

天然气长输管道输送自动化技术的应用

董燕

江西省天然气集团有限公司, 江西 南昌 330096

[摘要] 基于天然气能源的特殊性, 在开展天然气管道输送时也存在巨大的风险, 因此对天然气管道输送管理也带来巨大的难度, 积极探索天然气管道输送环节中自动化控制技术的应用, 强化自动化管理水平, 保障天然气管道输送的可靠性。

[关键词] 天然气; 运输; 自动化

DOI: 10.33142/aem.v3i10.4983

中图分类号: TE8;TP3

文献标识码: A

Application of Automation Technology in Long Distance Natural Gas Pipeline Transportation

DONG Yan

Jiangxi Provincial Natural Gas Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330096, China

Abstract: Based on the particularity of natural gas energy, there are also huge risks in the development of natural gas pipeline transportation, so it also brings great difficulties to the management of natural gas pipeline transportation. It actively explores the application of automatic control technology in the link of natural gas pipeline transportation, strengthens the automatic management level, and ensures the reliability of natural gas pipeline transportation.

Keywords: natural gas; transportation; automation

1 天然气管道输送自动化控制的意义

天然气管道输送是整个天然气开发作业的重要环节, 而随着近年来自动化技术水平的不断发展, 在天然气管道输送中也实现了自动化技术的应用, 利用自动化控制技术优势, 保障整个天然气输送过程的自动化管控, 同时有助于提高天然气输送的可靠性与安全性, 提高天然气运输效率, 满足人们的应用需求。天然气管道输送工作的主要流程包括天然气储层采集、天然气加工处理、天然气加压加热、天然气储存、天然气管道输送以及天然气分流等多个环节, 由此可见, 天然气管道输送是一个复杂的过程, 同时再加上天然气管道输送区域环境恶劣, 各地区地质差异较大, 所以也会使天然气管道输送过程遇到各类问题, 从而影响天然气管道输送质量。采用传统的人工检测手段无法准确和高质量的处理天然气管道输送中的问题, 最终导致天然气管道输送过程中受到各类因素影响, 进而引发安全问题。由于天然气成分的特殊性, 在进行天然气管道输送时也存在一定的风险, 因此, 只有全面发挥自动化控制技术的作用, 将自动化控制与管理技术应用到天然气管道输送过程中, 改变传统控制模式, 提高天然气管道输送的自动化检测水平, 才能更有效地提高天然气管道输送效率, 保障天然气管道输送的安全性与可靠性。

2 天然气长输管道输送自动化技术

2.1 关键设备管理智能化

搭建设备管理平台, 分析关键设备(压缩机机组、调压撬、流量计、分离器、关键阀等)性能, 实时监控关键设备运行状态, 实现关键设备智能化管理, 为运行、优化、运行提供支持。基于压缩机机组运行状态监测平台, 对压缩机机组实时运行数据进行分析, 实现对压缩机性能曲线、压缩机效率、燃气轮机效率等参数的监控。提供压缩机机组优化运行状态的监测手段和评价数据, 对压缩机机组运行效率提出报警和优化调整建议。

2.2 自动分输控制

自动分输的控制方式主要包括到量停输法、恒压控制法、剩余平均法和不均匀系数法。针对现场各个分输用户硬件设计及系统的实际情况, 自动分输控制方法可以从 PLC 系统增加自动分输逻辑(仅适用于站场)、RTU 系统增加自动分输逻辑(仅适用于阀室)和嵌入式控制器改造三个方面来实现^[1]。

(1) 不均匀系数由 PLC 程序自动计算

站控程序自动采集流量计算机每小时输气量, 并将数据存储累计, 并依照公式进行计算, 计算结果实时更新并可直接使用, 也可在人工修改并二次确认之后使用。自动计算不均匀系数可以最快的响应速度拟合用户用气规律, 使控

制更为精准。

(2) 到量停输的准确度控制

目前采用实际输量到达指定量的 99.8%时关阀的控制方式, 99.8%为经验值, 实际测试中发现受阀门本体特性, 当前流量等因素影响, 关阀后输气量差值很难控制。流量补偿的到量停输控制: 通过计算到量停输时调节阀关闭期间走过的流量值, 再加 200 标方作为控制剩余量的补偿区间, 当前日指定减去上述计算值作为到量停输判定点, 用以替换 99.8%的判定条件。这样无论日至定量如何变更, 最后到量停输时剩余流量控制在 0~200 标方这个区间。

