文章编号:1006 - 2106(2006)02 - 0033 - 06

# 既有线斜交框架中继间顶进施工技术

任宗军*

(中铁二局胶济电化工程指挥部, 山东 淄博 255400)

**摘要**:研究目的:以胶济电化工程 DK 253 + 185.267 m + 14 m + 7 m 辛化路立交框架桥施工为例,介绍了在维持既有运营的情况下,对斜交分段式框架施工方法的多方案比选后,确定采用中继间顶进的施工方法进行施工。

研究方法:对中继间顶进法施工中的顶进后背设计、斜交转正块设计、滑床的处理、线路加固及临时墩设计、顶进方向控制等技术要点进行了详细的阐述。

研究结果:在施工过程中对上述技术要点的控制,该桥整个施工时间只用了 135 d,分段框架前后相错量控制在 5 mm 以内,安全、优质、快速地完成了该桥施工。

**关键词**:斜交框架;中继间顶进;转正块;后背;线路加固;施工技术

**中图分类号**:U449 **文献标识码**:A

# CONSTRUCTION TECHNIQUE OF JACK - IN BETWEEN JUNCTIONS OF SKEW FRAME FOR EXISTING RAILWAY LINE

**REN Zong - jun**

Jinan - Yantai Electrification Project Headquarter of the Second Engineering Group Co. Ltd. of China Railway

**Abstract**: **Research purposes**: Taking the construction of Xinhualu Flyover Frame Bridge at DK 253 + 185.267 m + 14 m + 7 m in Jinan - Yantai Railway Electrification Project as an example, it was decided to adopt the construction technique of jack - in between junctions while keeping the line open to traffic, after comparing many schemes for construction of skew sectional frame.

**Research methods**: The technical points are described in details of jack - in design of rear back, design of skew inverting block, designs of sliding bed treatment and track strengthening, design of temporary pier and control of jack - in direction for the construction conducted by adopting method of jack - in between junctions in this paper.

**Research results**: It only took 135 days to finish construction of the bridge quickly with features of safety and high quality due to control of the technical points mentioned above during construction. The tolerance was within 5mm between the front end and rear end of sectional frame.

**Key words**: skew frame; jack - in between junctions; inverting block; rear back; track strengthening; construction technique

## 1 概述

### 1.1 工程简介

辛化立交桥与线路斜交 20°22′,既有桥为 1 m × 6.7 m + 1 m × 14 m + 1 m × 6.7 m 低高度梁双线桥。因胶济电气化工程改造,需拆除既有双线桥,原位还建 7 m + 14 m + 7 m 框构桥。新建框构桥建成后桥上通过四线,中间两线为 200 km/h 高速线,两侧两线为

* 收稿日期:2005 - 11 - 27 任宗军 高级工程师 男 1966 年 5 月出生

万方数据

120 km/h 低速线。本桥设计为分离式三跨框构桥，中孔为 14 m 宽的框架净高为 8.2 m，两侧孔为 7 m 宽框架净高为5.3 m，建成后桥下道路行车道净空为慢车道 3.6 m，快车道 5.5 m。该桥基底位于砂粘土内，基底设计应力为 200 kpa。本桥设计最大顶力为 2 350 t，最大顶程为 33 m。对既有线上下行线路需采用 D 型便梁加固。

### 1.2 工程的特点、难点

辛化路立交桥是与线路斜交的框架桥，在框架中横向平均分为两段，在以往框架桥施工中，虽框架与线路斜交，但框架是整体。而本桥横向分为两段，因此在顶进过程中前后两段保证方向一致不错位是本桥施工的难点。而线路加固运营安全因素多、从开工到通车只有 4.5 个月、工期短，中间快车道框架底与慢车道框架底标高相差 2.8 m 是本桥的特点。因此，在施工过程中重点是解决本桥的特点、难点问题。

