

新建集宁至大同铁路向阳特大桥跨明长城连续梁工程施工技术

谷松博

蒙冀铁路有限责任公司 内蒙古呼和浩特 010050

摘要: 新建集宁至大同铁路由乌兰察布站引出, 向南进入大同南站, 设计时速 250km/h, 预留 300km/h, 桥隧比 71.29%, 向阳特大桥跨明长城连续梁桥位于集大铁路 DK47+866 处, 桥跨布置为 (60+100+60) m 预应力混凝土连续梁, 该桥跨越处连续梁保护明长城文物施工技术是该桥重难点技术, 目前该连续梁已顺利合拢且明长城文物得到有效保护, 为同类高铁工程跨越文物保护单位施工提供有益借鉴。

关键词: 高铁桥梁; 连续梁工程; 文物保护; 施工技术

Construction technology of continuous beam project across Ming Great Wall of Xiangyang

Large Bridge of Jining to Datong Railway

Songbo Gu

Mengji Railway Co., Ltd Hohhot City, Inner Mongolia 010050

Abstract: The new Jining-to-Datong Railway starts from Ulanqab Station and heads south to Datong South Station. It is designed with a planned operating speed of 250 km/h and a reserved speed of 300 km/h. The bridge-tunnel ratio is 71.29%. The Yangtaiyang Super Bridge, a continuous beam bridge spanning the Ming Great Wall, is located at DK47+866 of the Jida Railway. The bridge span is arranged as a pre-stressed concrete continuous beam with a length of (60+100+60) meters. The construction technology for protecting the cultural relics of the Ming Great Wall at the bridge span is a challenging aspect of this bridge. Currently, the continuous beam has been successfully closed, and the cultural relics of the Ming Great Wall have been effectively protected. This provides valuable reference for the construction of similar high-speed railway projects involving the protection of cultural relics.

Keywords: High-speed rail bridge; Continuous beam engineering; Protection of cultural relics; Construction technology

引言

随着我国社会经济的不断发展, 各种建筑物应用而起, 高铁工程属于线性结构, 新建线路需跨越大量建筑物, 包括历史文物建筑, 需要建设大量高铁连续梁工程, 既要做到连续梁工程施工可行, 又要做到跨越处的建筑物得到很好保护, 由于连续梁跨越处的工程比较特殊, 因此在具体的施工中也可能会涉及到多项施工技术。在高铁桥梁工程连续梁跨越文物保护单位施工过程中, 为了保证高铁桥梁连续梁工程的顺利建设及文物安全, 就需要对连续梁工程的具体施工技术进行研究, 这样才能够有效保证高铁桥梁连续梁工程的施工顺利实施和跨越处文物安全。新建集宁至大同铁路向阳特大桥跨明长城连续梁工程, 一是跨越跨度大, 地形地质条件复杂。二是文物保护要求高, 需要对跨越处连续梁技术进行研究, 确保连续梁施工可行及文物安全。因此就需要加强对高铁桥梁工程施工技术质量的控制和管理, 通过合理应用这一技术能够有效提高高铁桥梁工程结构设计和施工质量, 从而为我国高铁桥梁工程建设奠定良好的基础^[1]。

一、向阳特大桥跨明长城连续梁跨越文物保护单位关键技术探究

1.1 0#块支架体系搭设

0#块施工采用盘扣式满堂支架方案。0#块长 14.0m, 主墩支架由于承台尺寸为 800×1360cm 不能满足支架搭设要求, 再在外 3 米的位置做 C30 混凝土硬化基础 (基础底面使用三七灰土换填), 腹板下方立杆横向间距 0.3m (采用 0.6m 间距盘扣架搭设, 中间用 48 钢管进行加密); 顶底板及翼缘板下方立杆横向间距 0.6m; 腹板下方立杆纵向间距 0.3m (采用 0.6m 间距盘扣架搭设, 中间用 48 钢管进行加密); 顶底板及翼缘板下方立杆纵向间距 0.6m; 支架步距为 1.5m。沿高度每个标准步距应设置水平层斜杆或扣件钢管剪刀撑。主梁采用 I14B 工字钢, 横桥向放置, 布置间距同支架立杆顺桥向间距 0.6m。顺桥向区段内次梁采用 10×10cm 方木, 顺桥向放置, 间距 0.2m。为保证支架稳定性, 在承台范围以外搭设支架时, 在底托位置放置两排方木增大受力面积。

