



CS 93-1160

P 09

水利行业标准

中华人民共和国

SL/T 802—2020

水泥化学灌浆施工规范

水泥建筑物水泥化学灌浆

ement - chemical compound  
of hydraulic structures

Specification for ceme  
grouting construction

2020 - 12 - 25 实施

2020 - 09 - 25 发布

中华人民共和国水利部 发布

服务热线 8008699855  
手机服务 4007328366

护与修复  
标准的公告

中华人民共和国水利部

关于批准发布《河湖生态系统保护  
工程技术导则》等 2 项水利行业标

2020 年第 15 号

与修复工程  
标准，现予以

中华人民共和国水利部批准《河湖生态系统保护  
工程技术导则》等 2 项水利行业标  
公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	河湖生态系统保护与修复工程技术导则	SL/T 800—2020		2020.9.25	2020.12.25
2	水工建筑物水泥化学复合灌浆施工规范	SL/T 802—2020		2020.9.25	2020.12.25

水利部

2020 年 9 月 25 日

# 前 言

2014《水

根据水利技术标准制修订计划安排，按照《SL 1—2014 水利技术标准编写规定》的要求，制定本标准。

本标准共 10 章和 3 个附录，主要技术内容包括：

- 复合灌浆材料和浆液制备；
- 复合灌浆试验；
- 基岩复合灌浆；
- 隧洞复合灌浆；
- 覆盖层复合灌浆；
- 质量检查；
- 劳动安全防护和环境保护；
- 施工记录和完工资料。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水利工程建设司

本标准解释单位：水利部水利工程建设司

本标准主编单位：长江水利委员会长江科学院

任公司

本标准参编单位：长江勘测规划设计研究有限责

中国水电基础局有限公司

限公司

中国葛洲坝集团市政工程有限

ii

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

魏 涛

本标准主要起草人：汪在芹 李 珍 景 锋

孙 亮

肖承京 邵晓妹 邹德兵

周 若

辜永国 张 健 张 达

本标准审查会议技术负责人：杨晓东

本标准体例格式审查人：陈登毅

标准出版

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，

随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条 2 号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

# 目 次

	1 总则 .....	1
浆液制备 .....	4	2 术语 .....
.....	4	3 复合灌浆材料和浆液 .....
机具 .....	4	3.1 一般规定 .....
.....	5	3.2 复合灌浆设备和机具 .....
.....	5	3.3 水泥浆液及制备 .....
.....	6	3.4 化学浆液及制备 .....
.....	6	4 复合灌浆试验 .....
.....	4 反孔水泥浆液 .....	5 基岩复合灌浆 .....
.....	8	5.1 一般规定 .....
.....	8	5.2 钻孔 .....
.....	8	5.3 复合灌浆方法 .....
.....	9	5.4 水泥灌浆 .....
.....	9	5.5 化学灌浆 .....
.....	10	5.6 封孔 .....
.....	11	5.7 特殊情况处理 .....
.....	11	6 隧洞复合灌浆 .....
.....	13	6.1 一般规定 .....
.....	13	6.2 钻孔 .....
.....	13	6.3 灌浆 .....
.....	13	7 覆盖层复合灌浆 .....
.....	13	7.1 一般规定 .....
.....	13	7.2 钻孔 .....
.....	13	7.3 灌浆 .....
.....	13	8 质量检查 .....
.....	13	8.1 一般规定 .....

18	8.2	基岩复合灌浆质量检查	21
19	8.3	隧洞复合灌浆质量检查	21
19	8.4	覆盖层复合灌浆质量检查	21
9		劳动安全防护和环境保护	21
10		施工记录和完工资料	22
		附录 A 灌浆工程压水试验	24
		附录 B 覆盖层灌浆钻孔注水试验	29
		附录 C 灌浆工程施工记录表	32
		标准用词说明	47
		条文说明	49

# 1 总 则

规范水工建筑物水泥化学复合灌浆工程施工技术要求	1.0.1	为
方法,保障工程质量和安全,制定本标准。		和质量检查
标准适用于水工建筑物水泥化学复合灌浆工程。	1.0.2	本
水泥化学复合灌浆前应研究水泥浆材、化学浆材、受灌	1.0.3	水
工程环境下的材料适应性。		体之间在
水泥化学复合灌浆应遵循先水泥灌浆,后化学灌浆的原	1.0.4	水
则,明确化学灌浆开灌条件。化学灌浆开灌条件应根据受灌		则,且应
体确定。		体的透水
水泥化学复合灌浆应通过灌浆试验确定复合灌浆方法。	1.0.5	水
质量检查方法。		工艺参数和

1.0.6 水泥化学复合灌浆工程施工前应取得下列文件和资料。

- 1 灌浆工程区的工程地质与水文地质资料。
- 2 施工详图和设计说明书。
- 3 灌浆材料的检测证书、产品合格证、安全和使用技术说明书。
- 4 复合灌浆试验报告。
- 5 复合灌浆施工组织设计。
- 6 复合灌浆技术要求、质量标准和检查方法。
- 7 职业健康安全与环境保护措施。
- 8 特殊情况下的应急预案。

1.0.7 水泥化学复合灌浆工程施工用水、电、风供应以及通信应可靠,且设置专用的管路和线路。复合灌浆作业场所应保障良好的通风和照明。复合灌浆工程根据需要可配置必要的现场试验设施。

1.0.8 已完成或正在实施水泥化学复合灌浆的岗位,其附近30m 范围内不宜进行爆破作业。

1.0.9 当水泥化学复合灌浆作业环境或受灌体温度高于 35℃ 或

低于 5℃ 时，应采取相应的温度控制措施

的劳动安全防护、职业

1.0.10 水泥化学复合灌浆工程应制定妥善的

措施，并制定相应的渣、污水和弃浆等废

弃物处置措施。

弃物处置措施。

符合灌浆工程

职业健康、环境保护和安全等方面的培训，合格后方可上岗。

职业健康、环境保护和安全等方面的培训，合格后方可上岗。

1.0.12 水泥化学复合灌浆过程中各项施工记录应及时、准确、

真实、齐全、整洁，符合归档要求。水泥灌浆应使用灌浆记录

仪，化学灌浆宜使用记录仪。复合灌浆计量器具应按规定定期进

行检定或校验。

证的新技术、新工艺、新材料和新设

灌浆工程。

下列标准：

国家标准 急性经口毒性试验：

危险品贮存通则

品重大危险源辨识

护基本要求：

GB 50194

GB 50194 施工用电安全技术规范

浆施工技术规范

SL 345 水利水电工程注水试验规程

SL 399 水利水电工程土建施工安全技术规程

DL/T 5333 水电水利工程爆破安全监测规程

DL/T 5406 水工建筑物化学灌浆施工规范

JC/T 2037 丙烯酸盐灌浆材料

JC/T 2041 聚氨酯灌浆材料

JC/T 2379 地基与基础处理用环氧树脂灌浆材料

JGJ/T 211 建筑工程水泥—水玻璃双液注浆技术规程

1.0.15 水工建筑物水泥化学复合灌浆工程的施工与质量检查验收等工作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 受灌体 grouted body

