

一、焊工在工业生产中的重要地位和作用

通过加热或加压，或二者并用，并且用或不用填充材料，使焊件达到原子结合的一种加工工艺方法叫焊接。各种同类或不同类的金属、非金属（塑料、石墨、陶瓷、玻璃等）可以焊接，金属与非金属也可以焊接。而金属焊接在现代工业中具有重要的实际意义，因此狭义的讲，焊接通常就是指金属材料的焊接。

焊接技术起始于 19 世纪末、20 世纪初。

焊接结构通常都由若干条焊缝所组成。而焊缝的质量直接决定了整个焊接结构的质量。

根据所从事的焊接方法，焊工可分为手弧焊工、埋弧焊工、氩弧焊工和电渣焊工等。目前在工业生产中最为需要的是手弧焊工、自动埋弧焊工和手工钨极氩弧焊工，他们占了焊工总数的绝大多数。

二、焊工常用的工、夹、量具

1、焊工常用的工具

（1）焊钳 焊钳的作用是夹持焊条和传导电流。对焊钳的基本要求是：

- 1）焊钳必须有良好的绝缘性与隔热能力，手柄要有良好的绝缘层。
- 2）焊钳的导电部分应采用紫铜材料制成。焊钳与电焊电缆的连接应简单牢靠，接触良好。
- 3）焊条位于水平、45°、90° 等方向时，焊钳都能夹紧焊条，并保证更换焊条安全方便。
- 4）焊钳应操作灵便，重量不得超过 600g。

常用焊条的外形，见图 1-1。其规格有 300A 和 500A 两种。焊钳使用时钳口应经常保持清洁，胶木手柄松动或脱落时要及时调整修理好，避免钳内的导电部分裸露在外，发生危险。使用大电流时，焊钳的手柄容易发烫，此时禁止将过热的焊钳浸在水中冷却后使用。

（2）焊接电缆 焊接电缆的作用是传导焊接电流。对焊接电缆的要求是：

- 1）焊机用的软电缆线应采用多股细铜线电缆，其截面应根据焊接需要载流量和长度，按焊机配用电缆标准的规定选用，见表 1-1。
- 2）电缆外皮必须完整、柔软、绝缘良好，电阻不得小于 $1M\Omega$ ，电缆外皮若有破损应及时修补完好或更换。
- 3）连接焊机与焊钳必须使用软电缆线，长度一般不宜超过 20~30m。
- 4）焊机的电缆线应使用整根导线，中间不应有连接接头。当工作需要接长导线时，应使用接头连接器牢固连接见图 1-2。连接处应保持绝缘良好。

课题 10 焊接质量及检验

一、焊接缺陷的危害

在焊接过程中，焊接接头产生的不符合设计或工艺文件要求的缺陷，叫焊接缺陷。严重的焊接缺陷将直接影响到产品结构的安全使用。经验证明，结构的失效、破坏以致发生事故，决大部分并不是由于结构强度不足，而往往是各种焊接缺陷影响所致。由于焊接工艺自身的特点，要在焊接接头中避免一切缺陷，实际上是不可能的。但是尽量提高操作技能水平，将焊接缺陷控制在允许的范围内，则是每一个焊工应该争取达到的目标。

