

# 坝顶门机预应力混凝土轨道梁施工技术

郑和平

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:介绍了锦屏一级水电站3#、4#表孔坝顶门机轨道梁混凝土施工、钢筋施工、预应力锚索施工、钢结构施工等内容。

关键词:锦屏一级水电站;预应力混凝土轨道梁;静力性能检验;施工技术

中图分类号:TV52;TV547;TV546

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增1-0024-03

## 1 概述

锦屏一级水电站3#、4#表孔坝顶门机轨道梁为12根。该门机轨道梁为预应力钢筋混凝土结构,单根跨度分别为13.36 m、14.86 m,底宽0.54 m,顶宽0.89 m,单根设计最大重量分别为33.58 t、37 t。根据坝顶预应力门机轨道梁的重要性,应抽取一根梁进行静力试验,以检验梁在设计荷载作用下的工作性能,进而保证门机工作的安全。

## 2 轨道梁施工

### 2.1 施工工艺流程

轨道梁施工工艺流程见图1。

### 2.2 钢筋制安

根据施工详图,编制详细的钢筋配料单,待复核无误后,由钢筋加工厂统一加工成型,将各种型号的钢筋编号分类堆放,由东风平板车运至高程1 885 m平台,由缆机吊运至预制现场。钢筋堆放时必须垫枕木并用彩条布遮盖,防止钢筋锈蚀。钢筋绑扎严格依据施工详图和规范要求进行,钢筋接头设置于内力较小处,即T梁两端1/3处并错开布置,采用搭接单面焊接,焊缝长度不小于10d,并保证钢筋焊接后轴线同心,底部钢筋密集,主筋可先施焊,后进行钢筋绑扎成型。

### 2.3 模板制作

基础面采用2 cm厚1:3砂浆找平层,铺砂浆之前,先清理干净地面并洒水湿润。底模采用6 mm厚钢板下铺1.5 cm胶合板和10 cm×10 cm方木。侧模采用5 mm厚钢板制作,筋板采用6 mm钢板制作,围圈采用[12槽钢。因轨道梁梁高为1.7 m,在梁中部加一排φ16拉条,距梁底部30

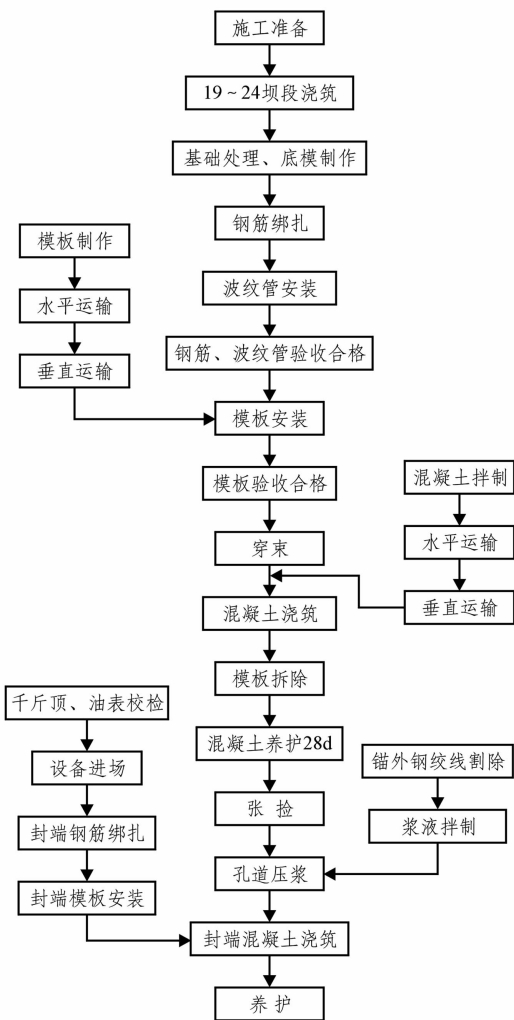


图1 轨道梁施工工艺流程图

cm位置两侧对称布置附着式振捣器(2.2 kW),沿梁轴线75 cm布置,模板两侧采用φ25锚筋连接导链或花篮螺栓进行梁的调整并加固稳定,锚筋插入混凝土40 cm,外露10 cm。

