

Safety Influence and Control of Construction of Rail Transit Tunnel under Railway Station

Bo Yao

Hangzhou Mero, Hangzhou, Zhejiang, 310004, China

【Abstract】 With the deepening of China's urbanization process and the rapid economic development, traffic congestion, high population density, serious pollution, land and energy shortage appear in the process of urban development, and the effective use of underground space can provide a good solution to the above problems. Among them, the subway develops rapidly because of its own advantages of fast speed, safety and large passenger volume, but there is indeed a lack of research on the safety impact and control of the tunnel underpass construction. Based on this, mainly based on the cases of GY City rail transit Line 1 and KM City Line 1, the safety impact of the rail transit tunnel under the railway station is analyzed, and the relevant control measures are discussed.

【Keywords】 rail transit; tunnel undercrossing; construction safety

轨道交通隧道下穿火车站施工安全影响及控制

姚博

杭州市地铁集团有限责任公司, 中国·浙江 杭州 310004

【摘要】 伴随中国城市化进程不断深入以及经济快速发展, 城市发展过程中出现交通堵塞、人口密度高、污染严重、土地与能源紧缺等现象, 而通过有效运用地下空间能够为上述问题提供良好解决途径。其中, 地铁因自身所具有的快速、安全、客运量大等优势而迅速发展, 但是确实缺乏隧道下穿施工安全影响与控制的研究。基于此, 主要结合 GY 市轨道交通 1 号线与 KM 市 1 号线案例, 针对轨道交通隧道下穿火车站施工安全影响展开分析, 同时对相关控制措施进行探讨。

【关键词】 轨道交通; 隧道下穿; 施工安全

DOI: 10.12345/gcjsygl.v6i16.11847

1 引言

隧道开挖工程自身具有较高施工复杂性, 且在环境影响下, 施工时底层损失、扰动、固结沉降等相关问题无法避免, 此类问题会导致施工区域底层变形, 从而引发上方火车站房桩基与既有铁路出现移动或变形现象。故而, 在轨道交通隧道下穿过程中, 铁路与站房桩基变形是其安全影响与控制的关键所在。

2 轨道交通隧道下穿施工影响的必要性

伴随轨道交通发展, 地下隧道也开始朝向规模化与网格化方向发展, 但是部分城市在修建轨道交通过程中并未对其线路加以系统性规划, 再加之城市建筑密集程度所产生影响, 若想将轨道交通地下工程在有限空间之内修建, 便无法避免线路之间的相互交叉, 从而令节点车站穿越于隧道之内, 诸如北京、上海等一线城市已经出现类似隧道工程。现阶段, 中国已有轨道交通隧道下穿既有高速公路、铁路、隧道、立交桥等实际工程, 但是对于隧道下穿火车站施工安全影响与控制的研究仍较为缺乏, 再加之轨道交通发展速度教课, 需针对轨道变形现

象加以严格管控。虽然中国轨道交通发展已经取得一定成绩, 但是尚未形成针对轨道交通隧道下穿变形、轨道位移等统一运用安全标准, 导致轨道交通隧道浙川火车站施工安全影响与控制难以得到有效评价^[1]。

3 工程概况

3.1 案例一

南明区一沙冲路站区间段为双洞单股道, 长 925.411 m, 左侧隧道下穿站房(售票大厅与行包房)段长 55 m, 下穿站场段(客运站与股道)长 127.779 m, 右侧隧道下穿站房(售票大厅和股道)段长 55 m, 下穿站场(客运站与股道)长 128.811 m。从平面上来看, 沙冲路站区间隧道和火车站的站台和行李房的平面角度大约是 72.5°, 拱顶处的深度是 16 m。在纵向上, 车站的拱顶与车站地面高度相差 22 m。该区间隧道位于 GY 地区的北部溶蚀区, 项目位于城区中部, 周边建筑和相关结构十分复杂, 施工难度大。根据有关的信息, ZDK26 + 143.2~300-ZDK26 + 300 地层为一种以红黏土为主的块石地层, 下伏山系为二段白云岩型。本次调查中, 该区间的地下工程没有发现大范围的地面积水。总之, 该地区的水文、地质环境十分复杂, 在施工现场, 地下水、土壤等因素的作用对混凝土和混凝土皆产生微量侵蚀

【作者简介】 姚博 (1990-), 男, 中国浙江杭州人, 本科, 中级工程师, 从事城市轨道交通施工管理相关工作研究。

作用。由于地层的不同,地层的含水量也有一定的差别,特别是在喀斯特地带,这样的地层分布就比较不规则了。为了有效地降低围岩体的变形,减少围岩的松弛,从工程的实际情况和剖面出发,对中火车站一沙冲路区间洞下跨站房采用了全断面掘进的施工方案,车站下穿站场采取了“一步一回”的上下台阶法^[2]。

