

天然气门站一起Q235B输气管线焊接事故分析

□ 章丘市天然气有限责任公司 (250200) 刘 伟

摘 要: 本文介绍了天然气门站一起Q235B输气管线延迟裂纹事故。分析了裂纹漏检和产生原因, 强调慎用高强度级别、纤维素型下向焊进口焊条和焊完24小时后探伤检查的必要性。本文还指出: 这次事故是在试验压力略高于设计压力1.5倍时发生的, 当试验压力较小时, 可能不会出现类似事故, 但并不等于不存在延迟裂纹这一隐患, 它有可能在使用中扩展, 导致泄漏, 希望已经投用的类似管线加强在役检验。

关键词: Q235B 输气管线 焊接 延迟裂纹

An Welding Accident Of The GAS Transmission Pipeline In The Gas Station

Zhangqiu National Gas Company (250200) Liu Wei

Abstract: This paper introduces an accident of the Q235 gas transmission pipeline with delayed crack. Analyses the flaws missed in the pipelines and the cause for cracks, Emphasize be careful with high strength grades and the necessity of the check after testing 24 hours. This paper also point out that this accident happens in the test pressure slightly higher than 1.5 times the design pressure, when the test pressure is lower, this similar accident possibly not occur again, but not equal to that delayed crack does not exist hidden danger, it may be possible to expand in use and lead to leak. Hope to strengthen the service inspection of the similar pipeline in cast.

Keywords: Q235B Transmission pipeline Welding Delayed crack

某市××路门站管线试压, 当试验压力升至6.8MPa (即设计压力的1.51倍) 时, 由于一个管子与弯头对接焊缝大量气体泄漏而被迫停工。

这是一条可焊性良好的低碳钢组成件形成的管线, 施工队伍是颇有名气的国家级专业队伍, 所有焊口都是采用进口焊条施焊的, 且焊完经过了100%X射线探伤, 怎么可能出现这样的问题呢? 事故的原因是什么? 通过这个事故, 我们应该汲取哪些教训? 这是本文要叙述的。

1 泄漏源是焊接延迟裂纹

1.1 泄漏处的位置和形状

泄漏焊缝是材质为Q235B的 $\Phi 219 \times 8$ 管子与20号钢 $\Phi 219 \times 16$ 弯头对接焊缝。泄漏处是沿焊缝弯头侧边缘(熔合线)上的开裂。具体位置和形状如图1所示。

1.2 泄漏开裂的起源——焊接延迟裂纹

经过对泄漏焊口及其相邻焊口重新进行X射线和磁粉探伤, 我们又发现了一些走向沿焊缝边缘的熔合

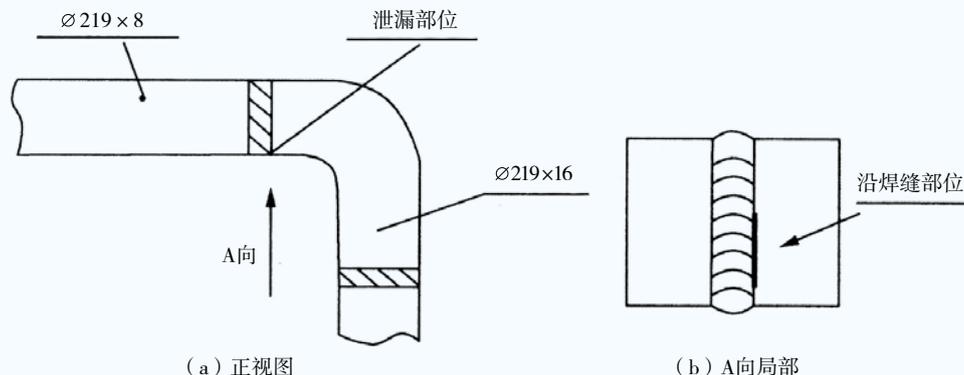


图1 泄漏的位置和形状

线裂纹，管子与弯头对接焊缝弯头侧裂纹条数多、长度大，管子侧或管子与管对接焊缝两侧也有，但数量极少，长度甚小。另外，我们还在管子与弯头对接焊缝上发现了垂直于焊缝长度方向的短小横向裂纹。这种情况在一般低碳钢焊缝上是罕见的。

根据裂纹分布和走向特点，我们认为这种裂纹是焊接延迟裂纹（冷裂纹）。正是这种裂纹在较高的试验压力下向长、向深发展，扩展为穿透性开裂，导致了这次泄漏事故。

1.3 探伤漏检的原因

顾名思义，可知“延迟裂纹”是一类焊后未必裂，可能在焊后延迟数小时或数十小时才产生的裂纹。为了防止这种裂纹探伤漏检，我国的《压力容器安全技术监察规程》第82条规定“有延迟裂纹倾向的材料应在焊接完成24h后进行无损检测”。美国相关规范则要求焊完至少48h后方可检查。可惜我国的GB50235、GB50236，以及中石油天然气管道施工验收规范均无焊完探伤时机的规定。通常的情况是为了赶工期，焊完立即探伤。然而焊完立即探伤虽可以发现气孔、夹渣、未焊透、热裂纹等缺陷，但发现不了延迟裂纹，因为此时它可能尚未发生。恰恰探伤过了，以为焊缝质量合格了，它又偏偏产生了。这就是虽全部焊口100%探伤仍然会漏检的原因。

