

劳动和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

21 世纪高等职业教育
规划教材
双证系列

机械制造基础

主 编 胡翔云

副主编 龚洪浪 刘红芳

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书是在总结多年高职机械专业教学和实践的基础上,参考大量文献资料,整合传统的金属工艺学、机械制造工艺、金属切削机床与切削原理等相关课程编写而成的。书中融入了国家有关职业技能(中、高级工)标准中所要求的知识。本书可作高职院校数控、模具等机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

前 言

本书是编者在总结多年实践和教学经验的基础上,广泛吸收有关高职院校教学改革的成功经验,并参考大量文献资料编写而成的。本书可作为高等职业技术教育数控技术专业、模具设计与制造专业及其他相近专业的通用教材或职业技能鉴定培训教材,也可供有关工程技术人员参考。

本书具有如下特色:

(1) 注重高等职业教育的特点,基本理论以“必需、够用”为原则,突出实践性、启发性和科学性,以讲清基本概念、基本原理为主,避免繁杂的计算和推导。

(2) 注重课堂教学和实践教学的有机结合,在相关章节后安排有实验环节。这是对课堂教学内容的重要补充,能增进学生对理论知识的理解,激发学生学习兴趣,提高学习效果。请选用本书的有关院校注意。

(3) 注重知识的连贯及课程体系的协调。本书对传统的金属工艺学、机械制造工艺、金属切削机床及切削原理等相关课程进行了整合,避免了不必要的重复。这样可大大缩短课堂教学时间。推荐课堂教学时间为80~90学时、实验教学20学时(不含金工实习)。

(4) 本书编写时融入了国家有关职业技能(中、高级工)标准中所要求的知识,特别适合开展“双证”教学的院校和单位使用。

(5) 充分考虑了学生的认知规律。力求用简明易懂的语言、常见的实例来解释有关概念、原理,不过分强求定义的严密性。使学生易于接受,从而增强学习兴趣。

参加本书编写的人员有:胡翔云(第1、2、3、4章)、刘红芳(第5、6、7、8章)、龙涛(第9章)、谢超明(第10章)。全书由胡翔云任主编,龚洪浪、刘红芳任副主编。

本书编写时参考了国内出版的同类书籍,在此特向有关书籍的作者表示衷心感谢!

限于编者水平,加之时间仓促,书中不妥之处恳请读者批评指正。

编 者

于2007年3月

序

机械制造基础是一门研究工程材料及其加工方法的综合性技术学科。它是发展国民经济重要的基础学科之一,在我国有着悠久的历史。从距今6 000年前的仰韶文化开始,人们就已会炼制和使用黄铜。商周时期,青铜冶炼、铸造技术已达到很高水平。秦汉时期,我国的先民已熟练掌握铁的冶炼和锻、焊技术。明代宋应星所著的《天工开物》中,记载有冶铁、铸钟、锻铁、淬火等各种金属加工方法,它是世界上有关金属工艺最早的著作之一。

近年来,我国机械工业得到了空前发展,已逐渐成为世界制造中心。随着改革开放的深入,各种机械制造新工艺、新材料、新方法在国内得到了推广和应用,一大批高精技术装备得以开发,一些关键技术有所突破。为国民经济的发展作出了重要贡献。如五轴联动叶片加工中心、大型数控龙门车铣中心、五面体加工中心、大型车削中心、柔性生产线等已实现产业化。我国在超硬材料、复杂刀具等方面也取得了长足进步。高效率、高精度、较高寿命的国产刀具市场占有率不断提高,数控刀具的生产应用也粗具规模。

机械制造基础的内容主要包括工程材料、金属材料的改性、金属的热加工、金属的切削加工等方面的知识。学习本课程的目的使学生掌握常用的工程材料的性能及其加工工艺,为学习专业课以及今后从事一线技术工作打下良好的基础。

