



高职高专“十一五”规划教材
机械电子类系列

现代设备管理、 故障诊断及维修技术

XIANDAI SHEBEI GUANLI GUZHANG
ZHENDUAN JI WEIXIU JISHU

主编 ◆ 蒋立刚 张成祥



哈尔滨工程大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

——机械电子类系列

现代设备管理、故障诊断 及维修技术

主 编 蒋立刚 张成祥

编 委 张书民 文玲媛 杨 玻

蒋立刚 张成祥 黄晓燕

宋 鸣 陈 春 谢 建

主 审 袁晓东

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本教材主要依照现代企业实际工作岗位的具体要求,同时参照相关国家职业技能标准,本着“重基础、宽口径;机电结合、以机为主;管理、诊断、维修并重”的思路和实用、够用、好用的原则,以典型机电设备为载体,打破传统学科体系,重构课程内容,同时遵循认知规律和职业成长规律,重新设计本领域的学习情景,将全书内容共分为上、中、下三篇及附录。其中:上篇主要介绍现代设备管理知识,具体包括:设备及设备管理基础知识;现代企业设备管理内容。中篇主要讲述设备状态监测与故障诊断知识,具体包括:机械零件失效分析;设备状态检测与故障诊断基础知识;常用设备状态检测与故障诊断技术;典型设备故障诊断技术应用。下篇主要阐述机电设备维修技术,具体包括:设备维修概论;常用机械零件维修技术;典型设备维修应用。最后,在附录中分别节选了设备点检员、机修钳工、维修电工的国家职业标准,供读者在学习时对照参考,从而全面了解相关职业的具体需求,以便做到查漏补缺、有的放矢。

本书可作为高职高专、成人高校等机械类专业群有关设备工程与管理类专业领域的必修课教材,或者作为机械类其他专业领域、近机械类其他专业学生的选修课教材;同时,也可供工业企业内从事设备管理、故障诊断与维修的工程技术人员与点检人员参考或作为培训用教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代设备管理、故障诊断及维修技术/蒋立刚,张成祥主编.—哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2010.3

ISBN 978-7-81133-704-4

I. ①现… II. ①蒋… ②张… III. ①机械设备—设备管理②机械设备—故障诊断③机械设备—维修 IV.TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 041453 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 四川墨池印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 16.75
字 数 428 千字
版 次 2010 年 5 月第 1 版
印 次 2010 年 5 月第 1 次印刷
定 价 32.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前言...

近年来,随着我国制造业的快速发展,制造技术的迅速进步,对制造操作者提出了新的要求,新兴的制造业需要既有一定技术知识素质又能熟练操作的高素质劳动者。为使职业教育满足这种变化和要求,其中教材建设成为改革职业教育的重要和先导性的内容。

为适应当前我国高职高专教育的发展要求,配合高职高专院校的教学和教材改革,我们组织专家、示范高职院校的骨干教师及相关行业的工程师,共同策划编写了一套符合当前职业教育精神的高质量、实用型教材。

该系列教材充分体现了高职高专教材的特点,力求培养职业能力为本,以培养学生的实践能力和知识运用能力为核心,对基础理论和知识强调“够用和实用”,同时注意吸取其他教材的优点,总结各学校教学经验,并且注意适当融入学科的新进展、新成果。

该系列教材在编写中根据教材内容的要求,采取了“基于工作任务导向”的模式和“知识与能力结构”模式的编写格式,紧跟高职高专教材的发展步伐,强调学生实践能力、创造能力的培养,使学生在2~3年的时间内,通过学习掌握本专业所需的基本技术技能和必要的基本知识。

该系列教材主要针对机械制造、模具设计与制造、数控加工、机电一体化、设备维修和CAD/CAM专业,涵盖了全部的专业基础课和大部分专业课。第一批共20本将于2010年出版。

本书是其中的一本《现代设备管理、故障诊断及维修技术》

本书主要按照现代企业实际工作岗位的具体要求,同时参照相关国家职业技能标准,本着“重基础、宽口径;机电结合、以机为主;管理、诊断、维修并重”的思路和实用、够用、好用的原则,以典型机电设备为载体,打破传统学科体系,重构课程内容,同时遵循认知规律和职业成长规律,重新设计本领域的学习情景,将全书内容分为上、中、下三篇(共9章)及附录。其中:

上篇(第1章~第2章)主要介绍现代设备管理知识,具体包括:设备及设

备管理基础知识；现代企业设备管理内容。

中篇（第3章~第6章）主要讲述设备状态监测与故障诊断知识，具体包括：机械零件失效分析；设备状态检测与故障诊断基础知识；常用设备状态检测与故障诊断技术；典型设备故障诊断技术应用。

