

# GIS技术在油气储运生产调度系统控制研究

李爽银<sup>1</sup> 马彦斌<sup>2</sup> 周 杨<sup>2</sup>

1. 中石油西南油气田分公司重庆天然气储运有限公司 重庆 400000

2. 中石油西南油气田分公司输气管理处成都输气作业区 四川成都 610000

**摘要:** 在当前世界经济发展中,石油资源逐渐成为能源领域各国工业部门发展的重要战略资源,特别是在全球危机的背景下,如果我国想要更好地推动石油产业发展,必须非常重视石油和天然气的储存和运输。随着科学技术的发展,GIS技术非常流行。在该行业中应用GIS技术有效地解决了石油和天然气的储存、运输等相关的问题。本文研究了一种基于GIS技术的油气储运生产调度系统控制。

**关键词:** GIS技术; 油气储运; 生产调度; 系统控制

随着科学技术的飞速发展,遥感(RS)技术、卫星定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)等技术在地质研究和地球科学中不断普及。其中,GIS技术主要通过存储、分析、计算等功能描述地质构造等信息,执行描述地质构造的可视化功能,所以,利用该技术可以在油气储运生产过程中,对储运、生产和油气管道进行评价和管理,以确保结构和管道的安全。

## 一、GIS技术的组成和功能分析

### 1. GIS技术的组成

一个完整的地理信息系统包括硬件、软件、地理数据和非空间属性数据。所谓硬件环境主要由主机、输入单元、存储单元、输出单元、数据传输等组成。软件环境是指系统软件、数据集软件、GIS软件、高级GIS应用软件。地理信息系统使用空间数据来确定图形的特征和位置,根据地球表面的位置,确定自然界某些要素或与地球的联系的空间位置和空间关系,其并不是空间属性数据,而是一般意义上的与地理单位相关联的几何实体,通过分类、命名和测量来检索。换言之,地理信息系统是动态的地理模型和复杂的人机系统,要将这一点应用到油气储运生产过程中,尤其是GIS程序员和终端人员,必须具有超高的素质。

### 2. GIS技术的功能

首先,数据收集是GIS技术的关键功能。系统中常用的输入方法包括扫描、扫描矢量化、GPS和远程传感器图像输入以及其他数据输入方法。其中,数据录入占系统总成本的80%以上。现在,大多使用最新的扫描和跟踪技术实现GIS数据收集的大规模自动化,但一些中小型企业进行系统工作仍采取手持式扫描仪方法。

**作者简介:** 李爽银(1994.08.12),女,汉,重庆丰都,西南石油大学,大学本科学历,石油工程,主要从事生产调度工作。

其次,数据预处理是地理信息系统的一项重要功能。在我们的日常工作中,不同类型的地理数据必须以不同的方式提取,跨系统标准化,还必须考虑标准数据格式、比例尺、坐标投影等因素。数据预处理包括纠错、编辑、删除、更改坐标、绘图和更改地理数据等内容。

## 二、传统油气储运生产调度中暴露的问题

### 1. 管道构造与空间分布问题

石油和天然气的开采、储存和运输需要建设管道和各种油气站库。其中,管道主要铺设在地下,受地质结构、水文条件、土壤特性和人为因素等的影响。油气储运系统设计和制造主要包含的问题是输送管道深度的实际状态、管道的技术特性、管道的走向、运行参数和技术、管道分布规律等。在以往的油气储运和生产过程中,上述相关资料存在一定的空白。所以,要想补上上述信息就需要大量人力、物力和财力资源,完成收集初始数据、记录保存和对管道、现场工作和管道结构等工作内容,但这种方式在管道构造呈现方面仍存在问题。

### 2. 管道安全性问题

油气储运和生产过程依赖于现有的管道系统及其结构和附属设施来满足其运营需要,所以,确保管道的安全性和可靠性以及确保油气顺利储运是必要的。其中,管道性能指标的评估也称为现役管道可靠性评估。在进行油气储运及生产时应明确油气储运、生产管理、管道管理、管道故障问题及具体位置、管道环境变化对油气分布、管道空间、管道故障状态等的影响等信息。然而,在现代油气储运和生产过程中,很多企业仅控制油气管道控制点和故障点的流量、温度、压力等数据,观察是否存在管道故障问题,并针对性地采取对策。但是,这种方法在维护管道的安全性和可靠性方面可能起不到重要作用。

### 3. 对油气生产只能实行单一的控制

在某些领域,只有定期监测和统计数据,如监测点

的流量、温度和压力数据,才能确定是否存在任何特定情况。其中,压力过低或过高都会触发控制措施,仅实施单一的控制措施无法达到原方案的效果,无法及时发现和诊断油气生产问题。管理管道最简单的方法是控制流量压力。如果管道发生意外堵塞或关闭,管道内的压力可能过高,油气储运可能无法正常工作。由于部分地区油气管道较长,这种定期检查检测的方法显然是无法实现目标的,也无法不能及时发现问题,可能导致更严重的后果和更多的资金流失。

