

团体标准

T/CWEC 45—2024

水利水电工程帷幕灌浆水下施工 及质量验收规范

Specification for underwater construction and quality
acceptance of curtain grouting in water conservancy
and hydropower engineering

2024-06-07 发布

2024-07-08 实施

中国水利企业协会 发布

中国水利企业协会

关于发布《中小水库管理信息系统软件测评规程》
《水利水电工程帷幕灌浆水下施工及质量
验收规范》等 2 个团体标准的公告

2024 年第 3 号

根据中国水利企业协会团体标准制定计划，《中小水库管理信息系统软件测评规程》和《水利水电工程帷幕灌浆水下施工及质量验收规范》等 2 个团体标准已完成编制，经组织审查，现批准发布，自 2024 年 7 月 8 日施行。

序号	标 准 名 称	标准编号	批准日期	实施日期
1	中小水库管理信息系统软件测评规程	T/CWEC 44—2024	2024.06.07	2024.07.08
2	水利水电工程帷幕灌浆水下施工及质量验收规范	T/CWEC 45—2024	2024.06.07	2024.07.08

中国水利企业协会

2024 年 6 月 7 日

目 次

前言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 施工 2

 4.1 一般要求 2

 4.2 水上作业平台 2

 4.3 水下孔口管镶铸 3

 4.4 钻孔 5

 4.5 裂隙冲洗和压水试验 5

 4.6 灌浆方法 5

 4.7 灌浆压力和浆液变换 6

 4.8 孔口封闭灌浆法 6

 4.9 特殊情况处理 7

5 质量验收 7

 5.1 一般要求 7

 5.2 工序施工质量验收评定 8

 5.3 单元工程施工质量验收评定 9

 5.4 水下定位工序质量标准 10

 5.5 钻孔工序质量标准 11

 5.6 灌浆工序质量标准 12

附录 A（资料性） 水上作业平台验收检查记录表 13

附录 B（资料性） 水上作业平台日常监测记录表 14

附录 C（资料性） 钻孔记录表 15

附录 D（资料性） 钻孔测斜记录表 16

附录 E（资料性） 钻孔冲洗记录表 17

附录 F（资料性） 抬动观测记录表 18

附录 G（资料性） 阻塞灌浆封孔记录表 19

附录 H（资料性） 潜水任务书 20

附录 I（资料性） 潜水日志 21

附录 J（资料性） 原材料检验备查表 22

附录 K（规范性） 水下帷幕灌浆单元工程工序施工质量及单元工程施工质量验收评定表 24

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。

本文件由中国水利企业协会提出并归口。

本文件起草单位：湖北水总水利水电建设股份有限公司、长江勘测规划设计研究有限责任公司、四川共拓岩土科技股份有限公司、宜昌市水利和湖泊局、宜昌市黄柏河流域管理局、湖北瑞洪工程管理有限公司、湖北大班项目管理有限公司、湖北锦天禹建设工程有限公司、武汉德远恒通建设工程有限公司、成都职业技术学院、武汉鼎睿助诚信息技术股份有限公司、禹泽水（北京）工程技术研究有限责任公司、汉江生态水利（武汉）有限公司、湖北安诚顺欣建设工程有限公司。

本文件主要起草人：姚继才、王旭君、陈剑红、刘克清、赵彬、向阳、胡伟、闵征辉、张铁宁、皮叶江、胡城、刘华、高辉、饶燕、蔡汉生、姜晶、黄珊珊、刘桂清、夏爽、黄晓龙、孙思施、陈益、柴学梅、廖述凯。

本文件为首次发布。

水利水电工程帷幕灌浆水下施工 及质量验收规范

1 范围

本文件规定了帷幕灌浆水下施工及质量验收的一般要求。

本文件适用于采用搭建水上作业平台的大坝帷幕灌浆水下施工及质量验收。

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。

SL/T 62 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范

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 633 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——地基处理与基础工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水上（水下灌浆）作业平台 aquatic (under water grouting) work platforms

