

《当代焊接技术》简介



讲述人：沈大明

-9-28

课件提纲

1、焊接基本.....	3
1.1 概况、原理及特点.....	3
1.2 焊接基本知识.....	4
2、焊接办法.....	5
2.1 电弧焊.....	6
2.2 埋弧焊.....	8
2.3 气体保护焊.....	10
3、焊接应力与变形.....	13
3.1 焊接应力与变形产生因素.....	13
3.2 焊接应力与变形危害.....	15
3.3 焊接应力与变形防止.....	16
4、焊接缺陷.....	18
4.1 焊接缺陷分类.....	18
4.2 焊接裂纹分类.....	18
4.3 焊接裂纹防止.....	19
5、焊接构造工艺设计.....	20
5.1 焊接构造生产工艺过程.....	20
5.2 焊接构造工艺设计.....	20
6、焊接生产应用.....	25
6.1 压力容器焊接.....	25
6.2 制造工艺过程.....	26
6.3 封头生产工序.....	27
6.4 筒体节生产工序.....	28
6.5 接管和法兰生产工序图.....	30
6.6 总装配和焊接生产工序.....	31
6.7 检查.....	32

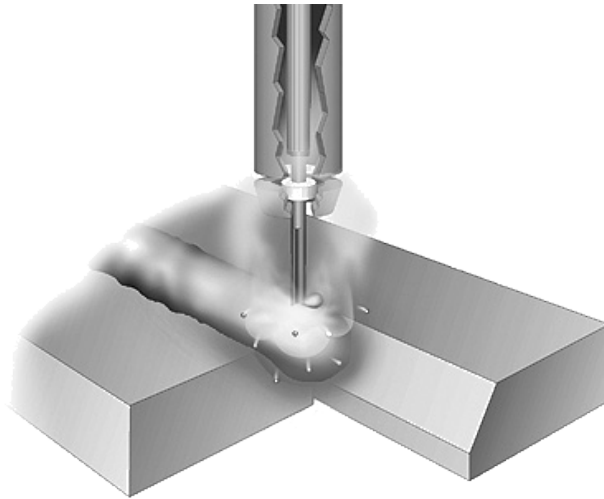
当代焊接技术

当代焊接技术是体现工业型国家核心竞争力重要标志，是钢构造产品生产制造核心性科学技术。其广泛应用于港口和矿山机械、汽车和机车车辆、发电设备、飞行器、船舶、桥梁、建筑、锅炉压力容器、化工设备等制造领域。近年来，焊接技术迅速发展，新焊接办法不断浮现，特别是在应用了计算机信息技术后，焊接精密化和智能化更显其效能。焊接办法诸多，本章重要简介几种焊接工艺原理和办法以及焊接构造工艺性。

1、焊接基本

1.1 定义、原理及特点

焊接是使互相分离金属材料借助于原子间结合力连接起来一种热加工工艺办法。即通过加热或加压（或者两者并用），使用或不用填充材料，将两个工件达到结合目。实质就是通过物理-化学过程，使两个分离表面金属原子接近到晶格距离（0.3~0.5nm）形成金属键，从而使两金属连为一体。



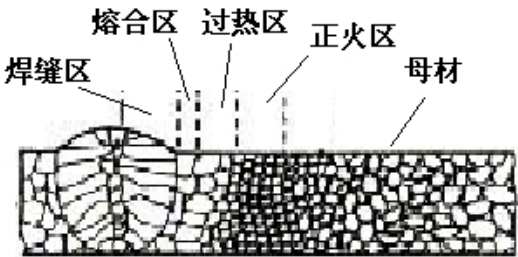
熔焊焊接过程是运用热源先把工件局部加热到熔化状态，形成熔池，然后随着热源向前移去，熔池液体金属冷却结晶，形成焊缝。其焊接过程涉及热过程、冶金过程和结晶过程。依照热源不同可分为气焊、电弧焊、电渣焊、激光焊、电子束焊、等离子弧焊等。焊件可以是金属材料，也可以是非金属材料，如塑料、玻璃等。

