

↑, 912  
ICS27.140  
P59  
备案号: J151—2002

**DL**

中华人民共和国电力行业标准

**P**

**DL/T 5148—2001**

---

标准分享网  
www.bzfxw.com

水工建筑物水泥灌浆施工技术规范

**Technical specification for cement grouting  
construction of hydraulic structures**

2001—12—26 发布

2002—05—01 实施

---

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

中华人民共和国电力行业标准

**P**

**DL/T 5148—2001**

---

## 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范

**Technical specification for cement grouting  
construction of hydraulic structures**

主编单位：中国水利水电基础工程局

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

批准文号：国家经济贸易委员会公告 2001 年第 31 号

## 前 言

本标准是根据原电力工业部《关于下达 1997 年制定、修订电力行业标准计划项目的通知》（综科教 [1998] 28 号文）进行修订的。

1994 年 5 月 21 日，水利部和原电力工业部联合发布了 SL62—1994《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》，这一规范对 1983 年版本进行了重大的修改和补充，对指导我国水利水电行业的灌浆工程施工，推广和应用先进经验、先进技术，保证工程质量和提高生产效率起到了重要的作用。

近年来，国内外水工建筑物灌浆的技术和实践，又有了新的发展。为了适应新的情况，按照中华人民共和国电力行业标准 DL/T 600—1996《电力标准编写的基本规定》，特对 1994 年的《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》予以适当补充和修改，形成本标准。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B 是提示的附录。

本标准由电力行业水电施工标准化技术委员会提出并归口。

本标准主编单位：中国水利水电基础工程局。

参编单位：水利部建设与管理总站、中国水利水电科学研究院、中国武警水电一总队、国家电力公司贵阳勘测设计研究院。

本标准主要起草人：夏可风、孙钊、杨晓东、杨月林、张景秀、郑治、赵存厚。

本标准由电力行业水电施工标准化技术委员会负责解释。

## 目 次

前言

1 范围 .....	5
2 引用标准 .....	6
3 名词和术语 .....	7
4 总则 .....	10
5 灌浆材料、设备和制浆 .....	12
6 坝基岩体灌浆 .....	16
7 隧洞灌浆 .....	26
8 混凝土坝接缝灌浆 .....	31
9 岸坡接触灌浆 .....	40
10 竣工资料和工程验收 .....	42
附录 A (标准的附录) 灌浆工程压水试验 .....	45
附录 B (提示的附录) 灌浆工程施工记录及成果图表 .....	49

# 1 范 围

本标准规定了水工建筑物水泥灌浆的施工技术要求和工程质量检验、评定方法。

本标准适用于 **1、2、3** 级水工建筑物基岩灌浆、隧洞灌浆、混凝土坝接缝灌浆等工程。**4、5** 级水工建筑物灌浆工程可参照使用。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中的引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 175—1999** 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥
- GB 50201—1994** 防洪标准
- DL 5010—1992** 水利水电工程物探规程
- DL 5013—1992** 水利水电工程钻探规程
- DL/T 5055—1996** 水工混凝土掺用粉煤灰技术规范
- DL 5108—1999** 混凝土重力坝设计规范
- DL/T 5144—2001** 水工混凝土施工规范
- SD 134—1984** 水工隧洞设计规范
- SDJ 249.1—1988** 水利水电基本建设工程单元工程质量等级  
评定标准（一）（试行）
- SDJ 338—1989** 水利水电工程施工组织设计规范（试行）
- SL 25—1992** 水利水电工程钻孔压水试验规程

### 3 名词和术语

#### 3.0.1 水泥灌浆 **cement grouting**

利用灌浆泵或浆液自重，通过钻孔、埋管或其它方法把水泥浆液压送到岩体的裂隙、混凝土裂缝、接缝或空洞内的工程措施。

#### 3.0.2 回填灌浆 **filling grouting**

用浆液填充混凝土与围岩或混凝土与钢板之间的空隙和孔洞，以增强围岩或结构的密实性的灌浆，这种空隙和孔洞是由于混凝土浇筑施工的缺陷或技术能力的限制所造成的。

#### 3.0.3 固结灌浆 **consolidation grouting**

用浆液灌入岩体裂隙或破碎带，以提高岩体的整体性和抗变形能力的灌浆。

#### 3.0.4 帷幕灌浆 **curtain grouting**

用浆液灌入岩体或土层的裂隙、孔隙，形成阻水幕，以减小渗流量或降低扬压力的灌浆。

#### 3.0.5 接缝灌浆 **joint grouting**

通过埋设管路或其它方式将浆液灌入混凝土坝体的接缝，以改善传力条件增强坝体整体性的灌浆。

#### 3.0.6 接触灌浆 **contact grouting**

用浆液灌入混凝土与基岩或混凝土与钢板之间的缝隙，以增强接触面结合能力的灌浆，这种缝隙是由于混凝土的凝固收缩而造成的。

#### 3.0.7 循环式灌浆 **circulation grouting**

浆液通过射浆管注入到孔段内，部分浆液渗入到岩体裂隙中，部分浆液通过回浆管返回，保持孔段内的浆液呈循环流动状态的灌浆方式。

#### 3.0.8 纯压式灌浆 **non-circulation grouting**

浆液注入到孔段内和岩体裂隙中，不再返回的灌浆方式。

**3.0.9 自上而下分段灌浆法 descending stage grouting method**

从上向下逐段进行钻孔，逐段安装灌浆塞进行灌浆，直至孔底的灌浆方法。

**3.0.10 自下而上分段灌浆法 ascending stage grouting method**

将灌浆孔一次钻进到底，然后从钻孔的底部往上，逐段安装灌浆塞进行灌浆，直至孔口的灌浆方法。

**3.0.11 综合灌浆法 comprehensive grouting method**

在钻孔的某些段采用自上而下分段灌浆，另一些段采用自下而上分段灌浆的方法。

**3.0.12 孔口封闭灌浆法 orifice-closed grouting method**

在钻孔的孔口安装孔口管，自上而下分段钻孔和灌浆，各段灌浆时都在孔口安装孔口封闭器进行灌浆的方法。

**3.0.13 先导孔 pilot hole**

最先施工的、用于核对或补充灌浆地区地质资料的少数灌浆孔。

**3.0.14 压水试验 water testing**

利用水泵或水柱自重，将清水压入钻孔试验段，根据一定时间内压入的水量和施加压力大小的关系，计算岩体相对透水性和了解裂隙发育程度的试验。

**3.0.15 简易压水 simple water testing**

一种简化和粗略的压水试验，其目的是了解灌浆施工过程中岩体透水性变化的趋势。

**3.0.16 屏浆 the measurement for keeping pressure to stage**

灌浆段的灌浆工作达到结束条件后，为使已灌入的浆液加快凝固、提高强度，继续使用灌浆泵对灌浆孔段内施加压力的措施。

**3.0.17 闭浆 the measurement for keeping closed stage**

灌浆段的灌浆工作结束后，为防止孔段内的浆液返流溢出，继续保持孔段封闭状态的措施。



**3.0.18 高压水泥灌浆 high pressure cement grouting**

灌浆压力大于或等于 **3MPa** 的水泥灌浆。

**3.0.19 水灰比 water-cement ratio**

水泥浆液中所含的水与水泥成分数量的比值。我国通常使用质量（重量）比，用数字或分式表示，如 **1、2** 或 **1:1、2:1** 等。

## 4 总 则

**4.0.1** 灌浆工程施工前应取得下列设计文件或相应的资料：

**1** 坝基和隧洞岩体灌浆：

施工详图和设计说明书；

灌浆地区工程地质和水文地质资料；

初步设计阶段的灌浆施工组织设计；

灌浆试验报告；

灌浆施工技术要求；

灌浆质量标准和检查方法。

**2** 混凝土坝接缝灌浆：

坝体结构和灌浆设计说明书；

接缝灌浆分区和灌浆系统设计图；

坝块混凝土应达到的温度和测定温度的方法，接缝设计张开度、增开度；

灌浆施工技术要求；

灌浆质量标准和检查方法。

**4.0.2** 下列灌浆工程在施工前或施工初期应进行现场灌浆试验：

**1** 1、2级水工建筑物基岩帷幕灌浆；

**2** 地质条件复杂地区或有特殊要求的1、2级水工建筑物基岩固结灌浆和隧洞围岩固结灌浆。

灌浆试验的地点应具有代表性。当在工程建设部位进行试验时，不得采取对工程可能产生不良后果的试验方法。

**4.0.3** 灌浆工程所用的风、水、电供应必须可靠，必要时宜设置专用管路和线路，并有备用水源和电源。

**4.0.4** 灌浆工程应制定妥善的环保和劳动安全措施。钻渣、污水和废浆不得随意排放；廊道、井洞内作业，应有良好的照明和通风条件。

**4.0.5** 已完成灌浆或正在灌浆的部位，其附近 **30m** 以内不得进行可能损害灌浆工程的爆破作业。必须爆破时应采取减震和防震措施，并征得有关部门的同意。

**4.0.6** 灌浆工程中的各个钻孔必须统一分类和编号。

**4.0.7** 各项施工记录应有专人在现场随着施工作业地进行使用蓝黑或碳素墨水笔逐项填写，做到及时、准确、真实、齐全、整洁；各种资料必须及时整理，编制成所需的图表和其它成果资料。

**4.0.8** 重要工程的帷幕灌浆和高压固结灌浆，应使用灌浆自动记录仪。

**4.0.9** 在施工过程中，各有关单位对灌浆资料、地质情况和施工技术措施应经常进行分析总结，优化设计和施工。

## 5 灌浆材料、设备和制浆

### 5.1 灌浆材料和浆液

**5.1.1** 灌浆工程所采用的水泥品种，应根据灌浆目的和环境水的侵蚀作用等由设计确定。一般情况下，可采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。当有抗侵蚀或其它要求时，应使用特种水泥。

使用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥灌浆时应得到设计许可，浆液水灰比不宜稀于 1。

**5.1.2** 灌浆用水泥的品质必须符合 GB175 或所采用的其它水泥的标准以及本条文的规定。

回填灌浆、固结灌浆和帷幕灌浆所用水泥的强度等级可为 32.5 或以上，坝体接缝灌浆所用水泥的强度等级可为 42.5 或以上。

帷幕灌浆和坝体接缝灌浆所用水泥的细度宜为通过 80 $\mu\text{m}$  方孔筛的筛余量不大于 5%。

钢衬接触灌浆和岸坡接触灌浆所用水泥的强度等级和细度，可参照坝体接缝灌浆的要求。

**5.1.3** 灌浆水泥应妥善保管，严格防潮并缩短存放时间。不得使用受潮结块的水泥。

**5.1.4** 灌浆用水应符合拌制水工混凝土用水的要求。

**5.1.5** 水泥灌浆一般使用纯水泥浆液。在特殊地质条件下或有特殊要求时，根据需要现场灌浆试验论证，可使用下列类型浆液：

1 细水泥浆液，系指干磨细水泥浆液、超细水泥浆液和湿磨水泥浆液；

2 稳定浆液，系指掺有稳定剂，2h 析水率不大于 5% 的水泥浆液；

3 混合浆液，系指掺有掺合料的水泥浆液；

4 膏状浆液，系指塑性屈服强度大于 20Pa 的混合浆液。

**5.1.6** 根据灌浆需要，可在水泥浆液中加入下列掺合料：

1 砂，质地坚硬的天然砂或人工砂，粒径不宜大于 2.5mm，细度模数不宜大于 2.0，SO<sub>3</sub> 含量不宜大于 1%（以重量计，下同），含泥量不宜大于 3%，有机物含量不宜大于 3%。

