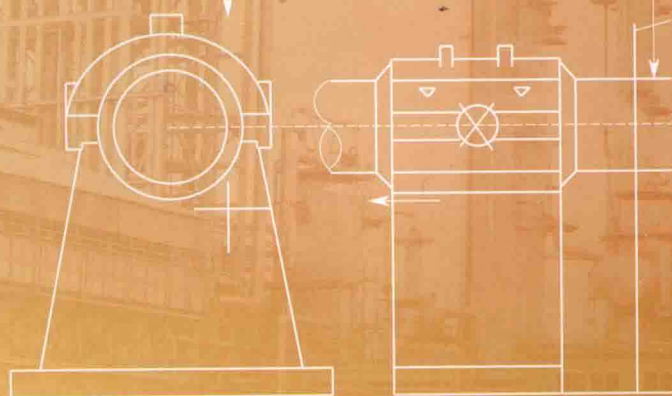


“十二五”普通高等教育本科规划教材

工业系统设备 管理与监测

张宏 刘艳 李鸿魁 等编

GONGYE XITONG SHEBEI
GUANLI YU JIANCE



化学工业出版社

“十二五”普通高等教育本科规划教材

工业系统设备管理与监测

张 宏 刘 艳 李鸿魁 等编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书介绍了工业系统设备综合管理的基本知识和最新的设备管理知识,包括可靠性维修性工程、系统工程、寿命周期费用及设备的故障监测和诊断理论,并介绍了工厂采用设备综合管理的具体方法,包括工业系统设备的前、中、后期综合管理及其案例分析。

全书为制定工业系统规模、改善技术和装备、提高国产设备的综合效率、降低寿命周期费用等方面提供参考。

本书适合机械类、能源与动力等类专业的本科生、专科生使用,并可作为工业系统企业职工培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

工业系统设备管理与监测/张宏,刘艳,李鸿魁等编.
北京:化学工业出版社,2014.2
“十二五”普通高等教育本科规划教材
ISBN 978-7-122-19390-2

I. ①工… II. ①张…②刘…③李… III. ①工业设备-
设备管理-高等学校-教材 IV. ①TB4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第321496号

责任编辑:杨 菁

文字编辑:徐雪华

责任校对:顾淑云 王 静

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张21 字数521千字 2014年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:56.00元

版权所有 违者必究

序 言

设备预防维修的概念起源于第二次世界大战时的美国，现代设备管理的理念于 20 世纪 60 年代末起源于英国，执行发展于日本，并逐步在钢铁、化工、铁路、船舶、电力、动力、核能、轻工等许多领域得到了更加蓬勃的发展。

我国从 20 世纪 80 年代开始设备管理和故障诊断技术的研究工作，经过 20 多年的不懈努力，在理论研究和工程应用方面取得了丰硕的成果和实践经验，并在许多领域得到了广泛的应用。

本书作者在制浆造纸、能源等领域进行了多年的探索和研究，在设备管理和故障监测方面形成了一套独特而行之有效的系统方法，理论实践兼备。该书内容齐全、技术方法典型，从基本原理、典型诊断方法，到典型设备诊断以及诊断系统、仪器及案例，阐述了设备诊断技术的各个方面。同时，本书是从教学和工程角度出发编写的，密切结合我国实际，在设备管理与故障诊断工作中，可起到备查、提示、启发和示范的作用，适合广大相关专业的大学本科和工程技术人员使用，是一本很好的参考书。

祝愿本书能为我国工业系统设备管理与监测工作的深入发展及更广泛的工程应用产生积极的推动作用。

李志健
2013 年 8 月

前 言

为了使工业系统规模、技术和装备等有较大的改善，提高国产设备的综合效率，降低寿命周期费用，缩小与国外先进技术水平差距，加快科技成果与高新技术产业化，使产业和产品的竞争力有较明显的提高，作者根据多年科研工作、工程项目的经验，以及对工业系统设备综合管理、设备的故障监测和诊断应用方面的考虑及总结的基础上撰写此书。

本书内容包括，工业系统设备综合管理的基本知识，介绍了当今世界上最新的设备管理知识，包括可靠性维修性工程，系统工程，寿命周期费用及设备的故障监测和诊断理论。并介绍了工厂采用设备综合管理的具体方法，包括工业系统设备的前、中、后期综合管理及其案例分析。

