

经验交流：湖口大桥东塔桩基冻结法施工（二）岩土工程师  
考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/553/2021\\_2022\\_\\_E7\\_BB\\_8F\\_E9\\_AA\\_8C\\_E4\\_BA\\_A4\\_E6\\_c63\\_553622.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/553/2021_2022__E7_BB_8F_E9_AA_8C_E4_BA_A4_E6_c63_553622.htm)

4.5 冻结需冷量计算  
设计冷冻盐水温度为 $-25 \sim -28$ ，考虑施工期内湖口地区的气候条件，冷量损失取15%，则总需冷量为： $Q=1.15nsHq$  式中： $n$ ——冷冻管根数，取 $n=(1953) \times 4=108$ （根） $s$ ——冷冻管直径， $s=0.5\text{m}$   $H$ ——冻结深度， $H=43\text{m}$   $q$ ——冷冻管吸冷量，考虑施工水位较高，围堰封水不安全，取 $q=879.23\text{kJ/m}^2\text{h}$ （210千卡/ $\text{m}^2\text{h}$ ）即 $Q=1878.2\text{MJ/h}$ （44.86万千卡/小时）

4.6 冻结时间计算 根据长期实践证明，表土层冻土发展速度为 $22\text{mm} \sim 25\text{mm/米}$ ，基岩交圈速度为 $40\text{mm/天}$ ，据此推算，冻结壁厚度达到 $1.83\text{m}$ 需时为 $1830/(25 \times 2)=35$ （米）。

4.7 东塔桩基基岩段钻爆法施工设计 当冻结期结束后，测温资料表明冻结壁交圈且强度可满足桩基开挖要求时，即开始进行开挖工作。对桩孔通过的冲积层部分，采用传统人工挖孔施工，对基岩部分则采用钻爆法施工。根据对冻结法施工和钻孔法挖孔施工特点的综合分析，决定对湖口大桥东塔桩基基岩段按光面爆破设计钻爆法施工，采用T220防冻水胶炸药和秒延期段发电雷管进行爆破施工，为防止一次爆深过大造成对冻结壁的破坏，决定以每次爆深不超过1米的原则来控制炮眼布置及装药量。

4.7.1 炮眼布置 根据桩孔开挖形状，将炮孔布置成圆圈状，圈径定为 $D_1=0.7\text{m}$ ， $D_2=1.9\text{m}$ ， $D_3=3.1\text{m}$ ，炮眼间距取：掏槽眼 $0.45\text{m}$ ，辅助眼 $0.6\text{m}$ ，周边眼 $0.4\text{m}$ ，每孔布置炮眼41个。

4.7.2 装药量 辅助眼 $0.5\text{-}0.8\text{Kg/眼}$ ，周边眼 $0.3\text{-}0.5\text{Kg/眼}$ ，正向装药，爆破参数。

4.8 东塔桩基低温混

凝土施工 确保确保低温条件下桩基混凝土免受冻害是东塔桩基冻结法施工成败的关键，根据煤炭系统多年来冻结施工的经验，冻结壁在混凝土浇注后几个小时，由于受低温环境的影响，靠近孔壁的混凝土出现降温，随后由于混凝土水化热所产生的热量比低温环境吸去的热量多，孔壁混凝土开始出现升温，随着热交换的进行，混凝土的热量进一步散失而进入降温过程，直至0℃以下。总之，混凝土在降至0℃前有一定的正温养护期，获得一定强度后，在混凝土温度降至0℃后，强度还会继续增长。根据实测资料证明，仅需将混凝土入模温度提高即可使混凝土免受冻害。注：Z3 - 煤矿井筒外层井壁与井帮交界面处混凝土温度曲线（实测）H - 东塔基桩与孔帮交界面处混凝土温度曲线（预测）

根据本工程的具体特点，桩基混凝土浇注时间已在5~6月之间，气温已比较高，混凝土入模温度可达25℃以上，基本可以解决混凝土的冻害问题。但为确保万无一失，在进行混凝土配合比试验时，还采取了以下几个措施：

4.8.1 针对桩基直径大，为避免混凝土水化热造成桩基产生过大温度应力，选用矿渣水泥生产混凝土；

4.8.2 配置混凝土时，掺加防冻型早强减水剂，可有效防止混凝土遭受冻害。为了进一步检验混凝土的整体性及混凝土的浇注质量，本工程还成功进行了铅芯取样。为确保芯样具有代表性，取芯位置按最不利情况，分直孔和斜孔两种，采用SPT—100型地质钻机取芯样，证明混凝土整体性完好，强度满足设计要求。

