

通过改变围堰打桩工艺、调整施工顺序 达到工期及成本双优化

李传奎

上海城建市政工程（集团）有限公司 上海 200000

摘要：本文以海口文明东越江隧道工程大型围堰施工为背景，根据施工环境与地质条件，通过施工方案的优化，改变拉森钢板桩和吹填砂先后顺序，从而缩短施工工期，并极大的降低了施工成本，达到缩短工期及降低成本双重效益，可以为后续类似工程提供建议。

关键词：围堰；拉森钢板桩；工期；费用

引言

围堰施工是水上作业必不可少的施工先决条件，其主要作用是防止施工过程中河水或其他水体流入施工现场，保障施工安全，避免涌水影响施工进度和质量，便于施工人员在下水或降水施工时形成独立的工作环境等。本文通过海口市文明东越江通道跨越南渡江的围堰施工实例，阐述围堰施工具体方法，在确保堰体达到原设计目标要求的前提下，由“先打拉森钢板桩后吹填砂”的原设计方案调整为“先吹填砂后打拉森钢板桩”的新施工方案，通过两者不同方案之间的工期、成本的对比，证实工期缩短与成

本的降低，为后续类似工程提供一定的建议。

1 工程概况

1.1 工程概况

南渡江钢板桩临时围堰工程，横跨南渡江东、西两侧大堤，总长度约1260m。工程分两期实施：一期涵盖两岸滩涂及江中部分区域，二期则完成剩余江中区域的施工。以一期东段为例，该区段从东侧大堤向江中延伸约675m，围堰标准段内净宽为100m，沿隧道中心线对称布置。一期东段施工需充填泥管袋沙25.64万m³，并安装拉森钢板桩17317.22t。

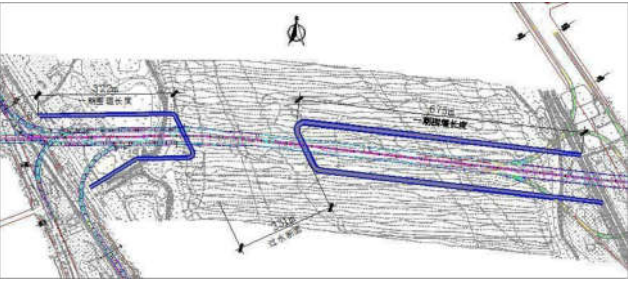


图1 一期围堰平面图

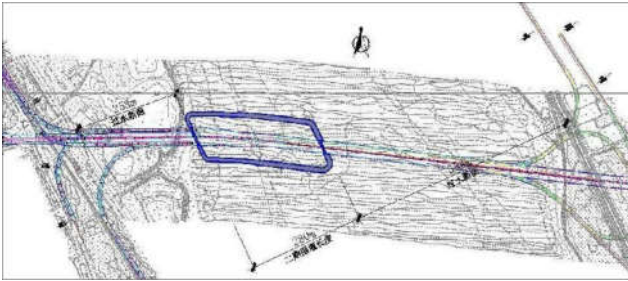


图2 二期围堰平面图

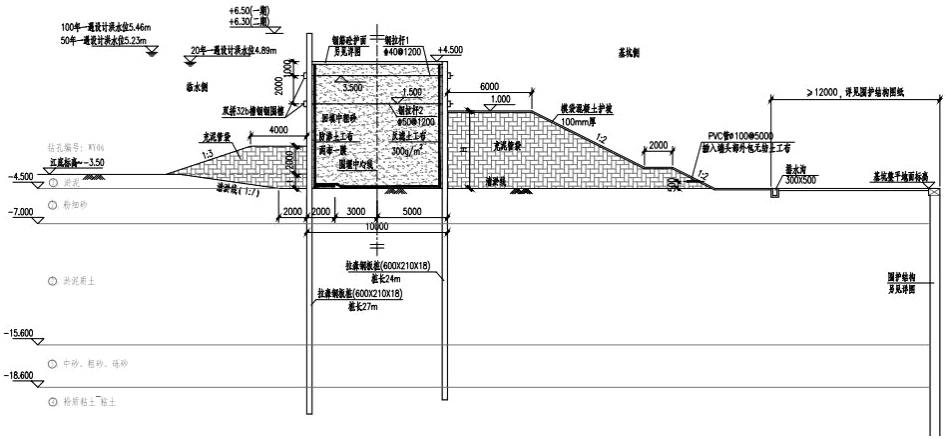


图3 钢板桩围堰形式图

2 优化方案

2.1 方案优化

2.1.1 原设计方案流程:

(1) 打设内外排钢板桩: 采用中高频免共振液压振动锤进行施工, 依托水上作业平台完成钢板桩的打设。

(2) 铺设土工布、安装拉杆与围檩: 在钢板桩内侧铺设土工布, 安装拉杆和围檩, 增强堰体结构的整体性和稳定性。

(3) 分层同步填筑: 围堰内外分层同步填筑中粗砂, 并充填泥管袋, 逐步形成堰体主体结构。

(4) 施工膜袋砼: 抽水后清理堰内淤泥, 并施工膜袋砼, 进一步加固堰体。

(5) 堰体沉降稳定后施工顶部护面: 待堰体沉降稳定后, 进行顶部护面施工, 确保堰体的长期稳定性和安全性。

2.1.2 优化方案流程:

(1) 堰体充泥管袋内棱体施工: 进行充泥管袋内棱体的初步施工, 形成堰体的初步轮廓。

(2) 铺设土工布: 在堰体范围内铺设土工布, 防止渗漏并增强结构稳定性。

(3) 堰体充泥管袋外棱体施工: 继续完成充泥管袋外棱体的施工, 进一步巩固堰体结构。

(4) 打设内外排钢板桩: 采用中高频免共振液压振动锤进行陆上作业, 打设内外排钢板桩, 同步进行堰内抽水和清淤作业, 确保施工环境干燥清洁。

(5) 安装拉杆与围檩: 在钢板桩之间安装拉杆和围檩, 增强堰体的整体性和稳定性。

(6) 分层填筑围堰内中粗砂: 分层填筑围堰内部的中粗砂, 逐步形成堰体的主体结构。

(7) 施工膜袋砼: 在堰体内施工膜袋砼, 进一步加固堰体结构。

(8) 堰体沉降稳定后施工顶部护面: 待堰体沉降稳定后, 进行顶部护面施工, 确保堰体的长期稳定性和安全性。

2.2 优化理念: 确保工程质量和安全性的前提下, 优化施工方案, 提高施工效率。

2.3 优势:

2.3.1 吹填砂设备喷砂口不受先前打入钢板桩约束,

作业空间大, 避免碰撞钢板桩引起变形, 造成锁扣脱开、渗漏、降低整体稳定性、结构失稳等多方面潜在危害。

2.3.2 吹填砂可根据工程进度、结构需要等进行区域划分, 分仓施工, 有以下优势:

(1) 资源优化, 提升效率

材料与设备高效利用, 分阶段投入土石料、钢板桩等材料, 避免一次性大量堆存造成的浪费或场地压力; 机械设备可集中于当前施工仓室, 减少闲置。

人力与工期协调, 各仓室可并行或流水作业(如A仓填筑时B仓排水), 缩短总工期, 尤其适用于汛期前抢工场景。

成本可控, 通过动态调整分仓方案, 避免因设计变更或意外情况导致的全断面返工, 降低综合成本。

(2) 质量控制精细化

分仓验收, 逐段把关, 每仓施工完成后可独立验收, 及时修复局部缺陷(如防渗层破损、压实度不足), 避免整体完工后返工。

关键工序聚焦, 针对不同仓室的地质或荷载特点, 针对性优化工艺(如高水压仓室加强止水、软基仓室预压处理), 提升整体质量。

(3) 环保与应急优势

减少环境扰动, 分仓施工缩小作业面, 降低对周边水体、生态的短期影响(如泥浆扩散、底泥搅动)。

应急响应迅速, 备仓(预留仓室)可作为抢险缓冲区, 遇险情时快速填筑或引流; 局部溃堰时, 其他仓室仍能提供临时挡水功能。

2.3.3 陆上作业相比水上作业优势:

(1) 施工效率更高

设备部署便捷, 陆上施工可直接使用常规履带式打桩机或静压桩机, 无需依赖浮吊、驳船等水上特种设备, 设备进场和作业效率大幅提升。

不受水文条件限制, 无需考虑水流、波浪、潮汐等干扰, 施工连续性更强, 可全天候作业, 避免因恶劣天气或潮汐周期导致的停工。

桩体处理简单陆上可整根一次性打设(桩长允许范围内), 无需分段接桩, 减少焊接或机械连接工序, 缩短工期。

(2) 成本显著降低

成本项目	陆上施工	水上施工
设备费用	低(常规打桩机租赁成本低)	高(浮吊、船舶租赁费用高昂)
人工成本	低(普通土建工人即可操作)	高(需配备水上作业特种工种)
材料损耗	低(桩体腐蚀风险小, 常规防腐即可)	高(水下腐蚀严重, 需加强防腐处理)
辅助措施	少(无需抛锚定位、防冲刷护底)	多(需抛石护脚、临时围护等)

(3) 安全性与质量控制更优

地基稳定性强，陆上可直接处理地基（如换填、预压），确保钢板桩垂直度及承载力；而水上需应对水下软土层、冲刷掏空等风险。

定位精度高，陆地静态环境中，通过全站仪或GPS即可精准定位，误差可控；水上受水流冲击易偏移，需动态校准系统（成本高）。

(4) 施工工艺更灵活

多样化工法选择可采用振动锤、液压锤或静压法，适应不同地质条件。

水上受设备限制，主要依赖振动锤，工法选择有限。

协同作业便捷，陆上可同步进行基坑开挖、支撑安装等工序，形成流水作业；水上需依赖浮式平台，协同效率低。

3 工期效益对比（以东岸一期为例）

3.1 原设计方案工期分析：以本工程一期东段围堰为例，按照原设计方案正常实施，围堰施工工期约为180天。其中，最耗时工序为水上钢板桩施工，根据现场施工条件，最多可以投入4套打桩设备，每套设备工效为8~10根/天，钢板桩施工工期约为140天。

序号	工序	开始时间	结束时间	工期（天）	设备投入
1	钢板桩	2019.01.10	2019.05.29	140	4套打桩设备
2	中粗砂回填	2019.04.01	2019.06.20	91	2艘砂船
3	围檩及拉杆	2019.05.01	2019.06.10	51	/
4	膜袋砼护坡	2019.06.10	2019.07.08	29	/
5	砼护顶	2019.06.10	2019.07.08	29	/

3.2 优化后一期东段围堰施工进度情况如下表：

序号	工序	开始时间	结束时间	工期（天）	设备投入
1	充泥管袋	2019.01.10	2019.03.01	51	20台泥浆泵
2	钢板桩	2019.02.12	2019.04.05	53	6套打桩设备
3	围檩及拉杆	2019.03.08	2019.04.10	34	/
4	膜袋砼	2019.03.15	2019.04.18	35	/
5	填芯砂及砼护顶	2019.04.05	2019.04.28	24	/