## 2 施工方案的确定

本桥设计只说明了需采用顶进法施工，但对于怎样施工未作详细设计。根据本桥框架结构及国内 D 梁跨度，选用 24 m D 型梁加固线路，待两边孔顶进就位后作为顶进快车道框架的支墩 。

### 2.1 顶进施工方案的确定

（1）以框架横向设计分界，分别在线路两侧先预制快慢车道框架对称顶进，顶进时先顶进慢车道，以两慢车道框架作为支点，架空线路顶进快车道。按此方案施工，需 180 d 工期，不能满足建设单位的工期要求。

（2）先架空两慢车道，拆除既有非标梁后在原位预制框架，待慢车道框架预制完成后，再对中间孔进行加空，在原位预制中间框架。本方案缺点系工序之间衔接不好，工期长。

（3）快、慢车道分别在线路两侧错位同时预制，先顶进慢车道，再顶进快车道，在预制框架的同时加固线路，本方案工序衔接紧凑，工期短。顶进施工时需采用中继间顶进施工法。

由于工期紧，需要多工作面、上足人力、机械设备同时施工，对上述三个方案进行比选后，决定采用第三方案，即采用中继间顶进施工法施工。而采用中继顶法需对顶进后背及斜交框架转正块进行单独设计与布置。

### 2.2 线路加固方案的确定

由于既有上下行线路既有桥为 3 孔非标梁的低高度梁桥，同时全桥跨度达 35.87 m，因此无法用一孔便梁直接跨过。为此考虑线路加固分两步走，第一步：两边孔先用 24 m D 型梁进行加固后，拆除边孔既有非标梁，顶进边孔框架。第二步：待两边孔线路恢复后，再对中孔线路进行加固，拆除中孔非标梁，顶进中孔。

线路加固时 D 型便梁临时支墩的设计。

临时支墩分为在既有路基上的便梁临时支墩和既有桥下的临时支墩两类，路基上的临时支墩采用挖孔桩上垫木枕的形式，既有桥下的临时支墩采用混凝土墩。临时支墩的设计必须考虑在施工中墩必须承受 D 型梁的自重、梁上线路恒载、列车通过时的活载以及列车通过时产生的冲击力，同时留有一定的安全系数，对于独立支墩还应考虑其临时支墩自身的抗弯矩能力。

挖孔桩支墩：采用孔径为 1.0 m 的挖孔桩，桩长为 8.0 m，桩顶铺设面积不小于 4.8 m 的 2 根木枕作为支墩。由于挖孔桩支墩全部埋入路基土体内，故可不考虑它的抗弯能力。

既有桥下混凝土临时支墩：本桥根据现场条件在既有桥墩侧邦一个混凝土墩作为桥下的临时支墩。由于支墩是在既有桥墩上邦的一个混凝土墩，故临时支墩的抗弯能力可不考虑。

便梁支墩检算：

荷载的选取：24 m D 型便梁长 24.6 m，梁自重为 48.6 t，线路恒载按 5 kN/m 计，活载取“普通中－活载”为检算依据，地基承载力按 $[\sigma] = 200$ kpa 计算，安全系数取 1.15。支墩面积用 $A$ 表示。

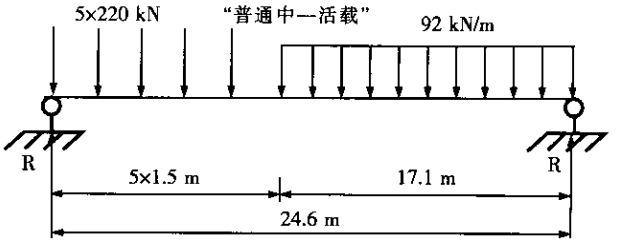


图 1 活载计算简图

$R = (5 \times 220 + 92 \times 17.1 + 48.6 \times 9.8 + 5 \times 24.6) / (2 \times 2) = 818.12$ kN

