

# 高速铁路精密工程测量技术标准的研究与应用

## Research and Application of High-Speed Railway Precision Engineering

### Measurement Technology Standards

何磊<sup>1</sup> 纪宪斌<sup>2</sup>

Lei He<sup>1</sup> Xianbin Ji<sup>2</sup>

1.青海煤炭地质物探测量队,中国·青海 西宁 810001

2.青海金维测绘有限公司,中国·青海 西宁 810016

1. Qinghai Coal Geology Detection Team, Qinghai, Xining, 810001, China

2. Qinghai Jinwei Surveying and Mapping Co. Ltd., Qinghai, Xining, 810016, China

**【摘要】**随着铁路运输业的飞速发展,高铁技术逐渐成熟,各类铁路工程逐年增多。高速铁路的运行安全平稳、速度快等优点,使得高铁出行在人们的出行方式中占据了很大的比重。高铁相较于普通列车,最显著的特点就是轨道的高平顺性,而要实现足够高的平顺性,除了采用无砟轨道别无选择,这是通过大量的工程实践得到的结论。而无砟轨道在铺设方面,对于精确度的要求极高。所以,需要在实际的工程建设中,使用精密工程测量技术。出于这个原因,论文在高速铁路精密工程测量技术标准的研究与应用方面展开讨论。

**【Abstract】**With the rapid development of the railway transportation industry, the high-speed rail technology has gradually matured, and various railway projects have increased year by year. The high-speed railway has the advantages of safe and stable operation and fast speed, which makes high-speed rail travel occupy a large proportion in people's travel modes. One of the most striking features of high-speed rail compared to ordinary trains is the high smoothness of the track. To achieve a high enough smoothness, there is no choice but to adopt a ballastless track. This is the conclusion obtained through a large number of engineering practices. The flawless track is extremely demanding in terms of precision. Therefore, it is necessary to use precision engineering measurement technology in actual engineering construction. For this reason, this paper discusses the research and application of high-speed railway precision engineering measurement technology standards.

**【关键词】**高速铁路;精密工程测量;控制网

**【Keywords】**high-speed railway; precision engineering measurement; control network

**【DOI】**<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i8.1064>

## 1 高铁测量技术的基本要求分析

轨道作为高速铁路的核心部分和高铁工程建设的重要环节,根据建造材料的区别,可以分为有砟轨道和无砟轨道。无砟轨道的铺建采用了钢混或者混凝土的道床,用于提点有砟轨道中的散颗粒道床,所以整体轨式结构的无砟轨道相比于有砟轨道在稳定性、延续性和平顺性上更加突出,从而使得无砟轨道的耐久性能也大大增强。但是不能仅仅因为无砟轨道的优点便忽略它对基础要求的程度要比有砟轨道高出很多,如果在基础方面,质量存在问题,比如变形下沉等,不但修复起来的难度

更大,更关键的是可能会影响行车的安全。所以在对于无砟轨道的施工建设时,对测量技术的水平和精度的要求更高。我国高铁技术处于世界领先水平,对于高铁轨道静态平顺度的偏差和轨道柜面高程、中线和线间误差的要求也更为严格。

毫米级别的铺设精度要求,保证了高铁轨道上行驶列车的舒适性和平顺性<sup>[1]</sup>。在无砟轨道的特性方面看,在整个轨道施工工程施工完毕之后除掉凭借扣减因素对一些微量进行有效的调整,那样的话便无法做出任何调整的空间。所以,我们必须在施工测量过程中,为了符合对控制网的标准设定,整个控制网的布设过程中,我们要尤为关注的是避免误差积累。

## 2 关于我国高铁精密工程测量技术的制定标准和研究

### 2.1 高铁控制网的布设方案

在我国以 ITRF2005 为基础建立起来的高铁轨道测量平面控制网,与所布设地区的实际情况联系,这种平面控制网可以分成以下三个级别:

#### 2.1.1 CP I

这个级别的控制网在工程的勘测、施工和运维工程中提供了坐标上的基准。CPI 选用先进的 B 级 GPS 静态测量方式,对网点进行布设过程中要保证将网点与网点之间的距离被控制在 50km 到 100km 的范围之内,在以联测基准网点作为布设基础的同时每隔 3 千米到 4 千米的距离布设一个单点,如果因为所布设的地段过于复杂而造成铺设困难也要保证最大间距不得小 1km<sup>[9]</sup>。同时,当所铺设的环境是长隧道和特大桥梁时,要结合实际情况增设 CP I 控制点。各个 CP I 网相邻的网点之间要确保具有良好的通视。为了保证和方便转换关系的确定,CPI 控制网点应当确保至少联测 3 个城市或者国家的控制点。

#### 2.1.2 CP II

这个级别的控制网的主要在工程的勘测和施工阶段为工程提供控制方面的基准。这个级别的控制网我们采用的是目前国际上运用广泛的 C 级 GPS 静态控制测量。CP II 控制网中,对于网点与网点之间的距离大约在 800-1000m,在布设条件不好,布设困难的地段,网点之间的间距最少不能低于 600m<sup>[9]</sup>。网点正常的布设与线路走向一致,布设位置距离线路的中线一般在 50-100m,并且要选择适合观测的位置布设网点。

