

附件 1

ICS 93.160

P 55

团体标准

T/CWEA XX -2022

水利水电工程砌筑墩墙施工规范

Construction specification for masonry pier wall of water conservancy
and hydropower projects

(征求意见稿)

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标准制修订计划，按照 SL 1-2014《水利技术标准编写规定》的要求，编制本标准。

本标准共 6 章和 2 个附录，主要技术内容有：

- 基本规定；
- 材料
- 砌筑施工；
- 质量检验与验收。

本标准首次发布。

本标准批准部门：中国水利工程协会

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准审查会议技术负责人：xxx xxx

本标准体例格式审查人：xxx

本标准内部编号：T/CWEA：xx-xxxx

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	材料	4
4.1	一般规定	4
4.2	石材	4
4.3	预制块	4
4.4	胶结材料	5
5	砌筑	6
5.1	一般规定	6
5.2	地基基础	6
5.3	浆砌	7
5.4	干砌	8
5.5	灌砌	8
5.6	特殊气候条件施工	9
6	质量检验与验收	10
6.1	一般规定	10
6.2	质量检验	10
6.3	质量验收	13
附录 A	胶结材料强度检验评定标准	14
附录 B	砌筑墩墙质量检查方法	15
	标准用词说明	错误!未定义书签。
	条文说明	错误!未定义书签。

1 总则

1.0.1 为规范水利水电工程砌筑墩墙施工，保障施工质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水利水电工程砌筑墩墙施工。

1.0.3 砌筑墩墙施工应鼓励采用先进适用的新材料、新技术、新工艺、新产品、新设备。

1.0.4 本标准主要引用下列标准：

GB/T 50266 工程岩体试验方法标准

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 352 水工混凝土试验规程

SL 398 水利水电工程施工通用安全技术规程

SL 631 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——土石方工程

SL 677 水工混凝土施工规范

SL 721 水利水电工程施工安全管理导则

DL/T 5806 水电水利工程堆石混凝土施工规范

1.0.5 砌筑墩墙施工应建立健全安全、质量和环境保护管理体系。

1.0.6 砌筑墩墙施工除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 砌筑墩墙 masonry pier wall

水利水电工程中采用砌材砌筑而成，用于支撑上部结构、支承侧向回填、分隔水流或空间，具有自稳能力的墩、台、垛、柱或墙体结构的统称。

2.0.2 砌材 masonry materials

也称砌块，用于水利水电工程砌筑用的块状材料，包括石材、各种材质制作的预制块、网笼等。

2.0.3 石材 stone

料石、块石、毛石、卵石的统称。

2.0.4 胶结材料 cementing material

由水泥、掺合料、骨料、水、外加剂按配合比拌制而成的混合料，如水泥砂浆、混凝土和自密实混凝土等。

2.0.5 自密实混凝土 self-compacting concrete

具有高流动性、均匀性和稳定性，浇筑时无需外力振捣，能够在自重作用下流动并充满砌块空间的混凝土。

2.0.6 灌砌法 grouting masonry method

将砌材按砌筑层厚均匀铺筑，再浇灌自密实混凝土的砌筑工艺。

3 基本规定

3.0.1 砌筑墩墙施工前，现场应具备下列条件：

- 1 作业场地和临时施工道路满足施工要求。
- 2 供水系统、供电系统、加工场及辅助生产设施等已经形成。
- 3 材料及施工设备就位。
- 4 基础面已经验收。
- 5 测量控制网已经建立并完成复核。

3.0.2 砌筑墩墙施工前，应做好下列技术准备：

- 1 组织图纸会审及施工图设计交底。
- 2 编制施工组织设计或专项施工方案。
- 3 制定环保、水保措施。
- 4 组织砌材料源调查，进行原材料取样、检验、选择。
- 5 编制试验方案，设计胶结材料配合比。
- 6 对作业人员进行技术与安全交底。

3.0.3 现场施工安全应满足 SL 398、SL 721 的规定。

3.0.4 施工测量应符合 SL 52 的规定。

4 材料

4.1 一般规定

- 4.1.1 砌筑墩墙所使用的原材料应进行验收。
- 4.1.2 胶结材料的配合比应满足设计强度及施工要求。配合比应通过试验确定。
- 4.1.3 胶结材料的水泥、掺合料、骨料、水、外加剂等材料的质量，应符合 SL 677 的规定。
- 4.1.4 使用新型材料制作的砌块或特殊胶结材料，应经过试验论证方可投入使用。
- 4.1.5 进场材料存放场地应平整、排水良好。骨料应采用隔仓分类存放，并采取防雨措施。水泥、外加剂等存放应有防潮防尘措施。

4.2 石材

- 4.2.1 石材应坚硬完整，表面洁净。
- 4.2.2 石材抗压强度应符合设计要求，软化系数不宜小于 0.75。
- 4.2.3 石材尺寸有设计要求时，应按设计要求执行。无设计要求时，应符合下列要求：
 - 1 料石宜棱角分明，同一面最大高差宜小于石料长度的 3%，长度宜大于 500mm，高度宜大于 250mm，长厚比应不大于 3。
 - 2 块石宜上下平整，无尖角、薄边，块厚宜大于 200mm。
 - 3 毛石中部或局部厚度不宜小于 200mm，单块重宜大于 25kg。
 - 4 卵石的外形宜为椭球形，且长轴宜大于 150mm。
- 4.2.4 砌筑施工前应对石材进行检查，浆砌、灌砌过程中石材表面应保持湿润。

4.3 预制块

- 4.3.1 预制块的规格、形体、材质、强度、尺寸等应符合设计要求。
- 4.3.2 外购的预制块应有产品质量证明文件，且验收合格后才能正常使用。
- 4.3.3 现场制作混凝土预制块，应符合 SL 677 要求和设计要求。
- 4.3.4 预制块的贮存、堆放、吊装、运输等，应采取保护措施。

