

高速铁路跨江大桥水中桥墩施工

贾万帅

中铁十四局集团第五工程有限公司，山东 济宁 272100

[摘要]筑岛围堰法在跨江大桥建设中取得了良好的效果。钢板桩围堰有许多优点，如强度高，容易打入坚硬土层；可在深水中施工，防水性能好；能按需要组成各种外形的围堰，并可多次重复使用；施工比较简单且造价比较低等。文中详细介绍了高速铁路跨江大桥水中施工技术，为相关工程建设提供参考。

[关键词]桥；梁工程；围堰筑岛

DOI: 10.33142/ec.v7i3.11412

中图分类号: U448

文献标识码: A

Construction of Underwater Bridge Piers for High-speed Railway Cross River Bridges

JIA Wanshuai

China Railway 14th Bureau Group Fifth Engineering Co., Ltd., Jining, Shandong, 272100, China

Abstract: The method of building island cofferdams has achieved good results in the construction of cross river bridges. Steel sheet pile cofferdams have many advantages, such as high strength, easy penetration into hard soil layers; can be constructed in deep water with good waterproof performance; can form various shapes of cofferdams as needed and can be reused multiple times; construction is relatively simple and the cost is relatively low. The article provides a detailed introduction to the underwater construction technology of high-speed railway cross river bridges, providing reference for related engineering construction.

Keywords: bridges; beam engineering; building an island with a cofferdam

引言

钢板桩围堰有许多优点，比如它强度高，容易打入坚硬土层；在深水中施工，防水性能好；能按需要组成各种外形的围堰，并可多次重复使用；施工比较简单且造价比较低等。因钢板桩的灵活性高，易于打入地下，通常在通航、施工范围有限时采用筑岛围堰联合钢板桩围堰联合施工法。

1 工程概况

1.1 大桥概况

河池环江多线特大桥，中心里程 DK288+479，孔跨布置：4×24m 双线简支梁+（60+100+60）m 双线连续梁+2×24m 双线简支梁+（32+4×32.7+32）m 等宽渡线连续梁+1×32m 双线简支梁+（32+3×48+40）m 多线变宽连续梁（梁部整体合修，安全线除外）+{5×32m 简支梁（左到发线单线、正线双线）；1×32m 简支梁（右到发线及联络线，双线异形）+（32+2×32.7+32）m 多线变宽连续梁（右到发线及相关联络线）}，全长 993m。

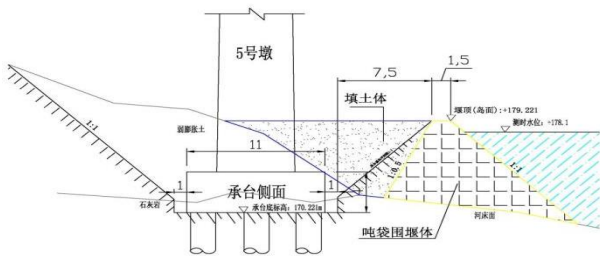
本桥位处地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反映谱特征周期为 0.35s。

本桥 4#-7# 墩连续跨越环江及金环公路（DK288+368.25 ~ DK288+589.6），此处设计采用（60+100+60）m 连续梁跨越。

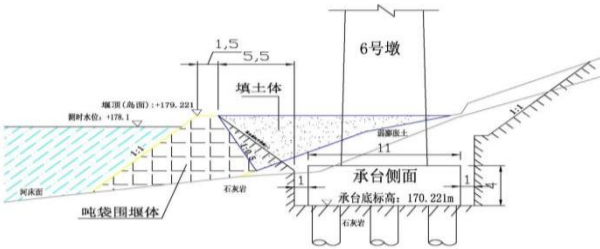
本桥 5#、6#墩位于环江岸边，桥墩为圆端形实心墩，承台为单层矩形承台，桩基为钻孔桩。5#、6#墩枯水期大半承台范围外露水面，且岸边水深较浅，流速较慢，适宜采用筑岛围堰方法完成基础施工。