1. 通过学习本课程,要求学生掌握的内容

- (1) 了解常用工程材料,尤其是金属材料的性能、使用范围和选用原则。
- (2) 初步掌握各种加工方法的基本原理和适用范围。
- (3) 初步掌握简单零件的加工工艺。
- (4) 了解机械加工设备的基本特点和应用范围。
- (5) 了解机械加工刀具、夹具和零件装夹的一般知识。

2. 学习本课程时应注意的问题

(1) 机械制造基础内容很广,金属材料种类繁多,加工方法众多,要较好地掌握这门学科,必须善于分类,善于对不同工程材料和加工方法进行对比和总结,力求在头脑中建立清晰的知识脉络并形成体系。

(2) 理论联系实际,重视参观、实验和实习等实践活动。本课程实践性非常强,必要的参观、实验和实习活动是必不可少的。本教材在相关章节后安排有实验

环节,教师可根据学校实际进行选择。此外,学生还应重视金工实习,要善于联系金工实习的亲身体验学习本课程。

(3) 善于观察、勤于分析。注意观察生活中有关材料和机械使用方面的实际情况,结合教材知识加以分析和思考。必要时还应勤查有关方面的书籍,加深对有关知识点的理解,为今后从事一线技术工作打下坚实的基础。

目 录

第 1 章 金属材料的性能	1
1.1 金属的力学性能	1
1.2 金属的理化及工艺性能	7
复习思考题	8
实验一 金属力学性能实验	8
第 2 章 金属的晶体结构与结晶	21
2.1 金属的晶体结构	21
2.2 金属的实际晶体结构	24
2.3 纯金属的结晶	26
2.4 合金的结构	28
2.5 铁碳合金	30
复习思考题	35
实验二 铁碳合金平衡组织观察	35
第 3 章 钢的热处理	38
3.1 钢在加热和冷却时的组织转变	38
3.2 钢的退火和正火	42
3.3 钢的淬火和回火	43
3.4 钢的表面热处理	45
3.5 钢的热处理新工艺简介	48
3.6 热处理的工艺性	50
复习思考题	50
实验三 观察碳素钢在不同热处理方法下硬度及显微组织的变化	51
第 4 章 常用工程材料	53
4.1 工业用钢	53
4.2 铸铁	63

4.3	其他合金	65
4.4	非金属材料	69
	复习思考题	72
	试验四 钢铁材料的鉴别方法	72
第5章	铸造成形	78
5.1	铸造概述	78
5.2	金属的铸造性能	79
5.3	铸造成形方法	84
5.4	零件结构的铸造工艺性	93
	复习思考题	99
	实验五 铸件的结构工艺性实验	100
第6章	锻压成形	102
6.1	锻压概述	102
6.2	锻压成形的工艺基础	103
6.3	锻压工艺过程	107
6.4	锻压成形工艺方法	110
	复习思考题	125
	实验六 金属压力加工显微组织观察、分析实验	126
第7章	焊接和胶接成形	128
7.1	焊接概述	128
7.2	金属的焊接性	130
7.3	焊接成形方法	133
7.4	焊接应力和变形	145
7.5	焊接结构的工艺性	148
7.6	焊接质量的检验	152
7.7	胶接成形	155
	复习思考题	157
	实验七 气焊和电弧焊操作实验	158
第8章	金属切削加工基本知识	160
8.1	切削运动及切削用量	160

8.2	切削刀具	163
8.3	切削过程的基本规律	171
8.4	切削参数的选择	182
8.5	超高速切削技术简介	183
8.6	金属切削机床的基本知识	190
	复习思考题	193
	实验八 刀具角度测量实验	194
第 9 章	金属切削方法	196
9.1	车削加工	196
9.2	铣削加工	203
9.3	钻削和镗削	206
9.4	磨削	210
9.5	齿轮加工	212
9.6	数控机床	215
9.7	特种加工技术	218
	复习思考题	224
	实验九 观察典型机床的结构	225
第 10 章	机械加工工艺过程	226
10.1	基本概念	226
10.2	工件的基准、安装与夹具	232
10.3	机械加工工艺规程的制订	240
10.4	典型零件的加工	255
	复习思考题	266
参考文献	268

