

客运专线无砟轨道铁路线下结构 沉降变形观测与评估技术

李明领

(中铁十四局集团工程试验检测中心, 济南 250014)

[摘要] 为满足高速列车安全、舒适性的需要,保证线路的高平顺性,无砟轨道的铺设与运营对路基、桥涵、隧道等线下结构的工后沉降要求非常严格,追求“零沉降”理念。以武广铁路客运专线为基础,系统地介绍了线下结构物沉降变形观测关键技术,数据管理与分析预测系统,提出了工后沉降的预测方法及评估条件与标准,合理确定无砟轨道开始铺设时间,以保证客运专线无砟轨道结构铺设的质量。并提出了一些体会和建议,为正在建设的无砟轨道客运专线提供借鉴。

[关键词] 客运专线无砟轨道;沉降变形观测;分析评估;无砟轨道铺设条件

[中图分类号] TU413.6⁺2 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2009)01-0048-12

1 前言

高速铁路客运专线无砟轨道的铺设与运营对路基、桥涵、隧道等线下工程的工后沉降要求非常严格,要求工后沉降不大于 15 mm,路桥、路隧结构物过渡段的不均匀沉降差不大于 5 mm,纵向变形折角不大于 0.1%,追求“零沉降”理念。

设计中对于土质路基、桥梁墩台基础等均进行了沉降变形计算,并采取了相应的设计措施。而影响沉降计算的因素较多,目前的沉降计算的精度还不足以达到控制无砟轨道工后沉降的要求。施工期除了按要求进行系统的沉降变形动态观测外,还须通过对沉降观测数据进行系统的综合分析和评估,来验证和调整设计参数与措施,使路基、桥涵、隧道等线下工程达到规定的变形控制要求;通过分析、推算出最终的沉降和工后沉降,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。

武广客运专线是我国在建时速 300 km 以上最

长的无砟轨道客运专线,途径湖北、湖南及广东三省,全长 968 km,桥梁约 639 座,总长 390 km,路基长 327 km;工程结构形式多,沿线地质复杂、地基处理措施多样,过渡段非常多,且观测数据和评估工作量巨大。

中铁十四局施工管段位于长沙与衡阳之间,总长约 60 km,属于低山丘陵区,为全风化花岗岩、红粘土及破碎的砂质板岩地质,地下水丰富,沉降变形控制作为全线控制重点之一。

鉴于目前国内对于客运专线无砟轨道工后沉降观测与分析评估还未有比较成熟的经验,为保证观测和预测工后沉降的准确性、可靠性、连续性,需要建立一个科学、快捷、系统的无砟轨道沉降变形观测和分析评估实施系统。在遵循《客运专线铁路无砟轨道铺设条件评估技术指南》条件下进行了细化,在实施过程中对沉降变形观测技术和预测方法进行了认真探索和总结,不断补充完善,获得了一些经验及成果。

[收稿日期] 2008-09-02;修回日期 2008-11-13

[基金项目] 铁道部科技研究开发计划项目(2005K002-A(G)-1)

[作者简介] 李明领(1968-),男,山东菏泽市人,中铁十四局集团高级工程师,主要从事工程试验检测、施工技术管理及科技开发工作;
E-mail:zt14lml@163.com

2 沉降变形观测实施技术方案

2.1 观测内容

1) 桥涵: 桥各墩、台基础沉降, 预应力混凝土梁的徐变上拱变形, 涵洞沉降观测。

2) 路基: 路基面、路基基底及路堤本体的沉降变形观测。

3) 隧道: 隧道口仰拱, 隧道一般地段和不良、复杂地质区段沉降观测。

4) 过渡段: 路桥、路隧、路涵及路堤过渡段沉降观测。

2.2 桥涵观测点及元件的布设

1) 观测数量。对于岩石地基、嵌岩桩基础的桥涵可选择典型墩(台)(特殊桥跨、高墩、基岩不均匀)进行观测, 数量不少于墩台点数的 15%; 对于摩擦桩、非岩石地基桥墩台、涵洞应逐墩台及涵洞进行布设测点。对原材料变化不大、预制工艺稳定、批量生产的预应力混凝土预制梁, 徐变变形观测可每 30 孔选择 1 孔进行; 对于现浇预应力箱梁, 同一种施工方法(移动模架、支架等)施工的前 3~5 孔梁进行重点观测, 根据观测结果调整梁的反拱值, 其他孔位梁选择典型梁跨进行观测, 且不少于 15%。

2) 墩台观测点布设。墩台沉降观测点在承台上四角处布设 4 个点或在墩台身横向对称布设两个点; 对于水中墩应结合现场情况, 制定特殊设置方案。观测标(元器件)如图 1、图 2 所示。

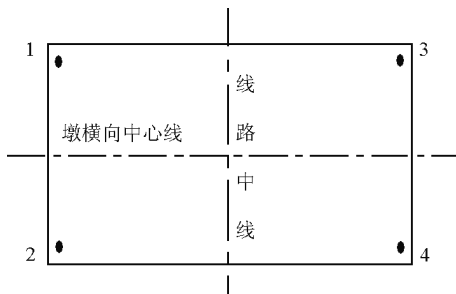


图 1 墩承台顶沉降观测点布置示意图

Fig. 1 Layout of settlement observation point for bridge pier

3) 梁徐变观测布设。预应力混凝土梁徐变上拱观测点设置在箱梁四个支点和跨中截面两侧腹板梁顶处(距左右线中心 3 m 处 A_1, B_1), 在桥面防水层、保护层施作完后, 在铺设无碴轨道前移设至距梁中心两侧 4.2 m 处(C_1, C_2)继续观测, 每孔梁的测点数应不少于 6 个, 对于跨度大于 60 m 的大跨度梁应不少于 10 个, 如图 3、图 4 所示。



