

# 不同工法的暗挖车站上穿既有有线对其 以及周边环境的影响

许俊伟,王 刚

(中铁隧道集团有限公司 洛阳科学技术研究所, 河南 洛阳 471000)

**摘 要:**主要介绍了用 2 种不同工法暗挖地铁车站——北京地铁 5 号线东单站和北京地铁 4 号线西单站时,近距离上穿既有地铁 1 号线,并对该线以及周边环境的影响。在采取相应措施后,经实时监测,得出可以优先考虑浅埋暗挖“CRD”工法,来控制既有线的变形以及周边建(构)筑物变形的结论。

**关键词:**地铁车站;暗挖;近距离上穿既有有线

中图分类号: U 456.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7767(2010)04-0081-04

## The Influences of Different Excavation Method on Surrounding and Existing Lines in Construction of Subway Station

Xu Junwei, Wang Gang

北京目前已经建成并运营通车的地铁有 9 条线路,在建的有 9 条线路,如此多的线路必然存在新建地铁线路上(下)穿越既有运营线区间或者车站的现象,使既有结构的存在影响着新建工程的施工和安全;而新线施工则又必然对既有结构产生影响。下面就地铁 4、5 号线某车站在建时,对既有地铁 1 号线(以下简称“既有有线”)及其周边环境的影响做如下介绍。

### 1 工程概况

#### 1.1 地铁 4 号线西单站概况

4 号线西单站位于复兴门内大街(长安街)与宣武门内大街、西单北大街相交处十字路口的东侧,呈南北走向,与既有有线西单地铁站呈“T”字型换乘。车站总长 222.3 m,总宽 22.7 m,结构分为南段、中间段和北段共 3 段。车站南北两端为盖挖段,地下双层双柱三跨结构,与中间段相连部分为单层箱型结构,中间段为 2 个单层马蹄型单洞断面,中间设联络通道,将 2 个单洞断面相连,采用浅埋暗挖“CRD”法施工,与既有有线净距 0.54 m,中部暗挖段长度 46.80 m,横穿长安街,并垂直上跨既有有线地铁区间,断面关系见图 1。

#### 1.2 地铁 5 号线东单站概况

5 号线东单站位于建国门内大街与东单北大街、崇文门内大街相交的十字路口东侧,南北向布置。该线下穿交通繁忙的东长安街,上跨既有有线王(府井)一

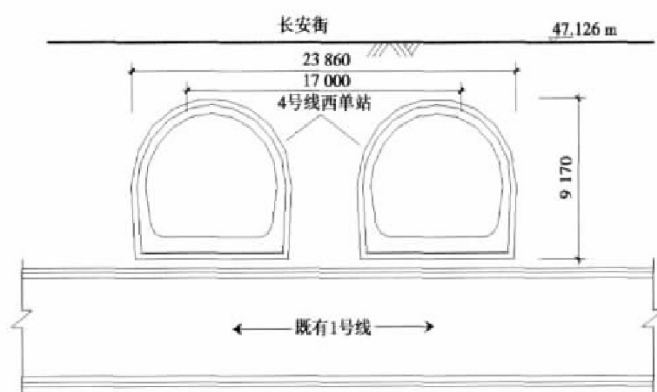


图 1 4 号线西单车站与既有有线车站的位置关系剖面图

东(单)区间,车站总长 204.4 m。车站两端是明挖框架结构,地下一层为站厅层,地下二层为站台层,两端明挖长度分别约为 69.2、71.4 m,开挖宽度为 23.08 m,覆土厚度 2.3 m。车站中部为单拱两柱三跨暗挖隧道结构,单层站台层,暗挖段长度为 63.8 m,开挖宽度为 23.9 m,最小覆土厚度 5.5 m。地铁线断面关系见图 2。

