

机械工业技术革新技术改造选编

CO₂ 气体保护焊

郑州机械研究所编著

机械工业出版社



机械工业技术革新技术改造选编

CO₂ 气体保护焊

郑州机械研究所 编著

机械工业出版社

内容简介 二氧化碳气体保护电弧焊简称“CO₂保护焊”，是一种高效率，高质量的焊接方法。目前正日趋广泛地用于低碳钢和低合金钢结构的焊接中，并且收到了良好的效果。

本书较全面系统地对二氧化碳保护焊的原理、焊接过程特性、焊接材料、焊接设备、焊接工艺及新方法等方面做了论述与介绍，并结合具体产品介绍了CO₂保护焊的实际应用。所列数据均取材于国内各单位的生产经验，有一定的实用性。可供广大焊接工人及技术人员参考。

CO₂ 气体保护焊

郑州机械研究所 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂ · 印张 6 · 字数 130 千字

1978 年 3 月北京第一版·1978 年 3 月北京第一次印刷

印数 00,001—24,500 定价 0.43 元

*

统一书号：15033·4428

出 版 说 明

在毛主席革命路线指引下，机械工业技术革新和技术改造的群众运动蓬勃开展，先进经验层出不穷。为及时总结推广这些先进经验，我们组织编写了“机械工业技术革新技术改造选编”。

“机械工业技术革新技术改造选编”将陆续出版，内容包括：铸、锻、焊、热处理、机械加工、电工及仪器仪表、改善劳动条件、三废处理等方面，每本讲一个专题，内容少而精，便于机械工业的广大工人及技术人员阅读参考。

在组织编写过程中，得到有关领导部门和编写单位的大力支持，对此我们表示感谢。欢迎广大读者对这些书多提宝贵意见。

前 言

近些年来，二氧化碳气体保护焊，在国内外焊接领域中发展很快，在实际生产中的应用日趋广泛，在一些国家的焊接生产中，二氧化碳气体保护焊已经占有了足以与埋弧焊相抗衡的地位。在不少焊接工序中，它部分地取代了埋弧焊，而用它全部代替手工焊的场合更是屡见不鲜的。

二氧化碳气体保护焊是一种先进的焊接方法，它具有效率高，质量好、成本低、变形小、无渣、明弧、易掌握、能全位置焊接，易于实现自动焊等优点，所以在生产中得到日益广泛的应用。我国从试验到用于生产已有十余年的历史，目前在汽车制造、机车制造、工程机械、造船工业、航空工业、石油化工、农业机械及冶金工业等部门，已经被不同程度地采用了。如公共汽车骨架，前后桥的焊接；卡车的车身及轮箍的焊接；机车上柴油机机体的焊接；输油管道的焊接，大型压力容器中直缝、环缝的焊接；锅炉鳍片管的焊接等等，也都用二氧化碳气体保护焊来代替原来的手工焊、埋弧焊及气焊等。

由于二氧化碳气体保护焊采用半自动和自动焊接，所以容易实现自动化。现在有不少厂已经把它成功地运用在自动线上，如输油管道螺旋管的焊接，汽车轮箍生产自动线上轮网和轮辐的焊接，矽钢片连续轧制前的拼焊等。

在二氧化碳气体保护焊新工艺研究方面，有些单位已做了很多工作，如 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ ， $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ ， CO_2 保护垂直立焊，药芯焊丝 CO_2 保护焊，厚板窄间隙 CO_2 焊接法等，在我国亦

获得了一定的应用。这些新工艺的推广，进一步扩大了CO₂气体保护焊的应用范围。

通过大量的生产实践证明，推广应用CO₂气体保护焊是符合多快好省地建设社会主义总路线精神的。为使这一项新工艺获得更广泛的应用达到互相学习与交流的目的，我们编写了这本较通俗的读物，较系统地介绍了CO₂气体保护焊的原理、特点、焊接材料、工艺、设备及新工艺等。

