

制浆造纸实用技术丛书

制浆造纸 设备管理与维护

张宏 杨军 编著



化学工业出版社

制浆造纸实用技术丛书

制浆造纸设备管理与维护

张 宏 杨 军 编著

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸设备管理与维护/张宏, 杨军编著. —北京:
化学工业出版社, 2003. 12
(制浆造纸实用技术丛书)
ISBN 7-5025-4933-1

I. 制… II. ①张…②杨… III. ①制浆设备-设备
管理②造纸机械-设备管理③制浆设备-维修④造纸机
械-维修 IV. TS73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 105427 号

制浆造纸实用技术丛书
制浆造纸设备管理与维护

张 宏 杨 军 编著

责任编辑: 路金辉

文字编辑: 王清颢

责任校对: 李 林

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社出版发行
(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
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 13 字数 315 千字

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4933-1/TS · 132

定 价: 28.00 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

丛书序言

随着文化和信息产业的飞速发展，当代的造纸工业在全世界产业中的位置已变得越来越重要。在一些发达国家，造纸工业已成为基础产业，并且是和林业不可分割、互相促进的产业。1995年，全球造纸工业总销售额2600亿美元，资产4000亿美元，行业排序位居电信制造业和汽车工业之后，超过了钢铁工业和航天工业。

造纸工业是一个与国民经济发展和社会文明建设息息相关的重要产业。在经济发达国家，纸及纸板消费量增长速度与其国内生产总值增长速度同步。造纸工业在现代经济中所发挥的作用已越来越多地引起世人瞩目，被国际上公认为“永不衰竭”的工业。现代制浆造纸工业的特点不同于一般日用消费品工业，它是技术密集、资金密集、资源消耗量大、产生污染物多的工业，它是规模效益显著、连续、高效生产的基础原料工业。在其产品总量中，80%以上作为生产资料用于新闻、出版、印刷、商品包装和其他工业领域，不足20%用于人们的直接消费。造纸产业关联度大，涉及林业、农业、机械制造、化工、电气自动化、热电、交通运输、环保等产业，对上下游产业的经济有很强的拉动作用。当今世界各国已将纸及纸板的生产和消费水平，作为衡量一个国家现代化水平和文明程度的重要标志之一，也是衡量一个国家基本国力的重要标志之一。

中国是一个造纸大国，但不是一个造纸强国。1997年中国纸和纸板产量为2744万吨，在世界排名榜上位居美国和日本之后，居第三位，但人均纸和纸板消费量只有26.5kg，仅相当于世界平均水平的一半，与美国的334.6kg相差甚远，仍为发展中国家水平。2002年中国纸和纸板总产量和总消费量均居世界第二位，分别达到3780万吨和4332万吨，但人均消费量还很落后，2002年仅33kg，仍远低于世界人均55kg/(人·a)的水平，与发达国家200~300kg/(人·a)相比，差距甚大。中国造纸工业是目前轻工业中为数不多的供不应求行业，全国每年要花费近50亿美元进口造纸产品。据有关部门预测，2015年中国纸和纸板的总产量将达到6000~6500万吨，消费量将超过8500万吨，人均消费量将达到52~55kg/(人·a)。所以中国制浆造纸工业的发展前景是广阔的，纸和纸板的市场潜力是巨大的。鉴于此，世界上有关制浆造纸工业的设备公司、化学品公司、电气自动化公司、投资公司也纷纷进入中国市场，欲在中国纸和纸板市场大展鸿图。

近几年来，国际制浆造纸技术发展很快。通过引进、消化和吸收国外先进的造纸技术，中国的造纸工业得到了突飞猛进的发展。但中国造纸工业存在着原材料短缺、资源和能源消耗量大、生产效率普遍不高、污染严重等问题，关键是技术（包括工业技术、装备和自动化技术）比较落后。2001年中国造纸工业污水排放量为3500Mt/a，占全国工业污水排放量的近20%，而主要污染物COD的排放量为2880kt/a，占到全国工业污水COD排放量的40%，可以看出，中国造纸工业污染相当严重。如不能加速采用高新技术，不断淘汰落后生产力，中国的造纸工业是没有出路的。但作为资金和技术密集型的现代造纸工业，采用高新技术所需投入的资金大多很高。对老企业进行应用高新技术改造的费用也是相当巨大的。因此在经济上不能不根据中国国情，对不同企业类型与客观条件加以区别对待，需要全面考虑企业的规模、资源、环境、市场、效益等具体条件，有针对性地对高新技术的选择及采用步骤进行

