



# 顺水沉排施工工艺研究

向征平, 朱长青, 林周星

(长江宜昌航道工程局, 湖北宜昌 443003)

**摘要:** 结合长江航道整治工程施工实践, 研究规范顺水流沉排施工工艺, 提供施工效率高、安全性高的施工参数组合, 解决工程中易出现的沉排搭接不到位、断排、缩排等问题。

**关键词:** 长江航道; 沉排; 施工工艺

中图分类号: TV 853

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)10-0139-04

## Construction technology of mattress sinking along current

XIANG Zheng-ping, ZHU Chang-qing, LIN Zhou-xing

(Yangtze River Yichang Waterway Engineering Bureau, Yichang 443003, China)

**Abstract:** Based on the construction practice of waterway regulation engineering of the Yangtze River, this paper researches the construction technology of mattress sinking along the current, and provides a parameter combination which is characterized by high construction efficiency and safety, and solves the problems easily occurred in the mattress sinking including improper overlapping of the sinking mattress, mattress breaking, as well as indent matting, etc.

**Key words:** the Yangtze River waterway; mattress sinking; construction technology

近年来, 在长江中下游航道整治工程中, 广泛采用系结压载软体排护滩建筑物, 对于稳定边滩或心滩、防止航槽左右摆动、维护和改善枯水航道条件起着重要作用。该技术是以土工合成材料加压重材料制成的系结式排体结构, 其功能主要是保护软体排底部的床面泥沙免受淘刷。从20世纪90年代初期开始, 这种形式的软体排主要应用在护岸及护底上, 在丁坝或顺坝坝头处有效抵御了沿坝身水流及风浪对坝头底部泥沙的淘刷, 起着保护坝体和防止坝头出现过大冲刷坑的作用。施工工艺普遍采用的是垂直水流方向沉排。就航道整治效果而言, 几年的实践表明, 排体尽可能沿河床冲刷变形方向铺设是有利于控制变形的, 尤其是潜坝护滩带的河床变形, 一般表现在垂直坝轴线方向的破坏, 从整治设计的角度看, 施工中

采用顺水流方向沉排可以避免这种破坏。2007年长江中游马家嘴航道整治工程进行22 m排幅顺水流沉排试验, 2008年长江中游瓦口子、长江下游黑沙洲航道整治工程进行不同水深条件下的顺水流沉排, 2008年以后, 长江航道整治工程中, 沉排多采用此工艺。通过几年的施工实践, 对顺水流沉排施工工艺进行研究和探讨, 积累了一套施工效率高、安全性高的施工参数组合, 能解决工程中易出现的沉排搭接不到位、断排、缩排等问题。撰写此文意为长江航道整治采用顺流沉排方法施工提供技术支持。

## 1 顺水流沉排施工工艺

### 1.1 工艺流程

顺水流施工工艺流程见图1。

收稿日期: 2012-08-20

作者简介: 向征平(1966—), 男, 高级工程师, 主要从事长江航道整治工程项目管理工作。

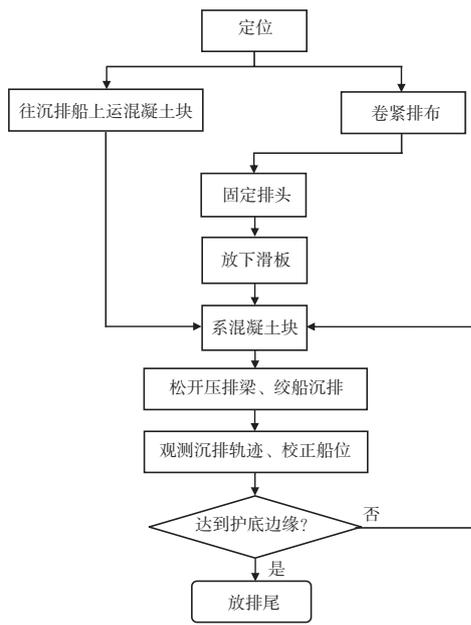


图1 顺水流施工工艺流程

### 1.2 施工准备和材料的准备

1) 根据不同的工况条件和设计要求选用合适的铺排船以满足安全、质量的要求，总的来说深水、大流速 ( $h > 15 \text{ m}$ ,  $U > 1 \text{ m/s}$ ) 工况下必须采用安全性能高的大型铺排船施工；浅水小流速 ( $h < 15 \text{ m}$ ,  $U < 1 \text{ m/s}$ ) 工况下可采用一般能满足施工安全、质量要求的小型铺排船施工。

