

ICS XXXXX

P XX

# 团体标准

T/ CWEA XX -202X

## 水利水电工程抛石护岸施工规范

Code for construction of riprap revetment for water and  
hydropower projects

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国水利工程协会 发布

## 前 言

根据中国水利工程协会团体标准制修订计划安排，按照 SL1—2014《水利技术标准编写规定》的要求，编制本标准。

本标准共 7 章和 7 个附录，主要技术内容有：

- 基本规定；
- 施工准备；
- 抛投施工；
- 安全与环保；
- 质量检验与验收。

本标准为首次发布。

本标准批准部门：中国水利工程协会

本标准主编单位：中水淮河规划设计研究有限公司  
上海宏波工程咨询管理有限公司

本标准参编单位：上海市水利工程集团有限公司  
湖北大禹建设股份有限公司  
南通通源建设监理有限公司  
上海汀滢环保科技有限公司  
云南云水工程技术检测有限公司  
安徽省长江河道工程有限责任公司  
江苏中源工程管理股份有限公司  
上海市水务建设工程安全质量监督中心站

本标准主要起草人：伍宛生 史 玮 梁金凯 吴 晶 屈学平 赵敏华  
胡纯忠 周子成 陈晓虎 张玉飞 杨 刚 曹 清  
陈淑烨 李有德 肖 艳 俞传保 张 凤 王云飞

本标准审查会议技术负责人：梅锦煜 张利荣 乔世珊 吴伯健 杨晓东  
徐方才 曹为民

本标准体例格式审查人：郑寓

本标准内部编号：

# 目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	3
4	施工准备.....	4
4.1	测量.....	4
4.2	原材料.....	4
4.3	施工机械.....	4
4.4	抛投试验.....	5
5	抛投施工.....	6
5.1	一般规定.....	6
5.2	运输与计量.....	6
5.3	陆上抛投.....	6
5.4	水上抛投.....	7
5.5	补充抛投.....	8
5.6	信息化管理.....	8
6	安全与环保.....	10
6.1	一般规定.....	10
6.2	施工安全.....	10
6.3	环境保护.....	10
7	质量检验与验收.....	11
7.1	一般规定.....	11
7.2	质量检验.....	11
7.3	验收.....	12
附录 A	原始断面测量记录表.....	13
附录 B	石料量方称重计量表.....	14
附录 C	定位船定位记录表.....	15
附录 D	抛石区格工程量记录表.....	16
附录 E	抛石区格断面测量记录表.....	17
附录 F	水上作业安全检查表.....	18

附录 G 抛石单元工程施工质量验收评定表 .....	19
标准用词说明.....	20
条文说明.....	21

全国团体标准信息平台

# 1 总 则

- 1.0.1 为规范水利水电抛石护岸工程施工，保障施工质量，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于水利水电抛石护岸工程。
- 1.0.3 抛石护岸工程应按设计施工。
- 1.0.4 抛石护岸工程施工应符合安全、质量、水保和环保要求。
- 1.0.5 抛石护岸工程应鼓励采用经过论证或技术鉴定的新技术、新材料、新工艺、新产品和新设备。
- 1.0.6 本标准主要引用下列标准：
  - SL 52 水利水电工程施工测量规范
  - SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
  - SL 223 水利水电建设工程验收规程
  - SL 260 堤防工程施工规范
  - SL 398 水利水电工程施工通用安全技术规程
  - SL 634 水利水电单元工程施工质量验收评定标准—堤防工程
- 1.0.7 水利水电工程抛石护岸工程施工除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 护岸工程 bank protection works

为保障在水流侵袭和冲刷工况下堤岸的运行安全所采取的工程措施。

### 2.0.2 抛石护岸 riprap revetment

为抵抗水流侵袭和冲刷，在堤岸抛投块石形成的保护工程。

### 2.0.3 坡式护岸 slope revetment

为抵抗水流侵袭和冲刷，在岸坡及坡脚一定范围内覆盖抗冲材料，包括护脚、护坡和封顶三部分。

### 2.0.4 坝式护岸 dam type revetment

为抵抗水流侵袭和冲刷，将水流挑离堤岸，依托堤身、滩岸修建的丁坝、顺坝等。

### 2.0.5 区格 grid

为便于现场施工管理和质量验收，根据施工实际划定的抛石区域。

### 2.0.6 漂距 drift distance

石料抛投入水后，在自由下沉至河床过程中受水流作用产生的水平距离。

### 3 基本规定

- 3.0.1 施工前应编制施工组织设计或专项施工方案。
- 3.0.2 施工前应办理工程船舶施工许可手续。
- 3.0.3 施工人员应经过专业培训并具备相应能力方可上岗，船上作业人员还应掌握水上自救基本技能。
- 3.0.4 施工作业安全应符合 SL398 的规定。
- 3.0.5 施工过程中应建立完整的工程档案。
- 3.0.6 施工时应做好临近的堤防、建（构）筑物的沉降、位移等监测工作。
- 3.0.7 抛石护岸宜按照建设单位和设计要求采用信息化、数字化施工。

## 4 施工准备

### 4.1 测量

- 4.1.1 施工前应对测量基准点进行复核，建立测量控制网。
- 4.1.2 施工平面、高程控制系统宜与设计阶段的系统一致，也可根据需要建立与设计阶段有换算关系的控制系统。
- 4.1.3 水下和陆上地形测量的平面和高程系统应保持一致。
- 4.1.4 平面测量、高程测量和水深测量作业要求及精度应符合 SL52 的相关规定。
- 4.1.5 测量仪器设备应经过法定计量单位的检定，并在检定有效期内使用。
- 4.1.6 水下测量宜采用配备了通讯系统、定位系统和测深系统的测量船。
- 4.1.7 水上抛投作业应进行水流流速测量，流速测量可采用流速仪。
- 4.1.8 施工前应对施工区域的原始地形地貌进行复核测量，水下地形、水文情势与设计变化较大的，应在抛石施工前复核确认。原始断面测量记录宜符合附录 A 的规定。
- 4.1.9 施工前应进行测量放样，确定抛投范围边界，布设固定观测断面，沿边界宜设置显著标志。

