

对天然气管道焊接检测标准的讨论

——以西气东输中卫黄河跨越工程为例

胡道华¹ 张有渝¹ 黄正²

1. 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司 2. 四川天驰油气工程建设有限责任公司

胡道华等. 对天然气管道焊接检测标准的讨论——以西气东输中卫黄河跨越工程为例. 天然气工业, 2009, 29 (3): 88-90.

摘要 以国家重点工程西气东输中卫黄河跨越工程为例, 对比分析了钢结构对接焊缝的质量检测标准中行业标准与国家标准的差别, 认为行业标准严于国家标准且更具有针对性。在中卫黄河跨越工程钢结构焊缝质量检测标准中, 采用的焊接检测方法达到了国内先进水平, 对今后类似工程的设计施工标准选用具有重要参考意义。

关键词 西气东输 天然气管道 中卫黄河跨越 焊接检查 标准 对比 超声波检验

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2009.03.026

1 工程概况

中卫黄河跨越工程是西气东输管道工程的咽喉工程(图 1), 中卫黄河跨越采用跨度为 85 m 的四跨桁架结构过河, 总跨度 540 m, 桁架结构高 6.0 m, 跨度为 85 m, 采用倒三角钢桁架, 三角形顶宽 4.5 m, 每榀桁架重 54 t, 中卫黄河跨越工程施工日期为 2003 年 5 月 10 日, 钢桁架完工日期为 2003 年 12 月 3 日。



图 1 竣工后的西气东输中卫黄河跨越工程图

大直径的管道采用大型桁架结构形式通过大型河流是第一次, 在同类跨越形式中也是第一次。桁架结构的设计、施工与焊缝质量检测成为该工程质量控制关键, 特别是跨度 85 m 的上下弦杆的焊接质

量检测, 更是保证工程质量的要点, 为了把西气东输建设为国家优质工程, 专门进行了 85 m 桁架上下弦杆对接焊缝检测标准的研究。

2 焊接检测标准对比分析

油气管道跨越工程属于边缘科学, 在油气管道跨越工程的设计、施工、检测标准上, 需要进行认真的研究分析。中卫黄河跨越工程中关于特大型桁架上下弦杆对接焊缝检测标准就有文献[1]至文献[3]共计 3 个标准, 为了将西气东输中卫黄河跨越建设为优质工程, 需要对焊缝质量检测标准进行研究。

文献[4]的 7.3.3 条指出, 超声波探伤操作程序简单、快速, 对裂纹、未熔合危害性缺陷的检测灵敏度高, 因此世界上很多国家对钢结构内部质量的控制采用超声波探伤, 一般已不采用射线探伤。在西气东输中卫黄河跨越工程中, 探伤检测要求比较严格, 对钢结构桁架对接焊缝的无损检测要求采用 100% 的超声波探伤, 合格后再进行 100% 的射线探伤, 为了保证工程质量, 对射线探伤复验比例进行了提高, 明确了超声波探伤在钢结构无损检测中的首要地位, 而射线探伤是对超声波探伤进行复验。

由此可见, 中卫黄河跨越工程钢桁架焊接质量的无损检测首要方法为超声波探伤。

作者简介: 胡道华, 1970 年生, 高级工程师, 国家一级注册结构工程师, 硕士; 现主要从事结构设计及研究工作。地址: (610017) 四川省成都市小关庙后街 28 号。电话: (028) 86014478。E-mail: hudaohua@cpe-sw.com

2.1 钢结构对接焊缝超声波探伤采用行业标准与国家标准对比

钢结构对接焊缝超声波探伤标准有国家标准文献[2](以下简称 GB11345),还有油气行业标准文献[1](以下简称行标),采用何种标准是需要研究的。

2.1.1 从检测厚度范围进行对比

国标 GB11345 的检测厚度范围大,大于 8 mm 且无上限,专用针对性弱,而行标专门针对油气行业管道的特点,适应的厚度范围为 5~50 mm,更适用于薄壁钢管焊缝的检测,因此,行标更适应于本工程钢桁架钢管(壁厚 10 mm)对接焊缝的检测。

