

化工企业管理干部培训教材

化工设备维修管理工程

王治方 蔡建新 主编

化 学 工 业 出 版 社

化工 教材

化工设备维修管理工程

王治方 蔡建新 主编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书比较全面地介绍了化工设备维修管理工程问题。书中除扼要地介绍设备管理工程问题外,还对化工设备维修管理工程中的设备计划检修、维护保养、备件管理、维修组织、设备技术经济评价和维修信息系统等都作了比较详细的论述。本书是一本既有一定理论水平,又努力结合实际需要的化工企业维修管理工程的教科书。因此,本书可作为化工企业领导干部和化工企业设备管理工程技术人员培训教材,也可供化工院校化机专业师生学习参考。

化工企业管理干部培训教材

化工设备维修管理工程

王治方 蔡建新 主编

责任编辑:王永美

封面设计:任 辉

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)
化学工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销

开本850×1168 1/32 印张 17 插页 2 字数 436 千字

1988年12月第1版 1988年12月北京第1次印刷

印 数 1-14,100

ISBN 7-5025-0389-7/TQ·281

定 价6.20元

序

在经济体制改革的新形势下,进一步贯彻执行对内搞活经济、对外实行开放的方针,化工企业都面临着新的问题和新的考验。

要把企业办好,就要按建设具有中国特色的社会主义的总要求,用经济办法管理企业,遵循价值规律和利用经济杠杆的作用,使企业有活力,有竞争能力,能在不断变化的生产经营条件下存在和发展。这里,起决定的因素是各级管理干部。编写《化工企业管理干部培训教材》的目的,就是想使我们的管理干部,特别是领导干部,通过学习,懂得社会主义商品生产规律,掌握企业现代化科学管理的必要知识,在实践中摸索经验,把化工企业管好。

这套《教材》是为培训化工经济管理干部编写的,可作为干部培训教材和高等学校化工干部专修科教材,也可供具有高中以上文化程度的管理干部自学。《教材》由基础管理知识和专业管理知识两部分组成,共有二十多个分册,分别由北京化工学院、北京化工管理干部学院、部各有关司局和一些化工企业的学者、专家和管理行家担任主编和编纂工作。

《教材》各分册从现在起将陆续出版。由于企业的现代化科学管理对我们比较陌生,编写工作又缺乏经验,书中一定会有许多不妥之处,希望广大读者提出宝贵意见,使《教材》不断完善。

《化工企业管理干部培训教材》编委会

1986年1月

编者说明

随着科学技术的发展，化工生产机器和设备日趋精密、复杂，化工装置规模也日趋大型化和自动化，因此，购置费用昂贵。与此同时，设备维修费用不断增加，停产损失不容忽视。设备能否有效地利用，将对产品成本起着直接的影响。因此，从提高企业利润率这一角度来看，设备维修工作已成为一个关键的因素。另一方面，维修工程的内容也大为改观，不仅维修的复杂性增加了，而且所涉及的技术领域也扩大了许多，因而，化工设备的科学管理已成为当务之急。在正常的状况下，化工设备维修管理必须同生产环节一视同仁，需要认真地对待。然而，多年来，在许多同志的心目中，化工设备的维修管理是一件无足轻重的工作，一些工程技术人员认为化工设备维修，就是修修补补，没有理论，只需技术工人去执行就成了。此外，在我国化工院校中，至今很少在这一领域中投入力量，从事必要的教学或研究工作，更难找到既适应实际需要，同时又具有一定理论水平的探讨维修管理工程的书籍。编写本书的目的之一就在于填补这一方面的空白。本书在取材上，我们希望不但能对直接和间接地从事化工设备维修管理专业人员有所帮助，同时，也尽可能满足化工院校有关专业学习化工设备维修管理时的需要。

本书在化工经济管理干部培训教材编委会的领导下，由国家机关、企业和高等院校中从事设备维修管理和教学的同志共同编写，由王治方、蔡建新同志任主编。具体分工是：第一章王治方、蔡建新，第二章王政、夏祥华，第三章张伯良、蔡建新，第四章和第五章徐永文、张伯良，第六章许鸣呵、王治方，第七章李锡堂、张伯良，第八章徐永文，第九章蔡建新、许鸣呵，第十章王政。

