编辑语：为与国际管道建设先进技术接轨，2004 年初中国石油天然气集团公司将“数字化管道”确定为新技术发展的重点项目。通过数字化管道的建设，可以提高勘察设计水平，实现科学、规范的项目施工管理及运营管理，给管道建设与管理带来革命性的变化。现推出“数字化管道建设技术”专题以飨读者并促进此项技术的发展。

管道工程勘察设计的数字化应用

陈　静，秦兴述

（中国石油工程设计有限公司西南分公司，四川 成都 610017）

摘　要：管道工程勘察设计数字化即是在管道工程的全过程中按照 3S 技术的要求建立管道工程要素、空间要素、环境要素数据库，全面实现油气工程管理。勘察设计管理系统是管道工程数字化的子系统，也是采集数据最多、采用 3S 技术最全面的核心部分。它搭建了系统运行的基本平台和运行框架，同时也规定了其他子系统数据标准和数据接口。

关键词：管道工程；数字化应用；运作模式

文章编号：1006-5539(2005)03-0001-04　　文献标识码：A

0　概述

2004 年中国石油天然气集团公司将数字化管道确定为新技术发展的重点项目。所谓数字化管道即是在管道勘察设计、施工管理及运营管理过程中，全面实现以先进的 3S 技术（卫星遥感 RS、卫星定位 GPS、航测成图的地理信息系统 GIS）和 4D 数据（地理信息数据：数字正射影像图 DOM、数字栅格图 DRG、数字高程模型 DEM 和数字线划图 DLG）应用为标志的全数字化管理[1]。

“数字化管道系统”包含了“管道勘察设计系统”、“管道施工建设管理系统”、“管道运营管理系统”三个主要组成部分，其核心是“管道信息数据库”。管道勘察设计系统包含了地质勘测、工艺、阴保、土建、通信等专业子系统，各子系统所产生的信息包括管道周边人文、地理、气象、水文、地质、勘测、遥感信息，各专业二维、三维设计图纸、文件，以及设备材料信息等，这些信息组成了设计信息数据库。管道施工建设项目管理系统包括施工管理、物资管理、进度费用管理、文控管理、HSE 管理。管道运营管理系统是一个多个系统集成起来的复合系统，其中包括了前两个阶段产生的“竣工系统”，也包括了 SCADA 子系统、管道资源管理及管道风险管理子系统。

目前，全国多个管道工程已全面采用多数据源卫星遥感影像、航空摄影测量遥感技术以及 CAD 技术进行工程设计，积累了大量的数字化成果，这些数字化成果为全面实现管道设计、施工和运营的数字化管理奠定了良好的基础。

勘察设计数字化是实现管道工程数字化的基础，它对于全面提升勘察设计水平，更新勘察设计、施工及运行管理理念、建设高效优质工程并提供决策支持和社会服务都将起到非常积极的作用。本文仅就管道工程数字化勘察设计子系统的应用进行探讨。

收稿日期：2005-04-01；修回日期：2005-06-13

作者简介：陈　静（1973-），男，重庆人，工程师，学士，毕业于石油大学（北京）储运专业，主要从事天然气储运设计与研究工作。电话：（028）86014303。

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1 勘察设计数字化的必要性

1.1 传统勘察设计方式的局限

传统的管道工程勘察设计基本沿用野外作业手段和图纸形式，数字化程度相对较低。存在的不足之处主要表现在：

• 传统设计中，Auto CAD 形成的设计成果仅具有视觉上的意义，不能统计、分析、查询管道自身各种属性以及相关联的空间、环境要素；

• 勘察设计作业时间长、成本高，受外部环境影响较大；

• 设计成果时效性差，数据的可交换性和通用性差；

• 设计成果存放不便，图纸易破损造成数据丢失；

• 设计成果的修正完善程序繁琐、更新缓慢，应对施工现场情况变化的应变能力差。

1.2 数字化勘察设计的优势

数字化技术的应用将给传统的勘测设计带来革命性的改变：

• 可提供高精度、高拟真、高时效性的设计图纸和电子数据；

• 赋予设计成果中工程主体及其相应空间和环境要素的属性存在，以此为基础进行互动式统计、查询、分析、修改等工作；

• 大大拓宽计算机辅助设计功能，为管道建设工程提供整体解决方案；

• 可利用航摄资料、卫星遥感影像实现管道工程的真实三维环境再现，对工程地质、水文地质状况进行解释处理，既便于优化线路路由、场站选址，又能在设计过程中进行快速计算、统计，具有一定的分析判断功能；

