

宝珠寺水电站厂房主安装间屋顶 钢绞线预应力梁的施工

颢建军 赵军

(中国水利水电第五工程局,四川广元,628007)

摘要 宝珠寺水电站厂房主安装间屋顶为承重结构,设计采用了预制预应力梁与现浇混凝土相结合的组合整体式屋顶。预应力梁用后张法施工,其预应力的施加采用了锚具尺寸小、吨位大、便于施工的钢绞线预应力体系。由于预制预应力梁具有梁体断面小、体形长、配筋密集、预应力孔洞多等特点,因此它的预制是施工中一大难点。文中结合实际施工过程,对采取的技术措施作了较详细地叙述,其结果可供有关方面参考。

关键词 宝珠寺水电站 厂房安装间 预应力梁

1 概 述

宝珠寺水电站位于四川省广元市境内白龙江干流上,是国家在建的大型水利水电工程之一。该电站拦河大坝为混凝土实体重力坝,最大坝高132 m,坝后式河床中间厂房,装机容量700 MW,电站已于1996年年底第一台机组发电。

该电站主安装间位于主厂房左邻的19号坝段坝体内,屋顶跨度23.0 m,宽度20.0 m,地面高程▽498.70 m,屋顶底面高程▽516.00 m。屋顶部▽522.05~▽524.27 m高程以上为大坝左泄水底孔的泄槽,泄槽底板坡度1:11.71。主安装间屋顶为承重结构,设计上采用了预制预应力梁与现浇混凝土相结合的组合整体式屋顶。屋顶共布置了长24.5 m 预应力梁37根,屋顶形式见图1。

由于屋顶在混凝土自重及其他荷载作用下,预应力梁内将产生很大的内力,且受到吊装设备容量

的限制(200 kN左右),梁体断面不可能取的太大。所以,为满足受力要求,设计采用了锚具尺寸小、吨位大、施工简便的钢绞线预应力体系。预应力梁断面呈倒“T”形,底宽50 cm,翼缘高度40 cm,梁腹板厚20 cm(梁端部腹板局部加厚,为30 cm),腹板高度75 cm。单根预应力梁长2450 cm,梁高120 cm,自重约225 kN。预应力梁体形参见图2。每根预应力梁布置有6束钢绞线,每束钢绞线由7根φ5 高强度钢绞线互绞在一起组成,直径为 $d=15$ mm。钢绞线的标准抗拉强度为 $\sigma_s=1470$ N/mm²,设计极限抗拉强度 $\sigma=0.97\sigma_s=1411$ N/mm²,设计弹性模量 $E_s=1.8\times 10^5$ N/mm²。预应力梁内钢绞线的布置形式参见图3。预应力梁混凝土强度等级C50,预应力的施加按后张法进行施工。

预应力梁按二级抗裂构件设计,其荷载组合分长期荷载组合和短期荷载组合。长期荷载组合为:自重;短期荷载组合为:自重+屋顶泄槽泄水。在施工阶段,梁上缘预拉区允许出现拉应力(拉应力 ≤ 6.7 N/mm²)。在长期荷载作用下,梁底部处于减压状态,不产生拉应力;在短期荷载作用下,梁底部允许产生拉应力(拉应力 ≤ 2.41 N/mm²),短期荷载作用

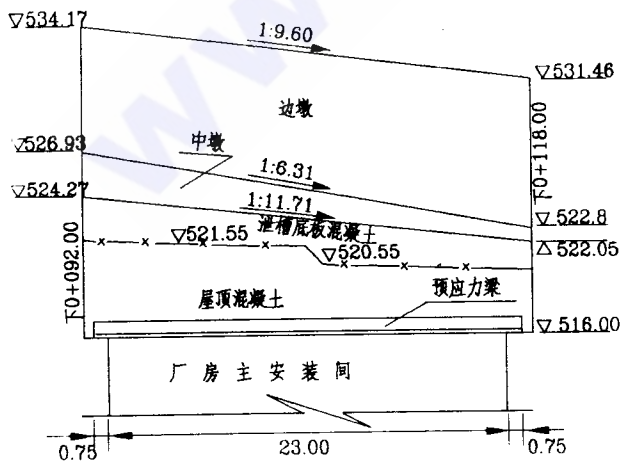


图1 主安装间屋顶体形图(单位:m)

