

基于 CORS 站的实时动态定位技术在道路中线放样中的实践

程子娟¹, 韩福海², 方绪海³

1. 山东大治环境科技有限公司, 山东 潍坊 261000

2. 山东千禾建设工程有限公司, 山东 泰安 271000

3. 山东金莱矿业有限公司, 山东 烟台 264000

DOI:10.61369/SE.2026060018

摘 要 : CORS 站(连续运行参考站)实时动态定位技术属于现代测量领域的重要技术手段,就道路中线放样而言有着十分广阔的应用前景。本文以技术应用的意义为切入点,分析了 CORS 站技术提高放样效率和精度、降低复杂地形测量难度、推进测量技术现代化等价值,再就目前应用中信号覆盖盲区、多路径效应干扰、软硬件和人员配置不均衡、坐标转换参数设置不当等问题,从基准站网络布设优化、误差控制和数据校验、技术培训和规范管理、全站仪辅助验证等角度提出相应的实践策略,为道路工程测量工作提供一定的参考,促进 CORS 站技术在道路建设领域规范化使用和推广。

关 键 词 : CORS 站; 实时动态定位; 道路中线放样; 测量精度; 实践策略

The Practical Application of Real-Time Dynamic Positioning Technology based on CORS Stations in the Alignment of Road Centerlines

Cheng Zijuan¹, Han Fuhai², Fang Xuhai³

1.Shandong Dazhi Environmental Technology Co., Ltd. Weifang, Shandong 261000

2.Shandong Qianhe Construction Engineering Co., Ltd. Tai'an, Shandong 271000

3.Shandong Jinlai Mining Co., Ltd. Yantai, Shandong 264000

Abstract : The real-time dynamic positioning technology of CORS stations (Continuous Operating Reference Stations) is an important technical means in modern surveying. In terms of road centerline layout, it has a very broad application prospect. This paper takes the significance of technology application as the starting point, analyzes the value of CORS station technology in improving the efficiency and accuracy of layout, reducing the difficulty of measurement in complex terrain, and promoting the modernization of surveying technology. Then, regarding the current problems in application such as signal coverage blind areas, multi-path effect interference, imbalance in software, hardware and personnel allocation, and improper setting of coordinate transformation parameters, corresponding practical strategies are proposed from the perspectives of optimizing the layout of reference station networks, error control and data verification, technical training and standardized management, and auxiliary verification with total station instruments. These strategies provide certain references for road engineering surveying work and promote the standardized use and promotion of CORS station technology in the field of road construction.

Keywords : CORS Station; real-time dynamic positioning; road centerline layout; measurement accuracy; practical strategies

引言

随着现代信息技术的飞速发展,以数字化、网络化、智能化为主要特征的信息化浪潮正深刻影响和改变着人们的生活方式。道路工程规模不断扩大,中线放样精度、效率要求也越来越高。CORS 站实时动态定位技术因具有高效、准确的特点,逐步成为道路测量领域的主要方式。然而该技术在工程应用中仍存在信号覆盖盲区、多路径效应干扰、软硬件配置不均衡、坐标转换参数设置不当等诸多问题,制约着其效能的充分发挥。本文依托实践经验,就相关问题及应对策略做系统研究,从而促进该技术的科学使用。

一、CORS 站实时动态定位技术在道路中线放样中的应用意义

（一）提升道路放样作业效率与精度

CORS 站实时动态定位技术依靠形成覆盖区域的连续运行基准站网，可以向流动站实时播发差分改正数据，使测量人员在野外工作时不需搭建临时基准站就能得到高精度的坐标信息^[1]。与传统的全站仪导线放样相比，该技术大大减少了仪器搬站次数以及辅助人员的配备数量，一个人就可以独立完成中线桩位的放样工作，作业效率大大提高。在卫星信号实时差分解算层面，平面定位精度可稳定在厘米级，符合道路中线放样规范的要求，保证了工程测量成果的可靠性。

