

Z
N 7932

二氧化碳气体保护焊

华北地区经验交流会资料选编



5

天津市科学技术交流站
天津市焊接研究所

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

要认真总结经验。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

一、综述与专题评述

国内外二氧化碳气体保护焊接情况简介.....	(1)
粗丝二氧化碳气体保护焊在生产中的应用.....	(14)
二氧化碳气体保护焊焊接电源概况.....	(32)
CO ₂ 弧焊设备制造及焊接工艺实验总结.....	(45)
二氧化碳气体保护焊在船舶方面的应用与看法.....	(97)
越野车轮二氧化碳多头焊接自动线调整小结.....	(108)

二、试验研究

φ1.6毫米焊丝半自动二氧化碳气体保护焊试验总结.....	(119)
ZG20GMo·ZG20CrMoV珠光体耐热钢的CO ₂ 熔化极保护焊试验.....	(137)
CO ₂ 气体保护自动焊管机及工艺试验.....	(140)
二氧化碳气体保护焊引入纵向磁场的试验.....	(147)
粗丝(φ3) CO ₂ 气体保护单面焊双面成型工艺试验小结.....	(157)
内园柱面CO ₂ 气体保护自动立堆焊试验小结.....	(166)
短路频率计介绍.....	(175)

B412/20



A842119

三、焊接设备

CO ₂ 气体保护焊设备—电源初步小结	(177)
GD—300二氧化碳气体保护半自动电弧焊机试制总结	(193)
粗丝CO ₂ 气体保护半自动焊机	(204)
GD—150型二氧化碳气体保护半自动电弧焊机	(221)
400 A 推丝式二氧化碳气体保护半自动焊机电源制作小结	(227)
GD—200型二氧化碳气体保护半自动电弧焊机	(233)
GD—300二氧化碳气体保护半自动电弧焊机	(236)
GD—500型整流器试直流弧焊机	(245)
四头CO ₂ 气体保护自动焊接机床总结	(252)
粗丝500 安培 CO ₂ 气体保护焊机总结	(283)
细丝焊CO ₂ 气体保护半自动焊机	(291)
CO ₂ 气体 保护焊焊枪	(294)
GDB—2×500型CO ₂ 气体保护汽车轴管方孔臂双头自动电弧焊机	(297)
GDC—2×500型 二氧化碳气体保护汽车传动轴双头自动电弧焊机	(307)
GDF—500型 二氧化碳气体保护汽车轴管法兰自动弧焊机	(312)
GD—300W型二氧化碳气体保护焊机的设计试制	(322)

四、焊接工艺及应用

CO ₂ 气体保护焊在 BJ—130 卡车车架上的应用	(330)
二氧化碳焊接技术的应用简况	(334)
二氧化碳气体保护焊在螺旋制罐机上的应用	(337)
机车车辆轴颈CO ₂ 气体保护自动堆焊	(345)
CO ₂ 气体保护自动焊在贮气筒上的应用	(351)
二氧化碳气体保护焊在车辆生产上的应用	(356)
外园环形面及一般厚板的 CO ₂ 气体保护自动焊小结	(360)
CO ₂ 气体保护焊在 ϕ 529, ϕ 720 螺旋管上的应用	(368)
二氧化碳气体保护焊的应用—焊接螺旋板换热器两侧通道	(379)
自动二氧化碳 气体保护焊在810 拖车前后桥焊接的应用	(381)
CO ₂ 气体保护焊在石油管道焊接施工中的试用小结	(385)
CO ₂ 气体保护焊	(388)

国内外二氧化碳气体保护

焊接情况简介

一、国外的二氧化碳气体保护焊概况

一、国外CO₂气体保护焊应用的一般情况

CO₂气体保护焊是五十年代初期发展起来的一种先进的焊接技术，廿年来它已发展成为一种重要的熔化焊接方法。在一些主要的工业国家中，它占有了足以与埋弧焊和手弧焊相抗衡的地位。之所以如此，主要是因为CO₂气体保护焊具有比其他电弧焊更大的适应性、更高的效率、良好的经济性和优良的接头质量。早在1963年，英国对CO₂气体保护焊风行一时，得到普遍推广。又例如丹麦有一家船厂，在试用CO₂气体保护焊的过程中，对其效率和质量与手工焊进行比较后，一下子添置了30多台CO₂半自动焊机，又例如日本近年来，在各种金属制造业中，CO₂气体保护焊的应用日益广泛。据不完全统计，1971年日本的CO₂气体保护焊丝，用量为34323吨，比1970年增加6.5%，而其他焊接方法的用料，却普遍减少。在CO₂设备方面，仅半自动焊机1971年制造了10520台，今后还有继续增加的趋势。苏联在船舶制造中，用CO₂垂直自动焊焊接厚度为8~20毫米的低合金钢板，据称焊缝外观比手工焊美观光滑，在7级风力下也能保证焊接质量，效率也很高，使用这种方法，装置时间为手工焊的50——55.6%，焊接时间比手工焊快3~4倍。英国使用粉芯焊丝的CO₂气体保护焊，焊接角焊缝，由于熔深大，焊接速度是埋弧自动焊的一倍半。

目前，国外如美国、英国、日本、瑞典、苏联、西德、西班牙和法国等国已把CO₂气体保护焊应用于汽车工业（包括汽车、拖拉机、起重吊车等）、采煤工业（如截煤机、支撑横梁等）、推土机设备（推土机、铲土机、牵引机）、机车制造、船舶制造、管道制造、农业机械、金属结构制造、各种压力容器、金属加工机械的生产等。无论是采用短路过渡、射流过渡还是点焊，CO₂焊接均广泛地代替了氧——乙炔及手工电弧焊方法，在某些情况下，也用这种方法来代替埋弧焊及接触点焊。在很多焊接工作中，只有采用这种快速的，适应性更大的方法才能获得经济的生产。例如：法国农机制造业中的手工焊比重在1969年已下降到10%，而CO₂气体保护焊的比重增加到48~70%。据资料介绍，日本的机车制造中，以CO₂气体保护焊为中心，向自动化方向发展，自动化率已达60~70%以上。英国采用CO₂气体保护的点焊，焊接汽车刹车闸瓦的垫板，焊缝强度比接触点焊的高，CO₂气体保护焊国外还用于焊补铸钢件和堆焊磨损另件等方面。

