

机 修 手 册

(第3版)

第2卷

修理技术基础

机械工业出版社

机 修 手 册

(第 3 版)

第 2 卷 修理技术基础

《机修手册》第 3 版编委会

机 械 工 业 出 版 社

(京)新登字054号

本卷分3篇共23章。

第1篇为零件修复和强化技术,共10章,均是在上一版的基础上作了较大修改补充,第2篇为设备诊断技术,共9章,第3篇为微电子技术,共4章,均是新增加的。增加的第2篇、第3篇的目的,前者是为设备修理提供更准确的技术状况,以便更合理修理设备;后者是为用好维修好机电一体化设备,也为改造老旧设备提供先进技术。

本书供机电设备维修技术人员及中级以上工人使用。

机 修 手 册

(第3版)

第2卷 修理技术基础

《机修手册》第3版编委会

*

责任编辑:冯永亨 温莉芳 版式设计:霍永明

封面设计:郭景云 责任校对:肖新民

责任印制:

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/8}$ · 印张 $42^{1/2}$ · 插页2 · 字数1313千字

1964年12月北京第1版

1978年12月北京第2版

1993年9月北京第3版·1993年9月北京第6次印刷

印数126 341—140 340·定价:38.00元

*

ISBN 7-111-03449-X/TB·169

主 编 单 位

中国机械工程学会设备维修专业学会

《机修手册》第3版编委会

主 任（兼主编） 郑国伟

顾 问 陈凤才 潘大连

副主任（兼副主编） 吴关昌 高克勤 文德邦 冯永亨（常务）

委 员（按姓氏笔划为序） 马福安 陈长雄 李炳禄 何家森

林亨耀 姚家瑞 唐经武 童义求 喻明受

第 2 卷 编 委 会

主 任（兼主编） 李炳禄

副主任（兼副主编） 谭可生 刘弹军

委 员（按姓氏笔划为序） 朱鹏飞 沈为兴 李绍瀛 赵企东

姚家瑞 侯 瑞 姜 锁

《机修手册》第3版编辑组

冯永亨 温莉芳（以下按姓氏笔划为序） 冯宗青 孙本绪

吴柏青 何富源 贺簋鑫 徐 彤 熊万武

第3版前言

《机修手册》第2版（即修订第一版）各篇陆续出版后，深受读者欢迎，曾多次重印。近10年来，随着科学技术的飞速发展，维修技术的不断提高，以及各项标准的更新，《机修手册》第2版已不能适应机修行业的需求，为此，我们组织出版第3版，以满足广大读者的需要。

本次修订，我们主要做了如下补充和调整：

（1）调整手册结构 我们根据需要与可能，对一些设备类型进行了补充和调整，以求做到门类齐全，重点突出，内容充实。将第2版的7篇调整为8卷，即第1卷：设备修理设计；第2卷：修理技术基础；第3卷：金属切削机床修理；第4卷：铸锻设备与工业炉修理；第5卷：动力设备修理；第6卷：电气设备修理；第7卷：通用设备与工业仪表修理；第8卷：设备润滑。

（2）增加先进设备的维修技术 近年来，我国工业企业的生产装备水平有了较大的提高，精密、大型、自动化、机电一体化先进设备日益增多。掌握这类设备的维修技术，是提高我国机修行业技术水平的关键。我们在有关卷内分别增加了这类设备的维修技术。

（3）重点补充设备改造技术 我国企业生产设备日益老化，更新资金不足，因此，对老旧设备进行技术改造已成为提高我国设备水平的重要途径。为此，我们重点补充了利用新技术改造老旧设备的经验。

（4）增加了设备诊断技术 设备诊断技术是在设备运行中或基本不拆卸设备的情况下，掌握设备运行状况，预测故障的部位和原因的新技术，本次修订新增了这部分内容。

（5）采用了最新标准 从第2版出版以来，机电标准大部分进行了修订，并制订了不少新标准，本次修订采用了最新标准。

在本次修订中，编者进行了广泛的调查研究，收集了大量的资料，认真研究了读者意见，力求使内容的广度和深度都有一个新的提高。由于水平所限，本手册中错误和不足之处在所难免，恳请读者予以指正。

在本次修订中，北京、上海、辽宁、吉林、四川、广东等省市的中国机械工程学会设备维修专业学会和各卷主编所在单位，如北京汽车工业联合公司、第一汽车制造厂、上海机床厂、沈阳重型机器厂、第二重型机器厂、机械电子工业部广州机床研究所等给予了大力支持，长期关注本手册编写出版工作的老一辈专家和领导给予了热情的指导，一些未参加本次修订工作的原编者也提出了宝贵意见。在此，我们一并表示感谢。

《机修手册》第3版编委会

本卷修订说明

吉林省机械工程学会设备维修分会为了做好这次修订工作，组成了“机修手册第3版第2卷编委会”，以集中各方面的力量，力求修订后的第2卷能为设备修理工作人员提供既先进又实用的修理技术基础资料。

