

ICS 93.160  
CCS P 57



T

团 体 标 准

T/CSPSTC XXX—202X

# 模袋混凝土护岸滑道法施工技术规范

Technical specification for construction of geotextile mattress concrete  
revetment by slipway method

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布  
中国标准出版社 出版



# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 深水护岸摊铺船设计 .....	2
4.1 摊铺船设计方案 .....	2
4.2 摊铺板 .....	3
4.3 船舶平台 .....	3
4.4 船连系统 .....	3
4.5 升降系统 .....	3
4.6 锚泊移位系统 .....	4
4.7 集中控制系统 .....	4
5 摊铺船涉水运输与安装 .....	4
5.1 摊铺板涉水运输 .....	4
5.2 摊铺板吊装 .....	5
6 模袋混凝土充灌与摊铺 .....	5
6.1 模袋混凝土充灌与摊铺流程 .....	6
6.2 摊铺船定位 .....	6
6.3 模袋布缠卷及展铺固定 .....	6
6.4 缝制反滤土工布 .....	6
6.5 混凝土充灌次序 .....	7
6.6 混凝土充灌作业 .....	7
6.7 模袋混凝土沉放摊铺 .....	7
6.8 质量控制 .....	7
7 质量检验 .....	7
7.1 质量检验标准 .....	7
7.2 质量检验要求 .....	8
附录 A (资料性) 混凝土充灌设备选择 .....	9
附录 B (资料性) 摊铺船后退距离及摊铺板沉放角度关系 .....	10
附录 C (资料性) 摊铺船作业时定位控制方法 .....	11
C.1 “四点一线”目视对准装置 .....	11
C.2 双向激光瞄准装置 .....	11
附录 D (资料性) 模袋尾段沉放技术 .....	12
参考文献 .....	14

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省水利水电第三工程局有限公司提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

# 引 言

滑道法作为一种高效的模袋混凝土护岸施工方法，近年来逐步推广至大型护岸工程（如长江、黄河防洪工程），在深水复杂环境条件下的应用尤为广泛。该施工方法通过使用一种新型的深水护岸摊铺船专业化施工设备，应用“先水上浇筑后水下摊铺”的模袋混凝土施工工艺，在保证施工安全和质量的同时，又显著降低了施工成本，提升了施工效率。

模袋混凝土护岸滑道法施工技术日益成熟，形成了较为完备的技术体系和技术流程，但尚未形成相应的模袋混凝土滑道法施工行业标准、地方标准和团体标准。为此急需制定具有跨行业部门特点团体标准《模袋混凝土护岸滑道法施工技术规程》以保证模袋混凝土的施工安全和质量。



# 模袋混凝土护岸滑道法施工技术规程

## 1 范围

本文件规定了模袋混凝土护岸滑道法施工技术的深水护岸摊铺船设备制造与水上安装、模袋混凝土充灌及水下摊铺质量控制。

本文件适用于江河、湖泊、水库及海岸等水深超10 m作业环境下的模袋混凝土护岸滑道法施工，水深在10 m以下的作业环境可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50017 钢结构设计标准

GB/T 50290 土工合成材料应用技术规范

SL 677 水工混凝土施工规范

JTS / T 159 水运工程模袋混凝土应用技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**摊铺板** paving slab

