

重庆市工程建设标准

山地城市地下工程防渗堵漏技术标准

Technical standard for seepage prevention and
leak plugging of underground engineering
in mountainous city

DBJ50/T-396-2021

主编单位:中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司
重庆市防水防渗灌浆技术协会
批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期:2021年12月1日

2021 重 庆

重庆工程建筑

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2021〕23号

重庆市住房和城乡建设委员会
关于发布《山地城市地下工程防渗堵漏技术
标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《山地城市地下工程防渗堵漏技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为DBJ50/T-396-2021,自2021年12月1日起施行。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2021年8月19日

重庆工程建筑

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2017 年度重庆市工程建设标准制定(修订)项目计划(第一批)的通知》(渝建[2017]451 号)文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家标准,并在广泛征求意见的基础上,由中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司和重庆市防水防渗灌浆技术协会会同有关单位共同制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1 总则;2 术语;3 基本规定;4 地下工程防水;5 地下工程堵漏;6 地下工程排水;7 质量验收。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司技术管理部(地址:重庆市渝北区昆仑大道 46 号,邮编:400023)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主编单位：中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司
重庆市防水防渗灌浆技术协会

参编单位：山东大学

重庆建工集团股份有限公司
上海公路桥梁(集团)有限公司
重庆市十八土鑫诚灌浆防水工程有限公司
重庆市市政设计院研究院有限公司
重庆工业设备安装集团有限公司
北京圣洁防水材料有限公司
中铁十八局集团有限公司
重庆大学
重庆建筑工程职业学院
重庆对外建设(集团)有限公司
忠县利安杜防水科技有限公司
中铁十一局集团第五工程有限公司
山东卓宝建筑防护工程有限公司

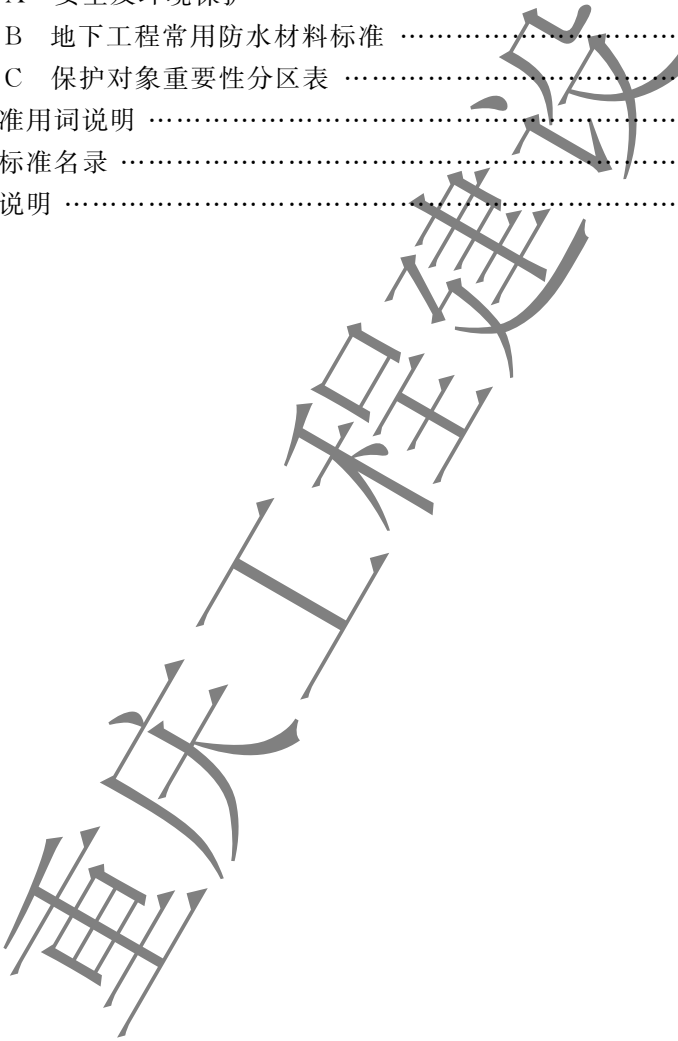
主要起草人：李正川 杜天刚 张万斌 周定祥 刘保林
李利平 丁玉乔 汪伟松 旷文涛 陈德玖
刘绍利 曹林卫 夏志国 朱小兵 刘贵应
方祥位 张新彬 邓晓佳 孙子正 曹海鹏
杜 昕 张振光 伍志勇 赵良凯 江德飞
张学富 何 韵 孙 锐 蒋云锋 任开阳
谢吉宁 王克莹 吴统凡 杜津塘 周小涵
王 翔 谢尚科 陶 利 付武荣 陈永齐
张开顺 肖明华 王元清 朱建凯 刘建宇
吴建港 毛春平 秦唯铭 谢钰禄 杜 军
杜琨鹏

审查专家：孔凡林 贺 渝 付 钢 肖了林 刘大超
邵 东 李 鸿 于茂春

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	地下工程防水	7
4.1	一般规定	7
4.2	防水混凝土	8
4.3	防水层	9
4.4	围岩注浆防水	13
4.5	明挖地下工程防水	16
4.6	矿山法暗挖地下工程防水	17
4.7	特殊工法暗挖地下工程防水	18
4.8	地表防渗	20
4.9	细部构造	21
5	地下工程堵漏	24
5.1	一般规定	24
5.2	现浇混凝土结构堵漏	25
5.3	预制混凝土堵漏	36
5.4	其它工程堵漏	40
6	地下工程排水	43
6.1	一般规定	43
6.2	洞外排水	43
6.3	明挖结构排水	44
6.4	暗挖结构排水	45
7	质量验收	47
7.1	一般规定	47

7.2 防水工程	48
7.3 堵漏工程	49
附录 A 安全及环境保护	52
附录 B 地下工程常用防水材料标准	53
附录 C 保护对象重要性分区表	55
本标准用词说明	57
引用标准名录	58
条文说明	59



Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	General requirements	4
4	Seepage prevention of underground engineering	7
4.1	General requirements	7
4.2	Waterproof concrete	8
4.3	Waterproof layer	9
4.4	Grouting on surrounding rock	13
4.5	Waterproof of cut and cover method excavated underground engineering	16
4.6	Waterproof of drill and blast method excavated underground engineering	17
4.7	Waterproof of unconventional method excavated underground engineering	18
4.8	Seepage prevention of ground surface	20
4.9	Detailed structure for seepage prevention	21
5	Leakage treatment of underground engineering	24
5.1	General requirements	24
5.2	Leakage treatment on cast-in-place concrete structure	25
5.3	Leakage treatment on precast concrete	36
5.4	Leakage treatment on other engineering	40
6	Drainage of underground engineering	43
6.1	General requirements	43
6.2	Drainage out of tunnel	43

6.3	Drainage of cut and cover method excavated structure	44
6.4	Drainage of drill and blast method excavated structure	45
7	Quality Acceptance	47
7.1	General requirements	47
7.2	Waterproof engineering	48
7.3	Leakage treatment engineering	49
Appendix A	Safety and environmental protection	52
Appendix B	Standard for common waterproof materials in underground engineering	53
Appendix C	Table of importance level of protected objects	55
	Explanation of Wording in this standard	57
	List of quoted standards	58
	Explanation of provisions	59

1 总 则

1.0.1 为规范山地城市地下工程防渗堵漏的设计、施工及验收，符合技术先进、经济合理、安全环保的要求，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市山地城市建筑地下工程、防护工程、轨道交通工程、隧道工程、管廊等地下工程防渗堵漏的设计、施工及验收。

1.0.3 山地城市地下工程防渗堵漏，应积极采用经试验、检测和鉴定的质量可靠的新材料、新技术、新工艺。

1.0.4 山地城市地下工程防渗堵漏除应符合本标准外，尚应符合国家及地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 山地城市 mountainous city

