



实验实训中心
EXPERIMENTAL AND TRAINING CENTER

工程认知课程教学系列

焊接技术实验指导书



河北工业大学实验实训中心
2017.11

目录

一、焊接概述	1
二、焊条电弧焊	2
三、焊条电弧焊操作	4
四、焊接缺陷（研讨）	5
五、安全操作注意事项	5

一、焊接概述

1.焊接定义

焊接是通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达原子间结合的一种加工方法。

分离材料→加热，加压→原子间结合（非金属材料；分子间结合）

2.焊接方法的分类：

按焊接过程可分：熔焊，压焊，钎焊

熔焊：将两个工件连接处加热至熔化状态，连接处的金属溶合为一体。它包括气焊、电弧焊，电渣焊，激光焊，电子束焊，等离子焊等。

压焊：压焊是通过对焊件施加压力（加热或不加热）来完成焊接的方法。它包括：锻焊电阻焊，摩擦焊，爆炸焊，冷压焊等。

钎焊：钎焊是采用比母材点低的金熔属材料作钎料，加热温度高于钎料低于母材熔点的情况下，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焊件的方法。

包括：烙铁钎焊，脉冲钎焊，火焰钎焊，炉中钎焊，高频钎焊，盐浴钎焊等

熔焊—加热→焊件接头熔化

压焊—加热加压→焊件接头处于塑变+压力

钎焊—加热→焊件接头处于一定温度（ \angle 焊件的熔点），加低熔点材料（钎料）

3.焊接方法的选择及焊接技术的应用

（1）焊接方法的选择

选择的主要依据：①被焊材料特点。一般情况下，熔焊不适于焊接高熔点材料，如钨、钼等，也不适于焊接热敏感性较强的材料，如超导材料等，压焊不适于焊接淬性材料，如硬质合金等。②接头性能的使用要求：一般熔焊，压焊能够满足接头强度性能，对于接头物理性能要求较高的（超导性，超塑性）压焊一般情况下能够满足。③焊接结构的精度要求：一般要求精度较高的应选择焊接温度低，热集中，焊接速度快的焊接方法，如，钎焊、激光焊、电子束焊。

（2）焊接技术的应用

适用于制造大型或结构复杂的构件。他已广泛地应用于金属结构、桥梁、造船、航空、航天、海洋工程、核动力工程、微电子技术以及石油化工、电力、冶金、建筑等部门。目前焊接技术正向机械化、自动化、智能化以极高生产率方向发展，并正在解决具有特殊性能材料的焊接问题。

二、焊条电弧焊

1.焊接过程

电焊机输出的两极分别接在焊件和焊条—引燃电弧形成稳定燃烧—焊件与焊条熔化形成熔池—电弧沿焊接方向移动形成连续熔化—金属冷却形成焊缝。

2.焊接电弧—热源

电弧是两极间的气体介质，产生强烈而持久的放电现象。电弧在放电过程中产生大量的热能，温度在 6000-8000k。

3.弧焊机—电源

(1) 交流弧焊机。

交流弧焊机是一种特殊的降压变压器，又称弧焊变压器，要求输出电压与输出电流具有下降关系，即下降外特性。它把输入的 220V 或 380V 电压降至合适的安全使用电压，满足电弧引燃和电弧稳定燃烧。空载时（不焊接时），电压为 55-80V，起弧后电压会自动下降到电弧的正常工作电压 20-40V。它能自动限制短路电流，因而不怕起弧时焊条与工作的接触短路，还能供给焊接时所需的电流，一般从几十安培到几百安培，并可根据工件的厚度和使用焊条直径调节电流值。电流调节一般分为初调和细调两级。

交流弧焊机具有结构简单、价格便宜、使用方便、噪声小、维修容易等优点，但其电弧无极性。

BX1-200 型交流弧焊机是目前使用较为广泛的一种弧焊机，型号中“B”表示弧焊变压器；“X”表示下降外特性；“1”表示系列品种序号，系列品种为动铁芯式；“200”表示弧焊机的额定电流为 200A。