位于两艘工作船之间船仓处，使用钢板及型钢焊接拼装而成的平台，通过船连系统与工作船连接起来，用于模袋混凝土充灌及摊铺作业。

### 3.2

**卷轴平台** vessel platform

位于两艘工作船之间控制室处，使用钢板及型钢焊接拼装而成的平台，用于模袋布缠卷及展铺。

### 3.3

**船连装置** ship-to-ship system

为抵抗水流及风浪对船舶造成的不利影响，提高船舶整体稳定性，采用设置于船艏、船舯和船艉的型钢吊梁及铰座方梁将两艘工作船并联为一体的连接构件。

### 3.4

**升降装置** hoisting system

控制摊铺板升降的吊装装置，由卷扬机、滑轮组及钢丝绳等组成。

### 3.5

**锚泊移位系统** anchoring shift system



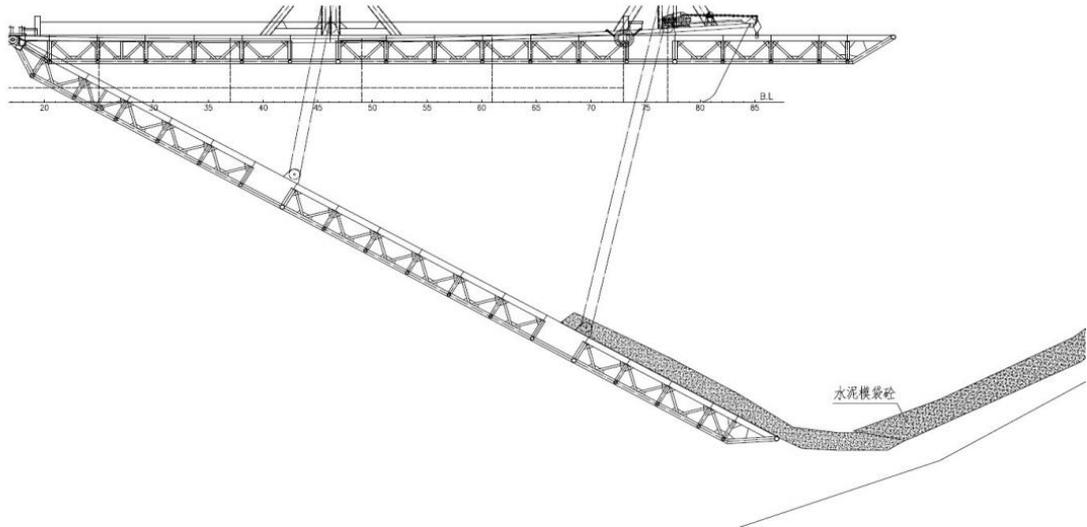


图2 摊铺板摊铺模袋侧视示意图

## 4.2 摊铺板

摊铺板采用主梁和次梁焊接而成，再在其上铺设面板（钢板）作为浇筑砼平台。摊铺板设计应满足模袋砼施工的最大荷载，对摊铺板甲板局部强度分析、摊铺板甲板纵向总体强度及刚度分析、摊铺板甲板横向总体强度及刚度分析及钢索强度分析，还应包含对卷扬机选择及滑轮规格确定。

为确保在作业时能水下平衡板体自身重量，在升降装置-滑轮组临近位置设置浮箱。

## 4.3 船舶平台

4.3.1 船舶平台由两艘散货船和连接两船尾部的卷轴平台组成。

4.3.2 固定平台在两船尾部之间为模袋混凝土作业提供一个工作平台，采用主梁和次梁焊接而成。

## 4.4 船连系统

4.4.1 双体船由两个平行的船体通过船连系统连接而成，其稳定性、甲板面积和航行效率优于单体船。船连系统的设计直接影响双体船的结构强度、耐波性和总体性能。

4.4.2 船连系统的主要功能要求应符合下列规定：

- a) 结构连接：刚性连接两个片体，确保整体稳定性；
- b) 载荷分布：承受甲板载荷并传递至双船体；
- c) 抗弯抗扭：抵抗波浪引起的纵向弯曲和横向扭转；
- d) 提供甲板空间：形成宽阔的甲板，用于载货或设备安装。

4.4.3 船连系统设计应从材料选择、结构强度计算、水动力学优化等方面综合考虑。

## 4.5 升降系统

4.5.1 控制摊铺板升降起重系统由卷扬机、滑轮组及钢丝绳组成。

4.5.2 固定于船舶及船舫型钢吊梁位置的定滑轮组，在其正下方摊铺板相应位置处按相同布置方式设置为动滑轮组。

4.5.3 摊铺板上的滑轮组与摊铺板铰接，滑轮组有一定的变位调节能力，遇到例如卡绳等情况，可通过转动滑轮组来解决此类问题。

#### 4.6 锚泊移位系统

为控制摊铺船在水中前进与后退，通过张紧与松弛锚泊系统，来实现摊铺船位移。锚泊系统由锚机、锚索及铁锚组成，按照前 2 后 3 的布置型式分别在船艏设置 2 只岸锚以及在船艉设置 3 只尾锚。岸锚锚索与岸坡上锚桩连接，呈交叉型布置；船艉铁锚抛入河床底部，锚爪抓紧河床底部泥土，呈“川”字型布置。