周密思考与安排，避免盲目性，以求得较好的实际效果。中国造纸工业必须有计划、有步骤地千方百计大力采用高新技术，以进行清洁生产，节约自然资源，提高生产效率，提高国际市场的竞争力，保持本行业顺利持续地发展。

几十年来，中国造纸工作者为提高制浆造纸科学技术水平进行了不懈的努力，取得了可喜的成果。本套制浆造纸实用技术丛书就是众多成果中的一个。

本套丛书共 8 本，分别是《新型高档特种纸技术》、《现代制浆造纸技术》、《制浆造纸工业清洁生产工艺和技术》、《制浆造纸化学助剂应用指南》、《制浆造纸分析与检测》、《制浆造纸设备管理与维护》、《现代纸板技术》、《制浆造纸过程测控系统及工程》。

本套丛书凝聚了陕西科技大学制浆造纸工程学科的教师和科研人员多年的心血，是集体智慧的结晶。陕西科技大学制浆造纸工程学科坚持理论与实践相结合的科研思想，注重科研成果的转化，在造纸新产品研制、造纸化学品开发、造纸过程控制及制浆造纸污染控制等领域取得了许多独具特色的成果，并大量应用于实际生产，产生了显著的经济效益和社会效益，为国民经济的发展做出了很大的贡献。已经形成了基础研究和应用研究并重，注重成果转化，一切为经济建设服务的特色。本套丛书即是以上特色的具体体现，其中的部分技术内容是陕西科技大学制浆造纸工程学科拥有知识产权的。希望这套丛书对广大制浆造纸企业的技术进步、产品结构调整有所帮助。也希望通过这套丛书把陕西科技大学和全国制浆造纸企业更加紧密地结合起来，互相促进，共同为中国造纸工业的发展做出贡献。

张美云

2003 年 8 月于咸阳

前 言

目前,我国制浆造纸工业规模、技术和装备等已有较大的改善,但大多数中、小型造纸厂设备技术水平低下,这种情况已成为我国造纸工业赶超国际先进水平的制约因素。而设备管理与维护水平落后是造成设备技术水平低下的根本原因。为改善这种情况,作者根据多年科研工作、工程项目的经验,以及对制浆造纸设备综合管理、制浆造纸设备的故障监测和诊断应用方面的考虑及总结撰写此书。

本书介绍了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。并介绍了制浆造纸工厂采用设备综合管理的具体方法,包括制浆造纸设备的前、中、后期综合管理及其案例分析。

本书适合造纸企业的专业技术人员以及大专院校的制浆造纸工程、过程装备与控制(制浆造纸方向)专业的学生使用,也可作为制浆造纸企业职工培训教材。本书由张宏、杨军编写,张宏主编。其中,杨军编写第4章、第7章,张宏编写其余章节及附表、附录等。

本书在编写过程中承蒙杨建桥教授、张美云教授、王志杰教授、张光华教授、李新平教授、李策高级工程师、陈汛武高级工程师等有关专家、教授分别审阅,王海毅博士、李策高级工程师、余俊骅工程师、朱幼浩高级工程师、吴义荣高级工程师提供了部分参考资料,在此一并表示衷心地感谢。

由于编写人员业务水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,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