2) 根据不同的工况条件和设计要求，选用合适的排垫材料，以满足安全、质量要求。当水深  $< 10 \text{ m}$ ，流速  $< 1 \text{ m/s}$  时可采用普通型排垫；当水深  $> 10 \text{ m}$ ，流速  $> 1 \text{ m/s}$  时，就需采用加强型排垫。

#### 1.2.1 施工准备

1) 施工前，召开全体施工人员参加的施工作业会，对施工范围、工程量、作业顺序、作业时间、技术要求、质量控制、安全事项等进行质量和安全交底；对施工中可能出现的技术、质量、安全问题进行充分讨论，制定对策措施。

2) 对施工中所需的材料、工属具进行清点，备足施工安全所需物质。

3) 对船舶机电设备、测量控制设备、铺排机构、锚和缆等进行一次全面检查保养、试运行，确认机电设备、测控仪器、铺排机构等处于良好技术状态。

4) 施工前，先进行施工区域内的水下测图，

如发现有突出异状物立即采取措施处理，保证沉排排体不被破坏。依据测图测出的特征点坐标值，在电脑中布设沉排轨迹线，以便沉排施工时使用。

5) 测量设备架设。沉排前在铺排船上选好位置，架设GPS天线，确定沉排入水的位置与GPS测量点的对应关系，并在电脑的布置图中标识出来。

#### 1.2.2 施工人员安排

现场总指挥1人，负责整个铺排船的现场指挥调度工作。操作员2人，在驾驶室操作铺排船的控制系統。测量技术人员2人，负责整个铺排船GPS定位系统的维护，监控沉排轨迹，及时提供准确的数据。甲板上施工员4人，指挥民工的现场作业，观察排布、钢缆及铺排机构、受力引起的变形情况。现场安全员2人，负责安全生产监督。吊车司机2人，负责吊装排布、排头梁、混凝土块等吊装作业。民工40人，负责铺排船的现场劳务工作。

### 1.3 开工展布

#### 1.3.1 铺排船定位

在船长和现场工程师的统一指挥下有序开展，注意水上作业安全。

1) 按照作业面顺序将铺排船调至作业区上游端抛锚。顺水沉排定位见图2。

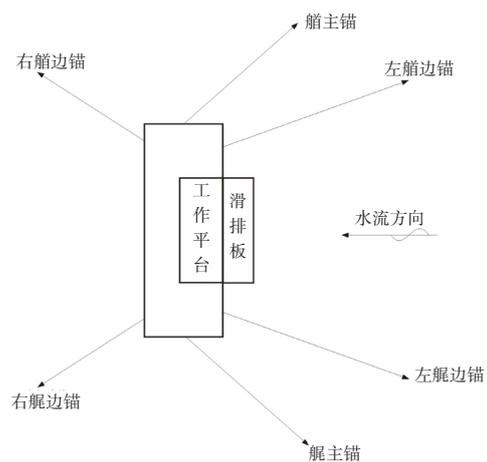


图2 顺水流沉排定位

2) 采用六锚定位，六锚的抛锚点及具体功能如下：

①右舷（出排舷）侧前后锚抛在距沉排作业上游端纵距300 m为宜，呈八字状，作双主锚，锚

缆与沉排轨迹线夹角在 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。

②艏艉锚抛在距次排作业区上游端纵距200 m,与沉排轨迹线横距200 m为宜,呈八字状,作辅助主锚,兼作横移调整之用,锚缆与沉排轨迹线夹角在 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