1.2 0# 块永久支座安装

本连续梁永久支座采用 TJQZ-通桥 8361 (耐寒型) 型球形支座, 该系列支座类型分为固定(GD)、横向活动(HX)、纵向活动(ZX)、多向活动(DX) 支座四种。其中固定支座 1 个、横向活动支座 1 个、纵向活动支座 3 个、多向活动支座 3 个, 连续梁固定支座设置在 71#墩左侧支座处。

支座安装应根据支座的预偏量进行调整, 支座预偏量公式如下:

$$\delta = (T-T_0) \alpha L + \delta_s$$

式中: δ ——上下座板的计算错动量, mm;

α ——线膨胀系数, 钢取 0.0000118, 钢筋砼取 0.00001;

L ——梁跨长度, mm;

T ——安设支座时的温度, $^{\circ}\text{C}$;

δ_s ——成品梁未完成的收缩徐变量, 其值可根据《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB10002.3) 计算;

T_0 ——收缩徐变完成后上、下座板中线重合时的计算温度。其值可取为: $T_0 = T_{平} + \delta_{活} / 2 \alpha L$

其中 $T_{平}$ ——年度中最高温度和最低温度的算数平均值;

$\delta_{活}$ ——梁端下部因活载产生的位移;

$\delta_{活} / 2 \alpha L$ ——换算温度, 也可取 10°C 。

支座安装后预偏量调整后, 及时对支座进行临时锁定。

设计合龙段温度假定为 5°C , 本连续梁预计合龙温度为 5°C , 由于该温差引起的偏移量为:

$$70\#墩: \Delta 2 = \alpha \Delta T L = 1 \times 10^{-5} \times (5-5) \times 60 \times 10^3 = 0\text{mm}$$

$$72\#墩: \Delta 2 = \alpha \Delta T L = 1 \times 10^{-5} \times (5-5) \times 100 \times 10^3 = 0\text{mm}$$

$$集方台: \Delta 2 = \alpha \Delta T L = 1 \times 10^{-5} \times (5-5) \times 160 \times 10^3 = 0\text{mm}$$

支座号	边支座 70#	中支座 71#	中支座 72#	边支座 73#
偏移量 $\Delta 1$ (mm)	24.9	0	45.7	70.6
偏移量 $\Delta 2$ (mm)	0	0	0	0
总偏移量 (mm)	24.9	0	45.7	70.6
方向	←	0	→	→

1.3 节段悬臂浇筑法施工

向阳特大桥 60+100+60m 连续梁悬臂施工使用自锚式走行轻型菱形挂篮, 能满足最大节段重量施工。挂篮的后锚端距离前支点约 4.0m, 前支点中心距离梁端为 50cm, 本连续梁 0#块长度为 14.0m, 满足挂篮解体状态情况安装要求。挂篮单个重 40.56T, 自重与允许梁段最大重量 158.52t 比为 0.26。

该挂篮分主桁架、悬吊系统、走行及锚固系统、模板系统等四大系统。在进行挂篮悬臂施工时, 需要保证挂篮主梁具有足够的刚度和强度, 并将其作为整个挂篮工程的支撑结构。在进行挂篮设计时, 需要充分考虑到施工现场的具体情况来选择合适的挂篮主梁^[2]。在进行合拢段施工时, 首先应该对两个桥墩间的预拱度进行计算, 根据计算结果来对其进行调整。由于合拢段的长度和混凝土浇筑的时间都是不确定的, 因此在实际施工时应该先将合拢段进行浇筑, 然后再对其进行拆除。另外, 在对合拢段进行浇筑时要保证其浇筑速度和浇筑时间相匹配, 只有这样才能保证连续梁结构的整体质量^[3]。

1.4 文物保护技术

1.4.1 机械施工过程中对明长城的保护

在上跨明长城施工过程中, 机械施工在管理不当的情况下会造成对长城遗址的破坏, 因此在明长城附近使用机械进行现场施工时, 必须有施工队长和安全防护员进行现场指导。在施工过程中机械作业区域距离明长城遗址消声沟的安全距离不小于 5m, 以减小机械施工对明长城的影响。在施工过程中, 机械应进行严格控制, 挖掘机在开挖基坑过程中其作业半径不得超过消声沟外边界; 吊车在吊装过程中吊装作业半径不得超过消声沟外边界; 装载机在施工过程中由于灵活性比挖掘机和吊车高, 在作业时需加大防护和引导指挥, 确保装载机作业不得超过消声沟安全距离。对长城两侧 15 米范围外设置栏杆, 并设置禁止翻越, 践踏警示牌。

