

DSS 技术在天然气应急调度管理中的应用

朱 勇 罗 敏 刘 巍

(中国石油西南油气田分公司输气管理处)

朱勇等. DSS 技术在天然气应急调度管理中的应用. 天然气工业, 2004; 24(11): 131~134

摘 要 通过分析中国石油西南油气田分公司天然气调度管理工作的现状和存在的问题, 结合当前管理科学迅速发展的新技术——决策支持系统和人工智能技术, 对天然气产、运、销各个环节中的不同工况进行了整理、归纳和总结, 同时将调度管理人员在长期实践中积累的成功的、丰富的调度经验, 以及调度管理的原则、制度、规律、权重、工作流程等条件充分整合, 利用 DSS(决策支持系统)技术和计算机语言, 采用案例匹配模式和专家知识推理模式, 制定了一套天然气应急调度方案, 从而形成了科学、合理、及时的天然气管网应急工况下的调度决策预案, 以规范气田、净化厂的安全运行, 实现输气管网的合理调配, 保证重要用户的有效供给, 最大限度地发挥天然气的经济价值。

主题词 天然气 调度管理 决策 支持技术 人工智能 实例 专家系统

一、天然气调度管理的现状分析

中国石油西南油气田分公司作为国内最早、目前规模最大的从事天然气采、脱、输、销作业的地区公司, 随着 40 多年的天然气勘探开发生产建设, 已经形成了较为完善的天然气输配管网系统, 该系统担负着向西南三省一市七大化工厂、700 余家工业用户和 300 多万城市居民的供气任务。

随着四川气田勘探开发的重点不断向东转移, 而天然气用气企业又主要分布在四川的西部和南部, 这就使得管网分布日趋复杂, 天然气输送距离不断增大, 加之企业管理缺位, 致使天然气调度管理的难度越来越大。同时由于川渝天然气大管网没有调峰设施(储气库), 要保证所有用户都能正常用气, 就需要在保证管网系统安全、可靠的前提下, 合理、科学地调整各气田的生产量、各管线的输气量以及各类用户的用气量。

长期以来, 天然气调度方案的制定, 尤其是应急工况条件下的调度方案制定, 往往是调度管理人员凭经验来确定, 存在着顾此失彼的问题。而天然气产、运、销是一个完整的系统, 制定方案需要全面、系统的考虑。目前, 管网系统愈来愈复杂, 影响因素越来越多, 仅仅凭借以往的经验进行决策, 常常处于被动状态。

二、DSS 技术应用于天然气调度管理的必要性和可行性

决策支持系统(decision support system, 简称为 DSS)是以信息技术为手段, 应用决策科学及有关学科的理论和方法, 针对某一类型的半结构化和非结构化的决策问题, 通过提供背景材料、协助明确问题、修改完善模型、列举可能方案、进行分析比较等方式, 结合相关领域专家知识, 为管理者做出正确决策提供帮助的人机交互式的信息系统。此类系统强调对环境及用户决策方法改变的灵活性及适应性, 支持但不是代替决策人制定决策。

决策支持系统一般为“四库系统”, 即数据库系统、模型库系统、方法库系统、知识库系统。决策支持系统具有以下特点: 适应性强, 成本低, 具持久性, 复合了专家知识, 响应快, 属于始终稳定、理智和完整的响应等。

目前, 天然气调度管理中存在的主要问题是: ①生产数据量大, 人工管理效率低; ②无法及时掌握动态数据, 决策分析滞后; ③业务种类繁多, 各子系统相互独立, 信息共享程度低; ④调度预案的制定凭经验决策, 缺乏系统性, 不能进行定量分析和多方案比选。而要解决好上述问题, 建立调度管理应急决策支持系统是最佳的选择。因为, 根据 DSS 的四库结

作者简介:朱勇, 高级工程师; 1987 年毕业于西南石油学院储运专业, 2003 年获西南财经大学 MBA 学位, 现在西南石油学院攻读“石油工程”博士学位; 长期从事油气管道的工艺技术研究与管理工。地址: (610215) 四川省成都华阳输气管理处。电话: (028) 85601809。E-mail: zy@petrochina.com.cn

