

二氧化碳气体保护焊(简称 co2 焊),是利用从喷嘴中喷出的二氧化碳气体隔绝空气,保护熔池的一种先进的熔焊方法。这种方法焊接薄板,比手工电弧焊有着明显的优越性。在我公司的产品中,薄板焊接件占了很大的比重,焊接接头以角接和搭接为主,材质为普通碳素结构钢,其厚度在 1-3mm 之间。以前,对薄板零件的焊接,一直采用手工电弧焊和气焊,此方法虽然有其优点,但它能耗高,焊后工件变形大,严重影响了机器的装配精度和外观质量。经过广泛的调研和论证后,决定推广使用 co2 气体保护焊技术,以提高产品的质量。下面,谈谈笔者对此技术的认识和看法。

一、二氧化碳气体保护焊与手工电弧焊对比试验

为了对 co2 气体保护焊和手工电弧焊的一些参数进行对比,我们对 co2 气体保护焊与手工电弧焊进行了对比焊接,试验结果表明:

以短路结束后的电流变化过程是燃弧能力的重要组成部分。也就是说,焊机的动态特性对焊缝成形和熔深有重要的影响。动特性越慢,短路结束后电流过渡时间越长,所提供的燃弧能力越大,焊缝成形越好,熔深越大。但过慢的动特性又会使电流增长率过缓,而导致飞溅严重,甚至破坏电弧的稳定性。所以,必须选用适当的动特性电源来保证焊接工艺的要求。

浅析 CO2 气体保护焊焊接电源特性的构成

CO2 气体保护焊是以 CO2 气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊方法。由于 CO2 源丰富、价格低廉等原因,在现代生产和工程中应用已经很普遍。CO2 气体保护焊机的工艺性能(电弧的稳定性、焊接飞溅和焊缝成形等)都直接受焊接电源特性的影响。所以 CO2 气体保护焊要求使用平硬特性的直流电源,并具有良好的动特性,是有科学依据的。

一、CO2 气体保护焊的工艺特点分析

CO2 气体保护焊具有焊接效率高、抗锈能力强、焊接变形小、冷裂倾向小、熔池可见性好、以及适用于全位置焊接等优点。究其不足主要是:很难使用交流电源,焊接飞溅多。特别是采用短路过渡形式时,在焊接过程会产生大量的金属飞溅。造成大量金属的损失,使熔敷率降低,焊后清理工作量增加。同时,飞溅的产生降低了电弧的稳定性,严重影响焊接质量。此外采用短路过渡的 CO2 体保护焊还存在焊缝成形差的工艺缺点。主要表现为焊缝表面不光滑、熔深浅、焊缝成形窄而高,容易出现未熔合的焊接缺陷。所以要使 CO2 气体保护焊在工业生产中得以广泛推广和应用,则必须解决和控制这些工艺问题。

二、CO2 气体保护焊中短路过渡的工艺分析

CO2 体保护焊中短路过渡的初期和后期都会产生飞溅。每次燃弧时,电弧会冲击熔池而产生飞溅;当焊丝熔化形成熔滴与熔池接触,液桥还没有铺展开时,由于接触面积小,电流密度大,而发生汽化和爆炸产生“瞬时短路”飞溅;当熔滴与熔池短路金属液桥铺展开时,在液态金属的表面张力、重力、以及流过液桥的电流所产生的电磁收缩力的作用下,形成液桥缩径并急剧减小,短路电流密度剧增,使液态金属在瞬间发生汽化和爆炸而产生飞溅。同时,液桥金属的汽化和爆炸,不仅产生飞溅,还会引起熔池的剧烈震荡,从而导致焊缝成形不良和电弧的稳定性降低。

焊接时对母材的加热的热源主要是燃弧能量。CO2 气体保护焊过程中,短路时间占了很大的比例,且短路过程几乎不会给母材提供热能。其燃弧时间比其它焊接工艺都短,所以导致对母材的加热不足,从而造成焊缝余高大、焊缝窄、熔深浅、未熔合等焊缝成形缺陷。

三、CO2 气体保护焊焊接电源特性的构成

从上述对 CO2 气体保护焊短路过渡特点的分析可知,焊接电弧的工艺效果将取决于电源特性的不同。电源特性包括电源静特性和动特性。

1、焊接电源的静特性构成

焊接电源的静特性即电源输出电压与输出电流之间的变化关系，表达这一关系的曲线称为电源静特性曲线。不同的焊机有不同的静特性，分别有平硬特性和下降特性。电源静特性的确定离不开焊接电弧的特性（在弧长不变状态下，电弧电压与电弧电流之间的关系）。电弧具有很高的动态响应，故一般可以认为电弧动态特性与其静态特性相同，其静特性曲线呈 U 形。U 形曲线分为下降段、水平段和上升段，CO₂ 气体保护焊的电弧静特性处于上升段。电源静特性与电弧特性的交点，为焊接电弧的工作点，图 1 为两种电源特性和电弧负载特性曲线图，图中 P1 是平硬特性，P2 是下降特性。CO₂ 气体保护焊过程有两种负载状态：熔滴短路时为电阻状态，其特性为 L1；燃弧时为压缩电弧状态，其特性为 L2。现在我们来分析哪一种电源静特性适合于 CO₂ 气体保护焊。

图一

对于静特性分别为 P1, P2 的焊接电源（图 1），如果焊接电流均为 I_H ，在短路负载 L1 的状态下，由于静特性曲线斜率不同，平硬特性的焊机输出短路电流 I_{S1} 比下降特性的焊机输出短路电流 I_{S2} 高得多，所以平硬特性 P1 的焊机的短路液桥爆断电流和焊接飞溅比下降特性焊机要大。在燃弧状态下，即电弧特性为 L2，平硬特性的焊机输出电流和电弧电压最低，即 $I_{A1} < I_{A2}$, $U_{A1} < U_{A2}$, 所以下降特性焊机具有较大的熔深和较好的焊缝成形。一般工艺条件下，都希望增加燃弧能量和改善焊缝成形，但要使 CO₂ 气体保护焊能适应全位置焊接，就要求燃弧能量不能太大。如果燃弧能量太大，则液体金属容易流淌，那么，在进行立焊、横焊、仰焊时就难以控制熔滴的下淌，所以不能采用下降的电源静特性。

CO₂ 气体保护焊中，依靠弧长变化引起的电流和焊丝熔化速度的变化，使弧长得到恢复。电弧这种自调作用的强弱，会影响电弧长度在干扰下的恢复能力和弧长的稳定性。恢复电弧长度的决定因素，是焊接电流和焊丝熔化速度的变化量。而不同的电源静特性曲线决定了焊接电流的变化量不同。也就是说，电源静特性将影响弧长调节的灵敏度。图 2 所示，P1 是平硬特性，P2 下降特性。当电弧受到外界干扰，使弧长从正常电弧长度 L_0 变短为 L_1 ，则平硬特性 P1 焊机输出电流增加了 ΔI_2 ，则焊丝熔化速度增快，使弧长恢复正常。故平硬特性 P1 焊机的电流和焊丝熔化速度变化量较大，弧长恢复到正常值所需时间短；同样，当电弧长度变化至 L_2 时，平硬特性焊机的电流和焊丝熔化速度的变化量也比下降特性 P2 焊机大，其恢复时间较短。故无论是弧长变短还是变长，平硬特性焊机总比下降特性焊机的弧长恢复时间短，电弧自调性能更好。所以 CO₂ 气体保护焊焊接电源的静特性应选平硬特性。

图二

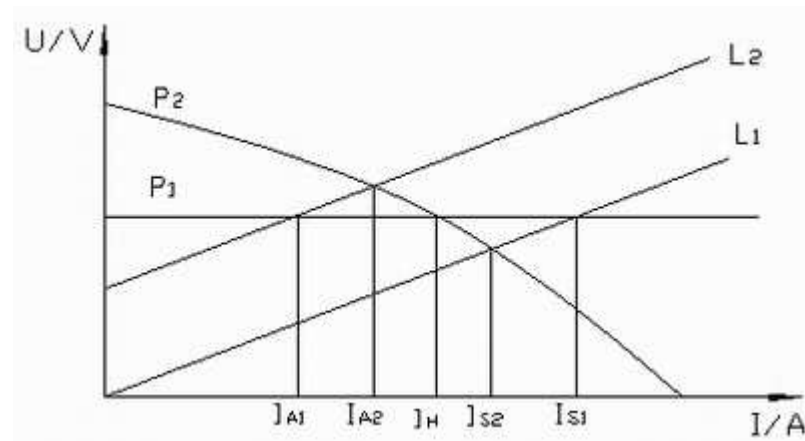
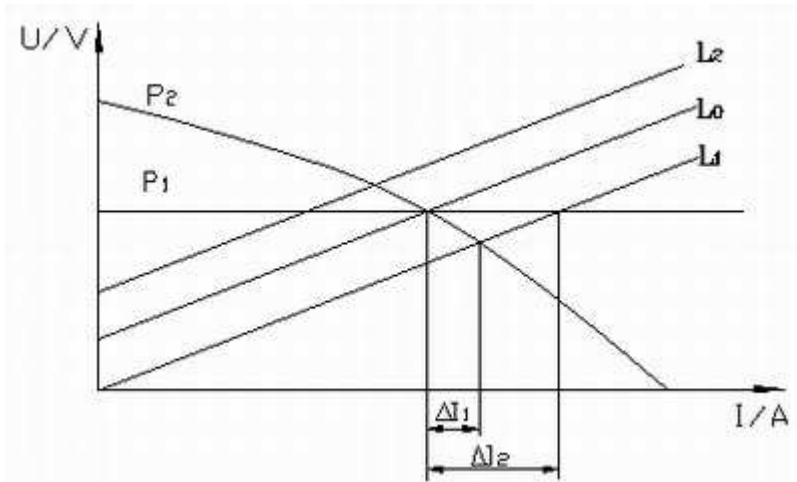
2、焊接电源动特性的构成

所谓弧焊电源的动特性，是指焊接电源对焊接电弧这样的动负载所输出的电流和电压与时间的关系，是衡量焊接电源对负载瞬变的反应能力。对 CO₂ 气体保护焊来说，由于存在金属熔滴的短路过渡，使负载状态常在燃弧和短路之间切换。并且，从燃弧到短路以及从短路到燃弧的过渡过程，造成输出电流和电压的瞬时变化，对焊接飞溅和焊缝成形都存在着重大的影响。

焊接飞溅受到电源动特性直接影响的原因是：短路电流峰值的高低和增长率的快慢直接受焊机动态反应快慢的影响。若动态响应太快，则短路电流峰值过高，增长率过快，在短路液桥形成之前，就引起爆断和飞溅，而形不成短路过渡形式，这种飞溅的特点是频率较高、颗粒小；若动态响应太慢，则短路电流增长率慢，峰值小，电流产生的磁收缩力不足以保证短路液桥的顺利过渡，短路过渡时间长，产生的飞溅特点是：频率较低，颗粒粗大。因此，要求焊接电源要具有恰当的短路电流增长速度，以避免较大的飞溅。

短路电流对焊接接头的加热、焊缝的熔深和成形的作用不大，影响焊缝的熔深和成形主要是燃弧能量，即燃弧的电流和电压。由于焊接时存在短路过程，故电源电压不能太高，则稳态时的燃弧电流较小，所

总之，从熔滴过渡形式、焊接工艺特点、电弧自身调节作用、电弧静特性与焊接电源静特性的匹配情况几方面的分析探讨可知，动特性良好、静特性为平硬特性的直流焊接电源，最适合的 CO₂ 气体保护焊焊接电源。



1、co₂ 气体保护焊由于熔池小、热影响区窄，因此焊后工件变形小，焊缝质量好。

2、生产率高。另外焊后不需清渣，故生

浅析 CO₂ 气体保护焊焊接电源特性的构成

CO₂ 气体保护焊是以 CO₂ 气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊方法。由于 CO₂ 源丰富、价格低廉等原因，在现代生产和工程中应用已经很普遍。CO₂ 气体保护焊机的工艺性能（电弧的稳定性、焊接飞溅和焊缝成形等）都直接受焊接电源特性的影响。所以 CO₂ 气体保护焊要求使用平硬特性的直流电源，并具有良好的动特性，是有科学依据的。

一、CO₂ 气体保护焊的工艺特点分析

CO₂ 气体保护焊具有焊接效率高、抗锈能力强、焊接变形小、冷裂倾向小、熔池可见性好、以及适用于全位置焊接等优点。究其不足主要是：很难使用交流电源，焊接飞溅多。特别是采用短路过渡形式时，在焊接过程会产生大量的金属飞溅。造成大量金属的损失，使熔敷率降低，焊后清理工作量增加。同时，飞溅的产生降低了电弧的稳定性，严重影响焊接质量。此外采用短路过渡的 CO₂ 体保护焊还存在焊缝成形差的工艺缺点。主要表现为焊缝表面不光滑、熔深浅、焊缝成形窄而高，容易出现未熔合的焊接缺陷。所以要使 CO₂ 气体保护焊在工业生产中得以广泛推广和应用，则必须解决和控制这些工艺问题。

二、CO₂ 气体保护焊中短路过渡的工艺分析

CO₂ 体保护焊中短路过渡的初期和后期都会产生飞溅。每次燃弧时，电弧会冲击熔池而产生飞溅；当焊丝熔化形成熔滴与熔池接触，液桥还没有铺展开时，由于接触面积小，电流密度大，而发生汽化和爆炸产生“瞬时短路”飞溅；当熔滴与熔池短路金属液桥铺展开时，在液态金属的表面张力、重力、以及流过液桥的电流所产生的电磁收缩力的作用下，形成液桥缩径并急剧减小，短路电流密度剧增，使液态金属在瞬间发生汽化和爆炸而产生飞溅。同时，液桥金属的汽化和爆炸，不仅产生飞溅，还会引起熔池的剧烈震荡，从而导致焊缝成形不良和电弧的稳定性降低。

焊接时对母材的加热的热源主要是燃弧能量。CO₂ 气体保护焊过程中，短路时间占了很大的比例，且短路过程几乎不会给母材提供热能。其燃弧时间比其它焊接工艺都短，所以导致对母材的加热不足，从而造成焊缝余高大、焊缝窄、熔深浅、未熔合等焊缝成形缺陷。

三、CO₂ 气体保护焊焊接电源特性的构成

从上述对 CO₂ 气体保护焊短路过渡特点的分析可知，焊接电弧的工艺效果将取决于电源特性的不同。电源特性包括电源静特性和动特性。

1、焊接电源的静特性构成

焊接电源的静特性即电源输出电压与输出电流之间的变化关系，表达这一关系的曲线称为电源静特性曲线。不同的焊机有不同的静特性，分别有平硬特性和下降特性。电源静特性的确定离不开焊接电弧的特性（在弧长不变状态下，电弧电压与电弧电流之间的关系）。电弧具有很高的动态响应，故一般可以认为电弧动态特性与其静态特性相同，其静特性曲线呈 U 形。U 形曲线分为下降段、水平段和上升段，CO₂ 气体保护焊的电弧静特性处于上升段。电源静特性与电弧特性的交点，为焊接电弧的工作点，图 1 为两种电源特性和电弧负载特性曲线图，图中 P1 是平硬特性，P2 是下降特性。CO₂ 气体保护焊过程有两种负载状态：熔滴短路时为电阻状态，其特性为 L1；燃弧时为压缩电弧状态，其特性为 L2。现在我们来分析哪一种电源静特性适合于 CO₂ 气体保护焊。

图一

对于静特性分别为 P1，P2 的焊接电源（图 1），如果焊接电流均为 I_H ，在短路负载 L1 的状态下，由于静特性曲线斜率不同，平硬特性的焊机输出短路电流 I_{S1} 比下降特性的焊机输出短路电流 I_{S2} 高得多，所以平硬特性 P1 的焊机的短路液桥爆断电流和焊接飞溅比下降特性焊机要大。在燃弧状态下，即电弧特性为 L2，平硬特性的焊机输出电流和电弧电压最低，即 $I_{A1} < I_{A2}$ ， $U_{A1} < U_{A2}$ ，所以下降特性焊机具有较大的熔深和较好的焊缝成形。一般工艺条件下，都希望增加燃弧能量和改善焊缝成形，但要使 CO₂ 气体保护焊能适应全位置焊接，就要求燃弧能量不能太大。如果燃弧能量太大，则液体金属容易流淌，那么，在进行立焊、横焊、仰焊时就难以控制熔滴的下淌，所以不能采用下降的电源静特性。

CO₂ 气体保护焊中，依靠弧长变化引起的电流和焊丝熔化速度的变化，使弧长得到恢复。电弧这种自调作用的强弱，会影响电弧长度在干扰下的恢复能力和弧长的稳定性。恢复电弧长度的决定因素，是焊接电流和焊丝熔化速度的变化量。而不同的电源静特性曲线决定了焊接电流的变化量不同。也就是说，电源静特性将影响弧长调节的灵敏度。图 2 所示，P1 是平硬特性，P2 下降特性。当电弧受到外界干扰，使弧长从正常电弧长度 L_0 变短为 L_1 ，则平硬特性 P1 焊机输出电流增加了 ΔI_2 ，则焊丝熔化速度增快，使弧长恢复正常。故平硬特性 P1 焊机的电流和焊丝熔化速度变化量较大，弧长恢复到正常值所需时间短；同样，当电弧长度变化至 L_2 时，平硬特性焊机的电流和焊丝熔化速度的变化量也比下降特性 P2 焊机大，其恢复时间较

短。故无论是弧长变短还是变长，平硬特性焊机总比下降特性焊机的弧长恢复时间短，电弧自调性能更好。所以 CO₂ 气体保护焊焊接电源的静特性应选平硬特性。

图二

2、焊接电源动特性的构成

所谓弧焊电源的动特性，是指焊接电源对焊接电弧这样的动负载所输出的电流和电压与时间的关系，是衡量焊接电源对负载瞬变的反应能力。对 CO₂ 气体保护焊来说，由于存在金属熔滴的短路过渡，使负载状态常在燃弧和短路之间切换。并且，从燃弧到短路以及从短路到燃弧的过渡过程，造成输出电流和电压的瞬时变化，对焊接飞溅和焊缝成形都存在着重大的影响。

