

锅炉压力容器埋弧焊产生气孔的成因与对策

韩峰 李刚伟

(金牛股份有限公司 710043)

摘要:本文从锅炉压力容器行业埋弧焊工艺特点入手,介绍了产生气孔的一般原因,通过长期的观察、试验,找到了产生气孔的特殊原因,并提出了解决措施,进一步完善了埋弧焊工艺。

关键词:埋弧焊 气孔 控制措施 焊接工艺

The reason and controlling measure of producing porosities for manufacturing boiler & pressure vessel by SAW

Han Feng, Li Gang-wei

(Gold Ox Holding Co.,Ltd, Xi'an Shaanxi 710043)

Abstract:The paper proceeds with the characters of SAW to boiler pressure vessel industry,introduces the common reasons and obtains special causes for porosity by longtime observation and experiment,supplies the settlement and perfects the SAW technics.

Keywords: SAW(submerged arc welding) porosity controlling measure welding procedure

1 前言

日前,埋弧自动焊接技术在我国锅炉压力容器行业得到普遍应用,埋弧焊以焊缝成形美观、质量好、生产效率高、节约焊接材料、改善劳动条件等优点而广泛应用于锅炉压力容器生产中,其焊接工艺也在实践中不断完善。本文以锅炉制造中主要受压件——筒体焊接为例,对埋弧焊焊接工艺作了介绍,对焊接中容易产生的质量缺陷——气孔(主要是CO气孔)的成因进行了详细分析,并提出解决方案。

锅炉压力容器制造中,主要承压件是筒体的制造,一般由2~3节筒节加两个封头组成。对于锅炉筒体来说,筒体的制作过程可由筒节的制造、筒节的组焊及封头的组焊等工艺过程:下料、坡口、压头、卷圆、组对(点固)、焊接(埋弧焊)纵缝、校圆,组对环缝(点固)、焊接环缝(埋弧焊)最后组对封头环缝(埋弧焊)。如图1所示。

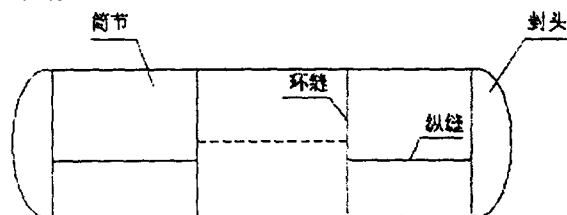


图1

在组对过程中,组对质量要求较高,否则会影响焊接质量。根据有关规定要求环缝组对偏差控制在板厚的10%加1mm范围内,纵缝组对偏差控制在板厚的15%以内。在筒体的焊接中,全部用埋弧自动焊完成,也就是说埋弧自动焊的焊接质量将直接影响筒体的质量。

2 问题的产生

埋弧自动焊是电弧在焊剂层下燃烧的一种电弧焊方法。在焊剂层下电弧在焊丝末端与焊件之间燃烧。使焊剂熔化、蒸发形成气体,在电弧周围形成一个封闭空腔,电弧在这个空腔中稳定燃烧,焊丝不断送入,以熔滴状进入熔池与熔化的母材金属混合,并受到熔化焊剂的还原,净化及合金化作用,产生CO、O₂、NO等气体,随着焊接过程的进行,电弧向前移动冷却凝固后形成焊缝,比重较轻的熔渣浮在熔池的表面,有效的保护熔池金属。如果熔池凝固过快,使气体来不及逸出而残存在焊缝金属中就会形成气孔。在埋弧焊中多见CO气孔。

2.1 气孔形成的一般原因及采取的措施

气孔形成的一般原因:

1)铁锈、油污和水份 对熔池一方面有氧化作用,另一方面又带来大量的氢。

2) 焊接方法 埋弧焊熔透力强, 焊缝的熔深相对于手工电弧焊深的多, 气体从熔池中逸出困难, 故生成气孔的倾向比手弧焊人的多。

3) 定位焊和补焊 碱性焊条未按规定烘干或焊道未清理。

4) 电流的种类和极性 使用交流电源, 将使产生气孔倾向增大。

5) 焊接工艺参数 焊速增加, 焊接电流增大, 电压升高都会使气孔倾向增加。

针对以上分析, 通常采用以下措施来防止产生气孔:

1) 焊前用磨光机把坡口两侧 20mm 内的铁锈、油污打磨干净, 露出金属光泽。清除坡口附近的铁锈及污物, 最后用丙酮刷洗坡口附近的油污等丙酮完全挥发后才能焊接。

2) 焊前焊剂要按规定的温度进行烘干并保温, 下班前回收好焊剂, 放到焊剂保温箱中保温以免受潮。焊剂要保持洁净, 焊前把施焊部位清扫干净, 切忌把铁锈等脏物混入焊剂中影响焊缝质量。