2003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 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情况	4
1.2.1 设备管理的发展	4
1.2.2 现代设备管理思想的产生	5
1.2.3 国外设备管理科学的进展	8
1.3 我国设备管理的主要目标和任务.....	15
第 2 章 设备综合管理的方法	18
2.1 系统工程.....	18
2.2 设备的寿命周期费用评价法.....	19
2.2.1 寿命周期费用评价法的基础.....	20
2.2.2 评价设备寿命周期费用的方法.....	21
2.2.3 寿命周期费用评价法实例（作业用工具车的选定）	32
2.3 可靠性维修性工程.....	36
2.3.1 可靠性工作的基本内容及一般程序.....	37
2.3.2 可靠性工程的基本理论.....	38
2.3.3 维修性原理.....	51
2.3.4 可靠性维修性设计.....	52
2.3.5 设备的可靠性试验.....	55
2.3.6 故障效应分析与失效树分析.....	58
第 3 章 设备的故障监测和诊断理论	62
3.1 故障诊断的基本理论.....	62
3.2 信号分析基础.....	65
3.2.1 信号的测量、传输及分类.....	65
3.2.2 信号的时域分析.....	66
3.2.3 信号的频域分析.....	70
3.2.4 模拟信号分析.....	72
3.2.5 数字信号分析.....	75
3.2.6 频率细化分析技术.....	77
3.3 故障诊断实例.....	78
3.3.1 1760 纸机轴承故障监测与诊断研究	78
3.3.2 纸张的缺陷检测技术和方法研究.....	80
第 4 章 制浆造纸设备的前期管理	84

4.1 制浆造纸设备管理组织机构的设置	84
4.1.1 管理人员的配备和素质要求	84
4.1.2 设备维修的组织形式	85
4.2 制浆造纸设备的规划与选型	87
4.3 设备的分类、编号和建档	88
4.4 制浆造纸设备的安装、验收及使用初期管理	90
4.4.1 安装和验收管理	90
4.4.2 制浆造纸设备的初期管理	92
4.5 制浆造纸企业的前期管理工作实例	92
第5章 制浆造纸设备的中期管理	96
5.1 制浆造纸设备的使用守则和规程	96
5.1.1 制浆造纸设备使用守则	97
5.1.2 设备操作规程	98
5.2 设备的维护保养	98
5.3 设备的日常和定期检查	99
5.4 制浆造纸设备的润滑管理	101
5.4.1 设备润滑管理的目的和任务	101
5.4.2 润滑管理的体制与职责	102
5.4.3 制浆造纸设备的润滑材料及其选用	104
5.4.4 设备的润滑方式与润滑装置	106
5.4.5 润滑材料的消耗与回收再生处理	108
5.4.6 设备的润滑故障及预防措施	110
5.5 制浆造纸厂设备操作规程实例	110
5.5.1 1号生产线打浆工段操作规程	111
5.5.2 1号生产线造纸工段操作规程	111
5.5.3 2号生产线浆料准备岗位	118
第6章 制浆造纸设备的后期管理	122
6.1 制浆造纸设备的检修	122
6.2 制浆造纸设备故障管理	122
6.3 设备事故管理	124
6.4 制浆造纸设备的检修方式和体制	126
6.4.1 检修的基本方式及其选择	126
6.4.2 制浆造纸设备的维修管理制度	127
6.4.3 制浆造纸机械设备修理的各种定额安排	128
6.5 设备的报废条件和鉴定审批	130
6.6 设备检修周期与结构的确定	132
6.6.1 合理确定检查期限	132
6.6.2 设备修理周期的确定方法	133
6.6.3 制浆造纸设备的检修周期	135
6.7 设备修理计划的编制和执行	137

