

# 3D-GIS 和移动互联技术在第三方交叉管线管理中的应用探讨

郭 锋 (中国石化销售股份有限公司华中分公司, 湖北 武汉 430000)

**摘要:** 本文在分析油气长输管线安全隐患的基础上, 提出油气长输管线管理的难点之一是第三方交叉管线的管理。在分析第三方交叉管线管理现状基础上, 从信息化的角度出发, 采用 3D-GIS 及移动互联技术, 构建三维可视化信息平台, 为管线路巡查、管线安全排查、管线改线设计、应急指挥提供一套全方位、立体、实时、高效的解决方案, 使长输管线的安全性、完整性得到了进一步保障。

**关键词:** 3D-GIS; 移动互联; 第三方管线交叉; 管线探测; 辅助决策

## 1 引言

在经济建设快速发展的今天, 人们对于石油、天然气的需求与日俱增, 而油气产地、炼化企业及消费中心往往相距位置较远远, 需要采用长输管道进行油气输送, 发挥其“操作成本低、损耗小以及高稳定性和安全性”等优点。长输管道在运行过程中, 容易因管道本体内外腐蚀、附属设施本身生产质量、施工不当、第三方破坏及自然灾害等因素引发安全事故。例如: 2013 年 11 月 22 日, 位于青岛市黄岛区秦皇岛路与斋堂岛路交汇处, 中国石化管道储运公司潍坊输油处原油输油管道与排水暗渠交汇处管道腐蚀减薄、破裂造成原油泄漏, 泄漏原油进入市政排水暗渠, 在形成密闭空间的暗渠内油气积聚遇火花发生爆炸, 造成重大生命财产安全事故。该典型事故与城市市政管网紧密相关, 因此, 为维护国家能源安全、公共安全, 加强油气管道安全保护, 尤其是对第三方交叉管线管理工作刻不容缓。2014 年 6 月 3 日, 国务院办公厅发布《国务院办公厅关于加强城市地下管道建设管理的指导意见》, 明确要求开展普查工作, 建立完善信息管理系统。

近年来, 随着三维地理信息系统 (3D-GIS)、移动互联及管线探查建库技术的快速发展, 为管线管理提供强有力的技术保障, 大大提高管线运行管理效率; 同时, 移动互联技术有着随时、随地、随身的优势, 应用于管线运行管理中可节省大量的人力和物力成本。本文就 3D-GIS 技术和移动互联技术在第三方交叉管线管理中的应用进行分析、探讨; 本文中的第三方交叉管线是指与长输油气管道距离较近的平行或交叉其他管线。

## 2 探讨的必要性

油气长输管道是输送石油、天然气和成品油等能源的重要运输手段, 已成为继公路、铁路、水运之后第四大油气能源运输方式。长输管道避免不了从城市、集镇、学校、工厂、道路等周边或内部区域的地下穿过。这些区域有大量的市政管网, 多种权属单位的管道集中在一起, 相互影响, 安全距离不足和频繁的管道施工, 安全风险管控难度大, 极易对长输管道及其他管道造成破坏, 造成重大灾害事故。但长期以来, 长输油气管道企业只对企业的自身管线进行安全管理, 而对周边的第三方管线没有采取有效的手段进行管理和监控。

### 2.1 第三方交叉管线资料现状

长输管线周边环境资料收集工作甚微, 对周边的市政设施停留在看得见的部分, 记得住的地方; 部分资料仅储存在某几个管理人员或建设人员的记忆中。表现为:

略知己: 未获得电子管道数据前, 对自己管道的分布情况掌握在部分“人的大脑”中;

不知彼: 对成品油长输管道周边其他管道基本不知;

概知表面: 对地面的水系、道路、桥涵看得见, 大概了解;

不知地下: 对地下暗渠、沟道、管道等属性参数不知。

### 2.2 第三方交叉管线影响分析

城市建设导致长输管线与市政管线近距离平行或交叉, 这些区域一般地下管线密集, 空间位置关系复杂, 种类繁多, 各种管线互相影响。具体表现在以下方面:

#### 2.2.1 市政管线对长输管线影响

##### 2.2.1.1 施工

市政管线是城市的“生命线”, 多种权属单位的管线往往集中在一起, 施工维修工作频繁, 容易因施工对长输管线造成破坏。

##### 2.2.1.2 腐蚀

附近市政管线带有的杂散电流、或者市政管线泄漏带来的液体、气体通过近距离渗透等来腐蚀长输管线, 造成隐患。

##### 2.2.1.3 事故

市政管线近距离发生爆炸、塌陷等极端事故, 其能量会波及长输管线安全。

#### 2.2.2 长输管线对其他管线影响

长输管线对周边市政管线影响是相互的, 当长输管线在出现泄漏、挤压 (压力)、爆炸、施工时, 对近距离市政管线及设施也同样会对其产生腐蚀和破坏, 对周边环境如土壤、水域、居民也会发生不可预估的影响。

### 2.3 第三方交叉管线管理现状

现阶段管线企业对于长输管线的管理, 普遍采用传统的 CAD 制图加属性数据库的管理模式建立的二维地理信息数据库, 属性数据和空间数据无法完整地配合使用, 不利于数据的综合利用, 是一种二维 GIS 的管线管理系统。

而对于第三方管线, 由于权属问题, 缺乏资料, 管理具有抽象性和不可见性, 涉及方方面面问题很多, 具有复杂性。

针对第三方交叉管线管理, 二维图形无法表现管线之间的空间关系, 有些管线上起伏, 与地面垂直的一段管线在平面图上只能以一个点与相应标记来表示, 视觉效果不直观, 无法现场分析可能存在的风险因素, 给管理提供的技术依据还不够充足, 效率不高。因此, 需要一种新的技术手段来保障工作的高效开展。

## 2.4 第三方交叉管线管理技术支持

### 2.4.1 3D-GIS 技术

三维地理信息系统（简称 3D-GIS），是以计算机的硬件和软件作为依托，以空间数据库技术作为基础，对三维空间数据加以科学的分析和处理，为决策、规划和研究、管理提供逼真信息的一项全新的技术。与二维 GIS 相比，3D-GIS 技术利用三维可视化技术对空间地理信息进行展现和分析，给人以更为真实的感受。建立 3D-GIS 数据系统，实现对管线在线、再现的管理，为管理决策提供更有利的帮助。

### 2.4.2 移动互联网技术

移动互联网技术是指通过无线终端（如手机、PDA 等）和无线网络的配合，确定移动用户的实际位置信息（经纬度坐标数据），从而提供用户所需的与位置和方向相关的增值服务。移动互联巡查客户端系统实现对巡查线路以及沿线附属设施的发现故障位置的精确定位，并利用移动数据网络技术，将位置信息、现场照片及事件描述的语言信息发送到监督调控中心的服务器，由服务器进行解析和归档监控人员通过对接收信息的分析，可作为实时指挥现场处理或调动抢修、其他技术力量的依据，便于快速、准确的处理问题。

### 2.4.3 管线探查建库技术

管道的探查建库分地上部分和地下部分，主要技术如下：

①地上部分主要采用图纸建模、lidar 技术和倾斜摄影技术完成，图纸建模主要是根据实地测量成果、施工图纸，在专业的软件上对地表建筑物进行再现，构建现实空间，这种建模适用于小范围的建模；lidar 建模技术采用机载车载 lidar，对第三方交叉管线地面场景进行扫描，在专业的软件下进行信息提取、构建，展示现实空间，这种建模技术适用于道路周边场景建模；倾斜摄影建模主要采用影像像素匹配技术，通过自动相关、提取边缘特征，展现三位空间，这种建模技术适用于大范围的建模；②地下部分建库主要采用管道探查技术完成，管道探查是采用探测和调查等手段，对长输管道以及处于高后果区的地下综合管道的基础信息探查、隐患排查和高后果区划分，排查和分级原则按相关设定要求进行。基础信息应按照相关技术规程进行探测，重点掌握管道的管径大小、位置关系、功能属性、产权归属、运行年限等。通过对长输及地下交叉管道探测，获取位置和属性数据，达到摸清长输管道及周边市政管道的种类及其位置、深度、管径、走向、材质、建设年代等属性数据；从而建立高后果区数据库，识别高后果区风险变化情况，做到知己知彼；③管道探查建库应达到以下五个方面的目标：一是完成所辖管道数据采集、校验、入库工作，由分散、纸质化向集中、数字化转变，建立起完整的管道数据库；二是实现地下管道三维可视化，使地下管道相互关系直观明了；三是为管道管理信息系统提供基础数据，实现管道的生产运行管理由相对独立向共享协同转变；四是指导制定应急预案，资源调配由局部优化向整体优化转变；五是通过信息系统，从基本数据的管理到预防型管理再到预知型管理，指导企业如何识别风险、消