$[\sigma] = P / [A]$

$[A] = P / [\sigma] = 818.12 / 200 = 4.1\ m^2$；

$A = [A] \times 1.15 = 4.1\ m^2 \times 1.15 = 4.715\ m^2$。

故在现场取 $A$ 的值为 4.8 $m^2$。

对于挖孔桩支墩，在桩顶平地面采用 2.5 m 枕木搭设，支墩顶面面积 6.25 $m^2$，满足计算要求。

对既有桥下混凝土支墩，清除在表软弱层后，在基底承载力达到 200 kpa 的基层上浇注混凝土支墩。截面采用 2 m×2.5 m 的矩形墩，以满足支墩承载力的要求。

### 2.3 滑床的设计与布置

工作坑滑床：滑床中心线与框架桥设计中心线一致。由于地基承载里较弱，为保证框架顶进时，滑床不

万方数据

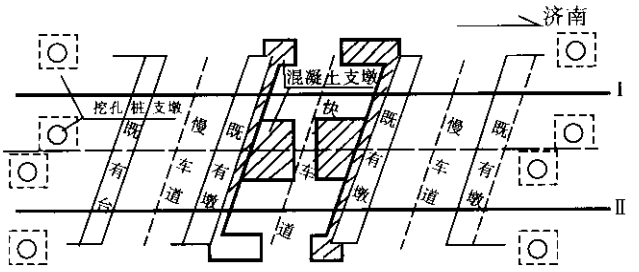


图 2　临时支墩布置图

被破坏,滑床混凝土采用 C20 钢筋混凝土,每间隔 2.5 m设置一道 40 cm × 40 cm 的地锚梁,滑床钢筋采用 ϕ12,间距按 30 cm × 30 cm 布置,钢筋网一层设在滑床顶面下 5 cm 处,与后背连成整体,滑床厚 20 cm,滑床上铺润滑层。。

顶进段滑床:由于该框架分为两节,采用中继顶顶进到位,为保证框架到位后接头不错位,在顶进段设计了滑床,滑床采用厚 40 cm 的 C20 混凝土,每间隔 2.5 m设置一道 40 cm × 40 cm 的地锚梁,滑床上铺润滑层。

润滑层的布置:一层机油、一层 3 mm 厚石蜡、一层 2 mm 厚滑石粉、一层油毛毡(或一层 0.2 mm 厚的塑料薄膜)。

在顶进段滑床上取消了最上一层的油毡。

## 2.4　顶进后背设计

后背是根据最大顶力的需要,为确保框架能顺利顶进到位,用以抵抗顶进时产生的顶进反力。为此后背需要足够的强度、刚度和稳定性。在设计后背时必须对后背的稳定性和强度进行检算。当抗力完全满足顶力需要且安全系数达到 1.1 时,证明后背结构设计合理。

框架顶进时,需要克服顶进过程中产生的各种阻力,才能顺利顶进。而顶进时所克服的各种阻力之和为最大顶力。其常用公式:

$$p = k[N_1 f_1 + (N_1 + N_2) f_2 + 2Ef_3 + RA] \quad (2)$$

式中　$p$——最大顶力(kN);

$k$——为阻力系数(由于滑床是混凝土,而且施作了石蜡润滑层,因此 $k$ 取 0.7);

$N_1$——框架顶上总荷载(土重、线路及加固材料重量 kN);

$N_2$——框架自重(kN);

$E$——框架两侧土压力(kN);

$f_1$——框架顶板与顶部荷载间的摩阻系数;

$f_2$——框架与底板的摩阻系数;

$f_3$——侧面摩阻系数;

$R$——框架前方正面阻力;

