

# 秦沈客运专线跨锦大公路大桥 钢混结合连续梁液动拖拉法施工

冉嵘 郑春

【摘要】介绍跨锦大公路大桥钢梁部分的拼装焊接施工工艺、钢梁的拖拉施工要点。

【关键词】铁路桥 钢混结合梁 拖拉施工

## 1. 工程概况

跨锦大公路大桥位于辽宁省凌海市境内，起迄里程为DK225+056.5~DK226+396.6，全长340.1m。该桥共2台、11墩；梁部结构为7×24m（单线简支箱梁）+32m+40m+32m（钢混结合连续梁）+2×24m（单线简支箱梁）。全桥位于缓和曲线上，曲线半径3500m，纵坡0%。采用盆式橡胶支座，简支梁固定支座位于沈阳方，钢混结合连续梁固定支座位于9号墩。

跨锦大公路大桥钢梁的主梁、横隔板、加劲肋钢板均采用14MnNbq E级钢材，下平联斜杆、垫板及支承垫板采用16Mnq钢。钢梁横截面宽

7.2m，高2.5m。钢梁总质量449.52t，最长杆件长25.025m，最大杆件质量43t。钢混结合连续梁桥面板采用C50无收缩混凝土，桥面板宽12.4m，现浇一次成形。桥面板设2%横向排水坡，两侧设电缆槽。桥面板保护层采用C40纤维混凝土，防水层采用由氯化聚乙烯防水卷材和聚脂防水涂料组成的TQF-I型防水层，见图1。

跨锦大公路大桥钢梁技术特点如下。

- (1) 钢梁主梁全部采用16MnNbq钢材，克服以往16Mn钢板“厚度效应”。
- (2) 钢梁工地焊接，采用CO<sub>2</sub>气体保护打底焊，隔绝有害气体侵入，保证焊接质量。

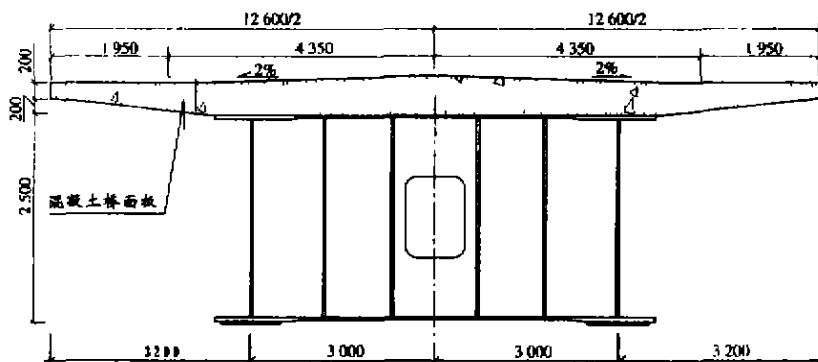


图1 钢混结合梁结构横断面示意(单位: mm)

冉嵘: 中铁二局股份公司秦沈指挥部工程师

郑春: 中铁二局股份公司秦沈指挥部工程师

(3) 钢梁采用长效防腐IC531水溶性无机富锌涂料涂装(防腐效果30年以上)。

(4) 钢梁于台后路基整体拼装,采用聚四氟乙烯滑板,取消上滑道,用连续作用千斤顶作为牵引动力一次纵向拖拉到位,是国内铁路施工中首次采用的新工艺。

施工难点:跨锦大公路大桥钢梁高且长,如何控制钢梁预拱度及主梁中心距、接口几何尺寸、保证拼装精度、保证工地焊接质量及控制焊接变形是主梁拼装的难点,钢梁为跨公路拖拉施工,如何控制钢梁拖拉过程中横向偏移等是钢梁拖拉的难点及关键。

## 2. 钢梁组拼方案

该桥钢梁组拼有膺架拼装及台后拼装2种方案。膺架采用万能杆件搭设,钢梁直接在膺架上组拼,组拼完成后即可落梁就位,该方法具有工艺简单、施工快速的特点,但由于8号墩~9号墩之间为跨公路施工,而锦大公路昼夜车流量达13000辆且为单车道路面,搭设膺架势必影响公路交通,钢梁组拼过程中很难保证施工人员及车辆行驶的安全。

台后拼装是利用桥台后路基进行钢梁拼装、焊接,钢梁组拼完成并验收合格后,采用连续作用千斤顶作为牵引动力,各墩顶支承垫石上铺设钢垫板及不锈钢板作为下滑道,滑块采用聚四氟乙烯滑板,拖拉前钢梁前瑞安装导梁,钢绞线通过导梁上锚横梁传力于钢梁,拖拉钢梁向前行进,采用台后组拼方案,虽然配套机具、设备、材料投入较大,但能够提高工效,保证钢梁拼装精度,保证施工期间公路交通行车安全,因而在施工中采用此方案。

