

# 桥面吊机与安全平台配合的施工技术

邱式中

(上海市基础工程公司特种基础设计所 200002)

(续接2006年第2期)

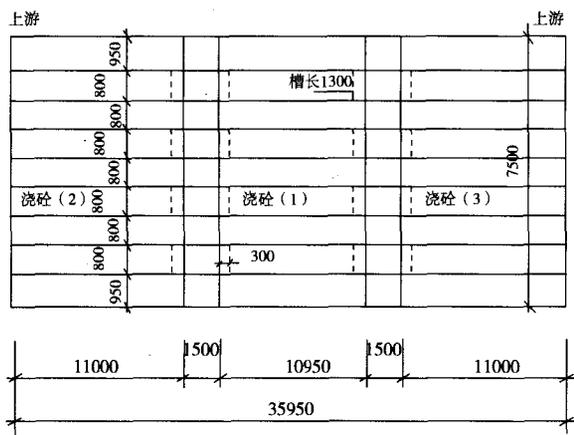


图11 0号段混凝土分块浇注示意图

## (b) 优化配合比

根据建研院试验配合比做到合理选择水泥品种,粗、细骨料配比和R561外加缓凝减水剂和粉煤灰,配合比见表5。

0号段混凝土配合比(每立方米材料用量) 表5

水 (kg)	水泥 (kg)	粉煤灰 (kg)	砂 (kg)	石子 (5~16mm) (kg)	石子 (16~31.5mm) (kg)	外加剂 (ml)	抗压强度(MPa)	
							7天	28天
190	450	30	660	305	711	5400	43.9	54.0

混凝土初凝时间为10~12h,终凝时间为13~14h,坍落度为21cm。

## (c) 混凝土养护

0号段浇混凝土在11月中旬,外界平均气温为12℃,为保证质量,采用内散外蓄综合养护法。表面用四层草包,二层塑料薄膜交替布置,临江A塔柱两侧的模板上包扎二层草包,并用彩条布在临江一侧从混凝土顶面包到下横梁。同时在混凝土内部设置冷却水管。

## (d) 测试情况及分析

混凝土绝对温度:  $T_{max} = WQ/cr = 86.8^{\circ}\text{C}$

式中:  $W$ —单位水泥水化热 460240 J/kg

$Q$ —水泥用量 450kg/m<sup>3</sup>

$C$ —混凝土比热 993.7 T/kg·℃

$r$ —混凝土容重 2400kg/m<sup>3</sup>

通过对36个测点连续10天的测量结果分析,发现混凝土内部有明显升温 and 降温两个阶段。在浇完混凝土两昼夜左右达到最高值为78℃(比理论值小20℃,冷却水起作用),持续不长,且超过70℃的点均位于离混凝土表面0.75~1.5m范围内,混凝土表面温度50℃,按内外温度控制为25℃,收到较好效果。

## c. 预应力束施工

当0号段混凝土达到设计强度后进行预应力穿索、张拉施工。

该塔预应力钢绞线采用AST14A416-92(270级)  $\phi 15.24$ ,  $R = 1860\text{MPa}$ ,  $E_y = 1.95 \times 10^5\text{MPa}$ ,锚具采用OVM锚固体系。

张拉按0→初应力(10% $\delta_k$ )  $\xrightarrow{\text{持荷5分钟}}$  锚固张拉控制应力 $\delta_k = 0.78R_y^b$ 的顺序进行。每束控制拉力为2440.3kN。张拉按设计要求一般为两端张拉(个别以外),采用双控法,但以控制张拉力为主,同时符合钢绞线延伸量要求。

从张拉记录分析,当拉到10% $\delta_k$ 时,伸张量与理论值相符,而拉到100% $\delta_k$ 时,有部分理论值与实际伸长量不符,分析原因:一是估计预应力束管在浇混凝土时位置和曲线发生变化而影响了延伸长度;另一个原因是施工过程中,控制张拉力的偶然误差,使实际张拉力与设计张拉力发生偏差而造成。预应力张拉后及时注浆,水泥浆标号为40号,待压浆充盈,冒出浆液后即可。

