

北京市燃气管网规划辅助决策系统研究

□ 北京市燃气集团有限责任公司 (100035) 李持佳 曹育军 刘燕

摘 要: 以北京燃气发展需求及实际条件出发, 研究构建了集管网和用户有机结合全生命周期动态管理、规划负荷自动预测、仿真分析、规划方案经济比选等功能于一体的燃气管网规划辅助决策系统。该系统可有效协调并优化市场发展、管网规划和管网建设之间关系, 保障供气安全的同时提高企业工作效率和经济效益, 在管网规划智能化方面进行了有益的探讨。

关 键 词: 燃气 管网规划 辅助决策

1 概述

燃气管网规划紧跟城市发展需要, 联系着现状管网能力、规划管网布局和建设科学安排, 对整个城市燃气管网安全运行和建设经济性起着至关重要的作用。2013年北京市政府开始推进《北京市2013-2017年清洁空气行动计划》, 作为绿色能源天然气迎来新一轮大发展。根据《北京市燃气集团“十二五”燃气发展规划(修编)》结果, 北京市2020年天然气需求量将达到200亿 m^3 ~300亿 m^3 , 管网规模将在现有19 500km的基础上增加到25 000余km。如此大规模的管网布局优化和建设时序合理安排以保障市场发展, 必须要有强有力的技术支撑工具以进行全面的科学论证决策。因此, 需建设一个管网规划辅助决策系统, 实现规划要素的完整获取、信息处理、管网和用户有机结合全生命周期动态管理、负荷管理与预测、仿真分析、规划方案自动比选优化等功能, 提高管网规划的效率和科学性, 以进一步提升管网的安全性和经济性。

2 国内外管网规划现状

国外发达国家燃气公司基本上实现了天然气管网规划和运行的实时仿真优化, 如日本东京燃气公司

和德国RWE公司。负责东京燃气公司规划和设计的是其下属公司东京燃气管道有限公司, 主要支撑软件为Bentley公司的Microstation和Gregg Engineering公司的Pipeline Simulation和WinFlow, 在综合应用参数化进气/分输分析、管存及压力分析、能耗分析、管道输量趋势分析的基础上实现规划方案的自动优选。德国RWE公司同时是欧洲第三大电力公司和第五大燃气公司。与东京燃气公司管网规划和设计有专门的下属公司不同, 德国RWE公司的管网规划和设计由各子公司在统一的平台上自行完成。平台提供管网用气核算和方案比选功能。无论是东京燃气公司还是德国RWE公司, 实现管网规划自动化的前提是在比较长的发展历史过程中从开始就特别注重管网和运行数据的积累、信息化程度高, 管网实际形态与信息分析形态高度一致。

国内大多数的城市燃气企业在目前燃气快速发展过程中更多地注重于工程建设和现状管网运行调度, 管网规划手段仍比较传统。与发达国家城市燃气企业相比, 燃气管网规划的智能化、自动化程度还比较低。

3 北京燃气管网规划的智能化

北京燃气集团经过近十几年长足发展, 至2013年

年底燃气管网长达19 500余km,天然气用户数达500万户。由于2004年建立的规划管网仿真分析模型仅靠手工维护,没有系统实现管网拓补结构及节点负荷数据的自动同步更新,从而影响了规划管网分析优化的精度。为实现管网规划智能化,北京燃气集团开展了《城市燃气供应规划指标、用气规律及其用气量预测的研究》、《北京市规划负荷预测模型研究》、《北京市天然气管网规划经济性评价研究》、《天然气管网运行成本模型构建与成本控制分析研究》等一系列研究,掌握了北京市各类用户用气指标和用气规律,建立了可靠的规划负荷预测模型及规划方案评价指标体系,得到了管网运行成本测算及控制方法。同时地理信息系统、SCADA系统、用户管理系统、用户发展管理系统的不断发展可以为规划提供强有力的数据支撑。北京燃气集团在此基础上启动了管网规划辅助决策系统的建设工作。

4 管网规划辅助决策系统设计

4.1 系统目标

通过建立管网拓补结构和节点负荷动态更新、管网和用户有机结合全生命周期动态管理、规划负荷自动预测、规划仿真模型自动生成、仿真结果能深层次挖掘分析、规划方案技术经济比选、规划方案全过程管理决策平台,为北京燃气集团未来数十年间燃气管网的科学发展建设、市场的有序开发提供更强有力的

技术支撑。

4.2 系统构架

经过充分调研结合北京燃气集团实际情况,管网规划辅助决策系统最终确定以地理信息系统、用户管理系统、SCADA系统、工程建设管理系统、用户发展系统为依托,构建数据层、服务层、应用层、决策层和展示层五部分组成详见图1。