6.8 制浆造纸设备检修的实际内容	140
6.8.1 制浆造纸专业设备一级、二级保养及中修、大修内容	140
6.8.2 设备完好的考核办法	156
6.8.3 设备完好率计算公式	156
第7章 制浆造纸设备的更新和改造管理	157
7.1 设备的磨损形式	157
7.2 经济寿命的确定方法	160
7.2.1 最大总收益法	160
7.2.2 最小年均费用法	161
7.2.3 劣化数值法	162
7.3 制浆造纸设备大修及技术改造的技术经济分析	163
7.3.1 制浆造纸设备大修的技术经济分析	163
7.3.2 制浆造纸设备技术改造的技术经济分析	164
7.3.3 制浆造纸设备技术改造的工作程序	165
7.4 制浆造纸设备更新经济、技术分析及更新计划的编制、实施	167
7.4.1 制浆造纸设备更新的技术性分析	168
7.4.2 制浆造纸设备更新的经济性分析	168
7.4.3 制浆造纸设备更新计划的编制和实施	169
7.5 制浆造纸专用设备修理复杂系数及其计算	171
7.5.1 修理复杂系数	171
7.5.2 制浆造纸专用设备修理复杂系数的计算	174
7.5.3 制浆造纸设备修理复杂系数计算举例	176
附表	181
附录 设备振动诊断标准	190
主要参考文献	196

第 1 章 总 论

1.1 设备与设备综合管理

1.1.1 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。一般机器、厂房、建筑、运输工具等即称为固定资产。

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 200 元，中型企业为 500 元，大型企业为 800 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的某些专用夹具、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，具有十分重要的意义。

（3）现代设备的特点 设备发展经历了以手工为主的生产，机器生产以及高度现代化设备的大生产等不同阶段。

设备的现代化程度和技术水平，集中地反映了一个企业的技术实力和一个国家的国力。而衡量一个国家现代化的程度，也往往看其设备、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 大型化或超小型化、高速化、功能高级化、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扩大，年产量达几十万吨到上百万吨，纸机也日益大型化、高速化和自动化，大型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。

我国造纸业中，规模较大的纸厂数量较少，有些纸厂引进了国外的造纸设备，生产能力有较大的提高，如金东纸厂的大型高速纸机，造纸宽度在 9m 以上，车速达 1800m/min，并配备有定量、水分在线检测和自动控制系统，产量达 200t/d 以上，技术水平和经济效益均较高。

但大多数中小型造纸厂，装备技术水平较低，纸机大多为小型、低速和人工操作，产品质量次、原材料和能量消耗大、环境污染严重、经济效益较差，这就是我国造纸工业设备技术水平的实际情况。这种设备技术水平落后的局面已成为制约我国造纸工业赶超国际先进水平的主要因素，而设备管理水平的落后低下，又是造成设备技术水平落后的根本原因之一。

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程度的标志。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资财富，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，是工业企业生产的物质基础。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性质和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 设备管理还可促进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业利润; 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环节都进行管理, 这些主要环节如下。

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, 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。

环保性 指设备的噪音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和环境, 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定必要的规章制度。

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，均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。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使用，定期检测和维修。水、气、电、蒸汽的生产和使用，都要制定各类消耗定额，严格实行经济核算。

1.2 国外设备管理科学的进展情况

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 世纪电发明和应用后,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 世纪初以汽车、高分子材料等为标志的第三次工业革命促进生产力的迅速发展和生产规模的迅速扩大。设备的技术先进程度和技术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) 在以原子能、计算机和空间技术为代表的第四次工业革命的推动下,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,如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,必须动员全体员工和全社会来参与设备管理。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) 设备综合管理时期出现的背景

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 由于设备的大型化、高级化和连续化,为高效率地创造物资财富创造了条件,但也使设备的事故损失和公害变得极其严重。

设备日益大型化,如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。

设备精度的提高,高速、高温、高压等工作条件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。

作业连续、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、高压等工作条件不仅加速了腐蚀,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、蔬菜受到污染;各种酸气、化学烟雾在人口密集的城市上空盘旋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设备管理中较为严重的问题。

c. 能源的浪费 因设备高级化后相应的管理措施不力,使用部门普遍存在着跑冒滴漏的现象,加上设备效率低,造成了能源上的巨大浪费。

d. 电子化 电子技术的迅速发展,各种类型电子计算机被广泛的采用,使设备控制进入了一个新时期,这对于工业生产的变革具有极其重要的作用,然而电子设备机电一体化程度较高,设备结构复杂,要求维修人员熟悉电、机械、工艺、测量等多方面的现代化知识和技能。

