

客运专线铁路技术管理手册

客运专线铁路 变形观测评估技术手册

铁道部工程管理中心



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

客运专线铁路技术管理手册

**客运专线铁路
变形观测评估技术手册**

铁道部工程管理中心

中 国 铁 道 出 版 社

2009年·北京

客运专线铁路技术管理手册
客运专线铁路变形观测评估技术手册
铁道部工程管理中心

*

中国铁道出版社出版发行
(100054, 北京市宣武区右安门西街8号)

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 850 mm × 1168 mm 1/32 印张: 3.125 字数: 83 千字
2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

书号: 15113 · 3005 定价: 14.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

编辑部电话: 路(021)73141, 市(010)51873141

发行部电话: 路(021)73170, 市(010)51873172

<http://www.tdpress.com>

关于发布《客运专线铁路预制轨道板（枕） 场建设技术指导手册》等 16 项客运 专线铁路技术手册的通知

工管技〔2009〕77 号

各铁路局、各客专公司（筹备组），铁一、二、三、四院，中铁设计咨询集团，铁五院，中铁上海院，中铁工程、建筑公司，中交、中水集团公司，中国安能建设总公司：

为满足客运专线铁路建设需要，加强客运专线标准化技术管理，使相关工程技术人员快速掌握其施工技术，铁道部工程管理中心组织编写了《客运专线铁路预制轨道板（枕）场建设技术指导手册》、《客运专线铁路扣件系统安装技术手册》、《客运专线铁路地基处理技术手册》、《客运专线路基填筑施工技术要点手册》、《客运专线铁路路基防排水施工技术手册》、《客运专线铁路变形观测评估技术手册》、《客运专线铁路路基质量检测技术要点手册》、《客运专线铁路后张法预应力混凝土简支箱梁预制施工技术要点手册》、《节段预制拼装移动支架造桥机施工技术要点手册》、《活性粉末混凝土构件施工要点手册》、《铁路隧道钻爆法施工及机械配置要点手册》、《隧道典型事故预防、处理及工程实例》、《铁路隧道施工通风技术与标准化管理指导手册》、《客运专线铁路工程质量安全监控要点手册》、《铁路建设项目部管物资指导手册》、《客运专线铁路建设征地拆迁工作手册》（另发单行本），现予发布，以供建设、施工等单位在铁路工程建设中参考使用。

各单位在使用过程中，应结合工程实践，认真总结经验，积

累资料。如发现需要修改和补充之处，请将建议或意见及时反馈
铁道部工程管理中心。

以上客运专线铁路技术管理手册由中国铁道出版社出版发行。

铁道部工程管理中心
二〇〇九年七月十三日

前 言

为加强客运专线铁路无砟轨道铺设条件沉降变形分析和评估技术管理工作，使相关工程技术人员快速掌握其技术，铁道部工程管理中心组织铁道第三勘察设计院等单位，依据国家和铁建设〔2006〕158号文等相关规定和文件要求，参考国外先进技术，在总结京津城际铁路、郑西客运专线铁路、武广客运专线铁路、京沪高速铁路等沉降变形观测、评估工作的基础上，编制本手册。

本手册共分10章，其内容包括：客运专线铁路变形控制要求、观测评估组织与管理、变形观测基准网、变形观测点布设和观测、变形观测资料要求、沉降预测方法、变形预测及评估、观测评估资料及设备移交、常见问题及处理、工程实例等，另有2个附录，涵盖了路基、桥梁及隧道工程。

本手册供客运专线铁路沉降变形观测、评估的现场作业、施工管理、工程技术和工程监理等人员参考使用，如与现行规范、规定不一致时，以正式颁布的规范、规定和文件为准。

由于客运专线铁路分布在全国各地以及资料来源的限制，本手册难免存在疏漏甚至错误之处，在使用中如

发现需要修改和补充完善之处，请及时将意见和有关资料寄交铁道部工程管理中心（北京市复兴路10号，邮政编码：100844），供今后修订时参考。

本手册主要编制单位及人员：铁道部工程管理中心
张 梅、盛黎明、尤昌龙、孙明智、汪 霞，铁道第三
勘察设计院崔维孝、张劲松、陈 兴、高世强、马志富、
林卫东、王长进、苏 伟、刘 成、杨克鉴、石德斌、
高树峰。

