



T/CECS XXX—202X

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水管道注浆法修复工程技术规程

Technical Specification for Grouting Repair Engineering of Urban
Drainage pipelines

（征求意见稿）

中国 XX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水管道注浆法修复工程技术规程

Technical Specification for Grouting Repair Engineering of Urban
Drainage pipelines

T/CECS XXX-202X

主编单位：广州市市政集团有限公司

广州市市政公路协会

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月X日

中国XX出版社

202X 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2021〕11 号）的要求，规程编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 7 章和 5 个附录，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、材料、设计、施工、质量检验与工程验收等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会归口管理，由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：广州市越秀区环市东路 338 号，邮政编码：510060；电子邮箱：1007138145@qq.com），以供修订时参考。

主编单位：广州市市政集团有限公司

广州市市政公路协会

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总则	8
2	术语	9
3	基本规定	10
4	材料	11
4.1	一般规定	11
4.2	颗粒注浆材料	11
4.3	化学注浆材料	12
5	设计	14
5.1	一般规定	14
5.2	内部注浆法	17
5.3	外部注浆法	21
6	施工	24
6.1	一般规定	24
6.2	浆液配制	26
6.3	内部注浆法	27
6.4	外部注浆法	29
7	质量检验与工程验收	33
7.1	质量检验	33
7.2	工程验收	34
附录 A	聚氨酯起泡时间、凝固时间和发泡率的测试方法	36
附录 B	非水反应高聚物水中反应收缩率测试方法	37
附录 C	非水反应高聚物渗透性能测试方法	39
附录 D	非水反应高聚物材料膨胀比测试方法	41
附录 E	环氧树脂注浆材料检验方法	42
	本规程用词说明	44
	引用标准名录	45
	条文说明	47

Contents

1	General provisions	8
2	Terms	9
3	Basic requirements	10
4	Materials	11
4.1	General requirements	11
4.2	Particle grouting materials	11
4.3	Chemical grouting materials	12
5	Design	14
5.1	General requirements	14
5.2	Grouting in pipe	17
5.3	Grouting outside pipe	21
6	Construction	24
6.1	General requirements	24
6.2	Slurry configuration	26
6.3	Grouting in pipe	27
6.4	Grouting outside pipe	29
7	Quality inspection and engineering acceptance	33
7.1	Quality inspection	33
7.2	Engineering acceptance	34
Appendix A	Testing method for foaming time, gel time and foaming rate of polyurethane	36
Appendix B	Testing method for shrinkage of polymers in water	37
Appendix C	Testing method for permeability of polymers	39
Appendix D	Testing method for expansion ratio of polymer	41
Appendix E	Testing method for water plugging epoxy resin	42
	Explanation of wording in this standard	44
	List of cited standards	45

Addition: Explanation of provisions..... 47

1 总则

1.0.1 为规范城镇排水管道注浆法修复工程技术的应用，提高工程质量，做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇排水管道注浆法修复工程的设计、施工与验收。

1.0.3 城镇排水管道注浆法修复工程的设计、施工与验收，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行标准和现行中国工程建设标准化协会标准的相关规定。

2 术语

2.0.1 注浆法 grouting method

在压力作用下将注浆材料通过管路注入管道或检查井的病害区域，经固化满足管道或检查井周围土体填充、堵漏、土体和结构加固修复工程要求的施工方法，又称灌浆法。

2.0.2 颗粒注浆材料 particle grouting materials

以水泥和水玻璃为主剂，按比例与水、掺和料、外加剂配置成悬浊液的注浆用材料。

2.0.3 化学注浆材料 chemical grouting materials

以化学药剂为主剂，按比例与水或化学溶剂配置成真溶液的注浆用材料。

2.0.4 非水反应类高聚物注浆材料 non-aqueous reactive polymer grouting materials

由多异氰酸酯和聚醚多元醇构成双组分浆液，固化过程无需水参与化学反应，固化后形成聚氨酯类硬质闭孔发泡体的化学注浆材料。

2.0.5 内部注浆法 grouting from inner pipe

在管道或检查井内布置注浆管路，注浆管从内部穿过结构外壁对土体注浆，或穿入结构对裂缝注浆的施工方法。

2.0.6 外部注浆法 grouting outside pipe

在管道或检查井外设置注浆管路，注浆管穿过地面对管周或井周土体注浆的施工方法。

2.0.7 气囊注浆法 air bag grouting

将专用气囊装置送达管道缺陷部位，气囊装置两端充气贴合管道形成密封，中间部位的气囊壁与管壁内侧形成空腔。通过装置的注浆口向空腔内压力注入浆液，使注浆材料经管道病害处注入周围土体或外壁裂缝的一种内部注浆施工方法。

2.0.8 复合注浆法 composite grouting

注浆工程中采用内部注浆与外部注浆相结合，以及不同注浆材料或不同施工方法组合等方式，分步实施注浆修复工程的施工方法。

3 基本规定

3.0.1 排水管道注浆修复工程应根据管道检测评估结果进行工程设计。当管道或检查井存在下列工程病害缺陷时，排水管道注浆修复工程可适用于下列情况：

- 1 渗漏等级不满足修复工程的设计要求，需要进行管道堵漏处置；
- 2 病害缺陷造成管道或检查井周围土体扰动，需要进行加固处置；
- 3 土体与外壁之间存在空洞，以及管道起伏、接口脱节现象，需要进行填充处置；
- 4 管道或检查井结构破裂或接口性能不能满足正常使用，结构需要进行加固处置。

3.0.2 当采用注浆法对管道或检查井周围土体进行填充、堵漏、土体和结构加固时，可采用颗粒注浆材料或化学注浆材料，通过压力注浆、喷射注浆等施工工艺进行处置。

3.0.3 注浆法可按注浆位置分为内部注浆法和外部注浆法。外部注浆法可用于各类管径的排水管道和检查井，内部注浆法可用于管径不小于 1000mm 的排水管道和各类检查井。

3.0.4 注浆修复前应进行地质调查和环境勘测，确定土的分类、地下水状态、空洞形态，以及相邻既有工程状态和施工环境条件。

3.0.5 注浆修复工程设计应满足管道或检查井修复工程的要求，按规定程序经审批后方可实施。

3.0.6 注浆施工过程中应满足操作规定、质量控制、工程安全和环境保护的要求，除满足本规程规定外，尚应符合国家现行标准的要求。

3.0.7 注浆施工中应采取现场监测措施。注浆材料和施工操作可根据工程现场异常变化，按规定程序经审批后动态调整。

3.0.8 注浆修复工程应采取分部分项进行质量控制，工程验收要求应满足设计文件的规定。

3.0.9 注浆修复工程采用本规程规定以外的新材料、新设备和新工艺应进行试验验证，按规定程序经审批后方可使用。

4 材料

4.1 一般规定

- 4.1.1 注浆材料可按颗粒注浆材料和化学注浆材料分类。
- 4.1.2 注浆材料的原材料或浆液制品应符合国家现行产品标准的相关规定。
- 4.1.3 注浆材料固结后不得污染环境。
- 4.1.4 注浆材料供应商应提供出厂检验合格证、使用说明书等资料。
- 4.1.5 注浆材料应按使用说明书的要求运输和存放。破损和过期的产品不得在工程中使用。
- 4.1.6 新型注浆材料应提供材料性能指标，经现场试验验证，按规定程序经审批后方可使用。

4.2 颗粒注浆材料

- 4.2.1 颗粒注浆材料包括水泥浆液和水泥—水玻璃双液浆。水泥浆液以水泥为主剂，水泥—水玻璃双液浆以水泥和水玻璃溶液为主剂。
- 4.2.2 颗粒注浆材料的浆液可按材料配合比规定，添加黏土、膨润土、粉煤灰、矿渣粉等掺和料，与水、外加剂等材料，经拌合制成悬浊液注浆材料。
- 4.2.3 水泥可采用硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。水泥材料应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定。有抗侵蚀或其他要求的浆液，可采用特种水泥。
- 4.2.4 水玻璃溶液（即液体硅酸钠）应符合现行国家标准《工业硅酸钠》GB/T 4209 的相关规定。水玻璃模数宜为 2.4~3.2，其浓度不应小于 40° Bé。
- 4.2.5 掺和料用黏土中粒径小于 0.005mm 的颗粒含量不应低于 20%，有机物含量不宜大于 3%。
- 4.2.6 掺和料用膨润土应符合现行国家标准《膨润土》GB/T 20973 的有关规定。
- 4.2.7 掺和料用粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定。
- 4.2.8 掺和料用矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的有关规定。
- 4.2.9 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。

4.2.10 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的相关规定。

4.2.11 当管道或检查井周边空洞较大时，颗粒注浆材料可采用砂或再生骨料作为掺和料。注浆材料用砂应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的相关规定；注浆材料用再生细骨料应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 中 III 类骨料的相关规定。

4.2.12 注浆材料用矿物性掺合料的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的相关规定。

4.3 化学注浆材料

4.3.1 化学注浆材料可采用聚氨酯、环氧树脂、丙烯酸盐为主剂，加入固化剂、稀释剂、增韧剂等材料，制成真溶液注浆材料。非水反应类高聚物注浆材料应采用浆液制品。

4.3.2 聚氨酯注浆材料为单组分浆液或双组分浆液，应符合现行行业标准《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041 的相关规定，按产品原材料可分为亲水型（WPU）和疏水型（OPU），其中亲水型浆液可按固结体性能分为 I 型和 II 型。

4.3.3 环氧树脂注浆材料应为双组分浆液，A 组分为环氧树脂和稀释剂组成，B 组分为固化体系。环氧树脂注浆材料应符合现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041 的相关规定，按材料粘度可分为低粘度型（L 型）和普通型（N），按固化物力学性能可分为 I 级和 II 级。

4.3.4 丙烯酸盐注浆材料为单组分浆液或双组分浆液，应符合现行行业标准《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037 的相关规定，按固化物物理性能可分为 I 型和 II 型。

4.3.5 非水反应类高聚物注浆材料为双组分浆液。A 组分为多异氰酸酯，原材料应满足现行国家标准《多亚甲基多苯基异氰酸酯》GB/T 13658 的相关规定。B 组分为聚醚多元醇，原材料应满足现行国家标准《塑料 聚醚多元醇》GB/T 12008 系列的相关规定。非水反应类高聚物注浆材料固化物物理性能应满足表 4.3.5 规定。

