

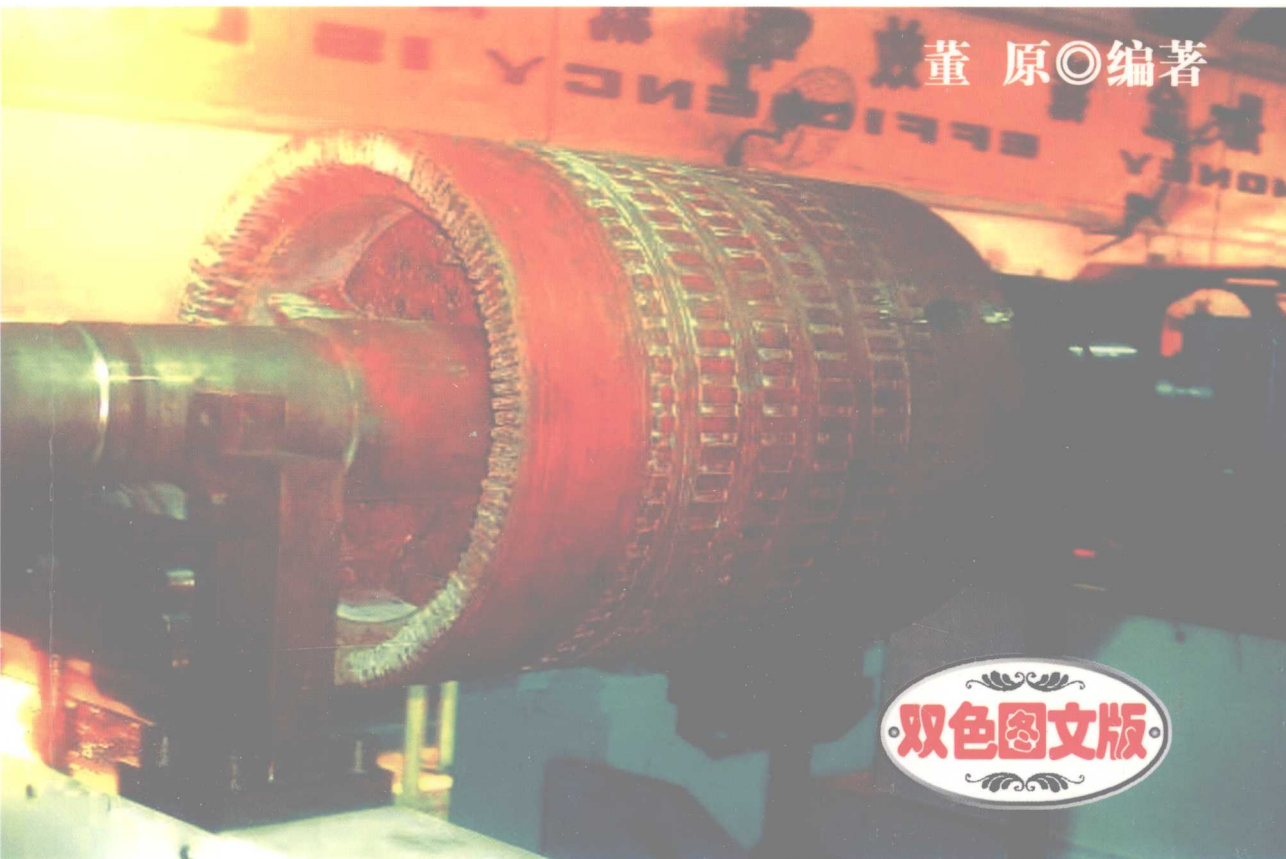
新编职业技能

实用技术丛书

- 让你身怀绝技
- 帮你成功就业
- 助你步入人才殿堂

# 机电维修 实用技术

董原◎编著



双色图文版

内蒙古人民出版社

新编职业技能

实用技术丛书

- 让你身怀绝技
- 帮你成功就业
- 助你步入人才殿堂

# 机电维修 实用技术

董原◎编著

江苏工业学院图书馆  
藏书章

内蒙古人民出版社

---

**图书在版编目(CIP)数据**

机电维修实用技术/董原 编著. —呼和浩特:内蒙古人民出版社,  
2008. 10

(新编职业技能实用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 204 - 09940 - 5

I. 机… II. 董… III. 机电设备—维修—基本知识 IV. TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 163820 号

---

## 新编职业技能实用技术丛书

编 著 董 原

责任编辑 哈 森

图书策划  腾飞工作室  
15301350288

封面设计 腾飞文化

出版发行 内蒙古人民出版社

地 址 呼和浩特市新城区新华大街祥泰大厦

印 刷 北京中创彩色印刷有限公司

开 本 710 × 1000 1/16

印 张 288

字 数 3000 千

版 次 2008 年 12 月第 1 版

印 次 2008 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1 - 10000 套

书 号 ISBN 978 - 7 - 204 - 09940 - 5/T · 5

定 价 448.00 元(全 16 册)

---

如出现印装质量问题,请与我社联系。联系电话(0471)4971562 4971659

# 新编职业技能实用技术丛书

## 编委会

编著:董原

委员:史明新 李新纯 常青 吕春兰

孙义新 张艳娇 聂圆圆 徐小丽

张敬娜 杨俊峰 刘俊 周海涛

邹云 柳华 徐学成 吕晓滨

杨小立 朱华 王蕾 李奇

刘云龙 王英杰 黄志良 王红媚

# 前 言

我国是一个工业大国,近年来,随着制造业的不断发展,新技术的广泛应用,科技创新显得尤为重要,科技进步的关键在于提升劳动者的职业技能素质,它是科技成果转化成为生产力的关键环节,是经济发展的重要基础。

