

文章编号: 1674—8247(2019)04—0081—04  
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.04.017

## 浅谈新建跨线铁路桥梁 T 构设计及转体施工

谢军辉

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘 要:**新建铁路桥跨越既有铁路施工时,面临影响既有铁路运营安全的工程难题。为避免干扰既有铁路运营,加快施工进度,文章结合某铁路专用线的疏解线上跨既有兰新铁路的工程案例,提出主桥采用 $(2 \times 34)$  m T 构,先平行于既有兰新铁路现浇施工,再转体就位的施工方法。并结合桥位特点,采用三维有限元计算方法进行了 T 构结构计算和施工阶段分析,阐述了 T 构转体施工的工艺流程和关键控制因素,可为类似工程提供参考借鉴。

**关键词:**T 构; 设计; 转体施工; 工艺流程; 控制因素

**中图分类号:**U445.465 **文献标志码:**A

## Discussion on T-Structure Design and Swivel Construction of New Cross-line Railway Bridges

XIE Junhui

(China Railway Eryuan Engineering Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The construction of the new railway bridge crossing over the existing railway will affect the operation safety of the existing railway. In order to avoid disturbance of the construction to the operation of the existing railway and accelerate the construction progress, combined with the engineering case of untwining line of the special railway line across the existing LanXin Railway, it is proposed that  $(2 \times 34)$  m T-structure should be adopted for the main bridge, which is parallel to the existing LanXin Railway with cast-in-place construction and then swivelled into place. Combined with the characteristics of the bridge location, the three-dimensional finite element method is used to calculate the T-structure and analyze the construction stage. The technological process and key control factors of the T-structure swivel construction are expounded, which can provide reference for similar projects.

**Key words:** T-structure; design; swivel construction; technological process; control factor

### 1 工程概况

某铁路专用线位于新疆维吾尔自治区石河子市境内,线路全长 37.15 km,为国铁 II 级单线电气化货运铁路。线路由疏解线、下行线、上行联络线、电厂支线、铝厂支线组成。疏解线特大桥上跨既有兰新铁路。

疏解线特大桥桥址处地势平坦,多为旱地,桥墩墩

高普遍在 10 m 左右,孔跨为 $(8 \times 32 + 1 \times 24 + 1 \times 32 + 2 \times 34 + 13 \times 32)$  m,全桥均位于半径  $R = 500$  m 的圆曲线上。桥梁在跨越既有兰新铁路处,经过方案比选论证,并经业主单位同意,采用 $(2 \times 34)$  m T 构跨越,总体布置图如图 1 所示<sup>[1]</sup>。为减小施工对既有兰新铁路正常运营的影响,T 构采用先平行于既有兰新铁路现浇施工,再转体就位的施工方法。

收稿日期:2018-03-21

作者简介:谢军辉(1985-),男,工程师。

引文格式:谢军辉. 浅谈新建跨线铁路桥梁 T 构设计及转体施工[J]. 高速铁路技术,2019,10(4):81-84.

XIE Junhui. Discussion on T-Structure Design and Swivel Construction of New Cross-line Railway Bridges [J]. High Speed Railway Technology, 2019,10(4):81-84.

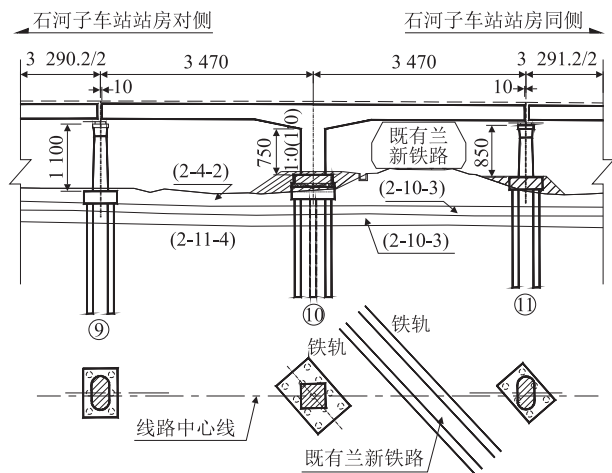


图1 主桥(2×34) m T构总体布置示意图 (cm)