• 可以将 SCADA（监控与数据采集系统）、MIS（信息管理系统）和 GIS（地理信息系统）等技术集成应用在一起，使其成为集数据采集、建库管理、计算机网络于一体的自动化管理平台。

2 勘察设计数字化应用的可行性

2.1 成本降低

航测基本不受地区类别限制，还包含有许多后续开发价值。航测制图可做到一次投入，多次使用，包括可研、初详测，可根据需要制作多种比例尺、各种规格样式的设计图纸。

2.2 技术成熟

卫星遥感影像分辨率提高，如美国 Quick bird 空间成像分辨率可到达 0.61m，成像幅宽达到 16.5 × 16.5 km，SPOT－5 卫星成像分辨率可达 2.5 m。

2.3 支撑平台先进

ArcInfo、MapInfo 及国内的 IMAGIS 三维可视化地理信息系统，VirtuoZo 全数字摄影测量系统软件等功能强大，能实现与 MIS 实现无缝连接。

3 勘察设计数字化的应用方案

3.1 数字化应用的数据类型和流程

3.1.1 数字正射影像（DOM）

有中低分辨率航天遥感正射影像（如 SPOT、ETM＋、CBRES 等）和高分辨率航天遥感正射影像（如 QUICKBIRD）及航空遥感正射影像，中低分辨率遥感数据用于工程初期地形、地貌分析和管道选线；高分辨率遥感数据用于工程实施中管道定位。

