



过程装备与控制工程丛书

过程装备维修管理工程

魏新利 尹华杰 编



化学工业出版社
教材出版中心

过程装备与控制工程丛书

过程装备维修管理工程

魏新利 尹华杰 编



化学工业出版社
教材出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

过程装备维修管理工程/魏新利,尹华杰编. —北京:化学工业出版社,2004.10

(过程装备与控制工程丛书)

ISBN 7-5025-6162-5

I. 过… II. ①魏…②尹… III. 化工过程-化工设备-维修 IV. TQ051

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 100958 号

过程装备与控制工程丛书

过程装备维修管理工程

魏新利 尹华杰 编

责任编辑:程树珍

文字编辑:徐卿华

责任校对:凌亚男

封面设计:蒋艳君

*

化学工业出版社
出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11¼ 字数 269 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6162-5/TH·243

定 价:20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

序

按照国际标准化组织 (ISO) 的认定, 社会经济过程中的全部产品通常分为四类, 即硬件产品 (hardware)、软件产品 (software) 和流程性材料产品 (processed material) 以及服务产品 (service)。在 21 世纪初, 我国和世界上各主要发达国家都已经把“先进制造技术”列为自己国家优先发展的战略性高技术之一。通常, 先进制造技术主要是指硬件产品的先进制造技术和流程性材料产品的先进制造技术。所谓“流程性材料”则是指以流体 (气、液、粉粒体等) 形态为主的材料。

过程工业是加工制造流程性材料产品的现代国民经济的支柱产业之一。成套过程装置则是组成过程工业的工作母机群, 它通常是由一系列的过程机器和过程设备, 按一定的流程方式用管道、阀门等连接起来的一个独立的密闭连续系统, 再配以必要的控制仪表和设备, 即能平稳连续地把以流体为主的各种流程性材料, 让其在装置内部经历必要的物理化学过程, 制造出人们需要的新的流程性材料产品。单元过程设备 (如塔、换热器、反应器与贮罐等) 与单元过程机器 (如压缩机、泵与分离机等) 二者的统称为过程装备。为此, 有关涉及流程性材料产品先进制造技术的主要研究发展领域应该包括以下几个方面: ① 过程原理与技术的创新; ② 成套装置流程技术的创新; ③ 过程设备与过程机器——过程装备技术的创新; ④ 过程控制技术的创新。持续推进这些技术的创新, 就有可能把过程工业需要实现的最佳技术经济指标, 即高效、节能、清洁和安全不断推向新的技术水平, 以确保该产业在国际上的竞争实力。

过程装备技术的创新, 其关键首先应着重于装备内件技术的创新, 而其内件技术的创新又与过程原理和技术的创新以及成套装置工艺流程技术的创新密不可分, 它们互为依托, 相辅相成。这一切也是流程性产品先进制造技术与一般硬件产品的先进制造技术的重大区别所在。另外, 这两类不同的先进制造技术的理论基础也有着重大的区别, 前者的理论基础主要是化学、固体力学、流体力学、热力学、机械学、化学工程与工艺学、电工电子学和信息技术科学等, 而后者则主要侧重于固体力学、材料与加工学、机械机构学、电工电子学和信息技术科学等。

“过程装备与控制工程”本科专业在新世纪的根本任务是为国民经济培养大批优秀的能够掌握流程性材料产品先进制造技术的高级专业人才。

四年多来, 教学指导委员会以邓小平同志提出的“教育要面向现代化, 面向世界, 面向未来”的思想为指针, 在广泛调研的基础上, 分析了国内外化工类与机械类高等教育的现状、存在问题和未来的发展, 向教育部提出了把原“化工设备与机械”本科专业改造建设为“过程装备与控制工程”本科专业的总体设想和专业发展规划建议书, 于 1998 年 3 月获得教育部的正式批准, 建立了“过程装备与控制工程”本科专业。以此为契机, 教学指导委员会制订了“高等教育面向 21 世纪‘过程装备与控制工程’本科专业建设与人才培养的总体思路”, 要求各院校从转变传统教育思想出发, 拓宽专业范围, 以培养学生素质、知识与能力为目标, 以发展先进制造技术作为本专业改革发展的出发点, 重组课程体系, 在加强通用基础理论与实践环节教学的同时, 强化专业技术基础理论的教学, 削减专业课程的分量,