焊接飞溅受到电源动特性直接影响的原因是：短路电流峰值的高低和增长率的快慢直接受焊机动态反应快慢的影响。若动态响应太快，则短路电流峰值过高，增长率过快，在短路液桥形成之前，就引起爆断和飞溅，而形不成短路过渡形式，这种飞溅的特点是频率较高、颗粒小；若动态响应太慢，则短路电流增长率慢，峰值小，电流产生的磁收缩力不足以保证短路液桥的顺利过渡，短路过渡时间长，产生的飞溅特点是：频率较低，颗粒粗大。因此，要求焊接电源要具有恰当的短路电流增长速度，以避免较大的飞溅。

短路电流对焊接接头的加热、焊缝的熔深和成形的作用不大，影响焊缝的熔深和成形主要是燃弧能量，即燃弧的电流和电压。由于焊接时存在短路过程，故电源电压不能太高，则稳态时的燃弧电流较小，所

产率可比手工电弧焊高 1-4 倍。

- 3、焊接成本低。二氧化碳气体来源广，价格低，co₂ 保护焊的成本只有手工电弧焊的 40%-50%左右。
- 4、适用范围广。可进行各种位置的焊接。
- 5、操作性能好。因其为明弧焊，可以看清电弧和熔池情况。便于掌握和调整。

二、焊接规范参数的选择

在用 co₂ 气体保护焊焊接薄板时，焊接规范一般采用比较小的，即较低的电弧电压和较小的焊接电流，因此，熔滴呈短路过渡。主要的规范参数有：电弧电压，焊接电流，焊接回路电感，焊接速度，气体流量以及焊丝干伸长等。

1、电弧电压及焊接电流。

电弧电压是焊接规范中关键的一个参数。它的大小决定了电弧的长短，决定了熔滴的过渡形式。实现短路过渡的条件之一是保持较短的电弧长度。所以就焊接规范而言，短路过渡的一个重要特征是低电压。

确定电弧电压数值时，要考虑和焊接电流之间的匹配关系。在一定的焊丝直径及焊接电流下，电弧电压若过低，电弧引燃困难，焊接过程不稳定。电弧电压过高，则由短路过渡转变成大颗粒的长弧过渡，焊接过程也不稳定。只有电弧电压与焊接电流匹配得较合适时，才能获得稳定的焊接过程，并且飞溅小，焊缝成形好。当电流小于 300A 时，焊接电压与电流遵循以下： $U=0.04I+16 (+-) 1.5$

2、焊接回路电感。

焊接回路电感直接影响着短路电流的增长速度。因此，调节焊接回路电感，就可以调节短路电流的增长速度，从而控制电弧的燃烧时间，控制母材的熔深。

3、焊接速度。

焊接速度过快会引起焊缝两侧咬肉，焊接速度过慢则容易产生烧穿和焊缝组织粗大等缺陷，因此为了保证焊缝的质量，需要选择合适的焊接速度。

4、焊丝干伸长。

由于短路过渡焊接所采用的焊丝都比较细，因此焊丝干伸长度上产生的电阻便成为焊接规范中不可忽视的因素。随着焊丝干伸长度增加，焊丝上的电阻热增大，焊丝熔化加快，从提高生产率上看这是有利的，但是当焊丝干伸长度过大时，焊丝容易发生过热而成段熔断，飞溅严重，焊接过程不稳定。焊丝干伸长度过小势必缩短喷嘴与工作间的距离，飞溅金属容易堵塞喷嘴。

5、气体流量。

在焊接电流较大，焊接速度较快，焊丝干伸长度较长以及在室外作业等情况下，气体流量要适当加大，以使保护气体有足够的挺度，提高其抗干扰的能力。但是，气体流量过大，保护气流的紊流度增大，反而会将外界空气卷入焊接区，使保护效果变差，甚至在焊缝中引起气孔。

6、电源极性。

co₂ 电弧焊在焊接薄板时一般都是采用直流反接（反极性），即焊件接阴极，焊丝接阳极。因为采用反极性，飞溅小，电弧稳定，成形较好。

综合以上分析，我们采用了如下的焊接规范：

通过多年的实践 co₂ 气体保护焊技术已成功地应用于公司薄板的焊接，提高了公司产品的装配精度和外观质量，大大增强了公司产品的市场竞争力。co₂ 气体保护焊的优越性得到了充分的证实，也为公司其它零件的焊接提供了宝贵的经验。

焊接规范

板厚 (mm)	焊丝直径 (mm)	焊接电压 (V)	焊接电流 (A)	气体流量 (L/min)	焊丝干伸长 (mm)
1	0.8	17 ~ 18	70 ~ 80	15 ~ 20	10
1.5	1	19 ~ 20	90 ~ 130	15 ~ 20	10
	1.2	19 ~ 20	120 ~ 130	15 ~ 20	10
2	1	19 ~ 20	100 ~ 150	15 ~ 20	10
	1.2	19 ~ 20	130 ~ 150	15 ~ 20	10
3	1.2	21 ~ 24	150 ~ 200	15 ~ 20	10
	1.2	24 ~ 26	200 ~ 250	15 ~ 20	10 ~ 15

CO₂ 焊产生飞溅的原因有哪些?

在 CO₂ 焊中, 大部分焊丝熔化金属可过渡到熔池, 有一部分焊丝熔化金属飞向熔池之外, 飞到熔池之外的金属称为飞溅。特别是粗焊丝 CO₂ 气体保护焊大参数焊接时, 飞溅更为严重, 飞溅率可达 20% 以上, 这时就不可能进行正常焊接工作了。飞溅是有害的, 它不但降低焊接生产率, 影响焊接质量, 而且使劳动条件变差。

由于焊接参数的不同, CO₂ 焊具有不同的熔滴过渡形式, 从而导致不同性质的飞溅。其中, 可分为熔滴自由过渡时的飞溅和短路过渡时的飞溅。

(1) 熔滴自由过渡时的飞溅 熔滴自由过渡时的飞溅主要形式, 在 CO₂ 气氛下, 熔滴在斑点压力的作用下上挠, 易形成大滴状飞溅。这种情况经常发生在较大电流焊接时, 如用直径 1.6mm 焊丝、电流为 300 ~ 350A, 当电弧电压较高时就会产生。如果再增加电流, 将产生细颗粒过渡, 这时飞溅减小, 主要产生在熔滴与焊丝之间的缩颈处, 该处的电流密度较大使金属过热而爆断, 形成颗粒细小的飞溅。在细颗粒过渡焊接过程中, 可能由熔滴或熔池内抛出的小滴飞溅。这是由于焊丝或工件清理不当或焊丝含碳量较高, 在熔化金属内部大量生成 CO 等气体, 这些气体聚积到一定体积, 压力增加而从液体金属中析出, 造成小滴飞溅。大滴过渡时, 如果熔滴在焊丝端头停留时间较长, 加热温度很高, 熔滴内部发生强烈的冶金反应或蒸发, 同时猛烈地析出气体, 使熔滴爆炸而生成飞溅。另外, 在大滴状过渡时, 偶尔还能出现飞溅, 因为熔滴从焊丝脱落进入电弧中, 在熔滴上出现串联电弧, 在电弧力的作用下, 熔滴有时落入熔池, 也可能被抛出熔池而形成飞溅。

(2) 熔滴短路过渡时的飞溅 短路过渡时的飞溅形式很多。飞溅总是发生在短路小桥破断的瞬间。飞溅的大小决定于焊接条件, 它常常在很大范围内改变。产生飞溅的原因目前有两种看法, 一种看法认为飞溅是由于短路小桥电爆炸的结果。当熔滴与熔池接触时, 熔滴成为焊丝与熔池的连接桥梁, 所以称为液体小桥, 并通过该小桥使电路短路。短路之后电流逐渐增加, 小桥处的液体金属在电磁收缩力的作用下急剧收缩, 形成很细的缩颈。随着电流的增加和缩颈的减小, 小桥处的电流密度很快增加, 对小桥急剧加热, 造成过剩能量的积聚, 最后导致小桥发生气化爆炸, 同时引起金属飞溅。另一种看法认为

短路飞溅是因为小桥爆断后，重新引燃电弧时，由于 CO₂ 气体被加热引起气体分解和体积膨胀，而产生强烈的气动冲击作用，该力作用在熔池和焊丝端头的熔滴上，它们在气动冲击作用下被抛出而产生飞溅。试验表明，前一种看法比较正确。飞溅多少与电爆炸能量有关，此能量主要是在小桥完全破坏之前的 100 ~ 150 μs 时间内积聚起来的，主要是由这时的短路电流（即短路峰值电流）和小桥直径所决定。

小电流时，飞溅率通常在 5% 以下。限制短路峰值电流为最佳值时，飞溅率可降低到 1% 左右。在电流较大时，缩颈的位置对飞溅影响极大。所谓缩颈的位置是指缩颈出现在焊丝与熔滴之间，还是出现在熔池与熔滴之间。如果是前者，小桥的爆炸力推动熔滴向熔池过渡，而后者正相反，小桥爆炸力排斥熔滴过渡，并形成大量飞溅，最高可达 25% 以上。冷态引弧时或在焊接参数不合适的情况下（如送丝速度过快而电弧电压过低，焊丝伸出长度过大或焊接回路电感过大等）常常发生固体短路。这时固体焊丝可以直接被抛出，同时熔池金属也被抛出。在大电流射滴过渡时，偶尔发生短路，由于短路电流很大。所以将引起十分强烈的飞溅。

根据不同熔滴过渡形式下飞溅的不同成因，应采用不同的降低飞溅的不同成因，应采用不同的降低飞溅的方法：

1) 在熔滴自由过渡时，应选择合理的焊接电流与焊接电压参数，避免使用大滴排斥过渡形式；同时，应选用优质焊接材料，如选用含 C 量低、具有脱氧元素 Mn 和 Si 的焊丝 H08Mn2SiA 等，避免由于焊接材料的冶金反应导致气体析出或膨胀引起的飞溅。

2) 在短路过渡时，可以采用 (Ar+CO₂) 混合气体代替 CO₂ 以减少飞溅。如加入 φ (Ar) = 20% ~ 30% 的 Ar。这是由于随着含氩量的增加，电弧形态和熔滴过渡特点发生了改变。燃弧时电弧的弧根扩展，熔滴的轴向性增强。这一方面使得熔滴容易与熔池会合，短路小桥出现在焊丝和熔池之间。另一方面熔滴在轴向力的作用下，得到较均匀的短路过渡过程，短路峰值电流也不太高，有利于减少飞溅率。

在纯 CO₂ 气氛下，通常通过焊接电流波形控制法，降低短路初期电流以及短路小桥破断瞬间的电流，减少小桥电爆炸能量，达到降低飞溅的目的。

通过改进送丝系统，采用脉冲送丝代替常规的等速送丝，使熔滴在脉动送进的情况下与熔池发生短路，使短路过渡频率与脉动送丝的频率基本一致，每个短路周期的电参数的重复性好，短路峰值电流也均匀一致，其数值也不高，从而降低了飞溅。

如果在脉动送丝的基础上，再配合电流波形控制，其效果更佳。采用不同控制方法时，焊接飞溅率与焊接电流之间的关系。

二氧化碳气体保护焊有哪些主要特点？

用二氧化碳气体作为保护气体的电弧焊接方法，称为二氧化碳气体保护焊，简称二氧化碳焊。二氧化碳气体保护焊具有如下特点：

(1) 二氧化碳气体价廉易得，而且消耗电能少，是一种既经济，又便于自动化生产的焊接方法。一般情况下，二氧化碳气体保护焊的成本仅为手工电弧焊的 37%~42%，为埋弧焊的 40%。

(2) 生产效率高。焊接电流密度大，焊丝熔化率高，母材熔透深度大，对于 10 毫米左右的钢板，可以不开坡口直接焊接，焊后渣很少，一般可不清渣，焊接质量稳定。

(3) 电流密度大，电弧热量集中，焊接后工件变形较小。

(4) 对油、锈的敏感程度较小，可减少工件和焊丝的清理工作量。

(5) 二氧化碳焊的焊缝金属含氢量小，焊接低合金高强度钢时，产生冷裂纹的倾向小。

(6) 飞

二氧化碳气体保护焊气孔问题

1、CO₂ 气体保护焊的气孔主要是由母材焊接表面的清洁度（油、氧化物）等造成的。

2、还有就是气体的纯度

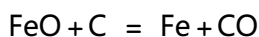
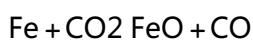
3、也有可能是气体中的水分太多，看看你的气体的纯度

也有可能是 CO 气孔，主要是密集型，柱状的

4、这是因为，用于保护焊接区域不受空气侵害的 CO₂ 气体大都是酿酒厂或酒精厂的副产品，不可避免地含有或多或少的水分或其它含氢物质，同时混合气体中的氩气也常含有水分。如果保护气体中的水分和其它含氢物质的总含量超过一定限度，那么焊缝金属中氢气孔的产生将是必然的。

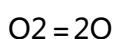
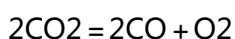
但是，如果保护气体中的水分和其它含氢物质的含量按相关标准要求被控制在一定的范围内，那么 CO₂ 气体保护焊和富氩混合气体（80%Ar+20%CO₂）保护焊焊缝金属中一般不会产生很多的氢气孔。这是因为 CO₂ 气体在电弧高温下将发生分解反应（CO₂ = CO + O），分解出来的原子态氧具有较强的氧化性，与气相中的[H]反应生成不溶于液体金属的 OH，从而有效地阻止焊缝中氢气孔的产生。

而使用纯 CO₂ 气体保护则会产生 CO 气孔。二氧化碳气体保护焊焊接时会发生如下反应：



这个反应是在熔池内部进行的。由于金属对一氧化碳的溶解度很低所以生成的一氧化碳要从熔池中跑出来。若熔池金属结晶完了时，还有一部分一氧化碳没有排出，则在焊缝中就形成气孔。

再有就是 CO₂ 气在 3500℃ 的高温电弧下发生分解反应：



这个反应是吸热的，因此二氧化碳气流的冷却作用比较显著，使熔池金属冷却的特别快，加上焊缝成型窄而深，使气体排出条件恶化，所以产生气孔。

当二氧化碳气体纯度不够、由于长时间工作导电嘴和导流罩上会积累一些飞溅颗粒，如果清理不及时也会阻碍气体的正常喷出，破坏气流罩的正常保护，加上人为的拉长电弧，致使保护气流产生飘移、流散，使得外界空气进入电弧区。这样产生其他气孔的机遇也比较大。如：氮气孔、氢气孔。

总之焊道产生气孔的原因如下：

- (1)焊丝和被焊金属坡口表面上的铁锈、油污或其它杂质。
- (2)人为的拉长电弧，焊接区域没有得到充分的保护。
- (3)焊接参数或焊接材料选择不当。
- (4)保护气体纯度不够。
- (5)气体加热器不能正常工作。

解决方法

- (1)合理的使用焊接参数。在不违反焊接工艺的情况下，焊接电流的大小我认为因人而异，根据个人的使用习惯而调整，不要别人用多大的规范你也用同样的规范。
- (2)使用合格的焊接材料及保护气体。
- (3)彻底清除焊丝和被焊金属表面上的水、锈、油污和其它杂质。
- (4)使用二氧化碳气体保护焊、富氩气体保护焊时，要调整好焊枪与焊件的距离和角度使得焊接熔池得到充分的保护。一定确保气体加热器的完好率。
- (5)气保焊焊枪的导流罩必须够长，太短以后保护气体在流动过程中不能形成很好的保护罩。

不知以上的回答对你的工作有没有帮助。

5、还要注意周围空气的流动,最好周围的风速不要超过 1.5m/s

溅较多，焊缝成形不够美观，清理飞溅费时间。

(7)二氧化碳属于弱氧化性，故不能用于焊接铝、镁等化学活性强的金属。

二氧化碳气体保护焊（简称 co2 焊）

二氧化碳气体保护焊（简称 co2 焊），是利用从喷嘴中喷出的二氧化碳气体隔绝空气，保护熔池的一种先进的熔焊方法。这种方法焊接薄板，比手工电弧焊有着明显的优越性。在我公司的产品中，薄板焊接件占了很大的比重，焊接接头以角接和搭接为主，材质为普通碳素结构钢，其厚度在 1-3mm 之间。以前，对薄板零件的焊接，一直采用手工电弧焊和气焊，此方

法虽然有其优点，但它能耗高，焊后工件变形大，严重影响了机器的装配精度和外观质量。经过广泛的调研和论证后，决定推广使用 co2 气体保护焊技术，以提高产品的质量。下面，谈谈笔者对此技术的认识和看法。

一、二氧化碳气体保护焊与手工电弧焊对比试验

为了对 co2 气体保护焊和手工电弧焊的一些参数进行对比，我们对 co2 气体保护焊与手工电弧焊进行了对比焊接，试验结果表明：

- 1、co2 气体保护焊由于熔池小、热影响区窄，因此焊后工件变形小，焊缝质量好。
- 2、生产率高。另外焊后不需清渣，故生产率可比手工电弧焊高 1-4 倍。
- 3、焊接成本低。二氧化碳气体来源广，价格低，co2 保护焊的成本只有手工电弧焊的 40%-50%左右。
- 4、适用范围广。可进行各种位置的焊接。
- 5、操作性能好。因其为明弧焊，可以看清电弧和熔池情况。便于掌握和调整。

二、焊接规范参数的选择

在用 co2 气体保护焊焊接薄板时，焊接规范一般采用比较小的，即较低的电弧电压和较小的焊接电流，因此，熔滴呈短路过渡。主要的规范参数有：电弧电压，焊接电流，焊接回路电感，焊接速度，气体流量以及焊丝干伸长等。

1、电弧电压及焊接电流。

电弧电压是焊接规范中关键的一个参数。它的大小决定了电弧的长短，决定了熔滴的过渡形式。实现短路过渡的条件之一是保持较短的电弧长度。所以就焊接规范而言，短路过渡的一个重要特征是低电压。

确定电弧电压数值时，要考虑和焊接电流之间的匹配关系。在一定的焊丝直径及焊接电流下，电弧电压若过低，电弧引燃困难，焊接过程不稳定。电弧电压过高，则由短路过渡转变成大颗粒的长弧过渡，焊接过程也不稳定。只有电弧电压与焊接电流匹配得较合适时，才能获得稳定的焊接过程，并且飞溅小，焊缝成形好。当电流小于 300A 时，焊接电压与电流遵循以下： $U=0.04I+16 (+-) 1.5$