#### 4. 设置的控制标准不明确

一些技术可以提供数据、发现信息的远程收集,并向发现中心报告发送数据参数和警报信息。在此期间,主控中心可以自动检测各个数据监控点,并设置工作值以保证正常运行。当工作负载与指定数量不匹配时,会发出警告。监控数据与当前工程稳态值的符合性通常由影响功率计算的表头分布和设计过程的初始流程决定,而各测试区的数值一般与配置数值相匹配,分布范围较广,但这不遵循科学规律,由于通道中每个点的压力和流量不同,它们所承载的压力并不完全相同。如果检测点设置的检测范围比较宽且固定值相同,则跟踪点可能无法及时反映管道微小的变化,可能导致安全生产隐患。

#### 5. 部分调度系统的功能有限,难以实现遥控调度

对各自动检测站的数据核对,主控中心可采用计算机技术进行先进控制。生产中管道的操作模式允许操作人员远程控制远程控制端口。虽然此功能可以在某些正在运行的系统中实现,但在当前的闸门安装中很难实现,并且调度通常需要人工干预<sup>[1]</sup>。

### 三、基于GIS油气储运生产调度仿真系统分析

#### 1. 生产调度仿真流程

从油气生产和储运规划的角度,对GIS系统提供的数据进行二次开发和利用,可以有效提高生产规划水平,有利于实现油气生产、储运的真正目的。基于GIS系统集成的油气生产运输规划建模是首个成为现代化、分散式油气生产运输规划管理平台的产品,GIS数据处理在一个集成平台上进行。该系统支持空间数据处理和实时数据处理,以确保处理效率。该系统独立于任何特定的GIS系统,用户最终通过单一界面访问空间和实时数据,并对油气生产和运输进行规划和评估,以达到最终的生产目标。

(1) 数据处理部分。数据处理部分基本上完成了与GIS系统的接口转换工作。系统采用通用接口从外界提取必要的数据库,采用新的数据库提取和控制技术,提高数据库提取的速度和准确性,保持数据库完整性。此外,从外部导入的空间地理信息系统数据经过数据库提取处理,以系统内部格式进行管理,并存储在数据库中,而数据库将

存储管网的静态数据,使数据库成为整个系统评估模块的数据库。

(2) 模型分析部分。模型分析部分可以获取用户提交的分析需求,找到合适的分析模板,然后调用模板模块从数据库中检索数据完成分析以及提供最终的结果,并将测试结果以各种格式返回给用户。

(3) 用户接口。系统有几个标准界面,使用户可以轻松地进行生产调度计划。

#### 2. 生产调度仿真模型分析

各种存储、运输和实时油气生产规划应用中使用的数学模型都基于质量守恒定律、动量方程、能量方程和状态方程,所有这些都从GIS系统接收数据。此外,各数据必须在不同模块之间共享和交换。在开发整个模块时,保持不同模块的独立性,以减少将来对模块进行更改的迭代次数。

(1) 水击控制模型分析。有必要通过读取GIS系统的空间数据来检查油气管道系统的防水特性。优秀的水击控制模型包需要以下功能:在经历水击前开展保护机制;写下水击事故的原因;记录水击事件的地点和时间;展示发生水击事故时各种决策计划的管理;记录在水击之后的一段时间内整个管道的压力流量的变化。

(2) 实时仿真模型分析。油气管道实时仿真模型可以实时模拟管道的连续运行,这是一个动态模型。工作人员需要从GIS系统中读取空间单元数据,根据管道系统特性进行实时模拟,并为用户提供实时动态图形,显示管道运行过程中管道沿线各点的压力、流量、密度和位置信息,以及管道沿线流量不足、超压、超压位置的信号等信息。

(3) 清管器(球)跟踪模型分析。要详细了解清管器(球)在管道中的位置,首先必须创建清管器(球)跟踪模型,这是一个需要空间数据的动态模型,以确保清管器(球)始终处于生产经理的监督之下。通过GIS系统进行实时模拟,根据管道中清管器(球)的表现,为用户提供清管器(球)的实时具体位置,并显示在3D地图上。

(4) 预测模型分析。预测模型可以预测未来24小时、48小时或更长时间内油气管道的运行状况。该模型可以读取GIS系统中各站的位置和压力、密度和流量,以用户选择的相应时间作为预测起点。每个管道根据预定的运营计划根据管道预测模型发生变化,随着时间的推移预测点压力、流量和密度,并向用户显示具体位置。

(5) 系统优化运行模型分析。管道系统优化运行模型分为准稳态优化运行和动态优化运行两种。调度人员将指定期间的装运计划和交货计划输入计算机,并根据优化运行模型评估出在指定期间的最佳工作计划。模型目标函数的任务是使每个站点的能源消耗成本。预

