

受66kv高压线影响临近既有营业线 特大桥人工挖孔桩施工

房书刚, 赵文龙

中铁电气化局集团有限公司, 北京 100071

摘 要 : 临近既有高路堤铁路营运线及66kv高压线的环境下进行基坑开挖施工, 由于场地受限、铁路线运行安全要求及高压线作业安全的要求, 通常需要采用支护结构进行支挡, 以确保高路堤铁路边坡及人工挖孔孔壁的稳定。本文针对天和永特大桥40#及41#墩临近既有高路堤铁路且位于66kv高压线下的双不利因素条件下人工挖孔进行归纳总结, 较为详细的介绍了人工挖孔技术及开挖过程中的监测监控。

关 键 词 : 66kv高压; 高路堤; 营业线施工; 人工挖孔

Affected By 66 Kv High Voltage Line, The Construction Of The Large Bridge Near The Existing Business Line

Fang Shugang, Zhao Wenlong

China Railway Electrification Bureau Group Co., LTD., Tongchuan, Beijing 100071

Abstract : The foundation pit excavation construction is close to the existing high embankment railway operation line and 66 kV high voltage line. Due to the limited site, the safety requirements of the railway line operation and the safety requirements of the high voltage line, it is usually necessary to use the support structure to ensure the stability of the high embankment railway slope and artificial hole wall. This paper summarizes the artificial hole digging under the double adverse factors of pier 40 # and 41 # adjacent to the existing high embankment railway and located under the 66 kV high voltage line, and introduces the manual hole digging technology and the monitoring and monitoring in the excavation process in detail.

Key words : 66kv high pressure; high embankment; business line construction; manual digging

一、工程概况

内蒙古赤峰市克什克腾经棚镇北部的天和永特大桥, 总长度1373.7米, 是一座新型双线铁路桥, 桥梁中间里程DK477+243.5, 桥梁共设墩台43座, 343个桩基础, 采用(1-20+41-32)m的双线简支T梁桥。本工程设计采用了一种新型的组合形式, 设计了一种新型的抗滑桩, 即采用了一种新型的抗滑桩。40#墩桩长9m, 共计14个, 41#墩桩长度为7米, 共计12个。在桩顶处设置1米高的冠梁, 使其成为一个整体。40#墩承台尺寸10.4 m(长)*4.5 m(宽)*2 m(高), 41#墩承台尺寸8.4 m(长)*4.5 m(宽)*2 m(高), 41#墩承台尺寸8.4 m(长)*4.5 m(宽)*2 m(高), 墩为圆端型实心墩, 40#墩高10.7 m、41#墩高8.7 m(含2.7 m托盘)。在DK477+907.85号桩上, 40-41#墩为新建的集通线, 设计了20.7米的简支梁。该大桥40#桩和41#桩分别处于既有有线南侧和北侧, 钢筋笼吊装和墩身模板的安拆均属于既有有线三级。桩基钻孔、砼灌注及冠梁施工均为紧靠既有有线B型线路的施工。施工便道、工作平台浇筑、承台施工等均为临近营业线C类施工。

二、地址条件及周边环境

(一) 地下水情况

该桥的地下水以第四系地层空隙潜水及基岩裂隙水, 以砂质粘土和强风化砂岩为主。该地区的地下水位一般在9.3-22.1米之间(1120.2-1133.45), 以大气降雨为主, 以蒸发为主, 其年平均波动范围在2.0-3.0 m之间。

(二) 工程地基层相关参数

研究区内发育了四系全新世的人工堆积层(Q_4^{al})回填土和杂填土, 上第三系晚更新世(Q_3^{al+pl})新黄土及粗圆砾土, 第四系上更新统冲洪积层(Q_3^{al+pl})粉砂, 西圆砾土, 粗圆砾土及卵石土, 下伏二叠系上统(P_2)变质砂岩及燕山期(γ_5)花岗岩。

