UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

JGJ/T 212－2010

P

备案号J 1080－2010

地下工程渗漏治理技术规程

Technical specification for remedial waterproofing of the underground works

2010－08－03 发布　　2011－01－01 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

地下工程渗漏治理技术规程

Technical specification for remedial waterproofing of the underground works

JGJ/T 212－2010

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 1 年 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2010 北 京

中华人民共和国行业标准

地下工程渗漏治理技术规程

Technical specification for remedial waterproofing of the underground works

JGJ/T 212－2010

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米　1/32　印张：2⅞　字数：81千字

2010年10月第一版　　2010年10月第一次印刷

定价：**15.00**元

统一书号：15112·17924

版权所有　翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn

网上书店：http://www.china-building.com.cn

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第728号

关于发布行业标准
《地下工程渗漏治理技术规程》的公告

现批准《地下工程渗漏治理技术规程》为行业标准，编号为JGJ/T 212－2010，自2011年1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8月3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，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，制定了本规程。

本规程的主要技术内容是：1　总则；2　术语；3　基本规定；4　现浇混凝土结构渗漏治理；5　预制衬砌隧道渗漏治理；6　实心砌体结构渗漏治理；7　质量验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院（地址：北京市北三环东路30号，邮编：100013）。

本规程主编单位：中国建筑科学研究院
浙江国泰建设集团有限公司

本规程参编单位：北京市建筑工程研究院
上海市隧道工程轨道交通设计研究院
上海地铁咨询监理科技有限公司
中国化学建筑材料公司苏州防水材料研究设计所
中国建筑学会防水技术专业委员会
杭州金汤建筑防水有限公司
中国建筑业协会建筑防水分会
中国水利水电科学研究院
苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司

中国工程建设标准化协会建筑防水专业委员会
中科院广州化灌工程有限公司
北京东方雨虹防水技术股份有限公司
上海市建筑科学研究院（集团）有限公司
河南建筑材料研究设计院有限责任公司
大连细扬防水工程集团有限公司
廊坊凯博建设机械科技有限公司
北京圣洁防水材料有限公司
北京立达欣科技发展有限公司

本规程主要起草人员：张　勇　洪昌华　张仁瑜　叶林标
陆　明　薛绍祖　杨　胜　曹征富
胡　骏　曲　慧　项桦太　邝健政
沈春林　高延继　吴　明　郑亚平
许　宁　蔡建中　陈宝贵　樊细杨
张声军　王明远　华姜旭　杜　昕
刘　靖

本规程主要审查人员：朱祖熹　吕联亚　李承刚　张玉玲
张文华　朱志远　干兆和　郭德友
洪晓苗　姜静波

目　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　基本规定 …… 4
3.1　现场调查 …… 4
3.2　方案设计 …… 4
3.3　材料 …… 5
3.4　施工 …… 6
4　现浇混凝土结构渗漏治理 …… 10
4.1　一般规定 …… 10
4.2　方案设计 …… 11
4.3　施工 …… 20
5　预制衬砌隧道渗漏治理 …… 25
5.1　一般规定 …… 25
5.2　方案设计 …… 25
5.3　施工 …… 29
6　实心砌体结构渗漏治理 …… 31
6.1　一般规定 …… 31
6.2　方案设计 …… 31
6.3　施工 …… 33
7　质量验收 …… 34
7.1　一般规定 …… 34
7.2　质量验收 …… 34
附录A　安全及环境保护 …… 37
附录B　盾构法隧道渗漏调查 …… 38
附录C　材料现场抽样复验项目 …… 40

附录 D　材料性能 …… 43
本规程用词说明 …… 53
引用标准名录 …… 54
附：条文说明 …… 55

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms ····· 2
3 Basic Reqiurements ····· 4
3.1 In-situ Investigation ····· 4
3.2 Design ····· 4
3.3 Materials ····· 5
3.4 Application ····· 6
4 Cast-in-situ Concrete Structure Remedial Waterproofing ····· 10
4.1 General Reqiurements ····· 10
4.2 Design ····· 11
4.3 Application ····· 20
5 Prefabricated Lining Tunnel Remedial Waterproofing ··· 25
5.1 General Reqiurements ····· 25
5.2 Design ····· 25
5.3 Application ····· 29
6 Masonry Structure Remedial Waterproofing ····· 31
6.1 General Reqiurements ····· 31
6.2 Design ····· 31
6.3 Application ····· 33
7 Quality Acceptance ····· 34
7.1 General Reqiurements ····· 34
7.2 Quality Acceptance ····· 34
Appendix A Safety & Environment Protection ····· 37
Appendix B In-situ Leakage Investigation Method

for Shield Tunnel 38
Appendix C Qualification Items for In-situ Materials Inspection 40
Appendix D Materials Quality Required 43
Explanation of Wording in This Specification 53
List of Quoted Standards 54
Addition: Explanation of Provisions 55

1 总　　则

1.0.1 为规范地下工程渗漏治理的现场调查、方案设计、施工和质量验收，保证工程质量，做到经济合理、安全适用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于地下工程渗漏的治理。

1.0.3 地下工程渗漏治理的设计和施工应遵循“以堵为主，堵排结合，因地制宜，多道设防，综合治理”的原则。

1.0.4 地下工程渗漏治理除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　语

2.0.1 渗漏　leakage

透过结构或防水层的水量大于该部位的蒸发量，并在背水面形成湿渍或渗流的一种现象。

2.0.2 渗漏治理　remedial waterproofing

通过修复或重建防（排）水功能，减轻或消除渗漏水不利影响的过程。

2.0.3 注浆止水　grouting method for leak-stoppage

在压力作用下注入灌浆材料，切断渗漏水流通道的方法。

2.0.4 钻孔注浆　drilling grouting

钻孔穿过基层渗漏部位，在压力作用下注入灌浆材料并切断渗漏水通道的方法。

2.0.5 压环式注浆嘴　mechanical packer with one-way valve

利用压缩橡胶套管（或橡胶塞）产生的胀力在注浆孔中固定自身，并具有防止浆液逆向回流功能的注浆嘴。

2.0.6 埋管（嘴）注浆　port-embedded grouting

使用速凝堵漏材料埋置的注浆管（嘴），在压力作用下注入灌浆材料并切断渗漏水通道的方法。

2.0.7 贴嘴注浆　port-adhesive grouting

对准混凝土裂缝表面粘贴注浆嘴，在压力作用下注入浆液的方法。

2.0.8 浆液阻断点　grouts diffusion passage breakpoint

注浆作业时，预先设置在扩散通道上用于阻断浆液流动或改变浆液流向的装置。

2.0.9 内置式密封止水带　rubbery sealing strip mounted on the downstream face of expansion joint

安装在地下工程变形缝背水面，用于密封止水的塑料或橡胶止水带。

2.0.10 止水帷幕 water-stoppage curtain

利用注浆工艺在地层中形成的具有阻止或减小水流透过的连续固结体。

2.0.11 壁后注浆 back-filling grouting

向隧道衬砌与围岩之间或土体的空隙内注入灌浆材料，达到防止地层及衬砌形变、阻止渗漏等目的的施工过程。

3 基本规定

3.1 现场调查

3.1.1 渗漏治理前应进行现场调查。现场调查宜包括下列内容：

1 工程所在周围的环境；

2 渗漏水水源及变化规律；

3 渗漏水发生的部位、现状及影响范围；

4 结构稳定情况及损害程度；

5 使用条件、气候变化和自然灾害对工程的影响；

6 现场作业条件。

3.1.2 地下工程渗漏水的现场量测宜符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的规定。

3.1.3 渗漏治理前应收集工程的技术资料，并宜包括下列内容：

1 工程设计相关资料；

2 原防水设防构造使用的防水材料及其性能指标；

3 渗漏部位相关的施工组织设计或施工方案；

4 隐蔽工程验收记录及相关的验收资料；

5 历次渗漏水治理的技术资料。

3.1.4 渗漏治理前应结合现场调查结果和收集到的技术资料，从设计、材料、施工和使用等方面综合分析渗漏的原因，并应提出书面报告。

3.2 方案设计

3.2.1 渗漏治理前应结合现场调查的书面报告进行治理方案设计。治理方案宜包括下列内容：

1 工程概况；

2 渗漏原因分析及治理措施；

3 所选材料及其技术指标；

4 排水系统。

3.2.2 有降水或排水条件的工程，治理前宜先采取降水或排水措施。

3.2.3 工程结构存在变形和未稳定的裂缝时，宜待变形和裂缝稳定后再进行治理。接缝渗漏的治理宜在开度较大时进行。

3.2.4 严禁采用有损结构安全的渗漏治理措施及材料。

3.2.5 当渗漏部位有结构安全隐患时，应按国家现行有关标准的规定进行结构修复后再进行渗漏治理。渗漏治理应在结构安全的前提下进行。

3.2.6 渗漏治理宜先止水或引水再采取其他治理措施。

3.3 材 料

3.3.1 渗漏治理所选用的材料应符合下列规定：

1 材料的施工应适应现场环境条件；

2 材料应与原防水材料相容，并应避免对环境造成污染；

3 材料应满足工程的特定使用功能要求。

3.3.2 灌浆材料的选择宜符合下列规定：

1 注浆止水时，宜根据渗漏量、可灌性及现场环境等条件选择聚氨酯、丙烯酸盐、水泥-水玻璃或水泥基灌浆材料，并宜通过现场配合比试验确定合适的浆液固化时间；

2 有结构补强需要的渗漏部位，宜选用环氧树脂、水泥基或油溶性聚氨酯等固结体强度高的灌浆材料；

3 聚氨酯灌浆材料在存放和配制过程中不得与水接触，包装开启后宜一次用完；

4 环氧树脂灌浆材料不宜在水流速度较大的条件下使用，且不宜用作注浆止水材料；

5 丙烯酸盐灌浆材料不得用于有补强要求的工程。

3.3.3 密封材料的使用应符合下列规定：

1 遇水膨胀止水条（胶）应在约束膨胀的条件下使用；

2 结构背水面宜使用高模量的合成高分子密封材料，施工前宜先涂布配套的基层处理剂，接缝底部应设置背衬材料。

3.3.4 刚性防水材料的使用应符合下列规定：

1 环氧树脂类防水涂料宜选用渗透型产品，用量不宜小于0.5kg/m^2，涂刷次数不应小于2遍；

2 水泥渗透结晶型防水涂料的用量不应小于1.5kg/m^2，且涂膜厚度不应小于1.0mm；

3 聚合物水泥防水砂浆层的厚度单层施工时宜为6mm～8mm，双层施工时宜为10mm～12mm；

4 新浇补偿收缩混凝土的抗渗等级及强度不应小于原有混凝土的设计要求。

3.3.5 聚合物水泥防水涂层的厚度不宜小于2.0mm，并应设置水泥砂浆保护层。

3.4 施　　工

3.4.1 渗漏治理施工前，施工方应根据渗漏治理方案设计编制施工方案，并应进行技术和安全交底。

3.4.2 渗漏治理所用材料应符合相关标准及设计要求，并应由相关各方协商决定是否进行现场抽样复验。渗漏治理不得使用不合格的材料。

3.4.3 渗漏治理应由具有防水工程施工资质的专业施工队伍施工，主要操作人员应持证上岗。

3.4.4 渗漏部位的基层处理应满足材料及施工工艺的要求。

3.4.5 渗漏治理施工应建立各道工序的自检、交接检和专职人员检查的制度。上道工序未经检验确认合格前，不得进行下道工序的施工。

3.4.6 施工过程中应随时检查治理效果，并应做好隐蔽工程验收记录。

3.4.7 当工程现场条件与设计方案有差异时，应暂停施工。当需要变更设计方案时，应做好工程洽商及记录。

3.4.8 对已完成渗漏治理的部位应采取保护措施。

3.4.9 施工时的气候及环境条件应符合材料施工工艺的要求。

3.4.10 注浆止水施工应符合下列规定：

1 注浆止水施工所配置的风、水、电应可靠，必要时可设置专用管路和线路；

2 从事注浆止水的施工人员应接受专业技术、安全、环境保护和应急救援等方面的培训；

3 单液注浆浆液的配制宜遵循“少量多次”和“控制浆温”的原则，双液注浆时浆液配比应准确；

4 基层温度不宜低于5℃，浆液温度不宜低于15℃；

5 注浆设备应在保证正常作业的前提下，采用较小的注浆孔孔径和小内径的注浆管路，且注浆泵宜靠近孔口（注浆嘴），注浆管路长度宜短；

6 注浆止水施工可按清理渗漏部位、设置注浆嘴、清孔（缝）、封缝、配制浆液、注浆、封孔和基层清理的工序进行；

7 注浆止水施工安全及环境保护应符合本规程附录A的规定；

8 注浆过程中发生漏浆时，宜根据具体情况采用降低注浆压力、减小流量和调整配比等措施进行处理，必要时可停止注浆；

9 注浆宜连续进行，因故中断时应尽快恢复注浆。

3.4.11 钻孔注浆止水施工除应符合本规程第3.4.10条的规定外，尚应符合下列规定：

1 钻孔注浆前，应使用钢筋检测仪确定设计钻孔位置的钢筋分布情况；钻孔时，应避开钢筋；

2 注浆孔应采用适宜的钻机钻进，钻进全过程中应采取措施，确保钻孔按设计角度成孔，并宜采取高压空气吹孔，防止或减少粉末、碎屑堵塞裂缝；

3 封缝前应打磨及清理混凝土基层，并宜使用速凝型无机堵漏材料封缝；当采用聚氨酯灌浆材料注浆时，可不预先封缝；

4 宜采用压环式注浆嘴，并应根据基层强度、钻孔深度及孔径选择注浆嘴的长度和外径，注浆嘴应埋置牢固；

5 注浆过程中，当观察到浆液完全替代裂缝中的渗漏水并外溢时，可停止从该注浆嘴注浆；

6 注浆全部结束且灌浆材料固化后，应按工程要求处理注浆嘴、封孔，并清除外溢的灌浆材料。

3.4.12 速凝型无机防水堵漏材料的施工应符合下列规定：

1 应按产品说明书的要求严格控制加水量；

2 材料应随配随用，并宜按照“少量多次”的原则配料。

3.4.13 水泥基渗透结晶型防水涂料的施工应符合下列规定：

1 混凝土基层表面应干净并充分润湿，但不得有明水；光滑的混凝土表面应打毛处理；

2 应按产品说明书或设计规定的配合比严格控制用水量，配料时宜采用机械搅拌；

3 配制好的涂料从加水开始应在 20min 内用完。在施工过程中，应不断搅拌混合料；不得向配好的涂料中加水加料；

4 多遍涂刷时，应交替改变涂刷方向；

5 涂层终凝后应及时进行喷雾干湿交替养护，养护时间不得小于 72h，不得采取浇水或蓄水养护。

3.4.14 渗透型环氧树脂防水涂料的施工应符合下列规定：

1 基层表面应干净、坚固、无明水；

2 大面积施工时应按本规程附录 A 的规定做好安全及环境保护；

3 施工环境温度不应低于 5℃，并宜按“少量多次”及“控制温度”的原则进行配料；

4 涂刷时宜按照由高到低、由内向外的顺序进行施工；

5 涂刷第一遍的材料用量不宜小于总用量的 1/2，对基层混凝土强度较低的部位，宜加大材料用量。两遍涂刷的时间间隔宜为 0.5h～1h；

6 抹压砂浆等后续施工宜在涂料完全固化前进行。

3.4.15 聚合物水泥砂浆的施工应符合下列规定：

1 基层表面应坚实、清洁，并应充分湿润、无明水；

2 防水层应分层铺抹，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光；

3 聚合物水泥防水砂浆拌和后应在规定时间内用完，施工中不得随意加水；

4 砂浆层未达到硬化状态时，不得浇水养护，硬化后应采用干湿交替的方法进行养护，养护温度不宜低于5℃，并应保持砂浆表面湿润，养护时间不应少于14d。潮湿环境中，可在自然条件下养护。