#### 2.1.3 CP III

CP III 控制网主要的作用是为高铁轨道的铺设过程以及运转维护环节提供可靠的控制基准。在建立 CP III 控制网的过程中以 CPII 为基础,以沿着线路两侧布设雾灯导线测量的方法对平面进行施测的工作,在布设的过程中将高程控制为控制标准中的三等,该控制点具体尹永德方式为嵌入式,在对其进行嵌入的过程中必须保证嵌入墙体侧面的点位与高程的位置位于高铁轨道标记螺栓前缘的上侧方向。

### 2.2 高速铁路精密工程测量精度指标

经过对相关实践的汇总,得到证实:构建高铁精密工程的测量技术标准过程中,最先要解决也是最关键的一环在于——对平面控制网以及高程控制网精度要求的确定。通过这种方

式,我们可以将高速铁路的施工控制在合理的范围之内,以此来保障后期高铁运行过程中的安全性和稳定性。同时,高速铁路精密的工程测量相比于常规意义上的铁路测量作业有着更强的系统性和精度性。

所选的基准指标之所以是平面控制测量方法,其目的在于:为控制网在平差计算方面提供初始数据上的支持。结合高速铁路对工程测量精度指标非常严格的要求,保障实际施工中基本尺度的统一性就显得尤为重要。其中有两点需要特别注意:

#### 2.2.1 高斯投影边长变形指标

考虑到地球椭圆状的特征,在将相关曲面几何图形投影到平面的过程当中难免会产生一定的变形,这就涉及一个建造学中的概念——高斯投影边长变形。在测量学中,关于高斯投影边长变形指标的计算公式是:

$$(\text{测量边中点与中央子午线间隔距离})^2 \times (\text{地球曲率半径}) \times \text{测量边长}$$

#### 2.2.2 高程投影边长变形指标

涉及变形,高程投影边长的变形指标我们也需要有一定的了解。它在作为参考椭圆体面状态时,设备仪器中所接收到的地面测量边长投影也会一定程度的变形,这就是高程投影边长变形的概念。这个指标的计算公式是:

$$\text{测量边平均高程}[(\text{单位:m}) - \text{投影面高程}(\text{单位:m})] / \text{地球曲率半径}(\text{单位:km})$$

由于如果接收到的边长投影过大,可能使变形数值对高速铁路施工和后期的运行产生不良的影响,所以在工程测量中,针对边长投影变形必须要构建其一个独立有效的坐标系。根据上述的计算方式,为了符合高铁工程建设的相关要求,要保证边长投影变形值  $\leq 10\text{mm/km}$ 。

## 3 无砟轨道安装中的精密测量

### 3.1 加密基桩测量

在无砟轨道的施工准备前期,要根据 CP III 对基桩进行加密。

### 3.2 安装测量

关于安装测量的具体内容,可以分为轨排以及轨道板安装测量和轨道底座施工测量以及支承层施工测量等几个过程。

### 3.3 衔接测量

在完成最先的贯通作业面设置后在以此为基础再设置共用中线和高程控制点。

### 3.4 线路整理测量

对 CPⅢ 控制点做出复测是实际测量之前必不可少的环节,在需要建造或设置临时辅助轨道基桩的时候可以以 CPⅢ 控制点作为基准点测设与线路的中心线上。

### 3.5 铺设竣工的测量缓解

在轨道的铺设过程中,对轨道闲暇构建筑的变形评估尤为重要,这个评估影响着无砟轨道最佳铺设时机。竣工阶段的具体测量内容包括下面几点:线路中线位置检测、轨距测量以及水平校准等。测量步长的最佳距离一般选择 1 个轨枕间距<sup>[4]</sup>。

## 4 精密测量的精度控制要领

①为了尽可能地提高精密测量的精度,测量作业时,要尽可能选择精度较高的全程仪,测量角度的精度要 $\leq 1^\circ$ ,保证所测量距离精度在 2 毫米以内的同时,在作业之前必须对水平传感器进行有效地校准,以此能够确保在最后得到的测量值偏差能够被控制在 0.3mm 以内<sup>[4]</sup>;②在对测站完成设立后要对其精度和所用 CPⅢ 精度进行实时地观察和有效地调整;③通过 CPⅢ 控制点的校准来确保它的准确性。

## 5 结语

总而言之,高铁的建设施工属于一种非常复杂并且对专业性要求较高的系统性工程,轨道的建造过程中,必须做到真正的平顺性,这样才能确保列车在高速行驶时的稳定安全。所以,在高铁工程的建设中,要选用合理科学的精度测量技术,提高轨道铺设过程的精确度。以后的建设过程中,要对于精密工程测量技术,我们仍然要不间断地研究创新,并且对于现行的标准进行完善和改进,由此使工程建设服务逐渐提高,以此推动我国高速铁路事业的发展和强大。

### 参考文献

- [1]陈帅,张维丽.基于铁路工程中精密控制测量技术的研究[J].四川水泥,2017(06):346.
- [2]刘成龙.高速铁路精密工程测量成套技术[J].学术动态,2013(03):18-26.
- [3]徐永刚.高速铁路精密测量技术在城市轨道交通中的应用研究[J].铁道勘察,2013(02):7-9+13.
- [4]王锡和.高速铁路精密控制测量技术[J].地理空间信息,2010(01):127-130.
- [5]李明军.基于某高速铁路精密工程控制测量若干问题的研究[D].吉林:吉林大学,2011.