

# 深水钢栈桥设计和施工技术

## Design and Construction Technology of Deep-Water Steel Trestle

庞雷

Lei Pang

重庆中环建设有限公司

中国·重庆 401120

Chongqing Zhonghuan Construction Co., Ltd.,

Chongqing, 401120, China

**【摘要】**钢栈桥属于结构性临时设施,为人员作业、物料及设备运输提供了平台。论文结合福建永梅出省公路石杰大桥钢栈桥的施工经验,对深水钢栈桥的设计及施工技术进行研究分析,并总结经验,希望能提供一定参考价值。

**【Abstract】**The steel trestle is a structural temporary facility, which provides a platform for personnel operations, materials and equipment transportation. Combined with the construction experience of the steel trestle bridge of Shijie Bridge on the provincial highway in Yongmei, Fujian, this paper studies and analyzes the design and construction technology of the deep-water steel trestle, and summarizes the experience, hoping to provide a certain reference value.

**【关键词】**钢栈桥;深水;贝雷梁;钢管桩

**【Keywords】**steel trestle; deep-water; beret beam; steel pipe pile

**【DOI】**10.36012/etr.v2i4.1653

## 1 引言

现代桥梁建设飞速发展,特别是深水桥梁施工难度较大,这时钢栈桥和钢平台的应用作用突显,不仅为桥梁下部结构施工提供作业平台,保障水上施工安全,还承担了繁重的物料、设备及土石方的运输任务。现就深水钢栈桥的设计及施工技术要点进行研讨。

## 2 工程概况

石杰大桥位于福建棉花滩水库上游库湾,为跨越水库而设。桥址区属冲蚀侵蚀U形河谷堆积地貌和构造剥蚀残丘平台地貌,沿桥轴线地面高程一般138~160m。桥位区地表水主要为汀江干流,最深处34.3m,河水水量大,受上游排水及大气降水影响较大。原设计时考虑施工期间将水位降至150m水位,修筑草袋围堰及架设浮桥以解决石杰大桥主墩施工。但该水库受水电站发电影响,水位调节困难且须为下游广东区域提供饮水调节功能,原设计方案与现场实际情况严重不符。经参建单位多次勘察后,确定采用深水钢栈桥方案,不受库区水位调节及汛期影响。

钢栈桥搭设在路线前进方向的左侧,中线距离石杰大桥盖梁正投影线外侧5m,栈桥全长150m,宽度6m,不考虑预留通航航道。在主桥墩位置设置三个钢平台,长15m,宽12m。栈桥桥面高程按173.5m设计控制,正常施工水位高程168m。

## 3 栈桥设计

### 3.1 设计技术标准

设计桥面宽度6m,行车宽度5.5m。

设计控制荷载:栈桥主要承重为12m<sup>3</sup>混凝土罐车(自重16t+混凝土30t)、运渣车60t和履带吊50t加吊重15t,荷载计算按照70t控制,验算重车和空车错车,计算时考虑车辆冲击系数及偏载影响。荷载作用组合应符合JTGD 60—2015《公路桥涵设计通用规范》<sup>[1]</sup>的规定。

重车行车速度控制在5km/h以内;小型车限速10km/h。

### 3.2 结构形式

栈桥材料性能及设计指标应满足JTGD 64—2015《公路钢结构桥梁设计规范》<sup>[2]</sup>相关规定。

栈桥采用钢管桩基础,上承式贝雷片承重体系,标准跨度12m。在水深18~33m段采用双排钢管桩形成自稳定桥墩(俗称板凳桩),顶部安装3m节长贝雷片,连接成承重梁。

#### 3.2.1 基础

基础均采用φ630mm×8mm钢管桩,普通墩按单排设计,每排3根;钢管桩自由段长度超过20m的采用固定墩,按双排设计,每个固定墩共6根。若钢管桩打入河床底面深度少于4m,埋深不满足稳定性要求,沿栈桥钢管桩横向延长线两侧各增设一根钢管桩(平均埋深不少于4m),同时更换顶横梁

工字钢,使五根钢管桩整体受力,并处于一条直线上。

### 3.2.2 桩顶横梁

墩顶横梁采用双肢 I36a。工字钢与钢管之间连接牢固,为防止钢管边缘局部失稳,在桩顶焊接水平钢板,并在钢板下焊接加强竖肋,加强管壁刚度。

### 3.2.3 钢管桩连接

为加强基础的整体稳定性,按支撑钢管高度每 10m 设置 1 道连系梁进行横向连接,且每排桩顶端均采用[20a 型槽钢横向连接,同时在桩顶相邻钢管桩间设置竖向剪刀撑。

