

文章编号: 0451-0712(2005)09-0066-04

中图分类号: U445.551

文献标识码: B

主塔钻孔平台的设计与施工

李志生, 陈儒发, 彭修权

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 510075)

摘 要: 结合杭州湾大桥北航道桥的主墩施工, 介绍了利用钻孔桩钢护筒承重, 搭建跨海大桥主墩平台的设计方案和施工工艺。

关键词: 跨海大桥; 钻孔平台; 设计; 施工

1 工程概况

杭州湾大桥是我国“五纵七横”国道主干线中同江~三亚沿海大通道跨越杭州湾的最便捷通道, 起点位于浙江省嘉兴市海盐县郑家埭, 终点位于宁波市慈溪水路湾, 工程全长 36 km。

杭州湾跨海大桥北航道桥的跨径组合为: 70 m + 160 m + 448 m + 160 m + 70 m 的双塔双索面斜拉桥。索塔为钻石形空间结构, 上部结构主梁为栓焊流线形扁平钢箱梁。桥型布置如图 1 所示。

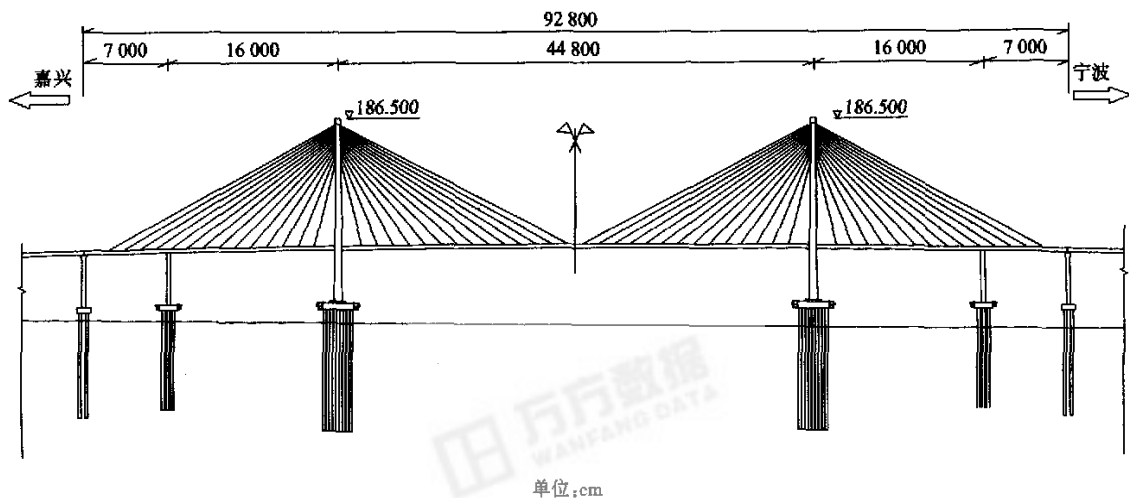


图1 桥型布置

杭州湾大桥北航道桥主墩为群桩基础, 每墩设 26 根直径为 2.8 m、桩长为 125 m 的钻孔灌注桩。桩底标高为 -125.8 m, 桩基钢护筒直径为 3.1 m, 壁厚为 18 mm, 底标高为 -40.0 m。承台为六边形圆倒角整体式承台, 承台尺寸为 48.5 m × 23.7 m × 6 m, 承台顶面标高为 +5.2 m。海床面标高约为 -12 m。主墩基础布置如图 2 所示。

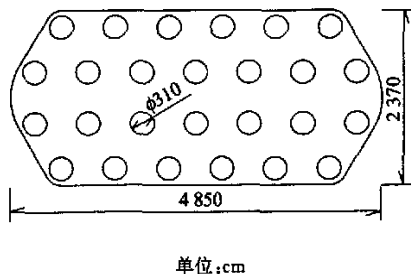


图2 主墩桩位平面布置

收稿日期: 2005-08-24

2 水文、地质情况

杭州湾是世界三大强潮河口海湾之一,具有流急、浪高、潮差大的特点。潮汐类型为不规则半日浅海潮,按重现期 20 年的计算条件,极值高潮位为 +5.3 m;最大潮差为 7.57 m。

杭州湾地区属南亚热带季风气候,温湿多雨,是重大灾害天气多发地带。夏、秋季台风为主要自然灾害。

北航道桥工程区段基岩面标高为 -180 m ~ -190 m。钻孔揭露均为第四系松散沉积物,桥位区段表层为亚砂土,其下主要由粘土、亚粘土、淤泥质亚粘土、粘性土、亚砂土、中细砂、粉砂、粉细砂层组成,厚约 130 m。