图 2 现场桥墩观测标示意图

Fig. 2 Settlement observation point for bridge pier in situ

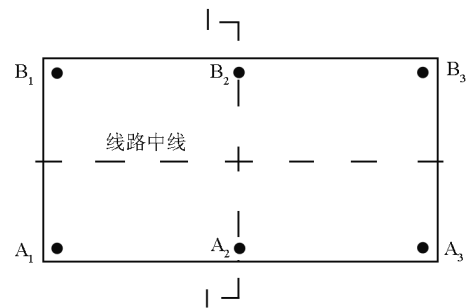


图 3 梁体徐变上拱变形观测点平面布设图

Fig. 3 Plane layout graph of creep observation point for girder

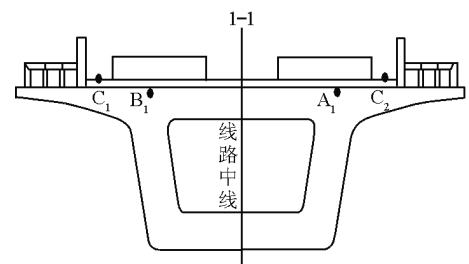


图 4 梁体徐变上拱变形观测点侧面布设图

Fig. 4 Side layout graph of creep observation point for girder

4) 涵洞沉降观测点布设。布设在涵洞边墙两侧帽石顶上, 每个涵洞测点数 4 个; 若在涵顶填土, 且涵洞较长, 在涵顶埋设沉降板, 如图 5 所示。

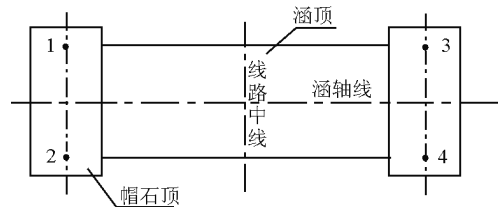


图 5 涵洞沉降观测点布设图

Fig. 5 Layout of observation point for culvert

2.3 路基观测断面及点的设置

2.3.1 布设原则

沉降观测断面及点的设置、元件布设应根据地形、地质条件,地基压缩层厚度,路堤高度,地基处理方法及堆载预压等具体情况,结合沉降预测方法和工期要求具体来确定。

2.3.2 观测断面及元器件的设置

路堤一般 50 m 设置一个观测断面,地势平坦、地基条件良好地段或高度小于 5 m 路堤地段可 100 m 设置一个观测断面;一般同时设置基底沉降板和路面观测桩;部分高填路堤、预压段及过渡段埋设剖面沉降管,路堑的膨胀土地段设置单点沉降计,元件布置示意图见图 6、图 7、图 8。

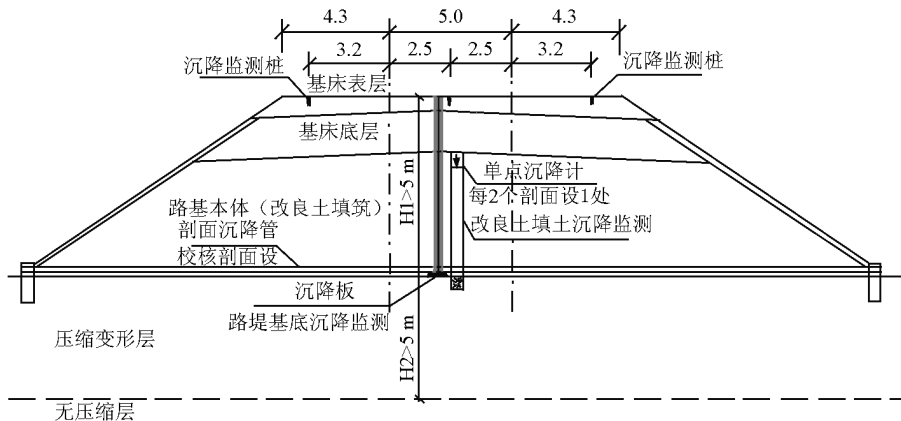


图 6 一般高填方路基沉降监测剖面元件布置示意图

Fig. 6 Layout of monitoring element for high embankment

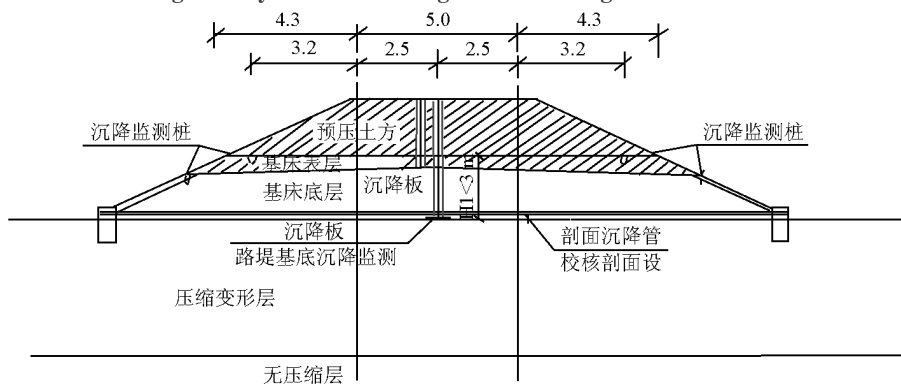


图 7 堆载路基沉降监测剖面元件布置示意图

Fig. 7 Layout of monitoring element for preloading embankment

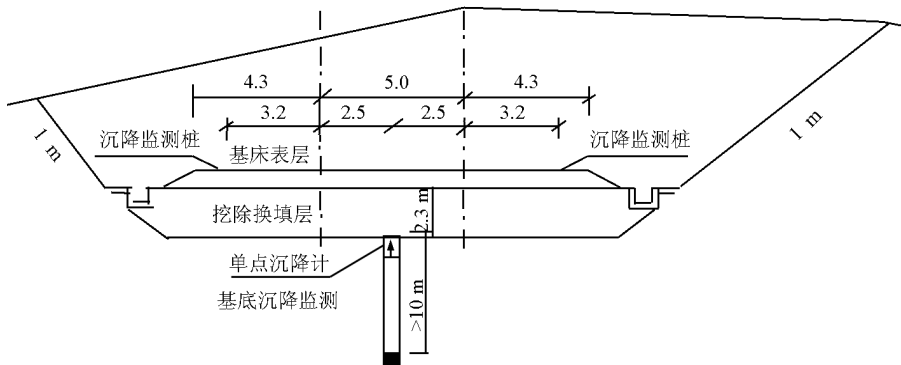


图 8 路堑地段(或膨胀土地段)沉降监测剖面元件布置示意图

Fig. 8 Layout of monitoring element for cutting (or expansive soil segment)