### 4.2 原材料

- 4.2.1 石料场应满足下列要求：
  - 1 运输方便，经济合理。
  - 2 石料质量符合设计和相关标准要求。
  - 3 日开采量满足施工强度需要。
- 4.2.2 抛投的石料应质地坚硬，遇水不易破碎或水解，不应使用薄片、条状、尖角等形状的块石，不应使用风化石。石料规格、密度和抗压强度等应符合设计要求。

### 4.3 施工机械

- 4.3.1 抛石施工应根据陆上抛石和水上抛石选择适用的施工机械设备。
- 4.3.2 陆上抛投施工机械设备宜采用挖掘机、推土机、装载机和自卸车等。
- 4.3.3 水上抛投施工机械设备宜采用船载挖掘机、船载起重机、开体船、甲板驳船和深舱货船等。
- 4.3.4 施工船舶航行应具备下列条件：
  - 1 持有有效的船舶检验证书和船舶登记证书。
  - 2 持有有效的《船舶最低安全配员证书》并按要求配员。
  - 3 配备船舶总布置图、航标表、船舶救助与搜救手册等必要的航行资料。

4.3.5 施工机械设备应及时检查、保养和维修，记录应准确、完整。

#### 4.4 抛投试验

4.4.1 抛石施工前应进行抛投试验。

4.4.2 抛投试验前应编制抛投试验方案，抛投试验方案应包括试验目的、施工机械设备、测量检测仪器、施工人员、抛投作业方式和测量检测方法等内容。

4.4.3 抛投试验应选择代表性区段开展，确定施工作业控制参数。

4.4.4 应根据抛投试验结果形成试验报告，报告应包括下列内容：

- 1 抛石作业程序和方法。
- 2 施工机械设备和人员配置。
- 3 船舶定位的准确性和机械抛投的可操作性。
- 4 抛投区格和区格内小区格的划分。
- 5 确定漂距系数。
- 6 设计指标验证。

4.4.5 对有潮汐的岸段，应选择涨潮、退潮等不同潮段测量漂距。

4.4.6 抛投试验完成后，应根据试验报告完善施工组织设计或专项施工方案。

## 5 抛投施工

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 抛石护岸施工可根据抛投区域条件，选择陆上抛投或水上抛投方式，也可选择陆上抛投和水上抛投相结合的方式。
- 5.1.2 抛投前抛投区域应按照设计要求进行基面处理。
- 5.1.3 抛石作业应根据抛投试验确定的施工工艺和参数进行施工。
- 5.1.4 陆上抛投施工宜选择在枯水期作业，对有潮汐的岸段，宜选择在退潮时段作业。
- 5.1.5 水上抛投施工前，应根据抛投区域内水深、流速和块石重量计算漂距，确定定位船和抛石船的位置。
- 5.1.6 水上抛投施工宜按设计范围先远岸后近岸，先上游后下游，由深泓向浅滩的顺序。在特殊情况下应根据需要进行调整。
- 5.1.7 水上抛投施工不宜在夜间进行。
- 5.1.8 抛石护岸应进行沉降观测，按设计要求预留沉降值，满足验收断面尺寸要求。

### 5.2 运输与计量

- 5.2.1 石料水路运输应符合下列规定：
  - 1 宜采用甲板驳船或深舱货船等。
  - 2 石料运输船在规定的航区内航行。
  - 3 施工前对石料运输船荷载进行复核，核实吨位及水位线，不应超载运输。
  - 4 采用甲板驳船运输石料的，宜采用棚架遮盖。
  - 5 采用深舱货船运输石料的，宜在船舱内布设多层网兜装载石料，网兜布设应便于石料起吊。
- 5.2.2 石料陆路运输应预先对沿线道路、桥梁等进行勘察，选择满足运输条件的线路。
- 5.2.3 石料计量应满足下列要求：
  - 1 石料计量可采用体积法或重量法，也可两种方法互相验证。石料量方称重计量记录宜符合附录 B 的规定。
  - 2 采用体积法计量时，应丈量块石堆体并根据堆体空隙率计算块石体积。
  - 3 采用重量法计量时，采取地磅称重或通过船舶吃水线获取载货吨位，地磅计量系统应在检定有效期内使用，船舶吃水线应由航政部门核定。

### 5.3 陆上抛投

- 5.3.1 抛投施工前应完成施工区域行车通道修筑。

- 5.3.2 抛投施工宜直接运输石料至抛投区域。
- 5.3.3 边坡整理宜在低水位进行。
- 5.3.4 坡式护岸抛石应厚度均匀、坡面平顺，石料间应衔接紧密、结合平稳。
- 5.3.5 坝式护岸抛石应根据地基承载力、水深、水流和风浪等情况，分单次或多次抛填。
- 5.3.6 抛投施工过程中应采取措施防止护岸的反滤层、防护层等遭到破坏。