2 膨润土或黏性土，黏性土的塑性指数不宜小于 14，黏粒（粒径小于 0.005mm）含量不宜低于 25%，含砂量不宜大于 5%，有机物含量不宜大于 3%；

3 粉煤灰，可选用 I、II 或 III 级粉煤灰。各级粉煤灰的品质指标应符合 DL/T 5055；

4 水玻璃，模数宜为 2.4~3.0，浓度宜为（30~45）波美度；

5 其它掺合料。

对掺合料品质指标的具体要求，应根据工程的情况和灌浆的目的确定。

**5.1.7** 根据灌浆需要，可在水泥浆液中加入下列外加剂：

1 速凝剂，水玻璃、氯化钙等；

2 减水剂，萘系高效减水剂、木质素磺酸盐类减水剂等；

3 稳定剂，膨润土及其它高塑性黏土等；

4 其它外加剂。

所有外加剂凡能溶于水的应以水溶液状态加入。

**5.1.8** 各类浆液中加入掺合料和外加剂的种类及数量，应通过室内浆材试验和现场灌浆试验确定。

**5.1.9** 纯水泥浆液可不进行室内试验。其它类型浆液应根据工程需要，有选择地进行下列性能试验：

1 掺合料的细度和颗分曲线；

2 浆液的流动性或流变参数；

3 浆液的沉降稳定性；

4 浆液的凝结时间；

5 结石的密度、强度、弹性模量和渗透性；

## 6 其它。

### 5.2 灌浆设备和机具

**5.2.1** 搅拌机的转速和拌和能力应分别与所搅拌泥浆的类型和灌浆泵的排浆量相适应，保证能均匀、连续地拌制浆液。高速搅拌机的搅拌转速应不小于  $1200\text{r}/\text{min}$ 。

**5.2.2** 灌浆泵的技术性能与所灌注的浆液的类型、浓度应相适应。额定工作压力应大于最大灌浆压力的  $1.5$  倍，压力波动范围宜小于灌浆压力的  $20\%$ ，排浆量能满足灌浆最大注入率的要求。

**5.2.3** 灌浆管路应保证浆液流动畅通，并应能承受  $1.5$  倍的最大灌浆压力。

**5.2.4** 灌浆泵和灌浆孔口处均应安设压力表。使用压力宜在压力表最大标值的  $1/4\sim 3/4$  之间。压力表与管路之间应设有隔浆装置。

**5.2.5** 灌浆塞应与所采用的灌浆方式、方法、灌浆压力及地质条件相适应，应有良好的膨胀和耐压性能，在最大灌浆压力下能可靠地封闭灌浆孔段，并且易于安装和卸除。

**5.2.6** 高压灌浆施工应采用下列设备和机具：

- 1 高压灌浆泵；
- 2 耐蚀灌浆阀门；
- 3 钢丝编织胶管；
- 4 大量程压力表，其最大标值宜为最大灌浆压力的  $2.0\sim 2.5$  倍；
- 5 孔口封闭器或高压灌浆塞。

**5.2.7** 集中制浆站的制浆能力应满足灌浆高峰期所有机组用浆需要，并应配备防尘、除尘设施。当浆液中需加入掺合料或外加剂时，应增设相应的设备。

**5.2.8** 所有灌浆设备应注意维护保养，保证其正常工作状态，并应有备用量。

**5.2.9** 钻孔灌浆的计量器具，如测斜仪、压力表、流量计、密

度计、自动记录仪等，应定期进行校验或检定，保持量值准确。

### 5.3 制 浆

**5.3.1** 制浆材料必须按规定的浆液配比计量，计量误差应小于**5%**。水泥等固相材料宜采用质量（重量）称量法计量。

**5.3.2** 各类浆液必须搅拌均匀并测定浆液密度。

**5.3.3** 纯水泥浆液的搅拌时间，使用高速搅拌机时应大于**30s**；使用普通搅拌机时应大于**3min**。浆液在使用前应过筛，浆液自制备至用完的时间不宜大于**4h**。

**5.3.4** 拌制细水泥浆液和稳定浆液应使用高速搅拌机并加入减水剂。搅拌时间宜通过试验确定。细水泥浆液自制备至用完的时间宜少于**2h**。

**5.3.5** 集中制浆站宜制备水灰比为**0.5**的纯水泥浆液。输送浆液的管道流速宜为**1.4m/s~2.0m/s**。各灌浆地点应测定从制浆站或输浆站输送来的浆液密度，然后调制使用。

**5.3.6** 寒冷季节施工应做好机房和灌浆管路的防寒保暖工作。炎热季节施工应采取防晒和降温措施。浆液温度应保持在**5℃~40℃**。若用热水制浆，水温不得超过**40℃**。

## 6 坝基岩体灌浆

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本章适用于混凝土重力坝等各种坝型的基岩灌浆，水电站厂房等其它水工建筑物的基岩灌浆可参照执行。

**6.1.2** 蓄水前应完成蓄水初期最低库水位以下的帷幕灌浆及其质量检查和验收工作。蓄水后，帷幕灌浆应在库水位低于孔口高程时施工。

**6.1.3** 同一地段的基岩灌浆必须按先固结灌浆、后帷幕灌浆的顺序进行。

**6.1.4** 灌浆在有盖重混凝土的条件下进行时，盖重混凝土应达到50%设计强度后钻孔灌浆方可开始。

**6.1.5** 帷幕灌浆必须按分序加密的原则进行。由三排孔组成的帷幕，应先灌注下游排孔，再灌注上游排孔，然后进行中间排孔的灌浆，每排孔可分为二序。由两排孔组成的帷幕应先灌注下游排，后灌注上游排，每排可分为二序或三序。单排孔帷幕应分为三序灌浆。

**6.1.6** 在帷幕灌浆的先灌排或主帷幕孔中宜布置先导孔，先导孔可在一序孔中选取，其间距不宜小于15m，或按该排孔数的10%布置。

**6.1.7** 采用自上而下分段灌浆法或孔口封闭灌浆法进行帷幕灌浆时，同一排相邻的两个次序孔之间，以及后序排的第一次序孔与其相邻部位前序排的最后次序孔之间，在岩石中钻孔灌浆的高差不得小于15m。

**6.1.8** 帷幕后的排水孔和扬压力观测孔必须在相应部位的帷幕灌浆完成并检查合格后，方可钻进。

**6.1.9** 深孔固结灌浆可参照帷幕灌浆的技术要求进行施工。

**6.1.10** 固结灌浆应按分序加密的原则进行。灌浆孔排与排之间



和同一排孔内孔与孔之间，可分为二序施工。

**6.1.11** 制定工程进度计划时，应对固结灌浆和混凝土浇筑的时间统筹安排。

**6.1.12** 工程必要时，应安设抬动监测装置，在灌浆过程中连续进行观测记录，严禁抬动值超过设计规定。

## 6.2 钻 孔

**6.2.1** 帷幕灌浆孔宜采用回转式钻机和金钢石或硬质合金钻头钻进，也可采用冲击式或冲击回转式钻机钻进。当采用后种钻进方法时，应加强钻孔和裂隙的冲洗。固结灌浆孔可采用各种适宜的方法钻进。

**6.2.2** 帷幕灌浆孔位与设计孔位的偏差值不得大于 **10cm**，孔深应符合设计规定。实际孔位、孔深应有记录。

**6.2.3** 帷幕灌浆孔孔径不得小于 **46mm**，固结灌浆孔孔径不宜小于 **38mm**。

**6.2.4** 帷幕灌浆孔应进行孔斜测量。垂直的或顶角小于 **5°** 的帷幕灌浆孔，孔底的偏差不得大于表 **6.2.4** 的规定。发现钻孔偏斜值超过设计规定时，应及时纠正或采取补救措施。

表 **6.2.4** 帷幕灌浆孔孔底允许偏差 m

孔 深		20	30	40	50	60
允许偏差	单排孔	0.25	0.45	0.70	1.00	1.30
	二或三排孔	0.25	0.50	0.80	1.15	1.50

顶角大于 **5°** 的斜孔，孔底最大允许偏差值可根据实际情况按表 **6.2.4** 中的规定适当放宽，但方位角的偏差值不应大于 **5°**。孔深大于 **60m** 时，孔底最大允许偏差值应根据工程实际情况确定，并不宜大于孔距。

深孔钻进时，应严格控制孔深 **20m** 以内的偏差。

**6.2.5** 钻孔过程中，遇岩层、岩性变化，发生掉钻、坍孔、钻速变化、回水变色、失水、涌水等异常情况，应详细进行记录。

**6.2.6** 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。

**6.2.7** 灌浆孔（段）在钻进结束后，应进行钻孔冲洗，孔底沉积厚度不得超过 20cm。

**6.2.8** 各类钻孔当施工作业暂时中止时，孔口应妥加保护，防止流进污水和落入异物。

### **6.3 裂隙冲洗和压水试验**

**6.3.1** 采用自上而下分段循环式灌浆法、孔口封闭灌浆法进行帷幕灌浆时，各灌浆孔（段）在灌浆前应采用压力水进行裂隙冲洗，直至回水清净时止。冲洗压力可为灌浆压力的 80%，并不大于 1MPa。

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。

对岩溶、断层、大型破碎带、软弱夹层等地质条件复杂地段，以及设计有专门要求的地段，裂隙冲洗应按设计要求进行，或通过现场试验确定。

**6.3.2** 帷幕灌浆先导孔应自上而下分段进行压水试验，试验采用单点法或五点法，按附录 A 执行。

**6.3.3** 采用自上而下分段循环式灌浆法、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。简易压水可结合裂隙冲洗进行，压力为灌浆压力的 80%，并不大于 1MPa，压水时间 20min，每 5min 测读一次压入流量。取最后的流量值作为计算流量，其成果以透水率  $q$  表示，单位为吕荣（Lu）。

