

# Research and Application of Construction Method of Steel Covered Beam Suspension

Qingsen Che<sup>1</sup> Aidong Li<sup>2</sup> Ping Lu<sup>1</sup> Laiyang Cui<sup>1</sup> Tengfei Geng<sup>3</sup>

1. Beijing Municipal 2th Construction Engineering Co., Ltd., Beijing, 100141, China

2. Beijing Road and Bridge Ruitong Maintenance Center Co., Ltd., Beijing, 101400, China

3. Beijing Municipal Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100141, China

## Abstract

Based on the research on the installation technology of steel covered beam across the existing river of Beijing New Airport Line Phase I civil engineering 03 standard, the construction method of a set of steel covered beam suspension installation is summarized for the connection between steel covered beam and circular concrete pier column, and has been successfully applied in the project. Similar projects can refer to the relevant experience.

## Keywords

steel covered beam; support system; hoisting; precise positioning; suspension mounting

## 钢盖梁悬挂安装施工方法研究与应用

车青森<sup>1</sup> 李爱东<sup>2</sup> 逯平<sup>1</sup> 崔来洋<sup>1</sup> 耿腾飞<sup>3</sup>

1. 北京市市政二建设工程有限公司, 中国·北京 100141

2. 北京路桥瑞通养护中心有限公司, 中国·北京 101400

3. 北京市政建设集团有限责任公司, 中国·北京 100141

## 摘 要

通过对北京新机场线一期工程土建03标跨越既有河道钢盖梁安装工艺的研究, 针对钢盖梁与圆形混凝土墩柱连接方式, 总结一套钢盖梁悬挂安装的施工方法, 并成功应用在工程中, 类似工程可以参考此相关经验。

## 关键词

钢盖梁; 支架系统; 吊装; 精准就位; 悬挂安装

## 1 引言

近年来, 中国交通基础设施项目设施发展迅速, 新建线路跨越既有河道也越来越多, 跨越方式多采用盖梁的跨越方式。盖梁常用混凝土盖梁或钢盖梁。钢盖梁的跨径较大、自重较轻, 能够整体吊装, 对于跨越既有河道来说, 钢盖梁是最好的选择, 无需破坏河道, 既节约了工期又减少了河道破坏及恢复费用。钢盖梁可以采用整体吊装, 无需河道中设置临时支架, 对河道行洪断面无影响。

对于钢盖梁安装施工来说, 钢盖梁与混凝土墩柱连接的钢混结合段是施工难点也是关键点, 目前国内外有关专家已对钢盖梁施工做过很多研究<sup>[1]</sup>。从研究成果来看, 多是以钢盖梁插入混凝土方形墩柱的连接方式进行研究。笔者以中

国北京新机场线一期工程土建 03 标为背景, 讨论首次使用钢盖梁与混凝土圆形墩柱对接的连接方式, 并首创使用钢盖梁悬挂安装方法完成了钢盖梁的安装。

## 2 工程概况

### 2.1 工程概况

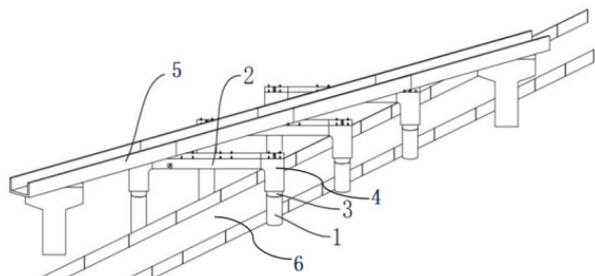
北京新机场线一期工程土建 03 标为高架区间, 在中国北京市大兴区魏善庄镇需跨越大龙河河道(河道宽 26m), 跨越方式为下部结构为 3 榀钢盖梁, 上部结构 3 跨钢箱梁, 如图 1 所示。

### 2.2 钢盖梁设计概况

N27、N28、N29 三榀钢盖梁均以小角度(21°)斜交既有大龙河河道, 河道宽 26m, 钢盖梁长度均为 3.2m, 分为 3 部分组装, 中间为“一”字型钢梁, 长度×宽×高: 23.6mm×3.78m×2.4m; 两侧为“倒 L”型钢支腿, 长度×宽×高: 4.2m×3.7m×6.0mm(如图 2 所示), 钢支腿呈现为内部的中空结构, 钢支腿的水平截面是呈方形的, 钢板