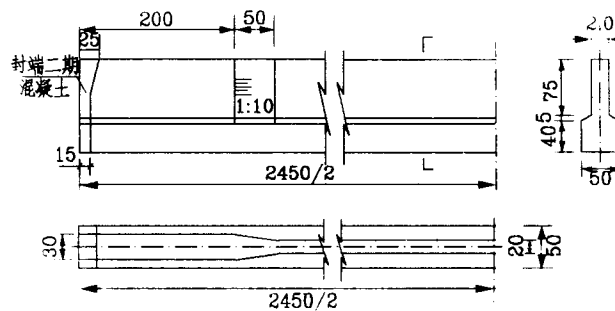


图2 预应力梁体形图(单位:cm)

过后,拉应力消失。

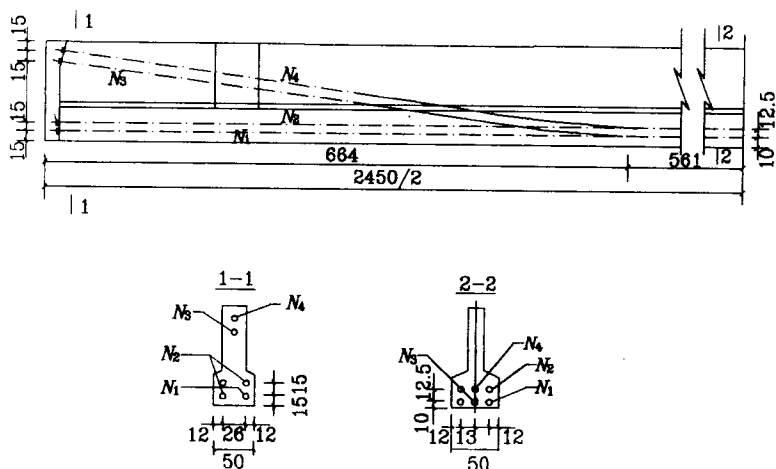


图3 梁内预应力钢绞线布置图(单位:cm)

为了保证主安装间 1996 年 3 月初封顶的要求, 预应力梁的施工时段在 1995 年 9 月至 1996 年 2 月, 历时 6 个月。其中, 梁体预制主要在 1995 年冬季进行。该预应力梁在设计上具有梁体断面小、体形长、配筋密集、预应力孔洞多的特点。其施工特点是工期短、工序繁杂、难度大。现对其施工情况论述于后。

2 施工场地选择及设备选型

2.1 施工场地选择

鉴于预应力梁梁体较长, 自重较大, 为避免运输困难, 在多方案比较论证后, 决定将梁体预制场地不

设在离工地较远的混凝土预制厂, 而选定在坝体已浇筑成形的 $\nabla 525.30$ m 开关站平台上。其优点是: (1) 离主安装间较近, 可以就地预制就地吊装, 省去了汽车运输; (2) 浇筑混凝土时是利用左岸进厂公路及变压器运输洞进料, 施工便利。采用左岸拌和系统 $4 \times 1.5 \text{ m}^3$ 拌和楼拌制混凝土, 其拌和和质量能够得到保证; (3) 预制场地比较宽阔, 可满足施工器材堆放及各工序作业要求; (4) 可利用设在 $\nabla 498.70$ m 变压器平台上的 5 号门机和设在 13 号坝段 $\nabla 508.00$ m 高程的 4 号门机吊动器材, 施工器材转移方便。

预制场地布局情况详见图 4。

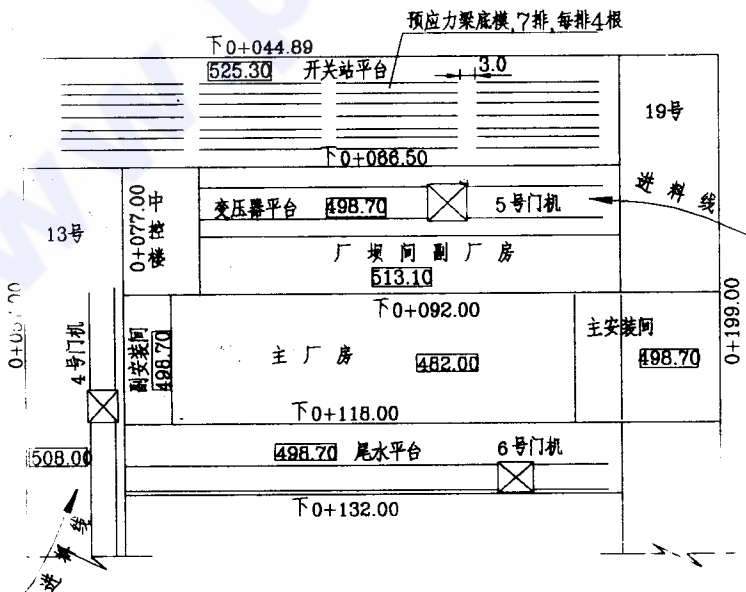


图4 预应力梁施工平面布置图(单位:m)

