

第二篇 设备管理

第四章 设备管理概述

设备是指人们在生产和生活上所需的机械、装置和设施等物质资料的总称。它可供长期使用,并能在使用中基本保持原有的实物形态。设备是企业生产的重要物质基础和必要条件,反映了工业企业机械化、自动化的程度,标志着国家现代化程度和科学技术发展水平。

设备管理是一门在综合考虑技术、经济和管理等因素的基础上,对设备进行全面研究的科学,它以设备的一生为研究对象,以设备寿命的周期费用最经济和设备综合效能最高为目标,其目的是获取最佳的设备投资效果。也就是说,要充分发挥设备效能,并谋求寿命周期费用最经济。

一.设备管理的意义

设备在其整个寿命周期中表现为物质运动和价值运动两种形态。设备的物质运动形态,包括从设备的制造、选购、进厂验收、保管、安装、调试、使用、维修、更新改造以及设备事故处理和报废处理等;设备的价值运动形态,包括设备的最初投资、使用费用、维修费用支出、折旧、更新改造资金的筹措与支出等。设备管理的范畴不仅包括技术管理,而且包括经济管理,通常还包括维修管理。因此,通过一系列措施对设备进行综合管理,保持设备完好,利用修理、改造和更新等手段,恢复设备的精度性能,提高设备的素质,改善原有的设备构成,充分发挥设备效能,保证产品产量、质量和设备的安全运行,降低消耗和成本,促进企业持续发展,提高企业经济效益等,都具有十分重要的意义。

(一) 加强设备管理,能够为企业建立正常的生产秩序、实现均衡生产创造有利条件

机器设备是现代生产的物质技术基础。企业生产的正常进行,生产效率的提高,加工精度的保证,都在很大程度上依赖于机器设备。只有正确地操作使用设备,精心地维护保养设备,严格地进行设备运行状态检查,按计划进行设备修理,使设备经常处于良好的技术状态,才能保证生产过程的连续性,保证生产的正常秩序,防止发生设备和人身事故,减少或避免环境污染,保证职工身体健康。如果放松设备管理,该保养的设备不及时保养,该排除的故障不及时排除,该修理的设备不去修理;重生产、轻维修;设备状态时好、时坏,甚至带病运转。其结果必然造成设备故障频繁,生产处于混乱状态。

(二) 加强设备管理,提高设备管理水平,有利于企业取得良好的经济效益。

在现代工业生产中,产品的数量、质量,生产所消耗的能源、资源,产品成本的高低,在很大程度上受设备技术状况的影响。特别是随着机器设备日益向大型化、精密化、电子化、自动化发展,设备投资越来越昂贵。在企业固定资产构成中,机器设备所占比重不断提高,因此,与机器设备有关的费用,如能源消耗费、维修费、折旧费、税金及利息等,在产品成本中的比重也不断提高;由于设备故障和事故给企业的生产经营带来的损失也越来越严重。因此,管好、用好、修好设备,及时地对老设备进行改造,已成为提高企业经济效益的重要环节。

（三）加强设备管理，在企业管理中占有十分重要的地位。

企业的生产活动应从系统工程的角度去研究，可以把一个工厂的生产经营全过程作为一个完整的系统，设备则是工厂的一个子系统。这个系统的各个组成部分都要达到一个总目标，按照统一的计划行动。

一个系统的基本要素构成为：输入物、输出物、处理机构、管理以及反馈五个部分，如图 4-1 所示。

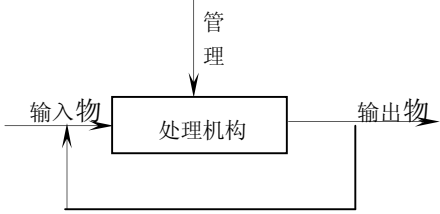


图 4-1 系统基本要素的构成

输入物 输出物	资 金						管 理 方 法
	劳 动 力		设 备		原 材 料		
产 量							生 产 管 理
质 量							质 量 管 理
成 本							成 本 管 理
交货期限							合 同 管 理
安全、卫生、环境							安全、环境、卫生管理
劳动情绪							劳 动 管 理
管理方法	定 员 管 理		设 备 管 理		物 资 管 理		$\frac{\text{输出物}}{\text{输入物}} = \text{生产率}$

图 4-2 设备管理与生产活动关系图

企业中的计划、质量、生产、技术、物资、能源和财务等管理，都与设备管理有着这样或那样的关联。如图 4-2 所示，企业在生产活动中，把劳动力、设备和原材料作为输入，进行组织和处理，使产品达到规定的质量和成本标准，满足交货期限、安全、环境、卫生以及职工劳动情绪等要求。输入项目的管理是纵向的定员管理、设备管理、物资管理；输出项目的管理是横向的生产管理，质量管理，成本管理，合同管理，安全、环境、卫生管理和劳动管理。无论是产品的产量、质量、成本、交货期，还是企业的安全、环境、卫生和职工劳动情绪，无不被设备所左右。设备是影响企业经济效益的主要因素之一，在企业管理中的地位举足轻重。

（四）加强设备管理，有利于企业的技术进步。

工业企业设备管理，包括设备的改造和更新。设备的改造和更新，是企业发展新产品，采用新工艺、新材料的必要条件。因此，搞好设备管理，加强设备的改造和更新，是实现企业进步的一个重要途径。

随着科学技术的发展和生产现代化水平的提高，大型、精密、高速、连续、结构复杂的设备不断增大，由电子装置控制的自动化水平较高的设备也在不断增多，工业企业设备管理的重要性必将显得更加突出。

二.设备管理的发展

设备管理的发展大体上可分为三个阶段。

（一）事后维修阶段

所谓事后维修，是指机器设备在生产过程中发生故障或损坏之后才进行修理。

工业革命之前，工厂生产是以手工作业为主，生产规模小，技术水平低，使用的设备和工具比较简单，谈不上设备的维修与管理。18 世纪后期，机器生产在各行各业中逐渐得到推广应用。随着企业采用机器生产的规模不断扩大，机器设备的技术日益复杂，维修机器的难度与消耗的费用也日益增加，再由操作工人兼做修理工作已难以适应。于是，出现了维修工作逐步分离出来的局面，形成了专职的设备维修人员。在这个阶段，设备管理与维修已经开始受到重视，成为生产管理工作中的一项内容，但工作范围很窄，主要是事后修理机器，因此叫做“事后维修阶段”。

（二）预防性定期修理阶段

20 世纪以来，科学技术不断进步，工业生产不断发展，设备的技术水平不断提高，企业管理进入了科学管理阶段。由于机器设备发生故障或损坏而停机修理，引起生产中断，打乱生产计划安排和劳动定额的完成，使企业的生产活动不能正常进行，因而带来很大的经济损失。特别是在钢铁、化工、石油、汽车制造及烟草行业等作业连续性很强的行业里，设备突发故障造成的经济损失更为严重，继续采用事后维修就成了发展生产的障碍。于是，出现了为防止意外故障发生而预先安排修理，以减少停机损失的“预防性定期修理”的新阶段。由于这种修理安排在故障发生之前，是可以计划的，所以也可叫做计划预修。

在这个阶段中，世界上形成了两大设备维修体系。一个是前苏联的“计划预修制”，在东欧、中国得到广泛应用；另一个是美国的“预防维修制”，在西欧、北美、日本得到推广。

计划预修制以开动台时（实际上往往是使用设备的时期）为依据，制定由一系列定期检查、小修理、中修理、大修理等组成的“修理周期结构”，对不同设备规定计算修理劳动量和物资消耗量的标准单位——“设备修理复杂系数”。“修理周期结构”和“设备修理复杂系数”是计划预修制的两大支柱。这种制度的理论依据是设备的磨损规律，经长期实践积累了大量经验，所以有它科学性、合理性的一面。但是，它有两个明显的缺点：一是只强调定期预防修理，到了规定时间安排修理，往往出现维修过剩或维修不足的情况，导致维修费用过高，维修的经济效益不佳；二是只注重专业维修人员的修理，强调修理与使用互相制约、监督，忽视广大操作工人的参与，忽视日常的设备维护、保养，甚至引起设备使用部门与维修部门之间，操作工人与修理工人之间的矛盾和对立。

预防维修制是以对设备进行日常检查和定期检查为基础，根据检查的结果来确定修理的内容、方式和时间。没有规定严格的修理周期，因而组织维修的灵活性较大。维修内容包括清洗、检查、修理等。推行预防维修制，可以使机器设备在生产过程中发生的意外故障大幅度减少，但存在着日常检查、定期检查过于频繁，更换零件过多，维修费用过大的问题。1954 年美国通用电器公司等一些企业对预防维修制作出调整，只对影响生产大的重要设备实行预防维修，对于影响较小的一般设备仍实行事后维修。这种把预防维修与事后维修结合起来，既考虑减少故障停机、提高生产效率，又可节约维修费用、获得良好维修经济性的维修制度，叫做“生产维修制”。

（三）综合管理阶段

无论是计划预修制还是预防维修制，都仅局限于设备维修与维修管理的范围。这种管理体制已经不能适应现代设备与现代企业管理发展的要求，其局限性主要是：

1. 传统的设备管理只重视设备后半生的管理，不重视设备全过程的管理。

设备的一生（全过程）包括规划（研究）、设计、制造、安装调试、使用、维修、改造、报废等诸多环节。设备的维护修理只是一种后天性的保养、救护工作；而设备设计、制造阶段存在的缺陷和弱点，如故障多、可靠性低、维修不便、影响人身安全、污染环境等则是先天性的、固有的，单靠维护修理无法解决，必须从设计、制造阶段抓起，“优生”先要“优生”。传统的设备管理还存在设计制造阶段（由设备研制单位管理）与使用阶段（由使用单位管理）的管理信息不通、彼此脱节的弊病，这给设备后半生管理带来了许多障碍和困难。

2. 传统的设备管理只管技术，不重视设备的经济管理和组织管理。

设备两种形态的运动形成了两种性质的管理，即技术管理与经济管理。同时，这两种管理也要求取得两个方面的成果，即一方面要求保持设备良好的技术状态，不断改善和提高设备的技术性能；另一方面要求节约设备的各项投资和费用支出，取得最好的经济效益。传统的设备管理重视设备的技术性能、技术指标的要求与检查，忽视设备经济效益、经济指标的评价与考核，往往导致费用高且收益差。

组织管理是实现设备技术管理目标和经济管理目标的前提和保证。如果没有坚强有力的组织管理来协调有关部门参与设备管理，调动操作工人、维修工人、各级设备管理人员、技术人员的积极性，即使技术上先进的设备，也难以充分发挥效用，收不到预期的经济效果。

3. 传统的设备管理重视专业部门的管理，忽视有关部门的协调配合。

设备管理工作涉及设备的造型、采购、安装、使用、维修、改造及报废等许多环节，在企业里这些工作常常是由不同的业务部门分管。比如，设备选型由工艺技术部门负责，设备采购由物资供应部门负责，安装调试由基建部门负责，设备使用归生产车间管理，设备维修由设备部门负责，设备改造由技术改造部门管理等。传统的设备管理只重视由设备部门负责开展维护、修理工作，忽视对有关部门统筹协调、分工配合，结果是“铁路警察、各管一段”，出了问题互相扯皮、推诿，问题得不到及时处理，不能有效地服务于企业的生产经营目标。

4. 传统的设备管理重视维修专业人员的作用，忽视广大职工的积极参与。

设备管理工作内容丰富，涉及企业的许多部门和广大职工，决非仅限于维护管理。就设备维修而言，也不是只靠专业修理工人、管理人员的努力就能完全搞好的。传统的设备管理单纯强调专业设备管理队伍的作用，不注意激励、调动企业广大职工特别是操作工人积极参与设备管理，甚至形成使用操作人员与维修人员之间的隔阂、对立，不利于全面、深入地做好设备管理工作。

现代科学技术和现代管理科学的成就，为现代设备管理的发展创造了良好的条件。60年代后期，在一些工业发达国家里，为了适应现代设备发展的要求，消除传统设备管理的弊端，提出了对设备实行综合管理的新思想、新观念，从而把设备管理推进到一个新的阶段。

三.现代设备管理的基本思想

现代设备管理的含义是：本着洋为中用、博采众长的方针，从我国的实际出发，在总结自身经验的基础上，结合学习外国先进的设备管理理论和方法，通过试点实践，创造出适应改革要求，符合我国国情的设备管理体制，为进一步实现设备管理现代化开辟道路。它是我国机械工业自80年代以来所推行的新的设备管理要领和方法的总称。

我国在推行现代设备管理过程中，一方面注意肯定和保留建国以来设备管理的一些好的经验，如“三好”（管好、用好、修好）、“四会”（会使用、会保养、会检查、会排除故障）的基本功，维护设备的“四项要求”（整齐、清洁、润滑、安全），使用设备的五项原则（实行定人定机，凭操作证使用设备，遵守安全操作规程；经常保持设备整洁，按规定加油，保证合理润滑；遵守交接班制度；管好工具、附件，不得遗失；发现异常立即停车检查，自己

不能处理的问题应及时通知有关人员检查处理), 润滑“五定”(定点、定质、定量、定时、定人), 操作工人与维修工人相结合的“定期维护”(即设备一、二级保养)以及设备修复杂系数等; 另一方面又吸收了外国设备管理的新理论和新方法, 如设备的目标管理、前期管理、状态监测与诊断技术、以设备寿命周期为基础的经济管理、计算机辅助设备管理、微电子技术应用于设备技术改造等, 使设备管理水平有了显著提高。现代设备管理只是过渡阶段的工作, 是为进一步实现设备管理现代化创造条件。

在市场经济的体制下, 企业管理以提高经济效益为目标, 要求设备管理树立市场观念和效益观念。一方面, 设备管理作为企业管理的一个子系统, 必须更好地为企业生产经营总目标, 即提高经济效益服务; 另一方面, 设备管理系统本身也必须以追求设备综合效率和寿命周期费用的经济性为目的, 从工程技术、财务经济和组织管理三个侧面对设备实行一生管理。因此, 设备管理工作一定要紧紧围绕以提高经济效益为中心, 以争取良好的设备投资效益为目标, 通过综合管理的方法, 搞好企业装备的规划、选购、使用、维护、检修、改造和更新, 使企业的设备不仅完好率高, 而且故障停机少, 设备利用率高。为企业的优质、高产、低耗、安全生产提供良好的物质技术基础, 也为企业的长远持久发展增强竞争能力。

现代设备管理适应市场经济体制的措施是:

1. 加强设备前期管理, 对投资实行科学决策

企业根据市场的要求, 对老产品扩产、新产品投产时新增设备的投资必须实行科学决策。这就需要建立严格的审批程序, 进行充分的技术经济论证, 运用可行性研究、寿命周期费用评价法、价值工程、决策技术等现代管理方法, 搞好设备的前期管理。

2. 改进维修管理方法, 促进生产经营

在市场经济条件下, 企业为了保证交货期和信誉, 或者为了把握时机和占领市场, 需要设备在预计的时期内连续不断地运行, 尽可能不出故障。这就要求企业采用合理的设备维修方式, 提高设备的可靠性。

