

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. 钻击工艺	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. 镗粗法	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) 镀铬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
3. 镀具	3-11
4. 辅具和辅助材料	3-11
(五) 电刷镀工艺	3-15
(六) 工艺说明	3-17
(七) 锌层剥离的原因及防止措施	3-19
(八) 电刷镀的应用举例	3-19
1. C650车床主轴的修复	3-19
2. 修补镀铬层缺陷	3-20
3. 花键轴的修复	3-21
4. 夹钎镀修复导轨的划伤	3-21
5. 轴承外环的修复	3-22

第4章 热喷涂修复技术

第1节 概述	4-1
(一) 热喷涂的分类及特点	4-1
(二) 热喷涂在机修中的应用	4-2
第2节 热喷涂设备及工艺装备	4-2
(一) 电弧喷涂设备	4-2
(二) 等离子喷涂设备	4-3
(三) 丝火焰喷涂设备	4-5
(四) 粉末火焰喷涂(喷熔)设备	4-6
(五) 热喷涂工艺装备	4-9
第3节 热喷涂工艺	4-9
(一) 工件表面的准备	4-9
1. 凿切	4-9
2. 清理	4-10
3. 表面粗化	4-10
4. 非喷涂部位的屏蔽保护	4-11
(二) 热喷涂的工艺参数	4-11
(三) 热喷涂操作	4-12
1. 电弧喷涂	4-12
2. 丝火焰喷涂(简称气喷涂)	4-13
3. 粉末氧炔焰喷涂	4-16
4. 粉末氧炔焰喷熔	4-17
5. 等离子喷涂	4-20
第4节 热喷涂的安全技术	4-27
(一) 热喷涂时的金属蒸发气体和粉末	4-27
(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

(二) 丝火焰喷涂修复机床导轨	4-30
(三) 粉末氧炔焰喷涂	4-31
(四) 等离子喷涂修复实例	4-31

第5章 焊接修复技术

第1节 铸铁零件的冷焊修复	5-1
(一) 概述	5-1
(二) 铸铁件破坏形式及其相应修复措施	5-1
1. 裂缝件的冷焊修复	5-1
2. 磨损件的焊补修复	5-5
3. 断件的焊接修复	5-6
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2节 铸铁件的钎焊修复	5-9
(一) 铸铁件的黄铜钎焊修复	5-9
(二) 导轨划伤的钎焊修复	5-10
1. 无槽化学镀铜工艺	5-10
2. 锡铋合金钎焊工艺	5-10
3. 锡铋合金钎焊的缺陷及排除方法	5-11
第3节 钢制零件的焊接修复	5-11
(一) 概述	5-11
(二) 钢件焊接修复工艺措施	5-11
1. 焊前检查和焊前准备	5-11
2. 选择最佳焊修方案，严守工艺操作规程	5-12
3. 焊后冷却和焊后热处理	5-13
4. 焊后检查及机械加工	5-14
(三) 修复实例	5-14
1. 离合器楔牙(渗碳淬火件)的焊接修复	5-14
2. 精密及大型轴类零件(调质处理)的手工电弧焊修复	5-15
3. 大偏心齿轮断齿的焊接修复	5-20
4. 大压床滑块裂缝的焊接修复	5-21
第4节 细焊丝二氧化碳气体保护电磁振动电弧堆焊	5-24
(一) 概述	5-24
(二) 细焊丝堆焊设备的工作原理	5-25
(三) 细焊丝堆焊设备的主要装置	5-25
(四) 细焊丝堆焊主要参数的选择	5-28
(五) 细焊丝堆焊的应用范围	5-29

(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	6-1
(一) 基本原理	6-1
(二) 电石墨棒式电极及手工操作	6-1
1. 电极	6-1
2. 低压变压器的制造	6-1
3. 操作方法	6-2
4. 处理后工作表面情况	6-2
5. 影响淬火质量因素	6-2
(三) 机械化操作的滚轮式电极	6-3
1. 铜滚轮电极的主要参数对淬火效果的影响	6-3
2. 冷却方式对淬火效果的影响	6-4
(四) 电接触加热自冷淬火设备	6-4
1. 行星差动传动淬火机	6-4
2. 可移式自动往复淬火机	6-5
3. 无级变速式淬火机	6-6
4. 简易机械化淬火	6-6
(五) 电接触加热自冷淬火过程中应注意的问题	6-7
(六) 电接触表面淬火工艺的扩大应用	6-7
1. 轴类零件	6-7
2. 长薄零件	6-7
3. 形状复杂零件	6-7
第2节 机床导轨表面高频感应淬火	
(一) 概述	6-8
(二) 淬火设备及工艺装备	6-8
1. 加热设备	6-8
2. 淬火装置	6-8
3. 感应器	6-8
(三) 工艺参数	6-10
(四) 减小导轨淬火变形的措施	6-10
第3节 工件表面的电火花强化工艺	6-10
第7章 工程塑料在修理中的应用	
第1节 概述	7-1
(一) 工程塑料的特性	7-1
(二) 工程塑料在设备修理及设备	

