

CO₂ 保护自动堆焊

铁道部太原机车车辆厂 合编
太原工学院焊接教研组

机械工业技术革新技

编

机械工业出版社

机械工业技术革新技术改造选编

CO₂ 保护自动堆焊

铁道部太原机车车辆厂
太原工学院焊接教研组 合编



机械工业出版社

内容简介 本书在简要介绍 CO₂ 保护自动堆焊一般知识的基础上,较为全面地介绍了目前生产中应用于圆平面、外圆面、内圆面等修复工作的 CO₂ 保护自动堆焊的方法、基本原理、所用设备、堆焊工艺、操作技术以及应用情况。

本书可供从事焊接生产、技术革新人员参阅。

CO₂ 保护自动堆焊

铁道部太原机车车辆厂
太原工学院焊接教研组 合编

*

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许可证出字第 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 3⁷/₈·字数 86 千字

1976年12月北京第一版·1976年12月北京第一次印刷

印数 00,001—18,000·定价 0.29 元

*

统一书号: 15033·4370

毛主席语录

社会主义革命和社会主义建设，
必须坚持群众路线，放手发动群众，
大搞群众运动。

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。

出 版 说 明

在毛主席革命路线指引下，机械工业技术革新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、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职工阅读参考。

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

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国焊接生产和焊接技术水平飞速发展，CO₂保护自动堆焊已经在不少生产部门获得了比较成熟的应用。生产实践表明，这种新的堆焊方法，具有生产率高、变形小、抗锈抗裂能力强、成本低、适应面广、劳动条件好等一系列优点。特别是，采用CO₂保护自动堆焊，有效地解决了某些埋弧自动堆焊难以解决的堆焊生产自动化的问题，扩大了堆焊的应用范围，使堆焊工艺在生产中发挥了更大的作用。

为了进一步推广和扩大CO₂保护自动堆焊的应用范围，使这项工艺更好地为社会主义建设服务，以适应群众性技术革新、技术改造蓬勃开展的需要，我们编写了这本小册子，供从事焊接生产的同志参考。

本书简要叙述了CO₂保护自动堆焊的基本知识，着重按堆焊工件的特点分类，较为全面地介绍了当前生产中应用的各种主要CO₂保护自动堆焊方法。在编写过程中，得到了戚墅堰机车车辆厂等有关单位的大力支持，在此一并致谢。

由于我们水平有限，时间仓促，调查研究和征求意见还不够广泛，书中难免存在缺点和错误，热忱欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一章 CO ₂ 保护自动堆焊基本知识	1
一、CO ₂ 保护自动堆焊的实质与特点	1
二、CO ₂ 保护自动堆焊材料	4
1. CO ₂ 气体	4
2. 焊丝	5
三、CO ₂ 保护自动堆焊工艺	8
1. 熔滴过渡	8
2. 堆焊规范	9
四、CO ₂ 保护自动堆焊电源	14
1. 自耦变压器调压式硅整流电源	15
2. 补偿变压器调压式硅整流电源	15
3. 抽头调压式硅整流电源	17
4. 磁放大器调压式硅整流电源	18
5. 可控硅调压式硅整流电源	18
6. 自调电感式硅整流电源	18
五、CO ₂ 保护自动堆焊设备	20
1. 堆焊机架	20
2. 焊炬	20
3. 焊炬运行机构和工件运转机构	23
4. 送丝机构	26
5. 供气系统	29
6. 控制系统	30
第二章 圆平面 CO ₂ 保护自动堆焊	32
一、堆焊过程原理	32
二、工件固定式圆平面自动堆焊设备	34
1. 焊炬运行机构	35
2. 堆焊电源和控制系统	37
三、水平台面工件旋转式圆平面自动堆焊设备	41

四、翻转台面工件旋转式多用堆焊设备	47
1. 焊炬运行机构、工件旋转机构和工作台翻转机构	47
2. 堆焊电源和控制系统	51
五、典型零件堆焊工艺	56
第三章 外圆面 CO ₂ 保护自动堆焊	62
一、外圆面平堆焊	62
1. 堆焊过程原理	62
2. 堆焊设备	62
3. 典型零件堆焊工艺	64
二、外圆侧面横焊式立堆焊	67
1. 堆焊过程原理	67
2. 堆焊设备	68
3. 堆焊电源和控制系统	72
4. 典型零件堆焊工艺	75
第四章 内圆面 CO ₂ 保护自动堆焊	78
一、内圆面横焊式立堆焊	78
1. 堆焊过程原理	78
2. 堆焊设备	79
3. 堆焊电源和控制系统	85
4. 堆焊工艺	91
5. 内圆面横焊式立堆焊的应用	97
二、内弧面横焊式立堆焊	98
1. 堆焊过程原理	98
2. 堆焊专用设备	99
3. 堆焊电源和控制系统	104
4. 堆焊工艺	108
第五章 CO ₂ 保护振动堆焊	110
一、堆焊过程原理	110
二、堆焊设备及工艺	111
三、振动堆焊的应用	115