3. 提高装备素质, 适应产品开发的需要

在市场竞争中, 企业只有不断开发新的产品满足用户需求, 才能占领市场、赢得胜利。为了适应高新产品试制, 满足生产技术要求, 并保持产品质量长期稳定, 必须不断提高企业装备素质, 适时进行设备更新改造。通过生产工艺和技术装备的现代化, 来推进企业的技术进步, 增强企业的竞争能力。

4. 强化设备经济管理, 保证国有资产保值增值

《设备管理条例》与《转换经营机制条例》给予企业许多自主权。比如企业可以自主决定国有资产的转让、抵押和出租, 进行设备资产经营等。这些规定要求企业在加强设备技术管理的同时, 必须强化设备的经济管理, 保证国有资产保值增值。

5. 推进设备维修专业化、社会化、产业化

工业企业设备的维修走专业化、社会化、产业化道路, 是工业现代化和市场经济发展的必然趋势, 是我国工业企业设备维修体制改革的方向, 是提高企业经济效益和社会综合效益的有效途径。

6. 加强培训, 不断提高人员素质

在市场经济条件下, 企业之间的激烈竞争, 第一层次表现为产品或劳务的竞争, 其背后表现为技术和管理的竞争; 而归根结底, 更深层次的则是经营管理者的才能与职工素质的竞争。因此, 应当抓紧管理人才、技术人才与职工队伍的培训, 通过提高人员素质来增强企业在市场经济体制下的适应能力和竞争能力。

第五章 设备的修理

第一节 设备的故障管理

一.设备的可靠性

工业设备的可靠性成为重要课题是因为随着设备的复杂程度不断增加,其可靠性会相应降低,人——机关系更加复杂;设备的多参数化使系统出现故障的可能性增加,造成的损失也随之增大。

在设备管理中,一是从使用角度出发研究可靠性、维修性和成本效应问题;二是对故障机理进行研究并形成一门新的学科——故障物理学,通过揭示故障的规律和发生的原因,预测故障,分析诊断故障,制定出更科学的检查和修理制度。

(一) 可靠性的基本概念

可靠性的简单定义是:系统、设备或元件在规定的条件下和规定的时间内,正常地完成预定功能的能力。此定义包含了四个要素:对象、规定条件、预定的时间和良好的性能。

对象可以是复杂的系统、设备、部件或一个简单的零件。如果对象是一个系统,则包括如载荷、环境温度和湿度及润滑状况等。预定的时间可用小时,也可用次数、距离等。良好的性能即能正常工作,其含义随对象不同而不同。

可靠性要求生产出尽可能少发生故障的产品,这是可靠性技术的基本目的,但对于不同的对象有不同的要求。对于一旦发生故障造成生命财产极大危害的系统和设备,如宇航、核能、高压容器等,就要求有很高的可靠性,除保证功能要求外,还要满足安全要求。对于高可靠性设备,其代价必然昂贵。一般设备可靠性要受到各种因素的影响,尤其是经济性的影响,所以还是从可靠性和维修性两个方面综合考虑,即考虑设备的有效性。

(二) 可靠性的数量指标

1. 可靠度、不可靠度及故障率

(1) 可靠度是系统、设备、部件或零件在规定条件下和规定的时间内,能完成预定功能的概率,用 $R(t)$ 表示。

(2) 不可靠度又称失效概率,是系统或零件在规定的条件下和规定的时间内,不能完成预定功能的概率,用 $F(t)$ 表示。

$R(t)$ 与 $F(t)$ 一般均为时间的函数, $R(t)$ 随时间的增加而减小, $F(t)$ 随时间的增加而逐渐由零趋近于 1。二者为互逆事件,则:

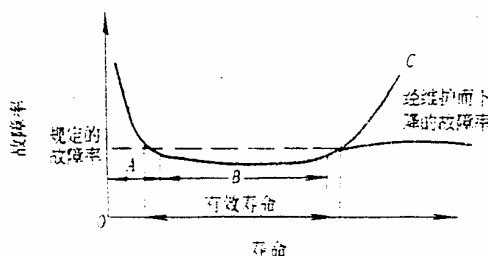
$$R(t) + F(t) = 1$$

$$F(t) = 1 - R(t)$$

(3) 故障率为工作到某一时间的系统、设备、零部件等,尚未发生故障的可靠度 $R(t)$,在下一个单位时间内可能发生故障的条件概率。

故障率随时间的变化常常是一条浴盆曲线,这一典型的故障曲线如图 5-1 所示。

初期故障期,说明新设备缺陷暴露,故障率较高。随着故障一个个地被排除而逐渐减少并稳定在一个常数,进入正常寿命期,此时的故障率称为基本故障率。此期间的故障是随机的,是无法预测的,这个时期称为有效寿命。随着设备的使用,故障率



逐渐上升,进入磨损故障期,或称耗损故障期。这一时期到来前进行大修或改造,则可把故障率降下来,从而延长了有效寿命。

图 5-1 设备的典型故障曲线

2. 有效度

可修复系统、设备或零部件两次相邻故障间的工作时间的平均值叫做平均故障间隔期,记为 $MTRF$ 。设备发生故障后,进行维修所需要的平均时间,叫做平均修复时间,记为 $MTTR$,则有效度或称有效利用率 A 为:

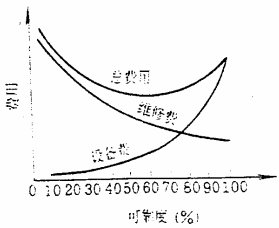
$$A = T_u / (T_u + T_D) \approx MTRF / (MTRF + MTTR)$$

式中: T_u ——可能工作时间;
 T_D ——故障停修时间。

T_u 或 $MTRF$ 增大,即提高了设备的可靠性; T_D 或 $MTTR$ 减小,即提高了设备的维修性。二者结合,可使 A 增大即提高了可利用率。方法就是进行可靠性、维修性设计,加强管理和养护,或改进维修作业方法,提高修理技术和效率,从而使维修作业在短时间内完成,使工作时间延长。

研究可利用率的重要目的之一就是追求寿命周期费用最经济。在设备性能已定的条件下,着眼于高可靠性,其原始费用高,而维修费用低;若着眼于原始费用低,则维修费用高,因可靠性差而影响生产率,所以总的关系是可靠性、维修性好的设备,可利用率高。

由图 5-2 可发现可利用率与费用之间的关系,原始费用与使用费用有最佳结合点。此时,综合费用最低,即设备寿命周期费用最优化。



(三) 可靠性模型

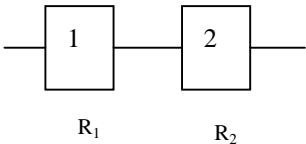
图 5-2 设备费、维修费与可靠度

当设备或系统由多个零部件或子系统组成时,根据零部件或子系统的联结方式,设备或系统的可靠性模型有以下几种。

1. 串联模型

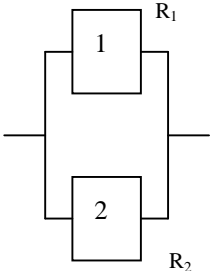
设备或系统中零部件的失效互相独立,如果某一零部件发生故障,就会引起整个系统失效。

如锚链就是这种组合形式,其中一个环节断裂,整个链条就会失效。串联模型可用图 5-3 表示。



R_1 、 R_2 —元件 1、2 的可靠度

图 5-3 串联模型



R_1 、 R_2 —元件 1、2 的可靠度

图 5-4 并联模型

串联系统的可靠度总是小于系统中任何一个元件的可靠度,应尽可能避免系统中有特

别薄弱的环节。串联元件越多，系统可靠度越低，一般说来“越简单的机械越可靠”。

串联系统（1，2）的可靠度 $= R_1 R_2$ 。

2. 并联模型

若设备或系统由若干零部件或子系统构成，只要有一个零部件或子系统在发挥其功能，设备或整个系统就能维持其功能，或者说即使某一个零部件或子系统发生故障，设备或整个系统仍能维持正常功能而不失效时，则称这种联结方式为并联模型，如图 5-4 所示。

并联系统（1，2）的可靠度 $= R_1 + R_2 - R_1 R_2$
 $= 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)$

3. 串并联模型

把串联模型与并联模型结合起来布置（联结）形成的串联、并联复合模型，称为串并联模型，如图 5-5 所示。

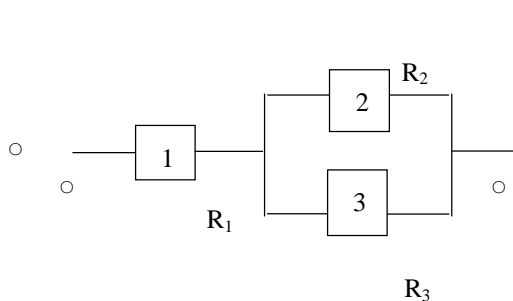
串并联系统（1，2，3）的可靠度 $= R_1 (R_2 + R_3 - R_2 R_3)$

4. 备用冗余模型

在设备或系统构成中，把同功能部件或子系统重复配置以备用，当其中一个部件发生故障时，用备用的来替代以继续维持设备或系统的功能，这就是备用冗余。

按备用冗余原则构成的可靠性模型，称为备用冗余模型，如图 5-6 所示。

采用冗余设计可以提高设备或系统的可靠性，如大型飞机采用多台发动机并联工作；汽车备用一套点火系统，点火系统发生故障时，另一套备用系统通过转换开关投入工作；重要动力设备，设“备用机”；重要部门设双供电区供电，或设柴油发电机组等。



R1、R2、R3——元件 1、2、3 的可靠度

图 5-5 串并联模型

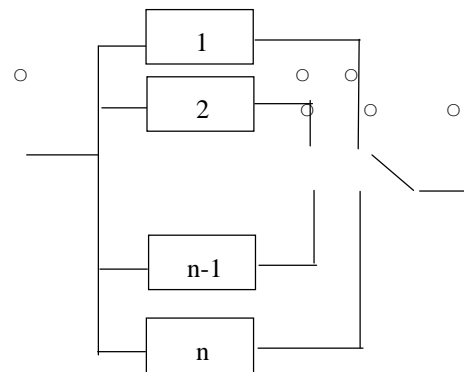


图 5-6 备用冗余模型

二.设备的故障分析及故障管理

（一）故障分析

随着科学技术的进步，设备日益多参数化和自动化，出现无人操作车间。设备在生产中的主导地位日益增强，设备各部分、各系统之间更加密切相关，设备局部异常会造成整机停运，甚至整个自动线或车间停产，所以一旦发生故障，修理费用、停机损失均越来越大，甚至造成严重危害。

为了预防和减少故障，一方面要从微观方面掌握发生故障的机理，另一方面要从宏观方面掌握发生故障的规律性，对各种故障的发生频率、造成故障的重要原因、平均故障间隔期、故障的损失等进行分析。

故障分析的定义是：为了确认与鉴定潜在故障与实际故障，探索故障发生的原因与机

理，故障的发生概率与判断故障的后果，研究故障预防对策而对设备进行逻辑分析与系统调查的技术活动与管理活动。

故障分析是故障管理的重要内容，其目的不是分析本身，而是预防与消除故障，以提高设备的可靠性、安全性。

1. 故障的概念与故障机理

(1) 故障概念 设备丧失规定功能谓之故障。一般是由于组成设备的某些零部件失去原有的精度或性能，或零部件之间的配合关系失常，或设备的正常工作条件被破坏等，使设备不能正常运行，技术性能降低，致使设备中断生产或效能降低而影响生产时，称为设备故障。

(2) 故障机理 它是指引起故障的物理的、化学的、机械的、电气的、人为的原因及其因果关系、原理等。即探讨某种故障达到表面化之前，在内部发生了一个什么样的过程，是什么原因引起的，相当于医学上的病理。研究故障机理时，需要考虑的基本因素至少有三个：

①对象。它是指发生故障的现象本身，其内部状态与结构对故障的抑制与诱发作用，即内因的作用，如设备的功能、特征、强度、内部缺陷、设计方法、安全系数、使用条件等。

②原因。它是指能引起设备发生故障的破坏因素，如动作应力（重量、电流、电压、辐射能等），环境应力（温度、湿度、放射线、日照等）、人为的失误（误操作、装配错误、调整错误等）以及时间的因素（环境时间的变化、载荷周期、时间的劣化）等故障诱因。

③结果。它是指输出的异常状态、故障模式等。

2. 故障模式与故障分类

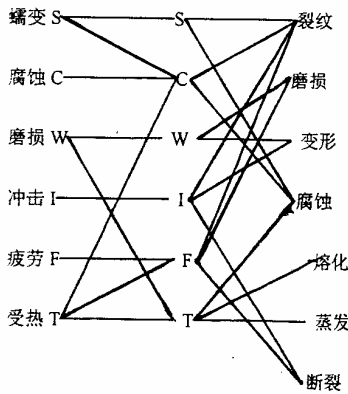
(1) 故障模式

故障模式与故障类型、故障状态有关。它是故障现象的一种表征，相当于医学上的疾病症状。故障模式反映着故障机理的差别。但是，故障模式相同，其故障机理不一定相同；而同一故障机理，可能出现不同的故障模式，如图 5-7 所示。例如：断裂、泄漏、堵塞、磨损、腐蚀、粘合、剥离、松弛、熔融、蒸发、间隙、变形、表面粗糙、性能变化、积炭、击穿、失真、杂音、异常振动、油质劣化、材料老化变质、开路、短路、不稳定、污染等，故障模式是由某种故障机理引起的现象。关于同一个腐蚀术语用于故障机理还是故障模式，其含义不同，应加以区别。

(2) 故障分类

从不同角度、不同观点故障可以有不同的分类。按性质来分，故障可分为间断性故障和永久性故障；按故障与时间的关系和有无发展过程故障可分为突发性故障和渐发性故障；按故障程度和快慢可分为破坏性故障和渐衰失效性故障；按故障原因可分为磨损性故障、错用性故障和固有薄弱性故障；按故障危险性可分为危险性故障和安全性故障；按故障的发生、发展规律性可分为随机故障和有规则故障。

图 5-7 故障机理与故障模式



(二) 故障管理

设备故障管理是设备状态管理的重要组成部分，是维修管理的基础。开展故障管理的目的在于及时发现故障征兆，及时进行预防维修。

开展故障管理是一项细致、复杂和必须持之以恒才能收到显著实效的工作。要搞好故

障管理，必须认真掌握发生故障的原因，从经常发生的典型故障中积累资料和数据，重视故障规律和故障机理的研究，采取科学的对策和维修方式，就有可能避免突发故障和控制渐发故障，一旦发生故障也可将故障损失控制在最小的限度。开展故障管理的主要做法有：

