

经验交流：湖口大桥东塔桩基冻结法施工（一）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_553621.htm

摘要：湖口大桥东塔基础原设计采用钻孔灌注桩，但由于该桥地质水文情况及设计构造的复杂性，导致采用钻机成孔存在很多实际困难。为确保工期、工程质量及减少投入，由施工方提出在项目方支持，专家咨询论证的前提下，将煤炭系统多年来行之有效的冻结固壁法首次引进桥梁深水基础施工，并取得圆满成功，现对其进行简单介绍。关键词：桩基施工技术 1.引子

湖口湖口大桥东塔基础原设计采用钻孔灌注桩，但由于该桥地质水文情况及设计构造的复杂性，导致采用钻机成孔存在很多实际困难。为确保工期、工程质量及减少投入，由施工方提出在项目方支持，专家咨询论证的前提下，将煤炭系统多年来行之有效的冻结固壁法首次引进桥梁深水基础施工，并取得圆满成功，现对其进行简单介绍。 2.湖口大桥工程概况 湖口大桥位于江西省湖口县，地处鄱阳湖与长江的交汇之处约三公里，是九江至景德镇一级汽车专用公路上的特大桥。桥长3799米。其主桥为双索面三跨预应力大小塔斜拉桥，半漂浮体系，跨径布置为188m 318m 130m，连续长度

为636m,桥宽27.5m 该桥大小塔基础均采用4根大直径钢筋混凝土灌注桩，其中小塔（根据所处方位称为东塔，基础灌注桩直径 4m）桥址处地质情况十分复杂，基础覆盖层均为软弱松散冲击层，厚度达19m之多，土性以淤泥和淤泥质亚粘土为主，基岩主要由石英砂岩组成，岩性坚硬脆，裂隙较发育。

3.东塔桩基施工方案选择 由于本桥主塔桩基设计构造和地

址水文情况十分复杂，因此选择一种正确合理的成孔方案显得格外重要，这将直接影响到工程质量和工程进度。经过对桩基设计构造特点、桥址地质水文情况及施工设备能力进行综合分析后，拟定钻孔灌注桩和冻结法挖孔灌注桩两种施工方法进行比选。依据加快工程进度、保证工程质量、最大限度减少投入的原则，最终确定采用冻结法人工挖孔灌注桩方案进行湖口大桥东塔桩基的施工。

3.1 采用传统方法钻孔成桩施工特点

3.1.1 东塔桩径达4m，穿过的软弱松散冲击层厚度大，采用传统钻机成孔，钢护筒直径将达4.5m以上，要下沉到基岩层将十分困难，机具设备难以满足施工要求；

3.1.2 由于桩径大且存在变截面，采用传统钻机成孔浇筑水下混凝土风险大；

3.1.3 传统钻机成孔，设备庞大，移位困难，4根桩难以平行作业，工期难以确保。

3.2 冻结法人工挖孔施工特点

冻结法施工技术，即是利用人工制冷的方法把土壤中的水冻结成冰形成冻土帷幕，用人工冻土帷幕结构体来抵抗水土压力，以保证人工开挖工作顺利进行。作为一种成熟的施工方法，冻结法施工技术在国际上被广泛应用于城市建设和煤矿建设中，已有100多年的历史，我国采用冻结法施工技术至今也已有40多年的历史，主要用于煤矿井筒开挖施工，其中冻结最大深度达435m，冻结表土层最大厚度达375m。经过多年来国内外施工的实践经验证明冻结法施工有以下特点：

3.2.1 可有效隔绝地下水，其抗渗透性能是其它任何方法不能相比的，对于含水量大于10%的任何含水、松散，不稳定地层均可采用冻结法施工技术；

3.2.2 冻土帷幕的形状和强度可视施工现场条件，地质条件灵活布置和调整，冻土强度可达5-10Mpa，能有效提高工效；

3.2.3 冻结法施工对周围环境

无污染，无异物进入土壤，噪音小，冻结结束后，冻土墙融化，不影响建筑物周围地下结构；3.2.4 冻结施工用于桩基施工或其它工艺平行作业，能有效缩短施工工期。通过对上述两种施工方法的比较可知，采用冻结法施工，冻土帷幕能满足受力要求，不需下沉庞大的钢护筒，也无需大吨位钻机，解决了起重设备能力不足的困难，降低了施工难度；而且能有效地隔绝了地下水，实现桩基干处施工，减小大直径桩浇注水下混凝土的风险；同时，能有效提高工效，比常规方法施工方法节约工程成本。因此，湖口大桥东塔桩基选择冻结法施工更为合理：

