



技术基础与应用快速掌握精要问答丛书

焊工

快速掌握精要问答

胡宝良 编著

上海科学技术出版社

技术基础与应用快速掌握精要问答丛书

焊工快速掌握精要问答

胡宝良 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工快速掌握精要问答/胡宝良编著. —上海: 上海科学技术出版社, 2010.2
ISBN 978-7-5478-0099-7

I. 焊… II. 胡… III. 焊接 - 问答 IV. TG-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 204958 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市文化印刷有限公司印刷

开本 889 × 1194 1/32 印张: 10.75

字数: 303 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1-4 250

ISBN 978-7-5478-0099-7/TG · 7

定价: 29.80 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题
重质量问题请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书主要按初级焊工应了解、熟悉及掌握的基础知识与技能为主线进行编写。

全书共分八章,以问答形式编写。前四章集中介绍焊接基础知识中的基本原理、常用焊接方法、焊接材料、焊接工艺、焊接接头、焊接坡口等;第五、第六章介绍各种焊接方法的基本操作要领及应用实例;最后两章则对常用金属材料 and 有色金属的焊接进行了阐述。书中还附有初级焊工应知考试的样卷与应会考试的样题。

本书可供刚入门的初级焊工阅读,特别适合要求职业鉴定的焊工自学参考。

前 言

在各类钢结构工程及有色金属结构的制造与维修中,焊接是一项必不可少的关键工艺;而焊工的操作技能及综合工艺分析能力水平的高低,会直接影响整个焊接结构的使用安全性。

随着制造业各类钢种及有色金属中新材料、新工艺、新技术的不断涌现,新的国家标准不断颁布,再就业工作的深入实施,要求焊工逐步摆脱沿袭师傅带徒弟的传统方式学习一些局部、零散的生产经验或靠自身“自然成长”。

为迅速提高焊工的综合素质,本书结合相关的国家标准、规范,综合焊接领域内的基础知识,以问答形式编写而成,力求删繁就简、通俗易懂、简洁扼要,各章之间尽可能衔接有序、有机地融合。企盼读者在阅读或使用能按图索骥,找到相应的答案,应用于日常工作中。

本书笔者长期从事于焊接,深入探索和收集了部分资料,同时又结合自身的实践,抱着积极尝试、大胆探索的态度来编写这一读本。

希望通过这一读本,能为加强焊工的综合素质起到一定的帮助作用;但能否达到这一初衷,有待在读者中验证。

笔者因学识浅薄、能力有限,书中疏漏、不妥及错误之处难免,恳请广大读者赐正。

编 者

目 录

焊工技术基础

第一章 焊接概述、焊接设备及碳弧气刨	2
内容导读	2
知识要素	2
第一节 焊接概述	4
第二节 焊接电弧	6
第三节 焊条电弧焊	12
第四节 埋弧焊	25
第五节 手工钨极氩弧焊	33
第六节 二氧化碳气体保护焊	37
第七节 碳弧气刨	42
第八节 气焊、气割	44
我问你答	53
第二章 焊接材料	54
内容导读	54
知识要素	54
第一节 焊条、焊丝与焊剂	56
第二节 保护气体	69
第三节 钨极	70
我问你答	71
第三章 焊接工艺及焊接接头	72
内容导读	72
知识要素	72
第一节 焊接工艺	73
第二节 焊接接头	74
第三节 焊接位置	77
第四节 焊接参数对焊缝形状的影响	81

我问你答	87
第四章 焊接坡口及焊缝符号	88
内容导读	88
知识要素	88
第一节 焊接坡口	89
第二节 焊缝符号	94
我问你答	102
查查看	103

焊工技能应用

第五章 电弧焊基本操作	116
内容导读	116
知识要素	116
第一节 焊条电弧焊	119
第二节 埋弧焊	142
第三节 手工钨极氩弧焊	165
第四节 二氧化碳气体保护焊	185
我问你答	197
第六章 相关应会基本操作	199
内容导读	199
知识要素	199
第一节 碳弧气刨	201
第二节 气焊	211
第三节 气割	225
第四节 气焊、气割安全事故原因、预防及相应规范	234
我问你答	247
查查看	249

