

机械工人职业技能培训教材

初级

冷作工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中

6



机械工业出版社
China Machine Press

机械工人职业技能培训教材

初级冷作工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书重点介绍初级冷作工应掌握的基础理论知识和操作技能。内容主要包括专业数学知识,常用的各种材料和热处理知识,常用工量具的使用与制作,冷作工各工序如放样展开、备料、钢材矫正、弯曲成形、铆接和装配的基本知识及操作技能。同时,对与冷作工密切相关的电焊、气割也作了介绍。

本书可用于对在职技术工人进行培训、考核,也可作为技工学校的教学参考书,或供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

初级冷作工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编.
-北京:机械工业出版社,1999.12
机械工人职业技能培训教材
ISBN 7-111-07420-3

I. 初… I. 机… III. 钣金加工-技术培训-教材
N. TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 718 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李铭杰 版式设计:冉晓华 责任校对:林去菲

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 4 月第 1 版·第 2 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·7.875 印张·205 千字

4 501—8 000 册

定价:13.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委 员	于新民	田力飞	田永康	关连英
	刘亚琴	孙 旭	李明全	李 玲
	李超群	吴志清	张 岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施 斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	张广杰	参编	金光辉	
本书主审	徐德林	参审	张 帆	

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套,为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行,各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能,具备一定的包括职业技能在内的职业素质,才能胜任工作,把工作做好,为社会做出应有的贡献,实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天,更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体,是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何,直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下,企业之间的竞争,归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍,有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠,才能保证产品质量,提高生产效率,降低物质消耗,使企业获得经济效益;才能支持企业不断推出新产品去占领市场,在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训,重视工人培训教材等基础建设工作,并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间,先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种,《机械工人操作技能培训教材》85种,以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种,基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强,职业工种覆盖面广,层次齐备和成龙配套等特点,受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢

迎。

1994年以来,我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》,逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求,进一步提高机械行业技术工人队伍的素质,实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标,我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》,使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时,又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》,共87种,以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的,包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”(主要是“专业知识”部分)和“技能要求”分三册编写,适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用,对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等,另编写了公共教材,以利于单科培训和工人自学提高。试题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点,采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语;各工种教材则更加突出了理论和实践的结合,将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体,形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此,谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!教材中难免存在不足和错误,诚恳希望专家和广大读者批评指正。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

前言

第一章 基础知识	1
第一节 金属材料	1
第二节 热处理基本知识	7
第三节 辅助材料	11
第四节 加热炉	15
第五节 专业数学知识	16
第六节 金属防锈知识	33
第七节 起重安全知识	36
复习思考题	39
第二章 常用工具、量具的使用与制作	40
第一节 常用工具的使用与制作	40
第二节 常用量具的使用方法	54
复习思考题	56
第三章 备料知识	57
第一节 样板的制作	57
第二节 冲、剪下料	72
第三节 气割下料	91
复习思考题	102
第四章 钢材变形的矫正	104
第一节 矫正的基本知识	104
第二节 手工矫正	106
第三节 机械矫正	113
第四节 火焰矫正	126
复习思考题	133
第五章 弯曲成形	134

第一节 压弯	134
第二节 卷弯	144
复习思考题	151
第六章 装配	152
第一节 装配的技术基础	152
第二节 装配的准备工作	161
第三节 装配的基本方法	164
复习思考题	168
第七章 放样与展开	170
第一节 放样	170
第二节 展开	179
复习思考题	204
第八章 铆接	208
第一节 铆接的基本知识	208
第二节 铆接工艺	214
复习思考题	218
第九章 焊接	219
第一节 电弧焊	220
第二节 气焊	233
第三节 钎焊	240
复习思考题	241

第一章 基础知识

培训要求 掌握金属材料 and 热处理及防锈的基本知识，掌握实用的几何画图和数学计算知识；了解一些辅助材料的一般知识。

第一节 金属材料

冷作是从事金属结构制作的专业工种之一，主要是通过对各种金属材料进行下料、成形、矫正、装配等工序，来完成对产品的制作。因此，对于常用金属材料的牌号、性能及用途必须有所了解，才能合理地使用材料，并掌握正确的加工方法。

