

小容积钢瓶制造中的环焊工艺

天津城市建设管理职业技术学院 (300134) 王玉龙

【摘要】介绍了小容积液化石油气钢瓶生产制造中所采用的焊接工艺及焊接中各工艺参数对焊缝质量的影响,并分析了环焊缝常见焊接缺陷产生的原因。

小容积液化石油气钢瓶是指正常环境温度($-40\sim 60^{\circ}\text{C}$)下使用的、可重复充装液化石油气的钢质焊接气瓶(以下简称钢瓶)。其试验压力为3.2MPa,公称容积为1.2~12L。作为一种便携式能源容器,小容积钢瓶具有体积小、重量轻、外观精致、价格便宜及安全方便等特点,可广泛用于家庭、饭店、旅游、医疗及体育等领域。因产品质量直接关系到人民生命财产安全,国家将其列为特种设备来进行管理,并实行严格的生产许可证制度。

实际生产中,钢瓶是经冲压成形的焊接气瓶用钢板焊接加工后成为液化石油气瓶的。焊接工艺作为钢瓶生产中最主要的加工工艺,焊接质量直接影响钢瓶产品质量,尤其是钢瓶的主体工作焊缝。我国自20世纪70年代初期开始制造此类产品,发展到现在制造工艺日臻成熟。尤其是小容积液化石油气钢瓶生产中的主体环焊缝中采用的 CO_2 的混合气体保

护焊接工艺,更是在钢瓶制造中被普遍应用。

1. 钢瓶环焊缝加工中焊接工艺方法的选择

最初的小容积钢瓶环焊缝焊接方法大多采用埋弧焊。如今,逐渐已被混合气体保护焊所取代,主要是基于以下几方面的考虑。

(1) 焊前准备 从制造工艺来讲,要求焊前的坡口两侧在清理油、锈后露出金属光泽。而采用埋弧焊时,不但对坡口的清理程度要求会更高,同时对焊剂也要进行烘干,焊丝也要进行相应的焊前处理。反观含有 CO_2 气体的气体保护焊工艺,对油、锈则不够敏感,焊前清理也要简单许多。

(2) 焊中质量控制 因埋弧焊采用焊剂保护熔池,工人在操作中不能观察到焊丝与焊道的状况,所以在质量监控上会留下盲点,造成烧穿、未焊透等缺陷。而气体保护焊因随时可观测焊丝与焊道间的变化,所以在焊缝质量控制上更有保证。

三、结语

结合现场焊接管道带磁的工作经验,可根据现场实际情况,使用以上几种消磁方法,再配合进行适当的预热,就能够达到预期效果。选择方法总的原则为:在已有的劳动条件,低成本完成高质量的焊缝。如遇到特殊情况,在满足焊缝工艺性能和力学性能的前提下考虑采用无磁性的奥氏体焊材、交流弧焊电源焊接。如果是小薄管径焊件可考虑气焊焊接,也可焊前增加引弧、熄弧板,增大焊件整体端面以分散磁力线。MW (20120326)

磁阻不同而产生弯曲,磁力线将绕过较大磁阻的磁化管接口,绕开非铁磁空间,也就是磁力线在坡口处产生漏磁,而从导磁套管通过,并绕过施焊槽孔。消磁套与磁化管的接触面积越大,消磁力就越强。打底焊时,保持边焊边转动导磁套,直至打底结束取取消磁套。此方法简单易行,屏蔽磁力线效果好。

通过以上工艺措施,并严格按照珠光体耐热钢的焊接工艺要求,对被磁化的管道进行了氩弧打底手弧盖面焊接,焊缝经检验合格,达到了设备正常运行标准。

(3) 焊接后的工作 埋弧焊焊接后需进行熔渣清理。遇熔渣粘度较大时,清理起来有一定难度。而采用 $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ 混合气体作为保护气体时,因飞溅产生程度的降低使焊后的清理工作简单了许多。

此外,因气体保护焊焊缝热影响区的减小,也使得该方法所得到的焊缝性能优于埋弧焊。

综合分析,使用气体保护焊对钢瓶主体焊缝进行焊接,是优先考虑的方法。

2. 钢瓶的主体材料

根据 GB 15380 规定,小容积液化石油气钢瓶的

主体材料应满足主体材料采用电炉或氧气转炉冶炼的镇静钢,并具有良好的冲压和焊接性能,应符合 GB 6653 的规定;钢瓶主体材料化学成分验证分析结果应符合相关标准规定。