e. 法制要求 设备现代化程度愈来愈高,工业愈加发达,带来了环境被污染的问题,大气污染(如毒气、烟、灰尘)、水质污染(如电镀中的有害物氰等)、噪声(飞机铆接噪声、发动机试车等)、振动(空气压缩机的振动)等都已成为公害,各国都很重视这一问题,要求加强设备管理,并且从法律的角度加以限制,企业必须设置机构,投入资金搞好环境工作。否则,法律限制和巨额罚金将使企业无法立足。

f. 生产成本问题 现代化设备愈先进、成本愈高,往往一台设备几十万、几百万元,这是企业应极端重视的问题。台湾一家工厂,因设备购置不当,导致工厂倒闭。所以,企业购买设备投资的多少,设备运转期维护、修理、改造及能源消耗的多少,都直接关系到企业的竞争和生存。

总之,设备现代化程度愈高,愈需要用现代化科学技术全面地、有效地对设备进行综合管理,从而保证生产正常进行,防止故障、事故、污染对人类的危害和影响。

② 企业间的竞争加剧,要求提高设备管理的经济效益。某厂因产品更新换代,需要技

技术改造。工厂提出投资 1 亿 3000 万元的改造规划，因国家压缩资金，无法解决。经工厂重新研究，确定了“以改造和自制设备为主，购置为辅”的原则，重新制定计划，原准备向国外订购 450 台精密设备减为购 38 台，自制 101 台，国内购入新设备 320 台，修理老设备 157 台，共耗费资金 3000 万元，节省了 1 亿元。由此可见，在少花钱、多办事、节约资金方面，设备的潜力是很大的。

③ 设备社会化程度提高以后，要求系统管理、综合管理。目前设备社会化程度比以往大大提高了，环节也多了，各环节相互制约和影响，设备中体现的科学技术门类也愈来愈多。因此，要求系统管理、综合管理。

所谓社会化，主要指由于设备结构复杂引起各行业、各企业间的协作问题，例如液压机有机械部分、电器部分、液囊等，这就需要机械厂、液压附件厂、电器元件厂和橡胶厂大力协作共同完成；一台造纸机由许多部件组合而成，如机架、湿部、压榨部、干燥部、压光部、卷曲部等部件组成，分别由各车间或分厂制造，最后总装起来，成为一台造纸机。没有科学的、系统的管理，要完成这些任务是不可想像的。

④ 设备高度现代化，要求保障操作人员的安全和情绪饱满。如有害作业的遥控、计算机管理、控制生产流程和安全措施等，另外为了保障人身安全和工作情绪饱满，在设计阶段就要研究人机学、行为科学，使设备结构合理，易于操作，避免或减少误操作事件。

上述几个方面总起来看，就是设备制造的高度现代化和社会化，除了对生产的发展起了巨大的作用以外，也因事故和公害影响着人的安全和企业的发展。所以，采用先进理论，科学技术和手段，搞好设备综合管理，是工业发展的必然结果。

(2) 传统的设备管理的局限性

① 传统的设备管理只涉及设备使用和维修，不涉及设备的设计制造。设备在设计制造中所形成的结构不合理、材质低劣或能源消耗大、不安全、不易维修等缺点不仅使得设备在使用中故障频繁、效率低，而且光靠维修管理工作也难以解决上述问题。设备管理工作应包括从设备的调研开始直到报废为止的全部管理工作，而只管维修一段是局部的狭隘的管理。

② 传统设备管理的设计与使用分家，互不通信息。使用中发现的设备毛病不能及时反馈给设计部门，而设计工作由于不了解现有设备的使用及维修往往带有盲目性，致使设备设计质量不高，在使用中后患无穷。另一方面修理和改造分家，过去忽视设备改造，只按照修理周期结构或定期要求修理设备，恢复其精度，往往是顾此失彼，大修成了古董复制，越修越不好用，造成很大的浪费，更阻碍了设备技术水平的提高。

