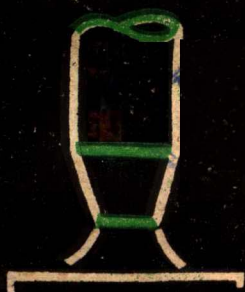


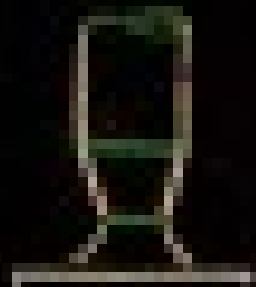
張月明 严国泰編著



二氧化碳气体保护焊接

上海科学技术出版社

第三輯 評述卷(1)



現代銀行與經濟學

上海經濟學出版社出版

二氧化碳气体保护焊接

張月明 产国泰編著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

二氧化碳气体保护焊接目前在国内外都还是一种新颖的焊接技术, 现已在沪东造船厂中央試驗室試驗成功, 并在生产中逐步推广。这种焊接方法的种类很多, 本书专门介紹以熔化电极在二氧化碳气体保护下的自动与半自动焊接, 对施焊方法、焊接设备、焊絲成分、规范选择、焊缝檢查以及安全技术等都分別作了扼要說明, 同时将二氧化碳气体的焊接质量与熔剂层下的焊接质量作了比較。

本书可供从事二氧化碳气体焊接的技术人員参考閱讀。

二氧化碳气体保护焊接

張月明 严国泰編著

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

上海市印刷三厂印刷 新华書店上海发行所总經售

*

开本787×1092 1/32 印張1 9/16 字數31,000

1959年2月第1版 1959年2月第1次印刷

印數1—8,000

統一書号: 15119·1168

定价 (十) 0.17 元

序 言

在祖国大跃进的形势下，全国各地都掀起了技术革命和文化革命的高潮。为了以最快的速度来建设我们的国家，及时地掌握和推广新的技术有着很重要的意义。

目前世界各国对二氧化碳气体保护焊接的研究和采用，获得了很快的发展。作者在党和领导的支持下，与沪东造船厂焊接试验室的同志们一起对这种方法进行了初步的试验研究。为能将其更快地加以推广，作者认为如果能编写一本有关二氧化碳气体保护焊接的小册子，来向工人同志们和进行这方面研究的同志们作介绍是很有必要的，因而作者大胆地将一些试验资料和国外某些文摘汇总起来，以供同志们参考。由于作者水平的肤浅以及此种方法的不断进展，书中难免存在着许多缺点，希望读者不断提供宝贵意见，以资改正。

最后，作者谨向热情帮助我们的江南造船厂焊接试验室和造船科学研究所曹伟翔同志致以谢意。

目 录

序言

第一章 緒論	1
第一节 发展簡史	1
第二节 二氧化碳焊接法的分类	2
第三节 二氧化碳焊接的优缺点	2
第二章 二氧化碳气体保护下的焊接过程	3
第一节 CO_2 气体分解后的氧化性	4
第二节 焊接过程中的强烈飞溅	6
第三节 CO_2 气体保护下焊接时生成气孔的几个原因	7
第三章 对焊接电源的要求	8
第四章 在 CO_2 气体中焊接时对材料的要求	10
第一节 对 CO_2 气体的要求	10
第二节 CO_2 气体焊接时对焊絲的选择	11
第五章 試驗过程及方法	13
第一节 CO_2 气体供应系統的試驗研究	13
第二节 CO_2 焊接设备的試驗研究	16
第三节 在 CO_2 气体中焊接工艺試驗	19
第四节 抗銹性試驗	20
第五节 焊缝寬度和深度之对裂縫形成的試驗研究	24
第六节 焊缝的质量分析	25
第六章 焊接工艺	31
第一节 施焊前焊边的准备和装配工作	31

第二节 焊接规范的选择.....	32
第三节 焊接技术.....	35
第七章 CO ₂ 气体保护焊接时的安全技术.....	39
第八章 小结和今后发展方向.....	41
参考文献.....	43

