

高速公路工程测量的质量控制策略探讨

文 / 聂林虎 中铁十一局集团第一工程有限公司

摘要：本文以技术复杂、地处市中心的机荷高速公路改扩建工程为背景，系统探讨了高速公路工程测量质量控制的关键策略与实践。研究指出，尽管测量技术日趋智能化与高精度化，但人员责任意识、专业素养及系统化管理仍是保障测量质量的核心。论文重点阐述了通过实施控制网复测与加密以及建立一套系统化的测量管理制度，构建了一个闭环的质量管理体系。实践表明，该体系成功规避了因设计坐标错误、高程偏差等引发的潜在风险，有效避免了返工、工期延误和成本增加，为项目的顺利推进奠定了坚实基础，对类似工程项目具有重要的借鉴意义。

关键词：高速公路；工程测量；质量控制；控制网复测；加密测量；数据复核；仪器自检

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.064

引言

高速公路工程施工是一项高度复杂且系统化的工程，其顺利推进受多重因素影响。工程测量作为施工过程中的关键环节，随着测量仪器精度的提升、测量方法的多样化以及测量软件的智能化，测量工作的门槛有所降低。然而，测量技术的迭代升级并未同步带来责任意识和专业素养的相应提高。部分测量人员过度依赖设备的自动化与智能化功能，一旦设备出现异常或面临特殊环境条件，往往无法及时判断与纠正，最终导致系统偏差，甚至引发测量事故。测量仪器的进步体现了工程技术的不断发展，但这绝不意味着测量工作的重要性可以被低估。恰恰相反，技术的革新对测量人员提出了更高要求：在熟练掌握先进工具的同时，必须夯实专业基础，完善精细化管理，坚守质量责任。唯有如此，才能让精准测量成为高速公路的“眼睛”，构筑起蜿蜒千里却毫厘不差的坚实保障，真正使技术进步服务于品质工程的建设^[1]。

一、工程概况

机荷改扩建工程是沈海高速公路荷坳至深圳机场段属于G15沈海高速公路深圳段，是粤港澳大湾区东西向的交通中轴线，该工程是一项综合性强、技术难度高的施工项目。其总长度达到9.7公里，涵盖了路基施工、涵洞构造、桥梁节段梁及排架拱等多个关键领域，该项目位于深圳市中心区域，旨在构建一个高效、安全、环保的交通网络，改善缓解当前面临的城市人口激增造成的交通拥堵现状。

工程位于人口密集的市中心，场地地表起伏较大，植被茂密，沿线分布有特高压输电线路，环境条件复杂。设计交桩6个三等GPS控制点和8个三等水准点，平面控制网与高程控制网分别布设，但控制点位置距离实际施工区域较远，部分控制点之间通视条件较差，施工单位进场时，发现部分控制点已遭损坏，进一步增加了施工测量的难度。

二、高速公路工程测量的质量控制措施

（一）控制网的复测与加密措施

本项目通过实地踏勘，结合设计交桩文件资料，在进场后编制了控制网复测与加密测量方案。测量方案充分考虑了设计交桩点的位置分布、控制点周围环境、后期施工测量放样的便利性、与相邻标段控制网的衔接以及复测周期等因素，采用与设计院相同的测量方法，即三等GNSS静态测量，分别在改扩建高速公路两侧进行控制网加密。在确保不降低原有控制网精度等级和网形结构的前提下，加密工作基于原有交桩控制网进行同等级扩展，其测量等级和方法均与原交桩单位保持一致，为控制网的整体网形和整体精度奠定了坚实基础^[2]。

控制网加密选点充分考虑了周边环境，避开卫星高度角 15° 以上范围内的建筑物，与特高压输电线路保持至少100米的距离，并远离大面积水域（如鱼塘），以减小多路径效应的影响。为提高后期测量效率并避免相邻GNSS边长短过短，加密点间距要求不小于300米。

观测前对所有GNSS设备进行了检查，确保其在检定有效期内且标称精度符合规范要求。对中所用基座进行了校准，保证对中误差不大于1mm，并确保同步观测使用同一型号仪器。仪器的高度截止角、采样间隔等参数统一按规范设置。所有观测人员均经过培训，特别强调在仪器10米范围内不得使用对讲机，观测过程中不得擅自开关机或更改参数。天线高度测量要求在天线互成 120° 的三个方向分别量取三次，互差小于3mm时取平均值，并于每时段观测前后各量取一次天线高以校核互差。根据控制点分布和网形连接需求，编制了GNSS观测调度计划，本项目控制网采用网连接方式进行搭接。对记录表填写、点号编号、携带物品等进行了详细交底，并强调了人身与仪器安全及相关注意事项^{[3]-[4]}。