淡化专业技术教学，从而较大幅度在减少总的授课时数，以加强学生自学、自由探讨和发展的空间，并有利于逐步树立本科学生勇于思考与创新的精神。

高质量的教材是培养高素质人才的重要基础，因此组织编写面向 21 世纪的迫切需要的核心课程教材，是专业建设的重要内容。同时，为了进一步拓宽高年级本科学生和研究生专业知识面，进一步加强理论与实际的联系，进而增强解决工程实际问题能力，我们又组织编写了这套“过程装备与控制工程”的专业丛书，以帮助学生能有机会更深入地了解专业技术领域的理论研究与技术发展的现状和趋势，力求使高校的课堂教学与社会工程实践能够更好地衔接起来。

这套丛书，既可作为选修课教材，也可作为毕业设计环节的教学参考书，还可供广大工程技术人员作为工程设计理论分析与实践的有力助手。

“过程装备与控制工程”本科专业的建设将是一项长期的任务，以上所列工作只是一个开端。尽管我们在这套丛书中，力求在内容和体系上能够体现创新，注重拓宽基础，强调能力培养。但是，由于我们目前对于教学改革的研究深度和认识水平都有限，在这套丛中必然会有许多不妥之处。为此，恳请广大读者予以批评和指正。

全国高等学校化工类及相关专业教学指导委员会

副主任委员兼化工装备教学指导组组长

大连理工大学 博士生导师

丁信伟 教授

2001 年 10 月于大连

前 言

过程装备是过程工业生产的物质基础，确保过程生产装置的安全、经济、稳定运行是企业的一个重要方面。20世纪70年代以后，各国企业界为了追求高的生产效率，营造“绿色”工作环境，更是把实现故障为零、事故为零和缺陷为零作为一个重要的企业管理目标。一套过程工业生产装置是由过程设备、管道、阀门、仪表等按工艺流程有机组合起来的一个整体。局部的故障可能导致整个生产装置的失效。因此，搞好过程设备的维修管理工作，对确保生产装置的正常运行，提高企业经济效益，具有重要意义。

本书结合目前国内国际设备工程与管理发展的最新技术，比较全面、系统地论述了过程设备维修管理工程的有关问题。着重介绍了过程设备维修管理工程概况，过程设备的可靠性、维修性、经济性、寿命周期费用概念，过程设备的故障分析方法，过程设备系统的可靠性分析理论与方法，过程设备维修作业计划编制与优化，过程设备维修中的技术经济问题及过程设备维修管理信息系统等内容，以满足工科相关专业学生学习设备维修管理工程知识的需要，同时也可供直接或间接从事过程设备管理工程的专业技术人员使用。

本书第1章、第2章、第6章、第7章由魏新利编写，第3章、第4章、第5章由尹华杰编写，全书由魏新利统稿。在本书编写过程中，得到了王定标、吴金星、刘宏、郭茶秀、孟详睿、祝峰、张海红、李洁等的热情帮助，在此表示感谢。

限于作者水平，虽经努力，书中不妥甚至错误之处在所难免，敬请读者指正。

编 者

2004年6月

内 容 提 要

本书结合目前国内外设备工程与管理发展的最新技术,比较全面、系统地论述了过程设备维修管理工程的有关问题。着重介绍了过程设备寿命周期的基础理论,过程设备的故障分析方法,过程设备系统的可靠性分析理论与方法,过程设备维修作业计划编制与优化,过程设备维修管理工程中的技术经济分析及过程设备维修管理信息系统等内容。