- (1) 做好宣传教育工作，调动全员参加故障管理工作。
- (2) 从基础工作抓起，紧密结合生产要求和设备现状，确定设备故障管理的重点。
- (3) 作好设备的故障记录，填好原始凭证，以保证信息的及时性、准确性。
- (4) 进行故障的统计、整理和分析。
- (5) 采用监测仪器和诊断技术，对重点设备的重点部位进行有计划的监测，及早发现故障的征兆和信息。
- (6) 针对故障的原因、类型，不同的设备采取不同的对策，建立适合本厂实际的设备维修管理制度。
- (7) 建立故障查找逻辑程序。

第二节 设备的状态监测与诊断技术

近二十年来，设备现代化水平大幅度提高，向大型化、连续化、自动化、电子化方向迅速发展，使设备的效率和效益均大大增长，设备价值也愈发昂贵，一旦发生故障或事故，会造成极大的直接和间接损失。因此，在运行中保持设备的完好状态，监测故障征兆的发生与发展，诊断故障的原因、部位、危险程度，采取措施防止和控制突发故障和事故的发生，已成为设备管理的主要课题之一。

设备的状态监测与诊断技术在设备综合管理中具有重要的作用，表现在：

- (1) 它可以监测设备状态，发现异常状况，防止突发故障和事故，建立维护标准，开展预知维修和改善性维修。
- (2) 较科学的确定设备修理内容。
- (3) 预测零件寿命，搞好备件生产和管理。
- (4) 根据故障诊断信息，评价设备先天质量，为改进设备的设计、制造、安装工作和提高换代产品的质量提供依据。

一.设备的状态监测

(一) 设备状态监测的种类

总的来说，设备的状态监测分为主观监测和客观监测两种，这两种方法均包括停机监测和不停机监测（或称在线监测），如图 5-8 所示。

1.主观监测

是以经验为主，通过人的感觉器官直接观察设备现象，凭经验主观判断设备状态的一种监测方法。主观监测的经验是在长期的生产活动中积累起来的，在各行各业中，人们对不同特点和不同功能的设备、装置都掌握了许多既可靠又简便易行的人工监测的好经验、好方法。不断总结这些经验和方法并整理成系统的资料，不仅对进一步有效而经济地开展主观监测有利，还可以用来提高操作和维修人员的业务能力。

目前在工业发达的国家中，主观监测仍占有很大的比重，有的达到 70% 左右。在我国，广大操作、维修和管理人员掌握了大量的主观监测经验，将它们加以收集和整理成资料，将是极有意义的工作。

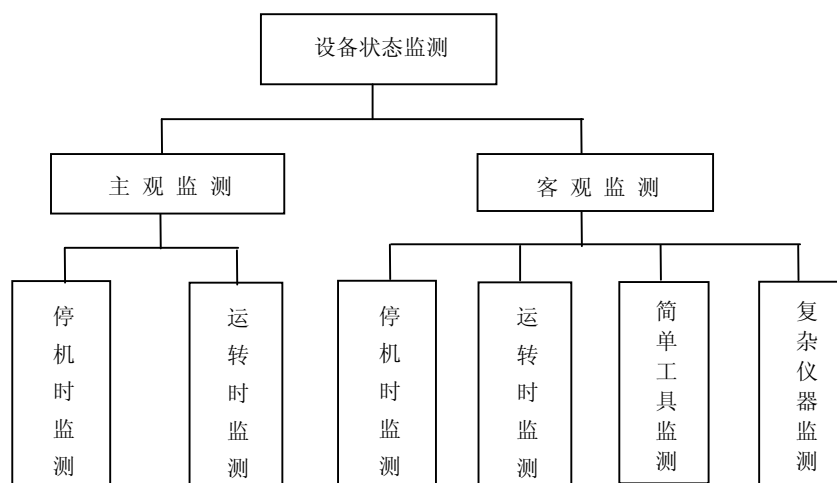


图 5-8 状态监测的分类

2. 客观监测

它是利用各种简单的工具或复杂仪器对设备的状态进行监测。随着设备现代化程度的提高，近年来出现了许多专业性较强的监测仪器，如电子听诊器、振动脉冲测量仪、红外热像仪、铁谱分析仪、轴承检测仪、超声厚度探测仪、测振仪等。由于高级监测仪器价格昂贵，除在对生产影响极大的关键设备上使用外，一般多采用简单的工具和仪器进行监测。

简单的监测工具和仪器很多，如千分尺、千分表、塞尺、温度计、测振仪等，用这些工具直接获得设备磨损、变形、间隙、温度、振动、损伤等异常现象的信息。

（二）设备状态监测的内容及应用

根据不同的检测项目，可采用不同的方法和仪器，如表 5-1 所示。

企业应当积极采用先进的设备管理方法和维修技术，采用以设备状态监测为基础的设备维修方法，不断提高设备管理和维修技术现代化水平。应用设备状态监测的目的，就是及时准确地掌握设备状态，开展预防维修，减少故障及其造成的损失。

（三）设备状态监测的开展

开展以点检为基础，以状态监测为手段的预防维修是设备维修方式改革的方向。在设备使用阶段，维修管理是设备管理的主要内容。为了克服定期修理的弊端应采取状态维修，对设备进行检查，掌握设备状态，为维修工作提供可靠依据。

1. 设备的点检

设备的点检是指按照标准要求对设备的某些指定部位，通过人的感觉器官和检测仪器，进行有无异状的检查，使各部分的不正常现象能够及时发现。点检是设备管理的重要基础工作，能及早发现设备的隐患，及时加以消除；能对单台设备的运转情况积累资料，便于分析、摸索维修规律。设备的点检一般有日常点检和定期点检两种。

表 5-1 状态监测内容与技术

内 容	监 测 技 术	应 用
直接监测	①通过人的感官直接观察，根据经验进行判断 ②借助简单工具、仪器，如千分表、水准仪、光学仪、表面检查仪等	需要有丰富的实践经验，目前在企业中仍被广泛采用
温度检测	接触型：采用温度计、热电偶、测温贴片、测温笔、热敏涂料等直接接触物体表面进行测量 非接触型：采用较先进的红外测温仪、红外热像仪和红外扫描仪等遥测不易接近的设备	用于设备运行中发热异常的检测
振动检测	可采用固定式监测设备进行连续检测	振动和噪音是应用最多的诊断信息。首先是强度测定，确认有异常时再作定量分析，如振动量级、频率和模式等
噪声检测	可采用便携式的各种小型测量仪、脉冲测量仪、测振仪进行检测 用噪声测量计、声级计测量噪音，从而判断工作机件的磨损和故障	
油液分析	铁谱分析仪（用于有磁性的零件）、谱分析仪等	用于监测零件磨损。磨损微粒可在润滑油中找到，检查和分析油液中的残物形状、大小、成分，判断磨损状态、机理和严重程度，有效掌握零件磨损状况
泄漏检测	简易检测法：用肥皂水、氨水测一般管道及氯气管道的泄漏 仪器检测：氧气浓度计、超声泄漏探测仪等	泄漏会消耗能源、污染环境，还可能导致爆炸事故。要求用较灵敏的仪器和有经验的操作人员去检测管道的微小泄漏点
裂纹检测	渗透液检查：磁性探伤法（磁性材料）、超声波法、电阻法。 X 光射线法可检测大面积裂伤。声发射技术、涡流检测法可检测裂缝、硬度及杂质	疲劳裂缝可导致重大事故，测量不同性质材料的裂纹，应采用不同的方法
腐蚀监测	腐蚀检查仪	

2. 设备的状态监测

设备的日常检查和定期检查，是企业了解设备在生产过程中状态的行之有效的作业方法。但是，这种检查不能定量测出设备的各种参数，不能确切地反映故障征兆、隐患部位、严重程度及发展趋势。因此，许多企业对重点生产设备（关键设备）实施状态监测和诊断技术，为预防维修提供依据。目前设备状态监测的发展，是从单纯人工检查逐步实现人、机检查，将设备监测与计算机结合。计算机接收了监测信号后，可定时显示或打印设备的状态参数（如温度、压力、振动等），当这些参数超出规定范围时报警或自动停机。以点检为基础，以状态监测为手段，利用计算机的迅速、准确、程序控制等功能，实现设备的状态监测为企业带来极大的经济效益。

3. 设备的在线监测

为了开展设备状态监测和故障诊断工作，不仅要大力培训专业技术人才，组织专业队伍，而且要积极开发设备在线监测软件 and 新的状态监测项目，以适应现代化大生产的管理需要。

二.设备的故障诊断技术

设备在某一时刻的状态包含三方面内容：设备所承受的各种应力；设备故障及劣化；设备强度及性能。设备诊断就是对上述内容的定量掌握，并作出诊断，预测设备的可靠性或对故障部位、原因、程度进行识别和评价，并确定故障的解决方法。

（一）设备诊断技术的基本构成

设备诊断技术由两部分构成：简易诊断技术和精密诊断技术。简易诊断技术是初级诊断技术，由现场操作维护人员进行，可迅速地对设备状态进行概括地评价。当通过简易诊断技术发现设备异常但又不能作出确切诊断时，应采取应力定量技术、故障检测及分析技术、强度性能定量技术进行精密诊断，最后确定异常的原因、危险程度、发展趋向和改善措施。设备诊断技术的构成及其功能见图 5-9。

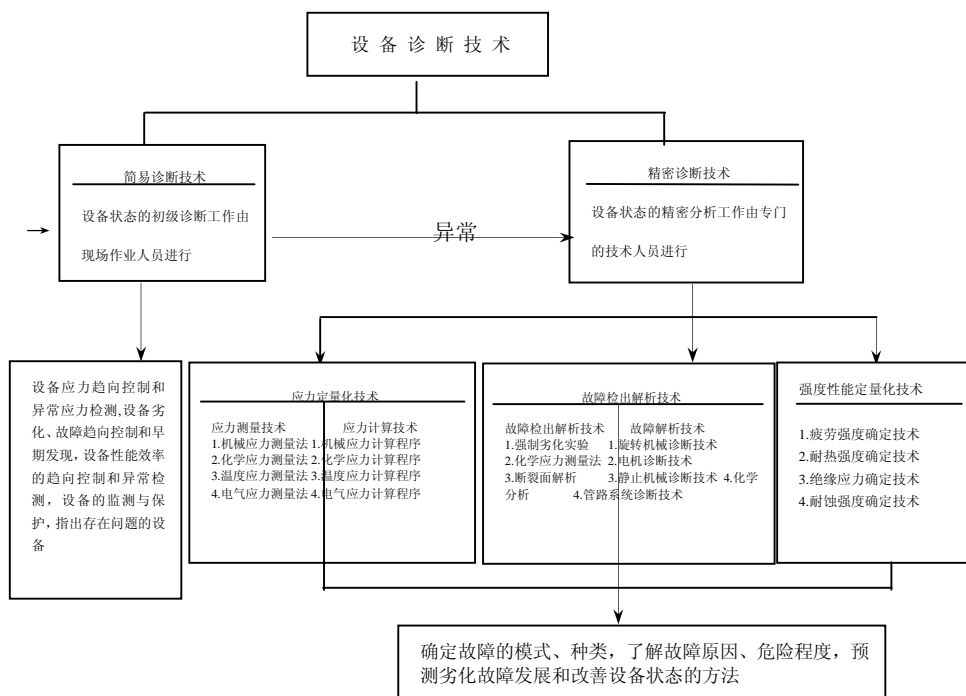


图 5-9 设备诊断技术的基本构成及功能

（二）获得诊断信息的方法

对设备进行状态监测和故障诊断，首先要获得诊断的信息，一般方法列于表 2-1。

（三）设备诊断过程及基本技术

1. 设备诊断过程

设备诊断过程可用图 5-10 表示。

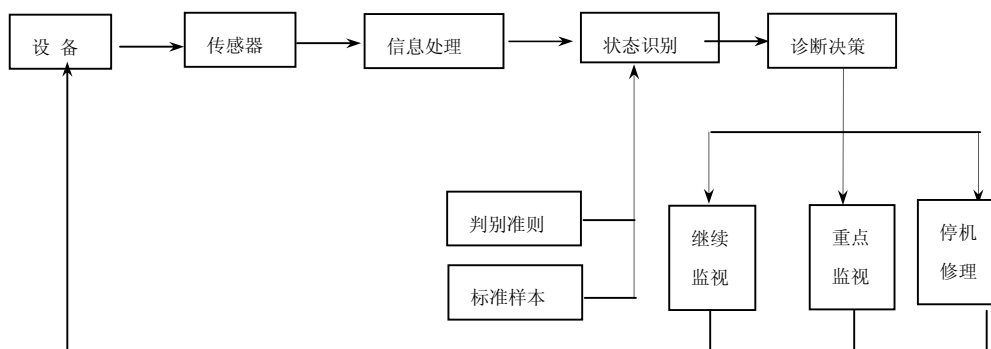


图 5-10 设备诊断过程

2. 设备诊断基本技术

(1) 检测技术：对设备进行状态监测和故障诊断时，首先要定量检测各种参数。因此，要考虑如何监测各种不同的参数值，确定需长期监测、短时监测或结合修理进行定期测定的项目。一般来说，对于不需长期监测的参数可采取定期停机测定，对不能直接测到的数据可改测与之密切相关的数据，检测应尽量在运转过程中进行。在达到同样效果的情况下，要选择最少的参数进行检测。

根据设备的性质与要求，正确地应用与选择传感器也是很重要的问题。有些参数的取得不需要传感器，而有些参数不仅需要而且要连续监测，要选择合适的传感器，以获取与设备状态有关的诊断信息。

(2) 信号处理技术：信息是诊断设备状态的依据，如果获取的信号直接反映设备状态，则与正常状态的规定值相比较即可得出设备处于何种状态的结论。但有些信号却伴有干扰，如振动信号，故需要进行滤波，经过变换与处理，提取与设备状态和故障有关的特征量，这种技术即为信号处理技术。

(3) 识别技术：根据特征量识别设备的状态和故障，先要建立判别函数，确定判别标准，然后再将输入的特征量与设备历史资料 and 标准样本相比较，从而获得设备的状态或故障的类型、部位、性质、原因和发展趋势等结论性意见。

(4) 预测技术：预测故障将经过怎样的发展过程，何时达到危险程度，推断设备的可靠性及寿命周期。

(四) 设备诊断工作的开展

1. 设备诊断工作与设备综合管理的关系

设备诊断不仅是对设备事故的识别和鉴定，也是对设备定量测定的各种数据的科学分析和预测，必须与设备寿命周期联系起来，否则就很难做出确切的诊断。根据设备综合管理的理论，将诊断技术用于设备一生，并把过去收集的数据储存起来，以利于搞好设备一生各个环节的管理工作。

