

天然气场站工艺管道的安装技术

林子斌（森格斯能源设备（宁波）有限公司，浙江 宁波 315000）

周 洋 胡长清（宁波博远测控设备有限公司，浙江 宁波 315000）

摘 要：天然气的特性及运行条件的复杂，使得天然气场站管线的铺设仍有一定的难度。天然气场站管线铺设施工过程中，必须采取适当的措施来保证管线的稳定运行。为此，文章从天然气场站工艺管道的安装技术出发，首先对天然气场站功能分析，探讨液化天然气场站管道安装规范，对管线的施工技术进行了深入的剖析，期望通过此文的阐述，能够为同行们提供一定的借鉴。

关键词：液化天然气；燃气场站；管道安装；施工技术

1 天然气场站功能分析

天然气场站是实现天然气储存、输送的重要能量基础设施。天然气场站具有多种不同的功能和结构。通用工艺流程如图 1 所示。天然气场站采用独特的制冷方式将天然气冷冻成液体，极大地缩小了其容积，便于储运。在接收站内，天然气储存于特别设计的巨大低温储罐内，以满足供需。其次为天然气的二次液化与天然气的供给。天然气在投入生产之前，必须先将其转化为气体，才能供应城市，工业和电力生产。天然气站设置了一套二次气化设备，对液化天然气进行加热、气化，使其转化为气体，并经管线输送到用户终端。

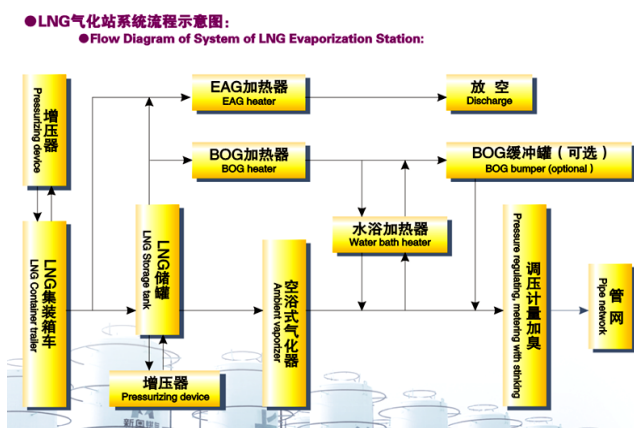


图 1 1 工艺流程

天然气场站是将燃气经由管网输送到各种使用场所，如发电厂、加气站等。气场站通过精密的配输体系，保证了对燃气的精准配送，以适应各区域的需要。

2 天然气场站管道安装规范

天然气场站管线设置标准是保障其安全、高效运营的关键依据。为保证天然气在输送及配送中不出现任何意外，应严格按照相关规程进行施工。首先，管

材的选用及品质要达到相应的规范，以保证管材具有良好的抗腐蚀、抗压性能。其次，应保证管线埋深、埋置合理，以避免渗漏、破坏。管线的连接及焊接应符合规范要求，以保证其强度及密封性。管线装置应牢固、牢固地支承，避免因振动、振动而对管线的正常运转产生不利的作用。在铺设管线的过程中，要注意不能与其他设施、结构产生撞击、摩擦，以免造成机械损坏。另外，在管线的施工中，应按照防火法规及相关规范进行施工，并配备检漏装置、火警报警等安全装置。

3 天然气管道强度评估方法

为了提高管线承载力评价的准确性，首先需要建立管线的数值模拟和数值模拟方法，为管线承载力的进一步计算打下良好的基础。管线的数值计算与其结构型式密切相关，而结构型式的选择直接关系到结构强度评价的准确性，因此，合理选择结构型式是进行结构计算的基本和先决条件。

管线的有限元建模时，首先要对各种类型的管线进行优势和不足进行研究，然后根据管线的具体工况，选择可以清楚反映管线整体受力状态的 3D 实体单元，同时具有很好的适用性，可以与各种几何形态进行匹配，从而更好地反映管线与管线之间的真实状态，从而为有限元数值计算提供支持。在建立管线有限元模型时，网格的选取是一个非常重要的步骤，它的好坏直接关系到管线的数值模拟结果。

为提高建模精度，将其划分为管线、管线及三者之间的交界地带。在管线与管线相连的地方，要进行更细致的网格分割。尽管采用精细化剖分方法，可以提高计算的准确性，但有利于提高计算效率，因此需要对管网进行精细化剖分。