我国资源丰富,但唯一的不足是缺乏精湛的技术人员,因此,我国大力强调要把“培养高技能人才”作为重点任务来抓。同时,农村劳动力已经成为产业工人的重要组成部分,提高农村劳动力的职业技能、培养高技能人才是产业结构调整升级的需要,是加快城镇化发展的要求,也是提高农民素质的治本之策。

为此我们采用新的国家标准,力求体现新技术、新工艺、新设备的应用,精心编写了《新编职业技能实用技术丛书》,本书集科学性、实用性、先进性、可靠性于一体,选用了国家最新标准、规范、法规、名词和术语。在内容上,除了着重解决各种职业技能在实际工作中经常遇到的有关技术问题外,也考虑到指导现场施工的技术人员的工作需要。书中内容针对性强,系统连贯,数据资料丰富,实用性强,文字简练,便于学习掌握。

真诚希望通过这本书,有助于科技的进一步发展、优势产业进一步拓展,从而加快城市化的发展。同时,我们也希望通过这本书的出版发行,更有利于广大群众学习、掌握职业技能,提高综合素质,尽快适应现代化发展的需要。

本书可作为职业院校学生的学习教材,高技能人士上岗的随身口袋书,普通老百姓家中的常备实用手册。

本书参考引用了大量的相关文献资料、图表等,在此对这些著作的作者致以衷心的感谢。限于编者水平,加之时间仓促,书中难免会有不足之处,敬请广大读者批评指正,在此深表谢意。

编 者



|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 11 | ..... | ..... |
| 12 | ..... | ..... |
| 13 | ..... | ..... |
| 14 | ..... | ..... |
| 15 | ..... | ..... |
| 16 | ..... | ..... |
| 17 | ..... | ..... |
| 18 | ..... | ..... |
| 19 | ..... | ..... |
| 20 | ..... | ..... |

## Contents

# 目 录

## 第一章 机电设备维修的基础知识

|                 |   |
|-----------------|---|
| 第一节 故 障.....    | 1 |
| 一、故障及特性 .....   | 1 |
| 二、故障分类 .....    | 2 |
| 三、故障的规律 .....   | 3 |
| 第二节 维 修.....    | 6 |
| 一、维修及其重要性 ..... | 6 |
| 二、维修理论 .....    | 8 |
| 三、维修步骤 .....    | 9 |
| 复习思考题 .....     | 9 |