3) 定位焊和补焊时, 碱性焊条一定要按规定严格烘干。组对完或补焊完毕要立即施焊, 否则焊道会返潮。

4) 使用直流电源, 反极性连接可减少产生气孔的倾向。

5) 采用合理的工艺参数焊接。
通过采用以上措施后, 气孔一般能得到有效防止, 焊接质量得到保证, 但也有例外情况。

2.2 气孔形成的特殊原因

在焊接该筒体纵环缝的过程中, 对板厚小于 16mm (含 16mm) 的筒体, 坡口均为 I 型坡口。以板厚为 14mm, 材质为 20g 的筒体为例, 根据等强匹配原则和综合力学性能的考虑, 采用的焊丝为 H08MnA、 $\phi 5.0$, 焊剂为 HJ431。定位焊及补焊时用 E4315、 $\phi 3.2$ 。并要求焊前焊剂和焊条应按规定烘干。碳弧气刨用碳棒 $\phi 6.0$, 选用表 1 工艺参数焊接。

表 1

板厚 (mm)	焊接顺序	焊丝直径 (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊速 (m/h)
14	里 (筒内)	5	650~750	36~38	24~26
	外 (筒外)	5	700~800	37~39	25~27

焊前按规定要求严格清理, 清除坡口及其周围的油锈水等杂质, 且组对亦符合要求, 焊丝经除油处理。焊接过程中也没有发现有异常情况, 但是焊接后经 RT 透照, 发现有密集气孔产生, 如图 2。

按程序规定经检查工艺过程和焊前准备情况, 没有发现问题的症结。按原工艺再焊一道环缝依然产生同样密集的气孔。在没有找到原因的情况下, 对产生气孔的部位用手工焊条电弧焊进行了返修。奇怪的是有时这种情况会消失, 有时也会大量出现。由于我们是不间断生产, 一段时间以来, 该问题成了困扰我们的严重质量问题。

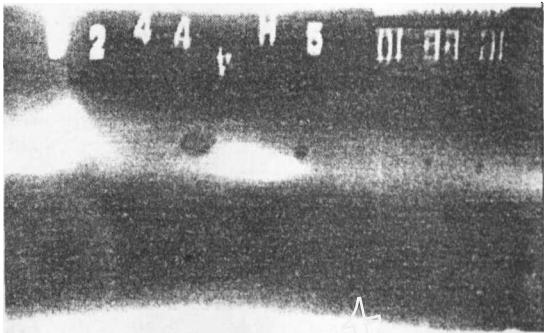


图 2

2.3 分析原因及相应对策

经过一段时间的观察、分析, 发现出现气孔的筒体板厚都在 14mm 以上, 筒体直径在 800mm 以上, 且未在焊缝中心线上。而板厚在 10mm 以下, 直径在 800mm 以下的筒体则没有出现气孔。对以上两类筒体焊缝中心线和坡口中心线进行划线标注, 发现在施焊过程中, 发生气孔的焊缝, 其中心线均不同程度的偏离了坡口中心线 (δ), 如图 3 所示, 板厚都在 14mm 以上, 直径大于 800mm 的筒体, 而且偏离的程度愈大, 产生密集气孔的倾向愈大。产生气孔的部位均在焊缝偏离坡口中心线 3mm 以上时发生, 而对板厚在 10mm 以下, 直径小于 800mm 的筒体, 即使焊缝偏离坡口中心线 3mm 以上也不会产生气孔。

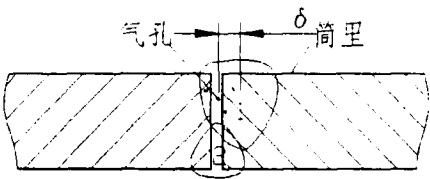


图 3

也就是说问题出现在机头导轨 (轨道) 或转胎上, 在焊接过程中, 机头偏离坡口中心, 导致焊缝中心偏离坡口中心。板厚愈大, 直径愈大, 导热就愈快, 处于焊缝边缘的气孔来不及逸出形成气孔; 板厚愈薄, 直径愈小, 导热就愈慢, 处于焊缝边缘的气泡可以逸出, 不能形成气孔。由于国内绝大多数生产厂家都采用国产设备及工装进行生产, 大多存在如下缺陷:

1) 小车导轨或机头轨道制造直线度超差, 加之安装导轨时存在安装偏差。机头在导轨上行进时, 使焊枪偏离焊道。

2) 小车导轨或机头轨道长期处在生产环境中, 不可避免的被各种工件碰撞, 加之四季温差变化, 都可能使轨道产生弯曲变形, 如果这种变形未被及时发现, 在施焊时必然焊偏。

