

# 660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫 工艺研究

张宝

山东电力工程咨询院有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i12.8629

**[摘要]** 660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫工艺研究推动了电力行业管道安装质量提升的发展,如今,高参数供热蒸汽管道吹扫工艺早已成为电力系统安全运行的重要环节,对于660MW 超超临界机组高效稳定运行来说也具有关键作用。吹扫工艺作为管道安装与运行的一个关键环节,将过程清洁度质量控制应用到 DN500 合金管道(长度 5 公里, 蒸汽参数:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ )当中,已经取得了一定成效。但吹扫工艺中存在一定的问题,在将吹扫工艺应用之前,一定要进行充分论证,进行经济性分析,将经济性分析结果应用,这样能有效促进工程实施,保障工程建设。本文基于实际工程经验,主要就吹扫工艺中存在的问题进行分析,并提出改进策略,以供参考。

**[关键词]** 660MW 超超临界机组; 高参数供热蒸汽管道; 吹扫工艺; 经济性分析

## Research on Long Distance High Parameter Heating Steam Pipeline Purging Process for 660MW Ultra supercritical Unit

Zhang Bao

Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** The research on the long-distance high parameter heating steam pipeline blowing process for 660MW ultra supercritical units has promoted the development of pipeline installation quality improvement in the power industry. Nowadays, the high parameter heating steam pipeline blowing process has become an important part of the safe operation of the power system and plays a key role in the efficient and stable operation of 660MW ultra supercritical units. The blowing process, as a key link in pipeline installation and operation, has achieved certain results by applying process cleanliness quality control to DN500 alloy pipelines (length of 5 kilometers, steam parameters:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ ). However, there are certain problems in the blowing process. Before applying the blowing process, it is necessary to conduct sufficient argumentation, economic analysis, and apply the results of the economic analysis. This can effectively promote the implementation of the project and ensure the construction of the project. Based on practical engineering experience, this article mainly analyzes the problems existing in the blowing process and proposes improvement strategies for reference.

**[Key words]** 660MW ultra supercritical unit; High parameter heating steam pipeline; Blowing process; Economic analysis

### 引言:

随着 660MW 超超临界机组的不断发展,高参数供热蒸汽管道的吹扫工艺要求日益提高,实现管道清洁度的精确控制。由于高参数蒸汽管道吹扫工艺的复杂性,依据相关技术规范,实现吹扫工艺的优化进一步提升管道运行安全性。对于电力系统来说,由于高参数蒸汽管道吹扫工艺对机组安全稳定运行至关重要,搭建科学的吹扫工艺能提升管道清洁度,同时减少资源浪费,吹扫工艺能更好地保障机组安全稳定运行,这保障了电力系统持续发展,使 660MW 超超临界机组的高

效运行得到有力支持。

### 一、660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫工艺的意义及作用

#### (一) 提升清洁度控制

660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道的清洁度控制需要严格标准,对管道内壁清洁度和杂质去除要求高。对于 DN500 合金管道(长度 5 公里, 蒸汽参数:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ )的吹扫来说,在长距离吹扫过程中需要稳压吹、降压吹、分段吹,同时会进行多次吹扫。但在高参数蒸汽管道

吹扫支持下, 将先进的清洁度控制技术应用到长距离高参数供热蒸汽管道当中, 通过科学的吹扫参数设置进行清洁度控制, 有效保证管道内壁清洁度, 进而提升管道运行效率。具体到 660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫中, 清洁度控制指的是在吹扫过程中, 满足 DN500 合金管道(长度 5 公里, 蒸汽参数:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ )的运行要求, 又符合管道材质和结构特性。以往的管道吹扫, 一切都是凭经验, 而在高参数蒸汽管道吹扫的规范中, 清洁度覆盖面更广, 在保证管道安全的同时, 还提出了清洁度等级要求。因此, 目前的吹扫工艺除了保证管道安全外, 同时也开始注重清洁度对机组安全及效率的影响, 要提升的清洁度、吹扫效率、吹扫周期、经济性等, 进而引导机组高效运行。