本书可作为高等院校机械类各专业的本科生、研究生的教材,也适用于从事过程装备管理工程的专业技术人员参考。

目 录

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 总论 | 1 |
| 1.1 设备维修管理工程的含义及研究目标 | 1 |
| 1.1.1 设备维修管理与生产管理 | 1 |
| 1.1.2 过程设备与维修管理工程 | 2 |
| 1.1.3 设备维修管理工程的含义和研究目标 | 3 |
| 1.1.4 设备维修管理工程的主要内容 | 5 |
| 1.2 国外典型设备维修管理工程发展概况 | 6 |
| 1.2.1 前苏联的计划预修制 | 6 |
| 1.2.2 美国的维修体制 | 7 |
| 1.2.3 英国的设备综合工程学 | 10 |
| 1.2.4 日本的全员生产维修 | 13 |
| 1.3 中国设备维修管理概况 | 14 |
| 1.3.1 概况 | 14 |
| 1.3.2 发展现状 | 15 |
| 2 设备的可靠性、维修性与经济性 | 16 |
| 2.1 可靠性 | 16 |
| 2.1.1 定义 | 16 |
| 2.1.2 特征量 | 16 |
| 2.1.3 常用的故障分布函数 | 18 |
| 2.2 维修性 | 22 |
| 2.2.1 定义 | 22 |
| 2.2.2 特征量 | 22 |
| 2.2.3 维修度函数 | 23 |
| 2.2.4 有效度 | 24 |
| 2.3 经济性 | 25 |
| 2.3.1 寿命周期费用曲线 | 26 |
| 2.3.2 寿命周期费用的估算 | 26 |
| 2.3.3 设备综合效率 | 29 |
| 2.3.4 费用效率 | 31 |
| 2.3.5 设备寿命周期的收益分析 | 32 |
| 3 过程设备的故障分析方法 | 35 |
| 3.1 故障研究 | 35 |
| 3.1.1 定义及相关概念 | 35 |
| 3.1.2 故障分类 | 35 |
| 3.1.3 故障研究 | 36 |

| | | |
|----------|------------------------|-----------|
| 3.2 | 故障统计分析 | 37 |
| 3.2.1 | 统计分析的基本概念 | 37 |
| 3.2.2 | 故障的统计分类及设备在整个使用期内的故障特征 | 39 |
| 3.2.3 | 在维修管理中的应用 | 42 |
| 3.3 | 故障模式、影响和危害度分析 | 43 |
| 3.3.1 | 故障模式 | 43 |
| 3.3.2 | FMEA 和 FMECA 实施步骤 | 43 |
| 3.3.3 | 危害度分析 | 44 |
| 3.3.4 | FMEA 和 FMECA 表格 | 45 |
| 3.3.5 | FMECA 和 FTA 综合问题的提出 | 46 |
| 3.4 | 故障模式影响的模糊综合评判 | 46 |
| 3.4.1 | 模糊综合评判模型 | 46 |
| 3.4.2 | 排序 | 47 |
| 3.4.3 | 举例 | 48 |
| 3.5 | 故障树分析法 | 50 |
| 3.5.1 | 特点 | 50 |
| 3.5.2 | 故障树的构造 | 51 |
| 3.5.3 | 故障树与可靠性框图 | 53 |
| 3.5.4 | 故障树的定性分析 | 54 |
| 3.5.5 | 故障树的定量分析 | 57 |
| 3.5.6 | 结构重要度 | 57 |
| 3.6 | 模糊故障树分析方法简介 | 58 |
| 3.6.1 | 模糊数 | 58 |
| 3.6.2 | 故障树的模糊分析 | 60 |
| 4 | 过程装置可靠性分析 | 61 |
| 4.1 | 可靠性系统工程概念 | 61 |
| 4.1.1 | 基本概念 | 61 |
| 4.1.2 | RMS 效能模型 | 63 |
| 4.2 | 过程装置的可靠性分析 | 65 |
| 4.2.1 | 分析方法 | 65 |
| 4.2.2 | 简单系统的可靠度 | 66 |
| 4.2.3 | 复杂系统的可靠度 | 67 |
| 4.2.4 | 有储备系统的可靠度 | 68 |
| 4.3 | 系统可靠度及其平均寿命 | 69 |
| 4.3.1 | 指数分布时系统的可靠度及平均寿命 | 69 |
| 4.3.2 | 威布尔分布时的系统可靠度及其平均寿命 | 71 |
| 4.4 | 具有可维修性过程装置的可利用率分析 | 73 |
| 4.4.1 | 过程设备的可利用率与状态转移 | 73 |
| 4.4.2 | 单部件系统的瞬时可利用率与稳态可利用率 | 75 |
| 4.4.3 | 串联系统的可利用率 | 76 |

