



高等职业教育 **机械大类** 规划教材系列

机电设备故障诊断与维修

周宗明 吴东平 / 主 编



科学出版社
www.sciencep.com

高等职业教育机械大类规划教材系列



机电设备故障诊断与维修

周宗明 吴东平 主 编
袁振华 童林军 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

全书共分6章,主要介绍了机电设备维修的基础知识、机械零件的修理方法、通用零件的修理与装配、液压系统故障诊断与维修、机床电气设备维修、数控机床故障诊断与维修等内容。每章都配有内容导航和复习思考题。本书内容丰富,结构完整,先进实用,将传统设备维修技术与现代维修新技术、新工艺相结合,强调理论联系实际,列举了大量的典型维修实例。通过本书学习,可以熟悉机械设备中机、液、电装置故障诊断与维修的基本思路、方法和技术,以及必要的基本理论。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校机电类及机械类专业的教材,也可作为从事设备维修与管理的工程技术人员的参考用书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机电设备故障诊断与维修/周宗明,吴东平主编. —北京:科学出版社, 2009

(高等职业教育机械大类规划教材系列)

ISBN 978-7-03-025159-6

I. 机… II. ①周…②吴… III. ①机电设备-故障诊断-高等学校: 技术学校-教材②机电设备-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第134402号

责任编辑: 庞海龙 / 责任校对: 耿 耘
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 天女来设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

盛志印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年9月第一版 开本: 787×1092 1/16

2009年9月第一次印刷 印张: 19

印数: 1—3 000 字数: 451 000

定价: 29.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62135319-8999 (VT03)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

随着科学技术的高速发展和日趋综合化,知识更新的周期在缩短,机械设备正朝着大型化、自动化、高精度化方向发展,生产系统的规模变得越来越大,设备的结构也变得越来越复杂,当代维修人员遇到的大多是机电一体化的复杂设备,先进的设备与落后的维修技术之间的矛盾正严重地困扰着企业,成为企业前进的障碍。因此,为了保证机械设备高效、正常地运转,需要大量合格的、专业的工程技术人员和设备管理人员对设备进行安装、维护和修理,制定合理的、经济的维修实施方案,这就对设备维修人员提出了更高的要求。为适应这种趋势,我们编写了这本教材,以适应高职机电一体化专业机电设备故障诊断与维修课程的教学。

本书具有以下特点。

1. 注重内容的实用性。本教材内容的编排是根据应用的需要和维修技术的发展现状确定的,适应培养企业实用性人才的需要。从实用性的原则出发,确定了基本理论部分的内容,使该部分内容精练、易懂,为学生学好本课程奠定基础。

2. 注重理论联系实际。本教材突出了应用基础理论解决实际问题的训练,通过对典型设备故障的诊断和维修实例进行分析,使课程学习与生产实际有机地结合起来。例如,书中的液压系统维修、数控机床维修、机床电气维修各为一章,不但体现了机、液、电系统故障诊断与维修的特点和机电结合的故障诊断与维修技术的综合性和先进性,而且详细介绍了故障分析和排除的方法,对设备维修人员有较大参考价值。

3. 注重内容的先进性。本教材编入了机电设备故障诊断与维修技术领域一些新理论、新技术和新工艺,为生产中应用这些先进技术提供了参考。

参加本教材编写的包括江西工业工程职业技术学院林贵端(第1章)、江西工业工程职业技术学院吴东平(第2章)、江西应用工程职业学院童林军(第3章)、江西工业工程职业技术学院周宗明(前言及第4章)、广东职业技术学院袁振华(第5章)、江西工业工程职业技术学院周杨萍(第6章),周宗明负责本书的统稿工作和规划。

