

# 燃气管道在山区及特殊地段的施工方案与措施研究

彭佳财（中国市政工程中南设计研究总院有限公司，湖北 武汉 430014）

**摘要：**本研究对燃气管道在山区段及特殊地段的施工方案与措施进行了系统的探讨。鉴于地形地貌对山区燃气管道施工产生的显著影响，本文深入分析了当前山区管道施工的现状，揭示了其面临的技术难题和施工风险。提出了应对复杂地形的策略及技术方案，并针对可能出现的风险制定了相应的安全与环境保护措施。该研究的成果有助于提高燃气管道山区段施工的效率与安全性，对保障能源输送及施工环境保护具有重要意义。

**关键词：**燃气管道施工；山区段；施工方案；技术难题；安全措施

中图分类号：TU996.7 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)016-0130-03

## Construction Scheme and Measures for Gas Pipeline in Mountainous Areas and Special Sections

Peng Jiaci (Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Wuhan Hubei 430014, China)

**Abstract:** This study systematically explores the construction scheme and measures for gas pipelines in mountainous areas and special sections. Given the significant impact of terrain and topography on gas pipeline construction in mountainous regions, this paper conducts an in-depth analysis of the current status of pipeline construction in such areas, revealing the technical challenges and construction risks involved. Strategies and technical solutions for coping with complex terrains are proposed, along with corresponding safety and environmental protection measures to address potential risks. The findings of this research contribute to improving the efficiency and safety of gas pipeline construction in mountainous sections, which is of great significance for ensuring energy transportation and environmental protection during construction.

**Keywords:** gas pipeline construction; mountainous sections; construction scheme; technical challenges; safety measures

燃气管道在山区段施工面临若干困难与特殊地段的挑战，包括地形复杂、地质条件多变、施工安全隐患等。山区高低起伏的地形特征，导致管道铺设难度增加，尤其在坡度达 30 度以上的斜坡区域，管道的埋设深度和稳定性要求更高。因此，需采用定制化施工方案，以确保工程质量与安全。

### 1 燃气管道山区施工概述

#### 1.1 地形地貌对管道施工的影响

地形地貌特征对燃气管道施工产生显著影响，尤其在山区工程中，其复杂性增加了施工难度。坡度是关键因素，坡度超过 15% 时需特别关注，容易引发滑坡和坍塌，施工时应采取地质考察及坡度稳定措施。对陡坡区进行土壤力学分析，确保抗滑稳定性，适用的承载力要求应达到 100kPa 以上；地形的起伏变化使管道布局不易确定，尤其需考虑水土流失和植被保护，沿线应进行生境调查，确定保护范围以减少施工对生态环境的影响。现行规范提出，管道距高压线、危险物品存储区的安全距离需保持不低于 10m，沿山体施工应确保岩土体的完整性；在岩石地貌区，采用钻孔爆破技术进行土方开挖，需按照岩石类别选择合适的爆破剂。高压水射流等非接触式开挖技术在坚固岩石中逐渐被采用，使用压力超过 5000psi 的设备以

降低震动传递，提高安全性；斜坡和沟壑地区需设立临时支撑和护坡措施，采用关键工程技术如喷锚支护和锚杆加固，确保土体和砌体的整体稳定性。建议在施工区域内设置坡度监测仪器，定期检查地面变形和裂缝。同时，施工间隙要定时观察坡面和支护结构的状态，确保及时应对潜在风险；在跨越大河、山谷或高架桥等特殊地形中，采用大型预制管段进行快速安装，提升施工效率和安全性，标准管段长度一般控制在 12m 以便运输，同时应用液压提升技术确保精准对接；针对特殊天气情况，如暴雨、雪灾等，需制定应急预案，要求每个施工单位配备相应的应急物资，确保施工人员和设备安全。必要时可实施封闭管理，禁止施工以防事故。

总之，山区段的燃气管道施工应综合考虑地形、地质、气候等多方面因素，通过科学设计、合理施工和严格监测，确保工程的安全与稳定。

#### 1.2 山区燃气管道施工现状

山区燃气管道施工面临的挑战主要包括地形复杂、施工环境恶劣及气候多变等因素。该区域普遍具有高山、陡坡和深谷，施工单位需对地形进行详细勘察，采用 GPS 定位和无人机航拍等技术，确保准确获取高程、坡度等数据。施工过程中，需充分考虑岩