2. 设备寿命周期各阶段的诊断工作

诊断技术可用于设备一生管理的各个阶段，详见表 5-2。

表 5-2 设备寿命周期各阶段的诊断工作

管理阶段	诊断技术的应用及效果
------	------------

规划、设计、制造阶段	可定量测定应力：根据异常和劣化改进设计，提高可靠性；对设备制造进行定量诊断，防止并克服潜在缺点，保证制造质量
安装、调整、试运转阶段	可测量安装精度，减少施工误差 可进行定量的试运转，克服凭经验和定性判断带来的失误，全面掌握设计、制造及安装质量，为使用期状态监测及故障诊断、预防维修和改善维修提供科学依据
使用、维修阶段	利用各种监测装置对设备需要监测的部位进行检测，可找故障并定量掌握设备应力状态、故障原因、劣化程度、发展趋向，从而采取相应措施彻底解决。 根据诊断，确定修理范围和方法，检查修理质量，发现人为故障并排除，提高工作效率
老化、更新、报废阶段	依据劣化趋势范围和程度，预测和确定检查、修理周期、修理类别，制定修理、改造计划，计算备件定额，确定制造、订货周期等。 可定量地测定设备性能、强度、劣化的实际状况，据以确定更新、报废的设备及其时间

3. 设备诊断工作的准备步骤

(1) 全面搞清企业生产设备的状况，包括性能、结构、工作能力、工作条件、使用状态、重要程度等。

(2) 确定全厂需要监测和诊断的设备，故障停机对生产影响大、造成损失大的设备，如关键设备等。根据急需程度、人力、物力条件，先在少数机台上试点，总结经验后逐步推广。

(3) 确定需监测设备的监测点，测定参数的基准值及监测周期（连续、间断、间隔等）。

(4) 根据监测及诊断的内容，选择合适的方法和仪器。

(5) 建立组织机构和人工、电脑系统，制订记录报表、管理程序及责任制等。

(6) 培训人员，使操作人员及专门人员不同程度地了解设备性能、结构、监测技术、故障分析及信号处理技术、监测仪器的使用和维护保养等工作。

(7) 不断总结开展状态监测、故障诊断工作的实践经验，巩固成果，摸索各类设备零、部件的故障规律和机理，进行可靠性、维修性研究，为设计部门提高设备的设计质量提供一定的科学依据。

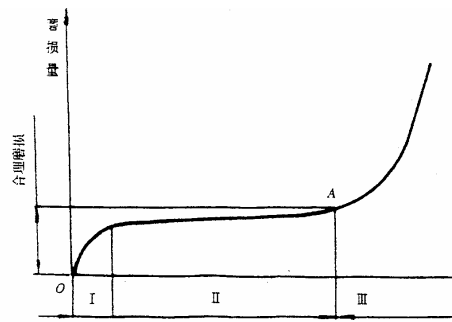
第三节 设备的检修

一.设备的磨损规律及检修工作的意义

设备在日常使用和运转过程中，由于外部应力、磨损、腐蚀和自然侵蚀等因素的影响，个别或整体改变尺寸、形状、机械性能等，使设备的生产能力降低，原料和动力消耗增高，产品质量下降，甚至造成人身设备事故，这是所有设备都避免不了的技术性劣化的客观规律。

为了使设备能正常发挥生产效能，延长设备的使用周期，必须对设备进行适度地检修和日常维护保养工作，它是挖掘企业生产潜力的一项重要措施，也是保证多、快、好、省地完成或超额完成生产任务的基本物质基础。

图 5-11 机器零件磨损的典型曲线



设备在运转时，由于摩擦、应力和化学反应等作用，其零部件会逐渐磨损和腐蚀。零件的磨损大致可分为三个阶段，见图 5-11。第一阶段叫做初期磨损阶段。在这个阶段中主要是将表面高低不平的“峰”很快地磨平，因此磨损得很快。第二阶段叫做正常磨损阶段。当表面突出的高点被磨平后，磨损速度就稳定下来，磨损很缓慢，其磨损量基本上与时间成正比，这个阶段持续的时间，就是零部件的使用寿命。第三阶段叫做急剧磨损阶段。当零部件的配合表面磨损到一定程度后，由于配合面间隙过大，工作松动，正常配合关系被破坏，因而磨损率迅速上升，将使设备的精度、性能和生产率大大降低。我们一般不允许将零部件使用到急剧磨损阶段，所以将正常磨损阶段的终点 A 定为合理磨损的极限。

图 5-12 异常磨损曲线

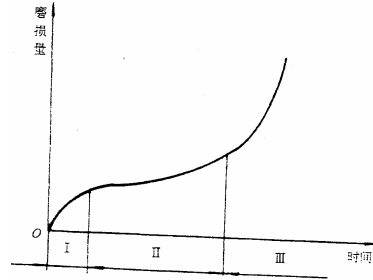


图 5-12 表示一条异常磨损曲线。该曲线的第 II 阶段磨损不正常，时间较短，且 II、III 两个磨损阶段之间没有明显的界限。出现这种现象的原因大都是由于设备使用不合理、超负荷运转，设备在使用过程中维护保养不当，设备零部件润滑不良，清洁工作做得差，摩擦面上不干净等原因造成的。

图 5-13 表示的是零件接触面表层因疲劳破坏而磨损的情况，例如花键配合面的疲劳磨损情况。

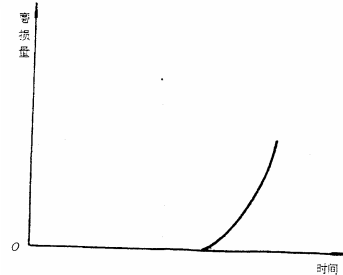


图 5-13 疲劳磨损曲线

从以上的磨损关系可以看出：

（1）设备磨损到一定程度后，就会降低生产率和产品质量。如果设备管理得好，做到合理使用、精心维护，就可延长设备的使用寿命，提高企业的经济效益。

（2）加强设备的日常点检和定期点检，及时掌握设备各部位的磨损情况，控制其在达到正常磨损阶段的终点 A 之前就进行修理（预防维修），从而防止故障的发生，减少修理停机时间，保证生产的正常进行。因此，做好设备的维护、检查和修理工作，具有很重要的意义。

二.设备维修工作的原则

（一）贯彻以预防为主，维护保养与计划检修并重的原则

设备维护保养工作是积极的预防措施，使机器“防患于未然”。这就要求机器经常保持外观清洁、整齐，内部润滑良好、运转正常。因此需经常擦洗、加油、检查等。设备的检修工作也应加强计划性和预防性。

维护保养与计划检修彼此又是相辅相成的。设备维护保养得好，能延长修理间隔期，减少修理工作量；设备计划检修工作做得好，修理质量高，维护保养工作也就容易进行，因此两者必须同时并重，不可偏废。

（二）贯彻以生产为主，维修为生产服务的原则

生产活动是企业的主要活动，维修必须为生产服务，但企业不能为了生产而忽视维修工作。企业必须处理好生产与维修的关系。当设备确实需要修理时，生产部门就得密切与维修部门配合，在安排生产计划的同时，安排好维修计划。维修部门则必须在保证维修质量的前提下，尽量缩短停机时间，不影响生产。

企业应根据设备拥有量和复杂程度，配备足够的维修人员和维修设备。对一般工业企业来说，维修人员约占全厂生产工人（包括辅助工人）的 8%~15%。维修用的设备约为全厂设备的 6%~10%。维修人员和设备应相对稳定，不得挤掉维修去搞生产。

（三）贯彻专修与群修相结合的原则

工人是设备的使用者，天天和设备打交道，他们是否严格执行操作规程，是否精心维护设备，对设备的状况有决定性的作用。因此要使设备经常处于良好状态，在设备管理工作中，除专业人员做好维修工作外，还要调动广大职工的积极性，使人人爱护设备，形成“专管成线，群管成网”的管理方法。要经常开展群众性的设备维护保养工作，发动群众严格按操作规程办事。使操作工人都能做到“三好”、“四会”的要求，并实行定人、定机、定岗位的方法，规定谁使用谁负责管理和保养。要积极开展“周检查、月评比”的活动，把管理和维修设备作为劳动竞赛的一项重要内容。在交接班时，凡设备保养不好的，工具、附件缺少或损坏的，工作场地不整洁，有漏油、漏气、漏水、漏电现象以及原始记录不全、不准的可以不接，使广大职工习惯于严格的交接班制度。

（四）贯彻勤俭节约、修旧利废的原则

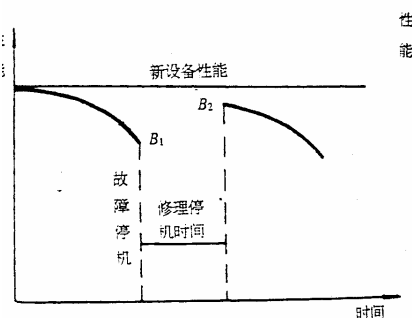
要加快经济发展的步伐，必须贯彻生产和发展并重的原则。在设备维修工作中也必须贯彻这项原则。要少花钱多办事，在提高备品、配件质量的同时，推行大庆油田在维修工作中的十二字经验（焊、补、喷、镀、铆、镶、配、改、校、涨、缩、粘），解决部分配件问题。

三.设备的维修方式

现代设备管理强调对各类设备采用不同的维修方式，就是强调设备维修应遵循设备物质运动的客观规律，在保证生产的前提下，合理利用维修资源，达到寿命周期费用最经济的目的。目前国内外常用的维修方式主要由事后维修、预防维修、改善维修及无维修设计等。

（一）事后维修

事后维修就是对一些生产设备，在其发生故障后或性能、精度降低到不能满足生产要求时再进行修理。它主要适用于非重点设备，如简单低值设备，利用率低的设备，维修性好或修理不复杂的设备，出现故障停机不影响生产大局的设备。采用事后维修可以发挥主要零件的最大寿命，使维修经济性好。事后维修作为一种维修策略，不同于原



始落后的事后修理，事后维修不适用于对生产影响较大的设备。如图 5-14 所示。

图 5-14 事后维修示意图

事后维修的缺点是：

(1) 增加无计划的停机时间，因而丧失了较多的工作时间。

(2) 因故障发生是随机的、突然的，从而打乱了生产作业计划，使生产秩序陷于被动局面。

(3) 设备的损坏往往发生在生产紧张、工作负荷最大的时候，为了生产急需，就需进行抢修，造成修理质量不高，很容易在短期内再次损坏。

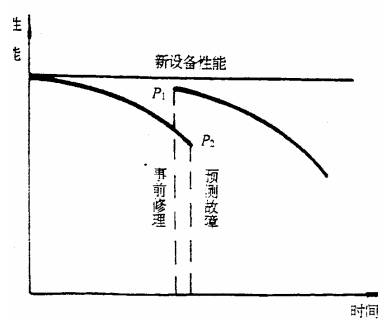


图 5-15 预防

维修示意图

(4) 修理的准备工作仓促，先进的修理工艺技术难以采用，备件来不及制造和采购，使修理停机时间较长。

(5) 设备的突然损坏，使人们事前缺乏准备，往往容易造成人身伤亡等事故。

(二) 预防维修

预防维修是为了防止设备性能降低、精度劣化或为了降低故障率，按事先制定的修理计划和技术要求进行的维修活动。如图 5-15 所示，对重点设备和重要设备实行预防维修，是贯彻设备管理以“预防为主”方针的重点工作。预防维修主要的维修方式有定期维修、状态监测维修等。

1. 定期维修

定期维修是在规定时间的基础上进行的预防维修活动，它具有周期性的特点，它是根据零件的磨损规律，事先规定修理间隔期、修理类别、修理项目及修理工作量。该修理方式的计划性强，便于做好修前准备，并可做长期的工作安排。它主要适用于已掌握磨损规律且生产稳定、连续生产的设备，动力设备，大量生产的流水作业和自动线上的主要设备以及其它可以统计开动台时的设备。前苏联的设备计划预修制就是定期维修的典型形式。

由于设备劣化的规律各异，对修理内容和时间难以做出正确的估计，故定期维修容易造成过剩维修，经济性较差。我国没有生搬硬套前苏联的计划预修制，许多企业在总结经验的基础上，结合自身的情况，对计划预修制进行了研究和改进，创造出具有中国特色的计划预修制。

我国目前实行的计划预修制度主要有计划预防维修制和计划保修制两种。

计划预防维修制简称计划预修制。它是根据设备的磨损规律，按预定修理周期及其结构对设备进行维护、检查和修理，以保证设备经常处于良好的技术状态的一种设备维修制度。其主要特征如下：

(1) 按规定要求，对设备进行日常清洁、检查、润滑、紧固和调整等，以减缓设备的磨损，保证设备正常运行。

(2) 按规定的时间对设备的运动状态、性能和磨损程度等进行定期检查和校验，以便及时消除设备隐患，掌握设备技术状况的变化情况，为设备定期检修做好准备。

(3) 有计划有准备地对设备进行预防性修理。

计划保修制又称保养修理制。它是把维护保养和计划检修结合起来的一种修理制度，其主要特点是：

(1) 根据设备的特点和状况，按照设备的运转时间（产量或里程）等，规定不同的维修保养类别和间隔期。

(2) 在保养的基础上制定设备不同的修理类别和修理周期。

(3) 当设备运转到规定时限后，不论其技术状况如何，也不考虑生产任务的多少，都要严格地按要求进行检查、保养或计划修理。

2. 状态监测维修

这是一种以设备技术状态为基础，按实际需要进行修理的预防维修方式。它是在状态监测和技术诊断基础上，掌握设备劣化发展情况，在高度预知的情况下，适时安排预防性修理，又称预知维修。

这种维修方式的基础是将各种检查、维护、使用和修理，尤其是诊断和监测提供的大量信息，通过统计分析，正确判断设备的劣化程度、将要发生故障的部位和原因、技术状况的发展趋势，从而采取正确的维修策略。这样能充分掌握维修活动的主动权，做好修前准备，并且可以和生产计划协调安排，既能提高设备的可利用率，又能充分发挥零件的最大寿命。因受到诊断技术发展的限制，它主要适用于重点设备、利用率高的精大稀关设备等，以使设备故障后果影响最小和避免盲目安排检修，它是今后企业设备维修的发展方向。

(三) 改善维修

改善维修是为了消除设备的先天性缺陷或频发故障而进行的维修方式，修理时，对设备的局部结构或零部件进行改进设计，以改善设备的可靠性和维修性。它是预防维修方式的一项重要发展，不同于一般的修理。通常的修理是零部件原样修复或更换，而改善维修主要是针对设备重复出现故障的零部件或部位进行局部改装，以提高零部件的性能和寿命，使故障间隔期延长或消除故障，从而降低故障率、减少修理停机时间和维修费用。

(四) 无维修设计

无维修设计是指产品的理想设计，其目标要达到使用中无需维修的目的。在设备设计时，就着眼于消除造成维修的原因，使设备无故障地运转或减少维修作业，它是一种维修策略，也称维修预防。目前无维修设计主要有两种情况，一种是生产批量大的家用电器产品，如电视机、录像机、录音机等；另一种是安全可靠要求极高的设备，如核能设备、航天器等。它们几乎不需要维护和修理，欲达此目的，需要先进的科学技术作保证，需要科学的技术反馈系统，反复地进行试验研究，才能逐步接近或实现。对于机械设备，要达到无故障，技术上很难，费用也高，因此主要适用于十分贵重和停机损失很大的设备，某些部件已采用无维修设计，如采用长效润滑脂密封式高速磨头。在产品设计中体现无维修设计的概念，对改进和提高设备的可靠性是有益的。