采用自下而上分段灌浆法时，各灌浆孔灌浆前可在孔底段进行一次简易压水。

**6.3.4** 固结灌浆孔各孔段灌浆前应采用压力水进行裂隙冲洗，冲洗时间可至回水清净时止或不大于 20min，压力为灌浆压力的 80%，并不大于 1MPa。

地质条件复杂以及设计对裂隙冲洗有特殊要求时，冲洗方法应通过现场试验或由设计确定。

**6.3.5** 固结灌浆孔灌浆前的压水试验应在裂隙冲洗后进行，试验孔数不宜少于总孔数的**5%**，试验采用单点法，按附录 A 执行。其余孔段可结合裂隙冲洗进行简易压水，按**6.3.3**执行。

**6.3.6** 在岩溶泥质充填物和遇水后性能易恶化的岩层中进行灌浆时，可不进行裂隙冲洗和简易压水，也宜少做或不做压水试验。

#### **6.4 灌浆方法和灌浆方式**

**6.4.1** 根据不同的地质条件和工程要求，基岩灌浆方法可选用全孔一次灌浆法、自上而下分段灌浆法、自下而上分段灌浆法、综合灌浆法或孔口封闭灌浆法。

**6.4.2** 帷幕灌浆方式宜采用循环式灌浆，也可采用纯压式灌浆。当采用循环式灌浆时，射浆管距孔底不得大于**50cm**。浅孔固结灌浆可采用纯压式灌浆。

**6.4.3** 进行帷幕灌浆时，坝体混凝土和基岩接触部位的灌浆段应先行单独灌注并待凝。接触段在岩石中的长度不得大于**2m**，以下灌浆段长度可采用**5m~6m**，特殊情况下可适当缩短或加长，但不宜大于**10m**。

**6.4.4** 进行固结灌浆时，如钻孔中岩石灌浆段的长度不大于**6m**，可一次灌浆；大于**6m**时，宜分段灌注。

**6.4.5** 采用自上而下分段灌浆法时，灌浆塞应阻塞在该灌浆段段顶以上**0.5m**处，防止漏灌。

各灌浆段灌浆结束后一般可不待凝，但在灌前涌水、灌后返浆或遇其它地质条件复杂情况，则宜待凝，待凝时间应根据设计要求和工程具体情况确定。

**6.4.6** 采用自下而上分段灌浆法时，灌浆段的长度因故超过**10m**，对该段宜采取补救措施。

**6.4.7** 帷幕灌浆先导孔各孔段可与压水试验同步自上而下进行

灌浆，也可在全孔压水试验完成之后自下而上进行灌浆。

**6.4.8** 帷幕灌浆孔各灌浆段不论透水率大小均应按技术要求进行灌浆。

**6.4.9** 固结灌浆孔相互串浆时，可采用互串孔并联灌注，但并灌孔不宜多于3个，并应注意控制灌浆压力，防止上部混凝土或岩体抬动。

## **6.5 灌浆压力和浆液变换**

**6.5.1** 灌浆压力应根据工程和地质情况进行分析计算并结合工程类比拟定，必要时进行灌浆试验论证，而在施工过程中调整确定。

**6.5.2** 采用循环式灌浆时，压力表应安装在孔口回浆管路上。采用纯压式灌浆时，压力表应安装在孔口进浆管路上。压力值宜读取压力表指针摆动的中值，指针摆动范围应小于灌浆压力的20%，摆动范围宜作记录。如采用灌浆自动记录仪时，自动记录仪应能测记间隔时段内灌浆压力的平均值和最大值。

**6.5.3** 灌浆应尽快达到设计压力，但对于注入率较大或易于抬动的部位应分级升压。

**6.5.4** 灌浆浆液应由稀至浓逐级变换。帷幕灌浆浆液水灰比可采用5、3、2、1、0.8、0.6（或0.5）等六个比级。固结灌浆浆液水灰比可采用3、2、1、0.6（或0.5），也可采用2、1、0.8、0.6（或0.5）四个比级。

灌注细水泥浆液时，水灰比可采用2、1、0.6或1、0.8、0.6三个比级。

**6.5.5** 灌注稳定浆液、混合浆液、膏状浆液时，比级宜少，其配比和变换方法应通过室内浆材试验和现场工艺试验确定。

**6.5.6** 浆液变换原则如下：

1 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，不得改变水灰比。

2 当某级浆液注入量已达300L以上，或灌浆时间已达

30min，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。

3 当注入率大于 30L/min 时，可根据具体情况越级变浓。

**6.5.7** 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。

**6.5.8** 灌浆过程中应定时测记浆液密度，必要时测记浆液温度。灌注稳定浆液时还应测记浆液黏度和析水率。当发现浆液性能偏离规定指标较大时，应查明原因，及时处理。

**6.5.9** 灌浆过程的控制也可采用灌浆强度值（GIN）等方法进行，但最大灌浆压力、最大注入量、灌浆强度值、浆液配比和灌浆结束条件等参数的确定，应经过试验论证。

## **6.6 灌浆结束和封孔**

**6.6.1** 帷幕灌浆各灌浆段的结束条件为：

采用自上而下分段灌浆法时，灌浆段在最大设计压力下，注入率不大于 1L/min 后，继续灌注 60min，可结束灌浆。

采用自下而上分段灌浆法时，在该灌浆段最大设计压力下，注入率不大于 1L/min 后，继续灌注 30min，可结束灌浆。

**6.6.2** 固结灌浆各灌浆段的结束条件为：在该灌浆段最大设计压力下，当注入率不大于 1L/min 后，继续灌注 30min，可结束灌浆。

**6.6.3** 帷幕灌浆采用自上而下分段灌浆法时，灌浆孔封孔应采用“分段灌浆封孔法”或“全孔灌浆封孔法”；采用自下而上分段灌浆时，应采用“全孔灌浆封孔法”。

**6.6.4** 固结灌浆孔封孔应采用“导管注浆封孔法”或“全孔灌浆封孔法”。

## **6.7 孔口封闭灌浆法**

**6.7.1** 孔口封闭灌浆法适用于高压水泥灌浆工程，小于 3MPa 的灌浆工程可参照应用。

- 6.7.2** 钻孔孔径宜为 60mm 左右。各灌浆段应自上而下分段钻进。
- 6.7.3** 孔口管段应按 6.4、6.5、6.6 的要求先行灌浆，而后镶铸孔口管。
- 6.7.4** 孔口管埋入岩体的深度应根据最大灌浆压力和岩体特性确定。最大灌浆压力为 5MPa 时，孔口管埋入岩体的深度不宜小于 2m。
- 6.7.5** 孔口封闭器应具有良好的耐压和密封性能，在灌浆过程中灌浆管应能灵活转动和升降。
- 6.7.6** 灌浆管的外径与钻孔孔径之差宜为 10mm~20mm，若用钻杆作为灌浆管，应采用平接头连接。
- 6.7.7** 各段灌浆时灌浆管必须深入灌浆段底部，管口离孔底的距离不得大于 50cm。
- 6.7.8** 各灌浆孔的裂隙冲洗和压水试验，参照 6.3 规定执行。
- 6.7.9** 孔口管段以下 3 或 4 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，按设计最大灌浆压力灌注。
- 6.7.10** 灌浆过程中灌浆压力和注入率必须相适应，当压力大于 4MPa 时，注入率宜小于 10L/min。
- 6.7.11** 灌浆浆液的比级和变换，应按照 6.5.4、6.5.5 和 6.5.6 规定执行。
- 6.7.12** 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。
- 6.7.13** 各灌浆段的结束条件为：在该灌浆段最大设计压力下，注入率不大于 1L/min，继续灌注 60min~90min，可结束灌浆。
- 6.7.14** 每段灌浆结束后可不待凝。
- 6.7.15** 各孔灌浆结束后封孔应采用“全孔灌浆封孔法”。

## 6.8 特殊情况处理

- 6.8.1** 帷幕灌浆孔的终孔段，其透水率或单位注灰量大于设计规定值时，钻孔宜继续加深。

**6.8.2** 灌浆过程中发现冒浆、漏浆时，应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。

**6.8.3** 灌浆过程中发生串浆时，如串浆孔具备灌浆条件，应一泵一孔同时进行灌浆。否则，应塞住串浆孔，待灌浆孔灌浆结束后，再对串浆孔进行扫孔、冲洗，而后继续钻进或灌浆。

**6.8.4** 灌浆必须连续进行，若因故中断，应按下述原则处理：

1 应尽快恢复灌浆。否则应立即冲洗钻孔，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。

2 恢复灌浆时，应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多，且在短时间内停止吸浆，应采取补救措施。

**6.8.5** 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，可选用下列措施综合处理：

- 1 自上而下分段灌浆；
- 2 缩短段长；
- 3 提高灌浆压力；
- 4 进行纯压式灌浆；
- 5 灌注浓浆；
- 6 灌注速凝浆液；
- 7 屏浆；
- 8 闭浆；
- 9 待凝；
- 10 采用分段灌浆封孔法或全孔灌浆封孔法封孔。

**6.8.6** 灌浆段注入量大而难以结束时，可选用下列措施处理：

- 1 低压、浓浆、限流、限量、间歇灌浆；
- 2 灌注速凝浆液；
- 3 灌注混合浆液或膏状浆液。

**6.8.7** 对溶洞灌浆，应查明溶洞充填类型、规模和渗流情况，

采取相应措施处理：

1 溶洞内无充填物时，根据溶洞大小和地下水活动程度，可泵入高流态混凝土或水泥砂浆，或投入碎石再灌注水泥浆液、混合浆液、模袋水泥浆液等；

2 溶洞内有充填物时，根据充填物类型、特征以及充填程度，可采用高压灌浆、高压旋喷灌浆等措施。灌浆注入量大时，可参照 6.8.6 处理。

**6.8.8** 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。

**6.8.9** 灌浆孔段遇特殊情况，无论采用何种措施处理，其复灌前应进行扫孔，复灌后应达到 6.6.1、6.6.2 或 6.7.13 规定的结束条件。

## 6.9 工程质量检查

**6.9.1** 坝基岩体灌浆工程必须做好施工过程（工序）的质量控制和检查，其检查的内容、方法、合格标准应根据工程的具体情况按本标准有关条文的要求或设计要求确定。

**6.9.2** 帷幕灌浆工程的质量应以检查孔压水试验成果为主，结合对施工记录、成果资料和检验测试资料的分析，进行综合评定。

**6.9.3** 帷幕灌浆检查孔应在分析施工资料的基础上在下述部位布置：

1 帷幕中心线上；

2 断层、岩体破碎、裂隙发育、强岩溶等地质条件复杂的部位；

3 末序孔注入量大的孔段附近；

4 钻孔偏斜过大、灌浆过程不正常等经分析资料认为可能对帷幕质量有影响的部位。

**6.9.4** 帷幕灌浆检查孔的数量可为灌浆孔总数的 10%左右，一



个坝段或一个单元工程内，至少应布置一个检查孔。

**6.9.5** 帷幕灌浆检查孔应采取岩芯，绘制钻孔柱状图。

**6.9.6** 帷幕灌浆检查孔压水试验应在该部位灌浆结束 **14d** 后进行，自上而下分段卡塞进行压水试验，采用单点法或五点法，按附录 A 执行。

**6.9.7** 帷幕灌浆工程质量的评定标准为：经检查孔压水试验检查，坝体混凝土与基岩接触段及其下一段的透水率的合格率为 **100%**；其余各段的合格率不小于 **90%**。当设计防渗标准为小于 **2Lu** 时，不合格试段的透水率不超过设计规定的 **200%**；当设计防渗标准大于或等于 **2Lu** 时，不合格试段的透水率不超过设计规定的 **150%**；且不合格试段的分布不集中。灌浆质量可评为合格。