本书在编写过程中,还得到江西应用工程职业学院胡江老师的鼎力支持。也得到了各有关院校领导和同事们的大力支持与多方帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 机电设备维修的基础知识	1
1.1 机械故障概论	2
1.1.1 故障的含义及类型	2
1.1.2 故障的特点与故障管理	4
1.1.3 机械故障产生的基本规律	6
1.1.4 影响故障产生的主要因素	8
1.2 机械设备维修基础	9
1.2.1 机械的维修性	9
1.2.2 维修方式与修理类别	11
1.2.3 可靠性维修的基本原理	16
1.3 机械零件失效形式及其对策.....	23
1.3.1 零件的磨损及其对策	23
1.3.2 零件的变形及其对策	29
1.3.3 零件的断裂及其对策	31
1.3.4 机械故障诊断技术概论	33
1.3.5 机械零件的常规检验技术.....	36
1.4 机械零件修理与更换的原则.....	40
1.4.1 确定零件修换应考虑的因素	40
1.4.2 修复零件应满足的要求	41
1.4.3 制定修换件明细表	43
1.5 机电设备维修管理.....	43
1.5.1 设备修理的信息管理	44
1.5.2 设备修理计划管理	48
1.5.3 维修技术、工艺、质量管理	57
1.5.4 备件管理.....	60
复习思考题	63
第 2 章 机械零件的修理方法	65
2.1 机械设备的拆卸与清洗.....	66
2.1.1 设备维修前的准备工作	66
2.1.2 机械设备检修的一般工艺过程	70
2.1.3 机械设备拆卸的一般原则和要求	76


2.1.4	常用零、部件拆卸方法	78
2.2	零件的机械修理法	79
2.2.1	简述	79
2.2.2	修理尺寸法与钳工、机械加工修理法	82
2.2.3	镶加零件法和金属扣合法	83
2.2.4	局部修换法和换位修复法	88
2.2.5	塑性变形修复法	89
2.3	零件的焊接修理法	91
2.3.1	零件焊接特点及应用范围	91
2.3.2	焊修工艺及焊修准备工作	91
2.3.3	焊修注意事项	92
2.3.4	零件的焊后处理	93
2.4	零件的电镀修理	93
2.4.1	电镀修复的特点和应用范围	93
2.4.2	常用镀层金属	94
2.4.3	电镀原理及电镀修复工艺	96
2.4.4	金属刷镀	97
2.4.5	化学镀镍简介	100
2.5	零件的金属电喷涂修复	100
2.5.1	金属电喷涂的原理与设备	100
2.5.2	金属喷涂的主要性质	101
2.5.3	金属喷涂的应用	101
2.6	胶粘修复法	102
2.6.1	胶粘工艺的特点	102
2.6.2	胶粘工艺与方法	102
2.6.3	胶粘技术应用	105
2.7	刮研修复法	107
2.7.1	刮研技术的特点	107
2.7.2	刮研工具和检测器具	108
2.7.3	刮研实例	109
	复习思考题	111
第3章	通用零部件的修理与装配	113
3.1	轴类零件的修理和装配	114
3.1.1	轴类零件的主要失效形式	114
3.1.2	轴的重新配制	115
3.1.3	轴类零件的拆卸方法	117

