

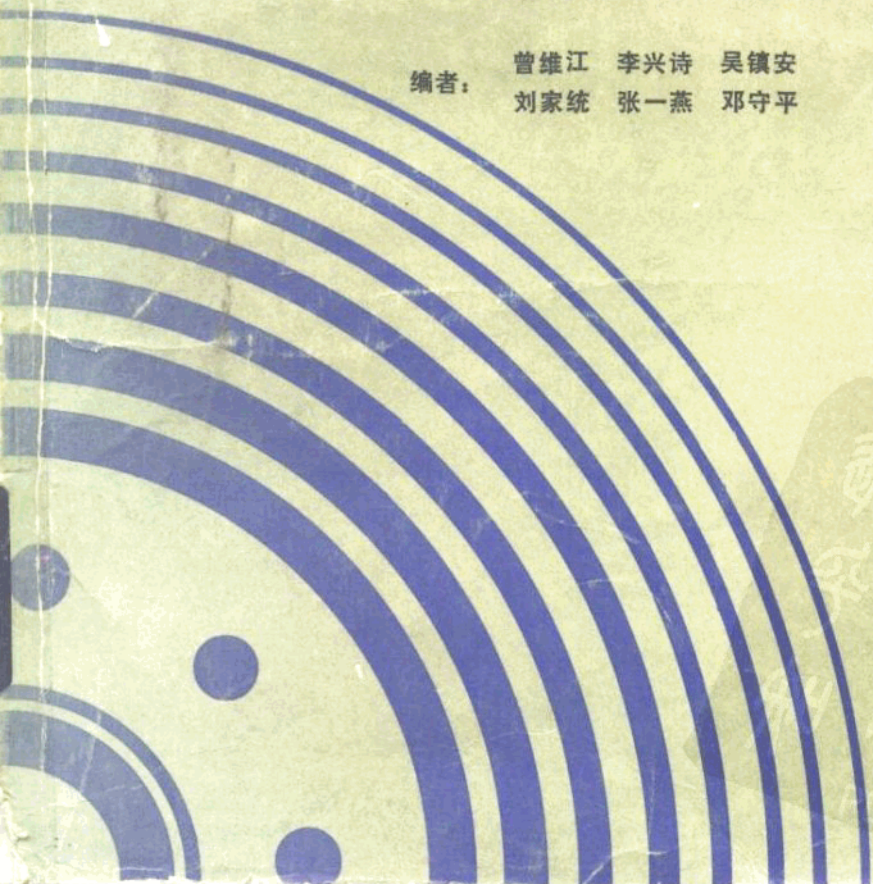
● 汽 车 ● 拖 拉 机 ●
● 摩 托 车 ● 农 机 具 ●

机 电 修 理

(2—8级修理工晋级考核必读)

● 四川科学技术出版社 ●

编者： 曾维江 李兴诗 吴镇安
刘家统 张一燕 邓守平



汽 车 拖 拉 机 摩 托 车 农 机 具

机 电 修 理

(2~8级修理工晋级考核必读)

四 川 省 农 业 机 械 管 理 局
四 川 省 农 业 机 械 化 学 校

编 者： 曾 维 江 李 兴 诗 吴 镇 安
刘 家 统 张 一 燕 邓 守 平



四 川 科 学 技 术 出 版 社

一 九 八 六 年 · 成 都

责任编辑：王 晓

封面设计：李 勤

版面设计：崔泽海

汽车 拖拉机 摩托车 农机具

机 电 修 理

(2~8级修理工晋级考核必读)

四川省农业机械管理局

四川省农业机械化学校

出版：四川科学技术出版社
印刷：资中县印刷厂
发行：新华书店重庆发行所
开本：87×1092毫米 1/16
印张：28.5 插页：4
字数：711千
印次：24,700—35,250
版次：1986年6月第一版
印次：1987年3月第二次印刷
书号：15298·260
定价：5.60元

前 言

随着农村经济蓬勃发展，农村中使用的各种机械日益增多，机电维修工作日趋繁重。为了满足汽车、拖拉机、摩托车及农机具修理工迫切学习技术的愿望，提高修理队伍的技术水平和修理质量，适应技工培训和开展技术考核工作的需要，我局组织省农机化学校有经验的教师，以农牧渔业部颁发的《农机修理工技术等级标准》规定为大纲，编写了这本《机电修理》读物。全书较全面、系统地介绍了修理技工应掌握的机械、电工、油料和机修的基础知识，汽车、拖拉机、摩托车、常用农机具的结构、工作原理、修理工艺及技术标准，特别是对机械各个部位故障的现象、成因、排除方法作了详尽地讲述，对指导修理具有较大的实用价值。本书有关内容完全按照国家新的规定标准编写，并力求理论联系实际，通俗易懂，便于读者阅读和理解，是修理技工自学、培训较好的教材和考核晋级的必读书籍，也是汽车、拖拉机、摩托车驾驶员、机务管理人员和农机中专学校较好的参考读物。

本书由曾维江、李兴诗、吴镇安、张一燕、刘家统、邓守平等同志编写，曾维江同志统编，四川省农机管理局审查定稿。书中第一章第一节至第四节刘家统编写，第五、六节邓守平编写，第七节吴镇安编写；第二、三、五章曾维江编写；第四章刘家统编写；第六章第一、二、五节李兴诗编写；第三、四、六节张一燕编写。省内有关高等院校、农机管理部门、修理企业的教师、工程技术人员卞大德、陈学志、李全、李绍武、唐修佑、李体华、唐明高、尹舒香、熊太忠、王贤德、耿兵、杨世峰等同志参加了审稿工作，提出了许多宝贵意见。

