CECSXXX：2017

中国工程建设标准化协会标准

**混凝土结构工程防水加固灌浆**

**技术规程**

Technology regulations for Concrete structure engineering

waterproof reinforcement grouting

（征求意见稿）

2017年8月

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会关于印发《2016年第一批工程建设协会标准制订、修订计划》的通知（建标协字[2016]038号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外标准，提出了本规程的征求意见稿。

本规程主要技术内容包括：总则、引用标准、术语和定义、基本规定、灌浆材料灌浆设备与制浆、灌浆设计、化学灌浆施工、水泥灌浆施工、劳动安全与环境保护、质量检查以及有关附录。

本规程由中国工程建设标准化协会归口管理并负责解释。在执行过程中如有意见或建议，请将相关资料寄送中国工程建设标准化协会（地址：北京市海淀区三里河路9号，邮政编码：100835）。

主编单位：瑞派尔（宜昌）科技集团有限责任公司

中国葛洲坝集团三峡建设工程有限公司

参编单位：清华大学

长江水利委员会长江勘测规划设计研究院

中国长江三峡集团公司

中国水利水电科学研究院

杭州国电大坝安全工程有限公司

中国水电七局试验检测研究院

中国水利水电第十四工程局有限公司

长江三峡通航管理局

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

长江三峡技术经济发展有限公司

湖北华夏水利水电股份有限公司

主要编写人：

主要审查人：

**目 次**

[1 总 则General rule 1](#_Toc485277805)

[2 术语Terminology 2](#_Toc485277806)

[3 基本规定Basic regulations 4](#_Toc485277807)

[4 灌浆设计Grouting design 5](#_Toc485277808)

[4.1 一般规定Rule 5](#_Toc485277809)

[4.2 水泥灌浆Cement grouting 5](#_Toc485277810)

[4.3 化学灌浆Chemical grouting 6](#_Toc485277811)

[4.4 复合灌浆Recombination grouting 6](#_Toc485277812)

[5灌浆材料、灌浆设备与制浆Grouting material, grouting equipment and pulping 7](#_Toc485277813)

[5.1 一般规定Rule 7](#_Toc485277814)

[5.2 水泥灌浆材料Cement grouting material 7](#_Toc485277815)

[5.3 化学灌浆材料Chemical grouting material 7](#_Toc485277816)

[5.4 辅助材料Auxiliary material 10](#_Toc485277817)

[5.5 灌浆设备Grouting equipment 11](#_Toc485277818)

[5.6 制浆Make slurryflux 12](#_Toc485277819)

[6化学灌浆施工Chemical grouting construction 13](#_Toc485277820)

[6.1 一般规定Rule 13](#_Toc485277821)

[6.2 裂缝、层间缝灌浆Cracks, interlayer grouting 13](#_Toc485277822)

[6.3 结构缝灌浆Structural joints grouting 17](#_Toc485277823)

[6.4 混凝土内部缺陷Concrete internal flaw 18](#_Toc485277824)

[7水泥灌浆施工Cement grouting construction 20](#_Toc485277825)

[7.1 一般规定Rule 20](#_Toc485277826)

[7.2 裂缝、层间缝、结构缝灌浆Cracks, interlayer joints, structural joints grouting 20](#_Toc485277827)

[7.3 不密实混凝土灌浆Uncompacted concrete grouting 22](#_Toc485277828)

[8质量检查Quality inspection 23](#_Toc485277829)

[8.1 一般规定Rule 23](#_Toc485277830)

[8.2 质量检查Quality inspection 23](#_Toc485277831)

[8.3 合格标准Acceptable quality level 25](#_Toc485277832)

[9 劳动安全与环境保护Labor safety and environmental protection 26](#_Toc485277833)

[9.1 一般规定Rule 26](#_Toc485277834)

[9.2 劳动安全Labor safety 26](#_Toc485277835)

[9.3 环境保护Environmental protection 26](#_Toc485277836)

[本规程用词用语说明Phraseology explain of the regulation](#_Toc485277838) 28

引用标准名录Quoted standard 29

[附 录A Appendix A 30](#_Toc485277839)

[附 录B Appendix B 34](#_Toc485277840)

[附 录C Appendix C 35](#_Toc485277841)

[附 录D Appendix D 38](#_Toc485277842)

[条 文 说 明Clause explain 50](#_Toc485277843)

# 1 总 则

1.0.1 为规范混凝土结构工程防水加固灌浆的设计、施工技术要求及质量检查方法，做到

工艺先进、质量可靠、经济合理、安全环保，制定本规程。

1.0.2本标准适用于混凝土结构的水泥灌浆、化学灌浆和复合灌浆的灌浆设计与施工**。**

1.0.3 混凝土结构工程防水加固灌浆的施工设计及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语

2.0.1防水加固灌浆**（**Waterproof and reinforcement grouting**）**

通过钻孔、埋管、贴嘴等方式，采用灌浆泵等压送设备将配制的浆液材料注入混凝土结构的缝隙、空洞等需要处理的工程部位，使其渗透、充填、扩散、胶凝或固化，以达到防水堵漏和补强加固目的的工程技术措施。

2.0.2 孔内循环式（Interior of aperture circulation）

浆液通过射浆管注入到孔段内，部分浆液渗入到岩体裂隙、空洞中，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为孔内循环灌浆。

2.0.3 纯压式（Pure pressure）

纯压式灌浆,浆液在孔内不循环,只在孔外循环以控制灌入浆量和压力。

2.0.4 闭浆（Close Seriflux）

灌浆段在达到灌浆结束标准后，为防止已注入的浆液在水压力或浆液自重作用下由孔口溢出，采用灌浆塞或孔口封闭器继续保持孔段处于封闭状态的措施。

2.0.5屏浆（Shield seriflux）

灌浆段在达到灌浆结束标准后，为使已注入的浆液加速凝固、提高强度，继续使用灌浆泵对灌浆孔段内的浆液施加压力的措施。

2.0.6 环氧树脂灌浆材料（Epoxy resin grouting material）

以环氧树脂或改性环氧树脂为主剂的双组份灌浆材料，能与固化剂发生[交联反应](http://baike.baidu.com/view/2169951.htm)形成不溶于水的具有三向网状结构的[高聚物](http://baike.baidu.com/view/328669.htm)。

2.0.7 聚氨酯灌浆材料（Polyurethane grouting material）

由聚氨酯预聚体与添加剂（溶剂、催化剂、缓凝剂、表面活性剂、增塑剂等）组成的化学浆液材料，其主要成分是多异氰酸酯（或过量二异氰酸酯）与聚醚多元醇反应而制得的端异氰酸酯基预聚体。

2.0.8 丙烯酸盐灌浆材料（Acrylate grouting material）

以丙烯酸盐为主剂，采用氧化还原引发体系，通过自由基聚合反应形成的不溶于水的凝胶体灌浆材料。

2.0.9 水玻璃灌浆材料（Aodium silicate）

以水玻璃（硅酸钠）溶液为主剂，与各种胶凝剂反应形成的不溶于水的硅酸凝胶灌浆材料。

2.0.10 洗缝剂（Dose of clean fissure）

以复合酸、硅类助剂、缓蚀剂、表面活性剂等为主要成分，对混凝土裂缝、结构缝内部的青苔或钙化物等顽固附着物具有清除作用的清洗材料。

2.0.11 包水性（Water solubility）

指水溶性聚氨酯灌浆材料与固定倍数水混合后，在一定时间内与水完全反应后形成凝胶体的能力，用于表征水溶性聚氨酯灌浆材料的堵水能力。

# 3 基本规定

3.0.1 灌浆施工前，应取得与工程有关的下列文件资料：

1 混凝土结构缺陷检查资料；

2 灌浆设计文件；

3 灌浆技术要求；

4 灌浆材料的产品合格证、安全和使用技术说明书；

5 现场灌浆试验报告。

3.0.2 混凝土结构工程防水加固灌浆应在缺陷调查、分析原因的基础上进行专项设计。

3.0.3 灌浆材料应按建设工程受灌体的处理要求选用专业厂家生产的产（成）品，化学灌浆材料不得使用原料现场自行配制。

3.0.4对选定的灌浆材料、工艺和方法宜进行现场灌浆试验，试验部位应具有代表性。

3.0.5灌浆工程施工所用的风、水、电必须可靠，必要时应设置专用管路和线路。

3.0.6 制浆与灌浆使用的衡器、压力表、温度计、流量计、密度计等计量器具，应定期进行校验或检定，以保证量值准确，不合格者严禁使用。

3.0.7 从事化学灌浆施工的人员，应接受专业技术、职业健康安全、环境保护等方面的培训，并经考核合格后方可上岗。

3.0.8灌浆过程中应安排专人在现场及时、准确、真实、齐全、清晰地做好施工记录。相关记录表见附录D。

3.0.9 经实践检验和论证的新技术、新产品、新工艺、新材料、新设备等，在保证工程质量、满足环保和使用要求的前提下，可应用于建设工程防水加固灌浆施工。

# 4 灌浆设计

## 4.1 一般规定

4.1.1 混凝土结构工程防水加固灌浆应遵循技术可行、安全可靠、经济合理、施工方便的原则进行设计。

4.1.2 灌浆设计的基本资料包括：被处理混凝土建筑物的设计图纸、文件、工程地质和水文气象资料、工程施工资料、现场质量检查资料、运行监测资料等。

4.1.3设计单位对缺陷检查资料，可视具体情况提出补充检查或鉴定要求，进一步查明缺陷的位置、范围和内部状况，现场检查和测试应避免或减少对结构的损伤，对处于关键受力部位的钢筋混凝土构件应以无损检测方式为主。

4.1.4 灌浆方案应根据混凝土结构实际状况和存在的缺陷，综合分析其成因和对混凝土结构防水、承载能力及耐久性等结构性能的危害程度后制定。

4.1.5 灌浆方案应根据处理目的、环境条件和缺陷种类，选择适宜的灌浆材料，明确灌浆方式、工艺流程、控制标准。

4.1.6 对大体积混凝土内部缺陷的防水加固灌浆作业，应在混凝土结构内部温度稳定之后选择在低温季节进行。

## 4.2 水泥灌浆

4.2.1 水泥灌浆一般用于最小间隙3mm以上裂缝或较大规模缺陷的防水加固处理。

4.2.2 在满足灌浆要求的前提下应使用较小的水灰比。

4.2.3 灌区划分以控制灌浆作业总时长不超过浆材初凝时间为原则，根据灌浆处理范围和形态，采用设置阻塞孔或隔离带等方式分区。

4.2.4 灌浆压力控制以混凝土结构不产生超标应力和有害变形为前提，在安全范围内宜使用较高的压力和较长的屏浆时间。

## 4.3 化学灌浆

4.3.1化学灌浆一般用于最小间隙3mm以下裂缝或有特定性能要求的结构内部隐蔽部位细小缺陷的防水加固处理。

4.3.2对基本稳定不再发展的裂缝，应及时进行化学灌浆处理。对尚未稳定或无法判断是否已经稳定的裂缝，宜在低温季节、裂缝张开度较大时进行化学灌浆处理。

4.3.3根据处理目的和材料性能选择灌浆材料，细微缝隙灌浆应选择粘度较低、可灌性好的材料。

4.3.4 对于遇水反应敏感的灌浆材料，实施灌浆的部位应阻断外来水进入，采取压风或挥发性清洗剂替代压水检查和清洗，并吹干内部残留水。当无法阻断外来水时，可采取隔水材料赶水等方式进行灌浆。

## 4.4 复合灌浆

4.4.1 复合灌浆通常采用水泥和化学材料或几种不同性能材料组合灌浆的方式。

4.4.2 复合灌浆适用于复杂混凝土结构缺陷、基岩局部软弱破碎带的防水加固处理。

4.4.3 复合灌浆的设计方案需经现场试验验证其技术可行性和实际处理效果，并根据试验成果调整完善后确定

# 5灌浆材料、灌浆设备与制浆

## 5.1 一般规定

5.1.1 灌浆材料性能指标应符合相关国家标准、行业标准和设计要求。

5.1.2 水泥灌浆材料中的水泥存放应注意防雨防潮，已受潮结块者严禁使用。

5.1.3 化学灌浆材料应存放在密闭容器内，置于阴凉干燥处，并设有消防安全设施。

## 5.2 水泥灌浆材料

5.2.1常用水泥灌浆材料主要包括硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥。当有其他要求时，应使用特种水泥。

5.2.2 灌浆用水泥的品质应符合GB175《通用硅酸盐水泥》或其它相关水泥标准的规定,水泥的强度等级不宜低于42.5。

5.2.3 灌浆用水应符合DL/T 5144《水工混凝土施工规范》拌制水工混凝土用水的要求。

5.2.4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，通过现场灌浆试验论证后，可使用细水泥浆液、稳定浆液、混合浆液和膏状浆液。

5.2.5根据灌浆需要，可在水泥浆液中加入下列掺合料或外加剂：

1 速凝剂：水玻璃、氯化钙、三乙醇胺等；

2 减水剂：萘系高效减水剂、木质素磺酸盐类减水剂等；

3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，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。

## 5.3 化学灌浆材料

5.3.1化学灌浆材料主要包括环氧树脂灌浆材料、聚氨酯灌浆材料、丙烯酸盐灌浆材料、水玻璃灌浆材料等。

5.3.2 环氧树脂灌浆材料

1 环氧树脂灌浆材料浆液性能与固化物指标应符合表5.3.2.1、表5.3.2.2的规定，其检测方法应按JC/T 1041《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》的规定进执行。环氧树脂灌浆材料按初始粘度分为低粘度型（L）和普通型（N）；按固化物力学性能分为Ⅰ、Ⅱ两个等级。

**表5.3.2.1 环氧树脂灌浆材料浆液性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 浆液性能 | |
| L | N |
| 1 | 初始密度/g/cm3 ≥ | 1.00 | 1.00 |
| 2 | 初始粘度/mPa·s ≤ | 30 | 200 |
| 3 | 可操作时间/min ≥ | 30 | 30 |

