

# 利津黄河公路大桥牵索挂篮施工技术

王 焕, 牟敦波, 陈宗彬

(山东省路桥集团有限公司, 山东 济南 250021)

**摘 要:** 利津黄河公路大桥为双塔双索面预应力砼斜拉桥, 采用牵索挂篮施工, 文中介绍了牵索挂篮的构造及节段砼的施工工艺、施工步骤及施工技术特点。

**关键词:** 桥梁; 斜拉桥; 挂篮; 施工技术

中图分类号: U445.4

文献标识码: B

文章编号: 1671-2668(2005)03-0119-03

山东利津黄河公路大桥由山东省路桥集团有限公司首次采用 BOT 模式(建设—经营—移交)兴建, 全长 3 122 m, 主桥为双塔双索面 5 孔连续预应力砼

斜拉桥, 长 630 m, 其跨径组成为 (40 + 120 + 310 + 120 + 40) m, 主跨 310 m, 为目前黄河上跨度最大的桥梁。主桥立面布置见图 1。

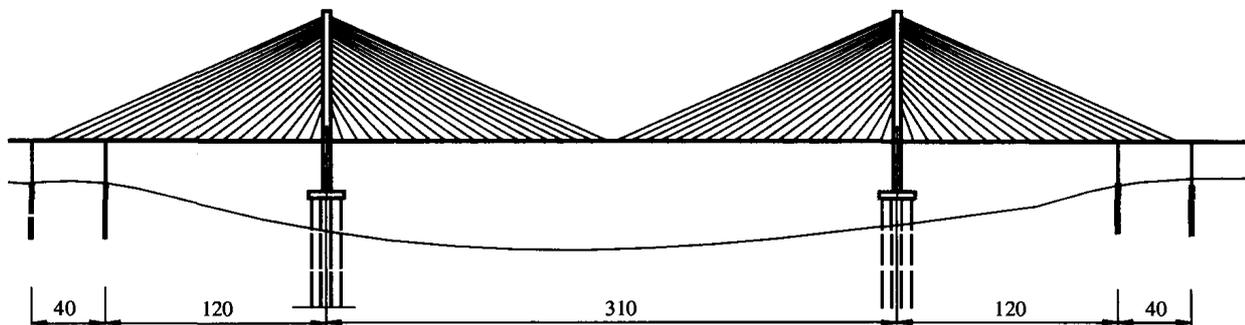


图 1 主桥立面布置图(单位:m)

利津黄河公路大桥索塔高 98.1 m, 为花瓶型结构, 墩塔固结, 全漂浮体系。主梁采用带悬臂双边主梁的开口断面形式, 顶宽 20.8 m, 悬臂长 1.0 m, 在桥塔处去掉悬臂, 桥宽减为 18.72 m。边主梁两侧与引桥相接处高 2.5 m, 过辅助墩后设 4 m 渐变段, 渐变至 2.1 m。桥面板厚 25 cm, 标准节段长 8 m, 每 4 m 设一道横隔梁。斜拉索锚固横隔梁厚 28 cm, 非斜拉索锚固横隔梁厚 20 cm。全桥共 72 个标准节段, 每个标准节段重 320 t。斜拉索采用 PE 防护半平行钢丝拉索, 全桥共 148 根, 呈扇形布置, 梁

上索距 8 m, 塔上索距 2.2~4.2 m。拉索规格分为 199 $\phi$ 7、163 $\phi$ 7、139 $\phi$ 7、121 $\phi$ 7 等 4 种。