地貌以丘陵、山地为主,地形高低起伏不平,山丘、河谷相间,以岩石地层为主的都市。

2.0.2 防渗 seepage prevention

通过一定的技术手段,防止水渗入的措施。

2.0.3 堵漏 leak plugging

通过堵水、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。

2.0.4 防水型地下工程 underground engineering with Waterproof

严格限制地下水排放,避免对周边环境和生态环境造成破坏,充分考虑地下水对地下结构的影响,一般采用不排水全包的地下工程防水型式。

2.0.5 排水型地下工程 underground engineering with drainage system

对保护地下水环境、限制地层沉降等没有要求,地下水在重力作用下按地下工程预设的各种管沟,逐级自流排出洞外,一般采用半包的地下工程防水型式。

2.0.6 控制排放型地下工程 underground engineering with leak controlled waterproof

通过注浆或在排水管安装闸阀等方式,控制隧道地下水的排放,以达到保护地下水环境、限制地层沉降的地下工程防水型式。

2.0.7 防水层 waterproof layer

附加在地下工程结构上的防水材料层。包括水泥或聚合物砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层等。

2.0.8 防水等级 grade of waterproof

根据工程对防水要求确定的结构,允许渗漏水量的等级标准。

2.0.9 预注浆 pioneer grouting

地下工程开挖前采用浆液预先充填围岩孔洞、裂隙等,达到堵塞水流、加固围岩目的所进行的注浆。

2.0.10 后注浆 Post grouting

地下工程开挖后处理围岩渗漏及充填支护壁后空隙所进行的注浆。

2.0.11 围岩注浆 Surrounding rock grouting

地下工程开挖或掘进后,对围岩加固和止水所进行的注浆。

2.0.12 混凝土结构注浆 Concrete structure grouting

对混凝土结构渗水通道封堵所进行的注浆。

2.0.13 全包防水 All-inclusive waterproofing

采用防水层将地下构筑物迎水面全部包覆,将地下水完全隔离在结构外的防水型式。

2.0.14 半包防水 semi-inclusive waterproofing

根据功能要求,采用防水层将地下构筑物迎水面部分包覆的防水型式。

3 基本规定

3.0.1 地下工程防渗堵漏设计和施工应遵循防、排、截、堵相结合,刚柔相济,因地制宜,综合治理,保护环境的原则。

3.0.2 地下工程防水设计,应做到定级准确、方案可靠、经济合理、施工简便、耐久适用、安全环保。

3.0.3 地下工程防水等级判定标准应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 地下工程防水等级及判定标准

防水等级	判定标准	
	建筑地下工程	隧道及其他地下工程
一级	不允许渗水,结构内表面无湿渍。	
二级	<p>不允许滴漏、线漏,可有零星分布的湿渍。 总湿渍面积不应大于总防水面积(包括顶板、侧墙、底板)的 1/1000,单个湿渍的最大面积不应大于 0.1m²。 任意 100m²防水面积上的湿渍个数不应超过 2 处。</p>	<p>可见零星分布的湿渍和滴漏,不得有线漏。隧道顶部不允许滴漏。 总湿渍面积不应大于总防水面积的 1.5/1000,单个湿渍的面积不应大于 0.15m²。 任意 100m²防水面积上的湿渍、滴漏或流挂个数不应超过 3 处。 单个湿渍的渗漏量不应大于 1.5L/d;单个滴漏或流挂的渗漏量不应大于 2.0L/d。 工程平均渗漏量不应大于 0.05L/(m²·d);任意 100m²防水面积上的渗漏量不应大于 0.10L/(m²·d)。 渗漏水统计应包括湿渍和滴漏或流挂的数量、湿渍面积与渗漏量。</p>

续表 3.0.3

<p>三级</p>	<p>—</p>	<p>可有少量湿渍和滴漏或流挂,不得有线流和漏泥砂。 总湿渍面积不应大于总防水面积的 6/1000,单个湿渍的面积不应大于 0.3m²。 任意 100m² 防水面积上的湿渍、滴漏或流挂个数不应超过 6 处。 单个湿渍的渗漏量不应大于 3.0L/d;单个滴漏或流挂的渗漏量不应大于 5.0L/d。 工程平均渗漏量不应大于 0.2L/(m²·d);任意 100m² 防水面积上的渗漏量不应大于 0.3L/(m²·d)。 渗漏水统计应包括湿渍、滴漏或流挂的数量、湿渍面积与渗漏量</p>
-----------	----------	--

3.0.4 地下工程不同防水等级的适用范围,应根据工程的重要性和使用中对防水的要求按表 3.0.4 选定。

表 3.0.4 不同防水等级的适用范围

防水等级	适用范围	
	建筑地下工程	隧道及其他地下工程
<p>一级</p>	<p>人员长期停留和经常活动的场所;因有少量渗水会使物品变质、失效的贮物场所及影响设备正常运转和危及安全运营的部位。</p>	<p>少量湿渍会使物品变质和失效的贮物场所,及严重影响设备正常运转和危及工程安全运营的部位。人员长期停留的场所。极重要的战备工程。维修困难,维修成本过高的工程。</p>
<p>二级</p>	<p>人员临时活动场所。少量湿渍不会使物品变质和失效的贮物场所,不影响安全运营及设备正常运转。</p>	<p>少量湿渍不影响工程安全运营及设备正常运转、不会使物品变质和失效的贮物场所。人员经常活动场所。重要的战备工程。</p>
<p>三级</p>	<p>—</p>	<p>对防水功能要求不高的工程。人员临时活动场所。一般战备工程。</p>

3.0.5 应根据地下工程的使用功能、地质状况、结构特点、环境

条件等因素综合确定结构的防水形式、防水材料和工艺标准。

3.0.6 地下工程的防水型式,应符合下列规定:

1 对保护地下水环境、限制地层沉降等要求严格或无法实现重力排水的工程,宜采用防水型。

2 对保护地下水环境、限制地层沉降等没有要求同时具备重力排水的工程,宜采用排水型。

3 对保护地下水环境、限制地层沉降等有严格要求,而工程技术和质量难以达到,可采用控制排放型。

3.0.7 地下工程应以主体结构自防水为主,以接缝防水为重点,并应根据结构功能、耐久性、水文地质条件及环境要求,辅以防水层加强防水、地表防渗及围岩注浆堵水等措施。

3.0.8 渗漏治理应在结构安全的前提下进行,地下工程渗漏部位存在安全隐患时,应按国家现行有关标准的规定先进行结构修复。

3.0.9 渗漏治理宜先止水或引水再采取其他措施。

3.0.10 防渗堵漏工程所用材料应符合相关标准及设计要求,并进行现场抽样复验。

3.0.11 地下防渗堵漏工程质量验收的程序和组织,应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的有关规定。

4 地下工程防水

4.1 一般规定

4.1.1 地下工程防水设计应根据工程特点和需要收集资料,宜包括下列内容:

- 1 最高地下水位的高程及出现的年代,近年来的实际水位高程和随季节变化情况。
- 2 历年气候变化情况、降水量。
- 3 工程地质条件,含工程所在区域的地震烈度、地热、瓦斯等有害物质的资料。
- 4 地下水类型、补给来源、水质、流量、流向、压力、腐蚀性介质种类及含量,以及地表水、洪水和给水排水系统资料。
- 5 区域地形、地貌、水库、废弃坑井等资料。
- 6 基础、结构特点及施工方法。
- 7 现场施工条件和周边环境。

4.1.2 地下工程防水设计应包括下列内容:

- 1 防水等级和设防要求。
- 2 防水混凝土的抗渗等级及其技术指标。
- 3 防水层选用的防水材料及其技术指标。
- 4 细部构造的防水措施,选用的材料及其技术指标。
- 5 防排水系统、地表截排水系统及工程各种洞口的防倒灌措施。

