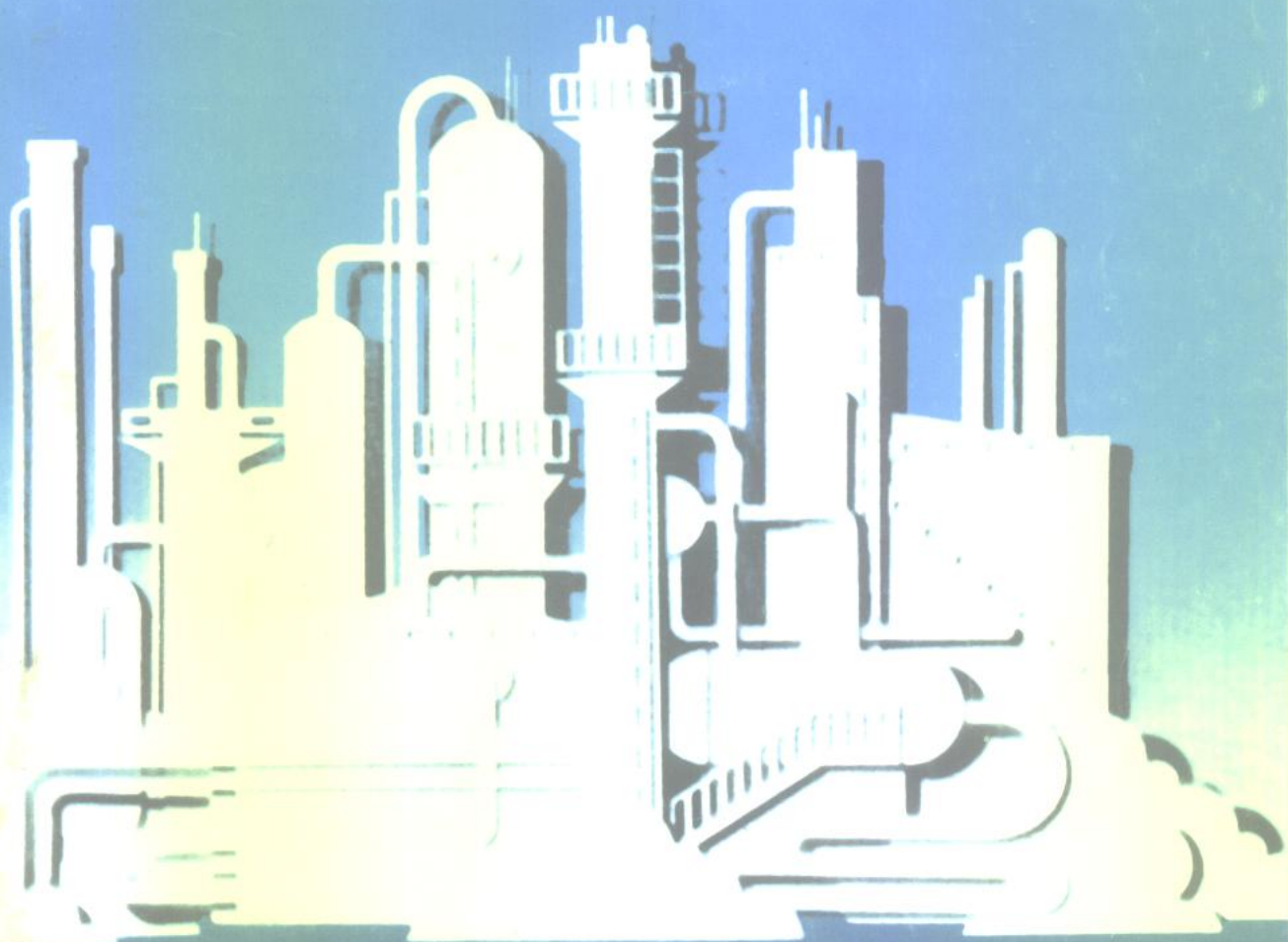


高等学校教材

设备管理系统

肖保生 主编



西北工业大学出版社

高等学校教材

设备管理系统

肖保生 主编

肖保生 编
张建民

西北工业大学出版社

1997年11月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书全面、系统、科学地讲述了现代设备管理的原理和方法。全书分为十章,从理论与实际结合的角度论述了设备管理系统的定义、目的、意义、组成、体制及挑战,设备管理工具,成本与收益,分系统,数据库,空间分配与规划,运行管理,执行体制,优化模型,买主的自由选择问题及重要信息资源。本书是高等院校管理工程类本科生与研究生的必修教材,又是从事经济管理和企业管理及有关研究人员的较为合适的工具书。

高等学校教材
设备管理系统

肖保生 主编
责任编辑 孙华荃
责任校对 齐随印
耿明丽

*

© 1997 西北工业大学出版社出版发行
(710072 西安市友谊西路 127 号 电话 8493844)
全国各地新华书店发行
西北工业大学出版社印刷厂印装
ISBN 7-5612-0949-5/TB·10 (课)

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 15.375 字数: 374 千字
1997 年 11 月第 1 版 1997 年 11 月第 1 次印刷
印数: 1—2 000 册 定价: 19.00 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的、本社发行部负责调换。

前 言

在高等院校对本科及研究生所设学科中,针对设备工程与管理专业的学科,无论是在美国、英国、加拿大、日本、瑞典、独联体及前苏联、欧共体等许多工业发达的国家,还是在我国,都是方兴未艾,并正在迅速地发展着。国内已有近 20 所高等院校设置了管理工程类设备工程与管理方向的专业,培养国家急需的本科生与研究生。但是,至今尚缺乏一本正式的、系统的作为教材的出版物。撰写适合时代发展的设备管理系统教科书,实为现时代教学改革当务之急。

