

DOI: 10.11973/wsje201509019

GQ80 型铁路罐车的射线检测

余小清, 王建红

(西安轨道交通装备有限责任公司, 西安 710086)

摘要: 针对 GQ80 型铁路罐车的产品特点, 论述了 GQ80 铁路罐车罐体对接接头无损检测的必要性。并结合设计要求、北美铁路罐车及国内液体危险货物罐式运输工具对无损检测的规定, 进一步阐明采用质量标准为 JB/T 4730.2—2005《承压设备无损检测》规定的Ⅲ级检测法、抽检比例不少于 10% 的必要性, 为铁路罐车制造行业实施无损检测提供了借鉴。

关键词: 罐车; 无损检测; 射线检测

中图分类号: TG115.28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2015)09-0072-03

The Radiographic Inspection of GQ80 Railway Tank Car

YU Xiao-qing, WANG Jian-hong

(Xi'an Railway Transportation Equipment Co., Ltd., Xi'an 710086, China)

Abstract: According to the characteristics of the product and dielectric properties of GQ80 type railway tanker, present paper discusses the necessity of nondestructive testing of GQ80 tank butt joint. Combining the design requirements with nondestructive testing specifications by North American railway tank car and the domestic liquid dangerous goods tank transportation tool, it further clarifies the choice of X-ray detection method according to the quality standards of grade III of JB/T 4730.2—2005. It also provides reason of the detection ratio being not less than 10%, thus providing a scientific basis for the railway tank car manufacturing industry to implement nondestructive testing.

Keywords: Tank car; NDT; Radiographic inspection

GQ80 型铁路罐车为西安轨道装备公司研发的新一代 80 t 级铁路罐车, 罐车为无底架结构。罐体主要由封头、圆锥筒体(锥筒)、圆柱筒体(直筒)三部分组成, 如图 1 所示。

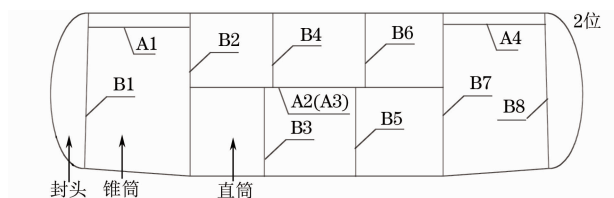


图 1 GQ80 型铁路罐车罐体结构示意图

筒体中部为直筒, 两端为封头, 锥筒连接直筒和封头。直筒上部壁厚 8 mm、下部壁厚 10 mm, 材料为 Q450NQR1。圆锥筒体壁厚 10 mm, 材料为 Q450NQR1。封头壁厚 10 mm, 材料为 Q345R。罐

车装载的轻油易燃, 属于铁路危险货物。

GQ80 型罐车罐体在运行过程中受到列车牵引力、路轨通过转向架传递给罐体的垂直和横向作用力、冲击震动等复杂动力的作用。罐体焊接缺陷在列车运行过程中可能出现扩展, 进而发生安全事故。

GQ80 型铁路罐车装载的轻油一旦发生泄漏, 不仅影响行车安全和用户对罐车的使用, 还容易引起火灾。此外, 轻油泄漏后, 运行中的罐车还会对铁路沿线产生大范围污染。经过分析, 罐体渗漏基本都是由罐车制造时的焊接缺陷引起的^[1]。因此, 铁路罐车作为铁路危险货物的主要运输工具, 对罐体对接接头进行无损检测非常有必要^[2]。

1 罐体对接接头无损检测方法

罐体对接接头的主要缺陷为未焊透、气孔、夹渣, 这些缺陷大部分位于焊缝内部, 可以选择的无损检测方法有超声检测和射线检测。

收稿日期: 2014-12-15

作者简介: 余小清(1972—), 男, 高级工程师, 主要从事铁道车辆及压力容器无损检测技术管理工作。

焊缝超声检测主要有 A 型脉冲反射式超声检测、相控阵超声检测和衍射时差法超声检测三种方法。ASTM E 2700—2009《焊缝接触式超声相控阵检测方法》适用的厚度范围为 9~200 mm^[3], JB/T 4730.10—2010《衍射时差法超声检测》适用的厚度范围为 12~400 mm。GQ80 罐体板厚 T 在 8~10 mm 之间, 超出了相控阵和 TOFD 标准的适用范围, 不宜采用相控阵或 TOFD 超声检测。A 型脉冲反射式超声检测在罐车制造行业应用最为广泛, 但 GQ80 罐体的两个结构特点不适合采用脉冲反射式超声检测。