## 5.4 水上抛投

5.4.1 抛投施工前应完成抛投区格和区格内小区格的划分，各区格宜为矩形，边缘区格可根据设计边界确定。

5.4.2 抛投施工前应绘制抛石网格图，标注各区格坐标、抛石量。小区格划分应符合下列规定：

1 船载挖掘机抛投时，小区格的长度宜为区格宽度，小区格的宽度宜按照甲板驳船宽度和抛投方式综合确定。

2 船载起重机抛投时，小区格的长度和宽度宜按照起重机吊臂回转半径综合确定。

3 开体船抛投时，小区格的长度、宽度宜按 1 次开舱抛投覆盖的范围确定，可取为开体舱的长度、宽度。

5.4.3 施工船舶定位应符合下列规定：

1 施工船舶根据区格位置、漂距等参数定位。

2 定位船采用顺水流方向定位法和垂直水流方向定位法定位。

3 抛石船采用顺水流方向定位法定位，施工前宜按照抛石覆盖宽度制定抛石船横向移动挡位。

4 根据抛投作业形式，可采用以下形式定位：

1) 单船竖一字形定位形式见图 5.4.3-1。

2) 单船横一字形定位形式见图 5.4.3-2。

3) 双船 L 形定位形式见图 5.4.3-3。

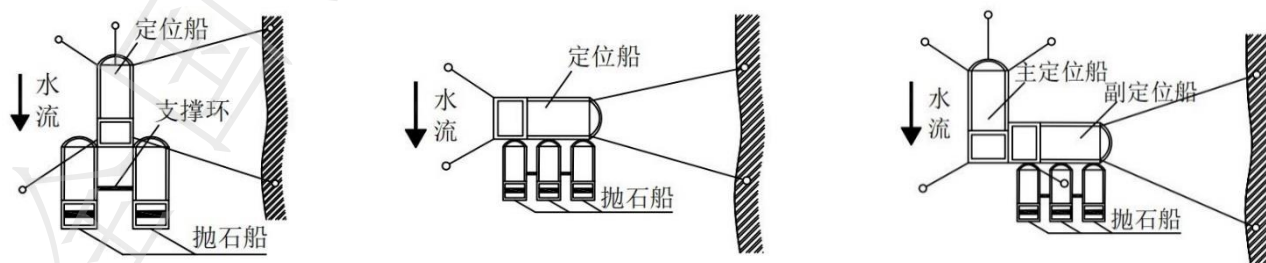


图 5.4.3-1 单船竖一字形定位 图 5.4.3-2 单船横一字形定位 图 5.4.3-3 双船 L 形定位

5.4.4 定位船宜先初步定位再准确定位。定位船定位记录宜符合附录 C 的规定。

#### 5.4.5 船舶定位抛投应符合下列规定：

- 1 船载挖掘机抛投时，定位船采用垂直水流方向定位法，抛石船挂靠在定位船上定位，挖掘机沿抛石船舷两侧对称、均匀地抛投石料入水。
- 2 船载起重机抛投时，起重机船作为定位船，石料运输船平行起重机船顺水流方向并列定位，船上起重机将石料网兜或抓斗吊移至另一侧目标位置后抛投石料入水。
- 3 开体船抛投时，开体船作为定位船，顺水流方向定位后进行抛投。

#### 5.4.6 坡式护岸抛石应符合下列规定：

- 1 抛石施工按照区格划分，逐格抛投。
- 2 抛投施工过程中控制定位船与抛石船的移位。
- 3 抛投施工过程及区格抛投完成后，及时做好记录。抛石区格工程量记录宜符合附录 D 的规定。

#### 5.4.7 坝式护岸抛石应符合下列规定：

- 1 水中坝体放样，在浅水区域沿中轴线、边线插设标杆，在深水区域设定位船定位。
- 2 宜先深后浅，分层均匀上升，分层厚度不宜大于 1.5 m。
- 3 软基地段施工按设计要求铺设护底，护底施工符合 SL260 的规定。
- 4 有挤淤要求的抛石筑坝，宜从中轴线逐渐向两侧抛填。
- 5 宜根据坝体设计中轴线向两侧进行粗抛，当坝体接近或高出水面时，采用施工机械整理坝体，按设计断面成型。
- 6 应观测坝体沉降速率，根据沉降情况调整抛投施工。

#### 5.4.8 抛石施工应根据监测数据随时调整抛投位置及抛投量，抛石应位置准确、覆盖均匀。

### 5.5 补充抛投

5.5.1 区格抛投完成后应及时测量，对欠抛部位应制定补充抛投方案，及时进行补充抛投。抛石区格断面测量记录宜符合附录 E 的规定。

5.5.2 验收前因沉降或垮塌等因素导致抛投断面不满足要求的，应根据设计要求及时处理。

### 5.6 信息化管理

5.6.1 抛石护岸施工宜全方位、全过程监测抛投石料的运输、计量和抛投等工作，石料计量、抛投等工序宜进行全过程录像保存。

5.6.2 施工现场宜建立船岸一体化管理平台。

5.6.3 信息化系统应用终端，应能全面反映抛石的范围、数量、抛投量偏差和水下地形变化等内容。

5.6.4 水上抛投施工宜采用仪器设备对过程进行实时监测。

全国团体标准信息平台

## 6 安全与环保

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 抛石施工前应在作业区设置安全警示标志，配备安全设施、警戒船，现场应配备相应的应急物资。
- 6.1.2 施工作业人员应接受安全生产教育和培训，并应配备劳动防护用品和用具，水上作业人员应配备救生设施。
- 6.1.3 施工现场的机械设备应配备安全防护装置。
- 6.1.4 抛石施工作业应指定专人进行安全巡视。
- 6.1.5 施工前应对作业区内水上、水下地形及障碍物进行全面调查，查明障碍物情况。
- 6.1.6 汛期施工时，应制定汛期施工和安全度汛方案。

### 6.2 施工安全

- 6.2.1 石料运输设备不应超载或偏载。
- 6.2.2 水上抛投作业遇到超过船舶作业性能的工况条件时，应立即停止作业，采取避险措施。
- 6.2.3 抛石护岸施工时，施工船舶的纵轴线宜与水流方向基本一致，不宜垂直水流驻位。
- 6.2.4 在狭窄水道或来往船舶较多的水域施工时，通信频道应有专人值守，并及时沟通避让方式。
- 6.2.5 抛投作业完成后，应及时清除水上水下施工产生的碍航物，消除有碍航行安全的隐患。水上作业安全检查宜符合附录 F 的规定。