## 3. 钢梁组拼工艺

### 3.1 场地布置

(1) 为保证钢梁拖拉平稳直顺,台后路基填土填至钢梁设计高程,填土严格按照要求分层填

筑,每层厚0.3m,  $K_{30} \geq 110 \text{MPa/m}$ 。核子密度仪检测  $K \geq 0.90$ 。路基面平整坚实,并按设计要求,路基面设横向排水坡及临时边坡排水沟,防止雨水浸泡冲刷,保证钢梁拼装过程中,防止因地基受力不均而产生不均匀下沉,影响钢梁拼装精度。

(2) 填筑钢梁上路基坡道。

(3) 路基面拼装场设置临时混凝土支墩。

临时支墩采用C23混凝土灌注,支墩顶面要求精平、抹光,高程误差控制在 $\pm 2 \text{mm}$ 以内。临时支墩作用之一是作为钢梁拼装台座,支墩混凝土灌注前预埋角钢,作为钢梁纵向向调整时千斤顶的作用点。钢梁拼装完成后,千斤顶置于支墩上,顶升钢梁,在支墩顶面安装钢垫板及不锈钢板作为钢梁拖拉滑道,临时支墩即作为钢梁拖拉下滑道基础。

### 3.2 钢梁组拼对位

工字钢梁由工厂加工制作,经检查合格后运至工地组拼。组拼时,按编号依次摆放。落梁时按临时支墩上所刻划的纵向基准线对准落梁。工字梁落放至支墩上后,对钢梁进行纵、横向微调。钢梁准确对位后,采用2000kN千斤顶调整预拱度,预拱度设为正值,不允许出现负差,千斤顶按设计预拱度值起顶到位后,于地平台上垫设钢板垫块后,撤除千斤顶。

### 3.3 高强螺栓施拧

钢梁预拱度调整完成,并检测合格后,采用高强螺栓连接下平纵联及横隔板,横隔板采用工艺拼接板(经设计院同意,临时设置)与工字钢梁固定。安装完成后,再测量一次预拱值及主梁间距是否达到要求。高强螺栓施拧全部采用扭矩法施工,在螺母处拧紧螺栓,在另一端卡住固定,设计预拉力为200kN(M22螺栓),施工预拉力为220kN(M22螺栓),分初拧、复拧、终拧3步完成。

### 3.4 钢梁焊接

钢梁全部高强螺栓经检验合格,拱度、接缝等各项指标符合规范要求后,方可进行焊接。焊时背面贴陶瓷衬垫,盖板采用单面焊双面成型工艺,腹板采用CO<sub>2</sub>气体打底保护焊。

焊接工艺要点如下。

(1) 上、下盖板采用单面坡口;单面焊双面成型,用ER50-6Φ1.2mm焊丝CO<sub>2</sub>气体保护焊打底,用手工焊盖面,SHJ507N2焊条施焊。腹板开双面坡口,背面贴陶瓷衬垫,用ER50-6Φ1.2mm焊丝CO<sub>2</sub>气体保护焊打底,手工焊盖面,SHJ50Ni焊条,正面焊后,清除面陶瓷衬垫,再进行背面焊接。焊时清根,用手工堆焊。

(2) 焊接完成后,铲磨焊缝余高,铲磨平顺后,对焊缝部位和碰伤部位用电动钢丝刷除锈、除污、涂装IC531涂料和封孔剂。

## 4. 钢梁拖拉方案

### 4.1 拖拉设备选择

钢梁于12号台台后路基上拼装完成后,由沈阳端向秦皇岛端拖拉。钢梁拖拉如采用卷扬机牵引,则需要5组滑轮,钢丝绳长达5000m以上,穿绕较为困难。同时由于卷扬机牵引钢丝绳易出现钢梁“跳跃”前进现象,一方面导致钢丝绳下垂,影响公路交通安全;另一方面则导致钢梁出现静摩擦,增大摩擦系数。通过方案比选,采用OVM-ZLD60型连续作用(穿心式)千斤顶作为牵引动力,千斤顶布置于6号墩墩顶,通过钢绞线与钢梁前端导梁的锚横梁连接,作用于钢梁。采用连续作用千斤顶有效地解决了卷扬机施工问题。

### 4.2 滑移设施的选择

考虑到钢梁分段接头处下翼缘板设有32mm厚拼接板及高强螺栓螺帽,如下滑道采用钢滚轴,拖拉过程中拼接板则无法通过滑道。因此在

施工中,采用聚四氟乙烯滑板(11300×500×50)取代钢滚轴,同时取消上滑道。下滑道采用钢垫板(厚度10mm),上铺不锈钢钢板(厚度3mm),下滑道长1.8m,宽0.7m。钢梁分段接头处拼接板拖拉至滑道前,将滑板喂入滑道,使拼接板下方与滑道保持净距50mm,拼接板悬空通过滑道。