表 4.3.5 非水反应高聚物注浆材料固化物的物理性能

检测项目	单位	技术要求	检验方法
无束缚生成材料密度	g/cm ³	0.055±0.005	GB/T 6343

水中反应收缩率	%	≤3	本规程附录 B
不透水性（无结皮） 0.2MPa, 30min	—	不透水	本规程附录 C
起渗压力	MPa	≥0.20	本规程附录 C
闭孔率	%	≥92	GB/T10799
吸水率	%	≤3	GB 8810
抗压强度	MPa	≥0.30	GB/T 8813
拉伸强度	MPa	≥0.30	GB/T 9641
膨胀比	—	15~25	本规程附录 D
耐化学腐蚀性体积 损失率	—	≤5%	GB/T 11547

注：起渗压力指标仅在工程提出要求时检测。

4.3.6 当注浆工程有特殊需求时，注浆材料性能指标应满足设计的特殊规定，且应按相应标准规定进行产品质量检测。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 注浆修复工程设计应满足管道或检查井修复工程的要求。根据病害缺陷的评估结果，修复工程的功能要求，以及施工工艺的规定，进行管道注浆修复设计。

5.1.2 注浆修复工程设计应编制初步设计文件和施工图设计文件。

5.1.3 注浆修复工程设计应符合下列规定：

1 管道或检查井修复工程要求进行孔（裂）隙堵漏防渗处理时，管道或检查井结构加固后的渗透系数不宜大于 10^{-6}cm/s ，土体加固后的渗透系数不宜大于 10^{-4}cm/s ；

2 土体与外壁之间存在空洞，以及管道起伏、接口脱节现象，应进行空洞填充或管位纠正处理，管位纠正所能达到的目标应由施工单位根据现场条件确定；

3 管道或检查井修复工程要求进行周边土体强度增强时，应进行土体加固，土体固结后的抗压强度不宜低于 0.1MPa ；

4 管道或检查井修复工程要求进行混凝土或砌体的外壁裂缝、接口缝隙止水封闭，应进行裂隙填充处理，并应满足工程闭水闭气验收的规定。

5.1.4 当管道或检查井进行结构性加固注浆修复时，加固后结构的工作年限不应低于 50 年。

5.1.5 注浆修复工程设计应依据下列条件确定注浆方法：

1 当管道内部空间不能满足施工操作要求，管道直径小于 1000mm 时，宜采用外部注浆法；

2 当管道或检查井修复工程设计确定的注浆范围大于 3.5 倍管道直径时，宜采用外部注浆法；

3 当管道地面环境条件不能满足施工操作要求，管道埋深大于 2.5 倍管道直径，管道直径不小于 1000mm 时，宜采用内部注浆方式。当管道直径小于 1000mm 时，可采用气囊装置进行内部注浆；

4 检查井的注浆修复宜采用内部注浆法；

5 当管道或检查井的渗漏等级为 III、IV 级时，可采用外部注浆与内部注浆的复合注浆法。

5.1.6 注浆修复设计前，应调查管道周边工程地质条件、水文地质条件和工程环境条件。调查结果应明确工程土质类型、地下水状态，以及受影响的相邻建（构）筑物基础、既有地下工程分布与类型等情况。

5.1.7 注浆修复设计可按地区经验确定设计参数。当缺少注浆工程经验或注浆修复有特殊要求时，宜进行现场注浆试验确定设计参数。注浆试验应在场地内具有代表性特征的地段进行。

5.1.8 注浆修复设计应包含下列内容：

- 1 注浆修复目的和技术要求；
- 2 注浆修复的范围；
- 3 注浆修复的工程量；
- 4 注浆材料类型及配合比；
- 5 注浆孔的布置、注浆顺序、注浆压力、注浆量等注浆工艺参数；
- 6 现场操作和安全保护的要求；
- 7 现场监测和预警参数，以及应急措施要求；
- 8 质量检验和验收要求。

5.1.9 注浆材料可根据修复设计要求，以及注浆修复类型、土质类型、地下水状态表按 5.1.9 选择。

表 5.1.9 注浆材料的选用表

材料种类	材料类型	注浆修复类型			
		管道堵漏	土体填充	土体加固	结构加固
颗粒注浆材料	水泥基	非饱和松散土体	大量填充	砂石土体	—
	水泥—水玻璃	饱和土体	局部填充	细粒土体	—
化学注浆材料	OPU—I型聚氨酯	动水的松散土体	局部填充	临时加固	有动水的临时加固
	OPU—II型聚氨酯	有动水的松散土体	局部填充	长期加固	结构加固
	I级环氧树脂	无动水的细粒土体	局部填充	临时加固	无动水的临时加固
	II级环氧树脂	无动水的细粒土体	局部填充	局部加固	结构加固
	丙烯酸盐	饱和黏土	—	—	—
	非水反应高聚物	有动水的松散土体	大量填充	管位纠正	—

5.1.10 丙酸盐注浆材料不得用于结构加固要求的注浆修复。

5.1.11 对于有地下水流动的土层不应采用水泥单液浆液。环氧树脂注浆材料不宜用于水流速度大于 0.5m/s 的注浆修复。

5.1.12 封缝带可采用水泥—水玻璃砂浆材料。

5.1.13 管周土体增强加固用颗粒注浆材料的水泥强度等级不宜低于 42.5 级，固结后土体强度不宜小于 0.1MPa。

5.1.14 土体注浆可按压力注浆、高压喷射注浆设计。结构裂缝和接口裂隙封闭等结构加固宜按压力注浆设计。

5.1.15 土体注浆的浆液渗透半径应经现场试验确定。当无工程经验时，初步设计的浆液渗透半径可按表 5.1.15 取值。

表 5.1.15 土体注浆浆液渗透半径经验值

注浆材料	土质分类	渗透系数 (m/d)	渗透半径 (m)
颗粒注浆材料	碎石土	75~200	1.5~3.0
	砾砂	50~100	0.8~1.0
	粗砂	25~50	0.6~0.8
	中砂	10~25	0.4~0.6
	细砂	5~10	0.3~0.4
化学注浆材料	细粒土	2.0~5.0	0.8~1.0
		1.0~2.0	0.6~0.8
		0.5~1.0	0.4~0.6
		0.3~0.5	0.3~0.4

注：表中数值为渗入注浆的经验值，当采用压力注浆时可按表中值 1.5~1.8 倍取值。

5.1.16 注浆材料的单次理论注浆量可按下式进行估算：

$$Q = \alpha\beta\pi R^2 h \quad (5.1.16)$$

式中：Q—单次理论注浆量 (m³)；

R—浆液渗透半径 (m)；

h—注浆体厚度 (m)；

e—土体天然孔隙比，取勘察结果的平均值；

α—浆液有效充填系数，土体固结加固可取 0.8，土体填充和堵漏 1.0；

β —浆液损耗系数，可取 1.3~2.0。

5.1.17 注浆修复范围应满足管道或检查井修复工程的要求。注浆孔布置区域应大于土体处理范围。结构裂缝和接口裂隙封闭等结构加固注浆范围应满足结构加固要求。

5.1.18 管道堵漏注浆孔布置间距应不大于浆液渗透半径的 1.5 倍。土体加固注浆的注浆孔布置间距可按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 中复合地基的设计规定，经结构验算分析确定，且不宜大于浆液渗透半径的 3.0 倍。

5.1.19 注浆压力应综合考虑管道渗漏等级、加固部位的土层密实情况、土层厚度，以及地下水水位等条件，按工程经验选择设计参数，通过现场试验验证确定。

5.2 内部注浆法

5.2.1 管道或检查井内部注浆设计时，应根据修复工程要求、缺陷类型和加固处理要求选择注浆方式和注浆材料，并经现场试验验证确定。当无工程经验时，可按表 5.2.1 进行初步设计。

表 5.2.1 内部注浆的工程技术要点

缺陷名称	缺陷等级	注浆方式	工程目标	注浆材料	备注
破裂	1	剔槽埋管注浆	结构加固	I 级环氧树脂	修复工程
	2				
	3	钻孔压力注浆	结构加固	II 级环氧树脂 OPU—II 型聚氨酯	
	4	—	—	—	
变形	1	钻孔压力注浆	土体加固 土体填充	颗粒注浆材料 化学注浆材料	修复工程 施工预处理
	2				
	3				
	4	—	—	—	
起伏	1	钻孔压力注浆	土体加固 土体填充	颗粒注浆材料 化学注浆材料	修复工程 施工预处理
	2				
	3		土体加固 土体填充 管位纠正	水泥—水玻璃 非水反应高聚物	
	4				
错口	1	缝隙埋管注浆	土体填充	颗粒注浆材料	修复工程

或 脱节	2	钻孔压力注浆			施工预处理
	3		土体填充	颗粒注浆材料	
			结构加固	OPU—II 型聚氨酯	
			管位纠正	非水反应高聚物	
4					
渗漏	1	钻孔压力注浆	管道堵漏 土体填充	水泥—水玻璃 化学注浆材料	施工预处理
	2				
	3				
	4	缝隙埋管注浆 钻孔压力注浆	管道堵漏 土体填充	非水反应高聚物	
置换		钻孔压力注浆	土体加固 管道堵漏	水泥—水玻璃 化学注浆材料	施工预处理
空洞		钻孔压力注浆	土体填充	颗粒注浆材料	修复工程

5.2.2 采用内部注浆法时，注浆范围不宜大于 3.5 倍管道直径。

5.2.3 管道或检查井周围土体采用内部注浆的注浆孔布置，应根据注浆方式、注浆材料和浆液渗透半径进行设计，并经现场试验验证确定，并应满足下列要求：

1 注浆孔可沿裂缝均匀布置，注浆孔间距可取 200mm~300mm。当裂缝形状或走向不规则时，宜加设注浆孔，注浆孔可按图 5.2.3-1 和图 5.2.3-2 布置。