目 次

1	客运专线铁路变形控制要求	1
1.1	路 基	1
1.2	桥 涵	2
1.3	隧 道	3
2	观测评估组织与管理	4
2.1	建设单位	4
2.2	观测单位	4
2.3	平行观测单位	5
2.4	监理单位	5
2.5	评估单位	6
2.6	变形观测评估工作流程	6
3	变形观测基准网	8
3.1	基准点的布设	8
3.2	观测方法及精度控制	10
4	变形观测点布设与观测	14
4.1	路 基	14
4.2	桥 涵	27
4.3	隧 道	36
4.4	过 渡 段	38
5	变形观测资料要求	40
6	沉降预测方法	41
6.1	双曲线法	41
6.2	三点法（固结度对数配合法）	43
6.3	抛物线法	44
6.4	指数曲线法	44

6.5	修正指数曲线法与修正双曲线法	45
6.6	沉降速率法	47
6.7	星野法	48
6.8	Asaoka 法	49
6.9	泊松曲线法	50
6.10	灰色理论	52
6.11	人工神经网络	52
7	变形预测及评估	54
7.1	评估单元划分和分析评估	54
7.2	路基	58
7.3	桥涵	60
7.4	隧道	61
7.5	综合评估	62
8	观测评估资料及设备移交	64
9	常见问题及处理	66
9.1	观测仪标保护	66
9.2	异常数据的分析处理	66
10	工程实例	69
10.1	京津城际铁路沉降观测	69
10.2	京津城际铁路路基沉降评估	73
附录 A	沉降观测记录手簿	75
附录 B	沉降观测表	79

1 客运专线铁路变形控制要求

1.1 路 基

1.1.1 竖向变形标准

1 无砟轨道路基

- 1) 路基在无砟轨道铺设完成后的工后沉降应满足扣件调整和线路竖曲线圆顺的要求,工后沉降一般不应超过 15 mm。
- 2) 沉降比较均匀且调整轨面高程后的竖曲线半径能够满足式 (1.1.1) 的要求时,允许的最大工后沉降量为 30 mm。

$$R_{sh} \geq 0.4 v_{sj}^2 \quad (1.1.1)$$

式中 R_{sh} ——轨面圆顺的竖曲线半径 (m);

v_{sj} ——设计最高速度 (km/h)。

- 3) 路基与桥梁、隧道或横向结构物交界处的差异沉降不应大于 5 mm,过渡段沉降造成的路基与桥梁或隧道的折角不应大于 1‰。

2 有砟轨道路基工后沉降控制应满足表 1.1.1 的要求。

表 1.1.1 有砟轨道工后沉降控制标准

设计速度 (km/h)	一般地段工后沉降 (mm)	路桥过渡段工后沉降 (mm)	沉降速率 (mm/a)
200	150	80	40
250	100	50	30
350	50	30	20

1.1.2 水平变形标准

为了保证施工过程中路基的安全,软土地基地段必须控制填土速率并加强变形监测。其控制标准为路堤中心地面沉降速率不大于 1.0 cm/昼夜 ,坡脚水平位移速率不大于 0.5 cm/d ,地基条件较差时应适当提高变形控制要求。

1.2 桥 涵

1.2.1 梁体徐变

1 无砟轨道桥梁:常用跨度简支梁在轨道系统铺设完成后,跨度小于 50 m 的简支梁,徐变上拱度不应大于 10 mm ,当跨度大于 50 m 时,其徐变上拱度不应大于 $L/5000$,且不得大于 20 mm 。

2 有砟轨道桥梁徐变值不宜大于 20 mm 。

3 特殊桥跨结构的徐变限值按设计文件规定。

1.2.2 桥梁墩台

1 无砟轨道对于静定结构须满足均匀沉降量不大于 20 mm 、相邻墩台沉降差不大于 5 mm 的要求。

2 有砟轨道:

1) 时速 $200\sim 250\text{ km}$ 客运专线铁路,对于静定结构须满足均匀沉降量不大于 50 mm ,相邻墩台沉降差不大于 20 mm 的要求;

