

# 遵义碧云大桥大跨度刚构箱梁预应力施工

冯明源 邓 昱

**摘 要** 本文主要介绍预应力竖向布筋、HVM 大孔锚具使用及张拉,同时对大跨度刚构箱梁预应力施工情况作简单介绍。

**关键词** 预应力 刚构 孔道 HVM 锚

## 一、工程概况

碧云大桥位于遵义市碧云路路口,单拱横跨湘江,与东面相连,距上游的新华桥 100 米。大桥全长 77.12 米,宽 30 米,桥梁为斜向净跨 60 米(垂直净跨径 59.71 米)的刚结构。设计荷载:城-A,人群 4.5kN/平方米。设计洪水频率:1/100,设计水位 816.80 米。地震烈度:Ⅴ1 度。

本桥采用了后张预应力砼现浇连续箱梁刚结构,预应力筋采用天津第二钢丝厂的 1860 级低松弛高强度钢绞线,锚具采用柳州海威姆建筑机械有限公司(以下简称海威姆公司)生产的 HVM 锚。

预应力砼为 C50,布筋大部分在箱梁腹板中,另外在一号柱墩和二号柱墩还布置有一些竖向短筋束。

碧云大桥由中国市政工程西南设计研究院设计,由贵州路桥总公司承建,海威姆公司工程部负责预应力专项工程施工。

## 二、HVM 大孔位锚具应用

钢绞线型号  $\phi 15.24$ ,有粘结钢绞线孔道成形用金属波纹管,其外径为  $\phi 110\text{mm}$ (用于 16 $\phi 15.24$  筋束), $\phi 100\text{mm}$ (用于 12 $\phi 15.24$  筋束)。锚具采用高性能 HVM 锚。锚具型号为 HVM15-16、HVM15-12 张拉锚和 HVM15-16P 挤压锚。

HVM 系列锚具是海威姆公司在原系列锚具的基础上,经过计算机有限元受力分析,成功研制

开发出的新一代预应力锚具。和其它锚具相比,HVM 锚有许多优点:a. 它能夹持 1570MPa~2000MPa 强度级别的钢绞线;b. 具有良好的放张自锚性能,施工操作简单;c. 锚固效率系数高,锚固性能稳定、可靠,可选择钢绞线根数范围为 1~55 根,在此基础上还可增加钢绞线根数,以满足更多的设计要求。对于预应力锚具张拉而言,孔数越多,钢绞线滑丝的可能性就越大,所以采用大孔位锚具时,选择质量过硬的高品质锚具,是有效防止滑丝的关键。

对于 HVM 锚具系列而言,16 孔以上的锚板属于大孔位锚板。碧云大桥于 2001 年 12 月竣工,HVM 锚具在预应力施工过程中的使用相当顺利,性能稳定,张拉效果也十分理想。

## 三、桥墩竖向预应力布筋及施工

### 1. 桥墩竖向布筋如图 1:

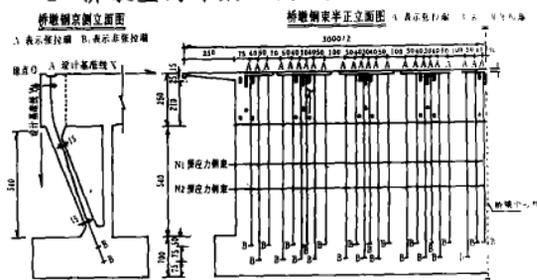


图 1

### 2. 桥墩竖向波纹管坐标如图 2:

### 3. 竖向预应力施工

a. 钢绞线下料挤压组装成束。b. 按设计位置预埋好承压板,后套上 2m 长的波纹管,按设计位

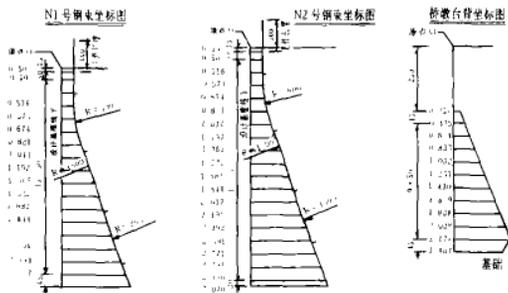


图 2

置固定。c. 打完第一次砼后,在桥墩的普通钢筋绑扎之前,从上而下地套上各筋束的波纹管,按设计坐标固定。d. 安装灌浆管和排气管。e. 灌浆管与波纹管之间通过弧形塑料压板(加海绵垫)连接。f. 凹入式的张拉端部,用泡沫填充好;同时用东西将孔道口堵好,防止水泥浆流进孔道内。