$A$——框架前方受阻面积。

本框架桥是在既有桥下施工,在顶进前全部拆除了既有的梁体的影响框架前进的墩台,故上部和两侧均无荷载作用,前方亦不受正面阻力,只存在框架自身与滑床之间的阻力。

因此:$f_1, f_3, R, N_1$ 取值为 0,则有 $p = kN_2 f_2$。

慢车道框架自重:$N_{2慢} = 460 \times 2.5 = 1\ 150$ t

$p_1 = 0.7 \times 1\ 150 = 805$ t

快车道框架自重:$N_{2快} = 1\ 333 \times 2.5 = 3\ 332.5$ t

$p_2 = 0.7 \times 3\ 332.5 = 2\ 332.8$ t

### 2.4.1　后背的布置与承受的最大顶力

由于框架为分离结构,加上框架本身的底板标高相差 2.2 m,在框架预制时将其分别布置在了线路两侧,其中孔在一侧,两边孔在另一侧,这样解决了高差问题,同时避免了框架预制施工时的相互影响,为此后背亦分为 3 个分离的独立后背。

后背采用 C20 片石混凝土,根据框架的宽度后背分别设计为:慢车道后背 11.5 m,高出滑床1.5 m,埋深 1.5 m,厚 2.0 m。快车道后背宽 19 m,高出滑床 1.5 m,埋深 1.5 m,厚 2.0 m。为加强后背的整体性,在后背受力面加设 ϕ16 的钢筋网,间距按 20 cm × 20 cm布置。为减少顶进阻力,根据框架顶进受力情况知:后背每米承受最大顶力为:

慢车道:$p_1' = p_1/11.5 = 70$ t/m

快车道:$p_2' = p_2/19 = 122.8$ t/m

### 2.4.2　后背的抗力分析

后背的抗力主要来自以下 3 个方面:后背土压力、后背自重产生的阻力、滑床与分配梁相连后的阻力。

(1)根据"肆桥 8030 - Ⅱ"的抗力分析公式有:

$$p_1 = \varepsilon \gamma h_1 \mu_p \quad (3)$$

$$p_2 = \gamma \mu p (h_1 + \varepsilon h_2) \quad (4)$$

$$E_{P_2} = 1/2 \times h_1 \times (p_1 + p_2) \quad (5)$$

$$E_p = 1.46 \times E_{P_2} \quad (6)$$

式中　$p_1$——混凝土后背以上覆盖土抗力(后背顶处抗力);

$p_2$——土抗力;

$\varepsilon$——斜坡影响系数(因为垂直取 1);

$\gamma$——土容重(取 1.7);

$h_2$——覆盖土高度(慢车道为 1.5 m,快车道为 3 m);

$\mu_p$——郎金被动土压力系数(取 3);

$h_1$——浆砌后背的高度(快慢车道均为 3 m);

$E_{P_2}$——计算土抗力;