3.1.4	轴拆卸后的清洗、检查和修复	119
3.1.5	轴的装配	120
3.2	过盈配合连接件的装配方法	125
3.2.1	过盈配合连接件的概念	125
3.2.2	过盈配合连接件的要求	125
3.2.3	过盈配合装配方法的选择	125
3.2.4	压入装配的基本过程	127
3.2.5	热装配合	129
3.3	滑动轴承的修理与装配	131
3.3.1	动压向心滑动轴承的润滑原理	131
3.3.2	滑动轴承的失效形式	132
3.3.3	滑动轴承的间隙及其确定	132
3.3.4	滑动轴承的安装与修理	135
3.4	滚动轴承的装备与调整	138
3.4.1	滚动轴承的种类与配合的选择	138
3.4.2	滚动轴承的失效形式	141
3.4.3	滚动轴承的拆卸、清洗和检查	141
3.4.4	滚动轴承的装配	145
3.4.5	滚动轴承的间隙及其调整	147
3.4.6	滚动轴承装配的预紧	148
3.5	齿轮传动的修理与装配	149
3.5.1	齿轮传动的特点及应用	149
3.5.2	齿轮传动的失效形式及防止措施	150
3.5.3	齿轮的修理	153
3.5.4	圆柱齿轮的装配与调整	153
3.5.5	圆锥齿轮的装配与调整	155
3.5.6	蜗轮蜗杆副的装配与调整	157
	小结	159
	复习思考题	160
第4章	液压系统故障诊断与维护	161
4.1	概述	161
4.1.1	液压系统故障特征	162
4.1.2	液压系统故障诊断方法	162
4.2	液压元件故障与维修	164
4.2.1	液压泵的常见故障与维修	164
4.2.2	液压缸的常见故障及修理	171

4.3	液压系统故障诊断与检修实例	174
4.3.1	内圆磨床液压系统常见故障的诊断与检修	174
4.3.2	折弯机液压系统故障的诊断与排除	176
4.3.3	双动薄板冲压机液压系统故障的诊断与检修	178
4.4	设备液压部分的修理与调试	182
4.4.1	设备液压部分大修理内容	182
4.4.2	液压元件修理后的测试	182
4.4.3	液压元件与管道的安装	184
4.4.4	液压系统调试	188
	复习思考题	190
第5章	机床电气设备维修	191
5.1	电气系统故障检查方法	192
5.1.1	电气系统故障检查的准备工作	192
5.1.2	现场调查和外观检查	194
5.1.3	利用仪表和诊断技术确定故障	196
5.1.4	故障的排除与修理	205
5.2	电气设备故障诊断常用的试验技术	207
5.2.1	电气设备的绝缘预防性试验	207
5.2.2	交流电动机和开关电器试验	213
5.2.3	老化试验	215
5.3	常用电气设备故障诊断维修实例	217
5.3.1	低压电器常见故障与维修	217
5.3.2	电动机常见故障与维修	232
5.3.3	PLC 常见故障与维修	238
5.3.4	万能卧式铣床电气控制系统的故障与维修	244
	复习思考题	247
第6章	数控机床故障诊断与维修	248
6.1	概述	248
6.1.1	数控机床维修的重要意义	248
6.1.2	数控机床的故障类型	249
6.1.3	数控机床维修的特点	251
6.1.4	数控机床诊断与维修的基本原则	252
6.1.5	常用诊断仪器	253
6.2	数控机床机械故障诊断	256
6.2.1	主轴部件	256
6.2.2	滚珠丝杠与螺母	258

目 录

6.2.3 刀库与换刀装置	259
6.3 数控系统故障诊断与维修	260
6.3.1 数控系统故障的诊断方法	261
6.3.2 数控系统软件的故障与诊断	263
6.4 伺服系统的故障诊断	264
6.4.1 主轴伺服系统故障及诊断	264
6.4.2 进给伺服系统的故障与诊断	266
6.4.3 典型数控系统的维修	269
6.5 数控机床维修实例	277
6.5.1 数控铣床维修实例	278
6.5.2 加工中心维修实例	285
复习思考题	292
参考文献	294

 内容导航

本章主要研究和讨论机电设备维修技术的基础知识，在本章学习中，学生应注意下列知识的学习和掌握：

1. 明确机电设备故障的概念，了解故障的分类、特点及故障管理的程序，掌握故障发生的基本规律和影响故障发生的主要因素。
2. 明确维修性的概念，了解影响维修性的因素和提高维修性的途径，熟悉设备的维修方式和修理类别，了解可靠性维修的基本原理。
3. 了解零部件失效的主要形式及其机理，掌握减少或消除零部件失效的对策。了解故障诊断的内容、原理和基本方法，熟悉零件的常规检验技术。
4. 掌握设备零件修理与更换的原则；熟悉设备维修管理的主要内容、方法与应用。