焊接重要特点是：

1. 节约材料，减轻重量。焊接金属构造件可比铆接节约材料 10%~25%；采用点焊飞行器构造重量明显减轻，减少油耗，提高运载能力。
2. 简化复杂零件和大型零件制造过程。焊接办法灵活，可化大为小，以简拼繁，加工快，工时少，生产周期短。许多构造可以采用铸—焊、锻—焊形式组合，简化了加工工艺。
3. 适应性强。多样焊接办法几乎可焊接所有金属材料和某些非金属材料。可焊范畴较广，并且连接性能较好。焊接接头可达到与工件金属等强度或相应特殊性能。
4. 满足特殊连接规定。不同材料焊接在一起，能使零件不同某些或不同位置具备不同性能，达到使用规定。如防腐容器双金属筒体焊接、钻头工作某些与柄焊接、水轮机叶片耐磨表面堆焊等。
5. 减少劳动强度，改进劳动条件。

尽管如此，焊接加工在应用中仍存在某些局限性。例如不同焊接办法焊接性有较大差别，焊接接头组织不均匀，焊接热过程导致构造应力与变形以及各种裂纹问题等，均有待进一步研究和完善。

焊接实际应用还取决于母材，焊接消耗材料，焊接构造设计，焊接办法（涉及焊接设备）和工艺水平发展等。常用焊接接头断面形式见下图。



1.2 焊接基本知识

1.2.1 接头形式

最适于焊条电弧焊焊接接头有对接、搭接、T形接和角接 4 种基本形式。设计或选用接头形式时，重要是依照产品构造特点和焊接工艺规定，并综合考虑承载条件、焊接可达性、焊接应力与变形以及经济成本等因素。

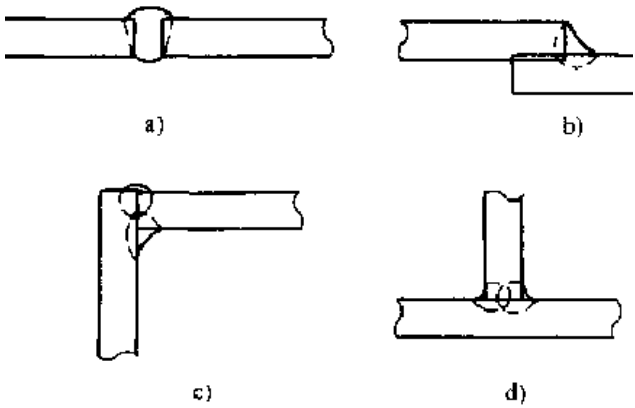


图 2-11 焊接接头的基本形式

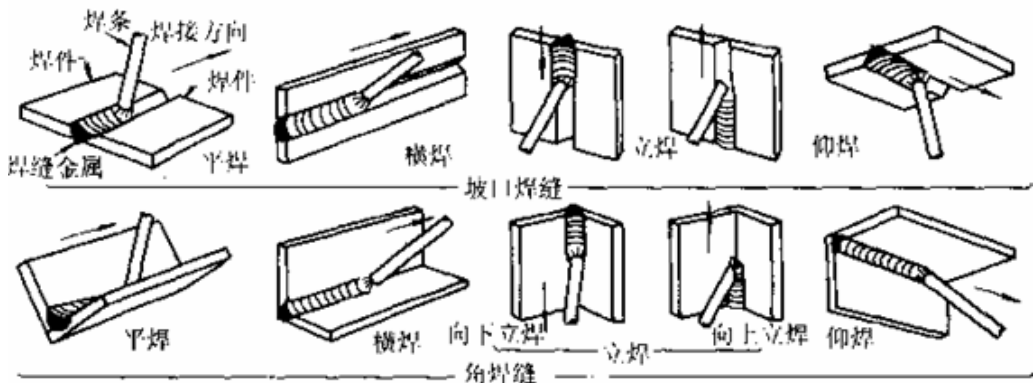
a) 对接 b) 搭接 c) 角接 d) T形

1.2.2 焊接位置

熔焊时，焊缝所处空间位置称焊接位置。尽管焊条电弧焊具备任何位置焊缝均能完毕焊接，但只要条件容许，都尽量使之在平焊位置(对角焊缝又叫

“船形”位置)

