

# 长距离输送油气管道选线条件分析

刘伟龙 高 帅 (山东莱克工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

**摘要:** 随着我国经济的快速发展, 对能源的需求量逐年增加, 油气资源需求持续增长。而我国油气资源分布不均, 东多西少, 西部地区能源短缺, 同时, 由于我国大部分油气资源分布在西北、西南和东北地区, 受地形地貌影响较大。因此, 在天然气管道的规划设计中, 应根据地形地貌特点和工程实际情况选择合理的线路方案, 所以本文对长距离输油气管道选线的影响因素进行了分析, 仅为油气管道选线提供参考。

**关键词:** 长距离输送; 油气管道; 选线条件

## 0 引言

长输管道是油气管道建设的主要形式, 管道线路的规划设计和施工质量直接影响工程造价、建设周期、使用寿命、安全可靠性等。因此, 选择适宜的线路方案是管道建设的关键。

## 1 长距离输送油气管道选线原则

长距离输送油气管道应根据所输送的介质类型、运距长短和地形地貌条件, 尽量减少线路长度, 降低工程造价, 并方便施工。在地形起伏较大、地质条件复杂的地区, 应充分考虑地质、地震等对管道工程的影响, 尽量避开不良地质体, 并采取必要的加固措施。选线需结合沿线地形和地质条件、城镇规划、文物区分布、矿产压覆、水源地、风景名胜区、林业保护区等环境敏感点的分布, 综合考虑沿线的交通、电信等条件, 从安全可靠性、技术可行性、经济合理性、风险因素等方面。

长距离输送油气管道应尽量避开河流湖泊, 在必须经过时, 根据地形特点选择合适的穿越方式。长距离输送油气管道要尽量避免通过山地、峡谷和地广人稀的地区, 如必须通过时, 应采取必要的保护措施。长距离输送油气管道宜充分利用现有廊带敷设, 以减少拆迁量和工程投资。如必须穿越铁路、公路或河流时, 需要在铁路、公路或河流两侧设置缓冲地带, 并采取有效措施保证其安全。

## 2 长距离输送油气管道选线条件分析

### 2.1 地质条件

长输管道建设一般都会穿过平原、丘陵、山地等地区, 工程地质条件复杂, 地质条件对长输管道的影响主要表现在岩石风化裂隙发育, 土体强度较低, 易产生开裂变形破坏, 土体稳定性差, 在地震、洪水、泥石流的灾害作用下易产生崩塌、滑坡、泥石流等灾害, 管道沿线穿越地下暗河、溶洞等地质构造时, 管

道的埋设深度将受到限制, 沿线土壤含盐量高, 易发生盐渍灾害, 土壤渗透性大, 地表水容易渗入管道并引起腐蚀破坏。因此, 在油气管道线路方案选择时应充分考虑地质条件对管线的影响, 优先采用安全可靠的埋设方式, 根据地质条件选择合适的线路中心线和线路坡形, 在穿越地形复杂的地段时还需要选择合理的敷设方式, 以减少工程造价和管道故障、腐蚀破坏等风险。

### 2.2 自然条件

气候条件是影响长输管道工程的重要因素之一, 气候条件主要包括气象要素、降水情况、气温、气压等。气象要素包括气温、降水量和日照时数, 影响管道沿线的环境气候, 制约管道线路走向, 影响工程投资。气温: 管道沿线的气温受自然因素影响较大, 且变化幅度大, 气温高于周围地区时, 管道沿线的自然条件好, 利于施工和运行, 反之则差。降水: 降水会使土壤含水量增加, 土壤墒情增加, 管道沿线土壤水分含量也会发生变化, 降水多的地区管道线路走向应避开地下水丰富的地区。气压: 气压会对管道沿线的气压变化产生影响, 当气压低时, 管道沿线的空气压力大于管线内部压力, 在管输过程中会发生泄漏, 当气压高时, 管内压力小于管线内部压力, 介质会从管道内逸出, 在管输时容易发生泄漏事故。其他: 地形条件、地质条件、工程地质条件等也会对管道线路产生影响。因此在进行长输管线工程建设之前应根据不同地区的地形地貌特点和地质条件进行全面细致的调查研究。

### 2.3 水文条件

水文条件指的是河流、湖泊、沼泽等水体的水深、流速和流量等, 包括河流水文特征和流域水文特征。长输油气管道途经河流时, 应分析其水流情况, 考虑在特殊情况下可能发生的事故, 选择合适的线路方案。长输油气管道途经河流时, 应考虑河道的特点和水流

