

机械制造工厂
机械动力设备修理技术手册

第 二 篇

设备零件的修复和加工工艺

上 册

（ 修订第一版 ）

《机修手册》第二篇修订小组

本篇分上、下两册出版。

第一章至第十章为上册，分别介绍主要零件修换的一般规定，修复工艺的选择；焊、补、喷、镀、钎、粘等修理工艺；分度蜗轮副的修复等。

第十一章至第十四章为下册，分别介绍机床、锻压和其他设备的主要零件和易损件的制造工艺。

本篇除了第五章是上海喷涂机械厂编写，第七章是国营首都机械厂编写之外，其余各章均是第一汽车制造厂编写的，顺此一并说明。

第 二 篇

设备零件的修复和加工工艺

上 册

（修订第一版）

《机修手册》第二篇修订小组

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂·印张 12⁵/₈·字数 420 千字

1979年10月北京第一版·1979年10月北京第一次印刷

印数 00,001—60,000·定价1.05元

*

统一书号：15033·4556

目 次

第一章 零件修复工艺的选择

一、概述	1-1
二、零件的磨损极限和修换的一般规定	1-2
(一) 零件的磨损极限	1-2
1. 对机床精度的影响	1-2
2. 对完成预定使用功能的影响	1-3
3. 对机床性能和操作的影响	1-3
4. 对机床生产率的影响	1-3
5. 对零件强度的影响	1-3
6. 对磨损条件恶化的影响	1-4
(二) 零件修换的一般规定	1-4
1. 床身、箱体等主要铸件	1-4
2. 主轴及轴瓦	1-4
3. 花键轴	1-5
4. 光杠	1-5
5. 一般轴类零件与轴套	1-5
6. 丝杠、闸瓦、丝杠螺母	1-6
7. 齿轮	1-6
8. 蜗轮与蜗杆	1-7
9. 离合器	1-7
10. 皮带轮	1-7
11. 液压元件	1-7
12. 其它零件	1-8
三、修复工艺的选择	1-8
(一) 修复工艺的分类	1-8
(二) 修复工艺的选择	1-10
1. 选择工艺时应考虑的因素	1-10

2. 典型零件修复工艺的选择	1-12
----------------------	------

第二章 金属扣合和塑性变形修复法

一、修复大型铸件的金属扣合法	2-1
(一) 强固扣合法	2-1
1. 波形键制造	2-1
2. 波形槽加工	2-3
3. 铆击工艺	2-4
(二) 强密扣合法	2-6
(三) 优级扣合法	2-7
1. 加强件的形式	2-7
2. 加强件的加工	2-8
(四) 热扣合法	2-9
1. 热扣合件的形状	2-9
2. 热扣合件的计算	2-9
二、塑性变形修复法	2-10
(一) 镦粗法	2-11
1. 镦粗法简介	2-11
2. 用镦粗法改制报废的轴承滚柱	2-11
(二) 挤压法	2-12
1. 冷挤压简介	2-12
2. 用挤压法修复滚动轴承外圈	2-12
(三) 扩张法	2-13
1. 扩张法简介	2-13
2. 用扩张法修复滚轮	2-14
3. 用扩张法修复滚动轴承内圈	2-14
(四) 轴类零件的热校直	2-15
1. 热校直简介	2-15
2. 轴的热校直举例	2-16

第三章 磨损零件的电镀修复

一、镀铬	3-1
------------	-----

(一) 铬镀层的特性及其使用范围	3-1
(二) 镀铬工艺	3-3
二、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	3-4
1. 准备工作	3-4
2. 镀铁规范	3-5
(三) 电解液	3-7
1. 电解液的选用	3-7
2. 电解液的配制	3-7
3. 电解液的处理	3-8
4. 电解液的维护	3-8
(四) 低温镀铁的电源设备	3-9
1. 单相双半波电路	3-9
2. 单相桥式电路	3-11
三、大件局部镀孔	3-12
(一) 局部电镀槽和电源设备	3-12
1. 局部电镀槽	3-12
2. 电源设备	3-12
(二) 大件局部镀孔的工艺过程	3-13
1. 电解液的配方	3-13
2. 工艺过程	3-13
(三) 镀液的维护与调整	3-15
四、无电镀镍	3-16
(一) 无电镀镍的原理及其性能	3-16
(二) 无电镀镍的工艺过程	3-17
1. 镀液的配方	3-17
2. 工艺流程	3-17
五、长轴的局部镀铬	3-18
(一) 轻便槽电镀法	3-18
(二) 喷液电镀法	3-19
六、刷镀	3-20