本书错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

四川省农业机械管理局

一九八六年元月

目 录

第一章	机电及油料基础知识	1
第一节	常用金属材料及热处理.....	1
第二节	修理钳工工艺.....	8
第三节	滚动轴承及油封.....	14
第四节	油料的使用性能及选用.....	22
第五节	尺寸公差、形位公差及表面粗糙度.....	29
第六节	识图与制图基本知识.....	48
第七节	电工基础知识.....	87
第二章	机器修理的基本知识	122
第一节	机器故障及其预防.....	122
第二节	机器修理工艺过程.....	130
第三节	零件修复工艺.....	140
第三章	发动机的构造与修理	160
第一节	发动机的一般构造与工作过程.....	160
第二节	机体零件、曲柄连杆机构的构造与修理.....	167
第三节	配气机构及进排系的构造与修理.....	192
第四节	润滑系的构造与修理.....	203
第五节	冷却系的构造与修理.....	210
第六节	燃油系的构造与修理.....	215
第七节	发动机的总装、磨合与试验.....	249
第四章	底盘的构造与修理	260
第一节	离合器的构造与修理.....	260
第二节	变速箱的构造和修理.....	269
第三节	万向节传动轴和后桥的构造与修理.....	282
第四节	行走系的构造与修理.....	293
第五节	转向系和制动系的构造与修理.....	307
第六节	拖拉机液压悬挂系的构造与修理.....	327
第五章	电器设备的构造与修理	340
第一节	蓄电池的构造与修理.....	340
第二节	发电机的构造与修理.....	348
第三节	调节器的构造与修理.....	368
第四节	电起动机的构造与修理.....	380
第五节	点火系的构造和修理.....	388

第六节	灯光、信号、仪表及其它辅助设备的构造.....	396
第七节	全车电路的安装及电路分析.....	403
第六章	常用农业机械的构造与修理.....	409
第一节	悬挂铧式犁的构造与修理.....	409
第二节	旋耕机的构造与修理.....	417
第三节	喷雾机(器)的构造与修理.....	424
第四节	脱粒机的构造与修理.....	434
第五节	农用离心泵的构造与修理.....	438
第六节	碾米机及粉碎机的构造与修理.....	446

第一章 机电及油料基础知识

第一节 常用金属材料及热处理

常用金属材料主要是黑色金属，如钢和铸铁，其次是有色金属，如铝、铜、锡及其合金。在选用金属材料时，首先应满足机械性能的要求，同时也要注意其经济性。

一、金属材料的机械性能

金属材料在外力作用时所表现的特性，称为机械性能，主要有强度、硬度、塑性、韧性、弹性、耐磨性及疲劳强度等。

1. 强度 金属材料在外力作用下，抵抗塑性变形和破坏的能力，称为强度。物体的强度与所用材料、断面面积形状有关。它是零件设计、选材的重要依据。根据材料所受外力的不同，可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度等，其中常用的是抗拉强度，它是将材料放在材料试验机上做拉伸试验来测定的。

抗拉强度 σ_b 是金属材料抵抗拉力作用而不断裂的能力，用单位面积上所能承受的最大拉力来表示，单位为帕（牛顿/米²），如HT20—40的 σ_b 是 20×10^8 帕。

很多零件在工作时不仅不允许拉断，而且也不允许产生塑性变形，因此要求材料必须满足“屈服强度” σ_s 的要求。“屈服强度”是表示金属材料抵抗微量塑性变形的能力， σ_s 越大，说明材料抵抗塑性变形的能力越大，强度也越高。抗拉强度和屈服强度是金属材料的重要性能指标，它们常一起用来表示材料的强度。

2. 硬度 金属材料抵抗硬物压入其表面的能力，称为硬度。它表示材料抵抗局部塑性变形的能力，也是机械性能的重要指标之一。

材料的硬度是在硬度计上试验测得的，根据试验方法的不同，硬度指标主要分布氏硬度HB和洛氏硬度HR，而洛氏硬度又分HRA、HRB、HRC三级。布氏硬度广泛用于测定各种退火状态下的钢材及铸铁、有色金属等的硬度。洛氏硬度HRA适用于测定硬质合金、表面淬火钢等的硬度；HRB适用于测定软钢、退火钢、铜合金等的硬度；HRC适用于测定淬硬钢、调质钢的硬度。

在实际工作中，可以用锉刀来大致检验硬度。其方法是：用七、八成新的中齿平锉，锉削零件表面，若开始锉削时有明显的阻力，并锉下较多的铁屑，说明硬度不高，约在HRC35~40以下；若没有明显的阻力，锉刀有些打滑，只锉下少量铁屑，说明硬度高，约在HRC40~50左右；若锉刀在零件表面打滑，没有铁屑锉下，说明硬度很高，约在HRC50以上。

3. 塑性 金属材料在外力作用下，产生永久变形而不破坏的能力，称为塑性，常用延伸率 σ 和断面收缩率 ψ 表示。为了避免零件突然断裂，要求材料应具有一定的塑性。一般延伸率

为5%或断面收缩率为10%，即可满足使用要求，塑性过高会使强度下降。

4. 韧性 金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力，称为韧性。在工作中承受冲击载荷的零件如连杆、曲轴等，要求材料应具有较好的韧性。衡量韧性的指标是冲击值 σ_s （单位是牛米/米²），冲击值越大，其韧性越好。

5. 弹性 材料在外力作用下产生变形，当外力取消后，能够恢复原来的形状和大小的能力，称为弹性。但当外力大到一定程度时，就要发生永久变形，这个限度叫弹性极限。制作弹簧的材料就要求有很高的弹性极限。