$E_p$——实际土抗力。

该桥计算的实际土抗力为:$E_{p_1} = 83.8$ t/m,$E_{p_2} = 111.7$ t/m。

万方数据

(2)后背自重阻力

$$F = Gf/L \tag{7}$$

式中 $F$——后背自重阻力；

$G$——片石混凝土后背总重 $t$(慢车道为215.6 t，快车道为 356.3 t)；

$f$——片石混凝土后背与土壤的摩阻系数取0.6；

$L$——后背总长 $L_1 = 11.5$ m，$L_2 = 19$ m。

片石混凝土后背检算自重阻力：$F_1 = 11.25$ t/m，$F_2 = 11.25$ t/m。

(3)滑床板与后背相连的阻力

$$F' = G'f'/L' \tag{8}$$

式中 $F'$——滑床板与分配梁相连后的阻力；

$G'$——滑床板与分配梁总重量 $t$；

$f'$——滑床板与土壤的摩阻系数取 0.6；

$L'$——后背长度，$L_1' = 11.5$ m，$L_2' = 19$ m。

该桥后背与滑床相连的阻力：$F_1' = 11.73$ t/m，$F_2' = 13.42$ t/m。

(4)后背的总抗力为：

$$E_1 = E_{p1} + F_1 + F_1' = 106.78 \text{ t/m}$$

$$E_2 = E_{p2} + F_2 + F_2' = 136.37 \text{ t/m}$$

安全系数：$K_1 = E_1/p_1' = 1.5$，$K_2 = E_2/p_2' = 1.1$。

故后背的设计结构可以满足框架顶进时的要求。

### 2.5 斜交框架转正块的设计

由于框架与线路成 20°22′的斜交角度，框架自身又是按斜面交布置。为顶进的需要必须在框架顶进的受力处设置斜面交转正块，用于将顶进力正向传递给框架本体，确保框架在顶进过程中的沿设计轴线方向前进，到达设计位置。如图 3 所示。

转正块的钢筋布置：在框架端部的转正块将框架本身的纵向钢筋整体延伸到边，横向穿插加强钢筋与框架钢筋成为一个整体。两节框架中间的转正块则单独设置两层钢筋，用竖向立筋与框架本体边接起来，使之与框架成为一个整体。如图 4 所示。

## 3 施工控制

### 3.1 滑床施工

在开挖好的基坑上，在滑床外 0.5 m 处四周挖排水沟，水沟断面 0.5 m×0.5 m，并且在后背旁边适当位置挖集水井。井深 1.5 m～2 m，井长宽 2 m×2 m。因该框架位于地面以下，顶进前在线路右侧设计翼墙外 2 m 处挖降水井，用抽水机随时将降水井内水抽干，以保证顶进施工的顺利进行。做好框架预制和顶进施工时的防排水工作。

为防止框架在顶进过程中底板随框架滑动，在其底板下设置地锚梁，地锚梁的设置按宽 0.4 m，深

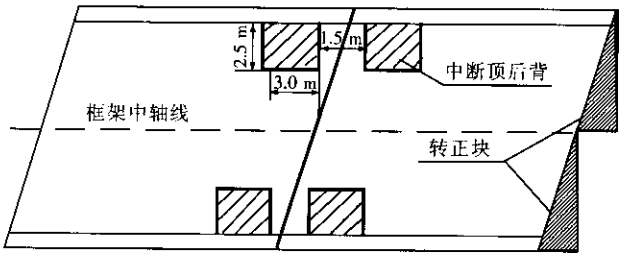


图 3 斜面交转正块位置布置图

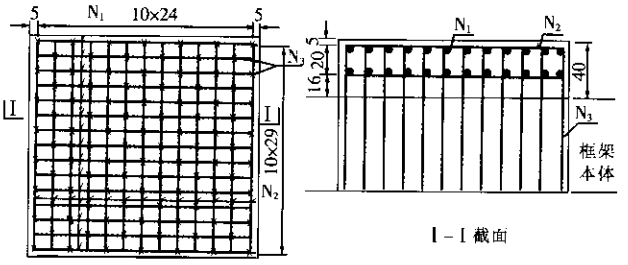


图 4 斜交转正块钢筋布置图 (单位：cm)

0.4 m，每道间距 2.5 m 共计布置 9 道地锚梁。同时在框架两外侧 0.2 m 处布置导向墩，按宽 0.5 m × 0.5 m，深 1.0 m，间距 3 m 布置，用于控制和纠正框架顶进时的大方向。

为减少顶进时的阻力和防止框架混凝土与滑床底板连成整体，在混凝土滑床上设置润滑层。：一层机油→一层 3 mm 厚石蜡→一层 2 mm 厚滑石粉→一层油毛毡(或一层 0.2 mm 厚的塑料薄膜)。

### 3.2 框架预制

框架本体与一般框架的一样，直接在润滑层上浇注框架箱身，浇注混凝土时应注意不得将润滑隔离层破坏，防止混凝土与底板连接。

本桥由于是箱身为斜交框架。为了使设置千斤顶顶面与顶进方向垂直，确保顶进力的传递，特在末节框架端设置了转正块，在两节框架内设置了中继顶后背专为布置千斤顶顶进使用。

在末节框架端的箱身底板布置千斤顶的位置上，设置两块三角形钢筋混凝土转正块。转正块内按构造配筋，以抵抗顶进时产生的剪力。转正块的高度与框架底板高度一致，每个转正块的长度为框架身的全宽的一半。转正块钢筋与框架底板钢筋一起绑扎，并有竖向连接筋和框架底板钢筋连成整体，混凝土一起浇筑。