## 2 主要技术标准

### 2.1 专用线标准

- (1) 铁路等级: II级。
- (2) 正线数目: 单线。
- (3) 轨道结构: 有砟轨道, 50 kg/m 钢轨。
- (4) 设计速度: 货车 80 km/h。
- (5) 设计活载: 中 - 活载。
- (6) 牵引类型: 电力。

### 2.2 兰新铁路标准

- (1) 铁路等级: I级。
- (2) 正线数目: 双线。
- (3) 净空要求: 双层集装箱。
- (4) 设计速度: 客货共线 120 km/h。
- (5) 设计活载: 中 - 活载。
- (6) 牵引类型: 电力。

## 3 (2×34) m T构设计

### 3.1 (2×34) m T构构造

本桥主桥位于半径  $R=500$  m 的圆曲线上, T 构梁体采用曲线曲做。T 构梁为单箱单室箱梁, 梁长

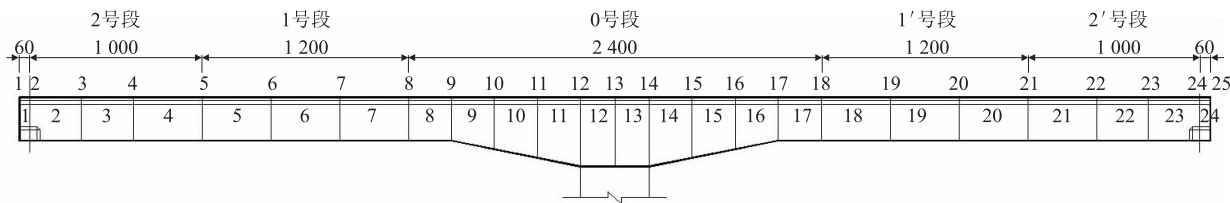


图3 主桥(2×34) m T构单元及梁段划分示意图 (cm)

梁体混凝土等级为 C55, 按全预应力构件设计。纵向预应力采用公称直径 15.24 mm 的钢绞线, 抗拉强度标准值为 1 860 MPa。梁体内预应力管道采用塑

69.2 m, 支座到梁端纵向长 0.6 m, 横向支座间距 3.2 m。梁体顶面宽 7.4 m, 底面宽 4.0 m。在设置接触网立柱基础和避车台的位置局部加宽。梁体端部高 2.5 m, 主墩处梁体高 4.0 m, 在主墩前后设 7.5 m × 1.5 m 梗斜。箱梁顶板厚 0.4 m, 底板厚 0.4 m, 腹板厚 0.4 m, 在梁端横梁处局部分别加厚至 0.6 m、0.9 m、0.6 m。T 构梁体横截面构造, 如图 2 所示<sup>[1]</sup>。

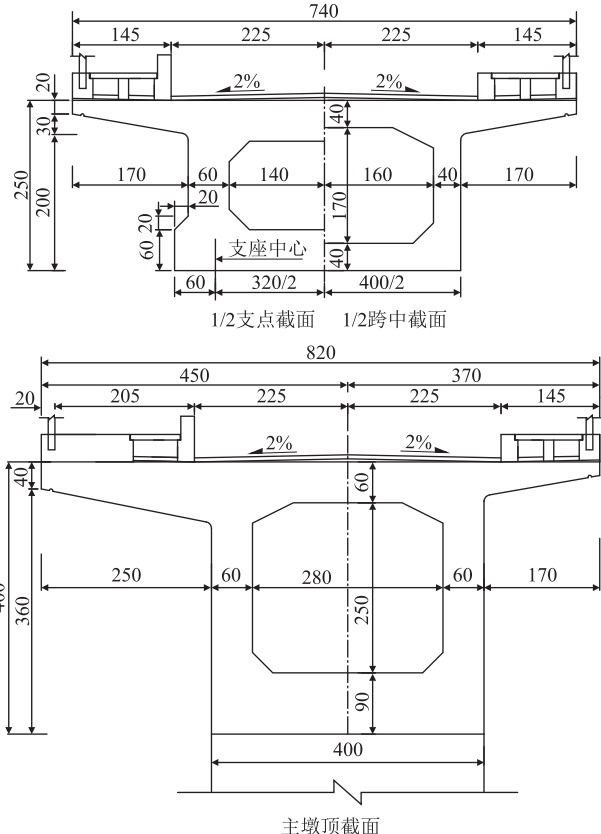


图2 主桥(2×34) m T构梁横断面示意图 (cm)