实际操作与提高

第七章 常用金属材料的焊接	278
内容导读	278
知识要素	278

第一节 碳素钢的焊接·····	279
第二节 低合金结构钢的焊接·····	288
第三节 耐热钢的焊接·····	292
第四节 耐候钢的焊接·····	296
第五节 低温钢的焊接·····	298
第六节 不锈钢的焊接·····	300
第七节 铸铁的焊接·····	309
我问你答·····	315
第八章 有色金属的焊接·····	317
内容导读·····	317
知识要素·····	317
第一节 铝及铝合金的焊接·····	318
第二节 铜及铜合金的焊接·····	324
我问你答·····	332

焊工技术基础

第一章 焊接概述、焊接设备及碳弧气刨

内 容 导 读

了解焊接电弧的产生条件及焊接电弧的基本特性;熟悉不同弧焊电源的应用特点及选用原则;了解气焊、气割的基本原理及应用范围。

知 识 要 素

1. 建立焊接电弧的基本条件,稳定焊接电弧的根本要求。

2. 不同焊接电源的原则区别,电弧两极温度的不同规律。

3. 直流弧焊电源正接与反接的具体应用,焊条电弧焊焊接电源的种类与特性。

4. 焊接电弧的引燃方法及焊条电弧焊的基本工具与使用要求。

5. 埋弧焊的基本原理与焊接过程,埋弧焊焊接电源的基本特性,常用 MZ-1000 型埋弧焊的送丝原理、设备组成及适用范围。

6. 埋弧焊辅助设施的种类及使用特点。

7. 手工钨极氩弧焊的基本属性及特性,常用代号的识别。

8. 手工钨极氩弧焊设备组成、主要工艺特点,交直流手工钨极氩弧焊的应用特点,交流钨极氩弧焊设备消除直流分量的三种措施。

9. CO₂气体保护焊的基本特点,熔滴过渡的形式与适用范围。

10. CO₂气体保护焊设备的组成,焊接电源的特性,控制系统的控制程序,送丝机构的种类与使用特点,焊枪喷嘴与导电嘴的基本要求。

11. 碳弧气刨的原理,熟悉碳弧气刨的使用方法、设备与工具。

12. 气焊、气割的原理,气焊三种火焰的调节。

13. 气焊、气割工具的使用方法,常用气体的基本特性。

14. 气焊、气割橡胶软管的基本特征及使用规定,气焊、气割设备及工具的维护保养要求。

第一节 焊接概述

1. 你知道钢制结构的不同零、部件是怎样联接起来的吗？

答：一个钢制结构总是由不同零、部件联接而成，生产中常用的联接方式有螺栓联接、铆钉联接、粘结与焊接，如图 1-1 所示，此外还有键联接。

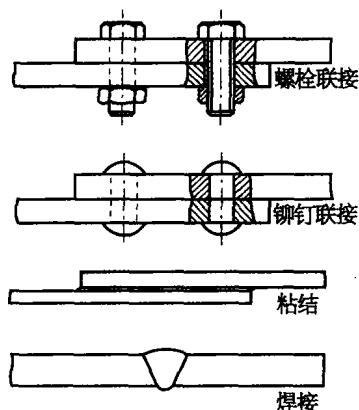


图 1-1 零、部件的各种联接形式

利用螺栓将两个分离的零件联接在一起叫螺栓联接，它属可拆卸联接，在钢制结构中应用很少。

利用铆钉将两个分离的零件联接在一起称铆钉联接，它金属材料耗费大，劳动强度大，密封性差，是落后的工艺措施，已逐步被焊接所取代。

利用粘结剂将两零件在一定温度及压力下，经一定时间的固化冷却凝固而联接在一起的方法称粘结。

通过加热或加压或两者并用，用或不用填充材料，使工件达到结合的一种方法，称焊接。铆接、粘结与焊接是不可拆联接。焊接通常就是金属的焊接。

2. 目前常用的焊接方法有几大类？

答：有熔焊、压焊及钎焊三大类。

1) 熔焊

焊接过程中，将焊件待焊处加热至熔化状态不加压力完成联接的

方法叫熔焊。熔焊的关键是要有一个热量集中、温度足够高的局部加热热源。按热源的不同形式,熔焊的基本方法又可分为:

(1) 电弧焊 利用电弧热源的熔焊方法简称弧焊。如:

① 采用气体、熔渣联合保护的焊条电弧焊。

② 采用熔渣保护的埋弧焊。

③ 利用气体保护的气体保护电弧焊,按电极特性还可分为熔化极气体保护焊(CO_2 气体保护焊)和非熔化极气体保护焊(手工钨极氩弧焊)。

(2) 气焊 利用气体火焰作热源,常用的是氧—乙炔焊。

2) 压焊。

焊接过程中必须对焊件施加压力(加热或不加热)以完成联接的方法叫压焊。常用的压焊方法有:对焊、点焊及缝焊,如图 1-2 所示。

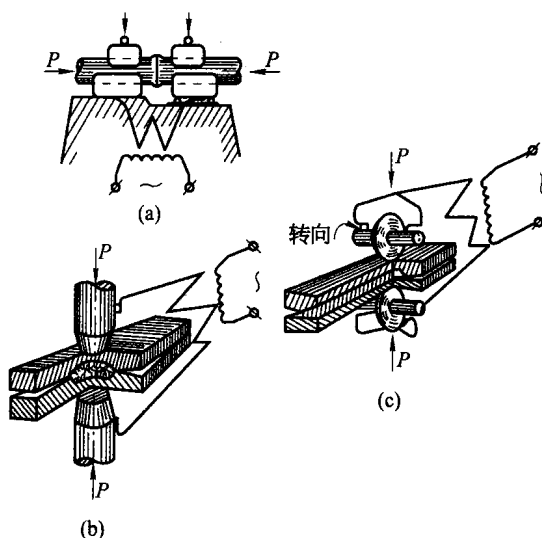


图 1-2 对焊、点焊和缝焊

(a) 对焊; (b) 点焊; (c) 缝焊

3) 钎焊

采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、但低于母材熔点的温度,利用液态钎料毛细管作用而润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法叫钎焊,如图 1-3 所示。常用的钎焊方法有:火焰钎焊、感应钎焊、炉中钎焊等。

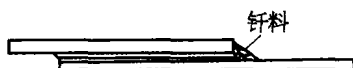


图 1-3 钎焊

3. 你知道钢制焊接结构的主要特点吗?

答: 焊接结构已在许多工程技术的金属结构中得到应用, 如大型桥梁、船舶、机车车辆、化工容器、动力锅炉等, 几乎全部替代了原来的铆钉结构。在机器制造业中, 不少过去一直用整铸、整锻方法生产的大型毛坯都改成焊接结构, 大大简化了生产工艺并降低了制造成本。

但螺栓联接、铆钉联接及焊接, 因联接形式不同, 所以它们的受力状态是完全不同的。焊接结构主要特点是:

- ① 钢制焊接结构质量小。
- ② 密封性好。
- ③ 焊接残余变形与应力集中的敏感性大。
- ④ 焊接接头的整体性大、刚性强。
- ⑤ 焊接接头存在不均匀性。

第二节 焊 接 电 弧

4. 什么叫焊接电弧?

答: 焊接电弧是由焊接电源供给的, 具有一定电压的两电极间或电极与焊件间, 在气体介质中产生强烈而持久的放电现象。它与大自然界中的空中闪电或日常生活中家用电器的放电现象是有根本区别的。电弧是所有电弧焊焊接方法的能源。到目前为止, 电弧焊在焊接领域中占据着主要地位。

5. 焊接电弧是怎样构成的?

