

浙江省农民与农村预备劳动力
职业技能培训系列教材

浙江省教育厅组织编写
本册主编 金水平
浙江科学技术出版社

焊工

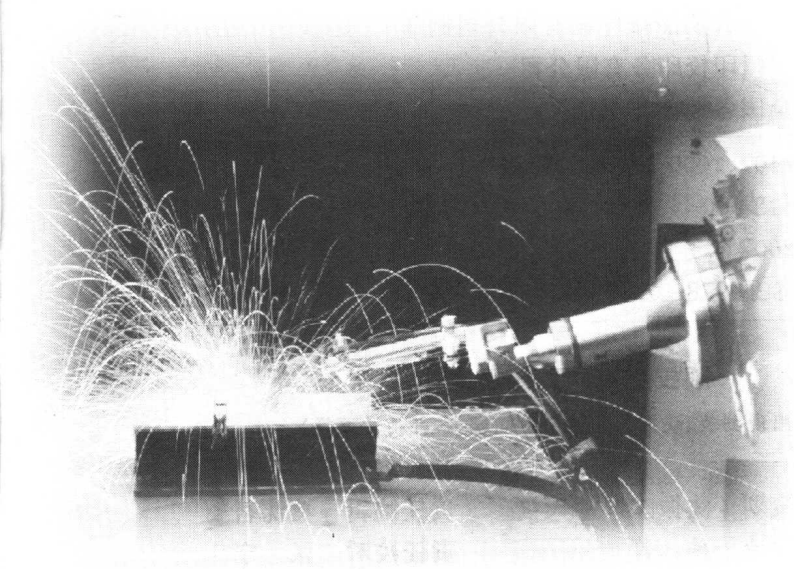
ZHEJIANGSHENG
NONGMIN YU NONGCUN
YUBEI LAODONGLI
ZHIYE JINENG PEIXUN
XILIE JIAOCAI

浙江省农民与农村预备劳动力职业技能培训系列教材

焊 工

浙江省教育厅组织编写

本册主编 金水平



浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工/浙江省教育厅组织编写. —杭州:浙江科学技术出版社, 2007. 6

(浙江省农民与农村预备劳动力职业技能培训系列教材)

ISBN 978-7-5341-3068-7

I. 焊... II. 浙... III. 焊接—技术培训—教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 066876 号

丛 书 名 浙江省农民与农村预备劳动力职业技能培训系列教材
书 名 焊工
组织编写 浙江省教育厅
本册主编 金水平

出版发行 浙江科学技术出版社

杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006

联系电话: 0571-85103059

E-mail: ccttff@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司制作
印 刷 杭州印校印务有限公司
经 销 全国各地新华书店

开 本 710×1000 1/16 印张 10.75
字 数 218 000
版 次 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5341-3068-7 定价 14.80 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社负责调换)

丛书策划 沈振杰 褚天福 责任编辑 莫沈茗
封面设计 孙 菁 责任校对 张 宁
责任出版 田 文

编辑指导委员会

主 任 鲍学军

副 主 任 叶向群 方展画

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 彦 叶志林 杨官校

余雨生 邹学伟 沈素娥

张惠平 陈良玉 胡惠华

顾朝渔 黄国汀 董亮明

程江平 谢益荣 楼永木

本册主编 金水平

编写人员 金水平 徐章宏 王东风

本册审稿 包镇回 叶金贤 沈敏光

前言

开展农村预备劳动力培训,提高社会新增劳动力素质,是建设社会主义新农村、构建社会主义和谐社会的一项战略性举措。为配合各地开展农村预备劳动力培训,切实提高培训质量和培训效益,浙江省教育厅组织编写了浙江省农民与农村预备劳动力职业技能培训系列教材。系列教材包括《职业道德与法律常识》、《择业与创业指导》、《安全常识》3册公共课教材和各主要职业工种的专业培训教材,针对农村预备劳动力培训的特点和要求,突出了专业培训和技能训练,供各地开展农村预备劳动力培训时使用,同时适合农村劳动力转移技能培训、企业职工岗位技能培训以及农民和企业职工“双证制”教育培训等。