（二）降低复杂地形环境下的测量难度

道路工程经常要穿过山地、丘陵、沟壑等地形复杂的区域，传统的测量方法由于受到通视条件的限制，导线布置困难，地形起伏造成的搬站频繁，作业难度很大^[2]。CORS 站技术以卫星信号为依托，不需要测站之间有光学通视条件，在地形复杂、视线被遮挡的情况下也可以灵活地进行测量工作，很好地解决了传统方法对通视条件的依赖。流动站操作人员只需要携带接收机和手簿，在崎岖地形中就可以迅速找到中线桩位，大大降低了复杂地形条件下测量组织的难度和劳动强度。

（三）推动道路工程测量技术现代化发展

CORS 站技术在道路工程测量中得到了广泛的使用，也体现出当今道路工程测量领域的数字化、智能化发展趋势^[3]。该技术把卫星导航、数字通信、计算机处理三者有机结合起来，形成了一套实时、连续、高效测量的技术体系，打破了以前测量依靠大量人力、繁杂程序的工作方式。以 CORS 站网为基础建立的空间数据基础设施可以为中线放样提供服务，也可以同时承担施工控制测量、竣工验收测量等任务，实现测量数据的共享和重复利用。该技术路线的推广，促使道路工程测量行业整体技术水平不断提高、向前迈进。

二、CORS 站实时动态定位技术应用于道路中线放样的现实问题

（一）信号覆盖盲区影响定位连续性

CORS 站技术依靠卫星信号不断接收和网络差分数据稳定传输，两者缺一不可^[4]。但是，在实际的道路放样作业中，沿线地形条件千差万别，山岭隧道进出口附近、深切峡谷地段、高密度植被覆盖区、高架桥梁下方等特殊地段，常常会出现卫星信号被遮挡的情况，造成接收机不能获得足够的有效卫星，固定解初始化失败或者信号频繁失锁，定位连续性遭到严重破坏。同时部分偏远山区道路项目的移动网络覆盖存在盲区，流动站不能稳定接收到 CORS 网络播发的差分改正信息，实时动态定位功能不能正常使用。该问题在地形复杂、山区道路项目上尤为明显，就 CORS 技术全线连续稳定使用而言影响较大，给中线放样带来较大困难。

（二）多路径效应与电磁干扰导致定位误差

多路径效应属于造成 CORS 站实时动态定位精度下降的主要误差因素之一。在道路放样作业环境里，沿线建筑物、金属构筑物、大型机械设备等都会对卫星信号产生反射，使得接收机同时

接收到直射信号和多条反射信号，造成伪距和载波相位观测值失真，定位结果偏差增大^[5]。城市道路建设工地周边高层建筑较多，多路径效应明显。施工现场大功率电气设备、无线通信基站、高压输电线路等产生的电磁干扰会对接收机正常工作造成不良影响，轻者会造成信号质量变差、定位精度降低，重者会导致接收机失锁甚至死机。以上干扰因素在施工作业环境中无法完全避免，若处置不当，会造成放样结果出现系统误差，影响道路中线桩位的准确性。

（三）系统软硬件配置与人员技术水平参差不齐

CORS 站实时动态定位系统是由基准站网络、数据通信链路、数据处理中心和流动站设备等组成的一个系统，任何一个环节的配置缺陷都会影响到整个作业的效果。部分工程项目所使用的接收机设备陈旧，天线性能不够好，抗干扰能力差，在复杂的环境中稳定性不好，数据通信模块配置不合理，网络连接不稳定，差分数据延迟大，造成实时定位的时效性、精度受到影响。就人员层面来看，各测量人员对于 CORS 系统的掌握程度存在着较大差别。部分作业人员对系统初始化的操作规程不熟悉，在固定解没有稳定的时候就开始记录放样数据；对设备状态监控不够重视，不能及时发现信号质量异常；对手簿操作和数据管理的规范性认识不足，造成数据记录出现错漏。软硬件配置不足和人员技术欠缺的叠加，造成放样成果质量无法得到保证。