2 产生延迟裂纹的原因

应该说，人们对 $\sigma_b \geq 540\text{MPa}$ 的材料（即有延迟裂纹倾向的材料）是有警惕的。那么Q235和20号钢对接焊缝怎么出现了延迟裂纹呢？下面我们按延迟裂纹

产生的三要素逐一进行分析。

2.1 淬硬组织的产生

淬硬组织的产生要有两个前提条件：第一，合金成份偏高，碳当量 $\geq 0.45\%$ ；第二，冷却速度较快。

2.1.1 使用焊条强度级别高，合金成份高

对管子和弯头取样进行化学成份分析的结果显示，管子和弯头材质属于含碳量不超过0.22%的低碳量，其他合金成份也在标准范围内。那么问题就应出在施工所用的焊条上了。施工所用焊条为奥地利生产的纤维型下向焊焊条，其AWS（美国焊接学会标准）型号为E6010和E7010，前者（E6010）用来打底，后者（E7010）用来盖面。这两种型号的焊条也近似于我国的E6010和E7010焊条。其强度级别远远高于母材，合金成份高。按规范要求应选E43 \times \times 类焊条，

2.1.2 造成冷却速度快的因素

冷却速度的快和慢，应根据熔化金属的合金成份，以是否产生淬硬组织而定。

使用E6010和E7010焊条焊接低碳钢也不是不可以，但要按说明书的规定预热和缓冷，以减缓冷却速度。施工人员恰恰在这方面犯了一个“以为是低碳钢好焊”、把E7010、E6010当成E43 \times \times 焊条一样对待的错误，未认真采取预热和缓冷措施。

施焊时某市气温已进入冬季施工的温度范围，加之弯头壁厚，施工未按规定削出斜坡，冷却速度快，造成淬硬组织的产生是在所难免了。

2.2 扩散氢析集

纤维素型焊条，不是低氢或超氢焊条，焊接时不采取预热、缓冷和后热去氢等措施，焊后焊缝中残留较低氢型焊条多的原子氢（〔H〕）就是必然了。当

[H]扩散到淬硬组织缺陷中，析出的[H]结合为H₂气体，析集时间越长，析集量越多，缺陷中的气体压力越大，和塑性组织（铁素体加珠光体）不同，淬硬组织会因[H]的析集萌生微观的氢致裂纹。

2.3 拘束应力大

工件厚度大，拘束应力大，这是常识。泄漏焊缝，弯头壁厚较大，且该焊缝是该管线最后一个焊口（死口），收缩不自由，加之该焊缝较宽，说明有强力组对行为。因此，拘束应力大也是无异议的。

在较大拘束应力作用下，微观的氢致裂纹发展成了探伤可以发现的（宏观的）延迟裂纹。

3 应该汲取的教训

3.1 焊接

3.1.1 焊条选用

对低碳钢管线，不可以为“好焊”、图工效快或迷信进口焊条，而盲目采用强度级别高的E6010、E7010纤维素型下向焊焊条。

对低碳钢管线，有下列情况之一者，应选用E4315或E4316抗裂性较好的低氢型焊条：

- (1) 死口或强力组对焊缝；
- (2) 厚度差超过2mm不等厚度（如管子与弯头

不等厚度）对接焊缝；

(3) 管子壁厚不小于10mm的对接焊缝，且冬季施工。

3.1.2 焊接措施

对于上述3种情况即使选用了低氢型焊条仍需按施工及验收规范要求，预热、缓冷和后热去氢。如选用纤维素型下向焊焊条，应进行认真的焊接工艺评定试验，确定预热、后热等评定认可的措施后，在施工中严格贯彻执行。

3.2 焊缝探伤

特别是对采用纤维素型下向焊焊条者，应坚持焊完至少24h后进行探伤。除采用常规X射线探伤方法外，应增加对裂纹敏感的超声波和磁粉等探伤方法。

3.3 已投用类似管道的管理

由于较为普遍存在“低碳钢好焊”和迷信进口纤维素型下向焊焊条，加之，施工单位贪图工效快、竭力主张使用下向焊焊条，可能已经有不少类似管线工程已经投用，这类焊缝中可能存有不同程度的焊接延迟裂纹，只是因为试验压力或工作压力较小，未暴露而已。但这些延迟裂纹会在热胀冷缩、压力变化引起的应力变动中继续扩展。因此，使用单位应加强或重视对此类在役管线的定期检验。

工程信息

新疆一二五团天然气工程开工

2012年4月27日，由北方集团公司下设的奎屯泰亿正通石油燃气有限公司承建，新疆生产建设兵团农七师一二五团投资的3 000万元人民币，新建设的天然气工程举行开幕仪式，工程占地总面积16 100多m²，预计2012年9月30日完工，届时将有4 000多户居民受益。

一二五团天然气利用工程是通过农七师国资公司招商引资的一项及建设工业用气、车用与农业机械勇敢的加气站一座，建设工期为4个月，天然气的建设，不仅可以方便职工群众的生活生产，合理利用能源，而且可以改善周边地区的环



境，对环境保护起到重要作用。

(本刊通讯员供稿)