

# 道路工程中线测量与高程控制技术应用

张稳兵

中水北方勘测设计研究有限责任公司 天津 300222

**摘要:** 道路工程中线测量与高程控制技术对工程建设起着决定性作用。中线测量通过放线和中桩测设等步骤,精准确定线路中心线位置;高程控制测量则为路线构建统一高程基准。本文详细阐述了中线测量技术的概述、方法与实施要点,以及高程控制技术的相关内容。同时,深入探讨了二者在定测、施工、竣工验收阶段的协同应用方式。精准应用这些技术,能为道路工程提供全面且准确的测量数据,有效保障工程质量,为后续的运营管理提供不可或缺的基础资料。

**关键词:** 道路工程; 中线测量; 高程控制; 技术应用

## 引言

道路工程是基础设施建设的重中之重,其质量优劣与交通运输的效率及安全紧密相连。在道路工程测绘中,中线测量与高程控制技术占据核心地位。中线测量负责确定线路的平面位置,为道路的走向提供精准指引;高程控制测量则构建统一的高程基准,确保道路在纵向上的合理布局。二者协同应用贯穿道路工程从设计、施工到验收的全周期,精准的数据支撑是保障工程质量、实现科学运营管理的关键,对道路工程的发展意义深远。

## 1 道路工程中线测量技术

### 1.1 中线测量概述

中线测量作为道路工程测绘科学的核心环节,承担着将线路中心线精确测设到实地的关键任务,涵盖放线和中桩测设两个核心步骤。该技术广泛应用于铁路、公路、管道等各类线路工程,通过标定交点(JD)作为转折控制点,为线路走向提供精准定位,确保线路严格遵循设计要求<sup>[1]</sup>。在高等级线路建设中,通常采用纸上定线后实地标定交点的方式,当相邻交点存在不通视情况时,需增设转点(ZD)以保障测量连续性,直线段每隔200-300米设置一个转点,以此确保测量精度满足工程需求,精准的中线测量成果,是后续施工放样、工程验收等环节得以顺利开展的重要前提。

### 1.2 中线测量方法

(1) 放线技术,放线是把图纸上定线的转向点间直线测设到地面的操作。常见方法有拨角法、支距法和极坐标法。拨角法依据精确计算的转向角与边长确定直线方向,为线路走向提供基础定位依据。支距法借助垂直距离和水平距离定位,适用于特定地形条件下的放线作业。极坐标法基于导线点坐标和测设数据,利用全站仪或GPS-RTK设备实现高精度定位,是现代道路工程常用

的放线手段。(2) 中桩测设技术,中桩测设涵盖丈量线路直线长度、详细测设曲线及设置中线桩等工作。中线桩包含百米桩、加桩、控制桩和曲线主点桩等。直线段测设以交点和转点为基准,采用钢尺或测距仪量距,保证直线段长度测量精准。曲线段测设先确定曲线主点(ZY、QZ、YZ),再运用偏角法、切线支距法或极坐标法详细测设曲线,确保曲线段线形符合设计要求。缓和曲线作为直线与圆曲线的过渡段,测设时需按道路规范确定长度,完成主元素计算、主点测设和详细测设三部分工作,保障线形过渡平滑自然<sup>[2]</sup>。(3) 特殊地形处理技术,不同地形条件下中线测量有不同要求。平原微丘区,中线测量要控制路线平顺性,防止频繁转折影响行车舒适性与安全性。越岭路线需通过垭口开展高程控制测量,结合地形展线,降低工程难度与成本。沿河线要结合洪水水位观测进行路线布设,确保线路在洪水期间安全运营。对于山腰线和山脊线,测设时应避开支沟发育、剥蚀严重的“鸡爪”地形和悬崖陡坡,选择地质条件良好的坡面布线,提升线路的稳定性与耐久性。通过针对不同地形采取相应测量方法,可保障中线测量结果的准确性和可靠性,为道路工程建设提供坚实基础。

### 1.3 中线测量实施要点

第一,交点与转点测设,交点测设需根据导线点 and 设计坐标精确计算测设数据,采用极坐标法、角度交会法或距离交会法进行定位,确保交点位置准确无误。转点测设则需在相邻交点不通视或直线较长时,通过经纬仪正倒镜分中法或延长线上设转点法确定位置,严格保证转点位于两交点连线上,为后续测量工作提供可靠基准。第二,曲线主点测设,圆曲线主点测设需根据曲线要素精确计算ZY、QZ、YZ点坐标,并通过全站仪或经纬仪实地标定,确保曲线主点位置符合设计要求。缓和