由于本桥框架为两节的分段式框架桥，顶进时采用斜交中继间法顶进，故需要在两框架间布置顶进中继顶后背。中继顶后背高度高出框架底板 40 cm。中继顶后背按构造配筋，以增强后背抗剪力。中继顶后背钢筋与框架底板钢筋连接，混凝土一起浇筑，增强后背与底板的整体性。

### 3.3 线路加固

在预制箱身的同时，对线路进行加固，采用24 m

万方数据

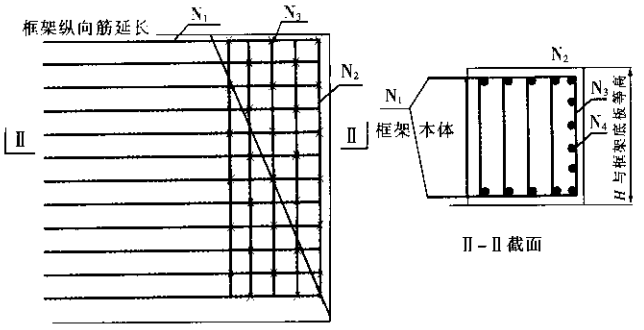


图 5　中继顶后背钢筋与框架底板钢筋连接布置图(单位:cm)

D 型便梁架空既有桥。

### 3.3.1　挖孔桩支墩施工

在既有路基上 D 型便梁支点位置施作挖孔桩,桩径为 1.0 m,桩深 8.0 m,C20 混凝土护壁厚 20 cm,桩孔挖到位后立即灌注 C20 混凝土。

挖孔桩利用慢行点施工,边挖边支护。每次只挖 1 m,挖完立即支护,待护壁混凝土初凝再进入下一循环开挖。挖孔桩桩顶与既有路肩平齐,再在桩顶上铺设枕木垛,采用 250 cm 的枕木满铺搭设,顶层枕木与纵梁垂直。

### 3.3.2　桥下混凝土支墩

在清除在表软弱层后,在基底承载力达到 200 kpa 的基层上浇注混凝土支墩。截面采用 2 m×2.5 m 的矩形墩,具体布置见图。

另外,由于既有桥墩在慢车道顶进时需要拆除 40 cm,为了保证中间孔既有梁的安全使用,确保既有桥墩稳定,施工时在既有桥墩内侧沿着既有桥墩的横向,采用 C20 混凝土将既有墩绑宽 1.0 m 厚,为了提高其早期强度,掺加 2 % 早强剂。

### 3.3.3　D 型梁的架设

线路加固均在要点情况下进行,限速 45 km/h 后,安拆便梁的横梁(即钢枕)。在需要加固的区域纵梁上每个档位上满设钢横梁,横梁与纵梁间采用螺栓连接牢固,横梁与基本轨间扣死并做好绝缘。纵梁两端支点必须在已设置好的临时支墩上。梁底与支墩间用枕木垛塞垫,其厚度用不同厚度的硬质木板来调节。

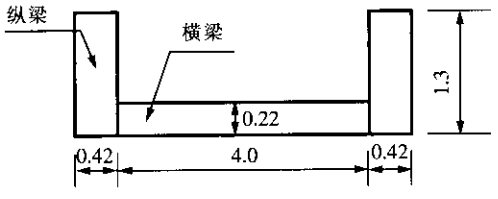


图 6　24 m D 型便梁结构图(单位:m)