本教材为专业培训教材,是以国家劳动和社会保障部《焊工》初级职业技能标准为依据编写的。

本教材以职业活动为导向,以职业技能为核心,从培养学生的良好学习习惯出发,打破传统学科界限,力求将相关知识进行有机整合。有关焊接的知识编写较详细,与焊接相关的学科知识则以实用、够用为原则,部分内容需要在教学时加以补充或学生课外查阅。技能训练则以典型的初级工技能考核项目为主。

全书分九个模块,约需150课时,各模块教学参考课时数如下:

内 容	理论课时数 (含查阅相关资料)	实训课时数 (含参观、调查等)
基础知识	22	7~8
焊条电弧焊	7~8	28~32
气焊与气割	8~9	22~28
手工钨极氩弧焊	4	4
二氧化碳气体保护焊	6	4
碳弧气刨	3	4~5
* 其他焊接方法	6~8	4~5
焊接缺陷的识别与防止	6	4~5
考核要求与训练	4	2

注：带 * 为选修内容。

本书由金水平、徐章宏、王东风编写，金水平主编。精加工及焊接技术工程师张驰勋对书稿提出了不少宝贵意见。由于时间仓促，经验不足，书中不足和错误之处在所难免，恳请各使用单位和个人提出宝贵的意见和建议。

编 者

2007 年 3 月

目 录

CONTENTS

模块1 基础知识

第一单元	焊接基础知识	1
第二单元	常用焊接材料	10
第三单元	常用焊接接头及焊缝形式	16
第四单元	常用焊接工具及设备	24

模块2 焊条电弧焊

第一单元	焊条电弧焊的安全操作常识	34
第二单元	低碳钢板的平焊	36
第三单元	低碳钢板的立焊	46
第四单元	低碳钢板的横焊	50
第五单元	低碳钢板的仰焊	52
第六单元	管材的焊接	56

模块3 气焊与气割

第一单元	气焊、气割的常规操作规程	61
第二单元	气焊、气割的安全操作常识	69
第三单元	气焊、气割的工艺参数选择与操作准备	74
第四单元	不同材料的气焊应用	79
第五单元	不同材料的气割应用	87

模块4 手工钨极氩弧焊

第一单元	手工钨极氩弧焊的常规操作规程	92
第二单元	手工钨极氩弧焊的安全操作常识	98

第三单元 手工钨极氩弧焊的应用实例	100
-------------------------	-----

模块5 二氧化碳气体保护焊

第一单元 二氧化碳气体保护焊的常规操作规程	103
第二单元 二氧化碳气体保护焊的安全操作常识	109
第三单元 二氧化碳气体保护焊的应用实例	111

模块6 碳弧气刨

第一单元 碳弧气刨的常规操作规程	114
第二单元 碳弧气刨的安全操作常识	118
第三单元 碳弧气刨工艺参数的选择及操作准备	120
第四单元 碳弧气刨的应用实例	123

* 模块7 其他焊接方法

第一单元 埋弧焊	125
第二单元 电渣焊	133
第三单元 电阻焊	139
第四单元 组合焊	144

模块8 焊接缺陷的识别与防止

第一单元 焊件外部缺陷的识别与防止方法	148
第二单元 焊件内部缺陷的识别与防止方法	152

模块9 考核要求与训练

第一单元 考核要求	157
第二单元 考核训练	159

模块 1

基础知识



通过本模块的教学,使学员知道焊接的定义、类型以及常用金属材料 and 焊接材料,能识读各种焊接接头、焊缝符号及标记,会使用焊接工具、设备。

第一单元 焊接基础知识

一、焊接的定义及分类

在机械制造中,经常需要将两个或两个以上零件按一定的形式和位置连接在一起。常用的连接方式有两种:一种是机械连接(临时性连接),可以拆卸,如螺栓连接、键连接等;另一种是永久性连接,不能拆卸,如铆接、焊接等,如图 1-1-1 所示。