1.1 焊缝宽度对检测的影响

根据产品图纸, 罐体对接焊缝宽度为 16~23 mm, 如图 2 所示。

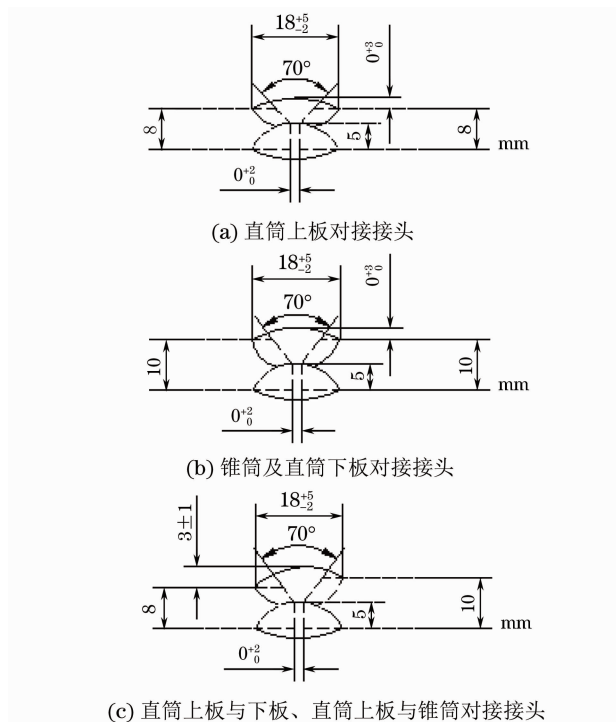


图 2 罐体各部分对接接头尺寸

为保证检测到对接接头整个截面, 超声探头的 K 值必须满足下式^[4]:

$$K \geq \frac{a + b + l_0}{T} = 3.5 \quad (1)$$

式中: a 为上焊缝宽度的一半; b 为下焊缝宽度的一半; l_0 为探头的前沿长度; T 为母材厚度。

但 GB/T 11345—2013^[5], TB/T 1558.2—2010^[6], JB/T 4730.2—2005《射线检测》等焊接接头超声检测标准均要求探头折射角在 $35^\circ \sim 70^\circ$ 之间, 允许的最大 K 值为 3, 导致即使选取 $K3$ 的探头, T 为 8 mm 这部分罐体焊缝仍有部分焊接接头扫查不到。

1.2 封头直边长度对检测的影响

采用焊缝一次反射波法超声检测时, 探头的移动长度 L 应满足:

$$L \geq 2.5KT = 75 \text{ mm} \quad (2)$$

焊缝两侧板厚不等时取薄板侧厚度值。

根据产品图纸, 封头直边长度为 40 mm, 小于超声检测必须的 75 mm。当探头在封头侧扫查封头端环缝时, 封头直边长度满足不了单面双侧扫查对探头移动距离的要求。

基于超声检测和射线检测的优缺点, 国内外同类产品标准中明确规定对罐体对接接头采用射线检测法, 如表 1 所示。

表 1 有关标准对危险货物罐体对接接头射线检测要求

标准编号	标准名称	适用对象
AAR M-1002	北美铁路协会《罐车规范》	铁路罐车
GB 18564.1—2006	《道路运输液体危险货物罐式车辆 第 1 部分: 金属常压罐体技术要求》	汽车罐车
GB/T 10478—2006	《液化气体铁道罐车技术条件》	铁路罐车
JB/T 4782—2007	《液体危险货物罐式集装箱》	罐式集装箱

AAR M-1002《罐车规范》规定的射线检测方法包括射线照相、实时成像检测及计算机射线照相检测三种方法^[7]。GQ80 罐体壁厚 8~10 mm, 适宜采用射线检测。国内研究表明, 实时成像技术与射线照相具有同等缺陷检测能力^[8], 对提高铁路罐车检测效率具有重要意义。

2 罐体对接接头射线检测的质量标准

2.1 GQ80 罐体对接接头缺陷允许限度

罐体在列车运行过程中为受力部件, 罐体装载危险货物, 罐体对接接头为全焊透结构, 对接接头不允许裂纹、未熔合、未焊透类缺陷出现。罐车壁厚 8~10 mm, 气孔是引起泄漏的主要原因之一, 因此不允许直径大于 4 mm, 长度大于 6 mm 的气孔缺陷存在。

2.2 国内外同类产品的质量要求

2.2.1 北美铁路罐车质量标准

AAR 标准规定下列缺陷的焊缝视为不合格: 任何形式的裂纹、未熔合或未焊透; 单个气孔直径大于 $0.3T$ (T 为罐体板厚); 单个条形夹渣的长度大于 6.35 mm。

