

电焊技术通用读本

CO₂电弧焊接法手册

林钧孝 译

陶卫国 校



〔日〕松下产业机器株式会社・溶接机事业部

江苏省金属学会

前 言

林钧孝同志（扬州市技协副主席、扬州市金属学会副理事长，原扬州冶金机械厂生产技术副厂长）作为考察组组长在日本考察冶金设备加工技术期间，收集了大量日本机械加工工件CO₂保护焊接技术的标准、工艺、操作要领等资料，结合其三十多年实践经验，精心整理编译了这本小册子，奉献于读者。

这些先进的焊接技术大部分已应用于扬州冶金机械厂制造的冶金机械设备重要焊接件。通过各种检验，性能良好，达到了国际先进标准的技术要求，并为设备使用部门所称道。实践证明，采用CO₂保护焊及书中推荐的先进工艺和操作要领，可以取得较为完满的技术效果。

引进国际先进技术，为我所用，积极消化移植，并努力创新，将推进我国的技术进步和企业的技术改造。特别在实施外向型经济发展战略中，采用国际先进技术标准和工艺，制造加工冶金机械设备，面向国际市场，以众多技术密集、劳动密集和成本较低的优质产品，出口创汇，参加世界竞争，具有更为重要的现实意义。因此，相信这本小册子所提供的技术对于国内同行将会有所裨益。

我以先读者的上述收获和体会将此书介绍给国内从事这一工作的工程技术人员和有一定实践经验的工人，并认为这是自己在推进技术进步中应尽的职责。

江苏省金属学会副理事长兼秘书长
高级工程师 程 师

潘 谷 邨

1988年4月15日

目 次

第一章 CO₂电弧焊接法

- 一 CO₂电弧焊接法的原理与优点…………… (1)
- 二 CO₂电弧焊接法的自动焊丝输送控制…………… (2)
- 三 短路过渡型CO₂电弧焊接法的原理与优点… (4)
- 四 CO₂电弧焊接法设备的构造及其功能…………… (5)

第二章 松下牌CO₂自动焊接机的种类

- 一 半自动焊接机…………… (9)
 - (1) 一元控制CO₂/MAG自动焊接机的优点 … (10)
 - (2) 焊接机容量和最佳母材板厚的关系…………… (11)
- 二 方便的附属设备…………… (12)
- 三 松下牌(CO₂/MAG)焊接枪…………… (14)
- 四 方便的附属部件…………… (16)
 - (1) 标准喷嘴…………… (16)
 - (2) 电弧点焊喷嘴…………… (17)
 - (3) 细径喷嘴…………… (18)
 - (4) 二氧化碳调节器…………… (18)
 - (5) 自动焊接机用焊枪…………… (19)

第三章 松下牌CO₂焊丝

- 一 种类与用途…………… (21)
 - (1) 种类与用途…………… (21)
 - (2) CO₂焊丝的重量与长度的关系参考…………… (21)

二 焊接区的特性.....	(23)
(1) 各种焊接法熔敷金属中的含氢量.....	(23)
(2) 用 YM—50焊丝时熔敷金属的机械性能和 化学成分.....	(23)
(3) 用 YM—55焊丝时熔敷金属的机械性能...	(25)
(4) 用 YM—60焊丝时熔敷金属的机械特性和 化学成分.....	(26)
(5) 用 YM—70焊丝时熔敷金属的机械特性和 化学成分.....	(27)
(6) YM—350 焊 丝.....	(28)
(7) 坡口形状造成的焊接区的特性变化.....	(30)

第四章 CO₂气体及氩气

一 JIS规格的二氧化碳可否用于焊接.....	(32)
二 气体的种类和气瓶的颜色标别.....	(33)

第五章 焊接施工基础

一 各种钢材的可焊性.....	(34)
(1) 普通钢材.....	(34)
(2) 50—55kg/mm ² 级高强度钢.....	(40)
(3) 60—70kg/mm ² 级高强度钢.....	(41)
二 焊接电流、电压、速度、焊透深度等的关系...	(43)
(1) 焊接电流和电弧的状态.....	(44)
(2) 相对焊接电流的适宜电压.....	(45)
(3) 相对焊接电流的适宜焊嘴—母材间距.....	(46)
(4) 焊嘴—母材间距和焊接电流、焊透深度...	(46)
(5) 焊接速度、电弧电压和焊缝宽度、堆焊高	