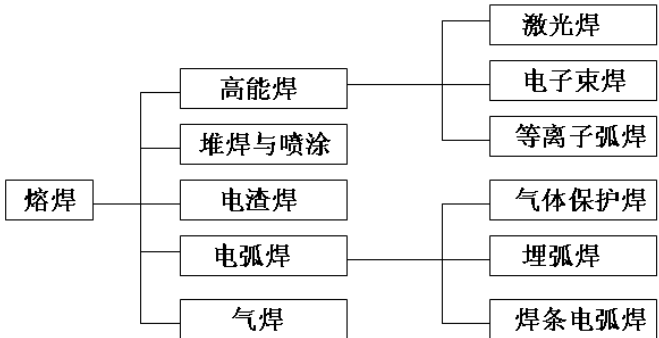
进行焊接。由于此位置重力有助于焊接焊缝成形好，操作最容易，对技能规定较低，焊接质量易于保证；可以使用较大焊条直径和较高焊接电流，因而可获得较高熔敷率。

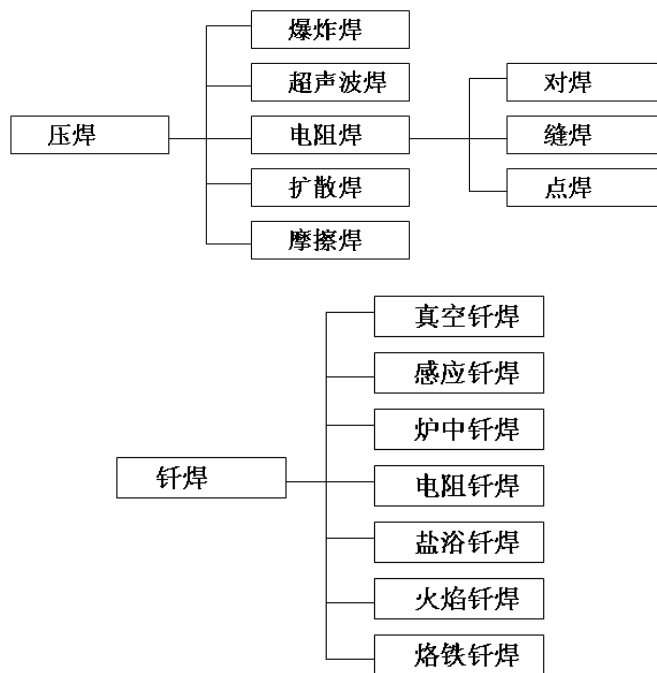


2、焊接办法

焊接办法种类诸多，依照实钞票属原子间结合方式不同，可分为熔化焊、压力焊和钎焊三大类：

- 1) 熔焊：运用局部加热办法，把工件焊接处加热到熔化状态，形成熔池，然后冷却结晶，形成焊缝，将两某些金属连接成为一种整体工艺办法。
- 2) 压焊：在焊接过程中需要加压一类焊接办法。
- 3) 钎焊：运用熔点比母材低填充金属熔化后，填充接头间隙并与固态母材互相扩散实现连接一种焊接办法。



