

# 96m 预应力箱梁后张拉技术

高洪丽

摘 要 :以呼武公路马家店大桥施工为例,介绍了 96m 曲线箱梁张拉过程中对张拉材料与机具的性能要求以及预应力筋的安装、张拉力与伸长量的计算、张拉的实施和孔道压浆等技术。

关键词 :桥梁施工 预应力箱梁 张拉技术

中图分类号 :U445 文献标识码 :A

## 1 工程概况

内蒙省道 104 线呼武公路马家店大桥为后张法预应力箱梁,全长 269.06m,大桥位于  $R=250\text{m}$  的曲线上,共 9 个墩台,箱梁为单箱双室,高 1.8m,分两联,前半联  $0^\circ\sim 4^\circ$  为  $26\text{m}+30\text{m}+30\text{m}+26\text{m}$ ,后半联  $4^\circ\sim 8^\circ$  为  $30\text{m}+40\text{m}+40\text{m}+30\text{m}$ ,每联预应力分 3 次张拉,后半联分中间 96m 张拉,两端各 22m 张拉,中间锚固端设连接器。96m 大跨度曲线张拉在我国应用不多,经验较少,施工难度大。

## 2 张拉材料及机具

### 2.1 预应力钢绞线

采用  $\Phi 15.30\text{mm}$  高强度低松弛钢绞线,强度  $R_y^b=1860\text{MPa}$ ,弹性模量  $E_g=1.97\times 10^5\text{MPa}$ ,各项指标经监理部送检,满足设计要求。

### 2.2 张拉机具

(1)锚具。采用河南开封中南锚具厂生产的 BM15-5、DQM15-7 及 DQM15-7L 连接器及配套锚下垫板、螺旋圈、喇叭口等,DQM 型锚固体系是一种自锚式群体锚固体系,该体系在张拉施工中无需使用顶压器、靠夹片自行跟进,具有良好的自锚性能。

(2)千斤顶及油压表。千斤顶采用 YDC1500 型,油压表采用经测试与千斤顶相配套的油压表。

## 3 预应力筋安装

### 3.1 下料

钢绞线下料时应考虑工作长度,96m 钢绞线下料时,用切割机,不得采用电弧切割。在波纹管及钢绞线的附近进行电焊时,要防止溅上焊渣,造成波纹管及钢绞线变形损坏。

### 3.2 编束及穿孔

编束应逐根理顺、绑扎牢固,防止互相缠绕。钢绞线在浇筑箱梁砼前穿入管道,对长束用卷扬机牵引穿入预留孔道,对中横梁等较短束直接用人工穿入。穿束前检查锚垫板位置,钢绞线应垂直于锚垫板。

### 3.3 张拉前准备

(1)千斤顶、油压表的标定。千斤顶、油压表应进行配套标定,在使用过程中若出现油压表被磕碰或更换新表,应重新标定。

(2)限位板限位高度的确定。在锚具张拉锚固过程中,限位板对张拉锚固的效果起着非常大的作用。限位板高度太大,则对夹片不起作用或作用不大,张拉后工作锚内钢绞线上会有轻微刮伤或有滑丝现象;限位板高度太小,则夹片对钢绞线卡得太紧,工作锚内张拉出来的钢绞线会有严重刮

伤,张拉过程中也容易出现断丝现象。经试验, $\Phi 15.30$  钢绞线限位板高度为  $8\text{mm}\sim 9\text{mm}$ 。

## 4 张拉力及伸长量计算

### 4.1 张拉力的计算

每束 (7 根) 预应力筋张拉端的张拉力  $P=\sigma_k\cdot A=0.73\cdot R_y^b\cdot A=0.73\times 1860\times 141.95\times 7=1349.2\text{kN}$ ,再加上锚口摩擦损失 3%,油压表显示的拉应力为  $1.03\times P=1389.7\text{kN}$ 。需要注意的是,设计中的张拉控制应力  $\sigma_k$  一般为锚下控制应力,包括预计的预应力损失值,但不包括锚口摩擦损失,其值可通过试验测定,因此,在进行预应力钢绞线张拉时,钢绞线的实际张拉控制应力必须加上锚口摩擦引起的应力损失,但最大不能超过规范规定的  $0.8R_y^b$ 。