焊接缺陷可能出现在焊缝和热影响区中，也可能出现在焊件中，但以出现在焊缝中最为多见。

常见的焊接缺陷有焊缝表面尺寸不符合要求、夹渣、气孔、焊接裂边、咬边、未焊透、未熔合、焊瘤、塌陷、凹坑、弧坑和烧穿等。

二、焊缝表面尺寸不符合要求

焊缝外表形状高低不平、焊波宽窄不齐，余高过大或过小、角焊缝焊脚尺寸不等，均属焊缝表面尺寸不符合要求，见图 10-1。

1、产生原因 产生焊缝表面尺寸不符合要求的原因如下：

1) 焊接技术不熟练，焊条送进和移动速度不均匀；运条手法不正确；焊条与焊件夹角太大或太小；焊接时焊工的手在不断地抖动等。

2) 焊件坡口开得不当，如用手工气割割出的坡口其平直度、坡口角度往往达不到要求。

3) 焊件装配质量不高，如产生错边、装配间隙不均匀等。

4) 焊接工艺参数选择不当，如焊接电流过大或过小，电弧电压过高或过低。

5) 焊缝位置可达性不好，焊工不能灵活的运条。

6) 焊工护目遮光镜片遮光号太大，焊工看不清焊接位置。

2、防止措施

1) 努力提高焊工的操作技能水平，苦练基本功。

2) 尽量采用金属切削方法加工焊件的坡口面，如用刨边机刨直缝，立式车床车环缝等。

3) 提高装配质量，推广使用工、夹、模具装配焊件。

4) 选择适当的焊接工艺参数，在焊机上装设电流表和电压表，以保证所选用工艺参数的正确性。

5) 改进设计，改善焊缝位置的可达性。

6) 正确选用护目遮光镜片的遮光号。

三、夹渣

1、产生原因 在焊缝中产生夹渣的原因如下：

1) 前道焊道除渣不干净，如采用 E5015 碱性焊条时，在焊缝的焊趾处（焊缝和母材的交界处）熔渣难于清除。

2) 焊条的摆动幅度过宽，使液态熔渣在焊道边缘处凝固。

3) 焊条的前进速度不均匀。

4) 焊件倾角太大，使熔渣流至电弧之前。

5) 在深坡口的底层焊接时，因熔渣数量过多而流向电弧的前方。

7) 焊条直径太粗，焊接电流太小，使熔渣和铁水分辨不清，搅和在一起。

2、防止措施

1) 在后焊焊道施焊之前，应彻底除渣。如采用角向磨光机等机动工具代替手工工具（鑿子），清除焊趾处的熔渣。

2) 限制焊条摆动的宽度，使紧邻于熔池后面的熔渣在全宽度上都保持熔融状态。

3) 采取均匀一致的焊接速度。

4) 减少焊件倾角。

5) 加大焊条的角度或提高焊接速度，以增加电弧的后吹力，使液态熔渣保持在电弧后面。有可能时采用上坡焊。

6) 采用直径较细的焊条和较大的焊接电流。

四、气孔

焊接熔池中的气泡在铁水凝固时未能逸出而残存下来所形成的空穴，叫做气孔。见图 10-3。气孔可能出现在焊缝的表面，也可能存在于焊缝的内部。

1、产生原因 在焊缝中产生气孔的原因如下：

- 1) 焊件金属表面受锈、油、水分或脏物污染。
- 2) 焊条药皮中水分过大。
- 3) 焊接电弧长度拉得过长。
- 4) 焊接电流过大。
- 5) 焊接速度过快。
- 6) 使用 E5015 碱性焊条时，电源采用直流正接。
- 7) 焊接电弧发生偏吹。

2、防止措施

1) 用角向磨光机清除焊件表面及焊口内侧的污物，清除宽度应控制在焊口两侧各 20mm 范围内。

2) 严格按工艺要求规定的烘干温度在焊前烘焙焊条。如 E4303 酸性焊条为 75~150℃；E5015 碱性焊条为 350~450℃，并坚持使用焊条保温筒，务必做到随用随取。

3) 尽量采用短弧焊，特别是在使用碱性焊条时不要随意拉长电弧。

4) 减小焊接电流，避免焊条末端药皮发红。

5) 降低焊接速度，利用运条动作，加强铁水搅动，使熔池内的气体能顺利的逸出。

6) 采用碱性焊条时，电源一定要接成直流反接。

7) 防止电弧偏吹，不要使用偏心度超过标准的焊条。

五、焊接裂纹

在焊接应力及其它致脆因素的共同作用下，焊接接头中局部地区的金属原子结合力遭到破坏，形成新界面所产生的缝隙，叫做焊接裂纹。

焊接裂纹往往具有尖锐的缺口和大的长度比，见图 10-4。相对于焊缝的位置而言，焊接裂纹有的是纵向的，有的是横向的，出现的部位有的在焊缝上、焊趾处或热影响区上，有的在表面，也有的在内部。

1、产生原因 焊接裂纹产生的原因如下：

- 1) 焊接熔池中含有较多的 C、S、P 等有害元素，致使在焊缝中生成裂纹，这种焊接裂纹叫做热裂纹。
- 2) 焊接熔池中含有较多的氢，在焊接过程中向热影响区扩散，致使在焊趾、焊根和热影响区生成裂纹，这种裂纹叫做冷裂纹。
- 3) 结构刚性大，焊接过程中产生较大的应力。
- 4) 焊接接头冷却速度太快。如在冬季施焊，室温太低，或焊件厚度较大，导致焊缝散热太快。
- 5) 焊接工艺参数选择不当，若焊接电流太大，形成深而窄的焊缝，这种焊缝中心很容易产生裂纹。
- 6) 焊道结束时弧坑没有添满，致使弧坑中产生裂纹。

2、防止措施

- 1) 将焊件整体或局部的焊口处进行焊前预热，预热温度 100~300℃。母材的含碳量、合金元素含量愈高，预热温度也愈高。预热方法是用气体火焰、远红外加热器和喷灯等进行加热。

-
- 2) 限制焊接原材料中 C、S、P 的含量。如对 H08A 焊丝, 要求 $C \leq 0.10\%$, $S \leq 0.03\%$, $P \leq 0.03\%$ 。
 - 3) 尽量降低焊接熔池中氢的含量, 如焊前做好焊口附近的清洁工作, 烘干焊条, 使用药皮中含氢量较低的碱性焊条等。
 - 4) 采用合理的焊接顺序和方向, 以降低结构刚性。
 - 5) 若环境温度太低, 焊前又无条件预热的, 不要进行焊接。
 - 6) 焊道结束进行收弧时, 应采用断弧法, 使熔滴添满弧坑, 或采用收弧板将弧坑引至焊件外侧。

六、咬边

由于焊接参数选择不当, 或操作工艺不正确, 而在沿焊趾的母材部位生成的沟槽或凹陷, 叫做咬边。见图 10-5。

咬边通常是由于焊接电流太大、弧长过长和焊条摆动速度过快而引起的。横焊或立焊时, 焊条直径太粗和焊条角度不正确也能造成咬边。

防止措施是进一步提高操作技能。焊接速度必须满足所熔敷的焊缝金属完全充填于母材所有已熔化的部分。采用焊条摆动操作工艺时, 在焊缝的每侧必须稍作停顿, 焊接过程中尽量采用短弧焊。

七、未焊透

焊接时, 接头根部未完全熔透的现象, 叫做未焊透, 见图 10-6。

形成未焊透的原因是, 焊接速度太快, 坡口钝边过厚, 坡口角度太小, 装配间隙过小, 焊条角度不正确使熔池偏于一侧, 焊接电流过小, 弧长过长, 焊接时电弧有偏吹现象等。

