

复杂环境下水上栈桥平台施工关键技术

巩明¹ 焦国臣¹ 王富林² 陈琼²

1. 中铁大桥局集团有限公司第二工程分公司 江苏 南京 210015

2. 广西柳梧铁路有限公司 广西 贵港 537306

摘要: 随着铁路行业的发展,大跨度桥梁在遇到江河流域时被普遍采用,针对水上主墩的基础施工多采用搭设栈桥平台的型式作为运输通道和作业平台。本文结合新建柳梧铁路盘龙柳江特大桥主墩水上栈桥平台的施工方法,总结在深水且溶洞发育的水文地质环境下时重载栈桥平台施工方案。

关键词: 作业平台; 溶洞发育; 栈桥; 斜拉桥

引言

目前当桥梁跨越大江大河时,水上的桥墩一般会搭设水上作业平台作为桥梁下部结构的施工辅助平台,在通过水上栈桥作为材料设备的运输通道。在需满足重荷载的前提下又遇到熔岩发育的地质情况时,在平台设计和施工时要考虑最安全最有效的方案和措施。

1 工程概况

新建柳州至广州铁路柳梧至梧州段为双线普速客货共线铁路通道,设计速度目标值160km/h,其中跨越柳江的盘龙柳江特大桥作为全线重点控制性工程之一,该桥梁孔跨式样为30×32+(51.4+100+326+86.5+63.1)斜拉桥+66×32m,桥梁全长为3787.424m。该桥主桥长629m,设计为主跨326m钢-混凝土混合梁斜拉桥,桥塔采用钻石型索塔,两个主墩设计在柳江靠近岸边的位置,为跨越柳江而设,按规划I级航道等级进行设计。桥梁全线与柳北高速公路平行,无交叉点,两者最近相距50m^[1]。

2 水文环境情况

根据现场调查,桥址上游距离柳江红花水利枢纽约84km,该水库正常蓄水位为77.64m,为低水头径流式日调节水电站;桥址下游距离石龙三江口16km,并距离大藤峡水利枢纽约129km,该水库正常蓄水位61.14m。

该桥横跨柳江,地表水主要为柳江水,地表水水位旱季较稳定,雨季遇突发性洪水可能暴涨。施工前夕,根据现场实际测量,桥墩围堰范围内河床水位约52m,水深约10m。根据关于该桥的防洪评价报告,设计洪水采用成果如下表:

表1 桥址处采用的设计洪水成果

序号	频率	流量 (m ³ /s)	桥位处水位 (m)	流速 (m/s)
1	0.33%	45300	78.77	3.20
2	1%	40000	76.06	2.91
3	5%	31400	72.70	2.60
4	10%	27500	70.80	2.34

根据设计图纸及相关单位批复意见,桥址断面一般冲刷和桥墩局部冲刷计算结果,拟建大桥各桥墩总冲刷深度介于3.29m~4.97m之间,该桥基础设计时考虑承台顶标高不高于河床底标高为原则即可,拟建大桥跨越航道技术应按内河I级航道及西部陆海新通道(平陆)运河通航标准确定,桥位所在河段河床稳定,附近无易变洲滩,航道水深充裕,水流条件较好。拟建桥梁设计最高通航水位采用洪水重现期20年水位70.70m,设计最低通航水位取48.03m^[1]。

3 设计地质情况

桥址区属溶蚀、剥蚀低山丘陵地貌,两端柳江河阶地,地形起伏较小,地势平坦,地表覆土厚度较大,设计栈桥范围内陆地和河床标高为44~78.6m,北岸民房布置较复杂。

根据资料分析、现场调查及钻探揭示,主桥陆上地质为上覆第四系全新统溜塌层(Q4del)黏土,冲洪积(Q4al+pl)黏土、粉土、卵石土;下伏基岩为石炭系中统黄龙群(C2h)灰岩。灰岩中发育第四系全新统洞穴堆积层(Q4ca)黏土及空洞。水上地质情况为上覆卵石土、下伏基岩为灰岩、白云质灰岩,局部夹角砾状灰岩,厚层状,节理、裂隙发育,局部陡倾溶蚀裂隙较发育,岩溶中等~强烈发育,呈溶槽、溶孔、溶洞等溶蚀现象,根据地质钻勘显示卵石土厚度约1米,主墩32号、33号墩在承台范围内溶洞均极其发育,并且溶洞的类型为无充填、半充填、全充填均有,其中溶洞填充物有流塑

通讯作者: 巩明; 出生年月: 1989.08, 民族: 汉; 性别: 男; 籍贯: 江苏南京; 单位: 中铁大桥局集团有限公司第二工程分公司; 职位: 项目分部总工程师; 职称: 工程师; 学历: 本科; 邮编: 210015; 研究方向: 铁路桥梁施工。