事物总是在发展的，新技术也在逐步更新，我们也是在干中学习，因时间仓促与水平所限，书中难免有错误，请读者指正。

目 录

前言

第一章 CO ₂ 保护焊概述	1
一、CO ₂ 保护焊的特点	1
二、CO ₂ 保护焊的分类	2
三、CO ₂ 保护焊的应用范围	3
第二章 CO ₂ 保护焊焊接过程特点	5
一、CO ₂ 电弧特性	5
二、焊接过程的冶金特点	8
三、电弧形式与熔滴过渡特点	12
四、焊接的飞溅问题	19
第三章 CO ₂ 保护焊焊接材料	23
一、CO ₂ 气体	23
二、焊丝	24
第四章 CO ₂ 保护焊工艺	31
一、焊接规范参数的选择	31
二、薄板细丝CO ₂ 保护焊	43
三、 $\phi 1.6$ 毫米粗焊丝的焊接技术	56
四、大电流下焊接及高速CO ₂ 保护焊	58
第五章 CO ₂ 保护焊设备	77
一、CO ₂ 保护焊焊接电源	77
二、国内CO ₂ 保护焊电源简介	86
三、CO ₂ 焊接用半自动和自动焊枪（焊炬）	101
四、半自动焊送丝机构	106
五、CO ₂ 气体保护焊中气路系统	115

VI

六、CO ₂ 保护焊的控制系统	117
七、CO ₂ 焊机的保养与故障排除	124
八、典型焊机介绍	129
第六章 焊缝常见缺陷及防止	138
第七章 CO ₂ 保护焊的特殊应用及新工艺	142
一、CO ₂ 保护电弧点焊	142
二、气电垂直自动焊	146
三、药芯焊丝CO ₂ 保护焊	155
第八章 CO ₂ 保护焊应用实例	166
一、10000米 ³ 金属油罐垂直焊缝的CO ₂ 自动立焊	166
二、野外管线固定管口CO ₂ 保护焊	168
三、北京-130卡车的焊接	169
四、TJ-620型车身焊接	169
五、储气罐的焊接	171
六、锅炉鳍片管的焊接	172
七、卧式油罐螺旋焊缝的焊接	172
八、8吨汽车式起重机吊臂的焊接	174
九、汽轮机耐热钢结构的焊接	175
十、内圆柱面CO ₂ 气体保护垂直向上自动堆焊	176
第九章 CO ₂ 保护焊的劳动保护与卫生	178
附录 在负载情况下电抗器电感值的测试方法	180

第一章 CO₂ 保护焊概述

一、CO₂保护焊的特点

CO₂保护焊的全称为“CO₂气体保护电弧焊”，它是熔化极气体保护电弧焊方法中的一种。它采用活泼气体CO₂做为保护介质，焊接时用CO₂把电弧及熔池与空气机械地隔离开来，从而避免了有害气体成分侵入，以获得质量良好的焊缝。