本卷是以“修订第一版”第二篇为基础进行修订的。我们按照本手册的修订要求作了如下的补充和修改：

1) 根据近年维修技术的发展，设备修理方式已逐步转入状态维修和预知维修的先进修理方式，为了适应这种需要，增加了“设备诊断技术篇”共9章。

2) 鉴于机电一体化的设备已大量进入企业，为了用好、维修好这类先进设备，也为了利用新技术改造老旧设备的需要，还增加了“微电子技术篇”共4章。

3) 从先进性和实用性出发，删去了非工业化生产的备件制造技术部分。对于保留的“零件修复技术篇”的10章，也作了不同程度的补充和修改。但由于地区和行业的差别，应用修理工艺的差别也很大，高度集中比较困难，选用时要结合本身的特点，才能达到实用性。

在这次修订中，各位作者均力求在大量收集新资料和分析读者对上一版的意见的基础上进行认真的编写。初稿完成之后，先由编委会或请有关同志审阅，再经作者修改才定稿。尽管如此，仍难免存在不足或错误之处。我们诚恳地欢迎广大读者不吝指正，以便在重印或下次修订时改正。

机械电子工业部生产司，中国核工业总公司，第一汽车制造厂机动处、设备修造厂、专用机床厂和职工大学电子系，上海交通大学，上海第二工业大学等单位，对本卷的编写工作给予大力支持，特此表示感谢。

参与审阅部分稿件的有：谭可生、朱鹏飞、李绍瀛（第1～10章）、洪迈生、安邦健、李锦西（第11～16章）、沈永言（第18章）、李炳禄、朱鹏飞（第11～17和19章）、李念岳（第20章）、赵企东（第20～22章）、潘大连（第23章）等同志，顺此一并说明并致谢。

由于种种原因，上一版的部分编者未能继续参加这次修订。对于他们曾为本手册作出的贡献，设备维修战线的广大工作者是不会遗忘的。借本卷即将出版之际，我们谨向他们表示敬意。

《机修手册》第3版第2卷编委会

目 录

第1篇 零件修复和强化技术

第1章 零件修复工艺的选择

第1节 概述	1-1
第2节 零件的磨损极限和修换的一般规定	1-1
(一) 零件磨损对机床的影响	1-2
(二) 磨损零件修换的一般规定	1-2
第3节 修复工艺的选择	1-5
(一) 修复工艺的分类	1-5
(二) 修复工艺的选择	1-5
1. 选择修复工艺时应考虑的因素	1-5
2. 典型零件修复工艺的选择	1-7

第2章 金属扣合和塑性变形修复技术

第1节 金属扣合法	2-1
(一) 强固扣合法	2-1
1. 波形键的选择和制造	2-1
2. 波形槽的布置和加工	2-2
3. 铆击工艺	2-3
(二) 强密扣合法	2-4
(三) 加强扣合法	2-5
1. 加强件的形式	2-5
2. 加强件的加工	2-6
(四) 热扣合法	2-6
1. 热扣合件的形状	2-6
2. 热扣合件的强度计算	2-6
第2节 塑性变形修复法	2-7
(一) 利用塑性变形修复零件	2-7
1. 锻粗法	2-7
2. 挤压法	2-7
3. 扩张法	2-8

(二) 轴类零件的热校直	2-8
1. 热校直简介	2-8
2. 轴的热校直举例	2-8

第3章 零件电镀修复技术

第1节 镀铬	3-1
(一) 铬镀层的特性及其使用范围	3-1
(二) 镀铬工艺	3-2
1. 镀铬的一般工艺	3-2
2. 镀铬新工艺	3-2
第2节 不对称交流-直流低温镀铁	3-3
(一) 不对称交流-直流镀铁的特点及性能	3-3
(二) 镀铁工艺	3-3
1. 准备工作	3-3
2. 镀铁规范	3-4
(三) 电解液	3-4
1. 电解液的选用	3-4
2. 电解液的配制	3-5
3. 电解液的处理	3-5
4. 电解液的维护	3-5
(四) 典型低温镀铁电源	3-5
(五) 无刻蚀低温镀铁新工艺	3-6
1. 无刻蚀镀铁电源	3-7
2. 无刻蚀镀铁镀液	3-7
3. 无刻蚀镀铁工艺参数	3-7
第3节 电刷镀技术	3-7
(一) 电刷镀原理	3-7
(二) 电刷镀技术的特点	3-8
(三) 电刷镀的应用范围	3-8
(四) 电刷镀的工艺装备	3-8
1. 电刷镀专用电源	3-8