| | | |
|----------|-----------------------|-----------|
| 4.4.4 | 工作储备并联系统的可利用率 | 78 |
| 4.4.5 | “n中取K”并联表决系统的可利用率 | 80 |
| 4.4.6 | 非工作储备并联顶替系统的可利用率 | 80 |
| 4.4.7 | 组合系统及复杂系统的可利用率 | 81 |
| 4.5 | 过程装置可靠性分析举例 | 81 |
| 4.5.1 | 分析对象 | 81 |
| 4.5.2 | 脱碳装置工艺流程 | 81 |
| 4.5.3 | 方块图 | 82 |
| 4.5.4 | 故障逻辑框图 | 82 |
| 4.5.5 | 统计构成系统的基本元件的故障数据并进行分析 | 83 |
| 4.5.6 | 计算子系统及全系统的可靠度 | 85 |
| 4.5.7 | 计算子系统和全系统的可利用率 | 86 |
| 4.5.8 | 可靠度计算和可利用率计算结果比较 | 87 |
| 5 | 过程设备维修作业计划 | 90 |
| 5.1 | 过程设备维修作业方式及选择 | 90 |
| 5.1.1 | 维修方式的分类 | 90 |
| 5.1.2 | 影响选择维修方式的因素 | 91 |
| 5.1.3 | 维修方式的选择原则 | 91 |
| 5.2 | 设备故障诊断与监测技术 | 92 |
| 5.2.1 | 设备的故障诊断与状态监测 | 92 |
| 5.2.2 | 故障诊断和状态监测的常用方法 | 93 |
| 5.2.3 | 故障诊断与监测技术的发展 | 94 |
| 5.3 | 过程设备维修作业计划的编制程序 | 96 |
| 5.3.1 | 制定严格的维修作业计划的必要性和指导原则 | 96 |
| 5.3.2 | 设备大修维修计划的编制程序 | 97 |
| 5.3.3 | 制定维修作业计划的有效技术方法 | 97 |
| 5.4 | 网络计划技术 | 97 |
| 5.4.1 | 网络计划的相关概念 | 97 |
| 5.4.2 | 估计作业完成周期 | 101 |
| 5.4.3 | 网络计划图的作图技术 | 101 |
| 5.4.4 | 作业计划网络图上时间参数的计算 | 111 |
| 5.5 | 网络计划的计算机处理 | 116 |
| 5.5.1 | 作业编号的提取顺序——圆扫法及原始数据表 | 116 |
| 5.5.2 | 编排作业顺序表和事项顺序表 | 117 |
| 5.6 | 网络计划的“图上作业法” | 121 |
| 5.7 | 网络计划的优化 | 121 |
| 5.7.1 | 目标 | 121 |
| 5.7.2 | 途径和措施 | 122 |
| 5.7.3 | 流程优化 | 124 |
| 5.7.4 | 经济赶工法 | 125 |

| | | |
|----------|-------------------------------|------------|
| 5.8 | 网络计划的实施 | 127 |
| 5.8.1 | 组织管理问题 | 127 |
| 5.8.2 | 作业表、事项表及其管理程序 | 128 |
| 5.9 | 用网络计划技术编制维修作业计划举例 | 130 |
| 5.9.1 | 网络计划技术在柠檬酸生产厂大修中的应用 | 130 |
| 5.9.2 | 网络计划技术在球罐开罐检测中的应用 | 132 |
| 6 | 过程设备维修工程中的技术经济分析 | 135 |
| 6.1 | 过程设备费用与产品成本 | 135 |
| 6.1.1 | 过程设备寿命周期费用的计算 | 135 |
| 6.1.2 | 过程工业产品的成本 | 135 |
| 6.1.3 | 过程设备费用与生产成本的关系 | 137 |
| 6.2 | 过程设备运转率与产品成本 | 139 |
| 6.3 | 过程设备的维修与经济分析 | 141 |
| 6.3.1 | 设备的磨损与补偿 | 141 |
| 6.3.2 | 设备大修理的经济分析 | 143 |
| 6.3.3 | 设备技术改造的经济分析 | 146 |
| 6.4 | 过程设备的更新与经济分析 | 148 |
| 6.4.1 | 设备寿命与年金的概念 | 148 |
| 6.4.2 | 设备更新数学模型的建立与分析 | 149 |
| 7 | 过程设备维修管理信息系统 | 158 |
| 7.1 | 概述 | 158 |
| 7.1.1 | 基本要求 | 158 |
| 7.1.2 | 系统的软、硬件构成 | 159 |
| 7.1.3 | 系统的功能 | 159 |
| 7.2 | 过程设备维修管理信息系统的分析与设计 | 160 |
| 7.2.1 | 系统调查与分析 | 160 |
| 7.2.2 | 系统设计 | 161 |
| 7.2.3 | 系统设计需要注意的几个问题 | 163 |
| 7.3 | 过程设备维修管理信息系统简介 | 164 |
| 7.3.1 | 某煤气厂设备维修管理信息系统简介 | 164 |
| 7.3.2 | 某过程设备维修管理信息系统简介 | 166 |
| | 参考文献 | 169 |

