

天然气工程管道设计施工技术探讨

韩智超 薛冰

中石化中原设计公司 河南 郑州 450000

摘要: 天然气工程管道设计施工技术关乎管道的运行效率、安全性和经济性。设计内容涵盖管道系统布置、材料选择、技术参数确定、支撑固定及工程量和材料清单编制。施工过程中涉及施工准备、管道敷设、焊接与焊缝检验、防腐保温施工及安全设施安装与调试。为提高设计施工技术,可采取设计优化措施,以提升施工质量和安全性。

关键词: 天然气工程;管道设计;施工技术;措施

引言:天然气作为清洁能源,其工程管道的设计施工技术至关重要,管道设计需综合考虑地形地貌、地质条件、城市规划及环境保护等多方面因素,确保管道布置科学合理。施工过程中,则需严格把控材料选购、工具设备准备、管道敷设、焊接检验、防腐保温及安全设施安装等关键环节。为进一步提升天然气工程管道的设计施工技术水平,本文探讨了相关优化措施和技术创新手段。

1 天然气工程管道设计施工技术的重要性

天然气工程管道设计施工技术的重要性不言而喻,它直接关系到天然气的安全、高效运输以及人民生活的便利与安全。天然气作为当今社会推崇的清洁能源,其广泛应用对于促进经济可持续发展、改善环境质量具有不可估量的价值。而天然气工程管道,作为连接气源与用户的桥梁,其设计施工技术的水平直接决定了天然气传输的效率和可靠性。在设计阶段,科学合理的管道布局是确保天然气顺畅传输的前提。设计人员需综合考虑地形、地质、气候等多重因素,精心规划管道走向,以避免不必要的弯曲和阻碍。材料的选择和参数的设定也至关重要,它们直接关系到管道的承压能力和使用寿命。进入施工阶段,施工技术的精湛与否直接关系到设计方案能否完美落地。高质量的施工技术能够确保管道安装的精确度,焊接的牢固性,以及防腐措施的有效性^[1]。此外,天然气工程管道的设计施工技术还承载着环境保护和公共安全的双重责任。一旦管道出现泄漏或事故,不仅会造成资源浪费,还可能对周边环境和居民生活带来严重影响。因此,必须高度重视天然气工程管道的设计施工技术,确保每一道工序都严谨细致,每一个细节都符合规范标准。确保天然气工程管道的安全、高效运行,为经济社会的可持续发展提供有力支撑。

2 天然气工程管道设计探讨

2.1 管道线路设计

(1) 线路规划。管道线路规划是天然气工程管道设计的首要任务。在规划过程中,必须充分考虑输送距离、站点位置和地形等因素。为了降低施工难度和减少运行、维修的困扰,管道应尽可能避开主交通干道和繁华街道。还要尽量缩短管道长度,以减少投资成本。除了考虑上述基本因素外,管道线路规划还必须与当地的城乡规划、环境保护和土地利用政策相协调。在规划过程中,应尽量避免对周边环境的破坏,特别是对农田、林地和生态敏感区的占用。为了实现这一目标,设计师需要充分了解管道沿线的城乡规划和土地利用情况,合理规划管道走向和布局。(2) 地质勘察。地质勘察是管道线路设计的重要环节。通过对管道沿线地质条件的详细勘察,可以了解地质构造、土壤类型、地下水位等情况,为管道设计提供准确的地质数据。对于不良地质段,如软土地基、滑坡地带等,应采取相应的工程措施进行处理,以确保管道的稳定性和安全性。地质勘察工作应贯穿于整个设计过程。在初步设计阶段,需要进行广泛的地质调查,以确定管道的大致走向。在详细设计阶段,则需要对具体地质条件进行深入研究,为管道施工提供详细的地质资料。(3) 穿越设计。当管道必须穿越铁路、河流、主要公路或其他较大障碍物时,应采取相应的防护措施。穿越设计应充分考虑穿越物的结构特点和安全要求。例如,套管端部距路堤坡脚的距离不应小于1米,距铁路边轨的距离不应小于2.5米,距电车道边轨的距离不应小于2米。这些规定旨在确保管道在穿越过程中不会对交通设施造成破坏,同时保证管道本身的安全性^[2]。对于河流穿越,可以选择穿越河底、利用已建成的道路桥梁或采用管桥方式。在利用桥梁或管桥跨越河流时,必须采取防火等安全保护措施,以防止火灾等意外事故对管道造成破坏。

