

# 天然气管道工程建设数字化管理实践研究

姜宇星（烟台中石油昆仑绿能燃气有限公司，山东 烟台 215600）

**摘要：**如今，国家不断推进城镇化发展，为维护城市的稳定运行，社会各界逐渐重视起天然气地下管网这项基础设施的设计建设。而地下管网的设计随着城镇人口密度的持续增加，比传统设计建设相比提升了难度。现阶段，天然气管道的建设施工为了能够更加符合人们的实际需求，可将先进的数字化、信息化技术引入天然气管道管理，这样可有效促进天然气管道的后续发展。本文对数字天然气管道开展概念性描述，并针对实际管道建设及数字天然气管道进行探讨，不仅能够全面实现天然气地下管网的信息化管理，同时还能高效开展天然气管道维护抢修，从而能够及时解决各类天然气管道问题，有效降低影响、减少经济损失。

**关键词：**数字化技术；天然气管道；建设；管理

## 0 引言

数字技术是科技高速发展的产物，现已作为全新的管理理念，有效应用于多个领域，并逐步融入人们的日常生活。数字天然气管道是由数字图书馆、数字地球等理念发展而来，数字地球概念最早是由有戈尔在20世纪90年代提出，并迅速在世界范围内成为探讨热点。如今，数字地球是未来社会的主要发展趋势，数字天然气管道也由此产生并持续发展。新时代背景下，传统的天然气管道建设模式及管理理念已无法适应社会发展要求，而数字天然气管道能够有效促进管道的运营管理，并能提升天然气管道的环保水平。

## 1 天然气管道工程建设数字化管理的优势

### 1.1 提高工程规划准确性

工程规划引入大数据分析及模拟技术应用后实现了颠覆性变化。通过大数据技术及先进的算法对地理、地质、气象等数据进行广泛收集、分析及模拟，可有效评估各类管道规划方案的实用性及可行性。例如，可结合地形起伏、地震带分布、人口密集程度等因素对管道的走向进行规划。

在模拟技术的支持下，对未来几十年内各类管道走向方案的运行成本及可能存在的风险进行预测，从而筛选最合适管道走向方案。在明确管径参数时，通过分析历史天然气流量数据及未来增长趋势，并创建管道输送能力、压力损失等模型，可精确获取所需管径数据，有效避免规划失误现象，从而降低工程变更情况，促进经济效益提升。

### 1.2 实时监控工程进度

数字化平台可实时、高效监控工程进度情况。施工人员可及时将已完成的工程量、施工设备的运行状态等施工进度数据通过手持终端设备上传。管理者只

需在数字化管理平台登录，便可直观地掌握工程整体进度，为方便与各个施工节点的计划进度进行对比，要将施工节点的实际进度情况利用可视化功能（甘特图、进度条等）进行展示。系统发现进度落后的节点，会自动报警，管理者可及时组织相关人员对进度延误原因进行分析，并通过增加施工人员、调整施工顺序等针对性措施进行补救，从而为工程整体进度提供全面保障。

### 1.3 增强安全管理

在天然气管道工程建设过程中，引入传感器、物联网技术等应用可提升工程整体的安全管理水平。在施工现场的重要设备及施工区域内安装各类传感器，如为了实时监测管道焊接处的应力变化，可在焊接部位安装应力传感器；为及时发现高风险区域出现的天然气泄漏，可通过安装气体泄漏传感器进行检测，一旦发现异常能够立即报警。

各类传感器会将采集到的数据通过物联网技术实时向监控中心传输，管理人员利用数据分析能够第一时间确定安全隐患，并提前采取有效措施进行防范。例如，系统在检测到某段管道出现应力激增时，会自动预警，施工人员可暂停施工并实施管道加固，防止管道破裂，降低事故发生率。

### 1.4 优化资源配置

数字化管理的一大优势是可通过数据分析合理配置各项资源。在工程建设过程中，全面收集人力、物力和财力等数据并合理分析，可精准掌握各个施工阶段的具体资源需求。例如，以施工进度计划、工程量清单等为基础，对施工人员进行合理分配，可有效避免人员闲置或人手不足等现象；在订制设备采购、租赁、维护计划时，以设备的使用频率、维护周期等为