综上所述，维修方式分为修复性维修和预防性维修两大类。修复性维修主要指事后维修，包括各种设备出现故障后的修理，是故障控制我们的被动状态；而改善维修和维修预防是更积极地控制故障的维修方式。但每一种维修方式各有其适用范围，正确地选择维修方式，就能以最小的费用达到最大的效果。具体选择时，应考虑的因素有企业的生产性质、生产纲领、生产过程、设备特点及对生产的影响、设备使用条件及环境、安全要求、合理利用维修资源（人力、材料、备件、设备等）等。

四.设备修理的类别

修理类别是根据修理内容和要求以及工作量大小，对设备修理工作的划分。预防维修的修理类别有：大修、项修（或中修）、小修、定期检查试验和定期精度调整等。

(一) 大修

设备大修是工作量最大的一种有计划的彻底性修理。大修时，对设备的全部或大部分部件解体检查，修复基础件，更换或修复全部磨损严重的零件；修复、调整电气系统；修复设备的附件以及翻新外观等，从而达到全面消除修前存在的缺陷，恢复设备规定的精度和性

能。

（二）项修

项目修理又称中修，它是根据设备的结构特点及存在的问题，对技术状态劣化已达不到生产工艺要求的某些项目，按实际需要进行的针对性修理，恢复所修部分的性能。

对生产中的关键设备，尤其是精、大、稀设备采用项修，容易解决计划预修与生产的矛盾，避免设备失修和修理过剩，可利用生产间隙时间（节假日）进行修理，从而保证生产的正常进行。

（三）小修

小修是维持性修理，不对设备进行较全面的检查、清洗和调整，只结合掌握的技术状态的信息进行局部拆卸、更换和修复部分失效零件，以保证设备正常的工作能力。

以上三种修理类别的工作内容比较见表 5-3。

表 5-3 设备大修、项修、小修工作内容的比较

技术要求的类别	大 修	项 修	小 修
拆卸分解程 度	全部拆卸分解	针对检修部分拆卸分解	拆卸检查部分磨损严重的机件和污秽部位
修复范围和程 度	修复基础件，更换或修复主要件、大型件及所有不合格的零件	根据修理项目对修理部分进行修复，或更换磨损严重的零件	消除污秽积屑，调整零件间隙及相对位置，更换或修复不能使用的零件，修复达不到完好程度的部位
刮研程度	加工和刮研全部滑动接合面	根据修理项目决定刮研部位	局部刮研或填补划痕，刮研碰伤的凹痕
精度要求	按大修精度及通用技术标准检查验收	按预定技术要求验收	按设备完好标准验收
表面修饰要 求	全部内外打光刮腻子、喷漆，手柄等零件更新或电镀	补漆或不进行	不进行

（四）定期维护或定期检查

该项工作通常列入计划修理来进行，做到及时掌握设备的技术状态，发现和清除设备隐患以及较小故障，以减少突发故障的发生。针对性地提出相邻近的计划修理内容，做好修前准备工作或据此调整修理计划。

（五）定期精度检查

对精、大、稀设备的几何精度进行有计划的定期检查并调整，使其达到或接近规定的精度标准，保证其精度稳定以满足加工要求。通常该项检查的周期为 1~2 年，并应安排在气温变化较小的季节进行。

（六）定期预防性试验

对动力设备、压力容器、电气设备、起重运输设备等安全性要求高的设备，由专业人员按规定期限和规定要求进行试验，如对耐压、绝缘、电阻、接地、安全装置、指示仪表、负荷、限制器、制动器等的试验。通过试验可及时发现问题，消除隐患或安排修理。

五.设备修理计划的编制和执行

编制设备修理计划的主要任务是确定计划期内设备修理的类别、日期、劳动量、修理需要材料、修理费用预算以及修理停机时间等。正确地编制设备修理计划，可以合理地安排

修理日期、修理劳动量等，并及早做好修理前的准备工作，缩短停机时间。同时还要和生产作业计划很好地做统一安排，尽量做到既能保证做好设备的修理工作，又能不影响生产的进行。

编制计划时，除依据各种修理工作定额外，还应对设备实际运行中存在的问题和磨损情况作详细的调查，加以修正，尽量使计划符合实际。

（一）修理周期、修理间隔期及检查间隔期

修理周期是指相邻两次大修理之间的间隔时间。对新设备来说，就是从投产到第一次大修理之间的间隔时间。

修理间隔期是指相邻两次修理（包括大修与小修之间、中修与小修之间、小修与小修之间）的间隔时间。

检查间隔期是指相邻两次检查之间（当修理周期结构中有连续两次以上的检查时）或相邻的检查与修理之间的间隔时间。

（二）修理周期、修理间隔期及检查间隔期的确定

修理周期的长短一般是根据设备中的主要零件（如机床的导轨、工作台、丝杠等）的使用寿命确定的，这在产品说明书中都有具体规定，但影响寿命长短的因素很多，因此对不同类型的设备，随着工作性质、工作班次、保养好坏、原有质量、使用条件等不同，其修理周期也不相同。一般可按下列经验公式确定：

$$T = \beta A + \tau \qquad \qquad \qquad \text{（式 5-1）}$$

式中：

T——修理周期（以开动台时计算）；

A——额定开动台时。各种设备的额定开动台时可由表 5-4 查得；

β——修正系数。它是考虑各种因素对修理周期的影响，对普通精度的金属切削机床来说，其表达式为：

$$\beta = b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_5 \cdot b_6 \cdot b_7 \qquad \qquad \qquad \text{（式 5-2）}$$

β1——生产类型系数：大批量生产时取 1，成批生产时取 1.3，单件生产时取 1.5；

β2——维护保养系数：正常维护的取 1；维护保养较好的取 1.2~1.3，维护保养差的取 0.7~0.9；

β3——设备制造质量系数：制造质量一般的取 1，好的取 1.2，差的取 0.9；

β4——加工材料系数：加工材料是结构钢的取 1，是铝合金的取 0.75，是铸铁的取 0.8；

β5——使用环境系数：车间条件一般的取 1，多灰尘及潮湿地方取 0.8，有空调的单独房间取 1.4；

β6——重型设备使用特点系数：中小型设备取 1，大型重型设备取 1.35，超重型设备取 1.7；

β7——导轨材料系数：铸铁导轨的取 1，淬火钢导轨的取 1.5。

表 5-4 设备额定开工工时

设 备 类 别		额定开动台时 A
金属	1. 使用年限小于 20 年的金属切削机床，组合机床的自动线	26000
切削	2. 使用年限大于 20 年的金属切削机床	23400
木	1. 构架式木工机床，四面刨，带机械进刀的磨床	14000
	2. 模型铣，转盘铣，截边机，划线机，带机械或液力进刀的钻床	19000
压	3. 平刨，铣床，圆锯床，带锯床，磨床，车床，手进刀钻床	23500
铸	1. 锻造机，锻压自动机	11700

压	2. 锻锤及摩擦压力机	14000
	3. 机械压床、弯板机及剪床	19000
	4. 大、重、稀、液压及机械压床	21000
铸 工	1. 砂准备设备及振动落砂栅	4500
	2. 清理设备, 起重量 750kg 以下的造型机及制芯机	7000
	3. 起重量 750~5000kg 的造型机	9500
	4. 热砂带式输送带	7000
	5. 冷砂带式输送带	8000
	6. 新砂带式输送带, 铸工及造型输送带, 压铸机, 离心浇铸机	11700
起 重 运 输	1. 吊车, 单轨吊车, 电葫芦	14000
	2. 升降机	28000
	3. 板式输送带	23500
修理复杂系数 $F \leq 4$ 的所有设备		21000

还可以根据所修设备特有的条件, 加上其他必要的修正系数来调整修理周期。

τ ——总停机修理时间

$$t = (n_3 t_3 + n_2 t_2 + 0.75 n_1 t_1) i f \quad (\text{式 5-3})$$

式中: n_1 ——小修次数;

n_2 ——中修次数;

n_3 ——大修次数, $n_3 = 1$;

t_1 ——小修平均停机时间;

t_2 ——中修平均停机时间;

t_3 ——大修平均停机时间;

i ——日停机时数;

f ——修理复杂系数;

0.75 为考虑到小修时可利用生产停歇时间的计算系数。

有了修理周期 T , 即可算出修理间隔期 T_r 及检查间隔期 T_c :

$$T_r = \frac{T}{n_1 + n_2 + 1} \quad (\text{式 5-4})$$

$$T_c = \frac{T}{n_0 + n_1 + n_2 + 1} \quad (\text{式 5-5})$$

式中: n_0 ——检查次数。

(四) 设备修理定额

设备修理定额是编制设备修理计划的重要依据, 它包括以下几个方面:

1. 修理工时定额

修理工时定额是指完成设备修理工作所需要的标准工时数。一般都是用一个修理复杂系数的劳动时间来表示, 由企业主管部门统一规定。由于各企业维修工的技术水平和维修工作的组织能力不同, 因此, 修理工时定额可根据各企业的具体情况自行确定。

有了各种设备的修理复杂系数和每一修理复杂系数的工时定额后, 就可以计算出每台

设备修理时的劳动量。同时也就可以计算出计划期内为完成全部修理工作所需的总劳动量。

2. 停机时间定额

停机时间是指从设备停机检修起到修理完毕经质量检查验收合格，并可投产使用所经过的全部时间。为了尽量缩短停机时间，就需做好修前各项准备工作，如图纸资料的准备，各种修理工艺的编制，以及备件、更换件的准备。这样，设备停机时间的长短主要取决于修理的劳动量。

设备的停机时间可按下式计算：

$$T_1 = \frac{gF}{m \cdot H \cdot D \cdot K} + C \quad (\text{式 5-6})$$

式中：T₁——设备停机时间（d）；

g——每一个修理复杂系数的钳工工时定额（h）；

F——修理复杂系数；

D——在一个工作班内，修理该设备的钳工人数；

H——每个工作班的时间（h）；

m——每天工作班次；

K——修理工时定额完成系数（与修理工级别有关）；

C——附加停机时间（如现场清理、切接电源、在地基上校正、浇灌地基、修后涂漆干燥、鉴定验收等时间）（h）。

维修人员的工作班制计算小时 $m \cdot H$ ，一班制规定按 7.7h 计算，二班制按 15.5h 计算，三班制按 22h 计算。

设备停机时间也可按每一个修理复杂系数的停机时间定额来计算，此值一般由企业主管部门统一规定。各企业可以根据实际情况加以适当调整。

（五）设备修理计划的制定

1. 年度修理计划的编制

年度修理计划是企业修理工作的大纲，一般只对设备的修理数量、修理类别、修理日期作大体的安排。具体内容要在季、月度计划中再作详细安排。在安排时，要先重点，后一般，确保关键。对一般设备的安排，要先把历年失修的设备安排好。对跨年、跨季、跨月的计划修理任务应安排在完成要求的期限内。要把年度与季度、月度计划很好地结合起来。

在编制年度修理计划前，首先将编制计划所需的资料收集起来。这些资料主要有：

- （1）各种设备修理工时定额；
- （2）历次设备维修记录及修理完工质量检验单；
- （3）历次设备事故报告；
- （4）企业现有设备的种类和数量；
- （5）全厂设备历次精度检验单，性能试验记录或预防性试验记录；
- （6）上年度设备修理计划完成情况。

先由各车间普查生产设备技术状况后，提出申请项目，由设备动力科汇总。设备动力科根据以上资料和设备实际运转台时，制订出年度应修设备的计划草案，然后组织设备检查三结合小组（可由主管设备工作的厂领导、设备动力科科长、设备技术员、检查员、车间主任、车间设备员以及老工人组成），根据草案对设备逐台进行精度、性能和磨损情况的复查鉴定，确定是大修、中修，还是小修。根据检查结果并考虑下列各种情况修改草案，编制出正式计划：

（1）为了避免产生某季、某月修理设备过多或过少现象，在安排设备修理进度时需按季、按月分车间加以平衡，调整进度，使每月的修理工作量大致平衡；

（2）为了避免产生某一车间在某一月份中检修设备过多，造成该车间生产工时不足的

现象，在安排设备修理进度时，要照顾各车间设备台数的平衡；

(3) 编制年度修理计划时，应与生产计划相配合，尽量考虑生产的需要和设备的具体情况，如对关键设备应尽量安排在节假日修理，同工种设备不要集中在同一月份修理。

计划编制完成后，经有关科室和车间会签，报分管设备的副厂长（或总工程师）签章后，上报主管领导部门审批执行。

2. 季度修理计划的编制

季度修理计划在季度开始前一个月编制，它是年度计划的具体化。因此需根据设备在运转中暴露出来的问题和生产任务的变化，对年度计划作适当的调整，使季度内设备修理内容尽量切合实际。

季度修理计划编制后，报分管设备的副厂长审批，由生产科统一下达给有关车间。计划一经下达，就应采取积极措施，安排好材料、备品、配件和技术文件等，做好一切准备工作，并与生产计划调度部门加强联系，进一步落实停机时间，以保证修理质量，并尽量不影响生产进度。

3. 月度修理计划的编制

月度修理计划是考虑了上月设备修理计划实际完成的情况、设备磨损程度以及实际开动台时进行编制的，要求在月前编出。月度修理计划是具体执行的修理作业计划，它直接关系到修理任务能否保质保量地按时完成。它是考核修理工作好坏的依据。因此在编制计划时，要优先安排和采取措施积极完成跨月检修项目和上月末完成计划的项目并尽量做到均衡、合理地利用劳动力，编排出作业进度，搞好劳动组织和派工工作。同时还须检查修前准备工作落实情况，如技术文件是否齐全，外购件、备件是否具备等。

上述年、季、月度修理计划，要在厂部下达生产计划的同时下达设备修理计划。各项技术经济指标列入厂部指标考核。

（六）设备修理计划的执行

设备修理计划确定后，首先应做好修理前的准备工作，它包括修前技术准备和修前生产准备及备件的准备等，这项工作做好与否，对修理质量、修理成本和进度关系很大。因此应重视修理前的准备工作。

1. 修理前的技术准备

修前技术准备工作由主修技术人员负责。它是为修前生产准备服务的，包括对需要修理设备的技术状态的修前预检、编制修理技术文件和专用工检量具的设计等，有时还包括改善维修和技术改造的设计。如果修理中采用新工艺，本企业又无实践经验，则必要时还应在修前进行试验，这也应列为修前技术准备工作的内容。

（1）设备的修前预检

预检工作是做好修前准备工作的基础和制定修理计划的依据。预检的目的是全面深入掌握待修设备实际技术状况（包括设备的精度、性能、零件缺损、安全防护装置的可靠性、附件状况等）和了解生产对该设备的工艺要求，以便为修理准备更换件、专用工检量具和编制专用修理工艺等收集原始资料。通过预检，还应对设备的常发故障部位是否应进行改善维修加以分析论证和制定方案。