6. 耐磨性 金属材料抵抗摩擦磨损的能力，称为耐磨性。对于高速运转的配合件如活塞与气缸、曲轴与轴瓦等，都要求材料有较高的耐磨性，以延长零件使用寿命。

7. 疲劳强度 在交变载荷下工作的机器零件，如曲轴、齿轮、弹簧等，具有相当的应力循环次数（钢铁材料为 $10^6 \sim 10^7$ 周次，有色金属为 10^8 周次）下不发生断裂，这时的最大应力值称为材料的疲劳强度 σ_{-1} 。

常用的几种金属材料的机械性能列表1-1。

表1-1 几种金属材料机械性能

材 料 名 称		抗拉强度 $\geq(\text{MPa})$	屈服强度 $\geq(\text{MPa})$	硬 度 HB	延伸率 %	收 缩 率 %	冲 击 值 N·m/m ²	线膨胀系数 $B \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
灰 铸 铁	HT15-33	15×10		162~229				10
	HT20-40	20×10		170~241				10
	活塞灰铸铁	22×10		200				11
球墨铸铁QT60-2		60×10	42×10	197×269	2.0			
可锻铸铁KT35-10		35×10		120~163	10			
优 质 碳 素 钢	20	25×10		156(热 轧 钢)	25	55		
	40	34×10		217	19	45	6×10^3	
	45	38×10		241	16	40	5×10^3	
合 金 钢	20Mn2	80×10	60×10		10	40	6×10^3	
	50Mn2	95×10	80×10		9	40	5×10^3	
合 金 钢	20Mn2V	80×10	60×10		10	40	7×10^3	
	42Mn2V	100×10	85×10		11	45	6×10^3	
合 金 钢	15Cr	75×10	50×10		11	45	7×10^3	
	20Cr	85×10	55×10		10	40	6×10^3	
	40Cr	100×10	80×10		9	45	6×10^3	
合 金 钢	38CrSi	100×10	85×10		12	50	6×10^3	
	20CrMnTi	100×10	85×10		10	45	7×10^3	
合 金 钢	30CrMnTi	150×10			9	40	6×10^3	
	35CrMo	100×10	85×10		12	45	8×10^3	
合 金 钢	20Mn2B	100×10	80×10		10	45	7×10^3	
	20MnVB	110×10	90×10		10	45	7×10^3	
	20MnTiB	115×10	95×10		10	45	7×10^3	
	40MnB	100×10	80×10		10	45	6×10^3	

性能 材料名称	抗拉强度	屈服强度	硬度	延伸率	收缩率	冲击值	线膨胀系数
	≥(MPa)	≥(MPa)	HB	%	%	N.m/m ²	B × 10 ⁻⁶ /°C
普通低合金钢	16Mn	52 × 10	35 × 10		21		
	16MnRe	52 × 10	35 × 10		21		
弹簧钢	65	80 × 10	100 × 10	255 (热轧状况)	9	35	
	70	85 × 10	105 × 10	269	8	30	
	55 S i2Mn	120 × 10	130 × 10	285	6	30	
	60 S i2Mn	120 × 10	130 × 10	302	5	25	
	65Mn	80 × 10	100 × 10	269	8	30	
铸造铝合金	Z L ₁	11 × 10		50			22
	Z L ₃	16 × 10		80	1		22.3
	Z L ₄	18 × 10		80	1		22.3
	Z L ₇	16 × 10		50	2		20
	Z L ₈	20 × 10		85			18.4
	Z L ₁₀	15 × 10		50	2		20

二、钢

含碳量低于2.06%的铁碳合金，称为钢。按化学成分分，有碳素钢和合金钢；按用途分，有结构钢、工具钢、特殊钢、耐热钢和耐磨钢等；按质量分，有普通钢、优质钢和高级优质钢等；按冶炼方法分，有平炉钢、转炉钢和电炉钢等。

(一) 碳素钢

除含铁、碳之外，还含有少量硅、锰、硫、磷等杂质。

1. 碳素钢的分类 按含碳量的多少分，有低碳钢（含碳量小于0.25%）、中碳钢（含碳量为0.25~0.70%）、高碳钢（含碳量为0.70~2.06%）。碳是影响机械性能的主要元素，含碳量增加，钢的强度和硬度随之提高，而塑性和韧性则降低。

按钢中有害杂质硫（产生热脆性，降低可焊性）、磷（产生冷脆性）的含量多少分，有普通碳素钢（硫、磷含量分别不大于0.055%和0.045%），优质碳素钢（硫、磷含量分别不大于0.045%和0.040%）和高级优质碳素钢（硫、磷含量分别不大于0.03%和0.035%）。

2. 碳素钢的编号、性能及用途

(1) 普通碳素钢：按供应时保证的条件不同分下列三种：

1) 甲类钢（A类钢）：只保证机械性能，不保证化学成分。钢号用“A”加上顺序号数字表示，有A0、A1、A2……A7共八级。随着顺序号数字（0→7）的增大，钢的强度、硬度提高，而塑性、韧性下降。甲类钢广泛用于制作一般普通结构零件，常制成型材供应，使用时一般不再进行热处理。

2) 乙类钢（B类钢）：只保证化学成分，不保证机械性能。钢号用“B”加上顺序号数字表示，B0、B1、B2……B7共八级。随着顺序号数字（0→7）的增大，钢的含碳量增加。乙类钢的用途与甲类钢相似，但使用时一般要进行热处理。

