

二氧化碳气体保护 焊 接 法

梁 桂 芳 编 著

中国工业出版社



77.72

530

二氧化碳气体保护 焊 接 法

梁 桂 芳 編 著



本书主要介绍碳钢的二氧化碳保护焊方法和所用的设备。详细地阐述了该种方法的基本内容、优缺点和提高生产率的一些因素，并对细焊丝单接法作了扼要的说明；最后讨论了安全技术。本书可供广大焊工参考。

二氧化碳气体保护焊接法

梁桂芳 编著

*

机械工业图书编辑部编辑（北京阜成门外百万庄）

中国工业出版社出版（北京修门内大街10号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 毫米·印张 $2\frac{1}{8}$ ·字数46,000

1962年5月北京第一版·1962年5月北京第一次印刷

印数0001—3,140·定价(10-5)0.28元

*

统一书号：15165·1641(一机-316)

目 次

一、二氧化碳气体保护焊接的实质及其发展概况	2
二、二氧化碳气体保护焊接法的优点和缺点	4
三、二氧化碳气体保护下的焊接过程和焊接材料	6
四、二氧化碳气体保护焊接用的设备	9
五、焊接规范对焊接过程、焊接生产率和焊接性能的影响	40
六、低碳钢焊接技术和焊接规范	47
七、二氧化碳中细焊丝焊接法	56
八、二氧化碳气体保护焊接法的新发展	61
九、二氧化碳气体保护焊接的安全技术	65



一 二氧化碳气体保护焊接的实质 及其发展概况

在电弧焊接过程中，为了获得致密的焊缝组织，并使焊缝金属具有一定的物理性能，必须设法保护电弧区域和焊池，使熔化金属不受空气中氮和氧的有害作用。由此采用了下列几种保护方法：

1. 利用焊药涂复在焊丝表面上，这就是一般的手工电弧焊条。当焊接电流通过后，焊条药皮受热熔化，产生保护气体和熔渣，气体排除电弧区域的空气，而熔渣则包住熔化的焊条金属向焊池过渡，到焊池后熔渣复盖着熔化的焊池金属，形成一层熔渣保护层，这样就可避免熔化的金属与空气相接触。

2. 利用撒放在焊接区域的焊剂，这就是常用的焊剂层下自动和半自动焊接法。焊剂具有手工焊条药皮同样的作用，由于电弧潜藏在焊剂层下燃烧，故保护更为可靠。

3. 利用气体保护层，即在焊丝周围送出一股保护性气流，排除焊条区域的空气，来达到保护熔化金属的目的。这种方法一般称为气体保护焊接法或气电焊接法。常用的保护气体有氩、氦、二氧化碳和水蒸汽等。

4. 利用气体(主要是 CO_2)和焊剂联合保护，这种方法是最近才开始应用的，称为气渣联合保护焊接法。

二氧化碳气体保护焊就是利用二氧化碳气流作为保护气体的一种气电焊接法。用这种方法焊接时，焊接装置的示意图如图1所示。焊丝由送丝机构通过导电嘴送出，焊丝与工件接触后引燃电弧，而二氧化碳气同时从喷嘴中以一定的流量

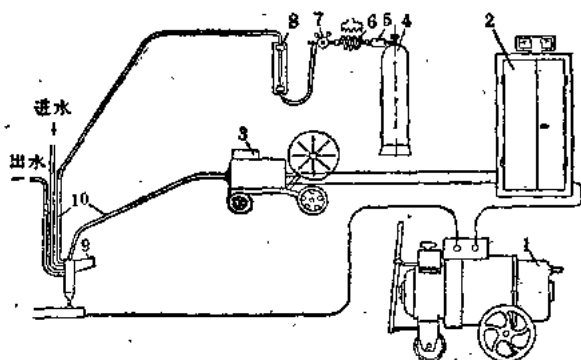


图1 二氧化碳气体保护半自动焊接装置示意图

1—电源；2—配电箱；3—送丝机；4—装保护气体的钢瓶；5—气体干燥器；6—气体预热器；7—气体减压器；8—气体流量计；9—气电焊接器；10—电缆和软管。

喷出，在焊丝端部及电弧周围形成气体保护层（图2），使熔化的金属与空气隔绝。

二氧化碳保护焊接法是由苏联焊接工作者柳巴夫斯基和诺伏什洛夫在1950~1952年间首先研究成功的。这是一种先进的焊接方法，因此自从发明以来，苏联作了许多研究工作，目前已在许多机械制造工厂、造船厂和建筑企业中推广应用。现在德意志民主共和国有100台二氧化碳气体保护焊机在

