

# 燃气工程前期方案对接痛点分析及后期善后优化路径探索

刘 堃

天津泰达滨海清洁能源集团有限公司 天津 300450

**摘要：**燃气工程作为现代城市能源供应核心，在经济、社会、环境与安全等多维度意义重大。然而，前期方案对接存在跨部门协作障碍、技术标准冲突、数据共享低效、风险评估与应急预案缺失、成本与进度控制矛盾等痛点；后期善后环节存在验收标准模糊、运维数据断层、用户反馈机制缺失、遗留问题处理滞后等问题。本文从技术、管理、协同、政策法规层面探索优化路径，旨在提升燃气工程全流程管理水平，保障工程安全高效运行。

**关键词：**燃气工程；前期对接；痛点分析；善后优化

## 1 燃气工程的重要性

燃气工程作为现代城市能源供应体系的核心组成部分，其重要性体现在经济、社会、环境与安全等多维度。从能源结构转型角度看，燃气作为清洁、高效的二次能源，是煤炭、石油等传统能源向可再生能源过渡的关键桥梁。我国“双碳”目标下，天然气占一次能源消费比重需从2022年的8.4%提升至2030年的15%左右，燃气工程的高效建设直接关系到能源结构优化的进程。在社会层面，燃气工程是民生保障的基础设施。据统计，我国城镇燃气用户已超6亿，覆盖90%以上的城市居民。稳定的气源供应不仅满足居民炊事、采暖需求，更支撑着餐饮、工业等行业的连续生产。以京津冀地区为例，2022年冬季保供期间，燃气调峰能力直接决定了区域供暖的稳定性，避免因能源短缺引发的社会矛盾。燃气工程还与城市应急体系深度绑定，如地震、极端天气等突发事件中，燃气管道的抗震设计、智能监控系统是保障生命线工程安全的核心。经济维度上，燃气工程带动了产业链上下游的协同发展。上游勘探开发、中游管网建设、下游应用市场形成万亿级产业集群。以西气东输工程为例，其沿线经济带因能源成本降低，吸引大量制造业投资，间接推动区域GDP增长超2%。同时，燃气工程的技术创新（如LNG接收站、氢能掺混技术）正催生新的经济增长点，助力能源行业从“规模扩张”向“质量提升”转型<sup>[1]</sup>。安全层面，燃气工程的可靠性直接关乎公共安全。近年来，国内外因燃气泄漏引发的爆炸事故频发，造成重大人员伤亡与财产损失。这倒逼行业在管材选型、焊接工艺、泄漏检测等环节建立严苛标准。例如，德国燃气管道采用PE100级聚乙烯管，配合智能传感器网络，可实现毫秒级泄漏定位，将事故率控制在0.01次/（千公里·年）以下。我国《城镇燃气设计规范》（GB50028）也明确要求，高压管道需每2公里设置一处

截断阀，以最大限度降低事故影响范围。

## 2 燃气工程前期方案对接的痛点分析

### 2.1 跨部门协作障碍

燃气工程前期涉及规划、设计、施工、监理、安监、环保等多部门，但部门间目标差异导致协作低效。例如，规划部门侧重土地利用效率，可能忽视燃气管道与地下管线的安全间距；设计单位为控制成本，可能简化防腐层厚度，而安监部门则要求严格遵循防腐蚀标准。某沿海城市燃气管网改造项目中，因规划部门未协调市政排水管道走向，导致燃气管道被迫穿越腐蚀性较强的污水管沟，增加后期泄漏风险。部门间信息孤岛现象严重，如环保部门的环境影响评价报告与施工单位的作业计划缺乏联动，可能造成施工期扬尘超标却未及时调整防尘措施。

### 2.2 技术标准与规范冲突

我国燃气工程标准体系存在“多龙治水”问题。国家标准（GB）、行业标准（CJJ）、地方标准（DB）之间存在条款矛盾。例如，关于燃气管道埋深，GB50028规定“在车行道下不应小于0.9米”，而某省地方标准要求“不得小于1.2米”，导致设计单位无所适从<sup>[2]</sup>。新技术应用（如氢能掺混、智能调压器）缺乏统一标准，企业为抢占市场先行推广，但验收时无依据被要求整改，造成资源浪费。某氢能示范项目中，因氢气管道材质标准未明确，施工单位选用316L不锈钢，但验收方依据德国标准要求使用X80钢，导致管道全部返工。

### 2.3 数据共享与传递低效

前期方案对接依赖大量基础数据（如地质勘查、地下管线分布、用户需求），但数据分散在多个主体手中，且格式不统一。例如，市燃气管网改造前，设计单位需从测绘院获取1:500地形图、从自来水公司获取给水管线图、从通信公司获取光缆分布图，但各单位数据

