

教学参考资料

尤毓国 编著

维修管理工程学

北京现代管理学院

维修管理工程学

尤毓国

北京现代管理学院

一九八五年十二月

前 言

由于世界新技术革命的影响,传统工业将在应用微电子技术以及其它新技术的基础上得到改造,系统设备也日趋精密、复杂和昂贵,二〇〇〇年工业交通等企业部门的设备管理和维修必将面临新的转变。这个问题,已引起国内有关方面的重视,并作出决定,要求结合经济体制改革,大力推进企业设备管理现代化工作。

在这一形势下,向读者提供的这本《维修管理工程学》(企业设备维修管理工程),是一门新兴学科,属于宏观管理的软工程技术类。这方面研究工作的开展,国外主要是六十年代末到七十年代中期,在国内还是近几年的事。作者从一九八一年在中国航空学会“第一次维修理论讨论会”上发表《略论“维修工程学”》,一九八二年在中国科协管理现代化研究会季刊第二期发表《论维修管理工程》等论文以来,曾多次在不同场合,结合自己从事维修管理研究的实际体会,提出看法和建议。这样,通过一段探讨摸索的过程,对这门以系统工程概念和方法为框架的综合学科,逐渐有了比较完整的认识。现根据我国设备管理的特点和人们接受程度,并参考国内外同行的研究成果和经验(参考文献附后),以我为主,博采众长,融合提炼,写成此书,作为新的尝试,也是集体智慧的结晶。

全书的编写原则是国家经委公布的《国营工业交通设备管理试行条例》第一条关于设备的一生,即全过程实行综合管理的原则。在各章编排的体系结构上,围绕维修管理科学化问题,使设备维修管理与设备全寿命相结合,对设备全寿命各阶段的维修管理方面的有用材料先行筛选,再作组合,前后连贯,力求融设备研制过程与使用过程的维修管理工程方面的材料于一炉,统设计、试制、生产制造、使用维修等方面的规律于一体,从而形成一个和谐统一的结构。但作者才识有限,望读者多加指正。

霍俊同志对作者的研究曾经提出极为宝贵的意见;董福忠同志对本书的出版给予了大力支持和热情协助。谨在此一并致谢。

尤毓国

1985年11月12日

目 录

第一篇 总论

第一章 现代企业和维修	(1)
第一节 企业现代化的主要标志	(1)
第二节 现代企业的管理	(2)
第三节 现代企业的设备管理	(4)
第四节 设备维修在企业中的地位	(5)
第二章 维修科学及其理论体系	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 维修科学的形成	(8)
第三节 维修科学所特有的矛盾	(9)
第四节 维修科学在现代科学技术体系中的地位	(10)
第五节 维修科学的理论体系	(13)
第六节 小结	(14)
第三章 现代维修管理理论的发展	(15)
第一节 概述	(15)
第二节 美国维修管理理论的发展	(16)
第三节 英国维修管理理论的发展	(25)
第四节 日本维修管理理论的发展	(34)
第五节 维修运筹学简介	(42)
第四章 维修科学的一门主干学科—维修管理工程	(52)
第一节 维修管理工程的研究方法	(52)
第二节 什么是维修管理工程	(54)

第二篇 设备研制过程的维修管理工程工作

第五章 概述	(62)
第六章 设备的设计要求分析	(67)
第一节 概述	(67)
第二节 可靠性与维修性指标	(69)
一 可靠性指标	(69)
二 维修性指标	(86)
三 有效性指标	(113)
第三节 费用效果指标	(117)
一 设备效能指标	(119)
二 全寿命费用指标	(120)
第四节 其他设计要求	(129)

一 环境适应性	(129)
二 安全性	(132)
三 制造技术	(137)
四 腐蚀问题	(148)
五 耐久性	(152)
六 简单冗余	(156)
七 工具要求	(161)
八 人员训练要求	(162)
九 人素工程要求	(163)
十 备件供应要求	(166)
第五节 历史数据资料的分析	(175)
第七章 维修方案的提出	(177)
第一节 维修等级与机构	(178)
第二节 保障综合	(178)
第三节 维修剖析	(179)
第八章 维修保障分析	(185)
第一节 概述	(185)
第二节 维修保障分析的目的	(185)
第三节 维修保障分析的方法	(190)
第四节 维修保障分析的数据资料	(199)
第五节 维修保障分析的实例	(218)
一 费用效果分析	(218)
二 修理等级分析	(221)
三 系统设备的最优组装设计	(228)
四 测试与保障设备构型方案的选择	(230)
五 可靠性与维修性评价	(232)
第九章 试验、论证与鉴定	(234)
第一节 概述	(234)
第二节 试验的类别与类型	(235)
第三节 主要的试验与论证	(237)
一 可靠性试验	(237)
二 维修性论证	(242)
三 环境鉴定试验	(247)
四 系统设备的试验与鉴定	(248)