由若干组舟桥（或浮箱）并联，通过锚、拉等方式固定，并通过与贝雷桥组合相连成整体，可承受钻孔灌浆等机械设备作业与通行的施工平台。

3.2

水下帷幕灌浆 underwater curtain grouting

在水库蓄水条件下，利用水上作业平台对水下地基进行的帷幕灌浆。

3.3

跟管钻进 pipe drilling

一边钻进一边压入套管，或套管超前压入钻具跟着钻进，防止孔壁坍塌或流砂充塞钻孔的一种水下覆盖层钻进方法。

3.4

定位钢丝绳 positioning steel wire rope

连接水上作业平台与山体或固定建筑物之间的钢丝绳拉索，用以保持水上作业平台的稳定并限制水平位移。

3.5

水下孔口管镶铸 underwater orifice pipe casting

灌浆孔在第1段和第2段钻灌完成后，下入孔口管，采用膜袋注浆的方式将孔口管嵌在孔内。

3.6

水下孔口管加固 reinforcement of underwater orifice pipes

水下孔口管镶铸完成后，在水下由潜水员采用水平横向连接、剪刀撑、连墙件、扫地杆等措施对水下孔口管进行的加固，防止偏离设定的位置。

3.7

阻塞灌浆封孔 blocking grouting and sealing holes

水下帷幕灌浆全孔灌浆结束后，应以水灰比为 0.5 的新鲜普通水泥浆液置换孔内稀浆，并将止浆塞阻塞在混凝土（覆盖层）顶部高程，采用设计最大灌浆压力在一定的时间进行闭浆的一种封孔措施。

4 施工

4.1 一般要求

4.1.1 施工前，为满足水下帷幕灌浆钻孔、孔口管镶铸、灌浆站布置、钻孔灌浆人员操作的需要，应搭建水上作业平台。

4.1.2 水上作业平台应沿帷幕灌浆轴线方向布置，浮箱对称分布且与帷幕灌浆线垂直，浮箱中轴线与帷幕灌浆线对应。

4.1.3 施工中应按设计要求定位水下开孔位置，钻孔偏移宜小于 10cm。

4.1.4 水下部分灌浆孔第 1 段和第 2 段应采用卡塞灌浆。第 2 段灌浆完成后应埋设孔口管，以下各段孔径应不小于 $\phi 56\text{mm}$ 。

4.1.5 帷幕灌浆应按分序加密的原则进行。

4.1.6 在帷幕灌浆的先灌排或主帷幕孔中布置先导孔，先导孔可在一序孔中选取。先导孔底部宜深入至设计帷幕底线下 5m，并达到设计防渗标准要求。

4.1.7 采用自上而下分段灌浆法或孔口封闭灌浆法时，同一排相邻的两个次序孔之间，以及后续排的第一次序孔与其相邻部位前序排的最后次序孔之间，其在基岩中钻孔灌浆的高差不应小于 15m。

4.1.8 混凝土与基岩接触部位的帷幕灌浆应先单独灌注并待凝。帷幕灌浆接触段长度宜为 2m~3m，第 2 段长度为 3m，以下灌浆段长均为 5m，特殊情况下可适当缩短或加长，但不宜大于 10m。

4.1.9 帷幕灌浆孔各灌浆段均应进行灌浆。

4.1.10 在已完成或正在灌浆的地区，其附近 30m 以内不应进行爆破作业。

4.1.11 灌浆过程中应进行抬动监测，抬动幅度控制在设计允许范围内。

4.2 水上作业平台

4.2.1 工作条件

水上作业平台宜在枯水期运行使用，同时控制水位涨落允许幅度应为 $\pm 0.5\text{m}$ 、风速不宜大于 2.4m/s（相当于 2 级）、水流流速不宜大于 0.1m/s（尽量为静水条件，否则水下孔口管定位难于准确实施）。

4.2.2 结构设计

水上作业平台可采用重型舟桥（或专业定制钢浮箱）作为浮体，上部用贝雷桥连接成整体，在其上铺装纵梁和木板构成钻孔灌浆平台，平台长度根据帷幕灌浆轴线确定。组成平台的浮体、贝雷桥、纵梁的选型应按实际施工过程中平台承受的永久荷载、可变荷载、偶然荷载等进行确定，安全系数应不小于 1.5。

4.2.3 平台定位

水上作业平台中轴线应与帷幕灌浆中心线在水平面投影重合。平台中心线两侧各预留 40cm 宽缝（以西北口工程水上作业平台为例）作为钻孔时钻具上下及孔口管安装空间，实际施工过程中该预留缝可根据实际情况综合确定。

