

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2022.09.008

GIS 气动机构储气罐内壁防腐质量提升

姚金刚, 徐曦*, 张会杰, 邵禹

(西安西电开关电气有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要: 气体绝缘全封闭组合电气(GIS)的户外产品气动机构储气罐热镀锌端盖的内腔出现腐蚀问题,影响产品运行可靠性。经分析确认,腐蚀原因为内壁热镀锌层残留锌渣在清理时造成镀层破损,从而导致防腐能力减弱。通过对图纸的工艺性分析和设计结构的改善,有效缓解了锌渣残留的问题,降低了清理强度,解决了储气罐内壁热镀锌层的腐蚀问题,并验证了方法的实际效果。改善后的储气罐能通过12周期中性盐雾试验,确保了基材的防腐效果。

关键词: GIS; 储气罐; 腐蚀; 热镀锌; 中性盐雾试验

中图分类号: TG174

文献标识码: A

Improvement of Anti-Corrosion Quality of Inner Wall of Gas Storage Tank of GIS Pneumatic Mechanism

YAO Jingang, XU Xi*, ZHANG Huijie, SHAO Yu

(Xi'an XD Switchgear Electric Co., Ltd., Xi'an 710077, China)

Abstract: The inner cavity of the hot-dip galvanized end cover of the air storage tank of the pneumatic mechanism of the outdoor product of gas insulated switchgear (GIS) has corrosion problems, which affects the operation reliability of the product. After analysis, it is confirmed that the corrosion is caused by the damage of the coating caused by the residual zinc slag of the hot-dip galvanized coating on the inner wall during cleaning, resulting in the weakening of the anti-corrosion ability. Through the process analysis of the drawing and the improvement of the design structure, the problem of zinc residue is effectively alleviated, the cleaning strength is reduced, the corrosion problem of hot-dip galvanized coating on the inner wall of air storage tank is solved, and the practical effect of the method is verified. The improved air storage tank can pass the 12 cycles neutral salt spray test, and the anti-corrosion effect of the substrate is maintained.

Keywords: GIS; gas storage tank; corrosion; hot-dip galvanizing; neutral salt spray test

气体绝缘全封闭组合电气(gas insulated switchgear, 以下简称GIS)户外产品中,部分使用气动机构进行开断驱动^[1-2],气动机构需使用储气罐进行能量存储,因此储气罐的外观质量(含内表面)直接影响机构运行的可靠性和使用寿命。储气罐材质为锅炉钢,通常选择热浸镀锌工艺(下文简称热镀锌)作

为防腐工艺^[3]。热浸镀锌利用阴极保护原理,金属锌电位较低,仅有-0.762 V 低于铁的电位-0.440 V,较铁更为活泼,当镀锌的铁基材处于腐蚀环境中时,锌膜作为阳极首先受到腐蚀,而作为阴极的铁受到保护^[4]。

储气罐为焊接壳体,外观形状如图1所示。如

收稿日期: 2021-10-26

修回日期: 2021-12-08

作者简介: 姚金刚(1977—),男,本科,高级工程师,主要从事GIS产品工艺研究,email:1978542994@qq.com

*通信作者: 徐曦,email:lovebeforetime@163.com

果先热镀锌,再焊接,焊缝处的热镀锌层会被烧蚀,所以为保证储气罐焊接部分防腐、防锈质量,工艺采用先焊接后表面处理的工艺顺序。

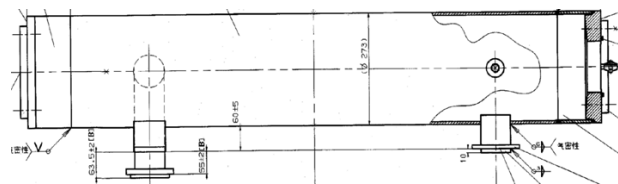


图1 储气罐外观

Fig.1 Appearance of air storage tank

1 问题来源

沿海地区使用的储气罐受当地湿热气候的影响,储气罐中会滞留大量的水分,造成储气罐生锈腐蚀^[5]。根据现场数据,储气罐使用一年内,内腔严重腐蚀,如图2所示。

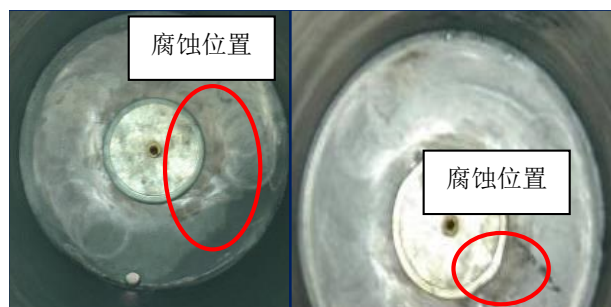


图2 储气罐内腔腐蚀位置

Fig.2 Corrosion position of inner cavity of air storage tank

由图2可知,腐蚀主要发生在内腔端面放水阀附近。实验研究表明,在干燥的空气或室内无结露、润湿的情况下,热镀锌的腐蚀速度极慢,而当相对湿度较高时,锌表面的腐蚀则明显加剧^[6],下文根据该特征进行了工艺和设计结构的分析,并进行了改进。