改装中的应用	7-8
第2节 铸型尼龙零件的制造	7-10
(一) 铸型尼龙的制备方法	7-10
1. 一般浇注成型	7-10
2. 离心浇注聚合成型	7-11
(二) 铸型尼龙的改性	7-12
1. 铸型尼龙的热处理	7-12
2. 添加填充料改性	7-12
第3节 塑料涂敷	7-12
(一) 沸腾熔敷法	7-12
(二) 火焰喷涂法	7-14
1. 以二氧化碳(CO_2)为喷粉气体的方法	7-14
2. 以压缩空气为喷粉气体的方法	7-15
(三) 热熔敷法	7-15
第4节 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯	
聚四氟乙烯	7-16
(一) 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯的性能	7-16
1. 聚四氟乙烯的性能	7-16
2. 填充聚四氟乙烯的性能	7-16
3. 辐射接枝填充聚四氟乙烯的性能	7-17
(二) 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯在机修中的应用	7-17
1. 机械密封上的应用	7-17
2. 填充聚四氟乙烯活塞环及导向环	7-18
3. 填充聚四氟乙烯塑料轴承	7-18
4. 辐射接枝填充聚四氟乙烯在机床导轨修理中的应用	7-18
第8章 粘接修复技术	
第1节 概述	8-1
(一) 粘接的特点	8-1
(二) 粘接的应用	8-1
第2节 粘接方法	8-1
(一) 热熔粘接法	8-1
(二) 溶剂粘接法	8-1
(三) 粘接剂粘接法	8-2
第3节 粘接技术	8-4
(一) 胶粘剂的选用	8-4
(二) 粘接接头的设计	8-7
1. 粘接接头设计的原则	8-7
2. 粘接接头的类型与形式	8-7

四

(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-氯基丙烯酸酯胶粘剂(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) 聚酰-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) 满普美胶的特点	8-28
(二) 满普美胶的分类及性能	8-28
(三) 满普美胶的粘接工艺	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) 塞杆的测量	10-17
第2节 蜗轮修复方案的选择	10-18

(一) 损伤状态分析	10-18	(二) 刮研修复法	10-34
(二) 修复方案的选择	10-19	第4节 提高蜗轮副运动精度的 方法	10-37
(三) 保证接触斑点及啮合侧隙的方法	10-19	(一) 引起运动误差的因素	10-37
1. 影响接触斑点的因素	10-19	1. 几何偏心引起的齿距累积误差 规律	10-37
2. 保证接触斑点的工艺方法	10-21	2. 运动偏心引起的齿距累积 误差规律	10-38
3. 保证啮合侧隙的加工方法	10-22	3. 两种偏心误差的抵消方法	10-40
4. 安装调整中应注意的问题	10-22	(二) 误差抵消法的应用	10-41
5. 侧隙的检查和调整方法	10-23	1. 运动偏心 e_k 的大小及方向的确定	10-41
第3节 分度蜗轮的修复方法	10-25	2. 误差抵消法在加工及装配中的 应用	10-42
(一) 修复齿形的加工方法	10-25	3. 易位法及其应用	10-43
1. 精滚齿面	10-25		
2. 磨削齿面	10-26		
3. 滚剃齿面	10-28		
4. 研磨齿面	10-29		

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	5. 轴流式气体压缩机的旋转	
2. 非接触式测温装置	15-3	脱流和喘振	16-3
3. 测温仪的主要技术指标及 选用方式	15-5	6. 电磁力引起的振动	16-4
第2节 红外辐射及红外测温	15-6	(二) 零部件缺陷的故障	16-4
(一) 红外辐射基本特点	15-6	1. 不平衡振动	16-4
1. 红外辐射	15-6	2. 转轴不对中误差	16-5
2. 红外辐射在大气中的传播	15-7	3. 基座松动	16-6
(二) 红外测温基本原理	15-7	4. 密封间隙不均匀引起的自激振动 (气流激振)	16-6
1. 反射率、透射率、吸收率和 比辐射率	15-8	5. 接触碰撞引起的自激振动	16-6
2. 普朗克与维恩定律	15-8	第2节 滚动轴承的诊断	16-7
3. 基尔霍夫和斯蒂芬-波兹曼定律	15-9	(一) 滚动轴承的寿命	16-7
第3节 测温方法及手段	15-9	1. 额定寿命	16-7
(一) 温度测定的简易诊断方法	15-9	2. 轴承的耐用时间	16-9
(二) 温度测定的精密诊断方法	15-10	(二) 滚动轴承异常的类型及其原因	16-9
(三) 红外热成像技术及装置结构原理	15-10	(三) 轴承异常诊断方法	16-9
1. 红外热成像技术	15-10	1. 振动	16-9
2. 红外测温仪器的指标参数	15-11	2. 噪声	16-9
(四) 典型红外热成像设备 (红外热像仪)	15-11	3. 温度	16-9
第4节 国内外设备温度诊断典型 实例	15-14	4. 磨损微粒的分析	16-10
(一) 设备温度诊断的应用范围	15-14	5. 轴承的间隙测定	16-10
(二) 设备温度诊断的典型实例	15-14	6. 油膜的电阻	16-10
1. 机床主轴箱温升对热变形影响的 检测	15-14	(四) 根据振动诊断轴承的异常	16-11
2. 金属胶接结构热特性检测	15-15	1. 滚动轴承的振动发生机理和固有 振动频率	16-11
3. 火车车轴箱不停车温度检测	15-15	2. 滚动轴承的简易诊断方法 (使用振动计)	16-12
4. 大型电机的故障诊断及其指导 检修	15-15	3. 用冲击脉冲解调式轴承故障 诊断仪诊断滚动轴承	16-15
5. 电气设备各种裸露接头热故障的 红外诊断	15-16	4. 滚动轴承的精密诊断法	16-17
参考文献	15-16	第3节 齿轮的诊断	16-20
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	16-1	(一) 齿轮异常的类型和原因	16-20
(一) 结构方面的故障	16-1	(二) 齿轮的诊断原理	16-21
1. 转子的临界转速	16-1	1. 齿轮旋转机构	16-21
2. 结构共振	16-2	2. 齿轮造成的振动	16-21
3. 滑动轴承油膜振荡	16-2	(三) 齿轮的诊断法	16-25
4. 次谐波(分数谐波)共振	16-3	1. 齿轮的简易诊断法	16-25
参考文献	16-32	2. 齿轮的精密诊断法	16-27
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	17-1	参考文献	17-2
(一) 环节与系统	17-2		