防止措施是, 正确选用和加工坡口尺寸, 保证必需的装配间隙和合适的钝边尺寸, 还应正确选用焊接电流和焊接速度, 焊缝背面挑焊根后再进行焊接等。

八、未熔合

熔焊时, 焊道与母材之间或焊道与焊道之间, 部分未完全熔化结合, 叫做未熔合。见图 10-7。

产生未熔合的原因是, 层间清渣不干净, 焊接电流太小, 焊条偏心, 焊条摆动幅度太窄。

防止措施是, 加强层间清渣, 适当增加焊接电流, 不使用偏心焊条, 操作时注意焊条摆动幅度等。

九、焊瘤

焊接过程中, 熔化金属流淌到焊缝之外未熔化的母材上所形成的金属瘤, 叫做焊瘤, 见图 10-8。焊瘤经常发生在立焊、横焊和仰焊的焊缝中。

产生焊瘤的主要原因是, 操作技能不熟练, 焊条直径太粗, 焊接电流太大, 焊条倾角不合适和运条不当。

防止焊瘤的措施是提高焊工的操作技能, 加强基本功的训练。

十、塌陷

单面熔化焊时, 由于焊接工艺选择不当, 焊缝金属过量透过背面, 而使焊缝正面塌陷、背面凸起的现象, 叫做塌陷, 见图 10-9。

形成塌陷的原因是装配间隙和焊接电流过大。

防止措施是减小装配间隙和焊接电流。

十一、凹坑

焊后在焊缝表面或焊缝背面形成的低于母材表面的局部低洼部分，叫做凹坑，见图 10-10。焊缝背面的凹坑通常又叫做内凹。

产生凹坑的原因是电弧拉得过长，焊条倾角不当和装配间隙过大。

防止措施是压短弧长、调整焊条倾角和适当减小装配间隙。

十二、弧坑

熔焊时，在焊条末端灭弧时的焊缝金属低于焊缝表面的现象，叫做弧坑，见图 10-11。

产生弧坑的原因是熔池金属在电弧吹力下向后移动又没有新的填充金属添加所致。

防止措施是采用断续灭弧法或用收弧板，将弧坑引至焊件外面。

十三、烧穿

焊接过程中，熔化金属自坡口背面流出，形成穿孔的缺陷，叫做烧穿，见图 10-12。

产生烧穿的原因是焊件加热过甚。如焊接电流和装配间隙太大，焊接速度过慢以及电弧在焊缝处停留时间过长等。

防止措施是减小焊接电流和适当增加焊接速度，严格控制焊件的装配间隙，并保证这种间隙在整个焊缝长度上的一致性。

焊接缺陷的返修

一、焊接缺陷的清除方法

焊接缺陷的返修，包括产品制造过程中的返修以及使用过程中的返修。

超标焊接缺陷的存在，对于重要的焊接结构，如锅炉、压力容器，会影响其安全运行和影响其工作寿命，因此，当发现超过允许值的焊接缺陷，都必须彻底将其清除。

根据产品的材质、缺陷所在部位和大小，焊接缺陷的清除方法可分别采用碳弧气刨、气割或风铲。

对于低碳钢或屈服点 $\leq 392\text{Mpa}$ 的普通低合金高强度钢及厚度在 20mm 以下的 09Mn2 V 钢，可采用碳弧刨或气割的方法来清除缺陷。

当焊缝的缺陷只是局部的、断续的存在时，用碳弧刨的方法较好。若产品的焊缝需整条返修时，可用气割将其割开，并切出坡口，用砂轮修磨平整后，再重新组装、焊接。

对于不适合于碳弧气刨和气割的钢材及焊缝，可采用机械加工或手工铲磨的方法来清除焊接缺陷。

凡是对冷裂纹敏感的屈服点 $>392\text{Mpa}$ 的普通低合金高强度钢 铬钼耐热钢及耐腐蚀性能要求高的不锈钢和复合钢板等，当存在有少量的表面或内部缺陷时，可使用风铲、砂轮等去除缺陷或铲磨坡口。对于内部存在的大量缺陷或接头性能不合格的，如高压厚壁容器筒体的规则焊缝，在条件允许的情况下，可在机床上进行机械加工来清除需要返修的焊缝。

返修焊道清除缺陷后的坡口表面要呈圆滑过渡，不能有尖锐棱角，见图 10-13。

二、返修焊缝的操作要点

焊缝返修一般是在产品刚性拘束较大的条件下进行的，返修次数多，会影响产品的质量，故应力求一次返修成功。

焊缝返修的操作要点如下：

1) 根据对焊缝质量检验的结果，由检验人员对有缺陷的部位作出标记，确定缺陷的性质，并分析产生缺陷的原因，在清除焊缝缺陷后，由经过考试合格、并焊接质量一贯优良的

优秀焊工担任焊缝返修工作。

2) 产品焊接时若需要预热,返修时也应在相应预热条件下进行焊接。

当返修工作环境温度低于 0℃时,应采用相应的预热措施。

3) 原则上应采用与原产品焊接时同样的焊接材料及焊接工艺进行返修焊补。焊接时,宜采用多层多道、小电流、焊条不摆动焊法,以防止返修部位的焊缝过热或产生过量的变形。

4) 焊补时要严格控制层间温度,注意每道焊缝的起弧与收弧处的焊接质量。同一层焊缝的相接两焊道间的起弧与收弧处必须相互错开一定距离。每焊完一层后要仔细检查,确保无缺陷后,再焊下一层。

5) 返修部位的焊缝必要时需修磨表面,使其外形与原焊缝外形基本一致,并按原焊缝的探伤要求严格检查。如再发现超标缺陷时,应再次修补,但修补次数不能超过标准规定的允许返修次数。

6) 对要求焊后热处理的焊件,应在热处理前进行返修。如在热处理后还需进行返修时,则返修后应重新进行热处理。

7) 焊缝缺陷的清除和焊补,都不允许在带压或承载状态下进行。

焊接检验

●要点 各种常用的焊接缺陷检验方法及其正确选用

焊缝外观检查

焊后(或层间),将焊缝表面的熔渣清理干净后,用肉眼或低倍放大镜检查焊接接头处有无外部可见缺陷,如外表存在气孔、表面裂纹、咬边、内凹、焊瘤、弧坑和烧穿等,再用焊缝万能量规检查焊缝表面的几何尺寸,如焊缝余高,焊缝宽度,焊脚尺寸等。