系统以面向服务的体系架构(SOA)设计思想,采用多层的分布式体系结构,构建基于A/S体系结构的管网规划辅助决策系统。总体架构设计的不同的层次遵循“外围系统松耦合、核心业务紧耦合度”原则,采用系统软件总线、SOA开发设计模式,以确保各功能模块的灵活性,适应个性化的需求以及未来的发展建设需求。系统通过MAP3D二次开发,具有很强的应用扩展能力,并同时支持业界标准数据与平台标准。系统整体逻辑架构中的基础平台层,是整个系统的资源中心,主要包括基础数据、组织机构和信息安全保障体系、标准规范体系。系统整体网络部署架构如图2所示。

4.3 主要功能模块

4.3.1 现状管网模型管理

利用本模块维护现状管网和设备拓扑结构的准确性、完整性、时序性。通过与GIS建立的数据接口,定期获取中压A以上现状管网和主要设备的拓扑数据,并以以前的模型为依据,获取管网变化的数据信息,进行管网拓扑修正,完善管网信息,达到管网规



图1 规划辅助决策系统构架示意图

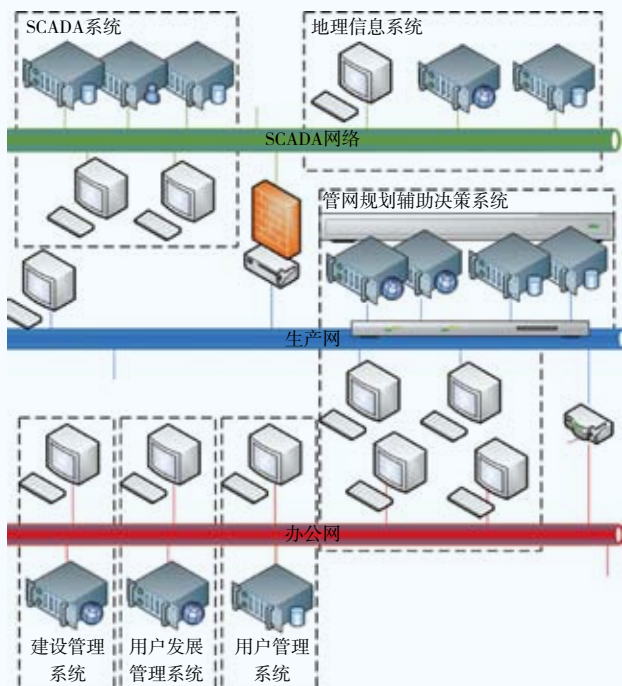


图2 规划辅助决策网络结构示意图

划的标准要求。现状管网模型管理要保留以往各个版本的管网模型信息，并可按时间、版本号等参数进行查询和调用。

4.3.2 现状管网负荷

对现状管网模型的负荷进行维护和管理，维护的负荷点为管线末端的调压站（箱），通过用户管理系统自动提取管网负荷或由SCADA系统获取负荷监控数据。叠加负荷信息到管网拓扑节点上，负荷合理性逻辑分析，节点负荷维护，负荷时序管理，负荷结果发布到系统。

4.3.3 分/子公司管网模型及负荷管理

燃气集团北京地区分公司和子公司管辖范围不同，特别是几家分公司，管网相互交叉较多，为了生成符合管网规划计算的完整模型，必须对个分（子）公司的管网模型进行分别的管理和编辑，确保各自管网拓扑的完整性和准确性。分（子）公司的管网模型也要保留版本信息。实现范围识别，自动识别辖区内管网拓扑内容；在辖区边界内进行气源分析、供气关系分析；提出管网拓扑修正建议；自动识别管网拓扑状态（变化情况）。分公司管辖范围内节点负荷完整性、准确性校核。提出并填写节点负荷修正建议；自动识别节点负荷状态（变化情况）。

4.3.4 负荷预测

采用其于用气结构的规划负荷预测模型，结合用户发展规划、用气指标、用气规律和边界条件变化等相关数据，自动实现规划年、月、高峰日、高峰小时负荷预测，并对负荷预测结果进行跟踪评估，优化预测模型。在管网模型上对负荷进行动态匹配更新，保证规划仿真模型节点负荷分布合理和准确。

4.3.5 仿真分析

仿真计算软件依据规划管网拓扑结构和用户用气位置和规律，通过动静态模拟规划燃气管网近、中、远期运行情况。通过检测用气冲突、超压、超流、失压等现象找出管网供气薄弱环节，为管网优化布局决策依据。自动根据请求完成北京市局部或整体规划管网仿真分析计算，生成仿真分析报告。

4.3.6 规划编制

在通用规划功能的实现基础上，针对市级规划、区县规划、区域规划、项目规划方案特点定制各自规划软件环境。实现规划流程定义；规划模板管理、规划经济性指标评价管理、规划与上级规划冲突检测；规划成果内容管理等。包括规划任务管理、规划内容管理和规划过程管理，通过创建规划任务，进行规划任务注册，一个规划任务一般包含规划图、规划标准文档和技术经济指标表等几部分，规划设计人员根据规划任务性质，完成具体内容规划，提交规划成果。具体功能包括规划管网和设备图形绘制、矢量背景地形管理、影像背景地形管理、负荷管理、仿真计算、规划成果引用、规划成果管理、规划审批流程等等。