3) 转胎安装后四轮间存在形位公差。筒体在转胎上旋转时发生径向窜动, 而使焊枪偏离焊道。

4) 转胎长期处在生产环境中, 轴承在荷载下长期工作, 如果润滑不到位, 很容易使滚轴磨损, 造成轴承间隙过大使转胎发生径向窜动。

以上四种情况都能使焊缝偏离, 偏差不大时, 不影响焊道熔化, 外观成形美观, 这种焊偏不易觉察, 即使产生质量问题, 也不会想到由该原因引起。当偏差过大时, 焊缝将偏离焊道, 产生严重质量问题。找到了问题的症结, 我们就可以有针对性地采取措施了。

1) 制作导轨(轨道)时应检查其直线度, 不合要求时, 应调直后再安装, 安装时应检查两导轨间的平行度, 偏差应在允许的范围内, 否则不能安装。

2) 在生产环境中, 应提醒工人注意不能碰撞导轨, 发生碰撞后, 应及时检查, 维修后才能投入生产。并应随着季节变化随时检测导轨的直线度和平行度, 使其始终处于良好的状态。

3) 对转胎在安装时, 严格控制其形位公差, 发现超差, 应立即调整, 否则不得投入生产。

4) 转胎处于生产环境中, 应定期对其进行注油润滑, 并检查滚轴磨损情况, 及时更换不合格的轴承。

通过采取以上措施后, 焊缝焊偏的情况得到有效控制, 气孔现象消失, 对比结果如图4所示。

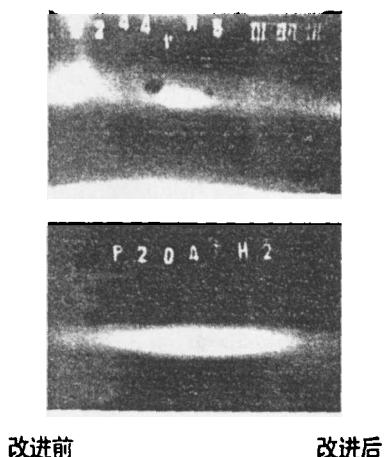


图4

3 焊接过程中应注意的几个问题

组对时, 要保证工件装配质量, 切忌强行组对造成应力集中。

1) 焊前对纵焊缝要焊好引弧板及收弧板, 引弧板与收弧板的坡口形式应与筒体相同。

2) 焊前应把地线接牢固, 对好焊嘴。注意焊接筒体倾斜角不宜大于 6° 。

3) 选择工艺参数注意根据实际情况适时调整, 如组对间隙过大时(大于2mm)应在筒体背面用焊条电弧焊进行封底, 避免烧穿, 并减少焊接电流或加快焊速。

4) 焊接过程中, 始终注意焊嘴对准焊缝中心, 发现偏离及时调节。

5) 焊接过程中, 发现电弧在焊剂里燃烧不稳定, 可能烧穿或造成气孔等缺陷, 应及时停焊, 查明原因经修补后再继续施焊。

6) 为保证焊接质量, 应尽量采用小电流, 减少热输入。这样能提高接头力学性能。

按照上述工艺措施, 连续施焊筒节100节, 全部100% RT, 按JB/T4730标准, 满足II级要求, 全部合格。

4. 结束语

埋弧自动焊虽然大大地减轻了焊工的劳动强度, 焊缝成形美观, 力学性能好, 生产率高等诸多优点, 但也需要我们在生产中勤于动脑, 多观察善总结, 及时发现施焊过程中影响焊缝质量的不确定因素, 分析产生的原因, 不拘于书本知识, 大胆提出自己的创新办法, 就一定能够有效提高焊接质量, 创造出更大的经济效益。

参考文献:

- [1] 辛希贤·管线钢的焊接·陕西: 陕西科学技术出版社, 1997
- [2] 李九生·石油管线的焊接工艺方案·焊接技术, 2001(1): 22~23
- [3] 周振丰·金属熔焊原理及工艺·机械工业出版社, 1985
- [4] 俞宽铁·锅炉压力容器焊工培训教材·北京科学技术出版社, 1992
- [5] 金属材料·上海材料研究所编·机械工业出版社, 1976
- [6] 焊接技术·焊接技术编写小组·国防工业出版社, 1975
- [7] 关云隆·无损检验·国防工业出版社, 1975
- [8] 焊接金属学·上海交通大学·广东工学院编, 1978
- [9] 周振丰, 张文敏·焊接冶金与金属焊接性·北京: 机械工业出版社, 1988