

高速铁路控制网建立时机、精度与工作强度平衡分析

李正云, 何跃宝, 安晓燕

(中国水利水电第七工程局有限公司 科研设计院, 四川 成都 611730)

摘要:由于高速铁路对轨道要求具有良好的几何线性和高平顺性、高稳定性、高安全性、高舒适性,因此,高精度测量成为高速铁路建设中的一项目关键技术。虽然测量工作贯穿于高速铁路建设的每一个环节,但并非所有的测量都要求达到毫米级的精度;刻意追求过高的精度,必然会造成工作强度的成倍增加和资源的浪费。通过高速铁路建设中几个阶段的重点测量项目,对测量精度与工作强度的平衡进行了分析。

关键词:沉降观测;轨道控制网;精度;高速铁路控制网

中图分类号:

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2013)06-0029-04

1 概述

高速铁路最大的特点是快,而快的同时必须保证其具有高平顺性、高稳定性、高安全性、高舒适性。要达到这样的目标,必须提高测量精度。因此,高精度测量成为高速铁路建设中的一项目关键技术。通俗地讲,这样的点越多、密度越大,测量的精度就越高。在高速铁路施工测量中,CP0、CPI、CP II、CP III 4种网络组成了一个统一基准的高精度测量控制网,其核心作用就是保障轨道形状和位置的精确定位。高速铁路工程测量的工作内容主要包括以下几个方面:

(1)收集资料,熟悉图纸,制定施测方案,编制技术措施。

(2)对原有控制网进行复核测量。

(3)标定本标段域内的线路走向,中线桩测定。

(4)施工临时用地的标定。

(5)标定线路两侧征地红线,包括进入线路区域内的施工便道。

(6)居民住宅区域的征迁边线。

(7)配合有关人员进行地表物的清点登记工作。

(8)对线路路基区段原始地貌进行测绘。

(9)施工控制网 CP II 的加密。

(10)主体工程建筑物施工测量。

(11)沉降变形观测。

(12)轨道控制网测量。

(13)底座板与轨道板的施工测量。

(14)轨道精调测量。

综上所述,测量工作人员进入现场后有十四项测量工作要做。当然,上述各项工作不是同步进行,也不可能一下全部展开,它们贯穿于整个施工期间。上述列出的顺序基本概括了施工测量的过程顺序。但往往由于施工期的紧迫,当施工单位一旦中标进场后,就会要求测量人员随即开展相关工作而不可能等到控制网复核测量、加密网建立完成后再开始施工。这就要求测量工作人员的组织者,要有组织才能和统筹兼顾的思维与工作方法,不能顾此失彼。就工作需要而言,对原有控制网的复测是必须的,控制网 CP II 的加密也是不可缺少的,对非主体工程放样也是需要的。上述高速铁路施工测量的任务的排列顺序仅是一个大概,它不是绝对的,有些工作是相互穿插进行的,在此,笔者仅概略地提出,供参考。高速铁路测量的重点和难点应该是 9~14 项,笔者仅对具有代表性的施工控制网 CP II 加密、沉降变形观测和轨道控制网测量这 3 项分别进行讨论。

2 施工控制网加密

按照相关规定,高速铁路设计布置线路的首级控制网 CP I, CP II 点间距最短为 600~800 m,控制点密度显然不能满足施工放样需要,特别是在桥涵路段,需要在 CP I~CP II, CP II~CP II 点之间进行加密布点。控制网加密宜采用导线的形

式沿线路的一侧或两侧布设,导线等级应不低于四等。应将加密点距线路中线的距离控制在 50~100 m 为宜。近了,受施工干扰,容易被破坏;远了,将造成放样不便。加密点间距在路基路段 200~300 m 即可满足放样需要。而在桥涵路段,加密网点间距的选择是否应与路基段一致笔者进行了如下探讨:《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》铁建设[2005]160号(以下简称《路基验标》)和《客运专线桥涵工程施工质量验收暂行标准》铁建设[2005]160号(以下简称《桥涵验标》)对于路基路段的土石方填挖边线控制技术指标与桥涵承台、墩台的控制技术指标是不一样的。《路基验标》规定:路堤变坡点位置允许 ± 200 mm,路堑变坡点位置允许 ± 100 mm,各种基桩位偏差允许 ± 50 mm。对于桥涵工程,《桥涵验标》规定承台轴线偏差允许 15 mm,墩台模板允许偏差 ± 10 mm,桩基中心允许偏差 50 mm。鉴于此,笔者认为加密网点间距在桥涵路段与路基路段选择一致,对桥涵路段放样是不利的,桥涵路段的控制网加密点间距布设应小于路基路段。但是,控制点间距过短,将影响导线精度。如何选择一个比较合适的距离来布设桥涵路段控制网加密是我们应该考虑的。下面探讨加密点间距的选择问题。

