

# The Application of Digitalized Technology in the City Pipe Network of Natural Gas

Chuangming Cao<sup>1</sup>, Xiaoting Gu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNOOC Gas and Power Group Ltd., Beijing

<sup>2</sup>School of Petroleum Engineering, Yangtze University, Wuhan Hubei

Email: caochm@cnooc.com.cn

Received: Mar. 28<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jun. 14<sup>th</sup>, 2016; published: Feb. 15<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Based on the 2D and 3D integrated GIS technology, the real time production data were integrated into the 2D and 3D integrated GIS; a new digitalized city gas pipeline network data system was innovatively built. The network production data were effectively integrated with special information, by which the visualized management was realized for the city gas pipeline network to guarantee the safety, high quality and efficient operation of the city gas pipeline network achieves. It provides reliable information for a high efficient management and scientific decision-making for further solidifying the management process and improving the ways of management and improving the management level of the gas pipeline networks.

## Keywords

Digitalized Technology, City Pipeline Network of Natural Gas, GIS Technology

---

# 数字化技术在城市天然气管网中应用研究

曹闯明<sup>1</sup>, 顾晓婷<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中海石油气电集团有限责任公司, 北京

<sup>2</sup>长江大学石油工程学院, 湖北 武汉

作者简介: 曹闯明(1966-), 男, 高级工程师, 现主要从事LNG接收站和天然气管网数字化、标准化方向的研究和应用工作。

Email: caochm@cnooc.com.cn

收稿日期: 2016年3月28日; 录用日期: 2016年6月14日; 发布日期: 2017年2月15日

## 摘要

基于二三维一体化GIS技术, 将管网实时生产数据信息集成到二三维一体化GIS系统中, 创新性地建立了新型城市数字化天然气管网信息系统。将天然气管网生产信息与空间信息有效整合, 实现管网实时生产数据的可视化管理, 确保了城市管网安全、优质及高效运行, 进而为高效管理和科学决策提供可靠的相关信息, 进一步固化管理流程, 改变管理方式, 提高燃气管网管理水平。

## 关键词

数字化技术, 城市天然气管网, GIS技术

Copyright © 2017 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

中国海油“十二五”规划提出启动“数字油田”“数字工厂”的试点工作, 同时在试点的基础上推进“数字管网”[1]建设, 进而实现“数字海油”的建设愿景。

中海石油气电集团有限责任公司(简称“气电集团”)是中国海洋石油总公司(简称“总公司”)经营与管理城市燃气等6大板块业务的全资子公司, 在响应总公司建设“数字海油”的基础上, 提出建设“数字管网”“数字场站”等“数字气电”的目标。

“数字管网”是以信息系统为基础, 按照数字地球的构想, 以多尺度、多种类的基础空间地理信息为支撑, 构筑一个数字化管网信息综合管理平台, 它集成管道本体及沿线周边的各种信息, 为管道建设、运营与管理提供一个高效的、直观可视的管理工具[2]。

天然气生产存在点多、面广、管线的日常巡护、管理工作量大等特点[3], 气电集团管理多个天然气公司, 管网分布在城市各地, 管理起来难度会更大。为此需建立起一个能将城市燃气管网集中管理的新型城市天然气管网数字化系统, 使管理可视化, 确保城市燃气管网安全、优质及高效运行, 达到科学、规范和及时的运营管理, 进而促进相关人员的管理意识和管理水平的提高, 并为高效管理和科学决策提供科学的、可靠的相关信息。

## 2. 城市管网的现状与特点

### 2.1. 城市管网特点

城市管网一般具有隐蔽性和复杂性的特点：

1) 城市管网大部分管线都埋设于地下，具有隐蔽性，标记、标志相对稀少，对管线的日常维护管理既需要有准确的管线资料又要求相对完整。

2) 城市管网是一个宏大的地上、地下网络系统，具有复杂性，当其中一处发生故障时，将对周围管网或系统等产生重大影响。

3) 城市发展日新月异，城市管网也在不断地改建、扩建和更新，尤其是城镇化进程神速，城市管网的布设范围、密度不断增大，因此管网数据也要动态更新。

### 2.2. 城市管网管理现状

随着经济和社会的高速发展，城市管网管理工作取得了明显进展，但由于种种原因，城市管网管理仍滞后于信息化发展水平，无法与目前城市建设水平相适应。传统城市管网管理方式主要存在以下不足：