第三篇 设备使用过程的维修管理工程工作

第十章 维修的宏观控制	(252)
第一节 概述	(252)
第二节 维修作业控制	(253)

第三节	设备状态控制	(254)
第四节	维修费用控制	(254)
第十一章	维修信息管理	(255)
第一节	概述	(255)
第二节	维修信息系统的收集内容	(256)
第三节	维修信息系统的工作流程	(257)
第四节	维修信息系统在设备评定与改善中的应用	(258)
第十二章	维修计划管理	(260)
第一节	概述	(260)
第二节	制订计划的原则	(260)
第三节	维修计划的门类	(260)
第四节	维修计划的制订程序和方法	(261)
一	制订计划的程序	(261)
二	制订计划的方法	(262)
(一)	数理统计方法	(263)
(二)	预测方法	(266)
(三)	决策方法	(268)
三	计划的组织实施	(268)
第十三章	维修质量管理	(273)
第一节	基本概念	(273)
第二节	设备维修质量的全面管理	(273)
第三节	系统设备订货、研制领域的维修质量管理	(274)
第四节	系统设备使用与维修领域的维修质量管理	(275)
第五节	设备维修质量管理的基础工作	(275)
第六节	设备维修全面质量管理的工作方式和方法	(277)
第十四章	故障诊断管理	(280)
第一节	故障诊断过程	(280)
第二节	影响故障诊断的因素	(285)
第十五章	设备加改装与报废处理	(290)
第一节	设备的加改装	(290)
第二节	设备的报废处理	(293)
参考文献		(294)

第一篇 总论

第一章 现代企业和维修

第一节 企业现代化的主要标志

企业是从物质产品的生产、流通或服务性活动的独立核算的经济单位。

企业是一个经济单位，就不同于行政组织，也不同于学校等事业单位。它可以从事物质产品的生产或者从事产品的流通、交换，也可以对外进行独立的经济联系、独立经营、独立核算。按企业经营活动划分，可分为工业企业、农业企业、商业企业、运输企业、建筑企业等等。

现代化是一个相对概念。所谓企业现代化，就是使我国企业生产逐步赶上世界先进水平。

根据国内有关资料的总结介绍，我国企业现代化的主要标志有以下几个方面：

一、劳动资料现代化

劳动资料先进与否，反映了人们利用自然的广度与深度；它不仅是人类劳动力发展的测量器，而且是劳动借以进行的社会关系的进步的推进器。企业现代化的基本问题是用先进的现代劳动手段和其他技术装备来武装国民经济的各部门，最经济地、综合地利用资源，创造出各种财富，并大幅度地提高劳动生产率，发展社会生产力。

二、企业结构现代化

国民经济和社会发展是一个生命有机体。企业结构，特别是部门结构和产品结构，要随着现代科学技术的发展不断调整。新兴企业、新兴材料和新产品要迅速发展，以适应国民经济现代化和提高人民的物质文明和精神文明的需要。

三、企业管理现代化

以最小消耗取得最大效益为着眼点，对企业生产的全过程要组织得科学化、合理化，管理方法和手段要现代化，不仅生产各环节之间互相制约的因果关系要搞清楚，还要确切地找出这种制约的量变关系来。

四、企业人员结构现代化

职工的文化程度、科学知识技术水平要达到规定的标准，人员结构要精干合理。由于劳动资料的现代化，技术装备就越来越多，也越复杂精密，要求技术人员和管理人员在整个职工中的比重大大增加，脑力劳动和体力劳动的差别要明显地缩小。

五、主要技术经济指标达到先进水平

根据国民经济长期计划对企业提出的任务和要求，以及企业的产品发展方向，科学技术的最新成就和发展趋势，本企业的生产技术条件等因素，制定企业现代化长远规划时，企业主要技术经济指标也是其中重要内容之一。例如，必须改进主要设备利用程度，增加劳动生产率，降低产品成本，提高利润水平等。

以上五个方面，劳动资料现代化是核心，企业结构、人员结构和管理现代化则是由劳动

资料现代化所引起的，而主要技术经济指标则是效率和效果的反映。

第二节 现代企业的管理

自然资源的开发，需要工、农、商、运输等企业；推进这些企业的发展，需要科学技术；科学技术的发展与运用，需要管理水平及其有关知识与智力的不断提高。一个现代化的文明社会要有四大支柱：科学、技术、管理、教育，共同推进经济的增长和社会的进步。因此，国际上一般认为，国与国之间的差距，表面上是经济差距，本质上是科技与管理的差距，战略上则是教育差距。如何安排科学、技术、管理、教育这四者的关系，就成为促进国民经济与社会发展，实现我国社会主义建设四个现代化的战略问题。

