

现代设备管理工程

第五机械工业部机动技安局编

现代设备管理工程

(内部培训资料)

第五机械工业部机动技安局编

前 言

随着现代科学技术的发展, 工业生产设备日趋高级化和复杂化。生产依赖设备的程度日益增大; 产量、质量、交货期、成本、安全与环境保护以及劳动情绪无不受着设备的影响。科学地管理好设备已成了企业的重要课题。然而, 要科学地管理好设备并不是一件容易的事。这主要是由于现代设备管理是以设备一生为对象, 把设备的全效率最高作为目标, 追求寿命周期费用最佳化, 实行技术与经济的全过程管理。它涉及技术科学、经济学、数学、电子计算机以及人机学等许多学科, 并正在作为一门多学科的边缘科学而独立发展着。

为了适应我国工业现代化建设的需要, 使我国设备管理日臻完善和更加科学化, 认真研究工业发达国家现代设备管理的不同理论和方法, 吸取其有益的成份和经验, 联系实际加以运用, 克服传统管理的局限性, 已显得非常迫切。

为此, 我们在五机部机动技安局的直接组织和领导下, 收集国外有关现代设备管理工程方面的资料, 整理、编写了这本《现代设备管理工程》。目的是为读者提供一个可以参考的素材, 使读者了解工业发达国家现代设备管理的理论、方法和近况, 打开思路, 借鉴运用, 以把我国工业企业设备管理工作提高到一个崭新的水平。

本书针对我国设备管理工程中的薄弱环节, 着重介绍了设备综合工程学的基本概念和方法, 设备的经济管理和设备可靠性问题; 并结合设备可靠性介绍了概率论和数理统计基础知识; 概要的介绍了统筹

法与设备诊断技术；同时还系统地介绍了有代表性的日本现代设备管理和苏联设备管理近况等等。

参加本书编写工作的有杨民富、王耀忠、甄长汾、戴凡、刘传诗、仇振华、左渊伦、姚立顺、汤天祥、谢锦章、夏俊杰、邵践实等同志；参加本书校改工作的还有莽伯聪、张培亮、徐昌等同志。

本书承蒙全国设备维修学会高克勛、陈长雄、姚家瑞、兰文谨、中国人民大学沈亮安、清华大学傅家骥、北京工业学院任隆涓、揭妙云等同志提出许多宝贵意见和帮助，深表感谢。

由于时间仓促和我们的水平有限，错误和不当之处在所难免，切望读者批评指正。

编 者

一九八一年七月

目 录

第一章 设备综合工程学概要

- 第一节 设备综合工程学的产生..... (1)
- 第二节 设备综合工程学的基本内容及特点..... (5)

第二章 设备的经济管理

- 第一节 评价设备经济性的方法..... (16)
- 第二节 设备的经济寿命..... (58)
- 第三节 设备大修、改造、更新投资决策..... (72)
- 第四节 设备的折旧..... (75)
- 第五节 目前工业发达国家技术装备政策及设备更新的基本趋势... (84)
- 附 录 本章中公式用的符号表..... (86)

第三章 设备的可靠性

- 第一节 可靠性的基本概念..... (88)
- 第二节 可靠性常用数学..... (93)
- 第三节 设备可靠性的测定..... (116)
- 第四节 维修度和有效度..... (124)

第四章 系统工程基本知识和统筹法

- 第一节 系统工程基本知识..... (125)
- 第二节 统筹法..... (135)

第五章 设备诊断技术

- 第一节 设备诊断技术的形成和发展..... (148)

第 二 节	设备诊断技术的分类·····	(150)
第 三 节	设备诊断技术的应用·····	(152)

第六章 日本TPM概要

第 一 节	T P M的形成和发展·····	(157)
第 二 节	T P M的维修组织与管理体制·····	(160)
第 三 节	P M小组自主活动·····	(167)
第 四 节	5 S管理·····	(172)
第 五 节	设备的点检和重点设备的管理·····	(176)
第 六 节	维修记录的应用与M T B F分析·····	(186)
第 七 节	设备的计划修理与故障修理·····	(200)
第 八 节	设备改造·····	(204)
第 九 节	维修保养工作的管理·····	(206)
第 十 节	润滑技术与管理·····	(216)
第十一节	维修备件的管理·····	(222)
第十二节	维修保养工作的效果和评价·····	(230)
第十三节	维修保养教育和业务训练·····	(234)
第十四节	P M目标管理·····	(240)
第十五节	T P M和T Q C的关系·····	(244)

第七章 苏联设备维修工作近况

第 一 节	苏联设备计划预修制度发展的三个阶段·····	(247)
第 二 节	设备修理与备件制造集中化和专业化体制·····	(249)
第 三 节	现行计划预修制度的特点和新发展·····	(253)
第 四 节	苏联的技术装备政策及其近况·····	(263)
第 五 节	苏联目前正在研究和探讨的几个问题·····	(265)