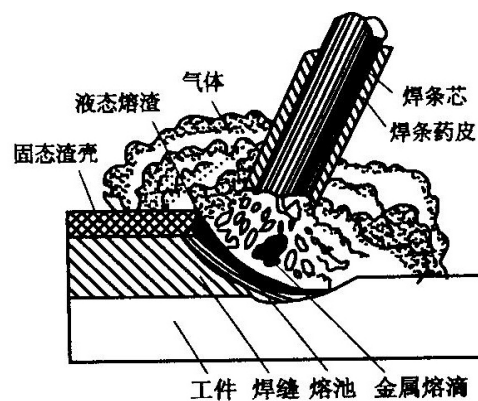


2.1 电弧焊

焊条电弧焊是运用电弧作为热源，手工操纵焊条进行焊接办法，又称手工电弧焊。

手工电弧焊特点：

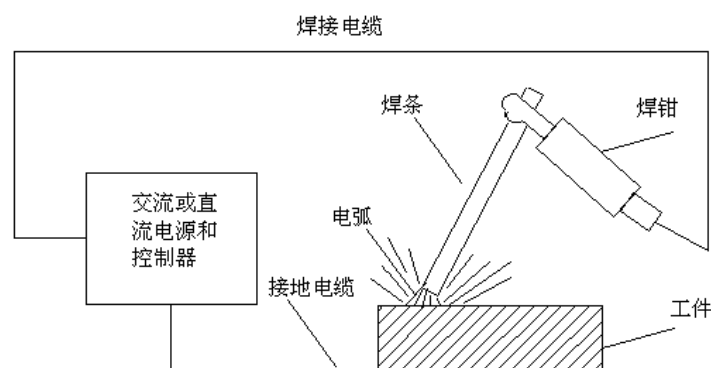
- 1) 设备简朴、操作灵活；
- 2) 可焊接各种金属材料；
- 3) 室内、外焊接效果相近；
- 4) 对焊工操作水平规定较高，生产率较低。



手工电弧焊是熔化焊中最基本一种焊接办法。它运用电弧产生热熔化被焊金属，使之形成永久结合。由于它所需要设备简朴、操作灵活,可以对不同焊接位置、不同接头形式焊缝以便地进行焊接，因而是当前应用最为广泛焊接办法。

手工电弧焊按电极材料不同可分为熔化极手工电弧焊和非熔化极手工电弧焊。非熔化极手工电弧焊如手工钨极气体保护焊。溶化极手工电弧焊是以金属焊条作电极，电弧在焊条端部和母材表面燃烧办法。

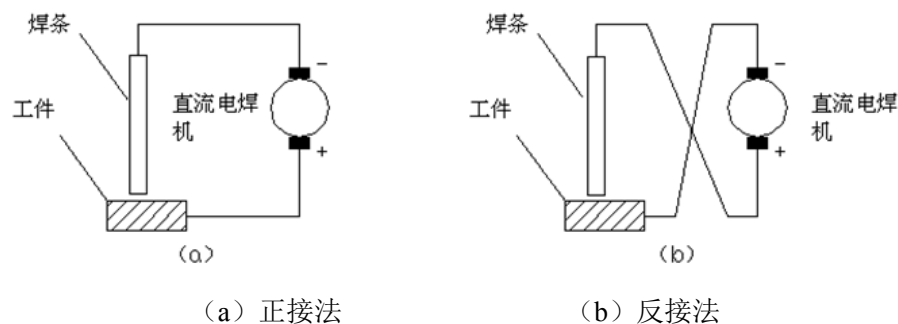
下图中电路是以弧焊电源为起点，通过焊接电缆、焊钳、焊条、工件、接地电缆形成回路。在有电弧存在时形成闭合回路,形成焊接过程。焊条和工件在这里既作为焊接材料，也作为导体。焊接开始后，电弧高热瞬间熔化了焊条端部和电弧下面工件表面，使之形成熔池，焊条端部熔化金属以细小熔滴状过渡到熔池