### 3.2.4 承重梁

栈桥采用 3 组双排单层“3-2-1”型贝雷桁架,钢平台为 4 组,使用 90 型标准贝雷支撑架进行横向连接。

### 3.2.5 桥面系

桥面采用钢结构,横向采用 I22a 工字钢,间距 0.75m,纵向采用[20a 型槽钢反扣作为栈桥面层,间距 22.5mm,通过 U 形螺栓连接。

## 3.3 栈桥背墙

栈桥纵向两端用 C20 混凝土做背墙,基础厚 2m,顶部厚 1m,宽度与栈桥相同,高度与桥面齐平。在背墙与桥面交接处铺 1cm 钢板,防止车辆对栈桥产生较大冲击力,同时固定栈桥,防止纵向产生位移。

## 4 受力验算

### 4.1 桥面受力计算

纵向槽钢按连续梁进行受力验算,根据满载罐车和履带吊侧方吊重作业两种工况分别计算槽钢组合应力和最大变形情况,满足受力要求。

根据满载罐车与空载罐车作用在同一工字钢上组合荷载和履带吊前方吊装两种工况,按多跨连续梁分别计算分配工字钢横梁组合应力和最大变形,均符合技术要求。

### 4.2 贝雷梁、桩顶横梁受力计算

贝雷梁按照简单连续梁进行受力验算,荷载为全部静荷载和动荷载组合作用。

钢管桩顶对贝雷梁、横梁产生最大剪力分为两种工况进行受力验算,一是满载罐车与空载罐车 2 个后轴中心在桩顶,二是履带吊吊装作业时前半段中心位于桩顶位置。经计算,贝雷梁抗剪强度、最大位移及工字钢横梁抗剪强度均符合技术要求。

根据运渣车与罐车同时在跨中组合荷载和履带吊在跨中时,分别对贝雷梁抗弯强度、最大位移及工字钢横梁抗弯强度进行计算,满足受力要求。

### 4.3 钢管桩局部强度计算

钢管桩通过横梁工字钢承担栈桥部分荷载,所受压力由钢管壁承担。计算压力取最大值进行验算,符合端部压强要求。

### 4.4 基础性能计算

连续墩单排钢管桩入土深度 4m,固定墩双排钢管桩入土深度 4~6m,考虑冲刷 1m,水上部分桩长根据河床实际标高确定。栈桥处地质情况自河床往下依次为粉质粘土、残积砂质黏土、全风化花岗岩、砂土状强风化花岗岩、碎块状强风化花岗岩、中风化花岗岩。钢管桩持力层为进入碎块状强风化层 1m,桩长根据地勘报告分析确定,平均桩长 20.3m,最深处桩长 38.5m。

依据 JTS 167—4—2012《港口工程桩基规范》<sup>[4]</sup>相关公式计算钢管桩竖向极限承载力值,满足最大荷载要求。考虑地层土的不确定性,实际施工时应先进行钢管桩荷载试验,以验证土层厚度、摩阻力,确定钢管打入的贯入度,并按照实测河床标高、冲刷厚度再调整部分长度。

钢管桩抗压稳定性计算采用两端铰接的压杆模型,经计算钢管桩承载力满足受力要求。

在汛期,水位较高,计算最高水位取 170m,最深处 33m,水流速度为 2.5m/s。经计算,流水对钢管桩冲击力、各种工况下钢管桩受力及变形均符合技术要求。

### 4.5 热作用影响计算

钢栈桥每 12 跨设置 1 道伸缩缝。根据 JTGD 60—2015《公路桥涵设计通用规范》<sup>[1]</sup>的相关规定,考虑当地气温及施工时间,栈桥受温差影响发生伸缩量,实际设置伸缩缝宽度为 100mm。

## 5 栈桥施工技术要点

### 5.1 下部结构施工

沉桩采用“钓鱼法”施工,用 50t 履带吊配合 DZJ90A 振动锤施打。施工前应打试验桩,确定振动时间、入土深度及贯入度等相关参数。每根桩的下沉应连续进行,中途不可间断过长,以免继续沉桩困难。振动锤与桩头必须用液压钳夹紧,无间隙或松动,否则振动力不能充分向下传递,影响沉桩,桩头也易振坏。

依据 JTG/TF 50—2011《公路桥涵施工技术规范》<sup>[2]</sup>相关要求,在施工过程中,要做好测量放样,确定桩位与垂直度,不断检查纠偏,保证钢管桩偏位和倾斜度在容许范围之内,并控制好桩顶标高。接桩时,避免接头处于同一标高位置,焊缝应饱满,焊缝处应力集中部位焊接钢板加强,相邻管节对接允许偏

(下转第 20 页)