一些国家的气体保护焊在焊接生产中所占的比例见表1。

表 1：气体保护焊在焊接生产中所占比例（%）

国 名	美 国	苏 联	西 德	意 大 利
年 度	1967	1969	1971	1972
比例(%)	23.3	20.3	33.0	29.3

在气体保护焊中，CO₂ 焊接又居首位，见表 2，由此可以推论国外CO₂ 气体保护焊所占的大概比例。

表 2：西德1971年气体保护焊中各种工艺方法所占比例（%）

生 产 领 域	气 体 保 护 焊			
	非熔化极惰性气体	熔化极惰性气体	CO ₂ 气体	等 离 子
设备装置、储罐、管道	39	11	49.6	0.4
钢 结 构、桥 梁	6	10	84	—
机 器 结 构	13	10	76.8	0.2
汽 车 业	6	10	84	—
	5	7	88	—
造 船	26	12	62	—
航 空、火 箭	78	21	可略	1

CO₂ 气体保护焊的明弧和不存在清渣等特点，有利于实现焊接过程的机械化和自动化。在使用CO₂ 气体保护焊比重较大的国家，相应的焊接机械化和自动化的水平也比较高。例如西德1971年在汽车制造方面，由于CO₂ 气体保护焊所占的比例最大(见表 2)，其机械化程度也最高，达56%。

从目前资料看，用CO₂ 气体保护焊所能焊接的金属厚度范围比较大。它不仅能成功地焊接薄板结构，而且可以焊接中等厚度和大厚度的钢板，甚至可以和电渣焊相比美。目前，美国、日本焊接钢材的厚度已达152毫米以上，据认为窄间隙CO₂ 气体保护焊可以焊接的最大厚度，理论上不受到限制。英国采用粉芯焊丝的CO₂ 气体保护焊，焊接了厚度为75毫米的钢件。对中等厚度的构件，CO₂ 气体保护焊在国外也能胜任。国外某公司采用CO₂ 焊接25毫米钢板制造钢烟囱时，与手工焊相比较，CO₂ 焊接所用的总焊接时间节省了四倍。

从可焊的材料种类看，CO₂ 气体保护焊不仅能成功地焊接普通碳素钢，也能焊接低碳钢和高强度合金钢，甚至可以焊接不锈钢、耐热高合金钢和镀层钢。例如英国、日本用特殊CO₂ 气体保护焊焊接50公斤、60公斤和80公斤级的高强度结构钢。苏联用CO₂ 气体保护焊在生产中焊接Cr13 不锈钢，并经试焊成功的钢种如 14Cr5Si, 15MnSi, 15CrMoAl, Cr18Ni12Mo3Ti, Cr17, 34CrMo 1Cr18Ni3Mn等近廿种合金钢，英国用含铈的18—8不锈钢焊丝焊接奥氏体不锈钢，代替了钨极氩弧焊，不仅提高了焊接质量，还增加产量25%，美国用 CO₂ 粉芯焊丝的方法研究了Cr—Mo、Cr—V、Ni—Cr—Mo、

Mn—Ni—Cr—Mo 等合金钢的焊接试验，获得良好结果，此外，国外还用CO₂气体保护焊焊接镀锌低碳钢板和渗铝低碳钢板以及一些铝合金等。

二、用于CO₂气体保护焊的焊丝

按CO₂气体保护焊使用的焊丝，可分为裸焊丝（非粉芯）和粉芯焊丝两种。裸焊丝按其直径粗细分为细焊丝（直径1.2毫米以下）和粗焊丝（直径1.6毫米以上）

在已见资料中，国外应用较多的焊丝直径为0.8毫米，1.2毫米，1.6毫米和2.4毫米等，其应用规格为：0.5，0.8，0.9，1.0，1.2，1.4，1.6，2.0，2.4毫米。苏联曾研究过粗丝最大直径为3~5毫米。

焊接薄板轻型部件，一般用直径0.8、0.9毫米细丝，采用短路过渡法焊接。板厚大于9毫米时，则开始由Φ1.2毫米焊丝，采用喷射过渡法焊接。英国曾使用Φ1.2毫米焊丝焊接原子反应堆导管组件，直径178毫米铸件和直径102毫米的钢管，施焊6层焊道。目前国外普遍采用的是CO₂细焊丝。因为细焊丝的设备轻便、操作方便、焊接变形小、焊接质量好，更重要的是能对低合金高强度钢进行全位置焊，并且焊缝韧性良好。

粗丝CO₂气体保护焊具有生产率高、原料成本低、容易实现焊接过程机械化和自动化等优点。但一般只用于平焊，而且设备装置大。国外有些国家已有这方面的试验和应用，例如苏联在汽车轮壳自动生产线上已采用焊丝直径为3~5毫米的粗丝CO₂气体保护焊工艺。其劳动生产率高，经济效果显著。

CO₂气体保护焊所用焊丝的化学成分随着所焊材料不同而变化。对焊接碳素钢，一般采用08Mn2Si和10MnSi焊丝，美国还研究了一种所谓脱氧焊丝，焊丝中含有Mn、Si之外，还有Al、Ti或Zr等。英国还使用含铌作稳定剂的光焊丝，采用短路过渡的单层焊，获得焊接不锈钢的优质焊缝。它与传统的焊接方法比较速度较快，也较经济。苏联在焊接cr13不锈钢时，使用了含Ti作脱氧剂的cd——08×14T焊丝。

国外使用粉芯焊丝的CO₂气体保护焊是属于气渣联合保护的一种形式。它由比利时阿尔柯斯（ARCO S）公司于1937年发明的。但是直到五十年代末期才开始在生产上应用。由于CO₂粉芯焊丝的优越性，几年之内就获得了很大发展。例如美国在1962年粉芯焊丝年生产量为450吨，到1965年猛增到13500吨。苏联、日本及西欧各国的粉芯焊丝也发展极快。日本到1962年用于粉芯焊丝的半自动CO₂气体保护焊焊机达250台，占全部半自动CO₂气体保护焊机总台数（1280台）的1/5。近年来的应用更为广泛，有的国家粉芯焊丝的产量甚至比光焊丝还大。

