

# 邻近营业线矩形混凝土沉井施工技术研究

柴克鸿

中铁武汉局集团有限公司

**摘要:** 混凝土沉井本身刚度较大,沉井外侧井墙就能防止侧面土层的坍塌,作为支护结构时,无须打围护桩,不影响周围建筑物,不需要支撑土壁及防水,作为一种稳定的支护结构,被广泛应用于建筑施工领域。由于邻近营业线施工环境复杂,对基坑四周土体稳定性要求较高,选用混凝土沉井作为电力迁改工作井支护结构,能够较好地满足轨道零沉降的要求,通过对邻近营业线沉井施工技术的叙述与探讨,并对沉井下沉及封底进行数据分析计算,进一步完善邻近营业线沉井施工技术,可为类似工程提供参考。

**关键词:** 邻近营业线; 沉井支护; 施工技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.24.028

沉井施工是先在地面上用钢筋混凝土制成井筒形状的结构,利用其自身的刚度与稳定性作为基坑坑壁的支撑,在井壁的保护下,用机械和人工在井内挖土,并在其自重作用下沉入土中的支护结构,沉井下沉至设计标高后,需对其进行封底,作为永久结构使用。近年来,随着国内交通的快速发展,遇到的建造环境也越来越复杂,国内各行业对沉井结构施工进行了大量的研究分析,表面沉井结构是一种能够适应周边环境的支护结构,因此被广泛推广至建筑行业,文章通过对邻近营业线电力迁改工作井施工工艺进行探讨研究,分析沉井在邻近营业线施工的适用性及施工要点,进一步完善沉井施工工艺,保障营业线运营安全。

## 一、工程简介

### (一) 沉井结构

襄阳市襄北编组站上空110kV魏襄铁联线29#铁塔至32#铁塔之间的架空导线对襄北编组站大桥的施工存在影响,需进行拆除,改为采用电缆下穿方案穿越铁路。下穿施工工艺采用定向钻工艺,钻进长度为520m,需在营业线两侧设置工作井,工作井采用矩形混凝土沉井作为支护结构,距营业线间距为15m,沉井平面尺寸为5m×13.8m,平面结构如图1所示,深10m,井壁厚

0.5m,立面结构如图2所示。沿长度方向设置横隔板,将沉井分割为两室结构,以加强沉井刚度。

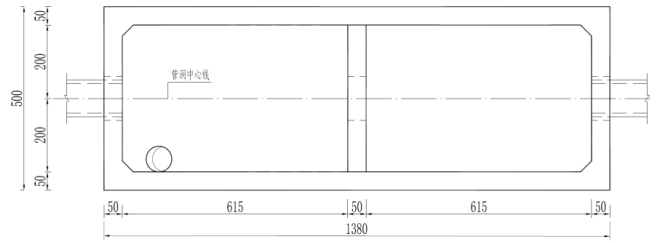


图1 矩形混凝土沉井平面结构图 (单位: cm)

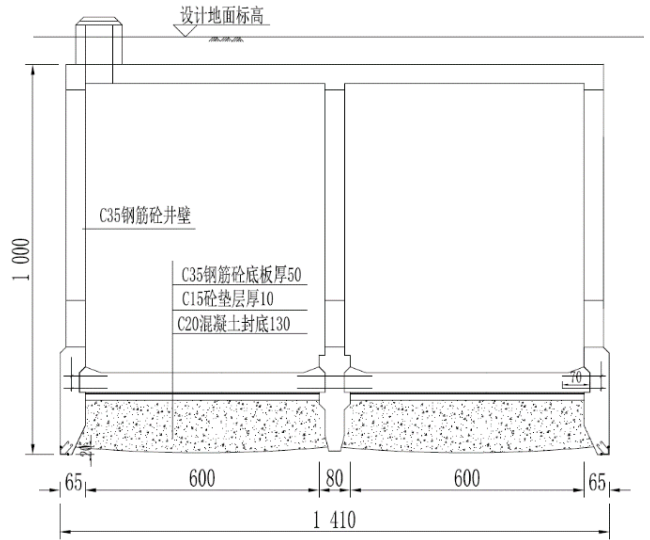


图2 矩形混凝土沉井立面结构图 (单位: cm)

## (二) 地质水文条件

根据勘察资料并结合区域地质资料分析整理表明,该场地表层为人工填土层,层厚1.90~6.50m,其下为冲积粉质黏土,层厚3.00~6.50m,砂砾石层,层厚3.30~13.00m。场地附近有汉江支流小清河及谢家洼水库、连山水库、张湾水库等,距汉江约4.5km,距小清河约1km。施工区域内有小清河支流顺正河通过,顺正河常年有水,主要受大气降雨及地表径流补给。