实际生产中 YSP—2 小容积液化石油气钢瓶选用的材料是规格为 2mm 的 HP295 钢材,该材料属低合金钢,为焊接气瓶用钢,有很好的焊接性能和深冲成形性能以及力学性能,能满足 GB 6653 和 GB 5380 中对主体材料成分和性能的严格要求,其用钢成分如表 1 所示。

表 1 HP295 钢材化学成分及力学性能

牌号	化学成分 (质量分数,%)					力学性能			
	C	Si	Mn	S	P	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	屈强比 (σ_s/σ_b)	试样伸长率 δ (%)
HP295	0.13 ~ 0.18	≤0.10	0.80 ~ 1.50	≤0.02	≤0.02	≥295	≥440	≤0.8	≥24

3. 钢瓶制造中使用的焊接材料

(1) 焊丝 按钢瓶主体材料的选择,综合考虑焊接质量、生产效率等因素,选用含有脱氧剂的 H08Mn2SiA 焊丝,焊接 YSP—2 液化石油气钢瓶环焊缝时,选用的焊丝规格为 $\phi 1.2\text{mm}$ 。该焊丝符合

GB/T 8110 ER49—1,是目前国内钢瓶制造厂家普遍使用的焊丝。该焊丝不论从其焊接工艺性能、焊缝成形,还是焊缝性能上,均证明符合钢瓶焊后的质量要求。其化学成分与熔敷金属力学性能如表 2 所示。

表 2 H08Mn2SiA 焊丝成分与性能

H08Mn2SiA	化学成分 (质量分数,%)							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
标准值	≤0.11	1.80 ~ 2.10	0.65 ~ 0.95	≤0.025	≤0.015	≤0.20	≤0.30	≤0.50

H08Mn2SiA	熔敷金属力学性能			
	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率 δ (%)	常温冲击吸收能量/J
标准值	≥490	≥372	≥20	≥47

(2) 保护气体 实际生产中采用的保护气体是 $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ 混合气体。该气体既避免了单一 CO_2 气体保护焊产生的较大飞溅,以及单一氩气保护焊接时的电弧漂移现象,还保持了两种气体焊接时的各自优势,焊后的焊缝成形美观,断面形状效果好。生产中,为保证获得优质焊缝, CO_2 气体纯度应 ≥99.5%,氩气纯度 ≥99.9%,为减少水分对焊缝质量造成的不良影响,对市售的 CO_2 气体要进行提纯。目前也有不少厂家使用气体生产厂家配比好的混合气体。

4. 生产中使用的焊接设备

生产实际中使用的是 NZC3—500 型自动焊机。该焊机可采用规格为 $\phi 1.2\text{mm}$ 或 $\phi 1.6\text{mm}$ 的焊丝,是 $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ 混合气体作为保护气体的专用焊接设备。其借助等速送丝和工件自动转动来进行焊接,主要由 YM—505KEV 高性能半自动 CO_2 弧焊电源、控制

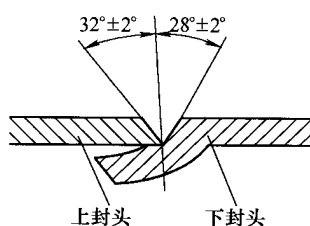
箱、焊接机头、焊接机架以及其他配件组成。

5. 环焊缝的焊接工艺

(1) 钢瓶环焊缝的坡口加工与焊前装配 钢瓶环焊缝的坡口加工:依据 GB 15380 要求,坡口表面应清洁、光滑,不得有裂纹、分层和夹渣等缺陷,上下封头采用缩口插入式装配。本文所涉及的 YSP—2 小容积液化石油气钢瓶外径 204mm。上封头坡口采用机加工方式加工,下封头则采用缩口形式。

生产中的缩口质量,直接关系到焊前的装配质量。缩口量较小,则瓶体组装困难,使得生产效率降低,甚至造成返工;缩口量若较大,钢瓶组装后匡量大,焊后会产生错边,焊接中还有烧穿的可能。钢瓶生产中加工的坡口角度如附图所示。

