

# 天然气长输管线与城镇管网 接驳工程施工关键技术研究

阿迪里麦提·萨力木

(新疆喀什新捷能源有限公司, 新疆 喀什 844000)

**摘要** 为提高天然气输送质量, 本文围绕天然气长输管线与城镇管网接驳工程, 分析接驳工程的施工技术。首先介绍管道连接、管道防腐、管道检测等常见施工技术, 并分析不同施工技术应用要点。其次以西部某接驳工程为实例, 分析该工程中“焊接+管道防腐+无损检测”组合技术应用思路与要点。该技术有效解决了管道敷设、异径异材质管道连接、施工工艺优化及质量管控等关键问题, 在施工质量、作业效率与综合成本控制方面表现突出, 旨在为同类管道接驳工程提供技术参考。

**关键词** 天然气; 长输管线; 城镇管网; 接驳工程

中图分类号: TE8

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.11.003

## 0 引言

天然气作为一种清洁能源, 是现代能源结构中的重要组成部分, 尤其是城镇化建设不断深入的当下, 对天然气需求不断提升, 如何通过完善天然气输送体系保证能源输送质效与安全是目前相关工作的关键。在此背景下, 天然气长输管线与城镇管网接驳工程成为建设的要点。一方面, 此工程负责向消费终端输送天然气; 另一方面, 还关系到系统的安全稳定运行。鉴于天然气长输管线的运输路线较长, 且承担着极大压力, 而城镇管网则具有广泛覆盖、服务用户基数大等特点, 所以修建接驳工程必须考虑城镇管网特点和沿线地区地质条件, 以确保接驳工程能同时满足长输管线和城镇管网运输需求, 有效对接相关设施。然而, 通过对现有相似接驳工程施工经验的分析发现, 工程施工面临诸多技术挑战。为保证接驳工程施工质量, 本文在介绍天然气长输管线与城镇管网接驳工程常用技术应用要点的基础上, 结合西部某工程分析技术应用思路, 以验证本文所提接驳工程施工技术的应用价值, 为今后相关工程施工提供理论和实践参考。

## 1 天然气长输管线与城镇管网接驳工程施工技术类型与应用要点

### 1.1 管道连接技术

#### 1.1.1 焊接技术

接驳工程施工过程中涉及管道焊接部分, 合理选择焊接技术可以保证管道焊接质量。现阶段接驳工程

中常见焊接工艺有氩弧焊和手工电弧焊, 氩弧焊工艺的热量比较集中, 而且熔池控制简单, 通常在薄壁管道、焊接精度高的焊接施工中应用; 手工电弧焊具有操作便利、适应能力高等优势, 如果接驳工程所在地形复杂、施工场地条件有限, 则可以采用此工艺。

在接驳工程管道焊接施工中, 施工人员需要科学设置焊接工艺的参数。为保证参数精准, 除了了解管材材质与壁厚, 还需要分析周边的施工环境<sup>[1]</sup>。例如: 针对一些强度高的钢管, 施工人员必须精准计算焊接电流与电压, 确保这两项参数能精准匹配, 且与焊缝机械性能要求相符。

#### 1.1.2 法兰连接技术

与传统的焊接技术不同, 法兰连接技术具有可拆卸性, 在接驳工程施工中具有关键作用。法兰连接技术往往更适合需要反复维修和检查、因空间有限而不能采用传统焊接工艺的管道<sup>[2]</sup>。(1) 法兰选型。选择法兰型号时, 施工人员按照接驳工程管道设计压力、温度等综合分析, 确定法兰型号与等级; (2) 密封垫片。法兰连接技术还需参考管道介质、温变范围、压力数值等选择合适的密封垫片, 常用密封垫片材质有橡胶石棉板和金属缠绕垫片; (3) 法兰安装。安装法兰时, 施工人员检查法兰面平行度、同轴度, 要求螺栓预紧力能平均分布。

#### 1.2 管道防腐技术

##### 1.2.1 外防腐层技术

在接驳工程施工过程中, 对管道进行外防腐层处

作者简介: 阿迪里麦提·萨力木 (1972-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 城镇燃气工程建设与安全管理。

理能延长管道使用寿命,增强管道性能。比较常见的管道外防腐层主要有环氧煤沥青和聚乙烯,此类材料能有效抵抗化学腐蚀,且机械性能强,在天然气长输管线与城镇管网接驳工程中得到广泛应用。以环氧煤沥青防腐层为例,将其应用于接驳工程,凭借该防腐层的附着力、抗冲击性优势,更多作为埋地管道,施工人员涂刷底漆、喷涂面漆,或是在外侧缠绕玻璃纤维布,以起到防腐的作用。在接驳工程施工中,施工人员采用“环氧粉末底层+胶黏剂中间层+聚乙烯外层”这一聚乙烯防腐层,并检查涂层参数,如厚度、表面粗糙度等,使防腐层质量达标。