第一章 緒論

第一节 发展簡史

在二氧化碳气体保护下进行电弧焊接的試驗研究工作，根据国外文献記載是在 1920 年就开始研究了。

1926 年亚力山大(P. Alexander)曾利用二氧化碳气体保护下以熔化电极进行焊接。但据报告称，由于熔积金属的严重氧化，所得的焊縫金属很脆。同年，林肯(J. C. Lincoln)曾将二氧化碳气体通过空心碳质电极进行焊接，可以得到延伸率較好的焊縫金属。

以后韋勃(L. J. Weber)和湯姆逊(E. Thomson)都先后采用了二氧化碳气体进行焊接，但都沒有說明当时所采用的电极材料和熔积金属的机械性能。

1946 年詹勃生(G. J. Gibson)曾用薄被复电极在二氧化碳气体中进行焊接，所得到的焊縫金属之机械性能如下：强度极限为 48.3 公斤/公厘² 延伸率为 13%，但焊接速度已大于熔剂层下的焊接速度。

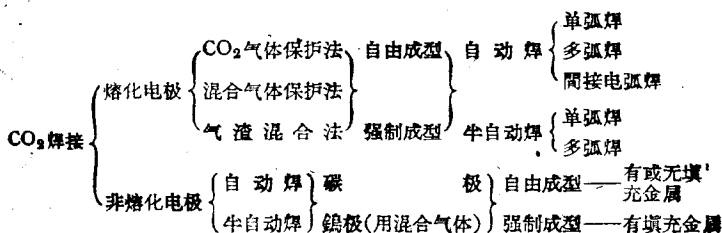
总之，在这些時間里对二氧化碳气体保护下焊接都沒有获得成功。直到 1950~1952 年，苏联中央机器制造与工艺科学研究所柳巴夫斯基(К. В. Любовский)和諾伏什洛夫(Н. М. Новожилов)成功地利用熔化电极在二氧化碳气体中焊接低碳鋼和不銹鋼，并发现假使所使用的电极成分选择适当，便能获得

机械性能良好的焊缝金属。

解放后在党和政府的正确领导下,于1957年组织了由交通大学、工艺研究院、沪东造船厂、江南造船厂、上钢中心试验室及船舶制造学校参加的研究小组,分别在沪东、江南两造船厂进行试验研究工作。这一先进的焊接方法终于在1958年初先后在上列两厂试验成功,并且投入生产。目前上海电焊机厂正试制二氧化碳焊接的专用设备,来满足工业上的需要。

第二节 二氧化碳焊接法的分类

到目前为止,二氧化碳气体保护的焊接方法很多,由于使用场合的不同,大致可分为下面几个方面:



本文主要叙述利用熔化电极在二氧化碳气体保护下自动和半自动焊接的情况。

第三节 二氧化碳焊接的优缺点

近阶段来电弧焊在工业生产上已成为不可缺少的工艺方法了,无论在造船工业、机械制造工业,冶金设备、交通运输、桥梁等方面都广泛地采用着。现在我们所谈的二氧化碳气体保护焊接法是目前电弧焊中一种新的焊接方法,这种方法所以能得到广泛研究和采用,主要有以下几个原因:

它的优越性方面

1. 焊接成本低于现有的任何焊接法;
2. 生产率高于熔剂层下焊接;
3. 抗锈和抗蚀的能力强;
4. 焊工能清楚地观察焊接位置和焊接过程的情况;
5. 进行多层焊接时,可以不必清除焊渣;
6. 采用细丝作焊条后,可解决薄板垂直焊的自动化和半自动化问题。

它的缺点方面

1. 必须应用直流电焊机;
2. 有弧光及强力的飞溅,焊工必须戴面罩和帆布工作服;
3. 冶金和工艺过程复杂。

第二章 二氧化碳气体保护下的焊接过程

在 CO_2 气体保护下的焊接过程与其他单原子惰性气体保护的焊接过程相仿,气体沿着焊丝(电极)向电弧周围吹送,形成一个可靠的保护层(见图 1),以防止空气中的有害气体和电弧中的熔滴金属及熔池中的熔化金属接触。