【作者简介】车青森(1985-), 男, 中国内蒙古赤峰人, 硕士, 高级工程师, 从事道路桥梁施工管理及 BIM 技术研究。

内侧焊接剪力钉，钢支腿内设计有一道中间隔板<sup>[2]</sup>。



注：1—墩柱；2—钢盖梁；3—钢套筒；4—钢支腿；5—梁体；6—大龙河

图 1 钢盖梁跨越既有河道立面图

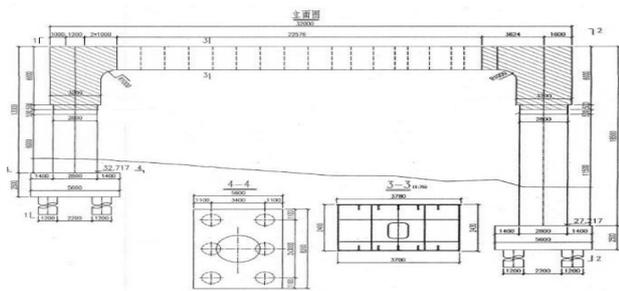


图 2 钢盖梁立面图

三根钢盖梁分别与 2 个直径 2.8m 的圆形混凝土墩柱通过钢套筒连接。钢套筒上端与钢支腿相接触，但钢套筒不能受力。钢套筒高为 1m，混凝土墩柱浇筑至距离钢套筒顶部 0.5m 处停止施工，剩余 0.5m 与钢支腿组成钢 - 混结合段。钢支腿和墩柱锚固钢筋高 6m。

钢盖梁构件参数见表 1。

表 1 钢盖梁构件参数

编号	长度 /m	宽度 /m	高度 /m	吊运质量 /t	制作数量
N27	32	3.78	2.43 (钢支腿 6)	153	1
N28	32	3.78	2.43 (钢支腿 6)	154	1
N29	32	3.78	2.43 (钢支腿 6)	154	1

### 2.3 工程难点

①钢盖梁安装就位时，由于其两端钢支腿较高，在吊装、就位和钢支腿内灌注混凝土过程中，钢盖梁始终处于不稳定状态，必须设置临时支撑，以保证钢盖梁施工过程中的安全稳定。

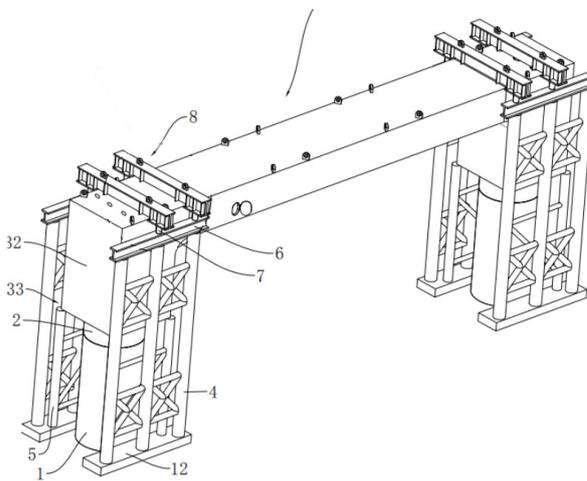
②如何将圆形混凝土墩柱预留 6m 锚固钢筋顺利套入两侧钢支腿内。

## 3 钢盖梁悬挂安装

### 3.1 支架系统设计方案

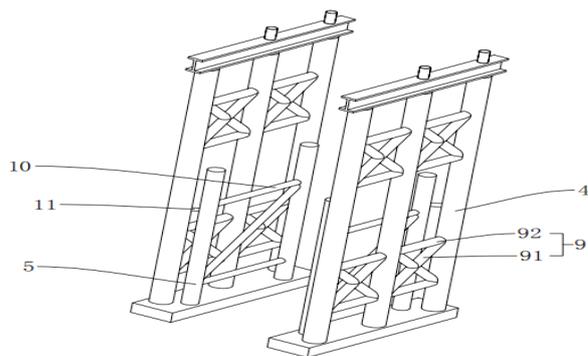
钢盖梁支撑系统包括外支撑柱、内支撑柱、砂箱、悬挑梁和承重梁；内支撑柱以 4 根  $\phi 406 \times 10\text{mm}$  固定在内条形基础上，内支撑柱分别与钢支腿底部四角处的支撑平台连

