


实用焊接技术丛书

梁文广 杨颖镇 赵振海 编著

CO₂气体保护焊

CO₂QITIBAOHUHAN

 辽宁科学技术出版社

实用焊接技术丛书

CO₂ 气体保护焊

梁文广 杨颖镇 赵振海 编著
刘政军 高文景 孙文哲 审阅

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

CO₂ 气体保护焊/梁文广, 杨颖镇, 赵振海编著. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 2007.4

(实用焊接技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5381 - 4906 - 7

I. C... II. ①梁... ②杨... ③赵... III. 二氧
化碳 - 气体保护焊 IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 133001 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 12.875

字 数: 330 千字

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2007 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 邹 亮

版式设计: 于 浪

责任校对: 刘 庶

定 价: 22.80 元

联系电话: 024 - 23284372

邮购热线: 024 - 23284502

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http: //www. lnkj. com. cn

前 言

我国的 CO_2 焊接技术是近二三十年才发展起来的焊接方法。它具有焊接质量好、焊接变形小、焊接效率高、节省电能、可以全位置焊、焊接成本低、容易实现自动化等优越性，因而受到工程界的普遍重视。在众多的生产行业和经济部门里得到了极其广泛的应用。

随着科学技术和现代工业的发展，特别是汽车制造、机车车辆、船舶运输、工程机械、发电锅炉、化工设备等工业部门，在要求焊接高质量的同时，迫切要求提高焊接生产率，降低焊接成本，实现焊接过程的机械化和自动化，这恰恰适应了 CO_2 焊接的技术特点，所以，这些部门的 CO_2 焊接技术和应用发展迅速。

由于科技的发展， CO_2 焊接技术的内涵也在不断地丰富和提高。如 CO_2 焊接发展的初期， CO_2 焊机使用的是硅整流弧焊电源，而现在已经使用半导体元件的晶闸管整流电源或逆变器整流电源，使 CO_2 弧焊电源发展了两代产品。再如 CO_2 焊丝，现在又发展了药心焊丝， CO_2 气体也出现了混合气体等。

在科技不断发展的今天，我国的广大焊接技师和焊工师傅们在提高 CO_2 焊接技艺的同时，普遍要求在 CO_2 焊接的知识和理论方面亦应得到不断的充实和提高。

为此，我们编著了这本《 CO_2 气体保护焊》，为 CO_2 焊接实用技术的普及和 CO_2 焊接基础知识的提高贡献微薄之力。

本书的内容包括以下三部分。

1. 从构成 CO_2 焊接的基本要素入手，简明地讲解 CO_2 焊接的基本原理； CO_2 焊接优越性和不足之处等，以使读者容易掌握

CO₂ 焊接的基础知识。

2. 从 CO₂ 焊机的结构入手，较详细地讲述 CO₂ 焊机的原理及焊机的焊枪、送丝机、送气系统、弧焊电源和控制系统等部件的结构及电路分析，以使读者了解 CO₂ 焊机的原理、结构和电路。

3. 从阐述 CO₂ 焊接工艺参数入手，归纳了 CO₂ 焊接方法的操作要领、焊接缺陷及应用实例，以求达到使读者能开扩视野、加深对 CO₂ 焊接技术的理解、提高技艺和焊接质量的目的。

本书由梁文广、杨颖镇、赵振海编著，刘政军、高文景、孙文哲审阅。参加本书编写工作的还有孙宝库、尹亦君、于丛娟、俞勤、刘长军、梁晶、张森岩、梁开亮等同志。

由于时间仓促和水平所限，书中内容错误和疏漏，恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

前言

第一章 CO ₂ 焊接概论	1
第一节 CO ₂ 焊接原理	1
一、基本原理	1
二、CO ₂ 焊接的构成基本要素	2
三、CO ₂ 焊接保护气罩	3
四、罩内气体高温氧化性很强	4
五、CO ₂ 焊接使用普通焊丝有三大技术弊病	5
六、CO ₂ 焊接必须使用 CO ₂ 焊丝	7
第二节 CO ₂ 焊接熔滴过渡	7
一、熔滴过渡过程受力分析	7
二、CO ₂ 焊接的三种熔滴过渡形式	15
三、CO ₂ 焊接熔滴过渡形式的转化	24
第三节 CO ₂ 焊接金属飞溅	25
一、CO ₂ 焊接飞溅及其产生的原因	25
二、CO ₂ 焊接飞溅的危害及降低飞溅的措施	28
第四节 CO ₂ 焊接气孔	31
一、CO ₂ 焊接气孔产生的原因	31
二、CO ₂ 焊接气孔防止措施	34
第五节 CO ₂ 焊接方法的特点	35
一、CO ₂ 焊接方法的优越性	35
二、CO ₂ 焊接方法的不足之处	40
第六节 CO ₂ 气体保护焊分类	42