编者在多年从事设备管理教学、科研实践中,曾做了许多实际工作,收集、积累了丰富的设备管理资料;在赴美学习、访问、考察期间,阅读了国外有关设备管理的主要资料,并及时收集整理,加以分析修改,为本教材的编写准备了全面、充分的素材;在多次参加国际学术会议中,注意吸收新资料,探索新动向,采用嫁接、移植、改造国外技术和经验的方法来提高学术水平,以期用最新知识充实教学内容。编者又以经过多年实践的自编讲义(设备管理学)为基础,按照三改(改制、改组、改革)、一加强(加强管理)的原则,运用现代管理基本理论与方法,编写了内容新颖、全面系统、结构合理、实用性强的这本教材。

本书引用了国际设备管理协会 IFMA 认可的设备管理的定义、目的、作用、任务、组织、体制及挑战,论述了设备管理工具,成本与收益,分系统,数据库;研讨了空间分配与规划,运行管理,执行体制;提出了全系统优化模型;最后,列出通常应重视的一系列问题,并整理了国内外信息资源,介绍了大学、研究所、协会、杂志的方向、特点、联系地址及负责人。本书的特色在于:与国际惯例相接轨,符合世界新潮流;应用了国外设备管理新理论、新经验,强调计算机应用,既有理论高度,又有较强的可操作性;注意了阐述具有中国特色的设备管理系统,实用性强。

本教材适用于高等院校本科生、研究生,也可用作设备管理高级研讨班的教材,并可供各企、事业单位的设备工程与管理的有关人员作为参考书。

本书承蒙研究员级高级工程师、中国机械工程学会设备维修学会常务理事、陕西省机械工程学会副秘书长王家强精心审稿,并提出宝贵意见,特致谢意。

在本书写作中,得到西北工业大学管理学院研究生赵洪岭、苏醒社、季珉、周为、杨晓兰及王肖曼的不少帮助,他们翻译了有关的外文资料,特此表示感谢。书中不妥之处,敬请批评指正。

编 者

1996 年 6 月

目 录

第一章 设备管理概述.....	1
第一节 设备管理的发展.....	2
第二节 设备与设备管理	12
第三节 设备管理系统	18
第四节 设备管理所遇到的挑战	20
第五节 设备综合管理	23
第二章 设备管理工具	55
第一节 传统的工具	55
第二节 自动化 (Automation)	59
第三节 综合完整的设备管理系统	62
第四节 未来的步骤	68
第三章 成本与收益	70
第一节 评估成本	71
第二节 考虑成本的另一种方法	74
第三节 收益的分类	77
第四节 定量收益	80
第五节 成本/收益分析.....	83
第四章 分系统	87
第一节 信息分系统	87
第二节 实现分系统	90
第三节 人机系统	91
第五章 数据库管理	99
第一节 汇集数据库.....	100
第二节 自动化.....	100
第三节 目录种类.....	102
第六章 空间分配和规划.....	109
第一节 预测.....	110

第二节	数据存盘	115
第三节	空间分配	117
第四节	计算机程序	126
第五节	设备、设施的选择和详细规划的自动化	131
第六节	计算机辅助设计和制图 (CADD) 系统	131
第七节	文献的建立	134
第八节	占用后的活动	135
第九节	一体化系统	135
第十节	全面主要规划	136
第十一节	服务范围的概要	144
第七章	运行管理	147
第一节	计划管理	147
第二节	更新管理	148
第三节	空间资源管理	150
第四节	财务管理	152
第五节	使用、维护管理	154
第六节	润滑管理	164
第七节	故障管理	172
第八章	设备管理系统的执行	185
第一节	系统的选择	185
第二节	按阶段执行	189
第三节	设备管理组织	192
第四节	设备管理机构	195
第五节	设备管理人员的配备与职责	203
第九章	设备管理系统优化模型	211
第一节	系统模型的建立	211
第二节	评价准则的确定	224
第三节	优化决策模型的实现	226
第十章	买主的自由选择	227
第一节	设备管理系统标准清单选择	227
第二节	设备管理资源目录	231
参考文献		239

第一章 设备管理概述

最近几年，国内国外的政府、学会、公司、固定资产管理部门以及环境保护部门等都已经对设备管理产生了极大的浓厚的兴趣。设备管理的理论、技术和工具，已为设备的所有者、管理者、占有者和使用者广泛采用，设备管理系统已显得十分急需而实用。设备管理的实施，已经开始成为一个专业性的规范工作，而且作为创造价值的一个源泉。

在这个领域里最显著的专业组织是国际设备管理协会 IFMA (International Facility Management Association)，设立在美国德克萨斯州的休斯敦 (Summit Tower, Suite 1410, 11 Greenway Plaza, Houston, TX77046)，其出版物为 IFMA News，其计算机应用委员会制定了征集计算机辅助设备管理计划规则 (Computer-Aided Facility Management Request for Proposals)。

计算机系统的选择，应包括两个方面：一是工作计划，要回答高级管理层提出的“是什么？”，也要回答“何时？”“怎样？”“这是所要做的吗？”等问题；二是预测计划，要回答所期望的功能、成本、收益和投资回收 (ROI) 等问题。在这方面要解决三个特殊的问题：

