

地下室热力站管道泄漏紧急关断系统技术研究

徐媛媛

山西省太原市热力集团有限责任公司, 山西 太原 030012

摘要： 本文针对地下室热力站管道泄漏问题，分析了泄漏的主要原因，包括管道材料、设计不合理、施工质量、运行维护以及外部环境等因素。在此基础上，本文概述了紧急关断系统的定义、组成、工作原理和功能，并深入研究了紧急关断系统的设计原则、泄漏检测技术、紧急关断阀技术以及控制系统设计。最终，探讨了紧急关断系统技术的发展趋势，包括智能化、网络化、集成化和绿色环保。本文的研究为地下室热力站管道泄漏的预防和处理提供了理论依据和技术支持。

关键词： 地下室热力站；管道泄漏；紧急关断系统；泄漏检测；控制系统

Research On Emergency Shutdown System Of Pipeline Leakage In Basement Thermal Station

Xu Yuanyuan

Shanxi Taiyuan Thermal Power Group Co., LTD., Taiyuan, Shanxi 030012

Abstract : This paper analyzes the main causes of pipeline leakage in basement thermal station, including pipeline materials, unreasonable design, construction quality, operation and maintenance, and external environment. On this basis, this paper summarizes the definition, composition, working principle and function of the emergency shutoff system, and deeply studies the design principle of the emergency shutoff system, leakage detection technology, emergency shutoff valve technology and control system design. Finally, the development trend of emergency shutdown system technology is discussed, including intelligence, network, integration and green environmental protection. The research in this paper provides theoretical basis and technical support for the prevention and treatment of pipeline leakage in basement thermal station.

Keywords : basement heat station; pipeline leakage; emergency shutdown system; leak detection; control system

引言

随着城市建设的快速发展，地下室热力站作为城市供热系统的重要组成部分，其安全运行对于保障居民生活和工业生产具有重要意义。然而，由于地下室热力站管道系统复杂，运行环境特殊，管道泄漏问题时常发生，不仅导致能源浪费，还可能引发安全事故，对环境和人身安全造成威胁。因此，如何有效预防和处理管道泄漏问题，成为当前热力站运行管理中亟待解决的问题。

一、地下室热力站管道泄漏原因分析

热力管道是一种用于输送高温高压热水或蒸汽的管道，是城市供热系统的重要组成部分。它的主要作用是将锅炉或热电联产设备产生的热能传输到热力站，再由热力站向城市各区域供热^[1]。

热力管线的泄漏问题一直是制约供热行业持续发展的难题。每年由于管网泄漏造成的经济损失不断扩大。管线泄漏不单对供热管网自身安全运行造成威胁，还会给沿线的设施和末端热用户带来更多的麻烦：小到影响热用户的用热需求，大到威胁公共设施运转，对管道运维及周边生活人员的安全造成威胁^[2]。

（一）管道材料问题

管道，恰似热力站的血管脉络，其材质的优劣直接影响到整个系统的健康与寿命。在长期的运行实践中，我们注意到，不少管道泄漏事故追根溯源，问题出在材料本身。某些材质在持久的高温高压工作环境中显得力不从心，或者对腐蚀物质的抵御能力不足，随着时间的推移，这些管道逐渐磨损，最终导致泄漏的发生。同时，市场上管道材料的品质良莠不齐，如果选择不当，无疑是在热力站中埋下了一颗随时可能引爆的安全隐患。

（二）管道设计不合理

设计，犹如工程建设的灵魂所在，其合理性直接决定了管道

系统的命运。在众多实际案例中，我们屡见不鲜的是设计阶段对管道承载能力、热膨胀系数、流体动力学等关键因素的忽视，这导致管道在实际运作中承受不必要的额外应力，加速了老化过程，并最终引发了泄漏。这种不合理的设计不仅徒增了维护成本，更严重的是，它削弱了热力站的整体运行效率和安全性能。