## 第二章 机械零件的修复技术

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一节 机械零件修复技术概述 .....  | 10 |
| 一、机械零件修复的意义 .....     | 10 |
| 二、选择修复技术应考虑的因素 .....  | 10 |
| 三、机械零件常用修复方法及选择 ..... | 12 |



|                       |    |
|-----------------------|----|
| 四、机械零件修复工艺规程的拟定 ..... | 12 |
| 第二节 机械修复技术 .....      | 13 |
| 一、钳工、机械加工法 .....      | 13 |
| 二、修理尺寸法 .....         | 13 |
| 三、局部修换法 .....         | 13 |
| 四、镶装零件法 .....         | 14 |
| 五、金属扣合法 .....         | 15 |
| 第三节 焊接修复技术 .....      | 19 |
| 一、概 述 .....           | 19 |
| 二、堆焊 .....            | 23 |
| 三、补焊 .....            | 27 |
| 第四节 电镀修复法 .....       | 28 |
| 一、电镀 .....            | 28 |
| 二、电刷镀 .....           | 32 |
| 三、热喷涂修复法 .....        | 34 |
| 第五节 粘接修复法 .....       | 37 |
| 一、粘接工艺的分类及特点 .....    | 37 |
| 二、粘接工艺 .....          | 39 |
| 第六节 修复层的表面强化 .....    | 40 |
| 复习思考题 .....           | 43 |

## 第三章 机械设备故障诊断技术

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一节 概 述 .....       | 44 |
| 一、故障诊断及其分类 .....    | 44 |
| 二、故障诊断的主要工作环节 ..... | 45 |
| 三、故障简易诊断方法 .....    | 45 |
| 第二节 温度诊断技术 .....    | 46 |
| 一、接触式测温 .....       | 46 |
| 二、非接触式测温 .....      | 53 |
| 第三节 振动诊断技术 .....    | 57 |



|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、机械振动及其分类 .....      | 58 |
| 二、机械振动测量仪器及测量系统 ..... | 61 |
| 三、典型零部件故障的振动诊断 .....  | 62 |
| 第四节 油样分析技术 .....      | 67 |
| 一、油样铁谱分析技术 .....      | 68 |
| 二、油样光谱分析技术 .....      | 71 |
| 三、磁塞检测法 .....         | 73 |
| 第五节 无损检测 .....        | 74 |
| 一、超声波检测 .....         | 74 |
| 二、射线检测 .....          | 79 |
| 复习思考题 .....           | 80 |

## 第四章 典型机械零部件的修理

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 零部件的修理过程 .....     | 81  |
| 一、机械设备的拆卸 .....        | 81  |
| 二、零件的清洗 .....          | 84  |
| 三、零件的检查与换修原则 .....     | 85  |
| 四、机械装配 .....           | 87  |
| 五、验收 .....             | 88  |
| 第二节 典型零件的修理 .....      | 88  |
| 一、轴类零件的修理与装配 .....     | 88  |
| 二、过盈配合连接件的装配 .....     | 94  |
| 三、滑动轴承的修理与装配 .....     | 96  |
| 四、滚动轴承的修理与装配 .....     | 103 |
| 五、齿轮和蜗轮传动装置的修理装配 ..... | 108 |
| 第三节 机械设备的装配方法 .....    | 115 |
| 复习思考题 .....            | 116 |



