

# Analysis of the quality management strategy of natural gas pipeline engineering construction

Yang Song

Liaohe Oilfield (Panjin) Gas Storage Co., Ltd., Panjin, Liaoning, 124100, China

## Abstract

With the vigorous development of social economy, promoting the development process of urbanization has become an important national task. From the actual development of view, in the construction of funds, policies and other aspects of strong support, in order to promote the modern society forward steadily. As an important part of urban construction, the construction quality of natural gas pipeline project is very important. Especially based on the particularity of natural gas itself, the construction process must take into account the management of natural gas pipeline trench foundation, welding and whole process supervision. Only from the actual needs of the construction site, can we fundamentally ensure the effectiveness and quality of natural gas transportation. Therefore, this paper mainly discusses the construction points of natural gas pipeline, and manages the whole construction process to lay a solid foundation for the efficient construction of modern city.

## Keywords

natural gas pipeline; project construction; quality management; Countermeasure analysis

# 天然气管道工程施工建设质量管理策略分析

宋杨

辽河油田(盘锦)储气库有限公司, 中国·辽宁 盘锦 124100

## 摘要

伴随社会经济蓬勃发展, 推进城市化发展进程已然成为国家重要任务。从实际开展来看, 在建设资金、政策等方面都给予大力支持, 以期促进现代化社会稳步向前。而天然气管道工程作为城市建设的重要组成部分, 其施工质量至关重要。尤其是基于天然气本身特殊性, 施工过程必须兼顾天然气管道沟槽基础方面、焊接方面、全过程监督方面等管理, 只有从施工现场实际需要出发, 才能从根本上确保天然气运输成效与质量。因此, 本文主要对天然气管道的施工要点进行探讨, 通过精细化管理施工全过程, 为高效建设现代化城市奠定坚实基础。

## 关键词

天然气管道; 工程施工; 质量管理; 对策分析

## 1 天然气管道施工质量管理存在的问题

### 1.1 实际施工方面

实际施工指的是天然气管道建设受现有环境条件影响, 因为其分布线路较广, 施工过程不可避免地受到铁路、河流、公路等设施影响, 在此背景下, 加剧了天然气管道工程施工困难。特别是面向一些特殊区域, 施工过程必须严格按照项目实际情况优化技术策略, 否则将对天然气管道工程的施工安全、质量、进度等造成严重威胁。另一方面, 不合理的管道施工方面还包括技术方案缺乏全局视角、作业人员缺乏专业性等, 这些均会对天然气管道施工质量产生负面影响。

### 1.2 沟槽基础方面

在天然气管道工程施工中, 沟槽开挖、回填占据重要

地位。因为它与天然气管道的整体施工质量紧密相连<sup>[1]</sup>。但是, 沟槽基础缺乏稳定性是普遍存在问题, 若不及时处理, 会造成不可预见事件。而整体深度不足是导致管道沟槽基础不牢固的主要成因, 进而对沟槽回填工作亦产生不利影响。与此同时, 沟槽基础施工涉及大型机械碾压作业, 如果管道沟槽基础不足, 加上外界施压, 还会造成形变问题。因此, 加强沟槽基础施工方面的管理至关重要。

### 1.3 焊接施工方面

从以往施工案例来看, 焊接问题在天然气管道建设中最为常见。针对焊接施工问题, 以下进行详细剖析。首先, 焊瘤、夹渣是焊接不当造成的技术问题, 特别是气孔问题不容小觑。若不及时管控, 就会导致连接部位薄弱, 对天然气资源后期运输产生负面影响, 如泄漏、爆炸等隐患。其次, 相对其他质量问题, 焊接质量方面的识别存在一定难度, 往往焊接结束后在实际应用中问题才逐渐显示, 基于此, 常采

【作者简介】宋杨(1988-), 男, 中国黑龙江大庆人, 本科, 工程师, 从事石油与天然气、油气储运研究。

用二次修复措施,或者发现焊接问题严重情况,立即更换天然气管道。由此可见,精细化管理焊接施工过程有利于避免建设成本增加、进度延期等问题,为推进现代城市进程奠定基础。