(2) 直流弧焊机。

直流弧焊机有旋转式直流弧焊机和整流弧焊机两种。旋转式直流弧焊机因其结构复杂、维修困难、噪声大、耗电多，正逐渐被淘汰。整流弧焊机（又称弧焊整流器）是低噪声、耗电少的一种弧焊机，它已逐步取代旋转式直流弧焊机。它是将交流电经过变压整流后获得直流电。弧焊整流器主要有硅弧焊整流器、晶闸管式弧焊整流器和逆变整流器三种。它为一种常用的弧焊整流器的外形。与旋转式直流弧焊机相比，弧焊整流器结构简单、维修方便、噪声小、节能；与交流弧焊机相比，电弧稳定性好，因此弧焊整流器是我国应用较为广泛的弧焊电源。

直流弧焊机的输出端有正极、负极之分，焊接时电弧两端温度不同。因此直流弧焊机输出端有两种接法，焊件接弧焊机的正极，焊条接负极，称为正接；焊件接弧焊机的负极，焊

条接正极，成为反接。焊接后板时，一般采用直流正接，这是因为电弧正极的温度和热量比负极高，采用正接能获得较大的熔深。焊接薄板时，为了防止烧穿，常采用反接。但在使用碱性焊条时，均采用直流反接。

4.电焊条—焊接材料

(1) 电焊条组成，①焊芯：金属丝。②药皮：主要成分—矿石粉、合金粉、有机物。

(2) 作用

焊芯：有两个作用。一是作电弧的电极；二是作填充焊缝金属，与熔化的母材一起组成焊缝金属。

药皮：一是机械保护作用。利用药皮在高温分解时放出的气体和熔化后形成的熔渣起机械保护作用，防止空气中氧、氮等气体侵入焊接区域。二是冶金处理作用。通过药皮在熔池中的冶金作用去除氧、氢、硫、磷等有害杂质，同时补充有益的合金元素，改善焊缝质量，提高焊缝金属的力学性能。三是改善焊接工艺性。药皮使电弧容易引燃并保持电弧稳定燃烧、易脱渣、焊缝成形良好等。

5.焊接工艺参数--保证焊接质量

焊接工艺参数是指焊接时为保证焊接质量而选定的各物理量的总称。焊条电弧焊的工艺参数主要有焊条直径、焊接电流、电弧电压、焊接速度。

(1) 焊条直径 即焊芯直径，是根据焊件厚度、接头形式、焊接位置、焊接层数等进行选择的，主要参考焊件厚度，一般焊厚工件用粗焊条，焊薄工件用细焊条。一般来说，在保证焊接质量的前提下应尽可能选用大直径的焊条，以提高生产率。

(2) 焊接电流 指焊接时流经焊接回路的电流。焊接电流的大小对焊接过程影响很大，焊接电流过小会造成焊不透、融合不良，焊缝中易形成夹渣和气孔等缺陷；电流过大，电弧不稳，焊缝成形差，易出现烧穿等缺陷。焊接电流应根据焊条直径选取。一般情况下，可参考下面的经验公式选择： $I=Kd$ 。I为焊接电流，A；d为焊条直径，mm；K为经验系数，常取 30-55A/mm。在实际焊接生产中，还要根据焊件厚度、接头形式、焊接位置、焊条种类等因素，通过试焊来调整和确定焊接电流大小，如立焊和仰焊时，焊接电流比平焊时减少10%-20%，采用酸性焊条时比碱性焊条电流大些。

(3) 电弧电压 指电弧两端（两极）之间的电压降。电弧电压由电弧长度决定，电弧长，电弧电压高；电弧短，电弧电压低；电弧过长，电弧燃烧不稳定，熔深小，并且容易产生焊接缺陷；若电弧太短，熔滴过渡时可能经常发生短路，容易粘焊条，使操作困难。因此，正常的电弧长度是不超过焊条直径，即短弧焊。

(4) 焊接速度 指单位时间内完成的焊缝长度。它是影响焊接效率高低的重要因素。在保证焊透的前提下，应尽可能提高焊接速度，减少熔宽、余高及影响热区。焊接速度适当，则焊缝形状均匀，焊波均匀并呈椭圆形。焊接速度太快时，熔宽小、焊波粗糙；焊速太慢时，熔宽过大，焊件还容易烧穿。