4 现浇混凝土结构渗漏治理

4.1 一 般 规 定

4.1.1 现浇混凝土结构地下工程渗漏的治理宜根据渗漏部位、渗漏现象选用表 4.1.1 中所列的技术措施。

表 4.1.1 现浇混凝土结构地下工程渗漏治理的技术措施

技术措施		渗漏部位、渗漏现象					材料
		裂缝或施工缝	变形缝	大面积渗漏	孔洞	管道根部	
注浆止水	钻孔注浆	●	●	○	×	●	聚氨酯灌浆材料、丙烯酸盐灌浆材料、水泥-水玻璃灌浆材料、环氧树脂灌浆材料、水泥基灌浆材料等
	埋管(嘴)注浆	×	○	×	○	○	
	贴嘴注浆	○	×	×	×	×	
快速封堵		○	×	●	●	●	速凝型无机防水堵漏材料等
安装止水带		×	●	×	×	×	内置式密封止水带、内装可卸式橡胶止水带
嵌填密封		×	○	×	×	○	遇水膨胀止水条（胶）、合成高分子密封材料
设置刚性防水层		●	×	●	●	○	水泥基渗透结晶型防水涂料、缓凝型无机防水堵漏材料、环氧树脂类防水涂料、聚合物水泥防水砂浆
设置柔性防水层		×	×	×	×	○	Ⅱ型或Ⅲ型聚合物水泥防水涂料

注：●——宜选，○——可选，×——不宜选。

4.1.2 当裂缝或施工缝采取注浆止水时，灌浆材料除应符合注浆止水要求外，尚宜满足结构补强需要。变形缝内注浆止水材料应选用固结体适应形变能力强的灌浆材料。

4.1.3 当工程部位长期承受振动或周期性荷载、结构尚未稳定或形变较大时，应在止水后于变形缝背水面安装止水带。

4.1.4 地下工程渗漏治理宜采取强制通风措施，并应避免结露。

4.2 方 案 设 计

4.2.1 裂缝渗漏宜先止水，再在基层表面设置刚性防水层，并应符合下列规定：

1 水压或渗漏量大的裂缝宜采取钻孔注浆止水，并应符合下列规定：

1） 对无补强要求的裂缝，注浆孔宜交叉布置在裂缝两侧，钻孔应斜穿裂缝，垂直深度宜为混凝土结构厚度 h 的 1/3～1/2，钻孔与裂缝水平距离宜为 100mm～250mm，孔间距宜为 300mm～500mm，孔径不宜大于 20mm，斜孔倾角 θ 宜为 45°～60°。当需要预先封缝时，封缝的宽度宜为 50mm（图 4.2.1-1）；

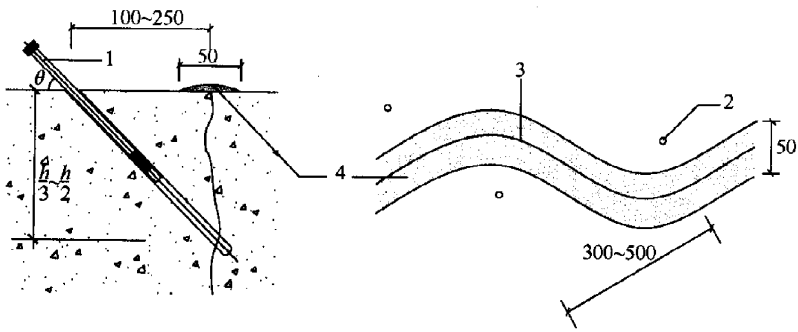

图 4.2.1-1 钻孔注浆布孔

1—注浆嘴；2—钻孔；3—裂缝；4—封缝材料

2） 对有补强要求的裂缝，宜先钻斜孔并注入聚氨酯灌浆材料止水，钻孔垂直深度不宜小于结构厚度 h 的 1/3；

再宜二次钻斜孔，注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂灌浆材料或水泥基灌浆材料，钻孔垂直深度不宜小于结构厚度 h 的 1/2（图 4.2.1-2）；

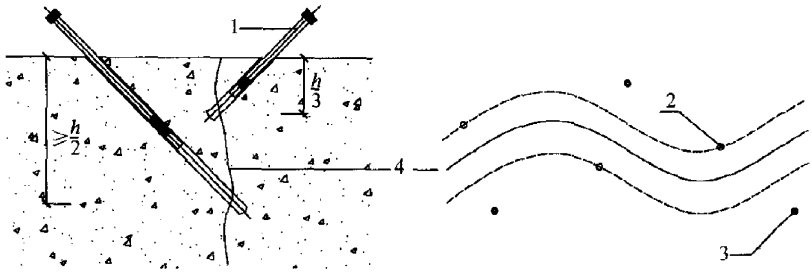

图 4.2.1-2　钻孔注浆止水及补强的布孔

1—注浆嘴；2—注浆止水钻孔；3—注浆补强钻孔；4—裂缝

3）注浆嘴深入钻孔的深度不宜大于钻孔长度的 1/2；

4）对于厚度不足 200mm 的混凝土结构，宜垂直裂缝钻孔，钻孔深度宜为结构厚度 1/2；

2　对水压与渗漏量小的裂缝，可按本条第 1 款的规定注浆止水，也可用速凝型无机防水堵漏材料快速封堵止水。当采取快速封堵时，宜沿裂缝走向在基层表面切割出深度宜为 40mm～50mm、宽度宜为 40mm 的“U”形凹槽，然后在凹槽中嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水，并宜预留深度不小于 20mm 的凹槽，再用含水泥基渗透结晶型防水材料的聚合物水泥防水砂浆找平（图 4.2.1-3）；

3　对于潮湿而无明水的裂缝，宜采用贴嘴注浆注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂灌浆材料，并宜符合下列规定：

1）注浆嘴底座宜带有贯通的小孔；

2）注浆嘴宜布置在裂缝较宽的位置及其交叉部位，间距宜为 200mm～300mm，裂缝封闭宽度宜为 50mm（图 4.2.1-4）；

4　设置刚性防水层时，宜沿裂缝走向在两侧各 200mm 范围内的基层表面先涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，再宜单层抹

压聚合物水泥防水砂浆。对于裂缝分布较密的基层，宜大面积抹压聚合物水泥防水砂浆。

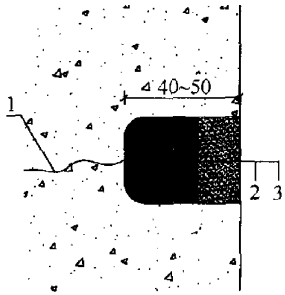

图 4.2.1-3 裂缝快速封堵止水
1—裂缝；2—速凝型无机防水堵漏材料；3—聚合物水泥防水砂浆

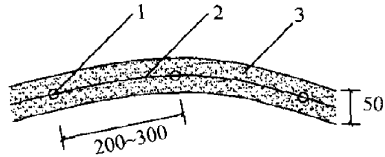

图 4.2.1-4 贴嘴注浆布孔
1—注浆嘴；2—裂缝；3—封缝材料

4.2.2 施工缝渗漏宜先止水，再设置刚性防水层，并宜符合下列规定：

1 预埋注浆系统完好的施工缝，宜先使用预埋注浆系统注入超细水泥或水溶性灌浆材料止水；

2 钻孔注浆止水或嵌填速凝型无机防水堵漏材料快速封堵止水措施宜符合本规程第 4.2.1 条的规定；

3 逆筑结构墙体施工缝的渗漏宜采取钻孔注浆止水并补强。注浆止水材料宜使用聚氨酯或水泥基灌浆材料，注浆孔的布置宜符合本规程第 4.2.1 条的规定。在倾斜的施工缝面上布孔时，宜垂直基层钻孔并穿过施工缝；

4 设置刚性防水层时，宜沿施工缝走向在两侧各 200mm 范围内的基层表面先涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，再宜单层抹压聚合物水泥防水砂浆。

4.2.3 变形缝渗漏的治理宜先注浆止水，并宜安装止水带，必要时可设置排水装置。

4.2.4 变形缝渗漏的止水宜符合下列规定：

1 对于中埋式止水带宽度已知且渗漏量大的变形缝，宜采

取钻斜孔穿过结构至止水带迎水面、并注入油溶性聚氨酯灌浆材料止水，钻孔间距宜为500mm～1000mm（图4.2.4-1）；对于查清漏水点位置的，注浆范围宜为漏水部位左右两侧各2m，对于未查清漏水点位置的，宜沿整条变形缝注浆止水；

2 对于顶板上查明渗漏点且渗漏量较小的变形缝，可在漏点附近的变形缝两侧混凝土中垂直钻孔至中埋式橡胶钢边止水带翼部并注入聚氨酯灌浆材料止水，钻孔间距宜为500mm（图4.2.4-2）。

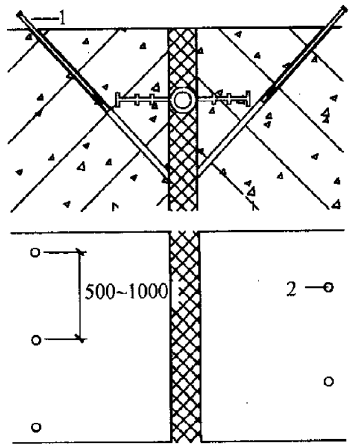

图4.2.4-1 钻孔至止水带迎水面注浆止水

1—注浆嘴；2—钻孔

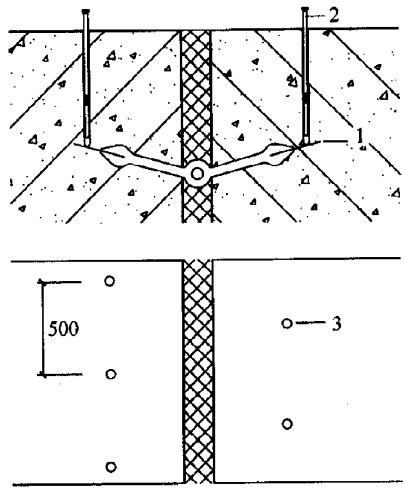

图4.2.4-2 钻孔至止水带两翼钢边并注浆止水

1—中埋式橡胶钢边止水带；

2—注浆嘴；3—注浆孔

3 因结构底板中埋式止水带局部损坏而发生渗漏的变形缝，可采用埋管（嘴）注浆止水，并宜符合下列规定：

1）对于查清渗漏位置的变形缝，宜先在渗漏部位左右各不大于3m的变形缝中布置浆液阻断点；对于未查清渗漏位置的变形缝，浆液阻断点宜布置在底板与侧墙相交处的变形缝中；

2）埋设管（嘴）前宜清理浆液阻断点之间变形缝内的填充物，形成深度不小于50mm的凹槽；

3）注浆管（嘴）宜使用硬质金属或塑料管，并宜配置阀门；

4）注浆管（嘴）宜位于变形缝中部并垂直于止水带中心孔，并宜采用速凝型无机防水堵漏材料埋设注浆管（嘴）并封闭凹槽（图4.2.4-3）；

5）注浆管（嘴）间距可为500mm～1000mm，并宜根据水压、渗漏水量及灌浆材料的凝结时间确定；

6）注浆材料宜使用聚氨酯灌浆材料，注浆压力不宜小于静水压力的2.0倍。

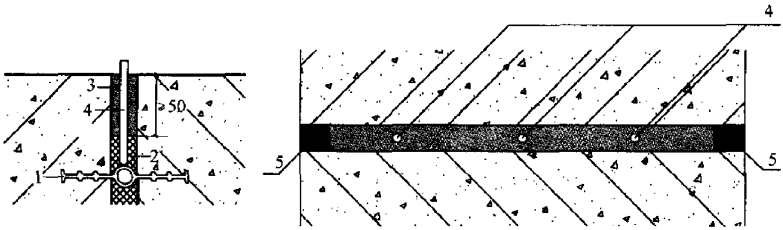

图4.2.4-3 变形缝埋管（嘴）注浆止水

1—中埋式橡胶止水带；2—填缝材料；3—速凝型无机防水堵漏材料；4—注浆管（嘴）；5—浆液阻断点

4.2.5 变形缝背水面安装止水带应符合下列规定：

1 对于有内装可卸式橡胶止水带的变形缝，应先拆除止水带然后重新安装；

2 安装内置式密封止水带前应先清理并修补变形缝两侧各100mm范围内的基层，并应做到基层坚固、密实、平整；必要时可向下打磨基层并修补形成深度不大于10mm凹槽；

3 内置式密封止水带应采用热焊搭接，搭接长度不应小于50mm，中部应形成Ω形，Ω弧长宜为变形缝宽度的1.2～1.5倍；

4 当采用胶粘剂粘贴内置式密封止水带时，应先涂布底涂

料，并宜在厂家规定的时间内用配套的胶粘剂粘贴止水带，止水带在变形缝两侧基层上的粘结宽度均不应小于50mm(图4.2.5-1)；

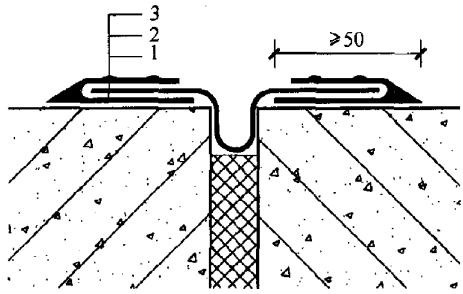

图4.2.5-1 粘贴内置式密封止水带

1—胶粘剂层；2—内置式密封止水带；3—胶粘剂固化形成的锚固点

5 当采用螺栓固定内置式密封止水带时，宜先在变形缝两侧基层中埋设膨胀螺栓或用化学植筋方法设置螺栓，螺栓间距不宜大于300mm，转角附近的螺栓可适当加密，止水带在变形缝两侧基层上的粘结宽度各不应小于100mm。基层及金属压板间应采用2mm～3mm厚的丁基橡胶防水密封胶粘带压密封实，螺栓根部应做好密封处理(图4.2.5-2)；

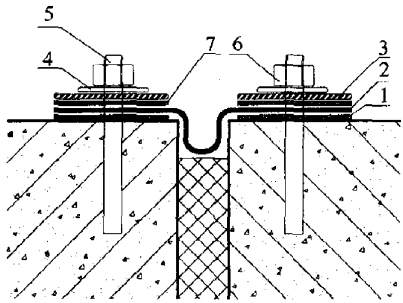

图4.2.5-2 螺栓固定内置式密封止水带

1—丁基橡胶防水密封胶粘带；2—内置式密封止水带；3—金属压板；4—垫片；5—预埋螺栓；6—螺母；7—丁基橡胶防水密封胶粘带

6 当工程埋深较大且静水压力较高时，宜采用螺栓固定内置式密封止水带，并宜采用纤维内增强型密封止水带；在易遭受外力破坏的环境中使用，应采取可适应形变的止水带保护措施。