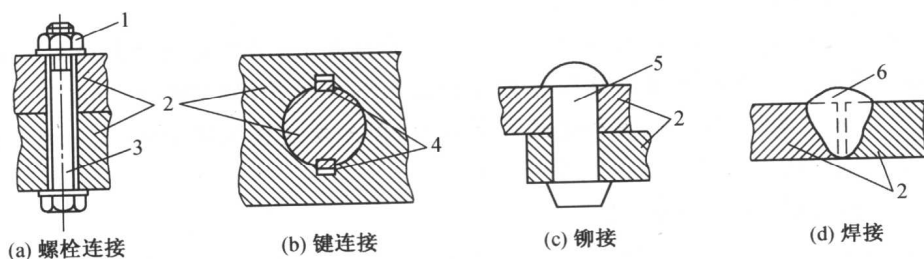


图 1-1-1 零件连接方式

1—螺母 2—零件 3—螺栓 4—键 5—铆钉 6—焊缝

焊接不仅可以连接金属材料,而且可以实现某些非金属材料的连接,如玻璃焊接、塑料焊接等。在工业生产中,焊接主要用于金属与金属间的连接,发达国家的钢产量有 50% 左右是通过焊接来达到其使用要求的。

1. 焊接的定义

焊接就是通过加热、加压,或两者并用,并且用或不用填充材料,使工件的材质达到原子间的结合而形成永久性连接的工艺过程。

2. 焊接的分类

通常按焊接过程的特点分为熔化焊、压力焊和钎焊三类。

(1) 熔化焊。是指将待焊处的母材熔化以形成焊缝的焊接方法。当被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池时,同时向熔池中加入(或不加入)填充金属,金属原子之间便相互扩散和紧密接触,冷却凝固后便形成牢固的焊接接头。常见的熔化焊有焊条电弧焊、气焊、埋弧焊、氩弧焊等。

(2) 压力焊。是指在焊接过程中必须对焊件施加压力(加热或不加热)以完成焊接的方法。在施加压力的同时,被焊金属接触处可以加热至熔化状态,如点焊和缝焊;也可以加热至塑性状态,如电阻焊、锻焊和摩擦焊;也可以不加热,如冷压焊和爆炸焊等。

(3) 钎焊。是硬钎焊和软钎焊的总称。它是用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点且低于母材熔点的温度,利用液态钎料润湿母材填充接头间隙,并与母材相互扩散实现连接。常见的钎焊有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

金属焊接方法的分类如图 1-1-2 所示。

YUEDU

阅 读 材 料

焊接技术的先进程度是衡量一个国家工业发达程度的重要指标。从焊接工程观点出发,焊接方法可分为三大类:传统的焊接方法、高能束焊接方法和特种焊接方法。

1. 传统焊接方法的发展

在传统焊接方法中,熔化极气体保护焊的发展最快,其次是钨极氩弧焊(TIG 焊)和埋弧焊。焊条电弧焊将逐渐被熔化极惰性气体保护焊(MIG 焊)/熔化极氧化性气体保护焊(MAG 焊)焊和埋弧焊所淘汰,国外发达国家中 80% 以上的焊接工作量是由 MIG/MAG 焊和埋弧焊完成。

2. 高能束焊接方法的发展

工业生产中应用最广的高能束焊接方法有:等离子弧焊、电子束焊和激光焊,其热源的能量密度高,可熔化任何金属材料,有较高的经济价值,工业应用前景广阔。

3. 特种焊接方法的发展

焊接机器人的发展给特种焊接应用提供了广阔的空间。工业生产中,应用最多的焊接机器人分两类:一类是接触点焊机器人,另一类是弧焊机器人。后者有 MIG 焊机器人、TIG 焊机器人、CO₂ 和 MAG 激光焊机器人、等离子弧焊机器人、双热源焊接机器人和等离子粉末喷焊机器人等。