一、钢的分类

碳的质量分数低于 2.11% 的铁碳合金称为钢。钢的主要成分是铁 (Fe) 和碳 (C)，次要成分有硅 (Si)、锰 (Mn)、硫 (S)、磷 (P) 等。其中，硫、磷是有害元素。钢的分类方法很多，可按冶炼方法、钢材品质、化学成分、金相组织和用途等进行分类。

1. 按冶炼方法分类

(1) 按冶炼设备分

1) 平炉钢 平炉钢按炉衬材料可分为酸性平炉钢和碱性平炉钢。平炉钢的一般产品为碳素钢和低合金钢。

2) 转炉钢 转炉钢除分酸性和碱性外，还可分为底吹、侧吹、顶吹和空气吹炼和纯氧吹炼等转炉钢。转炉钢的主要产品是普碳钢，氧气顶吹转炉亦生产优质碳素钢和合金钢。

3) 电炉钢 广泛应用的是电弧炉钢。电弧炉钢的主要产品是各类合金钢。

(2) 按脱氧程度和浇注制度分

1) 沸腾钢 沸腾钢脱氧不完全, 钢的表面质量较好, 加工性能良好, 常用来加工各种不同厚度的钢板。沸腾钢冶炼过程中冷却用的脱氧剂少, 成本低, 没有缩孔。但它的缺点是: 化学成分不均匀, 耐蚀性和力学性能较差。

2) 镇静钢 镇静钢脱氧完全, 因而化学成分均匀, 各部分的力学性能也均匀。焊接性和塑性比较好, 耐蚀性较强。但这种材料的表面质量一般, 有缩孔, 同时成本也比较高。

3) 半镇静钢 半镇静钢介于沸腾钢和镇静钢之间, 兼有两者的优点。但它的生产过程较难控制, 故较少见。

2. 按化学成分分类

(1) 碳素钢

1) 工业纯铁 碳的质量分数 $\leq 0.04\%$ 。这类材料在金属结构制作中没有什么应用价值, 故很少见。

2) 低碳钢 碳的质量分数 $\leq 0.25\%$ 。是冷作工在实际工作中大量接触的一类钢材, 如 Q235、08、20 钢等。这类材料强度低, 塑性好, 具有良好的加工性, 特别适用于弯曲、拉深等工序。同时这类材料具有良好的焊接性。

3) 中碳钢 碳的质量分数在 $0.25\% \sim 0.6\%$ 之间。例如: 35 钢、45 钢以及一些低合金结构钢如 35CrMo、40Cr 等。这类材料的综合力学性能比较好, 加工性也比较好, 但焊接性稍差。

4) 高碳钢 碳的质量分数 $\geq 0.6\%$ 。例如: 65 钢、65Mn、T8、GCr6 等。这类材料硬度很高, 耐磨性好; 但塑性很差, 不易加工, 焊接性也很差。高碳钢一般多用来制造轴承、弹簧、工具和量、刃具等。冷作工使用的工具如划针、錾子、 90° 角尺等, 都是用高碳钢制作的。

一般情况下, 碳素钢中含碳量越高, 则钢的硬度越高, 强度也越高, 但塑性、可加工性、焊接性越差。

(2) 合金钢 钢中含有一种或多种合金元素的钢称为合金钢。按合金元素总的质量分数大小, 合金钢又可分为:

低合金钢 合金元素总的质量分数 $\leq 5\%$;

中合金钢 合金元素总的质量分数为 $5\% \sim 10\%$;

高合金钢 合金元素总的质量分数 $\geq 10\%$ 。

在低合金钢中常见的是普通低合金钢。普通低合金钢是在低碳钢的基础上,适当加入少量的硅、锰、矾、钛、铌和稀土等元素构成的。这类钢的强度比较高,综合力学性能比较好,并且有耐磨、耐蚀、耐低温的特性,同时具有良好的加工性和焊接性。冷作工大量接触的 Q345 (16Mn) 即为普通低合金钢。

对于中、高合金钢,由于冷作工很少接触,这里就不作详细介绍。

3. 按用途分类

钢按用途可以分为建筑及工程用钢、结构钢、工具钢、特殊性能钢和专业用钢五大类。

(1) 建筑及工程用钢 这类钢常用的有碳素结构钢 Q215、Q235、Q255,以及部分低合金高强度结构钢 Q295(09MnV)、Q345(12MnV、16Mn) 等。