粉芯焊丝是由08A的薄钢带，包有适量的熔剂芯（它的作用是提供保护渣、使焊缝金属脱氧净化、提供合金化材料及稳弧等），经轧制而成。焊丝的断面有梅花形、折叠形和圆形等各种形状。这种方法适应性较强，能根据不同的钢材，配合不同的熔剂用于焊接和堆焊各种合金钢，甚至焊补铸铁。粉芯焊丝改善了焊缝的成形，减少飞溅，并可向焊缝中过渡所需要的合金元素，是一种有发展前途的高效率的焊接方法。这种方法在国外多用于合金钢的焊接和重型结构中。例如美国某公司的推土机部件的焊接工作中有90%采用CO₂粉芯焊丝焊接，该公司每星期消耗1800公斤光焊丝和7248公斤粉芯焊丝。粉芯焊丝允许采用大电流，溶敷率高。由于溶深大，对角焊缝可减少焊脚高度1.6毫米而不降低焊缝强度。国外用CO₂粉芯焊丝来焊接厚板，焊接过程与电渣焊相同，一道就能焊成。这种方法的特点是效率高，焊接接头性能好，没有咬边、烧穿和熔化不均等缺

陷，已在造船中广泛应用，其费用只有半自动焊的一半。

国外使用的粉芯焊丝直径一般为：1.6，2.4，2.8，3.2毫米等。日本爱知工业公司生产了卅余种粉芯焊丝。

近年来，国外还发展了一种活化处理的焊丝。所谓活化处理，即在焊丝的外表面，涂一层硷金属、硷土金属或稀土金属的化合物来提高焊丝发射电子的能力，借以稳定焊接过程，调整焊接金属过渡方式，减少飞溅和改善焊缝成型。

例如日本研究出，在焊丝表面涂微量的铯（Cs）的盐类，其铯的含量只占焊丝重量的十万分之几，即可大大降低 CO_2 保护焊从粗熔滴转变到细熔滴过渡（喷射过渡）的临界电流。若与铯盐同时加入钾或钠的盐类，则效果更为显著。涂层中，钾或钠的原子与铯的原子比值以1：1时最佳。利用这种焊丝可以在正极性时获得稳定电弧。因此可以适当拉长电弧，改善焊缝形状。

国外 CO_2 焊接用的实芯焊丝（光焊丝）和粉芯焊丝种类较多。日本的焊丝分类较细。低碳钢和50公斤/毫米²高强钢用的焊丝有七种；60~70公斤/毫米²级高强钢用的焊丝有三种；Cr—Mo钢用焊丝4种；供 CO_2 和 O_2 气体保护专用焊丝二种；供短弧 CO_2 焊接用焊丝6种；用于磁性焊剂 CO_2 保护焊用焊丝6种，共计28种。1971年生产 CO_2 气体保护焊用焊丝34000吨，今后仍有增加的趋势。

近年来，国外还利用碱性焊条和 CO_2 粗丝一起进行焊接厚板或角焊缝。这种方法在日本称为Now焊法，是在坡口中放置一根（或多根）焊条，下面装焊药垫，利用 CO_2 气体保护焊熔深大的特点，把焊条连同母材一起熔化，提高了焊接生产率，同时发挥了焊条熔渣保护的特点，改善了焊缝金属质量和焊缝的表面成形。焊缝的冲击韧性高于 CO_2 气体保护焊，美国等国家采用类似的方法还可进行横焊和立焊。这种方法一般总称“窄间隙焊接”。利用这种窄间隙 CO_2 （或 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ ）气体保护焊可以焊接各种厚度的钢件，甚至可焊几百毫米厚度的钢件。这种方法在美、日等国造船业，应用较多。

最近几年，国外还研究出一种带有铝合金涂层的08焊丝。利用这种焊丝进行 CO_2 气体保护焊，电弧稳定，以大熔滴过渡而飞溅很小，焊缝成型良好，焊缝表面有薄层溶渣，用刷子轻轻一刷就可去掉，焊缝的机械性能和08Mn2Si焊丝焊时差不多。这种焊丝储存时能耐腐蚀，能提高堆焊生产率，而且这种焊丝的成本比08Mn2Si焊丝便宜约30%。这种焊丝的制作是将08焊丝在790℃左右浸入铝合金液体中2~2.2秒而成，使焊丝表面涂敷0.01~0.02毫米的厚度。这种铝合金的成分是：0.52%Mn，8.18%Si，1.81%Cu，0.45%Mg，0.24%Zn，其余为铝，熔池的脱氧及渗合金都依靠铝合金涂层中的合金元素来实现。通过调整合金成分获得需要的焊缝质量及控制熔滴过渡的性质。

三、 CO_2 气体保护焊的保护气体及保护方式

CO_2 气流在焊接过程中的作用，主要是机械隔离空气（ O_2 、 N_2 ），不使侵入熔池中。据日本学者的研究证明， CO_2 气体的纯度特别是水分的含量对焊缝的机械性能起着较大的影响。例如同样是大于99.5%纯度的 CO_2 气体，用其中含水量小于0.005%和0.05%的 CO_2 气施焊后，前者焊缝的塑性比后者要好；后者易于出现气孔。对于 CO_2 气体的纯度，日本（美、法等国也如此）在1964年前大于99.5%，而最近几年日本要求为99.8%。

CO_2 气体保护焊所用的气体，除了使用纯度较高的 CO_2 气外，还采用了联合保护气体，如还加入少量的高纯度氧（ O_2 ）或氩（Ar）气等。在 CO_2 中加入少量氧，能改善焊

缝成型，提高焊缝金属的质量（提高冲击韧性和延伸率，减少气孔和夹渣），效率比CO₂焊更高，成本更低。在生产中，苏联加入的氧为4~5%，英国约25%，一般都在4~30%之间。据日本资料研究表明：CO₂中加入少量O₂（称为炭关法）后，由于氧的存在，便于溶滴的“敲碎”，即使溶滴过度变为喷射过度，可以稳定电弧，减少飞溅，改变溶池中脱氧物的组成，使之易于上浮。这种方法不仅可以应用于低碳钢的焊接，而且可用于合金高强度钢的焊接。CO₂与O₂之比例、随所焊钢材及焊丝成分不同而变化。