(3) 调节阀输出的步进控制

设计了调节阀输出步进控制逻辑, 启输时, 阀门前后压差过大, 调压阀阀位输出从 0 突变至 100, 阀后压力波动很大, 甚至危及管道本身安全, 为避免此类问题发生, 编制 A0 输出步进逻辑, 控制阀位输出速率, 达到启输时调压阀缓开目的。

2.3 自动化调度

研究天然气管网感知控制辅助技术, 构建基于人工智能的调度机器人助手, 实现以下业务场景: SCADA 交互式语音命令, SCADA 系统人机界面导航, SCADA 系统报警分析和呼叫处理, 应知应语音和动态数据查询, 操作程序和应急处置流程自动获取, 辅助执行顺序控制, 综合调整计划库和辅助执行, 获取大数据语音智能、管道、各类统计分析、状态语音问答智能判断、基本调度电话业务自动分拣应答、作业计划智能管理(自动审批、提醒)等。

2.4 地下储气库工控系统

(1) SCADA 注射系统和生产设施站: 负责监视, 控制, 计划和管理注射过程数据和生产资源, 收集和分配通道, 以及利用数据处理。同时, OPC 数据服务器和 Oracle 数据服务器旨在提供公司数据以进行分析^[2]。

(2) DCS/ESD 集注站系统: 在收集站 ESD 系统被连接以控制收集站 ESD 系统和 RTU 源系统的同时, 对收集站的数据采集, 自动控制和安全功能作出响应。DCS 系统在站点上收集有关温度, 压力, 流量和其他管道参数的数据, 确定每个储罐中的液位, 上下警报状态以及其他参数, 控制每个分离器, 干燥机和分离器的自动生产过程阀门, 并执行监视和调度。ESD 系统负责安全生产和操作注射通道。发生工厂事故时, 会进行自动连接保护以确保安全生产, 从而最大限度地保护工厂中的工人和设备, 最大限度地减少损失, 同时防止源头收集通道和过程的 ESD 保护, 从而对事故的蔓延起到制止的作用。

(3) PLC/ESD 集配站程序: 监督数据收集和自动通道控制, 以及通过 SCADA 系统进行的远程监视。PLC 系统收集配电站中的压力, 温度, 液位和流量等数据, 以确定阀门和其他设备的自动控制。ESD 系统收集分配站关键区域的压力, 确保安全生产, 保护工厂工人, 设备的安全, 并通过压力站和相关的管道发送警报信息。

(4) RTU 的自动注入系统和制造资源: 收集, 监视和管理注入井口过程数据和生产资源, 还通过 SCADA 系统监视适度的监视。RTU 系统收集诸如井口温度和压力之类的的数据, 并控制井口以提供自动控制。

(5) 消防和煤气系统: 负责在收集站接收易燃气体和有毒气体, 以及监视和控制消防系统。

(6) 边界防范系统: 包括所有储气库视频监控, 微波警报, 用于储气库生产的大屏幕系统, 视频安全性和耐用性, 及时警告边界的防范。

2.5 管道完整性管理

对国内外油气管道建设经验进行分析, 不难发现当前全球油气管道技术总体发展趋势是管道网络化、自动化与智能化, 这要求建成一系列跨地区的油气输送管道, 以形成将气源、储气库和用户联接起来的覆盖全国范围的油气输送网络。大范围的油气输送网络的建立也在一定程度上对管道管理提出了更高层次的要求。为此, 在相关工程实践中引入管道完整性管理技术, 针对城市内部天然气高压燃气管, 构建一个以网络监控、调度运行为主要功能的信息化处理系统, 并以此为基础, 建立燃气管道实时监测与调控机制、逐步建立燃气管道管理工作的评价体系, 以此满足当前对管道管理提出的新要求, 有助于解决燃气管网的安全生产和调度问题, 从而保证燃气管网高效运营。