除隐患，持续改进，保障管道安全。

## 3 管线管理信息系统建设

### 3.1 框架设计

#### 3.1.1 技术路线

采用具有国内完全自主知识产权的 3D-GIS 平台，研究开发 3D-GIS 应用辅助决策第三方交叉管线管理系统，对第三方的探测数据建库，将空间地理信息与虚拟现实基于一个平台实现，通过内容综合、形式统一的空间数据库，统一采集存贮和管理二维、三维地理信息及管网三维模型，充分融合了二维地理信息与三维地理信息的优势，结合互联网技术，实现地上、地下，现场和后方管网大场景站线的一体化显示与管理。

#### 3.1.2 技术架构

系统将大范围空间地理信息、管线业务数据与精细三维模型有机融合，搭建多层次结构平台，平台层包括数据组织管理、引擎层、基础服务层、通用功能模块与典型应用模块。

##### 3.1.2.1 数据组织管理

实现平台数据的组织与管理，为应用层提供有效的数据支撑。

##### 3.1.2.2 引擎层

实现虚拟现实技术、空间 GIS 技术及模拟仿真技术的有机融合，能够以二 / 三维的方式进行地理信息的显示。

##### 3.1.2.3 基础服务层

为基础应用及二次开发提供显示、计算、数据与系统管理服务。

##### 3.1.2.4 通用功能模块

提供通用功能组件，包括漫游浏览、场景管理、空间分析、数据查询、数据管理。

##### 3.1.2.5 典型应用服务模块

典型应用服务模块是为具体业务应用提供支持，包括管线漫游、管线分析、监测报警等应用服务。

系统总体技术架构如图 1 所示。

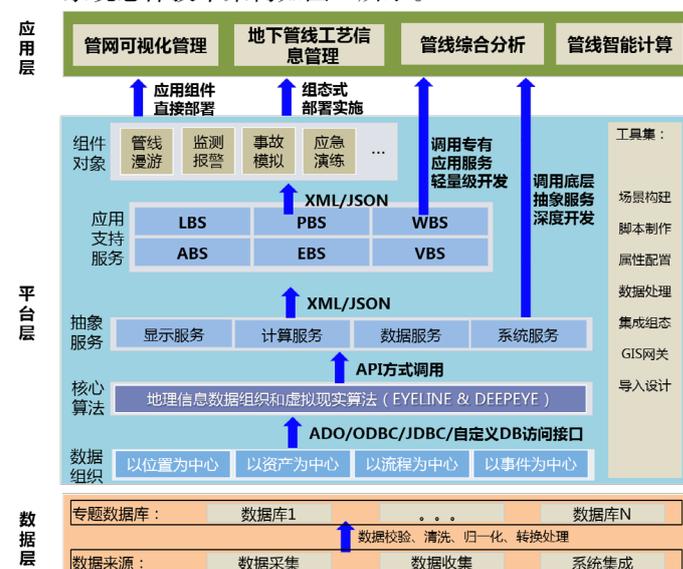


图 1 系统总体技术架构图

### 3.2 核心技术

第三方交叉管道三维信息系统建设及展示方案中采用

了以下几项国内外先进和领先的信息技术：

### 3.2.1 三维引擎平台

在构建 3D-GIS 应用管线管理系统时，若完全由自己独立开发，难度大，开发周期长，并且稳定性和可靠性难以保证。一般选用在行业内有成熟应用的 GIS 平台做研究开发，研究中选用自主 3D-GIS 平台“睿-PLAT”作为开发平台，进行业务应用研究与功能开发。

