

文章编号:0451-0712(2006)07-0096-04

中图分类号:U442.54

文献标识码:B

# 滨州黄河公路大桥 跨径42 m 连续箱梁纵向预应力束的配置优化

孔海霞, 吴明远

(中交公路规划设计院 北京市 100010)

**摘要:** 对滨州黄河公路大桥跨径42 m 连续箱梁纵向预应力束的配置进行了方案优化,从而得出利于设计、便于施工的预应力束设置方案,为同类型桥梁的预应力设计提供一些借鉴。

**关键词:** 连续箱梁; 纵向预应力; 配置优化

## 1 滨州黄河公路大桥概况

滨州~博山高速公路是205国道山东省境内高速公路网的重要组成部分,也是交通部提出的2000年前重点建成的“两纵两横、三个重要路段”之一的北京~上海高速公路在山东省境内的重要辅助路段。它的建设对加强环渤海湾经济圈与长江三角洲经济圈的经济联系,促进京津冀地区与苏浙地区的经济联系,将起到十分重要的作用。滨州黄河公路大桥是滨博高速公路上的一座跨黄河的特大桥梁,大

桥全长1 698.4 m,引道及连接线长14.8 km。主桥桥跨布置为42 m+42 m+300 m+300 m+42 m+42 m=768 m 对称形式的三塔斜拉桥,北引桥为6×42 m的6跨连续梁,南引桥为8×42 m+8×42 m 两联8跨连续梁。根据总体规划,桥台设于两岸的黄河大堤内,桥梁以平交的形式与大堤相交,由于大桥地质为黄河故道多年沉积的软弱的沙粘土,设计将尽可能地减少引桥结构的梁高,以减少填土高度,减少台后填土沉降。本文重点介绍42 m 跨径连续箱梁的

收稿日期:2006-03-15

[3] 张继尧. 悬臂浇注预应力混凝土连续梁桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.

[4] JTJ 041-2000, 公路桥涵施工技术规范[S].

## A Study on Prestressing Loss of Anchorage Circle Caused by Anchorage Retraction

XU Jian-hang, FAN Hou-bin

(Zhejiang Provincial Transportation Engineering Construction Group, Hangzhou 310003, China)

**Abstract:** On the basis of some methods of prestressing loss caused by anchorage retraction, the test of anchorage circle prestressing loss and the formula deduction are adopted, furthermore, the systematic method of prestressing loss caused by anchorage retraction is proposed in this paper. Meanwhile, the prestressing loss of 9 prestressing cables are calculated in a actual engineering, and the convenient empirical formulas are presented based on function fitting. Finally, some results useful to post-tensioned prestressing engineering design and construction are obtained.

**Key words:** anchorage retraction; prestressing loss; post-tensioned method; stretching control force

预应力钢束配置方案的优化。

## 2 总体构思及实施方案

南北引桥虽然在枯水季节均位于陆上,但考虑泄洪及泄冰凌要求,均采用跨径为42 m的连续箱梁,墩高为12~15 m,可采用落地支架逐孔现浇方法施工,施工缝设于距墩中心线7 m位置,基本位于弯矩零点,0.2倍跨径处。

