

锁口钢管桩围堰施工与工艺控制

李 凡, 翟庆龙, 任 威, 黄天贵, 田克平

(路桥集团第一公路工程局 北京市 100024)

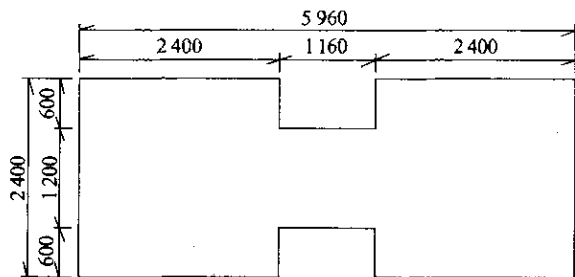
摘 要: 介绍灌河大桥 23 号索塔承台采用锁口钢管桩围堰的施工技术与工艺控制。施工实践表明: 在淤泥质软土地区, 锁口钢管桩充分发挥了其锁口止水的功能, 是一种适宜的围堰方式, 合理的方案和工艺是承台顺利施工的保证。

关键词: 索塔承台; 锁口钢管桩; 围堰; 内支撑; 施工工艺

1 概述

1.1 工程概况

江苏省连盐高速公路灌河大桥主桥为双塔双索面钢—混凝土组合梁斜拉桥, 跨径组成为 32.9 m + 115.4 m + 340 m + 115.4 m + 32.9 m, 主桥索塔为钢筋混凝土 H 形塔。索塔承台为工字形平面, 如图 1 所示, 承台厚度为 6 m, 顶标高 +2.0 m, 底标高 -4.0 m, 一个承台的混凝土体积为 7 747.2 m³。南北两岸索塔均位于河漫滩岸边, 索塔承台一面临水, 23 号索塔位于灌河南岸, 南岸地面标高为 3.50 m, 承台采用锁口钢管桩围堰施工。



单位: cm

图 1 承台结构尺寸示意

1.2 水文、工程地质情况

灌河潮位属规则的半日潮, 最高潮位 4.27 m, 最低潮位 -2.27 m, 最大潮差 4.98 m, 最小潮差 0.78 m。南岸漫滩地质分层从上至下依次为粘土、淤泥质(亚)粘土、亚粘土、粉砂。

1.3 工程施工特点

(1) 根据施工总体进度安排, 承台施工期间的潮水位达到当年最大, 接近 4.0 m。

(2) 工况复杂。锁口钢管桩围堰一面临水, 因灌河为潮汐河流, 每日潮水两涨两落, 落差达到 4 m 左右, 荷载变化频繁且幅度大, 处于最低潮位时, 过大的岸侧土压力有可能导致围堰整体滑坡。

(3) 地质条件差。原地面覆盖粘土层下为 10 余 m 厚的淤泥或淤泥质(亚)粘土, 力学性能差, 钢管桩插打深度大。

(4) 开挖深度大。索塔承台底标高为 -4.0 m, 封底混凝土厚度为 0.6 m, 加上超挖 10 cm, 需开挖至标高 -4.7 m 外, 开挖总深度达到 8.2 m。

根据上述特点, 承台施工能否安全顺利, 很大程度上取决于围堰施工的成功与否。

2 围堰总体布置

根据工程特点及现场施工条件, 进行锁口钢管桩围堰的总体布置, 布置形式详见图 2, 布置时主要考虑了以下几点。

(1) 锁口钢管桩围堰的主体部分采用 $\phi 720 \times 10$ 钢管, 从承台边缘外扩 1.5 m 作为锁口钢管桩的插打轴线, 河侧钢管桩顶标高设定为 +4.5 m, 形成围堰的同时, 兼起挡水的作用。

(2) 围堰采用 2 根 I40b 工字钢并排, 在锁口钢管桩内侧设置牛腿, 工字钢放置在牛腿上, 环绕围堰一周形成围圈, 以提高围堰的整体性, 并为内支撑提供支点。

(3)内支撑采用 $\phi 720 \times 10$ 钢管,纵、横向通长设置,支顶在围图上,与锁口钢管桩、围图形成连接,以抵抗围堰外侧水、土压力,在潮位最低时提供拉力。

