

# 浅谈特大桥深基坑开挖施工技术

戈文武

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

**摘要:**桥梁基坑开挖具有安全性高、风险性大,施工难度增加居多因素,因此基坑开挖也是桥梁施工一项重点部分。通过施工方法的探索,在老万福河特桥梁施工较为成功。在基坑开挖的施工实践中,通过跟踪观察和积极探索,总结出了可供参考的实践经验,对今后类似桥梁基坑开挖过程起到借鉴的意义。

**关键词:**桥梁基坑;开挖方案;专项措施;施工技术

**中图分类号:**[TU279.7+2];TV551.4+2;U655.4 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2018)02-0114-03

## 1 工程概况

本桥主要跨越老万福河,路线与河道夹角为 $65^\circ$ ,采用正交错孔布置,桥跨布置为左幅: $20 \times 30 + (80 + 130 + 80) + (5 \times 25) + 16 \times 30$ ,右幅: $16 \times 30 + (5 \times 25) + (80 + 130 + 80) + 20 \times 30$ ,左右幅等宽,桥梁全长 1 502 m。主桥采用悬臂浇筑变截面连续箱梁,引桥采用装配式预应力混凝土小箱梁,简支结构。下部结构主桥采用空心薄壁墩,引桥采用柱式墩、肋板台,钻孔灌注桩基础;本桥桩基采用 2.0/1.8/1.6/1.2 m 摩擦桩。全桥平面位于  $R = 3\ 700\text{ m}$  的左偏圆曲线、左偏缓和曲线、直线段上,墩台径向布置,纵断面位于  $R = 17\ 000\text{ m}$  的竖曲线上,纵坡为 1.35%/-1.354%,桥面横坡为单面坡 2%。

## 2 基坑开挖方案

### 2.1 基坑支护及开挖方式

小里程左幅 21 号、右幅 22 号墩承台同时开挖,大里程左幅 22 号、右幅 23 号墩承台同时开挖,基坑采用拉森钢板桩围堰开挖方式。钢板桩围堰布置时要预留承台模板安装空间,并考虑墩身施工空间,钢板桩围堰尺寸设计为长  $30.4\text{ m} \times$  宽  $21.2\text{ m}$  (钢板桩长度 12 m、宽度为 0.4 m 倍数),钢板桩围堰至承台外缘距离为 1.5 m。

钢板桩采用围檩采用 HW400 $\times$ 400H 型钢斜撑采用 HW400 $\times$ 400H 型钢,Q235 材质;横撑采用  $\phi 630 \times 12\text{ mm}$  螺旋管。钢板桩围堰从上到下共设二道内支撑,第一道内支撑布置于钢板桩顶标高下 1.0 m 处,第二道支撑布置于第一道支撑

下 2.5 m 处。

### 2.2 工艺流程

施工准备 $\rightarrow$ 测量放样 $\rightarrow$ 桩位清理 $\rightarrow$ 打钢板桩 $\rightarrow$ 基坑开挖 $\rightarrow$ 开挖、清理基坑 $\rightarrow$ 承台施工。

### 2.3 测量放样与定位

测量班利用已布设好并经监理认可的导线控制网和桩位坐标,放样出承台位点,并用水准仪测量承台位置的地面标高,确定开挖深度。钢板桩施工时每边加宽 1.5 m,以利于模板安装及基坑排水。按顺序标明钢板桩的具体桩位,洒灰线标明。

### 2.4 钢板桩的吊装、堆放

#### 2.4.1 钢板桩吊运

装卸钢板桩宜采用两点吊。吊运时,每次起吊的钢板桩根数不宜过多,并应注意保护锁口免受损伤。

#### 2.4.2 钢板桩堆放

钢板桩堆放的地点,要选择在不会因压重而发生较大沉陷变形的平坦而坚固的场地上,并便于运往打桩施工现场。

### 2.5 导架的安装

在钢板桩施工中,为保证沉桩轴线位置的正确和桩的竖直,要控制桩的打入精度。为防止板桩的屈曲变形和提高桩的贯入能力,需要设置一定刚度的坚固的导架,亦称“施工围檩”。导架采用单层双面形式,通常由导梁和围檩桩等组成,围檩桩的间距一般为 2.5~3.5 m,双面围檩之间的间距不宜过大,一般略比板桩墙厚度大 8~15 mm。

### 2.6 钢板桩施打

#### 2.6.1 施打要求

收稿日期:2018-03-23

钢板桩施工关系到施工支护和安全,是基坑开挖最关键的工序之一,在施工中要注意以下施工有关要求:

(1)钢板桩施打前一定要熟悉地下管线、结构物的情况,认真放出准确的支护桩中线;

(2)打桩前,对钢板桩逐根检查,剔除连接锁口锈蚀、变形严重的钢板桩,不合格者待修整后才可使用。

(2)打桩前,在钢板桩的锁口内涂油脂,以方便打入拔出。

(4)在插打过程中随时测量监控每块桩的斜度不超过2%,当偏斜过大不能用拉齐方法调正时,拔起重打。

(5)钢板桩放线施工和桩头就位必须正确、垂直。沉桩过程中,要随时检测,发现问题,及时处理。基坑开挖后钢板桩要垂直平顺,无严重扭曲、倾斜和劈裂现象,锁口连接要严密。沉桩施前必须平整清除地下、地面及高空障碍物。基坑土方和结构施工期间,对基坑周围土体和支护系统要进行动态观测,及时解决被发现的问题。

#### 2.6.2 打入方法

为保证钢板桩打设精度采用屏风式打入法。先用吊车将钢板桩吊至插桩点处进行插桩,插桩时锁口要对准,每插入一块即套上桩帽轻轻锤击。在打桩过程中,为保证垂直度,用两台全站仪在两个方向加以控制。为防止锁口中心平面位移,在打桩进行方向的钢板桩锁口处设卡板,阻止板桩位移。同时在施工围檩上预先算出每块板的位置,以便随时检查校正。沉桩中钢桩下沉速度突然减小,应停止沉桩,并将钢桩向上拔起0.6~1.0 m然后重新快速下沉,如仍不能下沉,就要采取其他措施。

钢板桩要分几次打入,第一次由12 m打至8 m,第二次打至4 m,第三次待导架拆除后打至设计标高。打桩时,开始打设第一、二块钢板的打入位置和方向要确保精度,每打入1 m测量一次。

#### 2.7 支撑施工

为加强钢板桩墙的整体刚度,沿钢板桩墙全长均设置围檩,围檩用H400型钢组成,通过焊接固定于钢板桩上,在两承台中间使用 $\phi 30$ 钢管桩进行支撑。两层内支撑布置须形式一致,支撑围檩边梁采用HW 400×400型钢卧放。为优化结

构受力,钢板桩围堰四角各设置两道斜撑,HW400×400型钢卧放,并在两道横撑间用HW100×100H型钢进行连接。

实测目前河道水位高程为32.19 m,大里程主墩工作平台高程为35.69 m,左幅22墩承台底标高为27.69 m(4个承台底标高最低的),深基坑开挖深度为8 m。为确保基坑整体稳定,钢板桩围堰从上到下共设二道内支撑。内支撑的布置尽量采用等弯矩布置原则,并考虑施工时承台基坑开挖的可实施性,第一道内支撑布置于钢板桩顶标高下1.0 m处,第二道支撑布置于第一道支撑下2.5 m处。

#### 2.8 土方开挖

##### 2.8.1 水泵降水

钢板桩搭设完毕后,在钢板桩内布置6个15 m深,使用水泵降水,待井内水位降至8 m深时,开始开挖基坑,但在开挖过程中,仍需不间断降水。

##### 2.8.2 分层开挖

基坑土方开挖采取分层开挖作业,先机械开挖上部土方,严禁开挖设备碰撞支撑结构。开挖至设计标高后避免超挖扰动基底原状土,最后采用人工挖除基底的暂留层(100 mm)的土方和基坑槽剩余土方。同时并在基础边线外开挖排水沟及集水井,用水泵排水,防止基坑积水,影响基底承载力。在开挖过程中如发现异常情况,应立即停止挖土,并应立即查清原因和采取措施,方能继续施工。

##### 2.8.3 端头挖土法

本工程土方开挖使用反铲挖掘机,采用端头挖土法:挖土机从基坑(槽)的端头倒退行驶进行开挖。运土自卸车配置在挖土机的两侧。挖掘机沿挖方边缘移动时,机械距离边坡上缘的宽度不得小于1.2 m。在机械施工挖不到的土方,应配合人工随时进行挖掘,并用手推车把土运到机械挖到的地方,以便在抄平后,由人工挖出。挖基坑的土方,在场地有条件堆放时,一定留足回填用土;多余的土方,应一次运走。

##### 2.8.4 浇筑混凝土垫层

基坑开挖至垫层底标后,及时浇筑混凝土垫层,避免基底长时间暴晒或遭受雨水浸泡。基坑边设置挡水坝,防止地表水和雨水流入基坑。并在基坑周围做好施工防护围挡,保证人员及车辆通行安全。基坑内的人员上下口应设置爬梯。