特性,其流速、水深、流速分布情况等。一般情况下,流速大的河段通过能力强,但也容易发生断流事故。长输油气管道途经流域时,应分析流域的水文特征和流域内土地利用类型等,当流域内土地利用类型为耕地、草地、林地等时,管道的通过能力较强。另外,需注意河谷地貌、地下水赋存和径流情况。河流河床为阶地时易产生冲刷和淤积,河道弯曲段容易产生淤积,而沟谷弯曲段容易产生冲刷。长输油气管道途经水库及湖泊时应分析水库及湖泊的特点和水面深度等,并且地下水位变化也会对管道产生影响,当地下水位高时,管道应考虑采取排水措施。

## 2.4 社会环境

油气管道工程与社会环境有着密切的关系。社会环境包括社会经济状况、人口分布、城市发展规划、军事设施等。社会经济状况是管道工程建设的重要前提,而人口分布及城市发展规划是管道工程建设的基本保障。人口分布状况与社会经济发展规划在人口密度方面,我国人口密度总体偏低,随着我国经济的快速发展,人口的迅速增加,城市规模不断扩大,但城市中仍有很多城中村、棚户区。人口的快速增长和城市化进程的加快,对能源需求不断增加,进一步加大了油气管道运输压力。

在此背景下,管道建设要与城市规划相适应,人口分布状况与社会经济发展规划相关,城市人口分布主要受城市总体规划、城市功能分区规划、城市控制性详细规划等的控制。由于我国的城市发展不均衡,各城市之间差距较大,造成各城市之间的能源供需矛盾日益突出。在军事设施与管线安全保护方面,军事设施是国家安全、国防安全和社会稳定的重要保障,油气管道建设要避开军事设施、机场等军事设施和国防公路等重要设施。社会稳定与环境保护是管道建设的重要前提,由于我国幅员辽阔,各地区的政治、经济、文化和自然条件差异很大,使管道建设不可避免地要穿过一些社会不稳定地区或影响周边人民群众的生活与生产,甚至会涉及一些大型工程建设。因此,在管道建设中要考虑到油气管道与这些地区有关单位、群众之间的关系,尽量减少社会不稳定因素对工程建设的影响,要考虑到周边环境对管道工程建设的影响。

## 3 优化长距离输送油气管道选线的策略

### 3.1 综合分析地质、水文、气象等条件

长距离输油气管道涉及地质、水文、气象等因素

较多,因此,在线路方案选择时,要充分考虑工程地质条件和水文、气象等自然因素对管道的影响,从整体上综合考虑线路走向及设置地点的选择。管道经过的地区地质条件复杂,应充分考虑管道施工、运行中可能发生的各种灾害和事故,尤其是在地质条件差、易发生滑坡的地段和河流两岸的陡坡地段要注意线路避开滑坡、崩塌等不良地质带。在水文条件差的地区,应注意管道穿越河流时可能对沿线建筑物和人员造成危害和损失。当管道需穿越河流时,应考虑河流的河床深度、冲淤变化和水力学特征等因素,在气象条件差的地区,要注意线路通过时可能造成的冰冻灾害以及可能出现的雷雨天气对管道造成的危害。

### 3.2 做好管线线路的设计工作

线路走向应与地形、地貌和水文地质条件相适应,做到平、直、顺,同时,尽量减少与各类生产、生活设施及文物的交叉。应避开大的河流(湖泊)、水源地和国防设施、不良地质地段、各种有碍工程建设和运行的地带、高压线、通信线路等对安全运行有影响的设施、可能产生滑坡、塌方和泥石流等危害的地段。在城市规划区内的管线,其规划设计必须符合城市规划的要求,城市建设要与城市规划相协调,以保证城市空间的整体布局。穿越大的河流时,应满足防洪要求,跨越铁路、公路时,不能影响其正常运行,并应充分考虑管线与桥梁、涵洞等建筑物之间的安全距离,并考虑到管线发生事故时对周围居民和建筑物造成的影响和危害。

### 3.3 加强工程建设的监管

为加强长输管道建设管理,规范工程建设行为,我国已制定了一系列的法律法规,如《石油天然气管道保护法》《石油天然气管道设施保护条例》等。同时,我国还建立了管道保护信息系统,加强了管道保护工作的管理。但在工程建设过程中,由于存在监管不严、监管不到位的问题,导致了一些违法行为的发生。随着我国经济的发展,油气需求将继续增长,所以油气管道建设必须适应社会经济发展需要,我国油气管道建设保持较快增长趋势,在此过程中,还需要政府加强对长输管道建设管理的监督力度。政府在项目审批时,应严格按照规定的程序进行审批,依法对项目建设中出现的违法违规行为进行查处,并及时公开查处结果,长输管道工程建设包括地质勘测、线路方案、管道敷设和施工、安全监督等多项工作,所以需要从项目立项开始就进行全方位的监管。在项目立项后,建设单