第一章 设备综合工程学概要

十九世纪五十年代首先在英国兴起的工业革命，继而扩展到欧美地区和日本等资本主义国家。工业革命的结果，迅速实现了工业化和大机器生产。从此，设备逐渐成为工业生产的基本手段。如何管理好工业企业的设备，也就成为人们长期探索的一个问题。随着历史的进程，在企业里逐渐形成了一套传统的设备管理方法。

现代工业的发展，给企业设备管理提出了越来越高的要求。但是传统设备管理在这些要求面前却表现了很大的局限性。因此，客观形势迫切需要广泛总结工业革命以来企业设备管理的丰富经验，寻求一种新的方法，以适应现代工业发展的需要。

一九七〇年，英国工商部提出了设备综合工程学（Terotechnology）新概念。这样，就从理论上提出了解决现代工业企业设备应当如何管理的问题。

针对现代工业发展带来的新问题，设备综合工程学提出把有关设备的工程技术、管理、财务等业务综合起来研究。用当代系统工程学方法建立对设备“一生”的系统分析处理，以不断提高各环节的机能。通过设计、使用效果和费用等情报反馈，不断提高设备的可靠性、维修保养性和其他机能。这些管理活动的目的是不断提高设备的综合效率，取得最佳的经济效果。

这个理论问世以后，立即受到欧洲和世界先进工业国的普遍重视，并应用它的原理指导企业的设备管理，取得了丰硕的成果。短短十年间，设备综合工程学得到了迅速发展，现在国际上已经公认设备综合工程学为工业企业设备管理的基本理论。

第一节 设备综合工程学的产生

一、设备综合工程学产生的历史条件

和历史上一切科学、技术的产生和发展一样，设备综合工程学的产生和发展也有它特定的历史条件。现代工业发展给企业设备管理提出了一系列急待解决的新问题，而现代技术科学和管理科学的发展又给解决这些问题创造了条件。这样，设备综合工程学的产生就具备了客观可能性。

在相当长的历史时期内，工业企业的设备管理是按照传统的专业管理方法进行的。到了近代，特别是为了适应宇宙开发的需要，科学和技术纵向分科越来越细，向着更高水平发展；而横向则把各种专门技术综合起来，形成新的系统概念，向着综合的方向发展。结果，涌现出许多尖端科学，技术和介于一些学科之间的边缘科学。科学技术的进步推动了生产的

发展。把新技术成果应用于工业生产过程，就使企业的设备产生了质的变化，给企业设备管理提出了一系列新的要求。这些要求一般说来，是为保证企业连续生产和产品不断更新改型的需要，提供最优良的技术装备及安全、可靠、经济、合理地供应所需动力，无事故、无公害，培养掌握现代技术科学和管理科学的设备综合技术人才，使设备一生的费用最经济，使企业建立在最佳的物质技术基础上。这些问题曾一度使人烦恼，人们把这些问题叫做工业革命带来的悲剧。那么，它和设备综合工程学的产生有什么必然联系呢？

现代设备的特点之一，是向着自动化、电子化和作业连续化发展。和宇宙开发相比，现代工厂的设备并不亚于宇宙飞船，它也是综合了各种专门技术的高度复杂的装置。设备越复杂，发生故障的机会就越多，发生故障后也不易排除。自动化生产线的某一个环节如果发生故障，就会造成全线停车，给生产带来很大损失。例如，现代工厂的数控机床就是一个综合了机械、液压、电气、电子计算机等许多专门技术的复杂装置。用电子计算机控制的自动生产线就更复杂了。要保证现代企业的设备高效率地运转，就需要知道设备在什么时候可能发生什么故障？发生故障以后怎样迅速判断故障原因和部位以及怎样才能最快地排除故障？对经常发生故障的部位怎么办？怎样推迟设备发生故障的时间？设备如何适应产品不断改型的要求以及怎样管理设备才能取得最大的经济效益？等等。如果用传统设备管理方法来解决上述问题，一般是设备发生故障以后才按照不同专业去分别检查设备、分析原因、组织处理，因此常常使故障不能迅速排除。无法预知设备故障。在修理设备时，常常是恢复设备的原样，不能适应产品频繁改型的要求。对设备经常发生故障的部位，特别是设计制造上的问题无法解决。很明显，靠传统设备管理不能恰当地解决这些问题。是什么原因呢？经过分析，人们发现传统设备管理存在着很多局限性。

现代设备已经发展为各种专门技术综合在一起的有机整体，而传统设备管理却按不同的分科分别管理。对设备的一生，只管理了使用阶段，忽视了对设备使用起决定作用的设计、制造和安装阶段的管理。设备在使用过程中发现设计上的问题，没有信息反馈，无法在新设备的设计中加以改进。没有从根本上研究如何减少甚至根除设备故障和及时修复设备，等等。这些问题就成为摆在企业面前急待解决的新问题。