第二章 CO₂ 焊机	44
第一节 对 CO₂ 焊机的要求及焊机的构成	44
一、CO ₂ 焊接工艺对 CO ₂ 焊机的要求	44
二、CO ₂ 焊机的基本构成	45
第二节 CO₂ 焊机的基本分类	47
第三节 CO₂ 焊机型号及焊机标牌上的术语	52
一、国产 CO ₂ 焊机的型号	52
二、焊机标牌上术语的技术含意	55
第三章 CO₂ 焊枪	61
第一节 CO₂ 焊枪的功能及结构分析	61
一、CO ₂ 焊枪的功能	61
二、CO ₂ 焊枪的结构分析	62
第二节 当前普遍应用的 CO₂ 半自动焊枪	67
一、手枪式 CO ₂ 半自动焊枪	67
二、鹅颈式 CO ₂ 半自动焊枪	69
三、CO ₂ 焊枪的易损件	72
第四章 CO₂ 弧焊电源	76
第一节 CO₂ 电弧电特性及对电源的要求	76
一、CO ₂ 电弧的电特性	76
二、CO ₂ 焊接对电源性能的要求	84
第二节 CO₂ 弧焊电源	89
一、概况	89
二、抽头式硅整流 CO ₂ 弧焊电源	90
三、晶闸管整流式 CO ₂ 弧焊电源	96
四、逆变器式 CO ₂ 弧焊电源	102
第五章 CO₂ 焊机送丝机构	115
第一节 CO₂ 送丝机的工作原理、送丝方式和性能参数	115

一、CO ₂ 焊接对送丝机的要求	115
二、CO ₂ 焊接送丝原理及方式	117
三、CO ₂ 焊接送丝机类型及性能参数	122
第二节 CO ₂ 半自动焊推丝送丝机	125
一、送丝机的核心机械	126
二、送丝电动机（印刷直流电动机）	127
三、送丝滚轮	130
四、焊丝盘的阻尼转轴	131
第六章 CO₂ 焊机供气系统	133
第一节 CO ₂ 供气系统	133
第二节 供气装置器件	134
一、CO ₂ 气瓶	134
二、预热器	136
三、减压器	137
四、流量计	139
五、气路系统组合器件	140
六、干燥器	142
七、预热—干燥组合器件	143
八、电磁气阀	143
九、混合气体配比器	145
第七章 CO₂ 焊机控制系统	147
第一节 CO ₂ 焊接基本要素的控制	148
一、CO ₂ 气体的控制	148
二、弧焊电源的控制	149
三、送丝电动机的控制	150
四、CO ₂ 自动焊小车的控制	159
第二节 CO ₂ 焊接过程程序控制	159
一、CO ₂ 焊接程序控制	159
二、CO ₂ 焊接过程中延时控制	161

三、CO ₂ 焊机的引弧控制	163
第三节 增加焊机功能的控制	167
一、焊接电流的衰减控制	167
二、CO ₂ 焊机的去球电路	168
第四节 焊机保护电路	171
一、焊机过载保护电路	171
二、缺相保护电路	173
第五节 NBC - 250 型抽头式推丝 CO ₂ 半自动焊机	
电路分析	175
一、概述	175
二、焊机电路分析	176
第六节 NBC - KR 系列晶闸管整流式推丝 CO ₂ 半自动焊机	
电路分析	181
一、概述	181
二、焊机电路分析	182
第八章 CO ₂ 焊接消耗材料	204
第一节 CO ₂ 气体	204
一、CO ₂ 气体的性质	204
二、CO ₂ 气体纯度对焊接质量的影响	205
三、对 CO ₂ 气体纯度的要求	207
第二节 CO ₂ 焊丝	208
一、CO ₂ 焊丝综述	208
二、我国碳钢 CO ₂ 焊丝的型号	212
三、我国碳钢 CO ₂ 焊丝的产品牌号	223
第九章 CO ₂ 焊接工艺规范参数	226
第一节 CO ₂ 焊接工艺参数	226
一、焊丝直径	228
二、焊接电流	230
三、电弧电压	233

