

焊接 教学设计方案

授课题目：焊条电弧焊	教学方法：讲授	学生专业：1,2 周相关专业
课程章节： 第九章 第三节	课时：1 课时（50 分钟）	主讲教师：***
课程目标： 熟悉焊接工艺流程，提高学生动手能力和工艺分析能力。	对应毕业要求指标点： 1-2 掌握机械相关专业的基础知识，能选择恰当的模型用于分析复杂机械领域工程问题；	教学分析： 重点：熟悉焊接工艺流程 难点：让学生初步具备工艺分析能力。
课程教材：高樾主编《工程实训教程》第一版，电子科技大学出版社，2015		
<p>一、教学背景：</p> <p>1、学生知识背景 一般只是修学过公共基础课和专业基础课。</p> <p>2、学生特点分析 本次授课对象为本科四年制学生，思维比较活跃，对理论课兴趣不大，但对实践课有很强的求知欲，所以在电弧焊讲解过程中,需要联系实践,用钢板、焊钳、面罩等教具的实物演示来激发学生的实训兴趣。</p> <p>3、教学内容分析 让学生了解焊接的整个工艺流程旨在培养学生的实践兴趣，旨在让学生有信心，有愿望称为卓越工程。在此基础上，培养学生工艺分析的能力和加工方法选择的能力。然后通过具体结构件的焊接操作提高学生的动手能力，为以后称为工程师打下坚实的基础。</p> <p>二、教学环节：</p> <p>1、组织教学、熟悉学生情况（5 分钟） 点名核对学生人数，缺席人数应明确原因。</p> <p>2、焊接实训目的。（5 分钟） 焊接实训其实就是要“体验”焊接工程师的过程，而工程师的工艺流程就是：结构设计（焊什么？）→确定工艺（怎么焊？）→进行施工（使用工具）→解决问题（能力获取）→获得成品。</p> <p>3、进入本次课讲授内容（40 分钟） 理论讲解部分，焊接实训部分和操作安全。</p> <p>二、教学内容与过程：</p> <p style="text-align: center;">第三节 焊条电弧焊</p> <p>一 理论讲解部分</p> <p>1.应用背景 焊接作为连接可以使复杂的金属结构制作起来更加简单，可以化复杂为简单，它可以简化工艺。这就像当我们树立卓越工程师人生目标的时候，往往觉得困难重重，难以实现。要学会将它分解成一个个小目标，先从小目标开始去做。</p> <p>2.电弧焊的发展 1885 年出现碳弧焊标志着近代焊接工艺的开始，上世纪初，碳极电弧焊和气焊得到应用，同时还出现了薄药皮焊条电弧焊。由于电弧相对较稳定，焊接熔池受到熔渣保护，</p>		

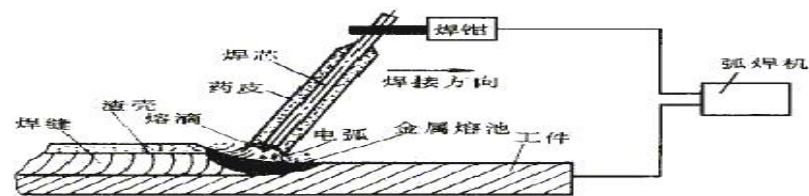
焊接质量得到提高，手工电弧焊实用性越来越强，因此电弧焊从上世纪 20 年代起成为一种重要的焊接方法。1930 年美国的罗宾诺夫发明使用焊丝和焊剂的埋弧焊，使得焊接机械化得到进一步发展。40 年代，为适应铝、镁合金和合金钢焊接的需要，钨极和熔化极惰性气体保护焊相继问世。1951 年苏联的巴顿电焊研究所创造电渣焊，为大厚度工件提供了高效焊的接法。1953 年，二氧化碳气体保护焊的问世，促进了气体保护电弧焊的应用和发展，如出现了混合气体保护焊、药芯焊丝气渣联合保护焊和自保护电弧焊等。1957 年美国的盖奇发明等离子弧焊；60 年代又出现激光焊等离子、电子束和激光焊等先进焊接方法，使焊接技术的发展达到一个新的水平。

3.概念

利用焊条与焊件之间产生的电弧热，将焊件与焊条融化，冷却凝固后，获得原子结合接头的一种手工焊接方法。在焊接定义中，主要包括三方面信息：

- 1) 永久性接头：什么叫永久性？就是不能分开，更确切的说，是一种不可拆卸的连接方式，它和螺纹连接或衣服卡扣的那种可以分分合合的连接是不同的。
- 2) 原子结合：这四个字明确了焊接连接的本质，什么是原子结合？【举例】这有一块钢板，之所以这块钢板能成为一个整体，而不是一盘散沙，是因为什么？钢板内部铁原子之间的一种金属键的作用，这种就是原子结合。就像我们的身体和四肢，之所以构成一个整体，是因为什么？是因为骨肉相连，血脉相连，我们常说骨肉亲情难以分割，不可分离，血溶于水，因为它是一体的，所以能够成为一体的连接方法叫【原子结合】。
- 3) 加热：这是焊接的条件，常温下想要获得原子结合，那是很困难的，所以为了更“容易”形成原子结合，焊接过程通常都是需要加热或伴随着加压来完成的。这也是为什么“焊”这个字左边的部首是火字旁。中国文字是一个智慧的符号。