#### 四、HVM 系列千斤顶在张拉中的应用

##### 1. 预应力张拉

张拉前先把锚具夹片装好,夹片要求打紧。张拉设备及机具应与锚具配套使用,在使用前进行检查,配套标定千斤顶、压力表,压力表的精度不低于 1.5 级。在使用超过 6 个月或 200 次后,或千斤顶在使用过程中出现不正常现象时应重新标定。

预应力筋张拉方式采取一端张拉方式或二端张拉方式;在同一结构体要求对称张拉。对于 68 米长筋束的张拉,采取的方法:两台 YCW400B 千斤顶在同一侧左右对称张拉到设计应力值,再在另一侧补足到设计应力。

千斤顶加载顺序:0—0.2P—1.05P(持荷 5min)锚固。张拉控制应力:单根有粘结钢绞线张拉力  $P_1 = 1395 \times 140 = 195.3 \text{ kN}$ ,实际张拉时超张 5%,任何情况下,张拉控制应力不能超过  $0.8f_{pk} = 1488 \text{ MPa}$ ;每束钢绞线的张拉力;对  $16\phi 15.24$  筋束为  $3124.8 \text{ kN}$ ,超张拉为  $3281.04 \text{ kN}$ ;对  $12\phi 15.24$  筋束为  $2343.6 \text{ kN}$ ,超张拉为  $2460.8 \text{ kN}$ 。

##### 2. YCW400B 型千斤顶

碧云桥使用的预应力张拉设备:2 台 ZB4-500 型电动油泵,2 台 YCW400B 型千斤顶。YCW400B 型千斤顶张拉安装时搭设支架,用葫链吊起,套入钢绞线束内。工具锚夹片在使用前应

清洗干净以免钢绞线在张拉时滑丝,并在夹片外表面与锚环孔涂上一层黄油,以便夹片拆卸。

YCWB 型千斤顶是海威姆公司在原 YCWA 型顶的基础上,经过计算机有限元受力分析,采用施加预应力处理的先进工艺,并经过大量的试验,成功开发出来的新一代轻量化穿心式预应力张拉机具。它不仅体积小、重量轻,而且强度高、密封性能好、可靠性高。该产品获得国家发明专利及实用新型专利各一项。YCWB 型系列轻型千斤顶和原 YCWA 型系列千斤顶一样可广泛应用于先张法及后张法的预应力施工。由于它的性能改进和重量减小,在碧云桥的预应力张拉施工过程中,特别是在狭窄的箱室内张拉时,容易移动,安装快捷方便。

另外,YCWB 型千斤顶也是一种通用性较强的张拉机具设备,配用不同的附件,可分别张拉 HVM 夹片群锚、DM 镦头锚和 LZM 冷铸锚等。

#### 五、孔道灌浆

采用 UBC3.0 灌浆泵和普通砂浆搅拌机,525# 普通硅酸盐水泥,水灰比 0.4~0.45;灌浆前应先检查灌浆孔与泌水管孔是否畅通;当孔道长度大于 30 米,灌浆从孔道中间的灌浆管注浆;孔道少于 30 米时,从孔道的端部灌浆管注浆;灌浆过程中,泌水管冒出浓浆后立即用铁丝绑孔封闭,直至端部冒出浓浆后封闭,再加压至 0.5~0.7MPa,持压 2 分钟。

孔道灌浆应做  $7.07 \text{ cm}^3$  立方试块 3 组;灌浆后的第二天割掉泌水管,如浆不满,可采用人工补浆。灌浆完毕,要把地面水泥浆用水冲洗干净。封锚外露多余的钢绞线用手提砂轮机切割,离夹片外口至少保留 30mm 以上;张拉端外口加网片钢筋后用 C50 细石砼封裹。

