

# 大型水下沉箱砼施工技术

## Construction Technology of the Large Underwater Caisson

黄德明 戴永健

(广州工程总承包集团有限公司 广州 510640)

**摘 要** 以广州东濠涌泵站的施工为例,介绍在珠江水中用钢沉箱施工大体积砼的施工方法。

**关键词** 钢沉箱 大体积砼 施工

为了整治珠江水污染,把东濠涌的污水通过渠箱送到广州猎德污水处理厂,需在东濠涌的珠江入口处建一座污水泵站,将污水泵至渠箱内,再流到污水处理厂处理。由于东濠涌泵站的部分底板和侧墙位于珠江河内,施工时须采用沉箱施工,即用钢沉箱作为永久外模板,沉入珠江水中捣制泵站底板和侧墙砼。本文就东濠涌泵站钢沉箱施工技术作分析介绍。

### 1 工程概况

东濠涌泵站位于广州江湾大桥北岸桥下江边,

东靠大沙头客运站,北接沿江路,南临珠江,施工场地(陆域、水域)十分狭窄。泵房地下主体结构采用现浇钢筋混凝土箱型结构。平面尺寸 57.20 m×44.70 m,高 8.70 m,箱体底板厚 1.50 m,侧墙厚 0.80 m,隔墙厚 0.60 m,顶板厚 0.16 m,混凝土强度等级 C25,抗渗标号 S8。

### 2 地质条件

施工场地原地面标高约+7.80 m,为地势低平的珠江 I 级阶地,地质情况由上而下为:淤泥、细砂(粉砂)、中砂、粗砂、砾砂。施工时挖至粗

系控制砼面标高和磨光机振实磨光,以达到控制大面积砼楼面平整度的目的。

①托架体系的制作:材料选用为槽钢 [14、Φ20 螺栓杆、方钢 65 mm×65 mm,将槽钢与 Φ20 螺栓杆焊接成支托,支托与已预先焊好在底筋上的螺母旋紧,支托上放方钢为刮板的轨道,这样,刮板与方钢及托架就形成一个刮平混凝土的支架体系。一个托架的两个支托之间距离为 3.75 m,支承轨道支托之间的距离为 3 m,从而形成一个刮平混凝土面的体系。螺母点焊在上层钢筋上,宜置于钢筋交叉处,螺母位置的下方应放置马凳以支撑固定上下钢筋,在此处范围加密混凝土垫块,以保证支托稳定。然后,用水准仪在支托上测设好标高。

②混凝土浇筑时,虚铺厚度应略大于板厚,

振捣完毕,用刮尺刮平,初凝前将支托拿掉。再将此部分混凝土用铝合金尺刮平,刮平混凝土过程中,混凝土面浆要饱满、平整。初凝前用磨光机将面层粗磨一次,当混凝土块要收水干硬时再细磨一次,能有效克服混凝土表面龟裂。

### 5 实施效果

广州国际会展中心(首期)工程四层(▽16.00 m)混凝土梁板结构 A~H 八个区于 2002 年 1 月 30 日全部完成施工。从整个施工过程来看,高支撑体系设计合理,安全可靠,混凝土施工质量良好,裂缝控制效果显著,楼面的平整度控制在 5 mm 以内,达到优良标准。施工质量得到了业主、设计、监理的好评。

砂层, 抛填块石 2.3 m 厚作为泵房基础。现场最高水位: 106.40 m (珠基), 最低水位: 103.70 m (珠基)。

### 3 钢沉箱制作总体流程

沉箱箱体尺寸为: 57.216 m (长) × 44.716 m (宽) × 9.008 m (高), 本体和箱体内钢支撑重量共 841.60 t, 钢沉箱浇筑底部混凝土及部分围壁混凝土后, 其吃水深度为 4.65 m, 排水量为 11897 t, 由于无法整体拖运, 故采用分块预制, 运至现场拼装的施工方案。总体流程见图 1。