2.3.3 元器件埋设及要求

1) 沉降板。沉降板主要用于监测基底沉降,由钢底板、金属测杆(壁厚不少于3 mm 钢管)及保护套管(壁厚不小于4 mm 的硬质PVC管)组成。对于复合地基该元件应埋入褥垫层顶部嵌入10 cm,保护套管略低于沉降板测杆,上口加盖封住管口,并在其周围填筑相应填料稳定保护套管;沉降板安放应与地面垂直。其元件及埋设如图9、图10所示。



图9 沉降板示意图
Fig.9 Settlement plate



图10 沉降板埋设后示意图
Fig.10 Installed settlement plate

2) 单点沉降计。单点沉降计主要用于监测基底沉降,是一种埋入式电感调频类智能位移计。采用钻孔引孔埋设,钻孔应垂直,孔深应达到基岩,孔口应平整密实。埋设选择良好天气,做好安装时的初始位移量的测试。其元件及埋设如图11、图12所示。

3) 剖面沉降管:剖面沉降管装置主要用于监测基底或过渡段纵向不均匀沉降,由PVC导槽管、接头(带螺钉)、孔口盖及测斜仪探头及测读仪等组成。对于复合地基在褥垫层顶面开槽埋设,沉降管连接时要特别注意导线槽的对正,不得扭曲。两端部采用混凝土水泥墩(或槽)固定并进行有效保护,两端稳定后在两个出口处应测管口的水平高程作为

“零”起点观测。其埋设示意图如图13、图14所示。

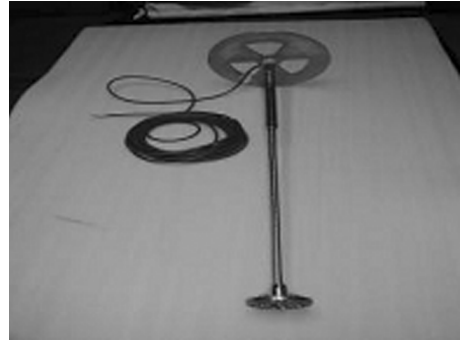


图11 单点沉降计示意图
Fig.11 settlement sensor



图12 埋设后的单点沉降计
Fig.12 installed settlement sensor

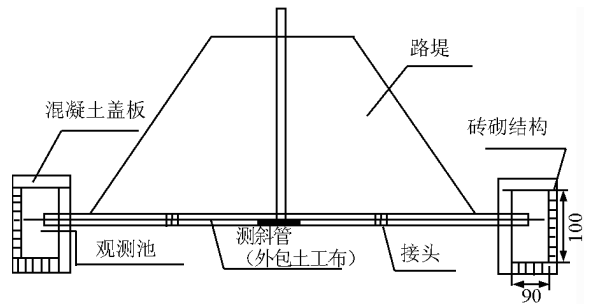


图13 剖面沉降管及埋设示意图(单位:cm)
Fig.13 Installation of horizontal inclinometers(unit: cm)



图14 现场剖面沉降管埋设示意图
Fig.14 Installation of horizontal inclinometers insitu

4) 路面观测桩: 在一般路基填筑至基床表层顶面埋设沉降观测桩, 一个断面一般埋设左、中、右三个观测桩。埋设规格形式见图 15, 观测点钢筋头为半球形, 高出埋设表面 5 mm, 表面做好防锈处理。

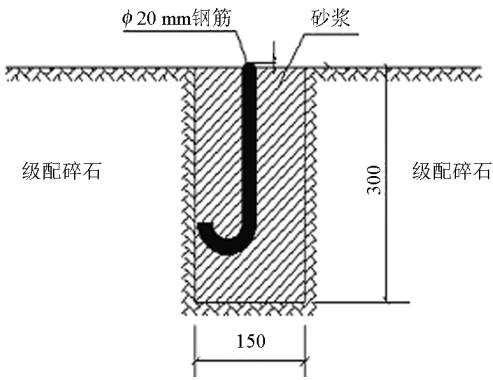


图 15 路面观测桩示意图(单位:mm)

Fig. 15 Observation pile for road surface(unit:mm)

区段进行沉降观测。每个观测断面在相应于两侧边墙处设一对观测点, 如图 16 所示。

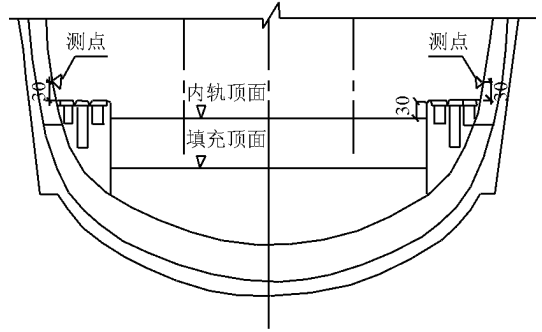


图 16 隧道断面观测点布置示意图

Fig. 16 Layout of monitoring point for tunnel

2.4 隧道观测断面及点的设置

在隧道口仰拱、隧道一般地段和不良、复杂地质

2.5 过渡段观测布置

埋设形式: 分别在路桥、路涵、路隧过渡段的结构物起点、距结构物起点 1m 处, 5~10m 处, 15~25m 处, 50m 处各设一个观测断面; 沿涵洞轴线设路基面观测断面, 每个观测断面设 3 个观测桩, 如图 17, 18 所示。