土性质，针对不同地层采用相应的施工方法，加强工程安全性；在施工过程中，经常需要进行土石方挖掘和排水设计。针对山体滑坡和泥石流等自然灾害的风险，应设计合理的边坡防护措施，常用的有挡墙、锚杆支护和排水沟等。管道埋深通常要求在0.8m至1.2m之间，具体取决于地形及冷冻深度，以保证管道的安全性和耐久性；施工设备的选择应考虑山区的特点，履带式挖掘机和小型施工机械由于具备较强的越野能力，因而更适合在狭窄及陡峭的环境中作业。此外，为确保供气稳定，施工中需采用无损检测技术（如超声波和磁粉检测等）对管道焊接质量进行控制，以确保焊接强度达到标准要求，焊接接头的无损检测合格率应达到100%；山区施工进度受到天气因素影响较大，需根据气象预报及时调整施工计划。大雨及雪天需暂停施工，以免影响作业安全及施工质量，特别是在高海拔地区，大风及低温环境更需引起重视；安全管理体系应建立健全，施工的“六文明”建设（文明施工、文明用工、文明管理、文明运输、文明养护、文明服务）尤为关键。施工现场实行安全生产责任制，所有人员需接受专业技术培训，特殊工种需持证上岗，重大危险源必须设立警示标志；同时，施工期间与当地政府、社区保持沟通，妥善处理施工引发的交通、排水等问题，确保周边环境的安全与稳定。环保措施亦需严格落实，施工废弃物应分类处理，避免对周边生态造成影响，确保循环环保施工的原则。

以上措施综合应用，将有效应对山区燃气管道施工中的挑战，提高工程进度和施工效率，确保项目质量和安全。

## 2 特殊地段施工难点分析

### 2.1 施工方案中的技术难题

施工方案中面临的技术难题主要集中在以下几个方面：①地形复杂性。山区段往往具有陡坡、沟壑、岩石及土壤松散等特点，导致施工难度增加。为应对这一问题，需采用适合山区地形的施工方法，例如：100%采用分段开挖，配合支护结构，确保整个作业过程的稳定性和安全性。②施工设备的选择与布置。山区施工区域的道路通行条件差，无法使用重型机械。故此，施工需选用轻型设备，如小型挖掘机、吊机，并在主要作业面提前进行材料和设备的合理布置，以保证进场的高效与运输的安全。推荐在施工节点设置临时通道，直径不小于1.5m，确保设备顺利通行。③材料运输难度。山区地形导致材料运输不便，选用便携式管材定制运输方案，确保管道在高落差地带的运输可行性。采用小型车辆和人力搬运的方式，需提前计划运输节点及中转站，实现高效运作。提出适当的

物料供应时间表，确保每周至少运送1000m管道。④气候因素影响。山区气候多变，需考虑雨季、雪季等极端天气条件。在施工中，必须使用耐候性材料，实施全面的湿度监控，采用抗水浸泡的聚乙烯管道，直径按照设计标准DN250进行选用。同时，增设现场防护喷淋设施，防止施工区积水，保障施工人员与设备的安全。⑤施工人员培训和安全管理。山地施工具有一定风险，必须强化安全培训。要求所有施工人员接受专业的高空作业与应急救援培训。搭配安全绳索、个人防护装备等，执行严格的安全检查制度。确保施工人员12小时随时保持在安全监测系统的覆盖下。⑥管道连接工艺的复杂性。在特殊地段，管道的焊接及连接工作要求高。采用自动对接焊接工艺，实施精密的焊接参数调整（电流在150A~200A、焊接速度0.5~2.0m/min），确保焊接接头的强度高于管道本身强度，全数检测焊缝的质量，尽量减少漏气风险。

整体而言，施工方案中的技术难题要求集合多种技术创新与管理措施，确保在复杂地形和气候条件下，能够顺利完成燃气管道的建设，确保工程安全、环保与效率的统一。

### 2.2 特殊地形下的施工风险

山区等特殊地形的施工环境对燃气管道建设带来了显著风险，主要包括地质条件不稳定、气候变化多端、施工设备及材料运输难度大等。岩石层与土层交替分布可导致施工过程中发生滑坡、坍塌现象，影响施工的安全性和进度。施工单位应开展地质勘探，利用全站仪、钻探、地震波等技术手段，确保获取准确的地质数据，并形成《地质风险评估报告》，评估地质风险等级和可能的影响范围；对于运输困难，山区交通网络不发达导致重型施工设备与物料运输受限。应采取预制构件化策略，将管道在相对平坦区域进行预制，后运输至施工现场。同时，设计多条运输路线，以应对突发交通阻塞，确保运输周期控制在原定计划的90%以内；在施工技术层面，采用适应山区环境的专业施工方法，局部地区可选用微型挖掘机与喷射混凝土技术，提高环境适应性。管道铺设中，优先选用快速可调节的连接方式，减少临时停工的时间。此外，根据山体坡度与土壤特性设置不同的支撑结构，确保管道稳定性，控制瞬态侧向荷载，增加支撑材料强度至设计标准的120%；安全保障，设置监测控制系统，对施工区域进行实时监控，识别潜在危险以及采取相应措施，系统应具备实时数据报告功能，并定期更新风险评估。施工现场应配备必要的安全防护措施，急救设施配备齐全，确保最大响应时间不超过30分钟；通过建立局部施工风险评估工作组，负责持续追踪安