2.2 设备选型

混凝土浇捣设备选用直径 $\phi 30$ mm 的软轴插入式振捣器和 ZB110-50 型、ZF55-50 型附着式振动器。以 ZB110-50 型附着式振动器为主,插入式振捣器和 ZF55-50 型附着式振动器为辅。附着式振动器的主要技术参数见下表。

混凝土运输设备选用自卸汽车作水平运输。从右岸拌和系统经进厂公路、变压器运输洞运至 $\nabla 498.70$ m 变压器平台后,由 5 号门机吊运卧罐入仓。

附着式振动器主要技术参数表

名称	电动平板式外部 混凝土振动器	ZF 型附着式振动器
型号	ZB110-50	ZF55-50
振动频率/Hz	50	50
激振力/kN	4.2	4.0
额定功率/kW	1.1	0.55
安装尺寸/mm	180×170	180×170
重量/kg	26	18
生产厂家	成都市华民机械厂	四川变压器厂

预应力张拉设备选用广西柳州欧维姆建筑机械有限公司生产的 OVM(欧维姆)系列锚夹具,其设备型号和数量如下:

- 工作锚 OVM15-6 型,6 套
- 工具锚 OVM15-6 型,500 套
- 千斤顶 穿心式 YCW150-200 型,4 台
- 高压油泵 ZB-500 型,4 台

预应力梁的吊装选用 5 号和 6 号门机相互协作完成。5 号门机布置在 $\nabla 498.7$ m 变压器平台上;6 号门机布置在尾水平台上。尾水平台高程 $\nabla 498.70$ m。

3 预应力梁的施工

主安装间预应力梁施工工艺流程见图 5。现将施工中遇到的问题及采取的措施论述如下。

3.1 梁体预制

3.1.1 模板形式

由于梁体断面小、梁的侧向设计强度极低,故设计上要求大梁不可翻转,只能立式灌注混凝土,即翼缘在下、腹板在上灌注。此外,为保证梁体预制质量,设计还要求修砌专用预制台座,在梁底模和侧模上均布置附着式振动器振捣混凝土,并以底模附着式振捣为主,侧模附着式振捣为辅。

鉴于修砌专用预制台座费用较高,且不利于大量预制,对工期影响较大,故经过对几种模板方案的分析论证,最终选用了以定型平面钢模板为主。异形

部位配制木模辅助、底部以方木承托、侧模斜撑的模板方案(参见图 6)。该模板方案取消了底模上布置的附着式振动器,改为以侧模附着式振捣混凝土为主,插入式振捣为辅。由于该模板体系底模托空,通过翼缘侧模上固定的附着式振动器,也可引起底模振动,达到使梁底混凝土密实的作用。该模板形式最大的优点是能够充分利用宽阔的施工场地,可以各道工序全面铺开,有利于加快施工进度。同时也避免了采用专用预制台座来回挪动梁的麻烦,省去了设计要求的蒸汽养护,可充分利用自然条件养护,节省了施工费用。