- (1) 在实际运用中，如何应用计算机辅助设备管理？
- (2) 如何决定其实际价格？
- (3) 如何选择应用其系统？

在表 1-1 中展示了 IFMA 的成员在设备管理中使用计算机获得的收益。表 1-2 所示是美国某公司在计算机应用中有关价格和利益分析的实例。

表 1-1 在设备管理中使用计算机的收益

收 益	百 分 比
更多的决策资料	67%
增加精确度	62%
减少重复试验	59%
增加速度	52%
增强发展能力	40%
减少人员	6%
其他	6%

表 1-2 价格和利益的组成

序号	模块	估 计 价 格		可能获得的利益							
		购 买	发 展	改善 设计	减少 时间	减少 支持	节约 空间	节省 设备	减少 变化	较低 价格	利益 指数
1	设计因素	—	\$ 20 000	•					•	•	3
2	设计范围	\$ 10 000	\$ 40 000	•	•	•	•			•	5
3	分配范围	\$ 5 000	\$ 30 000	•	•		•		•	•	5
4	分析	—	\$ 80 000	•						•	2
5	清单	\$ 25 000	\$ 45 000	•	•	•	•	•		•	6
6	管理变化	—	\$ 60 000	•	•						2
7	财政管理	—	\$ 100 000	•	•	•				•	4
8	提存系统	\$ 40 000~ \$ 300 000	\$ 200 000		•	•					2
9	数据库	—	包含	•	•	•	•	•	•	•	7

第一节 设备管理的发展

设备管理的理论与实践都是非常丰富的。20 世纪以来,形成了两大维修、管理体制:以前苏联为代表的“计划预修制”ППР (Плавный Предупредительный Ремонт),东欧各国及我国过去都学苏联;以美国为代表的“预防维修制”PM (Preventive Maintenance),西欧各国及日本都学美国,英国提出了设备综合工程学 (Terotechnology),日本建立了全员生产维修 TPM (Total Productive Maintenance)。

“计划预修制”是以设备修理复杂系数和修理周期结构等基本理论为指导的,以时间为基础,本意是使计划修理的时间和工作量接近于实际需要的修理时间和工作量,由于它产生于严密的计划经济的土壤上,其主要的缺点之一是缺乏统一的修理部门活动的经济评价方法。又由于科技进步,机、电、仪一体化及自动、半自动、流水线配套设备的出现,加上市场竞争,设备使用强度增加,引起了两种新情况的出现:

(1) 日常维护劳动量的增加。按照 ППР,前苏联的劳动消耗定额规定,金属切削设备的预防性维护工时占该类设备全部维护和修理工时的百分比不超过 25%~30%。而根据同期美国、英国和日本公司的统计数据,预防性维护劳动量要占所有劳动量的 70%~75%,不会少于 50%。因此,要求改进计划维修制,应把设备的合理运行放在第一位,而把修理放在第二位。

(2) 突发性故障不可避免并增多。前苏联企业的实践证明,修理工作分类必须包括事故修理,不能为减少故障而使得设备负荷减轻、运转时间缩短。于是要求伴随现代化设备而采用监测诊断式的预防维修,从根本上改变了整个计划预修制度,减少了它因经常进行没有实际需要的修理工作而导致劳动力和资源的浪费。由此可见,ППР 已是今非昔比,前苏联学者已建议改为“设备合理使用和修理的统一制度”,名称中已经取消了“计划”和“预修”字样,

而突出了“合理”两字，探索了怎样才能“合理”的途径。

“预防维修制”是为了防止设备性能劣化或降低设备故障的概率，根据设备实际开动台时或状态监测的结果，按事先规定的计划或相应的技术条件所进行的维修活动。它是以设备状态为基础的。

“后勤学”是美国工业、商业和政府部门当今最为复杂的术语之一。后勤学“Logistics”一词，来源于希腊语 Logistikos，意思是擅长于精打细算。《拿破仑传记》的作者 Antoine Henri Jomini 把它确定为所有军事用语中适用于军事管理的术语，它涉及战略、战术和后勤，三位一体，直到第二次世界大战才风靡一时。按其军事的含义，美国学者韦勃斯特 (Webster) 定义它为“军事装备、物资、设施与人员的获取、供给和运输”。美国空军给它的定义是：“计划和从事部队的输送、补给和维修的科学。……涉及军事行动的下列各方面：① 装备器材的设计与研制、采购、贮存、运输、分配、维修、撤离以及淘汰处理；② 人员的运送、撤离与送医院治疗；③ 工厂与设施的获得或施工、维修、经营及处理；④ 各种服务的获取或供给。”在工业和商业部门，马奇 (Magee, J. F) 的《工业后勤学》、鲍沃索克斯 (Bowersox, D. T) 的《后勤管理》、巴罗 (Ballow, R. H) 的《商务后勤管理》中，类同地都将后勤学定义为一门使物资和实品从产地流通到使用者的管理技术。以卖主为起点，将原材料、零部件与制成品在各个企业之间有策略地加以流转，最后达到用户所需的一切活动的管理过程。1974 年 8 月，美国后勤工程师学会 (The Society of Logistics Engineers) 扩充了后勤学的定义为“对于保障的目标、计划及其设计和实施的各项要求，以及资源的供应与保持等有关的管理、工程与技术业务的艺术与科学”。

后勤学的任务是要做到相对于未采用后勤学原理的状态能达到：

- (1) 完成得更多 (提高生产率，改善生产性能，提高有效度)。
- (2) 用得更少 (减少劳动力，减少保障设备)。
- (3) 效果更好 (较少的资源，较少的时间，较高的质量)。