2) 时速 $300\sim 350\text{ km}$ 客运专线铁路,对于静定结构须满足均匀沉降量不大于 30 mm ,相邻墩台沉降差不大于 15 mm 的要求。

3 有砟、无砟轨道的超静定结构,其相邻墩台沉降差除满足静定结构的规定外,还应根据沉降对结构产生的附加应力的影响确定。

1.2.3 框构、旅客地道及涵洞

1 无砟轨道工后沉降值一般不应大于 15 mm ,并与相邻路基地段协调。

2 有砟轨道:

- 1) 时速 200 ~ 250 km 客运专线铁路, 工后沉降值一般不应大于 100 mm, 并与相邻路基地段协调;
- 2) 时速 300 ~ 350 km 客运专线铁路, 工后沉降值一般不应大于 50 mm, 并与相邻路基地段协调。

1.3 隧 道

1.3.1 铺设无砟轨道的隧道基础工后沉降值一般不应大于 15 mm, 轨道基础与路基、桥涵等结构物间的工后差异沉降小于 5 mm, 且折角小于 1‰。

1.3.2 铺设有砟轨道的路隧过渡段标准同路桥、路涵过渡段。

2 观测评估组织与管理

客运专线铁路线下工程沉降观测与评估工作是一项系统工程,需要各方密切配合,恪尽职守,确保观测数据真实、准确,评估结论正确可靠。该项工作一般由建设单位组织,观测、评估、监理等单位参加成立工作小组,制订技术方案,确定工作程序,明确工作职责。

2.1 建设单位

2.1.1 建设单位应充分认识沉降观测与评估工作的重要性和艰巨性,其主要职责如下:

1 委托咨询单位或专业队伍进行沉降分析及评估工作。组织成立变形观测工作管理机构,负责沉降变形观测及评估工作的领导、协调,对沉降变形观测及评估进行监督检查。

2 组织制订变形观测和评估的技术方案、工作程序和实施细则。

3 负责组织观测和评估人员的技术指导和培训。

4 检查、监督、协调、处理变形观测评估工作中的有关问题。

5 组织建立变形观测和评估数据库。

6 组织阶段评估工作,根据评审结论,决策铺轨时机。

2.2 观测单位

2.2.1 沉降观测的主体单位为施工单位,应由专业测量人员组成,其主要职责如下:

1 参与制订变形观测和评估工作的实施细则。

- 2 配备观测人员、仪器和设备。
- 3 组织人员培训和仪器检校。
- 4 平面基点、水准基点埋标、测量和平差处理。
- 5 建立变形监测网并进行有效保护。
- 6 按设计要求布置变形观测断面和观测点。
- 7 按变形观测技术方案要求组织变形观测。
- 8 对变形观测数据整理和分析,对数据的真实性、可靠性负责。
- 9 根据评估单位检查要求进行复测和数据复核整理。
- 10 提供观测成果数据供评估单位进行评估。

2.3 平行观测单位

2.3.1 为加强观测质量控制,一般应组织平行观测。平行观测单位应是与沉降观测主体相互独立的第三方,其主要职责如下:

- 1 负责对沉降变形进行同步平行观测。平行观测的数量,一般地段应不少于总测点的 10%,对于地质复杂、沉降变化大以及过渡段等区段,平行观测的数量不应少于 30%。
- 2 及时核对观测单位观测数据。
- 3 观测数据应及时提交评估单位。

2.4 监理单位

2.4.1 监理单位应加强对于沉降观测工作的监督和检查,确保观测程序、方法规范,观测数据真实、可靠,其主要职责如下:

- 1 参与制订变形观测和评估工作的实施细则。
- 2 全面监督检查沉降变形监测网的建立及其保护,确保各种监测设备、仪器、仪标的工作状态符合相关要求。
- 3 对变形观测过程进行工作检查、监督和质量审核,对重要环节进行旁站监理。
- 4 对观测单位的观测数据及时签字确认。

5 按建设单位要求，选取代表性地段按规定进行平行观测、复核工作。

2.5 评估单位

2.5.1 受建设单位委托，根据设计、观测相关资料进行系统分析，预测工后沉降，其主要职责如下：

- 1 了解线下工程设计和施工基础资料。
- 2 负责对测量人员进行测量及数据管理的培训与指导。
- 3 抽检观测方法及数据。
- 4 接收变形观测成果数据，分析变形观测数据质量。
- 5 确定线下工程变形评估方法和判定标准。
- 6 用数学方法结合工程经验进行综合分析预测。
- 7 提供评估报告，提出建议意见。