第7章 焊接和胶接成形

7.1 焊接概述

现代工业生产中,常要把几个零件或材料连接在一起。常用的连接方式有键连接、螺栓连接、铆接、焊接、胶接等,如图7.1所示。从图中可以看出,前两种连接方式属于机械连接,是可以拆卸的;后三种连接方式属于永久性连接,是不可以拆卸的,目前,焊接应用得最为广泛。

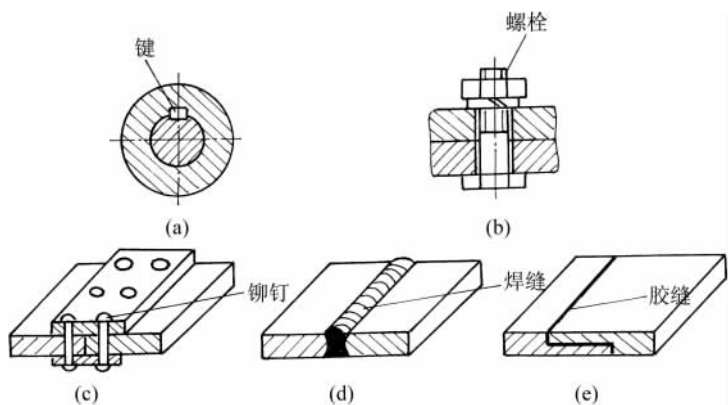


图 7.1 零件常用的连接方式

(a) 键连接;(b) 螺栓连接;(c) 铆接;(d) 焊接;(e) 胶接

焊接是通过加热或加压,或两者并用,并且用或者不用填充材料使焊接件达到原子结合的一种加工方法。

7.1.1 焊接分类

焊接方法很多,按其过程特点可分为三大类:

1. 熔焊

在焊接过程中,将焊接接头加热到融化状态,经冷却结晶后,使分离的工件连接成整体的焊接方法。常见的有:电弧焊、气焊和电渣焊。

2. 压焊

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。常

见的有电阻焊和摩擦焊。

3. 钎焊

采用比焊件熔点低的钎料和焊件一起加热,使钎料熔化,焊件不熔化,钎料熔化后填充到和焊件连接处的间隙,待钎料凝固后,两个焊件就被连接成整体的方法。

常用的焊接方法如图7.2所示。

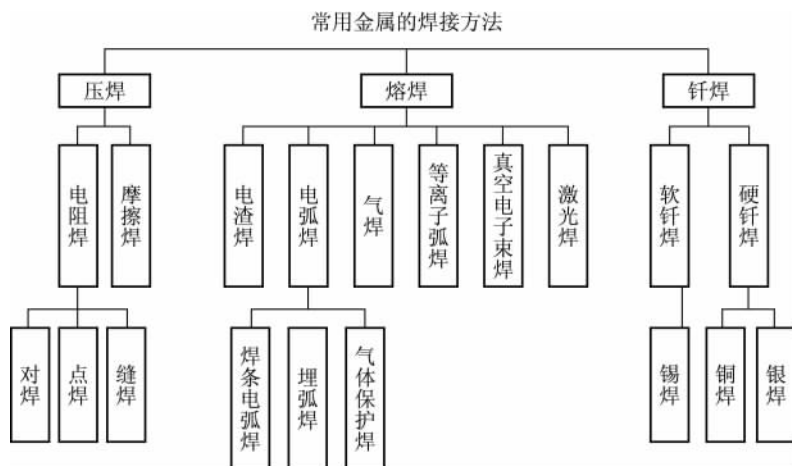


图 7.2 常见金属的焊接方法分类

7.1.2 焊接特点和应用

焊接结构和胶接结构相比,具有如下特点:

- (1) 可以节省材料和工时,接头密封性好,力学性能高。
- (2) 能以大化小,以小拼大。如制造铸焊、锻焊大型结构,不仅简化工艺,减轻结构重量,同时也降低了制造成本。
- (3) 可以制造双金属结构,如切削刀具的切削部分(刀片)和夹具部分(刀架)可用不同材料制造后焊接成整体。
- (4) 生产效率高,易实现机械化和自动化。