在编写过程中还得到化工部生产综合司、北京市化工局、上海市化工局、北京化工学院工业管理工程系及有关企业的一些同志的大力支持并提供资料等，在此一并表示感谢。

由于业务水平有限和编写时间仓促，书中难免会有不少错误和不妥之处，恳请读者和同行专家给予批评指正，以便不断修改完善。

编者

《化工企业管理干部培训教材》编委会

主任委员：陶 涛

副主任委员：王明慧 张勤汉 刘景岐

委 员：陶 涛 王明慧 张勤汉 刘景岐
洪国栋 杨馨洁 成思危 付 茂
任福生 任景文 蔡建新

目 录

第一章 总论

- 第一节 设备维修管理工程的含义和研究范围..... (1)
- 第二节 化工生产设备与维修管理工程..... (13)
- 第三节 设备维修管理工程的发展趋势..... (20)

第二章 化工设备的故障及其分析方法

- 第一节 化工设备的故障分类及其研究..... (35)
- 第二节 故障统计分析..... (42)
- 第三节 故障模式、影响和危害性分析法..... (74)
- 第四节 故障树分析法..... (77)

第三章 化工设备(装置)系统可靠性分析

- 第一节 可靠性基本概念..... (93)
- 第二节 化工设备(装置)可靠性的基本分析方法..... (99)
- 第三节 简单系统的可靠度..... (101)
- 第四节 复杂系统的可靠度..... (106)
- 第五节 有储备系统的可靠度..... (111)
- 第六节 指数分布时的系统可靠度及其平均寿命..... (113)
- 第七节 威布尔分布时的系统可靠度及其平均寿命..... (121)
- 第八节 化工设备维修性与可利用率分析..... (127)
- 第九节 化工设备(装置)系统可靠性实例分析..... (151)

第四章 化工设备维修计划与施工作业计划

- 第一节 化工设备维修方式及其选择..... (168)
- 第二节 状态监测维修与监测技术..... (174)
- 第三节 设备大修工作计划与编制程序..... (179)
- 第四节 制定施工作业计划..... (182)
- 第五节 绘制网络图的方法与步骤..... (185)
- 第六节 网络图时间参数的计算..... (194)
- 第七节 作业时间不确定情况下网络计划技术应用中的有关问题

.....	(217)
第八节 网络计划的优化.....	(225)
第九节 用网络计划技术编制全厂停产大修作业计划应用举例	(244)
第十节 组合网络法介绍.....	(260)
第五章 化工设备维修工程的施工管理	
第一节 化工设备维修工程的施工特点.....	(272)
第二节 化工设备维修工程施工的基础工作.....	(278)
第三节 施工计划执行前的准备工作.....	(281)
第四节 施工作业计划的执行与日程进度控制.....	(288)
第五节 维修工程施工的验收.....	(296)
第六节 一个化工装置停车维修工程施工管理的实例研究.....	(297)
第六章 化工设备的维护保养管理	
第一节 设备维护保养管理的基本原理和方法.....	(309)
第二节 设备使用过程中性能的检查.....	(317)
第三节 设备的润滑管理.....	(329)
第四节 密封管理和创建无泄漏工厂.....	(347)
第五节 设备运行数据的收集、整理.....	(359)
第七章 化工设备维修工程的后勤支援与备件管理	
第一节 后勤支援在维修管理工程中的作用.....	(370)
第二节 库存理论与备件管理.....	(376)
第三节 化工设备备件库的目标与安全储备.....	(391)
第八章 化工设备维修工程管理组织	
第一节 设置维修管理组织的原则与维修管理组织的基本形态	(400)
第二节 按维修资源分布划分的几种维修活动组织形式.....	(404)
第三节 设备管理人员的素质及职责.....	(413)
第九章 化工设备维修工程中的技术经济问题	
第一节 化工设备费用与产品成本.....	(420)
第二节 化工设备运转率与产品成本.....	(432)
第三节 化工设备维修与费用分析.....	(438)
第四节 化工设备的更新经济分析.....	(454)

第十章 化工设备维修管理信息系统

第一节 电脑化维修管理信息系统的分析与设计..... (487)

第二节 国外几种电脑化维修管理信息系统简介..... (511)