三、焊条电弧焊操作

1. 焊前准备

①试板（4 毫米厚低碳钢板）

②工艺参数的确定：焊条直径，根据板厚确定，4 毫米厚钢板两面焊应选择焊条直径 Φ 2.5mm。焊接电流根据哪条直径确定，焊接电流为 80A。电弧电压（弧长）根据焊条直径确定，大约为 25V 左右，焊接速度，根据焊接电流确定，150mm-200mm/min

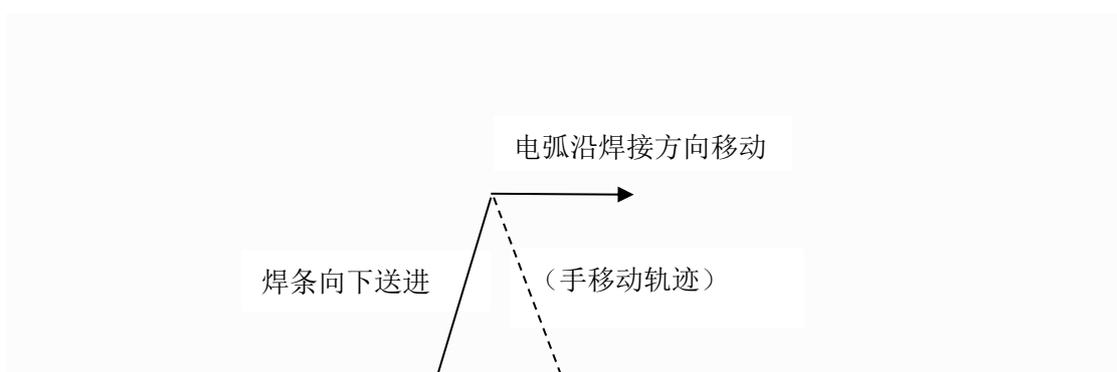
2. 引弧

方法：①敲击引弧法。②摩擦引弧法（挂图）

要领：1、焊条接触时要垂直，目的是让焊芯接触。2、接触时间要短，0.1-0.2 秒，接触时间长，焊件与焊条粘在一起。3、提起高度要控制好，2-6mm，超 6mm 电弧就会熄灭。当电弧形成稳定燃烧时，说明电弧引燃了。

3. 运条：

利用引燃的电弧对焊件加热至熔化，焊条熔化补充焊缝，并且电弧沿焊接方向移动，接头形成连续熔化，焊条随时补充。运条时有两个基本动作，一是焊条向下送进。二是电弧沿焊接方向移动。（挂图）



要领：1、电焊条角度要控制好。（挂图）2、电弧长度要控制好，3mm 左右。3、电弧移动速度要控制好，150mm-200mm/min。一根焊条焊出焊缝长度 110mm-150mm。

4. 焊缝收尾。当焊缝焊好后，焊条往上抬起，电弧自然熄灭。

5.焊后清理检查。焊接完成后，清理焊缝熔渣，用敲渣锤，敲焊缝侧面，把熔渣全部敲掉，然后进行外观检查，是否有焊接缺陷。焊缝形状要求：熔深 $\geq 2\text{mm}$ ，熔宽 8—10mm，余高 $< 2\text{mm}$ ，焊纹细密均匀。

四、焊接缺陷（研讨）

根据学生焊接试件所出现的缺陷，研讨焊接缺陷产生的原因及防止方法。常见的焊接，夹渣，气孔，未焊透，烧穿，焊瘤，咬边。

五、安全操作注意事项

- 1.穿好工作服，扣子系严，戴手套操作。
- 2.操作时必须戴面罩，不能用眼睛直接看电弧，防止弧光把眼灼伤。
- 3.敲渣时往工位里面敲，避免熔渣蹦到眼睛。
- 4.夹焊条时身体不能接触工作台，敲渣时身体不能接触焊钳，避免触电。
- 5.挪动试件时用钳子夹，不能用手接触避免烫伤。
- 6.如发现设备及焊钳出现问题应立即关闭电源，向指导老师报告。