

双肢薄壁空心墩系梁施工支架方案的研究与应用

唐鑫, 赵启强, 孟柯, 支开成

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610036)

摘要:结合乌鲁木齐绕城高速(西线)工程 PPP 项目头屯河连接线特大桥主桥双肢薄壁空心墩系梁的特点,重点介绍了墩系梁支架的设计思路及施工工艺流程。该墩系梁支架方案由穿心棒法与满堂脚手架现浇支架法相结合,有效地解决了双肢薄壁空心墩系梁施工平台的搭设问题,既保证了施工安全,又节约了工程措施费,加快了工程进度,所取得的经验可为后续类似高墩系梁的施工借鉴。

关键词:双肢薄壁;空心墩;系梁;穿心棒法;现浇支架法;乌鲁木齐绕城高速

中图分类号:U41;U443;U445

文献标志码:B

文章编号:1001-2184(2024)03-0037-04

Study and Application of the Construction Support Scheme for Double-limb Thin-walled Hollow Pier Tie Beams

TANG Xin, ZHAO Qiqiang, MENG Ke, ZHI Kaicheng

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610036)

Abstract: Based on the characteristics of the double-limb thin-walled hollow pier tie beams of the main bridge of the Toutunhe District super-large bridge in the PPP project of the Urumqi Ring Expressway (Western Route), this paper mainly introduces the design ideas and construction process of the pier tie beam support. The pier tie beam support scheme is based on the combination of the piercing core bar method and the cast-in-place support of full-scaffold method, and the combination of the two kinds of support schemes effectively solves the problem of setting up the construction platform of double-limb thin-walled hollow pier tie beams, which ensures the construction safety, saves the project measure cost, speeds up the project progress, and provides reference for the following similar high pier tied beam construction.

Keywords: Double-limb thin-walled; Hollow pier; Tied beam; Piercing core bar method; Cast-in-place bracket method; Urumqi Ring Expressway

1 概述

乌鲁木齐绕城高速公路(西线)工程主线长 93.616 km,按照双向八车道高速公路标准设计,设计时速为 100 km/h,路基宽度为 41 m。其中头屯河互通连接线路基宽度为 19 m,设计时速为 60 km/h,为一级集散公路^[1]。头屯河互通连接线特大桥属于该工程中长度最长、高度最高的一座特大桥。头屯河连接线特大桥主桥全长 764 m,主桥跨径布置为(82+4×150+82)m 预应力混凝土连续刚构,主桥墩柱采用变截面双肢空心矩形墩,墩顶横断面尺寸为 11.0 m×2.5 m(横桥×顺桥),墩底横断面尺寸为 11.00 m×4.05 m

(横桥×顺桥),最大墩高 114.8 m。主墩 1 号墩不设墩系梁,2~5 号墩各设置 1 道墩系梁。主桥墩系梁结构见图 1。

2 工程特点及存在的重难点问题

2.1 墩系梁设计参数

2~5 号墩系梁位于双肢薄壁空心墩之间,距离承台顶面的最大高度为 28.8 m,墩系梁高度为 3.8 m,长度为 10.7 m,宽度为 4.0 m,在系梁与墩柱相接处设置了 0.5 m×0.5 m 的倒角,系梁中间为两个 2.2 m×2.2 m 的正方形空心。