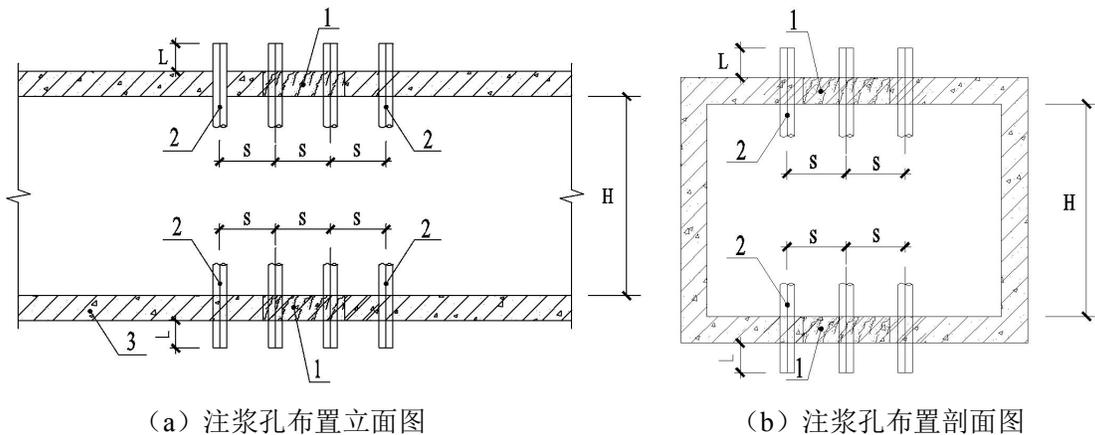


图 5.2.3-1 方涵周围土加固的注浆孔布置示意图

1-裂缝位置；2-注浆管；3-外壁

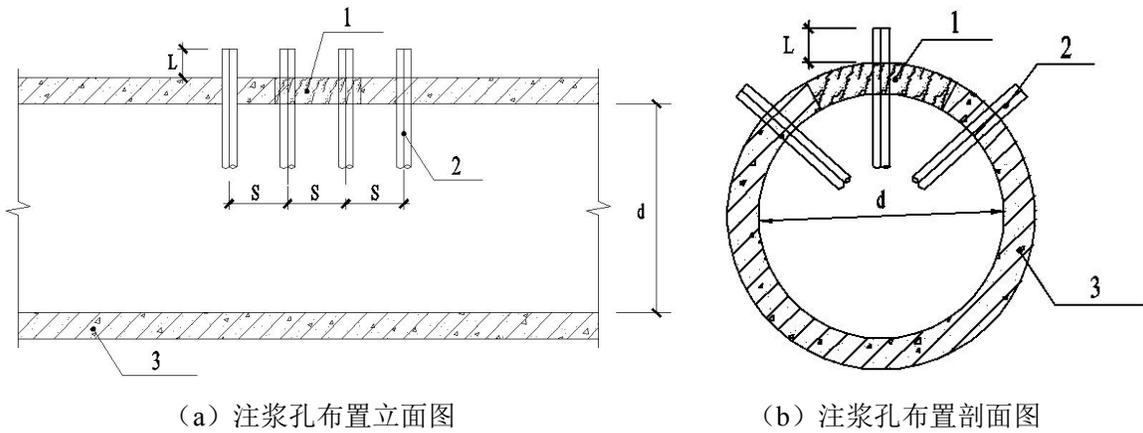


图 5.2.3-2 管道周围土加固的注浆孔布置示意图

1-裂缝位置；2-注浆管；3-外壁

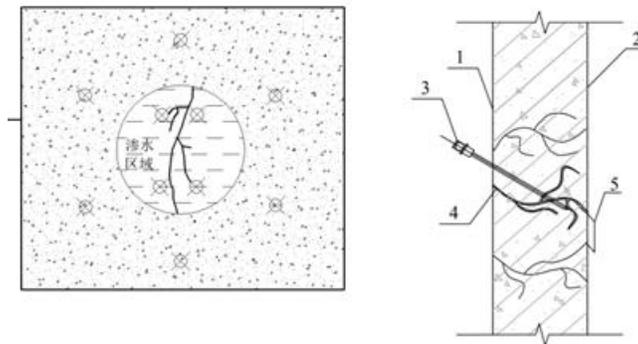
2 采用颗粒注浆材料的注浆孔孔径不宜大于 50mm，化学注浆材料注浆的注浆孔孔径不宜大于 25mm；

3 注浆孔深度钻穿处理范围外的长度不宜小于 0.5m。

5.2.4 管道或检查井修复工程要求进行管道堵漏的内部注浆处理时，应符合下列规定：

1 外壁裂缝堵漏注浆时，宜在渗漏水区域边缘线外 200mm 范围内，沿渗漏位置两侧梅花形交叉布置注浆孔。注浆孔孔径不宜大于 25mm，孔垂直深度不宜小于外壁厚度 h 的 $1/3$ ，孔间距可取 100mm~200mm。注浆管直径不宜大于 20mm；

2 注浆孔宜斜穿裂缝，倾角 θ 宜为 $45^\circ\sim 60^\circ$ ；



(a) 外壁渗水示意图 (b) 外壁注浆部位剖面图

图 5.2.4 管道外壁裂缝堵漏的注浆孔布置示意图

1-外壁内侧；2-外壁外侧；3-注浆管；4-浆液；5-裂缝

3 渗漏等级 3 级以上的结构裂缝、管道错口或脱节处的缝隙堵漏注浆，可沿缝隙均匀布置注浆孔。

5.2.5 管道或检查井修复工程要求进行土体空洞充填的内部注浆处理时,应符合下列规定:

1 注浆范围不小于外壁周围空洞范围。当空洞边界破碎、裂隙发育时,注浆范围超出空洞范围的宽度不应小于空洞高度的 0.5 倍;

2 注浆深度应根据管道上覆荷载、空洞、裂缝分布情况等综合确定,充填下限深度应低于空洞底部标高,固结体强度应满足上覆荷载要求。

5.2.6 管道或检查井修复工程要求进行地基加固时,应符合下列规定:

1 管道地基加固内部注浆的单根管道注浆孔数量不宜多于 2 个,可布置在管道底部中心角 90° 范围以内;

2 检查井地基加固内部注浆的注浆孔不应少于 2 个,可按图 5.2.6 对称布置。

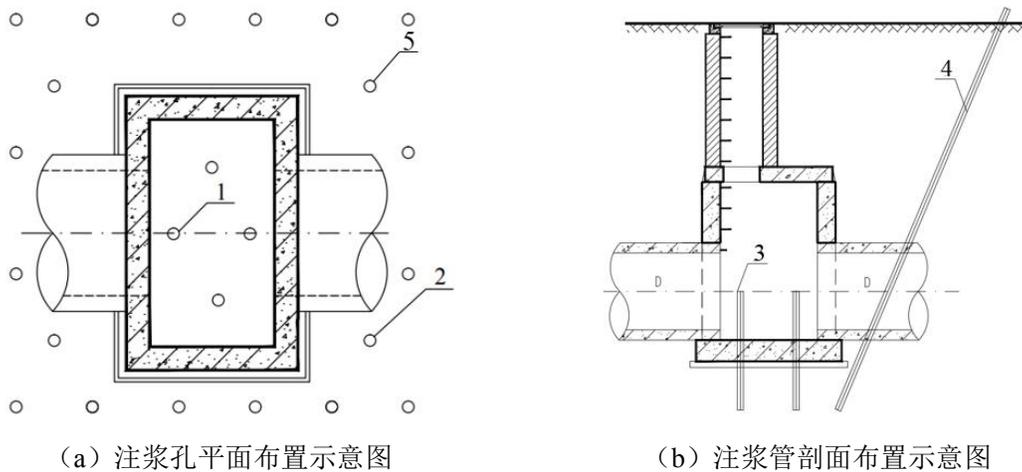


图 5.2.6 检查井地基加固的注浆孔布置示意图

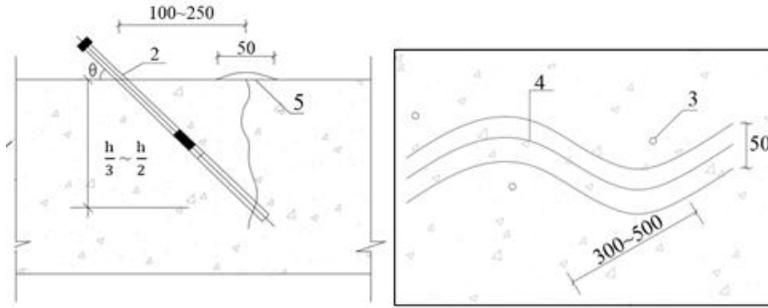
1-内部注浆孔; 2-外部注浆孔; 3-内部注浆管; 4-外部注浆管; 5-观察孔

5.2.7 管道或检查井修复工程要求进行混凝土结构加固的内部注浆处理时,应符合下列规定:

1 注浆孔沿着裂缝走向交叉布置,注浆孔应斜穿裂缝,垂直深度宜为厚度 h 的 $1/3 \sim 1/2$,注浆孔与裂缝水平距离宜为 $100\text{mm} \sim 250\text{mm}$ 。当注浆要求预先封缝处理时,封缝带的宽度宜为 50mm ;

2 注浆管直径不宜大于 20mm 。注浆孔孔径不应小于注浆管的直径,孔距可为 $300\text{mm} \sim 500\text{mm}$ 。注浆孔与水平面的倾角不应小于 45° ;

3 当壁厚小于 200mm 时,宜采用骑缝注浆方式,注浆孔宜垂直裂缝。先可剔凿成 V 形槽,表面覆盖封缝带,并埋设注浆管,V 形槽顶部宽度为 $60\text{mm} \sim 80\text{mm}$,槽深可为 100mm 。



(a) 注浆部位示意图 (b) 注浆孔平面示意图

图 5.2.7 混凝土结构加固的注浆孔布置示意图

2-注浆管；3-注浆孔；4-裂缝；5-封缝材料

5.2.8 管道或检查井修复工程要求进行砌体结构加固的内部注浆处理时，应符合下列规定：

- 1 注浆接头宜选用金属管或硬质塑料管，并宜配置阀门；
- 2 注浆接头宜沿裂缝或砌块灰缝走向开凿深度为 30mm~40mm、宽度不大于 30mm 的凹槽，采用速凝型无机防水堵漏材料牢固埋置注浆接头。注浆接头间距不宜小于 200mm，应垂直对准凹槽中心部位；
- 3 墙壁宜按缝隙周边宽度 200mm 范围进行封缝带处理。

