

# 无损检测技术在球罐工程质量监督中的应用

巴 特<sup>1</sup>,周玉成<sup>2</sup>

(1. 中国石油玉门油田公司 石油天然气玉门工程质量监督站,玉门 735200;  
2. 中国石油玉门油田公司 水电厂检测中心,玉门 735200)

**摘要:**无损检测是对球罐工程质量进行监督控制和诊断的重要手段,是石油化工工程质量监督一项非常重要的工作。叙述了无损检测技术在球罐工程质量监督中的应用情况,并结合工程中常见的400 m<sup>3</sup>球罐为实例,提出了在工程质量监督过程中,使用的各种无损检测技术及其具体操作工序或检测部位和步骤等。

**关键词:**无损检测技术;球罐工程质量监督;应用

中图分类号:TG115.28 文献标志码:A 文章编号:1000-6656(2009)11-0910-03

## The Application of Nondestructive Test Technique in Engineering Quality Supervision of Spherical Tank

BA Te<sup>1</sup>, ZHOU Yu-Cheng<sup>2</sup>

(1. Petroleum and Natural Gas Yumen Project Quality Supervision Station, Petrochina Yumen Oilfield Company, Yumen 735200, China; 2. Power Plant Test Center, Petrochina Yumen Oilfield Company, Yumen 735200, China)

**Abstract:** Nondestructive Test technique is the important measure of doing supervision and diagnosis of spherical tank engineering quality, and is significant for the supervision of petrochemical engineering quality. This paper introduces the application of Nondestructive Test technique in engineering quality supervision of spherical tank, by combining the common example of spherical tank in size of 400 m<sup>3</sup>, this paper discusses the NDT technique and detailed processes or testing positions and steps, etc, for the purpose of construction quality in engineering quality supervision.

**Keywords:** Nondestructive test technique; Project quality supervision of spherical tank; Application

球罐在石油化工方面应用比较广泛,一般是采用现场施工组装,而受施工工艺较复杂等各种因素的影响,容易出现错边、气孔、夹渣、未熔合、未焊透和裂纹等缺陷,竣工运行后又储存高温高压、腐蚀、易燃易爆、剧毒等介质,因此工程质量如得不到保障,一旦引起事故,其后果是不堪设想<sup>[1]</sup>。因此充分运用无损检测技术,及时发现这些缺陷,严把工程质量关,有着十分重要的意义。

## 1 在球罐工程质量监督中的应用

收稿日期:2009-03-13

作者简介:巴特(1972—),男,工程师,本科,主要从事石油化工工程质量监督无损检测专业方面的工作。

### 1.1 对球罐材料质量的预控

使用无损检测技术对球罐施工进场原材料或半成品进行复验,可杜绝不合格材料设备进场和防止材料以次充优,起到了预先监控的作用。球罐上常用的钢板、管线、螺栓(母)、法兰、阀门、补强件和球壳板,现场就可使用光谱分析法、压入法或超声波等无损检测技术抽查质量。超声波可以检测钢板的分层缺陷以及弯头和球壳板的壁厚;使用涡流检测管线<sup>[2]</sup>区别无缝和有缝钢管;使用光谱分析法可对金属材料中的各种控制元素含量进行快速分析,防止材料混用;使用压入法检测球罐焊缝硬度、球罐焊接工艺评定用试板和产品试板的硬度;使用磁粉或渗透检测阀门、球壳板坡口、人孔、接管和支柱焊缝的表面缺陷检测。对于球罐基础混凝土可以使用贯入

法快速测定混凝土砂浆质量,可在几秒中内测试出现场混凝土水泥含量和水灰比,在浇筑前就可以估算出 28 天后强度是否符合设计。

## 1.2 对球罐实体质量评定和验收

质量评定是专业工程质量监督机构的一项重要工作。无损检测在球罐的混凝土工程、焊接工程、防腐涂层工程的质量评定方面应用突出。

### 1.2.1 在混凝土工程监督中的应用

混凝土基础是重要部位,质量不容忽视。常见的缺陷露筋、蜂窝麻面或孔洞,可以用感官检测,但强度值、钢筋保护层厚度和漏筋三个重要质量指标,就需使用无损检测技术。现场使用回弹或超声回弹综合法方法检测球罐基础混凝土强度值,使用电磁感应方法检测钢筋保护层厚度、钢筋位置和漏筋情况。用检测结果作为混凝土工程质量评定验收的重要依据。