1 总 论

设备维修管理工程作为企业管理的一个重要组成部分，已成为一门边缘的、交叉的、综合性的学科。随着科学技术的发展，国际国内设备维修管理工程都在快速地发展，正在给这一学科不断注入新的活力。本章主要介绍设备维修管理工程的概念以及国内外设备维修管理工程的发展概况。

1.1 设备维修管理工程的含义与研究目标

1.1.1 设备维修管理与生产管理

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 3M。

生产要素作为进行生产的输入物，与此相适应的输出物就是常说的 PQCDMS 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 1-1 所示。输出物各项的管理是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、劳动管理。输入物 3M 的管理是下边列出的人事管理、设备管理、物资管理。

| 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 1-1 设备及管理在生产活动中的地位

从图 1-1 可以看出，设备管理和输出物 PQCDMS 六个方面有着密切的关系。

工厂建成后，设备就正式投入使用。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。

维修工程亦可认为是设备（装置）在一定的时间内，以一定的运转率在连续运转条件下，对它进行的维修保养和零部件的更换、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）和维修费用反映在企业的利润上。

维修管理工程的任务虽然很明确，但实施起来却有很大困难。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。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，确有不少企业并没有从系统工程的角度把生产与维修管理有机统一起来，使之密切配合。从生产管理角度讲，经常是只强调生产，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，更好地为企业近期和长远的经济利益服务。

1.1.2 过程设备与维修管理工程

1.1.2.1 过程设备的特点

过程工业通称为流程工业，也叫装置工业。它的生产设备具有以下特点。

(1) 生产具有较强的系统性和连续性

由于多数过程工业产品通常是由管道将许多台设备连接起来，构成集合体进行连续生产的（也有部分产品生产是间歇的）。现代过程工业生产中的设备趋于大型化和自动化，购买这些设备需要大量的资金，运用备机的办法来提高系统可靠性是不经济的。所以，由单机组成的生产系统各单元之间的联系就更加密切，如果有一个单元出了故障，就有可能引起整个生产系统停车。这种停车造成的损失其代价是相当昂贵的。

(2) 高温、高压、操作条件复杂

很多过程工业产品要求在高温、高压、易燃、易爆的条件下进行生产，如合成氨一般是在 $147 \times 10^5 \sim 294 \times 10^5 \text{ Pa}$ 压力下由氢和氮合成。其中氢是一个很活泼的化学元素，生产它的一段转化炉要承受 $29.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ 压力、 $800 \sim 900^\circ\text{C}$ 左右的温度，并由水和易燃、易爆的碳氢化合物通过催化剂作用转化而来。承受这些化学反应过程的生产设备的可靠性是化工安全生产的重要物质技术保证。

(3) 相当多的原料及产品具有强烈的腐蚀性

由于腐蚀性是多数化工原料及产品的化学性能，因此，在这些产品的设备设计制造时，都选用了耐蚀性能良好的高级不锈钢和非金属材料。即使如此，过程设备的腐蚀问题并没有根本解决。例如，大型尿素装置生产的成品中，仍有微量镍含量。据报道，过程工业方面的腐蚀程度与国民经济各部门的平均数比较，几乎高出两倍。

(4) 产品生产成本与产品质量对设备性能依赖程度越来越大

其化学反应条件的控制主要是通过附属设备及自动仪表进行的。特别是电子计算机及机器人开始大量使用的当今世界，人在生产中的作用已从主要操作控制者逐渐变为生产控制程序的设计者、监视者和生产设备维护保养者。所以，生产的产量、质量、成本、生产周期以及安全环保等生产效果将越来越多地受自动化设备性能的影响。

(5) 能源耗用量大

过程工业是消耗能源较大的部门。据统计，化学工业占总能耗的比例是：西欧为

13.5%，美国为 21.5%，中国为 12%，并在国民经济各部门中居第二位。

1.1.2.2 过程工业生产对设备维修管理工程的要求

根据过程生产设备特点和工艺的需要，对过程设备维修管理工程的基本要求如下。

(1) 确保生产设备的安全运行

由于过程工业生产具有高温、高压、易燃、易爆、有毒、有害的特点，一旦发生严重事故，不但造成经济损失，威胁作业人员的人身安全，而且会造成难以用金钱来估量的环境污染。例如，震撼世界的印度博帕尔市农药厂毒气泄漏事故，其后果至今还未消除。1982 年墨西哥的煤气、石油气罐爆炸事故，至今还记忆犹新。瑞士化工厂泄漏事故，对莱茵河的污染需要较长时间才能治理。中国化工系统的重大恶性设备事故也相当严重，如重庆天源化工总厂的氯气泄漏及处置时氯罐爆炸所造成的严重生命及财产损失，就是其中的一例。这些说明过程设备维修管理工程应把确定生产设备的安全运行作为主要目标。在制定和执行设备修理和检查计划时，都要把确保安全放在首要地位。