## 第五章 电气设备维修

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第一节 电气设备诊断技术        | 117 |
| 第二节 常见电气设备故障诊断与维修实例 | 123 |
| 一、低压电器常见故障与维修实例     | 123 |
| 二、三相异步电动机的常见故障及维修   | 130 |
| 三、PLC 常见故障与维修       | 137 |
| 第三节 计算机常见故障与维修      | 142 |
| 一、CPU 常见的故障与维修      | 142 |
| 二、主板常见的故障与排除        | 143 |
| 三、内存常见的故障与排除        | 144 |
| 四、硬盘的使用与维护          | 145 |
| 五、显卡常见的故障与排除        | 147 |
| 六、显示器常见的故障与排除       | 147 |
| 七、计算机系统的维护及优化       | 148 |
| 复习思考题               | 149 |

## 第六章 机电设备维修管理

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一节 设备维修计划管理     | 150 |
| 一、修理工作定额         | 150 |
| 二、维修计划编制         | 151 |
| 三、维修作业计划管理与实施    | 153 |
| 第二节 备件管理         | 155 |
| 一、概述             | 155 |
| 二、库存控制           | 157 |
| 第三节 维修技术、工艺、质量管理 | 159 |
| 一、维修技术管理         | 159 |
| 二、维修工艺的管理        | 160 |



|                    |     |
|--------------------|-----|
| 三、修理的质量管理 .....    | 162 |
| 第四节 机电设备信息管理 ..... | 162 |
| 一、分类 .....         | 162 |
| 二、计算机信息管理 .....    | 163 |
| 复习思考题 .....        | 164 |

## 第七章 液压设备故障诊断与维修

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第一节 概 述 .....       | 165 |
| 一、液压设备分类 .....      | 165 |
| 二、液压故障 .....        | 166 |
| 三、液压设备故障诊断的方法 ..... | 169 |
| 四、液压设备故障检测仪器 .....  | 170 |
| 第二节 液压油故障与控制 .....  | 172 |
| 一、污染控制 .....        | 172 |
| 二、泄漏 .....          | 175 |
| 三、温度异常升高 .....      | 180 |
| 第三节 液压元件故障与维修 ..... | 181 |
| 一、液压泵 .....         | 181 |
| 二、液压阀 .....         | 182 |
| 三、液压缸、马达 .....      | 183 |
| 第四节 液压系统常见故障 .....  | 183 |
| 一、压力失控 .....        | 184 |
| 二、速度失控 .....        | 185 |
| 三、动作失控 .....        | 187 |
| 四、振动噪声大 .....       | 189 |
| 复习思考题 .....         | 192 |



## 第八章 典型机电设备的维修

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第一节 主要零部件的检查修理和调整 .....    | 193 |
| 一、曳引机(有蜗轮减速器) .....        | 193 |
| 二、限速器和安全钳 .....            | 195 |
| 三、自动门机构和厅轿门 .....          | 195 |
| 四、导轨和导靴 .....              | 195 |
| 五、曳引钢丝绳 .....              | 196 |
| 六、缓冲器 .....                | 196 |
| 七、导向轮、轿顶轮和对重轮 .....        | 196 |
| 八、自动门锁和门电联锁 .....          | 197 |
| 九、电气控制设备 .....             | 197 |
| 第二节 电梯机械系统的故障和修理 .....     | 199 |
| 一、机械系统故障 .....             | 199 |
| 二、电梯电气控制系统的故障和检查修理 .....   | 200 |
| 第三节 数控系统电源类故障诊断与维修 .....   | 208 |
| 一、电源系统抗干扰技术 .....          | 208 |
| 二、电源类故障诊断与维修 .....         | 215 |
| 第四节 数控系统显示类故障诊断与维修 .....   | 219 |
| 一、系统显示类故障现象 .....          | 219 |
| 二、常见显示类故障及排除方法 .....       | 219 |
| 三、显示类故障维修实例 .....          | 221 |
| 第五节 数控系统软件类故障诊断与维修 .....   | 222 |
| 一、数控系统软件的基本配置 .....        | 222 |
| 二、软件故障发生的原因 .....          | 223 |
| 三、软件故障排除方法 .....           | 224 |
| 第六节 数控系统急停报警类故障诊断与维修 ..... | 226 |
| 一、急停回路电气原理图 .....          | 226 |
| 二、系统急停不能复位的原因 .....        | 227 |
| 三、数控系统急停报警类故障维修实例 .....    | 228 |
| 第七节 数控机床操作类故障诊断与维修 .....   | 229 |