但是焊接也有不足之处,由于焊接过程是不均匀加热和冷却,因此会引起焊接接头组织性能的变化,同时焊件还会产生很大的应力和变形,所以在焊接过程中,必须采取一定的措施,控制接头组织、性能的不均匀程度,减小焊接应力和变形。

焊接技术在生产中占有很重要的地位,常用于制造各种金属结构件,也可用于制造机器零件(或毛坯)以及修复损坏零件和焊补铸件、锻件的缺陷等。

7.2 金属的焊接性

7.2.1 基本概念

金属的焊接性是金属材料对焊接加工的适应性,是指金属在一定的焊接方法、焊接材料、工艺参数及结构形式条件下,获得优质焊接接头的难易程度。它包括两个方面的内容:一是工艺性能,是在一定的工艺条件下,焊接接头产生工艺缺陷的倾向,特别是出现裂纹的可能性;二是使用性能,即焊接接头在使用中的可能性,包括力学性能及耐热、耐蚀等特殊性能。

金属的焊接性是金属的一种加工性能。它取决于金属材料的本身性质和加工条件。就目前的焊接技术而言,工业上应用的绝大多数金属材料都是可以焊接的,只是焊接的难易程度不同而已。

随着焊接技术的发展,金属的焊接性也在改变。例如:铝在气焊和电弧手工焊条件下,难以达到较高的焊接质量;而氩弧焊出现以后,用来焊铝却能达到较高的技术要求。化学活泼性极强的钛的焊接也是如此。由于等离子弧焊、真空电子束、激光等新能源在焊接中的应用,使得钨、钼、铌、钛、锆等高熔点金属及其合金的焊接都成为可能。

7.2.2 评定方法

金属的焊接性可以采用估算或实验的方法来评定。

1. 用碳当量法则评估钢材焊接性

钢中的碳和合金元素对钢的焊接性的影响程度是不同的。碳的影响最大,其他合金元素可以折算成碳的影响来估算被焊接材料的焊接性。换算后的和称为碳当量 C_E ,作为评定钢材焊接性的参数指标。这种方法称为碳当量法。

碳当量有不同的计算公式。国际焊接学会(IIW)推荐的碳素结构钢和低合金结构钢碳当量 C_E 的计算公式为

$$C_E = C + Mn/6 + (Ni + Cu)/15 + (Cr + Mo + V)/5 (\%)$$

式中:化学元素符号都表示该元素在钢材中的质量分数,各元素含量取其成分范围的上限。

经验证明,碳当量越大,焊接性越差。当 $C_E < 0.4\%$ 时,焊接性能良好;当 $C_E = 0.4\% \sim 0.6\%$ 时,焊接性较差,冷裂倾向明显,焊接时需要预热并采取其他工艺措施防止裂纹;当 $C_E > 0.6\%$ 时,焊接性差,冷裂倾向严重,焊接时需要较高的预热温度和严格的工艺措施。

2. 焊接性能试验

焊接性能试验是评价金属焊接性最为准确的方法。例如焊接裂纹试验、接头力学性能试验、接头腐蚀性试验等。

7.2.3 常用金属材料的焊接性能

1. 低碳非合金钢

低碳非合金钢碳的质量分数小于0.25% (碳当量小于0.4%), 塑性好, 淬硬倾向不明显, 焊接性好。一般情况下, 不需要预热和焊后热处理等特殊的工艺措施, 采用任意一种焊接方法, 都能得到优质焊接接头。但在0℃以下低温环境焊接厚件时, 应考虑预热, 预热温度在100~150℃左右。

2. 中碳非合金钢

中碳非合金钢的质量分数在0.25%~0.6%之间(碳当量在0.4%以上), 随着钢中碳的质量分数的增加, 塑性降低, 淬硬倾向逐渐增大, 焊接性较差, 从而导致焊缝区热裂倾向增大, 在热影响区容易产生淬火组织和冷裂纹。