(2) 确保系统生产的稳定

由于过程工业生产是连续进行的，稳定的生产将会给企业带来较大的经济效益。对这些企业来说，任何一个环节，特别是一个单机或单元发生故障，都将造成整个生产系统停产，其损失相当巨大。因此，在制定生产计划时，应包括修理检查计划。维修管理的目标就是充分利用有效的检修时间，合理利用和组织维修资源，按质按量完成和提前完成设备维修工程任务。

(3) 以恢复和提高设备性能为设备维修工程的主要内容

过程设备性能对生产影响很大。生产的原料、燃料消耗都是通过设备转化的，那种以牺牲设备性能来取得暂时的经济效益的做法是不可取的。许多事例证明，即使一次多投入点维修费，如能恢复和提高设备性能，仍然会取得较好的经济效益。

(4) 积极开发和应用维修新技术

过程设备大型化、生产高度自动化以及新材料的应用，给维修工程提出了新的要求。特殊钢材制造的设备进行检查和修理比普通钢困难得多，非金属材料制造的设备进行维修还有许多未解决的难题。因此，作为维修管理工程的目标之一，就是要组织开发和引入设备维修新技术，满足过程生产设备日益发展的需要。目前，比较成熟的维修技术有不停车堵漏、喷涂刷镀、设备诊断和换热器管路的清洗等。

(5) 企业经济效益对设备维修管理工程的要求

经济效益是用企业生产经营中劳动占用、劳动消耗同劳动成果相比较来衡量的。劳动占用主要是指生产过程中所占用的物化劳动，如厂房、机器设备和原材料等。劳动消耗是产品生产实际消耗的活劳动和物化劳动。企业生产的产品要作为商品销售，劳动要表现为价值。因此，劳动的占有和消耗要以资金占用和消耗来计算。所以，探讨提高企业经济效益的途径，必须要研究企业资金运动的规律。

1.1.3 设备维修管理工程的含义和研究目标

(1) 设备维修管理工程的含义

设备维修管理工程是依据生产要求和设备特点具体研究、设计、使用维修资源（人力、备件、机具）和有效利用生产设备，使设备综合效率达到预定水平的一种创造性活动。在设备选型、维护保养、维修、更新改造直至报废等管理方面，充分利用自然科学和社会科学的

新成果进行技术经济分析，以最少的投入获得最佳的经济效果。对每项管理效果应尽量利用定量分析的方法进行评价。

(2) 设备维修管理工程的系统原理

设备维修管理工程作为工厂生产管理中一个重要组成部分，它有自己的目标和研究方法。它是一个综合的、变化的、开放的系统。这个系统是从属于工厂生产管理的子系统。研究这个子系统时，应该注意如下几个主要问题。