### 2 暗挖车站施工

#### 2.1 地铁 4 号线西单站暗挖段

4 号线西单站采用“CRD 法”施工,即:将每个马蹄型断面划分为 6 个小导洞,左右线对称开挖,同时在②⑤洞室内对既有有线进行深层注浆加固,在④⑥洞室内施工自钻式预应力锚杆,以此阻止既有有线的上浮。见图 3。

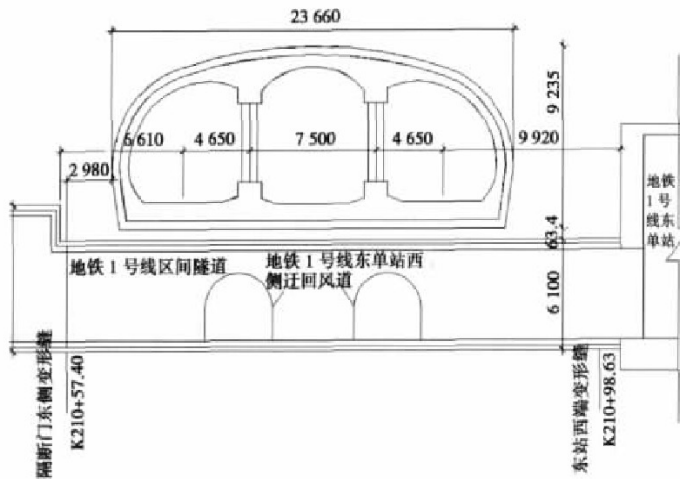


图2 5号线东单车站与既有线车站的位置关系剖面图

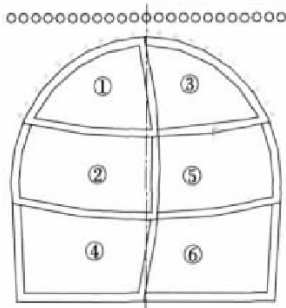


图3 西单站施工断面划分

5号线东单站采用“中柱法”施工,即:将隧道的两柱洞开挖初支衬砌完成,然后进行中洞初支衬砌施工。其中:中柱初支分6块对称施工,衬砌分底梁和中柱天梁2部完成;中洞初支分上、中、下3块,衬砌上、下2部施工;侧洞初支分成6块对称施工,衬砌分侧洞底板和拱墙2部施工,参见图4。

2.3 施工重难点分析及对策

2个暗挖车站主体结构均上穿既有线,下穿长安

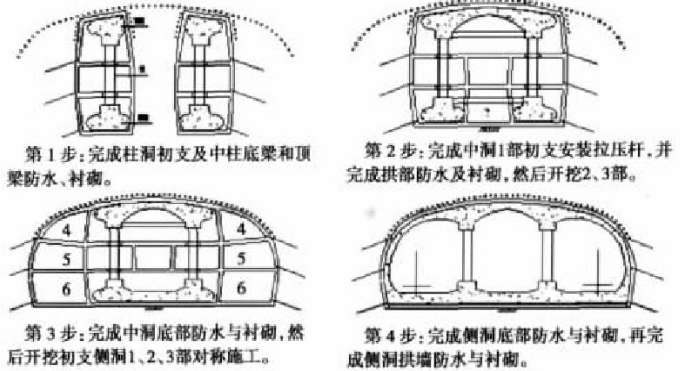


图4 东单车站施工步骤图

街,在施工过程中既要保证既有线的运营安全,又要保证长安街的沉降不能太大,因此是这2个工程的施工重点和难点。

1)2个新建车站都是近距离上穿既有线,车站主体结构板底与既有线区间隧道结构顶净距为54~60cm,新建地铁车站的施工易使既有线上方压力卸载,引起既有线结构和轨道的上浮变形,对列车运营造成威胁。

2)既有东单站—王府井区间有2条变形缝,如果产生不均匀沉降,将危及行车安全;在复兴门—西单区间既有线结构拱顶和边墙存在纵向裂缝,其宽度为0.3~1.0mm,且大部分裂缝深度在200mm以上,所以在新建地铁上穿施工时,就对开挖变形有很严格的要求,如果变形过大,裂缝会进一步加剧,裂缝的增多、加深可能会使二衬出现碎裂而影响行车安全。