城市燃气管道完整性系统操作控制是一个多目标复杂约束条件下的混合离散型动态规划问题。由此产生了分解与协调的计算方法, 其能够有效的求解大规模计算问题, 因而在燃气数据管理领域得以充分运用。分解与协调的计算方法的具体操作过程分为两大方面, 一是从时间轴上分解数据运算, 以满足燃气管理实时监控的要求; 二是从空间轴上分解数据运算, 减少外部约束条件的个数, 从而减少目标决策行为函数的维度。通过以上两方面分解, 将复杂的数据

运算问题大幅度的简化。其次，由于控制目标函数含有多个目标，不同的目标则对应于不同的子变量，而系统内部的子变量往往存在一定程度上的相关性，为避免多重共线性等问题的产生，可以用协调变量对上述自变量给予调节，减少不同子变量之间的冲突，从而降低大规模大范围的燃气输送系统的数据运算的复杂性问题。

管道完整性管理与 GIS 系统有着紧密联系，尤其是在安全管理中起到关键作用，并应用于管道设备管理、风险分析、应急处置和生产调度和模拟仿真等领域。GIS 系统在尤其管道输送中的应用，为管道的管理提供了便捷、科学、可靠和丰富的信息。天然气高压管道的数字化技术改变了管道的管理模式，将管道的相关信息全部数字化，比如管道周边地势特点、管道沿线温度的变化和易发生自然灾害的地段等，将这些信息转换为计算机语言，通过 GIS 系统组件一个大型数据库，在发生特殊情况时调用 GIS 数据库中心的信息，对危险位置做出准确判断，同时快速反馈出事地点具体位置，为管理人员的判断提供科学可靠的依据，显著降低了管道的风险，提高了管道运营的效益，使管道安全得到有效提升。

3 天然气管道输送自动化的完善策略

3.1 提升管道设计水平

如果天然气管道的设计水平较高，那么可以保障自动化控制体系的运行，及当事故发生时可以有效降低事故损失。在进行管道设计材料的选择时，应该从材料防腐性能、质量水平等角度出发，选择最合适的材料。在进行自然灾害高发区域的天然气管道设计时，要相应的采取科学的保护措施。同时，在前期还应该为设计工作提供充足的时间保证，避免出现因为设计时间紧张而造成的设计缺陷。

3.2 做好管道维护工作

自然灾害较多的地区，要做好对管道的监测和维护，降低因自然灾害所导致的天然气管道事故发生频率。结合实际情况进行风险评估，构建完善的天然气管道自动化保护体系，尤其是要提高自然灾害高发地区的抢险水平。

3.3 推动风险管理的实施

首先是要对管道运行中可能出现的风险展开评估分析并建立预防机制，其次是要做好运行过程中的风险管理工作。输油管道巡查是降低管道事故的有效措施之一，安全管理部门应该结合实际情况制定每日巡查次数，在巡查时发现问题要第一时间上报并采取安全控制措施。此外，还需要做好巡查记录，以便在进行管道安全评价时能够有数据支撑。通过一系列风险管理工作，能够极大地提高对安全事故的预见性，降低事故风险。

安全管理部门要转变思想观念，提高认知，重视安全管理工作，并不断探索如何在安全管理实践中应用先进的管理理论。做好事故预测和防治是提高输油管道安全生产运行的重大举措，安全管理部门要对运行过程中可能存在的隐患进行预测分析，并建立应急机制，一旦发生事故能够快速启动应急预案，将事故危害控制在最小范围内。

4 结语

综上所述，运用先进技术，将运行和调度数据进行有效管理和应用，推动现有技术体系智能化升级，提升天然气管网运营水平，已成为必然趋势。管道运输作为天然气输送的重要方式，在自动化技术的支持下，有效提高了天然气传输效率，同时也保障天然气输送安全。

[参考文献]

- [1]王健,于春晓,黄杉,陶冶,庞友震.天然气管道用户自动分输精细化管理关键技术分析[J].智能制造,2021(1):8-12.
 - [2]万畅.地下天然气储气库数字化建设现状[J].化学工程与装备,2021(10):216-217.
- 作者简介:董燕(1989.2-),大学本科,中层管理。