定的最佳运行方案是在每个站的特定时间段或另一时间段中对泵（压缩机）的调度和减压站的管理调度。

（6）管道泄漏检测定位模型分析。GIS系统位于管道沿线的关键点，通过测量管道的流量、温度、压力等参数对管道进行实时监控，测量数据被发送到中央控制中心。使用实时动态模型进行实时分析和处理，使用模型在线评估管道系统参数，并将估计值与实际测量值进行比较以进行诊断泄漏和定位，最终结果通过详细的图形界面报告给管理人员，使其可以了解结果并提供反馈<sup>[2]</sup>。

#### 四、GIS技术针对油气储运生产调度存在问题的解决措施

##### 1. 管道构造

GIS技术在管道构造中的应用是保证管道安全可靠和油气储运、生产、规划合理性的重要条件。同时，它也是石油和天然气储存、运输和生产系统生产的重要领域。在基于GIS设计油气储运生产系统的基础上，管道结构的研究主要包括两点。首先，掌握地下管道与配套设施的位置信息；第二，在掌握分布信息的基础上进行管道构造的模拟。在应用GIS技术的过程中，需要建立管道结构、数据采集、输入和实施的数学模型，利用空间分析功能和3D成像功能，了解埋地地下管道的结构，进行数据采集、存储、管道结构、可视化功能、执行分析和计算功能等操作。

##### 2. 油管道的空间布置

油气生产、储存和运输的基础设施主要由输气管道和各类油气站等组成。管道是石油生产的重要物质基础，大部分管道都埋在地下。生产管理人员首先应从总体上讨论油气生产的基础设施和设施，使油气管理的分布清晰明确，这是对生产管理者的基本要求，也是油气安全生产的要求，以为未来的生产奠定基础。

##### 3. 管道安全

为确保油气储存、运输、生产和规划的安全，需要通过检查裂缝或堵塞情况来了解油气管道的安全性和可靠性，主要使用管道故障分析方法。在此过程中，同时，进行技术人员对油气储存过程中技术方法等方面的危害分析和风险预测。管道安全管理和故障诊断主要应用故障树分析方法，具体分析过程包括：首先，根据油气储运生产计划数据，创建故障树图，分析故障原因，评估故障对整个工作带来的后果；其次，根据故障的原因，可以采取有效的处理措施，避免故障问题的再次产生，也可以阻止因油气储运、生产故障而造成的严重经济损失。所以，在预测故障时，必须仔细检查油气储存管道以及运输管道和相关设备，并应用相关算法来计算和模拟无法运行的管道事件的实际情况，用于安全管理。

##### 4. 油气储运生产多因素综合分析

油气储存、运输和生产等因素的综合分析包括油气管道的链接、安全性和可靠性、生产计划等，以上只是一个针对油气储运和生产具体方面的GIS建模。为实现油气储运和生产的最终目的，必须综合考虑影响油气储运的各个因素，包括对几个控制因素的综合分析。以标准的GIS分析处理模块为基础，除了生成、处理、控制、分析、可视化等应用该模块外，还包括对各种运输和存储站、管道结构分析、管道安全可靠分析、生产进度模拟等油气储运领域的专业分析模块，共同构成了应用于油气储运生产的GIS分析模块。

##### 5. 生产调度

油气储运、生产规划包括基于GIS技术的油气储运生产系统的自动化运行与评价、管道维护和水击作业等几个阶段。油气储运生产系统的优化，需要在一定条件或因素的影响下，选择最佳的油气储运生产系统实施优化方法。因此，系统需要管道结构、管道附属设施、油气状况、用户要求等内外因素满足其必要的需求。同时，满足系统分析和优化运行参数的要求，这可以在两个层面进行调整：使用GIS方法创建数学模型，描述实际的油气储存问题，开发运输和生产方法，建立数学模型。然后，对数学模型进行评估，并从几个分析结果中选择最佳分析，作为GIS油气储运生产编程的基础。除此之外，将油气生产储运系统与实际世界的油气储运问题相结合，可以得到最佳答案。同时，还应注意管道设计的选择，兼顾经济要求，降低运行成本，减少不必要的燃料损失。为了响应和实现节约能源和保护环境，可以将废弃物排放纳入油气储存和生产系统<sup>[3]</sup>。

#### 五、结束语

油气储运目标的实现是基于上述管道设计研究、管道安全可靠分析和管道生产规划建模。利用GIS平台软件，可以在综合油气储运管理图上查看管道结构、安全可靠分析结果、生产计划模拟等。本文讨论的GIS在油气储运系统中的应用就是基于上述原则。在油气储运生产中应用GIS技术，得到油气管道等设备的分布规律；使用系统安全分析模块对管道的安全性和可靠性进行评估；对一系列生产问题进行模拟重现，最终实现了安全、高效地进行油气生产储运的目标。

#### 参考文献：

- [1]马立平.基于GIS技术的油气储运生产管理信息系统研究[D].西南石油学院, 2005.
- [2]马立平, 李允.基于GIS的油气储运生产系统研究[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2005(S6): 961-964.
- [3]王金柱, 王泽根, 张丙辰, 毛建, 杨兴兰, 刘琛.基于SCADA和GIS的油气调控运行系统[J].油气储运, 2011, 30(12): 902-906+4-5.