（四）坐标转换参数设置不当引发放样偏差

CORS 站系统以 WGS-84 坐标系为基准提供卫星定位数据，道路工程放样一般用地方坐标系或者工程独立坐标系，两者之间有坐标转换关系。坐标转换参数求解质量好坏，直接影响到放样成果的精度。实践中部分作业人员在求解转换参数时，控制点数量选取不够，分布不均匀，或者所用已知点本身存在精度问题，造成求解的转换参数残差偏大，转换模型适应性不足。不同作业小组使用不同的参数文件版本或者参数输入有误，都会造成放样坐标系统平移或者旋转的偏差。此类偏差很难通过现场目视判断加以发现，若在未经复查的情况下继续施工，会对道路中线位置的准确性造成不可忽视的影响，严重时会造成返工损失。

三、CORS 站实时动态定位技术在道路中线放样中的实践策略

（一）优化基准站网络布设与信号增强方案

就信号覆盖盲区问题而言，应从基准站网络布置优化和信号增强两方面同时加以解决。项目前期要对全线地形条件、无线网络覆盖情况展开系统勘察，重点找出信号盲区路段，依照地形特点合理安排临时基准站架设地点。在山区隧道进出口、峡谷地段等卫星信号薄弱区，可在附近地势开阔处设置临时基准站，以电台或网络传输方式向流动站播发差分数据，弥补 CORS 网络覆盖不足的缺陷。移动网络信号薄弱处可采用高增益天线或信号中继设备提高网络接入的稳定性，保证差分改正数据的连续传输。就完全无网络覆盖的偏远路段，可采用 UHF 电台作为数据链路的备用方案，临时基准站和流动站之间通过电台直接传输差分数据，

保证实时动态定位功能的正常运行。此外,在卫星信号遮挡严重的地段,可依据实际情况灵活调整作业方式,将 CORS 技术与全站仪极坐标法相结合,在 CORS 技术不能稳定工作的局部区域,以全站仪接力完成中线桩位的放样,保证全线中线放样工作不中断。采用多种技术手段相结合的方式,构建起一套全线覆盖、互相补充的放样技术体系,从而有效解决信号覆盖盲区造成的工作连续性不足问题。信号覆盖的连续性保障是 CORS 技术在山区道路工程中得以有效应用的前提条件。

(二) 建立严格的误差控制与数据校验流程

面向多路径效应以及坐标转换误差等情况,应创建系统的误差控制和数据校验体系,把质量管控融入放样作业的全部环节。作业前准备阶段要对坐标转换参数求解过程加以严格控制。已知控制点数量不得少于三个,点位分布要均匀覆盖放样路段范围,所用控制点应经过复测验证,保证点位坐标可靠。参数求解完毕之后,应以未参加求解的检核点独立检验转换精度,残差超限时要分析原因并重新求解,直到满足精度要求为止才能投入使用。参数文件要统一管理,作业前由专人核对后下发到各流动站设备,防止出现版本混乱的情况。在放样作业中,应严格执行固定解的判定标准,只有当接收机的固定解稳定、且 PDOP 值满足规范要求时才能进行点位放样。就每一个放样点而言,在得到固定解之后,需等待一定时间方可记录坐标,防止浮动解数据被错误使用。每完成一定数量的放样点后,应立即回测已知控制点或已放样点进行精度检查,发现异常立即停止作业并查找原因。多路径效应明显处,应尽量选择远离建筑物、金属构筑物等干扰源的位置架设流动站天线,在数据处理时剔除观测质量差的历元,提高成果的可靠性。经由规范的误差控制程序,将各种误差源的影响降至最低,保证道路中线放样成果达到工程精度要求。因此,有效识别并抑制多路径效应与电磁干扰,是保障城市及复杂施工环境下放样精度的关键所在。