T 构梁分 5 个梁段, 施工时先浇筑 0 号梁段, 长度为 24 m, 然后对称浇筑 1 号、1' 号梁段, 长度为 12 m, 最后对称浇筑 2 号、2' 号梁段, 长度为 10.6 m。为保证每个梁段的灌注质量, 施工采用泵送混凝土连续灌注, 一次成型。梁段划分如图 3 所示。

料波纹管, 张拉控制应力分别为 1 302 MPa 和 1 339 MPa。梁体内钢绞线的张拉顺序为: 先张拉顶板束, 待桥梁转体就位支座安装后, 再张拉腹板束和底

板束。

### 3.2 $(2 \times 34)$ m T 构施工阶段分析及计算成果

$(2 \times 34)$  m T 构梁部纵向计算采用 Midas Civil 三维有限元软件,通过建立全桥有限元模型,按照实际情况划分施工阶段,计算分析梁体的强度、应力和位移等。全桥划分为 24 个单元,25 个节点。结构有限元模型,如图 4 所示。

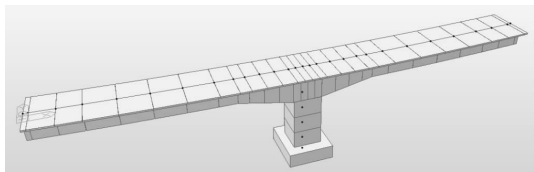


图4 主桥 $(2 \times 34)$  m T 构有限元模型

主桥分为 14 个施工阶段,如表 1 所示。

表1 施工阶段划分表

施工阶段 1	浇筑主墩
施工阶段 2	搭设完成整个梁体支架,浇筑 0 号梁段
施工阶段 3	张拉 0 号梁段顶板束
施工阶段 4	对称浇筑 1 号、1'号梁段
施工阶段 5	张拉 1 号、1'号梁段顶板束
施工阶段 6	对称浇筑 2 号、2'号梁段
施工阶段 7	张拉 2 号、2'号梁段顶板束
施工阶段 8	撤掉支架,转体就位
施工阶段 9	梁端施加向上力 400 kN
施工阶段 10	安装梁端支座
施工阶段 11	梁端卸荷 400 kN
施工阶段 12	张拉腹板束和底板束
施工阶段 13	成桥铺设二恒
施工阶段 14	收缩徐变 10 年

通过空间模型分析发现 T 构跨中截面曲线外侧底板应力比曲线内侧底板应力小 0.65 MPa 左右。这是因为曲线梁桥腹板内侧短外侧长,梁体外侧腹板受力比内侧腹板大,因而曲线外侧应力比内侧应力小<sup>[2]</sup>。为使曲线梁内外侧腹板受力均匀,通过分析计算,将内侧腹板钢束张拉控制应力调整为  $0.70f_{pk}$ ,即 1 302 MPa,将外侧腹板钢束张拉控制应力调整为  $0.72f_{pk}$ ,即 1 339 MPa。调整后,T 构跨中截面应力趋于均匀。

通过计算,转体阶段为最不利的施工阶段,该阶段顶板最大压应力 8.61 MPa,最大拉应力 -0.52 MPa,底板最大压应力 14.5 MPa,最大拉应力 -1.14 MPa;运营阶段顶板最大压应力 9.12 MPa,最小压应力 1.90 MPa,底板最大压应力 13.06 MPa,最小压应力 3.02 MPa,梁体各截面均不出现拉应力。主梁强度安全系数为 3.30,抗裂安全系数为 1.66。在中-活载作用下,最大挠度 6.3 mm,静活载作用下梁端最大转角 0.09%<sup>[3-4]</sup>。以上各设计指标均满足规