## (2) OA钢梁施工

OA钢梁长5.08m,宽2.7m,高2.78m,自重36吨。头部1.8米范围内浇注填芯混凝土。共重56吨。

### a. 支架搭设

支架采用现场制作安装, 结构为: 水平杆+斜杆+加强杆组成的三角托架形式。见图12。

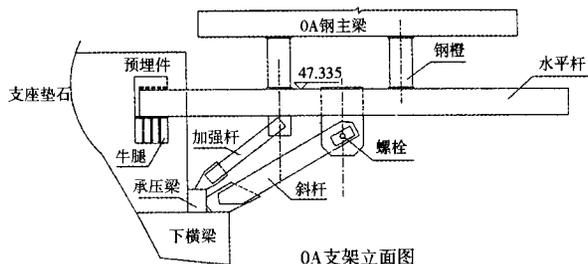


图12 OA支架立面图

#### b. 填芯混凝土浇注

将主梁竖起在现场浇注混凝土及养护。

#### c. OA梁安装

采用300吨履带吊安装。先吊56吨的钢主梁, 至满足要求, 再安装钢横梁(30吨)就序。

(3) 用300吨履带吊安装OB、OC、Z钢梁。

(4) 完成临时固结及限位装置施工。

(5) 临时索安装张拉

在1号大索安装前, 为消除0号段混凝土结合处的负弯矩, 在OB钢梁安装结束后, 安装了临时索。索塔中心位于2000吨球铰支座中心, 临时索采用 $\phi 15.24$ 的钢绞线, 27根为一组, 同时配备OVM15-27型锚板及夹片, 用YC25千斤顶逐根张拉、顶紧, 使每根钢绞线受力均匀。临时索最大拉力为380吨, 在1号索安装后, 方可释放临时拉索。

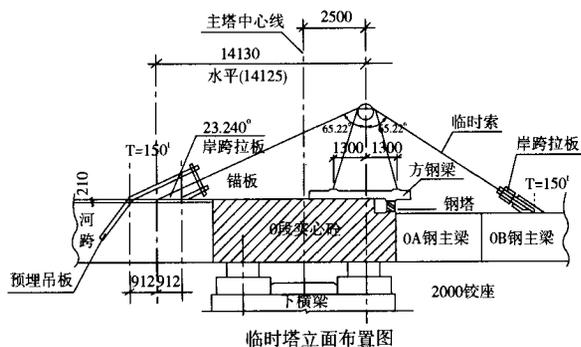


图13 徐浦大桥0号段临时索布置图

### 7.3.3 岸跨段施工

徐浦大桥从主塔到锚固墩为主桥岸跨, 分五跨, 每跨共18根梁, 为预“T”形梁, 梁高3m, 长度分37.2m, 40m和40.3m三种, 梁重约150吨,

过渡孔跨为锚固墩至主引桥0号墩, 过渡孔跨和主引桥为预制“T”梁结构, 梁翼缘宽1.6m, 高2.32m, 长度从36.91~37.766m不等。梁重约110吨, 安装于永久支座上。岸跨主桥及过渡孔跨桥轴成为一直线, 主引桥1-16跨桥轴成为一向下游侧半径为2000m的平面曲线, 主桥桥面宽35.95m, 主引桥从第一跨至第9跨桥面连续增宽至61.944m, 从第10跨起, 桥面宽度为40.3m。

#### (1) 进口150吨顶推式架桥机

经对双机抬吊(汽车吊或履带吊300吨吊机)与大型门架式龙门吊和进口150吨顶推式架桥机方案比较后, 采用了进口架桥机安装方案。

架桥机由5m人字型推架梁组成承重梁, 承重梁长度约101m, 可起吊跨径为50m、重150吨、梁宽2.5m、梁高3m的预制梁。承重梁上有纵向移动小平车, 承重梁下有横移小平车, 横梁小平车可在盖梁上架桥横移。该设备可以一次安装2跨, 并可自动向前移, 全部操作由液压装置控制。

架桥可在旁侧将大梁吊起, 也可在桥面上喂梁。其性能完全可以完成整个预制梁吊装任务。

#### (2) 架桥机安装

a. 架桥机从第三跨安装上桥, 从主桥向引桥安装。

#### b. 盖梁预埋件埋设

架桥机轨道梁的锚固力是通过盖梁预埋件传递至盖梁的, 固根据架桥机轨道梁的锚固型式先在盖梁上埋好预埋件。

#### c. 轨道梁、轨道梁支腿、斜撑的安装

半根轨道梁在地面拼装, 并且接好支腿和斜撑作为一个起重单元, 采用150吨履带吊安装到盖梁上锚固好, 另半根与之在盖梁上对接后与盖梁锚固, 在2号墩、3号墩上安装好轨道梁。

