监督局制订并公布的安全技术规范的要求，进行生产活动。

2) 特种设备的设计单位需经省一级质量技术监督局的许可，方可从事设计活动。

3) 锅炉、压力容器中的气瓶、氧舱和客运索道、大型游乐设施的设计文件，应当经省一级（含副省级）质量技术监督管理部门核准的检验检测机构鉴定，方可用于制造。

4) 特种设备出厂时，应附有安全技术规范要求的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维修说明、监督检验证明等文件。

5) 从事特种设备的安装、改造、维修等活动的单位，需取得质量技术监督管理部门的许可资格，方可从事相应的活动。跨省从事特种设备的设计、制造、安装、改造、维修活动还需凭已取得的许可资格，到该地质量技术监督部门办理备案手续。

6) 特种设备安装、改造、维修的施工单位应当在施工前到质量技术监督部门办理报装手续，报装批复后方可施工。

7) 特种设备的安装、改造、维修竣工后 30 日内，施工单位将有关技术资料移交使用单位。使用单位应当将其存入该特种设备的安全技术档案。

8) 特种设备需经由国务院特种设备安全监督管理部门核准的检

验检测机构监督检验合格后，方可交付使用。

3. 特种设备使用的主要规定

1) 特种设备投入使用前或者使用后 30 日内，特种设备使用单位应当向直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门登记。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。

2) 特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。安全技术档案内容如下：

① 特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料。

② 特种设备的定期检验和定期自行检查的记录。

③ 特种设备的日常使用状况记录。

④ 特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录。

⑤ 特种设备运行故障和事故记录。

3) 特种设备使用单位应当对在用特种设备进行经常性日常维护保养，并定期自行检查，每月至少进行一次，并作出记录。在用特种设备进行自行检查和日常维护保养时，如发现异常情况，应当及时处理。

4) 特种设备使用单位应当按照安全技术规范的定期检验要求，在安全检验合格有效期届满前 15 日，向特种设备检验检测机构提出定期检验要求。未经定期检验或者检验不合格的特种设备，不得继续使用。

5) 特种设备出现故障或者发生异常情况，使用单位应对其进行全面检查，消除事故隐患后，方可重新投入使用。特种设备使用单位应当制定特种设备的事故应急措施和救援预案。

6) 特种设备存在严重事故隐患，无改造、维修价值，或者超过安全技术规范规定使用年限，特种设备使用单位应当及时予以报废，并应当向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销。

7) 特种设备的作业人员，应当按照国家有关规定，经特种设备安全监督管理部门考核合格，取得国家统一格式的特种作业人员证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

4. 相关法规

(1) 特种设备安全监察条例 (国务院令第 373 号, 2003 年)

(2) 特种设备质量监督与安全监察规定 (国家质量技术监督令第 1 号, 2000 年)

12.2 锅炉管理的特殊要求

1. 锅炉的概念

锅炉是指利用各种燃料、电或者其他能源, 将所盛装的液体加热到一定的参数, 并承载一定压力的密闭设备, 其范围规定为容积大于或者等于 30L 的承压蒸汽锅炉; 出口水压大于或者等于 0.1MPa (表压), 且额定功率大于或者等于 0.1MW 的承压热水锅炉; 有机热载体锅炉。

2. 相关法规

锅炉管理法规由国家特种设备安全监督管理部门制订颁发, 主要内容如下:

1) 热水锅炉安全技术监察规程 (劳动人事部 [1991] 8 号)。

2) 有机热载体炉安全技术监察规程 (劳动人事部 [1993] 356 号)。

3) 蒸汽锅炉安全技术监察规程 (劳动人事部 [1996] 276 号)。

3. 锅炉及主要附件定期检验要求

1) 安全阀、压力表、水位计、温度仪表等主要附件每年至少校验一次。

2) 在用锅炉每两年进行一次运行状态下外部检验, 每两年进行一次停炉内外部检验, 每六年进行一次水压检验。

3) 除了定期检验外, 出现下列情况之一时, 也应进行内外部检验:

①移装或停止运行一年以上, 需要投入或恢复运行时。

②受压元件经重大修理或改造后 (还应进行水压试验)。

③发生重大事故后。

④根据锅炉运行情况, 对设备状况有怀疑, 必须进行检验时。

12.3 压力容器的管理

1. 压力容器的概念

压力容器是指盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa （表压），且压力与容积的乘积大于或者等于 $2.5\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体以及最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体的固定式容器和移动式容器；盛装公称压力大于或者等于 0.2MPa （表压），且压力与容积的乘积大于或者等于 $1.0\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于 60°C 液体的气瓶；氧舱等。

常见的压力容器有储气罐、分汽缸、蓄能器、空分设备的水箱、螺旋板换热器、压缩机、气瓶，分离器、预热器、加热器、管壳式余热锅炉、蒸炒锅等。

2. 相关法规

1) 压力容器安全技术监察规程（质技监局锅发〔1999〕154号）。

2) 气瓶安全监察规程（质技监局锅发〔2000〕250号）。

3. 压力容器的分类

压力容器按安全等级分三类。设计制造压力容器厂家资质评定和压力容器检验、管理等要求，也与压力容器安全等级分类有关联。压力容器安全等级分类取决于压力容器所承受的压力、储存的介质危害性及容积。具体分类如下：

（1）第三类压力容器：

1) 高压（ $10\text{MPa} \leq p < 100\text{MPa}$ ）容器。

2) 中压（ $1.6\text{MPa} \leq p < 10\text{MPa}$ ）且储放毒性程度为极度和高度危害介质的容器。

3) 中压储存容器，仅限于易燃或毒性程度为中度危害介质，且 pV 乘积大于 $10\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ 。

4) 中压反应容器，仅限于易燃或毒性程度为中度危害介质，且 pV 乘积大于等于 $0.5\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ 。

5) 低压容器，仅限于易燃或毒性程度为极度和高度危害介质，且 pV 乘积大于等于 $0.2\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ 。

6) 高压、中压管壳式余热锅炉。

7) 中压搪玻璃压力容器。

8) 使用强度级别极高（抗拉强度 $\geq 54\text{MPa}$ ）的材料制造的压力容器。

9) 移动式压力容器，包括铁路、公路罐车、挂车和罐式集装箱。

10) 球形储罐（容积 $\geq 50\text{m}^3$ ）和低温液体储存容器（容积 $> 5\text{m}^3$ ）。

(2) 第二类压力容器

1) 中压容器。

2) 低压容器，仅限于毒性程度为极度和高度危害介质。

3) 低压反应容器和低压储存容器，仅限于易燃介质或毒性程度为中度危害介质。

4) 低压管壳式余热锅炉。

5) 低压搪玻璃压力容器。

(3) 第一类压力容器 除第二、第三类压力容器外的其他低压容器。

4. 压力容器及附件的定期检验要求

1) 每年至少一次对在用的压力容器进行定期在线检查。

2) 对在用压力容器停机时的检验：安全等级为一、二类的，每六年至少一次内、外部检验；安全等级为三类的，每三年至少一次。

3) 对固定式压力容器，每次内部检验时，至少进行一次耐压试验。对移动式压力容器，每六年至少一次耐压试验。

4) 安全阀至少每年检验一次。

5) 对于腐蚀速度快，使用时间过长，停止运行二年以上，有明显缺陷，经常改变使用介质等压力容器，应缩短检验周期。

6) 各类气瓶的检验周期，不得超过如下规定：

①盛装一般性气体的气瓶，每三年检验一次。

②盛装腐蚀性的气瓶、潜水气瓶，以及常与海水接触的气瓶，每二年检验一次。

③盛装惰性气体的气瓶，每三年检验一次。

12.4 电梯的管理

1. 电梯的含义

电梯是指动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体，或者沿固定线路的梯级（踏步），进行升降或者平行运送人、货物的机电设备。包括载人（货）电梯、自动扶梯、自动人行道等。

2. 相关法规与技术规范

- 1) 电梯监督检验规程（国质检锅〔2002〕1号）。
- 2) 电梯制造与安装安全规范（GB7588—1995）。
- 3) 电梯安装验收规范（GB10060—1993）。
- 4) 自动扶梯和自动人行道监督检验规程（国质检锅〔2002〕360号）。
- 5) 自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范（GB16899—1977）。

3. 电梯检验与维护要求

1) 电梯检验分为验收检验和定期检验两种形式。凡安装、改造或大修，以及停止使用一年以上再次使用的电梯，必须进行验收检验。定期检验是在电梯运用期间的检验。定期检验周期为一年。

2) 验收检验与定期检验的项目内容和要求有差异。验收检验所要求检验项目内容达 95 项以上，而定期检验的检验项目只占验收项目一半左右（50 项以上）。

3) 验收检验和定期检验的项目分为重要项目和一般项目两类。重要项目必须全部合格方可判定为合格。一般项目通常不超过 3 ~ 8 项不合格项，通过整改或监护使用后仍可判定为检验合格。

4) 电梯维护应当至少每 15 日进行一次清洁、润滑、调整和检查。

12.5 起重机械和其他特种设备管理

1. 有关概念与范围

特种设备受国家有关部门监管，除锅炉、压力容器（含气瓶）、电梯外，还有起重机械、施工升降机、压力管道、客运架空索道、游

乐设施、蹦极及滑索列入特种设备管理，部分地区还把厂内机动车辆列入监管范围。

(1) 起重机械的含义 起重机械是指用垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备。其范围规定为额定起重量大于或者等于 0.5t 的升降机；额定起重量大于或者等于 1t，且提升高度大于或者等于 2m 的起重机和承重形式固定的电动葫芦等。施工升降机也可列入起重机械。

(2) 压力管道的含义 压力管道是指利用一定的压力，用于输送气体或者液体的管状设备。其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa（表压）的气体、液化气体、蒸汽介质，或者是可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或等于标准沸点的液体介质，且公称直径大于 25mm 的管道。

(3) 客运索道的含义 客运索道是指动力驱动，利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备。包括客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道和滑索等。滑索是指乘客沿钢丝绳索惯性滑行的游乐措施。亦称为“溜索”、“速降”、“飞人”等。

(4) 大型游乐设施的含义 大型游乐设施是指用于经营目的，承载乘客游乐的设施。其范围规定为设计最大线速度大于或者等于 2m/s，或者运行高度距地面高于或者等于 2m 的载人大型游乐设施。常见有过山车、蹦极等。

(5) 厂内机动车辆的含义 厂内机动车是指在企业内使用的维修机车、汽车、电瓶车、拖拉机等运输工具，以及不适用于公安部门和维修部门管理的机动车辆。

2. 相关法规

- 1) 压力管道安全管理与监察规定（劳动部 [1996] 140 号）。
- 2) 起重机械安全监察规定（劳安字 [1991] 8 号）。
- 3) 施工升降机监督检验规程（国质检锅 [2002] 121 号）。
- 4) 客运架空索道安全运营与监察规定（劳安字 [1991] 11 号）。
- 5) 游乐设施监督检验规程（国质检锅 [2002] 124 号）。
- 6) 蹦极安全技术要求（国质检锅 [2002] 359 号）。
- 7) 滑索安全技术要求（国质检锅 [2002] 120 号）。

8) 厂内机动车辆监督检验规程 (国质检锅 [2002] 16 号)。

3. 主要定期检验的规定

1) 压力管道是纳入特种设备管理范畴起步较晚的项目, 其管理要求随着各省区加大管理力度的步伐快慢将作进一步的细化和明确。

2) 在用起重机械安全定期监督检验周期为两年, 对每年、每月、每日检查的项目也应有具体规定。起重机械遇十级以上地震或发生重大设备事故、露天作业的起重机械经受九级以上的风力后, 使用前都应做全面检查。

3) 施工升降机与起重机械、电梯检验要求基本近似, 特别增加了对实施现场检验时应具备的环境温度, 电压与电压波动范围、现场风速等条件有具体规定。

4) 游乐设施、自动扶梯和自动人行道定期检验周期为一年。实施现场检验时对环境空气温度、湿度、电压、环境空气和现场的条件有明确的要求。

5) 客运架空索道需取得省级监督检验中心发放的《安全使用许可证》, 除每两年复查检验更换新证外, 每年要向监管部门及省市(地) 技术监督部门提交运行报表或报告。

6) 蹦极、滑索、厂内车辆定期检验均为一年周期。

第 13 章 备 件 管 理

13.1 备件工作的特点和目的要求

1. 备件工作的特点

备件管理工作是设备管理的主要工作之一。主要任务是为设备检修做好设备零、部件的准备工作。这与一般机械制造业为所制造机械设备的装配组织准备好零、部件的工作是一样的，都是预先准备零、部件，只是一个是为检修准备，另一个为装配准备。

但是，两者又有很大区别。首先，机械制造业的装配量与进度都是有“数”的。装配台数与进度有生产计划，每台需要的零、部件数量由装配图确定。因此，完全可以按照装配图中零件明细表的数量结合生产计划，有条不紊地做好相应的组织准备工作，即零、部件的加工安排与定购工作。设备检修的零、部件准备则不同，其所需的量与进度都不一定有“数”，因为检修既有计划检修，也有非计划检修，即检修台数与进度均不完全是计划的，其中非计划检修又是特急的，甚至是“十万火急”；而且所需零、部件的数量，也决不是设备装配图上零件明细表所列的数量。因此，两者最大区别是机械制造的零件准备，其数量、品种与进度均是确定的，而设备检修的备件准备，其数量、品种与进度均是不确切的，这“不确切”就是备件工作的最大特点和难点。其次是数量大、品种多，哪怕是一般企业，其备件数量可达到数十万，甚至数百万，品种、数量多是备件工作的另一特点。有人用“杂”、“广”、“急”来形容备件工作，是有一定依据的。

“不确切”并不等于不可知，设备管理者就是要找出这“不确切”的有关规律，将“不确切”变为可以预知或相对确切，进而解决问题；量大也不是不能做，更不可怕，特别是计算机时代就不怕量大，而且应该抓住重点，该细则细，该粗就粗，备件工作者就应迎着

困难上，切实搞好备件工作，为设备检修做好备件供应。

2. 备件工作的目的要求

顾名思义，备件准备工作就是为设备检修所需要更换的零、部件预先准备好，使检修工作得以按要求顺利进行并圆满完成。怎样才算真正做好这一工作，不同时期的目的要求是不一样的。

(1) 计划经济时期的目的要求 就是要做到“三保”，即确保设备检修的需要，保质、保量、保时间供应零、部件。这样的要求似乎难以达到，但实际也不难做到，因为它只要求确保供应，并不注意或者忽略了是否经济的问题。这是过去计划经济时期许多工作的通病，不注意技术经济分析。因此，如果赶在检修之前按照装配图的零件数量、按零件图的质量预先准备好全部零件或绝大部分零件，这目的要求就完全可以达到。不过，这肯定会造成积压浪费，因为检修甚至是大修，也仅是更换达到磨损极限而不能修复的那部分零件，决不是大部分，更不是全部零件。

(2) 市场经济时期的目的要求 增加了经济性方面要求，既要保证设备检修的需求，保质、保量、保时间供应，又不应积压浪费。如上所述，由于备件在数量与时间的“不确切”，这一要求的确是较难做到。不过，只要设备管理者认真细致地积累有关数据与经验，并应用技术经济基础分析的理论知识，找出相应规律，切实做好备件的定额管理、计划管理及仓库管理，则这个要求还是可以相对达到的。

13.2 备件的定额管理

备件定额包括消耗定额、实物储备定额、资金储备定额。其中消耗定额是基础，储备定额是结果和要求。备件工作者应首先落实消耗定额，进而确定储备定额，既要千方百计尽可能地降低备件的消耗与储备，又要根据生产计划、设备运行与内、外部环境的变化情况，及时、适当地调整相应的消耗与储备，认真搞好定额管理。

1. 备件的消耗定额

设备的零、部件在运行过程中不断磨损，当磨损达到一定程度不能再修复，或虽可修复但经济不合算，只得报废更换，这叫零件的消

耗。其单位时间（一般以一个月计，也可以半年或一年计）的消耗量，经规范并确定后，称为备件的消耗定额，用 R （件/月）表示。

设备由许多零、部件组成，除部分家用电器无维修设计外，目前使用的绝大部分设备的零件，均是按等强度设计而不是按等寿命设计，即其工作寿命是不同的，因而报废、更换就有先后之分，消耗有快慢之别。要确定其消耗速度，即消耗定额，一般有两种方法。

（1）根据零件的设计寿命 设备的许多零件，特别是传动件，设计时是有其工作寿命的。例如传动齿轮，其设计依据或假设的工作寿命 t_0 一般是 10000 ~ 25000h，如果工作负荷率 $\alpha = 60\%$ ，一个月按 $30 \times 24 = 720\text{h}$ 计，则可工作的月数是 $(10000 \sim 25000) / 0.6 \times 720 = 23 \sim 58$ 个月，因而其消耗速度即定额 $R = 1/23 \sim 58 = 0.04 \sim 0.017$ 件/月，因此，按设计寿命确定消耗定额 R （件/月）时，可按下式计算：

$$R = \frac{720\alpha}{t_0}$$

式中，设计工作寿命 t_0 的单位为 h。但并不是所有零件都有设计寿命，绝大部分零件仅是强度计算，只有部分重要的、又有反复循环载荷的传动件，如齿轮、轴等才有设计寿命，因而由此确定消耗定额 R 的备件品种范围很有限；而且由于工作条件、维护保养等诸多因素的影响，零件的实际寿命与设计寿命不可能一样，有时甚至差距相当大，就是说，此法确定之 R 值准确度不够理想，因而实际应用不多，只在重要的传动件中，作为 R 值的核算校对参考之用。

（2）根据零件的实际消耗统计而得 一般是统计近一到两年的实际消耗，结合下一年度设备数量、生产条件与统计年度的变化情况进行适当修正，从而确定下一年度的消耗定额。如果原来已有消耗定额，则既要考虑原定额与上一年度实际消耗的差异，又要考虑上一年度与下一年度在生产条件方面的变化，然后以原有定额为基础进行适当的调整、修正而得下一年度的消耗定额。由于是以备件的实际消耗为基础，因而此法编制确定的消耗定额之准确度较高，故为备件工作者所乐用。

消耗定额的有效期为一年，这是落实储备，进而编制备件年度计划所必须的指标，故应一年调整一次。但实际上，只要生产条件（主

要是产量计划) 没大变动, 大多数备件的消耗定额基本不变或变化甚少, 可以 2~3 年甚至更长一些时间才调整。只有那些原来定得不够准确, 或由于某些特殊情况 (如非计划检修增加等) 导致消耗变化大时才需及时调整。

2. 备件的实物储备定额

备件是预先制作准备好并放在仓库里, 以便随时供应设备检修时更换报废用, 因而备件的库存储备与设备检修的零件消耗就必须经常保持一种动态平衡关系。应从技术经济分析的观点和方法去讨论备件储备量 D 与零件消耗速度 R 之间的动态平衡关系, 以期达到备件工作的目的要求。

(1) 备件储备的正常变动情况与储备量 由于生产、维修不断地消耗备品、备件, 故其在仓库的储备量是不断变化的, 其变动情况可用一数学模型——动态图来表示。图 13-1 所示是储备变化的动态示意图。此动态图的意思是说, 备件从最高储备 $D_{\max}$ 开始消耗 (为简化按直线消耗考虑), 当降至定货点储备 D_p 时, 便应编制批量为 D_0 的计划进行定制, 当储备继续降至 $D_{\min}$ 时, 所定制的一批 D_0 的备件交货入库, 储备又回复至 $D_{\max}$, 如此周期地重复变动, 这样的变动是正常的变动。从最高储备降至最低储备后, 又恢复至最高储备的时间, 叫备件储备的恢复周期 T_i 。

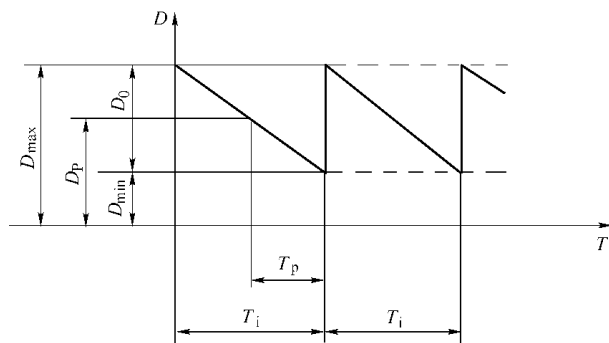


图 13-1 储备变化的动态示意图

D —储备量 D_0 —备件定制批量 D_p —定货点储备量 $D_{\min}$ —最低储备量 $D_{\max}$ —最高储备量 T —储备时间 T_i —备件储备的恢复周期 T_p — D_0 备件的定制所需时间

