

UDC

找标准就到麦田学社 my678.cn

中华人民共和国行业标准

**JGJ**

P

**JGJ/T 211 - 2010**  
**备案号 J 1004 - 2010**

# 建筑工程水泥-水玻璃双液注浆 技术规程

Technical specification for cement-silicate grouting  
in building engineering

**2010 - 04 - 14** 发布

**2010 - 09 - 01** 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

# 中华人民共和国行业标准

## 建筑工程水泥-水玻璃双液注浆 技术规程

Technical specification for cement-silicate grouting  
in building engineering

**JGJ/T 211-2010**

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部  
施行日期：2 0 1 0 年 9 月 1 日

中国建筑工业出版社

2010 北 京

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 541 号

---

## 关于发布行业标准《建筑工程水泥-水玻璃 双液注浆技术规程》的公告

现批准《建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 211 - 2010，自 2010 年 9 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2010 年 4 月 14 日

## 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2008〕102号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 原材料；5. 浆液的制备；6. 施工机具；7. 软弱地层注浆加固；8. 注浆堵水防渗；9. 竣工资料和工程验收；附录A. 水泥-水玻璃双液注浆施工及验收表。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由湖南省建筑工程集团总公司和湖南省第六工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送湖南省建筑工程集团总公司（地址：湖南省长沙市芙蓉南路1段788号，邮政编码：410004）。

本规程主编单位：湖南省建筑工程集团总公司  
湖南省第六工程有限公司

本规程参编单位：中南大学  
煤炭科学研究总院建井研究分院  
湖南省先进建材与结构工程技术研究中心  
湖南省建筑施工技术研究所  
湖南省第三工程有限公司  
湖南省第四工程有限公司  
湖南省第五工程有限公司  
湖南省城建职业技术学院  
湖南宏禹水利水电岩土工程有限公司

湖南核工业岩土工程勘察设计研究院  
湖南省电力勘测设计院

本规程主要起草人员：周海兵 刘运武 陈 浩 黄友汉  
张可能 赵 波 熊君放 牛建东  
孙 林 高岗荣 黄海军 贺茉莉  
莫志柏 周玉明 方东升 郭秋菊  
朱 林 戴习东 彭琳娜 罗银燕  
肖 燎

本规程主要审查人员：刘宝琛 邝健政 杨春来 陈火炎  
韩忠存 黄树勋 田乃和 王贻荪  
吴 平 杨承愬 余志武 朱祖熹

## 目 次

1	总则 .....	1
2	术语和符号 .....	2
2.1	术语 .....	2
2.2	符号 .....	3
3	基本规定 .....	5
4	原材料 .....	8
5	浆液的制备 .....	9
6	施工机具 .....	10
7	软弱地层注浆加固 .....	11
7.1	一般规定 .....	11
7.2	设计 .....	11
7.3	施工 .....	14
7.4	质量检验 .....	16
8	注浆堵水防渗 .....	17
8.1	一般规定 .....	17
8.2	设计 .....	17
8.3	施工 .....	18
8.4	质量检验 .....	20
9	竣工资料和工程验收 .....	21
9.1	竣工资料 .....	21
9.2	工程验收 .....	22
	附录 A 水泥-水玻璃双液注浆施工及验收表 .....	23
	本规程用词说明 .....	27
	引用标准名录 .....	28
	附：条文说明 .....	29

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic Requirement .....	5
4	Raw Materials .....	8
5	Grouts Mixing .....	9
6	Grout Equipments .....	10
7	Grouting Reinforcement in Soft or Weak Stratum .....	11
7.1	General Requirement .....	11
7.2	Design .....	11
7.3	Construction .....	14
7.4	Quality Control and Test .....	16
8	Grout Prevent from Water and Antiseepage .....	17
8.1	General Requirement .....	17
8.2	Design .....	17
8.3	Construction .....	18
8.4	Quality Standard and Control .....	20
9	Final Construction Documents and Acceptance .....	21
9.1	Final Construction Documents .....	21
9.2	Final Acceptance .....	22
Appendix A	Table of Construction and Acceptance for Grouting in Building Engineering .....	23
	Explanation of Wording in the Specification .....	27
	List of Quoted Standards .....	28
	Addition; Explanation of Provisions .....	29

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术要求，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保工程质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于以水泥-水玻璃（C-S）为注浆浆液，实施软弱地层加固、注浆堵水防渗等建筑工程双液注浆的设计、施工和验收。

**1.0.3** 建筑工程水泥-水玻璃双液注浆设计、施工、验收等，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。



## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 注浆 grouting

将配制好的浆液，经专用压送设备将其注入地层，在压力作用下对地层进行充填、渗透、挤密或劈裂，浆液经胶凝或固化后，达到加固地层和防渗堵漏等目的的一种施工工艺。

#### 2.1.2 水泥-水玻璃双液注浆 cement-silicate grout

以水泥、水玻璃为主剂（必要时加入添加剂），将两者按一定比例分别泵送混合后注入地层的注浆过程。

#### 2.1.3 浆液密度 grouts density

单位体积浆液中注浆材料的质量与体积的比值。

#### 2.1.4 浆液浓度 grouts concentration

溶质质量与浆液质量的比值。水泥浆采用水灰比（W/C）表示，水玻璃浓度采用波美度（°Be）表示。

#### 2.1.5 凝胶时间 setting time

浆液从全部成分混合时起至不能流动为止所需要的时间。

#### 2.1.6 固结体强度 strength of consolidation body

浆液在试验室条件下配制的样品，经标准强度试验测得的强度值。强度试验包括单轴抗压强度、抗折（或抗剪）强度和抗拉强度试验。

#### 2.1.7 软弱地层 soft soil stratum or weak stratum

岩土力学指标、渗透性等达不到设计和施工的要求，需进行加固的地层。

#### 2.1.8 渗透注浆 permeation grouting

在压力作用下，浆液通过渗透填充土的孔隙和岩石的裂隙，排挤出孔隙和裂隙中的水和气体，而基本上不改变土和岩石

的结构和体积的一种注浆方式。

### 2.1.9 劈裂注浆 splitting grouting

在压力作用下，浆液克服地层的初始应力和抗拉强度，引起岩石和土体结构的破坏和扰动，使其沿垂直于小主应力的平面劈裂，或使地层中原有的裂隙或孔隙胀开，并使浆液充填裂隙或孔隙的一种注浆方式。

## 2.2 符 号

- $C_c$  —— 土的压缩指数；
- $d$  —— 注浆管直径；
- $d_g$  —— 土颗粒相对密度（比重）；
- $e$  —— 土体的孔隙比；
- $e_0$  —— 初始孔隙比；
- $e_1$  —— 注浆后的孔隙比；
- $f$  —— 加压系数；
- $h$  —— 地面至注浆段的深度；
- $H$  —— 地基覆盖层厚度；
- $k$  —— 渗透系数；
- $l$  —— 注浆管长；
- $L$  —— 须加固段长度；
- $p_0$  —— 压缩临塑荷载；
- $p_c$  —— 容许注浆压力；
- $p_1$  —— 地下水压力；
- $R$  —— 浆液扩散半径；
- $v$  —— 浆液流速；
- $w_0$  —— 天然含水量；
- $w_p$  —— 土的塑限含水量；
- $\alpha$  —— 有效注浆系数；
- $\beta$  —— 损失系数；
- $\gamma$  —— 土的重度；