可见后勤学是关于管理、工程和技术活动的艺术与科学，包括要求、设计、供应、维修资源、计划和操作运行。后勤管理是系统地协调人力，以达到设备、系统、工程、操作运行在规划的寿命周期的全过程中，创造高效率和良好的经济性。

后勤学所包含的工作内容及其流程，可以用图 1-1 来表示。

设备的功能是由后勤功能中派生出来的，设备在后勤学中占据着一定的位置。从工业的角度来看，设备充当着比其在军事领域中更为重要的角色。要改变一个设备或发展新设备，从早期作计划开始到投入使用，在美国至少要 5 年。设备管理和后勤学，两者有很多相似之处：其研究对象都是后勤资源保障问题；其目的都是提高综合效率和获取最佳的寿命周期费用；其方法都是将管理、经济、技术三方面融为一体；其特点都是进行全过程的研究，从规划、设计、制造、选型、购置、安装调试、运行维护，直至报废处理；其发展都是应用计算机辅助设计 (CAD)，采用自动化技术。但是，这两者是不同的概念，而且其范畴不同。后勤学的范围很广，包括系统、设施、装备的后勤保障、供应、运输、人员、经营、分配等一系列职能，各行各业都适用，如工业、商业、服务行业、政府机构等。设备虽然是“关键资源”，设备管理也只是属于后勤学中的一部分内容，而不能等同。其深度不同，后勤学涉及两个领域，企业的后勤活动和维持用户的保障工作，采用整体观点综合处理，不同情况下有不同的重点。设备管理是设备全过程的管理，包括前半生管理和后半生管理，前半生是制造过程，后半生是

使用过程。制造单位和使用单位都要应用全局性（系统性、综合性、整体性）原则，设备工程与管理要比后勤工程与管理中的一般问题深入得多。

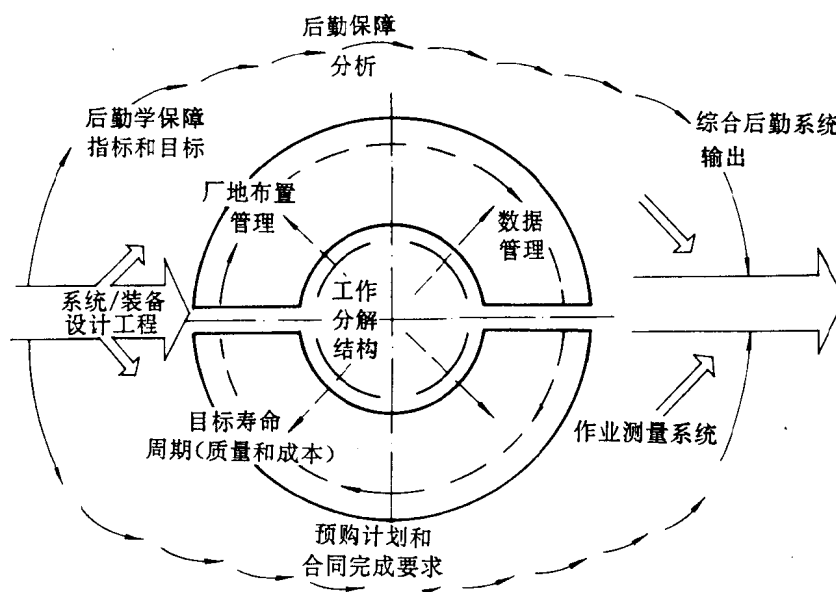


图 1-1 后勤管理全过程

英国的设备综合工程学 (Terotechnology), 其最初的含意是: “所谓设备综合工程学就是关于设备、机械装置的安装、运转、维修保养、更新、拆除, 在设计和运转过程中的情报交流以及有关事项和实际业务方面的技术”。1974 年, 英国工商部对设备综合工程学的定义是: “为了使设备的寿命周期费用达到最经济, 而把适用于有形资产的有关工程技术、管理、财务以及其他实际业务加以综合的科学。具体地说, 就是关于为提高成套设备、装置、建筑物与构筑物的规划和设计的可靠性与维修性, 而对方案、设计, 以及制造、安装、调整、试运转、使用、维修、改造和更新等一系列环节做出综合考虑, 进而在设计使用、费用等方面, 开展信息反馈的技术”。可见设备综合工程学是以设备一生为研究对象, 是管理、财务、工程技术和其他应用于有形资产的实际活动的综合, 其目标是追求经济的寿命周期费用。这里所说的实际活动包括:

- (1) 详细制定对成套设备、机械、设备、建筑物和构筑物的可靠性、维修性要求和进行可靠性、维修性设计。
- (2) 上述各项资产的安装、试运转、维修、改造和更新。
- (3) 有关设计、性能和费用等信息的反馈。

设备综合工程学的内容有五个要点:

- ### 1. 追求设备一生的寿命周期费用最经济

这是研究目的。寿命周期费用是指设备从规划、设计、制造、安装、运行、维修、改造、更新,直到报废为止的一生各阶段所花费的全部费用的总和,称为 LCC (Life Cycle Cost)。如图 1-2 所示。

此处所述的“最经济”，并不等于最小值，后者的效果往往并不是最佳的。最经济的寿命

周期费用应当是经过权衡以后对各方面都是恰当的一个标准。所采用的说法是“追求”，而不是用“完成”和“达到”来描述。这是设备综合工程学的最基本的概念，要求全寿命周期费用最经济，而不是只追求某一阶段的费用最小。过去只考虑购置费，很少关心维持费。Terotechnology 强调对资产的关心，其字头 teroin 的希腊文的意思是“小心、关照”。