值得我们注意的是，由于生产的发展、科技的进步以及经济的增长，一个现代化的社会出现了与小生产时期截然不同的三大特征，即：（1）社会活动的规模越来越大。诸如大型的科学研究项目、大型的工程建设项目、大型的联合企业集团，它们规模庞大，结构复杂，功能综合，因素众多。从性质上判断，具有广博性、多结构性、多分支性和综合性，其参变量之多，活动规律之复杂，输入和输出信息量之巨大是过去小生产、自然经济所无法比拟的。

（2）社会活动的变化越来越快。例如，科学发现、发明到转化为社会生产力的周期越来越短，机器设备和工业产品的更新周期大大缩短，这一切使得每个国家、每个企业、科研机构、教育部门的经营者经常会碰到大量问题需要及时决策，决策的正确与错误关系着事业的兴衰存亡。（3）社会活动的影响越来越广泛。一方面是大生产在人、财、物的投资方面是空前的，另方面它与整个社会的方方面面也千丝万缕地联系在一起，牵一发而动全身，从而会引起一连串连锁反应。

因此，在社会化大生产的现代社会里，管理已成为极为重要的领域。有人说，十九世纪若是经济人才的盛世，那末，本世纪六十年代以来则是管理人才的天下。一个国家即使科学技术已很发达，如果安排不当，协调不当，规划不当，组织不当，总之，如果管理不当，则科学技术也发挥不出应有的作用。所以，在当今的世界上，各国都加强对管理的研究和实践，以期获得科技的更大进步，经济的更大增长和社会的更大发展。对我国来说，没有管理的现代化，也就谈不上实现四个现代化。

一、企业管理及其基本职能

企业管理就是企业为了实现预定的目标，对企业整个生产、技术、经济活动，进行计划、组织、指挥、调节和控制的总称。一般地说，企业管理有五个方面的基本职能，就是计划、组织、指挥、调节、监督和控制。任何一项管理业务或任何一级管理人员，都是在执行这五种职能。

（一）计划职能

它就是规划的意思，是企业管理的基本职能。在国家统一计划指导下，企业进行生产经营活动，制定自己的计划，这就要预测未来，决定经营的方针，并选择确定自己的长期和短期的奋斗目标以及如何实现这些目标的手段和办法。

（二）组织职能

它是根据企业生产经营活动的计划目标和方案，合理地设置企业管理机构，建立管理体

制，明确职能机构的分工和职责，合理地安排人力、物力和财力。

(三) 指挥职能

它是为实现经营目标，把各方面的工作有机地组织起来，建立统一的有效的指挥系统，进行有效的领导，包括下达指示和具体的指导、帮助。

(四) 调节职能

它是企业管理的一项综合职能，是为了有效地完成企业的任务，把各种管理活动加以统一、调节。它的目的，就是调整和改善企业内部各部门、各单位、各工种、各工序的关系，使各项活动不发生矛盾和重复现象，以达到步调一致、按比例地协调发展。

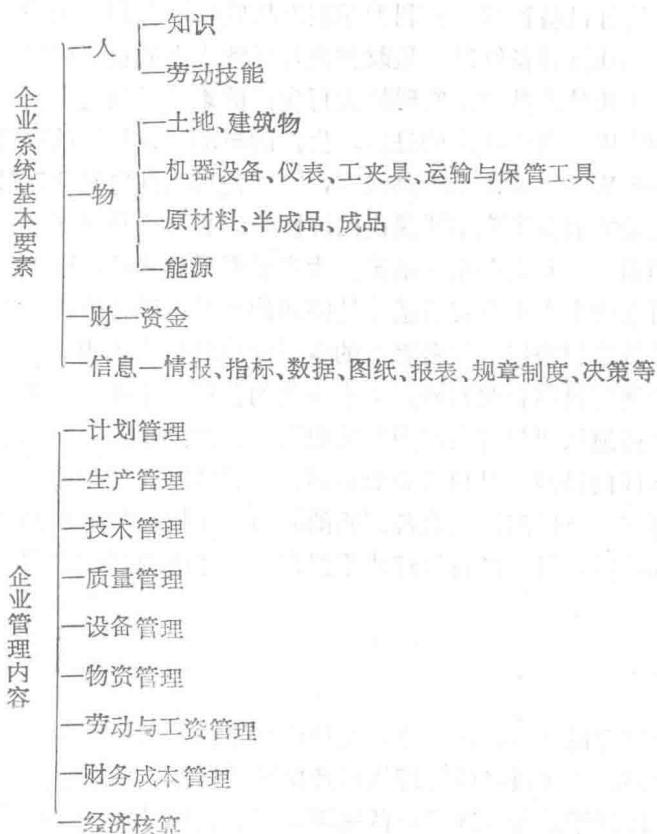
(五) 控制职能

它是对计划执行情况进行检查、分析和处理。目的就在于通过生产经营活动实际成果的测定，与计划的比较，发现差异，找出问题，查明原因，采取措施，加以纠正，以实现计划目标，或对原定计划作必要的修正。