能源问题是当今世界工业发展中的一个严重问题。现代工业的发展对各种能源的需要越来越多，能源的供需矛盾日益突出。能源问题往往成为企业存亡的关键问题之一。因此，能源的开发、利用及杜绝能源和资源的浪费就显得格外重要。但是由于种种原因，设备效率低、性能差或者由于跑、冒、滴、漏等原因造成能源和资源的浪费。这是不允许的。因此，如何提高设备性能、降低能源消耗，向企业生产经济、合理、安全、可靠地提供各种能源就成为企业设备管理的重要课题。

当代工业发展造成的环境污染问题已严重危及人类和生物的生存。现代化企业的技术装备是造成环境污染的重要根源。由于设计、制造、修理或操作等方面的原因，各种装置向周围排放大量有害物质，引起环境污染。一九五二年，伦敦工业区排出的大量二氧化碳烟雾扩散不开，造成历时四天的“伦敦烟雾事件”，使市民呼吸道中毒，导致四千人死亡，就是环境污染的典型事例。现在越来越多的人认识到了环境保护的紧迫性。许多国家制订了防止环境污染的法规。既然现代化技术装备是造成环境污染的重要根源，那么，如何保持高效率的生产而又不污染环境就客观地落在企业设备管理肩上。但是传统设备管理由于历史条件的局限，不研究由于设备或装置造成的环境污染问题。因此需要在传统设备管理的基础上另辟新

径，提出新的概念。

随着设备向着电子化、大型化方向发展，设备价值昂贵，企业购买设备时的初期投资加大。由于现代科学技术的迅速发展，产品日新月异，设备不适应新产品的要求，效率低、生产次品多、材料利用率低，使产品成本增加。例如日本的汽车工业，只要汽车改型，相应地就要求对部分设备更新改造。生产汽车电器的安城电机，三年换一次型，则部分主要生产设备也要相应更新改造。这些问题向企业提出，必须尽快回收设备的初期投资，及时更新设备，以适应不断变化发展的客观要求，不断生产出价廉物美的产品。否则在激烈的竞争中，企业就难以生存下去。

伴随工业革命而来的机械化和自动化，一度把工人降到附属于设备的从属地位。设备和环境状况的好坏，对工人情绪影响很大。自动化流水生产线工人单调而枯燥的操作，使他们对于劳动不感兴趣，成为精神和肉体上的沉重负担。工人出勤率低，影响了劳动情绪。因此如何从人的本性中去激发动力，提高对劳动的兴趣，研究人和机器的关系，提高劳动生产率，就成为现代设备管理的又一重要课题。另一方面，设备是要靠人去掌握的。现代化的工厂系统、生产线系统、车间、装置和设备都是综合了各种专门技术的高度复杂的系统，因此要求使用操作、维修、管理设备的人也必须具有一定的知识和技能。这样，对人员的培训问题也就刻不容缓地提到议事日程上来。

上述这些伴随工业发展带来的新问题（当然不仅这些问题），都不是孤立的，而是相互联系、相互影响的。现代工业的设备管理如不全面地、系统地研究并解决这些问题，必将影响工业的发展和带来严重的后果。研究解决这些问题必须全面地、系统地总结传统设备管理正反两方面的经验，冲破约束，提出新的概念。例如针对传统设备管理不重视设备经济性分析的弱点，提出实现设备寿命周期费用最经济的概念；针对传统设备管理把有关设备的各学科分离开来研究的弱点，提出把与设备有关的工程技术、管理、财务等综合起来研究的概念；针对传统设备管理只管了设备后半生的弱点，应用系统工程学观点，提出对设备一生进行系统研究处理的概念；针对传统设备管理不能从根本上保证设备连续运转的弱点，引进现代科学新成果，提出进行可靠性和维修保养性设计的概念，等等。随着这些问题的解决，设备综合工程学在传统设备管理母体内孕育成长，脱胎而生。

二、设备综合工程学的产生和发展过程

“设备综合工程学”这个词最先是由英国人于一九七〇年提出来的。

一九六七年，根据当时任维修保养技术杂志主编的戴尼斯·巴库斯的建议，英国在技术部设立了维修保养技术部，任务是：

- 1、对中小企业进行计划维修保养；
- 2、制订维修保养标准和交流维修保养情况；
- 3、调查维修保养费用和影响停工时间的因素；

维修保养技术部于一九六八年委托PA经营技术工程公司，对英国制造企业的维修保养现状进行调查。根据调查结果，提出一份报告，主要内容是：

- 1、英国制造业的设备维修保养直接费用，每年约11亿英镑；
- 2、维修保养费用每年可减少2~2.5亿英镑；

3、由于不正确的维修保养而影响生产，一年约损失2~3亿英镑。这是可以避免的。根据这份报告，维修保养技术部于一九六九年向英国工商大臣提出五项建议：

- 1、设置经营委员会指导维修保养活动；
- 2、应该尽早注意综合性维修保养技术教育训练；
- 3、为了全面协调和普及维修保养情报，应建立全国性的维修保养中心；
- 4、研究集中化维修保养方式(Grouped Maintenance Resources)利用的可能性；
- 5、立即开展维修保养技术所有领域的研究。