### 1.2.2 在焊接工程中的应用

球罐在焊接过程中,焊缝可能会产生夹杂、裂纹、气孔、未焊透、未熔合、白点等缺陷。这些缺陷都分布在焊缝内部或焊缝近表面,这些缺陷危害性很大。在实际监督中通常对焊缝内部的缺陷采用射线或超声检测方法复查,对焊缝的表面及角焊缝采用磁粉或渗透检测方法复查,来达到质量评定和验收目的。

### 1.2.3 在防腐涂层工程中的应用

球罐防腐涂层目的是为了防止或减少腐蚀介质对内壁的损坏,是一项非常重要的专业工程,其质量好坏决定使用寿命周期。常见有针孔、气泡和裂纹及厚度超过允许值等缺陷。针孔、气泡和裂纹主要使用电火花检测技术进行检查,使用涂层厚度检测仪对涂层厚度进行质量检查。

## 1.3 对球罐质量事故分析和处理

通过无损检测对事故工程的实体检测可以帮助查找、分析和确定事故的原因,确定责任单位,作为进行处理的依据。整改处理后是否达到了预期目的,是否消除了质量问题,是否仍留有隐患,也通过必要的无损检测技术来鉴定。

# 2 无损检测应用监督实例

## 2.1 工程概况

油田产能地面一体化工程的 400 m<sup>3</sup> 球罐制作。球罐材质为 16Mn 钢(正火),厚度 30 mm,设计压力 1.91 MPa,存储介质液态烃,球壳板为成品,球罐现场组装组焊,整体热处理。在接收建设单位的工程

质量监督注册申请书后,石油天然气玉门工程质量监督站成立监督组,依据设计文件、石油天然气工程质量监督程序文件及国家法规制定监督计划书,对此罐进行了全过程质量监督,在重要质量关键控制点设置了监检点,使用无损检测技术对质量进行监督控制。

## 2.2 监检点的设置

(1) 球壳板厚度及坡口周边。

(2) 球罐主焊缝。

(3) 球罐辅助焊缝。有接管与球壳连接的对接接头内外表面;工卡具拆除处的焊迹表面和缺陷修磨处的表面;支柱与球壳连接处、补强圈、垫板的角焊缝表面;球罐上公称直径  $\geq \phi 250$  mm 的接管对接焊缝内外表面。

## 2.3 无损检测方法及检测数量

(1) 球壳板厚度检测采用超声波测厚仪检测厚度值,测量精度为  $\pm 0.1$  mm。现场随机抽查了 8 块,检测点为中心和 4 个角各 1 点<sup>[3]</sup>。

(2) 球壳板坡口周边采用超声波,检查球壳板坡口周边 100 mm 范围内<sup>[3]</sup>,随机抽查 12 块。

(3) 球罐主焊缝,由于施工单位自检采用了  $\gamma$  射线全景曝光法检测。因此我们使用了超声波检测进行复验,发挥两者的互补性,复验焊缝长度为 28 m。对超声检测发现的超标缺陷再进行射线检测以确定缺陷的性质,并为返修确定具体部位。

(4) 球罐内外部主焊缝表面、球罐的接管、人孔和立柱等焊缝考虑到现场使用方便,采用着色渗透检测进行 20% 的抽查<sup>[1]</sup>。

## 2.4 无损检测技术的实施

### 2.4.1 球壳板测厚检测

(1) 测厚点编号分布。如图 1 所示

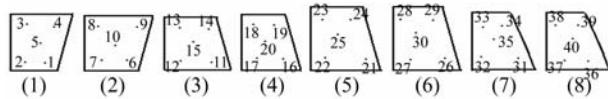


图 1 测厚点编号分布图

(2) 测厚实测记录

采用测厚仪型号 LA-30,精度为  $\pm 0.1$  mm,耦合剂为洗洁精;球罐钢板壁厚为 30 mm,实测最大值为 30.2 mm,最小值为 29.8 mm。各点测厚值见表 1。

### 2.4.2 渗透检测

渗透检测过程:

(1) 渗透检测剂选用成套罐装检测剂。

表 1 复查球壳板测厚记录表

序号	测厚值/mm	序号	测厚值/mm	序号	测厚值/mm	序号	测厚值/mm
1	29.9	11	30.0	21	30.2	31	29.9
2	29.9	12	30.0	22	30.1	32	29.8
3	30.1	13	30.1	23	29.9	33	29.8
4	30.2	14	29.8	24	29.9	34	29.9
5	29.9	15	29.9	25	30.0	35	29.9
6	30.1	16	29.8	26	30.2	36	30.1
7	30.2	17	30.1	27	30.1	37	30.0
8	30.1	18	30.1	28	30.1	38	30.1
9	29.9	19	30.2	29	30.1	39	30.2
10	29.9	20	30.0	30	30.2	40	29.9