**表5.3.2.2 环氧树脂灌浆材料固化物性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 固化物性能 | |
| Ⅰ | Ⅱ |
| 1 | 抗压强度/MPa ≥ | | 40 | 70 |
| 2 | 拉伸剪切强度/MPa ≥ | | 5.0 | 8.0 |
| 3 | 抗拉强度/MPa ≥ | | 10 | 15 |
| 4 | 粘结强度 | 干粘结/MPa ≥ | 3.0 | 4.0 |
| 湿粘结/MPa ≥ | 2.0 | 2.5 |
| 5 | 抗渗压力/MPa ≥ | | 1.0 | 1.2 |
| 6 | 渗透压力/% ≥ | | 300 | 400 |
| 湿粘结强度：潮湿条件下必须进行测定。 | | | | |
| 注：固化物性能的测定试龄期为28d。 | | | | |

2 环氧树脂灌浆材料宜用于混凝土结构的补强、加固和防渗工程。

3 环氧灌浆树脂材料宜进行现场配合比试验，根据浆材的可操作时间选择适宜的配比。

5.3.3 聚氨酯灌浆材料

1 聚氨酯灌浆材料的物理性能指标应符合表5.3.3.1、表5.3.3.2的规定，其检测方法应按JC/T 2041《聚氨酯灌浆材料》的规定进行检测。

**表5.3.3.1 水溶性聚氨酯灌浆材料的物理性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 指标 |
| 1 | 密度 /g/cm3 | ≥1.00 |
| 2 | 粘度/mPa·s | ≤1.0×103 |
| 3 | 凝胶时间/s | ≤150 |
| 4 | 遇水膨胀率/% | ≥20 |
| 5 | 包水性(10倍水) | ≤200 |
| 6 | 不挥发物含量 /% | ≥75 |
| 7 | 发泡率 /% | ≥350 |

**表5.3.3.2 油溶性聚氨酯灌浆材料的物理性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 指标 |
| 1 | 密度 /g/cm3 | ≥1.05 |
| 2 | 粘度/mPa·s | ≤1.0×103 |
| 3 | 凝固时间/s | ≤800 |
| 4 | 不挥发物含量 /% | ≥78 |
| 5 | 发泡率 /% | ≥1000 |
| 6 | 抗压强度/MPa | ≥6 |

2 聚氨酯灌浆材料宜用于防渗堵漏工程，也可用于补强加固工程。

3 对有变形要求的结构缝处理宜采用弹性较大的聚氨酯灌浆材料。

4 聚氨酯灌浆材料在存放和配制过程中不得与水接触，包装开启后宜一次使用完。

5.3.4丙烯酸盐灌浆材料

1丙烯酸盐灌浆材料的物理性能指标应符合表5.3.4.1、表5.3.4.2的规定，其检测方法应按JC/T 2037《丙烯酸盐灌浆材料》的规定进行检测。丙烯酸盐灌浆材料按固化物物理性能分为Ⅰ型和Ⅱ型。

**表5.3.4.1 丙烯酸盐灌浆材料浆液物理性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 指标 |
| 1 | 粘度/mPa·s | ≤10 |
| 2 | PH值 | 6.0~9.0 |
| 3 | 凝胶时间 | 报告实测值 |

**表5.3.4.2 丙烯酸盐灌浆材料固化物性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 | |
| Ⅰ型 | Ⅱ型 |
| 1 | 渗透系数/（cm/s） ＜ | 1.0×10-6 | 1.0×10-7 |
| 2 | 固砂体抗压强度/kPa ≥ | 200 | 400 |
| 3 | 抗挤出破坏比降 ≥ | 300 | 600 |
| 4 | 遇水膨胀率/% ≥ | 30 | |

2 丙烯酸盐灌浆材料宜用于混凝土裂缝防渗工程，不得用于有补强要求的工程。

3 丙烯酸盐灌浆材料凝胶体的渗透系数宜小于10-8cm/s。

4 丙烯酸盐灌浆材料宜采用双液法进行灌注，胶凝时间大于30min的，可用单液法灌注。

5.3.5水玻璃灌浆材料

1水玻璃灌浆材料可用于防渗堵漏工程。

2 灌浆用水玻璃原液模数宜为2.4～3.0，浓度宜为30～45波美度。

## 5.4 辅助材料

5.4.1洗缝剂

洗缝剂的物理性能指标应符合表5.4.1的规定。

**表5.4.1 洗缝剂的物理性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 标准要求 | 检测依据 |
| 1 | 外 观 | 透明、无沉淀 | 肉眼观察 |
| 2 | 密度(kg/m3) | 0.9~1.1×103 |  |
| 3 | 酸度(mol/L) | 0.7~1.4 |  |
| 4 | 甲醛含量(PPM) | 无 |  |

5.4.2封缝材料

封缝材料包括环氧胶泥、聚合物砂浆、快干水泥等类型，选用材料应满足灌浆施工要求。

## 5.5 灌浆设备

5.5.1 搅拌机的转速和拌和能力应分别与所搅拌浆液类型和灌浆泵的排量相适应，并应能保证均匀、连续地拌制浆液。

5.5.2 灌浆泵性能应与浆液类型、浓度相适应，额定工作压力应大于最大灌浆压力的1.5倍，并应有足够的排浆量和稳定的工作性能。

灌注纯水泥浆液宜采用多缸柱塞式灌浆泵。

灌注化学浆液宜采用双液灌浆泵。双液灌浆泵应能调节两液的比例，且应耐化学腐蚀。

5.5.3 灌浆泵宜安设灌浆自动记录仪，对灌浆过程进行记录。

5.5.4 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1/3～3/4 之间。压力表与管路之间应设有隔浆装置。

5.5.5 所有灌浆设备应注意维护保养，灌浆结束后及时对灌浆泵进行清洗。

## 5.6 制浆

5.6.1 制浆材料应称量，称量误差应小于5%。水泥等固相材料宜采用重量称量法。

5.6.2 各类浆液应搅拌均匀并测定浆液密度及温度。

5.6.3 拌制细水泥浆液时应采用高速制浆机。高速制浆机的搅拌转速应不小于1200r/min。

5.6.4 纯水泥浆液的搅拌时间，使用普通搅拌机时应不少于3min，使用高速搅拌机时，宜不少于30s，浆液在使用前应过筛，自制备至用完的时间宜小于4h。

5.6.5 化学浆液应按厂家提供的使用说明进行配制，各项性能指标应满足设计要求。

5.6.6 配制化学浆液应遵循“少量、多次”的原则，按工程需求确定适宜的配制量。

# **6化学灌浆施工**

## 6.1 一般规定

6.1.1化学灌浆可采用钻孔灌浆法、贴嘴灌浆法、钻孔结合贴嘴灌浆法或其他适宜的灌浆方法。对深度小于1.5m的裂缝，宜采用钻孔灌浆法或贴嘴灌浆法；对深度大于1.5m的裂缝宜采用钻孔结合贴嘴灌浆法。

6.1.2灌浆前如发现缝面有白色析钙现象或缝内有明显的污染物，宜使用洗缝剂对裂缝进行清洗。

6.1.3 灌浆孔埋管、贴嘴、封缝应定位准确，粘贴牢固，能承受最大的灌浆压力。

6.1.4 对灌浆单元内所有的混凝土裂缝、灌浆管口、贴嘴，应统一编号。

## 6.2 裂缝、层间缝灌浆

6.2.1 灌浆孔布置

1 钻孔位置可视裂缝的深度、宽度和现场施工条件等具体情况布置在裂缝的单侧、两侧或骑缝。钻孔排数、孔深、孔排距和斜孔倾角等参数，应按设计规定执行。设计无明确规定时，可参照附录A执行。

2 灌浆孔斜孔孔径不宜小于12mm，骑缝孔和孔深大于1m的钻孔孔径不宜小于25mm。钻孔时，应采取有效措施保证按设计角度成孔。

3 钻孔终孔后，应及时用洁净的压缩空气或压力水将钻孔内粉末、碎屑等冲（吹）洗干净，并检查记录孔径、孔向、倾角和孔深，其误差值应满足设计要求。

4 钻孔验收合格后埋设灌浆管前，孔内可插入过缝钢筋，或投放干净、干燥的小石。灌浆管与钻孔壁间应用胶结材料密封牢固。

5 贴嘴时，贴嘴间距不宜大于0.5m，裂缝交叉点、尖灭点处应布置贴嘴。在同一条缝上必须同时有注浆嘴、排气嘴。

6.2.2 封缝

1 封缝应根据混凝土结构和裂缝情况，选取凿槽嵌缝、表面涂抹封缝等方法。一般情况下宜采用凿槽嵌缝法，对不渗水裂缝在满足灌浆要求时亦可采用表面涂抹法。

2 凿槽嵌缝采用骑缝开凿“U”或“V”形槽，槽宽、深30mm~50㎜，并向缝的两端各延长50mm~200㎜。槽面清洗并待其干燥后，分层嵌填封缝材料。

3 表面封缝时，应先对缝口表面打磨、清洗干净后再涂刮封缝材料，其范围宜扩展至裂缝两侧各200㎜，并向裂缝两端各延伸500㎜。

6.2.3 压水、压风检查

1 待封缝材料达到规定强度后，采用压水或压风的方式对裂缝与埋管、贴嘴之间的畅通性和封缝的密封性以及管路安装的可靠性等进行检查，若发现有外漏等异常情况，应及时采取补嵌或加固等措施处理。

2 压水检查：采用单孔、逐孔检查，压水压力按灌浆压力的80%控制，且一般不大于0.4 MPa。

3 压风检查：采用单孔、逐孔检查，最大风压不得超过最大灌浆压力的50%，且一般不大于0.2 MPa。

6.2.4 模拟灌浆

对于出现时间较长、缝内有陈旧污染物、性状复杂的裂缝，在正式灌浆前宜先进行模拟灌浆。

1 模拟灌浆前应采用裂缝专用洗缝剂进行清洗。

2 应选择畅通性最好的孔（嘴）开始模拟灌浆，待压力升至设计灌浆压力时，闭浆2h后结束。

3 模拟灌浆结束后，打开所有灌浆管，并采用压力水冲洗，冲洗压力为灌浆压力的80%，且不大于1MPa ，冲洗时间至回水清净时止。

6.2.5 灌浆

1 灌浆宜采用较小直径的灌浆管，灌浆设备宜靠近孔口处。

2 灌浆顺序宜满足：立面竖向裂缝或斜缝灌浆应自下而上、由深孔到浅孔依次进行。立面水平或近似水平裂缝灌浆应自一端向另一端、由深孔向浅依次孔进行。平面裂缝应选择畅通性最好的孔（嘴）开灌，同时由深孔向浅孔、向两端依次进行。

3 当裂缝规模较大时，可采用分区灌浆。分区方法可采用钻孔封堵、间隔灌浆分割等形式。

4 采用钻孔灌浆法、贴嘴灌浆法时，应逐孔、逐嘴灌注。采用钻孔加贴嘴灌浆法时，应先灌钻孔后灌贴嘴。相邻多孔、多嘴出浆时，宜并联灌浆。

5 先采用单孔进浆，其余未灌浆孔口全部敞开，待相邻灌浆孔冒出浓浆后接入并联同时进浆。待下一进浆孔冒出浓浆后 接入该孔，并继续与前孔同时灌注，以此类推，并联灌浆孔数一般不超过5个，若超过5个，按接入顺序先后关闭，且单孔灌浆时间不低于30min。

6 灌浆压力控制应按设计要求执行，设计无明确规定时，可参照下列标准执行：

1）环氧材料灌浆，应逐级提升灌浆压力至设计压力，灌浆压力一般控制在 0.4MPa～0.6MPa。

2）聚氨酯材料灌浆，开始灌浆后迅速提升灌浆压力至设计压力，灌浆压力一般控制在 1.0MPa～1.5MPa。如出现灌浆量增大时，应适当降低灌浆压力。

3）丙烯酸盐材料灌浆，应在材料达到胶凝时间前提升至设计压力，灌浆压力一般控制在 1.0MPa～1.5MPa。

7 灌浆结束标准应按设计要求执行，设计无明确规定时，可参照下列标准执行：

1）环氧材料灌浆，在设计压力下，当注入率≤0.01L/min后，继续灌注30min即可结束灌浆。

2）聚氨酯材料灌浆，在设计压力下，当注入率为0时，即可结束灌浆。

3）丙烯酸盐材料灌浆，在设计压力下，当注入率为0时，即可结束灌浆。

8 浆液现场配制,每次配浆量应与进浆速度相应，灌浆过程中，浆液不得因粘度增大而随意掺加稀释剂。

9 灌浆结束待浆液固化后，应对埋管、注浆嘴及封缝材料进行清除和封孔。

6.2.6 特殊情况处理

1 灌浆过程中发生冒浆、外漏时，应立即封堵，并根据具体情况采用低压、限流、调整配比灌注等措施进行处理。若效果不明显，应停止灌浆，待浆液凝固后重新钻孔或扫孔复灌。

2 灌浆过程中，当灌浆压力达到设计值，而进浆量或注入率仍然小于预计值可适当提高灌浆压力，但应控制缝面增开度或抬动（变形）值不得超过设计规定值。

3 灌浆应连续进行，若因故中断应在浆液凝固前且不影响灌浆质量时恢复灌浆，必要时可进行冲孔或扫孔后补灌。

4 若灌浆达不到结束标准，或灌入量突然明显增加或减少，应分析原因，及时采取有效措施处理。

5 若裂缝与混凝土内部预埋件或预设孔发生串通时，应采取阻隔、限压、限量等方式进行处理，并采取冲洗等措施防止预埋件或预设孔被堵塞。

6灌浆过程中，若浆液温度偏高，影响浆液性能时，应采取降温措施。当浆液粘度明显增大且不符合要求时，应重新配制浆液继续灌浆。

6.2.7表面封闭处理

灌浆结束后，宜对混凝土表面进行封闭，处理方法可采用涂刷法、粘贴法。封闭范围宜扩展至裂缝两侧各100mm~200mm区域，并向裂缝两端各延伸200mm~500mm。