#### 4.7 集中控制系统

摊铺船移位、纠偏及摊铺板升降均通过操控集中控制系统来实现。集中控制系统由固定控制面板、电路及手持式遥控器组成。固定控制面板宜设置船体视野开阔位置，便于操控人员随时、及时与准时地操控摊铺船进行施工作业；手持式遥控器机动灵活，操控人员可根据作业需要自由选择站位。

### 5 摊铺船涉水运输与安装

#### 5.1 摊铺板涉水运输

##### 5.1.1 摊铺板浮运法简述

浮运法是一种用于运输和安装摊铺板的施工方法，其主要原理是：在摊铺板底部安装浮桶，利用浮桶产生的浮力使摊铺板漂浮在水面上，通过牵引船的推拉力将摊铺板推拉至指定位置。

##### 5.1.2 浮桶安装

摊铺船应顺水流方向停靠在摊铺板入水位置范围之外，船头朝向下流，将符合密封性要求的浮桶均匀对称的安装在摊铺板下部桁架间，宜使用扎丝对浮桶进行绑扎固定，防止浮桶脱落。

##### 5.1.3 浮桶密封性试验

5.1.3.1 在浮桶表面均匀涂刷肥皂液，安装气阀，采用空压机向浮桶中充入压缩空气，停止充气后观察压力表指针是否偏转及各表面是否有连续气泡。

5.1.3.2 若浮桶密封性存在缺陷，则应进行修补并再次试验，直至修补处无气泡。

##### 5.1.4 摊铺板试吊

开始起吊时，应先将摊铺板吊离地面 200 mm~300 mm 后暂停，检查吊机的稳定性、制动装置的可靠性、摊铺板的平衡性和稳定性以及绑扎的牢固性等，确认无异常情况，方可继续起吊。

##### 5.1.5 吊装入水

5.1.5.1 宜采用双机抬吊方式将摊铺板吊至水中。

5.1.5.2 第一步：主吊和副吊同时起吊将半截摊铺板吊运至伸出码头边缘，副吊松钩并移位，主吊继续吊住摊铺板保持其临空平衡状态。

5.1.5.3 第二步：副吊移位就位后再次起吊摊铺板，主吊和副吊应同步起吊将摊铺板缓缓吊运至水中，待确定摊铺板可平稳漂浮于水面上后吊机松钩，从而完成吊装作业。

#### 5.1.6 牵引船推拉就位

5.1.6.1 摊铺板入水后，应在铰座端连接一艘牵引船提供拉力，板前端设置一艘牵引船提供推力，在两艘牵引船的推拉作用力下将摊铺板缓缓送至指定的安装位置。

5.1.6.2 此过程应严格控制牵引船速度（宜控制在2 km/h内），从而控制推拉作用力，使摊铺板在水中缓慢移动，避免因速度过快导致摊铺板在水中难以制动。

### 5.2 摊铺板吊装

#### 5.2.1 准备与定位

5.2.1.1 在摊铺板被牵引船安全牵引至两艘主作业船之间的指定安装区域后，解除牵引船的连接。两艘主作业船应根据预设的安装轴线精确调整自身位置并保持稳定。

5.2.1.2 作业船上的测量人员应使用全站仪、GPS-RTK等设备，实时监测摊铺板的当前位置和姿态（水平度、方位角）；

5.2.1.3 操作人员应检查摊铺船起重系统（滑轮、索具等）状态，确认其处于安全、可操作状态。

#### 5.2.2 摊铺板挂扣与起吊

5.2.2.1 摊铺板上的工作人员应将索具安全、准确地挂扣到摊铺板的吊点上，并确认所有连接锁紧到位。

5.2.2.2 所有吊点确认挂扣无误、受力均匀后，升降装置操作员应以低速、平稳的速度同步收紧、提升各吊点的钢丝绳，使摊铺板整体缓缓脱离水面。

5.2.2.3 在摊铺板完全脱离水面（或达到预定离水高度）后应暂停起吊进行短暂悬停检查：

- a) 检查所有吊点、索具、卸扣的受力情况，确认无异常声响、变形；
- b) 检查摊铺板自身结构有无异常变形。

#### 5.2.3 垂直提升至铰座高程

5.2.3.1 摊铺板平面位置和姿态调整完毕后，升降装置操作员应以极其缓慢、稳定的速度提升摊铺板至铰座高程。

5.2.3.2 测量人员应全程密切监控摊铺板的高程，当摊铺板提升至接近设计铰座高程（20 cm范围内）时，宜使用撬棍、导链、液压顶推装置等辅助工具进行精确移动，使摊铺板上的安装基座与下方结构上的铰座精确对准。

