

文章编号: 0494-0911(2011) 04-0049-02

中图分类号: TU 196

文献标识码: B

客运专线隧道沉降控制估计

闻道荣¹, 谯生有²

(1. 沈阳天宝全测科技有限公司, 辽宁 沈阳 110014 2 中铁一局五公司, 山西 宝鸡 721100)

Evaluation of Settlement Control in Railway Tunnel for Passengers

W EN Dao rong QIAO Shengyou

摘要: 客运专线无砟轨道沉降观测是无砟轨道施工和运营过程中非常重要的监测环节。因隧道贯通前无法在洞内按附合水准路线进行观测, 对于长大隧道而言, 即使隧道贯通后, 洞内观测路线也比较长, 难以按正常观测周期完成观测, 测量精度也难以保证。通过某施工管段隧道沉降观测实践, 对隧道沉降观测及评估有关问题进行探讨, 总结短隧道沉降评估单元划分的原则和长大隧道沉降观测的一般方法。

关键词: 客运专线; 隧道; 沉降控制; 评估

一、工程概况

某施工管段共有 6 条隧道, 全部为单洞双线隧道, 累计长 6 754 m, 其中长大隧道 1 条, 隧道单线长 4 340 m, 其余 5 条属于长度小于 1 000 m 的中短隧道, 隧道工点分布比较分散, 工程地质情况比较复杂, 包含浅埋段、大断面、明洞等类别。沉降观测的主要内容是对隧道基础进行沉降观测, 其中长大隧道基础沉降观测是观测的重点。

二、人员组织及设备配置

隧道沉降观测由施工作业队组建沉降观测小组完成, 一个观测小组由 5 人组成, 其中仪器观测人员 1 人, 扶尺 2 人, 照明 2 人; 另一个观测小组配置天宝 DNI03 电子水准仪 1 套, 电子水准仪标称精度(每千米水准测量偶然中误差)为 ± 0.3 mm, 电脑 1 台, 数据处理软件 1 套, 交通车辆 1 台。中短隧道由一个观测小组负责观测, 长大隧道进出口各安排一个观测组。

三、隧道沉降观测点的埋设

沉降观测工作开展前, 根据设计图纸, 对施工范围内所有观测断面进行统计, 沉降变形观测断面统计表的内容包括: 断面序号、断面里程、观测元件的埋设数量。

1 观测断面及点的设置原则

(1) 观测断面的布设

一般情况下, III 级围岩每 400 m, IV 级围岩每

300 m, V 级围岩每 200 m 布设一个观测断面, 地应力较大, 断层破碎带和复杂地质区段适当加密布设。隧道洞口地段布设一个观测断面; 隧道明暗交界处、围岩变化段及变形缝位置应至少布设两个断面。地应力较大、断层破碎带、冻土等不良和复杂地质区段适当加密布设; 路隧分界点路、隧两侧分别设置至少一个沉降变形观测断面, 长度大于 20 m 的明洞, 每 20 m 布设一个沉降变形观测断面。

长大隧道共布设沉降观测断面 13 个, 5 条短隧道共布设沉降观测断面 33 个, 总计布设沉降观测断面 46 个。

(2) 观测点的布设

隧底工程完工后, 每个观测断面在相应两侧边墙处布设一对沉降观测点, 6 条隧道共布设观测点 92 个。

观测点及观测元件的埋设位置应符合设计要求, 且标设准确、埋设稳定。观测期间应对观测点采取有效的保护措施, 防止施工机械碰撞及人为因素的破坏, 务必使观测工作能善始善终, 取得满意的成果。

2 沉降观测点的埋设

隧道二次衬砌完成后, 根据监测断面的里程, 将监测点埋设于易于监测的边墙上(满足塔尺竖立空间), 监测点位置宜高出水沟电缆槽盖板 0.3 m, 每侧设一个点, 同一断面共计设置两个监测点。

四、沉降变形观测网的建立

隧道垂直位移监测网可根据需要独立建网, 精

收稿日期: 2011-02-15

作者简介: 闻道荣(1976—), 男, 四川内江人, 研究方向为隧道沉降观测及数据处理。

度按二等水准测量精度控制,高程应采用施工高程控制网系统。垂直位移监测网应布设成闭合环、节点或符合水准路线等形式设置在隧道进、出口稳固且便于联测的地方,每个洞口应至少设置两个工作基点。