本工程一期东岸围堰总体工期为109天，相比设计方案工期节省约70天，工效提升39.4%。其中，工效提升主要体现在钢板桩施工工序上，共节约87天，工效提升

164.1%，为项目进度提供有力保障。

4 经济效益对比（以东岸一期为例）

4.1 原设计方案造价分析

序号	项目编码/ 定额编号	项目名称/定额名称	单位	工程量	综合单价组成明细					综合单价 （元）	合价 （元）
					人工费	材料费	机械使用费	管理费	利润		
		原施工方案									87438731.51
1	琼040301013003	打钢板桩	t	17317.22	475.4	673.38	384.58	130.81	101.23	1765.4	30571820.19
1.1	11-1-57	振动打桩机打拉森钢板桩	10 t	1731.722	2790.96	6227.1	3034.01	729.03	557.86	13338.96	23099370.49
1.2	3-1-8	搭拆桩基础工作平台 水上 工作平台 锤重 ≤ 4000kg	100m ²	96	35315.04	9101.94	14535.48	10399.88	8160.99	77513.33	7441279.68
1.3	3-1-13	组装拆卸船排 船排120×2t	次	1.39896	6512.53	2610	7480.35	3177.8	2493.68	22274.36	31160.94
2	琼040301013004	拔钢板桩	t	17317.22	128.76		229.78	45.42	34.75	438.71	7597237.59
2.1	11-1-58	振动打桩机拔拉森钢板桩	10 t	1731.722	1287.6		2297.82	454.18	347.54	4387.14	7597306.86
3	04B003	拉森钢板桩使用费 （共140天）	t·d	2424410.8		8.85				8.85	21456035.58
3.1	Z00645@3	拉森钢板桩使用费	t·d	2424410.8		8.85				8.85	21456035.58
4	040201021002	防渗土工膜	m ²	27285.9	4.08	13.5		0.82	0.65	19.06	520069.25
4.1	2-1-92	土工合成材料 土工布 一般软土	1000m ²	25.30775	4081.6	13501.84		822.47	649.7	19055.61	482254.61
5	081306002002	钢板桩支撑安装 宽15m以内	t	1455.46	218.72	181.56	203.68	58.43	44.71	707.1	1029155.77
5.1	11-3-15	大型基坑支撑安装及拆除 大型支撑、基坑支撑安装 宽15m以内	t	1455.46	218.72	181.56	203.68	58.43	44.71	707.1	1029155.77

续表:

序号	项目编码/ 定额编号	项目名称/定额名称	单位	工程量	综合单价组成明细					综合单价 (元)	合价 (元)
					人工费	材料费	机械使用费	管理费	利润		
6	041103001002	充泥管袋	m ³	115399.47	5.26	32.55	34.69	5.92	4.53	82.96	9573540.03
6.1	2016上海水利定额50-3-8-7	充泥管袋(电网电) 高程-0.5~2.5m输泥管线长 500~750m	10000m ³	11.53995	52599.73	325527.74	346876.55	59238.45	45330.29	829572.76	9573228.17
7	040103001002	围堰钢板桩内回填砂	m ³	141077.31	65.1		0.65	9.23	7.06	82.04	11573982.51
7.1	11-2-19换	筑岛填心 填砂 夯填	100m ³	1410.7731	6510.02		64.76	922.89	706.21	8203.88	11573813.22
8	040305005002	模袋混凝土护坡	m ²	32024.6	32.08	96.12	12.54	10.67	8.37	159.78	5116890.59
8.1	2016上海水利定额50-6-5-18	模袋混凝土护坡10cm厚	m ²	32024.6	32.08	96.12	12.54	10.67	8.37	159.78	5116890.59