管线在使用时，当荷载的大小逐渐增大时，管线

与管线之间的接头部位首先发生屈服,并产生相应的应力扩散。然而,管线本身为一种弹性体,在荷载低于临界值时,管线仍处在弹性期,其受力表现出某种规律,对管线的安全性没有太大的影响。在压力大于临界值后,管线进入了塑性破坏状态,并出现了明显的变形。变形太大的话,可能会造成管线断裂,造成气体泄漏,如果这个时候碰到火源,就有可能引起爆炸。结果表明,倾斜管的受力状态与其本身的构造无关,而与管线及管线的角度有关。在一般条件下,当角度 θ 增加时,应力的变化也会随之降低,并且二者之间存在显著的反向相关性。为此,建议在施工时尽量选用倾角超过 30 度的斜管段。

4 管道安全距离

我国经济快速发展迫切需要能源安全、稳定和高效供给。目前,为了满足下游客户对燃气的需要,国家不断扩大天然气管线和气站的建设,输气线路的长度也在不断增加,相应的接收站也在稳定地发展着。但是,随着线路的增加和下游客户的增加,接收站施工中的管道通常都是平行布置的。平行布置时,应以作业区及散热需求为主。

首先,在作业空间方面,管道平行布置的特点决定了作业区域的选择要考虑多种因素,如管道尺寸、运行参数、敷设位置、施工条件和未来施工要求等。从防辐射需求来看,燃气属于可燃性,所以在选择安全间隔时应充分考虑三个问题:一是在火灾、爆炸、泄漏、断管等情况下,爆炸对周围管道和设备的破坏作用。二是要在特殊情况下,维修时间和施工效率等因素对管道的安全间隔提出合理的建议。三是要选择合适的安全间隔,要充分考虑管道的运行参数,如管道的压力和温度,以及管道周边的土质等。通过上述三个因素的分析,全面地确立了平行管道的安全间隔,保证了在常态或非正常状态下,任意一根管道都不会对相邻管道造成影响,从而避免二次意外灾难。西气东输二线为研究对象,在设计并联管道的安全距离时,进行了管道平行爆炸试验研究,初步判定管道的安全间隔超过 5m,这样当管道发生故障时,管道间的安全间隔可以确保一根管道发生故障时,对其他管道的冲击最小。综合分析管道输送介质、运行参数、施工条件、抢修时间等因素,提出并联管道的安全间隔 $> 6\text{m}$ 。其设计压力为 6.3MPa,设有工艺设备区、接收转输区、放空区等,通过过滤和计量,将来气输送到下游用户。结合有关平行管线的设计规程,结合

具体的施工案例,对管道的安全间隔进行了研究。

5 天然气场站工艺管道安装技术

5.1 石油天然气场站管道的焊接工艺

当前,国内油气站使用的管道钢主要为 X70、X80 等级,这些类型的管道钢必须进行焊接,而一些建筑公司对该类材料的焊接工艺不了解,缺少相应的焊接实践,导致其在焊接中没有具体的工艺要求,且没有相应的评价规范。因此,在进行工程建设前,有关工作人员要充分地了解和分析材料的性质和性质,并在此基础上确定好材料的焊接流程,并准备好焊接评价报告。最终,按照评估报告制定工程的施工设计计划,在施工期间,焊接工作人员要按照设计方案中的操作规范和要求来进行施工。另外,在实施前,各有关单位和有关人员要做好相应的技术交底,以确保后续项目的质量。

5.2 管道及其设备安装技术

在进行设备的装配时,一定要按照相关的规程和规范进行,防止由于不规范的作业而造成的机械应力。另外,在关闭装置时,要先保证装置的管路,并且要用喷砂或盐酸等物质清洁装置进口管道,保证进口管道的清洁和整齐。在建筑装置和管线的安装时,要确定轴线的坐标,对轴线的中线进行严密的监控,以免轴的安装坐标与设计有很大的偏差,保证了设备和管线的装配质量。

另外,在敷设管线的时候,要注重头尾相连,还要保持钢管的干净,对钢管的内壁进行清洗,防止里面有灰尘、杂物等杂物,不然就会对管线连接的密封产生不利的作用,最后还会对以后的管线安装质量造成不利的影响。另外,在安装前要进行预先的预制,要将管线和其他重要部件组装起来,再按照现场的具体条件进行分段,确保管线的严密性和气密性。

5.3 对焊缝施工

天然气场站管线的焊接作业对于保证整个管线的安全性和可靠性具有十分重要的意义。在管线的焊接过程中,必须遵守一定的规范及标准,以保证接头的严密性。①在建设工程之前,必须做好充足的前期工作。对焊机及模具进行检验,以保证其工作性能良好。负责提供焊条、焊丝等焊接原料,并对原料进行品质检查以保证满足规范;②焊接工艺的制备及布局。管道的切割,倒角等预处理,以保证焊缝的光滑。按焊接规范安排好焊缝,保证接头的紧密性;③执行一种熔接作业。应结合焊接方式及焊接材料的特点,选用