3) 特类钢（C类钢）：既保证化学成分又保证机械性能。钢号用“C”加上顺序号数字表示，一般分四级。这类钢质量较好，能代替优质碳素钢制作比较重要的零件。

(2) 优质碳素钢：既保证机械性能又保证化学成分，硫、磷等杂质含量少，强度、塑

性及韧性都比较好，常用于制造较重要的零件。

优质碳素钢的代号，用两位数字表示，是指钢的含碳量（万分之几）。如“08”表示含碳量为万分之八，即0.08%， “45”表示含碳量为0.45%。

优质碳素钢中，08、10、15、20、25钢属于低碳钢，其强度及硬度低，而塑性及韧性好，适宜制做冲压件和受力不大，不需淬火的零件。对一些要求表面硬度高，心部韧性好的重要零件，可用15、20、25钢进行渗碳处理。而30、35、40、45、50、55钢则属于中碳钢，其强度较高，并有一定塑性及韧性，多用来制造要求综合机械性能好的零件，如齿轮、轴、连杆及各种连接件。这类钢一般经调质（或正火）后使用，为了提高表面硬度和耐磨性。在调质（或正火）后，可进行表面淬火。60、65、70、75、80钢属于高碳钢，其强度、硬度高，而塑性、韧性差，经淬火和中温回火后弹性大，常用来制作弹簧和耐磨零件。

含锰量较高的优质碳素钢，其强度、硬度和耐磨性等均有提高，多用以制作截面尺寸较大，而且比较重要的零件。

(3) 碳素工具钢：属于高碳钢，经淬火、低温回火后可获得高的硬度和耐磨性，适宜制作工具、刀具、量具和模具。它的编号是用“碳”或“T”加上数字表示。数字是含碳量的平均数，以0.1%为单位，如T8表示平均含碳量为0.8%的碳素工具钢。对于含硫、磷少优质碳素工具钢，在数字后面还加注“高”或“A”，如碳8高，或T8A。

(二)合金钢

在碳钢中加入一种或数种其它合金元素（如锰、硅、铬、硼、钼、钨、钛等），以获得特定性能的钢，称为合金钢。合金钢有较好的耐磨、耐酸、防锈能力，能提高硬度、塑性和韧性。常用的合金钢有锰钢、铬钢等，适用于制造某些受力大，形状复杂的重要零件和工具，以及在特殊环境中工作的零件。

1. 合金结构钢的编号 用“数字+元素符号+数字”的形式表示。前面的数字一般是两位，表示钢的平均含碳量（万分之几），以0.01%为单位；元素符号表示所含的合金元素，后面的数字表示合金元素平均含量（百分之几）。当合金元素含量小于1.5%时，只标出元素符号，不标含量，若平均含量等于或大于1.5%、

2.5%、3.5%……，则相应以2、3、4、……表示。例如60Si2Mn（60硅2锰）表示合金钢中平均含碳量是0.60%，平均含硅量是2%，含锰量是1.5%以下。

含硫、磷较少的优质合金钢，则在钢号的最后加注“高”或“A”，如20Cr2Ni4A（20铬2镍4高）。

2. 合金工具钢的编号 编号方法与合金结构钢基本相同，只是平均含碳量以千分之几表示，即以0.1%为单位。若含碳量大于1%。则不予标出，如Cr12钢，表示含碳量大于1%，含铬量为11.5~12.5%的铬钢，而9CrSi表示平均含碳量为0.90%的铬硅钢。

(三) 钢的涂色标记

表1-2 常用钢材的涂色标记

项目	钢号	涂色	项目	钢号	涂色
普通碳素钢	0	红+绿	合金结构钢	锰钢	黄+蓝
	1	白+黑		硅锰钢	红+黑
	2	黄		锰钒钢	红+绿
	3	红		铬钢	绿+黄
	4	黑		铬硅钢	蓝+红
	5	绿		铬钒钢	蓝+黑
	6	蓝		铬锰钒钢	红+紫
优质碳素钢	7	红+棕	铬钒钢	绿+黑	
	0.5~1.5	白	铬锰硅钢	黄+黑	
	20~25	棕+绿	铬锰钒钢	棕+黑	
	30~40	白+蓝	钼钢	紫	
	45~55	白+棕	铬钨钢	绿+紫	
	15Mn~10Mn	白色二条	铬铝钢	铝白色	
	45Mn~70Mn	绿色三条	硼钢	紫+蓝	

为了便于区分各种钢材，轧钢厂轧制出来的钢材上面或端面都涂有各种规定的颜色。常用钢材的涂色标记如表 1—2 表示。

三、铸铁

铸铁是含碳量大于 2.06%，并含有少量硅、锰元素及硫、磷等杂质的铁碳合金。常用铸铁的含碳量一般是 2.5~4.0%。铸铁分为以下五种：

1. **白口铸铁** 铸铁中的碳以化合物状态 (Fe_3C) 存在，其断面呈白亮色，故称为白口铸铁。白口铸铁其硬度高、脆性大，不能进行机械加工，通常铸成可锻铸铁的毛坯件，以及铸造不需加工的耐磨零件，如犁铧等。

2. **灰口铸铁** 铸铁中的碳，大部分以片状石墨的形式分布，其断面呈灰黑色，故称灰口铸铁。由于铸铁中的片状石墨起着割裂基体的破坏作用，因而机械性能比钢差，其抗拉强度低，性脆，不能锻造。但有优良的铸造性能，良好的切削加工性能，较好的耐磨性和抗震性，是生产中应用最广泛的一种铸铁，常用来制造机器基础零件，例如发动机气缸体、气缸盖、变速箱及后桥壳体等。

灰口铸铁的牌号是用汉语拼音字母“HT”后面加上两组数字表示。如 HT15—33，其中“HT”是灰铁二字拼音的第一个字母，第一组数字表示抗拉强度 (15×10^8 帕)，第二组数字表示最低抗弯强度 (33×10^8 帕)。