第一章 CO₂保护自动堆焊基本知识

一、CO₂保护自动堆焊的实质与特点

堆焊是焊接工艺方法的一种特殊应用。它的目的并不是形成接头，而是在工件表面堆敷一层金属，使工件得到一定尺寸，或赋予工件的工作表面一定的特性。堆焊既用于修复各种由于磨损、腐蚀等原因而损坏的机件，又用于制造双金属零件。因此，它在焊接生产中占有重要的地位，是修旧利废、增产节约的一项重要技术措施。

由于堆焊与焊接的任务不同，因此在焊接材料的应用以及生产工艺上均有它本身的特点。但是，作为焊接工艺方法的一种特殊应用，堆焊的物理实质、工艺原理、热过程及冶金过程的基本规律和焊接没有什么不同。绝大多数的熔焊方法都可以用于堆焊。目前应用最广的有手工电弧堆焊、埋弧自动堆焊、氧—乙炔焰堆焊、气体保护电弧堆焊、电渣堆焊、振动电弧堆焊、等离子弧堆焊等。CO₂保护电弧堆焊就是将CO₂气体保护电弧焊用于堆焊上的一种较新的堆焊工艺。

CO₂保护电弧堆焊，根据其操作方法不同，可分为半自动堆焊与自动堆焊，其主要区别表现：在自动堆焊过程中引燃电弧、送进焊丝、焊炬与工件的相对移动全都是用机械自动进行的。图 1-1 为 CO₂保护自动堆焊过程示意图。

CO₂保护自动堆焊具有 CO₂保护焊所具有的优点，而且由于堆焊工作一般焊接量较大、焊接持续时间较长，所以 CO₂保护焊所具有的优点在堆焊情况下表现得更为突出。生产实

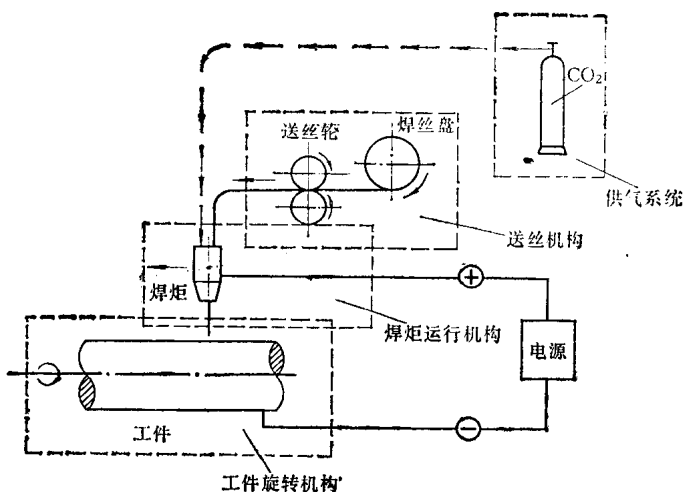


图1-1 CO₂ 保护自动堆焊过程示意图

践表明，CO₂ 保护自动堆焊与手工电弧堆焊、埋弧自动堆焊相比，具有以下优点：

(1) 生产率高 CO₂ 保护自动堆焊时，焊接电流密度比较大，没有熔化焊条药皮与焊剂的电弧热量消耗，熔敷系数比较高。它不需要清渣，节省了清渣时间。特别在多层堆焊与长时间、大面积堆焊时可以避免由于清渣困难及不连续而造成的影响。因此，它的生产率较高。

(2) 堆焊变形小 由于CO₂ 气体保护自动堆焊的电弧热量集中，焊接速度快，工件受热面积小，同时CO₂ 气流又具有较大的冷却作用，所以由堆焊引起的工件变形小。从而克服了手工电弧堆焊与埋弧自动堆焊时，往往由于变形过大而需焊后矫正或需增大堆焊层厚度的缺点。同时由于堆焊变形小，而减小焊层内应力。