4.2.4 平台固定

为确保平台在钻灌施工过程中定位精度，避免在风及动水条件发生偏移，应采取以下固定措施：

- a) 在平台靠大坝端部用钢管等材料结构——限位支撑架。
 - b) 在岸坡一侧设置刚性支撑杆（定位桩）。
 - c) 在平台远端两侧通过成“八”字形分布的定位钢丝绳绳固定于两岸。
- 在施工过程中，应经常性地用仪器进行检查，并随时纠正。

4.2.5 平台启用

水上作业平台按照专业设计文件分块组装完成后，应进行验收且合格后再投入使用，验收时应填写水上作业平台验收检查记录表（见附录 A）。

检查环境：

- a) 试验时风速不大于 2.4m/s（相当于 2 级）。
- b) 试验时水流流速不大于 0.1m/s。
- c) 工作环境温度为 0~+37℃。
- d) 设定限制水位的基础上浮动±0.5m。

检查目的：

- a) 消除水上作业平台拼装过程中形成的误操作，为水下帷幕灌浆提供安全的作业空间。
- b) 检验水上作业平台的强度、刚度并与设计计算值比对。
- c) 检验水上作业平台安装过程中有无安全隐患。

检查前应做好的准备工作：

- a) 选配专职检测人员、记录人员及指挥者和各岗位负责人，所有参加人员应熟悉水上作业平台的结构和性能，明确检测程序和各项具体要求。
- b) 水上作业平台布置位置由浅至深水区，检查人员应按要求佩戴安全帽、救生衣、安全绳。
- c) 检查前配备规格齐全状态良好的仪器、量具。
- d) 检查过程中应做到统一指挥。

4.2.6 平台监测检查

水上作业平台在使用过程中，为防止水流及风力作用下发生超出允许值的位移，应进行日常监测检查并填写水上作业平台日常监测记录表（见附录 B）。主要监测检查内容包括：

- a) 检查水上作业平台整体安全性、稳定性。
- b) 检查水上作业平台的水平位移数据，实时通过调节不同部位定位钢丝绳绳纠偏。

监测检查频次每日不少于 1 次。监测应满足下列要求：

- a) 检测前对 RTK、全站仪等监测设备及仪器进行检定，确定设备的初始值及准确性。
- b) 检测前做好水上作业平台各特征基点。
- c) 检测使用全站仪或 RTK 等测量放样设备，利用岸上前后视点固定点位，通过三角网法对水上作业平台关键位置、控制点进行定位及监测。
- d) 检测时做好实时记录，根据评定标准位移≤50mm。

4.3 水下孔口管镶铸

4.3.1 水下帷幕灌浆工程施工孔口管因其自水上作业平台深入水下，系长悬臂结构，应将孔口管埋设入岩长度延伸至第 2 段段底，即第 2 段灌浆结束后再埋设孔口管。孔口管埋设方案主要选用膜袋法进行埋设，具体施工方法见 4.3.2~4.3.6（第 2 段段底按照入岩 6m 的情况进行描述）。

- 4.3.2** 膜袋绑扎在孔口管管底往上 4.5m~6m 处，0~4.5m 孔口管采用花管布置。膜袋采用土工布制成，并用扎丝束口，注浆管和返浆管采用 $\phi 10\text{mm}$ PVC 编织软管或钢管。花管孔采用 $\phi 8\text{mm}$ ，间距 30cm，梅花形布置，共布置 4 列。另外为了解解决好孔口管垂直度的问题，将在混凝土段采用麻丝缠绕或楔形块的方式进行导向。若为麻丝缠绕导向，则麻丝缠绕的高度为混凝土厚度。若为楔形块固定导向，则楔形块由潜水员水下施做。
- 4.3.3** 当第 1 段（0~3m）和第 2 段（3m~6m）钻灌完成后，向孔内下入绑扎好的孔口管。并由潜水员进行水下检查确认是否安装牢固。
- 4.3.4** 膜袋注浆，向膜袋内注入 0.5 : 1 水泥净浆，待回浆管返浆后，关闭回浆管，升压至 0.5MPa~1MPa 后即可关闭进浆管闭浆。
- 4.3.5** 膜袋注浆完成后，根据现场试验，可待凝或不待凝进行孔口管镶铸注浆。孔口管镶铸注浆采用 0.5 : 1 : 1 水泥砂浆或 0.5 : 1 水泥浆，沿孔口管向下注入，注浆压力控制在 1MPa。
- 4.3.6** 当孔口管镶铸完成后，应进行水下孔口管加固，并满足下列要求：
- a) 水平相邻两根横向连接：每隔 5m~10m 采用架管横向与孔口管连接，并适当沿帷幕灌浆线通长布置。连接时采用特制的垂直双扣结构，主要目的在于方便潜水员水下连接及连接可靠。该结构一端为孔口管管箍，另一端为架管管箍，两管箍中间为刚性连接，且两管箍平面垂直。
 - b) 剪刀撑：对横向连接完成后的孔口管，采用架管呈 45°剪刀撑（全面布置）将其与横向连接架管连接成一个整体。
 - c) 连墙件：在山体一侧布置连墙件，使得孔口管与山体牢固连接，且连接点中心至主节点的距离不应大于 300mm。施工时可先在山体施工插筋，连墙件与插筋焊接。连墙件另一端与孔口管横向连接节点焊接。连墙件可采用架管或直接采用螺纹钢筋。
 - d) 扫地杆：沿混凝土距离孔口 20cm 位置设置扫地杆，其与孔口管连接方式也采用特制的垂直双扣结构。
 - e) 质量检查：水下孔口管加固完成后，随着后期帷幕灌浆孔开孔过程中钻杆的扰动，其管箍连接螺栓可能会出现松动、脱落，故应定期安排潜水员对其进行检查，检查频次每周不少于 1 次。