2.1.2 从探伤工艺方法进行对比

①在探伤仪器的要求上,2 个标准相一致;②在探头的选择上,行业标准针对管道焊缝检测的特点,提出了更加具体的要求(高频率、短前沿、大 K 值),有利于该桁架的薄壁钢管焊缝探伤(本工程钢桁架钢管壁厚均为 10 mm);③在试块的应用上,行业标准规定的试块更能满足管道焊缝的检测,因为行业标准针对不同的管径,制定了相应曲率的 SGB 系列标准试块和 SRB 根部未焊透深度对比试块,而国家标准无专门针对管道焊缝检测的专用试块。

2.1.3 在缺陷评定及检测结果的等级分类方面

行业标准 SY/T4109 针对石油天然气钢质管道对接焊缝的特点和石油管道施工特点,在缺陷等级分类方面主要采用了美国石油学会 API 1104《管线及其配件》中的规定,体现了对开口缺陷,如未焊透之类的严格控制和缺陷类别危害性的重视程度,而

国家标准无此要求,全部归于条状缺陷处理,对线性缺陷仅进行定量分析,对危害性缺陷的控制较为薄弱。

2.1.4 在标准反射体方面

现行国家标准 GB 11345 中反射体为 $\varnothing 3\text{ mm}\times 40\text{ mm}$ 长横孔与 JB 1152《锅炉和压力容器对接焊缝超声波探伤》和 JB 4730《压力容器无损检测》所采用的 $\varnothing 2\text{ mm}\times 40\text{ mm}$ 长横孔分贝差为 2 dB(长横孔理论计算差值为 1.76 dB),而行业标准所采用的 $\varnothing 2\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ 长横孔定位误差小,适用不同角度的探头,仍然保留 $\varnothing 2\text{ mm}$ 长横孔的反射声学特征,在距离—波幅曲线的灵敏度要求上,行业标准 SY/T4109 与国家标准 GB11345(B 级)相差 2 dB,所以可以认为两者的灵敏度要求相一致。

2.1.5 从焊缝质量等级对比来看

根据中卫黄河跨越工程设计文件的要求,采用国家标准 GB 11345 来判定对接焊缝合格等级为Ⅲ级,采用行标 SY/T4109 的合格等级为Ⅱ级,2 个标准的焊缝质量等级对比详见表 1。从表 1 可以看出:SY/T4109 Ⅱ级严于 GB11345 Ⅲ级,主要表现在条状夹渣和内凹。

通过上述几方面的对比分析,得出:GB11345 的Ⅲ级标准显然低于 SY/T4109 的Ⅱ级标准,而且 SY/T4109 行业标准比 GB11345 国标更具有针对性。因为国家标准是一个适应范围广的标准,行业标准是专门针对管道对接环焊缝探伤的专用标准。因此钢结构桁架对接环焊缝更适合采用行业标准。

表 1 GB11345Ⅲ级焊缝质量与 SY/T4109Ⅱ级焊缝质量等级对比表

GB11345(条款号)		SY/T4109(条款号)	
测长方法(11.4.2)	6 dB 法和端点 6 dB 法	测长方法(6.0.9)	6 dB 法和端点 6 dB 法
缺陷指示长度(12.2)	小于 10 mm,按 5 mm 计	缺陷指示长度(6.0.10)	小于 10 mm,按 5 mm 计
间距(12.3)	小于 8 mm,两缺陷长度之和作为单个缺陷长度	间距(6.0.11)	小于 8 mm,两缺陷长度之和作为单个缺陷长度
位于定量线以下的非危害性缺陷(13.2,13.4)	Ⅲ级	位于定量线以下的非危害性缺陷(7.0.2)	Ⅱ级
危害性缺陷(裂纹等)(13.3)	不允许(评为Ⅳ级)	危害性缺陷(裂纹等)(7.0.1)	不允许(评为Ⅳ级)
反射波幅位于Ⅲ区(13.5)	评为Ⅳ级	反射波幅位于Ⅲ区(7.0.5)	评为Ⅳ级
缺陷等级的分类(表 6)	Ⅲ合格	缺陷等级的分类(表 7.0.3)	Ⅱ合格
缺陷长度	小于等于 16 mm	开口(未焊透):小于等于 4% 焊缝长度,且任意 300 mm 内不大于 20 mm 非开口缺陷(条形缺陷):小于等于 4% 焊缝长度,且任意 300 mm 内不大于 25 mm	
未焊透	归于条状缺陷	波高大于 SRB 试块人工矩形槽的未焊透(7.0.3)	评为Ⅳ级