备件储备量既然是变动的，就不可能是一个量，而是一个范围。备件的实物储备定额，就是要确定最高储备量 $D_{\max}$ 与最低储备量 $D_{\min}$ ，使其既达到动态图 13-1 所示的变化要求，也达到备件工作的目的要求。

最低储备量 $D_{\min}$ 又叫危险储备量或保险储备量，意即不应低于此值，否则将是危险的或不保险的。为了保证生产维修的需要，根据一般经验，取 $D_{\min} = kD_0$ ，这里 D_0 为定制批量， k 为保险系数。

众所周知，备件制作要经过原料准备、工装准备、加工制造等工序，如果是外单位订制则还有运输的问题。假若所有工序及设备检修等均是按计划有条不紊地进行，则保险系数 k 可取 0；但实际上，不但设备有可能非计划检修，且订制的各道工序也有可能偏离计划，因此 k 不能是 0，而要确保一个 kD_0 的量来应付可能突发事件的最大损坏量，考虑其对生产

的重要性，一般经验上对关键设备取 $k = 1.5$ ，而一般设备则取 $k = 1.2$ 。

备件的消耗定额即为消耗速度 R ，也就是单位时间的备件消耗，如图 13-2 所示。一批备件 D 在 T 时间内消耗完，则其消耗速度为

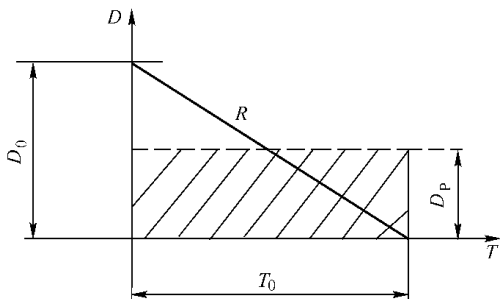


图 13-2 单位时间的备件消耗

$$R = D / T$$

最高储备量 $D_{\max}$ 是仓库补充备件定制批量 D_0 后，达到的最大储备量。从图 13-1 所示中可得：

$$D_{\max} = D_{\min} + D_0 = (k + 1)D_0$$

定货点储备量 D_p 是指储备量降至此点时，应编制计划定制备件，过早定制将使储备超过 $D_{\max}$ ，太迟定制则会使储备量少于 $D_{\min}$ ，这都会导致备件供应出问题。同样，可从图 13-1 所示中利用几何关系，求得

$$D_p = D_{\min} + (D_p - D_{\min})$$

$$\text{但} \quad (D_p - D_{\min})/T_p = R$$

$$\text{即} \quad (D_p - D_{\min}) = T_p R$$

$$\text{故} \quad D_p = D_{\min} + T_p R = kD + T_p R$$

同样，按动态图 13-1 所示，根据消耗定额定义，可得备件储备恢复周期 T_i 为

$$T_i = D_0 / R$$

一般上述各式中，消耗定额 R 、保险系数 k 、订制周期 T_p 均是常数，只有储备量 D 是变数，可以是一件、几件、十几件，甚至几十件。储备量 $D_{\max}$ 与 $D_{\min}$ 均是批量 D 函数，只要确定了 D 值，也就确定了备件的库存定额 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 。

(2) 最佳订制批量 D_0 的确定 备件订制与一般机械制造业的零件生产一样，是一批、一批地安排进行，即每次按一定的批量 D 进行。但批量 D 的大小与费用息息相关，众所周知，定货批量大则单价低，因加工制作一件、几件或几十件其工艺装备都是一套，可是入库储备量大，储备费用增加；若批量少则相反。因而就有一个合理的、使费用最低的批量 D_0 ，只要确定了此合理的批量 D_0 ，由 D_0 确定的 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 自然也是合理的。

可以通过分析备件的总费用来解决此问题。为简化计算，只将储备资金的利息作为费用计算，而不考虑资金的时间因素，即不同时间的资金可以相加减进行运算，故仅是静态分析，但已够准确并说明问题。

大家知道，备件的总费用是由制造费用与储备费用构成。设一批备件 D 的制造或定购费用为 Q_1 ，则：

$$Q_1 = A + CD$$

式中， A 为一次机具费，与批量 D 无关，因无论加工多少件均需要一套工夹模具； C 为备件单件制作工时成本，由制造厂家按其加工工艺规定的每件加工工时定额与工时费用确定，是相对常数。因而一个备件的制作总费用为

$$q_1 = \frac{Q_1}{D} = \frac{A}{D} + C$$

备件的储备费用包括储备资金利息、仓库与仓库设备折旧费、备

件库内耗损、仓管人员开支等，假设单件备件在单位时间内的储备费用为 h ，则一批备件 D 从进库直至消耗完的储备费用为

$$Q_2 = D_{cp} Th$$

式中， T 为批量 D 消耗完的总时间亦即储备时间， D_{cp} 为此时间内的平均储备量，从图 13-2 所示可以看出，当一批备件 D 从进库开始以等额消耗形式在 T 时间内消耗至 0 时，在此时间内的平均储备量 D_{cp} 为：

$$D_{cp} = D/2$$

因而

$$Q_2 = D_{cp} Th = \frac{D}{2} Th = \frac{D}{2} \frac{D}{R} h$$

$$= \frac{h}{2R} D^2$$

故单件备件的储备费用 q_2 为

$$q_2 = \frac{Q_2}{D} = \frac{h}{2R} D$$

由此得单件的总费用 q 为

$$q = q_1 + q_2 = \frac{A}{D} + C + \frac{h}{2R} D$$

因 A 、 C 、 h 、 R 均是常数，故 q 、 q_1 与 q_2 均是 D 的函数， $q = f(D)$ 的变化如图 13-3 所示，取此函数的一阶导数并令其等于 0，即可求得总费用 q 为最小 $q_{\min}$ 时的定制批量，也就是最佳定制批量 D_0 为

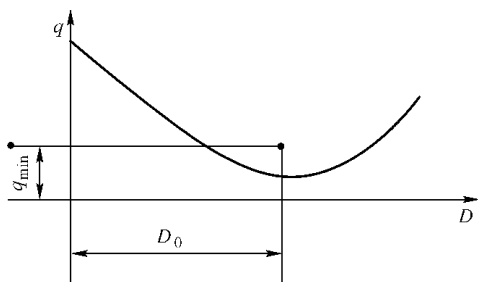


图 13-3 函数 $q = f(D)$ 的变化示意图
 q —储备费用 D —订货量

$$\frac{dq}{dD} = -\frac{A}{D^2} + \frac{h}{2R} = 0$$

解此方程式，得

$$D = D_0 = \sqrt{\frac{2RA}{h}} \quad (13-1)$$

按此 D_0 之值定制备件，其费用应是最低的，也就是最经济的。

(3) 备件的合理库存量（储备定额）由式 (13-1) 确定最佳定制批量 D_0 之后，便可根据 D_0 计算最佳的最高、最低库存量 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ ：

$$D_{\min} = kD_0 \quad (13-2)$$

$$D_{\max} = (k + 1)D_0 \quad (13-3)$$

这便是要确定的合理的备件储备定额。其中式 (13-2) 是保证生产维修对备件的需要。由于此两式是基于最佳定制批量 D_0 所控制的备件库存变化，可使备件的总费用开支为最少，从而达到备件工作的目的要求。

【例 13-1】某型号减速机在用 25 台，每台之高速齿轴消耗速度为 0.1 件/月，仓库统计分摊于该齿轴的储备费用为 96 元/件·年，制造一批齿轴的机具费为 180 元，这些减速机均在一般设备上安装使用，请确定其库存定额 $D_{\min}$ 和 $D_{\max}$ 。

解 按题意得

$R = 0.1 \times 25 = 2.5$ 件/月， $A = 180$ 元， $h = 96/12 = 8$ 元/(件·月)；因是一般设备使用，故取 $k = 1.2$ 。

按式 (13-1) 计算，得

$$D_0 = \sqrt{\frac{2RA}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.5 \times 180}{8}} \text{ 件} = 10.6 \text{ 件} \approx 11 \text{ 件}$$

按式 (13-2) 和式 (13-3) 计算，得

$$D_{\min} = kD_0 = 1.2 \times 11 \text{ 件} = 13 \text{ 件}$$

$$D_{\max} = (k + 1)D_0 = (1.2 + 1) \times 11 \text{ 件} = 24 \text{ 件}$$

齿轴的单件总费用为

$$q = \frac{A}{D} + C + \frac{h}{2R}D = \frac{180}{D} + C + \frac{8}{2 \times 2.5}D = \frac{180}{D} + 1.6D + C$$

将 $D = 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16$ 代入上式，计算得到的 q 值列于表 13-1。

从表 13-1 中可以看出，当 $D = D_0 = 11$ 时， $q = 33.96 + C = q_{\min}$ ，故按批量 11 件去定制和储备，其费用是最少的，即是经济合理的。

表 13-1 不同定制批量 D 的单件总费用 q (单位: 元)

D	5	6	8	10	11	12	14	16
q	44 + C	39.6 + C	35.3 + C	34 + C	33.96 + C	34.2 + C	35.3 + C	36.85 + C

如果备件管理规制健全, 统计工作完善, 有较准确或相对准确的消耗定额 R 与储备费用 h 等数据, 又了解到定制单位的一次机具费 A 的资料, 则按式 (13-1) 计算获得最佳定制批量 D_0 之后, 再按照式 (13-2) 和式 (13-3) 确定 $D_{\min}$ 与 $D_{\max}$, 那将是最理想的, 即是最经济的。但如果备件管理的基础尚在起步建立, 有关 R、h 与 A 等参数还不够准确, 甚至还没有相应的统计资料, 就难以应用这些理论公式, 唯有采用经验公式来计算储备定额。自然, 经验公式肯定会因人的经验积累与行业情况而异, 难以讲清楚谁较准确, 可以肯定的是经验公式比理论公式误差大, 故在应用经验公式的同时, 应逐步积累资料, 以便过渡到理论式。下面是笔者在冶金行业工作时应用的经验公式, 可供参考。

$$\begin{cases} D_{\min} = T_p R \\ D_{\max} = T_p R + \beta R = (T_p + \beta) R \\ D_0 = D_{\max} - D_{\min} = \beta R \end{cases}$$

式中, T_p 为备件定制周期 (月); β 为批量系数, 依定制周期 T_p 而定, 当 $T_p \leq 6$ 个月时取 $\beta = 3$; 当 $T_p > 6$ 个月时取 $\beta = 6$ 。

如上例, 如果减速机高速齿轴之 $T_p = 4$ 个月, 则 $D_{\min} = 4 \times 2.5 = 10$ 件, $D_{\max} = (4 + 3) \times 2.5 = 17.5$ 件 ≈ 18 件, $D_0 = 18 - 10 = 8$ 件。按此批量定制自然不会是最理想的, 但亦只能如此。

3. 备件的资金储备定额与备件流动资金

根据备件的实物储备定额 $D_{\min}$ 、 $D_{\max}$ 及消耗定额, 便可计算出备件的资金储备定额与备件流动资金, 以作为备件资金管理的基础。

(1) 备件资金储备定额 备件实物储备是变动的, 故与其相应的资金储备也是变动的。当达到 $D_{\max}$ 时, 有最大的资金储备 $M_{\max}$; 降至 $D_{\min}$ 时, 有最小的资金储备 $M_{\min}$ 。

$$M_{\min} = \sum D_{\min} q_i$$

$$M_{\max} = \sum D_{\max} q_i$$

式中, $D_{\min}$ 、 $D_{\max}$ 、 q_i 为备件的最高、最低储备量及单件总价 (包括制作费与储备费)。

对任何一种备件来说, 都可能出现 $D_{\min} q$ 与 $D_{\max} q$ 的最低及最高储备资金, 但对仓库中数以千、万计品种的备件来说, 绝不可能同时达到 $D_{\min} q$ 与 $D_{\max} q$ 值, 因而仓库的储备资金不可能出现上述之 $M_{\min}$ 至 $M_{\max}$ 的变动范围, 一般是在其平均值的 $\pm 25\%$ 的范围内变动, 且出现在平均值的机率最大, 因此可将此平均值 M_{cp} 作为备件的资金储备定额 M_0 。也就是说, 备件的资金储备定额是备件最低、最高库存定额之和, 与其单价乘积的总值之半, 即

$$M_0 = M_{cp} = \frac{1}{2} (M_{\min} + M_{\max}) = \frac{1}{2} \sum q_i (D_{\min} + D_{\max}) \quad (13-4)$$

(2) 备件流动资金 备件的库存资金是备件的流动资金, 但不是全部, 备件流动资金占用还应包括定制备件的预付款。若是自制, 则是购买原材料、半成品等费用。但从目前市场经济情况看, 所谓自制也多是独立核算, 故也以外部定制考虑。一年的备件定制量是 $\sum 12 R_i = 12 \sum R_i$, 故一年的备件定制资金额为 $12 \sum q_{li} R_i$ 。这里 R_i 与 q_{li} 分别是某一品种备件的消耗定额 (件/月) 与制作单价 (元/件)。预付金额一般是定制金额的 $5\% \sim 25\%$, 最多 30% , 建议平均按 15% 考虑, 故得备件年定制预付款 M_1 为

$$M_1 = 0.15 \times 12 \sum q_{li} R_i = 1.8 \sum q_{li} R_i \quad (13-5)$$

M_1 只在备件定制过程中占用, 备件一旦入库即计入储备资金内计算。

备件流动资金为备件储备资金与定制预付资金之和, 即

$$M = M_0 + M_1 = 0.5 \sum q_i (D_{\min} + D_{\max}) + 1.8 \sum q_{li} R_i \quad (13-6)$$

(3) 备件流动资金管理 备件流动资金是企业流动资金的重要组成部分之一, 直接影响企业资金周转, 必须加强管理, 严格控制。在落实备件消耗定额与实物储备备件定额的基础上, 确定备件的资金储备定额 M_0 与定制预付款 M_1 , 从而确定备件流动资金额 M 。这样得出 M_0 与 M_1 是否真的合理, 还得通过实际的统计资料与相应的技术经济指标来证明。一般有四个技术经济指标, 其中考核备件资金消耗

的有两个、考核备件储备的有一个、同时考核储备与消耗的有一个。

(1) 根据产值来考核备件资金消耗

$$\text{千元产值备件消耗} = \frac{\text{消耗备件的费用(元)}}{\text{产值(千元)}}$$

(2) 根据开动设备重量来考核备件消耗

$$\text{每吨开动设备备件消耗} = \frac{\text{备件消耗量(kg)}}{\text{开动设备重量(t)}}$$

(3) 根据设备固定资产来考核备件资金储备

$$\text{每百元设备固定资产备件储备} = \frac{\text{备件储备(元)}}{\text{设备固定资产(百元)}}$$

(4) 同时根据备件储备和消耗来考核备件资金的周转速度

$$\text{备件资金周转天数} = \frac{(\text{期初库存} + \text{期末库存}) \times 360}{\text{期内备件消耗}} (\text{天})$$

每年年初应统计出上一年度的上述四个指标，并对照本企业历史资料与同行业相应指标。如果比本企业历史统计指标有所提高，则说明备件工作有进步；如果达到同行业先进指标水平，则说明备件工作是出色的。否则，若落后于相应指标，就说明备件工作做得不够理想，或起码仍有潜力可挖。应根据差距的大小，结合实际消耗来检查所编制的备件消耗定额与储备定额是否准确，并进行适当的相应调整，重新确定本年度的相应定额。

不同行业，上述四个技术经济指标是不同的，故应以本行业的指标值为对照参考依据。表 13-2 列出冶金行业的相应数值，供参考。

表 13-2 冶金行业备件四大指标消耗情况

指 标 项 目	一般水平	较好水平
千元产值备件消耗/(元/千元)	30 ~ 35	< 28
每吨开动设备备件消耗/(kg/t)	70 ~ 80	< 50
每百元设备固定资产备件储备/(元/百元)	8 ~ 10	< 6
备件资金周转天数/天	320 ~ 400	< 300

在确定消耗与储备的基础上，落实备件流动资金是较切合本单位实际的做法，也是在保障维修需求的前提下，本单位现时管理水平所能达到的经济资金储备，应是较好的办法。但此法工作繁重，如果原

基础工作较差，又缺乏微机帮助，应用此法有很大困难，则可就上述的技术经济指标，根据本行业的指标数值很快确定总体的备件消耗与储备，不过还得将其分解到具体的每一种备件才能实际操作。此工作量同样是巨大的，而且能否分解合理也很难预料。因此，只要条件允许，还是应用前法，从消耗开始，逐台设备、逐步进行，并最终确定流动资金的方法较好。

备件定额管理的任务就是编制合理的消耗与库存定额，并在保障设备维修的前提下，不断降低库存，加速备件储备资金周转，使达到或超过同行业先进水平。这应在设备管理部门与财务管理部门紧密协作、共同努力下完成。当设备管理人员确定包括储备资金 M_0 与定制预付款 M_1 ，并经财务管理部门审核之后，应在企业设备主管领导的主持下，由设备管理部门负责人与财务管理部门负责人签订有关提供与使用这些资金的协议书，规定双方的职责，设备部门负责保证不超储，财务部门负责确保按时提供相应资金。

4. 降低备件库存的途径

降低备件库存，加速备件资金周转，是备件管理工作应尽力不断追求的目标，应根据确定库存定额的有关参数来考虑，其中重点是设法减少消耗定额 R 。下面介绍行之有效的几条措施。

(1) 加强设备维护 加强设备维护保养与设备运行管理，制止超负荷运转，减慢设备零、部件磨损，从而降低其消耗速度，即减少 R 值。

(2) 定期调整 定期结合实际消耗情况和备件资金周转天数来调整消耗定额 R 与储备定额 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ ，最小每年在编制备件年度供应计划前，应按上一年度的实际消耗情况进行调整，特别注意将超过平均周转天数的那些备件的定额降下来，按调整后的新定额编制年度供应计划。

(3) 加强协调 加强计划合同与仓库库存之间的协调管理，注意信息联通，及时发现超储的备件，适时地进行备件供应计划的季度或半年调整（具体见后面的计划管理），尽量使备件库存变化在动态图（图 13-1）的范围内。

(4) 优化进货渠道 认真细致地编制好备件年度供应计划，要求

备件供销人员严格执行计划，按计划要求签订供货合同，并“货比三家”，搞好协作关系，在保证质量、合理单价的基础上，选择制作周期短、经济批量小的单位定制。

(5) 提高诊断检测水平 按照设备综合管理的要求，加强设备故障诊断监测，切实掌握设备性能与磨损情况及其变化趋势，编制准确的检修计划，减少非计划检修工作量。在此基础上，将计划检修备件与非计划检修备件分开，其中计划检修（主要是大、中修）备件一次性按检修计划供应，不纳入库存的消耗与储备，而库存备件只考虑非计划检修与日常维护的消耗，至于计划大、中修的实际消耗与原先计划不符部分，也由库存备件来调节。

(6) 设立专职岗位 建议备件消耗、储存量大的企业设立“备件工程师”这一技术岗位，专门研究各种备件消耗规律，搜集备件加工、订制及供应商信息，运用备件库存理论来优化调整库存结构，加强备件资金周转率，在保证检修的情况下，降低备件库存。

上述六条措施中，第1条是设备运行管理的问题，已在第5章和第6章中介绍；第5条既有运行、检修与监测方面的问题，也有备件管理本身的问题；其余第2、3、4、6条则基本上是备件管理本身工作的问题。若从备件工作本身与实效方面考虑，则第5条的备件分类措施效果最为明显，可大大降低备件的消耗与储备定额，故下面作进一步介绍。

过去对备件的分类，由于出发点不同，分类方式或方法也多种多样：按其使用情况和寿命，可分为普通备件、事故备件与消耗备件；按制造工艺复杂程度与价值及对生产的重要性，可分为关键备件和一般备件；按供应渠道，可分为一类备件（外制件）与二类备件（自制件）；按定型标准，可分为非标备件、专用备件及通用备件；按其使用的专用设备，可分机械备件、电气备件及专用机械备件；按材质可分为铸铁件、铸钢件、有色件、锻件及金属结构件；按用途特性，可分为设备维修备件、生产备件及生产工具等。所有这些分法，均是為了便于管理、存放。按上述第5条措施的分类则主要是为了提高效益。自然，如果既考虑便于管理，也考虑提高效益，则将两者结合起来：先将备件分为计划检修与非计划检修两大类，然后再按原来已行

