

# 河龙高速公路 20 m 后张法预应力空心板张拉技术

吴炼忠, 梁 定

(广东省长大公路工程有限公司第三分公司, 广东 广州 511431)

**摘 要:**结合工程施工实际介绍广东河源至龙川高速公路 20 m 后张法预应力空心板的张拉工艺,着重阐述了张拉工序的重点:钢绞线理论伸长量的计算及实际伸长量的准确测量方法,对于类似空心板施工可供参考。

**关键词:**预应力空心板;张拉;理论伸长量;实际伸长量

**文章编号:**1009 - 6477(2004)03 - 0066 - 03

**中图分类号:**U448.21<sup>+</sup>2

**文献标识码:**B

## Stretching Technologies for 20 - meter Post - tensioned Prestress Concrete Hollow Slabs on Heyuan - Longcuan Expressway

WU Lianzhong, LIANG Ding

广东河龙高速公路 20 m 预应力空心板均在预制场集中预制。预制梁长 19.96 m,梁高 85 cm,板宽 128 cm,混凝土设计标号为 50 MPa,预应力钢筋采用 270 级  $\phi$ 15.24 钢绞线,标准强度  $R_{yb} = 1\ 860$  MPa,弹性模量  $E_y = 1.95 \times 10^5$  MPa,公称直径 15.24 mm,公称截面积  $140\text{ mm}^2$ ,每片梁有 3 束,每束 6 根,共 18 根钢绞线。

### 1 施工技术特点

预应力体系为空心板的重要受力体系,因此空心板施工过程中预应力张拉是否合理正确,钢绞线实际伸长量在达到设计张拉应力时是否与理论符合及有关的预应力材料制作是空心板施工质量的关键。

河龙高速公路 20 m 预应力空心板的张拉采用 2 端对称张拉,张拉时采用张拉吨位及伸长量(此处的伸长量为扣除 10% 的初始张拉力后的伸长量)双控,张拉控制应力  $\sigma_k$  控制在 1 395 MPa,伸长量不超过计算值的  $\pm 6\%$ 。

### 2 后张法预应力空心板张拉工艺

#### 2.1 原材料及锚具技术要求

预应力钢绞线采用天津高利预制厂生产的高强度低松弛预应力钢绞线,锚具为柳州海威姆 OVM15 - 6 型,锚具、钢绞线进场后应按有关标准和每 60 t 或每一批次进行复核和质量检验;所有锚具应记录型号、批号、数量;复验合格的锚具,钢绞线使用前必须进行超预张拉检验。

#### 2.2 机具设备

(1) 由于钢绞线张拉控制应力  $\sigma_k$  为 1 395 MPa,故 1 束共 6 根钢绞线的张拉应力为:

$$1\ 860 \times 0.75 \times 6 \times 140 \times 10^{-4} = 1\ 171.18\text{ KN}$$

经上述计算可知应采用 150 t 的液压穿心式千斤顶、液压顶压器、卷扬器;

(2) 测力仪表:油压表、弹簧测力计、荷载表、传感器、数字显示表;

(3) 配套机具:液压墩头器、压花机、挤压机、预紧器、电动灌浆机、高压油泵、手提砂轮切割机。

#### 2.3 预留孔道

(1) 以金属波纹管成孔;

(2) 波纹管接头处应用塑胶带密封,每根波纹管在跨中采用短铁皮管螺旋套接,并绑扎塑料胶布以防混凝土浆浸入;

(3) 当混凝土强度达到 5 MPa 时,应灌水检验孔道是否阻塞,倘若阻塞,应及时采取通孔措施。

#### 2.4 钢绞线束

(1) 钢绞线盘平放拆除扎线,将线头平拉出盘,用砂轮切割机按下料长度切断钢绞线;

(2) 钢绞线下料长度按表 1 中的数据确定,同一束中各根钢丝下料长度的相对差值不能大于  $1/3\ 000$ ;

(3) 钢绞线按编号成束绑扎,每隔 1.5 m 用镀锌铁丝绑扎,扎丝头扣向束里;

(4) 钢绞线束按规格编号堆放整齐;

(5) 钢绞线应顺直无弯折,切口无松散,外观无

收稿日期:2004 - 03 - 09

作者简介:吴炼忠(1970 - ),男,广东省丰顺县人,本科,助工。

裂纹、油污、无锈蚀,工作长度内无烧伤、无焊疤,成束顺直无扭曲,绑扎牢固。

表 1 钢绞线类型及下料长度(一块板)

梁板类型	钢绞线直径	下料长度 (cm)		钢绞线根数	
		中束	边束	中束	边束
20 m 预应力空心板	$\phi 15.24$	2 135	2 129	6	12