下篇（第7章~第9章）主要阐述机电设备维修技术，具体包括：设备维修概论；常用机械零件维修技术；典型设备维修应用。

最后，在附录中分别节选了设备点检员、机修钳工、维修电工的国家职业标准，供读者在学习时对照参考，从而全面了解相关职业的具体需求，以便做到查漏补缺、有的放矢。

通过上述模块的学习，以期全面提升学生职业能力规格，使其具备较强的岗位适应能力和构建工作的能力，快速成长为一名精检修、懂诊断、善维护、会服务的“一专多能”型高素质设备检修、维护、诊断、管理的复合型人才，符合用工企业的要求。但是需要说明的是：正所谓“冰冻三尺非一日之寒”，一个好的设备人员必定要内外兼修，这需要一个不断学习、不断实践的长期的过程，不能一蹴而就。

本书由四川机电职业技术学院机械工程系蒋立刚、张成祥担任主编，袁晓东担任主审。其中：蒋立刚编写第1章、第2章、第3章、第4章以及附录；文玲媛编写第5章；张书民编写第6章；张成祥编写第7章、第8章；杨玻编写第9章。全书由蒋立刚最后负责统稿。

在本书的编著过程中，我们参考了所有能找到的有关方面的文献和资料，包括互联网上的一些信息，在此一并表示感谢！由于时间仓促，加上作者水平有限，书中错误在所难免，希望广大师生在使用过程中提出宝贵意见，请将您的建议或意见发送至 19630807lql@163.com 与我们联系。并恳请全国各地的高职高专院校教师积极加入该系列规划教材的策划和编写队伍中来，以便我们在今后的工作中不断改进和完善，使这套教材成为高职高专院校的精品教材。我们网站 <http://www.dztf.com> 将尽可能提供部分图书的电子教案等教学资料下载。

编 者

2010年5月

目 录

第1章 设备及设备管理基础知识.....	1
1.1 设备概论	2
1.1.1 设备及其分类.....	2
1.1.2 现代设备的特征.....	4
1.1.3 现代设备带来的新问题.....	6
1.2 设备管理及其意义	8
1.2.1 设备管理和设备工程.....	9
1.2.2 设备管理的意义.....	11
1.3 设备管理的发展历程	13
1.3.1 设备管理的沿革.....	13
1.3.2 我国设备管理的发展概况.....	17
1.4 设备管理的组织形式	20
1.4.1 企业设备管理的职能.....	20
1.4.2 设备管理组织机构的设置原则和影响因素.....	21
1.4.3 设备管理组织机构的形式.....	22
思 考 题.....	26
第2章 现代企业设备管理内容.....	27
2.1 现代设备管理的理论基础与基本内容.....	27
2.1.1 现代设备管理的理论基础.....	27
2.1.2 现代设备管理的基本内容.....	32
2.2 国外设备管理简介及我国设备管理制度.....	35
2.2.1 国外现代设备管理模式简介.....	35
2.2.2 我国设备综合管理.....	39
2.3 信息技术在设备管理中的应用	43
2.3.1 管理信息系统概述.....	43
2.3.2 设备管理信息系统的基础知识.....	47
2.4 ERP 与 EAM 简介	48
2.4.1 企业资源计划 ERP	48
2.4.2 企业资产管理 EAM.....	53
思 考 题.....	56
第3章 机械零件失效分析.....	57
3.1 失效类型及影响因素	58
3.1.1 失效类型.....	58
3.1.2 失效的基本影响因素.....	59
3.2 磨损失效分析	59

3.2.1	摩擦和磨损的基础知识.....	59
3.2.2	粘着磨损.....	61
3.2.3	磨粒磨损.....	63
3.2.4	疲劳磨损.....	64
3.2.5	腐蚀磨损.....	66
3.2.6	微动磨损.....	67
3.2.7	其他磨损.....	67
3.3	腐蚀失效分析.....	68
3.3.1	腐蚀失效的基本概念.....	68
3.3.2	腐蚀失效的基本类型.....	69
3.3.3	防腐措施.....	71
3.4	断裂失效分析.....	73
3.4.1	断裂的定义和分类.....	73
3.4.2	延性断裂.....	74
3.4.3	脆性断裂.....	75
3.4.4	疲劳断裂.....	75
3.4.5	环境断裂.....	76
3.5	畸变失效分析.....	79
3.5.1	畸变与畸变失效.....	79
3.5.2	畸变失效的基本类型.....	79
3.5.3	畸变失效分析方法.....	80
思 考 题		81
第 4 章	设备状态检测与故障诊断基础知识.....	82
4.1	设备故障的基础知识.....	82
4.1.1	设备故障的基本概念.....	82
4.1.2	设备故障分布规律.....	84
4.1.3	故障的分类.....	86
4.1.4	设备故障的基本特性.....	88
4.1.5	故障的典型模式和原因.....	89
4.1.6	故障分析方法.....	92
4.2	状态监测与故障诊断技术基础.....	96
4.2.1	状态监测与故障诊断基本概念与分类.....	96
4.2.2	设备故障诊断技术的发展与展望.....	99
4.2.3	故障诊断基本方法简介.....	101
4.2.4	故障诊断的基本过程.....	103
4.2.5	故障诊断技术的作用及意义.....	104
思 考 题		105
第 5 章	常用设备状态检测与故障诊断技术.....	106
5.1	振动诊断技术.....	106
5.1.1	振动诊断的基本知识.....	107