(3) 抗锈、抗裂能力强 CO_2 保护自动堆焊时, 由于焊丝含有较多的脱氧元素, 具有较强的还原能力。另外, 因 CO_2 气体的氧化作用, 能够抑制氢的有害作用, 所以对油、锈不敏感。焊前对工件及焊丝的清理要求较低, 只要气体保护适当, 焊道不会出现气孔。同时因焊层含氢量低, 焊层应力小, 故裂纹倾向小。

(4) 成本低 由于 CO_2 保护自动堆焊生产率高, 且用廉价的 CO_2 气体, 电能的消耗小, 所以它的成本比埋弧自动堆焊与手工电弧堆焊都低。

(5) 适应性强 与埋弧自动焊相比, CO_2 保护自动堆焊不需要承托焊剂, 熔池尺寸较小, 所以易于实现各种零件尺寸及各种位置的堆焊。它不仅能进行平堆焊, 而且也能进行横焊式立堆焊。不仅能堆焊普通的平面与圆平面, 而且也能堆焊直径范围较大的各种外圆面、内圆面、弧形面等。特别是对堆焊量较大的各种直径的外圆面及内圆面堆焊更为方便。

但是, 采用 CO_2 保护自动堆焊, 从堆焊层合金化方式来看, 它只能通过焊丝向堆焊层渗入合金元素, 使其合金化。这种渗合金方式, 其缺点是合金焊丝的冶炼和拔制受到限制, 不便于灵活调整堆焊层的化学成分。从堆焊合金系统选择看, CO_2 保护焊时, 焊丝化学成分对产生气孔与飞溅等的影响比较敏感, 堆焊材料受工艺本身方面的限制较多。从合金过渡情况看, 由于 CO_2 气体的氧化作用, 会使合金渗入比较困难。在工艺特点上, CO_2 保护焊的电弧吹力比较强, 使堆焊层的稀释率较高, 这样就难于控制堆焊层合金成分。因此, 目前采用 CO_2 保护自动堆焊方法进行具有特殊性能要求的耐磨合金堆焊是比较困难的。

当前 CO₂ 保护自动堆焊主要用于修复在一般条件下金属与金属之间相互磨损的零件。这类零件的堆焊特点主要是要求恢复原形尺寸，并不要求很高的耐磨性。因为堆焊层硬度如果太高，反会使得与它相配合的零件磨损更快。此外，还用于堆焊修复各种机器设备在修理过程中由于必要的拆、装及机械加工而造成的具有尺寸偏差的零件。这类零件的堆焊面因工作过程中不受摩擦，故它的堆焊特点是只要求恢复零件原尺寸即可。

二、CO₂ 保护自动堆焊材料

CO₂ 保护自动堆焊所用的堆焊材料包括焊丝和 CO₂ 气体，它是决定堆焊质量和堆焊层金属性能的基本因素。选择堆焊材料时，一方面应考虑能使堆焊层满足使用要求；另一方面还要适应 CO₂ 保护焊的特点，应使堆焊材料具有良好的工艺性。

1. CO₂ 气体

CO₂ 气体是堆焊过程中的保护介质。它在堆焊过程中的作用同普通 CO₂ 保护焊过程中的作用相同，主要是起机械隔离空气，保护电弧及熔池区，使熔化金属不受有害气体的作用。

一般情况下，对堆焊所用气体的要求同焊接时一样，必须具有较高的纯度。当气体中杂质增加时，会产生气孔和降低堆焊层的机械性能。一般要求 CO₂ 的纯度应大于 99.5%，气体中的含水量不超过 0.1%，含氮量不超过 0.1%。

CO₂ 中水分的含量同钢瓶中的气体压力大小有关。钢瓶中气体压力愈低，水蒸汽在 CO₂ 气体中所占百分比就越大。当钢瓶中的气体压力低于 10 公斤/厘米²（此时温度约为 20℃）

时， CO_2 中的含水量会骤然增加，此时钢瓶中的 CO_2 就不宜再继续使用。

为了提高 CO_2 气体的纯度，可将刚入厂的 CO_2 钢瓶倒立静置 1~2 小时，使钢瓶中的水分沉积到液态 CO_2 的下部，然后根据 CO_2 气体中含水量的不同，放水 2~3 次。每次放水的间隔时间约 30 分钟为宜。钢瓶开始使用前，静置两小时，先将瓶内液态 CO_2 上面的杂气放掉，这部分杂气含空气和水气量较多，一般放 2~3 分钟即可。