本书适合在校的机械类、能源与动力等类的本、专科生使用，并可作为工业系统企业职工培训教材等使用。本书由张宏等编，其中张宏编写第1、2、3章及附录，张春华、张坤、张宏共同编写第4章，刘艳编写第5、6章，李鸿魁编写第7、8章。

本书在编写过程中承蒙李志健教授、李新平教授、湖北百人科技人才黄光平博士、李策高级工程师、陈汛武高级工程师、林曙明高级工程师等有关专家、教授分别审阅，胡墨奇、李小军、张元、王军超提供了部分参考资料并参与整理工作，在此一并表示衷心的感谢。

由于编写人员业务水平有限，书中不免会有不妥之处，恳请读者和同行专家给予批评指正，以臻再版时修改完善。

张 宏
2013年8月

目 录

第 1 章 总论	1
1.1 设备与设备综合管理	1
1.1.1 设备概述	1
1.1.2 设备综合管理	2
1.2 国外设备管理科学的进展	4
1.2.1 设备管理的发展	5
1.2.2 现代设备管理思想的产生	6
1.2.3 国外设备管理科学的进展	8
1.3 我国设备管理的历史与现状	16
1.3.1 新中国成立以来设备管理工作概况	16
1.3.2 当前我国设备管理的主要目标和任务	17
1.4 9S 管理	19
1.4.1 9S 管理的内容	19
1.4.2 9S 管理的关键	21
1.4.3 9S 管理的目的	21
1.4.4 案例：普洛康裕制药拓展 6S 为 9S 管理	21
思考题	22
第 2 章 设备综合管理的基本理论方法	23
2.1 设备经济评价（设备的寿命周期费用评价法）	23
2.1.1 概述	23
2.1.2 寿命周期费用评价法的基础	23
2.1.3 评价设备寿命周期费用的方法	25
2.1.4 寿命周期费用评价法实例（作业用工具车的选定）	36
2.2 可靠性维修性工程	40
2.2.1 概述	40
2.2.2 可靠性工作的意义	41
2.2.3 可靠性工作的基本内容及一般程序	42
2.2.4 可靠性工程的基本理论	42
2.2.5 维修性（Maintainability）原理	56
2.2.6 可靠性可维修性设计	57
2.2.7 设备的可靠性试验	60
2.3 设备品牌评价	63
2.3.1 简介	63
2.3.2 品牌评估内容	63
2.3.3 品牌评估方法	66

2.4 设备综合评价	68
2.4.1 设备性能评价	68
2.4.2 设备综合评价	68
思考题	68
第3章 设备作为系统的基本理论	70
3.1 系统概述	70
3.2 系统工程概述	70
3.3 系统的预测方法	71
3.3.1 预测及其作用	71
3.3.2 预测的分类及特点	72
3.3.3 常见的预测方法	72
3.4 系统工程的决策	78
3.4.1 概述	78
3.4.2 概率决策方法	80
3.4.3 风险型决策	83
3.4.4 不确定型决策	88
3.5 网络计划技术	90
3.5.1 概述	90
3.5.2 网络技术的内容	91
3.5.3 网络图的组成及编绘	93
3.5.4 网络的分析计算	96
3.5.5 关键路线的确定	98
第4章 设备的故障监测和诊断理论	100
4.1 机械故障诊断的基本理论	100
4.2 信号分析基础	103
4.2.1 信号的测量、传输及分类	103
4.2.2 信号的时域分析	104
4.2.3 信号的频域分析	108
4.2.4 模拟信号分析	112
4.2.5 数字信号分析	114
4.2.6 频率细化分析技术	117
4.3 滚动轴承故障诊断	117
4.3.1 滚动轴承的基本概述	117
4.3.2 滚动轴承故障失效的主要形式	118
4.3.3 滚动轴承造成的振动	118
4.3.4 滚动轴承几类典型异常的时域特征	120
4.3.5 滚动轴承的振动测试方法	121
4.3.6 滚动轴承的其他监测诊断技术	123
4.4 振动监测与诊断	124
4.4.1 振动监测系统的组成	124