3. **球墨铸铁** 在铁水中加入少量的球化剂（纯镁或稀土镁合金）和石墨化剂（硅铁或硅钙合金），使铸铁中的片状石墨变为球状石墨，就可得到球墨铸铁。由于石墨呈球状存在，对基体的割裂作用降低到最小，因此机械性能得到进一步提高而与钢相近，具有较高的强度。较好的塑性和韧性，有很高的耐磨性，比灰口铸铁的焊接性能和热处理性能好，其价格比钢便宜，因此应用很广泛，在很多方面可以代替铸钢件和钢锻件，不仅可以制造一般的机械零件，而且可以制造一些承受较大负荷、受冲击的重要零件，如曲轴、连杆、凸轮轴、缸套等。

球墨铸铁的牌号用“QT”加上后面两位数字表示。如 QT60—2，其中“QT”是“球铁”二字汉语拼音的第一个字母，第一组数字表示抗拉强度 (60×10^8 帕)，第二组数字表示延伸率 (2%)。

4. **可锻铸铁** 将一定成分的白口铸铁，经过长时间的高温退火而得到具有团絮状石墨的铸铁，称为可锻铸铁。可锻铸铁并不能锻造，其名字只表示它比普通灰铸铁有较高的强度、韧性和塑性。常用来制造截面较薄，形状复杂，承受冲击而强度要求较高的零件，如变速箱拨叉、后桥壳体等。

可锻铸铁的牌号用“KT”（黑心可锻铸铁）或“KTZ”（白心可锻铸铁）后面加上两组数字表示，第一组数字表示抗拉强度，第二组数字表示延伸率。如 KT30—6，表示黑心可锻铸铁的抗拉强度是 30×10^8 帕，延伸率是 6%。由于可锻铸铁成本高，而机械性能不如球墨铸铁，所以目前应用较少，已逐渐被球墨铸铁取代。

5. **合金铸铁** 在铸铁中加入一种或数种合金元素，可显著提高机械性能或具有某些特殊性能，这种铸铁称为合金铸铁。

例如在铸铁中加入硅、铬、镍、铝、铜，可得到耐高温铸铁；加入镍、铬、铜，可得到耐腐蚀铸铁；加入镍、铬，可得到耐磨铸铁。活塞环、气缸、气门座圈等一般用合金铸铁制造。

四、钢的热处理

将工件按一定程序进行加热、保温、冷却等，使其内部组织改变，以获得所要求的机械、物理和化学性能的工艺称为热处理。常用的有退火、正火、淬火、回火、渗碳和时效等。

1. 退火 将工件加热到临界温度以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，并保温较长时间，然后随炉缓冷或埋在砂或石灰中缓冷至 500°C 左右，再放到空气中冷却的热处理方法。

所谓临界温度是指钢在加热或冷却时，发生组织转变的开始或终了的温度。不同钢号的临界温度不同，一般为 $710\sim 750^{\circ}\text{C}$ ，个别合金钢可达 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 。

退火的目的是消除铸件、锻件、焊接件的内应力，降低硬度，改善切削加工性能，细化晶粒，改善金属组织，以及增加韧性等。

按退火目的和加热温度的不同，退火可分为完全退火、不完全退火、去除应力退火等。

2. 正火 将工件加热到临界温度以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温一段时间，然后在空气中冷却的热处理方法。它的冷却速度比退火快，主要用来处理低碳和中碳结构钢件及渗碳钢件，使其晶粒细化、减少内应力，增加强度和韧性，改善切削性能。

3. 淬火 将工件加热到临界温度以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温一段时间，然后在冷却剂中快速冷却的热处理方法。淬火的目的是提高钢件的硬度和耐磨性，与回火相配合以获得良好的机械性能。

淬火的方法有单液淬火、双液淬火、等温淬火等。单液淬火是在一种冷却剂中冷却，方法简单，应用很普遍。对于有效厚度大于6毫米，形状简单的碳钢件，多用水或盐水作淬火剂，小于6毫米的碳钢以及合金钢工件，则用油作淬火剂。双液淬火是将工件放在两种作不同冷却能力的冷却剂中进行淬火，一般是先在水或盐水中冷却至约 $400\sim 300^{\circ}\text{C}$ ，然后迅速将工件转移到油中去继续冷却。主要用于高碳钢或工具钢所制成的工件，如丝锥、板牙、刀具等，可以防止形状复杂或尺寸较小的零件淬火时产生变形和开裂。工件在水中停留时间可按 $3\sim 5$ 秒/毫米估算。等温淬火是将工件放入等温冷却剂（一般是温度为 $250\sim 400^{\circ}\text{C}$ 的熔盐）中，等温停留的时间一般是 $30\sim 60$ 分钟，等温淬火后钢的硬度可达HRC40—50，韧性较高，变形较小，并可不经回火就使用。但这种方法只适于尺寸较小的零件。

为了防止淬火时零件冷却不均而引起变形，应注意零件浸入冷却剂的方式如图1—1所示，厚薄不均的零件，其厚的部分应先浸入；细长零件，薄而平的零件、薄壁环状零件应垂直浸入；具有凹形或不通孔的零件，应将凹面或不通孔部分朝上浸入：

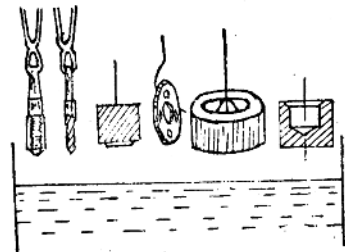


图1—1 各种工件浸入淬火剂的方式

钢件淬火后会产生内应力，使钢变脆。所以淬火后一般要经过回火处理。

4. 回火 将淬火后的工件加热到临界温度以下某一温度，保温一段时间，然后在空气（碳钢）或油中（合金钢）冷却的热处理方法。其目的是消除淬火后的内应力和脆性，提高塑性和韧性。

根据加热温度和回火后机械性能的不同，分为低温（ $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ ）回火、中温（ $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ）回火和高温（ $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ）回火等三种。通常回火保温时间不少于 $45\sim 60$ 分钟。