除在CO₂中加O₂外，国外还使用了CO₂与Ar或He（氦）的联合保护（日本称为西哥玛法）。这种方法可以进行铝、铜及不锈钢的焊接。在CO₂中混入Ar气的比例，视所焊钢材而定。有CO₂与Ar各50%的，也有Ar气占75~80%的。例如国外使用CO₂和Ar各50%的气流保护，进行厚板窄间隙的焊接法。焊接板厚50毫米的钢材，质量良好。这种方法的优点是：对接接头不开坡口，可一道焊成（使用3.2毫米直径的焊丝）电弧十分稳定，焊缝质量优良无缺陷，减少了填充金属量，焊接输入热量少，变形小，并且可以进行全位置焊接。这种方法已在几种碳钢、低合金钢和铝合金上成功地应用。

国外近年来还发展了用双层气流保护的方法。例如英国的双气流保护法，内层气流用Ar（或Ar+O₂）气，外层气流用CO₂。这种方法是在CO₂加粉芯焊丝的基础上发展起来的。因为CO₂加粉芯焊丝的熔剂量受焊丝直径的限制，为了不加大焊丝直径，弥补熔渣保护不足，考虑到Ar气的昂贵，因此采用双层气流保护。它的优点是：

- （1）没有飞溅，焊缝外型好；
- （2）可使用大电流，效率高；
- （3）焊缝质量高；
- （4）熔敷速度高，熔深大；
- （5）受母材表面影响小；
- （6）焊接成本低；
- （7）交流、直流都能使用。

英国使用这种双层气流保护成功地焊接了50~60公斤/毫米²的高强度钢。在实际应用中，降低成本20~25%，实用的内层Ar气流量为20升/分；CO₂气流量为20升/分。日本所用保护气体CO₂纯度在99.8%以上，露点为-40℃以下，O₂的纯度为99.5%以上，露点在-50℃以下。

国外在研究CO₂气体保护的同时，不少工业发达的国家如美、英、日本及西欧各国还发展了几种用熔渣和CO₂气体联合保护的焊接方法。前面所介绍的粉芯焊丝及加入碱性焊条等方法即属于气渣联合保护，除此之外，国外还采用以下三种气渣联合保护法：

（1）Fusarc/CO₂焊接法，这种方法，是在带有涂料的网状焊丝外面加上CO₂气体保护，来进行自动或半自动焊的。这种焊丝由中间一根较粗的焊丝和外面围绕的螺旋形钢丝网组成。这个网可将涂料保持在粗焊丝的周围，防止其脱落。并在焊接时起连续导电作用。这种方法曾在英国广泛应用。其优点是生产率高，焊接过程稳定，飞溅少，易于控制熔深，可用交流电源进行焊接，焊缝质量高（含氢量低）。但网状焊丝的制造是比较复杂的。

（2）磁性焊剂CO₂气体保护焊法。这种方法是美国在1956年首先创造出来的。它比手工焊提高效率2~3倍。由于焊剂带有磁性，故可进行全位置焊接。目前美、日等

国已广泛应用。

(3) 在熔剂层上的 CO_2 气体保护焊, 它也属于气渣双重保护。在焊接处撒一层4~5毫米厚的焊剂, 然后进行 CO_2 焊。焊缝表面光滑, 接近埋弧焊, 更令人注意的是对气孔的敏感性大为降低。

四、 CO_2 气体保护焊设备

CO_2 气体保护焊的电源, 国外大部分为直流定电压平特性电源, 而且几乎全部采用整流器式结构。1955年左右, 硒整流器在国外普遍发展, 硅整流器出现后, 由于它的优越性而使整流电源获得了巨大发展。可调外特性斜率和平特性电源是在1960年左右相继出现。近年来, 从资料中见到的各国 CO_2 保护焊电源主要是硅整流器。七十年代可控硅式整流器的出现, 表现了性能上的优越性, 看来是今后的一个发展方向。

CO_2 气体保护焊的电源从调压方式分, 国外一般可分为调压器式、抽头调压式、磁放大器调压式和可控硅调压式几种。

英国在六十年代对 CO_2 焊接的平特性的电压调节一般都使用抽头式分级调节, 也有的是整流器采用附加自耦变压器调压以获得无级调节。瑞典的硅整流器用三相桥式全波整流线路并带有输出电抗器, 利用变压器二次绕组换头和磁放大器调节电压, 日本也普遍使用饱和电抗器。

七十年代日本和芬兰等国开始用可控硅式整流器。据日本大阪变压器公司的生产情况, 除交直流两用焊机外, 直流整流器全部采用可控硅式。可控硅式整流器与磁放大器式相比较(据芬兰的Kempfi公司认为)其优点是重量轻, 动特性容易控制, 没有磁放大器时间常数大和反应慢的缺点。但价格比等容量的磁放大器式贵5~10%, 且线路复杂。认为这是今后发展的一个方向, 而且有可能用大功率晶体管代替可控硅。

从目前资料统计看, 目前美国和欧洲各国以磁放大器或磁放大器加换头的调节方式为主。七十年代后, 日本则以可控硅式调节方式为主。

国外 CO_2 焊机电源特性的另一个特点是, 除了广泛应用平特性外, 根据实用需要还有上升外特性、万能外特性和下降的外特性。

例如日本东亚精机认为, 对 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ 保护焊来说, 上升外特性比平外特性更适合。因而生产了一部分具有上升外特性的M—G式直流焊机。有些国家设计了一种具有万能的外特性电源。例如英国为了使细焊丝电源的外特性斜率能根据需要来选择而使电弧保持最稳定状态。这种整流器一般都是用磁放大器调节外特性斜率, 而空载电压则由抽头方式来改变, 并装有可调节输出电抗器以适应最佳的短路过渡条件。英国用于粗丝 CO_2 气体保护焊的整流器具有下降的外特性, 但能通过增大短路电流来改善焊接性能, 其线路特点是采用二套整流器组, 当电弧电压低于25伏时就自动转入另一套整流器组的外特性。

