

文章编号:1009-6825(2009)05-0306-03

## D 型便梁在铁路框架桥施工中的运用

武 华

**摘 要:**结合具体工程实例,介绍了D型便梁的选型,阐述了施工便梁的架设步骤,提出了D型便梁施工注意事项,积累了D型便梁在铁路框架桥中的施工经验,以推广D型便梁在工程中的应用。

**关键词:**D型便梁,加固线路,架设步骤,顶进施工

**中图分类号:**U445.4

**文献标识码:**A

随着全国铁路的多次大提速,大部分线路进行了全线隔离封闭。因此在既有铁路上需要修建很多上跨或下穿的通道,以便于铁路两侧行人和车辆的通行。目前线路加固较为普遍使用的方法有:吊轨梁法、横梁加固法、纵横梁加固法、轨束梁法、工字钢束梁法等。在正线上尤以纵横梁加固法中的D型便梁应用较为广泛。

## 1 工程概况

沪汉蓉通道胡家营—安康段增建二线 DYK307+830 设计为1.5 m 钢筋混凝土框架箱涵,框架涵设计高度 5.54 m,宽度 5.88 m,涵长 15.03,线间距 4.53 m,箱涵下穿既有襄渝左线、西康右线 2 股道,既有路基为弱性膨胀土路堤。

## 2 D 型便梁选型

目前,施工使用的D型便梁型号主要有D12,D16,D20,D24。

结构胶完全凝固且修补混凝土达到设计强度的90%后,张拉钢绞线。控制应力  $\sigma_k = 1116 \text{ MPa}$ ,初张拉应力  $0.1\sigma_k = 111.6 \text{ MPa}$ 。预应力张拉均要求采用伸长量与张拉力进行双控,以张拉力为准。初张拉——梁两端同时先对千斤顶主缸充油,使钢束略为拉紧,同时调整锚圈及千斤顶位置,使孔道、锚具和千斤顶三者之轴线互相吻合,注意使每根钢绞线受力均匀,当钢束达到初应力  $0.1\sigma_k$  时作伸长量标记,并借以观察有无滑丝情况发生。张拉——采用两端同时逐级加压的方法进行,两端千斤顶的升压速度应接近相等,当两端达到最大超张拉吨位时,鸣号,并继续供油维持张拉力不变,持荷 5 min,然后两端回油至设计吨位,同时测量实际伸长量是否与计算值相符。7)张拉完毕后,切除多余钢绞线,加盖锚具防护罩,并通过注油槽注入黄油,防止锚具及钢筋锈蚀。8)对齿板和定位装置进行防锈处理。防锈措施为齿板和定位装置的外露钢板在安装前应打磨并涂刷两遍红丹,在预应力钢束张拉完成后,安装防护外罩并注入黄油,并对所有外露钢板再涂刷两遍防锈面漆。

## 3.3 桥面铺装层恢复

D型便梁的架设主要受铁路限界、既有线的线间距和曲线半径及超高等因素影响。通常采用通过调节轨顶至D型便梁顶的距离( $H$ )的方法,使得D型便梁安全、顺利地架设在线路上。其中,D12,D16型便梁有低位、高位两种布置方式,即  $H = 185 \text{ mm}$  和  $H = 335 \text{ mm}$ ;而D20,D24型便梁则有最低位、低位、中位、高位4种布置方式,即:  $H = 335 \text{ mm}$ ,  $H = 485 \text{ mm}$ ,  $H = 635 \text{ mm}$ ,  $H = 785 \text{ mm}$ 。很显然  $H$  越大,D型便梁的架设越容易,反之则较难。

D型便梁在铁路曲线区间的架设见图1,图2。

D型便梁架设的计算步骤如下:

- 1)根据  $H$  值可从“建筑接近限界”中查得相应的限界值。
- 2)根据曲线半径  $R$ 、行车限速  $V$ ,求得外轨超高  $h$ 。

$$h = 1118 \times V^2 / R \quad (1)$$

- 3)根据曲线半径  $R$  和D型便梁的全长  $L$  可计算出中矢  $E$ 。

1)将因火灾受损的桥面铺装层凿除,桥面防水层及沥青混凝土铺装层凿除面积应大于桥面混凝土调平层的区域,凿出的形状应为整齐的矩形。在主梁修复完成后,对桥面进行清理,并补充调平层钢筋网片,钢筋网片采用钢筋为直径 6 mm 的 R235 热轧光圆钢筋,钢筋间距 10 cm。补充的钢筋应与原桥面铺装钢筋网片焊接形成整体,然后浇筑 5 cm 厚的 C40 混凝土调平层。