范要求。

## 4 转体施工

### 4.1 转体施工简介

桥梁转体施工是指在桥梁偏离设计桥位轴线或与设计桥位设计轴线在空间上呈一定的夹角时,预先浇筑或拼装桥体,待梁体形成整体且达到设计强度后,借助球铰的转动使桥梁与设计桥位轴线重合的施工方法<sup>[5]</sup>。转体施工从桥梁结构的转动方向来分,可分为:平转施工法、竖转施工法及平竖转相结合施工法 3 种,其中应用较为广泛的是平转施工法<sup>[6]</sup>。

与传统的施工方法相比,桥梁转体施工具有施工干扰小、工艺简单、施工速度快、采用设备较少、工程造价低、安全性高等优点,最适宜在跨越深谷、急流及公路、铁路立交情况下采用,是当前较为成熟的一种桥梁施工技术,在桥梁工程施工中得到了较为广泛的应用<sup>[5]</sup>。

### 4.2 转体施工应用

#### 4.2.1 施工方案简介

专用线疏解线特大桥主桥 T 构,转体梁长度 69.2 m,逆时针转体角度  $49^\circ$ ,转体重 2 016 t。10 号主墩采用 C40 混凝土,墩身截面为矩形截面,尺寸为  $4.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m}$ 。转体系统的上盘采用 C50 混凝土,尺寸为  $7.0 \text{ m} \times 7.2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ ,下盘采用 C35 混凝土,尺寸为  $7.0 \text{ m} \times 10.4 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ 。主墩基础为 11 根  $\phi 1.0 \text{ m}$  的端承桩基础。

本桥为小跨径 T 构,10 号主墩和 11 号边墩基本与兰新铁路等距离布置。为减少基坑开挖对兰新铁路的影响,10 号主墩和 11 号边墩承台采用斜向布置。T 构施工时,先沿平行于兰新铁路走向一侧搭设满堂支架,然后对支架进行预压,分段浇筑梁体。待整个梁体达到设计强度后,拆除支架,完成 T 构体系转化,再利用转体系统,将 T 构平转到设计桥位轴线位置,如图 5 所示。

#### 4.2.2 施工工艺流程

转体施工实施前,应先申请要点计划。在得到运营单位批复,确定转体施工日期和时间后,合理安排施工顺序,加强配合协调工作,合理组织劳力,在封闭时间内完成施工。施工过程中积极与设备部门配合,做好现场防护工作,确保兰新线铁路安全正点运营。转体施工工艺流程,如图 6 所示。

施工准备完成后,应对转体系统进行试转体。试转体的过程,应对整个转体系统的运转情况进行检查,及时消除障碍<sup>[7-8]</sup>。试转体后,应及时分析采集的各项数据,并协调铁路相关部门,确定转体方案,封闭铁

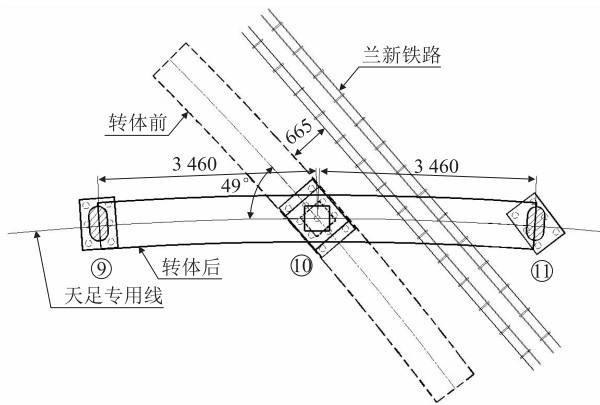


图5 主桥(2×34)m T构转体平面示意图(cm)