我们知道,桥涵路段是由各个墩身与桥梁连接组成,桥墩标准间距一般为 32 m 或 24 m,我们将控制点间距选择为 150~200 m 时,用 DJ2 级全站仪放样。如图 1 所示,测点 40 号时应置仪于 JM4024 进行测定,但由于 JM4024 至 40 号点视线障碍不能进行测量,故改为仪器置站 JM4023,后视 JM4024,采用极坐标法对 40 号点测定(最不利之时)。取半测回定向,其定向角误差取仪器标称一测回测角中误差 2 s 的 3 倍来计算,测点距仪器 223.61 m,测点相对于仪器方向的横向偏移 ≈ 6.5 mm,纵向偏移 ≈ 2.4 mm。按照上述验算结果能够满足《桥涵验标》第 8.2.4 条墩台模板距中线允许偏差 ± 10 mm 的要求,《桥涵验标》对桩基 50 mm、承台 15 mm 的平面精度要求要低于墩台。

《桥涵验标》中规定了墩台纵、横中心距设计中心的距离为 ± 20 mm。需要注意的是:这里指的是墩台在竣工后的实体中心允许偏差,而不是测量放样误差。我们不能将墩台竣工后的实体允

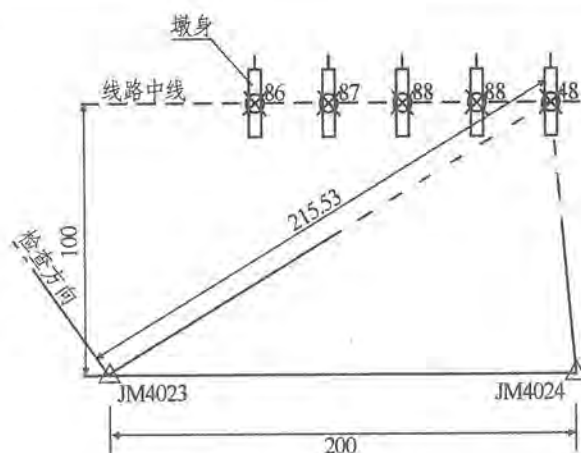


图 1 桥墩放样示意图

许误差指标在测量放样过程中全部消耗掉。应参照墩台模板允许偏差指标来限定我们的测量放样误差指标,故在上面提出了横向偏移 ≈ 6.5 mm,纵向偏移 ≈ 2.4 mm 能够满足墩台 ± 10 mm 的平面精度要求。

那么,将加密点间距布设在 300 m 时是否可以满足墩台平面精度需要呢?仍按照图 1 置站放样,在最不利的情况下,定点距离增至 316.22 m,半测回定向角误差仍取 6 s 时,其相对于仪器方向线横向偏移 ≈ 9.1 mm,纵向偏移 ≈ 2.6 mm。其横向偏差接近《桥涵验标》第 8.2.4 条的规定,但依然能够满足桩基、承台的平面精度需要。

我们在布设控制网加密的时候,不能将施工放样过程均设计为最佳状态,一旦满足不了上述最佳状态,势必采取补救措施来满足放样,从而增加了出错的概率,加大了放样误差。故笔者在介绍布设控制网加密时是以最不利的因素考虑进行阐述的。我们在进行布置设计时,应从最不利的因素考虑,过程中尽量避免不利因素,方能达到最佳效果。本文所述客运专线高速铁路桥梁不包括跨江河、湖泊之大桥(它们是需要专门探讨的),这里仅指引桥和跨线桥路段。

高程控制网点(以下简称工作基点)宜与平面控制网点共用,工作基点的布设间距以不大于 100 m 为宜。距线路中线宜控制在 50~80 m。在确保工作基点能够稳定的情况下,距线路越近越好,便于建筑物施工标高的测定,减少迁站误差的影响。工作基点埋设深度应在冻土层以下 30 cm,在冻土层较浅的地区其埋设深度不应小于 1

m。由于工作基点不但肩负着路堑、路堤、桥梁在施工期间的沉降观测数据的起源,而且在工程竣工后仍担负着此项工作的重任,故埋设要力求其具有最大的稳定性。

工作基点的高程引测应自水准基点,按照二等水准观测方法与技术要求逐一进行往返联测,平差计算应使用正规平差软件。对于水准工作基点要定期进行复核测量,在施工的初期阶段,其复核测量的时间间隔应控制在半年左右,特别是在雨季过后,应进行一次复核测量,当工作基点埋设一年后或经过数次观测无沉降变化后,可适当延长复核测量的频次。

