

火力发电厂机炉外汽水管道泄漏治理浅析

顾伟

浙江华业电力工程股份有限公司
DOI: 10.12238/jpm.v5i10.7293

[摘要] 火力发电厂是电力生产的核心设施，其机炉外汽水管道的安全运行至关重要。然而，近年来频繁发生的管道泄漏问题对设备安全和生产效率造成了严重影响。本文分析了火力发电厂机炉外汽水管道泄漏的现状及其原因，指出设备老化、设计不合理、安装质量问题和维护不足等是主要因素。针对这些问题，本文提出了改善空间分析和具体实施措施，包括优化设计、引入新材料、加强安装质量控制、提升运行维护能力以及制定全面的应急预案，以提高系统的整体安全性和可靠性。

[关键词] 火力发电厂；机炉外汽水管道；泄漏治理；浅析

Analysis of leakage control outside steam pipe in the furnace of thermal power plant

Gu Wei

Zhejiang Huaye Electric Power Engineering Co., Ltd

[Abstract] Thermal power plant is the core facility of electric power production, and the safe operation of the steam pipe outside the furnace is very important. However, the frequent pipeline leakage problem in recent years has caused a serious impact on the equipment safety and production efficiency. This paper analyzes the current situation and causes of the steam water pipeline leakage outside the thermal power plant, and points out that the equipment aging, unreasonable design, installation quality problems and insufficient maintenance are the main factors. To address these problems, this paper puts forward the improvement of spatial analysis and specific implementation measures, including optimized design, introduction of new materials, strengthening installation quality control, improving operation and maintenance capabilities, and developing comprehensive contingency plans to improve the overall safety and reliability of the system.

[Key words] thermal power plant; steam water pipe outside the furnace; leakage treatment; brief analysis

引言

火力发电厂在全球能源供应中占据重要地位，其安全稳定的运行直接关系到社会经济的发展。然而，机炉外汽水管道泄漏问题已成为影响发电厂安全运行的一个重大隐患。这些泄漏不仅造成能源浪费，还可能引发设备损坏和安全事故，对人员和设备构成威胁。鉴于此，本文将深入探讨火力发电厂机炉外汽水管道泄漏的现状和原因，并提出一系列改善措施，以期为相关领域提供有价值的参考。

1. 现状分析

火力发电厂作为电力生产的主要来源，其安全运行对社会经济发展具有重要意义。然而，近年来，火力发电厂的机炉外汽水管道泄漏问题频繁发生，对设备安全和生产效率造成了严重影响。这些泄漏不仅导致能源浪费，还可能引发设备损坏甚至安全事故。

目前，国内外对火力发电厂汽水管道的监控与维护投入了大量资源，但泄漏事件仍时有发生。这主要是由于设备老化、材料质量不达标、维护不当等原因。此外，火力发电厂的运行环境复杂，长期高温高压的工作条件使得汽水管道容易产生磨损和腐蚀，进一步增加了泄漏的风险。

现阶段的泄漏检测技术包括超声波检测、红外检测和泄漏

测试等。然而，这些技术的应用效果受到设备复杂性、操作难度和检测成本的制约。尽管先进的检测技术可以提高泄漏检测的准确性，但由于缺乏统一的技术标准和规范，导致各个发电厂的实施效果不一。

在管理层面上，火力发电厂普遍存在应急响应能力不足的问题。许多发电厂缺乏系统的泄漏应急预案，导致泄漏事件发生时无法迅速有效地采取措施，进一步加剧了泄漏问题的影响。此外，人员的操作技能和安全意识也有待提高，特别是在紧急情况下的应对能力。

综上所述，火力发电厂机炉外汽水管道泄漏问题的现状令人担忧。虽然有各种检测和管理措施，但由于设备老化、技术限制和管理不到位等原因，泄漏问题仍然存在并带来较大的风险。未来，需要进一步提升检测技术水平，制定统一的技术标准，并加强管理和人员培训，以减少泄漏事件的发生，确保火力发电厂的安全运行。