预检的时间应根据设备的复杂程度确定。通常中、小型设备在修前 2~4 个月进行预检；大型复杂设备的修前准备周期较长，其预检时间为修前 4~6 个月。

预检的准备工作包括：阅读设备使用说明书，熟悉设备的构造和性能，查阅设备档案（如设备安装验收记录、事故报告、历次计划修理的竣工报告、近期定期检查记录及设备普查后填报的设备技术状况等），以便了解设备的历史和现状；查阅设备的图册，为测绘、校对更换件或修复件的图样作准备；分析、确定预检时需解体检查的部件和预检内容，并安排预检计划。

预检工作由主修技术人员主持，操作人员、维修人员、车间机械动力师参加。

预检的内容包括：

①由设备操作工人介绍设备的技术状况（如精度是否满足产品工艺要求，性能是否下降，气、液压系统及润滑系统是否正常和有无泄漏，附件是否齐全，安全防护装置是否灵敏可靠等）和设备的使用情况。

②由维修人员介绍设备的事故情况，易发故障部位及现存的主要缺陷等。

③检查各导轨面的磨损情况（测出导轨面的磨损量）和外露件、部件的磨损情况。

④检查设备的各种运动是否达到规定的速度，特别应注意高速时的运动平稳性、振动和噪声以及低速时是否有爬行现象；同时检查操纵系统的灵敏性及可靠性。

⑤对金属切削机床，一般按说明书的出厂精度标准逐项检查，记录实测精度值，同时还应了解产品工艺对机床精度的要求，以便确定修理工艺和修后达到的精度标准。

⑥检查安全防护装置，包括各指示仪表、安全连锁装置、限位装置等是否灵敏可靠，各防护板、罩有无损坏。

⑦按计划进行部分解体检查，以便了解内部零件的磨损情况。

⑧对预检中发现的故障和故障隐患（工作量不大的）及时进行排除，重新组装，交付生产继续使用，并尽力做到该设备在拆机修理前能正常运行。

预检应达到的要求是：全面掌握设备存在的问题，认真做好记录，明确产品工艺对设备的精度要求；确定更换件和修复件，一次提出的齐全率要达到 75%~80%，同时达到三不漏提（大型复杂的铸锻件、外购件、关键件）；测绘或校对的替换件图样应准确可靠，能保证制造和修配的要求。

对于经常修理的、不太复杂的通用设备，或不通过预检可以掌握实际状况，能顺利进行修前准备的设备，可不进行修前预检。

（2）技术资料的准备

预检结束后，由主修技术人员根据设备存在的问题和产品工艺对设备的要求，在设备停修前准备好修理用的技术文件资料和图样，复杂设备还应编制修理作业计划。

设备大修理用的修理技术文件和图样包括：修理技术任务书，更换件明细表（包括修复件），材料明细表（不包括辅助材料），修理工艺，专用工、检、研具明细表及图样，修理质量标准，更换件及修复件的图样及制造（修复）工艺。

对于项修，可按实际需要把各种修理技术文件的内容适当加以综合和简化。

编制修理技术文件时，应尽可能地首先完成更换件明细表和图样以及专用工、检、研具的图样，按规定的工作流程传递，以利及早办理定货和安排制造。

2. 修理前的生产准备

修前生产准备包括：材料及备件准备，专用工、检、量具的准备以及修理作业计划的编制。充分而及时地做好修前准备工作，是保证设备修理工作顺利进行的重要环节和物质基础。

（1）材料及备件的准备

根据年度修理计划，企业设备管理部门编制年度材料计划，提交企业材料供应部门采购。主修技术人员编制的待修设备修理用材料表是领用材料的依据，库存材料不足时应临时采购。

外购件通常指滚动轴承、标准件、胶带、链条、密封件、电器元件、液压件等。我国多数大、中型设备制造企业将上述外购件纳入备件库的管理范围，以有利于维修工作顺利进行，不足的外购件再临时采购。

备件管理人员按更换件明细表核对库存后，不足部分组织临时采购和安排配件加工。铸锻件毛坯是配件生产的关键，因其生产周期长，故必须重点抓好，列入生产计划，保证按

期完成。

(2) 专用工、检、量具的准备

专用工、检、量具的生产须列入生产计划，根据修理日期分别组织生产，验收合格入库编号后进行管理。通常工、检、量具应以外购为主。

(3) 设备停修前的准备工作

以上生产准备工作基本就绪后，要具体落实停修日期。修前对设备主要精度项目进行必要的检查和记录，以确定主要基础件，如导轨、立柱、主轴等的修理方案。

切断电源及其它动力管线，放出切削液和润滑油，清理作业现场，办理交接手续。

3. 修理作业计划的编制

修理作业计划是组织修理施工作业的具体行动计划，其目标是以最经济的人力和时间，在保证质量的前提下力求缩短停机时间，达到按期或提前完成修理任务的目的。

修理作业计划由修理单位的计划员负责编制，并组织主修机械和电气的技术人员、修理工（组）长讨论审定。对一般中、小型设备的大修，可采用“横道图”或作业计划并加上必要的文字说明；对于结构复杂的高精度、大型、关键设备的大修，应采用网络计划。

编制修理作业计划的主要依据是：

- (1) 各种修理技术文件规定的修理内容、工艺、技术要求及质量标准。
- (2) 修理计划规定的时间定额及停机时间。
- (3) 修理单位有关工种的能力和技术水平以及装备条件。
- (4) 可能提供的作业场地、起重运输、能源等条件。

修理作业计划的主要内容是：①作业程序；②分阶段、分部作业所需的工人数、工时及作业天数；③对分部作业之间相互衔接的要求；④需要委托外单位劳务协作的事项及时间要求；⑤对用户配合协作的要求等。

4. 修理后的验收工作

设备修理完毕后，要组织验收小组进行修理竣工验收。为了保证修理质量，企业首先要拟定“设备修理技术验收标准”，根据此标准对设备进行精度、性能和加工质量等方面的检验。经验收合格后，才能移交给生产部门。交接尚需分初步交接和最终交接两步。初步交接就是修毕试车合格后，移交给生产部门。最终交接前尚须经过一段操作工人实际生产的察看期。一般小修理需经察看3个工作日；大修理需经察看9个工作日。在察看期中如发现问题，则须由原修理人员负责返修。如运转良好，则可进行最终交接。在交接中要贯彻执行维修质量考核，评定修理等级，以促使修理工作的质量不断提高。

(七) 缩短修理停机时间的措施

生产与维修最大的矛盾之一就是修理停机时间。维修既然要为生产服务，就应设法缩短修理停机时间。缩短停机时间可以从多方面着手，首先要注意对维修人员进行思想教育，使他们在思想上重视这项工作。当生产线上的设备一旦发生故障，生产工人必须立刻通知维修工人。维修工人应带上备件、工具赶到现场进行抢修。其次要充分做好一切准备工作。当对将要修理的设备进行预检后，就须详细制订修理计划，准备好各种修理技术文件，备齐更换零件，尤其是对铸、锻件等加工工序较长的零件更应及早准备，同时还需做好现场修理时的照明、能源等工作。

为了减少生产与维修时间上的矛盾，应尽可能将维修工人与生产工人的工作时间错开，以便维修工人利用生产间隙时间进行修理。

对大修理、分部修理以及项目修理等，因停机时间较长，可利用节假日集中力量快速修理。

对重点设备及大型设备尽可能采取项目修理来代替大修理，因为这些设备往往只是某些项目精度下降，如进行大修理，势必造成过剩维修，费工费料。

此外，还应注意对维修人员的技术培训，加强基本功训练，并尽量将维修工人培养成多能工，这是提高维修质量和效率的重要手段，能明显地缩短维修时间。

缩短修理停机时间还可以采取一些技术措施，如：

（1）应用网络技术来安排修理计划，找出关键路线，并加以调整和优化，从而缩短总的修理时间。它适用于修理工序较多且工作量大的大修理。

（2）采用同步修理法。同步修理包括两方面的内容。

①将设备中易损坏件的使用寿命在设计时使它们相近。这样，可在同一次修理中将它们同时换掉，从而减少停机次数。

②将生产过程中工艺上相互联系的若干台设备，安排在同一时间里进行修理，实行修理同步化，减少停机次数。这种方法适用于连续工作的装置、自动化流水生产线设备以及联动设备中的主机、辅机及其配套设备等。

（3）采用分部修理法。此法是有计划地把设备各相对独立部分分几次进行修理，每次只修一部分。由于修理工作量缩小，每次都可以利用节假日进行修理，尽量少影响生产时间，从而提高了设备利用率。此法适用于结构上具有独立部件的设备，以及整台修理较长的设备，如组合机床、起重运输机等。

（4）采用冗余技术。它包括：

①采用备机。也就是在一群相类似的设备中多备一台设备。当这类设备中有一台修理时，即可将备机投入生产，使生产照常进行。

②采用部件修理法。这是把待维修的部件拆下来，将已经修好的同类部件装上去，然后再将换下来的部件修复，以备下次再用。这种方法可使停机时间缩短到最短。它适用于企业中数量大的同类型设备。

③采用 AB 交替工作的方法。也就是 A 机工作时，B 机进行检修。B 机工作时，A 机检修。

④增多并行运转设备。例如某工程需要每分钟供应 4 吨清水，这可用 4 台每分钟输出 1 吨清水的水泵来完成任务。但如该工程供应的水不允许有间断情况发生，这就使 4 台水泵都无法检修。解决此问题的方法是多加两台水泵并行运转，这样，即使同时有任意两台水泵发生事故，可照常检修，不致影响生产。

采用冗余技术的缺点是多备设备或备件后，使设备或备件的利用率降低，积压了资金。因此这种方法多用于不宜停产的生产线上。

（5）采用无维修设计和易维修设计。

这是目前设备设计的发展方向。也就是尽量使设计出来的设备结构简单，增加易损件的寿命，提高设备的可靠程度，从而减少修理次数，甚至使设备在整个生命内不必修理，彻底取消修理停机时间。

在尚不能做到无维修设计时，采用易维修设计也很重要。即设计时，尽量使零部件的安排合理，易于检查，容易拆卸。零、部件的通用化、标准化、系列化程度高，从而减少了修理停机时间。

随着生产专业化的发展，修理专业化也将逐渐发展起来，这对缩短修理停机时间提供了良好条件。修理专业化有两种形式：一是由原制造设备的工厂成立生产维修部门，派人外出检修。由于只修本厂生产的设备，使修理工作和备件生产专业化，维修人员容易得心应手。有的设备甚至可拉回厂去修理，而将已修好的同类设备换上，这种做法既可缩短修理停机时间，又能提高修理质量，降低成本。

其次，各地区可成立专业修理厂和备件总库。这种做法不但具有原制造设备厂承担维修的优点，而且可增加修理设备的种类和型号，这是维修工作中的一项改革，应大力发展。

第四节 设备的事故管理

加强设备事故的管理，其目的是对所发生的设备事故及时采取有效措施，防止事故扩大和再度发生。并从事故中吸取教训，防止事故重演，达到消灭事故，确保安全生产。

设备事故的定义是：凡属企业所使用的各种设备（包括各类生产设备、管道、厂房、建筑物、构筑物、仪器、电讯、动力、运输等设备或设施），因非正常原因造成损坏、停产或效能降低，停机时间和经济损失超过规定限额者称为设备事故。

一.设备事故的分类

例如空压机曲轴有砂眼，在长期交变循环载荷作用下，产生裂缝，导致曲轴断裂，并造成缸体、活塞等零件同时损坏的，属于设备事故。如因操作人员在启动空压机时，违反操作规程，不打开空压机出口阀门，以致设备超压造成设备损坏或爆炸，也属于设备事故。

按照有关制度规定，设备事故可分为三类：

（一）重大设备事故

设备损坏严重，多系统企业影响日产量 25%或修复费用达 4000 元以上的；单系统企业影响日产量 50%或修复费用达 4000 元以上的；虽未达到上述条件，但性质恶劣，影响大，经本单位群众讨论，领导同意，也可认为是重大事故。

（二）普通设备事故

设备零部件损坏，以致影响到一种成品或半成品减产；多系统企业占日产量 5%或修复费用达 800 元以上的；单系统企业占日产量 10%或修复费用达 800 元以上的。

（三）微小事故

损失小于普通设备事故的，均为微小事故。

事故损失金额是修复费、减产损失费和成品、半成品损失费之和。其中：

（1）修复费包括：人工费、材料费、备品配件费以及各种附加费。

（2）减产损失费是以减产数量乘以工厂年度计划单位利润。设备修复后，因能力降低而减产的部分可不计算。

（3）成品或半成品损失费是以损失的成品或半成品的数量乘以工厂年度计划单位成本进行计算。

二.设备事故的管理

（一）设备科对设备事故的管理

设备科内应设专人（专职或兼职）管理全厂的设备事故，设备事故管理人员，必须责任心强，能坚持原则，并具有一定的专业知识及管理经验，应按照政府的有关法令，上级及本企业的有关制度和规定进行工作。

设备事故管理人员主要工作内容为：根据政府法令和上级有关规定，并结合本企业具体情况，草拟必要的规章制度或规定；组织或参加设备事故的调查处理；研究防止发生事故的措施；配合安全科组织对机修新工人或外单位施工人员进行安全教育；经常地对全厂职工进行防止设备事故的教育；定期总结、交流预防事故发生的经验和措施；做好日常的事故管理工作。日常事故管理工作包括：

（1）事故的调查、登记、统计和上报。

(2) 整理和保管事故档案。

(3) 进行月、季、年的设备事故分析，研究事故的规律和防止事故发生的对策，并采取相应的措施。

(二) 车间设备事故的管理

车间的设备主任、工艺员、设备员、工段长和班组长等，通常是生产第一线的有丰富实践经验的组织者和指挥者，同样他们在设备及事故管理方面也负有重要的责任。要认真贯彻上级的各项法令、规定、指示及各项制度，要狠抓落实，要经常对操作工、检修工的实际操作进行指导和监督，特别是要及时纠正错误的操作；加强设备检查，发现异常情况要及时解决，把事故消灭在萌芽状态。

车间设备管理员是设备事故的具体管理者，很多工作是通过设备管理员进行的。车间设备管理员首先要了解本车间设备的结构、原理、性能及工艺特点，从而掌握本车间存在哪些不安全因素，危险较大的应及时采取措施予以消除；对现场操作及维修人员，进行安全监督。此外参加车间设备事故调查处理，填事故报表，提出防止设备事故的措施，车间设备管理员对设备操作人员、检修人员进行有关安全教育考试。对某些工种，如司炉工、起重工、吊车操作工、机动车驾驶员、高压容器焊工、气焊工，以及在易燃、易爆、高速、高压等设备工作的工种，要严格执行未经考试者不准操作的规定。