1) 长期以来，城市管网的建设与运维由于管理理念和职责不清等因素，普遍存在重视管网的建设，对建设完成后的管网维护管理却拿不出科学有效的管理工具，对地上看得见的可通过巡检等手段进行管理，对地下看不见的管线几乎无计可施，这些已不能满足现代化城市对管网要求达到安全生产的基本管理需要。

2) 城市管网缺乏统一管理。城市管网档案资料目前仍以图纸、图表等纸质介质记录保存和管理为主，普遍存在查询不便、资料不全、更新慢的天然缺陷，归口部门信息化利用程度不足，再加上地下管网信息不能合理地分类，又难以以直观的形式表达管网的综合状况，容易造成信息与现状不符；管理的管线种类繁多，产权与管理复杂，各部门又缺乏统一沟通与协调，易造成道路重复开挖，造成不必要的经济损失。对城市管网的规划与管理也提出了挑战。

3) 城市管网的监管缺乏有效力度。企业按主管部门规定移交相关资料，但资料的完整性方面缺乏有效监管手段，难以对现有的信息进行深层次的挖掘、分析，表面上已经形成统一的城市管网信息档案，但还缺乏数据挖掘分析队伍，不足以给决策部门提供全面的决策信息。

城市一旦发生突发性爆炸、火灾等灾害，往往会造成巨大的财产损失和人员伤亡。如何减小城市管网发生事故的几率和影响范围，已经摆在每个城市管理者面前，借助现代数字化技术来提高城市管网的管理水平成为必由之路。

### 2.3. 国内外城市管网数字化的发展

#### 2.3.1. 国外城市管网数字化发展现状

管网信息化在国外开展的比较早，20世纪80年代，东京煤气公司率先利用GIS软件TUMSY中的燃气模块对燃气管网进行管理，随后大阪煤气公司开发出Master-Mapping软件对燃气管网进行管理。此后，日本的大中型燃气企业都逐渐开始在天然气管网运营中应用GIS软件，大大提高了管理效率。

数字化管道技术早已在欧美发达国家得到了广泛的实际应用。美国交通运输部管道安全局建立了“全国管道制图系统”(NPMS)，该系统包含全美所有油气长输管道与LNG设施的位置和属性数据，以及交通网络、人口分布、高后果区、水文地质等相关数据[4]。美国ESRI公司推出了ArcFM(Arc Facility Manager)，该软件可以为市政科学的管理、维护和设计煤气、给水等管网提供方便；InterGraph公司专门开发了用于城市地下管线信息管理的系统FRAME[5]将其开发的管线管理模块称作自动制图和设施管理系统AM/FM(automated mapping/facility management)。

### 2.3.2. 我国城市管网数字化发展现状

随着信息技术的进步,我国许多天然气公司在开展项目建设、生产业务的同时,也建设了包括现场实时数据采集、监控系统、地理信息系统在内的各种生产系统,营业收费管理系统等。虽然这些独立的系统在城市管网管理过程中起到了一定的作用,但同时也存在着一些问题。

#### 1) 数据完整性方面存在的问题

这些系统自成系统,以单一业务部门需求为导向,互不通联,形成了一些“数字孤岛”;不同的系统在对数据进行描述时的力度不同、丈量尺度不同,造成许多数据在使用时通用性差,可用性不足;在进行综合分析及决策时,有关施工建设、生产运营数据需要通过人工处理、层层上报的方式汇交到集团领导、有关部门手中,导致集团领导、有关部门无法及时、全面掌握集团项目建设、生产状况,不便于及时决策。

#### 2) 数据使用效率方面存在的问题

天然气公司构建的信息系统庞杂,每个信息系统都需要维护,不仅需要较高的维护成本,而且使用效率低。

另一方面,我国在管网综合管理方面也进行了很多探索。杨伯刚等论述了北京市测绘设计研究院开发的《城市综合管网信息系统》[6],采用管理信息系统的思路,对综合管线资料进行整理并录入数据库管理系统中,这种方式可有效管理地下管线属性数据和资料。数据库具有常规的属性数据管理功能,如录入、修改、查询分类等,但不具备管理图形的能力,不能对空间数据进行分析。肖中胜等在分析供水管网信息系统功能需求的基础上应用地理信息系统技术,集成了管网实时采集和监测系统(SCADA)、自来水营业抄表计算机管理系统等信息化技术和现代化管理手段开发了一套城市供水管网信息系统[7]。王琦依据大庆市天然气管网的特点,以ESRI的IMS(IP多媒体子系统)为天然气管网管理信息系统建立了一个以地理空间数据管理体系为基础、数据服务体系为主要结构、基础测绘资料为主要内容的数字化天然气管网GIS系统[8]。系统实现了对空间数据进行检索和分析,但数据的表达采用二维的表达方式,信息的高效理解和传达能力不足。周龄以敖汉旗的地下给、排水管线为研究对象,进行了三维地理信息系统在城市管网系统中的应用研究[9]。该系统提出了构建三维信息平台,将管线进行三维可视化管理。虽然提出了理论基础,但并没有实践。

