

# 规划一路下穿东北环线铁路设计探索

王彦

中国铁路北京局集团有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i7.8248

**[摘要]** 规划一路下穿东北环线铁路, 该地区地下水位高, 基坑开挖深度较大, 且周边建筑物较多, 对施工降水止水和基坑支护要求较高。双排桩在设计上是为了增加桩体本身的刚度以减少桩顶移位, 基坑内采用了直径 40 厘米的管井进行降水, 并在双排桩之间和铁路侧基坑顶附近设置了止水幕布, 形成了闭合降水区域, 通过采取这些措施有效地防止了基坑周围地面出现大面积的沉降, 保证了基坑不进水作业和周围建筑物的安全, 同时也保证了同时也确保了基坑不会出现积水的情况。桥区范围内现有 1-5 米框架涵洞需拆除 1 座, 确保框架桥在改造桥梁的同时, 采用成熟的切割工艺, 合理分割, 细化切割、拆除施工方案, 确保桥体顺利封顶。

**[关键词]** 下穿; 铁路; 顶进; 框架桥; 设计

## Exploration of design for a planned route under the Northeast Ring Railway

Wang Yan

China Railway Beijing Bureau Group Co., LTD

**[Abstract]** The plan involves constructing a road that passes under the Northeast Ring Railway. This area has a high groundwater level, and the excavation depth is significant. Additionally, there are numerous surrounding buildings, which impose stringent requirements on construction dewatering and foundation pit support. The design of the double-row piles aims to increase the stiffness of the pile body to minimize displacement at the pile top. A 40 cm diameter pipe well is used for dewatering within the foundation pit, and water stop curtains are installed between the double-row piles and near the top of the foundation pit on the railway side, forming a closed dewatering area. These measures effectively prevent large-scale ground settlement around the foundation pit, ensuring that the foundation pit remains dry during construction and the safety of surrounding buildings. They also ensure that the foundation pit does not accumulate water. In the bridge area, one 1-5 meter frame culvert needs to be removed. To ensure the smooth completion of the bridge closure, a mature cutting technique is adopted, with a reasonable division and detailed cutting and demolition plan implemented.

**[Key words]** underpass, railway, jacking, frame bridge, design

### 引言

规划一路是, 向南与电子城西区已按原规划断面修建的新望京干道相连接。由于该地区市政交通设施比较薄弱, 现况路网密度不够, 另受周边高速公路、城市快速路和铁路的影响, 该地区对外联系通道很少, 且通行能力差, 随着该地区经济的快速发展, 交通量增长很快, 现有的联系通道及节点远远不能

满足使用需求, 已成为制约电子城西区和电子城北扩区发展的重要因素, 因此, 完善东五环两侧辅路系统, 将规划一路与东五环连接则成为解决电子城西区和电子城北扩区交通出行的关键。

### 1 工程概况

#### 1.1 既有铁路情况

桥址位于东北环线铁路望京站至星火站之间的区间线路上, 拟建规划一路与既有东北环线铁路交叉处铁路里程 K43+666.37, 对应道路里程为 K0+861.235, 交角为  $80.2^\circ$ 。桥址处东北环线铁路为单线电气化铁路, 直线区段, 列车运营时速为 90km/h, 铁路呈东西走向。该路段采用路基形式通过, 填方高度在 2.5 米至 3.0 米左右。东北绕城铁路是一条 60 千克/米钢轨, 采用钢筋水泥枕木无缝连接的线路。桥区影响范围内铁路路基有电气化钢筋混凝土接触式网杆 109#~111#, 其中拟建框架桥上接触式网杆 110#, 东侧 109#与框架桥外墙间距 20.4 米, 与路基防护桩间距 11.4 米; 111#西侧距框架桥外侧壁 57.7 米, 距路基护桩 48.4 米。铁路路基北侧有一趟昌双贯通, 距离铁路中心线 38.3m, 其中昌双#033 电源杆位于框架桥工作坑影响范围内。用于铁路南、北路基坡脚外敷的通信光缆、信号电缆若干条。施工前需防护或迁改处于影响范围内的铁路设备及局部设备。桥址范围内有一座 1-5m 铁路框架涵, 桥涵编号为“桥-12”, 铁路里程为 K43+671, 该桥作用为交通, 施工期间需进行拆除。铁路路基现状排水为散排, 施工完成后按原状恢复。

