



全国高职高专教育精品规划教材

机械设备 维护与修理

主编 刘 杰 陈福亮



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

全国高职高专教育精品规划教材

机械设备维护与修理

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共分5章, 主要内容包括机械维护与修理的基础知识、零件和设备润滑、机械维护与修理制度、机械拆卸与装配和机械零件修复技术。

本书既注意理论的介绍, 又注重与生产实际相结合。除介绍传统的修理技术外, 还介绍了各种新工艺、新技术, 以适应改革不断深化、各工矿企业培养和提高设备管理和维修人才的需要。本书内容简明扼要, 语言通俗、流畅, 实用性较强。

本书可作为高职高专院校机电设备维护与管理专业、机电一体化技术专业、机械设备与自动化专业的教材, 也可供从事机械维修工作与设备管理工作的工程技术人员参考使用, 还可作为企业设备管理与维修人员的培训教材。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设备维护与修理 / 刘杰, 陈福亮主编. — 北京: 北京交通大学出版社, 2010. 12
(全国高职高专教育精品规划教材)

ISBN 978 - 7 - 81123 - 855 - 6

I. ① 机… II. ① 刘… ② 陈… III. ① 机械维修 - 高等学校: 技术学校 - 教材
IV. ① TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 210694 号

责任编辑: 张慧蓉

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010 - 51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印刷者: 北京泽宇印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 × 260 印张: 14 字数: 341 千字

版 次: 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 81123 - 855 - 6/TH · 35

印 数: 1 ~ 3 000 册 定价: 25.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010 - 51686043, 51686008; 传真: 010 - 62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

全国高职高专教育精品 规划教材丛书编委会

主任：曹 殊

副主任：武汉生（西安翻译学院）

朱光东（天津冶金职业技术学院）

何建乐（绍兴越秀外国语学院）

文晓璋（绵阳职业技术学院）

梅松华（丽水职业技术学院）

王 立（内蒙古建筑职业技术学院）

文振华（湖南现代物流职业技术学院）

叶深南（肇庆科技职业技术学院）

陈锡畴（郑州旅游职业学院）

王志平（河南经贸职业学院）

张子泉（潍坊科技职业学院）

王法能（青岛黄海学院）

邱曙熙（厦门华天涉外职业技术学院）

逯 侃（步长集团陕西国际商贸学院）

委员：黄盛兰（石家庄职业技术学院）

张小菊（石家庄职业技术学院）

邢金龙（太原大学）

孟益民（湖南现代物流职业技术学院）

周务农（湖南现代物流职业技术学院）

周新焕（郑州旅游职业学院）

成光琳（河南经贸职业学院）

高庆新（河南经贸职业学院）

李玉香（天津冶金职业技术学院）

邵淑华（德州科技职业学院）

刘爱青（德州科技职业学院）

宋立远（广东轻工职业技术学院）

孙法义（潍坊科技职业学院）

颜 海（武汉生物工程学院）

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，其根本任务是培养生产、建设、管理和
服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的
基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基础知识和职业技
能，因此与其对应的教材也必须有自己的体系和特点。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教育改革和教材建设的需要，在教育部的指导
下，我们在全中国范围内组织并成立了“全国高职高专教育精品规划教材研究与编审委员会”
(以下简称“教材研究与编审委员会”)。“教材研究与编审委员会”的成员所在单位皆为教
学改革成效较大、办学实力强、办学特色鲜明的高等专科学校、成人高等学校、高等职业学
校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术
学院。

为了保证精品规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“全
国高职高专教育精品规划教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)成员和征集教
材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的
优秀教师和专家。此外，“教材编审委员会”还组织各专业的专家、教授对所征集的教材
进行评选，对所列选教材进行审定。