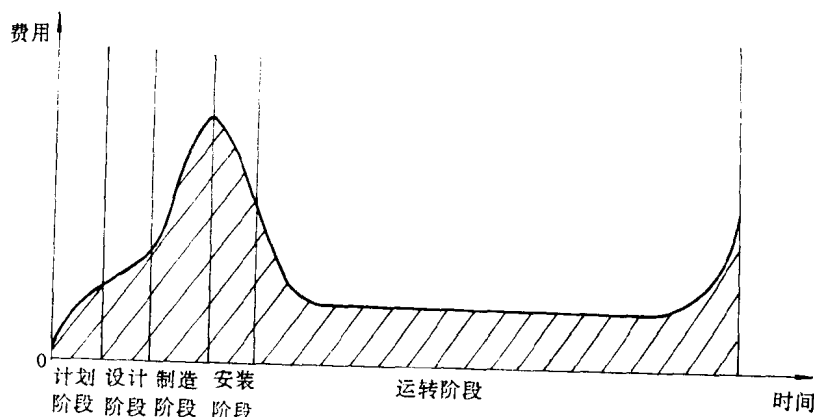


图 1-2 设备的寿命周期费用

评价“最经济”的尺度是采用设备的综合效率。它是设备一生的输出和设备一生的输入的比值。设备一生的输出是指产量 P (Production)、质量 Q (Quality)、成本 C (Cost)、交货期 D (Delivery)、安全 S (Safety)、劳动情绪 M (Moral)，设备一生的输入是寿命周期费用 LCC 。

对寿命周期费用的这种研究观念，早在 1950 年美国对可靠性的研究过程中就已有萌芽。恰好那时，据美国国防部的调查，由于维修保养而消耗的备品及其保管费等维持费用的总额，在 5 年之间是该系统购入的价额的 10 倍以上，认为研究寿命周期内的维持费用的最佳化是进行系统研究的基本出发点。自 1966 年起，美国国防部着手研究寿命周期费用的程序。

2. 它是有形资产的有关工程技术、管理、财务以及其他实际业务的结合

这个要点就是要进行工程技术、管理组织、财务经济三方面的综合管理，达到多维、多方位、多侧面、多角度、横向综合多种科学技术，由经济管理发展到科学管理，由定性管理发展到定量管理。

从工程技术来说，现代设备涉及到机械、电子、电气、液压、人机环境工程、安全工程等，其纵向分科越来越细，横向应当高度综合。

从管理来说，应当掌握科学的组织、管理体制，充分发挥人员的积极性，运用行为科学，推行现代管理方法。

从经济来说，应着重于设备的价值、维修费用、资源能源的消耗及折旧费的合理计提和使用，并注重设备的经济寿命。

3. 重点在于对设备要进行可靠性、维修性的研究和设计

研究可靠性、维修性的目的在于减少和消除故障，以达到设备在规定的使用期内无故障，因而无维修的理想境界。虽然无维修的生产设备，目前国内外为数不多，但这是努力方向。现阶段，主要是要逐步提高可靠性和维修性，减少设备故障，提高设备的可利用率。无论是新

设备的设计还是老设备的改造，都要重视可靠性的维修性。在设备改造中要做到“大修大改、小修小改、逢修必改”，通过改造，提高可靠性，减少维修作业时间。在进行可靠性、维修性设计时，其最终目标是要对设备的可利用率与寿命周期费用进行全面权衡、综合考虑。

4. 将设备的一生作为研究对象，进行全过程的管理

有两个短语描述了这个要点：

- cradle-to-grave management，意为从摇篮到坟墓的管理，即一生管理。
- life-long care，意为终生伺候，也是一生管理。

这是系统管理基本理论在设备管理中的应用，运用全局性原则和整体优化原则，实行全过程管理，充分发挥各个环节的作用。使管理体系现代化、管理组织系统化、管理方法定量化、管理手段科学化，以提高可靠性、维修性和经济性，取得最佳的技术经济效果。

5. 在设计、使用和费用等方面开展信息反馈

信息反馈（information feedback）是在系统中，将输出信号返回到输入端，与原始定值进行比较，形成偏差信号。反馈是一种控制职能，就是根据反馈信息的偏差程度，采取有效措施，使输出量与给定值的偏差保持在允许范围内。信息反馈是一个不断循环的过程。

反馈原则是建立在大量、及时、准确的信息基础上的，可按各个阶段的各种信息，按需分类。信息反馈有设备设计制造单位内部的，也有设计制造单位与使用单位之间的。它是信息论、控制论、系统论原理在设备管理中的应用。一个系统一定要有准确、及时的信息反馈，才能具有活力，做出正确的决策，采取相应的实施措施。