5.2.9 管道渗漏缺陷等级 III、IV 级，管道直径小于 1000mm 的圆形管道，人工实施内部注浆困难时，可采用专用气囊装置进行局部堵漏注浆处理。注浆材料宜采用快速固结的化学注浆材料。

5.2.10 管道或检查井堵漏修复时，可采取外部注浆降低渗漏等级后，再进行内部注浆修复的复合注浆法。

5.2.11 注浆压力应根据现场注浆试验确定，且应满足注浆压力下管道或检查井结构强度及稳定验算的要求。

5.3 外部注浆法

5.3.1 管道或检查井外部注浆修复设计时，应根据修复工程设计要求、材质、病害缺陷类型和加固处理要求选择注浆方式和注浆材料，并经现场试验验证确定。当无工程经验时，可按表 5.3.1 进行初步设计。

表 5.3.1 外部注浆工程技术要点

缺陷名称	缺陷等级	注浆方式	工程目标	注浆材料	备注
渗漏	1	旋喷注浆	土体填充	颗粒注浆材料 丙烯酸盐	修复工程
	2	压力注浆	土体加固		
	3	压力注浆	管道堵漏 土体填充	OPU—II 型聚氨酯	修复工程 施工预处理
	4	压力注浆	管道堵漏 土体填充	非水反应高聚物	修复工程 施工预处理
更换	/	旋喷注浆 压力注浆	管道堵漏 土体填充	水泥—水玻璃 化学注浆材料	修复工程 施工预处理
空洞	/	压力注浆	土体填充	颗粒注浆材料	修复工程

5.3.2 管道或检查井修复工程要求进行地基加固处理的外部注浆时,宜采用喷射注浆方式,注浆修复设计应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

5.3.3 管道或检查井修复工程要求进行土体填充的外部注浆时,宜采用钻孔压力注浆方式,空洞注浆范围宜不小于空洞尺寸的 1.5 倍。土体加固性能应满足土体的抗渗性能要求。

5.3.4 外部注浆加固时,地面注浆孔布置宜符合下列规定:

- 1 管道堵漏注浆的注浆孔宜采用梅花式交叉布置。防渗帷幕注浆应不少于 2 排。注浆孔间距应不大于浆液渗透半径的 1.5 倍;
- 2 土体加固的注浆孔布置应满足复合地基处理设计验算的要求,注浆孔间距不宜大于 2.0m;
- 3 空洞填充注浆的注浆孔应采用“三角形”或“矩形”布置,注浆孔间距宜为 3.5m~10m,当浆液流动性大时取大值,当浆液流动性小时取小值;
- 4 管道侧部注浆宜采取对称注浆方式,注浆孔与外壁水平净距不宜小于 0.5m;
- 5 当受管道或检查井限制,堵漏防渗注浆孔间距大于 1.5 倍浆液渗透半径(考虑交错空隙)时,宜采用倾斜注浆孔方式或内部注浆法完善注浆加固。

5.3.5 注浆孔深度应穿透薄弱层底部的长度不宜小于 1.0m。

5.3.6 管道顶部注浆孔底端距离管顶的净距不宜小于 0.5m。

5.3.7 注浆孔孔径应根据地质条件、注浆孔深度和注浆工艺确定,宜为 70mm~110mm。垂直注浆孔的孔斜率不宜大于 1%。

5.3.8 注浆压力应根据现场注浆试验确定,并应满足注浆压力下管道或检查井结构强度及

稳定验算的要求。

5.3.9 当管道进行单侧注浆时，应验算管道在注浆压力作用下的整体稳定性，单位长度管段设计注浆压力产生的水平压力标准值不应大于管道基底摩阻力和管侧被动土压力的合力标准值。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 注浆修复设计单位应向施工企业进行设计交底。组织施工文件和图纸会审，并形成会审纪要；

6.1.2 施工企业应复核注浆修复设计，编制专项施工方案，按规定程序通过审批后方可实施。

6.1.3 根据工程现场情况，经审批程序，可动态调整浆液辅助材料和配合比，添加速凝剂、减水剂、活性剂、催化剂等外加剂。浆液中添加的掺和料和外加剂品种、性能及数量，可依据现场试验和工程经验确定。

6.1.4 注浆施工场地的平面布置应符合安全文明施工的要求。

6.1.5 注浆作业人员应经岗位培训合格后上岗，特种作业人员应持证上岗。外部注浆施工应避免人员进入检查井或管道内。

6.1.6 注浆设备应定期维护保养，保持操作状态良好。

6.1.7 注浆施工前应完成下列准备工作：

- 1 平整场地、设置废浆池及废渣堆放地点，布置材料堆放场地，并采取材料防护措施；
- 2 清除障碍物，保护受影响的既有工程。围挡施工场地，采取防尘等环保措施。
- 3 安装施工设备，并调试运转；
- 4 对施工人员进行安全技术交底。

6.1.8 进场材料应检查验收。材料使用前的包装应完好，且在有效期内。

6.1.9 注浆管路应保证浆液流动畅通，注浆管的直径应根据具体工艺选择。注浆前应对整个注浆管路系统进行压力试验，试验压力宜为设计注浆压力的 1.2~1.5 倍，持续时间不应少于 5min。

6.1.10 注浆前应进行施工验证性注浆，注浆孔应布置在具代表性的地段。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应布置施工验证性注浆孔。

6.1.11 土体增强加固的施工验证性注浆应满足下列要求：

- 1 注浆孔深度应超过设计孔深 0.1m~0.2m；

2 注浆段长应不小于设计要求，且不小于 5m-10m。注浆时，应由低压逐步提高注浆压力，并持续观察注入率。当各项指标符合设计要求后停止注入，注浆结束压力应不小于设计注浆压力值；

3 注浆孔口应采取封闭措施。注浆过程宜采用自下而上孔内阻塞注浆方式，当注浆地层深度较深、地质条件复杂时，也可采取自上而下注浆方式；

4 应对加固体进行性能参数检测；

5 应及时整理、分析资料，优化工艺参数，确定不同水文地质特征地段的施工工艺、注浆材料、配合比、施工操作等数值参数和技术要求。

6.1.12 注浆设备宜采用定型产品。非水反应高聚物注浆设备宜采用集成式高聚物注浆系统。新型注浆设备应经过工程验证或专家论证后方可采用。

6.1.13 注浆泵出口、注浆孔口应设置压力表和流量计。压力表量程宜为最大注浆压力的 2.0~3.0 倍。注浆泵进浆口应包裹滤网，网目应小于出浆孔直径的 0.5 倍。

6.1.14 当第一次注浆未满足设计要求时，应进行二次注浆。注浆达到设计要求后，应采取止浆措施，待压力消散后才能拆除逆止阀等装置。

6.1.15 当采取定量注浆时，每段注浆量达到设计注浆量时即可结束注浆。当采取定压注浆时，注浆压力达到设计压力后即可结束注浆。当注浆后经检测达不到设计要求时，应调整注浆控制指标值，且应及时进行补浆施工。

6.1.16 当注浆压力或注浆量突然呈现急剧变化时，应立即停止注浆，查明原因，并应采取下列措施：

- 1 疏通注浆管路或采取封堵措施；
- 2 调整注浆压力、浆液浓度、浆液凝结时间；
- 3 采取间歇注浆、限制进浆量等措施。

6.1.17 当出现串浆现象时，应封闭其中一个孔，且继续另一个孔注浆。注浆结束后应对封闭孔清孔，重新注浆；

6.1.18 当连续注浆 5h 或注浆达到设计注浆量仍未达到注浆压力时，应按下列方法处理：

- 1 调整注浆施工方式，可采取间歇注浆或限流注浆；
- 2 调整注浆材料品种，可采用速凝浆液材料。

6.1.19 注浆因故中断时，应采取下列措施进行处理：

- 1 当浆液含有速凝剂时，应用清水冲洗管路系统；
- 2 当水泥浆中断时间超过 30min 时，应冲洗注浆孔，当冲洗无效时，应进行清孔。

6.1.20 当满足下列条件之一时，可终止注浆：

- 1 注浆管管口压力升至 0.5MPa 以上，稳定 15min；
- 2 注浆管管口压力未升至 0.5MPa 以上，但进浆量小于 70L/min，且持续 15min；
- 3 浆液从空洞最高处冒出。

6.1.21 每个作业班次应做好现场施工工艺记录，现场施工工艺记录应包括下列内容：

- 1 施工的时间、地点和工程项目名称；
- 2 施工天气状况；
- 3 钻孔数量、深度及位置；
- 4 注浆作业时设备压力及注浆温度；
- 5 记录单孔及每一个段落注浆用量；
- 6 施工过程中的异常状况；
- 7 记录施工过程中各项材料及用量。

6.1.22 注浆结束后，地面注浆孔应采用水泥浆或水泥砂浆填充封闭。

6.1.23 施工单位应对由施工引起的各种粉尘、废气、废弃物以及噪声、振动等环保问题采取控制措施。

6.1.24 暴雨、雷暴、大风、低温等极端天气不得施工。

6.2 浆液配制

6.2.1 浆液应根据产品说明书的要求进行配制，并根据现场工程条件进行动态调整。

6.2.2 浆液配制人员应熟知注浆材料的作用、性能，掌握材料的配比、配制方法，并根据实际使用条件选择合适的配合比。

6.2.3 浆液配制时，应根据配合比的要求选用对应的计量设备，计量设备应校准标定并具有检验合格证书。

6.2.4 浆液配制应遵循少量多次、即配即用的原则。

6.2.5 浆液配制时，应根据浆液的特性，选择合适的容器。多组分浆液配制时，应对容器

做好标记，避免混用。

6.2.6 制浆材料应按规定的浆液配合比计算，计量允许误差为±5%，添加剂计量允许误差为±1%。注浆材料宜采用质量(重量)计量。

6.2.7 水泥注浆材料的浆液黏度应为 80s~90s，搅拌时间应大于 3min。浆液在使用前应过滤，浆液自制备至用完的时间应不超过其初凝时间，且不宜大于 2h。