此次精品规划教材按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”而编写。
此次规划教材按照突出应用性、针对性和实践性的原则编写，并重组系列课程教材结构，力
求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知
识的应用和实践技能的培养；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱
到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为尺度；尽量体现新知识和新方法，以利于学生
综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们真心希望全国从事
高职高专教育的院校能够积极参与到“教材研究与编审委员会”中来，推荐有特色、有创
新的教材。同时，希望将教学实践的意见和建议及时反馈给我们，以便对出版的教材不断修
订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多、更新的与高职高专教育配
套的高质量教材。

此次所有精品规划教材由全国重点大学出版社——北京
交通大学出版社出版。适合于各类高等专科学校、成人高
等学校、高等职业学校及高等院校主办的二级技术学院使用。

全国高职高专教育精品规划教材研究与编审委员会
2010年12月

总 序

历史的年轮已经跨入了公元2010年,我国高等教育的规模已经是世界之最,2009年毛入学率达到24.2%,属于高等教育大众化教育阶段。根据教育部2006年第16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,高职高专院校要积极构建与生产劳动和社会实践相结合的学习模式,把工学结合作为高等职业教育人才培养模式改革的重要切入点,带动专业调整与建设,引导课程设置、教学内容和教学方法改革。由此,高职高专教学改革进入了一个崭新阶段。

新设高职类型的院校是一种新型的专科教育模式,高职高专院校培养的人才应当是应用型、操作型人才,是高级蓝领。新型的教育模式需要我们改变原有的教育模式和教育方法,改变没有相应的专用教材和相应的新型师资力量的现状。

为了使高职院校的办学有特色,毕业生有专长,需要建立“以就业为导向”的新型人才培养模式。为了达到这样的目标,我们提出“以就业为导向,要从教材差异化开始”的改革思路,打破高职高专院校使用教材的统一性,根据各高职高专院校专业和生源的差异性,因材施教。从高职高专教学最基本的基础课程,到各个专业的专业课程,着重编写出实用、适用高职高专不同类型人才培养的教材,同时根据院校所在地经济条件的不同和学生兴趣的差异,编写出形式活泼、授课方式灵活、满足社会需求的教材。

培养的差异性是高等教育进入大众化教育阶段的客观规律,也是高等教育发展与社会发展相适应的必然结果。只有使在校学生接受差异性的教育,才能充分调动学生浓厚的学习兴趣,才能保证不同层次的学生掌握不同的技能专长,避免毕业生被用人单位打上“批量产品”的标签。只有高等学校的培养有差异性,其毕业生才能有特色,才会在就业市场具有竞争力,从而使高职高专的就业率大幅度提高。

北京交通大学出版社出版的这套高职高专教材,是在教育部“十一五规划教材”所倡导的“创新独特”四字方针下产生的。教材本身融入了很多较新的理念,出现了一批独具匠心的教材,其中,扬州环境资源职业技术学院的李德才教授所编写的《分层数学》,教材立意新颖,独具一格,提出以生源的质量决定教授数学课程的层次和级别。还有无锡南洋职业技术学院的杨鑫教授编写的一套《经营学概论》系列教材,将管理学、经济学等不同学科知识融为一体,具有很强的实用性。

此套系列教材是由长期工作在第一线、具有丰富教学经验的老师编写的,具有很好的指导作用,达到了我们所提倡的“以就业为导向培养高职高专学生”和因材施教的目标要求。

教育部全国高等学校学生信息咨询与就业指导中心择业指导处处长
中国高等教育学会毕业生就业指导分会秘书长
曹 殊 研究员

前言

Preface

“工欲善其事，必先利其器”。随着科学技术的迅速发展，知识更新的周期在缩短，生产设备正朝着大型化、自动化、高精度化方向发展。生产系统的规模变得越来越大，设备的结构也随之变得越来越复杂，设备在生产中的重要性日益显现。因此，搞好设备维修，正确使用设备，精心保养维护设备，使设备处于良好的技术状态，保证生产正常进行，才能使企业取得最佳的经济效益。