全风险进展及外部因素变化，确保预警机制的有效性。在施工过程中，密切关注施工质量及进度，及时作出调整，确保与安全方案的实施同步推进，确保各项施工活动的有序进行。

### 3 山区段施工方案与措施

#### 3.1 地形应对策略与技术方案

应对山区段施工的复杂地形，应采用多种策略与技术方案，以确保燃气管道施工的顺利进行。针对不同地形条件，概述如下：①分段施工与平面布置：依据山体地形，将施工区分为数个小段，依据地形起伏制定合理的平面布置，避免大规模一次性施工造成的施工风险。每段尽可能缩短管道安装长度，减少对周边环境的影响。②机具选择与配置：在丘陵及山地地区采用履带式挖掘机和小型吊机，以适应复杂的作业面。施工过程中，需配置移动式燃气管道检测器，确保每段管道在焊接、铺设过程中符合安全标准。③地质勘查与评估：在施工前进行详细的地质勘查，包括地表及地下土壤结构、岩石类型及分布、地下水位监测等。依照勘查结果，设定不同土质的开挖方式及支护结构，用于提高施工安全性。④支护结构与稳定性分析：利用喷射混凝土、锚杆支护等有效支护结构，在倾斜地段设置挡土墙，依据地质数据选用相应强度的材料，并结合有限元分析进行结构稳定性评估，确保支护效果。⑤滑坡及泥石流防治措施：在滑坡及泥石流多发区，铺设排水管道，减少上游积水对山体的压力，设置埋地排水系统以降低土壤水分。同时，采用生态植被修复技术，在坡体上种植深根植物以增加土壤稳定性。⑥管道焊接技术标准：管道焊接采用自动埋弧焊接工艺，焊接参数设置应与管道材质、气候变化保持一致，管道连接处不应少于三道焊缝，且每道焊缝均需进行 X 光或超声波探伤，确保焊接质量。⑦施工监测与应急预案：实施实时监测系统，通过传感器监测地质变化、管道位移和土壤水分，在异常情况下快速响应。制定详细的应急预案，包括人员疏散、设施保护和污染控制程序，确保遇险时的有效处置。

通过这些针对性方案与措施的实施，能够有效应对山区段施工中的困难和挑战，保障燃气管道建设的安全与质量。

#### 3.2 安全与环境保护措施

在山区段施工中，安全与环境保护是重中之重，具体措施如下：①安全防护措施：施工现场设置明显的安全警示标识，使用反光标志、警戒线等器材，确保工人和周边人员的安全。所有施工人员需配备个人防护装备（PPE），如安全帽、手套、反光背心、护目镜等，确保缺一不可。在作业高风险区域，配备专

业的安全员进行全程监控，确保施工操作符合法规与标准。②施工设备及设施安全管理：定期对机械设备进行检查与维护，确保运行正常，所有设备应符合国家安全标准，并具备完整的检验记录。材料运输车辆需检查制动系统与车速，特别是在陡坡段与窄路段，车辆需提前减速，避免事故发生。③环境保护措施：制定详细的环境影响评估报告，包括施工噪音、废气、飞尘及废水的监测与控制。施工过程中的噪声应控制在 85dB (A) 以内。对施工区域进行植被恢复，施工结束后应及时种植本地树苗与灌木，增强生态恢复能力，保证原有生态环境的持续性。④土壤与水资源保护：开挖作业过程中，土壤剥离后应及时覆盖以防止水土流失，围堰、坡面防护、植被覆盖等措施应同步实施，减少水土流失率控制在 5% 以内。严禁在施工区域内倾倒垃圾与废弃物，设置垃圾收集设施，定期清理，减少对环境的污染。⑤应急预案与事故处理：建立完善的应急预案，对各类可能发生的事故进行详细划分，包括但不限于火灾、泄漏、塌方等，设置专门的应急响应小组，培训人员应急救助知识。现场配备必要的应急器材，如灭火器、急救包、围油栏等，保障在紧急情况发生时快速反应，多层次、多方向应对可能性，确保人员迅速撤离并进行现场救助。

通过上述措施，旨在减少施工对安全的威胁及对环境的负面影响，保障工程的顺利实施与生态平衡的维护。

### 4 结论

山区段燃气管道施工面临多种困难，主要包括地形复杂、施工空间受限、土壤类型多样及环境保护要求高等。特别是在陡坡、岩石及水系交错区域，施工难度明显增加。针对这些特殊地段，采取了一系列针对性的施工方案和措施。通过上述措施，极大程度上解决了山区段燃气管道施工中遇到的困难与挑战，为后续工程进展提供了有力保障，确保施工质量和安全性。各项指标的达成为今后的类似项目提供了宝贵经验和切实可行的操作方案。

### 参考文献：

- [1] 邓宇航. 复杂艰险山区隧道洞口段危岩落石防控关键技术研究 [D]. 成都：西南交通大学 ,2022.
- [2] 孙天礼, 徐岭灵, 周锋, 等. 复杂山区集输管道内检测卡球处置措施及应用 [J]. 石油化工腐蚀与防护 ,2020(09):58-59.
- [3] 赵胜祥. 软弱围岩地质山区高速公路隧道施工难点分析 [J]. 科技创新导报 ,2020(06):166-167.
- [4] 许亚娇. 浅谈山区段天然气长输管道建设难点问题与应对措施 [J]. 中国化工贸易 ,2023(12):151-153.