四、焊接速度	234
五、气体流量	235
六、干伸长度	237
七、电弧极性	239
八、焊接回路电感	241
九、焊枪倾斜角度	243
十、焊枪喷嘴高度	244
十一、CO ₂ 焊接各种工艺参数的影响	246
第二节 CO₂ 焊接工艺规范参数的选择	246
一、选择和确定焊接工艺参数的原则	246
二、选择和确定焊接工艺参数的程序	247
第十章 CO₂ 半自动焊操作技术要领	253
第一节 CO₂ 半自动焊操作技巧分类	253
第二节 CO₂ 焊接手持焊枪的基本要领	255
第三节 CO₂ 焊接基本操作要领	257
一、CO ₂ 焊接的起弧	257
二、CO ₂ 焊接的收弧技术	264
三、CO ₂ 焊接焊缝的接头技术	267
第四节 CO₂ 焊接技巧要领	268
一、平板对接平焊的技术要领	268
二、平板对接立焊的技术要领	273
三、平板对接仰焊的技术要领	275
四、平板对接横焊的技术要领	276
五、水平固定管对接件单面焊双面成形的技术要领	278
六、水平旋转管件的焊接要领	282
第十一章 CO₂ 焊接实例	283
第一节 箱形结构件的 CO₂ 焊接实例	283
一、内燃机车车体蒙皮的 CO ₂ 半自动焊接	283
二、车辆转向架的 CO ₂ 半自动焊接	284

三、起重机箱形梁的 CO ₂ 焊接	286
四、8 吨汽车起重机箱形吊臂的 CO ₂ 自动焊接	287
五、5 吨铁路集装箱的 CO ₂ 半自动焊接	288
第二节 容器及管类结构件的 CO ₂ 焊接实例	290
一、汽车后桥桥壳总成的 CO ₂ 自动焊接	290
二、汽车贮气筒的 CO ₂ 自动焊接	291
三、氟利昂 -12 钢瓶的 CO ₂ 气体保护焊	294
四、皮带运输机托辊的 CO ₂ 自动焊	295
五、锅炉鳍片管的 CO ₂ 半自动焊	296
第三节 刚性构件的 CO ₂ 半自动焊实例	297
一、钢轨对接的 CO ₂ 半自动焊	297
二、3 吨模锻锤砧座燕尾槽裂缝的 CO ₂ 半自动焊接修复	301
第四节 铸铁结构件的 CO ₂ 焊接修复实例	303
一、大型铸铁齿轮大面积铸造缺陷的 CO ₂ 半自动焊堆焊修补	303
二、大型球磨机筒体裂纹的 CO ₂ 焊接修复	305
第五节 异质材料 CO ₂ 焊接实例	310
第十二章 CO₂ 焊接技术的新发展	312
第一节 混合气体保护焊	312
一、混合气体保护焊的优越性	312
二、混合气体保护焊的熔滴过渡形式	316
三、混合气体成分对焊接的影响	318
四、混合气体保护焊的设备及工艺	324
第二节 双层保护气流焊接法	330
第三节 药芯焊丝气体保护焊	333
一、药芯焊丝气体保护焊特点	334
二、药芯焊丝气体保护焊设备	335
三、药芯焊丝气体保护焊工艺参数	336
第四节 双丝双弧高速焊接法	338
一、单导电嘴双丝高速焊	338

二、双导电嘴双丝高速焊	339
第五节 双丝单弧高熔敷率堆焊法	342
第六节 脉冲电流熔化极气体保护焊	343
一、熔化极脉冲气体保护焊工艺特点	343
二、熔化极脉冲气体保护焊工艺规范参数	345
三、脉冲熔化极氩弧焊的应用	347
第七节 陶瓷衬垫气体保护焊	350
一、陶瓷衬垫焊接原理	350
二、陶瓷衬垫的种类	351
三、陶瓷衬垫的配套件	351
四、陶瓷衬垫的焊接规范	351
第八节 水冷滑块强制成形立焊法	352
一、单面水冷滑块焊法原理	352
二、双面水冷滑块强制成形焊法	356
第九节 窄间隙混合气体保护焊	358
一、窄间隙焊法原理	358
二、窄间隙焊法特点	359
三、两种窄间隙焊法及细丝窄间隙焊法送丝方式	360
第十节 CO ₂ 电弧点焊	362
一、CO ₂ 电弧点焊原理	363
二、CO ₂ 电弧点焊定时电路	364
三、CO ₂ 电弧点焊的焊接工艺规范	366
第十三章 CO ₂ 焊接缺陷	367
第一节 焊缝的外部缺陷	367
一、焊缝形状尺寸超差	367
二、弧坑	368
三、烧穿	369
四、咬边	370
五、焊瘤	370