1.4.2 人员在施工过程中对明长城的保护

在施工人员进场前组织进行中华人民共和国文物保护有关规定的学习, 使施工人员详细了解明长城的意义, 同时在施工场地悬挂警示标语——“国家文物, 人人爱护, 破坏犯法”来警示施工人员保护明长城的重要性。施工范围内延长城遗址两侧搭设隔离带, 禁止施工人员进入。

1.4.3 排水沟设置

为了避免雨季施工对于明长城遗址的影响, 对明长城采用排水沟进行保护, 排水沟设置原则为“以排为主、以堵为辅”。排水沟采用素混凝土浇筑, 结构尺寸 60*60*60cm, 浇筑混凝土厚度为 15cm, 同时通过夯筑砌补的方式填补遗址本体表面已经形成的冲沟, 恢复遗址本体表面排水, 最后整体排水通过临时排水沟排入到渗沟处以防止遗址本体进一步受雨水的冲蚀破坏。

2.5.4 设置墙基排水

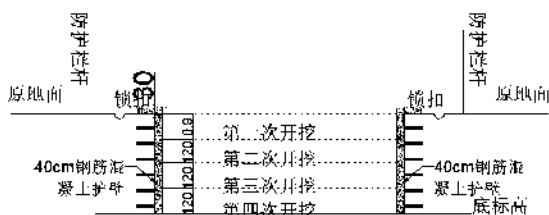
明长城遗址墙基及墙顶区域容易形成较大的汇水面，顶部集中水流和根部的积水是遗址本体破坏的主要原因。采用三七灰土，就地夯实形成不小于 5% 的坡度，宽度控制在 60cm 以上，以散水的形式对施工区域附近明长城本体根部进行组织排水。

1.4.5 稳定性监测

明长城受多年自然风雨的洗礼，遗址本体出现不同程度的各类病害，甚至局部坍塌。为有效的防治即将坍塌的遗址本体，对遗址本体进行前期、施工过程及措施实施后的稳定性监测。通过实时监测数据准确把握遗址本体的变化、位移趋势及大小，以指导保护加固措施的实施。具体方法一是根据现场实际情况在施工区域范围内进行布设沉降、位移观测点。二是沉降观测点和位移观测点按照每隔 10m 进行对称布点。三是采用电子精密水准仪进行沉降位移观测，并及时将数据输入计算机进行数据处理。四是根据数据处理结果，分析变形趋势及外力影响情况，并指导现场施工。

1.4.6 钢筋混凝土围圈防护

由于上跨长城连续梁墩台基础施工时对长城遗址可能产生不利影响，因此基坑开挖过程中要采用钢筋混凝土围圈防护，以达到减少对明长城的震动破坏。承台施工完成后，根据设计要求回填三七灰土。



墩台基坑开挖加固示意图

二、结束语

综上所述，为了有效保证新建集宁至大同铁路向阳特大桥跨明长城高铁桥梁顺利施工及明长城安全保护，必须对连续梁跨越处工程施工关键技术进行深入研究。目前该处连续梁已于 2023 年 4 月 15 日顺利合拢，且明长城已得到很好保护，该连续连续梁工程施工关键技术不仅能够满足工程顺利实施，同时也能够有效证明长城安全，因此，在高铁连续梁跨越文物实际工程中应该充分应用该种连续梁工程施工关键技术。连续梁跨越文物工程施工关键技术主要有 0# 块支架搭设、永久支座、悬臂法挂篮施工、文物保护技术等内容。在具体应用中，连续梁跨越文物工程施工技术具有一定的复杂性和综合性特点，在实际应用过程中应该根据实际情况进行合理选择。总之，在高铁桥梁连续梁跨越文物工程施工过程中，相关施工人员应该重视连续梁工程关键施工技术的应用，保证连续梁工程的顺利实施和文物相应保护。

参考文献:

[1]卢宝艳.高速铁路桥梁连续梁工程施工技术要点探究[J].工程机械与维修,2022(03):230-232.

[2]袁梦阳.高速铁路桥梁连续梁工程施工技术[J].工程技术研究,2021,6(06):100-101.

[3]门力.高铁桥梁连续梁工程施工技术探讨[J].工程技术研究,2020,5(16):90-91.

通讯作者：谷松博，出生年月：1981.10.19，民族：汉，性别：男，籍贯：内蒙古丰镇市，单位：蒙冀铁路有限责任公司，职位：主任部员，职称：高级工程师，学历（在读研究生须注明博士研究生或硕士研究生）：大学本科，邮编 010050，研究方向：铁道工程