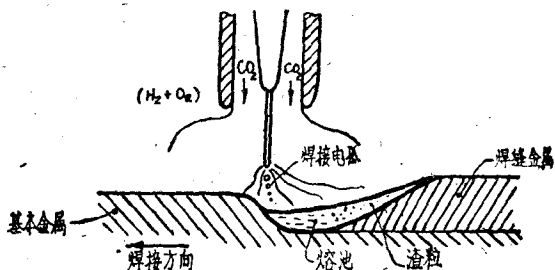


图 1. CO_2 焊接过程示意图

采用 CO_2 保护气体焊接,其主要不同点在于高温时由于 CO_2 气体的分解,产生一定程度的化学反应。采用单原子的惰性气体焊接时,气体根本不与熔化金属发生任何化学反应,这可以说是在 CO_2 气体中焊接的特点。这些特点,一般可以归纳为下面几点:(1) CO_2 气体分解后的氧化性;(2) 焊接过程中的强烈飞溅;(3) CO_2 气体保护焊接时气孔的形成。

第一节 CO_2 气体分解后的氧化性

上面曾谈到在 CO_2 气体保护下焊接,显然能完全隔离空气,但 CO_2 对熔化金属的作用与氩的作用是有区别的。温度增高时, CO_2 气体就开始分解,其分解率与温度之间的关系可用图2表示的。

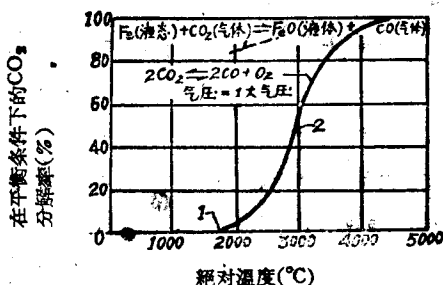
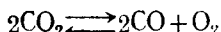


图 2. 在平衡条件下 CO_2 分解率与温度的关系

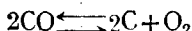
曲线是根据平衡情况来画成的,所以对 CO_2 气体在电弧中的真实情况是有区别的,但亦可说明电弧中热分解率的概念。

由于电弧的绝对温度接近于 6500°C ,所以 CO_2 气体的完全分解应该在弧柱中进行。一部分分解出来的氧进入熔化金属中,将使金属氧化,虽然金属的氧化不一定与 CO_2 分解有关,但也不可否认 CO_2 气体的分解,对熔化金属的氧化起了重要的作

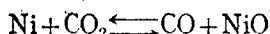
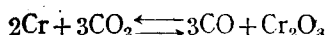
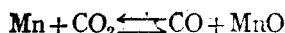
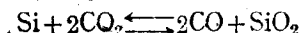
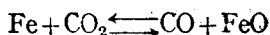
用。 CO_2 气体在高温时分解为一氧化碳和氧，其反应式如下：



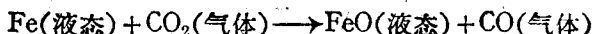
此时，存有的 2CO 也可能再分解成 $2\text{C} + \text{O}_2$ ，但与 CO_2 气体分解程度比较起来，这一过程是较弱的。



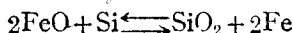
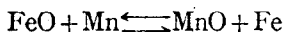
因此，在电弧的周围及弧柱中有 CO_2 、 CO 、 O_2 和 O 等气体存在。经分解出来的氧与弧柱中的熔滴金属及熔池中的熔化金属产生强烈的化学反应，其反应式可能进行的有下面几种：



在气体与液态金属之间的平衡条件下，已经分解的 CO_2 量与液态 Fe 的反应而得到更多的 FeO ，已经形成的 FeO 依次与焊丝及基本金属中的锰和硅发生反应，形成熔渣，并降低了这些元素在金属中的含量，其可能发生的情况如下：



生存的液态 FeO 便与金属中的锰和硅起化学反应，形成 MnO 和 SiO_2 熔渣，浮在焊缝表面。



作者在进行试验时，发现在熔池后面的液态金属表面，有一层熔渣紧跟着熔池的移动方向而移动，当累积成一定数值时，便导向焊缝边缘凝成熔渣，这种熔渣经过分析，其化学成分列于表 1 中。

表 1 CO₂ 焊接时生成熔渣的化学成分(%)