4.1.3 防水型地下工程宜设置全包防水层,控制排放型及排水型地下工程宜设置半包防水层。

4.1.4 地下水排放对地下工程施工安全及周边环境、设施和居民生产生活产生不利影响,从而导致环境严重破坏或社会风险急

刷增高时,宜采用围岩注浆堵水措施控制地下水排放量。

4.1.5 地下工程应加强变形缝、施工缝、诱导缝、后浇带、穿墙管及预埋件、预留通道接头、桩头等细部构造的防水措施。

4.1.6 地下工程细部构造防水加强层材料应与主体防水层材性相容,防水加强层的宽度不宜小于 500mm。

4.2 防水混凝土

4.2.1 地下工程迎水面主体结构应采用防水混凝土,其抗渗等级应符合下列规定:

1 防水型地下工程,防水混凝土抗渗等级应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 防水型地下工程防水混凝土抗渗等级

工程埋置深度 H(m)	设计抗渗等级
$H < 10$	P6
$10 \leq H < 20$	P8
$20 \leq H < 30$	P10
$H \geq 30$	P12

2 控制排放型地下工程,应结合结构及水压力大小综合确定主体结构抗渗等级。

3 排水型地下工程,防水混凝土的抗渗等级可按现行有关标准执行。

4.2.2 防水混凝土应根据地下工程所处的环境和工作条件,满足抗压、抗裂和抗侵蚀性等耐久性要求。

4.2.3 防水混凝土的环境温度不得高于 80℃;处于侵蚀性介质中的防水混凝土应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 和《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

4.2.4 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定,试配混凝土

的抗渗等级应比设计要求提高 0.2MPa。

4.2.5 防水混凝土结构底板的混凝土垫层,强度等级不应小于 C20,厚度不应小于 100mm,在软弱土层中不应小于 150mm。

4.2.6 防水混凝土结构,应符合下列规定:

1 顶板结构厚度不应小于 200mm,底板及侧墙结构厚度不应小于 250mm。

2 裂缝宽度不得大于 0.2mm,并不得贯通。

3 钢筋保护层厚度应根据结构所处的环境类别和作用等级按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 和《混凝土结构设计规范》GB50010 选用。

4.2.7 防水混凝土各类材料的总碱量(Na_2O 当量)不得大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$;氯离子含量不应超过胶凝材料总量的 0.1%。

4.3 防水层

4.3.1 根据气候特点、施工环境条件、结构构造型式、防水等级等要求,选用卷材防水层、涂料防水层、砂浆防水层、塑料防水板等作为防水层。

4.3.2 防水层宜选用不易窜水的防水材料或防水系统。

4.3.3 结构刚度较差或受振动作用的工程,宜采用延伸率较大的卷材、涂料等柔性防水材料。

4.3.4 地下工程常用防水材料如表 4.3.4 所示。

表 4.3.4 地下工程常用防水材料表

工程类型	材料名称	
明挖工程	类别	品种名称
	改性沥青类防水卷材	弹性体(SBS)改性沥青防水卷材
		聚合物改性沥青聚乙烯胎防水卷材
		自粘聚合物改性沥青防水卷材
		自粘聚合物改性沥青湿铺防水卷材
	合成高分子类防水卷材	三元乙丙橡胶(EPDM)防水卷材
		聚氯乙烯(PVC)防水卷材
		热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材
		聚乙烯丙纶复合防水卷材
		高分子自粘胶膜预铺防水卷材
	防水涂料	聚氨酯防水涂料
		喷涂聚脲防水涂料
		非固化橡胶沥青防水涂料
		聚合物水泥防水涂料
	砂浆	聚合物水泥防水砂浆
掺外加剂的防水砂浆		
	膨润土防水毯防水层	
暗挖工程	塑料防水板	乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)
		聚氯乙烯(PVC)
		乙烯-醋酸乙烯共聚物-沥青共混(ECB)
		聚乙烯(PE)类
		高分子自粘胶膜预铺防水卷材
		喷涂成膜类防水涂料

备注:塑料防水板同样可用作明挖结构防水层。

4.3.5 卷材防水层宜用于经常处于地下水环境,且受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程,其设置应符合下列规定:

1 两层防水卷材分开设或与不同品种卷材叠合使用时,每层防水卷材的厚度应符合一道厚度的规定。

2 防水卷材双层使用时,其厚度应符合《地下工程防水技术

规范》GB 50108 设防要求。

3 胶(冷)粘、热熔、自粘防水卷材施工前,基面应干燥,并应涂布基层处理剂。

4 采用外防外贴法铺贴卷材防水层时,应先拆除底板卷材甩槎部位的临时保护措施,将甩槎部位卷材表面清理干净,并修补卷材的局部损伤;该部位卷材接槎的搭接长度不应小于150mm;当使用两层卷材时,卷材应错槎接缝,上层卷材应盖过下层卷材。

5 采用外防内贴法铺贴立面防水卷材时,宜在搭接部位采取固定措施。

6 采用热熔法施工的防水卷材应加热均匀,不得加热不足或烧穿卷材,搭接缝部位应溢出改性沥青涂盖料自然密封,不得采用压刮方法密封。

7 卷材及其胶粘剂应具有良好的耐水性、耐久性、耐穿刺性、耐侵蚀性和耐菌性,卷材外观质量、品种规格及胶粘剂的粘结质量等应符合《地下工程防水技术规范》GB 50108 的要求。

4.3.6 涂料防水层含无机防水涂料和有机防水涂料。无机防水涂料宜用于结构主体的背水面;有机防水涂料宜用于地下主体结构的迎水面,用于背水面的有机防水涂料应具有较高的抗渗性,且与基层有较好的粘结性;涂料防水层设置应符合下列规定:

1 潮湿基层宜选用水泥基渗透结晶型防水涂料、聚合物水泥防水涂料、水泥基防水涂料。

2 聚合物水泥防水涂料乳液品种宜使用丙烯酸酯。

3 非固化橡胶沥青防水涂料宜与改性沥青类防水卷材叠合使用。

4 涂料与卷材叠合设置时,不应在聚氨酯涂料、聚合物水泥防水涂料及喷涂聚脲防水涂料上采用热熔法铺贴防水卷材。

5 非固化橡胶沥青防水涂料与防水卷材配套使用作为一道防水层时,最小厚度不应小于1.5mm。

6 水泥基渗透结晶型防水涂料用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，且厚度不应小于 1.0mm 。掺外加剂、掺合料的水泥基防水涂料厚度不应小于 3.0mm 。

7 暗挖地下工程喷涂防水涂料厚度应根据防水等级、设防要求、施工方法、使用条件等确定，涂膜最小厚度不应小于 3.0mm 。

4.3.7 砂浆防水层用于地下工程主体结构的迎水面或背水面，不应用于受持续震动或温度高于 80°C 的地下工程防水；其设置应符合下列规定：

1 砂浆防水层的品种和配合比应根据防水工程要求确定。

2 聚合物水泥防水砂浆的厚度不应小于 6mm ；掺外加剂的防水砂浆厚度不应小于 18mm 。

3 水泥应采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，其性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的规定；使用其他品种水泥时，应经试验确定。

4 砂宜采用中砂，其含泥量、硫化物和硫酸盐含量均不应大于 1% 。

5 砂浆防水层宜采用预拌防水砂浆或采用现场拌制的防水砂浆。防水砂浆宜采用多层抹压或喷涂的方法施工。

6 砂浆防水层施工时，基层混凝土强度或砌体砂浆强度不应小于设计值的 80% 。

4.3.8 塑料防水板防水层宜用于经常受水压、侵蚀性介质或受振动作用的地下工程防水，其设置应符合下列规定：

1 幅宽不宜小于 2m ，厚度不应小于 1.2mm 。

2 应具有良好的耐穿刺性、耐低温、耐水性、耐腐蚀性。

3 塑料防水板性能指标应符合《地下工程防水技术标准》GB50108 的规定，检验方法应符合现行国家标准《高分子防水材料第 1 部分 片材》GB/T 18173.1 的规定。