## 5. 钢梁拖拉施工工艺

### 5.1 拖拉前的准备工作

按要求搭设滑道支梁、安装千斤顶锚横梁、钢梁前端导梁,在墩身前后搭设作业平台,并对钢梁拖拉进行测量放线,安放支座等。

### 5.2 钢梁拖拉

#### (1) 起顶钢梁、安放滑板

钢梁全部拼装完成并经检测验收合格后,采用2台2000kN千斤顶依次起顶钢梁2cm,拆除地平台构件,安放下滑道钢垫板、不锈钢钢板,每个滑道上安放滑块数量不少于2块。滑块安放完成并经检查无误后,依次落放钢梁。为防止钢梁内产生过大弯矩,千斤顶每次落梁高度控制在5cm以内。

#### (2) 检查就位、统一指挥

钢梁全部落至滑道上后,打开2000kN千斤顶卸流阀,拆除千斤顶。检查各支座处滑道加固、滑板安放以及人员就位情况,调试连续作用千斤顶动作,调整前后顶行程开关位置。检查钢绞线是否有交叉扭转、打搅现象,并作好技术交底工作,明确各组成员具体职责及联络方式。

#### (3) 钢梁横向纠偏

各支座滑道不均匀沉陷影响高程误差以及左右两组钢绞线受力不均,导致钢梁拖拉过程中偏移中线方向,为控制钢梁偏移量,采用如下方法控制和纠偏。

①预埋角钢控制钢梁行进方向。采用预埋导



向槽钢办法。即在路基面支座混凝土浇筑时，按钢梁宽度（7.2m）两侧各加宽3cm预埋1组[20，槽钢高出混凝土面30cm，以控制钢梁横向偏移。

(2)手动链条葫芦纠偏。由于桥梁墩台支承垫石宽度及高度限制，如采用预埋槽钢方法，则一方面槽钢距支承垫石边缘不足10cm，易导致支承垫石混凝土破裂受损；另一方面要求槽钢高出混凝土面150cm左右，槽钢根部受弯矩作用较大。因此，桥梁墩台顶面不宜采用预埋角钢控制钢梁横向偏移。当钢梁拖拉至桥梁墩台支承垫石，出现横向偏移时，采用500kN手动链条葫芦调整偏移。链条葫芦固定于桥墩台托盘，并采用橡胶皮包裹混凝土边缘，防止混凝土局部受力过大，导致混凝土受损。

(3)连续作用千斤顶行程控制钢梁偏移。钢梁拖拉前进过程中，采用J<sub>2</sub>经纬仪随时监控钢梁中线偏位情况，并通报千斤顶总控制台，及时调整左右2台千斤顶的运行，使钢梁恢复正确前进方向。

### 5.3 钢梁落梁

钢梁拖拉到位后，校核、调整钢梁中线及里程准确无误后，起顶钢梁，拆除滑道、墩顶枕木垛及预埋角钢等临时设施，并按设计埋设“

JHPZ”盆式橡胶支座。

落梁时采用2台2000kN千斤顶同时起顶，每次落梁高度5cm，先顶8号墩处梁体，落梁5cm，然后9号墩落梁5cm，再顶7号墩落梁5cm，最后10号墩落梁5cm。重复上述顺序直至落梁到设计高程。

### 6. 施工体会

(1)跨锦大公路大桥设计纵坡0%，各支座滑道顶高程也应固定为同一高程，而事实上，滑道顶高程可根据计算理论下挠度值减低，使钢梁直接上墩，钢梁上墩后，采用千斤顶起顶钢梁，加高滑道，使各滑道形成同一坡度，滑道坡度一般设为1.5%，可不设制动设施，这样可减少钢梁滑动阻力，加快施工进度。

(2)钢梁拖拉前，检查各组钢绞线是否正确，保证钢绞线没有交叉、扭转；同时采用拉紧器预紧各钢绞线，使钢绞线松紧一致；或在钢绞线安装前，准确丈量钢绞线使用长度，确保各组钢绞线长度一致。否则，由于钢绞线松紧不均，极易出现单根受力情况，造成安全隐患，尤其是左右两组长短不一，造成拖拉过程中钢梁受力不均，出现斜向行驶，偏移中线。

注：本文原载于《铁道标准设计》2002年第1期

（上接第35页）

多数梁场对伸长量偏大不予处理，对伸长量偏小，采用增大张拉力补足理论伸长量的方法进行处理，这是一个有待探讨解决的问题。笔者认为，影响钢绞线张拉伸长量的主要因素有三点：一是张拉力；二是钢绞线的弹性模量，三是孔道摩阻力。但张拉力是通过定期校验标定的油表和千斤顶进行控制，钢绞线的弹性模量是通过每个

卷号进行实验测定，只有孔道摩阻力，仅通过首片梁的部分孔道测试而定，代表性不强，但其准确程度又直接影响钢绞线的张拉伸长量。所以，应增加孔道摩阻力的测试数量，提高孔道摩阻力在理论伸长量计算中的准确程度，保证预施应力准确。

注：本文原载于《铁道标准设计》2002年第1期