五、隧道沉降观测的实施

1 沉降观测频次

隧道基础沉降观测的频次不低于如表 1 所示的规定,沉降稳定后可不再进行观测。

表 1 隧道基础沉降观测频次

观测阶段	观测频次	
	观测期限	观测周期
隧底工程完成后	3个月	1次 /1周
无碴轨道铺设后	0~1个月	1次 /1周
	1~3个月	1次 /2周

2 沉降变形观测精度及施测

沉降水准的测量精度为 $\pm 1\text{mm}$, 高程取位至 0.1mm , 观测点水准测量采用一等水准测量的技术要求进行观测。

隧底工程结束前埋好观测点,隧底工程结束后立即观测初始值,短隧道隧底工程结束时隧道已经贯通,沉降观测时可通过隧道进出口两端的二等水准点形成附合水准路线进行观测。长大隧道洞内的水准路线长,且在隧道贯通前不能构成附合水准线路,隧底工程分区段结束,因此长大隧道沉降观测也应分区段进行观测,随开挖面的不断掘进,沉降观测工作也随之展开。鉴于长大隧道沉降观测的特殊性,在洞口建立沉降观测网后,先行结束隧底工程的段落以洞口沉降观测网为基准采用闭合水准路线进行观测,当观测 3 个月,对观测数据进行分析。若该区段隧道沉降已经收敛稳定,则后续区段以稳定区段的水准点作基准点进行观测,随掘进和二衬的逐渐推进,依次类推。

六、隧道沉降观测评估

1 隧道沉降观测评估内容及沉降评估单元的划分

(1) 隧道沉降观测评估内容

对隧道基础沉降观测资料进行评估。

(2) 隧道沉降观测评估单元的划分

隧道沉降观测评估单元的划分应结合线下工程的施工进展及 CP II 测量评估统筹规划,密切结合

轨道板铺设施工组织设计进行划分,短隧道可与隧道进出口的路基或桥梁一并作为一个评估单元,九里庄隧道属于长大隧道,单独作为一个评估单元,其他 5 条中短隧道分别与进出口的路基、桥梁作为一个评估单元。

2 评估资料的整理

按照沉降评估单位编制的沉降评估细则要求的数据格式整理评估资料,内容包括累计沉降量汇总表、工点概况及地质情况、地基基础类别、有关设计文件、初评报告、评估申请表等。

3 评估资料的综合分析及审核铺设无碴轨道的条件

1) 隧道基础沉降预测采用曲线回归法,并检查所有观测断面的预测工后沉降是否满足以下要求:

a 根据隧道基础施工完工后不少于 3 个月的实际观测数据作多种曲线的回归分析,确定沉降变形趋势,曲线回归的相关系数不应低于 0.92。

b 对隧道和刚性结构过渡段还应同时审核其预测工后沉降差异是否 $\leq 5\text{mm}$,折角 $\leq 1/1000$ 。

c 预测时的沉降观测值与预测的最终沉降值之比应大于 75%。

2) 设计预计总沉降量与通过实测资料预测的总沉降量的差值不宜大于 10mm。

3) 地质条件较好、沉降趋于稳定且设计及实测沉降总量不大与 5mm 时,可判定沉降满足无砟轨道铺设条件。

4) 预测的隧道基础工后沉降值不大于 15mm。

七、结 论

1) 隧道基础各期沉降量较小,观测值出现负值时,应结合多期观测值及沉降曲线的发展趋势仔细分析,不能简单判定为隧道基础产生了隆起,根据本工程沉降观测经验,观测值出现负值主要是测量误差较沉降量显著造成的。

2) 累计沉降量普遍较小,一般不超过 5mm。

3) 由于测量误差较沉降量显著,加之累计沉降量小,受观测数据的偶然误差影响,沉降回归曲线的相关系数会出现小于 0.92 的情况。

4) 中短隧道隧底工程结束时隧道已经贯通,沉降观测时可通过隧道进出口两端的二等水准点形成附合水准路线进行观测。

5) 长大隧道隧底工程分区段结束,沉降观测宜按隧底工程完工的情况划分区段进行观测,洞口第一区段以洞口沉降观测网为基准,后续区段以稳定

(下转第 55 页)

实际情况进行调整。在水平尺正中央贴一反射片,根据管环、水平尺、反射贴片的几何尺寸,就可以计算出管环中心与水平尺上反射片中心的实际高差^[12]。测量时,先把水平尺精确整平,再用全站仪测量出水平尺上反射贴片中心的三维坐标,就可以推算出管环中心的三维坐标。每次管环测量时,应重叠五环已经稳定的管环,以消除测错的可能。