- $\gamma_1$  —— 浆液重度；
- $\eta$  —— 不完全充填系数；
- $\lambda$  —— 沿程阻力系数；
- $\lambda_1$  —— 与地层性质有关的系数；
- $\sigma_t$  —— 土的抗拉强度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 水泥-水玻璃双液注浆前，应分析工程场地的岩土工程勘察、上部结构和基础设计及施工等资料，调查邻近建（构）筑物基础、地下工程和管线分布等施工场地的环境情况，并宜取得结构或基础隐患的评价分析报告。

**3.0.2** 对岩土的分类应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《土的工程分类标准》GB 50145 的规定。采用水泥-水玻璃双液注浆设计和施工时，应取得岩土层的颗粒级配、含水量、密度、孔隙比、渗透性、强度、压缩性、承载力等指标。当无试验或经验指标时，土的孔隙比和渗透系数可按表 3.0.2 取值。

表 3.0.2 土的孔隙比和渗透系数

土类	天然含水量 $w_0$ (%)	孔隙比 $e$	渗透系数 $k$ (mm/s)
填土	—	0.7~1.0	—
淤泥	—	>1.5	—
淤泥质土	—	1.0~1.5	—
黏土	26~29	0.7~0.8	$<1.2 \times 10^{-5}$
	30~34	0.8~0.9	
	34~40	0.9~1.0	
粉质黏土	19~22	0.4~1.0	$1.2 \times 10^{-5} \sim 5.0 \times 10^{-4}$
	23~25	0.6~0.7	
	26~29	0.7~0.8	
	30~34	0.8~0.9	
	34~40	0.9~1.0	

续表 3.0.2

土类	天然含水量 $w_0$ (%)	孔隙比 $e$	渗透系数 $k$ (mm/s)
粉土	15~18	0.4~0.5	$5.0 \times 10^{-4} \sim 5.0 \times 10^{-3}$
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
粉砂	15~18	0.5~0.6	$5.0 \times 10^{-3} \sim 1.2 \times 10^{-2}$
	19~22	0.6~0.7	
	23~25	0.7~0.8	
细砂	15~18	0.4~0.5	$1.2 \times 10^{-2} \sim 5.0 \times 10^{-2}$
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
中砂	15~18	0.4~0.5	$5.0 \times 10^{-2} \sim 2.4 \times 10^{-1}$
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
粗砂	15~18	0.4~0.5	$2.4 \times 10^{-1} \sim 0.6$
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
砾砂	—	0.4~1.0	0.6~1.8
卵石	—	0.35~0.91	$>1.3 \times 10^{-1}$

**3.0.3** 水泥-水玻璃双液注浆施工前, 应通过试验性施工确定钻孔工艺、浆液配合比、注浆方法和工艺, 并应符合下列规定:

**1** 水泥-水玻璃双液注浆试验孔的布置应选取具有代表性的地段。当地质条件复杂时, 对不同水文地质和工程地质特征的地段, 均宜设置试验孔。

**2** 注浆试验孔深度应大于设计孔深 1.0m, 全孔取芯, 并应详细记录地层分层情况和地层特性。

**3** 试验时, 双液注浆应采用孔口封闭、自下而上的上行式孔内阻塞注浆; 当注浆地层深度较深、地质条件复杂时, 可采取自上而下的下行式注浆。注浆时, 应由低压、较大注入量开始,

至终压、较小注入量结束，且注浆终压应不小于设计压力。

**4** 当在软弱地层进行水泥-水玻璃双液注浆加固试验时，宜采用标准贯入进行检验。当在土层中进行堵水防渗注浆试验时，宜采用钻孔取芯结合注水试验进行检验；当在岩层中进行堵水防渗注浆试验时，宜采用钻孔取芯结合压水试验进行检验。

**5** 应及时整理、分析试验资料，优化工艺参数，确定不同水文地质特征地段的注浆材料、配合比、施工工艺等。

**3.0.4** 在炎热季节进行水泥-水玻璃双液注浆施工时，应采取防晒和降温措施；在寒冷季节进行水泥-水玻璃双液注浆时施工时，机房和注浆管路应采取防冻措施。

## 4 原 材 料

**4.0.1** 水泥-水玻璃浆液应采用普通硅酸盐水泥配制。普通硅酸盐水泥的性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。

**4.0.2** 配制水泥-水玻璃浆液所采用的水玻璃模数应在 2.4~3.2 之间，其浓度不应小于 40°Bé。

**4.0.3** 配制水泥-水玻璃浆液所采用的拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

**4.0.4** 配制水泥-水玻璃浆液时，可根据工程的实际需要，掺加粉煤灰、膨润土、矿渣微粉等掺合料及其他添加剂。

## 5 浆液的制备

**5.0.1** 水泥-水玻璃双液注浆材料应按浆液配比进行计量，且水泥等固相材料宜采用质量（重量）称量法进行计量，允许偏差应为 $\pm 5\%$ ；水和添加剂可按体积进行计量，允许偏差应为 $\pm 1\%$ 。

**5.0.2** 水泥浆应搅拌均匀，且搅拌时间不应小于 3min，并应测量水泥浆液密度。

**5.0.3** 集中制备水泥浆时，宜制备水灰比为 0.5 的水泥浆，且输送水泥浆的管道流速宜为 1.4m/s~2.0m/s。注浆前，应根据水泥-水玻璃双液注浆浆液设计对比对集中制备的水泥浆的水灰比进行调配。

**5.0.4** 水玻璃宜在使用前加水稀释到 20°Bé~35°Bé 备用，并确保搅拌均匀。

**5.0.5** 水泥-水玻璃双液注浆浆液在使用前应过滤。浆液自制备至用完的时间不应超过其初凝时间，且不宜大于 2h。

**5.0.6** 水泥-水玻璃双液注浆浆液应保持在 5℃~40℃之间；用热水搅拌制备水泥-水玻璃双液注浆浆液时，拌合水的温度不得超过 40℃。



## 6 施工机具

**6.0.1** 水泥-水玻璃双液注浆应根据注浆的方法和目的，选用地质钻机和其他成孔设备。

**6.0.2** 水泥-水玻璃双液注浆用制浆设备应根据所搅拌浆液的类型、注浆泵的排量确定，并应满足连续、均匀拌制的要求。制浆设备可选用搅拌机。

**6.0.3** 水泥-水玻璃双液注浆宜采用专用双液注浆泵，并应符合下列规定：

- 1 注浆泵的技术性能应与所注浆液的类型、浓度相适应；
- 2 注浆泵的额定工作压力应大于 1.5 倍的设计最大注浆压力；
- 3 注浆泵的排浆量应满足最大注入率和双液浆配比调整的要求。