2)重新涂刷 FYT-1 改进型桥面防水材料,在桥面防水层施工完毕后,进行桥面沥青混凝土铺装层的摊铺。

油坊大桥火灾损害于 2008 年 9 月下旬处治完毕,随即由山西省交通建设工程质量检测中心和山西省交通科学研究院桥梁检测所对该桥进行了动静载检测试验。通过检测,该桥承载能力满足相关要求和规定,具备安全通车条件,大桥重新开放至今运营状况良好,未出现异常情况。

## 参考文献:

- [1] 沈叶飞,林法力.混凝土桥梁的常见病害与加固技术[J].山西建筑,2007,33(34):324-325.

## On the disease treatment of Youfang bridge

QIAO Hong-feng

**Abstract:** By the illustration on the original design survey of Youfang bridge and its disease situation, analyzes the reasons for the diseases of fire accidents of the bridge, explores some relative maintenance measures, maintenance methods, steps and technology requirements, and proves that the loading capacity of the bridge meets the demands of the requirements, and has safe traffic conditions, so the running of the bridge is well until now.

**Key words:** bridge, fire accidents, diseases, maintenance, monitoring

收稿日期:2008-10-18

作者简介:武 华(1973-),女,工程师,中铁十二局集团第三工程有限公司,山西 太原 030024

$$E = R - [R^2 - (L/2)^2]^{1/2} \quad (2)$$

4) 根据曲线半径  $R$ 、外轨超高  $h$  和  $H$  值, 可求得曲线内、外侧加宽  $W_{内}$ ,  $W_{外}$ 。

$$W_{内} = 40\,500/R + H/1\,500 \times h \quad (3)$$

$$W_{外} = 44\,000/R \quad (4)$$

5) 由限界值,  $E$ ,  $W_{内}$ ,  $W_{外}$  可得  $b$ ,  $c$  值。

$$b = \text{限界值} + E/2 + d/2 + W_{内} \quad (5)$$

$$c = \text{限界值} + E/2 + d/2 + W_{外} \quad (6)$$

其中,  $d$  为 D 型便梁的纵梁宽度。

6) 判断是否可以架设: a. D 型便梁本身尺寸的限制, 即  $b + c + 50 \text{ mm} \leq B$ ; b. 线间距的限制, 即  $b + c + a \leq D$  (其中,  $a = d + 100 \text{ mm}$ ); c. 曲线外轨超高  $h \leq 100 \text{ mm}$  (注: 其中第 a, b 条中的  $50 \text{ mm}$ ,  $100 \text{ mm}$  是考虑实际施工中的架设误差)。只有同时符合上述 3 条时才可以使用该型号、该位置进行便梁架设; 否则减少  $H$  值或选用  $L$  较小的便梁, 以及采用如拨道等工序使得线间距  $D$  增加。