状~软塑状黏性土和硬塑状黏性土两种,但空溶洞占比居多。

根据岩溶发育的规律,本线岩溶对工程影响的主要危害为溶洞和岩溶塌陷。溶洞对工程的危害较大,溶洞的大小和溶洞顶板的厚度对结构的稳定性具有较大的影响。

4 栈桥平台设计方案

4.1 栈桥设计方案

本桥跨越柳江,主体工程水上施工无施工便道,需分别从两侧岸边搭设施工栈桥连通至大桥各墩位,进行大桥基础、下部结构和上部结构的施工。主栈桥主要承担各种材料运输设备、施工机械设备的通行,同时也是水上施工人员上下班的通道及各种电缆管线的通道。

考虑到运输需求,通过研究比选,盘龙柳江特大桥柳州侧主栈桥长度75m,宽度9m,栈桥桥头设混凝土桥台与施工便道顺接。梧州侧主栈桥长度75m,宽度9m,栈桥桥头需对原地面回填,设桥头搭板与施工便道顺接。主栈桥采用钢管桩(锚桩)+分配梁+贝雷梁+桥面板的结构形式。栈桥基础主要采用 $\phi 820 \times 10$ 、 $\phi 1200 \times 12$ 钢管桩,部分管桩采用钻孔桩基础;桩间联结系采用 $\phi 630 \times 8$ 、 $\phi 426 \times 6$ 螺旋管;分配梁采用2I45a型钢和2HM588型钢;贝雷梁为3m标准长度贝雷梁;桥面系采用工16a+10mm花纹钢板;栈桥栏杆为1.2m标准栏杆。栈桥考虑按10年一遇洪水位+70.80m设计,顶标高按+73.31m设计施工。

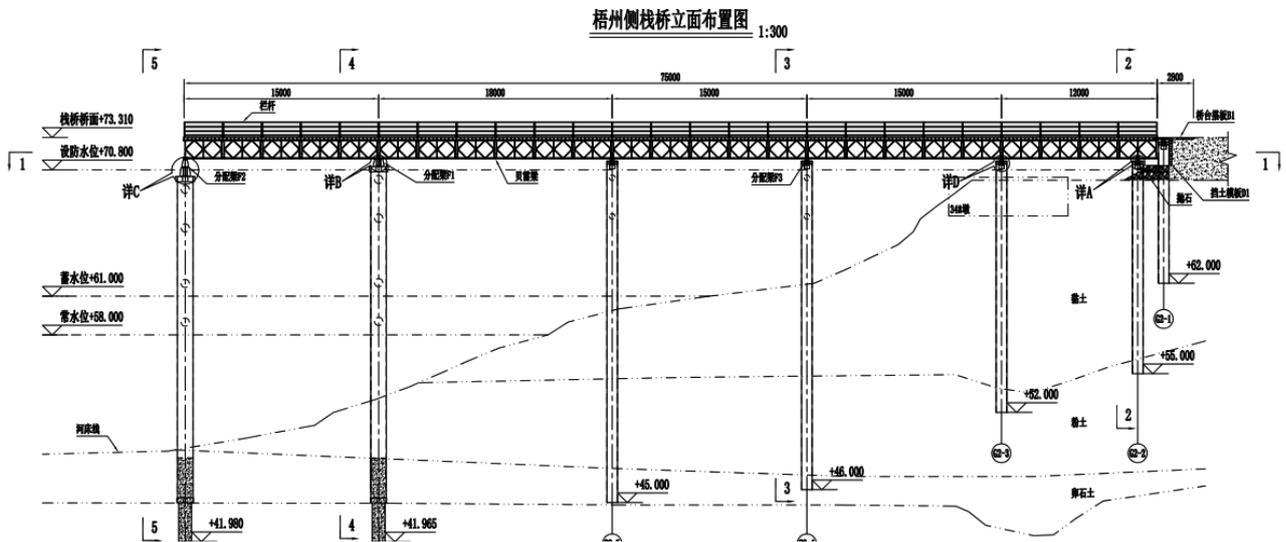


图1 主栈桥设置示意图

4.2 水上平台施工方案

考虑主桥直径2.8米桩基针对喀斯特地质拟采用旋挖钻和全套管钻机配合钻孔的施工工艺,平台所承受的荷载需考虑一台135t履带吊、一台550型旋挖钻机、一台回转扭矩超9400kN·m的全套管钻机、三台12m³混凝土罐车及汽车泵车等,面积需考虑泥浆循环系统、分级钻头、套管、泥浆箱、钢筋笼、封孔导管等设施的存放场地。

结合地质水文气象等环境因素以及生产使用需求,水上主墩32#墩、33#墩平台平面尺寸均设为45×21m,平台四周增设2座支栈桥及2座钻机掉头区域,支栈桥A区长63m,宽12m;支栈桥B区长63m,宽10m,支栈桥C区长21m,宽10m。

主墩钻孔平台以钢护筒为基础,由型钢牛腿+走道梁+桥面板组成。平台钢牛腿采用Q355钢材焊接而成,焊接在钻孔桩钢护筒上;走道梁采用工1500×500mm,走道梁间设[20a联结系;桥面系采用工22a+10mm花纹钢板。