根据上述建议，英国于一九七〇年设立了经营委员会，就是现在的设备综合工程学委员会。

从设备综合工程学的产生和发展过程来看，英国首先用这个新词代替了“设备管理”。就本来意义讲，“设备管理”和“设备综合工程学”是同义语，只要赋予它具体的内容，叫“设备管理”或叫“设备综合工程学”都是一样的。但是由于传统设备管理的局限性，人们已经形成了一种观念，认为设备管理就是设备投入使用以后的管理，就是给机器加油、清扫、修理等，因而不能冲破传统设备管理的约束而建立新的概念。历史上，由于人们对润滑管理的传统观念，总认为润滑就是给机器加油，无论怎样宣传润滑的重要意义，始终不能引起人们的重视。后来提出“摩擦技术”一词代替“润滑管理”才冲破人们的传统观念，取得了成功。这一事实说明，一个新词的出现可以引起人们的注意。所以提出“设备综合工程学”这一新词代替“设备管理”对促进人们更好地理解现代设备管理是有意义的。

三、设备综合工程学的发展现状

一九七〇年，设备综合工程学作为现代设备管理的基本理论公诸于世以后，立即受到世界先进工业国家的重视。短短十年间，设备综合工程学的研究、普及和实践从英国扩展到欧洲、亚洲；从工业先进国家扩展到发展中国家，并继续向世界各个角落传播。

根据戴尼斯·巴库斯的建议，欧洲的英国、法国、意大利、芬兰、荷兰、挪威、瑞典、西德、南斯拉夫、比利时、马尔他、瑞士等十二国于一九七〇年成立了欧洲维修保养团体联盟，联合国工业发展组织作为特别成员也参加了这个组织。这个联盟成立以后，促进了设备综合工程学中各个共同关心的课题的研究，加强了国际间的学术交流活动，推动了设备综合工程学理论的发展。欧洲维修保养团体成员国组成的理事会，每年召开两次会议，交流各国设备综合工程学的研究进展。除此而外，这个联盟还组织大型国际性会议交流研究成果。从一九七四年四月在巴黎召开的国际会议看，各国派代表500余人参加。会上，围绕环境保护、设备维修、组织、体制、人性、能源和人员培训等方面展开了广泛研究，发表论文30篇。通过这些论文，看出欧洲维修保养联盟成员国，非常关心设备综合工程学的研究和应用。十年间，这个组织召开了五次大型国际会议交流情报。频繁的国际交往，说明设备综合工程学理论得到了国际上的公认，具有强大生命力。

在亚洲，日本首先吸收了设备综合工程学的理论和观点并积极研究和传播。经过长期工业发展实践，后来又吸收设备综合工程学理论，结合日本的国情，形成了独具一格的T P M（全员生产维修）体制。T P M是设备综合工程学理论实践的丰硕成果之一。

我国从七十年代末开始从日本引进设备综合工程学概念并开始在机械工业中传播。

根据日本中岛清一的建议，一九八〇年成立了亚洲维修保养团体联盟。这一国际组织的成立，必将促进设备综合工程学在亚洲的发展。

目前，设备综合工程学虽然还处于初期发展阶段，但它正在全世界广泛传播。可以预料，随着工业的发展，设备综合工程学必将为更多的国家所接受，它的理论必将更加丰富完整，在企业的设备管理中发挥巨大作用。

第二节 设备综合工程学的基本内容及其特点

设备综合工程学最初的定义极为简单，即“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。”英国工商部于一九七四年对上述定义重新进行了修定，修定以后的定义是：

“为了使设备的寿命周期费用最经济而把适用于有形资产的有关工程技术、管理、财务以及其它实际业务加以综合的学问，就是设备综合工程学。具体地说，关于工厂、机械、装置、建筑物、构筑物的可靠性和保养性的方案，设计以及制造、安装、试验、维修、改造和更新，尤其是有关设计、实用和费用的情报反馈，都是其研究范围。”根据这个定义，设备综合工程学有如下特点：

- 1、把设备一生的寿命周期费用最经济作为其研究的目的；
- 2、是关于有形资产的工程技术、管理、财务等业务综合管理的科学；
- 3、进行可靠性、维修保养性设计；
- 4、是关于有形资产（设备、机械、装置、建筑物、构筑物），即关于设备的一生（从方案、设计、制造、安装、运转、维修保养、改进、更新等）机能的管理学；
- 5、是关于设计、使用效果、费用等情报反馈的管理学。