企业管理这五方面的基本职能是一个统一的整体，它围绕企业生产经营活动这个中心，既相互依存，又发挥其各自的独立作用。

二、企业管理的基本要素与内容

企业是进行某种生产活动的经济单位，它必须具有所担任的生产活动必需的劳动力、劳



动对象和劳动手段等生产要素，同时还要有反映这些生产要素相互结合和运转的价值表现、信息表现。所以，从管理的角度来看，企业管理由上表所列基本要素组成。

第三节 现代企业的设备管理

设备管理是有关机械设备、动力设备、化工设备、仪器仪表与试验检验等设备方面一切管理工作的总称。

从它的性质和目的来看，凡为提高企业的生产产品质量和利润率，在调查研究的基础上，设计并选定或引进最适宜的成套设备，在使用中并最大限度地有效地发挥它的机能所进行的全部活动，均称之为设备管理。

换句话说，设备管理就是要通过设备使企业经营的目的得以实现，是以设备为对象的一种有针对性的经营管理机能。

总之，设备管理是以提高企业生产率、产品质量和经济效益为目的，对设备进行的一系列技术和管理活动。

一、设备管理的重要性

设备管理是企业管理的一个重要领域，加强设备管理能够保证企业生产的正常秩序。

“工欲善其事，必先利其器”。搞好设备管理，有利于保证产品质量；有利于生产率的提高；有利于加速实现企业现代化。加强设备管理，是改善企业经营成果的重要环节；是有效地保证企业在维护好简单再生产物质技术基础上实现扩大再生产的重要手段之一。

随着我国四个现代化建设的发展，科学技术的进步，生产的自动化、加工的连续化也必然向前发展；为提高生产率和产品质量以及降低产品成本，将要使用高度自动化和较高价值的设备甚至机器人，对机械和设备的依赖程度不断提高的现代企业必然会日益增加，这样将形成一种依靠设备从事生产的局面。一旦设备出了故障，生产就要受到影响，而无法由人来代替。因此，维持设备的运转同维持生产本身有着越来越密切的关系；设备管理与生产以及企业经营的经济性的关系，也就越来越密切；设备管理的重要性也就越来越明显。

当前，我国四个现代化迫切需要提高企业素质，要求企业的各项工作转到以提高经济效益为中心的轨道上来，要求企业必须从“单纯生产型”转变到“生产经营型”，还要求企业迎接新技术革命带来的新设备方面的挑战。从提高企业素质、“转轨”、“变型”和新技术革命挑战这三方面要求来看，都有一个提高技术装备素质的问题，而提高技术装备素质，都和提高设备管理水平有着直接的关系，只有设备管理水平提高了，才能提高技术装备的素质。

二、设备管理的内容与任务

设备是生产工具，是社会生产力的重要组成要素，是现代化企业发展生产和技术的重要物质基础，国民经济和企业的发展，要求设备的管理能够适应改进质量、发展品种、提高经济效益和科学技术水平的需要，能够通过加强对设备的选型购置、使用管理、维护修理、改造更新等不断提高企业技术装备素质，创造最优经济效益。

为此，设备管理的主要内容一般应包括：（1）设备的购置、验收、配置、安装与调

试；（2）建立与执行各种设备的管理制度；（3）设备的合理使用、日常维护保养与定期检修；（4）设备修理计划的编制、贯彻执行和检查分析；（5）设备技术改造、更新、调拨、报废等日常管理工作。

综上，可以说，现代企业设备管理的任务，已经突破了它的传统观念，即只管设备使用维修这一阶段的老框框，提出：应该管设备的一生，即在设备的先天（规划、设计、制造、安装）阶段和后天（使用、维修）阶段这一“全寿命过程”，而不只是一般所理解的设备投入使用开始的“寿命周期”，对设备从设计、制造、购置、安装、使用、维修、改造、更新、直至报废的全过程活动，进行综合管理，以达到全寿命费用最经济和设备综合效率最高的目标。

具体来说，现代设备管理主要有两方面任务，一是要从设计、制造所作的投资与其后的设备使用费用和维修费用二者的总合（即全寿命费用）来进行权衡，必须成为经济性的投资方可；二是对这种经济的投资制造的设备，还要从全寿命过程的各个方面采取最经济的使用与维修。现扼要归纳如下：