接受灌浆的实体对象，本标准主要是指岩土体。

### 2.0.2 水泥化学复合灌浆 cement - chemical compound grouting

通过钻孔、埋管或其他方法按设定顺序将水泥浆液和化学浆液注入受灌体，以达到防渗、堵漏、补强和加固目的的综合工程措施。

### 2.0.3 异孔水泥化学复合灌浆 cement - chemical compound grouting by different holes

所谓异孔是将水泥浆液注入受灌体，再通过排孔或排肉等其他钻孔注入化学浆液的复合灌浆工艺。

### 2.0.4 同孔水泥化学复合灌浆 cement - chemical compound grouting by the same hole

利用同一钻孔先将水泥浆液注入受灌体，再通过扩孔或扫孔注入化学浆液的复合灌浆工艺。

### 2.0.5 高压复合灌浆 high pressure cement - chemical compound grouting

水泥灌浆或化学灌浆压力大于3MPa的水泥化学复合灌浆。

### 2.0.6 细水泥浆液 fine cement grout

以细水泥或超细水泥为主的水泥基浆液。

### 2.0.7 可操作时间 operation time

化学灌浆，从现场浆液配制到浆液黏度达到设定值所经历的时间间隔。

# 浆液制备

## 定

# 3 复合灌浆材料和

## 3.1 一般规

水泥灌浆材料和化学灌浆

3.1.1 复合灌浆的灌浆材料主要包括水  
材料。

地质条件、灌浆目的、灌  
浆材料性能等因素。

3.1.2 复合灌浆材料选择应考虑工程  
浆工艺、环保要求、水泥浆材和化学浆

或细水泥浆液。

3.1.3 水泥灌浆材料可选用普通水泥

丙酸盐、聚氨酯、水

3.1.4 化学灌浆材料可选用环氧树脂、  
玻璃等浆液。

室内试验确定水泥浆液和

3.1.5 复合灌浆工程开始前，应通过室  
化学浆液配合比。

行妥善保存，严格防潮。

3.1.6 水泥原材料应置于阴凉干燥处进

室内，并符合 GB 175 的规定。

3.1.7 化学灌浆材料应存放在密闭容器  
GB 18218 和 GB 50016 等的相关规定。

应按 GB 175 规定的相

3.1.8 复合灌浆中的化学浆材毒性检测  
关规定执行。

## 3.2 复合灌浆设备和机具

液的类型、特性。

3.2.1 水泥浆液制浆机技术性能应与所搅拌浆  
相适应，并能保证均匀、连续地拌制浆液。

灌浆泵的性能。

3.2.2 浆液拌液能力应与所搅拌浆液的种类和  
量相适应。

入率的要求。

3.2.3 复合灌浆工程的灌浆泵应能满足最大和最小  
灌浆量要求。

最大灌浆压力的 1.5 倍，压力

波动范围应不大于灌浆压力的 20%。

度调节双液的比例。

3.2.4 对于水泥灌浆浆压力大于 10MPa、化学灌浆压力超过

灌浆系统、灌浆管路系统、控制系统、安全防护系统等应进行试验论证。

5 化学灌浆设备管路等，应满足耐腐蚀的要求。

6 复合灌浆中的水泥灌浆宜采用集中制浆站，化学灌浆浆液制备宜在作业面附近实施。

### 3.3 水泥浆液及制备

浆液的原材料选择，浆液拌制、输送、按照 SL 62 及相关标准执行。

灌浆作业面处的水泥浆液进行检测，应及时查明原因并及时处理。

### 3.4 化学浆液及制备

浆液量应与地层特性和灌浆工艺匹配，抽检应以批次或定量随机抽取送检，浆液制备可参照 JC/T 2379 及相关

标准执行。

3.4.5 聚氨酯灌浆材料及浆液制备可参照 JC/T 2041 及相关标准执行。

3.4.6 水玻璃灌浆材料及浆液制备可参照 JGJ/T 211 及相关标准执行。

## 4 复合灌浆试验

4.0.1 复合灌浆工程应进行现场灌浆试验。现场灌浆试验宜在工程招标投标前完成。

4.0.2 复合灌浆试验应包括下列内容：

1 论证水泥化学复合灌浆的可行性和合理性。

2 评价水泥浆材、化学浆材与受灌体的适应性。

3 推荐适宜的水泥灌浆和化学灌浆方法。

4 推荐适宜的化学灌浆开灌条件。

5 推荐适宜的灌浆孔布置参数、灌浆工艺参数、结束标准。

6 遇有高地应力、高水头、塌孔、涌水、涌泥等特殊地层时应推荐相应的处理措施。

7 评价复合灌浆灌后受灌体的物理力学特性和抗渗透变形

8 研究受灌体的灌浆特点，单液注、双液注、掺液变浆等。

9 研究适合本工程特点与要求的灌浆质量检查方法。

10 制定相应的劳动安全防护、职业健康、环境保护等措施。

11 分析复合灌浆工程的工期、效率、进度、工程造价等，并进行

12 具有代表性。宜选在非工程部位，

13 部位，但不应对工程产生不良影

14 或复杂地层时，应布置多个试

15 布点和环境因素，水泥和化学浆

16 材特点；以及灌浆技术工乙水平，制定复合灌浆试验方案。

4.0.5 复合灌浆试验宜在有盖重条件下进行，并应控制浆液扩散范围。

4.0.6 复合灌浆试验应进行灌浆效果检测评价，灌后检测时间

应根据灌浆浆材胶凝固化特性确定。

**4.0.7** 复合灌浆试验完成后应提交试验报告。

**4.0.8** 复合灌浆工程应进行生产性试验。生产性试验不应对工程产生不良影响。

## 5.2 钻 孔

5.2.1 复合灌浆钻孔方式应根据地质条件确定，宜采用回转式钻机 and 金刚石或硬质合金钻头钻进，当有其他要求时，可采用其他钻孔方式。

5.2.2 复合灌浆孔位与设计偏差不应大于 20cm。

5.2.3 异孔复合灌浆孔孔径不宜小于  $\phi 56$ mm，化学灌浆孔孔径不宜小于  $\phi 75$ mm。先导孔，检查孔孔径应满足浆液注入的要求，且不宜小于  $\phi 45$ mm。

5.2.4 复合灌浆孔应设置止浆塞，当灌浆时，钻孔允许偏差应符合表 5.2.4 的规定。

程实际情况确定。

深大于60m时，钻孔最大允许偏差应根据工

50	6.9
1.00	1.30

表 5.2.4 复合灌浆钻孔允许偏差

孔 深	20	30	40
允许偏差	0.25	0.45	0.70

### 5.3 复合灌浆方法

灌浆可采用异孔复  
浆可采取排内、排

5.3.1 根据不同地质条件和工程要求，复合  
合灌浆，也可采用同孔复合灌浆。异孔复合灌  
间复合等。

具备条件时也可采

5.3.2 基岩复合灌浆宜自上而下分段灌浆，  
用自下而上分段灌浆。

等，水泥灌浆宜选

5.3.3 根据地质条件、工程要求和灌注浆液

下分段灌浆法。根据

用孔回封闭灌浆法，化学灌浆宜选用自上而下

管灌浆选用纯压式

相应灌浆方法，水泥灌浆选用循环式灌浆，

作时，经试验可适

5.3.4 复合灌浆段长宜为5m，具备一定条

壁不稳定及岩性变

当延长，但不应超过10m。当岩体破碎，孔

浆段长宜为0.5

5.3.5 混凝土结构物和基岩接触部位的复合灌

浆时进行灌浆，此

5.3.6 复合灌浆钻孔各段宜在压水试验后

可在全孔压水试验合格后自上而下分段灌浆。

#### 5.4 水泥灌浆

5.4.1 水泥灌浆灌浆前应进行裂隙冲洗。可采用回封闭灌浆法或

自上而下分段灌浆法时，各灌浆段在灌前应检查裂隙冲洗。采用

自下而上分段灌浆法时，各灌浆孔可在灌浆前全孔进行一次裂隙

冲洗。冲洗时间不应小于灌浆总量的10%。冲洗时间应视裂隙

时间至回水澄清时为止或不大于20min。

溶、断层、大型破碎带、软弱夹层等复杂地质条件孔  
有专门设计要求的地层，裂隙冲洗应通过现场试验确定  
易老化的地层，可不进行裂隙

5.4.2 岩  
段，以及

冲洗，且宜少做或不做压水试验。

行压水试验，压水试验宜采用

5.4.3 先导孔应自上而下分段进行

单点法测试，可参照附录 A 的相

关规定执行。

5.4.4 各灌浆段灌前宜进行简易压水试验，压力为最大灌浆压  
力的 80%，并不宜大于 1MPa。简易压水试验参照附录 A 的相  
关规定执行。有涌水或高孔隙水压孔段，简易压水试验压力应大  
于涌水压力或孔隙水压力，但不大于灌浆压力的 80%。

5.4.5 水泥灌浆压力应根据工程等级、地质条件及工程类型等  
综合确定。灌浆过程中，灌浆压力可根据具体情况调整。

5.4.6 灌浆过程中，压力表或压力传感器应安装在灌浆孔孔口处  
的回浆管路中，压力表或压力传感器与灌浆孔孔口的距离不宜大  
于 5m。灌浆压力应保持平稳，测读压力波动的平均值、最大值  
应予以记录。

5.4.7 普通水泥、细水泥灌浆的浆液水灰比、升压方法、浆液  
变换、结束标准等应按照 SL 62 及相关标准执行。

5.4.8 灌浆过程中，灌浆压力急剧下降时，应立即查明原因，  
因，并采取相应措施进行处理。

## 学 灌 浆

## 5.5 化

水试验。达到化学灌浆开灌条件

5.5.1 灌前各段应进行简易压  
后，方可开始化学灌浆。

材料性能和工程要求确定灌浆孔

5.5.2 化学灌浆前应根据化灌  
段是否需要冲洗，并确定相应的

冲洗方式。

5.5.3 特殊浆液与基岩接触部位的化学灌浆应先单独进行

灌浆并待凝。

5.5.4 化学灌浆开始前，宜先排除孔内积水再进行灌浆。

5.5 化学灌浆升压可采用分级升压法或一次升压法，当地质条件较差时宜选用分级升压法。

应根据地质条件、浆液注入率、浆液状态等及时变换调整浆液。

应按下列要求执行：

注入率不大于 0.02 L/min 后，继续灌注时间，即可结束化学灌浆。

有特殊要求时，可按设计确定。

## 封孔

应根据灌浆材料、浆液性质和灌浆工艺

相关规定执行。当化学灌浆材料为环氧树脂类等高强度材料时，化学灌浆孔也可采用化学浆液

应按设计要求进行封孔。

5.5.5 化学灌浆过程中，应根据地质条件较差时宜选用分级升压法。

5.5.6 化学灌浆过程中，应根据地质条件、浆液注入率、浆液状态等及时变换调整浆液。

5.5.7 化学灌浆的结束标准应符合下列要求：

1 在最大设计压力下继续灌注 10~30min 或达到凝胶时间，即可结束化学灌浆。

2 特殊地层或有其他要求时，可按设计确定。

## 5.6

5.6.1 复合灌浆终孔段的透水率或单位注入量大于设计规定值时，宜继续加深钻孔并灌浆至符合设计要求。

5.6.2 当封孔有特殊要求时，应根据设计要求进行封孔。

## 5.7 特殊情况处理

5.7.1 复合灌浆终孔段的透水率或单位注入量大于设计规定值时，宜继续加深钻孔并灌浆至符合设计要求。

5.7.2 灌浆过程中注入率过大，或冒浆、漏浆时，应根据具体情况可采用调整浆液浓度、降低注入率等方法进行处理。

5.7.3 灌浆过程中发生串浆时，应停止串浆孔灌浆，待串浆孔具备灌浆条件后，宜一泵一孔同时并灌，但并灌孔不宜多于 3 个，并防止上部混凝土或岩体松动。

5.7.4 灌浆应连续进行。若因故中断，应在浆液初凝前恢复灌浆。若因故中断，应在浆液初凝前恢复灌浆，否则应进行冲孔或扫孔后再灌浆。

浆液初凝前不扫孔，再恢复灌浆。

5.7.5 孔口有涌水的灌浆孔段，灌浆前应测记涌水压力和涌水量。根据涌水情况，可选用但不限于下列处理措施：

1 缩短浆液凝胶时间。

2 提高灌浆压力。

3 延长屏浆或闭浆时间。

5.7.6 化学灌浆过程中，应实时查看浆液取样的胶凝固化情况。若胶凝固化情况异常，应及时采取相应措施。

6.1.3 复杂条件下隧洞IV类和V类围岩段、IV类围岩段、裸露围岩洞段的复合灌浆，宜结合现场灌浆试验进行专题

6.1.4 复合灌浆结束时宜屏浆待凝。当遇涌水、涌泥等特殊地段时，屏浆时间应适当延长，延长时间可根据工程需要确定。

6.1.5 高水头水工隧洞围岩复合灌浆应设置隧洞结构变形监测装置，其他隧洞围岩复合灌浆宜设置变形监测装置。

## 6.2 钻 孔

6.2.1 隧洞围岩水泥化学复合灌浆，钻孔宜布置为径向孔。

6.2.2 环间或环内异孔复合灌浆孔孔径不宜小于 $\phi 38\text{mm}$ 。同孔复合灌浆化学灌浆终孔孔径不宜小于 $\phi 42\text{mm}$ 。