(2) 清除检测焊缝表面及两侧 25 mm 范围内的铁锈、焊接飞溅和油污等。

(3) 焊缝表面施加渗透剂,10 min 后,清洗干净焊缝表面的渗透剂并施加显像剂。

(4) 在 7~30 min 内利用放大镜观察或直接观察(若采用荧光法,需有紫外光源)。

(5) 对检测结果进行记录。

#### 2.4.3 超声检测

(1) 选用 CTS-26 A 型超声波探伤仪。

(2) 用标准试块 CSK-I A、CSK-III A 实测得到距离-dB 曲线。如图 2 所示。

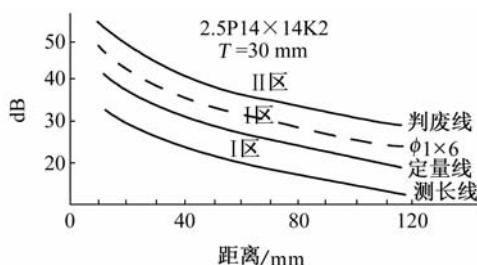


图 2 距离-dB 曲线

(3) 清除焊缝表面两侧 150 mm 飞溅物、氧化皮、凹坑及锈蚀物。

(4) 耦合剂选用浆糊。

(5) 探头选择 2.5 MHz K2 斜探头,探测方向采用双面双侧进行。

(6) 在探伤操作过程中采用锯齿形扫查、左右扫查、前后扫查、转角扫查、环绕扫查等扫查方式来发现各种不同的缺陷并且判断缺陷性质。

(7) 对探测结果进行记录。

#### 2.5 检测结果及处理

经监督检测,球壳板坡口周边没有发现白点、裂

纹和分层等缺陷,复查合格;厚度值也在允许偏差范围;球罐主焊缝没有发现气孔、夹渣、未熔合、未焊透和裂纹缺陷,根据 JB/T 4730 标准,检测结果均 I 级,合格<sup>[4]</sup>;用渗透检测在工卡具修磨处和支柱与球壳连接处各发现一处评定为 II 级线形缺陷,根据标准 JB/T 4730 规定,为超标缺陷<sup>[5]</sup>。监督站立即发了质量问题整改通知书,经现场返修后,再使用相应的无损检测技术复检为合格。

#### 2.6 应用效果

由于把球罐制造过程影响质量的关键点均采用相应的无损检测进行了复核,及时发现制造安装过程中的质量隐患,从而保证了球罐制作质量,竣工后顺利通过验收,至今使用正常。

### 3 结语

鉴于石油化工工程的特点,在工程质量监督中应充分发挥无损检测技术的作用,加大对其应用频率,尤其是对重要的隐蔽工程及工程的关键控制点进行无损检测抽查,一方面可以对工程质量进行客观准确的评定,同时使施工企业加强质量管理,提高质量意识,严格杜绝了弄虚作假的行为,从根本上消除质量隐患;另一方面能有效地保证监管工程质量,提高工程质量监督机构的工作效率。

#### 参考文献:

- [1] 石仁伟,孙东晓.化工石油建设工程施工质量监督[M].北京:中国石化出版社,2002.
- [2] 沈功田.中国特种设备无损检测的进展及国际交流与合作[J].无损检测,2008,30(3):135—136.
- [3] 崔万安,孙东晓.化工石油建设工程检测与试验[M].北京:中国石化出版社,2002.
- [4] GB 12337—1998 钢制球形储罐[S].
- [5] GB 50094—1998 球形储罐施工及验收规范[S].

### 摘要撰写

摘要是以提供文献内容梗概为目的,不加评论和补充解释,简明、确切地论述文献重要内容的短文,因此,必须符合拥有与论文同等的主要信息的原则。摘要可包括研究工作的主要对象和范围,以及具有情报价值的其它重要信息,内容不应空洞、过简,应具备四个要素,即研究目的、方法、结果和结论,其中,后两个是最重要的。中文摘要一般为 200 字左右,如需要可以略多;英文摘要内容应与中文摘要一致。