4.4 钻孔

- 4.4.1** 帷幕灌浆孔的钻孔方法应根据地质条件、灌浆方法与钻孔要求确定。当采用自上而下灌浆法、孔口封闭灌浆法时，宜采用回转式钻机和金刚石或硬质合金钻头钻进；当采用自下而上灌浆法时，可采用回转式钻机或冲击回转式钻机钻进。
- 4.4.2** 灌浆孔位与设计孔位的偏差不应大于 10cm，孔深不应小于设计孔深。
- 4.4.3** 帷幕灌浆中各类钻孔的孔径应根据地质条件、钻孔深度、钻孔方法、钻孔要求和灌浆方法确定。灌浆孔以较小直径为宜，但终孔孔径不宜小于 $\phi 56\text{mm}$ ；先导孔、质量检查孔孔径应满足获取岩芯和进行测试的要求。
- 4.4.4** 帷幕灌浆中的各类钻孔均应分段进行孔斜测量。垂直的或顶角不大于 5°的钻孔，孔底偏差不应大于表 1 的规定。

表 1 钻孔孔底偏差 单位：m

孔深	20	30	40	50	60	80	100
允许偏差	0.25	0.50	0.80	1.15	1.50	2.00	2.50

对于双排或多排帷幕孔、顶角大于 5°的斜孔，孔底允许偏差值可适当放宽，但方位角的偏差值不应大于 5°。孔深大于 100m 时，孔底允许偏差值应根据工程实际情况确定。钻进过程中，应重点控制孔深 20m 以内的偏差。

4.4.5 钻孔遇有洞穴、塌孔或掉块，难以钻进时，可先进行灌浆处理，再行钻进。如发现集中漏水或涌水，应查明情况、分析原因，经处理后再行钻进。

4.4.6 灌浆孔或灌浆段钻进结束后，应及时进行钻孔冲洗。钻孔冲洗一般采用大流量水流冲洗，让孔底钻渣和孔壁附着污物随水流冲出。冲洗后，孔（段）底残留物厚度不应大于 20cm。

遇页岩、黏土岩等遇水易软化的岩石时，可视情况采用泥浆进行钻孔冲洗、固壁。

4.4.7 当施工作业暂时中止时，孔口应妥善保护，防止流进污水和落入异物。

4.4.8 钻孔过程应进行记录，遇岩层、岩性变化，发生掉钻卡钻、塌孔、掉块、钻速变化、回水变色、失水、涌水等异常情况时，应详细记录。

4.5 裂隙冲洗和压水试验

4.5.1 采用自上而下分段灌浆法和孔口封闭法进行帷幕灌浆时，各灌浆段在灌浆前应进行裂隙冲洗。裂隙冲洗宜采用压力水冲洗，冲洗压力可为灌浆压力的 80%，并不大于 1MPa，冲洗时间至回水澄清时止或不大于 20min。