4.4.2 振动诊断技术的实施过程	125
4.5 现代智能诊断技术	126
4.6 案例	128
4.6.1 红光造纸厂造纸机故障诊断	128
4.6.2 模拟故障轴承状态的监测与诊断	135
4.6.3 传动试验机振动监测	145
4.6.4 空转轴的故障诊断实验	154
4.6.5 空转轴实验装置的再次故障诊断	166
4.6.6 纸机轴承故障监测与诊断研究	174
4.6.7 纸病检测技术和方法研究	177
4.6.8 轴承故障监测实验	180
4.6.9 某电厂 2# 机组亚临界容量 600MW 汽轮机与发电机振动故障诊断	183
4.6.10 BM2 真空泵设备状态监测分析报告 (采集时间: 2013 年 5 月 15 日)	184
4.6.11 BM3 烘干部设备状态监测分析报告 (2013 年 8 月 7 日第 6 组烘干第 63# 缸传动 侧轴承)	188
4.6.12 BM3 涂布风机设备状态监测分析报告 (2013 年 3 月 5 日)	191
4.6.13 BM2 带式压光机设备状态监测分析报告 (2009 年 12 月 21 日—2010 年 3 月 2 日)	194
思考题	200
第 5 章 设备的前期管理	201
5.1 设备管理组织机构的设置	201
5.1.1 设备管理人员的配备	201
5.1.2 设备维修的组织形式	203
5.2 设备的规划与选型	204
5.2.1 设备规划	204
5.2.2 设备选型与购置	205
5.2.3 设备的到货验收	206
5.3 设备的分类、编号和建档	207
5.3.1 设备的分类	207
5.3.2 设备的编号	208
5.3.3 设备台账	208
5.3.4 设备档案	208
5.4 设备的安装、验收及使用初期管理	209
5.4.1 设备的安装	210
5.4.2 设备的试验和试运转	210
5.4.3 设备的交接验收	211
5.4.4 设备使用初期管理	212
5.5 制浆造纸企业开展前期管理工作实例	212
思考题	215

第 6 章 设备的中期管理	216
6.1 设备的使用	216
6.1.1 正确使用、精心维护的意义	216
6.1.2 设备的合理使用	216
6.1.3 设备使用守则	218
6.2 设备的维护保养	219
6.2.1 三级保养制度	219
6.2.2 精、大、稀设备的使用维护要求	220
6.2.3 提高设备维护水平的措施	220
6.3 设备的检查	220
6.3.1 设备的检查及其分类	221
6.3.2 重点设备点检制	222
6.4 设备的润滑管理	224
6.4.1 设备润滑管理的目的和任务	224
6.4.2 润滑管理的体制与职责	225
6.4.3 设备润滑材料的分类及其选择	227
6.4.4 设备润滑方式与装置	229
6.4.5 润滑材料的消耗与节约	231
6.4.6 设备的润滑故障及预防措施	232
6.5 某制浆造纸厂设备操作规程实例	233
6.5.1 1 号生产线打浆工段操作规程	233
6.5.2 1 号生产线造纸工段操作规程	234
6.5.3 2 号生产线浆料准备岗位	242
6.6 其他设备操作规程	246
6.6.1 对焊机操作规程	246
6.6.2 钢筋冷拉机操作规程	246
6.6.3 制氮机操作规程	246
6.6.4 真空泵安全操作规程	247
第 7 章 设备的后期管理	248
7.1 设备的检修	248
7.2 设备故障管理	248
7.2.1 设备故障的概念	248
7.2.2 设备故障的分类	249
7.2.3 设备故障管理	249
7.3 设备的事故管理	252
7.3.1 设备事故类别和性质	252
7.3.2 设备事故分析和处理	253
7.3.3 设备事故损失计算	253
7.4 设备的检修方式和体制	254
7.4.1 维修的基本方式	254