生产车间发生了事故，必须按规定向上级报告，同时应注意保护事故现场，待上级部门到现场察看完毕后才能加以清理。

生产车间应积极参与事故调查。事故取得正确结论后，应立即采取措施，防止再次发生类似事故，并把事故教训广泛宣传，提高安全生产的自觉性。

(三) 设备事故的处理

在设备事故发生后要及时保护现场，尽快调查、研究分析，找出事故原因，吸取教训，提出防范措施，并及时提出书面报告，上报主管部门，并相应地做好事故处理和职工教育工作，以求不再发生类似事故。

三.设备事故典型调查程序

设备事故发生后，应立即切断电源，保持现场，按设备分级管理的有关规定上报，并及时组织有关人员根据“三不放过”的原则（事故原因分析不清不放过，事故责任者与群众未受到教育不放过，没有防范措施不放过），进行调查分析，严肃处理，从中吸取经验教训。一般事故由事故单位主管负责人组织有关人员，在设备管理部门参与下分析事故原因。若事故性质具有典型教育意义，由设备管理部门组织全厂设备管理员、安全员和有关人员参加现场会共同分析，使大家都受到教育。重大及特重大事故由企业主管设备的厂长（总工程师）组织设备、安全技术部门和事故有关人员进行分析。事故调查可按下述程序进行：

(一) 迅速进行事故现场的调查工作

凡发生重大设备事故后应保护好现场，若有伤员则应组织抢救，上级主管部门的有关人员未到场，任何人不得改变现场状况。

设备科接到事故报告后，应立即派人前往事故现场，着手进行调查，不能拖延。因为事故现场是分析事故的客观基础，为了掌握事故原因的第一性材料，避免发生错误判断，把本来属于操作不当或工艺不合理等原因造成的事故误认为设备事故，所以设备科人员尽快赶到事故现场是非常必要的。这项工作开展越早，可得到的原始数据越多，分析事故的根据就越充足，防范措施就越准确。

(二) 拍照、绘图、记录现场情况

特别是重大事故发生后，事故现场存在许多遗迹，为避免“时过境迁”或因抢救工作

需要，现场很快要施工，应立即将这些遗物、痕迹拍摄成照片，收集有关资料，以便用这些照片较长时间进行细致的分析研究，以得到正确的结论。特别是在发生化工设备、压力容器爆炸，吊车、建筑物倒塌等重大事故时，更是必不可少的。

若有些情况难以拍摄，则要绘制示意图，并做好化工工艺或设备工艺的原始记录的收集工作。例如：流量、压力、流速等各项参数，还要注意各辅助设施，如冷却水、润滑油管路、风机管路等各项工艺状况，供事故分析和建立各项档案之用。

（三）成立专门组织，分析调查

按事故严重程度成立由厂长或车间主任负责组织，由安全管理科、设备科等有关部门参加的事故调查组。若发生设备事故的同时也发生了人身伤亡或使生产受到重大损失时，要由上级局、公司及其他有关部门参加调查指导事故调查组工作，压力容器、锅炉发生事故时应上报劳动局，并要邀请其参加调查组。

调查工作首先应请现场操作和其他现场人员如实介绍情况，广泛地向他们了解情况，弄清事故发生前的操作内容、方法等，力求把事故全过程真相搞准确。尤其是化工设备爆炸，事前可能无特异征兆，当事者又可能死亡或受伤，如发生这种情况，更应反复详细调查，不可仓促形成结论。

调查的笔录，至少要有二人负责，要经当事人过目并签名。要由主要当事人写出事故发生的过程，并存入档案。向主要当事人了解情况时要问清操作方法、操作次序、当时的外界条件等情况，同时要本着实事求是的态度，耐心、细致地做好当事人的思想工作，使当事人能反映出真实情况，给分析提供可靠资料。

（四）模拟实验，分析化验

在调查中除了查阅有关技术档案、运行日志外，为了弄清事故原因，可以进一步做分析和化验工作，以取得所要求的数据，如润滑油是否变质，亦可分析气体成分、材料强度等。对操作过程是否超温、超压则可作模拟实验，按形成的后果来推算事故发生的情况。

若本企业没有条件，则可委托有关单位做化验分析，并要说明情况，以引起高度重视，认真地做好分析化验工作。

（五）讨论分析，作出结论

在以上各项工作的基础上，调查组进行实事求是的科学分析，从而得出结论，向企业领导汇报，并以企业名义向上级机关报告。

在分析讨论过程中，若仍有部分人持异议，则在结论中将这种不同意见详加说明，并存档备查。

（六）建立事故档案

每次事故发生后，经调查处理上报，应将每次事故的原始记录及各种调查材料立卷存档，妥善编号保存。对重大设备事故，更应强调保存一切资料，以备今后查阅。

（七）采取对策，防止事故发生

事故的调查，目的不仅是为了调查事故发生的原因，更重要的是据以制订出防止事故发生的措施，限期实施。但是设备事故发生的原因可能不是一个，因此预防措施也可能不是一个，必须一一落实，而其中最主要的预防措施必须严格实施。

四.设备事故的处理

设备事故发生后，对事故责任者，在查清原因的基础上，要认真、严肃、实事求是地给予适当的处理，以教育事故本人和其他职工，各级领导也应从中找出企业管理的不足之处，主动承担领导应承担的责任。

设备事故按其发生的性质可分为以下三类：

(1) 责任事故。凡属人为原因，如违反操作规程、擅离工作岗位、超负荷运转、加工工艺不合理及维护修理不当等，致使设备损坏或效能降低者，称为责任事故。

(2) 质量事故。凡因设备原设计、制造、安装等原因，致使设备损坏或效能降低者，称为质量事故。

(3) 自然事故。凡因遭受自然灾害，致使设备损坏或效能降低者，称为自然事故。

任何责任事故都要查清原因和责任，对事故责任者应按情节轻重、责任大小、认错态度分别给予批评教育、行政处分或经济处罚，触犯刑律者要依法制裁。

对设备事故隐瞒不报或弄虚作假的单位和个人，应加重处罚，并追究领导责任。设备事故频率应按规定统计，按期上报。

五.设备事故损失的计算

(一) 停产和修理时间的计算

停产时间：从设备损坏停产时起到修复投入使用时止。

修理时间：从动工修理起到全部修理完交付使用时止。

(二) 修理费用的计算

修理费用系指设备事故修理所花的费用，其计算方法为：

修理费（元）=修理材料费（元）+备件费（元）+工具辅材费（元）+工时费（元）

(三) 停产损失费用的计算

设备因事故停机，造成工厂生产损失，其计算方法为：

停产损失费（元）= 停机时间（小时）×每小时生产成本费用×成本利润率

(四) 事故损失费用的计算

由于发生事故，迫使设备停产和修理而造成的费用损失，其计算方法如下：

事故损失费（元）= 停产损失费（元）+ 修理费（元）

第六章 设备的更新改造

设备是企业生产和实现经营目标的物质技术基础。设备的技术性能和技术状况直接影响企业产品的质量、能源材料消耗和经济效益，设备的技术改造和更新速度则直接影响企业技术进步、产品开发和开拓市场的后劲。随着我国经济体制改革的深入和社会主义市场经济的发展及加入 WTO，企业面对国际、国内市场的激烈竞争，越来越迫切地需要提高技术装备的素质，采用新技术、新工艺、新设备，加速企业设备的改造和更新，提高企业的竞争能力。

采用新技术对现有设备进行改造、更新，是加速企业技术改造、提高企业素质的有效方法。从企业产品更新换代、发展品种、提高质量、降低消耗、提高劳动生产率和经济效益的实际需要出发，进行充分的技术经济分析，有针对性地用新技术改造和更新现有设备，对充分发挥现有工业基础作用具有战略意义。

第一节 设备的磨损及其补偿

设备在使用或闲置过程中均会发生磨损，磨损有两种形式：有形磨损和无形磨损。

一.设备的有形磨损

设备在使用或闲置过程中发生在实体上的磨损或损失，称为有形磨损或物质磨损。

（一）有形磨损的概念及产生的原因

引起有形磨损的主要原因是生产过程中，设备的零部件会发生摩擦、振动和疲劳等现象，导致设备的实体产生磨损，叫做第一种有形磨损。它通常表现为：

- （1）设备零件的原始尺寸改变，甚至形状也发生变化。
- （2）公差配合性质改变，精度降低。
- （3）零部件损坏。

有形磨损一般可分三个阶段，第一阶段是新设备或大修理后的设备磨损较强的“初期磨损”阶段；第二阶段是磨损量较小的“正常磨损”阶段；第三阶段是磨损量增长较快的“剧烈磨损”阶段。设备的初期磨损与安装装配质量、零件加工质量、材质及操作等因素有关。正常磨损是设备处在正常工作状态下发生的，它与设备开动时间的长短、负荷强度的大小有关，当然也与设备的质量有关。剧烈磨损是设备的正常工作条件被破坏或使用时间过长的结果。

设备在使用过程中，在第一种磨损的作用下，其加工精度、表面粗糙度和劳动生产率都会劣化。磨损到一定程度，整个设备就会出现故障，功能下降，设备的使用成本剧增。有形磨损达到比较严重的程度时，设备便不能继续正常工作甚至发生事故。

自然力的作用是造成有形磨损的另一个原因，由此产生第二种有形磨损，它与生产过程无关。设备闲置或封存同样产生有形磨损，这是由于设备生锈、金属腐蚀、橡胶和塑料老化等原因造成的，时间长了自然丧失精度和工作能力。

设备有形磨损的形式见图 6-1。

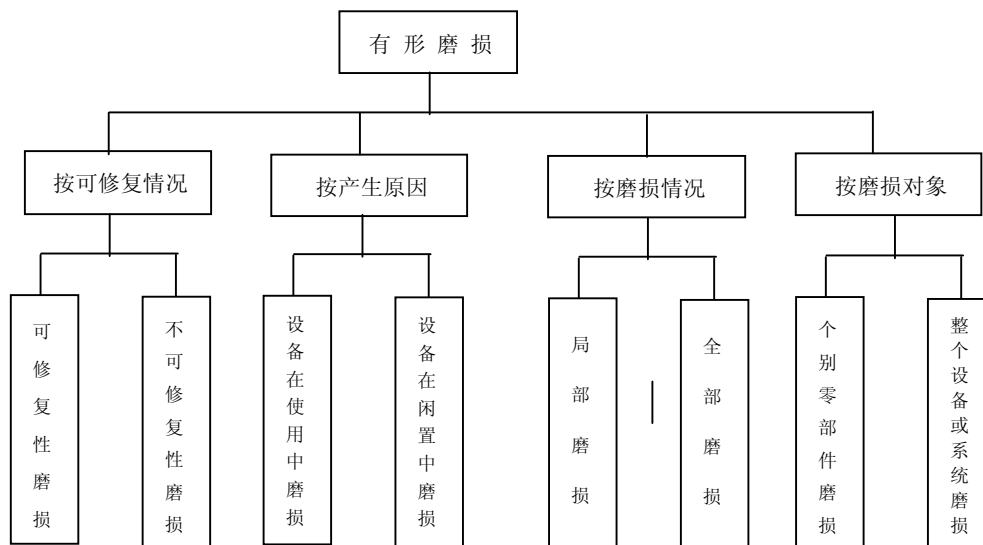


图 6-1 设备的有形磨损

（二）有形磨损的技术经济后果

有形磨损的技术后果是设备的使用价值降低，磨损达到一定程度还可使设备完全丧失使用价值。有形磨损的经济后果是设备原始价值的部分降低，甚至完全贬值。为了补偿有形磨损，需支出修理费或更换费。

（三）有形磨损的不均匀性

设备在使用过程中由于各组成要素的磨损程度不同，替换的情况也不同。有些组成要素在使用过程中不能局部替换，只好到平均使用寿命完结后进行全部替换。如灯泡的灯丝一断，即使其他部分未坏也不能继续使用。但多数设备由于各组成部分的材料和使用条件不同，故其耐用时间也不同。设备出现有形磨损之后，其零部件的磨损程度大致可分成三组：一是完全磨损而不能继续使用的零部件；二是可修复的零件；三是未损坏完全可以继续使用的零件。这三组零件应在不同时间进行修理或更换。

（四）有形磨损与技术进步

科学技术的进步对设备的有形磨损是有影响的，如耐用材料的出现、零部件加工精度的提高以及结构可靠性增大等，都可延长设备有形磨损的时间。同时，正确地预防维修和先进的维护技术，又可减少有形磨损的发生。但是，技术进步又有加速有形磨损的一面。例如，高效率的生产技术使生产强度增大，自动化又提高了设备的利用程度，自动化管理系统大大减少设备停歇时间，数控技术大大减少设备的辅助时间，从而使设备的工作时间比重加大。由于专用设备、自动化设备常常在连续、强化、重载条件下工作，必然会加快设备的有形磨损。此外，技术进步常与提高速度、压力、载荷和高温相联系，因而也会增加设备的有形磨损。

（五）有形磨损的度量

确定设备有形磨损的程度可用下式进行计算：

$$a_p = \frac{R}{K_1} \quad (\text{式 6-1})$$

式中 a_p ——设备有形磨损的程度；

R ——修复全部磨损零件所用的修理费用；

K_1 ——设备磨损时该种设备的再生产价值。

二.设备的无形磨损

（一）无形磨损的概念及其产生的原因

设备在使用或闲置过程中，除有形磨损外，还存在无形磨损，也称经济磨损或精神磨损。这是由于非使用和自然力作用引起的设备价值的贬值，在实物形态上看不出来。造成无形磨损的原因，一是劳动生产率提高，生产同样设备所需的社会必要劳动耗费减少，因而原设备相应贬值；二是新技术的发明和应用，出现了性能更加完善、生产效率更高的设备，使原设备的价值相对降低。显然，在这两种情况下，原设备的价值已不取决于其最初的生产耗费，而取决于其再生产的耗费。

为了便于区别无形磨损的两种形式，把由于结构相同的设备的再生产价值降低，而产生的原设备的贬值，叫做第一种无形磨损；把在技术进步影响下，出现了结构更加先进、技术更加完善、生产效率更高、耗费原材料和能源更少的新型设备而使原设备显得陈旧落后，而产生的经济损耗，叫做第二种无形磨损。

（二）无形磨损的技术经济后果

在第一种无形磨损情况下，虽然有设备部分贬值的经济后果，但设备本身的技术特性和功能不受影响，即使用价值并未因此而变化，故不会产生提前更换现有设备的问题。

在第二种无形磨损情况下，不仅产生原设备价值贬低的经济后果，而且也会造成原设备使用价值局部或全部丧失的技术后果。这是因为应用新技术后，虽然原设备还未达到物质寿命，但它的生产率已大大低于社会平均水平，如果继续使用，产品的个别成本会大大高于社会平均成本。在这种情况下，旧设备虽可继续使用，但用新设备代替在经济上是合算的。

（三）无形磨损与技术进步

无形磨损引起使用价值的降低与技术进步的具体形式有关。

（1）技术进步的形式表现为不断出现性能更完善、效率更高的新结构，但加工方法无原则变化，这种无形磨损使原设备的使用价值大大降低。如果这种磨损速度很快，继续使用旧设备可能是不经济的。