## 2 天然气管道施工质量管理措施

### 2.1 施工过程方面管理

第一,针对天然气管道实际施工问题,如受公路、河流、铁路方面影响,在前期阶段,施工单位应对现场环境、地质进行详尽勘察,同时融合 BIM 技术构建三维立体模型,通过模拟天然气管道施工,为施工路径优化提供有效建议。具体而言,测定地下岩层电阻率分布时,可引入高密度电法进行,这样一来,地下不稳定区域,如溶洞、软弱土层等都能通过三维、二维电阻率反演模型可视化<sup>[2]</sup>。随后,嵌入瞬变电磁法预测地下水动态变化与分布,有助于为天然气管道施工提供全面的地层结构、地下水位信息。与此同时,在 BIM 技术模型下嵌入 GIS(地理信息系统),有助于实现河流水系、交通、地质、地形等集成管理。其次,采用室内试验对钻探取样进行分析,包括塑限、液限、含水率及土壤颗粒级配等,能够获得土壤渗透系统、抗剪强度、承载力等力学参数。进而明确天然气管道在不同施工条件下的变化,为优化管道施工路径奠定基础。另外,面向不可避免区域,常采用非开挖顶管法,此方法适用于公路、铁路穿越段。具体操作步骤为:首要任务是明确地下障碍物,这一步骤涉及雷达探测仪应用。接下来进行顶管路径调整,可采用可控导向钻进技术,同时在管道周围安装同步注浆系统,旨在提升附近土层稳固性。最后,定向钻进技术适用于河流穿越区域。具体而言,组织地层渗透性实验,以明确钻进参数、泥浆配比,然后引入导向系统精准操作钻孔,并实现钻孔轨迹可视化,最大程度确保管道入土质量。

第二,提升作业人员技能水平。首先,制定“理论+实践”培训计划。即开工前,需要进行集中训练,包括模拟考试、实操演练及理论授课等形式,旨在确保天然气管道施工的应急处置流程、安全管理要求及技术均能被作业人员全面掌握,同时利用考核方式测试学习成果。在天然气管道培训课程中,专项模块设置至关重要。涵盖压力测试、管道检验与连接、非开挖施工和焊接技术等,并结合情景模拟、案例分析等手段分析操作流程,从而加深作业人员对概念的理解<sup>[3]</sup>。其次,为了提升人力资源竞争力,设置多级技能等级考核机制势在必行。如高级、中级和初级。这种施工资质认证系统,有利于根据技术匹配等级,并与绩效挂钩,这样一来,一些关键操作仅限于通过高级认证的作业人员实施,如复杂性较高的地形铺设、关键焊接等。这些都需要具备较高资质认证工程师进行,旨在确保施工过程趋于标准、专业。

### 2.2 沟槽基础方面管理

第一,做好沟槽开挖控制,为天然气管道施工奠定基础。

在此过程中,应严格按照地质勘察报告确定边坡稳定措施与开挖尺寸。首先,地质勘察报告需要获得大量数据支持,涵盖地基承载能力、土层结构等,同时结合现场外部环境与管道管径、埋深方能确保地质报告的完整性与可用性。举个例子,针对地表水丰富且软土地基区域,土地凝聚力、内摩擦角等力学参数是关键,可以引入逐级放坡方式增加放坡角度合理性,从而提升边坡稳固性,必要时,还可采用喷射混凝土、锚杆、土钉等技术加固边坡,这样即使在较弱土层或外部加压情况下,边坡仍能保持较强荷载能力与安全性。值得注意的是,如果周边环境复杂且沟槽开挖深度较大时,施工采用钢板桩支护较为适宜,如拉森型钢板桩、Z型钢板桩和U型钢板桩,可根据实际地质条件进行选择,通常采用振动或静压方式打入,旨在强化侧壁支护效果。此外,在天然气管道沟槽施工中,干燥状态是一个不可忽视因素,因此施工单位应密封闸口,防止地下水渗透。另一方面,联合应用导渗盲沟、井点降水、集水井控制基坑降水是重要一环,这一点应引起施工单位高度重视。值得一提的是,这三者应设置在高地下水位地区,例如,铺设导渗盲沟过程中,填充碎石应具备良好的透水性,且将无纺土工布覆盖表面,避免颗粒堵塞导致排水不畅;采用管井降水系统或轻型井点则是井点降水的显著特点,要求运用渗流演算出排水管布设距离和深度,同时融入渗流数值模拟确保布设参数最优化,最大程度实现高效促排。

第二,提升沟槽基础处理和加固策略有效性。以下对具体操作步骤进行详细说明:首先,在地基条件为含水率高且土层软弱情况下安装天然气管道,换填法发挥不可替代作用。即在天然气管道施工过程中,先将松软土壤通过人工或挖掘机进行清除,然后将灰土、砂砾、级配碎石回填其中,进而对土层进行分层夯实,这一步骤涉及压实设备应用。一般情况下,30~50Hz为设备振动频率范围,而20~30cm为每层填筑厚度控制。其次,在淤泥地质基础上进行天然气管道沟槽施工时,应采用水泥或石灰依据5%~10%质量比混合,旨在确保固化效果。为了提升其强度,固化后须静置8~15天,且保持湿养护。此外,桩基加固作用于岩溶发育或膨胀土区域<sup>[4]</sup>。具体而言,优先采用高于C30等级成桩混凝土,且旋挖桩施工的成孔垂直度误差不得高于1%,并采用无损检测技术检测桩身完整性,如超声波检测等。