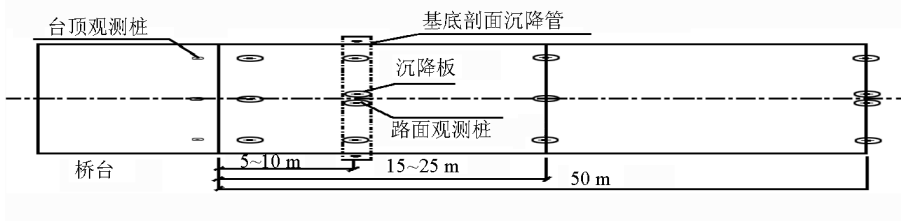


图 17 路桥过渡段沉降观测点平面布设示意图

Fig. 17 Layout of monitoring point for roadbed - bridge transition section

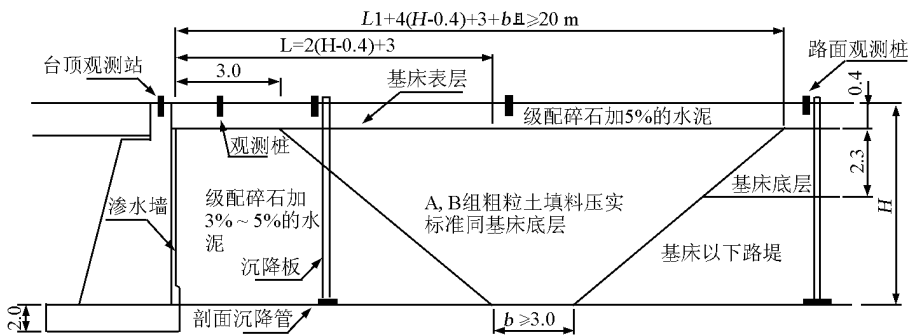


图 18 路 7 桥过渡段沉降观测点侧面布设示意图

Fig. 18 Layout of monitoring point for roadbed - bridge transition section

2.6 沉降观测方法

2.6.1 沉降变形观测网的建立

沉降变形观测网的建立, 高程采用施工高程控

制网系统与变形控制网联测, 全线二等水准测量贯通后, 将沉降变形观测网与二等水准点联测, 统一归化为二等水准基点上; 并按要求建立水准基准点和

布设工作基点。变形监测网按三等变形技术标准进行控制布设,变形观测点测量采用一、二等水准测量仪器,按变形二等(即国家一等水准测量)技术要求进行控制^[1]。测量仪器一般采用日本索佳 SDL30 数码水准仪、瑞士莱卡 DSZ05 电子测量仪、德国天宝 DINIL2 电子水准仪等仪器,可精确读数到 0.01 mm。

2.6.2 观测及采集数据方法

对于单点沉降计、剖面沉降管等电子元器件,采用人工智能读数仪及电脑自动采集两种方法,较为快捷;对于路基沉降板和路面观测桩及桥涵隧道观测桩标,采用高精度电子水准仪进行测量采集数据,并注意测量闭合。

2.6.3 观测精度

1) 路基观测桩、沉降板及桥涵、隧道观测桩(标)均按二等变形测量(即国家一等水准测量)方法进行测量^[1],精度宜达到 ± 0.1 mm,读数保留 0.01 mm。

2) 单点沉降计则采用振频弦频率检测仪或自动采集系统进行测量,精度达到测量值的 1%,灵敏度不低于 0.02 mm。

3) 剖面沉降管采用剖面沉降仪进行测试,剖面沉降管的测量精度为 8 mm/30 m,灵敏度为 0.01 mm。

2.6.4 观测频率

1) 桥涵墩台、隧道基础施工期和主体完成后至铺轨前观测一般为 1 次/周,荷载变化前后各测一次。后期沉降量较小,可适当扩大间隔时间。

2) 路基施工。路基填筑施工期间,一般每层观测一次,各种原因暂时停工期间,一般 2~3 天观测

一次;在沉降量突变情况下,每天观测 2~3 次。路基填筑完成后,前一个月,频率为 1 次/周;第二、三个月,频率为 1 次/10 天;三个月以后,频率为 1 次/2 周;半年后,频率为 1 次/月。当环境条件发生变化或数据异常时应及时观测。

3) 轨道铺设期间全程每天观测一次或至少支承层、道床板、铺轨施工前后各测量一次。

2.7 观测期要求

无碴轨道铺设条件评估沉降变形观测期需满足如下 3 个条件^[2]:

1) 一般指路基填筑完成或堆载预压后一般不少于 6 个月;

2) 对于非岩石地基桥主体结构完成后(即预制梁架设后、现浇梁完成后)墩台基础沉降观测一般不少于 6 个月;对于地质条件较好的岩石地基桥涵一般可不少于两个月,梁体徐变上拱终张拉后观测期不少于两个月。

3) 隧道主体完成后不少于 3 个月。

2.8 观测数据的整理与现场信息反馈

1) 建立数据信息库。全线使用统一 Excel 表格形式,将观测数据按照编制的《沉降观测数据录入与管理细则》的要求录入数据库信息系统。

2) 动态观测与信息反馈。施工单位和监理平行观测单位将每个观测断面的观测数据形成填土-时间-沉降量($p-T-S$)的变化过程曲线,及时了解沉降变形的发展态势;对观测数据出现异常情况和沉降发展加速区段,及时进行分析并查找原因记录在案,必要时进行设计修正,并采取措施指导施工,从而实现施工监测信息化。如图 19,20 所示。