(一) 刷镀的原理与特点	3-20
1. 刷镀的原理	3-20
2. 刷镀的特点	3-20
(二) 刷镀的工艺流程及工艺装备	3-21
1. 刷镀工艺流程	3-21
2. 刷镀的工艺装备	3-21

第四章 工程塑料在修理中的应用

一、工程塑料的特性及其在修理中的应用	4-1
(一) 工程塑料的特性	4-1
(二) 在设备修理及改装时工程塑料的选用	4-11
二、铸型尼龙零件的制造	4-14
(一) 铸型尼龙的制备方法	4-15
1. 一般浇注成型	4-15
2. 离心浇注聚合成型	4-16
(二) 铸型尼龙的改性	4-18
1. 铸型尼龙的热处理	4-18
2. 添加填充料改性	4-18
三、塑料涂敷	4-19
(一) 沸腾熔敷法	4-19
(二) 火焰喷涂法	4-21
(三) 热熔敷法	4-23
四、聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯在机修中的应用	4-24
(一) 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯的性能	4-24
1. 聚四氟乙烯的性能	4-24
2. 填充聚四氟乙烯的性能	4-24
(二) 聚四氟乙烯及填充聚四氟乙烯在机修中的应用	4-26
1. 氟-4 及填充氟-4 在机械密封上的应用	4-26
2. 填充氟-4 活塞环及导向环	4-27
3. 填充聚四氟乙烯塑料轴承	4-28

第五章 金属喷涂

一、金属喷涂的特点及其在机修中的应用	5-1
(一) 金属喷涂的优缺点	5-1
(二) 金属喷涂在机修及其他方面的应用	5-2
二、金属喷涂设备及喷涂工艺	5-3
(一) 金属喷涂设备	5-3
1. 工件毛糙处理设备	5-3
2. 电喷涂设备	5-5
3. 气喷涂设备	5-10
(二) 金属喷涂工艺	5-17
1. 工件清洗和毛糙处理	5-17
2. 电喷涂	5-23
3. 气喷涂	5-28
(三) 金属喷涂层的性质和检验	5-33
1. 涂层的比重	5-33
2. 涂层的硬度	5-33
3. 涂层材料的抗拉强度	5-33
4. 涂层的平行收缩	5-34
5. 涂层与基体的结合力	5-34
(四) 金属喷涂的安全技术	5-35
1. 喷涂时的金属蒸发气体和粉末	5-35
2. 喷枪的安全技术	5-35
三、喷涂使用实例	5-36
(一) 曲轴喷钢	5-36
(二) 机床导轨喷钢	5-39
(三) 松动的电动机端盖轴承壳喷钼压配	5-42
(四) 内孔喷涂	5-42
(五) 内燃机主体、汽缸盖碎缝的修补	5-43