### (二) 提升工作效率

在长距离高参数供热蒸汽管道吹扫当中, 吹扫效率需要提高, 因此吹扫工艺优化。而在应用分段吹扫的过程, 只需要设定好吹扫参数, 其余吹扫步骤和操作由自动化系统完成, 这能够有效避免人为操作失误与吹扫不均匀出现的问题, 进而有效提升吹扫效率。分段吹扫作为高参数蒸汽管道吹扫的重要方式, 管道吹扫中的清洁度控制就是提高吹扫效率的关键。在 660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫中, 清洁度控制, 首先就是要以管道参数为基础, 借助自动化控制系统, 在引导吹扫参数、吹扫周期、吹扫压力的同时, 强化的清洁度控制。科学的吹扫参数设置既是提高吹扫效率的前提, 同时也是吹扫质量的体现。科学的吹扫参数设置, 良好的清洁度控制, 对高参数蒸汽管道吹扫效率的提升至关重要。

### (三) 有助于实现安全运行

目前, 高参数蒸汽管道吹扫已经成为电力系统安全运行的必然趋势, 将科学的吹扫工艺引入 660MW 超超临界机组的高参数供热蒸汽管道中, 能有效保障管道安全, 通过精确的清洁度控制支持机组高效运行实现了安全稳定运行, 保障高参数蒸汽管道运行中清洁度要求。高参数蒸汽管道吹扫作为电力系统中的重要组成部分, 既是管道安装与运行的升华, 同时也是对机组安全运行的体现。在传统的管道吹扫, 多注重对吹扫效率的追求, 忽视了清洁度控制和管道安全, 因此导致吹扫质量以及运行效率, 清洁度有所欠缺。为了有效改善这一问题, 吹扫工艺就要进行优化, 借助科学的吹扫参数、精确的清洁度控制、合理的经济性分析等方面进行改进, 引导安全运行, 实现清洁度、吹扫效率以及管道安全。

## 二、660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫工艺中存在的问题

### (一) 清洁度控制不够

由于不同管道的材质和长度不同, 吹扫工艺并不适用于所有高参数供热蒸汽管道, 不同管道的吹扫参数存在一定差异。目前, 部分电力企业对高参数蒸汽管道吹扫工艺不够重视, 忽视了清洁度对机组运行的追求, 错误认为高参数蒸汽管道吹扫属于辅助工作, 会影响工期的进度, 在实际施工中不需要进行严格的清洁度控制, 这样的想法严重阻碍了吹扫

工艺应用。另外, 部分电力企业的技术人员缺少对高参数蒸汽管道吹扫工艺的认知, 使吹扫在应用过程中缺少科学依据。清洁度控制缺少科学理念, 会严重阻碍高参数蒸汽管道吹扫在 660MW 超超临界机组中的应用<sup>[1]</sup>。

### (二) 缺少系统性

高参数蒸汽管道吹扫是管道安装与运行结合的产物, 属于系统工程, 其中包含清洁度控制等, 以及管道参数等细节问题, 吹扫工艺极为广泛。高参数蒸汽管道吹扫想要实现高效运行, 一定要有系统性。目前, 吹扫工艺普遍缺乏系统性, 再加上部分企业不够重视, 导致吹扫工艺难以提高, 影响管道运行安全。在实施吹扫工艺以后, 忽视了对清洁度控制的跟踪, 只关注吹扫效率和吹扫周期, 这在实际操作中又增加了难度。在实际工程中, 存在清洁度控制不全面的情况, 对于 DN500 合金管道(长度 5 公里, 蒸汽参数:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ )的高参数蒸汽管道, 没有进行科学的清洁度控制, 清洁度监测和评估, 这对管道运行安全带来隐患<sup>[2]</sup>。

### (三) 经济性分析缺少

高参数蒸汽管道吹扫的应用与经济性分析存在密切联系, 在经济性分析不足的情况下, 许多问题难以解决, 对吹扫工艺的优化和应用影响。对于 660MW 超超临界机组来说, 需要进行经济性分析, 如果经济性分析不足, 被忽视会出现成本超支等现象, 管道运行、清洁度控制等受到影, 会给机组带来安全隐患。高参数蒸汽管道吹扫的背景下, 鉴于经济性分析的重要性, 所以高参数蒸汽管道吹扫工艺都要求进行经济性分析, 根据实际需求, 挖掘经济性分析的潜力, 帮助机组高效运行。