构来分析:①数据库——可以将开发应用的3个基础数据库中的生产数据进行抽取、清洗和转换,形成决策分析所需要的数据,无需人工介入,大大提高了数据管理的有效性和准确性;②模型库——将复杂的管网系统进行科学、合理的简化,根据管网系统运行中出现的典型工况建立相应模型,可以为决策者提供推理、比较、选择分析整个问题的模型库,实现了科学化决策;③知识库——可以将各级调度专家的成功经验以及调度管理的原则、流程等进行归纳、推理、总结,形成决策所需的知识条件,提高了决策的系统性;④方法库——综合了数据库和程序库的软件系统,在本系统中,通过应用管网水力模拟系统来验证决策方案的可行性和准确度,提高了决策的准确度。由此可见,DSS技术可以较好地解决生产调度管理面临的主要问题,由其建立的应急决策支持调度管理系统是完全必要和可行的。

三、天然气调度管理应急决策支持系统的建立

1. 系统的总体框架结构及运行流程

根据DSS开发技术的要求,以及对川渝地区管网基础情况的了解、分析,从已开发的各类数据库系统中提取相关数据,并结合各类管网故障处理模型,组成了一个集各方面数据和条件为一体的“天然气调度管理应急决策支持系统”。其总体框架结构如图1所示。

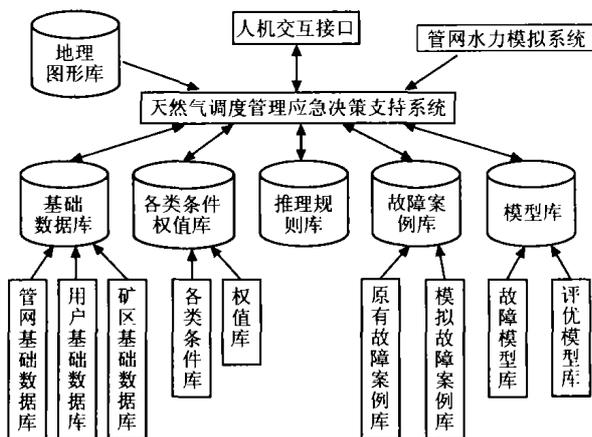


图1 总体框架结构图

天然气调度管理应急决策支持系统的一般运行流程如图2所示。

2. 决策处理对象范围

根据对西南油气田分公司天然气管网生产运行状况的深入调查,对近几年天然气管网所发生的故

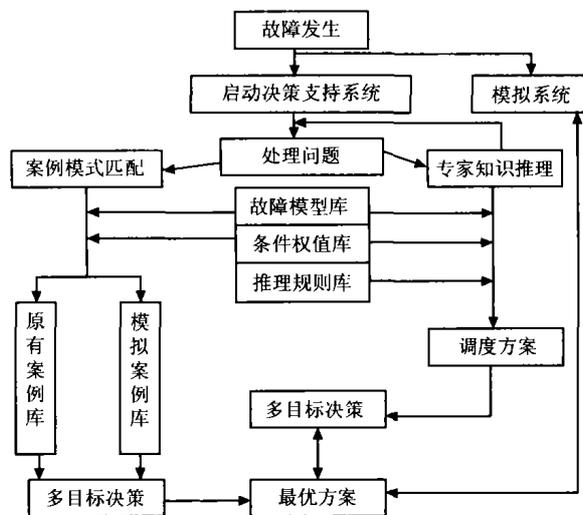


图2 应急调度运行流程图

障进行分析,并结合调度专家的意见,将天然气管网故障类型分为三类,即管线故障、气源故障、用户故障。在处理每一类故障时,调度人员均需要考虑管网各个管段的运行状况、各个气源的进气量的调配、各个用户的用气量的分配。对每一类故障根据不同的性质又有更详细的划分,对每一类故障均可采用案例匹配和专家知识推理来进行决策。

3. 案例匹配

系统获得已发生故障的状态后,从两条线分别对故障进行分析处理,得出应急调度方案。其中一条线就是查找案例库,通过对以往发生的故障进行分析处理,根据一些相关条件对案例进行模式匹配,找到与当前故障状态相近的故障案例,再根据当时的故障处理方案快速准确地得出当前的应急调度方案。考虑到案例的匹配实际上是对相关因素的对比,系统设定了一些可能为决策者选定的匹配条件,如故障类型、故障处理周期、总调整气量、最近时间匹配、气源检修情况、用户检修情况、管线检修情况、气源多供气情况、用户优先级别等。案例匹配的基本思路如图3所示。

4. 专家知识推理

通过在专家知识库中进行专家知识的推理,可以得到针对当前事故状态的调度方案,这是天然气调度应急决策支持系统中的两条决策思路中的另一条。推理是指依据一定的原则从已有的事实推出结论的过程。DSS系统一般采用正向推理策略,以管线故障为例,见图4。