现将五个特点分述如下：

一、设备寿命周期费用最经济

设备寿命周期费用最经济是设备综合工程学的基本原理，为了理解这个原理，我们先介绍有关的概念。

设备的一生是指设备从计划、设计、制造、安装、运转、维修到报废的全过程。设备的寿命周期费用就是设备一生的总费用。

图1·2—1中横座标表示时间，即设备的一生。纵标座表示费用。在一般情况下，计划——设计——制造阶段的费用是递增的，到安装阶段，费用开始下降，当设备投入运转以后，维持费用基本保持在一定的水平。运转阶段相对于设计制造阶段长得多。当费用再次上升时，就到了设备需要更新的时期，设备的一生也就完结了。图1·2—1中曲线的总面积就是

设备的寿命周期费用。

在国外，由于产品更新换代较快，设备往往还没有完全失去其功能时，就需要进行改造或更新了。另一方面，当设备需要大修时，也不是单纯恢复设备的原有功能，而是通过大修件之以相应的技术改造，使设备具有更先进的功能。而且设备是否进行大修还要通过技术经济分析以后才能决定。如果大修一台设备所化的费用与购买一台同类新型高效设备

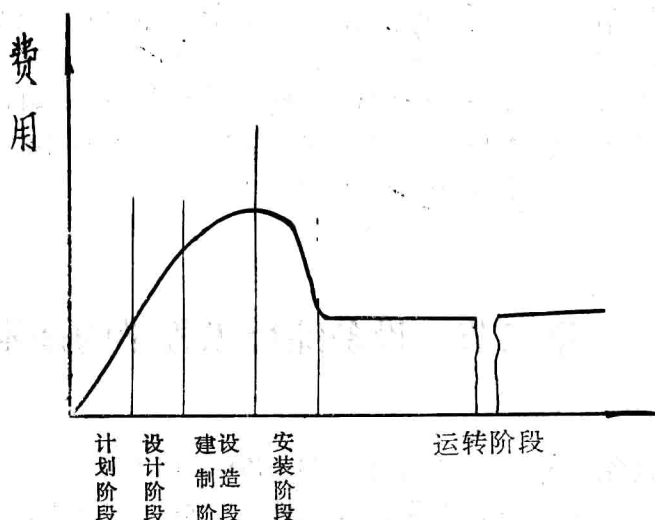


图1.2—1 设备的寿命周期费用

所化的费用相比不经济，则这台设备的大修也就失去了意义。鉴于这些原因，在国外设备管理中，设备大修的概念是不明确的，所以在寿命周期费用里未作出明确规定。

“寿命周期费用最经济”是一个相对比较结果。要评价寿命周期费用是否经济，就必须先确定比较标准。把设备的寿命周期费用和确定的比较标准进行比较，就是寿命周期费用的经济性评价。显然，寿命周期费用最经济并不等于费用最少，而是相对于比较标准的费用为最少。在寿命周期费用的经济性评价中，可选用不同的比较标准，一般按下列方法进行：

1、以设备一生的输出为比较标准，用设备全效率进行评价。

计算公式如下：

$$\text{设备全效率} = \frac{\text{设备一生的输出}}{\text{对设备的输入}} \quad (1.2-1)$$

式中：

对设备的输入就是设备的寿命周期费用；

设备一生的输出就是设备在满足特定条件下输出的产量（P）。具体说就是在同时满足安全、卫生环境（S）、劳动情绪（M）、质量（Q）、成本（C）和交货期（D）的条件下，设备一生输出的产量P。它是一个综合性比较标准。也就是在确定设备输出的产量P时，要综合考虑对S、M、Q、C、D的影响，而代入式（1.2—1）的计算参数还是产量P。

从式（1.2—1）可知，当设备一生的输出为一定时，同期给设备输入的费用越少，设备全效率越高，寿命周期费用越经济；反之，当设备的输入一定时，同期设备的输出越大，设备全效率越高，寿命周期费用越经济。由此不难看出，寿命周期费用的经济性是无止境地螺旋上升的，它只能保持在某一个相对的水平上。对应于设备全效率最高的寿命周期费用叫做最佳寿命周期费用。因此寿命周期费用最经济也就是设备的全效率最高，它们都是设备综合工程学追求的总目标。

$$\text{设备寿命周期费用} = \text{设备原值} + \text{维持费用} \quad (1.2-2)$$

式中：

设备原值就是设备从计划研究开始到投入运转以前所发生的一切费用。

维持费用就是包括操作人员工资在内的运转维持阶段所发生的与设备有关的一切费用。

设备原值（也叫购置费用）和维持费用所包括的详细项目请参阅有关资料。

2、以系统有效度作为比较标准，用费用有效度进行评价。

计算公式如下：

$$\text{费用有效度} = \frac{\text{系统有效度}}{\text{寿命周期费用}} \quad (1.2-3)$$

式中，系统有效度包括期间平均产量、技术成果、可使用性、可靠性、维修保养性、维修保养作业效率等。它和设备一生的输出一样，也是一个综合性评价标准。关于费用有效度，瑞典伍尔曼教授用下图作过说明：