## 3 结构设计方案

### 3.1 主梁结构尺寸

箱梁顶板宽为13.25 m,底板宽为5 m,考虑腹板倾斜后,悬臂长度为3.55 m。

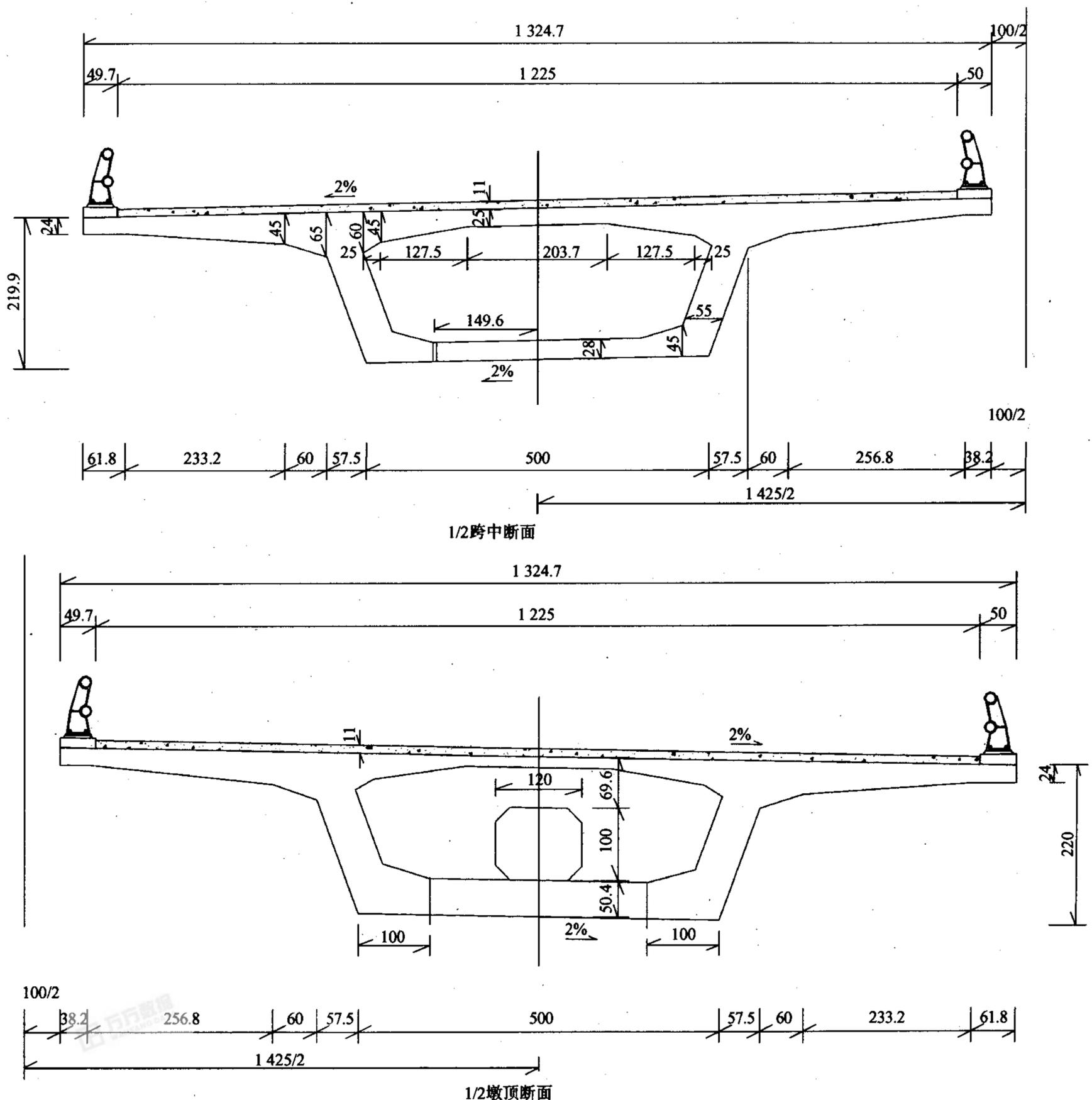
梁高:2.2 m。

顶板厚度:0.25 m。

腹板:水平方向厚度为0.55 m,在支点断面处设置了横隔梁,边支点横隔梁厚1.3 m,中支点横隔梁厚1 m。

箱梁底板在支点1 m或1.3 m区域内厚度为0.5 m,经过纵向2 m长度过渡至0.28 m。

箱梁截面尺寸见图1所示。典型截面几何特性见表1。



单位:cm

图1 箱梁典型截面尺寸

表 1 箱梁典型截面几何特性

几何特性	支点断面	跨中断面
$A/m^2$	11.045	7.911
$Y/m$	1.448	1.486
$J/m^4$	5.891	4.816
$W_{\text{下}}/m^3$	4.07	3.24

