



高等职业教育“十一五”规划教材
高职高专机电类教材系列

陆全龙 / 主 编
黄效国 / 主 审

机电设备故障 诊断与维修



科学出版社
www.sciencep.com

● 高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

机电设备故障诊断与维修

陆全龙 主编

黄效国 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是高职高专机电类的规划教材之一。

全书分概论、失效理论概论、机械零件修复技术、机械设备故障诊断技术、典型机械零部件的维修、电气设备维修、机电设备维修管理、液压系统故障预防、液压设备故障诊断与维修、轧机液压系统在线监测技术、农业冶金设备液压故障与维修和工程机械液压系统维修,共12章内容。

本书对液压设备故障诊断与维修、计算机常见故障与维护、在线监测技术、超声波非介入式检测等新技术介绍较详细,每章还有知识点、学习要求以及习题。全书内容完整、结构合理。

本书可作为高等职业技术学院及其他大中专院校机电类、机械类等相关专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电设备故障诊断与维修/陆全龙主编. —北京: 科学出版社, 2008
(高等职业教育“十一五”规划教材·高职高专机电类教材系列)
ISBN 978-7-03-020661-9

I. 机… II. 陆… 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 (2007) 第 170669 号

责任编辑: 李昱颖 / 责任校对: 赵 燕
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

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>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年3月第一版 开本: 787×1092 1/16
2008年3月第一次印刷 印张: 18 3/4
印数: 1—3 000 字数: 443 000

定价: 27.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

销售部门电话 010-62136131 编辑部电话 010-62132124 (VT03)

前 言

为贯彻国务院《关于加快振兴装备制造业的若干意见》的精神，加强院校之间的协作与交流，促进课程改革和教材的建设，我们编写了本教材。

本书对液压设备故障诊断与维修、计算机常见故障与维护、在线监测技术、超声波非介入式检测等新技术介绍较详细，每章还附有知识点、学习要求和习题。

本书内容完整、结构合理。

通过对本书的学习，可掌握机电液设备故障诊断与维修的知识和技术，以便早日成为机电类高技术人才，服务社会，报效祖国。

本书第1章、第8~10章由武汉工程职业技术学院陆全龙编写，第2章由安徽机电职业技术学院王文浩编写，第3、5章由河北能源职业技术学院李瑞春编写，第4章由武汉职业技术学院邹建华编写，第6章由武汉工业职业技术学院郑火胜编写，第7章由武汉交通职业技术学院何伟编写，第11章由武汉钢铁集团公司设备维修中心聂崇瑞编写，第12章由河南交通职业技术学院杜艳霞编写。带*章节可选学。

北京科技大学博士生导师黄效国教授在百忙中对书稿进行了仔细的审阅。感谢对本书提出了宝贵意见的邱永林、邢江勇、于小喜、张晓娟、崔州平等教授，还要感谢湖北省机械工程学会陈万诚先生、国务院发展研究中心的王洪先生的热心指导和肯定。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

作 者

2007年2月

目 录

第一章 概论	1
1.1 故障.....	2
1.1.1 故障及特性.....	2
1.1.2 故障分类.....	2
1.1.3 故障的规律.....	4
1.2 维修.....	7
1.2.1 维修及其重要性.....	7
1.2.2 维修理论.....	9
1.2.3 维修步骤.....	10
1.3 国际故障诊断新技术.....	11
习题.....	13
第二章 失效理论概述	14
2.1 磨损.....	14
2.1.1 摩擦.....	14
2.1.2 磨损.....	16
2.1.3 润滑.....	21
2.1.4 保养.....	23
2.2 断裂.....	23
2.2.1 疲劳断裂.....	24
2.2.2 脆性断裂.....	25
2.2.3 减少断裂失效的措施.....	26
2.3 腐蚀.....	27
2.4 变形.....	32
2.5 老化.....	33
习题.....	34
第三章 机械零件的修复技术	36
3.1 机械零件修复技术概述.....	36

3.2	机械修复技术.....	41
3.3	焊接修复技术.....	46
3.3.1	概述.....	47
3.3.2	堆焊.....	51
3.3.3	补焊.....	57
3.4	电镀修复法.....	58
3.4.1	电镀.....	58
3.4.2	电刷镀.....	62
3.4.3	热喷涂修复法.....	65
3.5	粘接修复法.....	68
3.5.1	粘接工艺的分类及特点.....	68
3.5.2	粘接工艺.....	69
3.6	修复层的表面强化.....	70
	习题.....	74
第四章	机械设备故障诊断技术.....	75
4.1	概述.....	75
4.1.1	故障诊断及其分类.....	75
4.1.2	故障诊断的主要工作环节.....	76
4.1.3	故障简易诊断方法.....	77
4.2	温度诊断技术.....	77
4.2.1	接触式测温.....	77
4.2.2	非接触式测温.....	84
4.3	振动诊断技术.....	89
4.3.1	机械振动及其分类.....	89
4.3.2	机械振动测量仪器及测量系统.....	92
4.3.3	典型零部件故障的振动诊断.....	93
4.4	油样分析技术.....	99
4.4.1	油样铁谱分析技术.....	100
4.4.2	油样光谱分析技术.....	103
4.4.3	磁塞检测法.....	105
*4.5	无损检测.....	106
4.5.1	超声波检测.....	106
4.5.2	射线检测.....	111
	习题.....	112