2. 电刷镀溶液	3-10	(二) 丝火焰喷涂修复机床导轨	4-30
3. 镀具	3-11	(三) 粉末氧炔焰喷涂	4-31
4. 辅具和辅助材料	3-11	(四) 等离子喷涂修复实例	4-31
(五) 电刷镀工艺	3-15		
(六) 工艺说明	3-17	第5章 焊接修复技术	
(七) 镀层剥离的原因及防止措施	3-19	第1节 铸铁零件的冷焊修复	5-1
(八) 电刷镀的应用举例	3-19	(一) 概述	5-1
1. C650车床主轴的修复	3-19	(二) 铸铁件破坏形式及其相应修复措施	5-1
2. 修补镀铬层缺陷	3-20	1. 裂缝件的冷焊修复	5-1
3. 花键轴的修复	3-21	2. 磨损件的焊补修复	5-5
4. 夹钎镀修复导轨的划伤	3-21	3. 断件的焊接修复	5-6
5. 轴承外环的修复	3-22	4. 残缺铸铁件的焊补修复	5-8
		5. 水密性铸铁件的焊接修复	5-9
第4章 热喷涂修复技术		第2节 铸铁件的钎焊修复	5-9
第1节 概述	4-1	(一) 铸铁件的黄铜钎焊修复	5-9
(一) 热喷涂的分类及特点	4-1	(二) 导轨划伤的钎焊修复	5-10
(二) 热喷涂在机修中的应用	4-2	1. 无槽化学镀铜工艺	5-10
第2节 热喷涂设备及工艺装备	4-2	2. 锡铋合金钎焊工艺	5-10
(一) 电弧喷涂设备	4-2	3. 锡铋合金钎焊的缺陷及排除方法	5-11
(二) 等离子喷涂设备	4-3	第3节 钢制零件的焊接修复	5-11
(三) 丝火焰喷涂设备	4-5	(一) 概述	5-11
(四) 粉末火焰喷涂(喷熔)设备	4-6	(二) 钢件焊接修复工艺措施	5-11
(五) 热喷涂工艺装备	4-9	1. 焊前检查和焊前准备	5-11
第3节 热喷涂工艺	4-9	2. 选择最佳焊修方案, 严守工艺操作规程	5-12
(一) 工件表面的准备	4-9	3. 焊后冷却和焊后热处理	5-13
1. 凹切	4-9	4. 焊后检查及机械加工	5-14
2. 清理	4-10	(三) 修复实例	5-14
3. 表面粗化	4-10	1. 离合器楔牙(渗碳淬火件)的焊接修复	5-14
4. 非喷涂部位的屏蔽保护	4-11	2. 精密及大型轴类零件(调质处理)的手工电弧焊修复	5-15
(二) 热喷涂的工艺参数	4-11	3. 大偏心齿轮断齿的焊接修复	5-20
(三) 热喷涂操作	4-12	4. 大压床滑块裂缝的焊接修复	5-21
1. 电弧喷涂	4-12	第4节 细焊丝二氧化碳气体保护	
2. 丝火焰喷涂(简称气喷涂)	4-13	电磁振动电弧堆焊	5-24
3. 粉末氧炔焰喷涂	4-16	(一) 概述	5-24
4. 粉末氧炔焰喷熔	4-17	(二) 细焊丝堆焊设备的工作原理	5-25
5. 等离子喷涂	4-20	(三) 细焊丝堆焊设备的主要装置	5-25
第4节 热喷涂的安全技术	4-27	(四) 细焊丝堆焊主要参数的选择	5-28
(一) 热喷涂时的金属蒸发气体和粉末	4-27	(五) 细焊丝堆焊的应用范围	5-29
(二) 电喷枪的安全技术	4-27		
(三) 等离子喷涂的劳动保护	4-27		
第5节 热喷涂应用实例	4-28		
(一) 电弧喷涂修复曲轴	4-28		