中去，与母材熔化金属混合，凝固后成为焊缝。

手工电弧焊示意图

手工电弧焊所用设备需依照焊条和被焊材料选用。电源分为交流电和直流电两种。使用酸性焊条焊接低碳钢普通构件时，应优先考虑选用价格低廉、维修以便交流弧焊机；使用碱性焊条焊接高压容器、高压管道等重要钢构造，或焊接合金钢、有色金属、铸铁时，则应选用直流弧焊机。购买能力有限而焊件材料类型繁多时，可考虑选用通用性强交、直流两用弧焊机。当采用某些碱性药皮焊条时，如结 507 时，必要选用直流焊接电源，并且要注意此时应将电焊机负极接工件，正极接焊条，称为直流反接法；反之称为正接法。如图 4.2.2 所示。



采用直流电焊接极性接法示意图

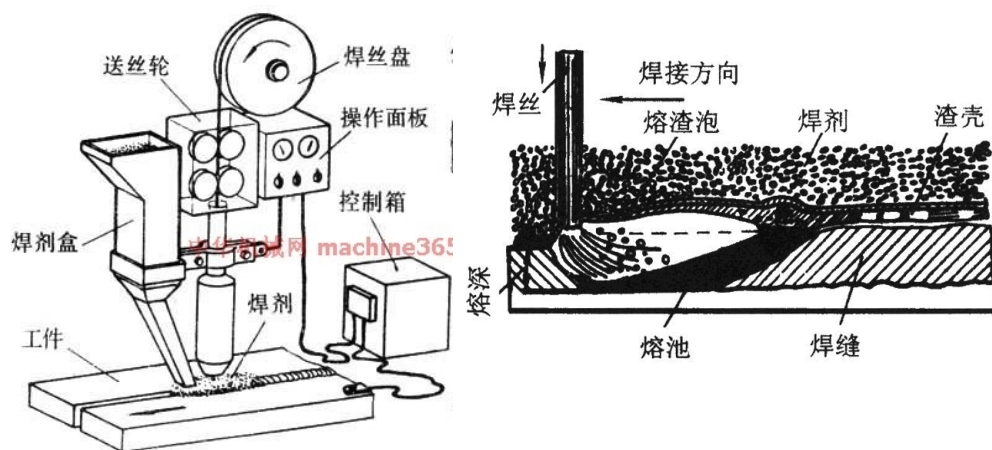
2.1 埋弧焊

埋弧焊 (SAW) 又称焊剂层下电弧焊。它是通过保持在光焊丝和工件之间电弧将金属加热，使被焊件之间形成刚性连接。按自动化程度不同，埋弧焊分为半自动焊（移动电弧由手工操作）和自动焊。这里所指埋弧焊都是指埋弧自动焊，半自动焊已基本由气体保护焊代替。

1. 埋弧自动焊焊接过程

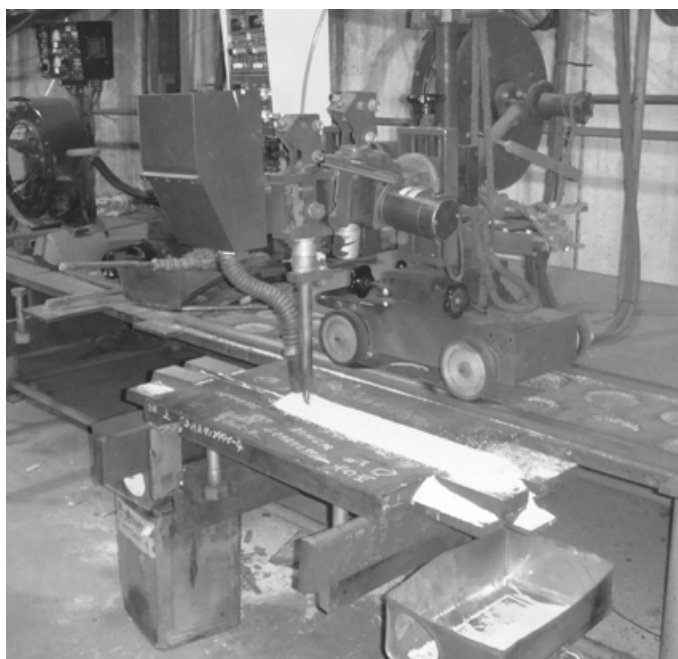
如下图所示，埋弧自动焊时，焊剂由给送焊剂管流出，均匀地堆敷在装配好焊件（母材）表面。焊丝由自动送丝机构自动送进，经导电嘴进入电弧区。焊接电源分别接在导电嘴和焊件上，以便产生电弧。给送焊剂管、自动送丝机构及控制盘等普通都装在一台电动小车上。小车可以按调定速度沿着焊缝自动行走。