**6.0.4** 水泥-水玻璃双液注浆管路应使浆液流动畅通，并应能承受至少 2 倍的设计注浆压力。注浆管可采用钻杆、花管、双重管等不同形式和规格的管材。

**6.0.5** 注浆泵出口和注浆孔口处均应安装压力表，且其使用压力应在压力表最大标称值的  $1/4 \sim 3/4$  之间。压力表与管路之间应设置隔浆装置。

**6.0.6** 水泥-水玻璃双液注浆用止浆塞应与所采用的注浆方式、方法、注浆压力及地质条件相适应，应有良好的膨胀和耐压性能，在最大注浆压力下应能可靠地封闭注浆孔段，并易于安装和卸除。

**6.0.7** 水泥-水玻璃双液注浆用混合器可设置在孔底或孔口。

## 7 软弱地层注浆加固

### 7.1 一般规定

7.1.1 对软弱地层进行水泥-水玻璃双液注浆加固前，应进行水泥-水玻璃双液注浆加固方案的可行性论证。

7.1.2 水泥-水玻璃双液注浆方案确定后，应结合工程情况进行试验性施工，并根据试验结果调整水泥-水玻璃双液注浆设计参数和施工工艺。

### 7.2 设计

7.2.1 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固设计应根据软弱地层加固的目的和邻近建（构）筑物的状况确定强度和变形要求，并确定水泥-水玻璃双液注浆加固深度及范围。

7.2.2 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固时，注浆孔的布置应符合下列规定：

1 应采用梅花形布置，注浆孔间距宜为浆液扩散半径的 0.8 倍~1.7 倍，排间距宜为孔距的 0.8 倍~1.0 倍；

2 注浆孔深度应穿透软弱地层，并进入下一土层 0.5m~1.0m，或注浆加固深度应满足地基承载力和变形的要求。

7.2.3 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固的注浆压力应根据注浆试验确定。

7.2.4 渗透注浆初步设计时，在无当地工程经验情况下，容许注浆压力可按下列式计算：

$$p_e = p_1 + 1.015\lambda\gamma_1 \frac{lv^2}{2d} + C \quad (7.2.4)$$

式中： $p_e$ ——容许注浆压力，MPa；

$p_1$ ——地下水压力，根据地下水位确定，MPa；

$\lambda$ ——沿程阻力系数；

$\gamma_1$ ——浆液重度， $\text{kN/m}^3$ ；

$l$ ——注浆管长， $\text{m}$ ；

$v$ ——浆液流速， $\text{m/s}$ ；

$d$ ——注浆管直径， $\text{m}$ ；

$C$ ——常数，可取  $0.3\text{MPa}\sim 0.5\text{MPa}$ 。

**7.2.5** 劈裂注浆初步设计时，在无当地工程经验情况下，最小注浆压力可按下式计算：

$$p_{\min} = \frac{\gamma h}{1000} + \sigma_t \quad (7.2.5)$$

式中： $p_{\min}$ ——最小注浆压力， $\text{MPa}$ ；

$h$ ——地面至注浆段的深度， $\text{m}$ ；

$\gamma$ ——注浆地基的天然重度， $\text{kN/m}^3$ ；

$\sigma_t$ ——土的抗拉强度，可取  $0.005\text{MPa}\sim 0.040\text{MPa}$ 。

**7.2.6** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固的注浆量应根据注浆类型、土的孔隙率和裂隙率及浆液充填程度，由试验确定。

**7.2.7** 渗透注浆初步设计时，在无当地工程经验情况下，注浆量可按下式计算：

$$Q = \frac{e}{1+e} \pi R^2 h \alpha (1 + \beta) \quad (7.2.7)$$

式中： $Q$ ——注浆量， $\text{m}^3$ ；

$e$ ——土体孔隙比，可按本规程表 3.0.2 规定取值；

$R$ ——浆液扩散半径， $\text{m}$ ；

$h$ ——注浆段的长度， $\text{m}$ ；

$\alpha$ ——有效注浆系数，可按表 7.2.7 规定取值；

$\beta$ ——损失系数，可取  $0.3\sim 0.5$ 。

**表 7.2.7 有效注浆系数  $\alpha$**

土的类型	浆液黏度		
	$<2\text{MPa}\cdot\text{s}$	$2\text{MPa}\cdot\text{s}\sim 4\text{MPa}\cdot\text{s}$	$>4\text{MPa}\cdot\text{s}$
粗砂	1.0	1.0	0.9
中砂	1.0	0.9	0.8

7.2.8 劈裂注浆初步设计时,在无当地工程经验情况下,注浆量可按下列方法计算:

1 按照土的含水量确定注浆量

$$Q = V \frac{d_g}{1 + e_0} (w_0 - w_p) \cdot f \quad (7.2.8-1)$$

式中:  $Q$ ——注浆量,  $m^3$ ;

$V$ ——土体体积,  $m^3$ ;

$d_g$ ——土颗粒相对密度;

$e_0$ ——初始孔隙比;

$w_0$ ——土的天然含水量;

$w_p$ ——土的塑限含水量;

$f$ ——加压系数,可采用 1.05~1.20。

2 按照土被压缩的难易程度为依据确定注浆量

$$Q = V \frac{C_c}{1 + e_1} f l g \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \quad (7.2.8-2)$$

式中:  $Q$ ——注浆量,  $m^3$ ;

$V$ ——土体体积,  $m^3$ ;

$C_c$ ——土的压缩指数;

$p_0$ ——压缩临塑荷载, MPa,  $p_0 = \frac{\pi(c \cdot \cot\varphi + \gamma d)}{\cot\varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi} + \gamma h$ ;

$p_0 + \Delta p$ ——注浆压力, MPa;

$e_1$ ——注浆后的孔隙比;

$f$ ——加压系数,可根据现场情况,取 1.05~1.20;

$\varphi$ ——土体的摩擦角,°;

$\gamma$ ——土体重度,  $kN/m^3$ ;

$c$ ——土体内聚力, MPa;

$h$ ——地面至注浆段的深度, m。

3 采用经验法

$$Q = C_1 V \quad (7.2.8-3)$$

式中:  $Q$ ——注浆量,  $m^3$ ;

$C_1$ ——经验系数, 可取 0.1~0.3; 应根据土体的加固要求确定, 需要加固强度较高时取较大值;

$V$ ——土体体积,  $m^3$ 。

**7.2.9** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固的注浆量初步设计值应综合考虑地层特性, 取渗透注浆量和劈裂注浆量计算值中的较大值。

**7.2.10** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固时, 注浆泵排量应控制在 10L/min~60L/min。

**7.2.11** 既有建筑物地基补强注浆孔的位置、孔距、排距和深度应根据现场注浆试验确定, 并应在注浆的过程中实行动态施工, 施工过程中应做好监测。

**7.2.12** 对于桩基的桩底和桩侧土采用水泥-水玻璃双液注浆加固时, 应符合下列规定:

1 对于断桩, 应沿桩侧布置注浆孔, 采用双液浆封闭桩侧软弱土层;

2 对于桩端地层承载力或沉降不能满足设计要求的基桩, 桩底以下地基的加固深度不宜小于桩径的 5 倍, 且当桩径小于等于 0.8m 时, 不宜小于 3m; 当桩径大于 0.8m, 不宜小于 5m;

3 对于摩擦桩承载力特征值或沉降不能满足设计要求的基桩, 桩侧注浆范围应为距地面 3.0m~4.0m 至桩底以下 0.5m。

**7.2.13** 当采用水泥-水玻璃双液注浆作为地下室外墙渗水处理、结构补强前的辅助处理措施时, 应符合下列规定:

1 注浆孔孔距应为 0.8m~1.0m;

