

Analysis on the laying technology of oil and gas engineering

Xin Zhan

CNPC Pipeline Materials and Equipment Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065000, China

Abstract

This paper discusses many aspects of the laying technology of ground pipeline in oil and gas engineering, including design points and construction methods. Through the analysis of the key elements such as pipeline design pressure, insulation and anti-corrosion measures, pipe bending treatment and welding process, the technical specifications and standards to be followed in the ground pipeline construction are revealed. The article also introduces the importance of measurement work and its application in practical operation, and makes a comprehensive analysis of each step in the construction process of metal pipe construction, from breaking the original structure to the small room construction, and then to the installation of pipe fittings and the final pressure test stage, each step is described in detail. The study aims to provide theoretical guidance and technical support for professionals engaged in oil and gas engineering construction to ensure the safe and stable operation of the pipeline system.

Keywords

petroleum and gas engineering; ground pipeline; design pressure; insulation and corrosion prevention; construction technology

石油天然气工程地面管道的铺设技术探析

詹欣

中油管道物资装备有限公司, 中国·河北 廊坊 065000

摘要

本文深入探讨了石油天然气工程地面管道铺设技术的多个方面, 包括设计要点和施工方法。通过对管道设计压力、绝缘防腐措施、弯管处理以及焊接工艺等关键要素的分析, 揭示了地面管道建设中需遵循的技术规范与标准。文章还详细介绍了测量工作的重要性及其在实际操作中的应用, 并对金属管道施工过程中的各个步骤进行了全面解析, 从破除原结构到小室施工, 再到安装管件及最终的试压阶段, 每一步骤均予以细致描述。本研究旨在为从事石油天然气工程建设的专业人士提供理论指导和技术支持, 以确保管道系统的安全稳定运行。

关键词

石油天然气工程; 地面管道; 设计压力; 绝缘防腐; 施工技术

1 引言

石油天然气作为现代工业社会不可或缺的重要能源资源, 其输送系统的设计与构建直接关系到整个供应链的安全性与可靠性。随着全球范围内对清洁能源需求的不断增长, 如何高效且可靠地进行石油天然气的长距离运输成为行业关注的核心问题之一。地面管道铺设技术作为实现这一目标的关键环节, 在确保能源传输效率的同时, 也肩负着保障环境安全的重大责任。鉴于此, 深入探究石油天然气工程地面管道的设计与施工技术显得尤为重要。这不仅有助于提高项目实施过程中各个环节的操作精度, 还能有效预防潜在风险, 从而为行业的可持续发展奠定坚实基础^[1]。

【作者简介】詹欣(1992-), 女, 中国安徽桐城人, 硕士, 助理工程师, 从事地面建设和油气储运、人力资源管理、财务管理研究。

2 石油天然气工程地面管道设计要点

2.1 管道设计压力

2.1.1 气候条件与地质特性对设计压力的影响

在石油天然气工程地面管道设计中, 气候条件和地质特性是决定设计压力的重要因素。气候条件的变化直接影响到管道材料的热膨胀系数及应力分布情况, 因此需要充分考虑不同季节温差对管道结构的影响。例如, 在极端寒冷地区, 低温会导致金属材料变脆, 增加断裂风险, 从而要求更高的设计压力以确保安全性。地质特性同样不容忽视, 复杂多变的地质环境如地震带、滑坡区域等, 均会对管道产生额外的外力作用。在这种情况下, 设计压力不仅要满足流体传输的基本需求, 还需具备足够的安全裕度来应对潜在的地质灾害影响。

2.1.2 工作介质性质与温度变化对设计压力的要求

工作介质的物理化学性质以及温度变化对管道设计压力的选择具有重要影响。不同类型的石油天然气介质在输送

过程中可能表现出不同的流体力学特性,如黏度、密度及腐蚀性等,这些特性直接关系到管道内部的压力分布和材料选择。特别是在高温高压环境下,介质的热膨胀效应会显著增强,导致管道承受更大的内压。因此,在确定设计压力时,必须充分考虑到介质的工作温度范围及其变化趋势,以确保管道材料在各种温度条件下均能保持良好的机械性能^[2]。

2.1.3 地形特征与特殊区域对设计压力的调整

地形特征及特殊区域的存在对管道设计压力提出了额外的要求。穿越河流、山脉等地形复杂的地段时,管道不仅需要承受内部介质压力,还需应对来自外界的水压、土压及动载荷等多种复杂力的作用。尤其在跨越河流段,由于水流冲击和河床沉降等因素,管道容易受到局部应力集中现象的影响,这就要求在设计阶段合理调整压力参数,以提高系统的抗风险能力。对于高海拔或地震频发地带,还需考虑地震波传递路径及震动频率对管道结构的影响,适当增加设计压力并采取相应的抗震措施。