6.2.3 复合灌浆孔可采用风钻或其他类型钻机，灌浆孔位与设计偏差不应大于 $10\text{cm}$ ，孔底偏差不应大于 $25\text{cm}$ 。

化学灌浆前应根据灌浆材料性能和工程要求确定孔段是否需要进行冲洗，并确定相应的冲洗方式。冲洗压力可为灌浆压力的80%，且不宜大于 $1\text{MPa}$ 。

## 6.3 灌 浆

6.3.1 隧洞复合灌浆且不用环间或环内穿孔复合灌浆，也可采用同孔复合灌浆。

6.3.2 异孔复合灌浆水泥灌浆前可采取5%的灌浆孔进行简易压水试验。化学灌浆孔灌前应进行简易压水试验，根据透水率确定是否满足化学灌浆开灌条件。简易压水试验可参照附录A的相关规定执行。

6.3.3 同孔复合灌浆孔经简易压水试验，岩体透水率满足化学灌浆开灌条件时，可直接进行化学灌浆。否则应先水泥灌浆，再通过扩孔或掏孔进行化学灌浆。

6.3.4 复合灌浆简易压水试验可采用灌浆时进行的 $Q_{60}$ 。

6.3.5 当钻孔涌水压力较高时，压水试验压力可适当提高，但不大于灌浆压力的80%。

6.3.6 水泥灌浆可采用纯压式灌浆，也可采用循环式灌浆。化学灌浆应采用纯压式灌浆。

6.3.7 复合灌浆宜按环间分序、环内加密的原则实施。隧洞围岩为

类、Ⅰ类、Ⅱ类或斜节理区复合灌浆时，环内孔宜按分序、环内孔可分为两序。灌浆，同序孔并联灌浆孔不应多于

3个，且孔位宜对称。

6.3.8 灌浆孔入岩深度不大于6m时，复合灌浆可不分段。当遇特殊地层或有特殊要求时，应根据灌浆试验确定。

6.3.9 普通水泥、细水泥灌浆浆液水灰比、升压方法、浆液变换、结束标准等应按SL 62及相关标准执行。

6.3.10 隧洞复合灌浆的化学灌浆结束标准可按5.5.7条的规定执行。

6.3.11 隧洞复合灌浆孔封孔应符合以下要求。

1 水泥灌浆孔灌浆结束后应

孔灌浆法封孔，孔口空余部分用干硬性砂浆填实抹平。有特殊要

## 求时，也可采用化学灌浆封孔。

结束后，可置换成 0.5 : 1 水泥浆采取全  
浆材为环氧树脂时，宜结合化学灌浆直接

孔灌浆和封孔结束后，钢衬上的灌浆孔

应采用相同钢质材料封孔。

### 2 化学灌浆孔灌浆

孔灌浆法封孔。当化学浆材为环氧树脂时，宜结合化学灌浆直接封孔。

### 3 钢衬段复合灌浆

## 7 覆盖层复合灌浆

### 7.1 一般规定

7.1.1 覆盖层复合灌浆前，除应取得 1.0.6 条所列资料外，还应取得下列资料：

- 1 覆盖层结构及空间分布情况。
- 2 覆盖层各层颗粒级配、密度、渗透系数、允许渗透比降等物理力学参数。
- 3 覆盖层的不同浆材可灌性分析资料。
- 4 地下水渗流场、流速、水质等分析资料。

7.1.2 对需要采取强夯、挤密、压密、置换等加固措施时，应先完成其他措施的施工，再进行复合灌浆。

7.1.3 对需要采取强夯、挤密、压密、置换等加固措施时，应先完成其他措施的施工，再进行复合灌浆。

7.1.4 复合灌浆可设置混凝土盖板或加密灌浆保护层等形式，其厚度不宜小于 0.5m，宽度宜超出

加密原则和先导孔布置应分别参照

的应力应根据工程地质条件、工程技术

## 2 钻 孔

与设计孔位的偏差值、成孔方式、

后，可采用压水或低黏度泥浆，

作底部落渣量不宜大于 20%

7.2.1 覆盖层复合灌浆孔孔位

7.2.2 覆盖层灌浆孔成孔结束后

## 7.3 灌 浆

7.3.1 复合灌浆宜采用并孔及台灌浆。水泥灌浆可采用套阀管法、封口封闭灌浆法、拔管灌浆法等。化学灌浆可采用封口点塞法或套阀管法等。

比、升压方法、  
执行。

步升压至设计

束灌浆。

不大于  $0.02\text{L}/$

束灌浆。  
后，继续灌注  $10\text{min}$  或达到胶凝时间。即可

7.3.2 覆盖层普通水泥、细水泥灌浆的浆液水灰比、浆液变换、结束标准等应按照 SL 62 及相关标准执行。

7.3.3 化学灌浆过程宜采用进浆速率控制，逐步升压。

7.3.4 化学灌浆结束标准应符合以下要求：

- 1 按定量灌注时，注入量达到设定值即可结束灌浆。
- 2 按注入率控制时，在设计压力下注入率

## 8 质量检查

### 8.1 一般规定

~~8.1.1 现场灌浆工程应请监理单位取样，样品应保留，时间不宜少于~~  
3个月。

8.1.2 复合灌浆灌后质量检查时间应根据灌浆所采用浆液的性能确定，宜在灌后 28d 进行。

~~8.1.3 灌后质量检查孔应取芯检查，并对芯样采取相应保护措施，绘制钻孔柱状图，芯样全部拍照，典型芯样长期保存。~~

8.1.4 复合灌浆质量检查孔检测结束后，应按相应灌浆孔封孔技术要求进行封孔。

~~8.1.5 当复合灌浆灌后检查孔质量不合格时，应根据不合格程度确定扩大检查范围，并分析原因，确定处理方案。~~

### 8.2 基岩复合灌浆质量检查

8.2.1 基岩复合灌浆检查孔布置部位应符合下列规定：

- 1 复合灌浆中心线上。
- 2 断层、岩体破碎带、裂隙发育等地质条件复杂的部位。
- 3 钻孔偏斜较大、灌浆过程异常等经资料分析认为可能影响灌浆质量的部位。

~~4 有特殊要求的部位。~~

~~8.2.2 基岩复合灌浆质量检查应采取压水试验，必要时可进行孔内电视、声波测试、钻孔变形模量测试以及芯样室内物理力学试验等。压水试验可采用单点法或五点法。~~

8.2.3 帷幕复合灌浆检查孔的数量宜为灌浆孔总数的 10%，~~灌~~结复合灌浆检查孔的数量宜为灌浆孔总数的 5%，且一个坝段或一个单元内至少应布置一个检查孔。