MnO	SiO ₂	FeO
38.08	47.55	10.25

注：其余含量未計入，故总含量不足 100%。

第二节 焊接过程中的强烈飞溅

强烈的飞溅是 CO₂ 气体焊接时的特点，也是难免的现象，如果选择的焊接电流、电弧电压、焊接速度、电极位置适当时，就可大大减少飞溅。

在 CO₂ 气体中焊接时引起飞溅的原因，主要有二：(1) 由熔滴及熔池中的气体内压力所产生。我們知道，在弧柱中的 CO₂、CO、O₂、O 随着温度的增高，气体发生膨胀，因而从那些所形成的熔滴中爆裂开来，将熔滴碎裂成各别小粒，飞到熔池和电弧外面，形成飞溅小粒子。(2) 由磁吹力和气流力所形成。作者在試驗时观察了这一过程，当强大的磁吹力和气流力激烈搅动熔池及熔滴时，便在熔池中飞出了各种大小的粒子。

除了上述两个原因以外，焊接的工艺参数（如电弧长度、焊接电流、焊接速度等），对飞溅也有很大影响。

金属的飞溅大致可分为三类：

1. 大粒子——直径在 1~3 公厘，大部分分布在焊缝两侧，有时亦可能飞出熔池 1~2 公尺。由于这种飞溅含有高的热量，与基本金属容易熔合，不易清除。

2. 小粒子——直径在 1 公厘以下，由于热的含量不高，所以容易清除。这一类小粒子占飞溅损失的绝大部分。

3. 微塵——由于小粒子的燃烧以及金属蒸汽的凝固而形成

的。

虽然飞溅强烈，金属又以大滴过渡，但在 CO_2 气体中采用适当的焊接规范时，仍能得到令人满意的焊缝外形。

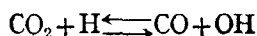
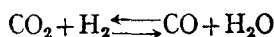
第三节 CO_2 气体保护下焊接时生成气孔的几个原因

在 CO_2 气体中焊接的焊缝金属，一般来说，只要所选用的焊丝成分符合要求时，可以得到很高的紧密性。但从另一方面说，由于 CO_2 气体的强烈氧化，当然选择的参数不适宜时，则会引起气孔的产生，一般可从下面几点进行分析。

1. CO_2 气体的纯度是一个很重要的问题，当所用的 CO_2 气体纯度低于 98% 时，就有产生气孔的可能性。

2. 当 CO_2 气体保护焊接时间较长时，在导电嘴和喷嘴上累积着 2~3 公厘厚的飞溅颗粒。这种飞溅颗粒随焊丝带入熔池时，焊缝中就可能产生内部或外部的的气孔。根据这种情况，作者认为由于飞溅的颗粒小，总和起来的氧化面积大，现再次进入熔池后，在某种程度上破坏了正常的冶金过程。由于脱氧的不完全，在焊缝金属中就有可能产生气孔和降低焊缝的机械性能。因此要求在试验时或生产时，经常清除喷嘴和导电电阻上的飞溅小粒。

3. 焊缝中铁锈所引起的气孔是一件很重要的特性，大家知道，铁锈的分子式可以用 $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 表示。由分子式就可看出铁锈中的氧和氢是一种有害的成分，氧的有害作用，可以用还原剂去除，而氢就是引起气孔的主要因素了。在 CO_2 气体中焊接，由于明弧关系，铁锈中一大部分的水蒸汽给带走而进入大气。其次当 CO_2 浓度很高时，会与氢气起反应，生成水蒸汽和羟(OH)，其反应式如下：



由于这两方面的作用， CO_2 气体焊接时铁锈中氧所引起的气孔，与其他焊接方法比较起来减少了许多。作者在这方面曾做了 CO_2 保护气体焊接和熔剂层下焊接(AH-348A)的比较，发现 CO_2 气体保护焊接的抗锈能力很好。

第三章 对焊接电源的要求

在 CO_2 气体中焊接时，焊接电弧是不最稳定的，因此要求使用直流电源，同时 CO_2 气体中熔化电极焊接时的电弧静特性和一般焊接方法的电弧静特性有些差别的(见图3)。

