

內 部

粗焊絲二氧化碳气体 保护焊設備的研究

北京汽車修理公司四分厂
一机部机械科学研究所
211 科技圖書館翻印

一九六六年

二氧化碳气体保护焊是一种先进的焊接技术。由于这种焊接方法有很多优点,例如生产率高、操作简便、成本低等,最近几年来在国外得到迅速发展。

几年来,国内一些单位也曾作过粗焊丝二氧化碳气体保护焊试验,但由于设备不够完善,工艺上飞溅较多,因此未能在生产上得到广泛应用。

我们自去年下半年以来,进行了粗焊丝二氧化碳气体保护焊设备的试验工作,并进行了相应的工艺试验,取得一定效果,现介绍于下。

一、500 安培硅整流电源设计与制造

二氧化碳气体保护焊所用的电源大部分是直流电源,用旋转发电机或整流器。国外以用整流器为多,整流器中又以硅整流电源占多数。因为硅整流电源有很多优点,如效率高、体积小、寿命长及维修方便等。

参考了国外资料,确定最大焊接电流 500 安培,焊接电压在 35 伏以下分级调节,电抗器电感值在 2.5 毫亨以下分级调节。

粗焊丝二氧化碳气体保护焊的电源,要求具有平硬的外特性。国内一般都采用 AB-500 型直流电焊机改装,改装后的 AB-500 直流焊机,电源外特性在工作部分比较平硬,但开始部分是上升的,因此空载电压低于工作电压,电弧不易引燃,而且旋转发电机本身效率低,噪音大,因此决定采用电源外特性比较平硬且效率高的硅整流电源。

硅元件具有以下优点:

1. 整流效率高,可达 98~99.5%;
2. 承受温度高,可达 140°C;
3. 体积小。容量相同时为硒整流的 1/10,

硒整流的 1/3;

4. 寿命长,维护简便。若无特殊故障损坏,可半永久性使用。

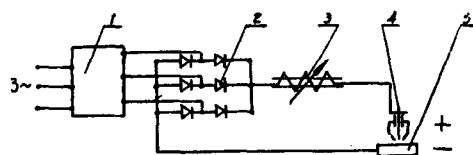


图 1 硅整流电源原理方框图:

1—三相降压变压器; 2—三相桥式整流器;
3—电抗器; 4—焊丝; 5—工件

1. 硅整流电源用变压器

变压器采用三铁芯式降压变压器,总容量选用 16KVA,三相,周率 50 赫,初级额定电压 380 伏,次级额定电压 26 伏,线圈连接方式为 Y/Δ。为了保证整流后能输出 500 安培电流,次级线圈每相按 200 安培设计,初级电流最大为 25 安。为了保证整流后能输出电压 22 伏~35 伏,变压器次级输出电压用 16 伏~25 伏。初级线圈用抽头的办法分十级调节以便得到合适的焊接电压。

导线选择时电流密度要尽量取小些,避免铁心长时间工作后发热,焊接用变压器电流密度取小一些。低压次级线圈采用 3.45×14.5 双纱包扁铜线双股并联一层 15 匝,电流密度约 2 安培/毫米²,高压初级线圈里层采用直径 4 毫米双纱包线,电流密度约 2 安培/毫米²,外层抽头采用直径 3.28 毫米双纱包线,电流密度约 2.5 安培/毫米²。变压器最后尺寸确定为 $440 \times 395 \times 100$ 毫米。

高压侧在下列各匝数抽头: 132, 137, 143, 150, 157, 165, 174, 184, 194, 206。

2. 硅元件的选择及其保护

三相桥式全波硅整流电源, 采用2CZ6硅元件, 该元件整流电流平均值为200安培, 交流输入工作电压峰值大于200伏。因此, 采用六个2CZ6硅元件组成三相桥式硅整流器, 即可满足500安培硅整流电源要求。