2.2 墩系梁施工存在的重难点问题

由设计图纸得知墩系梁距离地面的最大高度为 28.8 m,属于三级高空作业,且双肢墩柱之间

收稿日期:2024-04-05

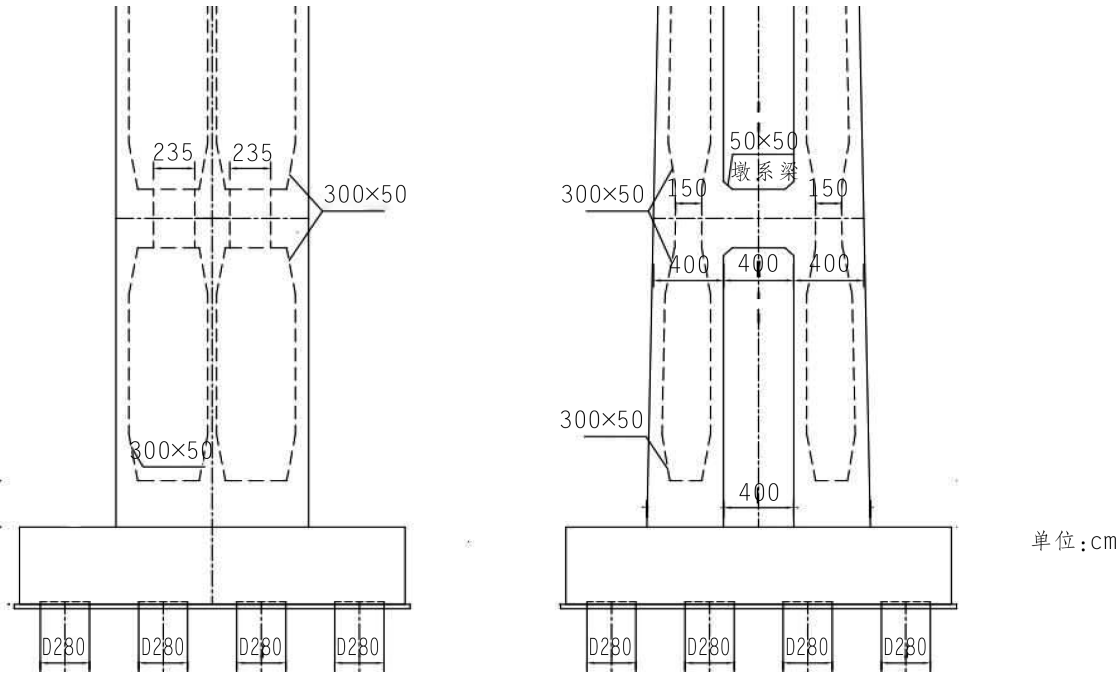


图1 主桥墩系梁结构图

的距离仅为4 m,受限空间内高处作业的施工安全风险极大;施工过程中,需要采用汽车吊在墩柱间狭小的空间内进行材料运输,极易出现高处坠物等安全事故。

鉴于该工程桥梁中的墩系梁体积大,加上模板、支架、施工荷载等,其单个墩系梁施工总荷载达500 t以上。在如此高的墩柱上搭设施工平台,现浇大体积混凝土结构,其支架平台的安全和稳定十分重要,一旦施工支架平台出现倾覆或垮塌而造成的经济损失和社会影响不可估量。因此,墩系梁施工支架平台的方案设计尤为重要。鉴于墩系梁是保证双肢薄壁空心墩稳定的重要结构,在墩系梁没有施工完成的情况下,墩系梁上部的墩柱结构不能施工过快、过多,因此,该系梁支架施工平台必须在满足安全、可靠的前提下,还需尽量考虑其安装与拆除方便,以保证工程施工的进度。

3 墩系梁支架的选型与设计

在常规现浇支架法中,满堂脚手架现浇支架法在桥梁中的应用较为广泛,多数桥梁的箱梁桥跨结构均采用此法进行施工。其通过对桥跨下方的基础进行硬化处理,使用脚手架在处理后的基础上搭设支架平台,在其上方安装模板、钢筋进行

箱梁现浇。施工过程中,荷载通过模板传递到支架立杆,再传递到硬化后的基础上。但此法适用于桥跨高度不大的桥梁,而该工程中墩系梁的最大高度达到28.8 m,故采用该施工方法不仅施工成本较高,还严重影响工程进度。

桥梁的盖梁结构常采用穿心棒法进行支架平台的搭设。在墩柱浇筑过程中,通过在墩柱中预埋钢棒,以钢棒为基础形成支架平台,将施工过程中的荷载通过支架平台传递给钢棒,再通过钢棒传递至墩柱。与满堂脚手架现浇支架相比,该方法减少了支架从地面往上部搭设的过程,即减少了过程措施费,同时有利于施工进度。项目部技术人员经研究后将穿心棒法引入该工程墩系梁施工平台施工,在空心墩浇筑过程中于双肢空心墩内侧按一定间距预埋钢棒,并将钢棒伸出墩柱一定的长度以此形成基础,在钢棒上放置工字钢作为主梁,然后在主梁上按一定间距放置工字钢作为分配梁,此时支架基础平台基本形成,再在该平台上安装模板与钢筋。鉴于墩系梁空间狭小的特点,若采用钢模板则因钢模板自重太大,其模板安装、拆除的过程将十分困难,特别是底模拆除时难度更大,因此,该工程墩系梁只能采用木模板。轻便的木模板可以方便地在狭小的高空平台上制

安,再将满堂脚手架引入墩系梁支架,以工字钢形成的平台为基础,在此基础上搭设一定高度的脚手架,通过调整脚手架的立杆高度在底模板两侧形成倒角,同时待后期系梁浇筑完成、拆除脚手架后在底模板下形成空间,进而为底模板的拆除提供操作空间。