4.4 胶结材料

4.4.1 胶结材料可采用水泥砂浆、混凝土和自密实混凝土，除应符合设计要求外，尚应符合下列要求：

- 1 砂浆稠度宜为 30mm~50mm。
- 2 混凝土坍落度宜为 50mm~80mm，粗骨料最大粒径不宜超过 40mm。
- 3 自密实混凝土粗骨料宜采用连续级配，其最大粒径不宜大于 20mm；坍落扩展度和 V 形漏斗通过时间应现场试验确定，坍落扩展度宜为 650mm~750mm，V 形漏斗通过时间宜为 7~25s。

4.4.2 砌筑用水泥等级不宜低于 42.5 级，水泥品种的选择应符合 SL 677 要求。

4.4.3 胶结材料宜采用机械集中拌制，并应符合 SL 677 要求。

4.4.4 胶结材料运输应符合下列要求：

- 1 选择适宜的运输设备和方法，避免运输过程中发生离析。
- 2 根据需要采取防晒、防雨、防冻措施。
- 3 砂浆和混凝土下料高度不宜大于 2.0m，自密实混凝土下料高度不宜大于 5.0m，否则应采取缓降措施。

4.4.5 胶结材料应随拌随用，应在初凝前使用完毕。

5 砌筑

5.1 一般规定

5.1.1 砌筑墩墙施工前，应测量地基基础，检查砌材、胶结材料及施工机械等准备情况。

5.1.2 砌筑施工除应符合设计要求外，尚应符合下列要求：

- 1 自下而上，均衡上升。
- 2 砌体型体顺直整齐，外露面平整美观，砌缝均匀平顺。
- 3 按设计要求分段砌筑时，其相邻段高差不宜大于 1.2m。

5.1.3 浆砌、灌砌墩墙外露面应及时养护，养护时间按设计要求执行，水泥砂浆砌体养护时间宜不少于 14d，混凝土砌体养护时间不宜少于 28d。

5.1.4 墩墙排水设施安装偏差应不大于 100mm，坡度应不小于设计值。

5.1.5 砌筑墩墙相邻部位施工应符合下列要求：

- 1 制定专项技术措施，做好砌体结构和表面保护。
- 2 墩墙上部结构施工时，砌体应达到设计要求。
- 3 墩墙体有生态绿植时，胶结材料强度应达到设计要求。
- 4 墩墙侧向回填时，胶结材料强度宜达到 70% 以上。回填施工设备选型和碾压参数选择应考虑对墩墙结构的影响，邻近砌体 1.0m 范围内，应采用小型压实机具碾压。回填的基础部位宜尽早施工，并在回填面上留不小于 3% 的向外斜坡，防止外水渗入基底。

5.1.6 台阶式挡墙应逐层砌筑逐层回填，下一层验收后，方可砌筑上一层。

5.1.7 施工废水应经处理达标后方可排放。

5.2 地基基础

5.2.1 岩质地基应敲除尖角、清除松动石块，将基岩表面清理干净，保持基岩面平顺。

5.2.2 土质地基应整平、压实，承载力应符合设计要求。可直接在基础面上铺浆砌筑。

5.2.3 混凝土垫层施工应符合下列要求：

- 1 混凝土垫层施工前，在基面上应先铺一层厚 30mm~50mm 的水泥砂浆，再浇筑混凝土。
- 2 混凝土垫层收仓宜平顺。
- 3 砌块应在混凝土初凝前埋设完成，埋入混凝土的砌块体积不宜小于 3/5，且外露高度不小于

50mm。

- 4 垫层混凝土强度达到设计要求后，方能进行上层砌筑作业。

5.3 浆砌

5.3.1 浆砌施工宜采用坐浆法分层砌筑，并符合下列要求：

- 1 铺浆应均匀，铺浆部位应无裸露砌块。
- 2 砂浆铺层厚度宜为 30mm~50mm。
- 3 混凝土铺层厚度宜为 50mm~80mm。
- 4 先铺浆后砌块，边铺边砌，铺浆超前不宜大于 1m。

5.3.2 砌筑过程应符合下列要求：

- 1 砌筑应平整、稳定、密实、错缝，同一层面应砌平，相邻块高差宜小于 30mm；每砌筑 700~1200mm 高度找平一次。
- 2 砌筑时宜先砌筑角块，再砌筑镶面块，最后砌筑腹块，镶面块的厚度不应小于 300mm。
- 3 砌块安置应自身稳定，大面朝下，分层卧砌，平稳坚固。
- 4 砌筑第一层时，应采用砌块长边与结构长边垂直的丁砌结构。
- 5 砌体第一层、转角处、交接处、洞口处和最后一层压顶，应选用较大、较规整的砌块砌筑。
- 6 砌块应内外搭砌，相邻砌块应错缝、上下砌块应错缝，避免纵向通缝、竖向通缝。
- 7 坐浆及竖缝填塞应饱满密实；局部竖缝超宽大于 30mm 时，可先填胶结材料后填塞小砌块。
- 8 砌体有阶梯型结构时，上台阶回收时应压砌下层砌块不小于 1/2 长度。