设备综合工程学与各项业务活动的关系，可以用图 1-3 来表示。

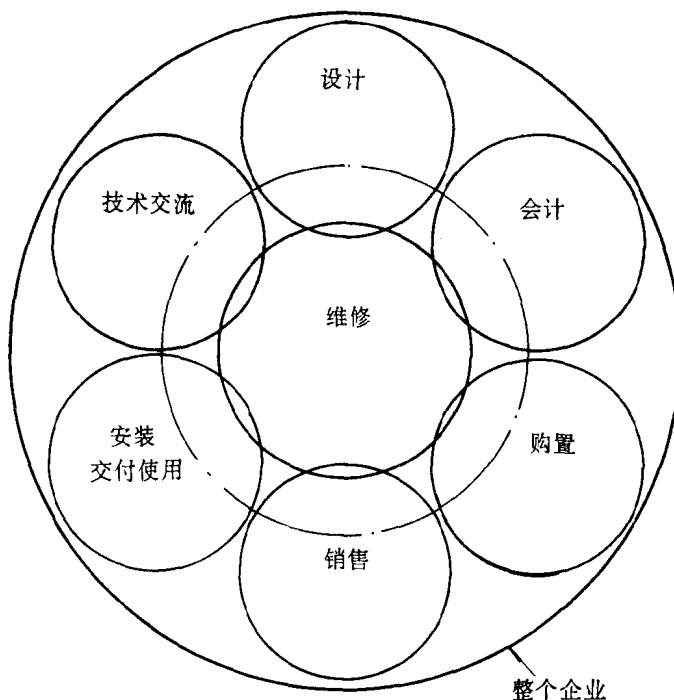


图 1-3 设备综合工程学与各项业务活动的关系

综上所述,可见设备综合工程学实质上是一种对 LCC 优化的多方面的贡献,实行起来需要一批专家的经验和技术。采用设备综合工程学时,不需要改变工厂的组织结构,对专家的知识也无特殊的要求。它容易被车间主任、工程师、会计师等所了解并实行。但在公司一级,首先要使高级经理了解和参与,才能成功。设备综合工程学是工程与管理相结合,既可用于用户、生产厂、建筑行业、商业,又可用于公司级、经理、工程师、会计等专家。

采用设备综合工程学,具有下列好处:

- (1) 降低固定资产费用。
- (2) 改善维修,工作更可靠。
- (3) 减少维修费用。
- (4) 改善综合规范,简化手续,降低成本。
- (5) 减少停机损失。
- (6) 提高效率。
- (7) 改进产品质量及材料规格。
- (8) 提高可靠性,增加出口优势。
- (9) 为决策过程提供更多更好的有用信息。
- (10) 加强了用户与供货单位之间的联系。
- (11) 增强不同岗位的人员之间的联系。
- (12) 改善了公司的形象。
- (13) 不需要新技术和训练,只是把一些有效的措施综合起来,就能改善设备性能。

日本的 TPM (Total Productive Maintenance) 是全员生产维修的简称。它是美国的后勤学、英国的设备综合工程学等与日本具体条件相结合的、独具一格的、创造性的产物,是设备管理与维修领域的一种新模式,在各国的实践中,得到了充分的应用、证实、推广和发展。

日本设备维修工程师协会 JIPE 于 1971 年对 TPM 所下的定义是:

- (1) 以达到设备综合效率最高为目标。
- (2) 确立以设备一生为对象的全系统的预防维修 PM。
- (3) 涉及设备的计划部门、使用部门、维修部门等所有部门。
- (4) 从领导者到第一线职工全体参加。
- (5) 通过小组自主活动推进预防维修 PM。

后来做了修改和补充,使 TPM 的定义为:

(1) 以建立生产系统的最高效率(综合效率化)的企业素质为目标,以达到设备综合效率最高为目标。

(2) 确立以设备一生为对象的全系统的生产维修 PM,通过现场和实物,建立以生产系统的寿命周期全过程为对象,使“灾害为零、废品为零、故障为零”,防止所有损失于未然的组织结构。

(3) 从生产部门开始,遍及到开发、经营、管理等所有部门。

(4) 从领导到第一线工作人员全员参加。

(5) 通过小组自主活动,推进预防维修 PM。

TPM 的特点有三个:

(1) 追求经济性,是能盈利的 TPM。

(2) 设备一生的全系统管理,包括设备制造以前的维修预防 MP,投入使用后的预防维修 PM 及改善维修 CM。

(3) 操作者的自主维修(小组活动),它是唯 TPM 仅有的特点。

经过长期的理论研究和实际操作,可将 TPM 的主要内容,归纳为下列几个要点:

1. 以综合效率为最高,以设备一生为对象

对于设备管理与维修系统而言,其输入是物质流、能量流和信息流,其目标是要建立生产系统最高效率的企业素质,达到设备综合效率最高。也就是对在用设备,从时间、速度、质量等方面进行综合衡量。

这里,对设备综合效率的表达式为

$$\text{设备综合效率} = \text{时间开动率} \times \text{性能开动率} \times \text{合格品率}$$

其中:

$$\text{时间开动率} = \frac{\text{开动时间}}{\text{负荷时间}} = \frac{\text{负荷时间} - \text{停机时间}}{\text{负荷时间}}$$

$$\text{性能开动率} = \text{速度开动率} \times \text{净开动率}$$

$$\text{速度开动率} = \frac{\text{理论周期}}{\text{实际周期}}$$

$$\text{净开动率} = \frac{\text{净加工时间}}{\text{开动时间}} = \frac{\text{加工数量} \times \text{实际周期}}{\text{开动时间}}$$

$$\text{合格品率} = \frac{\text{合格产品数}}{\text{产品数}}$$

设备管理是设备一生、全过程的管理。

2. 权衡、挑战

既要权衡维修费用与停工损失费用,又要权衡有效度 $A(t, \tau)$,可靠度 $R(t)$ 和维修度 $M(\tau)$ 。三者的关系式为

$$A(t, \tau) = R(t) + [1 - R(t)] \cdot M(\tau)$$

其中:工作时间 t 为故障间隔时间 (time between failures);