2. 火力发电厂机炉外汽水管道泄漏原因分析

火力发电厂的机炉外汽水管道泄漏是一个复杂的问题，涉及多个因素的相互作用。以下是几种主要的泄漏原因：

首先，材料老化是导致汽水管道泄漏的主要原因之一。火力发电厂的汽水管道通常在高温、高压条件下长期运行，这使

得管道材料容易发生老化和劣化。特别是对于使用寿命较长的发电厂，管道材料的疲劳和断裂风险显著增加。材料老化不仅会导致管道的机械强度下降，还会使其耐腐蚀性能减弱，增加泄漏的可能性。

其次，管道设计不合理也是导致泄漏的重要原因。一些发电厂在设计初期未能充分考虑管道系统的热膨胀和应力分布，导致管道在长期运行中出现应力集中和裂纹。此外，不合理的管道布置和支撑系统设计也会引发管道的变形和损坏，从而导致泄漏。

第三，安装质量问题也不可忽视。在一些项目中，由于施工单位未按规范操作，导致管道的焊接和连接部分存在缺陷。这些缺陷在设备运行初期可能未显现，但随着时间的推移，压力和温度的变化会导致这些缺陷扩大，最终引发泄漏。此外，安装过程中对设备的保护不到位，也会加剧管道的损坏。

第四，运行维护不当也是一个重要因素。一些发电厂在日常运行中未能定期检查和维修汽水管道，使得小问题得不到及时处理，最终演变成严重的泄漏事故。此外，对于一些关键设备和部位的监控不足，导致问题发现不及时，也增加了泄漏的风险。

最后，环境因素也是导致管道泄漏的重要原因之一。例如，外界环境中的腐蚀性气体和湿度变化会加速管道的腐蚀和老化。此外，地震等自然灾害也可能对管道造成损坏，导致泄漏。

3. 措施制订

为有效防止和应对火力发电厂机炉外汽水管道泄漏问题，需要从改善空间分析和具体实施措施两个方面入手。通过科学的分析与实践，制定全面、可操作的对策，不仅能提高设备的安全性和运行效率，还能延长设备的使用寿命，减少能源浪费和事故风险。

3.1 改善空间分析

首先，对现有系统进行全面的改善空间分析是关键一步。这一步骤包括对管道的设计、材料、安装质量、运行维护和环境因素等方面进行系统性评估。

在设计层面，需要重新审视管道系统的布局和支撑系统的合理性。通过应力分析和热膨胀分析，识别出管道系统中的应力集中区域和潜在的薄弱点。此外，应考虑采用更先进的设计软件和方法，如有限元分析 (FEA)，以更精确地模拟管道在不同工况下的表现。

在材料选择方面，建议引入耐高温、耐腐蚀性能更强的合金材料，以替代传统的碳钢或不锈钢。这些新材料不仅可以提高管道的使用寿命，还能减少因材料老化引起的泄漏风险。同时，对现有管道进行材料退化分析，确定是否需要更换或加强某些关键部位。

安装质量的改进也需纳入改善空间分析中。通过回顾过去的施工记录和检测报告，识别出常见的安装缺陷和问题点。针对这些问题，可以考虑采用更严格的施工质量控制措施，如引入第三方监理和定期现场抽检。此外，强化对施工人员的培训，确保他们熟悉最新的安装规范和技术标准。

对于运行维护，需重点分析现有的监控和维护策略是否全面覆盖了所有关键设备和部位。现阶段许多发电厂的维护策略主要依赖于定期检查，但在高风险区域，建议引入更加实时和智能化的监控手段，如物联网传感器和数据分析系统。这些技术能够提供更精准的设备状态数据，帮助运营团队及时发现和

应对潜在问题。

最后，环境因素的分析也不容忽视。需要评估外部环境对管道系统的长期影响，包括腐蚀性气体的浓度变化、湿度波动和地质活动等。基于这些分析结果，可以制定更加合理的环境监控和防护措施，如增加防腐涂层或调整管道的安装深度。

3.2 具体实施措施

为有效解决火力发电厂机炉外汽水管道泄漏问题，确保设备的安全性和运行效率，需要从多方面着手，实施具体的改进措施。这些措施不仅涵盖设计、材料选择和安装质量的提升，还包括先进的运行维护手段和环境防护措施。以下是具体的实施措施详述：