4.2.6 注浆止水后遗留的局部、微量渗漏水或受现场施工条件限制无法彻底止水的变形缝，可沿变形缝走向在结构顶部及两侧

设置排水槽。排水槽宜为不锈钢或塑料材质，并宜与排水系统相连，排水应畅通，排水流量应大于最大渗漏量。

采用排水系统时，宜加强对渗漏水水质、渗漏量及结构安全的监测。

4.2.7 大面积渗漏且有明水时，宜先采取钻孔注浆或快速封堵止水，再在基层表面设置刚性防水层，并应符合下列规定：

1 当采取钻孔注浆止水时，应符合下列规定：

1）宜在基层表面均匀布孔，钻孔间距不宜大于500mm，钻孔深度不宜小于结构厚度的1/2，孔径不宜大于20mm，并宜采用聚氨酯或丙烯酸盐灌浆材料；

2）当工程周围土体疏松且地下水位较高时，可钻孔穿透结构至迎水面并注浆，钻孔间距及注浆压力宜根据浆液及周围土体的性质确定，注浆材料宜采用水泥基、水泥-水玻璃或丙烯酸盐等灌浆材料。注浆时应采取有效措施防止浆液对周围建筑物及设施造成破坏。

2 当采取快速封堵止水时，宜大面积均匀抹压速凝型无机防水堵漏材料，厚度不宜小于5mm。对于抹压速凝型无机防水堵漏材料后出现的渗漏点，宜在渗漏点处进行钻孔注浆止水。

3 设置刚性防水层时，宜先涂布水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂类防水涂料，再抹压聚合物水泥防水砂浆，必要时可在砂浆层中铺设耐碱纤维网格布。

4.2.8 大面积渗漏而无明水时，宜先多遍涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂类防水涂料，再抹压聚合物水泥防水砂浆。

4.2.9 孔洞的渗漏宜先采取注浆或快速封堵止水，再设置刚性防水层，并应符合下列规定：

1 当水压大或孔洞直径大于等于50mm时，宜采用埋管（嘴）注浆止水。注浆管（嘴）宜使用硬质金属管或塑料管，并宜配置阀门，管径应符合引水卸压及注浆设备的要求。注浆材料

宜使用速凝型水泥-水玻璃灌浆材料或聚氨酯灌浆材料。注浆压力应根据灌浆材料及工艺进行选择。

2 当水压小或孔洞直径小于50mm时，可按本条第1款的规定采用埋管（嘴）注浆止水，也可采用快速封堵止水。当采用快速封堵止水时，宜先清除孔洞周围疏松的混凝土，并宜将孔洞周围剔凿成V形凹坑，凹坑最宽处的直径宜大于孔洞直径50mm以上，深度不宜小于40mm，再在凹坑中嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水。

3 止水后宜在孔洞周围200mm范围内的基层表面涂布水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂类防水涂料，并宜抹压聚合物水泥防水砂浆。

4.2.10 凸出基层管道根部的渗漏宜先止水、再设置刚性防水层，必要时可设置柔性防水层，并应符合下列规定：

1 管道根部渗漏的止水应符合下列规定：

1） 当渗漏量大时，宜采用钻孔注浆止水，钻孔宜斜穿基层并到达管道表面，钻孔与管道外侧最近直线距离不宜小于100mm，注浆嘴不应少于2个，并宜对称布置。也可采用埋管（嘴）注浆止水。埋设硬质金属或塑料注浆管（嘴）前，宜先在管道根部剔凿直径不小于50mm、深度不大于30mm的凹槽，用速凝型无机防水堵漏材料以与基层呈30°～60°的夹角埋设注浆管（嘴），并封闭管道与基层间的接缝。注浆压力不宜小于静水压力的2.0倍，并宜采用聚氨酯灌浆材料。

2） 当渗漏量小时，可按本款第1项的规定采用注浆止水，也可采用快速封堵止水。当采用快速封堵止水时，宜先沿管道根部剔凿环行凹槽，凹槽的宽度不宜大于40mm、深度不宜大于50mm，再嵌填速凝型无机防水堵漏材料。嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水后，预留凹槽的深度不宜小于10mm，并宜用聚合物水泥防

水砂浆找平。

2 止水后，宜在管道周围 200mm 宽范围内的基层表面涂布水泥基渗透结晶型防水涂料。当管道热胀冷缩形变量较大时，宜在其四周涂布柔性防水涂料，涂层在管壁上的高度不宜小于 100mm，收头部位宜用金属箍压紧，并宜设置水泥砂浆保护层。必要时，可在涂层中铺设纤维增强材料。

3 金属管道应采取除锈及防锈措施。

4.2.11 支模对拉螺栓渗漏的治理，应先剔凿螺栓根部的基层，形成深度不小于 40mm 的凹槽，再切割螺栓并嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水，并用聚合物水泥防水砂浆找平。

4.2.12 地下连续墙幅间接缝渗漏的治理应符合下列规定：

1 当渗漏量小时，宜先沿接缝走向按本规程第 4.2.1 条的规定采用钻孔注浆或快速封堵止水，再在接缝部位两侧各 500mm 范围内的基层表面涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，并宜用聚合物水泥防水砂浆找平或重新浇筑补偿收缩混凝土。接缝的止水宜符合下列规定：

1）当采用注浆止水时，宜钻孔穿过接缝并注入聚氨酯灌浆材料止水，注浆压力不宜小于静水压力的 2.0 倍；

2）当采用快速封堵止水时，宜沿接缝走向切割形成 U 形凹槽，凹槽的宽度不应小于 100mm，深度不应小于 50mm，嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水后预留凹槽的深度不应小于 20mm。

2 当渗漏水量大、水压高且可能发生涌水、涌砂、涌泥等险情或危及结构安全时，应先在基坑内侧渗漏部位回填土方或砂包，再在基坑接缝外侧用高压旋喷设备注入速凝型水泥-水玻璃灌浆材料形成止水帷幕，止水帷幕应深入结构底板 2.0m 以下。待漏水量减小后，再宜逐步挖除土方或移除砂包并按本条第 1 款的规定从内侧止水并设置刚性防水层。

3 设置止水帷幕时应采取措施防止对周围建筑物或构筑物造成破坏。

4.2.13 混凝土蜂窝、麻面的渗漏，宜先止水再设置刚性防水层，必要时宜重新浇筑补偿收缩混凝土修补，并应符合下列规定：

1 止水前应先凿除混凝土中的酥松及杂质，再根据渗漏现象分别按本规程第4.2.1条和第4.2.9条的规定采用钻孔注浆或嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水；

2 止水后，应在渗漏部位及其周边200mm范围内涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，并宜抹压聚合物水泥防水砂浆找平。

当渗漏部位混凝土质量差时，应在止水后先清理渗漏部位及其周边外延1.0m范围内的基层，露出坚实的混凝土，再涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，并浇筑补偿收缩混凝土。当清理深度大于钢筋保护层厚度时，宜在新浇混凝土中设置直径不小于6mm的钢筋网片。

4.3 施　　工

4.3.1 裂缝的止水及刚性防水层的施工应符合下列规定：

1 钻孔注浆时应严格控制注浆压力等参数，并宜沿裂缝走向自下而上依次进行。

2 使用速凝型无机防水堵漏材料快速封堵止水应符合下列规定：

1）应在材料初凝前用力将拌合料紧压在待封堵区域直至材料完全硬化；

2）宜按照从上到下的顺序进行施工；

3）快速封堵止水时，宜沿凹槽走向分段嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水并间隔留置引水孔，引水孔间距宜为500mm～1000mm，最后再用速凝型无机防水堵漏材料封闭引水孔。

3 潮湿而无明水裂缝的贴嘴注浆宜符合下列规定：

1）粘贴注浆嘴和封缝前，宜先将裂缝两侧待封闭区域内的基层打磨平整并清理干净，再宜用配套的材料粘贴

注浆嘴并封缝；

2）粘贴注浆嘴时，宜先用定位针穿过注浆嘴、对准裂缝插入，将注浆嘴骑缝粘贴在基层表面，宜以拔出定位针时不粘附胶粘剂为合格。不合格时，应清理缝口，重新贴嘴，直至合格。粘贴注浆嘴后可不拔出定位针；

3）立面上应沿裂缝走向自下而上依次进行注浆。当观察到临近注浆嘴出浆时，可停止从该注浆嘴注浆，并从下一注浆嘴重新开始注浆；

4）注浆全部结束且孔内灌浆材料固化，并经检查无湿渍、无明水后，应按工程要求拆除注浆嘴、封孔、清理基层。

4 刚性防水层的施工应符合材料要求及本规程的规定。

4.3.2 施工缝渗漏的止水及刚性防水层的施工应符合下列规定：

1 利用预埋注浆系统注浆止水时，应符合下列规定：

1）宜采取较低的注浆压力从一端向另一端、由低到高进行注浆；

2）当浆液不再流入并且压力损失很小时，应维持该压力并保持 2min 以上，然后终止注浆；

3）需要重复注浆时，应在浆液固化前清洗注浆通道。

2 钻孔注浆止水、快速封堵止水及刚性防水层的施工应符合本规程 4.3.1 条的规定。

4.3.3 变形缝渗漏的注浆止水施工应符合下列规定：

1 钻孔注浆止水施工应符合本规程第 4.3.1 条的规定；

2 浆液阻断点应埋设牢固且能承受注浆压力而不破坏；

3 埋管（嘴）注浆止水施工应符合下列规定：

1）注浆管（嘴）应埋置牢固并应做好引水处理；

2）注浆过程中，当观察到临近注浆嘴出浆时，可停止注浆，并应封闭该注浆嘴，然后从下一注浆嘴开始注浆；

3）停止注浆且待浆液固化，并经检查无湿渍、无明水后，

应按要求处理注浆嘴、封孔并清理基层。

4.3.4 变形缝背水面止水带的安装应符合下列规定：

1 止水带的安装应在无渗漏水的条件下进行；

2 与止水带接触的混凝土基层表面条件应符合设计及施工要求；

3 内装可卸式橡胶止水带的安装应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定；

4 粘贴内置式密封止水带应符合下列规定：

1）转角处应使用专用修补材料做成圆角或钝角；

2）底涂料及专用胶粘剂应涂布均匀，用量应符合材料要求；

3）粘贴止水带时，宜使用压辊在止水带与混凝土基层搭接部位来回多遍辊压排气；

4）胶粘剂未完全固化前，止水带应避免受压或发生位移，并应采取保护措施。

5 采用螺栓固定内置式密封止水带应符合下列规定：

1）转角处应使用专用修补材料做成钝角，并宜配备专用的金属压板配件；

2）膨胀螺栓的长度和直径应符合设计要求，金属膨胀螺栓宜采取防锈处理工艺。安装时，应采取措施避免造成变形缝两侧基层的破坏。

6 进行止水带外设保护装置施工时应采取措施避免造成止水带破坏。

4.3.5 安装变形缝外置排水槽时，排水槽应固定牢固，排水坡度应符合设计要求，转角部位应使用专用的配件。

4.3.6 大面积渗漏治理施工应符合下列规定：

1 当向地下工程结构的迎水面注浆止水时，钻孔及注浆设备应符合设计要求；

2 当采取快速封堵止水时，应先清理基层，除去表面的酥松、起皮和杂质，然后分多遍抹压速凝型无机防水堵漏材料并形

成连续的防水层；

3 涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂类防水涂料时，应按照从高处向低处、先细部后整体、先远处后近处的顺序进行施工；

4 刚性防水层的施工应符合材料要求及本规程的规定。

4.3.7 孔洞渗漏施工应符合下列规定：

1 埋管（嘴）注浆止水施工宜符合下列规定：

1）注浆管（嘴）应埋置牢固并做好引水泄压处理；

2）待浆液固化并经检查无明水后，应按设计要求处理注浆嘴、封孔并清理基层。

2 当采用快速封堵止水及设置刚性防水层时，其施工应符合本规程第 4.3.1 条的规定。

4.3.8 凸出基层管道根部渗漏治理施工应符合下列规定：

1 当采用钻斜孔注浆止水时，除宜符合本规程第 4.3.1 条的规定外，尚宜采取措施避免由于钻孔造成管道的破损，注浆时宜自下而上进行；

2 埋管（嘴）注浆止水的施工工艺应符合本规程第 4.3.7 条第 1 款的规定；

3 快速封堵止水应符合本规程第 4.3.1 条第 2 款的规定；

4 柔性防水涂料的施工应符合下列规定：

1）基层表面应无明水，阴角宜处理成圆弧形；

2）涂料宜分层刷涂，不得漏涂；

3）铺贴纤维增强材料时，纤维增强材料应铺设平整并充分浸透防水涂料。

4.3.9 地下连续墙幅间接缝渗漏治理的施工应符合下列规定：

1 注浆止水或快速封堵止水及刚性防水层的施工宜符合本规程第 4.3.1 条的规定；

2 浇筑补偿收缩混凝土前应先在混凝土基层表面涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，补偿收缩混凝土的配制、浇筑及养护应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定；

3 高压旋喷成型止水帷幕应由具有地基处理专业施工资质的队伍施工。

4.3.10 混凝土蜂窝、麻面渗漏治理的施工宜分别按照裂缝、孔洞或大面积渗漏等不同现象分别按本规程第4.3.1条、第4.3.6条及4.3.8条的规定进行施工。

5 预制衬砌隧道渗漏治理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 盾构法隧道渗漏的调查可按本规程附录B的规定进行。

5.1.2 混凝土结构盾构法隧道的连接通道及内衬、沉管法隧道管段和顶管法隧道管节的渗漏宜根据现场情况，按本规程第4章的规定进行治理。

5.1.3 盾构法隧道接缝渗漏的治理宜根据渗漏部位选用表5.1.3所列的技术措施。

表5.1.3 盾构法隧道接缝渗漏治理的技术措施

技术措施	渗漏部位				材　料
	管片环、纵接缝及螺孔	隧道进出洞口段	隧道与连接通道相交部位	道床以下管片接头	
注浆止水	●	●	●	●	聚氨酯灌浆材料、环氧树脂灌浆材料等
壁后注浆	○	○	○	●	超细水泥灌浆材料、水泥-水玻璃灌浆材料、聚氨酯灌浆材料、丙烯酸盐灌浆材料等
快速封堵	○	×	×	×	速凝型聚合物砂浆或速凝型无机防水堵漏材料
嵌填密封	○	○	○	×	聚硫密封胶、聚氨酯密封胶等合成高分子密封材料

注：●——宜选，○——可选，×——不宜选。

5.2 方 案 设 计

5.2.1 管片环、纵缝渗漏的治理宜根据渗漏水状况及现场施工

条件采取注浆止水或嵌填密封，必要时可进行壁后注浆，并应符合下列规定：

1 对于有渗漏明水的环、纵缝宜采取注浆止水。注浆止水前，宜先在渗漏部位周围无明水渗出的纵、环缝部位骑缝垂直钻孔至遇水膨胀止水条处或弹性密封垫处，并在孔内形成由聚氨酯灌浆材料或其他密封材料形成浆液阻断点。随后宜在浆液阻断点围成的区域内部，用速凝型聚合物砂浆等骑缝埋设注浆嘴并封堵接缝，并注入可在潮湿环境下固化、固结体有弹性的改性环氧树脂灌浆材料；注浆嘴间距不宜大于1000mm，注浆压力不宜大于0.6MPa，治理范围宜以渗漏接缝为中心，前后各1环。