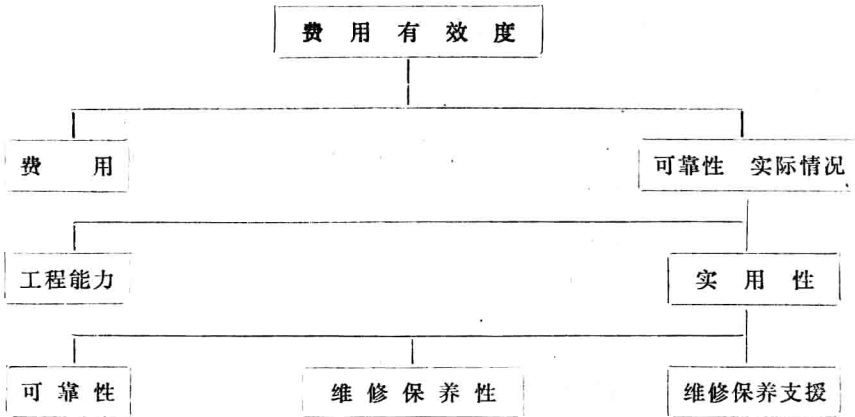


图1.2—2 费用有效度（伍尔曼）

为了用最少的寿命周期费用得到最大的输出，就必须使构成寿命周期费用的各项费用最大限度地减少。寿命周期费用由设备原值和维持费构成，因此必须使这两项费用最大限度地减少。

设备安装以前发生的费用已经花掉了，是不可挽回的费用。因此必须在选购设备时预计设备的寿命周期费用，进行经济性评价，使设备设置费用最经济。这一阶段叫做设备的设置阶段。为了使维持费用最经济，就必须在设备投入运转以后进行提高设备全效率的管理活动，进行经济性评价。这一阶段叫做设备的使用阶段。因此，设备寿命周期费用的经济性评价就可以按设置阶段和使用阶段分别进行评价。现分述如下。

（1）设备设置阶段的经济性评价

设备设置阶段的经济性评价就是购置设备时预测设备的全效率，是企业选购设备的依据。由于选购设备时设备在特定条件下实际输出的产量还不知道，不能直接对设备寿命周期费用进行评价。但是我们可以满足既定的 S、M、Q、C、D 的条件下假定一个固定的产量 P，这样，根据式(1.2—1)，对应于这个固定的产量 P，输入的寿命周期费用越低，设备预计的全效率就越高。一般预计维持费用由供方厂提出或由企业按经验预计。这样，在选购设备时就可以在满足既定的 P、S、M、Q、C、D 的条件下，选择寿命周期费用最低的设备。在选购设备时预计设备一生总费用的方法叫做寿命周期费用评定法。

选购设备时,要比较不同设备一生的总费用,必须把它们等价地换算成能够比较的数值。换算的方法有年价法、终价法和现价法。

年价法:把设备一生的总费用换算成年价(每年同额费用)进行比较;

终价法:把设备一生的总费用换算成使用年限终止时的价值,即换算成终价,然后进行比较。但这种方法对不同寿命的设备无法比较,目前已基本不用;

现价法:把设备的年费用(年价)或一生的总费用(终价)换算成现价(现在的价格)进行比较。

设备费用的折算方法在本书第二章将详细讨论,此不赘述。

(2) 设备使用阶段的经济评价

设备使用阶段的经济性评价就是使用阶段发生的费用与比较标准进行比较。使用阶段在设备的一生中是比较漫长的过程。因此如何提高使用阶段各项费用的经济性,使设备的全效率最高就具有重要意义。使用阶段的经济性评价实际上是设备使用过程中分期的经济性评价。

设备使用阶段的费用由资本支出和经费支出构成。资本支出是对现有设备进行技术改造、更新的合理投资,它列入固定资产。经费支出是对现有设备日常维护保养、检查、修理等作业所花的费用。对资本支出费用的经济性评价可以用设置阶段经济性评价方法进行。因此下面主要介绍经费支出费用的经济性评价。

① 以产品产量作为比较标准,用维修保养效率进行评价

计算公式如下:

$$\text{维修保养效率} = \frac{\text{产品产量}}{\text{维修保养费}} \quad (1.2-4)$$

或用其倒数表示:

$$\text{单位产品的维修保养费} = \frac{\text{维修保养费}}{\text{产品产量}} \quad (1.2-5)$$

式中:

维修保养费就是设备维持费用中经费支出部份;