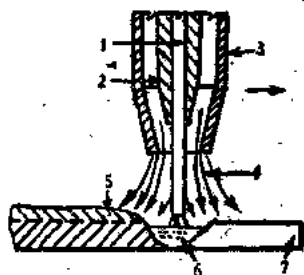


图2 二氧化碳中焊接示意图

1—焊丝；2—导电嘴；3—喷嘴；4—二氧化碳保护气体；5—焊枪；6—熔池；7—基本金属。

生产中应用。我国对这种先进的焊接方法也相当重视，曾组织了一些单位进行试验，试验成功了低碳钢和低合金钢二

氧化碳保护下自动和半自动焊接。目前許多工厂和企业正在进一步試驗和研究，并且在某些工厂中开始应用了。

二氧化碳保护焊接法不但可以焊接低碳鋼和低合金鋼結構，也可以焊接特种合金鋼，如耐热鋼和不銹鋼等。此外还可以进行电鋸焊，修补鋼鑄件的缺陷，以及各种堆焊等工作。可見，二氧化碳保护焊接法的应用范围是很广的。

二 二氧化碳气体保护焊接法的 优点和缺点

二氧化碳气体保护焊接法所以能够得到广泛研究和采用，主要有以下几个优点：

1. 它可以使許多焊接工作机械化和自动化。大家知道，焊剂下自动和半自动焊接法近年来在工业中应用很广，不但生产率高，而且质量好。但是因为电弧在焊剂下燃烧，焊工看不到焊接进行的情况，一不注意，焊缝往往焊偏。而且在焊接短小焊缝、曲线焊缝和一些安装焊缝时，采用焊剂下焊接，由于要撒放焊剂和收集焊剂，焊接比較困难，有时簡直无法采用这种焊剂下焊接法，因此仍旧采用生产率很低的手工焊接法。采用二氧化碳焊接法后，焊工完全可以看清焊接进行的情况；特别是二氧化碳中半自动焊接法。这种方法又具有手工焊接的灵活性，所以一些难以用焊剂下焊接的焊缝（如短小焊缝、曲线焊缝及安装焊缝等），都可以采用二氧化碳中半自动焊接法来

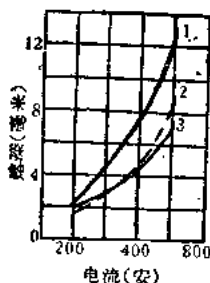


图3 二氧化碳中焊接与焊剂层下焊接熔深的比較

1—二氧化碳中焊接，直流反接；2—焊剂下焊接，直流反接；3—二氧化碳中焊接，直流正接。

完成。这样就可以使手工焊接的比重大大地减小，从而提高了焊工的生产率。

2. 二氧化碳气体保护焊接时，熔透深度大；多层焊时，不必清除熔渣，因而使焊接生产率提高。

3. 抗锈和抗蚀能力强，并有去氢能力，因而焊缝不易产生夹渣和气孔，保证了焊接质量。

4. 成本低。由于 CO_2 气体的价格比自动焊剂便宜，而且所消耗的电能较少。因此二氧化碳气体保护焊仅为焊剂层下焊接的40%。

5. 操作性能好。因为是明弧，焊工能清楚地观察焊接过程的情况，随时发现问题；特别是二氧化碳中半自动焊接法，焊把可以象手工焊那样作必要的摆动，可以焊接间隙较大的焊缝，对装配质量的要求也较低一些。

由此可见，二氧化碳气体保护焊接法不但生产率高，质量较好，而且成本低，所以得到了迅速的发展。

但是，二氧化碳保护焊在目前还存在一些缺点，归纳起来约有下列几点：

1. 飞溅多，这是二氧化碳保护焊接法的主要缺点。由于飞出的溅沫粘在焊件上，焊后，需要清理焊件表面上的溅沫。同时，溅沫往往将喷嘴堵住，影响保护气体的喷出，使焊缝产生气孔。因此，经常要停下来清理喷嘴，妨碍焊接生产率的进一步提高；