接；外支撑柱在内支撑柱的外侧通过 6 根  $\phi 609 \times 16\text{mm}$  设置，外支撑柱的长度大于所述内支撑柱，外支撑柱的下端与钢筋基础相结，其上端低于所述钢盖梁的顶部；承重梁（32a 的工字钢）设置在所述外支撑柱上，砂箱设置在所述承重梁上，悬挑梁固定在钢支腿的顶部，砂箱与悬挑梁的位置相对应。悬挑梁的两端分别伸出钢支腿，砂箱支撑在悬挑梁伸出钢支腿的位置。如图 3 所示。



a) 立面图

注：1—墩柱；2—钢套筒；3—钢盖梁；32—钢支腿；33—支撑平台；4—外支撑柱；5—内支撑柱；6—承重梁；7—砂箱；8—悬挑梁；12—条形基础



b) 立面图

注：4—外支撑柱；5—内支撑柱；9—剪力撑；91—斜腹杆；92—水平支撑杆；10—加强撑；11—连接杆

图 3 钢盖梁支架系统立面图

利用内外支撑柱和悬挑梁的配合，整个钢盖梁悬挂系统组合成一个闭合框架，减小了钢盖梁发生倾覆的风险，最大限度地保证了钢盖梁吊装施工的安全性。支撑柱上的砂箱上放置悬挑梁，通过精密、准确地控制砂箱高度，实现对钢盖梁高度的精确控制。

### 3.2 钢盖梁悬挂安装施工

①施工前，根据桥梁坐标计算安装各钢盖梁结构的位置坐标。悬挑梁的位置通过放线设备放在钢支腿的上表面。

②对悬挑梁进行焊接固定。

③根据计算出的坐标数据,分别发布内支撑柱和外支撑柱的位置坐标,并对内支撑柱和外支撑柱进行固定。

④所述外支撑柱上设置有承重梁,所述外支撑柱中心正上方的承重梁上设置有砂箱。

⑤钢盖梁整体吊装,利用砂箱支撑钢盖梁上的悬挑梁,撑住钢盖梁,同时,钢盖梁的高度要高于设置高度。

⑥根据钢支腿顶面高度,逐步降低砂箱高度,直至钢盖梁达到设计的高度。

⑦当达到钢盖梁的设计高度时,在内支撑柱和钢腿之间的间隙处放置垫圈以支撑钢盖梁。

⑧在钢盖梁中浇筑上混凝土,当混凝土能够达到强度要求时,拆除钢支腿上的悬挑梁和内外支撑柱,钢盖梁安装施工完成。

## 4 钢盖梁精准就位技术

### 4.1 锚固钢筋的细节处理

钢混结合段由钢支腿、钢套筒和墩柱锚固钢筋灌注混凝土而成,钢支腿内壁设有肋板和剪力钉,在钢支腿内设有—道中隔板,锚固钢筋长度为6m。

为了避免墩柱锚固钢筋与钢支腿内隔板和剪力钉有冲突,对锚固钢筋采取以下处理措施:

①在钢盖梁吊装之前,钢支腿内隔板对应位置锚固钢筋暂时不接长,待钢盖梁吊装就位后通过人孔进入钢支腿进行安装,保证钢盖梁吊装时钢支腿中间的隔板不与墩柱锚固钢筋冲突。

②在墩柱锚固钢筋骨架内侧每隔2m安装一道箍筋和两根固定筋,两根固定筋分别设在内隔板的两侧,箍筋与每根预留锚固钢筋焊接和固定,两根固定筋将箍筋分成两个半圆,锚固钢筋内侧设置箍筋和两根固定筋,避免外侧设置箍筋时与钢支腿内的肋板个剪力钉冲突。

③吊装钢盖梁,钢支腿逐渐落下,当落到箍筋地方时,把钢盖梁悬停,人工切除中隔板处的箍筋,此时锚固钢筋骨架上部固定成两个半圆,仍能保证锚固钢筋骨架不向外倾斜,最终锚固钢筋能顺利套入钢支腿内,见图4。