1采用涂刷法施工时，应符合下列规定：

1）在涂层基面打磨平整并清洗干净后，宜先涂刷一层界面剂。

2）涂层的厚度和均匀性应符合设计要求和相应产品的规定。涂层应无鼓包、流淌、针孔、分层和缩孔等表面缺陷。

3） 结构转弯处、边缘、阴角、阳角与伸出基层的管道周围等细部节点处的涂刷，其工艺应进行细化设计。

4） 涂刷施工应在涂层产品规定的作业环境下进行。

2采用粘贴法施工时，应符合下列规定：

1） 粘贴范围基面打磨平整并清洗干净后，应采用与粘贴材料配套的胶粘剂，均匀涂刷于基面上，然后再粘贴柔性片材。

2）柔性片材与基层混凝土应粘贴密实、牢固、平整。柔性片材周边与混凝土接触部位宜采用止水材料封边。

3） 接头宜采用搭接形式，搭接长度应大于100mm。搭接处应粘结牢固、密实。

4） 当对柔性片材进行外表面保护时，宜采用保护板材和不锈钢压条、不锈钢螺栓，按规定的孔距、排距进行钻孔安装、固定保护。

## 6.3 结构缝灌浆

6.3.1 灌浆孔布置应按照6.2.1的规定执行，钻孔不得破坏结构缝止水。

6.3.2 封缝

封缝采用凿槽嵌缝，骑缝开凿“U”或“V”形槽，槽宽、深30mm~50mm，并向缝的两端各延长50mm~20mm。槽面清洗并待其干燥后，分层嵌填封缝材料。

6.3.3 压水、压风检查应按照6.2.3的规定执行。

6.3.4 灌浆

1 灌浆宜采用较小直径的灌浆管，灌浆设备宜靠近孔口处。

2 灌浆材料宜选用聚氨酯、丙烯酸盐或其他柔性材料。

3 灌浆顺序应自下而上、由深孔到浅孔依次进行。

4 先采用单孔进浆，其余未灌浆孔口全部敞开，待相邻灌浆孔冒出浓浆后接入并联同时进浆。待下一进浆孔冒出浓浆后 接入该孔，并继续与前孔同时灌注，以此类推，并联孔数一般不超过5个，若超过并联孔数，按接入顺序先后关闭。单孔灌浆时间不低于30min。

5 灌浆压力控制应按设计要求执行，设计无明确规定时，可参照下列标准：

1）聚氨酯材料灌浆，开始灌浆后迅速提升灌浆压力至设计压力，灌浆压力一般控制在 0.5MPa～1MPa。如出现灌浆量增大时，应适当降低灌浆压力。

2）丙烯酸盐材料灌浆，应在材料达到胶凝时间前提升至设计压力，灌浆压力一般控制在0.5MPa～1MPa。

6 灌浆结束标准应按设计要求执行，设计无明确规定时，在设计压力下，当注入率为0时，即可结束灌浆。

7 灌浆结束待浆液固化后，应对埋管、注浆嘴及封缝材料进行清除和封孔。

## 6.4 混凝土内部缺陷

6.4.1 混凝土内部缺陷灌浆前宜采用地质雷达结合钻孔取芯确定缺陷的范围。

6.4.2 灌浆前，每个灌区宜布置不少于2个孔径大于30mm的取芯检查孔兼灌浆孔，按照DL/T 5148的规定，进行压水或试气试验，压水试验压力宜为0.2～0.3MPa，试气试验压力宜为0.1~0.2MPa。

6.4.3 根据压水或试气试验串通情况，以压水或试气试验的检查孔为圆心，向周边逐步扩大布置其他灌浆孔。

6.4.4 灌浆

1 材料选用环氧类材料。

2 灌浆时应选择畅通性最好的灌浆孔开灌。当不密实区域有多孔互串时，应采取并联灌浆；当不密实区域无串孔时，可采取单孔灌浆。

3 灌浆压力控制应按设计要求执行，设计无明确规定时，一般控制在0.2MPa～0.4MPa。

4 灌浆结束标准应按设计要求执行，设计无明确规定时，在设计压力下，当注入率≤0.01L/min后，继续灌注30min即可结束灌浆。

5 浆液现场配制,每次配浆量应与进浆速度相应，灌浆过程中，浆液不得因粘度增大而随意掺加稀释剂。

6 灌浆结束待浆液固化后，应对埋管、注浆嘴及封缝材料进行清除和封孔。

# 7水泥灌浆施工

## 7.1 一般规定

7.1.1灌浆施工应根据混凝土结构缺陷类别及成因，选择适当的灌浆方法、灌浆材料和灌浆时机，明确工艺要求，提前编制施工方案。

7.1.2 对灌浆过程中可能产生抬动等变形的部位，应安设变形监测装置进行监测，并控制变形值不得超过设计规定值。

7.1.3有外观或其它要求的混凝土结构灌浆，应满足相应的设计要求。

7.1.4 缺陷处理时，如果需要进行帷幕灌浆、回填灌浆，则按照DL/T 5148的规定进行。

## 7.2 裂缝、层间缝、结构缝灌浆

7.2.1 钻孔应符合下列规定：

1 钻孔宜采用回转取芯钻机钻进，宜采用金刚石钻头或硬质合金钻头，孔径以较小直径为宜，钻孔孔壁应平直完整。

2 灌浆孔的排数、孔深、孔 排距、斜孔倾角等参数应按设计规定执行。设计无明确规定时，可按照附录A的规定计算，必要时应通过现场试验验证确定。

3 灌浆孔为斜孔时，钻孔可布置在裂缝的单侧或两侧，斜孔应穿过缝面，且过缝深度宜大于10cm；灌浆孔为骑缝孔时，骑缝孔孔深距裂缝底宜小于40cm。

7.2.2 钻孔冲洗

1钻孔冲洗可采用大流量水冲洗，冲洗后的孔底残留物厚度不应大于20cm。

2裂隙冲洗宜采用压力水冲洗，冲洗压力可为灌浆压力的80%，且不大于1MPa ，冲洗时间至回水清净时止。

7.2.3 封缝应按照6.2.2的规定执行。

7.2.4 灌浆过程应符合下列规定：

1 根据工程实际情况，灌浆可选取孔内循环式或纯压式，一般宜采用孔内循环式。

2 立面竖向裂缝或斜缝灌浆应自下而上、由深孔到浅孔依次进行；立面水平或近似水平裂缝灌浆宜自一端向另一端、由深孔到浅孔依次进行；平面裂缝宜选择通畅性最好的孔开灌，同时由深孔向浅孔、向两端依次进行。

3 当裂缝规模较大时，宜采取分区灌浆。分区方法可采取钻孔封堵、间隔灌浆分割等形式。

4 浆液水灰比应按设计规定执行。设计无明确规定时，可采用2、1、0.6（或0.5）三级。开始宜灌注水灰比为2的浆液，待邻近的灌浆孔出浆后，可改换水灰比为1的浆液；当邻近的灌浆孔排出的浆液水灰比接近1时，可换成水灰比为0.6（或0.5）的浆液灌注。当缝面张开度较大、管路畅通，邻近的灌浆孔排量大于30 L/min时，可直接采用水灰比为1或0.6的浆液开灌。

5 灌浆压力应按设计规定执行。设计无明确规定时，可通过灌浆试验、理论计算或工程类比确定。灌浆过程中应控制灌浆压力和缝面增开度。当压力达不到设计值而缝面增开度达到了设计规定值时，则应以缝面增开度为准限制灌浆压力。灌浆压力的提升可根据注入率情况采取分级升压法或一次升压法。

6 灌浆过程中应定时测试浆液密度，必要时应测试浆液温度。灌注稳定浆液时还应测试浆液粘度。

7 在规定的压力下，当注入率不大于0.1L/min时，继续灌注20min即可结束灌浆。

7.2.5 灌浆结束后应清除灌浆管及临时封缝材料，并修复缝口混凝土面。

7.2.6 灌浆过程中，特殊情况处理应符合下列规定：

1 灌浆压力或注入率突然改变时，应立即查明原因，采取相应的措施处理。

2 发现冒浆、漏浆，应根据具体情况采用嵌缝、表面封堵等处理措施。

3 灌浆注入量大、难以结束时，可根据具体情况选用低压、浓浆、限流、限量、间歇灌浆、灌注速凝浆液等措施处理。

## 7.3 不密实混凝土灌浆

7.3.1 当不密实混凝土范围较大时，宜采取分区灌浆。分区方法可采取钻孔封堵、间隔灌浆分割等形式。

7.3.2 灌浆前，每个灌区宜布置不少于2个孔径大于30mm的取芯检查孔兼灌浆孔，按照DL/T 5148的规定，进行压水或试气试验，压水试验压力宜为0.2～0.3MPa，试气试验压力宜为0.1~0.2MPa。

7.3.3 根据压水或试气试验串通情况，以压水或试气试验的检查孔为圆心，向周边逐步扩大布置其他灌浆孔。

7.3.4所有钻孔均应采用回转机钻孔。

7.3.5 灌浆前，宜利用检查孔，按照DL/T 5010的规定进行弹性波检测，确定不密实的范围。

7.3.6 灌浆时应从畅通性最好的灌浆孔开灌。当不密实区域有多孔互串时，应采取并联灌浆；当不密实区域无串孔时，可采取单孔灌浆。

7.3.7 水泥浆液水灰比应按设计规定执行。设计无明确规定时，可采用1.0、0.8和0. 6 三级灌注，在灌浆通道较为明确畅通情况下，也可采用0.6 或0.5 一级直接灌注。灌浆结束水灰比宜为0.6 或0.5，且宜不大于混凝土的水胶比。浆液因水灰比低而难以灌注时，宜加入适量的减水剂。

7.3.8 灌浆压力应按设计规定执行。设计无明确规定时，宜采用0.2MPa～0.5MPa，或可通过灌浆试验、理论计算或工程类比确定。

7.3.9 在规定的压力下，当注入率不大于0.05 L/min时，继续灌注20min，结束灌浆。

# 8质量检查

## 8.1 一般规定

8.1.1 施工过程中应对灌浆材料和各道工序进行质量检查并记录，对施工中遇到的异常情况，应详细记录并及时反馈。

8.1.2 灌浆施工结束后，应根据灌浆目的和所灌材料的性能适时进行质量检查，检查方法宜按表8.1.1采用。

**表8.1.1 灌浆施工质量检查方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目类别 | 常规检查方法 | 特殊检查方法 | 备注 |
| 水泥灌浆 | 1、钻孔取芯，绘制钻孔柱状图；  2、检查孔压水试验；  3、声波测试。 | 1、芯样物理力学试验；  2、孔内电视录像；  3、弹性模量测试。 | 依据DL/T 5148-2012 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》 |
| 化学灌浆 | 1、钻孔取芯，绘制钻孔柱状图；  2、检查孔压水试验。 | 1、声波、CT测试；  2、芯样物理力学试验；  3、孔内电视录像。 | 依据DL/T 5406-2010 《水工建筑物化学灌浆施工技术规范》 |

8.1.3 质量检查结束后，应对检查孔按技术要求进行灌浆和封孔。

## 8.2 质量检查

8.2.1 原材料检测

1 水泥

1） 通用硅酸盐散装水泥：对同一水泥厂生厂同期出厂的同品种、同强度等级、同一出厂编号的水泥为一验收批，但一验收批的总量不得超过500t，每批抽样检测数量不少于一次。

2）通用硅酸盐袋装水泥：对同一水泥厂生厂同期出厂的同品种、同强度等级、同一出厂编号的水泥为一验收批，但一验收批的总量不得超过200t，每批抽样检测数量不少于一次。

3） 快硬硅酸盐水泥以400t为一批，不足400t也按一批计。

4）灌浆所使用的水泥等级不宜低于42.5，细度为通过80μm方孔筛的筛余量不大于5％。

2 化学灌浆材料

1. 环氧灌浆材料、聚氨酯灌浆材料现场抽检以10t为一批，不足10t时也按一批计；丙烯酸盐材料现场抽检以5t为一批，不足10t时也按一批计；对于不同厂家、不同批次进场的化学灌浆材料分别进行现场抽检，每批抽样检测数量不少于一次。
2. 化灌材料质量现场检验项目应符合表8.2.1的规定。

**表8.2.1 化灌材料质量检验项目**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料类别 | 现场检验项目 | | 备注 |
| 聚氨酯灌浆材料 | 密度、粘度、凝胶时间、包水性、遇水膨胀率等 | | 具体按照JC/T 2041的规定执行 |
| 环氧灌浆材料 | 浆液性能 | 密度、粘度、可操作时间等 | 具体按照JC/T 1041的规定执行 |
| 固化物性能 | 抗压强度、粘结强度、抗渗压力等 |
| 丙烯酸盐材料 | 浆液性能 | 密度、粘度、凝胶时间等 | 具体按照JC/T 2037的规定执行 |
| 固化物性能 | 抗压强度、挤出破坏比降、渗透系数等 |