生产中常把淬火和高温回火合在一起称为调质处理，以获得高的强度和韧性相配合的综合机械性能。广泛用于承受交变载荷的零件，如曲轴、凸轮轴、连杆、齿轮等中碳钢零件的处理。

5. 渗碳 把低碳钢或低合金钢零件放入含有碳的介质中（固体、气体或液体）加热到900~930℃，使碳原子渗入零件表层的热处理方法，称为渗碳。其目的是增加表层的含碳量，然后通过淬火提高表层硬度。渗碳层的厚度约为0.5~2.0毫米。

渗碳主要用于一些要求表层有高的硬度和耐磨性，而心部又具有韧性的零件，如活塞销、齿轮和凸轮等。

6. 时效处理 零件不加热，靠长时间保存，或加热到较低温度（如淬火钢加热到120~150℃）进行长时间保温，再缓慢冷却到室温，而使其性能、形状和尺寸趋于稳定的处理方法。前者称为自然时效，后者称为人工时效，自然时效非常缓慢，工厂常采用人工时效。

五、常用有色金属合金

（一）铜合金

1. 黄铜 铜和锌的合金，它的机械性能比纯铜好，耐腐蚀、塑性好，可进行各种冷、热加工。黄铜分普通黄铜和特殊黄铜两类。普通黄铜多用于制造散热器、油管、铆钉等。

黄铜用字母“H”表示，后面数字表示铜的平均含量百分数。如H62，表示含铜62%的普通黄铜。特殊黄铜则在“H”之后标以主加元素的化学符号，并在其后注明表示铜及合金元素含量百分数。如HPb59-1，表示含铜59%、含铅1%的特殊黄铜。

2. 青铜 指不以锌为主加元素的铜合金，有锡青铜、铝青铜、铅青铜等。青铜的强度、硬度、韧性和耐腐蚀性都比黄铜高。

青铜的牌号中字母“Q”表示青铜，化学符号和数字表示除铜之外的其它元素及含量。如QSn4-3，表示含锡4%、含锌3%的锡青铜。若在“Q”的前面加上“Z”，表示铸造青铜，如ZQPb30。

锡青铜是铜和锡的合金，有很高的强度、硬度、耐磨性和耐腐蚀性、铸造性也好，可用于制造轴套、轴瓦、衬套等。

铸铅青铜ZQPb30是应用很广泛的耐磨合金，含30%的铅，其余为铜，熔点1000℃左右。它具有较高的强度、耐磨性和导热性，但磨合性差，容易被酸腐蚀，常用于浇铸柴油机的主轴瓦、连杆轴瓦及连杆衬套。

（二）巴氏合金

这是一种易熔的轴承合金，耐磨性高，有锡基和铅基两种。

锡基巴氏合金含锡量达80%以上，还含有少量的锑、铜等元素。最常用的牌号是ChSnSb11-6，“Ch”是“承”字的汉语拼音前两个字母，合金中含锑11%，含铜6%，其余为锡。多用作浇铸汽轮机的主轴瓦和连杆瓦，熔点240~370℃，浇铸时加热到400℃。这种合金有一定的强度，耐腐蚀、摩擦系数小，塑性、磨合性及导热性好，但温度升高后机械性能下降。

铅基巴氏合金最常用的牌号是ChPbSb14-10-1.8，合金中含铅70%、锡11%、锑14%、镍1%、铜2%和其它元素。熔点245~400℃，浇铸时应加热到450℃。这种合金摩擦系数小，磨合性和铸造性都好，但强度低、不耐高温、不耐腐蚀，一般用作中小负荷的轴瓦。

(三) 铝合金

1. **铝镉镁合金** 是一种新的轴承合金，它的成分是含镉3.5%、镁0.3~0.7%、铁0.7%、硅0.5%，其余为铝。铝镉镁合金轴瓦是用铝镉镁合金和08钢板共轧而成。它能承受较大的载荷，具有较高的疲劳强度，耐磨性高，耐腐蚀性好，但磨合性差，柴油机上广泛采用这种轴瓦。

2. **20高锡铝合金** 承载能力高，摩擦系数小，具有巴氏合金的磨合性能，可以代替巴氏合金、铜基轴承合金和铝镉镁合金。20高锡铝合金轴瓦就是用这种合金与08钢板共轧而成，已在汽车、拖拉机上推广使用。

3. **铝硅合金（铸造铝合金）** 含有多量合金元素，有良好的铸造性能和耐蚀性，常用来铸造形状复杂的零件，如气缸盖、气缸体等。常见的牌号是ZL7、ZL10。

如在铝硅合金中，再加入铜、镁等合金元素，则其铸造性更好，线膨胀系数小、比重小、导热性、耐蚀性和耐热性高，并有良好的切削性，广泛用于铸造内燃机的活塞，常用牌号是ZL3和ZL8。

第二节 修理钳工工艺

一、划 线

根据图纸或实物，在工件上划出所需的几何形状和尺寸界线。

1. **划线工具** 常用的划线工具有划针及划针盘（见图1—2）、圆规、样冲、分度头、直尺、角尺、方箱和放置工件用的平板及辅助工具等。

2. 划线前的准备

1) 划线前必须熟悉图纸，了解零件的用途和配合关系，分析零件的加工方法，确定加工余量，这样才能在工件上划出准确的加工界线。

2) 划线前仔细清理工件表面，并涂上颜色，以便线条清晰。一般在铸、锻件的毛坯表面涂以白灰水（石灰水加牛胶），小的毛坯也可以涂白粉。在已加工表面上，常涂以紫色颜料与漆片和酒精的混合液。