之有效的办法分小类。

非计划检修备件可再分为关键备件与一般备件，其消耗定额与储备定额均由备件管理人员确定，并按相应的计划管理与仓库管理要求进行备件的管理工作。其中关键备件也可叫特殊事故备件，是指价值高、寿命长，但一旦发生事故将严重影响生产的那类备件，例如冶金行业中轧钢机的大齿轮，其正常寿命短则 5~6 年，长则 10 多年，按正常储备，完全可以在工作数年后，直到其寿命终结前 1~2 年才定制。但这样做是危险的，一旦出问题将严重影响生产，损失惨重，故必须及早准备，多是设备投入运转后就要准备。因为这是预防万一的准备，多是长期存放仓库而积压资金，延长备件资金周转期。为了解决这一矛盾，一是尽量控制这类备件的数量，慎重确定并经主管领导审批，使其数量尽可能少；另一是此类备件作为特殊储备资金，不参加备件周转资金考核。

计划检修备件由检修管理人员编制，并按检修计划一次性供应，其全过程按检修制度管理。到货后既可放于设备检修现场，也可暂放于备件仓库内与非计划检修备件同堆存放，但账卡注明，资金分列，即实物同放，资金分开。因此类备件完全可按检修计划由检修费用直接开支销账，故不必纳入库存资金，也不必在库存备件中考虑其消耗定额。但检修计划中考虑的备件品种、数量，可能会与实际检修需要有小量出入，这可由仓库中的非计划检修备件来调节。

这样的备件分类，由于实际库存只考虑非计划检修备件与计划检修中很少量的计划差异备件，因而可大大降低备件的消耗定额与储备定额，从而显著地提高效益。因为实际所消耗备件，绝大部分是计划检修备件，这类备件完全可以像一般机械制造业那样有计划地供应，根本不需要储备。而且这样做的工作量，除了在仓库账目上可能会有所增加之外，其他方面则增加甚少甚至基本不增加；反之，更可明确分清备件管理人员与检修管理人员的职责。故应是事半功倍的方法，应尽可能推广。

13.3 备件的计划管理

备件计划管理的任务就是在备件定额的基础上，编制备件供应计

划，并对备件库存与供应两方面的信息进行监控，使备件实际库存量始终在图 13-1 所示的要求范围内变动，以达到既保证生产维修的需要，又不积压浪费的目的要求。

备件供应计划一般是每年编制一次，并赶在行业备件定货会之前编制好，以便参加定货会，使绝大部分外制备件均在定货会上定制。因为行业定货会几乎集中了全国优秀的制造厂家，资料完善、信誉保证、又容易“货比三家”，既可大大减少定货时间与费用开支，更重要的是定制备件的质量、单价、交货期等都会有较好的保障。行业定货会多是一年两次：第一次是秋冬之间，定制下一年的备件；第二次是春夏之间，是对第一次定制备件之不足进行补充与调整，应充分利用这两次定货会来解决外制备件的供应问题。

1. 年度计划的编制

备件的年度计划是按备件库存动态图 13-1 所示的要求，根据消耗定额 R 、最少库存量 $D_{\min}$ 、编制计划时的实际库存量 $D_{\text{实}}$ 、经济批量 D_0 与制作周期 T_p 进行编制，其年度计划即备件的年定制数量 $D_{\text{年}}$ 为

$$D_{\text{年}} = 12R + D_{\min} - D_{\text{实}} \quad (13-7)$$

若计算所得结果 $D_{\text{年}} > D_0$ ，则不能一次性一批全交货，因为若一次全交，肯定会超出 $D_{\max}$ 库存量，达不到图 13-1 所示的要求，因而必须分批交货，其批数 n 为：

$$n = D_{\text{年}} / D_0$$

要真正达到图 13-1 所示的库存要求，每批备件的交货时间都应在库存量降至 $D_{\min}$ 时，可得第一批备件的交货时间为

$$T_1 = (D_{\text{实}} - D_{\min}) / R$$

这里 $D_{\text{实}}$ 与以前讲的定货点库存量 D_p 是不一样的。 $D_{\text{实}}$ 是编制计划时的实际库存量，不考虑制作周期，全部备件都按一个时间、并在同一个时间定制，实际工作就是这样做的。 D_p 是根据备件制作周期结合消耗定额来考虑的，每种备件均有自己的编制计划与定制时间。这只是理论概念上说明问题的，而实际上是做不到的。因为仓库有数以千计的备件，若这样做，就意味着得天天编计划、定备件了，这当然是不可能的。

同样道理，以后每批备件의 交货间隔期为

$$T_i = (D_{\max} - D_{\min}) / R = D_0 / R$$

这里 T_i 实际上就是以前讲的备件库存恢复周期。意思是当前一批备件到货后，库存达到 $D_{\max}$ ，但消耗了 D_0 件后，库存又降至 $D_{\min}$ ，这一批备件就应及时进货补充。

因此，备件的年度供应计划，除了提出年度总计划需用量 $D_{\text{年}}$ 外，还必须明确交货批量 D_0 、批数 n 、第一批交货时间 T_1 及以后每批的交货时间 T_i 。专职供销人员或备件管理人员去定制备件时，必须按这些数据签订备件定制合同，确保按要求一次定制、分批交货。

2. 计划的监控与调整

如果定额与计划均符合实际情况，制作单位又完全按合同交货，则一年一次计划，一次定制、分批交货就可确保备件库存变化达到图 13-1 的要求。但由于种种原因，特别是原定的消耗定额与实际的消耗速度不符时，若仍希望备件储备量控制在 $D_{\max}$ 与 $D_{\min}$ 之间以达到动态图的要求，就有必要对原计划进行调整。实际上，行业备件定货会一年有两次，其中秋冬间订货会的定制供应计划，经过约半年左右的运作，应可对计划的准确性有所检验，故可按其差异程度，在春夏间的定货会上进行补充和调整。

要确定差异，就得对计划进行监控。监控有两方面：一是对计划本身的定制合同执行情况监控，制作单位有否履行合同；二是对实际消耗情况进行监控，从仓库库存提取信息，与原定定额对比。将这两方面资料综合，便可确定“差异”，从而对计划进行适当调整。调整的依据（原理）是消除监控预测的“差异”，确保备件库存量在 $D_{\max}$ 与 $D_{\min}$ 的范围内变动。根据图 13-1 所示的要求，可以有以下两种调整方法：

1) 保持最佳订制批量 D_0 不变。调整交货时间，使所订制的备件在其库存量降至 $D_{\min}$ 时交货。设调整交货时间的变动量为 ΔT ，则按图 13-1 可得（推导从略）

$$\Delta T = \frac{D_{\text{实}} - D_{\min}}{R} - T_0$$

式中 $D_{\text{实}}$ 与以前介绍的 $D_{\text{实}}$ 的区别，在于 $D_{\text{实}}$ 是编制“年度供应

计划”时的实际库存量，而 $D_{\text{实}}$ 则是编制“调整计划”时的实际库存量； T_{i_0} 是编制“调整计划”时至编制“年度计划”原定的下一批交货的时间。计算得到的 ΔT 是正值则推迟 ΔT 交货，是负值则提前 ΔT 交货。

2) 保持原合同的交货时间 $T_i (T_1)$ 不变，调整订制批量 D_0 ，使交货后的最高库存量等于 D_{max} 。设调整批量为 ΔD ，同样可按图 13-1 所示推导，得

$$\Delta D = D_{\text{min}} + T_{i_0} R - D_{\text{实}}$$

式中代号意义同前，计得 ΔD 是正值时则加大下一批的批量，是负值时则减少批量。

当然，不管是第一种调整方法或是第二种调整方法，都必须与制作单位协商并同意之后才能实现。这就要求搞好协作关系，一般情况下是会同意这少量调整的，特别是现在市场经济多处于买方市场的情况更是如此。不过第二种方法只保证库存不超过 D_{max} ，而 D_0 与 D_{min} 都会有所变动，故是不理想的；第一种方法可完全确保原定的 D_0 、 D_{max} 、 D_{min} 不变，而且只稍为调整交货时间，制作定货单位也易于接受。因此，应尽量采用第一种方法调整计划。

【例 13-2】以【例 13-1】的减速机高速齿轮轴的例子，如果去年十月份编制年度计划时的实际库存量 $D_{\text{实}} = 21$ 件，试编制其年度供应计划；到今年四月，考虑调整计划时的实际库存量 $D_{\text{实}}$ 为 21 件，试决定供应计划是否需要调整，如何调整。

解 如前已计算得此备件的最佳定制批量 $D_0 = 11$ 件，最低库存量 $D_{\text{min}} = 13$ 件，最高库存量 $D_{\text{max}} = 24$ 件。按题意及式 (13-7)，得年度供应量 $D_{\text{年}}$ 为

$$D_{\text{年}} = 12R + D_{\text{min}} - D_{\text{实}} = (12 \times 2.5 + 13 - 21) \text{件} = 22 \text{件}$$

交货批数 n 为

$$n = \frac{D_{\text{年}}}{D_0} = \frac{22}{11} \text{批} = 2 \text{批}$$

第一批交货时间 T_1 为

$$T_1 = \frac{D_{\text{实}} - D_{\text{min}}}{R} = \frac{21 - 13}{2.5} = 3.2 \approx 3 \text{个月}$$

即从编计划时十月起至三个月后，也就是下一年的一月份交货。
第二批交货时间 T_2 为

$$T_2 = T_1 = \frac{D_0}{R} = \frac{11}{2.5} = 4.4 \approx 4 \text{ 个月}$$

也就是下一年的五月份交第二批备件。

此年度供应计划的内容（标的）是今年十月份定制，明年总供货计划是 22 件，分两批交货，批量是 11 件，第一批交货时间是明年一月份，第二批是明年五月份交货。定制合同应明确全部标的。但到今年四月开行业定货会前夕，发现此备件的实际库存量是 21 件，若按第一种调整方法，则调整的交货时间 ΔT 为

$$\Delta T = \frac{D_{\text{实}} - D_{\min}}{R} - T_{i_0}$$

原计划是五月交货，现是四月份考虑调整计划，故 $T_{i_0} = 1$ 个月，因而

$$\Delta T = \frac{21 - 13}{2.5} - 1 = 2.2 \approx 2 \text{ 个月}$$

即推迟两个月，也就是第二批备件最好改为七月份交货，这样就不会超出 $D_{\max}$ 库存量。

一般情况下，如果 $|\Delta T| > 0.3T_i$ 时应考虑调整交货期，现 ΔT 已达 $2.2/4 = 55\% T_i$ ，故只要制作单位同意，就应尽可能调整。

若采用第二种调整方法，则调整的批量 ΔD 为

$$\Delta D = D_{\min} + T_{i_0} R - D_{\text{实}} = 13 + 1 \times 2.5 - 21 = -5.5 \approx -6 \text{ 件}$$

即这一批（第二批）的定制批量从 11 件调整为 $11 - 6 = 5$ 件，这样的变动，一般情况下，制作单位是难以接受的；而且，当这批备件交货时，其库存量也远未降至 $D_{\min}$ ，对库存资金也是不利的。这也是说明最好是采用第一种方法调整计划。

13.4 备件的仓库管理

定额管理、计划管理、仓库管理合称备件三大管理。定额管理是基础，计划管理是中心，仓库管理是保障。三者共同确保备件库存按动态图 13-1 所示的要求变化，使备件工作达到既保证生产维修的需

要，又不积压浪费的目的。仓库管理是备件管理的重要工作之一，切勿以为其技术含量少且琐碎繁杂而掉以轻心。为了使备件及时按质、按量得到供应，就必须做好备件的验收、入库、保管和发放等备件后续工作，这就是仓库工作。可以说，与定额管理、计划管理一样，备件仓库管理的好坏，也直接关系到备件和设备的保管和保养质量的高低，关系到设备维修质量。而且，加强仓库管理也是防止积压、丢失、损坏、变质、变形的可靠保证，是堵塞各种漏洞，避免浪费的有效措施之一。

1. 仓库管理的任务职责

仓库管理的任务主要有两项：一是维护、保养好所管理的备件；二是对所管备件的库存情况，及时向设备管理人员和备件定额及计划管理人员反馈信息。

仓库管理的主要职责是对所管备件的情况要清楚，包括分类要清楚，定额要清楚，存量要清楚，收发手续要清楚。

2. 仓库管理的体制与规定

一般企业的备件仓库都设总仓库和分仓库。总仓库由企业主管部门，例如机动部门直接管理，存放全企业的通用备件。分仓库由企业的基层单位，例如分厂、车间等管理，存放本单位的专用备件及极小量的易耗通用件，且后者要纳入企业的统一定额与计划管理。但不管是总仓库或是分仓库，都应根据备件库存的有关要求，设置起重运输设备与通风、防雨、防潮、防火等设施。

备件管理制度要包括仓库管理的内容，制定相应的进出库、库存堆放、保养维护、账卡管理与信息反馈等有关规范制度，纳入备件管理考核，规范仓库管理工作。

备件要经过由设备管理人员为主组成的质检小组进行型号、规格、材质、外形尺寸、精度及技术要求的检验鉴定，并根据备件计划人员规定的数量清点才能进库。备件领用要根据备件计划管理人员审批签认才能发放，其中计划检修用备件还需要检修管理人员的审批签认。出库备件当面点清，出库后及时销账。

备件堆放要整齐、清晰、安全并易于放取，堆垛间留有必要的、方便放取的通道，其中主要通道宽度不应少于 1.5m，以便起重运输

工具的移动。有条件的仓库要做到“四号定位，五五堆放”。“四号定位”是指备件有存放的仓库号、区号、货架号与层号，使人一看到这四个数字组成的号码就知道此备件存放的具体位置，易于存取。“五五堆放”就是每五件一堆，既便于领取计数，也便于盘仓清点。备件堆放现场挂放与账本标明一致的、表示备件型号、规格、材质、使用设备、数量、存放位置号等内容的卡片，其中数量一栏应是可变的，以便随库存量改变而变。

仓管人员要注意和做好库存备件的防潮、防锈、防火、防变形等维护保养工作，尤其注意保养好备件的精加工面，不能碰伤、擦毛、生锈、变形。对螺杆、长轴等特殊备件更应按主管技术人员的要求垂直吊放。

一般主管部门（如机动、设备部门）与储备单位（仓库）都要建立备件台账，并由专职人员管理，准确无误地逐项登记备件的项目、件数、重量、材质、资金与定额等。仓管人员要做到“日清、月结、年盘点”，即每日对进出库备件要及时清理登记台账、卡片，每月统计、填报库存情况上报主管的机动、设备部门，每年或半年认真盘点一次全部备件，使经常保持两本账（主管与仓库）的账、物、卡、资金四对口。

仓管人员要知道备件的最低、最高与定货点储备定额 $D_{\min}$ 、 $D_{\max}$ 与 D_p 。在“日清、月结”中，若发现实际库存量 $D_{\text{实}} \geq D_{\max}$ 或 $D_{\text{实}} \leq D_p$ 时，要在月报表中注明；若发现 $D_{\text{实}} \leq D_{\min}$ ，则即时上报主管部门；对于 $D_{\min} > D_{\text{实}}$ ，或者 $D_{\text{实}} > D_{\max}$ 的出现，应根据自己的认识提出相关意见。

13.5 备件的现代化管理

备件工作庞杂、量大、繁琐，要真正做好，需投入相当大的、有较好素质的人力，且还得持之以恒。备件储备资金占企业流动资金的比率相当大，一般达 10% 以上，而其周转速度却远低于生产流动资金，其周转天数一般是生产流动资金的 2~3 倍，甚至有高达 5 倍以上的。这种情况，对于讲究效率、讲究效益的市场经济是很不理想的。为了尽可能降低备件储备、加速备件资金周转、精简人力，以提

高企业综合竞争力，有必要采用一些现代化手段来管理备件。其中诸如计算机辅助备件管理、社会虚拟备件库、ABC 管理等均是行之有效的方法。计算机管理另有专题介绍，备件社会化则仍在探索阶段，故这里仅作简单的说明，重点介绍备件的 ABC 管理。

1. 计算机辅助备件管理

利用计算机来处理备件的定额确定、计划编制与库存台账等大量繁杂工作，将可大大提高效率、节省人力，并且还可迅速反馈信息，使有关人员能及时了解备件的消耗与储备情况，进而对可能出现的问题提前采取对策。

计算机辅助备件管理要求有较好的管理基础，有消耗与储备的基本数据，将有关消耗与储备定额输入计算机后，便可编制计划、建立台账。只要建立实际库存与储备定额之间的“警示”关系，例如 $D_{\text{实}} \leq D_{\text{min}}$ 时亮红色， $D_{\text{实}} \leq D_p$ 时亮黄色， $D_{\text{实}} \geq D_{\text{max}}$ 时亮绿色等，便可及时报警，反馈信息。当主管部门与仓库部门的计算机联网运行时，则更能迅速信息共享，减少许多上传下达工作，同时开展各自的工作去搞好备件管理，将备件的定额管理、计划管理与仓库管理等三大管理工作有机地、紧密地联系起来，从而大大提高效率，减少差错。

2. 备件社会化问题

备件社会化是紧跟检修社会化而来的新课题。正如搞好检修社会化可以更好利用检修力量，降低检修费用一样，搞好备件社会化也可以降低备件储备，加速资金周转，提高备件管理效益。但由于种种原因，其中主要是风险与投资方面的原因，备件社会化要难于检修社会化，因而“紧跟”还有待探讨。

由于设备一定要检修才能正常运行，且在市场经济情况下，企业保留庞大的检修力量已不是明智之举，故只要有组织严密、管理完善、业务精良的社会检修力量，并配以适当的检修工具，就不怕无用武之地，而且投入不大，风险也相对较少，因而有些行业已有部分检修社会化，并有不断扩大的趋势，企业只保留小量的维修与应急的检修力量。

检修也一定要更换一些零、部件，但究竟要更换哪些，甚难准确预知，尤其对于不是本企业的人员来说，更是如此。因此，要满足检

修需求就得大量储备，因而投入大，周转慢，甚至不一定用得上，故风险就相对较高，导致难以及时“紧跟”，因而社会检修一般均是包工不包备件。

但备件社会化毕竟是一个诱人的方向，而且从理论上讲，除了企业的专用备件估计尚难社会化之外，那些通用备件、特别是国家定型标准件，应该是可以社会化的，实际上，有些已经以不同的形式社会化了。

备件社会化的另一个途径是通过网站建立行业的虚拟备件库。在网站的虚拟备件库里，“储存”着会员企业可以用来“调出”、“调剂”的备件。某一企业的冗余备件可能就是另外企业的短缺备件。企业可以根据自己的行业分类，将本企业富余的备件和设备配件的主要技术参数、有关图片、报价等信息上传到网站数据库。用户通过强大的搜索工具获得自己感兴趣的备件信息列表。一旦明确备件需求，交易双方可以通过都信赖的第三方完成交易或双方直接交易。通过虚拟备件库，既可以部分盘活企业内部的“无用”资产，同时可以拓宽一些紧缺“事故件”的供应渠道。计算机网站虚拟备件库应该是节省社会资源，有效利用资源的未来方向。目前已经存在的备件社会化渠道还包括：

(1) 备件市场化 对于品种少、使用量大的国家定型设备，例如汽车、摩托车、部分机床、工业泵、压缩机等，其备件已经走向市场，使用者一般是不必考虑这些设备的备件储备问题了。

(2) 制造厂备件库 这也是社会虚拟备件库形式之一。对于尚未市场化或未完全市场化的国家定型设备，如果通过行业协会，由制造行业按使用行业的需求准备和供应备件，这对备件的制作安排不会有什么问题，但前提如下：

- 1) 使用行业有较为准确的需求计划，包括正常消耗与应急需求。
- 2) 制造行业内部各企业分工负责不同备件的供应。
- 3) 使用与制作行业对超期购买或不准备购买的备件如何承担风险要有共识。

(3) 行业备件库 这也是社会虚拟备件库的另一种形式。通过行业协会将本地区、本行业内各企业的备件库“统一”起来，统一编制

定额，确定全行业的消耗与储备，再将储备量分配到以大企业为主的备件库，由其负责储备和供应，或者按各企业原储备，根据行业总储备的比例相应削减，使用时相互调节。

(4) 社会检修备件库 实行检修社会化的单位向负责检修的单位提供计划和非计划检修的备件需求，由检修单位统一准备和供应备件。这将增加检修单位的资金投入，也存在暂时甚至很长时间都用不上的备件，故要双方协议共同承担这方面的风险。否则，检修单位难以建立统一的备件库。