3） 对于有环保要求部位的化学灌浆材料应做毒性检测，毒性检测方法可按《化学品急性经口毒性试验方法》GB/T 21603规定的检验方法执行。

8.2.2 灌浆检查孔压水试验应在灌浆结束达到材料规定龄期后进行。灌浆检查孔应在分析施工资料的基础上，在下列部位布置：

1 设计要求的部位。

2 具有代表性、结构重要或较薄弱的部位。

3贯穿性裂缝、深层裂缝和对结构整体性影响较大的裂缝部位。

4 结合灌浆资料分析，认为可能对灌浆质量有影响的部位。

8.2.3 检查孔的数量按设计规定执行，设计无明确规定时参照以下标准确定：

1 混凝土内部缺陷应为灌浆孔总数的5％，且一个灌浆区内至少应布置一个检查孔。

2 贯穿性裂缝、深层裂缝和对结构整体性影响较大的裂缝，每条缝至少应布置一个检查孔；其它裂缝、结构缝每100m应布置不少于3个检查孔。

8.2.4 灌浆检查孔宜采用回转式钻机钻取芯样，绘制钻孔柱状图。采取的芯样应全部拍照，重要芯样应长期保留。

8.2.5 检查孔压水试验压力按设计规定执行，当设计无规定时应按照以下规定执行：

1 补强灌浆最大压水压力采用灌浆压力的80%，且不大于1MPa。

2 防渗灌浆最大压水压力采取最大水头压力1.2倍取值，且不小于0.3MPa。

3 检查孔压水试验宜采用单点法，在规定压力下，持续稳压时间20min后结束。

## 8.3 合格标准

8.3.1压水试验合格标准应满足下列要求：经检查孔压水试验检查，各段透水率合格率不小于95％，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。

8.3.2物探声波测试合格标准应满足下列要求：

1、与灌前相比波速值整体提高率不小于为10%；

2、桩基类混凝土声波检测合格标准参照JGJ106-2014的规定执行；

3、由于混凝土骨料的品种、粒径的大小，水泥的品种、用水量和水灰比、龄期对其波速均有影响，所以混凝土强度与声波值对应关系并不是绝对的，可根据工程经验参照不同强度等级混凝土对应声波经验值的表8.3.1进行评判。

**表8.3.1 不同强度等级混凝土对应声波经验值表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 混凝土强度等级 | 声波值（m/s） | 备注 |
| C15 | 2500～3000 |  |
| C20 | 3000～3400 |  |
| C25 | 3400～3700 |  |
| C30 | 3700～4000 |  |
| C40 | 4000～4200 |  |
| C60 | 4200～4300 |  |

# 9 劳动安全与环境保护

## 9.1 一般规定

9.1.1 灌浆施工的劳动安全保护和环境保护，应符合国家相关政策及有关标准的规定。

9.1.2 施工前，应针对施工要求和工作环境，在对危险源进行辨识的基础上，制定相应的劳动安全、环境保护措施及应急预案，并对相关从业人员进行专门培训。

## 9.2 劳动安全

9.2.1 施工现场的供电、供水、施工平台等设施应符合相关安全规定。

9.2.2 化学灌浆应在通风条件良好的环境下进行。在廊道、室内、孔洞内施工时，应设置相应的通风、排风设施。

9.2.3 在廊道等通讯不畅的部位，应设置通讯设施，保持通讯畅通。

9.2.4 化学灌浆工作人员作业时，应穿戴防护工作服、护目镜、防护手套，必要时应戴防毒口罩。

9.2.5 严禁在化学灌浆现场进食或吸烟，不得用丙酮等渗透性强的溶剂清洗皮肤、衣服及饮食器具。

9.2.6 化学灌浆材料应按相关安全规定进行运输，运输人员应了解和掌握所运输的化学灌浆材料的性能、危害特性和发生意外情况时的应急处理措施。

9.2.7 化学灌浆材料应根据材料的种类和性能分类储存，储存仓库或作业场所应设置相应的通风、防火、防泄漏等安全设施。

## 9.3 环境保护

9.3.1 化学灌浆材料宜选择对环境影响小的无毒、无害材料。

9.3.2 灌浆过程中产生的弃浆、废浆及废水等不得随意排放，应集中储存。待灌浆结束后，及时对弃浆、废浆进行胶凝处理，对废弃的包装袋、桶、灌浆管等应按照有关规定进行无害化处理。

# 

# 本规程用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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“按......规定执行”。

# 引用标准名录

下列标准所包含的的条款，通过在本规程中引用而构成本规程的条款。本规程出版时，所示版本均为有效。所有标准随后都会被修改，使用本规程的各方应研究是否可以使用这些标准的最新版本。

《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013

《化学品 急性经口毒性试验方法》GB/T 21603-2008

《通用硅酸盐水泥》GB175-2014

《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL62-2014

《水工建筑物化学灌浆施工规范》DL/T5406-2010

《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》DL/T 5148-2012

《水工混凝土施工规范》DL/T 5144-2015

《水电水利工程物探规程》DL/T 5010-2005

《水工混凝土建筑物修补加固技术规》DL/T 5315-2014

《混凝土结构加固技术规范》CECS 25:90

《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T1041-2007

《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T2037-2010

《聚氨酯灌浆材料》 JC/T2041-2010

**附 录A**

（资料性附录）

混凝土裂缝钻孔孔位布置原则

A.1 混凝土裂缝断面上的孔距和排距

依据化学灌浆浆液在混凝土中的有效扩散半径R，为保证化学浆液在裂缝面上填充密实，按图A.1所示确定混凝土裂缝断面孔距S和排距h。S、h值按照公式(A.1)、式（A.2）计算：

S=R （A.1）

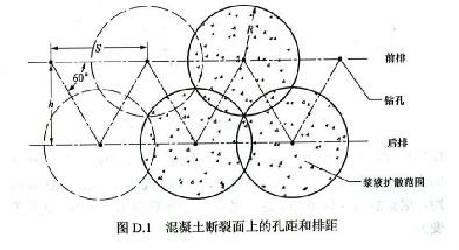
h=3/2R （A.2）

式中：

S----裂缝断面上孔距，m；

h----裂缝断面上排距，m；

R----浆液有效扩散半径，m。



**图A.1 混凝土断裂面上的孔距和排距示意**

A.2 混凝土表面上的孔距和排距

A.2.1 垂直裂缝（裂缝面与混凝土面呈90°），如图A.2、A.3所示，混凝土表面钻孔孔距和排距按式（A.3）、式（A.4）计算：

S1=S=R （A.3）

h1=h/tanα=3R/2tanα （A.4）

式中：

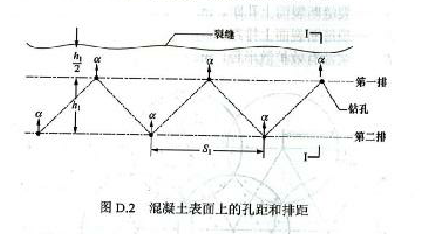
S1----混凝土表面上的孔距，m；

h1----混凝土表面上的排距，m；

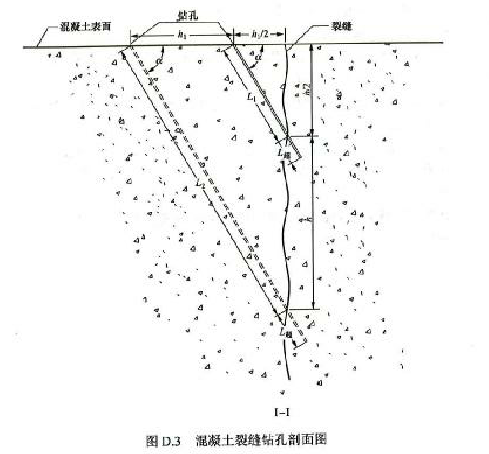
R----浆液有效扩散半径，m；

α----灌浆钻孔倾角，（°）。

注：第一排孔位距裂缝开口线的距离应等于h1/2。



**图A.2 混凝土表面上的孔距和排距示意**



**图A.3 混凝土裂缝钻孔剖面图**

A.2.2 斜缝（裂缝面与混凝土表面夹角不等于90°）时，断裂面上的孔距和排距仍按照A.1确定，混凝土表面钻孔的孔距和排距，根据斜缝实际倾角，通过数学方法求出（其中孔距不变）。

A.3 钻孔孔深

A.3.1 混凝土垂直裂缝钻孔孔深（如图A.3所示）按式（A.5）计算

Ln=（n-1/2）h/sinα+L超=3（n-1/2）R/2sinα+L超 (A.5)

式中：

Ln----第n排孔深（n=1、2...），m；

R----浆液有效扩散半径，m；

α----灌浆钻孔倾角，（°）；

L超----孔深超深值（0.5～1.5m，孔越深，孔超深值越大）；

n----系数（排数，n=2、3...）。

A.3.2 混凝土斜缝钻孔孔深，应根据斜缝实际倾角，通过数学方法计算求出。

A.4 混凝土表面上的钻孔孔距应与混凝土断裂面上的孔距相同，钻孔时应保证钻杆在混凝土表面上的投影线与混凝土裂缝开口线垂直（90°）。

A.5 混凝土表面钻孔时的后排孔位应在前排相邻两孔连线中点的垂线上。

**附 录B**

（规范性附录）

灌浆工程压水试验

B.1 压水试验的设备和仪表：可使用水泥灌浆施工所用的设备和仪表，但应保证足够的精度和适宜的标值范围。

B.2 压水试验的方法采用一级压力的单点法。

B.3 压水试验的压力可根据工程具体情况和地质条件确定。压水压力应符合6.2.3规定。

B.4 压入流量的稳定标准：在稳定的压力下，宜每5min测读一次压入流量，连续4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。

B.5 单点法实验成果的计算方法完善。

# 附 录C

（资料性附录）

裂缝化学灌浆施工工艺流程及操作要点

施工准备

裂缝清查及描述

表面清理

钻 孔

洗 缝

埋（贴）灌浆嘴

化学灌浆

质量检查

表面处理

压水压风检查

异 常 情 况 处 理

**裂缝化学灌浆施工工艺流程图**

封 缝

C.2 操作要点

C.2.1 施工准备

施工准备工作主要包括施工现场风、水、电系统的布置，以及脚手架或排架的搭设等。

C.2.2 裂缝清查及描述

施工准备工作完成后，应对裂缝进行全面清查和描述。并根据裂缝的深度，将其划分为表层裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝等类别。

C.2.3 表面清理

对有裂缝的混凝土表面采用打磨等方法进行清理，以去除表面浮灰、水泥浮浆、油垢等污物。清理范围为裂缝两侧各0.2m、裂缝两端各延伸1m。

C.2.4 钻孔

按照设计要求采用回转取芯钻机钻孔。钻孔完毕后，将水管插入孔底，采用清水进行冲孔，冲孔时孔口敞开，待回清水后即可结束。

C.2.5 洗缝

裂缝一般采用洁净的压缩风、水冲洗，冲洗效果较差时，可采用洗缝剂清洗。

C.2.6 埋（贴）灌浆嘴

待缝面和灌浆孔冲洗干净后，在灌浆孔内埋设（贴）灌浆嘴。

C.2.7 封缝

灌浆嘴埋入后，宜使用环氧胶泥封缝。对于不凿槽裂缝，先沿裂缝刷一道环氧树脂基液，后抹一层厚1mm、宽20~30mm的环氧胶泥；对于凿槽裂缝，可先于槽面上刷一层环氧树脂浆液，然后再嵌填环氧胶泥（亦可嵌填水泥砂浆）。

C.2.8 压水压风检查

待嵌缝材料凝固且有一定强度后，采用压水或压风等检查方式，对裂缝畅通情况及封缝效果进行检查。对于检查发现的异常情况应及时采取处理措施。

C.2.9 化学灌浆

化学灌浆按照本规程的有关规定执行。

C2.10 质量检查

灌后质量检查按照本规程的有关规定执行。

C2.11 表面处理。

灌浆工程结束后，应对埋管（嘴）进行割除、打磨，并对裂缝表面抹平。

**附 录D**

（资料性附录）

施工记录汇总表

混凝土结构工程防水加固灌浆施工记录和成果资料表因各工程情况不一，表格样式及内容也不尽相同，现列出下列常用的主要表格样式。

D.1混凝土裂缝、结构缝缝面描述表

D.2混凝土裂缝、结构缝压水检查记录表

D.3混凝土裂缝、结构缝准灌证

D.4混凝土裂缝、结构缝化学灌浆记录表

D.5化学灌浆单孔灌浆成果表

D.6单元工程检查验收申请表

D.7混凝土裂缝、结构缝单元工程质量等级评定表

D.8混凝土裂缝、结构缝打磨及钻孔工序评定表

D.9混凝土裂缝、结构缝洗缝封缝评定表

D.10混凝土裂缝、结构缝灌浆质量等级评定表

D.11混凝土裂缝、结构缝取芯评定表

**表D.1 混凝土裂缝、结构缝缝面统计表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 裂 缝 编 号 | | |  | | | 裂 缝 部 位 | | |  | | | | |
| 裂 缝 长 度 | | |  | | | 裂缝埋管封缝日期 | | | 年 月 日 | | | | |
| 报 验 工 序 | | |  | | | 裂缝类型 | | |  | | 裂缝宽度 | mm | |
| 裂 缝 表 面 清 理 检 查 | | | | | | | | | | | | | |
| 检 查 项 目 | | | | 要 求 | | | | 自检结果 | | 复检结果 | | | 备 注 |
| 1 | 裂缝、结构缝长度（m） | | | 钢卷尺测量 | | | |  | |  | | |  |
| 2 | 裂缝、结构缝渗水情况 | | | 外观检查 | | | |  | |  | | |  |
| 3 | 裂缝、结构缝）平均缝宽 | | | 塞尺、测缝仪（mm） | | | |  | |  | | |  |
| 裂缝、结构缝 检查 结 论及处理工艺 | | | | 裂缝、结构缝总长： m。处理工艺：按 类缝处理。 | | | | | | | | | |
| 裂缝描述图 | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| 施  工  单  位 | | 记录：  复检：  终检： | | | 监  理  单  位 | | 监理工程师： | | | | | | |