位要按照规定开展相关工作,如进行地质勘测、线路方案等,在工程施工过程中,应严格按照设计方案组织施工,及时解决施工过程中出现的问题,在管道敷设过程中,建设单位要按照国家相关规定制定具体的安全防护措施,并配备足够的技术人员进行安全监督,确保管道安全运行。

### 3.4 妥善处理与城镇及居民区的关系

城市居民区和工业企业集中的地区,通常也是管道建设的重点地段,在选线时应考虑到管道对居民区和工业企业的影响。管道敷设时,尽量避开居民区和工矿企业密集地区。当无法避开时,应采取相应的防护措施,防止管道产生危害。对于城镇集中地区,宜将管道沿城镇道路或河道敷设,在城镇规划范围内确需穿越城镇街道时,应根据相关规定采取有效的防护措施。管道在城镇中穿越时,应在管道上方埋设标志桩,并应采用不小于10 mm厚的钢筋混凝土保护层,保护层厚度不得小于管道外径的0.8倍,以保证管道在城镇中安全运行。对于居民区,宜将管道沿道路敷设,在城镇规划范围内确需穿越街道时,应根据相关规定采取相应的防护措,对于居民区,当无法避免穿越时,应采取相应的防护措施。对于工业企业密集地区,宜将管道沿城镇道路或河道敷设。当无法避开时,应根据相关规定采取相应的防护措施,防止管道产生危害,当在城镇规划范围内确需穿越工业企业密集地区时,应根据相关规定采取相应的防护措施。

### 3.5 采取综合选线方式

综合选线方式是指将影响管道线路选择的各种因素,根据其作用的主次、所占的比重和影响程度,分阶段、按次序地进行分析比较,从而优选出最优方案。综合选线方式适用于各种影响因素作用比较明显,又十分重要的情况下。在线路方案比选过程中,要根据地形地貌特点、地质条件、施工条件、工程投资、环境影响等因素,综合考虑各种因素在线路方案中所占的比重和对线路方案选择的影响程度。在综合选线过程中,应对所要选择的线路进行技术经济比较,然后再对各种方案进行全面评价和比选,以选出最优线路。管道选线是一项系统工程,受多种因素的影响,因此要通过多种技术经济比较确定最终方案,在综合选线过程中应充分考虑各种因素的主次地位和影响程度。在进行管道线路方案选择时,应在深入调查研究的基础上,正确处理好各种影响因素之间的关系,按照“以点带面”、“从整体到局部”、“由浅入深”、“由

简到繁”等原则进行综合分析比较。通过多种技术经济比较确定线路方案后,还需要对线路方案进行全面评价和全面论证,以选出最优线路方案。

### 3.6 加强沿线环境保护

近年来,随着我国油气管道建设的快速发展,管道沿线的环境问题也日益突出。从2011年开始,我国连续发生多起油气管道建设和运营过程中导致的环境污染事件,引起社会各界和政府相关部门的高度关注。加强环境保护工作,是国家环境保护方针和政策在油气管道建设中的具体体现,也是我国经济和社会可持续发展的必然要求,随着国家对环境保护工作的高度重视,我国在管道建设规划阶段就将环境保护工作纳入其中,并在《石油天然气管道保护法》中对管道建设单位提出了严格要求。《石油天然气管道保护法》规定:石油天然气管道建设单位应当按照国家有关规定,采取措施保护环境。不得向管道线路安全保护区内排放油类、酸液、碱液等有毒有害物质,不得在管道线路安全保护区内烧荒或者放养牲畜,不得在管道线路安全保护区内建造建筑物、构筑物,从事爆破、挖沟、采石、采矿等活动,不得在管道线路安全保护区内进行修建铁路、公路等建设工程或者爆破、钻探、采砂、取土等作业,不得在管道线路安全保护区内进行其他建设活动。并且,国家有关部门还制定了《石油天然气管道保护条例》(国务院令第591号),对管道的设计和建设提出了明确要求,对违反相关法律规定的行为设置了相应的法律责任。

## 4 总结

油气管道是我国重要的能源基础设施,油气管道建设工程的安全性与可靠性直接关系到国家能源安全。影响管道线路选择的因素有很多,其中地形地貌是主要的影响因素。我国油气资源分布不均,地理条件复杂,地形起伏大,线路建设必须结合地形地貌特点,采用合理的选线方法进行线路方案比选。所以本文分析了影响长输管道选线的因素及选线策略,以期为今后管道线路选线提供参考。

### 参考文献:

- [1] 高早晨,廖天昊,黄韬等.地球物理成果三维可视化辅助岩溶塌陷区油气管道选线勘察[J].石油知识,2023(04):40-41.
- [2] 张雪梅.天然气管道的敷设施工技术及水工保护分析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(19):190-192.