查一查

喷涂技术的发展状况及应用原理,复合热源焊接的原理。

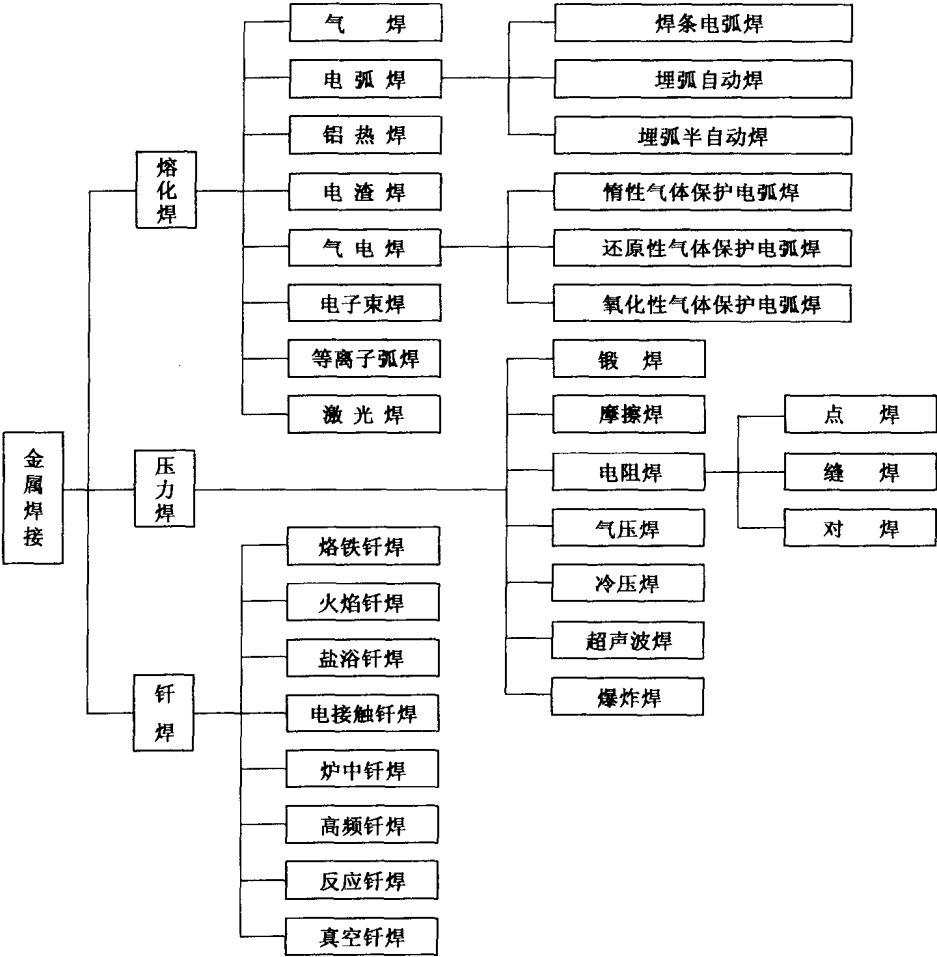


图 1-1-2 金属焊接方法分类

二、金属材料与热处理基础

1. 金属材料性能

金属材料的性能是选择材料的主要依据。金属材料的性能一般分为工艺性能

和使用性能,工艺性能是指金属材料从冶炼到成品的生产过程中,在各种加工条件下表现出来的性能;使用性能是指金属材料在使用条件下表现出来的性能。使用性能又包括物理性能、化学性能和力学性能。

(1) 金属材料的物理性能。金属材料的物理性能是金属材料所固有的属性,它包括密度、熔点、导热性、热膨胀性、导电性和磁性等。

① 密度。金属材料的密度即是单位体积金属的质量,一般用符号“ ρ ”表示,表达式为 $\rho = \frac{m}{V}$,其单位为 kg/m^3 。

根据密度的大小,金属材料可分为轻金属和重金属。密度小于 $4.5 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的金属叫做轻金属,如铝;密度大于 $4.5 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的金属叫做重金属,如铜。

② 熔点。金属材料从固体状态向液体状态转变时的温度称为熔点。熔点一般用摄氏温度($^{\circ}\text{C}$)表示。各种金属都有其固定熔点。熔点对于金属和合金的冶炼、锻造、焊接来说,是重要的工艺参数。