(2) 结构钢 这类钢包括机械制造用钢、轴承钢和弹簧钢。其中机械制造用钢的品种最多,如优质碳素结构钢、合金结构钢以及一些超高强度钢,都列为机械制造用钢。

(3) 工具钢 这类钢专用于制作量具、刀具、模具。有碳素工具钢如 T8、T10 和在碳素工具钢的基础上加入一定量的合金元素构成的合金工具钢,如 9SiCr、CrWMn 等。工具钢中还有一类是高速钢,高速钢中合金元素的质量分数较高,是一种优质工具钢。常用的牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 等。

(4) 特殊性能钢 不锈钢耐酸钢、耐热钢、耐磨钢、低温用钢、电工用钢等等,都是特殊性能钢。冷作工大量接触的特殊性能钢是不锈钢耐酸钢,常用的牌号有 1Cr13、1Cr18Ni9Ti 等。

表 1-1 列出了部分常用钢的化学成分和力学性能。

表 1-2 列出了部分常用钢的主要特点和用途。

表 1-1 部分常用钢的化学成分和力学性能

牌号	类别	主要化学成分(质量分数, %)						力学性能		
		C	Si	Mn	P ≤	S ≤	Cr	$\sigma_s \geq$ /MPa	$\sigma_b \geq$ /MPa	$\delta_5 \geq$ (%)
Q235	碳素 结构钢	0.14~0.22	≤0.30	0.30~0.60	0.035	0.035	—	235	375~460	26
08	优质碳素 结构钢	0.05~0.12	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	—	195	235	33
20	优质碳素 结构钢	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	—	245	410	25
45	优质碳素 结构钢	0.42~0.50	0.17	0.37	0.035	0.035	—	355	600	16
Q345(16Mn)	低合金 结构钢	0.12~0.20	0.22~0.55	1.20~1.60	0.035	0.035	—	510~660	345	22
40Cr	合金 结构钢	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	—	—	0.80~1.10	980	785	9
T8	碳素 工具钢	0.75~0.84	≤0.35	≤0.40	0.03	0.035	—	(淬火) 60~44HRC		
W18Cr4V	高速钢	0.70~0.80	(W)17.5~19	(Mo)(V)1.0~1.4	1.0	—	3.80~4.40	(淬火) 63~66HRC		
65Mn	弹簧钢	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	0.035	0.035	—	785	981	(δ_{10}) ≥8
GCr15	轴承钢	0.95~1.05	0.15~0.35	0.20~0.40	—	—	1.30~1.65	—	—	—
1Cr18Ni9Ti	不锈钢 耐酸钢	≤0.12	≤1.00	≤2.00	—	—	17.0~19.0	—	—	—

表 1-2 部分常用钢的主要特点和用途

牌号	类别	特点	主要用途
Q235	碳素 结构钢	塑性好, 焊接性好, 用途广泛	轧制普通型材如角钢、槽钢、水煤气管等, 也可用来加工强度要求不高的零件
08	优质碳素 结构钢	塑性好, 冲压、拉深、弯曲性好	轧制高精度薄板, 用于冲压制品, 如各种贮器、搪瓷制品、仪表板等
20	优质碳素 结构钢	强度低、塑性好、焊接性良好	应力小、高韧性的机械零件, 如杠杆、轴套、起重钩、焊接钢管等

(续)

牌号	类别	特点	主要用途
45	优质碳素结构钢	热处理后可获得较好的综合力学性能	广泛用于各类运动零件,如传动轴、盘、辊子、齿轮、销等
16Mn	低合金结构钢	塑性较好,强度高,焊接性良好	建筑、桥梁、车辆、船舶、起重运输机械、压力容器等
40Cr	合金结构钢	热处理后可获得较高的强度和耐磨性	用于交变负荷、中等转速的零件,如轴、齿轮、销钉、高强度螺钉、螺母等
T8	碳素工具钢	工具钢中价格较低,但耐热性差,淬透性也差	低速切削刀具,手动工具如锉刀、刮刀、铲刀等
W18Cr4V	高速钢	耐热性中等,耐磨性好,淬火范围宽,热塑性稍差	各种刀具,包括形状比较复杂的刀具,用于加工一般钢和铸铁
65Mn	弹簧钢	合金元素少,成本较低,耐磨性较好	可制作较大尺寸的扁、圆弹簧,汽车离合器弹簧和制动弹簧等
GCr15	轴承钢	轴承钢中合金元素少、成本较低的一种	一般条件下的滚动件,如汽车、拖拉机、电动机、风机等的主轴轴承
1Cr18Ni9Ti	不锈钢耐酸钢	含碳量低,焊接性好	制作抗磁仪表、医疗器械、耐酸容器等设备和零件