无损检验

一、射线探伤

采用 X 射线或 γ 射线照射焊接接头检查内部缺陷的无损检验法,叫做射线探伤,见图 10-14。

1、缺陷性质的辨别 射线通过不同厚度或不同材料时,其衰减不同,因而在底片上产生不同程度的明暗影象:母材呈黑色,焊缝呈浅白色,当焊缝中有缺陷时,又出现不同形状、不同深度的暗黑色。

1) 局部咬边 底片上在焊缝和母材的交界处出现局部黑色条纹,见图 10-15。

2) 内凹 底片上在焊缝中间出现一条不规则的黑色条纹,见图 10-16。

3) 裂纹 裂纹在底片上多呈略带曲折的波浪形条纹,有时也呈直线形条纹,轮廓较分明,中部稍宽、两端较尖细,见图 10-17。

4) 未焊透 未焊透在底片上呈断续的或连续的黑直线,见图 10-18。

5) 气孔 手工电弧焊的气孔在底片上多呈黑色圆形或椭圆形,其黑度是中心处较深,并均匀的向边缘减小,形式有密集的、连续的或分散分布的几种。自动焊焊缝中所产生的气孔通常较大,有时直径可达几毫米,黑度也较深。

气孔在底片上的影象,见图 10-19。

6) 夹渣 夹渣在底片上多呈不同形式的点或条状。点状夹渣呈单独黑点,外观不规则并带有棱角,黑度较均匀。条状夹渣呈宽而短的粗线条状,宽度不太一致。

夹渣在底片上级的影象见图 10-20。

2、质量标准 根据 GB3323-87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》

的规定，根据底片上缺陷的性质、形状、大小和密集程度，将底片上的质量分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四级，其中Ⅰ级片质量最高，Ⅳ级片质量最差。各种产品焊缝射线探伤后质量要求达到的等级，可根据该产品的受力状况和工作介质，在产品设计的图样上和技术要求中予以规定。

二、 超声探伤

利用超声波探测材料内部缺陷的出无损检验法，叫做超声探伤。见图 10-21。超声波探头发射的超声波，通过耦合剂（油）的作用传播到焊件表面，产生发射脉冲波，另一部分进入焊件内部，在焊件底面又被反射回来，产生底面反射波。若焊件内有缺陷，缺陷上反射回去的超声波在荧光屏上又产生缺陷反射波。根据缺陷反射波的形状、大小和位置，可以间接判断焊接缺陷的性质、大小和位置。

三、 磁粉探伤

利用在强磁场中，铁磁性材料表层缺陷产生的漏磁场吸附磁粉的现象而进行的无损检验法，叫做磁粉探伤，见图 10-22。

磁粉探伤时，将焊件放至两磁极之间，焊缝上撒上铁粉，则在铁粉聚集处的下面，就是焊接缺陷。

三种无损检验方法的比较，见表 10-1。

表 10-1 三种无损检验方法的比较				
检验方法	能探测的缺陷	检验厚度	质量判断	
磁粉探伤	表面及近表面的缺陷（微裂纹、未焊透、气孔）	表面及近表面，深度不超过 5mm	能判断缺陷位置，但深度不能确定	
超声探伤	内部缺陷（裂纹、未焊透、气孔、夹渣）	下限 5mm，上限无限制	能间接判断缺陷性质及位置	
射线探伤	内部缺陷（裂纹、未焊透、气孔、夹渣）	X 射线可探至 60mm，γ 射线可探制 150mm	能直接判断缺陷性质、大小、形状和位置	

力学性能试验

将被试验的焊接接头（或焊缝）按规定要求制成各种形状的试样，在专门的设备上进行拉伸、弯曲和冲击等试验，以测定焊接接头（或焊缝）的强度、塑性、硬度和冲击韧度等性能，叫做力学性能试验。

一、 拉伸试验

在拉伸机上将板状或圆棒试样进行纵向拉伸，直至断裂，用以测定焊缝或

焊接接头的抗拉强度、屈服强度、伸长率和断面收缩率。其试验方法，见图 10-23。

二、 弯曲试验

在压力机上对板状试样加上一定的载荷，使试样弯曲一个角度，检查其拉伸面上有无裂纹的试验方法。弯曲试验方法，见图 10-24 。

弯曲试验的目的是检查焊接接头的塑性，同时可反映各区域的塑性差别、暴露焊接缺陷和考核熔合线的质量。弯曲试验可分为如下三种：

面弯—弯曲后焊缝正面成为拉伸面。

背弯—弯曲后焊缝背面成为拉伸面。

侧弯—弯曲后焊缝一个侧面成为拉伸面。

三、 冲击试验

将加工成长方体的一个试样，在冲击试验机上加上一定的冲击载荷将试样打断，以测定焊接接头的冲击韧度的试验方法。其试验方法，见图 10-25。

冲击试验的试样中间应开一缺口，便于试验时打断。缺口形状有夏比 U 型缺口试验和夏比 V 型缺口试样两种，目前推广使用的是 V 型缺口试样。缺口位

置可分别放在焊缝、熔合线和热影响区三处，以检查测试这三处的冲击韧度。

四、硬度试验

将焊接接头的断面磨平，在硬度计上打上硬度，用以测定焊接接头各区域上的硬度，并可间接判定材料焊接性的试验方法。其试验方法，见图 10-26。

宏观金相试验

直接用肉眼或低倍放大镜，检查焊缝断面有无缺陷的一种检验方法。

一、金相宏观分析

将焊接接头断面磨成宏观金相试样，以检查断面上各种焊接缺陷的存在情况，并可观察到焊接熔池的形状和尺寸。角焊缝通常进行此项试验。

二、断口检查

用以检查管子焊缝内部质量的一种专门检验方法。检验前，事先在焊缝表面沿焊波方向车一条沟槽，槽深约为焊缝厚度的 1/3，然后用拉力机将管子试样拉断，观察试样断口处存在的缺陷种类和大小。断口检验对“未熔合”这种缺陷较敏感。