## 2.9 钢板桩的拔除

承台施工完毕基坑回填后,要拔除钢板桩,以便重复使用,拔除钢板桩前,应仔细研究拔桩方法、顺序、时间及土孔处理。先用打拔桩机夹住钢板桩头部振动1 min~2 min,使钢板桩周围的土松动,产生“液化”,减少土对桩的摩阻力,然后慢慢的往上振拔。拔桩时注意桩机的负荷情况,发现上拔困难或拔不上来时,应停止拔桩,先振动1 min~2 min后再往下锤0.5 m~1.0 m再往上振拔。

### 2.9.1 拔桩方法

本工程拔桩采用振动锤拔桩:利用振动锤产生的强迫振动,扰动土质,破坏钢板桩周围土的粘聚力以克服拔桩阻力,依靠附加起吊力的作用将桩拔除。

### 2.9.2 拔桩注意事项

(1)拔桩起点和顺序:对封闭式钢板桩墙,拔桩起点应离开角桩5根以上。可根据沉桩时的情况确定拔桩起点,必要时也可用跳拔的方法。拔桩的顺序最好与打桩时相反。

(2)振打与振拔:拔桩时,可先用振动锤将板桩锁口振活以减小土的粘附,然后边振边拔。对较难拔除的板桩可先用振动锤将桩振下100~300 mm,再交替振拔、振打。

(3)起重机应随振动锤的启动而逐渐加荷,起吊力一般略小于减振器弹簧的压缩极限。

(4)供振动锤使用的电源为振动锤本身额定功率的1.2~2.0倍。

(5)对引拔阻力较大的钢板桩,采用间歇振动的方法,每次振动15 min,振动锤连续不超过1.5 h。

## 3 基坑开挖专项措施

### 3.1 降水措施

#### 3.1.1 降水井

拟在主墩承台布置6个降水井,降水井内径为500 mm,深度为15 m。降水井在承台开挖之前钻成,钻机成孔清空后,使用透水水泥管作为井管,使用5.5 kW水泵进行进行24 h不间断降水。

#### 3.1.2 观测记录

应及时、准确地记录观测井水位,已确定基坑开挖的时间。

### 3.2 监控措施

因该承台位于老万福河二滩地上,所以基坑

开挖后在基坑四周及河堤上设置变形监控点。基坑施工期间每天观测不少于1次,当发现有危险事故征兆时,应及时通报监理、业主和设计单位,并立即采取相应的加固补强措施,在确保安全的情况下方可继续施工。

#### 3.2.1 钢板桩基坑支护变形观测

基坑开挖过程变形观测是在基坑第一道围檩支撑施工完毕后进行,分别在钢板桩、围檩支撑及河堤道路上各布置2个点,作为观测点。

#### 3.2.2 初始值观测

基坑开挖前应测得初始值,且不应少于两次。在基坑开挖过程中每隔4小时观测一次变形,并及时统计进行观测成果的汇总,根据《钢结构设计规范》,变形大于2 cm时应停止作业,查明原因后及时进行加固后方可继续开挖施工。

#### 3.2.3 变形观测

基坑施工完毕后进行承台施工,在承台施工过程中安排专门测量人员对支护钢板桩的变形进行观测,每天测量一次,及时处理测量数据,统计变形量,发现变形后及时通知现场施工人员停止作业,查明原因并及时处理后方可继续施工。

#### 3.2.4 基坑稳定性检测

对基坑及周边地下水进行监测,观测其是否有管涌、漏水现象。发现位移量过大、出现险情时,应立即停止开挖,并用编织袋装满砂或土堆压坡脚,以控制变形;如出现涌水等现象时立即查明涌水位置并用挖机回填反压。并在在位移沉降过大区域根据产生原因,进行加固处理。出现边坡局部漏水时,可采取在该部位打竖向锚管并在管内进行注浆封堵的方法。

## 4 结语

桥梁基坑开挖具有安全性高、风险性大,施工难度增加居多因素,因此,基坑开挖也是桥梁施工一项重点部分。通过以上施工方法的探索,在老万福河特桥梁施工较为成功。在基坑开挖的施工实践中,通过跟踪观察和积极探索,总结出了可供参考的实践经验,对今后类似桥梁基坑开挖过程起到借鉴的意义。

#### 作者简介:

戈文武(1975-),男,湖北保康人,教授级高级工程师,项目公司总工程师,主要从事道路与桥梁工程技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)