#### 5.2.4 落位与安装连接

5.2.4.1 当摊铺板完全坐落到设计位置的铰座上，应测量复核其三维坐标、标高、水平度是否满足要求。

5.2.4.2 摊铺板准确落位后，吊机操作员应缓慢释放吊钩张力（不完全卸载，保持一定安全余力），安装人员应立即进行铰轴的插入、固定和锁定工作，完成摊铺板的安装。

## 6 模袋混凝土充灌与摊铺

## 6.1 模袋混凝土充灌与摊铺流程

模袋混凝土“先水上浇筑后水下摊铺”施工工艺流程如图3所示。

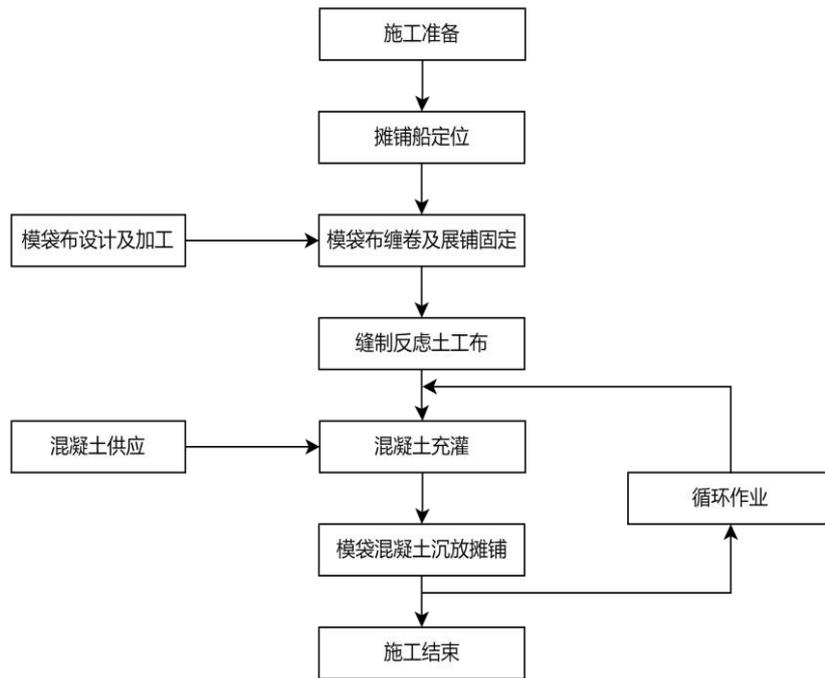


图3 模袋混凝土“先水上浇筑后水下摊铺”施工工艺流程图

## 6.2 摊铺船定位

- 6.2.1 根据模袋设计图纸位置，应在岸坡上设置彩旗，作为瞄准定位的参照物；
- 6.2.2 摊铺船应缓慢移动靠近岸坡，使摊铺板与彩旗大致对齐，完成初步定位。
- 6.2.3 船艏交叉锚应牢固锚定在岸坡上并拉紧；接驳船往江心方向下放船尾八字锚和主锚。
- 6.2.4 测量人员宜在摊铺船上使用 RTK 进行定位，操作人员应缓慢拉紧船艏交叉锚及船尾八字锚+主锚来控制船体位移，使摊铺船准确就位到指定位置。

## 6.3 模袋布缠卷及展铺固定

- 6.3.1 模袋布宜在岸坡及摊铺板上展开，找出首尾两端的穿管布，在首尾端穿管布分别穿入一根钢管，使模袋布缠卷时均匀平整。
- 6.3.2 模袋布首端穿入的钢管应与预先埋在岸坡上钢管通过绳索连接牢固，作为模袋布在岸坡上的排头固定。
- 6.3.3 模袋布尾端穿入的钢管应通过 4 根牵拉绳与船舶平台上的卷轴连接，转动卷轴，依次将牵拉绳及模袋布缠卷到卷轴上，先行充灌的模袋布宜均匀展铺于岸坡及摊铺板上。
- 6.3.4 模袋布及穿管布应符合 GB/T 50290 的规定。

