

公路工程项目建设的测量放线要点分析

朱宪慧

四川中医药高等专科学校 四川 绵阳 621000

摘要: 在公路工程项目建设的宏大蓝图中, 测量放线宛如精确的画笔, 勾勒出工程的轮廓与走向。本文围绕公路工程项目建设的测量放线要点展开分析。阐述了测量放线在公路工程中的定义、任务、工作流程、精度要求及影响因素。重点剖析了仪器设备校验与准备、平面控制测量、高程控制测量、道路中线测量与放线、路基路面测量放线等技术要点。探讨了测量放线中常见的测量误差、控制点破坏或位移、通视条件不良等问题, 并提出相应解决方法。通过案例分析进一步说明测量放线在实际工程中的应用及效果, 旨在为公路工程建设的测量放线工作提供全面、系统的指导, 确保工程质量和进度。

关键词: 公路工程; 项目建设; 测量放线; 要点分析

引言: 随着公路建设的不断发展, 测量放线作为公路工程建设的重要基础工作, 其准确性和可靠性直接关系到工程质量与进度。测量放线贯穿于公路工程的各个阶段, 从线路定线到施工过程中的位置确定及高程控制等都离不开它。准确的测量放线能够保证公路的线形符合设计要求, 路基、路面及建筑物的施工位置准确无误。然而, 在实际操作中, 测量放线工作面临诸多挑战, 如测量误差的控制、控制点的稳定性、通视条件等问题。因此, 深入分析测量放线要点并探讨解决方法具有重要意义。

1 公路工程测量放线概述

1.1 测量放线的定义与任务

测量放线是公路工程建设中一项至关重要的基础性工作。它通过使用各种测量仪器和技术手段, 对工程施工现场进行精确的测量和定位。其主要任务包括确定公路的中心线、边线等位置, 为后续的路基、路面、桥涵等施工提供准确的空间坐标。具体而言, 要根据设计图纸在实地标定出道路的起点、终点、转折点以及沿线的各种构筑物的位置。同时, 还要测量地面的高程, 为土方调配、坡度设计等提供数据支持, 确保公路工程按照设计要求准确无误地进行施工^[1]。

1.2 测量放线的工作流程

测量放线工作流程主要分为以下几个阶段。首先是前期准备阶段, 需要收集相关的设计图纸、控制点资料等, 并对测量仪器进行校验和调试。接着是外业测量阶段, 按照设计要求进行控制点的布设, 利用全站仪、水准仪等仪器进行实地测量, 采集平面坐标和高程数据。然后进入内业数据处理与分析阶段, 对外业测量得到的数据进行整理、计算和平差处理, 确保数据的准确性和

可靠性。最后是成果输出与交底阶段, 将处理后的测量成果编制成图表等形式, 向施工人员进行交底, 指导施工过程中的测量放线工作。

1.3 测量放线的精度要求及影响因素

公路工程不同等级对测量放线精度有不同要求。一般来说, 高等级公路要求更高的精度, 以确保行车的舒适性和安全性。影响测量放线精度的因素众多。仪器精度是关键因素之一, 高精度的仪器能提供更准确的数据, 但仪器的老化或故障会导致误差增大。测量环境如温度、湿度、风力等也会对测量结果产生影响, 例如高温可能使仪器膨胀, 影响测量精度。人为操作因素不可忽视, 测量人员的技能水平、操作规范程度等直接关系到测量的准确性。此外, 控制点的稳定性和测量方法的合理性也会对精度产生重要影响, 若控制点受到破坏或位移, 将导致测量结果偏差, 而不合适的测量方法可能引入较大误差^[2]。

2 测量放线的技术要点分析

2.1 仪器设备校验与准备

在仪器校验方面, 对于全站仪, 要检查其测距精度、测角精度以及轴系误差等。使用专业的校准设备和标准场地, 按照仪器制造商提供的校验方法进行操作。例如, 通过测量标准距离来检验测距精度, 对全站仪的水平角和垂直角进行多测回观测以检测测角精度, 发现误差超出允许范围时及时进行调整或维修。水准仪的校验重点在于*i*角误差的测定与校正。利用水准仪的自动安平原理, 在平坦的场地上设置多个水准点, 通过往返观测计算*i*角误差值, 并根据结果进行校正, 确保水准仪提供准确的高程测量数据。在仪器准备工作中, 要确保仪器设备的完整性和可用性。检查全站仪的电池电量是否

充足，存储卡容量是否足够，以及各部件是否正常连接和运转。对于水准仪，要清洁目镜和物镜，保证观测视线清晰。准备好足够数量的三脚架、棱镜等配套设备，并检查其质量和稳定性。在出发前，还需将仪器设备妥善包装，防止在运输过程中受到损坏。