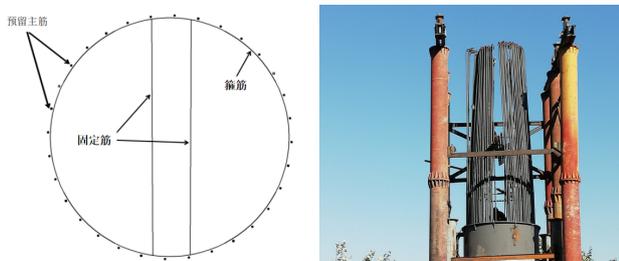


图4 锚固钢筋固定措施图

### 4.2 精准就位装置安装

吊装前,将定位好的插板焊接在钢支腿底部,并将定位槽焊接在钢支腿外侧相应位置。

在提升过程中,将定位插板插入定位槽中,以实现精

确的水平定位。

①首先由测量人员在钢套筒和钢支腿上放出钢盖梁的纵、横轴线位置,并做标记。

②吊装前,在钢支腿底部的轴线位置焊接4个定位插板(厚度10mm),在钢套管外侧相应位置焊接上定位槽(宽度20mm);吊装时,将定位插板插入定位槽内,实现钢盖梁的精确定位。采用上述技术方案,进一步改进了吊装钢盖梁的安装的精准度<sup>[3]</sup>。

## 5 钢盖梁吊装

### 5.1 吊装机械选择及技术参数

钢盖梁吊装选用1台650t汽车吊与2台300t汽车吊。

### 5.2 钢盖梁部件吊点

钢盖梁吊点首先设置中间8个吊点,单机吊装;再在两端各设置4个吊点,多机吊装。吊点位置示意图如图5所示。

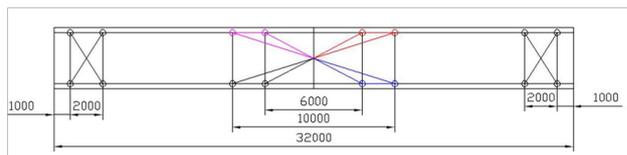


图5 钢盖梁吊装吊点

### 5.3 吊装过程

首先架梁总指挥使用对讲机指挥下在河西侧由650t吊车开始起吊,收紧钢丝绳后,将梁吊起距运梁车20cm后停下检查(主要检查索具是否牢固),观察吊车吊钩是否垂直,吊车的负载系数能否达到要求,经检查无误后起重设备起吊钢盖梁。此时650t吊车作业半径为10m,35m臂杆,起重重量177.8t,在指挥下到达河中心后钢盖梁西端钢支腿着地,短暂停留,同时2台300t吊车同时回转就位,由升降机送人上钢盖梁东端将2台300t吊车吊钩挂上。两台300t汽车吊作业半径为14m,杆长25.7m,起重重量65t,再将600t吊车吊点由中间导至钢盖梁西端吊点上,此时650吨t吊车作业幅度变为16m,起重重量120.9t,这时完成了单机台吊到三台吊车双机的转换,三机台吊协同作业,将钢盖梁落在支搭好的临时支架上,缓缓放下钢盖梁就位。就位后的梁检查一下砂箱是否有松动、梁是否平稳。如有不平应重新起吊校正,直到平稳为止。

## 6 钢—混结合段施工

### 6.1 钢—混结合段钢筋安装

钢—混结合段由外包钢板上半部分及钢支腿部分组成,后浇结合段高度为6m,在钢盖梁吊装就位后,需对钢混结合段钢支腿内中间隔板处主筋和钢筋网片进行绑扎,钢筋网片N6和N8号钢筋Φ16钢筋平均间距400mm,中隔板位置预留锚固钢筋为Φ32钢筋东西两侧各4根,8根预留锚固钢筋在钢盖梁吊装前绑扎在其他主筋上,待钢盖梁吊装完

之后，通过人孔进入，将预留主筋通过直螺纹套筒连接到中隔板预留锚固钢筋位置，钢筋网片钢筋通过钢盖梁两侧人孔人工运入钢支腿内。

## 6.2 钢—混结合段混凝土浇筑

设计在钢支腿的表面上设有灌浆孔；钢支腿由从灌浆孔流入的混凝土填充。通过在河流两侧设置支撑柱，然后将钢盖梁整体吊到支撑柱上，将钢筋绑扎在钢支腿内部，将混凝土浇筑到钢盖梁中，完成帽盖的施工<sup>[4]</sup>。

## 7 施工过程监控测量

根据施工工艺及规范要求，制定测量点的布设、观测阶段、观测技术要求等。对不同施工阶段钢混—结合墩施工进行监控量测。

### 7.1 不同施工阶段混凝土墩柱监控量测

为保证墩柱混凝土的连续，在钢混过渡段设置有外包钢板（钢套筒），混凝土墩柱下半部分浇筑至外包钢板的一半位置，另一半与钢支腿一起浇筑，钢套筒在下部混凝土墩柱和钢支腿之间起到连接和刚度过渡的作用。钢盖梁是否能准确安装就位，前提是钢套筒平整度、高程和同一轴线上的混凝土墩柱轴线、平面位置必须控制在允许偏差内。