观测过程严格依规范和执行计划进行，各测站基本在同一时间开机，确保有足够的共同观测时间，每个时段长度均不少于规范要求。观测前查看当前地区的电离

影响预报，避开电离层干扰严重和卫星数不足的时段。观测期间人员远离天线 2 米以上，防止人体遮挡信号，每 5 分钟检查接收机状态、电量及 PDOP 值，确保设备正常运行，同时防止仪器被碰撞或移动^[5]。

通过上述措施，本项目控制网复测工作在六个标段中首个完成并报审通过，控制网精度符合规范要求，为工程提前开工创造了条件。

(二) 测量管理日常制度建立

项目在开工初期，结合公司相关要求，分别制定了测量数据复核制度、测量仪器定期自检制度、测量人员定期培训制度、测量技术交底制度、测量资料标准化管理制度、测量队长带队检查复核制度^[6]。

测量数据复核制度：在项目开工前，项目测量人

员严格执行测量数据复核制度。首先把线路要素输入到计算程序的数据库中，与设计的逐桩坐标进行核对，确保程序数据库中的数据输入准确性；然后根据桥梁设计图纸计算桥梁桩基坐标和桥梁各部位设计高程，并与设计图纸中的桥梁桩基坐标和桥梁各部位高程进行比对，找出计算值与设计值偏差的原因，编制桥梁桩基坐标及各部位高程计算复核情况报告。通过分析，若发现是设计的桩基坐标和桥梁高程有误，须及时联系设计人员进行核对并勘误，确保设计图纸的桩基坐标和桥梁各部位设计高程的正确性。本项目通过测量数据复核，共发现 3 座桥梁 9 根桩基坐标有误，发现 3 座桥梁 20 处设计高程有误，通过设计人员复核确认，均已勘误^[7]。

桥梁桩基计算坐标与设计坐标对比表

桥梁名称	桩基编号	计算坐标		设计图纸坐标		差值	
		X	Y	X	Y	X	Y
立体层左线桥	20-1	32382.377	98988.324	32382.289	98988.381	0.088	-0.057
	20-2	32398.710	98987.388	32398.796	98987.329	-0.086	0.059
	20-3	32379.512	98984.226	32379.598	98984.167	-0.086	0.059
	20-4	32396.019	98983.174	32395.931	98983.232	0.088	-0.058
立体层左线桥	1-1	32348.589	98522.761	32348.830	98522.863	-0.241	-0.102
	1-2	32365.992	98521.718	32365.751	98521.615	0.241	0.103
	1-3	32350.787	98518.270	32350.546	98518.167	0.241	0.103
	1-4	32367.708	98517.022	32367.949	98517.124	-0.241	-0.102
立体层右线桥	1-2	32700.861	101774.924	32701.034	101774.778	-0.173	0.146

桥梁各部位计算高程与设计高程对比表

桥梁名称	位置	计算高程	设计图纸高程	差值	
立体层左线桥	0号台垫石顶	DS1	42.077	42.089	-0.012
	0号台垫石顶	DS2	42.211	42.197	0.014
互通 LB 匝道 2 号桥	4号桥台桩基顶	H3	47.468	48.968	-1.500
	4号桥台桩基顶	H4	47.329	48.829	-1.500
	4号桥台桩基底	H5	19.398	20.898	-1.500
主线右幅 2 号桥	16号墩桩基顶	H5	37.361	37.661	-0.300
	16号墩桩基底	H6	-8.639	-8.339	-0.300
	27号墩身顶	H1	45.499	45.519	-0.020
	27号墩身顶	H2	45.499	45.519	-0.020
	27号墩身顶	H3	45.499	45.519	-0.020
	27号墩身顶	H4	45.866	45.886	-0.020
	27号墩身顶	H5	45.866	45.886	-0.020
	27号墩身顶	H6	45.866	45.886	-0.020
	27号墩承台顶	H7	42.366	42.386	-0.020
	27号墩桩基顶	H8	39.566	39.586	-0.020
	27号墩桩基底	H9	-3.434	-3.414	-0.020
	27号墩垫石顶	DS1	45.636	45.656	-0.020
	27号墩垫石顶	DS2	45.812	45.832	-0.020
	27号墩垫石顶	DS3	46.003	46.023	-0.020
27号墩垫石顶	DS4	46.179	46.199	-0.020	