平台核心技术模块结构包括：

#### 3.2.1.1 核心控制与管理模块

DE-CIO 与 DE-DOMO 是整个平台的核心控制与管理模块，是平台其他产品模块构建的基础。DE-CIO 提供海量数据分发管理 DDM (Data Distribution Management)。DE-DOMO 提供网络智能负载、部署、管理服务。

#### 3.2.1.2 满足管线大数据量使用需求的组件

针对性的产品组件 DGW、DE-Planet、Engineer，实现对管线全生命周期大数据量的各类数据转化录入、数据组织管理、业务逻辑维护管理等。

#### 3.2.1.3 满足管道超大范围显示与细节精细刻画的显示需求组件

针对性的产品组件 DEEPEYE、Director、DE-Gardener，满足对管道业务既有大范围场景实时渲染，又要求细节精细刻画的显示需求。

#### 3.2.1.4 满足海量运营数据和业务扩展需求的组件

DE-DWG 产品组件，为数据和业务扩展提供开放性的接口服务，满足后续数据更新和业务扩展提供支撑。

该平台核心技术模块结构如图 2。

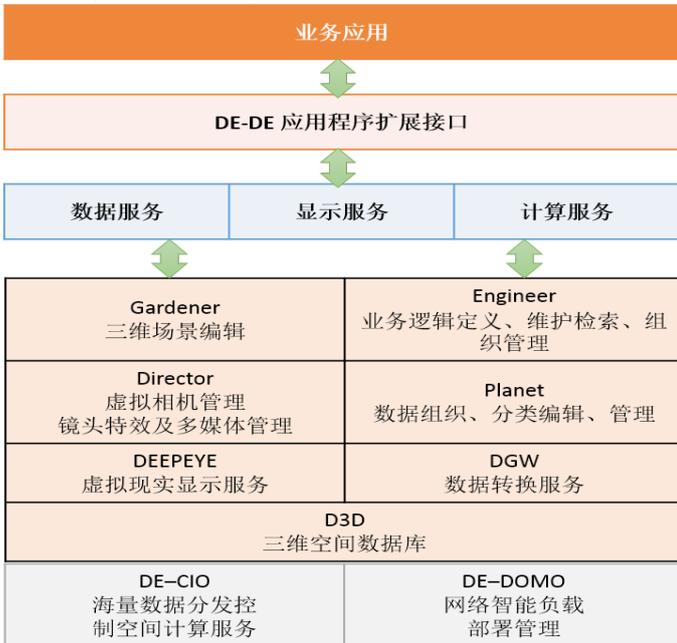


图 2 3D-GIS 平台核心技术模块结构图

### 3.2.2 实时渲染技术

长输管道与市政交叉管道的分析及展示，基于智能化管道管理系统平台，为保障数据分析流畅的三维运行效率与显示效率，采用综合影像金字塔模型、模型加载网格优化、可见性裁剪、自适应渲染等技术，并采用动态加载、分层次细节 (LOD) 等优化机制，构建交叉地带地上地下三维模型。大范围三维场景实时渲染技术结构如图 3。

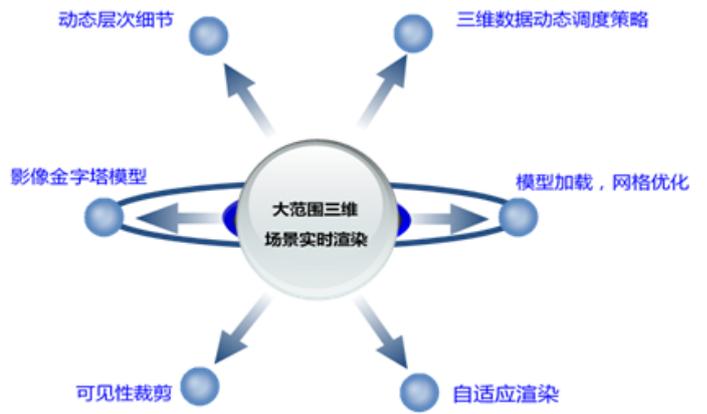


图 3 大范围三维场景实时渲染技术结构图

### 3.2.3 大数据存储检索优化技术

长输管道与市政交叉管道在管道沿线密集分布，涉及线路长、地域广、点位多等特点，管理过程中需要提升其检索效率，达到快速分析、提供辅助决策数据的要求，因而利用大数据存储检索优化技术，定制多类专用数据格式，包括三维模型数据、GIS 数据、属性数据等信息，这些数据经过转码与解码，保障数据质量与可视化展示效果的前提下，极大程度缩小存储空间，提升整体效率。主要采用以下技术实现海量数据的存储检索与优化：