|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 一、数控机床基本操作 .....            | 229 |
| 二、常见故障及排除 .....             | 231 |
| 三、数控机床操作类故障维修实例 .....       | 231 |
| 第八节 数控机床 PLC 类故障诊断与维修 ..... | 232 |
| 一、数控机床 PLC 故障的表现形式 .....    | 232 |
| 二、可编程序控制器类故障诊断的要点 .....     | 233 |
| 三、数控机床可编程序控制器类故障诊断方法 .....  | 233 |
| 四、数控机床可编程序控制器类故障维修实例 .....  | 234 |
| 第九节 主轴部件的故障诊断与维修 .....      | 235 |
| 一、数控机床对主轴部件的要求 .....        | 235 |
| 二、主运动的实现方式及主轴端部结构 .....     | 236 |
| 三、主轴的密封与润滑 .....            | 238 |
| 四、主轴准停装置及自动换刀 .....         | 243 |
| 五、主轴的维护 .....               | 244 |
| 六、主轴常见故障诊断与维修 .....         | 245 |
| 七、数控机床主轴维修实例 .....          | 246 |
| 第十节 进给运动部件的故障诊断与维修 .....    | 247 |
| 一、对数控机床进给系统机械结构的要求 .....    | 247 |
| 二、滚珠丝杠螺母副间隙调整及预紧 .....      | 248 |
| 三、数控机床导轨 .....              | 251 |
| 四、进给运动部件维修实例 .....          | 258 |
| 第十一节 刀具自动交换装置故障诊断与维修 .....  | 262 |
| 一、数控机床常见自动换刀方式 .....        | 262 |
| 二、加工中心刀库及换刀装置的维护 .....      | 265 |
| 三、换刀装置常见故障诊断与维修 .....       | 266 |
| 复习思考题 .....                 | 269 |
| 答 案 .....                   | 270 |



# 第一章 机电设备维修的基础知识

## 第一节 故障

### 一、故障及特性

#### 1. 故障

故障一般有两层含义:

(1) 机电系统偏离正常功能。形成的主要原因是由于机电设备的工作条件不正常,这类故障通过参数调节或零部件修复即可消除,设备随之恢复正常功能。

(2) 功能失效。设备连续偏离正常功能,并且偏离程度不断加剧,使机电设备基本功能不能保证,这种情况称之为失效。一般零件失效可以更换,但关键零件失效,则往往导致整机功能丧失。

故障研究的目的是要查明故障模式,追寻故障机理,探求减少故障的方法,提高机电设备的可靠性和有效利用率。

#### 2. 故障特性

(1) 不同的对象在同一时间会有不同的故障状况

不同的对象在同一时间会有不同的故障状况,例如:在一条自动化生产线上,某单机的故障造成整条自动线系统功能丧失时,表现出的故障状态是自动线故障;但在机群式布局的车间里,就不能认为某单机的故障是全车间的故障。

(2) 故障状况是针对规定功能而言的

故障状况是针对规定功能而言的,例如:同一状态的车床,进给丝杠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,因为这两种加工所需车床的功能项目不同。

(3) 故障状况应达到一定的程度

故障状况应从定量的角度来估计功能丧失的严重性。



## 二、故障分类

机电设备故障可以从不同角度进行分类,对故障进行分类的目的是为了估计故障事件的影响程度,分析故障的原因,以便更好地针对不同的故障形式采取相应的对策。

### 1. 按故障性质分

1) 间歇性故障,即设备只是在短期内丧失某些功能,故障多半由机电设备外部原因如工人误操作、气候变化、环境设施不良等因素引起,在外部干扰消失或对设备稍加修理调试后,功能即可恢复。