以上发现的桩基坐标和桥梁高程有误问题，有效避免了后期项目返工、工期延误、施工成本增加等。

测量仪器定期自检制度：为了避免因测量仪器的系统误差造成测量放样精度的降低，项目部测量队每月进行两次测量仪器自检，自检时填写自检记录表和拍摄水印照片，而且要求拍摄仪器自检时屏幕照片，做到真实自检，如果自检不合格及时送往仪器检定单位进行维修校准，定期自检可以进一步确认仪器的测角测距误差，在仪器里面加入改正数加以改正，确保测量仪器始终处于良好状态，有效提高测量结果的可靠性，避免了系统误差积累造成测量事故^[8]。

测量人员定期培训制度：项目测量队长每年初根据施工计划制定当年测量人员培训计划，按照每月一次的频率进行，培训内容贴近实际应用，采取多样化的培训方式，深入讲解测量原理、计算方法、规范、仪器实操等，培训完成后进行考核，并根据考核情况进行适当奖励，培养测量人员解决问题的能力，弘扬精益求精的工匠精神^[9]。

测量技术交底制度：测量人员完成测量工作后，要求现场进行测量技术交底，旨在对测量成果进行交接确认，对由交底接收人对测量放样成果进行确认，理解测量放样人员放样点位和尺寸，避免了张冠李戴造成的质量事故^[10]。

测量内业管理标准化：测量原始记录手簿、测量技术交底、测量内业资料管理等文件，在开工初期，按照公司统一标准装订成册，测量过程中按照要求进行填写，每周进行检查，对测量记录中的数据进行交叉计算复核签认，现场测量放样完成时及时进行交底，并进行签字确认，测量内业资料按照统一的格式要求填写并上传电子版保存备份^[11]。

测量队长带队检查复核制度：对于重难点工程或者工序转换时，测量队长带队对已施工部位进行测量检查复核，确认已施工部位偏差是否在规范允许偏差范围内，避免盲目施工，造成重大质量事故后再返工^[12]。

通过以上制度的建立实施，有效形成了完整严谨且闭环的测量质量管理体系，从数据源头、仪器精度、人员培训、技术交底沟通、资料标准化管理和关键部位测量队长复核，六个维度全方位管控，并通过实际案例证明了其有效性和重要性，为工程质量管控提供了坚实基础。

结语

工程测量作为高速公路建设的基础性工作，其测量质量直接关系到工程的整体精度、进度和成本控制。随着测量技术向智能化、高精度方向不断发展，测量工作

虽在工具层面得到极大提升，但仍需依靠严谨的管理制度、规范的操作流程和高素质的专业人员作为保障，才能真正实现技术优势向质量成果的转化。

本文以机荷改扩建工程为背景，系统探讨了高速公路工程测量质量控制的关键环节与实践路径。通过建立控制网复测与加密的科学机制，制定并落实测量日常管理复核、仪器定期自检、人员培训、技术交底、资料标准化及队长带队复核等制度，构建了一套系统化、闭环式的测量质量管理体系。实践证明，该体系有效规避了因坐标错误、高程偏差等引起的工程质量隐患，显著减少了返工、延误和成本增加的风险，为项目顺利推进奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部 .GB 50026-2020 工程测量标准 [S]. 北京：中国计划出版社，2020.
- [2] 中华人民共和国交通运输部 .JTG C10-2019 公路勘测规范 [S]. 北京：人民交通出版社，2019.
- [3] 中华人民共和国交通运输部 .JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程 [S]. 北京：人民交通出版社，2017.
- [4] 国家市场监督管理总局 .JJG 100-2003 全站型电子速测仪检定规程 [S]. 北京：中国计量出版社，2003.
- [5] 张正禄，李广云，潘国荣，等 . 工程测量学 [M]. 武汉：武汉大学出版社，2013.
- [6] 李征航，黄劲松 .GPS 测量与数据处理 [M]. 第三版 . 武汉：武汉大学出版社，2016.
- [7] 刘经南，葛茂荣 .GPS 卫星导航定位原理与方法 [M]. 北京：科学出版社，2008.
- [8] 王金岭 . 高速公路施工测量质量控制的关键技术研究 [J]. 测绘与空间地理信息，2021,44(5): 202-204,208.
- [9] 陈俊勇 . 面向 21 世纪的 GPS [J]. 测绘通报，2000(1): 1-5.
- [10] 胡伍生，潘庆林 . 土木工程测量 [M]. 第五版 . 南京：东南大学出版社，2016.
- [11] 郝安华 . 论工程测量中的质量管理与控制 [J]. 工程建设与设计，2019(14): 277-278.
- [12] 沈学标 . 工程测量中常见问题及对策分析 [J]. 建材与装饰，2018(40): 235-236.

作者简介：聂林虎，1985 年 12 月 24 日，男，湖北十堰人，本科，工程师，汉族，研究方向：工程测量。