8.2.4 质量检查孔宜自上而下、分段钻进、分段压水试验，岩

量好时也可由下而上采用双塞法进行压水试验。

压水试验段长度不大于 5m；地质条件较差时应缩短试

压水试验宜采用单点法。

基岩复合灌浆压水试验质量合格标准为：水工建筑物混

基岩接触段渗透率合格率为 100%，其余各段的合格率

90%。不合格试段的渗透率不超过设计规定值的 150%。

其他指标要求时，灌浆质量应结  
综合评定。

## 灌浆质量检查

部位应符合下列规定：

发育等地质条件复杂的部位。

异常等经资料分析认为可能影

部位。

应采取压水试验和声波测试；

量测试以及芯样室内物理力

或五点法。

孔数宜为灌浆总孔数的 5%，

。

合格标准为：90%以上试段

试段的透水率不超过设计规定

。

等其他指标要求时，灌浆质

结果综合评定。

## 灌浆质量检查

8.4.1 覆盖层复合灌浆检查孔布置部位应符合下列规定：

体质

8.2.5

验段长

8.2.6

凝土身

不大于 20%，不合格试段

且不合格试段的分布不集中。

8.2.7 当基岩有变形、强度等其

合芯样外观质量及其他检查结果

## 8.3 隧洞复合

8.3.1 隧洞复合灌浆检查孔布置

1 断层、岩体破碎带、裂隙

2 钻孔偏斜较大、灌浆过程

影响灌浆质量的部位。

3 隧洞围岩衬砌系统变形破坏

4 有特殊要求的部位。

8.3.2 隧洞复合灌浆质量检查方法

必要时可进行孔内电视、钻孔变形

学试验等。压水试验可采用单点法

8.3.3 隧洞复合灌浆灌后质量检查

且一个单元内至少应布置一个检查

8.3.4 隧洞复合灌浆压水试验质量

的透水率不超过设计规定值，其余

值的 150%，且不合格试段分布不集

8.3.5 当对隧洞围岩有变形、强度

量应结合芯样外观质量及其他检查

## 8.4 覆盖层复合灌

1 相邻钻孔的同一部位。

2 大块石、细砂层、地层变化区域等地质条件复杂的部位。

3 末序孔注入量大的孔段附近。

4 钻孔偏斜较大、灌浆过程异常等经综合分析认为可能影响灌浆质量的部位。

5 有特殊要求的部位。

水试验，必要时

孔内电视，及芯

行渗透系数

8.4.2 覆盖层复合灌浆质量检查方法应采取注

可进行压水试验、静力或动力触探、荷载试验、

壁内物探力学试验等。应各孔钻孔注浆试验的

执行。

8.4.3 覆盖层复合灌浆检查孔的数量宜为灌浆孔总数的 5%，

且一个坝段或一个单元内至少应布置一个检查孔。

检查孔钻孔应采用清水循环钻进，当钻进中遇到难以成

8.4.4

时，可采取缩短段长、套管衬灌等措施。当需要采取泥

他的情

水、压水试验成果的影响。

浆护壁钻进时，应分析其对注

下分段进行，压水试验宜

8.4.5 钻孔注水或压水试验应自上而下

采用单点法。

指标应根据地质条件和工

8.4.6 覆盖层复合灌浆质量检查评价指

5%，检测平均值应不小

程需要制定。检测点合格率应不小于 80

质量可评定为合格。

高数值，且不合格点应不集中，灌

8.4.7 当对覆盖层有变形、强度等其他指标要求时，灌浆质量

应结合其他相应检查结果综合评定。

## 9 劳动安全防护和环境保护

- 9.0.1 复合灌浆工程应在通风条件良好的环境下进行。操作和廊道、洞内灌浆作业时，应布置通风设备，作业人员在风处进行操作。
- 9.0.2 复合灌浆工程主要道路应设有路灯。作业现场应有足够的照明。照明灯具、导线绝缘、接地保护等要求应符合GB 50194和SL 399的有关规定。
- 9.0.3 复合灌浆作业现场应设置醒目的健康与安全标志，并实行定期检查与监测制度。
- 9.0.4 复合灌浆作业现场应设置醒目的危险源标志，并配备相应的处置装置和应急物品。辨识应符合GB 18218的相关规定执行。
- 9.0.5 复合灌浆作业现场严禁吸烟和使用明火。现场应配备相应的干粉、泡沫灭火器及沙土等灭火器材和防护用品。
- 9.0.6 不得在作业现场进食。作业人员的眼睛、防护手套和口罩等穿戴防护应符合GB 30871的相关规定执行。
- 9.0.7 化学灌浆盛浆容器应密封加盖，随用随盖。浆液流泄时，应及时清理。不得用脚踢、扫帚扫或用水冲刷。浆液流泄时，应立即用大量清水或生理盐水彻底清洗后迅速到医院检查治疗。
- 9.0.8 化学灌浆材料运输人员应了解和掌握所运输化学灌浆材料的危害性和可能发生的意外应急处理。现场化学灌浆材料运输应符合GB 15603和SL 399等的相关规定执行。
- 9.0.9 化学灌浆过程产生的弃浆、废浆及废水不得随意排放，应根据弃浆、废浆及废水的特点进行相应的固化预处理。现场应集中临时存储，并根据废弃物特点进行相应的固化预处理。现场应集中临时存储，并根据废弃物特点进行相应的固化预处理。

场临时集中存储位置的选址应征得业主、监理同意。废弃物固化预处理后，交由有相应处理资质的单位进行处置。

## 10 施工记录与完工资料

10.0.1 复合灌浆的各项施工记录应由专人在现场及时、准确、真实、齐全记录，并及时整理和编制相应成果资料。

10.0.2 复合灌浆工程除有完整的工程地质、复合灌浆方案、复合灌浆施工组织设计等资料外，施工记录、成果资料 and 检查测试资料应包括下列内容：

### 1 施工记录应包括下列内容：

- 1) 钻孔记录。
- 2) 钻孔测斜记录。
- 3) 钻孔冲洗及裂隙冲洗记录。
- 4) 压水试验记录。
- 5) 灌浆及封孔记录。
- 6) 抬动或变形观测记录。
- 7) 现场浆液制浆记录。
- 8) 现场浆材取样记录。

### 2 灌浆成果资料应包括下列内容：

- 1) 复合灌浆孔成果统计表。
- 2) 复合灌浆分序统计表。
- 3) 复合灌浆综合统计表。
- 4) 复合灌浆工程完成情况表。
- 5) 复合灌浆孔平面布置图和复合灌浆综合剖面图。
- 6) 各次序孔单位注入量频率曲线图。
- 7) 复合灌浆孔测斜成果汇总表和孔斜平面投影图。

### 3 检查测试资料应包括下列内容：

- 1) 检查孔压水、注水试验成果表。
- 2) 检查孔钻孔柱状图。
- 3) 灌浆材料检验报告。

4) 照片、录像和岩芯实物。

测风资料。

和报告。

表、统计图

规定执行，

时进行质量

订定和验收。

5) 施工前后或施工过程中其他的检验、试验和

4 若进行了物探测试，则应包括物探测试成果和

**10.0.3** 复合灌浆工程的主要施工记录表、成果统计  
及竣工图的样式可参照 SL 62 和 DL/T 5406 的相关  
其主要表格样式见附录 C。

**10.0.4** 复合灌浆工程施工与质量检查完成后，应及  
验收和验收

保证足够的精度和适宜的标值范围。

A.0.2 压水试验的方法。先导孔和检查孔可采用单点法压水试验。灌浆孔灌前可采用简易压水试验。坝体灌浆可采用五点法压水试验。

A.0.3 压水试验的压力应根据工程具体情况和表 A.0.3 选定。检查孔各孔段压水试验的压力应不大于灌浆施工时该孔段所使用的最大灌浆压力的 80%。

表 A.0.3 压水试验压力值选用表

/MPa	灌浆工程	坝高 $H$	灌浆压力	压水试验压力		/m
	钻孔类型			类别		
	灌浆压力的 80%，且 不大于 1MPa			帷幕灌浆	先导孔和 检查孔	<50
	1MPa					50~100
	1MPa 或 $H$ (m)，且 不大于 2MPa					100~200
	1MPa		坝基及隧洞 固结灌浆	检查孔	>200	—
	灌浆压力的 80%					
	至正常蓄水位					<1
灌浆工程各部位均进行试验压力为 1MPa 的标准压水				注 1: $H$ 为坝前水头，从帷幕所在部位基岩面高程算起		注 2: 除特殊情况外， 试验
相当于作用水头的压水试验压力，但不				注 3: $H > 100m$ 时，帷幕检查孔可使用 大于 2MPa。		
Pa，及灌浆工程有特殊要求时，压水试				注 4: 基岩或隧洞围岩灌浆压力大于 3MPa 验压力可根据工程需要和地质条件		
注 5: 现场灌浆试验钻孔压水试验压力可根据工程需要和地质条件确定。						

n. 测读一  
最终值的  
试验即可

水率  $q$  表  
度每分钟

**A.0.4** 压入流量的稳定标准：在稳定压力下宜 2~5min 内，连续四次读数中最大值与最小值之差小于 10%，或最大值与最小值之差小于 1L/min 时，本阶段试验结束，取最终值作为计算值。

**A.0.5** 压水试验成果的表示：压水试验的成果以透水率  $q$  表示，单位为吕荣 (Lu)。在 1MPa 压力下，每米试段长度注入水量为 1L 时， $q=1Lu$ 。

**A.0.6** 单点法压水试验的成果可按式 (A.0.6) 计算：

$$q = Q/PL \quad (A.0.6)$$

式中  $q$  —— 试段透水率，Lu；  
 $Q$  —— 压入流量；L/min；  
 $P$  —— 作用于试段内的全压力，MPa；  
 $L$  —— 试段长度，m。

计算成果取 2 位有效数字。

表示方法应符合下列要求：  
大压力值  $P$ 、相应的压入流

**A.0.7** 单点法压水试验成果表示应符合下列规定：  
1 以压水试验三级压力中的最大流量  $Q$  及式 (A.0.6) 计算透水率  $q$ 。  
2 根据五个阶段的压水试验资料绘于图 A.0.7 表 A.0.7 确定  $P-Q$  曲线类型。

曲线，并应符合

**A.0.8** 单点法压水试验成果表示应符合下列规定：

例如，2.3 (A)、8.5 (D) 等，2.3 和 8.5 为试段的透水率  $q$  (Lu)，(A) 和 (D) 表示该试段  $P-Q$  曲线为 A (层流) 型和 D (冲蚀) 型。

**A.0.8** 压水试验压力应按下列规定计算：

若压力表安设在孔口外的回水管上  
若压力表安设在孔口处的回水管上

(图 A.0.8-1)，应按式 (A.0.8-1) 计算压水试验压力  
(图 A.0.8-2)，应按式 (A.0.8-2) 计算压水试验压力。

$$P = S_1 + S_2 - S_f \quad (A.0.8-1)$$

$$S = S_1 + S_2 - S_f$$

$$P = S_1 + S_2 + S'_f \quad (A.0.8-2)$$

$$S = S_1 + S_2 + S'_f$$

式中  $S$  —— 作用于试段内的全压力，MPa；

升压曲线 凸向 Q 轴 降压曲线与升 压曲线基本 重合	升压曲线 凸向 P 轴 降压曲线与 升压曲线基 本重合	升压曲线 凸向 P 轴 降压曲线与 升压曲线基 本重合	升压曲线 凸向 Q 轴 降压曲线与 升压曲线不 重合，呈顺 时针环状	升压曲线 凸向 Q 轴 降压曲线与 升压曲线不 重合，呈逆 时针环状	升压曲线 凸向 P 轴 降压曲线与 升压曲线基 本重合	升压曲线 凸向 P 轴 降压曲线与 升压曲线基 本重合
	重合	重合	重合	重合	重合	重合

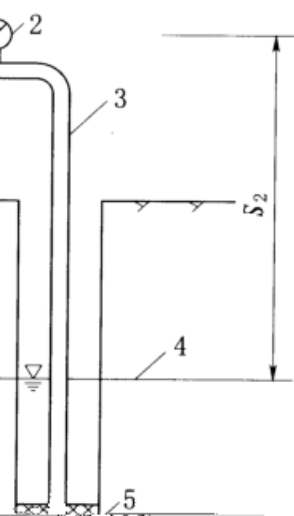
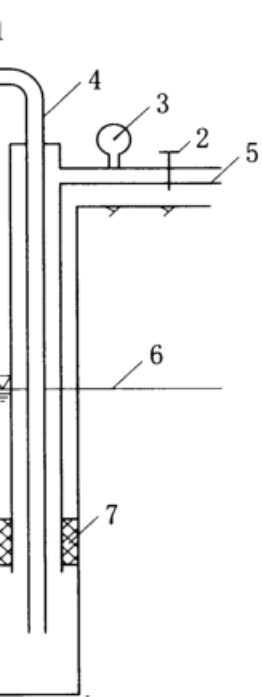