### 3.4　后背施工

在预制框架的同时,先期将后背做好,确保顶进时后背达到应有的强度。

后背与框架顶进受力面间至少应保证能安放下顶镐和留出一定和自由间隙,用于调整和安放顶铁,按一般顶镐长度为 1.0 m 计,框架与后背的距离预留为 1.5 m左右。后背受力面与框架受力面必须保证平行。

### 3.5　基坑开挖和滑床施作

墩台拆除完成后,在设计位置和顶进的前方道路上开挖基坑。为了防止框架顶进时扎头和两节框架到位后的合拢,防止错位,在基坑上施作了 40 cm 厚的 C20 混凝土垫层。并在垫层上铺设了一层润滑层以减少顶进时的阻力。为了缩短工期,减少对线路的影响,垫层混凝土掺加了早强剂。

### 3.6　顶进作业

中继间顶进施工法是在两节框架箱身转正块间安置千斤顶和在末节框架转正块间与后背安设千斤顶,然后由前至后依次驱动千斤顶,逐节推动箱身,待后背处的千斤顶回收后,在回收的位置填放顶铁,再开始第二次顶进,往复循环,直至箱体就位。

当顶进时由于框架受摩擦阻力的水平分力作用,容易发生较大的方向偏差,故需要加强方向控制,随时调整两侧的顶力。斜交框架顶进需要在锐角侧施加较大的顶力,才能维持箱身沿着正确的方向前进。在顶进过程中,需要不断调整框架的中心线和错台。框架中线往哪边偏,就在另一端增加千斤顶,两端施加的力偶距要相等,这样才能始终把框架的中线和错台控制好。辛化立交框架桥顶进后,错台最大处为 5 mm,最小处为 0,中心偏差 15 mm。

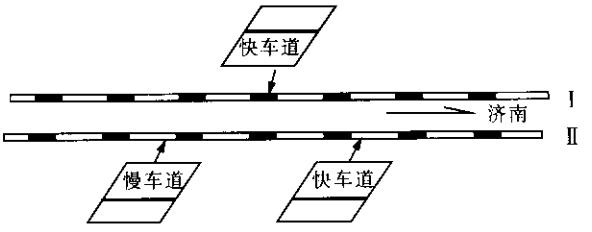


图 7　三孔框架斜交顶入示意图

## 4　结束语

本桥是在维持既有线运营的情况下拆除既有非标梁后新建框架桥,安全因数多、工期紧张、工序较多、采用中继间顶施工等特点和难点,针对性地采取了一些技术措施,取得了较好的效果。

(1)本桥施工主要从施工场地、选用施工工艺、施工及行车安全、工期等方面进行了方案比选,选用中继间顶进施工方法是符合工程实际的。

(2)中继间顶进施工方法的要点:斜交转正块的设

万方数据

计、重力式后背设计、顶进时前后框架紧跟及方向控制。

(3)顶进过程中的控制:后背分配梁的布置、顶镐的选用与布置、顶程上滑床的处理、顶进前方导向墩的布置、施工测量的配合等。

(4)既有线路的加固:D 梁的选用、施工要点配合。选用过大过小的 D 梁将造成浪费或不能满足工程需要。

(5)行车安全、施工安全:对行车线路经常进行水平方向检查、D 梁螺栓的检查;施工区域内后背及分配梁的变形检查、顶镐是否漏油、顶镐上不能站人等均是安全的重点。

## 参考文献:

[1] 中铁三局. 铁路桥涵施工技术手册、桥涵[S]. 北京:中国铁道出版社,1999.

[2] 铁道部第三勘测设计院. 铁路桥涵设计基本规范[S]. 北京:中国铁道出版社,1991.

[3] 铁道部. 铁路技术管理规程[S]. 北京:中国铁道出版社,1999.

[4] 重庆建筑工程学院,湖南大学. 结构力学[M]. 北京:人民教育出版社,1983.

[5] 李克钏. 基础工程[M]. 北京:中国铁道出版社,1993.