2 对于有明水渗出但施工现场不具备预先设置浆液阻断点的接缝的渗漏，宜先用速凝型聚合物砂浆骑缝埋置注浆嘴，并宜封堵渗漏接缝两侧各3～5环内管片的环、纵缝。注浆嘴间距不宜小于1000mm，注浆材料宜采用可在潮湿环境下固化，固结体有一定弹性的环氧树脂灌浆材料，注浆压力不宜大于0.2MPa。

3 对于潮湿而无明水的接缝，宜采取嵌填密封处理，并应符合下列规定：

1）对于影响混凝土管片密封防水性能的边、角破损部位，宜先进行修补，修补材料的强度不应小于管片混凝土的强度；

2）拱顶及侧壁宜采取在嵌缝沟槽中依次涂刷基层处理剂、设置背衬材料、嵌填柔性密封材料的治理工艺（图5.2.2）；

3）背衬材料性能应符合密封材料固化要求，直径应大于嵌缝沟槽宽度20%～50%，且不应与密封材料相粘结；

4）轨道交通盾构法隧道拱顶环向嵌缝范围宜为隧道竖向轴线顶部两侧各22.5°，拱底嵌缝范围宜为隧道竖向轴线底部两侧各43°；变形缝处宜整环嵌缝。特殊功能的隧道可采取整环嵌缝或按设计要求进行；

5）嵌缝范围宜以渗漏接缝为中心，沿隧道推进方向前后各不宜小于2环。

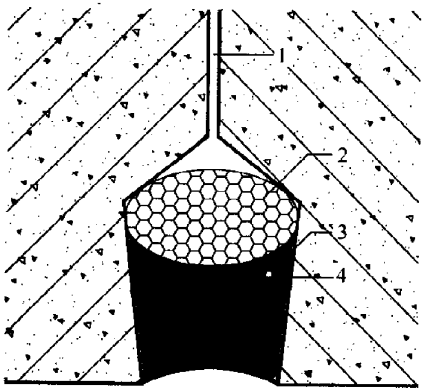

图5.2.2 拱顶管片环（纵）缝嵌缝
1—环（纵）缝；2—背衬材料；3—柔性密封材料；
4—界面处理剂

4 当隧道下沉或偏移量超过设计允许值并发生渗漏时，宜以渗漏部位为中心在其前后各2环的范围内进行壁后注浆。壁后注浆完成后，若仍有渗漏可按本条第1款或第2款的规定在接缝间注浆止水，对潮湿而无明水的接缝宜按第3款的规定进行嵌填密封处理。壁后注浆宜符合下列规定：

1）注浆前应查明待注区域衬砌外回填的现状；

2）注浆时应按设计要求布孔，并宜优先使用管片的预留注浆孔进行壁后注浆。注浆孔应设置在邻接块和标准块上；隧道下沉量大时，尚应在底部拱底块上增设注浆孔；

3）应根据隧道外部土体的性质选择注浆材料，黏土地层宜采用水泥-水玻璃双液灌浆材料，砂性地层宜采用聚氨酯灌浆材料或丙烯酸盐灌浆材料；

4）宜根据浆液性质及回填现状选择合适的注浆压力及单孔注浆量；

5）注浆过程中，应采取措施实时监测隧道形变量。

5 速凝型聚合物砂浆宜具有一定的柔韧性、良好的潮湿基层粘结强度，各项性能应符合设计要求。

5.2.2 隧道进出洞口段渗漏的治理宜采取注浆止水及嵌填密封等技术措施，并宜符合下列规定：

1 隧道与端头井后浇混凝土环梁接缝的渗漏宜按本规程第4.2.2条的规定钻斜孔注入聚氨酯灌浆材料止水；

2 隧道进出洞口段25环内管片接缝渗漏的治理及壁后注浆宜符合本规程第5.2.1条的规定。

5.2.3 隧道与连接通道相交部位的渗漏宜根据渗漏部位采取注浆止水或嵌填密封等技术措施，必要时可进行壁后注浆，并宜符合下列规定：

1 接缝的渗漏宜按本规程第4.2.2条的规定钻斜孔注入聚氨酯灌浆材料止水；

2 连接通道两侧各5环范围内管片接缝渗漏的治理及壁后注浆宜符合本规程第5.2.1条的规定。

5.2.4 轨道交通盾构法隧道道床以下管片接头渗漏宜按本规程第5.2.1条的规定采取壁后注浆及注浆止水等技术措施进行治理，注浆范围宜为渗漏部位两侧各5环以内的隧道邻接块、标准块及拱底块。拱底块预留注浆孔已被覆盖的，应在道床两侧重新设置注浆孔再进行壁后注浆。

5.2.5 盾构法隧道管片螺孔渗漏的治理应符合下列规定：

1 未安装密封圈或密封圈已失效的螺孔，应重新安装或更换符合设计要求的螺孔密封圈，并应紧固螺栓。螺孔密封圈的性能应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的规定；

2 螺孔内渗水时，宜钻斜孔至螺孔注入聚氨酯灌浆材料止水，并宜按本条第1款的规定密封并紧固螺栓。

5.2.6 沉管法隧道管段的Ω形止水带边缘出现渗漏时，宜重新紧固止水带边缘的螺栓。

5.2.7 沉管法隧道管段的端钢壳与混凝土管段接缝渗漏的治理，宜按本规程第4.2.1条的规定沿接缝走向从混凝土中钻斜孔至端钢壳，并宜根据渗漏量大小选择注入聚氨酯灌浆材料或可在潮湿环境下固化的环氧树脂灌浆材料。

5.2.8 顶管法隧道管节接缝渗漏的治理，宜沿接缝走向按本规程第4.2.2条的规定，采用钻孔灌注聚氨酯灌浆材料或水泥基灌浆材料止水，并宜全断面嵌填高模量合成高分子密封材料。施工条件允许时，宜按本规程4.2.5条的规定安装内置式密封止水带。

5.3 施　工

5.3.1 管片环、纵接缝渗漏的注浆止水、嵌填密封及壁后注浆的施工应符合下列规定：

1 钻孔注浆止水的施工应符合下列规定：

1）钻孔注浆设置浆液阻断点时，应使用带定位装置的钻孔设备，钻孔直径宜小，并宜钻双孔注浆形成宽度不宜小于100mm的阻断点；

2）注浆嘴应垂直于接缝中心并埋设牢固，在用速凝型聚合物砂浆封闭接缝前，应清除接缝中已失效的嵌缝材料及杂物等；

3）注浆宜按照从拱底到拱顶、从渗漏水接缝向两侧的顺序进行，当观察到邻近注浆嘴出浆时，可终止从该注浆嘴注浆并封闭注浆嘴，并宜从下一注浆嘴开始注浆；

4）注浆结束后，应按要求拆除注浆嘴并封孔。

2 嵌填密封施工应符合下列规定：

1）嵌缝作业应在无明水条件下进行；

2）嵌缝作业前应清理待嵌缝沟槽，做到缝内两侧基层坚实、平整、干净，并应涂刷与密封材料相容的基层处理剂；

3）背衬材料应铺设到位，预留深度符合设计要求，不得

有遗漏；

4）密封材料宜采用机械工具嵌填，并应做到连续、均匀、密实、饱满，与基层粘结牢固；

5）速凝型聚合物砂浆应按要求进行养护。

3 壁后注浆施工应符合下列规定：

1）注浆宜按确定孔位、通（开）孔、安装注浆嘴、配浆、注浆、拔管、封孔的顺序进行；

2）注浆嘴应配备防喷装置；

3）宜按照从上部邻接块向下部标准块的方向进行注浆；

4）注浆过程中应按设计要求控制注浆压力和单孔注浆量；

5）注浆结束后，应按设计要求做好注浆孔的封闭。

5.3.2 隧道进出洞口段、隧道与连接通道相交部位及轨道交通盾构法隧道道床以下管片接头渗漏治理的施工宜符合设计要求及本规程第5.3.1条的规定。

5.3.3 管片螺孔渗漏的嵌填密封及注浆止水施工应符合下列规定：

1 重新安装螺孔密封圈时，密封圈应定位准确，并应能够被正确挤入密封沟槽内；

2 从手孔钻孔至螺孔时，定位应准确，并应采用直径较小的钻杆成孔。

5.3.4 重新紧固沉管法隧道管段的Ω形止水带时应定位准确，并应按设计要求紧固螺栓、做好金属部件的防锈处理。

5.3.5 沉管法隧道管段的端钢壳与混凝土管段接缝渗漏的施工应符合本规程第4.3.1条的规定。

5.3.6 顶管法隧道管节接缝渗漏的注浆止水工艺应符合本规程第4.3.2条的规定。全断面嵌填高模量密封材料时，应先涂布基层处理剂，并设置背衬材料，然后嵌填密封材料。内置式密封止水带的安装应符合本规程第4.3.4条的规定。

6 实心砌体结构渗漏治理

6.1 一 般 规 定

6.1.1 实心砌体结构地下工程渗漏治理宜根据渗漏部位、渗漏现象选用表 6.1.1 中所列的技术措施。

表 6.1.1 实心砌体结构地下工程渗漏治理的技术措施

技术措施	渗漏部位、渗漏现象			材 料
	裂缝、砌块灰缝	大面积渗漏	管道根部	
注浆止水	○	×	●	丙烯酸盐灌浆材料、水泥基灌浆材料、聚氨酯灌浆材料、环氧树脂灌浆材料等
快速封堵	●	●	●	速凝型无机防水堵漏材料
设置刚性防水层	●	●	○	聚合物水泥防水砂浆、渗透型环氧树脂类防水涂料等
设置柔性防水层	×	×	○	Ⅱ型或Ⅲ型聚合物水泥防水涂料

注：●——宜选，○——可选，×——不宜选。

6.1.2 实心砌体结构地下工程渗漏治理后宜在背水面形成完整的防水层。

6.2 方 案 设 计

6.2.1 裂缝或砌块灰缝的渗漏宜采取注浆止水或快速封堵、设置刚性防水层等治理措施，并宜符合下列规定：

1 当渗漏量大时，宜采取埋管（嘴）注浆止水，并宜符合下列规定：

1）注浆管（嘴）宜选用金属管或硬质塑料管，并宜配置

阀门；

2）注浆管（嘴）宜沿裂缝或砌块灰缝走向布置，间距不宜小于500mm；埋设注浆管（嘴）前宜在选定位置开凿深度为30mm～40mm、宽度不大于30mm的“U”形凹槽，注浆嘴应垂直对准凹槽中心部位裂缝并用速凝型无机防水堵漏材料埋置牢固，注浆前阀门宜保持开启状态；

3）裂缝表面宜采用速凝型无机防水堵漏材料封闭，封缝的宽度不宜小于50mm；

4）宜选用丙烯酸盐、水溶性聚氨酯等黏度较小的灌浆材料，注浆压力不宜大于0.3MPa。

2 当渗漏量小时，可按本条第1款的规定注浆止水，也可采用快速封堵止水。当采取快速封堵时，宜沿裂缝或接缝走向切割出深度20mm～30mm、宽度不大于30mm的“U”形凹槽，然后分段在凹槽中埋设引水管并嵌填速凝型无机防水堵漏材料止水，最后封闭引水孔，并宜用聚合物水泥防水砂浆找平。

3 设置刚性防水层时，宜沿裂缝或接缝走向在两侧各200mm范围内的基层表面多遍涂布渗透型环氧树脂类防水涂料或抹压聚合物水泥防水砂浆。对于裂缝分布较密的基层，应大面积设置刚性防水层。

6.2.2 实心砌体结构地下工程墙体大面积渗漏的治理，宜先在有明水渗出的部位埋管引水卸压，再在砌体结构表面大面积抹压厚度不小于5mm的速凝型无机防水堵漏材料止水。经检查无渗漏后，宜涂刷渗透型环氧树脂类防水涂料或抹压聚合物水泥防水砂浆，最后再宜用速凝型无机防水堵漏材料封闭引水孔。当基层表面无渗漏明水时，宜直接大面积多遍涂刷渗透型环氧树脂类防水涂料，并宜单层抹压聚合物水泥防水砂浆。

6.2.3 砌体结构地下工程管道根部渗漏的治理宜先止水、再设置刚性防水层，必要时设置柔性防水层，并宜符合本规程第4.2.10条的规定。

6.2.4 当砌体结构地下工程发生因毛细作用导致的墙体返潮、析盐等病害时，宜在墙体下部用聚合物水泥防水砂浆设置防潮层，防潮层的厚度不宜小于10mm。

6.3 施　工

6.3.1 砌体结构裂缝或砌块接缝渗漏的止水及刚性防水层的设置应符合下列规定：

1 埋管（嘴）注浆止水除宜符合本规程第4.3.1条的规定外，尚应符合下列规定：

1）宜按照从下往上、由里向外的顺序进行注浆；

2）当观察到浆液从相邻注浆嘴中流出时，应停止从该注浆孔注浆并关闭阀门，并从相邻注浆嘴开始注浆；

3）注浆全部结束、待孔内灌浆材料固化，经检查无明水后，应按要求处理注浆嘴、封孔并清理基层。

2 使用速凝型无机防水堵漏材料快速封堵裂缝或砌体灰缝渗漏的施工宜符合本规程第4.3.1条的规定；

3 刚性防水层的施工应符合材料要求及本规程的规定。

6.3.2 实心砌体结构地下工程墙体大面积渗漏治理施工应符合下列规定：

1 在砌体结构表面抹压速凝型无机防水堵漏材料止水前，应清理基层，做到坚实、干净，再抹压速凝型无机防水堵漏材料止水；

2 渗透型环氧树脂类防水涂料及聚合物水泥防水砂浆的施工应符合本规程第4.3.6条的规定。

6.3.3 管道根部渗漏治理的施工应符合本规程第4.3.8条的规定。

6.3.4 用聚合物水泥防水砂浆设置防潮层时，防潮层应抹压平整。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 对于需要进场检验的材料，应按本规程附录C的规定进行现场抽样复验，材料的性能应符合本规程附录D的规定，并应提交检验合格报告。

7.1.2 隐蔽工程在隐蔽前应由施工方会同有关各方进行验收。

7.1.3 工程施工质量的验收，应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行。

7.1.4 渗漏治理部位应全数检查。

7.1.5 工程质量验收应提供下列资料：

1 调查报告、设计方案、图纸会审记录、设计变更、洽商记录单；

2 施工方案及技术、安全交底；

3 材料的产品合格证、质量检验报告；

4 隐蔽工程验收记录；

5 工程检验批质量验收记录；

6 施工队伍的资质证书及主要操作人员的上岗证书；

7 事故处理、技术总结报告等其他必需提供的资料。

7.2 质量验收

主控项目

7.2.1 材料性能应符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检测报告等。进场抽检复验的材料还应提交进场抽样复检合格报告。

