

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2026.06.002

城镇燃气阀室远程控制策略研究

段 炼, 王 林, 李 鑫, 王欣玮, 刘 京

北京市燃气集团有限责任公司

摘要: 在城镇燃气管网输配系统中, 阀室一般位于高压力级制的环网或主干管道上, 起到气源调配、工况调整、应急处置等重要作用。随着社会对城镇燃气安全保供的要求提高和行业自动化水平的升级, 对于阀室的控制策略已从手动逐渐转变为远程控制。但是阀室的远程控制涉及到SCADA系统、远程控制器(RTU)、远控执行机构和阀门本体之间的联动配合, 是一项系统性工程, 需要制定全生命周期的管理策略来确保阀室远程控制功能稳定有效和安全可靠。本文分别从阀室远程控制的建设、应用和安全保护等3个层面总结和论述相应的管理策略, 以期对阀室远程控制技术在城镇燃气领域的推广应用起到借鉴作用和参考价值。

关键词: 城镇燃气; 阀室; 远程控制; 管理策略

Study on Remote Control Strategy for Valve Chambers of Urban Gas

DUAN Lian, WANG Lin, LI Xin, WANG Xinwei, LIU Jing

Beijing Gas Group Co., Ltd.

Abstract: In the transmission and distribution system of urban gas pipeline networks, valve chambers are generally located on ring networks or main pipelines with a high-pressure grade and play important roles in gas source allocation, operating condition adjustment, and emergency response. With the improvement of social requirements for the safe supply of urban gas and the upgrade of the automation level in the industry, the control

量, 垂直度分别为0.01%、0.013%、0.011%、0.021%, 垂直度均满足小于0.05%的要求。

(2) 桩体与管壁之间的间距

灌注桩与既有管道管壁的净距分别为0.45m、0.5m、0.51m、0.48m, 部分间距小于0.5m的设计值。分析原因: 一是施工时桩体垂直度偏差, 二是桩体施工时需从管道向外跳打, 后打桩体对先打的桩体存在一定的挤土效应, 造成了一定的位移。

(3) 防腐层检验

既有管道防腐层表面检查完好, 防腐层检测数据无明显异常。

(4) 管道运行情况

施工期间, 管道运行数据正常, 无异常。

6 结语

实践证明, 在采取上述风险应对措施后, 灌注桩与已建管道管壁的最小净距被有效控制, 管道防腐层未出现破损现象, 且管道运行状况良好, 施工期间未发生任何安全事故。本项目的成功实践, 为同类高压燃气管道迁改工程提供了重要的参考依据。

未来, 随着城市建设的不断推进, 燃气管线迁改项目将更加频繁。因此, 需进一步加强对深基坑割接定向钻深埋段施工风险的研究, 不断完善风险控制措施, 提高施工安全水平。同时, 应积极探索新技术、新方法, 以降低施工成本, 提高施工效率, 为城市燃气管道的安全运行提供有力保障。

[第一作者简介] 段炼, 工程师, 从事城镇燃气管网运行维护、工业控制与自动化工作。

strategy for valve chambers has gradually changed from manual to remote control. However, the remote control of valve chambers involves the linkage and coordination among the SCADA system, remote controller (RTU), remote control actuator, and valve body, which is a systematic project and requires the formulation of a full-life-cycle management strategy to ensure that the remote control function of valve chambers is stable, effective, safe, and reliable. This paper summarized and discussed the corresponding management strategies from three levels: the construction, application, and safety protection of the remote control of valve chambers, aiming to provide reference and practical value for the promotion and application of the remote control technology of valve chambers in the field of urban gas.

Keywords: urban gas; valve chamber; remote control; management strategy

1 引言

随着我国天然气事业的蓬勃发展和自动化技术的兴起,城镇燃气的生产运营工作向自动化、无人化发展已成为必然趋势。在众多自动化技术中,阀室远程控制的应用对于提升燃气突发事件的应急响应速度和复杂管网工况下的实时调度起到了变革性作用^[1]。通常情况下,如采用人工现场操作阀门的方式,从获取燃气应急事件信息到出警应急处置,考虑应急力量调配、阀室位置偏僻等因素,需要40min以上才能完成阀门的应急开关,容易造成事故损失扩大^[2]。作为对比,燃气调度人员通过远程控制执行阀门开关的用时在2min以内。可以说,远程调控能否被燃气企业有效应用直接影响到城镇燃气管网输配的安全保供能力。