插入颗粒状焊剂层下焊丝末端与母材之间产生电弧，电弧热使邻近母材、焊丝和焊剂熔化，并有某些被蒸发。焊剂蒸气将熔化焊剂（熔渣）排开，形成一种与外部空气隔绝封闭空间，这个封闭空间不但较好地隔绝了空气与电弧和熔池接触，并且可完全阻挡有碍操作电弧光辐射。电弧在这里继续燃烧，焊丝便不断地熔化，呈滴状进入熔池与母材熔化金属和焊剂提供合金化元素混合。熔化焊丝不断地被补充，送入到电弧中，同步不断地添加焊剂。随着焊接过程进行，电弧向前移动，焊接熔池随之冷却而凝固，形成焊缝。密度较小熔化焊剂浮在焊缝表面形成熔渣层。未熔化焊剂可回收再用。



2. 埋弧自动焊特点及应用

(1) 焊接质量好 焊接过程可以自动控制。各项工艺参数可以调节到最佳数值。焊缝化学成分比较均匀稳定。焊缝光洁平整，有害气体难以侵入，熔池金属冶金反映充分，焊接缺陷较少。



(2) 生产率高 焊丝从导电嘴伸出长度较短，可用较大焊接电流，并且持续施焊时间较长，这样就能提高焊接速度。同步，焊件厚度在 14mm 以内对接焊缝可不开坡口，不留间隙，一次焊成，故其生产率高。

(3) 节约焊接材料

焊件可以不开坡口或开小坡口，可减少焊缝中焊丝填充量，也可减少因加工坡口而消耗掉焊件材料。同步，焊接时金属飞溅小，又没有焊条头损失，因此可节约焊接材料。

(4) 易实现自动化，劳动条件好，劳动强度低，操作简朴。

埋弧自动焊缺陷是：适应性差，普通只合用于水平位置焊接直缝和环缝，不能焊接空间焊缝和不规则焊缝，对坡口加工、清理和装配质量规定较高。

埋弧自动焊通惯用于碳钢、低合金构造钢、不锈钢和耐热钢等中厚板构造长直缝、直径不不大于 300mm 环缝平焊。此外，它还用于耐磨、耐腐蚀合金堆焊、大型球墨铸铁曲轴以及镍合金、铜合金等材料焊接。

2.3 气体保护焊

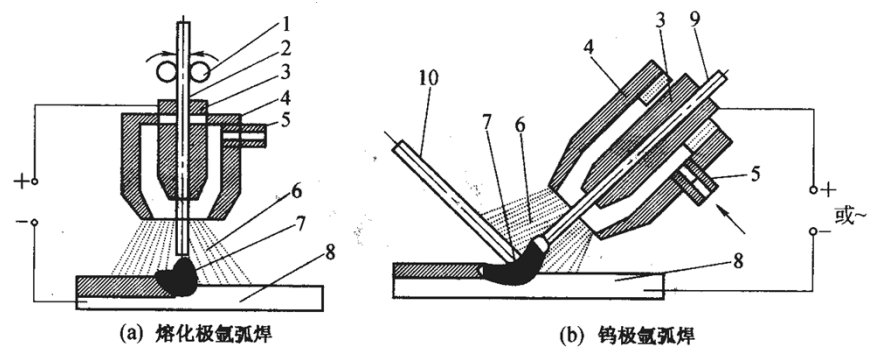
气体保护焊是指用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区电弧焊。