有些国家为了使电源外特性不受电源电压波动的影响, 均装有自动补偿装置, 例如日本的Nas焊机的电源电压波动20伏时, 输出电压的变动为0.5伏, 在0.1秒以内就可完成补偿动作。该焊机装有电压负反馈, 使外特性平硬、电压连续可调、引弧电压高, 外特性斜率 $\pm 25\%$ 可调等特点。又例如日本大阪变压器公司的可控硅整流器采用了模拟控制方式, 以保证在短路过渡的条件下, 电源具有良好的动特性并便于起弧。据称此整流器的过渡特性非常好, 而且可以得到稳定的输出, 使电弧电压不受电源电压波动的影响。

目前国外CO₂气体保护焊电源的容量，最小从几个仟伏安到最大80仟伏安；焊接电流从20安培到1400安培。英美等国还出现了使用小电流的钢笔型焊枪。

此外，国外还在焊接电源中附加脉冲电流的焊接方法。所使用的是混合气体。单CO₂气体，据称是不能形成脉冲电弧的。这种方法的特点是：可以控制熔深，金属的熔敷率高，并可进行全位置焊接。

在送丝机构方面，国外具有以下三种形式：1、拉丝；2、推丝；3、推拉丝结合。如苏联的新产品：ΠДПТ—300—5型半自动CO₂气体保护焊机，是采用推丝方式。瑞典的AJMK I型焊机采用推拉式。这种送丝机构中，推丝是用电动马达带动的，而拉丝是用气动的。它保持了推丝和拉丝的优点，可使送丝软管加长到16米。国外还使送丝马达加以反馈系统，使送丝马达的机械特性很硬。例如日本某产品的送丝马达采用电压反馈后，能使控制性能具有焊口填料自动控制，以保证收弧时的焊接质量，避免收弧时出现弧坑。

近年来，一机多用和组合式焊机以及多头焊机也不断在国外出现。美、英等国生产了一种既可通CO₂也可通Ar气的焊枪，能焊接低碳钢，铝合金和不锈钢等薄板结构。美国某公司生产了一种组合式焊机，可以进行粗、细丝，粉芯焊丝CO₂焊，也可进行埋弧焊和手工焊等六种焊接方法，焊枪和电缆的换接方便。苏联生产了供九个人同时使用的CO₂多头焊机，英国则生产了多头半自动焊机，可供三把焊枪同时施焊，并有稳压装置。苏联生产的A—1035型半自动多用焊机，可用于埋弧焊、CO₂气体保护焊，可使用光焊丝，也可用粉芯焊丝。

为了生产上的方便，国外有的国家还采用一些装置，便于远距离控制焊接参数。例如英国的Rep型整流器能使增加电压达到远距离调节。日本的350S型半自动焊机的焊枪上，装有远距离控制焊接参数的按钮。

二、国内情况

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。这种焊接方法，在国外已有二十多年历史，我国从试验到用于生产也已有十余年，目前在汽车制造、工程机械、造船工业、车辆制造、石油化工、农业机械等行业已得到一定程度的应用。

我国二氧化碳气体保护焊，最早是从1958开始的，当时由江南造船厂和一机部机械研究院等单位进行了初步试验，但未用于生产，接着1959年上海电器科学研究所自行设计了积木式的RB—500—F型CO₂气体保护半自动焊机，并进行试焊，同年哈尔滨机车车辆厂等单位也进行了CO₂气体保护焊试验研究，1964年北京汽车修理公司四分厂与一机部机械研究院设计制造了我国第一台晒整流二氧化碳气体保护焊机，并且在汽车制造中得到应用，随后1964年天津电焊机厂开始GD—200的小批量生产，其他一些单位也自制了一些设备，进行试验研究，取得一定成绩，并在生产中得到一定的推广使用。但是，在无产阶级文化大革命前，由于刘少奇反革命修正主义路线的干扰，大搞“洋奴哲学，爬行主义”，使我国二氧化碳气体保护焊发展很慢，不能满足社会主义建设事业飞跃发

展的需要。

毛主席亲自发动的无产阶级文化大革命，彻底摧毁了刘少奇反革命修正主义路线。工人阶级掌握了技术大权。遵照毛主席“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”的伟大教导，各地许多工厂企业组成了以工人为主体的工人、干部和技术人员三结合小组，自力更生，敢想敢干，结合生产发展的需要，试制成功了多种类型的粗、细丝，二氧化碳气体保护焊机，少数单位还进行了二氧化碳气体保护焊接新工艺的试验研究，使这种焊接方法得到日益广泛的应用和发展。

目前，我国仍以细丝（ $\phi 0.8 \sim 1.2$ 毫米）二氧化碳气体保护焊为主，它在汽车制造、动力机械和造船工业中已经得到较普遍的应用，大约占整个二氧化碳气体保护焊的85%左右。粗丝二氧化碳气体保护焊在一些工厂的生产中也得到了应用，积累了一些经验，其中又以 $\phi 1.6$ 毫米焊丝居多， $\phi 2 - 3$ 毫米焊丝只有北京金属结构厂、大连起重机厂等工厂应用，大都为自动焊， $\phi 3 - 4$ 毫米焊丝只有个别工厂应用（沈阳机车车辆厂）一机部焊接研究所，哈尔滨第一机械厂、天津焊接研究所等已进行了 $\phi 4 \phi 5.2$ 毫米的粗丝二氧化碳气体保护焊试验研究工作。特别需要提出的是不少单位（如太原机车车辆厂、北京起重机厂）自制二氧化碳气体保护焊专用设备。这些设备机械化、自动化程度高，专用性强，因而生产率很高，并且大大改善了劳动条件，在生产中发挥了重要作用。在二氧化碳气体保护焊的新工艺研究方面，有些单位已做了一些工作，对粉芯焊丝、厚板窄间隙二氧化碳气体保护焊、双层气体（ $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ ）（ $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ ）保护自动焊等新工艺进行试验研究。

在伟大领袖毛主席“自力更生，艰苦奋斗”，“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来赶上和超过世界先进水平。”的方针指引下， CO_2 气体保护焊正在蓬勃发展，并向生产的深度和广度进军。