3 主墩施工平台方案设计

主墩钻孔施工平台是全桥最重要的施工大型临时工程结构之一。其主要功能是为桩基础及承台施工作业提供海上工作平台,待桩基础及承台施工完成后,施工平台又作为海中临时中转基地继续为主塔及上部构造施工服务。因此,该结构直接关系到全桥施工的成败和成本控制的效果。

3.1 设计方案比选

在本工程中,该平台设计使用期限为 4 年,平台上布置 3 台钻机。根据桥址处的施工条件,施工单位提出了下述 4 种施工方案。

第 1 方案:首先插打钢管桩,利用钢管桩承重,形成平台,然后下沉钢护筒的常规施工方案。

第 2 方案:插打钢管桩形成辅助平台,然后用导向架定位下沉钢护筒,利用钢护筒承重,搭设钻孔区平台(此部分兼作承台套箱底板)形成钻孔平台。

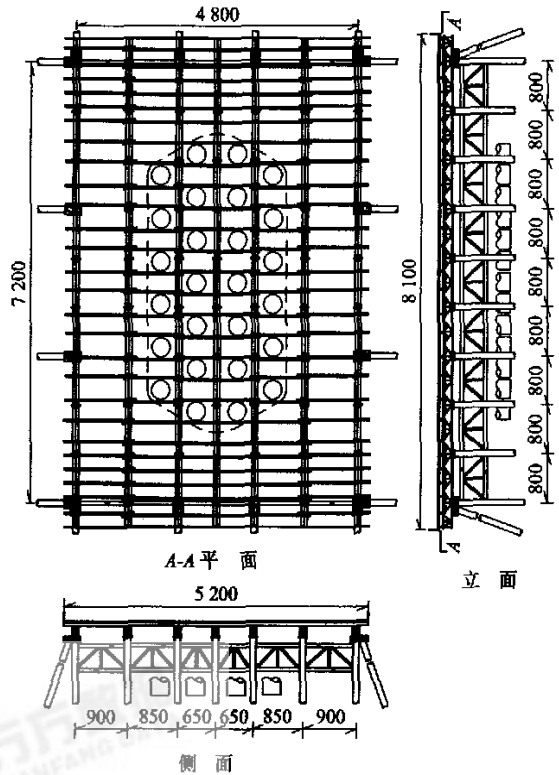
第 3 方案:利用大型打桩船下沉钢护筒,然后利用大型浮吊吊装钢套箱,利用钢护筒承重作为钻孔施工平台。

第 4 方案:浮运套箱平台到墩位后插打锚桩定位形成平台,待桩基础施工完毕后下沉作为承台施工套箱。

经论证,在杭州湾海域浪大流急的海况下,第 3 方案利用打桩船插打钢护筒,施工平面定位精度和垂直度都较难保证,且用打桩船插打大直径钢护筒很有可能会将钢护筒打扁变形,给桩基础施工带来不利因素。第 4 种方案适用于水域条件好、潮差小的施工环境,在杭州湾海域实施定位极其困难,风险性很大。

基于以上考虑,施工单位着重对第 1、第 2 方案进行了方案设计。

第 1 种方案:首先插打 7×10 根直径为 120 cm 的竖直钢管桩,周边插打 16 根斜桩,钢管桩间用小钢管平联连接形成整体,然后在 7 排钢管桩上面架设双拼军用梁作主承重梁,在军用梁上架双拼 56 号工字钢作分布梁,再于其上架 25 号工字钢,上铺厚为 8 cm 钢板,形成平台,最后插打钢护筒平台,结构如图 3 所示。