5.3.3 砌体平缝、竖缝宽度应满足 SL 631 的规定。

5.3.4 砌体转角处和交接处可埋置钢筋结条，埋置时应采用高一级标号胶结材料砌筑，缝宽不宜小于钢筋直径的 3~4 倍，不应使钢筋和砌块直接接触。

5.3.5 砌筑齿槽时，不应在与地基持平处找平或中断；预留错槎高差应不小于 50mm。

5.3.6 已砌砌块被撞击扰动或需移位时，应重新铺浆砌筑。坐浆后胶结材料已初凝，应将表面胶结材料清除，清理砌材表面，重新坐浆砌筑。

5.3.7 砌筑临时中断，临时间断处的高低差应不大于 1.0m，并形成平缓斜槎。

5.3.8 砌筑因故停止，胶结材料已超过初凝时间，应待胶结材料强度达到 2.5MPa 后才可继续施工。

5.3.9 勾缝施工应按先清缝、再湿润缝面、后勾缝的工序进行。

5.3.10 勾缝材料应采用比胶结材料高一个等级的水泥砂浆或水泥浆。

5.3.11 当勾缝完成和砂浆初凝后，砌体表面应清理干净；砌体养护期间，应保持湿润，避免碰撞和振动。

5.3.12 砌体外露面有生态设计要求时，应按设计要求设置凹凸面和勾缝。

5.4 干砌

5.4.1 干砌石材宜使用料石、块石、毛石，使用卵石时应符合设计要求。

5.4.2 干砌施工应分层砌筑、均衡上升，并符合下列规定：

- 1 砌块安置应自身稳定，大面朝下，分层卧砌，平稳坚固。
- 2 砌体第一层、转角处、交接处、洞口处和最后一层压顶，应选用较大、较规整的砌块砌筑。
- 3 砌块应交错咬搭，避免纵向、竖向通缝。
- 4 砌块间的缝口应砌紧密，底部应垫稳，局部缝隙应填实，不宜架空。
- 5 宜设置拉结石，拉结石布置每 0.7m^2 不宜少于一块。
- 6 砌体有阶梯型结构时，上台阶回收压下层砌块应不宜小于 $1/2$ 长度。
- 7 预制砌块有锁扣设计时，应按锁扣要求砌筑。

5.4.3 网笼砌筑应符合下列规定：

- 1 网笼应经检验合格。外购的网笼应有产品质量证明文件，钢筋网笼现场加工应符合 SL 677 钢筋制作安装的要求。填充砌块粒径应大于网眼，宜选用块石、毛石、卵石。
- 2 网笼应逐件组装，按设计要求排列整齐、连接可靠。网笼布设应交错咬搭，避免纵向、竖向通缝。组装前应先清理找平基础。
- 3 网笼填充过程中，应防止网片造成损坏。每层网笼填充完成以后，应检查填充的饱满度和平整度。同层网笼就位固定填充砌块后，方可进行上层网笼的组装。

5.5 灌砌

5.5.1 灌砌施工应采用先堆放砌块、后灌注自密实混凝土的施工工艺。

5.5.2 灌砌施工的胶结材料应采用自密实混凝土，砌材宜采用石材。

5.5.3 灌砌施工仓位应设置模板。结构宽度大于 3.0m 时，宜采用浆砌边墙结构作为模板。采用其他模板时，宜采用外加固；模板采用内加固时，应采取措施防止影响砌块入仓。

5.5.4 采用其他模板时，入仓砌块不应直接接触模板，且与模板间距应大于 20mm 。

5.5.5 灌砌施工的砌块，粒径宜为 $300\text{mm}\sim 1000\text{mm}$ ，最小粒径不小于 150mm ， $150\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 的

含量不超过 25%，最大粒径还应满足运输、入仓要求。

5.5.6 砌块可采用机械或人工方式入仓，自然堆放填满仓面。应避免小粒径砌块局部集中或分布在底面。

5.5.7 每层砌块堆积厚度不宜大于 2.0m，每次连续浇筑层数不宜大于 4 层。

5.5.8 自密实混凝土入仓宜单方向后退施工，浇筑点间距不宜大于 7m，每一浇筑点填满后应移至下一浇筑点浇筑，不应在仓面上往复浇筑。

5.5.9 自密实混凝土浇筑应保持连续，上层仓与下层仓间隔时间宜为 2h~4h。当上下仓时间间隔超过 6h，应按施工缝处理。

5.5.10 自密实混凝土浇筑收仓时，面层砌块埋入混凝土的体积不宜小于 3/5，且外露高度不小于 50mm。

5.6 特殊气候条件施工

5.6.1 低温期施工，现场作业应符合下列规定：

- 1 砌筑材料储存应覆盖保温，温度均不宜低于 5℃。
- 2 砌筑前应清除砌块表面污物和冰霜，不应使用经水浸泡冻结的砌材。
- 3 砌筑工作面温度不宜低于 5℃。
- 4 砌筑完成后应及时覆盖保温。
- 5 环境温度低于-15℃时，不应施工。

5.6.2 低温期施工，胶结材料应符合 SL 677 要求。

5.6.3 高温期施工，应加强砌体养护。

5.6.4 雨天施工，应符合下列规定：

- 1 抗冲、耐磨或需要抹面的砌体，不应在雨天施工。
- 2 小雨无防雨棚的仓面，应及时排除仓内积水，做好表面保护，并根据设计要求减小水灰比。
- 3 中雨以上，应立即停止施工，进行表面保护。雨后应先排除积水，及时清理受雨水冲刷的部位。

5.6.5 六级以上大风天气不应施工。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 砌筑墩墙施工应根据施工顺序，分层、分段检查和检测，并做好记录。

6.1.2 单位工程、分部工程划分，应符合 SL 176 的规定。

6.1.3 单元工程划分应遵循下列原则：

- 1 单元工程宜以施工检查的区、段、块划分。
- 2 墙体单元工程长度不宜大于 100m，划分界线宜设在分缝处。
- 3 独立墩体宜划分为一个单元工程。

6.2 质量检验

6.2.1 在砌筑过程中，应对砌体进行胶结材料强度、砌体强度、容重、空隙率、密实性等质量检查。

6.2.2 原材料质量检测应符合 SL 677 的规定。

6.2.3 石材质量检测应符合下列要求：

- 1 石材的物理力学质量检测应符合表 6.2.3 的要求。

表 6.2.3 石材物理力学质量指标

序号	检测项目	质量标准
1	天然密度/(t/m ³)	≥2.4 或符合设计要求
2	饱和极限抗压强度/MPa	符合设计规定的极限值
3	最大吸水率/%	≤10
4	软化系数	符合设计要求，设计无要求时不宜小于 0.75
5	抗冻级别	达到设计标号