(六) 细焊丝堆焊的修复实例	5-29
----------------	------

第6章 工件表面的强化技术

第1节 机床导轨表面电接触加热

自冷淬火

(一) 基本原理

(二) 电石墨棒式电极及手工操作

1. 电极

2. 低压变压器的制造

3. 操作方法

4. 处理后工作表面情况

5. 影响淬火质量因素

(三) 机械化操作的滚轮式电极

1. 铜滚轮电极的主要参数对淬火效果的影响

2. 冷却方式对淬火效果的影响

(四) 电接触加热自冷淬火设备

1. 行星差动传动淬火机

2. 可移动式自动往复淬火机

3. 无级变速式淬火机

4. 简易机械化淬火

(五) 电接触加热自冷淬火过程中应注意的问题

(六) 电接触表面淬火工艺的扩大应用

1. 轴类零件

2. 长薄零件

3. 形状复杂零件

第2节 机床导轨表面高频感应

淬火

(一) 概述

(二) 淬火设备及工艺装备

1. 加热设备

2. 淬火装置

3. 感应器

(三) 工艺参数

(四) 减小导轨淬火变形的措施

第3节 工件表面的电火花强化工艺

第7章 工程塑料在修理中的应用

第1节 概述

(一) 工程塑料的特性

(二) 工程塑料在设备修理及设备

改装中的应用

第2节 铸型尼龙零件的制造

(一) 铸型尼龙的制备方法

1. 一般浇注成型

2. 离心浇注聚合成型

(二) 铸型尼龙的改性

1. 铸型尼龙的热处理

2. 添加填充料改性

第3节 塑料涂敷

(一) 沸腾涂敷法

(二) 火焰喷涂法

1. 以二氧化碳(CO₂)为喷粉气体的方法

2. 以压缩空气为喷粉气体的方法

(三) 热熔敷法

第4节 聚四氟乙烯及填充

聚四氟乙烯

(一) 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯的

性能

1. 聚四氟乙烯的性能

2. 填充聚四氟乙烯的性能

3. 辐射接枝填充聚四氟乙烯的性能

(二) 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯在

机修中的应用

1. 机械密封上的应用

2. 填充聚四氟乙烯活塞环及导向环

3. 填充聚四氟乙烯塑料轴承

4. 辐射接枝填充聚四氟乙烯在

机床导轨修理中的应用

第8章 粘接修复技术

第1节 概述

(一) 粘接的特点

(二) 粘接的应用

第2节 粘接方法

(一) 热熔粘接法

(二) 溶剂粘接法

(三) 粘接剂粘接法

第3节 粘接技术

(一) 胶粘剂的选用

(二) 粘接接头的设计

1. 粘接接头设计的原则

2. 粘接接头的类型与形式

(三) 粘接工艺	8-8
第4节 零件修复常用胶粘剂及其应用	8-12
(一) 环氧胶粘剂	8-12
(二) 丙烯酸酯胶粘剂	8-14
1. α -氰基丙烯酸酯胶粘剂(FGA)	8-14
2. 厌氧胶	8-15
3. 第二代丙烯酸酯胶粘剂(SGA)	8-15
(三) 氯丁胶粘剂	8-17
(四) 聚氨酯胶粘剂	8-18
(五) 酚醛-丁腈胶粘剂	8-20
(六) 无机胶粘剂	8-22
1. 无机胶粘剂的特点	8-22
2. 氧化铜无机胶粘剂	8-22
第5节 常用材料对胶粘剂的选用	8-23
(一) 金属的粘接	8-23
(二) 塑料的粘接	8-23
(三) 橡胶的粘接	8-25
第6节 胶粘剂使用注意事项	8-26
(一) 环氧胶	8-26
(二) 502胶	8-26
(三) 氯丁胶	8-27
(四) 厌氧胶	8-27
(五) 101胶	8-27
第7节 德国钻石牌胶粘剂简介	8-28
(一) 滴管美胶的特点	8-28
(二) 滴管美胶的分类及性能	8-28
(三) 滴管美胶的粘接工艺	8-29

第9章 研磨技术

第1节 研磨原理	9-1
第2节 材料的可加工性与研磨余量	9-2
(一) 研磨性与工件材料的关系	9-2
(二) 研磨对预加工的要求	9-2
(三) 研磨余量	9-3
第3节 磨料与研磨剂	9-3
(一) 磨料	9-3
1. 磨料的种类、特性及用途	9-3
2. 磨料的粒度及其选择	9-6
3. 磨料的研磨性能	9-7
(二) 研磨膏	9-8

(三) 研磨液	9-9
第4节 研磨工具	9-10
(一) 手工研磨工具	9-10
1. 平面研磨工具	9-10
2. 外圆研磨工具	9-10
3. 内圆柱表面研磨工具	9-10
4. 圆锥体研磨工具	9-11
5. 球面研磨工具	9-20
6. 螺纹研磨工具	9-20
(二) 机械研磨设备	9-22
1. 单盘研磨机和双盘研磨机	9-22
2. 内圆研磨机	9-22
3. 钢球研磨机	9-22
4. 齿轮研磨机	9-22
第5节 研磨工具的材料	9-24
第6节 研磨方法	9-25
(一) 平面研磨	9-25
(二) 外圆研磨	9-26
(三) 内孔研磨	9-27
(四) 锥体研磨	9-27
(五) 球面研磨	9-27
(六) 螺纹研磨	9-28
(七) 齿轮研磨	9-29
第7节 影响研磨精度的因素	9-29

第10章 分度蜗轮副的修复技术

第1节 分度蜗轮副的测量	10-1
(一) 分度蜗轮副的综合测量	10-1
1. 用试切样品齿轮来估计分度蜗轮副的运动精度	10-1
2. 蜗轮副分度精度的静态综合测量法	10-3
3. 蜗轮副分度精度的动态综合测量法	10-6
(二) 分度蜗轮单个要素的测量	10-6
1. 蜗轮齿距偏差和齿距累积误差的测量及计算方法	10-6
2. 蜗轮齿圈径向跳动的测量	10-15
3. 接触斑点的检验	10-16
4. 蜗轮齿厚的测量	10-17
(三) 蜗杆的测量	10-17
第2节 蜗轮修复方案的选择	10-18

(一) 磨损状态分析	10-18
(二) 修复方案的选择	10-19
(三) 保证接触斑点及啮合侧隙的方法	10-19
1. 影响接触斑点的因素	10-19
2. 保证接触斑点的工艺方法	10-21
3. 保证啮合侧隙的加工方法	10-22
4. 安装调整中应注意的问题	10-22
5. 侧隙的检查和调整方法	10-23
第3节 分度蜗轮的修复方法	10-25
(一) 修复齿形的加工方法	10-25
1. 精滚齿面	10-25
2. 剃削齿面	10-26
3. 滚剃齿面	10-28
4. 珩磨齿面	10-29

(二) 刮研修复法	10-34
第4节 提高蜗轮副运动精度的方法	10-37
(一) 引起运动误差的因素	10-37
1. 几何偏心引起的齿距累积误差规律	10-37
2. 运动偏心引起的齿距累积误差规律	10-38
3. 两种偏心误差的抵消方法	10-40
(二) 误差抵消法的应用	10-41
1. 运动偏心 e_p 的大小及方向的确定	10-41
2. 误差抵消法在加工及装配中的应用	10-42
3. 易位法及其应用	10-43

第2篇 设备诊断技术

第11章 设备诊断技术基础

第1节 设备诊断的类型和设备状态信号	11-1
(一) 设备故障诊断的类型	11-1
1. 简易诊断和精密诊断	11-1
2. 功能诊断和运行诊断	11-1
3. 定期诊断和连续监控	11-1
4. 直接诊断和间接诊断	11-1
(二) 设备状态信号及其获取	11-2
1. 传递设备状态的信号	11-2
2. 信号的获取	11-2
第2节 各种故障现象及其诊断方法	11-3
(一) 异常振动	11-3
(二) 异常声音	11-3
(三) 异常温度	11-3
(四) 泄漏	11-3
(五) 裂纹	11-4
(六) 腐蚀	11-4
(七) 材质劣化	11-5
(八) 松动	11-5
(九) 润滑油劣化	11-5
(十) 电气系统的异常	11-5
第3节 设备诊断技术的构成	11-6
(一) 检查测量技术	11-6