7.2.2 浆液配合比应符合设计要求。

检验方法：检查计量措施或试验报告及隐蔽工程验收记录。

7.2.3 注浆效果应符合设计要求。

检验方法：观察检查或采用钻孔取芯等方法检查。

7.2.4 止水带与紧固件压板以及止水带与基层之间应结合紧密。

检验方法：观察检查。

7.2.5 涂料的用量或防水层平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得小于设计厚度的90%。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录或用涂层测厚仪量测。

7.2.6 柔性涂膜防水层在管道根部等细部做法应符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

7.2.7 聚合物水泥砂浆防水层与基层及各层之间应粘结牢固，无脱层、空鼓和裂缝。

检验方法：观察和用小锤轻击检查。

7.2.8 渗漏治理效果应符合设计要求。

检验方法：观察检查。

7.2.9 治理部位不得有渗漏或积水现象，排水系统应畅通。

检验方法：观察检查。

一 般 项 目

7.2.10 注浆孔的数量、钻孔间距、钻孔深度及角度应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

7.2.11 注浆过程的压力控制和进浆量应符合设计要求。

检验方法：检查施工记录及隐蔽工程验收记录。

7.2.12 涂料防水层应与基层粘结牢固，涂刷均匀，不得有皱折、鼓泡、气孔、露胎体和翘边等缺陷。

检验方法：观察检查。

7.2.13 水泥砂浆防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得小于设计值的85%。

检验方法：观察和尺量检查。

7.2.14 盾构隧道衬砌的嵌缝材料表面应平滑，缝边应顺直，无凹凸不平现象。

检验方法：观察检查。

附录 A　安全及环境保护

A. 0. 1　注浆施工时，操作人员应穿防护服，戴口罩、手套和防护眼镜。

A. 0. 2　挥发性材料应密封贮存，妥善保管和处理，不得随意倾倒。

A. 0. 3　使用易燃材料时，施工现场禁止出现明火。

A. 0. 4　施工现场应通风良好。

附录B　盾构法隧道渗漏调查

B.0.1　输水隧道在竣工时的检查重点应是漏入量，在运营时的检查重点应是漏失量。轨道交通隧道、水下道路隧道及重要的电缆隧道等的检查重点应是拱底位置的渗水和拱顶的滴漏。

B.0.2　渗漏水及损害程度资料的调查应包括下列内容：

1　设计资料；

2　施工记录；

3　维修资料；

4　隧道环境变化。

B.0.3　盾构法隧道渗漏水及损害的现场调查内容及方法宜符合表B.0.3的规定。

表B.0.3　盾构法隧道渗漏水及损害的现场调查内容及方法

序号	调查内容		调查方法
1	渗漏水现状	漏泥、钢筋锈蚀	目测及钢筋检测仪
		管片裂缝与破损的形式、尺寸、是否贯通，缝内有无异物，干湿状况	用刻度尺、放大镜等工具目测
		发生渗漏的接缝、裂缝、孔洞及蜂窝麻面的位置、尺寸、渗漏水量	用刻度尺、放大镜等工具目测并按现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208的规定量测渗漏水量
		水质	水质采样分析
2	沉降形变	隧道的沉降量、变形量 壁后注浆回填状况	用水平仪、经纬仪检测沉降及位移； 用地震波仪、声波仪检测回填注浆状况
3	密封材料现状	材料的种类及老化状况	目测或现场取样分析
4	混凝土质量现状	混凝土病害状况	超声回弹检测混凝土强度； 采样检测混凝土中氯离子浓度及碳化深度

B.0.4 盾构法隧道内渗漏水及损害的状态和位置宜采用表B.0.4的图例在盾构法隧道管片渗漏水平面展开图上进行标识。

表B.0.4 盾构法隧道管片渗漏水平面展开图图例

渗漏形式	图例		渗漏形式	图例	
接缝渗漏	渗水		预留注浆孔渗漏	渗水	
	滴漏			滴漏	
	线漏			线漏	
	漏泥		螺孔渗漏	渗水	
管片缺损及预埋件锈蚀	混凝土缺损			滴漏	
	预埋件锈蚀			线漏	

B.0.5 绘制盾构法隧道管片渗漏水平面展开图时，应将衬砌以5环～10环为一组逐环展开，再将不同位置、不同渗漏及损害的图例在图上标出。

附录C　材料现场抽样复验项目

C.0.1　材料现场抽样复验应符合表C.0.1的规定。

表C.0.1　材料现场抽样复验项目

序号	材料名称	现场抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
1	聚氨酯灌浆材料	每2t为一批，不足2t按一批抽样	包装完好无损，且标明灌浆材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期	黏度，固体含量，凝胶时间，发泡倍率
2	环氧树脂灌浆材料	每2t为一批，不足2t按一批抽样	包装完好无损，且标明灌浆材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期	黏度，可操作时间，抗压强度
3	丙烯酸盐灌浆材料	每2t为一批，不足2t按一批抽样	包装完好无损，且标明灌浆材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期	密度，黏度，凝胶时间，固砂体抗压强度
4	水泥基灌浆材料	每5t为一批，不足5t按一批抽样	包装完好无损，且标明灌浆材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期	粒径，流动度，泌水率，抗压强度
5	合成高分子密封材料	每500支为一批，不足500支按一批抽样	均匀膏状，无结皮、凝胶或不易分散的固体团状	拉伸模量，拉伸粘结性，柔性
6	遇水膨胀止水条	每一批至少抽一次	色泽均匀，柔软有弹性，无明显凹陷	拉伸强度，断裂伸长率，体积膨胀倍率

续表 C.0.1

序号	材料名称	现场抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
7	遇水膨胀止水胶	每 500 支为一批，不足 500 支按一批抽样	包装完好无损，且标明材料名称，生产日期，生产厂家，产品有效期	表干时间、延伸率、抗拉强度、体积膨胀倍率
8	内装可卸式橡胶止水带	每一批至少抽一次	尺寸公差，开裂，缺胶，海绵状，中心孔偏心，气泡，杂质，明疤	拉伸强度，扯断伸长率，撕裂强度
9	内置式密封止水带及配套胶粘剂	每一批至少抽一次	止水带的尺寸公差，表面有无开裂；胶粘剂名称，生产日期，生产厂家，产品有效期，使用温度	拉伸强度，扯断伸长率，撕裂强度；可操作时间，粘结强度、剥离强度
10	改性渗透型环氧树脂类防水涂料	每 1t 为一批，不足 1t 按一批抽样	包装完好无损，且标明材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期	黏度，初凝时间，粘结强度，表面张力
11	水泥基渗透结晶型防水涂料	每 5t 为一批，不足 5t 按一批抽样	包装完好无损，且标明材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期	凝结时间，抗折强度（28d），潮湿基层粘结强度，抗渗压力（28d）
12	无机防水堵漏材料	缓凝型每 10t 为一批，不足 10t 按一批抽样 速凝型每 5t 为一批，不足 5t 按一批抽样	均匀、无杂质、无结块	缓凝型：抗折强度，粘结强度，抗渗性 速凝型：初凝时间，终凝时间，粘结强度，抗渗性
13	聚合物水泥防水砂浆	每 20t 为一批，不足 20t 按一批抽样	粉体型均匀，无结块；乳液型液料经搅拌后均匀无沉淀，粉料均匀，无结块	抗渗压力，粘结强度

续表 C.0.1

序号	材料名称	现场抽样数量	外观质量检验	物理性能检验
14	聚合物水泥防水涂料	每 10t 为一批，不足 10t 按一批抽样	包装完好无损，且标明材料名称，生产日期、生产厂名，产品有效期；液料经搅拌后均匀无沉淀，粉料均匀，无结块	固体含量、拉伸强度，断裂延伸率，低温柔性，不透水性，粘结强度

附录D 材料性能

D.0.1 灌浆材料的物理性能应符合下列规定：

1 聚氨酯灌浆材料的物理性能应符合表D.0.1-1的规定，并应按现行行业标准《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041规定的方法进行检测。

表D.0.1-1 聚氨酯灌浆材料的物理性能

序号	试验项目	性能	
		水溶性	油溶性
1	黏度(mPa·s)	≤1000	
2	不挥发物含量(%)	≥75	≥78
3	凝胶时间(s)	≤150	—
4	凝固时间(s)	—	≤800
5	包水性(10倍水，s)	≤200	—
6	发泡率(%)	≥350	≥1000
7	固结体抗压强度(MPa)	—	≥6.0

注：第7项仅在有加固要求时检测。

2 环氧树脂灌浆材料的物理性能应符合表D.0.1-2和表D.0.1-3的规定，并应按现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041规定的方法进行检测。

表D.0.1-2 环氧树脂灌浆材料的物理性能

序号	项目	性能	
		低黏度型	普通型
1	外观	A、B组分均匀，无分层	
2	初始黏度（mPa·s）	≤30	≤200
3	可操作时间（min）	>30	

表 D.0.1-3　环氧树脂灌浆材料固化物的物理性能

序号	项　目		性　能
1	抗压强度(MPa)		≥40
2	抗拉强度(MPa)		≥10
3	粘结强度(MPa)	干燥基层	≥3.0
		潮湿基层	≥2.0
4	抗渗压力(MPa)		≥1.0

3　丙烯酸盐灌浆材料的物理性能与试验方法应符合表D.0.1-4和表D.0.1-5的规定，并应按现行行业标准《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037规定的方法进行检测。

表 D.0.1-4　丙烯酸盐灌浆材料的物理性能

序号	项　目	性　能
1	外观	不含颗粒的均质液体
2	密度(g/cm³)	1.1±0.1
3	黏度(mPa·s)	≤10
4	凝胶时间(min)	≤30
5	pH	≥7.0

表 D.0.1-5　丙烯酸盐灌浆材料固结体的物理性能

序号	项　目	性　能
1	渗透系数(cm/s)	$<10^{-6}$
2	挤出破坏比降	≥200
3	固砂体抗压强度(MPa)	≥0.2
4	遇水膨胀率(%)	≥30

4　水泥基灌浆材料的物理性能与试验方法应符合表D.0.1-6的规定。

表 D.0.1-6　水泥基灌浆材料的物理性能与试验方法

序号	项　目		性　能	试验方法
1	粒径(4.75mm 方孔筛筛余,%)		≤2.0	现行行业标准《水泥基灌浆材料》JC/T 986
2	泌水率(%)		0	
3	流动度(mm)	初始流动度	≥290	
		30min 流动度保留值	≥260	
4	抗压强度(MPa)	1d	≥20	
		3d	≥40	
		28d	≥60	
5	竖向膨胀率(%)	3h	0.1～3.5	
		24h 与 3h 膨胀率之差	0.02～0.5	
6	对钢筋有无腐蚀作用		无	
7	比表面积(m^2/kg)	干磨法	≥600	现行国家标准《水泥比表面积测定方法》GB/T 8074
		湿磨法	≥800	

注：第 7 项仅适用于超细水泥灌浆材料。

5　水泥-水玻璃双液注浆材料应符合下列规定：

1）宜采用普通硅酸盐水泥配制浆液，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，水泥浆的水胶比（w/c）宜为 0.6～1.0。

2）水玻璃性能应符合现行国家标准《工业硅酸钠》GB/T 4209 的规定，模数宜为 2.4～3.2，浓度不宜低于 30°Be′。

3）拌合用水应符合国家现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

4）浆液的凝胶时间应事先通过试验确定，水泥浆与水玻璃溶液的体积比可在 1∶0.1～1∶1 之间。

D.0.2　密封材料的性能应符合下列规定：

1　建筑接缝用密封胶的物理性能应符合表 D.0.2-1 的规定，并应按现行行业标准《混凝土接缝用密封胶》JC/T 881 规定的方法进行检测。

表 D.0.2-1　建筑接缝用密封胶物理性能

序号	项　目			性　能			
				25LM	25HM	20LM	20HM
1	流动性	下垂度(N型)	垂直(mm)	≤3			
			水平(mm)	≤3			
		流平性(S型)		光滑平整			
2	挤出性(mL/min)			≥80			
3	弹性恢复率(%)			≥80		≥60	
4	拉伸模量(MPa)		23℃ −20℃	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6
5	定伸粘结性			无破坏			
6	浸水后定伸粘结性			无破坏			
7	热压冷拉后粘结性			无破坏			
8	质量损失(%)			≤10			

注：N型——非下垂型；S型——自流平型。

2　遇水膨胀止水胶的物理性能与试验方法应符合表 D.0.2-2 的规定。

表 D.0.2-2　遇水膨胀止水胶的物理性能与试验方法

序号	项　目		指标	试验方法
1	表干时间(h)		≤12	现行国家标准《建筑密封材料试验方法　第5部分　表干时间的测定》GB/T 13477.5
2	拉伸性能	拉伸强度(MPa)	≥0.5	现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777
		断裂伸长率(%)	≥400	
3	吸水体积膨胀倍率(%)		≥220	现行国家标准《高分子防水材料　第3部分　遇水膨胀橡胶》GB 18173.3
4	溶剂浸泡后体积膨胀倍率保持率(3d,%)	5% $Ca(OH)_2$	≥90	
		5% NaCl	≥90	

3 遇水膨胀橡胶止水条的物理性能应符合表 D.0.2-3 的规定，并应按现行国家标准《高分子防水材料 第3部分 遇水膨胀橡胶》GB 18173.3 规定的方法进行检测。

表 D.0.2-3 遇水膨胀橡胶止水条的物理性能

序号	项目		性能	
			PZ-150	PZ-250
1	硬度(邵尔 A，度)		42±7	
2	拉伸强度(MPa)		≥3.5	
3	断裂伸长率(%)		≥450	
4	体积膨胀倍率(%)		≥150	≥250
5	反复浸水试验	拉伸强度(MPa)	≥3	
		扯断伸长率(%)	≥350	
		体积膨胀倍率(%)	≥150	≥250
6	低温弯折(−20℃，2h)		无裂纹	
7	防霉等级		达到或优于2级	

4 内装可卸式橡胶止水带的物理性能应符合表 D.0.2-4 的规定，并应按现行国家标准《高分子防水材料 第2部分 止水带》GB 18173.2 的规定进行检测。

表 D.0.2-4 内装可卸式橡胶止水带的物理性能

序号	项目		性能
1	硬度(邵尔 A，度)		60±5
2	拉伸强度(MPa)		≥15
3	断裂伸长率(%)		≥380
4	压缩永久变形(%)	70℃，24h	≤35
		23℃，168h	≤20
5	撕裂强度(kN/m)		≥30
6	脆性温度(℃，无破坏)		≤−45
7	热空气老化(70℃，168h)	硬度变化(邵尔 A，度)	+8
		拉伸强度(MPa)	≥12
		断裂伸长率(%)	≥300

5 内置式密封止水带及配套胶粘剂的物理性能与试验方法应符合表 D.0.2-5 和表 D.0.2-6 的规定。

表 D.0.2-5 内置式密封止水带的物理性能与试验方法

序号	项　目	性　能	试验方法
1	厚度(mm)	≥1.2	现行国家标准《高分子防水材料 第1部分 高分子片材》GB 18173.1
2	抗拉强度(MPa)	≥10.0	
3	断裂伸长率(%)	≥200	
4	接缝剥离强度(N/mm)	≥4.0	
5	低温柔性(−25℃)	无裂纹	