3. **划线基准的选择** 划线前必须在工件上选择一个或几个面或线作为划线的基准，用它来确定工件的几何形状和各部分的相对位置。其选择原则是：

1) 选用零件图纸上的设计基准，作为划线基准。

2) 根据毛坯的形状选择。若毛坯上有孔或凸台，则以孔或凸台的中心作为划线基准；圆柱形工件以截面中心作为划线基准。

3) 根据加工情况选择。若毛坯上有已加工表面，则以该面作基准；如全未加工，则选其中比较平整的表面作为基准。

4. 划线方法

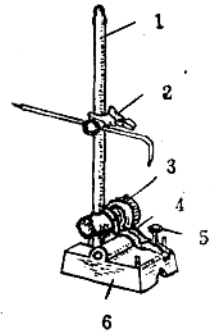


图1—2 划针及划针盘
1. 支杆 2. 划针夹头 3. 弹簧装置 4. 滑动杆 5. 调整螺钉 6. 底座

(1) 平面划线：在工件的一个表面上，划出零件的几何形状和各部分位置的线条。其方法与几何作图相同。如图1—3所示的零件，以AB线和中心线CD为基准线，划出其余各线条。

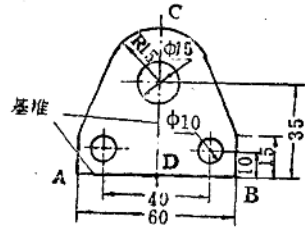


图1—3 平面划线

(2) 立体划线：在工件不同的面上划出各相关线条。基本方法与平面划线相同。为了使划出的线条在加工时不被擦掉，需用样冲在所划线上每隔10~15毫米打一冲眼。

二、锯 割

是用手锯或机锯切割金属的过程。钳工主要是用手锯操作。

1. 锯割工具 锯割工具是手锯，它由锯弓和锯条组成。锯弓分固定式和可调式两种。锯条是由碳素钢制成，按齿距大小分为粗、中、细三种。锯割硬金属或较薄钢材，采用细齿锯条，而锯软金属时则用粗齿锯条。安装锯条时，锯齿应向前，不能装反，锯条也不得过紧或过松，否则易折断。当锯缝过深时，应将锯条相对于锯弓转90°安装，如图1—4。

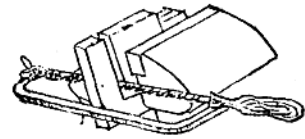


图1—4 锯深缝

2. 夹持工件 工件应牢固地夹持在虎钳上，并使锯割处尽量靠近钳口，以免锯割时震动。夹持圆管及圆形工件时，最好应用带V形槽的夹块。

3. 操作方法 锯割时，操作者与工件应略微偏斜，左脚在前，右脚在后。右手握锯柄，左手持锯弓前端。

起锯时，应先从棱角倾斜锯割，起锯角15°左右为宜。若角度过大，锯齿会卡住工件棱角而折断，若没有角度，会使锯齿打滑，擦伤工件。为防止打滑，可用左手拇指靠稳锯条侧面作引导，右手稳推手锯，行程要短、压力要轻，待锯缝形成后，再恢复正常姿态。起锯方法如图1—5。

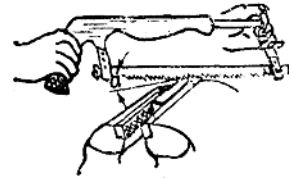


图1—5 起锯的方法

锯割时锯条应直线往返，前推时均匀加压，拉回时不要加压，推拉速度不要太快。应保持锯条全长工作，以免局部磨钝。锯割钢材时，可加机油或柴油冷却和润滑。锯割管子要顺圆周逐次进行，不要从一个方向锯到底，否则容易损坏锯条。

三、锉 削

是用锉刀锉去工件表面多余的金属，以保证尺寸精度和表面粗糙度。

1. 锉削工具 锉刀是锉削用的工具，是用碳素工具钢制成，并经过热处理。锉刀的构造如图1—6。

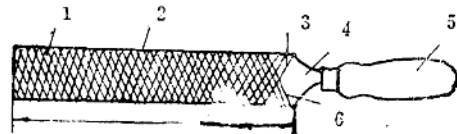


图1—6 锉刀各部分名称

1. 粗齿 2. 锉刀面 3. 磨背 4. 锉刀尾 5. 木柄
6. 细齿

锉刀按断面形状不同，分为平锉、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉等。根据锉刀每10毫米长度上锉纹数量的多少，分为粗锉、细锉、油光锉和什锦锉。粗锉刀用于锉削铜、铝等软金属，以及加工余量大、表面光洁要求低的工件；细锉刀用于锉削钢、铸铁等以及加工余量不

大和表面光洁要求较高的工件；油光锉用于最后修光工件表面；什锦锉用于小工件形状复杂表面的锉削。

2. 锉削方法 工件应牢固地夹持在虎钳上，被锉削表面不应超出钳口太高。锉刀的握法是，右手握锉柄，拇指放在柄上并指向前方，其余四指握在柄下；左手持锉尖，将锉刀放平与工件表面均匀接触。

操作者站立时，左脚在前，腿微弯曲，右脚在后，腿伸直，两脚相距约同肩宽，使身体运动自然舒适。推送锉刀要平稳，向前推时，应稍加压力，向后拉时不加压。手压锉刀时力的变化如图 1-7。为了避免加工平面凸凹不平，锉刀的运动方向要更迭交叉，并随时用平尺在加工表面上对光检查，如果要锉平两相交表面，应首先精确地锉好一个表面，然后再锉另一个表面，并用角尺检查它们的角度。