硅元件对电压、电流过载比较敏感, 一旦过载损失很大, 所以在使用硅元件时, 为保证其安全运行, 要求适当选择硅元件的过压及过流保护装置。

过压抑制元件有: 电阻电容、硒整流器、充气放电管、非线性电阻、火花隙等。我们采用电阻电容抑制电路和硒整流器双重保护电路。

对换向过电压的保护措施是在每个硅元件两端并联电阻电容, 在交流电压换向时借电容器的充放电过程抑制过电压。接入电阻是防止谐振以及当变压器投入电网时, 保护电容器和变压器漏抗间产生的振荡。通过计算, 电容选用0.5微法拉, 电阻为100欧姆, 20瓦特。

硒整流片保护又称“浪涌抑止器”, 把硒片串反连接在变压器次级, 正常情况下, 它具有较高的反向电阻而不通电, 当一个过电压发生时, 它的电阻猛烈地降低, 可以通过很大的放电流,

先使硒片击穿放电而保护硅元件。硒堆片数由计算可得每一相需四片, 二片一串然后相向连接(图2)。

过电流保护措施。过流一般由于短路或过载而形成的。可采用容量较大的硅元件防止过流, 或是采用过电流保护装置。现在一些使用单位常用过电流继电器, 快速熔断器等保护硅元件。我们采用DZ4-25型自动空气断路器, 接在一次网路中, 其电流超过25安培时即可跳闸, 跳闸时间为0.017秒, 经一阶段使用证明完全可以保护硅元件。

此外, 硅元件温升过高也会损坏, 因此加入风扇冷却。

3. 硅整流电源用电抗器

在粗焊丝二氧化碳焊接过程中, 熔滴过渡形式有短路过渡和喷射过渡两种。这种短路过程的过渡形式, 要求电源有良好的动特性, 即足够的短路电流增长速度和电弧电压能迅速的恢复, 才能保证焊接过程的稳定和良好的成形。平硬的电源外特性能保证电弧电压迅速的恢复, 而短路电流增长速度与电源空载电压, 直流回路电阻及回路电感等因素有关。对于一台设备, 一定的焊丝, 电阻和电压是固定的, 只有在直流回路中串一可调电感来得到合适短路电流增长速度。改变电抗器的电感值就可以改变短路电流增长速度, 当短路电流增长速度过高时, 大电流迅速将熔滴末端加热很高温度, 产生熔滴爆炸, 造成大颗粒飞溅, 焊缝成形变坏。当短路电流增长速度过低时, 熔滴不能迅速过渡, 这样短路电流在整个焊丝伸出长度内造成强烈加热, 焊丝大段熔化, 焊接过程无法进行。电感值越大则短路电流增长速度越低, 反之当电感值越小则短路电流增加速度越高。随着直流回路电感值的增加, 整流后的波形变得较平。焊接过程的稳定性, 焊缝成形和焊接过程的飞溅与电源良好动特性有重要关系。良好的动特性是具有合适的短路电流增长速度, 因此选择适当的回路电感值是十分重要的。

据国外资料介绍, 粗焊丝二氧化碳气体保护焊之电感值应在0~2.5毫亨范围内可调最

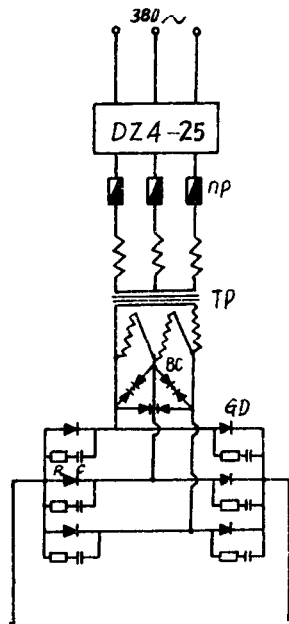


图2 硅元件保护线路图:

BC—保护硒片; GD—硅元件; R—电阻; C—电容

为合适。因此我们设计的电抗器根据这一电感值。又资料介绍电感线圈匝数选 24 匝较合适，我们选用 26 匝。电抗器铁芯用变压器矽钢片，磁路尽量取得短一些，芯柱截面尽量取得大一些，以加大电抗器之电感值。计算结果电抗器铁芯尺寸为 $360 \times 210 \times 85$ 毫米。导线选用 13.5×5.5 毫米，双股并联，电感值由 $0 \sim 2.5$ 毫亨，分 15 级调节，经一个阶段的使用基本上能满足粗焊丝二氧化碳气体保护焊的要求(图3)。