表 D.0.2-6 配套胶粘剂的物理性能

序号	项　目	性　能	试验方法
1	可操作时间(h)	≥0.5	现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041
2	抗压强度(MPa)	≥60	
3	与混凝土基层粘结强度(MPa)	≥2.5	现行国家标准《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

6 丁基橡胶防水密封胶粘带的物理性能应符合表 D.0.2-7 的规定，并应按现行行业标准《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942 的规定进行检测。

表 D.0.2-7 丁基橡胶防水密封胶粘带的物理性能

序号	项　目		性　能
1	持粘性(min)		≥20
2	耐热性(80℃，2h)		无流淌、龟裂、变形
3	低温柔性(−40℃)		无裂纹
4	*剪切状态下的粘合性(N/mm)	防水卷材	≥2
5	剥离强度(N/mm)	防水卷材	≥0.4
		水泥砂浆板	≥0.6
		彩钢板	

续表 D. 0. 2-7

序号	项　　目			性　　能
6	剥离强度保持率（%）	热处理（80℃，168h）	防水卷材	≥80
			水泥砂浆板	
			彩钢板	
		碱处理[饱和 $Ca(OH)_2$，168h]	防水卷材	≥80
			水泥砂浆板	
			彩钢板	
		浸水处理（168h）	防水卷材	≥80
			水泥砂浆板	
			彩钢板	

注：＊仅双面胶粘带测试。

D. 0. 3　刚性防水材料应满足下列规定：

1　渗透型环氧树脂类防水涂料的物理性能与试验方法应符合表 D. 0. 3-1 的规定。

表 D. 0. 3-1　渗透型环氧树脂类防水涂料的物理性能与试验方法

序号	项　　目		性　能	试验方法
1	黏度（mPa·s）		≤50	现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041
2	初凝时间（h）		≥8	
3	终凝时间（h）		≤72	
4	固结体抗压强度（MPa）		≥50	
5	粘结强度（MPa）	干燥基层	≥3. 0	
		潮湿基层	≥2. 5	
6	表面张力（10^{-5}N/cm）		≤50	现行国家标准《表面活性剂　用拉起液膜法测定表面张力》GB/T 5549

2　水泥基渗透结晶型防水涂料的性能指标应符合表D. 0. 3-2的规定，并应按现行国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》

GB 18445 的规定进行检测。

表 D.0.3-2　水泥基渗透结晶型防水涂料的物理性能

序号	项　　目		性　　能
1	凝结时间	初凝时间(min)	≥20
		终凝时间(h)	≤24
2	抗折强度(MPa)	7d	≥2.8
		28d	≥4.0
3	抗压强度(MPa)	7d	≥12
		28d	≥18
4	潮湿基层粘结强度(28d，MPa)		≥1.0
5	抗渗压力(MPa)	一次抗渗压力(28d)	≥1.0
		二次抗渗压力(56d)	≥0.8
6	冻融循环(50 次)		无开裂、起皮、脱落

3　无机防水堵漏材料物理性能应符合表 D.0.3-3 的规定，并应按现行国家标准《无机防水堵漏材料》GB 23440 的规定进行检测。

表 D.0.3-3　无机防水堵漏材料的物理性能

序号	项　　目		性　　能	
			缓凝型	速凝型
1	凝结时间(min)	初凝	≥10	≤5
		终凝	≤360	≤10
2	抗压强度(MPa)	1d	—	≥4.5
		3d	≥13	≥15
3	抗折强度(MPa)	1d	—	≥1.5
		3d	≥3	≥4
4	抗渗压力(7d，MPa)	涂层	≥0.5	—
		试块	≥1.5	
5	粘结强度(7d，MPa)		≥0.6	
6	冻融循环(50 次)		无开裂、起皮、脱落	

4　聚合物水泥防水砂浆物理性能应符合表 D. 0. 3-4 的规定，并应按现行行业标准《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984 规定的方法进行检测。

表 D. 0. 3-4　聚合物水泥防水砂浆的物理性能

序号	项　目		性　能	
			干粉类	乳液类
1	凝结时间	初凝(min)	≥45	
		终凝(h)	≤12	≤24
2	抗渗压力(MPa)	7d	≥1.0	
		28d	≥1.5	
3	抗压强度(28d，MPa)		≥24	
4	抗折强度(28d，MPa)		≥8.0	
5	粘结强度(MPa)	7d	≥1.0	
		28d	≥1.2	
6	冻融循环(次)		>50	
7	收缩率(28d，%)		≤0.15	
8	耐碱性(10%NaOH 溶液浸泡 14d)		无变化	
9	耐水性(%)		≥80	

注：耐水性指标是指砂浆浸水 168h 后材料的粘结强度及抗渗性的保持率。

D. 0. 4　聚合物水泥防水涂料的物理性能应符合表 D. 0. 4 的规定，并应按现行国家标准《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445 的规定进行检测。

表 D. 0. 4　聚合物水泥防水涂料的物理性能

序号	项　目	性　能	
		Ⅱ型	Ⅲ型
1	固体含量(%)	≥70	
2	表干时间(h)	≤4	
3	实干时间(h)	≤12	

续表 D.0.4

序号	项目		性能	
			Ⅱ型	Ⅲ型
4	拉伸强度(MPa)	无处理(MPa)	≥1.8	
		加热处理后保持率(%)	80	
		碱处理后保持率(%)	80	
5	断裂伸长率	无处理(MPa)	≥80	≥30
		加热处理后保持率(%)	65	
		碱处理后保持率(%)	65	
6	不透水性(0.3MPa，0.5h)		不透水	
7	潮湿基层粘结强度(MPa)		≥1.0	
8	抗渗性(背水面，MPa)		≥0.6	

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下列：

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 《地下工程防水技术规范》GB 50108

2 《地下防水工程质量验收规范》GB 50208

3 《混凝土用水标准》JGJ 63

4 《通用硅酸盐水泥》GB 175

5 《工业硅酸钠》GB/T 4209

6 《表面活性剂 用拉起液膜法测定表面张力》GB/T 5549

7 《水泥比表面积测定方法》GB/T 8074

8 《建筑密封材料试验方法 第5部分 表干时间的测定》GB/T 13477.5

9 《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

10 《高分子防水材料 第1部分 高分子片材》GB 18173.1

11 《高分子防水材料 第2部分 止水带》GB 18173.2

12 《高分子防水材料 第3部分 遇水膨胀橡胶》GB 18173.3

13 《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445

14 《无机防水堵漏材料》GB 23440

15 《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445

16 《混凝土接缝用密封胶》JC/T 881

17 《丁基橡胶防水密封胶粘带》JC/T 942

18 《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984

19 《水泥基灌浆材料》JC/T 986

20 《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041

21 《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037

22 《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041

中华人民共和国行业标准

地下工程渗漏治理技术规程

JGJ/T 212－2010

条 文 说 明

制 定 说 明

《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T 212－2010，经住房和城乡建设部2010年8月3日以第728号公告批准发布。

本规程制订过程中，编制组调研了国内地下工程渗漏治理技术的现状，总结了我国地下工程渗漏治理的现场调查、方案设计、施工和质量验收等方面的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、标准，制定了本规程。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用规程时能正确理解和执行条文的规定，《地下工程渗漏治理技术规程》编制组按章、节、条顺序编写了规程的条文说明，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标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　次

1　总则…… 58
3　基本规定…… 60
3.1　现场调查 …… 60
3.2　方案设计 …… 60
3.3　材料 …… 61
3.4　施工 …… 63
4　现浇混凝土结构渗漏治理…… 66
4.1　一般规定 …… 66
4.2　方案设计 …… 68
4.3　施工 …… 71
5　预制衬砌隧道渗漏治理…… 73
5.1　一般规定 …… 73
5.2　方案设计 …… 73
5.3　施工 …… 77
6　实心砌体结构渗漏治理…… 78
6.1　一般规定 …… 78
6.2　方案设计 …… 78
附录D　材料性能 …… 79

1 总　则

1.0.1 渗漏是地下工程的常见病害之一。造成渗漏的原因很多，有客观原因也有人为因素，两者往往互相牵连。综合起来分析，主要有设计不当（设防措施不当）、施工质量欠佳（特别是细部处理粗糙）、材料问题（如选材不当或使用不合格材料）和使用管理不当四个方面。

实践表明，渗漏治理是一项对从业人员技术水平、材料、施工工艺等方面要求均很高的工程，其实施难度往往超过新建工程。在长期的建筑工程渗漏治理实践中，工程技术人员总结出了灌（灌注化学灌浆材料）、嵌（嵌填刚性速凝材料）、抹（抹压防水砂浆）、涂（涂布防水涂料）等典型的施工工艺。为规范地下工程的渗漏治理，保证工程质量，在总结近年来国内相关工程经验的基础上，由来自国内建筑、交通、市政、水工等行业从事防水工程设计、施工及检测等的专家共同起草和制定了本规程。

1.0.2 以从背水面进行施工为主是地下工程渗漏治理的特点之一。为使本规程技术架构清晰、便于使用，编制组依照现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 中对地下工程范围的界定，从发生渗漏的结构形式对地下工程重新进行了梳理和总结，并将其划分现浇混凝土结构、预制衬砌隧道和实心砌体结构三大类型，如表 1 所示。喷锚支护结构及有现浇混凝土内衬的隧道渗漏的治理可参照现浇混凝土结构进行。

1.0.3 渗漏发生的要素包括：水源、驱动力及渗漏通道，三者缺一不可。渗漏治理就是针对具体部位，运用合理可行的方式切断水源、消除渗漏驱动力或堵塞渗漏通道，其目的在于恢复或增强原防水构造的功能。

表 1　按结构形式划分地下工程

结构形式	地下工程类型
现浇混凝土结构	明挖法现浇混凝土结构
	逆筑结构
	矿山法隧道
	地下连续墙
预制衬砌隧道	盾构法隧道
	TBM 法隧道
	沉管法隧道
	顶管法隧道
实心砌体结构	砌体结构地下室

新建工程的防水重视“防、排、截、堵”等措施相结合，本规程中强调渗漏治理以堵为主，主要是考虑到一旦发生渗漏水，则必然会对建筑物或构筑物的使用功能造成负面的影响。将渗漏水拒于主体结构之外既符合防水工程的设计初衷，更是保证主体结构寿命的必要措施。应当指出，工程实际中仅通过“堵”往往不能彻底解决渗漏问题，在具备排水条件时，利用排水系统减少渗漏量也是一种有效的辅助手段。针对具体的渗漏问题，其治理工艺因时、因地变化而可能有所不同，故强调“因地制宜”。而“多道设防”是我国防水工程界长期实践经验的总结，是保证防水工程可靠性的必要措施。“综合治理”就是在渗漏治理过程中不仅仅满足达到治理部位不渗不漏，而是将工程看作一个整体，综合运用各种技术手段，达到渗漏治理的目的，避免陷入“年年修，年年漏”的恶性循环。本规程针对常见的渗漏问题给出了一些典型的治理措施，不可能面面俱到，使用本规程时可灵活掌握。

3 基本规定

3.1 现场调查

3.1.1 现场调查是充分掌握工程现场各种情况的必要步骤，对于具体问题提出合理可行的治理方案至关重要，同时也是日后做好施工准备的第一手资料。由于工程所处环境及条件等属性千差万别，具体某项工程的现场调查不一定包含条文规定的全部内容。

3.1.2 现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208中对地下工程渗漏水的形式及量测方法作出了明确规定，对渗漏现场调查和确定治理方案有借鉴意义，可参照执行。

3.1.3 收集技术资料是分析渗漏原因、提出治理方案的前提条件之一。条文中提到的工程技术资料不一定每项工程都完全具备，但应尽量收集齐全。其中，工程设计相关资料主要包括设计说明、防水等级及设防措施、原排水系统的设计等。

3.1.4 现场调查报告主要内容为导致渗漏发生的可能原因，是后续设计及施工的基本依据。

3.2 方案设计

3.2.2 渗漏水治理应重视降水和排水工作。降水或排水的目的是减小渗漏水的水压，为治理创造施工条件。同时，如在工程中采取排水治理措施，应防止排水可能造成的危害，如地基不均匀下沉等。

3.2.3 工程结构存在变形和未稳定的裂缝则渗漏治理后很容易复漏。接缝开度较大，则填充在其中的灌浆材料或密封材料的量较多，由于材料固化后体积往往会有一定的收缩，在正常使用条件下，如果开度减小，则其中的材料处于被挤压状态，能更好地

实现密封止水的效果。应当指出，该条件不是渗漏治理的必备因素，工程中应结合现场条件综合考虑。

3.2.4 渗漏治理应以保证结构安全为前提，应避免使用可能破坏基础稳定、增加结构荷载、人为损害结构安全的工艺及材料。

3.2.6 先行止水或引水的目的是为后续综合治理创造施工条件，因为绝大多数防水材料在有明水存在时很难与基层有效结合。

3.3 材　　料

3.3.1 材料是防水工程的基础。条文中对渗漏治理工程选材提出要求主要是由于：

1 现场环境温度、湿度及基层表面性质如强度、粗糙度、含水率等直接影响施工质量，而水、电、气及交通等条件也是影响设计选材的重要因素；

2 要求材料具有相容性是保证防水工程质量、提高耐久性的重要一环；如果相容性不好则可能出现起鼓、剥离等质量问题，设计过程中可采取必要的过渡措施以避免出现不利结果；

3 某些特殊的应用场合还要求材料具有耐腐蚀、耐热、能承受振动、耐磨等特殊要求，选材时应注意考虑这些要求。

3.3.2 现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008第7章对灌浆材料的性能提出了明确要求，本条则是在其基础上结合渗漏治理的工程实际需要，对灌浆材料作出了规定：

1 条文中列举的灌浆材料是近年来市场上最为常见的产品，其共同点就是能通过快速的化学反应发泡、凝胶或硬化，达到迅速切断渗漏水通道的目的；另外，还可根据现场需要进一步调节化学反应速率，此处特别强调了应通过现场试验来确定浆液固化时间；

3 聚氨酯灌浆材料遇水会反应并发泡，这是其主要的工作原理。如果在贮存过程中遇水接触，则会由于提前反应而丧失使用性能，剩余的物料最好充氮密封保存；

4 环氧树脂灌浆材料固化速率较慢，水流速度过大则容易

被水带走，因此不能被用作注浆止水材料；

5 丙烯酸盐灌浆材料固结体凝胶的抗压强度较低，且会失水收缩，因此不能用做结构补强。

3.3.3 建筑密封材料通常分为制品型和腻子型。除了止水带（制品型）以外，其他与渗漏治理相关的产品要求规定如下：

1 遇水膨胀止水条（胶）膨胀后的体积应大于受限空间的体积，否则难以达到预期的止水效果；

2 在背水面使用高模量的密封材料主要是考虑到其更能适应在水压下形变的需要。背衬材料的作用主要有如下三点：其一、控制密封材料厚度；其二、避免出现三面粘结现象；其三、有助于形成预期密封截面形状（沙漏状）。为保证密封质量，应设置背衬材料。