(三) 周围场地环境

天和永特大桥^[9-10]40#、41#墩座落在66 kv热新1号、2号高压线的直接下面, 40#、41#墩原地面同高压线垂直净空高度分别为14.8 m、13.5 m, 底净空高压线严重影响了既有铁路两侧钻孔灌注桩机械设备吊装以及现场施工作业。另外, 在现有的集通线上, 新的天和永特大桥与现有的集通线呈37度交叉, 高填方路堤

* 作者简介: 姓名: 房书刚 性别: 男 出生年月: 1983年06月21日 籍贯: 河北省涉县 民族: 汉 学历: 本科 职称或职务: 中级 研究方向: 铁路桥梁施工

净宽2.44米，净高5.5米。40#及41#各部位同既有线路钢轨最外侧距离如表1所示。

表1 天和永特大桥40#及41#墩同既有线路的位置关系（单位：m）

序号		40#墩		41#墩	
1		硬隔离网	2.6	硬隔离网 3.7	
2		防护桩	3.7	防护桩 4.8	
3		桩基	6.5	桩基 7.4	
4	承台	路肩高差	4.1	承台	路肩高差 2.5
		钢轨	5.2		钢轨 6.5
5		墩身	7.6	墩身 8.3	

说明：表中距离为距离线路最外侧钢轨的最小距离

三、支护方案的选择

（一）钢板桩支护

钢板桩支护是利用打桩机及震动锤将钢板桩压入地下构成一道连续的板墙，作为深基坑开挖的临时挡土、挡水维护结构。钢板桩支护具有质量轻、强度高、桩与桩间连接紧密、隔水效果佳、施工灵活、板桩可重复使用等优点。

表2 6m钢板桩在66kv高压线作业安全距离判定（单位：m）

墩号	高压线实测数据			钢板桩施工高度	机械与高压线间的距离	66kv高压线安全距离	是否符合要求
	高压线	原地面	净空高度				
40#墩	1168.17	1150.06	18.11	14	4.11	6	否
41#墩	1167.08	1147.6	19.48	14	5.48	6	否

钢板桩在临近既有线施工存在侵限的风险，施工需要封锁施工。此外，钢板桩在66kv高压线作业，还应满足安全高压线下作业安全距离的要求^[11]。由表2可知，在66kv下钢板桩无法施工。

（二）人工挖孔桩支护

人工挖孔是一种采用人工开挖，现场浇筑的钢筋混凝土桩。人工挖孔桩施工简便，施工速度较快，无需大型机器，造价低廉。采用手工开挖法施工，不需要使用大型设备，没有侵入危险，只需要限制速度，且与原有成孔方式相比，对既有线的运营产生的冲击要小得多。另外，采用手工开挖孔桩，可进行多段并行，且能缩短工期，确保了工程的安全性。

（三）方案比选

通过对上述两种防护方案的对比分析，结合两桥墩所处位置的地质情况和现场施工环境，防护桩施工对高填方铁路路堤边坡稳定性的影响及基坑开挖对铁路线路运行安全的不利影响，故应选择人工挖孔防护桩作为基坑开挖支护的形式。

四、人工挖孔桩施工技术控制要点

（一）人工挖孔桩施工工艺流程

桩孔定位放线—挖除表层松土—按要求做砖砌护圈—轴线标

高抄测至护圈上—开挖第一节桩孔土石方—支护壁模板放附加钢筋—浇筑第一节护壁—检查桩位（中心）轴线—安装垂直提升架、吊桶、通风、照明设备—开挖吊运第二节桩孔土方（修边）—拆除第一节支第二节护壁模板（放附加钢筋）—浇筑第二节护壁—检查桩（中心）轴线—逐层往下循环作业—开挖孔底部分—检查验收—吊放钢筋笼—浇筑混凝土—完成桩基施工。

（二）人工挖孔桩施工关键工序及控制要点

1.开挖土方

人工挖孔桩严格按照“分块、分层、分段均衡开挖，及时开挖、及时支护”的原则进行土方开挖施工，基坑开挖工作面、修理边坡应自上而下分层分段进行。人工挖孔循环高度以土层孔壁保护直立状态为依据，以0.5m-0.9m为一个循环段。桩间距小于3.5倍桩径（4.375m），在混凝土护壁施工时须采用分段施工，以防穿孔、塌孔，且相邻桩施工应在已浇筑混凝土桩混凝土强度不低于5Mpa开挖或者跳桩开挖。弃土运至地面后及时从孔边运走。