(4)由于内支撑长度较大,为防止内支撑下挠变形失稳,需设置内支撑的竖向支撑,增加内支撑的刚

度。为避免影响索塔塔身钢筋的预埋,竖向支撑分两种:一种为临时支撑,即在封底混凝土施工前支顶在索塔桩基的桩头上;另一种为永久支撑,预埋在封底混凝土中,封底混凝土达到一定强度后,拆除临时支撑。

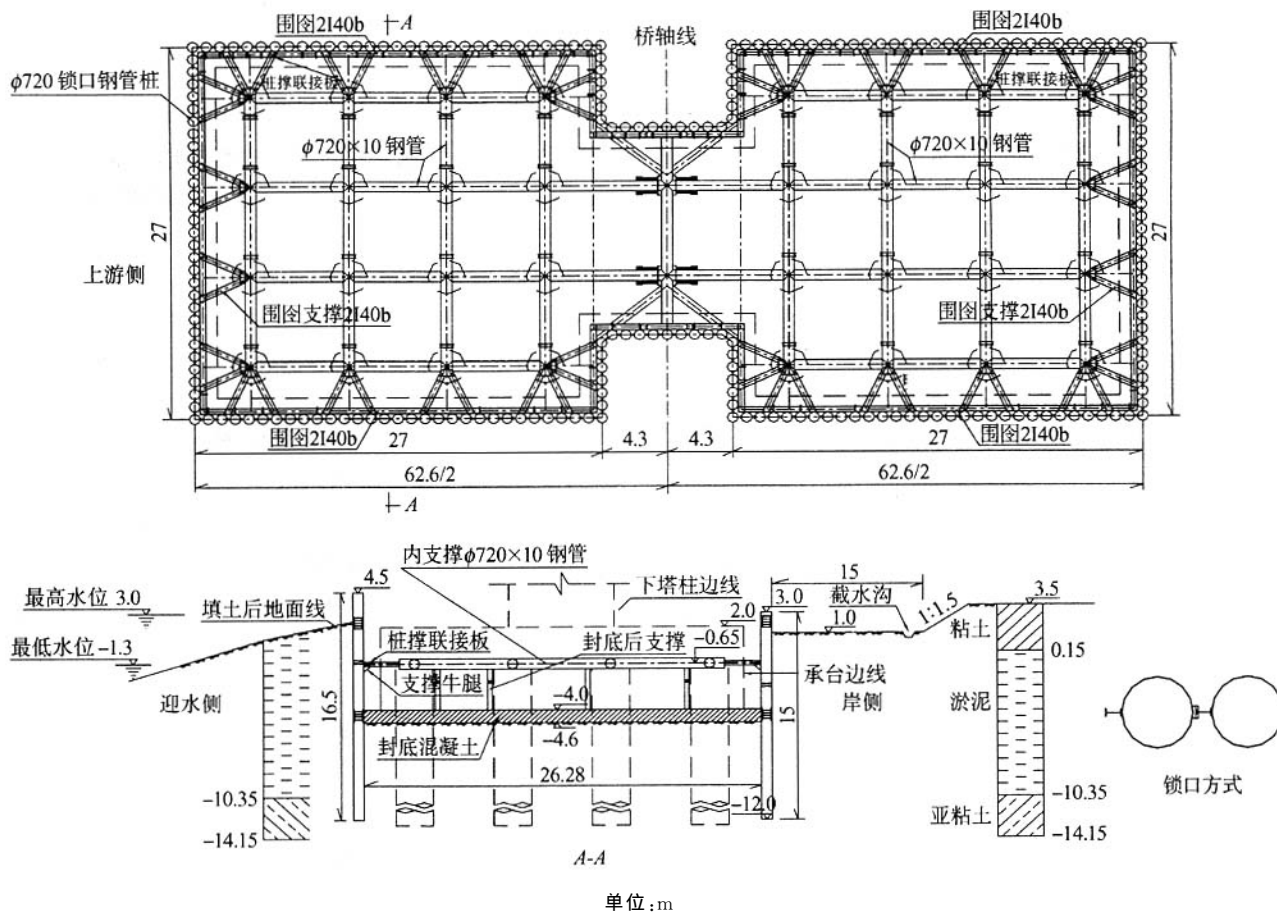


图2 23号索塔承台锁口钢管桩围堰总体布置

3 围堰受力验算

围堰内的地基土方原考虑采取水下射水开挖,但根据经验,淤泥质(亚)粘土用射水排淤效果不佳,用抓斗直接开挖又因围堰平面尺寸大,起重设备不能覆盖全部开挖面,故重点考虑采取干开挖的方式。为实现堰内干开挖的方案,有必要减小围堰结构外侧的水土压力。按照这种思路,采取对堰外土体进行卸载的措施(临水一侧除外),即将堰外土体挖除一部分,以达到减小围堰结构水土压力的目的。

采取以上措施后,对围堰结构的受力进行了验算,验算结果表明,围堰结构在施工期间是安全的。

3.1 验算工况

工况1:机械开挖堰内土方至标高 -1.0 m,岸

侧堰外土体降至标高 $+1.0$ m(上、下游两侧降至 0 m)。堰外河侧水位 $+4.0$ m,岸侧地下水位 $+1.0$ m,验算河侧围堰的抗倾覆稳定。

工况2:在标高 -0.65 m处设置内支撑,机械干开挖基坑至标高 -4.6 m。此时堰外河侧最高水位为 $+4.0$ m,最低水位 -1.3 m;岸侧地面标高为 $+1.0$ m,地下水位 $+1.0$ m,验算围堰的整体抗倾覆稳定和钢管桩强度,计算支撑力大小。