3. 备件 ABC 管理

ABC 管理法是集中主要力量，有针对性地、突出重点地抓主要矛盾的方法，是“区别主次、分类管理”的方法。应用 ABC 管理法，可以解决备件管理工作繁杂浩大而人员相对较少的矛盾，能起到事半功倍的效果，不但能更好地保证供应生产维修需求，而且还可显著减少储备，加速资金周转。本法首先是要对备件进行分类，然后按类采取不同的对策进行管理。

(1) ABC 的分类原则与要求 分类就是将备件按一定的原则、标准分为 A、B、C 三类。因为备件品种规格甚多，使用寿命千差万别，制造工期长短不一，加工难度繁简不等，价格高低相差悬殊，对设备的重要性程度亦大不尽同，这就给分类造成很大困难。但这些不同，实际上也就是分类的依据，可拟定几条准则，逐台设备进行备件分类，然后综合平衡而得。按每条标准分类时，力求使 A 类备件的资金值控制在 70% 以上，其品种控制在 10% 以下；而 C 类备件的资金控制在 10% 以下，品种在 65% 以上。

1) 按备件单价高低分类。单价高的列为 A 类，单价低的列为 C 类，从最高与最低者开始分出。

2) 按备件在设备上的重要性分类。将作用重要、设备要害部位的关键备件列为 A 类，作用次要的一般备件列为 C 类。

3) 按备件结构复杂程度分类。将设计结构复杂、加工难度大、制造周期长的备件列为 A 类，结构简单、加工容易、制造周期短的列为 C 类。

4) 按备件使用寿命长短分类。将使用寿命很短的、即在生产中

大量消耗的备件，一般称为易损件的列为 A 类，而将使用寿命很长的列为 C 类。

5) 按备件对影响生产的程度分类。将在生产中较多出现问题，要解决又比较困难的备件列为 A 类，而在生产中很少发生问题，即使发生问题也比较容易解决的备件列为 C 类。

这样分类后，再将 5 条标准分出的 A、C 类备件综合起来。在综合过程中，应记录其出现的机率次数（最小一次，最多五次）。最终的目的是希望达到 A 类备件的资金累计占 70% 左右，而品种累计则占 10% 左右；C 类备件的资金累计占 10% 左右，而品种累计占 70% 左右；余下的 B 类备件，其资金累计将占 20% 左右，品种累计也占 20% 左右。要达到这最终要求，显然一次综合是不可能达到的，要经过调整、综合，再调整、再综合的多次重复过程才可能达到。在调整过程中反复权衡，上下比较，使逐步接近最终的目标要求。

分类工作虽然是一次性的工作，但毕竟是工作量相当巨大的工作，故也应抓重点、讲实效，将主要精力放在重点设备上。如果设备也已分为 A、B、C 类，也就是放在 A、B 设备上。在调整过程中将一般设备在分类时出现次数少的备件首先考虑调整。

(2) 对 ABC 类备件的管理对策 备件经过 ABC 分类后，其中 A、B 类备件在品种方面只占 30% 左右，且多是设备上、生产中起重要作用的备件，但资金则占有 90% 左右。也就是说，只要集中有限的精力把这 30% 品种的备件进行重点管控好，就等于把 90% 的库存资金严格管理控制起来了，而且还保证了重要设备的运转与检修，从而发挥了库存资金的利用效果，不至于造成库存资金的积压与浪费。因此，必须按 ABC 分类，采取不同的管理对策与检查控制方法，以求用较少的管理力量得到较好的管理效果。

1) A 类备件的管理对策

① 完全按定额管理、计划管理与仓库管理的系统要求全过程严格管理。

② 尽可能按式 (13-1)、式 (13-2) 及式 (13-3) 制订储备定额，每年检查一次，及时调整。

③ 按式 (13-7) 编制年度供应计划，一次定制，分批交货，严格

控制使库存量在图 13-1 所示的范围内变化。若发生超储，要及早并限时处理。

④加强信息沟通，对可能出现的超储趋势采取必要的补救措施，包括调整计划的措施。

⑤库存账卡齐全，记录详细清晰，经常检查，确保台账、卡片、资金、实物四相符。

⑥定期维护保养好，保证随时可用。

2) B类备件的管理对策

①按备件的定额、计划、仓库三大管理的要求进行全过程管理。

②可按式 (13-2) 和式 (13-3)，或经验式制定储备定额，每年检查一次，及时调整。

③按式 (13-7) 编制年度供应计划，一次定制，分批交货，定期处理超储，尽可能控制库存量在图 13-1 所示的范围内变化。

④注意信息沟通，对可能出现的超储情况，争取在第二次定货时补救调整。

⑤库存账卡齐全，记录清楚，定期检查，保证台账、卡片、资金、实物四相符。

⑥定期维护保养好，保证随时可用。

3) C类备件的管理对策

①基本按备件的定额、计划、仓库三大管理的思路进行管理。

②按本企业的经验或统计资料制订储备定额，每年进行有针对性的抽查并作相应的部分修改。

③按式 (13-7) 编制年度供应计划，除少部分量大的是一次定制，分批交货外，多数基本是一次定制，一批交货。基本控制库存量在 $D_{\max}$ 与 $D_{\min}$ 之间，但允许短期超储，对超低储备件需及时补充外，超高储备件可以在下一年的计划中考虑调整。

④库存账卡齐全，记录清楚，定期抽查，基本做到台账、卡片、资金、实物四相符。若抽查发现不符情况，应记录在案，待年度盘点时处理纠正。

⑤定期检查保养，尽可能防止出现锈蚀、变形、碰伤加工面等情况，使随时可用。

总之，将备件分为 A、B、C 三类，采取集中精力有针对性、突出重点地抓主要矛盾的方法，这就是 ABC 管理法。对只占 30% 左右的 A、B 类备件，从微观上逐件地严格管控。对占 70% 左右的 C 类备件，进行宏观上的总体管控（当然也是以单件为基础，但较粗略），就一定可以收到事半功倍的效果。

据某企业对其库存的 22.4 万个品种、7669 万元资金的备件进行分类，其中 A、B 类备件是 6.52 万个品种，占 29.1%；资金是 6989 万元，占 91.1%。经分类对策的 ABC 管理之后，备件资金周转天数从 340 天降至 276.5 天，流动资金占用减少近千万元，而且备件供应都比较及时，临时追加的订货项目大幅度减少，A、B 类备件超储情况甚少，管理人员不增加而管理变得有条不紊，也较轻松，不像过去那样忙乱而紧张。

附录 1 相 关 条 例

附录 1-1 设备管理条例（征求意见稿）

第一章 总 则

第一条 为了规范设备管理活动，提高设备管理现代化水平，保证设备安全经济运行，促进国民经济持续发展，制定本条例。

第二条 本条例适用于中华人民共和国境内的企业、事业、机关、团体等单位所从事的设备规划、设计、制造、销售、购置、安装、使用、检测、维修、改造、处置等项活动。

第三条 本条例所称设备是指在生产、运营、试验、办公与生活等活动中，可供长期使用的机器、设施、仪器和机具等社会物质资源。

第四条 国务院设备管理行政主管部门负责对设备管理工作的监督、指导、协调。

国务院各有关部门，应当按照各自的职责，依据国家有关法律、法规的规定，制定有关设备管理的规章与办法，对本系统的设备管理工作实施指导和管理。

省、自治区、直辖市人民政府各有关部门，应当按照国家有关法律、法规和规章的规定，对本地方、本部门的设备管理工作实行指导和管理。

国务院各有关部门和省、自治区、直辖市人民政府有关部门，可以委托全国性和行业、地方性设备管理的社会团体，负责相关的设备管理工作。

第五条 设备管理应当遵循依靠技术进步、保障生产经营与服务活动和预防为主的方针，坚持设计、制造与使用相结合，维护与检修相结合，修理、改造与更新相结合，专业管理与群众管理相结合，技术管理与经济管理相结合的原则。

第六条 从事设备管理的部门和人员，应对设备实行综合管理，保持设备性能良好，应用节约能源与各种资源和保护环境的技术成果，不断提高设备性能和利用程度，使设备所有者和使用者获得良好的投资效益或使用效果。

第七条 国家支持设备管理与维修技术的科学研究工作，鼓励设备管理与维修专业技术人员的业务、技能培训。

第二章 设备使用管理

第八条 设备使用单位应采用下述先进方法与手段规范设备管理：

- (一) 计算机辅助管理；
- (二) 以寿命周期费用理论指导设备选型、改造与更新；
- (三) 预防维修与事后维修相结合；
- (四) 修复性技术为主的设备修理方法；
- (五) 以微电子技术为重点进行设备技术改造。

第九条 设备使用单位应根据工作需要，配置高效、精干的设备管理与维修机构和人员。国家倡导优先利用设备资源市场和专业化维修服务。

第十条 设备使用单位应根据国家有关法律、法规和规章，制定和完善设备管理制度和技术规程与技术标准。

第十一条 设备使用单位应加强设备管理基础工作，完善凭证管理、数据管理、定额管理和档案资料管理，建立、健全设备管理信息系统，并定期进行统计分析，为单位规划、决策和改进设备管理工作提供依据。

第十二条 设备使用单位应加强设备技术管理，重视增加设备的技术含量，采用先进的检测、修理、改造技术，适时进行设备更新，不断提高设备性能。

第十三条 设备使用单位应重视设备现场管理，做好清洁、润滑、保养、检查和调整工作。

第十四条 设备使用单位应重视设备经济管理，加强设备资产投资规划与分析和核算工作，合理制定维修费用指标，保证设备资产的

投资效益。

第十五条 设备使用单位应重视各级设备管理与技术人员及操作、维修人员的培训，提高他们的技术、业务素质，使其达到岗位要求。

第三章 设备资产管理

第十六条 单位对设备资产购置或建造应进行可行性分析。寿命周期费用评价和安全、节能、环保性能评价。单位法定代表人应对设备投资决策承担责任。

第十七条 企业应按照财政部门规定的限额标准，界定固定资产。固定资产设备应按照有关规定折旧，并保证企业设备的改造与更新。

第十八条 除依照法律必须进行招标的项目外，国家倡导大型、成套设备的购置或建造应实行招标和投标制度。

第十九条 除国务院有关部门规定必须进行监理的项目外，国家倡导大型、成套设备的制造、安装实行监理制度。

自制设备应实行严格的验收制度，并将价值达到规定限额标准的自制设备纳入固定资产管理。

第二十条 国家倡导大型、成套设备和特种设备实行资产安全保险。

第二十一条 单位抵押其拥有的设备资产，必须经国家有关部门批准注册的资产评估单位进行设备价值评估。

第二十二条 国家倡导大型、成套设备的处置实行技术鉴定与价值评估，按质论价转让或淘汰报废。

第四章 设备安全运行

第二十三条 设备制造单位应具备良好的生产条件，具有工商行政管理部门颁发的营业执照和有关部门颁发的生产许可证。设备制造单位生产的设备和选用的配件均应达到技术质量标准要求，并提供使用、维护、检修所需的技术资料，保证用户安全使用。

设备使用单位购置设备时，应掌握制造、销售单位的资质状况和

检验设备的质量。

第二十四条 单位新建、改建、扩建工程项目的安全保障设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

安全保障设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废，应当符合国家标准或行业标准。

单位必须对安全保障设备进行经常性维护、保养，并定期检测，保证其正常运转。维护、保养和检测应作好记录，并由有关人员签字。

第二十五条 设备制造单位和使用单位应根据设备的结构、性能和运行特征，制定和执行设备安全操作规程、维护保养规程和检修规程。严禁违章操作和设备超负荷运行。

单位应在有较大危险因素的设备上设置明显的安全警示标志。

第二十六条 特种设备必须由持有生产许可证的单位按照国家有关规定生产，并经具备专业资质的机构检测/检验合格，取得安全使用证或安全标志后方可使用。使用特种设备要按照国家有关部门制定的规程，定期进行安全检测，发现异常应停止使用，及时修理。

第二十七条 生产、储存、运输易燃易爆危险品的场所使用的设备，必须具备防爆性能。

第二十八条 对特殊设备产生的电磁波辐射和放射性污染，应有防护措施，使人体所受的辐射、放射强度符合国家规定标准。

易受强风和雷击损坏的室外作业设备，应有防护措施。

第二十九条 设备操作者应经培训合格，持证上岗。特种设备的操作者和检修工的岗位培训，应由国家规定的专业部门负责，或委托相关行业设备管理社会团体组织实施，并定期复核。

第三十条 发生设备事故，应当认真分析原因，确定事故性质与类别，确定责任者，并做出妥善处理和完善防范措施。

凡发生重大、特大设备事故，应及时报告安全生产监督管理部门、上级主管部门和行业主管部门。

各行业设备事故分类标准，由行业主管部门或委托行业设备管理社会团体制定。

第三十一条 国家对严重危及安全的设备实行淘汰制度。淘汰设

备目录由国务院有关部门制定、公布。

单位不得制造、销售、使用、出租、转让国家明令淘汰严重危及安全的设备。

第五章 设备节约能源

第三十二条 设计、制造耗能的设备，应符合合理利用和节约能源的原则，达到国务院标准化行政主管部门制定的节能标准。

第三十三条 国务院有关部门应根据科学技术发展和资源配置状况，定期发布淘汰耗能设备目录。

对国家明令淘汰的耗能设备，其生产、销售单位应在国务院有关部门规定的期限内停止生产、销售。

第三十四条 设备使用单位对耗能过高的在用设备，应采用先进技术进行节能改造。国家鼓励采用先进适用的节能技术，实现各类设备和系统的经济运行。

第三十五条 国家鼓励进口境外先进的节能设备，禁止进口境外落后的耗能设备。

第三十六条 设备使用单位对无法改造或无改造价值的耗能过高设备，应按国务院有关部门规定的淘汰目录与淘汰期，实行资产报废。

列入淘汰范围的耗能过高设备，不准转让使用。

第六章 设备环境保护

第三十七条 设计、制造单位生产的设备，应达到污染物排放的国家标准并配有废弃物综合利用或污染物处理设施。

第三十八条 设备向大气排放污染物的浓度和向自然水域排放污染物的有害物质含量，均应低于国家规定排放标准。凡超过排放标准的设备应停止使用，及时治理或改造。治理、改造无效的设备应报废。

防治污染的设施，未经有关主管部门同意，不准擅自拆除或闲置。

第三十九条 设备产生的噪声，在单位界域边缘应低于国家有关

标准。超过排放标准的设备应及时治理或改造。

在城市建筑施工过程中，设备产生的噪声应低于国家有关标准，并应在规定时段作业。

第四十条 国家对严重污染环境的落后设备实行淘汰制度。单位必须在国务院有关部门规定的期限内，停止生产、销售、进厂和使用淘汰目录中规定的设备。

列入淘汰范围的严重污染环境设备，不准转让使用。

第七章 设备资源市场

第四十一条 国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府有关部门，应积极培育与规范设备维修市场、设备备品配件市场。设备租赁市场、设备调剂市场、设备技术信息市场及其他中介服务市场等设备资源市场，促进设备资源合理流动。

设备资源市场的交易与服务实行合同制度。

第四十二条 由国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府有关部门主持，并委托设备管理社会团体制定各类设备修理技术标准和检修定额，以保证设备维修质量和公平交易。在国家、行业和地区修理技术标准不齐全的情况下，设备修理企业应自订标准，并根据相关标准制定设备修理规程。

第四十三条 从事特种设备的安装、检测、维修、改造的企业，须经国家指定的专业部门进行资格认证，经工商行政管理部门核准、注册登记，领取营业执照后方可营业。

第四十四条 生产和销售设备配件必须保证质量，并附合格证。严禁伪劣商品流入市场。

第四十五条 从事经营性出租设备的单位，应保证设备性能良好、运行安全可靠并及时进行检测与维修。承租设备的单位应合理使用并及时维护。

第四十六条 国家倡导大型、成套设备的转让实行拍卖。拍卖由国家工商行政管理部门批准注册的单位组织。

第四十七条 淘汰报废的特种设备和耗能过高、污染严重的设备，应交售给工商行政管理部门批准注册的单位进行解体销毁。

第四十八条 从事设备招标、设备监理、设备资产保险、设备技术鉴定和价值评估、设备抵押、拍卖等项工作的社会中介组织，应由国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府有关部门负责管理，或者委托全国性和行业、地方设备管理社会团体进行资质审核，合格者由国家和地方工商行政管理部门注册登记。

第八章 注册设备工程师

第四十九条 国家对社会中介组织的设备工程师实行执业资格制度，纳入国家专业技术人员执业资格制度统一管理。

第五十条 注册设备工程师，是指通过考试取得《中华人民共和国注册设备工程师执业资格证书》，经注册登记，在社会中介组织从事设备管理业务的工程师。

第五十一条 注册设备工程师执业资格实行全国统一考试制度。有关教材、考试大纲和试题由国家教育部门负责，并委托全国性设备管理社会团体编写，由人事部门审定。

第五十二条 设备工程师经设备管理社会团体注册登记后，方可在社会中介组织履行设备工程师的职务。

注册设备工程师注册有效期届满需要继续注册的，应提交述职报告，并由供职单位审定、盖章。凡有违纪行为的不予继续注册。

第五十三条 从事设备管理的工程师，可参加全国统一考试，取得执业资格证书，具备进入社会中介组织的条件。

第九章 法 律 责 任

第五十四条 违反本条例规定，有下列行为之一，导致发生特大设备事故或人身伤亡事故的，由县级以上地方人民政府有关部门分别对事故直接责任人、单位法定代表人或主管负责人给予经济处罚和行政处分。情况特别严重的追究行业、地区主管负责人的责任：

（一）违反设备操作规程和检修规程；

（二）制造、销售、使用、出租、转让严重危及安全的设备。

第五十五条 违反本条例第四十三条规定，企业未经资质认证从事特种设备安装、检测、修理和改造，造成重大设备事故的，由县级

以上地方人民政府有关部门给予经济处罚和责令停业整顿。

第五十六条 违反本条例第四十四条规定，生产、销售伪劣设备配件的，由县级以上地方人民政府有关部门予以没收，并处以罚款。给使用单位及有关方面造成损失应予赔偿。

第十章 附 则

第五十七条 本条例由国家发展和改革委员会会同国务院有关部门组织实施。

第五十八条 国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府，应根据本条例制定实施办法。

第五十九条 本条例自发布之日起施行。1987年7月28日国务院发布的《全民所有制工业交通企业设备管理条例》同时废止。

关于起草《设备管理条例》（征求意见稿）的说明

2001年3月21日和2002年5月20日，原国家计委分别以计政策[2001]379号《关于印发国家计委2001年立法计划的通知》和计办政策[2002]608号《关于印发国家计委2002年立法计划的通知》的形式，委托中国设备管理协会起草修改《全民所有制工业交通企业设备管理条例》。中国设备管理协会按照两个通知的要求专门成立了《设备管理条例（征求意见稿）》（以下简称《条例》征求意见稿）起草修改小组。在充分调查研究、广泛听取有关方面意见的基础上，将原《全民所有制工业交通企业设备管理条例》的10章42条，修改为《设备管理条例》的10章59条。

现将修改的必要性及主要内容说明如下：

1. 修改的必要性

国务院于1987年7月28日发布的《全民所有制工业交通企业设备管理条例》（以下简称《条例》）执行15年来，对建立企业设备管理秩序，规范企业设备管理行为，推广先进的管理理论与方法，起到了明显的指导作用。但是，由于《条例》产生于改革开放初期，其内容不可避免地带有计划经济的色彩。随着经济体制改革的不断深化，其中一些规定已不适应社会主义市场经济的要求和企业设备管理秩序

的需要，亟待修改和完善，主要表现为：

1) 《条例》中有关政府对企业设备实行直接管理的内容，已不适应新形势下政府转变职能的要求。党的十四大和十四届三中全会先后提出建立社会主义市场经济的基本思想和基本框架，其中包括建立全国统一、开放的市场体系和转变政府职能、建立宏观调控体系的内容，而《条例》的 42 条内容中，有 28 条规定政府具体管理企业工作的内容，占全部内容的 67%，与上述要求不相适应，应当予以修改。