2 处理范围应自地下室外墙至墙体外 0.5m~1.5m, 深度控制到地下室底板下 0.2m~0.5m。

## 7.3 施 工

**7.3.1** 水泥-水玻璃双液注浆加固软弱地层时, 注浆钻孔应符合下列规定:

1 可采用回转钻进、冲击钻进、冲击回转钻进和振动、射水钻进等钻孔方法；

2 钻孔孔位与设计孔位允许偏差应为 $\pm 50\text{mm}$ ；钻孔允许偏斜率应为 $1\%$ ；钻孔孔径应大于注浆管外径 $60\text{mm}$ 以上；钻孔的有效深度宜超过设计钻孔深度 $0.3\text{m}$ ；

3 应选取部分注浆孔作为先导孔，且先导孔数量宜为总数的 $3\%\sim 5\%$ ，先导孔宜采取芯样，并核对地层岩土特性；若地层岩土特性有变化时，应补充土工试验和原位测试来确定岩土参数；

4 钻进时应详细记录孔位、孔深、地层变化和漏浆、掉钻等特殊情况及处理措施。

**7.3.2** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆可采用预埋注浆管方式注浆和直接采用钻杆注浆。采用预埋注浆管方式时，注浆钻孔完成后，应及时埋设塑料管、金属管等注浆管。

**7.3.3** 水泥浆与水玻璃的混合位置（混合器位置）应根据浆液的初凝时间确定。初凝时间大于 $2\text{min}$ 时，宜在孔口混合；初凝时间小于 $2\text{min}$ 时，应在孔内或孔底混合。

**7.3.4** 水泥-水玻璃浆液的配制应符合下列规定：

1 应根据设计浆液配比，单独配制纯水泥浆液和适当浓度的水玻璃；

2 水泥浆水灰比可取 $1.5:1\sim 0.5:1$ ，水泥浆液和水玻璃液体体积比宜为 $1:0.1\sim 1:1$ 。需要添加粉煤灰时，宜先配制水泥粉煤灰浆液或水玻璃粉煤灰浆液。

**7.3.5** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆时，应根据注浆压力变化及浆液扩散情况调整水灰比、水玻璃浓度、纯水泥浆与水玻璃体积比。

**7.3.6** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆止浆方式应根据注浆工艺要求确定；浅孔注浆时宜选择孔口封闭法，深孔注浆时宜选择孔内封闭法。

**7.3.7** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆应根据不同的地质条件和

工程要求，选用全孔一次注浆法、自上而下的下行式注浆法、自下而上的上行式注浆法等。

**7.3.8** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆应连续进行，因故中断时，间断时间应小于浆液的初凝时间。

**7.3.9** 定量注浆时，每段注浆量达到设计注浆量后方可结束注浆。当采用以注浆压力为控制指标时，注浆压力达到设计压力后，可结束注浆。当注浆后经检测达不到设计要求时，应调整设计注浆量，并及时补浆。

## 7.4 质量检验

**7.4.1** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固宜根据设计要求采用静载法、标贯试验，或采用静力触探法、动力触探法等方法进行检验，并结合实际效果综合评价加固效果。

**7.4.2** 检验点应布置在下列部位：

- 1 有代表性的孔位；
- 2 施工过程中出现异常情况的部位；
- 3 地基情况复杂，可能对注浆质量产生影响的部位。

**7.4.3** 检验点的数量应满足软弱地层水泥-水玻璃双液注浆加固设计要求。当设计无具体要求时，检验点的数量宜为施工孔数的1%，且不宜少于3点。

**7.4.4** 质量检验应在注浆固结体强度达75%或注浆结束7d后进行。

**7.4.5** 软弱地层水泥-水玻璃双液注浆质量检查结果满足设计要求的承载力和注浆固结体强度的90%以上，注浆质量可认为合格。

## 8 注浆堵水防渗

### 8.1 一般规定

- 8.1.1** 水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗设计前应进行技术可行性论证。
- 8.1.2** 水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗注浆过程中应对受注地层连续监测，并应观测地面或邻近的建（构）筑物的变形情况，并应严格控制变形值，且其值不得超过设计规定。
- 8.1.3** 一般工程水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗应进行试验性施工，重要工程水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗应进行专门的注浆试验。

### 8.2 设计

- 8.2.1** 水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗应根据地层的分布、厚度、透水性等工程部位的地质条件，明确注浆目的和工程要求并确定注浆的部位和结构形式、技术参数、设计要求等。
- 8.2.2** 堵水防渗设置帷幕时，应设置先导孔。先导孔应在先注排或主排注浆孔中布置，也可在一序孔中选取。
- 8.2.3** 水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗设计应符合下列规定：
- 1 在粗砂层或砾砂层中注浆堵水防渗时，必须根据工程设计要求确定防渗标准。
  - 2 浆液的扩散半径应考虑地层的渗透性，并应通过注浆试验确定。对于卵石层，扩散半径可取 1.0m~3.0m；对于砂层，扩散半径可取 0.5m~1.0m。
  - 3 应根据工程施工状况选择注浆孔的布置方式、孔距和排距。渗透注浆时，根据被注土体的深度及要求达到的标准，孔距宜为 1.0m~2.5m；劈裂注浆时，孔距宜为 1.5m~3.0m。



4 注浆压力宜通过现场试验确定。对于松散地层，注浆压力宜为 0.3MPa~1.0MPa；对于淤泥质土和粉质黏土，注浆压力宜为 0.2MPa~1.5MPa；对于中细砂层，注浆压力宜为 0.6MPa~3.0MPa。

5 水泥浆与水玻璃浆液的体积比应根据室内试验确定，可取为 1:0.1~1:1。

6 水泥-水玻璃双液注浆宜在相对静水条件下进行。在应急处理、特殊条件下或动水条件下施工时，应采取适当减小水泥浆与水玻璃浆液体积比等防止浆液在动水条件下流失的措施；必要时，应进行注浆试验确定注浆工艺、施工参数及浆液配合比。

### 8.3 施 工

8.3.1 用于堵水防渗的双液注浆钻孔应符合下列规定：

1 松散地层的注浆孔宜采用冲击式或回转钻机钻进，也可采用跟管钻进或直接插管。当采用泥浆护壁钻进时，应对注浆段进行冲洗。

2 孔位允许偏差应为 100mm，孔深应符合设计规定，并做好施工记录。

3 注浆孔直径不应小于 45mm。

4 垂直孔或顶角小于 5°的注浆孔，孔底的允许偏差应符合表 8.3.1 的规定。钻孔偏差值超过设计规定时，应及时纠偏并采取补救措施。

表 8.3.1 注浆孔孔底允许偏差 (m)

孔 深		<20	20~30	30~40	40~50	>50
允许偏差	单排孔	0.25	0.45	0.5	0.6	0.8
	二或三排孔	0.25	0.50	0.55	0.7	1.0

