



高安全可检测压力的天然气管道应用

曹炳峰, 戴慧芳

(西安秦华燃气集团有限公司管网分公司, 陕西 西安 710061)

摘要: 提出一种高安全可检测压力的天然气管道, 阐述管道的双层结构, 指出该管道施工难点及解决办法, 分析该管道的运行管理及经济效益。

关键词: 双层钢质燃气管道; 定向钻穿越; 惰性气体

中图分类号: TU996.7 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-4416(2021)03-0A11-02

1 双层结构管道的提出

2018年按照政府要求, 急需将西安市主城区内的两座大型集中供热站燃煤锅炉改为燃气锅炉, 供热企业提供燃气锅炉的高峰小时用气量为 $75\ 784\ \text{m}^3/\text{h}$ 。本文涉及的体积均为标准状态, 温度为 $0\ ^\circ\text{C}$, 压力为 $101.325\ \text{kPa}$ 。供气压力为 $0.055\sim 0.200\ \text{MPa}$ 。西安市中压管网运行压力小于等于 $0.2\ \text{MPa}$, 次高压管网运行压力小于 $1.0\ \text{MPa}$ 。通过管网水力计算, 如果采用中压管道供气, 要征地新建一座高中压调压站, 中压管道管径至少需要达到 $\text{DN}\ 800\ \text{mm}$ 以上。而采用次高压管道供气, 管径为 $\text{DN}\ 600\ \text{mm}$ 即可以满足用气需求, 专用调压站也可以设在供热站内, 无需另行征地。此外, 管道周边情况复杂, 人员密集, 敷设位置受限。充分考虑技术性、经济性、可实施性等因素, 最终选择次高压管道供气, 在供热站内建设专用调压站的方案。

尽管工程规划设计阶段已对地下管线情况进行了详细勘测, 但在交通繁华且与地铁有交叉的局部路段, 有拟拆除的电力管沟与次高压燃气管道以小于 40° 的角度交叉并行, 而施工工期的要求不允许电力管沟拆除后再施工。GB 50028—2006《城镇燃气设计规范》6.3.3条对地下燃气管道与建筑物、构筑物或者相邻管道之间水平净距有明确要求, 同时针对受地形限制不能满足净距要求的特殊情况, 提出采取有效的安全防护措施后, 均可适当缩小水平净距。因此, 我们首先在设计上采取增加钢管壁厚、

提高防腐等级、加大探伤比例等安全防护措施; 但燃气管道与电力管沟并行必须采取更有效的隔绝措施才可以确保安全, 由于该路段不允许大面积开挖, 只能采取定向钻施工方式, 传统的燃气管道外加设套管或者砌沟填沙的措施都需要开挖施工, 无法实施。设计人员经过多次的现场勘测、综合分析风险因素, 借鉴传统的套管保护方式, 最终确定在局部受限制的区域采取一种高安全可检测压力的天然气管道(双层结构)并已取得专利^[1]。管道长度为 $205\ \text{m}$ 。

2 管道结构

高安全可检测压力的天然气管道为双层钢管结构, 内管道规格为 $\text{DN}\ 600\ \text{mm}$, 设计选用直缝双面埋弧焊钢管, 壁厚 $11.9\ \text{mm}$, 执行GB/T 9711—2017《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》, PSL2管材, 材质L290, 所有焊缝要求100%射线探伤和100%超声波探伤, 管道防腐采用PE三层加强级。外管道规格为 $\text{DN}\ 900\ \text{mm}$, 也选用和内管道相同标准、相同壁厚、相同防腐等级的管道, 并做牺牲阳极保护, 提高次高压燃气管道的本质安全。

高安全可检测压力的天然气管道结构见图1。外管道左、右端上部设置有接头, 且Y形管与接头螺纹连接, 并在Y形管管口设置有压力表, Y形管右侧管口设置有进气阀门。Y形管左侧管口设有压力变送器(图中未画出), 通过无线远传传输数据。内管道设置在外管道内部, 且在内管道和外管道之