2 原因分析

储气罐焊接后仅在两头留有手孔,内腔热镀锌后,在锌液排出的过程控制上有一定的难度,内腔热镀锌后易残留锌粒和残渣在罐内。后续清理残渣的工序中,由于空间狭小,操作不便,易造成锌层减薄或磨透,漏出金属基材。当产品运行在潮湿环境时,减薄或磨透部位会发生快速腐蚀产生红色铁锈。

储气罐端盖位置见图3,可以看到靠近放水阀处留有 3° 的斜坡,用于热镀锌工序锌液的排出。在实际操作中,该结构会造成以下两方面问题:1)热镀

锌时,零件非完全竖直放置,会有一定的角度,熔融的金属锌粘度较大,若坡度过小,则造成锌液、锌渣积存无法排净;2)目测检验时,斜坡部位及斜坡根部无法看见,对检验锌层质量造成很大障碍。在后续对内腔打磨时,难以控制打磨范围和力度。

因此,在实际工艺操作中,既难以控制过程,保证质量,又无法通过检验来发现问题,排除隐患。

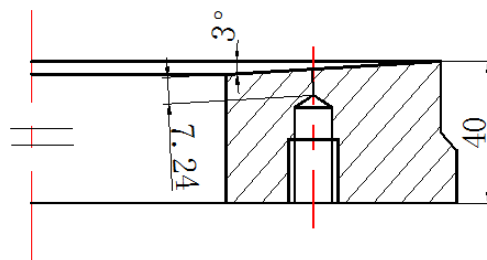


图3 储气罐端盖

Fig.3 End cover of air storage tank

3 改进方法

3.1 工艺流程改进

从工艺角度可以采取改变焊接与热镀锌顺序的方法来保证整体热镀锌的质量。原工艺过程为先焊接后热镀锌,也可尝试将最后焊接前的两个零件先热镀锌后焊接,即储气罐未焊接完成,作为两个独立零部件时分别进行热镀锌,在热镀锌后,再将两零件焊接。焊接时需将热镀锌位置的锌层去除,同时焊接热影响区对焊缝周围3 cm左右范围的热镀锌层会造成烧损,需进行油漆修补。油漆只对焊缝内外热影响区部位进行修补。

此方法可提高储气罐内壁整体质量,由于零部件分开热镀锌,所以除焊缝位置外,其他部位的热镀锌质量,从工艺控制到检验手段都易于把握,把问题缩小在焊缝周边。但该方法会带来新的不便:1)由于分开热镀锌,会对零部件造成不同程度的变形,给后续焊接带来一定难度;2)修补油漆时,操作难度也会增大,需要操作人员耐心细致方可完成;3)零部件外观会由于油漆和热镀锌的颜色变化不同,在一段时间后产生色差,影响视觉效果。

经过对上述工艺的分析讨论,可以看出为保证内腔热镀锌质量仍需采用先焊接后热镀锌的工艺路线。若要彻底解决该问题,除了严格工艺纪律,更重要的是从结构上杜绝此类问题的易发点。结合工艺

实际操作情况以及图片所示的问题发生点分析,工艺认为应增加热镀锌排液斜面坡度,使锌渣顺利排出罐体以减少不必要的打磨。

3.2 设计结构改进

如图3所示,3°的斜坡为日本原图设计,考虑到本地热镀锌施工环境和工艺过程控制水平与日本有较大差距,该坡度已经不能满足国内现有热镀锌质量。因此,增加坡度值是可以尝试的方法。

现有的设计从右端进行目测检验时,斜坡部位及斜坡根部无法看见,所以坡度增加的程度需首先考虑目测检验的可行性。斜坡角度增大的设计改进中须注意以下两方面问题:1)法兰螺纹锥角部位与斜坡的垂直距离有严格要求,关系储气罐整体耐压性;2)储气罐整体容积不允许有很大变动,但可少许增大。以上两条作为本次结构改进的基本原则。