维修时间 τ 为修复时间 (time to repair)。

二个挑战是要达到无故障、无缺陷。

3. 三全、三性

三全是全效率、全系统、全员参加。“全效率”是指设备管理系统的输出与输入的比值应为最高。“全系统”是指从生产部门开始,遍及经营、管理、开发等所有部门,通过现场和实物,实行全寿命周期全过程的管理,既注意后天之缺陷,又注意先天之不足。对设备维修实行系统化:研制、设计阶段就要考虑维修预防 MP (Maintenance Prevention);使用阶段进行预防维修 PM (Preventive Maintenance);发生故障阶段要针对故障原因采取改善维修 CM (Corrective Maintenance)。达到灾害为零、废品为零、故障为零,防止所有损失于未然。“全员参加”是指在纵向从企业最高领导到生产第一线的操作人员都要参加;在横向把规划、设计、制造、使用、维护、修理、改造、更新等有关部门都要组织到设备管理中来,分别承担相应的职责。组成一个上下左右互相协调配合的、全员的设备管理网络,并通过各种小组活动,如无缺陷运动小组 ZD (Zero Defect)、质量管理小组 QC (Quality Control) 等,推进生产维修 PM (Productive Maintenance)。

三性是可靠性、维修性和经济性。可靠性是设备在规定的使用条件下和规定的时间内,完

成规定功能的能力。维修性是设备在规定的使用条件下和规定的时间内,按规定的程序和方法进行维修时,能保持或恢复到完成规定功能的能力。经济性是能以最少的活劳动与物化劳动消耗取得最大经济成果的能力。

4. 生产维修 PM 发展的四个阶段

第一阶段:50年代以前是事后维修 BM (Breakdown Maintenance) 时代。

第二阶段:50年代是预防维修 PM 时代。

第三阶段:60年代是生产维修 PM 时代,运用了维修预防 MP (Maintenance Prevention),可靠性工程 RE (Reliability Engineering),维修性工程 ME (Maintainability Engineering) 和工程经济学 EE (Engineering Economy)。

第四阶段:70年代是全员生产维修 TPM 时代,充分尊重人,是全员参加的、全系统的、PM 综合效率化时代,运用了行为科学、系统工程、生态学、设备综合工程学和后勤学。80年代进入了以状态为基础的维修 (Conditionbased Maintenance) 时代。

5. 五 S 活动、五项对策及五大支柱

五 S 活动是整理、整顿、清洁、清扫、素质。这五个词的日文的第一个字母的发音都是 S。

实现无故障的五项对策是:具备基本条件(清扫、加油、紧固),遵守使用条件,发现劣化、预知,制定修理方法,改进设计上的弱点,防止人为操作和维修失误。

开展 TPM 的五大支柱是:提高设备效率的局部改善;建立自主维修体制;建立维修部门的计划维修体制;提高运行和维修职能的培训;建立设备初期管理体制。

6. 彻底消灭六大损失,进行六个确保

其奋斗目标是要消灭六大损失:突发故障损失,定程序、调整损失,10分钟以下的小停机损失,速度降低损失,工程能力不良损失,从生产开始到稳定时的损失。

六个确保是产量、质量、成本、交货期、安全和素养的确保。

7. 开展 TPM 的 12 个步骤

(1) 领导宣布引进 TPM 的决心:在公司内发表宣言,举行讲演会,刊登在报纸上。

(2) 引进教育和宣传活动:干部按级别集中研修,一般人员进行幻灯放映会。

(3) 建立 TPM 推进机构:成立委员会、专业分会、事业局。

(4) 制定 TPM 的基本方针和目标:预测基准点和目标的效果。

(5) 制定开展 TPM 的基本计划:从引进准备开始到接受审查止。

(6) TPM 起步 (kick-off):接待订货单位、关系公司和协作公司。

(7) 提高设备效率的局部改善:选定典型设备,成立设计组。

(8) 建立自主维修体制:初期清扫,找出源由和制订措施,制定清扫、加油标准,总点检,自主点检,整理与整顿,彻底贯彻自主管理。

(9) 建立维修部门的计划维修体制:与运行部门建立自主维修体制同步,维修部门也要建立计划维修体制,这如同车子的两个轮子。作为一个重要环节以及为了提高维修作业的效率,应当加强对备品、金属模具、夹具、测量仪表、图纸等的管理。

(10) 提高运行和维修技能的培训:培训是对于人的投资,在智力投资上所花的资金,往往可以成数倍地回收。操作人员除了学会日常点检和小修理技能外,还可利用公司内的模拟设备,对不能在生产设备上实验的异常状况,进行模拟训练。这种训练要与每个人的级别和

技能水平相适应。如果把操作人员比作汽车司机或飞机驾驶员，则维修人员就相当于汽车或飞机的机械师。在技能评定制度中，应当设立维修方面的机械师。

(11) 建立设备初期管理体制：是以生产部门和维修部门为中心进行的。在编写手册，提出改进方案和培训工作等方面，生产技术部门与维修部门要通力协作。按照美国布兰查德教授 (Benjamin S. Blanchard) 的原则，设备 LCC 的 95% 是在设计阶段决定下来的，设备进入使用阶段以后所发生的维修费和能源费，是在设备诞生以前已经决定了的，因此，后来的努力只能在 5% 的幅度上做文章。由于设备的计划部门、使用部门和维修部门等横向联系很不够，往往会产生意想不到的损失和浪费。可以由设计小组做分阶段的事前研讨管理表，首先对初期管理的每一个阶段（计划、设计、图纸审核、制作、供货等）的问题，事先提出对策，实施后要核查，进行确认。前一阶段稍稍多花时间把工作做得较充分些，投入运行后的阶段，故障就能大幅度减少。