第五章 典型机械零部件的修理.....	113
5.1 零部件的修理过程.....	113
5.1.1 机械设备的拆卸.....	114
5.1.2 零件的清洗.....	116
5.1.3 零件的检查与换修原则.....	119
5.1.4 机械装配.....	121
5.1.5 验收.....	121
5.2 典型零件的修理.....	122
5.2.1 轴类零件的修理与装配.....	122
5.2.2 过盈配合连接件的装配.....	128
5.2.3 滑动轴承的修理与装配.....	129
5.2.4 滚动轴承的修理与装配.....	136
5.2.5 齿轮和蜗轮传动装置的修理装配.....	141
5.3 机械设备的装配方法.....	148
习题.....	149
第六章 电气设备维修.....	151
6.1 电气设备诊断技术.....	151
6.2 常见电气设备故障诊断与维修实例.....	157
6.2.1 低压电器常见故障与维修实例.....	157
6.2.2 三相异步电动机的常见故障及维修.....	164
6.2.3 PLC 常见故障与维修.....	171
6.3 计算机常见故障与维修.....	175
6.3.1 CPU 常见的故障与维修.....	175
6.3.2 主板常见故障与排除.....	176
6.3.3 内存常见的故障与排除.....	179
6.3.4 硬盘的使用与维护.....	180
6.3.5 显卡常见的故障与排除.....	181
6.3.6 显示器常见的故障与排除.....	182
6.3.7 计算机系统的维护及优化.....	183
习题.....	184
第七章 机电设备维修管理.....	185
7.1 设备维修计划管理.....	185
7.1.1 修理工作定额.....	186

7.1.2	维修计划编制.....	187
7.1.3	维修作业计划管理与实施.....	189
7.2	备件管理.....	191
7.2.1	概述.....	191
7.2.2	库存控制.....	193
7.3	维修技术、工艺、质量管理.....	195
7.3.1	维修技术管理.....	195
7.3.2	维修工艺的管理.....	196
7.3.3	修理的质量管理.....	198
7.4	机电设备信息管理.....	198
7.4.1	分类.....	199
7.4.2	计算机信息管理.....	199
	习题.....	201
第八章	液压系统故障预防.....	202
8.1	准备.....	202
8.1.1	资料准备.....	202
8.1.2	物资准备.....	203
8.2	安装.....	204
8.2.1	液压件的安装技术.....	204
8.2.2	管道的安装技术.....	210
8.3	清洗.....	217
8.3.1	一次清洗.....	218
8.3.2	二次清洗.....	220
8.4	调试.....	221
8.5	维护.....	224
8.5.1	日常检查.....	224
8.5.2	定期检查.....	225
	习题.....	228
第九章	液压设备故障诊断与维修.....	229
9.1	概述.....	229
9.1.1	液压设备分类.....	229
9.1.2	液压故障.....	230
9.1.3	液压设备故障诊断的方法.....	233

9.1.4 液压设备故障检测仪器.....	235
9.2 液压油故障与控制.....	236
9.2.1 污染控制.....	236
9.2.2 泄漏.....	240
9.2.3 温度异常升高.....	245
9.3 液压元件故障与维修.....	246
9.3.1 液压泵.....	246
9.3.2 液压阀.....	247
9.3.3 液压缸、马达.....	248
9.4 液压系统常见故障.....	249
9.4.1 压力失控.....	249
9.4.2 速度失控.....	251
9.4.3 动作失控.....	252
9.4.4 振动噪声大.....	254
习题.....	258
第十章 轧机液压系统在线监测技术.....	259
10.1 概述.....	259
10.2 液压在线监测系统.....	261
10.3 轧机的液压在线监测系统.....	263
10.4 超声波非介入式检测.....	267
习题.....	269
第十一章 农业冶金设备液压故障与维修.....	270
11.1 拖拉机农具悬挂液压系统故障诊断与维修.....	270
11.2 连铸中间包升降液压系统故障与维修.....	272
*11.3 热轧堆垛机液压系统故障诊断及维修.....	276
习题.....	280
第十二章 工程机械液压系统维修.....	281
12.1 挖掘机液压系统故障诊断与排除.....	281
12.2 汽车起重机液压系统故障诊断与排除.....	283
*12.3 混凝土泵车液压系统故障诊断与维修.....	284
参考文献.....	287