#### d. 主推架安装

整个架桥机主推架分两榀在地面上拼装成型, 单榀推架46吨, 用2台150吨吊机, 接70米把杆, 双机抬吊将主推架安装在轨道梁上的行走台

车上, 安装两头局部骨架, 将两榀推架梁连接起来。

#### e. 起重小车安装

起重小车每台重22吨, 采用150吨吊机, 把杆长76.2米, 安装到主推架梁上。

#### f. 架桥机油管、电路、索具安置。

#### g. 架桥机的调试

① 架桥机安装完毕后, 分别进行静载、动载、超载试验, 对架桥机的轨道梁及主桁架挠度进行了测试, 实测变形值与理论值相比较, 基本上小于理论值, 故是安全的。

② 试载时对轨道梁的锚固进行了全面检查, 无异常情况, 认为锚固系统是可靠的。

### (3) 岸跨混凝土梁安装

#### a. 梁的安装顺序

先安装主桥后安装主引桥。

主桥岸跨由于中塔柱的影响, 第一跨梁未能从侧面起吊, 由于梁长40.3m, 也不能从第二跨起吊, 故只能安排在第三跨, 这就决定其安装顺序为:

第3跨→第1跨→第2跨→第4跨→第5跨→过渡孔跨→主引桥1-16跨。

#### b. 梁的地面布置及拖运

根据梁的吊装顺序确定地面梁的布置, 主梁部分从制梁场地到梁的吊装位置铺设铁路, 由2台150号吊机台吊将梁吊至铁路平车上, 由卷扬机牵引至起吊位置, 主引桥部分梁由平板车运至起吊位置。

#### c. 梁的吊装

根据梁的吊装特点, 从本跨起吊的称为标准跨, 将预制梁纵移跨起安装的第一跨为特殊跨。

#### ① 标准跨梁的安装

从起吊位置将梁提升至盖梁后, 横移架桥机对中就位, 梁的安装从下游到上游依次安装。

#### ② 特殊梁的安装

由于第一跨梁在第三跨起吊需越第二跨, 故在1号墩和下横梁上需布置轨道梁。因只有三

套轨道梁, 所以在1号墩和下横梁各设半根轨道梁。第一跨分上游、下游半跨二次安装。

### (4) 钢主梁施工及其扭转原因分析及对策

#### ① 桥面结构型式 (见图14)

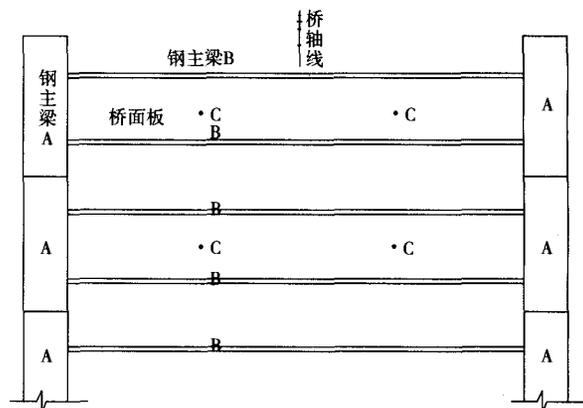


图14 徐浦大桥桥面结构型式

a. 钢主梁A为“II”型结构, 两片钢主梁中心距为33.25m, 上翼缘2700×25mm, 腹板分别为2700×(20、25、30、40、50)mm, 下翼缘为2700×(35、40、50、60)mm, 标准节段钢主梁长9m, 重为34-37吨。

b. 钢横梁B为“I”型断面, 间距4.5m, 上翼缘600×25mm, 腹板3005×(12.16)mm, 下翼缘600×(25、30、40、50)mm, 钢横梁长30.53m, 重22-27吨。

c. 桥面板采用C60钢筋混凝土, 厚度为260-460mm, 每块桥面板最重约37吨。

d. 桥面吊机支撑点作用在e点, 间距13×13m, 重约180吨。

e. 安全平台重约80吨。

钢主梁、钢横梁由工厂制作成型, 并在加工厂进行预拼装, 经验收合格后方能运至现场。预制桥面板在现场预制成型, 并经过180天养护方能使用, 所有构件均通过现场垂直提升架垂直运输到桥面, 然后由红岩车水平运输至桥面吊机工作半径之内。