坐标系、比例尺不同,需人工配准,耗时长达3个月。数据更新滞后问题突出,如某新区规划调整后,燃气管道设计仍沿用旧版地形图,导致施工时发现与实际地形冲突,被迫修改设计方案。

#### 2.4 风险评估与应急预案缺失

在燃气工程前期方案规划中,风险评估环节常存在严重的形式化问题。许多项目在可行性研究阶段,对潜在风险的识别与分析过于笼统。以山区燃气管道项目为例,相关报告仅简单表述“地质灾害风险较低”,却未针对该区域常见的滑坡、泥石流等具体灾害展开深入量化分析,如未评估不同降雨强度下发生地质灾害的概率、影响范围及可能造成的管道损坏程度等。施工期间,当地遭遇连续暴雨,因前期风险评估不足,未能提前采取有效的防范措施,最终引发山体滑坡,导致燃气管道被压断。此次事故造成周边3个村庄燃气供应中断,给居民生活带来极大不便,也暴露出风险评估工作不扎实带来的严重后果。在应急预案制定方面,多数项目存在通用模板化的问题,未能紧密结合项目自身特点制定具有针对性的专项措施。像化工园区燃气管道项目,其周边分布着多家危险化学品生产企业,但应急预案却未充分考虑危险化学品泄漏可能对燃气管道产生的次生影响,如泄漏的化学品是否会腐蚀管道、引发爆炸等。当事故真正发生时,由于缺乏有效的联动处置方案,各部门之间协调困难,无法迅速、科学地开展救援工作,导致事故影响进一步扩大,损失更为严重。

#### 2.5 成本与进度控制矛盾

在燃气工程建设过程中,业主方为追求项目早日投入使用,常常要求设计单位采取“边设计边施工”的模式,然而这种做法往往导致一系列问题。以城市燃气管网环网工程为例,原计划工期为12个月,但业主为尽快实现通车目标,要求将工期压缩至6个月。在此情况下,设计单位在未完成地质详勘工作时就仓促开工。施工过程中,陆续发现多处软土地基,为保证管道的稳定性和安全性,不得不增加桩基处理等额外工程措施。这不仅打乱了原有的施工计划,还导致工程成本大幅超支,最终成本超支比例达到23%,严重影响了项目的经济效益。反之,若在工程建设中过度强调成本控制,又可能会对工程质量造成损害。例如某县燃气管道项目,为降低项目成本,选用了一些非标管件。这些非标管件在质量上无法达到标准要求,虽然在短期内看似节省了资金,但运行3年后就出现了泄漏问题。为修复泄漏管道,不仅需要投入大量的人力、物力进行维修,维修费用更是高达初始投资的1.5倍。而且,泄漏事故还可能引发安全事故,对周边环

境和居民生命财产安全构成威胁,最终得不偿失。

### 3 燃气工程后期善后环节的问题诊断

#### 3.1 验收阶段的标准模糊

现行验收标准对关键指标缺乏量化规定。例如,GB50236《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》要求“焊缝表面不得有裂纹、气孔等缺陷”,但未明确裂纹长度、气孔直径的允许值。某长输管道项目,验收时发现焊缝存在0.5mm裂纹,施工单位认为符合“无裂纹”的定性要求,但监理单位依据企业标准要求返工,双方争议导致验收拖延2个月。验收流程碎片化,如压力试验、防腐层检测、阴极保护测试由不同单位分别实施,缺乏系统性验证。

#### 3.2 运维数据断层

运维阶段,设备历史数据、维修记录、检测报告分散在多个系统中,未实现全生命周期管理。例如,城市燃气公司使用SCADA系统监控管网压力,但维修记录仍采用纸质台账,导致故障分析时无法关联历史数据。某次调压器故障,技术人员仅根据当前数据判断为“膜片老化”,但追溯维修记录发现,该设备3年前曾因进水导致膜片变形,若结合历史数据可提前预防。数据格式不兼容问题突出,如不同厂商的智能传感器采用私有协议,无法统一接入平台<sup>[1]</sup>。

#### 3.3 用户反馈机制缺失

用户投诉处理依赖人工登记,缺乏闭环管理。某燃气公司客服中心每天接收200余条投诉,但仅30%能在24小时内响应,且处理结果未主动反馈用户。例如,小区用户反映燃气气味异常,客服登记后转交维修部门,但维修人员因任务繁重未及时处理,导致用户重复投诉。用户需求分析不足,如老旧小区改造中,未充分调研用户对燃气表具智能化、缴费便捷性的需求,改造后用户满意度仅65%。

#### 3.4 遗留问题处理滞后

工程竣工后,设计变更、施工缺陷等遗留问题常被搁置。某沿海城市燃气管网项目,施工期间发现部分阀门井积水,但因工期紧张未处理,运行5年后阀门锈蚀严重,被迫停气更换,影响用户用气超12小时。另外,责任界定不清导致问题推诿。例如,小区燃气管道泄漏,业主认为是施工质量,施工单位认为是用户私自改装,双方争议导致维修延迟3天,引发群体性投诉。