设备在使用中，由于零部件发生各种磨损、腐蚀、疲劳、变形或老化等劣化现象，导致精度下降，性能降低，影响产品加工质量；情况严重时，会造成设备停机而使企业蒙受经济损失。设备维修就是通过对设备进行维护和修理，降低其劣化速度，延长使用寿命，保持或恢复设备规定功能而采取的一种技术活动，具体包括日常维护、设备检查、检修和修理等作业。

1.1 机械故障概论

在设备维修中，研究故障的目的是通过故障诊断技术查明故障模式，追寻故障机理，探求减少故障发生的方法，提高设备的可靠程度和有效利用率，同时把故障的影响和结果反映给设计和制造部门，以便采取对策。

1.1.1 故障的含义及类型

1. 含义

故障是指整机或零部件在规定的时间和使用条件下不能完成规定的功能，或各项技术经济指标偏离了它的正常状况，但在某种情况下尚能维持一段时间工作，若不能得到妥善处理将导致事故，如电动机功率降低，传动系统失去平衡噪声增大，工作机构能力下降，润滑油的消耗增加等。

故障通常是指可以排除的障碍，即可以修复的失效。

对于故障，应明确以下几点。

1) 规定的对象。它是指一台单机，或由某些单机组成的系统，或设备上的某个零部件。不同的对象在同一时间将有不同的故障状况。例如，在一条自动化流水线上，某一单机的故障足以造成整条自动线系统功能的丧失；但在机群式布局的车间里，就不能认为某一单机的故障与全车间的故障相同。

2) 规定的时间。它是指发生故障的可能性随时间的延长而增大。时间除了直接用年、月、日、时等作单位外，还可用设备的运转次数、里程、周期作单位。例如，车辆等用行驶的里程作单位；齿轮用它承受载荷的循环次数作单位等。

3) 规定的条件。这是指设备运转时的使用维护条件、人员操作水平、环境条件等。不同的条件将导致不同的故障。

4) 规定的功能。它是针对具体问题而言。例如，同一状态的车床，进给丝杆的损坏对加工螺纹而言是发生了故障；但对加工端面来说却不算发生故障，因为这两种情况所需车床的功能项目不同。

5) 一定的故障程度。它是指应从定量的角度来判断功能丧失的严重性。

在生产实践中为概括所有可能发生的事件，给故障下了一个广泛的含义，即“故障是不合格的状态”。

2. 类型

对故障进行分类是为了判断故障事件的影响深度、分析故障的原因，以便采取相应的对策。故障可以从不同角度进行分类。

(1) 临时性故障

临时性故障又称间断故障，多半是由设备的外部原因，如工人误操作、气候变化、运输条件中断、环境设施不良等引起的。当这些外部干扰消除后，运转即可正常。但临时性故障能导致永久性故障。

(2) 永久性故障

永久性故障造成的设备功能丧失必须到某些零部件更换或修复后才能恢复。

按故障发生时间分为以下几种故障。

1) 早发性故障。这类故障是由于设备在设计、制造、装配、安装、调试等方面存在问题而引起的。例如，新购入的液压系统严重漏油和噪声很大。这种情况可以通过重新检测、重新安装来解决处理。若设计不合理，需修改设计；如果元件质量差，则应更换元件。

2) 突发性故障。这类故障是由于各种不利因素和偶然的外界影响因素共同作用的结果。故障发生的特点是具有偶然性和突发性；事先无任何征兆，一般与使用时间无关，难以预测。但它容易排除，通常不影响寿命。例如，因润滑油中断而使零件产生热变形裂变，因使用不当或出现超负荷引起零件折断，因各参数达到极限而引起零件变形和断裂等都是突发性故障。