目前我国天然气长输管道阀室已基本实现无人值守和远程控制,相较而言城镇燃气阀室受资金投入、技术经验等因素限制,对远程控制的应用尚处于起步阶段,甚至部分阀室在设计与建设阶段就未考虑远程控制功能。事实上,阀室远程控制是一项系统性工程,涉及到SCADA系统、远程控制器(RTU)、远控执行机构和阀门本体之间的联动配合,需要在建设、应用阶段制定完善的管理策略和安全保护策略来确保远程控制功能的安全可靠^[3]。在这种背景下,为促进城镇燃气阀室远程控制的推广与应用,本文以北京市燃气阀室远程控制建设应用现状为基础,结合工作经验,从阀室远程控制功能的建设、应用和安全保护等3个层面分别探讨与总结相应的管理策略,以供借鉴和参考。

2 阀室远程控制建设管理策略

2.1 阀室远程控制系统架构

阀室远程控制是指调度人员,依据燃气管网负荷和工况特征,利用SCADA系统下发阀门开启或关闭命令,通过通信网络按特定协议将命令下发至阀室远程控制器(RTU),最终控制远控执行机构使阀门完成开启或关闭动作。

阀室远程控制系统一般包括SCADA系统、远程控制器、通信网络、远控执行机构、配电系统和智能仪表等,系统架构如图1所示。SCADA系统负责接收远程控制器上传的阀室工况数据,同时将对阀门的控制命令发送至远程控制器。远程控制器负责上传智能仪表采集的工况参数,同时负责将SCADA系统的控制命令发送至远控执行机构。

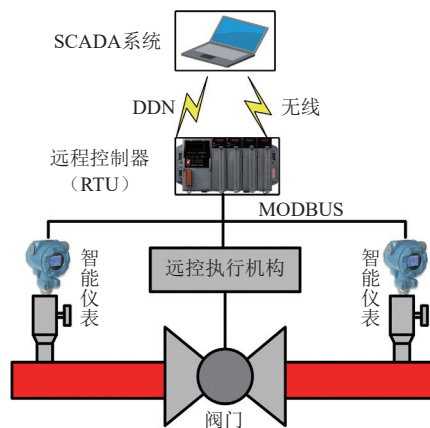


图1 阀室远程控制系统架构图

通信系统包含SCADA系统和远程控制器之间的数据与命令传输通道,包含DDN专线和无线通信

两类。为了保证通信系统的稳定,远程控制阀室应设置一用一备两种通信方式,在主通信发生故障时,允许备用通信自动切换。建议在有条件铺设专线的前提下,优先采用专线作为远程控制阀室的主通信方式,以提升远程控制命令的响应速度。在通信协议层面,远程控制器与SCADA系统服务器之间执行的主流通信协议有DNP3.0协议和IEC60870-5-104协议等,智能仪表与远程控制器之间执行的主流通信协议为MODBUS协议^[4]。

2.2 远控执行机构和配电系统的适配

远控执行机构是阀室远程控制系统的核心构成,配电系统则负责给远控执行机构提供动力。因此在阀室的建设阶段,远控执行机构的选型需要与配电系统的建设统筹考虑,确保配电系统设计能力满足远控执行机构的用电需求^[5]。

目前城镇燃气阀室远控执行机构主要有电动执行机构和气液联动执行机构两类,图2是两类远控执行机构在燃气阀室中的应用。电动执行机构在燃气门站和高压调压站中的应用十分广泛,对于连续且稳定的供电有较高要求。电动执行机构在接收到24V远程控制信号后,通常需要380V供电来执行阀门启闭动作,因此在阀室建设期需解决市电供应问题。但是多数阀室远离城市中心,位置偏僻,在办理市电用电的过程中面临现实条件制约。目前燃气行



(1) 电动执行机构



(2) 气液联动执行机构

图2 远程控制执行机构的应用

业内已有利用24V电压实现阀门驱动的低压执行机构,通过光伏供电即可满足其用电条件,24V低压执行机构通常应用于阀门直径相对较小的阀室^[6]。

气液联动执行机构是通过从燃气管道中取气,利用天然气压力作用在液压油上作为驱动阀门的动力源。其优点是执行阀门启闭动作的用时快于电动执行机构,以DN1 000阀门举例,利用气液联动执行机构远程完成一次阀门开启或关闭动作用时在30s以内。作为对比,人员在阀室现场使用液压摇杆执行手动操作时需8min~10min。在供电需求上,气液联动执行机构需24V电压完成阀门驱动,光伏供电可满足供电条件,因此气液联动执行机构通常应用于无市电条件的高压阀室^[7]。气液联动执行机构在日常应用过程中需注意两点:(1)由于气液联动执行机构直接从燃气管道取气,在日常维护中需重点检查各信号管连接处有无漏气现象;(2)气液联动执行机构工作过程中,会排出剩余带压天然气,因此截止阀、排气管等设计须符合安全规范,阀室周围严禁可燃物堆积。