1. 应力参数的测量技术	11-6
2. 征兆参数的测量技术	11-7
(二) 信号处理技术	11-10
1. 诊断信号处理技术体系	11-10
2. 对若干设备诊断有效的信号处理技术概述	11-10
(三) 识别技术	11-13
1. 决定论的识别法	11-13
2. 概率论的识别法	11-14
(四) 预测技术	11-15
1. 决定论的预测技术	11-15
2. 概率论的预测技术	11-18
参考文献	11-18

第12章 振动传感器

第1节 传感器的种类、原理和性能	12-1
(一) 传感器的种类和原理	12-1
1. 加速度传感器	12-1
2. 速度传感器	12-2
3. 位移传感器	12-2
(二) 传感器的性能指标	12-2
第2节 传感器的选择	12-3
(一) 电涡流位移传感器	12-3
(二) 速度传感器	12-4
(三) 加速度计	12-4

第3节 传感器的安装要点	12-4
(一) 加速度计安装位置的选择	12-4
(二) 加速度计安装方法的选择	12-5

第13章 振动诊断方法

第1节 振动及其分析方法	13-1
(一) 振动的基本概念	13-1
1. 振动的基本参数	13-1
2. 振动的三个基本量的意义及应用	13-1
(二) 异常振动的分析方法	13-2
1. 频率分析法	13-3
2. 振动形态分析	13-3
3. 相位分析	13-3
4. 振动方向分析	13-4
5. 振摆旋转方向分析	13-4
6. 异常振动的一般分析法	13-4
第2节 信号处理技术	13-4
(一) 信号的分类	13-5
1. 周期信号	13-5
2. 瞬变信号	13-5
3. 随机信号	13-5
(二) 信号的预处理技术	13-5
1. 滤波处理	13-5
2. 包络线法(共振解调技术)	13-7
3. 同步时间平均法	13-8
(三) 时域的信号处理	13-8
1. 平均值	13-8
2. 离散	13-8
3. 均方值、有效值	13-8
4. 峰值	13-8
5. 波峰系数	13-8
6. 概率密度函数	13-8
(四) 频域的信号处理	13-9
1. 傅里叶级数	13-9
2. 相关函数	13-10
3. 功率谱密度	13-11
4. 傅里叶变换	13-12
5. 抽样定理和快速傅里叶变换 (FFT)	13-13
6. 频谱分析	13-13
7. 倒频谱分析	13-14
第3节 旋转机械的诊断方法	13-15

(一) 旋转机械的简易诊断	13-15
1. 诊断设备和测定方法的选定	13-15
2. 测定参数的选定	13-15
3. 测定点的选定	13-15
4. 测定周期的确定	13-17
5. 判断标准的确定	13-18
6. 简易判断标准制订实例	13-21
7. 劣化监控表的编制	13-26
(二) 旋转机械的精密诊断	13-28
参考文献	13-29

第14章 超声波与声发射监测技术

第1节 超声波技术	14-1
(一) 超声波及其性质	14-1
1. 超声波的发生和种类	14-1
2. 超声波的性质	14-1
(二) 超声波技术在设备诊断中的应用	14-3
1. 超声波探伤	14-3
2. 超声波测厚	14-4
第2节 声发射检测	14-5
(一) 声发射及其检测特点	14-5
1. 声发射的基本原理	14-5
2. 声发射检测的特点	14-5
(二) 声发射的测量参数及测量仪器	14-6
1. 事件计数和振铃计数	14-6
2. 幅度和幅度分布	14-7
3. 能量和能量率	14-7
4. 声发射的测量仪器	14-7
(三) 声发射在设备诊断中的应用	14-8
1. 保护冲床	14-8
2. 检查飞机要害部位的锈蚀情况	14-8
3. 其他	14-8
参考文献	14-9

第15章 温度监测与诊断方法

第1节 温度监测与诊断的原理及其 适用范围	15-1
(一) 基本原理	15-1
1. 物质的热运动	15-1
2. 温度的标定	15-1
3. 温度的测量	15-2
(二) 常规测温装置及其适用范围	15-2

1. 接触式测温装置	15-2
2. 非接触式测温装置	15-3
3. 测温仪的主要技术指标及 选用方式	15-5
第2节 红外辐射及红外测温	15-6
(一) 红外辐射基本特点	15-6
1. 红外辐射	15-6
2. 红外辐射在大气中的传播	15-7
(二) 红外测温基本原理	15-7
1. 反射率、透射率、吸收率和 比辐射率	15-8
2. 普朗克与维恩定律	15-8
3. 基尔霍夫和斯蒂芬-波兹曼定律	15-9
第3节 测温方法及手段	15-9
(一) 温度测定的简易诊断方法	15-9
(二) 温度测定的精密诊断方法	15-10
(三) 红外热成像技术及装置结构原理	15-10
1. 红外热成像技术	15-10
2. 红外测温仪器的指标参数	15-11
(四) 典型红外热成像设备 (红外热像仪)	15-11
第4节 国内外设备温度诊断典型 实例	15-14
(一) 设备温度诊断的应用范围	15-14
(二) 设备温度诊断的典型实例	15-14
1. 机床主轴箱温升对热变形影响的 检测	15-14
2. 金属胶接结构热特性检测	15-15
3. 火车车轴箱不停车温度检测	15-15
4. 大型电机的故障诊断及指导 检修	15-15
5. 电气设备各种裸露接头热故障的 红外诊断	15-16
参考文献	15-16

