

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2026.08.012

极端大风天气下 燃气调压箱切断事件分析及应对策略研究

朱海凌, 金鑫

新疆燃气集团有限公司

摘要: 燃气调压箱是城镇燃气输配系统的核心设备, 其安全稳定运行关乎用户用气及社会公共安全。本文结合西部某城燃企业供气范围内发生的大规模调压箱切断事件, 分析极端大风天气下调压箱切断的成因, 确定极端大风引发的气压剧烈波动及短期气温骤变是主要诱因, 并结合大气压与表压的基础变化关系阐释事件机理, 最终提出针对性防范应对策略, 为提升燃气调压设备极端天气适应能力、保障城镇燃气稳定供应提供实践参考。

关键词: 极端大风; 燃气调压箱; 安全切断阀; 气压波动; 防控措施

Analysis of Shut-Off Events of Gas Pressure Regulating Boxes Under Extreme Gale Weather and Study on Response Strategies

ZHU Hailing, JIN Xin

Xinjiang Gas Group Co., Ltd.

Abstract: Gas pressure regulating boxes are the core equipment of the urban gas transmission and distribution system, and their safe and stable operation relates to user gas consumption and social public safety. Based on the large-scale pressure regulating box shut-off events occurring within the gas supply scope of a city gas enterprise

4.5.3 信息防

由燃气企业建设报警远传信息平台, 将商户及公共区域的可燃气体报警装置信号接入信息平台(同步接入商业综合体的消控室监控平台), 一旦现场报警装置监测到燃气泄漏信号, 可直接传输至该平台, 并通过电话、短信同步通知到商户负责人、管理方安全负责人、燃气企业抢险人员等指定人员, 燃气企业通过SCADA系统实现远程关阀, 第一时间启动应急抢险预案, 商户和物业企业也可开展初步处置。

5 结语

商业综合体的燃气安全监管是一项复杂工程,

需要政府部门、管理方、商户、燃气企业各方协同联动, 做到责任全落实、排查全覆盖、隐患全整改, 持续提升管理方、商户工作人员的燃气安全技能和实操能力, 通过各方努力夯实商业综合体燃气运行和使用本质安全水平。

参考文献

- [1]程喜兵,周国强,张家文. 商业综合体、集贸市场等人员密集场所管道燃气安全管理机制和措施探讨[J]. 城市燃气,2024(05):33-37.
- [2]周国强,程喜兵. 大型商业综合体燃气事故应急救援策略[J]. 上海煤气,2024(05):19-22.
- [3]黄智豪. 燃气企业安全管理策略在大型商业综合体燃气应用中的探索与思考[J]. 城市燃气,2025(05):45-47.

[第一作者简介]朱海凌, 生产运营部副总经理, 高级工程师, 从事城镇燃气输配技术及运营管理工作。

in western China, this paper analyzed the causes of pressure regulating box shut-offs under extreme gale weather. This paper determined that the severe air pressure fluctuation and short-term sudden temperature change caused by extreme gales are the main inducements. Furthermore, this paper explained the event mechanism based on the basic variation relationship between atmospheric pressure and gauge pressure, and finally proposed targeted preventive and response strategies. This provides practical reference for improving the extreme weather adaptability of gas pressure regulating equipment and ensuring the stable supply of urban gas.

Keywords: extreme gale; gas pressure regulating box; safety shut-off valve; air pressure fluctuation; prevention and control measure

1 概述

城镇燃气作为清洁高效能源,已广泛应用于居民日常生活、工商业生产等诸多领域,燃气输配系统的安全与稳定,是保障燃气正常供应的基础。用户燃气调压箱的主要作用是将中压燃气降压至符合用户使用标准的低压燃气,并保障供气压力稳定,而箱内的安全切断阀作为重要的安全保护装置,能在系统压力出现异常时及时切断气源,有效避免因超压入户引发的燃气灶具脱火、闪爆等安全事故,对保障用户用气安全具有重要意义。

近年来,受全球气候变化影响,极端天气事件频发,给城镇燃气输配系统的安全运行带来了诸多挑战。2021年2月19日,西部某城燃企业所在城市遭遇冬季罕见的极端大风天气,进而引发了大规模的调压箱切断事件,对辖区内用户的正常用气造成了一定影响。本文以此次事件为研究对象,结合现场排查及分析结果,探究极端大风天气下调压箱切断的原因及机理,并据此提出具体的防范应对策略,为燃气行业应对同类极端天气事件提供实操参考。

2 事件概况

2.1 事件发生过程

2021年2月19日早8时起,西部某城燃企业客户服务热线陆续接到辖区内普通居民用户、工商业用户的停气反映。截至当日13时,此次事件累计涉及调压箱302台,受影响用户达15 123户。事件发生后,该企业立即启动应急预案,迅速组织30个抢修班组、120余名工作人员分赴各现场开展供气恢