## 2.5 钢绞线张拉施工要求

(1) 施加预应力前,对钢绞线与选配锚夹具、千斤顶、油表进行配套的校验,检验方法可用测力计或试验机,校验时千斤顶活塞的运行方向与实际预应力筋张拉工作状态要一致。

(2) 钢绞线与锚具组装时,要使钢绞线与锚具均与孔道中心线重合;张拉时必须待空心板梁的混凝土强度达到 90 % 以上,并得到监理工程师认可方可进行张拉,张拉设备在张拉之前必须由有资质的检测部门进行标定,如发生下列任何一种情况,张拉设备必须重新进行标定:

张拉过程中预应力钢丝出现断丝现象时;

千斤顶油压表漏油时;

油压表指针不回零时;

调换千斤顶油压表时。

(3) 检验预应力张拉是否达到要求采用张拉吨位及伸长量双控的方法,其中关键是钢绞线理论伸长量的计算及实际伸长量的准确测量,现行桥规要求 2 者的偏差不得超过  $\pm 6\%$ ,20 m 钢绞线达到设计张拉力时对应的理论伸长量一般为 120 mm 左右,偏差控制在  $\pm 6\%$  以内,意味着实际伸长量与理论伸长量偏差不能超过 7 mm,而计算钢绞线理论伸长量

的方法有多种,不同方法的理论计算结果的差值有 3 ~ 5 mm,因此必须使用适合的理论计算方法,验算出跟实际最吻合的理论结果,才能使张拉在实际施工中得以顺利进行。

## 2.6 预应力钢绞线理论伸长量计算

后张法预应力钢绞线理论伸长量的计算公式如下:

$$L = P \times L / (A_y \times E_g)$$

式中  $L$  ——预应力钢绞线理论伸长量(m);

$P$  ——预应力钢绞线张拉端的张拉力(N);

$A_y$  ——预应力钢绞线截面面积( $\text{mm}^2$ );

$E_g$  ——预应力钢绞线的弹性模量( $\text{N/mm}^2$ )。

平均张拉力计算公式:

$$P = P[1 - e^{-(KL + UQ)}] / (KL + UQ)$$

式中  $P$  ——平均张拉力(N);

$K$  ——孔道每 m 局部偏差对摩擦的影响系数;

$U$  ——预应力钢绞线孔道壁的摩擦系数;

$L$  ——从张拉端至计算截面孔道长度(m);

$Q$  ——从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和(rad)。

根据桥涵施工规范: $U$  取值为 0.20 ~ 0.25

$K$  取值为 0.0015

河龙高速公路采用: $U = 0.225$   $K = 0.0015$

20 m 空心板理论伸长量计算:

$$P = 0.75 \times 1\ 860 \times 6 \times 140 / 1\ 000 = 1\ 171.8\ \text{KN}$$

$$A_y = 140 \times 6 = 840\ \text{mm}^2$$

$$E_g = 1.96 \times 10^5\ \text{MPa} \quad (\text{此处取值根据进场钢绞线的实际实验结果而定})$$

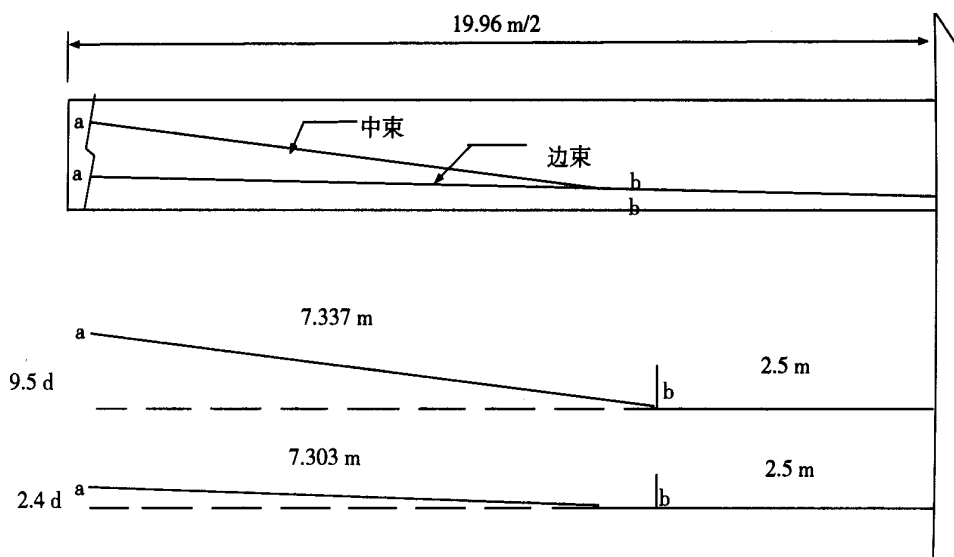


图 1 预应力钢绞线布置、计算示意图

表 2 中束伸长量计算

线段	L (m)	Q (rad)	KL + UQ	$e^{-(KL+UQ)}$	终点力 (KN)	伸长量 (m)
ab	7.337	0.1658	0.04831	0.9528	1 099.8	0.051
bc	2.5	0	0.00375	0.9963	0	0.0167