第六章 粘接修复

一、粘接方法和粘接剂的选择	6-1
---------------------	-----

X

(一) 粘接方法	6-1
1. 热熔粘接法	6-1
2. 溶剂粘接法	6-1
3. 胶粘剂粘接法	6-1
(二) 粘接剂的选择	6-7
二、设备修理常用粘接剂及其应用	6-9
(一) 环氧树脂胶粘剂	6-9
1. 环氧树脂的牌号和规格	6-9
2. 环氧胶粘剂的辅助材料	6-9
3. 环氧树脂胶粘剂常用的配方	6-20
4. 环氧树脂粘接在设备修理中的应用举例	6-22
(二) 酚醛-缩醛类粘合剂	6-26
1. 酚醛-缩丁醛胶粘剂	6-26
2. 酚醛-缩甲醛胶粘剂	6-26
(三) 酚醛-橡胶胶粘剂	6-27
1. 酚醛-丁腈胶粘剂	6-27
2. 酚醛-氯丁胶粘剂	6-30
(四) 丙烯酸酯类粘合剂	6-31
1. 氰基丙烯酸酯类粘合剂	6-31
2. 氰基丙烯酸酯在修理中的应用举例	6-32
(五) 厌氧性(嫌气性)密封粘合剂	6-32
1. 厌氧性(嫌气性)密封粘合剂的性能与使用	6-32
2. 厌氧性(嫌气性)密封粘合剂的使用实例	6-36
(六) 聚氨酯粘合剂	6-36
1. 聚氨酯粘合剂的性能	6-36
2. 聚氨酯粘合剂的使用实例	6-38
(七) GPS-1有机硅胶粘剂	6-38
(八) F-2含氟材料用胶	6-38
(九) 高分子液态密封胶	6-39
1. 液态密封胶的特点	6-39
2. 液态密封胶的分类和选择	6-40
3. 液态密封胶的使用方法	6-40

(十) 无机粘结剂	6-43
1. 无机粘结剂的调制	6-43
2. 无机粘结剂的特点	6-43
3. 无机粘结剂的使用方法	6-43
4. 无机粘结剂的使用举例	6-44

第七章 焊 接 修 复

一、铸铁裂损件的电弧冷焊修复	7-1
(一) 概述	7-1
(二) 用自制奥氏体和铸铁焊条修复	7-2
1. 焊条选择	7-2
2. 焊接工艺	7-3
3. 修复实例	7-9
(三) 用普低钢焊条修复	7-24
1. 焊条选择	7-25
2. 焊接工艺	7-25
3. 修复实例	7-31
二、机床导轨划伤或研伤的焊接修复	7-37
(一) 概述	7-37
(二) 电弧冷焊修复导轨研伤	7-39
1. 两种焊条混合电弧冷焊法	7-39
2. 用 $\phi 2.5$ 或 $\phi 3.2$ 铸 308 或铸 508 焊条冷焊	7-42
(三) 钎焊修复导轨研伤	7-43
1. 无槽化学镀铜钎焊工艺	7-43
2. 锡铋合金钎焊导轨划伤	7-44
3. 锡基轴承合金钎焊修复导轨研伤	7-45
三、钢制零件的电焊修复	7-45
(一) 钢制精密淬火零件的电焊修复	7-45
1. 概述	7-45
2. 焊条制造	7-47
3. 焊接工艺	7-48
4. 修复实例	7-52

5. 焊接修复时应注意的问题	7-53
(二) 钢制精密轴型零件的电焊修复	7-54
1. 概述	7-54
2. HB248 以下的 45 号钢精密轴型零件的堆焊修复	7-55
3. 承受冲击负荷的 45 号钢大型轴型零件的焊接修复	7-57
4. 大型轴型零件精密表面损伤的焊接修复	7-61
5. 机床主轴裂纹的焊接修复	7-62
四、细焊丝二氧化碳气体保护电磁振动电弧堆焊	7-64
(一) 概述	7-64
(二) 细焊丝堆焊设备的工作原理	7-65
(三) 细焊丝堆焊设备的主要装置	7-66
(四) 细焊丝堆焊主要参数的选择	7-70
(五) 细焊丝堆焊的应用范围	7-72

第八章 导轨 淬火

一、机床导轨电接触加热自冷淬火	8-1
(一) 基本原理	8-1
(二) 电石墨棒式电极的手工操作	8-1
1. 电极	8-2
2. 低压降压器的制造	8-2
3. 操作方法	8-3
4. 处理后工件表面情况	8-3
5. 影响淬火质量因素	8-4
(三) 滚轮式电极及机械化操作	8-6
1. 铜滚轮电极几个主要参数	8-6
2. 冷却方式对淬火效果的影响	8-8
(四) 电接触淬火设备	8-8
1. 行星差动传动淬火机	8-8
2. 可移式自动往复淬火机	8-10
3. 无级变速淬火机	8-12
4. 简易机械化淬火	8-13
(五) 淬火过程中应注意的几个问题	8-14
(六) 电接触表面淬火工艺的扩大应用	8-15