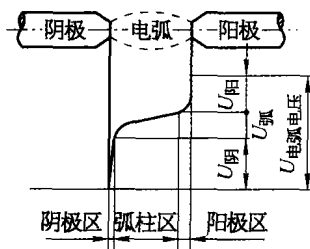


图 1-4 电压沿弧长的分布

答: 当两电极间产生电弧放电时, 在电弧长度方向的电压(电场强度)分布和温度分布是不均匀的。实际测得沿弧长方向的电压分布如图 1-4 所示。在电弧轴线上形成三个不同性质的区域, 即阴极区、弧柱区和阳极区。

6. 焊接电弧两电极的温度相等吗？它有哪些特点？

答：不相等，具体特点如下：

① 在阴极表面往往形成一个或几个很亮的斑点称阴极斑点，它既是一次电子发源地，也是阴极温度最高的部分。阴极斑点还具有主动寻找氧化膜，破碎氧化膜的特点。在焊接铝或铝合金等易氧化金属时，将焊件接直流弧焊电源的负极（直流反接）就是充分利用阴极斑点这一特性。

② 在一般情况下，与阴极比较，由于阳极能量只来自于材料的熔化和蒸发，而不需消耗发射电子的能量，因此当和阴极材料相同时，阳极斑点的温度略高于阴极斑点。阳极产生的热量是可利用的主要能量。

③ 弧柱的长度可近似地代表整个弧长。弧柱的温度与气体介质、电流大小、弧柱压缩程度等因素有关。焊接电流越大，弧柱温度越高。

实践表明，阳极区产生的能量占整个电弧的 43%，阴极区为 36%，弧柱为 21%。但一般情况下，弧柱区温度最高，而两电极温度较低，这主要是由于电极温度受电极材料种类、导热性能及熔点与沸点的限制，而弧柱区则没有。温度分布如图 1-5 所示。

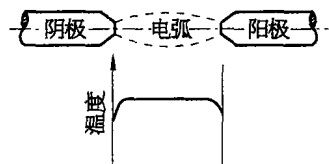


图 1-5 电弧温度在电弧上的分布

7. 焊接电弧两电极的不同温度在不同的焊接方法时有何不同表现？

答：在采用不同的焊接方法时，阳极（正极）和阴极（负极）的温度是略有变化的，见表 1-1。这是因为电弧各区域的电过程特点不同，所以电弧的阴极和阳极得到能量也不同。

表 1-1 常用焊接方法阳极（正极）和阴极（负极）温度的比较

焊接方法	焊条电弧焊	钨极氩弧焊	熔化极氩弧焊	CO ₂ 气体保护焊	埋弧焊
温度比较	阳极温度 > 阴极温度		阴极温度 > 阳极温度		

① 焊条电弧焊时，阳极温度比阴极温度高一些。

② 钨极氩弧焊时，阳极温度也比阴极温度高，这是因为钨极发射电子能力较强，在较低温度下就能满足发射电子的要求。

③ 气体保护焊时,气体对阴极有较强的冷却作用,这样就要求阴极具有更高的温度及更大的发射电子能力。又因采用较大的电流密度,故阴极温度比阳极温度高。如 CO_2 气体保护焊或 $\text{Ar} + \text{CO}_2$ 气体保护焊时,采用直流电源,熔化电极接负极,焊接时生产效率能提高。

④ 在使用含 CaF_2 焊剂的埋弧焊时,因氟蒸气容易形成阴离子,故要求阴极能具备更强的电子发射能力,同时使用的电流密度也较大,所以阴极温度也较阳极高。

8. 什么是焊接电弧的静特性曲线?