3.1.2 数字栅格图（DRG）

包括多比例尺地形图。

3.1.3 数字高程模型（DEM）

满足需求比例尺的 DEM 数据。

3.1.4 其它栅格数据

如土地利用图、城市规划图、植被覆盖图等。

3.1.5 管道信息

管网、管段、管线、桩位、场站及相关设施。

3.1.6 基础地理信息

行政境界、居民点、道路、注记等。

3.1.7 专题数据

城市规划、水文、植被、交通、灾害地质、地震断裂分布。

3.1.8 工程勘察设计文档

勘察设计文件与设计参数等。

图 1 描述了勘察设计阶段数据处理和传输过程，也描述了与其他子系统交换数据的过程[2]。

3.2 数字化应用的系统平台和运行框架

图 2 对勘察设计过程中数字化应用的系统平台

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和运行框架进行了描述。

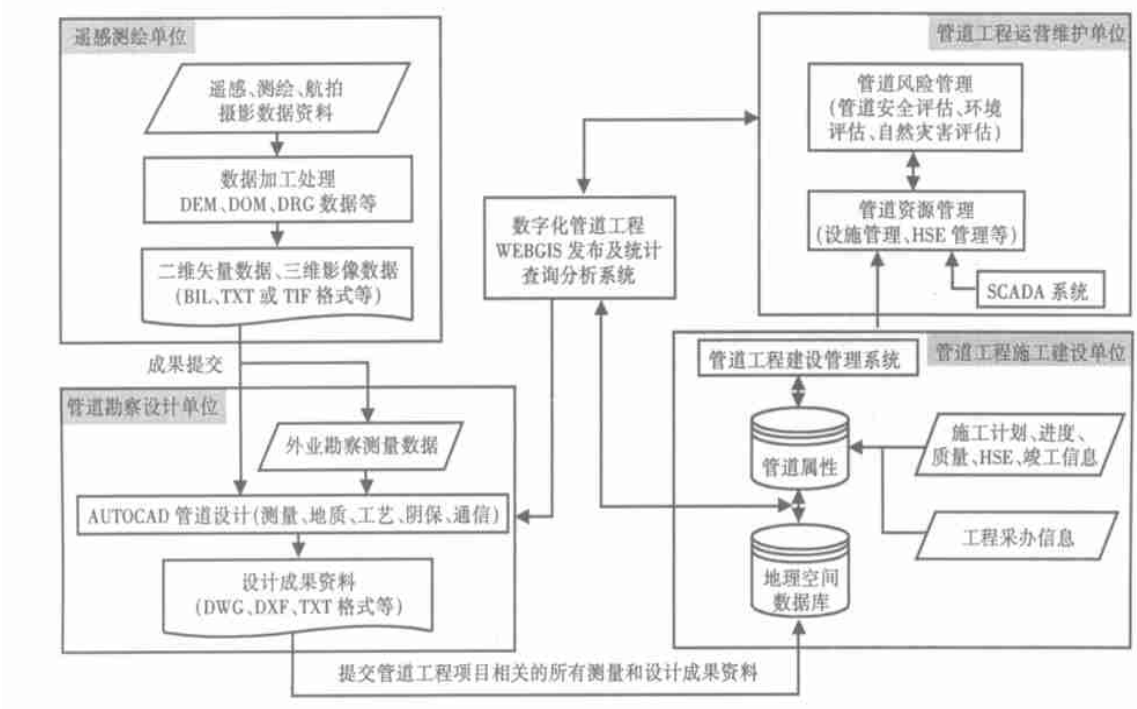

图 1　工作数据流程图

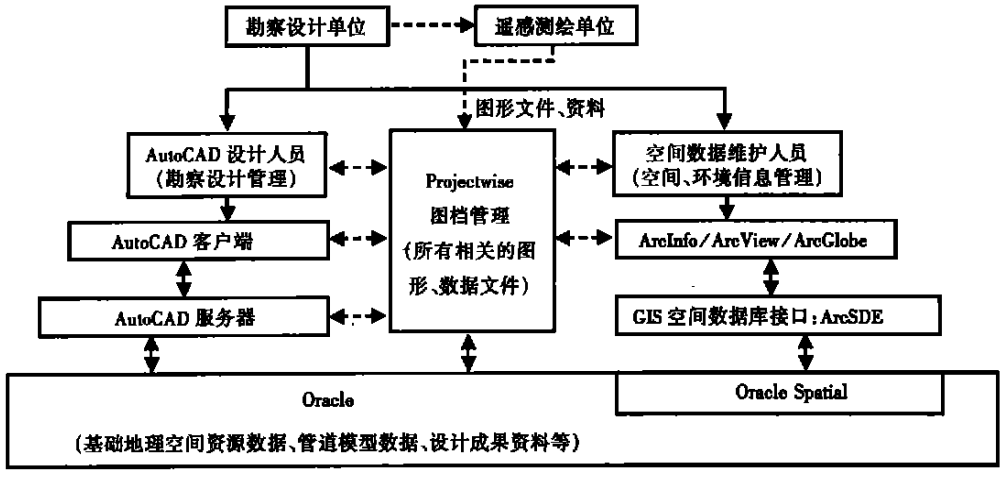

图 2　系统运行流程图

数据库管理软件采用 Oracle 9i 版本，它是最新最先进的数据库产品，具有灵活的 Client/Server 结构、增强的 Internet/Intranet 功能、丰富的开发工具、安全可靠的机制等特点，是当前使用最为普遍的大型数据库管理软件。

Oracle Spatial 是 Oracle 公司推出的空间数据库组件，通过 Oracle 数据库系统存储和管理空间数据。

Bentley ProjectWise 提供了一个工程内容管理协同合作的平台。

ARCGIS 是众所周知的应用最为广泛的地理信息系统软件，具备强大的图形管理功能，空间数据库引擎 ARCSDE 能够与大型数据库软件 Oracle 连接，实现图形、属性的统一管理，使系统具备大型图形、属性数据库管理功能。ARCGIS 还提供丰富的开发工具，其 ArcObjects 组件具备良好的开放性和可扩展性，以此为基础进行二次应用开发的系统，不仅能够满足空间数据管理的需要，而且还可以与日常业