3.3.4 本规程根据行业习惯分类方法将用到的一些高弹性模量、低延伸率的防水材料纳入刚性防水材料的范畴。

1 环氧树脂与混凝土、砂浆等基层具有良好的相容性，在建筑防护、防腐领域具有广泛的用途。渗透型环氧树脂防水涂料近年来在防水领域的应用日益广泛，其特点是黏度低、对混凝土基层具有很好的浸润作用并且可在潮湿环境下固化，并可赋予被涂刷基层更好的防渗、防腐性能。工程实践表明，对强度较高的基层其用量约为 0.5kg/m^2，但如果基层的表面粗糙度较大或强度较低时，用量可能进一步增加，为保证这类防水涂料的使用效果，宜多遍涂刷；

2 对水泥基渗透结晶型防水涂料的用量和厚度进行双控是保证防水层质量的需要，这也与现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定一致；

4 在地下连续墙幅间接缝渗漏治理时，有时会用补偿收缩混凝土修补墙体。补偿收缩混凝土配制及施工可参照现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108－2008 第 5.2 节的规定。

3.3.5 聚合物水泥防水涂料满足在结构背水面施做有机防水涂料的有关规定（现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB

50108－2008 第 4.4 节），为避免涂层在水压作用下起鼓，本条文规定在涂层表面再设置一层水泥砂浆保护层。

3.4 施　　工

3.4.1 根据渗漏治理方案编制详尽的施工方案对确保工程质量至关重要；对主要操作人员进行技术交底，则是使之掌握施工关键步骤实现治理目的必备步骤。

3.4.2 本条文明确规定渗漏治理所使用的材料必须是符合国家现行相关标准规定的合格材料，并应满足设计要求。由于渗漏治理工程量大小差别很大，导致材料的用量差异也很大，做到每一种材料都按要求抽样复检在现实中有一定的操作困难，对工程量较小项目更是难以实施。基于此，规定由施工方、设计、业主及监理等有关各方共同协商决定是否对进场的材料进行现场抽检复验，这也是渗漏治理工程的一个特点。

3.4.3 由于渗漏多发生于细部构造等薄弱防水部位，治理施工必须做到认真、细致，因此对主要操作人员的技能和责任心提出了很高的要求，按照现行法规和标准的规定应由具有防水工程资质证书的专业施工队伍承担，主要操作人员应经过培训并考核合格、持证上岗。

3.4.4 由于渗漏水的长期作用，渗漏部位可能会滋生生物，结构层自身可能会出现腐蚀、酥松、剥落，结构层上部各构造层次亦可能被损坏，在治理前应彻底清除基层上的杂质和酥松，露出干净、新鲜的表面，为后续施工创造合适的条件。

3.4.5 施工过程中建立工序质量的自查、核查和交接检查制度，是实行施工质量过程控制的根本保证。因上道工序存在的问题未解决，而被下道工序所覆盖，会留下质量隐患。因此，必须加强按工序、层次进行检查验收，即在操作人员自检合格的基础上，进行工序间的交接检和专职质量人员的检查，检查结果应有完整的记录。经验收合格后，方可进行下一工序的施工，以达到消除质量隐患的目的。

3.4.6 渗漏治理的各道工序往往涉及很多隐蔽工程，如注浆止水、基层处理等，随时进行检查有利于及时发现质量问题并处理，同时做好隐蔽工程验收记录，以备后续质量验收及倒查。

3.4.7 在一些结构复杂或老旧工程的渗漏治理过程中，当施工现场条件如结构或渗漏水情况与设计方案差别较大时，如果仍按照原方案进行施工则无法保证工程质量。这种情况下，施工单位应向监理、业主、设计等有关各方报告现场具体情况，并会同各方重新根据实际情况修改或制定新的方案、采取相应的措施。

3.4.8 在防水层上开槽、打洞或重物冲击会破坏防水层的完整性，并使之丧失防水功能。如必须开槽、打洞、安装设备，则应在防水层施工前完成这些工作，并做好细部构造防水处理。

3.4.9 室外环境下，雨天、雪天时，基层的温度、湿度往往达不到材料的施工要求，而风速五级以上时容易造成材料的飞散并可能危及施工安全，因此均不宜在这些条件下施工。但随着材料技术的进步，一些材料可以在有水或低温条件下施工，当遇到这些情况时，可根据现场条件及工期要求决定是否进行施工，但施工环境条件必须符合材料施工工艺的要求。

3.4.10 所谓注浆是将配制好的浆液，经专用压送设备将其注入裂缝或地层中，在压力作用下对裂缝或地层进行充填、渗透、挤密或劈裂，通过浆液固化达到加固和防渗堵漏等目的的一种施工工艺。注浆止水是当前地下工程堵漏止水的主要工艺之一。本条在参照电力行业标准《水工建筑物化学灌浆施工规范》报批稿的基础上，结合地下工程实际提出，目的在于规范注浆止水的基本条件及工艺。

1 考虑到化学注浆是一项技术要求较高的工作，施工现场会遇到水、电、气源及压力设备，加之材料往往具有一定的毒性，容易造成人身伤害，因此有必要加强操作人员培训，并做好环境保护措施，故规定了本款及第 2、7 款；

2 由于浆液的适用期有限，为做到节约、高效，配制浆液时应遵循“少量多次”的原则。化学灌浆材料的固化通常属于放

热反应，如果配制过程中散热不及时可能引起爆聚，损坏注浆设备，造成不可挽回的损失。在配制环氧树脂灌浆材料时尤其应当注意这一点；

4 基层温度过低则不利于浆液的扩散和固化，而浆液的温度太低则可灌性降低，难以达到预期目的；该数据是在综合国内外有关技术资料并结合工程实践的基础上提出的；

5 为了避免由于管路过长导致压降及减少浆液损耗。

3.4.13 当前，水泥基渗透结晶型防水涂料的应用已较为普及，但在其施工过程中也出现了基层不符合要求、不按规定进行养护等问题，在此一并进行了规定。

3.4.14 渗透型环氧树脂类防水涂料的施工对基层、环境温度及施工工艺等具有有别于其他防水涂料的特点，有必要作出明确的规定：

1 如前所述，这类涂料的特点是能渗透进入混凝土基层的细微孔洞、裂缝中，达到封闭裂缝或孔洞并阻止水分渗透，基层干净、坚固并避免出现明水是发挥其作用的前提；

2 这类涂料是从环氧树脂灌浆材料发展而来的，其配方中的固化剂、稀释剂等助剂通常有毒，大面积施工时应符合化学灌浆材料施工安全要求；

3 温度过低，则涂料黏度增加，可灌性降低；为防止爆聚，应注意控制浆液的温度；

5 多遍涂刷是保证浆液渗透进入基层的必要步骤，为避免由于间隔时间过长已涂刷的材料固化进而妨碍后续渗透，要求两边涂刷的时间间隔不宜太长；

6 在环氧树脂未完全固化前进行抹压砂浆的目的在于增加砂浆层与基层的粘结强度。

4 现浇混凝土结构渗漏治理

4.1 一 般 规 定

4.1.1 地下工程长期与水接触，水流很容易透过防水层薄弱环节如变形缝、施工缝等发生渗漏。为便于按照渗漏部位、现象选择合适的治理工艺和材料，在归纳总结现浇结构常见渗漏问题及其治理工艺的基础上设计了表 4.1.1。

注浆工艺可分为钻孔注浆、埋管（嘴）注浆和贴嘴注浆三类，其中钻孔注浆是近年来在渗漏治理中应用非常广泛的一种注浆止水工艺，其优点是对结构破坏小并能使浆液注入结构内部、止水效果好；埋管注浆通常包括需要开槽，这不但会造成基层破坏且注浆压力偏低，在裂缝渗漏止水上已逐步为钻孔注浆取代，但在孔洞、底板变形缝渗漏的治理中仍有应用；贴嘴注浆在建筑加固领域应用非常广泛，尚不能用于快速止水，但考虑到工程中有时也需要处理一些无明水的潮湿裂缝，故也将其列入可选择的工艺中。在所列的灌浆材料中，聚氨酯、丙烯酸盐、水泥-水玻璃及水泥基灌浆材料等可用于注浆止水。丙烯酰胺灌浆材料（即丙凝）由于单体具有致癌作用，国内外相关标准已将其列为禁止使用的灌浆材料，本规程中亦未列入。

快速封堵是指用速凝型无机防水堵漏材料封堵渗漏水的一种工艺，其优点是方便快捷，缺点是不能将水拒之于结构外部且材料耐久性还有待提高，因此常作为一种临时快速止水措施与其他工艺一起配合使用。

多年的实践经验证明，对于变形缝渗漏临时止水后，由于材料与基层的粘结强度不高加之结构位移，经常会出现复漏。在止水后的变形缝背水面安装止水带是解决这一问题的有效途径，并日益受到重视。

遇水膨胀止水条是地下工程变形缝渗漏治理常用的材料，只有确保其遇水膨胀是在受限空间（空间自由体积小于膨胀量）中方能有效。国内有文献曾报道用速凝型无机防水堵漏材料及防水砂浆将其封闭在变形缝中，以达到止水的目的。但这种做法本身有违变形缝的设计初衷，复漏的几率很大；加之止水条的搭接（遇水膨胀止水胶没有这个问题）也比较困难，因此不宜作为一种长效的变形缝渗漏治理措施。但对于那些结构规整、长期浸水且结构热胀冷缩及地基不均匀沉降很小的变形缝，仍有应用，故将其列为变形缝渗漏治理的可选措施。

刚性防水材料可分为涂料（包括缓凝型无机防水堵漏材料、水泥基渗透结晶型防水涂料及环氧树脂类防水涂料）和砂浆（聚合物水泥防水砂浆）两大类。涂料和砂浆这两类刚性防水材料往往需要复合使用形成一道完整的防水层。此外，补偿收缩混凝土可被看做结构材料，虽然会用到，但并未被列入可选材料中。

在结构背水面涂布有机防水涂料时要求涂料应具有较高的基层粘结强度且应设置刚性保护层，这是业界的共识，聚合物水泥防水涂料符合这一规定。在渗漏治理工程中，由于担心涂层抗水压力不足，容易在压力下出现鼓泡、剥落，本规程暂未将其列为大面积渗漏治理的可选措施。管道根部面积有限、且采用其他措施时过渡处理困难，涂布聚合物水泥防水涂料应该是一个合理的补充措施。

表 4.1.1 的设计初衷在于根据渗漏部位快速查找和匹配治理措施，并避免出现常见的错误，使用过程中应灵活掌握、搭配各种技术措施。

4.1.2 裂缝和施工缝发生渗漏说明存在贯穿结构的渗透通道，这对结构的荷载能力及耐久性都有负面影响。如前所述，钻孔注浆能将浆液注入结构内部，可达到止水及加固的双重目的，故选择灌浆材料时应重视其补强效果。

4.1.4 如果地下工程内外温差较大且空气湿度较大，则水蒸气很容易凝结在结构背水面形成水滴导致基层潮湿甚至霉变，这时

就应采取强制通风等措施降低结构内部相对湿度防止结露。

4.2 方案设计

4.2.1 本条文规定了钻孔注浆的基本要求。

1 斜向钻孔有利于横穿裂缝，使浆液沿裂缝面流动并反应固化，快速切断渗漏通道。由于建筑工程混凝土地下结构的厚度相对比较薄，规定钻孔垂直深度超过混凝土结构厚度的1/2，一方面是为了防止注浆压力对结构可能的破坏，另一方面确保将浆液注入结构中；

2 沿裂缝走向开槽并用速凝型无机防水堵漏材料直接封堵渗漏水是一项传统的堵漏工艺。近年来，随着水泥基渗透结晶型防水材料应用普及对这一方法也产生了深刻的影响。借鉴国外的先进做法，止水后在凹槽中嵌填、涂刷或抹压含水泥基渗透结晶型防水材料的腻子、涂料或砂浆。图4.2.1-3为其中典型做法，实际工程中还可有些变通；

3 推荐使用底部带贯通小孔的注浆嘴，主要是便于粘贴注浆嘴的胶液能透过小孔，固化后形成锚固点，增加注浆嘴与基层的粘结强度。另外，条件具备时还可使用具有防止浆液回流的止逆式注浆嘴。

4.2.2 施工缝渗漏的治理大部分与裂缝渗漏治理相似，但又有特殊情况：

1 预注浆系统是新修订国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108中新增的内容，在此列出以保持一致；

3 逆筑结构有两条施工缝，其渗漏均可参照裂缝渗漏进行治理，但由于上部施工缝是一条斜缝，在钻孔时应注意要垂直基层钻进，这样才能使钻孔穿过施工缝。

4.2.3 地下工程渗漏往往发生在细部构造部位，其中尤以变形缝渗漏最为常见。造成变形缝渗漏的原因主要是止水带固定不牢导致浇筑混凝土时偏离设计位置、止水带两侧混凝土振捣不密实及止水带破损等。变形缝渗漏治理的难点在于止水并避免复漏，

在背水面安装止水带是解决这一难题的有效途径，但对于不明原因或受现场施工条件限制而无法止水的变形缝，可通过设置排水装置的方法避免渗漏水对结构内部造成更大的不利影响。

4.2.4 变形缝的止水方式很多，但既符合设置变形缝初衷（即满足结构热胀冷缩、不均匀沉降）又有效止水的办法尚有限。本规程中给出的方法均基于注浆止水，不应使用直接嵌填速凝无机防水堵漏材料的止水方法。

1 钻孔至止水带迎水面注入聚氨酯等灌浆材料，可迅速置换出变形缝中水，这是一种十分有效的止水方法，但前提是止水带宽度已知且具有足够的施工空间。这种止水方法具有一定的普适性；

2 对于结构顶板上采用中埋式钢边橡胶止水带的变形缝，其渗漏点比较容易判断，渗漏原因通常是由于止水带与混凝土结合不紧密形成了渗漏通道，解决的办法是钻孔到止水带两翼的钢边并注入聚氨酯灌浆材料止水。如果只是微量的渗漏，也可直接注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂灌浆材料；

3 对于结构底板变形缝渗漏也可采取埋管注浆工艺止水，与钻孔注浆工艺不同之处在于，由于是在止水带的背水面注浆，且注浆压力较低，很容易发生漏浆，因此需要预先设置浆液阻断点，将浆液限制在渗漏部位附近。实际工程中，浆液阻断点既可以是固化的浆液，也可能是一段木楔，所起的作用就是阻止浆液沿变形缝走向向外扩散。

4.2.5 可用于变形缝背水面的止水带可分为内装可卸式橡胶止水带及内置式密封止水带，后者按施工工艺又分为内贴式和螺栓固定密封止水带，三者的施工工艺各不相同。

2 内置式密封止水带只有与基层紧密相连才能起到阻水的作用，因此变形缝两侧的基层必须符合条文的规定。修补基层的缺陷时，大的裂缝或孔洞应采用灌缝胶、聚合物修补砂浆等专门的修补材料进行修补，细微的裂缝可在表面涂刷渗透型环氧树脂防水涂料并待其干燥后再行后续施工；

3　Ω形有利于适应接缝的位移形变；

4　内贴式密封止水带是在参考国内外变形缝密封防水系统的基础上提出的；

6　常见的保护措施主要有保护罩或一端固定、可平移的钢板等。

4.2.6　长期排水可能造成结构周边土体失稳，出现不均匀沉降并由此带来诸多安全风险，加强监测并及时处置是解决问题的有效方法。

4.2.7　大面积渗漏往往是由于混凝土施工质量较差，结构内部裂缝及孔洞发育所致。这种类型的渗漏可按有无明水分别采取不同的工艺进行治理。对于有明水的渗漏，既可以采用注浆止水，也可采用速凝材料快速封堵。