### 6.3 环境保护

- 6.3.1 施工前应制定施工污水、废气、粉尘、噪声、振动等控制措施。
- 6.3.2 施工船舶产生的水污染物应达标排放。
- 6.3.3 施工中应对水土流失的原地貌扰动、植被破坏和损毁等因素进行控制，并采取预防和治理措施。
- 6.3.4 开挖区、弃渣区等施工场所应制定植被恢复或其他生态修复措施。

## 7 质量检验与验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 项目划分宜按下列原则进行：

- 1 坡式抛石护岸工程按平顺段护岸施工段长 60 m~100 m 为一个单元工程。
- 2 坝式抛石护岸工程按每个丁坝、顺坝为一个单元工程。
- 3 分部工程、单位工程划分应符合 SL176 和 SL634 的相关规定。

7.1.2 进场石料的规格、密度、抗压强度等指标应符合设计要求。宜按 10000 m<sup>3</sup>~30000 m<sup>3</sup> 取样 1 组进行检测，检测合格后方可使用。不足 10000 m<sup>3</sup> 的按 1 组取样。

7.1.3 抛投断面测量宜按 20 m~50 m 布设一个断面，每个横断面宜按 5 m~10 m 布设一个测点，在冲淤急剧变化区应增加检测断面和测点数量。

### 7.2 质量检验

7.2.1 抛石护岸工程质量检验应按 SL260 和 SL634 执行。

7.2.2 坡式抛石护岸单元工程质量检验与标准应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 坡式抛石护岸单元工程质量检验与标准

项次	检验项目		质量要求		检验方法	检验数量
			水上	水下		
1	主控项目	石料质量	石料的规格和质量应满足设计及相关规范要求		抽验	10000 m <sup>3</sup> ~30000 m <sup>3</sup> 取样 1 组
2		抛石数量	不小于设计抛石量		计量	全数
1	一般项目	施工定位	抛投定位准确，施工资料齐全		检查	全数
2		抛投顺序	符合规范或抛投试验要求		检查	全数
3		抛投断面	符合设计要求		量测	每 20 m~50 m 测 1 个断面，每横断面 5 m~10 m 测 1 个点
4		护坡厚度	+0.2 D -0.1 D	—	量测	每 10 m~20 m 测 1 个断面
5		坡面平整度	坡度平顺，允许偏差值为±100 mm	—	量测	每 20 m <sup>2</sup> 检测 1 点

注：D 为护坡设计厚度，单位为 mm。

7.2.3 坝式抛石护岸单元工程质量检验与标准应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 坝式抛石护岸单元工程质量检验与标准

项次	检验项目		质量要求	检验方法	检验数量
1	主控项目	石料质量	石料的规格和质量应满足设计及相关规范要求	抽验	10000 m <sup>3</sup> ~30000 m <sup>3</sup> 取样 1 组
2		抛石数量	不小于设计抛石量	计量	全数
1	一般项目	施工定位	抛投定位准确, 施工资料齐全	检查	全数
2		抛投顺序	符合规范或抛投试验要求	检查	全数
3		坝顶高程	±100 mm	量测	每 20 m 测 1 个断面
4		坝顶宽度	+0.1 B 且不大于+300 mm -0.05 B 且不小于-150 mm	量测	每 20 m 测 1 个断面
5		坡度	±15%	量测	每 2 m 测 1 个点

注: B 为坝面设计宽度, 单位为 mm。

### 7.3 验收

7.3.1 工程验收应符合 SL223 和 SL634 的相关规定。抛石单元工程施工质量验收评定可按附录 G 填报。

7.3.2 未经验收的工程不应交付使用或进行后续工程施工。

7.3.3 抛石护岸工程竣工验收宜在经过一个汛期后或设计规定的时间进行。

## 附录 A 原始断面测量记录表

工程名称：

合同编号：

测量区域						天气						
施测日期				开始时间			结束时间					
测站编号				测站坐标	X=	Y=	Z=					
控制点编号				控制点坐标	X=	Y=	Z=					
施测示意图：												
施测结果												
点号	设计坐标			实测坐标					偏差			备注
	X	Y	Z	X	Y	Z	Z <sub>水面</sub>	H <sub>水深</sub>	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	
1												
2												
3												
...												
<p>测量人：_____ 记录人：_____ 日期：_____</p>												

## 附录 B 石料量方称重计量表

工程名称：

合同编号：

船（车）号						石料产地	
体积法 量方记录	测量次数	1	2	3	…	平均值	计算方量 (m <sup>3</sup> )
	长 (m)						
	宽 (m)						
	高 (m)						
称重记录	块石重量 (t)					计算方量 (m <sup>3</sup> ) (块石重量 ÷ 容重)	
扣方量 (m <sup>3</sup> )		体积法：（应扣除堆码的空隙率 and 不合格料占据的体积，扣除量=计算方量 × (抽查空隙率+不合格料比率)）  重量法：（应扣除不合格料的重量，扣除量=（称重量 × 抽查不合格料比率 ÷ 容重））					
实收方量 (m <sup>3</sup> ) (计算方量—扣方量)							
测量人：_____ 记录人：_____ 日期：_____							

## 附录 C 定位船定位记录表

工程名称：

合同编号：

单元工程名称及编码				定位船编号				
定位区格号				断面编号				
定位船控制点					岸上控制点			
编号	水深 (m)	流速 (m/s)	漂距 (m)	控制点坐标		编号	控制点坐标	
				x	y		x	y
A						C		
B						D		
...						...		
定位示意图								
测量人：			记录人：			日期：		