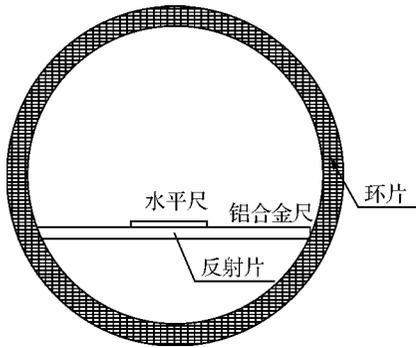


图8 横尺法管片测量示意图

盾构掘进测量以 SLS-T 导向系统为主,辅以人工测量校核。利用盾构上所带的 SLS-T 自动激光隧道导向系统及图像靶来完成隧道内盾构机位置、形态及管片位置等隧道内的测量工作,并通过控制系统随时进行调整^[13-14]。SLS-T 导向系统能够全天候动态显示盾构机当前位置相对于隧道设计轴线的位置偏差,盾构机可根据显示偏差及时调整盾构机的掘进姿态,使得盾构机能够沿着正确的方向掘进。为了确保导向系统的准确性、确保盾构机能够沿着正确的方向开挖,每周进行两次人工测量复核。

五、结束语

本文结合哈尔滨地铁八标段盾构区间施工测量方案和实际测量工作,从控制测量、联系测量和盾构机施工测量 3 个主要方面介绍了地铁盾构区间施工各环节的主要测量工作,并以盾构机施工测量为重点,详细介绍了盾构机施工测量的各项技术

方法。根据文中介绍的技术和方法,成功完成了哈尔滨地铁八标段盾构测量任务,对其他地铁盾构区间施工测量工作有一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 王暖堂. 盾构隧道施工中的测量技术研究 [J]. 铁道建筑, 2002(12): 1-5
- [2] 潘国荣, 王穗辉. 地铁盾构施工中的若干测量手段及方法 [J]. 测绘通报, 2001(1): 23-25
- [3] 肖智勇, 傅继阳. 地铁区间隧道盾构法施工中的测量技术 [J]. 暨南大学学报: 自然科学版, 2005, 26(3): 331-336
- [4] 吕宏权. 浅析地铁盾构隧道的施工测量 [J]. 隧道建设, 2005, 25(5): 65-67, 75
- [5] 汪玉勤. 长区间盾构施工地铁隧道的测量控制方法 [J]. 铁道勘察, 2007(2): 1-3, 7
- [6] 徐浩, 杨卓. 盾构竖井联系测量的几种方法探讨 [J]. 山西建筑, 2009, 35(6): 353-354
- [7] 罗三明, 万文妮, 高培芝, 等. 盾构工程竖井联系测量数据处理方法研究 [J]. 大地测量与地球动力学, 2007, 27(5): 123-127
- [8] 王超领, 张永超. 地铁盾构机掘进实时姿态定向测量的研究 [J]. 隧道建设, 2007, 27(6): 33-35, 38
- [9] 李国华. 盾构机姿态控制点测量模型及其应用 [J]. 隧道建设, 2006, 26(S0): 19-22
- [10] 任福松, 金建俊. 地铁施工中的盾构机姿态控制研究 [J]. 交通标准化, 2009(9): 134-137
- [11] 徐浩, 杨卓. 地铁盾构施工中人工测量盾构机姿态的方法 [J]. 山西建筑, 2009, 35(4): 355-357
- [12] 秦长利. 提高盾构施工测量精度的要点及方法 [J]. 北京测绘, 2003(3): 1-3
- [13] 潘国荣, 王穗辉, 陈传林, 等. 盾构姿态自动测量系统的开发与应用 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2010, 38(3): 459-463
- [14] 唐争气, 赵俊三, 彭国新. 盾构机实时姿态测量和计算方法的研究 [J]. 土木工程学报, 2007, 40(11): 92-97

(上接第 50 页)

区段内的水准点为基准点进行观测,并随隧底工程的相继完工逐步推进。

6) 长大隧道贯通前沉降观测路线不能构成闭合水准线路,每期沉降观测前,应对相邻基准点进

行检测,确认基准点稳固后方可进行观测作业。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国铁道部. TB 10601—2009 高速铁路工程测量规范 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2009