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

务办公流程相结合，使系统真正成为用户处理日常业务和进行职能管理的有效工具，满足系统的要求。

3.3 数字化应用的功能子系统

根据系统的功能实现目标可分为下列子系统：

3.3.1 数据采集子系统

数据采集对象包括工程模型中各种要素如勘察设计参数、管道所处的空间信息和环境信息。

3.3.2 要素编辑子系统

实现要素定义、删除、图形编辑、属性编辑。

3.3.3 查询统计子系统

用要素的空间特征和属性特征查找符合条件的要素，并根据查询结果进行统计、制作报表、专题图。

3.3.4 要素分析子系统

将要素归纳为点、线、面类型，分析要素的空间关系(例如：重叠、包含、相邻)，完成对要素的空间运算。

3.3.5 文档管理子系统

实现文档的归档、检索、权限控制、编辑历史、同步更新、输出功能。

3.3.6 输入输出子系统

实现与其他系统的数据交换接口。

3.4 数字化应用的设计成果数据库

图 3 列出了勘察设计过程中的数据库类型。

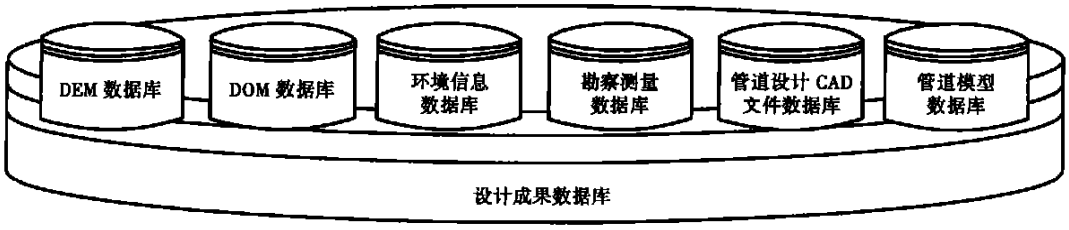

图 3 勘察设计数据库

4 勘察设计数字化系统的运作模式

4.1 战略合作优势互补

3S 技术(卫星遥感 RS、卫星定位 GPS、航测成图的地理信息系统 GIS)是管道工程数字化的核心技术，掌握这些核心技术必须拥有先进软硬件资源和专业人力资源支持，以进行建设、应用、维护、跟踪、升级等工作。与相关专属行业强强联合是整合技术资源，行业优势互补，减少投资，分散风险，实现多赢局面的有效运作模式。

设计单位应联合具备国家级数字测绘和遥感信息产业基地资质的遥感测绘战略合作伙伴；联合在计算机建库管理、GIS 系统技术开发应用方面具有强大研发能力的科研应用单位。

设计单位重点应放在对数字化设计软件的开发应用上，搭建、应用勘察设计子系统并牵头与专属行业共同组织构建工程管理系统。

4.2 市场化运作与时俱进

数字化勘察设计系统建立以后应尽可能多地将其投入到工程实践中去，把系统功能触及到工程的方方面面，通过实践不断改进完善，使系统日趋成熟。

对建立的数字化勘察设计系统应进行知识产权登记，以有偿使用、有偿服务的方式向外推广，成为市场开拓的技术资源。

参考文献：

[1] 王冰怀，吴志平，于铁兵．“数字管道”——管道建设与管理的新理念[J]．石油建设工程，2004，(1)：30-33.

[2] 王 磊，杨 茂，杜 毅．工作流在数字化管道设计中的应用[J]．石油工业技术监督，2005，21(5)：62-63.

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

NATURAL GAS AND OIL
(BIMONTHLY)
Vol. 23 No. 3 Aug. 2005

SELECTED ABSTRACTS

SPECIAL SUBJECT: DIGITIZING PIPELING

Digitizing Application in Pipeline Engineering Survey and Design

Chen Jing, Qin Xingshu (China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2005, 23(3): 1-4

ABSTRACT: Digitizing pipeline engineering survey and design is to realize oil and gas engineering management entirely on base of the 3S technique by establishing pipeline engineering factor, space factor and environment factor database. Survey and design management system is a subsystem of the digitizing pipeline engineering survey and design system, which is the most important part of the 3S technique, this part gathers more data than other parts. It establishes base platform and running frame of the system. At the same time, it specifies data standards and data interfaces of other subsystems.