2. 很难应用交流电进行焊接；

3. 强烈的弧光辐射和焊接时产生的有害气体，恶化了焊工的工作条件；

4. 气体保护层容易被风吹散，因此，在多风天气不宜在户外进行焊接。

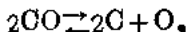
三 二氧化碳气体保护下的焊接过程和焊接材料

1. 焊接过程。

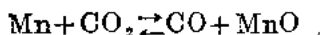
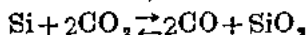
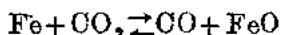
二氧化碳是氧化性保护气体。焊接时，由于电弧发出高温，使熔化的金属和二氧化碳发出化学反应。在高温下，二氧化碳分解成一氧化碳和氧，其反应式如下：



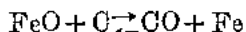
其中一氧化碳尚有少部分在弧柱中继续分解成碳和氧：



因此，在电弧区域中有 CO_2 、 CO 和 O_2 等气体存在， CO_2 和 O_2 对熔化金属中各元素起氧化作用：



其中氧化铁(FeO)溶解在焊池的金属中，当焊池冷却时它被焊池金属中的还原剂元素硅(Si)和锰(Mn)等所还原，一部分 FeO 、 MnO 和 SiO_2 一起组成熔渣，浮在焊缝表面。由此可见，在焊接过程中，金属中的锰和硅剧烈地被氧化，因此降低了这些元素在金属中的含量。如果它们的含量不足，则 FeO 就与钢中的C化合，生成 CO 和 Fe ：



如果焊池中 CO 和 FeO 过多，则当焊池凝固时，焊缝就要产生气孔和夹渣，同时焊缝的机械性能极差，焊缝成形很难看。

2. 焊丝。

为了保证焊缝具有足够的机械性能和不出气孔，在焊丝

中必須加入較多的錳和硅以及其他還原劑元素。我國和蘇聯在焊接碳鋼時應用高硅高錳型焊絲，在焊接某些低合金鋼時，焊絲中除加入硅和錳外，還要有一定數量的合金元素。茲將常用的焊接碳鋼和低合金鋼用的焊絲的成分列在表1中。其中CB-08ΓCA和CB-08Γ2CA是蘇聯機械製造與工藝研究院創制的兩種新牌號焊絲。CB-08ΓCA主要用於焊接低碳鋼，CB-08Γ2CA主要用於焊接低合金結構鋼。這兩種焊絲比CB-08ΓC和CB-10ΓC具有更強的還原能力，因此焊縫的質量更容易保證（主要使產生氣孔和裂縫的可能性減小）。現在，蘇聯某些工廠在製造結構時，已經開始用這兩種焊絲。

二氧化碳氣體保護下自動和半自動焊接時，大都應用直徑1.6~2.0毫米的焊絲。直徑過粗，引弧困難（因為二氧化碳中焊接時多用硬外特性電源，空載電壓與電弧電壓接近，在28~40伏之間，引弧電壓較低），而且焊接過程中的飛濺增多。直徑過細，電弧功率減小，不能焊接較厚的焊件。

在二氧化碳中焊接時，焊絲的表面清潔與否對焊接電弧的穩定性、焊縫形狀和焊接質量有很大的關係。同時還影響到從焊絲帶入焊接區域的氣體數量。表2所示為焊絲表面情況對焊絲中帶入焊接區域的氣體數量、焊接電弧穩定性和焊縫形狀的影響。

由表2可見，用未經清洗的焊絲焊接，焊接區域中氧、氫、氮的數量較多。大家知道，氧、氫和氮都是有害氣體，焊縫金屬中的有害氣體增多不但要造成氣孔，而且要使機械性能降低。同時用未經清洗的焊絲焊接時，滲透深度減小。因此焊絲需要預先進行清洗，清洗的方法很多，如噴砂、酸洗和用二氯乙烷洗滌。用噴砂法清洗焊絲表面較為粗糙，會增加焊絲在軟管中輸送時的摩擦阻力，用二氯乙烷洗滌過的