① 维修管理是设备运行与维修的综合系统。它们并不是运行工作和维修工作的简单相加，而要从设备运行与维修总功能中进行研究、设计，如图 1-2 所示。

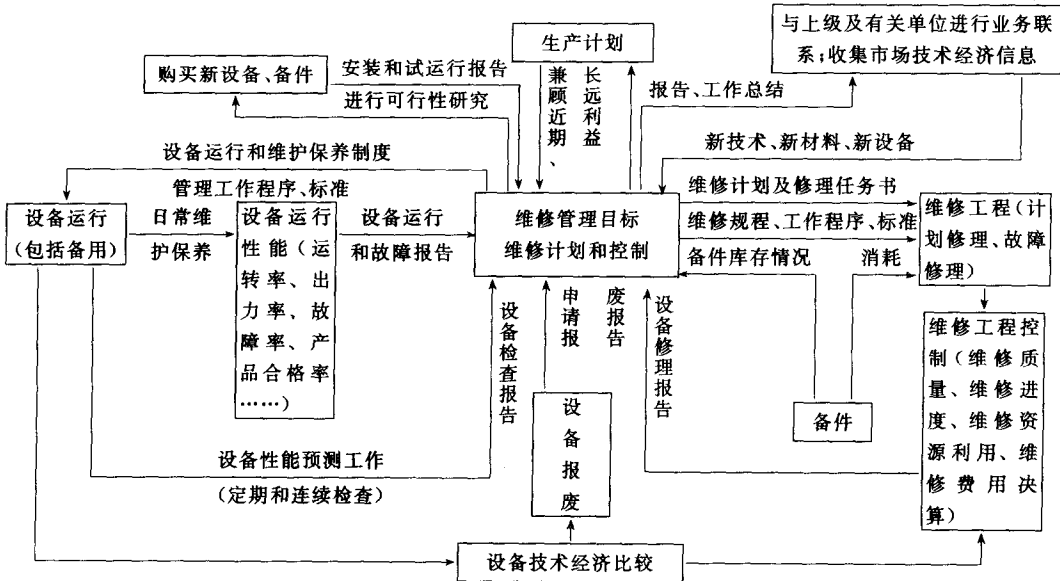


图 1-2 维修管理工程系统

② 维修管理系统在处理设备运行与维修等各个关系中，应充分利用最佳条件，达到系统的最优化，并尽可能采用定量分析的方法。

③ 利用系统有序结构的原则，研究设备运行与维修系统的合理组成和维修资源（人力、备件、机具）的合理利用。

④ 依据系统开放性的原理，调整维修管理工程的状态，保持系统性能的优化。如外界生产原料供应暂缺，待料停工生产，就可以利用这个时间进行设备维修，保证继续开工生产的连续性。如果市场产品供不应求，可根据设备性能承受能力，改变维修计划，增加产出。