3 高速铁路路基沉降变形观测

高速铁路无砟轨道对路基、桥涵、隧道等线下工程的工后沉降提出了严格要求,设计中対土质路基、桥梁墩台基础等均进行了沉降变形计算,采取了相应的设计措施。而影响沉降计算的因素较多,沉降计算的精度不足以控制无砟轨道的工后沉降。施工期必须按照设计要求进行系统的沉降变形动态观测。通过对沉降观测数据进行分析评估,验证或调整设计措施,使路基、桥涵、隧道工程达到规定的变形控制要求,分析、推算出最终沉降量和工后沉降量,合理确定无砟轨道开始铺设时间,确保客运专线无砟轨道结构铺设的质量。

制定一个合理、可行的沉降变形观测方案,对指导沉降变形观测的实施和提供真实反映构筑物变形的数据具有重要意义。现行的《高速铁路工程测量规范》及沉降变形观测评估实施细则中对沉降观测的规定过于严格,但是对构筑物的工后沉降评估没有实际意义,下面仅对其中几个问题进行重点说明。

以桥涵工程为例,桥梁的沉降观测要求从承台施工完成开始观测。沉降观测的目的是通过施工期系统的沉降变形动态观测对沉降观测数据进行分析、推算出最终沉降量和工后沉降量,合理确定无砟轨道开始铺设的时间。桥梁的沉降观测是否有必要从承台施工就开始观测呢?承台作为桥梁的基础工程,在桥梁工程施工建设的过程中只是一个临时性的设施,承台施工完成后,随着墩身的施工承台开始回填,按照 7 d 一次的观测频率,承台观测的数据往往很少,无法作为评估的依据。承台属于桥梁工程中的隐蔽工程,承台往

往在距地面 3 m 以下的坑里,从而造成进行二等水准观测过于困难,转站次数较多,这在一定程度上也降低了水准观测的精度。沉降观测的目的是通过施工建设期对构筑物进行观测,采用数学模型预测出工后沉降量。桥涵工程基础的沉降除了地质原因外,还与桥梁上的荷载有关。对于桥涵工程来说,重要的是主体工程完成后的沉降量及沉降变化趋势。梁体对于墩身而言,是引起桥梁基础沉降的主要荷载,是不能忽略的一个因素。对于沉降趋势的预测,并不是观测数据越多、观测时间越长就越好。保证一定量的有效数据和有效观测时间是必要的,观测的重点应该是主体施工完成后,承台的沉降观测往往数据较少,不能作为工后沉降的预测,故没有必要进行观测。墩身的观测在架梁工作结束前,观测频率可适当放宽到半个月一次;若主体工程未完成就进行高频率的观测,所采集到的数据不能真实反应工后沉降的情况。

4 轨道控制网 CPⅢ的测量

为了保证列车在高速行车状态下的高平稳性和舒适性,轨道需具备良好的几何尺寸和平顺性,这就需要有一个高精度的控制网来指导轨道的精调。轨道控制网采用自由设站边角交会的方法测量,相对点精度小于 1 mm,但是,控制网测量难度大,投入的费用高。《高速铁路工程测量规范》要求,在无砟轨道底座板、支承层施工时应根据 CPⅢ控制点采用自由设站方式进行测试,这就意味着施工单位在底座板、支承层施工前就应该建立 CPⅢ控制网。

在底座板、支承层施工期间,线上的各种大型机械设备对 CPⅢ控制网的稳定性影响比较大,在路基段,因施工破坏的 CPⅢ立柱不在少数。因底座板施工导致桥梁二期恒载的增加对梁体变形影响较大,尤其的是对大跨度的连续梁,这些因素都会影响梁上 CPⅢ的稳定,导致在轨道板精调之前不得不对 CPⅢ网进行重新复测,从而额外增加大量的测量费用,对工期亦造成不利影响。能否在底座板、支承层施工时使用 CPⅡ控制,在底座板、支承层施工结束、桥梁二期恒载基本稳定后再进行 CPⅢ网的测设呢?根据《高速铁路 CRTSⅡ型板式无砟轨道施工质量验收暂行标准》(以下简称验收标准)要求,底座板、支承层外型尺寸中线

偏差为 10 mm,宽度为 0 ~ +15 mm,顶面高程为 ±3 mm,根据前面的分析,CP II 控制点距离控制在 300 m 时,在最不利的情况下,半测回定向角误差仍取 6 s 时,其相对于仪器方向的线横向偏移 ≈9 mm,纵向偏移 ≈2.4 mm,能够满足底座板、支承层的测设精度要求。这样,在底座板、支承层施工时就没有必要耗费巨大的人力和物力建设 CP III 网,而且在底座板、支承层施工完成、桥梁二期恒载基本稳定后再进行 CP III 网的建立,对 CP III 网的稳定性也是有保证的,尤其对大跨连续梁或其他钢结构的桥梁,宜在较短的时间内测量并投入使用。