钢瓶环焊缝的焊前装配:钢瓶环焊缝生产上采用的缩口形式的焊接接头方式,装配不但方便,还



YSP—2 环焊缝接头形式

可避免衬垫式接头形式中烧穿现象的发生,使得生产效率与质量都能有所提高。

在装配中,考虑上下封头都有一定的椭圆度,所以下封头的缩口和上封头的坡口质量和尺寸会有一定偏差,故在组装前除要检查上下封头外观外,还要控制好组装环节,不合格者不得组装,而且上下封头对口错边量 $\leq 0.20S$ (钢瓶名义壁厚),棱角高度 $\leq 0.1S + 1.5\text{mm}$,使用检查尺长度 $\geq 200\text{mm}$ 。

(2) 焊接参数 电源种类与极性:生产中采用直流反接来获得稳定的电弧燃烧和较大熔深。

焊接电流:在考虑焊接电流时,应保证焊缝有足够的熔深,还要防止焊缝出现烧穿。

电弧电压:生产中,电弧电压与焊接电流应合理匹配,既要有助于得到良好的焊缝成形,又要防止焊接缺陷的产生。

焊接速度:焊接速度的确定应与焊接电流、电弧电压的数值相匹配。应在保证焊接质量的前提下,有助于提高焊接生产效率。

焊丝参数:按长期实际工作经验,焊丝干伸长度应控制在焊丝规格的10倍左右;为使下封头能获得较好的熔透深度,施焊时,焊丝应处于下坡焊的焊接位置,且略偏向下封头。

气体配比及流量:前面提到气体配比会影响焊接电弧的特性,故经试验确定的气体比例非常重要。而且,应通过观察熔池的保护效果来选择适当的气体流量。

其具体焊接参数如表3所示。

表3 YSP—2 环焊缝焊接参数

焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·min ⁻¹	焊丝干伸长度 /mm
160~180	18~20	420~470	12±1
气体配比 (CO ₂ + Ar)	气体流量 /L·min ⁻¹	焊丝偏移距离 /mm	电流种类 与极性
20% + 80%	12~20	20~30	直流反接

(3) 施焊的其他规定 施焊环境要求:按照GB 15380要求,焊接应在室内进行,相对湿度要 $\leq 90\%$,否则应采取有效措施。当焊接件温度 $< 0^{\circ}\text{C}$ 时,应在始焊处预热。

施焊人员的相关规定:钢瓶的焊接必须由《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》考试合格,并持有有效证书的焊工承担。

6. 焊缝检验

按照GB 15380《小容积液化石油气钢瓶》相关规定,施焊后的钢瓶环焊缝需进行外观检验及射线照相检验。

(1) 钢瓶的外观检验 施焊后的环焊缝表面及热影响区无裂纹、气孔、弧坑、夹渣和未熔合等缺陷,环焊缝无咬边;焊缝表面无凹陷或不规则的突变。上述结果能满足标准的相关要求。

(2) 射线照相检验 按生产顺序每50只(不足50只时,也应抽取1只)抽取1只,对环焊缝进行100%射线照相检验。如不合格,应再抽取两只检验,如仍有1只不合格时,则应逐只检验。焊缝射线照相检验结果应按JB 4730评定,Ⅲ级为合格。

经反复试验与生产实践,YSP—2小容积液化石油气钢瓶的环焊缝探伤结果能满足上述要求。

(3) 力学性能试验 按GB 15380规定,从环焊缝处切取焊接接头的拉力、横向正弯和反弯试样各一件。试样上焊缝的正面和反面应采用机械加工方法使之与板面齐平,试样的焊接横断面应良好。

钢瓶焊接接头的拉力试验按GB/T 2651进行,采用带肩板形试样。试验结果,其抗拉强度不低于母材标准规定的下限。

钢瓶焊接接头弯曲试验按GB/T 2653进行。弯曲 $\geq 100^{\circ}$ 时应无裂纹(试样边缘的先期开裂不计)。

经上述焊接工艺施焊的环焊缝试验结果合格。

7. 结语

施焊后的钢瓶环焊缝,按照GB 15380《小容积液化石油气钢瓶》相关规定进行外观检验及射线探伤,每批钢瓶焊接结束后进行焊后热处理、水压试验与气密性检验,以及前面提到的力学性能试验、水压爆破试验。钢瓶经检验后,结果显示性能指标较高,能满足国家标准要求。**MW**

(20120508)