(3) 设备维修管理工程的目标

设备维修管理工程的主要目标就是在设备使用阶段，能够利用各种科学技术成果，以最少的追加投资获得设备最佳的经济效益。它可以归纳为以下四个方面的具体目标。

① 充分利用设备，把影响生产的设备因素降到最低程度，即有尽可能高的设备利用率。

② 具备一套科学的设备维修管理制度，以最少的维修资源，使设备保持良好的技术状态。

③ 有一支高水平的设备维修管理队伍，不断采用新技术，改进设备的技术性能。

④ 建立以提高企业经济效益为目标的设备维修管理责任制，调动各级各类人员参加设备维修管理的积极性和创造性。

1.1.4 设备维修管理工程的主要内容

设备维修管理工程的主要内容是根据其管理目标确定的，如图 1-3 所示。

设备维修管理工程的基本理论主要有设备故障原理及原因分析，设备可靠性和维修性原理以及设备更新改造理论等。对于这些基本理论主要通过第 2~4 章进行论述。

第 2 章在介绍设备可靠性、维修性概念的基础上，从设备寿命周期理论出发，重点介绍设备寿命周期费用构成、综合效率和收益分析的原理与方法。

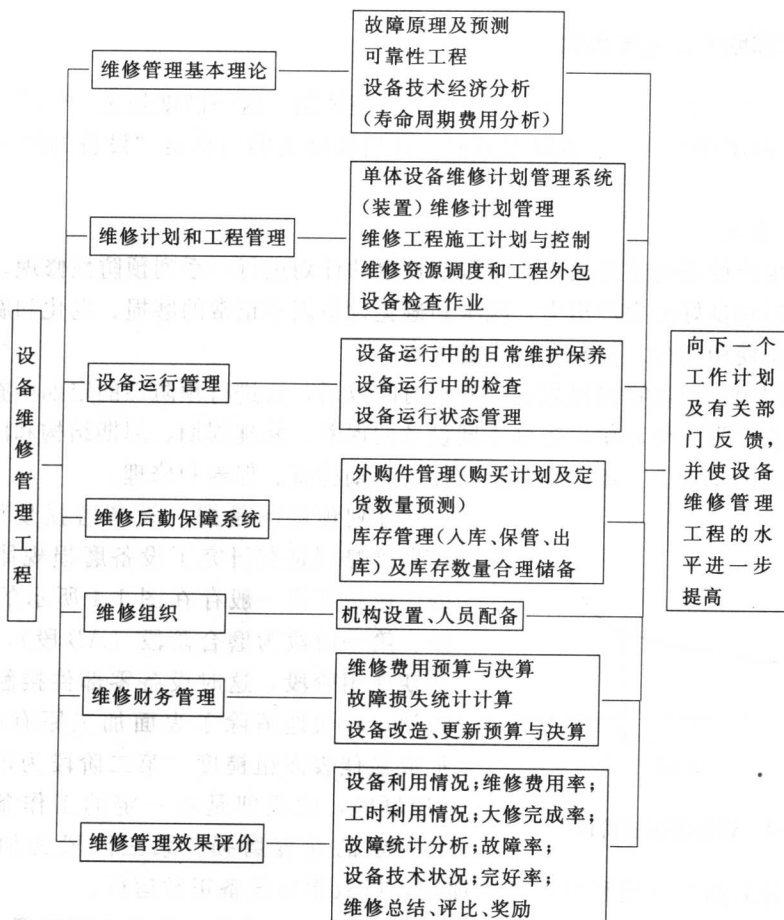


图 1-3 设备维修管理工程的主要内容

第 3 章对故障的定义、一般原理、规律及故障定性和定量的预测作了比较全面的论述和分析。故障发生有其一定原因和规律，只要找到原因和规律就能想办法进行设备故障预防和维修。

第 4 章介绍了过程装置的可靠性分析方法，过程设备或装置的可靠性是建立在各个设备或各个零部件之间的作用关系和这些零部件或设备所具有的可靠性的基础之上的。因此，研究各子系统及零部件的可靠性，对提高设备或装置的可靠性具有重要意义。可以作为制定维修与生产系统综合计划的依据。

第 5 章介绍了设备维修计划和维修工程施工管理的内容。以化工厂设备维修为典型，具体地阐述了设备维修工程的主要内容、网络技术以及用网络技术制定维修计划和工程施工的

全过程。

第6章讨论了设备维修管理中设备的经济技术问题。它的理论可以指导如何正确使用设备,不断用新技术更新改造设备,使企业经济效益不断提高。

第7章是讨论设备维修管理的信息系统。主要介绍基本原理及电脑化维修信息管理系统的分析和设计,并简要介绍了国外几种电脑化维修管理信息系统。

1.2 国外典型设备维修管理工程发展概况

1.2.1 前苏联的计划预修制

前苏联是以“计划预修制”为主导的设备管理体制。这一制度是从1923年到1955年经过30多年的不断实践和完善才逐渐形成的。计划预修制的全称是“设备的统一计划预修和使用制度”。

1.2.1.1 含义

为了防止生产设备的意外故障,应按照预定的计划进行一系列预防性修理。其目的是保障设备正常运行和良好的生产出力,减少和避免设备因不正常的磨损、老化和腐蚀而造成的损坏,延长设备使用寿命,充分发挥设备潜力。

计划预修制规定设备在经过规定的开动时间以后,要进行预防性的定期检查、调整和各类计划修理。在计划预修制中,各种不同设备的保养、修理周期、周期结构和间隔期是确定的。在这个规定的基础上,组织实施预防性的定期检查、保养和修理。

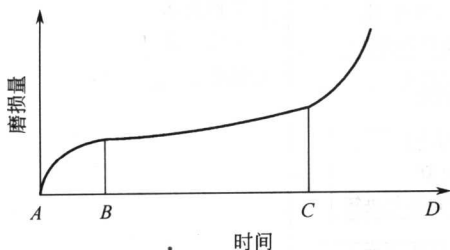


图 1-4 设备磨损三阶段

计划预修制是按照设备磨损规律而制定的,计划预修制是在研究了设备磨损规律后逐渐形成的。设备磨损一般存在图1-4所示的三个顺序阶段。第一阶段为磨合阶段(AB段),这是设备的初期使用阶段,这时设备零部件接触面磨损较为激烈,较快地消除了表面加工原有的粗糙部分,形成最佳表面粗糙度。第二阶段为渐近磨损阶段(BC段),此段即是在一定的工作条件下,以相对恒定的速度磨损。第三阶段为加速磨损阶段

(CD段),设备磨损到一定程度,磨损加剧,以致影响设备正常运行。

按照以上显示的规律,设备维修的最佳选择点,应该是在设备由渐近磨损转化为加速磨损之前,即应选择在C点附近。从磨损规律上分析,计划预修制有其科学、合理的内容。按照计划预修制执行,显然可以减少或避免设备故障的偶然性、意外性和自发性。计划预修制还可以大大减少意外故障停机造成的损失,减少因故障停机而增加的劳动量和维修费用。

1.2.1.2 类型

前苏联早期建立了三种不同的计划预防维修制度。

(1) 检查后修理制度

这是以检查获得的状态资料或统计资料为基础的计划维修制。这个制度是通过定期的设备检查,确定设备的状态,根据设备状态拟定修理时间周期和修理类别(级别),然后再编制设备修理计划。