图 A.0.8-1 进水管上安设压力表示意图

1—进水阀门；2—压力表；3—进水管；

4—地下水位；5—橡胶塞



水管上安设压力表示意图

1—回水阀门；3—压力表；  
2—回水管；6—地下水位；  
7—橡胶塞

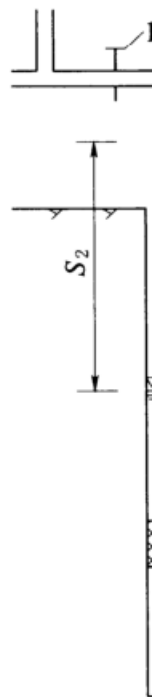


图 A.0.8-2 回

1—进水阀门；2—  
4—进水管；5—

列规定确定：

度以上时，压力起算零线为地下水

以下时，压力起算零线为通过试段

以有时，压力起算零线为通过地下

中点的水平线，见图 A.0.8-3 图

浆工程开始前，可利用先导孔测定

n 测读三次孔内水位，当连续两次

n/min 时，以最后的观测值作为本

单元工程的地下水位值。

2 压力起算零线应按下列

1) 当地下水位在试段

位线。

2) 当地下水位在试段

中点的水平线。

3) 当地下水位在试段

水位以上的试段的

中点  $x = (L - l) / 2$ 。

A.0.9 一个单元工程内的灌浆

地下水位。稳定标准为每 5min

测得水位下降速度均小于 5cm

单元工程的地下水位值。孔口有涌水时应测定涌水压

**A.0.10** 各序复合灌浆孔灌浆前可根据需要进行简易压水试验，

且应符合下列要求：

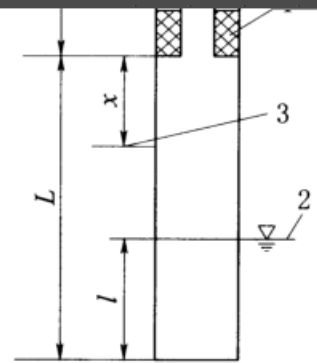
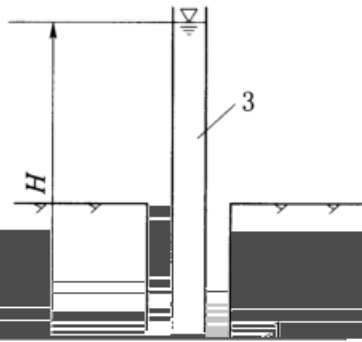


图 A.0.8-3 地下水位在试段内示意图

$H$ —橡胶塞以上的水柱高度； $L$ —试段长度； $l$ —试段

1—橡胶塞；2—地下水位；3—试验压力起算点

段内的水深；

零线

MPa。地下水

流量，取最后

为吕荣 (Lu)。

适当提高压水

水试验、破坏

地质条件专门

制定。

1 试验压力为灌浆压力的 80%，且不大于 1 位假定与灌浆孔口齐平。

2 压水时间为 20min，每 5min 测读一次压入的流量值作为计算流量。

3 简易压水试验成果以透水率  $q$  表示，单位

4 当孔口涌水压力或孔隙水压力较大时，可试验压力。

A.0.11 在灌浆试验阶段，必要时可进行疲劳压性压水试验，试验的规则、参数应根据工程情况和

制定。已完成的永久性灌浆工程不应进行疲劳压水试验和破坏性

压水试验。

## 附录 B 覆盖层灌浆钻孔注水试验

### B.1 试验方法

B.1.1 覆盖层灌浆工程先导孔和检查孔的渗透试验可采用常水头钻孔注水试验的方法。试验可参照 SL 345 的有关规定进行。

覆盖层检查孔渗透试验也可进行压水试验，参照附录 A 的规定进行。当覆盖层透水率较小时，可采用降水头注水试验。

B.1.2 常水头钻孔注水试验应准备下列设备和仪表，所用设备、仪表应满足试验检测所需的量测范围和精度要求。

1 供水设备：水箱、水泵。

2 量测设备：水表、量桶、量杯、流量记录仪、水位计、米尺等。

B.1.3 注水试验孔的钻进应按照覆盖层相关钻孔的规定执行。

B.1.4 在注水试验前，应进行地下水位观测，水位观测间隔为 10min，当连续 2 次观测数据变幅小于 5mm 时，水位观测即可结束，以最后的观测值作为地下水位计算值。

B.1.5 注水试验应在钻孔下分段进行，试验段长度可为 2~10m，地层复杂时每段不得超过 5m，三个试验段不得跨越砂卵石层的两类地层。

B.1.6 试验段的隔离止水可采用栓塞或套管脚填黏土的方法，也可采用对试验段上部孔段进行灌浆护壁的方法。当采用后者时，试验孔孔口应安设孔口管，在孔口管上可安装孔口封闭器或灌浆塞。

B.1.7 注水采用常水头方式，水位可与孔口齐平，或采用管路接至某高程。

B.1.8 试验注入流量的稳定标准为：在保持水头不变的条件下，开始时每 5min 测读一次注入流量，连续测读四次；以后每

两次测得注入流量之差，取最后一次注入流量作为计算值。当试段注入流量大于水泵排量时，应降低试验并记下最大流量值。

**B.1.9** 如采用灌浆护壁法进行注水试验孔的试验，则当试段注水试验完成后，应紧接着进行灌浆孔深，以后每隔一天再测量一次注入流量。如灌浆孔深，待灌浆孔内注水流量降至稳定时，再全孔完成。段钻孔和注水试验，如此自上而下逐段进行，直至全孔注水试验完成。段注水试验完成后，应跟进套管止水并继续钻进，进行下一段注水试验。

### B.2 试验成果计算

1 地层渗透系数计算应符合下列要求：

1) 当试段位于地下水水位以下时，可按式(B.2.1-1)计算地层渗透系数：

$$K = 6.67Q/AH \quad (B.2.1-1)$$

式中  $K$ ——渗透系数，cm/s，取两位有效数字；  
 $Q$ ——注入流量，cm<sup>3</sup>/s，如上部孔段系采用灌浆护壁，则该孔段的渗流量，等于试验水位与地下水水位之差；  
 $H$ ——试验水头，cm，分下列四种情况取值：  
 1) 套管下至试验孔底，  
 2) 套管下至试验孔底，水层， $A=4r$ 。

3) 地层水平向渗透系数相等，试验孔内不下套管，试段裸露或下套阀管，且  $L/r > 8$ ， $A = 2\pi L/\ln(L/r)$ 。

4) 地层水平和垂直向渗透系数相等，试段顶部为不透水层，试验孔内下套管或不下套管，试段裸露或下袖阀

管，且  $L/r \geq 8$ ， $A = 2\pi L / \ln(2L/r)$ 。

2 当试段位于地下水位以上，且  $50 \leq H/r \leq 200$ ， $H \leq L$ 。

时，可按式 (B.2.1-2) 计算地层渗透系数：  
$$K = [7.05Ql \lg(2L/r)] / LH \quad (B.2.1-2)$$

式中  $L$ ——试段长度，cm；

$r$ ——钻孔半径，cm；

$H$ ——试验水头，cm，等于试

验水位至试段中点的高度。

土层较干燥，介质均匀，且

式 (B.2.1-3) 计算地层渗

$$K = [0.432Ql \lg(2L/r)] / H^2 \quad (B.2.1-3)$$

式 (B.2.2) 计算：

(B.2.2)

结果取两位有效数字；

当试段采用灌浆护壁，则

量。

当当地下水位在试

当

的

全压力为

作用了试段中点的全压力，当试段位于地下水位以上时，全压力为地下水位以上的水柱压力；

当地下水位在试段以下时，全压力为试段中点以上的水柱压力；

当地下水位在试段以内时，全压力为试段中点以上的水柱压力；

当地下水位在试段以外时，全压力为试段中点以上的水柱压力；

当地下水位在试段以内时，全压力为试段中点以上的水柱压力；

$L$ ——本试段长度，m。

3 当试段高出地下水位较多，且  $50 < H/r < 200$ ， $H \leq L$  时，也可按式 (B.2.1-3) 计算地层渗透系数：

$$K = [0.432Ql \lg(2L/r)] / H^2$$

B.2.2 试段所在地层的透水率可按式 (B.2.2) 计算：

$$q = Q / PL$$

式中  $q$ ——试段透水率，Lu，计算结果取两位有效数字；

$Q$ ——注入流量，L/min，如流量较大，应减去该孔段渗漏量。

流量应减去该孔段渗漏量。

## 浆工程施工记录表

## 附录 C 灌浆

复合灌浆施工记录应包括以下主要

，见表 C.0.1-1。

，见表 C.0.1-2。

孔统计表，见表 C.0.1-3。

-4。

。

。

**C.0.1** 水工建筑物水泥化学  
表格：

1 钻孔灌浆施工记录表

2 水泥灌浆施工记录表

3 水泥灌浆施工成果单

4 水泥灌浆施工成果分序统计表，见表 C.0.1-4。

5 水泥灌浆完成情况统计表，见表 C.0.1-5。

6 化学灌浆施工记录表，见表 C.0.1-6。

7 化学灌浆施工成果单统计表，见表 C.0.1-7。

8 化学灌浆施工成果分序统计表，见表 C.0.1-8。

9 化学灌浆施工成果综合统计表，见表 C.0.1-9。

10 化学灌浆完成情况统计表，见表 C.0.1-10。

11 钻孔压水试验记录表，见表 C.0.1-11。

12 检查孔压水试验成果统计表，见表 C.0.1-12。

13 注水试验记录与资料整理记录表，见表 C.0.1-13。

14 检查孔注水试验成果统计表，见表 C.0.1-14。

**C.0.2** 水工建筑物水泥化学复合灌浆现场施工记录应按规定及时  
时进行校核、签证。





























## 标准用词说明

— 2 —

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



中华人民共和国水利行业标准

水工建筑物水泥化学复合灌浆施工规范

SL/T 802—2020

条 文 说 明

# 目 次

1 总则	51
3 复合灌浆材料和浆液制备	54
4 复合灌浆试验	58
5 基岩复合灌浆	60
6 砂层复合灌浆	65
7 覆盖层复合灌浆	69
8 质量检查	71