- ①合理的逻辑组织，分散的物理存储；②设计索引；③分类拆分数据量大的表；④数据操作的优化；⑤避免长事务；⑥适当超前。

### 3.2.4 空间 GIS 与精细三维模型融合技术

长输管道与市政交叉管道的管理应用要同时支撑大范围宏观管理的管道业务与复杂精细的库站业务，采用地理坐标与虚拟现实坐标的转换匹配技术、多精度地景影像无缝融合技术，实现了宏观地理信息与微观精细管道及附属设施模型无缝融合，实现了大场景下细节的真实、精细显示。

### 3.2.5 基于业务应用的三维显示特效技术

为更贴合实际业务应用，利用三维显示特效技术，支撑相关业务。利用 VRML 创建三维虚拟空间，实现如存在感、多感知性、交互性、动态显示、立体感等功能，达到在虚拟场景中进行物件交互操作应用要求，第三方交叉管线三维显示技术如图 4。包括：

- ①透明虚化三维表现技术；②地景隐藏技术；③空间分析技术；④实时阴影技术；⑤凹凸贴图技术；⑥视差遮挡贴图技术。

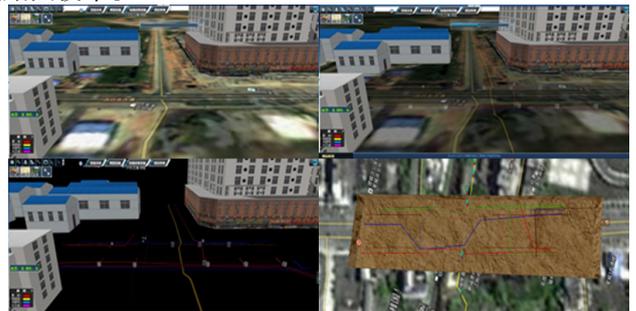


图 4 第三方交叉管线三维显示技术

### 3.2.6 地下管网三维构建与超现实表现技术

市政地下管网与输油管道纵横交错，数据量较大，日

常需要不断更新和维护管网信息，包括管道管径、走向、位置关系、功能属性、产权归属、运行年限、附属设施等信息。从这一实际情况出发，如果采用全三角面建模的方法，将无法实现灵活的地下管道空间关系维护，更无法植入管道真实联通关系，导致三维场景变成“死场景”和“空架子”，无法提供空间计算及分析功能。为解决此类问题，研究利用数据预加载和分拣技术、基于真实数据的管道三角面构型技术，实现对管道空间位置关系表现及管道构型展示要求。地下管网三维构建技术如图 5。

### 3.2.6.1 数据预加载和分拣技术

实现将探测的数据要素直接转换为三维空间要素，实现管道空间三维场景的半自动生成，使得地下管道模型由空间结构、点位和路由组成。

### 3.2.6.2 基于真实数据的管道三角面构型技术

依据点序生成管道，且在生成管道后通过调整特征点或者增加测点来改变管道的走向、水平角、俯仰角以及长度等，实现管道半自动构型。

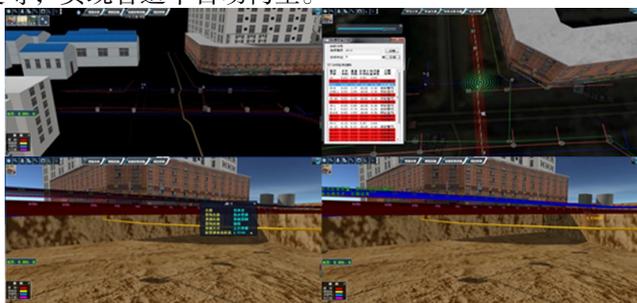


图 5 地下管网三维构建技术

## 3.3 主要功能

### 3.3.1 管网可视化管理

系统在三维地理信息系统建立的三维场景基础上，根据第三方管线施工图纸、竣工图纸，土建图纸、管线装配图纸以及管网探测数据等，对第三方管线进行建模，实现地下管线三维可视化展示。