**6.9.8** 固结灌浆工程质量的检查宜采用测量岩体波速和（或）岩体静弹性模量的方法。检测时间分别在灌浆结束 **14d** 和 **28d** 以后。测试的仪器、方法以及岩体波速和（或）静弹性模量的改善程度应符合设计规定。

**6.9.9** 固结灌浆工程质量的检查也可采用钻孔压水试验的方法，检查孔数量不宜少于灌浆孔总数的 **5%**，检查时间在灌浆结束 **3d** 或 **7d** 以后，试验采用单点法，按附录 A 进行。质量的评定标准为：试段的合格率在 **85%** 以上，不合格试段的透水率不超过设计规定的 **150%**，且不集中，灌浆质量可评为合格。

**6.9.10** 各类检查孔检查工作结束后，应按技术要求进行灌浆，按 **6.6.3** 或 **6.6.4** 要求封孔。

**6.9.11** 各种钻孔的封孔质量应进行抽样检查，封孔质量的合格标准按设计规定执行。

## 7 隧 洞 灌 浆

### 7.1 一 般 规 定

**7.1.1** 本章适用于水工隧洞的灌浆，竖井等其它地下洞室的灌浆可参照执行。

**7.1.2** 隧洞混凝土衬砌段的灌浆，应按先回填灌浆后固结灌浆的顺序进行。回填灌浆应在衬砌混凝土达 **70%**设计强度后进行，固结灌浆宜在该部位的回填灌浆结束 **7d** 后进行。当在隧洞中进行帷幕灌浆时，应当先进行隧洞回填灌浆、固结灌浆，再进行帷幕灌浆。

**7.1.3** 隧洞钢板衬砌段各类灌浆的顺序应按设计规定进行。钢衬接触灌浆应在衬砌混凝土浇筑结束 **60d** 后进行。

**7.1.4** 灌浆结束时，对孔口返浆的灌浆孔应闭浆待凝。

**7.1.5** 必要时，应安设变形监测装置，进行观测和记录。

### 7.2 回 填 灌 浆

**7.2.1** 回填灌浆孔在素混凝土衬砌中宜直接钻进，在钢筋混凝土衬砌中可从预埋管中钻进。钻孔孔径不宜小于 **38mm**，孔深宜进入岩石 **10cm**。

对混凝土厚度和混凝土与围岩之间的空隙尺寸应进行记录。

**7.2.2** 遇有围岩塌陷、溶洞、超挖较大等特殊情况时，应在该部位预埋灌浆管（排气管），其数量不应少于 **2** 个。

**7.2.3** 顶拱回填灌浆应分成区段进行，每区段长度不宜大于 **3** 个衬砌段。区段的端部应在混凝土施工时封堵严实。

**7.2.4** 灌浆前应对衬砌混凝土的施工缝和混凝土缺陷等进行全面检查，对可能漏浆的部位应先行处理。

**7.2.5** 灌浆应分为两个次序进行，两序孔中都应包括顶孔。

**7.2.6** 灌浆施工应自较低的一端开始，向较高的一端推进。同

一区段内的同一次序孔可全部或部分钻出后，再进行灌浆。也可单孔分序钻进和灌浆。

**7.2.7** 低处孔灌浆时，高处孔可用于排气、排水。当高处孔排出浓浆（接近或等于注入浆液的水灰比）后，可将低处孔堵塞，改从高处孔灌浆，依此类推，直至结束。

**7.2.8** 浆液的水灰比可为**0.5**或**0.6**。空隙大的部位宜灌注水泥砂浆或高流态混凝土，水泥砂浆的掺砂量不宜大于水泥重量的**200%**。

**7.2.9** 灌浆压力应视混凝土衬砌厚度和配筋情况等决定。在素混凝土衬砌中可采用**0.2MPa~0.3MPa**；钢筋混凝土衬砌中可采用**0.3MPa~0.5MPa**。

**7.2.10** 灌浆结束条件：在规定压力下灌浆孔停止吸浆后，延续灌注**10min**，即可结束。

**7.2.11** 灌浆应连续进行，因故中止灌浆的灌浆孔，应按**7.2.1**要求扫孔，再进行复灌，直至达到**7.2.7**或**7.2.10**规定。

**7.2.12** 灌浆孔灌浆完毕后，应使用干硬性水泥砂浆将钻孔封填密实，孔口压抹齐平。

### **7.3 固 结 灌 浆**

**7.3.1** 固结灌浆孔可采用风钻或其它型式钻机钻孔，终孔直径不宜小于**38mm**，孔位、孔向和孔深应满足设计要求。

**7.3.2** 灌浆孔在钻孔结束后应进行钻孔冲洗，冲净孔内岩粉、泥渣。

**7.3.3** 灌浆孔在灌浆前应用压力水进行裂隙冲洗，直至回水清浄为止。冲洗压力可为灌浆压力的**80%**，并不大于**1MPa**。

地质条件复杂或有特殊要求时，是否需要冲洗以及如何冲洗，宜通过现场试验确定。

**7.3.4** 灌浆孔的压水试验应在裂隙冲洗后进行，试验孔数不宜少于总孔数的**5%**。压水试验采用单点法，按附录**A**进行。

**7.3.5** 灌浆应按环间分序、环内加密的原则进行。环间宜分为

两个次序，地质条件不良地段可分为三个次序。

**7.3.6** 宜采用单孔灌浆的方法，但在注入量较小地段，同一环上的灌浆孔可并联灌浆，孔数不宜多于3个，孔位宜保持对称。

**7.3.7** 灌浆孔围岩段长不大于6m时可全孔一次灌浆。当地质条件不良或有特殊要求时，可分段灌浆。

**7.3.8** 浆液的比级和变换可参照本标准6.5.4和6.5.6确定。灌浆结束条件可参照6.6.2确定。

**7.3.9** 围岩高压固结灌浆应采用自上而下（由浅入深）分段灌浆法，灌浆段的划分、灌浆压力的使用以及灌浆工艺的选择，应通过灌浆试验确定。

**7.3.10** 灌浆孔灌浆结束后，应排除钻孔内的积水和污物，采用“全孔灌浆封孔法”或“导管注浆封孔法”封孔。

#### 7.4 钢衬接触灌浆

**7.4.1** 钢衬接触灌浆孔的位置宜在现场经锤击检查确定。每一个独立的脱空区布孔不应少于2个，最低处和最高处都应布孔。

**7.4.2** 在钢衬上钻灌浆孔宜采用磁座电钻，孔径不宜小于12mm。每孔宜测记钢衬与混凝土之间的间隙尺寸。

**7.4.3** 钢衬接触灌浆孔也可在钢板上预留，孔内宜有丝扣，在该孔处钢衬外侧衬焊加强钢板。

**7.4.4** 在钢衬的加劲环上应设置连通孔，以便于浆液流通。孔径不宜小于16mm。

**7.4.5** 灌浆前应使用洁净的压缩空气检查缝隙串通情况，吹除空隙内的污物和积水。风压应当小于灌浆压力。

**7.4.6** 灌浆压力必须以控制钢衬变形不超过设计规定值为准。可根据钢衬的壁厚、脱空面积的大小以及脱空的程度等实际情况确定，一般不宜大于0.1MPa。

**7.4.7** 浆液水灰比可采用0.8、0.6（或0.5）两个比级，必要时应加入减水剂。

**7.4.8** 灌浆应自低处孔开始，并在灌浆过程中敲击震动钢衬，

待各高处孔分别排出浓浆后，依次将其孔口阀门关闭，同时应记录各孔排出的浆量和浓度。

**7.4.9** 灌浆结束条件：在规定压力下灌浆孔停止吸浆，延续灌注 **5min**，即可结束。

**7.4.10** 灌浆短管与钢衬间可采用丝扣连接，也可焊接。灌浆结束后用丝堵加焊或焊补法封孔。焊后用砂轮磨平。

**7.4.11** 钢衬回填灌浆也可采用预埋专用灌浆管的无钻孔方式进行，其技术和质量要求按设计规定执行。

## **7.5 工程质量检查**

**7.5.1** 隧洞回填灌浆、固结灌浆和钢衬接触灌浆必须做好施工过程（工序）的质量控制和检查，其检查的内容、方法、合格标准应根据工程的具体情况按本标准有关条文的要求或设计要求确定。

**7.5.2** 回填灌浆工程质量检查，可采用检查孔注浆试验或取芯检查的方法，检查时间在该部位灌浆结束 **7d** 或 **28d** 以后。检查孔应布置在顶拱中心线、脱空较大和灌浆情况异常的部位，孔深应穿透衬砌深入围岩 **10cm**。压力隧洞每 **10m~15m** 宜布置 **1** 个或 **1** 对检查孔，无压隧洞的检查孔可适当减少。

**7.5.3** 回填灌浆工程质量检查的合格标准为：

**1** 单孔注浆试验。向检查孔内注入水灰比为 **2** 的水泥浆，压力与灌浆压力相同，初始 **10min** 内注入浆量不大于 **10L** 为合格。

**2** 双孔连通试验。在指定部位布置 **2** 个间距为 **2m~3m** 的检查孔，向其中一孔注入水灰比为 **2** 的水泥浆，压力与灌浆压力相同，若另一孔出浆流量小于 **1L/min** 为合格。

**3** 检查孔及芯样检查。探测钻孔及观察岩芯，浆液结石充填饱满密实满足设计要求为合格。

根据工程条件可选用上述一种或两种检查方法。

**7.5.4** 围岩固结灌浆工程质量检查，一般情况下可采用钻检查

孔进行压水试验的方法，试验为单点法，按附录 A 进行。要求测定弹性模量的地段，应进行岩体波速或静弹性模量的测试。

**7.5.5** 固结灌浆压水试验检查的时间宜在该部位灌浆结束 **3d** 或 **7d** 以后，检查孔的数量不宜少于灌浆孔总数的 **5%**。合格标准为：**85%**以上试段的透水率不大于设计规定，其余试段的透水率不超过设计规定值的 **150%**，且分布不集中。

**7.5.6** 岩体波速和静弹性模量的测试，应分别在该部位灌浆结束 **14d** 和 **28d** 后进行，其检查孔的布置、测试仪器的选用和合格的标准，应依照设计规定执行。

**7.5.7** 钢衬接触灌浆工程的质量检查，在灌浆结束 **7d** 或 **14d** 后采用锤击法或其它方法进行，钢板脱空范围和程度应满足设计要求。

**7.5.8** 隧洞灌浆的各类检查孔、测试孔在检查工作结束以后，应按 **7.3.10** 的要求封孔。

## 8 混凝土坝接缝灌浆

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 蓄水前应完成蓄水初期最低库水位以下各灌区的接缝灌浆及其验收工作。未完灌区的接缝灌浆应在库水位低于灌区底部高程时进行。