表 1 中列出了岩土层的基本承载力  $\sigma_0$ 、压缩模量  $E_s$ 、黏聚力  $C$  以及内摩擦角  $\phi$  的推荐值。

地层编号	地层名称	地基基本承载力 $\sigma_0$ (kPa)	压缩模量 $E_s$ (MPa)	黏聚力 (快剪) $C$ (kPa)	内摩擦角 (快剪) $\phi$ (度)	土的重度 $\gamma$ ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )	渗透系数 $K$ (m/d)	桩周土极限摩阻力 $f_i$ (kPa)
①	杂填土			0	5	17.0		
① <sub>1</sub>	粉土填土		7.8	7	22.2	20.2		
②	粉土	170	12.82	7		19.9	0.5	55
② <sub>1</sub>	粉质粘土	90		20	10		0.05	50
③	粉质粘土	140	8.2			20.0	0.05	45
③ <sub>1</sub>	粉土	210	14.05			20.0	0.5	60
④	粉质粘土		12.7	31	14.2	20.5	0.05	
④ <sub>2</sub>	细砂			0	30	20.3	1.5	
⑤ <sub>1</sub>	粉土			8	22		0.5	
⑤ <sub>2</sub>	细中砂			0	30	20.5	5.0	

### 1.3.2 水文地质特征

本次勘测存在上层滞水(一)、下潜(二)两层地下水, 最大探方深度 20.0 米。上层滞水的水位埋深在 0.8 至 1.9 米之间, 水位标高为 33.47 至 33.50 米, 含水层的岩性主要由杂填土 ① 层和粉土填土 ①<sub>1</sub> 层组成。近 3 到 5 年内, 潜水的最高水位为 28.0 至 30.0。该遗址的土壤化学侵蚀类型为盐类结晶侵蚀, 环境作用等级为 H1, 依据《铁道工程地质勘测规范》(TB10012-2007) 的有关规定。

## 2 顶进框架桥设计

结构按道路布置采用四孔连体式框架结构 1, 净跨为 7.5-15~15-7.5 米, 框架桥中心线与东北环线铁路中心线的

### 1.2 铁路规划情况

根据北京铁路枢纽总图规划, 北京枢纽中环线由东北环、东南环、西南环组成, 规划具备开行市郊列车的条件。东北环线铁路为枢纽中环线的重要组成部分, 除规划开行市郊铁路列车外, 还承担京张城际铁路方向的动车组列车。规划为双线电气化自闭铁路, 规划铁路位于既有铁路南侧, 线间距为 5m, 与既有铁路并行等高布置。本区域有京沈客专、京秦第二通道城际铁路、环北京城际铁路廊坊至怀柔南段等在建及规划铁路, 上述铁路与拟建下穿立交桥无交叉。

### 1.3 地质情况

#### 1.3.1 地层的物理力学性质岩土层

拟建场地位于北京平原区, 该区域现状主要为拆迁后空地, 局部为林地、民房、道路等, 原始地形地貌已经人为改造, 目前场地地势总体平坦, 局部微起伏。总体地势北侧高, 南侧低。遗址地表一般分布建筑垃圾和人工填土。由上而下主要由杂填土、粉土、粉质粘土、细砂等层组成土层分布, 由粉土和粉质黏土组成。

夹角为  $80.2^\circ$ , 最小钢轨底面距离框架桥顶板顶面为 0.8 米, 为框架桥上部与东北环线铁路中心线之间的夹角。桥架全长 223.8 米, 全宽 50 米(正向尺寸桥架), 桥顶平面面积 1119.3 平方米。框架桥结构总高 8.7 米, 结构净高 6.6 米, 顶板厚 1.0 米, 底板厚 1.1 米, 边壁厚 1.0 米, 中壁厚 1.0 米, 边孔、中孔顶板均为  $0.5 \times 1.5$  米, 底板、腋板均为  $0.2 \times 0.2$  米, 框架桥主体长 15 米(以上尺寸均为框架桥正向尺寸)。

框架桥的结构底板底标高 28.304m, 基底压应力为 120kPa。结构基底位于粉质粘土第 ③ 层, 满足基底压应力要求的基础承载力 140kPa 3。



系的纵梁置于横梁之上, 横梁的两端则支撑在路基防护桩上。线路的加固范围: 线路加固全长 75.0m, 超框架桥两侧不小于框架桥高并留不小于 3m 的剩余量。为了保证框架桥的顺利顶进, 在线路加固横梁上采用 40B 工字钢, 纵向梁采用 45B 工字, 每隔一根木枕穿一根横梁, 在横梁间距 0.6 米、1.2 米范围内循环布置, 平均间距为 0.9 米, 在线路两侧 2.1 米处放置纵梁双根一束布置线路加固纵梁, 用 U 型螺栓与横梁连接。

## 5 既有桥拆除方案

### 5.1 旧桥拆除流程

旧桥四角桩体防护拆除旧桥两侧挡墙钻穿绳孔线路加固桥体顶进旧桥穿绳切除第一步桥体继续顶进旧桥穿绳切除 N 步桥体顶进就拆除线路加固旧桥四角桩体防护拆除旧桥两侧挡墙钻穿绳孔线路加固桥体顶进就拆除旧桥两侧挡墙钻穿绳孔线路加固

### 5.2 施工方案、方法

在施工中, 当新桥桥顶进入距老桥 0.5 米时, 就开始进行老桥拆除施工, 每循环拆除一座老桥, 直到新桥桥顶进入 1.0 米后, 再进行循环施工。本工程旧桥拆除采用较为成熟的