#### (2) 荷载分析 (见图15)

a. 钢横梁与桥面板自重产生的均布荷载

$$\delta = 4.8 \text{ 吨/米};$$

b. 桥面吊机与路基箱产生的集中荷载

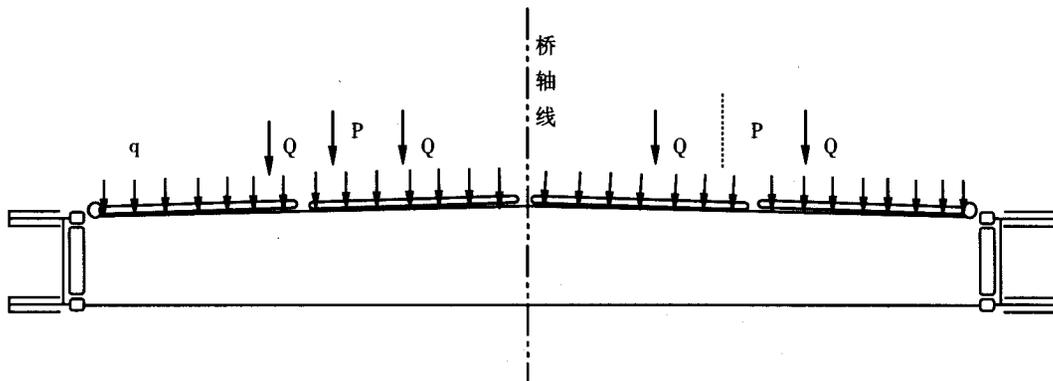


图15 徐浦大桥荷载分布图

$P=45$ 吨;

c.安全操作平台产生的集中荷载

$Q=10$ 吨,

(3) 施工工艺 (见图16)

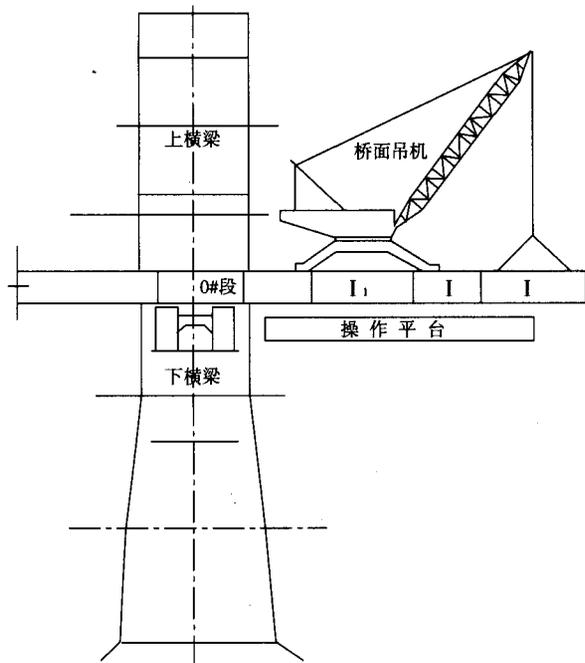


图16 徐浦大桥主梁施工图

标准段循环施工工艺, (每9m长为一段) 采用多次张拉法, 其步骤如下:

- 张拉I-1、I段的相应斜拉索。
- 移动桥面吊机至I节段上。
- 吊装I+1节段钢主梁及钢横梁、同时移动安全平台。
- 安装、张拉I+1节段相应斜拉索。
- 吊装I+1节段桥面板。

f. 桥面吊机前移9m至I+1节段上。

g. 循环a~f, 桥面吊机移至I+2节段上。

h. 调索、浇注I, I-1段桥面接缝混凝土。

此施工方法的优点, 每18米浇注一次桥面接缝混凝土, 减少混凝土养护次数, 缩短工期。

(4) 桥面构件安装的技术要求

a. 建立全桥上部结构施工放样测量坐标系, 尤其应对上部结构梁轴线、浦东、西塔的座标系统、标高系统进行复核。

b. 拼装开始时就应精确测量钢梁的X、Y、Z三维座标正确就位, 保持钢梁线型和中心轴线, 防止钢梁框架扭曲、偏离, 并准确随时调整, 桥轴线偏差精度为 $\pm 5$ mm, Z箱形主梁轴线偏差 $\pm 1$ mm, 箱梁扭转偏差 $\pm 1$ mm。

c. 钢主梁拼装时宜左、右对称进行。

d. 钢梁构件在现场采用高强螺栓拼装, M21高强螺栓孔采用直径24 (+0.2、-0.1mm), 所以拼装用的冲钉直径应比螺栓孔设计直径小0.2mm, 其中间圆柱段应大于板束厚度, 冲钉应具有较强刚度的材料制成。