结合上述我国城市管网数字化发展的现状,笔者提出了一个不仅能够将各天然气公司独立的系统数据进行整合、可视,同时能够实现整个城市管网的三维可视,并能将各天然气公司实时生产数据导入到系统中,同步三维展示的解决方案。

## 3. 城市数字化天然气管网信息系统建设解决方案

### 3.1. 系统构建思路

#### 3.1.1. 数据集成可视化管理

##### 1) 数据集成

统一平台,集成并兼容其他系统,即将企业现有的各类常规系统的数据统一纳入到平台中,实现信息的一站式获取。

针对现有系统可视化交互表现较弱的缺点,城市数字化天然气管网信息系统将数据重新组织,并基于二三维一体化场景提升应用的可视化能力及综合分析应用能力,以扩大原系统的使用范围及应用深度。

##### 2) 数据可视

采用具有独立知识产权的成熟引擎,建立城市管网真实二三维场景,提高信息传递效率。城市数字

化天然气管网信息系统要求实现信息的快速传达与快速理解，结合城市管网海量数据、管线装置密集复杂的情况，采用成熟引擎产品，构建与真实管网完全一致的可视化场景，满足流畅的二维和三维运行效率与显示效率。

### 3.1.2. 业务流程与生产工艺集成管理

#### 1) 业务流程可视化管理

将生产数据进行整合后，可视化显示是“外表”，业务逻辑是“内在”。业务逻辑即各种业务流程、相关部门人员、报表数据、事项以及这些业务之间的联系。生产数据整合旨在根据不同系统内部业务逻辑建立数据的连接关系，将数据内部逻辑关系连接起来。

以三维模型为统一载体，多源数据统一关联三维模型，消除信息孤岛；三维模型之间互相关联，业务信息互相连通，贯穿各环节业务；三维场景、数据与系统工作流关联，根据业务来驱动信息的主动显示。

#### 2) 生产工艺可视化管理

城市管网较为复杂，通过竣工图纸生成管线、站场、设备的真实三维信息，同时，将实时生产等各类动静态数据挂接到相关三维模型上，实现三维信息、动静态数据、设备上下游参数的联通关系、工艺流程图、工艺流程监控与管理等信息的综合管理，使设备模型、物理属性和生产工艺流程充分整合，实现工艺流程在城市管网数字化系统中同步虚拟运转。

### 3.1.3. 管理层与移动端管理支持

#### 1) 领导仪表盘设计

注重数据统计提炼，根据不同层级管理需要，进行相关统计分析，实现多层次可视化分类管理。通过“决策者驾驶舱”的管理模式：将各类生产数据有效整合，同时，通过对生产数据的挖掘、抽取与统计分析，将城市管网生产经营数据、关键生产指标以报表、图表、地图的形式直观展现，便于机关领导实时掌握企业整体生产运营状况，为决策分析提供数据支撑。

#### 2) 移动终端应用设计

系统支持移动终端管理模式。通过统一的数据中心，实现远程磋商、移动办公等可视化管理需求。利用 WEBGIS 技术、互联网技术，支持通过 PAD、手机等移动终端以 WEBGIS 方式查看管线分布、周边环境、设备设施分布、工艺流程组态以及管网各类实时数据。

## 3.2. 系统架构

系统建设采用北京中盈安信技术服务股份有限公司完全自主 3D GIS 平台，该系统是一个开放性的二维/三维一体化系统，整个系统的设计架构如图 1 所示。

### 3.2.1. 外部系统

城市管网数字化系统将城市燃气管网企业现有的各信息系统数据进行整合，信息系统主要包括企业门户网站、生产运营管理、营业收费管理、ERP、客户管理等几个应用系统。

#### 1) 客户管理

客户管理的核心是服务，客户服务中心是企业与用户面对面的窗口，包括业务申报受理、业务咨询等是信息化工程中的关键部分。系统为每一个燃气用户建立一组档案，并保存用户的活动记录。城市天然气管网数字化信息系统将把这些数据整合进去。