2.2 管道绝缘防腐

为了延长管道使用寿命并防止外界环境对其造成腐蚀损害,采取有效的绝缘防腐措施显得尤为必要。通常情况下,绝缘层由多层复合材料构成,包括底层防锈漆、中间绝缘层以及外层保护层。这些层次共同作用,形成一个严密的防护体系,不仅能抵御水分渗透,还能抵抗化学物质侵蚀。此外,针对某些特定环境条件下可能遇到的问题,例如盐碱地或海洋环境下高湿度带来的挑战,还需要采用更加先进的防腐技术,如阴极保护法或热缩套管法,以进一步增强防护效果。

2.3 管线弯管

管线弯管作为连接直线段管道的关键组件,在整个管道系统中占据重要地位。弯管的设计不仅要符合流体力学原理,确保介质流动顺畅无阻,而且还要充分考虑机械强度和稳定性等因素。特别是在高压环境下,弯管部位往往承受着更大的应力集中现象,因此必须严格按照相关标准进行制造加工。在实际操作中,通常会选用冷弯或者热弯工艺来完成弯管制作,前者适用于较小直径管道,后者则更适用于大口径管道。无论采用哪种工艺,都需要严格控制弯曲半径、壁厚减薄率等关键参数,以确保成品质量达到设计要求。此外,为了提高弯管的整体性能,有时还会对其进行局部加强处理,如增加支撑环或采用高强度合金材料。

2.4 焊接要点

2.4.1 预热与焊接参数控制

在石油天然气工程地面管道施工中,预热和焊接参数的精确控制是确保焊接质量的关键环节。预热温度的选择需基于材料类型、厚度以及环境条件进行综合考量,以减少焊接过程中产生的应力集中现象。具体操作时,通过使用专用加热设备对焊接区域进行均匀预热,能够有效降低冷却速率,从而防止冷裂纹的产生。焊接速度同样是一个不可忽视

的因素,过快或过慢的速度都会影响焊缝的质量。理想的焊接速度应在保证熔池充分凝固的前提下尽可能提高生产效率。此外,电流电压参数的选择也至关重要,不同材质和规格的管道要求不同的电流电压设置,以确保电弧稳定燃烧并获得高质量的焊缝^[3]。

2.4.2 焊接方法选择与应用

根据具体的工况条件和施工要求,合理选择焊接方法对于实现高质量的管道连接至关重要。手工电弧焊因其灵活性高、适应性强而在现场施工中广泛应用,尤其适合于复杂地形和难以接近的位置。埋弧自动焊则以其高效、稳定的特点,在长距离直线段管道铺设中表现出色,能够大幅提高焊接效率并减少人为因素的影响。气体保护焊由于其优良的焊接质量和较低的缺陷率,在对焊缝质量要求较高的场合备受青睐。每种焊接方法都有其特定的技术特点和适用范围,例如,手工电弧焊适用于小口径管道和特殊位置的焊接,而埋弧自动焊则更适合大口径长直管道的快速施工。

2.4.3 无损检测与质量控制

为确保焊接质量符合设计标准,必须进行全面的无损检测程序。射线探伤作为一种常用的检测手段,能够清晰地显示焊缝内部结构,及时发现潜在的缺陷如气孔、夹渣等。超声波探伤则凭借其高灵敏度和穿透能力,在检测细微裂纹方面具有独特优势。磁粉探伤和渗透探伤也是常见的无损检测方法,分别适用于铁磁性材料和非铁磁性材料的表面缺陷检测。这些检测技术的应用不仅有助于及时发现并修正焊接过程中的问题,还能为后续的质量评估提供可靠依据。

3 石油天然气工程地面管道铺设方法及措施

3.1 测量工作

准确而详尽的测量工作是确保地面管道顺利铺设的前提条件。在施工前期,需要对管道线路进行全面细致的勘测,收集诸如地形地貌、地质构造以及周边建筑物分布等相关信息。借助先进的测绘仪器设备,如全站仪、GPS定位系统等,可以获得高精度的空间坐标数据,为后续设计和规划提供可靠依据。此外,在测量过程中还需特别注意地下障碍物的位置及深度,以便合理安排开挖路线和避开敏感区域。只有经过周密的测量准备工作,才能确保管道铺设过程中的各项操作有序开展,最大限度地降低施工难度并提高工作效率。

3.2 金属管道施工要点分析

3.2.1 破除原结构

在正式铺设金属管道之前,往往需要先对原有地面结构进行适当的破除处理。这项工作涉及广泛领域,既包括城市道路、农田等常见场景下的表层拆除,也可能涵盖更为复杂的地下设施清理任务。针对不同的基质类型,施工人员需选用相匹配的机械设备,如液压破碎锤、挖掘机等,以确保作业效率和安全。在此过程中,务必做好现场安全管理措施,设置警示标识并采取必要的防护手段,以防意外事故的发生。