度等的关系·····	(47)
(6) 焊丝送给速度和焊接电流的关系·····	(48)
(7) 相对焊接电流的焊透深度(平板焊缝的场 合)·····	(51)
(8) V形坡口时的适宜条件和焊透深度·····	(52)
三 坡口形状·····	(53)
(1) 松下CO ₂ 电弧焊接法坡口的代表形状例···	(53)
(2) CO ₂ 焊接和手焊接的坡口形状比较例·····	(54)
(3) 薄板焊接时的焊道形状例·····	(54)
四 施工注意事项·····	(55)
(1) 为了提高工作效率·····	(55)
(2) 防变形措施·····	(55)
(3) 防止开裂措施·····	(56)
(4) 防弧偏吹措施·····	(57)

第六章 焊接操作规程

一 CO ₂ 自动焊接机的构成·····	(58)
二 焊枪和焊丝送给装置的连接方法·····	(58)
三 焊接电源和焊丝送给装置遥控的连接方法···	(59)
四 二次侧厚橡皮绝缘电缆的种类·····	(60)
五 焊机和电源的连接方法·····	(60)
(1) 输入电缆的尺寸·····	(60)
(2) 插入配电线的保险丝容量·····	(61)
(3) 一次输入电流的计算公式·····	(61)
六 二氧化碳调节器的操作方法·····	(61)
(1) 二氧化碳气·····	(62)
(2) 二氧化碳气体的适宜流量·····	(62)

(3) 虹吸式二氧化碳气瓶的辨别方法	(63)
七 装CO ₂ 焊丝的方法	(63)
(1) 焊丝的装填方法	(63)
(2) 板厚和最佳焊丝直径的关系例	(64)
八 电压、电流的调节	(65)
(1) 电压、电流的调节要领	(65)
九 参考	(66)
(1) 标准焊接条件表	(66)
(2) 用公式求条件的方法	(66)
(3) 根据电缆长度(延长电缆)补偿表	(67)
十 焊接操作的基本要领	(67)
(1) 焊枪开关的操作	(67)
(2) 喷嘴—母材的间距	(68)
(3) 焊丝伸出长度的影响	(69)
(4) 焊丝伸出长度与电流的关系	(69)
(5) 焊枪角度	(70)
(6) 焊枪移动与作业姿势	(70)
(7) 焊枪操作	(72)
(8) 身体的移动	(72)
(9) 起弧及焊接结束时的操作	(73)
十一 弧坑处理方法	(76)
十二 定位焊	(78)
十三 焊缝的连接方法	(80)
十四 横摆焊接法	(81)
十五 根部焊接	(82)
十六 向下对焊时	(87)
十七 水平角焊时	(96)

十八	向下角焊时	(103)
十九	向下立焊时	(108)
二十	向上立焊时	(110)
二十一	横焊时	(114)
二十二	仰对焊时	(116)
二十三	仰角焊时	(117)
二十四	圆周焊接时	(119)
二十五	全姿势焊接时	(120)
二十六	电弧点焊时	(121)
二十七	堆焊时	(124)

第七章 设备的异常和焊接缺陷的解决措施

一	设备的异常和解决措施	(127)
二	焊接缺陷的原因和解决措施	(129)

第八章 用 CO_2 —Ar混合气体进行焊接

第九章 抗风 CO_2 焊接法

第十章 安全卫生

一	焊接设备的安全	(144)
二	遮光、防热	(144)
三	焊接硅锰化合物	(145)
四	CO 及 CO_2 气体	(146)

第十一章 效率和经济性

一	采用 CO_2 电弧法实现合理化的平均实绩	(152)
二	效率的比较	(153)

三	在造船方面的效率比较实例·····	(154)
四	为获得300公斤熔敷金属所需焊接成本 比较例·····	(156)
五	手焊和CO ₂ 电弧焊一个月的成本比较例·····	(156)
六	一米对缝焊接的效率、成本比较例·····	(157)
七	角焊的效率、成本比较例·····	(158)
八	大卷焊丝的经济计算·····	(160)