2.安装孔口栏杆，警告标志，移动井盖，照明和通风设备

完成第一节孔后，就开始在孔内安装竖向输送的托架。支撑要求搭设牢固，牢固。当支撑完成后，在上面放置一块木板，上面铺上一块挑出的木板和三色布块，这样就可以防止雨水渗入到柱子里面。

在竖向输送架上装有滑轮及电葫芦钢索的电葫芦，地上有小车或倾卸车。在进行滑轮组、吊桶的装配时，一定要保证桶身与坑心对齐，以便在开挖时，可以直接地对桩心和围墙模模板的中心线进行精确的控制。从基坑中排出的炉渣由电葫芦排出，单次排出的渣量要严格控制，按《GB8918-2006重要用途钢丝绳》规定，取8mm的钢丝绳。该装置采用6×7+FC型钢缆，其最小断裂压力为33.4KN，比100*10=1KN高得多，能够达到设计的使用条件。为避免出渣时碎屑落入井内，采用了一种安全、可靠的保护措施。

3.浇筑护壁混凝土

混凝土护壁^[4-6]上下搭接长度不得小于500mm，混凝土浇筑强度为C35，塌落度80~100mm，拌合站搅拌，采用30mm插入式振动棒或插杆捣固。护壁厚度为200mm，钢筋采用HPB300 8间距200mm及HPB300 10间距380mm、360mm。

4.拆模继续下一段施工

护壁拆模强度应达到1.2MPa以上，24h后拆模，再开挖下一段土方，设立模板，浇筑混凝土，如此循环，直至设计深度。随后，做好清孔工作，进行隐蔽工程验收合格后，立即浇筑封底和桩身混凝土施工。封底混凝土采用C35混凝土，且厚度不得小于200mm。

5.桩身混凝土浇筑

桩身混凝土^[7-8]在浇筑前，做好二次清孔。彻底清除桩端沉渣，排除孔底积水，做好桩顶标注。桩身混凝土浇筑采用汽车泵泵送浇筑，浇筑时严格控制混凝土塌落度。每灌注1.0~1.5m振捣一次，随落随振，振捣密实，直到高出设计桩顶500~1000mm。

五、施工过程中的监测

由于天和永特大承台开挖工程施工可能会引起邻近既有集通线的不均匀地表沉降破坏构（建）筑物等问题，为了确保既有集

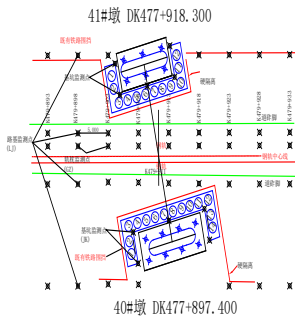
通线安全运营及进一步优化施工参数,根据规范及设计要求并结合本工程特点,确定本工程监测内容为:

天和永特大桥40#~41#墩于DK477+908.51(既有铁路里程K479+911)处采用20m简支梁跨越既有铁路,与既有线路斜交,在人工挖孔桩施工时对邻近的集通铁路路基及轨道进行监测,监测里程范围DK477+890~DK477+920,监测内容为地表沉降观测、线路位移监测。

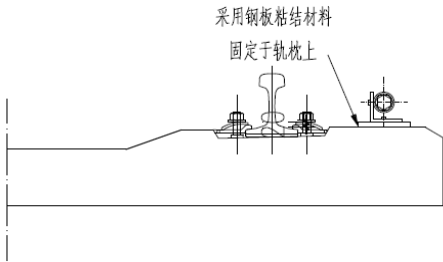
(一) 既有线位移及沉降观测

1. 观测桩的制作及埋设

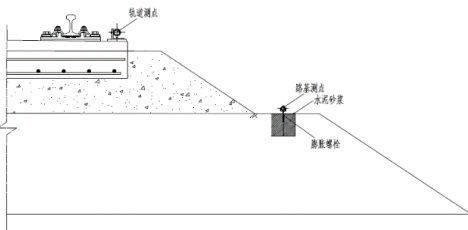
在人工挖孔桩对应的既有铁路轨面、路肩、路基坡脚设置观测点,观测桩埋深1m,形成固定观测点,详见图1所示。