## 附录 D 抛石区格工程量记录表

工程名称：

合同编号：

单元工程名称及编码		起止桩号	
区格编号		区格抛投时间	
区格抛石设计工程量 (m <sup>3</sup> )			
船(车)号		抛投时间	抛投量 (t)
1			
2			
3			
...			
区格实际抛石量____ (m <sup>3</sup> )		区格抛石量偏差____ (m <sup>3</sup> )	
测量人：_____ 记录人：_____ 日期：_____			

## 附录 E 抛石区格断面测量记录表

工程名称：

合同编号：

单元工程名称及编码				检测断面				
抛投前测量时间				抛投后测量时间				
测点	抛投前测量			抛投后测量			抛投前后 测点高差 (m)	备注
	水位 (m)	水深 (m)	高程 (m)	水位 (m)	水深 (m)	高程 (m)		
1								
2								
3								
...								
抛投后断面 增加高度 (测点高差 平均值 m)								
测量断面位 置图								
测量人： _____ 记录人： _____ 日期： _____								

## 附录 F 水上作业安全检查表

工程名称：

合同编号：

检查内容	检查要求	检查结果
船舶作业安全	按批准的施工组织设计或专项施工方案配备足够的性能规格符合要求的施工船、救生船等各类船舶。	
	所有船舶按规定配备足够的救生圈、救生衣等救生设备，并配有足够的消防器材和油污水分离器等设施。	
	水上作业时人员必须穿好救生衣，人员上下通道应挂设安全网，跳板要固定，水上工作平台四周要安装符合标准的栏杆和安全网。	
	船舶上应设有安全通道，船舱两侧通道畅通，严禁堆放任何物品，同时应做好冬季防冻、防滑工作。	
	严格执行船机设备安全操作规程，及时维修保养设备，确保安全运行。	
	施工船舶严格按核准吨位转运货物。严禁超载、偏载，载货不得超高、超载。	
	配备拖轮在现场值守，保证对可能发生的水上紧急事件及时处理、救援。	
	施工船舶应加强值班制度，保持 24 小时船用甚高频无线电话设备收听和对周围情况的观察了解。	
	根据现场实际情况和相关法律法规文件制定施工船舶航行路线，施工船、救生船等各类船舶应严格按照设计路线航行，严禁随意穿档等行为。	
.....		
作业水域安全警示	施工作业区内的施工平台设施、桥桩等水上障碍物、水底管线等水下障碍物按有关文件采取安全保护措施，并设置警戒标识、标志。	
	落实作业区安全施工管理制度，确保与施工作业无关的船舶、排筏、设施等不进入施工水域内。	
	施工船舶在航行、锚泊或作业时，除应按规定的信号外，根据不同的施工状况，显示不同的信号。施工船舶应按船舶信号要求，正确使用信号灯、信号旗等。	
	夜间应按规定显示警戒灯标或采用灯光照明，还应妥善遮蔽有碍航行的照明灯光。	
.....		
上述整改措施应于_____年_____月_____日前整改完成并回复。		
检查单位： 检查人：_____年_____月_____日		
受检单位： 负责人：_____年_____月_____日		

附录 G 抛石单元工程施工质量验收评定表

单位工程名称		单元工程量	
分部工程名称		施工单位	
单元工程名称、部位		施工日期	年 月 日~年 月 日
项次	工序编号	工序质量验收评定等级	
1	△石料质量		
2	△抛石数量		
3	施工定位		
4	抛投顺序		
5	抛投断面		
施工单位 自评意见	<p>各工序施工质量全部合格，其中优良工序占____%，且主要工序达到____等级。 单元工程质量等级评定为：</p> <p style="text-align: right;">（签字，加盖公章） 年 月 日</p>		
监理单位 复核意见	<p>经抽查并查验相关检验报告和检验资料，各工序施工质量全部合格，其中优良工序占____%，且主要工序达到____等级。 单元工程质量等级评定为：</p> <p style="text-align: right;">（签字，加盖公章） 年 月 日</p>		
<p>注 1：对重要隐蔽单元工程和关键部位单元工程的施工质量验收评定应有设计、建设等单位的代表签字，具体要求应满足 SL176 的规定；</p> <p>注 2：本表所填“单元工程量”不作为施工单位工程量结算计量的依据。</p>			

## 标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

# 团体标准

## 水利水电工程抛石护岸施工规范

T/ CWEA XX -202X

### 条文说明

## 目 次

1	总则 .....	23
3	基本规定 .....	24
4	施工准备 .....	25
4.1	测量 .....	25
4.2	原材料 .....	25
4.3	施工机械 .....	26
4.4	抛投试验 .....	26
5	抛投施工 .....	28
5.1	一般规定 .....	28
5.2	运输与计量 .....	28
5.4	水上抛投 .....	29
5.5	补充抛投 .....	30
5.6	信息化管理 .....	30
6	安全与环保 .....	31
6.1	一般规定 .....	31
6.3	环境保护 .....	31
7	质量检验与验收 .....	32
7.1	一般规定 .....	32
7.3	验收 .....	32

# 1 总 则

1.0.1 我国的堤防绝大多数为土堤，并且多为历史形成时未进行地基处理、堤身结构也缺乏系统的设计计算。当水流较强而河床抗冲稳定性较弱时，可能会产生较大规模的崩岸。崩岸的产生不仅会造成水土流失，还会对河道两侧的居民、耕地等造成不可估量的损失。为了防止河道的大量冲刷和崩岸，人们采取措施将河势稳定下来，并提高河岸的稳定性，其中最重要的就是护岸工程。抛石防护是一种常用的防护型式，由于其材料来源丰富，施工技术简单，施工进度快，便于维修养护，抗冲性较强，而且能较好地适应河床变形等诸多良好特点，因此被广泛采用。但其施工管理、质量控制、检验与评定的难度均较大，存在诸多模糊点，难以直观、全面做出判断。为指导抛石护岸工程施工，部分地区、行业在不断总结施工经验的基础上，制定了一些针对具体工程施工、验收的标准。