4.3.7 规划方案信息发布

控制规划方案在平台上如何显现与状态跟踪启动模式管理。实现批准规划方案发布请求，分析内容要素必要性后发布；建立状态跟踪服务，动态监视规划方案状态；建立状态更新与消息反馈机制。随时通过PC或移动终端展示任一区域现状管网、现状用户、在建管网、已报装用户、计划管网、近期用户、规划管网、远期负荷等所有相关信息。

4.3.8 管网建设管理

根据集团每年的投资计划，以及规划项目的性质、重要性等因素，生成基建计划草案，审批后形成基建计划发送到工程建设管理系统。基建计划要包含有关列入基建项目的建设时间、项目性质、所属区

域、规划方案等信息。工程建设管理系统将基建计划项目的进度情况定期反馈到本系统当中,以跟踪项目的进展情况。使用灵活条件(规划目的、区域、等级、时间点、设计单位、设计人员等)进行基建计划查询;对基建计划实施进展情况进行各种统计分析,并直观展示在北京市规划管网图上。

4.3.9 决策支持

利用现状管网模型和负荷,结合规划方案内容和时序特性,为某时间点管网能力和状态进行评估。实现按时间点和规划方案状态查询规划方案。按时间点动态分析管网能力。通过管网能力预警、管网末端负载分析、流量分配表、超压过流失压分析和气源跟踪分析等实现管网规划综合分析。同时结合管网建设投资成本、运行成本和可实施性,自动推荐最佳方案供决策。在天然气管网规划优化的基础上,综合CNG、LNG和LPG适应条件,结合各区域和各项目特点,在四气间全面进行优化比选,指导各燃气业务有序协同发展,在保障安全的同时实现经济效益最大化。

5 管网规划辅助决策系统实现效果

管网规划辅助决策系统的建立将以GIS、SCADA、用户发展系统、用户管理系统、工程建设管理系统等为支撑,以MAP3D平台融合知识库、规划负荷预测、数据挖掘、各气源运营成本模型、管网仿真、大数据分析、经济技术比选等技术为一体,实现整个燃气管网的科学布局智能化,从规划层面开始顶层设计保障管网供气安全性和经济性,科学安排市场发展和管网建设工作,全面提高企业工作效率和经济效益。具体表现在以下三个方面。

一是实现管网与用户有机结合,全生命周期从无到有、从生到死全过程管理。以市场发展需求、管网运行安全为依托合理规划管网从无到有。以实现用户需求出发,近三年管网运行安全考虑将规划管网变成基建计划。以通气时间、高峰工况需求出发,掌控所有基建计划内项目建设进程随时预警。管网建成后更新GIS同步更新用户数据将平台,管网分析模型实时同步更新。管网运行记录、改造记录、事故记录、退役数据同步。所有现状及规划用户全部分布在管网上,实现管网与用户有机结合同步管理。

二是实现市场发展与管网规划布局、建设的全盘优化和科学安排。随时随地掌握北京市任一区域现状、在建及规划的所有管线及用户情况。规划方案全过程管理并全面优化。从规划的任务下达至规划编制、负荷自动计算、规划图生成、自动仿真分析结果、管网全面优化、工程量及投资测算、规划审批、规划发布、各规划在北京市同一底图上展示、规划实施全过程管理。任何规划方案实现近、中、远期全面分析比选,随时分析未来五至十年规划管网布局合理性。在整个北京市层面,对任一项目进行NG、CNG、LNG和LPG之间供气方案经济比选。随时对现状管网运行建设进行评估并结合规划条件的变化,动态对规划年气量和高峰气量进行预测,并对近期管网建设计划进行科学指导和调整,实现了实现市场发展与管网规划布局、建设的全盘优化和科学安排,既可有效保障管网供气安全,又可实现企业利益最大化。

三是全面提高企业工作效率和市场开发的经济性。以整个北京市同一地图展示的规划管网为依托,分子公司根据用户报装信息在系统中规划管线,平台自动计算负荷并进行全网近、中、远期仿真分析,自动计算投资成本、运行成本并进行多方案比选,全面保障项目规划方案的经济合理性。规划技术工作将由系统直接完成,可使更多人员投入市场发展或其他工作,从而有效提高燃气企业的工作效率和市场开发的经济性。

6 结语

城市管网规划辅助决策系统将现状管网和用户、规划管网和市场发展有机结合,全面分析燃气企业市场发展、管网规划布局、管网建设安排的科学性,是企业燃气业务科学发展有力支撑工具。其中负荷预测、成本控制、仿真分析、管网优化等技术是关键,另外GIS、SCADA、用户发展、用户管理、工程建设管理等各相关系统的融合互通是核心。要想有效开展管网规划智能化相关工作提高企业工作效率和经济性,建议燃气企业对这两方面加以重视并做好顶层设计。北京燃气管网规划辅助决策系统一期预计年内建成投运。以后我们将进一步深入研究并加大行业内交流力度,以使管网规划辅助决策系统更加科学,切实为企业可持续科学发展发挥重要作用。