## 6.4 缝制反滤土工布

- 6.4.1 应根据设计尺寸将土工布提前裁剪好，反滤土工布宽度不少于 1m，长度与模袋布一致。
- 6.4.2 模袋布展铺的同时，应使用手持式缝纫机将土工布缝合在模袋布下游侧。

6.4.3 土工布与模袋布搭接不少于 50 cm，二者应紧密贴合；缝合完成后，土工布宜随模袋布一起缠卷在辊轴上。

### 6.5 混凝土充灌次序

6.5.1 单幅模袋应按照从岸端向江心的方向充灌混凝土，即先充灌岸坡段模袋，再充灌摊铺板上模袋，充灌一段，沉放摊铺一段，循环进行。

6.5.2 施工段内护岸模袋应按照先上游后下游的次序进行施工。

### 6.6 混凝土充灌作业

6.6.1 充灌混凝土前宜先泵送砂浆润湿混凝土输送管道，再将输送管道的末节软管插入模袋灌口内并灌口扎牢，开始充灌混凝土。

6.6.2 模袋混凝土应连续充灌，充灌过程中应加强排气，出现局部鼓胀时，采用人工踩踏等疏导、整平措施使混凝土在模袋内流动，保证充灌均匀饱满。

6.6.3 充灌过程中，应随时检查模袋混凝土厚度、平整度和饱满情况。

6.6.4 混凝土充灌速度应控制在  $10 \text{ m}^3/\text{h} \sim 15 \text{ m}^3/\text{h}$  范围内，充灌压力控制在  $0.2 \text{ MPa} \sim 0.3 \text{ MPa}$  范围内，避免因充灌速度和充灌压力过大而导致模袋发生鼓包等现象。

6.6.5 使用的混凝土应符合 SL 677 规定，混凝土充灌应符合 JTST 159 的规定。

6.6.6 模袋混凝土充灌设备选择详见附录 A。

### 6.7 模袋混凝土沉放摊铺

6.7.1 在摊铺板上充灌混凝土，充灌完成后操控锚泊移位系统，使摊铺船向江心方向移动一定距离，应同步操控起重系统沉放摊铺板至相应角度，使模袋混凝土缓缓沉放至坡面上，混凝土充灌与沉放摊铺循环作业，摊铺船后退距离及摊铺板沉放角度关系详见附录 B。

6.7.2 在单幅模袋全部摊铺结束后，应将两幅模袋接缝之间的系带绑扎连接，岸上部分的系带由工人进行绑扎，水下部分的系带由潜水员进行绑扎。

6.7.3 在摊铺船移动和摊铺板沉放过程中，摊铺船定位应精确控制，发现有偏移时，宜采用锚泊移位系统和集中控制系统进行实时纠偏，测量控制方法见附录 C。

6.7.4 模袋尾段沉放控制见附录 D。

### 6.8 质量控制

6.8.1 在模袋混凝土充灌过程中，施工单位和监理单位应分别对模袋充灌厚度进行检查，满足设计要求后方可下沉摊铺。

6.8.2 单幅模袋摊铺结束后，宜进行水下探摸与摄像，检查模袋是否有破损、模袋是否堆叠以及相邻两幅模袋的接缝间距情况等。

## 7 质量检验

### 7.1 质量检验标准

7.1.1 混凝土原材料的性能指标应符合 SL 677 的有关规定。

7.1.2 模袋织物和土工织物滤层的主要技术性能指标应满足设计要求，设计无要求时模袋织物应符合 GB/T 50290 的规定。

7.1.3 模袋混凝土充填质量检验标准应满足表 1 的规定。

表 1 模袋混凝土充填质量检验标准

序号	检验项目	质量要求	检验数量	检验仪器及方法
1	充填混凝土	充填混凝土无不合格料	每单元不少于 1 次 3 处/单元	观察、检查配比单、坍落度检查、试块制作
2	充填次序	符合 6.5 规定		观察
3	充填速度和压力	采用低流量充填、充填速度和压力符合 6.6 规定		观察
4	充填量	实际充填量符合设计要求	全数	检查