气体保护电弧焊简称“气电焊”，气电焊与其它焊接方法（如埋弧焊、手工电弧焊等以渣保护为主的焊接方法）相比，具有以下优点：

（1）由于是明弧，所以施焊部位的可见度好，便于对中，操作方便。同时便于进行全位置焊接。在用半自动焊时，可焊各种曲线焊缝。

（2）电弧在气流的压缩下使热量集中，熔池体积小，热影响区窄，从而减少工件焊后变形。

（3）采用了气体保护，配合焊丝的自动送进，容易实现自动化，便于在自动线中采用。

CO₂保护焊除了具有上述气电焊的一般优点外，还具有以下特点：

（1）由于CO₂气体价廉，使得焊接成本低于其他多种焊接方法，约相当于埋弧焊和手弧焊的40%左右。

（2）生产率高，这是因为CO₂电弧热量集中，电弧的穿透能力强，所以熔深大，这就减少了焊接层数，角焊缝时的

焊脚尺寸也可以相应减小；相同的焊丝直径， CO_2 保护焊较埋弧焊可采用高得多的电流密度，所以焊丝的熔化率高；可以采用高速焊接；无焊渣，在多层焊时不必中间清渣。

(3) 采用细焊丝焊接时，可以解决手弧焊和气焊难以解决的薄板烧穿问题及减少工件的焊后变形。

(4) 抗锈能力较强，焊缝含氢量低，抗裂性能好。

(5) 可以进行全位置焊接。

CO_2 保护焊的焊接过程如图 1-1 所示。

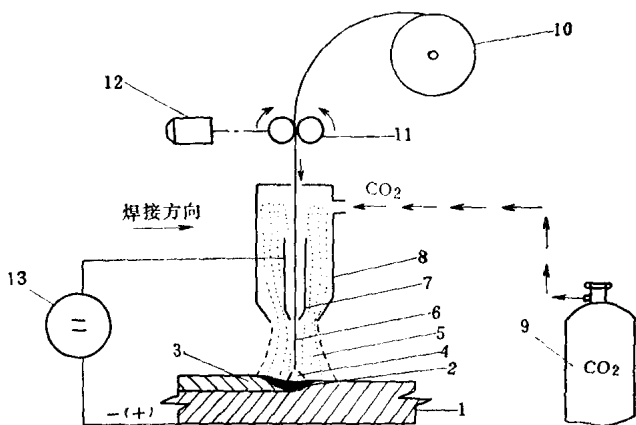


图1-1 CO_2 保护焊过程示意图

- 1—母材 2—熔池 3—焊缝 4—电弧 5— CO_2 保护区 6—焊丝
7—导电嘴 8—喷嘴 9— CO_2 气瓶 10—焊丝盘 11—送丝辊轮
12—送丝电动机 13—直流电源

二、 CO_2 保护焊的分类

(一) 按焊丝直径

1. 细丝 CO_2 保护焊 (焊丝直径 ≤ 1.2 毫米)

2. 粗丝CO₂保护焊（焊丝直径≥1.6毫米）

（二）按操作方法

1. CO₂半自动焊
2. CO₂自动焊

（三）按特殊应用和新工艺

1. CO₂电弧点焊
2. CO₂气电立焊
3. CO₂保护窄间隙焊接法
4. CO₂与焊渣联合保护焊
 - （1）CO₂ + 管状焊丝；
 - （2）CO₂ + 涂药焊丝；
 - （3）CO₂ + 实心焊丝带磁性焊剂。
5. CO₂加其它气体保护焊
 - （1）混合气体焊接法：如CO₂ + O₂及CO₂ + Ar；
 - （2）双层气流保护焊接法。
6. CO₂保护振动堆焊
7. 其它

三、CO₂保护焊的应用范围

CO₂保护焊由于它本身所具有的特点，使得它可以广泛地用于多种材料的焊接，它不仅可以焊接低碳钢，而且可以焊接低合金钢，低合金高强度钢，在某些情况下也可以焊接耐热钢及不锈钢。在焊接不锈钢时，由于焊缝有增碳现象，影响抗晶间腐蚀性能，所以只偶尔用于对晶间腐蚀要求不高的情况下，同时它的表面成形不如氩弧焊。

适宜采用CO₂保护焊的材料厚度范围较大，最薄的目前焊到0.8毫米，最厚的焊到150毫米左右。视具体的CO₂保护

焊方法的不同，则合理的应用范围也不同。如细丝 CO_2 保护焊适宜焊接 0.8~4 毫米的薄板；粗丝和药芯焊丝适宜焊接中厚板；而窄间隙焊接法在焊接大于 50 毫米的厚板时则显示了优越性。

CO_2 半自动焊用于短焊缝及曲线焊缝的焊接，采用短路过渡焊接时，可以进行全位置焊接。对于长的直缝和环缝，一般都采用 CO_2 自动焊。 CO_2 自动焊主要用于水平位置的焊接，在有特殊装备的情况下，可以进行立焊和横焊。

CO_2 保护焊还用于耐磨零件的堆焊，如曲轴和锻模的堆焊，铸钢件及其它焊件缺陷的补焊以及异种材料的焊接，如球墨铸铁与钢的焊接等。

此外， CO_2 保护焊还可以用于水下焊接。

第二章 CO₂ 保护焊焊接过程特点

一、CO₂ 电弧特性

(一) CO₂ 电弧的静特性及其对电源外特性的要求

电弧的静特性如图2-1所示，CO₂ 电弧的静特性是属于图中 $abcd$ 曲线的上升部分，即 cd 段。这是因为在CO₂ 保护焊时，所采用的电流密度大（一般都 >75 安培/毫米²）以及保护气体对弧柱的冷却压缩作用较强造成的。