第一章 总 论

设备维修作为工业生产管理的重要组成部分，近10多年来，对其管理理论和实践的研究都有很大进展，已从生产管理中分离出来，开始发展成为一门独立的学科。

第一节 设备维修管理工程的含义和研究范围

一、引言

设备是生产三要素之一。它在生产系统中的任务是将输入物进行加工处理和转换，创造出产品或服务的价值，如图1-1所示。如何充分地、有效地利用人力、机器设备和原材料等生产要素。通过对动作、时间、对象的研究，对生产系统进行合理设计和改善活动，消除工作中的不合理因素和浪费，使劳动和生产保持良好的工作状态，提高工作质量和效率，以便达到充分发挥企业经济效益，这是生产管理研究的范畴。

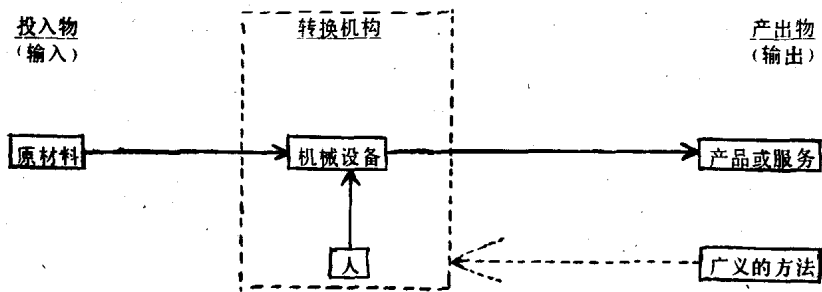


图1-1 生产系统构成图

同以往相比，今天的生产设备的规模不断扩大，由此带来的停产损失愈来愈严重，维修业务更为专门和复杂，维修费用增长十分迅速。据报道，英国在1971年花在维修上的费用约为30亿英

磅。然而，影响设备运行的因素和增加的维修工作量，不仅是使用阶段的问题，它还受其寿命周期内几个阶段，首先是设计，最后为更新等多因素的影响。如图 1 2 所示。因此，针对设备寿命的各个阶段，认真地处理影响维修效果的各种因素，研究在寿命周期内如何降低维修费用的理论称为设备综合管理工程学。

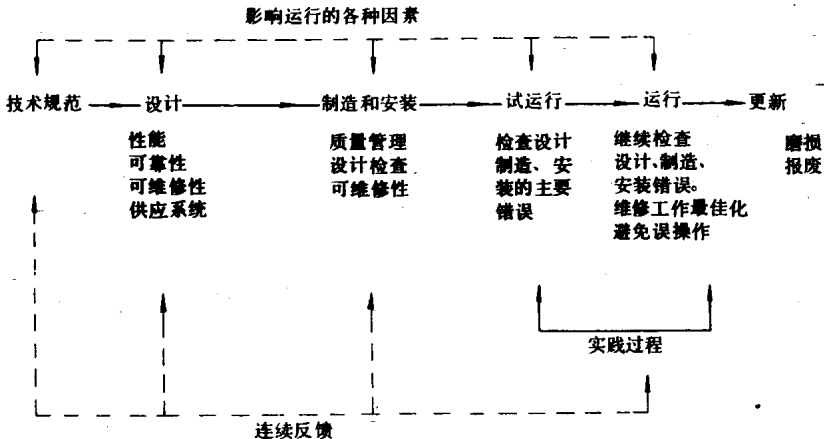


图 1 2 设备寿命周期各阶段对维修的影响因素

设备维修既是生产系统一个组成部分，又是可维修设备不可缺少的环节。所以在研究设备维修管理工程前，了解生产管理和设备综合管理工程的来源及其发展是必要的。

二、设备维修管理工程与生产管理

在生产活动中，通常把人 (Man)，设备 (Machine)，原材料 (Material) 看作是生产的三要素，因为三个要素的英文字头都是 M，故称为 3 M。除了 3 M 外，有人将资金 (Money) 和方法 (Method) 加进去，构成了生产五要素即又称 5 M。实际上，资金和方法都是可以通过人、设备和原材料及其组合来实现的。本书认为，称生产三要素是适当的。

生产的要素，换句话说，就是进行生产的输入物。与此相适应的输出物又是些什么呢？就是多年延续下来的 PQCDMSM 六个

方面。即:

P (Products)产量

Q (quality)质量

C (cost)成本

D (delivery)交货期限

S (safety)安全、环保

M (morale)劳动情绪

三个输入物和六个输出物之间的关系如图 1-3 所示。输出物各项的管理是横向右边列出的生产管理、质量管理、成本管理、交货期限的管理（也可以称为生产时间的管理）、安全环保管理、

输入物 输出物	资 金			管理方法
	人	设备	原材料、	
(P) 产量	→	→	→	生产管理
(Q) 质量	→	→	→	质量管理
(C) 成本	→	→	→	成本管理
(D) 交货期限	→	→	→	交货期限管理
(S) 安全, 环保	→	→	→	安全环保管理
(M) 劳动情绪	→	→	→	劳动管理
管理方法	人事 管理	设备管理	物资供应 管理	输出物/输入物 =生产率

图 1-3 设备及管理在生产活动中的地位

劳动管理。输入物 3M 的管理是纵向的人事管理、设备管理、物资管理。

从图 1-3 可以看出,设备管理与输出物 PQCD SM 六个方面都有密切关系。随着设备自动化和设备使用范围的扩大,可以毫不夸张地说,输出物的六个方面将愈来愈取决于所采用设备性能的可靠程度。

工厂一经建成,设备就正式投入生产。从概念上讲,设备投资是从它交付试车生产时开始,直至报废收回为止。实际上,设备投入运行后,还要追加投资(维修费),以保证设备正常运行和性能稳定。这种追加投资活动就是设备维修工程。

维修工程亦可以认为是设备(装置)在一定的时间内,以一定的运转率连续运转条件下,对它进行的维修保养和部件、零件的更换、修理(或修整)、改造等工作的总和。设备投入运行后的管理,实际上就是维修管理工程。它的管理效果则是通过设备运转率(设备输出)和维修费用的影响反映在企业的利润上。

维修管理工程的任务虽然是很明确的,但是,实施起来确有很大困难。这是因为,一方面不同的设备有不同的维修内容,另一方面维修任务又与生产计划有密切关系如图 1-4。只有生产计划与维修管理密切配合,才能顺利完成任务。然而,当前确有不少的企业并没有把生产与维修管理从系统工程的角度组织起来,使他们密切配合,合理安排近期与长远的设备运转率。从生产管理讲,经常是只强调国家计划 and 市场需求,并在短期内过度地使用设备,使之达到很高的运转率。但从长远来看,这可能是一种代价昂贵的方针,因为忽视了维修会导致设备技术状况失去控制。把设备维修管理工程从生产管理中独立出来进行研究的主要目的,就是要根据设备本身的特点及其在生产活动中的作用和地位,充分利用生产管理技术和现代科学技术成果,研究和处理好生产和维修的关系,制定出一套维修部门和生产部门都能接受的设备近期的、长期的生产与维修系统工程计划和实施方案,更

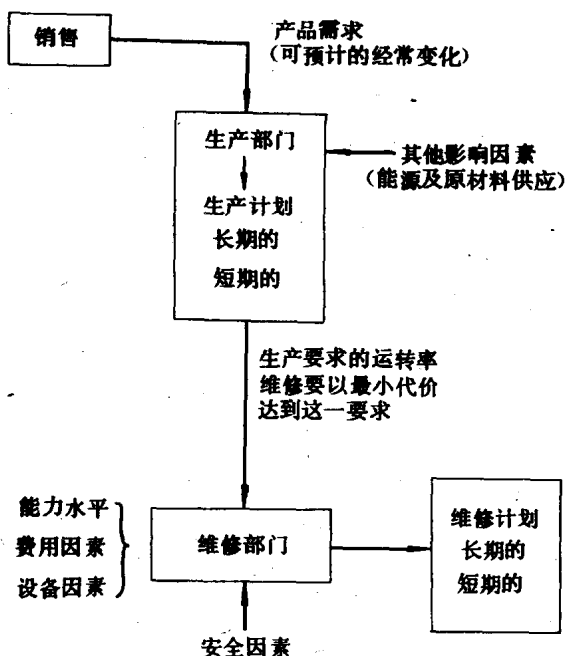


图 1-4 维修任务与生产计划的关系

好地为企业近期和长远的经济利益服务。

三、设备维修管理工程与设备综合管理工程学

(一) 设备综合管理工程学的意义和来源

设备综合管理工程学是1970年英国新创用的名词。它取自希腊语 (tero) 和 (technoly) 的合成词。希腊语 “Tero” 具有多种含义，把 “Tero” 和 “Technoly” 连接起来就是 “以设备一生为研究对象的维修管理工程学”。