③左舷(装载舷)侧前后锚抛在沉排作业区下游端与沉排轨迹线横距300 m以上为宜,呈八字状作横向移动调整控制轨迹之用,锚缆与沉排轨迹线夹角在 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

④根据GPS定位仪显示作业面位置,将铺排船调整至距作业区上游端水深的1.5倍处定位,船向与沉排轨迹垂直,出排舷滑板面向上游。调整各锚缆受力均匀。

### 1.3.2 安装排布

1) 底排安装:安装底排是为了排尾沉放时有足够的牵引长度和增加卷排筒的摩擦力。使用底排1张(50 m长)。

①安装时在操作平台上先将排布打开铺平,排布沿卡排梁闸口(开启)、导排梁底部绕过导排梁,将排端加强筋系环与卷排筒系环用 $\phi 15$  mm双股尼龙绳系牢。

②操作卷排筒缓慢旋转让排布卷入卷排筒。注意一定要保持排布平展,正常卷入,防止折叠。

③当排布尾端距卡排梁1 m时,停止卷排,同时下降卡排梁压住排布,然后开启卷排机构,使排布在卷排筒上卷紧。注意:收紧时一定要密切关注排布受力情况,当收紧后立即停止,防止电机堵转或机械受力过大损坏。

2) 排尾绳安装:安装排尾绳是排尾准确沉入河床的有效手段。

①根据沉排区水深情况截取 $\phi 20$  mm尼龙绳30根,绳长为水深的3倍。

②将绳一端系结在底排尾端加强筋肋环上,另一端穿过尾排加强筋套环后系结在底排尾端。注意:排尾绳应保持长度一致。

③转动卷排筒将排尾绳卷上卷排筒。

3) 排布安装:根据工程每一通条需要排布长度将排布依次卷上卷排筒。

①排布要展开铺平防止折叠;②每张排布

(长50 m)卷上后放下卡排梁压紧排头转动卷排筒使排布收紧于排筒;③每张排布加强筋接头要用 $\phi 15$  mm尼龙绳双股系牢。

### 1.3.3 施工作业

在船长和现场工程师统一指挥下有序作业,注意水上施工安全。

#### 1) 排头处理。

①提升卡排梁,开启卷排筒电机施放排布,人工将排头布牵引至滑排板边缘。

②将船调整至作业区上端系排梁抛投处定位,具体视水深情况而定,一般是水深的1.5倍加上抛投漂距。

③用吊车将系排梁吊至滑排板边缘纵向一字摆放。

④将系排梁用 $\phi 20$  mm尼龙绳绑系,留足系排梁定位至排头定位距离长度的连接绳,绳尾系结于排布头加强筋套环。注意:连接绳长度为水深1.5倍,且长度要一致。

⑤注意船舶浮态适时调载确保铺排保持正浮。

⑥将排头连接绳理清抛入河中、放下滑板将系排梁抛入河床。注意:清理系绳防止缠绕。

滑排板上与工作平台上的排布系结D型混凝土块。为加大质量,排头前两排可系双倍混凝土块,注意由于排头入水时只有排头重力没有牵引力,为了放排迅速减少摩擦阻力,工作台上只能一次系3 m排长的混凝土块。

⑦操纵滑排板绞车,将滑排板缓慢下放至设定的深度,一般分为 $30^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 、 $70^{\circ}$ 的下放角,具体下放角度视水深情况而定。

⑧操作卷排机构缓慢施放排布,待工作平台上已系混凝土块排布逐渐滑向滑板后停止,然后在工作平台前部系结混凝土块,每次只能系结3 m长排布,逐次放入水中,直至排头落入河床。

⑨操作移船绞车(集中控制)在GPS定位仪的监控下,将船退至作业面上端起点,为防止系排梁与排头受水流冲力下滑,可适当在上端1~3 m处落底。

⑩逐次系结混凝土块,如上所述,每次系结长度不宜过长,防止排布在工作平台上摩擦力大

于放排牵引力放不动排，逐次退船。注意放排长度应等于移船距离防止拖动排头，同时还应注意先放排后移船，直至河床上落底排长达到20 m以上，排头才算锚固具备一定的牵引力，工作平台上混凝土块才可满铺满系。