6.2.8 注浆时应控制水泥注浆材料的初凝时间。浆液在砂土地基土中初凝时间宜为 5min~20min；在黏性土地基中的初凝时间宜为 1h~2h。

6.2.9 当水泥注浆材料采用集中制浆时，水泥浆水灰比可取 0.6~2.0。

6.2.10 钻孔压力注浆时，浆液水灰比宜为 0.5~1.0，注浆时浆液浓度应由稀至浓逐级变换，注入率大的地段可直接注入浓浆液，也可加入粉煤灰、水玻璃等添加剂。

6.2.11 水泥高压喷射注浆空洞时，填充注浆水灰比可取 0.6~0.8，可添加 20%~40%中粗砂或再生细料。

6.2.12 水泥—水玻璃注浆材料的水泥浆应采用普通硅酸盐水泥配制。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配比对集中制备的水泥浆的水灰比进行调配。

6.2.13 水泥—水玻璃注浆材料的水玻璃模数宜为 2.4-3.2，其浓度不应大于 40° Bé。浆液宜在使用前加水，搅拌稀释到 20° Bé~35° Bé 备用，并确保均匀。

6.2.14 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。

6.2.15 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℃。

6.2.16 化学注浆材料的浆液现场配制和施工操作应满足产品说明书的规定。

6.2.17 化学注浆材料的浆液配制过程应做好安全防护措施。残留的化学注浆材料的浆液处置应符合安全环保要求。

6.3 内部注浆法

6.3.1 管道或检查井内部注浆施工前，应根据缺陷状况、注浆工艺要求对结构内表面及裂

缝进行预处理，应清除明显沉积、结垢和障碍物。管道内部水位不得掩埋注浆点。

6.3.2 当管道内需采取临时排水措施时，应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的有关规定对原有管道进行封堵，并应符合下列规定：

1 当管堵采用充气管堵时，应随时检查管堵的气压，当管堵气压降低不满足要求时应补气；

2 当管堵上、下游有水压力差时，应对管堵进行支撑，管径大于 1000mm 的管道，宜采用固定式封堵；

3 当管堵使用大于 2d 时，宜在上游增设固定式管堵；

4 应制定临时专项调排水措施，临时排水设施的排水能力应满足修复工艺的施工和检测要求；

5 污水应合规处置，不得随意排入自然水体。

6.3.3 注浆修复的施工预处理应避免对管道结构产生二次损伤或破坏。

6.3.4 注浆方式可根据管道内具体渗漏情况采用钻孔注浆、V 形槽注浆或气囊注浆。

6.3.5 钻孔注浆进行地基处理、土体加固时应符合下列规定：

1 施工前应将工作面封闭严密、牢固，清理干净，并测放出钻孔位置后方可施工，注浆钻孔可采用垂直孔或倾斜孔；

2 注浆孔可根据结构材料承受能力和土质类型确定成孔方法。采用回转钻进时，宜采用清水循环。当采用自下而上的整孔一次性注浆时，宜采用钻孔注浆一体设备；

3 注浆孔应按本规程第 5.2.2 条和第 5.2.3 条的规定设置孔位，钻孔孔位偏差应不大于 50mm。孔深应大于注浆管长度；成孔直径应不小于注浆管直径；

4 注浆管可采用钢管或塑料管，且应装有阀门；注浆管穿过外壁，伸出长度宜为 100mm~200mm。注浆管与钻孔之间的空隙应有止浆措施；

5 注浆孔口应有可靠的止浆措施，止浆措施应根据注浆工艺确定；

6 注浆施工应以小压力、低流量开始，逐渐提高压力和流量，参照注浆试验的结果，取得最佳的注浆施工参数；

7 以管道堵漏为目的进行注浆处理时，宜遵循分序多次反复实施的原则；

8 注浆结束后，应截断留在管壁内的注浆管，并应做好封堵工作；

6.3.6 钻孔注浆进行管位纠正注浆时，A、B 双组分材料应在注浆口混合反应，注浆应采

用专用设备和装置，施工操作应严格执行产品使用说明书规定。

6.3.7 病害缺陷 I、II 级破裂注浆时，可采用骑缝注浆方式。注浆嘴埋设可沿裂缝钻孔或剔凿 V 形槽埋设，表面设置封缝带。V 形槽上口宽度为 60mm~80mm、深为 100mm。浆液通过注浆嘴压入裂缝，当相邻注浆嘴溢出浆液时，封堵本次注浆嘴，依次对相邻注浆嘴重复注浆。

6.3.8 病害缺陷 III、IV 级破裂注浆时，可采用缝侧注浆方式。裂缝旁边 50mm~100mm 进行 45° 角倾斜钻孔，钻孔内埋设注浆嘴，采用封口胶封闭注浆嘴间缝隙。注浆压力可取 0.1~0.4MPa。在注浆 30min 后，可对每个灌浆嘴再次补浆。

6.3.9 小口径管道的管壁堵漏注浆采用气囊装置时，应符合下列规定：

- 1 气囊注浆适用于圆形管道的接头部位或 III、IV 级破裂的局部堵漏注浆；
- 2 安装气囊前应在地面用同等管径的短管测试气囊扩张到管径时的压力和气囊的最大允许压力；
- 3 对注浆位置的管内表面应进行必要的清洗和预处理，不能有毛刺、突出物和沉积物；
- 4 气囊注浆的压力应大于外渗漏静水压力 0.2MPa，且小于气囊装置的允许充气压力，气囊的注浆压力宜控制在 0.6MPa~1.0MPa；
- 5 气囊注浆的全过程中应使用管内机器人精确定位和监控注浆过程，注浆材料不得从气囊外侧溢出。

6.3.10 注浆施工过程中应实时监测注浆压力及管道位移、变形。若管道产生偏移应及时中断注浆，并调整注浆设计。

6.3.11 注浆施工过程中应加强地面巡查，巡视注浆范围地面是否有涌水、地面隆起等情况，如遇上述情况应立即停止注浆。

6.3.12 内部注浆修复后，应对修复管道段的施工垃圾进行清理，保证无异物残留。

6.3.13 内部注浆修复过程应满足有限空间作业安全的相关规定。

6.4 外部注浆法

6.4.1 外部注浆依据设计要求可采用钻孔压力注浆和高压喷射注浆工艺，满足管道或检查

井周围土体堵漏、填充和加固的修复工程要求。

6.4.2 外部注浆应符合下列规定：

- 1 注浆材料选择和配合比应满足注浆专项设计的性能要求，以及施工操作条件；
- 2 注浆孔的布置应按注浆修复设计的规定进行定位；
- 3 注浆过程中应采用 CCTV 或潜望镜等可视化设备进行实时监控，若材料进入管道内应减慢注浆速度或采用间歇注浆法；
- 4 注浆过程中，工程现场地下既有工程产生偏移时应中断注浆，调整注浆施工方案。

6.4.3 外部注浆施工应先边缘孔，后中间孔；当场地存在高差时，应先实施孔口标高较低的注浆孔，注浆完成后经封闭孔口，再实施孔口标高较高的孔。

6.4.4 外部注浆应先小面积注浆，验证设计注浆用量、注浆压力和注浆效果，试验完成后方可展开大面积注浆。

6.4.5 当采用颗粒注浆材料进行压力注浆时，宜满足下列要求：

- 1 注浆方式可采用花管注浆法、袖阀管注浆法等压力注浆工艺；
- 2 注浆管可采用直径 19mm~25mm 的钢管加工制作，强渗漏土层的注浆管宜采用直径 30mm~50mm 的钢管加工制作。单节注浆管长度一般为 1m~3m。钢制注浆管可采取螺纹接头；
- 3 花管的制作和开孔布置、袖阀管提升速度等工艺参数应根据经验选取，经小面积注浆试验验证后确定；
- 4 压力注浆的压力可取 1.0MPa~7.0MPa，流量可取 7 L/min~10L/min。填充注浆的流量宜不大于 20 L/min；
- 5 水泥压力注浆采用金属管时，注浆管每次拔出高度或插入深度宜为 0.5m；
- 6 注浆过程宜采取沿周边向内逐圈的跳孔注浆顺序实施；
- 7 浆液拌合水温度宜为 30℃~35℃。盛浆桶和注浆管路在注浆体静止状态不应露于阳光下；当日平均温度低于 5℃或最低温度低于-3℃的条件下注浆时，应采取措施防止浆液冻结；
- 8 对渗透系数相同的土层，应先注浆封顶后由下而上进行注浆，防止浆液上冒。当土层的渗透系数随深度而增大，则应自下而上注浆。对交互层地层，宜先对渗透性或孔隙率大的地层进行注浆。

6.4.6 当采用颗粒注浆材料进行喷射注浆时，宜满足下列要求：

1 注浆方式可根据工程需要和土质条件选用单管法、双管法和三管法施工。单次加固体形状可分为柱状、壁状、条状或块状；

2 对土中含有较多的大直径块石、大最植物根茎和高含量的有机质，以及地下水流速较大的工程，应根据现场试验结果确定其适应性；

3 喷射注浆宜采用强度等级为 42.5 级的普通硅酸盐水泥。可根据需要加入适量的外加剂及掺合料。外加剂和掺合料的用量，应通过现场试验确定；

4 喷射注浆的流量可取 70 L/min，注浆压力可取 25MPa~35MPa；

5 喷射注浆管贯入土中，喷嘴达到设计标高时，即可喷射注浆。在喷射注浆参数达到规定值后，按喷射的工艺要求，提升喷射管，由下而上旋转喷射注浆。

6.4.7 水泥—水玻璃双液注浆的注浆孔可采用回转钻进、冲击钻进、冲击回转钻进和振动、射水钻进等钻孔方法，钻孔孔径应大于注浆管外径 60mm 以上，钻孔的有效深度宜超过设计钻孔深度 0.3m。