依据，能够为设备的稳定运行提供保障；为寻求成本控制重点，可通过成本数据分析对资金进行合理分配，从而优化资金利用率。

## 2 天然气管道工程建设数字化管理现状与问题

### 2.1 天然气管道工程建设数字化管理现状

如今，天然气管道建设项目已逐步推进数字化改革。例如，地理信息系统（GIS）用于管道线路规划与设计可体现其重要作用。工程设计人员在运用 GIS 的过程中，可通过其超强的空间分析能力及数据可视化功能直观地掌握地形地貌、地质条件等信息，使管道线路规划更加科学。而且，工程管理人员可利用项目管理软件，实时跟踪各个施工节点的工程进度和完成情况，同时对各项工程经费支出动态监控，开展成本精细化管理，从而避免项目支出超出预算指标。

但目前为止，天然气管道工程建设仍未达到理想的数字化水平。在实际应用中，各个施工环节仍无法实现数据的全面整合与共享。工程建设中，施工单位、设备供应商、软件开发商均具备独立的数据格式和标准，这成为了各类系统之间数据传输及融合的阻碍，从而产生了“数据孤岛”现象。例如，施工阶段的管理系统无法直接识别设计阶段的图纸数据，需要对数据格式进行复杂的转换调整才能应用，这造成了时间和人工等浪费的同时，还极易出现数据信息的错误及丢失情况。

### 2.2 天然气管道工程建设数字化管理问题

在分析过天然气管道工程建设数字化管理现状可以明确，此类工程推进建设数字化管理进程中取得一定的成绩，但同时也存在一些亟待解决的问题，表现为技术标准不统一、数据安全无保障和专业人才缺口大，下面详细说明。

#### 2.2.1 技术标准不统一

目前，天然气管道工程建设领域需引进多种数字化设备，产品出自不同的软件供应商及厂家，存在各类不同的技术标准、数据接口等。例如，传感器品牌不同，采集的数据格式、传输协议也存在差异，在数据采集和整合时，则需要通过各种方式进行适配，无形中增加了工作量。同时，各类项目管理、BIM 等软件也不具备统一标准，导致软件之间出现交互和共享障碍。这使得工程项目实施难度增加、成本提升，同时造成数字化管理无法达到预期效果。

#### 2.2.2 数据安全无保障

天然气管道工程的数字化管理，因涉及国家能源

安全和大量的商业机密应确保其运行安全性。但数据安全随着数字化技术的飞速发展也需面对更多风险。一方面，网络攻击方式也不断强化，黑客为盗取重要数据，可能会入侵数字化管理系统中的设计图纸、运行参数等；另一方面，数据可能会因为内部人员的违规操作造成泄露和篡改。例如，员工若不经意误触了钓鱼链接，则恶意软件会直接入侵系统窃取数据或破坏程序。同时，若缺乏完善的数据加密技术或数据备份和恢复机制，也会导致数据的存储和传输存在风险。

#### 2.2.3 专业人才缺口大

天然气管道工程建设需要引入同时具备天然气管道工程专业知识及数字化技术的复合型人才，才能有效实施数字化管理。但，目前市场极度缺乏此类人才。一方面，天然气管道工程专业向来更注重工程技术和施工管理能力培养，却忽视了数字化技术水平提升；另一方面，数字化技术专业人才也并未开展对天然气管道工程业务流程、专业知识等方面的教育。这造成企业数字化管理在实施过程中，缺乏数字化管理专业人才，这使得数字化管理无法全面体现应用效率。

## 3 天然气管道工程建设数字化管理实践路径

### 3.1 强化天然气管道工程建设数字化设计

数字天然气管道的设计是以数字技术（包括卫星遥感技术、数据采集系统、计算机网络技术等）作为辅助，高效处理各类数据信息，包括管道资源、自然环境等，从而保障管道工程设计决策的合理性。设计人员通过数字技术收集各项设施、沿线环境等数据，并经过科学整合后创建数字化管道系统，从而推动后续的管道施工维护工作有序开展。

#### 3.1.1 数字天然气管道勘察

设计人员在天然气管道设计的勘查环节，可融合计算机、网络通信等现代科学技术，有效收集工程施工现场周边环境、施工客观条件等数据，将数据与国家相关施工标准相结合，科学开展天然气管道的规范化施工。现阶段，在天然气管道工程现场勘查数据的基础上创建数据库，作为设计依据，结合管道模拟计算软件创建的天然气管道建设模型，全面实施管道设计工作，增强工程项目建设的科学性。

#### 3.1.2 数字天然气管道选线

天然气管道工程的选线工作是以实际地质勘察为基础，对天然气管道工程建设的合理性开展分析，通过全面收集各个线路沿线的地形地貌、工程水质等地理条件数据，科学开展计算处理，从而获取工程施工