3.2 案例二

线路情况:为降低拆迁工作量,KM地铁一号线环城南路至火车站区间段,在环城南路采用竖向重叠隧道,随后线路顺延前进方向逐步扁平化展开,在达到火车站时以左右两线水平进展。虽然在施工过程中已对线路加以最大限度优化,但是仍需要在KM火车站地下出站厅、出站地道、无柱雨棚、站台、十二条股道等处进行下穿施工,从而导致建设难度加大。水文地质和工程地质情况:该工程地质条件较差,主要以杂填土、素填土、黏土、粉土、泥炭土、圆砾、粉土等类型土壤为主,盘龙江位于线路以西240m处,与该地区存在着水力学关系,其水位较高,在地面以下1.0~2.0m处可以看到地下水,经过检测,此地地下水不具备任何侵蚀性。

4 案例一施工安全控制措施与实施效果

4.1 安全控制措施

在开展地下近接施工过程中,极易引发周边围岩或土体开裂,从而引发地层变形现象,而轨道交通轨道与桩基对于变形极为敏感,因此在下穿段施工过程中需将沉降与桩基变形作为重点关注对象,针对案例一工程情况,论文所采取措施如下:

(1)对既有结构状况展开调查。在开展相关施工工作前,应针对既有结构展开深入勘察,对GY轨道交通火车站售票厅与行包房设计与相关工程资料加以收集,对各个关键构件与结构形成明确认知,并对结构所存有诸如开裂、漏水等病害详细记录。通过对已有与关键病害结构重点观察,在出现变形现象是,应在第一时间停止施工,并通过相关管控措施为结构安全性提供保障,随后可继续开展施工工作^[3]。

(2)强化现场监控量测力度,禁止爆破开挖。根据相关研究结果证实,该案例此段隧道下穿暗挖工程对于既有桩基与铁路会产生一定影响,为确保运用与桩基础结构安全性,在隧道铁路交叉点前方与后方位各40m范围内,对既有铁路与转变地表沉降监控测量加以强化。同时在建筑四角、大转角、沿外墙等每间隔10~15m处位置或桩基之上进行监控量测点的布置,从而加大针对既有建筑物沉降与倾斜观测注重力度。此外,除机械开挖方式以外,

在针对临近下穿段且货车通过时不能使用爆破方式进行开挖工作。

(3)注浆加固。兼有岩土体与实际围岩之中极易存有离散型,故而需对洞内超前支护质量加以提升,在施工工作开展前,可使用洞内预注浆方式低破碎岩体裂缝加以填充加固,从而促使加固区围岩自身曾在能力得到有效提升,从而促使洞内变形情况发生概率进一步降低。同时,若在现场施工时发现洞内变形较大情况使,应在第一时间针对站房桩基使用注浆加固措施,令其能够与周边围岩紧密贴合,在切实减少应力集中的同时,避免桩基变形。

(4)加强管理与练习。GY市轨道交通1号线火车站一沙冲路展暗挖区域下穿GY火车站站房段施工过程中,相关施工单位需对内部管理加以强化,确保与铁路管护部门保持练习,相互协作开展隧道超前支护、施工管控、应急处理等工作。

4.2 案例一安全控制措施实施效果

4.2.1 地表或路基沉降

GY市轨道交通1号线火车站站台地面沉降随GY地铁1号线一沙冲路站一段的施工而逐渐增加,当二次衬砌结构稳定后,其最大沉降值为1.61mm、1.90mm、2.27mm、2.34mm。同时,GY市轨道交通1号线火车站站一沙冲路站沪昆铁路上下路基纵深沉降沟的最大沉降量为2.74mm,可满足GY市轨道交通1号线火车站一沙冲路地下隧道下穿GY车站站场段既有铁路变形控制要求。

4.2.2 桩基竖向沉降

一般条件下,桩基础及邻近土壤具有大的轴向刚性,因此,在任何部位,桩基础的垂直位移均不显著,最大垂直下沉出现在D-22桩基础上,4.89mm的相邻桩基础最大沉降差出现在D-22和D-24之间(中间间隔14.55m),为4.316mm,满足GY市轨道交通1号线火车站站一沙冲路下穿GY火车站站房部分已有桩基础变形控制要求。

4.2.3 暗挖区间修建安全性

GY市轨道交通1号线火车站站一沙冲路站地下开挖段完成后,左侧地下开挖段二次衬砌的最大安全系数为5.74,符合《铁路隧道设计规范》TB10003-2018《铁路隧道设计规范》中的抗震安全指标;同时,在地下隧洞右侧二次衬砌的最大安全系数为6.21,高于TB10003-2018《铁路隧道设计规范》中要求的2.4^[4]。

5 案例二施工安全措施与实施效果

5.1 案例二施工存有风险

由于KM车站桩基的存在,使盾构路径被切断,因此,线路只能在距离车站和车站不远的狭长地带

通过，然后继续向春城路行驶。在尽量降低施工危险、顺利绕过车站主要站台和铁路线时，也要面对并解决下列风险：

(1) 风险一：铁路招待所 5-6 楼层框架结构，路线从建筑东北角方向穿过，由于地下桩群过于密集，导致盾构施工中断，加之车站周边地势较高，属于老式建筑，如不做拆除处理，势必会引发更大风险。站在技术和经济效益角度上来看，拆除代价相对较小，故而采取对建筑进行拆除，并在盾构路线上的预埋件进行施工，可以将风险降到最小。