另外，当气体使用完后，不应随意将气阀打开，以免使空气进入钢瓶，造成在重灌液态 CO_2 时，不能将钢瓶内空气排除，直接影响 CO_2 的纯度；同时，装灌 CO_2 一般是将几十个钢瓶联在一起进行，这样由于钢瓶之间互相联通，也会使其他钢瓶的 CO_2 纯度降低。

2. 焊丝

目前 CO_2 保护焊不仅能成功地焊接普通碳素结构钢，而且也能焊接高强度合金钢以及不锈钢、耐热高合金钢等。焊接常用的部分焊丝列于表 1-1。

采用 CO_2 保护焊时，为了解决由 CO_2 气体氧化性引起的问题，如合金元素烧损、气孔、飞溅等，焊丝必须具有足够的脱氧能力。焊接低碳钢和普低钢时，一般使用高硅、高锰型合金钢焊丝，利用其中的硅、锰作脱氧剂。我国已生产专供 CO_2 保护焊使用的高硅、高锰型合金钢焊丝，其中主要有 H10MnSi 和 H08Mn2SiA 等。H10MnSi 焊丝含 Mn、Si 较低，含 C 量较高，因此，所焊焊缝的强度较高而塑性较差。H08Mn2SiA 焊丝含 Mn、Si 量高，焊后焊缝强度稍低，但焊缝塑性及焊接工艺性较好，它是最常用、最典型的一种焊丝。

表1-1 CO₂ 保护焊常用焊丝的化学成分

牌 号	合 金 元 素 (%)										用 途
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P			
H10MnSi	≤0.14	0.60~0.90	0.80~1.10	≤0.20	≤0.30	—	≤0.030	≤0.040			焊低碳钢和低合金钢
H08MnSi	≤0.10	0.70~1.0	1.0~1.3	≤0.20	≤0.30	—	≤0.030	≤0.040			同上
H08MnSiA	≤0.10	0.60~0.85	1.4~1.7	≤0.20	≤0.25	—	≤0.030	≤0.035			同上
H08Mn2SiA	≤0.10	0.70~0.95	1.8~2.1	≤0.20	≤0.25	—	≤0.030	≤0.035			焊低合金钢和低合金高强度钢
H04Mn2SiTiA	≤0.04	0.70~1.10	1.8~2.2	—	—	钛 0.20~0.40	≤0.025	≤0.025			同上
H04MnSiAlTiA	≤0.04	0.40~0.80	1.40~1.80	—	铝 0.2~0.4	钛 0.35~0.65	≤0.025	≤0.025			同上
H10MnSiMo	≤0.14	0.70~1.10	0.90~1.2	≤0.20	≤0.30	0.15~0.25	≤0.030	≤0.040			焊低合金高强度钢
H08Cr3Mn2MoA	≤0.10	0.30~0.50	2.0~2.5	2.5~3.0	—	0.35~0.50	≤0.030	≤0.040			焊贝氏体钢
H1Cr18Ni9	≤0.14	0.50~1.0	1.0~2.0	18~20	8.0~10.0	—	≤0.020	≤0.030			焊1Cr18Ni9Ti钢
H1Cr18Ni9Nb	≤0.09	0.30~0.80	1.0~2.0	18~20	9.0~11.0	铌 1.2~1.5	≤0.020	≤0.030			同上

H04Mn2SiTiA 和 H04MnSiAlTiA 焊丝的含碳量比一般焊丝低，同时焊丝中又有 Ti、Al 元素作为脱氧剂，因此它的抗气孔能力较强，能使飞溅减小，可以用强规范进行焊接。

H08Cr3Mn2MoA 焊丝可用于 CO₂ 保护焊焊接贝氏体钢。含有稳定剂铌的合金钢焊丝 H1Cr18Ni9Nb，用于短路过渡单层焊焊接铬镍奥氏体不锈钢，可以获得优质的焊缝。

总之，在普通焊接的情况下，对各种金属材料，主要是根据焊件接头的设计强度和节约的原则，选择不同化学成分的焊丝，以满足焊接工艺和焊接接头机械性能的要求。

在堆焊的情况下，焊丝是形成堆焊层的主要原材料。堆焊焊丝应根据对堆焊层的要求和堆焊母材的化学成分来选用。

对于只要求堆焊修复其尺寸的零件，根据普通焊接时的原则选用焊丝进行堆焊，一般均能满足要求。当堆焊层具有一定性能要求时，还应考虑 CO₂ 保护堆焊的特点，如合金元素利用率低、堆焊层稀释率大等，选择焊丝的化学成分，以便保证在具有良好的堆焊工艺的同时能得到符合质量要求的堆焊层。