由于受塔内空间限制, 斜拉索张拉须在主梁节段上进行, 因此, 挂篮施工中考虑采用牵索系统与永久索张拉, 完成悬臂浇注砼的施工全过程。

## 1 牵索挂篮的构造及技术指标

### 1.1 牵索挂篮的构造

牵索挂篮由主桁承重系统、模板系统、牵索系统、锚固系统、调高系统和行走系统组成(见图 2)。

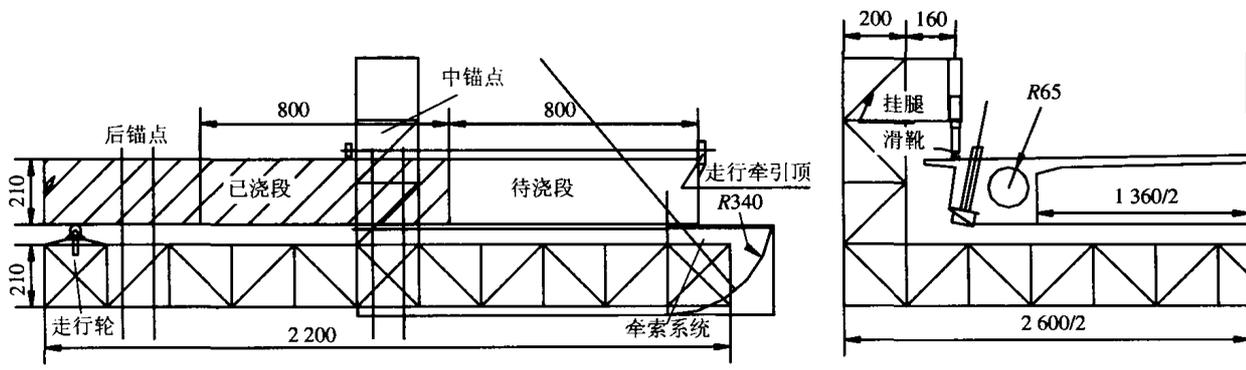


图 2 牵索挂篮结构(单位:cm)

1) 主桁承重系统:用万能杆件拼装。主桁纵向设计采用两道纵梁,长22 m,横向设计采用三道横梁,长26 m,中部梁顶设置行走牛腿,后部底板设置行走滑轮。

2) 模板系统:边主梁底板及侧面模板采用定型钢模板,顶板及横隔梁模板采用万能钢模组拼。

3) 牵索系统:由纵梁前端曲型钢箱梁、张拉螺杆、牵引杆、锚固螺帽、反力架和千斤顶组成,曲梁曲率根据斜拉索角度计算、加工,以保证每对索的张拉位置准确。牵索系统构造见图3。

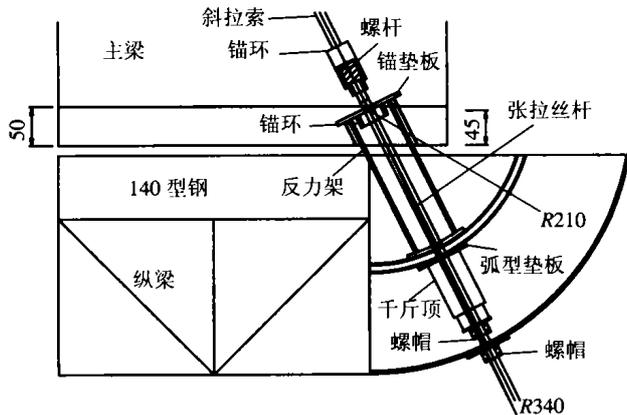


图3 牵索系统构造(单位:cm)

4) 锚固系统:由中横梁锚固点、梁底锚固剪力块和后锚固点3部分组成,以保证挂篮在浇筑时的稳定性和安全度,提供水平及垂直方向的支反力。中锚点和后锚点均采用 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋锚固于梁顶吊住主桁架;锚固剪力块由梁底预埋件构成。

5) 调高系统:用于调整挂篮立模标高及浇筑时的标高控制,分为中横梁调高系统和后横梁调高系统。中横梁调高系统设于桥面两侧吊耳中,每侧各设一台180 t千斤顶,下端通过行走牛腿作用在梁上,上端通过吊耳顶升或回落挂篮;后横梁调高系统设于后行走轮下面,采用50 t手动千斤顶,配合前端升降,保持挂篮平衡。