(2) 风险二：铁路大厦结构为 6-9 层，主要以钢筋混凝土预制桩为基础，其桩宽为 350 mm×350 mm，桩长为 12000 mm，

(3) 风险三：右线隧道结构外侧距站前高架桩基础为 1.724 m，与地下停车场出口处为 0.424 m。为了加强岩层的稳定性和避免结构的变化，在盾构工程实施前，采用旋喷技术对围岩进行了围岩的围护。旋喷桩型为 $\Phi 600@400$ 的旋喷桩，装内水泥掺和量为 22%，在 2 批次 6 组 28 天钻芯试件当中，周期中，其力学性能达到了 1.0 MP 以上。

(4) 风险四：在东北方向出站厅当中，其墙下桩基采用 PCA400 预应力管桩，其桩径规格为 400 mm，且桩长大于 20 m，柱下桩基为钻孔灌注桩，其直径为 600 mm，且桩长大于 24 m，在盾构前对地下出站厅进行临时拆除，对已经侵入盾构积垢的桩基加以拔除，在盾构竣工且稳定后，对地下出站厅实施重建。

(5) 风险五：在盾构穿越火车站股道过程中，有 4 个邻近无柱式雨棚桩基桩，而无柱桩基础为 600 mm 的钻孔灌注桩，其桩身长度超过 30 m，在无柱式雨棚桩基础上，护坡外侧与雨棚桩基之间的距离为：A 段左侧线 0.70 m，右线 0.87 m，B 段为 0.95 m，右线为 2.23 m，C 段为 2.32 m，右线为 3.13 m，D 段为 8.78 m，右侧线路已被截断。ABC 三个无柱式雨棚式地基，对盾构机进行精确的控制，D 是位于右线的盾构隧道，股道被截断，无法拆卸，采取托换桩方法，按以下步骤进行：1250 mm 钻孔孔桩—托梁制造—灌水棚柱—旋喷土体—挖破桩—破雨棚柱桩基础-C10 水泥回填-再压浆灌装^[5]。

5.2 案例二安全控制措施实施效果

(1) 地面变形控制指标的确定。通过运用变形累计值与变形速率双控指标开展控制工作，将变形值控制于 -10 mm，+5 mm 范畴之内，随后将变形速率控制于 ± 2 mm/d 范畴之内，这也是 KM 轨道交通建设当中需严格遵守的控制指标。在施工过程中，

通过建设完善施工方与第三方监控量测系统，采用盾构法变形、出土量和注浆量、推进速率等进行性格线性相关分析，并对其加以纠正，将施工期间最大沉降值控制在 -8.7 mm。工程建设中需针对六个进行洞内与洞外巡查，包括洞内外巡视、地面塌陷和凸出、管段衬砌的变形、建筑物的塌陷和倾角、地下水检测。

(2) 推进参数的试验确定。在基坑开挖过程中，应防止欠压和过压推进，必须对出土与掘进的关系进行严格调控，从而在有效避免过量出土或出土不足现象。在进入股道之前，按推进段的推力、刀盘扭矩和推进速度进行计算，根据出土量、注浆压力和变形量之间的线性关系，得出盾构机推力在 10000~12200 KN、刀盘扭矩 1900~2300 KN/m、12~28 mm/min、出土量 39 m³、注浆压力 0.15~0.3 MP、同时注浆 4.47 m³。通过隧道时，盾构机顶板的上端土压分别为 93.6-106.4 kPa，左边为 71.3-90.3 kPa；各回路的开挖总量为 39.21 m³。二次注浆时，用水泥-水玻璃双液浆，最大灌浆压强 0.3 Mpa，以克服同时灌浆的缺陷。在最短时间内将盾构脱出并在后侧充填浆液材料，同时与现场实际监测情况相结合，决定是否需要再次补浆注浆^[6]。

6 结语

综上所述，在针对城市轨道交通隧道下穿火车站施工过程中，应针对相关安全影响与措施加以深层次研究，确保城市轨道交通隧道能够顺利完工。但是，由于受到相关因素影响，导致施工过程中产生复杂的相互作用，故而也需加以进一步完善。

参考文献

- [1] 齐明明.城市轨道交通暗挖隧道下穿建筑物安全施工技术[J].中国设备工程,2021(22):250-251.
- [2] 孙伟良,李晓克,程凯书,等.大直径地铁隧道下穿南水北调中线总干渠影响分析[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2020(05):46-52.
- [3] 吴建勋.城市轨道交通盾构隧道下穿人行通道施工影响规律分析[J].山西建筑,2020(19):141-143.
- [4] 姜志远.城市轨道交通暗挖隧道下穿建筑物安全施工技术[J].砖瓦,2020(04):114-115.
- [5] 宋兴宝.超大直径泥水平衡盾构机近距离下穿运营轨道交通区间隧道施工技术[J].隧道与轨道交通,2019(04):29-34+58.
- [6] 张文明.轨道交通隧道超小净距下穿运营铁路和运营区间隧道施工技术研究[J].隧道与轨道交通,2019(S2):101-105.