表 2 监测与测试的控制要求和报警值

序号	速度 $v$ (km/h)	轨距 (mm)	水平 (mm)	高低 (mm)	轨向 (mm)	三角坑 (mm)
1	$v \leq 45$	+8、-4	6	6	6	6
2	$120 \geq v > 45$	+7、-4	6	6	6	6
3	$160 > v > 120$	+6、-4	6	6	6	6
4	$160 \leq v$	+2、-1	4	4	2	3

当监控到数值超过以上时, 现场马上整修线路。

### 6.2 监测频率

监控工作要贯穿施工始终。建设前观测 3 次, 以观测到的数值为初步数值。

线路两侧的下水井在下沉量接近限值、线路抢修、每 3 小时观测一次、前 7 天一次的情况下, 开始限速降水后, 立即停止降水。如沉降量较小和趋于稳定后, 则 7 天后每 8 小时进行观测一次。每次测量形成记录, 提供线路变化趋势。

### 6.3 监测精度

水平位移的测量精度要求为 1.5 毫米, 垂直位移的测量精度要求为 0.3 毫米。

## 7 结语

规划一路下穿桥址地处东北环线铁路路基段, 地下水位高, 地基土层均为粉土、粉质粘土及细砂层, 渗透系数大, 土层在水下粘聚力小, 基坑开挖深度达 7.5 米, 且位于北京市内, 周围建筑物较多, 不允许有较大的地面沉降, 同时要保证基坑内降水不会造成周围水位的明显变化, 在设计时需要考虑的因素比较多, 设计技术难度较大, 因此, 在施工过程中, 基坑内的降水不会引起周围水位的变化, 设计时需要考虑到的问题较多, 因此, 基坑内降水不会造成周边水位的明显变化, 在设计时需要考虑到的问题较多, 设计过程中需要考虑到的因素较多, 需要考虑的因素较多, 在设计中需要考虑的内容较多, 需要在设计过程中考虑到的因素比较多, 需要考虑到的问题较多。

金钢链绳锯、碟锯对旧桥进行分段切割处理。施工步骤如下:

(1) 按顶进桥体进尺 (1.0m) 与沉降缝的位置, 在慢行点前 (45km/h) 作旧桥内墙切线标记, 切线间距在 1.0m 左右。

(2) 用水钻在箱内顶板正中与上八字下 0.1 米的切线位置, 在慢行点前 (45km/h) 钻穿绳孔, 直径 0.05 米。

(3) 在慢行点内 (45km/h), 2 台碟锯安装在地道桥内侧壁上, 边对墙体进行切割, 也就是在加固线路时进行。

(4) 线路加固完毕后清除路桥顶板石碴, 在横梁工字钢下垫枕木支墩, 将 0.7 米的土方 (穿绳作业坑), 在路桥两侧清除 0 处土方, 使路桥顶部板石碴在横梁上施工。

(五) 地道桥安装绳锯机对地道桥顶板进行切割, 每块顶板切割 2 根绳锯, 根据线路加固完成进度进行。

(6) 旧桥墙体、底板、顶板混凝土按桥体顶进尺逐段采用破碎炮破碎。

## 6 铁路施工指导性监测方案

### 6.1 监测范围及控制要求

施工时对铁路轨道实行监视, 监视范围为: 线路加固范围及其两端再向外放 20 米, 测点布置在钢轨上, 间距为 5 米。

经测算, 基坑采用了有效限制桩顶移位的双排桩, 并在有效避免周边地面出现较大沉降的同时, 在双排桩之间增设了止水幕布, 形成了一个在有效避免基坑不进水作业的闭合降水区域。线路加固的设计尤为重要, 以保证框架桥的顺利顶进, 并满足铁路慢行 45km/h 安全顺畅通行的要求, 通过采用 3-5-3 扣轨加纵梁形成的多支点体系, 同时以路基防护桩、支撑桩、顶进前端抗横移桩、顶进前路注浆加固等措施辅助三桩体系。确保了铁路路基在架桥顶进时的稳固, 同时也为列车的通过提供了稳固的保障。在既有桥拆除方案中, 利用目前切割拆除的成熟工艺和先进器械, 细化切割拆除的工艺要求, 并合理分节, 边拆除边顶进, 为框架桥的顺利顶进提供了技术支持。目前国内道路建设发展迅速, 类似立交改造未来可借鉴该项目的设计探索。

## [参考文献]

- [1]TB 10002-2017 J 460-2017 铁路桥涵设计规范[S].
- [2]TB 10092-2017 J 462-2017 铁路桥涵混凝土结构设计规范[S].
- [3]TB 10093-2017 J 464-2017 铁路桥涵地基和基础设计规范[S].
- [4]铁道第四勘察设计院桥隧处.桥涵顶进设计与施工[M].北京: 中国铁道出版社, 1983: 175-197.