第16章 旋转组件和元件的诊断

第1节 旋转机器转轴组件的

振动诊断

(一) 结构方面的故障

1. 转子的临界转速	16-1
2. 结构共振	16-2
3. 滑动轴承油膜振荡	16-2
4. 次谐波(分数谐波)共振	16-3

5. 轴流式气体压缩机的旋转 脱流和喘振	16-3
-------------------------------	------

6. 电磁力引起的振动	16-4
-------------------	------

(二) 零部件缺陷的故障

1. 不平衡振动	16-4
2. 转轴不对中误差	16-5
3. 基座松动	16-6
4. 密封间隙不均匀引起的自激振动 (气流激振)	16-6
5. 接触碰撞引起的自激振动	16-6

第2节 滚动轴承的诊断

(一) 滚动轴承的寿命

1. 额定寿命	16-7
2. 轴承的耐用时间	16-9

(二) 滚动轴承异常的类型及其原因

(三) 轴承异常诊断方法

1. 振动	16-9
2. 噪声	16-9
3. 温度	16-9
4. 磨损微粒的分析	16-10
5. 轴承的间隙测定	16-10
6. 油膜的电阻	16-10

(四) 根据振动诊断轴承的异常

1. 滚动轴承的振动发生机理和固有 振动频率	16-11
2. 滚动轴承的简易诊断方法 (使用振动计)	16-12
3. 用冲击脉冲解调式轴承故障 检测仪诊断滚动轴承	16-15
4. 滚动轴承的精密诊断法	16-17

第3节 齿轮的诊断

(一) 齿轮异常的类型和原因

(二) 齿轮的诊断原理

1. 齿轮旋转机构	16-21
2. 齿轮造成的振动	16-21
(三) 齿轮的诊断法	16-25
1. 齿轮的简易诊断法	16-25
2. 齿轮的精密诊断法	16-27

参考文献	16-32
------------	-------

第17章 金属切削机床的诊断

第1节 误差相关与误差分离技术

(一) 环节与系统

(二) 系统、输入、输出与卷积	17-3
(三) 误差分离技术	17-6
1. 分离随机误差	17-6
2. 分离高低频段数据	17-6
3. 分离机床和工件的误差	17-7
(四) 用误差分离技术诊断螺纹链误差	17-8
1. 螺纹链误差	17-8
2. 检测方法—误差分离法	17-9
3. 信号处理过程	17-10
4. 螺距误差来源的诊断	17-10
第2节 机床的综合诊断法	17-14
(一) 多种传感器同时采用	17-14
(二) 解调技术的应用	17-14
(三) 诊断实例	17-15
参考文献	17-18

第18章 电气设备的诊断技术

第1节 电力变压器的诊断技术	18-1
(一) 电力变压器绕组绝缘潮湿程度的测定	18-1
1. 绝缘油受潮程度的测定	18-1
2. 绕组绝缘电阻的测定	18-7
3. 绕组介质损失角正切值 $\tan \delta$ 的测定	18-11
4. 诊断电力变压器绝缘潮湿程度的电容法	18-14
(二) 绝缘的工频交流耐压诊断试验	18-15
1. 调压方式的选择	18-15
2. 试验变压器	18-16
3. 试验电压的测量	18-16
4. 保护装置	18-17
5. 升压速度及其他注意事项	18-17
(三) 绕组直流电阻的测定	18-17
1. 加快测量直流电阻的方法	18-18
2. 温度的影响	18-19
3. 比较标准	18-20
4. 分接开关指示器	18-20
第2节 电机的故障诊断	18-21
(一) 电机的噪声故障	18-21
1. 电磁噪声	18-21
2. 机械振动噪声	18-22
(二) 电机的温升故障	18-22
(三) 定子绕组三相电流不平衡的	

故障诊断	18-23
1. 绕组引线标记的检查	18-23
2. 绕组接线的检查	18-24
(四) 电机绝缘的故障诊断	18-24
1. 电机绕组绝缘的介电强度	18-24
2. 电机绝缘的诊断方法	18-24
3. 冷态绝缘电阻的容许值	18-24
(五) 电机绕组直流电阻的测定	18-25
1. 绕组直流电阻的测量方法	18-25
2. 故障分析	18-26
(六) 电机的振动诊断	18-26
1. 振动测试前的检查	18-26
2. 振动测试及其限值	18-26
第3节 微电子控制设备的故障诊断	18-27
(一) 故障测试诊断程序的编制	18-28
(二) 故障诊断程序实例	18-28
1. CPU故障诊断程序	18-28
2. RAM及总线诊断程序	18-29
3. EPROM中的故障诊断程序	18-30
(三) 微型计算机电路的故障诊断	18-30
(四) 微型计算机故障诊断所用设备与器件	18-31
1. 逻辑笔	18-31
2. 逻辑脉冲发生器(笔)	18-32
3. 电流跟踪器	18-33
4. 逻辑电路测试夹	18-33
5. 逻辑电平比较器	18-33
(五) 故障诊断的基本方法	18-34
1. 基本的故障诊断法	18-34
2. 用逻辑分析仪进行故障诊断	18-35
参考文献	18-36