2、焊接回路电感。

焊接回路电感直接影响着短路电流的增长速度。因此，调节焊接回路电感，就可以调节短路电流的增长速度，从而控制电弧的燃烧时间，控制母材的熔深。

3、焊接速度。

焊接速度过快会引起焊缝两侧咬肉，焊接速度过慢则容易产生烧穿和焊缝组织粗大等缺陷，因此为了保证焊缝的质量，需要选择合适的焊接速度。

4、焊丝干伸长。

由于短路过渡焊接所采用的焊丝都比较细，因此焊丝干伸长度上产生的电阻便成为焊接规范中不可忽视的因素。随着焊丝干伸长度增加，焊丝上的电阻热增大，焊丝熔化加快，从提高生产率上看这是有利的，但是当焊丝干伸长度过大时，焊丝容易发生过热而成段熔断，飞溅严重，焊接过程不稳定。焊丝干伸长度过小势必缩短喷嘴与工件间的距离，飞溅金属容易堵塞喷嘴。

5、气体流量。

在焊接电流较大，焊接速度较快，焊丝干伸长度较长以及在室外作业等情况下，气体流量要适当加大，以使保护气体有足够的挺度，提高其抗干扰的能力。但是，气体流量过大，保护气流的紊流度增大，反而会将外界空气卷入焊接区，使保护效果变差，甚至在焊缝中引起气孔。

6、电源极性。

co₂ 电弧焊在焊接薄板时一般都是采用直流反接（反极性），即焊件接阴极，焊丝接阳极。因为采用反极性，飞溅小，电弧稳定，成形较好。

综合以上分析，我们采用了如下的焊接规范：

通过多年的实践 co₂ 气体保护焊技术已成功地应用于公司薄板的焊接，提高了公司产品的装配精度和外观质量，大大增强了公司产品的市场竞争力。co₂ 气体保护焊的优越性得到了充分的证实，也为公司其它零件的焊接提供了宝贵的经验。

二氧化碳气体保护焊电量信号的采集与分析

摘要：在 PC 机上利用 VisualC++ 6.0 开发了 CO₂ 气体保护焊焊接过程电量信号采集系统。利用多线程技术与双缓冲技术解决了高速数据采集时丢失数据的问题。分析结果表明：所开发系统能精确完整地采集到焊接过程中的电量信号，而且通过电流电压概率密度分布与熔滴过渡短路时间频数分布能直观地分析焊接过程的稳定性，为进一步研究焊接过程质量监测奠定基础。

关键词：CO₂ 焊；信号采集；多线程；焊接稳定性

0 引言

焊接电弧包含着丰富的电、光、声音等信息，能够反映电弧焊各种电弧物理过程。如何利用现代传感技术将这些信息提取出来，是研究焊接过程的关键所在。国内外焊接界的专家开发了各种各样的传感器，有机械、电弧、声音和视觉等类型。机械式传感器使用不够灵活，适应面窄，目前较少采用。而电弧和视觉传感器各具特色，国内外研究较多。电弧传感器以电弧自身电流和电压作为信号源，成本低廉，可达性好，因而在焊接过程质量监测与焊缝自动跟踪中得以普遍采用〔1, 2, 5〕。

本文以 ADL IN K 公司的 PC I29112 多通道数据采集卡为核心，通过 VisualC++ 6.0 编制程序在 PC 机上开发了一套电量信号采集系统，并且对 CO₂ 气体保护短路焊过程的稳定性进行了分析，并为研究焊接过程质量监测奠定了基础。

1 硬件构成

信号采集系统如图 1 所示. 该系统由焊接电源、焊接小车、PC 机、传感器、滤波器和数据采集卡组成. 焊接电源采用硅整流弧焊机.

焊接电流电压信号分别通过绵阳维博公司的 WB1221F 型霍尔电流传感器与 WBV121S 型线性隔离分压器变换为 0 ~ 5V 之间的电压信号, 滤波后送到信号采集卡的输入端. 电流传感器的精度等级为 0.5 级(相对满量程输出的误差在 $\pm 0.5\%$ 以内), 响应时间短(15Ls);电压传感器精度等级为 0.2 级, 响应时间为 5Ls, 且输入阻抗高, 功耗(400mW). 它们共同特点是线性范围宽(为:0 ~ 120% 标称输入), 过载能力强, 高隔离, 低功耗, 测量时不影响焊接回路参数. 因为电流传感器是利用电磁感应和霍尔效应原理, 它的输入端与输出端分别属于不同的回路, 而电压传感是利用先进的线性光耦隔离, 所以它们均有效地隔绝了焊机强电系统与微机弱电系统之间的直接连接, 从而保护了微机, 同时对信号采集具有一定的抗干扰作用. 滤波器为有源低通滤波器, 通带截止频率 f_c 设计为 500Hz. 信号采集卡是 ADLINK 公司的 PCI29112 多通道数据采集卡, 该卡的特点是: 16 路单端输入或 8 路差分输入, A/D 转换时间为 8Ls, 1 位输入模拟信号分辨率精度为 0.01%, 若只采集两路信号, 该卡可以保证以最高每路 55kHz 的频率精确地采集信号, 根据香农采样定理, 采样频率应大于连续信号频率的 2 倍, 同时根据经验, 本文两通道的采样频率均定为 4 kHz($f_c \times 8$), 32 位 PCI 总线, 自带总线控制器 AMCC2S5933 与 8 个字的 FIFO(First In First Out) 缓存, 当它工作在 DMA (Direct Memory Access) 方式时, 可以不占用 CPU 时间而把数据以极快的速度送到内存缓冲区. 且该卡的驱动程序是以 DLL(Dynamic Link Library) 方式提供的, 从而方便了可视化编程.

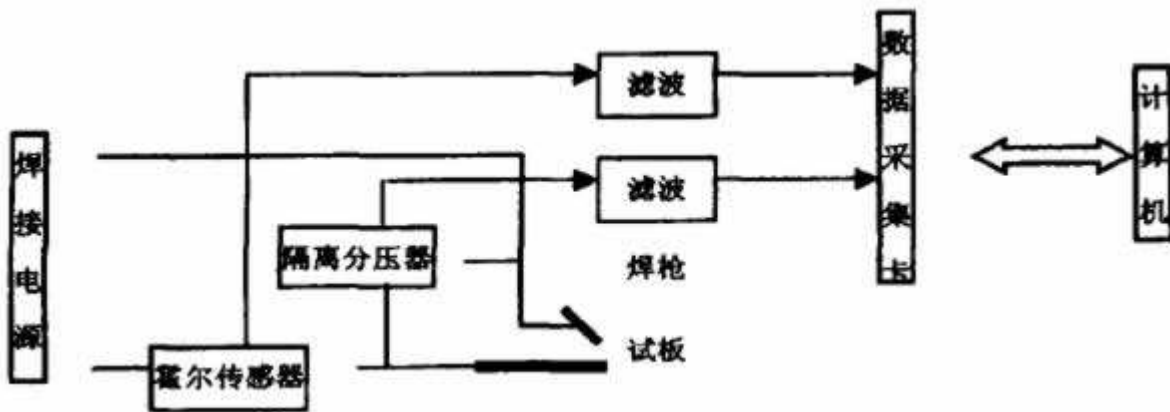


图 1 信号采集系统原理图

2 软件设计

因为高速数据采集时一般采用连续采集方式, 驱动程序将采集到的数据依次转移到用户缓冲区中. 当用户缓冲区占满之后, 驱动程序将覆盖原来的缓冲区数据, 所以, 如果原来的缓冲区数据没有来得及保存, 将会丢失. 本文通过 Windows XP 系统的多线程技术, 并结合缓冲区半满开始传送数据的数据传送方式, 通过 VisualC++ 6.0 编程解决了这个问题 (3.4). 具体的编程思想如下所述. PCI9112 卡要求在内存中开辟一个内核缓冲区与一个用户缓冲区, 前者用来保存从 FIFO 中传送的数据, 这是由采集卡的驱动程序完成的, 后者用来转移保存内核缓冲区的数据. 本文在界面主线程中启用了两个辅线程: 数据采集辅线程, 数据存盘辅线程. 数据采集辅线程负责把被采集卡转换信号输送到内核缓冲区, 数据存盘辅线程负责当用户内存缓冲区充满时, 将数据以文件的形式保存到硬盘. 数据采集过程是这样的: 数据从采集卡的 A/D 转换器保存到采集卡的 FIFO 中, 只有当 FIFO 半满时, 采集卡才启动 DMA 方式将数据送到内存缓冲区, 同时, A/D 转换器中的数据会继续往 FIFO 的后半部分传送; 当内核缓冲区的前一半满数据时, 就将数据转移到用户缓冲区, 当用户缓冲区充满时, 就启动数据存盘辅线程. 这两个线程可以并行运行, 即计算机能同时处理数据采集和数据保存. 显然, 在程序中, 用户缓冲区的大小是内核缓冲区的一半, 之所以这样做是因为一方面要保证数据连续采集和保存的需要, 另一方面, 如果用户缓冲区开得太大, 数据存盘线程与数据采

多线程在 Host 总线上出现拥挤的现象, 造成数据丢失. 在程序中通过设置由 VisualC++ 6.0 提供的 CTime::GetCurrentTime() 函数记录了采样

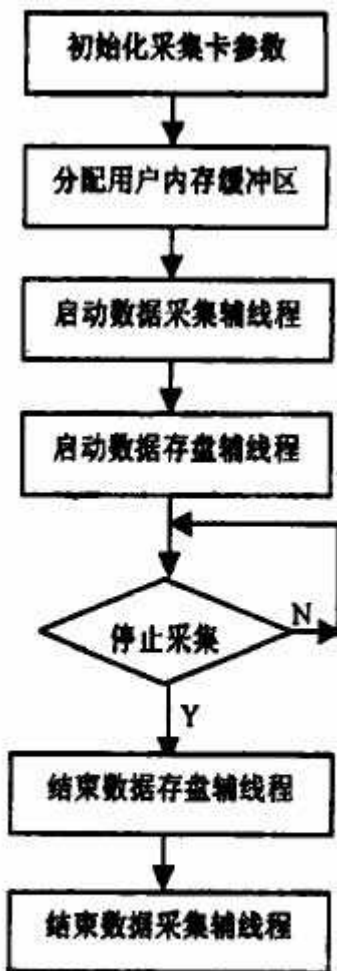
开始时间 T_{start} 与结束时间 T_{stop} .

$$T_{sample} = T_{stop} - T_{start} \quad (1)$$

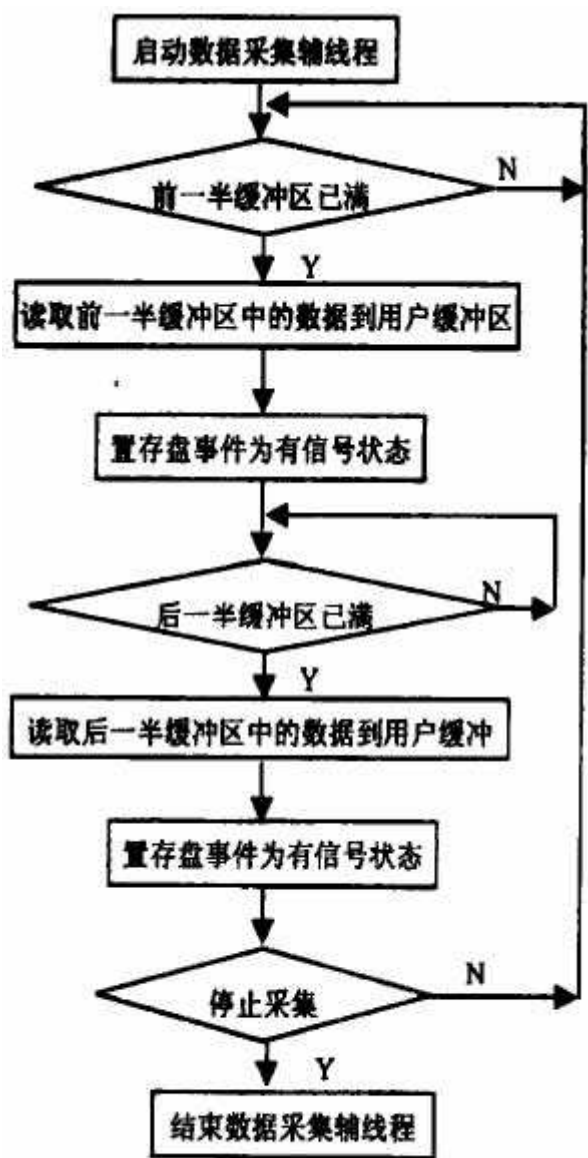
$$Size = T_{sample} \times 8000 \times 2 \div 1024 \quad (2)$$

经式(1)计算出采样时间, 再经式(2)计算出数据量(单位为 kB, 每个数据以两个字节存放), 将此数与硬盘上所保存的数据文件大小比较, 多次采样结果表明, 理论计算值与实际数据文件大小是吻合的. 软件设计过程如图 2 所示:

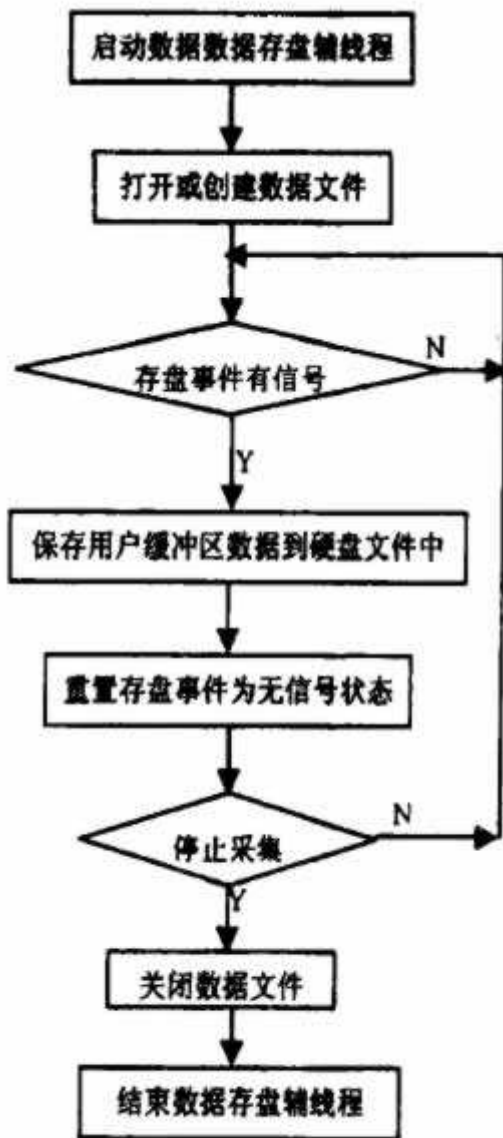
将本文所研制的信号采集系统与示波器同时采集的焊接电信号作对比, 验证了它的可靠性. 该信号采集系统不仅能在线显示电流电压信号, 而且能在焊后进行波形回放. 如图 3 是正常焊接条件下实验后的电流电压数据曲线回放, 横坐标是时间轴, 纵坐标是电流电压幅度轴, 点击“Former”和“Latter”钮可以分别向前和向后连续查看各时间段的信号波形, 一屏有 140ms 的数据.



界面主线程



数据采集辅线程



数据存盘辅线程

图2 信号采集系统软件设计流程图

3 焊接过程稳定性分析

本文将信号采集系统用于对 CO₂ 气体保护焊焊接过程稳定性与干扰因素的关系的研究。CO₂ 气体保护焊工艺实验条件如下: 短路过渡, 保护气体为 100% CO₂, 流量为 10L/min。试件为 6mm 厚的低碳钢板, 焊丝直径 1.2 mm, 送丝速度为 5.3cm/s, 焊接电压 20V, 焊接电流 150A, 焊接速度 30cm/min, 焊嘴至工件距离为 10mm, 平板堆焊除了正常工艺参数下的焊接信息外, 还人为引入两种干扰因素, 分别是: ①试板上有油污; ②试板上等间距开孔。

图4 是试板上有油污的情况下, 焊接过程中 140ms 的一段电流电压曲线。比较图3 与图4 可以看出: 在正常情况下, 电流电压信号规则, 短路峰值电流基本稳定在 250A, 且燃弧电流下降柔顺, 基值电流基本稳定在 80A, 熔滴过渡稳定; 试板上有油污的情况下, 短路峰值电流最大能到 400A, 电压最低值为 0V, 短路后, 电流直线下降到 0A, 燃弧不成功, 电压表现为硅整流焊机空载输出的纹波电压, 说明并非发生真实熔滴短路过渡, 而是焊丝直接与熔池接触发生爆断。