- 2 石材物理力学质量指标测定，应符合 GBT 50266 的规定。

3 石材的质量检测应以不超过 10 万 m³ 且同一料原地为一个取样单位，不足一个取样单位应按一个取样单位计。原料发生变化时应及时取样检验。

6.2.4 胶结材料试块质量检测应符合下列要求：

- 1 试块应在现场取样制作。试块取样试验应符合 SL 352 要求。
- 2 同一等级宜不超过 200m³ 取样一组。

3 胶结材料试块强度检验评定应符合附录 A 的要求。

6.2.5 自密实混凝土塌落扩展度、V 形漏斗通过时间检测应符合 DL/T 5806 规定。

6.2.6 砌筑墩墙施工单元工程施工质量标准。干砌施工单元工程施工质量应符合表 6.2.6-1 要求，浆砌施工单元工程施工质量应符合表 6.2.6-2 要求，灌砌施工单元工程施工质量应符合表 6.2.6-3 要求。检查方法应符合附录 B 的要求。

表 6.2.6-1 干砌施工单元工程施工质量标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量
主控项目	1 材料外观质量	符合设计和规范要求。	量测、观察	抽验 1~3 组，但每种材料至少抽验 1 组
	2 砌筑质量	施工顺序与方法得当，砌块放置合理、均匀稳定，结构尺寸符合设计要求。	量测、观察	全数检查
一般项目	1 砌体形体尺寸	表面厚度、平整度、坡度符合设计要求。	量测	全数检查
	3 基础面处理	符合设计和规范要求。	观察、查阅验收记录	全数检查
	2 砌体工作面清理	工作面干净，无浮渣，无杂物，无积水，无松动石块。	观察	全数检查

表 6.2.6-2 浆砌施工单元工程施工质量标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量
主控项目	1 砌材外观质量	砌材规格应符合设计要求，表面湿润，无泥垢、油渍等污物。	量测、观察	逐块观察、测量。根据料源情况抽样 1~3 组，每种材料至少抽验 1 组
	2 胶结材料标号、配合比	符合设计和规范要求。	试验	每班取样 1 组
	3 砌筑质量	施工顺序与方法得当，砌块放置合理、均匀稳定；胶结材料铺料合理、充填饱满，结构尺寸符合设计要求。砌块表面平整度、厚度、高度、坡度规格符合设计要求，	量测、观察	全数检查
	4 基础质量	符合设计和规范要求。	观察、查阅验收记录	全数检查
一般项目	1 垫层混凝土	已经浇筑垫层混凝土，并进行表面处理；砌筑前垫层混凝土达到设计强度要求。	观察、查阅验收记录	全数检查
	2 砌筑工作面清理	工作面干净，表面湿润均匀。无浮渣，无杂物，无积水，无松动石块。砌体底部的混凝土表面凿毛，洁净、无乳皮	观察	全数检查

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量	
	3	胶结材料和易性	符合设计和规范要求	检查	每 4h 检查 1 次
	4	砌体外形尺寸	符合设计要求	量测、观察	全数检查
	5	变形缝	缝面平整、顺直，厚度均匀，宽度±5mm，填充材料符合设计和规范要求。	测查、检查	全数
	6	勾缝	清缝、勾缝、养护满足设计和规范要求；平缝、凹缝无开裂、脱皮、假缝。	观察、检查	全数
	7	养护	养护及时、有效，养护时间符合设计要求。	观察	每天检查 2 次

表 6.2.6-3 灌砌施工单元工程施工质量标准

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量	
主控项目	1	砌材外观质量	砌材规格应符合设计要求，块径不小 150mm；表面湿润，无泥垢、油渍等污物。	量测、观察	逐块观察、测量。根据料源情况抽样 1~3 组，每和畅材料至少抽验 1 组
	2	自密实混凝土标号、配合比	符合设计和规范要求。	试验	每班取样 1 组
	3	砌筑质量	施工顺序与方法得当，砌块放置合理、均匀稳定；自密实混凝土铺料合理、充填饱满；浆砌边墙或模板牢固，形体符合要求。	量测、观察	全数检查
	4	基础质量	符合设计和规范要求。	观察、查阅验收记录	全数检查
一般项目	1	垫层混凝土	已经浇筑垫层混凝土，并进行表面处理；砌筑前垫层混凝土达到设计强度要求。	观察、查阅验收记录	全数检查
	2	砌筑工作面清理	工作面干净，表面湿润均匀。无浮渣，无杂物，无积水，无松动石块。砌体底部的混凝土表面凿毛，洁净、无乳皮	观察	全数检查
	3	自密实混凝土塌落扩展度、V 形漏洞通过时间	符合设计和规范要求	检查	每 4h 检查 1 次
	4	砌体外形尺寸	砌体表面平整度、厚度、高度、坡度规格符合设计要求，符合设计要求	量测、观察	全数检查
	5	变形缝	缝面平整、顺直，厚度均匀，宽度±5mm，填充材料符合设计和规范要求。	测查、检查	全数
	6	勾缝	清缝、勾缝、养护满足设计和规范要求；平缝、凹缝无开裂、脱皮、假缝。	观察、检查	全数