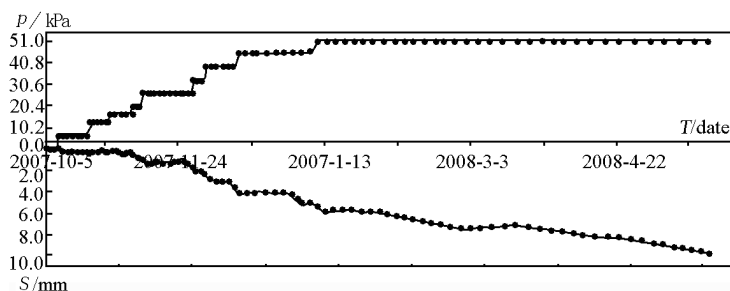


图 19 基底沉降板填土-时间-沉降量($p-T-S$)的变化过程曲线

Fig. 19 Settlement curve of the settlement plate

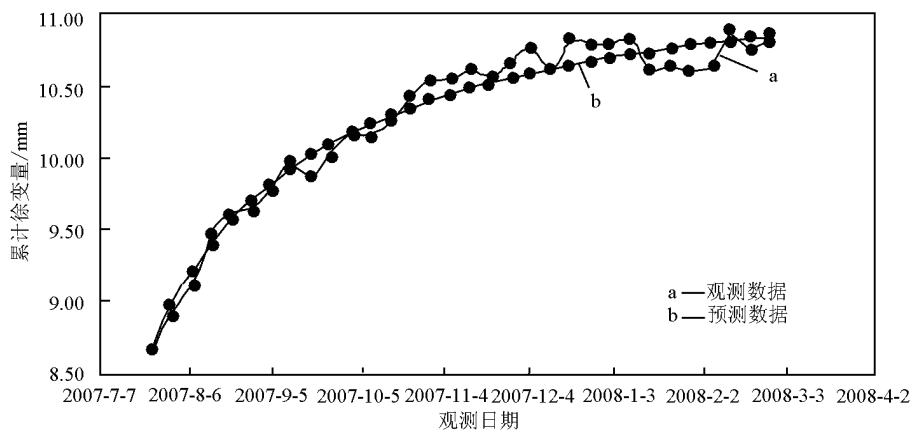


图 20 桥梁体徐变观测与拟合曲线图

Fig. 20 Observation data and fitting curve for girder creep

2.9 沉降变形观测实施要点

1) 剖面沉降检测仪和单点沉降计由于受外界环境影响较大,可能部分监控数据波动较大或失真,应选择适当的天气和时间进行观测。

2) 应建立完善的观测网资料,定期对水准基点、工作基点进行复核,观测点满足二等变形测量精度,并实施闭合测量,测量仪器应定期标定,以保证观测数据的可靠性。

3) 测量过程中实行“人员、仪器、测量方式、测量环境条件、水准点和工作基点”五固定原则,以保证测量数据的准确性;须认真建立“零”观测理念,即路基一开始填筑即进行观测,路基填筑到路面标高即埋设路面观测桩并及时进行观测;在路基填筑完成和桥涵主体完成到无碴轨道铺设期间不应间断观测,既要保证观测数据的连续性,而且利于寻求该结构沉降变形发展的规律。

4) 对于大跨度现浇连续梁有可能出现较大的变形,是徐变观测的重点,特别是跨度 80 m 以上的桥梁应加强观测。

5) 在沉降观测过程中应注意记录荷载的变化(如架梁、现浇梁前后、运梁车通过、附属设施施工完毕等)和特殊天气、气温变化及特殊地段地下水的变化,以便帮助分析结构变形变化规律及观测数据异常点情况。

6) 由于受运梁车通过的影响,一部分地段只填筑到基床表层第一层,而第二层铺设时可能需要间隔 3~5 个月,期间没有埋设路面观测桩,造成观测的不连续,不利于沉降变形规律的分析,也影响预测沉降结果的可靠性,可能造成路面观测桩埋设后 6

个月观测期不够,而影响无碴轨道铺设工期。

3 沉降变形分析评估

根据武广线的特点,编制和建立了统一的数据库系统和沉降变形观测分析评估软件,并制定了《沉降变形分析评估实施方案》。

3.1 沉降预测方法要求

沉降预测应根据工程类型、工程地质条件、地基及基础处理类型、荷载及实际观测数据等情况采用适合的曲线回归法,保证预测的稳定性、准确性及可靠性。无论何种预测曲线均应满足《客运专线铁路无碴轨道铺设条件评估技术指南》中的以下要求^[2]:

1) 根据路基填筑完成或堆载预压后(桥梁摩擦桩架梁后)不少于 3 个月的实际观测数据作多种曲线的回归分析,进行拟合曲线的推导,曲线回归的相关系数不应低于 0.92。

2) 沉降预测的稳定性应经过验证,间隔不少于 3 个月的两次预测最终沉降的差值不应大于 8 mm。

3) 为达到准确的预测,最终的沉降预测时间应满足: $S(t)/S(t = \infty) \geq 75\%$, 式中, $S(t)$ 为预测时的沉降观测值; $S(t = \infty)$ 为预测的最终沉降值。

3.2 预测方法选择

结合武广线线下工程的结构特征、地质特征,针对沉降变形量小、部分数据相对波动大的特点(路基路面观测桩沉降一般只有 1~4 mm,地基沉降一般在 15 mm 以下),采用了常用的拓展双曲线、规范双曲线、三点法、Asaoka 法及指数双曲线等五种沉降预测方法对前期大量路桥沉降观测数据进行拟合

预测对比;对比参数主要包括测量值、预测值、相关系数、绝对误差、相对误差、最大沉降量、工后沉降量。最终从适用性、稳定性和准确性、可靠性好等方面进行优化比选,得到了切合武广实际的三种预测方法,即拓展双曲线法、三点法及规范双曲线法,并把 Asaoka 法作为辅助方法^[2]。

拓展双曲线法方法原理介绍如下:

拓展双曲线法方程式为

$$S_t = \frac{t}{a + bt} \xi$$

其中,

$$\xi = \frac{\sigma}{\sigma_{\max}}$$

$$\sigma = h\gamma \text{ (填土高度与重度)}$$

其中, t 为自土方工程开工以来的时间, d, S_t 为 t 时刻的沉降, mm; a, b 为曲线回归系数。

$\sigma_{\max} = h\gamma$ (包括级配碎石) + HBL (支撑层) + S_t (无砟轨道系统)。

绘制实测沉降量随荷载和时间变化曲线如图 21, 绘制 t 与 $t\xi/S_t$ 的关系图如图 22, 通过回归确定系数 a, b 。

可以利用直线的斜率计算出最大沉降量: $S_{\max} = 1/b$

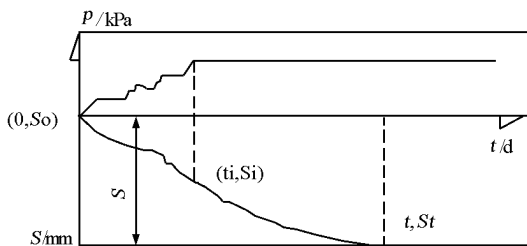


图 21 沉降变形 $p-T-S$ 曲线

Fig. 21 settlement curve

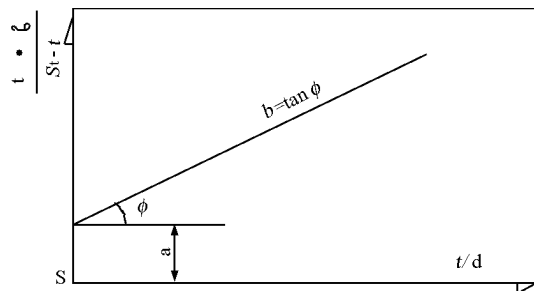


图 22 回归曲线图

Fig. 22 regression curve

拓展双曲线法在规范双曲线法基础上引入了荷载系数概念,在假定荷载增量、加载速率变化不大的情况下,沉降变形增量与荷载增量成正比;该方法与传统方法的最大差别在于将填筑期观测数据纳入分析阶段,利于恒载后小变形的分析,也利于沉降变形规律的探寻。

3.3 工后沉降计算

1) 工后沉降 S_R (不包括交通荷载引起的附加沉降) 一般由两部分组成 (见图 23), 工后沉降的计算方法为

$$S_R = S(T_3 - T_0) + S_{st}$$

其中, T_0 为预计铺设无砟轨道时间点; T_3 为预定运营完成的时间点 ($T_3 = T_0 + 100$ a);

$S(T_3 - T_0)$ 为路基 (桥梁) 在铺轨后至运营完成所发生的沉降;

S_{st} 为铺设无砟轨道结构自重发生的沉降。

2) 将轨道结构层看作为路基本体填筑完成后的一个荷载增量 (ΔP_k), 其引起的沉降量与结构层荷载成正比。则结构层引起的沉降量为 $S_{sk} = C\Delta P_k$

$$= \Delta P_k \frac{S_{\infty}}{\gamma h}$$

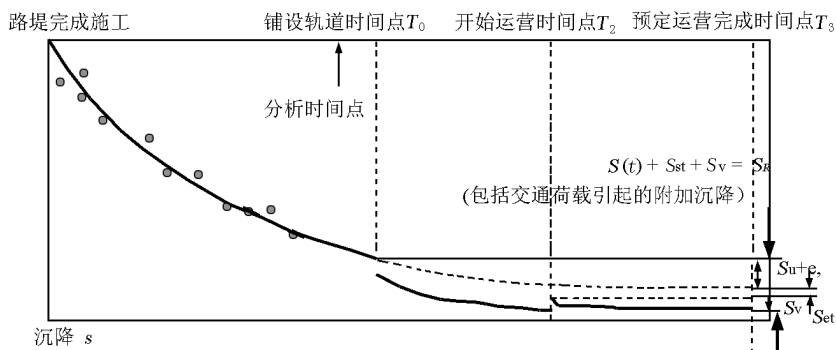


图 23 工后沉降组成示意图

Fig. 23 Composition of post-construction settlement

3)对于桥梁结构,假定桥梁墩台及基础为弹性体,轨道结构层引起的最终沉降量与结构层荷载成正比,而沉降量 S_k 与 ΔP_k 的比例系数 C 可根据桥梁主体施工完成后的沉降观测资料确定,即:

$$C = \frac{S_z}{P_l}$$

则结构层引起的沉降量为

$$S_{sk} = C\Delta P_k = S_z p_{sk} LB/P_l$$

式中, S_z 为利用铺轨前观测资料预测的最终沉降量; p_{sk} 为结构层荷载强度; L 为梁体长度; B 为梁面宽度。

3.4 过度段折角计算方法

可采用下列公式计算过渡段相邻结构物之间的

折角: $\alpha = \frac{1}{\frac{\Delta L}{\Delta S_R}}$, 其中, ΔL 为结构物与过渡段观测

断面之间的距离; ΔS_R 为结构物与过渡路基段之间的工后沉降差。

3.5 观测断面的最大沉降量预测和工后沉降计算

1)路基观测断面点的预测。根据观测断面实测数据,绘制沉降-荷载(填土高度)-时间(即 $S-p-T$)曲线,如图 24 所示,采用多种预测方法进行对比预测,工后沉降选择满足预测三个条件工后沉降量较大者,即双曲线法,工后沉降为 6.27 mm,见路基工后沉降分析表 1 及实测曲线图与最佳预测方法拟合曲线图 25。

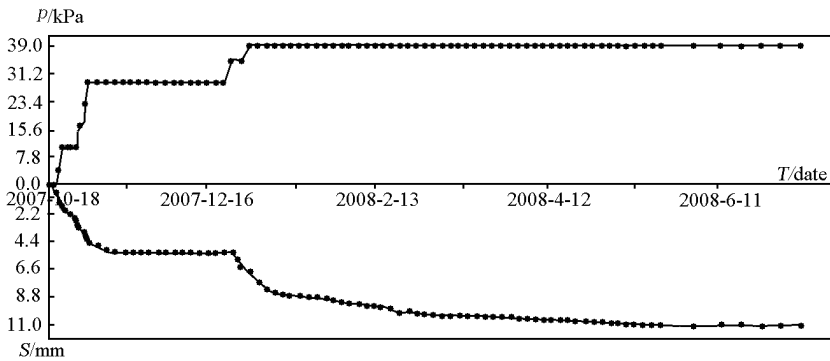


图 24 路基基底沉降板实测数据 $S-p-T$ 曲线图

Fig. 24 Measured curve of settlement plate installed in basement

表 1 路基工后沉降分析表(沉降板)