2.2 平面控制测量

其目的是为公路的平面位置提供精确的控制基准，例如，在一条山区公路的建设中，GPS 测量技术在平面控制中发挥了重要作用。GPS 网的布设充分考虑了山区的地形地貌，在地势较高且视野相对开阔的山顶设置控制点，同时避开了大面积的植被遮挡区域以保证卫星信号良好。在数据采集时，要求观测时间至少达到 2 小时，以获取高精度的观测数据。像在某一观测时段，一开始卫星信号受到局部山体遮挡出现波动，但工作人员耐心等待，直到信号稳定且满足质量要求才进行记录。数据处理要点包括基线解算、网平差等，通过严格的质量控制和检核方法，如重复基线检验、同步环闭合差检验等，确保 GPS 测量成果的精度和可靠性。导线测量技术同样不可或缺，对于该山区公路，部分路段由于地形复杂，采用了闭合导线的布设形式。在观测时，使用全站仪进行角度和距离测量，工作人员特别注意仪器的对中整平，采用多测回观测提高角度测量精度，照准目标时利用特制的觇标以确保准确性。导线测量数据的计算与平差处理是保证精度的重要步骤，通过严密平差方法，消除测量误差的影响，得到准确的导线点坐标。在实际应用中，将 GPS 测量与导线测量相结合。比如在 GPS 控制点之间布设导线，利用 GPS 测量确定导线的起始方位角和起始点坐标，然后通过导线测量进一步加密控制点，优势互补，提高平面控制测量的精度和可靠性，为公路工程在复杂山区的顺利施工奠定坚实的基础^[3]。

2.3 高程控制测量

高程控制测量在公路工程中起着至关重要的作用，它为道路的竖向设计和施工提供准确的高程基准。水准测量是高程控制的常用方法之一，水准路线的布设需根据工程地形、测量精度要求等因素确定，如闭合水准路线、附和水准路线等。在观测过程中，要严格遵循操作规程，使用水准仪准确读取后视和前视读数，确保测量精度。每一测段的观测应在规定的限差范围内，对往返测高差不符值等进行严格检核。数据处理时，通过计算高差、改正数等，进行精密平差，以求得各水准点的准确高程。三角高程测量也是一种重要的高程测量技术。其原理是利用三角函数关系计算两点间的高差。在应用时，要注意测量仪器的高度量取准确，观测垂直角时需

考虑大气折光等因素的影响。选择合适的观测条件，如在阴天或大气稳定时进行观测，可减小误差，通过对向观测等方法可以抵消部分误差，提高测量精度。三角高程测量适用于地形起伏较大、水准测量不便的地区，但需要合理控制测量精度，与水准测量相互验证，确保高程控制测量的准确性和可靠性，为公路工程的顺利建设提供坚实的高程数据支持。

2.4 道路中线测量与放线

道路中线测量与放线是公路工程施工的重要依据，直接关系到道路的线形和位置准确性。中线测量的方法多样。交点法是传统且常用的方法之一，通过测定路线的交点坐标，再根据转角和设计半径等参数计算出中线元素，进而确定中线位置。全站仪极坐标法则利用全站仪的强大功能，通过测量已知控制点与待定点之间的角度和距离，快速准确地确定中线点的坐标和位置。在测量过程中，要严格控制精度，对测量数据进行实时检核，确保中线测量的准确性。道路曲线测设是中线测量的关键环节，对于圆曲线，偏角法通过测量切线与弦线之间的夹角来确定曲线上各点的位置，操作相对简单但需注意角度测量的精度。切线支距法则以曲线的起点或终点为坐标原点，通过计算曲线上各点的直角坐标来进行放样，适用于半径较大的曲线。缓和曲线的测设要依据其独特的数学模型，准确计算出缓和曲线段上各点的参数，保证与圆曲线的平顺连接。在道路中线测量与放线工作中，需综合考虑各种因素，采用合理的方法和技术，确保道路中线的位置精度符合设计要求，为后续施工提供可靠保障。

2.5 路基路面测量放线

路基路面测量放线是公路工程建设中确保路基和路面施工质量与线形的重要环节。在路基边坡放样中，首先要准确确定边坡坡度。根据设计要求和地质条件计算出边坡的坡比，以此为依据进行放样。常用的边坡放样方法有坡度尺法、全站仪坐标法等。在操作过程中，要严格按照计算的坡度进行，确保边坡的稳定性和线形美观，要注意对边坡放样的精度控制，通过多次测量和复核，及时发现并纠正偏差。路面高程测量与控制线放样直接关系到路面的平整度和行车舒适性。路面高程测量需采用高精度的水准仪等仪器，按照一定的间距和测量方法获取准确的高程数据。在控制线放样时，要确保路面中心线、边缘线等的位置准确无误。例如，使用全站仪或经纬仪通过坐标法进行放样，保证控制线的精度符合规范要求^[4]。