### 3.2 纵向预应力束布置

施工图设计阶段,纵向预应力束进行了两种配置方案的比较。

(1)初始方案。

施工图最初设计的预应力束配置方案如下。

腹板束  $F_i$ : 每个腹板内布置了 5 根  $15\phi 15.24$  (15-22) 钢束,束型根据恒载弯矩图进行布置。

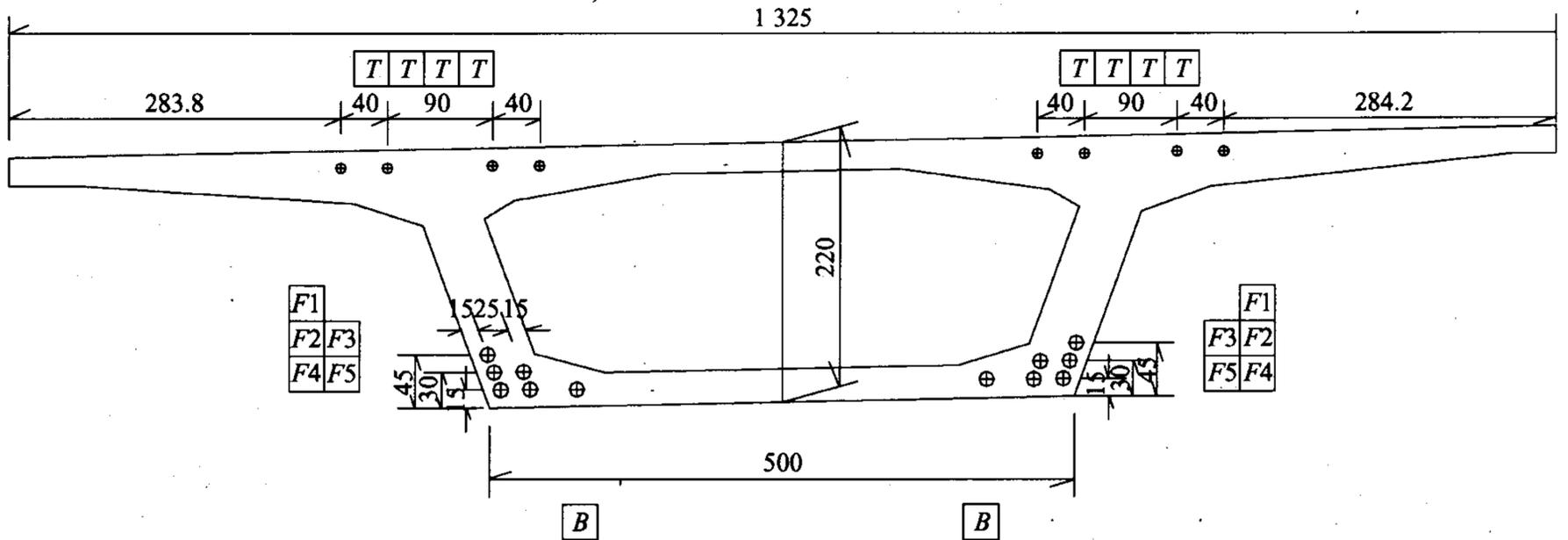


图 2 初始方案跨中断面预应力束布置

顶板束  $T$ : 每幅箱梁顶板内,墩顶两侧各 7 m 范围内布置了 8 根  $5\phi 15.24$  (15-5) 直束。

底板束  $B$ : 每幅箱梁底板内,布置了 2 根  $22\phi 15.24$  (15-22) 钢束,并于墩顶区域起弯锚固。

每个浇注段之间的腹板束采用连接器连接。

(2)优化方案。

箱梁预应力束配置的优化方案,根据预应力钢束通过位置主要包括如下 3 种类型。