表 1 二氧化碳气体保护焊接低碳钢和低合金钢用的焊丝化学成分

焊 丝 牌 号	元 素 含 量 (%)						附 注
	碳	硅	锰	铬	镍	铜 (不大于) (不大于)	
Cr-10FC	≤ 0.14	$0.6 \sim 0.9$	$0.8 \sim 1.1$	≤ 0.2	≤ 0.3	0.03	焊接低碳钢和低合金钢用
Cr-08FC	≤ 0.10	$0.7 \sim 1.0$	$1.0 \sim 1.3$	≤ 0.2	≤ 0.3	0.03	同上
Cr-08FCA	≤ 0.10	$0.7 \sim 0.95$	$1.2 \sim 1.5$	≤ 0.2	≤ 0.25	0.03	同上
Cr-08F ₂ CA	≤ 0.11	$0.7 \sim 0.95$	$1.7 \sim 2.1$	≤ 0.2	≤ 0.25	0.03	同上
Cr-10FCM	≤ 0.14	$0.7 \sim 1.1$	$0.9 \sim 1.2$	≤ 0.2	≤ 0.3	0.03	主要用于焊接30X1CrA钢
Cr-18X1CrA	$0.15 \sim 0.22$	$0.9 \sim 1.2$	$0.8 \sim 1.1$	$0.8 \sim 1.1$	≤ 0.3	0.025	焊接高强度中合金钢用

表2 焊絲表面狀況對帶入焊接區域的氣體數量和焊接過程穩定性的影響

焊絲表面狀況	每100克焊絲中所帶入的氣體數量(厘米 ³)				焊接規範和焊縫尺寸的变化			
	O ₂	H ₂	N ₂	總數	焊接電流 (安培)	電弧電壓 (伏)	焊縫 寬度 (厘米)	熔深 (毫米)
清 洗	0.10	5.9	7.9	13.9	410~420	26~27	10~11	11~12
未經清洗	21.0	18.4	32.9	72.3	340~400	26~36	10~16	7~11

焊絲在焊接過程中能均勻送出，并使電弧穩定燃燒，是較好的一種清洗方法。

3. 二氧化碳氣體。

CO₂ 是无色、无味、无臭的一种气体。焊接时应用的 CO₂ 气体的純度必須在99%以上，气体中不应有氢和硫的化合物，含氮量应小于1%，并且应避免含有水分。目前我国和苏联大都采用液体 CO₂，装在氧气瓶或二氧化碳的鋼瓶中，每瓶可装25公斤。滿瓶时压力約为50~60大气压。使用时，只要将儲气瓶塞头打开，液体就蒸发成气体从減压閥噴出。为了保証气体的流量稳定，一般采取两瓶并联使用。

CO₂ 气体在工业中应用很广，产量也比较多，价格也便宜，現在某些工厂采用酒精厂的副产品，純度在99%以上，气体中带有酒精气味，但对焊接质量并无影响。除液体 CO₂ 气体外，有些国家也采用固体 CO₂ (常称干冰) 进行焊接，不过气体中含的水分比较多，必須采用特殊的干燥器，所以一般使用較少。

四 二氧化碳气体保护焊接用的設備

二氧化碳保护焊的生产率和經濟性，以及焊接接头的質

量，与应用的设备有很大的关系，二氧化碳气体保护焊时，除电源和送丝机构外，还需要一套供给二氧化碳的设备，一般称为供气系统。

二氧化碳气体保护焊接法分自动和半自动两种。图1所示的为半自动焊接时应用的全部设备。自动焊接用的整套设备和半自动焊接用的基本相同。现对每种设备的作用以及对这种设备的要求介绍如下。

1. 电源。二氧化碳气体中焊接时，需要应用直流电源。由于二氧化碳气体中焊接时电弧的静特性是上升的（图4中 I_1 和 I_2 即为电弧特性曲线），在这种情况下，为了使电弧能灵敏地自动调节，一般使用具有硬外特性或者升压外特性的电源。此时焊接过程比较稳定，焊接质量也比较好。