行水泥浆的配比,使其符合项目工程建设施工的需求,还必须保证施工过程中孔道的洁净。为此,在施工中,施工操作人员进行灌浆工程时,必须严格控制灌浆的速度,使其保持匀速缓慢地进行。而且,在施工完成后,施工操作人员还必须对其进行细致的检验,以确保施工的质量。

### 5.3 在预应力施工管理工作中应注意的事项

在道路桥梁工程项目施工中运用预应力施工技术,还必须加强对施工过程的监督管理,以确保施工的质量。在具体操作中,首先要在施工现场成立管理工作小组,对预应力施工现场进行指挥,以保证施工现场能够井然有序。其次,必须严格把控预应力施工建筑材料的质量,确保其符合国家质量标准,符合设计方案的要求。再次,在预应力施工技术运用的过程中,还必须对工程材料进行反复、细致的检查,对于不符合规格的建筑材料及时进行更换。最后,还要对技术操作人员进行必要的技能培训,以增强其操作水平,并提升其责任感,促使操作人员能够严格按照相关规范操作,从而保证施工的质量<sup>9</sup>。

## 6 结语

综上,当前中国道路桥梁建设项目越来越多,对其施工质

量的要求也越来越高。在道路桥梁施工中运用预应力施工技术,能有效提高道路桥梁的承载力,增加其使用年限。论文从混凝土构件、钢绞线工程、拉埋筋工程和加固工程四个方面阐述了预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用,并探讨了应注意的事项,希望能对相关企业的施工提供参考,不断提高道路桥梁施工的质量。

### 参考文献

- [1]刘相陆.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用研究[J].建材与装饰,2019(22):290.
- [2]韩帅,杜金焱.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用探讨[J].中国室内装饰装修天地,2019(6):339.
- [3]孔锋.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用解析[J].中国科技投资,2019(14):290.
- [4]王帅.预应力施工技术在道路桥梁中的实践研究[J].交通世界(运输车辆),2019(5):120-121.
- [5]吴东林.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用[J].城市建设理论研究:电子版,2018,249(3):151-152.
- [6]宁智钧.预应力施工技术在道路桥梁施工中的应用探析[J].企业科技与发展,2018(4):191-192.

(上接第 17 页)

差应符合要求。钢管桩以最终贯入度控制为主,桩尖标高作为校核。

栈桥一个墩位处钢管桩施工完成后,立即进行该墩桩间剪刀撑、连系梁及桩顶横梁施工,并控制好焊接质量。水下钢支撑连系梁在水位最低时水面焊接,确保整体稳定性和使用过程中的桥体安全。桩顶横梁施工时必须精确测量,管顶割口必须确保水平,严格控制同排钢管顶部水平高差不超过 2mm。

### 5.2 上部结构施工

贝雷每两片为一组,在加工场拼装完成运至现场,测量出贝雷架位置,履带吊吊装安放,准确就位后先用 U 形螺栓固定在横梁上,然后焊接限位器。在跨中部位,全部贝雷梁底部增加 1 道[20a 型槽钢,采用螺栓连接,以提高整体稳定性和刚度。

贝雷梁安装完毕,在其上铺设 I22a 横向分配梁,间距 0.75m,用 U 形螺栓固定,分配梁的支点必须放在贝雷梁竖弦杆或菱形弦杆的支点位置,以满足受力要求。然后在 I22a 上纵向铺设[20a 型槽钢反扣作为栈桥面层,间距 22.5mm,通过螺栓连接固定,并在每组槽钢端头部位设置压头钢板。

## 6 栈桥维护保养

定期对栈桥各部位进行检查维护保养并记录,重点检查

各构件的安装、连接及焊缝的磨损;主要受力构件的变形情况;贝雷片连接销的松动脱落情况;螺栓松动情况。布设沉降位移观测点,定期对栈桥高程和位移进行观测记录。

## 7 结语

钢栈桥的使用应结合现场水文、地质条件,充分了解使用栈桥带来的效益及风险,从项目投资、使用及其他替代方式进行比较。栈桥投入使用后,为石杰大桥施工、土石调运带来极大便利,从技术、经济角度分析是成功的技术方案,为项目带来了较大经济效益。论文对花岗岩地质环境下的深水钢栈桥设计和施工技术要点进行了分析探讨,希望能引起大家的共鸣。

### 参考文献

- [1]中华人民共和国交通运输部.公路桥涵设计通用规范:JTGD 60—2015[S].北京:人民交通出版社,2015.
- [2]中华人民共和国交通运输部.公路钢结构桥梁设计规范:JTGD 64—2015[S].北京:人民交通出版社,2015.
- [3]中华人民共和国交通运输部.公路桥涵施工技术规范:JTG/T F50—2011[S].北京:人民交通出版社,2011.
- [4]中华人民共和国交通运输部.港口工程桩基规范:JTS 167—4—2012[S].北京:人民交通出版社,2012.