注：注浆孔的顶角大于 5°时的注浆孔孔底的偏差可根据实际情况按表 8.3.1 中规定适当放宽一级。

5 钻孔过程中应详细记录岩性变化、掉钻、塌孔、钻速变

化、回水颜色变化、漏水、涌水等情况。

**6** 钻孔遇有洞穴、塌孔或掉块难以钻进时，可先进行注浆处理，再钻进；出现漏水或涌水时，应查明情况，分析原因，经处理后再行钻进。

**7** 钻孔完成后，孔口应妥善保护，防止污水倒灌和异物落入。

**8.3.2** 在粉质黏土层中进行堵水防渗注浆时，一序孔注浆前可不进行冲洗。

**8.3.3** 堵水防渗注浆浆液的配制应符合下列规定：

**1** 水泥浆液水灰比应根据试验确定，宜选用单一水灰比，宜选择  $0.7:1 \sim 1:1$ ；

**2** 水玻璃应根据配比按比例添加，且误差不应大于  $5\%$ ；

**3** 水泥浆液搅拌采用低速搅拌机时，搅拌时间应大于  $3\text{min}$ ；

**4** 水泥浆液制备后，应测定水泥浆液密度，且与设计浆液密度的误差不应大于  $5\%$ 。

**8.3.4** 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆应根据设计要求选用全孔一次性注浆、自上而下行式孔内堵塞注浆或自下而上上行式孔内注浆。

**8.3.5** 在砂层、卵石层或其他松散地层中进行帷幕注浆时，宜采用自下而上上行式注浆法，一序孔段长宜为  $0.3\text{m} \sim 0.5\text{m}$ ，二序孔段长可根据注浆量及注浆效果增长，但不得超过  $1.0\text{m}$ ，且注浆压力应适当增大。

**8.3.6** 堵水防渗注浆孔的终孔段透水率和单位注浆量大于设计规定值时，应加大注浆孔深度。

**8.3.7** 堵水防渗注浆过程中发生冒浆、漏浆时，应采用嵌缝、表面封堵、间歇注浆等处理措施。注浆过程中发生串浆时，若串浆孔具备注浆条件，应一泵一孔同时进行注浆；否则，应堵塞串浆孔。待串浆孔注浆结束后，应扫孔、冲洗串浆孔。

**8.3.8** 堵水防渗注浆应连续进行；因故中断时，应在冲洗钻孔

后方可恢复注浆；当无法冲洗或冲洗无效时，则应先进行扫孔，再恢复注浆。恢复注浆后，注入量较中断前下降较大，并在短时间内停止吸浆时，应采取补救措施。

**8.3.9 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆结束标准**应为注浆压力达到设计值。

## 8.4 质量检验

**8.4.1 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆检查孔的压水试验或注水试验**应在注浆结束 14d 后进行。

**8.4.2 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆检验点**应布置在不同水文地质特征地段的钻孔轴线上，其数量不应少于注浆孔数的 3%~5%，每地段内不应少于 1 个。

**8.4.3 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆检查孔**应进行取芯，并进行地质编录、照相，岩心应妥善保管。

**8.4.4 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆中**，应对检查孔全部资料进行系统整理，编制钻孔柱状图，整理的资料应能反映注浆后的地质条件改变情况。

**8.4.5 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆质量检查结果**满足设计要求的单位吸水率或渗透系数的 95% 以上，注浆质量可认为合格。

**8.4.6 堵水防渗水泥-水玻璃双液注浆检查孔施工完成后**，应根据具体情况采取下列措施：

- 1 凡质量不合格部分，除应进行检查孔补充注浆外，尚应具体分析所在部位情况，必要时应进行补充钻孔和注浆处理；

- 2 检查孔检查合格后，应进行封孔处理。

## 9 竣工资料和工程验收

### 9.1 竣工资料

**9.1.1** 建筑工程双液注浆工程竣工资料和报告应包括原始资料、成果资料、工程质量检验报告、工程竣工报告及工程技术总结等。

**9.1.2** 水泥-水玻璃双液注浆加固工程原始资料和成果资料应包括下列内容：

- 1 岩土工程详细勘察报告；
- 2 注浆方案设计；
- 3 注浆施工组织设计；
- 4 施工单位和试验或检测单位资质证书；
- 5 注浆施工记录表；
- 6 钻孔、注浆孔施工记录表；
- 7 注浆材料送检报告和合格证书；
- 8 注浆材料试验报告；
- 9 静载法、标贯实验、静力触探法、动力触探法和取样法

的试验或检测报告。

**9.1.3** 水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗工程原始资料和成果资料应包括下列内容：

- 1 岩土工程详细勘察报告；
- 2 注浆方案设计；
- 3 注浆施工组织设计；
- 4 施工单位和试验或检测单位资质证书；
- 5 注浆施工记录表；
- 6 钻孔、注浆孔施工记录表；
- 7 注浆材料送检报告和合格证书；

- 8 注浆材料检验报告；
- 9 检查孔岩芯柱状图；
- 10 检查孔压水试验成果一览表。

## 9.2 工程验收

9.2.1 建筑工程双液注浆工程应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 规定的程序进行施工质量验收，并按本规程附录 A 进行记录。

9.2.2 工程验收的内容应包括：

- 1 设计图纸和设计变更记录；
- 2 施工方案；
- 3 材料质量合格证书和试验检验合格报告；
- 4 施工记录；
- 5 隐蔽工程验收记录；
- 6 见证取样试验记录；
- 7 注浆效果检测试验报告；
- 8 工程竣工报告；
- 9 施工照片或录像资料。

## 附录 A 水泥-水玻璃双液注浆施工及验收表

表 A-1 注浆施工记录表

第 页 共 页

高程：

孔号：

钻孔深度：

钻孔角度：

年 月 日

孔段	时间 (时 分)			工作 内容	注浆参数				注入量		情况 说明
	起始	终止	间隔 (min)		水灰比	配合比	注浆量 (L)	注浆 压力 (MPa)	耗灰量 (kg)	水玻 璃量 (kg)	
材料消耗		水泥： t		水玻璃： t		掺合料：					
备注说明（水玻璃浓度 <sup>°Bé</sup> ，凝胶时间 min，注浆速度 L/min）：											

建设方：

监理：

施工班长：

施工记录员：

表 A-2 钻孔、注浆孔施工记录表

工程名称：

孔号：

钻孔序号：

年 月 日

钻孔施工方法	钻孔直径 (mm)	钻孔深度 (m)	下注浆管 直径 (mm)	下注浆管 深度 (m)	备 注
示意图：					

建设方：

监理：

施工班长：

施工记录员：







## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格、非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 2 《土的工程分类标准》GB 50145
- 3 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 4 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 5 《混凝土用水标准》JGJ 63

## 中华人民共和国行业标准

# 建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程

**JGJ/T 211 - 2010**

条文说明

## 制 订 说 明

《建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程》JGJ/T 211 - 2010，经住房和城乡建设部 2010 年 4 月 14 日以第 541 号公告批准、发布。

本规程制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国工程建设水泥-水玻璃双液注浆技术的实践经验，同时参考了国内外相关技术标准，通过试验取得了重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

## 目 次

1	总则	32
3	基本规定	33
4	原材料	34
5	浆液的制备	35
6	施工机具	36
7	软弱地层注浆加固	37
7.1	一般规定	37
7.2	设计	37
7.3	施工	39
7.4	质量检验	40
8	注浆堵水防渗	41
8.1	一般规定	41
8.2	设计	41
8.3	施工	43
8.4	质量检验	44