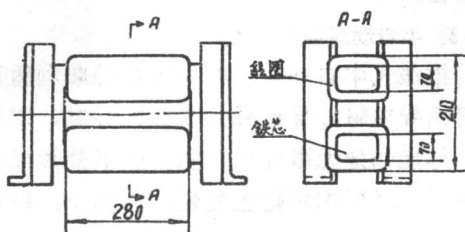


图3 电抗器

二、自动焊小车改装及自动焊头的設計

我们用 EK-1000 型埋弧自动焊小车进行了改装。EK-1000 型自动焊机是按等速送丝的原理工作的。由于二氧化碳气体保护焊具有较大的电流密度和平硬的电源外特性，电弧的自动调节就能够维持焊接过程一定的焊接规范，因此采用具有电弧自动调节即等速送丝机构的 EK-1000 型自动焊机进行改装是能满足焊接过程要求的。

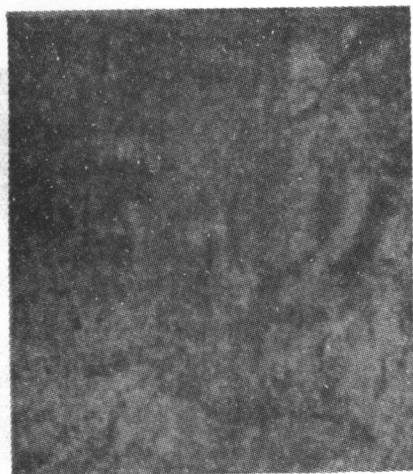


图4 EK-1000型自动焊小车改装后外形图

EK-1000 型自动焊机，焊接速度可以从 $16 \sim 126$ 米/小时，送丝速度可以从 $52 \sim 403$ 米/小时，该范围已能满足二氧化碳气体保护焊在使用直径 $1.4 \sim 2.0$ 毫米焊丝焊接时，规范调节的需要。

改装后的自动焊小车(图4)能完成以下动作：

1. 接通焊接电源；
2. 完成进丝，退丝和行走动作；
3. 焊接前能进丝和退丝用来调节合适的焊丝伸出长度。

EK-1000 型自动焊机头的改装如下：

1. 去掉原机焊药斗及导电杆；
2. 设计一适合于二氧化碳气体保护焊使用的焊头，固定在原机导电杆的位置上。

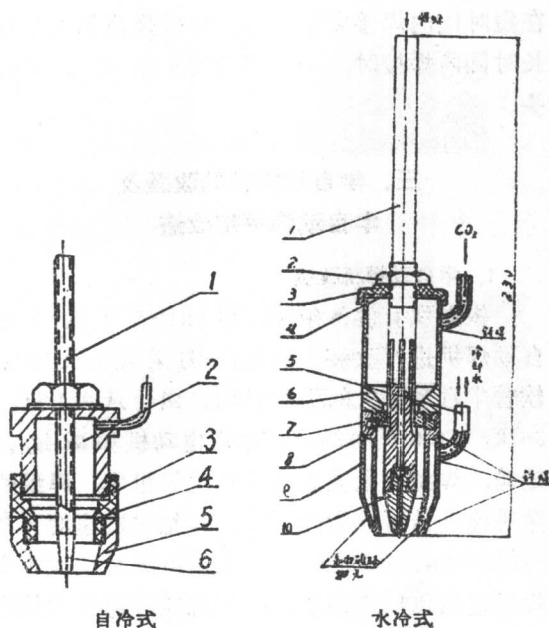


图5 自动焊头结构示意图：

- | | |
|--------|----------|
| 1—导电杆； | 1—导电杆； |
| 2—气室； | 2—压紧螺母； |
| 3—分流环； | 3—压紧绝缘套； |
| 4—绝缘环； | 4—绝缘垫圈； |
| 5—喷嘴； | 5—冷却水管； |
| 6—导电嘴 | 6—气室； |
| | 7—分流环； |
| | 8—喷嘴； |
| | 9—冷却水外套； |
| | 10—导电嘴 |