四

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

3. 定尺尺座及滑尺尺座的安装	22-8	第2节 数控机床控制原理及其 程序编制	23-3
4. 安装工艺要求	22-9	(一) 数控机床的控制原理	23-3
(三) 标准式感应同步器的接长	22-9	(二) 数控装置的工作原理	23-3
(四) 标准式直线感应同步器接长及 排尺原则	22-9	1. 数控装置的运算功能	23-3
(五) 接长方法	22-10	2. 数控装置的工作过程	23-3
1. 块规接长	22-10	(三) 数控机床的程序编制	23-4
2. 金属线纹尺接长	22-11	1. 程序编制的一般步骤与方法	23-4
3. 双滑尺接长	22-11	2. 程序编制的有关指令代码及 程序格式	23-4
第4节 感应同步器数显表基本 工作原理	22-12	(四) 常用准备功能指令	23-10
(一) 鉴幅型数显表	22-12	第3节 数控机床的输入输出设备	23-11
(二) 脉冲调宽式数显表	22-14	(一) NC操作控制面板	23-11
第5节 数显表的使用与维修	22-14	1. NC操作面板(MDI)	23-11
(一) 数显表的正确使用	22-14	2. NC工程控制面板	23-13
1. 使用条件与系统连接	22-14	3. 键盘译码电路及输入接口电路	23-13
2. 使用程序及有关问题	22-14	4. 数控机床操作指示形象化符号	23-14
3. 正确读数	22-15	5. 键盘的维护	23-20
(二) 数显表的故障排除	22-15	(二) 读带机	23-20
1. 故障检查方法	22-15	(三) 手摇脉冲发生器	23-21
2. 常见故障的排除	22-16	(四) 显示器	23-22
第6节 光栅	22-17	(五) 通用串行接口	23-24
(一) 计量光栅的原理	22-17	第4节 直流伺服系统原理及 应用实例	23-26
(二) 光栅测量装置	22-18	(一) 单闭环直流调速系统	23-26
第7节 磁尺	22-20	(二) 不可逆双闭环直流调速系统	23-29
(一) 磁性标尺	22-20	(三) 直流可逆调速系统	23-32
(二) 磁头	22-21	(四) 直流电动机晶体管脉宽 调制系统	23-43
(三) 磁尺数显表	22-21	(五) 数控机床的直流伺服系统实例	23-45
(四) 磁尺的安装	22-22	第5节 数控机床中的常用电机	23-54
(五) 磁尺数显表的安装与调整	22-22	(一) 直流伺服电动机	23-54
(六) 磁尺的维护	22-23	1. 概述	23-54
第23章 数控技术			
第1节 概述	23-1	2. FANUC-BESK直流伺服电动机的 技术规格	23-54
(一) 数控机床的产生及特点	23-1	(二) 交流伺服电动机	23-54
(二) 数控机床的一些基本概念	23-1	1. 概述	23-54
1. 什么是数控机床	23-1	2. 交流伺服电动机的技术规格	23-57
2. 数控机床的组成	23-1	(三) 主轴电动机	23-57
3. 数控系统的分类	23-1	1. 概述	23-57
(三) 数控机床维修	23-2	2. FANUC-BESK直流主轴电动机的 技术规格	23-57
1. 使用与维修注意事项	23-2		
2. 维修方法	23-2		

3. FANUC交流主轴电动机的 技术规格.....	23-57	(二) 旋转变压器	23-67
4. SIEMENS交流主轴电动机的 技术规格.....	23-66	(三) 编码器	23-68
第6节 数控机床中的检测元件.....	23-66	附录.....	23-71
(一) 测速发电机	23-66	信息处理变换用七位编码字符集在穿孔 纸带上的表示方法(GB1991—80).....	23-71
		参考文献	23-71

《机修手册》卷目

第1卷 设备修理设计	上册：第1篇 基础资料 第2篇 机械零件 下册：第3篇 机械传动
第2卷 修理技术基础	第1篇 零件修复和强化技术 第2篇 设备诊断技术 第3篇 微电子技术
第3卷 金属切削机床修理	上册：第1篇 机床通用修理技术 第2篇 普通机床的修理 下册：第3篇 普通齿轮加工机床的修理 第4篇 精密及大（重）型机床的修理 第5篇 机床改装
第4卷 铸造设备与工业炉修理	第1篇 铸造设备的修理 第2篇 锻压设备的修理 第3篇 工业炉的修理
第5卷 动力设备修理	第1篇 工业锅炉房设备的修理 第2篇 制氧站设备的修理 第3篇 煤气站设备的修理 第4篇 乙炔站设备的修理 第5篇 空气压缩机的修理 第6篇 工业管道的修理
第6卷 电气设备修理	第1篇 电气设备修理的常用技术资料 第2篇 电机及低压电器的修理 第3篇 机床电气设备的修理 第4篇 常用成套电气设备的修理
第7卷 通用设备与工业仪表修理	第1篇 运输机械的修理 第2篇 辅助设备的修理 第3篇 工业仪表的修理
第8卷 设备润滑	第1篇 摩擦、磨损与润滑 第2篇 润滑材料 第3篇 润滑技术及管理

第1章 零件修复工艺的选择

谭可生

第1节 概 述

经正常运转而磨损的零件或因事故而损坏的零件，大部分可以应用各种修复技术修复后重新使用。修旧利废是我国勤俭办企业的光荣传统，几十年来，各行各业都总结了这方面的丰富经验，比如，70年代，大庆油田的广大机修人员，通过生产实践，总结出的“十二字”修旧利废作业法，即：焊、补、喷、镀、铆、镶、配、改、校、涨、缩、粘，已在全国广泛应用，收到了很好的效果。科学技术的飞速发展，促进了修复技术的提高。电、化等新科学技术已广泛地应用到修复工艺中，使修复技术在焊、镀（涂）、喷、粘等方面有了突破性的发展，例如：用铸铁冷焊修复研伤的导轨和空压机缸体裂缝，用电涂镀修复磨损的孔或轴颈，用经过放射性照射处理过的接枝聚四氟乙烯板粘接导轨（提高其耐磨性），用金属喷涂修复磨损的轴颈并提高其表面硬度等等，这些都是在修复工艺中得到实践证明的成功方法。在科学技术不断发展的将来，修复

