

天然气长输管道项目工程建设的施工技术探析

米 佳（贵州燃气集团股份有限公司，贵州 贵阳 550004）

摘要：天然气长输管道作为现阶段我国能源输送的基础设施之一，管道的线路选择以及施工技术对于当前社会发展而言极为重要。本文基于此进行分析，通过了解施工基础技术，开挖，铺管，焊接，防腐等不同技术，提高天然气管道项目建设质量，并且做好后续的施工管理工作，帮助我国构建资源节约型，绿色可持续发展的社会。

关键词：天然气；长输管道；项目建设；施工技术

中图分类号：TE832 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)015-0096-03

Construction Technology Analysis of Natural Gas Long distance Pipeline Project Construction

Mijia (Guizhou Gas Group Co., Ltd., Guiyang Guizhou 550004, China)

Abstract: Natural gas long-distance pipelines, as one of the infrastructure for energy transmission in China at present, the selection of pipeline routes and construction techniques are extremely important for the current social development. Based on this analysis, this article aims to improve the construction quality of natural gas pipeline projects by understanding different construction basic technologies such as excavation, pipe laying, welding, and anti-corrosion, and to do a good job in subsequent construction management, helping China build a resource-saving, green and sustainable society.

Keywords: natural gas; Long distance pipelines; Project engineering construction; construction technique

天然气长输管道作为现代能源运输的动脉系统，具有输送距离长、压力等级高、环境适应性强等特点。其施工质量直接影响能源输送安全与经济效益。大多数天然气开采位置处于偏远地区，运输距离较远，在这一情况下做好天然气的长输管道施工管理工作尤为重要，需要根据相应技术改善施工水平，促使项目建设质量得以提升，并且夯实施工基础。

1 天然气长输管道项目工程建设的路线选择

天然气长输管道线路选择过程中需要考虑到社会经济因素与地理环境等多个不同因素。

1.1 环境因素

基于地理环境进行分析时，要考虑到一个地区的地形、气候、水文、植被等多个不同环境，这直接影响了管道设计、施工与运行。在地形方面需要考虑到山地、丘陵、平原、河流等不同的地形管道铺设时，难易程度与施工成本存在非常大的区别。例如，在山地地区，由于其坡度陡，岩石分布相对较乱，在整个工程施工过程中施工复杂性较大，需要利用特殊的方式进行施工应对。

气候条件更是不容忽视的一部分，如果一个地区存在极端降雨、降雪、冰冻、大风等气候特征，要求设计人员在进行管道材料的选型时以及施工时进行处理，在寒冷地区则管道的抗冻性能更高，在多雨地区则需要做好管道的有效排水、防腐蚀工作，避免施工现场积水、避免管道腐蚀。水文条件也同样需要充分

考虑，例如，管道在铺设时如果需要穿越河流，湖泊，湿地等地方，摸清水域的流速，水位变化，选择最为恰当的施工方案与防护措施确保管道的安全性以及运行过程中的运行稳定性。

1.2 社会因素

天然气长输管道在进行线路的选择过程中需要充分地考虑到其社会经济因素，具体表现在以下几点：

第一，需要适配该地区的经济需求。在当前随着经济发展速度越来越快，我国对能源的需求量也在越来越高。天然气作为常见的清洁能源，在进行输送过程中，如果线路选择不合理，无法满足重点用气地区的需求，会直接影响到该地区的经济发展质量。考虑到沿线区域的经济现状以及未来的能源状况，针对此进行分析提高，确保天然气长输管道的实施能够为该地区的经济发展带来正面影响。

第二，土地的利用。目前所有的社会经济活动在开展过程中均无法离开土地的规划与利用，在进行管线选择时也需要充分考虑到这一点，了解当前土地如何用、城市如何规划、农业如何保护，尽可能避免出现管道建设给当地经济发展带来负面影响，还需要遵循我国所有的法律法规。

第三，结合当地政策法规。由于各地区的政策法规，对管道建设均有不同需求，为此，也需要结合该地区政府对能源投资、环保及土地建设的规定来调整项目的线路优化。在天然气长输管道线路选择时，考

虑到社会影响、社会接受能力，充分地与当地居民进行沟通，提高居民对长输天然气管道施工项目的接受程度。

2 天然气长输管道项目工程建设的施工技术探析

2.1 基础施工技术

在前期准备天然气长输管道施工阶段时，应做好准备工作，包括工程勘察与材料验收。利用卫星遥感与地面测绘结合方式，建立三维地理信息模型，可以快速地识别出在天然气长输管道施工中存在的不良地质区域，例如滑坡体、湿陷性黄土等，需要针对该问题制定与其相对应的针对性施工方案。同时对管材进行几何尺寸、机械性能、化学成分等全方位检测。管道敷设开始之前应考虑到该项工作直接关系到了管道的安全性以及施工效率，面对开挖作业大多数情况下选择的方式为机械与人工相结合，如果土地相对较软选择机械开挖更快，如果碰到的土地地质是岩层之类较为复杂地质，选择人工辅助工作，以便更快的明确土石分界。