4 衬垫材料宜采用土工布，单位面积质量不应小于 $300\text{g}/$

m²,厚度不应小于2.0mm,纵横向断裂强度不应小于5kN/m,其他性能指标应符合现行国家标准《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》GB/T17638、《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T17639、《土工合成材料非织造布复合土工膜》GB/T17642的有关规定。

5 暗钉圈应采用与塑料防水板相容的材料制作,直径不应小于80mm。

4.3.9 塑料防水板、高分子自粘胶膜预铺防水卷材或防水涂料应与衬垫材料结合使用。

4.3.10 防水层的基层应坚实、平整、清洁,无孔洞、无裂缝,阴角处宜做成圆弧或45°坡角,基层干燥程度应符合所选防水材料的施工要求。

4.3.11 防水层其余相关性能指标及施工要求应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108的有关规定。

4.4 围岩注浆防水

4.4.1 围岩注浆防水设计的步骤如下:

1 分析地下工程所在区域的地质及水文地质资料,进行施工安全、环境保护等方面的风险评估。

2 判定地下工程开挖后围岩的稳定性情况,就开挖后掌子面地下水的水量、水压及其对地表沉降、环境保护及施工安全的影响等作出评价。

3 根据上述分析及评价,确定注浆后允许排水量的控制标准、注浆方式、范围及其相关的基本参数。

4 选择注浆浆液材料,确定注浆结束的标准。

5 确定注浆效果的检验方式,制定后续的补充措施。

4.4.2 围岩注浆防水应对注浆方式、注浆范围和注浆材料等进行针对性设计。

4.4.3 围岩注浆防水,应在施工中根据实际情况进行注浆效果评估,及时调整、修正设计参数,实施动态设计。必要时,可开展现场试验确定设计参数。

4.4.4 地下水控制排放量的确定可根据地下工程穿越段上、下游的地下水位变化幅度估算,也可根据工程类比确定。当缺乏有效手段或数据时,可根据现场水文地质条件、保护对象重要性程度及地下水动态监测结果,参照表 4.4.4 选用。

表 4.4.4 地下水控制排放量

保护对象重要性分区	地下水控制排放量($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)
一般区	4~5
较重要区	2~4
重要区	1~2

4.4.5 围岩注浆防水应根据通过地段的工程地质条件、水文地质条件、环境保护要求、防排水要求及施工工艺等,选用预注浆或后注浆的注浆方式,并考虑以下因素:

- 1 能否满足安全施工要求。
- 2 地下工程排水是否符合防排水要求。
- 3 注浆施工工艺是否可行且堵水有效。

4.4.6 预注浆堵水设计,应符合下列规定:

1 应根据工程与水文地质条件等因素,选用超前全断面帷幕预注浆、超前全断面周边预注浆、超前局部断面预注浆等方式。

2 帷幕预注浆、周边预注浆的注浆圈厚度应根据地质条件及施工方式确定,一般为开挖轮廓线以外 3 m~10 m。

3 帷幕预注浆、周边预注浆段的长度应综合考虑选择钻机的最佳工作能力、预留止浆岩墙厚度、满足注浆圈厚度要求的最小盲区及最佳设计孔数等因素来合理确定,一般为 25 m~50 m。

4 应设置止浆岩盘,必要时设置止浆岩墙。第一循环止浆岩墙可采用模筑混凝土,厚度一般为 1.5 m~3.0 m;其他循环段止浆岩墙可由喷射混凝土层(或模筑混凝土层)与上一注浆循环

余留止浆岩盘共同组成,厚度一般为 0.5 m~1.5 m;根据围岩情况及施工方式预留不同厚度的止浆岩盘,一般为 3 m~10 m。

5 注浆设计压力应根据水文地质条件合理确定,宜比静水压力大 0.5 MPa~1.5MPa;当静水压力变化较大时,宜为静水压力的 2~3 倍。

6 注浆孔底中心间距一般为 1.0 m~3.0 m,也可取浆液扩散半径的 1.5~1.7 倍。

7 注浆单孔注浆结束的条件为各孔段均达到设计终压并稳定 10 min,或注浆量不小于设计注浆量,进浆速度为开始进浆速度的 1/4。

4.4.7 后注浆堵水设计,应符合下列规定:

1 根据围岩地质条件、涌水形态、涌水规模和防排水要求等因素,可选用全断面径向后注浆、局部径向后注浆和补注浆等措施。

2 注浆圈厚度不宜超过开挖轮廓线以外 6.0 m,也不宜小于 2.0 m。

3 注浆终压宜为实际地下水压的 1~2 倍。

4.4.8 注浆施工工艺分为前进式注浆、后退式注浆和一次全孔注浆。注浆施工工艺可按以下原则选择:

表 4.4.8 注浆施工工艺选择表

岩石裂隙发育程度	注浆方式
发育	前进式
较发育	前进式
不够发育	后退式
不发育	一次全孔

4.4.9 围岩堵水注浆应根据地层条件、周围环境条件、注浆目的与标准、注浆设备与工艺、防排水要求等因素,并结合经济性与环保性,宜按以下原则合理选择注浆材料:

1 围岩裂隙发育、可注性好、水压较低的地层,宜采用普通

水泥浆液。

2 围岩裂隙发育、可注性好、高水压的地层,宜采用水泥双液浆。

3 可注性一般的粉细砂地层(粘土含量低于2%),宜采用超细水泥浆液。

4 淤泥质软土地层,宜采用水泥—粉煤灰、水泥—膨润土复合浆液等。

5 可注性差的地层,宜采用化学浆液,如丙烯酸盐等。

6 水流速较大、浆液易被水冲稀影响注浆效果的地层,宜选用胶凝时间较短的浆液,如化学浆液材料。

4.4.10 围岩注浆过程中应采取措施减少施工对周围环境的影响,不得污染环境。注浆施工期间及工程结束后,应对水源取样检查,当有污染时,应及时采取相应措施。

4.5 明挖地下工程防水

4.5.1 明挖地下工程应加强结构自防水及接缝防水构造,可根据情况采取围岩注浆防水措施;具备重力自然排水条件且排水不会造成环境影响时,宜设置半包防水层及相应排水系统。

4.5.2 明挖法施工的地下结构防水措施应符合表 4.5.2 的规定。

表 4.5.2 明挖地下结构防水措施

工程部位	主体结构				施工缝				后浇带			变形缝、诱导缝											
防水措施	防水混凝土	塑料防水板	防水砂浆	防水卷材 防水涂料	膨润土防水毯 遇水膨胀止水条(胶)	外贴式止水带	中埋式止水带	外抹防水砂浆	外涂防水涂料	水泥基渗透结晶型防水材料	预埋注浆管	补偿收缩防水混凝土	预埋注浆管	外贴式止水带	防水涂料	遇水膨胀止水条(胶)	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料	接水盒	外涂防水涂料	外贴防水卷材
防水等级	一级	应选	应选一至二种		应选二种				应选	应选二种			应选	应选一至二种									
	二级	应选	应选一种		应选一至二种				应选	应选一至二种			应选	应选一至二种									
	三级	应选	宜选一种		宜选一至二种				应选	宜选一至二种			应选	宜选一至二种									