当采用自下而上分段灌浆法时，可在灌浆前对全孔进行一次裂隙冲洗。

4.5.2 帷幕灌浆先导孔、质量检查孔应自上而下分段进行压水试验，压水试验宜采用单点法，按 SL/T 62—2020 附录 C 执行。

4.5.3 采用自上而下分段灌浆法、孔口封闭灌浆法进行帷幕灌浆时，各灌浆段在灌浆前宜进行简易压水试验，按 SL/T 62—2020 附录 C 执行。简易压水试验可与裂隙冲洗结合进行。

采用自下而上分段灌浆法时，灌浆前可进行全孔一段简易压水试验和孔底段简易压水试验。

4.5.4 岩溶、断层、大型破碎带、软弱夹层等地质条件复杂地段的裂隙冲洗，应通过现场试验确定或按设计要求执行。对遇水后性能易恶化的地层，可不进行裂隙冲洗，且宜少做或不做灌前压水试验。

4.6 灌浆方法

4.6.1 根据不同的地质条件和工程要求，帷幕灌浆可选用自上而下分段灌浆法、自下而上分段灌浆法、综合灌浆法及孔口封闭灌浆法。

4.6.2 根据地质条件、灌注浆液和灌浆方法的不同，应相应选用循环式灌浆或纯压式灌浆。当采用循环式灌浆法时，射浆管应下至距孔底不大于 50cm。

4.6.3 混凝土结构和基岩接触处的灌浆段（接触段）段长宜为 2m~3m。以下各灌浆段段长宜为 5m~8m，基岩条件较好时采用大值，岩体破碎、孔壁不稳时采用小值或更短，灌浆段最长不宜大于 10m。

4.6.4 灌浆塞安放应位置准确，封闭严密。如预定位置安放困难时，可移动位置重新安放，自上而下灌浆时应向上移动；自下而上灌浆时可向下或向上移动。重新安放的灌浆塞位置（灌浆段长）应予记录，如移动后的灌浆段长大于 10m 时，应研究采取补救措施。

4.6.5 混凝土与基岩接触段宜先进行灌浆，灌浆塞宜安设在混凝土内，以下各段灌浆时灌浆塞应安设在灌浆段段顶以上 50cm 处，防止漏灌。

4.6.6 混凝土与基岩接触段应先行单独灌注并待凝，待凝时间不宜少于 24h，其余灌浆段灌浆结束后可不待凝，但灌浆前遇孔口涌水、灌浆后返浆等情况时应待凝，待凝时间应根据工程具体情况确定。

4.6.7 先导孔各孔段宜在进行压水试验后及时进行灌浆，也可在全孔压水试验完成后自下而上分段灌浆。

4.6.8 不论灌前透水率大小，各灌浆段均应按技术要求进行灌浆。

4.7 灌浆压力和浆液变换

4.7.1 灌浆压力应根据灌浆部位的地质条件、承受水头等情况进行分析计算并结合工程类比拟定。重要工程的灌浆压力应通过现场灌浆试验论证。施工过程中，灌浆压力可根据具体情况进行调整。灌浆压力的改变应征得设计同意。

4.7.2 采用循环式灌浆时，灌浆压力表或灌浆自动记录仪的压力变送器应安装在灌浆孔孔口处回浆管路上；采用纯压式灌浆时，压力表或压力变送器应安装在孔口处进浆管路上。压力表或压力变送器与灌浆孔孔口间的管路长度不宜大于 5m。灌浆压力应保持平稳减小波动，可监测记录压力的平均值，最大值也应予以记录。

4.7.3 灌浆压力的记读和控制以孔口压力表的指示或压力传感器的测值为准。灌浆部位对灌浆压力敏感时，应计入浆液自重和管路、钻孔沿程压力损失。

4.7.4 根据工程情况和地质条件，灌浆压力的提升可采用分级升压法或一次升压法。升压过程中应保持灌浆压力与注入率相适应，防止发生岩体或建筑物抬动变形破坏。

4.7.5 普通水泥浆液水灰比可采用 5、3、2、1、0.7、0.5 六级，细水泥浆液水灰比可采用 3、2、1、0.5 四级，灌注时由稀至浓逐级变换。开灌水灰比根据各工程地质情况和灌浆要求确定，采用循环式灌浆时，普通水泥浆可采用水灰比 5，细水泥浆可采用 3；采用纯压式灌浆时，开灌水灰比可采用 2 或单一比级的稳定浆液。

4.7.6 特殊地质条件下（如洞穴、宽大裂缝、松散软弱地层等）经试验验证后，可采用稳定浆液、膏状浆液进行灌注。其浆液的成分、配比以及灌注方法应通过室内浆材试验和现场灌浆试验确定。