件，在从经济、质量和时间三方面综合衡量利弊后确定，否则将会适得其反。一般应从以下几方面考虑：

1) 修复费用应低于新件制造的成本，即：

$$\frac{S_{\text{修}}}{T_{\text{修}}} < \frac{S_{\text{新}}}{T_{\text{新}}}$$

式中 $S_{\text{修}}$ ——修复旧件的费用（元）；

$T_{\text{修}}$ ——修复零件的使用期（月）；

$S_{\text{新}}$ ——新件的制造成本（元）；

$T_{\text{新}}$ ——新件的使用期（月）。

一般情况下，修复费用 $\leq \frac{2}{3}$ 制造新件的成本，即可视为经济的。

2) 已掌握的修复工艺必须能够充分满足该零件的修复要求。

3) 修复后能保持零件原有技术要求。

4) 修复后零件必须保持足够的强度和刚度，并不影响其使用寿命和性能，对于关键零件，修前应作必要的计算。

使以后的故障或修理工作量增加。这样就出现了如何确定机床零件极限磨损的标准问题。

确定机床零件极限磨损的标准，是一个复杂的问题。实践证明，零件是否修换，不能单纯以零件的尺寸精度、表面粗糙度及表面相互位置精度为标准，因为同一零件在不同的使用部位有不同的要求。在什么情况下磨损零件可以继续使用，在什么情况下必须修换，目前，机修部门一般主要是根据零件的磨损程度及其对机床精度、性能的影响等多方面因素来决定的。

（一）零件磨损对机床的影响

（1）对机床精度的影响 机床零件磨损后影响到机床精度使加工零件质量达不到要求时，就应该考虑修复或更换。如滚齿机分度系统中的蜗轮副，直接影响分度的精确度，这些零件磨损超过公差时，就应该修复。又如机床主轴轴承及导轨等基础零件磨损时，就会改变工件几何形状；当基础零件间隙增大，啮合不良时，会增加机床的振动和传动不良，影响加工零件表面粗糙度，也应进行修复或更换。

一般零件磨损尚未超过规定公差，估计继续使用到下一个机床修理期，还不会影响机床精度时，可以暂不修换。但对于某些影响机床精度的主要零件（如主轴），或是拆卸不便和修复劳动量很大的零件（如箱体），虽发现其磨损量未超差，而估计其难以维持到下次大修期的，如不加修换，则应事先准备好备件。

一般过渡配合零件对机床精度影响不大者，其磨损程度虽已超过公差，但未超过次一种配合公差（如原来为第一种过渡配合公差，使用后其实际尺寸在第二种过渡配合公差范围内），这种零件还可继续使用。对于动配合零件，一般磨损未超过次一级的配合公差时（即如二级精度降为三级）亦可继续使用。

（2）对完成预定使用功能的影响 当零件磨损而不能完成预定的使用功能时，如离合器失去传递动力的作用，液压机构不能达到预定的压力或压力分配，凸轮机构不能保持预定的运动规律时，就该修换。

（3）对机床性能和操作的影响 当机床零件虽已磨损，还能完成使用功能，但是降低了机床的性能，例如机床传动装置中的齿轮，在某些情况

下有磨损，但仍能完成它的使用功能（传递预定的扭矩和速度），可是这时噪音增大，效率下降，传递工作的平稳性渐渐遭到破坏。又如刀架溜板的燕尾槽表面磨损后，通常以调整楔铁来保证间隙，由于零件的磨损，则刀架溜板对于下导轨产生了偏移，这时作用于丝杠和丝杠螺母的力也随之加大。刀架溜板的移动就比较费劲，影响机床的使用性能。这时要根据其磨损程度来决定是否修换。

（4）对机床生产率的影响 当机床零件磨损时，由于不能利用较高的切削用量进行工作，或者增加机床空行程的时间，或者增加工人的精力消耗，从而降低机床的生产率，应根据磨损情况决定是否修换。如导轨磨损时间骤增加，配合零件表面研伤，丝杠的表面磨损等均应修换。

（5）对零件强度的影响 在某些场合，零件的磨损可允许达到零件强度所决定的数值。例如作为传递动力的低速蜗轮副，由于蜗轮齿的不断磨损，齿厚逐渐减少，强度降低，最后发展到断裂或剥蚀的程度。又如轴向移动的离合器拨叉，拨叉端面和离合器槽磨损时产生了间隙，当拨叉往复直线运动时就会产生撞击，撞击程度取决于间隙的大小，这种撞击可能使拨叉在弯矩最大的区域发生断裂。这种场合，磨损零件的修换原则，可按零件材料的强度极限来考虑的。

零件表面产生裂纹，继续使用可能迅速发生变化，引起严重事故者，必换。

（6）对磨损条件恶化的影响 磨损零件继续使用，除磨损加剧外，一般还会出现效率下降，发热，表面剥蚀等现象而引起咬住和断裂等事故者，必须修换。例如渗碳主轴的渗碳层被磨去，如继续再使用就会引起剧烈的磨损。

以上只是简略地举例，前四个原则是根据机床零件的磨损对整台机床工作的影响而提出的，后两个原则是确定机床零件正常工作的条件。因此，在确定磨损零件是否需要修换时，如果零件磨损程度没有超过后两个原则时，就必须按前四个原则进行考虑。