在施工中对（在墩柱混凝土浇筑之前和墩柱混凝土浇筑之后）两个阶段进行监测，如图 6 所示。

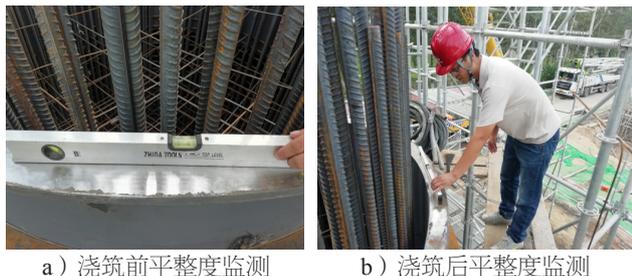


图 6 钢套筒混凝土浇筑前后平整度监测

### 7.2 不同施工阶段支架系统及钢盖梁安装精度监控量测

①钢管柱垂直度监测。主要是观测承重支架及辅助支撑钢管柱侧倾，包括顺桥向及横桥向。测量方法为用线坠或经纬仪测量钢管柱的垂直度，钢梁架设前后钢管柱垂直度不能超过 10mm。

②承重梁挠度监测。主要是观测承重支架钢管柱顶部工字钢挠度变化，用水准仪测量，测量点设置在工字钢端头，

挠度变化不能超过 3mm。测量观测基准点设置在距离施工道路约 5m 处，以防止车辆和机械对基准点的干扰。

③钢盖梁轴线偏位监测。钢盖梁就位后轴线偏差不能超过 10mm，监测点设置：首先由测量人员用经纬仪在钢套筒和钢支腿上测出钢盖梁的纵、横轴线位置，并做标记。吊装前，在钢支腿底部的轴线位置焊接 4 个定位插板（厚度 10mm），在钢套筒外侧相应位置焊接上定位槽（宽度 20mm）；吊装时，将定位插板插入定位槽内，从而实现钢盖梁的精确定位。

④钢盖梁顶面高程监测。观测点设置在钢盖梁两端的四角和中线位置处共 6 个点，与设计标高偏差不能超过 +10mm，用水准仪测量。不同施工阶段观测时采用相同的观测方法，并使用同一台经校准合格的水准仪，换人对监测数据校核。

监测项目 1、2、3、4 观测阶段分为钢梁吊装完毕后、混凝土浇筑完毕后。通过钢盖梁吊装后和浇筑钢支腿前对钢盖梁安装系统进行监控量测，经实测支架系统和钢盖梁的监测数据偏差均在允许偏差内，满足安全及技术要求。

## 8 结论

钢盖梁与混凝土圆形墩柱对接的连接方式，利用外支撑柱和悬挑梁的配合，在支撑柱上的砂箱上放置悬挑梁，通过砂箱高度的精准控制，从而实现对钢盖梁高度精准的控制，在临时支墩顶面后安置钢盖梁，外支撑柱受力，这种悬挂设置降低了钢盖梁倾覆的风险，钢盖梁吊装施工的安全性得以有效地保证。水平方向精确定位通过定位插板插入定位槽内得到实现，钢盖梁水平方向的精度得以控制。通过固定筋和箍筋的设置，来确保墩柱锚固钢筋的竖直状态，提高了钢盖梁安装的精度和安装效率通过上述钢盖梁悬挂安装方法，顺利完成了钢盖梁与混凝土圆形墩柱连接方式的箱梁安装工作，值得类似工程借鉴。

## 参考文献

- [1] 梁启杰,吴泥,程志华.跨既有营业线钢盖梁门式墩施工安全技术[J].施工技术,2013,42(12):13-16.
- [2] 肖志勇.既有有线门式墩钢盖梁安全吊装效率及安装精度研究[J].建材与装饰,2018(8):219-220.
- [3] 秦涛.跨既有铁路桥梁门式墩盖梁的施工技术[J].城市道桥与防洪,2017(8):154-156.
- [4] 杨进.大跨度钢盖梁框架墩在高速公路工程中的应用——以定西市某高速公路项目为例[J].工程技术研究,2022,7(13):15-17.