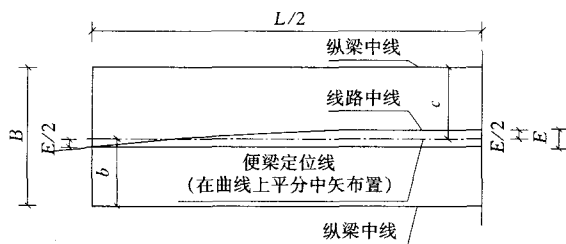


图1 D型便梁半平面布置

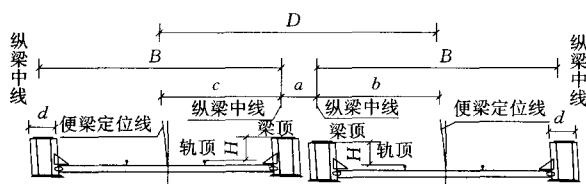


图2 D型便梁横断面布置

根据设计文件查得该处位于曲线上, 西康线(上行线)曲线半径为  $695.6 \text{ m}$ , 襄渝线(下行线)曲线半径为  $700 \text{ m}$ , 双线线间距为  $4.53 \text{ m}$ , 列车运行速度为  $100 \text{ km/h}$ , 经计算 D16 型施工便梁 B 式低位便梁安装方案为: D16 型施工便梁布置形式采用曲线双线 B 式, 纵梁采用低位 ( $4\,700 \text{ mm} > \text{线间距} > 4\,210 \text{ mm}$ ), 纵梁  $S_1$  长  $16.4 \text{ m}$ , 高  $0.9 \text{ m}$ , 宽  $0.42 \text{ m}$ , 纵梁中心间距  $4\,400 \text{ mm}$ , 轨底至梁底  $575 \text{ mm}$ , 梁顶至轨面  $185 \text{ mm}$ , 便梁定位线(在曲线上平分中矢布置)至纵梁中心线大于  $1\,865 \text{ mm}$ , 均满足铁路“建限-1”限界的求: 建筑物高  $200 \text{ mm}$  时, 边缘至线路中心的限界为  $1\,500 \text{ mm}$ 。

### 3 便梁架设

便梁采用 6 根  $\phi = 1.2 \text{ m}$  和  $\phi = 1.5 \text{ m}$  的 C20 钢筋混凝土挖孔桩作为支点, 线路两侧支承桩径为  $1.2 \text{ m}$ , 两股道中心支承桩径为  $1.5 \text{ m}$ , 每根桩长  $11 \text{ m}$ , 桩顶满铺薄钢板 + 橡胶垫片共  $5 \text{ cm}$  厚。为防止架空时开挖路基坍塌, 沿线路方向在便梁两端  $5 \text{ m}$  位置设置辅助桩及连系梁架空, 辅助桩采用  $\phi = 1.2 \text{ m}$  支承桩, 每根桩长为  $7.5 \text{ m}$ , 共 6 根。连系梁采用钢筋混凝土结构并与主、辅梁连为一体, 轨枕采用 I 30 工字钢, 安装于混凝土枕之间。待连系梁混凝土浇筑完成后用钻眼的方式锚固锚固螺栓, 轨枕工字钢与钢轨连接锚固螺栓连接的方式进行连接。施工便梁的架设步骤为: 1) 施工纵梁支承墩。在路肩上放样定出支承位置, 用人工挖孔到设计标高后灌注混凝土, 作为纵梁支承墩。当混凝土强度达

到设计的  $80\%$  后方可承受支承力。2) 安装钢枕, 调整枕木。安装钢枕位置事先在钢枕上标注正确, 在钢枕于混凝土枕位置发生冲突时将混凝土枕位置进行适当的调整, 保证钢枕位置准确。安放钢枕时由纵梁两端向中心排列安装, 为防止轨道电路短路, 全部采用绝缘橡胶垫片及扣件。塞入横梁时要对准主梁联结板并定位, 同时垫好橡胶垫片, 上好扣件。3) 纵梁就位。待纵梁垫稳撑牢后, 安装联结板及牛腿并连接钢枕。4) 在混凝土枕中间穿插 I 30 工字钢作为钢枕, 为防止轨道电路短路, 在穿插时采用绝缘橡胶垫片对钢枕进行铺垫。钢枕与便梁采用螺栓的方式进行连接。穿插 I 30 工字钢钢枕时先将一侧便梁就位, 按照隔一插一的原则先拔除枕木盒内道碴, 待穿插完成后对钢枕即便梁进行连接, 之后再将中间未穿钢枕的枕木盒内道碴拔除, 穿插剩余钢枕, 及时回填道碴。同时注意垫好绝缘橡胶垫片, 防止轨道电路短路。5) 逐段扒出 D16 便梁处道碴, 安装斜杆和所有的连接系统。组装过程中, 联结板及牛腿上应上满螺栓, 并注意不得漏装弹垫圈。

### 4 便梁施工注意事项

1) 牛腿及联结板上全部螺栓应同时上紧, 弹簧垫圈置于螺母与平垫圈之间。2) 使用过程中, 应随时检查, 上紧松动的螺栓。3) 斜杆不得漏装。4) 便梁上应尽可能避免钢轨接头, 不能避免时, 钢轨接头必须调整在横梁上(用接头扣板)。5) 支座座板底面应选择强度足够的材料作垫座, 曲线上便梁的中间垫座以选用钢筋混凝土为宜。6) 由于此段线路位于曲线之上, 采用垫钢板和橡胶垫片结合的办法设置外侧超高, 超高的设置和既有线路保持一致。7) 钢轨垫板采用氯丁橡胶特制的斜垫板, 厚度为  $20 \text{ mm}$ , 不得随意代替。8) 使用本便梁时, 必须严格按照设计图纸安装, 不得随意改动。9) 每次使用后均应修整, 补刷油漆, 螺栓丝扣上油。10) 在有轨道电路地段施工时必须保证绝缘橡胶垫片铺垫质量, 防止轨道电路短路。