#### 2) 营业收费管理系统

营业收费管理系统是天然气企业数字化系统建设的一个非常重要组成部分，系统涵盖了企业直接面



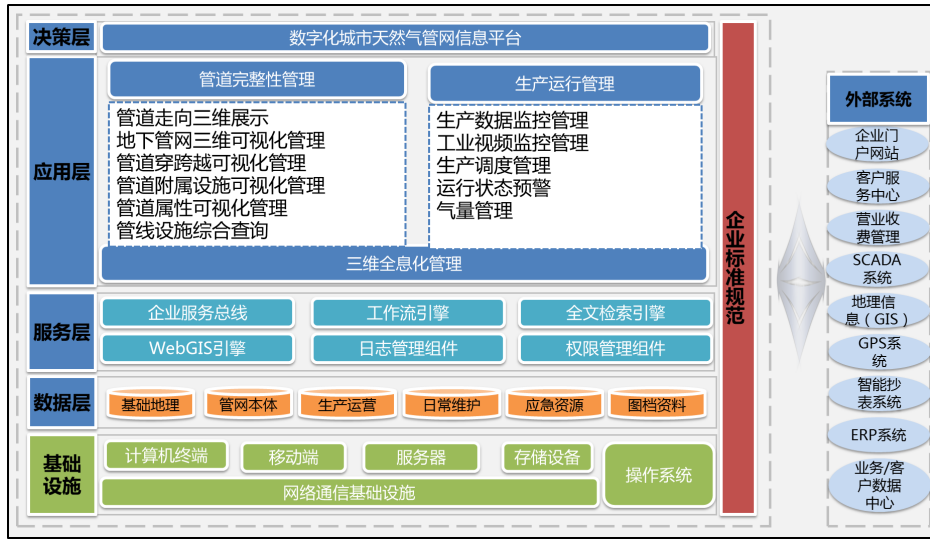


Figure 1. The overall framework for city pipeline network management system of natural gas  
图 1. 城市天然气管网系统管理平台整体架构

对的中小用户包括收费、记账等数据业务。是天然气用户数据库最基本也是最主要数据来源。系统在营业收费的管理同时，也将有关数据共享与到城市数字化天然气管网数字化系统的其它应用系统中。

### 3) 生产运行管理系统

生产运行管理系统由 SCADA 系统、GPS 监控管理系统和地理信息系统和智能抄表系统构成。它以实时数据为基础动态地管理生产运营。系统依托生产信息数据库对天然气输配全过程进行监控、调度管理。生产过程的数据和用户数据一起作为共享信息成为创建企业管网模型的主要基础数据来源。管网模型对这些数据进行分析处理，可以科学地排产并指导整个生产过程，发挥现有管网的运行效率，并对后期管网的建设和规划提供依据。

- 监控与数据采集系统(SCADA)

监控与数据采集(SCADA [10])系统是生产过程实时控制与调度自动化信息管理系统为一体应用系统，SCADA 在天然气输配气调度管理中的应用日益深入。系统通过对各储配站、阀室、门站、调压站等站点进行数据采集与监控，使天然气输配系统始终在安全、可靠的状态下运行。其中的调度信息管理子系统，还可以根据用户的用气行为数据进行用气趋势分析并预测，达到优化调度等调度业务管理。

- 地理信息系统(GIS)

目前 GIS 在天然气管道建设、运维中已经得到广泛应用，GIS 不仅可以用于管道图档等的电子化和日常生产运行管理，而且逐渐向管网规划、设计抢维修管理延伸中。尤其采用二、三维一体化 GIS 对城市燃气管网的管理也在逐步地深入并广泛应用中。它提高了燃气企业服务质量、管理水平。依托信息网络化传输和资源共享增强了天然气生产调度和突发事件处置能力，尤其是城市燃气企业开展管道、设施完整性管理的必备技术手段之一。

- GPS 系统

GPS 车辆跟踪定位指挥系统是企业实时管理日常与应急调度输配车辆必要手段，通过 GPS 网络对车辆的跟踪定位，为日常车辆的调度管理和应急抢维修提供可视化服务。

- 智能抄表系统

智能抄表系统主要包括 IC 卡表及其管理系统和远程抄表系统。是企业顺应电子商务大潮、实现电子支付与管理的必由之路。

燃气远程自动抄表系统，它通过定期采集燃气表数据并通过网络传送到数据采集服务器，通过数据分析实现供气管网的远程监测。

#### 4) ERP 系统

ERP 系统是企业规范经营、优化管理的必然选择。针对燃气大客户，通过 ERP 系统的销售(SD 模块)，系统生成销售详单传给资金平台，资金平台录入生成结算单并核销，通过银行收费返回 ERP 形成核算账单，从而完成整个计费收费链。