（二）磨损零件修换的一般规定

国家及机械工业部对磨损零件修换标准无统一规定，以下介绍中的有关数据为修理行业普遍应用的数据，仅供参考。

（1）床身、箱体等主要铸件

1) 机床导轨面由于磨损或研伤而破坏机床精度时，应该修复。

2) 床身、箱体等有裂纹或漏油等缺陷，在不影响机床设备的强度、刚度及精度条件下，可以采用修复而不换新。

3) 箱体上有配合关系的孔，其几何精度（不圆度、锥度）超过孔的本身公差时，要修复。

4) 箱体上安装滚动轴承的孔，其配合精度不能超过原定的次一种配合公差，如原孔为 K7，磨损后为 Js6，可不修换，若发现轴承孔与轴承外圈有滑动痕迹或配装后轴承外圈松动者，孔径必须修复。

(2) 主轴及轴瓦

1) 主轴支承有下列缺陷之一者，均应修复：

① 表面粗糙度高于原设计一级或在 $R_a 0.8 \mu\text{m}$ 以上者。

② 对于装滚动轴承的轴颈，其直径尺寸精度超过原设计要求的次一种配合公差时，或者其圆度及锥度超过规定公差时。

③ 对于装滑动轴承的轴颈，其圆度和锥度超过原定公差时。

④ 主轴前面后面两个支承轴颈的径向跳动，或其它有配合关系的轴颈对支承轴颈的径向跳动超过原定公差 50% 时。

⑤ 在修复氮化、氯化、渗碳淬火的主轴时，必须考虑保持主轴的硬度和一定的硬度层。

2) 主轴前端装法兰盘的定心轴颈与法兰盘的配合要符合规定公差，不能有晃动，否则要修复轴颈更换法兰盘。

3) 主轴锥孔磨损、研伤后，可以适当修磨，但锥度必须符合原标准。修磨后，其端面的位移量允许：

莫氏 № 1	1.5 mm
№ 2	2 mm
№ 3	3 mm
№ 4	4 mm
№ 5	5 mm
№ 6	6 mm

对安装带扁尾锥体工具（如麻花钻头）的锥孔，修磨后应保证达到配合要求。

4) 轴瓦修刮或主轴修磨后，两者配合必须保持有一定的调整余量，至少能维持到下次大修理。

(3) 花键轴

1) 花键轴花键部分对两支承轴颈的同轴度超过 0.05mm 时，应加校直。

2) 花键定心直径：动配合降低到 E8 时应加修复，降低到 E8、E9，应加更换。

3) 花键侧面对定心直径中心线的对称度超过 GB1144—87 的数值 50% 时，应加修复。

4) 非键侧定心的花键，其侧面有显著凸台而影响平稳地滑动时，应修复平滑。修理后配合间隙超过 0.15mm （对于键宽 $6 \sim 10 \text{mm}$ ）时应换新件。

(4) 光杠

1) 光杠的直线度超过 $0.1/1000 \text{mm}$ 时，应该校直（不包括自重而引起的下垂）。

2) 光杠的外径在有效长度上应该一致，其圆柱度误差超过下列数值（mm）者，应加修复：

$\phi 18$	0.06
$\phi 18 \sim 30$	0.07
$\phi 30 \sim 55$	0.08

3) 光杠的键槽宽度尺寸误差超过 0.30mm 者应修复。

(5) 一般轴类零件与轴套

1) 轴类零件的动配合和过渡配合的轴颈与轴套配合，其精度超过原设计公差的 50%，应修复。

2) 轴类零件修复时，在直径上的尺寸减量一般不得超过原设计尺寸的 $1/20$ 。对重要零件要进行强度验算。

3) 轴类零件的键槽损坏后，一般可以将键槽适当加大，最大可按键宽标准尺寸增加一级，强度许可并能保证原结构时，可在适当位置另铣一槽。

4) 长轴类零件的直线度超过 $0.1/1000 \text{mm}$ ，应校直修复。

5) 轴套外径配合精度超过原设计规定，或内孔尺寸超过本段第一条的规定时，应加更换。

(6) 丝杠、闸瓦、丝杠螺母

1) 长丝杠直线度超过 $0.1/1000 \text{mm}$ （不包括丝杠自垂量）时，应加修复。

2) 丝杠螺纹局部磨损，或表面粗糙度大于 $R_a 1.6 \mu\text{m}$ 时，应修复。修复后螺纹牙厚（中径的名义牙厚）减薄量不得大于下列数值（表 1-2-1）。

3) 当减小外径来恢复标准螺纹牙厚时，丝杠外径减小量不得大于原外径的 $1/20$ ，必要时应验算其强度及刚度。

4) 闸瓦与瓦胎的轴向窜动量不得过大

表1-2-1 丝杠螺纹牙厚的减薄量 (mm)

螺距	直径	减薄量
2	10~28	0.35
3	10~14	0.45
	30~60	0.50
4	16~20	0.60
	65~82	0.65
5	22~28	0.75
	85~110	0.80
6	30~42	0.85

0.05mm。

5) 刨瓦的内螺纹表面粗糙度不大于 $R_a 1.6 \mu\text{m}$, 螺纹牙厚减薄量为原螺距的10%时, 应换新件。

(7) 齿轮

1) 齿轮的齿部断裂, 一般均须更新。但对于特殊齿轮, 如椭圆齿轮及大模数 ($m > 6$) 齿轮, 根据强度许可条件, 可用镶齿和镶齿圈或焊接方法来修复。

2) 齿面磨损引起左右两侧齿形有显著不同时, 应更换。

3) 齿形均匀磨损, 按公法线长度测量, 误差数值大于下列数值时, 应加更换:

主传动齿轮 0.10mm

进给齿轮 0.15mm

辅助齿轮 0.20mm

4) 齿面有严重凹痕时, 应加更换。

5) 齿面有粘着现象时, 可用油石或刮刀修光。

6) 齿面有局部点蚀或轻蚀者, 可以不换。

7) 齿形严重变形而左、右不对称时, 必须更换。

8) 滑动齿轮的倒角有严重飞刺, 要将飞刺修光。磨损严重的齿幅, 修理后有效长度不到原来的80%者, 应换新件。重要齿轮要经强度验算。

9) 齿轮接触面偏斜, 引起严重磨损者, 应找出原因, 排除故障。

(8) 蜗轮与蜗杆

1) 蜗轮、蜗杆的齿面粗糙度大于 $R_a 3.2 \mu\text{m}$ 的应修换。

2) 蜗轮、蜗杆的接触偏移, 其接触面积少于下列数值应修换:

7 级精度 长度上65% 高度上60%

8 级精度 长度上50% 高度上50%

3) 蜗轮或蜗杆齿面磨损, 齿厚减少量减至原齿厚的80%的应修换。

4) 精密蜗轮副必须按原设计要求修换。

(9) 离合器

1) 爪式离合器的爪部有裂纹, 或端面磨损大于齿高 $1/4$ 者, 应更换。

2) 片式离合器的摩擦片的平行度超过 0.2 mm , 或出现不均匀的光亮斑点时, 应更换。

(10) 带轮

1) 带轮轮缘及轮幅有损坏及断裂现象应加更换, 在不影响精度要求时, 可以补焊修复。

2) 带轮工作面的粗糙度大于 $R_a 1.6 \mu\text{m}$, 平面凹凸不平时, 应加修复。三角带轮槽底与传动带底面的间隙小于标准间隙的 $1/2$ 时, 应修复。

3) 带轮 ($> 250 \text{ mm}$) 的径向跳动及端面振摆大于 0.3 mm 时, 应修复。

(11) 液压元件

1) 齿轮泵

① 齿轮泵体内腔及齿轮工作面的粗糙度高于原设计要求的一级时, 可以继续使用, 高于二级时, 应加修复或换新。

② 齿轮泵体与齿轮外径之间隙超过原规定的100%时, 应换新件。其轴向间隙超过30%时, 应加修复。

2) 叶片泵

① 定子、转子及叶片的粗糙度高于原设计要求的一级时, 可以继续使用, 高于二级时, 应加修复或换新。

② 叶片与转子的槽配合间隙超过原设计的要求50%时, 应换新件。

③ 定子的工作表面拉毛或有棱时, 应加修复。

3) 柱塞泵

① 柱塞滚道、柱塞及转子的柱塞孔的粗糙度高于原设计要求的一级时, 可以继续使用, 高于二级时, 应加修复。

② 柱塞及柱塞孔的间隙超过原设计要求的100%时, 应更换柱塞、修配柱塞孔。

4) 工作油缸

① 工作油缸内表面粗糙度高于原设计要求的一级时, 可以继续使用, 高于二级, 应加修复。

② 缸径的圆度及圆柱度超过原设计要求的50%时，应加修复。

5) 活塞及活塞杆

① 活塞、活塞杆的粗糙度高于原设计要求的一级时，可以继续使用，高于二级时，应加修复。

② 活塞（不带密封环的活塞）与油缸的径向间隙超过原设计要求的50%，应更换活塞。

6) 操纵阀

① 阀体及阀杆的粗糙度高于原设计要求二级时，应加修复。

② 阀体与阀杆的间隙超过原要求的50%时，应更换阀杆，对溢流阀还可适当放宽些。

(12) 其他零件

1) 变速手把、手轮、手柄等零件与轴的连接不应松动，否则要修复。

2) 变速拨叉扳把在机床开动时，不允许有轻微的摆动，否则要修复。

第3节 修复工艺的选择

(一) 修复工艺的分类

用来修复零件的工艺很多，现将较普遍使用的分类列于表1-3-1。

(二) 修复工艺的选择

1. 选择修复工艺时应考虑的因素

在设备修理中，合理地选择修复工艺，是提高修理质量，降低修理成本，加快修理速度的有效措施。在选择修复工艺时，要根据修理要求和修理工艺的特点来考虑。一般来说，主要是从下列几个方面来考虑：

(1) 修复工艺对零件材质的适应性 在现有修理工艺中，任何一种都不能完全适应各种材料，总有它的局限性。例如，有的工艺用来修复钢质零件效果很好，但用来修复铸铁件，则其效果不一定好。所以，了解各种工艺对材质的适应情况，对于合理选择工艺具有重要意义。现将一些修复工艺对常用材料的适应性列于表1-3-2，供选择工艺时参考。

(2) 各种修复工艺能达到的修补层厚度 各种零件由于磨损程度不同，要求的修复层厚度也不一样。所以，了解各种工艺所能达到的修补层厚度

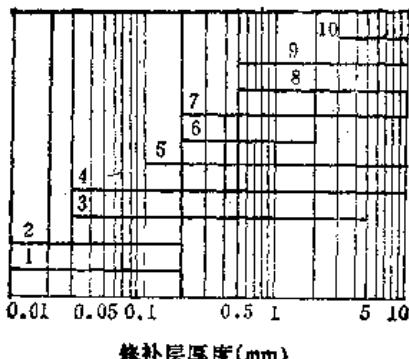


图1-3-1 几种主要修复工艺能达到的修补层厚度

1—镀铬 2—滚花 3—钎焊 4—振动电弧堆焊
5—手工电弧堆焊 6—镀铁 7—粘补 8—熔剂
层下电弧堆焊 9—金属喷涂 10—镶加零件

对选择工艺具有重要意义。图1-3-1示出几种主要修复工艺能达到的修补层厚度。

(3) 零件构造对工艺选择的影响 例如，内轴颈就不宜于用镀套法修复。又如，轴上螺纹车或直径小一级的螺纹时，要考虑到螺母的拧入是否受到临近轴直径尺寸较大的限制。用镀螺塞法修理螺纹孔及用镀套法修理孔时，孔壁厚度与临近螺纹孔的距离尺寸是主要的限制因素。如电动机端盖轴承孔与临近的轴承盖螺纹孔很近，一般不采用镀套法修理。