（一）根据技术上先进、经济上合理、生产上可行的原则，正确地选购更新设备；根据企业发展规划，采用先进技术，设计制造专用设备，为企业提供优良的技术装备。

（二）保证机器设备始终处于良好的技术状态，特别是保证引进设备的正常运行。

（三）做好现有设备的挖潜、革新、改造，实现增产节约，保证生产多快好省地发展。

（四）加快推进设备管理的现代化，按照当前国内外体现现代化设备客观要求的先进管理方法，利用现代科学技术的主要成就，系统地、综合地应用于设备管理，充分发挥现代化设备的技术、经济和社会效益。设备管理现代化包括五个方面内容，即：管理思想（或理论）的现代化，管理组织的现代化、管理方法的现代化，管理手段的现代化，以及管理人才的现代化。设备管理现代化必然会促进企业现代化，因为它是劳动资料现代化（企业现代化的核心）与企业管理现代化的要素。

第四节 设备维修在企业中的地位

现代企业设备管理的重要一翼就是设备的维护与修理。设备维修的目的是为了保证企业生产的顺利进行，提高生产率。为了不使设备带“病”运转，不使设备造成非正常磨损，不使企业生产受到严重影响，必须坚持先维修、后生产的原则。要做好设备维修工作，还必须正确处理好维护与修理的关系。维护与修理是“防”与“治”的关系；只有维护，没有修理，设备就不能及时恢复应有的效能，甚至使设备的小毛病变成大毛病，造成设备的过早报废。反之，维护搞不好，则会使零部件加速磨损或遭受意外损失，引起频繁修理。这些，同样都会使企业生产蒙受损失。因此，维护与修理不可偏废，必须并重。

七十年代以来，设备维修对企业生产，甚至整个社会的影响越来越大，设备维修在现代企业中的地位越来越重要。主要表现在以下几个方面：

一、企业设备更新率低和资源、能源的短缺

近一、二十年来,由于世界性的能源紧张和资源短缺,企业设备更新率大大低于设备陈旧的速度。例如,在美、英、日和西德等国,役龄在10~20年的机床仍占据着主要的工作位置;役龄在20年以上的,占总拥有量的20%以上。我国由于长时期把企业发展着重放在基本建设上,忽视了现有企业的设备更新改造,设备陈旧的情况更加严重。近几年来虽然重视了设备更新工作,但实际上有困难,除资金不足外,物资条件也受限制。这样,不但影响了企业产品的发展和提高,还使设备维修成为企业生产必不可少的组成部分。国外一些学者和企业界人士,则从节约能源、资源和减少环境污染的角度,认识到:发展设备维修,对已使用过的设备“修理再用”,不仅能使其性能和寿命达到或超过原有的设备,而且“修理所用能耗只有全新制造的1/4到1/5。”从而设备维修在企业和社会中的地位愈加重要。

二、企业设备日趋复杂,自动化程度高

随着科学技术,特别是电子技术的迅速发展,企业产品越来越复杂,要求越来越高,企业设备本身也越来越复杂,自动化程度越来越高。因此,设备的各组成部分,变得易于发生故障,经常需要修理,对维修的依赖性日益加强。具体表现在以下两个方面:

(一)随着自动化程度的不断提高,生产工人的人数将不断减少,而维修工人的比例则将增加。以瑞典为例,从1971年到1979年,维修工人占总人数比例的变化趋势是递增;除铁矿业不景气外,纸浆和造纸工业、制造工业等部门的维修工人实际增长数约为10%左右,而职工总人数却减少了16.8%和6.8%。它标志着生产发展与设备更新的关系,对维修工人提出了更高的要求。各类企业的维修各不相同,如采矿业的维修强度高,维修工人比例增长到总人数的1/3以上;而制造工业、工程、纺织工业维修强度较低,维修工人的比例都保持在7%以下,其中纺织工业的总人数大幅度减少,而维修工人的比例仍然增长了2%。

(二)培养既熟悉机械又懂得微电子技术的维修工程技术人员和工人,已成为现代企业的重要课题。以数控机床为例,这类设备的特点是加工质量高,重复精度高,对复杂零件加工灵活性好。但它的故障,据统计58%是由于电气或电子方面的缺陷,19%是机械方面的,11%是液压方面的,12%是操作失当、程序编制不当等。由此可见,设备维修人员如果不懂微电子等先进技术,不但很难适应今后维修工作发展的需要,而且还将给企业带来生产损失。