为防止因斜流造成排体横向漂移，视斜流产生漂移程度在滑板迎流边实施导轨牵引。

## 2) 铺排作业。

①沉排作业中应随时观测水深、流速、流向变化，适时采取应对措施，当遇涨水期、流速过大时应尽快停止作业，防止事故发生。

②采用克令吊或输送带将混凝土块运输至工作平台，人工将混凝土块系结在排布上，满铺满系。

③沉放排作业中移船应在GPS定位仪的监控下沿设计沉排轨迹平行移动，注意：移船速度要控制在基本与放排速度同步，每次移船距离与放排长度相当，考虑河床的不平坦移船距离为放排长度的95%左右，防止庸排和拉排。沉排作业中应先启动卷排筒施放排布，后启动移船绞车，避免拉排。同时应注意上游4根钢缆受力一致，尤其是同一端的两根钢缆的同步受力，防止单根受力过大造成走锚断缆。

④为防止因遇斜流产生横向漂移，在滑板迎

流边实施导轨牵引措施。注意：船舶浮态适时调载确保铺排保持正浮。

## 3) 排尾处理。

在最后一张排放过程中，如前所述，保持移船轨迹，边放排边移船，直至排尾着床继续移船拉伸排尾后，将排尾绳一端解开，通过转动卷排筒收回排尾绳。

## 4) 沉排搭接。

顺流沉排横向搭接（排布宽度方向）根据水深情况一般搭接宽度为5~6 m。当水深流速较大时考虑缩排影响较大，设计搭接可适当增加。

## 2 排体结构及技术要求

### 2.1 适应浅水小流速排体

浅水小流速排体受力较小，排体规格为50 m × 22 m，排垫采用280 g/m<sup>2</sup>的聚丙烯编织布缝制而成，沿排体宽度方向每隔50 cm设一根5 cm宽的纵向加筋条，用于系接压载体。混凝土块压载体采用C20混凝土混凝土块体，混凝土块尺寸为40 cm × 26 cm × 12 cm（长 × 宽 × 高），质量为27.67 kg。为了使混凝土块与排体系接牢固方便，在两端长边设有两道缺口，缺口宽度30 cm，深度60 cm。排垫主要材料技术指标见表1。

表1 适应浅水小流速排体排垫主要材料技术指标

名称	规格	单位质量	抗拉强度		等效孔径/mm
			纵向≥	横向≥	
280 g聚丙烯编织布	14 × 15 (根 × inch) <sup>2</sup>	280 g/m <sup>2</sup>	3 200N/(5 cm)*	3 000N/(5 cm)*	0.12*
聚丙烯加筋条	5 cm宽	50 g/m	14 000N/根*		
长丝条结条	1.2 cm宽	(5.8 ± 0.2)g/m	1 300N/根*		

注：“\*”为控制指标。

### 2.2 适应深水大流速试验排体

深水且为顺水流方向沉排，为保证安全排体结构应加强。具体为：排长50 m，排宽根据不同工况适用不同排幅，排垫采用≥280 g/m<sup>2</sup>的聚丙烯编织布缝制而成，沿排体宽度方向每隔

25 cm设一根7 cm宽的纵向加筋条，用于加固系接条和增加排垫抗拉强度，在纵向加筋条之下固定有系结条，用于系接混凝土块压载体。混凝土块体压载体与上一种相同。排垫主要材料技术指标见表2。

表2 适应深水大流速排体排垫主要材料技术

名称	规格	单位质量	抗拉强度		等效孔径/mm
			纵向≥	横向≥	
280 g聚丙烯编织布	14 × 15 (根 × inch) <sup>2</sup>	280 g/m <sup>2</sup>	3 200 N/(5 cm)	3000 N/(5 cm)	0.12*
聚丙烯加筋条	7 cm宽	80 g/m	20 000N/根		
长丝条结条	1.2 cm宽	(5.8 ± 0.2)g/m	1 300N/根*		

注：“\*”为控制指标。

(下转第156页)