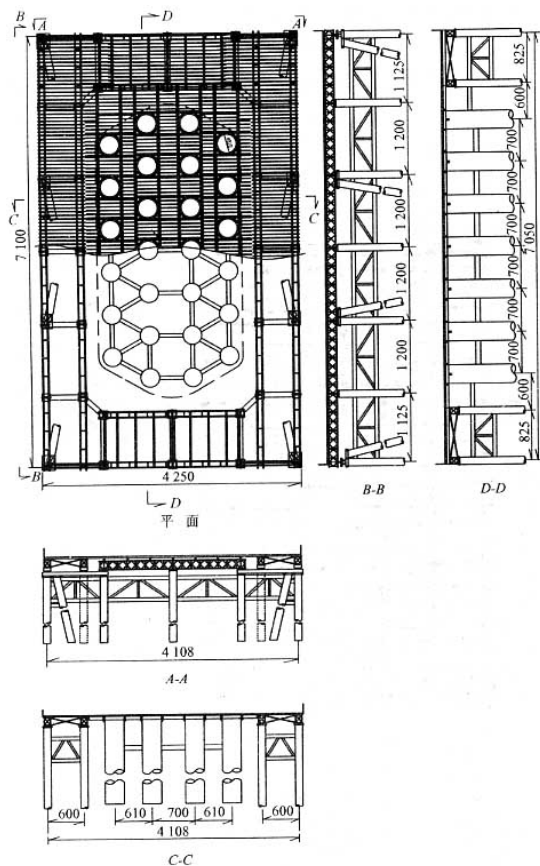
单位:cm

图3 方案1平台结构

第 2 种方案:首先插打 36 根直径为 120 cm 的竖直钢管桩,周边插打 8 根斜桩,钢管桩间用小钢管平联连接形成整体,然后在钢管桩上面纵横向各架设 2 排双拼贝雷梁作主承重梁成“回”字形布置,接着在贝雷梁上架双拼 56 号工字钢作分布梁,再于其上架 25 号工字钢,上铺厚 8 mm 钢板,形成“回”字形辅助平台,留出钻孔区位置,然后利用筒支导向架定位插打桩基础钢护筒,在钢护筒上焊“牛腿”,最后安装钻孔区面板系形成平台,平台结构如图 4 所示。

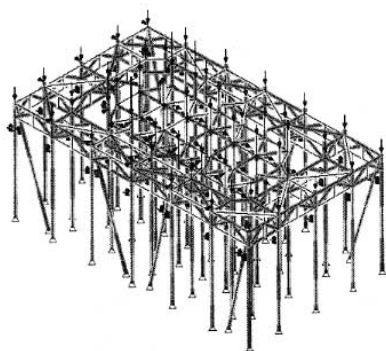
经过比较:第 2 方案钢护筒入土 28 m,经验算,

利用桩基础钢护筒承重承载力足够,结构新颖,每个节约用钢量约1 000 t,且桩基础施工完成后,钻孔区平台作为承台套箱底板使用,既节省了材料又节约了工期,最终确定为工程实施方案。

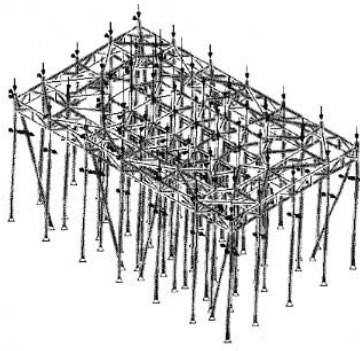


单位:cm

图4 方案2平台结构



(1) 整体正常使用状态



(2) 整体抗台风状态

图5 计算模型

3.2 平台设计验算

3.2.1 平台工况

平台结构设计基准期按20年标准考虑,平台兼作施工船舶临时停靠码头,按5 000 t级驳船考虑。平台设计按下面3种工况进行验算:

- (1) 插打单根 $\phi 1.2$ m钢管桩及单根 $\phi 3.1$ m桩基钢护筒,验算单桩的稳定性;
- (2) 平台搭设完成后,使用期间验算平台整体稳定性;
- (3) 平台搭设完成后,抗台风期间验算平台整体稳定性。

3.2.2 平台计算参数

- (1) 设计水位:极值高潮位(5%) + 5.30 m。
- (2) 设计流速:平均最大流速2.81 m/s。
- (3) 波浪:台风时最大波高3.5 m,工作状态波浪起算波要素 $H=1.5$ m, $T=5.56$ s;抗台风状态波要素为 $H=3.79$ m, $T=7.36$ s。
- (4) 设计风速:NNE向 $V=34.0$ m/s,ENE向 $V=32.0$ m/s;

基本风压为 $M_{10}=0.54$ kN/m²。

(5) 河床覆盖层:亚砂土、亚粘土。

(6) 平台荷载:辅助平台上最大施工荷载约900 t。

(7) 冲刷取值:原泥面标高-12.0 m,工作状态冲刷考虑7 m,抗台风状态冲刷考虑11 m。Algor计算模型如图5所示。

3.2.3 计算结果

用Algor计算软件建模计算结果见表1。

由表1看出,计算最大应力 $\sigma < [\sigma] = 160$ MPa。满足要求。

表1 模型计算结果

计算工况	最大位移/cm	最大拉应力/MPa	最大压应力/MPa
钢管单桩稳定性	15.4	124.6	124.6
平台箱体稳定性	3.7	72.0	75.8
平台抗台风稳定性	8.0	111.8	111.8