5.1.2 振动监测参数与标准	109
5.1.3 振动监测	112
5.1.4 振动监测及故障诊断的常用仪器设备	114
5.2 声诊断技术	116
5.2.1 噪声测量	116
5.2.2 噪声源与故障源识别	118
5.3 温度诊断技术	118
5.3.1 温度测量基础	119
5.3.2 常用温度监测仪器	119
5.4 油液分析技术	120
5.4.1 油液分析技术的意义	121
5.4.2 油液分析方法概述	121
5.4.3 几种常见油液污染颗粒测定方法简介	122
5.4.4 铁谱分析技术	123
5.4.5 元素光谱技术	125
5.5 无损检测技术	126
5.5.1 概述	126
5.5.2 射线检测	126
5.5.3 超声波检测	127
5.5.4 磁粉检测法	128
5.5.5 渗透检测	128
5.5.6 涡流检测	129
5.5.7 声发射检测	129
思 考 题	130
第 6 章 典型设备故障诊断技术应用	131
6.1 旋转机械故障诊断	131
6.1.1 旋转机械的常见故障及特征	131
6.1.2 旋转机械的振动故障识别	137
6.1.3 动平衡技术	137
6.2 滚动轴承故障诊断	138
6.2.1 滚动轴承振动信号的频率特征	138
6.2.2 滚动轴承故障发展的四个阶段	142
6.2.3 滚动轴承故障的精密诊断法	143
6.3 齿轮故障诊断	146
6.3.1 齿轮振动信号的频率特征	146
6.3.2 齿轮的精密诊断方法	147
6.4 常见电气设备诊断	149
6.4.1 电气系统故障的诊断维修方法和步骤	149
6.4.2 电气设备监测与诊断技术	151
思 考 题	165

第7章 设备维修概论	166
7.1 维修的概念、方式及类别	166
7.1.1 设备维修概念	166
7.1.2 维修方式	166
7.1.3 修理类别	168
7.2 设备大修的基本概念	169
7.2.1 设备大修的概述	169
7.2.2 设备大修的内容和技术要求	169
7.3 设备大修前的准备	170
7.3.1 技术准备	170
7.3.2 生产准备	174
7.3.3 编制大修作业计划	174
7.4 设备大修计划的实施过程	174
7.4.1 设备的解体	175
7.4.2 零件的清洗	175
7.4.3 零件的检查	177
7.4.4 设备的修理装配	178
7.4.5 设备修理精度的检验	181
7.4.6 设备试验	181
思考题	183
第8章 机械零件维修技术	184
8.1 热喷涂和喷焊技术	184
8.1.1 热喷涂技术	184
8.1.2 喷焊技术	189
8.1.3 喷焊技术喷涂层、喷焊层质量测试	191
8.2 焊接修复技术	191
8.2.1 焊补	191
8.2.2 堆焊	192
8.2.3 钎焊	195
8.3 电镀修复技术	195
8.3.1 电镀	196
8.3.2 电刷镀	198
8.4 粘接修复技术与表面粘涂修复技术	206
8.4.1 粘接修复技术	206
8.4.2 表面粘涂修复技术	208
8.5 表面强化技术	210
8.5.1 表面机械强化	210
8.5.2 表面热处理强化和表面化学热处理强化	211
8.5.3 电火花强化	211
8.5.4 激光表面处理	213

8.6 金属扣合技术	215
8.6.1 强固扣合技术	215
8.6.2 强密扣合技术	216
8.6.3 优级扣合技术	217
8.6.4 热扣合技术	217
8.7 机械零件修复技术的选择	217
8.7.1 选择修复技术应遵守的基本原则	218
8.7.2 选择机械零件修复技术的方法与步骤	219
8.7.3 具体实施修复时应考虑的问题	219
思 考 题	220
第 9 章 典型设备维修应用	221
9.1 数控机床维修	221
9.1.1 数控机床的故障类型与主要故障	221
9.1.2 数控机床的故障诊断与维修应遵守的原则	222
9.1.3 数控机床电气故障分析	223
9.1.4 数控机床常见的机械故障现象	230
9.1.5 数控机床的维护保养	231
9.2 液压系统维修	231
9.2.1 液压系统故障诊断方法	231
9.2.2 液压系统主要液压元件的故障及维修	234
9.3 电气系统维修	242
9.3.1 电气线路与设备故障类型	242
9.3.2 电气设备维修的十项原则	243
9.3.3 检修电气线路与设备故障常用的方法	244
9.3.4 电动机常见故障与维修技术	246
思 考 题	250
附 录	251
附录 1 设备点检员国家职业标准 (节选)	251
附录 2 机修钳工国家职业标准 (节选)	254
附录 3 维修电工国家职业标准 (节选)	256
参考文献	258