**8.1.2** 混凝土坝接缝灌浆的施工应按高程自下而上分层进行。在同一高程上，重力坝宜先灌纵缝，再灌横缝；拱坝宜先灌横缝，再灌纵缝。横缝灌浆宜从大坝中部向两岸推进。纵缝灌浆宜从下游向上游推进；或先灌上游第一道纵缝后，再从下游向上游推进。

**8.1.3** 各灌区需符合下列条件，方可进行灌浆：

- 1 灌区两侧坝块混凝土的温度必须达到设计规定值；
- 2 灌区两侧坝块混凝土的龄期宜大于 6 个月，在采取了有效冷却措施情况下，也不宜少于 4 个月；
- 3 除顶层外，灌区上部混凝土厚度不宜少于 6m，其温度应达到设计规定值；
- 4 接缝的张开度不宜小于 0.5mm；
- 5 灌区周边封闭良好，管路和缝面畅通。

**8.1.4** 在混凝土坝体内应根据接缝灌浆的需要埋设一定数量的测温计和测缝计。

**8.1.5** 同一高程的纵缝（或横缝）灌区，一个灌区灌浆结束 3d 后，其相邻的纵缝（或横缝）灌区方可灌浆。若相邻的灌区已具备灌浆条件，可采用同时灌浆方式，也可采用逐区连续灌浆方式。当采用连续灌浆时，前一灌区灌浆结束后 8h 以内，必须开始下一灌区的灌浆，否则仍应间隔 3d 后再进行灌浆。

**8.1.6** 同一坝缝的下一层灌区灌浆结束 10d 后，上一层灌区方可开始灌浆。若上、下层灌区均已具备灌浆条件，可采用连续灌

浆方式，但上层灌区灌浆应在下层灌区灌浆结束后 4h 以内进行，否则仍应间隔 10d 后再进行灌浆。

**8.1.7** 为了方便进行施工、处理事故以及检查灌浆质量，宜在适当部位设置廊道和预留平台。

## **8.2 灌浆系统的布置**

**8.2.1** 接缝灌浆系统应分灌区进行布置。每个灌区的高度以 9m~12m 为宜，面积以 200m<sup>2</sup>~300m<sup>2</sup> 为宜。

**8.2.2** 灌浆系统的布置应遵守以下原则：

- 1 浆液能自下而上均匀地灌注到整个灌区缝面；
- 2 灌浆管路和出浆设施与缝面连通顺畅；
- 3 灌浆管路顺直、弯头少；
- 4 同一灌区的进浆管、回浆管和排气管管口集中。

**8.2.3** 每个灌区的灌浆系统一般由进浆管、回浆管、升浆和出浆设施、排气设施以及止浆片组成。

升浆和出浆设施的形成，可采用塑料拔管方式、预埋管和出浆盒方式，也可采用出浆槽方式。

排气设施的形成，可采用埋设排气槽和排气管方式，也可采用塑料拔管方式。

**8.2.4** 采用塑料拔管方式时，升浆管的间距宜为 1.5m，升浆管顶部宜终止在排气槽以下 0.5m~1.0m 处。

**8.2.5** 采用预埋管和出浆盒方式时，出浆盒应呈梅花形布置，每盒担负的灌浆面积不宜超过 5m<sup>2</sup>。灌区顶部的一排出浆盒距排气槽宜为 0.5m~1.0m。灌区底部一排出浆盒可适当加密。纵缝出浆盒应布置在先浇块键槽的倒坡面上。

进浆管与事故回浆管和回浆管与事故进浆管需在灌区底部连接时，宜采用沉污管形式。

**8.2.6** 采用出浆槽方式时，进、回浆管应与灌区底部的出浆槽连接。



### 8.3 灌浆系统的加工与安装

**8.3.1** 灌浆管路和部件的加工应按设计图纸进行。加工完成后应逐件清点检查，合格后方可运送至现场安装。

**8.3.2** 灌浆管路不得穿过缝面，否则必须采取可靠的过缝措施。

**8.3.3** 采用塑料拔管方式时，应使用软质塑料管，经充气 24h 检查无漏气现象时方可使用。塑料管封头宜采用热压模具加工成圆锥形，充气接头应采用压紧连接方式。

**8.3.4** 采用预埋塑料管方式时，应使用聚乙烯硬管，但外露管口段宜换用铁管。塑料管间连接可用焊接法、套接法或黏结法，连接后应进行受力和漏水检查。管上开孔应使用电钻，钻后应将管内渣屑清除干净。

**8.3.5** 采用预埋铁管方式时，管路转弯处应使用弯管机加工或用弯管接头连接，进浆管与升浆管或水平支管的连接均应使用三通，不得焊接。管上开孔应使用电钻，钻后将管内渣屑清除干净。

**8.3.6** 止浆片、出浆盒及其盖板、排气槽及其盖板的材质、规格、加工、安装应符合设计要求。

**8.3.7** 升浆管路采用塑料拔管方式施工时，应遵守下列规定：

1 灌浆管路应全部埋设在后浇块中。在同一个灌区内，浇筑块的先后次序不得改变；

2 先浇块缝面模板上预设的竖向半圆模具，应在上下浇筑层间保持连续，在同一直线上；

3 后浇块浇筑前安设的塑料软管应顺直地稳固在先浇块的半圆槽内，充气后与进浆管三通或升浆孔洞连接紧密；

4 塑料软管的拔管时机应根据塑料管的材质、混凝土状态以及气温等条件，通过现场试验确定。一般情况下宜待后浇块混凝土终凝后相机放气拔出。

**8.3.8** 采用预埋管和出浆盒方式时，应遵守下列规定：

1 灌浆管路、出浆盒、排气槽、止浆片等的安装，应在先

浇块模板立好后进行，混凝土浇筑前完成。出浆盒和排气槽的周边应与模板紧贴，安装牢固。

2 出浆盒盖板、排气槽盖板应在后浇块浇筑前安设。盒盖与盒、槽盖与槽应完全吻合，加以固定，四周封闭严实。

**8.3.9** 采用出浆槽方式时，应遵守下列规定：

1 先浇块浇筑前，应安装好进、回浆管、底部出浆槽、顶部排气槽、排气管以及四周止浆片。出浆槽和排气槽应与模板紧贴，安装牢固。

2 出浆槽和排气槽的盖板应在后浇块浇筑前安装。槽盖与槽应完全吻合，加以固定，四周封闭严实。

**8.3.10** 灌浆管路连接完毕后应进行固定，防止在浇筑过程中管路移位、变形或损坏。

**8.3.11** 各灌区止浆片，特别是基础灌区底层止浆片必须保证埋设质量，安装不得错位。先期埋设的止浆片的外露部分若有缺陷，必须进行修补。

**8.3.12** 分层安装的灌浆系统应逐层及时做好施工记录。整个灌区形成后，必须绘制该灌区灌浆系统的竣工图。

**8.3.13** 灌浆系统的管路应根据需要选择不同的管径。外露的管口段的长度不宜小于 15cm，离底板的高度应适当，并应分别标记管路名称。

#### **8.4 灌浆系统的检查和维护**

**8.4.1** 在每层混凝土浇筑前后应对灌浆系统进行检查，发现问题，及时处理。

采用塑料拔管方式时，在后浇块混凝土浇完并拔管后，应对升浆管路进行通水检查和冲洗。

采用预埋管方式时，在先浇块混凝土拆模后和后浇块混凝土浇筑后，应对预埋灌浆系统进行通水检查。

**8.4.2** 整个灌区形成后，应对灌浆系统通水进行整体检查并做记录，确保管路系统符合要求。

- 8.4.3** 灌浆系统的外露管口和拔管孔口应盖封严密，妥善保护。
- 8.4.4** 在清洗后浇块仓面时，应防止污水流入接缝内。在浇筑前应将先浇块的缝面用清水冲洗干净。
- 8.4.5** 在混凝土浇筑过程中，应对灌浆系统进行维护，防止管路系统被损坏。
- 8.4.6** 灌浆系统的检查和维护都应设专人负责。

## **8.5 灌浆前的准备工作**

- 8.5.1** 测定灌区缝面两侧和上部坝块的混凝土温度，可采用充水闷管测温法或设计规定的其它方法。
- 8.5.2** 测量灌区缝面的张开度。灌区内部的缝面张开度应使用测缝计量测，表层的缝面张开度可以使用孔探仪或厚薄规量测。
- 8.5.3** 对灌区的灌浆系统应进行通水检查，通水压力一般应为设计灌浆压力的 **80%**。检查内容如下：
- 1** 查明灌浆管路通畅情况。灌区至少应有一套灌浆管路畅通，其流量宜大于 **30L/min**。
  - 2** 查明缝面通畅情况。采用“单开通水检查”方法，两个排气管的单开出水量均宜大于 **25L/min**。
  - 3** 查明灌区密闭情况。缝面漏水量宜小于 **15L/min**。
- 8.5.4** 当灌浆管路发生堵塞时，应采用压力水冲洗或风水联合冲洗等措施疏通。若无效，可采用钻孔、掏洞、重新接管等方法修复管路系统。
- 8.5.5** 当两根（或一根）排气管与缝面不通时，可先进行反向压水处理。若无效，则应补钻排气孔，修复排气通路。
- 8.5.6** 当止浆片或混凝土缺陷漏水时，应采取嵌缝、封堵等措施处理。
- 8.5.7** 当灌浆管路全部堵塞无法疏通时，应全面补孔，钻孔布置和补灌措施由有关单位商定。
- 8.5.8** 灌浆前必须先进行预灌性压水检查。预灌性压水检查应在相邻已灌区满足 **8.1.5** 和 **8.1.6** 所规定的间隔时间后进行，

压水压力等于灌浆压力，检查情况应作记录。经检查确认合格后应签发准灌证，否则应按检查意见进行处理。

**8.5.9** 灌浆前应对缝面充水浸泡 24h，然后放净或通入洁净的压缩空气排除缝内积水，方可开始灌浆。

**8.5.10** 两个灌区相互串通时，应待互串区均具备灌浆条件后同时进行灌浆。有三个或三个以上灌区相互串通时，必须查明情况，研究制定可靠的方案，慎重施工。

**8.5.11** 为监测坝体位移及缝面增开度，应根据需要在有关的缝面上安设变形观测装置。

**8.5.12** 在需要通水平压或冲洗的灌区，应做好相应的准备工作。

**8.5.13** 在灌浆泵与灌区之间应建立可靠的通信联络方式。

## 8.6 灌 浆

**8.6.1** 灌浆过程中必须控制灌浆压力和缝面增开度，灌浆压力应达到设计要求。若灌浆压力尚未达到设计要求，而缝面增开度已达到设计规定值时，应以缝面增开度为准限制灌浆压力。

**8.6.2** 灌浆压力由与排气槽同一高程处的排气管管口的浆液压力表示。如排气管引至廊道，廊道内排气管管口要求的浆液压力应根据排气槽的高程换算确定。如排气管堵塞，则以回浆管管口相应的压力为准进行控制。

**8.6.3** 在纵缝（或横缝）灌区灌浆过程中，可观测同一高程未灌浆的相邻纵缝（或横缝）灌区的变形，如需要通水平压，应按设计规定执行。

**8.6.4** 浆液水灰比可采用 2、1、0.6（或 0.5）三个比级。一般情况下，开始可灌注水灰比为 2 的浆液，待排气管出浆后，浆液水灰比可改用 1。当排气管出浆水灰比接近 1，或水灰比为 1 的浆液灌入量约等于灌区容积时，即改用水灰比为 0.6（或 0.5）的浆液灌注，直至结束。