生。同时，对于产生的废弃物要及时清运，避免对周边环境造成污染影响。

3.2.2 管线开槽

管线开槽是金属管道施工中的一个重要环节，其质量好坏直接关系到后续管道铺设能否顺利进行。在开槽前，应根据设计方案精确放样，确定开挖边界及深度尺寸。随后，利用挖掘机械按照预定轨迹进行土方开挖，同时密切监控边坡稳定性，防止出现坍塌现象。对于某些特殊地段，如地下水位较高或土壤松软之处，则需采取相应的加固措施，如打设钢板桩或喷射混凝土护壁等，以确保沟槽的安全稳固。此外，在开槽过程中还需定期检查底部平整度，确保满足铺设要求。

3.2.3 下管、对口焊接

当沟槽开挖完成后，接下来便是将预制好的金属管道吊装至指定位置，并进行精确对接与焊接作业。首先，需采用专业吊装设备将管道平稳放置于沟槽内，确保其轴线与设计轨迹一致。然后，对相邻两段管道进行仔细校准，使其端面完全吻合后方可实施焊接操作。在此期间，务必严格遵循预先制定的焊接工艺规程，选用适宜的焊接方法和材料，以保证接头质量达到设计标准。与此同时，还应安排专人负责现场监督，及时纠正可能出现的操作失误，确保整个施工过程有条不紊地推进。

3.2.4 管道防腐

完成焊接后的金属管道需要立即进行防腐处理，以免暴露在外表面遭受氧化腐蚀侵害。通常情况下，会先对管道外壁进行彻底清洁，去除油污和铁锈杂质，然后再均匀涂覆一层专用防腐涂料。若是在恶劣环境中服役，则建议采用双层或多层复合防腐体系，如环氧粉末涂层加聚乙烯胶粘剂组合，以进一步提升防护效果。另外，针对部分易受侵蚀的重点部位，如焊缝区或法兰连接处，还需采取额外的加强措施，如缠绕玻璃纤维布或喷涂锌铝镁合金涂层等，以确保整体防腐性能达到最佳状态。

3.2.5 小室施工

除了主干管道之外，地面管道系统中还包括许多附属构筑物，如阀门井、排水井等小型室体结构。这些小室不仅是管道网络的重要组成部分，同时也是日后检修维护工作的主要场所。因此，在施工时必须给予足够重视，确保其结构强度和功能完整性。一般而言，小室主体多采用钢筋混凝土

浇筑而成，内部配置相应规格的阀门、仪表及其他配套设施。为便于后期管理和使用，还应在入口处设置清晰标识牌，并预留充足的通风换气设施，以保障工作人员安全进出。

3.2.6 安装管件

在主干管道铺设完毕之后，紧接着便是各类管件的安装工作。管件种类繁多，包括三通、四通、弯头、异径接头等，它们在管道系统中起到连接、分流、变向等功能作用。安装过程中，首先要按照设计图纸逐一核对管件型号规格，确认无误后再将其精准对接到相应位置。其次，需采用专用工具紧固螺栓或法兰连接件，确保接口处密封良好，杜绝泄漏隐患。此外，对于一些特殊用途的管件，如带止回阀的三通，则需额外关注其开启方向是否正确，以免影响正常运行。

3.2.7 管道试压

所有管道及管件安装完成后，最后一步便是进行整体试压测试。试压的主要目的是检验整个系统的密封性和承压能力，确保其能够在预定工况下安全稳定运行。试压前，需关闭所有进出口阀门并将待测段管道充满水或其他试验介质，然后逐步升压至规定值并保持一段时间，观察是否存在渗漏点或异常变形现象。若发现问题应及时停机排查原因，直至全部修复合格为止。只有通过严格的试压验收程序，才能正式投入使用，从而为后续运营奠定坚实基础。

4 结语

综上所述，石油天然气工程地面管道的铺设技术涵盖了从设计规划到具体实施等多个复杂环节，每一环节都至关重要且相互关联。在设计阶段，准确设定管道设计压力、采取有效的绝缘防腐措施、精心设计弯管以及严格把控焊接质量，都是确保管道系统安全可靠运行的基础。而在施工过程中，精确的测量工作、合理的破除原结构、严谨的管线开槽、精细的下管与对口焊接、全面的管道防腐、完善的附属构筑物施工、正确的管件安装以及严格的试压测试，共同构成了高质量地面管道工程的关键要素。

参考文献

- [1] 杜鸿飞.石油天然气工程地面管道的铺设技术探讨[J].石化技术,2020,27(05):88+107.
- [2] 周成瑞.研究石油天然气工程地面管道的铺设技术[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(03):175-177.
- [3] 刘利平.油气集输管道安装工程质量问题成因分析与对策[J].石油石化物资采购, 2024(12):208-210.