上篇 现代企业设备管理

第1章 设备及设备管理基础知识

学习目的及要求:

1. 理解设备的定义, 掌握设备的分类方法, 了解固定资产的相关概念。
2. 理解现代设备的特征, 了解现代设备带来的新问题, 掌握设备在企业中的地位。
3. 掌握设备管理的基本概念, 了解现代设备管理的特点和意义。
4. 理解设备管理的发展历程, 了解我国设备管理的发展概况。
5. 了解企业设备管理的职能, 以及设备管理组织机构的设置原则和影响因素。
6. 了解设备管理组织机构的常见形式及其特点。

时光如梭, 人类跨步进入新千年。21 世纪的经济常被称作知识经济、网络经济、环境经济、注意力经济……, 有人把它们统称为新经济。新经济最突出的特点就是“速变”。这个世纪又被称为“经验贬值”的时代。纵观生物进化历史, 在这个世界上存留下来的不是最强大的生物, 也不是最聪明的生物, 而是对外界的变化能适时做出快速反应的生物。时代的速变推动企业技术进步的速变, 必然引起设备管理的创新和速变。

设备管理的创新, 意味着思维创新、模式创新、方法创新、路线创新。目前国际设备管理进入了一个百花齐放、百家争鸣的时代。不少企业的设备管理不断推陈出新, 以适应本行业的生产发展, 同时突出自己的管理特色。例如: 新日本制铁公司(简称新日铁), 为日本最大的钢铁公司, 也是世界大型钢铁公司。该企业在 2007 年度《财富》全球最大五百家公司排名中名列第一百七十一位。根据其 1994—2004 年度生产实绩及定员人数资料显示, 10 年时间内该企业定员人数从 34 169 人下降至 15 138 人, 但其产量却从 2512.3 万吨上升至 3014.6 万吨, 平均每人产量同比提高了 2.7 倍, 这其中一个重要的因素正是得益于该企业大力推行的新设备管理模式——全员生产维修(TPM, Total Productive Maintenance)。

工欲善其事, 必先利其器; 君若利其器, 首当顺其治。有人说: 21 世纪是中国人的世纪。面对这速变的时代, 我国的企业当然也不例外, 各种新的设备管理模式正如火如荼在各大企业内得以迅猛发展。作为新世纪的设备管理工作, 不但要有“利器”在手, 而且还必须认真思索如何“顺其治”, 以便让中国的企业勇敢迈出坚实的改革步伐, 始终走在新世纪变革的最前列。唯有如此, 企业才有出路; 唯有如此, 设备管理才会成为企业进步的强大推进器。

对此，我们责无旁贷，任重道远。下面，让我们逐步进入现代设备管理的殿堂。

1.1 设备概论

1.1.1 设备及其分类

设备是企业进行生产活动的重要物质技术基础，它是企业固定资产中的重要组成部分。众所周知，人类若要进行生产活动必须具备以下两个因素：人的因素（劳动力）和物的因素（生产资料）。生产资料包括劳动对象和劳动资料。劳动对象是人们为生产物质财富而以劳动加于其上的一切物资；劳动资料（又称劳动手段）是劳动者用来把自己的活动传导到劳动对象上去的一切物质资料或物质条件。

我们又把劳动资料中的机器、厂房、建筑物、汽车、船舶等称为固定资产。固定资产并不意味着它所指的对象必须固定在某个位置上不能移动，而是指它能反复参加多次生产过程，并能保持其实物形态和原有功能，它的价值在生产过程中逐渐消耗并转移到产品价值中去。而原材料等劳动对象，其实物形态经过一次生产过程就消费掉了，它的价值是在一次生产过程中转移到产品价值中去的，所以不能称为固定资产。

上述固定资产的特点，虽然可以作为划分固定资产的依据，但是对于某些具体物品来说，往往不容易划分清楚。为此我国财政部在其颁布的《企业财务通则》中规定，一般应同时具备以下两个条件的劳动资料才能列为固定资产：使用期限在一年以上；单位价值在一定限额以上（不同类型企业分别有各自价值标准）。在限额以下的劳动资料，如工具、器具，由于品种复杂，消耗较快，只能作为低值易耗品；有些企业的主要生产设备，单位价值虽然低于上述标准，也应列为固定资产（如被服厂的缝纫机）。对于使用年限较短，容易损坏，更换频繁的物品，以及为生产购置的专用工具、卡具、模具、玻璃器皿等，虽然符合固定资产条件，也可列为低值易耗品。