3)既有区间隧道的上浮标准控制比较严格,所以在新建地铁过程中以及建成通车后,如何保证将既有区间变形控制在允许范围之内也是该工程的重、难点。

2.4 施工监测

2.4.1 监测项目(见表1)

表1 监测项目

监测项目	监测仪器	监测频率	监测目的
既有1号线结构沉降监测	静力水准仪	施工关键期:1次/20min;一般状态:1次/2h	掌握施工期间既有线结构变形情况
既有1号线结构变形缝沉降监测	静力水准仪	施工关键期:1次/20min;一般状态:1次/2h	掌握施工期间既有线结构缝沉降变形情况
既有1号线结构缝胀缩监测	测缝计	施工关键期:1次/20min;一般状态:1次/2h	掌握施工期间既有线结构缝水平变形情况
走行轨结构纵向变形监测	静力水准仪	施工关键期:1次/20min;一般状态:1次/2h	掌握施工期间既有线轨道结构纵向变形情况
走行轨结构左右水平变形监测	梁式倾斜仪	施工关键期:1次/20min;一般状态:1次/2h	掌握施工期间既有线轨道结构左右水平变形情况
走行轨水平距离变形监测	变位计	施工关键期:1次/20min;一般状态:1次/2h	掌握施工期间既有线轨道水平距离变形情况

注:在复—西区间没有变形缝,所以没有既有结构变形缝沉降监测和既有结构变形缝胀缩监测。



2.4.2 监测控制指标(见表 2)

表 2 监测控制指标

监测项目	东单站/mm	西单站/mm
道路地表沉降	30	30
既有结构变形	30	5
既有线走行轨纵向变形	30	5
轨道轨距增宽	6	6
轨迹减窄	3	2
单线两轨高差	4	6

3 施工对既有有线以及周边环境的影响

3.1 对既有有线影响的讨论

施工中对既有线的影响主要为引起既有线结构和轨道的上浮。因此我们分别以既有线结构和轨道上浮的最大值为对象加以分析,因为它们可以代表施工的各个阶段对既有线上浮的影响程度。

3.1.1 5 号线东单站施工对既有线的影响

5 号线东单站施工完毕后,最终引起既有线结构上浮的最大值为 8.46 mm,既有线轨道上浮最大值为 7.98 mm。图 5 为结构和轨道上浮变形历时曲线(各个代表性的施工阶段在图上示出)。