本教材在编写过程中遵循了理论教学以应用为主，以必需、够用为度，加强了实用性内容，突出了理论和实践相结合，并将“专业知识”与“维修技术”有机地融于一体，使教材内容尽量体现“宽、浅、用、新”的特点，在教材结构和叙述方式上遵循由浅入深、循序渐进的认知规律。

全书共分5章，主要介绍了机械维护与修理的基础知识、零件和设备润滑、机械维护与修理制度、机械拆卸与装配、机械零件修复技术等内容，目的是使读者了解设备修理的基本知识，学会设备修理的基本技能，熟悉设备修理的基本方法，了解新工艺、新技术、新材料在设备修理中的应用。

本书可作为各类高职高专及成人院校的机械类、机电工程类专业教材，也可供工业企业从事设备管理与维修的工程技术人员参考使用或作为培训教材。

本书由河北工业职业技术学院刘杰、昆明冶金高等专科学校陈福亮任主编；河北工业职业技术学院赵宇辉、张文灼任副主编；河北工业职业技术学院班玉成主审。参加编写的还有河北工业职业技术学院张晓娜、白玉伟、王红光、张红霞。

限于编者的水平和经验，书中的不妥和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者
2010年9月

目录

Contents

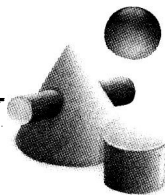
第1章 机械维护与修理的基础知识	1
1.1 机械故障和设备事故的概念	1
1.1.1 机械故障及其规律	1
1.1.2 了解事故及其评估方法	4
1.2 机械故障发生的原因及其对策	6
1.2.1 机械磨损	7
1.2.2 机械故障发生的其他原因及对策	12
1.3 机械故障诊断技术的原理及应用	17
1.3.1 了解机械故障诊断技术	17
1.3.2 监测与诊断系统	19
1.3.3 旋转机械的振动监测与诊断	22
1.3.4 齿轮的故障诊断	24
1.3.5 滚动轴承的故障诊断	27
1.3.6 无损检验法	29
1.3.7 机械故障诊断的油样分析技术	35
思考题	37
第2章 零件和设备润滑	39
2.1 润滑原理	39
2.1.1 润滑作用及分类	39
2.1.2 润滑原理	41
2.2 常用润滑材料辨识	46
2.2.1 润滑材料综述	46
2.2.2 润滑油	47
2.2.3 润滑脂	54
2.2.4 固体润滑材料	58
2.3 稀油润滑系统组成与应用	61
2.3.1 稀油润滑的概念	61

2.3.2 常用单体润滑装置·····	62
2.3.3 稀油集中润滑系统·····	66
2.3.4 油雾润滑和油气润滑·····	70
2.4 干油润滑系统与固体润滑·····	75
2.4.1 干油润滑概述·····	75
2.4.2 干油集中润滑系统·····	75
2.4.3 干油喷射润滑·····	80
2.4.4 固体润滑·····	82
2.5 典型零部件的润滑·····	84
2.5.1 润滑材料的选用原则·····	84
2.5.2 滚动轴承的润滑·····	85
2.5.3 滑动轴承润滑材料的选择·····	88
2.5.4 齿轮和蜗轮蜗杆传动润滑材料的选择·····	90
2.5.5 专门机器和机构润滑材料的选择·····	92
思考题·····	94
第3章 机械维护与修理制度 ·····	96
3.1 设备维修管理方式·····	96
3.1.1 现代化设备维修管理的重要性·····	96
3.1.2 设备预防维修管理方式·····	97
3.2 设备的维护管理·····	98
3.2.1 设备的维护保养·····	98
3.2.2 设备的三级保养制·····	99
3.2.3 设备的使用维护要求·····	100
3.3 点检定修制·····	102
3.3.1 点检定修制的主要内容·····	102
3.3.2 点检制·····	103
3.3.3 定修制·····	106
3.3.4 点检定修制在设备维修管理制度中的地位·····	108
3.4 设备修理计划编制与实施·····	109
3.4.1 设备修理类别·····	109
3.4.2 设备修理计划的编制与实施·····	112
思考题·····	116
第4章 机械拆卸与装配 ·····	118
4.1 了解机械拆卸与装配的基础知识·····	118
4.1.1 概述·····	118
4.1.2 机械零件的拆卸·····	121
4.1.3 零件的清洗·····	125