4.焊接过程



(根据自绘制原理图) 图中两个长方形代表焊接中需要连接的工件，一般接电源的正极；另外细长的一端，接电源的负极，它指的就是焊条(示意)。焊条与工件间所画的扇子形状线条就是指电弧。电弧的产生是一个非常复杂的过程，一句话概括，就是焊条与工件两电极间产生的强烈而持久的放电现象。对于焊接工程师来说，你需要清楚电弧产生的机理：

焊接电弧是一种气体导电(放电)现象。焊接电弧则是两个电极之间强烈而持久的放电现象。电弧产生的条件就是气体要成为导体。通常气体是不导电的，气体成为导体则需要两个条件：即阴极电子发射和气体电离。

(1) 阴极电子发射

阴极的金属表面连续地向外发射电子的现象叫做阴极电子发射。一般情况下，电子是不能离开金属表面向外发射的。如果阴极电子获得一定能量后，就可以克服金属内部正电荷对它的引力而向外发射。这种能量可以是热能、电能或者运动能量，即阴极在高温状态下，电子运动速度加快，当其能量大于正电荷对其的静电引力，即可有电子发射；或者当两极间的电场强度达到一定程度后，电场对阴极表面电子的吸引力大于正电荷的静电引力时，也可发生电子发射。同时，在电场作用下，阴离子的运动速度加快，撞击阴极表面，将能量传递给阴极，也可使电子发射。

(2) 气体电离

中性的气体原子在受到电场或热能作用时，气体原子中电子获得足够的能量，克服原子核对电子的引力，而成为自由电子。中性原子因失去带负电荷的电子而成为带正电荷的正离子的过程，就叫做气体电离。当有阴极电子发射，电子高速运动与气体原子相互碰撞，如果撞击的能量大于气体原子核与电子间的引力时，则发生气体电离；或者在高温下，气体原子的运动速度加快，原子间相互碰撞，也会引起气体电离。

在电弧放电过程中，两极间由于粒子的碰撞会产生很高的温度。其中，弧柱区的电弧温度高达 7000℃左右，电弧焊连接过程是通过将两个工件的局部熔化、焊条填充、互相熔合、最后冷凝从而连接在一起。(彩色粉笔示意)

5.焊条结构及成分

焊条由焊芯和药皮两部分组成。焊芯是具有一定直径和长度的焊接专用金属丝。焊芯外面还有一个涂层，名为药皮，主要是矿石粉末、铁合金粉、有机物等按一定比例配制后通过水玻璃压涂在焊芯表面上的一层涂料。具体的化学成分非常复杂，至少有一百多种。解释 E4303 的含义。

6.焊芯和药皮的作用

- 1) 焊芯：作为电极导电；熔化后作为填充金属，与熔化的母材一起形成焊缝。
- 2) 药皮：使电弧容易引燃并稳定燃烧以改善焊接工艺性能；产生大量保护气体，以及形成熔渣以保护熔池金属不被氧化；添加合金元素以保证和提高焊缝金属力学性能。