曲线主点测设则需结合圆曲线半径和转角,计算缓和曲线参数,精确控制线形过渡,保障行车安全和舒适性。第三,中桩保护与恢复,在施工过程中,中线桩易受到各种因素影响而被破坏,因此需在不受施工干扰的位置设置施工控制桩(护桩)。护桩设置应遵循“每一直线段至少三个控制桩、两方向线交角接近90°、护桩位于施工范围外且不宜过远”的原则,以便在需要时快速恢复中线桩位置,确保施工测量工作的连续性和准确性。

## 2 道路工程高程控制技术

### 2.1 高程控制测量概述

道路工程中,高程控制测量是获取测区控制点高程的关键过程,为路线构建统一的高程基准。其精度要求严格,不低于三等水准标准,测量所得成果必须经过严谨的平差计算,确保符合相关规范要求。在道路工程全周期,高程控制测量作用显著。勘测设计阶段,它为大比例尺地形图提供高程依据,使地形地貌的呈现更为精准,为后续设计工作奠定基础;施工阶段,为横断面和纵断面测量提供基准,保障道路线形的准确性与合理性,同时复测施工高程点并加密高程控制网,确保施工过程高程信息的准确传递;运营管理阶段,持续提供高程数据支持,助力道路的维护与管理。通过这些作用,高程控制测量为道路工程全生命周期提供精准高程数据保障。

### 2.2 高程控制测量方法

水准测量借助水准仪提供水平视线,通过读取前视点和后视点水准尺的读数来确定高差。常见的水准路线有闭合水准路线、附合水准路线和支水准路线。此方法精度较高,但对地形条件要求苛刻,需在通视良好的环境下进行,因此更适用于地形平坦的区域。三角高程测量通过测量两点间的水平距离和垂直角来计算高差。该方法通常结合全站仪或经纬仪使用,测量效率较高,尤其适用于地形复杂或通视困难的区域。不过,其精度易受大气折光和垂直角测量误差的影响,在实际应用中,需采取选择合适观测时间、多次观测取平均值等措施减少误差,提高测量精度。GPS水准测量融合了GPS全球定位系统和水准测量技术。先通过GPS观测获取大地高,再结合高程异常模型将其转换为正常高。该方法测量范围广、效率高,适用于大范围的高程控制测量<sup>[3]</sup>。然而,建立高精度高程异常模型难度较大,且测量成本较高,在实际工程中,需综合考虑项目需求和经济条件,合理选择是否采用该方法。

### 2.3 高程控制测量实施要点

控制点布设方面,高程控制点应选在坚实、稳固且便于保存的位置。一般情况下,每200米左右布设一个点,

在大型结构物两端也需布设,以满足施工和运营管理的需求。若路线较长,可将其分成几个段分别布置和测量。在高山地区,可用全站仪代替水准仪进行首点或末点测设,中间加密点仍用水准仪测设,以此确保高程控制网的连续性和准确性。同时,相邻合同段应指定同一高程控制点进行施工测量,保证高程系统统一,避免因高程系统不一致引发问题。测量精度控制上,水准测量中基平闭合差不得超过 $\pm 30\sqrt{L}$ 毫米,中平测量允许误差为 $\pm 50\sqrt{L}$ 毫米(L为公里数),需严格把控精度,确保测量成果符合规范。三角高程测量要满足相应测量等级的技术要求,观测时采取合适措施减少误差。GPS水准测量则需建立高精度高程异常模型,保障转换精度,提高测量结果可靠性。数据整理与平差环节,测量数据需通过专门平差软件处理,保证数据处理的准确性和规范性。一级及以上等级导线网计算采用严密平差法,二、三级导线网可根据实际需要采用严密或简化方法平差,依据工程情况选择合适方法提高平差效率。高程成果取值精确至毫米,平差后高程作为最终成果,为道路工程的设计、施工和运营管理提供精准高程数据。