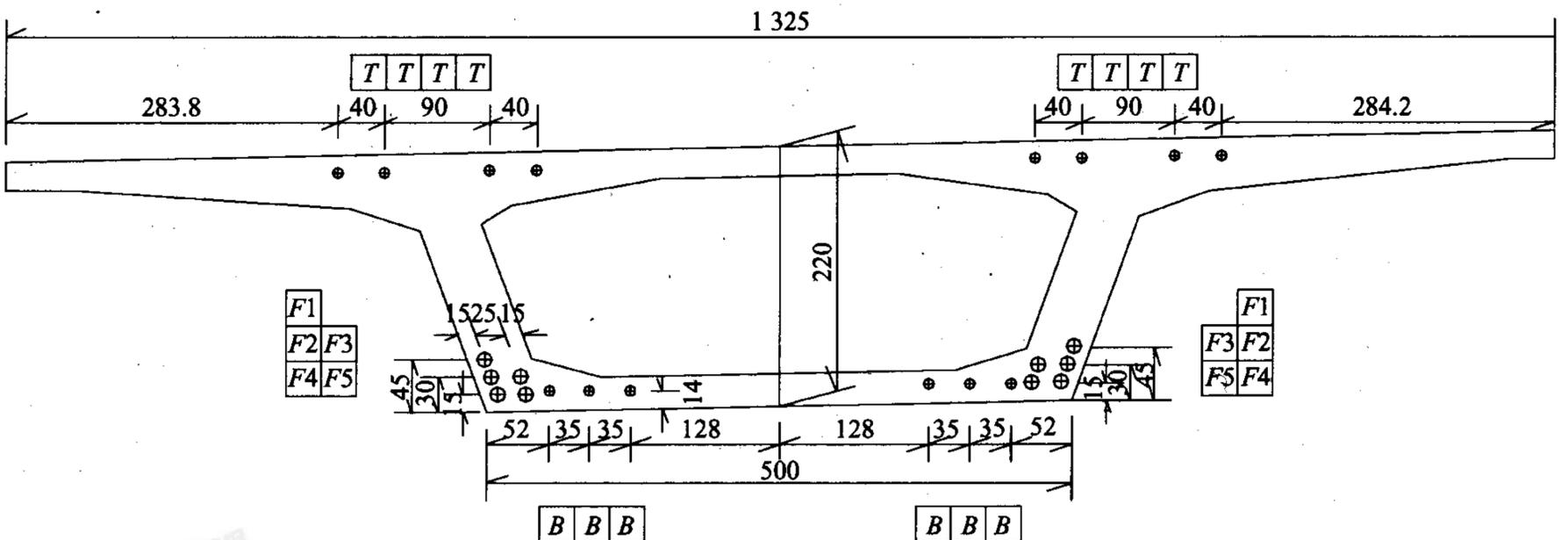
腹板束  $F_i$ : 不变。

顶板束  $T$ : 每幅箱梁顶板内布置了 8 根  $7\phi 15.24$  (15-7) 直束。

底板束  $B$ : 每幅箱梁底板内布置了 6 根  $7\phi 15.24$  (15-7) 直束。

每个浇注段之间均采用连接器连接。

优化方案跨中断面预应力束布置见图 3 所示。



单位:cm

图 3 优化方案跨中断面预应力束布置

## 4 结构应力分析

### 4.1 计算假定及参数

#### 4.1.1 计算软件

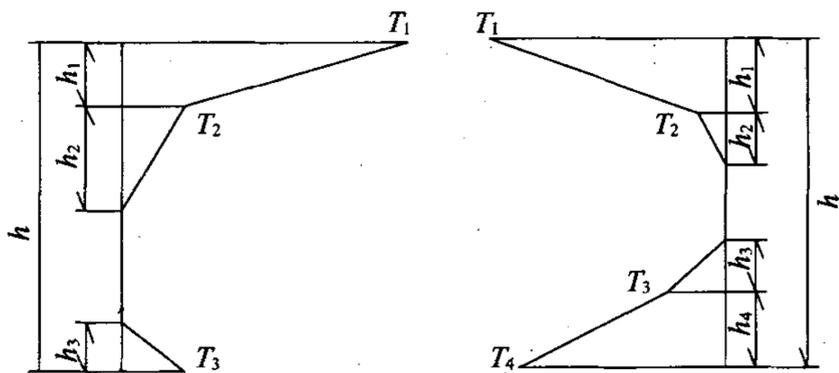
采用桥梁综合程序 QJX 进行分析。

### 4.1.2 计算荷载

(1)恒载:一期恒载包括主梁、横梁等自重。主梁自重按实际断面计算,容重 $r=26\text{ kN/m}^3$ ,横隔板按集中荷载考虑。二期恒载包括防撞护栏、泄水管、桥面铺装及调平层等。