**表D.2 混凝土裂缝、结构缝压水检查记录表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | | |  | | | | | 工 程 部 位 | | |  | | | | | |
| 裂缝（结构缝） 编 号 | | |  | | | | | 裂缝（结构缝） 桩 号 | | |  | | | | | |
| 裂缝（结构缝） 长 度 | | | m | | | 缝 宽 | | mm | | | 灌浆日期 | | | | 年 月 日 | |
| 序号 | | 压水起止时间 | | | 压力（MPa） | | | 注水量（kg） | | | | | | 备注 | | |
| 1 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 2 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 3 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 4 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 5 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 6 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 7 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 8 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 9 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 10 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 11 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 12 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 13 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 14 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 15 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 16 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 17 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 18 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 19 | |  | | |  | | |  | | | | | |  | | |
| 化学灌浆情况说 明 | 灌浆嘴数量（个） | | |  | | | | | 压水时间（分） | | |  | | | | |
| 总压水量（kg） | | |  | | | | | 压水压力（MPa） | | |  | | | | |
| 材料名称 | | |  | | | | | | | | | | | | |
| 其 他 | | |  | | | | | | | | | | | | |
| 签  证  记  录 | 施 工 单 位 | | | 记录 |  | | 复检 | | |  | | | 终检 | | |  |
| 监 理 单 位 | | | 年 月 日 | | | | | | | | | | | | |

**表D.3 混凝土裂缝、结构缝准灌证登记表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 裂 缝 编 号 | |  | | 裂 缝 部 位 |  | | | |
| 裂 缝 长 度 | | m | | 裂缝签证日期 | 年 月 日 | | | |
| 报 验 工 序 | | 裂 缝 准 灌 证 | | 裂缝类型 |  | 裂缝宽度 | mm | |
| 裂 缝 处 理 已 完 成 工 序 | | | | | | | | |
| 检 查 项 目 | | | 检查结果 | | | | | 备 注 |
| 1 | 裂缝形状描述 | |  | | | | |  |
| 2 | 缝面打磨 | |  | | | | |  |
| 3 | 灌浆嘴安装 | |  | | | | |  |
| 4 | 钻止浆孔 | |  | | | | |  |
| 5 | 洗缝 | |  | | | | |  |
| 6 | 一次封缝及压风检查 | |  | | | | |  |
| 7 | 特殊情况处理 | |  | | | | |  |
| 本工程部位化学灌浆前各项工序作业已经完成，经自检合格，申请进行混凝土裂缝、结构缝化学灌浆作业。    质检员签名：  年 月 日 | | | | | | | | |
| 本工程部位化学灌浆前各工序作业已经验收合格，同意进行混凝土裂缝、结构缝化学灌浆作业。  监理单位：  监理工程师：  签证时间： 年 月 日 | | | | | | | | |
| 备注： 混凝土裂缝、结构缝化学灌浆准灌证在 年 月 日前开灌有效，逾时未能开灌，本证作废。 | | | | | | | | |

**表D.4 混凝土裂缝、结构缝化学灌浆记录表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | | |  | | | | | | 工 程 部 位 | | |  | | | | | |
| 裂缝（结构缝） 编号 | | |  | | | | | | 裂缝（结构缝） 桩号 | | |  | | | | | |
| 裂缝（变形)  长度 | | | m | | | | 缝 宽 | | mm | | | 灌浆日期 | | | 年 月 日 | | |
| 序号 | | 灌浆起止时间 | | | 压力（MPa） | | | | 注浆量（kg） | | | 配合比（A:B） | | | 备 注 | | |
| 1 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 2 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 3 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 4 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 5 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 6 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 7 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 8 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 9 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 10 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 11 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 12 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 13 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 14 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 15 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 16 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 17 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 18 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 19 | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 化学灌浆情况说明 | 灌浆嘴（个） | | |  | | | 注浆时间（分） | | | |  | | 最高压力（MPa） | | | |  |
| 总灌浆量（kg） | | |  | | | 单位注入量（kg/m） | | | |  | |  | | | |  |
| 材料名称 | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| 其 他 | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| 签  证  记  录 | 施 工 单 位 | | | 记录 | |  | | 复检 | |  | | | | 终检 | |  | |
| 监 理 单 位 | | | 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | |

**表D.5 化学灌浆单孔灌浆统计表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位工程 | | |  | | | | | | | 工程部位 | | | |  | | | | | | 日期 | |  | | | | |  |
| 孔 号 | 孔径 | 孔深 | 钻 孔 角 度 | | 钢 筋 | | 射浆 管 | | 稳 定 流 量 (L/min) | 物 探 成 果 | | 浆液配比 | | 浆液温度( ℃) | | 灌 浆 时 间 | | | 灌浆压力 (MPa) | 注入率(L/min) | | 浆 材 耗 量 (L) | | | | | 备备注 |
| 顶角 | 方位角 | 直径 (mm) | 长度 (m) | 直径 (mm) | 长度 (m) | 位 置 (m) | 缝 宽 (mm) | A液 | B液 | 最大 | 最小 | 开始 | 终止 | 纯灌 | 开 始 | 终 止 | 缝 面 注入量 | 弃浆量 | 管占量 | 孔占量 | 总用量 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**统计： 校核：**

**表D.6 单元工程检查验收申请表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位工程名称 | |  | | 合同编号 |  |
| 分部工程称 | |  | | 单元工程名称 |  |
| 施工依据 | |  | | | |
| 起止桩号及高程 | |  | | 单元工程量 |  |
| 监理单位：  本单元工程已经根据设计要求与有关质量标准，于 年 月 日完工，并通过本单位自检合格，具备单元验收条件。 请于年 月 日 时组织进行现场检查验收。  施工单位质检签字：  （盖章）  年 月 日 | | | | | |
| 随  报  资  料 | 序号 | | 资 料 名 称 | | |
| 1 | | 混凝土裂缝、结构缝单元工程质量等级评定表 | | |
| 2 | | 混凝土裂缝、结构缝缝面描述表 | | |
| 3 | | 混凝土裂缝、结构缝打磨及钻孔工序评定表 | | |
| 4 | | 混凝土裂缝、结构缝洗缝及一次封缝评定表 | | |
| 5 | | 混凝土裂缝、结构缝准灌证 | | |
| 6 | | 混凝土裂缝、结构缝化学灌浆记录表 | | |
| 7 | | 混凝土裂缝、结构缝灌浆质量等级评定表 | | |
| 8 | | 混凝土裂缝、结构缝二次封缝评定表 | | |
| 9 | | 混凝土裂缝、结构缝取芯评定表 | | |
| 10 | | 混凝土裂缝、结构缝压水检查记录表 | | |
| 监  理  审  查  意  见 | 收到本申请表时间： 年 月 日 时  签字： | | | | |

说明：本申请表一式二份报监理单位，监理签署意见后返回施工单位一份。

**表D.7 混凝土裂缝、结构缝单元工程质量等级评定表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位工程名称 | |  | | | 分部工程名称 | | |  | |
| 单元工程名称 | |  | | | 工程部位 | | |  | |
| 单元工程量 | |  | | | 评定日期 | | | 年 月 日 | |
| 检 查 项 目 | | | | | | 质量等级 | | | |
| 1 | 缝面打磨 | | | 次控项目 | |  | | | |
| 2 | 灌浆嘴安装 | | | 次控项目 | |  | | | |
| 3 | 钻止浆孔 | | | 次控项目 | |  | | | |
| 4 | 洗缝 | | | 主控项目 | |  | | | |
| 5 | 封缝及压风检查 | | | 次控项目 | |  | | | |
| 6 | 化学灌浆 | | | 主控项目 | |  | | | |
| 7 | 质量检查 | | | 主控项目 | |  | | | |
| 施  工  单  位 | 自检结果 | | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | | | 监  理  单  位 | 检查结果 | | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 |
| 评定等级 | |  | | | 评定等级 | |  |
| 质检负责人：  年 月 日 | | | | | 监理工程师：  年 月 日 | | |

**表D.8 混凝土裂缝、结构缝打磨及钻孔工序评定表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | | |  | | | | 工 程 部 位 | | |  | | | |
| 施 工 缝 编 号  （结构缝） | | |  | | | | 施 工 缝 桩 号  （结构缝） | | |  | | | |
| 报 验 工 序 | | | 灌前准备 | | | | 检 查 日 期 | | | 年 月 日 | | | |
| 施 工 缝 （ 变 形 缝 ） 检 查 | | | | | | | | | | | | | |
| 检 查 项 目 | | | | 要 求 | | 允许偏差 | | | 总检查  点数 | | 合格  点数 | 合格率% | 质量等级 |
| 1 | 裂缝表面打磨 | | | 沿裂缝两侧各10cm打磨1~1.5mm | | ±0.2mm | | |  | |  |  |  |
| 2 | 灌浆嘴安装 | | | 距缝8cm | | ±1cm | | |  | |  |  |  |
| 孔深13cm | | ±2cm | | |  | |  |  |
| 与底板成45°角 | | ±3° | | |  | |  |  |
| 孔距30cm | | ±4cm | | |  | |  |  |
| 3 | 止浆孔 | | | 边墙与底板交接处止浆孔，孔径Φ50mm孔深15cm，与底板成45°角 | | ±2cm，±3° | | |  | |  |  |  |
| 边墙与顶拱交接处止浆孔，孔径Φ50mm孔深15cm，与边墙垂直 | | ±2cm，±3° | | |  | |  |  |
| 孔内使用环氧砂浆填充密实 | |  | | |  | |  |  |
| 施  工  单  位 | 自检结果 | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | | | 监  理  单  位 | | | 检查结果 | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | | | | |
| 初检：  复检：  终检： | | | | 监理工程师： | | | | | |

**表D.9 混凝土裂缝、结构缝洗缝封缝评定表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | |  | | | | 工 程 部 位 | | |  | |
| 施 工 缝 编  （结构缝） | |  | | | | 施 工 缝 桩 号  （结构缝） | | |  | |
| 报 验 工 序 | | 洗缝及一次封缝 | | | | 检 查 日 期 | | | 年 月 日 | |
| 施 工 缝 （ 变 形 缝 ） 检 查 | | | | | | | | | | |
| 检 查 项 目 | | | | 要 求 | | | | | 检查结果 | 质量等级 |
| 1 | 缝面清洗 | | | 采用灌浆泵由灌浆孔进行压水洗缝，直到排气孔及缝面返清水，即可。 | | | | |  |  |
| 2 | 一次封缝 | | | 采用环氧胶泥封闭缝面 | | | | |  |  |
| 3 | 压气检查 | | | 试气压力0.1~0.2MPa | | | | |  |  |
| 在裂缝封缝部位不漏气 | | | | |
| 灌浆嘴、返浆孔、透气孔通透性 | | | | |
| 施  工  单  位 | 自检结果 | | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | | 监  理  单  位 | | 检查结果 | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | | |
| 初检：  复检：  终检： | | | | 监理工程师： | | | |

**表D.10 混凝土裂缝、结构缝灌浆质量等级评定表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | |  | | 工 程 部 位 | | |  | | | | | |
| 裂缝（结构缝）部 位 | |  | | 裂缝（结构缝）  编 号 | | |  | | | | | |
| 裂缝（结构缝）长 度 | | m | | 日期 | | | 年　 月 　 日 | | | | | |
| 报验工序 | | 灌浆质量 | | 裂缝（结构缝）类型 | | |  | | | 缝宽 | | mm |
| 施 工 缝 （变 形 缝）灌浆质量检查 | | | | | | | | | | | | |
| 检 查 项 目 | | | 要 求 | | | 总检查  点数 | | 合格  点数 | 合格率% | | 质量等级 | |
| 1 | 浆材配比 | | 环氧材料HK-G-2，配比A:B=5：1 | | |  | |  |  | |  | |
| 2 | 灌浆压力 | | 灌浆过程中压力为0.1~0.2MPa | | |  | |  |  | |  | |
| 3 | 漏浆情况 | | 灌浆过程中无浆液渗漏 | | |  | |  |  | |  | |
| 4 | 返浆情况 | | 返浆孔返浆流畅，浆液饱满 | | |  | |  |  | |  | |
| 施工单位 | 自检结果 | | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | |  | 检查结果 | | 工序质量全部合格，其中  工序优良。 | | | | |
| 初检：  复检：  终检： | | | | 监理工程师： | | | | | | |

**表D.11 混凝土裂缝、结构缝取芯评定表**

施工单位： 合同编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | |  | | | 工 程 部 位 | | |  | | | | | | |
| 裂缝（结构缝） 部 位 | |  | | | 裂缝（结构缝）  编 号 | | |  | | | | | | |
| 裂缝（结构缝） 长 度 | | m | | | 缝表面清理日期 | | | 年　 月 　 日 | | | | | | |
| 报 验 工 序 | | 裂缝（结构缝）灌后处理 | | | 裂缝（结构缝）类型 | | |  | | | 缝宽 | | | mm |
| 施 工 缝 （变 形 缝）取 芯 结 果 检 查 | | | | | | | | | | | | | | |
| 检 查 项 目 | | | 要 求 | | | | | | 检查结果 | | | | 备 注 | |
| 1 | 芯样外观 | | 要求浆液饱满，与裂缝结合密实，无明显气泡和空洞 | | | | | |  | | | |  | |
| 签 证 记 录 | 取芯成果  （图片资料） | |  | | | | | | | | | | | |
| 施　工　单　位 | | 初检 |  | | 复检 |  | | | 终检 | |  | | |
| 监 理 单 位 | | 年 月 日 | | | | | | | | | | | |

中国工程建设标准化协会标准

**混凝土结构工程防水加固灌浆技术规程**

**CECS XXX：2017**

# 条 文 说 明

**混凝土结构工程防水加固灌浆技术规程**

**（征求意见稿）**

**编 制 说 明**

**一、编制目的**

混凝土结构工程防水加固灌浆技术在工程项目中都有广泛的运用，随着科技的不断进步，新材料、新工艺和新设备在混凝土结构防水加固灌浆的施工中不断的被运用。现急需新的技术规程来统一设计、材料和施工**。**