表1对各类远控执行机构的适用性及对配电系统的设计要求进行了归纳总结。

表1 远控执行机构适用性总结

执行机构类别	适用性	配电系统要求
电动执行机构	①需满足市电供应 ②驱动阀门速度较快	市电(380V)
电动执行机构(低压)	无需市电供应,适用阀门口径较小阀室	光伏(24V)
气液联动执行机构	①驱动阀门速度快,适用高压大口径阀室 ②维护保养要求较高	光伏(24V)

2.3 阀室监控数据采集

(1)主阀门两侧管道压力:为保护阀门不受高压天然气冲击造成损伤,在执行远程控制操作前必须确保阀门两侧压力平衡。根据经验,应至少确保阀门两侧压差小于0.1MPa,有利于阀门保护和远程控制命令的安全执行,因此必须采集阀室主阀门两侧管道压力。

(2)阀室甲烷浓度:防止因发生泄漏而造成阀室内天然气聚积。

(3)阀室供电:如采用光伏供电,建议采集

光伏电压、光伏蓄电池电压等参数。

2.4 远控功能参数设定

在阀室正式投入生产运营以前，为确保远控执行机构能有效驱动阀门完成启闭动作，需对阀室进行如下功能参数设定。

(1) 阀门开度100%设定值：阀门执行远程开启命令时，达到开度100%自动停止动作。

(2) 阀门开度0%设定值：阀门执行远程关闭命令时，达到开度0%自动停止动作。

(3) 最大扭力保护值：远控执行机构的最大扭力选型应与阀门适配，出于设备安全保护，一般设置最大扭力的80%为最大扭力保护值（可根据实际情况调节）。

3 阀室远程控制应用管理策略

3.1 阀室控制方式分类

城镇燃气阀室的控制方式可分为中心控制、厂站控制、本地控制和手动控制4种，其中中心控制和厂站控制属于远程控制范畴。

(1) 中心控制：控制人员位于燃气企业调度中心，通过SCADA系统执行远程控制命令。

(2) 厂站控制：控制人员位于阀室仪表间，通过远程控制器（RTU）执行远程控制命令。

(3) 本地控制：控制人员位于阀室工艺区，通过远控执行机构的操作按（旋）钮执行电（气）动控制命令。

(4) 手动控制：控制人员位于阀室工艺区，手动执行阀门启闭操作。

3.2 阀室控制方式切换

当阀室面临控制方式切换时，本着利于阀室现场人员即刻执行阀门控制命令的原则，赋予现场人员拥有最优先的控制方式切换权，因此将4种控制方式的切换权优先级设置为：手动控制高于本地控制高于厂站控制高于中心控制，具体切换策略如下。

(1) 手动控制与本地控制：无需将控制方式切换为手动控制，现场人员可随时执行手动控制。

(2) 本地控制与厂站控制：通过远控执行机构进行切换，当控制方式切换为本地控制时无法执行厂站控制。

(3) 厂站控制与中心控制：通过远控制器进行切换，当控制方式切换为厂站控制时无法执行中心控制。

3.3 阀室远程控制常备条件

为确保阀室在遇到突发情况时能够采取中心控制的方式，远程执行阀门启闭操作，从而将应急处置的响应速度提升至最优，阀室在日常管理中应注重如下策略。

(1) 在阀室工况正常的前提下，应默认远控执行机构处于远控状态，同时默认位于远程控制器上的硬控制旋钮处于中心控制状态。

(2) 需定期对阀门本体和远程控制系统进行专业巡检维护，确保阀室远程控制功能正常⁸⁾。

(3) 若阀室长时间未进行远程控制操作且不具备阀门产生实际动作的测试条件，建议定期利用DO安全栅和DI安全栅进行远程控制模拟测试。使用SCADA系统或使用远程控制器下发启闭阀门的远程控制命令，检测DO安全栅能否输出控制信号（24V电压）。利用DI安全栅模拟切换阀门的“开”和“关”状态，与SCADA系统观测到的阀位状态进行比对，若不一致则及时开展维修。

