

# 天然气长输管道项目工程建设的施工技术

霍建元 (中联煤层气有限责任公司晋太分公司, 山西 晋城 048000)

**摘要:** 近年来, 随着人们对天然气能源需求量增多, 长输管道项目工程建设规模不断扩大, 以往传统的施工技术及管理模式很难适应当下管道建设发展需求, 需要探寻新的方向转型升级。鉴于此, 此次研究从我国天然气长输管道工程情况入手, 以某省天然气长输管道建设项目为例, 详细分析天然气长输管道工程施工技术, 并提出相应的质量控制措施, 旨在加强天然气长输管道工程施工质量, 确保天然气长输管道安全、高效运行。

**关键词:** 天然气; 长输管道; 管道工程; 施工技术; 质量控制

## 0 前言

天然气是一种非常重要的能源, 主要由甲烷组成, 通常在地下岩石中以气态存在, 采用长输管道进行封闭式运输, 在家庭生活、工业生产及交通运输等领域中被广泛应用。作为现代生活中常见的能源之一, 虽然天然气能源应用价值显著, 但其管道项目工程修建十分复杂, 受管道沿线环境变化、管道材料等诸多因素影响, 加上天然气本身具有易燃、易爆及易挥发的特点, 在修建长输管道过程会遇到各种各样的问题, 所应用的技术也更为复杂, 若不引起重视, 优化施工技术, 天然气长输管道工程建设质量不但会受到影响, 还可能埋下一定的安全隐患, 降低天然气长输管道的使用寿命。鉴于此, 此次研究展开对天然气长输管道项目工程建设的施工技术的分析, 目的确保天然气长输管道施工项目质量, 同时为相关研究者提供经验借鉴。

## 1 项目工程概况

在我国, 天然气能源预测总量达 38 万亿  $m^3$ , 以陆地天然气应用为主, 主要分布于四川盆地、陕甘宁及黄土高原等地区, 总的分布格局并不均衡, 呈现西部多东部少、北方多南方少的特点。目前, 我国对天然气长输管道建设工程项目有许多, 西气东输是重点工程之一, 建设目的是将西部丰富的天然气资源输送到东部地区, 供人们生产生活所需。其中, 以途径甘肃省某段长输管道项目工程为例, 所需管道径  $\Phi 1219.00mm \times 18.40mm$ , 压力设计 10.00MPa, 线路全长约 1200KM, 占总长约 25%。从该工程途径路线看, 位于内陆性气候区, 四季变化分明, 面对灾害类型有干旱、暴雨洪涝、大风及沙尘暴等, 修建途中管道要经过隔壁、荒漠区域, 以及穿越沿线公路、铁路及河流等, 地形错综复杂, 线路条件较差, 需要优化相关的施工技术实现长输管道安全、高效运行。

## 2 天然气长输管道工程施工技术分析

对该项目工程天然气长输管道施工, 工序流程如图 1 所示。在施工过程中施工人员要一切从实际情况出发, 严格遵照相关要求, 科学布局, 将人为因素、自然因素等降到最低, 以此确保整个工程施工进度与质量。

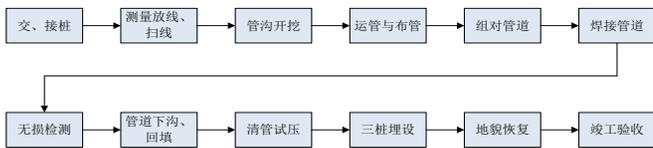


图 1 天然气长输管道施工工序

### 2.1 做好前期准备

依据天然气长输管道施工工序, 在完成项目交接桩后, 进行前期准备工作, 主要包括测量放线及扫线等。前期工作对整个长输管道建设项目推进有直接性影响, 尤其是测量放线工作, 相关技术要求有: ①根据施工图要求组织施工人员进行现场实测, 选择最佳路线放线, 路线以选择直线为宜, 尽量规避生态建设区、农田及直流河流等干扰源。②在遇到地下构筑物时, 应该在两物交叉两端一定范围内标明放线; 施工管道占地要求  $\leq 8m$ , 在两侧范围按照规定要求做好临时占地界限划分, 并用白灰撤出边界; ③依据施工作业宽度清理作业现场实际情况, 对该区域内的杂物、构筑物及杂草等地面障碍物清理干净, 同时平整局部沟洼地带, 便于摆放施工机器及相关设备等。

### 2.2 运管与布管

待做好前期准备工作后, 将合格的天然气长输管道钢材安排运输到施工区域, 相关技术要求: ①运输长输管道时在两端加胶圈保护, 并在现场使用土袋支撑管线, 避免防腐层划伤、碰伤等; ②在现场运管与布管时根据其长度、重量等情况, 综合分析后选择合适的装卸设备 (见表 1), 并在此过程中按照相关指定要求操作装卸, 严禁使用钢丝绳、钢钩直接掉管道,