熔点低于 1000°C 的金属称为低熔点金属,熔点在 $1000 \sim 2000^{\circ}\text{C}$ 的金属称为中熔点金属,熔点高于 2000°C 的金属称为高熔点金属。

③ 导热性。金属材料传导热量的能力称为导热性。导热性的大小通常用热导率来衡量,热导率符号为“ λ ”,其单位是 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。金属的导热性以银为最好,铜、铝次之。

④ 热膨胀性。金属材料在受热时体积会增大,冷却时则会收缩,这种现象称为热膨胀性。在铺设铁轨、架设桥梁、金属工件加工过程中测量尺寸等时都要考虑到热膨胀的因素。

⑤ 导电性。金属材料传导电流的性能称为导电性。衡量金属材料导电性能的指标是电阻率,符号为“ ρ ”,其单位是 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。所有的金属都具有导电性,但各种金属材料的导电性各不相同,其中以银为最好,铜、铝次之。

⑥ 磁性。金属导磁的性能称为磁性。具有导磁能力的金属材料都能被磁铁吸引。铁、钴等为铁磁性材料,锰、铬为顺磁性材料,铜、锌等为抗磁性材料。

(2) 金属材料的力学性能。金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下所表现出来的抵抗性能。金属材料的力学性能指标主要有强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

① 强度。是金属材料在静载荷作用下抵抗变形和破坏的能力。按作用的外力性质,强度又分为抗拉、抗压、抗扭、抗弯、抗剪等的强度。最常用的强度是抗拉强度或强度极限 σ_b 。

② 塑性。是金属材料在静载荷作用下产生永久变形而不被破坏的能力。塑性指标用伸长率 δ 和断面收缩率 φ 来表示。

δ 、 φ 值越大,表示材料的塑性越好。材料具有塑性才能进行压力加工,塑性好的材料制成的零件在使用时也较安全。

③ 硬度。是衡量金属材料软硬的一个指标。一般认为,硬度是指金属材料抵

抗硬物压入其表面的能力。硬度也是设计图样的技术参数之一。

硬度试验方法可分为压入法和刻划法。在生产上,最常用的是压入法硬度试验,即布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HRC、HRB、HRA)和维氏硬度(HV)。

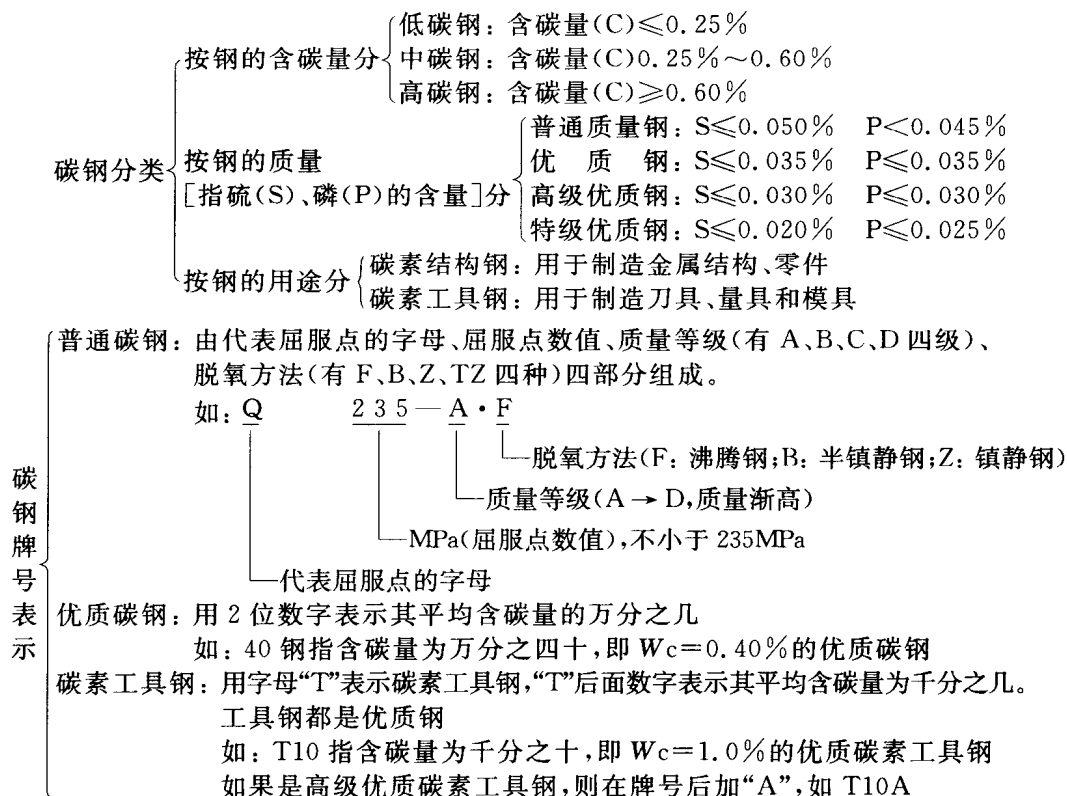
④ 韧性。金属材料抵抗冲击载荷作用而不被破坏的能力称为韧性。材料的冲击韧性一般在一次摆锤冲击试验机上进行测试。试样在冲断时缺口处截面积所消耗的冲击吸收功,称为冲击韧度或冲击值,常用 α_k 表示,其单位为 J/cm^2 。

