

# 预应力张拉免排架模架系统在高墩系梁中的应用

周新顺, 韩顺波, 李宏伟

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局, 四川 彭山 620860)

**摘要:**介绍了马来西亚万捞高架桥项目桥墩柱联系大梁预应力张拉免排架模架系统。通过方案对比、施工工艺总结的阐述, 希望对类似工程提供参考及借鉴。

**关键词:**预应力; 免排架; 模架; 系梁; 应用; 马来西亚万捞高架桥

**中图分类号:** TV51; U415.5; U415.6

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2014)05-0004-03

## 1 工程概述

马来西亚万捞高架桥项目位于距吉隆坡雪兰莪州 20 km 处的万挠镇。高架桥沿线全长约 2 km, 共计 63 组桩基(每组 4 根桩), 桩孔直径为 1.7 m 和 2.2 m 两种, 其中深度 20 m 以上桩基 50 个, 最大挖桩深度达 48 m。

高架桥桥面设计为双向独立桥面, 桥面间的间距为 2~3 m。单向桥面宽 10.5 m, 3 车道, 跨度 40 m, 墩柱为 2.5 m × 1 m 的矩形双柱, 墩柱高度为 10~57 m, 双柱间间距 1 m, 每 17.5 m 高度设一道大、小系梁, 墩顶由墩帽(盖梁)合并。

## 2 系梁结构情况

高架桥两独立间小系梁断面为 2.3 m × 2.3 m, 小系梁之间设大系梁, 将双向独立桥墩连系在一起。大系梁长 15.8 m, 净跨 11 m, 断面为 2 m × 1 m(高 × 宽)(图 1)。

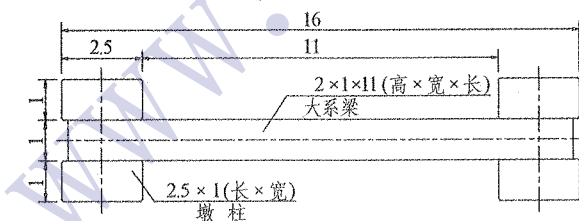


图 1 大系梁平面图

## 3 拟选模架支撑方案

本工程墩柱共计 77 根大系梁。大小系梁钢筋、模板及混凝土总荷载达 100 t, 最高处系梁距离地面达 45 m, 荷载之大, 跨度之长, 距离地面距离之高均较少见; 同时, 本工程工期要求较高。如何保证如此多的大系梁优质、安全、快速的完成,

收稿日期: 2014-08-14

施工方案的选择尤为重要。

### (1) 满堂脚手架。

满堂脚手架是运用较早、施工比较常见的一种模架方案。即采用承重架管及扣件按事先拟定好的间排距搭设方案, 在墩柱周边按拟定的范围逐层搭设系梁支撑承重平台(或采用组合塔架组合成满堂架作承重平台)。这种方案适用于低层、地面承重条件较好、地势相对平坦的承重平台施工, 不受大型起吊设备限制, 但其人力消耗较大, 工人技能要求较高。而本工程地处山区, 地势不平, 地基也需经处理才能满足承载要求, 同时 77 根系梁中有 1/3 高度距地面 35 m 以上。满堂架高度高, 工作量、材料消耗较大, 占用工期时间长, 安全问题突出。

### (2) 预埋支架法。

预埋支架法也是比较常见的一种方法, 即在系梁下层混凝土施工时预埋工字钢、铁板凳加牛腿等, 再在其上面架焊或吊装固定钢桁架作为承重系统。该方案相对满堂脚手架的最大优点是材料消耗较少, 工作量相对较小。但预埋件埋加了钢筋较密集的墩柱的施工难度大, 后期缺陷处理麻烦, 外观质量较难达到要求。

### (3) 抱箍法。

抱箍法是利用外加在墩柱周边的环型钢板加肋钢箍套, 通过预紧钢箍上的高强螺栓, 使钢箍与柱子之间产生静摩擦力, 从而承担上部支撑结构及钢筋、混凝土重量及其它荷载, 该方法适用于圆型墩柱。而本工程墩柱为长方型断面, 抱箍不能较好地与混凝土紧贴而产生摩擦力, 因此不适用于本工程。

#### (4) 钢棒法。

钢棒法在国内系梁施工中也比较常见,即在墩柱中预埋钢管,在钢管中穿大直径钢棒(一般直径在80 mm以上),再在钢棒上安放工字钢(或钢桁架)并由此钢棒承担其上部所有临时支撑系统及钢筋、混凝土的荷载。该方法对圆型墩柱及方型墩柱均适用,但其最大的缺点是需要要在墩柱中预埋较大直径的钢管,且因本工程为特大系梁,预埋钢管数量达4个,从而将对墩柱原设计断面产生较大影响,破坏永久结构体。因此该方案在拟定初期便被主体设计方否定。

