

井下巷道中腰线标定误差对掘进方向控制的影响分析

蒲长伟

泸州市威鑫煤业有限责任公司 四川 泸州 646400

【摘要】：井下巷道掘进方向的精准控制是保障矿山开采安全与效率的核心前提，中腰线标定作为掘进导向的关键环节，其误差直接关联掘进方向的准确性。本文聚焦中腰线标定误差与掘进方向控制的内在关联，分析标定误差的产生路径及对掘进施工的具体影响，探讨误差防控与方向校正的关键思路。研究表明，标定误差的累积会引发掘进偏移、工程返工等问题，通过科学管控措施可有效降低误差影响，保障掘进方向符合设计要求。该研究为提升井下巷道掘进方向控制水平提供理论与实践参考。

【关键词】：井下巷道；中腰线标定；标定误差；掘进方向控制；误差防控

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.028

井下巷道掘进是矿山生产建设的基础工程，掘进方向的精准度直接决定矿山资源开采效率、工程建设质量及施工人员安全。中腰线作为巷道掘进的核心导向基准，其标定工作的精准性至关重要，标定过程中产生的微小误差，在掘进施工的持续推进中可能不断累积放大，最终导致掘进方向偏离设计轨迹。这一问题不仅会增加工程返工成本、延长施工周期，更可能引发巷道贯通受阻、支护结构失效等安全隐患。基于此，深入探究中腰线标定误差对掘进方向控制的影响，明确误差作用机制并提出针对性解决策略，对推动矿山掘进施工技术优化、保障矿山生产安全具有重要现实意义。本文将从标定误差的影响机理出发，展开系统分析并给出防控路径，为相关工程实践提供参考。

1 井下巷道中腰线标定误差的产生机理及对掘进方向的影响

井下巷道中腰线标定误差的形成并非单一因素作用的结果，而是由测量仪器精度、作业环境干扰、测量人员操作水平等多方面因素共同叠加导致。在井下复杂的作业环境中，巷道内的粉尘、湿度、照明条件以及顶底板的不稳定沉降，都会对测量仪器的正常工作产生干扰，导致测量数据出现偏差。同时，中腰线标定涉及导线测量、水准测量等多个环节，每个环节的操作细节都会影响最终标定结果，若测量人员对测量规范的执行不够严格，或对井下特殊环境下的测量误差修正不到位，就会使误差引入标定过程。此外，标定基准点的稳定性也会直接影响标定精度，若基准点因巷道围岩变形发生位移，以此为基准的后续标定工作必然产生系统性误差。

中腰线标定误差对掘进方向的影响具有累积性和传导性，一旦标定出现偏差，掘进作业将以错误的基准为导向持续推进，误差会随着掘进距离的增加不断放大。当误差累积到一定程度时，巷道掘进方向会明显偏离设计轴线，可能导致巷道与预定贯通点无法精准对接，造成重大工程浪费^[1]。这种方向偏

差还会影响巷道的支护效果，原本按照设计方向布置的支护结构，在偏移的巷道内无法充分发挥承载作用，容易出现应力集中现象，增加巷道坍塌的风险。同时，掘进方向的偏差会改变巷道与地下矿体、含水层的相对位置，可能提前揭露含水层引发涌水事故，或偏离矿体富集区域导致资源开采效率下降。如图 1：



图 1 井下巷道掘进实景

不同类型的标定误差对掘进方向的影响表现存在差异。中线标定误差主要影响巷道的水平掘进方向，导致巷道在平面上出现左右偏移，这种偏移在长距离掘进中尤为明显，会使巷道形成弯曲轨迹，增加通风、运输等后续作业的难度。腰线标定误差则主要作用于巷道的竖直方向，引发巷道坡度偏差，可能导致巷道底板高低不平，影响设备通行和排水系统的正常运行。当中线与腰线标定同时存在误差时，会形成复合偏差，使掘进方向在空间上全面偏离设计要求，对工程质量和施工安全的危害更为严重。

2 井下巷道中腰线标定误差的防控措施

提升测量仪器装备水平是防控中腰线标定误差的基础保障。应结合井下巷道的作业环境特点，选用具备抗粉尘、抗潮湿、抗干扰能力的高精度测量仪器，并定期对仪器进行检定与

校准,确保仪器处于良好的工作状态。在仪器使用过程中,需根据井下实际条件合理设置测量参数,避免因仪器精度不足或性能不稳定导致的测量误差。同时,可引入先进的测量技术与设备,通过自动化、智能化的测量手段减少人为操作对测量结果的影响,提升标定数据的精准度。