附录:

半自动焊接技术鉴定时考试的方法及鉴定标准·····	(162)
---------------------------	---------

CO₂ 电弧焊接法手册

第一章 CO₂ 电弧焊接法

一、CO₂ 电弧焊接法的原理与优点

CO₂ 电弧焊接法的概略原理如图 1.1 所示：线盘卷状焊接焊丝代替手动焊接焊条，焊丝从给料辊通过挠性导管被送到焊枪。焊接方法为：此焊丝经焊枪导电接触片通电，在二氧化碳流中，与母材之间发生电弧，其电弧热使母材和焊丝连续溶解、焊接。为使焊区具有良好的性质，使用的焊丝为

含有特殊元素的材料。

焊枪用手操作，但不必象手焊那样在短时间内更换电焊条。其次，因可使用大电流，

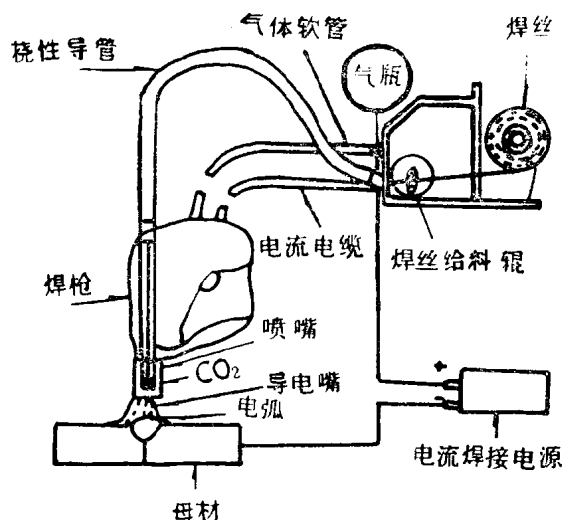


图1.1 CO₂ 电弧法的原理

故能大大提高作业率。

此焊接法的优点如下：

1) 焊接速度快，焊透度深，效率高。

2) 焊丝上无焊药，几乎全部可用作有效焊熔敷金属。
还因气体费用低，所以经济、高效。

3) 如利用短路过渡方式，薄板对焊及全姿势焊接比手焊容易。

4) 能得到优质的熔敷金属。

而其缺点为：在有风的场所，保护气体会被风吹逸，难以在室外使用。

※但是，如用耐风式 CO_2 焊接法，如风速不超过10米/秒，亦可在室外使用。

二、 CO_2 电弧焊接法的自动焊丝输送控制

恒速送给方式——恒电压特性电源。

所谓恒速送给方式，是指按调整好的一定的速度送给焊丝，在焊接过程中不变速的方式。结合恒压特性电源考虑，此种焊丝给料方式，图1.2是用以说明此种工作原理的。

例如：象图示那样焊接电源的出力特性调整至PQ，此时，1.2mm焊丝以每分钟6m的速度送向焊接区，熔解送给的焊丝需200A的电流。

在这种情况下，电弧在电压特性PQ和焊接电流200A的交点 S_1 点动作。通过 S_1 点的电弧的特性，正好相当于10mm电弧长度，所以电弧在正常状态下，在相当于10mm长的电弧电压—25V时处于稳定状态。

现在假设在焊接过程中，沿上下向稍稍移动焊枪，先试将其提高5mm，在此一瞬间，电弧长度因此而延伸5mm变成15mm，动作变成 S_2 ，电流大幅度下降到100A。焊丝的