气体保护焊是明弧焊接，焊接时便于监视焊接过程，故操作以便，可实现全位置自动焊接，焊后还不用清渣，可节约大量辅助时间，大大提高了生产率。此外，由于保护气流对电弧有冷却压缩作用，电弧热量集中，因而焊接热影响区窄，工件变形小，特别适合于薄板焊接。

2.3.1 氩弧焊

氩弧焊是以氩(Ar)气作为保护气体气体保护电弧焊。氩气是一种惰性气体，在高温下，它不与金属和其他任何元素起化学反映，也不溶于金属，因而保护效果良好，所焊接头质量高。

按使用电极不同，氩弧焊可分为不熔化极氩弧焊即钨极氩弧焊（TIG 焊）和熔化极氩弧焊（MIG）两种，如下图所示。



(a) 熔化极氩弧焊；(b) 钨极氩弧焊

1—送丝轮；2—焊丝；3—导电嘴；4—喷嘴；5—进气管；
6—氩气流；7—电弧；8—工件；9—钨极；10—填充焊丝

氩弧焊示意图

(1) 钨极氩弧焊 (TIG 焊) 常采用熔点较高钍钨棒或铈钨棒作为电极，焊接过程中电极自身不熔化，故属不熔化极电弧焊。钨极氩弧焊又分为手工焊和自动焊两种。焊接时填充焊丝在钨极前方添加。当焊接薄板时，普通不需开坡口和加填充焊丝。

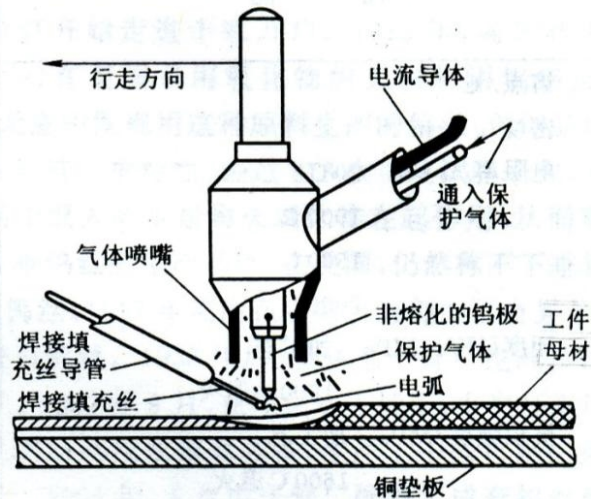
钨极氩弧焊电流种类与极性选取原则是：焊接铝、镁及其合金时，采用交流电；焊其他金属（低合金钢、不锈钢、耐热钢、钛及钛合金、铜及铜合金等）采用直流正接。由于钨极载流能力有限，其电功率受到限制，因此钨极氩弧焊普通只适于焊接厚度不大于 6mm 工件。

(2) 熔化极氩弧焊 (MIG) 熔化极氩弧焊是以持续送进焊丝作为电极，电弧产生在焊丝与工件之间，焊丝不断送进，并熔化过渡到焊缝中去，因而焊接电流可大大提高。

熔化极氩弧焊可分为半自动焊和自动焊两种，普通采用直流反接法。

与 TIG 焊相比，MIG 焊可采用高密度电流，母材熔深大，填充金属熔敷速度快，生产率高。

MIG 焊和 TIG 焊同样，几乎可焊接所有金属，特别适合于焊接铝及铝合金、铜及铜合金以及不锈钢等材料。重要用于中、厚板焊接。当前采用熔化极脉冲氩弧焊可以焊接薄板，进行全位置焊接、实现单面焊双面成型以及封底焊。