6) 行走系统:设于中横梁吊耳处,由滑靴、滑道、牵引千斤顶和钢绞线组成,梁下行走轮固定于后端升降架上,挂篮行走时行走轮反顶于梁底滚动,挂篮前移。

## 1.2 牵索挂篮的技术指标

1) 挂篮尺寸:长24 m,宽26 m,桁架高2 m。

2) 每套挂篮自重160 t,节段砼重320 t,重量比为0.5。

3) 挂篮双曲梁曲率半径: $R_1 = 340$  cm, $R_2 = 210$  cm。

## 2 牵索挂篮施工工艺

### 2.1 挂篮拼装及预压检测

将挂篮提前拼装作为0<sup>#</sup>、1<sup>#</sup>段主梁施工托架,待砼浇筑完成,挂设1<sup>#</sup>索,拆除桁架支腿,将托架转换成挂篮主桁架,现场拼装工厂加工好的行走吊耳、牵索体系转换系统。牵索体系转换成集砼施工临时支承、斜拉索张拉、主梁体系转换为为一体的复合型结构,然后进行预压,预压重量为节段砼重量的120%,检测其弹性挠度、调高性能及抗风振的稳定性,各项检测满足要求时,即可进行2<sup>#</sup>~18<sup>#</sup>标准节段的施工。

### 2.2 标准节段的挂篮施工

#### 2.2.1 挂篮行走前移至标准节段

利用安装在吊耳上的行走支腿,在已浇段上安装行走靴(滑道),同时后行走轮顶托于两边主梁底部,依靠YD27A前夹式千斤顶张拉2根 $\phi 15.24$ 钢绞线牵引挂篮前移。为减小挂篮移动时的滑动摩擦力,在行走靴内铺设四氟滑板,行走时统一指挥,使速度保持一致,岸、河两侧挂篮对称移动。

#### 2.2.2 挂篮就位及锚固

挂篮就位前,用全站仪对两岸挂篮进行主梁轴线复测,确认无误后利用中锚点拉杆和后端拉索调整底模标高,采用YC60千斤顶张拉中、后锚点 $\phi 32$ 精轧螺纹吊杆至0.7R控制应力,将挂篮锚固。

#### 2.2.3 展索、挂索、穿索及张拉索至初应力

利用自行加工的水平放料盘,用塔吊将斜拉索吊至放料盘上,慢慢展放,间隔4~5 m,固定在落地平车上,以避免缆索落地拖磨破损。根据上锚管的长度确定吊点,用卷扬机拉起,将上锚环缓缓放在上锚管中。按设计要求将螺帽安装到指定位置,用卷扬机将已装好连接器张拉杆的斜拉索拖至主梁锚筒入口处,上好引出杆,用固定在挂篮上的卷扬机将锚环向锚管内拉进,随着张拉端张拉引出杆向外拖出。

按顺序先放锚环螺帽,再放垫板,其次是引出杆螺帽、反力架、千斤顶。开动油泵,供油少许,千斤顶张拉缸保持适量油压后(约1 MPa)调整千斤顶、反力架使之与锚管在同一轴线上。

根据设计要求,张拉索力至设计索力的20%,达到初应力。

#### 2.2.4 模板安装、钢筋绑扎就位

两边主梁底模固定于挂篮上,模隔梁和行车道板底模采用万能钢模拼装。底模板就位后,检查轴

线与高程偏差,然后绑扎边主梁钢筋,随后支立侧模和行车道底模,安装预应力钢筋和顶板钢筋,直至符合设计要求。

2.2.5 悬臂浇筑砼

河侧、岸侧同时浇筑砼。利用两岸通向主墩的便桥,在其上安置砼输送地泵(俗称拖石泵)。砼的设计强度为 55 MPa,试验室进行了泵送砼的配合比试验,所掺外加剂为清华大学华迪公司生产的 NF 系列缓凝减水剂,在日平均气温不低于 15℃ 时,其 3 d 强度可达到 44 MPa(设计强度的 80%)。砼在出泵口的坍落度控制在 20~22 cm, HZS-60 型拌和站每小时砼产量不少于 40 m<sup>3</sup>,能满足浇筑要求。