3.2.1 设计优化

在设计阶段，应充分考虑管道系统在不同工况下的应力和热膨胀特性。为此，可以引入有限元分析 (FEA) 等先进设计工具，以模拟管道在高温、高压条件下的行为。通过应力分析和热膨胀分析，识别出可能存在应力集中和潜在裂纹的区域，从而在设计中采取相应的措施，如加厚管壁、增加支撑结构或采用柔性连接件。这些改进可以有效减轻管道系统的应力集中，减少裂纹的产生和扩展，从而降低泄漏风险。

同时，在管道布局设计中应充分考虑空间利用和维修便利性。合理规划管道走向和支撑系统，不仅有助于减少管道的物理应力，还能提高日常维护和检查的效率。例如，在设计中预留足够的维护空间，方便后期的检测和修理工作。此外，应确保所有管道连接部位的设计符合相关规范和标准，防止因设计缺陷导致的安装问题。

3.2.2 材料选择

材料的选择是防止汽水管道泄漏的重要环节。传统的碳钢和不锈钢材料在高温高压环境下容易出现老化和腐蚀问题。为此，建议选用耐高温、耐腐蚀性能更优的合金材料，如镍基合金或铬钼钢。这些材料不仅具备更强的机械强度和抗疲劳性能，还能有效抵御高温高压环境中的腐蚀作用，从而延长管道的使用寿命。

此外，应根据具体的运行环境选择合适的材料涂层。例如，在高腐蚀性气体或湿度较高的环境中，可以使用特种防腐涂层，如环氧树脂或聚合物涂层，以增强管道的防腐性能。同时，考虑到不同材料的膨胀系数差异，在管道连接和支撑系统中应采用柔性材料或结构，以吸收和缓解热膨胀引起的应力。

3.2.3 安装质量控制

高质量的安装是确保管道系统长期安全运行的基础。在安装过程中，应严格遵守相关的施工规范和标准。施工单位应配备专业的技术人员，并定期进行培训，确保他们掌握最新的安装技术和工艺要求。对焊接和连接部分的施工质量，应进行严格的检查和测试，包括X射线探伤和超声波检测等无损检测手段，以确保无裂纹、气孔等缺陷。

为了提高施工质量，可以引入第三方监理机构进行全程监督。第三方监理可以提供独立的质量评估和建议，确保每一个施工环节都符合设计要求和质量标准。同时，建议建立详细的施工记录和质量追踪系统，对每一项施工活动进行记录和跟踪，便于后期的质量回溯和问题追查。

3.2.4 运行维护和监控

有效的运行维护是防止泄漏事故发生的关键。传统的定期检查维护模式已不能满足现代发电厂对安全性的高要求,建议引入更加实时和智能化的监控技术。例如,可以在关键的管道节点安装物联网传感器,实时监测管道的温度、压力、应力等参数。这些数据可以通过云平台进行存储和分析,帮助运营团队及时发现和预警潜在问题。

此外,建立全面的预防性维护计划,对管道系统进行定期的检查和维护。对于易发生问题的关键部位,应增加检查频率,并采用更先进的检测技术,如漏磁检测和超声波检测等。制定详细的应急预案,定期进行应急演练,提高工作人员在事故发生时的应对能力。

3.2.5 环境保护措施

管道系统的外部环境对其安全性和寿命有重要影响。在高腐蚀性环境中,应采取多层次的防护措施。除了使用防腐涂层外,还可以在管道周围设置隔离屏障或防护罩,以减少环境因素对管道的直接影响。在湿度较高的环境中,建议增加除湿设备,控制环境湿度,减缓管道的腐蚀速度。

对于地震等自然灾害频发的区域,应在设计和施工中考虑抗震设计,如增加柔性支撑系统和减震装置,减少地震对管道的破坏。此外,应定期监测环境条件的变化,如腐蚀性气体的浓度、湿度水平等,及时调整防护措施。

3.2.6 人员培训和安全教育

最后,建立完善的人员培训和安全教育是确保上述措施顺利实施的关键。定期开展技术培训,提高工作人员的专业知识和技能水平,特别是对新技术、新材料的应用。通过安全教育和宣传,增强全体员工的安全意识,使其认识到管道泄漏的危害性和预防措施的重要性。