4 墩系梁的施工

4.1 施工工艺流程

根据该工程墩系梁的结构和支架方案,墩系梁施工工艺流程为:施工准备→测量放样→支架安装→底模板安装→钢筋制安→侧模安装→底板及腹板混凝土浇筑→内模安装→顶板钢筋制安→顶板混凝土浇筑→洒水养护→模板及支架拆除。

4.2 施工方案及操作要求

4.2.1 测量放样

墩系梁与墩柱施工采用“异步施工”法,待液压爬模爬升至系梁段以上时再进行系梁的施工。根据设计图纸、导线点及高程点,利用全站仪和水准仪对系梁位置进行精确放样,在墩系梁位置钉上水泥钉,通过系梁底高程反算支架预埋件高程,最后由测量人员进行复核,将成果整理成资料上报监理并经验收合格后方可进行系梁的施工。

4.2.2 墩系梁支架的施工

4.2.2.1 支架结构的细部设计

系梁支架采用“穿心棒+型钢”作为受力支撑平台,在该平台上搭设扣件钢管脚手架作为系梁底模的支撑体系。系梁的整个支撑体系由上至下主要由底模板、10 cm×10 cm 方木、可调顶托、钢管脚手架、10 号槽钢、分配梁、主横梁、Q345 穿心棒组成。系梁模板采用厚度为 1.2 cm 的胶合板,脚手架采用壁厚 3.6 mm 的 Φ48 钢管,其搭设高度为 1.2 m。脚手架立杆底端布置通长 10 号槽钢,槽钢与分配梁点焊连接,分配梁采用 I36a 工字钢^[2]纵桥向布置,其单根长度为 4 m,间距为 0.5 m,在分配梁下布置 HN500×200 型钢作为主梁,主梁紧贴墩柱安装,每根主梁下设置 6 根穿心棒,穿心棒直径为 120 mm,规格为 Q345。

4.2.2.2 支架的安装

(1) 支架的安装流程

预埋件安装→穿心棒安装→承重主梁安装→

分配梁安装→搭设钢管支架→支架验收→进入下一步工序。

(2) 安装工艺

①预埋件的安装。墩柱施工至系梁底部位置时,在墩柱两肢内侧沿横桥向每间隔 2 m 预埋直径为 140 mm 的 PVC 管,长度为 0.6 m。PVC 管每侧布置 6 根,其中心位置为系梁下倒角 1.82 m 处。为确保穿心棒顶标高处于同一平面,当墩柱钢筋与预埋件位置相抵触时,可适当调整墩柱钢筋。

②穿心棒的安装。待墩柱液压模板架体爬升至系梁以上时开始安装穿心棒。穿心棒通过汽车吊吊至预埋 PVC 管位置,由施工人员将其插入预埋孔并在四周打入钢楔进行固定,以保证钢棒在施工过程中稳固、不转动。

③主梁的安装。主梁采用 HN500×200 型钢,左右各布置一根。考虑到两侧的作业平台,其主梁型钢的每根长度为 15 m,系梁结构占用主梁型钢 10.70 m,主梁型钢两侧各预留 2.15 m 作为施工人员的操作平台。根据型钢原材的长度,型钢拼接的位置应布置在穿心棒附近,且型钢拼接应在地面完成,采用汽车吊将其吊至穿心棒位置。

④分配梁的安装。a. 安装分配梁之前,首先对主梁型钢进行调平。b. 分配梁采用 I36a 工字钢,其单根长度为 4 m,间距为 0.5 m,与主梁采用螺纹钢点焊固定,分配梁采用汽车吊进行吊装。c. 分配梁安装完成后,铺设 10 号槽钢作为墩系梁钢管支架的底托,槽钢间距为 0.6 m。

⑤钢管支架的搭设。钢管支架采用 Φ48 钢管,其搭设高度为 1.2 m,步距为 0.6 m、纵距为 0.5 m,排距总体保证 0.6 m,在系梁倒角位置进行适当调整^[3]。为保证横杆水平,必须控制好立杆的顶标高,使立杆、横杆能顺利连接并需认真调节 10 号槽钢的标高。根据立杆及横杆的设计组合,从底部向顶部依次安装立杆与横杆。安装时,应首先完成所有立杆及部分横杆,再逐层往上安装,同时安装剩余的所有横杆。在立杆顶部安装可调顶托,并将顶托的伸出量控制在丝杆的 1/3 之内。在顶托上横桥向布置 10 cm×10 cm 的方木,其间距为 0.6 m。