工况3:浇第一级承台混凝土并回填间隙后,拆除内支撑,验算围堰的抗倾覆稳定,验算条件同工况1。

3.2 验算结果

(1)各工况下的抗倾覆稳定系数。

工况1: $K=1.346$;

工况 2: $K=1.274$;

工况 3: $K=1.313$ 。

以上各工况的 K 值均大于 1.25, 满足要求。

(2) 钢管桩强度验算。

$\sigma = M/W = 140.43 \text{ MPa} < 1.4[\sigma] = 1.4 \times 145 = 203 \text{ MPa}$ (满足要求)。

(3) 基底抗管涌、抗隆起、围堰整体稳定、整体抗浮等均满足要求。

(4) 支撑力。

围图选用 2I40b, 荷载按 300 kN/m 连续梁计算; 内支撑选用 $\phi 720 \times 10$ 钢管, 荷载按 2 000 kN 计算。抗弯、抗剪及稳定性均满足施工要求。

4 施工顺序

按围堰内干开挖、浇封底混凝土的施工方法, 将基坑围堰施工划分为以下 5 个施工阶段。

(1) 插打钢管桩: 采用吊车配振动锤将钢管桩打入地下。

(2) 基坑第 1 级开挖: 围堰内干开挖至标高 -1.0 m 处, 同时将堰外土体卸载 (靠河一侧除外), 靠岸一侧卸载至标高 $+1.0 \text{ m}$ 处, 上下游两侧均卸载至标高 0 m , 卸载范围从钢管桩边缘起算为 15 m 。