表 3 边束伸长量计算

线段	L (m)	Q (rad)	KL + UQ	$e^{-(KL+UQ)}$	终点力 (KN)	伸长量 (m)
ab	7.303	0.0419	0.02038	0.9798	1 132.75	0.0515
bc	2.5	0	0.00375	0.9963	0	0.0172

表 4 广东河龙(河源~龙川)高速公路 20 m 空心板张拉实例

桥名板号		黄田大桥(20 m 空心板):20 <sup>#</sup> ~3 <sup>#</sup> 右幅中板(总第81 <sup>#</sup> 板)	黄田大桥(20 m 空心板):20 <sup>#</sup> ~3 <sup>#</sup> 右幅中板(总第82 <sup>#</sup> 板)	农坑中桥(20 m 空心板):20 <sup>#</sup> ~3 <sup>#</sup> 右幅中板(总第25 <sup>#</sup> 板)	农坑中桥(20 m 空心板):20 <sup>#</sup> ~3 <sup>#</sup> 右幅中板(总第26 <sup>#</sup> 板)
束 号					
中 束	施工张拉时伸长量	120 mm	123 mm	124 mm	124 mm
	与理论偏差	( - 1.5 %)	( + 1 %)	( + 1.8 %)	( + 1.8 %)
边束 1	施工张拉时伸长量	125 mm	126 mm	127 mm	125 mm
	与理论偏差	( + 1.1 %)	( + 1.9 %)	( + 2.8 %)	( + 1.1 %)
边束 2	施工张拉时伸长量	125 mm	128 mm	125 mm	123 mm
	与理论偏差	( + 1.1 %)	( + 3.5 %)	( + 1.1 %)	( - 18 %)

由表 2 得出,理论总伸长量为  $L = (51.0 + 16.7) \times 2 = 135.4 \text{ mm}$ 。

扣除 10 % 的初始张拉力后的伸长量的理论伸长量  $S = 121.86 \text{ mm}$ 。

由表 3 得出,理论总伸长量为  $L = (51.5 + 17.2) \times 2 = 137.4 \text{ mm}$ 。

扣除 10 % 的初始张拉力后的伸长量的理论伸长量  $S = 123.66 \text{ mm}$ 。

由于采用 2 端对称张拉,则理论伸长量计算可把钢绞线分对称 2 段计算:每 1 段从张拉端至起弯点为 ab 段,从起弯点至直线段的中点为 bc 段,如图 1 所示。

具体计算如表 2 和表 3。

2.7 实际伸长量量测方法

2 端各在张拉到 10 % 的初始张拉力时记下钢绞线束相对基准点位置伸长量 1,在张拉到设计张拉力时记下钢绞线束相对基准点位置伸长量 2,(2 - 1) 即为延伸量。2 端之和即为设计延伸量(10 % 的初始张拉力目的是消除钢绞线的非弹性变形)。

2.8 20 m 空心板张拉伸长量工程施工实例

20 m 空报张拉伸长量工程实例见表 4。

2.9 张拉工作

(1) 穿束时用橡胶皮包扎束端,以便穿束(张拉时混凝土强度应不低于设计强度的 90 % 且应在龄期超过 5 d 后);

(2) 将工作锚的锚环穿入钢绞线束,按钢绞线束的自然状态插入夹片,用小锤轻轻将夹片打入锚环内;

(3) 工作锚装好后,将束尾端 100 mm 处绑扎成束,以便安装千斤顶;

(4) 千斤顶、油泵、工具锚等张拉设备及仪器的安装,安装时工具锚需对中准确;

(5) 钢丝束微张拉:第一步先将钢丝束略微予以张拉,以消除钢丝松弛状态,并检查孔道轴线、锚具和千斤顶是否在一条直线上。并要注意钢丝束中每根钢丝受力均匀。

(6) 钢丝束张拉按以下进行:0 初始张拉应力(10 %  $k$  持荷 5 min,测伸长量)  $k$ (1 395 MPa 持荷 2 min,测伸长量) 锚固。

3 结语

预应力张拉工作为预应力空心板施工的关键工序,上述钢绞线理论伸长量计算方法及张拉工艺经过在广东河龙高速公路近千片空心板施工中实际应用,理论与实际均相符,效果显著,对类似的预应力空心板施工,可供参考。

参 考 文 献

[1] J/TJ 041 - 2000,公路桥涵施工技术规范[S].