4.湖口大桥东塔桩基冻结法施工技术方案

虽然冻结法施工技术已应用多年，经过长期的实践，已建立起一整套完整的施工工艺流程，但此次应用在湖口大桥桩基施工中，在桥梁深水建设史上还属首次，具有相当大的风险，因此，我们非常重视。结合东塔桩基构造及地质水文特点，进行了详细的施工技术设计，并经多次专家论证会论证，最终确定了冻结深度、冻结壁厚度、冻结方式、冻结孔布置、冻结需冷量计算、桩基嵌岩段钻爆法施工、低温混凝土施工等关键要素，这些都是实施东塔桩基冻结施工时应重点控制的工作内容，现就其中的主要部分作简单介绍：

4.1 冻结深度的确定

东塔桩基穿过的地层，松散冲积层厚度达19m左右，土性以淤泥和淤泥质亚粘土为主，十分软弱，基岩段裂隙发育，富含裂隙水。为确保人工挖孔时的安全，采用桩基全长冻结。桥位处枯水季节水位一般在+10m左右，最高历史水位为+13m左右，为保险起见，将冻结施工平台用钢管桩围堰加高到+20m。为确保桩底冻结止水垫封水可靠，设计冻结深度超过桩底5m，达到-23m，冻结深度自20m起，共

计43m深。 4.2 冻结壁厚的确定 冻结壁厚度可根据桩基周围地压值与冻土抗压强度按照无限长厚壁圆筒理论进行计算确定。

4.2.1 桩基周围地压计算 根据该区的地质水文情况，淤泥含水丰富且在湖水下面，地压计算可参照地质及各种不利因素，按悬浮理论由重液公式计算； $F=rhA$ 或 $P=1.3H$ 式中： r —土的重度， KN/m^3 ； A —土侧压力系数， $A=\text{tg}(45-\frac{\phi}{2})^2$ ；

H —深度； R_w —水压力。取其大者作为冲积层最大地压： $P=4.11\text{Kg}/\text{cm}^2$ 4.2.2 冻结壁厚度计算 设计单机制冷，盐水温度为 $-25 \sim -28$ ，冻结壁平均温度取 -6 ，淤泥质亚粘土冻土抗压强度根据冻土试验结果取 3.46Mpa ；根据冻结壁弹塑性理论，按无限长厚壁圆筒计算冻结壁厚度为：

$E=R\sqrt{\frac{a}{a-2p}-1}$ 式中： R —冻结井壁半径 a —冻土抗压强度 E —冻结壁厚； $E=1.83\text{m}$ 4.3 冻结方式 为确保基岩工作面的温度满足混凝土的养护要求，以及减少冻结孔的冷量损失，采用局部冻结方式，冻结段标高分别为：外圈主冻结孔：

$20\text{m} \sim -23\text{m}$ (有效冻深 43.0m) 桩内孔： $-18\text{m} \sim -23\text{m}$ (有效冻深 5.0m) 4.4 冻结孔的布置 根据根据东塔桩基开挖时的孔径及冻结壁厚度的要求，将冻结孔布置成圆筒状，共分为3圈，外圈为主排孔，圈径 6.0m ，布孔19个，开孔间距 0.992m ；中圈及内圈孔为桩内封底孔，中圈孔圈径 3.5m ，布孔5个，开孔间距 2.2m ；内圈孔圈径 1.5m ，布孔3个，开孔间距 1.57m ；每桩布置两个测温孔，桩内桩外各一个，测温孔应视现场情况布置在冻结有效发展范围内，并尽量布在间距最大的冻结孔附近。

把造价师站点加入收藏夹 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