2) 《条例》已不适应可持续发展战略的要求。1992 年，联合国环境与发展大会通过的《世纪行动议程》，明确将实施可持续发展战略作为人类发展的方向。1995 年 10 月，党的十四届五中全会将实施可持续发展战略作为我国未来发展的重要方针。近年来，国家颁布了许多有关规范环境与发展关系问题的法律，如“节约能源法”、“环境保护法”等，以及一些配套的行政法规，其中许多内容与设备管理密切相关。而《条例》缺少有关这方面的内容，应当予以补充、完善。

3) 《条例》规定的适用范围已不能适应设备管理工作日益发展的广泛社会性的需要。《条例》中仅限于对全民所有制工业交通企业设备管理工作的规范，而就目前情况看，设备管理工作涉及社会的各个领域，应当对《条例》的适用范围做出新的规定。

4) 《条例》在一些方面已不适应社会主义市场经济发展的需要。如随着社会主义市场经济的不断发展、完善，设备管理与维修领域的市场交易和服务活动逐步增多，而《条例》缺乏对上述活动的规范，或规范得不够明确，亟待做出相应的补充、完善。

5) 作为行政法规，《条例》缺乏强制性条款和有效的法律责任的规定，其可操作性较差，其中规定的大多数内容难以得到有效实施，应当补充《条例》的强制性规定，以保证其得以贯彻实施。

综合以上情况，有必要对《条例》做较大改动，调整和补充相关内容，以适应设备管理工作目前和今后发展的需要。

2. 修改的主要内容

1) 关于《条例》名称和适用范围的修改。考虑到《条例》的适用范围主要是对全民所有制工业交通企业的生产设备管理，已不适应设备管理形势发展的需要，《条例》征求意见稿将适用范围扩大；中

华人民共和国境内企业、事业、机关、团体等单位的各项设备管理活动，包括对设备的“规划、设计、制造、销售、购置、安装、使用、检测、维修、改造、处置等各项活动”，并突破了行业、产业和所有制的界限，体现全社会的性质。为此，也将《条例》名称修改为《设备管理条例》。

2) 关于《条例》行政主管部门的修改。《条例》的行政主管部门为国家经济委员会、国务院工业交通各部门、省级地方人民政府经济委员会（或计划经济委员会）；随着国家经济贸易委员会和省级地方人民政府经济委员会设备管理职能的撤销，《条例》的行政主管部门已不完善和不明确；同时，这种将《条例》行政主管部门明确为国家某一具体机构的做法，也不适应政府机构不断发展、变化的需要。为此，《条例》征求意见稿对《条例》中有关行政主管部门及其职责的内容做出了相应的修改，明确将行政主管部门及其设备管理职责划分为四个层次，分别为：第一，国务院设备管理行政主管部门的职责；第二，国务院有关部门的职责；第三，省、自治区、直辖市人民政府有关部门的职责；第四，鉴于政府转变职能后，一些管理职能可委托设备管理的社会团体行使，因此对其行使的职责也做出了相应的规定。

3) 关于第二章设备使用管理。这一章的八条内容，是在总结《条例》实施 15 年来成功经验的基础上设定的，是对设备使用单位进行设备管理活动的原则性、指导性规范，其目的在于促进设备使用单位提高设备管理水平。

4) 关于第三章设备资产管理。设备资产管理多数是企业行为，但考虑到在社会主义市场经济活动中，既要建立竞争机制，又要规范各种经营行为，以保证使用设备的质量。所以，在第三章中有 7 条内容对设备使用和管理的招投标工作和监理工作等做出了依照法律、法规和规章进行的规范。此外，还对资产保险、评估与抵押等问题做出了相应的规定。

5) 关于执行可持续发展战略的有关规定。为执行可持续发展战略和国家有关环境保护法律、法规的要求，《条例》征求意见稿的第四章、第五章、第六章根据《安全生产法》、《节约能源法》、《大气污

染防治法》、《水污染防治法》、《环境噪声污染防治法》以及《消防法》，对设备安全运行、设备节约能源和设备环境保护做出原则性规定。

6) 关于第七章设备资源市场。鉴于企业经营机制转变后，企业中“大而全”、“小而全”的配置将被专业化、社会化的市场服务所替代，设备管理中的许多环节也将逐步为设备资源市场运行机制所替代。为了培育和规范设备资源市场，依据 1996 年 2 月 13 日国家经贸委印发的《“九五”全国设备管理工作纲要》以及 1995 年至 1997 年国家经贸委、国家工商局、国家技术监督局试点设备维修市场的有关文件规定，对设备资源市场问题做出了相应的规定。

7) 关于第八章注册设备工程师。近年来，我国设备管理活动和行为不断增多，范围越来越广泛，保证设备工程专业单位和中介机构的服务质量，培养设备管理专业技术人员，并提高他们的素质和专业水平，已显得十分必要和迫切，需加强对有关单位设备工程师的考核与管理。为此，对实行设备工程师注册登记制度做出了必要的规定。

8) 关于第九章法律责任。为保证《条例》征求意见稿的规范性、权威性、约束性得以实现，针对《条例》征求意见稿中的第二十五条、第三十一条、第四十三条和第四十四条，对违反者做出了处罚规定。

附录 1-2 特种设备安全监察条例

中华人民共和国国务院令 第 373 号

《特种设备安全监察条例》已经 2003 年 2 月 19 日国务院第 68 次常务会议通过，现予公布，自 2003 年 6 月 1 日起施行。

总理 朱镕基

二〇〇三年三月十一日

第一章 总 则

第一条 为了加强特种设备的安全监察，防止和减少事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展，制定本条例。

第二条 本条例所称特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器（含气瓶，下同）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施。前款特种设备的目录由国务院负责特种设备安全监督管理的部门（以下简称国务院特种设备安全监督管理部门）制订，报国务院批准后执行。

第三条 特种设备的生产（含设计、制造、安装、改造、维修，下同）、使用、检验检测及其监督检查，应当遵守本条例，但本条例另有规定的除外。军事装备、核设施、航空航天器、铁路机车、海上设施和船舶，以及煤矿矿井使用的特种设备的安全监察不适用本条例。

房屋建筑工地和市政工程工地用起重机械的安装、使用的监督管理，由建设行政主管部门依照有关法律、法规的规定执行。

第四条 国务院特种设备安全监督管理部门负责全国特种设备的安全监察工作，县以上地方负责特种设备安全监督管理的部门，对本行政区域内特种设备实施安全监察（以下统称特种设备安全监督管理部门）。

第五条 特种设备生产、使用单位应当建立健全特种设备安全管理制度和岗位安全责任制度。特种设备生产、使用单位的主要负责人应当对本单位特种设备的安全全面负责。

特种设备生产、使用单位和特种设备检验检测机构，应当接受特种设备安全监督管理部门依法进行的特种设备安全监察。

第六条 特种设备检验检测机构，应当依照本条例规定，进行检验检测工作，对其检验检测结果、鉴定结论承担法律责任。

第七条 县级以上地方人民政府应当督促、支持特种设备安全监督管理部门依法履行安全监察职责，对特种设备安全监察中存在的重大问题及时予以协调、解决。

第八条 国家鼓励推行科学的管理方法，采用先进技术，提高特种设备安全性能和管理水平，增强特种设备生产、使用单位防范事故的能力，对取得显著成绩的单位和个人，给予奖励。

第九条 任何单位和个人对违反本条例规定的行为，有权向特种设备安全监督管理部门和行政监察等有关部门举报。

特种设备安全监督管理部门应当建立特种设备安全监察举报制度，公布举报电话、信箱或者电子邮件地址，受理对特种设备生产、使用和检验检测违法行为的举报，并及时予以处理。

特种设备安全监督管理部门和行政监察等有关部门应当为举报人保密，并按照国家有关规定给予奖励。

第二章 特种设备的生产

第十条 特种设备生产单位，应当依照本条例规定以及国务院特种设备安全监督管理部门制订并公布的安全技术规范（以下简称安全技术规范）的要求，进行生产活动。

特种设备生产单位对其生产的特种设备的安全性能负责。

第十一条 压力容器的设计单位应当经国务院特种设备安全监督管理部门许可，方可从事压力容器的设计活动。

压力容器的设计单位应当具备下列条件：

- （一）有与压力容器设计相适应的设计人员、设计审核人员；
- （二）有与压力容器设计相适应的健全的管理制度和责任制度。

第十二条 锅炉、压力容器中的气瓶（以下简称气瓶）、氧舱和客运索道、大型游乐设施的设计文件，应当经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构鉴定，方可用于制造。

第十三条 按照安全技术规范的要求，应当进行型式试验的特种设备产品、部件或者试制特种设备新产品、新部件，必须进行整机或者部件的型式试验。

第十四条 锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施及其安全附件、安全保护装置的制造、安装、改造单位，以及压力管道用管子、管件、阀门、法兰、补偿器、安全保护装置等（以下简称压力管道元件）的制造单位，应当经国务院特种设备安全监督管理部门许可，方可从事相应的活动。

前款特种设备的制造、安装、改造单位应当具备下列条件：

- （一）有与特种设备制造、安装、改造相适应的专业技术人员和技工工人；
- （二）有与特种设备制造、安装、改造相适应的生产条件和检测

手段；

(三) 有健全的质量管理制度和责任制度。

第十五条 特种设备出厂时，应当附有安全技术规范要求的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维修说明、监督检验证明等文件。

第十六条 锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的维修单位，应当有与特种设备维修相适应的专业技术人员和技工人以及必要的检测手段，并经省、自治区、直辖市特种设备安全监督管理部门许可，方可从事相应的维修活动。

第十七条 锅炉、压力容器、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安、改、维，必须由依照本条例取得许可的单位进行。

电梯的安、改、维，必须由电梯制造单位或者其通过合同委托、同意的依照本条例取得许可的单位进行。电梯制造单位对电梯质量以及安全运行涉及的质量问题负责。

特种设备安、改、维的施工单位应当在施工前将拟进行的特种设备安、改、维情况书面告知直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门，告知后即可施工。

第十八条 电梯井道的土建工程必须符合建筑工程质量要求。电梯安、改、维过程中，电梯安、改、维单位应当遵守施工现场的安全生产要求，落实现场安全防护措施。电梯安、改、维过程中，施工现场的安全生产监督，由有关部门依照有关法律、行政法规的规定执行。

电梯安、改、维过程中，电梯安、改、维单位应当服从建筑施工总承包单位对施工现场的安全生产管理，并订立合同，明确各自的安全责任。

第十九条 电梯的制造、安、改、维活动，必须严格遵守安全技术规范的要求。电梯制造单位委托或者同意其他单位进行电梯安、改、维活动的，应当对其安、改、维活动进行安全指导和监控。电梯的安、改、维活动结束后，电梯制造单位应当按照安全技术规范的要求对电梯进行校验和调试，并对校验和调试的结果负责。

第二十条 锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安、改、维竣工后，安、改、维的施工单位

应当在验收后 30 日内将有关技术资料移交使用单位。使用单位应当将其存入该特种设备的安全技术档案。

第二十一条 锅炉、压力容器、压力管道元件、起重机械、大型游乐设施的制造过程和锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安装、改造、重大维修过程，必须经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构按照安全技术规范的要求进行监督检验；未经监督检验合格的不得出厂或者交付使用。

第二十二条 气瓶充装单位应当经省、自治区、直辖市的特种设备安全监督管理部门许可，方可从事充装活动。

气瓶充装单位应当具备下列条件：

- (一) 有与气瓶充装和管理相适应的管理人员和技术人员；
- (二) 有与气瓶充装和管理相适应的充装设备、检测手段、场地厂房、器具、安全设施和一定的气体储存能力，并能够向使用者提供符合安全技术规范要求的气瓶；
- (三) 有健全的充装安全管理制度、责任制度、紧急处理措施。

气瓶充装单位应当对气瓶使用者安全使用气瓶进行指导，提供服务。

第三章 特种设备的使用

第二十三条 特种设备使用单位，应当严格执行本条例和有关安全生产的法律、行政法规的规定，保证特种设备的安全使用。

第二十四条 特种设备使用单位应当使用符合安全技术规范要求的特种设备。特种设备投入使用前，使用单位应当核对其是否附有本条例第十五条规定的相关文件。

第二十五条 特种设备在投入使用前或者投入使用后 30 日内，特种设备使用单位应当向直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门登记。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。

第二十六条 特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。安全技术档案应当包括以下内容：

- (一) 特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料；

(二) 特种设备的定期检验和定期自行检查的记录；

(三) 特种设备的日常使用状况记录；

(四) 特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；

(五) 特种设备运行故障和事故记录。

第二十七条 特种设备使用单位应当对在用特种设备进行经常性日常维护保养，并定期自行检查。特种设备使用单位对在用特种设备应当至少每月进行一次自行检查，并作出记录。特种设备使用单位在对在用特种设备进行自行检查和日常维护保养时发现异常情况的，应当及时处理。

特种设备使用单位应当对在用特种设备的安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表进行定期校验、检修，并作出记录。

第二十八条 特种设备使用单位应当按照安全技术规范的定期检验要求，在安全检验合格有效期届满前 1 个月，向特种设备检验检测机构提出定期检验要求。检验检测机构接到定期检验要求后，应当按照安全技术规范的要求及时进行检验。

未经定期检验或者检验不合格的特种设备，不得继续使用。

第二十九条 特种设备出现故障或者发生异常情况，使用单位应当对其进行全面检查，消除事故隐患后，方可重新投入使用。

第三十条 特种设备存在严重事故隐患，无改造、维修价值，或者超过安全技术规范规定使用年限，特种设备使用单位应当及时予以报废，并应当向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销。

第三十一条 特种设备使用单位应当制定特种设备的事故应急措施和救援预案。

第三十二条 电梯的日常维护保养必须由依照本条例取得许可的安装、改造、维修单位或者电梯制造单位进行。

电梯应当至少每 15 日进行一次清洁、润滑、调整和检查。

第三十三条 电梯的日常维护保养单位应当在维护保养中严格执行国家安全技术规范的要求，保证其维护保养的电梯的安全技术性能，并负责落实现场安全防护措施，保证施工安全。

电梯的日常维护保养单位，应当对其维护保养的电梯的安全性能负责。接到故障通知后，应当立即赶赴现场，并采取必要的应急救援措施。

第三十四条 电梯、客运索道、大型游乐设施等为公众提供服务的特种设备运营使用单位，应当设置特种设备安全管理机构或者配备专职的安全管理人员；其他特种设备使用单位，应当根据情况设置特种设备安全管理机构或者配备专职、兼职的安全管理人员。

特种设备的安全管理人员应当对特种设备使用状况进行经常性检查，发现问题的应当立即处理；情况紧急时，可以决定停止使用特种设备并及时报告本单位有关负责人。

第三十五条 客运索道、大型游乐设施的运营使用单位在客运索道、大型游乐设施每日投入使用前，应当进行试运行和例行安全检查，并对安全装置进行检查确认。电梯、客运索道、大型游乐设施的运营使用单位应当将电梯、客运索道、大型游乐设施的安全注意事项和警示标志置于易于为乘客注意的显著位置。

第三十六条 客运索道、大型游乐设施的运营使用单位的主要负责人应当熟悉客运索道、大型游乐设施的相关安全知识，并全面负责客运索道、大型游乐设施的安全使用。

客运索道、大型游乐设施的运营使用单位的主要负责人至少应当每月召开一次会议，督促、检查客运索道、大型游乐设施的安全使用工作。

客运索道、大型游乐设施的运营使用单位，应当结合本单位的实际情况，配备相应数量的营救装备和急救物品。

第三十七条 电梯、客运索道、大型游乐设施的乘客应当遵守使用安全注意事项的要求，服从有关工作人员的指挥。

第三十八条 电梯投入使用后，电梯制造单位应当对其制造的电梯的安全运行情况进行跟踪调查和了解，对电梯的日常维护保养单位或者电梯的使用单位在安全运行方面存在的问题，提出改进建议，并提供必要的技术帮助。发现电梯存在严重事故隐患的，应当及时向特种设备安全监督管理部门报告。电梯制造单位对调查和了解的情况，应当做出记录。

第三十九条 锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的作业人员及其相关管理人员（以下统称特种设备作业人员），应当按照国家有关规定经特种设备安全监督管理部门考核合格，取得国家统一格式的特种作业人员证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

第四十条 特种设备使用单位应当对特种设备作业人员进行特种设备安全教育和培训，保证特种设备作业人员具备必要的特种设备安全作业知识。

特种设备作业人员在作业中，应当严格执行特种设备的操作规程和有关的安全规章制度。

第四十一条 特种设备作业人员在作业过程中，发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全管理人员和单位有关负责人报告。

第四章 检 验 检 测

第四十二条 从事本条例规定的监督检验、定期检验、型式试验检验检测工作的特种设备检验检测机构，应当经国务院特种设备安全监督管理部门核准。特种设备使用单位设立的特种设备检验检测机构，经国务院特种设备安全监督管理部门核准，负责本单位一定范围内的特种设备定期检验、型式试验工作。

第四十三条 特种设备检验检测机构，应当具备下列条件：

- （一）有与所从事的检验检测工作相适应的检验检测人员；
- （二）有与所从事的检验检测工作相适应的检验检测仪器和设备；
- （三）有健全的检验检测管理制度、检验检测责任制度。

第四十四条 特种设备的监督检验、定期检验和型式试验应当依照本条例经核准的特种设备检验检测机构进行。

特种设备检验检测工作应当符合安全技术规范的要求。

第四十五条 从事本条例规定的监督检验、定期检验和型式试验的特种设备检验检测人员，应当经国务院特种设备安全监督管理部门组织考核合格，取得检验检测人员证书，方可从事检验检测工作。

检验检测人员从事检验检测工作，必须在特种设备检验检测机构

执业，但不得同时在两个以上检验检测机构中执业。

第四十六条 特种设备检验检测机构和检验检测人员进行特种设备检验检测，应当遵循诚信原则和方便企业的原则，为特种设备生产、使用单位提供可靠、便捷的检验检测服务。

特种设备检验检测机构和检验检测人员对涉及的被检验检测单位的商业秘密，负有保密义务。

第四十七条 特种设备检验检测机构和检验检测人员应当客观、公正、及时地出具检验检测结果、鉴定结论。检验检测结果、鉴定结论经检验检测人员签字后，由检验检测机构负责人签署。

特种设备检验检测机构和检验检测人员对检验检测结果、鉴定结论负责。

国务院特种设备安全监督管理部门应当组织对特种设备检验检测机构的检验检测结果、鉴定结论进行监督抽查。县级以上地方负责特种设备安全监督管理的部门在本行政区域内也可以组织监督抽查，但是要防止重复抽查。监督抽查结果应当向社会公布。

第四十八条 特种设备检验检测机构和检验检测人员不得从事特种设备的生产、销售，不得以其名义推荐或者监制、监销特种设备。

第四十九条 特种设备检验检测机构进行特种设备检验检测，发现严重事故隐患，应当及时告知特种设备使用单位，并立即向特种设备安全监督管理部门报告。

第五十条 特种设备检验检测机构和检验检测人员利用检验检测工作故意刁难特种设备生产、使用单位，特种设备生产、使用单位有权向特种设备安全监督管理部门投诉，接到投诉的特种设备安全监督管理部门应当及时进行调查处理。

第五章 监 督 检 查

第五十一条 特种设备安全监督管理部门依照本条例规定，对特种设备生产、使用单位和检验检测机构实施安全监察。

对学校、幼儿园以及车站、客运码头、商场、体育场馆、展览馆、公园等公众聚集场所的特种设备，特种设备安全监督管理部门应当实施重点安全监察。

第五十二条 特种设备安全监督管理部门根据举报或者取得的涉嫌违法证据，对涉嫌违反本条例规定的行为进行查处时，可以行使下列职权：

（一）向特种设备生产、使用单位和检验检测机构的法定代表人、主要负责人和其他有关人员调查、了解与涉嫌从事违反本条例的生产、使用、检验检测有关的情况；

（二）查阅、复制特种设备生产、使用单位和检验检测机构的有关合同、发票、账簿以及其他有关资料；

（三）对有证据表明不符合安全技术规范要求的或者有其他严重事故隐患的特种设备或者其主要部件，予以查封或者扣押。

第五十三条 依照本条例规定，实施许可、核准、登记的特种设备安全监督管理部门，应当严格依照本条例规定条件和安全技术规范要求对有关事项进行审查；不符合本条例规定条件和安全技术规范要求的，不得许可、核准、登记。

未依法取得许可、核准、登记的单位擅自从事特种设备的生产、使用或者检验检测活动的，特种设备安全监督管理部门应当予以取缔或者依法予以处理。已经取得许可、核准、登记的特种设备的生产、使用单位和检验检测机构，特种设备安全监督管理部门发现其不再符合本条例规定条件和安全技术规范要求的，应当依法撤销原许可、核准、登记。