**二、编制依据**

根据中国工程建设标准会协会“关于印发《2016年第一批工程建设协会标准制定、修订计划》的通知”文件的相关精神，确定了以瑞派尔（宜昌）科技集团有限责任公司和中国葛洲坝集团三峡建设工程有限公司为主编单位，并邀请了其他十余家单位和个人共同编写本规范。标准编制遵循“科学性、实用性、统一性、规范性”的原则，在依据现有的规范同时，根据各个单位和专家在施工过程中总结的经验编写了此规范。

**三、编写过程**

2016年5月25日中国工程建设标准协会批复标准编制开始，两家主编单位就开始积极筹措，向国内混凝土结构防水加固灌浆领域有实力的单位和专家发出邀请参与标准的编写。2016年7月25日在宜昌召开第一编制会议会，与会的各个专家讨论确定了编制的框架，并划分相应的任务。2017年4月25～26日召开第二次编制会议，这次会议对编写的初稿做出了讨论和修改最终确定了征求意见稿的框架。

**四、工程应用**

在四川省大渡河长河坝水电站、湖北省利川市杨东河水电站、甘肃省陇南白龙江锦屏水电站、四川省大渡河黄金坪水电站等工程施工中检验了规范的合理性和科学性。

**目 次**

[1 总则 54](#_Toc485277920)

[3 基本规定 55](#_Toc485277921)

[4 灌浆设计 57](#_Toc485277922)

[4.1 一般规定 57](#_Toc485277923)

[4.2 水泥灌浆 57](#_Toc485277924)

[4.3 化学灌浆 57](#_Toc485277925)

[4.4 复合灌浆 58](#_Toc485277926)

[5 灌浆材料、灌浆设备与制浆 59](#_Toc485277927)

[5.1 一般规定 59](#_Toc485277928)

[5.2 水泥灌浆材料 59](#_Toc485277929)

[5.3 化学灌浆材料 60](#_Toc485277930)

[5.4 辅助材料 62](#_Toc485277931)

[5.5 灌浆设备 63](#_Toc485277932)

[5.6 制浆 63](#_Toc485277933)

[6 化学灌浆施工 64](#_Toc485277934)

[6.1 一般规定 64](#_Toc485277935)

[6.2 裂缝、层间缝 64](#_Toc485277936)

[6.3 结构缝灌浆 70](#_Toc485277937)

[7 水泥灌浆 71](#_Toc485277938)

[7.1 一般规定 71](#_Toc485277939)

[7.2 裂缝、层间缝、结构缝灌浆 71](#_Toc485277940)

[7.3 不密实混凝土灌浆 71](#_Toc485277941)

[8 质量检查 73](#_Toc485277942)

[8.1 一般规定 73](#_Toc485277943)

[8.2 质量检查 73](#_Toc485277944)

[8.3 合格标准 74](#_Toc485277945)

[9 劳动安全与环境保护 75](#_Toc485277946)

[9.1 一般规定 75](#_Toc485277947)

[9.2 劳动安全 75](#_Toc485277948)

[9.3 环境保护 76](#_Toc485277949)

**1 总则**

1.0.1 目前，防水加固灌浆工程中采用的灌浆材料有两类，一类是固粒灌浆材料，另一类是化学灌浆材料。在固粒灌浆材料中，使用最多、最广的是水泥材料；而化学灌浆材料为真溶液，不含固体颗粒，可灌性极好，可解决许多水泥灌浆材料无法和难以解决的复杂技术难题，在建筑工程领域得到了广泛应用。

为使水泥灌浆材料和化学灌浆材料在工程设计、施工和使用中做到工艺先进、经济合理、安全环保，满足设计要求，制定本规程具有十分重要的意义。

1.0.2本条限定了本规程的适用范围。

1.0.3 本条阐明本规程与其他标准的关系。

# 3基本规定

3.0.1 进行现场灌浆试验，有利于验证相应的设计灌浆参数，确定适宜的施工工艺，减少施工过程中的不确定因素，对以后的灌浆工程具有重要的指导作用，因此在选定了灌浆材料后，应选择具有代表性的部位进行现场灌浆试验。

试验部位的“代表性”，系指相类似的受灌体。如类似的地质条件；类似的混凝土裂缝；类似的堵漏条件等。

3.0.2 灌浆是一项专门的技术，广泛用于工程建设中。目前，防水加固灌浆工程中常用的灌浆材料主要是水泥灌浆材料和化学灌浆材料两类。

化学灌浆材料品种很多，分类方法也很多，本规程按照灌浆目的将其分为两大类，一是防渗堵漏类，如水玻璃、丙烯酸盐、水溶性聚氨酯、弹性聚氨酯和木质素浆等；二是加固补强类，如环氧树脂、甲基丙烯酸甲脂、非水溶性聚氨酯浆等。实际应用最多的是水玻璃、聚氨酯和环氧树脂浆材。由于每种化学灌浆材料都有一定的独特性能，使用的针对性强，故应按建设工程受灌体的处理要求和灌浆目的加以选用。随着社会化分工的细化，化学灌浆材料一般都在工厂生产，产品质量可控，因此工程中应采用具有资质的专业工厂生产、经过出厂检验合格、性能可靠的定型产品。如果施工单位购买原料在现场自行配制，一方面增加了施工的复杂性和不确定性，另一方面材料的性能不易得到保证，配制的浆液性能指标往往难以满足相关规范要求，因此不得使用原料现场自行配制。

3.0.3 连续灌浆施工作业是保证灌浆质量的必要条件，因此灌浆现场的供风、供水、供电等设施必须可靠，必要时应设置备用设施。

3.0.4 灌浆材料的性能指标是否真实、稳定，与计量器具的精确度有密切关系，因此计量器具的精度要高，称量应准确，才能确保施工质量，为此必须定期进行校验或检定计量器具。校验，是指对所使用的自制、专用和非强制检定的通用计量、检测器具，按照规定的标准和方法检查其性能是否符合规定的要求。检定，即计量检定，是指为评定计量器具的计量性能，确定其是否合格所进行的全部工作。计量检定必须按照国家计量检定系统表进行，必须执行计量检定规程。根据中华人民共和国计量法，施工企业所使用的大部分计量器具不在强制检定范围内，可以由企业自行校验。

3.0.5 职业健康安全和环境保护措施，是建设工程不可缺失的重要环节。化学灌浆材料属于有机化学物质，具有易燃易爆、易挥发、低毒性、有异味等特点，因此制定职业健康安全和环境保护措施十分必要。

同时，化学灌浆材料生产厂家应制定产品的材料安全说明书（MSDS），主要内容应包括：产品信息及制造企业信息、危害鉴定、成分信息、急救措施、消防措施、泄露措施、搬运和储存、暴露控制、理化特性、毒理学信息、生态毒理学、信息、废弃物处置措施、运输信息、法规信息及其它信息，使用时妥善的职业健康安全信息和环境保护信息。

对从事化学灌浆施工的人员，应进行专门培训，合格后方可上岗。培训的主要内容有：不同灌浆材料的物理性能、配浆常识、施工工艺与方法、设备性能与使用维护保养、施工质量检测项目与方法、施工过程全信息资料记录与整理，以及职业健康安全、环境保护措施等。

3.0.6 施工记录是分析评价工程质量的重要依据，因此必须由专人在现场随着施工的进行及时、准确、真实、齐全、清晰的记录，不允许事后回忆补充记录或随意编造。

3.0.7 为促进灌浆技术创新发展，明确规定了经实践检验和论证的新技术、新工艺、新材料、新设备等，在在保证工程质量、满足环保和使用要求的前提下，可应用于建设工程化学灌浆工程施工中。

**4 灌浆设计**

## 4.1 一般规定

4.1.4 水泥在水化过程中要释放出一定的热量，而大体积混凝土结构断面较厚，表面系数相对较小，所以水泥发生的热量聚集在结构内部不易散失。这样混凝土内部的水化热无法及时散发出去。混凝土入模温度低，所以内部最高温度较低，与表面温差的要求，容易控制。温差得到控制，就可以避免产生裂纹。

4.1.5避免灌浆过程产生劈裂、抬动等有害变形，并防止对排水系统、电缆管线等内部设施造成堵塞和损坏。

## 4.2 水泥灌浆

4.2.1 由于水泥的颗粒细度决定了它不能渗透到细小的缝隙所以只适合用大缝隙和大规模的缺陷的灌浆。一般情况下，浆材最大粒径应不大于最小通过宽度的1/5。，

4.2.2 水泥灌浆材料具有经济、耐久、与混凝土材料变形性能相近的特点，其线膨胀系数与结构母体混凝土更加接近。

4.2.4 注浆压力是给予浆液扩散充填、压实的能量。保证注浆质量的前提下，压力越大，扩散的距离越大，有助于提高结实强度；但当压力超过受注结构的自重和强度时，可能导致结构的破坏。浆液在受注层中渗透、扩散、充填和挤密等方式，渗透驱走松散颗粒间的水分和空气后并填充其位置，经过一定的时间后(5-8min)，浆液由松散胶结成一个整体。在压力、注入率、持续时间满足要求的允许范围内延长施加压力的时间，更利于浆液的泌水压密。

## 4.3 化学灌浆

4.3.1化学灌浆液属真溶液浆材，不含固体颗粒，因此可灌性好。其种类多性能指标选择范围大。但其中高分子化合物在暴露环境下容易发生老化反应。

4.3.3隔水剂一般采用具有憎水性的油性溶液或灌浆主材的溶剂，与水不发生反应，也不影响主材性能，灌浆过程中起分隔水和主材浆液的作用，达到延长凝胶时间的目的。

## 4.4 复合灌浆

4.4.2对于复杂混凝土缺陷、基岩局部软弱单纯采用纯水泥灌浆已不能完全满足设计要求,而全部采用化学灌浆工艺又容易受到工程造价、施工环境条件等因素的限制,因此采用水泥化学复合灌浆方法是一种比较好的选择。水泥灌浆的作用主要是充填较大的岩石裂隙,封闭灌浆处理区域,为后续化学灌浆提供较好的地质施工条件,减少化学灌浆材料的消耗;作为水泥灌浆的补充,化学灌浆进一步填充微细裂隙,使地层防渗能力和力学性能满足工程设计要求。

4.4.3由于化学灌浆材料的固结受多种因数的影响如环境温度、配浆量以及添加剂的用量，所在灌浆前应该做实验来验证灌浆方案的合理性

# 5 灌浆材料、灌浆设备与制浆

## 5.1 一般规定

5.1.1 目前国内生产水泥基灌浆材料和化学灌浆材料的厂家有很多，品类也较齐全，但如果参照标准、试验方法、指标高低的不同,会给施工单位在实际选用中带来诸多不便,因此国家逐步制定各种灌浆材料的技术标准。这些标准的发布规范了灌浆材料的质量标准和检验方法，对灌浆的施工具有指导意义。凡是已有国家标准或行业标准的，首先必须按照标准执行，如有特殊情况的或无标准可循的,可根据工程实际需要，由设计提出相应的技术要求，由具有检验资质的检验机构检验合格后方能在工程中使用。

5.1.2 水泥是多种单氧化合物的混合物,曝露在空气中的水泥会和空气中的氧原子和水气发生化学反应,改变了原油分子结构，降低了原有的胶结能力，影响设计配比的强度。

5.1.3 化学灌浆材料常含有各类溶剂及助剂，其中部分为易燃物质，因此应密封保存在阴凉处，并做好消防措施。

## 5.2 水泥灌浆材料

5.2.1 水泥按性能和用途可以分为下面三种：通用水泥、专用水泥、特性水泥

1通用水泥， 一般土木建筑工程通常采用的水泥。通用水泥主要是指：GB 175-2007规定的六大类水泥，即硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。

硅酸盐水泥是由熟料0%～5%的石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，具有早期强度及后期强度都较高，在低温下强度增长比其他种类的水泥快，抗冻、耐磨性都好，但水化热较高，抗腐蚀性较差；普通硅酸盐水泥是硅酸盐水泥熟料6％～15％的石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，早期强度比硅酸盐水泥稍低，其他性能接近硅酸盐水泥；矿渣硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料和20％～70％粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，早期强度较低，在低温环境中强度增长较慢，但后期强度增长较快，水化热较低，抗硫酸盐侵蚀性较好，耐热性较好，低干缩变形较大，析水性较大，耐磨性较差；火山灰质硅酸盐水泥是硅酸盐水泥熟料和20％ ～50％火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成，早期强度较低，在低温环境中强 度增长较慢，在高温潮湿环境中（如蒸汽养护）强度增长较快，水化热较低，抗硫酸盐侵蚀性较好，但干缩变形较大，析水性较大，耐磨性较差；粉煤灰硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料和20％～40％粉煤灰、适量石膏磨细制成早期强度较低，水化热比火山灰水泥还低，和易性好，抗腐蚀性好，干缩性也较小，但抗冻、耐磨性较差；复合硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料15％~50%两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，介于普通水泥与火山灰水泥，矿渣水泥以及粉煤灰水泥性能之间，当复掺混合材料较少（小于20%）时，它的性能与普通水泥相似，随着混合材料复掺量的增加，性能也趋向所掺混合材料的水泥。

2专用水泥，专门用途的水泥。如：G级油井水泥，道路硅酸盐水泥。

3特性水泥，某种性能比较突出的水泥。如：快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥。

5.2.4细水泥浆液：系指干磨细水泥浆液、湿磨水泥浆液和超细水泥浆液；稳定浆液：系指掺有少量稳定剂，2h内析水率不大于5%的水泥浆液；混合浆液：系指掺有掺合料的水泥浆液；膏状浆液：系指初始塑性屈服强度大于50Pa的混合浆液。