7.4.2	检修方式的选择	254
7.4.3	设备的维修管理制度	255
7.5	检修周期与结构的确定	256
7.5.1	确定合理的检查期限	256
7.5.2	设备修理周期的确定	257
7.6	设备修理计划的编制和执行	259
7.6.1	计划检修的方法	259
7.6.2	检修计划的编制依据	260
7.6.3	设备修理计划的实施	260
7.6.4	修理停机时间的措施	260
7.7	设备的报废条件和鉴定审批	262
7.7.1	设备报废的条件	262
7.7.2	设备报废的审批	263
7.7.3	报废设备的处理	263
7.8	某些设备检修的实际内容	264
7.8.1	制浆造纸专业设备一级、二级保养及中、大修内容	264
7.8.2	完好设备考核办法	279
7.8.3	设备完好率计算公式	279
7.8.4	注解	280
7.8.5	维修技术应用案例Ⅰ	280
7.8.6	维修技术应用案例Ⅱ	281
	思考题	281
第8章	设备的更新和改造管理	282
8.1	设备磨损的经济规律	282
8.1.1	设备的有形磨损	282
8.1.2	设备的无形磨损	283
8.1.3	设备的综合磨损	284
8.2	经济寿命的确定方法	285
8.2.1	设备的寿命	285
8.2.2	经济寿命的计算	286
8.3	设备大修理及技术改造的技术经济分析	290
8.3.1	设备大修理的技术经济分析	290
8.3.2	制浆造纸设备技术改造的技术经济分析	290
8.3.3	设备技术改造的工作程序	291
8.4	设备更新决策	293
8.4.1	设备更新的意义	293
8.4.2	设备更新方式	294
8.4.3	设备更新的途径分析	294
8.4.4	设备更新的技术性分析	294
8.4.5	设备更新的经济性分析	295

8.4.6 设备更新计划的编制和实施	296
8.4.7 设备更新及其回收	297
8.5 专用设备修理复杂系数	298
8.5.1 修理复杂系数	298
8.5.2 制浆造纸专用设备修理复杂系数的计算	302
8.5.3 制浆造纸设备修理复杂系数计算举例	304
参考文献	309
附录一 复利系数表	310
附录二 标准正态分布数值表	319
附录三 设备振动诊断标准	320

第 1 章 总 论

1.1 设备与设备综合管理

1.1.1 设备概述

设备是指在企业生产中可供长期反复使用并基本保持其原有实物形态的各种劳动手段（工具的延伸）的总称。如企业中通常使用的机床、仪器、运输工具、动力设施等。

（1）设备是固定资产的组成部分

固定资产即指重复参与多次生产过程而保持其实物形态和原有功能基本不变的劳动资料，它们的价值在生产过程中逐渐消耗而转移到产品价值中去。我们又把机器、厂房、建筑、运输工具等称为固定资产。

一般应同时具备以下两个条件的劳动资料才能划为固定资产：

① 使用期限在一年以上；

② 单位价值在一定限额以上（一般规定小型企业为二百元，中型企业为五百元，大型企业为八百元）。在限额以下的劳动资料如工具、器具、仪表等只能划为低值易耗品。

但也有特殊情况，如被服厂的缝纫机等主要生产设备，单位价值虽低于限额，也应列为固定资产。而对于使用年限较短，某些专用工夹具、模具和容器等，虽符合固定资产条件，也应列入低值易耗品。

（2）设备是企业生产的重要物质技术基础

设备是进行简单再生产和扩大再生产的重要物质技术基础。设备的技术状态和工艺装备的质量，对企业生产产品的数量，质量和其他一系列技术、经济指标都有密切的关系。因此，管好企业的设备，使之经常处于完好的技术状态，对于高质量、高速度的发展和赶超世界先进水平，都具有十分重要的意义。

（3）设备是社会时代性的重要标志

以手工为主的生产、机器生产以及高度现代化设备的大生产，分别标志着人类社会的不同阶段。

设备的现代化程度和技术水平，集中地反映了一个国家的国力和一个企业的技术实力。而衡量一个国家现代化的程度，也往往看它的设备、装备的技术水平和潜在能力。当今发达国家的标志是人造卫星、宇宙飞船和航天飞机、核电站、电子计算机、数控机床、汽车、生物工程等的水平和拥有量。

（4）现代设备的特点

① 大型化或超小型化；

② 高速化；

③ 功能高级化；

④ 连续化、自动化、复杂化。

从造纸业的发展看，发达国家的造纸厂规模日益巨大，年产量达几百万吨到上千万吨，

造纸机也日益大型化、高速化和自动化,大型造纸机的造纸宽度已超过 10m,车速超过 2000m/min,使用电子计算机对造纸机的运行状态进行监控,产品的质量高,原材料和能量消耗少,环境污染也很少。