课题 2 手工电弧焊设备

电源的分类

●要点 对弧焊电源的要求、分类及常见故障的排除

●对手工电弧焊电源的要求

一、电流种类及其对电弧燃烧稳定性的影响

电流种类 生产中使用的电流可分为直流电、单相交流电和三相交流电三种。

手工电弧焊时，电焊机是电源，它的输出电流供电弧燃烧。而电弧本身又是作为电源的一个负载，因此电源的种类将对电弧的稳定燃烧起着重大的影响。

用直流电源作焊接电源时，其输出的直流电源总是从一极流向另一极，电弧电压也维持恒定，所以电弧可以持续燃烧，比较稳定。当采用交流电源时，其电源电压是交变的，电流方向也不断改变，电弧相应地不啻派发生瞬时熄灭、然后重新引弧和再次稳定燃烧的过程（每秒钟要经历 100 次这样的过程）。这个过程是电弧自动重复进行的。因此，当采用接六弧焊电源时，其电弧燃烧的稳定性不如采用直流弧焊的电源时好。但是，由于焊接技术的发展，焊条药皮成分的不断改进和焊机性能的不断提高，交流电源的电弧在一定条件下也能稳定的燃烧，得到满意的焊接质量。此外，由于交流电源设备简单、成本低、维修容易、磁偏吹影响小，所以交流弧焊电源仍得到广泛的应用。目前，在手弧焊生产中，除了某些焊条有特定要求，必须采用直流电源外，皆可用交流电源进行焊接。

二、对弧焊电源的要求

电弧能否稳定燃烧，是保证获得优质焊接接头的主要因素之一。决定电弧稳定燃烧的诸因素中，首要的因素是弧焊电源。

为了使电弧稳定燃烧，对弧焊电源有以下基本要求。

1、适当的空载电压 弧焊电源接上电网后，其输出端尚未引弧时的电压叫空载电压。空载电压越高，对引弧或电弧的稳定燃烧越有利。但是，过高的空载电压对焊工的人身安全带来不利的影响，并且还增加焊机的生产成本。这

两个相互矛盾的要求，应该在一定的条件下统一起来。目前我国生产的直流弧焊机，其空载电压大多在 40——90V 之间，交流弧焊机的空载电压多在 60——85V 之间。生产实践证明，交流弧焊机的空载电压低于 65V 时，常常会给焊接过程造成困难。

空载电压可以从连接在焊机输出端的电压表中直接读出。

2、陡降的外特性 弧焊电源输出电压与输出电流之间的关系称为电源的外特性。弧焊时，要求电源在引弧时能供给电弧较高的电压和较小的电流；当电弧稳定燃烧时，电流增大，而电压急剧降低；当焊条与工件短路时，短路电流不应太大，而应限制在一定的数值；能够满足这些要求的电源，称为具有陡降外特性的电源。

一般照明或动力用的电源都是平外特性，即不论输出的电流大或小，输出电压基本上是不变的，这种外特性不适应弧焊电源的需要。

3、可以灵活调节焊接电流 为了满足焊接工艺的需要,焊机的输出电流在其功率范围内应能够随意调节。一般情况下,焊机能调出的最大电流不小于最小电流的 4——5 倍,即可满足使用要求。

抽头式焊机的输出电流只有规定的几档，不能任意调节。

4、良好的动特性 焊接过程中，焊机的负荷总是在不断的变化。例如，引弧时焊条与焊件短路，随后由短路突然将焊条拉开；焊接过程中焊条金属熔滴往熔池过渡时，焊条与焊件短路，随后焊条又与母材分开等等，都能引起焊机的负荷发生急剧变化。由于焊接回路中总有一定的感抗存在，焊机的输出电流和电压往往不能及时适应这种变化，而要经过一个过渡过程才能稳定下来，焊机的这种过渡过程的性能，称为焊机的动特性。

动特性对焊机的使用性能起着重大影响。使用动特性良好的焊机进行焊接时，引弧时很容易起弧，焊接过程电弧突然拉长一些也不容易熄灭，飞溅也较少。反之，用动特性不好的焊机焊接，引弧时焊条很容易粘到焊件上，焊条拉开的距离稍大一些就不能起弧，只有当拉开的距离很小时才能起弧。焊件过程中，电弧偶尔拉长一点，就容易熄弧，而且有时飞溅较严重。

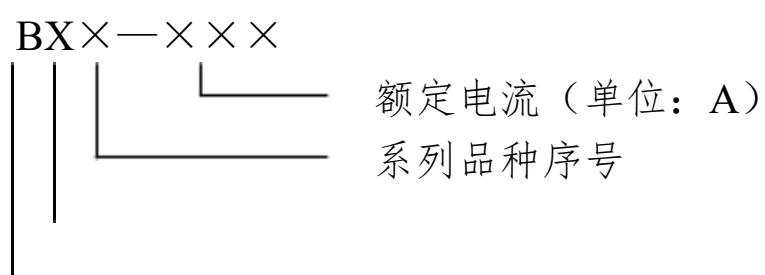
●手工电弧焊电源的分类及故障的排除方法

一、手工电弧焊电源的分类

手工电弧焊电源按照供应的电流性质，可分为交流焊机和直流焊机两大类。交流焊机是一种供电弧燃烧用的降压变压器，所以又称弧焊变压器。直流焊机根据所产生直流电的原理不同，又分为弧焊发电机和弧焊整流器两大类。生产中，如果采用酸性焊条（型号如 E4303），则选用弧焊变压器；如果采用碱性焊条（型号如 E5015），则应选用直流焊机，即弧焊发电机或弧焊整流器，但是弧焊发电机由于材料消耗多、空载损耗大和噪声严重，正在逐步被弧焊整流器所取代。