#### 六、质量要求

钢绞线下料时,严禁采用电弧切割,在钢绞线附近电焊时,不得使钢绞线受热影响。波纹管壁如有破裂,应及时用粘胶带封裹,其搭接宽度不小于胶带宽度的 1/2,如破损严重,应立即更换。波纹管控制点的安装,垂直方向与水平方向误差应控制在  $\pm 10 \text{ mm}$ 。预埋件应垂直于波纹管孔道中心线。

(下转第 7 页)

## 六、经济效益及社会效益分析

### (一)经济效益分析

#### 1. 主跨箱梁工程预算造价

新浏河大桥主跨箱梁工程预算造价 874 万元,平米预算造价为 1993 元/m<sup>2</sup>。其中架桥机按 1/4 购置总价摊销(约 265 元/m<sup>2</sup>)。

#### 2. 与其它结构形式比较

对新浏河大桥主跨上部结构另拟二种结构方案:T 梁结构、水上吊车安装和满膛支架、现浇箱梁。三种方案预算造价比较如表 6 所示。

三种方案预算比较 表 6

上部结构方案	平方预算造价 (元/m <sup>2</sup> )
预制节段、架桥机拼装	1994
T 梁结构、水上吊车安装	2093
满膛支架、现浇箱梁	2438

#### 3. 陆上箱梁不同施工方法工程造价比较

对可能用于城市轻轨高架桥梁结构的标准箱梁结构(跨径 30m 左右、桥宽小于 10m)按“上海市市政预算定额(1993)”估算比较如表 7、8 所示。

### (二)社会效益分析

预制节段拼装施工工艺,具有对环境影响小、对施工的地理位置要求低、施工工期短的特点。同时节段预制有利于工厂标准化制作,保证质量,提高劳动生产率,降低工程造价。特别适合于对环境要求极高的城市桥梁的施工。

## 预制节段混凝土、架桥机架设施

工方法箱梁工程造价估算表 表 7

分项内容	每平米造价 (元)	每平米造价 (元)	每平米造价 (元)
工厂预制节段	850	850	850
节段运输	150(10km)	180(20km)	205(30km)
架桥机架设	170(3km 摊销)	250(2km 摊销)	500(1km 摊销)
预应力	250	250	250
总计	1420	1530	1805

满膛支架现浇施工方法箱梁工程造价估算表 表 8

分项内容	每平米造价 (元)	每平米造价 (元)	每平米造价 (元)
支架	250(高 5m)	550(高 10m)	850(高 15m)
模板及商品砼	60	60	60
箱梁砼、钢筋	800	800	800
预应力	250	250	250
总计	1360	1660	1960

## 七、结语

预制节段砼桥梁是非常适用于城市中高架道路桥梁、轻轨桥梁的一种施工方法,相信随着桥梁建设的要求不断提高、施工设备的不断改进,材料性能及施工工艺的不断完善,在桥梁结构的建设中会越来越的得到应用,不断提高我国桥梁施工水平,特别是城市式桥梁的施工水平。

## 七、结束语

1. 碧云大桥采用新一代高性能 2000 级 HVM 锚具,整个主体结构的预应力建立得到保证。

2. 在施工中采用了较先进的千斤顶,不但节约材料,方便了施工,保证了张拉质量,同时对 HVM 系列产品的设计、开发和制造水平进行了又一次的实践认证。

3. 碧云大桥主体工程于 2001 年 12 月完工,其中预应力工程施工评为优良。

(上接第 20 页)

预应力筋的张拉伸长值偏差控制在±6%。锚固时夹片外口齐平,夹片间缝隙均匀,钢绞线内缩值≤6mm。孔道灌浆用水泥浆的水灰比应严格控制在 0.4~0.45,灌浆时冒出浓浆后方可封闭,灌浆压力一般在 0.5~0.7MPa,孔道灌浆应达到饱满密实;浆体强度不少于 40 号。每束钢绞线断丝或滑丝不得大于 1 丝且每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的 1%。