1. 轴类零件	8-15
2. 长薄零件	8-15
3. 形状复杂零件	8-15
二、机床导轨表面高频感应淬火	8-16
(一) 概论	8-16
(二) 设备及工艺装备	8-16
1. 加热设备	8-16
2. 淬火装置	8-17
3. 感应器	8-17
(三) 工艺参数	8-20
(四) 减小导轨淬火变形的措施	8-21

第九章 研 磨 技 术

一、研磨原理	9-1
二、材料的可加工性与研磨余量	9-2
(一) 研磨与工件材料的关系	9-2
(二) 研磨在修理中的应用	9-3
(三) 研磨对预加工的要求及研磨余量	9-3
三、研磨剂	9-4
(一) 研磨粉	9-4
1. 研磨粉的性能及应用	9-4
2. 研磨粉的粒度及其选择	9-6
3. 研磨粉的研磨性能	9-6
(二) 研磨膏	9-8
(三) 研磨液	9-9
四、研磨工具的材料	9-10
五、研磨工具	9-11
(一) 手工研磨工具	9-11
1. 平面研磨工具	9-11
2. 外圆研磨工具	9-11
3. 内圆柱表面研磨工具	9-11
4. 圆锥体研磨工具	9-24

5. 球面研磨工具	9-25
6. 螺纹研磨工具	9-25
(二) 机械研磨工具	9-27
1. 单盘研磨机和双盘研磨机	9-27
2. 内圆研磨机	9-29
3. 钢球研磨机	9-29
4. 齿轮研磨机	9-29
六、研磨方法	9-31
(一) 平面研磨	9-32
(二) 外圆研磨	9-33
(三) 内孔研磨	9-35
(四) 锥体研磨	9-36
(五) 球面研磨	9-37
(六) 螺纹研磨	9-37
(七) 齿轮研磨	9-40
七、影响研磨精度的因素	9-41

第十章 分度蜗轮副的修复

一、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	10-4
3. 蜗轮副分度精度的动态综合测量法	10-9
(二) 分度蜗轮单个要素的测量	10-10
1. 蜗轮周节差和周节累积误差的测量及计算方法	10-10
2. 蜗轮齿圈径向跳动的测量	10-26
3. 接触斑点的检验	10-27
4. 蜗轮齿厚的测量	10-28
(三) 蜗杆的测量	10-29
二、蜗轮修复方案的选择	10-31
(一) 磨损状态分析	10-31
(二) 修复方案的选择	10-32

(三) 保证接触斑点及啮合侧隙的方法	10-33
1. 影响接触斑点的因素	10-33
2. 保证接触斑点的工艺方法	10-35
3. 保证啮合侧隙的加工方法	10-37
4. 安装调整中应注意的问题	10-38
5. 侧隙的检查和调整方法	10-39
三、分度蜗轮的修复方法	10-42
(一) 修复齿形的加工方法	10-42
1. 精滚齿面	10-42
2. 剃削齿面	10-46
3. 滚剃齿面	10-48
4. 珩磨齿面	10-49
(二) 刮研修复法	10-58
四、提高蜗轮副运动精度的方法	10-61
(一) 引起运动误差的因素	10-61
1. 几何偏心引起的周节累积误差规律	10-61
2. 运动偏心引起的周节累积误差规律	10-63
3. 两种偏心误差的抵消方法	10-67
(二) 误差抵消法的应用	10-69
1. 运动偏心 e_h 的大小及方向的确定	10-70
2. 误差抵消法在加工及装配中的应用	10-72
3. 易位法及其应用	10-74