### 3.2.2. 基础设施层建设

IT 基础设施建设是数字管道的基础，是支撑智能化系统应用的重要支撑，是对燃气管网的应用系统所需设施资源的集中设计和管理。全面支撑数据中心的数据管理需要，系统应用的需要，支持浏览器端和移动端的应用需要。

### 3.2.3. 数据中心建设

根据系统架构设计，将各类数据进行结构化集成管理，建立数据中心。数据中心为不同类型的数据资源提供相关的数据录入方式和接口，对各类数据进行清洗，以建设完整性数据库为目标，提供高效便捷的数据录入和查询服务是其基本功能。数据库层包括管道本体、基础地理、生产运营、应急资源、图档设计资料等几类。

### 3.2.4. 服务层建设

系统采用先进的三维平台来进行城市管网数字化系统的开发，融合空间 GIS、虚拟现实及模拟仿真技术，依托标准的系统对外接口、对应用层提供性能卓越、功能丰富的支撑服务。服务层具备以下特点：

1) 实现数据共享，数据安全、访问控制机制。在一个信息平台上实现业务应用和辅助与决策支持系统并行运行；通过中心数据库平台实现业务应用和辅助与决策支持两个系统数据的双向互联互通，实现数据共享满足各类客户端信息访问机制等，消除管网集成平台与其它系统以及以后新增系统的数据集成障碍，实现无缝集成及平滑过渡。

2) 实现城市管网系统的三维展示，将二维的图表，二维地理信息等转化为三维立体可视化的表达形式；能够将 PID 图纸、PID 流程等转变成能够基于计算机系统做虚拟现实的仿真模拟，能够 360 度旋转，自由漫游查看各类信息；能够将传统 GIS+MIS 的信息收集、记录、管理、查询方式转变为身临其境的全息化使用方式，面向设备对象关联查询各类信息；能够将静态描绘状态或过程转变为时空结合动态方式。具体如图 2 所示。

### 3.2.5. 应用层

系统主要实现了三维 GIS 及场景全息化管理，管道完整性管理，生产运营管理，应急抢险管理 4 大模块的功能。

## 4. 系统应用

### 4.1. 系统应用可行性分析

#### 1) 系统具有良好的数据与应用基础

气电集团项目公司各业务部门都建立了相对完善的信息系统，数据丰富，同时各业务部门对数据整合、信息互访有比较深刻的认识，且在数据整合方面有一定成功经验。

#### 2) 系统具有良好的技术基础

气电集团许多项目公司在前期构建了三维应急系统充分体现了还原现实、超越现实的特征，而且三维应急系统支持多企业、多部门超大数据量的流畅显示，并支持多级异地的协同管理模式。

### 3) 系统具有良好的实践基础

气电集团总部在前期开发了生产数据采集与展示平台，对几十家项目公司进行了全息化和生产数据采集，实现了天然气分公司的三维场景构建、数字化管道成果接入、宏观生产数据展示功能，打破了项目公司与集团公司间“数字孤岛”的现象。

## 4.2. 系统实际应用案例

在前期研究的基础上，将气电集团几家项目公司的数据整合到城市数字化天然气管网信息系统上，不仅可以宏观查看整个城市天然气管网的布局，还可以微观定位到具体的企业生产流程，实时查看企业生产动态。

### 4.2.1. 三维全息化管理

系统搭建三维全息平台，纳入气电集团管网路由及项目公司位置信息。将集团所有已建、在建规划中的管线、场站集成在全息平台上，通过全息平台，可清楚地了解、查看集团业务分布情况。实现了对集团公司及下属项目公司的分布情况的宏观掌控，如图3所示。

系统能够快速定位到各项目公司，查看各项目公司的三维场景。通过多种方式在三维场景中漫游，可以全方位、多视角、立体化的观察厂区、设备、工艺流程等三维场景信息，实现在三维场景中查询设备设施的地理位置、基本属性等信息，如图4所示。

### 4.2.2. 管道完整性管理

系统通过数据采集与控制系统、全球定位系统、地理信息系统、业务管理信息系统、计算机网络和多媒体技术等手段，对管道资源、环境、社会、经济等各个复杂系统的数字化等信息集成整合[11]，实现城市管网的三维可视化管理，具体实现了如下功能。