5 结 语

(1) 施工控制网加密测量是高速铁路测量的一部分,加密网应根据工程进度的需要进行测量,这样将更好地满足施工放样的需要。加密网基本上都是为线下工程施工测量服务的,测量精度能满足线下工程放样即可,而不必人为地追求过高的精度,造成不必要的浪费。

(2) 沉降观测是无砟轨道铺设的依据。通过 (上接第 10 页)

吉牛水电站富含云母岩体洞室开挖过程中,通过理论和试验研究,揭示了富含云母岩体的物理力学特性及其云母含量。通过现场试验,对富含云母隧洞开挖爆破参数进行了优化,针对制约隧洞开挖爆破效率的掏槽部分,重点对其布孔方式和装药进行了优化设计;在充分了解现场围岩施工特性的基础上,对富含云母的围岩进行了分类,分别总结出合理的开挖方式和爆破设计。吉牛水电站富含云母岩体洞室开挖爆破施工技术的顺利实施,加快了施工进度,提高施工效率约三分之一。

参考文献:

[1] 张修政,董永胜,施建荣,王生云. 羌塘中部龙木错——双湖缝合带中硬玉石榴石二云母片岩的成因及意义[J]. 地质前缘,2010,17(1):93-103.
[2] 陈 燕,魏春景,张景森,初 航. 大别山南部高压——超

沉降观测预测工后沉降和过渡段的差异沉降,评估主体工程是否满足无砟轨道铺设条件。鉴于主体工程施工完成后的沉降更能反应工后沉降的趋势,因此,桥梁承台的沉降观测是没有必要的。

(3) 轨道控制网测量是高速铁路测量的重点,对于底座板、支承层放样精度不高的问题,采用加密点就能满足要求,没有必要在底座板、支承层施工前就建立轨道控制网。底座板作为桥梁二期恒载的重要组成部分,对梁体变形还是有一定的影响,在桥梁二期恒载基本稳定后再进行轨道控制网的测设,对保证控制网的精度是有必要的。

参考文献:

[1] 高速铁路工程测量规范, TB10601-2009[S].

作者简介:

李正云(1971-),男,四川丹棱人,工程师,从事铁路工程施工测量技术及管理工作;
何跃宝(1982-),男,云南昆明人,助理工程师,从事铁路工程施工测量技术及管理工作;
安晓燕(1986-),女,宁夏平罗人,助理工程师,从事铁路工程施工测量技术及管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

高压变质体中云母片岩和片麻岩的相平衡研究[J]. 岩石学报, 2005,21(6):1657-1668.

[3] 陈 斌. 福建平潭——东山变质带夕线石榴云母片岩中两期变质作用的岩相学证据及其构造意义[J]. 岩石学报, 1997,13(3):380-394.
[4] 胡子建,周 勇,朱建群,姜晓日. 隧道开挖过程中软弱围岩的爆破技术研究[J]. 河北工程大学学报,2012,29(3):73-76.
[5] 张桂松,杨华舒,陈 锐,陈 刚,刘海波,李祥俊. 软弱围岩中光面爆破掏槽孔方案研究[J]. 云南水力发电,2009,25(6):80-82.
[6] 朱荣华,林 云,徐学勇,程 康. 空气间隔装药光面爆破技术探讨[J]. 爆破,2004,3(21):32-33.

作者简介:

段会平(1978-),男,甘肃镇原人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;
王志强(1990-),男,四川成都人,工程师,工程硕士,从事水电工程结构及工程爆破方面的研究。 (责任编辑:李燕辉)

平鲁白玉山 20 万千瓦风电项目获核准

近日,山西省发展改革委下发《关于大唐新能源朔州平鲁风力发电有限公司平鲁白玉山 20 万千瓦风力发电项目核准的批复》文件,标志着大唐新能源山西公司又一 20 万千瓦装机容量风电项目获得核准。这也是今年以来国家能源项目审批放权后,由山西省人民政府核准的首批大型风电整装项目之一。平鲁白玉山二期项目拟安装 133 台单机容量 1 500 千瓦的风力发电机组,总装机容量为 199.5 兆瓦,工程建设期 24 个月。项目建成后,预计每年可为电网提供清洁电量 4.5 亿千瓦时,为国家节省标煤 15.82 万吨,相应减少二氧化碳、二氧化硫、粉尘、废水等的排放,有利于缓解环境保护压力,实现经济与环境的协调发展,节能和环保效益十分显著。