## 3 中线测量与高程控制技术的协同应用

### 3.1 定测阶段协同作业

定测阶段是道路工程设计的关键前期工作,此阶段需同步开展中线测量、纵断面测量和横断面测量,为后续设计提供全面且准确的数据。中线测量首要任务是确定线路的平面位置。通过一系列测量方法和仪器,精确测定道路中心线在地面上的具体走向和各个关键点的坐标位置,明确道路在平面上的布局。这一成果为整个道路工程的设计提供了平面基准,后续的各项设计工作都以此为基础展开。在中线测量确定线路平面位置后,高程控制测量随即进行。沿中线合理布设水准点,这些水准点作为高程测量的基准点,其布设的密度和位置需根据道路的等级、地形条件等因素综合考虑。利用水准仪等仪器精确测量各中桩的高程,并根据测量数据绘制纵断面图。纵断面图以中线为横轴,高程为纵轴,能够直观呈现线路的纵坡变化情况,为路线纵坡设计提供重要依据,确保道路在纵向上的排水性能和行车舒适性。横断面测量则垂直于中线方向开展。使用全站仪、经纬仪等设备测量地面起伏变化,获取道路两侧一定范围内地面的高程和地形特征数据<sup>[4]</sup>。这些数据对于路基设计至关重要,设计人员可根据横断面测量成果合理确定路基的宽度、高度和边坡坡度,确保路基具有足够的稳定性和强度,能够承受车辆荷载和自然环境的影响。通过中线测量与高程控制测量的协同作业,为道路工程的设计提

供了全面、准确的基础数据，使设计方案更加科学合理。

### 3.2 施工阶段动态控制

施工阶段，中线测量与高程控制需根据工程进展进行动态调整，以确保施工精度符合设计要求。在路基填筑前，恢复中线并测设边桩是关键环节。恢复中线是为了确保路基填筑位置准确无误，避免出现偏移。测设边桩则是根据设计要求精确控制填筑宽度和坡度，通过在路基两侧设置边桩，施工人员可以直观地掌握填筑范围和坡度标准，保证路基的几何尺寸符合设计要求，为后续路面施工奠定良好基础。路面施工时，中线和高程控制点是铺筑路面的重要指引。依据这些控制点，施工人员可以精确控制路面的平整度和横坡。路面平整度直接影响行车的舒适性和安全性，而横坡则关系到路面的排水性能。通过严格按照中线和高程控制点进行施工，能够确保路面各项指标符合设计要求，提高道路的使用品质。同时，施工过程中还需定期复测高程控制点。由于施工活动可能会对地面产生扰动，导致高程控制点位移动。定期复测可以及时发现点位变化，采取相应措施进行调整，防止因点位移动影响施工质量。此外，及时发现并解决测量过程中出现的问题，能够确保施工测量工作的准确性和可靠性，为施工顺利进行提供保障。

### 3.3 竣工验收阶段成果验证

竣工验收阶段是对道路工程建设成果的全面检验，需对中线测量和高程控制成果进行严格验证，确保线路走向、宽度、线形及高程符合设计要求。通过测量中线桩位置和高度，并与设计资料进行对比，可以准确检查施工误差，评估工程质量是否达到验收标准。对于不符合要求的部位，及时提出整改意见，确保道路工程的质量。横断面测量用于验证路基宽度和边坡坡度。确保路基宽

度满足设计要求，边坡坡度合理，能够保证路基的稳定性和安全性，防止路基出现滑坡、坍塌等病害。纵断面测量则验证路线纵坡和竖曲线设置。合理的纵坡和竖曲线设置能够保障行车的顺畅性和舒适性，减少车辆行驶过程中的颠簸和冲击。通过严格验证，确保道路各项指标符合设计要求后，方可交付使用<sup>[5]</sup>。准确的测量成果还能为后期运营管理提供基础资料，便于对道路进行维护和监测，确保道路工程在运营期间的安全和稳定。

### 结语：

道路工程中线测量与高程控制技术相辅相成、缺一不可。在定测阶段，二者紧密配合，为道路设计提供全面且精确的数据，使设计方案更加科学合理；施工阶段，通过动态控制，确保施工精度符合设计要求，保障工程质量；竣工验收阶段，对测量成果进行严格验证，保证线路各项指标达标。准确应用这些技术，不仅能显著提升道路工程质量，还能为后期的运营管理提供可靠依据，有力推动道路工程事业朝着更高质量、更可持续的方向发展。

### 参考文献：

- [1]李峰.道路改扩建工程测量技术应用研究[J].行车指南,2025(8):0055-0057.
- [2]林其灿.建筑工程新型测量技术应用探析[J].新材料·新装饰,2025,7(9):167-170.
- [3]敖国强.GPS技术在建筑工程测量中的应用[J].数字技术与应用,2025,43(12):132-134.
- [4]梁俊杰.基于GPS与三角高程测量的山区高速公路控制测量方法[J].四川水泥,2025(3):265-267.
- [5]魏敬峰.全站仪高程导线测量精度分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(12):036-039.