表 1 （60+100+60）m 连续梁下部结构尺寸统计表

墩号		墩高（m）	承台底标高（m）	承台尺寸（m）
分类	4#	16	187.921	11.5*7*3
	5#	29.5	170.221	15.8*11*4
	6#	29.5	170.221	15.8*11*4
	7#	16	187.921	11.5*7*3



a. 5#桥墩断面图



b. 6#桥墩断面图

图 1 27 号桥墩双壁钢围堰施工图（单位：m）

1.2 水文地质和气候条件

环江水文情况: $Q_{1\%}=4327.77\text{m}^3/\text{s}$, $H_{1\%}=191.88\text{m}$, $V_{1\%}=1.83\text{m/s}$, 河面宽 100m, 设计阶段测时水位高 178.6m, 百年水位高 191.88m。环江航道等级: 等级外, (航道影响评价报告按 VII 级航道论证): 环江设计洪水频率: 1/100, 校核洪水: 1/300。设计最高通航水位 187.23m, 最低通航水位(施工水位) 177.5m。广西境内气候特点是温暖湿润, 雨量充沛, 夏季长而炎热, 冬季短偶有奇寒, 降雨量充沛但分布不均, 有明显的干湿两季之分。

1.3 交通条件

6#墩临近金环公路, 可从金环公路开口新修下坡便道, 连接筑岛平台。5#墩施工便道沿江修建, 连接筑岛平台, 并通过 1 号栈桥接入金环公路。

2 筑岛围堰施工技术应用

2.1 工艺选择

环江多线特大桥 5#、6#墩承台一半位于水中、一半位于岸上, 枯水期大部分外露水面, 采用筑岛法施作下部基础, 既减少工期, 又能降低工程成本, 工艺工法简单, 便于施工。围堰筑岛、水中基础安排在枯水季节施工, 采用吨袋围堰防护。筑岛法总体施工工法为: 堆垒吨袋围堰, 填筑片石黏土到设计标高, 用旋挖钻机刻出承台, 回填黏土, 施工钻孔桩, 开挖承台基坑, 正常施作下部结构, 必要时增加围堰防护和基坑支护措施。

2.2 施工流程

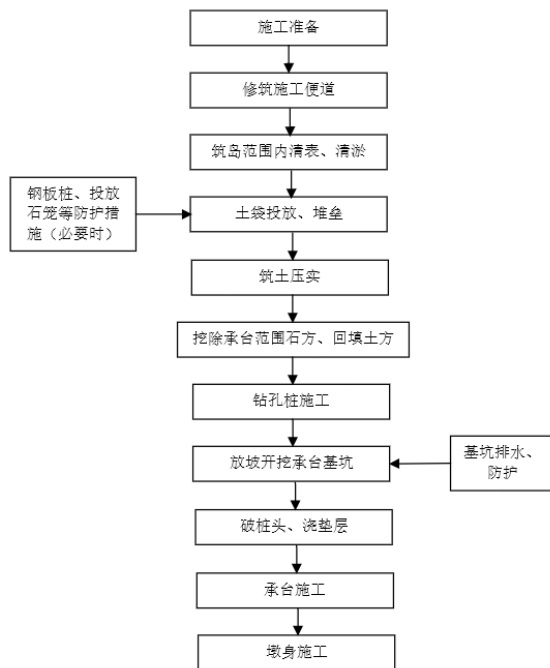


图2 筑岛施工流程图

筑岛施工前, 先用挖掘机、长臂挖机对筑岛范围内进行清表、清淤, 然后堆垒吨袋。投放土袋时不宜抛投, 采

用长臂挖机将吨袋放置到河床上, 再由潜水工进行堆垒。在填筑黏土时应将土倒在已出水面的堰头内, 一段围堰一段黏土, 自河床的浅水侧逐步向深水方向推进, 自下游向上游推进, 自岸边向河中心推进, 水面上的填土要分层填筑、分层压实, 50cm 一层。

2.3 施工准备

技术人员熟悉施工图纸和规范要求, 掌握施工工艺, 按照施工工艺对施工人员进行书面技术交底, 交底到每个作业人员, 要求作业人员熟练掌握施工内容、施工方法及相关安全质量控制重点。

进行现场勘察, 查看现场水文地质情况, 根据图纸、设计等进行测量放样, 确定出吨袋围堰位置和筑岛范围, 留好标高控制点。

准备好筑岛所用黏土、片石、吨袋等材料。将硬塑性黏土装入吨袋中, 投放量为袋容量的 1/2~2/3 的砂带。袋口应该采用麻绳或细铁丝绑扎。

2.4 筑岛设计

参考环江多线特大桥设计图, 施工水位 177.5m, 现场 5 月份测时水位 178.1m, 综合考虑, 筑岛面标高定为 179.221, 即比承台底标高 9m。吨袋围堰顶宽 1.5m, 迎水面坡率为 1:1, 背水面坡率为 1:0.5, 筑岛范围以保证承台基坑开挖放坡坡率为准, 具体设计见下图。