4.7.7 当采用多级水灰比浆液灌注时，浆液变换的原则如下：

- a) 当灌浆压力保持不变，注入率持续减少时，或注入率不变而压力持续升高时，不应改变水灰比。
- b) 当某级浆液注入量已达 300L 以上时，或灌浆时间已达 30min 时，而灌浆压力和注入率均无改变或改变不显著时，应改浓一级水灰比。
- c) 当注入率大于 30L/min 时，可根据具体情况越级变浓。

4.7.8 灌浆过程中，灌浆压力或注入率突然改变较大时，应立即查明原因，采取相应的措施处理。

4.7.9 灌浆过程的控制也可采用灌浆强度值（GIN）等方法进行，其最大灌浆压力、最大单位注入量、灌浆强度指数、浆液配比、灌浆过程控制和灌浆结束条件等，应经过试验确定。

4.8 孔口封闭灌浆法

4.8.1 孔口封闭法适用于块状、厚层、高倾角岩层等地层的高压灌浆。当应用于软弱破碎岩石地基或覆盖层时，应按 SL/T 62—2020 中 10.3 节的规定执行。

4.8.2 灌浆孔孔径宜为 $\phi 56\text{mm} \sim 76\text{mm}$ ，自上而下分段钻进、分段灌浆。

4.8.3 各孔孔口管段即混凝土与基岩接触段，应先行单独钻孔与灌浆，镶铸孔口管，并待凝 48h $\sim$ 72h。

4.8.4 孔口管埋入基岩的深度应根据最大灌浆压力和岩体特性确定。采用 5MPa 以上高压灌浆时，孔口管埋入基岩的深度不应小于 2m。

4.8.5 孔口管段以下 2 $\sim$ 3 个灌浆段，段长宜短，灌浆压力递增宜快，再以下各段段长宜为 5m $\sim$ 8m，按设计最大灌浆压力灌注。

4.8.6 孔口封闭器应具有良好的耐压和密封性能，灌浆管应能在灌浆过程中灵活转动和升降。

4.8.7 灌浆管的外径与钻孔孔径之差宜为 10mm $\sim$ 20mm，若用钻杆作为灌浆管，应采用外平接头连接。各段灌浆时灌浆管应深入灌浆段底部，管口离孔底的距离不应大于 50cm。

4.8.8 各孔段的裂隙冲洗和压水试验，可按照 4.5 的规定执行。

4.8.9 灌浆浆液宜采用多级水灰比，其比级设置及变换原则可按照 4.7.5、4.7.7 的规定执行。

4.8.10 灌浆压力控制宜采用分级升压法，并以中等以下注入率灌注，当注入率大于 10L/min 时，灌浆压力应缓慢提升。同一部位不宜聚集多台灌浆泵同时灌浆。

4.8.11 灌浆过程中应经常转动和上下活动灌浆管，回浆管宜有 15L/min 以上的回浆量，防止灌浆管在孔内被水泥浆凝住。

4.9 特殊情况处理

4.9.1 帷幕灌浆孔终孔段的透水率或单位灌浆量大于设计规定值时，其灌浆孔应继续加深。

4.9.2 灌浆过程中，宜适时安排潜水员水下观察是否存在冒浆、漏浆等现象，根据具体情况采用嵌缝、表面封堵、低压、浓浆、限流、限量、间歇、待凝等方法进行处理。

4.9.3 灌浆过程中发生灌浆孔间串浆时，应阻塞串浆孔，待灌浆孔灌浆结束后，再对串浆孔进行扫孔、冲洗、灌浆。如注入率不大，且串浆孔具备灌浆条件，可一泵一孔同时灌浆。

4.9.4 灌浆必须连续进行，若因故中断，按下列原则处理：

- a) 尽快恢复灌浆。如无法在短时间内恢复灌浆时，应立即冲洗钻孔，再恢复灌浆。若无法冲洗或冲洗无效，则应进行扫孔，再恢复灌浆。
- b) 恢复灌浆时，使用开灌比级的水泥浆进行灌注，如注入率与中断前相近，即可采用中断前水泥浆的比级继续灌注；如注入率较中断前减少较多，应逐级加浓浆液继续灌注；如注入率较中断前减少很较多，且在短时间内停止吸浆，应采取补救措施。