(三) 加强技术培训与设备操作规范管理

人员技术水平与设备管理规范性属于保证 CORS 放样质量的基础性因素,需从培训体系建设、规范管理两方面持续加以强化。技术培训要分层分类,就不同岗位人员制定不同的培训内容。面向一线放样人员开展 CORS 接收机操作流程、固定解状态判断方法、手簿数据管理规范、常见故障现场处理方法的培训;面向技术负责人员开展坐标转换参数求解与检验方法、放样质量评定标准、异常情况分析处理能力的培训。培训形式采用理论与实践相结合的方式,以现场模拟演练保证学员熟练掌握各项操作要领,考核合格后方可独立开展作业。设备管理要建立设备台账及定期检校制度。接收机天线要定时做相位中心改正参数的检

查,设备出现异常时要及时送检维修,不得带故障运行。作业前要对电池电量、存储空间、通信模块状态做全面检查,保证设备处于正常工作状态。同时要推行作业日志制度,对每天的作业情况、设备状况、信号质量、异常处理等加以记载,以便后续进行质量追溯。依靠系统培训和规范管理的有机结合,从根本上提升作业团队整体技术素质,为放样成果质量提供有力保障。由此可见,推进设备更新升级与人员技术培训的协同推进,是从根本上提升 CORS 放样作业质量的必要路径。

(四) 依托全站仪辅助验证提升放样成果可靠性

CORS 站实时动态定位技术虽然具有高效便捷的优点,但在精度要求较高或作业环境复杂时,单纯依靠 CORS 技术存在一定风险,需要将全站仪辅助验证作为提高成果可靠性的有效手段。实际放样时可采取“CORS 放样+全站仪复核”的双重验证方式,即先以 CORS 流动站完成中线桩位初步放样,再以全站仪极坐标法或附和导线法对重要控制桩做独立复测,比较两种方法的放样结果,若差值在允许范围内,则可认定桩位成果。就精度要求较高的曲线要素点、交叉口中心、桥梁控制桩等特殊桩位而言,应将全站仪复核作为强制性程序,以保证这些关键点的坐标精度满足设计要求。道路中线放样完毕后,要组织对整条中线做贯通检验。可在路线主要控制点处以全站仪进行方位角、距离的独立检测,与 CORS 放样成果进行比对分析,全面评价中线放样的整体精度水平。就检验中出现的偏差超限点位,要及时查明原因并加以改正,不得将存在质量疑问的放样成果直接用于施工。以 CORS 技术与全站仪技术的优势互补建立多重质量保证体系,从而提高道路中线放样成果的总体可靠性,为工程施工提供准确可靠的测量依据。可见,坐标转换参数的规范化管理与严格校验,是消除系统性放样偏差、确保道路中线位置准确的重要保障。

四、结语

CORS 站实时动态定位技术在道路中线放样上具有明显的优势,对提高测量效率、保证放样精度有重要的作用。但是信号覆盖盲区、多路径效应干扰、软硬件配置不均、坐标转换参数设置不合理等问题,都会对该技术的发挥产生一定的影响。根据以上现实问题,从基准站网络优化、误差控制流程建立、技术培训规范管理、全站仪辅助验证等角度出发,创建起科学完备的技术应用体系,这是促使该技术规范化落地的有效途径。伴随着卫星导航技术以及信息技术的不断发展,CORS 站技术在道路工程测量领域所起到的作用会越来越深入、越来越广泛,综合效益也会越发明显,值得业内继续深入研究并推广使用。

参考文献

- [1] 张西军,唐卫明,曾广鸿,等.广州市 CORS 系统实时动态定位精度测试[J].测绘信息与工程,2008,33(5):6-8.
- [2] 张辉.区域 CORS 实时动态定位精度测试的探讨[J].浙江农业科学,2016,57(9):1534-1536.
- [3] 曾聪,杨淑芬.CORS 技术应用于道路勘测研究[J].科技创新导报,2020,17(27):55-57.
- [4] 刘伟.贵阳市 CORS 升级改造实时动态定位精度测试分析[J].测绘通报,2016,(S2):96-99.
- [5] 李博峰,项冬.4 种全球卫星导航系统实时动态定位效果评估[J].同济大学学报(自然科学版),2015,43(12):1895-1900.