4.1.4 零件的检验	130
4.2 常用拆装工具的使用	133
4.2.1 扳手类	133
4.2.2 手钳类	136
4.2.3 螺钉旋具	137
4.2.4 手锤	138
4.2.5 锉刀	139
4.2.6 普通台虎钳	139
4.3 过盈配合的装配方法	140
4.3.1 概述	140
4.3.2 常温下的压装配合	140
4.3.3 热装配合	142
4.3.4 冷装配合	144
4.4 联轴器的装配技术	144
4.4.1 联轴器的装配方法	145
4.4.2 联轴器的找正、对中	145
4.4.3 联轴器装配时的调整	146
4.5 轴承的装配与调整	149
4.5.1 滑动轴承的装配	149
4.5.2 滚动轴承的装配	153
4.6 齿轮的装配与检测	155
4.6.1 装配时注意事项	156
4.6.2 圆柱齿轮装配与检测	156
4.6.3 圆锥齿轮的装配与检测	159
4.7 密封装置的装配	160
4.7.1 固定连接密封	160
4.7.2 活动联接的密封	161
思考题	163
第5章 机械零件修复技术	165
5.1 零件修复技术的种类及选择原则	165
5.1.1 零件修复技术的分类	165
5.1.2 零件修复技术的选择	166
5.2 金属扣合技术的应用	170
5.2.1 强固扣合法	170
5.2.2 强密扣合法	172
5.2.3 加强扣合法	173
5.2.4 热扣合法	174
5.3 工件表面强化技术的应用	174

5.3.1	表面形变强化	175
5.3.2	表面热处理强化和表面化学热处理强化	175
5.3.3	三束表面改性技术	177
5.4	塑性变形修复技术的应用	179
5.4.1	镦粗法	179
5.4.2	挤压法	180
5.4.3	扩张法	180
5.4.4	校正法	181
5.5	电镀修复技术的应用	182
5.5.1	电镀基本原理	182
5.5.2	镀铬	183
5.5.3	镀铁	184
5.5.4	电刷镀	185
5.6	热喷涂修复技术的应用	188
5.6.1	热喷涂技术的分类及特点	189
5.6.2	热喷涂技术的主要方法及设备	190
5.6.3	热喷涂材料	192
5.6.4	热喷涂工艺	193
5.6.5	热喷涂技术的功用	196
5.7	焊接修复技术的应用	196
5.7.1	补焊	197
5.7.2	堆焊	202
5.7.3	钎焊	205
5.8	粘接修复技术的应用	205
5.8.1	粘接的特点	205
5.8.2	粘接方法	206
5.8.3	胶粘剂	206
5.8.4	粘接接头的形式	208
5.8.5	粘接工艺	210
5.8.6	粘接技术应用	211
	思考题	212
	参考文献	214

第1章 机械维护与修理的基础知识



1.1 机械故障和设备事故的概念

1.1.1 机械故障及其规律

1.1.1.1 机械故障的概念

机械故障,是指机械系统(零件、组件、部件或整台设备乃至一系列设备组合)丧失了它所被要求的性能和状态。机械发生故障后,其技术指标就会显著改变而达不到规定的使用要求。机械故障的概念不能简单地理解为物质形态“损坏”,也不能简单地理解为“设备不能继续使用”,性能下降到设计标准以下和状态老朽化等原因都会导致机械故障。如原动机功率降低,传动系统失去平衡、噪声增大、温度上升,工作机构能力下降,润滑油的消耗增加等都属于机械故障的范畴。通常见到的发动机发动不起来、机床运转不平稳、设备制动不灵等现象都是机械故障的表现形式。