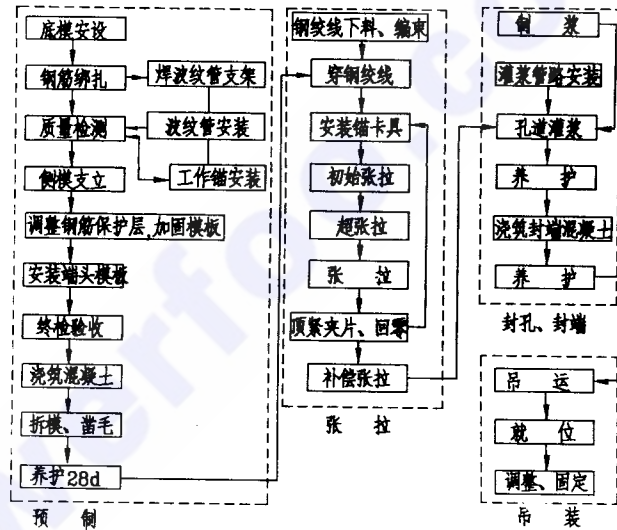


图 5 预应力梁工艺流程框图

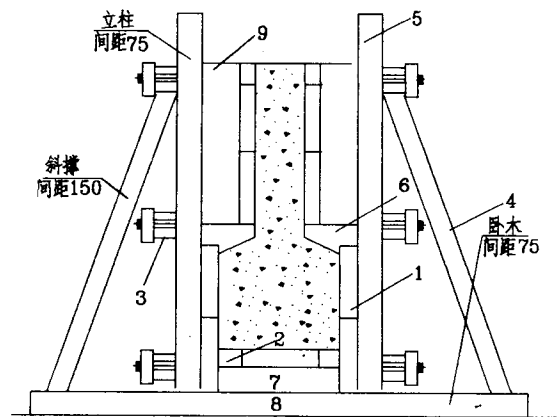


图 6 预应力梁模板图(单位:cm)

1. P3015 钢模板;2. $10\text{ cm} \times 5.5\text{ cm}$ 方木条;3. 横围楞 $100\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ 矩形钢管;4. $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 方木斜撑;5. $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 方木立柱;6. 异形方木条;7. $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 垫木;8. $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 卧木;9. $10\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ 木楔体

对于梁体端头模板,则用钢板加工成带支撑架的定型模板,模板上按预应力孔洞开孔位置预先开孔,以方便预应力孔洞的安装固定。为方便脱模和凿毛,在底模上铺一层塑料薄膜,侧模在安装前表面上

涂一层柠檬酸。

为保证梁体模板能经得起附着式振动器振动,特作了如下要求:(1)对底模与水平垫木以及水平垫木与地面间的调整木楔,在开仓前必须用铁钉牢固地钉在一起,以防止振捣时振动变形和移位。(2)对水平垫木用 $5\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ 的方木作纵向联杆,将其连成整体。(3)侧面模板的竖向围楞底部要座落在地面上,并紧贴底模水平垫木,与水平垫木间用铁钉连在一起。(4)梁体两侧间隔 1.5 m 对称打斜撑,以防侧向变形。(5)混凝土浇捣时值班木工加强维护,对松动和错位的部位及时处理。

实践表明,该模板形式是切合实际的。它简单可行,能够保证梁体混凝土的浇筑质量,为现场小断面钢绞线预应力梁制作积累了经验。

3.1.2 钢筋制安

梁底模铺设完毕,经抄平后由监理检查验收,合格后进行钢筋绑扎作业。

根据设计意图,为保证预应力孔洞的精度,设计文件要求在绑扎钢筋前应先焊好预应力孔道的安装支架,并安装孔道,合格后再进行钢筋绑扎。由于预应力梁在翼缘和腹板部配有大量的箍筋,如果按先安孔道后绑钢筋这一程序施工,必然要将箍筋断成两截安装,然后再焊成整体,这样做的结果是增大了钢筋制安量,对工期影响较大。同时,预应力孔洞形成后再穿入纵向配筋,因钢筋较长,受场地限制穿入困难。鉴于此,施工时在工序上作了一些调整,改为先绑扎钢筋后形成预应力孔洞。

钢筋的绑扎顺序是:摆放翼缘箍筋和腹板箍筋→穿梁底纵向钢筋→调整箍筋间距并穿入腰筋、架立筋→固定钢筋使之形成钢筋骨架→绑扎梁端头加强筋→插入梁体吊环。

需要指出的是,在梁体吊环安装过程中,由于梁端头部位配筋密集,吊环无法插入,即使将吊环断开插入后再焊接起来,也与预应力孔洞间相互干扰。故此施工时决定取消吊环,改用两套方案吊运预应力梁。第一套方案是不借助吊环,直接用钢丝绳捆在梁端部吊运;第二套方案是在梁端部原设计吊环部位两侧各预埋2根 $\phi 25$ 锚筋,单根长 1.3 m ,并将其与梁体腹板箍筋焊在一起,预应力梁浇筑成形后将专制的吊耳焊接在 $\phi 25$ 锚筋上进行吊运。吊运以第一套方案为主,第二套方案备用。