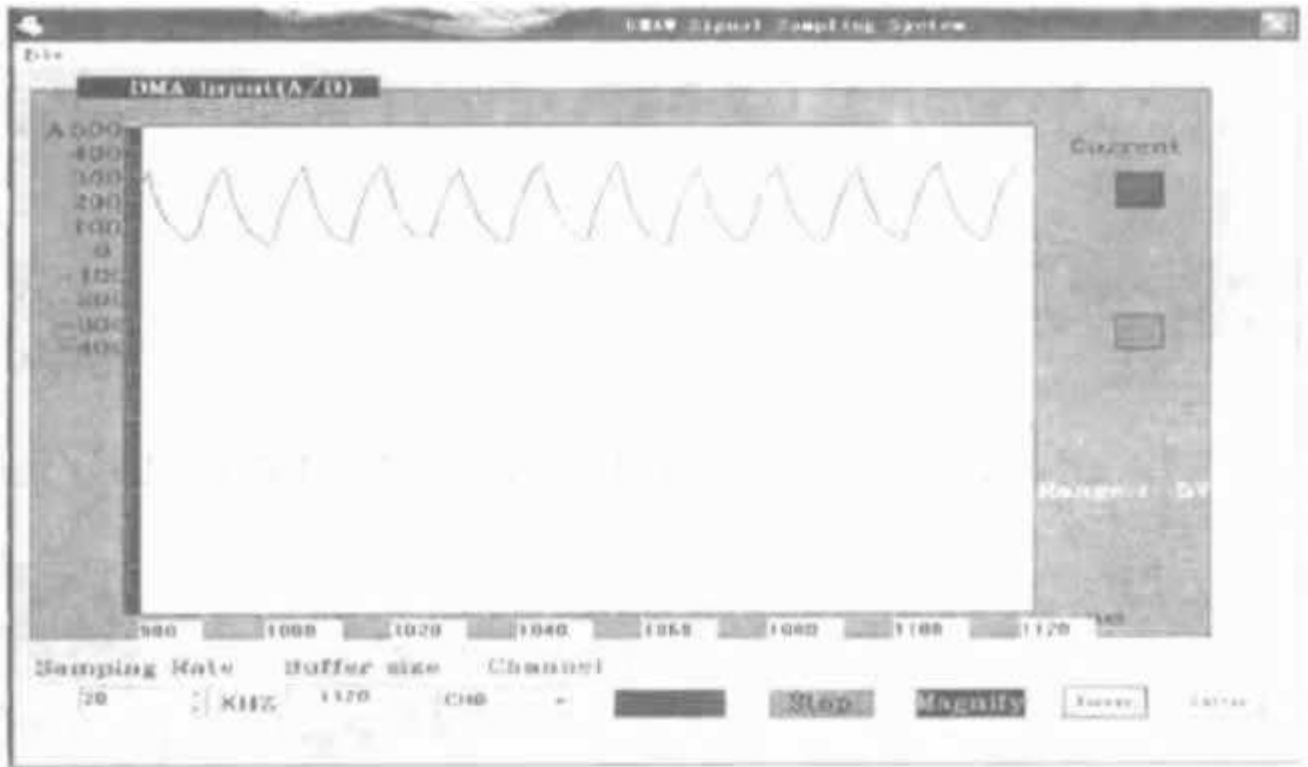


图3 正常情况下的电流电压信号

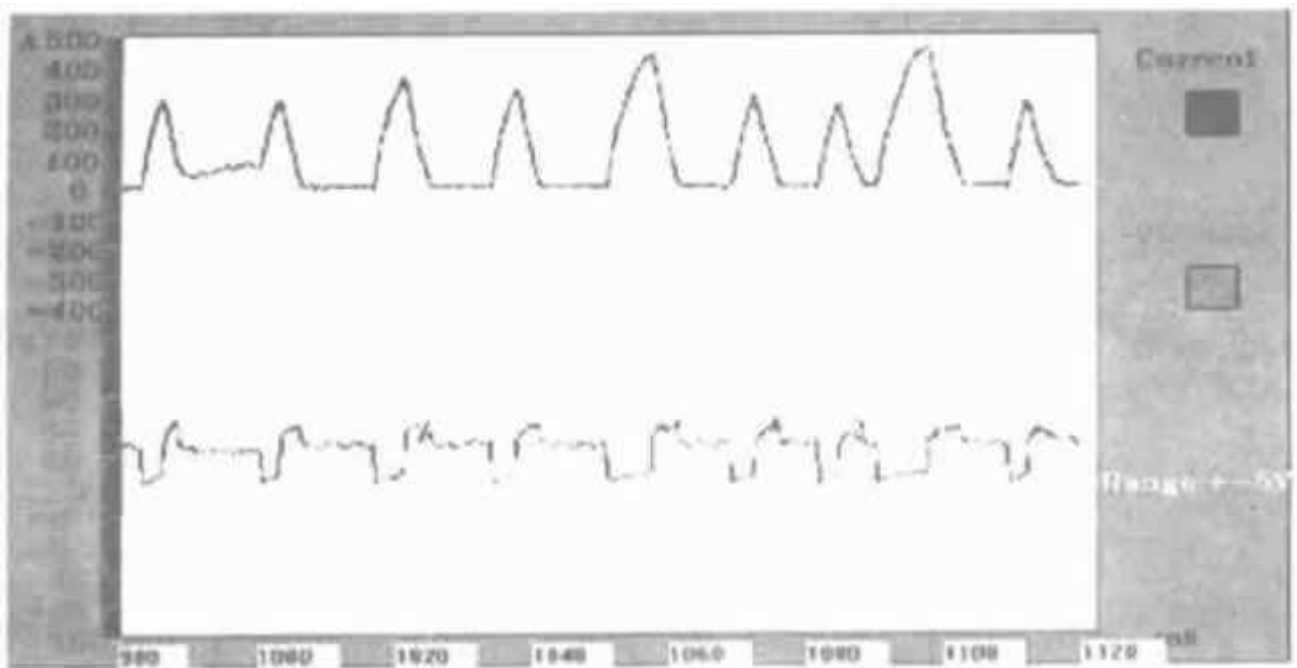


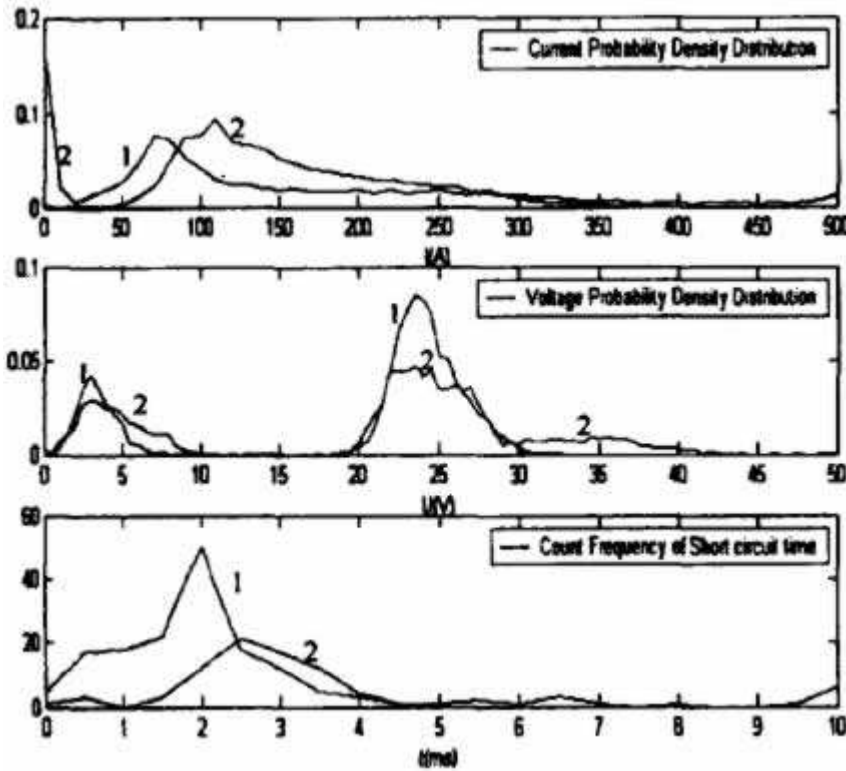
图4 有油污焊接情况下的电流电压信号

虽然通过以上波形可以分析出焊接过程中瞬间的稳定性, 但是为了更加准确地了解焊接过程的参数变化与焊接过程稳定性的联系, 需对电流电压信号进行统计分析处理得出电流电压概率密度分布(PDD) 与熔滴过渡短路时间的频数分布

(CFD) (5.6) 图 5 是从所采集的数据中任意挑选的 1 秒的数据(电流电压各 4000 个) 进行统计分析得出的概率密度分布曲线

其中曲线 1 代表正常工艺条件下的焊接, 曲线 2 代表试板上有油污情况下的焊接, 曲线 3 代表试板上有孔的情况下的焊接. 从图 5 可以看出在有油污的非正常情况下, 电流电压概率密度分布与熔滴过渡短路时间频数分布明显呈现出不同的特征: 正常情况下三种分布的参数都比较集中,而在油污情况下,参数都相对分散, 多次出现电流过小与峰值电流过高的情况(电流为 0 的概率密度达到 0.15, 且在 400 ~ 500A 区也频繁出现),在文献〔6〕中指出, 当电流过小, 在 $0 \leq I \leq 10A$ 区段的概率越大时, 焊接过程越不稳定, 短路峰值电流 $I \geq 400A$ 时, 焊接过程飞溅越大, 焊缝成形越差. 从短路时间的频数分布曲线可以看出, 在有油污的情况下, 熔滴过渡时间很不规则, 出现较多熔滴过渡时间过短与过长的现象.而实际

焊接要求在燃弧阶段, 熔滴与母材吸收充足的能量, 以保证熔滴过渡与焊缝成形,因此燃弧电流下降要缓慢, 而短路开始电流要小, 以使熔滴从与熔池接触到铺展过程顺利, 然后电流迅速上升形成液体颈缩,在颈缩断开前的短路峰值电流要小,以减少飞溅 (7). 在本次实验中, 经大量数据统计对比分析显示: 短路时间在 1.5 ~ 5ms 区间概率越大, 焊接过程越稳定. 有油污的情况下电流过小占相当比例, 说明多次出现断弧现象. 从电压概率密度分布上看: 有油污时, 燃弧电压(左边峰区域) 与短路电压(右边峰区域) 都比正常的高, 弧长拉长, 容易造成飞溅严重, 不利于熔滴的平稳过渡.



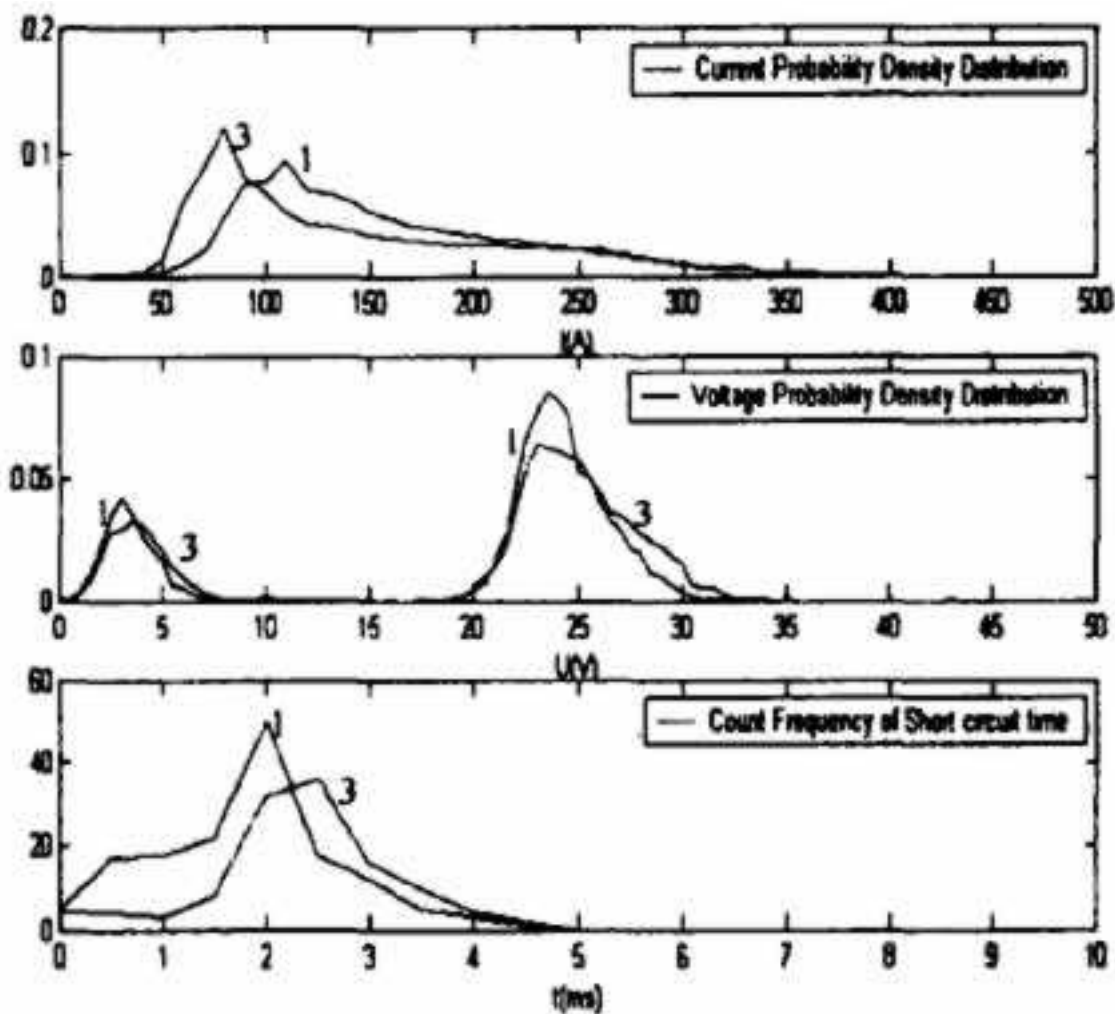


图5 电流电压 PDD 曲线与熔滴过渡短路时间的频数分布比较曲线

由图5 还可以看出, 在试板上有孔情况下, 平均电压统计结果比正常情况的大(经计算, 普遍大0.2~0.4V), 这是焊缝上有孔时, 弧长拉长造成的; 而平均电流统计结果比正常焊接条件下的小(经计算, 普遍小5~10A), 这是焊机缓下降外特性曲线与电弧静特性曲线的交点左移形成的 (7). 短路时间频数曲线表明, 在试板上有孔的情况下, 熔滴过渡时间明显比正常焊接条件下的长

4 结 论

- 4.1 本文在 PC 机上用 VisualC++ 6.0 所开发的信号采集系统能真实、完整地采集到 CO₂ 气体保护短路焊过程的电量信号.
- 4.2 对所采集的信号通过波形分析, 可以判断焊接过程瞬间的稳定性.
- 4.3 对所采集电量信号统计分析可作为研究焊接过程稳定性的一种手段

CO₂ 气体保护焊是 50 年代发展起来的一种焊接技术，四十多年来，它已发展成为一种重要的熔化焊接方法，被广泛应用于汽车工业、工程机械制造、船舶制造、冶金设备制造、桥梁、土建工程、石油化工、锅炉压力容器制造、机车车辆等领域。

目前，CO₂ 气体保护焊丝生产与应用发展迅速，已在许多单位得到了普及，并逐渐部分地取代手工电弧焊。它具有以下特点：

- 1、焊接成本低。
- 2、生产效率高，耗电少。
- 3、操作容易，可进行全位置焊接。
- 4、焊缝含氮量很低，抗裂性好。
- 5、焊后变形小。
- 6、适用范围广，对薄、中、厚板焊接皆适宜。

实芯焊丝-CO₂ 气保护焊丝简明表

牌号	国家标准	美国标准	作用与用途
JQ.MG49-1	ER49-1	.	焊接低碳钢及某些低合金钢结构
JQ.MG50-3	ER50-3	ER70S-3	适用于碳素钢及低合金钢的焊接
JQ.MG50-4	ER50-4	ER70S-4	适用于碳素钢的焊接
JQ.MG50-6	ER50-6	ER70S-6	焊接低碳钢及 500MPa 级的高强钢

二氧化碳气体保护焊气孔问题

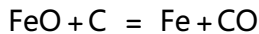
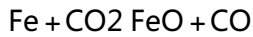
- 1、CO₂ 气体保护焊的气孔主要是由母材焊接表面的清洁度（油、氧化物）等造成的。
- 2、还有就是气体的纯度
- 3、也有可能是气体中的水分太多，看看你的气体的纯度

也有可能是 CO 气孔，主要是密集型，柱状的

4、这是因为，用于保护焊接区域不受空气侵害的 CO₂ 气体大都是酿酒厂或酒精厂的副产品，不可避免地含有或多或少的水分或其它含氢物质，同时混合气体中的**氩气**也常含有水分。如果保护气体中的水分和其它含氢物质的总含量超过一定限度，那么焊缝金属中氢气孔的产生将是必然的。

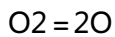
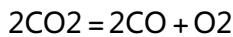
但是，如果保护气体中的水分和其它含氢物质的含量按相关标准要求被控制在一定的范围内，那么 CO₂ 气体保护焊和富氩混合气体（80%Ar+20%CO₂）保护焊焊缝金属中一般不会产生很多的氢气孔。这是因为 CO₂ 气体在电弧高温下将发生分解反应（CO₂ = CO + O），分解出来的原子态氧具有较强的氧化性，与气相中的[H]反应生成不溶于液体金属的 OH，从而有效地阻止焊缝中氢气孔的产生。

而使用纯 CO₂ 气体保护则会产生 CO 气孔。二氧化碳气体保护焊焊接时会发生如下反应：



这个反应是在熔池内部进行的。由于金属对一氧化碳的溶解度很低所以生成的一氧化碳要从熔池中跑出来。若熔池金属结晶完了时，还有一部分一氧化碳没有排出，则在焊缝中就形成气孔。

再有就是 CO₂ 气在 3500℃ 的高温电弧下发生分解反应：



这个反应是吸热的，因此二氧化碳气流的冷却作用比较显著，使熔池金属冷却的特别快，加上焊缝成型窄而深，使气体排出条件恶化，所以产生气孔。

当二氧化碳气体纯度不够、由于长时间工作导电嘴和导流罩上会积累一些飞溅颗粒，如果清理不及时也会阻碍气体的正常喷出，破坏气流罩的正常保护，加上人为的拉长电弧，致使保护气流产生飘移、流散，使得外界空气进入电弧区。这样产生其他气孔的机遇也比较大。如：氮气孔、氢气孔。

总之焊道产生气孔的原因如下：

- (1) 焊丝和被焊金属坡口表面上的铁锈、油污或其它杂质。
- (2) 人为的拉长电弧，焊接区域没有得到充分的保护。
- (3) 焊接参数或焊接材料选择不当。
- (4) 保护气体纯度不够。
- (5) 气体加热器不能正常工作。

解决方法

(1) 合理的使用焊接参数。在不违反焊接工艺的情况下，焊接电流的大小我认为因人而异，根据个人的使用习惯而调整，不要别人用多大的规范你也用同样的规范。

(2) 使用合格的焊接材料及保护气体。

(3)彻底清除焊丝和被焊金属表面上的水、锈、油污和其它杂质。

(4)使用二氧化碳气体保护焊、富氩气体保护焊时,要调整好焊枪与焊件的距离和角度使得焊接熔池得到充分的保护。一定确保气体加热器的完好率。

(5)气保焊焊枪的导流罩必须够长,太短以后保护气体在流动过程中不能形成很好的保护罩。

不知以上的回答对你的工作有没有帮助。

5、还要注意周围空气的流动,最好周围的风速不要超过 1.5m/s

二氧化碳气体保护焊的特点及应用

二氧化碳气体保护焊是利用二氧化碳气体,以燃烧于工件与焊丝产生的电弧作热源的一种焊接方法,简称 CO₂ 焊。由于二氧化碳具有一定的氧化性,因此,二氧化碳焊一般采用含一定脱氧元素的专用二氧化碳焊丝。