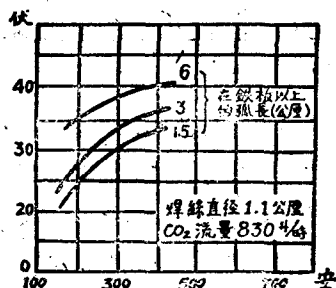


图 3. 在 CO_2 中用熔化电极时的电弧静特性

目前所使用的电源特性一般不外乎下面三种：(1)降压外特性；(2)等压外特性；(3)升压外特性。在 CO_2 中焊接时，这三种特性的工作情况分述如下。

在 CO_2 中焊接时，采用降压外特性的工作情况见图 4。在此情况下，电弧长度的变化(B 和 B)对焊接电流的变化很小，因而电弧长弧的自动调节相对地来说就慢了。

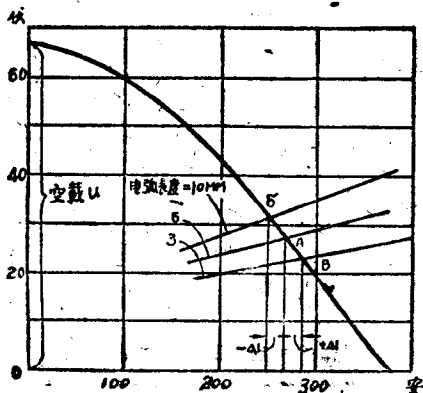


图 4. 降压外特性和上升的电弧静特性配合时调节情况

如果我们采用等压的或升压的电源外特性，那么这种情况便大大改善（见图 5）。此时，电弧长度的变化（ B 、 B_1 和 B 、 B_1 ）使焊接电流的变化范围增大，因而迫使焊接电弧的迅速调节。但必须指出，电源外特性的切线倾斜角度必须小于电弧静特性的切线倾斜角度，否则会引起电弧的失调作用（见图 6）。

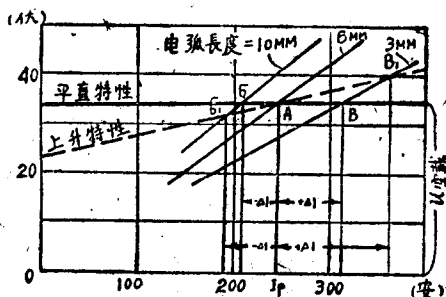


图 5. 等压、升压的电源外特性和上升的电弧静特性配合时的调节情况

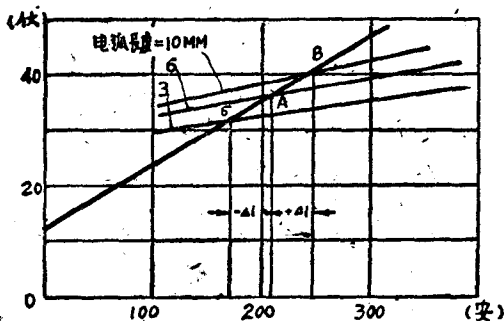


图 6. 电源外特性的切线倾斜角小于电弧静特性的切线倾斜角时的调节情况

此时电弧增长, 导致焊接电流增加, 并可能将导电嘴烧坏。电弧长度的减小, 焊接电流也随着下降, 因而产生短路现象。因此在改装电源设备时, 必须遵照 $\frac{du_a}{dI_p} \leq \frac{du_s}{dI_p}$, 式中 u_a —电源电压, u_s —电弧电压, I_p —焊接电流(负载电流)。也就是说电源外特性的切线倾斜角度要比电弧静特性的倾斜角度小, 否则失去了稳定作用。试验证明, 在氩或 CO_2 气体中焊接时, $\frac{du_s}{dI} \approx 0.03 \sim 0.08$ 伏/安。

第四章 在 CO_2 气体中焊接时对材料的要求

第一节 对 CO_2 气体的要求

焊接时作为保护介质的 CO_2 气体, 其纯度必须在 99% 以上, 在它里面主要的杂质是水分, 因此在 CO_2 气体中水分的含量必须很少, 否则会严重影响焊缝质量(主要是氢气的关系)。 CO_2 气体里面的水分, 可以按照露点温度来确定, 气体里的水分愈多, 露