#### (5) 预应力法。

预应力法是“钢棒法”与“抱箍法”相结合的一种方法。

主要工作构件:墩柱中预埋的小孔径钢套管、高强钢棒、承重钢牛腿、上部承重平台。

工作原理:在墩柱上预埋直径48 mm的钢套管并穿直径36 mm的高强带丝钢棒,施以预张力将钢牛腿锁定在墩柱上,钢牛腿通过钢棒的预张力与混凝土表面产生静摩擦力,由静摩擦力承担钢牛腿上部临时支撑及永久结构施工时的荷载。

经从材料消耗、对主体结构破坏、封孔缺陷处理、承重结构施工工作量大小、对吊车起吊要求几个主要方面考虑,最终选择“预应力法”。

### 4 预应力方案施工

#### 4.1 预应力张拉免排架系统模架设计

大系梁预应力张拉免排架系统由高强钢棒、钢牛腿、“井”字30#工字钢承重桥架、承重主梁(60#工字钢)、承重排架、可调支撑、梁定型钢模板组成(图1~3)。

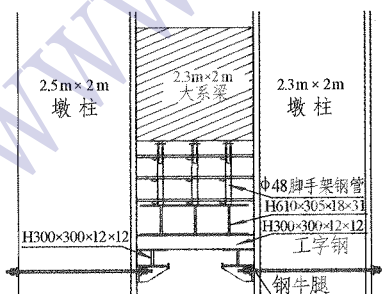


图1 预应力系统剖面图

#### (1) 高强钢棒。

高强钢棒直径为36 mm,从当地公司采购,产地为法国,杆身全螺纹。两端配40 mm厚钢垫

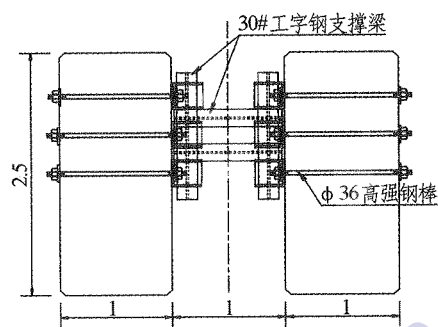


图2 预应力系统平面图

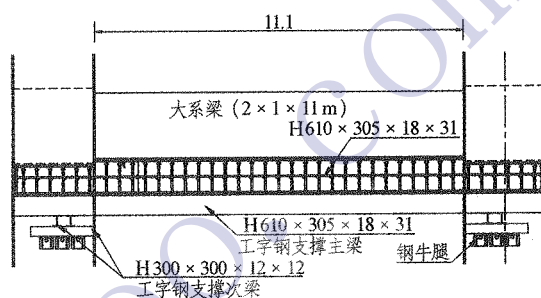


图3 大系梁支撑及排架示意图

板、50 mm螺帽用以固定钢牛腿。钢材抗拉强度等级为I 030 MPa,最大断裂荷载为1 048 kN。

#### (2) 钢牛腿。

钢牛腿自行设计并进行受力分析计算,由专业钢结构厂加工。

#### (3) “井”字30#工字钢承重桥架。

“井”字30#工字钢承重桥架主要承担由上部60#工字钢主梁传递的荷载,再将该荷载传递给钢牛腿,最终由钢牛腿与混凝土表面产生的静摩擦力承担。

#### (4) 60#工字钢主梁。

承重主梁之所以选用单根工字钢而未采用钢桁架,主要是考虑该工程受起重设备限制,单根工字钢重量相对钢桁架较轻,并且可以减少加工费用,安拆、加固相对方便。

#### (5) 承载力校核。

经计算,大系梁总荷载达1 500 kN,两端墩柱分别承受750 kN荷载,每端拟设6个牛腿,单个牛腿承受的荷载 $F = 125$  kN。

静摩擦力公式 $f = \mu N$

式中 $\mu$ 为钢牛腿贴面与墩柱混凝土面的摩擦系数。根据相关文献,普通钢板与混凝土面摩擦系数为0.2~0.6。为保险起见,本工程计算时取 $\mu = 0.35$ ;  $N$ 为钢棒张拉预应力(即对牛腿钢板面产

生的压力)。由于高强钢棒需重复张拉使用,按材料使用要求,该预应力不能大于高强钢棒破断力的50%, $N=50\% \times 1\,048=524$ (kN)。

则: $f=\mu N=0.35 \times 524=183.4$ (kN)