⑤ 疲劳强度。金属材料在无限多次交变载荷作用下而不被破坏的最大应力称为疲劳强度或疲劳极限。实际上,金属材料并不可能作无限多次交变载荷试验,所以试验时一般规定,黑色金属在经受 10^7 次、有色金属在经受 10^8 次交变载荷作用时不产生断裂的最大应力称为疲劳强度。当施加的交变应力是对称循环应力时,所得的疲劳强度用 σ_{-1} 表示。

2. 金属材料的分类及牌号表示

金属材料分有色金属和黑色金属两类,前者常用的有铝和铝合金、铜和铜合金、轴承合金等,后者又分为碳钢、铸铁和合金钢等。

(1) 碳钢的分类与牌号举例。碳钢也叫碳素钢,它是含碳量小于 2.11% 的铁碳合金。它还含有少量的硫、磷、锰、硅等元素。



(2) 合金钢的分类与牌号举例。合金钢就是在碳钢基础上为改善钢的特殊性能,在冶炼时加入其他合金元素而形成的钢。常用合金元素有硅(Si)、锰(Mn)、铬(Cr)、镍(Ni)、钨(W)、钼(Mo)、钒(V)、钛(Ti)、铝(Al)、硼(B)及稀土元素镱(Re)等。

合金钢分类	合金结构钢: 主要用于制造重要的机械零件和工程结构, 如 16Mn、20Cr 等
	合金工具钢: 主要用于制造重要的刀具、量具和模具, 如 9SiCr、GCr15、W18Cr4V 等
	特殊性能钢: 具有耐热、耐腐蚀、耐磨性能的钢, 如 Cr13、4Cr9Si2、ZGMn13 等
合金钢的牌号	合金结构钢: 用“2 位数字+元素符号+数字”表示。如 60Si2Mn, 指含碳量为 0.60%, 含硅约 2% 左右, 含锰 < 1.5%。当合金含量大于 1.5%、2.5%、3.5%……则在相应元素符号后标出 2、3、4……
	合金工具钢: 与结构钢牌号基本相同, 区别之处在于用 1 位数字表示其含碳量为千分之几, 当含碳量大于或等于 1% 时不标出。如 9SiCr 的平均含碳量为 0.9%, 硅、铬含量均小于 1.5%; W18Cr4V 其含碳量大于 1%, 所以不标含碳量
	特殊性能钢: 其牌号表示与合金工具钢相似。如不锈钢 2Cr13 指含碳量为 0.2%, 含铬为 13%