# 1 总 则

**1.0.1** 以水泥-水玻璃为主要浆液的双液注浆技术，因其具有用料普通、来源广、价格低廉、污染较轻，且操作简便、快速有效等特点，在国内外建筑工程中已被大量采用，取得了诸多成熟经验，亦有若干科研成果。尤其在当今基础工程处理和事故、疑难工程治理时被广泛应用且甚受欢迎。但是到目前为止，国内建筑工程行业尚没有相应的技术规程，这与工程实际所需不符。为此，遵循“技术可行、经济合理”的方针，总结工程施工经验和科学研究成果，在侧重实际应用、确保工程质量的前提下，提出并编制本规程。

**1.0.2** 建筑工程双液注浆采用的注浆材料有多种，应用范围亦较广。本规程仅涉及水泥、水玻璃为主的双液注浆；注浆范围亦注重于软弱地层加固、注浆堵水、防渗等。伴随工程实践的日益拓展和科学研究的不断深入，规程执行后，经工程实践的检验，总结其发展成果再对其相关内容修改、补充和完善。

**1.0.3** 本规程涉及的技术内容与现行的若干标准、规程等规范性文件存在着必要的联系。因此，在执行过程中，应与现行国家或行业标准、规程等配套使用。

## 3 基本规定

**3.0.1** 为了保证施工质量，实施双液注浆前，应该取得施工和设计的详细资料。

**3.0.2** 注浆浆液配比的选择和注浆效果，与所注地层的特性关联密切。针对双液注浆工程的特点，本条明确规定了岩土勘察应取得土层的孔隙比、土层的渗透系数，为确定地层的可注性、注浆量等提供设计依据。表中数据是总结注浆工程实例和有关资料取得。对于没有取得相关地层参数的情况下，可参考表中数据取值。

**3.0.3** 永久性建（构）筑物基础处理工程在施工前须进行注浆试验。针对不同水文、工程地质条件，选取适合的钻孔工艺及合理的注浆方法，并通过室内浆材配比试验及现场注浆试验，确定适合不同区段水文地质条件下浆液配比和注浆工艺，为优化设计及后续施工提供依据。

1 试验孔原则上每隔 10m~30m 布置一孔，当地质条件复杂时，须保证具有不同水文地质特征地段至少有一组试验孔；

3 试验工艺的选择应根据工程的具体要求和地层结构选取相应的注浆方法，一般采用孔口封闭、自下而上孔内阻塞分段注浆，当被注地层深度较深、施工难度较大时，也可采取自上而下分段注浆；

4 后续施工参数的选取一般参照注浆试验的参数选取，因此，在注浆过程中应对试验参数进行整理和分析，优化注浆参数。



## 4 原 材 料

**4.0.1** 注浆时，应根据注浆的目的和环境水的腐蚀性等因素，选择符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的普通硅酸盐水泥。实施双液注浆宜优先采用普通硅酸盐水泥，因为水玻璃与普通硅酸盐水泥反应的活性较好，而与矿渣水泥的反应活性不很理想；在充填注浆时，对活性及强度要求不高，可用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等，但效果不及普通硅酸盐水泥。

**4.0.2** 水玻璃模数表示其所含二氧化硅与氧化钠摩尔数的比值，其数值大小对固结体质量影响较大。模数高时，二氧化硅含量高，固结体强度随之增高，浆液胶凝时间随之减小；模数小时，二氧化硅含量低，固结体强度低。总结大量实际工程常用的水玻璃模数，本规程取 2.4~3.2，以适应不同地域、不同工程中的需要。

水玻璃溶液浓度用“波美度”( $^{\circ}\text{Bé}$ )表示。其浓度的高低对固结体性能颇具影响，浓度低，固结体强度低；浓度太高，黏度增加，浆液可注性差。本规程根据工程需要和经济适用的要求，建议采用原材料浓度为  $40^{\circ}\text{Bé}$  以上的水玻璃。但在实际应用时，需分批经室内试验并检验其效果后决定其具体数值并根据需要稀释使用。在通常条件下，最好选用以工业纯碱为原料生产的水玻璃，其性能比较稳定；以土硷和元明粉 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 生产的水玻璃其性能不太稳定，建议慎重采用。

**4.0.3** 由于各地的水质有差别，为了保证注浆工程的质量，本条对双液注浆的拌合用水进行了规定。

## 5 浆液的制备

**5.0.3** 依据工程实践经验，该条文明确了集中制浆站输送浆液所采用的水灰比。为防止浆液在输送过程中离析、沉淀堵塞管路，又不因此产生过大的摩阻力和温升，根据实践经验又规定了对输送浆液流速的基本要求。

**5.0.4** 实际工程中，水玻璃浓度在使用前应进行稀释。

**5.0.5** 考虑到浆液中可能存有渣子，它不仅影响注浆效果，而且易引发注浆泵故障等，故增加了对浆液过滤的要求。

## 6 施工机具

**6.0.1** 对于双液注浆施工的设备 and 机具，实际工程中是多种多样的。根据注浆方式不同，可选用回转钻进、冲击钻进、冲击回转钻进和振动射水钻进等成孔方式选择成孔设备。

**6.0.2** 该条仅对搅拌机的性能选择提出了要求，而没有列举出具体的机型。拌制塑性屈服强度大于 20Pa 的膏状浆液，就必须采用搅拌机。另外，为了保证连续地进行灌注，搅拌机的拌合能力还应与注浆泵的排量相适应。

**6.0.3** 注入双液浆，注浆泵应优先选用专用的双液注浆泵，其注浆压力稳定，且便于控制。可以更好地实现双液浆的配合比，如选用代用注浆泵，应满足双液注浆的技术要求。

**6.0.4** 注浆管承压能力的规定，目的是保证注浆管路和施工人员的安全。

**6.0.5** 压力表的准确性至关重要，它将直接影响到注浆压力的控制和注浆的效果。为了防止浆液进入压力表和延长压力表的使用寿命，本条文提出了“压力表与管路之间应设有隔浆装置”，隔浆可用塑料薄膜等实现。

**6.0.6** 通常使用的止浆塞有螺杆挤压胶球式、气胀或水胀胶囊式，还有孔口封闭器等。在第四系地层中使用止浆塞，应通过试验确定其有效性。

**6.0.7** 根据双液注浆的目的和注入浆液的凝胶时间，可采用浆液孔底混合和孔口混合。浆液凝胶时间较快，地下动水流和挤密注浆时，可采用孔底混合；浆液凝胶时间长，浆液扩散半径要求较大时，可采用孔口混合。混合器的结构和长度应能保证双液浆混合均匀。

## 7 软弱地层注浆加固

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 根据注浆法的种类（双泵单管、双泵双管、单泵双管、单泵单管等几种形式）的不同及工程需要和土质条件、加固形状（如柱状、条状和块状），选择合理的加固方案。对方案的可行性分析时应包括：

- 1 基础的特性；
- 2 场地工程地质、水文地质和周边环境分析；
- 3 注浆方法选用条件等工程技术内容。

**7.1.2** 注浆方案确定后，由于地层和加固机理的不同，应结合工程情况进行现场试验或试验性施工来确定施工参数及工艺；在工程技术条件相似或技术要求相差不多的情况下，可类比其他工程经验，确定施工参数及工艺。

### 7.2 设计

**7.2.1** 注浆加固软弱地层时，其承载力和变形的要求取决于主体结构的要求和对邻近建筑物的影响，并根据附加应力的扩散和变形、稳定性的校核，确定注浆加固的深度及范围。

**7.2.2** 对于软弱地层加固注浆，工程上常采用等距布置或梅花形布置。由于加固的区域或目的的不同，也可以采用其他方式，如长条形的注浆加固。给出的注浆孔间距和排间距为初步设计时选用。其值为浆液扩散半径的（0.8~1.7）倍，注浆孔深度应考虑地基附加应力及地基软弱层验算的要求，原则上应穿透软弱层。