预应力梁的钢筋加工是在 $\nabla 525.30\text{ m}$ 平台梁体预制场进行的,在现场布置了一台钢筋切断机和一个钢筋加工台。

为了满足钢筋保护层 2 cm 的要求,同时为防止

钢筋骨架在振捣混凝土过程中变形。用 $\phi 20$ 的短钢筋头在梁底和侧面与钢筋骨架每隔 1.0 m 相焊,然后再支立侧面模板。

3.1.3 预应力孔洞的形成及OVM工作锚螺旋筋和锚垫板的安装

3.1.3.1 预应力孔洞的形成。原设计预应力孔洞采用预埋胶管拔管成洞。但由于该梁断面尺寸小,配筋密集且预应力孔洞较多,考虑到施工时拔管时间不易掌握,如时间过早,则容易塌孔,导致孔道堵塞,对穿束有一定影响;如时间过迟,则胶管抽拔困难。鉴于此,将拔管成洞方案改为预埋金属波纹管成洞。金属波纹管成洞在目前后张法预应力孔洞中运用较广,它具有重量轻、刚度好、易弯折、接头简便、易成孔的优点,并且它与混凝土间粘结好,张拉时摩阻系数小、预应力的损失也相对较小。针对预应力钢绞线的直径,本预应力梁选用内径 $\phi 65+0.5\text{ mm}$ 的标准波纹管成孔。在波纹管接长时,选用 200 mm 长、内径 $\phi 70+0.5\text{ mm}$ 的标准波纹管作接头,套在 $\phi 65+0.5\text{ mm}$ 波纹管的端头,然后用胶带对接缝处严密封裹,以防止接缝漏浆。

钢筋绑扎结束后,根据预应力孔道的设计坐标,利用梁体配筋适当焊接孔道支架,然后向梁体内穿入波纹管。波纹管用人工方法从梁的一端向另一端穿入。由于波纹管管壁较薄,为防挤压变形和方便穿入,通常以 $4\sim 6\text{ m}$ 为一节,并随着被穿入的情况及时在端头接长。对于曲线形孔洞,波纹管穿入时从梁两端向中间进行,最后在梁中间接头。由于梁体断面小,为使6根波纹管之间在穿入过程中互不干扰,穿入的顺序为先曲线孔、后水平孔,先下层孔、后上层孔。波纹管穿入后,测量、调整其预埋位置,达到质量控制标准后用22号铅丝将其牢固地捆扎在支撑架上。

为防止浇筑时因插捣混凝土使波纹管被挤扁,浇筑前用外径 $\phi 62\text{ mm}$ 的胶管穿在波纹管管内作保护。

3.1.3.2 OVM工作锚螺旋筋和锚垫板的安装。OVM工作锚的螺旋筋和锚垫板必须预先埋入梁端混凝土中,它们的安装在波纹管固定后进行。由于梁端部配置了密集的加强钢筋,因而螺旋筋的插入不可避免地受到了阻挠,其采取的措施是:将螺旋筋套在波纹管上,用旋转方式拧入梁体后再套上锚垫板。在螺旋筋旋入梁体的过程中,如遇到梁端个别加强钢筋阻碍,则暂时将其拆除,待螺旋筋和锚垫板安装后再适当调整位置补绑。

总之,梁端配筋、锚垫板和锚后螺旋筋相互的空

间位置在设计时应予以充分考虑,否则将给施工造成一定困难。

3.1.4 梁体混凝土浇筑及其养护

因梁体配筋密集、预应力孔洞占据的空间大,为了确保混凝土浇筑质量,采用 C50 一级配细石混凝土,骨料最大粒径 $D_{\max} \leq 20$ mm,不允许超径。混凝土在配合比设计时充分考虑使其具有良好的流动性和抗分离性,使用的骨料为宝珠寺水电站飞鹅峡料场人工骨料。

用左岸拌和系统拌制混凝土,每次拌制 1.0 m^3 ,由自卸汽车运至 $\nabla 498.70 \text{ m}$ 变压器平台,卸入 3.0 m^3 卧罐。再经 5 号门机吊运到浇筑点。

采用门机吊 3.0 m^3 卧罐直接进入仓。因梁体上口宽仅 $20 \sim 30 \text{ cm}$,为保证下料时不外溢,在入仓口设置了倒“八”字形铁皮溜槽。同时,为了方便浇筑人员操作,顺梁长方向专门搭设了高 1.5 m 的操作平台。为避免下料速度过快而造成入仓口积料和梁体内混凝土架空,要求下料时卧罐斗门徐徐开启,以便混凝土通过振动从进料口慢慢进入梁内。下料次序从梁的一端向另一端逐次推进,台阶式铺料,铺料厚度以 30 cm 为宜。