一、 CO_2 气体保护焊设备

CO_2 气体保护焊设备，据不完全统计，我国共拥有约2300台左右，其中大约3/4由专业电焊机厂生产，1/4由各厂自制和改装。这些焊机中绝大多数供细丝 CO_2 气体保护焊用，约占85%左右。供粗丝（ $\phi 1.6$ 毫米以上） CO_2 气体保护焊用的焊机只有百分之十几。从这些数字看来我国 CO_2 气体保护焊的应用还很不普遍，在一些可以用 CO_2 气体保护焊的部门和产品上，仍然没有得到应用。

焊机型式主要分两大类：旋转直流和半导体整流焊机，以后一种为主。约占90%以上。

电源调压方式分三大类：变压器抽头式，自饱和电抗器式，用可控硅调压。

由于变压器抽头式结构简单，制造方便，规范调节比较稳定，所以在应用中最。其缺点是受电网电压波动影响较大，自饱和电抗器调压，通过直流激磁电流的调节，改变自饱和电抗器中的磁饱和程度，可以进行无级调压，对粗丝 CO_2 气体保护焊较合适；但在目前设计中还缺少成熟的经验，因而有些设备性能不够理想。可控硅调压方式运用了先进的半导体技术，通过调节可控硅的导通角达到无级调压的目的。其特点是：体积小，重量轻，电网电压可以自动进行补偿。但线路复杂，成本较高。

目前，各专业电焊机厂的型号：

上海电焊机厂: NBC1—500 ($\phi 0.8 \sim 2.0\text{mm}$)

NBC4—500 ($\phi 0.8 \sim 1.2\text{mm}$ 点焊 $\phi 0.8 \sim 1.6\text{mm}$ 半自动)

天津电焊机厂: NBC—200 ($\phi 0.5 \sim 1.2\text{mm}$), NBC1—300 ($\phi 0.8 \sim 1.4\text{mm}$)

NBC1—500—1 ($\phi 1.2 \sim 2.0\text{mm}$)

GDF—500型汽车轴管法兰 CO_2 气体保护自动弧焊机

GDB—2 $\times$ 500型汽车轴管方孔臂双头 CO_2 气体保护自动弧焊机。

上海劳动电焊机厂NZC4—300—2型自动 CO_2 气体保护焊专用弧焊机。

NZC5—8 $\times$ 800— $\frac{1}{2}$ 型双自动线车轮合成 CO_2 焊接设备。

成都电焊机厂NBC1~200 ($\phi 0.8 \sim 1.2\text{mm}$)

沈阳电焊机厂NBC3~200 ($\phi 0.8 \sim 1.2\text{mm}$)

二、送丝机构和焊枪

CO_2 气体保护焊常用等速送进的方式来达到电弧的自动调节,少数 CO_2 自动焊机也采用均匀调节式。送丝速度的调节,一种是用直流电动机,只要调节直流电动机的电枢电压,就可改变电动机的转速,达到调节送丝速度的目的;另一种如用交流电动机,可通过换齿轮,改变速比,来改变送丝速度。由于直流电动机调速方便,灵巧,在生产中应用较多。随着可控硅技术的普及,目前用可控硅实现无级调速日益增多。

目前送丝机构主要分两类:拉丝式和推丝式,在国外还有一种推拉丝式的。

推丝式送丝机构主要分三种:(据北京市工厂的调查)

①单主动轮送丝机构

②双主动轮送丝机构

③双连滚轮送丝机构

据送丝方式的不同焊枪也可分为拉丝式焊枪,和推丝式焊枪。拉丝式焊枪灵活方便适宜于进行薄板结构的全位置焊接。天津电焊机厂已经生产了1500台GD—200型拉丝式焊枪。但还是供不应求。为了满足生产发展的需要,许多工厂自制焊枪。据北京工厂的调查,1971年就自制拉丝式焊枪约百把左右。推丝式焊枪重量轻,操作方便,制造维修简单,在大于 $\phi 1.0\text{mm}$ 焊丝 CO_2 焊接中,应用广泛。推丝焊枪一般有两种形式:鹅颈式和手枪式。大都为气冷式,只有在粗丝 CO_2 自动焊时才用水冷式焊枪。交通部新河船厂,广大工人,多年来对手枪式焊枪进行改进,制造了一种顶针滚珠机构,装在焊枪上,代替气阀,使提前送气,滞后关气,方便、灵活可靠。北京二里沟汽车厂和北京重型电机厂自制鹅颈式焊枪,也有一定经验。

送丝软管各工厂多用弹簧丝绕制而成。长度约为3~5米。新河船厂对送丝软管也进行了长时间研究,他们自制了独股电缆里层是弹簧钢丝,它的外面又用 $\phi 0.8\text{mm}$ 焊丝与弹簧钢丝反方向多股绕制, $\phi 0.8$ 焊丝外面套上铜网编织线,作导线用,最外套上绝缘管,由于独股电缆,送丝平稳,重量又轻,深受工人师傅欢迎。

焊枪的导电咀一般可用紫铜制成,据北京一些工厂调查,半自动焊枪,焊接电流小于250安培,一般多为气冷式,如焊丝直径达2.0mm以上,一般都为自动焊,焊枪采用水冷式。

三、焊丝

目前 CO_2 气体保护焊接普通低碳钢,低合金钢的焊丝主要有两种: H10MnSi和H08

Mn₂Si, 其中绝大多数用H08Mn₂Si, 据调查, 北京特殊钢厂生产CO₂焊接的实心焊丝有 $\phi 0.5$, $\phi 0.8$, $\phi 1.0$, $\phi 1.2$, $\phi 1.6$, $\phi 2.0$, $\phi 2.5$ 几种, 其中以 $\phi 0.8$ 和 $\phi 1.6$ 两种产量最大。1971年这个厂生产H08Mn₂SiA焊丝总产量约260吨左右, 主要供给本地。天津市金属制品厂供应的二氧化碳焊丝品种有0.6~6.0毫米, 供应对象为全国, 其焊丝产量占全国的80%。

目前, 在焊丝生产中的问题, 是成分不稳定, 批量之间成分差别较大, 给焊接工艺带来不少困难。

四、CO₂气体:

CO₂气体是一种廉价气体, 因为它是酒精厂, 酿酒厂的付产品, 如北京主要由北京酿酒厂供应, 目前纯度只能达到98%, 1971年生产液态CO₂达1000多吨。天津酒精厂生产的CO₂气体原要求达到99.9%, 现只能达到98%以上, 年产2000吨左右。

CO₂气的供应来源还是充足的, 如北京酿酒总厂仅回收了20%, 天津酒精厂回收了2/3, 所以只要供给一定数量的压缩机, 各地CO₂气的供应是问题不大的。

目前, 在供气中的问题是纯度不够理想, 一般认为CO₂气体的纯度应>99.2%, 否则易产生焊接缺陷。现在虽然不少工厂生产CO₂气的纯度为98%左右, 但在使用时采取一些措施后, 仍能满足生产要求。

五、应用情况典型介绍

1. 北京3603工厂, 生产直径1~2米的大油缸, 以前, 从拼板、滚圆、焊接到成品, 要经过100多道工序, 而焊接工作一直采用手工电弧焊, 劳动强度大, 效率低, 自1969年, 这个厂采用了高效率的粗丝CO₂焊接技术, 实行技术改造, 自行设计, 制造了螺旋制罐机联动线全套设备, 制罐实现了机械化, 自动化, 由于采用了CO₂焊接, 工效提高约2倍, 成本降低42%, 油罐焊缝平滑, 受力均匀, 强度高, 刚度大, 板面平整美观, 提高了产品质量, 降低了劳动强度。投产四年, 为国家生产了近3万台油罐。

2. 太原机车车辆厂, 是以修理为主的工厂, 全国不少已损坏的机车、货车、经过修复, 又能继续为社会主义建设事业服务, 这个厂过去主要用手工电弧焊的方法进行修复, 生产效率低, 劳动强度大, 焊接一直为全厂生产的薄弱环节, 后来该厂经过多次反复试验自制成功7~8台CO₂焊接专用设备, 实现了很多机车部件焊接的机械化、自动化, (如机车动轮孔, 连杆孔, 伐动杆孔, 轴领和货车心盘等都采用了CO₂自动堆焊) 据统计: 仅一台机车中的连杆各孔, 由于采用CO₂自动焊, 其原材料消耗降低57%, 工时消耗降低48%, 节电72.1度, 提高了产品质量, 改善了劳动条件, 提高工效3倍以上, 机车另部件的耐磨性增强了, 延长了机车的使用寿命。

3. 北京起重机厂: 生产轮胎式起重机, 起重机的吊臂, 是箱形结构, 每节吊臂有四条6米多长的角焊缝, 过去他们采用手弧焊, 2个工人干一天, 才焊2节, 自1971年该厂在北京工业大学的大力协助下, 经过一年多的努力, 制造成功一台四头CO₂自动焊机, 这样, 一节吊臂只需焊接二十几分钟, 提高工效5~6倍。而且焊接变形大大减少, 提高了质量。

4. 北京二里沟汽车制造厂: 生产BJ-130型卡车, 该厂拥有CO₂焊机40多台, 其中自制焊机28台, 而手弧焊机仅有4台供维修、工装使用、130卡车的车身、车架、货箱、前桥、后桥和传动轴, 其中占卡车焊缝总长度98%以上都采用了CO₂焊接方法完成, 他

们在长春汽车研究所的协助下,1973年对采用 CO_2 焊接的130型卡车,进行了各种道路上的性能试验,经过三万公里可靠性试验,最低气温达零下25度,试验结果良好,焊缝质量稳定、可靠,七年来(1966年至1973年)共焊车架6000多部,没有出现因 CO_2 焊口损坏造成返修的现象。目前这个工厂掌握应用二氧化碳焊接的工人,大都是70年初中毕业生,最高为二级工。

5.天津电焊机厂:是研制 CO_2 焊机较早的单位,1961年开始研制,1964年投入生产,至今已有九年历史,该厂生产的焊机品种有:GD—200型, GD—300型, GD—500型, CO_2 半自动焊机, GDC—2×500型, 汽车传动轴双头专用自动焊机, GDF—500型汽车轴管法兰专用自动焊机,为推广二氧化碳焊接先进技术提供了大量的焊接设备。

6.新河造船厂:对二氧化碳焊接技术和设备的研究与应用有较多的经验,从厚度2~3毫米的薄板结构到厚度为10、20、30毫米的中板结构至厚度为80毫米的厚板工件,都采用了 CO_2 焊接方法,所焊的结构产品种类很多,其中500吨吊船的巴杆,其重量达280吨,长为60多米,板材厚度为60毫米,也是用 CO_2 焊接方法完成的。

7.北京金属结构厂、天津市焊接研究所,天津市客车厂,北京市崇文电子设备厂,北京市煤矿机械厂,北京市安装公司,北京重型电机厂等单位,对 CO_2 焊接工艺和设备,均进行过大量的研究工作,取得了良好结果。

六、焊接新工艺介绍

1.粉芯焊丝 CO_2 气体保护焊:粉芯焊丝是一种将低碳钢的薄钢带做成管状,或其它各种形状,在管内包上铁合金,各种矿石等粉料的新型焊丝,目前在美国、日本、苏联和西欧一些国家已获得广泛应用。这种方法的优点是机械化程度高,焊接质量好,焊缝外形美观,钢材适应性强,(可以改变,调整药粉配方,获得各种要求不同的粉芯焊丝)熔深大,熔敷率高。我国粉芯焊丝已在上海,株州等地先后试制成功。江南造船厂和六机部十一所等单位已把粉芯 CO_2 焊接新工艺用到造船行业的管子、法兰的焊接生产中去。

2.厚板窄间隙气体保护焊:窄间隙熔化极气体保护焊是一种高效率、高质量、低成本的厚板焊接新工艺,它对于焊接低合金钢、高强度钢、调质钢等重要结构是一种理想的焊接方法,它能避免焊厚板时埋弧焊或电渣焊由于焊缝体积的增大而带来的许多缺陷。国外已成功的用这种方法,应用于碳钢、低合金钢等各种材料的厚板焊接中,有些资料介绍,用这种方法已完成了150毫米以上的厚板焊接,哈尔滨锅炉厂和哈尔滨焊接研究所进行了板厚90毫米的窄间隙焊接试验,对影响焊接质量的各种工艺因素进行了研究。