**7.2.3** 在注浆前，在注浆场地进行注浆试验，通过注浆试验来确定注浆压力。渗透注浆可以根据注浆试验曲线确定注浆压力。

**7.2.4** 当地层采用渗透注浆时，初步设计时的注浆压力可根据本条的经验公式确定。

**7.2.5** 当地层采用劈裂注浆时，给出的最小注浆压力是考虑地层应力和土体抗拉强度确定的。公式中土体抗拉强度  $\sigma_t$  可取  $5\text{kPa}\sim 40\text{kPa}$ 。

**7.2.6** 渗透注浆效果好坏取决于渗透半径内体积土的孔隙充填程度和固结程度。充填率越高，注浆的效果越好。劈裂注浆的注浆量与注浆范围内浆脉的多少有关，浆脉越多，注浆量也越多，注浆效果也越好，但浆液有个最佳注浆量。压密注浆的注浆量和浆泡的直径有关。压密范围越大，要求的浆泡直径也越大。在不产生劈裂的条件下，浆泡直径是很有限的，注浆量亦有限。一般应根据试验确定。

**7.2.7** 在没有进行注浆试验时，渗透注浆的注浆量可根据本条列出的公式进行计算，计算得出的注浆量需要通过注浆试验核定。浆液损失系数  $\beta$  一般取值为  $0.3\sim 0.5$ 。

**7.2.8** 对于劈裂注浆，在没有注浆试验和经验参数时，可用本条所列公式进行计算。在含水量较大的地层中注浆时，可采用公式 (7.2.8-1) 进行计算；在压缩性较大的土层中注浆时，采用公式 (7.2.8-2) 进行计算。

**7.2.10** 注浆泵排量是为了控制注浆速度，在渗透性较好的地层中，注浆泵排量可取较大值；在渗透性较差的地层中，应取较小值。

**7.2.12** 桩底以下地基加固深度应满足现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 及《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的要求。根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定，直径小于  $800\text{mm}$  的桩定义为小直径桩，直径大于或等于  $800\text{mm}$  的桩定义为大直径桩。桩底以下地基加固深度是按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 提出的，对于摩擦桩，一般应在全桩周加固，对于长径比大于 20 的桩，其摩阻力在地面下  $3\text{m}\sim 4\text{m}$  至桩底以下  $0.5\text{m}$  作用较大，因而注浆段

应覆盖或超过此范围。

**7.2.13** 在地下室外墙进行加固前，可用水泥-水玻璃浆液对墙外土体进行注浆，增强地下室墙体外侧土体的强度或者在墙体外形成止水带，然后可采用其他方法对地下室外墙结构进行补强。

## 7.3 施 工

**7.3.1** 在注浆前，应选取一部分注浆孔作为先导孔，进一步了解所注地层的岩土特性，必要时测试相关参数，同时进行试验性注浆以确定注浆施工参数。施工中，应根据钻进的施工记录调整注浆参数，并采取必要的措施，以确保注浆效果。

**7.3.2** 注浆管可采用塑料管或金属管，一般一次性注浆采用塑料管，分层注浆宜采用金属管；若地层复杂，深层注浆时，可直接采用钻杆注浆。

**7.3.3** 为了保持浆液的流动性和黏度，依据浆液的凝胶时间对双液的混合点进行了规定，由于水泥-水玻璃浆液的凝胶时间很短，在施工中常加入缓凝剂来调节浆液的凝胶时间，一般加入水泥用量1%~3%可使浆液的凝胶时间控制在5min~30min之间。初凝时间在2min~5min，宜在出泵后孔口混合；初凝时间小于2min时，应采用双管孔底混合。

**7.3.4** 工厂生产的水玻璃经稀释后方可使用，所以必须单独配制合适浓度的水玻璃。以强度等级42.5的普通硅酸盐水泥和稀释过的水玻璃为主要制浆材料，一般采用水灰比(1~0.5):1的水泥浆，水泥浆液和水玻璃液体体积比1:0.1~1:1，浆液浓度由稀到浓。

**7.3.5** 当注浆压力保持不变，注入率持续减少时，或当注入率不变而压力持续升高时，不得改变水灰比。当某一比级浆液的注入量已达300L以上或注入时间已达1h，而注浆压力和注入率均无改变或改变不显著时，应改浓一级。当注入率大于30L/min时，可根据具体情况越级变浓。

**7.3.6** 在浅孔中一般情况下使用孔口封闭法（浅孔：一般指其

深度为 10m 以内的孔)；有特殊要求的注浆施工，浅孔也可采用孔内封闭法。

**7.3.7** 注浆孔的注浆段长小于 6m 时，宜采用全孔一次注浆法；大于 6m 时，可采用自上而下分段注浆法、自下而上分段注浆法、综合注浆法或孔口封闭注浆法等。

**7.3.8** 双液注浆的凝胶时间较短，为了保持浆液的流动性和稳定性，注浆过程须一次性完成。

**7.3.9** 本条从注浆量和注浆压力两个方面对注浆的结束标准进行了规定，为了保证注浆质量，对注浆未达到注浆效果的应进行补注。

## 7.4 质量检验

**7.4.1** 注浆效果的检验，常用标贯或动力触探法。静载试验法虽检验效果较好，但需在注浆结束后 28d 进行，取样试验会由于浆液扩散的不均匀性等因素影响效果评价，但可做参照。

**7.4.2** 由于软弱地层水泥-水玻璃双液注浆质量检查在不同的工程场地和地质条件下，其检验方法不同，所以检验点的布置也不同。

**7.4.3** 设计单位应根据工程场地条件明确规定注浆检验点的布置位置和数量。

**7.4.4** 双液注浆应在固结体有一定的强度时才可进行质量检验，如无试验资料，以时间控制为准。

**7.4.5** 对于软弱地层水泥-水玻璃双液注浆质量检验，当检验点 90% 以上达到设计要求的承载力时则认为注浆质量合格。

## 8 注浆堵水防渗

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 应根据堵水防渗工程的实际情况，对现有的方法（普通水泥注浆、防渗墙、钢板桩等）以及堵水防渗的标准，工期和是否是临时或者永久性堵水防渗等进行技术经济对比，来确定双液注浆的可行性。