## 二、施工工艺

### (一) 刃脚支设

刃脚采用无垫架法进行施工,首先进行预制沉井场地修整,人工分层开挖沟槽,人工修筑成刃脚形状进行

支护和承载，在刃脚下50cm范围内，挖除20~30cm土壤，换填成碎石后用素混凝土垫块找平，如图2所示。为防止刃脚处土模施工期间受雨水浸泡，造成沉井因地基松软后不均匀沉降，在沉井外壁2m处和内壁1.5m处设置截水沟，并接入沉井集水井内。

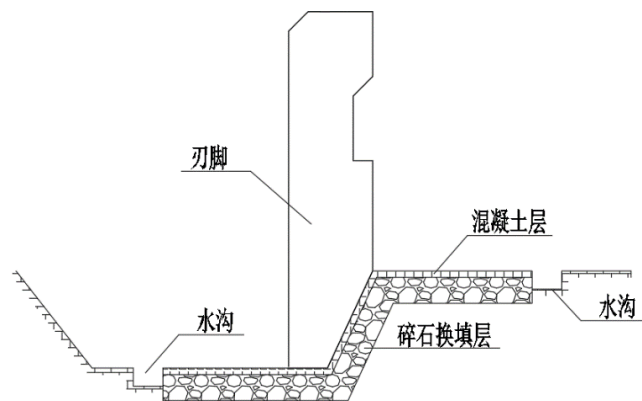


图2 刃脚支设图

本沉井分两次进行下沉，每节施工高度为6.75m，混凝土总方量为592m<sup>3</sup>，混凝土容重取25kN/m<sup>3</sup>，则沉井分节重量为592m<sup>3</sup>×25kN/m<sup>3</sup>/2=7400kN，沉井与地面的接触面积为56m<sup>2</sup>，则地基每平方米所承受的压力为7400kN/56m<sup>2</sup>=138kPa，根据图纸提供的地勘报告资料，沉井处原地面的基础承载力为400kPa>138kPa，因此沉井制作时原地面承载力满足要求，不需进行地基处理。

### (二) 钢筋制作与安装

钢筋绑扎必须严格按施工图要求进行安装绑扎。钢筋绑扎尺寸、间距、位置准确，所有钢筋搭接和锚固长度必须满足设计和施工规范的要求。钢筋绑扎完后，垫好混凝土保护层垫块，保证钢筋位置准确。在混凝土浇筑时特别注意节点、钢筋密集处的钢筋分布情况及悬挑梁板结构的受力筋位置，随时纠正因踩踏而变形、移位或塌陷的钢筋。钢筋绑扎施工工艺流程：集水井等超深部分钢筋→底板钢筋→墙板钢筋、柱子钢筋→框架梁、次梁等钢筋→顶板钢筋。

### (三) 模板工程

井外围周边模板采用高强度木模板，其模板复面加设一定数量的龙骨，模板竖向支撑采用Φ48钢管，每隔30cm一道，横向采用Φ48的钢管支撑，间距60cm设置一道，螺栓采用Φ12，间距40×40cm，中间加焊50×50钢片止水片，并须满焊，螺栓两端加橡胶垫。

模板安装前，表面刷一道脱模油并在模板安置处弹出池壁的外边线，以便模板安装就位，每块模板除了特殊结构尺寸，每块板与板的缝隙应在同一水平和垂直度范围内，允许偏差不得超过±1mm，防止出现不必要的错缝，提高清水墙的美观性。根据池壁平面尺寸将模板局块进行安装固定，并用线垂作垂直度控制，模板上端应拉通线纠正模板在同一直线上，模板控制标准如表1所示。

表1 模板安装控制标准 (单位: mm)

项目	允许偏差		检验方法
	国家标准	内控标准	
轴线位移	5	3	尺量检查
标高	+5 -5	+3 -3	水准仪检查
截面尺寸	+4 -5	2	尺量检查
垂直度	6	2	2m 托线板检查
相邻两板面高低差	2	2	直尺和尺量检查
表面平整度	5	2	2m 靠尺和塞尺检查