零件是生产制造的最小单位。在一个基准件上装上若干个零件就构成了套件;在一个基准件上装上若干个零件、套件就构成了组件;在一个基准件上装上若干个零件、套件、组件就构成了部件。机械故障表现在结构上主要是零部件损坏和部件之间相互关系的破坏,如零件的断裂、变形,配合件的间隙增大或过盈丧失,固定和紧固装置松动和失效等。机械零部件损坏可以采用机械修复技术进行修理,部件间位置关系的破坏需要进行机械设备的拆装与调整,必要时进行零件的更换。

1.1.1.2 机械故障的类型

机械故障分类方法很多,主要有以下三种。

1. 按故障发生的时间性分类

按故障发生的时间性可分为渐发性故障、突发性故障和复合型故障。

(1) 渐发性故障

渐发性故障是由于机械产品参数的劣化过程(磨损、腐蚀、疲劳、老化)逐渐发展而形成的,是通过事前测试或监控可以预测到的故障。设备劣化是指设备在使用或者闲置过程中逐渐丧失原有性能,或与新型设备相比性能较差,显得旧式化的现象。设备劣化周期如图1-1所示。

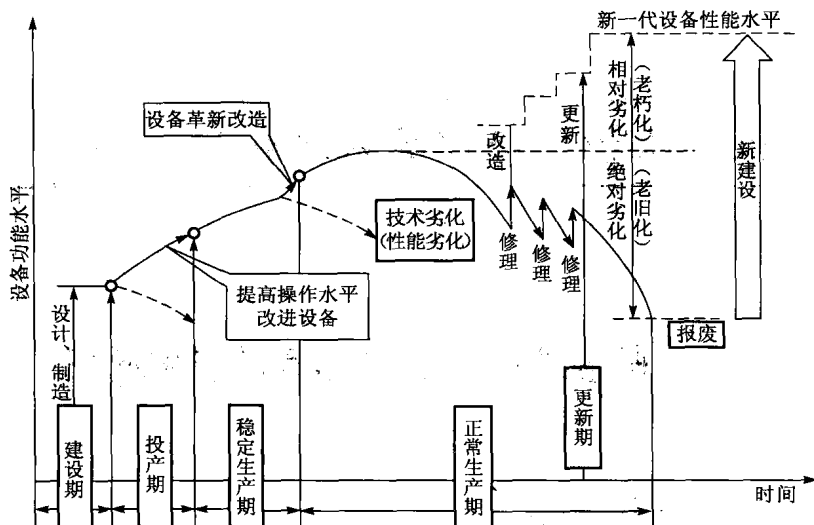


图 1-1 设备劣化周期

渐发性故障的主要特点是故障发生可能性的大小与使用时间有关，使用的时间越长，发生故障的可能性就越大。大部分机器的故障都属于这类故障。这类故障只是在机械设备的有效寿命的后期才明显地表现出来。这种故障一旦发生，就标志着机械设备寿命的终结，需要进行大修。由于这种故障的渐发性，所以它是可以预测的。

(2) 突发性故障

突发性故障是由于各种不利因素和偶然的外界影响共同作用的结果。这种故障发生的特点是具有偶然性，是通过事前测试或监控不能预测到的故障，但它一般容易排除。这类故障的例子有：因润滑油中断使零件产生热变形裂纹；因机械使用不当或出现超负荷现象而引起零件折断；因各参数达到极限值而引起零件变形和断裂等。

(3) 复合型故障

复合型故障包括了上述两种故障的特征。其故障发生的时间是不定的，并与设备的状态无关，而设备工作能力耗损过程的速度则与设备工作能力耗损的性能有关。如由于零件内部存在着应力集中，当受到外界对机器作用的最大冲击后，随着机器的继续使用，就可能逐渐发生裂纹。

