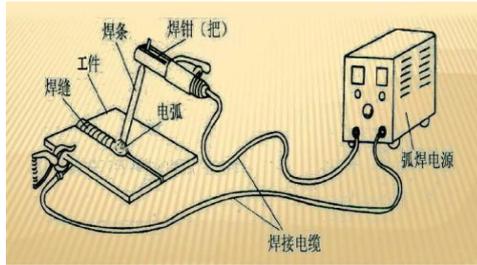


常用焊接形式简介

一、焊条电弧焊

1. 工作原理

焊条电弧焊是指用手工操作焊条进行焊接的电弧焊方法。他是利用焊条和焊件之间产生的电弧热，将焊条和焊件局部加热到熔化状态，焊条端部熔化后的熔滴和熔化的母材融合一起形成熔池。随着电弧向前移动，熔池液态金属逐步冷却结晶形成焊缝。焊条电弧焊的工作原理及焊接器材见图 1。



(a) 焊条电弧焊工作原理示意图



(b) 电弧焊电源



(c) 焊钳



(d) 焊条



(e) 防护面罩



(f) 焊接施工

图 1 焊条电弧焊工作原理及焊接器材

2. 优缺点

优点：焊条电弧焊具有设备简单、易于维修、操作灵活、成本低；焊缝金属晶粒较细，焊接接头力学性能好。

缺点：生产率低、焊接质量受到焊工的技术、焊接时环境温度、湿度、风力等外界条件的影响。

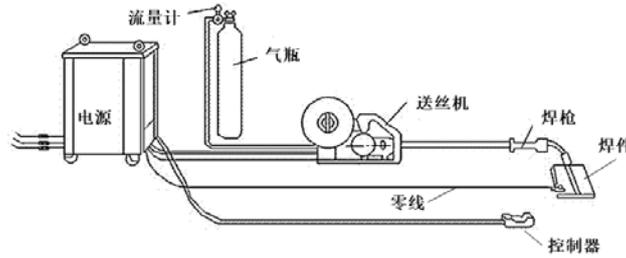
3. 适用范围

焊条电弧焊适用于不同钢种、各种位置、各种钢结构的焊接。

二、气体保护电弧焊

1. 工作原理

气体保护电弧焊是利用外加惰性气体作为保护介质保护电弧和焊接区的电弧焊方法，简称气体保护焊。气体保护焊直接依靠从喷嘴中连续送出的惰性气流，在电弧周围形成局部的气体保护层，把空气与焊接区域中的熔化金属隔离开来，以保护电弧和焊接熔池中的液态金属不受大气中的氧、氮、氢等污染，以保证焊接过程的稳定性，并获得质量优良的焊缝。气体保护电弧焊的工作原理及焊接器材见图 2。



(a) 气体保护电弧焊工作原理示意图



(b) 焊接电源与送丝机



(c) 焊丝卷

图 2 气体保护电弧焊工作原理及焊接器材

2. 分类

按所用的电极材料不同，可分为非熔化极(如钨极)气体保护焊和熔化极(焊丝)气体保护焊。

按照保护气体不同可分为氩弧焊、氦弧焊、氮弧焊、CO₂ 气体保护焊等。

按操作方式不同可分为手工气体保护焊、半自动气体保护焊和自动气体保护焊。

3. 优缺点

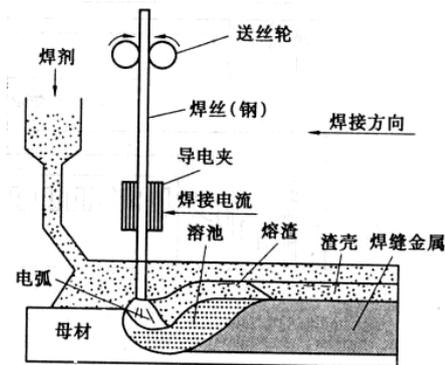
优点：采用明弧焊，没有熔渣，熔池可见度好，电弧线性好，对中容易，易实现全位置焊接和自动焊接；电弧热量集中，熔池小，焊接速度快，热影响区较窄，焊接变形小，不易出现焊接裂纹，尤其适用于薄板焊接；采用氩、氦等惰性气体保护，焊接化学性质较活泼的金属或合金时，可获得高质量的焊接接头。