六、飞溅过大	371
第二节 焊缝内外部均可产生的缺陷	372
一、未焊透	372
二、气孔	374
三、夹渣	375
四、裂纹	376
第十四章 CO₂ 焊接安全技术	379
第一节 CO ₂ 焊接区域对人体的危害	379
一、CO ₂ 焊接会产生有害气体和烟尘	379
二、CO ₂ 电弧会产生强烈的紫外线辐射	387
三、金属飞溅烫伤及火灾	389
第二节 CO ₂ 焊接应采取的防护措施	389
一、焊工个人的身体防护	389
二、通风设备	393
参考文献	396

第一章 CO₂ 焊接概论

第一节 CO₂ 焊接原理

一、基本原理

CO₂ 焊接与手弧焊、埋弧焊、氩弧焊方法一样，都是电弧焊接大家族的一员。CO₂ 焊接是一种成熟的焊接方法。

CO₂ 焊接方法的原理见图 1-1。

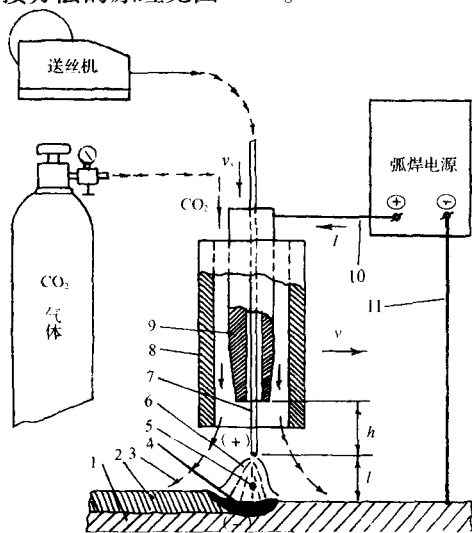


图 1-1 CO₂ 焊接原理示意图

1. 母材 2. 焊缝 3. CO₂ 气流 4. 熔池 5. 熔滴 6. 电弧 7. 焊丝 8. 喷嘴 9. 导电嘴 10. 焊接电缆 11. 地线电缆 l . 弧长 h . 焊丝干伸长 v . 焊接速度 v_s . 焊丝送丝速度

如图所示，保护气体 CO_2 从供气系统出来，经管路进入枪体，从喷嘴 8 喷出，形成一个连续而稳定的 CO_2 保护气罩，笼罩着从喷嘴到焊件这一段空间，将此处空气排走，从而保护着气罩内的焊丝、熔滴、电弧、熔池和刚刚凝固而成的焊缝。

CO_2 焊接的直流弧焊电源的正极输出端电缆线 10 接在焊枪的导电嘴上，使焊丝末端成为电弧的正极。电源的负极输出端由地线电缆 11 接在焊件（母材）上，熔池就成为电弧的负极。这样，从电源的 \oplus → 电缆 10 → 导电嘴 9 → 焊丝 7 → 电弧正极（+）→ 电弧 6 → 熔池 4（即电弧的负极）→ 母材 1 → 地线电缆 11 → 电源的 \ominus ，构成一个从电源到负载（电弧）的完整的闭合电路——焊接电路。

CO_2 焊接时，焊丝末端受电弧热的作用而熔化，形成熔滴 5，落入熔池 4，凝固而成焊缝 2。

CO_2 焊接时，焊丝从送丝机中被送丝辊轮挤压着送入导电嘴 9，带电之后向电弧输送，焊丝不断地被电弧熔化，又不断得到补充，从而使电弧长度保持相对稳定。焊丝不断地熔化成熔滴溶入熔池，凝固形成焊缝。