### 5 结语

1) 各型便梁在某一具体的便梁架设位置 ( $H$  为常量),  $D_{\min}$  随着  $R$  值的增加而减小, 当  $R \rightarrow \infty$  (即直线) 时,  $D_{\min} = (\text{限界值} + d) \times 2 + 100 \text{ mm}$ , 其中,  $D_{\min}$  为该  $H$  值条件下的线间距  $D$  的极小值; 而 D 型便梁在某一具体的便梁架设位置 ( $H$  为常量),  $R_{\min}$  是受便梁本身尺寸  $B$  的限制, 当  $b + c + 50 = B$  时对应的曲线半径即为该  $H$  值条件下  $R$  的极小值。

2) 在实际施工过程中应尽可能地使  $H$  值较大。很显然  $H$  越小可适用的曲线半径  $R$  越小, 但对线间距  $D$  的要求越大; 同时  $H$  越小施工的难度越大。在  $H$  突变处所对应的半径  $R$  恰好可以架设该  $H$  位置的曲线半径极小值  $R_{\min}$ , 此时的线间距  $D$  肯定变大。所以在实际施工过程中必须同时考虑架设位置  $H$  和线间距  $D$  的影响, 使得 D 型便梁得以安全、顺利地架设, 从而保证在整个顶进施工过程中的人身和行车安全。

3) 在既有线上架设和拆除施工便梁必须要按照铁路部门相关规定申请施工“天窗点”, 必要时申请接触网停电作业。

4) 便梁架设后要严格按照铁路部门规定设置慢行标志。

5) 施工过程中, 对铁路线路加固进行监控量测非常重要, 通过监控量测可以了解施工时线路加固的效果, 以及对列车运行的影响, 从而根据监控量测的结果, 调整顶进施工的施工工序及方法, 确保列车运营安全及施工安全。

### 参考文献:

- [1] 尹继明, 肖 鹏, 吕凡任. 便梁加固宁芜铁路线箱梁顶进施工技术[J]. 路基工程, 2008(2): 34-36.

文章编号:1009-6825(2009)05-0308-02

## 斜拉索线形设计

梁秦红

**摘要:**对现有拉索线形计算理论进行了研究,系统的给出了不同精度斜拉索线形参数求解公式,计算了梁济运河大桥斜拉索的设计线形,对比分析了其线形参数的精度,得出对于200 m左右跨径的斜拉桥可采用无弹性理论计算斜拉索线形的结论。

**关键词:**斜拉桥,斜拉索,线形设计,参数方程

**中图分类号:**U448.27

**文献标识码:**A

为精确确定斜拉索的无应力长度以保证斜拉索的安装,进而保证斜拉索的间距;精确确定斜拉索的索力用于斜拉索的张拉;精确确定斜拉索在锚点处的倾角以保证使拉索锚具与锚固面钢板垂直,以使拉索钢丝受力均匀,精确确定斜拉索的线形十分重要。

## 1 斜拉索线形设计方法

精确的斜拉索线形参数的确定是以桥梁施工完成后成桥恒载状态为基准进行计算的。无论斜拉索的空间位置如何,都附着在每根斜拉索上的局部坐标系(图1中的 $xoy$ 坐标系)中,斜拉索均可简化为平面体系,用梁上锚点 $I$ 端坐标 $(0,0)$ 和塔上锚点 $J$ 端坐标 $(l,h)$ 描述其边界。由于结构整体计算得到的成桥恒载索力为等效直杆的结果<sup>[1-4]</sup>,索力的方向应沿斜拉索的弦线,即两端锚点的连线方向(分量 $N$ ),而不是斜拉索的轴向力(见图1,其余符号, $H$ 为索力的水平分量; $V$ 为竖向分量; $E$ 为拉索的弹性模量; $A$ 为拉索的截面积)。