设计的自动焊头应满足以下要求:

1. 二氧化碳气体从喷咀射出,能形成可靠的气体保护层,保护电弧区和焊接熔池不受空气的有害影响;
2. 自动焊头在导电咀处能传导焊接电流;
3. 喷咀外部要绝缘,防止与工件接触发生电弧;
4. 喷咀装拆要方便,喷咀须不易粘上飞溅金属,要清理方便。

为满足以上要求,自动焊头采用分流环分流,以便二氧化碳气体能均匀地喷出,并形成良好的保护层。自动焊头的各部分采用螺纹连接,以防止漏气。我们试制了两种形式自动焊头,一种是自冷式,一种是水冷式,其结构如图5所示。

自冷式自动焊头适用于焊接规范不太大,在短时间内焊接完全好用。焊接规范加大且在长时间内焊接时,一定要采用水冷式自动焊头。

三、半自动焊机的改装及 半自动焊手把改进

1. 半自动焊机改装

根据现有设备条件,将ⅢⅢ-5型软管半自动焊机进行改装。送丝机构采用ⅢⅢ-5型软管半自动焊机的送丝机构。由一只0.1瓩,36伏,1450转/分的三相感应电动机和减速齿轮箱,焊丝压紧装置及焊丝盘等组成。焊丝的送进速度借可换齿轮调节。焊丝送进速度为73~650米/时,分12级调节。焊接电流是通过改变焊丝送进速度来调节的。焊丝通过送丝软管进入焊接手把。现有设备送丝软管长2.5米。实践证明,此种送丝机构能满足粗焊丝二氧化碳气体保护焊接的要求。

上述半自动焊机的控制部分装在硅整流电源的箱体內,半自动焊手把上不装按钮开关,当手把上伸出焊丝与工件接触时,即电源主迴路直接接通,在主迴路上串有电流继电器。当主迴路接通时,电流继电器动作,电流继电器触点接通中间继电器直接完成送丝动作。

2. 对软管的改进

原ⅢⅢ-5型半自动焊机的软管由控制导线,外部橡皮管,纸包皮,导引电流的紫铜软芯线,绝缘橡皮管,钢螺线管等组成。整个软管粗而硬,使用起来很不灵活。我们只取中间的钢螺线管,使焊丝能顺利通过到达手把。电源线我们采用紫铜软管橡皮线。在手把上还装有气管。经过改装以后的软管,比原来ⅢⅢ-5型半自动焊机的软管重量轻,而且具有较大的灵活性。

3. 半自动焊手把的改进

推丝式半自动焊手把要求焊丝顺利通过送丝管至导电咀,导电部分能良好导电,二氧化碳气体能畅通无阻地由气室至喷咀处形成良好保护层。还要求手把重量轻,体积小,结构简单等。

根据上述要求,利用原ⅢⅢ-5型半自动焊手把的送丝管,用铝制成送丝管外套,送丝管外套带有导电咀外套,均与导电部分绝缘。利用塑料作焊把外套,并装有导电主体,送丝软管及二氧化碳气管等。焊把外套尺寸是46×30毫米。整个焊接手把长度为260毫米。

电源线钎接在焊把导电主体上,送丝管一端与导电主体连接,另一端与导电咀连接。焊丝由送丝软管推到送丝管直至导电咀,二氧化碳气体由送气铜管至气室,经过二道分流阀以后到喷咀与导电咀之间,保护电弧区不受空气的有害影响。