缺点：不宜在有风的场地施焊，在室外作业时须有专门的防风措施；电弧光辐射较强。

三、埋弧焊

1. 工作原理

埋弧焊是利用焊丝与工件之间在焊剂层下燃烧的电弧产生热量，熔化焊丝、焊剂和母材金属而形成焊缝的熔化极电弧焊方法。焊接时电源的两极分别接在导电嘴和工件上，焊丝通过导电嘴与工件接触，在焊丝周围撒上焊剂，然后接通电源，则电流经过导电嘴、焊丝与工件构成焊接回路。焊接电弧在焊丝与工件之间燃烧，电弧热将焊丝端部及电弧附近的母材和焊剂熔化，熔化的金属形成熔池，熔融的焊剂成为熔渣，熔池受熔渣和焊剂蒸汽的保护，不与空气接触。电弧向前移动时，电弧力将熔池中的液体金属推向熔池后方，在随后的冷却过程中，这部分液体金属凝固成焊缝，熔渣则凝固成渣壳，覆盖于焊缝表面。熔渣除了对熔池和焊缝金属起保护作用外，焊接过程中还与熔化金属发生冶金反应，从而影响焊缝金属的化学成分。埋弧焊的工作原理及焊接器材见图 3。



(a) 埋弧焊工作原理示意图



(b) 埋弧焊施工

图 3 埋弧焊工作原理及现场施工

2. 分类

埋弧焊有自动埋弧焊和半自动埋弧焊两种方式。前者的焊丝送进和电弧移动都由专门的机头自动完成，后者的焊丝送进由机械完成，电弧移动则由人工进行。焊接时，焊剂由漏斗铺撒在电弧的前方。焊接后，未被熔化的焊剂可用焊剂回收装置自动回收，或由人工清理回收。

3. 优缺点

优点：所用的焊接电流大，相应输入功率较大，加上焊剂和熔渣的隔热作用，热效率较高，熔深大；工件的坡口可较小，减少了填充金属量；单丝埋弧焊在工件不开坡口的情况下，一次可熔透 20mm；焊接速度快，以厚度 8~10mm 的钢板对接焊为例，单丝埋弧焊速度可达 50~80cm/min，手工电弧焊则不超过 10~13cm/min。焊剂的存在不仅能隔开熔化金属与空气的接触，而且使熔池金属较慢凝固，液体金属与熔化的焊剂间有较多时间进行冶金反应，减少了焊缝中产生气孔、裂纹等缺陷的可能性，焊剂还可以向焊缝金属补充一些合金元素，提高焊缝金属的力学性能；在有风的环境中焊接时，埋弧焊的保护效果比其他电弧焊方法好；自动焊接时，焊

接参数可通过自动调节保持稳定，与手工电弧焊相比，焊接质量对焊工工艺水平的依赖程度可大大降低；没有电弧光辐射，劳动条件较好。

缺点：由于采用颗粒状焊剂，这种焊接方法一般只适用于平焊位置，其他位置焊接需采用特殊措施以保证焊剂能覆盖焊接区；不能直接观察电弧与坡口的相对位置，如果没有采用焊缝自动跟踪装置，则容易焊偏；埋弧焊电弧的电场强度较大，电流小于 100A 时电弧不稳，因而不适于焊接厚度小于 1mm 的薄板。

4. 适用范围

由于埋弧焊熔深大，生产率高，机械化操作的程度高，因而适于焊接中厚板结构的长焊缝。在造船、锅炉与压力容器、桥梁、起重机械、铁路车辆、工程机械、重型机械和冶金机械、核电站结构、海洋结构等制造部门有着广泛的应用，是当今焊接生产中最普遍使用的焊接方法之一。

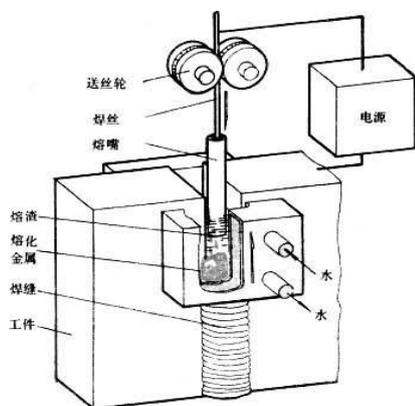
埋弧焊除了用于金属结构中构件的连接外，还可在基体金属表面堆焊耐磨或耐腐蚀的合金层。