我国发电行业中,规模较大的企业不断增加,生产能力有较大的提高,1949 年,总装机容量 1849MW,年发电量 $43.1 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,2007 年总装机容量达到 713290MW,年发电量 $32559 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,超临界压力发电厂,机组功率为 600MW 及以上。

1.1.2 设备综合管理

(1) 设备综合管理的含义

设备综合管理(简称设备管理)就是根据企业的生产经营目标,采取一系列技术、经济和管理措施,对企业的设备从计划、研究、设计、制造、购置、安装调试、使用、维修、改造直至报废的全过程进行综合管理,追求并达到设备综合效率最高和寿命周期费用最低的目标。

设备运动的全过程中有两种运动形态:一是设备的物质运动形态,包括设备的研究、设计、制造、选购、验收、安装、使用、改造及报废等,相应的管理称为设备的技术管理;二是设备的价值运动形态,包括设备的投资、折旧、维修保养费用的支出和核算、更新改造资金的筹措和设备经济效果的分析等,相应的管理称为设备的经济管理。由此可见,设备的综合管理应是“人、财、物”的结合和“技术、经济、管理”的结合。

(2) 设备管理的重要意义

① 设备管理水平是一个国家的工业现代化的标志。考察一个国家的工业现代化程度,最主要的指标就是这个国家技术水平以及企业对这些设备和装备的管理水平。

据统计,我国工矿企业、交通运输业的总体设备利用率仅为 40%~50%,处于较低的水平。加强企业的设备管理,可大大提高现有设备的利用率和技术水平,从而大大提高国民经济的生产能力和经济发展速度,为国家制造巨大的物质财富,又不必增加额外投资。

② 设备管理是一个企业赖以生存和发展的基础。合理地选购和使用设备,是企业经营成功的重要保证。在一般工业企业中,各种机械设备在固定资产总值中的比重约占 60%以上,它是工业企业生产的物质技术基础。设备的技术状态直接影响企业生产过程各环节之间的协调配合,如不重视设备管理,设备保养不良,短期内能使设备生产效率下降或造成意外故障损失;长期设备失修,将使设备的损耗得不到及时补偿,引起设备事故或提前报废。现代制浆造纸企业设备的自动化程度高,生产连续性强,生产的正常主要依赖于设备良好的技术状况,一台关键设备的停机可以使整条生产线停产从而给企业造成巨大的经济损失,从这个意义上来说,设备管理工作是整个企业生产顺利进行的前提。

③ 设备管理是企业安全生产和环境保护的保证。一个企业设备事故和人身事故的发生次数也反映出这个企业设备管理工作的好坏。同时,管理好产生三废和处理三废的设备,保持其良好的技术状况也有利于减少企业对外部的环境污染。

④ 设备管理还促进了企业的技术进步和工业现代化。现代科技新成就往往迅速地应用于设备上,如 19 世纪电的应用和 20 世纪计算机技术的应用使生产设备发生了巨大的飞跃,从某种意义上讲,现代生产设备是现代科学技术的结晶。另一方面,新型设备的出现又促进了新工艺、新材料和新产品的发展。

⑤ 设备管理是保证产品质量的基础工作。设备的技术先进程度和技术情况好坏是影响产品质量的主要因素之一,企业产品的质量直接受企业设备性能、精度、可靠性和耐久性的

影响,稳定的高质量的产品依靠技术状态良好的高质量的设备来生产。

随着生产力的发展和科学技术的进步,生产活动的主体逐渐由人向设备转移(人的作用将主要表现在创造、革新和运用新的生产工具和设备方面,而具体生产操作则将逐渐由自动化程度越来越高的先进设备来承担),企业中直接参加生产操作的人员相对减少,而从事维修和设备管理的人员比例越来越大,设备管理工作的重要性也将越来越突出。

(3) 设备管理与企业中其他管理部门的关系

企业管理包括生产管理、计划管理、工业技术管理、物资供应管理、劳动人事管理、质量管理、财务管理、设备管理等许多方面,其中设备管理与其他方面的管理有十分密切的关系。

生产计划必须通过设备的正常运行来实现;物资材料通过设备的运行转化成产品或消耗掉;先进的工艺技术和产品的高质量要通过设备良好的技术状态来保证,设备的购置、维持和技术改造需要财务部门等筹措资金,而设备的运行又为企业创造了大量的商品价值;设备的合理使用,正确操作和维修依赖于对设备操作、维修和管理人员的劳动组织和技术培训。