2.2 钢结构对接焊缝射线探伤采用行业标准与国家标准对比

由于射线探伤是在超声波探伤合格后,对其进行的复验,选用相对应的射线检测标准进行配套使用是恰当的,该射线标准的探伤质量分级必定和超声波探伤的质量分级相吻合,而与石油天然气行业

超声波探伤标准 SY/T4109 相对应的,射线探伤合格标准为Ⅱ级。与超声波探伤国家标准 GB11345 相对应的是射线探伤国家标准 GB/T3323^[4],射线探伤合格标准为Ⅲ级。

焊缝质量等级对比见表 2,从中可以看出,SY/4109Ⅱ级严于 GB3323Ⅲ级,表现在条状夹渣和内凹。

表 2 GB3323Ⅲ级焊缝质量与 SY/T4109Ⅱ级焊缝质量等级对比表

序号	项 目	GB3323-2005Ⅲ级		SY/T4109-2005Ⅱ级	
		条款号	规定	条款号	规定
1	裂 纹	16.1.3 条	不允许	5.0.2	不允许
2	未熔合	16.1.3 条	不允许	5.0.2	不允许
3	未焊透	16.1.3 条	单面焊中未焊透允许长度按表 10 条状夹渣长度的Ⅲ级评定	5.0.10	按表 5.0.10Ⅱ级规定
4	圆形缺陷	16.2.7 表 9	评定区 10 mm×10 mm 焊缝的母材厚度≤10 mm 6 点	5.0.4 表 5.0.4-1	评定区 10 mm×10 mm 5 mm<焊缝的母材厚度≤15 mm 6 点
5	条状夹渣 (缺陷)	16.3.2 表 10	在任意直线上,相邻两夹渣间距均不超过 3 L(缺陷的长度)的任何一组夹渣,其累计长度在 6 T(焊缝的母材厚度)焊缝长度内,不超过 T,条渣宽度无限制	5.0.8 表 5.0.8	在 300 mm 底片长度内,不得超过 25 mm,底片不足 300 mm 时,按比例折算,但其总长度最大可为 7 mm,条渣宽度不得超过 2 mm
6	内 凹	未要求	深度、长度不限	5.0.9 表 5.0.9	内凹深度小于等于15%壁厚,且小于等于2mm,其长度不得超过同一级别未焊透长度的规定

3 结论与建议

- 1)在确定焊缝探伤标准时,要针对钢结构工程的特点及类似工程的经验,同时要保证工程焊接质量,采用满足工程建设需要、适应性及针对性强的探伤标准。
- 2)在特大型油气管道跨越工程中,采用油气焊缝检测标准要高于国家标准,才能符合西气东输工程等国家重点工程的质量要求。
- 3)中卫黄河跨越工程钢桁架焊接质量的无损检测首要方法为超声波探伤。

参 考 文 献

[1] 石油工程建设施工专业标准委员会 .SY/T4109-2005 石油天然气钢质管道无损检测[S].北京:石油工业出版社,2005.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 .GB11345-89 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级[S].北京:中国标准出版社,2003.

[3] 全国焊接标准化技术委员会 .GB/T3323-2005 金属熔化焊焊接接头射线照相[S].北京:中国标准出版社,2005.

[4] 中冶集团建筑研究总院 .JGJ81-2002 建筑钢结构焊接技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2003.

(修改回稿日期 2009-01-20 编辑 罗冬梅)