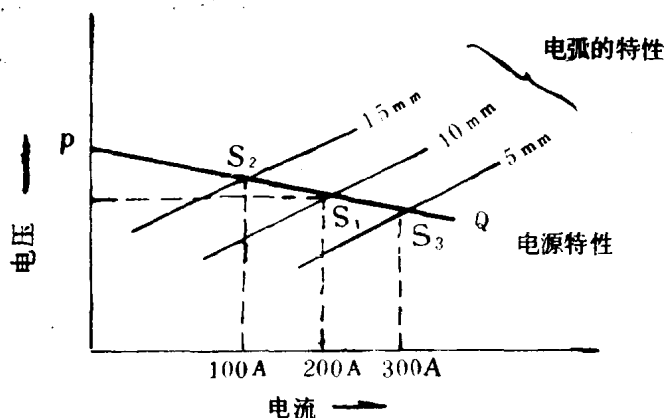


图1.2 恒速送给方式—恒压特性电源的工作原理

熔解速度（熔融速度）与焊接电流大致成正比，故在此瞬间，焊丝的熔解量减少大约一半。从而长度变成 5 mm 的电弧持续急剧缩短，直至焊丝送给速度变得与焊丝的熔解速度相等的点，即返回到 S_1 点。修正电弧长度所需时间，由于焊丝的送给速度为每分钟 6 米，即每 1 秒钟 100 mm，修正 5 mm 的长度在瞬间即可完成，因此操作工也察觉不了修正电弧长度所需之时间。

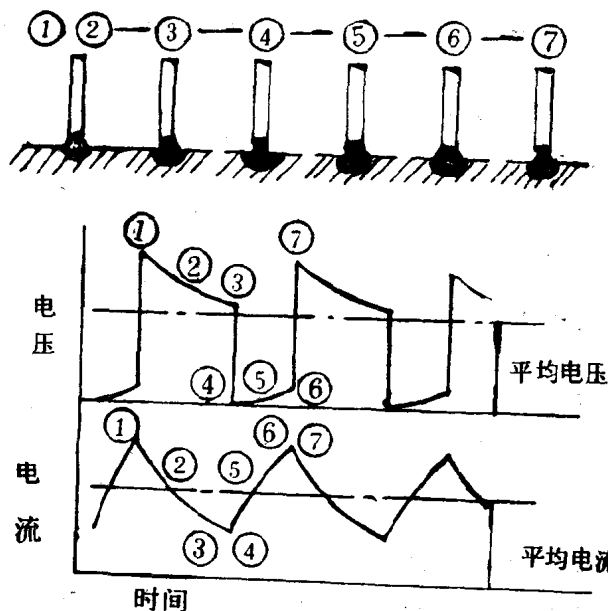
接下去再看看将焊枪下降 5 mm 的情况。因在此瞬间电弧缩短 5 mm 变为 5 mm。从图 1.2 看，动作点变为 S_3 ，焊接电流急增至 300 A，从而焊丝的熔解速度变成 $\frac{300A}{200A}$ ，即变成 1.5 倍。由于焊丝送给速度依然不变，而缩短部分的焊丝，在瞬间熔解，电弧长度伸长，回复至原来的 10 mm，动作返回 S_1 点。

如上所述，电弧长度按在焊接机上假定的条件，即甲焊接电源的出力特性和焊丝送给速度所确定的焊接条件稳定地持续进行焊接作业。因此一旦设定好焊接条件，电弧长度即会自动趋于稳定，调整适当的焊接条件是非常重要的。

从上述动作原理看，恒速送给方式适于细径焊丝且送给速度快的情况，另外焊接电源也是具有电压降少的出力特性的电源为优。但是有一点很重要，即沿输出特性的电流变化要无时间滞后。仅从静态特性方面判断是很危险的。

三、短路过渡型CO₂电弧焊接法的原理与优点

短路过渡型是一种应用焊接电源特性，象图1.3那样使之自动重复电弧——短路——电弧的形式，能作良好的薄板



焊接。

如根据图1.3说明此动作状态，首先 ①是电弧发生的瞬间，随着时间的经过送给焊丝，电弧长度变短，到达③后，焊丝端头熔滴与母材熔解部位形成短路。假设因短路，焊接电流急剧变大。但是电源上有具有能抑制电流急剧增大的电感器，因此电流不能马上变大，它随着时间的经过，按④、⑤、⑥之序慢慢变大。由于电流的增加，短路接触部位产生缩颈，焊丝端头熔化了了的金属移向母材再次生成电弧，回复到①的状态。