(3) 围图及内支撑设置: 凿除桩头至标高 -1.0 m , 在堰内标高 -0.65 m 处设置第 1 层围图和水平内支撑, 内支撑置于已凿桩头上。

(4) 基坑第 2 级开挖: 确认围图和内支撑满足设计要求, 堰外土体卸载达到规定的标高和平面距离后, 在堰内设置开挖平台, 干开挖至基底标高 -4.6 m 。

(5) 浇筑封底混凝土: 设置内支撑竖向永久支撑, 浇封底混凝土。封底混凝土达到规定强度后, 进行承台混凝土的施工。

5 施工方法

5.1 插打钢管桩

插打钢管桩是整个索塔承台基坑围堰施工的关键工序, 施工难度较大, 以下主要介绍锁口钢管桩的插打施工。

(1) 平整场地。

施工前对施工场地进行平整, 在吊车位进行硬化平整处理, 便于吊车工作; 锁口钢管桩位进行平整, 以方便钢管桩位的放样和插打。

(2) 第 1 根锁口钢管桩插打。

确定围堰在临水侧桥轴线上的锁口钢管桩为第 1 根, 先进行辅助导向桩的插打施工。辅助导向桩采用 $\phi 52.9 \times 8$, 长度为 12 m 的钢管, 先根据第 1 根锁口钢管桩的位置对辅助导向桩进行放样, 然后用履带吊吊起电动振动桩锤 (DZ90A 型), 通过电动振动桩锤的夹具起吊辅助导向桩, 按放样位置将 2 根辅助导向桩打入地下, 打入深度为 10 m 。辅助导向桩插打完成后设置导向架, 导向架用型钢焊制而成, 高度为 2 m 。最后用履带吊吊起电动振动桩锤, 通过电动振动桩锤的夹具起吊第 1 根锁口钢管桩, 插入导向架, 启动电动振动桩锤, 将其打入地下, 顶面标高控制在 $+4.5 \text{ m}$, 完成第 1 根锁口钢管桩的插打施工。

(3) 拆除导向架, 拔除辅助导向桩。

(4) 插打第 2 根锁口钢管桩。

放样后重新插打辅助导向桩, 设置横向导向横梁, 采用与第 1 根锁口钢管桩同样的起吊方式吊起第 2 根锁口钢管桩, 将第 2 根锁口钢管桩的公扣插入第 1 根桩的母扣, 另一侧在导向横梁上焊接临时导向卡, 启动电动振动桩锤, 将其打入地下, 顶面标高控制在 $+4.5 \text{ m}$, 完成第 2 根锁口钢管桩的插打施工。

(5) 第 2 根锁口钢管桩施工完毕后, 解除临时导向卡, 按第 2 根桩的施工方法进行其余钢管桩的插打施工, 直至全部锁口钢管桩插打完毕。施工过程中要注意角桩的变化情况。

5.2 围图和内支撑设置

锁口钢管桩插打完毕形成围堰后, 即进行围图和内支撑的施工。

(1) 将基坑一级干开挖至 -1.0 m 标高, 凿除桩头至标高 -1.0 m , 以便于围图和内支撑的设置。

(2) 按照设计位置和间距进行围图支撑牛腿的焊接施工, 要求焊缝饱满, 标高一致。

(3) 支撑牛腿施工完毕后, 进行围图的设置施工。围图采用 2 根 I40b 工字钢并排, 平置于支撑牛腿上, 与锁口钢管桩焊接连接, 焊接过程中要保证围图与锁口钢管桩的紧密结合, 如遇围图与锁口钢管桩不能贴紧的情况, 要采取加垫钢板的方式进行处理, 确保围堰的整体受力效果。

(4) 围图施工完成后, 进行纵横向水平内支撑的设置。水平内支撑采用 $\phi 720 \times 10$ 钢管, 与围图 I40b 工字钢顶紧后焊接牢固, 实现对顶对拉的效果, 水平内支撑放置于桩头上, 以防止水平内支撑的下挠变形和失稳。