上述设备综合管理工程学的定义是由英国工业部制定的，1974年8月又采取了以下新定义：“综合管理工程学运用于有形资产，采取各种综合管理活动，如管理、财务、工程和其它各类实际活动，努力使寿命周期费用降至最低。”

此外，对这个定义还作了以下的注释：

“(注)：设备综合管理工程学的实际活动包括下述三类：

(1) 成套设备、机械、装置、建筑物等资产的可靠性、可维修性的要求和设计；(2) 上述各项的安装、试运转、维修、改造、更新；(3) 与设计、性能、费用有关的情报反馈。”

由于找不到“Tero technology”的适当译语，在使用它的时候，可译做“设备综合工程学”或“设备综合管理工程学”。本书认为，后面这种译语更适合我国的习惯用语。

英国维修协会(BCMA: British Council of Maintenance Associations)在会长丹尼斯·巴库斯的推动下，1967年在英国技术部(Ministry of Technology)设立了维修工程分部。这个分部对英国产品制造业的实态进行了调查，发现设备维修的直接费用，一年合计为11亿英镑，其中2~2.5亿英镑是可以减少的，而且由于不恰当的维修，年损失也很大，其中可以防止的损失费用达2~3亿英镑。通过调查维修分部向大臣提出了建议，把维修分部改为维修技术管理委员会。在此基础上，1970年5月又在英国商务部(现在的产业部)领导下成立了“设备综合管理工程学委员会”，后来改为“设备综合管理工程学中心”。积极开展各种活动，如编制设备综合管理工程学的定义和体系，建议各大学开办讲座和研究班，以及其它的普及活动。

现在，英国曼彻斯特大学、阿斯顿大学、拉弗巴拉工科大学、斯洛工科大学都开办了设备综合管理工程学讲座。从讲座内容看，各有特色，但从内容中涉及的范围看，基本都是相同的。曼彻斯特大学设备综合管理工程学学士及硕士设置的基本课程分三部分：

第一部分课程的内容，主要涉及设备综合管理工程学方面。其中包括系统工程学、财务及管理会计、可靠性工程学、可靠性和维修性设计、维修管理、安装、试运转和更新理论等。

第二部分课程内容，主要讲解与下列因素有关的课程。如故障维修的停机和故障原因，设备及其组成零件的材料选择、加工

制造等。在个别课程中，还将介绍各种专门技术。如破损、腐蚀、磨损、污垢的防止和控制技术，各种非金属材料选择方法、制造技术等。

第三部分课程的内容，主要介绍预知维修，即状态监测的有关内容。主要包括各种非破坏性检查技术，基础音响和振动机理，噪声控制，振动分析和管理，腐蚀度的监测，光谱分析技术，其它各种物理监测方法。

从设备综合管理工程学的定义出发，它具有以下特点：

(1) 设备综合管理工程学是以设备寿命周期费用（简称LCC）最低为目的。

(2) 设备综合管理工程学适用于有形资产，是综合了管理、财务、工程技术和其它各类实际活动的一门工程学科。

(3) 应当进行设备的可靠性和维修性设计。

(4) 设备综合管理工程学与有形资产（成套设备、机械、装置、建筑物、构筑物）有关。与设备一生（研究、设计、制造、安装、试运转、维修、改造、更新）的机能有关。它包括以下各类技术：如安装、试运转技术，设备诊断技术，修理技术等。

(5) 设备综合管理工程学与设计、性能和费用等信息的反馈有关。

(6) 设备综合管理工程学并不包含任何新领域的学问，只不过是把现有的学问以有形资产为中心加以系统化而已。

(二) 设备综合管理工程学与设备维修管理工程

由于设备越来越大和精巧，自动化程度高的连续生产装置逐步取代了过去许多较小的机组。结果是寿命周期的收益对运转率，亦即是对维修的依赖也越来越大。许多例子表明维修费用和停机率对全寿命收益的影响日益增长。由此产生的问题是怎样控制这些因素，它是否能够通过“设备综合管理工程学”而逐步实现其控制呢？

对“设备综合管理工程学”研究表明，设备的收益是与它在