4.5.3 明挖法施工的结构防水宜选择具备外防外贴法施工的形式,应防止将防水的“外防外贴”法转化为“外防内贴”法施工。

4.5.4 对盖挖逆作的明挖结构,除应采用结构自防水外,选用的防水层应连续、完整,在顶、墙交接处的防水层宜采用刚柔搭接过渡。

4.5.5 明挖法地下工程在浇筑底板混凝土前及地下防水工程施工期间,地下水位宜低于垫层底部标高 500mm。

4.6 矿山法暗挖地下工程防水

4.6.1 设置复合式衬砌的暗挖地下工程,宜选取由地表防渗、围岩注浆封堵圈、防水层、主体结构等组成的综合防水体系。

4.6.2 矿山法暗挖地下结构防水措施应符合表 4.6.2 的规定。

表 4.6.2 矿山法暗挖地下结构防水措施

工程部位		主体结构					施工缝				变形缝(诱导缝)						
防水措施		防水混凝土	塑料防水板(十分区预埋注浆系统)	防水涂料	防水卷材	防水砂浆	膨润土防水材料	外贴式止水带	预埋注浆管	遇水膨胀止水条(胶)	中埋式止水带	水泥基渗透结晶型防水涂料	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料	接水盒	遇水膨胀止水条(胶)
防水等级	一级	应选	应选一至二种					应选一至二种				应选	应选一至二种				
	二级	应选	应选一种					应选一种				应选	应选一种				
	三级	宜选	宜选一种					宜选一种				应选	宜选一种				

4.6.3 复合式衬砌防水层选用塑料防水板时,其厚度不宜小于1.5mm,并宜在防水板表面设置注浆系统。

4.6.4 防水板与喷射混凝土基层之间宜设置缓冲层;平面铺设的防水板上表面宜设置刚性或柔性永久保护层。

4.7 特殊工法暗挖地下工程防水

4.7.1 盾构法隧道管片接缝密封垫沟槽中应安装接缝密封垫,连接管片的螺栓孔应采取密封措施,并宜根据隧道防水和运营要求采取全断面或部分区段嵌缝。隧道内部可根据围岩条件及使用要求,浇筑混凝土内衬或其它内衬。

4.7.2 盾构管片本体防水应符合下列要求:

- 1 管片应采用防水混凝土,混凝土抗渗要求根据工程的防水等级、工程水文地质条件等确定,且不得低于P10。
- 2 为满足防水需要,管片应采用高精度钢模制作。

3 防水混凝土管片可采用外涂防水材料的方式提高防水性能。当地下工程处于侵蚀介质地层时,管片应采用相应的耐腐蚀混凝土或外涂耐腐蚀防水涂层。当处于严重侵蚀地层时,可同时采用耐腐蚀混凝土和外涂耐腐蚀防水涂层。

4.7.3 管片外防水涂层应符合下列规定:

- 1 防水涂料宜采用环氧、改性环氧、水泥基渗透结晶型等材料。
- 2 具有耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性、耐磨性等性能。
- 3 管片外弧面混凝土裂缝宽度达到0.2mm时,在最大水压下不应渗漏。

4.7.4 盾构暗挖地下工程的衬砌防水措施应按表 4.7.4 选用。

表 4.7.4 盾构暗挖地下工程衬砌防水措施

防水措施	高精度管片		接缝防水			混凝土内衬或其它内衬	外防水涂料	
	密封垫	嵌缝	注入密封胶	螺孔密封圈				
防水等级	一级	必选	必选	全隧道或部分区段应选	可选	必选	宜选	对混凝土有中等以上腐蚀的地层应选,在腐蚀地层宜选
	二级	必选	必选	部分区段宜选	可选	必选	局部宜选	对混凝土有中等以上腐蚀的地层宜选
	三级	应选	必选	部分区段宜选	——	应选	——	对混凝土有中等以上腐蚀的地层宜选

4.7.5 顶管和箱涵顶进法隧道应采用防水混凝土,管节接头应采取设置密封圈、遇水膨胀止水条等密封防水措施,并应做好接头部位钢承口外防腐措施。当结构处于侵蚀性介质中时,应采取相适应的防腐措施。

4.8 地表防渗

4.8.1 地表水漏失对地下工程或生态环境产生影响时,可按下列要求采取防渗措施:

- 1 沟谷、坑洼等少量积水区,宜采用地面铺砌措施。
- 2 与水库、池沼、溪流、井泉等重要地面水源毗邻区域,宜采用地面截水帷幕、混凝土防渗墙等措施。
- 3 地表水漏失点以及规模较大的塌陷坑,可在坑周围修筑围堰。

4.8.2 地表铺砌可采用土保护层膜料、水泥石、浆砌片石、混凝土等材料,铺砌的参数应符合《渠道防渗衬砌工程技术标准》GB/T50600 的相关规定。

4.8.3 采用截水帷幕进行地表防渗时,应满足下列要求:

1 根据工程地质、水文地质及施工条件,选用水泥土搅拌桩、高压注浆或排桩等截水帷幕。

2 截水帷幕的厚度应满足地面防渗等级要求,渗透系数不大于 1×10^{-6} cm/s。

3 截水帷幕插入下卧相对不透水层的深度,按式(4.8.3)确定,并不小于 1.5m。

$$l \geq 0.2h_w - 0.5b \quad (4.8.3)$$

式中: l ——帷幕插入不透水层的深度(m);

h_w ——作用水头(m);

b ——帷幕厚度(m)。

4.8.4 采用混凝土防渗墙进行地表防渗时,防渗墙墙体材料可采用普通混凝土、钢筋混凝土、塑性混凝土、固化灰浆。混凝土防渗墙底部应嵌入相对不透水层内,嵌入深度经渗流计算后确定,并不应小于 1m;防渗墙的厚度除应满足墙体抗渗等级、耐久性外,还应满足墙体应力和变形的要求。

4.9 细部构造

4.9.1 混凝土应连续浇筑,宜少留施工缝。施工缝应垂直于构件表面设置。其防水应符合下列规定:

1 中埋式钢板止水带或自粘丁基橡胶钢板止水带应在结构断面的中部对称埋设。

2 腻子型遇水膨胀止水条和遇水膨胀止水胶,应设置在结构断面的中部。

3 预埋注浆管应设置在结构断面的中部。注浆管应与先浇混凝土基层密贴,固定间距宜为 200mm~300mm。

4 水泥基渗透结晶型防水涂料可涂刷在结构断面上。

5 加强防水卷材或防水涂料宜以缝为中心对称设置在施工缝的迎水面,并与结构外防水层相匹配。

6 聚合物水泥防水砂浆宜用于施工缝的迎水面,以缝为中心对称抹面。

4.9.2 用于伸缩的变形缝宜少设,可根据建筑形式、地质条件、结构施工等情况,采用后浇带、加强带或诱导缝等替代措施。变形缝防水应符合下列规定:

1 变形缝处的混凝土厚度不应小于 300mm。

2 应选用中埋式钢边橡胶止水带或橡胶止水带,止水带宽度不宜小于 350mm。

3 底板和侧墙的迎水面可选用外贴式橡胶止水带,止水带宽度不宜小于 350mm。地下室顶板变形缝不应设置外贴式止水带。当变形缝宽度小于 30mm 时,侧墙和顶板迎水面变形缝内可嵌填密封材料。

4 外贴式橡胶止水带收头宜留置在高出顶板迎水面 500mm 以上,并宜进行收头密封处理。

5 变形缝迎水面加强防水设置按 4.9.1 条第 5 款执行。

6 背水面防水宜选用无穿孔可卸式橡胶止水带或穿孔可卸式橡胶止水带。固定止水带的预埋角钢与混凝土接触面,宜设置宽度不小于 10mm、厚度不小于 6mm 的遇水膨胀止水胶。

4.9.3 诱导缝应满足有效引导、裂而不漏的要求,其防水构造应符合下列规定:

1 诱导缝预裂位置水平钢筋断开数量由结构设计确定,钢筋断开间距宜为 50mm~100mm。

2 建筑地下工程诱导缝部位混凝土宜连续浇筑,并采用诱导器、减少混凝土截面和减少钢筋数量的方法实现裂缝诱导。隧道与轨道交通工程诱导缝部位两侧混凝土宜分别施工,采取顶板、侧墙断开一定数量水平钢筋的方法实现裂缝诱导。