在企业管理工作中所指的“设备”有其明确和具体的含义，必须符合以下两个条件：一是用以直接开采自然财富或把自然财富加工成为社会必需品的劳动资料，例如车床能切削产品、零件，应该属于设备，而安装车床的厂房、建筑物仅是生产活动的场所，不直接加工零件就不能算作设备；二是符合前面所说的固定资产应具备的两个条件。所以我们所讨论的“设备”是指符合固定资产条件的，直接将投入的劳动对象加以处理，使之转化为预期产品的机器和设施，以及维持这些机器和设施正常运行的附属装置，即生产工艺设备和辅助设备（包括供试验、研究、管理用的机器和设施）。设备属于固定资产的范畴。

国外设备工程学定义设备为“有形固定资产的总称”，它包括一切列入固定资产的劳动资料，如：土地，建筑物（厂房、仓库等）、构筑物（水池、码头、围墙、道路等）、机器（机床、起重机械等）、装置（容器、蒸馏塔、热交换器等）、车辆、船舶、工具（生产用工具、夹具，测试仪器等），这可以认为是设备的广义定义。当研究设备管理时，我们将“设备”这个名称用于设备运动全过程，而固定资产这个名称不能用于设备运动的全过程，这是因为能够成为劳动资料的物品不一定是固定资产，只有它参加生产过程，并在生产过程中起着劳动手段作用时才能算为固定资产。

设备是现代化企业的主要生产工具，也是企业现代化水平的重要标志。对于一个国家来说，设备既是发展国民经济的物质技术基础，又是衡量社会发展水平与物质文明程度的重要

尺度。设备的种类繁多,型号规格各异。为了便于分清主次,加强管理,需要对它们进行合理的分类。设备分类的方法很多,可以根据不同的需要,从不同的角度来加以区分。下面列举一些常用的分类方法:

1. 按照设备的用途分类

(1) 生产工艺设备,指直接参加工业生产过程的设备,即用来改变劳动对象(原材料、毛坯、半成品等)的形状或性能,使劳动对象发生物理或化学变化的设备。如机械工业企业中的金属切削机床、锻压设备、铸造设备、专用工艺设备等;冶金工业企业中的焦炉、高炉、转炉、轧机等。

(2) 辅助生产设备,指服务于主要生产过程的设备。如机械工业、冶金工业中的各种动力设备(如变压器、给水排水装置、空气压缩机、燃气设备等),起重运输设备(如起重机、电梯、车辆等),传导设备(如管道、电缆等)。

(3) 科研实验设备,主要指企业及其研究院所用于科研、新产品开发、实验检测的各种测试设备与计量仪器等。

(4) 办公管理设备,主要指用于企业生产经营与技术管理的各种计算机、复印机、打印机、摄像机、录像机、电视监控设备及其他办公设备。

(5) 生活福利设备,主要指用于职工生活福利事业的各种设备,如医疗卫生设备、炊事设备等。

对于工业交通企业来说,生产工艺设备和生产辅助设备对生产的关系最密切,影响也最直接,应该首先管好、用好。

2. 按照设备在生产中的重要程度分类

(1) 关键设备,指在生产过程中起主导、关键作用的设备。这类设备一旦发生故障,会严重影响产品质量、生产均衡、人身安全、环境保护等,造成重大的经济损失和严重的社会后果。关键设备也可叫做重点设备。

(2) 主要设备,指在生产过程中起主要作用的设备。如机械行业把修理复杂系数5及以上的设备划为主要设备。

(3) 一般设备,指结构简单、维修方便、数量众多、价格便宜的设备。这类设备若在生产中出现故障,对企业的生产影响较小。

这种分类方法,可以帮助我们分清主次,明确设备管理的主要对象,以便集中力量抓住重点,确保企业生产经营目标的顺利实现。例如,以攀钢为例,目前很多二级厂矿均实行的是设备分类管理,将所辖设备分为A、B、C三类,分别对应上述的关键、主要和一般设备,每类设备均由不同级别的设备管理部门进行负责。

3. 按照设备的适用范围分类

(1) 通用设备,指适用于国民经济不同行业(部门)的设备,如金属切削机床、锻压设备、变压器、电动机、水泵、风机等。这种设备属于国家规定的标准系列,一般由专业性的工业企业生产供应。

(2) 专用设备,指只适用于某些部门或行业的某一特定工业生产过程的设备,如钢铁工业的高炉,造纸工业的造纸机,纺织工业的纺纱机等。此外,因各行业设备不同,还有其他的一些分类法。