2. 按故障出现的情况分类

按故障出现的情况可分为实际（已发生）故障和潜在（可能发生）故障。

(1) 实际故障

实际故障是指机械设备丧失了它应有的功能或参数（特性），超出规定的指标或根本不能工作，也可能使机械加工精度破坏，传动效率降低，速度达不到标准值等。

(2) 潜在故障

潜在故障是指对运行中的设备如不采取预防性维修和调整措施，再继续使用到某个时候将会发生的故障。潜在故障和渐发性故障相联系，当故障是在逐渐发展中，但尚未在功能和特性上表现出来，而同时又接近萌芽的阶段时，即认为也是一种故障现象，并称之为潜在故障。例如，零件在疲劳破坏过程中，其裂纹的深度是逐渐扩展的，同时其深度又是可以探测

的,当探测到扩展的深度已接近于允许的临界值时,便认为存在潜在故障。必须按实际故障一样来处理,探明了机械的潜在故障,就有可能在机械达到功能故障之前排除,这有利于保持机械完好状态,避免由于发生功能性故障而可能带来的不利后果,这在机械使用和维修中是有着重要意义的。

3. 按故障发生的原因或性质不同分类

按故障发生的原因或性质不同可分为人为故障和自然故障。

(1) 人为故障

由于维护和调整不当,违反操作规程或使用了质量不合格的零件材料等,使各部件加速磨损或改变其机械工作性能而引起的故障称为人为故障。这种故障是可以避免的。有资料表明,70%以上的机械故障都与违反操作规程有关。在一些制度不规范、规章不健全的企业,人为故障往往是较常见的。

(2) 自然故障

机械在使用过程中,因各机件的自然磨损或物理化学变化而造成零件的变形、断裂、蚀损等使机件失效所引起的故障称为自然故障。这种故障虽不可避免,但随着零件设计、制造、使用和修理水平的提高,可使机械有效工作时间大大延长,而使故障较迟发生。

4. 按故障的影响程度分类

按故障的影响程度可分为轻微故障、一般故障、严重故障、恶性故障。

轻微故障是指设备略微偏离正常规定指标,但设备运行受轻微影响的故障;一般故障是指设备运行质量下降,导致能耗增加、噪声增大的故障;严重故障是指关键设备或整体功能丧失,造成停机或局部停机的故障;恶性故障是指设备遭受严重破坏造成重大经济损失,甚至危及人身安全或造成环境严重污染的故障。

1.1.1.3 一般机械的故障规律

机械在运行中发生故障的可能性随时间而变化的规律称为一般机械的故障规律。故障规律曲线如图1-2所示,根据曲线的形状,此曲线可称为“浴盆曲线”,图中横坐标为使用时间,纵坐标为失效率。

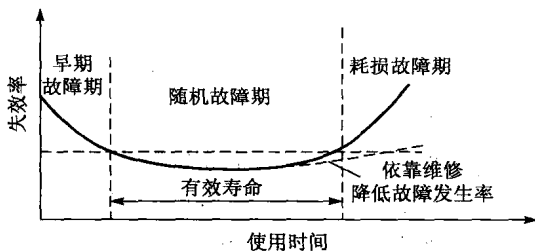


图1-2 故障规律曲线

故障规律曲线主要分为三个阶段。第一阶段为早期故障期,即由于设计、制造、保管、运输等原因造成的故障,因此故障率一般较高,经过运转、跑合、调整,故障率将逐渐下降并趋于稳定。第二阶段为正常运转期,亦称随机故障期,此时设备的零件均未达到使用寿命,不易发生故障,在严格操作、加强维护保养的情况下,故障率很小,这一阶段,为机械的有效寿命。第三阶段为耗损故障期,由于零部件的磨损、腐蚀以及疲劳等原因造成故障率上升,这时,如加强维护保养,及时更换即将到达寿命周期的零部件,则可使正常运行期延长,但如维修费过高,则应考虑设备更新。从设备使用者的角度出发,对于曲线所表示的早期故障,由于机械在出厂前已经过充分调整,可以认为其已基本得到消除,因而可以不必考虑;随机故障通常容易排除,且一般不决定机器的寿命;唯有耗损故障才是影响机械有效寿命的决定因素,因而是主要研究对象。