中碳钢焊接时, 为了保证焊后不产生裂纹和得到满意的力学性能, 通常应采取以下措施:

(1) 焊前预热, 减缓焊接接头的冷却速度, 减少淬硬倾向和降低焊接应力。一般情况下, 35钢和45钢预热温度为150~250℃; 碳的质量分数较高或结构厚度和刚性较大的可预热到250~400℃;

(2) 采用抗裂纹性好的焊条, 如果不要要求焊条和母材等强度时, 可采用强度低一些的焊条, 以提高焊缝的塑性;

(3) 焊接时采用细焊条、小电流、开坡口、多层焊等, 以减少母材的熔化量, 降低焊缝碳的质量分数, 防止热裂纹的产生。

3. 高碳非合金钢

高碳非合金钢碳的质量分数大于0.6%以上, 其特点和中碳钢基本相同, 但焊接性更差, 因此一般不用于制造焊接结构件, 主要用于工件的焊补。

4. 低合金钢

低合金结构钢具有较高的强度, 而且韧性也很好, 所以这类钢广泛用于制造压力容器、锅炉、桥梁、车辆、船舶等。

由于低合金结构钢强度等级不同, 其化学成分和性能差异很大, 所以焊接性的差别也较明显, 强度级别低的低合金结构钢, 焊接性良好; 强度等级高的低合金结构钢, 焊接性差。例如Q345钢, 含碳低, 合金元素少, 碳当量在0.4%以下, 焊接性良好, 当Q345在低温焊接或焊接厚板时, 应考虑预热, 其预热温度可参考表7.1, 对于重要件(如锅炉、压力容器)、板厚大于30mm时焊后应进行热处理, 以消除

应力。

表 7.1 不同环境下焊接 Q345 钢的预热温度

板厚/mm	不同气温下的预热温度
16 以下	不低于 -10°C 不预热, -10°C 以下预热 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$
16~24	不低于 -5°C 不预热, -5°C 以下预热 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$
25~40	不低于 0°C 不预热, 0°C 以下预热 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$
40 以上	均预热 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$

强度等级大于或等于395 MPa的低合金结构钢,随着合金元素的增加,强度明显提高,但淬硬、冷裂倾向也随着增大,焊接性差;为避免产生冷裂纹,一般焊前要进行预热,在焊接中还可以适当增大焊接电流,减慢焊接速度;焊后还要进行去应力退火。

5. 铸铁

铸铁中碳的质量分数高,硫、磷杂质多,其强度低,几乎无塑性,焊接性差,铸铁一般不用于制造焊接构件,但铸件的缺陷及在使用中发生的局部损坏或断裂,可以通过焊补的方式进行修复。

铸铁焊补的主要问题是:易产生白口组织、产生裂纹和形成气孔。

铸铁焊补有两种方法,即热焊和冷焊。

(1) 热焊。焊前首先将工件整体或局部预热到 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$,焊接过程中始终保持温度不低于 400°C ,焊后在炉中缓冷,以降低冷却速度,减小应力,防止白口组织和裂纹的产生。热焊的成本高,生产效率低,工人劳动条件差,一般用于焊补小型复杂且焊后需要加工的重要件,如气缸体和机床导轨等。热焊的焊补质量较好。

(2) 冷焊。焊前不预热或预热温度较低(400°C 以下)。冷焊在焊接过程中可以靠焊条成分来调整焊缝的性能,并配合相应的工艺参数和工艺措施来避免白口组织和裂纹的产生,焊后立即捶击焊缝,以松弛焊接应力等。冷焊和热焊相比,生产效率高,成本低,劳动条件好,但焊补质量不如热焊,因此主要用于焊补要求不高和怕高温预热引起变形的铸件和非加工表面。

6. 铜及铜合金

采用一般的焊接方法,铜及铜合金的焊接性不好。铜焊缝中的气孔倾向大,也是因为熔融状态铜能溶解大量的氢,而固态铜中氢的溶解度又很小,凝固时,来不及溢出的氢残存在焊缝中而形成气孔。