(4) 设备管理范围的划分

① 企业生产用的全部机械设备、动力设备(包括输送管道)和专用设备等企业设备动力科负责管理。

② 企业生产用的各种仪器仪表、精密衡器、试验测试装置等一般由企业技术、技监科(或仪表室)负责管理。

③ 大型生产用的大型工具、夹具、机床附件、磨料等一般由企业工具科负责管理。

④ 交通运输设备(包括机车、汽车、汽车吊、坦克吊、船舶、拖拉机以及运输用的铁路、公路等)一般由企业的运输科(或供应科)负责管理。

⑤ 各种印刷设备、办公事务设备,如打字机、铸字机、铅印机、切纸机、计算机、照相机等;(或医疗卫生设备:如X光机、手术台等)一般由企业行政科(或卫生科)负责管理。

⑥ 各种消防设备一般由企业保卫科负责管理。

⑦ 其他不属上列的设备由企业自行确定主管部门负责管理。

⑧ 企业的房屋、构筑物(包括工房、船坞、烟囱)、围墙等由房产科或基建科负责管理。

(5) 工业企业设备管理的主要内容

现代设备综合管理则强调对设备运动的全过程中各个主要环节都进行管理,这些主要环节为:

① 设备的合理选购和评价。设备的选购和评价主要是依据技术上先进、经济上合理、生产上可行的原则,以选择最优方案。一般从如下“八性”考虑选购:

生产性——指设备的效率,如功效、行程、速度等一系列技术参数。以提高设备的生产效率为内容。

可靠性——是指精度、性能的保持性,零件的耐用性,安全可靠性等。

维修性——即可维修性或易修性。维修性影响设备维修的工作量和费用。因此,维修性好的设备是指结构简单、零部件组合合理、可迅速拆卸、易于检查,零部件互换性强、做到标准化、通用化等。

耐用性——指设备在使用过程中所经历的自然寿命期要长。

节能性——指能源利用的性能。节能性好的设备表现为热效率、能源利用率高、能耗低的设备。

环保性——指设备的噪声和排放的有害物质对环境的污染少。

成套性——指设备要配套。企业设备不配套，不仅机器性能不能充分发挥，而且经济上可能造成很大的浪费。

灵活性——指在工作对象固定的条件下，设备能适应不同的工作条件 and 环境、操作、使用灵活方便；对于工作对象可变的加工设备，要求能够适应多种加工性能，通用性强。

② 设备的正确使用和维护。使用过程一般在设备的物质运动中所占时间最长，正确地使用设备，可以大大地减少设备的磨损和故障，能使设备保持良好的工作性能和应有的精度。因此要针对设备的特点，合理地安排生产任务，防止超负荷和拼设备现象的发生，并为正确地使用设备制订必要的规章制度。

机器设备是由操作工人使用的。因此，必须充分调动操作工人的积极性，管好、用好、修好设备，并采用多种形式把操作工人组织到设备管理中来，使设备管理建立在广泛的群众管理的基础之上。

设备的维护和检查是设备自身运动的客观需要。设备在使用过程中、物质的运动必然会产生技术状态的不断变化。如松动、干摩擦、声响异常、疲劳等。这些隐患，如果不及时检查、处理，就会造成设备的过早磨损。实践证明，设备的寿命很大程度决定于使用维护的好坏。因此，设备在投入运行后，使用部门要确保在使用时设备台台完好，处于精良的技术状态之中。

③ 设备的科学检修。目前我国工业企业中设备管理方面工作量最大的是设备的检查和修理。设备的检查是对机器设备的运行情况、工作精度、磨损程度进行检查和校验，通过修理和更换已磨损、腐蚀的零部件，使设备的效能得到恢复。设备在修理之前，为了掌握设备的技术状态，就必须进行检查，然后决定采用什么样的维修方式。并能及时地查明和消除设备的隐患，针对检查中发现的问题，提出改善的措施，从而提高设备修理的质量，缩短修理周期和延长设备使用寿命。同时，逐步建立以设备状态为基础的维修方式。