2.3.2 CO₂ 气体保护焊

CO₂ 气体保护焊是运用便宜 CO₂ 气体作为保护气体电弧焊。CO₂ 保护焊焊接装置如下图所示。它是运用焊丝作电极，焊丝由送丝机构通过软管经导电嘴送出。电弧在焊丝与工件之间发生。CO₂ 气体从喷嘴中以一定流量喷出，包围电弧和熔池，从而防止空气对液体金属有害作用。CO₂ 保护焊可分为自动焊和半自动焊。当前应用较多是半自动焊。

CO₂ 气体保护焊除具备前述气体保护焊那些长处外，尚有焊缝含氢量低，抗裂性能好；CO₂ 气体价格便宜、来源广泛，生产成本低等长处。

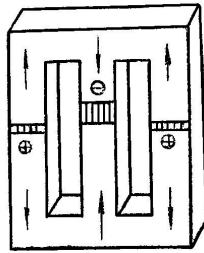
由于 CO₂ 气体是氧化性气体，高温时可分解成 CO 和氧原子，易导致合金元素烧损、焊缝吸氧，导致电弧稳定性差、飞溅较多、弧光强烈、焊缝表面成形不够美观等缺陷。若控制或操作不当，还容易产气愤孔。为保证焊缝合金元素，须采用含锰、硅较高焊接钢丝或具有相应合金元素合金钢焊丝。

惯用 CO₂ 焊焊丝是 H08Mn2SiA，适于焊接低碳钢和普通低合金钢构造钢（ $\sigma_b < 600\text{MPa}$ ）。还可使用 Ar 和 CO₂ 气体混合保护，焊接强度级别较高普通低合金构造钢。为了稳定电弧，减少飞溅，CO₂ 焊采用直流反接。

由于 CO₂ 保护焊长处较多，当前已广泛应用于机械制造业各部门中。



(2) 焊接变形基本形式：常用焊接变形有收缩变形、角变形、弯曲变形、波浪变形和扭曲变形等五种形式。



3.1.2 焊接变形产生因素

(一)纵向收缩变形

(二)横向收缩变形

(三)挠曲变形

(四)角变形

(五)波浪变形：薄板易发生

(六)错边变形：长度方向和厚度方向

(七)螺旋形变形

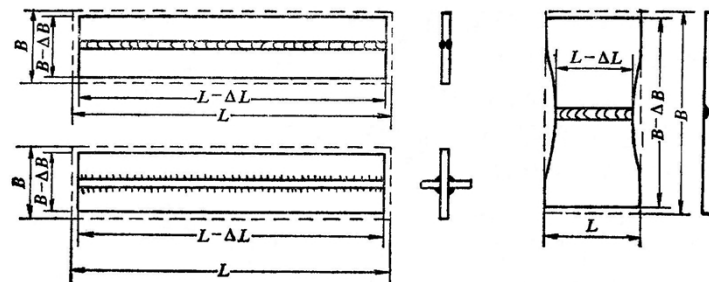


图 2-20 纵向和横向收缩变形

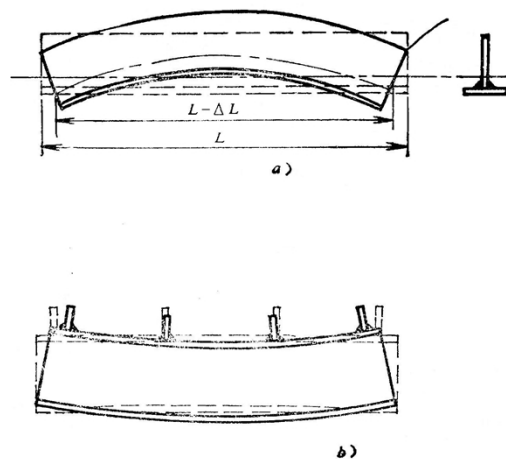


图 2-21 挠曲变形

a) 由纵向收缩引起的挠曲 b) 由横向收缩引起的挠曲

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/498121121102006112>