地下管线包括电力线，给水管道，排水管道，热力管道等，每类管道包括不同介质管线和附属设施，系统可对地面进行消隐处理，以加亮、闪烁等动态方式展示地下管线，可直观查看各管线空间相对位置关系、管线交叉情况等，地下管线纵向交叉示意图如图 6。

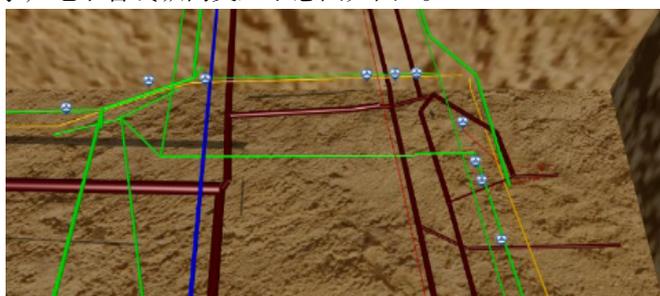


图 6 地下管线纵向交叉示意图

#### 3.3.1.1 地面半透查看

为了保证管线的安全，很多第三方管线埋藏在地下，为了详细的查看埋藏在地下管线的信息，需要对地面做半透处理，通过调节地面半透面板，对埋地管线以上的地表进行虚化直至全部隐藏，进而更清晰的查看埋地管线的分布情况，如图 7。

#### 3.3.1.2 管线剖切查看

系统可对局部地面进行剖切查看，通过剖切影像数据，查看埋藏于地下的第三方交叉管线真实情况，如图 8。



图 7 地面半透查看



图 8 剖切查看管道设施及数据

### 3.3.2 地下管线工艺信息管理

第三方管线包括电缆，光缆，生产给水管道，消防水管道，绿化水管道，循环热水管道，污水管道等不同介质管道，系统可提供以不同颜色来区分显示不同介质。

系统支持按地下管道内不同介质对管线进行查询，并以加亮、闪烁等方式动态展示，如图 9，图 10。

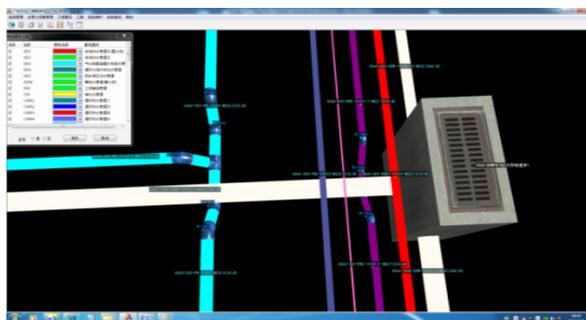


图 9 不同介质管线示例图



图 10 电缆光纤示例图

### 3.3.3 管线距离分析

系统可计算主管线指定范围内与第三方管线的垂直距离和水平距离是否符合标准，并进行差异显示，如图 11。

### 3.3.4 管线现场信息在线管理

构建移动端系统后，移动端通过使用 GPS 姿态传感器技术与系统联通，可实现高准确度定位，高准确度的时间传递。现场作业人员持移动设备到现场作业的过程中，可快速准确的定位到地下管线、光缆，并实时获取相关的埋

深等属性信息以及管线光缆的分布情况，可大大提高现场作业人员的工作效率。

同时，对于系统中没有或不准确的数据，在施工过程中可及时获取现场相关图片、数据信息并上传到系统中进行补充纠正，为后续工作的开展提供便利。如图 12、图 13。



图 11 管线距离分析



图 12 实际管线



图 13 移动设备查看的管线

### 3.4 应用探讨

#### 3.4.1 管线线路巡线



图 14 移动设备巡检管线

手持终端可借助 GPS、基站、Wi-Fi 和传感器信息，实现高精度的混合定位服务。巡检人员携带智能终端到达现场后，系统可根据定位信息向巡检人员自动推送当前管段的长输管线信息及附属设施数据，由巡检人员逐一检查并完成在线上报。在巡检过程中发现问题，巡检人员可通

