

长距离输气管道特殊地段线路路由的探讨

王菲菲（陕西省燃气设计院有限公司，陕西 西安 710043）

摘要：随着全球能源需求的持续增长与能源结构的不断转型，天然气作为一种清洁、高效的能源，在全球能源供应中的地位日益凸显。而长距离输气管道作为连接气源与门站之间的纽带，建设与维护直接关系到国家能源安全、经济发展以及环境保护等多重战略目标，尤其是特殊地段线路路由，需要在相关规范下科学合理的实施。文章将围绕长距离输气管道特殊地段线路路由选择标准规范、相关问题、选址及施工展开简要的阐释分析。

关键词：长距离；输气管道；特殊地段；线路路由

中图分类号：TE832 文献标识码：A 文章编号：1674-5167 (2025) 017-0111-03

Discussion on route in special section of long distance gas pipeline

Wang Feifei (Shaanxi Gas Design Institute Co., Ltd., Xi'an Shaanxi 710043, China)

Abstract: With the continuous growth of global energy demand and the continuous transformation of energy structure, natural gas, as a clean and efficient energy, has become increasingly prominent in the global energy supply. As the link between the gas source and the gate station, the construction and maintenance of long-distance gas transmission pipeline is directly related to the national energy security, economic development, environmental protection and other multiple strategic goals, especially the special section of the route, need to be implemented scientifically and reasonably under the relevant norms. This paper briefly explains and analyzes the standard of route selection, related problems, site selection and construction in the special section of long-distance gas pipeline.

Key words: long distance; Gas pipeline; Special sites; Line routing

近年来，我国社会经济蓬勃发展，推动各行业对多元化能源需求的持续增长。特别是在清洁能源领域，天然气的需求与日俱增，其作为环保、高效的能源选择，在能源结构中占据重要地位。然而，随着天然气开采地点逐渐远离用户区域，经过复杂地形，如河流、山地等，天然气长距离输气管道的建设和运营面临着前所未有的挑战，而且这些挑战不仅体现在线路路由规划的复杂性上，还涵盖选址、施工和运营管理等多个方面。因此，如何确保长距离输气管道的安全、稳定、高效运行，同时降低建设和运营成本成为一个亟待解决的问题，需要明确现有长距离输气管道路由选择的原则和标准，还需要合理规划用地、考虑技术安全，并确定线路路由施工技术，为天然气长距离输气管道的建设和运营提供科学、合理的指导，为推动我国天然气事业的发展贡献力量。

1 长距离输气管道路由选择标准规范

1.1 原则

当前我国天然气输送领域，针对路由选择的标准规范涵盖多个方面，其中包括《输气管道工程设计规范》《油气输送管道穿越工程设计规范》《油气输送管道穿越工程施工规范》等，这些规范已明确选择路由时应遵循的一系列原则，旨在确保输气管道的安全、高效和经济运行。一方面，路由选择必须严格遵循我国法律法规和相关技术规范等强制要求，确保

管道建设的合法性和规范性，为管道的安全运行提供有力保障。另一方面，除了强制要求外，路由选择还需要结合建设实际情况予以考虑，包括对管道沿线地理环境因素、市政规划、管道路由覆盖率等因素的综合评估，以确保路由选择的科学性和合理性，降低建设成本和运营风险。

1.2 标准

在规划长距离输气管道时，需要特别关注管道线路与沿线各种设施的最小间距标准，以确保管道的安全运行，同时最大程度地减少对周边环境和公众生活的影响。针对安全间距标准，管道中心线到建(构)筑物的最小安全距离应不小于5m。当管道需要与公路、铁路并行铺设时，为了减少对公路或铁路交通的影响，并保障管道自身安全，管道路由应选择在公路或铁路用地界之外至少3m的位置。然而，在某些特殊地段或受其他条件限制地段，应征得道路相关部门同意方可进行施工。在选择输气管道与公路、铁路交叉点时，应优先考虑垂直交叉的方式，在特殊情况下交叉的角度不宜小于30°，防护长度应满足公路、铁路用地范围以外3m的要求，以确保交通安全和管道稳定运行。

2 长距离输气管道路由选择相关问题

2.1 多因素综合考量

长距离输气管道在规划路由时，需要面对一系列复杂而多元的影响因素，包括沿途的自然环境、城市

总体规划、生态系统保护以及交通布局等，这些因素交织作用下不仅会对管道运输带来一定的障碍，还可能对管道的安全性和效率产生重大影响。因此，在路由选择的过程中，应进行多因素的协同优化，实施环境风险评估操作，分析路由选择对生态系统的影响，兼顾城市规划，协调交通道路，以确保管道路由的合理性、安全性和经济性。同时，还应注重管道的节约化处理，尽可能减少管道敷设长度，降低建设成本，并保证其覆盖范围，确保管道能够覆盖尽可能多的区域，满足不同区域对天然气的需求。