第一作者简介: 曹炳峰, 男, 工程师, 学士, 主要从事燃气安全运行管理工作。

收稿日期: 2020-09-24; 修回日期: 2020-11-10

间的左右两端设置有密封圈,并在两个密封圈之间充有氮气,在外管道内壁和内管道外壁分别设置有

绝缘块,形成绝缘支架,从而实现内管道支撑与固定,设计合理,安全可靠。

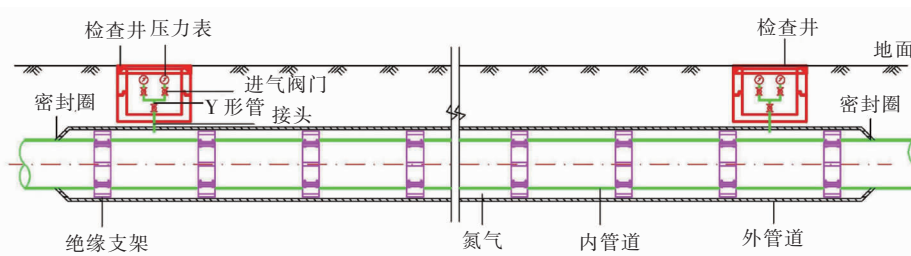


图1 高安全可检测压力的天然气管道结构

该管道分为内外两层,内管道为次高压燃气管道,外管道为保护管道,内、外管道的防腐等级、焊接及检测要求等均一致。在两层管道之间充入惰性气体(一般采用氮气),管道夹层的压力为微正压(一般3 kPa左右)。管道两端设有检查井,检查井内设有注氮口和实时监测的压力表。外管道对内管道起到了保护作用,防止第三方对内管道的破坏,一旦内管道发生燃气泄漏,可以通过对夹层空间压力的监测及时发现,夹层内的氮气对内管道起到保护作用,降低了风险。

3 施工难点及解决办法

高安全可检测压力的天然气管道是双层管道,外管道与内管道是连接在一起的,是一个整体,完全具备定向钻非开挖施工的条件。但这优势也带出了此次施工过程中的困难:如何将内外两层管道连为一个整体。

施工中,首先完成内管道的焊接、防腐与检测;然后将外管道采用穿套管的方式进行施工,在外管道内壁和内管道外壁分别设置有绝缘块作为支架,支架的原材料为高密度聚乙烯树脂,支架是由若干个弧形单件组成,具体数量根据管道的直径确定,各绝缘块用螺栓与螺母连接,简单易行,可实现对内管道支撑与固定;其次是两个端头的焊接,提前预制环形肋板,两个端头先在内管道上焊接一圈肋板,将肋板与内管道之间按标准做内防腐,然后将肋板与外管道进行焊接;完成后整体按标准作外防腐。

双层管施工完毕,强度和气密性试验合格后,需要向夹层充装氮气。以本次设计使用的管道为例,管道长度为205 m,得出夹层体积为72.4 m³。考虑到需要将夹层内的空气置换完全,保证氧气含量趋近于0,施工中氮气的实际用量可以按照3倍夹层

体积进行准备。

4 运行管理

2018年底该管道正式投运后,针对该段管道的特殊性,按照CJJ 51—2016《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》的相关要求,运行部门专门制订了双层燃气管道日常检查工作要求,确定了现场检查频率、现场检查方式以及出现问题的处置程序和办法。常规次高压燃气管道巡检2 d一次,查漏1 a一次,鉴于本段管道可以实现远程监控,所以将现场巡检频率调整为每周一次,发现异常时需要加密巡检。具体检查内容包括:现场夹层压力,检查井情况,有无燃气泄漏,该双层管道附近牺牲阳极井的情况等。通过对现场情况的综合分析判断管道安全状态。

该管段运行期间整体情况良好,但在运行过程中也曾出现过一些异常情况,2019年6—8月管段运行记录见表1。

表1 2019年6—8月管段运行记录

序号	日期	环境温度/℃	夹层压力/kPa
1	2019-06-11	27	3.6
2	2019-06-17	32	3.8
3	2019-06-25	26	3.6
4	2019-07-08	25	3.8
5	2019-07-16	29	3.8
6	2019-07-22	27	3.8
7	2019-07-29	33	4.2
8	2019-08-08	32	4.1
9	2019-08-13	35	5.2
10	2019-08-14	35	5.2
11	2019-08-16	38	5.6