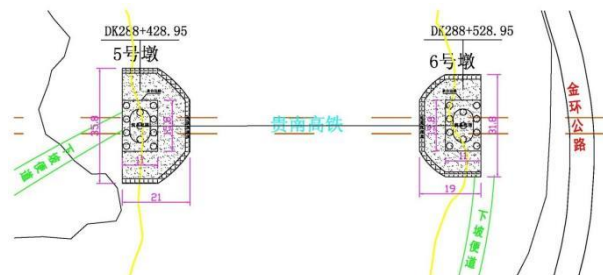


图3 5#、6#墩筑岛施工布置图

2.5 筑岛施工

在施工前对现场进行踏勘, 查看现场水文地质情况。随后更具图纸、施工现场情况等测量放样, 确定出围堰位置, 并对原地表进行清理工作。在填筑时应将土倒在已出水面的堰头上再顺坡送土水中。水面以上的填土要分层夯实, 并按照设计要求控制好每一层的摊铺厚度、纵横坡的坡度。

2.6 挖出承台石方

筑岛达到设计标高, 压实稳定后, 用旋挖钻机挖除承台范围内石方, 选用动力足、钻杆钻头强度高的旋挖钻机进行施工。钻径 1.5m, 钻点相互间距 1.3m, 呈梅花形布置, 相互咬合, 直至将整个承台基坑扣出, 基坑底标高按 170.121m 控制, 基坑比承台边线外扩 1m, 以利后续施工支立模板。石方挖除完毕后, 分层回填黏土并夯实, 作为钻孔桩施工场地。

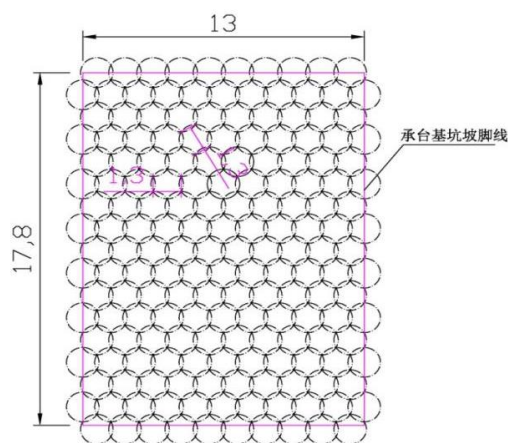


图6 旋挖钻挖除基坑石方示意图

2.7 钻孔桩施工

钻孔桩采用冲击钻成孔、泥浆护壁钻孔灌注桩，泥浆池采用钢箱式泥浆池，相关施工工艺、方法详见《岩溶桩基专项工程施工方案》。

2.8 基坑开挖及防护

承台基坑开挖采用放坡分层开挖，在土层中坡率为1:1，岩石层中就岩层走向，可不设坡度。第一层开挖深度5m，第二层开挖深度4m，用反铲挖掘机自上而下逐步进行，严禁超挖。土方开挖过程中，随时测量和校正基坑水平标高、边坡坡度，并随时观测坡壁及周围环境的变化。在机械开挖到距基底标高30cm时，人工清理到设计标高(170.121m)，遇有凹凸不平的岩石，用风镐破除。

每层开挖后都要对土质边坡采取支护稳定措施，应采用挂网喷锚防护，坡面设锚杆，挂镀锌钢丝网，喷射混凝土。喷射混凝土采用机械喷射，混凝土标号C25，喷射厚度10cm，分两次喷射。锚杆采用Φ20HRB400钢筋制作，长度不小于2m，间距2m，并垂直于坡面，正三角形布置。施工工艺流程：钻孔→安装锚杆→注浆→第一次喷射混凝土→铺挂钢丝网→第二次喷射混凝土→养护等强。

基坑开挖到设计标高后，在基坑两对角承台设计边线外设两个50cm*50cm*50cm集水坑，放入水泵，出现积水时进行抽水作业。在基坑坡肩线外50cm施工基坑顶30cm×30cm砖砌排水沟，用来拦截场地地表水，同时起到汇集基坑内排出水的作用。