6.4.8 水泥浆与水玻璃的混合位置（混合器位置）应根据液浆的初凝时间确定。初凝时间大于 2min 时，宜在孔口混合；初凝时间小于 2min 时，应在孔内混合。

6.4.9 软弱地质水泥—水玻璃双液注浆应根据不同的地质条件和工程要求，选用整孔一次注浆法、自上而下的下行式注浆法、自下而上的上行式注浆法等。

6.4.10 当采用化学注浆材料进行注浆时，宜满足下列要求：

1 注浆可采取向土中逐层打人注浆管和注浆溶液方式，宜自加固体顶面标高起向下逐层进行，达到设计深度后抽出注浆管；

2 当压水注浆的流量小于 10L/min 时可直接注入化学浆液，否则宜先进行水泥注浆；

3 注浆孔应采用沿加固体先外侧后内侧的施工顺序；

4 采取双液注浆时，应严格执行产品使用说明书规定的注浆程序和技术参数；

5 当采用丙烯酸盐等高渗透性的化学浆液材料时，在满足注浆扩散半径要求的前提下，宜逐级降低注浆压力；

6 地下水位以下碎石类土或砂土层中采用化学注浆材料时，注浆压力可按垂直深度确定，注浆深度每加深 1m，注浆压力可增加 15kPa~20kPa，其中浆液黏度低、土层渗透系数大时宜取低值，反之取高值。

6.4.11 当采用非水反应类高聚物材料进行空洞填充注浆时，宜满足下列要求：

- 1 应严格执行产品说明书规定的注浆程序和技术参数；
- 2 材料自由膨胀率宜为 15 倍，满足迅速膨胀填充空洞、挤密土体、封堵渗漏的要求，与周围土体紧密接触；
- 3 按设计要求位置进行钻孔，深度应穿透空腔边缘伸入空洞。将 PVC 注浆管下入注浆钻孔；
- 4 注浆管外部端口内应设置注浆帽，与注射枪嘴采用夹具密封连接。通过输料管道分别把 A 及 B 两类高聚物材料输送到注射枪口，当压力突然增大时应停止注浆。

6.4.12 当采用颗粒注浆材料注浆的堵漏防渗效果存在局部缺陷时，可采用化学注浆材料进行局部补注加强处理。土体加固注浆不应混用注浆材料。

7 质量检验与工程验收

7.1 质量检验

I 主控项目

7.1.1 材料进场前应进行材料检验，经检验合格后方可使用。材料的现场检验应包括材料性能和注浆浆液配合比检验，材料的配合比应满足设计要求。

检验数量：全数检查

检验方法：材料性能的现场检验宜以同一厂家、同一批号，颗粒类材料以 500t 产品为一批，化学类材料以 10t 产品为一批，复合注浆材料应按组成的原颗粒类材料和原化学类材料分别送检。材料的配合比应检查配合比试验报告、施工记录和观察检查。

7.1.2 注浆施工完成 24h 后，管道接口处及裂缝处应无明显的渗漏水。

检验数量：全数检查。

检验方法：采用电视检测（CCTV）或潜望镜（QV）检测等可视化设备进行检验。

7.1.3 管道外部脱空及空洞位置、深度应明确，脱空及空洞处应填充密实。

检验数量：全数检查。

检验方法：按现行行业标准《城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准》JGJ/T 437 评估注浆效果。

7.1.4 管道外部土体注浆加固检验应按国家现行标准的相关规定执行，并应符合下列规定。

1 应进行承载力、强度、变形指标检验，颗粒注浆检验时间应在注浆施工结束 28d 后进行，化学注浆检验时间应在注浆施工结束 7d 后进行；

2 宜用标准贯入试验、静力触探试验、轻型动力触探试验对加固地层进行检测；

3 对注浆效果的评定，应注重注浆前后数据的比较，并结合管道和周边建（构）筑物沉降观测结果综合评价注浆效果；

4 注浆检验点应设在注浆孔之间，检测数量应为注浆孔数的 2%~5%。当检验点合格率小于或等于 80%，或虽大于 80%但检验点的平均值达不到强度或防渗的设计要求时，应对不合格的注浆区实施重复注浆，必要时调整注浆工艺；

5 应对注浆凝固体试块进行强度试验；

6 注浆加固范围的土体质量检验标准应符合表 7.1.4 规定。

表 7.1.4 注浆加固范围的土体质量检验标准

序号	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
		单位	数值	
1	管道周边地基承载力	不小于设计值		轻型动力触探试验 GB 50021
2	注浆凝固体试块强度	不小于设计值		压力试验机检测 JTG 139
3	注浆材料称量	%	±3	称重
4	注浆孔位	mm	50	用钢尺量
5	注浆孔深	mm	100	量测注浆管长度
6	注浆压力	%	±10	检查压力表读数

II 一般项目

7.1.5 注浆孔的数量、间距、孔深应符合设计文件的规定。

检验数量：抽查 20%

检验方法：采用电视检测（CCTV）、潜望镜（QV）检测等可视化设备或现场观察、钢尺量测的方法进行检验。

7.1.6 注浆完成后，管内应无残留或凸起的注浆材料。

检验方法：目视法，电视检测或潜望镜检测等可视化设备进行检验。

检查数量：全数检查。

7.2 工程验收

7.2.1 注浆修复工程应按管道或检查井修复工程设计中规定的程序要求和指标参数进行验收。当仅采取注浆法进行修复工程时，功能验收尚应满足现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定。

7.2.2 工程竣工验收的内容应包括下列内容：

- 1 岩土工程勘察报告（如有）；
- 2 注浆前对原有管道的检测和评估报告；

- 3 注浆专项设计施工图及专项施工方案；
- 4 注浆材料的产品合格证、检验报告等质量保证资料；
- 5 注浆施工过程的施工记录及施工分部检验记录；
- 6 注浆施工成果的检测试验报告和评价报告；
- 7 相关会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；
- 8 质量事故、生产安全事故处理资料；
- 9 工程竣工图和竣工验收报告等。

附录A 聚氨酯起泡时间、凝固时间和发泡率的测试方法

A.0.1 本方法适用于堵漏型聚氨酯注浆材料起泡时间、凝固时间和发泡率的检验。

A.0.2 试验条件为温度（23±2）℃，相对湿度（50±10）%。

试验前，所用的器具、试样要在上述条件下至少放置 24 小时。

A.0.3 试验步骤按照下列规定进行：

1 向 1000ml 的玻璃量筒中加入 100ml 的自来水，水的体积为 $V_{水}$ ；

2 浆料配比按照“产品使用说明”执行，但质量为（50.0±0.1）g，事先测得浆料体积记作 $V_{料}$ ；

3 将上述称量好的浆料倒入 500ml 塑料量杯中，以（1250±50）rpm 的转速将上述浆料快速混配均匀，然后迅速倒入上述玻璃量筒中，观察。

4 当浆料刚好接触到水面时，用秒表计时(零)：

1) 当液面出现第一个发泡体时记录所经历时间 t_1 （起泡时间）；

2) 当发泡体停止上升时记录所经历时间 t_2 （视为凝固时间）；

3) 在测得 t_2 时，记录发泡体体积（取发泡体表面最低点刻度）的体积 $V_{泡}$ ，发泡率

计算公式如下：

$$S = \frac{V_{泡} - V_{水} - V_{料}}{V_{料}} \times 100\%$$

式中：

S ——发泡率（%）；

$V_{泡}$ ——发泡体体积（ml）；

$V_{水}$ ——水的体积（ml）；

$V_{料}$ ——浆料的体积（ml）。

附录B 非水反应高聚物水中反应收缩率测试方法

B.0.1 本方法可适用于检测非水反应高聚物水中反应收缩率。

B.0.2 试验设备应满足下列要求：

如图 B.0.2，2000ml 烧杯上直径为 133mm，高度 205mm，最小刻度 100ml，允许尺寸误差在 10%以内。



图 B.0.2 试验用烧杯

B.0.3 试验步骤应符合下列规定：

1 水中反应：在 2000ml 烧杯里面装 1000ml 水，控制水温：25℃，静置使水面平稳。双组份高聚物的 A、B 组份各 50g，控制料温：25℃，物料重量比例 1:1，把两种原料都倒入在 500ml 塑料烧杯中，手工使用电动搅拌（2500r/min）混合 2s，快速把搅拌好的原料在 2000ml 烧杯杯口正中心位置倒入水中，静置等待完全固化；

2 同时在水中做试样 5 个以上，水中反应和其他试样区别较大的样品舍去；

3 将以上试样和塑料烧杯一起保留，至少在 23℃±2℃的条件下放置 16h；

4 放置 16h 后，把烧杯和泡沫一起切片，切片厚度为 2.5cm，取出试样测试泡沫最大直径 d_1 ，最小直径 d_2 ，对应的塑料烧杯最大直径 d_3 ，最小直径 d_4 。

B.0.4 收缩率应按下式计算：

$$s_1 = [(d_3 + d_4 - (d_1 + d_2)) / (d_3 + d_4)] \quad (\text{B.0.4})$$

式中： d_1 ——试样测试泡沫最大直径（mm）；

d_2 ——试样测试泡沫最小直径（mm）；

d_3 ——对应的塑料烧杯最大直径（mm）；

d_4 ——对应的塑料烧杯最小直径（mm）。

附录C 非水反应高聚物渗透性能测试方法

C.0.1 本方法可适用于检测非水反应高聚物渗透性能。

C.0.2 试样规格与形状应符合下列规定：

- 1 试件形状为圆台型（图 C.0.2）；
- 2 试样具体尺寸为上底直径为 175mm，下底直径为 185mm，高为 150mm。



a) 渗透试验试件



b) 试件顶部盲板

图 C.0.2 高聚物试件制作

C.0.3 试验设备应符合下列规定：

- 1 应采用型号为 DY-200 的微控高精度抗渗仪；
- 2 试件顶端安装一个圆形盲板，盲板上底直径为 175.0mm，下底直径为 175.6mm，高为 10mm（图 C.0.3）；
- 3 盲板上设置 4 个直径 5 mm 的观察孔。

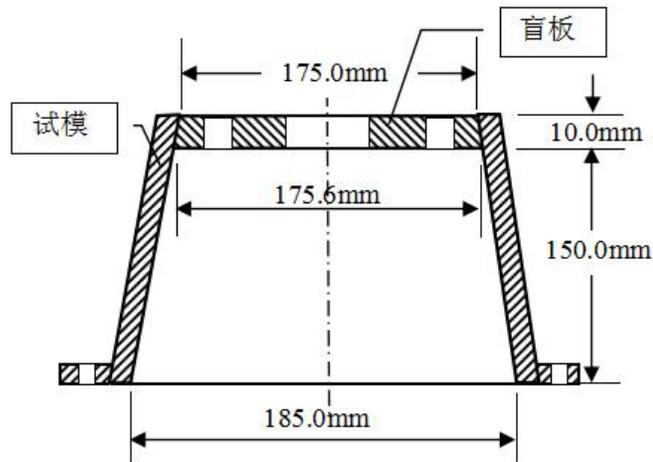


图 C.0.3 带盲板的试模

C.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 把试样放进试验装置的模具中；
- 2 在试件周围与模具侧壁涂抹密封材料；
- 3 从试样底部施加水压，从 0.1MPa 开始，每隔 3 小时增加 0.1MPa 压力；
- 4 观察试件顶部有无渗水，直至试件被压力水穿透时停止试验；
- 5 记录此时的水压力值，即为试件的起始渗透压力值。