2.2 特殊线路路由选择

在规划长距离输气管道线路路由时，由于管道线路距离长、地形复杂，需要特别关注与调整特殊线路，包括穿越重要的交通干线（如国道、省道、铁路）、河流、山地、高后果区、人员密集区等敏感区域，需要进行详尽的线路基本走向研究，并结合实际自然环境条件、交通条件以及其他相关因素进行综合考虑，深入分析特殊位置可能带来的潜在风险与影响，包括对当地生态的破坏、对城市规划的影响、对公众安全的威胁等。基于这些综合比较，可判断特殊线路路由的可行性。例如，在规划过程中若遇到大面积水域，需权衡穿越水域的风险与成本，考虑能否通过调整路由避免对水资源和作业安全的潜在威胁。

2.3 局部管道走向设置

在对长距离输气管道线路路由的局部管道进行敷设的过程中，应结合实际情况对线路走向进行优化，尤其是在设计过程中，若管道需要穿越风景区或国家自然保护区等敏感区域以及人口稠密的居住区时，需要格外注意，一方面，需要深入现场，详细勘测具体位置与生态环境特性，确保管道敷设与自然环境和谐共存。另一方面，针对人口稠密的居住区，要考虑管道本身的安全性，确保管道的走向既符合相关标准，又满足居民的合理诉求，并在紧急情况下不会对居民的生命和财产安全构成威胁。

2.4 输气管道泄漏危害问题

输气管道一旦发生泄漏，其后果不仅会破坏生态平衡，威胁生态系统的健康，而且由于长距离输气管道线路路由覆盖较为广泛，容易引起爆炸事故，对人民群众的生命和财产安全构成巨大威胁。因此，必须高度重视长距离输气管道的安全问题，采取一系列有效的预防和控制措施，如加强管道的日常维护和监测、提高管道材料的耐腐蚀性和抗冲击性、加强应急响应和救援能力等，确保输气管道的安全运行，防止泄漏事故的发生，从而保护人民群众生命财产安全，维护社会和谐稳定发展。

3 长距离输气管道特殊地段线路路由选址

3.1 合理规划用地

在长距离输气管道特殊地段线路路由选址过程中，合理规划用地是首要考虑的因素，应着重分析地形地貌、土地利用现状、未来发展规划等，确保管道线路路由既符合技术安全要求，又符合土地利用政策，最大限度地减少对土地资源的占用和破坏。

3.2 考虑技术安全

在整个长距离输气管道特殊地段线路路由选址过程中，始终坚持以技术安全为核心，考虑路由规划周围各种外部因素和天然气自身易泄漏、易爆炸的特性，明确管道中间站，并确保管道的安全稳定运行，同时最大限度地减少对环境的影响和破坏。首先，在选线阶段利用无人机、卫星地图等先进技术进行地形地貌察看和风险评估。其次，在实施阶段通过设置摄像头、铺设光缆实时监控管道的运行状态，确保及时发现并处理潜在的安全隐患。最后，在管道后期管理中，采用智能化管理调控系统，通过数据分析和远程控制，实现对管道运行状态的精准调控和优化管理。

4 长距离输气管道特殊地段线路路由施工技术

4.1 施工注意事项

4.1.1 强化管道材质

长距离输气管道特殊地段线路路由施工过程中，应将质量置于首位，强化管道材料，确保所选用的管道材料符合国家与行业标准要求。对此，建设单位应结合具体线路路由合理制定采购计划，并秉持绿色、安全的选材原则，优先选择经过严格认证、性能优良的材料。在施工之前，严格审核材料供应商的资质，并对现场材料进行抽检，确保每一批材料都符合质量标准。在施工过程中，应定期抽检或复检材料，确保其在存储与使用过程中未受到损坏或污染，进而有效预防因材料问题引发的安全隐患，避免不必要的经济损失。

4.1.2 选择施工方法

施工单位应结合施工要求，对图纸与施工方案进行详细审核，确保施工活动的每一个细节都严格遵循既定规划。此外，不同的施工环境、地质条件、气候因素等都会对施工方法的适应性产生影响，在选择施工方法时，应考虑施工条件的多样性，因地制宜地选择最合适的施工方法，以确保施工过程的顺利进行，并达到预期的施工质量标准。

4.1.3 控制施工进度

施工进度的控制是确保工程质量与效率的关键，在长距离输气管道特殊地段线路路由施工中，应改变以往盲目追求速度或过度拖延的陋习，采取精细化的管理策略来控制施工进度。一方面，明确并细化每个

