

# 公路工程施工阶段测量技术要点及控制

许强华

四川公路桥梁建设集团有限公司机械化施工分公司, 中国·四川 成都 610200

**摘要:** 在公路工程施工过程中, 测量技术是保障工程精确度和质量的基础环节。论文围绕施工阶段的测量技术要点及其控制措施进行深入探讨。结合最新的测量技术发展, 重点分析了控制点复测、放样技术、水平放样与中线测量等关键步骤。通过引入先进的测量仪器和技术手段, 提高了测量精度, 降低了施工风险, 确保施工进度的顺利进行。论文还以实际案例对技术应用的效果进行了验证, 并提出了在复杂地形下的控制策略。

**关键词:** 公路工程; 施工测量; 控制点复测; 放样技术; 精度控制

## Key Points and Control of Measurement Technology During the Construction Phase of Highway Engineering

Qianghua Xu

Sichuan Highway and Bridge Construction Group Co., Ltd. Mechanized Construction Branch, Chengdu, Sichuan, 610200, China

**Abstract:** In the construction process of highway engineering, measurement technology is the fundamental link to ensure the accuracy and quality of the project. This paper delves into the key points and control measures of measurement techniques during the construction phase. Based on the latest development of measurement technology, key steps such as control point re measurement, layout technology, horizontal layout, and centerline measurement were analyzed in detail. By introducing advanced measuring instruments and technological means, the measurement accuracy has been improved, construction risks have been reduced, and the smooth progress of construction has been ensured. This paper also verified the effectiveness of technology application through practical cases and proposed control strategies in complex terrains.

**Keywords:** highway engineering; construction surveying; control point retest; layout technology; precision control

### 0 前言

公路工程作为现代交通运输的重要组成部分, 其建设质量对国家经济发展和人民生活水平有着重要影响。而在公路建设中, 测量技术则是保证工程精度、施工安全和最终成果质量的基础<sup>[1]</sup>。近年来, 随着科技的进步, 测量技术在公路施工中的应用日益成熟, 尤其是智能化设备的广泛使用, 大大提高了施工的效率 and 精度。然而, 公路工程施工环境复杂多变, 测量工作面临着诸多挑战。论文旨在通过分析公路工程施工阶段的测量技术要点, 探讨提高施工质量的技术控制措施。

### 1 项目概况

论文以某公路工程项目为案例。该项目位于复杂地形的山区, 全长 85 公里, 涉及多个桥梁、隧道及高填深挖的路段, 施工地质条件复杂且易受天气和地形变化的影响, 特别是沿线的滑坡和泥石流频发区对施工造成了较大挑战。该项目的测量工作贯穿于前期规划、施工放样、施工监控及竣工验收等多个阶段, 是保障工程质量与施工安全的重要手段。为了确保项目的顺利实施, 施工方结合项目特点, 制定了严格的测量控制计划, 并引入了先进的测量设备, 如

GPS-RTK 系统和无人机测绘技术。

### 2 施工前的测量准备工作

在公路工程施工中, 测量工作是确保工程质量的基础环节, 贯穿于整个施工阶段。施工前的测量准备工作尤为关键, 它直接影响着工程的施工精度、质量控制及整体进度<sup>[2]</sup>。因此, 合理的测量准备工作能够有效避免后续施工中的误差累积, 提高工程质量。

#### 2.1 制定合理的测量计划

在公路工程施工前, 首先需要制定详细的测量计划, 这是确保施工测量工作有序进行的前提。测量计划应根据设计图纸和施工说明书的要求, 明确测量工作的内容、重点和阶段性目标。同时, 测量计划需考虑到施工现场的地形地貌、气候条件及工程特点等因素, 合理安排测量点的布设和测量顺序, 以最大限度地减少外部环境对测量工作的干扰。在本项目中, 沿线地形起伏较大, 存在大量陡坡、急弯及滑坡地段。为此, 项目测量团队在施工前制定了一套详细的测量计划。测量计划中明确了不同阶段的测量重点, 如在控制点布设阶段, 需加密布设间距小于 500m 的平面控制点和高程控制点, 以确保测量基准的稳定性; 在中线测量阶段, 需要结合地形变化调整放样方案, 确保测量数据的精度符合规