1、优点

1) 焊接成本低 CO₂ 气体及 CO₂ 焊焊丝价格便宜,焊接能耗低,因此,二氧化碳气体保护焊的使用成本很低,只有埋弧焊及手工电弧焊的 30%~50%。

2) 焊缝质量好 二氧化碳气体保护焊抗锈能力强,焊缝含氢量低。抗裂性能好。

3) 生产效率高 二氧化碳气体保护焊的电弧集中,熔透能力强,熔敷速度快,因此生产效率高;半自动二氧化碳焊的效率比手工电弧焊高 1~2 倍,自动二氧化碳焊比手工电弧焊高 2~5 倍。

4) 适用范围广 适用于各种位置的焊接,而且既可用于薄板的焊接又可用于厚板的焊接。

5) 便于实现自动化 二氧化碳焊是明弧焊,便于监视及控制,而且焊后无需清渣,有利于实现焊接过程机械化及自动化。

(2) 缺点

1) 焊缝成形一般,飞溅较大。

2) 劳动条件较差。

(3) 二氧化碳焊的应用

目前,二氧化碳焊已广泛用于机车车辆、汽车、摩托车、船舶、煤矿机械及锅炉制造行业,主要用于焊接低碳钢及低合金钢。此外,二氧化碳焊还用于耐磨零件的堆焊、铸钢件的补焊以及电钎焊等方面。

主要技术参数

	NBC-200	NBC-250	NBC-315	NBC-400	NBC-500
输入电压/频	3 ~ 380/50	3 ~ 380/50	3 ~ 380/50	3 ~ 380/50	3 ~ 380/50

率 (V/Hz)					
额定 输入容量 (kVA)	7	9	14	20	25
焊接 电压(V)	16 ~ 24	16 ~ 27	17.5 ~ 30	18 ~ 34	20 ~ 39
电压 调节级数 (级)	14	14	30	30	40
电调 节范围 (A)	30 ~ 200	30 ~ 250	70 ~ 315	80 ~ 400	115 ~ 500
额定 焊接电流 (A)	200	250	315	400	500
额定 负载持续 率(%)	60	35	60	60	60
适用 焊丝 (mm)	φ 0.8、φ 1.0	φ 0.8、φ 1.0、 φ 1.2	φ 0.8、φ 1.0、 φ 1.2	φ 1.0、φ 1.2、 φ 1.6	φ 1.0、φ 1.2、 φ 1.6
外形 尺寸 (mm)	670 × 410 × 780	670 × 410 × 780	710 × 440 × 840	710 × 440 × 840	785 × 500 × 880
重量 (kg)	100	100	134	140	178

焊管 CO₂ 气体保护焊单面焊双面成形焊接工艺

(太原重型机械集团有限公司 a. 技术中心; b. 挖掘焦炉设备分公司, 太原 030024)

摘要: 着重介绍了焊管 CO₂ 气体保护焊单面焊双面成形的焊接工艺、焊接规范、施焊要点以及必要的试验数据等, 所编制的焊接工艺切实可行, 且经济可靠, 为今后类似的焊管焊接提供了参考依据。

引 言

焊管的单面焊双面成形焊接工艺是在接缝间隙处依靠控制熔池金属的操作技术来实现单面焊接, 正、反双面成形。焊接时随着电弧热源的稳定, 液态金属熔池沿前线熔化, 沿后端线结晶, 高温液态熔池处于悬空状态。

选用 100% CO₂ 气体保护焊,熔深好,焊缝成形美观,便于单面焊双面成形。

焊管的单面焊双面成形焊接工艺焊缝质量好、焊接速度快、节省了焊接材料而且焊缝内部的质量容易达到探伤质量的要求。

1 工艺特点

影响熔池存在时间和熔池几何形状的主要因素是被焊金属的热物理性能、坡口角度、尺寸、焊接方法以及焊接规范等。假设基本金属的热物理性能、坡口角度及尺寸为定值时,熔池存在的时间和熔池的几何形状可以用下式表示:

$$t = M / v = U I S / v$$

式中 t —熔池存在的时间, s;

S —散热系数;

v —焊接速度, mm / s;

U —电弧电压, V;

I —焊接电流, A;

J —熔池几何形状系数, mm;

M —熔池几何形状当量外径, mm。

由上式可以看出, CO₂ 气体保护焊具有单面焊双面成形的有利条件。

CO₂ 气体保护焊的电弧热量集中,加热面积小,液体熔池小,熔池几何形状比手工电弧焊、埋弧焊较小,有利于熔池的控制。

CO₂ 气体保护焊电流密度较大,可以达到足够的熔深,由于熔池体积较小,焊接速度快,在

CO₂ 气流的冷却作用下,熔池停留的时间短,因此既有利于控制熔池不下坠,又可以焊透。

CO₂ 气体保护焊熔渣较少,熔池的可见度较好,便于直接观察熔池的形状,焊工可以依据熔孔的大小来控制焊接速度和摆动以保证焊缝成形,易操作且效率高。

2 工艺准备

2.1 坡口形式及组装

CO₂ 气体保护焊对坡口形式和组装的要求较为严格。对接焊缝的坡口形式以及尺寸包括角度、钝边和装配间隙。

坡口角度主要影响电弧是否能深入到焊缝的根部,使根部焊透,进而获得较好的焊缝成形和焊接质量。保证电弧能够深入到焊缝根部的前提下,应尽量减小坡口角度。

钝边的大小可以直接影响根部的熔透深度,钝边越大,越不容易焊透。钝边小或无钝边时容易焊透,但装配间隙大时,容易烧穿。

装配间隙是背面焊缝成形的关键参数,间隙过大,容易烧穿,间隙过小,很难焊透。

采用直径为 1.2 mm 的 H08Mn2 Si 焊丝。单面焊双面成形封底焊缝的熔滴过渡形式为短路过渡,通常可以选用较小的钝边,甚至可以不留钝边,装配间隙为 2 ~ 4 mm,坡口角度依据 GB985—1988《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》的标准要求采用 V 形坡口,坡口角度在 $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$,对提高坡口精度以及焊接质量,起到了很好的作用。

焊接中注意天气的影响,特别是防风措施一定要做到位。

2.2 焊接电流的选择

焊接电流是确定熔深的主要因素,当焊接电流太大时,则焊缝背面容易烧穿、出现咬边、焊瘤,甚至产生严重的飞溅和气孔等缺陷;电流过小时,容易出现未熔合、未焊透、夹渣和成形不好等缺陷。试验表明:当选用直径为 1.2 mm 焊丝时,单面焊双面成形的封底焊接电流为 85 ~ 100 A 较为合适。因此,焊接电流的大小直接影响焊缝的成形以及焊接缺陷的产生。

2.3 焊接电压的选择

在短路过渡的情况下,电弧电压增加则弧长增加。电弧电压过低时,焊丝将插入熔池,电弧变得不稳定。所以电弧电压一定要选择合适,通常焊接电流小,则电弧电压低;电流大,则电弧电压高。焊接电流与电弧电压如表 1 所示。

2.4 焊接速度的选择

当焊丝直径、焊接电流和电压为定值时,熔深、熔宽及余高随着焊接速度的增大而减小。如果焊接速度过快,容易使气体的保护作用受到破坏,焊缝冷却的速度太快,焊缝成形不好;焊接速度太慢,焊缝的宽度显著增大,熔池的热量过分集中,容易烧穿或产生焊瘤。

3 操作方法

焊管 CO₂ 气体保护焊是明弧操作,熔池的可见度好,容易掌握熔池的变化,可以直接观察到电弧击穿的熔孔,能够控制熔孔的大小并且保持一致,在这方面要比手工电弧焊优越的多。另外,焊接时接头少,不易产生缺陷,但操作不当也容易产生缺陷。所以,操作时应特别引起注意。

3.1 干伸长度的控制

干伸长度对焊接过程的稳定性影响比较大,当干伸长度越长时,焊丝的电阻值增大,焊丝过热而成段熔化,结果使焊接过程不稳定,金属飞溅严重,焊缝成形不好以及气体对熔池的保护也不好;如果干伸长度过短,则焊接电流增大,喷嘴与工件的距离缩短,焊接的视线不清楚,易造成焊道成形不良,并使得喷嘴过热,造成飞溅物粘住或堵塞喷嘴,从而影响气体流通。因此,干伸长度一般选择焊丝直径的十倍为最佳干伸长度。

3.2 焊丝与焊管角度的选择 [1]

焊丝与焊管纵向以及横向的角度是保证单面焊双面成形封底焊焊接质量的关键,应特别注意,各种焊接位置封底焊时焊丝与焊管的角度。焊管对接横焊时,焊丝与焊管的轴线成下倾斜 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 与圆周切线成 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$;焊管对接全位置焊时,焊丝与焊管的轴线成 90° 与圆周切线成 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

3.3 打底焊焊缝接头

打底焊时,应尽量减少接头,若需要接头时,用砂轮机把弧坑部位打磨成缓坡形。打磨时要注意不要破坏坡口的边缘,造成焊管的间隙局部变宽,给打底焊带来困难。接头时,干伸长的顶端对准缓缓焊接,当电弧燃烧到缓坡的最薄的位置时,正常摆动。 CO_2 气体保护焊的焊接接头方式与手工电弧焊的接头完全不一样。手工焊焊接接头时,当电弧烧到熔孔处时,压低电弧,稍作停顿才能接上,而 CO_2 气体保护焊只需正常的焊接,用它的熔深就可以把接头接上。

3.4 打底焊

打底焊是焊管焊接接头质量的关键,注意熔接时接头的方法,才能避免焊接缺陷的产生。焊接电流应依据坡口角度的大小作适当的调整,坡口角度大时散热面积小,电流应调小一些,否则容易造成塌陷和反面咬边等缺陷。

打底焊时选用短齿形摆动,由于短齿形的间距没有掌握好,焊丝在装配间隙中间穿出,如果在整条焊缝中有少量的焊丝穿出,是允许的,如果穿出的焊丝很多,则是不允许的。为了防止焊丝向外穿出,打底焊时,焊枪要握平稳,可以用两手同时把握焊枪,右手握住焊枪后部,食指按住启动开关,左手握住焊把鹅颈部分就可以了。这样就能减少穿丝或不穿丝,保证打底焊的顺利进行和打底焊的内部质量。

要注意的是,在打底焊前应对焊接规范进行检查,避免在施焊的过程中出现问题,检查导电嘴的内径是否合适,注意喷嘴内部的飞溅物是否堵塞喷嘴。

停弧或打底焊结束时,焊枪不要马上离开弧坑,以防止产生缩孔及气孔。

4 焊缝质量

4.1 焊缝外观

焊管的单面焊缝外观成形良好,平滑整齐,熔宽和加强高符合双面焊尺寸公差要求,焊接缺陷明显少于手工电弧焊单面焊双面成形。

4.2 焊缝内部

焊缝内部质量经 X 射线探伤检验表明,一级片合格率明显高于手工电弧焊单面焊双面成形。

4.3 力学性能

壁厚为 6 mm,直径为 325 mm 的焊管对接焊时,手工电弧焊与 CO_2 气体保护焊焊接接头性能对比,见表 2。

试验结果表明: E5015 手工电弧焊与 H08Mn2 Si、 CO_2 气体保护焊单面焊双面成形焊接接头的性能相近,手工电弧焊焊接接头性能略高于 CO_2 气体保护焊焊接接头的性能,其原因是 E5015 焊条的强度比国家标准规定的强度要高。

4.4 接头组织对比

E5015 手工电弧焊与 H08Mn2 Si、 CO_2 气体保护焊焊接接头组织对比见表 3。

两种焊接方法的金相组织基本相同,主要都是铁素体+珠光体。

5 结 语

CO₂ 气体保护焊单面焊双面成形焊接质量可靠,它与手工电弧焊相比具有操作简单、熔池容易控制、背面成形优良、焊接质量好、焊接速度快、焊缝内部质量容易达到探伤的质量要求、操作方法比较容易掌握、成本低、效率高等特点,在生产中取得了良好的效果。

提高 CO₂ 焊导电嘴寿命的措施

CO₂ 焊接应用自 90 年代以来,在我国得到了飞速的发展。但其中大家也还时常感到一些使用中的问题,比如导电嘴的寿命问题。当然一般我们总是用到不能再用于止,人们还采取了一些措施,如从电源上减小飞溅,采用防飞溅的焊膏或雾剂等等,但仍然免不了常常去更换导电嘴,特别是粗丝 CO₂ (比如 1.6mm/300A 时),这时焊工们总是不太愉快(总不能总是 1.0mm/100A 呀,那当然舒服,可是对中板就要上粗丝啦,再说焊接效率也和焊工们的银子结合的呀)。最近,小编读了一篇文章,觉得老外也在为此烦恼,也在想一些办法,所以推荐给关心这方面的朋友们。

作者认为 CO₂ 的导电嘴是一个关键的因素。用户手中的焊丝往往是筒装或盘装的,还带有毛刺或罗纹,所以有可能影响到焊丝与导电嘴之间的接触,而在 CO₂ 焊时,导电嘴应在稳定导电的前提下提供最小的摩擦。

作者分析导电嘴大致有二种失效方式,一种是导致电弧返烧,这包括引弧不佳、电弧不稳、送丝不畅等,但并不一定影响导电嘴本身的性能,这时的焊接故障大致与焊接电源特性、焊丝质量、送丝效果、送丝软管及导电嘴结构设计等有关。

另一种失效是则导电嘴本身磨损,源自于因导电嘴不断升高的温度下因连续送丝的摩擦而在导电嘴出口产生磨损,在机器人焊接时,常导致校准误差而影响生产效率。

对第一种失效,作者分析脏焊丝时的导电嘴寿命可能仅为使用干净焊丝的三分之一;当焊丝与导电嘴内的导电点常变动时,其寿命也仅为导电点稳定时的一半;不过作者并没有明确脏焊丝脏在什么地方,是焊丝上的油,还是其它什么,我也不知道作者是如何探测导电点的变动的,不过作者给出的实验数据还是令人瞩目的。

对第二种失效,应想法降低导电嘴的温度,包括在导电嘴结构设计、导电嘴成分方面着手,设计甚至在导电嘴中加入陶瓷成分。一个实例是普通的导电嘴与带有锥度螺纹锁紧的导电嘴,在以 260A/26V 焊接 4 小时后,后者几乎没有磨损。这大概是导电嘴本身的温度被电极握体散热效果好吧。还有一幅图片是有陶瓷涂层的导电嘴在施焊 30 分钟后几乎没有沾上飞溅,而同样对比的普通导电嘴则已一踏糊涂。

作者还认为,采用水冷焊枪是降低导电嘴温度较有效且成熟的方法,但是使设备接线复杂,不便于应用。小编认为,在导电嘴上想办法大概是最简单有效的方法,那么喷嘴呢?为何不能在喷嘴上也加上陶瓷层呢(如三氧化二铝)?我们搞 CO₂ 配件的朋友不妨往这方面想一想。

鉴于版权关系,我们没有全文翻译,原文 Understanding contact tip longevity for gas metal arc welding 载于 Welding Journal 99.1 2 p.29, 作者为 Julio Villafuerte, 是加拿大 Tregaskiss 公司研发部的主任。

CO₂ 的焊接是一种高效率,低成本的焊接方法,这种焊接方法在工业界有着极为广泛的应用。工业化国家 CO₂ 焊接占据了整个焊接生产的主导地位,1988 年日本焊接总量的 71%即是由 CO₂ 焊接完成的。我国的 CO₂ 焊接的应用仅占 10%

左右,使用量上呈上升趋势,一方面是CO₂焊接应用范围逐步扩大,另一方面却是人们总体上还缺乏对CO₂焊接全面、细致的了解,这体现在工艺、设备等个方面。这样的结果就是极大地限制了CO₂焊接工艺的应用普及。本文正是在这一背景下,对CO₂焊接的现状与发展趋势从技术的角度加以概述,而关于CO₂焊接设备配套、材料供应等问题则不予涉及。

1、CO₂焊接工艺的由来

CO₂焊接工艺的最初构想源于20世纪20年代,然而由于焊缝气孔问题没有解决,而使得CO₂焊无法使用。直到50年代初,焊接冶金技术的发展解决了CO₂焊接的冶金问题,研制出Si-Mn系列焊丝,才使得CO₂焊接工艺获得了实用价值。在这之后,根据结构材料的性能,相继出现了不同组元成分的焊丝,满足了CO₂焊接多样化的需求。

CO₂焊接工艺的实用化为社会带来了巨大的财富,一方面是因为CO₂气体价格低廉,易于获得,另一方面是由于CO₂焊接的金属熔敷效率高,以半自动CO₂焊接为例,其效率为手工电弧焊的3~5倍。但是由于CO₂焊接熔滴过渡多为短路过渡,对CO₂焊接工艺稳定性提出了更高的要求,另外CO₂焊接的飞溅大,成为从20世纪50年代开始至今制约CO₂焊接工艺推广的主要技术问题之一。

2、从工艺、设备入手解决CO₂焊接飞溅问题

CO₂焊接短路过渡的电流、电压波形及熔滴过渡过程,电弧燃烧后,由电弧析出热量,强烈地熔化焊丝,并在焊丝端头形成熔滴。由于焊丝熔化而形成电弧空间,其长度决定于电弧电压。随后,熔滴体积逐渐增加,而弧长略微缩短。随着熔滴不断长大,电弧向未熔化的焊丝方面传入的热量减少,则焊丝熔化速度也降低。由于焊丝仍以一定的速度送进,所以势必导致熔滴逐渐接近熔池,弧长缩短。同时,熔滴与熔池都在不断地起伏运动,增加了熔滴与熔池相接触的机会。每当接触时,就使电弧空间短路,于是电弧熄灭,电弧电压急剧下降,接近于零,而短路电流开始增大,在焊丝与熔池间形成液体金属柱,这种状态的液柱不能自行破断,随着短路电流按指数曲线规律不断增大,它所引起的电磁收缩力强烈地压缩液柱,同时在表面张力的作用下,使得液柱金属向熔池流动,而形成缩颈,该缩颈称为“小桥”。这个小桥连接着焊丝与熔池,该小桥由于通过较大电流而过热汽化和迅速爆断。这时电弧电压很快恢复到空载电压以上,电弧又重新引燃,再重复上述过程。