铜和铜合金焊接接头形成热裂纹的倾向也较大,主要是因为氧在铜中以氧化亚铜形式存在,氧化亚铜与铜形成易熔共晶体,沿晶界分布易导致热裂纹。另外,

残存在固态铜中的氢和氧化亚铜发生反应生成水蒸气。水蒸气不溶于铜,以很高的压力分布在显微空隙中,引起氢脆。冷却过程中的氢脆现象,也是产生裂纹的原因。

铜具有很高的导热性,焊件厚度超过4 mm,就必须预热到300℃才能达到焊接温度。

焊接黄铜的主要困难是锌的蒸发。锌的蒸发使黄铜焊缝的强度、耐蚀性下降。另外,锌蒸气有毒,必须对施焊场所进行通风。

7. 铝及铝合金

采用一般的焊接方法,铝及铝合金的焊接性不好。铝极易被氧化形成难熔的氧化铝薄膜,其熔点为2 050℃。氧化铝薄膜包覆着熔化的铝滴,阻碍熔化的铝滴相互之间的熔合及铝滴与母材的熔合。并且氧化铝的密度大,容易残存在焊缝中形成夹渣。

铝焊缝中的气孔倾向大。主要是因为熔融态铝能溶解大量的氢,而固态铝中氢的溶解度又很小,凝固时来不及溢出的氢残存在焊缝中,形成气孔。氢的主要来源是焊件、焊丝表面的氧化铝膜吸附住的空气中水分。因此,必须仔细清理焊件、焊丝表面的氧化铝膜,并使之干燥。

铝和铝合金焊接接头形成热裂纹的倾向较大,主要是因为铝焊缝中的铸态组织晶粒粗大,另外,焊缝中若含有少量的硅,还会导致在晶界处形成易熔共晶体。因此,常需要通过调整焊丝成分,以达到细化焊缝晶粒及抵消硅的有害影响的目的。

7.3 焊接成形方法

7.3.1 熔焊

熔焊接其所用的焊接热源不同可分为电弧焊(如焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊等)电渣焊、气焊等。

1. 电弧焊

(1) 埋弧自动焊。是指电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。为了提高焊接质量和生产率,改善劳动条件,使焊接技术向机械化、自动化方向发展,便出现了埋弧自动焊。将焊条电弧焊的引弧、焊条送进、电弧移动几个动作均由机械自动来完成,称为自动焊。如果部分动作由机械完成,其他动作仍由焊工辅助完成,则称为半自动焊。

① 焊接原理。埋弧自动焊也称溶剂层下自动焊。它因电弧埋在焊剂下,看不见弧光而得名。埋弧自动焊机由焊接电源、焊车和控制箱三部分组成。常用焊机

型号有 MZ-1000 和 MZ1-1000 两种。“MZ”表示埋弧自动焊，“1000”表示额定电流为 1000 A。焊接电源可以配交流弧焊电源和整流弧焊电源。

焊接时,自动焊机头将光焊丝自动送入电弧区自动引弧,并保证一定的弧长,电弧在颗粒状焊剂下燃烧,工件金属与焊丝被熔化成较大体积(可达 20 cm^3)的熔池。焊车带着焊丝自动均匀向前移动,或焊机头不动而工件匀速运动,熔池金属被电弧气体排挤向后堆积形成焊缝。电弧周围的颗粒状焊剂被熔化成焊渣,部分焊剂被蒸发,生产的气体将电弧周围的气体排开,形成一个封闭的熔渣泡。它有一定的黏度,能承受一定的压力,因此使熔化金属与空气隔离,并防止熔化金属飞溅,即可减少热能损失,又能防止弧光四射。未熔化的焊剂可以回收重新使用。埋弧自动焊焊接过程纵断面如图 7.3 所示。