根据电弧的稳定燃烧条件，对于上升的电弧静特性曲线要求电源具有平硬或上升的外特性曲线与其相配合。同时，也是为了保证电弧具有较强的自动调节作用。

从图2-2 可以看出电源外特曲线形状对电弧自动调节作用的强弱有较大的影响。

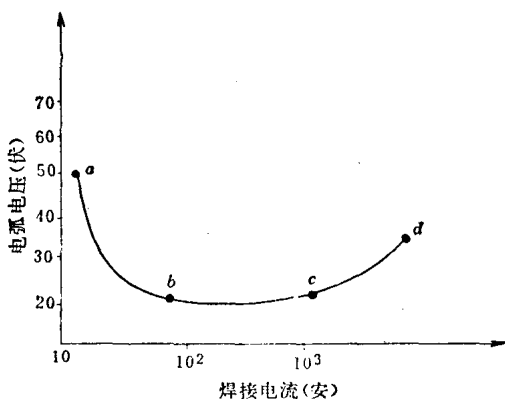


图2-1 焊接电弧的静特性曲线

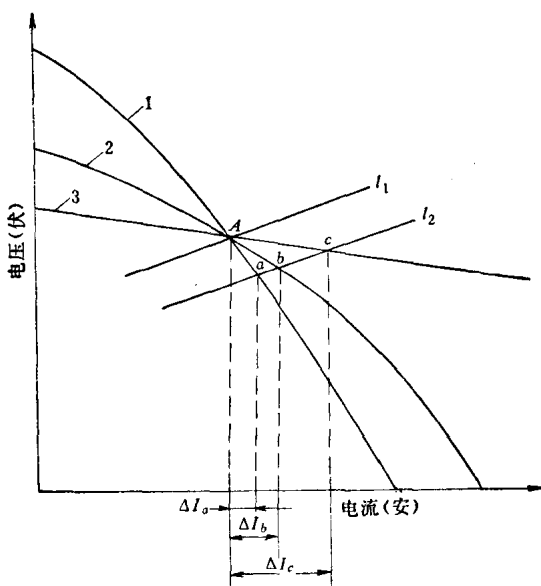


图2-2 电源外特性曲线形状对电弧自身调节作用的影响

1—陡降外特性 2—缓降外特性 3—平硬外特性

在采用三种不同外特性电源时， A 点为三种电源稳定燃烧点，当电弧长度发生变化时（如焊接过程中，钢板凹凸不平或由于操作不稳等），弧长从 I_1 减小到 I_2 时，与三种外特性曲线分别相交于 a ， b ， c 三点。 a 点为使用陡降外特性电源时的电弧稳定燃烧点，此时电流偏离值 ΔI_a 较小，焊接电流变化较小，电弧自动调节作用较差； b 点为使用缓降外特性电源时的电弧稳定燃烧点，此时电流偏离值 ΔI_b 较大，焊接电流变化较大，电弧自动调节作用较强； c 点为使用平硬外特性电源时的电弧稳定燃烧点，此时电流偏离值 ΔI_c 最大，焊接电流变化最大，电弧自动调节作用最强，最灵敏。

三种不同外特性电源其焊接电流变化为 $\Delta I_c > \Delta I_b > \Delta I_a$ 。

综上所述，由于电源外特性的不同，焊接电流的变化值也不一样，因而，焊丝的熔化速度也不相同。为了使电弧具有良好的自动调节作用和保持稳定的电弧电压，目前二氧化碳气体保护焊都采用平硬或上升外特性的焊接电源和等速制给送焊丝。

(二) CO₂电弧的熔化特性

对于不同气体中的电弧，它对焊丝的熔化速度是不一样的，在送丝速度与保证焊丝及时熔化并使电弧长度稳定所需电流的大小之间，存在着一个近似的直线关系，这个关系就是所谓的“熔化特性”，它是在一定的气体中，某种焊丝成分和直径的特性。图2-3为CO₂电弧中几种常用焊丝直径的“熔化特性”曲线。