4 主墩平台方案施工

海中平台设计完成后,如何施工是一个关键问题。本工程中,施工单位从设备配置和施工工艺上进行了广泛的论证,最终圆满完成了施工任务,解决了强潮海域搭建平台的难题。

4.1 钢管桩插打

钢管桩是辅助平台的承重结构,分直桩(52.5 m)和斜桩(64 m)两种,利用大型打桩船插打。钢管桩刃脚部分进行了加强,满足在吊装、运输、插打时不致产生变形。刃脚加强的方法是:在桩尖焊接1 m 长的桩尖加强套管,加强套管规格为 $\phi 1\ 228\times 14$ 。钢管桩水上采用大型平驳船运输。插打钢管桩前,应充分了解打桩区域的河床冲刷、流速和潮汐变化情况以及海洋天气情况。认真复核钢管桩位坐标。

4.2 辅助平台搭设

辅助平台作为桩基础及承台、塔身的施工平台,其结构型式为钢管桩上架设贝雷梁作承重梁并于其上依次铺 I45 工字钢、I25 工字钢和厚为 8 mm 的钢板形成平台。由于海上施工风浪大、水流急,因此必须选择大型多功能平驳船施工,经过反复调查论证,施工单位最终投入一艘上面配置 2 台克林吊机和 1 台履带吊机,甲板面 100 m \times 28 m 宽的大型驳船,克

服了在海上施工环境下吊机不平稳的难题,从而保证了施工的顺利。辅助平台施工难点是钢管桩平联连接,方法是在驳船上成片后吊装,用哈佛接头焊接。

4.3 钢护筒下放

钢护筒在平潮时下沉,利用桅杆吊起重,依靠筒支在辅助平台上的导向架定位,利用美国 ICE—V360 液压振动锤下沉。钢护筒壁厚 8 mm,直径为 310 cm,设计底标高为 -40 m。施工时为防止底口变形,将底部 1 m 高度范围用 25 mm 厚的钢板加厚作为刃脚。导向架为用 $\phi 80$ cm、 $\phi 30$ cm 的钢管制作成跨度为 31 m 的桁架梁,内设 2 个高为 8 m 的定位架,定位架设上、中、下 3 个限位点限制钢护筒的移位,确保振动下沉钢护筒时垂直度控制在 5‰ 以内。

4.4 钻孔区平台搭设

钢护筒下放完毕后,相互之间采用 80 cm 钢管横向联接,作为保证稳定性的平联,该平联兼作钻孔桩泥浆循环管。平联钢管焊接完成后,在护筒上焊接钢牛腿支承桩基钻孔平台桁架,在桁架上铺 I25 工字钢和厚为 8 mm 钢板形成钻孔区平台。

5 结语

杭州湾跨海大桥北航道桥主墩突破传统施工方法,利用桩基钢护筒承重搭建钻孔平台,单墩节省钢管桩等材料近 1 000 t。施工中摸索出一套利用大型多功能驳船和固定式桅杆吊机施工的方法,较好地克服了海上风大、浪高、流急、潮差大等恶劣环境的不良影响。实践证明是行之有效的,而且较好地控制了施工成本。

上海年内建成高速公路网

上海市“153060”高速公路网今年年底将形成。

“153060”高速公路网主要包括:建成 A30(东南段)、A6、A7 等高速公路和翔殷路越江隧道,启动机场高速公路、西藏路隧道等建设项目,以确保年内基本实现“15 min 进入、30 min 互通、60 min 抵达”的目标,即上海重要工业区、集镇、交通枢纽、旅客(货物)主要集散地 15 min 内可以进入高速公路;中心城区与新城(县)及中心城至省界 30 min 内可以互通;高速公路网上的任意两点 60 min 内可以到达。计划今年建成的 A6 高速公路即新卫高速公路,全线位于金山境内,是同三国道上海段的组成部分。A7 高速公路即亭枫高速公路,是上海市的重要出市通道。

除“153060”高速公路网外,备受上海市民关注的中环线(浦西段)也将在年内基本建成,使城市主次干路网得到进一步完善。

据计划,上海市今年共有 4 座黄浦江越江隧道同时建设:翔殷路隧道将在今年年内竣工通车,上中路越江隧道在加紧建设中,军工路越江工程也已做好开工准备,此外,还将为筹备世博会正式启动黄浦江西藏路隧道项目。