项次	检验项目	质量要求（允许偏差）	检验方法	检验数量
7	养护	养护及时、有效，养护时间符合设计要求。	观察	每天检查 2 次

6.2.7 质量检查记录应及时汇总、编录、分析；对隐蔽工程和关键部位的摄影、录像等档案资料应妥善保存；质量问题、事故处理原始资料，应记录齐全。

6.3 质量验收

6.3.1 单元工程质量验收应符合 SL 631 规定。

6.3.2 分部工程、单位工程的施工质量验收应符合 SL 176 规定。

附录 A 胶结材料强度检验评定标准

A.0.1 同一标号（或强度等级）试块组数 $n \geq 30$ 时，28d 龄期的试块抗压强度应同时满足下列标准：

- 1 强度保证率不小于 80%。
- 2 任意一组试块强度不低于设计强度的 85%。
- 3 设计 28d 龄期抗压强度小于 20.0MPa 时，试块抗压强度的离差系数不大于 0.22；设计 28d 龄期抗压强度大于或等于 20.0MPa 时，试块抗压强度的离差系数小于 0.18。

A.0.2 同一标号（或强度等级）试块组数 $n < 30$ 时，28d 龄期的试块抗压强度应同时满足下列标准：

- 1 各组试块的平均强度不低于设计强度。
- 2 任意一组试块强度不低于设计强度的 80%。

附录 B 砌筑墩墙质量检查方法

B.0.1 外观实体检查方法应符合下列要求：

- 1 几何尺寸检测应采用全站仪、经纬仪、钢卷尺、钢直尺进行检测。
- 2 轴线坐标应采用全站仪或 GPS 设备，按照设计已明确坐标位置的特征点进行检测。
- 3 坡度应采用坡度尺等适用设备进行检测，或采用全站仪测量顶部和底部的高程、坐标，通过计算得出。
- 4 平整度检测应采用 2m 靠尺、直尺进行检测。
- 5 垂直度采用经纬仪（吊线）和钢尺进行检测。
- 6 砂浆饱满度采用观察法或网格法进行检测。
- 7 孔隙率采用试坑法进行检测。

B.0.2 新建及既有砌体胶结材料抗压强度检查，下列情况可参考贯入法或回弹法进行确定：

- 1 胶结材料试块缺乏代表性或试块数量不足。
- 2 对胶结材料试块的检验结果有怀疑或争议，需要确定实际的抗压强度。
- 3 发生工程事故或对施工质量有怀疑和争议，需要进一步分析砌体强度。

B.0.3 胶结材料抗压强度采用贯入法检查时，应符合下列要求：

- 1 自然养护。
- 2 龄期为 28 d 及以上。
- 3 自然风干。
- 4 强度 0.4~16.0 MPa。
- 5 测点布置及检测方法按 SL 352 规定执行。

B.0.4 胶结材料抗压强度采用回弹法检查时，应符合下列要求：

- 1 采用人工砌筑、人工或机械喷涂抹灰施工工艺。
- 2 自然养护且砂浆表层为干燥状态。
- 3 不处于高温、长期浸水、遭受火灾或侵蚀等环境。
- 4 龄期不少于 14 d。
- 5 强度 4.0~25.0 MPa。

B.0.5 砌体现场检测方式及检测方法按照 GB/T 50315 规定执行。

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

水利水电工程浆砌筑墩墙施工规范

T/CWEA: XXXX—20XX

条文说明

目 次

1 总则	错误!未定义书签。	9
3 基本规定		20
4 材料		21
5 砌筑		23
6 质量检验与验收		29

1 总则

1.0.1 编制本规范是为了统一砌筑墩墙施工标准，规范施工行为，达到优质、高效、经济、安全的目的。

1.0.2 本规范仅适用于水利水电工程砌筑墩墙施工。水利水电的砌筑工程按其特点可划分为砌筑墩墙、护砌工程、砌石坝三大类，其施工规范分别编制，成为水利水电砌筑工程系列。

1.0.3 水利水电工程砌筑墩墙，近几年在涉及生态环保方面创新较多，如自然生态墙设计，新型砌筑材料、网笼材料等，应鼓励采用先进适用的新科技。

1.0.5 施工质量由现场质量管理、砂浆与混凝土强度、砂浆拌和、砌筑工人技术等四要素确定，这些要素在施工过程中可能发生变化影响施工质量，因此质量控制应贯穿施工全过程。施工、检测记录应真实、准确、完整，并及时整理，随施工进度，会同监理同时签字验收，按要求汇总编制成册。应做好质量检查，建立技术档案。隐蔽工程应及时验收。雨季、高温或低温季节施工，应采取措施保证施工质量。

施工现场搅拌机械应有防尘、降噪措施，粉尘排放、噪声限值应符合国家有关规定。

3 基本规定

3.0.1 施工技术准备是确保墩墙施工质量、进度、安全的保证。

1 图纸会审一般由业主、设计、监理、施工单位四方相关技术人员参加，主要目的是通过充分沟通，实现对设计意图的准确理解。

3.0.2 墩墙施工前，对条文规定的内容进行严格的检查与核实，可有效控制质量，减少操作失误和经济损失。

5 复核轴线放样尺寸是避免技术性错误的重要措施。施工立样架挂线法是保证墩墙工程尺寸、位置、平整度的有效手段，简便易行，在施工控制上宜采用。

3.0.3 砌筑墩墙施工的安全生产管理目标、安全生产管理机构 and 职责、安全生产管理制度、安全生产费用、安全技术措施和专项施工方案、安全生产教育培训应满足 SL 721《水利水电工程施工安全管理导则》的要求。施工现场的安全管理、施工用水电气、安全防护措施、大型施工机械等应符合 SL 398《水利水电工程施工通用安全技术规程》的要求。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 工程中所使用的石材、成品及半成品的质量直接影响工程质量，对工程所使用原材料、半成品及成品在加强进场验收的同时，对涉及结构安全、使用功能的原材料、成品及半成品应按照有关规定进行取样检验。