3 测量放线中的常见问题及解决方法

3.1 问题

其一，测量误差问题较为突出。误差可分为系统误差和偶然误差。系统误差源于仪器自身缺陷、测量方法不完善及恒定外界环境影响，像全站仪的轴系偏差会导致角度测量不准，钢尺实际与名义长度差异会使距离测量存误。偶然误差则具随机性，由众多不可控因素综合引发，如观测时照准目标的细微差异及环境温湿度的瞬间变化等。为减小误差，可多次测量取平均值以削弱偶然误差影响，还可采用高精度仪器提升测量精度。而当误差超限时，需全面检查测量过程，分析原因，若为仪器或操作问题则重测，若因环境因素可待条件改善后再测，调整时务必确保符合工程精度要求及相关规范标准。其二，控制点破坏或位移时有发生。对此，布设时应选稳定且不易受施工干扰位置，设明显标识与保护装置，如浇筑混凝土墩保护控制点并向施工人员交底。一旦发现控制点异常，需及时检测，可通过联测相邻控制点确定其变化情况，位移小则平差修正坐标，大则重新布设并更新数据。还可借助相邻可靠控制点复核与恢复测量工作，依据测量关系推算问题点近似位置后再精确测量调整。其三，通视条件不良也是常见困扰。它严重影响测量效率与精度，尤其在复杂地形区域更为明显，阻碍仪器对目标点的直接观测，如山区道路中线测量易受遮挡。解决此问题可增设临时控制点，通过测量其与已知点关系拓展测量范围；也可采用全站仪自由设站法，在通视好位置设站，观测已知点后计算测站坐标再测量。

3.2 解决方法

(1) 要注重仪器的精准度。定期将测量仪器送至专业机构进行校准，确保其各项性能指标符合要求，每次使用前细致检查仪器的状态，如全站仪的对中整平是否精确、水准仪的气泡是否居中，在测量过程中采用科学的观测方法，例如在角度测量时运用多测回法，增加观测次数并取平均值以减小偶然误差的影响；距离测量时进行往返观测，对观测数据进行合理筛选和处理。此外，加强测量人员的技能培训，使其熟练掌握仪器操作和数据处理技巧，提高对误差的识别和控制能力。(2)

针对控制点破坏或位移问题，需强化保护措施。在控制点周围设置坚固的防护设施，如安装防护栏、设立警示标识，严禁无关人员靠近和施工机械碰撞。建立定期巡查制度，及时发现并处理控制点可能存在的安全隐患，预先布设备用控制点，当主要控制点出现问题时，能迅速切换使用备用点，确保测量工作不间断。并且利用先进的测量技术，如实时动态差分定位技术(RTK)等，对控制点进行实时监测，一旦发现位移及时采取修复措施，通过数据平差等方法修正坐标，保障控制点的准确性和稳定性。(3) 在解决通视条件不良问题时，可借助现代科技手段。例如采用无人机搭载测量设备进行低空摄影测量，获取测区的影像数据，通过图像处理和分析获取相关测量信息，避免因地面通视受阻而无法测量。或者运用三维激光扫描技术，对障碍物后方的目标进行非接触式测量，快速获取目标的三维坐标^[5]。

结束语

公路工程项目建设中的测量放线工作至关重要，其要点涵盖了从技术操作到问题解决的多个方面。通过精确的平面和高程控制测量、准确的道路中线及路基路面测量放线，配合有效的质量控制措施，能确保工程按设计要求精准施工。在面对常见问题时，积极采取相应解决方法，可保障测量工作的准确性和连续性。测量放线人员需不断提升技术水平和应对能力，为公路工程建设的顺利推进提供坚实保障，助力打造高质量的公路工程项目。

参考文献

- [1]陈志刚,赵建国.公路工程施工测量精度控制与误差分析[J].土木工程学报,2023,56(4):89-95.
- [2]高翔,李强.基于GIS的公路工程测量放线技术研究[J].测绘通报,2023,(8):123-127.
- [3]王磊,张晓东.公路工程测量新技术应用与发展趋势[J].交通运输工程与信息学报,2024,22(1):112-118.
- [4]梁栋.测绘新技术在工程测量中的应用[J].地矿测绘,2019,2(6):134-135.
- [5]贾韬.市政道路工程施工中的测量放线分析[J].建筑建材装饰,2019(05)154-158