Table 1 Analysis of the post-construction settlement (settlement plate)

观测断面里程		DK1680 + 800		地基处理方式		CFG 桩			
填挖高(深)度/ m^{-3}		20.00		换填高度/m		1.90			
平均填土容重/ $(kN \cdot m^{-3})$				结构层附加荷载/kPa		15			
预测方法	当前观测沉降量/mm	预铺轨时沉降/mm	结构层引起沉降/mm	最终沉降预测值/mm	工后沉降/mm	运营 100 年沉降量/mm	最终沉降对比预测值/mm	最终沉降对比预测值之差/mm	相关系数/R
三点法	10.87	10.93	5.48	16.44	5.51	10.96			0.99
Asaoka 法	10.87	10.86	5.43	16.29	5.43	10.86			0.94
双曲线法	0.87	11.07	5.78	17.34	6.27	11.56	16.69	0.65	0.98

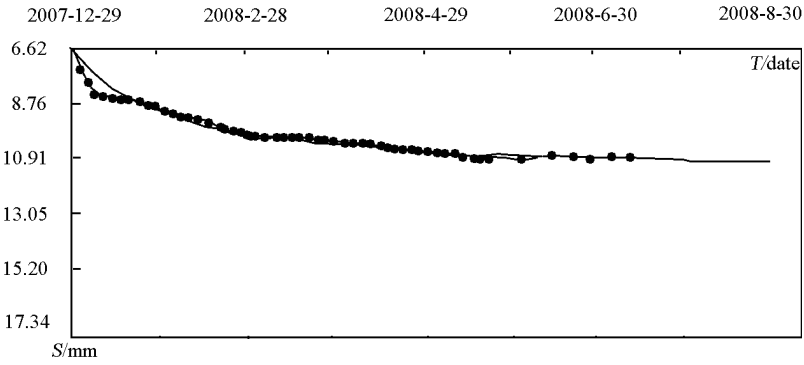


图 25 实测曲线图与最佳预测方法拟合曲线图
Fig. 25 Measured curve and the best fitting curve

2) 桥梁墩台基础沉降预测分析曲线(见图 26)。评估方法及标准:a. 处于岩石地基良好地质的桥梁,墩台沉降较快趋于稳定且实测沉降总量及设计值均不大于 5 mm 时,可判定沉降满足无砟轨道铺设条

件;b. 一般实测沉降量大于 5 mm 或摩擦桩墩台,采用规范双曲线法、三点法及 Asaoka 法进行曲线拟合对比分析,满足三个评估条件,确定工后沉降,工后沉降小于 15 mm 可判定沉降满足无砟轨道铺设条件。

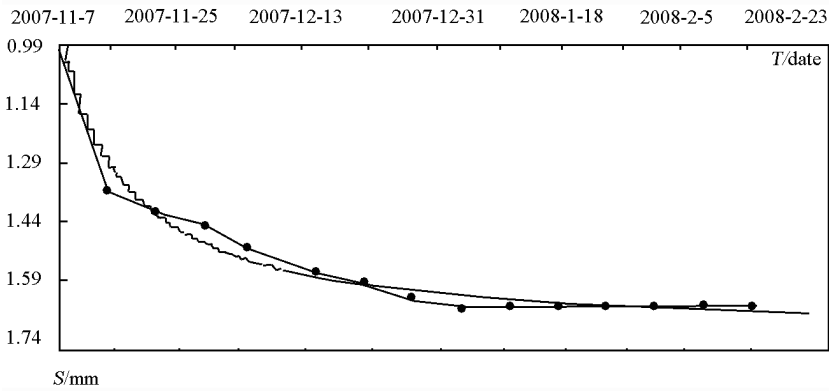


图 26 墩台基础沉降观测曲线和拟合预测曲线图
Fig. 26 Measured curve and the best fitting curve for the pier platform

3) 桥梁徐变预测分析曲线(见图 27)。评估方法及标准:a. 一般控制梁体终张拉后上拱弹性变形量不大于设计值的 1.05 倍;b. 采用规范双曲线法和三点法预测终张拉后 60 d 后的徐变上拱量不大于 7 mm(梁长小于等于 50 m);大于 50 m 的梁,徐变上拱量不大于 1/7000 或不大于 14 mm。满足以上要求该梁徐变变形满足无砟轨道铺设条件。