砼的浇筑次序:两边主梁砼→横梁砼→顶板砼,并从前端向后端浇注,以防挂篮变形、砼产生裂缝。

砼浇筑至 50% 时,进行第二次张拉,将索力张拉至设计索力的 40%;浇筑完成后第三次张拉索力至设计索力的 50%。砼初凝后随即进行养生,由于利津黄河大桥于冬季施工,采用了蒸汽养生,养生期间棚内温度控制在 15℃ 以上。

当砼的强度达到设计强度的 85% 后,即可张拉预应力筋。先进行横向预应力的张拉,然后张拉纵桥向预应力筋,最后张拉桥面板纵向预应力精轧螺纹钢。

2.2.6 斜拉索终拉与体系转换

横、纵向预应力筋张拉完毕后,张拉斜拉索至设计值,然后将冷铸镦头锚螺帽旋紧至锚垫板,同时将后曲梁上螺帽松开,即可实现拉索由挂篮到主梁的体系转换。

2.2.7 挂篮下卸行走至下一段

利用挂篮吊耳上的升降千斤顶、中横梁上的 φ32 精轧螺纹吊杆以及后行走轮上的顶升系统将挂篮前后平衡下降,然后如前所述将挂篮前移,就位于下一段。

2.3 挂篮施工工艺流程(见图 4)

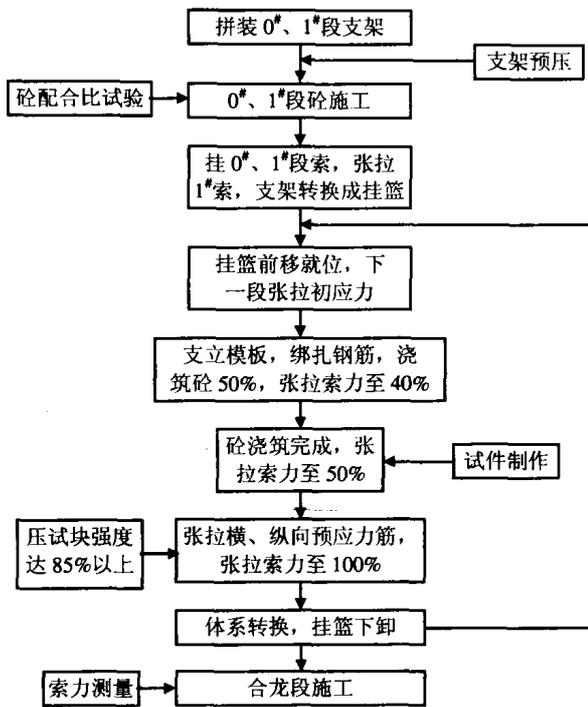


图 4 挂篮施工工艺流程

3 结束语

在山东利津黄河公路大桥牵索挂篮的设计与施工中,克服了塔内张拉空间不足而必须在主梁上张拉的问题,实现了一次性全断面砼浇筑,巧妙利用了体系转换,使大桥施工更安全、操作更方便,保证了施工质量,加快了节段施工进度。结果表明,该桥标高和索力控制在设计范围内,合龙误差 3 mm,收到了良好的效果。

参考文献:

[1] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].

收稿日期:2005-06-02

北京公路 2010 年建设目标

在公路建设方面,要彻底转变观念,使公路建设适度超前发展。在干线公路中,以汽车专用公路为骨架系统,重点建成公路一环、公路二环和北京对外放射线。在县乡公路中,打通所有断头路,连通有关重要集镇和居民居住点,达到县乡通油路,村村通公路,建成以干线公路为骨架,县乡公路为支脉,干线和支线协调发展,路网布局合理,技术等级较高,结构优化,满足社会经济发展水平,适应人口及城镇布局的发展要求,具有现代化水平的公路网。到 2010 年,公路密度达到 1.00 km/km<sup>2</sup>,公路网总里程达到 15 500 km,其中,高速公路 510 km,汽车一级专用公路 120 km,一级公路 230 km,二级公路 1 300 km,三级公路 6 400 km,四级公路 6 900 km。