范要求。通过详细的测量计划,确保了各阶段测量工作的顺利实施。

## 2.2 仪器校准与配置

测量仪器的精准度对施工测量的精度具有直接影响。因此,在施工前,必须对所有使用的测量仪器进行校准和调试,确保其处于最佳工作状态。常用的测量仪器包括全站仪、GPS-RTK 系统、电子水准仪等,每种仪器的使用均需经过专业人员的调校和测试。同时,还应根据施工需求合理配置测量仪器,确保在不同施工阶段均能获得所需的测量数据。在本项目中,项目团队引入了 GPS-RTK 系统和无人机测绘技术。施工前,测量人员对 GPS-RTK 系统进行了多次静态定位测试,确保其误差范围控制在  $\pm 1\text{cm}$  以内。同时,无人机测绘设备也进行了多次试飞和数据采集精度验证,最终确定了最佳的飞行高度和拍摄模式,以满足沿线地形测绘的需求。通过这些精细化的仪器校准工作,项目在测量数据的精确性和可靠性方面达到了新的高度。

## 2.3 环境因子分析与对策

公路施工中,环境因子对测量工作的影响不可忽视。例如,气候变化、地形条件、施工区域的植被覆盖情况等都会影响测量数据的准确性<sup>[1]</sup>。因此,施工前的测量准备工作应包括对这些环境因子的分析,并制定相应的技术对策,如选择合适的测量时间段,避开雨季和强风期,或在植被密集区增加测量点密度等。在该项目的施工准备阶段,测量团队面临植被茂密、气候多变的挑战。为应对这一情况,团队决定采用无人机结合地面控制点的测量方式,以提高测量的精度和效率。通过分析气象数据,团队将主要测量工作安排在晴朗的早晨或下午,避开早晨的浓雾和中午的强烈阳光。同时,针对部分植被密集区域,增加了控制点布置的密度,并采用高精度的电子全站仪进行复测,确保测量数据的可靠性。

## 2.4 现场标识与安全措施

为了保证测量工作的顺利进行,现场的标识与安全措施也是必不可少的一部分。在复杂地形和环境下,测量现场的标识应清晰、规范,便于后续的施工人员识别和操作。同时,还需制定安全防护措施,特别是在陡坡、滑坡等危险区域的测量工作中,应配备必要的安全装备和人员。在本项目测量过程中,测量团队不仅在现场设置了醒目的测量标识牌,还对所有参与测量的人员进行了专项的安全培训,并配备了安全绳、头盔等防护设备。通过这些安全措施的实施,确保了测量工作在安全和高效率的环境下进行,为后续的施工放样工作奠定了坚实的基础。