手工电弧焊电源不同于一般电机，它具有较低的空载电压(45——90V)，电压迅速下降，工作电压仅为15——30V。由于焊机使用过程中，会频繁的出现短路现象(如引弧、熔滴过渡)，为使焊机在短路时不致被烧坏，要求其短路电流不能大。所以，可以认为，手工电弧焊机是一种特殊的电机，它不能被其他电机所取代。

1、弧焊变压器 弧焊变压器为单相供电，一般电网供给的工作电压为 220V 或 380V。其型号的编排次序及含义如下所示：



弧焊变压器

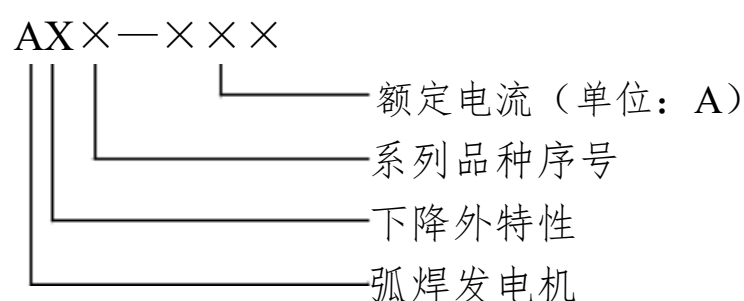
常用的弧焊变压器根据其不同的构造，分为动铁心式（型号有 BX1-135、BX1-330、BX1-330-1、BX1-300、BX1-500）、动圈式（型号有 BX3-120、BX3-300、BX3-500）、同体式（型号有 BX2-500、BX2-700、BX2-1000、BX2-2000）、饱和式（型号有 BX9-300、BX10-100、BX10-500）、抽头式（型号有 BX-120、BX-200、BX5-120、BX6-120、BX6-120-1、BX6-120-2、BXD6-120）和分体式（型号有 BP-3×500）等五种。

(1) BX1-330 型弧焊变压器 该焊机属于动铁心式。焊机的外形及外部接线，见图 2-1。焊机的空载电压为 60-70V，焊接电流调节范围为 50-450A，焊接电流的调节方式有粗调节和细调节两种。粗调节是通过改变次级线圈的不同接法及匝数来实现，具体方法是改变粗调电流接线板上的搭铁位置（见图 2-2）。当搭铁在 I 位置时，空载电压为 ，焊接电流调节范围为 50-180A；当搭铁位置在 II 时，空载电压为 60V，焊接电流调节范围为 160-450A。焊接电流的细调节是通过改变动铁心的位置来实现，具体方法是：将焊机细调电流把手 5 反时针转动，此时活动铁心向外移动，焊接电流增大；顺时针转动，则焊接电流减小。使用时，将粗调节搭铁和细调节把手配合使用，便能得到所需要的焊接电流值（在电流指示针 12 上读出，见图 2-1）。

(2) BX3-300 型弧焊变压器 该变压器属于动圈式。初、次级线圈互相独立，有较大距离，由于没有活动铁心，故可以避免因铁心振动而带来的电弧不稳定等一系列不良影响。焊机的外形，见图 2-3。焊接电流的调节方法有粗调节和细调节两种。粗调节是通过改变初、次级线圈的接线方法来实现，见图 2-4。接法 I 为串联，空载电压为 75V，焊接电流调节范围为 40-150A；接法 II 为并联，空载电压为 60V，焊接电流调节范围为 120-380A。细调节是摇动焊机顶部的手把：逆时针旋转时，次级线圈向上移动，焊接电流增加；顺时针旋转时，次级线圈向下移动，焊接电流减小。使用时，将粗调节和细调节两种方法相配合，便能得到所需要的焊接电流值。

(3) BX-500 型弧焊变压器 该变压器属于同体式。焊机的外形，见图 2-5。焊接电流的调节方法只有一种，即摇动手动螺杆，当螺杆顺时针方向转动时，活动铁心外移，与固定铁心的间隙增大，焊接电流增加；反之，当螺杆逆时针方向转动时，活动铁心内伸，与固定铁心的间隙减小，焊接电流减弱。焊机的空载电压为 80V，焊接电流调节范围为 150-700A。

2、弧焊发电机 弧焊发电机是由三相感应电动机或柴（汽）油机拖动，产生供电弧燃烧所需要的直流焊接电源，其优点是在焊接过程中电网电压波动时仍能保证焊接工艺参数的稳定。弧焊发电机为三相供电，其型号的编排次序及含义与弧焊变压器相同，仅型号字头用 A 表示，如下所示：



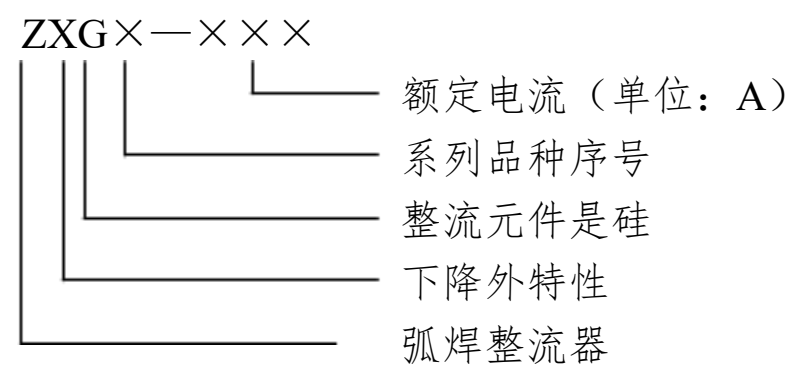
常用的弧焊发电机根据其不同的构造，可分为差复励式（型号有 AX1-160、AX1-165、AX-250、AX-300、AX1-165、AX1-500、AX7-250、AX7-400、AX7-500、AX7-500-1、AX8-500、AX9-500）、裂极式（型号有 AX-320、AX-320-1、AXD-320）和换向极式（型号有 AX3-300、AX3-300-1、AX4-300、AX4-300-1）等三种。