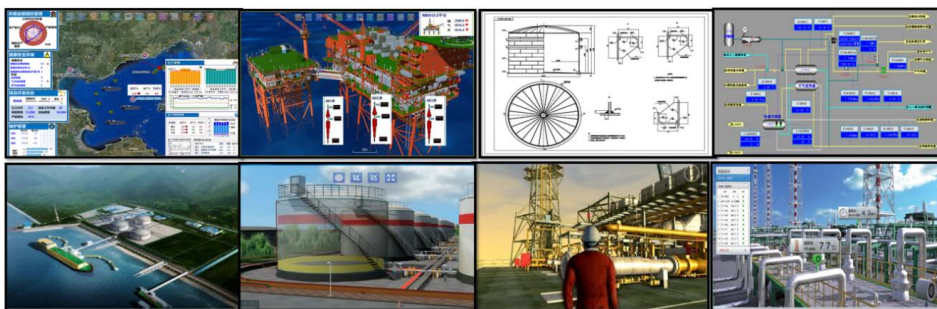


Figure 2. The panoramic view of the city pipeline network system

图 2. 城市天然气管网系统三维综合展示

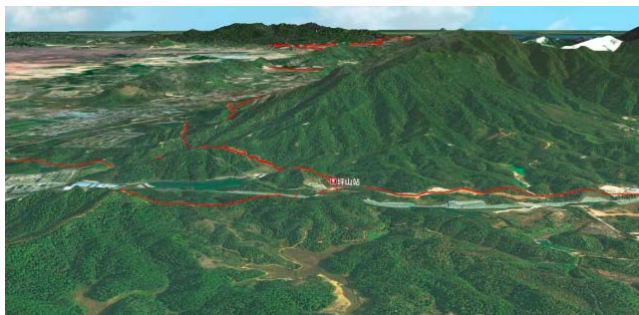


Figure 3. The 3D panoramic display of the pipeline routes

图 3. 长输管道路由三维全景展示



1) 管道走向信息三维展示

系统通过整合管道的走向数据，同时通过融入遥感影像数据，宏观上能够展现整个管道设施在地理上的分布位置及走向，包括途经的行政区域、河流、山脉等情况，如图 5 所示。

2) 地下管网数据三维可视化查看

通过整合管道业务数据，在微观上能够以俯视剖切、侧面剖切和自定义剖切等多种方式展现具体某段管线在地下埋设的管体情况(如焊缝、弯管、埋深等)、三桩一牌等情况，如图 6 所示。



Figure 4. A close-up sequence of the 3D terminal based on the digital earth

图 4. 基于数字地球的三维终端放大显示

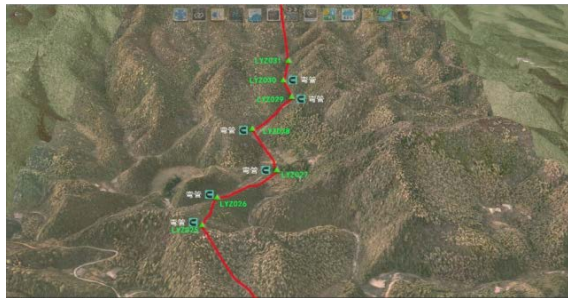


Figure 5. The 3D demo of the pipeline routes information

图 5. 长输管道路由信息三维展示

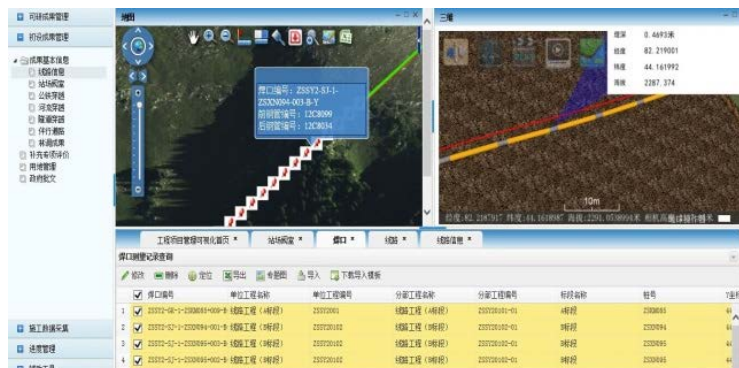


Figure 6. The 3D demo of the pipeline business attribute integrated query

图 6. 长输管道业务属性信息查询三维展示

### 3) 管道穿跨越及其他附属工程可视化监控

提供对隧道、穿跨越、水工保护及其他重点附属工程的三维可视化查询，将穿跨越工程图纸和施工数据通过数字化手段转变为真实的三维模型，可通过剖切查看其工程尺寸、埋设情况、多层地质等信息，如图 7 所示。