★ 知识点

1. 基本概念：故障、维修、可靠度和故障率
2. 故障类型及发生的规律
3. 设备故障诊断技术简介

★ 学习要求

1. 掌握机电设备维修、故障的概念，故障的分类
2. 掌握故障发生的规律
3. 了解机电设备维修理论
4. 了解机电设备故障诊断技术

本书主要研究机电设备的故障产生规律及其诊断维修的实用技术，是机械类专业特别是机电一体化、机电设备使用与维修、工程机械等专业的重要专业课教材之一，一般作为教学计划的最后一门课教材。

目前，机电液压设备（以后简称机电设备）生产线日益增多，在采矿、冶金、建筑、机床、汽车装备、工程机械、军工农业、航天航空、航海船舶、石油电力、轻纺造纸、食品化工等领域都有大量起关键作用的机电设备，图 1.1 和图 1.2 所示为两种机电设备，正确使用和维护机电设备尤其重要，本书就为读者提供必备的使用与维护机电设备的理论知识和技能知识。



图 1.1 智能多功能旋挖钻机（工程机械）

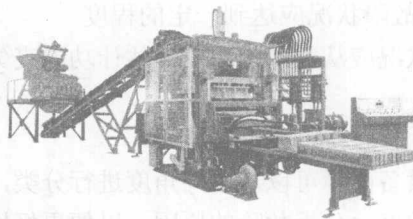


图 1.2 液压全自动砌块成型机（建筑机械）

1.1 故障

现代机电装备的智能化、自动化和集成化程度越来越高,如果某台设备出现了故障,就可能造成整套设备、整个流水线、整个车间停转停产,产生巨大的经济损失,因此,必须重视对设备故障的研究。

1.1.1 故障及特性

1. 故障

故障一般定义为,设备或零部件丧失了规定功能的状态,一般包含以下两层含义。

一是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。

二是功能失效。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将有不同的故障状况

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。

1.1.2 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。

1.1.3 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。一个特征量表示可靠性的某一个特征方面, 见表 1.1。

表 1.1 机电设备可靠性指标

序号	特征量	可靠性指标	代号	定义
1	无故障性	首次故障前平均工作时间	MTTF	发生首次致命、严重或一般故障时的平均工作时间
		平均故障间隔时间	MTBF	可修复机电设备或零部件相邻两次故障之间的平均间隔时间
		故障率	$\lambda(t)$	在每一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
		平均停机间隔时间	DTMTBF	可修复机电设备或零部件相邻两次停机故障的平均工作时间
		平均百台修理次数	RPH	100 台机电设备在规定的使用或试验条件下, 在某一时刻或时间范围内, 平均百台需要修理的次数
2	耐久性	可靠度	$R(t)$	在规定的使用条件下和规定的时间内, 无故障地完成规定功能的概率
		累积故障概率	$F(t)$	在规定的使用条件下, 使用到某一时刻 t 时发生故障的累积概率, 也称不可靠度
		可靠寿命	L_R	在规定的使用条件下, 可靠度 $R(t)$ 达到某一要求值时的工作时间
		平均寿命	MTTF	机电设备和零部件从开始使用到失效报废的平均使用时间
3	维修性	平均事后维修时间	MTTR	可修复机电设备或零部件使用到某一时刻所有故障排除的平均有效时间
4	经济性	年平均保修费用率	PWC	在规定的使用条件下, 出厂第一年保修期内, 每台机电设备工厂平均支付的保修费用与出厂销售价的比

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

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

$$\text{故障概率 } F(t) = N_t/N_0 = 1 - R(t)$$

例 1: 现有 10 000 个相同的零件, 工作达 200h 有 9900 个零件未失效; 工作达 500h 有 8800 个零件未失效, 求零件在 200h 和 500h 的可靠度。

解: 200h 的可靠度为 $R(200) = 9900/10\,000 = 99\%$ (合格)

500h 的可靠度为 $R(500) = 8800/10\,000 = 88\%$ (不合格)