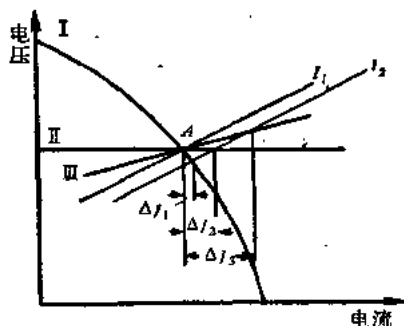


图4 电弧自动调节和电源外特性的关系
I—陡降外特性；II—硬外特性；III—升压外特性。

从图4上可以看出电源外特性对电弧自动调节的影响。

具有升压特性的长 I_1 的电弧在A点稳定燃烧。由于某种原因（焊丝送给速度增大或焊缝处不平），电弧长度就减小到 I_2 ，而电弧的特性曲线向下移动到图中 I_2 的位置。

如果电源的外特性是陡降特性（图中曲线Ⅰ，手弧焊和焊剂下焊接时都应用这种陡降外特性电源），则因电弧长度的减小，焊接回路中电流增加不多（图中 ΔJ_1 ），不能很迅速的提高焊丝熔化速度和防止短路。如果电源具有硬外特性（图中曲线Ⅱ），则所增加的焊接电流量 ΔJ_2 比 ΔJ_1 要大很多，这样就能使焊丝熔化速度加快，并防止焊丝与焊件短路。如果是升压外特性电源，则焊接电流增量 ΔJ_3 还要大，这样电弧自动调节就更快了。

硬外特性的电源，可用整流器和特种发电机。目前，大都利用现有的焊剂层下焊接和手弧焊用的发电机 ИС-300型和 ИС-500型，把它们的主磁线圈等加以改装来造成硬外特性。ИС-500型焊机原是供焊剂层下焊接用的，它的线路图与外特性曲线示于图5。焊机原是自激式的，串激线圈在焊接

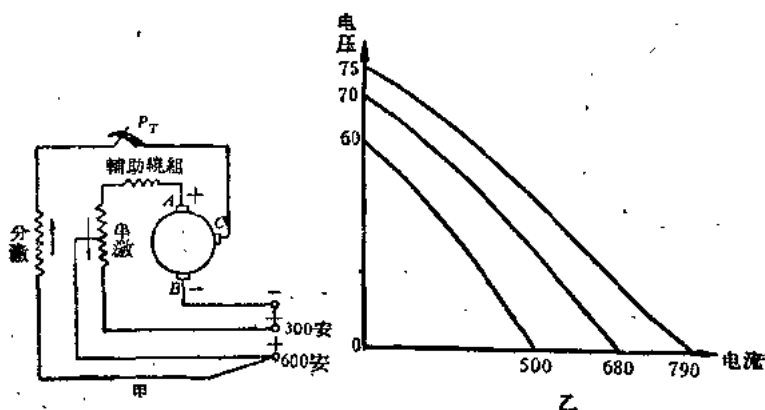


图5 ИС-500型电焊机原来线路图和外特性曲线

甲—ИС-500型线路图；乙—陡降外特性曲线图。

时产生与分激线圈相反的磁力线，由于串激线圈的去磁作用，使焊机获得陡降的外特性曲线。串激线圈共有6匝，如

这6匝串激线圈全部接入焊接回路,发电机输出电流300安培以下,串接3匝时,输出电流300~600安培。要使这种发电机的静特性改变成为硬外特性,需要应用他激式原理,^①也就是

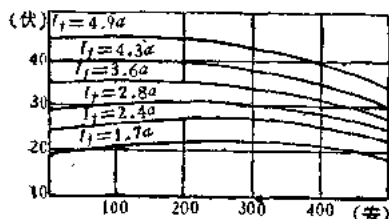


图6 HC-500型改成他激式时的外特性(三匝串激线圈作增发激)。

是焊接发电机构分激线圈的激磁电流改由整流器或电瓶供给,并且将原3匝串激线圈的两个头子反接起来,使它的磁力线方向和他激线圈的相同,通过这样改装后的发电机,一般称为

增发激式,它的外特性如图6所示,使用3匝串激线圈时所测得的外特性如图7所示。为了使此发电机的特性调节方便,改装时,将线头连接在胶木板上。

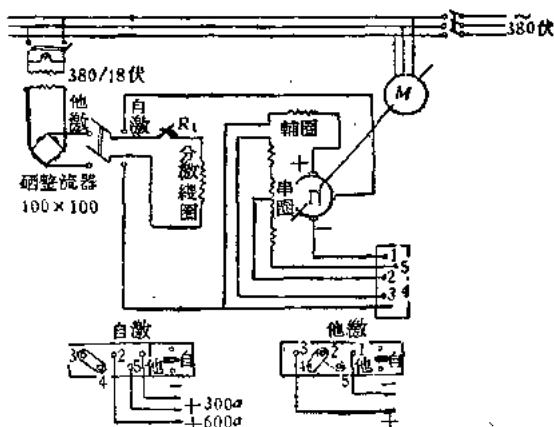


图7 HC-500型改装后的线路图(图中1、2、3……等数目字表示胶木板上插头号碼)