④ 设备的更新改造。依据发展新产品和改革老产品的需要，有计划、有重点地对现有设备进行技术改造和更新，包括编制设备更新规划、方案，筹措更新改造资金，选购和评价新设备，合理处理老设备等。

⑤ 设备的安全经济运行。对于设备都要达到安全经济运行。特别是动力设备管理要贯彻安全、可靠、经济、合理的方针，为此，应健全岗位责任制，严格执行运行规程，加强巡回检查，保证动力设备安全正常运行，防止和杜绝跑冒滴漏，做好节能工作。锅炉、压力容器、压力管道和防爆设备，应严格按照国家颁发的有关规定进行使用，定期检测和维修。水、气、电、蒸汽的生产和使用，都要制订各类消耗定额，严格实行经济核算。

1.2 国外设备管理科学的进展

人类很早就使用各种手工工具和简单机械进行生产劳动，但在生产中大量使用机械设备，则是 18 世纪末的第一次产业革命以后才出现的。

最初使用的生产设备结构简单，生产效率很低，一般都由操作工人兼管设备的修理。在这种手工业作坊式的生产时期，设备无专职的维修和管理人员，也没有产生设备管理这门科

学。随着科学技术和社会生产力的发展,生产规模不断扩大,生产设备不断改善。

19世纪40年代,蒸汽机、铁路和转炉炼钢的产生,使社会生产力有了巨大的提高,工业生产凭借新的动力和运输手段以前所未有的速度蓬勃发展。生产设备的增加和结构的日趋复杂,产生了专职的设备维修和管理人员,并在长期的设备维修和管理的实践中,逐步形成和发展了设备管理科学。

1.2.1 设备管理的发展

(1) 经验管理阶段(19世纪中叶—末叶)

随着科学技术和生产设备的发展,设备的维修工作逐渐从产品生产工作中分离出来,19世纪的电力的发明和应用为标志的第二次技术革命后,由于内燃机、电动机的广泛使用,生产设备的类型逐渐增多,结构日趋复杂,一般的操作工人已不可能再兼顾维修了,而出现了专门负责检查和修理生产设备的工程师、机械师和维修工等,这些专业人员主要依靠本身的工作经验进行设备的维修和管理,维修的一般方式为事后维修,在这一时期尚未形成系统的科学的设备管理理论。

(2) 科学管理阶段(20世纪初—中叶)

20世纪初,汽车、高分子材料等的发展和生产规模的迅速扩大,使得设备的状态对生产的影响越来越大,设备维修工作量迅速增加,设备管理工作也开始受到重视。一些先进工业国家通过长期的经验积累和探索研究,形成了设备的计划预修理制度(计划维修),即为防止设备的意外损坏而按照预定计划进行的全部预防性的修理、维护、监督和保养的组织措施和技术措施。对设备进行定期检查、小修、中修、大修的修理周期结构和设备修理复杂系数的确定是计划维修的两大支柱。这一设备管理制度是建立在设备磨损理论和实际使用经验理论上的,具有一定的科学性和合理性。但它所规定的设备修理周期结构和设备修理复杂系数又过于死板,缺乏必要的灵活性,忽视设备操作人员的作用和设备的日常维护保养,易造成设备的“过剩维修”和“不足维修”,维修费用高,经济效益差,且使设备的制造与使用维修相互脱节,不利于设备的技术进步。

美国在20世纪50年代初全面推广了设备的预防维修(Preventive Maintenance)制,即对设备的定期清洗、维修、检查,并按需要进行大修理。随后又发展了生产维修制(Productive Maintenance),即对主要设备实行预防维修,而对一般设备实行事后维修,从而使故障损失和维修费用总和为最小的经济维修方式。另外还实行了以减少设备故障、改进设备技术性能为目的的改善性维修(Corrective Maintenance),这些设备管理制度在我国的工业企业中得到了一定的应用。这些制度注重于使用阶段的经济效益,但也缺乏对设备运动全过程经济效益的总体考虑。

(3) 现代管理阶段(20世纪60年代后)

由于以原子能、计算机和空间技术为代表的现代工业的不断进步,工业生产设备的技术水平飞速提高,不断向自动化、连续化和电子化方向发展,生产效率和产品质量不断提高。但同时也带来一系列新问题:生产设备的性能和质量、设备的正确使用和维修对企业生产计划的完成和经济效益的提高影响日益增大,对资源和能源的消耗也日益增加,设备的事故造成的损失也日益严重,工业生产造成的严重环境污染和公害危及人类健康和生态平衡。再加上产品迅速更新换代和激烈竞争,都对设备管理工作提出了更高的要求,这就是现代设备管理科学产生的社会基础。