7.常用焊接术语

- 1) 焊缝
- 2) 熔宽
- 3) 弧长
- 4) 熔深

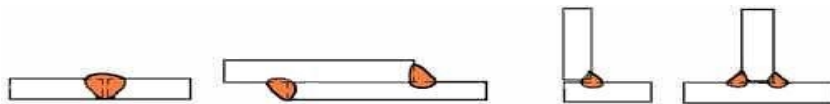
8.常用焊接符号

作为焊接工程师，还必须要熟悉专业术语和焊接符号，这对于工程师熟悉工艺流程、查阅相关文献及绘制标准的焊接图纸是很有必要的。

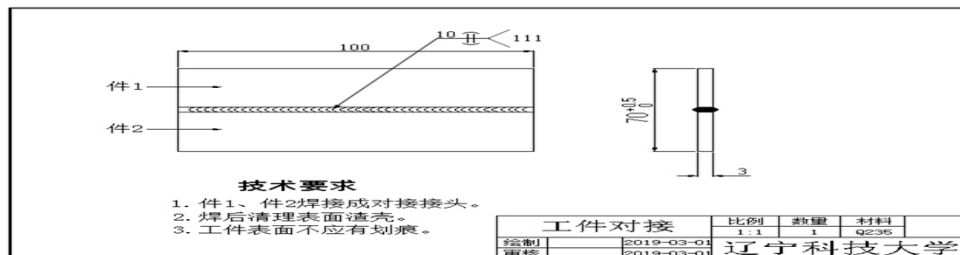
二 焊接实训部分

第一步 结构设计

我们以两块钢板为例，进行结构设计，两块钢板可以分为对接、搭接、角接和 T 接。



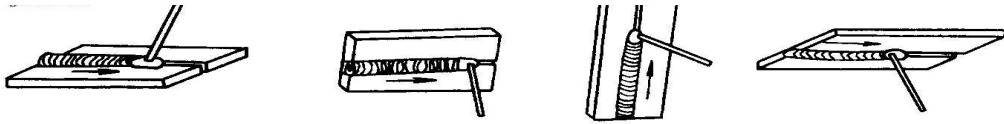
设计完之后，画出焊接结构图纸，绘制图纸是对工程师一个基本的要求，在图纸上标明结构件的材质、结构、尺寸、焊接要求等。在图中，我们可以看出，材料的成分是 Q235，代表着屈服极限 235Mpa，结构是对接，尺寸是 100*70，其中 70 是公差尺寸，焊完之后尺寸应在 70-70.5 之间，还有焊接符号表示的意义，比如 10 代表熔宽 10mm，111 代表焊条电弧焊。



第二步 确定工艺

怎么做这个工件？确定这个工件的焊接思路，我们以对接工件为例，来确定结构件的焊接工艺：

1 首先确定工件的焊接位置，具体来说，就是这个工件怎么摆放？



这四个结构件都是对接，但放的位置不同，我们选择哪一种？首先看哪一种更容易？我们一看就知道，平焊！所以我们在确定工艺时，要尽可能使工件处于平焊的位置，平焊不只是容易，它更有利于焊接质量的保证。

2 焊接工艺参数的选择

A. 焊条选择

焊条的选择其实是非常复杂的，你要考虑工件的化学成分、力学性能、板厚、接头形式等等。一句话，等同性原则。即焊芯的成分必须要和工件的成分完全一致。

我们这个表只是焊条直径的选择。影响焊条直径最主要的是工件厚度。我们看表可以得出：工件越厚，所用的焊条直径越大。因为我们焊接的钢板厚度为 3mm，所以我们选定的焊条为 $\Phi 3.2$ 。当然，焊条是我们给大家准备好的。实际生产中需要我们去选择合适的焊条。

B 焊接速度

焊接速度是指单位时间焊条向前移动的距离。一般来说，焊接速度直接决定熔宽的大小。我们在设计熔宽尺寸的时候主要考虑的是抗拉强度，那需要通过具体的实验计算来确定。在操作中，我们需要根据图纸标注的熔宽来决定我们焊条的移动速度。刚才图纸标注的 10mm，多大的速度可以焊出 10 的熔宽？焊接工程师心里要非常清楚，这需要丰富的实践经验。

C 电弧长度

电弧长度是指焊条末端到工件的距离，它对焊接质量有着很大的影响，一般来说，应尽量采用短弧焊接，具体长度可按这个公式确定： $L(\text{mm})=(0.5-1.0)*d$ ， d 指焊条直径，3.2 代进去之后，我们知道， $L(\text{mm})$ 大约为 2 mm 左右。这个距离需要我们在操作中自己把握。

D 焊接电流

焊接电流是焊接工程师在操作过程中唯一需要调节的参数。不同的接头，电流就不一样。一般来说，电流越大，意味着熔深越深，焊条融化就越快。一般来说，我们根据以下的公式确定： $I=K*d$ $K=(30-60)$ 焊接电流老师会给大家事先调好，不用大家自己调。但我们要了解它的确定依据。

第三步 展开施工。

就是开始做这个工件，在正式操作之前，需要先练习一下焊接的基础，如果没有这个基础，我们很难保证焊接的质量和成型的美观。这个基础练习我们选择在一张大钢板上来完成。

什么情况下才算是达到焊接操作的基础要求呢？主要满足下面三个要求：

- 1) 熔宽 10mm
- 2) 焊缝均匀
- 3) 表面光滑

1. 熔宽 1cm。我们都知道，熔宽取决于焊接速度，那么 1cm 的熔宽需要多大的焊接速度？（教室示范）

2. 宽度均匀。焊缝两边应是两条笔直的线。这要求我们：

- 1) 匀速直线运动。2) 手要稳。

但是焊条很长，想保持手稳不是一件容易的事，需要我们吃点苦头，下点功夫。你需要很熟练。欧阳修有篇古文叫《卖油翁》，卖油翁可以让“油自钱孔入，而钱不湿”；庄子有篇古文《庖丁解牛》，庖丁解牛的动作叫“以神遇而不以目视”。