第19章 设备诊断仪器的选用

第1节 国产主要诊断仪器的原理与性能	19-1
(一) 振动测试仪器	19-1
1. 207、217电子听诊器	19-1
2. CHJ-1冲击脉冲计、JK8241A轴承齿轮故障分析仪	19-2
3. HB-1轴承故障检测仪、CCL-2251多功能轴承故障测试仪	19-4
4. MD-2型便携式机械振动检测仪、	

BZ-4200型机械故障诊断仪	19-5
5. DZ-2振动测量仪、DZ-5振动测量 分析仪	19-8
6. DF4074W多通道FFT信号分析仪、 200型机器故障分析仪	19-10
7. HZ-8500型轴运动监视仪、JX-1型 加速度校准仪	19-12
8. ZH911测振表/数据采集器	19-14
9. JGZY-1型机械故障综合诊断仪	19-17
(二) 温度测试仪器	19-19
1. SW-2型便携式数显表面温度计	19-19
2. IRT-1200型手持式快速红外 测温仪	19-20
3. 841型热像仪	19-21
(三) 油液分析仪	19-23
1. YTC-1型油液含铁量检测仪(铁量 仪)	19-23

2. ZTP-1型直读式铁谱仪	19-23
3. TPF-1型分析式铁谱仪	19-24
(四) 其他诊断仪器	19-25
1. MC-100电动机故障检测仪	19-25
2. CCH-12型超声波测厚仪	19-26
第2节 几种国外诊断仪器简介	19-28
1. 4912型便携式频闪仪	19-28
2. VM-64机械状态检测仪	19-29
3. IRD890型数据采集器及分析器	19-31
4. 2515型振动分析仪	19-32
5. MR-10C/30C盒式磁带数据 记录器	19-34
6. 870型热像仪	19-35
7. ENTEK交流异步电动机故障 诊断系统	19-36
参考文献	19-38

第3篇 微电子技术

第20章 单片机

第1节 单片机概述	20-1
第2节 MCS-51系列单片机结构及 原理	20-4
(一) 概述	20-4
(二) 基本结构	20-4
1. 引脚及功能	20-4
2. 内部结构	20-5
(三) 指令系统	20-9
(四) 定时器	20-15
1. 定时器结构	20-15
2. 定时器专用寄存器	20-15
3. 定时器的工作方式	20-15
4. 定时/计时器的应用举例	20-17
(五) 串行口	20-18
(六) 中断系统	20-23
第3节 MCS-51系统配置及 接口技术	20-25
(一) ROM程序存储器扩展	20-26
(二) RAM数据寄存器扩展	20-33
(三) I/O口扩展	20-36
1. 8255A可编程并行I/O扩展接口	20-36

2. 8155可编程并行I/O扩展接口	20-41
(四) 键盘、显示器接口	20-45
1. 键盘的接口技术	20-45
2. 显示器接口技术	20-46
3. 键盘、显示器应用举例	20-46
第4节 单片机应用系统的设计、 开发和故障诊断	20-48
(一) 单片机应用系统的设计	20-48
(二) 单片机应用系统的开发调试	20-48
(三) 单片机应用系统的故障诊断及 维护	20-49
1. 主机板的故障诊断	20-50
2. 使用单片仿真机对主机板进行逻辑 故障诊断	20-51
3. 其他故障诊断	20-52
(四) 单片机应用系统的抗干扰措施	20-53

第21章 可编程序控制器

第1节 PC的发展概况	21-1
(一) 国外PC动态	21-1
(二) 国内PC技术的发展	21-1
(三) PC在工业自动化中的位置	21-2
第2节 PC的基本结构、使用及	