马克思主义的基本原理告诉我们,生产力是由劳动者、劳动资料和劳动对象这三大基本

要素组成的。劳动资料包括各种生产工具,以及生产所需的建筑物、土地等物质条件,其中以生产工具尤为重要。在这三大要素中,人无疑是主导因素。因为生产工具是人创造的,并且要由人来使用。然而,生产工具却是其中最活跃、最革命的因素。马克思对机器、设备的巨大作用作了很高的评价,他说:“机器的这一部分——工具机,是18世纪工业革命的起点”(马克思《资本论》第一卷)。他又说:“各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产。劳动资料不仅是人类劳动力发展的测量器,而且是劳动借以进行的社会关系的指示器”。由此可见,机器设备作为生产工具的主体,对于发展国民经济和推进社会进步,显然具有十分重要的地位与作用。

1.1.2 现代设备的特征

设备是企业进行生产活动的重要物质技术基础,在现代化大生产中的影响与作用日益突出。尤其是第二次世界大战后,由于科学技术的飞速进步以及世界经济发展的需要,新的科学技术成果不断应用于设备之中,使得设备的新技术含量急剧增加,设备的现代化水平空前提高。

所谓现代化设备,目前尚无确切的定义和统一的说法,但回顾和考察设备的过去及其发展,不难发现现代设备正在朝着两极化、高速化、精密化、机电一体化、自动化、连续化及多能化等方向发展。

1. 两极化(大型化或超小型化)

指某些设备出现大型复杂化趋势,设备的容量、规模、能力越来越大;而另外一些设备则朝着微型轻量化方向发展。例如冶金工业中,新日铁君津厂2号高炉炉容为 5245m^3 ,日产生铁1.25万吨;2008年10月18日,在首钢京唐钢铁厂,世界最大级别的 5500m^3 高炉点火烘炉成功。设备的大型化带来了明显的经济效益。据前苏联的经验, 5000m^3 的高炉与 3000m^3 的高炉相比,生产每吨生铁的基本建设投资可降低12%,劳动生产率可提高30%,生产成本可降低1.9%。

但另一方面,由于新技术和新材料的不断发展,微型化、轻量化的设备也日益得到重视和迅速发展。例如:采用大规模、超大规模集成电路的微型计算机遍及世界各地,不仅在企业和社会各部门得到大量应用,甚至进入了寻常百姓家庭。纳米技术的发展,推动了设备微型化进程。高科技生物工程的发展,使DNA超微型计算机的问世成为可能。日前世界各国都在竞相发展微型机器人。在军事领域内,其可以伪装成蜜蜂、蚂蚁等进入敌人活动的区域,窃取声音、图像等资料,并且在适当的时候,还可以破坏敌人的装备或计算机系统,甚至杀伤敌人;在工业领域内,纳米机器人可以帮助清理石油管道内的污泥;在生物领域内,其可以制成药片或放入药剂内,从而进入人体,进行不开刀的手术治疗或诊断病情等。

2. 高速化

指随着市场竞争的加剧,生产周期的缩短,对设备加工速度的要求也越来越高,由此带来设备的运转速度、运行速度、运算速度等大大加快,从而使生产效率显著提高。比如:在机械制造工业中,20世纪50年代采用高速钢刀具,切削速度只有 $30\sim 40\text{m/min}$;现在采用硬质合金涂层刀具,其最高切削速度已达到 500m/min ,使用陶瓷刀具则可达到 $800\sim 1000\text{m/min}$;在电子计算机领域内,美国IBM公司(国际商用机器公司)与美国能源部科研人员于2008年6月展示了他们最新开发的超级计算机,运算速度达每秒1000万亿次,是迄今全球运算速

度最快的超级计算机，也是第一台运算速度达每秒 1000 万亿次的超级计算机。每秒 1000 万亿次的运算能力大概相当于把 10 万台目前配置最好的笔记本电脑的运算能力累加到一起。这个速度比之前的“世界首快”——IBM 公司开发的“蓝色基因 (Blue Gene) /L”超级计算机快约 2 倍。“蓝色基因/L”运算速度为每秒 478 万亿次，而世界各国研发的其他超级计算机运算速度则介于每秒几十万亿次到几百万亿次之间。我国运算速度最快的超级计算机曙光 5000A——“魔方” (Magic Cube)，已于 2009 年 6 月 12 日在上海超级计算中心正式投入使用。曙光 5000A 以峰值速度 230 万亿次、Linpac 测试值 180 万亿次的成绩，在最近一次公布的全球高性能计算机 Top500 强排行榜中跻身世界超级计算机前十。

3. 精密化

指随着对产品性能和质量要求的提高，对某些设备的制造与加工精度亦提出了更高要求。比如机械制造业中的金属切削加工设备，20 世纪 50 年代精密加工的精度为 $1\mu\text{m}$ ，20 世纪 80 年代提高到了 $0.05\mu\text{m}$ ，到 21 世纪初，又比 20 世纪 80 年代提高了 4~5 倍。现在，主轴的回转精度达 $0.02\sim 0.05\mu\text{m}$ 、加工零件圆度误差 $< 0.1\mu\text{m}$ 、表面粗糙度 $Ra < 0.003\mu\text{m}$ 的精密机床已在生产中得到使用。