第五十四条 特种设备安全监督管理部门在办理本条例规定的有关行政审批事项时，其受理、审查、许可、核准的程序必须公开，并应当自受理申请之日起 30 日内，做出许可、核准或者不予许可、核准的决定；不予许可、核准的，应当书面向申请人说明理由。

第五十五条 地方各级特种设备安全监督管理部门不得以任何形式进行地方保护和地区封锁，不得对已经依照本条例规定在其他地方取得许可的特种设备生产单位重复进行许可，也不得要求对依照本条例规定在其他地方检验检测合格的特种设备，重复进行检验检测。

第五十六条 特种设备安全监督管理部门的安全监察人员（以下简称特种设备安全监察人员）应当熟悉相关法律、法规、规章和安全技术规范，具有相应的专业知识和工作经验，并经国务院特种设备安

全监督管理部门考核，取得特种设备安全监察人员证书。

特种设备安全监察人员应当忠于职守、坚持原则、秉公执法。

第五十七条 特种设备安全监督管理部门对特种设备生产、使用单位和检验检测机构实施安全监察时，应当有两名以上特种设备安全监察人员参加，并出示有效的特种设备安全监察人员证件。

第五十八条 特种设备安全监督管理部门对特种设备生产、使用单位和检验检测机构实施安全监察，应当对每次安全监察的内容、发现的问题及处理情况，做出记录，并由参加安全监察的特种设备安全监察人员和被检查单位的有关负责人签字后归档。被检查单位的有关负责人拒绝签字的，特种设备安全监察人员应当将情况记录在案。

第五十九条 特种设备安全监督管理部门对特种设备生产、使用单位和检验检测机构进行安全监察时，发现有违反本条例和安全技术规范的行为或者在用的特种设备存在事故隐患的，应当以书面形式发出特种设备安全监察指令，责令有关单位及时采取措施，予以改正或者消除事故隐患。紧急情况下需要采取紧急处置措施的，应当随后补发书面通知。

第六十条 特种设备安全监督管理部门对特种设备生产、使用单位和检验检测机构进行安全监察，发现重大违法行为或者严重事故隐患时，应当在采取必要措施的同时，及时向上级特种设备安全监督管理部门报告。接到报告的特种设备安全监督管理部门应当采取必要措施，及时予以处理。

对违法行为或者严重事故隐患的处理需要当地人民政府和有关部门的支持、配合时，特种设备安全监督管理部门应当报告当地人民政府，并通知其他有关部门。当地人民政府和其他有关部门应当采取必要措施，及时予以处理。

第六十一条 国务院特种设备安全监督管理部门和省、自治区、直辖市特种设备安全监督管理部门应当定期向社会公布特种设备安全状况。

公布特种设备安全状况，应当包括下列内容：

- (一) 在用的特种设备数量；
- (二) 特种设备事故的情况、特点、原因分析、防范对策；

(三) 其他需要公布的情况。

第六十二条 特种设备发生事故，事故发生单位应当迅速采取有效措施，组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，并按照国家有关规定，及时、如实地向负有安全生产监督管理职责的部门和特种设备安全监督管理部门等有关部门报告。不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报。

第六十三条 特种设备发生事故的，按照国家有关规定进行事故调查，追究责任。

第六章 法 律 责 任

第六十四条 未经许可，擅自从事压力容器设计活动的，由特种设备安全监督管理部门予以取缔，处 5 万元以上 20 万元以下罚款；有违法所得的，没收违法所得；触犯刑律的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依照刑法关于非法经营罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第六十五条 锅炉、气瓶、氧舱和客运索道、大型游乐设施的设计文件，未经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构鉴定，擅自用于制造的，由特种设备安全监督管理部门责令改正，没收非法制造的产品，处 5 万元以上 20 万元以下罚款；触犯刑律的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依照刑法关于生产、销售伪劣产品罪、非法经营罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第六十六条 按照安全技术规范的要求应当进行型式试验的特种设备产品、部件或者试制特种设备新产品、新部件，未进行整机或者部件型式试验的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，处 2 万元以上 10 万元以下罚款。

第六十七条 未经许可，擅自从事锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施及其安全附件、安全保护装置的制造、安装、改造以及压力管道元件的制造活动的，由特种设备安全监督管理部门予以取缔，没收非法制造的产品，已经实施安装、改造的，责令恢复原状或者责令限期由取得许可的单位重新安装、改造，处 5 万元以上 20 万元以下罚款；触犯刑律的，对负有责任的主管人

员和其他直接责任人员依照刑法关于生产、销售伪劣产品罪、非法经营罪、重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第六十八条 特种设备出厂时，未按照安全技术规范的要求附有设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维修说明、监督检验证明等文件的，由特种设备安全监督管理部门责令改正；情节严重的，责令停止生产、销售，处违法生产、销售货值金额 30% 以下罚款；有违法所得的，没收违法所得。

第六十九条 未经许可，擅自从事锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的维修或者日常维护保养的，由特种设备安全监督管理部门予以取缔，处 1 万元以上 5 万元以下罚款；有违法所得的，没收违法所得；触犯刑律的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依照刑法关于非法经营罪、重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第七十条 锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安装、改造、维修的施工单位，在施工前未将拟进行的特种设备安装、改造、维修情况书面告知直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门即行施工的，或者在验收后 30 日内未将有关技术资料移交锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的使用单位的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，处 2000 元以上 1 万元以下罚款。

第七十一条 锅炉、压力容器、压力管道元件、起重机械、大型游乐设施的制造过程和锅炉、压力容器、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安装、改造、重大维修过程，未经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构按照安全技术规范的要求进行监督检验，出厂或者交付使用的，由特种设备安全监督管理部门责令改正，没收违法生产、销售的产品，已经实施安装、改造或者重大维修的，责令限期进行监督检验，处 5 万元以上 20 万元以下的罚款；有违法所得的，没收违法所得；情节严重的，撤销制造、安装、改造或者维修单位已经取得的许可，并由工商行政管理部门吊销其营业执照；触犯刑律的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依照刑法关于生产、销售伪劣产品罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责

任。

第七十二条 未经许可，擅自从事气瓶充装活动的，由特种设备安全监督管理部门予以取缔，没收违法充装的气瓶，处 5 万元以上 20 万元以下罚款；有违法所得的，没收违法所得；触犯刑律的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依照刑法关于非法经营罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第七十三条 电梯制造单位有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，予以通报批评：

（一）未依照本条例第十九条的规定对电梯进行校验、调试的；

（二）对电梯的安全运行情况进行跟踪调查和了解时，发现存在严重事故隐患，未及时向特种设备安全监督管理部门报告的。

第七十四条 特种设备使用单位有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，处 2000 元以上 2 万元以下罚款；情节严重的，责令停止使用或者停产停业整顿：

（一）特种设备投入使用前或者投入使用后 30 日内，未向特种设备安全监督管理部门登记，擅自将其投入使用的；

（二）未依照本条例第二十六条的规定，建立特种设备安全技术档案的；

（三）未依照本条例第二十七条的规定，对在用特种设备进行经常性日常维护保养和定期自行检查的，或者对在用特种设备的安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表进行定期校验、检修，并做出记录的；

（四）未按照安全技术规范的定期检验要求，在安全检验合格有效期届满前 1 个月向特种设备检验检测机构提出定期检验要求的；

（五）使用未经定期检验或者检验不合格的特种设备的；

（六）特种设备出现故障或者发生异常情况，未对其进行全面检查、消除事故隐患，继续投入使用的；

（七）未制定特种设备的事故应急措施和救援预案的；

（八）未依照本条例第三十二条第二款的规定，对电梯进行清洁、润滑、调整 and 检查的。

第七十五条 特种设备存在严重事故隐患，无改造、维修价值，

或者超过安全技术规范规定的使用年限，特种设备使用单位未予以报废，并向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，处 5 万元以上 20 万元以下罚款。

第七十六条 电梯、客运索道、大型游乐设施的运营使用单位有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，责令停止使用或者停产停业整顿，处 1 万元以上 5 万元以下罚款：

（一）客运索道、大型游乐设施每日投入使用前，未进行试运行和例行安全检查，并对安全装置进行检查确认的；

（二）未将电梯、客运索道、大型游乐设施的安全注意事项和警示标志置于易于为乘客注意的显著位置的。

第七十七条 特种设备使用单位有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，责令停止使用或者停产停业整顿，处 2000 元以上 2 万元以下罚款：

（一）未依照本条例规定设置特种设备安全管理机构或者配备专职、兼职的安全管理人员的；

（二）从事特种设备作业的人员，未取得相应特种作业人员证书，上岗作业的；

（三）未对特种设备作业人员进行特种设备安全教育和培训的。

第七十八条 特种设备使用单位的主要负责人在本单位发生重大特种设备事故时，不立即组织抢救或者在事故调查处理期间擅离职守或者逃匿的，给予降职、撤职的处分；触犯刑律的，依照刑法关于重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

特种设备使用单位的主要负责人对特种设备事故隐瞒不报、谎报或者拖延不报的，依照前款规定处罚。

第七十九条 特种设备作业人员违反特种设备的操作规程和有关的安全规章制度操作，或者在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素，未立即向现场安全管理人员和单位有关负责人报告的，由特种设备使用单位给予批评教育、处分；触犯刑律的，依照刑法关于重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第八十条 未经核准，擅自从事本条例所规定的监督检验、定期检验、型式试验等检验检测活动的，由特种设备安全监督管理部门予以取缔，处5万元以上20万元以下罚款；有违法所得的，没收违法所得；触犯刑律的，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依照刑法关于非法经营罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第八十一条 特种设备检验检测机构，有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门处2万元以上10万元以下罚款；情节严重的，撤销其检验检测资格：

（一）检验检测工作不符合安全技术规范的要求；

（二）聘用未经特种设备安全监督管理部门组织考核合格并取得检验检测人员证书的人员，从事相关检验检测工作的；

（三）在进行特种设备检验检测中，发现严重事故隐患，未及时告知特种设备使用单位，并立即向特种设备安全监督管理部门报告的。

第八十二条 特种设备检验检测机构和检验检测人员，出具虚假的检验检测结果、鉴定结论，或者检验检测结果、鉴定结论严重失实的，由特种设备安全监督管理部门对检验检测机构没收违法所得，处5万元以上20万元以下罚款，情节严重的，撤销其检验检测资格；对检验检测人员处5000元以上5万元以下罚款，情节严重的，撤销其检验检测资格，触犯刑律的，依照刑法关于中介组织人员提供虚假证明文件罪、中介组织人员出具证明文件重大失实罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。特种设备检验检测机构和检验检测人员，出具虚假的检验检测结果、鉴定结论，或者检验检测结果、鉴定结论严重失实，造成损害的，应当承担赔偿责任。

第八十三条 特种设备检验检测机构或者检验检测人员从事特种设备的生产、销售，或者以其名义推荐或者监制、监销特种设备的，由特种设备安全监督管理部门撤销特种设备检验检测机构和检验检测人员的资格，处5万元以上20万元以下罚款；有违法所得的，没收违法所得。

第八十四条 特种设备检验检测机构和检验检测人员利用检验检测工作故意刁难特种设备生产、使用单位，由特种设备安全监督管理

部门责令改正；拒不改正的，撤销其检验检测资格。

第八十五条 检验检测人员从事检验检测工作，不在特种设备检验检测机构执业或者同时在两个以上检验检测机构中执业的，由特种设备安全监督管理部门责令改正，情节严重的，给予停止执业 6 个月以上 2 年以下的处罚；有违法所得的，没收违法所得。

第八十六条 特种设备安全监督管理部门及其特种设备安全监察人员，有下列违法行为之一的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依法给予降级或者撤职的行政处分；触犯刑律的，依照刑法关于受贿罪、滥用职权罪、玩忽职守罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任：

（一）不按照本条例规定的条件和安全技术规范要求，实施许可、核准、登记的；

（二）发现未经许可、核准、登记擅自从事特种设备的生产、使用或者检验检测活动不予取缔或者不依法予以处理的；

（三）发现特种设备生产、使用单位不再具备本条例规定的条件而不撤销其原许可，或者发现特种设备生产、使用违法行为不予查处的；

（四）发现特种设备检验检测机构不再具备本条例规定的条件而不撤销其原核准，或者对其出具虚假的检验检测结果、鉴定结论或者检验检测结果、鉴定结论严重失实的行为不予查处的；

（五）对依照本条例规定在其他地方取得许可的特种设备生产单位重复进行许可，或者对依照本条例规定在其他地方检验检测合格的特种设备，重复进行检验检测的；

（六）发现有违反本条例和安全技术规范的行为或者在用的特种设备存在严重事故隐患，不立即处理的；

（七）发现重大的违法行为或者严重事故隐患，未及时向上级特种设备安全监督管理部门报告，或者接到报告的特种设备安全监督管理部门不立即处理的。

第八十七条 特种设备的生产、使用单位或者检验检测机构，拒不接受特种设备安全监督管理部门依法实施的安全监察的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，责令停产停业整

顿，处2万元以上10万元以下的罚款；触犯刑律的，依照刑法关于妨害公务罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

第七章 附 则

第八十八条 本条例下列用语的含义是：锅炉，是指利用各种燃料、电或者其他能源，将所盛装的液体加热到一定的参数，并承载一定压力的密闭设备，其范围规定为容积大于或者等于30L的承压蒸汽锅炉；出口水压大于或者等于0.1MPa（表压），且额定功率大于或者等于0.1MW的承压热水锅炉；有机热载体锅炉。

压力容器，是指盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于 $2.5\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体的固定式容器和移动式容器；盛装公称工作压力大于或者等于0.2MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于 $1.0\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于 60°C 液体的气瓶；氧舱等。

压力管道，是指利用一定的压力，用于输送气体或者液体的管状设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1MPa（表压）的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体介质，且公称直径大于25mm的管道。

电梯，是指动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级（踏步），进行升降或者平行运送人、货物的机电设备，包括载人（货）电梯、自动扶梯、自动人行道等。

起重机械，是指用于垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备，其范围规定为额定起重量大于或者等于0.5t的升降机；额定起重量大于或者等于1t，且提升高度大于或者等于2m的起重机和承重形式固定的电动葫芦等。

客运索道，是指动力驱动，利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备，包括客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道等。

大型游乐设施，是指用于经营目的，承载乘客游乐的设施，其范围规定为设计最大运行线速度大于或者等于 2m/s ，或者运行高度距地面高于或者等于 2m 的载人大型游乐设施。

特种设备包括其附属的安全附件、安全保护装置和与安全保护装置相关的设施。

第八十九条 压力管道设计、安装、使用的安全监督管理办法由国务院另行制定。

第九十条 特种设备检验检测机构依照本条例规定实施检验检测，收取费用，依照国家有关规定执行。

第九十一条 本条例自 2003 年 6 月 1 日起施行。1982 年 2 月 6 日国务院发布的《锅炉压力容器安全监察暂行条例》同时废止。

附录 1-3 设备监理单位资格管理办法

第一章 总 则

第一条 为了加强对设备监理单位资格的管理，保障其依法开展监理业务，依据国务院及国家质量监督检验检疫总局、国家发展计划委员会、国家经济贸易委员会有关设备监理的规定，制定本办法。

第二条 在中华人民共和国境内，从事建设项目重要设备监理活动以及开展设备工程技术和管理咨询业务活动，应当遵守本办法。

第三条 本办法所称设备监理单位，是指具有企业法人资格和取得相应等级《设备监理单位资格证书》的从事重要设备监理业务，即设备工程技术和管理咨询服务业务的社会组织。

设备监理单位属独立的社会中介服务机构，与行政机关无行政隶属关系或者其他经济利益关系。

第四条 本办法所称设备监理单位资格，是指从事设备监理业务的单位应该具备的有关人员资格、专业技能、各专业人员配置和数量，软、硬件的配置，组织管理能力，质量体系及其有效性，资金数额，以及设备监理的业绩。

第五条 国家质量监督检验检疫总局和国家发展计划委员会、国家经济贸易委员会（以下统称监管部门）依据各自的职能共同负责全

国设备监理单位资格的管理工作，国家质量监督检验检疫总局（以下简称质检总局）具体负责设备监理活动的管理，国务院有关管理部门协助开展工作。

第二章 设备监理单位的资格等级及其监理业务范围

第六条 设备监理单位的资格等级分为甲、乙两级，各级别机构除应符合第三条规定外，还应具备下列条件：

（一）甲级

1. 由持有效注册《设备监理工程师执业资格证书》的有关专业技术人员作为机构技术负责人；
2. 持有效注册《设备监理工程师执业资格证书》的专业技术人员不少于 30 名，且专业配套；
3. 具有与所承担的设备监理业务相匹配的必要的设施和设备；
4. 有完善有效的设备监理质量管理体系；
5. 注册资金不少于 500 万元；
6. 有固定的工作场所；
7. 有监理同类设备工程的相关业绩。

（二）乙级

1. 由持有效注册《设备监理工程师执业资格证书》的有关专业技术人员作为机构技术负责人；
2. 持有效注册《设备监理工程师执业资格证书》的专业技术人员不少于 10 名，且专业配套；
3. 具有与所承担的设备监理业务相匹配的必要的设施和设备；
4. 有完善有效的设备监理质量管理体系；
5. 注册资金不少于 300 万元；
6. 有固定的工作场所；
7. 有监理同类设备工程或从事同类设备工程工作的类似业绩。

第七条 在不同设备工程专业中（设备工程专业见附表），根据工程范围、工程规模和技术难易程度，将设备工程划分为全过程设备工程项目（一类设备工程）和专项设备工程项目（二类设备工程）。各等级设备监理单位的监理业务范围：

(一) 甲级设备监理单位可监理《设备监理单位资格证书》中规定的工程专业中的一、二类设备工程的所有设备工程。

(二) 乙级设备监理单位可监理《设备监理单位资格证书》中规定的工程专业的二类设备工程的所有设备工程，或一类设备工程中专项设备工程。

第三章 申请和评审

第八条 申请从事设备监理业务的单位，应向质检总局委托的设备监理行业自律组织（以下称工作机构）提交《设备监理单位资格证书申请书》，同时提交下列文件：

- (一) 机构章程（草案）；
- (二) 质量管理手册及其他文件目录；
- (三) 机构人力资源状况，需特别注明持有效《设备监理工程师执业资格证书》的人员情况；
- (四) 申请设备监理业务的专业范围；
- (五) 机构的设施和设备情况；
- (六) 注册资金证明；
- (七) 工作场所证明；
- (八) 设备工程相关业绩及证明材料；
- (九) 法律、法规规定的其他条件。

《设备监理单位资格证书申请书》格式由质检总局统一制定。

第九条 工作机构根据委托受理甲级、乙级设备监理单位的申请。

国务院有关管理部门或有关行业管理机构，省、自治区、直辖市质量技术监督机构负责组织初审本行业、本地区内乙级设备监理单位的资格。经初步审查合格的机构报质检总局。

第十条 根据委托，工作机构负责组织评审组对申请甲级和乙级资格的设备监理单位进行评审，并在规定时间内提出审查报告。

第四章 核准和备案

第十一条 监管部门负责甲级和乙级设备监理单位资格的核准，

并颁发《设备监理单位资格证书》。

第十二条 监管部门定期向社会发布获得资格证书机构名录。

第十三条 《设备监理单位资格证书》的式样由质检总局统一制定。

第五章 管理和监督

第十四条 设备监理单位必须在《设备监理单位资格证书》规定的监理专业和等级范围内从事监理业务活动。

第十五条 设备监理单位应建立《监理年度评审手册》，详细记录本单位承接的监理业务和经营实绩。《监理年度评审手册》的格式与内容由工作机构制定。

第十六条 工作机构每年对甲级和乙级设备监理单位实施年度评审。年度评审方案和年度评审报告应报质检总局备案。

第十七条 甲级和乙级设备监理单位应向质检总局委托的工作机构提交下列文件：

（一）《企业法人营业执照》的年检复印件；

（二）法定代表人与技术负责人的姓名、年龄、专业技术职务资格证明文件及工作简历；

（三）《监理年度评审手册》；

（四）（如有要求时）变更或扩展监理业务的申请；

（五）（如有变动时）前述第八条中各款规定的文件。

第十八条 设备监理单位通过年度评审后，由工作机构出具证明，维持其《设备监理单位资格证书》的有效。

第十九条 原持有乙级《设备监理单位资格证书》的机构，要求换发甲级《设备监理单位资格证书》的，应直接向质检总局委托的工作机构递交《设备监理单位换证申请书》，由工作机构组织实施评审、报批事宜，由监管部门核准并换发甲级《设备监理单位资格证书》。