(3) 铸铁分类与牌号举例。铸铁是指碳含量大于 2.11% 的铁碳合金。一般含碳量 2.11% 是钢和铸铁的分界线。

铸铁分类	灰口铸铁: 碳在铸铁中呈片状石墨存在。如: HT100、HT350 (HT 指灰铁, 350 指最低抗拉强度 350MPa)
	可锻铸铁: 碳在铸铁中呈团絮状石墨存在。如: KTH300—06、KTZ700—02
	球墨铸铁: 碳在铸铁中呈球状石墨存在。如: QT400—18、QT900—2
	白口铸铁: 碳在铸铁中绝大部分以碳化三铁形式存在, 无牌号

查一查

通过上网或到图书馆查阅相关金属学知识, 了解金属材料的类型及主要用途, 尤其关注有色金属和非金属材料的发展及应用。



3. 钢的热处理基础知识

钢的热处理是指用适当方式将钢在固态下进行加热、保温和冷却, 从而改变其内部组织结构, 得到所需性能的一种工艺方法, 见图 1-1-3。因加热方式、保温时间、冷却方式的不同, 热处理类型很多, 主要有普通热处理

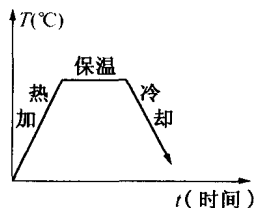


图 1-1-3 钢的热处理



理(分退火、正火、淬火、回火,俗称“四把火”)、表面热处理(包括表面淬火和表面化学热处理)、特殊热处理(包括形变热处理、真空热处理)等。

(1) 退火。退火就是将钢加热到临界温度以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$,保温一段时间,然后缓慢地冷却到室温的热处理工艺。钢的退火是为了获得接近于平衡状态的组织,降低硬度,提高塑性,细化晶粒,消除残余应力,防止变形和开裂。

(2) 正火。正火就是将钢加热到 A_{c3} 或 A_{ccm} 以上 $50\sim 70^{\circ}\text{C}$,保温一段时间,随后在静止的空气中冷却下来的热处理工艺。

正火与退火的区别在于正火的冷却速度比退火快,所以正火钢的组织较细,其强度、硬度较退火处理的高。

(3) 淬火。淬火就是将钢加热到临界温度(A_{c1} 或 A_{c3})以上的某一温度,经保温后快速冷却,以获得马氏体组织的热处理工艺。

淬火是为了获得马氏体组织,提高钢的硬度、强度和耐磨性,为工件的最终回火热处理做好准备,使工件获得良好的使用性能。

(4) 回火。回火是把淬火后的工件加热到 A_{c1} 以下的某一温度(700°C 以下),保温一定时间,以适当方式冷却到室温的热处理工艺。

回火是淬火后紧接着的一种工艺,通常也是热处理的最后一道工序,因此常把淬火加回火作为最终热处理。回火的目的是减少钢的内应力,防止变形和开裂,稳定组织,提高钢的韧性,适当调整钢的强度和硬度。

(5) 调质处理。淬火加高温回火的热处理工艺叫做钢的调质处理。钢材调质后具有足够的强度和较好的韧性。钢材的调质处理主要用于结构钢,含碳量在 $0.2\%\sim 0.5\%$ 。调质后得到的组织是回火索氏体。

三、电工常识

电能是现代社会工农业生产和人类生活中不可或缺的,认识和利用好电能非常必要。

1. 电流的产生及分类

(1) 电流的产生。电荷在导体中做定向移动就产生电流。如金属中自由电子的定向移动、电解液或气体中的离子移动都会产生电流。规定正电荷移动方向为电流方向。

(2) 电流的分类。电流分直流电流和交流电流。

① 直流电。凡电流的方向不随时间变化而变化的电流叫直流电,其大小可以变化。

② 交流电。凡电流方向随时间变化而变化的电流叫交流电。

2. 电流的度量

电流的大小用电流强度表示,简称电流。直流电流用 I 表示,它是单位时间 t

内通过导体横截面的电量 Q 。电流与电量的关系是 $I = Q/t$ 。当电量单位用库仑，时间单位是秒时，则电流单位是安培，用“A”表示。

3. 电流与电压、电阻的关系

为了使电荷做定向移动，就必须有一种推动电荷移动的电场。接入电源的导线上两点之间的能级差称为电位差，也即电压。有了电位差，导体就处于电场之中，自由电子就能定向移动。恒定电压用“U”表示，单位是伏特，简称“伏”，用“V”表示。