通过专家知识的推理后,得出了针对当前事故状态的定性的处理,鉴于天然气调度的特性,必然要

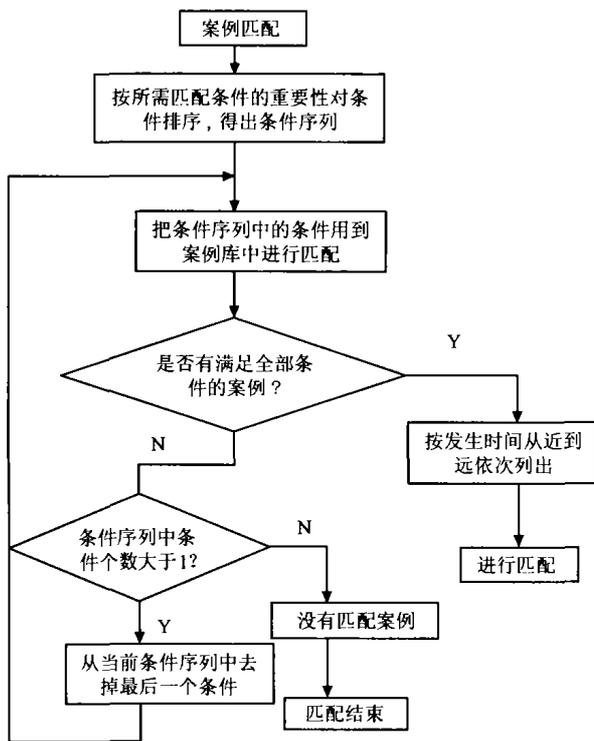


图 3 案例模式匹配流程图

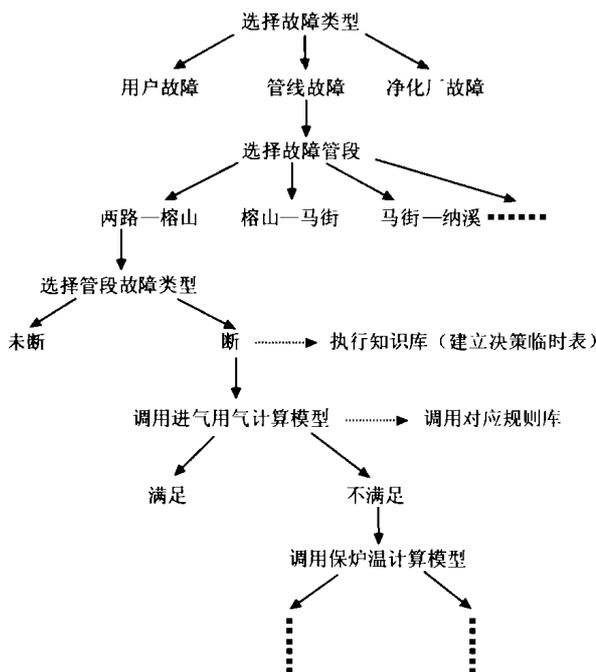


图 4 专家知识推理部分框架图

涉及到对各气源、用户的定量处理,这就要对管网中的天然气进行气量的动态分配。

天然气管网调度的情况复杂,这就要针对天然气调度的特性,提炼出一些应该考虑的条件,使动态分配得到的方案合理可行,也更加优化。一般需考虑的条件包括:安全性(默认因素)、确保某用户用气

(决策者决定)、用户检修、时间段、双气源、用户的大小、锅炉温等。

5. 应用情况及经济效益分析

目前该系统已在西南油气田分公司输气处调度室安装运行,应用在天然气生产调度实际工作中,并多次用于调度决策,充分发挥了其计算机辅助管理的作用,根据实际生产情况所做出的运行异常应急调度方案科学、有效、切实可行,符合生产实际需要,大大减少了单凭主观因素决策所造成的不必要的失误。通过对该系统的使用,增强了在天然气管网出现异常情况时对输气干线、净化厂以及重点地区、重点用户的气量合理调配工作;在实际工作中,该系统同时也为输气干线、净化厂、重点用户停产检修期间的气量安排制定出了合理的调度管理预案,为管理人员决策提供了有力的依据。具体表现在以下两个方面。

(1) 复合专家知识,针对异常情况能迅速制定应急决策

通过案例匹配和专家知识推理两种思路,系统能最快地搜集、综合、分析大量数据,注重吸取专家经验,有效、及时、科学地支持天然气管网应急状况下决策方案的制定,迅速调整管网的进、出气量,使管网能在最短时间内恢复水动力平衡。以目前大管网日输量 $1600 \times 10^4 \text{ m}^3$ 、出现异常情况所影响气量最低按 $60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$ 来考虑,每提前 1 个小时,增加输送量 $60 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。以此类推,将带来巨大的经济效益和社会效益。大化肥等大用户突发故障,利用该决策系统既能及时调整天然气流向,又能确保管网安全平稳运行。