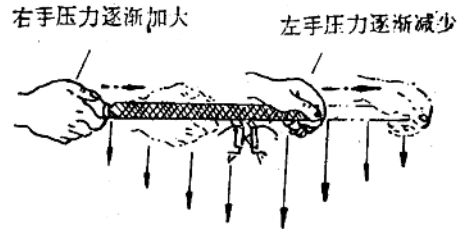


图1-7 锉刀上的压力

当锉刀齿纹堵塞时，可用钢丝刷顺着齿纹方向刷除切屑。锉刀应保持干燥、清洁，不能与油、水接触。

四、 錾 削

錾削是用手锤敲击錾子对工件进行切削加工的一种方法。它可以加工平面、沟槽和錾断金属。

1. 錾削工具

(1) 手锤：用碳素工具钢制成，头部经淬火处理。

(2) 錾子：用碳素工具钢制成，刃部经淬火处理。常用的錾子有扁錾、窄錾和油槽錾等，如图 1-8，錾子的楔角 β 对錾削质量有很大影响，楔角越小，刃口越愈锋利，但强度差，刃口易崩裂；楔角越大，錾子强度高，但刃口不锋利，不易切入工件。一般錾削硬材料时，楔角以 $50^\circ \sim 60^\circ$ 为宜，錾削软金属时，楔角以 $30^\circ \sim 50^\circ$ 为宜。

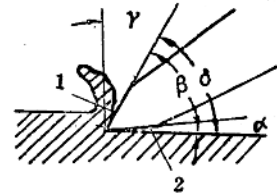


图1-8 錾子的几何角度
1. 前视图 2. 后视图

2. 錾削方法 錾削时应将工件牢固地夹持在虎钳上，并使被錾削部位与钳口上平面平行。对于大型零件，可就地錾削。

錾子的握持方法如图 1-9 所示，錾子尾端露出长度以 $10 \sim 15$ 毫米为宜。用手握持手锤时，锤柄后端露出 15 毫米左右。錾子与工件表面形成的后角 α 一般为 $5^\circ \sim 8^\circ$ 。若后角太大，会使錾子切入太深，錾不动；若后角太小，錾子易从表面滑出。

当錾削厚层金属时，应分几层錾。錾宽平面金属时，先用錾子錾出沟槽，再錾去形成的凸起部分。

将铁板錾成圆、方铁件时，可放在铁砧上或夹在虎钳上操作，先錾出槽痕后，再用手将

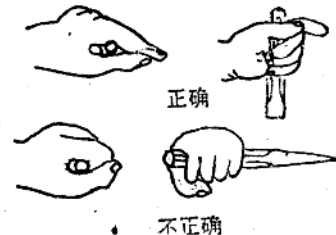


图1-9 錾子握持法

其压断或用手锤敲断。

锉软金属（如铜、铝）时，可用肥皂液或油涂于锉子的刃口上，以使锉削容易，并使锉削表面光滑。

五、刮 削

刮削是用刮刀在工件已加工过的表面上刮去一层很薄的金属层，以获得较高的尺寸精度和表面粗糙度。它是零件装配前所进行的一种精度较高的加工方法。

1. 刮削工具 刮刀，一般用碳素工具钢或轴承钢制成，头部刃口经淬火处理。按其形状可分为平面刮刀和曲面刮刀两类。平面刮刀又称铲刀，主要用于刮削平面，曲面刮刀用来刮削曲面如轴瓦、衬套等，常用的是三角刮刀和匙形刮刀。刮刀的刃口用钝后，应在油石上进行刃磨。

2. 刮削方法

(1) 平面刮削：刮削前先将工件表面涂一薄层有色涂料，置于标准平板上，用手压住工件进行对磨数次以后取下，然后用刮刀将凸起部分（即变为灰黑色的接触点部分）刮削掉，经反复多次后，用涂有薄层红丹油的标准平板进行检验。刮削的精度通常用 25×25 平方毫米面积内的接触斑点来确定。普通平面应有 $6 \sim 10$ 点；中级平面应有 $8 \sim 15$ 点；高级平面应有 $16 \sim 24$ 点；精密平面应有 25 点以上。

刮刀的操作有手推法和挺刮法两种，手推法见图1—10。

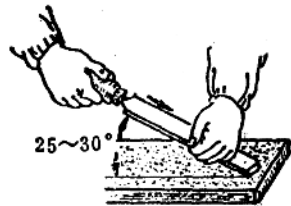


图1—10 手推法

(2) 曲面刮削：发动机曲轴合轴瓦时，需进行曲面刮削。将有色涂料均匀地涂在轴颈上，然后将轴放在轴瓦里并拧紧螺栓，转动数圈，再取出曲轴，用三角刮刀将轴瓦上的接触点刮去，反复多次，直到刮好为止。一般根据接触面积的百分比来检验，如果接触点分布均匀，接触面积在 75% 以上，即为合格。

在使用三角刮刀时，刀刃接触工件，加以适当压力，用腕力使刮刀沿曲面转动。开始刮削时压力要小，然后逐渐增加，当刃口的最高点转过后，再逐渐减少压力，以使刮刀离开工件表面时不产生刀痕。要避免刮刀振动，同时应变换刮削方向交叉刮削，以免工件表面出现波纹。

六、钻孔、扩孔、铰孔

1. 设备和工具

(1) 钻床：常用的钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床。台式钻床钻孔直径在 13 毫米以下；立式钻床钻孔直径有 25 毫米、 35 毫米、 40 毫米、 50 毫米等多种；摇臂钻床可以在不移动工件的情况下靠移动主轴来对中，因此钻孔效率较高，主要用于钻削大型或多孔工件的孔。

钻床除钻孔外，还可用于扩孔、铰孔、镗孔和攻丝等工作。为了避免损坏钻床，选用钻头时，其直径应小于钻床最大钻孔直径。

(2) 手电钻：用来钻小孔非常方便。操作时应注意以下几点：①认真检查导线是否完好正常；②操作时应带绝缘手套；③钻孔时压力不要过大；④发现电钻转速降低时，应减轻