(下转第A15页)

② 检测操作影响:有效抑制提高效应产生的检测偏差;研究检测速度与检测精度的关系。

③ 检测装置影响:在线检测时必须保证设备达到检测环境的防爆要求;激励线圈尺寸、激励脉冲频率、脉冲占空比和电压等因素对脉冲涡流检测结果的影响。

④ 流体介质导电性影响:目前试验介质是不导电的低温介质。涡流在导体内具有集肤效应,导电介质对检测结果如何影响需要进一步试验。

8 结语

本文检测对象均为在线管道,存在局部腐蚀,带保冷层检测,很好验证了恶劣环境下脉冲涡流检测

(上接第 A12 页)

根据表 1 发现 8 月 16 日夹层空间内的氮气压力较初始记录数据(3.6 kPa)升高了 56%,通过分析原因可能有两个:第一,内管道发生泄漏,导致燃气渗漏入双层管道夹层内;第二,双层燃气管道夹层空间内的惰性气体受温度影响而压力升高。

为了进一步分析,首先对夹层内气体采样,分别用可燃气体检测仪、乙烷辨识仪和含氧量检测仪进行测量分析。使用含氧量检测仪是为了确定夹层内氧气含量,从而判断夹层内氮气纯度;使用可燃气体检测仪、乙烷辨识仪是为了确定是否存在燃气泄漏。通过测量,得到夹层中含氧量(体积分数)最低为 8%,说明夹层含有空气,氮气纯度不足,夹层气体受温度影响压力升高。用可燃气体检测仪测量得到可燃气体最高体积分数为 0.12%,用乙烷辨识仪进一步排查可燃气体成分,无乙烷成分,只有甲烷成分,现场进行检查,也未发现泄漏点,故判断为施工过程夹层中残留了杂质气体造成。由此判断该管道夹层内压力升高,主要原因为夹层内惰性气体纯度不足,气体受温度影响导致压力升高。

2019 年 8 月 21 日对双层管道夹层内的惰性气体进行了重新置换。重新置换之后,截至 2020 年 5 月,管道夹层压力一直处于正常状态。

5 经济效益

高安全可检测压力的天然气管道的制造成本与传统方式套管的燃气管道相当,只是增加了少量惰

的高灵敏度和可靠性。液氮低温环境下检测正常,表明脉冲涡流检测技术对低温不敏感,可以在低温下正常使用。随着国内 LNG 领域的不断发展,利用脉冲涡流检测技术对低温、带保冷层和局部腐蚀的管道实施在线检测,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 黄松龄. 电磁无损检测新技术[M]. 北京:清华大学出版社, 2014:28-31.
- [2] 周德强,田贵云,王海涛,等. 脉冲涡流无损检测技术的研究进展[J]. 无损检测, 2011(10): 28-32,38.

(本文责任编辑:林国真)

性气体的费用。从管道路由选择来说,由于该管道路由最直接最便捷,避免了管道长度增加所产生的相关成本。从运行维护成本来说,由于该管道具备压力检测功能,可以减少人员投入,从而节约运行成本。

6 结语

该管道的敷设,从前期设计、施工再到运行,提供了很好的经验,主要有:①设计、施工、运行是确保燃气管道安全的不可分割的环节,设计思路要在施工中逐项落实,运行也要对前期的设计理念、施工工艺充分了解,才能将安全措施落到实处;②双层管道夹层中充入的惰性气体有时需要多次置换,并做好检测记录,避免夹层空间内气体杂质太多,造成后期运行误判,带来不必要的麻烦;③双层管道夹层中充入的惰性气体纯度要高,不能混杂空气。

综上所述,高安全可检测压力的天然气管道是解决城镇燃气管道建设过程中,在局部空间狭小的情况下提高燃气管道安全可靠性的创新做法,既满足了为用户供气的需求,又降低了运行风险。

参考文献:

- [1] 林铭荣,王晖,马利华. 一种高安全可检测压力的天然气管道:ZL201920638653.0[P]. 2020-01-03.

(本文责任编辑:刘灵芝)