5 施工关键技术

5.1 水上地质钻探

根据设计地质资料,提前分析判断栈桥平台的岩溶情况,特别是查阅主墩的地勘资料,但是在施工之前,为确保受力管桩的承载力要求,应对管桩区域进行逐桩地质钻探已探明地层分布,特别的溶洞的分布情况,重点对钻孔桩的位置进行地质钻探。主要采用平台船舶配合钻探机械施工,根据芯样资料,判断溶洞及地质分层,调整桩基长度设计,桩底嵌入完整基岩一定深度,确保栈桥平台使用安全。

5.2 栈桥施工技术

5.2.1 桥台施工

盘龙柳江特大桥在南、北岸栈桥两端设置桥台,桥台位置均在堤岸边,与施工便道相接。采用钢管桩基础桥台,施工时用挖掘机将既有坡面开挖处理至基坑底以上20cm处,人工开挖至基底标高,利用振动锤插打钢管

桩至设计标高后浇筑垫层混凝土。切除钢管桩多余部分后清理钢管桩桩顶1m范围内填充物,绑扎管桩桩顶钢筋笼及插打钢管桩并浇筑垫层混凝土,进行桥台施工,并回填优质黏土并压实。

5.2.2 桥台锥坡施工

柳州侧栈桥桥台低于原地面,桥台施工完成后使用原状土对桥台周边分层回填压实,对G1-3桩周边施工浆砌片石砌体砌筑形成防冲刷护坡。梧州侧栈桥桥台高于原地面,对桥台管桩基础采用抛石防护。

5.2.3 栈桥钢管桩的插打

各项准备工作完成后,试桩两根。通过试桩,对下列情况进行检验:能否穿过桩端设计标高以上的土层;桩端进入持力层的深度和最后贯入度;沉桩设备性能与桩身结构强度是否与地质情况相适应。

测量人员精确放出水上平台管桩桩位点,利用DZ-120震动打桩机插打,并安装桩顶分配梁及钢管联结系,桩顶分配梁应与钢管桩焊接牢固,水上栈桥平台中心线应精确对位。

5.2.4 栈桥钻孔桩施工

根据桥址区域地质情况,部分栈桥管桩需施作钻孔桩保证承载力满足要求。钻孔桩采用浮箱作为施工平台,冲击钻机钻进成孔后下放钢筋笼,泵车输送浇筑水下混凝土。

桩基础施工完成后,为保证栈桥施工时顺利接桩,在浮箱平台上焊接接高护筒至+55.0m标高,在依据钢管桩接长施工方法接高至设计桩顶。

5.2.5 抗汛期施工措施

可按照常规防护方法,在迎水面对应栈桥平台的外侧设置防撞桩,减轻对栈桥平台管桩的安全影响。另可根据实际情况增加以下措施:①根据受力尽可能将第一层的联结系设置最低标高处并设在汛期水位以下,可保

证汛期来临时,漂流物不会因为联结系带来安全隐患。

②对应迎水面的管桩在入土深度因地质原因不满足的情况下,采用桩基或锚桩的形式加固。③栈桥平台的管桩因根据主体工程施工进度以及施工体系转换,及时将栈桥管桩与双壁钢围堰支撑,以及和完成主体桩基的钢护筒进行焊接支撑,作为加强支护体系。

5.3 水上平台施工技术

支栈桥A、B、C区为施工通道,135t履带吊机吊装作业及旋挖钻机带配重走行需严格控制在平台上划定区域范围内,旋挖钻机尽量在划定区域范围中间走行。支栈桥上135t履带吊机正吊荷载 $\geq 50t$,侧吊荷载 $\geq 30t$,堆载 $\geq 1.0t/m^2$ 。

平台中部为钻孔作业区,钻杆堆放,沉渣箱、液泵站等放置于钻机周围非作业区域,除此之外钻孔区堆载 $\geq 0.5t/m^2$ 。若钻杆堆放,沉渣箱、液泵站等与平台为点接触支撑,则需设置顺桥向分配梁,将设备支撑于分配梁上。

135t履带吊机吊装作业,及旋挖钻钻孔作业需严格按照平台上划定区域站位。支栈桥区135t履带吊正吊荷载不得大于50t,侧吊荷载不得大于30t。钻孔区135t履带吊机正吊不得大于80t,侧吊不大于20t。

6 结论

在保证荷载受力和航道通行安全的前提下,在如此复杂的水文地质深水环境下施工,本方案解决有重型荷载要求的水上栈桥平台在面临溶洞发育条件下施工的技术难题,主要从安全受力、河道防护等方面,保证水上平台平稳受力,可为类似桥梁施工提供借鉴与参考。

参考文献

[1]中铁二院工程集团有限公司.新建柳州至梧州铁路施工图[Z].成都:中铁二院工程集团有限公司,2022.