复工作。截至当日13时,已完成246台调压箱的供气恢复;至17时,所有受影响调压箱均全部恢复供气,最大程度降低了事件对用户正常用气的影响。

2.2 事件核心特征

经对此次切断的302台调压箱进行统计分析,发现其呈现出三个明显特征:一是占比低,属于小概率故障,该企业辖区内在用调压箱共计12 657台,此次发生切断的调压箱仅占总数的2.3%;二是分布具有区域性,切断调压箱主要处于东南风向下风向;三是对应用户用气特征明显,所有发生切断的调压箱均为普通居民及餐饮用户供气,此类用户在当日夜间基本处于不用气状态。

3 事件成因分析

为彻底查明此次调压箱切断的根本原因,西部某城燃企业联合行业专家及调压设备厂家专业技术人员成立事件分析小组,围绕设备状况、燃气气质、管网运行及气象条件等方面,开展了全面、系统的现场排查与分析工作。

3.1 设备状况排查

现场抽样拆解检查6台发生切断的调压箱,设备内部无明显灰尘、水渍及冰晶,由此基本排除了因灰尘堵塞或冻堵导致安全切断阀动作的可能性。同时调阅了302台切断调压箱的压力整定记录,所有设备的出口安全切断压力均按照CJJ 51-2016(事件发生时的现行标准)相关要求,每年开展1次压力整定工作,整定压力设定为调压箱出口压力的1.5倍,完全符合GB 50028-2006《城镇燃气设计规范》(2020版)的相关规定,设备整定参数合规,排除了因参数设置不当引发误切断的情况。

3.2 气质与管网条件分析

结合事发前后的燃气气质组份报告及门站出站温度监测数据来看,事发期间燃气气质组份无明显变化,中压燃气管网的运行压力及温度均保持基本恒定,未出现异常波动,由此排除了因气质组份水露点变化产生冻堵导致调压箱切断的可能性,管网整体运行工况稳定,未对调压箱的正常运行造成不利影响。

3.3 气象因素主导作用及理论分析

调阅中央气象台当日监测资料及当地晚报相关报道,2月19日凌晨,当地出现极端大风天气,主城区局部东南阵风风力高达12级,2月18日22:23、19日7:03当地连发两次大风橙色预警,干热大风致主城区最高温飙升至10.1℃,城南城北温差达20℃,打破了当地2月19日历史极值(原纪录6℃),为当地冬季罕见。此次极端大风天气带来了两个关键的气象变化:一是区域气压出现剧烈波动,事发时段辖区内气压在90.4kPa~91.4kPa之间波动,较日常平均气压92.5kPa降低约2.1kPa;二是气温在短时间内大幅变化,温差达到-10℃~10℃,且温度变化速度较快。

表压是以大气压为基准测得的压力值,其核心变化规律为表压=绝对压力-大气压。在燃气输配系统中,当调压箱后端管道处于封闭状态时,也就是用户不用气、调压器主调阀口关闭的情况下,管道内燃气的绝对压力可保持相对稳定,此时大气压的变化会直接引发表压的反向变化,即大气压降低,表压会随之等幅升高。

结合调压器的工作原理,此次极端大风天气下,局部区域受地形地貌影响,迎风向阵风强度更大,导致该区域大气压降幅达到2.1kPa;而此次发生切断的调压箱,因对应的居民及餐饮用户夜间基本不用气,调压器主调阀口处于关闭状态,后端管道为封闭环境,内部燃气的绝对压力保持稳定,因此大气压降低2.1kPa直接造成后端管道内燃气表压升高2.1kPa。

以居民用调压箱为例,其出口压力设定值为2.5kPa,按照规范要求,安全切断阀整定压力为3.75kPa,表压经大气压变化影响升高2.1kPa后,后端管网实际表压达到4.6kPa,已远超安全切断阀的整定压力,最终触发切断动作。这一分析结果与现场实际情况高度吻合,明确了极端大风天气下调压

箱切断的内在机理。

此外,处于下风向的调压箱受大风影响更为直接,大气压变化对其后端管网压力的影响也更为显著,这也是此次切断调压箱在分布上呈现区域性的主要原因;同时,主调器皮膜在短期内大幅温差的作用下会快速响应,进一步加剧了调压器阀口开启引发的后端管线升压,加速了安全切断阀的切断动作。

4 防范应对策略

此次极端大风天气引发的调压箱切断事件,一方面验证了燃气调压设备安全保护装置在实际运行中的可靠性和有效性,另一方面也为燃气企业应对极端天气、保障燃气供应安全敲响了警钟。为防范此类事件再次发生,结合此次事件的成因分析及现场处置经验,提出以下几方面的防范应对策略。

4.1 优化调压设备整定参数

联合行业专家及调压设备厂家专业技术人员,对辖区内调压设备的整定参数进行重新研究核定。以大气压与表压的变化规律为基础,在严格保障普通居民及商业用户用气安全的前提下,科学调整安全切断阀的整定压力,预留合理的压力波动冗余量,有效抵消局部阵风引发的气压波动影响,在确保安全的同时,兼顾供气的稳定性,此项工作需尽快组织实施并完成全部调压设备的参数调整。