的实际地质条件。天然气管道的选线工作是关键性设计内容，通过数字技术可以更加高效、快捷、科学地分析地质情况。例如，为确定各条输气管道的备选线路方案，可收集沿途的区域、城市、公路等信息，并利用沿线卫星遥感影像图进行整理，方便决策者综合考量，从社会经济、道路、地形等角度出发，更加直观地选择符合条件的路线方案。

### 3.2 优化天然气管道工程建设数字化施工

其一，数字化技术在天然气管道施工中的应用，主要功能体现在以下方面：施工时要通过数据库对各类数据进行标准化收集、整理、存储，从而为天然气管道在后续稳定运行、安全维护提供保障。合理采集天然气管道工程的测量、地质、管沟开挖等数据，结合提前制定的设计计划以及实际的地理环境信息，改进天然气管道施工方案，从而让天然气管道施工工程更符合环境特征，全面为后续的天然气管道运行提供安全保障。

其二，数字天然气管道在正式投入使用后，由于线路埋于地下且敷设距离较长，无法由专人实时看管其实际运行状态，管道长期处于野外的恶劣环境中，会因人为、自然条件等多方面因素导致出现安全隐患，使得管道存在各类风险。为确保数字天然气管道的安全、稳定、高效运行，应定期进行专业的维修检查排除隐患，有效避免风险情况发生。而智能巡检系统因其具备先进的现代化管理功能，应用于数字天然气管道维修排查工作，可实现排查效率提升。数字天然气管道智能巡检系统融合了多项现代数字技术，包括CPS、GIS、计算机通信等，可自动采集数字天然气管道数据并科学管理，从而要为数字天然气管道全面提供安全运行保障。

### 3.3 健全天然气管道工程建设数字化管理

其一，数字化系统的标准化管理。在实际的天然气管道工程施工中，可优先引入标准化数字管道系统设计。该项目遵循数字化、技术架构、项目风险等各项管理原则，可推进系统建设按计划实施，系统功能及操作模式更适应实际业务及用户习惯，为整体工程建设质量提供全面保障。该项目的标准化管理措施主要包括：①根据相关政策要求，为天然气管道数字化建设筛选数字化服务主体；②组织成立信息化专项工作委员会。推进工程数字化发展及网络信息安全建设；③以信息化系统建设标准流程为基础，全面开展设计审查、系统建设、上线工作；④为工程项目制定符合

行业数字化规范的统一的数据标准，并严格根据标准实施设计、采购、施工等数字化管理工作。

其二，数据定期开展精准性对比分析并生成报告。该项目为获取精准、完整的数据信息，数字化管理团队应结合实际系统周期报告收集的工程量数据，并对比实际工程量，通过分析生成系统应用情况统计报告定期发布。同时还要针对数字化管理制定数字化专项沟通机制，每周组织参建各方的管理人员共同召开数字化专题例会，对系统应用情况、数字化工作进展等实时掌握，以便及时发现数字化工作存在的问题并积极改进。同时通过每周或每月的工程监理例会、生产例会、数字化专题推进会等，参建各方负责人、主要管理者在会议中上报自身的数字化实施情况及存在的问题，并督促各方针对问题合理分析、及时解决。通过以上形式可推进数字化工作的良好发展，从而实现及时、完整的数据管理。

### 4 结语

总之，如今数字化已在各个领域得到了广泛应用，数字天然气管道也必然会成为该工程项目的主要发展趋势。通过数字技术对天然气管道工程实施设计、施工、管理等建设，能够大幅提升实际的工作成效，增强管道运行的安全性，实现天然气管道的规范化、数字化管理，从而强化天然气管道整体的稳定运行及安全水平。

#### 参考文献：

- [1] 任胜利,王康,陈黎,鲁阳,杨炫烨.天然气管道建设工程数字化管理措施探讨与实践[J].石化技术,2024,31(12):99-101.
- [2] 吴凯,王康,陈黎,任胜利,鲁阳,杨炫烨.天然气管道工程建设和生产运行数字化转型实践[J].石化技术,2024,31(10):142-144.
- [3] 黄维和,宫敬.天然气管道与管网多能融合技术展望[J].油气储运,2023,42(12):1321-1328.
- [4] 徐征勇,王英霞.探析数字天然气管道的建设与管理[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(15):59-60.
- [5] 孙凯,李桂鹏.分析数字化信息管理系统在石油天然气管道工程安全管理中的应用[J].计算机产品与流通,2020(11):155-157.

#### 作者简介：

姜宇星（1989-），男，汉族，吉林辽源人，本科，中级工程师，研究方向：天然气管道建设及运营。