为更好地规范水利水电工程抛石护岸工程施工行为，保证工程施工质量与安全，在广泛收集资料、深入细致调研的基础上，编制此规范。

1.0.3 抛石护岸工程应按照签发的设计文件施工，由于施工条件、材料规格及质量不符合设计文件要求或原设计不合理，需要变更设计时，要按合同约定的程序提请相关单位研究解决，并由设计单位作出修改补充图纸和设计变更通知书，变更后的设计文件应按合同约定的程序签发后执行。

1.0.5 抛石护岸工程提倡和鼓励施工技术创新，对实现水利水电工程抛石护岸工程施工的现代化、推动技术进步不仅是必要的，同时也是水利水电工程施工单位自身发展的一种客观要求。

### 3 基本规定

3.0.1 抛石护岸工程水上抛投施工属于隐蔽工程，由于工程实体的形成过程不直观，而且一般不具有可逆性，所以确保施工过程的质量，主要依赖于施工前正确制定的施工组织设计或专项施工方案，以及在施工过程中对方案的严格执行。施工方案应根据批准的设计文件、结合材料来源、运输方式、工程现场地形、地质、水文气象、航行条件等情况，认真、合理的制定。

## 4 施工准备

### 4.1 测量

4.1.4 平面测量作业一般采用全球导航卫星系统、全站仪或经纬仪；高程测量作业一般采用全球导航卫星系统、全站仪或水准仪；水深测量作业一般采用测深杆、测深锤或回声测深仪。

4.1.6 水下测量作业一般根据施工区域内的环境情况、安全措施、水流及季节的不同而采用相应的作业手段和方式，作业人员需要了解各种探测工具的适应范围和所能达到的精度，便于正确选择。

一般情况下测深范围：测深杆 0 m~5 m，测深锤 0 m~10 m，测深仪 1 m 以上。水下地形复杂或流速较快的水域不推荐选用测深杆、测深锤等传统探测设备。较大面积水域测量推荐使用自动化模式。

水深测量精度要求：测深杆 $\pm 0.10$  m；测深锤 $\pm 0.15$  m，测深仪 $\pm 0.15$  m（1 m-10 m 水深）/ $\pm 0.20$  m（10 m -20 m 水深）/ $\pm 0.015 H$ （大于 20 m 水深，H 为水深）。

目前，陆上地形测量主要利用 GNSS 设备、全站仪等，自动化水下地形测量主要利用船只搭载测深仪及 GPS 或使用无人测量船。无人测量船一般需要具备浅滩自动倒车、超声波避障和视频观察安全等性能，具备在低电量、失联时自动返航的能力；基站通讯有电台、网络等方式，数据存储为本地存储和远程存储，所配备的软件一般有任务规划、数据采集和数据后处理等功能；定位系统包括 BDS/GPS 等全球导航卫星系统，所配置的 RTK（实时动态测量）（定位：平面 $\pm 10$  mm+2 ppm 与垂直 $\pm 20$  mm+2 ppm；优先使用 CORS 网络，使用固定基站时，基站作用距离一般应为 6 Km-10 Km）精度需要满足规范要求。

### 4.2 原材料

4.2.2 石料检验项目一般包括密度、抗压强度和软化系数等，密度一般不小于 2.65 t/m<sup>3</sup>，抗压强度一般不小于 50 MPa，软化系数一般不小于 0.7。每个石料场的石料一般至少取样一组且具有代表性。

石料入水后，因长期受水流的冲刷和侵蚀，抛石护岸工程通常要求石料材质新鲜、完整，具有较强的硬度和强度，设计单位一般会对石料的抗压强度、软化系数、比重、块石粒径或单块质量提出要求。对少量（小于 10%）的超径、逊径或薄片、条状、尖角等形状的石料一般在计量或抛投后予以扣除。

## 4.3 施工机械

4.3.3 船载起重机是船舶自备的用于装卸货物的装置和机械，主要有吊杆装置、甲板起重机及其他装卸机械。

开体船是指装货舱体底部由对称的二半箱体组成，箱体装有绞轴，通过铰链或钢丝绳等上下打开或关闭箱体，将块石脱离箱体和将箱体复合。目前有二种开体船，一种是在水面上开合箱体进行抛石，一种是将箱体沉放到水下接近水底打开箱体进行抛石，抛石后提升到水面再闭合箱体，也叫沉箱式抛投船。

4.3.4 各类船舶航行均应执行《中华人民共和国内河交通安全管理条例》和《中华人民共和国内河避碰规则》。

施工船舶需要具备检验合格的船舶检验证书、船舶登记证书、船舶适航证、船员适任证书等；船用起重机等设备需要定期检查保养。

4.3.5 抛石施工机械设备的检查、保养、维修、故障记录等，是施工机械设备管理的重要环节资料，通过检查可督促相关单位在日常管理过程中落实相应责任。

## 4.4 抛投试验

4.4.3 抛石定位船定位时，需要根据块石入水后的漂距来确定定位偏移量。漂距在施工过程中随时通过抛石实测方法确定。施工过程中，如果要求定位船每次定位都要通过抛石实测来确定漂距，定位过程会过于繁琐，也会影响施工效率。因此，施工中通常的做法是在正式抛石施工前先进行抛投试验。采用沉箱式抛投船施工的可不进行抛投试验。石料漂距测定见图 1。

水上抛投试验宜按下列步骤进行：

- 1 测量试验区域内的水流流速、水深。
- 2 对每个典型石料进行称重，将不同重量的石料放入网笼。
- 3 将网笼吊入水中，自由下落漂移。
- 4 网笼沉底稳定后测量水平漂移距离。
- 5 重复上述试验，测出多组数据。
- 6 整理试验成果，通过试验成果分析，选择适合于该水域的漂距系数，计算石料漂