# 总 则

1.0.1 本标准适用于下列工程：1.0.1.1 复杂条件下  
1.0.1.2 等工程，经常受遇  
及有特殊要求的灌浆工程；1.0.1.3 常规普通水泥、细  
水、灌浆浆液难以解决  
1.0.1.4 泥化学复合灌浆工程  
1.0.1.5 在工程应用中，应  
1.0.1.6 泥化学复合灌浆工程施  
1.0.1.7 术先进、经济合理、安  
1.0.1.8 标准。

1.0.2 本标准适用于工  
1.0.2.1 泥化学复合灌浆工程。  
1.0.2.2 碎带、泥化夹层、软弱

1.0.3 复合灌浆工程一般地层地质条件差、环  
1.0.3.1 浆液、浆液与浆液、浆液与受灌体之间存在相  
1.0.3.2 能存在不良质或影响耐久性的问题；复合灌  
1.0.3.3 灌地层浆材的可灌性，也要考虑浆材对受灌体环  
1.0.3.4 还要考虑浆材的固化性能、灌浆效果及耐久性等  
1.0.3.5 前应先研究水泥浆材、化学浆材、受灌地层三者

## 1.0.4 水泥化学复合灌浆浆液应符合下列规定：

1.0.4.1 首先应  
充分发挥水泥灌浆强度高、环保、经济、耐久性好的特点，水泥  
灌浆灌后且满足一定要求后再进行化学灌浆。但特殊情况与特殊  
工艺，可按设定灌注顺序灌浆。

复合灌浆中的化学灌浆应有明确的开灌条件，即受灌体满足

定条件下才能进行化学灌浆。复合灌浆的化学灌浆开灌条件现场具有可操作性，常用的控制指标是岩体透水率。如同家坝水电站坝基挤压破碎带复合灌浆环氧树脂化学灌浆的开灌条件，是岩体透水率不大于1.0Lu，溪洛渡水电站坝基层间层内错动带复合灌浆环氧树脂化学灌浆的开灌条件是岩体透水率不大于2.0Lu。

**1-0.5** 水工建筑物复合灌浆处理对象和工况复杂，其复合灌浆方法、化学灌浆开灌条件、复合灌浆技术工艺参数，以及复合灌浆质量检查方法等，应通过灌浆试验确定以指导设计和施工。对于一般地层和无特殊要求的复合灌浆工程，灌浆工艺成熟时，可仅进行生产性灌浆试验。

**1.0.6** 水泥化学复合灌浆涉及水泥和化学灌浆，工程实施前应收集并取得水泥和化学灌浆的一般文件外，还应包括职业健康安全与环境保护措施，以及化学浆材中毒、起火或环境污染等特殊情况下的应急预案。

**1.0.8** 已完成或正在实施的水泥化学复合灌浆部位，附近爆破作业需进行爆破影响评估。目前降低爆破震动和冲击影响的可选择措施多，如火工品选型、起爆方式、减振措施等。本标准不禁止30m范围内的爆破作业，只要爆破振动控制满足DL/T 5333《水电水利工程爆破安全监测规程》所规定的振动阈值，并采取相应措施和征得设计、监理同意即可。

**1.0.9** 高温或低温条件下都不宜开展复合灌浆作业。当确需进行时，应采取相应的温度控制措施。水泥浆液和化学浆液在5~35℃条件下一般可进行正常的灌浆作业。当温度高于35℃时，水泥浆液和化学浆液固化速率增快、可灌性变差等，如环氧类和丙烯酸类浆液固化速率加快、黏度增大、甚至爆聚。当温度低于5℃时，化学浆液易丧失流动性，且难以胶凝固化。当作业环境温度温度和受灌体温度高于35℃或低于5℃时，相应对策可从施工环境温度控制、浆液温度控制，以及浆液自身性能调整等方面考虑，如改善工作面环境温度，对待灌浆液进行降温或保温，以及



3.1 一般规定

料和化学灌浆材料，

3.1.1 复合灌浆材料主要选用水泥灌浆材料以及其他一些辅助外加剂、掺合料等。

质条件、灌浆目的、

3.1.2 复合灌浆材料选择除应考虑工程地质灌浆工艺、环保要求、水泥浆材和化学浆材

性能等因素外，尚应

考虑灌浆材料在工程环境条件下的耐久性。如玻璃等浆材自身物理力学性能的长期变化、溶性聚氨酯等胶凝固结体在高压动水及其性能演化等。

力、震害、水灾、

规律，以及环氧树脂、水

其他侵蚀性条件下的长期

、细水泥浆液，本标准

3.1.3 水泥浆液一般包括普通水泥浆液。将两种浆液统称为水泥浆液。

脂、丙烯酸盐、聚氨酯、

3.1.4 化学灌浆材料通常可选用环氧树脂、水玻璃等灌浆材料。其中固结补强宜选用

环氧树脂、油溶性聚氨

聚氨酯、丙烯酸盐、水

玻璃等；防渗、堵漏宜选用水溶性玻璃等；以防渗、加固和补强为目的宜选

用环氧树脂，也可选用

其他具体见

油溶性聚氨酯和水玻璃等。化学灌浆材料也

附表

表1 化学灌浆材料选型建议

受灌体	工程要求	可选材料类型	
	补强加固	环氧树脂、聚氨酯（油溶性）	
聚氨酯、丙烯酸盐、水玻璃、环氧树脂			防渗、堵漏
水玻璃、丙烯酸盐、聚氨酯、环氧树脂		覆盖层	防渗、加固

现场使用配合比应进行室内试验。

3.1.5 水泥浆液及化学浆液

室内试验应有足够代表性，而现场又受地质条件、电压除数态、施工工艺和管理水平等因素影响，有特殊要求时，还应模拟现场实际条件进行试验。

## 3.2 复合灌浆设备和机具

3.2.1 水泥浆搅拌机通常分为制浆搅拌机和储浆搅拌机。搅拌机要求功率大，转速不应小于 $1200\text{r}/\text{min}$ ，使水泥浆在水灰比 $0.5:1$ 的情况下高度分散，以制成均匀稳定的浆液。灌浆工作面附近的储浆桶仅需临时储浆和低速搅拌以保持浆液的流动性即可。

3.2.2 化学灌浆浆液多采用人工拌制，有些情况下可采用机械或多液泵通过混合器混合拌制。化学浆液拌制能力要求即可。

3.2.4 目前学术界和工程界通常将超过 $10\text{MPa}$ 的水泥浆液称为超高压水泥灌浆。化学灌浆压力一般为水泥灌浆压力的 $1/2$ 。此处将化学灌浆定为大于 $8\text{MPa}$ 。为确保复合灌浆工程的安全作业，对于水泥灌浆压力大于 $10\text{MPa}$ 、化学灌浆压力大于 $8\text{MPa}$ 的高压复合灌浆的管路系统、控制系统、阻塞系统、安全保护装置等应进行专门设计、加工和试验论证。

3.2.6 大规模的水泥化学复合灌浆工程，普通水泥浆液宜采取集中制浆站，在集中制浆站按 $0.5:1$ 水灰比拌制，再通过专用管道输送至各灌浆作业面加水稀释调制后使用。其中湿磨细水泥浆液制备可根据水泥原材料、磨细工艺、输浆距离、耗量大小等，制浆系统布置可具体调整，如湿磨细水泥浆液可在灌浆作业面附近制备，而超细水泥浆液因用量相对少、成本较高可在灌浆作业面附近制备。向家坝、溪洛渡和白鹤滩等大型水电站均在两岸坝肩建立了普通水泥、湿磨细水泥集中制浆站，浆液输送效果良好。而化学浆液一般用量少，且不宜长距离输送，通常在灌浆作业面及其附近制备，随配随用。

## 3.3 水泥浆液及制备

3.3.1 水泥灌浆包括普通水泥灌浆和细水泥灌浆。

普通水泥、超细水泥灌浆原材料的选择，浆液的拌制、输送、贮存、使用，以

准直接参照执行。

### 3.3.2 灌浆过程中，应定期对水泥制浆站和灌浆工作面处水泥

浆液的温度、密度、析水率、细度、黏度和流动度等进行检测，

发现浆液性能偏离要求指标时，应查明原因并及时处理。

水泥浆液性能现场检测：密度可采用泥浆密度计，析水率可

用量筒和移液管，黏度可采用马氏漏斗黏度计等，湿磨细水泥

的现场细度检测可采用湿磨细水泥筛等。

## 3.4 化学浆液及制备

3.4.1 化学浆液一般在灌浆作业面配置，配浆量应与地

下灌浆工艺在次率等匹配，灌浆应多次和随配随用原则。

### 3.4.2 环氧树脂、聚氨酯、丙烯酸盐、水玻璃等化学灌浆

材料现场抽检应以批次或定量随机抽取送检，检验项目应根据需要确定，且应符合下列要求：

(1) 环氧树脂灌浆原材料场抽检按 JC/T 2379 及相关规定的规定执行，以同一厂家、同一批次、同一批号 20t 为一批，不足 20t 时可作为单独一批。抽样应随机抽取，总取样重量不少于 8kg，且不同组份应按相应比例取样。原材料抽检样品应及时送检，检验项目应包括：密度、初始黏度、可操作时间、流动度和黏结强度等。

(2) 丙烯酸盐灌浆原材料现场抽检按 JC/T 2037 标准相关规定执行，宜以同一厂家、同一批次、同一批号 50t 为一批，不足 50t 时可作为单独一批。抽样应随机抽取，总取样重量不少于 12kg。原材料抽检样品应及时送检，检验项目应包括初始黏度、胶凝时间等。

(3) 水溶性聚氨酯灌浆原材料现场抽检按 JC/T 2037 标准

相关规定执行，宜以同一厂家、同一批次、同一批号 50t 为一批，不足 50t 时可作为单独一批。抽样应随机抽取，总取样重量不应少于 5kg。现场原材料抽检样品应及时送检，检验项目应包

包水量、发泡倍数等。  
材料现场抽检按 JGJ/T 211 及相关标准  
厂家、同一批次、同一批号 50t 为一批，  
一批。抽样应随机抽取，总取样重量不少  
应及时送检，检验项目应包括密度、胶凝