三、企业设备日趋昂贵和赢利的需要

由于现代科学技术的进步,企业设备向高级、精密、大型和电子自动化的方向发展,设备购置费剧增,设备的规模不断加大,停产造成的生产损失越来越严重,维修业务更为专门化和复杂化,维修费用增长十分迅速,几乎为原设备购置费用的3~20倍,平均为企业固定资产的4%~8.6%;此外,维修还带来5%的生产损失费(或销售费用)。有的国家,如英国工业维修费用,1970年已达25亿美元,再加上4亿美元的生产损失;意大利的企业维修费用总数,1976年相当于全国国民生产总值的4.5%。同时,世界性的经济危机、资源短缺、和持续的通货膨胀,造成各国财政预算的紧张;大量缩减设备购置费用,特别是研究如何大幅度降低企业设备维修费用,已成当务之急。

现代企业生产的目的是赢利，企业赢利是国家积累的主要来源，约占国家财政收入的90%以上。近一二十年来，企业赢利与维修的相互依存关系日见紧密，因为企业赢利的因素很多，如顾客需求、产品价格、设备能力、设备投资和寿命，以及设备使用运行费用等。而设备维修所以会影响企业赢利，是由于它和设备能力、设备使用运行费用等有直接关系，通过维修，能够提高设备性能和可利用率，但也增加了设备使用运行费用。设备维修部门如能在上述不同影响之间实现最佳平衡，将对企业赢利做出很大贡献，因此，设备维修在现代企业中地位是举足轻重的，应该受到重视。

四、改进企业产品、提高竞争能力的重要手段——设备维修的质量管理

企业生产，就是利用设备和劳力将低价值的原材料转化为高价值的产品，成功的企业生产实践，揭示了设备可靠性与维修性及其可利用率等设备质量保证要素，在企业生产中具有改进企业产品、提高企业竞争能力的重要作用。

企业产品质量水平在很大程度上直接取决于生产和检验工序采用的设备质量。因此，对产品的质量控制，重点放在对设备的质量控制上，也是科学质量管理的一个关键环节。

设备从设计、制造、验收、安装到生产使用、维修、改装、改造，这整个设备管理过程，从广义上说，都具有质量管理的内容和设备的质量保证问题，其中，与设备质量关系最密切的则是在全寿命过程中，对与设备维修有关诸因素的组织和管理。它包括：在设计、制造、安装阶段，全面分析影响可靠性与维修性的各种因素，以控制维修费用（停工损失及资源费用）。否则，设备一旦投入运行，再想提高可靠性与维修性，企业就要付出巨大代价；在生产使用、维修、改装、改造阶段，为提高设备可利用率 and 继续控制费用，还必须在维修资源费用和有效可利用率之间建立最佳平衡。这些问题，本书将在以后几篇详细阐述。

第二章 维修科学及其理论体系

维修是为国民经济各个领域的生产企业部门提供服务的。从农业机械化和轻工业的技术改造到空间技术、原子能工业；从汽车、拖拉机到火车、船舶、飞机；从电力、冶金到石油工业；各工业、交通、厂矿部门都离不开维修，我国各行业的维修工作正在不断改进、提高，已出现跨行业、跨部门研究的趋势。近年来，国内维修界在科学研究的现阶段，又开始提出了把维修科学作为正在发展中的完整体系进行理论分析的必要性；有些领导部门还提出了建立我国自己的维修理论体系的要求。这是很可喜的事。任务虽然艰巨，但是对加速我国维修工作现代化的发展，培养具有雄厚的基础理论和必要的工程技术知识的、又红又专的维修专业工程技术人才和研究人才，必将发挥重要作用。

第一节 概述

维修科学，亦称维修理论，是一门正在形成过程中专门研究维修的综合学科。它把维修作为一种重要而具有普遍应用意义的现象来研究，考察维修在现代技术装备使用及其管理中的地位和功能，揭示现代维修的客观规律，分析其体系结构，探讨现代维修管理的理论和方法，使人们在具体的维修实践及自觉地认识和驾驭现代设备维修方面，由感性认识上升到理性认识。

在国外，近一、二十年来，维修科学这一领域中，首先逐个产生了许多分支学科，研究范围十分广阔，跨及基础科学、技术科学、工程技术和社会科学，同时又正在开始形成维修科学本身从基础理论到应用的综合而统一的学科体系。各行各业，军内军外，从设计制造到使用维修，很多维修专业人员和管理工作，都投入维修科学的研究工作。有的国家成立了专门的研究机构，院校设置了维修专业课程，国际间也开展各种学术交流活动，组织国际团体，出版了一些专门刊物和著作，取得了一批研究成果。