（2）技术进步的形式表现为广泛采用新的劳动对象，特别是合成和人造材料的出现及广泛应用，必然使加工旧材料的设备淘汰。

（3）技术进步的形式表现为改变原有生产工艺，采用新的加工方法使原有设备失去使用价值。

（四）设备无形磨损的度量

设备无形磨损的程度，可以采用以下计算方法，即利用技术进步影响下的设备价值降低系数来计算：

$$\alpha_i = \frac{K_0 - K_1}{K_0} = 1 - \frac{K_1}{K_0} \quad (\text{式 6-2})$$

式中 α_i ——设备无形磨损的程度；

K_0 ——设备的原始价值；

K_1 ——考虑到第一、第二种无形磨损时原设备再生产的价值。计算 α_i 时， K_1 必须反映技术进步的两个方面对现有设备贬值的影响：一是相同设备再生产价值的降低；二是具有较好功能和更高效率的新设备的出现。这时， K_1 可用下式表示：

$$K_1 = K_n \left(\frac{q_0}{q_n} \right)^x \left(\frac{c_n}{c_0} \right)^y \quad (\text{式 6-3})$$

式中 K_n ——新设备的价值;

q_0 、 q_n ——使用相应的旧设备、新设备时的各自单位产品的耗费;

C_0 、 C_n ——分别为劳动生产率提高和成本降低指数。

指数的取值范围: $0 < x < 1$, $0 < y < 1$ 。

三.设备的综合磨损程度

设备在其有效使用期内,同时都会出现有形磨损和无形磨损,两者均引起机器设备原始价值的贬值。但是,有形磨损严重的设备在修理之前常常不能工作,而无形磨损严重的设备却仍可使用,只是其劳动耗费高,经济效果差。

倘若能使设备的有形磨损与无形磨损期接近,当设备需要大修时正好出现了效率更高的新设备,这时,便无需进行旧设备的大修理,而可用新设备更换同时遭到两种磨损的旧设备。假如设备虽有严重有形磨损,但其无形磨损期还未到,那么只需对旧设备进行大修理或更换一台相似的设备即可。假如无形磨损期早于有形磨损期,是继续使用原有的设备还是用先进的设备更换尚未折旧完的旧设备就要取决于其经济性。

设备在有形磨损和无形磨损两种磨损作用下的综合磨损程度用 α 表示;

设备在两种磨损作用下的残余价值为 K ;

设备有形磨损后的剩余部分用百分数表示为: $(1 - \alpha_p) \times 100\%$;

设备无形磨损后的剩余部分用百分数表示为: $(1 - \alpha_i) \times 100\%$;

两种磨损同时发生后设备磨损的剩余部分用百分数表示为:

$$[1 - (1 - \alpha_p)(1 - \alpha_i)] \times 100\%$$

因此,可得计算设备综合磨损程度的公式:

$$K = (1 - \alpha)K_0 \quad (\text{式 6-4})$$

整理得:

$$K = (1 - \alpha)K_0 = K_1 - R \quad (\text{式 6-5})$$

由公式看出, K 值等于设备再生产的价值减去修理费用。

例 6-1, 设备的原始价值 $K_0 = 10000$ 元, 当前需要修理, 其费用为 $R = 3000$ 元, 若该种设备再生产的价值 $K_1 = 7000$ 元, 则

$$\alpha_p = 3000 / 7000 = 43\%$$

$$\alpha_i = (10000 - 7000) / 10000 = 30\%$$

$$\alpha = 1 - (1 - 0.43)(1 - 0.3) = 60\%$$

$$K = 7000 - 3000 = 4000(\text{元})$$

四.设备的磨损补偿

为了保证企业生产经营活动的顺利发展,应使设备经常处于良好的技术状态,故必须对设备的磨损及时予以补偿。补偿的方式视设备的磨损情况、设备的技术状况和是否经济而定。

其基本形式是修理、改造和更新，但必须根据设备的具体情况，采用不同的方式。磨损形式及其补偿方式如图 6-2 所示。

对可消除的有形磨损，补偿方式主要是修理，但有些设备为了满足工艺要求，需要改善性能或增加某些功能并提高可靠性时，可结合修理进行局部改造。

对不可消除的有形磨损，补偿方式主要是改造；对改造不经济或不宜改造的设备，可予以更新。

无形磨损尤其是第二种磨损的补偿方式，主要是更新，但有些大型设备价格昂贵，若基本结构仍能使用，可采用新技术加以改造。

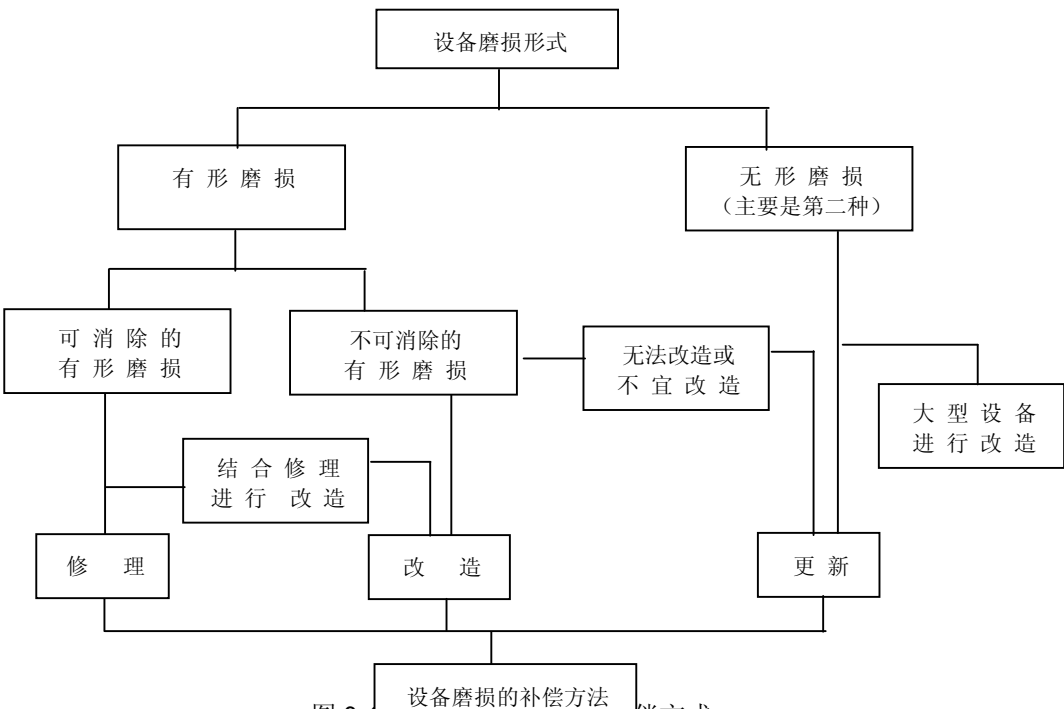


图 6-1 设备磨损的补偿方法

第二节 设备的更新

更新是用比较经济而先进的设备，来替换技术上不能继续使用或经济上不宜继续使用的设备。就实物形态而言，设备更新是用新的设备代替旧的设备；就价值形态而言，是设备在运转中消耗掉的价值重新得到补偿。进行设备更新的目的是提高企业生产的现代化水平，更快地形成新的生产能力。进行更新时既要考虑设备的物质寿命，也要考虑设备的经济寿命和技术寿命。更新的资金来源以固定资产折旧基金为主。

一.设备更新的原则

企业对有形和无形磨损均十分严重而又无改造价值的设备，应及时予以更新。设备的经

济寿命就是设备的最佳更新期。

设备更新一般有两种方式，即原样更新和技术更换。前者是把使用多年，大修多次，再修复已不经济的设备更换一台同型号的设备。这种方式只在能满足工艺要求，暂无新型号可替换，或市场上一时买不到新型号设备的情况下采用。后者是选用性能好，技术先进，效率高或耗能少的设备，替换技术、性能落后，又无法修复、改造的老设备。这是更新的主要方式。

国家有关部门对设备更新的原则作了有关规定，凡符合下列情况之一者可以更新：

1. 经过多次大修，技术性能不能达到工艺要求和保证不了产品质量的。
2. 技术性能落后，经济效果很差的。
3. 通过修理、改造虽能恢复精度及性能但不经济的。
4. 耗能大或严重污染环境、危害人身安全与健康、进行改造又不经济的。
5. 国家或有关部门规定淘汰的设备。

二.制定设备更新规划

设备更新规划的制定，应在企业主管厂长或总工程师的领导下，以企业的有关部门或设备动力部门为主负责制订。规划的内容应包括：现有设备的技术状况分析、需更新设备的具体情况和理由、国内外可能采购到的新设备的技术性能和价格，以及国内有关企业使用这类设备的技术经济效果和信息、要求新购置设备的到货和投产时间、资金来源等。

为了发挥厂内各有关部门的作用，共同把工作做好，对设备更新要有计划，要考虑适当分工，一般采取下述方法：

1. 因增加产量、提高设备效率而需要更新的设备，由生产计划部门提出。
2. 为发展产品品种、研制新产品而需要更新的设备，由技术部门提出。
3. 为改进工艺、提高质量而需要更新的设备，由工艺、技术部门提出。
4. 因设备陈旧老化、无修复价值或耗能高而需要更新的设备，由设备动力部门提出。

综合上述情况，具体分析被更新设备的情况并进行论证后进行决策。

第三节 设备的技术改造

设备的技术改造是应用新的技术成就和先进经验，改变原来设备的结构，装上或更换新部件、新附件、新装置，或将单机组成流水线、自动线所采用的技术措施，以补偿设备的有形磨损和无形磨损。设备经过技术改造可以改善设备的技术性能，增加设备的某些功能，提高可靠性，使之达到或局部达到新设备的技术水平，某些技术性能甚至还可以超过现有同类新设备的水平，而所需费用则低于购置新设备的费用。这是我国实现以内涵为主的扩大再生产战略方针的重要内容之一。

一.设备技术改造的意义

技术改造就是用先进的技术改造企业落后的技术，用先进的工艺和装备代替落后的工艺和装备，以改变企业落后的生产面貌，实现以内涵为主的扩大再生产。

我国经过四十多年的建设，已经建成独立的、比较完整的工业体系，拥有 40 多万个工业企业，但是与经济发达国家相比，还有很大差距。我国的企业很多，机器设备的拥有量很大，在短时期内，不可能有大量新设备来取代现有落后的、陈旧的设备。因此，应从实际出发，正确对待现有老设备，既不能试图有朝一日全部更新，也不能抱残守缺，听之任之。实践证明，对现有的老设备积极地进行革新、改造是提高生产现代化水平的重要途径。特别是在设备更新受资金来源、供应条件等限制的情况下，对现有的设备进行技术改造有更大的现实意义。

首先，技术改造投资少、周期短、见效快，是扩大再生产的主要途径。马克思在分析扩大再生产的两种类型时曾指出：“如果生产场所扩大了，就是外延扩大再生产，如果生产资料效率提高了，就是内涵扩大再生产。”这里所说的“在外延上扩大”指的是单纯依靠增加生产要素的数量，增加劳动力、设备、原材料及扩大生产场所等，使生产向广度发展；而“在内涵上扩大”则是指改进生产技术、提高劳动生产率和生产资料使用效率等，依靠生产要素的改善和合理组织，从而使生产向深度发展，对现有企业进行技术改造，主要是在内涵上扩大再生产。它可以充分利用原有的设备、厂房及公用设施，因而投资少、周期短、见效快。它所形成的新的生产能力与新建同样生产规模的企业相比，一般要少用 2/3 资金，材料与设备等要节省 60%，建设周期也大大缩短。

其次，现有设备的改造是针对生产的需要，设备的改造和工艺的改革密切结合。在某些情况下，对原有设备稍作改造，就会实现采用新的生产工艺和新的操作方法的目的，从而大大提高生产效率，提高产品质量，减少消耗，降低成本，改善劳动条件等。

二.设备技术改造的原则

设备的技术改造要遵循针对性、先进适用性、可能性和经济性的原则。

1. 要从实际出发，按照生产工艺要求，针对生产中的薄弱环节，采用不同的新技术，以企业的产品更新换代、发展品种、提高质量为目标，结合设备在生产过程中所处的地位及其技术状况，来决定哪些设备必须改造以及怎样改造。

2. 采用的技术要先进适用。设备的种类很多，由于生产工艺和生产批量不同，设备的技术状况不一样，采用的技术标准就有高有低，要讲究先进适用，不要盲目追求高指标，更不能为改造而改造。

3. 制订技术改造方案时，采用的新技术一定要有充分把握，必须经实践证明是可行的，经技术论证充分可行才可改造设备。

4. 要有实实在在的经济效益，制订设备技术改造方案时，要进行可行性分析，综合考虑投入的人力、物力、财力和创造的经济效益，力求以较少的投入获得较大的产出。

三.设备技术改造规划的制定

制定设备技术改造规划十分重要，许多企业的实践告诉我们，在制定设备技术改造规划时，要坚持“四个结合”的原则。

1. 结合企业长远发展的技术规划，制定设备技术改造规划。有关部门要根据企业技术改造的更新计划，特别要重视原有设备的技术改造，因为它投资少、周期短、见效快，可为企业尽早的提高经济效益。企业设备管理部门在厂长、总工程师的指导下，根据企业技术改

造任务，会同企业的规划、技术、工艺等部门制定设备技术改造方案，有计划地组织实施，使设备技术改造能够较长期地发挥效益。

2. 结合设备大修理对设备进行技术改造。设备运行过程中发生的有形磨损要尽量予以补偿，修复后再用新技术加以改造，要针对设备发生故障停机的情况，分析原因，找出故障频发部位和零件。在修复的同时加以改造，而不是原样修复。有些设备由于在改造时装上新的部件，原有的一些部件可以拆除，而不需修或更换，节省了费用。

3. 结合工艺调整对设备进行技术改造。企业在调整生产组织、改革不合理流程、采用成组加工工艺后，由于加大了工件的批量，为设备进行技术改造创造了条件。

4. 生产企业与科研单位、大专院校相结合。这样可以发挥各自的优势，取长补短，不断开发新技术。

四.设备改造的技术方向

1. 适应生产需要，改成专用设备。
2. 提高机械化、自动化程度，缩短辅助时间，减少操作工人。
3. 提高运行速度，以缩短加工时间，提高经济效益。
4. 扩大设备的工艺范围。
5. 集中操作，减少辅助工时。
6. 改变设备的基本工艺用途。
7. 适应生产的需要，提高设备的工艺精度。
8. 提供采用成组工艺的条件。
9. 改善劳动条件，保证安全操作，保障操作工人的身体健康。
10. 处理设备产生的“三废”，排除公害。
11. 提高设备的耐久性及耐用性。
12. 将零、部件标准化，改善维修性。

设备改造并不是在任何情况下都是可行的，当出现的新工艺方法完全不同于原有加工方法时，就只能购置新型设备。此外，对结构上改动大而使得经济上不合理的设备，也不宜进行改造。