附录D 非水反应高聚物材料膨胀比测试方法

D.0.1 本方法可适用于测试非水反应高聚物材料的膨胀比。

D.0.2 试件规格与数量应符合下列规定：

- 1 试件采用边长 $100\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的正方体或直径 $50\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 、高度 $100\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的圆柱体。
- 2 每一样品测试 5 个试件。

D.0.3 高聚物材料的膨胀比测试应符合下列规定：

- 1 按照现行行业标准《泡沫塑料及橡胶表观密度的测定》GB/T 6343 的规定测定高聚物材料的表观芯密度；
- 2 按下式计算高聚物材料的膨胀比：

$$n = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (\text{D.0.3})$$

式中： n ——膨胀比；

ρ_0 ——材料各液体组份平均密度 (g/cm^3)；

ρ ——聚合物表观芯密度 (g/cm^3)。

- 3 每组试件中剔除最大、最小两个值，取剩余三个试件的算术平均值为膨胀比的试验结果；
- 4 三个试件的计算结果差值不应大于10%，否则，重新进行试验。

附录E 环氧树脂注浆材料检验方法

E.0.1 本方法可适用于检测环氧树脂注浆材料的堵水性能。

E.0.2 试验环境温度应为 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 50%~70%。

E.0.3 单项试验的最少数量应符合表 E.0.3 的规定。做多项试验时，如能保证试样经一项试验后不致影响另一项试验的结果，可用同一试样进行多项不同的试验。浆液 A、B 组分应按照指定的比例混合均匀。

表E.0.3 单项试验抽样数量

序号	试样项目	单位	取样/g
1	初始粘度	mPa·s	500
2	水中初始凝胶时间	s	500
3	水下抗压强度	MPa	1000
4	水下抗拉强度	MPa	2000
5	湿粘结强度	MPa	500
6	抗渗性能	-	2000

E.0.4 分别目视观察 A、B 组分外观。

E.0.5 按现行国家标准《胶粘剂粘度的测定 单圆筒旋转粘度计法》GB/T 2794 的规定，测定浆液 A、B 组分混合均匀后的初始粘度，计算结果精确到 1 mPa·s。

E.0.6 将浆液 A、B 组分混合均匀并称量 100g，倒入一个 250ml 的玻璃烧杯中，使其铺展均匀后，立刻将 250ml 玻璃烧杯放入一个 3000ml 的玻璃烧杯中，并加满水至 3000ml 的刻度处，使浆液完全浸没在水中。每隔 10min 用玻璃棒接触一次浆液混合体的表面，后期接近凝胶时间每隔 5min 用玻璃棒接触一次浆液混合体的表面，直到出现“拉丝”现象，记录此时经过的时间即水中初始凝胶时间，结果精确到 5min。

E.0.7 试样尺寸采用 2 cm×2 cm×2 cm 立方体，将浆液 A、B 组分混合均匀，浇铸到模具后立即将模具浸没水中，1d 后脱模，并将脱模后的试样继续浸没水中固化 27d，取出后按国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567-2008 中第 5.2 节测定试样抗压强度，计算结果精确到 1MPa。

E.0.8 将浆液 A、B 组分混合均匀，浇铸到模具后立即将模具浸没水中，1d 后脱模，并将

脱模后的试样继续浸没水中固化 27d, 取出后按国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》GB/T 2567-2008 中 5.1 测定试样抗拉强度, 计算结果精确到 1MPa。

E.0.9 按行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T1041-2007 中第 7.9 节测定湿粘结强度, 计算结果精确到 0.1MPa。

E.0.10 按行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T1041-2007 中第 7.10 节进行, 抗渗压力结果精确到 0.1MPa, 渗透压力比计算结果精确到 1%。

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

- 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
- 《工业硅酸钠》 GB/T 4209
- 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 《混凝土外加剂》 GB 8076
- 《塑料 聚醚多元醇》 GB/T 12008
- 《多亚甲基多苯基异氰酸酯》 GB/T 13658
- 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
- 《膨润土》 GB/T 20973
- 《混凝土和砂浆用再生细骨料》 GB/T 25176
- 《泡沫塑料表观密度的测定》 GB/T 6343
- 《硬质泡沫塑料吸水率的测定》 GB 8810
- 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》 GB/T 8813
- 《硬质泡沫塑料拉伸性能试验方法》 GB/T 9641
- 《硬质泡沫塑料开孔和闭孔体积百分率的测定》 GB/T 10799
- 《塑料 耐液体化学试剂性能的测定》 GB/T 11547
- 《轻型动力触探试验》 GB 50021
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268
- 《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》 CJJ 68
- 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 《城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准》 JGJ/T 437
- 《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》 JC/T 1041
- 《丙烯酸盐灌浆材料》 JC/T 2037
- 《聚氨酯灌浆材料》 JC/T 2041
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 《混凝土用水标准》 JGJ 63

《压力试验机检测》 JJG 139

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水管道注浆法修复工程技术规程

T/CECS XXX-202X

条文说明

目 次

1	总则	49
3	基本规定	50
4	材料	51
4.1	一般规定	51
4.2	颗粒注浆材料	51
4.3	化学注浆材料	52
5	设计	53
5.1	一般规定	53
5.2	内部注浆法	54
5.3	外部注浆法	54
6	施工	55
6.1	一般规定	55
6.2	浆液配制	55
6.3	内部注浆法	56
7	质量检验与工程验收	57
7.1	质量检验	57

1 总则

1.0.1 地下管道病害造成的漏水会冲刷管道周围的土层从而使管道附近形成空洞，严重时还会引起地面塌陷，造成重大的安全事故。因此，采用合理的管道修复技术解决管道因病害造成的渗漏对解决地下空洞的形成具有实际意义。注浆法修复技术是指使用专用的设备，在压力的作用下将浆液注入到管道或检查井周边土体，用于管道堵漏、周边松散土体加固、空洞填充及管道或检查井结构加固等情况的技术方法。注浆施工技术性强，需根据周边土体松散情况、漏水点渗漏情况和管道或检查井裂隙、空洞大小、分布等情况设置注浆孔，达到填充、堵漏、土体和结构加固的效果。为指导注浆法修复工程实践，保证工程质量，促进非开挖工程技术在管道修复工程中的推广应用，保障既有道路和管线的安全、健康运行，编制组经广泛调研，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

1.0.2 城镇排水管道注浆法适用于各类排水管道修复工程的注浆预处理和注浆修复，包括管道或检查井周围土体堵漏防渗、空洞填充和增强加固，以及外壁裂缝封闭修复工程等。

3 基本规定

3.0.1 管道缺陷产生的原因中，由于管周土被扰动而造成管土共同工作机制不能满足管道设计的要求是重要原因之一。管周土密实度下降、土流失形成空洞，降低了土对管材的约束作用，进而造成管道承载能力降低、管材变形超标、管材结构破坏、管道整体沉陷或位移等缺陷，同时造成土体渗透系数增加，增大了水在土体中的流动，管材破裂和接口形变增加了管道渗漏等级。注浆修复可以达到加密土体、增加土体结构性能、降低土的渗透系数、填充土体空洞、修补管材破裂、封闭管材裂隙的目的，是消除产生管道缺陷根源的不可替代的工程措施，是管道结构性修复必不可少的工程技术。

注浆修复不能单独进行管道修复工程。目前管道缺陷都是针对管道出现现象进行评估，反映出管道修复主要以管材缺陷展开，其他修复措施都只是起到辅助的作用。注浆主要起到以下作用：

- 1 修复管土共同工作性能，恢复或提高承载能力；
- 2 封闭管材已形成裂缝，保障工作年限要求；
- 3 封堵地下水渗漏入管道，为管材修复施工操作创造必要条件。

3.0.2 施工工艺主要包括压力注浆和喷射注浆。压力注浆可细分为渗入注浆、高压注浆、劈裂注浆，由于工艺主要内容钻孔、插管、封堵、注浆仅存在局部差异和设备不同，规程编制未做区分，适用于内部注浆法和外部注浆法。喷射注浆适用于地基处理等对固结土强度有要求的土体加固，受设备安装的限制，更适用于外部注浆法。

3.0.5 管道工程修复设计是对管道修复整体工程项目的设计，包括管道环境修复、管道保护和管材缺陷修复。注浆修复专项设计是管道工程修复设计中管道环境修复的重要内容，同时也是管材缺陷修复施工预处理的重要组成部分。注浆修复专项设计的技术目标，随整体工程设计的相关项目采取的技术类型和要求改变，不能独立完成管道修复任务。所以注浆修复必须以管道工程修复设计为依据的专项设计，管道工程修复设计必须以既有管道的检测评估结论为依据。

3.0.8 由于目前缺少管道注浆修复的技术要求，且注浆修复为管道整体过程的一部分，应属于整体修复工程的分项验收级别，因此工程验收要求的性能指标值应在专项设计中予以明确规定，并应确定各指标除本规程规定外的验收方法。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.3 注浆材料应该属于环保材料，有毒属于危险化学品的类别，实际工程中不得使用，少量材料具有刺激性、腐蚀性的影响，在施工过程中，可通过保护措施，可以控制甚至消除的。而在材料固化以后，危险性将不再存在。

4.1.4 注浆材料在出厂时应提供相应的质量合格证明，同时应提供使用说明书，以便施工人员掌握使用方法。材料包装还应标明材料名称、生产厂家、重量、生产编号等信息。厂家对材料的存放环境有要求的，应按照要求进行分类存放。