### 1.2.2 阴极保护技术

管道防腐技术中的阴极保护技术是以电化学原理为基础,具有延缓金属管道腐蚀的作用,同样是接驳工程施工中的常用技术。施工人员采用该技术,面向管道施加外部电流,或通过牺牲阳极材料的方式极化管道表面,使其始终在保护电位范围以内,如此能杜绝管道腐蚀<sup>[3]</sup>。

按照不同的保护方法,阴极保护技术有两类:一是牺牲阳极阴极保护,该技术适合在短距离管道或电阻率低的土壤中应用;二是外加电流阴极保护,该技术与牺牲阳极阴极保护的适用范围相反,保护范围更大,能根据管道实际情况进行调节,但要求是必须保证电源稳定。

### 1.3 管道检测技术

#### 1.3.1 无损检测技术

无损检测技术在接驳工程施工中应用,主要负责接驳施工质量控制,相比其他管道检测技术,无损检测技术不会破坏管道结构,全面排查管道焊缝、连接处等位置的质量缺陷。一般比较常见的无损检测技术有超声波检测技术、射线检测技术等。超声波检测技术的原理是借助超声波传播性质,待分析了反射波时间、幅度变化后,明确具体缺陷位置和影响程度<sup>[4]</sup>。该技术的优势主要是灵敏度和分辨率高,被更多地应用于焊缝内部缺陷的质量检测,可以排查出焊缝是否有气孔、夹渣等质量缺陷。射线检测技术的原理是使用X射线、 $\gamma$ 射线达到穿透管道的效果,待穿透后可以形成影响,施工人员分析影响可了解管道质量缺陷所在部位和影响程度,同样被应用于焊缝几何形状、分布的检测<sup>[5]</sup>。

#### 1.3.2 压力试验技术

接驳工程竣工之后,使用压力试验技术是质量验收非常重要的环节之一,主要是检查管道强度与严密

性,确保接驳工程质量符合使用标准<sup>[6]</sup>。压力试验主要由强度试验、严密试验两个环节组成,组织强度试验期间需在超设计压力的前提下测试管道承载性,耐压强度试验压力应达到设计压力的1.5倍代表达标<sup>[7]</sup>。

## 2 案例分析

### 2.1 工程概况

为验证天然气长输管线与城镇管网接驳工程施工过程中相关技术使用的有效性,本文选择西部地区某接驳工程作为案例。该项目的目的在于向城镇供气系统长距离输送天然气,希望能满足城镇对能源的使用需求。该接驳工程总长度120 km,其他参数如表1所示。该接驳工程所在区域的地形比较复杂,不仅包括山区、河流穿越段,而且城镇人口密度大,对接驳工程施工带来诸多挑战。另外,因为该项目管道沿线的地质条件不同,所以有个别地段在施工中面临软土层、滑坡等问题,需在管道施工中选择合适的技术予以应对。

表1 天然气长输管线与城镇管网接驳工程基本情况

项目	数值
接驳工程总长度	总长度 120 km
管径	DN1000
长输管线 设计压力	10 MPa
材质	X70 高强度钢管
管径	DN200 至 DN600
城镇管网 设计压力	1.6 MPa
材质	PE管、无缝钢管

### 2.2 技术思路

为解决此接驳工程施工中存在的复杂地形下管道敷设、管径与材质管道连接、管道方法与质量检测等技术性问题,施工人员经过讨论决定使用“焊接+管道防腐+无损检测”组合技术。技术应用思路如图1所示。

### 2.3 技术应用方案

1. 焊接技术。该接驳项目选择的焊接技术为氩弧焊和手工电弧焊,其中氩弧焊打底,手工电弧焊则起到填充盖面的作用,保证最终成形焊缝质量达标。焊接技术施工过程中,主要有以下几道流程:(1)坡口加工;(2)清理;(3)组对;(4)焊接;(5)焊后热处理。上述焊接操作中,施工人员除了控制焊接过程中的电流、电压、焊接速度,还增加了焊条烘干这一道工序,能最大限度预防气孔、裂纹等质量问题。施工人员使用法兰连接技术,按照采集的管道压力数值