4. 机电一体化

由于微电子科学、自动控制与计算机科学的高度发展，已引起了机器设备的巨大变革，出现了以机电一体化为特色的崭新一代设备。机电一体化又称机械电子学，英语称为 Mechatronics，它是由英文机械学“Mechanics”的前半部分与电子学“Electronics”的后半部分组合而成。机电一体化最早出现在 1971 年日本杂志《机械设计》的副刊上，它是机械和微电子技术紧密集合的一门技术，它的发展使冷冰冰的机器有了人性化、智能化。例如：机械工业中的数控机床，它可以把车、铣、钻、镗、铰等不同工序集中在一台机床上自动顺序完成，能依据预先编制的程序，实现高精度、多品种、小批量产品的加工需要。又如工业机器人能在高温、高压、高真空等特殊环境中，在无人直接参与的情况下，准确地完成规定的工作。

5. 自动化

自动化不仅可以实现各生产工序的自动顺序进行，还能实现对产品的自动检测、清理、包装，设备工作状态的实时监测、报警、反馈处理等。例如：汽车工业中，我国在 20 世纪 80 年代就已经在第一、第二汽车制造厂等企业的生产线上，成功地使用了驾驶室自动喷漆机器人、驾驶室自动焊接机器人，另外还拥有锻件、铸件生产自动线及发动机机匣等零件加工自动线多条；在家电工业中，有电路板装配焊接自动线，彩色显像管厂的玻璃罩壳生产自动线；在冶金工业中，有连铸、连轧、型材生产自动线，而且大量采用 DCS 控制 (Distributed Control System，分布式控制系统的英文缩写，在国内自控行业又称之为集散控制系统)。

另外，还有诸如 (1) 连续化：为了适应生产过程连续性的要求，减少设备加工中不必要的中断，设备连续加工能力现已成为现代设备的一个重要特点。(2) 多能化：单一功能的设备已不能适应现代生产发展的需要，一机多能，提高设备利用率已成为一个方向。例如：在机械制造业中，加工中心 (MC, Machining Centre)、柔性制造单元 (FMC, Flexible Manufacturing Cell)、柔性制造系统 (FMS, Flexible Manufacturing System) 的出现即是十分显著的例证。

以上情况表明，现代设备为了适应现代经济发展的需要，广泛地应用了现代科学技术成果，正在向着性能更加高级、技术更加综合、结构更加复杂、作业更加连续、工作更加可靠

的方向发展,从而为经济繁荣、社会进步提供了更强大的创造物质财富的能力。

1.1.3 现代设备带来的新问题

现代设备的上述特点是人类在同自然界的长期斗争中,认识和改造自然,利用自然的能力不断提高的结果,是现代科学技术进步的必然产物。现代设备的出现,一方面给企业和社会带来了巨大好处,如提高产品质量、增加产量和品种、减少原材料消耗、充分利用生产资源、减轻工人劳动强度等,从而创造了巨大的财富,取得了良好的经济效益和社会效益。但另一方面也应看到,正如任何事物都具有两面性一样,现代设备亦不例外,设备在进步发展的同时又反过来向人类提出了新的挑战,给企业和社会带来了一系列新的问题。

1. 购置设备需要大量投资

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往往较为巨大。现在,大型、精密设备的价格一般都达数十万元至数百万元之多,进口的先进、高级设备价格更加昂贵,有的高达数百万美元,甚至达到千万、过亿的水平,因此建设一个现代化工厂所需的投资相当可观。例如:上海宝钢集团公司从1978年12月投资建厂,一期投资128亿元,1985年9月建成;二期投资172亿元,1991年6月投产;三期投资623亿,于1996年开始陆续建成,到2000年底全部建成。又如:攀钢为使规模迈上新台阶,实现产品结构战略性调整,其二期工程于1986年破土动工,1997年全面建成投产,总计投资95.4亿元;为优化钢铁主业结构,实现“材变精品”,把钒钛产业培育成攀钢新的经济增长点,变资源优势为经济优势,把攀钢建设成为现代化的钢铁钒钛基地的重要发展战略,攀钢于2001年6月12日正式启动三期工程建设,工程总投资近84亿元。虽然这些投资属于工程总投资,但是在现代企业里,设备投资一般要占固定资产总额的60%~70%,从而使其成为企业建设投资的主要开支项目。