4.9.5 当灌浆段注入量大而难以结束时，应暂停灌浆作业，对灌浆影响范围内的地下洞井、岸坡等进行检查，如有串通，应采取措施后再恢复灌浆，灌浆时可选用下列措施处理：

- a) 低压、浓浆、限流、限量、间歇灌浆。
- b) 必要时也可掺加适量速凝剂进行灌注，该段经处理后应待凝 24h，再重新扫孔、复灌。
- c) 其灌浆资料应及时报送监理、设计等，以便根据灌浆情况及该部位的地质条件，共同分析、研究是否需要补充钻灌处理。

4.9.6 灌浆过程中如回浆变浓，可换用相同水灰比的新浆灌注，若效果不明显，继续灌注 30min，即可结束灌注，也不再进行复灌。

4.9.7 灌浆孔段遇特殊情况，无论采取何种措施处理，其复灌前进行扫孔，复灌后达到灌浆结束的要求。

4.9.8 若水位波动较大，孔口管从水面浮桥作业平台位置上下起伏时，应及时加减孔口管长度，使得外露端能够满足钻灌施工要求。若因水位波动较大导致浮桥结构无法安全运行时，应立即停止现场作业，待水位稳定后再行施工。

4.9.9 当出现上述特殊情况时，应及时向监理、设计汇报，共同研究处理措施。上述特殊情况应反映在灌浆综合成果表中。

4.9.10 钻灌施工过程中，不应对面板造成破坏。

5 质量验收

5.1 一般要求

5.1.1 水下帷幕灌浆宜按帷幕轴线相邻的 10 个~20 个孔划分为一个单元工程。对于 3 排以上帷幕，宜按轴线相邻不超过 30 个孔为一个单元工程。

5.1.2 水下帷幕灌浆单孔施工工序应分为水下定位、钻孔、灌浆 3 个工序，其中水下定位、钻孔、灌浆均为主要工序。

5.1.3 检验项目分为主控项目和一般项目。

5.1.4 工序和单元工程施工质量的主控项目和一般项目的检验，应采用随机布点和监理工程师现场指定区位相结合的方式进行。检验方法及数量应符合本标准和 SL 176、SL 223 的规定。

5.1.5 水下帷幕灌浆单元工程施工质量验收评定，应在单孔施工质量验收评定合格的基础上进行；单孔施工质量验收评定应在工序施工质量验收评定合格的基础上进行。

5.1.6 水下帷幕灌浆施工班报记录，包括有地质钻机钻孔记录表（见附录 C）、钻孔测斜记录表（见附录 D）、钻孔冲洗记录表（见附录 E）、抬动观测记录表（见附录 F）、阻塞灌浆封孔记录表（见附录 G）等，由施工现场班组填写，施工单位施工员（质检员）认可后报送至监理工程师确认。

水下帷幕灌浆压水记录表、灌浆记录表以灌浆自动记录仪输出记录为准。

5.1.7 水下作业记录表格，包括潜水任务书（见附录 H）、潜水日志（见附录 I），由潜水作业班组填写，施工单位施工员（质检员）认可后报送至监理工程师确认。

5.1.8 水泥等原材料应按有关规范要求进行全面检验，进场检验结果应满足相关产品标准，不合格产品不应使用。不同批次原材料在工程中的使用部位应有记录，原材料检验备查表（见附录 J）。

5.1.9 工序和单元工程施工质量验收评定表及其备查资料的制备应由工程施工单位负责，其规格宜采用 A4（210mm×297mm）国际纸张标准。验收评定表一式 4 份，备查资料一式 2 份，其中验收评定表及其备查资料各 1 份应由监理单位保存，其余由施工单位保存。

5.2 工序施工质量验收评定

5.2.1 工序施工质量验收评定应具备下列条件：

- a) 工序中所有的施工项目（或施工内容）已完成，现场具备验收条件。
- b) 工序中所包含的施工质量检验项目经施工单位自检全部合格。

5.2.2 工序施工质量验收评定按下列程序进行：

- a) 施工单位应首先对已经完成的工序施工质量按本标准进行自检，并做好检验记录。
- b) 施工单位自检合格后，应按照附录 K 的要求填写水下帷幕灌浆单元工程施工质量验收评定表及水下帷幕灌浆单孔工序施工质量验收评定表，质量责任人履行相应签认手续后，向监理单位申请复核。
- c) 监理单位收到申请后，应在 4h 内进行复核。复核包括下列内容：
 - 1) 核查施工单位报验资料是否真实、齐全。
 - 2) 结合平行检测和跟踪检测结果等，复核工序施工质量检验项目是否复核本标准的要求。
 - 3) 在施工单位提交的工序施工质量验收评定表中填写复核记录，并签署工序施工质量评定意见，核定工序施工质量等级，相关责任人履行相应签认手续。