3 宜采用表面包裹自粘丁基橡胶的止水型诱导器,也可采用表面平整光滑的金属或树脂片诱导器。

4 建筑地下工程诱导缝止水构件宜采用包裹自粘丁基橡胶的止水型诱导器、自粘丁基橡胶钢板止水带,丁基橡胶单面厚度不应小于 2mm,止水带的宽度不应小于 250mm。隧道及轨道交通工程诱导缝止水构件宜采用中埋式橡胶止水带、中埋式钢边橡胶止水带。

5 结构内、外表面应设置诱导凹槽,凹槽的宽度宜为 30mm~50mm,深度宜为 20mm。迎水面凹槽内宜嵌填密封材料,表面防水加强层宜选用宽度不小于 300mm 的防水卷材。

4.9.4 后浇带间距和位置应按结构设计要求确定,宽度宜为 600mm~1000mm。其防水构造应符合下列规定:

1 后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑,其抗渗性能和抗压强度等级不应低于两侧混凝土。

2 混凝土结构断面内可采用自粘丁基橡胶钢板止水带、钢板止水带、预埋注浆管、遇水膨胀止水胶等防水措施。

3 混凝土结构迎水面可选用防水卷材、防水涂料等防水措施。防水卷材、防水涂料的宽度不宜小于 400mm。

4.9.5 穿墙管及预埋件防水应符合下列规定：

- 1 穿墙管(盒)应在浇筑混凝土前预埋。
- 2 开槽、开孔、预留孔部位,混凝土厚度不应小于 200mm。当厚度小于 200mm 时,应采取局部加厚或其他防水措施。
- 3 穿墙管与内墙角、凹凸部位的距离不应小于 250mm。
- 4 预埋套管式穿墙管可采用翼环、丁基密封胶带或遇水膨胀止水胶止水。
- 5 后凿安装穿墙管时,开孔尺寸应满足穿墙管要求,位置应经计算确定,并应采取机械钻孔的方法。
- 6 采用法兰式套管时,套管应加焊止水环。
- 7 同一部位多管穿墙时,宜采用穿墙套管群盒或钢板止水穿墙套管群方法。穿墙套管群盒或钢板止水穿墙套管群应与结构钢筋焊接固定。穿墙套管群盒空腔内宜浇筑柔性密封材料或无收缩水泥基灌浆料。

4.9.6 通道接头防水设计应符合下列规定：

- 1 预留通道接头处的最大沉降差值不得大于 30mm。
- 2 预留通道应从结构主体挑出长度不小于 300mm、结构厚度不小于 300mm 的接头。
- 3 在预留通道接驳施工前的预留通道口,应采用临时封堵的防水措施,并在其附近设置集水坑或排水沟。
- 4 预留通道接头可采用变形缝防水构造。
- 5 未预留的通道接头,宜采用后浇带形式联接。

4.9.7 桩头防水设计应符合下列规定：

- 1 桩头顶面、侧面及桩边的混凝土垫层面,宜涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料,宽度不应小于 150mm,厚度不应小于 1.0 mm,用量不应小于 1.5kg/m²。
- 2 桩头防水材料应与底板防水层连为一体。
- 3 桩头钢筋的根部可采用遇水膨胀止水胶密封防水。遇水膨胀止水胶的宽度不宜小于 10mm。

5 地下工程堵漏

5.1 一般规定

5.1.1 地下工程渗漏治理措施的选择应根据环境条件、地质条件、地下工程结构状况、设备条件、场地条件等因素综合确定,必要时可辅以降水或排水措施,降水或排水应防止大量排水可能造成的危害。

5.1.2 地下工程渗漏治理可根据结构类型、治理目标,综合选用围岩堵水和结构堵漏措施。结构堵漏主要技术措施包括注浆止水、快速封堵、嵌填密封等。

5.1.3 地下工程渗漏治理前应进行资料收集和现场调查。

1 资料收集宜包括下列内容:

- 1) 工程设计相关资料收集,包括:工程地质和水文地质资料、地下工程结构情况等。
- 2) 原防水设防措施、使用的防水材料及其性能技术指标等。
- 3) 隐蔽工程验收记录及相关验收资料等。
- 4) 历次渗漏水治理的技术资料等。

2 现场调查宜包括下列内容:

- 1) 工程所在的周边环境条件,包括:周边建构筑物及管线分布、周围生态环境等。
- 2) 渗漏水水源、水量、水压及其变化规律、水质、影响范围等。
- 3) 结构稳定情况及损害程度。
- 4) 使用条件、气候变化和自然灾害对工程的影响。
- 5) 现场作业条件。

5.1.4 地下工程渗漏治理前应结合资料收集和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 渗漏治理所选用材料、技术指标等。
- 4 渗漏治理完成验收条件或标准。

5.1.5 地下工程渗漏治理应在结构安全及变形稳定的前提下进行,并避免或少破坏原结构和防排水系统。

5.1.6 对古文化遗址、古墓葬、石窟寺、石刻、壁画和近代现代重要史迹等不可移动文物的渗漏治理应符合下列规定:

1 治理前应按照文物保护单位的有关规定收集工程资料,进行现场勘察,并形成反映文物状况、渗漏特征和渗漏情况的勘察分析报告、实测图、照片等。

2 不可移动文物保护单位渗漏治理应坚持最小干预,不改变文物原状,保持其原形制、原结构、原材料和原工艺。

3 不可移动文物保护单位渗漏治理应根据渗漏部位、渗漏环境选用合理的治理措施,主要有截排水、截水帷幕、防水注浆和设置迎水面防水层等。

5.2 现浇混凝土结构堵漏

5.2.1 现浇混凝土结构地下工程渗漏治理宜根据渗漏部位、渗漏现象选用表 5.2.1 中所列的技术措施。

表 5.2.1 现浇混凝土结构地下工程渗漏治理技术措施

技术措施		渗漏部位、渗漏现象						材料
		裂缝	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	●	●	●	○	○	●	丙烯酸盐灌浆材料、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		○	○	×	●	●	●	速凝型无机防水材料
嵌填密封		×	×	○	×	×	○	速凝型无机防水材料、合成高分子密封材料等
设置刚性防水层		●	●	×	●	●	○	水泥基渗透结晶型防水涂料、环氧树脂类防水涂料等
设置柔性防水层		×	×	×	×	×	○	聚合物水泥防水涂料

注：●—宜选，○—可选，×—不宜选；

5.2.2 现浇混凝土结构地下工程裂缝渗漏治理宜先止水，再在基层表面设置刚性防水层，并应符合下列规定：

1 水压或渗漏水量较大的裂缝宜采取引水和钻孔注浆相结合的止水措施，并应符合下列规定：

- 1) 清理裂缝两侧各 50mm 基面，宜沿裂缝走向于基层表面切割出槽口宽宜为 30mm，槽内底宽宜为 40mm，深度宜为 30mm~40mm 的梯形凹槽，将槽内使用高压水冲洗干净后，在渗漏水量较大的部位埋设注浆止水阀并兼做引水使用。涂刷用量不应小于 1.5kg/m² 的水泥基渗透结晶型防水涂料，后采用速凝无机防水材料将槽口和管周嵌填密实。
- 2) 沿裂缝两侧交叉布置注浆孔，钻孔应斜穿裂缝，垂直深度不宜小于结构厚度 h 的 1/2，钻孔与裂缝水平距离宜为 100mm~250mm，孔间距宜为 300mm~500mm，斜孔倾角 θ 宜为 45°~60°。注浆嘴深入钻孔