7.1.4 模袋混凝土结构质量检验应符合表 2 的规定。

表 2 模袋混凝土质量检验标准

序号	检验项目	质量要求	检验数量	检验仪器及方法
1	坡比	±10%	50 延米测 1 断面	测深仪、;PS、全站仪、坡度尺
2	相邻块缝宽	30 mm	间隔抽查 10%	钢尺
3	模袋混凝土厚度	不超过设计厚度的-5%~ + 8%		混凝土初凝前用探针测量,必要时混凝土硬化后取芯测量
4	混凝土表面平整度	水上 100 mm,水下 150 mm	200 mm “抽测 1 处	2 m 靠尺和钢尺
5	混凝土强度	不小于设计要求	每 100 m <sup>3</sup> /组	留置试块检测
6	混凝土抗渗性	不小于设计要求	每一单位工程不少于 3 组	留置试块检测

## 7.2 质量检验要求

7.2.1 模袋的外观质量、规格尺寸和缝制质量宜在工厂进行检查验收。模袋进场后应逐批检查出厂合格证和试验报告。

7.2.2 模袋混凝土拌合物的坍落度和含气量，应在浇筑地点取样检验：每一工作班对坍落度测试应不少于 2 次，引气混凝土的含气量测试应不少于 1 次。

7.2.3 用于制作强度，耐久性试件的混凝土，在充灌管出口取样后，应先灌入直径为 150 mm 长度为 1200 mm 的与模袋织物材料相同的布袋，吊置(15~20) min 后再取出制作试件。

7.2.4 模袋混凝土强度、抗冻、抗渗等耐相关指标的检验应符合 SL 677 的有关规定。

附录 A  
(资料性)  
混凝土充灌设备选择

滑道法施工作业时，其现场施工条件一般较为恶劣，不同环境条件下可综合考虑经济性和适用性选择不同的充灌设备。通常交通条件好的地区宜选用地泵或天泵，条件恶劣没有施工道路的地区，可采用渡轮+天泵，设备选型可参照下表 A.1。

表 A.1 充灌设备选型参照表

序号	名称	天泵	渡轮+天泵	地泵
1	浇筑范围	在岸坡上支腿，缩小了浇筑半径，不利于远离河岸施工	在渡轮上支腿，渡轮可调节方向，浇筑半径较大	泵管可接长，浇筑范围极大
2	布置要求	需在岸坡上提供一块较大的平台以供支腿	渡轮作为支腿平台，无需提供额外场地	占地面积小，提供一块较小的平台即可；水上接长泵管需搭设简易浮运平台
3	设备移位	随自有车辆移动，较便捷	随渡轮移动，较便捷	需配合起重设备及皮卡车等运输工具移动

附录 B

(资料性)