## 3 控制点复测与加密

控制点作为公路工程中施工放样的基础,其准确性和稳定性直接影响到后续施工的测量精度和工程质量。尤其是在复杂地形和恶劣环境条件下,合理的控制点布置和加密是

避免施工误差、保证工程质量的重要保障措施。在公路工程实际施工中,控制点复测是确保控制点精度和稳定性的关键步骤。复测内容主要包括平面控制点、高程控制点和导线点的精度验证<sup>[4]</sup>。通过复测,可以发现原有控制点因地质变化或人为因素导致的位移、沉降或其他异常情况,并及时进行调整和优化。控制点复测的质量直接影响到后续施工的放样精度,因此必须严格按照规范要求进行。例如,在本项目中,由于项目地处滑坡多发区,地质条件复杂,控制点的稳定性成为项目测量工作的重中之重。在施工前期,测量团队对沿线的所有原有控制点进行了全面复测。通过精密的静态 GPS 观测和全站仪测量,发现有部分控制点因地下水位变化和地表滑动而发生了明显位移,位移量最大达到 5cm。为了确保施工测量的精度,测量团队对这些不稳定的控制点进行了重新布设,并选择更加稳定的地质基础重新设置新的控制点。通过这些措施,复测后控制点的精度满足了规范要求,确保了后续施工放样的准确性。而控制点加密的目的是在保证控制点稳定性的基础上,提供更加密集的参考点,以满足复杂地形条件下的施工放样要求。加密控制点应根据工程的特点、地形地貌和测量精度要求合理布设。一般情况下,加密控制点的间距应根据施工的具体需要进行调整。例如,在平坦地形中,加密控制点的间距可稍大一些,而在复杂地形如桥梁、隧道或滑坡地段,加密控制点的间距应尽量缩小,以保证测量精度。例如,在该项目中,该路段全长 85 公里,沿线地形起伏较大,部分路段需穿越山谷和河流,地质条件复杂。为了确保施工过程中的测量精度,测量团队在施工前进行了详尽的控制点加密设计。针对沿线的不同地形条件,测量团队制定了分区加密方案:在平坦地带,控制点的间距设置为 500m;而在复杂地段,如桥梁和隧道区域,控制点的间距缩小到 200m 以内。此外,在高填深挖和滑坡地段,除了平面控制点外,还增加了高程控制点和导线点的布设,以确保垂直方向和水平方向的精度控制。加密工作完成后,测量团队通过多次复测验证了加密控制点的稳定性和精度,确保其满足施工放样的要求。期间,控制点加密的实施步骤通常包括选点、布点、观测和数据处理四个环节。每个环节都有严格的技术要求,必须按照规范执行。例如在本项目施工中,测量团队为了确保隧道开挖的精度,对隧道进口和出口两端进行了高密度的控制点加密布设。首先,测量团队选择了隧道口附近的稳定岩石作为平面控制点的布设位置,同时在隧道内部每隔 50m 布设一个高程控制点。随后,团队利用 GPS-RTK 和全站仪进行了多次静态和动态观测,获取了各控制点的精确坐标和高程数据。最后,测量团队对观测数据进行了平差计算,确保了隧道施工过程中测量数据的高精度,从而使隧道开挖的误差控制在 2cm 以内,有效保证了工程的顺利推进。此外,在进行控制点复测与加密工作时,除了严格按照测量规范执行外,还需注意以下几点:①在山区或滑坡多发区进行测量时,需特别关注控制点的选址和

保护,避免因自然因素导致的控制点位移或损坏。②测量工作的质量不仅取决于测量仪器的精度,还取决于测量人员的专业素质和技术水平。因而,测量人员应定期进行技术培训,确保掌握先进的测量技术和仪器使用方法。③复测和加密过程中产生的大量测量数据需进行精细化管理和分析,确保数据的准确性和可靠性。同时,应做好数据的备份和存档工作,以便后续使用和检查。