传统的CO₂焊接工艺通过调节回路串联铁磁电感的办法来调整电源的动特性。当电感L较大时电流上升速度 di/dt 较小,短路峰值电流 I_{max} 太小,没有足够的短路电流促使形成短路小桥,以致于造成固体短路而破坏短路过程。相反,当电感较小时, di/dt 过大造成短路峰值电流 I_{max} 很大而引起大量飞溅。

80年代初苏联学者丘克提出影响飞溅的主要原因是小桥爆炸,丘克认为爆炸的能量是在爆炸前100~150 μ s时间内积累起来的。短路峰值电流 I_{max} 越大,则飞溅量也越大。于是限制 I_{max} 成为控制CO₂焊接飞溅的主要方法。在这期间出现了晶闸管波控焊机,CO₂焊接的短路电流波形第一次得到了真正意义上的控制。各国的焊接学者相继利用晶闸管波控焊机获得各种波形,进行CO₂焊接工艺研究,CO₂焊接工艺理论由此得到了快速的发展。

90年代后期,人们对CO₂焊接短路过渡的飞溅问题有了更进一步的认识,通过对CO₂焊接短路过渡的研究发现,CO₂的短路有两种形式,一种是正常短路过渡,另一种为瞬时短路过渡。瞬时短路一般短路时间很短(低于2ms),但极易产生大颗粒飞溅,正常CO₂焊接短路过渡可以通过限制 I_{max} 来控制其飞溅量,在选择合适的 I_{max} 情况下,只产生细颗粒飞溅。根据以上的研究结果,美国的林肯公司提出了CO₂焊接的STT法(Surface Tension Transfer)。t₁时刻发生短路,快速降低焊接电流,保持低电流输出至t₂时刻,由t₂时刻至t₃时刻使焊接电流按双折线上升,在短路小桥爆断前再降低电流,以降低飞溅量。在电流较小的t₄时刻小桥爆断,t₅时刻开始到t₆时刻加电弧再引燃电流脉冲。t₆时刻到t₇时刻电弧稳定燃烧,焊接进入恒压特性段。

STT 法可以很好地在一定电流范围内解决 CO₂ 焊接的飞溅问题，但是它仅适用于较小的电流范围内，不能很好地满足实际焊接生产的需要。于是日本和我国焊接学者提出不追求无飞溅的控制思想，在小飞溅的基础上，实现较大电流范围内的调节。这种控制思想在 CO₂ 焊接的飞溅控制、提高工艺适应性等方面都取得了满意的结果。

目前北京工业大学采用的是电子电抗器的方法来控制 CO₂ 焊接飞溅。采用电子电抗进行飞溅控制的出发点是对 CO₂ 焊接短路过渡各个不同阶段施中不同的电感量和控制策略。在短路阶段进行电流控制，以达到抑制飞溅目的；燃弧阶段进行电压控制，在弧长自调节作用下保证电弧稳定燃烧。首先在 CO₂ 焊接短路初期保持较低的短路电流，因为短路初期熔滴刚刚与熔池接触，尚未铺展开，此时保持较低的电流，有利于熔滴的过渡，抑制了瞬时短路，然后施加小电感使短路电流快速上升，在熔滴上形成较大的电磁收缩力，加快液体小桥的形成、加快短路过渡过程。当形成缩颈之后再施加大电感，以便抑制短路峰电流 I_{max} ，减少正常短路飞溅。采用电子电抗器解决 CO₂ 焊接飞溅问题的办法在实践中取得了很好的工艺效果，目前该技术已通过技术转让在时代集团公司得到很好的应用。

在设备方面解决 CO₂ 焊接飞溅的另一有效途径是改变送丝方式，即将连续等速送丝改为脉动送丝(包含推式脉动送丝和推-拉式脉动送丝)。这一研究最早是由苏联学者提出来的，后来我国学者孙子建做了大量系统的研究工作，取得了十分理想的工艺效果，这体现在降低飞溅和改善焊缝成形两个方面。

3、从材料角度解决 CO₂ 焊接飞溅问题

CO₂ 焊接短路过渡飞溅的产生是由其短路造成的，与从工艺、设备入手解决飞溅问题不同。从材料角度飞溅问题的出发点是改变 CO₂ 焊接的熔滴过渡形式。现有的方法有两种：药芯焊丝 CO₂ 焊接和混合气体保护焊接(MAG 焊)。

3.1 药芯焊丝 CO₂ 焊接

药芯焊丝 CO₂ 焊接由于采用了药芯焊丝，其焊接的工艺特点与实心焊丝 CO₂ 焊接比较有很大不同，其金属熔滴的过渡形式也有所变化。首先，药芯焊丝的有效导电截面面积与实心焊丝比较降低很多，在同样的焊接电流下电流密度很大，因此焊丝的熔化速度有所提高。其次，药芯焊丝焊接时电弧沿着导电的金属壳燃烧，熔化的液态金属滴沿着药芯及其熔渣向熔池过渡(也可以称为渣壁过渡)，避免了与熔池的短路。但是当压低电弧电压时，药芯焊丝 CO₂ 焊接也地发生短路过渡，产生较大的飞溅。实际上药芯焊丝 CO₂ 焊接的电弧电压通常较高，这时电弧燃烧仍很稳定，并可以避免短路的发生。第三，药芯焊丝 CO₂ 焊接时药芯中造气剂产生大量的保护气体为焊接工艺过程提供了更强的保护效果。药芯焊丝与实心焊丝比较有许多优点①飞溅小；②成形好；③效率高；④抗风能力强，更适合于野外焊接生产。但是药芯焊丝 CO₂ 焊接目前还有两个问题有待解决，一个是药芯焊丝的制造问题。药芯焊丝的制造工艺相对复杂，尤其是药芯的成分很难保证均匀一致，在实际的焊接生产中造成焊缝成分的波动，影响了焊接过程的稳定性和焊缝机械性能的一致性。目前日本的药芯焊丝质量较好，而国产的药芯焊丝质量则还有待提高，这已经成为药芯焊丝 CO₂ 焊接推广普及的主要障碍。另一个问题是目前一般国内的 CO₂ 焊机对药芯焊丝 CO₂ 焊接的适应能力不强，还有大量工作要做。

3.2 采用混合气体

在 CO₂ 气体中加入 Ar 等气体(MAG)后可以改变焊接电弧形态，从而达到降低飞溅的目的，其优点是飞溅小，成形好，工艺过程稳定。但是由于在保护气体中加入了比较贵的 Ar 气等惰性气体后，成本提高很大。混合气体焊接不失为工艺效果理想的焊接方法，但由于其相对贵的成本，仅建议有条件地对特殊材料焊接及对焊缝性能有特殊要求的情况下采用。

4、CO₂ 焊接的发展方向

通常低碳钢 CO₂ 焊的主要问题是焊接飞溅的与焊缝成形。这些问题的解决思路前面已经进行了描述。但是,为了 CO₂ 焊接工艺的进一步推广,还应扩大其应用领域。如:高效 CO₂ 焊全位置焊、电弧点焊和自动化焊等。这些实际焊接生产的需求已经成为 CO₂ 焊接的发展方向。

4.1 高效 CO₂ 焊接

现代化的工业生产对焊接生产提出了高效率的要求,目前主要有高速 CO₂ 焊接和高效 MAG 焊。高速 CO₂ 焊接主要是针对传统 CO₂ 焊接速度为 0.3 ~ 0.5m/min 的低焊速提出来的。目前解决这个问题的措施有双丝 CO₂ 焊和药芯焊丝 CO₂ 焊。双丝 CO₂ 焊因一把焊枪中通过两根焊丝,使得焊枪重量过大,所以难以采取通常的半自动焊法,而只能采用自动焊接,从而限制了该法的应用。另外,药芯焊丝 CO₂ 焊的应用范围远远不及实心焊丝。实际上实心单丝 CO₂ 焊丝是 CO₂ 焊最普及的方法,如何解决它的高速焊工艺是大家都关心的。单丝高速 CO₂ 焊工艺最主要的问题是产生咬边和驼峰焊边。这些问题都与熔池行为有关,也就是应从焊接工艺角度解决熔池的稳定问题。通过对焊接电弧现象的控制,现在高速 CO₂ 焊焊接速度已经达到 2m/min,甚至 3m/min。高速 CO₂ 焊主要用于较薄的工件,如集装箱的焊接等。

高效 MAG 焊主要用于增加熔敷速度,有利于焊接厚板。通常 CO₂ 焊的送丝速度为 2 ~ 16m/min,对 1.2mm 焊丝,最大焊接电流只能达到 350A 左右。若采用富 Ar 混合气体保护焊(CO₂+Ar),在高速送丝时必将产生旋转射流过渡而引起很大的飞溅损失。为此,由加拿大的 Canada Weld Process 公司于 1980 年研究成

CO₂ 气焊枪阻防堵膏

产品用途:

广泛用于气体保护焊和气割场所,是防止焊接过程中产生的飞溅物堵塞焊枪喷管和导电咀的焊接专用制剂。

本品可有效防止 CO₂ 及多气体保护焊、自动焊、一般气割咀因聚渣而形成的堵塞。一次涂抹可连续工作数小时,可极大提高工效,延长焊嘴(割咀)及保护套的使用寿命,减低生产成本。

外观:

黄绿色或兰色膏状制剂,淡香味,无腐蚀性,对人体和环境无毒、无污染。

使用范围:

二氧化碳气体保护焊、其他气体保护焊以及气割等场所。

使用方法及性能:

待焊咀预热后将其浸蘸于本品中,使之形成均匀的高温保护膜即可。每蘸一次,可连续作业四小时以上,提高了喷管和导电咀的使用寿命。并对焊缝中的气孔和夹杂有明显改善。

特点:

膏状/无毒/不然/安全/方便阻止焊渣积聚在焊枪口或接触点上。提高工作效率。

CO2 焊在 KP3500 钻杆上的应用

金牛集团郑州勘察机械公司 付龙 季文波

我公司自行开发研制的 KP3500 全液压式工程钻机获得国家“九五”计划科技进步奖。钻机在施工中所需要的钻杆数量大，焊接质量要求高，而我们传统的焊接方法是手工电弧焊，劳动强度大，工作效率低，焊接质量也不稳定，工地时有钻杆断裂的现象。为了发挥 CO2 焊的优势，扩大其在生产中的应用，提高工作效率，我们采用了半自动 CO2 焊。焊接结构如图 1 所示。

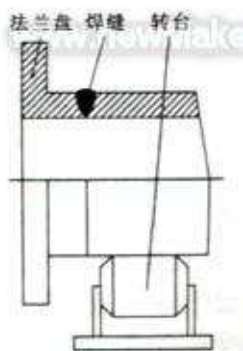


图 1 焊接结构示意图

1 焊前准备

(1) 钻杆管体为 $\Phi 325 \times 25\text{mm}$ 的 20 钢，法兰为 35 钢，选用 $\phi 1.2\text{mm}$ 的 H08Mn2SiA 焊丝，CO2 气体纯度不低于 99.5%，其含水量不超过 0.005%。为了消除气体中的水分和杂气，应使用倒置过的瓶装气体(翻转架上进行)，使用前将瓶内杂气放净(一般 2~3min)。采用 NBC-450 型焊机。

(2) 焊前对坡口形式及尺寸按图纸规定要求进行检查，正确无误后再组合点固。钻杆采用 U 形坡口，坡口形式及尺寸见图 2。

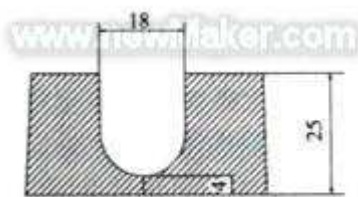


图 2 坡口形式及尺寸

(3) 将坡口及周围 10~20mm 范围内清理干净，不得有铁锈、油污、水和涂料等异物。

(4) 定位焊缝应保证焊透，无夹渣、气孔、裂纹等缺陷，焊缝应有足够的强度。定位焊缝所用焊丝和正式焊缝所用焊丝相同。

(5) 在钻杆管两端孔内填塞保温材料，一是起保温缓冷作用，二是堵住管内穿堂风。

2 焊接工艺

(1) 将组合定位好的钻杆一端放置在转台上，另一端卡在变位器转盘上。焊接时须在焊接工艺最佳位置“O”点起焊。“O”

点偏离中心 15~30mm, (即采用下坡焊方式), 见图 3。

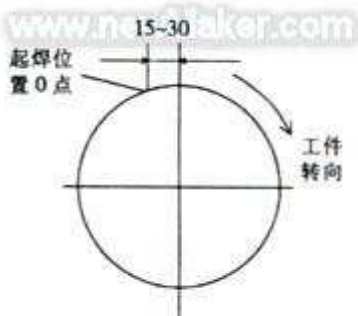


图 3 起焊位置及焊接方向

(2)焊接工艺参数见表 1, 正面焊 5 层, 背面焊一层。气体流量为 18~25L/min。

表 1 焊接工艺参数

焊层	焊接电流 I/A	电弧电压 U/V
正面 1	140 ~ 160	20 ~ 22
正面 2	190 ~ 210	25 ~ 28
正面 3	190 ~ 210	25 ~ 28
正面 4	190 ~ 210	25 ~ 28
正面 5	180 ~ 200	24 ~ 26
背面	180 ~ 200	24 ~ 26

(3) 先焊外环缝。因为管内已填有保温材料, 这样先焊外环缝能起到缓冷保温作用。层间必须用角向磨光机清理飞溅物, 如发现有夹渣、气孔、裂纹等缺陷需铲除后再焊, 以免影响焊接质量。

(4) 每层焊完后应立即清除喷嘴和导电嘴上的飞溅物及夹杂物, 并涂抹防飞溅液以确保良好的效果。为减小内外圈温差影响, 采用石棉保温。焊内焊缝时管内保温材料往里推进。清理内焊缝步骤同外环缝。焊完后将保温材料移回到焊缝上继续保温。焊完一端后掉头以同样的方法焊接另一端的焊缝。

(5) 焊接第 2~5 层焊缝时需进行摆动。

(6) 焊后进行热处理或振动时效处理。

(7) 每个焊口约需焊接 50min。

3 焊后检验

焊缝要平整光滑, 弧坑应填满, 清除表面飞溅物。焊工在规定处打上焊工代号, 然后做 X 光探伤检验。达到 GB3323-87 标准二级以上的要求, 并对相同焊接参数的试件进行力学性能试验达到母材的强度要求。

4 结论

经过几年的实际应用, 工地钻杆断裂现象大大减少。采用此种工艺完全可以取代传统的手工电弧焊。手工电弧焊飞溅大, 焊材消耗多, 需层层清渣且易夹渣。而 CO₂ 焊避免了层层清渣, 飞溅也少, 降低了焊工的劳动强度, 提高经济效益, 保证了

焊接质量。

CO₂ 焊短路信号和缩颈信号的获取

河海大学 田松亚 龙火军 匡方明

摘要：采用光耦 6N136 对电弧电压进行隔离，得到了失真很小的弧压信号，设计了短路检测电路和缩颈检测电路，并在缩颈检测电路中加入削波电路，成功地消除了燃弧电压对缩颈检测电路的影响。通过实际焊接试验，验证了所设计的短路检测电路和缩颈检测电路是成功的。

关键词：短路检测；缩颈检测；光耦隔离；微分电路

前言

CO₂ 气体保护焊常采用短路过渡形式，广泛应用于中、薄板钢结构的焊接和全位置焊接的场合。但 CO₂ 气体保护焊由于其自身的特点，短路过渡过程中存在两个缺点：一是飞溅较大；二是焊缝成形不理想。很多资料认为飞溅产生的原因主要是由于短路初期发生瞬时短路和短路末期液桥金属发生汽化爆炸引起的。因此在对短路过渡过程的控制中，准确检测短路是否开始或是否结束，即对短路初期和短路末期进行检测是至关重要的。文献[1]中指出：检测到短路信号后，减少焊接电流至 10A 并维持 0.75ms；用 du/dt 信号检测到短路末期液桥缩颈后，减小电流至 50A；目前，通过在短路的初期和末期减小焊接电源的输出来控制飞溅已成为一种共识。

但是，CO₂ 焊短路过渡过程的负载变化非常剧烈，存在一定的瞬态短路，同时弧压信号中还存在着大量的毛刺，这些将对正常的短路检测和缩颈检测造成很大的影响。因此要将其加以滤除，以便及时准确地检测到短路信号和缩颈信号。

1 信号源的获取

短路信号检测电路和缩颈信号检测电路都是以弧压为基础进行设计的，而焊机输出电路是主电路中的一部分，不宜直接作为信号源，必须隔离。设计选用线性度好、响应速度快的光耦隔离器来获取弧压信号。所获取的弧压信号与焊机输出电压有很好的对应关系。

图 1 是使用光耦 6N136 测试的特性曲线。它的导通时间很短，只需几纳秒，完全满足系统响应速度要求十分苛刻的焊接控制系统。从图中可以看出 6N136 具有很好的线性放大特性，其线性工作电流范围比较宽，约为 0~25mA。光耦内部的发光二极管的导通电压为 1.2V 左右，光耦隔离电路如图 2 所示。