2.2.2 液体危险货物罐式集装箱及汽车罐车质量标准

GB 18564.1—2006 及 JB/T 4782—2007 规定

对接接头射线检测按照 JB/T 4730.2—2005 执行,合格级别不低于 JB/T 4730.2—2005 规定的Ⅲ级。

2.2.3 移动式压力容器(铁路罐车、汽车罐车、罐式集装箱)质量标准

TSG R 005—2011《移动式压力容器安全技术监察规程》规定:罐体 100%射线检测的,合格级别不低于 JB/T 4730.2 规定的Ⅱ级;罐体局部($\geq 20\%$)射线检测的,合格级别不低于 JB/T 4730.2 规定的Ⅲ级。

2.3 GQ80 型铁路罐车射线检测质量标准

经比较,罐体射线检测的质量要求与液体危险货物汽车罐车、罐式集装箱射线检测质量标准 JB/T 4730.2—2005 Ⅲ级基本相同。因此,罐车射线检测质量标准可采用 JB/T 4730.2 规定的Ⅲ级。

3 罐体对接接头射线检测比例

3.1 罐体对接接头质量等级

罐体对接接头设计的质量等级为 EN 15085-5:2007《铁道车辆及其部件的焊接》规定的 CPC1,相应的焊缝检验等级为 CT2,即射线检测最低比例为:每个罐体焊缝 10%长度,或者 100%射线检测每 10 个罐体中的 1 个罐体。

3.2 其他同类产品射线检测的比例

3.2.1 AAR 铁路罐车检测比例

应对压力罐车罐体进行 100%的射线探伤;非压力罐车在生产工艺稳定的前提下,仅对罐体丁字接头进行射线检测。

3.2.2 液体危险货物公路罐车、罐式集装箱检测比例

GB 18564.1 及 JB/T 4782 规定射线检测比例不少于每条对接接头的 10%。射线检测发现超标缺陷时,应在该缺陷两端的延伸部位增加检测长度,增加的长度不应小于该条对接接头长度的 10%。若仍有超标缺陷,则对该对接接头做 100%射线检测。

3.3 GQ80 射线检测比例

根据罐车罐体对接接头质量等级,同时参照其他液体危险货物罐式运输工具射线检测比例,批量制造的 GQ80 罐车射线检测比例定为不少于罐车数量的 10%。射线检测抽查发现缺陷后,对焊接工艺进行改进,可以避免含有批量危害性缺陷的罐车存在,通过工艺改进措施保证铁路罐车对接接头质量。

4 结语

(1) 每批生产的第一辆罐车须进行射线检测。对于批量生产的罐车,在生产工艺稳定的条件下,每 10 辆至少抽查 1 辆进行射线检测。

(2) 凡要求检测的罐体,应对罐体所有对接接头进行射线检测。

(3) 射线检测按照 JB/T 4730.2—2005 的规定执行,射线检测技术等级不低于 AB 级,合格级别不低于Ⅲ级。

参考文献:

- [1] 李秀娥,杨月芳. 铁路危险货物自备罐车安全管理的探讨[J]. 铁道货运, 2007(3):36-39.
- [2] 贾敏,高金生,程平,等. 无损检测技术在货车新造及检修中的运用[J]. 铁道车辆, 2010(10):14-19.
- [3] 李衍. 焊缝相控阵检测-最新国际标准介绍[J]. 无损探伤, 2012(5): 9-11.
- [4] 郑晖,林树清. 超声检测[M]. 北京: 中国劳动出版社, 2009: 279-280.
- [5] GB/T 11345—2013 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定[S].
- [6] TB/T 1558.2—2010 机车车辆焊缝无损检测 第 2 部分: 超声检测[S].
- [7] AAR M-1002 罐车规范[S].
- [8] 郑世才. 数字射线检测技术Ⅳ: 等价技术级别评定[J]. 无损检测, 2014, 36(10): 5-8.

(上接第 54 页)

验收方面之间的差异,在 PSI 单位完全介入制造阶段不能实现的情况下,制造单位应采取必要的措施保证检测质量,对发现的缺陷信号应进行充分的分析和评估,必要时请 PSI 单位介入。

制造和 PSI 阶段技术差异分析是在某电站 PSI 阶段超声波检测发现异常信号后才开启的,之前没有能够意识到技术差异带来的潜在质量风险,没能做到提前预防和采取相关的措施,需要进行总结和

经验反馈,应延伸到类似具有技术差异项的制造或安装阶段,保证设备的顺利制造和安装。

参考文献:

- [1] RCC-M 2000 Edition & Addendum 2002 design and construction rules for mechanical components of PWR nuclear islands[S].
- [2] RSEM 1997 (EN) In-service inspection rules for the mechanical components of pwr nuclear islands[S].