(2) 科学规范管网的运行调度,大大提高管网输送能力

通过“天然气调度管理应急决策支持系统”,可以科学合理地规范气田、净化厂以及输气干线的运行调度,大大提高净化厂的安全运行保障和输气干线的输配能力,以及确保重要用户的平稳供气。

2002 年 2 月 2 日至 6 日,西南油气田分公司对北干线 $\varnothing 720 \text{ mm}$ 管线进行停气整改,在整改前,原预计只能从南干线调 $200 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 气输往自贡、成都地区。应用该系统模拟计算,在结合以往调度案例和专家知识的基础上,并综合考虑当时管网的管存能力、安全承压能力,认为可调节气量可达 $250 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;实际从 2 月 4 日起从南线北调气量达 $243 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,比预计增加 $43 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的输送量,再加上调配适当,从而保证了成都市煤气公司的正常

用气量,也保证了川化工厂低负荷正常生产。仅这次北干线停气整改3天就多销售天然气 $129 \times 10^4 \text{ m}^3$,即使按大化肥销售价格0.658元/ m^3 计算,也要增加销售收入84.882万元。根据目前西南油气田分公司天然气生产实际情况,通过利用该决策系统制定合理的净化装置、输气干线抢修和计划检修期间气量调配方案,充分发挥管网的输送能力,每年创造的直接经济效益在400万元以上。

由此看出,应急决策支持系统所制定的调度方案完全能够辅助调度人员进行特殊情况下的天然气调配,从而使管网尽快恢复水动力平衡,保证管网的安全运行。但是由于本案例对气源、用户的调整变化较大,而DSS系统所提供的气源、用户生产数据是基于理想状态的,因此与实际生产值有较小的偏差,这也证明了DSS的一个特性:DSS系统是支持但不是代替决策人制定决策,它需要决策人在决策过程中对环境变化、决策方法改变的灵活性及适应性。

四、完善天然气调度应急决策支持系统

“天然气调度管理应急决策支持系统”通过系统的分析与研究,实现了DSS技术与天然气调度管理的结合,体现了技术上的创新,主要表现在以下几个方面。

(1)DSS技术首次应用于国内天然气管网调度应急管理,并根据川渝天然气管网调度管理的复杂性、多变性等特点,将传统DSS技术与天然气调度专家的实践经验相结合,利用案例匹配和专家推理机制两种思路进行科学的归纳、总结、决策,提高了系统的先进性、实用性。

(2)专题在研究过程中,首次将管网水力模拟系统与DSS技术相结合,利用管网水力模拟系统软件

检验决策结果,提高了系统决策的准确度和可信度。

(3)系统采用条件权值库的方式,决策者可以将影响天然气调度的各种因素根据不同的时间和不同的客观条件动态地加以考虑,从而使决策更加科学和实际。

但DSS作为一门新兴的综合性学科,还存在着一些局限性,笔者所开发的“天然气调度管理应急决策支持系统”,也还需要进一步扩充和完善。一方面,目前案例库中的案例,无论从数量上,还是质量上都是不完善的,随着天然气管网不断发展、扩大,发生事故的可能性将不断增大,事故的类型将多样化,考虑的应对措施也必须多样化。另一方面,专家知识也需要不断丰富和发展,必须进一步挖掘、规范、扩充和完善专家知识库。只有这样,才能真正发挥DSS技术的先进性、实用性,才能通过合理调配,最大限度地发挥天然气的经济价值。

参 考 文 献

- 1 许国华等. 管理学. 北京:清华大学出版社,2000
- 2 王德中等. 企业战略管理. 成都:西南财经大学出版社
- 3 (美) 斯蒂芬·哈格等. 信息时代的管理信息系统. 第二版, 北京:机械工业出版社,2000
- 4 (美) 斯蒂芬·P·落宾斯等. 组织行为学. 第七版, 北京:中国人民大学出版社
- 5 Schneider H J 等. 基于知识的决策支持系统. 计算机科学,1988;(2):9—15
- 6 高宏深等. 决策支持系统(DSS)理论、方法、案例. 北京:清华大学出版社,1996
- 7 王革非. 欧洲 MBA 浓缩读本. 北京:清华大学出版社,2001

(收稿日期 2004-07-05 编辑 居维清)