建立畅通的沟通机制,鼓励员工积极报告安全隐患和问题,形成良好的安全文化氛围。此外,应设立奖惩机制,对在安全管理和泄漏预防中表现突出的个人和团队给予奖励,以激

励全员参与到安全管理中来。

综上所述,火力发电厂机炉外汽水管道的泄漏问题需要通过多层次、多方面的具体实施措施来解决。从设计优化、材料选择、安装质量控制到运行维护、环境防护和人员培训,每一个环节都至关重要。通过系统的改进和综合的防护措施,可以有效减少泄漏风险,确保火力发电厂的安全运行和生产效率。

4 结论与建议

火力发电厂机炉外汽水管道的泄漏问题是一个复杂而多面的挑战,需要综合考虑设计、材料、安装、运行和环境等多方面因素。通过本文的分析与讨论,可以看出,虽然现有的检测和管理措施已取得了一定成效,但在设备老化、技术标准不统一以及管理不到位等方面仍有较大改善空间。未来的工作应重点放在技术提升、标准化建设以及管理制度的完善上,全面提升火力发电厂的安全性和运行效率,从而保障电力供应的稳定和社会经济的可持续发展。

[参考文献]

- [1]孙立德.300MW火电燃煤机组锅炉运行及安全性能研究[J].科技与企业,2014,(02):263.D0I:10.13751/j.cnki.kjyqy.2014.02.243.
- [2]熊倩.火力发电厂管道效率分析计算[J].中国高新技术企业,2013,(36):68-69.D0I:10.13535/j.cnki.11-4406/n.2013.36.033.
- [3]玄黎升.热力管道漏泄时如何处理及参数调整[J].黑龙江科技信息,2013,(35):76.
- [4]孔斐彦.高温高压管道的套筒堵漏法[J].安装,2005,(03):41-42.
- [5]段春福,常学军.火力发电厂运行机组高压管道点状泄漏的消除[J].焊接技术,2001,(01):54.
- [6]李文.火力发电厂锅炉管道无损检测技术现状和展望[J].湖北电力,1999,(03):58-59.D0I:10.19308/j.hep.1999.03.022.

上接第113页

度沟通不畅。

(3)完善现场应急处置预案,加强内部应急演练,提高应急处置能力。

(4)进行核能供热相关性能考核验收试验,收集不同工况下的核能供热管线运行数据,为异常处置提供数据支撑。

(5)进行必要的异常工况动态试验,收集异常工况蒸汽流量波动幅度及影响程度,为异常处置提供数据支撑。

(6)完善长输管线压力、温度测点及现场视频监控布置,每公里设置相应测点与监控,通过人工及智能管网平台做好长输管线参数及现场动态的实时监视。

3.5 运行调试保证,制定合理的调试方案,验证供汽设备供汽稳定性、负荷切换、负荷扰动、试验数据收集。

4 结论

在能源双控政策及双碳政策频出的背景下,各地严控煤炭消耗,积极探索绿色核能供热项目,该大型石化化工园区充分发挥当地大型核能发电厂及园区大型热力发电厂的优势,通过核能发电厂与热力发电厂耦合的方式,间接为石化化工园区提供源源不断的绿色清洁能源,每年可为园区安全、稳定输送零

碳清洁蒸汽480万吨,相当于每年减少燃烧标准煤40万吨,等效减排二氧化碳107万吨。有效缓解供热需求与能源双控之间的突出矛盾,并促进当地及园区经济的可持续发展,成为全国绿色低碳循环发展经济体系建设的示范项目。

通过运行过程中的不断摸索,核能供汽耦合热力发电厂存在的运行问题将会越来越少,解决与管控措施将会更加合理与完备。项目试运行中的问题研究与解决,让核能供汽耦合热力发电厂供应高品质的工业蒸汽成为典范,也为国内大型石化产业的蒸汽动力提供了新的,更加案例绿色环保的来源。

[参考文献]

- [1]吴起龙.国内首个核能工业供汽工程开建[N].中国能源报,2022-02-28(012).
- [2]边旭.核能发电机定子绕组损耗与温升的耦合计算方法研究.黑龙江省,哈尔滨理工大学,2021-09-06.
- [3]龚棋超.超临界CO₂布雷顿循环核能发电系统的热力学研究[D].三峡大学,2021.
- [4]陆立明.新能源发电技术的现状与发展趋势分析[J].工程建设与设计,2020,(22):110-111.
- [5]周思源.浅议核能与核电技术[J].数码世界,2017,(07):95.