选型	21-2	2. 他励式脉冲调宽稳压电源	21-40
(一) PC的基本结构和工作原理	21-2	3. 故障分析	21-43
1. 系统构成	21-2	4. 噪声及其抑制	21-44
2. 工作原理	21-3	第5节 数字IC(集成电路)的	
(二) 典型PC简介	21-3	故障分析	21-45
1. C200H PC (OMRON, 立石公司)	21-3	(一) 内部故障分析	21-45
2. S5-115U PC (西门子公司)	21-7	(二) 外部故障分析	21-46
3. PLC-2/30 PC (美国A.B公司)	21-9	(三) 数字IC故障诊断示例	21-47
4. F-40 PC (日本三菱公司)	21-10	(四) 使用电流跟踪器诊断数字IC	
5. T-40 PC (日本富士公司)	21-17	电路故障	21-48
(三) PC的使用方法	21-20	第6节 PC的应用及维修	21-49
1. PC的程序编制	21-20	(一) PC应用实例	21-49
2. 梯形图符号意义	21-20	1. 库门自动控制	21-49
3. 梯形图的优化	21-20	2. 自动注油装置	21-50
(四) PC的选型	21-23	3. 传送带电动机控制	21-51
1. 选型原则	21-23	4. 汽车自动清洗机	21-51
2. PC选型举例	21-24	5. 瓶签检测	21-53
第3节 编程和应用技巧	21-26	6. 自动车床控制	21-54
(一) 外部应用技巧	21-26	7. 工业电炉温度控制	21-55
1. 减少多模块开关方式	21-26	8. 车轮焊机控制	21-57
2. 输入地线转换法	21-27	(二) 维修实例	21-58
3. 编码输入方式	21-27	1. PC主机	21-58
4. 拨码盘输入方法	21-27	2. PC电源	21-59
5. 比较器转换输入法	21-28	3. 输入口	21-60
6. 扫描控制数码管显示	21-28	4. 输出口	21-61
7. 减少PC输出点数的方法	21-28		
(二) 程序应用技巧	21-29	第22章 数显技术	
1. 基准时间的应用	21-29	第1节 感应同步器的基本原理	22-1
2. 微分电路	21-29	(一) 输出电势与位移的关系	22-1
3. 自动追迹电路	21-30	(二) 输出电动势的误差平均效应和细分	22-2
4. 可逆移位寄存器	21-31	(三) 测量输出信号的方法	22-3
5. 信号设置回路	21-32	第2节 感应同步器的用途及种类	22-3
6. 正、反转和方向的检测	21-32	(一) 感应同步器的用途及优点	22-3
7. 加、减计数器	21-33	(二) 感应同步器的种类	22-3
8. 故障报警回路	21-33	(三) 感应同步器的型号	22-5
9. Y- Δ 变换起动	21-36	(四) 感应同步器的技术指标	22-5
10. 外部设定时间常数	21-36	第3节 感应同步器的安装和	
第4节 PC电源与故障分析	21-37	接长技术	22-5
(一) 开关电源的分类与电路分析	21-37	(一) 阿贝原则及安装位置的选定	22-5
1. 开关稳压电源的分类	21-37	(二) 标准直线感应同步器的安装	22-5
2. 电路分板	21-37	1. 安装要求	22-5
(二) 开关电源的原理与故障分析	21-39	2. 定尺尺座、滑尺尺座和防护罩	22-6
1. 单端自励式开关稳压电源	21-39		

3. 定尺尺座及滑尺尺座的安装	22-8
4. 安装工艺要求	22-9
(三) 标准式感应同步器的接长	22-9
(四) 标准式直线感应同步器接长及 排尺原则	22-9
(五) 接长方法	22-10
1. 块规接长	22-10
2. 金属线纹尺接长	22-11
3. 双滑尺接长	22-11
第4节 感应同步器数显表基本 工作原理	22-12
(一) 鉴幅型数显表	22-12
(二) 脉冲调宽式数显表	22-14
第5节 数显表的使用与维修	22-14
(一) 数显表的正确使用	22-14
1. 使用条件与系统连接	22-14
2. 使用程序及有关问题	22-14
3. 正确读数	22-15
(二) 数显表的故障排除	22-15
1. 故障检查方法	22-15
2. 常见故障的排除	22-16
第6节 光栅	22-17
(一) 计量光栅的原理	22-17
(二) 光栅测量装置	22-18
第7节 磁尺	22-20
(一) 磁性标尺	22-20
(二) 磁头	22-21
(三) 磁尺数显表	22-21
(四) 磁尺的安装	22-22
(五) 磁尺数显表的安装与调整	22-22
(六) 磁尺的维护	22-23

第23章 数控技术

第1节 概述	23-1
(一) 数控机床的产生及特点	23-1
(二) 数控机床的一些基本概念	23-1
1. 什么是数控机床	23-1
2. 数控机床的组成	23-1
3. 数控系统的分类	23-1
(三) 数控机床维修	23-2
1. 使用与维修注意事项	23-2
2. 维修方法	23-2

第2节 数控机床控制原理及其 程序编制	23-3
(一) 数控机床的控制原理	23-3
(二) 数控装置的工作原理	23-3
1. 数控装置的运算功能	23-3
2. 数控装置的工作过程	23-3
(三) 数控机床的程序编制	23-4
1. 程序编制的一般步骤与方法	23-4
2. 程序编制的有关指令代码及 程序格式	23-4
(四) 常用准备功能指令	23-10
第3节 数控机床的输入输出设备	23-11
(一) NC操作控制面板	23-11
1. NC操作面板 (MDI)	23-11
2. NC工程控制面板	23-13
3. 键盘译码电路及输入接口电路	23-13
4. 数控机床操作指示形象化符号	23-14
5. 键盘的维护	23-20
(二) 读带机	23-20
(三) 手摇脉冲发生器	23-21
(四) 显示器	23-22
(五) 通用串行接口	23-24
第4节 直流伺服系统原理及 应用实例	23-26
(一) 单闭环直流调速系统	23-26
(二) 不可逆双闭环直流调速系统	23-29
(三) 直流可逆调速系统	23-32
(四) 直流电动机晶体管脉宽 调制系统	23-43
(五) 数控机床的直流伺服系统实例	23-45
第5节 数控机床中的常用电机	23-54
(一) 直流伺服电动机	23-54
1. 概述	23-54
2. FANUC-BESK直流伺服电动机的 技术规格	23-54
(二) 交流伺服电动机	23-54
1. 概述	23-54
2. 交流伺服电动机的技术规格	23-57
(三) 主轴电动机	23-57
1. 概述	23-57
2. FANUC-BESK直流主轴电动机的 技术规格	23-57