（三）施工质量问题

施工质量，犹如管道系统可靠性的基石，其重要性不容小觑。在施工现场，由于施工团队的专业技能参差不齐，种种问题接踵而至：焊接点的脆弱、管道安装的偏差、防腐措施的疏漏，这些都可能成为隐患。这些施工质量问题，或许在短期内不易被察觉，然而，随着时间的流逝，它们悄然转变成管道泄漏的直接导火索。

（四）运行维护不当

热力站管道系统的持久稳定运行，依赖于细致入微的维护管理。在现实操作中，却常因维护人员的疏漏或维护体系的不健全，使得管道泄漏问题得不到及时的发现与处理。比如，定期的管道检查和泄漏检测未能按计划执行，或是维护记录的缺失，这些疏忽无不在悄悄地为管道泄漏埋下了隐秘的隐患。

（五）外部环境因素

地下室热力站坐落在一个环境多变且复杂的空间中，外部环境因素对管道泄漏的影响不容忽视。地下水位的高低起伏、土壤的腐蚀性质、温度与湿度的波动，乃至人类活动的无序干预，都可能对管道造成外部损害，进而引发泄漏^[9]。这些外部因素的不可预测性和难以控制性，无疑对管道系统的设计和维护提出了更为严苛的挑战。

二、紧急关断系统概述

在地下室热力站的安全防护体系中，紧急关断系统扮演着至关重要的角色。它如同一位守护者，时刻准备在管道泄漏的紧急情况下迅速采取措施，以保护人员和设备的安全。

（一）系统定义

紧急关断系统，其名即其义，它是一种在管道遭遇泄漏等紧急状况时，能够迅速响应，自动或手动切断流体传输的控制系统。该系统的存在，为危急时刻提供了及时隔离问题区域的能力，有效遏制事故的蔓延，确保热力站的安全与稳定运行。

（二）系统组成

紧急关断系统是一套复杂而精密的控制系统，它由多个关键部件协同工作而成，包括泄漏检测装置、紧急关断阀门、控制单元以及通信网络。泄漏检测装置如同系统的眼睛，实时监测管道状态，一旦发现泄漏迹象，立即触发警报；紧随其后的是紧急关断阀门，它们位于管道的要害位置，一旦接收到控制单元发出的信号，便能迅速动作，切断流体流动，防止泄漏扩大。控制单元作为系统的中枢神经，负责接收泄漏信号，发出关断指令，并实时监控整个系统的运行状态。而通信网络则如同系统的血管，将各个部件紧密连接，确保信息的高效、准确传递，使得整个系统在危急时刻能够迅速而有效地响应^[4]。

（三）系统工作原理

紧急关断系统的运作机制，本质上是一个“侦查、评估、行动”的过程。起初，泄漏检测装置如同忠诚的哨兵，持续不断地对管道进行监控。一旦捕捉到异常信号，比如压力的突然下降、流量的异常波动或声音的异常变化，系统便立刻启动警报，如同吹响紧急集合的号角。紧接着，控制单元，作为系统的智慧大脑，迅速根据预设的程序分析泄漏的严重性和具体位置，并发出相应的关断指令。最终，紧急关断阀门接到指令后，立即响应，迅速封闭，切断流体路径，有效地遏制了泄漏的进一步扩散^[5]。

（四）系统功能

紧急关断系统的核心功能涵盖了实时监测、快速响应、隔离控制以及安全保障四个关键方面。系统通过对管道状态的持续监控，确保了任何泄漏迹象都能被及时发现，一旦检测到泄漏，系统便能迅速做出反应，即刻关闭阀门，有效地隔离泄漏区域，防止事故的进一步扩散。这一系列动作不仅极大减少了因泄漏可能导致的财产损失和人员伤亡，更是为热力站的安全运行筑起了一道坚实的防线。