摊铺船后退距离及摊铺板沉放角度关系

宜使用 RTK 测量摊铺船后退距离，倾角仪测量摊铺板沉放角度，二者协调同步使模袋混凝土准确摊铺至坡面上，摊铺船后退距离与摊铺板沉放角度关系见图 B.1。

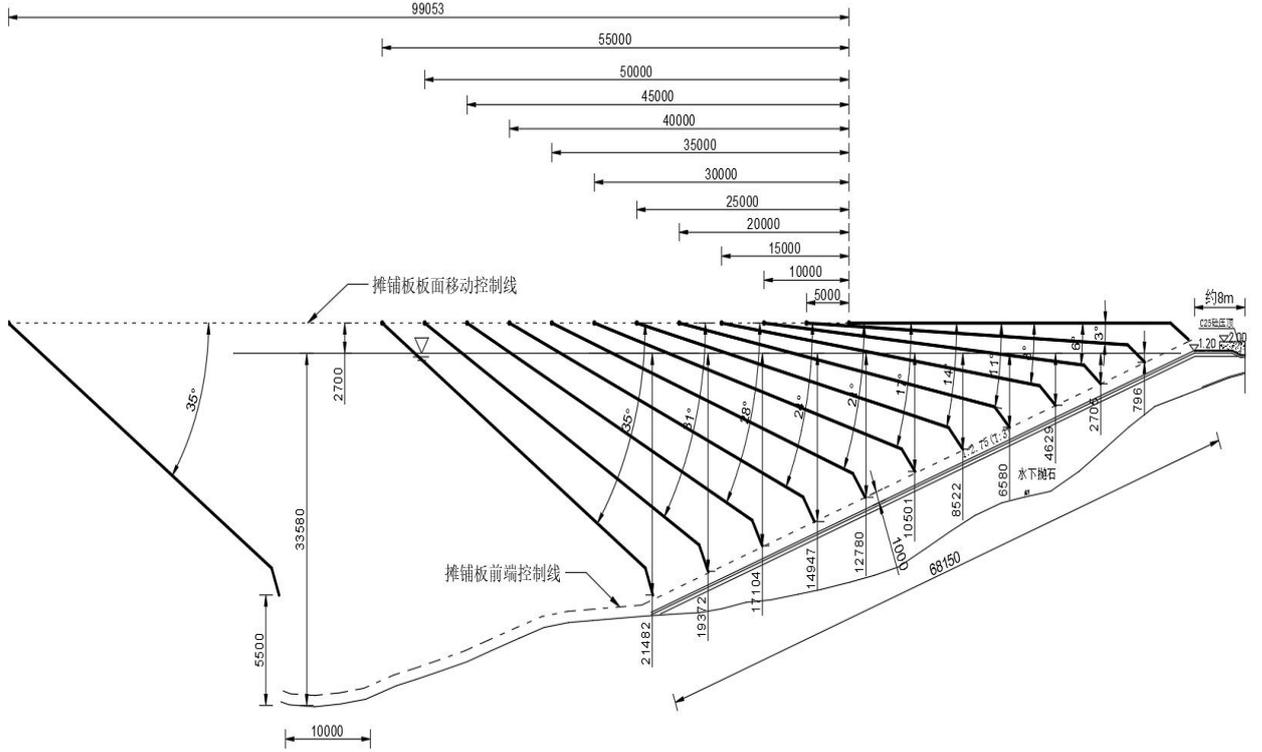


图 B.1 摊铺船后退距离与摊铺板沉放角度关系图 (单位: mm)

## 附录 C

(资料性)

## 摊铺船作业时定位控制方法

## C.1 “四点一线”目视对准装置

在已铺模袋与待铺模袋接缝处间隔适当距离插入两面彩旗，在摊铺船船艏和船艉吊梁上对应摊铺板侧边位置处各焊接一条瞄准杆，通过“四点一线”目视对准装置（见图 C.1），对摊铺船进行准确定位，保证摊铺板的侧边与待铺模袋区域的边线在一条直线上。

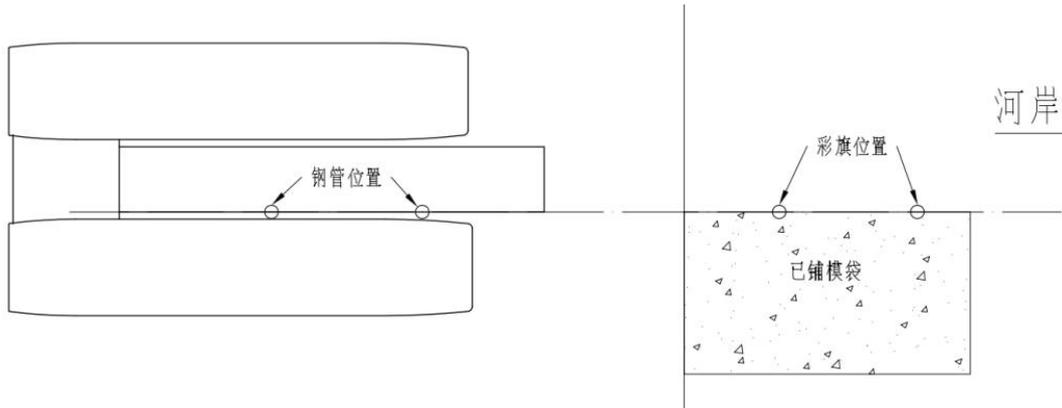


图 C.1 “四点一线”目视对准装置原理示意图

## C.2 双向激光瞄准装置

C.2.1 在船艏固定平台摊铺板侧边选取位置架设 1 号激光笔，在岸坡上架设 1 号激光接收板；在岸坡模袋混凝土边线延长线上选取位置架设 2 号激光笔，在摊铺船固定平台上架设 2 号激光接收板（见图 C.2）。

