

DOI : 10.32629/jpm.v7i5.8905

国源电力三道沟煤矿救援通风井井筒防冻技术

张建伟

中煤科工集团西安研究院(集团)有限公司

[摘要] 本文针对国源电力三道沟煤矿救援通风井的防冻问题,提出采用超低温喷气增焓空气源热泵机组作为热源的供热技术方案。阐述了空气源热泵技术原理,详细介绍了项目设计方案,包括编制依据、气象参数、热负荷计算、工艺设计、热源匹配、空气源机组选型、附属设备设施设计、井口加热机组设计、站房设计、用电负荷分析及施工工期等方面,并对建设费用进行估算和经济效益分析,最后得出结论及建议。

[关键词] 国源电力;三道沟煤矿;救援通风井;井筒防冻;空气源热泵

Freezing Prevention Technology for Rescue Ventilation Shaft of Guoyuan Electric Power Sandaogou Coal Mine

Zhang Jianwei

Xi'an Research Institute (Group) Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group

[Abstract] This paper addresses the freezing prevention challenges in the rescue ventilation shaft of Guoyuan Electric Power Sandaogou Coal Mine and proposes a heating solution utilizing an ultra-low temperature jet-enhanced air-source heat pump unit as the heat source. It explains the technical principles of air-source heat pumps, details the project design plan—including its rationale, meteorological parameters, heat load calculations, process design, heat source matching, air-source unit selection, auxiliary equipment design, shafthead heating system design, station building design, power load analysis, and construction timeline—and estimates construction costs along with economic benefit analysis, concluding with final recommendations.

[Key words] Guoyuan Power; Sandaogou Coal Mine; Rescue Ventilation Shaft; Shaft Freeze Protection; Air Source Heat Pump

一、引言

煤矿救援通风井的防冻问题对于保障煤矿安全生产具有重要意义。本文以国源电力三道沟煤矿救援通风井为例,探讨采用空气源热泵技术解决井筒防冻问题的技术方案。

二、项目概况

国源电力三道沟煤矿救援通风井供热技术方案主要针对朴牛圪塔和大路塬2个救援通风井进行设计。两个救援通风井孔径1.5m,风速12-15m/s,风量1800m³/min,供热后要求温度不低于5℃。项目设计采用超低温喷气增焓空气源热泵机组作为热源,以解决通风井的防冻问题,确保在寒冷气候条件

下，通风井能够正常运行，为煤矿的安全生产提供有力保障。

三、空气源热泵技术原理

空气源热泵遵循逆卡诺循环原理，其系统循环工质（制冷剂）在蒸发器中经历相变（从液态转变为气态），在此过程中吸收空气中的热量。随后，制冷剂进入压缩机，被输送到冷凝器中，在冷凝器中再次发生相变（从气态转变为液态），将热量释放到进入冷凝器的冷水中，使冷水被加热成高温热水。经过相变放热的循环工质以液态形式进入节流装置，经过节流降压后，重新进入蒸发器中通过相变吸热。如此循环往复，循环工质不断地将空气中的热量转移到冷凝器中，进入冷凝器的冷水则不断被加热成高温热水。制热和制冷循环的机制相同，只是将吸热端和放热端相互切换。空气源热泵在工作过程中需要消耗电能，将热量从低温区域转移到高温区域。在冬季，热泵能够吸收室外大自然的热量，送到室内实现制热采暖。然而，空气源热泵机组的能效比受室外天气影响，在室外温度较低时，能效比较低，因此在设计时需要重点考虑这一因素，以确保系统在不同气候条件下都能稳定、高效地运行。

四、项目设计方案

（一）编制依据

依据《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215-2015）、《煤炭洗选工程设计规范》（GB50359-2016）、《煤矿安全规程》

（2016年版）、《煤矿瓦斯抽采规范》（AQ1027-2006）、《工业企业厂界噪声标准》GB12348、《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）、《锅炉房设计规范》等相关标准和规范进行设计，确保设计方案符合行业要求和安全标准，保障煤矿救援通风井供热系统的安全、可靠运行，同时减少对环境的污染，满足环保要求。

（二）气象参数

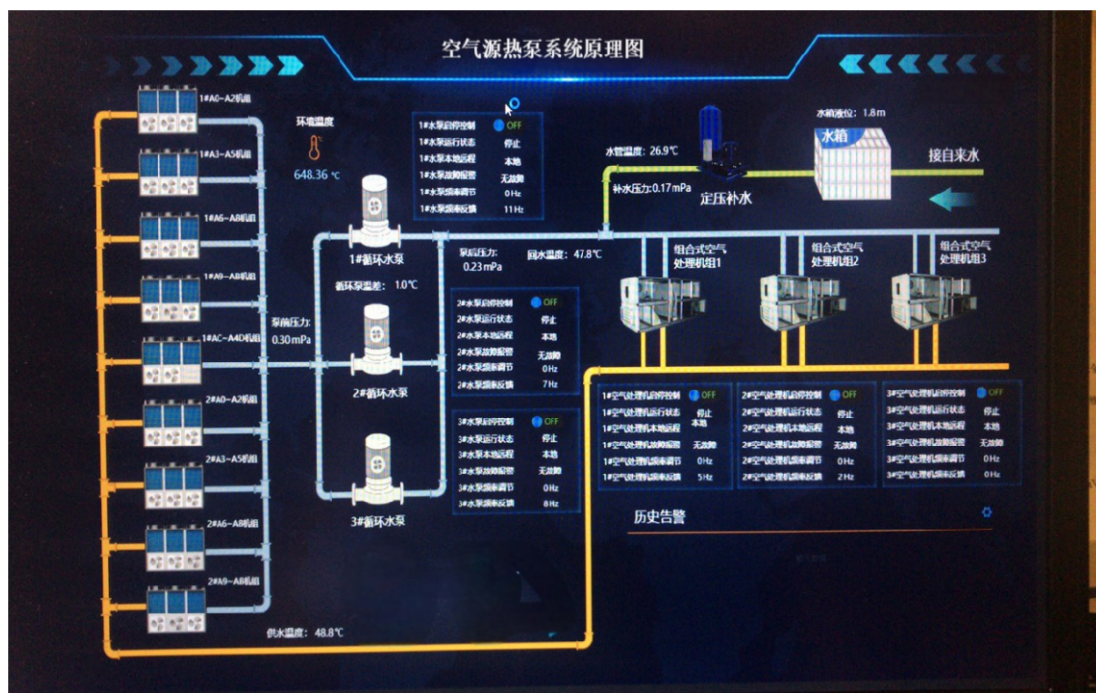
充分考虑当地的气象条件，包括气温、湿度、风速等因素，为准确计算热负荷和合理设计供热系统提供重要依据，确保供热系统在各种气象条件下都能满足通风井的防冻需求，保障煤矿救援通风井的正常运行。