此时如短路电流过大，电弧再生时会产生大粒飞溅，所以电源电感大小要调得适宜，抑制电流急剧增大。

采用此方法，由于电弧会一会儿产生、一会儿消失，故进入母材的热量少，适于全姿势焊接和薄板焊接。

特长：

- 1) 可以降低各种直径焊丝的最小电流。
- 2) 大幅度改善焊缝外观，焊透深度浅。
- 3) 电弧稳定，作业性良好。
- 4) 焊接飞溅粒小，损失也少。
- 5) 能够全姿势焊接。

要获得规则稳定的短路电弧，重要的是：

- ①焊接电源的动态特性。
- ②焊丝的成分…YM-50T1。
- ③焊丝送给的稳定性。

四、CO₂电弧焊接法设备的构造及其功能

(1) CO₂自动焊机的结构：见图1.4

①焊枪

②焊丝送给装置

- ③控制装置
- ④焊接电源
- ⑤气体压力调节器

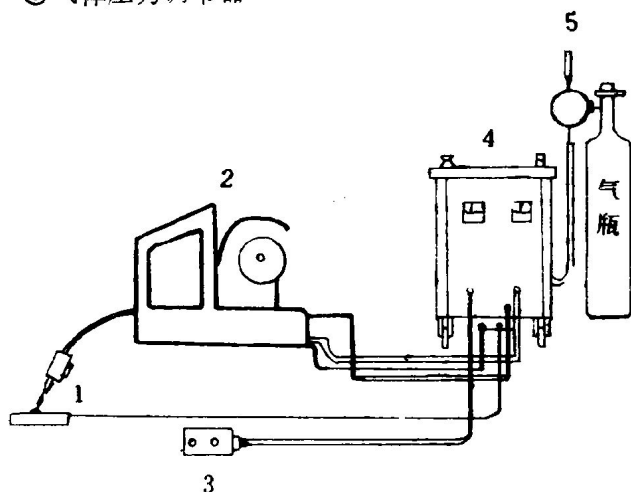
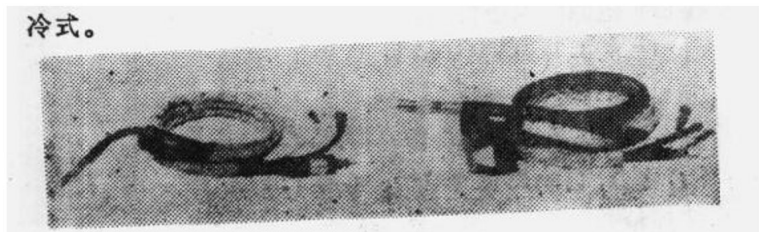


图1.4 半自动焊机结构

(2) 焊枪:

焊枪将由送给装置送出的焊丝引导到焊接区，通过焊枪端部的导电接触片使焊丝通电。另外，二氧化碳也被引导到焊枪端部，从喷嘴喷出。

焊枪如照片 1.1 所示，有空冷式和水冷式，一般都用空冷式。



照片1.1 空冷式焊枪和水冷式焊枪

焊丝送给装置如照



照片1.2 焊丝送给装置的外观

照片1.2 焊丝送给装置的外观

控制装置采用晶体管 and 可控硅之类的半导体元件，体积非常小，所以通常装在焊接电源中。控制装置最重要的作用是控制焊丝的送给速度。除此之外，焊接电源的断合和二氧化

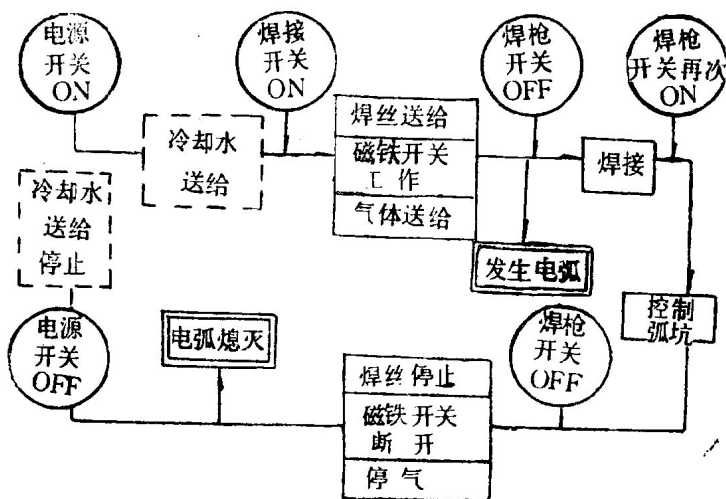
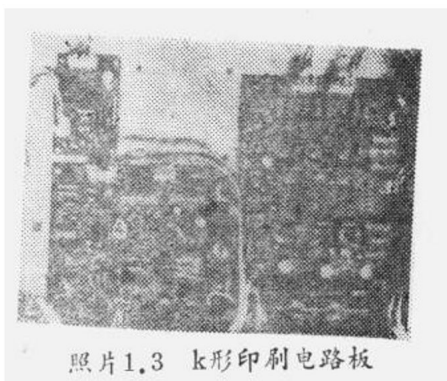


