

# 高铁工程精密测量技术体系构建与实践应用

王兆江

天津合众新路科技有限公司 天津 300000

**摘要：**本文探讨了高铁工程精密测量技术体系的构建及其在实践中的应用。首先阐述了高铁工程精密测量技术的重要性，然后详细描述了技术体系的构建内容，包括关键技术和精度标准。接着，通过实际案例分析了精密测量技术在高铁工程各阶段的应用，包括线路初测、线下工程施工测量、轨道施工测量和运营维护测量。同时，本文也指出了高铁工程精密测量技术面临的挑战，并提出了相应的解决方案。最后，总结了高铁工程精密测量技术的发展现状，并对未来进行了展望。

**关键词：**高铁工程；精密测量技术；技术体系；实践应用；挑战与解决方案

**引言：**随着高铁工程的迅猛推进，对测量精度的要求日益严格。精密测量技术作为高铁工程的核心支撑，对于确保线路的安全性、稳定性和运行效率至关重要。为了满足高铁工程的高标准需求，构建一套科学、完善的高铁工程精密测量技术体系显得尤为重要。同时，将这一技术体系有效地应用于实践中，是保障高铁工程质量、推动高铁事业持续健康发展的关键所在。

## 1 高铁工程精密测量技术的重要性

### 1.1 确保线路精确性

在高铁工程的规划与建设过程中，精密测量技术是实现线路精确性的基石。高铁线路的设计要求极高的几何精度，以确保列车在高速行驶过程中能够平稳运行，减少震动和噪声，提升乘客的舒适度。精密测量技术，如GPS定位、全站仪测量、激光测距等，能够精确测定线路的空间位置，包括平面位置和高程，确保线路走向与设计图纸高度吻合。这种精确性不仅体现在直线段，更在于曲线段和复杂地形条件下的线路布局，通过精密测量，可以最大限度地减少因地形变化带来的线路偏差，保证列车运行的连续性和安全性。

### 1.2 保障工程安全性

高铁工程的安全性是其成功的关键所在，而精密测量技术则是保障这一安全性的重要手段。从勘测设计到施工建设，再到后期的运营维护，精密测量贯穿高铁工程的全生命周期。在施工阶段，通过精确的测量控制，可以确保桥梁、隧道、路基等结构物的精确对位，避免施工误差累积导致的结构失稳或安全隐患<sup>[1]</sup>。此外精密测量还能及时发现施工过程中的偏差，及时调整施工方案，防止潜在的安全问题转化为实际事故。在运营阶段，定期的精密测量监测能够捕捉结构物的微小变形或沉降，为及时采取维护措施提供数据支持，确保高铁线

路的长期安全运行。

### 1.3 提高工程稳定性和耐久性

高铁工程的稳定性和耐久性直接关系到其使用寿命和经济效益。精密测量技术通过精确控制施工过程中的各项参数，如水平位置、高程、倾斜度等，确保结构物的精准建造，从而增强其整体稳定性和抗灾能力。例如，在桥梁建设中，通过精密测量控制桥墩的垂直度和水平位置，可以有效防止桥梁因长期荷载作用下的变形，延长桥梁的使用寿命。同样在隧道施工中，精确的测量控制可以确保隧道开挖的准确性和衬砌结构的稳定性，减少渗漏和坍塌风险，提高隧道的耐久性。另外精密测量技术还能为后续的维护保养提供准确的数据支持，实现预防性维护，进一步延长高铁工程的使用寿命。

## 2 高铁工程精密测量技术体系构建

高铁工程精密测量技术体系是确保高铁线路安全、稳定、高效运行的关键。这一体系涵盖了从勘测设计到施工建设，再到运营维护的全过程，旨在通过高精度的测量手段，实现高铁工程各阶段的精确控制。

### 2.1 技术体系框架

(1) 勘测控制网：勘测控制网是高铁工程测量的基础，它主要用于提供高精度的平面和高程控制点，为后续的施工和运营维护提供可靠的基准。勘测控制网包括CPI控制网、CPII控制网和二等水准基点控制网。CPI控制网是基础平面控制网，为勘测、施工和运营维护提供坐标基准；CPII控制网是线路平面控制网，主要为勘测和施工提供控制基准；二等水准基点控制网则用于提供高程基准。(2) 施工控制网：施工控制网是在勘测控制网的基础上，根据施工需要加密布设的控制网。它包括CPI控制网、CPII控制网、水准基点控制网和加密的施工控制点。施工控制网主要用于指导施工过程中的放样、定位