使用 H08Mn2SiA 焊丝堆焊 35 号钢时堆焊层的化学成分及硬度值列于表 1-2。

表 1-2 35 号钢堆焊层化学成分

分析对象	元 素 含 量 (%)							硬度 (HB)
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	
基本金属	0.32~ 0.39	≤0.20	≤0.60	—		不大于 0.04	不大于 0.035	142~ 161
H08Mn2SiA 焊丝	≤0.10	0.70~ 0.95	1.8~ 2.1	≤0.20	≤0.25	≤0.03	≤0.035	
堆焊层	0.13	0.37	1.4	—	—	0.028	0.029	164~ 172

生产实践表明,使用 H08Mn₂SiA 焊丝堆焊低碳钢和碳钢具有良好的工艺性;对于只要求堆焊修复尺寸的零件和堆焊修复金属同金属间相互摩擦的零件,这种焊丝能满足堆焊层的质量要求。堆焊使用的焊丝直径多为 $\phi 1.2\sim 2$ 毫米。

三、CO₂ 保护自动堆焊工艺

1. 熔滴过渡

所谓熔滴过渡,就是金属熔滴从焊丝末端过渡到熔池中去的过程。熔滴过渡的特性,如熔滴的大小、过渡的频率、过渡的形式等,同堆焊过程的稳定性、合金元素的烧损、金属的飞溅以及堆焊层的质量和生产率等有密切的关系,也是选择堆焊规范的重要依据。

根据焊丝的材料、直径和所选用的焊接规范的不同以及其他工艺因素的差别,CO₂ 气体保护焊的熔滴过渡有三种形式,即短路过渡、滴状过渡(大颗粒过渡)和喷射过渡。由于在滴状过渡时,电弧不稳定,飞溅严重,焊缝成形不良,所以在实际的 CO₂ 气体保护焊生产中一般不采用。

短路过渡的特点是:采用小电流、低电压焊接规范,电弧长度很短,熔滴在尚未形成大体积时,就与熔池接触形成短路,而在电磁力和表面张力的作用下过渡到熔池。采用这种过渡形式焊接时,焊接过程稳定,工件焊后变形小,而且由于加热集中,电弧功率小,熔池小而凝固快,可以进行全位置焊接。

喷射过渡的特点是:采用大电流、高电压焊接规范,电弧较长,焊丝的熔化金属以很小颗粒和高速度射向熔池。采用这种过渡形式焊接时,熔深大,生产率高,但合金元素烧损量大,一般不适用于全位置焊接。

在CO₂保护自动堆焊的情况下，为了减小堆焊层的稀释率，增大合金元素的过渡系数，减小工件的焊后变形和进行全位置焊接，多采用短路过渡形式。只有在堆焊层尺寸较大而又对上述各项要求不高的平堆焊情况下，可以采用喷射过渡形式以提高堆焊生产率。

2. 堆焊规范

和熔滴的过渡形式相对应，CO₂气体保护焊的焊接规范分短弧焊规范和长弧焊规范两种。短弧焊采用低电压、小电流的规范焊接，熔滴呈短路形式过渡。长弧焊采用较高电压、大电流的规范焊接，熔滴呈滴状或喷射形式过渡。

在CO₂保护自动堆焊时，为了保证堆焊层的质量，除了要有适宜的堆焊电源和堆焊工艺材料外，还应选择合理的堆焊规范。堆焊规范除了个别表征堆焊特点的参数，如堆焊螺距等外，其他参数和普通CO₂保护焊相同。采用短弧焊规范堆焊时，主要规范参数有：焊丝直径、电源极性、焊接电流、电弧电压、堆焊速度、电感值、焊丝伸出长度、保护气体流量等。采用长弧焊规范堆焊时，规范参数中没有电感，只有在考虑改善引弧特性时才在回路中串入电抗器。

(1) 焊丝直径 焊丝直径对熔滴过渡特性、堆焊过程稳定性、金属飞溅等均有显著的影响。采用粗丝的堆焊可以提高堆焊生产率，但随着焊丝直径的加粗，金属飞溅增大，焊道成形变差。而且采用粗丝用长弧焊规范堆焊，从堆焊层稀释率、合金元素烧损、工件焊后变形以及实现全位置焊接等方面来看，对满足堆焊工艺的要求均是不利的。一般应在短弧焊规范的情况下，选用粗一些的焊丝，既保证质量，又具有较高的生产率。CO₂保护自动堆焊生产中常用的焊丝直径为 $\phi 1.2$ 毫米和 $\phi 1.6$ 毫米。