

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

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的要求采用信息化、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。

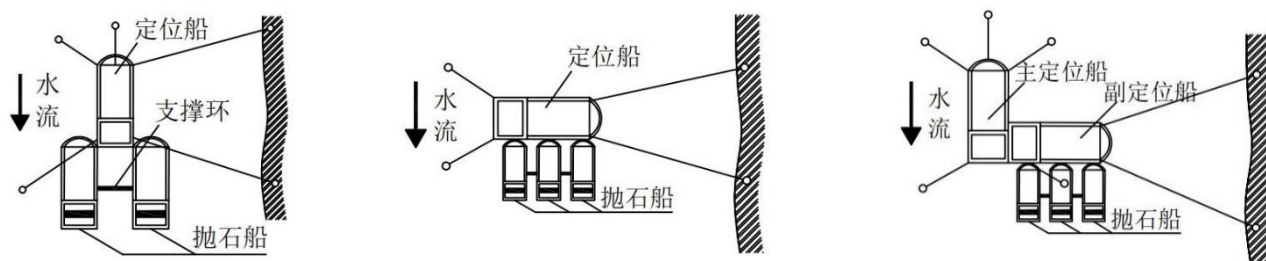


图 5.4.3-1 单船竖一字形定位 图 5.4.3-2 单船横一字形定位 图 5.4.3-3 双船 L 形定位

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。

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 m³~30000 m³ 取样 1 组进行检测，检测合格后方可使用。不足 10000 m³ 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 ³ ~30000 m ³ 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 ² 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 ³ ~30000 m ³ 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 _{水面} | H _{水深} | △X | △Y | △Z | |
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | |
| 测量人：_____ 记录人：_____ 日期：_____ | | | | | | | | | | | | |

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 ³ ） |
| | 长（m） | | | | | | |
| | 宽（m） | | | | | | |
| | 高（m） | | | | | | |
| 称重记录 | 块石重量（t） | | | | 计算方量（m ³ ） （块石重量÷容重） | | |
| 扣方量（m ³ ） | | <p>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））</p> <p>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））</p> | | | | | |
| 实收方量（m ³ ） （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： | | |

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/898024030101006030>