总之，焊接操作过程中，我们应不厌其烦的反复去练习，培养自己专注、精益求精的工匠精神，并把这种精神延伸到我们的学习生活中，延伸到我们以后的工作岗位当中，这才是我们实习想要达到的目的。

3.表面光滑。即焊缝表面鱼鳞状焊接波纹。主要取决于电弧长度的控制，电弧太长不利于焊芯的过渡和填充，所以要压低电弧。（黑板上画出实际 2mm 的距离）

第四步 解决问题

我们在焊接操作中一定会遇到很多问题，有些你可以预料，可以制定相应的方案。有些焊接之前无法预料，需要我们现场去分析，然后采用一定的方法去解决。生产当中常见的问题有哪些？

1 钢板变形怎么办？

以对接为例，这两块钢板要想焊接完之后保持平整，是一件很困难的事情。

(1) 反变形法 (2) 定位焊 (3) 预热 400℃ (4) 对称焊接法

2 焊接缺陷产生原因：

A 焊缝尺寸不符合要求，产生的原因是：

- (1) 操作时运条不当。
- (2) 焊接电流不稳定。
- (3) 焊接速度不均匀。
- (4) 焊接电弧高低变化太大。

B 夹渣

主要是指焊后残留在焊缝中的熔渣。产生原因是：

- (1) 电弧长度太长。
- (2) 电流太小，焊接速度太块

C 焊穿

主要是指熔化金属自坡口背面流出，形成穿孔的缺陷。

产生的原因是：

焊接电流太大。
焊接速度太慢。

D 气孔

主要是指熔池中的气泡凝固时未能逸出而留下来所形成的空穴。产生的原因是：

焊件和焊接材料有油污，铁锈及其它氧化物。

焊接区域保护不好。

焊接电流过小，弧长过长，焊接速度过快。

第五步 获得成品。

在操作过程中，还有一个非常重要的问题不能忽视，就是安全问题，焊接操作有一定的危险性，所以我们在操作过程中，要进行必要的劳动保护。

三 操作安全（10 分钟）

在操作过程中，还有一个非常重要的问题不能忽视，就是安全问题，焊接操作有一定的危险性，所以我们在操作过程中，要进行必要的劳动保护。

1) 触电

电弧焊一般都是工业用电 380v，在操作过程中，焊接的工件、焊条及操作台都是带电的，我们在操作过程中，经常需要用手去和他们接触，比如对接，搭接等等。我们需要

戴好绝缘手套。

A 在操作前，应注意检查以下几个方面：A 电线电缆是否有裸露的地方。B 更换焊条时，不要一手接触焊条，同时身体与操作台接触。C 千万不触碰电焊机，电焊机经常漏电，造成壳体带电 380，所以手套、面罩等物品绝不允许放在焊机壳体上面；D 保持身体干燥，洗手后一定要把手擦干。

B 触电后怎么办？（1）不得赤手去拉触电人，切断电源，马上报告老师。（2）进行抢救，如果呈昏迷状态，平卧，打 120，进行人工呼吸。

2) 弧光

电弧焊过程中，会放出耀眼的电弧光，主要包括红外线、紫外线和可见光。电弧光主要是造成眼睛的伤害，尤其是可见光，它的亮度比人所能承受的亮度大一万倍，所以需要有一个辅助的工具，叫面罩。

3) 炽热火花

焊接操作时，由于电弧的不稳定，会不断地向外迸溅出炽热的火花。所以头应戴好帽子。穿戴好工作服，其中注意领口扎紧，袖口扎紧，裤子完全放下来，从头至脚不能有皮肤裸露在外面。鞋子要确保能够把脚面盖好。另外，面罩必须紧紧贴住脸。（现场演示）

4) 焊件烫伤

工件焊接完之后，温度很高，注意防止烫伤。700℃工件反而安全，因为呈现红色，可以看得出来，但是 300℃以下的工件，表面看不出来，容易烫伤。戴好手套。

5) 有毒气体

由于高温造成现场生成大量的一氧化碳，硫化氢，氮氧化物等等，可能导致过敏，产生头晕，恶心，呕吐等现象。另外，现场通风要好，必要时戴上口罩。

6) 渣壳迸溅

清理渣壳时，由于刨锤的击打，渣壳就像炸弹爆炸一样四处迸溅，尤其要注意保护好眼睛。稍等几分钟，戴好眼镜，对着操作台进行敲击，其他人注意保护好自己。

三、教学评价：

通过对工程实训教材深入的了解，通过讲授+实践的讲解，达到了很好的教学效果，能够达到教学的目的。在教学中，能够结合多种教学手段，使学生在知识、能力等方面掌握得更扎实，教学内容重点突出，尤其是电弧焊演示部分能够激发学生的兴趣，调动学生的学习积极性。

四、课后作业：

请列举出 2 个电弧焊中遇到的问题，并说说你解决的办法。