## 5.3 化学灌浆材料

5.3.2环氧树脂是使用最广泛的化学物质之一，其特点是结构中含有环氧基团，能与活性基团反应，生成稳定的高分子机构。

1由于环氧树脂强度高、收缩小、粘接力强、耐老化性能好的特点，因此常用于混凝土结构和地基基础的补强、加固与防渗处理。

2环氧灌浆材料一般分成主剂和固化剂，按规定比例配制后进行灌浆。固化速度受许多因数影响,比如温度条件、一次配浆量的多少、固化剂用量的多少等,所以需要在现场进行配合比试验以确定最佳的配合比。并且可以通过添加促进剂来调整反应速度,以满足灌浆的需要。

3环氧灌浆材料虽然可通过添加促进剂来调节固化时间,但固化时间相比其他灌浆材料仍然比较长,因此在有流水的施工条件下,不宣采用环氧灌浆材料。

5.3.3 聚氨酯化学灌浆材料是应用非常普遍的一种材料,它因为结构中含有聚氨酯甲酸酯而得名。聚氨酯灌浆材料主剂是多异氰酸酯与多羟基化合物制备的预聚体,由于分子结构两端有游离的【NCO】,它能与水或固化剂反应形成不溶子水、具有一定弹性或强度的固结体,聚氨酯灌浆材料根据其性状不同,可分为水溶性(或称亲水型)、油溶性(或称疏水型)两类。

1水溶性聚氨酯灌浆材料因为与水混合后会快速的乳化、分散，进而胶凝固化与水形成凝胶体,所以常常用于大流量的快速堵水与潮湿裂缝的防渗处理。水溶性聚氨酯灌浆材料与水形成凝胶体的能力称为包水性能,它有两种表达方法:包水性和包水量。包水性是指与固定倍数水混合后形成凝胶体的时间,重在反映其包水的速度,时间越短,包水性越强；包水量是指一份聚氨酯灌浆材料与水形成凝胶体的最大用水量,重在反映包水的数量,数值越大,包水能力越强。

2油溶性聚氨酯灌浆材料与水不相容,只能溶于有机溶剂,并与水或其他活性氢基团反应而固化,其反应速度较快,形成的固结体一般强度较高,因此既可用于防渗堵漏,亦可用于补强加固工程。

3由于变形缝、结构缝要经受反复的张拉变形,在防渗处理的时候因此多采用聚氨酯灌浆材料，它具有较好的弹性,能满足变形要求。

4聚氨酯灌浆材料的固化工作原理是和水或含羟基化合物反应生成大分子,故聚氨酯灌浆材料保存和配制过程中应与水或含羟基化合物隔离,否则将会引起反应,导致浆液黏度变稠,影响灌浆效果。包装桶一旦开封应尽快用完，如果有潮湿空气进入,将会与灌浆材料反应使其变稠影响使用。

5.3.4丙烯酸盐灌浆材料常用于铁道、水利、地下建筑的防渗堵漏，软弱地层的基础稳定处理以及钻孔扩壁等方面。丙烯酸盐灌浆材料采用氧化还原引发系统,其固化速度受引发剂、促进剂的浓度影响,固化时间可以控制在几分钟至几十分钟内。由于其固化速度快,宜采用双液法进行灌浆。

5.3.5水玻璃灌浆材料是最早使用的化学灌浆材料,由于其具有无毒、价廉、粘度小等特点,目前仍是多数防渗堵漏工程的首选材料,特别是水泥一水玻璃体系仍在大量的工程中应用。但由于其耐久性问题一直没有得到很好的解决,从而限制了它的应用,一般只在临时性工程中使用。与传统的碱性水玻璃相比,酸性水玻璃研究成果表明,其耐久性有了较大的提高。

## 5.4 辅助材料

5.4.1洗缝剂通常是由复合酸、硅类助剂、缓蚀剂、表面活性剂等复合而成的一种清洗剂，其密度接近于水的密度。能快速去除混凝土裂缝表面附着的青苔、钙化物等等杂质，而对混凝土本身基本无损伤。密度接近于水的密度，因而清洗混凝土裂缝之后，再次使用清水冲洗，易带走清洗剂残留；洗缝剂产品呈弱酸性，清洗之后的废水酸性会更弱，因而清洗之后的废水根据需要，如符合排放标准即可排放，如不符合排放标准只需加少量清水稀释之后即可排放。

5.4.2 环氧胶泥被广泛应用在环氧地坪的中涂，腻子，以及建筑物，金属架构的修补及表面的处理等等。在化学灌浆工程中被应用封缝及表面裂缝处理，具有以下优点：

1化学性能稳定，耐腐耐候性好。

2 固结体具有高粘结力，高抗压强度且不受结构形状限制。

3 具有补强、加固的作用。

## 5.5 灌浆设备

5.5.1搅拌机拌和能力应与所搅拌浆液的类型和灌浆泵的排浆量相适应,旨在保证均匀、连续地制浆和灌注。

5.5.2 有的灌浆管虽然标称压力能满足要求, 但使用中由于浆液中溶剂的作用,可能发生溶胀现象。一旦发生溶胀,耐压能力大大降低,易发生事故。规定灌浆管耐压能力,主要是为了保证灌浆施工安全。

5.5.4 混凝土裂缝化学灌浆施工中,灌浆管路一般较短,压力损失小,可以只在灌浆泵处设一个压力表。基岩和砂层化学灌浆时,孔口也应安设压力表，为防止浆液进入压力表,导致灌浆压力计量错误及压力表损坏,应设置隔浆装置。

## 5.6 制浆

5.6.5 在一些参考资料中,给出了一些聚氨酯、环氧等灌浆材料的配方,但由于灌浆材料所用的原料种类较多,配合比要求比较精确,现场配制比较繁琐,因此在实际操作中宜采用专业厂家生产的产品,若自行购买原材料在现场配制,则需对所配浆材进行性能测试,并确认其各项性能满足工程需要,方可应用。

5.6.6 化学灌浆材料一经混合后, 如果不用完会造成浪费,而且当配浆量较大时会导致反应放热增加,影响反应速度,因此在保证灌浆进度的条件下,应减少每次的配浆。

# 6 化学灌浆施工

## 6.1 一般规定

6.1.2混凝土裂缝化学灌浆方法除了常用的钻孔灌浆法、贴嘴灌浆法和钻孔加贴嘴灌浆法三种方法外, 还有真空注入法和“壁可法”。如何选择适宜的灌浆方法，应根据裂缝的产状及工程技术要求由设计确定,设计无明确要求时可参照表7.1.1

表7.1.1 混凝土灌浆方法选用

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 裂缝深度 | 灌浆方法 | 选 用 说 明 |
| ≤1.5m | 贴嘴灌浆 | 当裂缝深度较浅,具有良好的连通性和通畅性时,其进浆浆液的扩散、充填等均能获得较好的效果且不因钻孔损伤混凝土,因此优先采用,尤其是板、梁、墩薄壁结构。 |
| 钻孔灌浆 | 当裂缝的连通性和通畅性相对较差,或连通但通畅性欠佳时, 可考虑采用此方法。钻孔灌装法以低位孔为进浆孔,高位孔为排气、排水及放浆之用,低位孔可以是斜孔也可是骑缝孔或斜孔加骑缝孔形式,高位孔则宣采用深度较浅的骑缝孔(也可改用贴嘴方式,具体视工程要求而定)。 |
| > 1.5m | 钻孔加贴嘴 | 当裂缝深度较大, 贴嘴灌浆法受浆液扩散半径和灌浆压力局限不宜使用时,可考虑采用此方法。原则上,钻孔可以是斜孔或骑缝孔,但受钻孔精度及裂缝产状不规则等因素影响,“骑缝”不易骑准,因此钻孔宜采用斜孔并以此作为进浆孔, 贴嘴以做排气、排水及放浆之用。 |

6.1.3贴嘴时应用定位针穿过进浆管, 对准缝口插入并将注浆嘴骑缝压向混凝土面,拔出定位针时,以不粘附嘴胶(胶粘剂)为合格。不合格时,应清理缝口,重新贴嘴,直至合格。

6.1.4统一编号的主要目的是便于现场施工管理方便和成果资料的整理。

## 6.2 裂缝、层间缝

6.2.1 灌浆孔布置

1钻孔分为骑缝孔和斜孔两种形式。骑缝孔应顺裂缝倾向钻进,斜孔则应根据裂缝的产状布置在裂缝的一侧或两侧,一般情况下应以孔深最浅和最有利于浆液的扩散为原则进行布置。

钻孔的排数、孔深、孔排距和斜孔倾角等参数,与灌浆质量、效果、工程成本密切相关,由于不同裂缝的边界条件和灌浆技术要求不同,对有特殊要求的工程部位,这些参数应通过现场试验后确定,设计有要求时按设计要求执行,无设计要求时,可参照附录A公式进行计算,必要时通过现场试验验证。

2 灌浆孔的钻孔主要设备有回转钻、风动钻、手电钻等,根据工程实际需要选用适宣的钻机进行钻进。钻孔前,应确定混凝土中是否有需要避让的部位和预埋件,若有必须合理避让。钻孔过程中,应采取定时量测孔深、校测钻孔与混凝土面夹角等措施,以确保钻孔按设计角度成孔。

无论用什么型式的钻机, 钻机钻进过程中孔内都会有粉末和碎屑,如果没有及时的清洁处理容易造成堵塞裂缝,不仅影响缝面与孔(嘴)的畅通,而且影响灌浆效果和质量,甚至灌不进浆。因此必须采取有效措施进行避免。常见的清理措施有勤提钻、勤吹孔。当钻孔将要穿过缝面前(接近100mm～200mm时),要将孔内吹干净,再钻进。

一般工程中斜孔的钻孔孔径最小为12mm,对于骑缝孔,为保证钻孔能“骑准'',规定最小孔径为25mm。

3 钻孔终止后应及时清理干净并验收并埋设灌浆管,避免粉末、碎屑或其他杂物落入孔内堵塞钻孔和裂缝。埋设的灌浆管应高出混凝土面100mm,如钻孔不合格应重新补钻。钻孔和埋管应是一个连续作业的施工工序,应一气呵成。压缩空气应通过油水分离专用设施过滤,以保证洁净。

4 钻孔内填过缝钢筋或投放干净、干燥的小石，其目的是减少钻孔占浆量以节约成本,同时可提高孔内浆材面结物的强度。

5 粘贴注浆嘴时其间距的疏密不仅决定着浆液扩散半径的大小,而且是影响灌浆质量好坏的一个重要因素。一般情况下,规则裂缝的交叉点是浆液扩散、分配的关键点,尖灭点(裂缝的端部)是死点,应专门粘贴注浆嘴。

目前国内尚无统一标准和型式的注浆嘴,各工程均可根据自已要求制作,材质也是多样的有的是铁质焊接也有的是硬塑料整体铸成, 推荐基本结构如图1所示。注浆嘴周边设小孔目的是增加粘接强度。

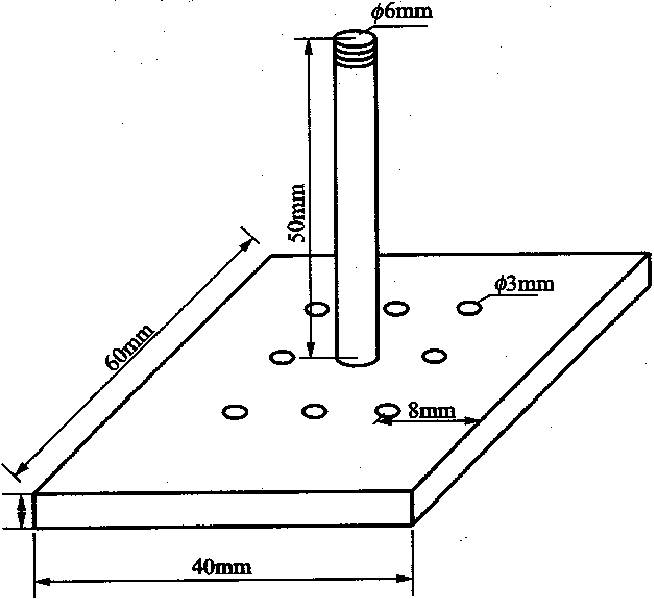


图1注浆嘴示意图

6.2.2 封缝

1封缝通常有凿槽法和表面封缝法。有凿槽法适用于绝大多数大体积混凝土,无论缝口的干或者湿均适用,但对于小构件或薄壁结构不适用;表面封缝法对大体积混凝土和小构件或薄壁结构均适用,使用的前提条件是干缝口。

2凿槽形式一般有''U'、“V”形槽两种,如图2所示.