（三）热负荷计算

根据通风井的结构、尺寸、风速、风量以及供热后要求的温度等参数，进行精确的热负荷计算，以确定所需的热源功率和供热系统的规模，确保供热系统能够提供足够的热量，满足通风井的防冻要求，保障煤矿救援工作的顺利进行。

（四）工艺设计

设计合理的供热工艺流程，包括热量的产生、传输和分配等环节，确保热量能够高效、稳定地传输到通风井，满足防冻需求，同时考虑系统的可靠性和可维护性，以便在运行过程中能够及时发现和解决问题，保障供热系统的长期稳定运行。



空气源热泵工艺原理图

(五) 热源匹配

根据热负荷计算结果,选择合适的热源设备,确保热源设备的功率和性能能够满足通风井的防冻需求,同时考虑热源设备的能效比、可靠性和运行成本等因素,以实现经济、高效的供热,为煤矿救援通风井提供稳定的热源保障。

(六) 空气源机组选型

1. 设备选型表:详细列出所选空气源机组的型号、规格、性能参数等信息,以使用户了解和选择合适的设备,确保设备能够满足通风井的防冻需求,同时为设备的安装、调试和维护提供参考依据。

2. 不同工况机组性能参数:提供空气源机组在不同工况下的性能参数,包括制热量、制冷量、能效比等,以使用户根据实际需求选择合适的运行模式,实现节能运行,同时为设备的性能评估和优化提供数据支持。

(七) 附属设备设施设计

对附属设备设施进行合理设计,如水泵、阀门、管道等,确保供热系统的正常运行和维护方便,同时考虑设备的安全性和可靠性,以防止设备故障对供热系统造成影响,保障煤矿救援通风井的供热需求得到满足。

(八) 井口加热机组设计

针对井口的特殊环境和使用要求,进行专门的加热机组设计,确保井口温度能够满足防冻要求,同时考虑加热机组的安装位置、散热效果和维护方便等因素,以保障井口加热机组的正常运行和使用寿命。

(九) 站房设计

根据供热系统的规模和设备的布置要求,进行合理的站房设计,包括站房的面积、结构、通风、照明等方面,确保站房能够满足设备的安装、运行和维护要求,同时考虑站房的安全性和美观性,为供热系统的运行提供良好的环境条件。

(十) 用电负荷分析

对供热系统的用电负荷进行详细分析,包括设备的功率、运行时间、用电量等方面,以确定供电系统的容量和配置要求,确保供电系统能够满足供热系统的用电需求,同时考虑用电的安全性和可靠性,以防止电力故障对供热系统造成影响。

(十一) 施工工期

制定合理的施工工期计划,包括各个施工环节的时间安排

和进度控制,确保项目能够按时完成,同时考虑施工过程中可能出现的问题和风险,制定相应的应对措施,以保障施工工期的顺利进行。

五、建设费用估算

对项目的建设费用进行详细估算,包括设备购置费、安装工程费、材料费、人工费等各项费用,为项目的投资决策提供参考依据,同时考虑费用的合理性和可控性,以确保项目的经济效益和社会效益。

六、经济效益分析

通过对项目的投资成本、运行成本、节能效益等方面进行分析,评估项目的经济效益,为项目的可行性研究提供重要依据,同时考虑项目的长期运行和维护成本,以确保项目的可持续发展。

七、结论及建议

本文提出的国源电力三道沟煤矿救援通风井井筒防冻技术方案采用超低温喷气增焓空气源热泵机组作为热源,具有高效、节能、环保等优点,能够满足通风井的防冻需求。在项目实施过程中,应严格按照设计方案进行施工和安装,确保系统的质量和性能。同时,建议加强对系统的运行和维护管理,及时发现和解决问题,保障系统的长期稳定运行。

[参考文献]

[1]中国矿业大学.矿井通风系统防冻技术在救援通风井中的应用双层井壁结构设计研究[R].期刊,2025.

[2]晋煤集团技术研究院.晋煤集团矿井乏风余热利用技术应用案例集[R].山西晋城:晋煤集团技术研,2016.

[3]冉海舰,李春平,张宇,孙建国,刘统中,蔡贵平,李金.风井乏风余热供暖与井筒防冻保温技术研究[J],中国煤炭,2023,4:179-182.

[4]邢东煤矿技术部.2023年冬季邢东煤矿井筒防冻工业实验报告[R].冀中能源股份有限公司,2023.

作者简介:张建伟,男,汉族,出生年月:1987年4月,籍贯:陕西省榆林市,学历:大学本科,职称:工程师,研究方向:地热能及其他清洁能源综合利用等。