过手持防爆巡检终端，及时将现场图片或视频及时上传，实现管线巡检全过程的规范化、数字化和可视化管理。同时，巡检指挥人员可在后台中心查看每位巡检人员的实时位置及作业状态，并可实时发送指令及作业要求，实现高效协作。如图 14。

#### 3.4.2 管线改线辅助规划设计

如图 15、图 16 所示，所探查的某处管线与建筑物距离小于 5m，需要对管线进行改线，通过现场测量和三维建模，利用系统进行改线设计，更加直观准确。利用此功能在对长输管线改线方案提供了决策支持，大大节约管道改线成本。

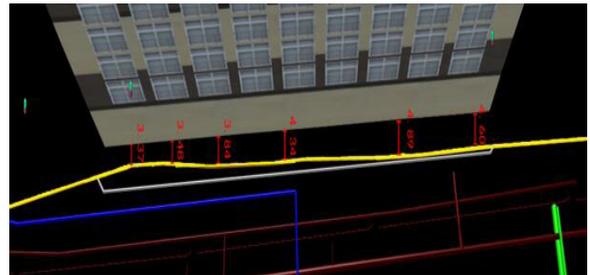


图 15 系统中测量管线距离建筑物的距离

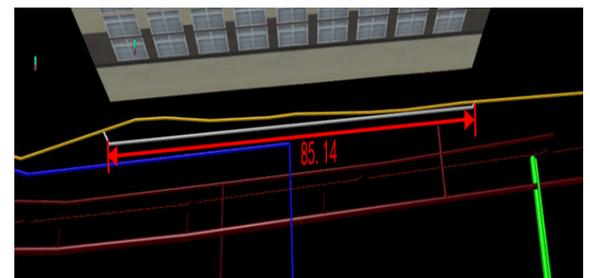


图 16 根据三维测量结果进行改线设计

#### 3.4.3 管线隐患排查及应急辅助决策



图 17 输油管线穿越市政道路走向情况

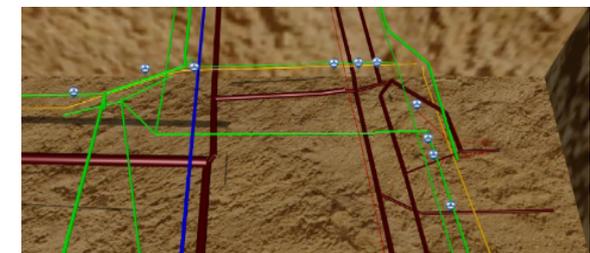


图 18 通过系统剖切开地面后查看地下管线交叉情况

如图 17 所示，所探查的某段输油管线穿越城市市政道路，周边市政管线存在 104 个第三方管道交叉点，测区内存在输油长输、电信、天然气、自来水、电力、路灯、雨水、污水、交通 9 种管线。本段交叉管线管理要关注对象，如图 18：测区与输油管线平行敷设直径 1000mm 以上的排水管、距离很近的天然气管线等。这些第三方管线信息通过系统进行三维可视化构建，更加有针对（下转第 118 页）

工作量降低,还可以有效保障数据资料的安全性以及可靠性,数据资料分析结果的准确性也必然会得到一定程度的提升。综合分析可以发现,我国油田企业在加强动态监测措施建设的同时,还需要加强管理方式建设,只有通过该种类型的措施,才能对获取的资料进行合理的应用,此时的动态监测工作才有实际性的意义。

### 2.3 分层测压应用分析

为了可以使得油田企业更加了解地层之中的变化情况,工作人员需要对动态监测资料进行合理的选择,最终实现压力、渗透率以及物性分析的目的,这主要是因为在进行原油开发作业的过程中,所产生的数据量以及数据类型都相对较多,并不是所有的数据都具有分析以及应用的价值,为了可以使得数据分析效率得到提升,必须对有价值的数据进行合理的选择。在另一方面,目前的研究结果表明,原油的开采效率与地层中的压力变化情况以及渗透率变化情况之间都具有一定的联系,其开发效率还将会受到外界环境的严重影响,例如在开发作业的过程中,非常容易出现套损问题,一旦出现该种类型的问题,必然会使得原油的开发效率以及开采量都得到一定程度的降低,出现套损问题的原因相对较多,其主要原因在于地层中的孔隙分布情况十分不均匀,这使得套管在使用过程中的受力也十分不均匀,进而容易出现损坏性问题,为了防止出现该种类型的问题,工作人员可以使用动态监测资料,对地