二、常用有色金属

有色金属即非铁金属,分为轻金属、重金属、贵金属、半金属及稀有金属五大类。有色金属及其合金具有各种不同的特殊性能,在各工业部门获得广泛应用。

在实际生产过程中,冷作工接触较多的有色金属是铝和铜。

1. 铝 铝及其合金具有密度小(约 2.7g/cm^3)、比强度大、耐腐蚀性好的特点。同时,铝及其合金还具有导电、导热、无磁性的特性。由于铝的塑性大,容易加工成材、压延成形和铸造成形。所有这些,使铝及其合金在各工业部门中获得极其广泛的应用。

在机器制造业中应用的铝材料,大都以变形铝合金和铸造铝

合金的形式出现。变形铝合金包括工业纯铝、防锈铝、硬铝、锻铝、超硬铝、特殊铝合金等。

表 1-3 列出了部分常见铝合金的主要特点和用途。

表 1-3 部分常见铝合金的主要特点和用途

组别	牌号	主要特点	用途
纯铝	L4	导电性、导热性、耐蚀性良好,塑性大,强度低,可进行气焊,适宜各种压力加工	不受力的结构件、食品用具及装饰件等
	L6		
防锈铝	LF2	退火状态塑性大,有较高的疲劳强度,耐蚀性和焊接性良好,切削加工性稍差	承受中等载荷的零件及焊接件,如油箱、低压容器和铆钉、焊条等
	LF3		
	LF6	强度较高,耐蚀性好,退火状态塑性尚可,焊接性和切削加工性良好	焊接容器、受力结构件、蒙皮、骨架等
硬铝	LY1	热态下塑性良好,焊接性和加工性一般	普通铆钉等
	LY2		
	LY8	有中等抗剪强度,退火状态和刚淬火状态塑性尚可	中等强度铆钉
	LY12	退火状态和刚淬火状态塑性尚可,点焊性能良好,热处理后加工性尚可,耐蚀性差	高强度结构件,如骨架、蒙皮、梁、铆钉等 150℃以下工作的零件

2. 铜 铜属于重金属,其许多特点和特性与铝类似,如耐蚀性、导电、导热、无磁性等。在机械制造业中,铜也是以变形铜合金和铸造铜合金的形式得到广泛应用的。

铜及其合金一般是以其颜色分类的。

在变形铜合金中,有纯铜、黄铜(普通黄铜、铅黄铜、锡黄铜、铝黄铜、锰黄铜、铁黄铜)、青铜(铅青铜、锡青铜、铍青铜、硅青铜、镉青铜、铬青铜)和白铜(普通白铜、锰白铜、锌白铜)四大类。

在铸造铜合金中,有黄铜(普通黄铜、铅黄铜、硅黄铜、铝黄铜、锰黄铜、铁黄铜)、青铜(铅青铜、锡青铜、铝青铜)两大类。

表 1-4 列出了部分常见铜合金的主要特点和用途。

表 1-4 部分常见铜合金的主要特点和用途

组别	牌号	主要特点	用途
纯铜	T1 T2	有良好的导电、导热、耐蚀性,加工性、焊接性均比较好	导电、导热和耐蚀的器件,如电线、电缆、导电螺钉和各种管道等
	TUP	焊接性和冷弯性较好	水、油、气管,冷凝、蒸发、热交换器用管
黄铜	H96	有优良的塑性,易于冷热压力加工,焊接性良好,在大气和淡水中有很好的耐蚀性	导管、冷凝管、散热管、散热片及导电零件
	H62	有较高强度,热加工性好,冷态下塑性较好,耐蚀性、切削性、焊接性均好	各种构件如支座、接头、散热器零件、耐蚀件和各种铆钉、销钉、垫圈和导管等
	HSn62-1	在淡水和海水中有较高的耐蚀性,有较好的力学性能,切削加工性和焊接性均好	与海水和汽油接触的船舶零件
青铜	QSn4-3	有良好的弹性、耐磨性和抗磁性,切削加工性、压力加工性、焊接性均好,在大气、淡水和海水中耐蚀性较好	弹簧、簧片等弹性元件 化工器械和耐磨、抗磁性元件
	QAi9-2	力学性能较好,冷、热压力加工性和焊接性均好,在大气、淡水和海水中有较好的耐蚀性	船舶上零件,在 250℃ 以下工作的管配件和高强度零件