结合施工日志,将施工各个阶段的变形值进行统计,见表 3。

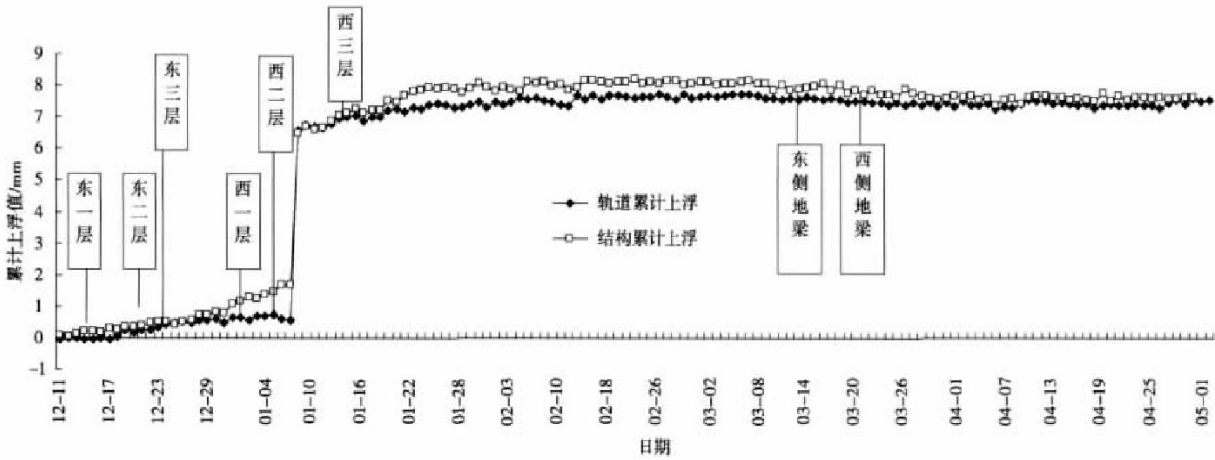


图 5 2004-2005 年既有结构和轨道上浮最大的测点变形历时曲线图

表 3 各个施工阶段典型测点上浮变形统计表

测点 编号	测点 里程	统计 项目	东柱洞 1 部	东柱洞 2 部	东柱洞 3 部	西柱洞 1 部	西柱洞 2 部	西柱洞 3 部	地梁 浇筑	后期 变形	累计 变形
JL1-5	K210+81	阶段变形/mm	0.25	0.17	0.09	0.79	0.16	5.68	0.76	0.46	8.46
		变形速率/(mm/d)	0.036	0.024	0.090	0.099	0.053	0.631	0.013	0.012	0.020
		所占比例/%	2.96	2.01	1.06	9.34	1.89	67.14	8.98	5.44	
GL1-6	K210+81	阶段变形/mm	0.05	0.42	0.06	0.01	0.19	6.29	0.14	0.34	7.98
		变形速率/(mm/d)	0.007	0.060	0.060	0.001	0.063	0.699	0.002	0.009	0.260
		所占比例/%	0.59	4.96	0.71	0.12	2.25	74.35	1.65	4.02	

在施工过程中,既有线结构变形主要发生在柱洞通过阶段,占总体变形量的 90 %左右;左线变形 80 %以上发生在西柱洞 3 部通过期间;地梁浇筑过程中,既有线结构隆起高度略有减小。

既有线结构和轨道上浮的最大测点在同一断面,且上浮比较同步,差异值 0.48 mm,并未引起道床和结构的脱离。

3.1.2 4 号线西单站施工对既有线的影响

4 号线西单站施工完毕后,最终引起既有线结构

上浮的最大值为 1.90 mm,既有线轨道上浮最大值为 2.89 mm。图 6 为结构和轨道上浮变形历时曲线(各个代表性的施工阶段在图上示出)。

由此可知,

1)既有线上浮主要发生在导洞施工阶段,大约占总体变形的 90 %左右;