基坑开挖完成，经设计人员、监理工程师、现场技术负责人联合验槽，确认符合设计、规范和施工要求后方可进行下步施工。

2.9 承台、墩身施工

桩头破除采用环切工艺，桩头伸入承台不小于10cm；垫层浇筑10cm厚C20混凝土，范围比承台尺寸线外扩50cm；承台模板采用大块钢模板，混凝土分层浇筑，并按大体积混凝土浇筑方法进行，埋设冷却水管；承台浇筑时

在承台一角预埋安装塔吊用预埋钢板，以利后续安装塔吊，5#、6#承台各安装一台QTZ80塔吊。墩身分节浇筑，6m-8m一节，主墩分四次浇筑完成。具体施工工艺详见《承台、墩身施工方案》《高墩(含空心墩)专项工程施工方案》。

承台、墩身施工完成后，要挖除筑岛体，恢复原河道，挖除作业由挖掘机、长臂挖机、自卸车配合进行，由河中心向岸边进行，注意机械作业时不要碰撞桥墩和承台。

2.10 围堰拆除及河道清理

当基础完工后，需尽快将围堰拆除，恢复河岸原状或按规划河道进行恢复。围堰拆除的整个施工过程不许在河底形成“门槛”，以保证该河道的畅通；随后进行围堰的拆除工作，同时将施工现场的全部垃圾清理运出现场并做清理，避免污染环境。整个施工在施工前必须对操作工人进行相应的安全施工教育，坚决反对违章指挥、作业，并在施工完成后经相关部门检查，确认无误以后方可验收离场。

3 质量保证

3.1 筑岛填筑

为了提高筑岛稳定性，应该尽量选用干密度大、水稳性能好、承载能力高的黏土进行填筑，土质严禁混杂。

在填筑到水面以上部分时，应进行分层填筑压实，选择50t压路机，分层厚度30cm-40cm，碾压次数控制在4-6遍，保证面层的压实质量。

施工过程中应严格遵守图纸和规范要求，确保施工质量符合设计意图。施工过程中应加强对关键环节的质量控制，如筑岛填筑、摊铺、碾压等环节，确保施工质量符合要求。施工过程中应定期进行质量检查，及时发现并处理质量问题，防止质量事故的发生。施工过程中应加强对施工现场的巡视，及时发现并纠正违规操作和不良施工行为。

通过使用压路机对其进行多次的碾压，以达到要求的密实度。在碾压过程中，至少有1/2轮宽的重合率，以达到全面均匀地压实。压实后利用挖掘机修整边坡，确保边坡坡率只可缓不能陡。内坡脚与基坑的距离不得小于1m。

围堰高度应高出施工期间可能出现的最高水位(包括浪高)0.5~0.7m。

围堰修筑顺序必须按要求自上游向下游，往河中心推进，最后在下游背水面合龙。

围堰、筑岛填土时，必须碾压密实，如基底有软土，必须换填加固后再进行填筑，填筑后及时进行片石包边处理防止水流对堰体造成冲刷。

施工后应对筑岛进行外观检查，确保其形状、尺寸、高程等符合设计要求。施工后应采用承载力试验等方法对筑岛进行质量检测，确保其质量符合要求。应对不合格的部位进行返工或加固处理，确保工程质量符合要求。

施工后应对筑岛进行定期维护和保养，确保其长期稳定使用。

3.2 基坑开挖

机械挖土时,坑底以上 200mm~300 mm范围内的土方应采用人工修底的方法挖除,放坡开挖的基坑边坡应采用人工修坡方法挖除,严禁超挖。基坑开挖至坑底标高应及时进行垫层施工,垫层应浇筑到放坡开挖的基坑坡脚。

基坑周边必须安装防护栏杆。防护栏杆高度不应低于 1.2m;防护栏杆应安装牢固,材料应有足够的强度;基坑内设置供施工人员上下的专用梯道。挖土机械严禁碰撞吨袋围堰、已施作的喷锚防护层、监测点等。基坑开挖应与支护施工分层交替进行,应缩短无支护暴露时间。基坑开挖完成后应进行验槽,验槽内容包括基底标高、尺寸,边坡稳定性,基坑积水、排水情况,基底有无虚渣等,验槽合格后方可进入下道工序。