### 4) 管道业务属性三维可视化管理

通过整合管道业务数据，对于大量的管线及设施数据，按照线路关系、行政区划、组织机构、施工标段在三维场景中查询管线、阀门、焊缝、站场、隧道、穿越、三桩一排、水工保护、固定墩、绝缘接头、违章占压等信息，实现所见即所得的关联查询，并能将查询结果以表格、图形等方式进行显示，支持打印或导出，如图 8 所示。

### 5) 管线设施综合查询

实现综合查询功能，可以通过查询范围、起始点、里程等信息查询所需信息，在显示的结果列表里直接点击管线设施名称，就能直接定位到三维场景里，显示其详细属性信息，如图 9 所示。

## 4.2.3. 生产运行整合管理

城市管网数字化系统将几家天然气分公司的 SCADA 系统、地理信息系统、GPS 系统、智能抄表系统等生产运营管理系统的实时数据进行整合实现可视化多层次监控管理，如图 10 所示。

### 1) 实时生产数据监控

一方面，基于三维可视化平台，可通过列表方式展现气电集团各企业整合的各类生产监控数据，可按照企业、专业系统、所属区域、监测数据项等分类方式进行查询与管理。

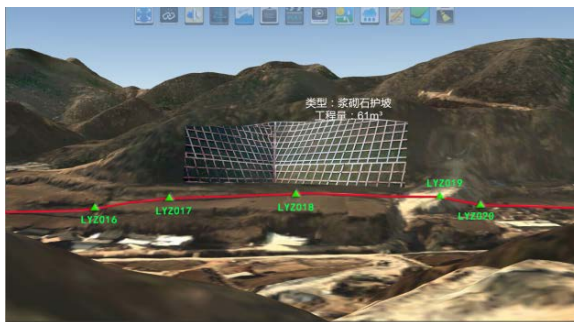


Figure 7. The 3D demo of the pipeline crossing and other ancillary works

图 7. 管道穿跨越及其他附属工程三维展示

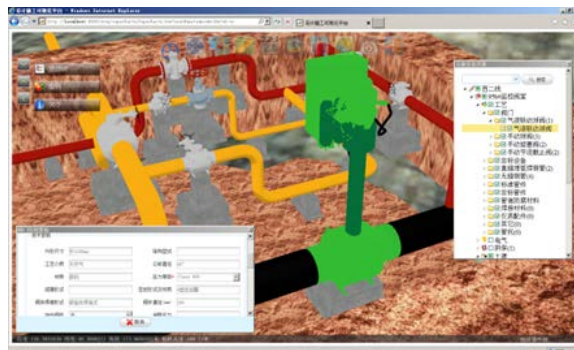


Figure 8. The 3D demo of the pipe service attribute integrated query

图 8. 站场管道业务属性查询三维展示



Figure 9. The 3D demo of the pipeline information integrated query

图 9. 长输管线信息综合查询三维展示



Figure 10. Multi-level monitoring and management of pipeline information

图 10. 管线信息多层次监控管理

另一方面，在三维场景中点击任一监测点，即可实时获取当前监测信息，如图 11 所示。

## 2) 场站生产数据管理

### ● 设备装置查询管理

系统可对气电集团各个场站内设备设施进行分类管理，并可在三维场景中，采用所见即所得的方式查询设备设施的基本属性信息。

### ● 工艺流程参数管理

系统可实现各项目公司主要工艺流程的可视化管理，将纸质 PID 图纸中的工艺流过程动态展示，包括管线流动效果的动态展示、流经设备的工作参数和状态管理等。系统支持暂停功能，可以实时改变观察角度，对场景中流经装置设备的名称和属性参数进行查询，如图 12 所示。

### ● 监控报警管理

系统可对主要生产数据，如：压力、流量等参数设置上下阈值，当超过或低于临界量时，系统能迅速在三维场景中定位异常点所在工艺区域及设备，并发出报警，如图 13 所示。系统还可自动弹出相关异常处理方法等信息。