三、紧急关断系统技术研究

紧急关断系统，作为地下室热力站安全的最后一道防线，其技术研究的深度和广度直接关系到系统的可靠性和效率。

（一）紧急关断系统设计原则

在精心构思紧急关断系统的蓝图时，必须深入理解并贯彻以下设计理念的核心要素：首先，安全置于首位，确保系统在紧急情况下能够优先保护人员的生命和财产安全；之后，系统的可靠性是系统的生命线，要求系统在各种工况下都能稳定运行，且故障率极低；再者，快速反应是系统的核心，要求系统能在第一时间迅速作出响应，并迅速切断流体流动，防止事故进一步扩大；系统的灵活性同样重要，要求系统能够适应各种泄漏场景，并具有简便的操作方式，以便在紧急情况下能够迅速启动和操作。这些设计理念共同确保了紧急关断系统在各种情况下都能有效运作，确保热力站的安全和稳定运行。

（二）管道泄漏检测技术

紧急关断系统能否有效运作，关键在于能否及时发现泄漏。这一目标的实现，依赖于一系列先进的泄漏检测技术。声波检测技术犹如管道的听诊器，通过仔细聆听管道内流体流动时产生的声波变化，能够精准地定位泄漏的位置和大小^[6]。光纤光栅检测技术则利用光纤对温度和压力的敏感性，如同管道内部细密的神经末梢，一旦检测到管道状态异常，便能迅速发出警报。智能传感器技术更进一步，它集成了多种传感器，并采用智能算法，对管道进行全方位的监测，极大地提高了检测的准确性和实时性，为紧急关断系统的有效运作提供了强大的技术支持。

（三）紧急关断阀技术

紧急关断阀，作为紧急关断系统的关键执行元件，其技术选型对于系统整体性能的优劣起着决定性的作用。电动紧急关断阀通过电动机的驱动，能够迅速关闭阀门，适用于有稳定电源供应

的环境，提供了快速响应的解决方案。气动紧急关断阀则依赖压缩空气作为动力源，其响应速度快，特别适用于易燃易爆的环境，确保了系统的安全运行。液动紧急关断阀则采用液体压力驱动，适用于大口径管道和高压力系统，能够有效应对复杂的工作环境，确保了系统的稳定性和可靠性。

（四）控制系统设计

控制系统的设计是确保紧急关断系统高效运作的核心，其设计涵盖了控制策略、控制算法和通信网络三个关键要素。控制策略是基于对泄漏的严重程度和管道的重要性进行评估，以制定出相应的行动指南，确保系统能够在最合适的时机采取行动^[7]。控制算法则采用先进的算法，如模糊逻辑和神经网络等，以提高系统的判断和响应能力，使得系统能够更加精准和快速地做出决策。而通信网络则构建了一个稳定可靠的网络，确保泄漏信息能够迅速传递至控制单元，并下达关断指令，使得整个系统的运作更加高效和流畅。

四、紧急关断系统技术发展趋势

科技的飞速发展正推动着紧急关断系统迎来一场深刻的变革。在这一变革中，系统正逐渐摆脱传统的束缚，迈向智能化、网络化、集成化和绿色环保的新纪元。

（一）智能化

智能化已成为紧急关断系统技术演进的必然方向。未来的系统将不再局限于简单的泄漏检测与关断功能，而是通过人工智能技术的应用，实现自我学习、预测和决策能力的飞跃。例如，深度学习算法能够帮助系统预测管道的潜在泄漏点，并在问题出现前采取预防性措施，从而显著提升系统的预见性和主动性。

此外，智能化还将使紧急关断系统变得更加人性化。操作界面将变得更加直观友好，使得非专业人员也能轻松上手，有效降低了操作门槛^[8]。这种人性化的设计理念，将使得紧急关断系统在应对各种紧急情况时，能够更加迅速、准确地作出响应，为热力站的安全运行提供更加坚实的技术支持。