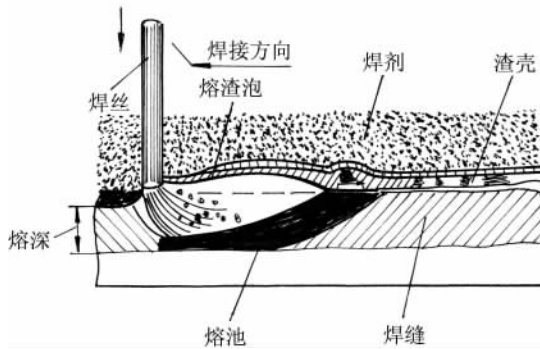


图 7.3 埋弧自动焊的纵截面图

② 焊接材料。埋弧自动焊焊接材料有焊丝和焊剂。焊丝除了作电极和填充材料外,还可以起到渗合金、脱氧、去硫等冶金处理作用。焊剂的作用相当于焊条药皮,分为熔炼焊剂和非熔炼焊剂两类;其中熔炼焊剂主要起保护作用,广泛用于碳钢和低合金钢的焊接;非熔炼焊剂又可以分为烧结焊剂和粘结焊剂两类,非熔炼焊剂除保护作用外,还有冶金处理作用。焊剂容易吸潮,使用前要按要求烘干。

焊剂和焊丝要合理匹配才能保证焊缝金属化学成分和性能。常用焊剂和焊丝匹配见表 7.2,或根据相应国家标准选用。

表 7.2 埋弧焊常用熔炼焊剂牌号

焊剂牌号	焊剂类型	使用说明	电流种类
HJ430	高锰高硅低氟	配合 H08A 或 H08MnA 焊丝焊接 Q235、20 和 09Mn2 钢等;配合 H08MnA 或 H10Mn2 焊丝焊接 Q345、Q390(16Mn、15MnV)	交流或直流反接
HJ431		配合 H08MnMo 焊丝焊接 Q420(15MnVN)钢等	

(续表)

焊剂牌号	焊剂类型	使用说明	电流种类
HJ350	中锰中硅中氟	配合 H08Mn2Mo 焊丝焊接 18MnMoNb、14MnMoV 钢等	交流或直流反接
HJ250	低中硅中氟	配合 H08Mn2Mo 焊丝焊接 18MnMoNb、14MnMoV 钢等	直流反接
HJ251		配合 H12CrMoH、15CrMo 焊丝焊接 12CrMo、15CrMo	直流反接
HJ260	低锰高硅中氟	配合 H12CrMoH、15CrMo 焊丝焊接 12CrMo、15CrMo 钢;配合不锈钢焊丝焊接不锈钢	直流反接

③ 埋弧焊工艺。埋弧焊对下料、坡口准备和装配要求均较高。装配时要求用优质焊条点固。由于埋弧焊焊接电流大、熔深大,因此板厚在24 mm以下的工件可以采用 I 形坡口单面焊或双面焊。但一般板厚10 mm就开坡口,常用 V 形坡口、X 形坡口、U 形坡口和组合型坡口。能采用双面焊的均采用双面焊,以便焊透,减少焊缝变形。

焊接前,应清除坡口及两侧50~60 mm内的一切油垢和铁锈,以避免产生气孔。

埋弧焊一般都在平焊位置焊接。由于引弧和断弧质量不易保证,焊前可在接缝两端焊上引弧板和引出板,如图7.4所示,焊后再去掉。为保证焊缝成形和防止烧穿,生产中常用焊剂垫和垫板(如图7.5)或用焊条电弧焊封底。