产品产量就是设备创造出来的输出物,也可以用与产品产量有关的设备运转率、耗电量等参数表示。

应用式(1.2-4)和(1.2-5)分期评价维修保养费的经济性时,应使分子分母都是同期内的相应数值。在设备使用阶段所要追求的总目标是维修保养效率最高。从式(1.2-4)可知,对应于一定的产品产量,维修保养费越低则维修保养效率越高。如果设备发生故障,将失去生产产品的时间和花费排除故障的费用。时间因素也可以转换为费用。因而使设备维修保养费增高。所以,为了降低维修保养费就必须通过管理活动来降低设备故障率,也就是降低设备单位计划开动台时的故障次数。

② 维修保养的综合评价

日本青山大学日比宗平教授提出了综合评价维修保养费的方法。这个方法用维修保养费完成率来评价。按照这个方法,首先需确定维修保养费的综合评价尺度,然后根据这个尺度,由主管部门制订一个比较标准,把实际发生的维修保养费和确定的比较标准进行比较,就得到维修保养费完成率。

维修保养费综合评价尺度，用单位管理基准值对应的维修费与事故损失费之和来表示。管理基准值一般取设备耗电量来表示。因此维修保养费综合评价尺度就是设备单位耗电量对应的维修费和事故损失费。按下式确定：

$$U = \frac{R + L}{P} \quad (1.2-6)$$

式中：

U——维修保养费综合评价尺度；

R——维修费；

P——维修费管理基准值，一般以设备耗电量表示；

L——事故损失，它可分为事故损失和减产损失两项，即

$$L = L_1 + L_2 = L_{11} + L_{12} + L_2 \quad (1.2-7)$$

式中：

L_1 ——由于事故造成的减产损失；

L_2 ——由于事故造成的成本损失。它包括随事故而发生的材料利用率、消耗量、能量、质量、人员开支及其他方面造成的损失；

L_{11} ——防止减产损失。就是为了弥补事故造成的减产而采取的各种措施，如假日出勤作业、生产品种作业顺序的变更、临时作业人员的增加等需要增加的费用；

L_{12} ——实际减产损失。就是由于事故造成的减产、失掉了推销产品所生产的利润损失以及最大利润和利率损失。

为了对维修保养费进行综合评价，应首先由管理部门根据式(1.2—6)给定管理期评价尺度U的标准值（即比较标准）作为管理目标，然后与同期内评价尺度的实际值进行比较，用以综合评价管理期维修保养费的经济性。评价结果用完成率表示。设i期的完成率为 η_i ，则

$$\eta_i = \frac{U_{bi}}{U_{si}} \quad (1.2-8)$$

式中：

U_{bi} ——i期维修保养费评价尺度的标准值；

U_{si} ——i期维修保养费评价尺度的实际值。

根据式1.2—6可求得 U_{bi} 和 U_{si} ：

$$U_{bi} = \frac{(R + L)_{bi}}{P_{bi}} \quad (1.2-9)$$

$$U_{si} = \frac{(R + L)_{s,i}}{P_{s,i}} \quad (1.2-10)$$

由于U值的含义是单位耗电量对应的维修费和事故损失费。因此在用式1.2—8求完成率 η_i 时，为了使式子简化，可以使 $(R + L)$ 的标准值和实际值分别对应于同一单位耗电量P，也就是说，可以令 $P_{bi} = P_{s,i}$ 。因此将式(1.2—9)和式(1.2—10)代入式(1.2—8)可得出完成率 η_i 的计算公式：

$$\eta_i = \frac{(R + L)'_{bi}}{(R + L)'_{s,i}} \quad (1.2-11)$$

上式说明，欲确定报告期维修保养费的完成率 η_i ，首先要确定一个单位管理基准值（例如单位耗电量对应的维修费和事故损失费）作为比较标准，然后与同期发生的上述两项费用

用之和进行比较，其结果就是报告期的完成率。

综合评价维修保养费的目的是追求 U_{bi} 减小。对应于一定的 U_{bi} ，随着 U_{si} 的减小，效率 η_i 就增大。完成率 η_i 之值越大，说明维修保养费的经济性越高。

二 有形固定资产的综合管理学

为了使设备的寿命周期费用最经济，设备综合工程学把与设备有关的工程技术、管理、财务以及其它实际业务综合起来研究，这是设备综合工程学的重要特点。

所谓有形资产是指以实体形式存在并为企业带来利益的物质制品的总称。有形固定资产就是机械、装置、建筑物、构筑物等在企业内长期存在并提供效益而作为固定资产的设备。设备综合工程学所指的设备是有形固定资产的总称。

把与设备有关的各种专门技术和业务综合起来研究有什么必要性呢？

二十世纪四十年代，自然科学和应用科学都得到了高度的发展，纵向分科越来越细，新的学科不断出现，而且向着横向综合的方向发展。出现了很多相互联系、相互制约的系统性关系，打破了按专业、按学科、按部门的分工界限，要求系统地综合地研究才能解决复杂的问题。企业的生产技术，也由单一化到复杂化并向生产自动化方面发展。设备成为集中了各种专门技术的综合体。这样，就要求企业的设备管理适应设备的这种变化，综合地研究与设备有关的各种工程技术。例如，要使设备尽可能无故障地运转，就要在设备的设计、维修中研究可靠性和维修性理论；要使设备消除对环境的污染，就要研究应用当代环境保护科学的成果；要使设备高效地向企业提供能源，就要研究应用当代能源科学新技术，等等。