4.1.6 本规程推荐采用新型材料，促进新技术的应用。新材料在应用之前应提供经过试验验证的可靠数据，如室内试验数据、现场试验数据、已有工程经验成果或相应的检测报告。也可组织专家对新材料应用的可靠性进行评价。

4.2 颗粒注浆材料

4.2.1 颗粒注浆材料适用于无流动地下水条件、空洞实体填充条件。

水泥单浆液以水泥为主剂，与粉煤灰、水、外加剂经拌合制成制成悬浊液注浆材料，具有固结土体、挤密土体的作用；

水泥复合浆液以水泥为主剂，除与粉煤灰、水、外加剂按照一定配比拌和外，还添加不同掺和料，如黏土、细砂、矿渣、再生细骨料等，起到低强度固结土体、挤密土体的作用；

水泥-水玻璃浆液是在各类水泥浆液内加入液体硅酸钠，改善填充效果，缩短固结时间。由于水泥单浆液与复合浆液在加固作用和施工操作不存在差异，浆液配制也是由施工单位根据现场情况调整和操作，质量以满足验收要求进行控制，因此，建议本规程不再扩展分类，统一采用水泥浆液命名。

4.2.2 按照现场地质条件，根据管道或检查井周围病害情况可采用颗粒注浆材料，以水泥为主要成分，必要时可根据需要混合一定量的水玻璃、黏土、膨润土、粉煤灰、矿渣粉等掺和料及其他掺和剂。

4.2.3 对于特殊环境条件或有其他要求时可使用特种水泥，如具备高后期强度、良好的粘

聚性、低弹性模量等特点，具有膨胀特性的膨胀水泥、用于抢险加固快干水泥等，特种水泥的使用应满足相应产品的技术要求。

4.3 化学注浆材料

4.3.2 聚氨酯浆液—产品类浆液材料，裂缝堵漏、缝隙填充，适用于有流动地下水条件下对各类缝隙注浆堵漏。施工现场无需配制，产品类型复杂，按工程需求选择产品至关重要。亲水型浆液按包水性分为 I、II 型，I 型快速堵漏的效果更明显。疏水型浆液发泡率高，具有抗压强度。产品可执行现行行业标准《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041-2020。

4.3.3 环氧树脂浆液—产品类浆液材料，缝隙填充，适用于无流动地下水条件下对混凝土裂缝注浆填充。施工现场无需配制，产品可执行现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041。

4.3.4 丙烯酸盐浆液—产品类浆液材料，由树脂和引发剂双组份组成。适用于松散土体的固结和管道缝隙的堵漏防渗。施工现场无需配制，产品可执行现行行业标准《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037-2010。

4.3.5 非水反应类高聚物材料—专属产品类浆液材料，由 A 和 B 浆液双组分组成，各组分浆液由产品生产企业依据工程需求配制。适用于空洞填充、松散土体挤密和渗漏封堵。对于管道抬升纠正时可配套使用膜袋工艺。A 组份主材为多异氰酸酯，原材料可执行现行国家标准《多亚甲基多苯基异氰酸酯》GB/T 13658，B 组份为聚醚多元醇，原材料可执行现行国家标准《塑料 聚醚多元醇》GB/T 12008 系列标准。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 进行注浆专项设计时，首先应明确，注浆是针对修复工程的设计要求，还是针对周边土体加固、周边土体空洞进行充填、管道或检查井外壁裂隙封闭，或者是管道或检查井修复工程的预处理措施等，综合考虑注浆目的、地层条件、周边环境，确定注浆方式和注浆的设计参数。

5.1.7 注浆设计应明确注浆修复的范围、工程量、注浆材料类型及配合比、注浆孔的布置、注浆顺序、注浆压力、注浆量等注浆工艺参数，在设计具体工艺参数时，应坚持以现场试验为依据。

5.1.8 第 8 款 关于专项设计文件中提出质量检验和验收要求的规定。作为一种新型的非开挖修复方法，注浆法修复可以达到加密土体、增加土体结构性能、降低土的渗透系数、填充土体空洞、修补管材破裂、封闭管材裂隙的目的，设计文件中应根据修复目的提出相应的质量检验要求。

5.1.9 注浆设计应选择合适的注浆材料，并应考虑材料的可灌性以及现场的地层情况等。

5.1.11 堵水型环氧树脂材料在水环境里可以固化并与混凝土、土颗粒等材料粘接，但是因化学反应需要时间，故不宜在动水条件下使用。尽管如此，在水流速度不大于 0.5m/s 时，依然可以通过调节水中初始凝胶时间，并辅以封缝引水等措施使用。加固型环氧树脂针对管道、检查井等结构裂缝进行加固处理时，少量的水并不影响浆液的固化，但不宜有大量明水，否则会影响材料的固化和粘接性能。

5.1.15 注浆浆液的扩散半径与浆液的流变特性、注浆压力、胶凝时间、注浆时间等因素有关。理论计算的扩散半径与实际往往相差很大，有条件时进行现场注浆试验确定相关参数对设计和施工更有指导意义。

5.1.16 根据现行行业标准《注浆技术规程》YS/T 5211 引入土体加固注浆量的计算公式。

5.1.11 在松散土层中，注浆压力宜为 0.3MPa~1.0MPa；在淤泥质土和粉质土中，注浆压力宜为 0.2MPa~1.5MPa；在中细砂层中，注浆压力宜为 0.6MPa~3.0MPa。

5.2 内部注浆法

5.2.1 以上注浆方式和注浆材料的选择取决于以往工程经验，针对不同管道缺陷等级做出的一些注浆设计的关键技术要点。

5.3 外部注浆法

5.3.1 以上注浆方式和注浆材料的选择取决于以往工程经验，针对不同管道缺陷等级做出的一些注浆设计的关键技术要点。

管道外注浆只适用于堵漏防渗、土体增强处理和空洞充填，不建议用于管道或检查井外壁裂隙的封闭与加固。虽然有通过注浆加固管道两侧和顶部一定范围内的土体来抵抗管道顶部超载的案例，但由于土体注浆加固效果的离散性较大，且分析方法对于经验的依赖性较高，因此本规程暂不考虑这种方法。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.3 实际注浆过程中，施工中不应改变专项设计规定的材料主剂、注浆工艺、浆液渗透半径、注浆范围、注浆孔布置等参数，但可以根据工程需要加入速凝剂、减水剂、活性剂、催化剂等外加剂，因为外加剂使用性能与浆液成分、配比具有较大的相关性，所以外加剂本身可根据现场实际情况通过现场试验、小范围注浆等经验动态调整，确定外加剂的品种、性能和数量。

6.1.12 集成式高聚物注浆系统指经专门设计并集成了空气压缩机、气动隔膜泵、动力源、A料和B料桶、注浆配比仪及注浆枪头的整车系统，该系统具有精细配比、高压混合、自动控温控压等功能。

6.2 浆液配制

6.2.2 注浆材料种类繁多，除水泥等传统的无机材料外，大部分化学材料、复合材料对配比要求较为严格，配比的变化会导致最终材料的性能变化。因此，进行材料配制时，应准确掌握其用法和配比。实际使用条件，如温度、地下水环境、空气湿度等对材料的固化时间、可操作性时间等参数要求不同，故应结合实际使用条件适当调整材料的配比。

6.2.4 浆液配制完成后，经过一段时间，最终都会固化。从浆液配置初始具有较好的流动性开始，到浆液失去流动性而不适合注浆，之间这段时间可称之为可操作性时间。有些材料固化时间较长，如水泥，以一定的水灰比配置后，水化反应速率很慢，有些材料固化时间却很短，如水泥-水玻璃，可以调节至几秒钟固化。为了避免频繁洗管、洗泵、浆液浪费等情况，浆液配置应遵循“少量多次、即配即用”的原则，每次配置的浆液宜在可操作性时间内使用完。

6.2.5 合适的容器，包含容器的材质和容积两方面。浆液本身的特性可能与容器的材料发生反应，如水泥浆液配置，可以采用较大的金属制搅拌桶，而如果配置酸性水玻璃、丙烯酸盐等浆液，则应采用塑料容器。有些化学浆液在反应过程中放热，热量的集聚会促进反应的速率，如环氧树脂，故应考虑容器的大小对浆液反应的影响。如聚氨酯材料对水比较

敏感和粘结强度高，注浆设备应在干燥的环境使用和设备的内通道宜喷涂聚四氟乙稀等不粘漆，使用后宜用二氯甲烷溶液进行清洗。

6.3 内部注浆法

6.3.2 第 1 款 当管堵采用充气管堵时，应随时检查管堵的气压，当管堵气压降低不满足要求时应补气，对于已经封堵的管道，人员不得在管道内停留，如确需进入管道内作业，必须在上、下游管道内设置不少于两处充气管堵，并在检查井内安装管堵支顶。

6.3.2 第 5 款 固定式封堵包括钢制或砌块砌筑封堵等。

6.3.4 气囊注浆法将专用注浆气囊送达管道缺陷部位，气囊两端充气贴合管道形成密封并维持中间部位空腔，再通过空腔内注浆孔将浆液注入管道破裂、渗漏、脱节等病害周围土体，达到封闭堵漏、填充加固效果的一种注浆方法。



图 1 气囊注浆示意图。

7 质量检验与工程验收

7.1 质量检验

7.1.2 复合注浆材料是将颗粒类注浆材料、化学类注浆材料与集料按照一定比例混合用于填充大裂隙或溶、土洞的注浆材料。复合注浆材料送检应按组成的原颗粒类材料和原化学类材料分别送检，复合注浆材料的注浆效果应以工程质量检验结果为依据。

7.1.4 对于管道外部脱空，宜采用探地雷达进行探测，通过对比前后探地雷达图谱，评估注浆效果，可参照《公路路基路面探地雷达检测规程》（DB13/T1750）、《地下管线周边土体病害评估防治规范》（DB11/T1347）等现行规范执行。埋深 3m 及以上的管道可采用管内探地雷达；埋深 3m 以内的管道应采用地面探地雷达。

7.1.6 管道外部土体加固常用材料为水泥浆或水泥水玻璃双液浆。水泥浆注浆检验时间根据水泥材料的物理力学性能及凝固体的强度增长特性，应在注浆施工结束后 28d 后进行。水泥水玻璃双液注浆检验时间根据凝固体的强度增长特性，可在注浆施工结束后 7d 后进行。