e. 本桥采用悬臂拼装施工, 连接处所需冲钉数目应不少于孔眼总数一半, 并均匀地布置安放, 起吊吊机必须待高强螺栓全部达终拧后方可松钩。

(5) 主梁扭转原因

依据上述施工, 发生桥面钢横梁产生弯曲, 并引起钢主梁产生扭转, 经实地测量, 钢主梁扭转值达10-15mm, 当再拼装时, 孔眼无法对齐。

根据荷载分布情况,通过微机计算,得出钢梁扭转值达12mm,与实测值相符。

#### (6) 对平

a. 改进施工工艺,改18米浇一次接缝混凝土为9米浇注一次。

① 张拉I-1, I段相应斜拉索。

② 浇注I节段桥面接缝混凝土。

③ 移动桥面吊机至I节段上。

④ 吊装I+1节段钢主梁及两根横梁(同时移动安全操作平台)。

⑤ 安装I+1节段斜拉索并张拉至设计吨位。

⑥ 吊装I+1桥面板。

⑦ 调整索力,浇注I+1节段桥面接缝混凝土。

原来的施工工艺中,桥面吊机支撑在钢主梁及钢横梁形成的框架上,荷载不变,抗弯模量较小,所以钢主梁扭转就大。

改进施工工艺中,桥面吊机支撑在钢框架与桥面板形成的整体构件上,抗弯模量大,控制了扭曲值。

#### b. 施加反顶措施

采用反顶装置解决主梁扭转问题。

① 桥面吊机及安全平台移至I节段上。

② 装上反顶装置,每根反顶装置配置一台200吨的千斤顶,故反力的最大顶力达150000kN,用以抵消作用在横梁上的荷载。

③ 用测量仪器实测钢主梁内侧上翼缘与下翼缘的垂直差值 $\Delta$ ,当 $\Delta < 2\text{mm}$ 时,停止施加在反顶上的作用力,并用垫块垫好,防止千斤顶回油。

④ 吊装钢主梁、钢横梁、当构件上的高强螺栓全部达到终拧值后,方能松顶,见图17。

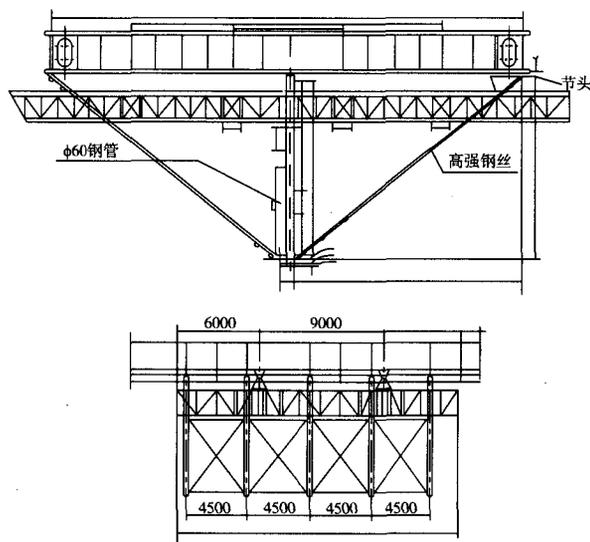


图17 徐浦大桥反顶示意图

### · 启事与通知 ·

## 柳州欧维姆机械股份有限公司总经理变更启事

由于柳州欧维姆机械股份有限公司原总经理王柳平同志工作调动,经董事会研究决定,自2006年9月4日起聘任丁永贵同志为柳州欧维姆机械股份有限公司总经理。

原由王柳平同志担任的中国科学技术发展基金会欧

维姆预应力技术发展基金管委会常务副主任和《预应力技术》编委会主任改由丁永贵同志担任。

柳州欧维姆机械股份有限公司

2006.9.4

## 中国科学技术发展基金会欧维姆预应力技术发展基金 关于第二届欧维姆预应力技术奖的补充通知

各设计单位:

由中国科学技术发展基金会欧维姆预应力技术发展基金主办的第二届欧维姆预应力技术奖—欧维姆优秀预应力工程设计奖的评选活动正在进行,评奖公告见2006年第一期《预应力技术》和OVM公司网站www.ovmchina.com)。现根据实际情况,

将项目申报截止时间推迟至2006年12月31日,请有意申报的单位或个人抓紧时间申报。

中国科学技术发展基金会  
欧维姆预应力技术发展基金

2006.9.28