## 3) 工业视频监控整合管理

系统将各项目公司的视频监控系统数据进行整合，用户能够在三维场景中对厂区所有摄像头分布情况一目了然。选择某一摄像头，不仅可以弹出窗口，实时显示现场工业视频监控系统的视频画面，并控制云台，调整摄像头的转向、景深、焦距等，还可以根据当前该视频设备的云台参数，模拟显示与视频监控对应范围和内容的三维全息画面，用户可以将视频画面与三维全息场景进行比对，如图 14 所示。





Figure 11. The 3D demo of the real-time production data monitoring  
图 11. 实时生产数据监控三维展示

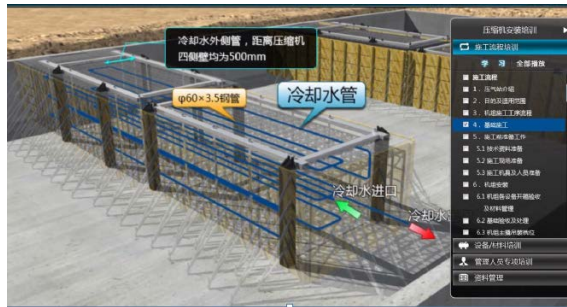


Figure 12. The 3D demo of the process flow  
图 12. 工艺流程三维展示



Figure 13. The 3D demo of the monitoring alarm  
图 13. 监控报警三维展示

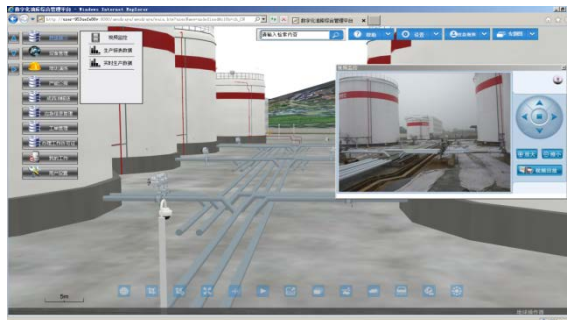


Figure 14. The 3D demo of embedded CCTV  
图 14. 工业视频监控三维展示



## 5. 结论

城市天然气管网系统数字化是未来管网管理的发展趋势，燃气管网及生产信息与空间信息有效整合即借助二三维一体化 GIS，集成管网运行实时数据，实现管网实时生产数据的可视化管理，把生产、调度、监控、抢维修、营业、办公审批等各项业务流程电子化，进一步固化管理流程，改变管理方式，形成管网与运营、服务系统的大集成，为高效管理和科学决策提供可靠的相关信息，提升了企业资产的完整性管理水平。管道管网数字化系统的建设要以业务为导向，以数据为基础，以集成为目标，以管理为根本，以服务为桥梁，实现产业链价值为宗旨，全面推广应用数字化技术，提高城市天然气管网系统建设与运营管理的水平，确保城市管网安全、优质及高效运行。

## 参考文献 (References)

- [1] 安迪, 易文虎. 基于 ArcEngine 的三维 GIS 演示系统实现的研究[J]. 甘肃科技, 2013, 29(11): 48-52.
- [2] 吴良超, 吴军荣, 刘赞. GIS 技术在数字管道系统中的应用研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(4): 57-60.
- [3] 张昀, 李朋江, 段晓云, 等. 天然气生产管网数字化管理技术开发[J]. 石油化工应用, 2011, 30(8): 53-55.
- [4] 刘毓. 气电集团天然气管网数字化技术研究与应用[J]. 中国化工贸易, 2013(6): 36-38.
- [5] 马栋. 基于 ArcGIS Engine 的城市管网信息管理系统的研究与实现[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2007.
- [6] 杨伯刚, 龙家恒, 刘志祥. 北京市综合管网信息系统的建立[J]. 北京测绘, 2004(2): 4-7.
- [7] 肖中胜, 陈凌. 基于 GIS 的城市供水管网信息系统[J]. 国外建材科技, 2006, 27(3): 81-84.
- [8] 王琦. 大庆城市天然气管网 GIS 系统设计[J]. 中油规划设计, 2013, 24(4): 41-43.
- [9] 周龄. 三维 GIS 在敖汉旗城市管网系统中的应用[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2015, 31(2): 56-57.
- [10] SCADA(监控与数据采集)软件系统的设计与开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [11] 李兴国. 数字化管道测量数据采集[J]. 中国水运(理论版), 2006, 4(6): 128-130.

[编辑] 黄鹂

**Hans** 汉斯

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [jogt@hanspub.org](mailto:jogt@hanspub.org)