### 5.东塔桩基冻结施工工艺设计

#### 5.1 根据设计要求，冻结管布置成圆筒状，采用 127mm无缝钢管，安装冻结管之前，首先采用SPT-800型地质钻机成孔，成孔直径为200mm，要求冻结钻孔偏斜率控制在1%以内。

#### 5.2 根据冻结需

冷量计算结果，采用两台KY—2KA20C型螺杆冷冻机组人工制冷，设计蒸发温度 $30^{\circ}\text{C}$ ，冷凝温度 $-30^{\circ}\text{C}$ ，设计工况制冷量为： $2261\text{MJ/h}$ (54万千卡/小时)。

### 5.3 盐水系统

#### 5.3.1 盐水用氯化钙配置，比重为 $126\text{t/m}^3$ ，凝固温度为 $-37.6^{\circ}\text{C}$ ；

#### 5.3.2 根据冻结需冷量要求，盐水总干管采用 $245 \times 10\text{mm}$ 无缝钢管，配集液圈用 $159 \times 6\text{mm}$ 无缝钢管。

#### 5.3.3 盐水泵采用单机单泵供水，闸阀调节的供液方式，选用2台12SH—13型水泵，其单台流量为 $560\text{m}^3/\text{h}$ 左右。5.4 冷却水系统 根据冷冻机组制冷量确定冷凝器的循环水量，选用2台 $200\text{m}^3/\text{h}$ 水泵供冷凝水，其中一台作为备用，冷却水直接采用湖水循环。5.5 冻结用电 根据计算，冷冻机组运转时用电负荷为 $560\text{KW}$ ，根据当地供电现状，采用市电与自发电结合的办法供电，确保冻结施工期间不停电。6. 东塔桩基施工工艺流程 根据冻结法施工要求，结合东塔桩基具体特点，制定冻结法人工挖孔施工工艺流程如下： - 6.1 冻结孔施工(包括冻结打钻及冷冻管安装)； - 6.2 冷冻平台搭设，冷冻机组安装调试； - 6.3 冷冻管道安装并开始进行冻结期冷冻； - 6.4 桩孔开挖并维持冷冻； - 6.5 下放钢筋笼并停止冷冻； - 6.6 浇注桩基混凝土； - 6.7 成桩。 7. 施工监测 由于湖口大桥东塔桩基采用冻结法施工，在桥梁深水基础施工史上尚属首次，许多情况尚无很成熟的经验，为确保万无一失，必须加强施工过程中的监测，主要有以下几个方面： - 7.1 冻结制冷系统的监测，主要包括盐水温度，压力，运转效率等几个方面，根据监测结果，随时调整指标，以满足冻结需要； - 7.2 测温孔测温记录必须坚持每天两次，以及时掌握冻结墙的发展情况； - 7.3 桩孔开挖后，及时监测冻结壁的变形情况，要求冻结壁的变形量不大于 $5\text{mm}$ ，如出现意外情况，必须及时

施加临时支护井圈背板；7.4 桩基混凝土浇注后，利用浇注混凝土前在桩内埋设的温度传感器，监测混凝土的养护温度，并及时绘制温度变化曲线，着重监测孔壁和桩底等位置；7.5 在承台施工前，对桩基混凝土进行钻芯取样，根据钻芯取样结果最终判定冻结法施工桩基混凝土的质量。

## 8.结束语

经过不懈努力，湖口大桥东塔桩基冻结法施工取得了圆满成功，为桥梁深水基础施工引进了一种新的施工技术。经过施工实践证明，冻结法施工技术应用于桥梁深水基础施工是可行的，现正在建设中的江苏省润扬大桥锚碇基础仍继续采用此技术。在类似湖口大桥这样特定的施工条件下，冻结法施工方案具有如下优点：

8.1 施工设备体积小，重量轻，拼装简单方便，对起吊设备能力要求不高，缓解了设备能力不足的矛盾；

8.2 克服了在复杂地质条件下采用钻机成孔时存在的诸如大直径钢护筒下沉、钻孔平台搭设难度大等困难；

8.3 水下浇注混凝土为干浇混凝土，有利于确保混凝土质量；

8.4 冻结法施工时4根桩平行作业，总体有效工作时间为112天，平均每根桩28天，比同等条件下的西塔采用钻孔法施工节约时间近一半，有效地缩短工期。

8.5 较常规的钻孔灌注桩施工方法，节约工程投入19%。

把岩土师站点加入收藏夹 100Test 下载频道 开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)