第二节 维修科学的形成

任何科学理论都来源于生产实践，生产实践经过总结和概括后，上升为科学理论，再用以指导生产实践。维修科学的发展与形成，同样也是遵循这一唯物辩证规律的。

早在五十年代，从一九五七年开始，中间经过一九六六年和一九七七年，美国学者L. C. 莫罗等人在他们主编的、每十年出版一次的《维修工程手册》中认为，维修已由各行各业的具体修补技艺逐渐形成为一门科学。他们把这一维修科学分为两大部分：维修管理和维修技术。维修管理包括：维修工作的组织与管理、维修人员的组织与管理、维修工作的控制、维修管理的经济性等。维修技术包括：电气设备维修、机械设备维修、保障设备维修、运载车辆维修、润滑、检测设备、维修焊接、腐蚀控制与化学清洗等。由此可见，莫罗等人不仅把维修作为一门由修补技艺上升到理论的科学，而且还把它作为一门综合学科来研究，其维

修管理趋于社会科学，而维修技术则趋于自然科学。

五十年代末，国外还有一种观点，认为装备（特别是飞机之类的复杂军事技术装备）的维修理论就是可靠性理论。一九五八年，美军科研人员E·裴鲁契卡发表《复杂设备的维修理论基础》论文。他说，军事装备日趋复杂化，可靠性已成为严重问题；可靠性涉及维修的许多问题；维修人员要善于判断维修中的多种影响因素，就必须掌握维修理论；而维修理论乃是以故障、故障率及其数学模型为研究基础的可靠性知识体系。它包括：故障与故障率研究、修复性维修研究、预防性维修研究等。今天看来，以上论点已逐步发展成为维修科学的基础理论之一——可靠性（故障）理论，由此还发展了另一基础理论——维修性（修理）理论。

随着科学技术的突飞猛进，以及系统科学这一横向科学的发展，六十年代英国出现的“设备综合工程学”（研究设备管理）和七十年代美军的“维修工程学”（研究维修管理），使维修科学不断丰富和完善，终于初步具备比较全面而系统的结构形态。

科学是关于自然、社会和思维的知识体系。今天，维修科学这一综合学科，涉及领域极为广阔，具有跨行业、跨部门的特点，从管理到技术，从设计制造到使用维修，从维修的宏观世界到微观世界，许多重要现象都得到科学的解释，多种现象之间的内在联系日益被揭示出来，多门分支学科之间的本质联系也逐步为人们所掌握，维修科学已日渐形成一个内容庞杂、结构完整和逻辑严密的知识体系。

第三节 维修科学所特有的矛盾

按照唯物辩证的观点，对于某一现象的领域所特有的某一种矛盾的研究，就构成某一门学科的对象。维修科学这门学科的研究对象是各种机械或设备的维修。马克思在《资本论》中曾经明确指出：“一台机器的构造，不管怎样完美无缺，但进入生产过程后，在实际使用时就会出现一些缺陷，必须用补充劳动来纠正。另一方面，机器越是超过它的中年期，因为正常的磨损越是增多，构成机器的材料越是消耗和衰老，使它维持到平均寿命的末期所需要的修理劳动就越频繁、越多。”（马克思：《资本论》第二卷，人民出版社1975年版，第195页。）这说明，任何机械或设备都有从设计、制造、使用、维修、再使用、再维修，直到退役淘汰的不同运动的发展阶段。这个总过程就叫“全寿命期”。全寿命期的机械或设备维修的特殊矛盾性，正是通过故障与维修这两个矛盾方面相互斗争的运动形式而体现的。围绕这一总的特殊矛盾，全寿命期的不同阶段还具有不同的物质运动形态的矛盾。

例如，在机械或设备设计制造阶段，可靠性与维修性等维修性能（品质）设计同使用性能设计、以及同维修保障要求的矛盾，加工工艺、原材料同设计要求的矛盾，等等，都是这一阶段物质运动的特殊矛盾。

在使用阶段，物质运动形态则是机械或设备工作能力的丧失与恢复，老化与更新等一系列矛盾的斗争。

维修科学这门新兴学科正是综合分析机械或设备全寿命各阶段的物质运动的不同矛盾，研究它们之间的有机联系，把各阶段许多有关的分支学科统一起来，从而构成一个完整的知识体系。随着可靠性理论和维修性理论相继成熟，又为维修科学所研究的两个相互矛盾方面——故障（主要方面）与维修找到了理论依据。这两大理论就是维修科学所特有的基础理论。