## 三、660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫工艺的改进策略

### (一) 加强政策支持

高参数蒸汽管道吹扫需要得到政府和企业的支持, 企业要以行业标准为基础, 从高参数蒸汽管道吹扫的现状出发, 才能形成科学的吹扫工艺。在电力行业当中, 企业要重视高参数蒸汽管道吹扫工艺, 明确吹扫工艺的标准, 形成标准化、规范化的吹扫方案, 在此基础之上实现吹扫工艺的优化, 更有针对性地满足机组需求。高参数蒸汽管道吹扫工艺一定要根据企业当前的实际情况开展, 满足实际需求。例如: DN500 合金管道(长度 5 公里, 蒸汽参数:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ )的 660MW 超超临界机组高参数供热蒸汽管道吹扫工艺存在清洁度控制不够充分的问题, 对高参数蒸汽管道的清洁度要求不够明确。因此, 企业在进行高参数蒸汽管道吹扫工艺研究的过程当中, 一定要制定科学的清洁度控制策略, 客观分析清洁度控制、吹扫参数等方面的实际需求, 做好吹扫工艺与高参数蒸汽管道参数的匹配, 明确高参数蒸汽管道吹扫工艺的需求, 结合实际情况进行优化, 保障吹扫工艺的科学性与自身实际运行需求。在落实高参数蒸汽管道吹扫工艺的过程当中, 一定要科学地去开展, 也要结合高参数蒸汽管道的实际情况, 这样才能有效提升吹扫效果, 充分满足机组运行需求<sup>[3]</sup>。

## （二）提升经济性分析水平

高参数蒸汽管道吹扫工艺的优化需要经济性分析,各企业之间需要加强协作,即便有技术差异,在吹扫工艺优化中也要保持一致。高参数蒸汽管道吹扫和经济性分析需要定期交流,做好技术交流及经验分享,最大程度避免经济性分析不足的后果。另外,企业也应该重视经济性分析,做好经济性分析方案,做好吹扫工艺的经济性评估。为了提升高参数蒸汽管道吹扫工艺的经济性,选择合适的吹扫方法一定要考虑自身实际情况,保障经济性分析的科学性,使经济性分析作用发挥。高参数蒸汽管道吹扫需要经济性分析和专业评估进行综合评估,面对经济性分析不足及时进行调整。如果存在经济性分析不足的问题,就要及时进行调整。企业还应该加强技术培训和专业指导,定期进行技术交流,及时发现经济性分析中的问题,尽可能避免经济性分析不足,也要做好应急预案工作,避免因经济性分析不足导致的问题,也要尽快进行调整,确保吹扫工艺的经济性。例如:高参数蒸汽管道吹扫要进行经济性分析,不仅考虑吹扫效率,还应该考虑清洁度控制,同时做好成本控制,如果清洁度控制不足或吹扫效率低,则进行调整,各企业之间应该定期进行技术交流。经济性分析决定着吹扫工艺的经济性水平,保障经济性分析是吹扫工艺优化的关键。目前,高参数蒸汽管道吹扫工艺正处于不断完善阶段,企业需要不断完善经济性分析体系,技术人员则要做好经济性分析,进而有效提升吹扫工艺的经济性,提升企业竞争力<sup>[4]</sup>。

## （三）在工程中进行经济性分析

在高参数蒸汽管道吹扫影响下,科学的经济性分析的实施更加可行,有助于完善吹扫工艺体系,有效利用高参数蒸汽管道资源。高参数蒸汽管道吹扫工艺的应用进一步提升经济性分析的价值,借助经济性分析软件、专家系统,能有效进行经济性分析,保证经济性分析具有现实意义,更好地开展高参数蒸汽管道吹扫工艺。例如:660MW 超超临界机组高参数供热蒸汽管道吹扫工艺需要进行经济性分析,通过稳压吹、降压吹、分段吹等多种方式。对于 DN500 合金管道(长度 5 公里,蒸汽参数:  $t=480^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4.7\text{Mpa}$ )的高参数蒸汽管道吹扫来说,在吹扫过程中科学的经济性分析实现了清洁度控制和吹扫效率的平衡,同时提升经济效益。在高参数蒸汽管道吹扫支持下,将经济性分析应用到高参数蒸汽管道吹扫中,通过科学的经济性分析进行优化,有效提升清洁度控制,最终实现高参数蒸汽管道吹扫工艺的优化。