(1) AX1-500 型弧焊发电机 该发电机属于差复励式。焊机的外形及外部接线，见图 2-6。焊机由三相感应电动机拖动。焊接电流的调节分粗调节

的接线板上有三个接线柱，其中负极用—标注，其他两个均为正极，用+标注。当中间的+与—分别接在焊钳与焊件时，焊接电流为 120—600A；当另一个+与—分别接焊钳与焊件时，焊接电流为 300—600A。细调节是利用装在焊机上端的可调电阻来进行的。当沿顺时针方向转动调节手柄，焊接电流增大；沿反时针方向转动调节手柄，焊接电流减少。将粗调节与细调节两种方法相配合，便能得到所需要的焊接电流值。焊机的空载电压为 60-90V，工作电压为 40V。

(2) AX-320 型弧焊发电机 该发电机属于裂极式。焊机的外形，见图 2-7。焊机由三相感应电动机拖动。焊接电流的调节分粗调节和细调节两种。粗调节是通过移动焊机端部的电刷手柄来实现的。当电刷手柄顺发电机旋转方向移动时，焊接电流减小；反之，当电刷手柄逆发电机怕派方向移动时，焊接电流增加。电刷手柄位置共分三档，对应的焊接电流值分别为 40—110A、60-170A 和 105-320A。焊接电流的细调节是利用装在焊机上端的可调电阻来进行的。当沿顺时针方向转动调节手柄，焊接电流增大；反之，沿逆时针方向转动调节手柄，焊接电流减小。将粗调节和细调节两种方法相配合，便能得到所需要的焊接电流值。焊机的空载电压为 50-80V，工作电压为 30V。

3、弧焊整流器 弧焊整流器是一种通过整流元件将交流电变为直流电的直流弧焊电源，无旋转部件。弧焊整流器为三相供电，整流元件为硅，其型号的编排次序及含义，如下所示：



常用的弧焊整流器根据其不同的构造，可分为磁放大器式（型号有 ZXG-30、ZXG-50、ZXG-100、ZXG-120、ZXG-200、ZXG-300、ZXG-400）、动圈式（型号有 ZXG1-160、ZXG1-250、ZXG1-300、ZXG1-400、ZXG1-500）、交、直流两用式（型号有 ZXG3-300-1、ZXG9-150）、抽头式（型号有 ZPG8-250）、多站式（型号有 ZPG6-1000）和高压引弧式（型号有 ZXG12-165）等多种。

ZXG-300 弧焊整流器 该整流器属于磁放大器式。焊机的外形及外部接线，见图 2-8。焊接电流的调节方法只有一种，即转动焊机面板上的电流调节器 5，沿顺时针方向转动时，焊接电流增加；沿逆时针方向转动时，焊接电流减少，焊接电流的调节范围为 15-300A。焊机的空载电压为 70V，工作电压为 25-30V。

二、手工电弧焊电源产生故障的原因及排除方法

1、弧焊变压器 弧焊变压器若使用不当，在操作过程中会产生各种故障，影响焊工进行正常作业。弧焊变压器的常见故障及排除方法，见表 2-1。

2、弧焊发电机 弧焊发电机在使用过程中，由于内部有旋转部份，所以出现故障的可能性更多一些。弧焊发电机的常见故障及排除方法见表

3、弧焊整流器 弧焊整流器的常见故障及排除方法，见表 2-3。

表 2-1 弧焊变压器常见故障及排出方法

故障特征	产生原因	排除方法
焊机线圈过热	1、焊机过载	1、按规定的负载持续率下的焊接电流值使用
	2、变压器线圈短路	2、重绕线圈或更换绝缘
焊机铁心过热	1、电源电压超过额定值	1、检查电源电压并对照焊机铭牌上的规定数值
	2、铁心硅钢片短路	2、清洗硅钢片，重刷绝缘漆
	3、夹紧铁心的螺杆等的绝缘损坏	3、更换绝缘材料
熔断器经常烧断	1、电源线短路或接地	1、检查电源线，消除短路
	2、初级线圈与次级线圈短路	2、检查线圈情况，更换绝缘材料或重绕线圈
焊机外壳带电	1、电源线或焊接电缆碰到外壳	1、检查电源引线和电缆与接线板连接情况
	2、线圈碰外壳	2、用兆欧表检查线圈的绝缘电阻
	3、焊机外壳没接地或接触不良	3、接妥地线
焊机振动和响声过大	1、传动铁心或传动线圈的机构有故障	1、检修传动机构
	2、动心上的螺杆和拉紧弹簧松动或脱落	2、加固动铁心及拉紧弹簧
	3、线圈短路	3、更换绝缘，重绕线圈
焊接电流过小	1、焊接电缆太长，压降太大	1、减小电缆长度和加大电缆直径
	2、焊接电缆卷成盘状，电抗大	2、散开电缆，不使它成盘状
焊接电流忽大忽小	1、焊接回路连接接触不良	1、检查焊接回路接触处，使之接触良好
	2、可动铁心随焊机振动而移动	2、加固可动铁心，使之不易发生移动

表 2-2 弧焊发电机常见故障及排出方法

故障特征	产生原因	排除方法
焊机启动后电动机反转	三相感应电动机与网路接线位置有错误	将三相电源线中任意两相换接
启动后电机转速很慢，并发出嗡嗡声	1、三相熔断器中有一相被烧断	1、更换熔断器
	2、电动机的定子线圈断线	2、清除断线
电刷和换向器间有火花	1、电刷与换向器接触不良	1、清洁并修整电刷和换向器的接触面
	2、电刷被卡住或松动	2、调整电刷在电刷架中的气隙
	3、换向片间的云母突出	3、去除突出的云母、拉深韵母槽，使它低于换向器表面
	4、个别换向片凹下或突出	4、研磨或上车床车削