2) 永久性故障,即此类故障出现后必须经人工修理才能恢复功能,否则故障一直存在。这类故障一般是由某些零部件损坏引起的。

### 2. 按故障程度分

1) 局部性故障,即机电设备的某一部分存在故障,使这一部分功能不能实现而其他部分功能仍可实现,即局部功能失效。

2) 整体性故障,即整体功能失效的故障,虽然可能是设备某一部分出现故障,也可能使设备整体功能不能实现。

### 3. 按故障形成速度分

1) 突发性故障。突发性故障发生具有偶然性和突发性,一般与设备使用时间无关,故障发生前无明显征兆,通过早期试验或测试很难预测。此种故障一般是工艺系统本身的不利因素和偶然的外界影响因素共同作用的结果。

2) 缓变性故障。缓变性故障往往在机电设备有效寿命的后期缓慢出现,其发生概率与使用时间有关,能够通过早期试验或测试进行预测。通常是因零部件的腐蚀、磨损、疲劳以及老化等发展形成的。

### 4. 按故障形成的原因分

1) 操作管理失误形成的故障,如机电设备未按原设计规定条件使用,形成设备错用等。

2) 机器内在原因形成的故障,一般是由于机器设计、制造遗留下的缺陷(如残余应力、局部薄弱环节等)或材料内部潜在的缺陷造成的,无法预测,是突发性故障的重要原因。

3) 自然故障,即机电设备在使用和保有期内,因受到外部或内部多种自然因素影响而引起的故障,如磨损、断裂、腐蚀、变形、蠕变、老化等损坏形式都属自然故障。



### 5. 按故障造成的后果分

1) 致命故障, 即危及或导致人身伤亡、引起机电设备报废或造成重大经济损失的故障, 如机架或机体脱离、车轮脱落、发动机总成报废等。

2) 严重故障, 是指严重影响机电设备正常使用, 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。

3) 一般故障, 即影响机电设备正常使用, 但在较短时间内可以排除的故障, 如传动带断裂、操纵手柄损坏、钣金件开裂或开焊、电器开关损坏、轻微渗漏和一般紧固件松动等。

此外, 故障按其表现形式分为功能故障和潜在故障; 按故障形成的时间分为早期故障、随时间变化的故障和随机故障; 按故障程度和故障形成快慢分为破坏性故障和渐衰失效性故障等。

## 三、故障的规律

### 1. 可靠性

可靠性已从一个模糊的定性概念发展为以概率论和数理统计为基础的定量概念。对机械设备可靠性的相应能力做出数量表示的量称特征量。

可靠性特征量有可靠度、失效率、故障率、平均故障间隔时间、平均寿命、有效度等。

可靠度是指机电设备或零部件在规定条件下和规定时间内无故障地完成规定功能的概率。由于机电设备或零部件的各种性能都要随时间发生变化, 因此可靠度是一个随时间变化的函数, 用  $R(t)$  表示, 即  $1 \geq R(t) \geq 0$ 。

零件可靠度有 0.9, 0.99, 0.999, 0.9999, 1 五个等级, 分别称 0 级、1 级、2 级、3 级、4 级、5 级。

设有  $N_0$  个相同零件, 当达到工作时间  $t$  时, 有  $N_t$  个零件失效, 而仍能正常工作的零件为  $N$  个, 则零件的可靠度为

$$R(t) = N/N_0 = (N_0 - N_t)/N_0 \quad (1.1)$$

故障概率  $F(t) = N_t/N_0 = 1 - R(t)$

### 2. 故障概率

机电设备故障的发生有两个显著特点, 一是发生故障的可能性随设备使用年限的增加而增大, 二是故障的发生具有随机性, 很难预料发生的确切时间, 因而在设备使用寿命内, 发生故障的可能性可用概率表示。

由概率理论可知, 故障概率的分布是其密度函数  $f(t)$  的积累函数, 用公式表示为



$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad (1.2)$$

式中:  $F(t)$ ——故障概率;

$f(t)$ ——故障概率分布密度函数;