（二）网络化

网络化预示着紧急关断系统将从孤立的个体走向更加开放和互联的系统生态。通过物联网技术，系统能够实时地将管道状

态、泄漏数据等信息传输至远程监控中心，实现对热力站的远程监控和故障诊断。这种网络化的架构不仅提升了应急响应的效率，也使得大数据分析成为可能，为系统性能的持续提升提供了强有力的支撑。通过实时数据的共享和分析，紧急关断系统能够更加精准地识别潜在风险，并采取相应的预防措施，确保热力站的安全稳定运行。

（三）集成化

集成化是指将紧急关断系统与热力站的其他系统，如自动控制系统、监控系统等，进行深度整合和协同工作。通过这种集成化，各系统之间的资源得以共享，工作流程得以优化，从而显著提高热力站的整体运行效率。例如，集成化的系统能够在检测到泄漏的同时，自动调整热力站的供热量，以减少能源浪费，确保能源的有效利用^[9]。这种集成化的设计理念，使得热力站的各个系统能够更加紧密地协同工作，为热力站的安全、高效运行提供了强有力的技术支持。

（四）绿色环保

绿色环保理念已成为紧急关断系统技术发展的新航标。未来系统的发展将更加侧重于节能与环保，致力于实现可持续发展。例如，通过采用更为高效的能源管理系统，紧急关断系统将大幅降低能耗，实现能源的最大化利用。同时，系统将采用环保材料和绿色工艺，以减少对环境的影响，降低污染排放，实现与自然环境的和谐共生。

绿色环保的紧急关断系统不仅有助于保护生态环境，减少资源浪费，更体现了对可持续发展的深刻理解和实践^[10]。这种系统的设计和应用，将有助于推动热力站向更绿色、更环保的方向发展，为构建低碳、环保、可持续的城市供热系统贡献力量。

结束语

紧急关断系统技术的发展，不仅是对现有技术的改进，更是对未来安全理念的探索。从智能化到网络化，从集成化到绿色环保，每一步都标志着我们在保障热力站安全运行的道路上迈出的坚实步伐。展望未来，我们有理由相信，随着技术的不断进步，紧急关断系统将更加智能、高效、环保，为城市的供热安全提供更加有力的保障。让我们携手共进，迎接这一技术革新的到来。

参考文献

- [1] 袁晓君. 热力管道防腐保温施工技术及其质量控制策略[J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(07): 113-115. DOI: 10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2023.07.113.03.
- [2] 朱晓健. 城市直埋热力管道泄漏的数值模拟研究[D]. 华北电力大学(北京), 2023. DOI: 10.27140/d.cnki.ghbbu.2023.001126.
- [3] 史尚典. 供热系统自动化控制及其节能降耗措施分析[J]. 现代工业经济和信化, 2023, 13(02): 203-204+207. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2023.02.073.
- [4] 马建民. 集中供暖热力站系统预测控制[D]. 北京建筑大学, 2023. DOI: 10.26943/d.cnki.gbjzc.2023.000285.
- [5] 尹甲丁, 樊兴. 浅议供热系统中的智能控制[J]. 智慧中国, 2023, (06): 88-89.
- [6] 魏斌. 热力系统中的自动化控制系统设计[J]. 集成电路应用, 2023, 40(08): 172-173. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2023.08.075.
- [7] 李昆峰. 热力站供热系统的自动控制策略分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(08): 170-171. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2023.08.074.
- [8] 赵凯. 自动化控制系统在热力站中应用的经济性分析[J]. 现代工业经济和信化, 2023, 13(10): 281-282+285. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2023.10.091.
- [9] 单晶晶, 康在龙. 提高供热管网关断阀可靠性措施研究[J]. 电力安全技术, 2022, 24(04): 11-14.
- [10] 单晶晶, 康在龙. 基于阀门关断保护装置性能的供热管网生产安全运行分析研究[J]. 安全与健康, 2021, (07): 54-56+65.