和检测,确保施工精度满足设计要求。(3)运营维护控制网:运营维护控制网是在施工控制网的基础上,根据运营维护需要布设的控制网。它包括CPII控制网、水准基点控制网、CPIII控制网和加密维护基标。运营维护控制网主要用于监测高铁线路的沉降、变形等,确保高铁线路的安全运行。

## 2.2 关键技术

高铁工程精密测量中的关键技术包括(1)GPS静态测量:GPS静态测量是高铁工程测量中常用的技术手段之一。它通过接收多颗卫星的信号,利用差分定位原理,实现高精度的平面和高程测量。GPS静态测量具有测量速度快、精度高、全天候作业等优点,在高铁工程的勘测、施工和运营维护阶段都有广泛应用<sup>[2]</sup>。(2)导线测量:导线测量是另一种常用的高铁工程测量手段。它通过在控制点间布设导线,利用角度和距离测量,实现控制点间的精确连接。导线测量具有测量精度高、适应性强等优点,特别适用于地形复杂、测量环境恶劣的地区。(3)三角高程测量:三角高程测量是利用三角原理,通过测量角度和距离,计算控制点间的高差。在高铁工程测量中,三角高程测量常用于水准基点的加密和复测,以及桥梁、隧道等结构物的高程控制。

## 2.3 精度标准

(1)平面控制测量精度要求:高铁工程平面控制测量的精度要求通常分为CPI、CPII和CPIII三级。CPI控制网的相邻点相对中误差应不大于 $1/18000$ ,CPII控制网的相邻点相对中误差应不大于8mm,CPIII控制网的相邻点相对中误差应不大于1.5mm。这些精度要求确保了高铁线路在平面上的精确性。(2)高程控制测量精度要求:高铁工程高程控制测量的精度要求通常分为二等水准测量和二等水准测量。二等水准测量的每千米高差全中误差应不大于1mm,三等水准测量的每千米高差全中误差应不大于3mm。这些精度要求确保了高铁线路在高程上的精确性。

## 3 高铁工程精密测量技术实践应用

### 3.1 线路初测

线路初测阶段主要任务是布设高精度的勘测控制网,并选择适合的测量方法进行数据采集。(1)控制网布设:勘测控制网的布设是线路初测的核心。根据高铁线路的设计要求,需要布设CPI(基础平面控制网)、CPII(线路平面控制网)和二等水准基点控制网。CPI控制网主要用于提供整个高铁线路的平面基准,CPII控制网则用于提供线路的具体走向和位置基准,而二等水准基点控制网则用于提供高程基准。这些控制网的布设需严

格按照测量规范进行,确保精度满足设计要求。(2)测量方法选择:在线路初测阶段,常用的测量方法包括GPS静态测量、导线测量和三角高程测量。GPS静态测量利用全球定位系统接收卫星信号,通过差分定位技术实现高精度的平面和高程测量。导线测量则通过布设导线,利用角度和距离测量实现控制点间的精确连接。三角高程测量则利用三角原理,通过测量角度和距离计算控制点间的高差。这些测量方法的选择需根据测量环境、精度要求和工期等因素综合考虑。

### 3.2 线下工程施工测量

线下工程施工阶段包括路基、桥梁、隧道等工程的施工。在这一阶段,精密测量技术主要用于施工过程中的放样、定位和检测,确保施工精度满足设计要求。

(1)路基工程测量:路基工程测量主要包括路基断面的测量和路基填筑过程中的高程控制。通过布设加密的施工控制网,利用全站仪等测量设备进行放样和定位,确保路基断面的准确性<sup>[3]</sup>。并且利用水准仪进行高程测量,控制路基填筑的高度和坡度,确保路基的稳定性和耐久性。(2)桥梁工程测量:桥梁工程测量包括桥墩的放样、定位和高程控制,以及桥梁上部结构的测量控制。通过布设桥梁施工控制网,利用全站仪和GPS等测量设备进行桥墩的精确放样和定位。同时利用水准仪进行高程测量,确保桥墩和桥梁上部结构的高程控制满足设计要求。(3)隧道工程测量:隧道工程测量包括隧道开挖的放样、定位和断面控制,以及隧道衬砌的测量控制。通过布设隧道施工控制网,利用全站仪等测量设备进行隧道开挖的精确放样和定位。同时,利用激光测距仪等设备进行隧道断面的测量控制,确保隧道开挖的准确性和稳定性。