轨道梁侧模安装及加固情况见图2。按设计

收稿日期:2015-04-25

要求,轨道梁底模需起拱,起拱高度为梁轴线长度的1.5‰,其中M2型轨道梁起拱高度为22 mm,M1/M3型轨道梁起拱高度为20 mm。

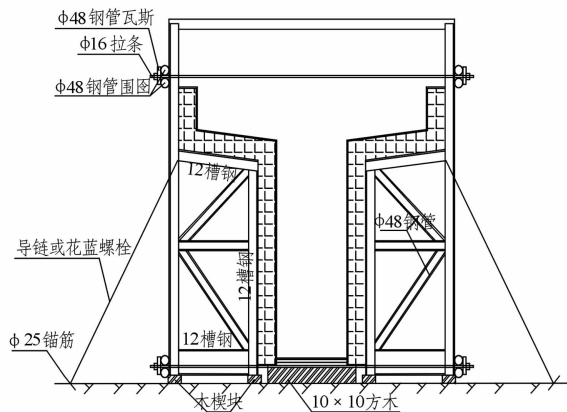


图2 轨道梁侧模安装及加固示意图

## 2.4 波纹管安装

安装前,在底板上按设计坐标测放出各片网点的桩号与高程并用油漆作标记,按油漆上的标记焊上井字支撑钢筋,然后安放波纹管并固定。波纹管安装时尽量避免反复弯曲,以防管壁开裂,同时防止电焊火花烧伤管壁。波纹管的连接处采用同型号的波纹管套接,接头长度为250 mm,管两头用密封胶带封口。波纹管安装完成后,对其进行仔细检查,检查管壁有无破损,接头是否密封。最后,在波纹管的最高处安装排气管,用来排除孔道灌浆时的空气。

## 2.5 钢束制安

钢绞线进厂后按规范要求进行100%抽检,样品送到有资质的检测单位作力学试验,检测合格后,按设计长度下料。钢绞线下料用砂轮切割机切割,钢绞线编束用8#铁丝绑扎,间距为1~1.5 m。编束时,先将钢绞线理顺并尽量使各根钢绞线松紧程度一致。钢束编好后,对钢束进行编号,以防施工时出现安装混淆现象。

钢绞线施工采用先穿束法,即钢绞线穿束后进行混凝土浇筑。在施工过程中,应加固波纹管位置,避免因锚束自重引起的波纹管摆动造成摩擦波纹管;加强束端保护,防止生锈;振捣施工时应避免波纹管变形导致漏浆,进而影响预应力张拉。

## 2.6 混凝土浇筑

混凝土浇筑采用纵向分层水平分段浇筑,从

梁的一端向另一端推进,分段长度为4 m;临近另一端,改从另一端浇筑,在距另一端4 m处合拢。分层下料厚度不超过30 cm,上层混凝土必须在下层混凝土初凝之前覆盖以保证接缝处混凝土良好结合。为避免腹、翼板交界处因腹板混凝土沉落而造成纵向裂缝,在腹板混凝土浇完后略停一段时间使腹板混凝土能充分沉落,然后再浇筑翼板,但必须保证在腹板混凝土初凝前将翼板混凝土浇筑完毕。浇筑T梁顶面时按设计要求冲毛,在振捣过程中随时监测模板支撑的稳固,以防模板变形、移位等情况发生。混凝土浇完后派专人养护28 d。

## 2.7 钢绞线张拉

钢绞线张拉采用两端对称张拉施工。张拉采用“双控”,即伸长值和张拉力且以应变为准。钢绞线张拉前,先调整到初应力 $\sigma_0$ (10%),即用QYC25型千斤顶对每束钢绞线单根进行初应力张拉,然后按张拉顺序再对每束钢绞线进行张拉,整束分级张拉程序为:预紧 $\rightarrow$ 25% $P$  $\rightarrow$ 50% $P$  $\rightarrow$ 75% $P$  $\rightarrow$ 100% $P$  $\rightarrow$ 超张拉力 $\rightarrow$ 稳压锁定( $P$ 为设计锁定荷载);除最后一次超张拉要求静载持续30 min外,其余每级的持续时间均为5 min。上述五个量级的张拉均应在同一工作时段内完成,否则应卸荷重新再依次张拉。张拉过程中,准确量测钢绞线的伸长值并做好张拉记录。

补偿张拉:锚索张拉完毕锁定3 d后,如锚索张拉力的监测值不小于设计锁定值,原则上不进行补偿张拉;反之,则需进行补偿张拉。需要补偿张拉的锚索根据设计要求及监理批示进行,在补偿张拉前,应注意检查,若发现异常张拉力时,要查明原因并进行处理。

## 2.8 孔道压浆

压浆前,用高压水将孔道内的粉渣等杂物冲洗干净,保证孔道畅通。孔道冲洗后,排空孔道内的积水,但要保持孔道润湿。孔道压浆顺序为先下后上,即先灌注完N1孔道,再灌注N2孔道,最后灌注N3孔道。压浆管路长度不宜超过25 m;超过30 m时,提高压力100~200 kPa。压浆分两次进行,每一个孔道在两端先后各压浆一次,两次压浆间隔时间为30~45 min。孔道压浆后,立即将梁端水泥浆冲洗干净,同时清除支撑垫板、锚具及端面混凝土的污垢,并将端面混凝土凿毛,浇筑