(4) 零件修理后的强度 修补层的强度，修补层与零件的结合强度，以及零件修理后的强度变化情况，是修理质量的重要指标。而各种工艺在一般条件下达到的修补层强度相差很大。表1-3-3列出几种修理工艺所得到的修补层本身强度，修补层与45号钢的结合强度以及疲劳强度降低的百分数和修复后的硬度，可供选择工艺时参考。

(5) 修复工艺过程对零件物理性能的影响 修补层的物理性质，如硬度、加工性、耐磨性及密实性等，在选择工艺时必须考虑。如硬度高，则加工困难；硬度低，在一般情况下，磨损较快；硬度不均，加工表面不光滑。至于摩擦面的耐磨性，不仅与表面硬度有关系，也与金相组织、结合情况及表面吸附润滑油的能力有关系。如多孔镀铬、多孔镀铁、振动电弧堆焊及金属喷涂等工艺能获得多孔隙的构造，孔隙中能储存润滑油，在短时间缺油的情况下亦不会发生研伤。而修补层的密实性要求，对

表 1-3-1 零件修复技术分类

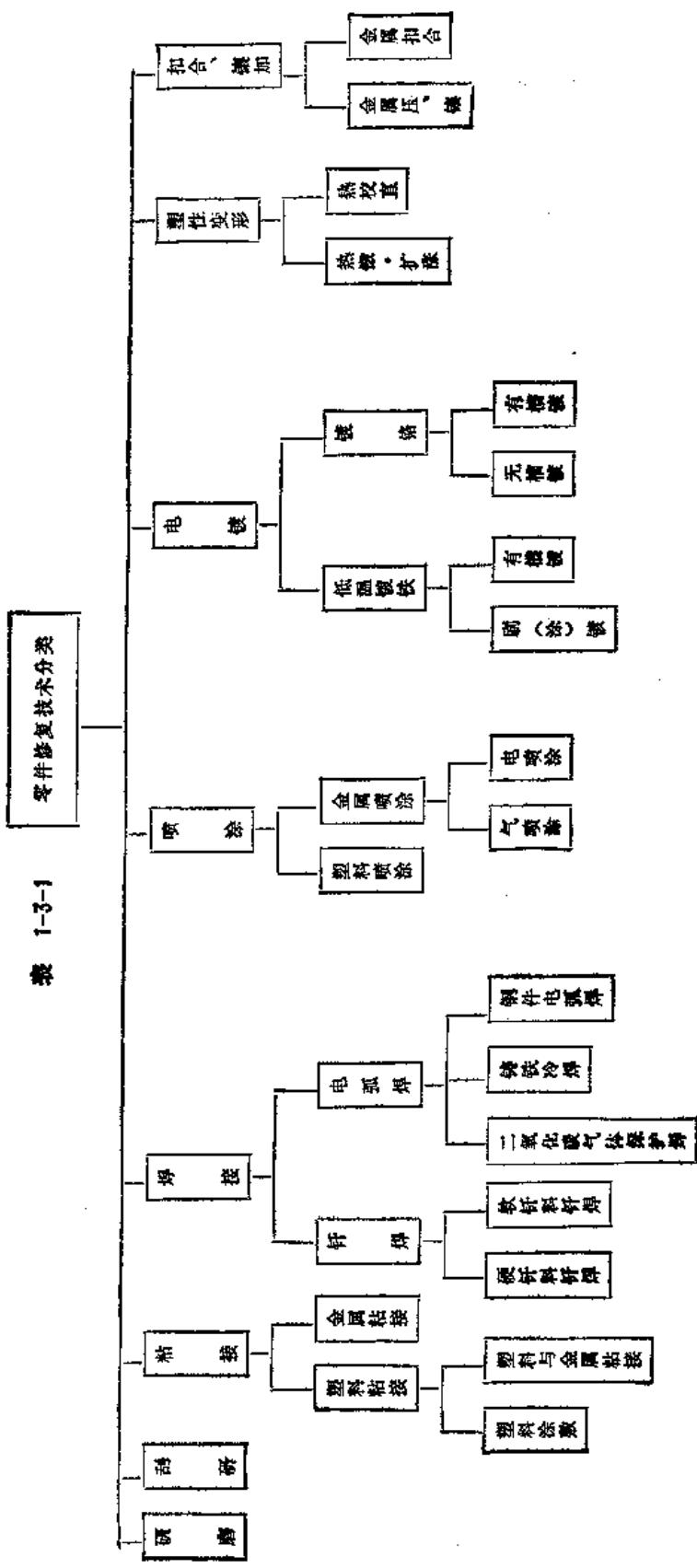


表1-3-2 各种修复工艺对常用材料的适应性

序号	修理工艺	低碳钢	中碳钢	高碳钢	合金钢	不锈钢	灰铸铁	铜合金	铝
1	镀 锡	+	+	+	-	-	+		
2	镀 铁	+	+	+	+	+	+		
3	气 焊	+	+	+	+	-			
4	手工电弧堆焊	+	+	-	+	+	-		
5	焊剂层下电弧堆焊	+	+						
6	振动电弧堆焊	+	+	+	+	+	-		
7	钎 焊	+	+	+	+	+	+	-	
8	金属喷镀	+	+	+	+	+	+	+	
9	塑料粘补	+	+	+	+	+	+	+	
10	塑性变形	+	+				+	+	
11	金属扣合					+			