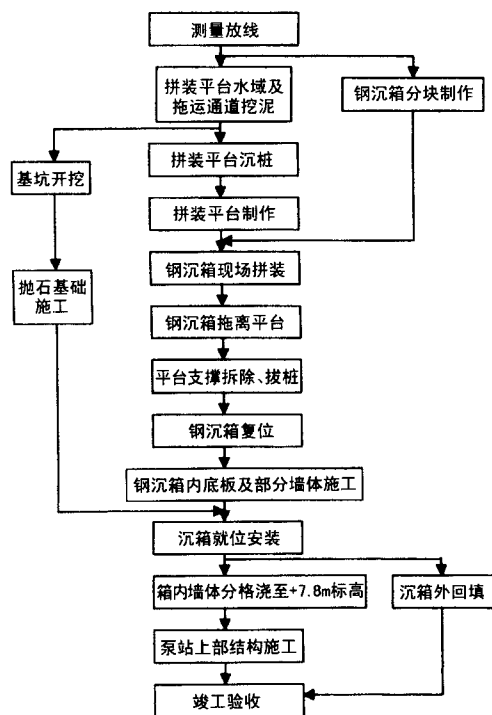


图 1 总体施工流程图

### 4 钢沉箱施工技术措施

(1) 将钢沉箱底部结构分成 8 段, 围壁也分成多段在加工厂加工。

(2) 在东濠涌涌口水域江湾大桥东侧搭建一个临时拼装结构平台作为沉箱拼装用。平台采用 41 根  $\Phi 351$  mm 钢管桩为基础 (用水上打桩船锤击法施工), I 36 工字钢梁纵横铺搭而成。平台四周加装 1 m 宽施工走道。将钢沉箱底板及围壁分段用驳船运至拼装平台拼装, 利用 60 t 起重船吊装, 钢沉箱围壁第一次拼装高度为 7.2 m, 箱内安装三

层钢支撑, 此时箱体本身的吃水深度为 0.30 m。

(3) 钢沉箱拼装完毕, 在高潮水位、风速小、平潮时, 利用潮水差产生的浮力使钢沉箱浮起并拖离拼装台至附近水域。

(4) 拆除平台: 为保护江湾大桥和航行船只安全, 除保留大桥旁边的钢管桩外 (沉箱安装就位后再拔除), 平台上其余钢管桩按先外后里原则顺序拔除。

(5) 将钢沉箱移入原拼装平台处抛八字锚固定, 锚重 1.50 t 及 2.00 t, 共 4 个锚, 锚索 4 根, 每根长约 150.00 m, 用 600 匹拖轮及 2 艘锚艇配合抛锚定位。然后浇筑沉箱底板及 500 mm 高墙体混凝土。

(6) 利用绞车将沉箱移至泵房基坑定位好, 浇侧墙、间墙砼至 +4.00 m, 灌水下沉就位, 浇侧墙、间墙砼至 +7.80 m, 再分格进行沉箱内混凝土浇注施工至 8.20 m 楼板, 然后进行上部结构施工。

### 5 钢沉箱施工过程控制措施

#### 5.1 抛石基础施工质量控制措施

泵房沉箱基础为抛块石基础, 平均抛石厚度 2.30 m, 总抛石方量 8 107.08 m<sup>3</sup>。为保证施工质量, 采取了以下质量控制措施:

(1) 采用分层分条抛石、夯实, 每层高度 1 m, 条宽 8.0 m, 沿南北向共分 8 条。为避免船机交叉作业影响, 抛石时均按由里及外原则进行。

(2) 要顺流抛石, 避免块石漂流在已抛部位而超高。抛石石料为无严重风化花岗岩块石, 级配良好, 水中饱和状态抗压强度不低于 500 MPa。

(3) 采用 1.5 m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船吊重锤的方式进行夯实, 夯锤重 5 t, 落距 2.00 ~ 3.00 m。

(4) 抛石夯实后要进行基床整平。先由潜水员安放钢筋砼导轨, 然后在水下用刮尺刮平, 控制碎石成层厚度不大于 50 mm, 其顶面允许偏差为  $\pm 30$  mm。