避免撬、滚及滑的方法卸车，将对施工成本与效率的影响降到最低，确保管道投入使用质量。

表 1 不同长度管道现场运管与布管设备要求

加长管类型	设备要求
Φ1219.00mm×18.40mm 规格 12m 钢管	卸车采用 ≥ 35t 汽车吊；布管采用 40t 吊管机
Φ1219.00mm×18.40mm 规格 18m 钢管	卸车采用 ≥ 50t 汽车吊；布管采用 70t 吊管机
Φ1219.00mm×22.00mm 规格 22m 钢管	卸车采用 ≥ 70t 汽车吊；布管采用 90t 吊管机

### 2.3 组对管道

布管工作完成后，进行管道组对，相关操作技术要求：①组对作业前先了解现场情况，检查管道是否变形，根据其变形情况进行筛选使用，其中对轻微变形的可用胀管器矫正，待合格后投入使用，若不合格则需要切除后使用剩余部分即可；②因管沟开挖宽度、坡度及平整度等影响，管道组对并不顺畅，需要将管道（20mm 范围内）清扫干净后组装，管道内部不能有任何杂物；③组对管道时，管道外壁需与管沟边缘距离 0.5-1m，每根管道下边有软土带土堆作为支撑，而特殊作业区则需要用土袋支撑，在组对过程中，不能强力对接，管道直管段相接保证完好，间距缝隙 > 300mm 为宜（如图 2）。



图 2 天然气长输管道对接现场

### 2.4 焊接管道

该工程管道对接完成后检查，然后进行管道焊接，因选用的钢材为无缝钢管，需要人员手工电弧焊填充、盖面（如图 3）。在作业中焊接技术要求有：①先清扫层间附着物，要求每道焊口一次焊完，相邻两层焊点位置错开 > 30mm，热焊道应该在根焊与道焊完成后进行，间隔时间在 5min 内，否则需要焊前预热；②每次焊接完成后需要检查焊缝外观，要求焊缝表面平整，不得有缺陷，咬边深度 ≤ 0.5mm，在任何 30mm 连续焊缝中只允许局部咬边，错边量 ≤ 1mm，焊缝宽度与坡口宽之间应在 0.5-2mm 之间；③管道焊接期间，要对超过一定限度的缺陷区域进行修补，每次修补次数 ≤ 2 次，一般二次修补需要相关技术负责人同意后作业。对作业后损伤区域修补后需要复探，

不合格需要返修，次数 ≤ 2 次。



图 3 天然气长输管道焊接

### 2.5 无损检测

无损检测是确保天然气长输管道焊接质量的重要手段，常用技术有超声波检测、磁粉检测及涡流检测等，相关检测要求：①由专业人员检测，检测要求依据相关作业标准，检测结果填写捡漏记录，标记好位置、保存好无损检测底片等；②对存在质量不合格的焊缝，如实反映相关内容，并通知负责人员修补到合格，避免影响管道天然气运输，以及泄漏事件的发生。

### 2.6 管道下沟与回填

管道焊接完成，且通过检测要求后进行下沟，相关技术要求内容：①注意管沟开挖要达标，依据土壤性质选择合适的工具开挖，要求转弯处应圆顺，沟底要平整，无石块、树根及其它僵硬物质的存在，且沟壁内无欲坠的小石块等；②管沟底部宽度在 0.7-0.9 之间，深度 1.8m，下沟前符合管沟标准，将沟内石块、塌陷的泥土及积水等清除干净，根据土质松软夯实沟底及周围，之后进行下管。对于回填操作，相关技术要求有：①管道下沟后 10d 内回填，尤其注意高水位低段、人口稠密区等特殊作业区域，需要立即完成回填；②回填使用原方土，其中里面最大的石头要 ≤ 250mm，高度应在管顶上方 300mm 处，填土后应该平整密实，保持覆土与管沟中心线保持一致；③回填之后采用 PCM 检测仪检测防腐层是否完好，以及管道埋深情况。其中，为了减少管道的压力，在管道内部进行清洗与涂敷处理，具体表现如表 2。

表 2 管道涂敷处理前后粗糙系数、摩擦系数及输气效率对比

相关指标	管道粗糙度 (μm)	摩擦系数 (%)	气体输送 (%)
涂敷前	46	56	70
涂敷后	16	34	95

### 2.7 清管试压

天然气长输管道在运输过程中，需要克服管道摩擦阻力，在进行升压测试前，需要清理管道，相关技术要求：①使用清管器清洗，清除杂物应 < 1kg/5km，相关设备应该设置临时区域收发设备与放