的深度不宜大于钻孔长度的 $1/2$ (图 5.2.2-1)。注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂或超细水泥浆等灌浆材料。

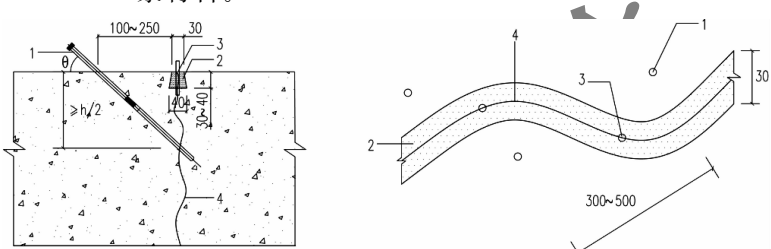


图 5.2.2-1 钻孔注浆布孔

(单位: mm)

1-注浆管(嘴); 2-开槽嵌缝; 3-引水注浆管(阀); 4-裂缝

- 3) 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的 $1/2$ 。
 - 4) 对于水压较大或渗漏水量较大而导致无法止住渗漏水裂缝, 宜采取钻孔至结构迎水面注入丙稀酸盐灌浆材料或水泥基灌浆材料封堵, 或凿槽埋管引排水, 减小水压及裂缝渗水量。
- 2 水压或渗漏水量小的裂缝渗漏治理, 应符合下列规定:
- 1) 对无补强要求的裂缝, 清理裂缝两侧各 50mm 基面, 宜沿裂缝走向于基层表面切割出槽口宽宜为 30mm, 槽内底宽宜为 40mm, 深度宜为 30mm~40mm 的梯形凹槽, 将槽内使用高压水冲洗干净后, 涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料, 后采用速凝型无机防水材料嵌填密实。
 - 2) 对有补强要求的裂缝, 除采取本条第 1 款的规定外, 宜采取钻孔注浆。注浆孔宜交叉布置在裂缝两侧, 钻孔应斜穿裂缝, 垂直深度不宜小于结构厚度的 $1/2$, 钻孔与裂缝水平距离宜为 100mm~250mm, 孔间距宜为 300mm~500mm, 斜孔倾角 θ 宜为 $45^\circ\sim 60^\circ$, 注入

可在潮湿环境下固化的环氧树脂或超细水泥浆等灌浆材料(图 5.2.2-2)。

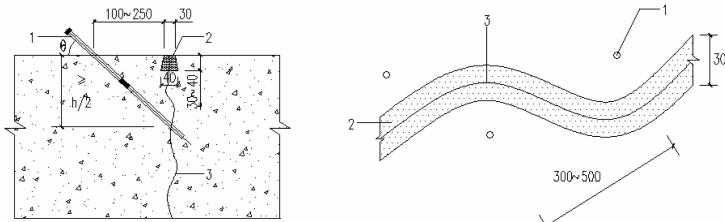


图 5.2.2-2 钻孔注浆布孔

(单位: mm)

1-注浆管(嘴); 2-开槽嵌缝; 3-裂缝

3 对于潮湿但无明水的裂缝,宜采用贴嘴注浆注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂或超细水泥浆等灌浆材料,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 5.2.3-3)。

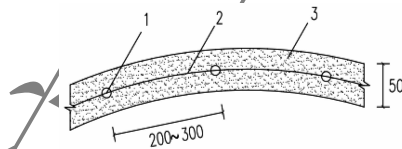


图 5.2.3-3 贴嘴注浆布孔

(单位: mm)

1-注浆嘴; 2-裂缝; 3-封缝材料

4 宜沿裂缝走向于两侧各 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防水涂料,形成刚性防水层。

5.2.3 施工缝渗漏治理宜先止水,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超细水泥浆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材料快速封堵措施宜符合第 5.2.2 条规定。

3 逆筑法施工混凝土结构施工缝的堵漏宜采用钻孔注浆止水并补强。注浆止水材料宜使用环氧树脂或超细水泥浆等灌浆材料,注浆孔的布置宜符合第 5.2.2 条规定。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 宜沿裂缝走向于两侧各 200mm 范围内的基层表面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂防水涂料,形成刚性防水层。

5.2.4 变形缝渗漏治理宜先止水,必要时可设置排水设施,并宜符合下列规定:

1 对于渗漏水量较大的变形缝,宜先清理缝两侧各 500mm 基面,采取距变形缝水平距离 200mm~250mm 垂直钻孔避开止水带穿过结构至止水带迎水面,并注入丙烯酸盐灌浆材料或可与潮湿基面粘结的沥青类灌浆材料止水,钻孔间距宜为 500mm~1000mm(图 5.2.4-1);对于已查清渗漏水点位置的情况,注浆范围宜为渗漏水部位左右两侧各 2m,对于未查明渗漏水点位置的情况,宜沿整条变形缝注浆止水。

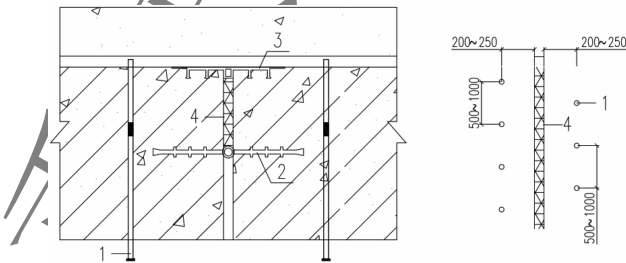


图 5.2.4-1 钻孔至止水带迎水面注浆止水

(单位:mm)

1-注浆管(嘴);2-中埋式止水带;3-外贴式止水带;4-变形缝;

2 对于设置中埋式橡胶钢边止水带且渗漏水量较小的变形缝,宜先清理缝两侧各 500mm 基面,可在渗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丙稀酸盐灌浆材料、环氧树脂灌浆材料或水泥基灌浆材料止水,钻孔间距宜为 500mm~1000mm(图 5.2.4-2)。

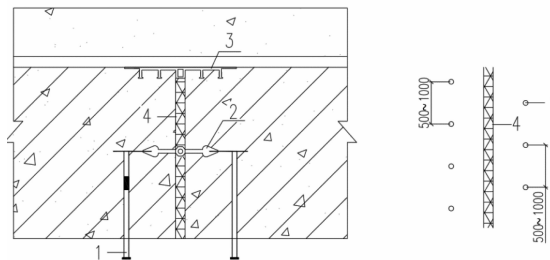


图 5.2.4-2 钻孔至止水带两翼钢边并注浆止水

(单位:mm)

1-注浆管(嘴);2-中埋式橡胶钢边止水带;3-外贴式止水带;4-变形缝;

3 注浆顺序宜由下而上,先侧墙或边墙后顶板,当观察到邻近注浆管(嘴)溢出浆液时可终止注浆。

4 因结构中埋式止水带局部损坏而发生渗漏的变形缝,宜采用埋管(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,宜先在渗漏水部位两侧各不大于 3m 的变形缝范围内布置浆液阻断点;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或边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,宜将变形缝内侧切割出槽口宽宜为 40mm,槽内底宽宜为 70~80mm,深度宜为 50mm 的梯形凹槽,并用高压清水洗净,涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料。
- 3) 注浆管(嘴)宜位于变形缝中部并垂直与止水带中心孔,并宜采用速凝型无机防水材料埋设注浆管(嘴)并

封闭梯形槽(图 5.2.4-3)。

- 4) 注浆管(嘴)宜使用金属管或硬质塑料管,并宜配置阀门。
- 5) 注浆管(嘴)间距根据水压、渗漏水量及灌浆材料的凝结时间确定,宜为 500mm~1000mm。
- 6) 注浆材料宜使用高弹性无收缩密封注浆材料,注浆顺序宜由下而上,当观察到邻近注浆管(嘴)溢出浆液时可终止注浆。