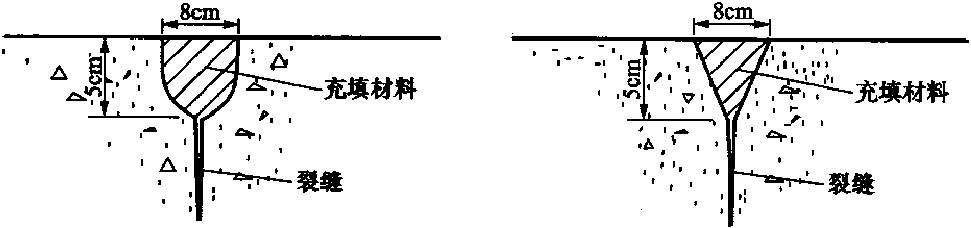


图2混凝土裂缝凿槽封缝示意图

采用凿槽法时,其槽中的充填材料根据工程具体情况采用不同的填充材料。当是干缝口时候选择环氧砂浆、聚氨酯嵌缝膏、丙乳砂浆或水泥砂浆、预缩砂浆等；当缝口为湿缝口时,充填材料可选用速凝水泥、水泥水玻璃、堵漏灵等。当对漏水裂缝处理时应在大漏水处钻孔埋管导流,然后在小漏水处堵漏止水,逐渐达到全部表面不漏为止,再进行压风试验,发现漏风部位再进行处理。

当凿槽法封缝用于垂直面或斜面上的裂缝时,由于充填材料受自重的影响常常在凝固之前会向下流淌使上部脱开,所以在封缝施工时应釆取相应措施来防止这种情况发生,如采用模板支护等。

6.2.3压水、压风检查

1压风检查裂缝与埋管、贴嘴之间的畅通性和封缝的密封性以及管路安装的牢固性、可靠性等,是确保灌浆能否顺利进行的重要手段。为便于观察,压风前可在管(嘴)封缝材料表面涂抹肥皂液或用其他有效方法,观察压风过程中有无气泡出现和有无漏气现象。发现质量问题应做好标记并及时处理,直至合格。

6.2.4 模拟灌浆

1由于缝面本身受污染后会形成大量钙化物、青苔，清水根本无法清洗干净，因此化学灌浆后浆液充填不一定密实，与缝面粘结强度较低，导致灌浆效果不理想，通过清洗剂清洗的裂缝可提高灌浆材料和缝面的粘接强度，增强可灌性。

6.2.5灌浆

2 立面竖向裂缝(包括斜缝)灌浆应从最底部一个灌浆孔(嘴)开始,自下而上逐孔(嘴)上移注浆是因为随着浆液的注入，浆液在缝面内逐步上升,当最上部一个灌浆孔(嘴)出浆时,表明缝已灌满,于是关闭灌浆管阀门,达到结束标准时结束灌浆。

立面的水平裂缝或接近水平状裂缝由于高差小的原因排气比竖向裂缝差,因此灌浆前应打开所有灌浆孔(嘴),灌浆开始后使浆液自里向外、自一端流向另一端,在此过程中相邻孔(嘴)出浆时,出一个关闭一个,直至最后一个灌浆孔(嘴)出浆后,将其关闭,达到结束标准时结束灌浆。

平面上的裂缝可从通畅性最好的一个灌浆孔(嘴)开灌,然后向两边同时施灌。

3 在分区灌浆开始之前对钻孔进行封堵，钻孔一般可采取骑缝,当缝大时可结合斜孔进行向孔内回填适宜的材料,也可采用孔内卡塞进行阻塞。间隔灌浆分割一般较复杂,灌浆方法以及材料应根据具体情况与设计商定。

5 并联灌浆最多可并5个灌浆嘴,应按1、2、3、4、5的顺序逐个并联灌注。在1号灌浆嘴达到设计压力下,吸浆量小于 0.01L/min、灌浆时间达15min时,邻近的2号灌浆嘴才能接灌浆管并联灌浆;。当2号灌浆嘴在设计压力下,灌浆时间达15min,1号和2号灌浆嘴吸浆量小于0.01L/min时, 3号灌浆嘴才能接灌浆管并联灌浆。按以上步骤重复直到5号灌浆嘴并联灌浆达上述标准时,再将1号灌浆嘴关闭或关闭灌浆管路,把1号灌浆嘴的灌浆管接到6号灌浆嘴进行灌浆。一直到该缝的最后5 个灌浆嘴在设计压力下, 吸浆量为零后稳定30min结束。

上述要求在实际工作中往往会出现下述情况, 1号灌浆嘴还未达设计压力,吸浆量还未小于 0.01L/min, 2号灌浆嘴已出浆, 此时也必须接管并联灌浆。

9灌浆结束后按工程要求规定对需要拆除的材料进行拆除清理,其目是尽量回收可再利用的资源在后续施工中使用同时清理也可起到美观的作用。孔内浆材固结物达到或超过混凝土强度时可不清除,但对强度不高的浆材固结物应清除,并按设计规定的材料、工艺和方法重新封孔并抹平,以保证混凝土的整体强度。

6.2.6 特殊情况处理

1 发现浆液冒浆和外漏,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。

2 本条是指灌浆的初始至中间阶段的处理方法。“预计值”指灌浆在设计压力下进浆量或注入率达不到理想的“量”和注入速度慢或灌不进,此时,经设计同意可以适当加大灌浆压力。

3 灌浆必须连续进行，若因故中断，应尽快恢复灌浆，恢复灌浆后，注入率明显减小，待浆液凝固后扫孔复灌，或用水泥浆液置换，待凝8h后扫孔复灌。灌浆过程中断的原因主要有:机械故障、制浆速度慢或停水、停电等。对中断査明原因后应尽快恢复灌浆。

4 灌浆达不到结束标准的原因有多种且较为复杂,要视具体情况与有关方面商定解决。一般浆液注入量突然减小,可能是管路被堵或浆液浓度有变化所致;浆液注入量突然增大,可能是有部位被击穿发生泄漏或管路破裂、脱落所致。总之,要及时査明原因,进行处理。

5 裂缝与混凝土内部预埋件的串通问题,应在灌前检査时发现,以便制定措施进行保护 。若灌前不串通而在灌浆过程中突然串通,应采取封堵、限制浆液扩散半径或定量灌注等方式进行控制,并配合冲洗等措施防止堵塞预埋件。

## 6.3 结构缝灌浆

6.3.4 2由于聚氨酯和丙烯酸盐灌浆材料在凝结时相比其他灌浆材料不但具有一定的强度，同时也具有一定的柔韧性。这使得灌浆后不会破坏原混凝土结构缝的变形性能。

7 **水泥灌浆**

## 7.1 一般规定

7.1.5混凝土结构缺陷处理时，有可能需要对基岩进行帷幕灌浆、对混凝土与围岩之间的空隙进行回填灌浆，这也是缺陷处理的重要环节。DL/T 5148对此有详细规定，本规程不再重复。

## 7.2 裂缝、层间缝、结构缝灌浆

7.2.1 钻孔选用回转取芯钻机，是为了减少碎屑对钻孔的堵塞。孔径不宜小于40mm，孔径太小不利于浆液在孔内流动。附录A引自DL/T 5406-2010《水工建筑物化学灌浆施工规范》，其中的灌浆孔参数是针对化学灌浆的，在同等条件下，水泥浆材较化学浆材可灌性差，因此要根据计算结果适当加密孔距和排距。

7.2.4 本条借鉴了DL/T 5148-2012中对于大坝接缝灌浆的规定。并补充规定了灌浆结束水灰比宜不大于混凝土的水胶比；这时可能需要加入适量的减水剂，提高浆液的流动性。

多数工程采用类比法，结合工程具体情况确定灌浆压力。一般情况下灌浆压力为0.2MPa～0.5MPa。

灌浆开始后尽快达到设计压力的优点是能使细微裂隙得到充分地灌注，有利于提高灌浆质量；缺点是注入率过大时有可能造成浆液扩散过远,浪费浆液,或引起岩层抬动,故此时应根据情况分级升压。

这里灌浆结束时的注入率要求比DL/T 5148-2012中大坝接缝灌浆的要求严格。

## 7.3 不密实混凝土灌浆

7.3.1 不密实混凝土主要指浇筑时离析泌水、漏振等原因造成的混凝土内部蜂窝、狗洞， 是混凝土结构中经常出现的一种隐蔽性缺陷，容易造成混凝土渗漏和承载能力降低。

7.3.2～7.3.3 通过检查孔兼灌浆孔确定不密实区域是判断确定不密实混凝土灌浆处理范围的关键，必要时需多钻孔通过压水或试气进行查找。

7.3.5 弹性波检测是除了压水或试气试验之外另一种确定不密实区域的手段，更加方便快捷。DL/T 5010-2005中6.12节“灌浆效果检测”对此有详细规定，本规程不再重复。

7.3.7 见7.2.4条的条文说明。

7.3.9 本条采用了DL/T 5315-2014的规定，对灌浆结束时的注入率要求较严格。

# 8 质量检查

## 8.1 一般规定

8.1.1 灌浆属隐蔽性工程，施工材料和工序施工质量是保证工程质量的前提；同时，化学灌浆材料随着环境的变化（如温度等）其物理性能可能发生改变，因此施工过程中应随时检测和控制并认真做好记录，以便成为灌浆质量评价的重要依据。

8.1.2 混凝土结构防水加固灌浆主要目的为加固和防渗。

水泥灌浆质量检查一般采钻孔取芯直观检查，或压水试验和声波测试；必要时进行芯样物理力学试验，或孔内电视录像直观检查；设计有弹性模量要求时进行弹性模量测试。化学灌浆质量检查一般采钻孔取芯直观检查，或压水试验；必要时进行声波、CT测试或芯样物理力学试验、孔内电视录像检查等。

压水试验易采用“单点法”测定其灌后透水率，设计有特殊要求时采用“五点法”；芯样物理力学试验按设计要求检测其容重、抗压强度、抗拉强度等；声波易进行跨孔测试或CT测试，进行灌前灌后对比，检测其波速提升率；由于化学灌浆材料与混凝土弹性模量有一定差异，化学灌浆一般不进行弹性模量测试。

灌后质量检测时间，水泥灌浆质量检测易为灌浆结束后14d后进行；化学灌浆质量检测应根据所采取的化学灌浆材料的性能而定。水玻璃、聚氨脂、丙烯酸盐类材料凝胶体强度增长很快，一般在灌浆结束后7d即可进行检查；环氧树脂等材料的聚合体强度如增长比较缓慢，灌后质量检测宜在灌浆结束28d后进行。

8.1.3 检查孔材料宜采用与灌浆相同材料，采用压力灌浆封孔。

## 8.2 质量检查

8.2.1 由于加固灌浆水泥用量相对少，但对水泥的品质要求高，主控项目、一般项目宜每批个次均进行检验，水泥主控项目、一般项目参照《水工混凝土施工规范》DL/T5144执行。

（2）不同厂家或不同品种的化学灌浆材料不宜同时使用在同一灌区，如需同时使用在同一灌区浆时，应在灌前进行两种材料的相融性（即：有无不良反应）试验。

8.2.2 钢筋混凝土结构，检查孔应尽量避开钢筋，对因灌浆或检查损坏的钢筋应按设计要求处理。

8.2.3 检查孔的位置、数量一般由设计或监理明确，其位置、数量主要考虑尽量灌浆含盖灌浆部位，重点为灌浆异常、薄弱、结构重要部位。

8.2.4 混凝土加固工程通常取芯量不大，芯样尽量全部保留，当采取芯量很大时，重要芯样应长期保留。 对于无保存条件的工程，以保存电子照片为主。

8.2.5 检查孔压水试验的压力可根据灌浆目的拟定，保证满足使用功能，防渗灌浆压力可根据实际挡水情况适当提高压水试验压力。

## 8.3 合格标准

8.3.1混凝土结构防水加固灌浆质量检查，压水试验方法简单、等待时间短，试验结果能较准确的反应灌浆质量，故提出灌浆质量评定以压水试验为主。

8.3.2压水试验成果是评价防水加固灌浆质量的主要依据，但也应注重施工过程质量以及其检测成果，综合进行评价分析。

8.3.3灌后波速提升程度应由设计规定，设计无规定时，灌后声波值提高率应不小于10%。

由于混凝土骨料的品种、粒径的大小，水泥的品种、用水量和水灰比、龄期对其波速均有影响，所以混凝土强度与声波值对应关系并不是绝对的，只有灌前灌后声波对比值可较准确的反应灌浆效果，但根据工程经验可参照下表对应值粗略评判。

 表1 不同强度等级混凝土对应声波经验值表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 混凝土强度等级 | 声波值（m/s） | 备注 |
| C15 | 2500～3000 |  |
| C20 | 3000～3400 |  |
| C25 | 3400～3700 |  |
| C30 | 3700～4000 |  |
| C40 | 4000～4200 |  |

# 9 劳动安全与环境保护

## 9.1 一般规定

9.1.2目前应用的化学灌浆材料除硅酸盐类之外,都具有不同程度的毒性,有些化学材料还具有易-燃、易挥发特性,如化学灌浆材料中的主剂、溶剂、固化剂及其他助剂等,许多都含有一定的刺激性和毒性,它可以通过人的呼吸道、消化道吸入,或通过皮肤黏膜滲入,对人体造成伤害,因此规定在进行化学灌浆作业时,需穿做好安全生产培训，并在施工是做好安全应急预案。

## 9.2 劳动安全

9.2.1 加强施工过程中的安全生产管理，采取有效措施防止伤亡和其它安全生产事故的发生，是国家法律的规定，也是工程承建单位的合同义务。

9.2.2由于化学灌浆的浆材和添加剂都有一定的毒性和挥发性，为保证化学灌浆施工人员的健康,施工场所应尽量保证通风良好,对于室内(或洞内)的操作,则必须有足够的排风设备,并且施工人员应尽可能在上风操作,以减少操作人员与化学灌浆材料中有害气体的接触。

9.2.3 在廊道内设置通讯设施是为了防止施工出现意外情况的时候不能及时和外面联系，能够快速有效的沟通尽量控制危害的扩大。

9.2.4由于化学灌浆的材料有毒害性质，某些还具有挥发性，所以在施工的时候应该做好防护措施比如穿工作服、戴口罩、带护目镜等。

9.2.5在实验室及施工现场禁止进食和吸烟,主要是防止有害物质进行人体内部,对入造成更大的伤害。

许多有机溶剂(如丙酮等)对皮肤黏膜有刺激作用,特别是如果皮肤有破损,灌業材料容易通过溶剂渗入人体,对人体造成伤害, 因.此应禁止使用丙酮等渗透性强的溶剂洗手、 洗饮食器具及衣服。

9.2.6许多化学灌浆材料及助剂属易燃易爆品, 因此应按照国家关于化学危险品的运输要求进行运输。

9.2.7对于易燃易爆的灌浆材料, 在储存时也必须按照相应的要求配备必要的通风、消防设施。

## 9.3 环境保护

9.3.2灌浆过程中产生的废浆、弃浆等,如果任其流入河流、土壤中, 其中含有的有害物质可能会对水源及土质造成影响, 因此是不允许的 。 由于绝大多数的浆液的固结体是无毒的, 故可采用加入固化剂使其凝胶固化,以减少或避免对环境的污染。