二、 CO_2 焊接的构成基本要素

从图 1-1 及其分析中可知，构成 CO_2 焊接必须有以下四个基本要素。

- ① CO_2 保护气体，形成保护气罩。
- ② 直流 CO_2 焊接电源，构成闭合焊接回路。
- ③ 焊丝连续向电弧区均匀输送。
- ④ 焊枪沿着待焊的对缝均匀移动。

由焊工手持焊枪移动的焊接为 CO_2 半自动焊，由机械使焊枪移动的焊接称为 CO_2 自动焊。

三、CO₂ 焊接保护气罩

1. CO₂ 保护罩的建立

CO₂ 焊接使用的焊枪前端喷嘴是专门制造的，它能拢住喷出的 CO₂ 气流，在喷嘴前到焊件表面的焊接区域形成一个严实的保护气罩。见图 1-2。

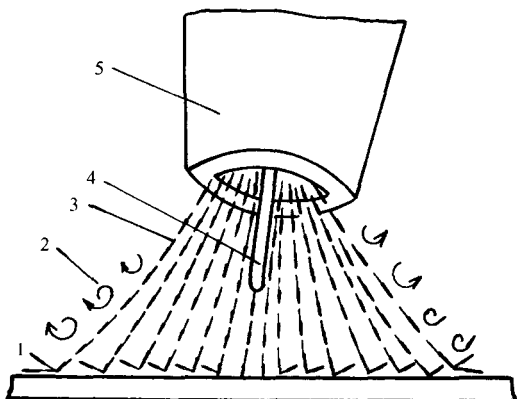


图 1-2 CO₂ 保护气罩

1. 母材 2. 被排开的空气流 3. 形成保护气罩的 CO₂ 气流
4. CO₂ 焊丝 5. CO₂ 焊枪喷嘴

空气中含有氮、氧、氢等对焊接有害的气体，它们能否渗入到 CO₂ 气罩内去危害焊接呢？回答是不会的。原因是：

①CO₂ 保护气流可以调整到大于周围空气流动的流量从喷嘴向外喷射。

②CO₂ 气体的密度大。从表 1-1 可见，它是空气密度的 1.53 倍，是 O₂ 的 1.38 倍，是 H₂ 的 22.20 倍，是 N₂ 的 1.58 倍，比任何有害气体的密度都大，所以，CO₂ 气体排斥其他气体的能力很强。

③CO₂ 焊接时，保护气罩内的电弧高温，使 CO₂ 发生分解反应。

表 1-1 CO₂ 与诸气体的密度

气体种类	空气	CO ₂	O ₂	H ₂	N ₂	Ar
密度 (0°C, 1atm) (kg/m ³)	1.293	1.976	1.428	0.089	1.250	1.782



结果是一个 CO₂ 气体分子，变成一个 CO 气体分子和半个 O₂ 气体分子。若 CO₂ 气体充分分解的话，将使罩内气体体积增大了半倍。使保护气罩内的气体更充实、更紧密，保护效果会更好。

2. CO₂ 焊接时气罩可有效地施行保护

在焊接电弧未引燃之前，CO₂ 气流首先从喷嘴流出，先建立起保护罩，然后才可焊接。当电弧停止时，CO₂ 气流要延迟一段时间，等焊接结束之后再关闭气流，使 CO₂ 气罩能在整个焊接过程中起到保护作用。

四、罩内气体高温氧化性很强

CO₂ 气罩内，在电弧的高温下，有 40% ~ 60% 的 CO₂ 会按反应方程式 (1-1) 分解，如图 1-3 所示。

分解产物 O₂ 要进行氧化作用时，是以单原子 O 的形式存在的，即



因此，在有电弧时，CO₂ 气罩内不是单一的 CO₂ 气，而是 CO₂、

CO、O₂ 和 O 的混合物，如图 1-4 所示，CO₂ 有很强的氧化性。越靠近电弧，温度越高，分解产物 O、O₂、CO 的浓度越高；而

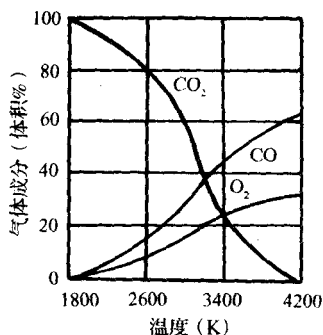


图 1-3 CO₂ 高温分解产物