忽小	1、焊接回路接触处接触不良	1、检查焊接回路接触处，并使之接触良好
	2、电流调节器的可动部分随焊机的振动而移动	2、检修电流调节器，使可动部分不易移动

焊机过热	1、焊机过载	1、减小焊接电流或降低负载持续率
	2、发电机的电枢线圈短路	2、消除短路处
	3、换向器短路	3、清理换向器表面
	4、换向器表面污染	

表 2-3 弧焊整流器常见故障及排出方法

故障特征	产生原因	排除方法
焊机空载电压太低	1、电网电压太低	1、调整电压至规定值
	2、变压器的初级线圈匝间短路	2、检修变压器线圈
	3、饱和电抗器线圈匝间短路	3、检修饱和电抗器
	4、磁力启动器接触不良	4、使磁力启动器接触良好
	5、整流元件击穿	5、更换元件

焊接电流调节失灵	1、控制线圈匝间短路	1、更换熔断器
----------	------------	---------

电刷和换向器间有火花	1、电刷与换向器接触不良	1、清洁并修整电刷和换向器的接触面
	2、电刷被卡住或松动	2、调整电刷在电刷架中的气隙
	3、换向片间的云母突出	3、去除突出的云母、拉深韵母槽，使它低于换向器表面
	4、个别换向片凹下或突出	4、研磨或上车床车削

焊接电流忽大忽小	1、焊接回路接触处接触不良	1、检查焊接回路接触处，并使之接触良好
	2、电流调节器的可动部分随焊机的振动而移动	2、检修电流调节器，使可动部分不易移动

焊机过热	1、焊机过载	1、减小焊接电流或降低负载持续率
	2、发电机的电枢线圈短路	2、消除短路处
	3、换向器短路	3、清理换向器表面
	4、换向器表面污染	

焊机的操作

- 要点 焊机的正确安装使用
- 焊机的安装

一、焊机安装应遵循的原则

焊机的安装应遵循下列要求：

- 1) 焊机的工作环境应与焊机技术说明书上的规定相符。如在气温过低或过高、湿度过大、气压过低以及在具有腐蚀性或爆炸性等的特殊环境中作业，应使用适合特殊环境条件

2) 必须将电焊机平稳地放在通风良好、干燥的地方,不准靠近高温以及易燃、易爆的危险环境。

3) 焊机应防止碰撞或激烈震动(特别是弧焊整流机)。室外使用的焊机,必须有防雨、雪的防护措施。

4) 焊机必须有专用独立的电源开关,其容量应符合要求,当焊机超符合时,应能自动地切断电源。禁止多台焊机共用一个电源开关。

5) 电源控制装置应装在焊机附近人手便于操作的地方,周围留有安全通道。

6) 焊机的一次电源线,长度不宜超过 2-3m。当有临时任务需要较长的电源线时,应沿墙或立柱用瓷瓶隔离布设,其高度必须距地面 2.5m 以上,不允许将电源线拖在地面上。

7) 焊机外露的带电部分应设有完好的防护(隔离)装置,焊机裸露接线柱必须设有防护罩。使用插头插座连接的焊机,插销孔的接线端应用绝缘隔板隔离,并装在绝缘板平面内。

8) 焊机(交流或直流)的外壳必须接地,接地装置必须经常保持连接良好,禁用氧气管道和乙炔管道等易燃、易爆气体管道作为接地装置的自然接地极,防止由于产生电阻热或引弧时冲击电流的作用,产生火花引爆。

9) 焊机接入电网时,两者的电压必须一致。

10) 直流弧焊发电机接入电网后,应先启动试车,观察换向器的旋转方向是否和焊机上规定的旋转方向一致。如相反,则应调换三相电源线中任意两相的位置。

11) 焊机的接线和安装应由专门的电工负责,焊工不应自行动手。

二、弧焊变压器的安装

弧焊变压器的电源为单相。接线时要注意焊机出厂标牌上所标出的一次电压数值。手把软电缆线和地线分别接到焊机的次级端两个接线柱上,其接法没有极性要求。

弧焊变压器的安装注意事项如下:

1) 要注意配电系统开关、熔断器是否合格齐全;导线绝缘是否完好;电网电源功率是否够用。

2) 初、次级导线的截面要合格。额定负载时,初级导线电压降不宜大于额定网路电压的 5%;次级导线电压降不宜大于额定工作电压的 10%。

3) 多台弧焊变压器安装时,应分接在三相电网上,尽量使三相负载平衡。

三、弧焊发电机的安装

弧焊发电机大都是由三相感应电动机拖动。手把线和地线要按所需的极性接法相联。

弧焊发电机的安装注意事项如下:

1) 接入三相电网前,应按电压等级及标牌规定,将电动机接成三角形或星形。如果电动机为 220/380v 电压,那么,在三相电网为 220v 时,电动机定子绕组用(△)接法;而在 380v 时,则用(Y)接法。电动机的定子三相线圈引出线固定在电机外面的接线板上,接线板上的线头旁有各头线圈的始端和末端的符号,其中 D1、D2、D3 分别为始端地第一相、第二相和第三相的符号;D4、D5、D6 为末端第一相、第二相和第三相的符号。出线板上出线端的接法,见图 2-9。

2) 鼠笼式感应电动机直接启动时,启动电流比额定电流大好几倍。因此,网路的容量较大时,可全压直接启动;当网路容量较小时,应加星形、三角形启动器,用来降压启动。

3) 多站式直流弧焊机,因为电动机容量较大,不宜直接启动,最好加自藕变压器启动器。

四、弧焊整流器的安装

弧焊整流器和弧焊变压器所不同的是在变压器后面增加了整流部分,其变压器为三相,

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/318060050057006132>