(12) TPM 的全面实施和提高水平：设立 PM 奖和 PM 特别奖。取名的由来是：P 为现象 (Phenomena or Phenomenon)、物理 (Physical) 的首字母，M 为机理 (Mechanism)、设备 (Machine)、人 (Man)、材料 (Material) 的首字母，合起来命名为 PM 奖。PM 分析的步骤为：

- 1) 明确现象。
- 2) 现象的物理分析。
- 3) 构成现象的条件。
- 4) 设备（包括模具）、材料和方法之间的相关性研究。
- 5) 调查方法的研究。
- 6) 找出缺陷部位。
- 7) 提出改进方案。

综上所述，TPM 发展前景远大，若要进一步发展，首先，应将其丰富实践经验升华到理论高度，用系统论、控制论、信息论原理来指导全系统、全过程的管理。用人本管理原理和开发人才资源战略来引导全员参加。用管理职能原理来解决从公司领导到第一线员工、生产工人与维修工人之间的职、责、权、利问题。用科学管理原理来进行量化管理和计算机辅助设备管理，以达到自动化、科学化、最优化。用权变管理原理来参与市场竞争，以人为主体的，最适当地确定人、机器和环境的任务、功能的分配、协调；其次，应将社会科学与自然科学领域中的一切最新成果，如心理学、生理学、社会学、伦理学、逻辑学、经济学等都能综合应用到 TPM 中去，进一步丰富 TPM 的内涵。

根据上述定义和要点的论述，可以明确看出，无论是后勤学、设备综合工程学、TPM，其目的都是追求 LCC 的经济性，是以设备效率最高为目标，这方面是完全一致的。但是，如果从涉及的对象，以及由哪些单位来完成这些工作来看，则可由图 1-4 所示来表示其不同点。后勤学的领域很广，包括了所有的产品、系统、程序、设备等，而设备综合工程学只是以设备（有形资产）为对象，涉及设备制造厂、安装工程公司、设备使用单位等，同上述美、英的这两门学科相比，日本的 TPM 只是在设备使用单位实行，有一定的局限性。

瑞典是工业高度发达的国家之一，其设备维修体系，也经历了事后维修、预防维修和状态为基准的预防性维修三个阶段。在维修理论方面：用设备可利用率来衡量设备的可靠性；用费用有效度作为寿命周期费用经济性的指标；开展人机工程学的研究，对工作环境、条件、劳

动强度、工具摆放、设备位置、维修作业效率等进行研究、综合分析，开创新路。在设备维修组织体系方面：逐步形成了多层次、多形式的维修体系，主要由社会化的维修中心和企业的设备维修体系两部分组成。前者是由几种不同形式的维修企业和部门组成的松散联合的维修中心，为客户提供设备维修管理方面的技术、情报、咨询、培训、服务等，为企业设备维修社会化创造了条件。后者主要依据企业类别和规模的不同，以及设备维修部门的功能对企业财政影响的大小，决定其地位。企业设备维修部门主管领导，一般属生产经理领导，大型企业或流程工业企业，属总经理领导。除大型企业和流程工业企业具有庞大的维修部门，承担大修等业务外，绝大部分中小企业的维修部门主要负责设备的日常维修管理。而设备修理主要由社会维修中心来承担。企业设备维修管理的基本内容为：

- (1) 产品经营服务维修。许多主要生产设备在选购签约时，已明确是由制造厂定期检查、诊断、维修。
- (2) 向专业维修厂买维修。整机的大修、零件的修复等都由专业维修厂来进行。
- (3) 向维修咨询公司买维修。主要是买维修管理的技术、信息、培训、诊断、服务等。
- (4) 向大型企业买维修。中小企业的大修由大企业维修部门负责。
- (5) 向备件零售商、仓库购买备件，一般不是自己制造。

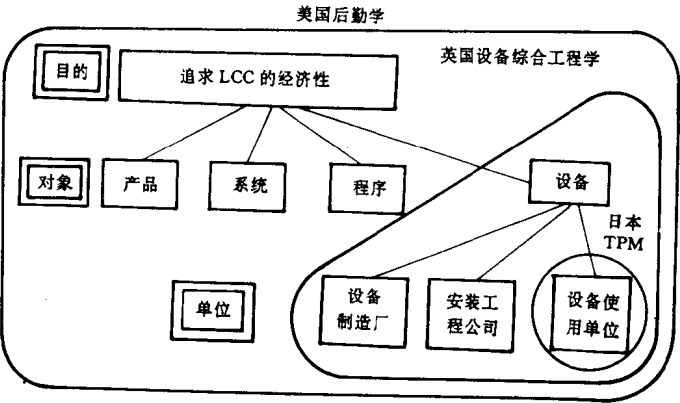


图 1-4 后勤学、设备综合工程学、TPM 的关系

将维修分为预防性维修和恢复性维修两类，分别与六个相互联系的系统（技术文件系统、设备档案系统、备件和材料库存系统、维修计划编制系统、维修作业执行系统和分析改造系统），构成了科学的维修工作系统。

瑞典有影响的主要组织有：

1. 瑞典管理集团

属于瑞典雇主协会（SAF）领导。下属单位主要有：阿里拉梯（Alirati）培训中心，承担了联合国工业发展组织给予的国际管理培训任务；PA 委员会（PA Council）；雇主协会的技术部，是为瑞典的企、事业单位的各种管理提供服务。管理集团以瑞典各界为基础，每天与各企、事业单位建立信息网络联系，并与世界各地友好合作。

2. 依德哈马维修咨询公司