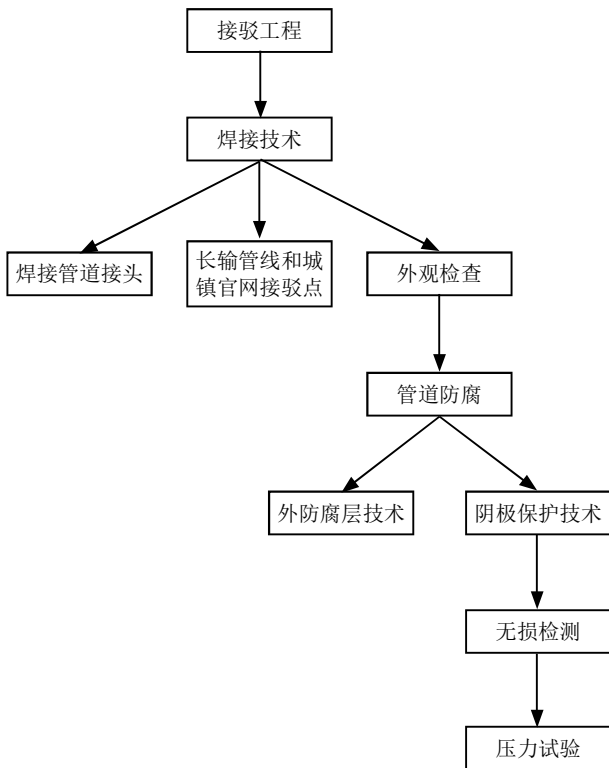


图 1 接驳工程技术应用思路

和介质，最终决定选择高压法兰，搭配性能高的密封垫片，保证连接处密封性。

2. 管道防腐技术。该接驳工程的外防腐层采用三层聚乙烯结构，施工过程中按照“先底漆后外防腐”的顺序，保证防腐层结构涂层厚度均匀，而且没有气泡产生。施工人员应用牺牲阳极法，在合适的位置布设锌合金阳极以形成保护电位，这对管道腐蚀具有抑制作用。

3. 无损检测技术。在管道质量检测环节，施工人员采用超声波检测技术扫描内部结构是否有质量缺陷，搭配射线检测技术增强检测结果精准性。检测过程中施工人员专门组织压力试验，分多个环节验证管道强度和严密性，保证该接驳工程管道系统不会出现泄漏。

#### 2.4 效果分析

本文选择西部地区的接驳工程采用“焊接+管道防腐+无损检测”组合技术，在质量、效率、成本等多个方面均获得了显著效果。

1. 工程质量。管道焊缝采用无损检测技术进行内部结构检验，合格率大于 99%，压力试验的一次通过率为 100%。由此可知，该接驳工程使用无损检测技术和焊接技术应用效果良好。

2. 施工效率。因为该接驳工程前期制定了内容比

较完善的施工方案，且现场施工过程中加大管理力度，所以最后施工工期与计划工期相比提前了 15 天。分析原因：一方面与合理的工艺流程有关，另一方面则是得益于现场资源的合理配置。

3. 成本控制。该项目前期采购材料、调度施工现场设备均进行了严格管控，所以工程总体造价对比预算减少了 8%。选择防腐材料、部署阴极保护系统也能在成本和功能上实现平衡。

4. 接驳工程运行的稳定性。该项目自投入运行后长期观测，没有出现过一次安全事故，且通过管道运行参数满足设计要求。

由此可见，该接驳工程使用“焊接+管道防腐+无损检测”组合技术具有较好的应用效果，不仅解决了复杂地形下管道敷设、管径与材质管道连接、管道方法与质量检测相关问题，还提高了管道系统长期运行的稳定性与安全性。

### 3 结束语

天然气长输管线与城镇管网接驳工程具有复杂性和系统性，组织施工期间要科学选择焊接、防腐蚀以及检测技术，并且与施工地质条件、现场环境等相结合，能提高接驳工程施工质量，保证城镇管网天然气输送安全性。未来，接驳工程技术研究与应用需要不断优化施工流程，增强技术在接驳工程中的适用性。除此之外，现场施工还需加强对智能化焊接技术与设备的应用，以提高接驳工程施工质量，推动我国天然气行业高质量发展。

### 参考文献：

- [1] 刘金革,王刚,刘历美,等.基于人工智能与大数据的天然气长输管线选址与方案分析:以山东管网北干线为例[J].山东国土资源,2025,41(09):77-81.
- [2] 魏修路,谢强纯,马龙飞,等.天然气长输管线及场站阀室建设项目风险管控研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(22):78-81.
- [3] 刘阳,刘峻峰,张斌,等.我国长输天然气管线钢的发展现状与趋势[J].材料热处理学报,2024,45(03):98-112.
- [4] 潘玲,郭廷廷.天然气长输管线无人机智慧巡检应用[J].化工管理,2023(02):124-126.
- [5] 陈修伟,秦超.基于功率谱估计的长输天然气管道泄漏检测技术[J].化工技术与开发,2022,51(10):62-65.
- [6] 张闯龙,李超.城市天然气长输管线施工的管理研究[J].清洗世界,2022,38(09):164-166.
- [7] 全永志.城市更新改造项目与周边油气管线相互影响定量风险分析[J].化工管理,2021(28):185-186.