第四节 维修科学在现代科学技术体系中的地位

维修科学，既然已形成特定物质形态的矛盾运动规律的知识体系，它在现代科学技术体系中也必然占有一定的地位（见图2-1）。

除了与其他学科共同具有马克思主义哲学和基础科学部分以外。维修科学也有其相应的技术科学和工程技术部分。

技术科学，是以基础科学的理论为指导，研究同一类技术中共同性的理论问题的科学范畴。其研究目的在于揭示同类技术的一般规律。它是直接指导工程技术研究的基础理论。维修科学中的技术科学部分有：可靠性（故障）理论、维修性（修理）理论、运筹学、控制论、管理科学、经济科学、专业技术科学等。

工程技术，是指在技术科学的直接指导下，以实施某类工程乃至具体的工程项目为目的，对其中具体技术问题所进行的研究。其研究成果或者是产品结构的设计方案，或者是对生产程序和工艺规程的确定。维修科学中的工程技术部分，由公开发表的维修文献来看，门类很多（见图2-2）。它们的特点是，各自都有专门的研究侧面、专门的研究任务和目的，但又由于它们从共同的基础理论出发，共同探索维修科学的研究对象，因而形成以系统工程为核心的各分支学科相互促进、密切相关的完整体系。



图2-2 现代维修科学的组成部分及其相互关系

总之，在整体上正确分析并确定维修科学在现代科学技术体系结构中的地位，明确维修科学各部分与现代科学技术体系结构各部分之间的对应关系，是建立维修科学的理论体系并使这个体系与现代科学技术体系结构协调发展的重要前提。

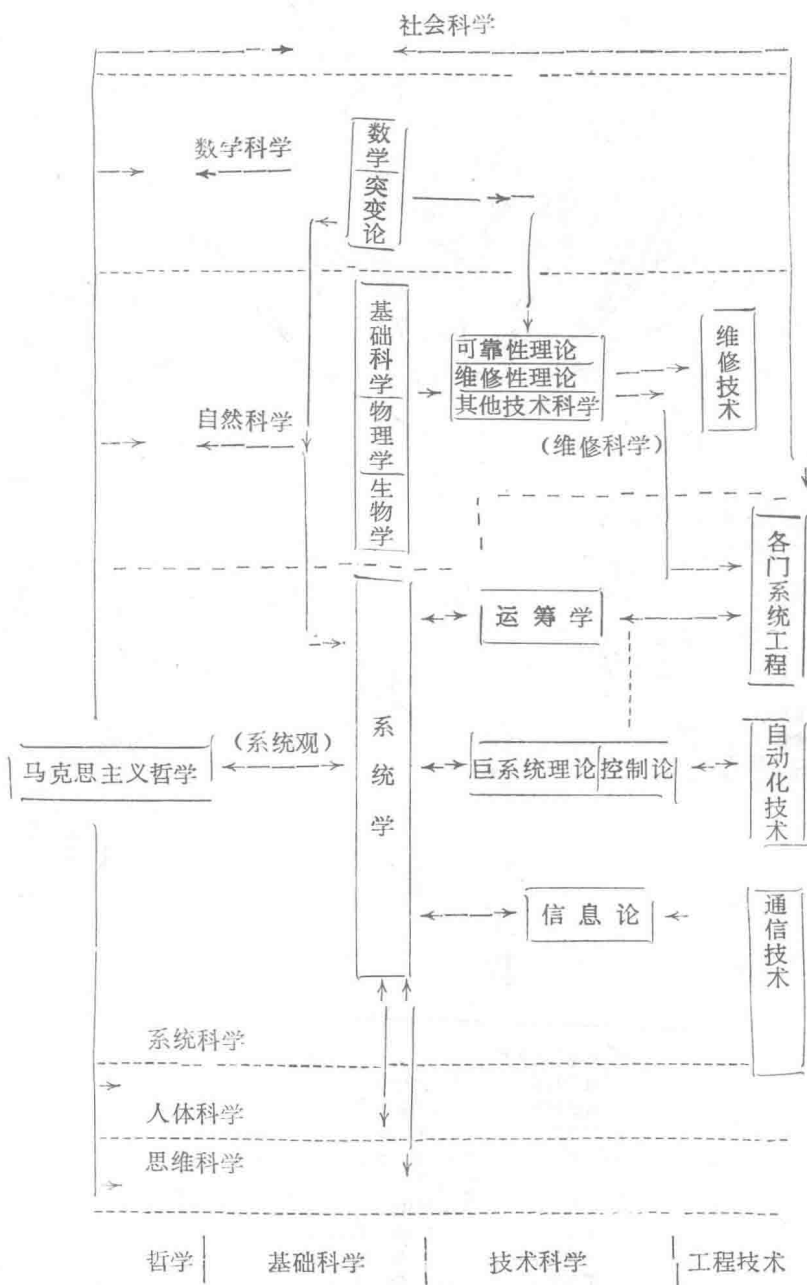


图2-1 维修科学在现代科学技术体系中的地位