2.2 管道材料与规格选择

(1) 材料选择。管道材料的选择直接关系到管道

的使用寿命和安全性,根据输送介质和压力要求,应选择合适的管道材料。常见的管道材料包括碳钢管、不锈钢管和塑料管等。这些材料必须符合国家或行业的相关标准,具备良好的耐腐蚀、耐高温、耐压等性能。在腐蚀环境较为严重的地区,应优先考虑使用耐腐蚀性能更好的不锈钢管或塑料管。不锈钢管具有优异的耐腐蚀性能,能够在恶劣环境中长期保持稳定。塑料管则具有重量轻、安装方便等优点,但在高温和高压环境下可能受到限制。(2)规格确定。管道规格的确定需要综合考虑管道长度、地形、地质等因素。管道壁厚应满足输送压力的要求,以确保管道在高压下不会破裂。管径则应满足输送量的要求,以保证天然气的顺畅流动。此外,还应考虑管道的抗震、抗爆、抗腐蚀等性能。在地震多发地区,应采用具有较好抗震性能的管道材料和结构。在可能存在爆炸风险的场所,应采取防爆措施,确保管道在意外情况下不会引发爆炸。

2.3 防腐保温设计

(1)防腐设计。天然气管道在长期使用过程中可能会受到腐蚀,因此必须采取有效的防腐措施。对于钢制管道,可以采用三层PE(或双层FBE)外防腐技术,这种技术具有良好的防腐性能和耐久性。对于跨越部分的钢管,由于暴露在空气中,更容易受到腐蚀,因此可采用熔结环氧粉末外涂层的防腐工艺。对于塑料管道,虽然其本身具有一定的防腐性能,但在连接处仍需做好防腐处理。连接处是管道系统的薄弱环节,容易受到腐蚀和泄漏。因此,在连接处应采用专用的防腐材料和工艺,确保连接处的密封性和耐腐蚀性。(2)保温设计。在寒冷地区,为防止天然气在输送过程中因温度过低而发生凝结或冻堵现象,应对管道进行保温设计^[3]。保温材料应具备良好的保温性能、耐腐蚀性能和防火性能。常见的保温材料包括聚氨酯泡沫、岩棉等。这些材料能够有效地减少热量损失,保持管道内天然气的温度稳定。

2.4 安全设施设计

(1)安全阀。在管道系统中设置适当数量和规格的安全阀,以防止管道超压运行。安全阀的设定压力应根据管道系统的最高工作压力来确定。当管道压力超过设定值时,安全阀会自动开启,释放部分天然气,以降低管道压力,确保管道系统的安全。(2)紧急切断阀。在管道的重要位置设置紧急切断阀,以便在管道发生泄漏或其他紧急情况时能够迅速切断气源,防止事故扩大。紧急切断阀应具有快速响应和可靠切断的特点,能够在紧急情况下迅速关闭管道,确保人员和设备的安全。(3)监测系统。设置管道监测系统,对管道的运行状态

进行实时监测。监测内容应包括管道压力、流量、温度等参数以及管道沿线的地质灾害、人为破坏等情况。通过监测系统,可以及时发现管道系统的异常状况,并采取相应的处理措施,确保管道系统的稳定运行。

2.5 附属设备设计

(1)调压站。根据管道输送压力 and 用户用气压力的需求,设置调压站对天然气进行调压。调压站的设计应满足用户用气压力的稳定性和可靠性要求。调压站应配备先进的调压设备和控制系统,能够根据用户需求自动调节天然气压力,确保用户用气的稳定性和安全性。(2)计量站。在管道的进出口以及重要分支点设置计量站,对天然气的输送量进行准确计量。计量站的设计应满足计量精度和可靠性的要求^[4]。计量站应配备高精度的计量仪表和数据采集系统,能够实时采集和记录天然气的输送量数据,为天然气销售和运营管理提供准确的数据支持。(3)清管站。为清除管道内的杂质和积液,设置清管站对管道进行定期清管作业。清管站的设计应满足清管作业的需求和管道运行的安全要求。清管站应配备专业的清管设备和操作人员,能够按照规定的清管周期和作业流程进行清管作业,确保管道的清洁和畅通。

3 天然气工程管道施工技术探讨

3.1 管道敷设

(1)管沟开挖。管沟开挖是天然气工程管道敷设的第一步,在开挖前,应根据设计方案和现场实际情况,确定管沟的开挖深度和宽度。开挖过程中,应做好排水和支护工作,防止管沟坍塌和积水。如果现场地质条件复杂或存在地下管线和其他设施,应提前进行勘探和标识,确保开挖过程中的安全。(2)管道下沟。管沟开挖完成后,就可以进行管道下沟了。在下沟过程中,应确保管道平稳放置,防止受到损伤和变形。对于长距离管道敷设,可以采用分段流水作业的方式进行施工,以提高施工效率。还应注意管道之间的连接和固定,确保管道的稳定性和安全性。(3)管道连接。管道连接是天然气工程管道敷设的关键环节。根据管道材料和规格选择合适的连接方式,如焊接或螺纹连接。焊接时,应采用专业的焊接方法和焊接材料,确保焊缝牢固、密实。螺纹连接时,应采用正确的螺纹处理方式,保证连接紧密、无漏气。在连接过程中,还应做好防腐处理,确保连接部位的耐腐蚀性能。(4)管沟回填。管道连接完成后,应及时进行管沟回填。回填材料应选用符合要求的土壤或砂土,并分层夯实。回填过程中,应防止管道受到损伤和变形。还应注意回填材料的密实度和稳定性,确保管道在回填后的安全性和稳定性。