(5) 围堰和水平内支撑施工完成后, 全面检查围堰与锁口钢管桩、围堰和水平内支撑的连接质量。

5.3 基坑二级开挖

基坑二级开挖面积约 $1\,496\text{ m}^2$, 选择干开挖方式进行施工。

开挖, 运输采用 8 t 自卸翻斗车, 弃土运至选定的弃土场规范堆放。

(2) 开挖方式为由 1 台挖掘机在开挖平台上主挖, 另设置 2 台挖掘机向基坑外倒土。干开挖至标高 -4.6 m 处, 见图 3 所示。

(1) 采用机械挖掘的方法进行基坑第 2 阶段的

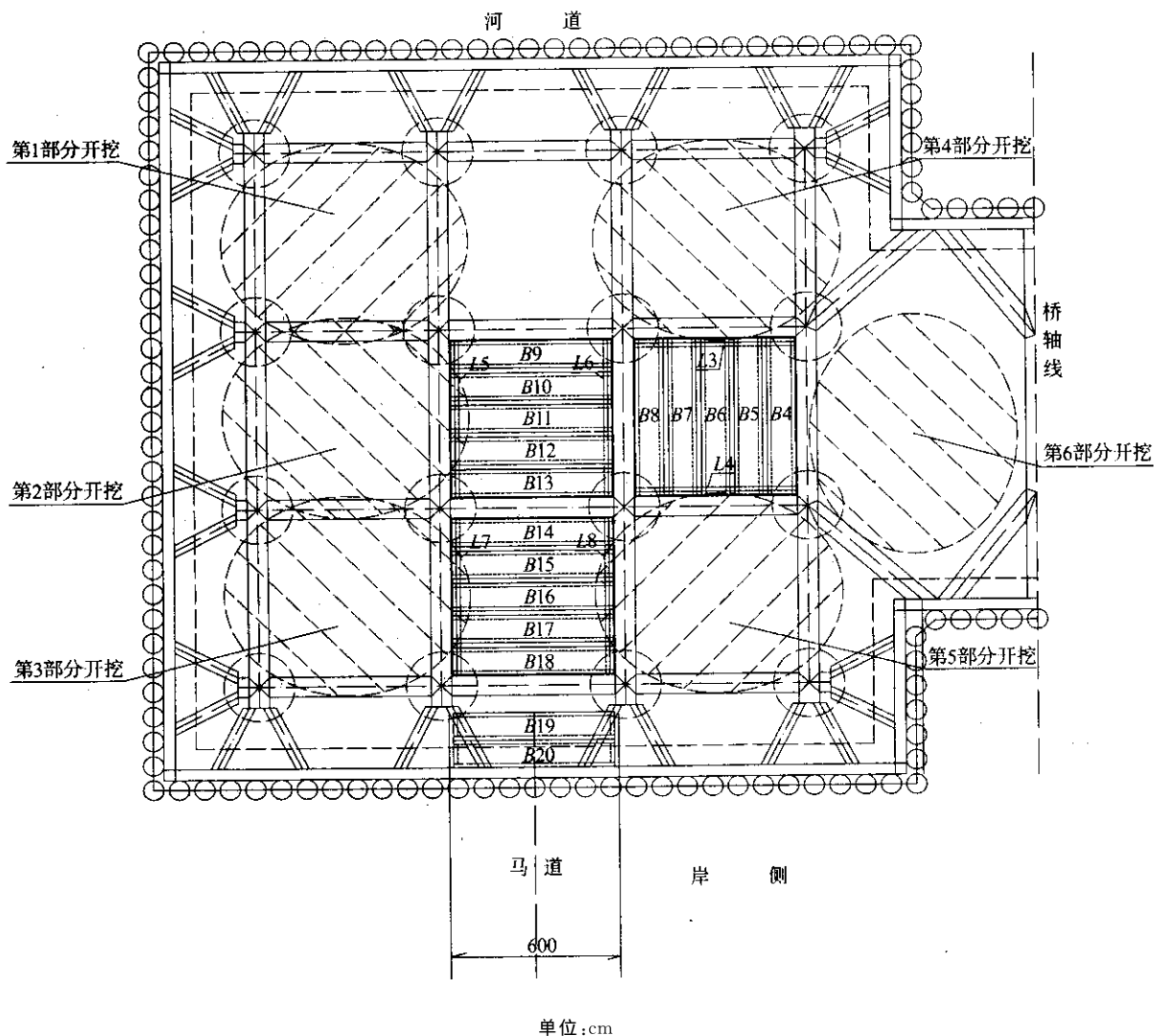


图 3 干开挖流程

(3) 钢管桩围堰与内支撑钢管之间的空隙过于狭小, 由人工挖掘。

(4) 开挖平台支承在钻孔灌注桩顶, 由自制的路基箱和枕梁构成, 材料为 I40b 工字钢; 在内支撑的小方格内放置 2 根枕梁和 5 块路基箱, 共连续布满 3~4 个小方格内, 以便挖掘机行走。