当缝面张开度较大，管路畅通，两个排气管单开出水量均大

于 30L/min 时，开始就可灌注水灰比为 1 或 0.6 的浆液。

**8.6.5** 为尽快使浓浆充填缝面，开灌时排气管应全部打开放浆，其它管应间断打开放浆。当排气管排出最浓一级浆液时，再调节排气管的排浆量以控制压力，直至结束。所有管口放浆时均应测定浆液的密度，记录弃浆量。

**8.6.6** 灌浆结束条件：当排气管排浆达到或接近最浓比级浆液，且管口压力或缝面增开度达到设计规定值，注入率不大于 0.4L/min 时，持续 20min，灌浆即可结束。

**8.6.7** 当排气管出浆不畅或被堵塞时，应在缝面增开度限值内提高进浆压力，力争达到 8.6.6 的结束条件。若无效，则应在顺灌结束后立即从两个排气管中进行倒灌。倒灌应使用最浓比级浆液，在设计规定的压力下，缝面停止吸浆，持续 10min 即可结束。

**8.6.8** 灌浆结束时，应先关闭各管口阀门后再停机，闭浆时间不宜少于 8h。

**8.6.9** 同一高程的灌区相互串通采用同时灌浆方式时，应一区一泵进行灌浆。在灌浆过程中，必须保持各灌区的灌浆压力基本一致，并应协调各灌区浆液的变换。

**8.6.10** 同一坝缝的上、下层灌区相互串通采用同时灌浆方式时，应先灌下层灌区，待发现上层灌区有浆液串出时，再开始用另一泵进行上层灌区的灌浆。灌浆过程中，以控制上层灌区灌浆压力为主，调节下层灌区的灌浆压力。下层灌区的灌浆宜待上层灌区开始灌注最浓比级浆液后结束。在未灌浆的邻缝灌区宜通水平压。

## 8.7 特殊情况处理

**8.7.1** 灌浆过程中发现浆液外漏，应先从外部进行堵漏。若无效再采用灌浆措施，如加浓浆液、降低压力等进行处理，但不得采用间歇灌浆法。

**8.7.2** 灌浆过程中发现串浆，当串浆灌区已具备灌浆条件时，

应同时灌浆。否则应采用以下措施：若开灌时间不长，应使用清水冲洗灌区和串区，直至灌、串区的排气管出水洁净时止，待串区具备灌浆条件后再同时进行灌浆；若灌浆时间已较长且串浆轻微，可在串区通低压水循环，直至灌区灌浆结束，串区循环回水洁净时止。

**8.7.3** 灌浆过程中，当进浆管和备用进浆管均发生堵塞，应先打开所有管口放浆，然后在缝面增开度限值内尽量提高进浆压力，疏通进浆管路。若无效可再换用回浆管进行灌注或采取其它措施。

**8.7.4** 灌浆因故中断，应立即用清水冲洗管路和灌区，保持灌浆系统通畅。恢复灌浆前，应再做一次压水检查，若发现灌浆管路不通畅或排气管单开出水明显减少，应采取补救措施。

**8.7.5** 当灌区的缝面张开度小于 **0.5mm** 时，可采取以下措施：

- 1 使用细度为通过 **71 $\mu$ m** 方孔筛筛余量小于 **2%** 的水泥浆液或细水泥浆液；
- 2 在水泥浆液中加入减水剂；
- 3 在缝面增开度限值内提高灌浆压力；
- 4 采用化学灌浆。

## **8.8 工程质量检查**

**8.8.1** 坝体接缝灌浆必须做好施工过程（工序）的质量控制和检查，其检查的内容、方法、合格标准应根据工程的具体情况按本标准有关条文的要求或设计要求确定。

**8.8.2** 接缝灌浆工程的质量，应以分析灌浆施工记录和成果资料为主，结合钻孔取芯、槽检等测试资料，综合进行评定。

**8.8.3** 根据灌浆施工记录和成果资料分析，如灌区两侧坝块混凝土的温度达到设计规定，两个排气管排浆密度均达到 **1.5g/cm<sup>3</sup>** 以上，且有压力，其中一个排气管管口压力已达到设计压力的 **50%** 以上，其它情况基本符合要求，灌区灌浆质量可评为合格。

**8.8.4** 钻孔取芯、压水试验和槽检工作，应选择有代表性的灌区进行。检查时间应在灌区灌浆结束 **28d** 以后。具体检查部位和合格标准，应由有关单位商定。检查重点宜放在根据灌浆资料分析被评为不合格的灌区，若该区检查结果较好，灌浆质量可重新评定。

**8.8.5** 接缝灌浆灌区的合格率在 **80%** 以上，不合格灌区的分布不集中，且每一坝段内纵缝灌浆灌区的合格率不低于 **75%**，每一条横缝内灌浆灌区的合格率不低于 **75%**，接缝灌浆工程质量即可评为合格。

**8.8.6** 孔检、槽检结束后，检查孔、检查槽应封填密实。

## 9 岸坡接触灌浆

**9.0.1** 岸坡接触灌浆必须等待坝块混凝土的温度达到设计规定值后方可进行。

**9.0.2** 岸坡接触灌浆可采用钻孔埋管灌浆法、预埋管灌浆法或直接钻孔灌浆法。

**9.0.3** 采用钻孔埋管灌浆法时，应按  $9\text{m}\sim 12\text{m}$  高差形成封闭灌区，按设计要求设置止浆片。灌区内按混凝土分层进行钻孔和埋管，孔位应上、下层错开，各孔斜向钻穿混凝土深入基岩  $0.2\text{m}\sim 0.5\text{m}$ 。每孔以控制灌浆面积  $5\text{m}^2$  左右为宜。孔口应埋设灌浆支管，并用进、回浆主管连接引入廊道或坝外。灌区顶部可设置一排钻孔埋管作为排气设施。

**9.0.4** 采用预埋管灌浆方法时，应根据岸坡具体情况分成若干个封闭的灌区，灌区建基面应相对平整，面积以不大于  $200\text{m}^2$  为宜。各灌区的灌浆系统应有进浆管、回浆管、出浆和排气设施。

**9.0.5** 采用直接钻孔灌浆法时，应在岸坡坝段适当部位分层设置适应钻孔灌浆施工的横向廊道或平台。钻孔的布设及深度可按 **9.0.3** 实施。

若岸坡的固结灌浆孔兼作接触灌浆孔，固结灌浆宜在接触灌浆之后进行。

**9.0.6** 当采用钻孔埋管灌浆法和预埋管灌浆法时，灌浆系统的检查、维护、灌前准备工作以及灌浆施工的技术要求，应参照本标准第 8 章混凝土坝接缝灌浆的有关规定执行。

**9.0.7** 当采用直接钻孔灌浆法时，应先从上、下游边缘开始施灌。其它技术要求，可参照本标准第 6 章基岩固结灌浆的有关规定执行。

**9.0.8** 岸坡接触灌浆必须做好施工过程（工序）的质量控制和



检查，其检查的方法、合格标准应根据工程的具体情况按本标准有关条文的要求或设计要求确定。

岸坡接触灌浆工程质量的检查和评定方法，可结合工程的实际情况按下列原则确定：

1 当采用钻孔埋管灌浆法和预埋管灌浆法时，可参照本标准 8.8 节的方法和要求进行检查和评定。

2 当采用直接钻孔灌浆法时，可采取双孔连通试验的方法，即向间距为 1m~2m、孔深深入基岩 0.2m~0.5m 的 2 个检查孔中的任一孔压水 10min~20min，如在设计压力下不串水，即认为合格。

## 10 竣工资料和工程验收

**10.0.1** 帷幕灌浆工程的施工记录、成果资料和检验测试资料应包括下列部分或全部内容：

施工记录：

- 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 压水试验和简易压水记录；
- 5 灌浆记录；
- 6 抬动或变形观测记录；
- 7 制浆记录；
- 8 现场浆液试验记录等。

灌浆成果资料：

- 1 灌浆孔成果一览表；
- 2 灌浆分序统计表；
- 3 灌浆综合统计表；
- 4 灌浆工程完成情况表；
- 5 灌浆孔平面布置图和灌浆综合剖面图；
- 6 各次序孔透水率频率曲线图；
- 7 各次序孔单位注入量频率曲线图；
- 8 灌浆孔测斜成果汇总表和孔斜平面投影图。

检验测试资料：

- 1 检查孔压水试验成果表；
- 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；
- 5 施工前后或施工过程中其它的检验、试验和测试资料。

主要的灌浆施工记录、成果表、竣工图的样式参见附录 B。

**10.0.2** 基岩固结灌浆和隧洞灌浆的施工记录、成果资料和检验测试资料应包括的内容，可根据工程具体情况参照 10.0.1 确定。

**10.0.3** 混凝土坝接缝灌浆工程的施工记录、成果资料和检验测试资料应包括下列部分或全部内容。

施工记录：

- 1 各灌区灌浆准灌证；
- 2 坝块混凝土温度测量记录；
- 3 坝缝张开度测量记录；
- 4 灌浆系统通水检查、预灌性压水试验记录；
- 5 接缝灌浆记录，孔（管）口放浆记录；
- 6 灌浆时缝面增开度变化观测记录。

成果资料：

- 1 混凝土坝接缝灌浆单区灌浆成果一览表；
- 2 混凝土坝接缝灌浆成果综合统计表；
- 3 混凝土坝接缝灌浆综合剖面图。

检验测试资料：

- 1 检查孔钻孔取芯、压水试验记录；
- 2 检查孔成果一览表；
- 3 槽检成果一览表；
- 4 芯样力学性能试验报告；
- 5 灌浆材料检验报告；
- 6 照片、孔内录像和芯样实物等。