2. 焊絲給送机构。

二氧化碳中焊接时，焊絲送进机构采用的綫路图应该符合下列要求：

甲、保証焊絲均匀地送进，不能受軟管弯曲或焊絲弯曲影响，同时要在焊接过程中保持固定的电弧长度，这对保証焊接过程的稳定性和焊接质量有重大的意义。

乙、保証引弧方便，同时在熄弧前将弧坑完全填满。熄弧时，焊絲的送出长度不能太长。

丙、焊絲送进速度能均匀地調节。

丁、焊絲經過压輪后不应有較深的刻痕，否則在軟管中会使摩擦阻力增大，引起送絲的不均匀。

戊、保証送进机构灵巧，調速方便。

目前用41.6~20毫米焊絲进行焊剂层下焊接时，应用的焊絲送进机构(如AAC-500型、IIII-5和IIIII-500型等)和电气控制綫路都属于等速送进的，而且在引弧时沒有焊絲回抽送下的控制装置。用于二氧化碳气体保护焊接时，因为采用外特性的电源，空载电压很低，引弧往往不能一次完成，經常发生焊絲爆炸現象。为了避免这种情况，可在控制綫路中接入电流继电器，这一继电器保証焊絲与工件短路有电流通过后才开始給送焊絲，这样引弧就相当方便和稳定。

此外，在半自动焊接时，当焊接过程中断或結束，焊工为了防止焊絲伸出过长，常在填满弧坑后很快地将焊头移开，这样往往使熔化金属不能很好地受到气体保护而产生气孔。如果在电路中接有电流继电器，焊工就可不必担心焊絲伸出，因为当焊接电路中无电流通过时，焊絲就停止送出了。

在半自动焊接时，軟管是送絲机构的組成部分。常用的

軟管和焊劑層下焊接用的一樣，電纜和送絲彈簧管包在同一橡皮管中，這種組合軟管的重量和剛度都很大，因此操作起來很不方便，所以有些工廠採用分離式軟管，即將送焊絲的和導電的軟管分開。通電纜的軟管中同時通入冷卻焊頭用的水和二氧化碳氣體（通到焊頭中去）將電纜冷卻。在用水冷卻時，電纜中導線的截面積可減小到 $10 \sim 16$ 毫米²（在電流500安培以下用，原來組合軟管中鋼絲截面積為70毫米²），用氣冷卻時，導線的截面積也只要35毫米²（最大允許電流為280~300安培）。這樣的軟管就比較柔軟。但是在此種情況下，送絲軟管就容易彎曲和被拉長，不能保證均勻地送出焊絲。因此需要採用另一結構的送絲軟管（圖8），其中彈簧管採用雙頭螺旋彈簧管，並且在彈簧管外面用鋼絲布扎緊，然後再套上橡皮管。這樣軟管完全保證焊絲均勻地送到焊接區域。



圖8 送絲軟管

1—連接頭；2—螺旋彈簧管；3—鋼絲布；4—橡皮管；5—張緊鋼絲。

為了等速而均勻地送出焊絲，軟管的長度不宜太長，否則會增大阻力，引起送絲不均勻和送不出的故障。

在焊劑層下半自動焊接時，送絲機構的壓輪只有一對，對焊絲的拉力較小，在軟管過長或彎曲時，焊絲常常不能均勻送出。而且主壓輪表面滾花，使送出的焊絲表面帶有刻痕，這樣不但增大了通過軟管時的阻力，並且容易使彈簧管堵塞，和導電嘴磨損。因此，蘇聯最近採用兩對壓輪來輸送焊絲，壓輪表面是平的，不滾花，下面一只壓輪有槽道，這