3) 渐进性故障。这类故障是因设备技术特性参数的劣化，包括腐蚀、磨损、疲劳、老化等逐渐发展而成的。其特点是故障发生的概率与使用时间有关，只是在设备有效寿命的后期才明显地表现出来。故障一经发生，就标志着寿命的终结。通常对它可以进行预测。大部分机械设备的故障都属于这一类。

4) 复合型故障。这类故障包括上述故障的特征，其故障发生的时间不定。设备工作能力耗损过程的速度与其耗损的性能有关。例如，零件内部存在着应力集中，当受到外界作用的最大冲击后，继续使用就可能逐渐发生裂纹；又如，摩擦副的磨损过程引起渐进性故障，而外界的磨粒会引起突发性故障。

按故障表现形式分为以下几种故障。

1) 功能故障。设备应有的工作能力或特性明显降低，甚至根本不能工作，即丧失了它应有的功能，称功能故障。这类故障可通过操作者的直接感受或测定其输出参数而判断。例如，关键零件坏了、精度丧失了、传动效率降低、速度达不到标准值，使整机不能工作；生产率达不到规定的指标等。

2) 潜在故障。故障逐渐发展，但尚未在功能方面表现出来，却又接近萌发阶段。当这种情况能够鉴别时，即认为也是一种故障现象，称潜在故障。例如，零件在疲劳破坏过程中，其裂纹的深度接近允许的临界值时，便认为存在潜在故障。探明了潜在故障，就有可能在达到功能故障之前进行排除，有利于保持完好状态，避免因发生功能故障而带来不利后果，这在机械设备使用和维修中有着重要的意义。

根据故障产生的原因分为以下几种故障。

1) 人为故障。由于维护和使用不当，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。

2) 自然故障。设备在其使用和保有期内，因受到外部或内部各种不同的自然因素影响而引起的故障都属于自然故障。例如，正常情况下的磨损、断裂、腐蚀、变形、蠕变老化等损坏形式。这种故障虽然不可避免，但随着设计、制造、使用和维修水平的提高，可使机械设备有效工作时间大大延长而使故障推迟发生。

按故障造成的后果分为以下几种故障。

1) 致命故障。它是指危机或导致人身伤亡，引起机械设备报废或造成重大经济损失的故障。例如，机架或机体断离、车轮脱落、发动机总成报废等都属致命故障。

2) 严重故障。它是指严重影响设备正常使用，在较短的有效时间内无法排除的故障。例如，发动机烧瓦、曲轴断裂、箱体裂纹、齿轮损坏等都属严重故障。

3) 一般故障。它是指明显影响设备正常使用，在较短的有效时间内可以排除的故障。例如，传动带断裂、操纵手柄损坏、钣金件开裂或开焊、电气开关损坏等都属一般故障。

4) 轻度故障。它是指轻度影响设备正常使用，能在日常保养中用随机工具轻易排除的故障。例如，轻微渗漏、一般紧固件松动等都属轻度故障。

此外，还可按故障的部位分为整体和局部故障；按故障的时间分为磨合、正常使用和耗损故障；按故障的责任分为相关和非相关故障；按故障外部特征分为可见和隐蔽故障；按故障的程度分为部分和完全故障；按故障的原因又可分为设计结构、生产工艺、材料、使用等故障。

故障通常采取几种分类法复合并用，如突发性的局部故障，磨损性的危险故障等，由此可以得知故障的复杂性、严重性和起因等情况。

1.1.2 故障的特点与故障管理

1. 故障的特点

(1) 多样性

各种设备不仅结构不同，工艺参数各异，而且制造、安装过程的差异和使用环境不同，在运行期间可能会产生各种各样的故障。

(2) 层次性

设备一旦表现出某种故障现象，就需要追查引起故障的原因。但有些故障原因往往是深层次的，即上一层次故障源于下一层次故障，表现为多层次性。

(3) 多因素和相关性

设备的各个元件之间，设备与设备之间是通过机械结构或物料传递来联系，一个元件或一台设备发生故障，也会引发其他元件或设备故障，这就表现出故障的多因素和相关性。因此在查找故障原因时，就要全面考虑一切与之有关的因素。