封端混凝土。

## 2.9 预制梁的吊装

预制梁吊装前,必须准确校核梁沿轴线的长度,确保梁的实际长度不大于设计尺寸。梁构件在起吊进行时,吊点须符合施工详图规定,起吊绳与构件水平面的夹角不小于 $60^\circ$ 。事先设置临时联杆和横撑,以免构件变形、损坏。单根 $>30\text{ t}$ 的预制梁采用2台缆机吊装,单根 $<30\text{ t}$ 的预制梁采用1台缆机吊装。

## 2.10 湿接缝施工

预制梁安装完成后,应及时进行翼板及横隔板之间的连接和湿接缝的浇筑。湿接缝底模和侧模均采用组合钢模板,用反吊法加固。采用自卸汽车运输,缆机入仓的方式,软轴振捣器和附着式振捣器振捣密实。

## 3 结构静力试验

根据坝顶预应力门机轨道梁的重要性以及业主、设计、监理与施工单位讨论的会议要求,选择外观质量较差的一根轨道梁进行静力试验,检验梁在设计荷载作用下的工作性能,以保证门机工作的安全。

轨道梁静力试验荷载加载情况见图3。

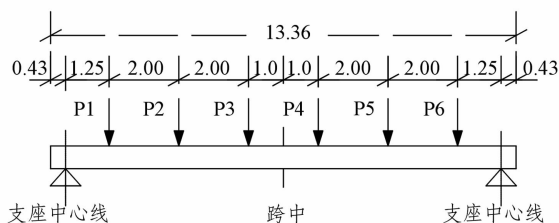


图3 轨道梁静力试验荷载加载简图

试验和卸载采用分级进行,具体分级顺序为: $0 \rightarrow 0.1 q \rightarrow 0.2 q \rightarrow 0.4 q \rightarrow 0.6 q \rightarrow 0.8 q \rightarrow q \rightarrow 0.8 q \rightarrow 0.6 q \rightarrow 0.4 q \rightarrow 0.2 q \rightarrow 0.1 q \rightarrow 0$ 。按此顺序进行均匀加载试验,应重复3~5次。

每次加载和卸载后均应有足够的间歇时间,一般情况下不少于10 min。当加载量达到设计加载量后,间歇时间不少于30 min。

### 3.1 挠度试验测量

挠度测量点布置在梁跨的 $L/2$ 截面、 $L/4$ 截面处,挠度值用千分表测量。安装千分表前必须对坝顶1884.7 m高程试验梁下安装千分表处的混凝土进行砂浆抹面找平,同时对M2梁梁跨的

$L/2$ 截面、 $L/4$ 截面梁的底部也进行砂浆抹面找平,以减少由于接触面的不平整而造成千分表计数的误差。待砂浆找平后,把调整好的千分表安装在梁底部梁跨的 $L/2$ 截面、 $L/4$ 截面处,用钢垫板进行高度的调节,直至满足要求为止。

### 3.2 观测裂缝

在施加外荷载之前,对梁进行详细的外观检查并作详细的记录,必要时可在梁体上作相应的标记。在加载过程中,应随时观察梁体的变化,当有裂缝出现时,应及时测计裂缝发生的位置、宽度、长度、深度等变化情况及相应所施加的荷载。裂缝宽度用刻度放大镜观察,裂缝长度用普通米尺测量。

### 3.3 应变观测

试验进行跨中截面应变观测。测点布置在跨中截面的梁顶、梁底及截面两侧,梁顶和梁底各布置一点,截面两侧沿梁高各布置5点,采用在测点上贴应变片的方法进行观测。试验中要详细观测和记录应变的变化规律并绘出应变分布图。

### 3.4 支座偏移观测

待试验轨道梁吊装在混凝土支座上并调节安装好以后,用红色彩笔垂直梁轴线方向作一条直线连接梁与混凝土支座(梁端支座上为同一直线或固定点)。当梁受到外荷载的作用时,梁体下部伸长使支座发生位移,位移值的大小可通过所作梁、梁支座同一直线的偏移距离用游标卡尺测量出来。将支座偏移情况作详细记录,直线偏移量用普通千分尺测量。

本次静载试验内容包括主梁应力测试和主梁变形测试。其中应变测试采用电阻式应变片进行测试。对于单向应变测点,通过测量测点单向应变换算单向应力值。

## 4 结语

施工工艺是保证工程质量的重要因素,坝顶门机预应力混凝土轨道梁施工严格按照施工技术规范进行、全过程受控施工,全员进行质量控制,经结构静力试验检验证明,满足设计和合同要求。

作者简介:

郑和平(1973-),男,湖北长阳人,高级工程师,从事水电水利工程施工技术工作。

(责任编辑:李燕辉)