适当的工艺条件。因此,必须对焊接工艺有较高的要求。尤其是天然气场站,更应注意对其进行的焊接作业,以避免发生泄漏或发生安全事故;④焊完后,对焊后的焊缝进行检查。利用 NDT 等手段对焊缝进行检验,以保证其达到规范的焊接质量。若出现问题,应立即修复并改善,以保证焊缝的可靠度;⑤对焊接部位进行防护。天然气场站在极端的工作条件下,容易受到腐蚀。并对其进行了防腐,以保证其长时间的稳定及持久的使用寿命。

5.4 法兰安装技术

法兰的装配是管线施工工艺中最普遍也是最关键的部分。当使用法兰焊接工艺时,为防止对下一步的焊缝造成干扰,应确保法兰的壁厚不能大于钢管壁厚的二分之一。在焊接时应注意三个要点:①保证法兰平行;②焊缝时,应确保钢管轴线与法兰端面保持垂直;③对螺钉拧紧程度应进行严密的控制。

5.5 管道敷设

在建设阶段,应按照项目的总体方案,对管线的铺设路线及布置进行了研究。接下来就是铺设场地的前期工作,保证铺设场地的平坦和排除障碍。其次,针对管线的大小及特点,对管线进行铺设与接头,并使用专门的焊接工艺,以保证接头的严密性。同时,根据天然气自身的特性,在铺设时应采用相应的预防方法,避免发生天然气的泄漏,造成安全事故。管线铺设完毕后,应对管线进行检测,以保证管线的完好、可靠。

6 加强天然气场站工艺管道安装技术的策略

6.1 对设备材料进行验收

在当前,可供选择的管线越来越多,设计人员必须综合评估、分析各种主要性能参数,尽量避免不必要的管线应用。例如压力介质、环境因素等,都与材料应力和力学性能有着密切的联系,因此,要对管道的力学性能进行综合的分析,并适当地选取相关的参数,这样就可以确保管道在热膨胀时的稳定性能,防止由于管道的变形引起的产品质量问题引起的安全事故。管线防腐作为一种重要的工程技术,因其独特的防腐性能而被普遍采用。防腐涂层是一种液态或固态物质,涂敷在钢管的外表面上,并在某种情况下能够成膜,达到保护、装饰或其他特定功能(绝缘、防锈、防霉、耐热等)。选用适当的防腐蚀涂层,可使管道与周围大气中的各种电化学腐蚀介质相隔绝,是输送管道最根本的防护手段。

在我国,用于高压燃气的输送介质大多是钢管,为提高其耐腐蚀性能,可选择含铬、钼等合金的钢管。该铬-钼合金耐高温、耐腐蚀性好,选择铬-钼合金作为管线材料,能够在一定范围内对管线的耐腐蚀性进行一定的强化,尤其适用于天然气管线。

6.2 加强预制管道的焊接

在天然气场站管道的施工及使用中,管线的施工质量好坏关系到天然气场站的整体安全。所以,在对流程钢管进行焊缝时,必须确保焊缝原料的品质。因此,必须选用高质量、高标准的焊缝金属,并加强工艺管理,才能有效地改善管线的焊缝质量。另外,在进行管线的焊接时,应严格遵守相关的工艺规程及规范,以防止发生意外事故。另外,应重视管线的焊接温度,保证焊缝的温度在规范范围内。第三,要对焊接完成后的管线进行探伤,确保焊接的质量满足标准。为了确保装配式管线的焊接质量,必须强化其焊接工艺。在施工过程中,必须对施工过程中的施工过程进行严密的质量管理,尤其是对施工中的某些小问题要给予充分的注意。例如,在进行焊接操作的时候,要严格遵守技术文档的规定,并对其进行焊接操作。在对管材进行检验时,必须对管材的外观、型号、规格和质量级别进行细致的检验,以确保管材的装配质量。在管线施工中,应注意对施工中的焊缝进行检测,对出现的问题进行处理。在进行液压测试时,务必保证测试气体压力的准确。

7 结束语

天然气作为清洁能源,效率高,安全可靠,极具发展潜力。天然气作为一种主要的化工材料,在能源、化工、冶金和环境保护等方面有着广阔的应用前景。中国拥有大量的天然气,分布广泛,存储能力强,存储成本低。本文对接收站的管道施工工艺进行研究,意在提升管道施工的科学性和安全性,提升能源运输和使用的高效性,开发先进的施工技术手段,确保管道的稳固性,促进相关产业的可持续发展。为此,必须做好接收站管线设计施工,以适应施工企业对管线质量的不断提升以及对安全的要求。未来,伴随科技的进步与革新,天然气场站管线施工工艺将会进一步完善,为促进洁净能源的推广与可持续发展做出积极的贡献。

参考文献:

- [1] 徐调能. 天然气长输管道项目建设中的质量管理对策分析[J]. 工程建设与设计, 2022(24):250-252.