目 次

第十一章 金属切削机床主要零件加工工艺

一、零件加工工艺的特点	11-1
(一) 生产的特点	11-1
(二) 合理选择工艺	11-1
(三) 合理选择毛坯	11-2
二、加工工艺的一般技术通则	11-2
(一) 工序间的加工余量	11-2
(二) 常用材料的热处理与切削加工性、表面光洁度的关系	11-9
(三) 细长零件热处理吊挂形式	11-13
(四) 带孔主轴和套筒类零件镶堵头及芯轴的几种形式	11-16
(五) 中心孔加工	11-19
三、主要零件加工工艺	11-23
(一) 主轴加工工艺	11-23
1. 主轴技术条件	11-23
2. 主轴常用的材料及热处理	11-30
3. 主轴加工应注意的问题	11-35
4. 不同材料、不同要求的主轴主要工艺路线	11-37
5. 零件加工工艺实例	11-37
(二) 钻、镗床主轴与轴套加工工艺	11-53
1. 钻床、镗床主轴与轴套技术条件实例	11-53
2. 材料与热处理	11-58
3. 钻、镗床主轴与主轴套加工应注意的问题	11-59
4. 零件加工工艺实例	11-62
(三) 主轴滑动轴承加工工艺	11-73
1. 主轴滑动轴承技术条件	11-73
2. 主轴滑动轴承常用材料与热处理	11-74
3. 主轴滑动轴承加工应注意的问题	11-76

IV

4. 零件加工工艺实例	11-78
(四) 花键轴加工工艺	11-83
1. 花键轴技术条件 (包括花键孔)	11-83
2. 花键轴加工应注意的问题	11-85
3. 零件加工工艺实例	11-89
(五) 传动光杆加工工艺	11-92
1. 传动光杆常用材料和原材料的选用	11-92
2. 传动光杆加工应注意的问题	11-92
3. 零件加工工艺实例	11-94
(六) 长丝杠与螺母加工工艺	11-97
1. 长丝杠与螺母技术条件	11-97
2. 丝杠与螺母常用材料及热处理	11-98
3. 长丝杠与螺母加工应注意的问题	11-102
4. 长丝杠的测量	11-115
5. 不同材料, 不同精度和不同热处理要求的丝杠的典型工艺 路线	11-115
6. 零件加工工艺实例	11-117
(七) 齿轮加工工艺	11-127
1. 齿轮的技术条件	11-127
2. 齿轮常用材料及热处理	11-131
3. 齿形加工方法	11-134
4. 花键孔的加工	11-142
5. 齿轮定位基面的选择和轮坯的安装	11-144
6. 根据不同材料、不同热处理要求的齿轮加工主要工艺路线	11-149
7. 零件加工工艺实例	11-149
(八) 蜗轮蜗杆加工工艺	11-167
1. 蜗轮蜗杆技术条件	11-167
2. 蜗轮蜗杆常用材料及热处理	11-169
3. 蜗轮蜗杆齿形的加工方法	11-171
4. 蜗轮蜗杆加工中应注意的问题	11-176
5. 提高蜗轮加工精度的方法	11-181
6. 蜗轮蜗杆加工典型工艺路线	11-181
7. 零件加工工艺实例	11-182

(九) 摩擦片加工工艺	11-195
1. 摩擦片技术条件	11-195
2. 摩擦片常用材料及热处理	11-195
3. 摩擦片加工应注意的问题	11-196
4. 零件加工工艺实例	11-197

第十二章 锻压设备主要零件加工工艺

一、锻压设备主要零件的特性	12-1
二、对毛坯及材料质量的要求	12-1
(一) 毛坯的选择及要求	12-1
(二) 材料缺陷的检查	12-2
1. 磁力探伤	12-2
2. 超声波探伤	12-2
三、主要零件加工工艺	12-3
(一) 曲轴(偏心轴)加工工艺	12-3
1. 曲轴(偏心轴)的技术条件	12-3
2. 常用材料及热处理	12-3
3. 偏心轴颈的加工方法	12-4
4. 提高轴颈表面光洁度和耐磨性的方法	12-6
5. 曲轴(偏心轴)加工应注意的问题	12-8
6. 曲轴加工主要工艺路线	12-11
7. 零件加工工艺实例	12-11
(二) 轴瓦加工工艺	12-22
1. 轴瓦常用材料及毛坯	12-22
2. 半瓦合并加工的方法	12-22
3. 轴瓦加工中应注意的问题	12-23
4. 零件加工工艺实例	12-25
(三) 滑块、连杆及球头螺杆加工工艺	12-27
1. 常用材料及毛坯	12-27
2. 滑块加工及定位基面的选择	12-27
3. 连杆加工	12-28
4. 主要加工工艺路线	12-30
5. 零件加工实例	12-30