3.3 大体积混凝土

承台作为承受、分布由墩身传递的荷载部位,一般是按照大体积混凝土进行施工,为确保结构质量,需合理选择原材料,优化混凝土配合比,并采取相应措施进行施工。

大体积混凝土施工根据结构特点可分段分层施工,其留置施工缝的处理基础部位采取止水钢板,大梁部位采取留设抗拉锚固钢筋等有效措施。在混凝土浇筑时,须按照先低后高、由远而近的原则,开泵水、砂浆应分散处理。需严格控制上下层混凝土浇筑间隔时间,防止出现施工冷缝。在混凝土浇筑到顶面后,及时把水泥浆赶走,初步按标高刮平,用木抹子反复搓平压实,搓实遍数不少于三遍。在混凝土收头处理时,混凝土最后一遍收头宜在混凝土收水时完成,且所有浇筑混凝土板面应顺一个方向扫毛,避免收头过早引起表面裂缝。最后是进行混凝土养护,混凝土养护根据测温数据进行,确保内外温差不超过 25℃以内。一般采用蓄水方法养护与覆盖塑料薄膜、草袋的方式。混凝土养护时间不得少于 14d,混凝土降温速率不宜大于 2.0℃/d。在混凝土初凝后随即进行测温,测温探头与钢筋之间做好间隔措施。升温阶段 2h 一次,降温阶段 4h 一次,测温数据必须及时记录,当混凝土表面温度与环境温度差值小于 20℃,可停止测温。测温点设置应符合相关规范要求。混凝土浇筑过程中及时清理钢筋与模板上粘结的混凝土,混凝土强度未达到 1.2MPa 前不得上人或堆载材料。

3.4 混凝土浇筑

混凝土分层浇筑,层厚 20cm~30cm,振捣棒振捣。倾落高度超过 10m,设减速装置,通过漏斗、挡板等。为防止混凝土自高而下发生离析,应尽量使混凝土的自由倾落高度控制在 2m 以内,对于高度不能直接控制在 2m 以内

卸落的混凝土,如大体积承台工程、大型现浇箱梁、现浇墩柱等,通常采用串筒、溜槽、振动溜管等设施辅助下落。串筒一般由薄铁皮卷制而成,每节长约 70~75cm,上口直径约 25~30cm,下口直径约 20~25cm,各筒节之间用钩环连接,根据浇筑高度,可随时接长或卸除。

3.5 混凝土振捣

混凝土振捣采用责任制,安排有相关经验的工作人员定点振捣,根据工作范围划区域振捣并做好振捣记录,在振捣软管上标定层厚标记,振捣移动间距一般在 30~40cm 范围内,或不大于振捣半径的 1.5 倍,当振捣靠近侧模的混凝土时,振动棒与侧模之间的距离应控制在 5~10cm 范围内。

4 结语

综上所述,通过河池环江多线特大桥水中桥墩施工方案,水中桥墩施工适合采用分期筑岛方案,可有效缩短工期,保证施工安全。

【参考文献】

- [1] 闭华辉. 桥梁工程膜袋砂围堰施工实例分析[J]. 西部交通科技, 2017(11): 64-67.
- [2] 周振华. 桥梁基础筑岛围堰施工技术研究[J]. 四川建材, 2020, 46(3): 82-83.
- [3] 刘荣涛. 深基坑围堰施工方案选择分析[J]. 工程技术研究, 2019, 4(11): 65-66.
- [4] 李建国. 填砂筑岛代替钢便桥钢围堰在施工中的优越性[J]. 山西建筑, 2018, 44(18): 147-149.
- [5] 游再彪. 筑岛平台施工流程及技术研究——以中铁十二局德都高速蒲阳河筑岛为[J]. 工程技术研究, 2021, 6(2): 68-69.
- [6] 何倩. 围堰筑岛技术在桥梁水中桩基施工中的应用[J]. 山西建筑, 2015, 41(11): 181-182.
- [7] 李永春, 梁俊杰, 赵紫强, 等. 贞望大桥深水陡坡裸岩筑岛施工与实践[J]. 中国公路, 2018, 11(21): 98-99.
- [8] 周振华. 桥梁基础筑岛围堰施工技术研究[J]. 四川建材, 2020, 46(3): 82-83.
- [9] 武汉大学水利水电学院水力学流体力学研究室. 水力计算手册[S] 北京: 中国水利水电出版社, 2006.
- [10] 李光第. 河弯护岸短丁坝的设计[J]. 四川水利, 1992, 11(4): 20-21.

作者简介: 贾万帅 (1983.5—), 毕业院校: 山东建筑大学, 所学专业: 工程造价, 当前工作单位: 中铁十四局集团有限公司, 职务: 商务经理, 职称级别: 工程师。