第二节 热处理基本知识

将固态金属或合金,采用适当的方式进行加热、保温和冷却,以获得所需要的组织结构与性能的工艺称为热处理。按其特点热处理可分为一般热处理、化学热处理和表面热处理三种。冷作工需要了解并掌握一些热处理的基本知识。

一、退火

将金属或合金加热到适当温度,保持一定时间然后缓慢冷却

的热处理工艺称为退火。

退火的目的:通过改变材料的组织结构,可以消除材料由于各种原因产生的应力,降低材料的硬度,提高塑性,改善材料的切削加工性和压力加工性。

退火有如下应用:

1)一些铸件、锻件、热轧件、冷拉件以及焊接结构件成形后,由于各种原因,如铸件由于形状的特殊、锻件终锻温度的影响,造成各部位冷却速度的不一致,焊接件承受了不均匀的加热等,其内部都会产生一定的内应力,对其进一步加工和使用会产生影响。通过退火处理,可以消除内应力,以利进一步加工和保证其在使用中保持形状稳定。

2)有些材料在浇注成形或锻压、轧制成形后,其内部组织、成分很不均匀,或硬度很高、塑性很差。通过退火处理,可以改变内部组织结构,降低硬度,提高塑性,改善材料的加工性。

冷作工在工作中也常会遇到这样的问题,例如:在剪切、冲裁、冲压、弯曲等工序,有些材料需经退火处理后,方可进行上述工序的加工。

表 1-5 介绍了球墨铸铁的热处理规范。

表 1-5 球墨铸铁的热处理规范

名 称	热处理目的	保温温度/℃	保温时间/h	冷却方式	出炉温度/℃
低温退火	消除内应力	620~650	2~8	炉冷	200~150

表 1-6 介绍了几种常用结构钢为降低硬度而实施完全退火的工艺规范。

表 1-6 常用结构钢的完全退火工艺规范

名 称	热处理目的	钢 号	退火温度/℃	退火后硬度 HBS
完全退火	均匀组织 降低硬度	40Cr	830~850	149~207
		42CrMo	840~860	197~241
		35CrMo	840~860	197~241
		65Mn	800~820	179~229

表 1-7 列出了几种常用工具钢、轴承钢为降低硬度而实施球化退火的工艺规范。

表 1-7 常用工具钢、轴承钢的球化退火工艺规范

名称	热处理目的	钢 号	加热温度/ ℃	保温温度/ ℃	保温时间/ h	退火后硬度 HBS
球化退火	降低硬度 提高塑性	T8	740~760	650~680	2~3	140~187
		T10	750~770	680~700	2~3	149~197
		CrMn	770~800	700~730	3~4	197~241
		GCr15	790~810	710~720	3~4	179~229
		Cr12	850~870	720~750	3~4	207~255
		W18Cr4V	840~860	720~750	4~5	207~255

表 1-8 列出了为消除焊接与加工应力而实施的低温退火(即消应力处理)工艺规范。

表 1-8 消除焊接与加工应力的低温退火工艺规范

类 别	加热速度	加热温度/℃	保温时间/h	冷却速度
焊接件	≤300℃装炉 100~150℃/h	500~550	2~4	炉冷至 300℃ 出炉空冷
消除加工应力	到温装炉	400~550	2~4	炉冷或空冷

注:1. 对薄壁、易变形焊接件,退火温度应取下限。

2. 要求保持原有硬度工件,去应力退火加热温度比最后一次回火温度低 20~30℃。

二、淬火

将钢件加热到 A_{c3} 或 A_{c1} 点以上某一温度,保持一定时间,然后以适当速度冷却获得马氏体和(或)贝氏体组织的热处理工艺称为淬火。

淬火的目的是:通过改变材料的组织结构,可以提高材料的硬度