4.2 强化燃气调压设备维护保养

建立并完善燃气调压设备全生命周期维护保养体系,将日常维护保养工作常态化、规范化。结合辖区内不同区域的气象特征、地形地貌特点,制定差异化的设备维护保养方案,将大风、低温等极端天气高发区域的调压设备列为重点维护对象,增加巡检频次。定期对调压箱安全切断阀、主调器皮膜等关键部件开展检查、校准及更换工作,及时发现并消除设备运行隐患,最大限度提升燃气设备应对各类极端外界条件的适应能力和运行稳定性。

4.3 规范调压箱选址安装,规避气压波动高风险区域

在新建、改建、扩建燃气工程的调压箱选址及安装阶段,充分结合辖区地形地貌、季风风向规律及极端天气频发特点,开展安装位置环境风险评估,重点规避易引发气压剧烈波动的高风险区域。

严禁将调压箱安装在城市开阔地带、高楼间隙风道、山谷隘口等大风迎风区及气压突变敏感区域；优先选择背风避阳、地势相对平缓、气流稳定的位置安装，对确需在近风区域安装的调压箱，增设防风围挡等防护设施，降低大风对设备周边气压环境的直接影响，从源头减少气压波动引发的设备异常风险。同时，对现有处于迎风区、气压波动高风险位置的调压箱，制定分批迁移改造计划，逐步完成位置优化，消除运行隐患。

4.4 建立极端天气预警联动机制

加强与气象部门的常态化沟通协作，搭建极端天气信息共享与预警联动工作机制，实现大风、暴雨、暴雪、强降温等极端天气预警信息的及时获取、快速传达。根据气象部门发布的预警等级，分级启动应急准备工作，重点做好极端天气高发区域的设备巡检、隐患排查，组织应急抢险队伍24h待命，备足备齐应急抢修物资，形成“早预警、早准备、早处置”的工作闭环，最大限度降低极端天气对燃气供应的不利影响。

4.5 完善应急预案与应急处置能力

充分吸取此次事件的处置经验，对现有极端天气下燃气供应突发事件应急预案进行修订完善，进一步明确应急响应流程、各部门及岗位的职责分工、现场处置具体措施等内容，增强预案的针对性和可操作性。加强应急抢险队伍建设，定期组织开展极端天气下的应急演练，提升抢险人员的快速响应能力、协同作战能力和现场处置能力。同时，畅通与用户的沟通渠道，事件发生后，及时通过官方公众号、社区通知、客服热线等方式，向用户发布事件处置进展及安全用气温馨提示，引导用户正确应对，减少用户恐慌，争取用户的理解与支持。

4.6 开展极端天气对燃气输配系统影响研究

加大科研投入，将极端天气（强风、极端温差、强降雨等）对燃气输配系统的影响列为专项研究方向。结合此次事件的分析结果，基于大气压与表压的变化规律，深入探究不同极端天气条件下，燃气管网的压力、流量变化规律，以及调压设备、阀门等关键设施的运行特性，形成专项研究成果。同时，结合辖区气象数据，建立调压箱选址安装的环境风险评估模型，为燃气输配系统的优化设计、

设备选型、日常运行调控提供科学的理论支撑，从源头上提升城镇燃气供应系统应对极端天气的韧性和安全保障能力。

5 结论

此次调压箱切断事件的发生，主要是由极端大风引发的区域气压剧烈波动，叠加短期内气温的大幅变化共同导致的。结合大气压与表压的基础变化规律可以明确，在燃气管网处于封闭状态时，表压会随大气压的降低等幅升高，当表压超过安全切断阀的整定压力时，就会触发切断动作。此次事件充分验证了燃气调压设备安全保护装置在保障用户用气安全中的关键作用，同时也暴露出城镇燃气供应系统在调压箱选址规划、极端天气应对等方面仍存在不足。

通过科学优化调压设备整定参数、强化设备全生命周期维护保养、规范调压箱选址安装并规避气压波动高风险区域、建立极端天气预警联动机制、完善应急预案并提升应急处置能力、开展极端天气对输配系统影响的专项研究等一系列措施，能够从源头防控、过程管控、应急处置多维度提升燃气输配系统应对极端大风天气的能力，从根本上防范同类调压箱切断事件再次发生。

在全球气候变化的背景下，极端天气事件的发生频率和强度呈上升趋势，城镇燃气行业面临的安全运行挑战日益严峻。燃气企业必须高度重视极端天气对燃气供应系统的影响，将气象因素纳入燃气工程设计、设备运行管理全流程，持续加强技术创新、管理创新和机制创新，不断提升燃气供应系统的安全性、稳定性和韧性，始终将安全、可靠、稳定的燃气供应服务作为工作核心，为广大用户正常用气提供保障，为城市安全运行和经济社会高质量发展筑牢燃气安全防线。

参考文献

- [1]CJJ 51-2016 城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程[S].
- [2]GB 50028-2006 城镇燃气设计规范（2020版）[S].
- [2]GB/T 51474-2025 城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准[S].