(4) 延时性

设备在运行中，零部件不断受到冲击、应力、摩擦、磨损和腐蚀等因素作用，发生振动、位移、变形、疲劳和裂纹扩展，促使设备状态不断劣化，劣化状态发展到一定程度就会表现出机械功能失常或者完全丧失功能。所以故障的形式是由一个缺陷不断累积，状态不断劣化，从量变到质变的过程。故障形成过程中的延时性促使人们应尽早发现隐患，采取预防措施，减少故障严重时所带来的损失。

(5) 不确定性（模糊性）

一种故障现象可能缘自多种故障原因；反之，一种故障原因也会表现出多种故障现象。故障的发生、现象、定量描述和检测分析都具有不确定性，从而增加了故障诊断和维修的难度。

(6) 修复性

多数故障是可以修复的。

2. 故障管理

设备故障管理是设备管理的一个重要组成部分，如何充分利用设备在运行中出现的故障信息，从不同角度进行数据分析和故障预测，并采取积极措施，降低设备故障损失，对设备管理工作具有重要意义。

建立企业设备故障管理的程序是企业建立事故预警机制的第一步，正确的制定设备故障管理的程序意义重大。要做好设备故障管理，必须认真掌握发生故障的原因，积累常发故障和典型故障资料及数据，开展故障分析，重视故障规律和故障机理的研究，加强日常维护、检查和预修。这样就可避免突发性故障和控制渐发性故障。

设备故障管理的目的，是在故障发生前，通过设备状态的监测与诊断，掌握设备有无劣化情况，以期发现故障的征兆和隐患，及时进行预防维修，以控制故障的发生；在故障发生后，及时分析原因，研究对策，采取措施排除故障或改善设备，以防止故障的再发生。

设备故障管理的程序如下所述。

1) 做好宣传教育工作，使操作工人和维修工人自觉地遵守有关操作、维护、检查等规章制度，正确使用和精心维护设备，对设备故障进行认真地记录、统计、分析。

2) 结合本企业生产实际和设备状况及特点，确定设备故障管理的重点。

3) 采用监测仪器和诊断技术对重点设备进行有计划监测，及时发现故障的征兆和劣化的信息。一般设备可通过人的感官及一般检测工具进行日常点检、巡回检查、定期检查（包括精度检查）、完好状态检查等，着重掌握容易引起故障的部位、机构及零件的技术状态和异常现象的信息。同时要建立检查标准，确定设备正常、异常、故障的界限。

4) 为了迅速查找故障的部位和原因，除了通过培训使维修、操作工人掌握一定的电气、液压技术知识外，还应把设备常见的故障现象、分析步骤以及排除方法汇编成故障查找逻辑程序图表，以便在故障发生后能迅速找出故障部位与原因，及时进行故障排

除和修复。

5) 完善故障记录制度。故障记录是实现故障管理的基础资料, 又是进行故障分析、处理的原始依据。记录必须完整正确。维修工人在现场检查 and 故障修理后, 应按照“设备故障修理单”的内容认真填写, 车间机械员(技师)与动力员按月统计分析报送设备动力管理部门。

6) 及时进行故障的统计与分析。车间设备机械员(技师)、动力员除日常掌握故障情况外, 应按月汇集“故障修理单”和维修记录。通过对故障数据的统计、整理、分析, 计算出各类设备的故障频率、平均故障间隔期, 分析单台设备的故障动态和重点故障原因, 找出故障的发生规律, 以便突出重点采取对策, 将故障信息整理分析资料反馈到计划部门, 以便安排预防修理或改善措施计划, 还可以作为修改定期检查间隔期、检查内容和标准的依据。