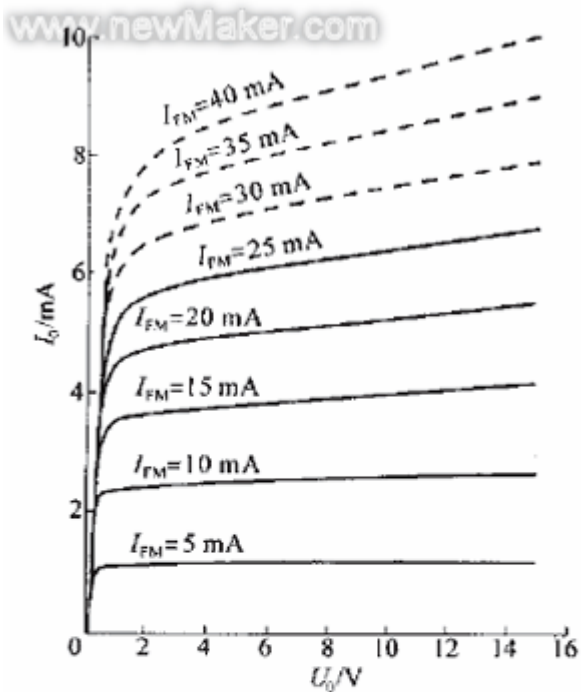


图 1 6N136 的输出电流电压特性图

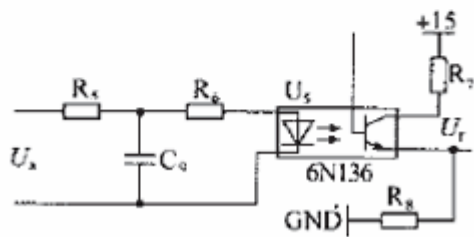
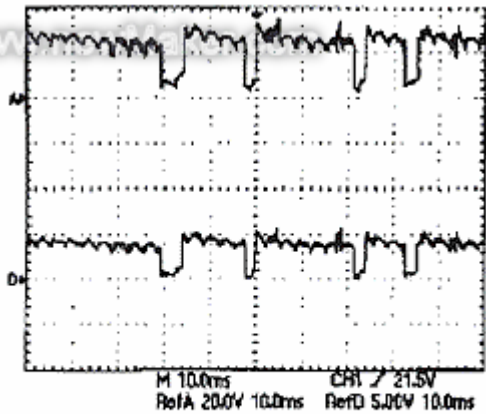


图 2 光耦隔离电路

图 2 中， U_a 是焊机输出电压。该电压经过由 R_5 、 C_9 组成的低通滤波回路滤波后送入光耦 6N136 (R_5 、 C_9 较小)，经过快速光耦隔离后的信号 U_f 作为短路检测和缩颈检测的信号源。光耦的输出电压范围由给定电压（本电路的给定电压为 +15V）、 R_7 、 R_8 确定。通过调整 R_5 和 R_6 的阻值可以改变输入信号 U_a 的线性工作范围，从而得到满足要求的 U_f 。图 3 是实际测的输出电压 U_a 和 U_f 波形！从中可以看出， U_a 与 U_f 具有很好的对应关系，没有出现明显的失真，这说明设计的隔离电路是成功的。



A—焊机输出电压波形 U_i ; D—信号源波形 U_f 。
图 3 信号源电压波形

2 短路信号获取

短路信号是通过对电弧电压进行检测来获得的。当电弧电压小于某值（约 13~15V）时，认为处于短路状态，否则是燃弧状态。短路检测电路要及时准确地检测到熔滴与熔池的接触时刻。并具有一定的抗干扰能力，能消除瞬态短路对正常检测信号的影响，同时要求在一个短路过渡周期中只能出现的一个短路信号。根据这些要求设计的电路如图 4 所示。

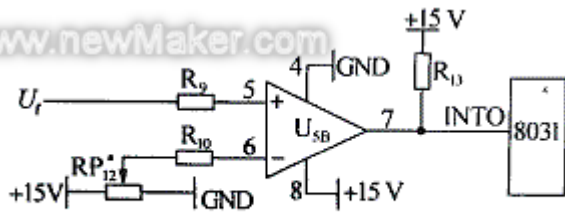
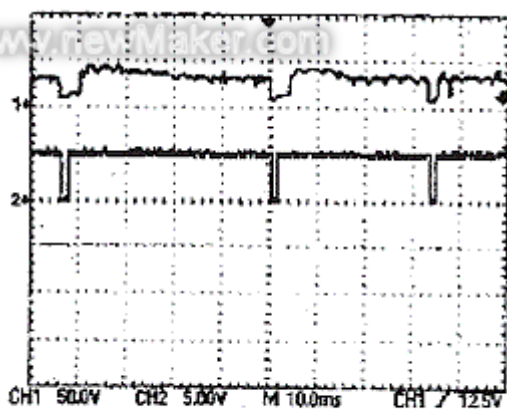


图 4 短路检测电路

图 4 中 U_f 是从图 2 中得到的信号源， RP^*12 的作用是给定

短路检测电压阈值。当电弧电压高于短路阈值电压时，比较器 $U5B$ 的 7 脚输出高电平；当电弧电压低于短路阈值电压时，输出低电平，向 CPU 申请中断。短路阈值电压越高，越容易检测到瞬态短路信号；相反，检测到瞬态短路信号的可能性越小，但不可过低，过低有可能丢失正常短路信号。在此选取短路阈值电压 8.6V，图 5 是实际焊接时检测到的短路信号。



1—焊机输出电压波形 U_i ; 2—短路信号波形。
图 5 短路信号实测波形

从图 5 中可以看到设计的电路能够及时准确地检测到短路信号，但不能彻底地排除焊接过程中可能产生的瞬态短路对短路信号的干扰。通常正常短路时间不小于 1.5ms，为此还采用软件对

瞬态短路现象加以滤除。即在检测到短路信号后，降低电源输出，经过一定的时间后，查询 USB 的 7 脚的输出是否还为低电平。若是，则短路是正常短路，调用正常的短路波控子程序。否则为瞬态短路，调用燃弧控制子程序。

3 缩颈信号的获取

短路后期，液桥被压缩至很细的状态，熔滴主要依靠表面张力的作用过渡到熔池中。液桥状态的检测主要依靠对缩颈处电阻变化状态的检测，一般采用电流一阶微分法、电压一阶微分法或电压二阶微分法。在此采用电压一阶微分法，电路图如图 6 所示。

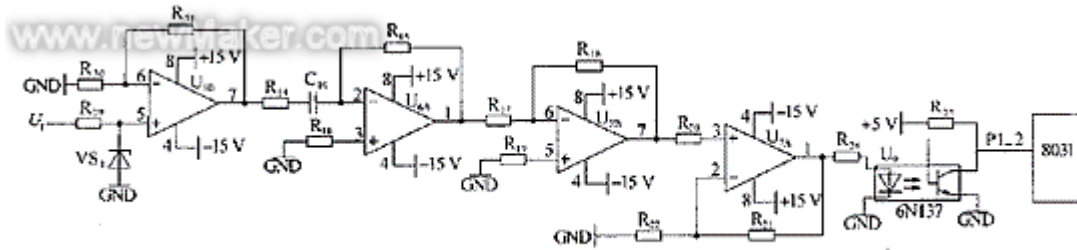
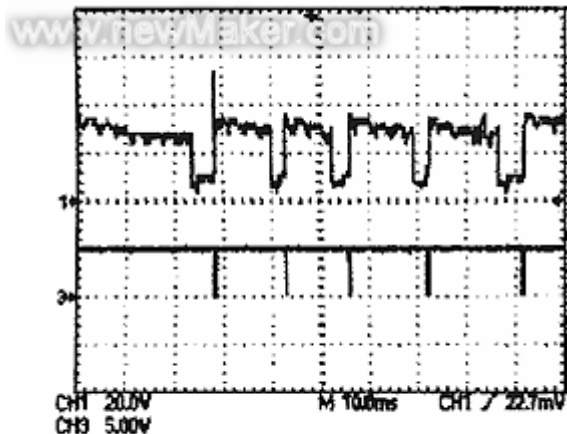


图 6 缩颈检测电路

图 6 中， U_f 是从图 2

中得到的信号源。从图 3 中可以看到信号源 U_f 中含有燃弧和短路 2 个阶段的信号，燃弧阶段的信号对于缩颈检测电路来说是多余的，并可能对缩颈检测电路产生干扰，因此有必要将燃弧电压去除，图 6 中同相放大电路之前使用稳压二极管 VS_3 起到削波作用，即将燃弧电压滤除，只保留短路阶段的电压。另外，由于微分信号太弱，不能驱动快速光耦 6N137 因此在微分电路之后加了两级放大电路。当缩颈时刻到来时，光耦 6N137 输出低电平，并送至 8031 的 P1_2。只有在正常短路时 CPU 才会查询-P1_2 的电平，并根据所查询的结果执行相应的程序；发生瞬态短路时，虽然 6N137 也会产生缩颈信号，但在短路情况判别时已经被剔除，因此 CPU 不会对其做出响应。实际测得的缩颈信号波形如图 7 所示。图 8 是图 7 中 37.5~62.5ms 的局部放大图。



1—焊机输出电压波形 U_f ；3—缩颈信号波形。

图 7 缩颈信号波形

液桥从缩颈开始到破断只有 $150 \mu s$ 左右。从图 8 可以看到缩颈信号在液桥破断前的 $200 \sim 300 \mu s$ 检测到。这对焊接电源动态性能较差的焊机来说，及时降低短路末期电流，减少飞溅是很有意义的。

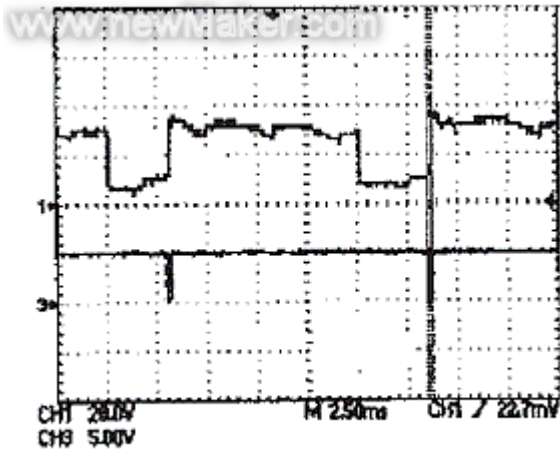


图 8 缩颈信号局部放大波形

4 结 论

- 焊机输出电压经过快速光耦 6N136 隔离后，得到的信号与焊机输出电压具有很好的比例对应关系，可作为短路检测电路和缩颈检测电路的信号源。
- 对电弧电压进行一定的无源低通滤波后，能够有效地消除弧压信号中的毛刺对检测电路的影响；同时选取适当的短路电压阈值可以有效的消除短路过渡过程中可能产生的误信号。
- 对缩颈检测电路的信号源进行削波可以有效的消除燃弧电压对缩颈检测电路的影响；对一阶电压微分信号进行必要的放大，可以及时准确的检测到短路缩颈信号。

改善细丝 CO₂ 气体保护焊接引弧性能的一种方法

谢亚斌¹，景德善²

(1.山西省工业设备安装公司，山西太原 030012；2.临汾地区建筑工程总公司，山西临汾 041000) 谨

摘要：介绍了 CO₂ 气体保护焊收弧时焊接规范、参数进行自动切换，减小收弧后焊丝端头形成的固态金属熔球直径，改善了再次引弧时的引弧性能。 谨

关键词：CO₂ 气保护焊；性能；短路

中图分类号：TG444+.73 文献标识码：A 稿

引言

细丝 CO₂ 焊常采用焊丝直接与工件接触短路的方法引弧，收弧后常在焊丝端头形成一个几倍于焊丝直径的固态金属熔球。这个粗大的金属熔球一方面减少了焊丝与工件短路时的接触电阻，另一方面增大了焊丝伸出长度部分的热容量，所以再次引弧时，往往不能一次短路爆断就引燃电弧，而要重复短路 n 次才将电弧引燃。细丝 CO₂ 焊电弧引燃所经历的重复短路次数和建立电弧所需时间的长短是衡量 CO₂ 焊引弧性能如何的两个重要指标。它们直接影响焊道开始区段的熔深和飞溅量的大小，所以在细丝 CO₂ 焊收弧时尽量抑制粗大固态金属熔球的形成，对缩短电弧再引燃时重复短路次数和建立电弧所需时间、改善引弧性能和提高焊道开始区段焊接质量意义重大。改善细丝 CO₂ 焊引弧性能的方法很多，本文就在焊接按下停止按

钮时将焊接规范参数自动切换到短路过渡规范参数收弧进行试验总结。 谨

1 试验条件及方法 谨

1.1 试验条件 谨

焊接电源：NBC-500 气体保护焊机； 谨

焊丝直径(mm)： $\phi 1.2$ ； 谨

焊丝伸出长度(mm)：25； 谨

保护气体：CO₂； 谨

气体流量(L/min)：13； 谨

试验电弧电压(V)：35； 谨

试验电流(A)：200, 250, 300。 谨

1.2 试验方法 谨

对气体焊机中的送丝电路和调节电源外特性电路进行适当改造。焊接过程中按下停止按钮时，焊接规范参数将自动切换到电弧电压 18V，焊接电流 160A 进行收弧。收弧后，分别测量不同电流情况下焊丝末端固态金属熔球尺寸，然后再引弧，同时用 SC-10 示波器记录出每种金属熔球尺寸下，引弧时电压和电流的波形变化情况，最后从所记录的波形上数出引弧重复短路次数，并算出建立电弧所需时间。 谨

2 短路过渡收弧对引弧性能的改善 谨

利用焊接规范参数直接收弧和从焊接规范参数切换到短路过渡规范参数收弧，焊丝末端固态金属熔球直径大小见表 1。 谨

表 1 两种规范参数收弧时焊丝熔球直径

试验次数 收弧条件	以焊接规范参数直接收弧 谨 A			以短路过渡规范参数收弧 谨 A		
	200	250	200	200	250	300
熔球直径 mm						
1	3.14	3.18	3.20	1.89	1.88	1.92
2	3.00	3.24	3.16	1.87	1.90	1.90
3	2.96	3.10	3.26	1.86	1.90	1.88
平均值	3.30	3.17	3.21	1.87	1.89	1.90

利用焊接规范参数直接收弧，焊丝末端固态金属熔球直径大；切换到短路过渡规范参数后收弧，焊丝末端固态金属熔球直径减少了 40%左右，焊接电流为 250A，上述两种规范参数收弧再引弧的参数见表 2。重新引 谨

表 2 两种规范参数收弧再引弧的参数

引弧参数	重复	总短路时间/ s	空载次数	总空载时间/ s	建立电弧所经历时间/ s
收弧形式	短路次数				
焊接规范参数直接收弧	3	0.34	2	0.42	0.76
短路过渡规范参数收弧	2	0.22	1	0.16	0.38

试验结果表明，切换成短路过渡规范参数收弧，焊丝末端固态金属熔球直径小，减少了引弧时的重复短路次数，缩短建立电弧所需时间 50%左右，再引弧时焊缝质量亦得到改善。

一般说来，焊丝末端固态金属熔球直径越大，熔球与工件相接触面积越大，电阻值越小，接触电阻热也就越小。另外，固态金属熔球直径越大，焊丝伸出长度部分的热容量也就越大，焊丝与工件短路见图 1。图 1 中 A 点附近焊丝的温度也就低。而焊枪导电咀与焊丝的接触点 B 处电阻热较多，则易在 B 点附近过热爆断。这时爆断的焊丝长度大于维持电弧燃烧的长度，所以电弧无法建立。于是焊丝再短路，再爆断，如此反复几次直至被爆断的焊丝长度等于或小于维持电弧燃烧长度，电弧建立。焊丝末端固态金属熔球直径小，A 点接触面积小，通过接触面的电流密度增加，电阻热增加。另一方面，熔球尺寸小，热容量减少，这使得焊丝易在 A 点附近过热爆断，爆断长度短，电弧易引燃。

灌

CO₂ 焊短路信号的检测

摘要：根据 CO₂ 气体保护焊短路过渡的特点，利用电压比较器、微分电路、数字电子线路，设计了短路检测电路和短路液桥缩颈检测电路。对所设计的电路成功地进行了仿真和实际焊接试验验证。

河南科技大学材料科学与工程学院，河南洛阳 471003

河南科技大学电子信息工程学院，河南洛阳 471003

关键词：短路检测；缩颈检测；电子电路

一、前言

Co₂ 气体保护焊是一种易于实现自动化的焊接方法，具有高效、节能、抗锈、低氢、低成本以及可全位置焊接等优点，因此在中、薄板和全位置焊接中得到了广泛的应用。短路过渡是 Co₂ 气体保护焊中采用的最重要的熔滴过渡形式，易于实现全位置焊接，但普遍存在飞溅大和成形不好 2 个问题。飞溅大恶化工作环境，焊丝消耗量增大，而且增加了清理的工作量，降低了工作效率。随着焊机自动化程度的不断提高，对焊接电源的改进提出了更高的要求。

近年来,对 Co₂ 焊短路过渡过程的控制也越来越趋于电子化控制,在此基础上发展了多种控制方法,如能量控制和波形控制等,这些控制方法都要求准确检测出短路初期和短路末期。文献[1]指出:检测到短路信号后,减小焊接电流至 10A 并维持 0.75ms,用微分信号检测到液桥缩颈信号后,在 5 μ s 内将电流降至 50A。目前,通过在短路初期和液桥缩颈即将爆断时减小焊接电源的输出电流来控制飞溅已成为一种共识。

二、Co₂ 焊短路过渡过程电弧电压波形

在 Co₂ 焊中,焊丝端部熔化形成熔滴,熔滴长大与熔池发生短路接触后,成为连接焊丝与熔池的金属液桥。液桥主要受到表面张力和电流产生的电磁收缩力的作用,在此作用下,液桥金属出现失稳现象,发生收缩、破断并向熔池过渡,这一过程称为短路过渡过程。典型的表面张力过渡的电压波形如 1 图所示,整个过渡过程分为短路前期(t_0 - t_1)、短路中期(t_1 - t_2)、短路后期(t_2 附近)、表面张力过渡区(t_2 - t_3)、燃弧前期(t_4 - t_5)、燃弧中期(t_4 - t_5)、燃弧后期(t_5 - t_6)、基值电流区(t_6 - t_7)。

实验中采用 ZP7 逆变焊机,焊接电压 23V,焊接电流 200A,焊丝 H08Mn2SiA。图 2 是试验中测得的焊接波形。在第一个短路过渡周期中, t_0 时刻(约 2ms 处)为正常熔滴短路时刻,这时电压由 23V 陡降至 5V 左右; t_2 时刻(约 3.2ms 处)为小桥缩颈即将爆断时刻,从短路开始到这一时刻,电压首先基本保持在 3V 左右,大约在 2.5ms 处电压迅速上升至 6V 后,电压有一个很短的下降过程。短路结束 t_3 时刻(约 4ms 处),此时电压由短路时的 6V 左右猛然上升到 25V 以上。小桥的缩颈和爆断是两个完全不同的物理现象,尽管两者之间有联系,时间上也非常接近,但必须把它们区分开,因为当液体小桥爆断、电弧再引燃时,电弧电压才出现陡升,此时刻对于判断液体小桥是否产生缩颈已无意义,但对于熔滴过渡是否结束的判断还是十分有效的。该研究检测的是短路前期的熔滴短路 t_0 时刻和小桥缩颈即将爆断 t_2 时刻以及短路结束的 t_3 时刻。