### 2.3 焊接工程方面管理

第一,做好焊接工艺评定是关键,施工前,应以焊接性能为导向,要求施工质量控制和工艺准备能够满足工程质量要求。即细致分析各种管材的使用工况、壁厚和类型等,然后明确最佳焊接方式。对于焊接参数的设定,可以采用焊接试验进行优化,与此同时,编制可行性焊接工艺指南,使焊接效果、接头标准性能最大化。在材料入库管理方面,应实施分批次入库检验,可以采用化学检验法,主要对保护气体、焊丝、焊条进行扩散氢含量分析、力学性能分析和化

学成分分析等,这种定期定量检测方法有助于确保批次稳定性,降低整体管道施工风险。对于焊材储存环境的管理,应确保存放环境保持恒湿、恒温,且必须采用烘箱或真空包装储存,避免氧化或受潮影响。当然,焊接性能、质量与焊工操作工艺紧密相连,因此审核其资质至关重要,确保焊接资格证书符合相关等级要求。除此之外,基于天然气管道焊接施工具有隐蔽性,因此焊工必须参与工程特点的专项培训,旨在充分掌握高难度作业技能,包括异种金属焊接和高强度合金钢焊接等。其次,运用数控加工设备对坡口进行加工时,需要保证间隙尺寸精度、钝边、坡口角度与设计要求的相符,同时清洗天然管道内部氧化层时,选择离子清洗或超声波清洗较为适宜,旨在确保焊接接头洁净度。为了减少风速对焊接环境造成负面影响,可引入湿度调节器与恒温设备控制,确保施工环境在工艺标准范围。

第二,建立一个系统的数据采集系统,以期减少晶粒过低及粗化造成的焊透。通过数据采集系统,可以实时监测焊接热输入量、焊速、电压及电流等,从而及时发现参数波动并及时调整,避免热输入过高引起的焊透问题。其次,焊接天然气管道过程中,应实时监测余热温度,可借助接触式测温仪或红外测温仪进行,这样有助于确保温度分布均匀,避免应力过度集中产生冷裂纹。对于后热处理,有效减少残余应力和控制冷却速率是关键,这一过程应安装恒温加热装置,以增强焊缝抗裂性能。进行天然气管道焊接过程中,现场应安装高帧率摄像机,全面记录关键焊接部位全过程,同时融入焊接数据分析系统,智能识别焊接质量是否存在缺陷。例如,焊接接头的质量可以采用电子显微镜进行微观分析,通过倍数观察焊缝金属形态,使夹杂物分布、晶粒细化

趋于合理。对于元素分布的控制,可以引入X射线能谱分析,确保冶金严格遵守设计要求开展。

### 3 结语

综上所述,在天然气管道工程施工过程中,质量管理不仅是确保工程顺利完成的关键,更是保障天然气输送安全的重要保障。基于此,本文通过对施工过程、沟槽基础以及焊接施工的精细化管理,显著提高了施工质量。具体而言,在施工过程方面,需要在施工前进行充分的地质勘探与环境调查,并结合先进技术如BIM和GIS进行精准规划,以应对复杂施工环境和各类不确定因素;在沟槽基础管理方面,通过合理设计、精细控制基础设施与加固处理,能够为管道安全运行提供坚实保障;对于焊接施工质量的精细化管理,可以采用严谨的工艺准备与严格的质量控制措施,以规避焊接缺陷发生,进而提高施工可靠性和安全性。总而言之,通过这些系统性管理措施,天然气管道工程的施工质量得到全面提升,为城市现代化建设提供了坚实基础,更为工程项目后续运营与维护提供了良好保障。

### 参考文献

- [1] 刘乃刚,刘尚俊男,赵鹏,等.油气管道建设质量问题探究[J].工程建设(维泽科技),2024,7(2):133-136.
- [2] 董浩川,王克强.燃气管道工程质量与安全管理[J].石油石化物资采购,2023(4):199-201.
- [3] 于巧燕.基于模糊贝叶斯网络和场景分析的天然气管道风险评估研究[D].中国石油大学(北京),2023.
- [4] 赵袁磊,白长河,范高伟.燃气管道工程质量与安全技术管理措施[J].石油石化物资采购,2024(13):202-204.