拌初始黏度、胶凝时间  
(4) 水玻璃灌浆原  
的规定执行，宜以同一  
不足 50t 时可作为单独  
于 1kg。现场抽检材料  
时间等。

工程的实践经验，灌浆过程中配制好的化  
根据现场情况和工程需求，每次灌浆量累计  
抽取 0.1~0.2kg 的浆液用以观察记录

根据多个复合灌浆  
浆液宜取样留存。试

达到 300~500kg 时，可抽取 0.1~0.2kg 浆液，观  
浆液胶凝固化情况。

水玻璃灌浆材料  
应参照 JC/T  
已有相应的行业标准，其灌浆材料应符合 GB 18710、JC/T 2379、JC/T 2037、JC/T 2041、JGJ/T 211 及相关标准的规定  
执行。

3.4.3~3.4.6 环氧树脂、丙烯酸盐、聚氨酯和  
已有相应的行业标准，其灌浆材料应符合 GB 18710、JC/T 2379、JC/T 2037、JC/T 2041、JGJ/T 211 及相关标准的规定  
执行。

## 4 复合灌浆试验

4.0.4 复合灌浆处理对象一般地质条件差、环境复杂，若因措施不当、材料选型不合理、技术工艺不配套等造成工程处理效果不满足要求后，很难补救。复杂的复合灌浆工程应进行灌浆试验。只有当灌浆试验和成熟的复合灌浆时，方可开展生产性灌浆试验。大型复合灌浆工程或重要性工程的灌浆试验宜在工程规划设计阶段或招标设计前进行，属于加强防渗或固结补强的在前期水泥灌浆质量检查结束后进行。

### 4.0.5 复合灌浆试验环境的选择

试验方案要符合技术工艺水平现状、工程特点和地质条件等，要具有代表性，以保证试验结果对复合灌浆的指导作用。

试验应研究复合灌浆浆材尤其是化学浆材与地层和环境间的适应性，确定复合灌浆化学灌浆的灌浆条件，还应制定详细的劳动安全、职业健康、环境保护等措施。

4.0.5 固结和帷幕灌浆试验均宜在有盖重条件下进行，与覆盖层上帷幕复合灌浆试验需根据具体情况确定。复合灌浆可采用混凝土盖重、顶部地层加密灌浆等形式，盖重厚度根据灌浆压力、岩体质量等情况综合确定。如白鹤滩水电站为坝基柱状节理玄武岩的灌浆质量，采用预留岩层作为盖重，顶部地层灌浆完成后再将上部盖重岩层挖除。复合灌浆中的化学浆应在灌浆试验区域侧面钻孔密封的条件下进行，以免试验浆液和浆液扩散范围过大。

4.0.6 复合灌浆试验完成后应留存必要的时间进行灌浆效果测试评价，预留的时间应由浆材的胶凝固化特性确定。

4.0.7 灌浆试验报告应包含灌浆浆液成分，应及时提交试验报告。报告应包括下列内容：灌浆浆材、芳

... 4.0.8 复合灌浆工程受 ... 等因素影响大，施工前应开展 ... 明确。当遇复杂地质 ... 浆式灌浆灌浆深度和 ... 施工强度、设备、管理人员和作业变化 ... 灌浆灌浆试验，以优化施工组织 ...

设计。

## 5 基岩复合灌浆

### 5.1 一般规定

5.1.1 基岩固结和帷幕复合灌浆，岸坡基

全强风化岩层、大型岩溶充填物、宽大

理还应参照第7章“覆盖层复合灌浆”

5.1.2 基岩复合灌浆工程

5.1.3 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.4 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.5 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.6 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.7 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.8 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.9 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.1 基岩复合灌浆工程可

岩灌浆工程可参考使用。在

软弱构造带等复合灌浆处

的有关规定执行。

5.1.2 基岩复合灌浆工程

5.1.3 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.4 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.5 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.6 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.7 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.8 基岩复合灌浆过程中，应

5.1.9 基岩复合灌浆过程中，应

### 5.2 钻孔

5.2.1 基岩复合灌浆的

5.2.2 基岩复合灌浆的

5.2.3 基岩复合灌浆的

5.2.2~5.2.4 基岩复合灌浆处理对象一般为不

程度要求高，如拱坝穿层坝、斜墙堆石坝、搭接帷幕坝

5.2.1 基岩复合灌浆的

小于10cm，孔深误差不应大于20cm。不同孔深偏差控制要求不应低于DL/T 5406中的相关规定。同孔复合灌浆先水泥灌浆再化学灌浆，水泥灌浆孔孔径不宜小于 $\phi 56\text{mm}$ ，扩孔后化学灌浆孔径不宜小于 $\phi 75\text{mm}$ 。

## 5.3 复合灌浆方法

5.3.1 水工建筑物基岩复合灌浆多为深部不

灌浆，固结灌浆较少，且多在大范围水泥灌浆

复合灌浆可采用异孔复合灌浆，也可选择同孔

孔复合灌浆应先分序分段进行水泥灌浆，满足

排间、排内等其他钻孔分序分段灌注化学浆液。

先钻孔进行水泥灌浆，再扩孔或扩孔进行化学灌

5.3.2、5.3.5 复合灌浆宜自上而下分段灌浆，水

采用了“打封固灌浆”化学灌浆采用自上而下分

法。具备条件时也可采用自上

5.3.4、5.3.5 复合灌浆段长一般宜控制在

3m。当地质条件较好，且具备一定条件时，经

长，但不宜超过10m。当地层条件差时段长宜缩

## 5.4 水泥灌浆

5.4.3 复合灌浆工程宜先导孔宜自上而下分段进

灌浆，有封固而后再灌浆等顺序进行灌浆。

段，宜适当提高压水试验压力，但

5.4.4 水泥灌浆前各段宜进行简易

压力的80%，并不大于1MPa。涌

压水试验压力应适当大于涌水压力

浆压力的80%，以免岩体松动破坏

5.4.7 我国基岩水泥灌浆普遍采

用稀浆逐级变换，相当于孔内

适合我国灌浆习惯。部分工程采

浆过程中水灰比保持不变。普

相关标准的规定执行。

DL 406 的相关规定及工程实践，制

定不同化学浆液特点，DL 406

定结束标准如下：

浆液在最大设计压力下，注入

(3) 一般条件下，化学灌浆

浆液，即

率不大于 0.2% 时，或注入量

可结束化学灌浆。环氧树脂类化学灌浆应严格按此要求执行。

(2) 对于一般条件下的聚氨酯、丙烯酸盐、水玻璃等浆液，

胶凝固化时间比环氧树脂类短，可在几分钟左右胶凝固化。对于聚氨酯、丙烯酸盐、水玻璃等浆液，化学灌浆结束标准可调整型，当注入率小于 $0.02\text{L}/\text{min}$ 后，继续灌注 $10\text{min}$ 即可结束化

浆液

子准水。

对于复杂工程、特殊条件下的结束标准可适当放松。化

(3) 对

最大设计压力下，注入率小于 $0.05\text{L}/\text{min}$ 后，继续灌

浆液在湿

或达到凝胶时间，即可结束化学灌浆。

注 $30\text{min}$

可按设计或灌浆试验确定。

(4) 特殊地层或有其他要求时，

结束标准可按每 $5\text{min}$ 计

受灌浆机械系统波动影响时，

算一次平均值。

## 孔

## 5.6 封

全孔灌

5.6.1 岩石复合灌浆封孔可

稀浆

浆结束后，可以水灰比为 $0.5:1$ 的新鲜水泥浆液置换孔内

灌浆

或积水，采用全孔灌浆封孔法封孔。采用分段灌浆法的封孔

压力

压力宜为全孔段平均压力，采用孔口封闭灌浆法的封孔灌浆

合灌

宜为最大水泥灌浆压力。封孔屏浆时间宜不小于 $2\text{h}$ 。当复

采用

浆化学灌浆材料为环氧树脂等高强度类的灌浆材料时，也可

化学灌浆进行封孔。

## 5.7 特殊情况处理

地各灌浆孔孔位相对位置及水平误差应符合设计要求。5.7.1

其灌浆孔孔位相对位置及水平误差应符合设计要求。5.7.1

位同。

或加强灌浆工程，钻孔不宜错钻浆液提取范围。

水和涌水

5.7.5 孔口有涌水的灌浆孔段，灌浆前应测记涌水压力

凝胶时间、

量，根据涌水情况，可选用提高灌浆压力、缩短浆液

基不良地质

间歇灌浆等措施，并适当延长屏浆时间。高水头下坝基

水电站右岸

体复合灌浆工程，钻孔渗水、涌水较普遍。如溪洛渡

395m 高程灌浆廊道和平洞复合灌浆钻孔过程中，玄武岩层间层内错动带段出现涌水，涌水压力较大的孔段，经采取上述综合措

施后，灌浆效果良好。

**5.7.6** 化学浆液质量与环境温度、配比、操作方式等有直接关系。在化学灌浆过程中，应取样实时查看浆液的胶凝情况，若情况异常，应及时采取相应处理措施。

## 6 隧洞复合灌浆

### 6.1 一般规定

#### 6.1.1 本章隧洞复合灌浆主要适用于本工隧洞

围岩复合灌浆、隧洞堵头段、交通洞、地下厂房照执行。隧洞复合灌浆主要指围岩水泥化学复合灌浆和衬砌结构灌浆。

#### 水下隧洞围岩复合灌浆的水泥和化学灌浆材料

的围岩性质、地应力和地下水状态等因素综合

复合灌浆仅有防渗要求时，材料，而对完整性、强度、树脂灌浆材料。如抽水蓄能浆材可选用环氧树脂灌浆材料。

#### 6.1.2 混凝土衬砌洞段围

砌段应在回填接触灌浆

时，应按照先固结灌浆、

隧洞，灌浆应在衬砌

混凝土洞段、钢筋混凝土

混凝土冷却收缩、灌浆材

隧洞的高岔洞段、衬砌结

序可特殊考虑。

#### 6.1.3 对于Ⅳ类和Ⅴ类

隧洞、裸露围岩洞段，因

艺、压力、流量等控制

全面的专题研究。

6.1.5 高水头水工隧洞围岩复合灌浆，通常水泥水头的 1.3~1.5 倍，化学灌浆压力为静水头的 1.5~2.0 倍。广州抽水蓄能电站最大灌浆压力为 6.5MPa，清远