开挖的过程中要求按照已有的设计标准完成施工，深度、宽度、放坡都要符合设计要求，同时考虑到天然气长输管道的周边环境，应用 GIS 地理信息系统进行路径规划，采用最小二乘法优化线路走向。遵循“避让优先”原则，对生态保护区、文物遗址等敏感区域尽量避开。

2.2 清表与开挖

天然气长输管道敷设工作开始之前，要做好基础的施工技术方案，基础的施工技术方案是整个管道敷设过程中的基石，如果该技术方案出现失误会导致后续施工质量无法得到保证。在施工开始之前，首先对地表清理，整个施工场地进行作业带清表工作，为后续施工做好地表杂物的清除；其次，管沟开挖，保证整个施工场地始终处于平整状态，可以结合设计要求对整个管沟进行开挖。在开挖管沟时，无论是深度、宽度，坡度等均需要符合设计的要求，根据已有的设计图纸以及地质勘测报告明确管沟在开挖时的具体放坡、尺寸和深度等，通过挖掘机等一系列工具配合人工进行管沟的开挖和处理工作，确保成型管沟的均满足后期管道施工的要求。管径的确定在前期通过水力计算确定最优管径，确保输送效率与经济性的平衡。最后，做好成型管沟保护工作。在管沟施工完成后则需要做好质量检测和验收工作，可以采用混凝土等一系列材料对管沟本身进行补强加固保护，延长管道的使用寿命，还需要做好管沟的基础管理工作，地基以及排水设施处理工作等。

在管沟开挖工作过程中还需要注意所有的管沟宽

度均符合本次图纸设计的具体要求，管道的放坡也需要符合标准。面对转弯部分考虑到圆顺性特点，在沟底部分既不可以存在凸起石块，也不可以有杂物，一定要做到沟底平整，开挖现场还需要对现场的土质进行腐蚀性检测。根据开挖技术的特点、施工方案等做好现场开挖管理工作，确保本次施工的整体施工水平得以提升。

2.3 铺管、焊接与检验

天然气长输管道项目工程建设施工的过程中，管沟完成后，是管道的铺设。布管时应考虑管道为沟上焊接还是沟下焊接，两者对管沟的要求略有不同。沟上焊接沟却可略窄，但焊接完成后需要辅以挖掘机把管道放入管道，沟下焊接管沟宽度需要考虑焊接的机械或人工工作面宽度。不管是沟上焊接还是沟下焊接，焊接的质量都是直接关系到整个天然气长输管道在运行过程中的安全性。

在焊接的过程中焊接工艺、操作过程以及后续的检测手段都是天然气长输管道建设中不能忽略的一部分，应结合焊接管道的材质内容、设计方法等进行分析，目前常见的焊接施工工艺选择包括了电弧焊、氩弧焊，选择的施工方法为自动焊为主、手工焊为辅的组合工艺，所有的工艺均需要根据我国相关标准进行工艺评定，提高焊接的质量。要求在焊接前，施工人员首要的工作任务是把焊接的区域、环境清理干净，无论是油污、锈蚀等都会直接影响到焊接的质量，焊接开始后应做好质量监控管理工作，包括了焊工自检—外观检验—无损检测—压力试验—第三方抽检。要求所有的焊工都需要做到持证上岗，在上岗之前还应该严格进行考核和培训工作，规范工艺流程，对焊接的温度、速度、电流这些参数等进行确定。

保证焊缝质量。在焊接完成后，需要检验焊接工艺中涉及的焊缝，确保本次焊接没有缺陷，目前常见的焊缝质量控制方式包括了射线检测、超声波检测等，要求天然气长输管道焊接的焊缝余高控制在 0~3mm，错边量 $\leq 1.6\text{mm}$ 。如果发现存在检测过程中存在问题，能在第一时间找到问题出现的原因并进行解决，保障天然气长输管道运输的安全性和可靠性。输气管道在投产之前必须进行管道内水份的清除和管道干燥。管道干燥的方法采用干燥空气法，用露点低于 -40°C 的干燥空气。管道干燥施工中及结束后应及时按规定填写记录。干燥合格后，对被干燥的管段进行密封。

2.4 防腐保护技术

天然气长输管道建设的过程中防腐施工同样尤为重要，常见的防腐保护技术包括了材料选择、表面处理、阴极保护、防腐涂层施工等等，其中选择防腐涂

层处理技术时利用环氧涂层以及聚氨酯涂层材料进行防腐处理。选择阴极保护措施采用强制电流系统，设置间距 1.5km 的阳极地床，保持管地电位在 -0.85 ~ -1.2V 保护区间，通过极化探头实时监测保护效果。如果选择防腐包裹施工，在施工之前应做好管道表面的清洁处理工作，采用聚乙烯、玻璃钢等紧凑处理。