层中不同位置处的压力数值进行全面的监测及记录,在压力数值出现异常以后,及时分析原因,并制定合理的措施,以此保障油田生产作业可以安全高效的进行。由此可见,通过加强动态监测的措施,还可以及时发现油田生产作业中存在的问题,以便及时采取合理的措施,防止出现开发风险事故。

### 3 结论

综上所述,在进行油田开发作业的过程中,加强动态监测工作十分关键,其主要可以对地层中的相关数据资料进行全面的采集以及分析,及时了解地层中的变化情况,并及时调整开发方案,保障油田生产作业的安全性以及稳定性,由于动态监测对于油田的发展十分关键,因此,未来需要加强该领域的研究以及推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 陈洪明. 基于油田开发动态分析中油水井动态监测资料的应用效果分析 [J]. 中国战略新兴产业, 2018(30):66-67.
- [2] 马淑云. 浅析油田开发数据在动态分析中的应用 [J]. 内蒙古石油化工, 2017(03):42-43.
- [3] 顿亚新, 陈代鑫. 油水井动态监测资料分析与应用简析 [J]. 化工管理, 2016(17):49.

#### 作者简介:

徐金华 (1983-), 男, 山东临朐人, 工程师, 从事油田开发工作。

(上接第 116 页)性的对有安全隐患的管线进行排查和安全监管,对管线安全应急提供辅助决策支持。

### 4 结束语

某企业在对成品油长输管线共计 1452km 线路进行初步勘查后,有针对性地选择 35 处区域内地下所有管线(包括长输管线和第三方案线)详细探测,形成了规则的数据格式,建立了数据库,建立了三维可视化的信息管理系统。通过相关管线类别、距离、材质、建设年代等数据分析,识别安全隐患;为管线选线、改线提供支持性决策方案;为应急预案提供数据支持;通过移动互联实现在线、现场再现,实现移动智能巡查等功能。

3D-GIS 和移动互联技术在第三方交叉管线管理中应用实践的成果和经验,在油气长输管道安全管理等方面成效显著。当前国家正在进行开展城市地下综合管廊建设试点工作和智慧城市建设,3D-GIS 和移动互联技术相结合的管线管理可以广泛应用于地下综合管廊建设管理和智慧城市,提供科学分析决策,统筹各类市政管线规划、建设和管理,有利于增加公共产品有效投资、打造经济发展新动力及智慧城市建设,服务民生,培育新产业,带动相应市场快速发展并提高科学管理水平。

#### 参考文献:

- [1] 张静, 马英利. 三维 GIS 在油气集输系统中的应用 [C]. 中国管道完整性管理技术交流暨标准宣贯大会, 2011.

- [2] 张宏. 解读黄岛事故调查报告, 落实管道完整性管理 [J]. 油气储运, 2014, 33(11):1171-1173.
- [3] 姚鹏君. 三维地理信息系统在长输管道中的应用 [J]. 工业, 2016, 3(3):181.
- [4] 姚小静, 朱元东, 孙向荣. 油气管道与城市管网交叉风险识别及解决措施 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 2015, 32(5):61-63.
- [5] 周京春, 王贵武, 白立舜. 移动 GIS 技术应用于城市管线探测的研究与探索 [J]. 测绘通报, 2012(6):81-83.
- [6] 倪志, 康停军, 古敏聪, 张新长. 基于移动 GIS 的地下管线应用的设计与实现 [J]. 测绘与空间地理信息, 2016, 39(7):34-35+38.
- [7] 陈应祥. 三维 GIS 建模及可视化技术的应用研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2007.
- [8] 吴慧欣. 三维 GIS 空间数据模型及可视化技术研究 [D]. 西安: 西北工业大学, 2007.
- [9] 李东骏. 三维地理信息系统在油气管道上的应用 [J]. 办公自动化杂志, 2014(10):387-389.

#### 作者简介:

郭锋 (1979-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 湖北武汉, 学历: 大学本科, 职称: 工程师, 研究方向: 一直从事信息化工作, 负责信息系统建设、应用及运维工作。