$f \geq F=183.4 \div 125=1.47$ ,满足载力要求。

#### 4.2 施工工艺流程

预应力张拉免排架系统模架施工工艺流程:

钢套管预埋→混凝土等强→安装钢棒及钢牛腿→钢棒预应力张拉→工字钢主次梁安装→操作及承重排架搭设→底模安装→钢筋混凝土施工→系梁混凝土等强→模板排架拆除→工字钢主次梁拆除→预应钢棒松弛卸载、拆除。

#### 4.3 预应力张拉施工

高强钢棒张拉系统由油泵、60 t千斤顶、支腿、接力钢棒、张拉工作螺帽组成。

墩柱混凝土浇筑完成7 d后开始预应力系统施工。先进行直径36 mm钢棒、牛腿及垫板安装并由人工预紧,紧接着进行张拉,张拉的最大荷载为524 kN,换算后油泵压力表读数为9 000 PSI,即油表读数达9 000 PSI时停止加力,拧紧钢棒工作螺栓,完成钢棒张拉。

大系梁完工后钢棒卸荷时油表读数达9 000 N时,拧松钢棒工作螺栓,完成钢棒卸荷。

#### 5 施工注意事项

(1)安装钢牛腿时,必须保证墩柱混凝土表面基本平整、清洁,且混凝土凝期少于7 d时严禁张拉。

(2)大系梁混凝土浇筑时需采取措施保证钢牛腿与墩柱接触面干燥,施工用水、水泥浆不得流

入接触面内,以避免其降低摩擦系数。

(3)高强钢棒安装时必须保证其张接端有足够的长度(不得少于7 cm),以保证接力钢棒连接套筒的连接长度。

(4)由于张拉时无固定操作平台,需采用吊车配吊篮载人进行,施工中必须有相应的安全措施,不得超载。

(5)高强钢棒张拉时须按操作程序进行,不得欠拉,也不得超拉。超拉将影响钢棒的重复利用次数,产生安全隐患。

#### 6 结语

预应力张拉免排架系统模架经多次优化调整,在马来西亚万捞高架桥项目得以成功运用。

相比其它方案,本方案优点明显:墩柱上埋管孔径小,对主体结构破坏小,修缺简单;高强钢棒施加预拉力工艺简单,经现场培训容易掌握;材料消耗较少,高强钢棒可以重复利用,从而减少了大量脚手架采购量,节约了成本;系统工作量少,完成工序时间比预期减少1/3(系梁原计划15 d/根,实际需用时间为10 d/根),节约了工期,加快了施工进度。

#### 作者简介:

周新顺(1976-),男,四川威远人,项目经理,高级工程师,从事水电与市政工程施工技术与管理工作;

韩顺波(1977-),男,四川苍溪人,项目总工程师,工程师,从事水电与市政工程施工技术与管理工作;

李宏伟(1988-),男,山东济宁人,项目生产经营部副主任,助理工程师,从事水电与市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 金沙江溪洛渡水电站实现蓄水至正常水位高程

2014年9月28日18时,水电工程又一个里程碑意义时刻到来——金沙江溪洛渡水电站顺利实现蓄水至正常水位高程600 m的设计目标。金沙江溪洛渡水电站总装机容量为1 386万千瓦,为目前在建的世界第三大水电站,工程以发电为主,兼有下游航运的目标。大坝为双曲拱坝,建基面高程324.5 m,坝顶高程610 m,分为31个坝段,坝基最宽处为81.85 m,坝顶宽14 mm。大坝于2009年3月27日开始浇筑,2014年3月7日完成封顶,共计浇筑混凝土681万 $m^3$ 。大坝蓄水至高程600 m后,各廊道渗水、大坝正、倒垂线、大坝弦长、谷幅监测、沉降变形、坝基接缝灌浆、横缝开合度、导流建筑物等各项监测指标均满足设计要求。溪洛渡水电站蓄水共分为三个阶段完成。第一阶段从2013年5月4日开始蓄水,水位蓄至高程540 m;第二阶段从2013年11月1日开始蓄水,水位蓄至高程560 m;第三阶段从2014年8月20日开始蓄水,第三阶段蓄水至高程580 m后,暂停15天的观测期,然后继续蓄水至设计正常水位高程600 m。2014年9月28日,金沙江溪洛渡水电工程按预定目标蓄水至设计水位高程,标志着大坝工程施工质量完全满足设计要求,开创了300 m级高拱坝封顶当年完成蓄水至设计正常水位的先河,证明溪洛渡水电站工程充分掌握了300 m级高拱坝的设计、施工关键技术。