2.5 穿跨越河流的施工技术

天然气长输管道在路线选择过程中需要做好跨越管理，特别是面对河流的穿跨越。在施工时需要选择枯水期进行施工，由于管线埋线相对较深，在进行管沟开挖时应该做到分级开挖。由于河流施工的特殊性，要求尽量缩短工期，避免河水流量变化对施工的影响，在开挖、布管、焊接的同时还需要做好管道的清洁、试压、干燥与置换的前期准备工作。所谓管道的清管工作是指管道在完成焊接检验合格后，利用清管器对管道进行清管，要求清管的次数不小于两次，确保管道内所存在的杂物被快速的清除。相关检测完成后，应在穿越河流的管道两端增加绝缘接头，对穿河段管道做单独阴保。

2.6 穿跨越道路公路的施工技术

管道沿线存在公路穿越的情况时，采用顶管或开挖加套管方式穿越，如果所面对的是乡村道路穿越，采用开挖加盖板方式穿越。顶管穿越或开挖穿越道路段，套管或钢管顶至路面埋深不小于 1.2m，所有的穿越均应征得道路部门的许可。如果管道沿线需要进行铁路穿越，整体过程中需要采用定向站、顶箱涵或开挖加盖板方式穿越。针对道路地下市政管道、电（光）缆穿越时，应在其下方通过，垂直间距不小于 0.3m；与埋地光（电）缆交叉穿越时，也应在其下方通过，其垂直间距不小于 0.5m。管沟开挖前应探明埋地管道（或光/电缆）的位置，并通过条形探坑进行确认，管道（或光/电缆）两侧 5m 内管沟必须采用人工开挖。回填土内不得含有石块或其他有可能损伤光（电）缆的物体。现场放线过程中还应注意调查沿线是否存在未发现的埋地管道或光/电缆与管道交叉，发现后应进行明显标记，并划定人工开挖范围，以免对这些埋地设施造成破坏。

3 天然气长输管道项目工程建设的施工管理方式

天然气长输管道施工管理过程中需要做好安全风险评估管理工作，该项评估管理工作的目标是快速地找到其所存在的潜在安全风险，并且根据安全风险做好应急管理措施和预防工作，减少事故发生的概率。做好风险的识别工作，对施工现场全方位的评估，包括施工现场的环境，施工技术以及设备选择工作人员等，还需要对施工现场的地理特征，气候条件以及周边环

境等进行研究，了解在实际施工过程中存在哪些问题，有哪些可能威胁本次施工安全。施工开始之前针对可能存在的突发情况进行预案管理，推动工程有序推进。施工应急预案建设的管理过程中需要做好以下几点：

第一，制定应急方案，明确应急指挥中心，构建相应的救援队伍，把工作过程中每一个成员的职责、分工等都进行确定，一旦发生突发事件，在事件发生时就可以快速进行反应，并且找到事件发生的源头，根据源头进行问题解决，同时按应急方案的流程有序解决突发事件。

第二，在紧急事件出现后，第一时间建立事故报告，做好信息传递以及后续应急响应工作等，明确一整套工作流程的具体方式方法，了解事故发生过程中具体的事故性质对整个应急预案所带来的影响，选择相应的处理措施对其进行管理，提高应急预案的应用效果。

第三，长输管道施工工期长，施工期间要定期组织应急预案培训工作，开展实战演练工作，能够提升所有施工管理人员的应急意识以及管理人员的实际操作能力。在面对突发事故时能做到从容且有效地应对，事故后做好后续的事故复盘管理，第一时间进行剖析评估，找到事故出现的根本原因，吸取经验对应急预案进行修改，避免由于应急预案的缺陷再次出现重蹈覆辙的情况。

4 结语

综上所述，天然气长输管道的施工控制管理中，想要提高工程建设项目的质量，保障管道在完成施工后使用的安全性和稳定性，需要合理地进行布线，做好后续规划，既要缩短管道总距离，也需要在管道使用过程中提高防腐效果，做好焊接开挖与铺管的管理工作。同时也可融入更多新的技术，使得天然气长输管道始终向着绿色化、智能化、安全化的方向不断迈进。

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.
- [2] 张翔宇 . 石油天然气长输管道的项目设计与质量管策略探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2019,39(04):31-32.
- [3] 陈东 . 天然气长输管道工程施工建设质量管理研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2022,42(23):21-23.
- [4] 管彧, 石萌 . 天然气长输管道建设工程管理及安全控制 [J]. 工程技术研究 ,2022,7(03):140-141+177.
- [5] 张小兵, 刘超, 王鲁鹏, 等 . 天然气长输管道工程常见的质量问题及控制措施 [J]. 山东化工 ,2023,52(10):200-202.