随着焊接冶金技术与焊接材料生产技术的发展，埋弧焊能焊的材料已从碳素结构钢发展到低合金结构钢、不锈钢、耐热钢等以及某些有色金属，如镍基合金、钛合金、铜合金等。

三、电渣焊

1. 工作原理

电渣焊是利用电流通过熔渣所产生的电阻热作为热源，将填充金属和母材熔化，凝固后形成金属原子间牢固连接。在开始焊接时，使焊丝与起焊槽短路起弧，不断加入少量固体焊剂，利用电弧的热量使之熔化，形成液态熔渣，待熔渣达到一定深度时，增加焊丝的送进速度，并降低电压，使焊丝插入渣池，电弧熄灭，从而转入电渣焊焊接过程。电渣焊的工作原理及焊接器材见图 4。



(a) 电渣焊工作原理示意图



(b) 熔嘴电渣焊机

图 4 电渣焊工作原理及焊机

2. 分类

电渣焊主要有熔嘴电渣焊、非熔嘴电渣焊、丝极电渣焊、板极电渣焊等。

3. 优缺点

优点：可以一次焊接很厚的工件，从而可以提高焊接效率，厚的工件也不需开坡口；以立焊位置焊接，一般不易产生气孔和夹渣等缺陷，对于焊接易淬火的钢种，减少了近缝区产生淬火裂纹的可能性；可调整焊缝金属的化学成分及降低有害杂质。

缺点：输入的热量大，接头在高温下停留时间长、焊缝附近容易过热，焊缝金属呈粗大结晶的铸态组织，冲击韧性低，焊件在焊后一般需要进行正火和回火热处理。

4. 适用范围

电渣焊主要用于钢材或铁基金属的焊接，一般宜焊接板厚在 30mm 以上的金属材料。

四、电弧螺柱焊

1. 工作原理

电弧螺柱焊是以焊接电弧为热源，以陶瓷环保护，螺柱及其类似的紧固件本身既是焊件同时也是电极，焊接电弧在螺柱前端及工件之间引燃电弧，在焊件焊接区被加热形成熔池，螺柱端部形成熔化层后，螺柱在机械压力的作用下高速的插入熔池，将液态金属挤出，从而形成结晶和重结晶的 T 型接头的焊接方法。

电弧螺柱焊在焊接过程中，电弧在瓷环中燃烧并形成熔池，瓷环内的高温气体只能从瓷环的锯齿空隙排除，以平衡内外压力，大气很难从排气孔侵入。螺柱下落时以 100~200mm/s 的速度插入熔池，在液态金属被迅速挤出进入并填满瓷环的成型槽形成焊缝的过程中，空气也难以从正在往外排气的锯齿孔进入焊接区。

电弧螺柱焊的引弧原理与焊条电弧焊类似，都是短路提升引弧，螺柱短路引弧时，为了不使螺柱端部与焊件粘在一起，一般采用高电压小电流，在螺柱提升前的电流约为 40~50A。

2. 分类

根据焊接过程中所用焊接电源的不同，传统电弧螺柱焊可以分为普通电弧螺柱焊和电容储能电弧螺柱焊两种基本方法。电弧螺柱焊用焊接器材见图 5。



(a) 螺柱电弧焊机



(b) 圆柱头焊钉

图 5 电弧螺柱焊用焊接器材

3. 特点

所有螺柱焊的结构不用钻孔，冲孔，车螺纹，铆接，拧螺纹和精整等步骤；可以焊接到很薄的板材上，电容放电拉弧螺柱焊可以到 0.6mm，而储能式螺柱可以到 0.5mm；螺柱焊的工件必须是从一侧焊接；能在全位置焊接，借助于扩展器可以焊接到受限制的垂直隔板上；由于是短时间焊接且焊后很少变形，故不需要修整；螺柱焊的接头可以达到很高的强度，即螺柱焊的接头强度大于螺柱本身的强度；在镀层或高合金板材焊接背面没有印痕；焊接效率高，成本低；

4. 适用范围

电弧螺柱焊用圆柱头焊钉适用高层钢结构建筑、工业厂房建筑、公路、铁路、桥梁、塔架、汽车、能源、交通设施建筑、机场、车站、电站、管道支架、起重机械及其它钢结构等焊接。电弧螺柱焊的工程应用见图 6。



(a) 电弧螺柱焊焊接钢结构楼面压型板



(b) 电弧螺柱焊焊接钢结构桥面板

图 6 电弧螺柱焊的工程应用