### (四) 沉井下沉

#### 1. 下沉验算

为使沉井能顺利下沉，应进行分阶段下沉系数的计算，作为确定下沉施工方法和采取技术措施的依据。下沉系数计算简图如图3所示。

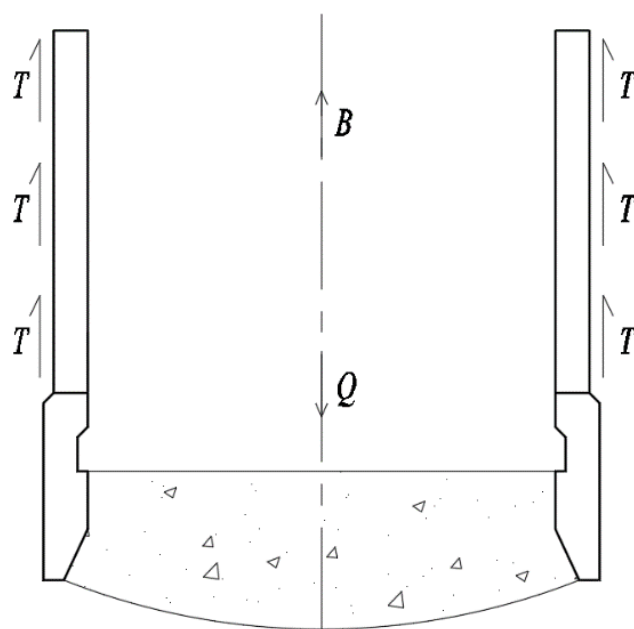


图3 沉井下沉系数计算简图

由图3，可推导出沉井下沉系数计算公式为：

$$k_0 = (Q - B) / T$$

式中：Q为井体自重；B为下沉过程中地下水的浮力；T为井壁总摩阻力，土层参数如表2所示； $k_0$ 为下沉系数，宜为1.05~1.25，位于淤泥质土中的沉井取小值，位于其他土层中取大值。

表2 沉井井壁摩阻力表

土的种类	土层厚度 (m)	井壁摩阻力 (kPa)
流塑状粘性土	0.8	10~15
软塑及可塑状粘性土	1.1	12~25
粉砂和粉性土	1.6	15~25
砂卵石	2.3	17.7~29.4
泥浆	/	3~7

计算结果为 $k_0=0.30$ ，不满足自沉要求。当下沉系数不能满足要求时，可在井壁与土壁间注入触变泥浆，以减少下沉摩阻力等措施，取摩阻系数为6，再次计算 $k_0=1.06 < 1.25$ ，满足要求。

### 2. 沉井下沉

分组对称拆除沉井模板至刃脚斜面内400mm。用长臂挖掘机在沉井中间开始逐渐向四周挖土，每层挖土厚0.4~0.5m，沿刃脚周围保留1.5m土堤。

先挖两层后，每2~3m一段向刃脚方向逐层全面、对称均匀地削薄土层，每次削0.2~0.3m，使沉井在自重作用下均匀垂直切土下沉，然后再重复上面程序。每次下沉深度不能大于0.5m。发现沉井倾斜后，应即停止倾斜方向挖土，加快对面方向挖土，以防加剧倾斜，并按此纠正倾斜，沉井允许偏差如表3所示。

表3 沉井的允许偏差表

序号	项目		允许偏差 (mm)
1	制作质量	平面尺寸长度、宽度	$\pm L/200$ 并不大于100
		井壁厚度	$\pm 15$
2	下沉后	刃脚平均标高 底面中心位置偏移 $H > 10m$ 刃脚底面高差 $L > 10m$	$\pm 100$ $\leq H/100$ $L/100$ 且不大于300

### 3. 沉井封底

下沉到设计标高后，24h累计下沉量不大于10mm，方可进行封底工作，本工程采用不排水法封底。清理基

坑底浮泥及其它杂物，封底垫层厚1.3m，封底砼浇筑要对称均匀，先四周后中间。

沉井封底后，沉井受到地下水的浮力作用，如沉井自重不足以抵抗浮力时，沉井将有上浮的危险，为保证沉井稳定性，需进行沉井封底后的抗浮性验算，抗浮稳定性计算公式为：

$$K = (G + T) / F$$

式中：G为沉井自重重力 (kN)，取 $G=3245kN$ ；T为沉井池壁与周围土体摩擦力 (kN)，取 $T=6840kN$ ；F为沉井受到的浮力 (kN)，地下水深度取最大值6m，则 $F=129.8 \times 9.8 \times 6=7632.24kN$ 。

代入上式计算得： $K=1.32 > 1.1$ ，满足要求。

### 三、结论

(1) 沉井下沉最易发生倾斜或位移，施工中应加强下沉过程中的观测和资料分析，发现倾斜和位移，应及时纠正。

(2) 挖土下沉时应注意不得挖太深，避免出现突然现象，若出现突沉，可在沉井梁中设置一定数量的支撑，以承受一部分土反力，减少下沉速度。

(3) 在整个施工过程中，应对临近轨道水平位移、变形等进行全方位侦测。如发现异常应立即停止施工，连续监测并采取相应措施。

### 参考文献

[1] 高昊. 连镇铁路五峰山长江大桥北锚碇沉井下沉对周边环境的影响[J]. 铁道建筑, 2021, 61(4): 4.

[2] 吕曹炯, 黄锐, 马远刚. 黏土-砂交互地层沉井下沉阻力研究[J]. 桥梁建设, 2022(004): 052.

[3] 龚维明, 杨超, 戴国亮, 等. 侧壁后注浆根式沉井竖向承载特性原位试验研究[J]. 建筑结构学报, 2018, 39(5): 10.

[4] 李福占. 沉井工程质量通病及施工过程控制[J]. 中国新技术新产品, 2010(11): 2.

[5] 武中刚. 沉井施工技术在某工程中的应用[J]. 山西建筑, 2005, 31(3): 2.

作者简介：柴克鸿，男，本科，工程师，研究方向为邻近营业线桥梁施工管理。