1.1.2 了解事故及其评估方法

机械故障和事故是有差别的。机械故障是指设备丧失了规定的性能，事故是指失去了安全状态，包括设备损坏和人身伤亡。机械故障强调设备的可靠性，更多的是考虑经济性因素，而事故更强调设备和人身的安全性。

1.1.2.1 事故分类

事故是指在没有预料的情况下突然发生的故障。事故按起因和后果分为四类，如表1-1所示。

表 1-1 事故的分类

类型	含 义
设备事故	设备事故是设备丧失安全性的状态。凡正式投入生产的设备，不论何种原因造成动力供应中断或设备不能运行通称为设备事故
生产事故	由于操作或工艺问题造成停产，而未损坏设备，则属于生产事故。例如冶金炉跑铁跑钢、高炉悬料结瘤、焙烧炉或煤气发生炉结块等。此外，生产中造成工具损坏也属于生产事故。如轧机导轨装置损坏、剪刀和锯片崩裂等。还有，由于非设备原因造成的动力系统（电、水、压缩空气、氧气、煤气等）供应中断及调节失灵而影响生产，也属于生产事故
安全事故	不论何种原因，凡造成人员伤亡都属于安全事故
质量事故	由各种原因导致产品质量急剧下降，超出正常的废、次品率的称为质量事故

表1-1中的四种事故类别互相区分而又互有联系，一起事故的类型可能是多种性质的复合型。对于设备维修人员，最重要的是如何加强设备事故管理。设备事故又分为重大设备事故和一般设备事故两大类。不同的生产行业对重大设备事故和一般设备事故有不同的规定，甚至同一行业的不同企业也有不同的规定。以冶金行业为例，根据原冶金部有关规定，凡符合下列情况之一者，均属重大设备事故：

- ① 设备事故影响联动机组或生产系统停产 8 h 以上，或降低计划日产量三分之一以上者；
- ② 主要生产设备发生事故，导致停产 24 h 以上者；
- ③ 设备事故造成设备损坏严重，无法修复或修复费用达 1 万元以上者；
- ④ 动力设备发生事故使动力供应中断，造成重要生产厂矿（车间）停产或生产设备损坏较严重者；
- ⑤ 设备事故并直接引起火灾、水灾、爆炸、倒塌、人身中毒、伤亡者；
- ⑥ 主要生产设备发生事故，经修复后达不到额定能力和精度者。
- 凡符合下列情况之一者，均属于一般设备事故：
- ① 设备事故使联动机组停产 1 h 以上，或单机生产设备停产 4 h 以上者；
- ② 设备事故的修复费用在 1 000 元以上 1 万元以下者；
- ③ 设备事故使动力供应中断者。

1.1.2.2 设备事故的原因

造成设备事故的原因有以下几方面。

① 设备方面。设计上，结构不合理；零部件强度、刚度不足，安全系数过小。制造上，零件材质与设计不符，工艺处理达不到要求，有先天缺陷，如内裂、砂眼、缩孔、夹渣等；加工、安装精度不高等。安装上，基础质量不好；标高、水平不符，中心线不正，间隙调整不当等。

② 设备管理方面。维护不良，润滑不当，未定期检查，故障排除不及时等；检修工作不当，未按计划进行检修，磨损、疲劳超过极限，部件更换不及时，修理质量不好，未能恢复原来的安装水平。

③ 生产管理方面。违章操作、超负荷运转等。

④ 其他方面。防腐、抗高温等措施不力，外物碰撞、卡滞等意外原因。

1.1.2.3 设备事故的处理与考核

1. 设备事故的处理

设备事故管理，应以预防设备事故为重点，即贯彻预防为主的原则。但是，设备事故是不可能完全避免的，关键是要把设备事故的损失减少到最小。因此，设备事故发生后的处理、考核工作是十分重要的。