4.2.2.3 支架的检测

支架拼装、焊接完成后,由项目部相关部门分别对支架的尺寸、间距、焊缝等进行检查验收,并认真记录验收数据,验收的数据和结果必需由相关人员签认后方可进行下一步工作。

4.2.3 墩系梁施工

墩系梁支架检查并经验收后按照常规的工艺流程进行模板、钢筋和混凝土施工。由于该系梁为空心结构,共分两次浇筑完成,先进行底板、腹板的浇筑,再进行顶板的浇筑。

钢筋在车间内严格按照设计图纸及施工规范的要求进行加工,其主筋直径不小于 22 mm 的接头采用直螺纹套筒连接^[4],骨架钢筋全部采用焊接。

系梁模板采用木模板散拼,待钢筋骨架安装好后,先在钢筋骨架四周布置高强度砂浆垫块,然后采用汽车吊起吊,在模板外侧设置 10 cm×10 cm 方木作为背肋,其间距为 30 cm;背肋采用双排 Φ48 钢管利用对拉螺杆固定,钢管的水平间距为 60 cm。

混凝土采用天泵泵送入仓,分层浇筑、分层振捣^[5]。浇筑完成后及时洒水养护,其养护时间不少于 7 d。

4.2.4 支架的拆除

(1)拆除的时间。必须按照施工设计图纸的要求且当结构物混凝土的强度达到设计要求的 100%;有关的结构物施工完成并经各方确认不再需要支架时由监理工程师批准确认后方可拆除施工支架。原则为:先搭后拆、后搭先拆、横向由边到中。

(2)支架的拆除流程。拆除前进行检查→支架顶托卸荷→底模拆除→钢管支架拆除→分配梁拆除→主梁拆除→穿心棒拆除→预留洞口修补。

(3)拆除的方法。①支架拆除前,应对支架的整体结构进行检查,以确保支架整体结构的稳定性;还应对系梁混凝土强度进行检查,待其达到允许拆模强度并经监理工程师批准后方可进行支架的拆除。

②支架满足拆除要求后,同步调节钢管支架的顶托,将墩系梁底模板脱落,然后由人工将底

模抽出。

③底模板拆除后,将钢管支架逐一拆除,由吊车将其吊至地面进行整修或保养,以便下次使用。

④分配梁及主梁的拆除采用两点起吊法。施工人员将分配梁、主梁两端用钢丝绳固定牢靠后由信号工统一指挥吊车将其吊至材料码放区。分配梁的拆除应由系梁最外侧向中间逐一拆除。

⑤分配梁、主梁拆除完成后即对穿心棒进行拆除。拆除过程中,严禁将构件从平台高处随意抛掷,以免危及周围施工人员和机械设备的安全。

⑥待支架所有构件拆除完成后,立即对墩柱的预留洞口采用与墩身同标号的水泥砂浆进行修复。

5 结 语

乌鲁木齐绕城高速(西线)工程 PPP 项目头屯河连接线特大桥中使用的墩系梁在常规桥梁建设中比较少见。鉴于墩系梁为高墩柱的重要结构,其施工质量和安全控制是工程中的重中之重,因此支架方案的设计和选型十分重要。该工程墩系梁最终采用“穿心棒+型钢”作为受力支撑平台,在平台上搭设钢管脚手架作为系梁底模的支撑体系,其施工安全、快捷,在加快工程进度的同时减少了工程措施费,具有较好的直接与间接经济效益和社会效益,所取得的经验可为类似工程施工借鉴。

参考文献:

[1] 唐鑫. 特大桥大悬臂预应力混凝土盖梁施工支架方案研究[J]. 四川水力发电, 2023, 42(4): 40-41.
[2] 余功涛. 销棒法盖梁支架优化设计方案与施工技术[J]. 建筑科技, 2018, 32(2): 22-25.
[3] 公路桥涵施工技术规范: JTG/T 3650-2020[S].
[4] 钢筋机械连接技术规程: JGJ 107-2021[S].
[5] 混凝土泵送施工技术规程: JGJ/T 10-2018[S].

作者简介:

唐 鑫(1990-),男,四川安岳人,工程师,学士,从事水利水电、公路桥梁工程施工技术与管理工作;
赵启强(1975-),男,四川巴中人,正高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;
孟 柯(1992-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电、公路桥梁工程施工技术与管理工作;
支开成(1996-),男,四川德阳人,助理工程师,从事水利水电、公路桥梁工程施工技术与管理工作。

(编辑:李燕辉)