**10.0.4** 灌浆工程的单元工程施工及检查完成后，应及时进行单元工程质量评定和验收。单元工程的质量评定标准按照 SDJ249.1 执行。

**10.0.5** 灌浆工程完工后，施工单位应及时整编竣工资料和提出报告，申请验收。灌浆工程验收应提供的文件有：

- 1 工程设计文件：工程地质资料、设计图纸、施工技术要

求、设计修改通知等；

**2 施工资料：**有关的施工记录、成果资料、检验测试资料、施工报告或施工技术总结等；

**3 质量检查报告：**单元工程质量评定表及有关说明等。

### 灌浆工程压水试验

**A.0.1** 压水试验的设备和仪表。在一般情况下可使用灌浆施工所用的设备和仪表，但应保持足够的精度和适宜的标值范围。

**A.0.2** 压水试验的方法。灌浆工程一般使用一级压力的单点法，灌浆试验或先导孔可采用三级压力五个阶段的五点法。

**A.0.3** 压水试验的压力。可根据工程具体情况和地质条件参照表 A1 选用适当的压力值。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 A1 压水试验压力值选用表

灌浆工程类别	钻孔类型	坝高 m	灌浆压力 MPa	压水试验压力		备 注
				单点法	五点法	
帷幕灌浆	先导孔	—	$\geq 1$	1(MPa)	0.3, 0.6, 1.0, 0.6, 0.3(MPa)	$H_0, H$ 为坝前水头, 以正常蓄水位为准, 分别从河床基岩面和帷幕所在部位基岩面高程算起; 1.5H 大于 2MPa 时, 采用 2MPa
		—	$< 1$	0.3(MPa)	0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.1(MPa)	
		—	$< 0.3$	灌浆压力	—	
	检查孔	$< 70$	—	$H_0$ 或 $1.5H_0$ (m)	单点法试验压力的 0.3, 0.6, 1.0, 0.6, 0.3 倍	
		70~100	—	1(MPa)		
		$> 100$	—	1(MPa) 或 1.5H(m)		
坝基及隧洞固结灌浆	灌浆孔和检查孔		1~3	1(MPa)	—	灌浆压力大于 3MPa 时, 压水试验压力由设计按地质条件和工程需要确定
			$\leq 1$	灌浆压力的 80%		

**A.0.4** 压入流量的稳定标准。在稳定的压力下每 3min~5min 测读一次压入流量，连续四次读数中最大值与最小值之差小于最终值的 10%，或最大值与最小值之差小于 1L/min 时，本阶段试验即可结束，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，每米试段长度每分钟注入水量为 1L 时， $q=1\text{Lu}$ 。

**A.0.6** 单点法压水试验的成果的计算方法。

单点法压水试验的成果按式 A1 计算：

$$q = \frac{Q}{PL} \quad (\text{A1})$$

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。

计算成果取两位有效数字。

**A.0.7** 五点法压水试验成果计算和表示的方法。

1 以压水试验三级压力中的最大压力值 ( $P$ ) 及相应的压入流量 ( $Q$ ) 及公式 A1 求算透水率。

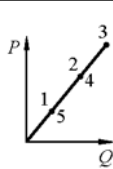
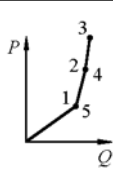
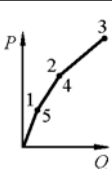
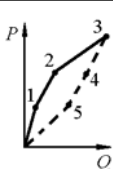
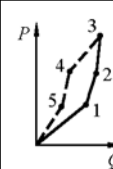
2 根据五个阶段的压水试验资料绘制  $P-Q$  曲线，并参照表 A2 确定  $P-Q$  曲线类型。

3 五点法压水试验的成果用透水率和  $P-Q$  曲线的类型表示。例如，2.3 (A)、8.5 (D) 等，2.3 和 8.5 为试段的透水率 (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** 压水试验全压力的组成和计算。

1 压力表安设在孔口处的进水管上 (图 A1)，按式 A2 计算压水试验压力。压力表安设在孔口处的回水管上 (图 A2)，按式 A3 计算压水试验压力。

表 A2 五点法压水试验的 P—Q 曲线类型及特点表

类型名称	A(层流)型	B(紊流)型	C(扩张)型	D(冲蚀)型	E(充填)型
P—Q 曲线					
曲线特点	升压曲线为通过原点的直线, 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

$$S = S_1 + S_2 - S'_2 \quad (A2)$$

$$S = S_1 + S_2 + S'_2 \quad (A3)$$

式中:  $S$ ——作用于试段内的全压力, MPa;

$S_1$ ——压力表指示压力, MPa;

$S_2$ ——压力表中心至压力起算零线的水柱压力, MPa;

$S'_1$ 、 $S'_2$ ——压力损失, MPa, 一般情况下忽略不计。

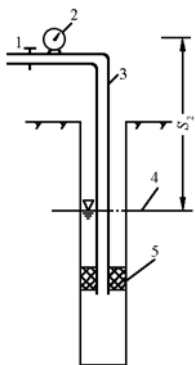


图 A1 进水管上安设压力表示意图

1—进水阀门; 2—压力表; 3—进水管; 4—地下水位; 5—橡胶塞

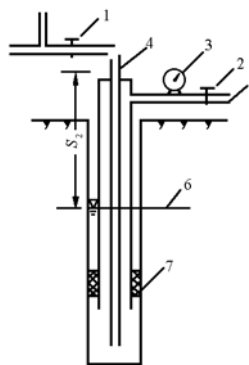


图 A2 回水管上安设压力表示意图

1—进水阀门; 2—回水阀门; 3—压力表; 4—进水管; 5—回水管; 6—地下水位; 7—橡胶塞

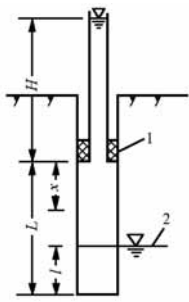


图 A3 地下水位在  
试验段内示意图  
H—橡胶塞以上的  
水柱高  
1—橡胶塞，2—地  
下水位

## 2 压力起算零线的确定。

当地下水位在试段以上时，压力起算零线为地下水位线。

当地下水位在试段以下时，压力起算零线为通过试段中点的水平线。

当地下水位在试段以内时，压力起算零线为通过地下水位以上的试段的中点的水平线，见图 A3。图中  $x = (L - l) / 2$ ， $S = H + x$ 。

### A.0.9 地下水位的观测和确定。

一个单元工程内的灌浆工程开始前，可利用先导孔测定地下水位。稳定标准为每 5min 测读一次孔内水位，当连续两次测得水位下降速度均小于 5cm/min 时，以最后的观测值作为本单元工程的地下水位值。

孔口有涌水时应测定涌水压力。



### 灌浆工程施工记录及成果图表

**B.0.1** 灌浆工程的施工记录和成果资料图表很多,各工程情况不一,图表格式内容也不尽相同,现列出主要的表格和成果图的常用样式如下,供参照采用。

- 1 灌浆施工记录表 (表 B1);
- 2 灌浆孔成果一览表 (表 B2);
- 3 灌浆分序统计表 (表 B3);
- 4 灌浆综合统计表 (表 B4);
- 5 检查孔压水试验成果表 (表 B5);
- 6 灌浆工程完成情况表 (表 B6);
- 7 混凝土坝接缝灌浆单区灌浆成果一览表 (表 B7);
- 8 混凝土坝接缝灌浆成果综合统计表 (表 B8);
- 9 各次序孔透水率频率曲线图 (图 B1);
- 10 帷幕灌浆综合剖面图 (图 B2);
- 11 深孔固结灌浆成果综合平、剖面图 (图 B3);
- 12 隧洞固结灌浆成果展示图 (图 B4);
- 13 混凝土坝接缝 (纵缝) 灌浆综合剖面图 (图 B5)。

表 B1 灌浆施工记录表

孔号\_\_\_\_\_ 桩号\_\_\_\_\_ 段次\_\_\_\_\_ 段长自\_\_\_\_\_m至\_\_\_\_\_m计\_\_\_\_\_m 孔底沉淀\_\_\_\_\_cm 射浆管距孔底\_\_\_\_\_cm  
 排序\_\_\_\_\_ 次序\_\_\_\_\_ 孔口高程\_\_\_\_\_m 年 月 日 班

时 间			浆液配比			浆材用量			加浆量 L	槽内浆量 L	注入量 L	注入率 L/min	灌浆压力 MPa	备 注		
时 h	分 min	计 min	水	水泥		水 kg	水泥 kg									
合计注入浆量			L			注入水泥			kg			废弃水泥			kg	

机(班)长\_\_\_\_\_ 记录\_\_\_\_\_ 质检\_\_\_\_\_ 监理\_\_\_\_\_。

**表 B2 灌浆孔成果一览表**

工程名称 \_\_\_\_\_ 孔号 \_\_\_\_\_ 桩号 \_\_\_\_\_ 施工次序 \_\_\_\_\_ 孔口高程 \_\_\_\_\_ 开竣工日期 \_\_\_\_\_

段次	灌浆孔段 m			孔径 mm	岩石 情况 简述	透水 率 Lu	水灰比		注入率 L/min		水泥用量				单位注 入量 kg/m	灌浆 压力 MPa	灌浆时间			备 注
	自	至	段长				开始	终止	开始	终止	注浆 L	注灰 kg	废弃 kg	合计 kg			开始	终止	纯灌	
合计																				
注：计算灌浆段长度时，混凝土部分不计在内。																				

表 B3 灌浆分序统计表

工程名称                      工程部位                      单元                      施工日期

排 序	孔 号	灌浆 次序	钻孔深度 m			水泥用量				单位注 入量 kg/m	单位注灰量区间分布					平均 透水 率 Lu	透水率区间分布					备注			
			混 凝 土	基 岩	合 计	注 浆 L	注 灰 kg	废 弃 kg	总 耗 量 t		总 段 数	<10	10~ 50	50~ 100	100~ 1000		> 1000	总 段 数	<1	1~ 5	5~ 10		10~ 100	>100	
合计																									

注：单位注灰量和透水率区间划分可根据工程具体情况确定。

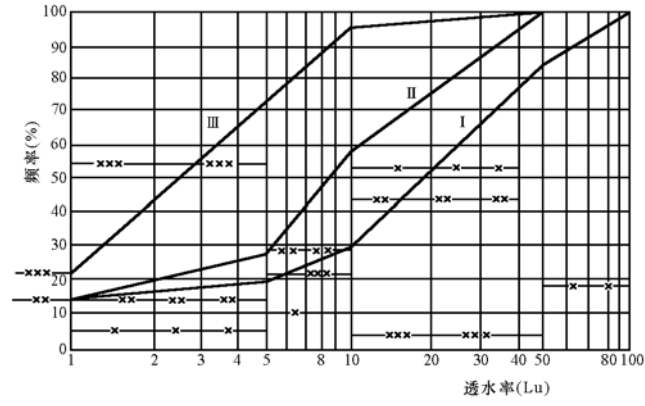
**表 B4 灌浆综合统计表**

工程名称

工程部位

施工日期

单 元	排 序	灌 浆 次 序	孔 数	钻 孔 长 度 m	灌 浆 长 度 m	水泥用量			单 位 注 入 量 kg/m	单位注灰量频率 (区间段数/频率%)					平 均 透 水 率 Lu	透水率频率 (区间段数/频率%)					备 注			
						注 灰 kg	废 弃 kg	总 耗 量 t		总 段 数	<10	10~ 50	50~ 100	100~ 1000		>1000	总 段 数	<1	1~ 5	5~ 10		10~ 100	>100	
合计																								
注：单位注灰量和透水率区间划分可根据工程具体情况确定。																								