200h 的故障概率为 $F(200) = 1 - 99\% = 1\%$

500h 的故障概率为 $F(500) = 1 - 88\% = 12\%$

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

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

式中： $\Delta n(t)$ ——在 Δt 时间内发生故障的数量；

Δt ——某一段使用时间；

$N_{\text{存}}$ ——在 Δt 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。

例如：有1000个元件在800h的使用时间内有80个出故障，则

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

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

故障率的常用单位是 10^{-4}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)。

例如：某设备自投入运行开始工作1000h后发生了故障，修复后工作了2000h又发生了故障，再次修复后又工作了2700h后发生故障，则该设备的平均故障时间为

$$(1000 + 2000 + 2700) / 3 = 1900 \text{h}$$

平均故障间隔时间可用公式表示为

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

式中： Δt_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

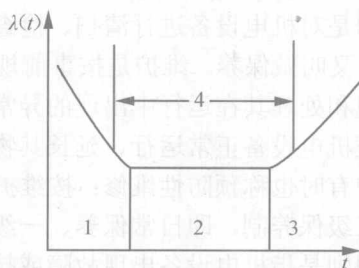
经典型故障最常见,是前三种故障的集合,其故障率形成一条浴盆曲线,分早期故障期、随机故障期和耗损故障期 3 个阶段,如图 1.3 所示。

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下降。

早期故障一般是由于设计、制造上的缺陷等原因引起的,因此设备进行大修理或改造后,早期故障期会再次出现。

2) 随机故障期内故障率低而稳定,近似为常数。随机故障是由于偶然因素引起的,它不可预测,也不能通过延长磨合期来消除。设计上的缺陷、零部件缺陷、维护不良以及操作不当等都会造成随机故障。

3) 耗损故障期的特点是故障率随运转时间的增加而增高。耗损故障是由于设备零部件的磨损疲劳、老化、腐蚀等造成的。这类故障是设备接近大修期或寿命末期的征兆。



1. 早期故障期 2. 随机故障期 3. 耗损故障期 4. 有效寿命

图 1.3 故障率浴盆曲线

1.2 维 修

1.2.1 维修及其重要性

维修方式有事后维修、定期维修和预测维修三种方式。故障诊断技术是设备维修方式不断发展的产物。

预测维修是通过对设备状态进行检测,获得相关设备的状态信息,根据这些信息判断出可能故障发生的时间、部位和形式,从而在故障发生前对设备进行维修,以消除故障隐患,做到防患于未然。

预测维修方式特别适用于高自动化、高技术、结构复杂的现代化设备，它可以有效地减少设备的停机时间，实现以最小的维修投入和经济损失获取最大的效益。

任何机电设备的寿命都不可能是无限的。有些零部件在使用过程中，经过一定周期的运行和工作，因磨损、腐蚀、刮伤、氧化、老化、变形等众多原因，以及其他人为因素而发生失效，出现故障，造成事故。有备件的可更换，但是有的备件十分昂贵，有的无备件的，特别是进口件，则需依靠维修。在现代企业中，机电设备故障及停产损失约占其生产成本的30%~40%，有些行业的维修费用竟占生产成本的第二位。

1. 维修

机电设备维修是为了保持或恢复其完成规定功能的能力而采取的技术管理措施。维修包含维护和修理两个方面的含义。

维护是对机电设备进行清扫、检查、清洗、润滑、紧固、调整和防腐等一系列工作的总称，又叫做保养。维护是按事前规定的计划或相应的技术条件规定进行的，目的是及时发现和处理其在运行中出现的异常现象，减缓机电设备性能退化和降低故障概率。这是保证机电设备正常运行、延长其物质寿命的重要手段。

维护有时也称预防性维修；按维护工作的深度和广度，通常分成等级。我国企业多数采用三级保养制，即日常保养、一级保养和二级保养。

修理则是指机电设备出现故障或技术状况劣化到某一临界状态时，为恢复其规定的技术性能和完好的工作状态而进行的一切技术工作。由于修理往往以检查结果作为依据，在修理时又与检查相结合，因此修理又称检修。修理是恢复机电设备性能，保证正常运行，延长其物质寿命的主要手段。

修理按功用不同又分为恢复性修理和改善性修理。通常所说的修理多数指的是恢复性修理。而改善性修理是结合修理对机电设备中故障率较高的部位，从结构、参数、材料和制造工艺等方面进行改进或改装，使其故障发生率减少或不再发生故障。

以最少的消耗、最少的经济代价、最少的时间、最少的资源、最高的修复率，使机电设备经常处于完好状态，提高可用性，保持、恢复和提高可靠性，降低劣化速度，延长使用寿命，保障使用中的安全性和环境保护要求，是维修的目标。

2. 维修的重要性

在激烈的市场竞争中，维修成为现代企业增强生产力和竞争力的有力手段，其地位日益明显和提高。在经济全球化趋势不断增强，产业结构改革步伐频繁加快，国际竞争更加剧烈的今天和明天，维修更是企业生存、发展、扩大再生产和更新机电设备的一种投资选择方式。维修已是实施绿色再制造工程的重要技术措施。

搞好维修不仅可以延长零部件的使用寿命，维持生产，提高效能，节约资源、能源和资金、外汇，甚至还有很多报废的机电设备通过利用高新技术进行维修改造，使其再生、再利用。