2. 维持设备正常运转也需要大量投资

从设备一生寿命期来看,在设备购置之后,为了维持设备正常运转、发挥设备效能,在设备的长期使用过程中,还需要继续不断地投入大量资金。首先是现代设备的能源、资源消耗量大,支出的能耗费用高。其次,进行必要的设备维护保养、检查修理也需要支出一笔为数不小的费用。据统计,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%;我国冶金企业的维修费一般也占生产成本的8%~10%,全国大中型冶金企业每年的维修费总额不下数十亿元。

3. 发生故障停机,经济损失巨大

由于现代设备的工作容量大、生产效率高、作业连续性强,一旦发生故障停机,造成生产中断,就会带来巨额的经济损失。例如:2008年伊始受南方冰雪灾害的影响,攀钢的煤炭、运输、电力供应短缺,本部两座高炉因缺乏煤炭供应共停产26天,损失产量达18.5万吨;另外,“5·12”汶川特大地震,导致攀钢集团下属攀长钢全面停产,按照其一季度的产量来算,损失粗略估计将超过4.65亿元。又如:2008年8月25日20时左右,鞍钢股份有限公司炼铁总厂新3#高炉局部发生炉体爆炸,炉料外泻,致使部分供电线路破损。事故造成新3#高炉严重损毁并停产大修,导致该公司2008年铁产量减少约13万吨。

4. 一旦发生事故,将会带来严重后果

现代设备往往是在高转速、高负荷、高温、高压状态下运行,设备承受的应力大,设备

的磨损、腐蚀也大大增加。一旦发生事故,极易造成设备损坏、人员伤亡、环境污染,导致灾难性的后果。如1984年印度中央邦首府博帕尔的联合碳化物印度公司,因阀门失效,剧毒原料异氰酸甲酯泄漏,造成3000人死亡,50000人双目失明,20万人健康受到损害。1986年的苏联切尔诺贝利核电站2号反应堆发生严重故障,造成80亿卢布的重大损失、严重的环境污染和社会灾难。这些灾难性的后果在历经数十年后仍然存在。

5. 设备的社会化程度越来越高

由于现代设备融汇的科学技术成果越来越多,涉及的科学知识门类越来越广,单靠某一学科的知识无法解决现代设备的重大技术问题,而且由于设备技术先进、结构复杂,零部件的品种、数量繁多,设备从研究、设计、制造、安装调试到使用、维修、改造、报废等,各个环节往往要涉及不同行业的许多单位和企业。由此可以认为,现代设备的社会化程度越来越高了。改善设备性能,提高设备素质,优化设备效能,发挥设备投资效益,不仅需要企业内部有关部门的共同努力,而且还需要社会上有关行业、企业的协作配合。设备工程已经成为一项社会系统工程。例如:在航空工业中,国际上大部分新开发的民用飞机都采用国际合作方式进行研制,军用飞机也有这样的苗头。国际合作的主要方式是转包生产。空客有1500多家供应商,分布在27个国家;波音60%以上的零部件,也都转包给其他供应商。

1.1.4 设备在企业中的地位

要想全面认识设备,还必须正确认识设备在企业中的地位。现归纳如下:

1. 设备是现代企业的物质技术基础

机器设备是现代企业进行生产活动中不可或缺的重要物质技术基础,也是企业生产力发展水平与企业现代化程度的主要标志之一。马克思曾经高度评价机器的作用,他把机器设备称为“生产的骨骼和肌肉系统”;把化学工业企业生产中使用的炉、塔、罐、传输管道称为“生产的脉管系统”(《马恩全集》第23卷),这可谓是对设备所作的形象直接的比喻。由此可以认为,没有现代化的机器设备就没有现代化的大生产,也就没有现代化的企业。

2. 设备是企业固定资产的主体

企业是从事生产、流通、服务等经济活动,以生产或服务满足社会需要,实行自主经营、独立核算、依法设立的一种盈利性的经济组织。企业的生产经营是“将本求利”,其中这个“本”就是企业所拥有的固定资产和流动资金。在企业的固定资产总额中,设备的价值所占的比例最大,一般达60%~70%左右。用于备品备件和二类机电储备资金,通常占到企业全部流动资金的15%~20%。这两项资金合在一起,约占企业全部生产资金的60%以上。而且,随着设备技术含量与技术水平的日益提高,现代设备既是技术密集型的生产工具,也是资金密集型的社会财富。设计制造或者购置现代设备费用的增加,不仅会带来企业固定资产总额的增加,还会继续增大机器设备在固定资产总额中的比重。设备价值是企业资本的重中之重,对企业的兴衰关系重大。

3. 设备涉及企业生产经营活动的全局

企业作为商品的生产、经营单位,必须树立市场观念、质量观念、时间观念、效益观念,以适销对路、物美价廉的产品赢得用户,占领市场,才能取得良好的经济效益和社会效益,求得企业的生存和发展。在企业从产品市场调查——组织生产——经营销售的管理循环过程中,设备始终处于十分重要的地位,影响着企业生产经营活动的方方面面。首先,在市场调