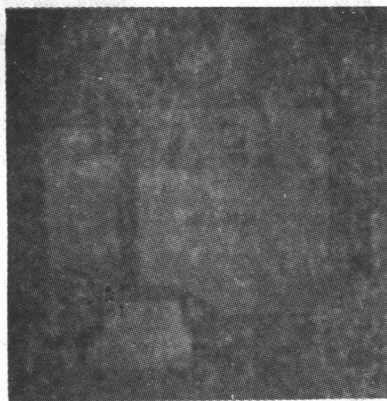


图6 半自动焊机外观图

图6是半自动焊机外观图,从试验阶段使用情况表明,此推丝式半自动焊手把,体积小,重量轻,结构简单,导电良好、不发热。焊丝能均匀送进,点弧可靠。二氧化碳气体能保证电弧区不受空气的有害影响。实践证明此焊接手把能满足粗焊丝二氧化碳气体保护焊半自动焊要求。

四、自动焊及半自动焊初步工艺试验

北京汽车修理公司四分厂生产的城市客用车辆,车身骨架的焊接已使用细焊丝二氧化碳气体保护焊,但底架(钢板厚度3~4.5毫米)的成型和组合仍采用手工电弧焊。为使客车底架的焊接过程实现机械化,提高劳动生产率,减轻工人劳动强度,使用粗焊丝二氧化碳气体保护焊是一个很好的途径。

底架成型焊缝直而长,且在水平位置,因此决定采用自动焊。底架组合焊缝不在同一空间位置,而且焊缝较短,决定采用半自动焊。因此,试验结合此结构进行。

1. 自动焊初步工艺试验

为了获得致密的焊缝,选用了含有脱氢元素的08Γ2CA焊丝。二氧化碳气体经过硅胶干燥处理。焊丝直径经试验确定用1.6毫米。

(1) 板面堆焊——焊接过程稳定,飞溅小,焊缝成形美观,焊缝致密,熔滴为短路过渡形式(图7,8,9)。

(2) 搭接焊——焊接时,焊丝与工件成50°角度左右。焊接过程稳定,飞溅小,整条焊口均填满且无咬边现象(图10)。

对接焊——对接焊时,对接接头间隙大小



图7 堆焊焊缝X光照片

焊接规范: 焊接电流250安培, 焊接电压28伏, 焊接速度20米/时, 气体流量10升/分, 焊丝伸出长度10毫米

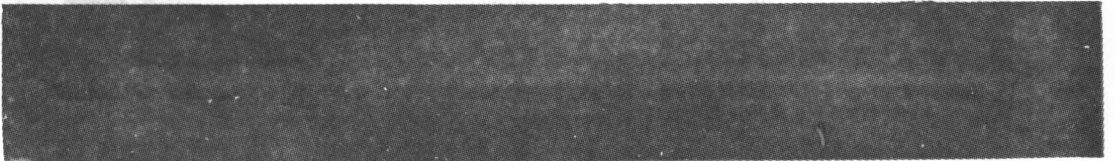


图8 堆焊焊缝外观

焊接规范: 焊接电流 150安培, 焊接电压22.5伏, 焊接速度18公尺/小时, 焊丝伸出长度10毫米



图9 板面堆焊波形图

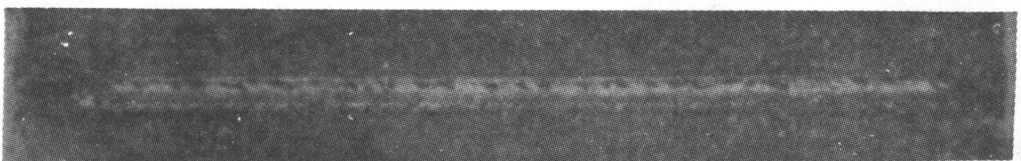


图10 搭接焊缝外观

对焊缝成形和熔透深度有较大影响。

按表 1 第 1 组焊接规范焊接时, 间隙为 1~1.2 毫米, 可以获得表面成形良好的焊缝 (图 11), 完全焊透的焊接接头, 焊缝加强高较小。当间隙为 0.5~0.8 毫米时, 焊接过程稳定, 焊缝表面成形良好, 但熔透深度只有板厚的三分之二, 焊缝加强高较高。