$t$ ——时间。

当机电设备在规定的条件下和时间内不发生故障的概率称无故障概率,用  $R(t)$  表示,即可靠度。

### 3. 故障率

#### (1) 故障率

故障率(瞬时故障率、失效率)是指在每个时间增量里产生故障的次数,或在时间  $t$  之前尚未发生故障,而在随后的  $dt$  时间内可能发生故障的条件概率,用  $\lambda(t)$  表示。

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

故障率为某一瞬时可能发生的故障相对于该瞬时无故障概率之比。产品在某一瞬时  $t$  的单位时间内发生故障的概率,叫做瞬时故障率。

#### (2) 平均故障率

产品在某一段时间内,单位时间发生故障的概率,称为平均故障率,常简称故障率。表达式为

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n(t)}{N_{\text{存}} \Delta t} \quad (1.3)$$

式中:  $\Delta n(t)$ ——在  $\Delta t$  时间内发生故障的数量;

$\Delta t$ ——某一段使用时间;

$N_{\text{存}}$ ——在  $\Delta t$  时间内产品的平均残存数,即开始残存数加结尾残存数除 2,残存数指非故障产品数。

$$N_{\text{存}} = \frac{1000 + (1000 - 80)}{2} = 960$$

$$\bar{\lambda}(400) = \frac{80}{960 \times 800} \text{h}^{-1} = 1.04 \times 10^{-4} \text{h}^{-1}$$

故障率的常用单位是  $10^{-4} \text{h}^{-1}$ 。故障率越低,可靠性越高。

故障率  $\lambda(t)$  是单位时间内故障数与残存数的比值,故障密度  $f(t)$  是单位时间内故障数与总数的比值,故障率  $\lambda(t)$  比  $f(t)$  反映故障情况更灵敏。

### 4. 平均故障间隔期

可修复设备在相邻两次故障间隔内正常工作时的平均时间,称为平均故障间隔期 MTBF (mean time between failure)。

平均故障间隔时间可用公式表示为



$$MTBF = \frac{\sum \Delta t_i}{n} \quad (1.4)$$

式中:  $\Delta t_i$ ——第  $i$  次故障前的无故障工作时间或两次大修间的正常工作时间;  
 $n$ ——发生故障的总次数。

### 5. 故障率曲线

如前所述,大多数故障出现的时间和频率与机电设备的使用时间有密切联系。工程实践经验和实验表明,机电设备的故障率变化分为以下几种。

#### (1) 早发型故障

设备早发型故障率较高(负指数型),随设备工作时间的推移,经运转、磨合、调整、掌握,故障逐渐降低。

#### (2) 常发型故障

常发型故障一般指设备随机故障。设备常发型故障率较小(常数型),基本是一个常数。

#### (3) 渐进型故障

渐进型故障就是早期故障率较低,但随设备工作时间的推移,由于磨损、腐蚀、疲劳等原因,故障逐渐增多(正指数型),渐进型故障也叫做耗损故障。

#### (4) 突发型故障

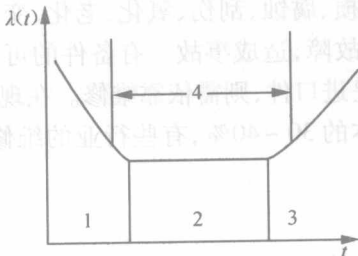
突发型故障就是偶尔突然产生的故障。

#### (5) 失败型故障

失败型故障指设备生产出来就因故障多不能完成任务,比较少见。

#### (6) 经典型故障

经典型故障最常见,是前三种故障的集合,其故障率形成一条浴盆曲线,分早期故障期、随机故障期和耗损故障期 3 个阶段,如图 1.1 所示。



1. 早期故障期 2. 随机故障期 3. 耗损故障期 4. 有效寿命

图 1.1 故障率浴盆曲线

1) 早期故障期的特点是故障率较高,但故障随设备工作时间的增加而迅速