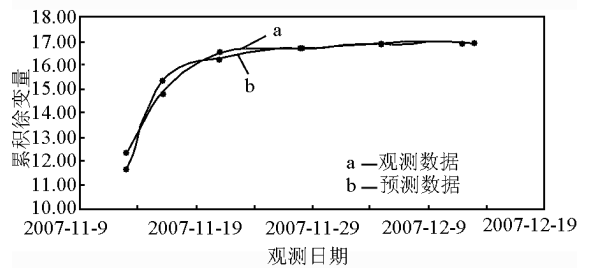


图 27 桥梁体徐变上拱实测曲线与预测曲线图

Fig. 27 Measured curve and the fitting curve for the girder creep

3.6 线路区段性沉降变形分析评估

分别完成路基、桥梁、隧道等单元工程及其组合单元工程的沉降变形评估后进行沿线路纵向的综合评估,对线下工程各结构物间的变形量大小、分布及变形协调性进行系统评估。

如图 28 所示,工后沉降沿线路纵向分布曲线无明显的突变段,反映线路纵向差异沉降较小,整体工后沉降量小于容许工后沉降量 15 mm,路桥、路涵过渡

段差异沉降小于 5 mm,折角小于 1/1000,符合无砟轨道铺设条件。

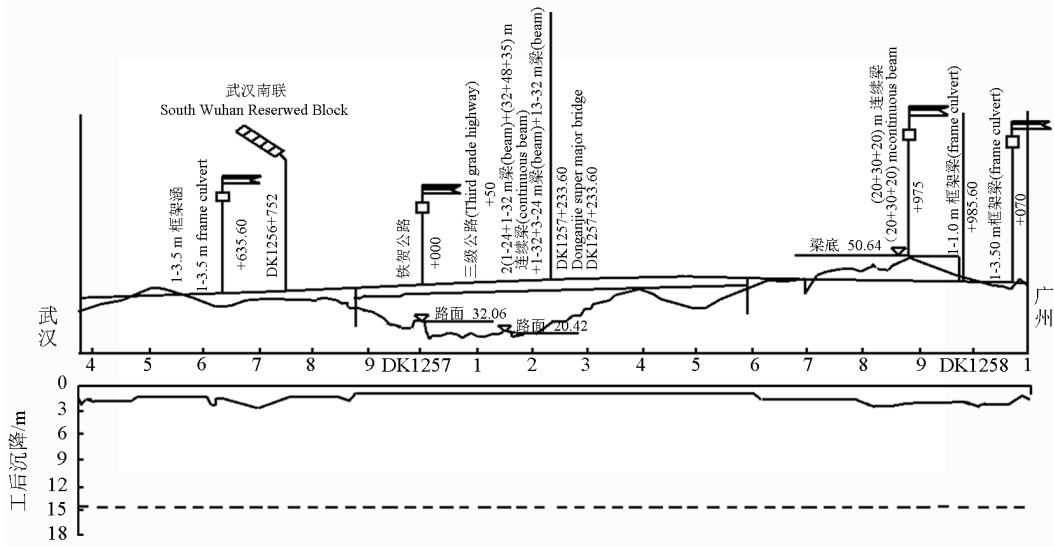


图 28 区段工后沉降量沿线路纵向分布图

Fig. 28 Post - construction settlement along the longitudinal line

4 结语

1) 制定严密、科学的沉降观测实施方案和建立科学、快捷、系统的分析评估系统,保证观测数据和预测工后沉降的准确性、可靠性、连续性,合理确定无砟轨道开始铺设时间,是客运专线无砟轨道成功与否的关键之一。

2) 建立高精度测量控制网是无砟轨道客运专线设计、施工及运营的重要基础,在无砟轨道线下工程沉降观测与评估工作阶段,它是所有观测数据真实性和可靠性的保障。

3) 监测精度及监测仪器。路基沉降观测是一项高精度的测量工作,通过武广客专实践,剖面沉降测试仪和单点沉降计观测路基变形,其精度受外界影响因素较多,部分数据波动性较大,用于路基沉降评估可靠性相对较差;沉降板对施工干扰较大;因此,需要研究先进的观测设备和方法,减少与施工的相互干扰,保证观测的精度,提高观测效率。

4) 加强监测元件保护。元件的保护工作是长久且持续坚持的工作,往往由于监测元件损坏造成数据的不连续性,影响准确性,因此,需高度重视观

测元器件防护工作。

5) 坚持信息化数据管理。由于观测数据具有时效性,应及时录入核对,有利于异常数据的发现,分析、查找原因,指导施工。

6) 预测方法与评估方案探讨。通过前期观测数据预测分析,拓展双曲线、三点法对路基沉降预测适用性较好,三点法、双曲线法对桥梁墩台基础沉降预测适用性较好,双曲线法对桥梁徐变预测适用性较好。因此,不同的预测拟合方法适用性与不同的基础岩土地质特性和结构变形规律有关,对于不同的线下结构形式应采取多种方法进行预测对比;在实践中需进一步探讨其规律性和适用性,完善评估方案,保证其预测的可靠性和稳定性。

参考文献

[1] 中华人民共和国铁道部. 中华人民共和国行业标准: 客运专线无砟轨道铁路工程测量暂行规定(铁建设[2006]189号)[R]. 北京: 中国铁道出版社, 2006

[2] 中华人民共和国铁道部. 中华人民共和国行业标准: 客运专线铁路无砟轨道铺设条件评估技术指南(铁建设[2006]158)[R]. 北京: 中国铁道出版社, 2006

Deformation monitoring and assessment technology for substructure of unballasted track on railway passenger dedicated line

Li Mingling

(*Engineering Test and Detection Center of China Railway Fourteen Group, Ji'nan 250014, China*)

[**Abstract**] The criterion for residual deformation of Substructure of unballasted track on railway passenger dedicated line is extremely strict in order to satisfy the safety and comfort requirements of the high – speed train. Based on new Wuhan(Guangzhou railway passenger dedicated line engineering practice, this paper introduces the key technologies for the deformation monitoring, data management and analysis system, the prediction method and assessment criterion are put forward to determine the reasonable time of unballasted track laying to guarantee the quality of unballasted track. Some advice provide reference for the ongoing unballasted track on railway passenger dedicated line construction.

[**Key words**] unballasted track; deformation monitoring; analysis and assessment; condition for unballasted track laying

(上接 25 页)

Bridge engineering construction and technical innovation in the section between Beijing and Cangzhou in Beijing–Shanghai high-speed railway

Du Jiajun

(*China Railway 17th Bureau Group Co., Ltd, Taiyuan 030006, China*)

[**Abstract**] According to the features of bridges in the section between Beijing and Cangzhou in Beijing–Shanghai high-speed railway, the construction and technical innovations which include special representative structure of bridges, control measures on settlement after the completion of bridges in the regional land subsidence area and assurance methods on high track regularity of ballastless track in 350 km/h speed are mainly introduced.

[**Key words**] high-speed railway; bridge engineering; construction; technical innovation