三、Co₂ 的检测和引弧短路区分

焊接电压输入到短路检测电路后,检测电路要及时检测熔滴与熔池的接触时刻。通常有 2 种情况存在:一是熔滴短路,它是焊接完全正常时电压由 25V 左右陡降到 5V 左右;二是在焊接刚开始或者在焊接过程中断弧以后再引弧时才有的,此时电压由 65V 左右陡降至 5 左右,此时如果降低焊接输出电流,会导致熄弧。

在实际焊接实验时,难以抓到空载、燃弧、短路同时存在的情况,因此在此采用 ORCAD9.1 进行了仿真,如图 3 所示。

图中第一个周期 2-3MS 期间是空载阶段,电压在 65v 左右;3-8ms 为短路阶段,此为引弧短路;8-15 是燃弧阶段。第二个周期中 15-18ms 为正常熔滴短路阶段。针对短路过渡的特点,设计的电路必须满足以下要求:a.正确区分引弧短路和熔滴短路;b.发出的信号应是单片机能够接受的数字信号;c.具有一定的抗干扰能力。

短路前期熔滴短路的检测电路如图 4 所示。输入信号经过稳压管限幅,为使集成比较器能正常工作同时不影响波形检测,将空载电压值限制在 28V 内。限幅后的电压信号输入窗口比较器(由 2 个 LM324 比较器 A1 和 A2 组成),比较器的输出为检测电路的输入。因短路电压一般不超过 10V,燃弧电压在 17-25V 之间,而空载电压超过 30V,设计比较器的两个给定电

压值 U_1 和 U_2 分别为 12V 和 25V。当被比较的信号 U_{in} 位于门限电压之间时($U_1 < U_{in} < U_2$, 焊机正常焊接), 输出为高电位; 当 U_{in} 不在门限电位范围之间时($U_{in} > U_2$ 或 $U_{in} < U_1$ 焊机开路、短路), 输出为低电位。

从图 5 中可知, 15.2ms 处的下降沿为熔滴短路 t_0 时刻的检测信号。图 4

n>中在 3ms 处的电压波形为引弧短路过程的模拟。由于短路前后弧焊电压分别为 65V、5V, 所以弧焊电压从 50V 过渡到 5v 的过程中处于 25-12V 之间的时间很短, 造成检测电路的输出脉冲很窄, 因此很容易去掉此尖峰脉冲, 实现对引弧短路的区分。该研究选择用软件滤掉这一干扰脉冲: 检测到上升沿后, 若高电平持续 1ms 以上检测到的下降沿为 t_0 时刻检测信号, 否则为短路引弧过程。

该电路能够准确检测到 t_0 时刻(输出波形的下降沿 15.2ms 处), 同时将熔滴短路与引弧短路明显区分开来, 具有很强的抗干扰能力, 完全可以在实际焊机中使用。

四、小桥缩颈即将爆断 t_2 时刻和短路结束 t_3 时刻的检测

经过大量的试验研究表明: 在液体小桥缩颈即将爆断时, 除电弧电压的一阶微分、二阶微分信号品质较好外, 其余信号均因品质一般或太差而无法利用。采用一阶微分和二阶微分联合的检测电路原理图如图 6 所示。

由于短路电压一般都小于 10V 而燃弧电压一般在 17-25V 之间, 为去除干扰保证电路正常工作, 首先用稳压管 VS1 把输入信号 U_{in} 限制在 12V 以内, 然后经微分放大器 A1 捕捉输入信号的下降跳变, 经比较器处理后送给光电耦合 CLC6 隔离得到输出 U_{out2} 。输入信号的一阶微分信号(A1 输出)经 A2 二阶微分, 把缩颈处的下降跳变信号放大, 经过比较器 A3 进行比较及光耦输出形成输出信号 U_{out2} 。

图 7 为实际焊接实测波形。通过综合观察检测电路的输出 U_{out1} 、 U_{out2} 可以看出熔滴过渡过程中的不同关键时刻。 U_{out1} 的第一个下降沿是短路的开始时刻 t_0 ; U_{out2} 上升沿为短路结束时刻 t_3 ; 当波形 3 处于低电平时, 延时 200us 后查询波形 2 的状态, 查到的下降沿为小桥缩颈即将爆断时刻 t_2 。

另外, 由于短路时间小于 1.5ms 时, 焊接电弧并没有明显的缩颈过程, 在这种情况下, 若发出缩颈控制信号使电源输出电流减小, 则可能造成断弧。该电路对输入电压的下降跳变很敏感, 但对短时短路不会检测到缩颈信号即 U_{out1} 不会输出第二个下降沿。如图 8 波形 2 所示, 在第三个短路过渡周期中无缩颈信号产生(波形 2 只有一个下降沿)。因此该电路具有较强的抗干扰能力。

五、结论

短路检测电路利用焊接输出电压的变化确定熔滴短路的状态和时刻，该研究所采用的电路可准确检测短路前期熔滴短路 t_0 时刻、小桥缩颈即将爆断 t_2 时刻和短路结束 t_3 时刻，并具有较强的抗干扰能力，为研制波形控制逆变式 CO_2 焊机奠定基础。

CO_2 焊丝中所含合金元素对焊接性能的影响 (1)

CO_2 气体保护焊镀铜焊丝是一种高效、节能、节材的焊接材料，焊缝成型美观，适用于低碳钢和低合金钢的焊接。执行标准为 $<GB/T8110-1995>$ ，其型号为 $H08Mn2SiA$ 、 $H04Mn2SiTiA$ 、 $H04Mn2SiAlTiA$ 等。 CO_2 焊丝，其含碳量都较低，大多都在 0.1% 以下，同时含有 Si、Mn、S、P、Cr、Al、Ti、Mo、V 等合金元素。这些合金元素对焊接性能有何影响，下面分别说明：

硅 (Si) 元素对焊接性有何影响？

硅是焊丝中最常用的脱氧元素，它可以防止铁与氧化合，并可在熔池中还原 FeO 。但是单独用硅脱氧，生成的 SiO_2 熔点高 (约 $1710^\circ C$)，且生成物的颗粒小，难以从熔池中浮出，易造成焊缝金属夹渣。

锰 (Mn) 元素对焊接性有何影响？

锰的作用与硅相似，但脱氧能力比硅稍差一些。单独用锰脱氧，生成的 MnO 密度较大 (5.0 g/cm^3)，也不易从熔池中浮出。在焊丝中含锰，除了脱氧作用外，还能和硫化合生成了硫化锰 (MnS)，并被除去 (脱硫)，故可降低由硫引起的热裂纹的倾向。

CO_2 气体保护焊焊接工艺设计及在工程机械中的应用

湖南衡阳财经工业职业技术学院(421008) 邱葭菲

邱葭菲湖南重型汽车配件厂(421000) 王立

【摘要】通过对 CO_2 气保焊、富氩气保焊、焊条电弧焊 3 种焊接方法进行焊接接头试验和对比分析，以及在工程机械中的应用，证明了 CO_2 气保焊具有成本低，效率高，焊接质量好等优点。

介绍了 CO_2 气保焊焊接操作技术及需注意的一些问题，对 CO_2 气保焊焊接工艺设计及其应用具有一定的指导作用。

关键词: CO_2 气保焊; 焊接工艺; 工程机械

某制造厂为一大型工程机械公司生产 100 多米高的塔式起重机等工程机械部件,这些部件均为焊接件,焊接工作量大,焊接质量要求较高,技术难度较大。原采用焊条电弧焊,焊接变形大且难以控制,生产率低。

通过对 CO₂ 气保焊、富氩气保焊及焊条电弧焊进行对比工艺试验及评定, 决定除对个别有外观要求的焊缝采用富氩气保焊外, 其余均采用 CO₂ 气保焊。生产实践证明, 这样既保证了焊接质量, 又提高了劳动生产率, 降低了成本, 取得了较好的经济效益。

1 焊接接头情况及焊缝技术要求

- 1) 焊接接头形式有对接接头、角接头、T 形接头及搭接接头, 其中绝大部分是 T 形接头。
- 2) 焊缝形式有对接焊缝及角焊缝, 大部分为角焊缝, 由于板厚不同, 焊脚分别为 6mm, 8 mm, 10mm, 12 mm, 15 mm 不等。
- 3) 母材主要为碳素结构钢板 Q 2352A, 规格有 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 20 mm, 25 mm 等几种。
- 4) 焊缝外观要求 焊缝及热影响区表面不得有裂纹、气孔、夹渣、未熔合等缺陷。焊缝形状尺寸符合图样要求, 焊缝与母材平滑过渡。部分焊缝要求超声波探伤合格。

2 焊接试验 参照 JB4708- 2000《压力容器焊接工艺评定》, 进行 CO₂ 气保焊、富氩气保焊、焊条电弧焊对接接头力学性能试验, T 形接头角焊缝试验及 CO₂ 气保焊、富氩气保焊飞溅成形工艺性能, 进行对比分析。

2.1 对接接头力学性能试验

- 1) 试验材料 Q235-A, 300 mm × 125 mm × 10mm, 2 块; 焊条电弧焊开 60V 形坡口, CO₂ 气保焊、富氩气保焊开 45V 形坡口, 单面焊双面成形。
- 2) 焊接方法及焊接材料 焊条电弧焊, E4303, φ 3.2 mm, φ 4 mm; CO₂ 气保焊、富氩气保焊焊丝 ER50-6, 5 φ L2; 富氩气: 80%A r+ 20%CO₂。
- 3) 检验内容 外观检查, RT 检验, 力学性能试验(拉力试验、弯曲试验)。

2.2 T 形接头角焊缝试验

- 1) 材料 Q235-A, 300 mm × 125 mm × 10mm, 2 块, 不开坡口, 单道焊。
- 2) 焊接方法及焊接材料 焊条电弧焊, 焊条 E4303, φ 3.2 mm; CO₂ 气保焊、富氩气保焊, 焊丝 ER 50-6, φ L2 mm; 富氩气: 80%A r+ 20%CO₂。
- 3) 检验内容 外观检查, 切取 5 个截面进行金相宏观检查。要求断面无裂纹, 无未焊透, 无未熔合缺陷。

2.3 T 形接头角焊缝成形、飞溅试验试验条件同 2.2, 通过对比试验对 CO₂ 气保焊、富氩气保焊进行外观成形及飞溅大小进行评定。

3 焊接试验结果分析

1) 从对接接头焊缝力学性能试验可知, 3 种焊接方法的焊接接头外观检查符合要求, RT 检验均高于 Ê 级合格, 焊接接头的抗拉强度以富氩气保焊最高, CO₂ 气保焊次之, 焊条电弧焊最低, 这是因为富氩气保焊氧化性较少, 合金元素烧损较少所致, 但它们均高于母材规定的最小值。按规定的弯曲角, 每个试件面弯、背弯各 2 个, 弯曲试验合格。这说明 3 种焊接

方法及焊接工艺的焊接接头力学性能试验合格。但富氩气保焊、CO₂ 气保焊坡口角度较少, 钝边较大, 比焊条电弧焊生产率高, 节省材料, 成本低, 焊接变形少。这是因为气体保护焊焊丝较细, 电流密度大, 熔深大, 电弧穿透力强, 易焊透所致。

2) 从 T 形接头角焊缝试验可知, 3 种焊接方法的熔深大小分别为: 富氩气保焊熔深略大于 CO₂ 气保焊, 大于焊条电弧焊, 每个试件的 5 个断面根部均未出现裂纹、未熔合、未焊透缺陷, 宏观金相检验合格。

3) 从 T 形接头角焊缝飞溅、成形试验可知, 富氩气保焊的飞溅较小, 最大飞溅颗粒直径大小为 $\phi 1.5 \text{ mm} \sim \phi 2 \text{ mm}$, CO₂ 气保焊飞溅稍大, 最大飞溅颗粒直径为 $\phi 3 \text{ mm} \sim \phi 4 \text{ mm}$; 富氩气保焊焊缝表面较 CO₂ 焊波纹细密, 成形美观。

综上所述: 3 种焊接方法及焊接工艺均能满足力学性能要求及宏观金相要求。但 CO₂ 气保焊、富氩气保焊, 焊丝较细, 电流密度大, 热量集中, 电弧穿透力强, 熔深大, 可以减少坡口角度, 增加钝边厚度, 节省材料, 提高劳动生产率, 降低焊接应力与变形。富氩气保焊较 CO₂ 气保焊成形美观, 飞溅小, 但成本较高。所以除了对极少数外观要求较高的焊缝采用富氩气保焊外, 其余均采用 CO₂ 气保焊。

4 焊接工艺

4.1 焊前准备

1) 清除待焊部位及两侧 10 ~ 20 mm 范围内的油污、锈迹等污物, 并在焊件表面涂上一层飞溅防粘剂, 在喷嘴上一层喷嘴防堵剂。

2) 将 CO₂ 气瓶倒置 1 ~ 2h, 使水分下沉, 每隔 0.5h 放水 1 次, 放 2 ~ 3 次。

3) 根据焊接工艺试验编制焊接工艺。焊丝 ER 5026, $\phi 1.0 \text{ mm}$, $\phi L 2 \text{ mm}$, 焊机 KRII350。

4) 采用左焊法。

4.2 焊接操作工艺

4.2.1 对接焊缝操作工艺

1) 由于 CO₂ 气保焊熔深大, 在板厚小于 12mm 时均可用工形坡口(不开坡口) 双面单道焊接。对于开坡口的对接接头若坡口较窄, 可多层单道焊; 若坡口较宽, 可采用多层多道焊。

2) 焊接过程中, 焊枪横向摆动时, 要保证两侧坡口有一定熔深, 使焊道平整, 有一定下凹, 避免中间凸起, 这样会使焊缝两侧与坡口面之间形成夹角, 产生未焊透、夹渣等缺陷。

3) 要控制每层焊道厚度, 使盖面焊道的前一层焊道低于母材 1.5 ~ 2.5 mm, 并一定不能熔化坡口两侧棱边, 这样盖面时可看清坡口, 为盖面创造良好条件。

4) 盖面焊接时, 焊前应将前一层凸起不平的地方磨平, 焊枪摆动的幅度比填充层要大一些, 摆动时幅度应一致, 速度要均匀, 要特别注意坡口两侧熔化情况, 保证熔池边缘超过坡口两侧棱边, 并不大于 2 mm, 以避免咬边。

5) 若每层用多道焊时, 焊丝应指向焊道与坡口、焊道与焊道的角平分线位置, 并且焊道彼此重叠不小于焊道宽度的 $\frac{1}{3}$ 。

4.2.2 角焊缝操作工艺

1) 角焊缝焊接时, 易产生咬边、未焊透、焊缝下垂等缺陷, 所以应控制焊丝的角度。等厚板焊接时, 焊丝与水平板的夹角为 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。不等厚板时, 焊丝的倾角应使电弧偏向厚板, 板厚越厚, 焊丝与其夹角越大。

2) 对于焊脚为 $6 \sim 8 \text{ mm}$ 的角焊缝, 采用单层单道焊, 焊枪指向(焊丝) 距根部 $1 \sim 2 \text{ mm}$ 处。对于焊脚为 6 mm 的焊缝, 采用直线移动法焊接, 对于焊脚为 8 mm 的焊缝, 焊枪应作横向摆动, 可采用斜圆圈形运丝法焊接。

3) 对于焊脚为 $10 \sim 12 \text{ mm}$ 的角焊缝, 由于焊脚较大, 应采用多层焊, 焊 2 层。焊接时第 1 层操作与单层焊相同, 焊枪与垂直板夹角减少并指向距根部 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 处, 这时, 电流比平时稍大, 目的是为了获得不等焊脚的焊道; 焊接第 2 层时, 电流比第 1 层稍小, 焊枪应指向第 1 层焊道的凹陷处, 直至达到所需的焊脚。

4) 对于焊脚为 15 mm 的角焊缝应采用多层多道焊, 即焊接 3 层。需要注意的是: 操作时, 每道的焊脚大小应控制在 $6 \sim 7 \text{ mm}$ 左右, 否则, 焊脚过大, 易使熔敷金属下垂, 在水平板上产生焊瘤, 在立板上产生咬边。焊枪角度及指向应保证最后得到等脚和光滑均匀的焊缝。

5 焊接工艺中需注意的问题

在生产中我们发现有不少人, 不仅是焊工、检验员, 甚至还有焊接技术员混淆了焊脚与焊脚尺寸及焊缝厚度三者之间的关系。焊工把焊脚误认为焊脚尺寸, 检验员把焊缝厚度当焊脚来测量检验, 使得实际焊脚超过设计要求的尺寸, 在质量记录中又把其当成焊脚尺寸加以记录。还有的技术人员在焊接工艺文件中要求焊脚尺寸为多少等, 这些都是错误的。

实际上, 焊脚是指角焊缝的横截面中, 从一个直角面上的焊趾到另一个直角面表面的最小距离, 焊脚尺寸为在角焊缝横截面中画出的最大等腰直角三角形中直角边的长度, 而焊缝厚度则是在焊缝横截面中, 从焊缝正面到焊缝背面的距离。因此, 工艺文件上、焊缝符号中要求的角焊缝外形尺寸是焊脚而不是焊脚尺寸, 更不是焊缝厚度。

6 结语

1) 经过试验及生产实践证明, CO_2 气保焊焊接头的力学性能、宏观金相检验均符合要求, 而且 CO_2 气保焊较焊条电弧焊坡口角度较小, 钝边较大, 焊接热影响区较窄, 节省了材料和能源, 提高了劳动生产率, 提高了焊接质量, 应大力推广使用。

2) 富氩混合气体保护焊较 CO_2 气保焊焊波细密, 焊道平滑, 成形美观, 飞溅小, 熔深较大, 但成本相对较高, 故适宜用于焊缝外观要求较高的焊缝。富氩气保焊操作工艺与 CO_2 气保焊操作工艺相似。

3) 分清焊脚、焊脚尺寸及焊缝厚度之间的关系, 且应注意工艺文件上要求的和焊缝符号中标注的是焊脚而非焊脚尺寸、焊缝厚度。