KEY WORDS: Pipeline engineering; Digitizing application; Running mode

Design Software for Digitizing Pipelines

Wang lei, Yang Mao, Du Yi (China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2005, 23(3): 5-8

ABSTRACT: Based on net and detabase technique, the development of Digitizing Pipeline Design software (DPD V1.0) has achieved the pipeline design digitalization. This software not only has similar software's functions, it also includes more practical functions. At the same time, according to the design flow, it integrates survey, geology, gathering & transportation, cathodic protection and communication, which refer to pipeline design, to improve the design veracity and efficiency.

KEY WORDS: Digitalizing pipeline; Pipeline design; Software development

Research on Curve Compression Technology in Geographical Information System

Du Yi, Yang Mao, Jia Yingzhi (China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2005, 23(3): 11-13

ABSTRACT: Curve compression has important application value in geographic information system. Described is the 3D sampling principle of contour feature points; presented are the methods of the traditional 3D sampling and Douglas-Peuker algorithm implementation. Moreover, based on the actually measured data the experiment was taken. The experiment results show that the algorithm outlined in this paper is effective and has higher efficiency, larger compressing ration and low distortion.

KEY WORDS: Data compression; Feature point detection; Douglas-Peucker algorithm

OIL & GAS TRANSPORTATION AND STORAGE

The Significant Differences on Gas Pipeline Design Between 49 CFR 191, 192 "Pipelines Safety Regulations Natural Gas Parts" and B31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems"

Ye Xueli (China Petroleum Engineering Co., Ltd., Beijing, 100083, China) **NGO**, 2005, 23(3): 14-15

ABSTRACT: Emphasized are the status and relations between the Federal Regulation 49CFR191, 192 "Pipeline Safety Regulations Natural Gas Parts" and the industry code ASME B31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping System", described are their significant differences on location classes, design factors, internal inspection, nondestructive testing, strength and leak test and odorization of gas pipeline design. A brief comparison also is made with the Chinese Standard "Code for Design of Gas Transmission Pipeline Engineering".

KEY WORDS: Safety regulation; Code; Location class; Design factor; Internal inspection; Nondestructive testing; Strength and leak test; Odorization

Brief Introduction to Risk Assessment Technology for Oil and Gas Pipelines

Yi Yunbing, Yao Anlin (Southwest Petroleum Institute, Chengdu, Sichuan, 610500, China)
Yao Lin, Yang Mei (China Petyoleum Engineerign Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2005, 23(3): 16-19

ABSTRACT: A brief introduction is made to the basic concept of risk assessment and the basic theory of risk assessment technology in oil & gas pipelines and a detailed introduction is made to research and application of risk assessment in oil & gas pipelines. In addition, commonly used methods of risk assessment in oil & gas pipelines are introduced in detail and are compared relatively on advantages and disadvantages. Combined with actual conditions in China, given are some suggestions on development of risk assessment technology in oil & gas pipelines.

KEY WORDS: Risk assessment; Oil & gas pipeline; Research; Application

Analysis on Hazardous Fires in Natural Gas Pipelines

Wang Yueyan, Luo Jinheng, Li Pingquan (School of Petroleum Engineering, Xi'an Oil University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China)
Wang Yueyan, Luo Jinheng, Li Pingquan, Zhao Xinwei (The Key Laboratory for Mechanical and Environmental Behavior of Tubular Goods, CNPC, Xi'an, Shaanxi, 710065, China) **NGO**, 2005, 23(3): 34-36

ABSTRACT: Fire accidents in high-pressure natural gas pipelines will result in severe damage to people and property. The dominant hazard is thermal radiation from a sustained jet fire. Based on the analysis results of fire hazards and jet fire models, the relationship between hazardous radius and operating pressure is determined and safety distance is provided. The results agree with published fire data.

KEY WORDS: Natural gas; Jet fire; Hazardous radius; Safety distance

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net