注：“+”为修理效果良好；“-”为修理效果不好。

修补可能发生液体及气体渗漏的设备部件很重要，修补层出现砂眼及裂纹，在流体压力作用下可能产生渗漏。所有这些，在选择工艺时都应注意。

在修理过程中还应注意，工艺过程对修理零件的精度及物理性能有不同的影响。大部分零件在修复过程中，温度都比常温高。电镀、金属喷镀、电火花镀敷及振动电弧堆焊等工艺过程，零件温度低于100°C，对零件渗碳层及淬硬组织几乎没有影响，零件因受热而产生的变形很小。各种钎焊的温度都低于被焊金属的熔化温度，用锡、铅、锌、镉、银等金属制成的软焊料，钎焊温度约在250~400°C之间，对零件的热影响很小。以银、铜、锌、铁、锰、镍等金属为主成分组成的硬焊料，熔化温度约在

表1-3-3 各种修补层的力学性质

序号	修 理 工 艺	修补层本身拉力 (N/mm ²)	修补层与45号 钢的结合强度 (N/mm ²)	零件修理后疲 劳强度降低的 百分数(%)	硬 度
1	镀 锡	400~600	300	25~30	600~1000HV
2	低温镀铁		450	25~30	45~65HRC
3	手工电弧堆焊	300~450	300~450	38~40	210~420HBS
4	焊剂层下电弧堆焊	350~500	350~500	38~40	170~200HBS
5	振动电弧堆焊	620	560	与45号钢相近	25~60HRC
6	银焊(含银45%)	400	400		
7	铜 焊	287	287		
8	镀青铜钎焊	350~450	350~450		217HBS
9	金属喷镀	80~110	40~95	45~50	200~240HBS
10	环氧树脂粘补		热粘20~40 冷粘10~20		80~120HBS

600~1000°C之间，硬焊料钎焊时，被焊零件要预热或同时加热到较高温度。800°C以上的温度就会使零件退火、淬火组织破坏、热变形增大。填充金属与被焊金属熔合的堆焊法如电弧焊，铸铁焊条气焊等，由于零件要受到高温，热影响区内金属组织及机械性质发生变化，故只适用于修理焊后加工整形的零件，未硬化的零件及堆焊后进行热处理的零件。

由上可见，选择修复工艺时，往往不能从一个方面，而是综合地从几个方面来分析比较，才能得到较合理的方案。

2. 典型零件修复工艺的选择

(1) 轴的修复工艺选择 轴的修复工艺选择见表1-3-4。

表1-3-4 轴的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修 理 方 法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	滑动轴承的轴颈及外圆柱面	镀铬、镀铁、金属喷涂、堆焊，并加工至公称尺寸	车削或磨削恢复几何形状精度
2	装滚动轴承的轴颈及静配合面	镀铬、镀铁、堆焊、滚花、化学镀铜(0.05mm以下)	
3	轴上键槽	堆焊修理键槽，转位新铣键槽	键槽加宽，不大于原宽度的1/7，重配键
4	花键	堆焊直铣或镀铁后磨(最好用振动磨)	
5	轴上螺纹	堆焊，重车螺纹	车成小一级螺纹
6	外圆端面	刷镀、喷涂、加工	磨到较小尺寸，修复几何精度

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁

(续)

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
7	圆锥孔	刷镀、加工	磨到较大尺寸，恢复几何精度
8	轴上销孔		重新铰孔
9	扁头、方头及球面	堆焊	加工修整几何形状
10	一端损坏	切去损坏的一段，焊接一段，加工至标称尺寸	
11	弯曲	校正并进行低温稳定化处理	

(2) 孔的修复工艺选择 孔的修复工艺选择见表1-3-5。

表1-3-5 孔的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	孔径	镗大镗套、堆焊、刷镀、粘补	镗孔或磨孔，恢复几何精度
2	键槽	堆焊修理，转位另插键槽	加宽键槽、另配键
3	螺纹孔	镶螺塞，可改变位置的零件转位重钻孔	加大螺纹孔至大一级的标准螺纹
4	圆锥孔	镗孔后镶套	刮研或磨削恢复几何精度
5	销孔	移位重钻，铰销孔	铰孔、另配销子
6	凹坑、球面窝及小槽	铣掉重铣	扩大修整形状
	平面组成的导槽	镗垫板、堆焊、加止推环	

表1-3-6 齿轮的修复工艺选择

序号	零件磨损部分	修理方法	
		达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	轮齿	1. 利用花键孔，镶新轮圈插齿 2. 齿轮局部断裂，堆焊加工成形 3. 内孔镀铁后磨	大齿轮加工成负修正齿轮(硬度低，可加工者)
2	齿角	1. 对称形状的齿轮调头倒角使用 2. 堆焊齿角后加工	挫磨齿角
3	孔径	镶套、镀铬、镀镍、刷镀、堆焊、后加工	磨孔配轴
4	键槽	堆焊加工或转位另开键槽	加宽键槽、另配键
5	离合器爪	堆焊后加工	

表1-3-7 其它典型零件的修复工艺选择

序号	零件名称	磨损部分	修理方法	
			达到公称尺寸	达到修配尺寸
1	导轨、滑板	滑动面研伤	粘或镀板后加工	电弧冷焊补、钎焊、粘补、刮、磨削
2	丝杠	螺纹磨损	1. 调头使用 2. 切除损坏的非螺纹部分，焊接一段后重车	1. 校直后车削螺纹 2. 另配螺母
		轴颈磨损	3. 堆焊轴颈后加工	2. 轴颈部分车细或磨削
3	滑移拨叉	拨叉侧面磨损	铜焊，堆焊后加工	
4	楔铁	滑动面磨损		铜焊接长、粘接及钎焊巴氏合金、镀铁