答:在电极材料、气体介质和弧长一定的情况下,电弧稳定燃烧时焊接电流与电弧电压变化的关系称焊接电弧的静特性曲线,如图 1-6 所示。通常又称为 U 形曲线。

从图中可看出,整个电弧静特性曲线由三部分构成。不同的电弧方法,在一定条件下,其静特性只是曲线的某一部分。

(1) 焊条电弧焊 因使用电流受到限制,故其静特性曲线无上升段,它是静特性曲线的 ab 段,故又称下降特性段:

(2) 埋弧焊 在正常电流密度下焊接时,其静特性为水平段,如图中 bc 段;当采用大电流密度焊接时,其静特性为上升段,如 cd 段。

(3) 钨极氩弧焊 在小电流区间内焊接时,其静特性为下降段,在大电流区间内焊接时为水平段。

当电弧长度发生变化时,静特性曲线也随之变化。当电弧电压增加,电弧长度增加,电弧静特性曲线将提升;反之,弧长缩短时,电弧静特性曲线下降。因此,一个弧长对应一条电弧静特性曲线,但其基本形状不变,只是曲线的位置发生上下移动,如图 1-7 所示。

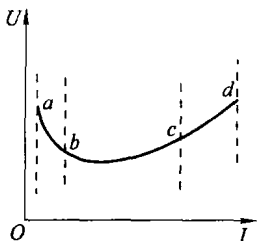


图 1-6 电弧的静特性曲线

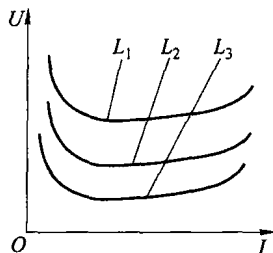


图 1-7 电弧长度对电弧静特性曲线的影响

L_1 、 L_2 、 L_3 为电弧长度, $L_1 > L_2 > L_3$

9. 什么叫焊接电弧的稳定性?

答: 焊接电弧的稳定性是指电弧保持稳定燃烧(不产生断弧、飘移和磁偏吹等)的过程。电弧燃烧是否稳定,直接影响到焊缝的内在质量与外表成形和焊接过程的正常进行。焊接电弧燃烧的稳定性程度还与其他因素有直接关系。

10. 焊接电弧的稳定性与哪些因素有关?

答: (1) 焊接电源及电源极性的接法 采用直流电源比交流电源的稳弧性好。因为采用交流电源焊接时,电弧的极性是周期改变的。工频交流电源每秒钟电弧的燃烧和熄灭要重复 100 次,因此交流电弧不如直流电源电弧稳定。所以对于稳弧性较差的低氢型碱性焊条,必须采用直流弧焊电源。一般弧焊交流电源过零点时比较缓慢,如图 1-8a 所示,因此再引弧比较困难。同时正因为交流电弧有这样的特性,所以交流弧焊基本上没有磁偏吹现象。在焊接过程中电弧的挺度要比直流弧焊的电弧好,尤其在焊接直缝拼板及角焊缝的第一层打底焊道时,在起焊点、中间及熄弧点三个阶段,电弧的稳定程度是不一样的。

直流弧焊电源有直流正接与直流反接的区别,这主要是由焊条药皮的性质所决定的。

方波交流弧焊电源综合了交、直流弧焊电源两者的优点,如图 1-8b 所示,从图中可看出方波交流在过零点时电流变化很陡,在正常电压下就可使电弧引燃,并且稳定性也较好。

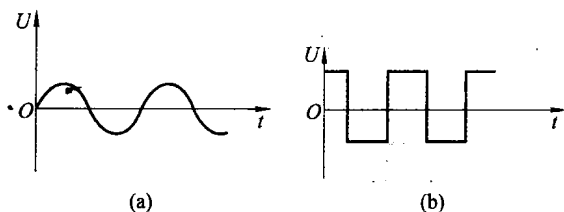


图 1-8 电源波形

(a) 普通弧焊电源波形; (b) 方波电源波形

(2) 焊条药皮 当焊条药皮中含有较多易电离元素(钾、钠、钙等)或它们的化合物时,焊接电弧的燃烧较稳定。但当焊条药皮中含有较多氟化物时,会降低电弧燃烧的稳定性。低氢型碱性焊条的药皮中就有一定量的氟化钙,因此它的电弧稳定性较差。