(2)活载:汽车—超20级;挂车—120。

(3)温度:主梁上、下缘温差按BS5400取值,如图4所示。



$h_1=0.15\text{ m}$	$T_1=13.5\text{ }^\circ\text{C}$	$h_1=0.25\text{ m}$	$T_1=-8.4\text{ }^\circ\text{C}$
$h_2=0.25\text{ m}$	$T_2=3.0\text{ }^\circ\text{C}$	$h_2=0.2\text{ m}$	$T_2=-0.53\text{ }^\circ\text{C}$
$h_3=0.18\text{ m}$	$T_3=2.5\text{ }^\circ\text{C}$	$h_3=0.2\text{ m}$	$T_3=-1.0\text{ }^\circ\text{C}$
		$h_4=0.25$	$T_4=-6.5\text{ }^\circ\text{C}$

图4 主梁温差计算模式

(4)基础变位(不均匀沉降):按2 cm考虑。

(5)混凝土收缩、徐变影响力:按照混合理论。

### 4.2 应力结果

初始方案计算结果见表2,优化方案计算结果见表3。

表2 初始方案法向控制应力 MPa

工况	墩顶 (3号墩)	跨中 (边跨)	施工缝 (第1道)
	$\sigma_{上min}$	$\sigma_{下min}$	$\sigma_{下min}$
铺装前	4.74	6.52	2.11
铺装后	3.82	5.05	2.75
恒载+汽车	2.38	1.67	1.63
恒载+汽车+第一组沉降	1.70	0.75	0.25
恒载+汽车+第一组沉降+ 第一组温度荷载	2.26	0.41	-0.71
恒载+汽车+第一组沉降+ 第三组温度荷载	-8.0	-0.95	-1.43

### 4.3 应力分析

优化后,箱梁截面上下缘应力储备均有很大增加。两个方案的区别仅在于顶板束和底板束的布

表3 优化方案控制法向应力 MPa

工况	墩顶 (3号墩)	跨中 (边跨)	施工缝 (第1道)
	$\sigma_{上min}$	$\sigma_{下min}$	$\sigma_{下min}$
铺装前	4.91	7.03	3.53
铺装后	3.98	5.53	4.15
恒载+汽车	2.55	2.15	3.02
恒载+汽车+第一组沉降	1.86	1.22	1.65
恒载+汽车+第一组沉降+ 第一组温度荷载	2.47	0.88	0.68
恒载+汽车+第一组沉降+ 第三组温度荷载	-0.60	-0.46	0.04

置。初始方案的顶板束仅在墩顶两侧各7 m范围内布置,规格为8根 $5\phi 15.24(15-5)$ ,优化方案顶板束在全桥范围内布置,规格为8根 $7\phi 15.24(15-7)$ 。两个方案的底板束布置数量基本相同,区别仅在于:初始方案的底板束为在墩顶区域起弯锚固,优化方案底板束是在全桥范围内布置,降低了钢束规格,增加了根数,使其在每个梁段的底板内锚固,采用连接器接长。

应力相差较大位置为第一道施工缝,由于截面尺寸相同,荷载相同,差别在于预应力束配置,对QJX程序输出的两个方案预应力作用总内力进行对比分析,见表4。

表4 第1道施工缝预应力作用总内力对比

方案	施工缝左侧(22j)		施工缝右侧(23i)	
	N/t	M/(t·m)	N/t	M/(t·m)
初始方案	5 100	-47	4 266	-427
优化方案	5 391	-422	5 204	-384

表4计算结果,为桥梁综合程序QJX输出的预应力作用总内力除未扣除混凝土收缩、徐变引起的预应力损失外,其余损失已全部扣除。

由表4的内力值计算可以看出,优化方案的应力改善主要是由于轴力N的增大或其引起的弯矩效应的增大,当梁高较矮时,应尽可能地保持预应力束配置的连续,以轴心受压为原则配置预应力束,不失为一种较好的选择。且由于是采用连接器接长的连续束,不需要设置齿板,又最大限度地简化了施工。