最大灌浆压力为 7.5MPa，天荒坪抽水蓄能电站最大灌浆压力达 4MPa。高水头水工隧洞复合灌浆时应设置结构变形监测装置。一般情况下的抬动变形监测装置可采用高精度收敛观测设施，地条件差或有特殊要求的部位可布置深孔抬动变形监测设施。测位置根据现场情况确定，抬动变形控制值应满足设定要求。当裸露围岩和低水头水工隧洞围岩复合灌浆可能引起衬砌或

最  
9M  
一  
质  
点

## 钻 孔

## 6.2

6.2.1 6.2.2 根据 8.0.6 的  
水泥灌浆孔孔径不宜小于  $\phi 38\text{mm}$ ；化学灌浆终孔孔径不宜小于  $\phi 42\text{mm}$ 。

### 6.3 灌浆

6.3.1 水工隧洞，尤其是高水头水工隧洞，宜采用异孔复合灌浆，也可采用同孔复合灌浆。环内异孔复合灌浆可采取环内一序孔为水泥灌浆孔，二序孔为化学灌浆方式。环间异孔复合灌浆可采取三环为水泥灌浆，下灌浆的布置方式。

6.3.2 简易压水试验是确定围岩渗透性和可灌性的主要手段，当达到化灌开灌条件后才可进行化学灌浆。对于异孔复合灌浆，水泥灌浆孔宜选取 5% 进行灌前简易压水试验，而化学灌浆孔为 100% 进行灌前简易压水试验，以保证灌浆质量，每孔灌前均应进行简易压水试验。

6.3.3 对于同孔复合灌浆，水泥灌浆应每个孔均进行简易压水试验，当透水率满足化学灌浆开灌条件时，可直接进行化学灌浆。若需先水泥灌浆，水泥灌浆可正常结束且注入率无异常时，化学灌浆可不进行压水试验而直接进行化学灌浆。特殊情况可



0.5.11 水工隧洞围岩复合灌浆、水泥灌浆孔灌浆结束后，孔内

浆封孔法封孔。

灌浆持续时间  
干硬砂浆，也可  
后无渗水孔也可  
工程要求围岩防  
也可采用化学浆

应更换成 0.5:1 的新鲜水泥浆液，采用全孔灌  
封孔压力宜为全孔平均灌浆压力或不低于 1MPa，  
不应少于 1h。封孔灌浆结束后，孔口段可采用  
采用微膨胀水泥抹实填平。对于腰线以下，且灌  
利用浓浆进行导管法封孔。当有特殊要求，如工  
渗、均匀性、强度等指标要求高时，水泥灌浆孔  
液进行灌浆封孔。

0.5:1 的新鲜水泥

环氧树脂等膏

化学灌浆孔灌浆结束后，孔内置可换成 0.5:  
浆液，采用全孔灌浆封孔法封孔。若化学灌浆采

材料，且结合化学灌浆且按封孔。

强灌浆材料——密封全孔灌浆收浆堵封之 独灌浆

衬段灌浆和封孔结束后，钢衬上的灌浆孔应采用相同钢质

钢

焊后应砂轮磨平，并用砂纸打磨。

焊封

### 7.1 一般规定

适用于大坝、水闸、泵站、电站厂房等水工建筑物等覆盖层地基的水泥灌浆复合灌浆。灌浆前应进行试验进行综合论证。

一般物理力学性状差异大，复合灌浆前除应取得资料，以及化学灌浆的职业健康、劳动安全防护与措施外，还应取得其岩土体物理力学测试参数，如密度、渗透系数、允许渗透比降等。覆盖层水泥灌浆液可灌性可采用可灌比  $M$  作为判别指标，也可选用渗透系数、覆盖层颗粒级配等进行判别和评估。

#### 7.1.1 本

与其附属建筑物灌浆应通过灌浆覆盖层地基

1.0.6 条所列资

环境保护专项措

地层颗粒级配

浆液一般可选用普通水

工水泥等无机水浆液。水浆液等其值浆液。水

指标，也可选用渗透系数、覆盖层颗粒级配等

其中可灌比  $M$  可按式 (1) 计算：

$$M = D_{15} / d_{85} \quad (1)$$

中  $D_{15}$  —— 覆盖层颗粒粒径指标，小于该颗粒的土体占覆盖层总重的 15%，mm；

式中

$d_{85}$  —— 浆液材料颗粒粒径指标，小于该粒径的材料占材料总重的 85%，mm。

当  $M \geq 15$  时，可灌注水泥浆； $M > 10$  时，可灌注水泥黏浆。

7.1.4 覆盖层成孔一般条件较差，复合灌浆应设置混凝土盖板重，或利用浅部加密灌浆作为盖重等形式，且盖板范围应大于今灌浆范围。当无明确要求时，压重盖板扩大范围可按上部荷范围边界的  $45^\circ$  外扩散角计算，与灌浆深度相适应，且不宜小

土

7.1

压

复

载

于

中间孔的分序

7.1.5 覆盖层灌浆分序应按分序加密的原则，边孔再中间孔，帷幕应先下游孔、再上游孔、最后

方式。具体可按照 SL 62 的相关规定执行。

## 7.3 灌 浆

**7.3.1 覆盖层水泥化学复合灌浆应优先选用排间或排内异孔复合灌浆。且水泥化学灌浆比压浆更优。可根据灌浆情况调整。水泥灌浆可选用套阀管法、花管法或套管灌浆法。化学灌浆宜选用循环钻灌法或预埋花管法。**

**7.3.3 覆盖层因层松散强度低，化学灌浆将灌性好，灌浆不宜高压大流量灌注。化学灌浆过程宜采用进浆速率控制，逐步升压至设计压力。**

**7.3.4 化学灌浆结束标准应根据地层估算的注入量和注入率双重标准来控制，并满足设计要求。覆盖层一般自身强度低，防渗、固结与补强多采用水玻璃、丙烯酸盐、聚氨酯等化学灌浆材料，这些浆液胶凝固化相对较快，在设计压力下注入率不大于 0.02L/min 后，继续灌注 10min 或达到胶凝时间，即可结束灌浆。**



一般情况下还应结合灌浆过程成果资料进行评定。

### 8.3 隧洞复合灌浆质量检查

#### 8.3.2 隧洞复合灌浆灌后质量检查方法应以钻孔取芯、单孔或

双孔声波测试、压水试验为主，必要时还可进行室内物理力学试验

和模型测试，以及芯样物理力学测试等。对于高压水工隧洞，如

抽水蓄能电站高压水道系统，围岩的承载、变形、抗渗等特性直

接关系到衬砌与围岩系统的工作性态与安全，还可进行水力劈

裂、疲劳压水试验等。

#### 8.3.3 水工隧洞围岩复合灌浆，尤其高压水工隧洞，一般环间

距为1.5~3m，环内孔口距一般为1.5~2m，一个单元长10~

15m，一个单元内灌浆孔数量多，灌后质量检查孔比例可适当降

低，为5%，且一个单元内，至少应布置一个检查孔。

### 8.4 覆盖层复合灌浆质量检查

#### 8.4.1 覆盖层复合灌浆质量检查

可采取压水试验。必要时还可采取坑

内物理力学试验。

室内物理力学试验等。

宜优先采用注水试验，也

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

可采用坑内物理力学试验等。

内物理力学试验等。

8.4.4 覆盖层复合灌浆检查孔可采用金刚石双管取进。为保证取芯质量，以及室内物理力学芯样测试要重时，宜缩短进尺，套管跟进，并根据取芯结果采取相应措施。当清水钻进难以成孔时，也可采用泥浆护壁，对质量检测结果的影响。

8.4.6 覆盖层一般地质条件复杂，复合灌浆工程的合格要求难以统一，各具体工程应由设计基于灌浆试验和工程经验确定。覆盖层复合灌浆质量评定除应根据设计确定的检测方法和质量合格标准外，还应结合灌浆施工成果资料进行综合分析和评定。

# 水利水电技术标准咨询服务中心

简介

## 中国水利水电出版社标准化出版发行

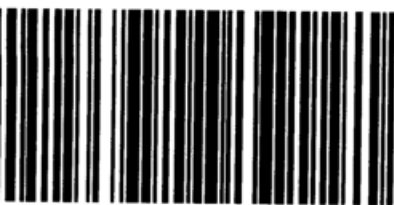
中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委专业科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“全国优秀出版社”称号。经过多年努力，现已发展成为一家以水利电力专业为基础、兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主、兼顾电子音像和网络出版的综合性出版单位，迄今已经出版近四万种、数亿余册(套、盘)各类出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心(中国水利水电出版社标准化出版分社)是水利部指定的标准出版发行单位，主要负责水利水发电技术标准及相关出版物的出版、宣贯、推广工作，同时还负责水利水电类科技专著、工具书、文集及相关职业培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版、发行及推广工作。

购买标准电子版或其他电子图书，欢迎登录 <http://www.shuizhishi.cn>，或扫描下方二维码。





155170. 636

SL/T 802—2020

中华人民共和国水利行业标准  
水工建筑物水泥化学复合灌浆施工规范  
SL/T 802—2020

\*

中国水利水电出版社出版发行  
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)

网址: www.waterpub.com.cn

E-mail: sales@waterpub.com.cn

电话: (010) 68367658 (营销中心)

北京科水图书销售中心(零售)

电话: (010) 88383994、63202643、68545874

全国各新华书店和各大书局均有代售

清淤永业(天津)印刷有限公司印刷

\*

140mm×203mm 32开本 2.5印张 67千字  
2020年11月第1版 2020年11月第1次印刷

\*

书号 155170·636

定价 36.00元

水电技术标准  
询服务中心



水利咨



微信二维码,扫一扫  
信息更多、服务更快

销售分类:

水工建筑物/施工与安装

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,  
本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究