设备事故造成的损失，包括修理费（修复所需材料、备件、人工、管理费用等）和减（停）产损失费等，可按下式计算

$$\text{设备事故损失费} = \text{受影响的生产时间(h)} \times \text{小时计划产量} \times (\text{减产产品的价格} - \text{原材料费}) + \text{原样修复费}$$

由此可见，要减小事故损失，应该做到以下几点。

① 由于事故而造成的减（停）产损失要比照原样修复的费用高得多，因此，千方百计地减少事故发生后的停产时间，是减少事故损失的关键。

② 事故发生后，要根据重大事故和一般事故的划分，分别由各级主管部门领导主持对事故原因和责任进行认真分析。切实做到事故原因没有查清不放过，事故责任者不教育不放过，防止事故措施不落实不放过。要认真总结教训，杜绝类似事故发生。

③ 贯彻既防患于未然，又改进于事后的事故管理原则；克服在事故后只照原样修复，不加改进的消极做法。

④ 不能过分强调防止事故，而采取过激的检查和修理手段；片面提高维修率，会造成维修费用和停产时间的增加。

⑤ 按规定要求填写报表，并将有关资料存档；对重要设备的重大事故或性质恶劣、情节严重的其他重大设备事故，必须立即报告上级主管部门。

⑥ 严格执行事故奖惩制度。

2. 设备事故的考核

为了对设备事故造成的损失进行统计，以便考核设备管理工作的效果，通常采用以下几种考核办法。

① 考核企业的重大设备事故次数、一般设备事故次数、事故停产时间、事故损失价值等。这种考核办法的缺点是没有可比性。因各厂矿企业的设备数量，生产规模、年产值等不尽相同，所以用事故次数、停产时间、损失价值三项指标还不能评定企业设备管理工作的效果和水平。

② 近年来，许多企业都在探讨考核事故率的办法，即用设备事故率和资金事故率来考核。

- 考核台时事故率。用事故累计时间与主要设备的台数乘以年日历时间之比，即

$$K_p = \frac{\sum t}{N_p \cdot T_0} \times 100\%$$

式中： K_p ——设备台时事故率；

$\sum t$ ——年累计设备事故影响生产时间，h；

N_p ——主要设备台数；

T_0 ——年日历时间，h。

这种考核办法由于设备台数划分比较复杂，台与台之间差别很大，又不可能把全部设备台数都计算在内，且以年日历时间为基础，与企业的实际生产效率、作业率不一致；因此这种办法只适用于单机组考核，而不适于整个企业。

- 考核资金事故率。即“千元产值事故损失率”，以事故损失金额与产值比较，作为设备事故考核指标，即

$$K_b = \frac{1\,000 \sum \Delta E}{E} \times 100\%$$

式中： K_b ——千元产值事故损失率；

$\sum \Delta E$ ——年全部事故损失，万元；

E ——年总产值，万元。

这种考核办法，考虑了生产水平，在企业之间、企业内部各年度间都可进行考核比较。

例 某轧钢厂去年总产值8 000万元，年事故损失金额共6万元；今年总产值12 000万元，年事故损失金额共6.5万元。试比较该厂去年和今年的事故率有何变化？

解 按资金事故率的考核公式计算：

$$\text{去年} \quad K_{b1} = \frac{1\,000 \times 6}{8\,000} \times 100\% = 75\%$$

$$\text{今年} \quad K_{b2} = \frac{1\,000 \times 6.5}{12\,000} \times 100\% = 54.2\%$$

$K_{b1} > K_{b2}$ ，可见今年的事故率比去年下降了。

1.2 机械故障发生的原因及其对策

机械设备越复杂，引起故障的原因便越多样化。一般认为有机械设备自身的缺陷（内因）和各种环境因素（外因）的影响。机械设备本身的缺陷是材料有缺陷和应力、人为差