### 4.2 应力值 (即分阶段油压表读数) 计算

油压表表盘读数根据标定的千斤顶与配套的压力表张拉曲线得出。

### 4.3 伸长值计算

理论伸长值计算公式为:

$$\Delta L = pL / (E_g A_y) = \sigma L / E_g \quad (1)$$

式中: $\bar{p}$ ——预应力筋的平均张拉力 (kN),取张拉端的拉力与计算截面处扣除孔道摩擦损失后的拉力的平均值,即:

$$\bar{p} = P [1 + e^{-(KL + U\theta)}] / 2 \quad (2)$$

以上两式中:

$L$ ——从每个分段处的张拉端到计算截面的预应力筋长度 (m);

$A_y$ ——预应力筋截面面积 ( $\text{mm}^2$ ), $\Phi 15.3$  取单根  $141.95\text{mm}^2$ ;

$E_g$ ——预应力筋的弹性模量,取  $1.97\times 10^5\text{MPa}$ ;

$P$ ——预应力筋张拉端的张拉力 (kN);

$\theta$ ——从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和 (rad);

$K$ ——孔道每 m 局部偏差对摩擦的影响系数,取  $K=0.0008$ ;

$U$ ——预应力钢绞线与孔道壁的摩擦系数,取  $U=0.175$ 。

## 5 张拉

当砼试件强度达到 95%,且弹性模型为 100% 时,开始张拉。

### 5.1 张拉工艺

在初应力 10%  $\sigma_k$  至 100%  $\sigma_k$  之间采取分级控制,即张拉到 20%、40%、60%、80% 时分别量测、记录,张拉到 100% 时,持荷 5min,然后量测、记录、锚固。

### 5.2 张拉顺序

由于计算单端伸长量为 30.8cm,而千斤顶最大行程 20cm,所以千斤顶必须两次张拉。

先张拉到 60% ,回顶或换顶后再次张拉。根据张拉设备情况 ,制定张拉顺序如下 N5、N6、N7、N8 对称张拉 ,先张拉 N5、N7 ,再张拉 N6、N8 ,见图 1。

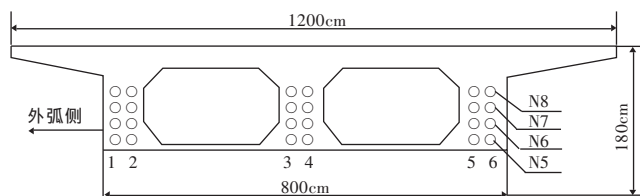


图 1 96m 箱梁截面预应力筋布置图

#### 5.2.1 采用 2 台千斤顶张拉

- (1)先张拉③到 60% ①→60% 换顶 ) ;
- (2)再张拉④到 100% ①→60% 回顶→100% ) ;
- (3)再张拉③到 100% 60%→100% )。

#### 5.2.2 采用 4 台千斤顶张拉

- (1)张拉②⑤同时到 100% ①→60% 回顶→100% ) ;
- (2)张拉①⑥同时到 100% ①→60% 回顶→100% )。

#### 5.3 张拉速度

- (1)必须保持以 2MPa/min 等速加压。
- (2)加压至 20% 时保压 2min , 40% 时保压 5min , 60% 时保压 10min , 80% 时保压 20min , 100% 时保压 5min。

张拉到 80% 时注意伸长值是否有不正常现象 ,关键在此值。计算出两端伸长量之和 ,看离总伸长量还有多少 ,以便控制。100% 时保压 5min ,使预应力筋在锚固前便完成部分徐舒 ,完成量约为全部的 20% ~ 25% ,以减少钢绞线锚固后的应力损失。然后缓慢放张 ,两端必须同时放张 ,60% 以下快速放张至卸荷。