空口；②关于管道试压需要按照甲方的要求，强度压力设计 10.50MPa，试压的稳定压力不应 < 4h，以无压降表示为合格；③试压合格完毕后进行严密性试验，试验压力为 10.00MPa，并以稳定 24h 不泄露为合格，最后清管，无污物排出后检测验收即可。

### 3 天然气长输管道工程施工技术质量控制措施

该天然气长输管道工程本身比较复杂，总体建设周期长、投资大，以及设计的人员多等，加上受当地气候、自然环境等影响，增加了管道施工的难度，为降低天然气长输管道中天然气能源的消耗，提升施工技术，需要进行相关质量控制措施，确保天然气长输管道建设进度与完成的质量，具体措施内容如下：

#### 3.1 做好前期准备工作

依据天然气长输管道建设，做好前期的交接桩、测量放线及扫线等工作十分重要，可对工程后续推进及施工质量有决定性的影响，主要质量控制措施：首先，交接任务前，需要甲方、施工方及监理单位三方做好施工图纸的会审工作，对各方的要求及存在的疑问汇总，并制定相应的整改措施，消除因设计与施工现场不符的情况。其次，施工前召开总体会议，加强施工作业人员的管理，应该选拔天然气长输管道施工经验丰富人员，在施工前对其技能进行培训与学习，有针对性地引导施工作业人员施工作业中质量控制情况。最后，深入施工作业现场，对当地的地理、气候及人文情况详细了解，避免不确定的自然因素影响长输管道施工质量，尤其是长输管道路线的选择，需要相关人员实地考察，综合考虑特殊地理、人文情况后制定因地制宜、操作性强的施工方案。

#### 3.2 严控施工材料质量

天然气本身具有易燃、易爆及易挥发的特点，要实现长距离运输，确保整体施工质量投入使用的质量与年限，对管道的选材要严格把控，主要质量控制措施有：首先，结合整个项目施工预算、建设要求等情况，选择管道原材料，要求材料符合 GB/T 9711—2017《石油天然气工业管线输送系统用钢管》中相关规定要求，供应商所供材料要有合格证书、出场证书及检验证书等，杜绝不合格的原材料进入施工现场。其次，确保施工管道材料阀门、压力容器及压缩机等设备日常存储与维护工作，其中管道储存需要符合标准要求的层数、离地高度等，日常经常使用的起吊机、压缩机等放置规定区域，而相关电气设备、焊材等应该加强防湿、防潮，需要在专门地方存储等，避免人为储存、

维护不当等问题，从而影响施工质量与进程。

#### 3.3 加强施工过程监督

该天然气长输管道工程中线路较长，加强施工过程的质量监督至关重要，主要措施有：首先，在施工过程中要做到严控管沟开挖、管道布管、管道对接、管道焊接及下沟等一系列工序，实行“三检制、“三工序”管理，每一道工序完成后验收，待合格之后进行下一步工序施工。其次，把控好施工过程中人员操作质量，要求施工人员有处理特殊情况的危机意识，当面对管沟积水、戈壁等特殊情况后冷静面对，以便达到施工质量标准要求。比如，检查施工现场的职工作息、卫生管理情况，是否存在不文明施工行为等。最后，充分发挥监督单位的作用，除了日常工作中加强人员操作管理，还可以在特殊实施路段进行提前施工培训学习，做好工程质量监督工作，对巡查过程中出现的问题应该及时纠正，并明确责任，之后按照相关要求改正，直到合格为止。

#### 3.4 后续定期安全检查

待整个建设工程完毕后，需要对管道安装、材质表面质量及防腐质量等进行评定，并将填写相关的质量记录。待合格之后投入使用，而后续使用期间，需要质量控制：首先，安排人员定期进行安全检查，确保各工序正常有效的运行；其次，定期检查相应设备情况，看其使用寿命时间、有无损伤等，避免天然气使用过程中损耗、浪费。

### 4 结语

综上所述，天然气长输管道项目建设是一个复杂的系统性工程，需要施工方、投资方及监理单位各司其职，发挥自身的价值，做好施工质量控制，否则任何一个施工环节出现问题，都无法保障施工质量，影响天然气长输管道投入使用情况。此次研究以某工程建设项目为例，分析天然气长输管道建设项目中技术，并提出做好前期准备工作、严控施工材料质量、加强施工过程监督及后续定期安全检查的质量控制措施，以此提升天然气长输管道项目建设质量，确保长输管道安全、高效地运行。

#### 参考文献：

- [1] 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.
- [2] 张毅,张锋,苗群福,等.长输管道自动焊数字化现状及发展趋势——数据采集及无线传输技术[J].天然气工业,2022,42(7):110-117.