(a) 天和永特大桥40#、41#墩邻近既有监测点布置示意图



(b) 轨道测点示意图



(c) 既有线路路基测点示意图

> 图1 既有线路位移及沉降监测点布置示意图

2. 观测方法

通过水准仪对水平观测桩的标高进行观测,测量标准按二等水准测量标准进行控制,测量精度应控制在 $\pm 1\text{mm}$ 。利用全站仪进行位移观测。

(二) 基坑围护桩观测

1. 测点布置

沿冠梁长边布置3个测点,短边布置2个测点

2. 测点安装方法

将刻有十字丝的测点设置在冠梁顶部中心位置。

3. 测试方法

利用全站仪进行监测。

(三) 沉降观测

利用位移观测点同时进行沉降监测。

(四) 监测频率

表3 监测频率

监测周期及监测等级 普速铁路		铁路营业线等级
施工期间	一等	1次/2小时
	二等	4次/1天
	三等	1-2次/一天
竣工一个月内	一等	1次/2天
	二等	1次/4天
	三等	1次/2周
竣工一个月后		根据是否达到停测标准确定是否继续监测

六、结论

随着国家内蒙古自治区基础建设的大力支持,临近既有铁路施工将不断增多。临近既有铁路线 and 高压线等不利因素限制下进行深大基坑的开挖将成为常态,如何选择合适的施工工艺,确保临近既有铁路线深基坑开挖过程中的安全及既有营运铁路线运行安全将成为重中之重。天和永特大桥在既有高路堤铁路营运线和66kv高压线的不利条件下,将钻孔灌防护桩变更为人工挖孔桩,不仅解决了高压线限制无法机械成孔的难题,更成功保证了营运铁路线的运行安全,避免的大型机械作业与铁路同行双重振动下对铁路高路堤边坡的稳定性不利影响,为今后类似的工程施工提供了宝贵的经验。

参考文献

[1] 聂晶. 人工挖孔桩施工注意事项分析[J]. 安徽建筑, 2024,31(01):149-150. DOI:10.16330/j.cnki.1007-7359.2024.1.055.

[2] 李晓亮. 220 kV 高压线下地铁车站施工技术及其安全性控制分析[J]. 北方建筑, 2023,8(04):73-76.

[3] 刘迪明. 有限高度下人工挖孔桩钢筋节段施工技术研究[J]. 工程设计与设计, 2023,(11):232-234.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.06.072.

[4] 董欢欢. 高速铁路站区列车振动荷载影响下人工挖孔桩位移特性及施工技术研究[J]. 高速铁路技术, 2023,14(02):106-112.

[5] 李伟. 临近既有线施工中人工挖孔桩防护措施探讨[J]. 中国住宅设施, 2023,(03):70-72.

[6] 黄志雄. 人工挖孔桩接力反循环钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁中的应用[J]. 交通世界, 2022,(32):119-121.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2022.32.019.

[7] 王巍, 王宇, 李辉等. 架空高压线下钻孔灌注桩安全快速施工方法[J]. 云南水力发电, 2022,38(05):125-127.

[8] 徐磊, 于健伟, 黄源. 人工挖孔桩施工技术要点与质量控制[J]. 中国建筑金属结构, 2022,(03):142-143.

[9] 集通电化施桥-06 天和永特大桥、集通电化施桥-06-补01.

[10] 关于印发《中国铁路呼和浩特局集团有限公司营业线施工管理实施细则》的通知(呼铁施工〔2021〕166号).

[11] 施工现场临时用电安全技术规范实施手册[S]. JGJ46-2005.