#### 5.4 预应力筋伸长量

96m 钢绞线理论伸长量为  $308\text{mm} \times 2 = 616\text{mm}$  ,根据规范实测伸长值和理论伸长值应控制在  $\pm 6\%$  以内 ,即实测伸长量为  $579\text{mm} \sim 652\text{mm}$ 。

根据 96m 钢绞线 N5 ①两端张拉记录 ,

呼市端伸长量为 :  $(193 - 21) + (191 - 55) + 44 - 5 = 347\text{mm}$  ;

武川端伸长量为 :  $(149 - 18) + (120 - 7) + 31 - 5 = 270\text{mm}$  ;

N5 ①总伸长量为  $347 + 270 = 617\text{mm}$ 。

#### 5.5 张拉注意事项

- (1)两端必须同时张拉 ,同时放张 ,尽量使两端油压表读数同步。
- (2)使用工具锚时 ,要在工具锚夹片处包一层油布以便张拉后退锚。
- (3)工具锚和工作锚之间的钢绞线不能交叉 ,否则将影响锚固。
- (4)夹片必须保持洁净 ,否则将可能影响锚固。
- (5)注意千斤顶行程不能超过 20cm ,对于个别行程大的 ,第一次张拉到 40% ,然后回顶或换顶 ,再次张拉。
- (6)预应力筋张拉时 ,钢绞线前端严禁站人 ,操作人员应在侧向工作。

### 6 孔道压浆

预应力张拉完毕后 ,孔道应尽早压浆 (一般以不超过 24h 为宜 ,最迟不超过 3d ) ,以免预应力钢筋松弛。

#### 6.1 准备工作

- (1)张拉完毕后 ,切割钢绞线 ,剩余 10cm ,并用水泥砂浆封锚 ;
- (2)压浆前对压浆泵进行安装检验 ;
- (3)用压力水冲洗孔道。

#### 6.2 水泥浆的技术要求

- (1)孔道压浆采用 M50 水泥浆 ,525#水泥 ,并加入 6%UNF5—特 1#高效减水剂。
- (2)水泥浆的泌水率为 3% ,水泥浆稠度控制在 14S ~ 18S 之间。

#### 6.3 压浆工艺要求

- (1)水泥浆从拌制到压入孔道的间隔时间不得超过 40min ,并应不断搅拌以免沉淀析水 ,压浆应缓慢均匀地进行。
- (2)每个孔道压浆至最大压力 1MPa 后 ,由中间最高点排气孔排出与规定稠度相同的水泥浆后 ,立即封死 ,继续压浆 ,直到另一端饱满出浆 ,封堵出浆口 ,再稳压 10min ,使内部水泥浆密度增大。
- (3)每一工作班应留取至少 3 组  $7.07\text{cm} \times 7.07\text{cm} \times 7.07\text{cm}$  立方体试件 ,标准养护 28 天 ,检验其抗压强度。
- (4)孔道压浆时 ,操作压浆的工人必须戴防护眼镜 ,以防水泥浆喷射伤眼睛。

## Post – tensioning Technique of 96m Prestressed Box – beam

GAO Hong-li

**ABSTRACT:** Taking the construction of Majiadian Bridge on Hu – Wu Highway as an example, this paper introduces the properties' requirements for tensioned materials and straining apparatus, installation of tendon, calculation of tensile forces and elongation, practice of tensioning, duct grouting and other techniques.

**KEY WORDS:** bridge construction; prestressed box – beam; tensioning technique

(上接第 201 页)

## Probe into the Method of Comprehensive Evaluation on Employees' Year – end Assessment

LIU Xiang-yun, E Lan-qing

**ABSTRACT:** This paper tries to make evaluation and research on employees' year – end assessment by using the theory of comprehensive evaluation. The results show that this method is an effective method for comprehensive assessment and evaluation with simple principles, clear calculations and objective and reliable evaluating results. The results get by using this method have higher resolution ratio than that get by using traditional assessment and evaluation method, so this method has strong practical applicability.

**KEY WORDS:** employees' assessment; year – end assessment; comprehensive evaluation method