## （四）提高专业人员素质

无论是在高参数蒸汽管道吹扫还是其他相关领域,专业技术人才始终是关键所在,企业应该重视人才培养,为高参数蒸汽管道吹扫提供专业支持,并对高参数蒸汽管道吹扫工艺进行引导。针对高参数蒸汽管道吹扫工艺的优化是一个长期的过程,企业必须持续投入,才能实现优化目标。企业要进行专业培训,通过技术交流去推动高参数蒸汽管道吹扫工艺的优化,做好技术人员与管理人员的沟通,互相学习,通

过专业培训对高参数蒸汽管道吹扫工艺进行改进,保障高参数蒸汽管道吹扫工艺的持续优化。例如:高参数蒸汽管道吹扫工艺优化一定要加强专业培训,从理论知识、实践操作、经济性分析等多方面,加大专业人才培养力度,确保技术人员专业素质得到提升。在这个过程中,企业也要做好技术指导,加快高参数蒸汽管道吹扫工艺优化步伐,在高参数蒸汽管道吹扫工艺优化中,进一步提升企业技术水平<sup>[5]</sup>。

## （五）建立系统化吹扫工艺体系

对于高参数蒸汽管道吹扫来说,应该建立系统化的吹扫工艺体系,在高参数蒸汽管道吹扫工艺实施以后,再去进行清洁度控制的评估,保障吹扫工艺的科学性,更好地开展高参数蒸汽管道吹扫的工艺优化,保障高参数蒸汽管道吹扫工艺的可靠性,这需要企业加强协作,也需要技术支撑。高参数蒸汽管道吹扫要保障系统化吹扫工艺的实施,加强企业间沟通和联系,进而加快高参数蒸汽管道吹扫工艺优化的步伐。例如:在 660MW 超超临界机组高参数供热蒸汽管道吹扫工艺中,建立系统化的吹扫工艺体系,通过科学的清洁度控制、自动化吹扫系统、经济性分析等手段,形成完整的吹扫工艺体系,基于系统化吹扫工艺,达到了高参数蒸汽管道吹扫工艺优化的目的。不可否认的是,高参数蒸汽管道吹扫工艺体系的建立也要不断优化,推动了高参数蒸汽管道吹扫技术进步,高参数蒸汽管道吹扫工艺在 660MW 超超临界机组中,进一步提升高参数蒸汽管道吹扫工艺水平。

## 四、结束语

660MW 超超临界机组长距离高参数供热蒸汽管道吹扫工艺想要实现高效运行,就需要企业支持。高参数蒸汽管道吹扫直接关系到机组安全,随着高参数蒸汽管道吹扫工艺的不断发展,企业一定要做好吹扫工艺的优化与创新,逐渐提升高参数蒸汽管道吹扫工艺的科学性,尽可能避免出现问题,减少安全隐患,助力 660MW 超超临界机组的高效运行。企业应通过技术创新、专业培训等方式,为高参数蒸汽管道吹扫工艺的优化提供支持。实现高参数蒸汽管道吹扫工艺的优化,能有效提升机组运行效率,也最大限度地保障机组安全,保障高参数蒸汽管道吹扫工艺的可靠性,进而提升 660MW 超超临界机组的运行水平。

## 【参考文献】

- [1] 王震华. 长距离工业用汽管道预暖与蒸汽吹扫[J]. 设备管理与维修, 2025, (04): 100-102.
- [2] 方胜付. 关于提高高压蒸汽吹扫效率的研究[J]. 化肥设计, 2024, 62 (01): 49-51.
- [3] 袁凯. 过热蒸汽管道吹扫性能数值模拟及现场测试优化研究[D]. 内蒙古科技大学, 2023.
- [4] 高桂芬. 浅谈供热管道吹扫的施工过程[J]. 居业, 2023, (08): 65-67.
- [5] 闫瑞超, 郑少恒. 抽汽供热母管制机组蒸汽管道吹扫工艺研究[J]. 中国高新科技, 2023, (11): 66-68.