7) 针对故障原因、故障类型及设备特点的不同采取不同的对策。对新设置的设备应加强使用初期管理, 注意观察、掌握设备的精度、性能与缺陷, 做好原始记录。在使用中加强日常维护、巡回检查与定期检查, 及时发现异常征兆, 采取调整与排除措施。重点设备进行状态监测与诊断。建立灵活机动的具有较高技术水平的维修组织, 采用分部修复、成组更换的快速修理技术与方法。及时供应合格备件。利用生产间隙整修设备。对已掌握磨损规律的零部件采用改装更换等措施。

8) 做好控制故障的日常维修工作。通过区域维修工人的日常巡回检查和按计划进行的设备状态检查所取得的状态信息和故障征兆, 以及有关记录、分析资料, 由车间设备机械员(技师)或修理组长针对各类型设备的特点和已发现的一般缺陷, 及时安排日常维修, 便于利用生产空隙时间或周末, 做到预防在前, 以控制和减少故障发生。对某些故障征兆、隐患, 日常维修无力承担的, 则反馈给计划部门另行安排计划修理。

9) 建立故障信息管理流程图, 如图 1.1 所示。

1.1.3 机械故障产生的基本规律

机械在运行中发生故障的可能性随时间变化的规律曲线如图 1.2 所示, 此曲线称为“浴盆曲线”, 图中横坐标为使用时间, 纵坐标为故障率。这一变化过程, 主要分为三个阶段, 第一阶段为初期故障期, 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。第三阶段为磨损故障期, 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。

从机械使用者的角度出发, 对于曲线所表示的初期故障率, 由于机械在出厂前已经

过充分调整，可以认为已基本得到消除，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；唯有磨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。