第二十条 经核定对已达不到原审批资格要求的，应降低或撤销设备监理单位资格等级，或缩小许可监理业务范围，并换发《设备监理单位资格证书》。

第二十一条 设备监理单位在取得监理资格证书后，要求扩展原

持有的《设备监理单位资格证书》所规定允许监理的工程专业时，应向质检总局委托的工作机构递交《设备监理单位专业扩展申请书》，由工作机构组织实施评审、报批事宜，由监管部门核准并换发《设备监理单位资格证书》后，方可承接该项设备监理业务。

第二十二條 无正当理由而未按第十六条之规定办理监理资格年度评审与换证的设备监理单位，其所持有的《设备监理单位资格证书》不能作为其承接监理业务的机构资格证明文件。

第二十三條 设备监理单位在与工程项目法人签订设备监理合同时，应出示《设备监理单位资格证书》与《监理年度评审手册》等项目法人要求审查的文件。《设备监理单位资格证书》的复印件应作为合同附件附于合同中。

第二十四條 设备监理单位遗失《设备监理单位资格证书》的，必须在全国性报纸上登报声明作废后，方可向发证部门申请补发。

第六章 设备监理单位的变更和终止

第二十五條 设备监理单位法定代表人变更，应向《设备监理单位资格证书》发证部门办理变更手续。

第二十六條 设备监理单位分立或者合并，应将《设备监理单位资格证书》交回原发证部门，并按本管理规定办理《设备监理单位资格证书》。

第二十七條 设备监理单位连续3年未从事监理业务的，应由发证部门收回《设备监理单位资格证书》，办理终止设备监理业务手续。

第七章 罚 则

第二十八條 设备监理单位有下列行为之一的，由资格发证部门给予通报批评、警告、责令停业整顿、降低资格等级、吊销《设备监理单位资格证书》的处罚；构成犯罪的，依法追究刑事责任，给业主造成损失的，应当按合同约定赔偿损失：

(一) 隐瞒实际情况，弄虚作假骗取资格证书或者未经批准擅自营业的；

(二) 超越批准的业务范围从事监理活动的；

(三) 伪造、涂改、出租、转让、出卖《设备监理单位资格证书》的；

(四) 徇私舞弊、玩忽职守，造成重大质量事故或者人身伤亡事故的；

(五) 违反合同约定泄露委托方或者受监理方商业或者技术秘密，造成委托方或受监理方经济损失或者其他严重后果的。

受吊销资格证书处罚的设备监理单位，不得重新申请设备监理资格证书。

第二十九条 从事与设备监理管理职能有关的机构和工作人员，以及受其委托对设备监理单位进行评审等项管理工作的工作机构和工作人员，违反本办法申请与评审、管理和监督的有关规定，徇私舞弊、玩忽职守，滥用职权，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚未构成犯罪的，依法给予行政处分。

第八章 附 则

第三十条 国家提倡设备监理单位通过保险转移有关风险；鼓励并要求设备监理单位逐步取得符合国际相应规则的资格认可。

第三十一条 本办法由国家质量监督检验检疫总局负责解释。

第三十二条 本办法自 2002 年 12 月 1 日起施行。

附录 1-4 企业国有资产监督管理暂行条例

中华人民共和国国务院令（第 378 号）

《企业国有资产监督管理暂行条例》已经 2003 年 5 月 13 日国务院第 8 次常务会议讨论通过，现予公布，自公布之日起施行。

总理 温家宝

2003 年 5 月 27 日

第一章 总 则

第一条 为建立适应社会主义市场经济需要的国有资产监督管理体制，进一步搞好国有企业，推动国有经济布局 and 结构的战略性调

整，发展和壮大国有经济，实现国有资产保值增值，制定本条例。

第二条 国有及国有控股企业、国有参股企业中的国有资产的监督管理，适用本条例。

金融机构中的国有资产的监督管理，不适用本条例。

第三条 本条例所称企业国有资产，是指国家对企业各种形式的投资和投资所形成的权益，以及依法认定为国家所有的其他权益。

第四条 企业国有资产属于国家所有。国家实行由国务院和地方人民政府分别代表国家履行出资人职责，享有所有者权益，权利、义务和责任相统一，管资产和管人、管事相结合的国有资产管理体制。

第五条 国务院代表国家对关系国民经济命脉和国家安全的大型国有及国有控股、国有参股企业，重要基础设施和重要自然资源等领域的国有及国有控股、国有参股企业，履行出资人职责。国务院履行出资人职责的企业，由国务院确定、公布。

省、自治区、直辖市人民政府和设区的市、自治州级人民政府分别代表国家对由国务院履行出资人职责以外的国有及国有控股、国有参股企业，履行出资人职责。其中，省、自治区、直辖市人民政府履行出资人职责的国有及国有控股、国有参股企业，由省、自治区、直辖市人民政府确定、公布，并报国务院国有资产监督管理机构备案；其他由设区的市、自治州级人民政府履行出资人职责的国有及国有控股、国有参股企业，由设区的市、自治州级人民政府确定、公布，并报省、自治区、直辖市人民政府国有资产监督管理机构备案。

国务院，省、自治区、直辖市人民政府，设区的市、自治州级人民政府履行出资人职责的企业，以下统称所出资企业。

第六条 国务院，省、自治区、直辖市人民政府，设区的市、自治州级人民政府，分别设立国有资产监督管理机构。国有资产监督管理机构根据授权，依法履行出资人职责，依法对企业国有资产进行监督管理。

企业国有资产较少的设区的市、自治州，经省、自治区、直辖市人民政府批准，可以不单独设立国有资产监督管理机构。

第七条 各级人民政府应当严格执行国有资产管理法律、法规，坚持政府的社会公共管理职能与国有资产出资人职能分开，坚持政企

分开，实行所有权与经营权分离。

国有资产监督管理机构不行使政府的社会公共管理职能，政府其他机构、部门不履行企业国有资产出资人职责。

第八条 国有资产监督管理机构应当依照本条例和其他有关法律、行政法规的规定，建立健全内部监督制度，严格执行法律、行政法规。

第九条 发生战争、严重自然灾害或者其他重大、紧急情况时，国家可以依法统一调用、处置企业国有资产。

第十条 所出资企业及其投资设立的企业，享有有关法律、行政法规规定的企业经营自主权。

国有资产监督管理机构应当支持企业依法自主经营，除履行出资人职责以外，不得干预企业的生产经营活动。

第十一条 所出资企业应当努力提高经济效益，对其经营管理的企业国有资产承担保值增值责任。

所出资企业应当接受国有资产监督管理机构依法实施的监督管理，不得损害企业国有资产所有者和其他出资人的合法权益。

第二章 国有资产监督管理机构

第十二条 国务院国有资产监督管理机构是代表国务院履行出资人职责、负责监督管理企业国有资产的直属特设机构。

省、自治区、直辖市人民政府国有资产监督管理机构，设区的市、自治州级人民政府国有资产监督管理机构是代表本级政府履行出资人职责、负责监督管理企业国有资产的直属特设机构。

上级政府国有资产监督管理机构依法对下级政府的国有资产监督管理工作进行指导和监督。

第十三条 国有资产监督管理机构的主要职责是：

- (一) 依照《中华人民共和国公司法》等法律、法规，对所出资企业履行出资人职责，维护所有者权益；
- (二) 指导推进国有及国有控股企业的改革和重组；
- (三) 依照规定向所出资企业派出监事会；
- (四) 依照法定程序对所出资企业的企业负责人进行任免、考核，

并根据考核结果对其进行奖惩；

(五) 通过统计、稽核等方式对企业国有资产的保值增值情况进行监管；

(六) 履行出资人的其他职责和承办本级政府交办的其他事项。

国务院国有资产监督管理委员会除前款规定职责外，可以制定企业国有资产监督管理的规章、制度。

第十四条 国有资产监督管理委员会的主要义务是：

(一) 推进国有资产合理流动和优化配置，推动国有经济布局和调整；

(二) 保持和提高关系国民经济命脉和国家安全领域国有经济的控制力和竞争力，提高国有经济的整体素质；

(三) 探索有效的企业国有资产经营体制和方式，加强企业国有资产监督管理工作，促进企业国有资产保值增值，防止企业国有资产流失；

(四) 指导和促进国有及国有控股企业建立现代企业制度，完善法人治理结构，推进管理现代化；

(五) 尊重、维护国有及国有控股企业经营自主权，依法维护企业合法权益，促进企业依法经营管理，增强企业竞争力；

(六) 指导和协调解决国有及国有控股企业改革与发展中的困难和问题。

第十五条 国有资产监督管理委员会应当向本级政府报告企业国有资产监督管理工作、国有资产保值增值状况和其他重大事项。

第三章 企业负责人管理

第十六条 国有资产监督管理委员会应当建立健全适应现代企业制度要求的企业负责人的选用机制和激励约束机制。

第十七条 国有资产监督管理委员会依照有关规定，任免或者建议任免所出资企业的企业负责人：

(一) 任免国有独资企业的总经理、副总经理、总会计师及其他企业负责人；

(二) 任免国有独资公司的董事长、副董事长、董事，并向其提

出总经理、副总经理、总会计师等的任免建议；

(三) 依照公司章程，提出向国有控股的公司派出的董事、监事人选，推荐国有控股的公司的董事长、副董事长和监事会主席人选，并向其提出总经理、副总经理、总会计师人选的建议；

(四) 依照公司章程，提出向国有参股的公司派出的董事、监事人选。

国务院，省、自治区、直辖市人民政府，设区的市、自治州级人民政府，对所出资企业的企业负责人的任免另有规定的，按照有关规定执行。

第十八条 国有资产监督管理机构应当建立企业负责人经营业绩考核制度，与其任命的企业负责人签订业绩合同，根据业绩合同对企业负责人进行年度考核和任期考核。

第十九条 国有资产监督管理机构应当依照有关规定，确定所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司的企业负责人的薪酬；依据考核结果，决定其向所出资企业派出的企业负责人的奖惩。

第四章 企业重大事项管理

第二十条 国有资产监督管理机构负责指导国有及国有控股企业建立现代企业制度，审核批准其所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司的重组、股份制改造方案和所出资企业中的国有独资公司的章程。

第二十一条 国有资产监督管理机构依照法定程序决定其所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司的分立、合并、破产、解散、增减资本、发行公司债券等重大事项。其中，重要的国有独资企业、国有独资公司分立、合并、破产、解散的，应当由国有资产监督管理机构审核后，报本级人民政府批准。

国有资产监督管理机构依照法定程序审核、决定国防科技工业领域其所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司的有关重大事项时，按照国家有关法律、规定执行。

第二十二条 国有资产监督管理机构依照公司法的规定，派出股东代表、董事，参加国有控股的公司、国有参股的公司的股东会、董

事会。

国有控股的公司、国有参股的公司的股东会、董事会决定公司的分立、合并、破产、解散、增减资本、发行公司债券、任免企业负责人等重大事项时，国有资产监督管理机构派出的股东代表、董事，应当按照国有资产监督管理机构的指示发表意见、行使表决权。

国有资产监督管理机构派出的股东代表、董事，应当将其履行职责的有关情况及时向国有资产监督管理机构报告。

第二十三条 国有资产监督管理机构决定其所出资企业的国有股权转让。其中，转让全部国有股权或者转让部分国有股权致使国家不再拥有控股地位的，报本级人民政府批准。

第二十四条 所出资企业投资设立的重要子企业的重大事项，需由所出资企业报国有资产监督管理机构批准的，管理办法由国务院国有资产监督管理机构另行制定，报国务院批准。

第二十五条 国有资产监督管理机构依照国家有关规定组织协调所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司的兼并破产工作，并配合有关部门做好企业下岗职工安置等工作。

第二十六条 国有资产监督管理机构依照国家有关规定拟订所出资企业收入分配制度改革的指导意见，调控所出资企业工资分配的总体水平。

第二十七条 所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司经国务院批准，可以作为国务院规定的投资公司、控股公司，享有公司法第十二条规定的权利；可以作为国家授权投资的机构，享有公司法第二十条规定的权利。

第二十八条 国有资产监督管理机构可以对所出资企业中具备条件的国有独资企业、国有独资公司进行国有资产授权经营。

被授权的国有独资企业、国有独资公司对其全资、控股、参股企业中国家投资形成的国有资产依法进行经营、管理和监督。

第二十九条 被授权的国有独资企业、国有独资公司应当建立和完善规范的现代企业制度，并承担企业国有资产的保值增值责任。

第五章 企业国有资产管理

第三十条 国有资产监督管理机构依照国家有关规定，负责企业国有资产的产权界定、产权登记、资产评估监管、清产核资、资产统计、综合评价等基础管理工作。

国有资产监督管理机构协调其所出资企业之间的企业国有产权纠纷。

第三十一条 国有资产监督管理机构应当建立企业国有产权交易监督管理制度，加强企业国有产权交易的监督管理，促进企业国有资产的合理流动，防止企业国有资产流失。

第三十二条 国有资产监督管理机构对其所出资企业的企业国有资产收益依法履行出资人职责；对其所出资企业的重大投融资规划、发展战略和规划，依照国家发展规划和产业政策履行出资人职责。

第三十三条 所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司的重大资产处置，需由国有资产监督管理机构批准，依照有关规定执行。

第六章 企业国有资产监督

第三十四条 国务院国有资产监督管理机构代表国务院向其所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司派出监事会。监事会的组成、职权、行为规范等，依照《国有企业监事会暂行条例》的规定执行。

地方人民政府国有资产监督管理机构代表本级人民政府向其所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司派出监事会，参照《国有企业监事会暂行条例》的规定执行。

第三十五条 国有资产监督管理机构依法对所出资企业财务进行监督，建立和完善国有资产保值增值指标体系，维护国有资产出资人的权益。

第三十六条 国有及国有控股企业应当加强内部监督和风险控制，依照国家有关规定建立健全财务、审计、企业法律顾问和职工民主监督等制度。

第三十七条 所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司应当

按照规定定期向国有资产监督管理机构报告财务状况、生产经营状况和国有资产保值增值状况。

第七章 法 律 责 任

第三十八条 国有资产监督管理机构不按规定任免或者建议任免所出资企业的企业负责人，或者违法干预所出资企业的生产经营活动，侵犯其合法权益，造成企业国有资产损失或者其他严重后果的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第三十九条 所出资企业中的国有独资企业、国有独资公司未按规定向国有资产监督管理机构报告财务状况、生产经营状况和国有资产保值增值状况的，予以警告；情节严重的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予纪律处分。

第四十条 国有及国有控股企业的企业负责人滥用职权、玩忽职守，造成企业国有资产损失的，应负赔偿责任，并对其依法给予纪律处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第四十一条 对企业国有资产损失负有责任受到撤职以上纪律处分的国有及国有控股企业的企业负责人，5年内不得担任任何国有及国有控股企业的企业负责人；造成企业国有资产重大损失或者被判处刑罚的，终身不得担任任何国有及国有控股企业的企业负责人。

第八章 附 则

第四十二条 国有及国有控股企业、国有参股企业的组织形式、组织机构、权利和义务等，依照《中华人民共和国公司法》等法律、行政法规和本条例的规定执行。

第四十三条 国有及国有控股企业、国有参股企业中中国共产党基层党组织建设、社会主义精神文明建设和党风廉政建设，依照《中国共产党章程》和有关规定执行。

国有及国有控股企业、国有参股企业中工会组织，依照《中华人民共和国工会法》和《中国工会章程》的有关规定执行。

第四十四条 国务院国有资产监督管理机构，省、自治区、直辖

市人民政府可以依据本条例制定实施办法。

第四十五条 本条例施行前制定的有关企业国有资产监督管理的行政法规与本条例不一致的，依照本条例的规定执行。

第四十六条 政企尚未分开的单位，应当按照国务院的规定，加快改革，实现政企分开。政企分开后的企业，由国有资产监督管理机构依法履行出资人职责，依法对企业国有资产进行监督管理。

第四十七条 本条例自公布之日起施行。

附录 2 设备管理常用表格

附录 2-1 固定资产卡

固定资产卡

资产编号_____

单位：

建卡日期 年 月 日

名称		型号规格		外形尺寸		出厂编号		总图号	
制造厂		出厂年月		原值	元	成新率	%	总重	吨
安装时间	年 月 日	开始使用时间	年 月 日	折旧年限	年	年折旧率	%	资金来源	
设备性能	设计生产能力：实际生产能力：								
附属设备	名称	型号规格	数量	单价	名称		型号规格	数量	单价
变动情况	日期	从何处调入	调往何处		日期	从何处调入		调往何处	
附注									

设备主管：

登记：

附录 2-2 天车点检表

天车点检表

检查部位	检查内容	标准与要求	检查结果		备注
			大车	小车	
车轮	1. 有无异常声音	滚动轴承没有产生杂音，轴承润滑良好，无发热			
	2. 螺钉有无松动	弹簧垫有压紧			
减速器	1. 有无异常声音	用旋具检查声响的来源（齿轮、轴承）			
	2. 润滑是否良好	润滑良好，无断续嘶哑声音、减速器没有发热			
	3. 螺钉有无松动	螺钉无松动			
联轴器	1. 有无异常声音	齿无严重磨损，传动轴无窜动，无异常声音			
	2. 螺钉有无松动	螺钉无松动			
制动器	1. 液压推动器有无漏油，推升动作是否顺畅	上升到位，上升顺畅			
	2. 螺钉有无松动	螺钉紧固良好，制动轮无跳动或松动			
	3. 制动轮有无跳动	刹车架无摆动，刹车轮无轴向窜动			
	4. 调整是否适宜	开闭灵活、制动平稳可靠、不溜勾			
吊钩	1. 吊钩螺钉有无裂纹	外观仔细观察			
	2. 吊钩固定是否牢固	轴端挡板无松动，螺母紧固销无断裂			
缓冲器	1. 支座有无裂纹	外观检查			
	2. 缓冲性能是否良好	弹簧弹性良好，无断裂			
吊梁	1. 横梁有无裂焊及弯扭	横梁无裂焊变形（仔细检查）			
	2. 吊环有无裂纹	定期更换（仔细检查）			
	3. 卡板是否松脱	螺钉无松动，卡板无脱落			
滑轮	1. 轮缘有无缺损	无崩裂			
	2. 外罩有无损坏	无变形、无裂焊			
	3. 滑轮轴固定是否牢靠	锁紧圆螺母紧固情况良好			
钢丝绳	1. 有无断丝，断股，打结	在 75mm 的长度内断丝数不超过 12 条；无断股			
	2. 钢丝绳压板是否松动	压紧螺钉无松动			
	3. 润滑是否良好	仔细检查			
卷筒	1. 连接螺钉有无松动	仔细检查			
	2. 轴承座有无异常现象	无异常声响、不发热、无振动			
铆链	1. 磨损是否严重	铆链磨损量不超过原直径的 10%			
	2. 有无裂焊	仔细检查			

点检人/日期： 设备管理员/日期：

说明：1. 每次点检要重点检查天车交接班记录本记录的项目；

2. 检查结果填写时，良好、正常、无超标等填“√”，有损坏、不正常等填“×”。

3. 对填有“×”的要求在备注栏填写处理过程或处理建议。

附录 2-3 轧线机械设备润滑记录表

时间：_____年_____月

设备名称	润滑部位	润滑 点数	润滑油品	加油量 /(g/点)	加油周期	润滑方式	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周	备注
加热炉区气动三联件	气缸/切断阀	10	15 号机械油	加满油杯	一周/次	油杯					
入炉辊道	轴承座	62	1 号锂基脂	20	一月/次	油杯					
出炉辊道	轴承座	8	1 号锂基脂	20	半月/次	油杯					
炉底辊轮	轮轨	16	1 号锂基脂	20	半月/次	手动					
保温辊道	轴承座	40	1 号锂基脂	20	半月/次	油杯					
01H~05H 轧机	轧辊轴承座	20	2 号轧辊轴承脂	1000	一周/次	加油小车					
初轧机	齿接手	5	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
初轧机	万向接轴(十字包)	10	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
初轧机	万向接轴(花键)	6	0 号减速机润滑脂	500	一月/次	手动					
初轧机	压下机构	10	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
立式初轧机	提升机构	2	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
1H~8H 轧机	轧辊轴承座	32	2 号轧辊轴承脂	1000	一周/次	加油小车					
中轧机	齿接手	8	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
中轧机	万向接轴(十字包)	16	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
中轧机	万向接轴(花键)	16	0 号减速机润滑脂	500	一月/次	手动					
中轧机	压下机构	16	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
N1 前夹送辊	轴承座	2	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
N1 飞剪	齿接手	1	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
N1 飞剪	刀臂轴承	6	1 号锂基脂	500	一周/次	手动					
预精轧机	齿接手	4	1 号锂基脂	500	一月/次	手动					
转辙器	摆动销轴	1	1 号锂基脂	500	一周/次	手动					