3.2 焊接与焊缝检验

(1) 焊接工艺。焊接是天然气工程管道连接的主要方式,根据管道材料和规格选择合适的焊接工艺和焊接参数是确保焊缝质量的关键。在焊接过程中,应严格控制焊接温度和焊接速度,避免产生焊接缺陷。还应做好焊接材料的保存和领用工作,防止焊接材料受潮或污染。(2) 焊缝检验。在焊接完成后,应对焊缝进行外观检验和无损探伤检验。外观检验主要检查焊缝表面是否有裂纹、未熔合、气孔和夹渣等缺陷。无损探伤检验则主要检查焊缝内部是否存在缺陷。对于不合格的焊缝,应及时进行返修处理,确保焊缝的质量符合规范要求。

3.3 防腐保温施工

(1) 防腐施工。天然气管道在长期使用过程中容易受到腐蚀,因此必须进行防腐施工。根据管道材料和防腐设计要求选择合适的防腐涂料和防腐工艺是确保防腐层质量的关键。在防腐施工过程中,应做好管道表面的除锈和清洁工作,确保防腐涂料与管道表面紧密结合。还应做好防腐涂料的涂刷和固化工作,确保防腐层的质量和厚度符合要求。(2) 保温施工。在寒冷地区或需要保温的管道段,应进行保温施工。保温材料应选用符合要求的保温材料和粘结剂,并严格按照施工工艺要求进行施工。在保温施工过程中,应做好管道表面的清洁和干燥工作,确保保温材料与管道表面紧密结合^[5]。还应做好保温层的固定和防护工作,防止保温层受到损伤和脱落。保温层的厚度和密度应根据设计要求进行确定,以确保其保温效果。

3.4 安全设施安装与调试

(1) 安全阀安装。安全阀是天然气工程管道中的重要安全设施之一,根据设计要求在管道系统中安装适当数量和规格的安全阀,并进行调试和校验是确保其正常工作的关键。安全阀的安装位置应便于检修和维护,并确保其能够正常工作和及时排放超压气体。在安装过程中,应严格按照规范要求进行操作,确保安全阀的安装质量和可靠性。(2) 紧急切断阀安装。在管道的重要位

置安装紧急切断阀,并进行调试和校验是确保其能够在紧急情况下迅速切断气源的关键。紧急切断阀的安装位置应便于操作和控制,并确保其能够在紧急情况下迅速响应并切断气源。在安装过程中,应严格按照规范要求进行操作,确保紧急切断阀的安装质量和可靠性。(3) 监测系统安装与调试。监测系统是天然气工程管道中的重要组成部分,能够实时监测管道的运行状态并及时发现异常情况。根据设计要求在管道系统中安装监测设备,并进行调试和校验是确保其能够准确监测管道运行状态的关键。监测设备应能够实时监测管道的压力、流量、温度等参数,并将数据传输到监控中心进行分析和处理。在安装过程中,应严格按照规范要求进行操作,确保监测设备的安装质量和可靠性。还应定期对监测设备进行维护和校准,确保其长期稳定运行。

结语

天然气工程管道的设计施工技术是确保天然气安全、高效输送的关键。通过精细化设计、模块化与标准化设计,可以优化管道布置,提高施工效率。应用先进焊接技术、推广非开挖技术和建立智能监测与预警系统,可以显著提升管道的施工质量和安全性。未来,应继续加强技术创新和研发,不断提升天然气工程管道的设计施工技术水平,为天然气的安全、高效利用提供有力保障。

参考文献

- [1]李家吉.现代天然气长输管道系统设计的优化策略研究[J].石油石化物资采购,2024(14):13-15.
- [2]杨文博,黄建中.天然气工程管道施工技术研究[J].石油石化物资采购,2023(22):106-108.
- [3]陈萌,汤慧文.天然气管道工程施工建设质量管理策略分析[J].中国化工贸易,2024(23):70-72.
- [4]彭玉,杜俊,曹勇.天然气长输管道施工关键技术研究[J].化工管理,2022(12):151-153.
- [5]杨建伟.论燃气管道工程质量与安全技术管理工作[J].现代工程项目管理,2022,1(3).DOI:10.371