**8.1.2** 双液注浆的施工监测主要针对已有建（构）筑物的防渗堵漏施工，应进行变形监测。如基坑堵水、边坡注浆加固、既有建筑物基础的补强加固时，应进行动态施工，施工过程应加强监测。

**8.1.3** 在注浆中，为了了解地层情况、选择注浆参数与注浆施工工艺，应进行试验性注浆施工，并将试验孔布置在一序孔中，以确定注浆参数，指导后续注浆施工。

### 8.2 设计

**8.2.3** 注浆设计时，其参数应满足下列要求：

2 浆液的扩散半径跟地层的渗透系数有关，一般应根据现场试验确定。现场注浆试验常采用三角形（图 1）和矩形或方形

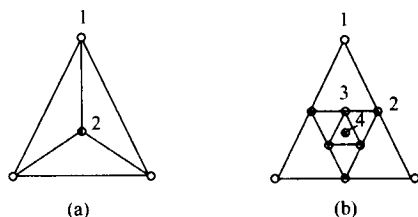


图 1 三角形布孔法

(a) 1—注浆孔；2—检查孔；

(b) 1—一序孔；2—二序孔；3—三序孔；4—检查孔



布孔法 (图 2), 通过钻孔取芯、压水或注水试验检查和评价浆液的扩散半径。

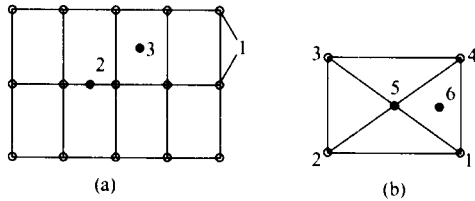


图 2 矩形或方形布孔法

(a) 1—注浆孔; 2—试井; 3—检查孔

(b) 1~4—一序孔; 5—二序孔; 6—检查孔

3 压密注浆的孔距是根据被注土体的深度及要求达到的密实度等确定, 一般的孔距为 1.8m~3.0m; 劈裂注浆的孔距控制在 1.5m~3.0m; 渗透注浆孔距宜为 1.0m~2.5m, 第一序孔距可适当增大。

4 注浆压力是注浆过程中的一个重要参数, 压力过低, 浆液携带的能量小, 达不到注浆要求的扩散半径; 压力过高将使地表出现冒浆现象, 浪费注浆材料。本条根据工程实例对注浆压力进行了规定, 实际施工中, 注浆压力宜通过现场注浆试验确定, 一般情况下, 后序注浆孔应当适当提高注浆压力。

5 一般情况下, 水泥浆与水玻璃浆液体积比可为 1:0.1~1:1; 特殊情况下, 应根据具体情况, 进行配合比室内试验, 地层可注性差时可适当降低水玻璃的掺量。

6 在应急处理或特殊条件下及在动水条件下, 为防止浆液在动水条件下流失, 采用预填砂卵石等粗骨料或其他惰性材料, 降低地下水的渗透, 然后再用水泥-水玻璃浆液进行注浆, 如果工程比较重要时, 则要求进行注浆试验确定注浆工艺、施工参数及浆材配合比。水泥-水玻璃双液注浆用于堵水防渗时, 应根据注浆工程的目的、水文地质条件、工程重要性等, 按表 1 选择注浆方法。

表 1 水泥-水玻璃双液注浆堵水防渗注浆方法的选择

注浆对象	使用的注浆方式	适用的注浆方法
卵石层	渗透注浆	上行式注浆法、下行式注浆法
中砂层、粗砂层	渗透注浆、劈裂注浆	袖阀管法、上行式注浆法、下行式注浆法
粉细砂层	渗透注浆、劈裂注浆	袖阀管法、上行式注浆法、下行式注浆法
粉质黏土层	劈裂注浆、压密注浆	袖阀管法、上行式注浆法、下行式注浆法
动水封堵	采用水泥-水玻璃等速凝材料，必要时在浆液中掺入砂石等粗粒料	

## 8.3 施 工

### 8.3.1 注浆钻孔应满足下列要求：

1 本条提出堵水防渗注浆中常遇见的松散地层的常用钻孔方法。在有泥浆护壁的钻孔中，为了浆液能更好地渗透到地层中去，在注浆前应对钻孔进行分段冲洗。

2 条文中“允许偏差应为 100mm”，系对任何方向而言。

3 使用同一种方法钻进，孔径小时进尺快，成本低，并且注浆时浆液流动速度快，可以减少浆液在钻孔内的沉淀，从而可减少发生射浆管在注浆孔内被凝住的事故。目前由于金刚石钻头和硬质合金钻头日益推广使用，也为小口径钻孔创造了条件。

4 原则上应进行孔斜测量，但应如何测量未做规定，便于施工单位视工程实际情况自行制定。若钻孔偏斜超过设计要求且纠偏无效时，须采取补救措施，例如重钻一孔或在其旁边设一个检查孔。检查孔一方面可检查注浆质量，一方面也可作为补强孔，弥补原注浆孔偏斜过大的缺点。顶角大于  $5^\circ$  的斜孔孔底最大允许偏差值“适当放宽”的尺度，宜根据工程具体情况确定，且不应大于设计孔距。

5 便于在注浆时可以采用有针对性的技术措施，确保注浆质量。若一旦发生质量问题，也便于检查处理。

7 妥加保护的目的是防止杂物或工具掉入孔内影响注浆质量和妨碍以后钻进。

**8.3.2** 在粉质黏土为主的地段，堵水防渗注浆孔不进行特殊冲洗，而采用高压注浆方法解决。

**8.3.3** 浆液配制应符合下列规定：

1 在实际注浆工程中，水灰比宜选择 0.7 : 1 ~ 1 : 1，水灰比太低，浆液很难注入地层，水灰比太高不能满足固结体强度要求，具体配制应根据现场注浆试验确定。

**8.3.4** 注浆段长小于 6m 时，可采用全孔一次注浆法；大于 6m 时，可采用自上而下分段注浆法、自下而上分段注浆法、综合注浆法或孔口封闭注浆法。

**8.3.5** 在砂砾、卵石层或其他松散地层中采用自下而上分段注浆法时，注浆段长度宜采用 0.3m ~ 0.5m，特殊情况下可适当缩减或加长，但不得大于 1.0m；注浆段的长度因故超过 1.0m，对该段宜采取补救措施。

**8.3.6** 堵水防渗注浆孔的终孔段透水率和单位注浆量大于设计规定值时，应加大钻孔深度，使钻孔钻至透水率小或者不透水层或者进行加密注浆处理。

**8.3.8** 恢复注浆时，应使用开始注浆时比级的浆液进行注入，如注入率与中断前相近，即可采用中断前浆液的比级继续注；如注入率较中断前减少较多，须逐级加浓浆液继续注；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。

## 8.4 质量检验

**8.4.2** 检查孔一般布置在不同水文地质特征的地段，且数量不少于注浆孔数的 3% ~ 5%，是为了准确了解注浆地层的地质资料和水文资料，便于准确地检验注浆效果。

**8.4.3** 便于在注浆时可以采用有针对性的技术措施，确保注浆质量。若一旦发生质量问题，也便于查究处理。

**8.4.4** 对检查孔的资料进行系统整理，编制钻孔柱状图，以方便对注浆效果综合评估。

**8.4.5** 注浆质量检查的指标选择单位吸水率，或者渗透系数，

由设计人根据设计目的明确。

**8.4.6** 检查孔工作量完成后，应根据具体情况进行下列处理：

1 对质量不合格的注浆孔，可利用检查孔进行补注，并应分析质量不合格的部位，对检查孔补注还不能满足质量要求时，应进行补注；

2 检查孔检查合格后，应用水泥砂浆将钻孔封填密实，孔口压齐抹平。

找标准就到麦田学社 my678.cn



统一书号：15112·17858  
定 价： 10.00 元