振捣以侧模附着式振动器为主,布置间距 1.5 m ,上下左右交错排列。翼缘用 ZB110-50 型,腹板部用 ZF55-50 型。为便于附着式振动器能有效地固定在侧模上,用角钢焊制了专用支架,将支架通过模板边框的 U 形卡孔用 $\phi 12$ 螺栓连接起来,然后再将附着式振动器用连接螺栓固定在支架上。除附着式振动器外,还配备了直径 $\phi 30 \text{ mm}$ 的软轴插入式振捣器 2~3 台,并配有钢钎和小铁锤等插捣工具。

混凝土入仓前,先逐个开启附着式振动器进行试验,以检查模板的振动情况。入仓时,每次下料的同时即开启附着式振动器,并用插入式振捣器和钢钎辅助喂料。一般情况下附着式振动器振动 $8 \sim 12 \text{ min}$ 。如用小铁锤敲击底模和侧模,发现混凝土尚不密实时,可适当延长振动时间。浇筑过程中,严禁吊罐下料时撞击模板及顶部外露插筋,以防引起梁体变形。

通常一个梁浇筑 5 h 左右即可完成。浇筑结束后,及时在顶口覆盖塑料薄膜,洒水养护。待 48 h 后拆除侧面模板,组织凿毛。凿毛结束后将整个梁用塑料薄膜覆盖,洒水养护 28 d 。

3.2 预应力的施加

3.2.1 钢绞线的下料、成束

钢绞线的下料和成束首先在加工厂进行,完成后编号存放,待穿束时再运往现场。钢绞线下料用氧

炔焰切割,下好后将每 6 根钢绞线组成一束,每隔 1.0 m 用 12 号铅丝扎紧成束。钢绞线的下料长度按下式计算:

$$L = L_0 + 2(L_1 + b_1 + b_2 + c)$$

式中 L_0 ——钢绞线的设计长度(mm);

L_1 ——穿心式千斤顶长(mm);

b_1 ——工作锚厚度(mm);

b_2 ——工具锚厚度(mm);

c ——端头超长,取 100 mm 。

3.2.2 预应力的施加

预应力梁养护达 28 d 龄期后即进行穿束,然后张拉。张拉分为两个阶段。第一阶段仅对大梁最下一排两侧钢绞线 N_1 进行 80% 张拉,张拉应力 $\sigma = 823.2 \text{ N/mm}^2$ 。张拉结束后将梁体吊离底模,集中在张拉地点等待下阶段张拉。与此同时,根据设计要求,在张拉地点将梁按设计支点在两端用 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 方木支撑起来,使大梁自重参加工作。第二阶段将集中对其余钢绞线全部张拉完毕,并对最初张拉的两束钢绞线 N_1 重新张拉一次。

每束钢绞线均采用两端张拉的方式,其张拉顺序为: $N_1(80\% \text{ 张拉}) \rightarrow N_2 \rightarrow N_1 N_3 \rightarrow N_1 N_4$ 。

为保证张拉时梁体均匀受力,一般将对称的两束钢绞线同时张拉。

预应力钢绞线张拉程序如下:

(1) 初始张拉。用千斤顶给钢绞线加初始应力 $\sigma = 117.6 \text{ N/mm}^2$,相应张拉力为 98 kN ,使钢绞线拉直,然后量测初始钢绞线长度值。

(2) 超张拉。超张拉应力取 $\sigma = 0.8\sigma_j = 1176 \text{ N/mm}^2$,相应超张拉力为 980 kN 。达到超张拉力后稳定 5 min ,量测出钢绞线的伸长值。

(3) 回油。使张拉应力到达钢绞线的控制应力 $\sigma = 0.7\sigma_j = 1029 \text{ N/mm}^2$,相应张拉力为 865.144 kN ,持荷 5 min 后量测出钢绞线的伸长值。

(4) 顶紧锚具夹片。量测出千斤顶的外露长度。

(5) 顶紧夹片后回油。使油缸压力表读数为零,再使夹片持荷稳定 5 min ,量测夹片的外露长度。

(6) 因张拉过程中会引起混凝土的压缩变形,使最初张拉的两束钢绞线预应力有所损失,需对其进行补偿张拉。补偿张拉的张拉力为 865.144 kN ,相应钢绞线应力 $\sigma = 1029 \text{ N/mm}^2$ 。