2.6 变形观测评估工作流程

2.6.1 变形观测评估的工作流程见图 2.6.1。

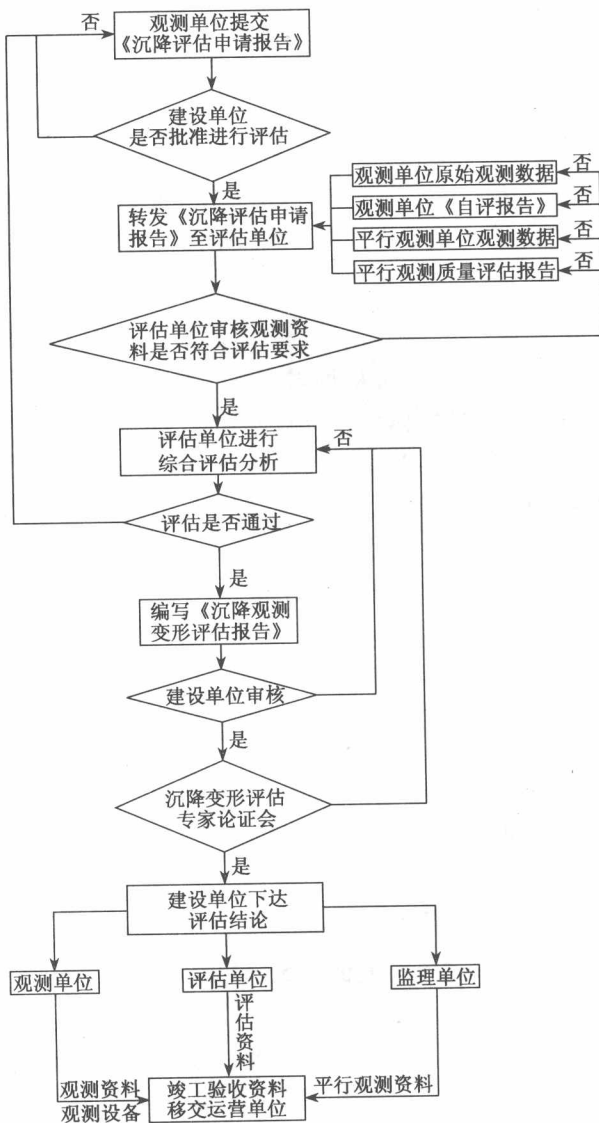


图 2.6.1 变形观测评估工作流程

3 变形观测基准网

3.1 基准点的布设

3.1.1 垂直变形基准网控制点分为基准点和工作基点，其布设应满足下列要求：

1 垂直位移监测网可根据需要独立建网，精度控制须充分考虑客运专线工程的具体特点，制定适宜的精度标准。垂直变形基准网应布设成闭合环状、结点或附合水准路线等形式。

2 每个独立的监测网应设置不少于3个稳固可靠的基准点，长度4 km左右。基准点应选设在变形影响范围以外，便于长期保存的稳定装置，可选用现有的控制桩。

3 工作基点应选在比较稳定的位置，一般200 m设一个。

4 基准网应定期进行复测。

3.1.2 基准点应直接采用施工控制测量中的首级高程网，增设基准点时应按国家二等水准测量的相关要求执行。基准点应埋设在变形区以外的基岩或原状土层中，保证其在较长时间内稳定。

3.1.3 为了施测方便以及保证测量精度，应布设工作基点。工作基点埋深应在当地冻土层以下，其距离应满足式(3.1.3)。

$$\sqrt{L} < M/10 \quad (3.1.3)$$

式中 L ——相邻两基准点间的距离(km)；

M ——构造物允许变形值。

3.1.4 水平位移监测网可采用独立坐标系一次布设。根据变形测量等级及精度要求进行施测，并与施工平面控制网进行联测，引入施工测量坐标系，实现水平位移监测网坐标与施工平面控网坐标的相互转换。