5.4 封底混凝土

整个围堰基坑的封底混凝土分 4 次完成, 合计 912 m^3 。每次在开挖出 $1/4$ 围堰面积时, 由人工找平

基底, 设置好内支撑的竖向临时支撑, 钢管桩用油毛毡覆盖, 其他地方用模板支撑, 施工平台设置在内支撑钢管上, 采用泵送混凝土方式进行封底混凝土的浇筑, 至 -4.0 m 标高。施工时应严格控制浇筑平面的标高一致, 以方便后续的索塔承台施工。

6 施工中的关键问题

(1) 围堰中的围堰和内支撑是非常重要的受力构件, 施工中应严格按照设计要求进行连接和焊接,

文章编号: 0451-0712(2005)10-0037-05

中图分类号: U443.16

文献标识码: B

单壁钢吊箱围堰的设计及在三河大桥施工中的应用

吴瑞君, 光明

(路桥集团第一公路工程局江浙工程处 苏州市 215151)

摘 要: 简述了采用吊箱围堰技术进行承台施工的适用条件及优缺点。并通过对单壁吊箱围堰结构受力的分析,介绍了单壁吊箱围堰的设计方法及主要计算内容。并结合工程实际介绍了利用吊箱围堰进行承台施工的施工工艺及施工方法。

关键词: 吊箱; 围堰; 结构分析; 施工工艺

当桥梁承台底面距河床面较高,或承台以下为较厚的软弱土层且水深流急,修建桥梁深水桩基及承台时可采用吊箱围堰。目前,大型桥梁深水桩基承台的尺寸越来越大,为实现承台的干施工,多用吊箱围堰来作承台修建。通常在深水桩基完成后,用起吊设备将内装有扁担梁且已拼成整体的钢吊箱围堰,悬挂在定位桩桩顶,然后灌注水下混凝土封底,抽水后浇筑承台混凝土。这时,吊箱围堰的作用就是为了实现承台的干施工,其底板是封底混凝土的控制面,侧板为浇筑封底混凝土及承台混凝土的侧模,同时

吊箱围堰的顶面也作为混凝土浇筑施工的工作作业面。宁淮高速公路上三河大桥的4~6号主墩的承台施工,采用的就是有底单壁钢吊箱围堰。

1 工程概况

三河是洪泽湖的一条泄洪河,三河大桥桥址位于三河闸下游700 m处。枯水期水深12~13 m,水流较缓。泄洪时最大流量为8 000 m³/s,流速为3 m/s。三河大桥有5个主墩位于水中,其中4~6号主墩处枯水期水深达到了12~13 m。基础形式为群桩基

收稿日期: 2005-09-01

做到标高、轴线一致,才能确保围堰的整体稳定和安全。

(2) 围堰外土体的卸载是实现单层内支撑、干开挖等方案的重要前提,围堰支护结构是依据这一前提来计算的。因此,开挖的土方要临时堆放在河滩内,其高度不得超过3 m,离围堰距离至少30 m。

(3) 卸载范围内的积水要及时排干,并且不得堆放大宗施工材料。

(4) 密切注意和观测围堰结构在施工期间的任何变化,早发现早解决。

7 结语

灌河大桥索塔承台围堰使用 $\phi 720 \times 8$ 锁口钢管桩共224根,在施工过程中,承台围堰内没有出现管涌、隆起及渗水现象,为后续的承台施工提供了良好

的操作空间。

承台围堰施工中,由于对施工地点水文及地质情况的详细掌握、对工程难点的详尽分析、对施工工况的准确验算、对实际水文地质变化采取的有效对策以及施工对设计意图的准确表达,这些都是本工程成功的关键。

锁口钢管桩是承台施工中行之有效的一种围堰方式,锁口的止水功能是其关键所在。止水成功,则可实现堰内地基土方的干开挖作业,保证承台的顺利施工,本工程在施工中较好地实现了这一目标。

参考文献:

- [1] GB 50017-2003, 钢结构设计规范[S].
- [2] JTJ 041-2000, 公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] JGJ 081-91, 建筑钢结构焊接规程[S].