③ 传统设备管理重技术、轻管理。过去无论是企业还是设备部门，或多或少地存在着重技术、轻管理的现象，事实证明管理工作有着重要的作用，不少企业设备的质量和数量都不错，但由于管理混乱，常使企业亏损，甚至倒闭。

④ 传统设备管理的技术管理和经济管理分家。就是把设备的实物形态和价值形态分割开来，多数情况下不算经济账，不重视经济效益。从本质上讲，设备具有两种形态运动：一是物质运动，包括设备的购置（或设计制造）、调试、使用、维修、更新、改造直到报废的运动，这种物质运动形态形成了设备的技术管理；二是价值运动，设备从规划开始就要有较大的投资，投产使用后一方面为企业生产产品、创造价值，另一方面为了保持设备完好状态和提高其性能仍要不断投入维修费、改造更新费等。因此设备技术管理工作中始终伴随着经济问题。

传统设备管理只有机修人员、设备管理人员参加，企业其他人员很少过问。传统设备管

理的局限性限制了现代化设备的有效利用,并阻碍了设备技术水平的提高,远远不能适应现代化企业管理的要求,不能适应企业竞争和克服事故与公害的要求。因此人们提出了设备综合管理的观念,开展了设备管理的改革。

1.2.3 国外设备管理科学的进展

1.2.3.1 英国的设备综合工程学简介

设备综合工程学(terotechnology)是指“具有实用价值或工业用途的科学技术”。

(1) 设备综合工程学的产生 设备综合工程学是现代管理的一门新兴科学。1970年英国维修保养技术杂志主编丹尼斯·派克斯在国际设备工程年会上发表一篇论文,题目是“设备综合工程学——设备工程的改革”,提出了这门新兴科学。英工商部设备综合工程委员会事务局的负责人海洛柯讲“由英国人兴起的产业革命扩展到全世界,引起了公害事故,特别影响了人与人之间的关系,要解决这些问题,是英国人的责任。因此,我们提倡设备综合工程学”。

英国在政府机构工商部内,设置专门的设备综合工程学委员会,对设备管理工作进行组织领导,这是英国设备管理工作的特点,该委员会设置过程如下。

① 设置维修保养技术部。1967年在丹尼斯·派克斯的建议下,英国政府设立了维修保养技术部,专门负责维修保养工作。

② 对英国制造业设备维修保养情况进行调查。1968年对515家企业的修理工作进行调查,并详细调查了80家工厂维修保养情况。

- a. 英国制造业的设备维修保养直接费用,每年约花费11亿英镑;
- b. 如果改善设备管理工作,每年维修保养费用可减少2~2.5亿英镑;
- c. 因维修保养不好而影响生产,每年约损失2~3亿英镑。

③ 维修保养技术部向英工商部提出建议。

- a. 设置“经管委员会”指导维修保养活动;
- b. 应尽早注意综合性维修技术培训;
- c. 为协调、交流维修保养情报,应该建立全国性的维修保养中心;
- d. 研究集团化维修保养资源(grouped maintenance resources)利用的可能性;
- e. 立即开展维修保养技术所有领域的研究工作。

根据上述五项建议,1970年英国在工商部下,设立了“经管委员会”,该委员会于1970年5月改名为“设备综合工程学委员会”。

1975年4月英国政府成立了“国家设备综合工程学中心”(national terotechnology center, NTC)由丹尼斯·派克斯任所长,该中心通过介绍设备综合工程实施事例、发行设备综合工程刊物、召开各种研讨会等方式推动设备综合工程学的发展,并为执行这门学科提供帮助。

总之,设备综合工程学是为了消除工业革命带来的悲剧,对设备实行一生全过程管理,以实现设备寿命周期费用最经济的目的。也就是,实行设备综合管理做到无事故、无公害、低能耗、高效率、高收益,为企业的生存和发展提供条件。

(2) 设备综合工程学的要点 根据设备综合工程学的定义,可归纳为以下五个要点。

- ① 追求寿命周期费用最经济。
- ② 从工程技术、财务分析、组织管理三个方面对设备进行综合管理。
- ③ 重点研究可靠性、维修性设计。