### 4 燃气工程后期善后优化路径探索

#### 4.1 技术层面优化

推广数字化交付(DigitalDelivery)技术是燃气工程后期善后的关键突破口。通过BIM模型,可打通设计、

施工、运维各阶段的数据壁垒，构建覆盖全生命周期的数字化管理平台。以香港中华煤气公司为例，其将管网三维模型与SCADA系统深度联动，运维人员通过移动终端即可实时调取管道材质、焊接工艺、历史维修记录等关键信息。当发生泄漏或压力异常时，系统能自动关联周边管道的施工日志与检测报告，辅助技术人员快速定位故障点。智能监测技术的突破为风险防控提供了新手段。分布式光纤传感（DFS）技术可沿管道全线敷设，实时感知应变、温度等参数变化，对第三方施工机械的挖掘动作、地质沉降引发的管道变形实现毫米级监测。结合AI算法，系统能提前预警潜在破坏风险，为运维团队争取处置时间，显著降低事故发生率。

#### 4.2 管理机制创新

构建“验收-运维”一体化团队是破解后期管理碎片化的核心路径。该模式要求设计、施工、运维三方从项目初期即深度协同，验收阶段共同制定运维标准，确保问题在交付环节闭环。新加坡燃气公司推行的“联合验收”机制中，验收团队需对管道进行72小时连续压力测试，模拟高温、低温、压力波动等极端工况，同步验证阴极保护系统、泄漏检测装置等附属设备的可靠性。通过多维度压力测试，验收团队可全面评估管道长期运行能力，将验收通过率大幅提升。同时，用户反馈机制的数字化升级能显著提升服务响应效率。通过开发微信小程序、APP等线上渠道，用户可实时上传燃气异味、压力异常等问题，系统自动分配至最近运维班组，并全程跟踪处理进度。处理完成后，用户可通过平台评价服务质量，形成“投诉-处置-反馈-改进”的闭环管理，推动服务品质持续优化。

#### 4.3 协同模式改进

跨部门协作平台的构建是打破信息孤岛的关键举措。通过整合规划、设计、施工、监理等单位的数据资源，可实现地下管线、地质条件、气象信息等基础数据的“一张图”管理。杭州市燃气集团建设的“城市生命线”平台，将全市燃气管网与供水、电力、通信等管线数据叠加显示，施工前系统能自动分析新敷设管道与周边管线的安全间距，生成包含避让路线、支护方案的管

线保护计划。该模式有效避免了因信息不对称导致的管线挖断事故。另外，“设计-施工”总承包（EPC）模式的推广能减少接口管理风险。EPC模式下，总承包方统筹设计优化与施工组织，通过并行工程缩短工期。

#### 4.4 政策与法规完善

国家标准的统一修订是规范行业发展的基础。针对燃气管道埋深、材质选型等关键参数，需制定全国统一的技术规范，消除地方标准差异导致的执行混乱。例如，明确车行道下管道埋深标准，可避免因埋深不足引发的车辆碾压破坏。同时，针对氢能掺混、智能调压器等新技术应用，需出台专项监管细则，明确管道材质、压力等级、检测周期等参数，为技术创新提供合规依据<sup>[4]</sup>。工程遗留问题追责机制的建立能倒逼责任落实。通过要求建设单位在质保期内预留工程款作为质量保证金，可约束其及时处理设计缺陷、施工隐患等问题。若逾期未解决，监管部门可直接扣除保证金用于维修，并纳入企业信用评价，形成“质量-责任-信用”的联动约束，推动行业从“重建设”向“重运维”转型。

#### 结束语

燃气工程对城市发展意义深远，但前期对接与后期善后环节问题众多，影响工程效益与安全。通过技术层面的数字化交付与智能监测、管理机制的创新、协同模式的改进以及政策法规的完善，可有效解决现存问题。未来，需持续探索创新，推动燃气工程向智能化、规范化、协同化发展，以更好地适应能源结构转型与城市发展需求，为民众提供更安全、稳定、高效的燃气供应服务。

#### 参考文献

- [1]徐哲.城镇燃气工程设计与施工[J].互动软件,2022(8):3231-3232.
- [2]豆连旺.城镇燃气工程安全管理研究[J].上海煤气,2021(01):28-31.
- [3]焦建瑛,吴波,顾先凯,朱妍,杜政松.层次分析法城镇燃气管道网格化风险评价[J].煤气与热力,2021,41(01):28-31+46.
- [4]闫喜彬.水平定向钻穿越施工技术在城市燃气管道工程中的应用[J].居业,2023(05):10-12.