(编辑 慕成娟)

(上接第 4 页)

材料,其抗压强度高、回弹快、动、静刚度比值小、荷载作用频率及温度变化对刚度的影响小、抗老化性能好、寿命长。

### 5.2 Pandrol FAST 扣件

Pandrol Fastclip 弹条扣件(如图 6 所示)可全部采用机械化安装。高速铁路扣件采用的纯天然胶弹性垫板静刚度为 30 ~ 50 kN/mm。

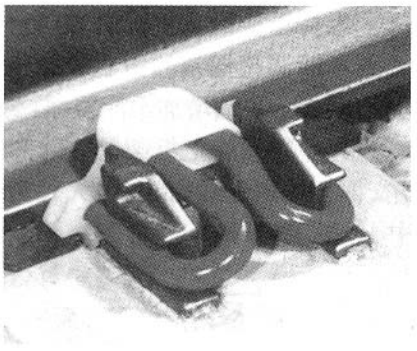

图 6 Pandrol Fastclip 弹条扣件图

无碴轨道用 Pandrol SFC 扣件(如图 7 所示)为单弹性或双弹性垫层、分开式、无螺栓、无挡肩扣件。该扣件铁垫板上部结构与 Fastclip 扣件相同,铁垫板由预埋螺栓紧固,通过铁垫板下垫板调整高度,轨底与铁垫板间、铁垫板与基础间可同时设置弹性垫板。

另外,钢轨和铁垫板也有均采用 Fastclip 弹条扣件。建议成套引进 Pandrol Fast 扣件技术,特别是弹条、预埋铁座、钢轨高低微调及铁垫板下调高垫板的设计与制造技术等。

## 6 结束语

综合上述世界各国无碴轨道扣件结构和我国扣件发展历程,可以看出,各种不同类型的扣件结构各有所长。我国应认真总结成功经验,积极学习国际先进技术,优化设计,提高产品性能与质量,发展具有中国特

图 7 无碴轨道用 Pandrol SFC 弹条扣件

色的客运专线无碴轨道扣件。

(1)根据我国 250 km/h 和 350 km/h 客运专线无碴轨道线路和运营特点,确定技术参数和标准,研究设计相应的扣件结构。

(2)建立、健全基础设施试验基地,加强新型扣件上道前的工业考核试验,为扣件结构选型及上道使用提供必要的条件。

(3)积极学习国外先进技术,加速关键技术的引进消化吸收和再创新,铺设试验段,积累资料,完善设计。

(4)为便于养护维修和设备管理,客运专线扣件结构形式应标准化和系列化。

## 参考文献:

[1] 何华武. 无碴轨道技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.

[2] 卢祖文. 客运专线铁路轨道[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.

[3] 铁道科学研究院. 铁路客运专线扣件暂行技术条件(报批稿)[Z]. 北京:铁道科学研究院,2005.

(编辑 马 丽)

万方数据

# 既有线斜交框架中继间顶进施工技术

作者： 任宗军， REN Zong-jun
作者单位： 中铁二局胶济电化工程指挥部,山东,淄博,255400
刊名： 铁道工程学报 ISTIC PKU
英文刊名： JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY
年，卷(期)： 2006(2)
被引用次数： 1次

## 参考文献(5条)

1. 中铁三局 铁路桥涵施工技术手册、桥涵 1999

2. 铁道部第三勘测设计院 铁路桥涵设计基本规范 1991

3. 铁道部 铁路技术管理规程 1999

4. 重庆建筑工程学院;湖南大学 结构力学 1983

5. 李克钏 基础工程 1993

## 引证文献(1条)

1. 张健.高秀梅.黄生根 既有线下穿箱涵工程对周围环境影响的研究[期刊论文]-铁道工程学报 2009(10)

引用本文格式：任宗军.REN Zong-jun 既有线斜交框架中继间顶进施工技术[期刊论文]-铁道工程学报 2006(2)