图1.5 控制装置的动作

化碳的送气、停气等也由控制装置控制。图1.5的方框图表示了这些功能的关系。(表示为水冷式的情况)。还有照片1.3所示为控制电路组合在印刷电路板中的状态。



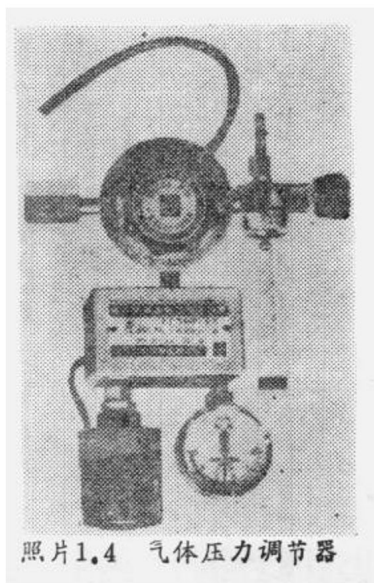
照片1.3 k形印刷电路板

(5) 焊接电源:

用于二氧化碳电弧焊的焊接电源,使用具有稳压特性的直流电。电源的容量种类很多,薄板焊接使用200A型,薄板、中板使用300A型、350A型,厚板使用500A型。

(6) 气体压力调节器:

气体压力调节器装在二氧化碳气瓶上,它由对气瓶内的气压进行减压的压力调节器和读取气体流量的流量计构成。另外,用压力调节器将二氧化碳气瓶内的最高压力60公斤/cm²,减压至约2公斤/cm²时,由于气体急剧膨胀而吸取热量,从而导致气体通道冻结,所以也有配带加热器的碳酸气压力调节器。照片1.4所示为装有减压检测单元



照片1.4 气体压力调节器

的气体压力调节器，当气体压力降至一定值以下时，即能自动停止焊接或通过蜂鸣器报警。

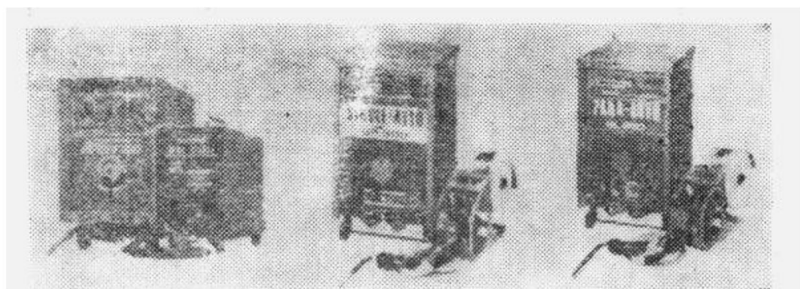
第二章 松下牌CO₂自动焊接机的种类

一、半自动焊接机

生产的标准机有：

- a. 一元控制CO₂/MAG自动焊接机（自动焊接机）。
- b. 单项CO₂自动焊接机（单自动Ⅰ）。
- c. 一元控制CO₂自动焊接机SL型（自动焊机）
- d. 可控硅控制式CO₂自动焊接机（K型自动焊机）
- e. IC+可控硅控制式CO₂自动焊接机（S型自动焊机）
- f. 晶体管MAG自动焊接机（脉冲电弧）。

另外还生产多功能焊机（组合控制式8型）、双电源DG、DA焊机等。



（自动焊接机） （单自动—Ⅰ） （SL型自动焊机）