### 3.3 轨道施工测量

(1)轨道铺设测量:轨道铺设前,需要进行轨道基准点的布设和测量。通过布设CPIII控制网,利用全站仪等测量设备进行轨道基准点的精确放样和定位。同时,利用水准仪进行高程测量,确保轨道基准点的高程控制满足设计要求。在轨道铺设过程中,还需进行轨道几何尺寸的测量和调整,确保轨道的直线性、平顺性和稳定性。(2)轨道调整测量:轨道铺设完成后,需要进行轨道的调整测量。通过全站仪等测量设备对轨道的几何尺寸进行精确测量,发现不符合设计要求的部位进行调整。调整过程中,需严格控制测量精度,确保调整后的轨道满足设计要求。(3)轨道验收测量:轨道验收是高铁工程建设的最后一个环节。在这一环节,需要对轨道的几何尺寸、高程、直线性、平顺性等进行全面测量和

检查。通过利用全站仪、水准仪等测量设备进行精确测量和数据分析,确保轨道的质量满足设计要求,为高铁线路的正式运营提供有力保障。

### 3.4 运营维护测量

高铁线路正式运营后,精密测量技术仍发挥着重要作用。在这一阶段,(1)沉降监测:沉降监测是高铁线路运营维护阶段的重要任务之一。通过布设沉降监测点,利用水准仪等测量设备进行定期测量和数据分析,及时发现和处理高铁线路的沉降问题。沉降监测需定期进行,确保数据的连续性和准确性,为高铁线路的安全运行提供有力保障。(2)变形监测:变形监测是高铁线路运营维护阶段的另一项重要任务。通过布设变形监测点,利用全站仪等测量设备进行定期测量和数据分析,及时发现和处理高铁线路的变形问题。变形监测需关注桥梁、隧道等结构物的变形情况,确保结构物的稳定性和耐久性。还需关注轨道的几何尺寸变化,确保轨道的平顺性和稳定性。

## 4 高铁工程精密测量技术挑战与解决方案

### 4.1 面临的挑战

(1)地形复杂是高铁线路建设中不可避免的问题。山区、丘陵、沼泽等复杂地形给测量工作带来了极大的难度,不仅增加了测量误差的风险,还可能导致测量工作无法顺利进行。(2)测量环境恶劣也是高铁工程精密测量的一大难题。高温、严寒、大风、暴雨等恶劣天气条件都会对测量设备的精度和稳定性产生影响,从而影响测量结果的准确性。(3)高铁线路跨度大、线路长,对测量精度和效率的要求极高,这进一步增加了精密测量的难度。

### 4.2 解决方案

针对高铁工程精密测量面临的挑战,我们可以采取以下解决方案。(1)采用先进的测量设备是提高测量精度和效率的关键。例如,使用高精度全站仪、GPS接收机、激光测距仪等现代化测量设备,可以大大提高测量

的精度和稳定性。(2)优化测量方法是解决复杂地形和恶劣环境挑战的有效途径<sup>[4]</sup>。通过改进测量流程、优化测量布网、采用多源数据融合等技术手段,可以进一步提高测量的精度和效率。(3)加强人员培训也是提升高铁工程精密测量水平的重要措施。通过定期举办培训班、邀请专家授课、组织技术交流活动等方式,不断提高测量人员的专业技能和综合素质。

### 4.3 持续创新与发展

面对高铁工程精密测量的挑战,我们需要不断进行技术创新和人才培养。通过加大科研投入、推动产学研合作、引进国际先进技术等方式,不断提高高铁工程精密测量的技术水平。同时,加强人才培养和团队建设,打造一支高素质、专业化的测量队伍,为高铁工程建设和运营提供有力保障。通过这些措施的实施,我们可以不断提高高铁工程精密测量的精度和效率,为高铁事业的蓬勃发展贡献力量。

## 结语

高铁工程精密测量技术体系的构建和实践应用是确保高铁工程质量的关键。通过明确技术体系框架、掌握关键技术、加强实践应用以及应对挑战与解决方案,我们能够不断提高高铁工程精密测量的精度和效率,为高铁工程的安全、稳定和高效运行提供有力保障。未来,随着技术的不断进步和创新,高铁工程精密测量技术将迎来更加广阔的发展前景。

## 参考文献

- [1]丁月峰.浅析精密工程测量技术及应用[J].市场调查信息(综合版),2021(5):254-256.
- [2]叶俊杰.高速铁路精密工程测量技术体系及特点分析[J].运输经理世界.2020(11):8-9.
- [3]胥军均.高速铁路精密工程测量技术标准的研究与应用[J].智能城市,2021(4):99-100.
- [4]王绍磊.高铁工程建设中的精密工程测量技术[J].工程机械与维修.2021(6):148-149.