#### 5.2 钢沉箱抗浮措施

(1) 钢沉箱在拼装平台处浇筑砼时, 上下游除抛八字锚外, 另配备 1.6 t 及 2.5 t 的备风锚。

(2) 在钢沉箱两侧围壁上下各焊 5 个耳板, 配 5 根  $\Phi 24$ 、长 25 m 的钢丝绳及卸扣分别与 5 组

三角桩带缆，防止钢沉箱漂移，作为防台防洪辅助措施。

(3) 派 600 匹拖轮一艘、锚艇一艘在现场每天 24 小时轮流值班。

(4) 箱内备用两台发电机（50 kW、75 kW 各一台），以便及时为卷扬机供电。

## 6 沉箱抗浮验算

钢沉箱在基坑就位下沉后施工沉箱内砼结构过程中，要保证高潮水位时不上浮。因此对钢沉箱抗浮能力进行验算，验算结果见表 1。沉箱在高水位时（1998 年 10 月份，按 106.50 m 计）吃水深度  $H=7.0$  m，最大总浮力  $F=175\,508.2$  kN。

表 1 沉箱抗浮验算结果表

序号	部位	重量 (kN)	高潮浮力 (kN)	载荷组合结果 (kN)	说明
1	钢沉箱重（含各种附件）	8006.6			
2	底板素砼垫层（0.46m 厚）重	27087.2			
3	底板结构层（1.04m）重	65150.4			
4	侧、隔墙（F）轴、（4/5）轴 500mm 高	3273.2			
5	1~4 项总重	103517.4			此时沉箱吃水 4.13m
6	侧墙及中间隔墙浇筑至+4.00m 高	115600.8	175508.2	59907.4 ↑	沉箱吃水深度 4.61m，灌水量大于 $6113 \times 10^3$ kg
7	侧墙及中间隔墙浇筑至+7.80m 高	131555.2	175508.2	43953 ↑	灌水量大于 $4485 \times 10^3$ kg
8	浇箱内砼（57212.4kN）后总重 （包括箱内 1#、2#、3#、4# 砼）	188767.6	175508.2	13259.4 ↓	满足抗浮

说明：

(1) 当侧墙、隔墙浇筑至+4.00 m 高，此时如沉箱就位下沉，需灌水加载（灌水量  $\geq 6\,113\text{ m}^3$ ，取  $6\,300\text{ m}^3$ ），才能确保高潮水位时不上浮。

(2) 就位后沉箱侧墙继续加高（浇筑砼）至+7.80 m，此时箱内尚需保持  $4\,800\text{ m}^3$  水。

(3) 为考虑均匀受力，先抽 2#、4# 区压载水至 1# 区及 3# 区（见图 2），此时依然保持箱内  $4\,800\text{ m}^3$  水。

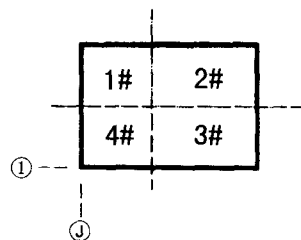


图 2 箱内砼浇注分段示意图

(4) 待 2#、4# 区内立柱、导流墙、二次砼浇筑完毕后，抽 1#、3# 水至 2#、4# 区内，浇 3#、1# 区内砼，此时，2#、4# 区内需保持  $4\,000\text{ m}^3$  水。

(5) 待 1#、3# 区内砼浇筑完毕后，整个箱即可全部抽干水使箱内保持干地作业。

## 7 结语

东濠涌泵站钢沉箱施工于 1999 年 2 月完成，整个泵站于 1999 年 11 月 29 日完工通水试运行，现已投产使用，并被评为 2000 年广州市优良样板工程。该水下沉箱工程施工技术有如下特点：

(1) 充分利用船舶施工，占用陆地及水域都很少，克服了该工程施工陆地及水域狭窄的困难。

(2) 采用钢沉箱施工，不受东濠涌来水制约，无须导流。

(3) 如采用围堰施工，珠江水深，围堰防渗难度较大，砼施工质量难保证。采用钢沉箱施工技术，由于地下结构在钢沉箱箱体内施工，确保了砼施工质量。

(4) 钢沉箱回收率低，可采用船厂旧钢板来加工成箱体模板。

(5) 由于钢沉箱制作及在箱体内施工底板和部分墙后才移到结构位置就位，使得主体结构施工与基床施工得以同步进行，同时利用钢沉箱作为主体结构的外模，从而大大缩短了工期。