C.2.2 在摊铺船首次通过全站仪纠正站位后，调整激光笔朝向及位置，使 1 号和 2 号接收板中心点与激光光点分别重合。

C.2.3 摊铺作业时岸锚操控人员应通过观察激光光点在接收板上的位置来调整和纠正摊铺船在后退过程中产生的位置偏差。

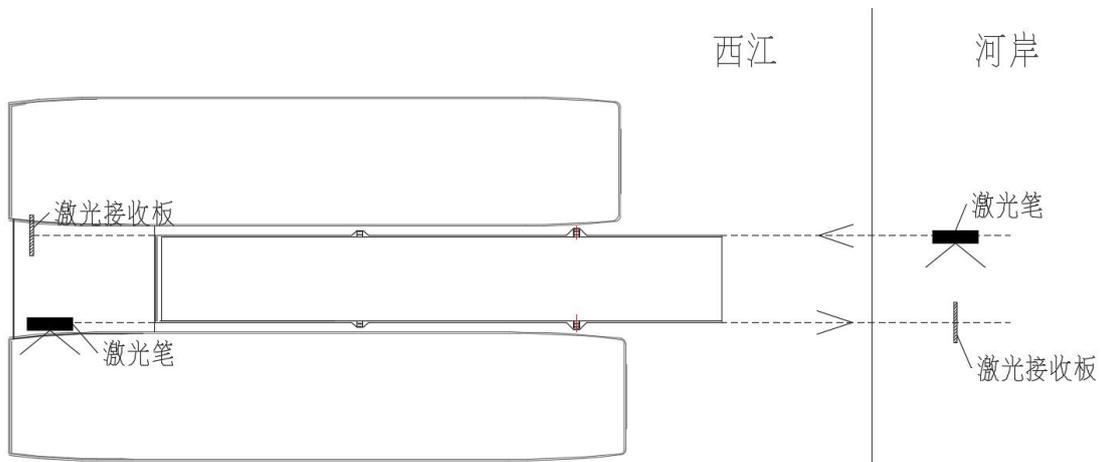


图 C.2 双向激光瞄准装置原理示意图



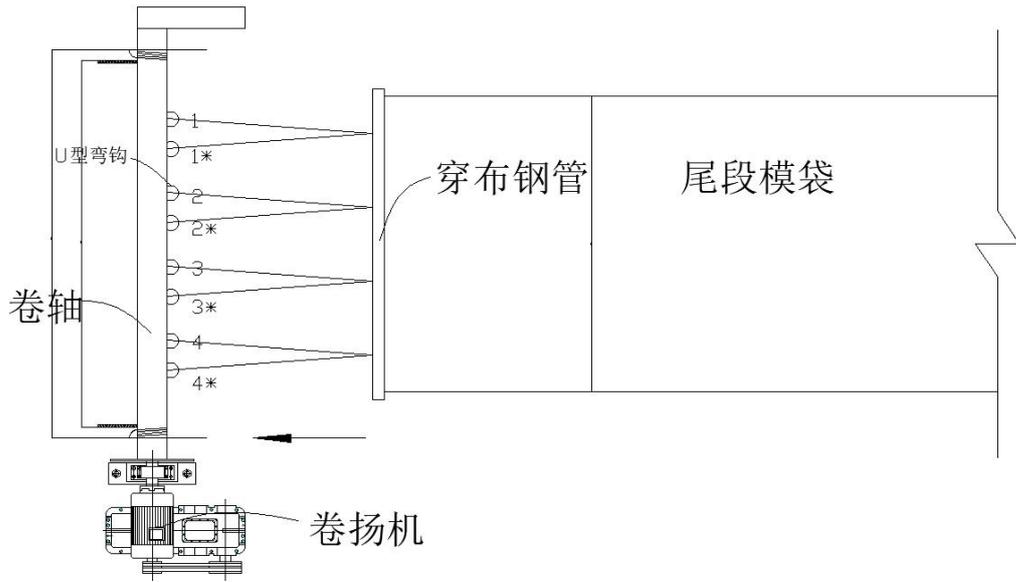


图 D.3 尾段牵拉装置示意图

## 参 考 文 献

- [1]GB 50164 混凝土质量控制标准
  - [2]GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
  - [3]SL 52 水利水电工程施工测量规范
  - [4]SL 260 堤防工程施工规范
-