(7) 锚固完成。经 4 h 后氧炔焰割除锚具外多余钢绞线。切割部位在锚具夹片外 $30 \sim 40 \text{ mm}$ 处。

3.3 孔洞灌浆

孔洞灌浆采用的材料为 525 号普通硅酸盐水泥,水灰比 $W/C = 0.35 \sim 0.40$ 。其强度要求 $R_7 \geq 25$

$N/mm^2, R_{28} \geq 40 N/mm^2$ 。

孔洞灌浆采用一次压浆工艺。用灌浆泵加压将灰浆从一端锚头上的孔中注入孔洞中,并使其从另一端的孔中流出。当浓浆从另一端流出后,关闭出浆端的阀门,继续用灌浆泵加压至 $0.6 N/mm^2$ 。随后关闭进浆管上阀门,在此压力作用下并浆,直到孔洞内灰浆压力消失后拆除灌浆管道及套筒阀门。

3.4 梁体吊装

预应力梁吊点设在距梁端 $1 \sim 1.5 m$ 处,在孔洞灌浆达到 $28 d$ 后进行吊装。用 5 号和 6 号门机单独或联合吊装就位,吊装采用钢丝绳直接捆在大梁吊点上吊运的方案。为避免梁体吊运过程中扭转或倾覆,要求吊运做到慢、平、稳。

为确保梁体准确就位,在安装前先将端座处加以整平,然后按照设计布置测量放线,最后才吊装预应力梁。

4 结束语

宝珠寺水电站厂房主安装间屋顶预应力梁具有梁体断面小、体形长、配筋密集、预应力孔洞多等特点,加之梁体混凝土强度等级高,因而梁体的预制是施工中的一大难点。实际施工中通过采取上述的一系列技术措施,保证了预应力梁施工质量和工程进度,并形成了如下技术特点。

(1)底模采用方木承托,省去专用预制台座;侧模以定型钢模为主,材料便于周转使用;以侧模附着式振动为主,取消了底模附着式振动,既方便施工又保证了质量。

(2)充分利用场地宽阔的特点,梁体预制全面铺开,省去了使用专用预制台座时为加速周转而采用的蒸汽养护方案。在自然条件下洒水养护,节省了工程费用。

(3)鉴于梁体吊钩埋设困难,大胆取消吊钩,用钢丝绳直接捆在梁端吊装,并获得成功。

(4)梁体端头模板采用自制定型钢模,拆装方便,定位准确,周转速度快。

(5)在预应力孔洞灌浆达到一定强度后即吊装梁体,将梁头封端二期混凝土与屋顶现浇混凝土合并在一起施工,加快了工程进度。

(6)用预埋金属波纹管取代胶管拔管形成预应力孔洞,施工便利,易成孔,能够确保成孔质量。

像宝珠寺工程这样小断面的钢绞线预应力梁,在国内水电建设方面尚不多见,本工程施工所取得的经验对类似的设计和施工具有一定参考价值。

作者简介

颜建军 男 中国水利水电第五工程局浇筑处 科长 工程师 学士

赵军 男 中国水利水电第五工程局浇筑处 科长 工程师

(收稿日期:1996-07-25)

二滩国际公司受聘出任引黄工程国际二、三标建设监理责任公司

为了解决山西省水资源紧缺,促进山西工农业生产发展,提高人民生活水平,引黄入晋工程以山西万家寨水利枢纽为取水口,将滔滔黄河之水,经由数十条隧洞、渡槽、埋涵以及多级地面和地下泵站,经历数百公里,引入太原、大同、平朔等能源重化工基地。这是一个山西人民的生命工程,是跨世纪的、造福于人民群众的伟大的水利工程。成都院二滩

国际工程咨询有限责任公司在引黄工程采用国际竞争性招标中,以超群的素质和良好的信誉,受聘出任该项目国际二、三标建设监理责任公司,与华北水院、引大公司联合承担国际二、三标建设监理工作。

(摘录自 1997 年 10 月 15 日《成勘院报》)

省水电学会地勘专委会举行会议

1998 年 1 月 23 日,省水电学会地勘专委会举行会议。出席会议的有在蓉的专委会委员、省水电学会的领导等。地勘专委会范焰仙秘书长主持会议并就专委会 1997 年的工作进行了小结,对专委会 1998 年的工作计划和筹措资金等事项向与会者进行了说明。专委会主任委员李文纲在会上发言,对成员单位支持专委会工作表示感谢并希望大家再接再厉,一如既往地支持专委会的工作,我院宋胜武副院长也在百忙中抽空出席了会议,并向与会代表介绍了我院 1997 年的工作和 1998 年的安排,特别介绍了正在比选当中的溪洛渡水电站