4.2 优化后方案造价分析

序号	项目编码/ 定额编号	项目名称/定额名称	单位	工程量	综合单价组成明细					综合单价 (元)	合价 (元)
					人工费	材料费	机械使用费	管理费	利润		
		优化后施工方案									66595254.00
1	041103001001	充泥管袋	m ³	115399.47	5.26	32.55	34.69	5.92	4.53	82.96	9573540.03
1.1	2016上海水利定额50-3-8-7	充泥管袋(电网电) 高程-0.5~2.5m输泥管线长 500~750m	10000m ³	11.53995	52599.73	325527.74	346876.55	59238.45	45330.29	829572.76	9573228.17
2	040201021001	防渗土工膜	m ²	25307.75	4.08	13.5		0.82	0.65	19.06	482365.72
2.1	2-1-92	土工合成材料 土工布 一般软土	1000m ²	25.30775	4081.6	13501.84		822.47	649.7	19055.61	482254.61
3	琼040301013001	打钢板桩	t	17317.22	279.1	622.71	303.4	72.9	55.79	1333.9	23099439.76
3.1	11-1-57	振动打桩机打拉森钢板桩	10 t	1731.722	2790.96	6227.1	3034.01	729.03	557.86	13338.96	23099370.49
4	琼040301013002	拔钢板桩	t	17317.22	128.76		229.78	45.42	34.75	438.71	7597237.59
4.1	11-1-58	振动打桩机拔拉森钢板桩	10 t	1731.722	1287.6		2297.82	454.18	347.54	4387.14	7597306.86
5	04B001	拉森钢板桩使用费 (共53天)	t·d	917812.66		8.85				8.85	8122642.04
5.1	Z00645@3	拉森钢板桩使用费	t·d	917812.66		8.85				8.85	8122642.04
6	081306002001	钢板桩支撑安装 宽15m以内	t	1455.46	218.72	181.56	203.68	58.43	44.71	707.1	1029155.77
6.1	11-3-15	大型基坑支撑安装及拆除 大型支撑、基坑支撑安装 宽 15m以内	t	1455.46	218.72	181.56	203.68	58.43	44.71	707.1	1029155.77
7	040103001001	围堰钢板桩内回填砂	m ³	141077.31	65.1		0.65	9.23	7.06	82.04	11573982.51
7.1	11-2-19 换	筑岛填心 填砂 夯填	100m ³	1410.7731	6510.02		64.76	922.89	706.21	8203.88	11573813.22
8	040305005001	模袋混凝土护坡	m ²	32024.6	32.08	96.12	12.54	10.67	8.37	159.78	5116890.59
8.1	2016上海水利定额50-6-5-18	模袋混凝土护坡 10cm厚	m ²	32024.6	32.08	96.12	12.54	10.67	8.37	159.78	5116890.59

4.3 原设计方案与优化后方案对比

经对原设计施工方案与优化后方案共同套用预算进行对比, 可发现方案主要优化点为减少了水上作业平台

的搭设及拆除环节, 并缩短了拉森钢板桩的租赁时间, 总费用节约占比约为23.83%。

序号	项目名称/定额名称	单位	原设计方案			优化后设计方案			优化费用 (元)	备注
			工程量	综合单价 (元)	合价(元)	工程量	综合单价 (元)	合价(元)		
1	充泥管袋	m ³	115399.47	82.96	9573540.03	115399.47	82.96	9573540.03	0.00	
2	防渗土工膜	m ²	27285.90	19.06	520069.25	25307.75	19.06	482365.72	37703.54	铺设高度减少, 工作量减少

续表:

序号	项目名称/定额名称	单位	原设计方案			优化后设计方案			优化费用 (元)	备注
			工程量	综合单价 (元)	合价(元)	工程量	综合单价 (元)	合价(元)		
3	打钢板桩	t	17317.22	1765.40	30571820.19	17317.22	1333.90	23099439.76	7472380.43	水上打桩改为路堤打桩的优化
4	拔钢板桩	t	17317.22	438.71	7597237.59	17317.22	438.71	7597237.59	0.00	
5	拉森钢板桩使用费	t·d	2424410.80	8.85	21456035.58	917812.66	8.85	8122642.04	13333393.54	钢板桩租赁时间上的优化
6	钢板桩支撑安装 宽15m以内	t	1455.46	707.10	1029155.77	1455.46	707.10	1029155.77	0.00	
7	围堰钢板桩内回填砂	m ³	141077.31	82.04	11573982.51	141077.31	82.04	11573982.51	0.00	
8	模袋混凝土护坡	m ²	32024.60	159.78	5116890.59	32024.60	159.78	5116890.59	0.00	
	合计对比				87438731.51			66595254.00	20843477.51	23.83%

5 建议与结论

本文以文明东越江通道项目围堰施工为例，采用通过优化方案，减少了水上作业平台搭设等相关工艺。在安全、稳固、有效的前提下加快了施工进度，减少了资源浪费。大幅度降低了施工成本，可为后续类似钢板桩围堰工程提供一定的建议。但本文采用的方案优化仅适用于水位浅、流速慢的作业环境，针对水位深、流速大的作业

环境还需结合项目特征具体分析，切勿盲目参照。

参考文献

[1]钢板桩围堰的设计与施工[J].王君堂,郜满珍.山西建筑,2007(04).
[2]深水围堰结构形式的改进及工艺特点[J].潘莉.徐文杰.吴志强.江西建材,2015(03).