4.1.2 配合比设计应由具有相应资质的单位出具，材料有变化时应及时调整。

4.1.4 新型材料制作的砌块和特殊胶结材料，由于其性能缺乏深入了解，使用之前应开展室内或室外实验研究，经分析在满足设计要求的情况下投入使用。

4.1.5 本条参考 SL 677《水工混凝土施工规范》有关要求，针对进场材料、骨料、水泥、外加剂的特性，对其存放条件进行了明确规定。

4.2 石 材

4.2.2 石材的软化系数，系指石材在含水饱和状态下的极限抗压强度与石材在干燥状态下的极限抗压强度的比值，该系数是检验石材受水流和风化影响的一个重要指标。根据岩土工程勘察规范 GB 50021，当软化系数小于 0.75 时，岩石应定为软化岩石。为统一标准，软化系数指标确定为 0.75。

4.2.4 石材表面保持湿润状态有利于粘接，防止吸收胶结材料中的水分；但不能有浮水，避免稀释胶结材料，影响砌筑墩墙质量。

4.3 预制块

4.3.2 外购的预制块，如各种生态墙、生态砖及带锁扣的预制块等，应有质量合格证明文件，并按批次进行验收，建立验收记录。

4.3.4 预制块堆放场地应做好排水措施；堆放过程中，底部应设置垫块，最高堆砌高度不宜超过 1.5m，且应进行必要的加固，防止倾倒；吊装、运输过程中，对砌块要进行必要的加固，形成相对完成的整体后再吊装、运输，防止单块掉落。

4.4 胶结材料

4.4.1

3 本条文参考了 DL/T 5806《水电水利工程堆石混凝土施工规范》要求。根据河南宝泉抽水蓄能电站实际使用效果，塌落扩展度在 700mm 左右，经济性和适用性指标取得相对最佳组合。自密实混

凝土易受浇筑方式影响，出机性能与入仓性能可能存在差异，应以入仓性能为控制标准。自密实混凝土的配合比应通过试验确定，其选取宜满足以下要求：每立方米混凝土中粗骨料体积宜为 $0.27\text{m}^3\sim 0.33\text{m}^3$ ；每立方米混凝土用水量宜为 $170\text{kg}\sim 200\text{kg}$ ；体积水灰比宜为 $0.8\sim 1.15$ ；每立方米混凝土中的份体量宜为 $0.16\text{m}^3\sim 0.2\text{m}^3$ ；含气量宜为 $1.5\%\sim 4.0\%$ ，有抗冻要求时，根据抗冻等级确定。

4.4.2 为了方便胶结材料的施工和质量管理，并满足各部位性能要求，水泥应选择品质优良、供应可靠的厂家。国家市场监督管理总局标准委 2018 年 15 号公告，批准了 GB175-2007《通用硅酸盐水泥》第 3 号修改单，取消了硅酸盐水泥 32.5（R）、复合硅酸盐水泥 32.5（R）等级。仅保留矿渣硅酸盐水泥 32.5（R）、火山灰硅酸盐水泥 32.5（R）、粉煤灰硅酸盐水泥 32.5（R），待后续标准修订时，视情增设专用水泥产品标准，为保持本规范长期适用性，推荐为 42.5 级以上。

4.4.3 由于人工拌制砂浆质量没有保障，应优先选用机械集中拌制砂浆，确保墩墙工程施工质量。

4.4.5 胶结材料应随拌随用，一般应 3h 内使用完毕，当气温超过 30°C 时，应在 2h 使用完毕。对掺缓凝剂的，其使用时间根据其缓凝时间确定。

5 砌筑

5.1 一般规定

5.1.1 砌筑前，围绕测量地基基础，检查砌材、胶结材料及施工机械等情况，做好充分有效的准备，才能保证施工质量、安全。

5.1.3 SD120-84《浆砌石坝施工技术规定》4.2.14 规定“养护时间：水泥砂浆砌体，一般为 14 天，混凝土砌体，一般为 21 天。” SL631-2012《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——土石方工程》7.5.4 规定“水泥砂浆沟缝质量要求，一般砌体养护 28d”。SL677-2014《水工混凝土施工规范》7.5.3 规定“混凝土养护时间按设计要求执行，不宜少于 28d，对重要部位和利用后期强度的混凝土以及其他有特殊要求的部位应延长养护时间。”

5.1.4 SL 634《水利水电工程堤防工程质量验收评定标准》中要求排水管偏差不大于 5%的设计值，综合考虑砌石结构中排水管安装难度，偏差按不大于 100mm 控制。

5.1.5 相邻部位指的是支撑的上部、侧向等相邻结构。

2 砌体应达到设计要求，是指墩墙的结构完整和胶结材料强度达到设计要求，目的是确保砌体承受上部结构重量时不对产生结构受损。

3 在墩墙体上施工生态绿植，胶结材料必须达到一定的强度要求，目的是保证墙体被触碰时质量无损。

4 砌体 1.0m 范围以外部位，回填施工设备选型和碾压参数也会对墩墙结构造成影响，要避免过大的设备和激振力挤压破坏砌体结构。墩墙背后回填导致墙体破坏甚至倒塌案例并不少见。