电流在通过导体时会受到阻力，我们称之为电阻，常用“R”表示，单位是欧姆，用“ Ω ”表示。在其他条件不变的情况下，导线的截面积越大，电阻越小，导线越长，电阻越大。因电量很难测量，所以，平时电流计算用公式 $I = U/R$ 表示，该公式就是欧姆定律表达式。

4. 简单的串、并联电路

我们把电流通过的路径叫电路。

把几个用电设备一个个地串联在一起接到电源上的电路叫串联电路，如图 1-1-4 所示。串联用电器(电阻)越多，电流就越小，每个用电器上分到的电压也就越小。 $U = U_1 + U_2$, $I = U/(R_1 + R_2)$ (U 为电源电压)。

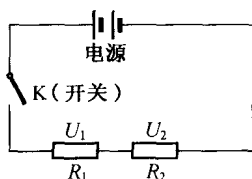


图 1-1-4 串联电路

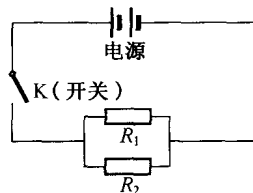


图 1-1-5 并联电路

将几个用电设备并接在一起接到电源上的电路叫并联电路，如图 1-1-5 所示。并联用电器越多，电路中总电阻越小，其总电流就越大。日常民用电是多个电器的并联， $I_{\text{总}} = U/R_{\text{总}}$, $1/R_{\text{总}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$ 。

5. 电与磁的关系

(1) 电流的磁效应。通电导线周围有磁场，磁场方向可由右手定则判定。直线电流产生的磁场方向如图 1-1-6 所示，其方法是：右手握住导线，使大拇指指向电流方向，四指弯曲方向就是磁场方向。通电线圈产生的磁场方向如图 1-1-7 所示，其方法是：右手握住线圈，使四指弯曲指向电流方向，则大拇指方向就是磁场方向。

特别提示

同为右手定则，判定直导线磁场方向时，四指方向为磁场方向，而判定线圈时则四指方向为电流方向。



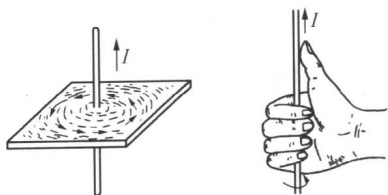


图 1-1-6 直线电流的磁场方向

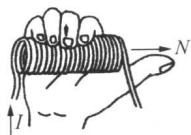


图 1-1-7 通电线圈的磁场方向

(2) 磁场的电效应。磁场也可以产生电流,但要有条件。首先要有闭合回路,如图 1-1-8 所示, B 为磁场强度;其次是通过回路中的磁场强度 B 与回路面积 S 的乘积要发生变化,即 $B \cdot S$ 要变化。

因 $B \cdot S$ 的变化使回路中感应出电流的现象叫电磁感应。

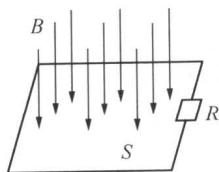


图 1-1-8 磁场的电效应

想一想

由电与磁的关系不难发现:变化电流会产生变化磁场,变化的磁场同样会使闭合回路产生变化电流。那么,你知道变压器的原理吗?



调查园地

一、调查项目

热处理工艺调查。

二、调查目的及要求

1. 调查目的

通过调查,使学员知道热处理的分类和工艺过程,增强对金属材料的性能和热处理工艺的感性认识。

2. 调查要求

每组参观、了解 1~2 个热处理工艺车间,分析并记录工人师傅是怎样控制加热温度的,采取怎样的冷却方式,常用的冷却介质有哪些。写一份关于钢的热处理工艺的调查报告。

三、组织形式及时间安排

每 10~15 人为一组,每一小组安排一位带队教师,注意纪律,确保交通安全(可以采取灵活交通方式,但必须集体行动),决不准学生单独行动。可安排半天至一天时间。