当采用表 1 中第 2 组焊接规范焊接时, 由

于使用了大电流和高速度, 对接头装配间隙要求严格, 允许留有 0~0.2 毫米间隙, 试焊证明用高速度大规范进行焊接, 同样可以得到表面成形良好的焊缝。此种焊接规范, 从八线示波仪所照波形图来看近似于喷射过渡形式, 但中间仍夹杂有短路式过渡, 此种情况电感值影响不太大, 飞溅亦很小。图 12 为其波形图。

表 1 对接焊缝两组焊接规范

序 号	板 厚 (毫米)	焊丝直径 (毫米)	焊 接 电 流 (安培)	焊接电压 (伏特)	焊接速度 (米/时)	焊丝伸出长度 (毫米)	间 隙 (毫米)	备 注
1	4.5	1.6	150~160	23	18	10	1~1.2	一次焊透
2	4.5	1.6	350~380	28	126	10	0~0.2	一次焊透

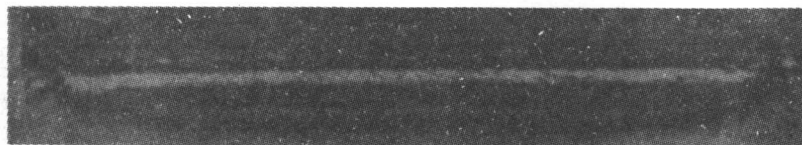


图11 对接焊缝外形图



图12 表 1 中第 2 组焊接规范电压电流波形图

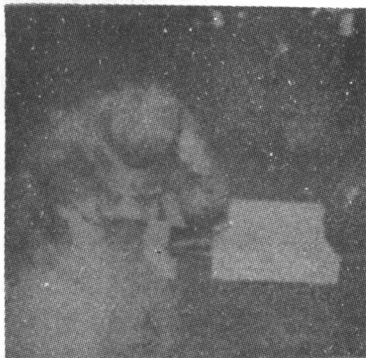


图13 半自动焊情况及焊缝外观

2. 半自动焊初步工艺试验

利用推丝式半自动焊手把进行全位置焊接, 试焊结果得到以下合适焊接规范: 焊接电

流 150~170 安培, 焊接电压 23~25 伏, 其它与表 1 中第 1 组数据基本相同 (图13)。

将电源及控制部分装为一体如图 14 所示。

五、結 論

1. 试制的粗焊丝二氧化碳气体保护焊设备, 电源为三相桥式硅整流电源, 具有平硬的电源外特性, 电压分十级调节。直流回路串联电抗器电感值调节范围较广, 可得到良好的动特性。此设备可用于粗焊丝二氧化碳气体保护自动焊接与半自动焊接。

2. 所设计之电源、自动焊头、半自动焊手把等, 基本上能满足工艺要求。自动焊头保证焊丝均匀送进, 导电良好, 气体畅通无阻。半自动焊手把体积小, 重量轻, 同时能很好完成给气、送丝、导电等动作。

参考文献从略

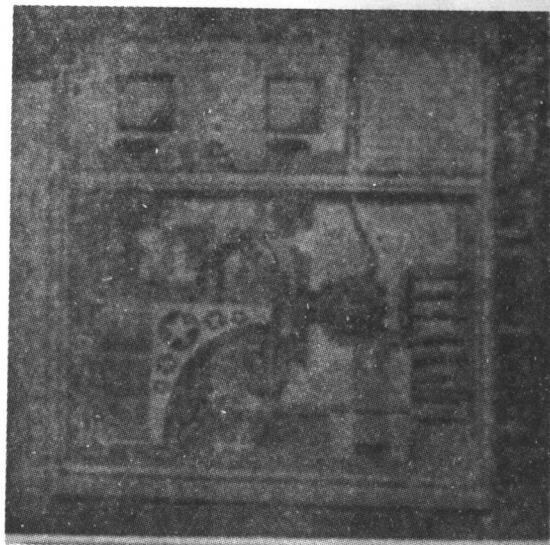


图14 全机外观