3.双层气体保护焊:为了焊接一些合金钢,发展了双层气体保护焊新工艺,保护气体内层通氩气,达到保护焊接金属,减少氧化损失的目的。外层通 CO_2 气体,起与空气隔绝的作用。这种方法的优点是:焊缝质量好,效率高,成本低。

我国杭州汽轮机厂,采用这种方法,成功地焊接了一批大齿轮构件,材料为35CrMoA+ZG-25,氩气的用量只占1/6,其余为 CO_2 气体。

4.单面焊双面成型:单面焊双面成型,是一种先进的焊接方法,由于焊缝一次成型,大大地提高了生产率,以前这种工艺方法大多采用埋弧自动焊,现在我国一些单位,采用 CO_2 气体保护焊,实现单面焊,双面成型,并取得了一些成绩。

天津焊接研究所和新河船厂等单位,对这项新工艺进行了试验,用直径 $\phi 3.0\text{mm}$,一次焊接板厚14mm的低碳钢试件,双面成型良好。

5. 引入纵向磁场的CO₂气体保护焊: 这种方法的特点是: 由于焊接过程加入了磁场, 使焊缝组织的晶粒细化, 接头机械强度、塑性、韧性有所增加, 五机部某厂将这一初步成果用于试生产, 可免去焊后热处理, 经各种性能试验, 产品满足使用要求。

6. 采用CO₂气体保护焊焊接珠光体耐热钢的试验: 北京重型电机厂, 发扬自力更生的精神, 自制新焊丝, 大胆采用CO₂气体保护焊, 焊接珠光体耐热钢, 为改善劳动条件, 提高生产效率, 创造了条件。这个厂自制了 H08MnSiCrMoA 和 H08MnSiCrMoVA 焊丝, 焊接 ZG20CrMo 和 ZG20CrMoV 珠光体耐热钢, 焊丝直径 2 mm, 焊缝质量符合要求, 工艺性能比较良好。

7. 采用程序控制, 进行CO₂气体保护焊的新工艺: 采用程序控制新技术, 能大大加速自动化的进程。国外在这方面应用比较普遍, 在CO₂焊接方面也有应用。1969年英国采用电子计算机, 进行程序控制, 焊接冷凝器的管板接头, 我国哈尔滨汽轮机厂和一机部焊接研究所, 曾在1970年采用磁带录音机事先编码进行控制的方法, 实现大齿轮 CO₂ 焊接过程的程序控制的试验研究。

8. 三丝自由成型多向自动焊新工艺: 上海江南造船厂, 自行设计制成自由成型多向自动焊机, 焊机上有三根细焊丝用CO₂气体保护垂直方向焊接, 从71年开始, 曾在“长风”、“庆阳”、“益阳”、“漂阳”、“风庆”五艘万吨轮上施焊, 质量优良。

七、存在问题

毛主席教导我们: “人类总得不断地总结经验, 有所发现, 有所发明, 有所创造, 有所前进。”近年来, CO₂焊接取得了不少成绩, 在焊接生产中显示出不少优越性, 但在使用和推广这种先进的焊接方法中, 还存在一些问题。如:

1. 使用中的问题: 目前有些单位, 拥有CO₂焊机, 但没有用于生产; 有些单位设备、送丝机构、焊枪损坏了, 由于维修跟不上停止使用; 少数单位也有因焊丝, CO₂气体供不应求而暂停的现象; 不少单位急于要推广这种焊接方法, 但无设备而受到限制。

2. 设备方面的问题: 首先是专业厂的产量, 不能满足需要, 有些焊机的质量不够稳定尚需进一步改进。

3. CO₂气体: CO₂气体纯度一般只能达到98%左右, 焊接时易产生焊接缺陷。

4. CO₂焊丝: 国内CO₂气体保护焊丝除08Mn2Si和10MnSi两种外, 其他品种较少, 使推广工作受到一定影响。

八、今后发展方向:

1. 细丝CO₂气体保护焊是焊接薄板结构的先进方法之一, 它具有效率高、变形小、质量好、成本低、能全位置焊接等优点, 能较好地取代气焊或手弧焊, 今后应予以继续推广。

2. 粗丝CO₂气体保护焊的半自动焊适合中厚板结构的焊接, 尤其对短焊缝断续焊缝或不规则焊缝的焊接, 目前该焊接工艺已基本掌握, 今后亦应予推广。对粗丝CO₂保护焊的自动焊应继续进行研究, 对粗丝CO₂焊接目前存在的问题如飞溅、熔滴过渡形式, 焊丝成份等问题亦应深入探讨。

3. CO₂气体保护焊是一种可以焊接多种钢材的好方法, 因此, 今后应加强多钢种的焊接研究, 特别是对高强度钢和高合金钢的试验研究。

4. 进一步提高CO₂气体保护焊设备的质量和产量, 加强对电源特性的研究, 改进

送丝机构，软管结构，焊枪等，研制出各种性能优良的 CO_2 焊接设备。

5.提高 CO_2 焊接的机械化、自动化程度。设计和制造专用焊机和胎卡具，试制多丝专用焊机，以提高产品质量和提高劳动生产率。

6.试验研究粉芯焊丝焊接新工艺：研制粉芯焊丝的设备，及不同形式和种类的 CO_2 粉芯焊丝，对粉芯焊丝 CO_2 气体保护焊的工艺进行研究和应用。

7.积极开展对窄间隙气体保护焊的工艺及设备的研究，并尽快用于生产，对混合气体保护焊也应继续研究。

8.应用数控、跟踪、脉冲等先进技术，研制新型 CO_2 焊机。

CO_2 气体保护焊国内外情况的编写，仅仅是根据我们手头现有的资料整理而成，因之，所概括的内容肯定是不全面的。还由于我们的水平所限，时间仓促，其中的错误是难免的。敬请同志们提出批评，给予指正。

华北地区二氧化碳气体保护焊接经验交流会技术资料组

一九七三年十一月于天津