科学技术的发展，要求企业的生产有较高的劳动生产率，提高产品质量，讲究生产的经济性等等。这样，管理科学就得到重视和发展。设备管理作为企业管理的一个分支也相应地受到重视和发展。要求设备管理保证企业生产获得最大的经济利益。企业的设备管理，从内容上讲，存在着两种形态：一是物质运动形态，与之相应的是技术管理；二是价值运动形态，与之相应的是经济管理。两种形态相互联系、相互制约，构成一个有机的整体。企业设备管理必须综合研究这两种运动形态，达到技术上合理，经济上合算才能保证企业生产获得最大的经济利益。

工程技术、财务等归根结底是受人支配的，所以管理问题实际上就是如何充分发挥人的作用问题。因此必须把组织、人员、管理系统、行动科学等各学科综合起来研究处理。要使操作使用设备和维修管理设备的人适应设备管理的需要，就必须使他们具备相应的知识和技能，否则掌握现代化的技术装备只能是一句空话。因此在现代企业管理中都高度重视对职工的培训。例如荷兰的胡哥苯钢铁厂的初级维修保养人员要经过五年机械学校和两年工厂设备学校的培养训练。

这里所说的综合，是一种研究处理问题的观点和方法。也就是说在研究企业设备管理的各种复杂问题时，要综合考虑与设备有关的各方面，进行综合平衡，寻求达到技术上合理、经济上合算的方法。

三 可靠性和维修保养性设计

进行可靠性和维修保养性设计是设备综合工程学又一个重要特点。实践经验告诉我们,如果一台设备投产以后能可靠地、没有故障地运转,当磨损或者发生故障后也很容易被发现和修复,这样的设备就能充分发挥其效能。因此设备综合工程学吸收了现代科学发展提出的可靠性和维修保养性思想和技术,研究设备的可靠性和维修保养性问题,从根本上解决保证设备可靠地连续工作的问题。

可靠性就是无故障;维修保养性就是容易维修保养。或者具体说,所谓可靠性就是设备在规定的时间内,规定的使用条件下,无故障地发挥规定机能的可能性。维修性就是易于接近设备的故障部位,容易维修保养。

可靠性和维修保养性设计所追求的理想目标是“无维修保养设计”。也就是说,设备(或系统)在进行生产时不需进行维修保养,没有消耗在维修保养上的时间和费用。“无维修保养设计”是可靠性和维修保养性设计的理想模型。在实际工作中,只能无限地接近这个理想模型。当一台设备(或系统)的可靠性和维修保养性设计无限地接近“无维修保养设计”的理想模型时,设备的寿命周期费用也无限地接近它的最小极限。因此“无维修保养设计”提出了可靠性和维修保养性设计的最高目标,对实现设备寿命周期费用最经济、对现状的认识和今后的发展都有十分重要的意义。日本的家用电器,例如电冰箱、洗衣机等,每天使用以后,完全不需要进行检查、加油、维修等工作而能保证正常运转,就是实现无维修设计的典型例子。

1、可靠性和维修保养性设计的目标是设备寿命周期费用最经济

可靠性、维修保养性设计是实现设备寿命周期费用最经济的基本保证。因此在进行可靠性、维修保养性设计时,必须以经济性为前提,从技术经济上寻求最佳的方案,使所要设计的设备或系统技术上合理、经济上合算、完成时间短、能够协调运转等等,不能认为花多少钱都行。

设备寿命周期费用的经济性是用设备全效率来评价的,因此应当考虑提高可靠性、维修保养性与设备全效率之间的平衡问题。也就是说,用来提高可靠性、维修保养性的费用与相应的设备输出的改善进行综合比较的结果,应使设备的效率比提高可靠性、维修保养性以前更高。

2、可靠性维修保养性设计的评价

从可靠性、维修保养性的含义可知,设备的可靠性、维修保养性越高,设备就越能接近无故障地连续运转,设备就越能得到有效的利用。因此,我们可以用设备利用率来评价设备的可靠性和维修保养性。

设备利用率在日本工业标准中的定义是:“可能修理的系统、机械、零件等,在某一特定瞬间维持本身机能的几率。”设备利用率与我国企业中以制度台时为基准的设备实际开动率是两个完全不同的概念。利用率是设备本身机能的几率,它表示设备可以无故障地运转的可能性,实际上设备是否保持这种可能性而无故障地运转却不一定。以制度台时为基准的设备实际开动率是与生产中停机因素有关的一个参数,它和设备本身的机能无关。例如,由于生产管理不善或计划不周造成的待料、待具、无任务、非生产性会议以及操作失误、维修不当等因素