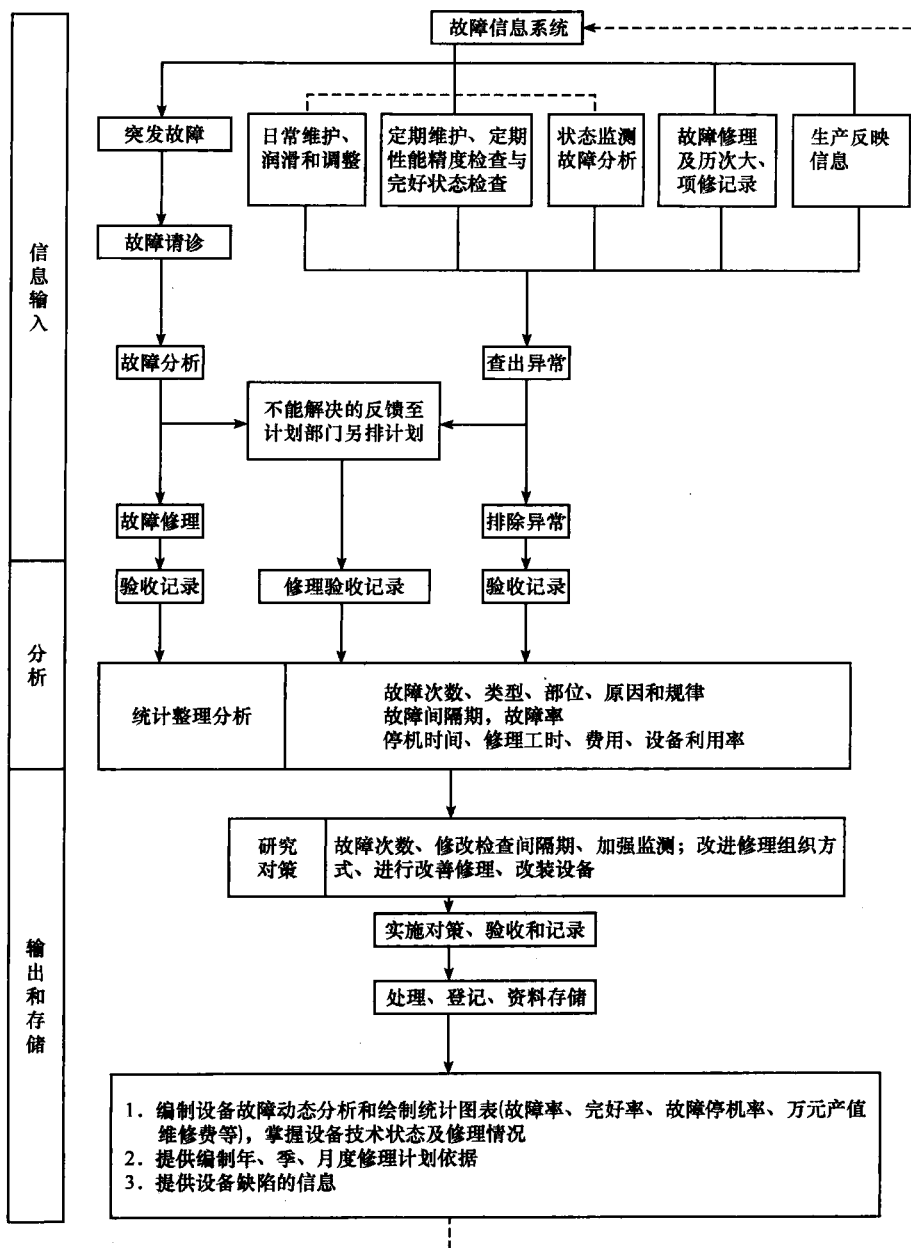


图 1.1 故障信息管理流程图

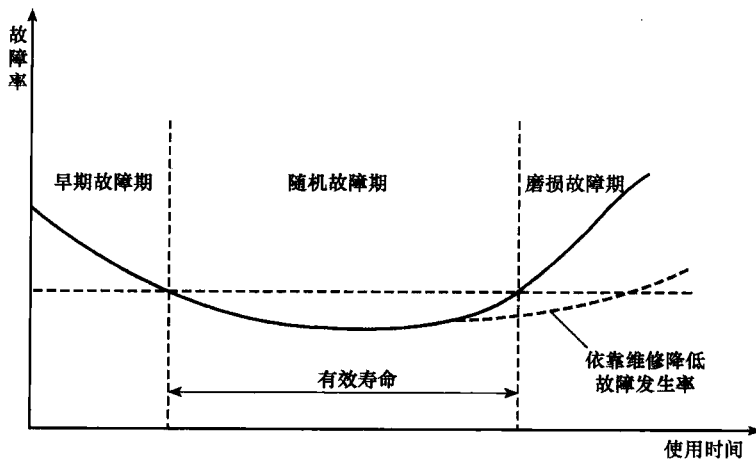


图 1.2 故障规律曲线

1.1.4 影响故障产生的主要因素

机电设备越复杂，引起故障的原因便越多样化。故障产生的影响因素主要有以下几个方面。

1. 设计规划

在设计规划中，对设备未来的工作条件应有准确估计，对可能出现的变异有充分考虑。设计方案不完善、设计图样和技术文件的审查不严是产生故障的重要原因。

2. 材料选择

在设计、制造和维修中，都要根据零件工作的性质和特点正确选择材料。材料选用不当，或材料性质不符合标准规定，或选用了不适当的代用品是产生磨损、腐蚀、过度变形、疲劳、破裂、老化等现象的主要原因。此外，在制造和维修过程中，很多材料要经过铸、锻、焊和热处理等热加工工序；在工艺过程中材料的金相组织、力学物力性能等要经常发生变化，其中加热和冷却的影响尤为为重要。

3. 制造质量

在制造工艺的每道工序中都存在误差。工艺条件和材质的离散性必然使零件在铸、锻、焊、热处理和切削加工过程中造成应力集中、局部和微观的金相组织缺陷、微观裂纹等。这些缺陷往往在工序检验时容易被疏忽。零件制造质量不能满足要求是机械设备寿命不长的重要原因。