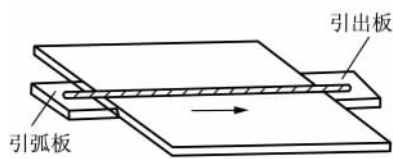


图 7.4 自动焊的引弧板和引出板

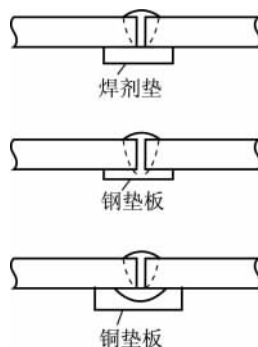


图 7.5 自动焊的焊剂垫

埋弧焊焊接筒体环焊缝时采用滚轮架。使筒体(工件)转动,焊丝位置不动。为防止熔池金属和熔渣从筒体表面流失,保证焊缝成形良好,机头应逆转方向偏离焊件中心一定距离 a 起焊,如图7.6所示。不同直径筒体应根据焊缝成形情况确定偏离 a ,一般偏离20~40 mm。直径小于250 mm的环缝,一般不采用埋弧自动焊。设计要求双面焊时,应先焊内环缝,清根后再焊外环缝。

④ 埋弧焊的特点和应用。埋弧自动焊和焊条电弧焊相比,有以下特点:

埋弧焊电流比焊条电弧焊高6~8倍,不须更换焊条,没有飞溅,生产率提高5~10倍。同时,由于埋弧焊熔深大,可以不开或少开坡口,节省坡口加工工时,节省焊接材料。焊丝利用率高,降低了焊接成本。

埋弧焊焊剂供给充足,保护效果好,冶金过程完善,焊接工艺参数稳定,焊接质量好,而且稳定;对操作者技术要求低,焊缝成形美观。

改善了劳动条件,没有弧光,没有飞溅,烟雾也很少,劳动强度较轻。

埋弧焊不足之处是:对于短焊缝、曲折焊缝及薄板焊接困难;设备费用较贵;焊接过程看不到电弧,不能及时发现问题。

根据埋弧焊上述特点可知,埋弧焊适用于成批生产中长直焊缝和较大直径环缝的平焊。对于狭窄位置的焊缝以及薄板焊接,则受到一定限制。因此,埋弧焊被广泛用于大型容器和钢结构焊接生产中。

(2) CO₂ 气体保护焊:

① 焊接原理。CO₂ 气体保护焊是以 CO₂ 作为保护气体的一种电弧焊方法。它以焊丝作为电极,依靠焊丝和工件之间产生的电弧来熔化基本金属与焊丝。

CO₂ 气体在电弧高温下能分解,有氧化性,会烧损合金元素。因此,不能用来焊接有色金属和合金钢。焊接低碳钢、普通低合金钢时。通过含有合金元素的焊丝来脱氧和渗合金等冶金处理。现在常用的 CO₂ 气体保护焊焊丝是 H08Mn2SiA,适用于焊接低碳钢和抗拉强度在 600 MPa 以下的普通低合金钢。CO₂ 气体保护焊的焊接装置如图 7.7 所示。

一般情况下,无需接干燥器,甚至不需要预热器。但用于 300 A 以上的焊枪时需要水冷。为了使电弧稳定,飞溅少,CO₂ 气体保护焊采用直流反接。

② CO₂ 气体保护焊的特点和应用。CO₂ 气体成本比较便宜,焊接成本仅是埋弧自动焊

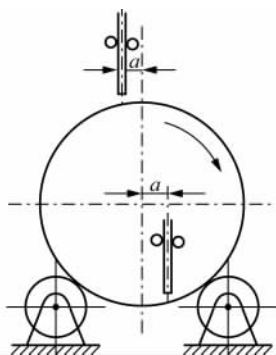


图 7.6 环缝自动焊示意图

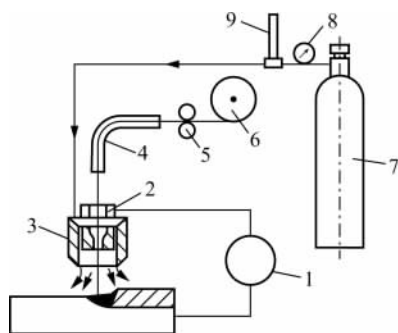


图 7.7

CO₂ 气体保护焊装置

- 1-焊接电源;2-导电嘴;3-焊炬喷嘴;
- 4-送丝软管;5-送丝机构;6-焊丝盘;
- 7-气瓶;8-减压器;9-流量计