(续)

设备名称	润滑部位	润滑 点数	润滑油品	加油量 /(g/点)	加油周期	润滑方式	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周	备注
吐丝机前夹送辊	联轴器	1	1号锂基脂	200	一月/次	手动					
精轧电动机	电动机间齿接手	1	1号锂基脂	2000	一月/次	手动					
风冷线风机	风机轴承	22	1号锂基脂	50	半月/次	油杯					
风冷线	辊道辊子轴承、链条	全部	1号锂基脂	100	一周/次	手动					
集卷桶	气缸铰接销轴	2	1号锂基脂	50	一周/次	油枪					
集卷桶	分离爪连杆座	6	1号锂基脂	50	一周/次	油枪					
下集卷升降装置	联轴器	2	1号锂基脂	100	一月/次	手动					
下集卷升降装置	链条	全部	1号锂基脂	1000	一周/次	手动					
下集卷升降装置	滚轮	8	1号锂基脂	100	一月/次	手动					
下集卷双芯棒	回转轴承及油缸	5	1号锂基脂	100	半月/次	油枪					
下集卷运卷小车	齿轮齿条	2	1号锂基脂	1000	半月/次	手动					
下集卷运卷小车	车轮轴承座	4	1号锂基脂	200	一月/次	油枪					
PF线	C形钩小车轮	31	1号锂基脂	1000	一月/次	手动					
卸卷站	驱动链	全部	1号锂基脂	500	一月/次	手动					
上料台架至 N1 剪前夹送辊	气动三联件	20	15号机械油	加满油杯	一周/次	手动					
1号活套至吐丝前夹送辊	气动三联件	10	15号机械油	加满油杯	一周/次	手动					
打捆机	气动三联件	2	15号机械油	加满油杯	一周/次	手动					

说明：1. 加油周期为一周的设备，如出现当周该设备无运行，不需加油。但要在备注栏注明原因。

2. 已经完成加油润滑的设备在“第1周至第4周”记录加油日期并打上“√”。

3. 依时填写，填写记录时不得涂改。每月底将记录表交区领导审阅。

加油人签名：

区长签名：

附录 2-4 设备检修任务单

____班 每周/周末设备检修任务单

任务单编号： 检修时间：

序号	检修项目及内容	工时	完成情况	检修负责人签名	主管签名

检查要求：1. 填表要求全面、准确、准时、工整。
2. 应在交接班记录栏记录报警部位、时间、原因及各站运行情况。
3. 操作工应详细记录故障发生时间、处理时间及处理情况。

附录 2-6 润滑站点检表

序号	设备	内 容	标 准	运转	停车	备注
1	1 号 润 滑 站	油位	不低于 500mm			
		油温	油箱处(25 ~ 55℃)			
		过滤器前压力	约 10 ~ 15bar			
		过滤器后压力	约 8 ~ 11bar			
		压差	一次性虑心 ≤3.8bar			
		油泵弹性体磨损情况	有无缺损或碎裂			
		油泵振动、声音情况	正常时应该平稳 ,无尖声			
		油箱底有无水可排	无水或少量水			
		各管路	无漏油 ,渗油			
2	2 号 润 滑 站	油位	不低于 500mm			
		油温	油箱处(25 ~ 55℃			
		过滤器前压力	约 10 ~ 15bar			
		过滤器后压力	约 8 ~ 11bar			
		压差	一次性虑心 ≤3.8bar			
		油泵弹性体磨损情况	有无缺损或碎裂			
		油泵振动、声音情况	正常时应该平稳 ,无尖声			
		油箱底有无水可排	无水或少量水			
		各管路	无漏油 ,渗油			
3	3 号 润 滑 站	油位	不低于 500mm			
		油温	油箱处(25 ~ 55℃)			
		油压力	≥2.5bar			
		螺杆泵工作状态	正常时为静音 ,无振动			
		油箱底有无水可排	无水或少量水			
		各管路	无漏油 ,渗油			
		供油阀门	常开(有特殊情况关闭 ,要挂牌)			
		冷却器工作情况	是否有水及水量是否足够 ,热交 换效果(温度 ≤42℃)			

记录人： 200 年 月 日 设备管理员：

- 注：1. 每周一至五，早上九点至十点作检查并记录一次。
2. 正常记号为√，异常为×，并在备注栏作说明，在运转或停车作检查时无法检查的项目 /记录。

附录 2-7 水系统点检表

序号	设备	检查部位	内 容 及 标 准	运转	停车	备注
1	1~5 号 水泵	电动机	地脚螺钉松脱, 无位移, 转动时无异响			
		弹性联轴器	胶圈未磨损, 螺钉无松脱			
		泵体	转动时填料压盖处有少量的水泄出, 其它地方无泄漏, 水压均为 4MPa。无异响, 无振动			
2	浊水泵及 增压泵	电动机	地脚螺钉松脱, 无位移, 转动时无异响			
		弹性联轴器	胶圈未磨损, 螺钉无松脱			
		泵体	转动时无泄漏, 无异响, 无振动。增压泵水压约为 1.2MPa, 浊水泵约 0.4MPa, 手动可盘车			
		清水加压泵	正常运转			
3	精轧及 主电室 制冷泵	电动机	地脚螺钉松脱, 无位移, 转动时无异响			
		弹性联轴器	胶圈未磨损, 螺钉无松脱			
		泵体	转动时填料压盖处有少量的水泄出, 其他地方无泄漏, 水压均为 0.4MPa。无异响, 无振动			
4	各水泵 组阀门	电动蝶阀	可正常开合, 无泄漏			
		手动蝶阀	可正常开合, 无泄漏			
		止回阀	有效止回, 无泄漏			
		截止阀	无泄漏			
5	冷却塔	冷却风机	无破损, 转动时无振动、异响			
		播水器	可转动, 喷嘴无堵塞			
		水塔本体	无破损			
6	管网	各水阀事故操作	开合正常, 无泄漏			
		水管	无泄漏			

记录人: 200 年 月 日 设备管理员:

注: 1. 每周一至五, 早上九点至十点作检查并记录一次。

2. 正常记号为√, 异常为×, 并在备注栏作说明, 在运转或停车作检查时无法检查的项目作/记录。

附录 2-8 日常工作任务单

作业时间：200 年 月 日

序号	作业内容	说明	计划工时 (人×天)	完成 情况	作业责 任人	质量评价			备注
						优	合格	不良	

计划编制/日期：设备主管/日期：

说明：1. 本表是设备主管下达的备件修复和备用检修作业单，同时也是主管对相应班组任务完成情况和被修复件（设备）质量的评价记录表。

2. 作业完毕，作业人在“完成情况”一栏填写并签名，一周内将此表交设备部，由设备主管对已完成的任务作质量评价。

3. 本表由设备部保存。

附录 2-9 设备试车验收记录

工程项目：

试车日期：

年 月 日

试车内容及记录		验收单位意见			
工程管理单位		施工单位		使用单位	
工程负责人		工程负责人		使用部门	
单位负责人		单位负责人		管理部门	
(公章)		(公章)		(公章)	
年 月 日		年 月 日		年 月 日	

附录 2-10 设备检修质量跟踪调查表

填报单位：

日期：

检修单位	检修项目	检修时间	工期进度 ^①	检修质量 ^②	服务质量 ^③	配合协作 ^④	试车验收 ^⑤	遗留问题 ^⑥	评价 ^⑦

① “工期进度”填写：按期完成、提前天数、推迟天数。

②、③、④、⑤ “检修质量”、“服务质量”、“配合协作”、“试车验收”填写：优、良、好、一般、差

⑥ “遗留问题”简单填写检修过程中主要遗留的问题。

⑦ “评价”是指对该项目总的评价，填写：优、良、好、一般、差。

附录 2-11 设备更新申请表

申请单位：

20 年 月 日

设备名称			设备类别		要求实施日期		所委托的设计单位			
原 设 备 状 况	工艺编号		规格型号		更 新 设 备 的 技 术 经 济 指 标	名称	规格型号	技术参数（包括材料）	制造厂	投资 /万元
	固定资产编号		设备原值 /万元							
	出厂日期		使用年限							
	实际开动天数 /天		设备净值 /万元							
	制造厂家									
申 请 更 新 原 因	性能差				更 新 设 备 的 技 术 经 济 指 标	新采用设备的综合效益				
	效率低（%）		淘汰机型							
	故障频率高 /（次 /年）		最后一次大修间隔期 /天							
	大修理费用高（大修费 /原值）		使用年限长							
	配件困难（名称、原因）									
	不安全（缺陷所在）									
	其它：									
主管科室意见：		机动处意见：		有关处室意见：		厂领导意见：				

单位负责人：

填表人：

- 注：1. 表一式三份，经主管科室审批后报机动处。
2. 价值超过十万元的设备须附有技术鉴定报告。

附录 2-12 设备状态月报表

填报单位：

表（1）

填报时间：

机组 编号	联动 机组 名称	日历 时间 /h	实际开 动时间 /h	大修 时间 /h	计划检 修时间 /h	设备事故 故障时间 /h	非设备因素 引起设备停 机时间/h	设备事故 故障停机 率(%)	设备可 开动率 (%)	设备利 用率 (%)
合计										

表（2）设备事故、设备故障误产时间统计

序	设备名称	起 止 时 间	说 明
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	

表（3）大修、计划检修时间统计

序	设备名称	起 止 时 间	说 明
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	

表（4）非设备因素引起设备停机时间

		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	
		自 日 时 分至 日 时 分	

填报人：

审核：

附录 2-14 企业职工伤亡事故报表（基层）

填表单位： 年 月 制表机关：国家安全生产监督管理局

单位名称		单位代码		经济类型		所 在 行 业				行业分类	
				1. 国有		A. 农林牧副渔				按国标 GB/T 74754— 1994 填写	
				2. 集体		B. 采掘业					
单位地址		邮政编码		3. 私营		C. 制造业					
				4. 个体		D. 电力、煤气及水的生成和供应					
				5. 联营		E. 建筑业					
				6. 股份		F. 地址勘查业、水利管理业					
事故发生地点		联系电话		7. 外商		G. 交通运输、仓储及邮电通信业					
				8. 港澳台		H. 批发和零售贸易、餐饮业					
				9. 其他		I. 金融保险业					
						J. 房地产业					
						K. 社会服务业					
						L. 卫生、体育及社会福利业					
						M. 教育、文化艺术及广电业					
						N. 科学研究和综合技术服务业					
						O. 国家机关政党机关和社会团体					
						P. 其他行业					
事故发生时间		人员伤亡总数 / 人			企业规模	主管部门	职工总数	事 故 类 型		事 故 原 因	
		死亡	重伤	轻伤	1. 特大			1. 物体打击		1. 技术和设计有缺陷	
直接经济损失 / 元					2. 大型一			2. 车辆伤害		2. 设备、设施、工具附件有缺陷	
					3. 大型二			3. 机械伤害		3. 安全设施缺少	
					4. 中型一			4. 起重伤害		4. 生产场所环境不良	
					5. 中型二			5. 触电		5. 个人防护用品缺少或有缺陷	
					6. 小型			6. 淹溺		6. 没有安全操作规程或不健全	
								7. 灼烫		7. 违反操作规程或劳动纪律	
								8. 火灾		8. 劳动组织不合理	
								9. 高处坠落		9. 对现场工作缺乏检查或指挥错误	
								10. 坍塌		10. 教育培训不够、缺乏安全操作知识	
						11. 冒顶片帮		11. 其他			
						12. 透水					
						13. 放炮					
						14. 火药爆炸					
						15. 瓦斯爆炸					
						16. 锅炉爆炸					
						17. 容器爆炸					
						18. 其他爆炸					
						19. 中毒和窒息					
						20. 其他伤害					
受害人损失工作日 / 天		死亡	重伤	轻伤							

(续)

起 因 物	致 害 物	不安全状态	不安全行为	事故经过
1. 锅炉 2. 压力容器 3. 电气设备 4. 起重机械 5. 泵、发动机 6. 企业车辆 7. 船舶 8. 动力传送机构 9. 放射性物质及设备 10. 非动力手工具 11. 电动手工具 12. 其他机械 13. 建筑物及构筑物 14. 化学品 15. 煤 16. 石油制品 17. 水 18. 可燃性气体 19. 金属矿物 20. 非金属矿物 21. 粉尘 22. 梯 23. 木材 24. 工作面（人站立面） 25. 环境 26. 动物 27. 其他	1. 煤、石油产品 2. 木材 3. 水 4. 放射性物质 5. 电气设备 6. 梯 7. 空气 8. 工作面（人站立面） 9. 矿石 10. 粘土、砂、石 11. 锅炉、压力容器 12. 大气压力 13. 化学品 14. 机械 15. 金属件 16. 起重机械 17. 噪声 18. 蒸气 19. 手工具（非动力） 20. 电动手工具 21. 动物 22. 企业车辆 23. 船舶	1. 防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷 2. 设备、设施、工具、附件有缺陷 3. 个人防护用品用具缺少或有缺陷 4. 生产（施工）场地环境不良 5. 其他	1. 操作错误、忽视安全、忽视警告 2. 造成安全装置失效 3. 使用不安全设备 4. 手代替工具操作 5. 物品存放不当 6. 冒险进入危险场所 7. 攀、坐不安全位置 8. 在起吊物下作业、停留 9. 机器运转时加油、修理、检查、调整、焊接、清扫等工作 10. 有分散注意力行为 11. 在必须使用个人防护用品用具的作业或场合中，忽视其使用 12. 不安全装束 13. 对易燃易爆等危险物品处理错误	

器
户
置
节装
宿机
车
电装
电柜
电屏
表
表

附录3 网络资源

1. 站名：中国机械工程学会
网址：<http://www.cmes.org/>
简介：介绍学会机构、活动、科研动态、国际交往和展览。
2. 站名：中国设备管理协会/中国设备网
网址：<http://www.china-plant.com/index.asp>
简介：设备管理简讯，设备政策法规等。
3. 站名：中国设备管理协会全面生产维护委员会
网址：<http://www.tnpm.org>
简介：全面规范化生产维护理论研究、推广的专业站点。
4. 站名：中国设备远程诊断网
网址：<http://www.chnpfd.com>
简介：包括诊断中心、设备管理、网上课堂、学术联盟、信息专栏等。
5. 站名：《设备管理与维修》杂志
网址：<http://www.pme.com.cn/>
简介：面向全国各行业企业设备资产运营服务的综合性信息型技术刊物。
6. 站名：《中国设备工程》杂志
网址：<http://sbgl.chinajournal.net.cn>
简介：设备管理的专业期刊。
7. 站名：机械工业出版社
网址：<http://www.cmpbook.com/>
简介：主要出版机械工程、汽车工程、电工电子技术、仪器仪表及自动化、计算机技术、企业管理等专业领域的手册、词典、教材、专著和工人读物等。
8. 站名：Datastream 中国 EAM 支持中心

网址：<http://www.eamsupport.com>

简介：参与 EAM 话题讨论，交流分享设备资产管理经验。

9. 站名：国家安全生产监督管理局

网址：<http://www.chinasafety.gov.cn/>

简介：安全法规、安全标准等。

10. 站名：中国劳动保障教育培训网

网址：<http://www.lssetc.com/>

简介：劳动和社会保障部教育培训中心网页，承担全国劳动及社会保障干部的教育培训。

11. 站名：中国质量信息网

网址：<http://www.cqi.gov.cn/>

简介：提供产品质量信息、质量标准、相关文件及法律法规。

12. 站名：国家质量技术监督局锅炉压力容器检测研究中心

网址：<http://www.cbpmi.com.cn/>

简介：从事锅炉压力容器、压力管道、特种设备及相关产品的安全质量工程及事业。

13. 站名：中华人民共和国劳动和社会保障部

网址：<http://www.molss.gov.cn/>

简介：提供劳动、工伤、及社会保险等方面的简介、法规、统计，以及劳动力市场信息。

14. 站名：中华人民共和国信息产业部

网址：<http://www.mii.gov.cn/>

简介：包括信息产业的政策法规、行业管理、体制标准、电信资费、统计信息。

15. 站名：国家统计局网站

网址：<http://www.stats.gov.cn/>

简介：中华人民共和国国家统计局对外发布信息，服务社会公众的唯一网络窗口。

16. 站名：中华人民共和国国家发展和改革委员会

网址：<http://www.sdpc.gov.cn/>

简介：中华人民共和国国家发展和改革委员会信息发布网站。

17. 站名：中华人民共和国建设部

网址：<http://www.cin.gov.cn/>

简介：提供政府职能、政策法规、统计数据及行业动态。

18. 站名：中国机械工程学会铸造学会

网址：<http://www.foundrynations.com/>

简介：国内铸造专业中规模最大的国家级专业学术团体。

19. 站名：中国润滑油网

网址：<http://www.chinalubricant.com>

简介：面向亚太地区的有偿服务润滑油专业门户网站。

20. 站名：中国润滑脂网

网址：<http://www.cn-grease.com>

简介：专业润滑脂门户网站。

21. 站名：中国装备维修网

网址：<http://www.maintain.com.cn/>

简介：电气技术应用、机械技术应用、设备管理、相关标准、政策法规等。

22. 站名：中国汽车维修信息网

网址：<http://www.chinaauto.com.cn>

简介：检测设备和仪器、汽车修理设备、汽车修理工具等。

23. 站名：中国电力设备信息网站

网址：<http://www.e-powermt.com>

简介：电力设备产品的供需平台。

24. 站名：中国工程咨询网

网址：<http://www.cnaec.com/>

简介：介绍中国工程咨询协会，提供国内咨询、设计、监理企业及其业绩和专家等。

25. 站名：中国设备工程网

网址：<http://www.china-equip.com/>

简介：现代设备维修体制改革的探索与研究等。

26. 站名：广东省机电设备招标公司
网址：<http://www.chinaguangdongbidding.com>
简介：面向国内外的专职招标机构。
27. 站名：企业资源管理研究中心
网址：<http://www.AMTeam.org>
简介：为实现管理与 IT 的有效结合及成功应用提供专业的咨询服务。
28. 站名：工业工程网
网址：<http://www.chinaie.info/>
简介：工业工程方面的专业网站，包括论坛。
29. 站名：e-works 网站
网址：<http://www.e-works.net.cn/main.htm>
简介：中国制造业信息化门户网站。
30. 站名：欧洲维修联合会
网址：<http://www.efnms.org>
简介：19 个欧洲主要工业国家的维修联盟。
31. 站名：日本设备维修协会
网址：<http://www.jipm.or.jp/en/home/>
简介：TPM 理论的发源地。
32. 站名：澳洲维修工程协会
网址：<http://www.mesa.org.au>
简介：澳大利亚国家维修工程协会。
33. 站名：维修与可靠性专业协会
网址：<http://www.smrp.org/>
简介：介绍维修与可靠性的专业网站。
34. 站名：拉美维修协会
网址：<http://www.efnms.org/fim.html>
简介：拉丁美洲主要国家的维修联合会。
35. 站名：维修杂志
网址：<http://www.maintenancejournal.com/>
简介：国外最著名的维修专业期刊。

参 考 文 献

- 1 丁仁才编. 技术经济分析. 上海: 上海交通大学出版社, 1986
- 2 徐寿波编著. 技术经济学概论. 上海: 上海科学技术出版社, 1980
- 3 熊黑等主编. 工业技术经济学. 武汉: 华中工学院出版社, 1982
- 4 林友孚等编著. 工业企业科技管理. 北京: 经济科学出版社, 1993
- 5 人民大学经济系编. 工业企业科学技术管理. 北京: 中国人民大学出版社, 1995
- 6 吴桂生等编著. 无形资产评估办法. 广州: 广州出版社, 1996
- 7 李葆文著. 全面规范化生产维护——从理念到实践. 北京: 冶金工业出版社, 2002
- 8 李葆文编著. 全面生产维护——从理念到实践. 北京: 冶金工业出版社, 2000
- 9 李葆文编著. 设备管理新思维新模式. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2003