而现代设备管理科学的产生又为解决这些问题创造了条件。人们认识到,要解决大工业

生产所造成的这些问题，一是仅仅对设备使用阶段进行管理还不够，必须从设备的设计制造阶段开始进行全过程管理；二是只注重维修技术还不够，必须注重设备的经济效益；三是只依靠部分职工和职能部门进行设备管理还不够，必须动员全社会和全体员工来参与设备管理。这样从技术和经济两方面对设备进行全过程管理就形成了设备工程。

1.2.2 现代设备管理思想的产生

英国的丹尼斯·派克斯（Dennis Parkes）在 20 世纪 70 年代初提出了“设备综合工程学”（Terotechnology），形成了现代设备管理的科学理论。依据这一科学理论，各个发达工业国家也都纷纷研究和提出各自的设备管理和维修制度（如日本的全员生产维修制度 TPM 等），对社会工业生产起了有力的促进作用。

（1）设备综合管理出现的背景

① 设备的高度现代化所带来的一系列新问题

a. 事故和公害：由于设备的大型、高级和连续化，为高效率地创造物质财富创造了条件，但也使设备的事故损失和公害变得极其严重。例如：

大型化：日本最大的炼铁高炉体积达 5070m^3 ，产量 10000t/d ，宝钢的高炉体积约 4063m^3 ，这样大的设备，一旦出了故障，损失会是惨重的。轻则打乱了生产计划、影响交付期，重则影响企业的兴衰。

高级化：设备精度的提高，高速、高温、高压对设备管理提出了更高的要求，为了保证安全生产，必须采取有效措施防止锅炉爆炸等重大事故的发生。特别是在化工、钢铁、冶炼等流程工厂，由于管理不善造成设备泄漏、爆炸、火灾，不仅损失巨大，而且给人类带来极大的灾难。例如 1984 年底印度中央邦首府博帕尔，美国人开设的联合碳化物印度公司剧毒原料异氰酸甲酯泄漏，使 20 万人受害，其中 3000 多人死亡，5000 多人眼睛受伤，造成震惊世界的公害惨案。

连续化：作业连续化、工序流程化以后，生产率大为提高，但是出了事故影响面大、损失大。连续化、自动化生产线要求均衡生产，故障是破坏均衡生产的主要因素，在机械流程企业和化工、石油等流程企业中，减少故障和降低停产损失成为重要管理环节。

b. 腐蚀、磨损、环境污染严重：由于化学工业的发展，设备腐蚀问题也日趋恶化，高温、高速、高压不仅加速了腐蚀，而且加剧了磨损，特别在化工、石油、纺织、钢铁等行业，设备腐蚀及磨损情况尤为严重。据报告，美国国内每年因腐蚀造成的损失达 700 亿美元。另外由于废水废气中的氰化物、二氧化硫等不能有效处理，致使谷物、蔬菜受污染，各种酸气、化学烟雾在人口密集的城市上空盘旋等等间接或直接损害人体健康。减少腐蚀，防止污染和公害已经成为企业及设备管理中较为严重的问题。

由于现代设备技术先进、性能高级、结构复杂、设计和制造费用很高，故设备投资费用的数额巨大。现在，大型、精密设备的价格一般都达数十万元之多，进口的先进、高级设备价格更加昂贵，有的高达数百万美元。因此建设一个现代化工厂所需的投资相当可观。比如上海宝山钢铁厂的一期建设工程，年产铁 300 万吨、钢 320 万吨，需要投资 160 亿元。在现代企业里，设备投资一般要占固定资产总额的 $60\%\sim 70\%$ ，成为企业建设投资的主要开支项目。

据统计，1968 年英国制造业全年的维修费总额为 11 亿英镑，英国全国高达 110 亿英镑，约占英国国民生产总值的 8% 。比英国制造业同年新投资总额的两倍还多。日本钢铁企业的维修费用约占生产成本的 12% ，德国钢铁企业的维修费用约占生产成本的 10% ；我国