5.1.6 台阶式挡墙，上台阶墙体是在下台阶背后回填压实的基础上进行砌筑，砌筑前应对填筑的基础进行验收，而后方可接续施工。工程已使用案例如图 1、图 2 所示。



图 1 某工程台阶式浆砌石挡墙



图 2 某河道台阶式网笼干砌挡墙

5.2 地基基础

5.2.1 将基岩表面清理干净，包括清理基岩表面的散落物、泥垢、油质等。

5.2.3 混凝土垫层施工应符合下列要求：

3 砌块埋设应散落分布，埋设比例宜大于 20%。且垫层混凝土强度达到设计要求后，方能进行上层砌筑作业。

5.3 浆砌

5.3.1

1 砂浆饱满度是影响墩墙强度的一个重要因素，为保障砌筑质量，要求砂浆应饱满均匀，施工中应特别注意防止石块间无浆而直接接触的情况。工程已使用案例如图 3、图 4 所示。



图 3 某工程的浆砌石墩墙



图 4 某工程的浆砌石墩墙

3 胶结材料为二级配混凝土时，骨料最大粒径为 40mm，一般要求骨料占结构厚度不大于 2/3，本规范推荐铺浆厚度范围为 50~80mm。

4 先铺浆后砌筑，保证铺浆均匀，块石不直接接触。

5.3.2

3 砌块安放以后，应适当摇动或敲击，使其平稳。

7 毛石形状不规整，棱角多，在叠砌时容易形成空隙，为了保证墩墙施工强度和稳定性，本条强调对较大空隙应采用先填塞砂浆后用碎石块嵌实的工艺，不应采用先摆碎石块后填砂浆或干填碎石块的方法。墩墙的石块不应直接接触，石块之间应有胶结材料粘接、填密实，保证墩墙的整体强度和防渗性能。砌筑应分层，随铺浆砌筑。

5.3.5 设置齿槽是为了抗滑移。如齿槽砌筑至地基面时过于平整，容易形成剪切滑移面，砌筑时应砌筑形成高低不平的错槎，增加抗剪能力。

5.3.6 浆砌石构筑物的质量关键在于组砌形式和砌缝中的砂浆强度是否饱满。从已损坏的浆砌石构筑

物工程分析，砌缝中往往是缺少砂浆或块石间直接接触，本条对于受到扰动和位移的砌块，要求重新坐浆砌筑，就是防止少浆或块石直接接触。

5.3.9 墩墙的外露面宜勾缝，勾缝后可增加和保证墩墙的整体性、耐久性，是否勾缝也影响墩墙施工质量。

5.3.11 养护方法不当或养护时间较短，容易造成缝体开裂。

5.3.12 广东省在河道、水系治理中提出了适应自然性、生态性、亲水性的“生态浆砌石”要求，浆砌石外表面不刻意要求平整度，总体平顺即可。石缝不要求填充平整，刻意预留一定深度。这些措施便于水生植物固定及生长，便于鱼类藏身，有利于阻滞近岸水流。

5.4 干砌

5.4.1 干砌石墩墙应加强选料，毛石主要用于墩墙内部填充。卵石外表光滑，不易咬合搭接形成整体，不宜采用卵石作为干砌料，确需使用应符合设计要求。工程已使用案例如图 5、图 6。



图 5 某工程的干砌石墙体



图 6 某工程的干砌石挡土墙

5.4.4 网笼是外部包裹网笼片、内部填充松散料，组合形成有规则结构面、有较好整体性的大砌块。本条参考了 T/CWEA9《水利水电护砌工程施工规范》的要求，与网笼相结合的干砌石墩墙工程已使用案例如图 7、图 8 所示。



图 7 某工程的干砌石笼墩墙



图 8 某工程的干砌石笼墩墙

1 网笼包括钢筋笼、钢丝笼、格宾笼等，其材料包括钢筋、合金钢丝类、镀锌钢丝、PVC/PE 包塑钢丝类、钢绞线等。卵石和块石只要粒径合适，其功能上均能满足设计要求。但由于卵石表面光滑，施工时不易对钢丝镀层造成破坏，填充石料宜优先选用卵石。

2 同层的石笼固定就位，是根据各地长期的实践经验规定的，这样既牢固又保证护砌的外观质量控制。

3 当钢丝石笼垫单层高度超过 300mm 时，施工过程中，石笼垫四楼隔板容易挤压歪曲变形，影响工程外观质量。因此，充电石料时在护垫周边采取措施支护，确保四周隔板竖直规整。

5.5 灌砌

5.5.1 灌砌施工是堆石混凝土技术在水利水电砌筑墩墙工程中的应用，其原理是将大粒径的块石直接堆放入仓，然后从堆石体的表面浇筑无需任何振捣的专用自密实混凝土，因自密实混凝土具有高流动性、高穿透性特点，依靠自重完全填充堆石的空隙，形成完整、密实、水化热低、满足强度要求的砌体，也称堆石混凝土。原理如图 9 所示。

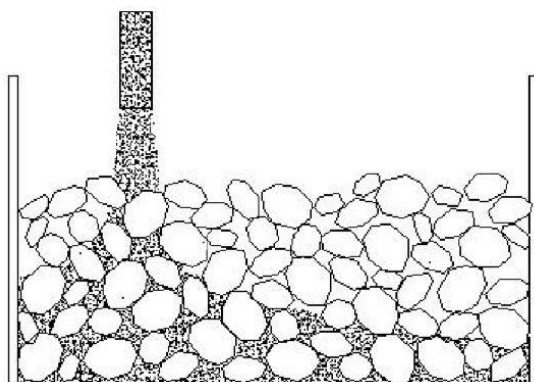


图 9 灌砌施工原理示意图

灌砌施工（堆石混凝土）技术在水利水电工程最早成功应用于宝泉抽水蓄能电站副坝工程。其施工工艺简单、质量控制易、水化温升小，机械化程度较高，施工效率高、成本低、工期短，已经在水利、电力、公路、市政、港口等领域得到较为广泛的使用。