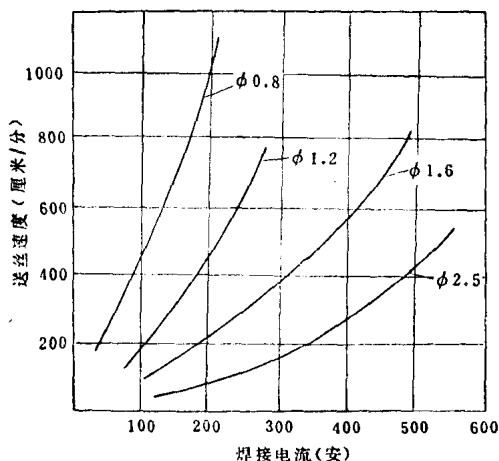


图2-3 CO₂电弧的熔化特性

在熔化极气电焊中，对某一直径的焊丝可以在一个较宽的电流范围内适用，而不像手弧焊那样，采用高一些的电流焊接时，必须使用大直径的焊条。因此，要求焊机的送丝速度可调范围必须足够宽，以保证获得足够宽的电流调节范围。在设计焊机的送丝速度可调范围时，必须参考“熔化特性”这个因素。见图4-5~8。

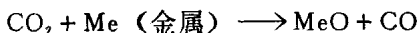
二、焊接过程的冶金特点

(一) 氧化性问题及合金元素的烧损

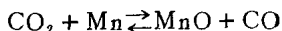
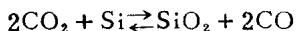
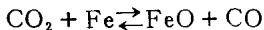
利用 CO_2 做为保护介质，虽然它能有效地防止空气侵入焊接区域，但由于 CO_2 本身是活泼气体，具有一定的氧化性，所以 CO_2 电弧中仍具有氧化气氛。

元素的氧化在 CO_2 保护焊中是通过以下两种途径：

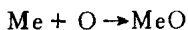
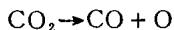
(1) 和 CO_2 直接作用



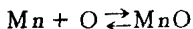
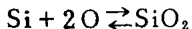
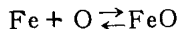
如：



(2) 和 CO_2 高温分解出的原子氧作用



如：



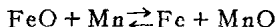
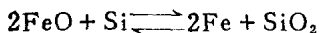
这两种途径在 CO_2 保护焊时都是存在的，主要形式是后者。

在电弧和熔池中的氧化程度是不相同的，有人做了定量

分析,认为 CO_2 的氧化作用在电弧区域中较强,它相当于 $\text{Ar} + \text{O}_2 22.4\%$ 。而在熔池中则较弱,相当于 $\text{Ar} + \text{O}_2 7.2\%$ 。这个特点说明了焊丝向熔池过渡时,受到了剧烈的氧化。

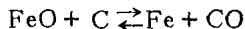
氧化作用的结果必然导致合金元素的烧损,为防止大量 FeO 的生成,保证焊后焊缝的机械性能及防止气孔等缺陷的产生,必须采取相应的冶金措施,通常采用有较高 Mn 、 Si 含量的合金钢焊丝,就可以满足一般的要求。

Mn 、 Si 较 Fe 对氧有较高的亲合力,它们不仅优先于 Fe 被 CO_2 和 O 氧化,减少了 Fe 过多地被氧化,同时,在熔池开始凝固时, Mn 、 Si 对已经被氧化生成的 FeO 起着还原剂的作用,其反应式为:



在焊接过程中, MnO 和 SiO_2 组成的熔渣浮在液态金属的表面,焊缝冷却后变为薄薄的一层渣,覆盖在焊缝表面。

如果焊丝中的 Mn 、 Si 含量不足。则脱氧作用差,那时 FeO 将和金属中的 C 发生作用,生成 CO 和 Fe ,其反应式为:



CO 在熔池凝固时如果来不及析出,则会生成气孔。

焊丝中的 Mn 、 Si 含量充足时, Mn 、 Si 在完成脱氧任务之余,所剩余的量便做为合金元素留在焊缝中,起着提高焊缝的机械性能等作用。

当保护气体、焊丝和母材成分一定时,合金元素烧损的程度与下列因素有关,在拟定焊接工艺选择参数时应引起注意。

(1) 金属与气体作用的温度 金属与气体作用的温度