1　注浆止水又可分为钻孔向结构中注浆和穿过结构向周围土体中注浆两种方式，前者宜选用黏度较低、可灌性好的材料，后者在于通过在结构迎水面重建防水层发挥作用，可选用水泥基、水泥-水玻璃或丙烯酸盐灌浆材料；

2　抹压速凝型无机防水堵漏材料作为一种传统的治理方法，具有简便快捷的优点，缺点是渗漏水会一直存在于结构中，长期来看可能会加速钢筋锈蚀、加剧混凝土病害程度。本规程中将这两种治理工艺一并列出来，使用时应根据现场条件灵活运用；

3　止水后通过涂布水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂类防水涂料可以填充基层表面的细微孔洞，起到加强防水效果的目的。

4.2.8　大面积渗漏而无明水符合水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂类防水涂料对基层的要求，采用涂布这两种涂料可达到渗漏治理的目的。

4.2.12　浇筑混凝土形成地下连续墙往往需要带水作业，墙段结合处为最薄弱环节，较易出现渗漏水问题。导致接缝渗漏的主要原因包括：首先，在混凝土振捣时，槽壁塌落泥土被混凝土带到槽段结合处，使浇捣好的混凝土槽段中夹有较大泥块；其次，施

工中对先浇墙段接触面洗刷不干净，使两墙段的接缝处夹有泥沙。针对渗漏量大小不等的对地下连续墙幅间接缝，可采取相应的渗漏治理措施。

1　对于渗漏量较小的接缝，可参照裂缝（施工缝）渗漏治理；

2　渗漏量较大且危及基坑或结构安全时，宜先在外侧采取帷幕注浆止水，再按第1款规定的方法进行治理。本款具有现场抢险的性质，注浆帷幕通常采用高压旋喷成型，是一项技术性很强的工作。为确保安全及施工质量，一般会交由具有专业技术资质的基础处理机构完成。

4.2.13　蜂窝、麻面的渗漏往往与这些部位的混凝土配比或施工不当有很大关系。治理前先剔除表面酥松、起壳的部分，针对暴露出来的裂缝或孔洞可参照之前条文中的规定，采用注浆止水或嵌填速凝型无机防水堵漏材料直接堵漏，不同的是，堵漏后应根据破坏程度采取抹压聚合物水泥防水砂浆或铺设细石混凝土等补强治理工艺。值得一提的是，在浇筑补偿收缩混凝土前，应在新旧混凝土界面涂布水泥基渗透结晶型防水涂料，目的是增加界面粘结强度。

4.3　施　　工

4.3.1　裂缝渗漏治理施工中涉及的钻孔注浆、快速封堵等工艺要点具有一定的通用性，在一般规定中已有明确的规定，本条文给出了施工过程中应当注意的一些要点。

1　注浆压力是注浆工程质量的关键技术参数之一。注浆压力过小，则浆液不足以置换裂缝中的水流；压力过大，则浆液将沿压力下降最快的方向扩散，一些细小裂缝则很难有浆液进入，甚至可能人为造成基层损坏；因此，注浆的压力不是越高越好，而是应根据工程实际情况及浆液的可灌注性，选择合适的注浆压力；

3　贴嘴时将定位针穿过进浆管对准缝口插入的目的是使注

浆嘴、进浆管骑缝，否则贴嘴容易贴偏，被胶粘材料堵死缝口，无法灌浆。为了利用定位针的导流作用，便于浆液的注入，有时也可不拔出定位针；

4 水泥基渗透结晶型防水涂料、渗透型环氧树脂类防水涂料及聚合物水泥防水砂浆等刚性防水层的施工要点已在本规程第3.4节作了规定。

5 预制衬砌隧道渗漏治理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 引起隧道渗漏的原因较为复杂，主要有施工因素、结构因素、环境因素以及材料因素等，如运营中车辆运行引起的振动、土体后期固结导致隧道周围土层产生沉降等。由于隧道中接缝众多，设备、管线复杂，因此治理前应做好前期调查。附录B的内容参考了上海市地方标准《盾构法隧道防水技术规程》DBJ 08－50－96的相关内容。

5.1.2 预制衬砌隧道包括盾构法隧道、沉管法隧道及顶管法隧道。盾构法隧道的防水措施包括自防水混凝土管片、管片外防水涂层、弹性密封垫、螺孔防水等。其中，接缝防水是盾构法隧道防水的重点。沉管管段的接头防水是沉管法隧道防水的重点，一般采取接头部位置GINA型止水带与背水面安装Ω形橡胶止水带相结合的防水措施。管节接头防水是顶管法隧道防水的重点，本规程只涉及混凝土管节。

盾构法隧道连接通道及沉管管段和顶管管节自身渗漏的治理可按本规程第4章的相关规定按裂缝或面渗等形式进行治理。

5.1.3 盾构法隧道中管片接缝众多，是渗漏高发部位，也是渗漏治理的重点。汇总并归纳盾构法隧道典型渗漏部位的治理工艺及材料形成了表5.1.3。实际工程中，可按工程实际情况合理搭配灵活运用。

5.2 方 案 设 计

5.2.1 管片环、纵接缝发生渗漏的原因主要有：在盾构推进过程中管片受挤压、碰撞，使弹性密封垫或止水条偏位造成环缝处防水失效；相邻管片间连接姿态不好等原因造成纵缝处止水措施

失效；止水条过早浸水预膨胀造成止水效果降低，拼装过程中挤压（破）止水条或止水条间夹杂异物；管片拼装质量差，螺栓未拧紧或接缝夹杂异物，接缝张开过大造成止水条压密不严；隧道推进时引起管片错位或相邻块连接不良，止水条密封效果降低等。

1 在背水面注浆止水时，为防止浆液沿管片接缝扩散，须事先在渗漏部位附近设置浆液阻断点。常用的方法是从背水面在环缝渗漏部位相邻的纵缝上，钻双孔至弹性密封垫或遇水膨胀止水条附近，注入密封材料或聚氨酯灌浆材料形成浆液阻断点，如图 1 所示。应当说明的是，这是较为理想的治理方法，其理论和实践还在不断发展及丰富过程中。当前实践也表明，如果管片间榫接，则往往很难用这种方法形成有效的浆液阻断点。

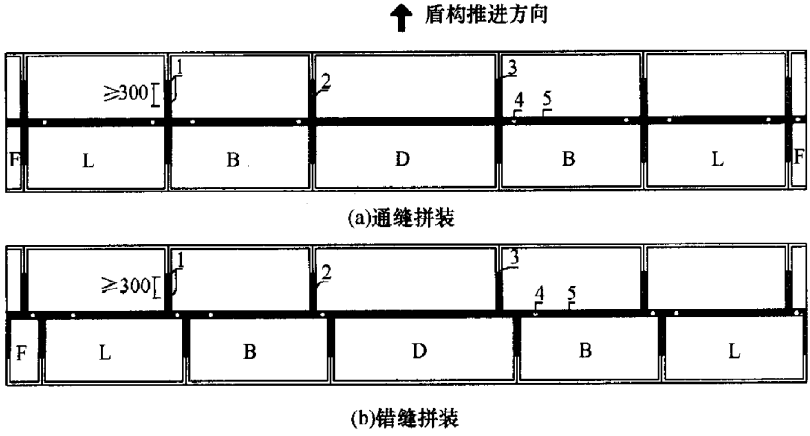

图 1 纵缝设置浆液阻断点并
环缝注浆止水布孔示意图

1—浆液阻断点注浆嘴；2—浆液阻断点；3—纵缝；4—注浆嘴；5—环缝嵌缝；
D—拱底块；B—标准块；L—邻接块；F—封顶块

2 在新建尚未投入使用或设备管线较少的运营隧道，工作面较宽敞，可以按第 1 款的规定先设浆液阻断点再注浆止水。当隧道中设备管线较多时，往往不具备预设浆液阻断点的条件，此

时就只能按第 2 款的规定进行渗漏治理。其基本原理是通过在背水面嵌缝（封堵）并埋嘴注浆，迫使渗漏水沿彼此连通的环、纵缝发散到更大的面积上，加大蒸发面积使蒸发量大于渗入量，达到减小或消除渗漏的目的。考虑到浆液固结体适应形变或荷载的要求（特别是用于轨道交通的盾构隧道），最好使用固结体有一定弹性的灌浆材料。

3 嵌缝的目的是将拱顶的少量渗漏水利用连通的环、纵缝引开，条文对其关键点进行了规定：

3） 国外通常将背衬材料分为闭孔型、开孔型、双室型背衬棒及背衬隔离带四大类，根据密封材料固化机理不同，可选择相应结构的背衬材料。例如，单组分湿固化聚氨酯密封胶就宜使用开孔型或双室型背衬棒；

4） 规定拱顶的嵌缝角度为是为了避免渗漏水滴落到轨道交通设施表面，进而引起金属件锈蚀或设备短路等安全事故。

4 壁后注浆又称为回填注浆，按施工顺序分为同步注浆、二次注浆（含渗漏治理时的壁后注浆），是盾构推进施工过程中必要的止水、护壁措施，然而在施工过程中往往会出现注浆不充分或漏注等现象。在盾构隧道渗漏综合治理中，对隧道管片壁外进行补充注浆是有效的迎水面渗漏治理的辅助措施。既能在隧道外部起到防水帷幕作用，同时又能起到加固土体作用以减少隧道由于土体后期因素产生沉降带来的后续再漏的几率。壁后注浆是隧道纠偏及治理盾构法隧道渗漏的有效途径。其技术难度较大、步骤较为复杂，宜慎用。

壁后注浆时，现场监测项目及控制值一般设定为：隧道结构纵向沉降与隆起不大于±5mm，隧道结构纵向水平位移不大于±5mm，隧道收敛值小于 20mm；隧道纵向变形最小曲线半径不应小于 15000m；轨向偏差和高低差最大尺度小于 4mm/10m。具体可参见现行国家标准《盾构法隧道施工和质量验收规范》GB 50446。

5.2.2 造成隧道进出洞段连接处渗漏的原因主要有：盾构进出洞时，洞口外侧土体部分流失，破坏了加固体及原状土强度和结构；同步注浆和二次注浆不足或不密实；井接头及前一环与洞口地下连续墙及内衬呈刚性接触，其他管片与加固体及原状土呈柔性接触，导致该处管片不均匀沉降和渗漏水；洞口加固土体在强度发展过程中会与基坑围护结构之间产生间隙，在长期土体中的渗水将填充于加固土体与围护结构之间的间隙，并随着时间的推移，形成一定的水压；井接头顶部混凝土浇筑不密实；进洞环管片在脱离盾尾时，土体流失、坍方事故等发生会造成盾构姿态突变，造成管片密封局部损坏；出洞段由于施工单位的基准环（支撑环）强度或状态不好，造成出洞段盾构姿态不好等。条文中按环、纵缝及施工缝分别给出了治理工艺。

5.2.3 连接通道段渗漏产生原因主要有：连接通道所连接的盾构隧道为复杂应力部位，细微变形和沉降在所难免，例如连接通道施工过程中钻孔、冻胀、开挖、结构施工等使连接通道附近的管片产生不均匀沉降；冻土融化层注浆不及时、注浆量不足或加固强度不够，造成隧道后期沉降，不均匀沉降引起隧道管片的嵌合不密或结构破坏，进而引起渗水；连接通道通常处于区间隧道的最低处，且多为含饱和水的砂性土层，承压水的静水压较大；连接通道现浇混凝土不密实造成的渗漏水等。隧道管片与连接通道接缝可视为施工缝，宜采取钻斜孔注浆止水。

5.2.4 轨道交通道床以下与管片接头部位渗漏的原因主要是地层不稳定（流沙）、管片拼装质量不好、同步和二次注浆量不足导致隧道沉降；或由于后期道床施工、管线排放的措施不当，引起了管片的局部破坏。在进行壁后注浆时，按照邻接块、标准块和拱底块的顺序注浆的目的在于先注入的浆液固化后，能防止后续注入浆液向两侧上返，有利于加快施工速度，节省材料用量。

5.2.6 沉管法隧道管段接头的主要防水措施是安装 GINA 及 Ω 形止水带，通常不会出现渗漏，一旦发生渗漏所采取的措施是松动渗漏部位周边固定 Ω 形止水带的螺母，重新调整位置，再

拧紧。

5.2.8 顶管法隧道管节接缝是容易发生渗漏的部位，渗漏治理的措施是从背水面注浆封堵，并可参照现浇混凝土结构变形缝渗漏的治理工艺进行综合治理。

5.3 施　　工

5.3.1 本条文给出了管片环、纵缝接缝注浆止水的施工要点。

1 在钻孔注浆形成浆液阻断点的过程中，考虑到混凝土管片是精度要求很高的预制构件，采用带定位装置的钻机目的是达到精确控制钻孔深度，防止破坏弹性密封垫；选用直径小的钻杆，也是为了尽量减少钻孔过程对管片的破坏。

3 如果隧道衬砌与围岩之间回填不密实造成沉降、变形，发生渗漏的部位静水压力都较大，为避免壁后注浆过程中衬砌外部的水、泥、沙等在压力作用下突入隧道内部，需要在埋设注浆嘴时设置防喷装置。

6 实心砌体结构渗漏治理

6.1 一 般 规 定

6.1.1 砌体结构地下工程的特点是砌体的密实性较差、砌体接缝多、工程埋深浅、承受的地下水压力较小。一般来说，通过抹压（嵌填）速凝无机防水堵漏材料即可达到止水的目的，为保证工程质量，按照“多道设防”的要求，还应设置刚性防水层，管根及预埋件根部等接缝处宜进行嵌缝处理。

6.1.2 由于砌体结构地下工程固有的特点，很多场合下，这类地下工程在建造过程中并未设计防水层。如果不在渗漏治理后形成完整的防水层，则很有可能出现之前未出现渗漏的地方在渗漏治理后发生渗漏。为避免出现这种情况，宜在治理后在背水面形成完整的防水层。

6.2 方 案 设 计

6.2.1 本条文给出了实心砌体结构地下工程裂缝或砌块灰缝渗漏的治理工艺，对于其中的要点解释如下：

1 采用注浆止水时，考虑到砌体结构的细微孔洞、裂缝较多，密实性较差，故采用了对这类基材有良好浸润性和可灌性的灌浆材料；

3 如前所述，渗透型环氧树脂类防水涂料对基层有很好的亲和性，能填充基层表面的细微孔洞及裂缝，并增加砌块强度，因此推荐使用。

附录D 材料性能

D.0.1 部分灌浆材料的技术指标来源如下：

4 超细水泥灌浆材料的比表面积参考了当前市场上此类材料技术指标；

5 水泥-水玻璃灌浆材料的技术指标参考了现行行业标准《建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程》JGJ/T 211－2010。

D.0.2 部分密封材料的技术指标来源如下：

3 内置式密封止水带及配套胶粘剂是在参考国内外相关产品的技术资料及工程实践提出的，止水带材质主要有聚氯乙烯（PVC）、氯磺化聚乙烯（Hypalon®）、热塑性聚烯烃防水卷材（TPO）及改性三元乙丙防水卷材（TPV）等，其特点是具有良好的力学性能且能热焊接搭接。