施工阶段的目标与任务，落实施工责任到个人。另一方面，强化施工内容统筹管理，促使各单位之间形成紧密的协同合作机制，及时发现并解决施工过程中 的问题。

4.1.4 考虑环境因素

在长距离输气管道敷设过程中，不仅要关注管道本身材质与敷设技术，而且还要考虑和应对各种环境因素带来的挑战。首先，铺设光缆是管道监控的有效举措，可实时传输管道运行数据、监控视频等信息，及时发现并解决潜在的安全隐患，为管道的远程监控和应急响应提供有力保障。其次，设置摄像头可有效增加管道监控能力，具体可在高后果区、人员密集区域设置摄像头，进而对管道进行全方位的实时监控，确保管道的安全运行。

4.2 施工技术应用

在长距离输气管道特殊地段线路路由建设过程中，一些天然气长距离输气管道设计压力高达10MPa。为确保长距离输气管道沿途天然气气量分输，一般在管道沿途设置一定数量的阀室和分输站，采用自动化技术，提升管道运输过程的智能化与高效化。

4.2.1 抗腐蚀处理技术

与燃气管道运输不同，考虑到长距离输气管道沿途环境情况复杂多样以及管道自身腐蚀问题。对此，需要对长距离输气管道实施抗腐蚀处理技术，主要采用干燥处理技术。具体而言，在管道敷设后，通过清管测径和试压等关键工序的验证，开启管线截断阀方可实施管道干燥工作。一方面，利用先进的清管器进行清管作业，确保管道末端无残留水分，达到合格标准。另一方面，在管道气体置换时，应严格控制管道气体流速，确保其不超过5m/s的速度限制，以防流速过快出现压力波动或管道磨损的问题。在管道干燥处理后，若无法立即投入运行，还需进一步使用干燥氮气进行置换，彻底清除管道中可能残留的水分或其他杂质。同时，为确保管道在封存期间保持干燥状态，需要维持管道内部压力在0.12~0.15MPa（绝对压力）的范围内。

4.2.2 管道焊接技术

在长距离输气管道特殊地段线路路由的施工中，鉴于运输介质的特殊性，传统焊接技术由于存在的焊缝小、钝边大等问题，已很难满足当前高标准、严要求的质量标准。因此，为了提高焊接强度和密度，需对焊接技术进行更新与优化，结合实际情况选择半自动下向焊技术、全自动气体保护下向焊技术、混合型下向焊技术、全纤维素手工下向焊技术、半自动焊接技术等，确保焊缝的均匀性和完整性。

4.2.3 管道质量控制

对于长距离输气管道特殊地段的施工，特别是采用定向钻方式穿越河流时，管道质量控制尤为重要，应对管道强度、密封性等指标是否符合要求进行检查，并评估管道在水文地质条件下的耐水性与完整性。

4.2.4 管道后期维检修

在长距离输气管道施工完毕后，应提升对后期维检修的重视程度，引入智能化管理调控系统，构建全面、系统的管道信息数据库，包括管道的设计参数、施工记录、历史维检修数据等各类信息。同时，引入先进的传感器技术、物联网技术，对管道进行实时监测与数据分析。在焊缝、弯头、阀门等关键部位安装传感器，实时监测管道的温度、压力、流量等参数，并将数据传输至总控制系统，在数据分析下及时发现管道异常状况，预测可能出现的问题。此外，在维检修的过程中，还可结合管道实际状况，综合考虑管道的材料、结构、运行参数等因素，制定维检修计划和方案，并结合维检修进度与结论，实时更新管道信息数据库。

5 结语

总之，针对长距离输气管道特殊地段线路路由的规划与建设，应严格遵循国家法律法规和相关规范，充分运用先进技术手段，合理规划用地，考虑技术安全，从材料选择、焊接技术到后期维检修，每一个环节都必须严格控制，从而确保管道建设实现经济效益与社会效益的协调统一。

参考文献：

- [1] 张明. 天然气长输管道运行安全风险及预防措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2024,44(04):87-89+92.
- [2] 叶勇. 石油天然气长输管道路由选择及施工技术分析 [J]. 全面腐蚀控制 ,2023,37(05):58-60.
- [3] 陆耀民, 唐彬彬. 天然气长输管道运行中的风险与控制 [J]. 化工管理 ,2023(17):162-164.
- [4] 尹建全, 刘文祥, 金哲, 等. 关于长输天然气管道施工管理详述 [J]. 内蒙古石油化工 ,2023,49(09):25-28+33.
- [5] 杨铁鹏, 张军礼, 杨海波. 天然气长输管道的安全隐患及对策 [J]. 化工设计通讯 ,2022,48(8):33-35,49.
- [6] 吕钊. 论“三控三管一协调”在天然气输气管线建设中的应用 [J]. 石化技术 ,2022,29(6):63-65.
- [7] 吴昌浩. 提高天然气管道输送效率的措施 [J]. 中国化工贸易 ,2022(26):121-123.
- [8] 邓锡斌, 郑平平. 天然气输气管道设计中的常见难点解析 [J]. 中华建设 ,2021(05):146-147.