2)左线洞室完全通过后,既有线结构上浮速率依然比较大,并无上浮收敛的趋势,原因是当左线完全通过后,右线开挖继续进行,土体继续卸载;而当右线各

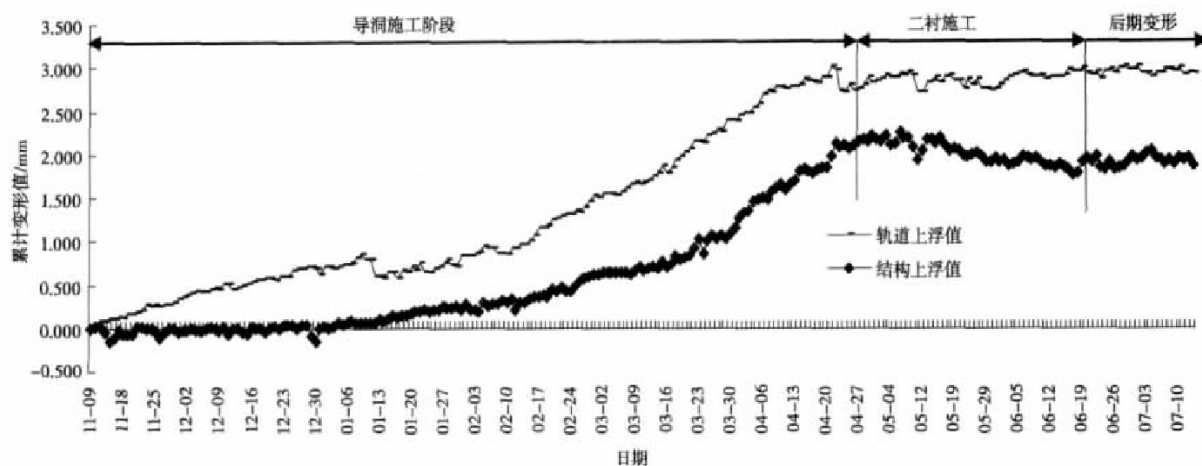


图6 既有结构和轨道上浮最大的测点变形历时曲线图

洞室完全通过后,既有线结构上浮速率减缓,有一定的收敛趋势,主要原因在于左右线全部通过,土体卸载基本完成,由于深层注浆和自钻式预应力锚杆等施工辅助措施紧跟施工过程,结构上浮趋于收敛,当二衬结构施工完成后,既有线上浮才稳定下来。

既有线结构和轨道上浮的最大测点在同一断面,既有结构上浮值较轨道上浮值大(分析其主要原因为列车震动对道床的影响较大而造成的),差异值为0.99 mm。为了准确掌握道床和结构是否脱离,在上浮最大断面处的道床上进行现场取芯检测,结果发现芯样断裂面新鲜,而且有明显的断裂痕迹,说明既有线结构和道床未发生脱离。

另外,所有的轨道静态几何尺寸变形也都在控制范围之内。

### 3.2 对周边环境的影响

对周边环境的影响主要指长安街的沉降情况。通过施工过程中的监测,发现在5号线东单站施工过程中引起长安街的沉降最大值为-55.7 mm,而在4号线西单站施工过程中引起长安街的沉降最大值为28 mm,小于前者。

### 3.3 受影响的机理分析

新建车站的施工打破了围岩内部原有的应力平衡,土体颗粒之间的空隙增大,虽然经过超前小导管注浆回填,但是不能使其恢复到原有程度,从而引起地表沉降;另外土体的卸载必然引起一定范围内的土体回弹,从而使既有线发生了变形。当施工完成后,围岩内部形成了新的平衡体系,使变形稳定。影响土体回弹的因素众多,主要有下列因素:车站开挖尺寸、车站开挖高度、总的卸载量、单次卸载量、车站底部土体

性质以及对围岩的扰动程度等<sup>[2]</sup>。

比较2个新建车站断面,东单站断面为23.6 m×9.2 m,西单站2个单洞断面为23.8 m×9.17 m,车站平面尺寸和开挖引起的卸载量相当。因此就要在单次卸载量以及对围岩扰动的程度等方面来寻找控制既有线变形和周边建筑物变形。主要控制措施有对既有线周边土体进行注浆加固,施做预应力锚杆以及调整施工工序来减少对围岩的扰动等。

## 4 结论

目前,北京地铁上穿既有线的车站有2座,如果仅从对既有线以及周边环境的影响程度的角度来判断,笔者认为采用“CRD”工法施工对既有线和周边环境的影响确实比采用“中柱法”施工要小。在施工过程中,结构受力体系简单,对围岩扰动的程度小,快速通过和及时封闭成环是很好的限制周边道路沉降和既有线上浮变形的措施。在以后选择上穿既有线的车站施工方法的时候,可以优先考虑浅埋暗挖“CRD”工法,以此来控制既有线的变形以及周边建(构)筑物的变形。

## 参考文献:

- [1] 胡熙波. 北京地铁5号线东单站暗挖隧道施工方案[J]. 隧道建设, 2006(1): 44-48.
- [2] 王梦恕. 地下工程浅埋暗挖技术通论[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2004: 289-437.

收稿日期: 2010-03-04

作者简介: 许俊伟(1983-),男,河南洛阳人,助理工程师,学士,主要从事地下工程的监控量测工作。