5.2.3 工序施工质量验收评定包括下列资料：

- a) 施工单位报验时，应提交下列资料：
 - 1) 各班（组）的初检记录、施工队复检记录、施工单位专职质检员终检记录。
 - 2) 工序中各施工质量检验项目的检验资料。
 - 3) 施工中的见证取样检验及记录结果资料。
 - 4) 施工单位自检完成后，填写的工序施工质量验收评定表。
- b) 监理单位应提交下列资料：
 - 1) 监理单位对工序中施工质量检验项目的平行检验资料。
 - 2) 监理工程师签署质量复核意见的工序施工质量验收评定表。

5.2.4 工序施工质量验收评定分为合格和优良两个等级，其标准如下：

- a) 合格等级标准：
 - 1) 主控项目，检验结果应全部符合 SL 633 及本标准的质量要求。
 - 2) 一般项目，应逐项有 70% 及以上的检验点合格，不合格点不应集中分布，且不合格点的

质量不应超出有关规范或设计要求的限值。

- 3) 各项报验资料应符合本标准要求。
- b) 优良等级标准：
 - 1) 主控项目，检验结果应全部符合 SL 633 及本标准的质量要求。
 - 2) 一般项目，应逐项有 90% 及以上的检验点合格，不合格点不应集中分布，且不合格点的质量不应超出有关规范或设计要求的限值。
 - 3) 各项报验资料应符合标准要求。

5.3 单元工程施工质量验收评定

5.3.1 单元工程施工质量验收评定应具备下列条件：

- a) 单元工程所含工序（或所有施工项目）已完成，施工现场具备验收的条件。
- b) 已完工工序施工质量经验收评定全部合格，有关质量缺陷已处理完毕或有监理单位批准的处理意见。

5.3.2 单元工程施工质量验收评定按下列程序进行：

- a) 施工单位应首先对已完成的单元工程施工质量进行自评，并填写检验记录。
- b) 施工单位自检合格后，应填写单元工程施工质量验收评定表（见附录 K），向监理单位申请复核。
- c) 监理单位收到申报后，应在 8h 内进行复核。复核应包括下列内容：
 - 1) 核查施工单位报验资料是否真实、齐全。
 - 2) 对照施工图纸及施工技术要求，结合平行检测和跟踪检测结果等，复核单元工程质量是否达到本标准的要求。
 - 3) 检查已完单元遗留问题的处理情况，在施工单位提交的单元工程施工质量验收评定表中填写复核记录，并签署单元工程施工质量评定意见，核定单元工程施工质量等级，相关责任人履行相应签认手续。
 - 4) 对验收中发现的问题提出处理意见。
- d) 重要隐蔽单元工程施工质量的验收评定应由建设单位（或委托监理单位）主持，应由建设、设计、监理、施工等单位的代表组成联合小组，共同验收评定，并应在验收前通知工程质量监督机构。

5.3.3 单元工程施工质量验收评定包括下列资料：

- a) 施工单位申请验收评定时，应提交下列资料：
 - 1) 单元工程中所有单孔工序（或检验项目）验收评定的检验资料。
 - 2) 各项实体检验项目的检验记录资料。
 - 3) 施工中的见证取样检验及记录结果资料。
 - 4) 施工单位自检完成后，填写的单元工程施工质量验收评定表。
 - 5) 水下帷幕灌浆作业各类班报表。
 - 6) 单元工程施工相关影像资料。
- b) 监理单位应提交下列资料：
 - 1) 监理单位对单元工程施工质量的平行检测资料。
 - 2) 监理工程师签署质量复核意见的单元工程施工质量验收评定表。

5.3.4 水下帷幕灌浆单孔施工质量验收标准应符合下列规定：

- a) 工序施工质量验收评定全部合格，该孔评定合格。
- b) 工序施工质量验收评定全部合格，其中水下定位、钻孔、灌浆工序均达到优良，该孔评定优良。

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/968107011043007041>