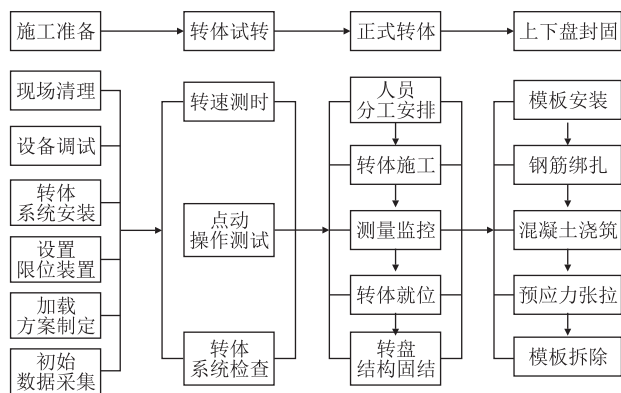


图6 施工工艺流程图

路,进行正式转体施工。

转体结构接近设计位置时,为防止结构超转,应停止自动牵引操作,采用点动控制,点动时间为0.2 s/次,每次点动千斤顶行程为1 mm,换算梁端行程<sup>[9]</sup>。

整个转体过程中,用全站仪加强对T构两端高程的监测和对下转盘滑道及撑角的观察。转体结构精确就位后,应对T构的线性、标高和纵坡进行测量,采取有效措施使其满足设计要求<sup>[7]</sup>。最后,进行封盘混凝土浇筑施工,以最短的时间完成上、下盘结构固结。

#### 4.2.3 施工关键控制因素

##### (1) 天气条件

新疆地区风力资源相对比较丰富,应充分考虑风力对转体过程的影响。转体前应及时与当地气象部门沟通获取转体当天的天气条件,避免可能出现的大风对转体施工带来危害。转体过程中风力不宜超过3级,同时还应制定有效的防范措施。

##### (2) T构纵、横向不平衡

T构转体前应由专门检测单位对梁体进行检测,确保转体系统以球铰为中心纵、横向的平衡。若梁体纵向不平衡,可采取现场加沙袋配重法或者水箱加注

水法调整T构梁端的重量。由于本T构位于 $R=500$  m圆曲线上,梁整体重心偏向于曲线内侧,根据计算结果,设计时在球铰位置设置0.2 m的预偏心,使T构在转体过程中,纵、横向整体保持平衡。

##### (3) 梁体现浇安全保障措施

梁体平行于兰新铁路施工,最近仅有6.6 m左右。为确保安全,施工中:(1)拆除现浇梁体外侧的既有铁路封闭护栏,在现浇梁体与既有铁路之间和梁端新建封闭护栏,新建封闭护栏与既有铁路护栏顺接。(2)在现浇支架靠近既有兰新铁路一侧设绝缘板和被动防护网,防止施工杂物飞入既有铁路范围。(3)在现浇支架靠近既有兰新铁路一侧2 m宽范围内采取加强措施,确保现浇支架稳定。(4)在转体实施前,降低既有兰新线两侧的接触网回流线高度,保证接触网回流线距轨面标高不小于6 m。并在接触网回流线上加设绝缘套管。

## 5 结束语

(1)新建铁路跨越既有铁路,当地势较为平坦且墩高不高时,可采用小跨径T构跨越;本桥主桥采用的(2×34)m T构,经济合理,整体性好,结构稳定,为较优的孔跨梁型方案。T构采用转体施工,施工方法比较成熟,可减少对既有铁路的干扰,加快施工进度,节省项目投资。

(2)T构分3段现浇,既能够降低水化热对大体混凝土的影响,保证混凝土的浇筑质量;又便于控制曲线梁线性、标高、纵坡等。

(3)本桥主桥位于小半径曲线上,曲线梁外侧腹板受力比内侧腹板大,可通过调整内外侧腹板钢束的张拉控制应力,使曲线梁截面内外侧应力趋于均匀。

(4)靠近既有铁路施工时,应采取切实可行的安全措施,保障既有线的安全。

## 参考文献:

- [1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 疏解线特大桥设计文件[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2016.  
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Design Document of Super-large Bridge in Untwining Line [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2016.
- [2] 范琴锋. 曲线连续T型刚构桥应力优化[J]. 山西建筑, 2016, 42(4): 176-177.  
FAN Qinfeng. Stress Optimization of the Curve Continuous T-shaped Rigid Frame Bridge [J]. Shanxi Architecture, 2016, 42(4): 176-177.
- [3] TB 10002-2017 铁路桥涵设计规范[S].  
TB 10002-2017 Code for Design on Railway Bridge and Culvert [S].

(下转第90页)