距。

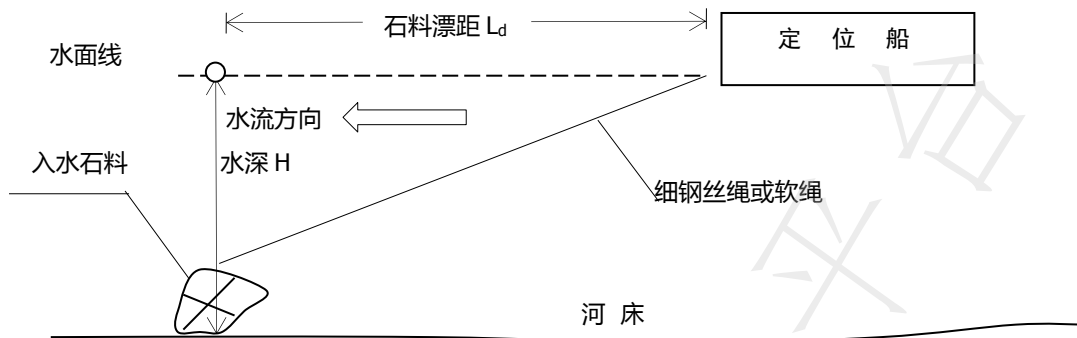


图1 石料漂距测定图

4.4.4 石料漂距计算经验公式是目前得到广泛认可和应用的，公式能够反映漂距与块石重量、水深、流速间的关系，但公式中系数K值会随具体环境的不同而有所变化，一般可以按0.8~0.9选取，但是当施工河段河势和水流情况较复杂时，需要通过现场试验的方法来确定K值，以便更符合工程实际，石料漂距计算可参见经验公式  $L_d = kV_f H / G^{1/6}$ 。

式中： $L_d$ —石料漂距，m

$k$ —漂距系数，一般取0.8~0.9

$V_f$ —流速，m/s

$H$ —水深，m

$G$ —石料重量，kg

结合近些年我国长江流域安徽段的一些抛石护岸工程施工，漂距系数 $k$ 值一般选取为0.85。同时，根据国内部分文献所列举的荆江堤防加固工程实测资料，总结出了一些典型块石在不同流速及水深下的漂距，见表1。

表1 抛石位移查对表

单位：m

块石重量 (kg)	水深 10 m				水深 15 m				水深 20 m			
	流速 (m/s)											
	0.5	0.8	1.1	1.4	0.5	0.8	1.1	1.4	0.5	0.8	1.1	1.4
30	3.6	5.7	7.9	10.0	5.4	8.6	11.8	15.1	7.2	11.4	15.7	20.1
50	3.2	5.2	7.2	9.2	4.9	8.0	10.8	13.8	6.6	10.5	14.4	18.5
90	3.0	4.8	6.6	8.4	4.5	7.2	9.9	12.5	6.0	9.6	13.1	16.7
130	2.8	4.5	6.2	7.9	4.2	6.8	9.3	11.8	5.6	9.0	12.4	15.8
150	2.7	4.4	6.0	7.7	4.1	6.6	9.0	11.5	5.5	8.8	12.1	15.4

## 5 抛投施工

### 5.1 一般规定

5.1.6 先远岸后近岸的次序，是指在同一施工断面内，抛石施工的顺序为从远岸抛至近岸。远岸河床坡度一般较近岸平缓，有利于块石的稳定，而近岸处坡度则相对于较陡，如先抛近岸，则块石可能会发生滚落，而不能按要求形成防护层，采用先远岸后近岸的抛投顺序，则在远岸河床部位会首先形成一道石坎，再依次向近岸抛投时，石料会在外侧石坎的阻拦下稳定地落在预定位置，最终形成符合设计要求的完整防护层。

先上游后下游的次序，是指在作业断面先后次序的安排上，一般先从上游部位的断面开始抛石施工，然后依次向下游部位位移。不同粒径的石料在水流作用下产生的漂距不同，粒径较小的石料漂距较大，粒径较大的石料漂距则较小。在抛投过程中粒径较小的石料会向下游方向漂移得更远，因此采用先上游后下游的抛投次序，粒径较大的石料因漂距较小会覆盖于上游断面漂移过来的小粒径石料上，如此循环进行，最后抛护层将会形成下部石料粒径小，上部石料粒径大的合理分层结构，下部小粒径层能起到反滤作用，防止泥沙流失，上部大粒径层则起到抗冲作用，确保防护效果。

在特殊情况下，如出现崩岸等险情，则应先在近岸抛石除险，然后再按正常顺序施工。

5.1.7 水上抛石作业一般在白天进行施工。夜间施工时，作业现场需要设置照明设备，照度满足施工要求，施工船舶需要按规定在上下游设置警戒船以及显示航行、作业和停泊的号灯。

5.1.8 抛石施工过程中，需要对抛投区域的均匀度和抛石面高程做到随抛随测，不符合要求部位，需要及时补抛。

### 5.2 运输与计量

5.2.3 抛石收方量直接关系到工程施工质量，也关系到施工单位的结算工程量、石料供应商的售货量以及运石船主的运载量（费），牵涉到国家和各相关方的利益，是抛石施工的控制重点，也是各方面矛盾的焦点，因此，现场计量应严格按程序操作，互相监督、透明公开，才能保证工程质量和维护各方面的利益，保证施工的顺利进行。

体积法计量是直接量出石料的体积，再按石料堆放的空隙率，折算出最后的验收方量，扣方量=计算方量×空隙率。其主要优点是验收方法简单、速度快，缺点是空隙率难以确定、矛盾多。测量方法是用卷尺直接丈量石料堆码体的长、宽、高等外形尺寸，据此得出计算方量。丈量过程中，对堆码较平整的石料，长、宽、高方向测量次数应分别不少于1、3、4次，求出平均值后算出计算方量。对不规则的堆码形状应分断面测量，断面数不