—x—第 I 次序孔频率曲线 —xx—第 II 次序孔频率曲线

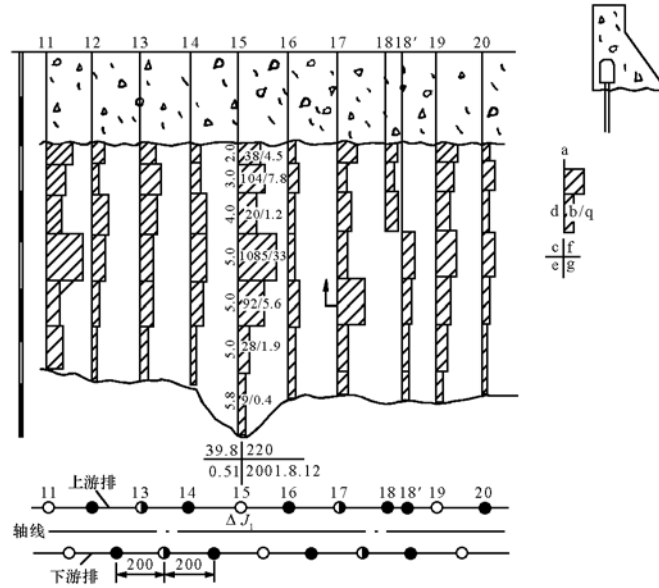
—xxx—第 III 次序孔频率曲线

I、II、III—分别代表第 I、II、III 次序孔透水频率累计曲线

(单位注灰量频率曲线图形式参照本图)

图 B1 各次序孔透水率频率曲线图

—工程—坝段帷幕灌浆综合剖面图

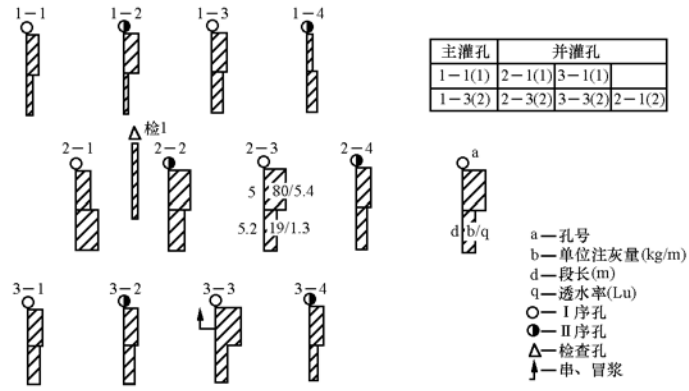


(图中仅标注一孔，其余相同。各项内容系基本要求，可根据需要增减)

图 B2 帷幕灌浆综合剖面图

- a—孔号；b—单位注灰量 (kg/m)；c—孔深 (m)；d—段长 (m)；e—孔底偏距 (m)；  
 f—全也平均单位注灰量 (kg/m)；g—竣工日期 (年月日)；q—透水率 (Lu)；  
 ○—I 序孔；○—II 序孔；●—II 序孔；△—检查孔；↑—串、冒浆

—工程固结灌浆成果综合平、剖面图

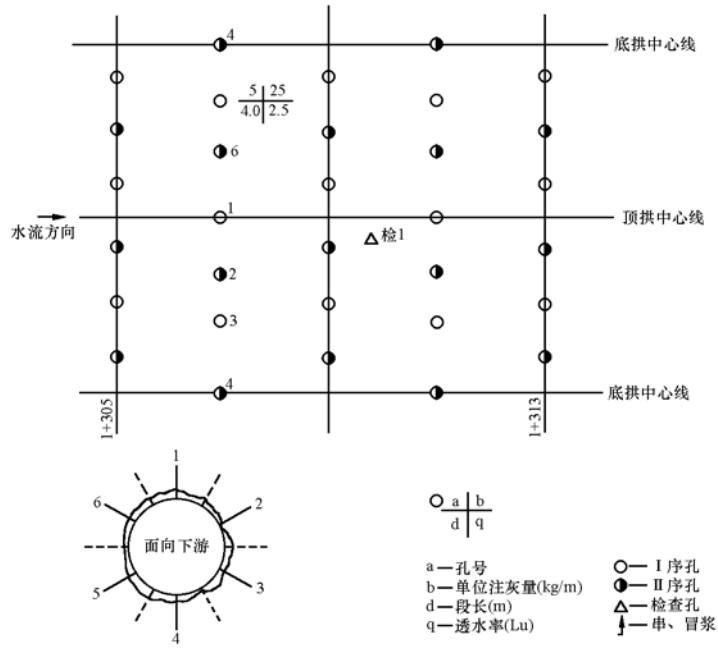


(图中仅标注一孔，浅孔固结灌浆成果图参照绘制)

图 B3 深孔固结灌浆成果综合平、剖面图



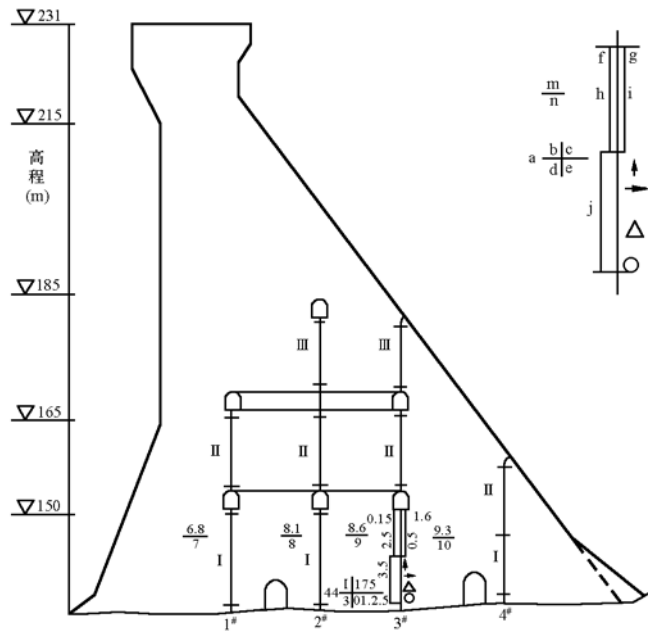
工程隧洞固结灌浆成果展示图



(隧洞回填灌浆和钢衬接触灌浆成果图参照绘制)

图 B4 隧洞固结灌浆成果展示图

—工程坝体接缝（纵缝）灌浆综合剖面图



（图中仅标注一个灌区，横缝灌浆参照本图绘制）

图 B5 混凝土坝接缝（纵缝）灌浆综合剖面图

a—坝段 b—灌区 c—灌区面积( $m^2$ ) d—缝号 e—灌浆日期(年、月、日)  
 f—排气管(槽)最终压力 g—排气管(槽)排浆密度( $g/cm^3$ ) h—缝面张开  
 度(mm) i—缝面增开度(mm) j—缝面单位面积注灰量( $kg/m^2$ ) m—实测  
 温度( $^{\circ}C$ ) n—设计温度( $^{\circ}C$ ) ↑—与上层灌区串浆 →—缝面漏浆  
 Δ—作业正常(△非正常) ○—管路系统畅通(⊗非畅通)

表 B5 检查孔压水试验成果表

工程 部位	单元	检查 孔数	压水 试验 段数	透水率 (Lu) 频率分布								设计防 渗标准 Lu	大于防 渗标准 的试验 结果	备注	
				<1		1~3		3~5		>5					
				段数	%	段数	%	段数	%	段数	%				
合计															

注：透水率区间划分可根据工程具体情况调整。

表 B6 灌浆工程完成情况表

工程 部位	单 元	完 成 孔 数	钻孔灌浆进尺 m			水泥用量 t			平均单位 注灰量 kg/m	施 工 日 期
			混凝土	基岩	合计	总用量	注入	废弃		
合 计										

表 B7 \_\_\_\_\_ 混凝土坝接缝灌浆单区灌浆成果一览表

部位： 缝别： 灌区编号： 灌区起止高程：自 m 至 m 灌区面积： m<sup>2</sup> 灌浆日期： 年 月 日

灌浆条件	坝块龄期		坝块温度		压重块温度		缝面开度			所用水泥			外加剂	备注
	前(左)块 月	后(右)块 月	前(左)块 ℃	后(右)块 ℃	前(左)块 ℃	后(右)块 ℃	顶部 mm	中部 mm	底部 mm	品种	强度等级	4900 孔筛余 %		
通水检查情况	管道名称		进浆管	备用进浆管	回浆管	备用回浆管	—排气管	—排气管	预灌性压水检查	串漏情况和漏水量 L/min		实测缝容 L	浸泡时间 h	
	单开出水流量 L/min													
	通水压力 MPa													

续表

灌浆 施工 情况	灌浆时间			施工简要说明 (水灰比变换、结束标准等)	管口压力 MPa				密度 g/cm <sup>3</sup>		倒 灌	缝面增开度 mm			通水缝			平压缝						
	自	至	间隔		进浆 管	回浆 管	排 气管	排 气管	排 气管	排 气管		水灰 比	管口 压力 MPa	顶 部	中 部	底 部	缝 号	管口 名称	压力 MPa	缝 号	管口 名称	压力 MPa		
浆液 耗用 情况	总用量		弃浆量		放浆量		总注入量		单位面 积注入 水泥量 kg/m <sup>2</sup>	排气管口至顶 部排气槽的 垂直距离 m	管口 排列 示意 图													
	浆液 L	水泥 kg	浆液 L	水泥 kg	浆液 L	水泥 kg	浆液 L	水泥 kg																

技术负责人\_\_\_\_\_ 校对\_\_\_\_\_ 制表\_\_\_\_\_

制表日期\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

表 B8 \_\_\_\_\_ 混凝土坝接缝灌浆成果综合统计表

施工部位：

施工单位：

灌区 编号	灌区 面积 m <sup>2</sup>	坝块温度 ℃		压块温度 ℃		缝面开度 mm		管路 通畅 情况	单开流量 L/min	灌区 串漏 情况	灌浆时间		水灰 比变 换	顺 灌					倒 灌		水泥注入量		质 检 情 况	综 合 评 定		
		前 (左)	后 (右)	前 (左)	后 (右)	张 开 度	增 开 度				年	月		日	历 时	压 力 MPa		密 度 g/cm <sup>3</sup>			水 灰 比	管 口 压 力 MPa			总 量 kg	单 位 注 入 量 kg/m <sup>2</sup>
																进 浆 管	排 气 管	排 气 管	排 气 管	排 气 管						
说明																										

技术负责人 \_\_\_\_\_ 校核 \_\_\_\_\_ 制表 \_\_\_\_\_

日期 \_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日