宝泉抽水蓄能电站副坝下部为细石混凝土砌石，上部改为自密实混凝土堆石混凝土。施工时将初步筛分后的块石直接运送入仓，然后浇筑自密实混凝土，利用自密实混凝土自身的高流动性，使其填充到堆石的空隙中，形成完整、密实、有较高强度的混凝土。经试坑检测，自密实混凝土内部结构密实，有良好的力学性能。块石粒径原则上应控制在 300~1000mm 左右，最小粒径不应小于 150mm。同时还应控制小颗粒石料不应集中或大量分布在底层。有效的控制块石粒径级配并进行人工调整，避免表层堆石空隙过大，尽量将堆石的空隙率控制在 40%左右。施工见图 10、图 11、图 12。

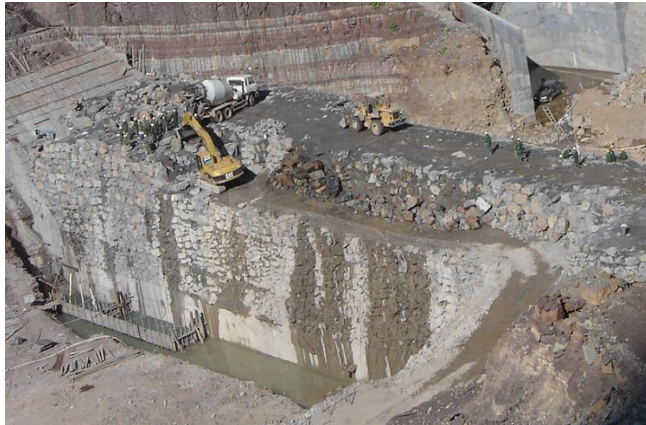


图 10 宝泉抽水蓄能电站副坝灌砌施工全景



图 11 自卸车仓内堆放块石



图 12 灌注自密实混凝土

先堆石后浇筑混凝土的施工工艺，一方面有利于采用机械入仓堆石，能大幅提高效率，同时能避免了常规砌筑过程中上层砌筑对下层砌筑体的扰动，质量可靠性更高。另一方面能更好保证砌块堆放挤密、均匀布料，减少充填混凝土，节省成本。

5.5.2 灌砌施工要求胶结材料有高流动性和自密性，自密实砂浆、自密实混凝土都能满足要求；因为自密实砂浆的成本高于自密实混凝土，所以条文规定使用自密实混凝土。为确保施工质量，不得采用普通砂浆、普通混凝土，以免造成砌体缝隙脱空。

砌材采用预制块、砖块、拆除的混凝土块等，要求块度、强度达标且冲洗干净。

5.5.5 考虑砌体结构的均匀性，堆石料最大粒径一般不超过结构断面最小边长的 1/4、厚度的 1/2。据 DL/T5806《水电水利工程堆石混凝土施工规范》，实际工程应用个别粒径 2.0m 以上，均匀性需进一步研究。灌砌墩墙推荐施工层厚为 2.0m，石材粒径推荐不大于 1.0m。施工见图 13、图 14。



图 13 贵州绿塘水库坝顶灌砌施工



图 14 某工程坝顶灌砌施工

5.5.6 小粒径砌块局部集中容易导致自密实混凝土扩散通道被堵塞，分布在底面容易影响上下层结合面强度。

5.5.7 根据墩墙特点，每层砌块堆积厚度宜为 1.0m~1.5m，最大不宜超过 2.0m；实际堆积层厚应根据仓面情况和入仓条件确定，仓面长度、宽度越大，则堆积层厚取高值，反之则取低值。

5.6 特殊气候条件施工

5.6.4 应及时有效地关注天气变化，了解天气预报，根据天气变化情况，调整施工方案及作业时间，减少天气对施工的影响，保证工期和施工质量。降雨等级按 SL677 标准执行，详见表 1。中雨以上停止施工。

表 1 降雨等级表

降雨等级	现象描述	降雨量 (mm)		
		1d 总量	12h 总量	1h 总量
小雨	雨能使地面潮湿，但不泥泞	1~10	1~5	1~3
中雨	雨降到屋顶上有渐渐声，凹地积水	10.1~25	5.1~15	3~10
大雨	降雨如倾盆，落地四溅，平地积水	25.1~50	15.1~30	10~20
暴雨	降雨比大雨还猛，能造成山洪暴发	50.1~100	30.1~70	> 20
大暴雨	降雨比暴雨还大，或时间长，造成洪涝灾害	100.1~200	70.1~140	
特大暴雨	降雨比大暴雨还大，能造成洪涝灾害	> 200	> 140	

3 中雨及以上停工后复工之前，应清理干净被雨水冲刷的没有粘性的胶结材料，必要时按照施工缝处理，确保不影响墩墙整体质量。

5.6.5 六级以上大风天气不应施工，一方面是为了确保安全；另一方面是防止胶结材料风干失水，保证施工质量。

6 质量检验与验收

6.2 质量检验

6.2.3 石材的质量关系到墩墙工程质量,石材抗压强度是保证墩墙工程施工质量的重要指标。

6.2.4 自密实混凝土塌落扩展度质量采用塌落扩展度实验进行检验,检测设备应符合 DL/T 5150《水工混凝土试验规程》的规定;取样不少于 10L,塌落度筒和测量用的钢板应冲洗干净并保持湿润,将自密实混凝土导入塌落度筒中应保持连续,每次塌落扩展度实验应连续进行,并在 2min~3min 内完成。V 形漏斗通过时间采用 V 形漏斗试验检验,试验设备盛料容器容积不应小于 15L,秒表精度不应低于 0.1s;取样应不少于 10L, V 形漏斗上口抹平以后开始计时,保持自密实混凝土在 V 形漏斗中静置 1min,不得振捣,然后打开下部出口计时,通过 V 形漏斗向下观察,至可见光时停止计时,当超过 1min 仍未全部流完,可终止试验。