目前对于斜拉索线形的计算有两种主要理论<sup>[5-7]</sup>:1)无弹性理论;2)有弹性理论。

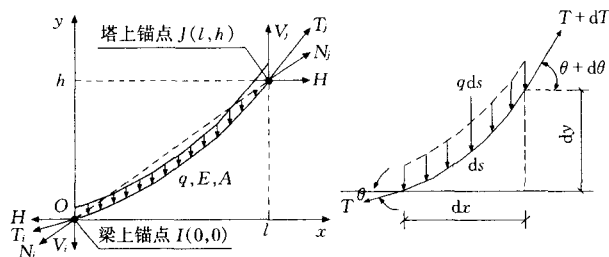


图1 斜拉索及其微段示意图

## 1.1 无弹性的斜拉索线形方程

对于如图1所示的微段,轴力 $T$ 的竖向分量为 $V = T dy/ds$ ,水平分量 $H = T dx/ds$ 。故微段水平分量的合力为 $d(T dx/ds)$ ,竖向分量合力为 $d(T dy/ds)$ 。由微段的平衡可得:

$$\sum x = 0; dH = d(T dx/ds) = 0 \quad (1)$$

$$\sum y = 0; dV = d(T dy/ds) = q ds \quad (2)$$

由式(1)可知,索力的水平分量处处相等,设为 $H$ 。结合 $T = H ds/dx$ ,代入式(2)得:

$$d^2 y/dx^2 = (q/H) \sqrt{1 + (dy/dx)^2} \quad (3)$$

定义参数 $u = u(x)$ ,  $dy/dx = shu = tg\theta$ 。为书写简便,记 $k = H/q$ ,则由式(3)和 $dy = shu dx$ 可得:

$$\begin{aligned} x &= k(u - c_1) \\ y &= k chu + c_2 \end{aligned} \quad (4)$$

该参数方程可进一步化简为:

$$y = k ch(x/k + c_1) + c_2 \quad (5)$$

由边界条件 $x=0, y=0$ 得:

$$c_2 = -k ch c_1 \quad (6)$$

结合边界条件 $x=l, y=h$ 得:

$$c_1 = \text{arsh}[(h/2k)/\text{sh}(l/2k)] - l/2k \quad (7)$$

若记 $\beta = l/2k$ ,  $\alpha = \text{arsh}[(h/2k)/\text{sh}(\beta)] - \beta$ ,并考虑坐标系的差异,以 $q = -q$ 代入,则由式(7)得到与文献[7]的式(2-12)一致的结果。

由 $ds = chu dx$ 积分得变形后索长:

$$s = \int_0^l ch(x/k + c_1) dx = 2k \text{sh}(l/2k) ch(l/2k + c_1) \quad (8)$$

对于拉索无应力索长 $s_0$ 计算,可采用两种方法:方法1(近似解),由变形后索长 $s$ 扣除按伸长后的索长计算的索弹性伸长量 $\Delta s$ 后得到;方法2(精确解),则由索微段直接积分得到。

由 $d(\Delta s) = (T/EA) ds$ ,记 $\delta = H/EA$ ,可得方法1的结果:

$$\Delta s = \delta \int_0^l (ds/dx)^2 dx = (\frac{l}{2\delta}) + \frac{H}{2\delta q} \text{sh}(\frac{l}{k}) ch(\frac{l}{k} + 2c_1) \quad (9)$$

$$s_0 = s - \Delta s = 2k \text{sh}(\frac{l}{2k}) ch(\frac{l}{2k} + c_1) - (\frac{l}{2\delta}) - \frac{H}{2\delta q} \text{sh}(\frac{l}{k}) ch(\frac{l}{k} + 2c_1) \quad (10)$$

方法2由虎克定律:

$$ds_0 = 1/(1 + T/EA) ds \quad (11)$$

## On the application of type D beam in the frame railway bridges

WU Hua

**Abstract:** By combining with project examples, the paper introduces the selection of type D beam, illustrates the building steps of the beam in the construction, points out some precautions of the beam construction, and accumulates the construction experiences of the type D beam in the frame railway bridges, so as to expand type D beam in construction.

**Key words:** type D beam, intensification of railway, building steps, jacking construction

收稿日期:2008-10-11

作者简介:梁秦红(1971-),女,讲师,武汉铁路桥梁学校,湖北 武汉 430052