的进展情况,宋副院长希望专委会各成员单位加强联系,互通有无,共同为振兴四川乃至西南的工程地质事业做出贡献,宋副院长的到会,表明了该院对地勘专委会工作的重视。省学会张玉惠副秘书长、四川省水利勘测设计研究院梁副院长也在会上发言。与会代表对所议几项议程发表了意见,并对 1998 年的学术活动提出了建议。会议在完成了预定的议程后圆满闭幕。

(成勘院 李燕辉)

CONTENTS.

General Situation and Prospect of Sichuan Electric Power Industry Development	<i>Ma Huaixin</i> (1)
Study on Hydropower Rolling Development at Dadu River	<i>Zhang Dengshi Dai Weiyang</i> (4)
Derivation of Mean Annual Sediment Content in Rivers Without Sediment Data in Sichuan	<i>Cao Jianxinag</i> (9)
Rainfall Runoff Forecast Based on Nervous Network	<i>Chen Ke</i> (12)
Elementary Study on Sediment Deposit at Gongzui Reservoir	<i>Zhang Xiangjin</i> (17)
Derivation of Design Flood at Substation Project in Very Small Basin	<i>Cai Xinghe</i> (20)
Fracture Geometry Properties in Fissure Effect of Clay Mass	<i>Hu Xiewen Wand Shiping</i> (22)
Application of Relative Approximation in Rock Quality Sequencing	<i>Shang Xinsheng</i> (27)
Landsliding Treatment during the Construction Period in 220 kV Step-up Substation at Longtan Hydropower Station	<i>Li Daipei</i> (29)
Study on Hybrid Finite Element Method for Stress Intensity Factor of Three Dimensional Interface Crack	<i>Tian Winye Huang Shongmei Jian Zheng</i> (31)
Raise Reaming Machine and Its Application in Chinese Hydropower Project	<i>Liang Haibo Ma jiming Gu Zhaoqi Liu Zhiqiang</i> (34)
Probing into Controlled Blasting in Rock Trench near Newly Placed Concrete	<i>Xu Chengguang</i> (37)
Discussion on Crack Grouted With Epoxy Material in the Block 6 at Baozhusi Hydropower Station	<i>Wang Zhengsheng</i> (39)
Construction of Roof Beam With Prestressing Steel Strand in Main Erection Bay of Powerhouse at Boazhusi Hydropower Station	<i>Jie Jianjun Zhao Jun</i> (42)
Brief Comment on Construction of Giant Hydropower Station (I)	<i>Deng Nianyuan</i> (48)
Effect of Asymmetric Wire Breakage on Relay Protection for Generator and Transformer at Gongzhui Hydropower Station (II)	<i>Liu Bingzhang</i> (54)
Application of 700 t Metal and Elastica Fluorite Plastic Thrust Bearing Liner made in China in Generators in Our Plant	<i>Lin Yunhai</i> (63)
Treatment of Capping Plate Cracking in Runner at Gongzhui Hydropower Station	<i>Lui Fukun</i> (64)
Review on Hydraulic Study and Application of Stilling Basin for Flood Discharge from Surface and Middle-level Outlets on High Arch Dam	<i>Zeng Xiang Xiao Xingbing</i> (66)
Elementary Study on Hydraulic Property of Stepped Spillway	<i>Wu Xiansheng</i> (73)
Field Coordinated Management by Engineer Under FIDIC Contract Conditions	<i>Gao Zhongcheng</i> (78)
Supervision on Shotcrete Quality in Underground Works at Ertan Project	<i>Luo Yi</i> (82)
Schedule Control by Supervision Engineer in Construction of International Bidding Project	<i>Li Ming</i> (85)
Maintaining Normal Operation of Equipment by Scientific Advance	<i>Xiang Jin</i> (90)
Strengthening Environmental and Legal Senses and Law Enforcement	<i>Pu Jidong</i> (93)

Editor: Editorial Office of Sichuan Water Power

Post Address: Qingyanggong, Chengdu, Sichuan, China

Post Code: 610072

Chief Editor: Li Yuanhui

Distributor: China International Book Trading Corporation (P. O. Box, 399, Beijing, China)