宜少于 5 个，先测量各堆石断面面积，再根据断面间的长度，分段计算各段方量后合计出总的计算量。

陆路运输石料称重后，需要剔除不符合要求石料及其他杂质，最终石方量一般按总称重量 $\times$ （1—平均剔除比率）计量。

吃水线是由航政部门将运输船只的装载吨位和装载吃水线核定，验收时按划定的吃水线计算验收方量，主要优点是验收方法简单方便，缺点是复核吨位的划线工作量大，划定的吃水线在一段时间过后容易被改动，船舱空载复核困难等。

重量法计量的扣除量一般通过抽查方式测定，可以以每万方石料随机抽取一船，根据核定的水位线，获取每船载重量，称量每船合格的石料重量；两组数据之差为扣除量，并计算扣除比率。最终扣除比率可取多组抽查扣除比率的平均值。

## 5.4 水上抛投

5.4.1 水上抛石施工通常采用网格抛石法，即施工前将抛石水域划分为矩形网格，将设计抛石工程量计入到相应网格中去，施工过程中再按照预先划分的网格及其工程量进行抛投作业，从抛投量和抛投均匀性两方面有效地控制施工质量。抛投区格划分一般采用以下方法：

1 依垂直水流方向长度与沿水流方向长度进行抛投区域划分，按照人工、机械抛幅进行档宽设计，人工抛幅、机械抛幅一般分别为 1.5 m 和 3 m。

2 采用抛石网格设计方法，由上游至下游完成抛石范围的规划，利用 CAD 软件绘制施工区域图像，对每个网格抛投工程量进行计算，选取全球导航卫星系统技术实现网格定位，为定位船划出移动空间，依次完成各网格内的抛投作业。

5.4.3 单船竖一字形定位主要适合水流较急的情况，船只顺流定位较为稳定、安全。单船横一字形定位主要适合水流较缓的情况。双船 L 形定位综合了前两种定位方式的优点，采用的是将两条船固定成 L 型，主定位船平行于水流方向，副定位船垂直于水流方向，适用于不同水流流速。

为避免抛石施工过程中抛石船移位间距过大，出现块石抛填不均匀，甚至出现空缺的情况，一般在施工前，可以预先按照抛石覆盖宽度制定抛石船横向移动挡位。施工过程中，一方面按照抛投挡位间距在定位船上作出相应标记，以控制抛石船按挡位挂靠和位移，确保不出现抛石空挡区；另一方面，还可以将设计抛石工程量细化为挡位抛投量，用于施工现场作业调度，便于控制施工质量。

5.4.8 网格抛投量一般依据设计方量进行控制，按照“总量控制、局部调整”的原则施工。施工控制中需要贯彻“接坡石抛足、坡面石抛匀，备填石抛准，对突出处控制方量，对崩窝回流区适当加抛，尽量保证水下近岸水流顺平”的原则。

## 5.5 补充抛投

5.5.1 水上抛石在按照划定的区格完成抛投作业后，需要对抛投区域全覆盖测量，确定遗漏位置，可以采用自带定位系统的抛石船逐点补抛。区格抛石量偏差一般控制在设计量的 $\pm 5\%$ 范围内。

5.5.2 抛石护岸施工时，改变了水流流态，可能会对岸坡底部泥土进行冲刷，造成局部深坑，导致坡脚或坝体发生垮塌，需要及时补充抛投，直至稳定为止。

## 5.6 信息管理

5.6.1 现今摄像录影、影相资料保存技术成熟，存储介质价格便宜，容量较大，抛石护岸施工可以采用全过程录像存储影相资料，作为质量评定及验收的辅助依据。

5.6.2 船岸一体化管理平台一般由船、岸端办公系统与船岸间通信系统组成。

1 船、岸端办公系统一般包括办公硬件、数据库服务器、客户端应用程序与导入导出等应用程序。

2 通信系统一般包括 VHF 频段（主要有 VEDS 系统，该系统包含岸基和天基（卫星）系统，可以实现非常大的覆盖方位，但是该系统数据传输速率较低）、SHF 频段（基于 4G 技术的长距离 WiFi，有较高频段，可获得较高的数据传输速率）。

5.6.4 实时监测的仪器设备有无人遥控潜水器、声呐仪、多波束扫测仪等，通过三维图像直观观测到抛石效果。

## 6 安全与环保

### 6.1 一般规定

6.1.5 施工前的水下地形及障碍物调查可以采用扫床测量方式，对扫床测量中发现的障碍物需要采取清除或标识等措施。

### 6.3 环境保护

6.3.1 抛石护岸工程施工生产过程中产生的污废水、废气、粉尘、噪声、振动、固体废弃物等需要采取措施予以控制，以减少环境污染和干扰居民的正常生活，做到环境保护，保障人民身体健康。

6.3.2 施工船舶产生的含油污水、生活污水和船舶垃圾等的排放应符合《船舶水污染物排放控制标准》GB3552 的有关规定。

## 7 质量检验与验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 本条根据 SL634 进行编制。每个丁坝、顺坝的施工较为独立，划分为一个单元工程以利于测量放样、施工和验收。

7.1.2 本条进场石料检测频次根据《长江水下平顺抛石护岸施工规范》DB32 进行编制。

### 7.3 验收

7.3.3 由于河势变化具有不确定性，因此也给抛石护岸施工的效果带来不确定性。即使施工过程完全符合设计要求，其工程效果也需要经过至少一个汛期的检验周期来加以验证，其远期效果则需要更长的观察期。所以抛石护岸工程完工验收以后，还需要继续监测工程运行状态，及时处理局部发生的损毁现象，防止事态扩展，充分发挥护岸工程遏制崩岸、控制河势的工程效益。