规范测量作业流程是降低标定误差的关键环节。针对川南地区围岩不稳定的特点,在中腰线标定前,需对测量基准点进行全面核查,重点检查基准点是否因围岩挤压、淋水冲刷发生位移,对存在松动、位移的基准点及时进行加固或重新布设,必要时采用深埋式基准点以保障测量基础可靠^[2]。标定过程中,严格遵循测量规范要求开展作业,结合区域地质条件合理规划测量路线,避开围岩破碎、淋水集中区域,增加观测次数,对测量数据进行多次复核与校验,及时发现并剔除异常数据。测量完成后,对标定结果进行系统性审核,结合巷道设计参数进行对比分析,确保标定结果符合设计要求后方可交付掘进施工使用。

强化测量人员专业能力培养与管理是防控标定误差的重要支撑。测量人员需具备扎实的专业知识和丰富的川南地区井下测量经验,熟悉各类测量仪器的操作方法及高湿度、多淋水、围岩不稳定等区域作业环境的特点。定期组织测量人员参加专业技能培训与技术交流活动,重点提升其对区域特殊环境下测量误差的识别、分析与处理能力,如针对淋水导致的仪器误差修正方法、围岩位移引发的基准点偏差调整技巧等。同时,建立健全测量作业质量管控体系,明确测量人员的岗位职责,加强对测量作业全过程的监督与考核,确保测量人员严格按照规范开展作业,从人员层面减少标定误差的产生。

3 基于标定误差管控的掘进方向校正实践

掘进方向的校正需建立在对中腰线标定误差精准识别的基础上。在井下掘进施工过程中,应建立常态化的测量复核机制,定期对掘进方向进行监测,通过对比实际掘进轨迹与设计轨迹的偏差,精准判断标定误差的大小与方向。在监测过程中,需结合巷道掘进进度合理设置监测频次,对于长距离、大坡度

巷道,应当适当增加监测次数,确保能够及时发现掘进方向的偏差问题。同时,利用专业的测量数据处理软件对监测数据进行系统分析,为掘进方向校正提供精准的技术依据。

针对不同类型的标定误差及掘进方向偏差,需采取针对性的校正措施。当中线标定存在误差导致巷道水平方向偏移时,可通过调整掘进设备的推进方向,结合重新标定的中线基准进行逐步校正,校正过程中需控制好掘进速度与校正幅度,避免因校正过快导致巷道断面形状不规则^[3]。当腰线标定存在误差引发巷道坡度偏差时,需根据实际坡度与设计坡度的差值,调整巷道底板的开挖高度,同时重新标定腰线基准,确保掘进坡度逐步回归设计要求。对于复合偏差,需统筹考虑水平与竖直方向的偏差,制定综合校正方案,分阶段、有步骤地完成掘进方向的校正。

掘进方向校正后的效果验证是保障校正质量的重要环节。校正完成后,需通过多次测量复核确认掘进方向是否符合设计要求,确保校正后的巷道轨迹偏差控制在允许范围内。同时,对校正过程中产生的工程数据进行整理分析,总结标定误差防控与掘进方向校正的经验,为后续同类巷道掘进施工提供参考。此外,将校正效果与测量作业质量、施工管理水平相结合进行综合评估,不断优化误差防控与方向校正方案,持续提升井下巷道掘进方向控制的精准度。

4 结语

本文围绕井下巷道中腰线标定误差对掘进方向控制的影响展开系统分析,明确了标定误差的产生机理及对掘进施工的多方面危害,提出了涵盖仪器装备、作业流程、人员管理的误差防控措施,构建了“误差识别—针对性校正—效果验证”的掘进方向校正路径。研究表明,中腰线标定误差的科学管控是保障掘进方向精准的核心,通过完善的防控与校正体系,可有效降低误差影响,提升工程质量与施工安全。后续工程实践中,需结合具体作业条件优化相关技术方案,持续提升井下巷道掘进方向控制水平。

参考文献:

- [1] 包东海,孙钰真,刘海伟.煤矿井下巷道内贯通测量技术应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2025,(05):136-138.
- [2] 秦世鹏.智能化风门在井下巷道中的应用分析[J].机械管理开发,2024,39(09):308-309+313.
- [3] 池津维.聚氨酯材料喷涂在煤矿井下巷道中的应用研究[J].能源技术与管理,2023,48(03):51-53.