3.4 阀室远程控制应用

(1) 在阀室工况正常的前提下，优先使用中心控制的方式进行阀门的启闭操作。操作前要通过SCADA系统对阀门两侧压力平衡状态进行确认。

(2) 当阀室面临火灾、爆炸、泄漏等危险状态时，应遵循“谁先发现谁控制，谁最有效谁控制”的原则，现场人员可根据实际情况，立即通过本地控制或厂站控制的方式进行应急处置。

(3) 当阀室远程控制功能失效时，现场人员可随时通过手动控制方式控制阀门⁹⁾。

4 阀室远程控制安全保护策略

4.1 过扭矩保护

为保护远控执行机构和阀门本体安全，在远控执行机构动作过程中，当所输出的当前扭力 \geq 最大扭力保护值时，远控执行机构应立即停止动作，产生报警并将报警反馈至SCADA系统，需人工介入判断后续动作。

4.2 电机过热保护

当远控执行机构检测到电机过热时,应立即停止自身动作并触发报警。

4.3 阀门卡顿保护

当远控执行机构执行阀门开启或关闭动作中,如果发生5s~10s执行机构未动作,则可能是阀门出现卡顿,应立即切断电机供电,避免对阀门产生损害或造成电机损坏。

4.4 阀门未开关到位

正常工况下,阀室的主阀门应处于开到位或关到位状态,不应处于中间状态。在远程控制阀门过程中,可能因阀门开度100%和开度0%设定值不准确导致阀门未开关到位就停止动作。应在SCADA系统内设置阀门未开关到位报警,提示工作人员对阀门开度设定值进行校准^[10]。

4.5 失电报警

配电系统是远程调控功能的重要保障,当外部供电故障导致远控执行机构电压不足或失电时,远程控制操作停止并且阀门开度保持在当前状态,在SCADA系统内产生失电报警。

5 结语

远程控制技术的推广应用能大幅度提升燃气管网精准调度水平和应急处置能力,是实现“智慧燃气”的重要技术手段和举措,必将推动城镇燃气的行业发展。可以预见在不久的将来,随着自动化技术的不断进步和远程控制策略的日趋完善,城镇燃气的关键阀室必将实现远程控制的规模化应用。

本文基于城镇燃气行业监控系统和远程控制系统建设应用的工作经验,从燃气阀室建设、应用及安全防护等3个层面系统性的总结和论述了远控控制的管理策略,对于阀室远程控制功能标准化建设和规范化应用具有参考价值和指导意义,有助于阀室远程控制技术的推广应用,切实提升城镇燃气管网输配的安全保供能力。

参考文献

- [1]王艳,李顺义,叶林平,等.燃气管道阀门加装远程控制系统[J].信息系统工程,2011(07):21-23.
- [2]霍春峰,王鸣,罗站强.热力管网的阀门远程调控系统[J].华东电力,2009,37(02):333-335.
- [3]程钰峰,侯龙飞,丁超,等.城市燃气管网阀门远程控制布设策略研究[J].长春工程学院学报(自然科学版),2021,22(03):84-90.
- [4]杜保健,冯健,关鸿鹏,等.城市燃气远程调控系统及安全调控策略[J].煤气与热力,2024,37(05):22-26.
- [5]崔崇人.城镇燃气长输管线阀门远程控制供电系统的应用性研究[J].科学技术创新,2025(10):96-99.
- [6]沈维.阀门电动执行机构的计算选型探讨[J].化工与医药工程,2019,40(05):47-52.
- [7]杜凯,迟百川.气液联动阀的维护保养与典型故障处理[J].设备管理与维修,2023(21):50-53.
- [8]赵宁,轩兰兰.电动阀门典型故障原因分析[J].阀门,2023(06):771-775.
- [9]韩星宇,童贵宝,陈金金.燃气门站SCADA系统控制策略初探[J].城市燃气,2024(07):1-4.
- [10]郑婷婷,徐川,苏晓东,等.阀门电动装置开度指示问题分析与解决[J].机电信息,2025(09):74-76.

工程信息

我国首个10万户级天然气掺氢应用项目启动

我国首个10万户级天然气掺氢规模化应用项目,2026年4月19日在山东潍坊正式启动,项目依托潍坊现有城镇天然气管网基础设施,可实现稳定的天然气掺氢输配。

示范项目采用3万m³天然气掺氢装备,可实

现从0到10%不同掺氢比例的调节。目前,项目已建成5 000m³/h的电解水制氢装备、国内首条全长5.2km的城镇燃气输氢管道,以及国内领先的掺氢-输氢全流程检测平台,每年最高可消纳氢气1 300万m³。(本刊通讯员供稿)