#### 4 水平放样与中线放样技术的应用

在公路工程施工中,水平放样与中线放样是测量工作的关键技术环节。这两项技术直接影响路基、路面、桥梁等结构物的施工精度,确保各构筑物在三维空间中的准确定位<sup>[5]</sup>。因此,如何高效、准确地应用水平放样与中线放样技术,成为公路工程测量技术控制的重点。其中,水平放样是根据设计图纸中的构筑物标高,通过精密测量仪器将设计高程与现场实际位置进行对比,从而确定施工中的高程控制点。这项技术在公路施工中的应用至关重要,尤其在桥梁、隧道等关键结构中,水平放样决定了工程的垂直精度。传统的水平放样依赖于水准仪,而现代施工中则多采用电子水准仪和 GPS-RTK 等高精度仪器,确保放样精度。例如,在本项目中,桥梁墩台的高程控制成为施工中的关键技术难点。由于该项目桥梁跨越河流,河谷地形复杂,桥墩基础施工要求高程控制精度达到毫米级别。为此,测量团队采用了高精度的电子水准仪,结合 GPS-RTK 系统进行高程控制。首先,测量人员根据设计图纸中桥墩的标高,利用电子水准仪进行基准点的测量,并通过水准路线将基准点引至施工现场。在高程放样过程中,测量团队通过多次校准仪器,确保了基准点与施工点之间的高差控制在  $\pm 2\text{mm}$  以内,最终成功实现了桥墩基础的高精度施工。表明合理应用现代水平放样技术,能够有效提升施工精度,确保工程质量。中线放样是指根据公路设计图纸中的路线中桩数据,通过测量仪器将中线桩的位置精确放样到施工现场。中线是决定路基宽度、桥梁起止桩编号的重要参考线,影响着整个工程的平面布局。传统的中线放样多采用全站仪进行,而现代化的中线放样技术则多使用高精度的 GPS-RTK 系统,结合全站仪的角度和距离测量,实现全自动放样。在该项目中,中线放样的难度较大。该项目沿线多为山地,地形复杂,沿线急弯、陡坡较多。为了保证路线的准确性,测量团队在放样中采用了全站仪和 GPS-RTK 系统相结合的技术。首先,测量人员根据设计图纸中的中桩数据,在地形相对平坦的区域使用 GPS-RTK 进行初步放样,而在急弯和陡坡区域,则使用全站仪进行精确放样。通过两种技术的结合,团队确保了全线中线放样的高精度。尤其在隧道入口区域,测量团队反复校准中线位置,确保隧

道的轴线与设计中线完全一致,避免了隧道贯通时出现较大的偏差。

#### 5 测量技术在复杂地形中的应用

在公路工程施工中,复杂地形条件常常对测量技术提出较高要求。尤其在山区、河谷等地形起伏较大、地质条件不稳定的环境中,传统测量方法往往无法满足高精度要求,现代化测量技术如 GPS-RTK、全站仪、无人机测绘等逐渐成为主流。GPS-RTK 技术凭借其高精度和实时性,在复杂地形中的应用尤为广泛。它能够快速提供精确的三维坐标,避免了传统测量中因视线遮挡导致的误差。在公路项目中,GPS-RTK 技术可以有效提升测量效率,特别适用于大范围、难以到达的区域。例如,在本项目中,该项目沿线地形复杂,传统测量方式难以覆盖所有控制点。测量团队决定引入 GPS-RTK 技术,通过移动基站和流动接收机在施工现场进行实时测量。由于 GPS-RTK 能够穿越障碍物,团队有效解决了测量过程中因山体遮挡带来的视线问题,确保了控制点与中线桩的精度。最终,这种测量方式大幅提升了工作效率,使得施工误差保持在厘米级别,保证了项目的顺利推进。此外,无人机测绘技术近年来在复杂地形测量中得到了广泛应用。在本项目中,项目地处山谷地带,传统测量方式难以获取全线的地形信息。测量团队利用无人机进行了航测,快速生成了整个路线的高精度数字地形图 (DEM),为路基放样及设计调整提供了精确依据。该项目中,利用无人机采集的数据不仅节省了大量人工成本,还显著提升了测量的精度和效率,确保了施工的顺利开展。

#### 6 结语

综上所述,公路工程施工阶段的测量工作是保障施工质量的基础,贯穿整个项目周期。通过合理的测量计划、严格的控制点复测、精确的放样操作的应用,能够有效提升工程的精度和效率。未来,随着测量技术的不断进步,公路工程测量将更加精确、高效,为工程建设提供更加有力的支持。

#### 参考文献:

- [1] 蒙俞霖.公路工程施工阶段测量技术要点及控制措施[J].建材发展导向,2024,22(4):55-57.
- [2] 郭敏.论公路工程施工阶段测量技术要点及控制措施[J].科技创新,2022,5(23):132-135.
- [3] 邱玉婷,潘桥,黄德容.公路工程施工阶段测量技术要点及控制措施[J].百科论坛电子杂志,2022,9(7):144-146.
- [4] 李博,李宇.论公路工程施工阶段测量技术要点及控制措施[J].越野世界,2022,17(15):64-66.
- [5] 邹志刚.工程测量中常见质量问题与控制措施研究[J].城镇建设,2023,1(22):97-99.