如图4所示,右半部分为改进后的结构,左半部分为现用结构,相关结构参数对比见表1。

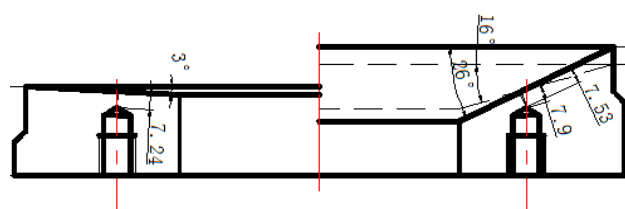


图4 结构改进对比图

Fig.4 Comparison diagram of structural improvement

表1 结构参数对比

Tab.1 Comparison of structural parameters

对比参数	改进结构	现用结构	差异
锥角与斜坡平面垂直距离/mm	7.53	7.24	0.29
斜坡与基准面坡度/(°)	26	3	23
可见角度与斜坡夹角/(°)	15	>180	可见
容积对比	整体容积增加量小于1%		
装配位置	罐体固定不在两端,且下端排水阀位置留有20 mm以上余量		

1)现用结构锥角至斜坡垂直距离为7.24 mm,要求改进后对应值须大于7.24 mm。

2)在增加坡度的同时,为保证上述距离,需增加板厚。

3)尝试增加板厚至50 mm,坡度为16°。锥角与斜坡垂直距离为7.9 mm,大于原有距离,如虚线所示。但可视角度与坡度所形成夹角为178°,几近平

面,不利于检验和观察打磨。

4)由于下料尺寸限制,20#钢板材料来源不稳定,故在后续设计中需要注意该问题。

5)尝试增加板厚至58 mm,下料为65 mm厚20#钢板,同时增大角度至26°。如图4右部实线所示。

4 新设计结构的防腐验证

4.1 试制新结构储气罐

完成解决方案及分析后,按照新设计图纸完成零件加工,共2件。热镀锌步骤见图5。



图5 新结构储气罐试制

Fig.5 Trial production of new structure air storage tank

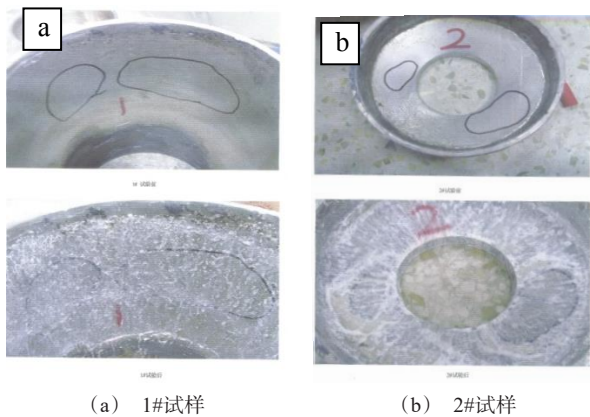
4.2 取样试验

完成热镀锌工序后,在储气罐端盖位置取样(见图6),并在考察部位按照GB/T—10125连续完成12个周期的中性盐雾试验(见图7),试验设备为FQY-025盐雾腐蚀试验箱。由图7可以看出,经过12个周期的中性盐雾试验,热镀锌层表面出现白锈,但无腐蚀缺陷。



图 6 取样位置

Fig.6 Sampling location



(a) 1#试样

(b) 2#试样

图 7 中性盐雾试验(画圈位置为考察位置)

Fig.7 Neutral salt spray test (circled position is the inspection position)

5 结论

本项目通过分析问题的根本原因,聚焦热镀锌

表面处理质量,尝试在实际加工水平条件下通过设计结构改进解决问题,确认了表面处理质量与设计结构的相关性,为后期相似问题提供了处理经验。

(1)热镀锌层的防腐质量受加工水平影响,镀层外观、镀后打磨会造成防腐能力降低。

(2)零件设计结构能影响热镀锌层的实际质量,符合实际加工水平的设计结构能为工序质量提供更多保障。

(3)结合实际工艺能力和设计结构改善,能更好的解决相关质量问题。

参考文献

- [1] 李鹤, 薛保星, 孙建巍. 气动机构断路器压力降低的分析与改造[J]. 电气制造, 2013(4): 37-39.
- [2] 弓静强, 盛晏, 盛晨. 浅谈 220 kV 断路器操动机构性能及检修[J]. 科技风, 2012(19): 31.
- [3] 刘雨林. 浅谈钢结构热喷锌防腐施工技术[J]. 全面腐蚀控制, 2018, 28(7): 35-37.
- [4] 鹏磊, 杨富鑫, 余喆, 等. 冷喷锌与热镀锌防腐性能的对比试验研究[J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(11): 1-6.
- [5] 任红光, 闫晓. 气动机构 SF₆ 断路器的故障分析和处理[J]. 电世界, 2015(11): 27.
- [6] 胡俊鹏, 李辛庚, 岳增武, 等. 输变电钢构件热镀锌防腐蚀效果调查分析[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2014, 26(6): 567-570.