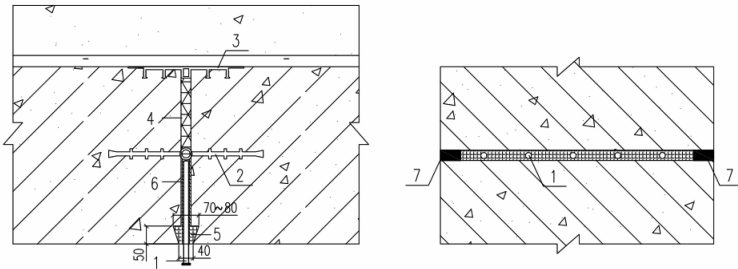


图 5.2.4-3 变形缝埋管(嘴)注浆止水

(单位: mm)

- 1-注浆管(嘴); 2-中埋式止水带; 3-外贴式止水带; 4-嵌缝材料;
5-速凝型无机防水材料; 6-高弹性无收缩注浆材料; 7-浆液阻断带

5 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或两侧设置排水槽。排水槽应安装牢靠,宜为不锈钢或塑料材质,并宜与排水系统相接,排水应顺畅,排水流量应大于最大的渗漏水。

当采用排水槽时,宜加强对渗漏水水量、水质及结构安全的监测。

5.2.5 混凝土结构大面积渗漏,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 对于水量不大的情况,宜在渗漏范围内基层表面均匀布孔,钻孔间距宜为 200mm~300mm,钻孔深度不宜小于结构厚度的 1/2,并安设止水针头,注浆材料宜采用可在水中固化的环氧树

脂灌浆材料或水泥基灌浆材料(图 5.2.5-1)。

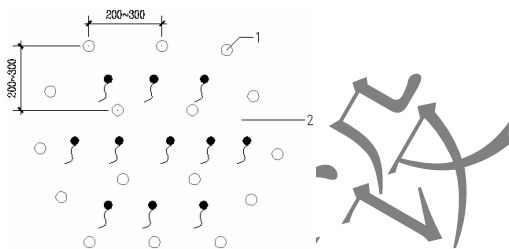


图 5.2.5-1 大面积渗水时钻孔注浆布孔

(单位:mm)

1-止水针头;2-大面积渗水范围

2 对于水量较大或混凝土结构周围土体疏松且地下水位较高的情况,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岩土的性质确定,注浆材料宜采用丙烯酸盐或可与潮湿基面粘结的沥青类灌浆材料,注浆时应采取有效措施防止浆液对周围构筑物及设施造成不利影响。并宜与第 1 款措施结合使用。

3 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材料,厚度不宜小于 5mm。对于抹压速凝型无机防水材料后出现的渗漏点,宜在渗漏点处进行钻孔注浆止水。

4 宜涂布水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透型环氧树脂防水涂料,形成刚性防水层。

5.2.6 混凝土结构局部湿渍而无明水时,宜先清理基面,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形成刚性防水层。

5.2.7 孔洞的渗漏治理宜先采取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 当水压大或孔洞直径大于等于 50mm 时,宜采取引水和钻孔注浆相结合的止水措施,并应符合下列规定:

1) 宜在孔洞出水口钻孔插入导流管兼作注浆管或仅作为排水管,将孔洞周围切割成梯形凹槽,凹槽底宽宜

大于孔洞直径 50mm 以上,深度不宜小于 40mm,槽内使用高压水冲洗干净,涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料,后采用速凝型无机防水材料嵌填密实稳固注浆管或排水管。距孔中心约 500mm 周边对称钻孔埋设注浆管,数量宜为 2~4 个。

- 2) 注浆管(嘴)宜使用金属管或硬质塑料管,注浆管(嘴)兼做导流管并宜配置阀门,管径应符合引水卸压及注浆设备要求。
- 3) 通过注浆管(嘴)宜先注入亲水性聚氨酯材料止水,后注入可在水中固化的环氧树脂或水泥基灌浆材料。
- 4) 孔洞引出的永久排水管应接引至近处排水沟等排水设施。

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,宜先清除孔洞周边疏松的混凝土,并宜将孔洞周围切割成梯形凹槽,凹槽底宽宜大于孔洞直径 50mm 以上,深度不宜小于 40mm,再涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料,后采用速凝无机防水材料嵌填密实。

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防水涂料,形成刚性防水层。

5.2.8 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标准第 5.2.2 条、第 5.2.5 条和第 5.2.7 条的规定采用钻孔注浆或嵌填速凝型无机防水材料止水。

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或其它高渗透型防水材料,形成刚性防水层。

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,宜在新浇筑混凝土中设置钢筋网片。

5.2.9 凸出基层管道根部的渗漏治理宜先止水,再设置刚性防水层,必要时可设置柔性防水层,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) 对于渗漏水量较大的情况,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。埋设金属管或硬质塑料管前,宜先在管道根部切割出直径不小于 50mm、深度不大于 30mm 的 U 形凹槽。槽内使用高压水清洗干净后,涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料,后采用速凝型无机防水材料以与基层呈 $45^\circ\sim 60^\circ$ 的夹角埋设注浆管(嘴),并封闭管道与基层间的接缝。浆管(嘴)宜注入丙稀酸盐灌浆料或弹性密封材料。

2) 对于渗漏水量较小的情况,可按本条第 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,宜先沿管道根部切割环形凹槽,凹槽的宽度不宜大于 40mm、深度不宜大于 50mm,涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料,后再嵌填速凝型无机防水材料。嵌填速凝型无机防水材料止水后,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或渗透型环氧树脂防水涂料,形成刚性防水层。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。

3 金属管道应采取除锈及防锈措施。

5.2.10 灌浆材料的选择宜符合下列规定:

1 应根据工程地条件、水文地质条件、工程用途、渗漏水量、结构可灌性及现场环境等选择合适的灌浆止水材料,并宜通过现场配比试验确定合适的浆液固化时间。

2 亲水性注浆材料在存放和配制过程中应隔绝水的影响;耐久性差的材料禁止使用于结构本体,本体内的注浆材料应耐干湿循环而不重复渗漏。

3 注浆止水材料宜选用聚氨酯、丙烯酸盐或水泥基早强速凝型注浆材料;结构补强宜选用环氧树脂、水泥或超细水泥浆等注浆材料。

5.2.11 密封材料宜符合下列规定:

1 结构主体壁后可选用可与潮湿基面粘结的弹性密封材料、丙烯酸盐类材料等重塑防水层。

2 密封胶类材料应用于背水面时应采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。

5.2.12 刚性防水材料宜符合下列规定:

1 环氧树脂类防水涂料应选用渗透型产品,用量不宜小于 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$,涂刷次数不少于 2 遍。

2 水泥基渗透结晶型防水涂料的用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$,且涂膜厚度不宜小于 1.0mm。

3 聚合物水泥防水砂浆的厚度单层施工时宜为 6.0mm ~ 8.0mm,双层施工时宜为 10mm~12mm。

4 新浇补偿收缩混凝土抗渗等级及强度均不应低于原有混凝土的设计要求。

5.2.13 钻孔注浆应符合下列规定:

1 钻孔注浆前,应确定设计钻孔位置的钢筋、止水带等分布情况;钻孔时,应避开钢筋或止水带等构件。

2 注浆孔应采用适宜的钻机钻进,钻进全过程中应采取有效措施,确保钻孔按设计角度成孔,并宜采取高压空气或高压水进行清孔,防止粉末或碎屑堵塞裂缝。

3 埋设注浆管(嘴)时宜采用速凝型无机防水材料封填,注浆管(嘴)应埋设牢固;

4 注浆过程中,当观察到相邻注浆嘴浆液溢出,或注浆压力稳定而浆液无法持续注入时,宜适时停止注浆,拔除注浆管、封孔,并应清理外溢的注浆材料,处理基面。

5 每次注浆完毕,应及时对设备和管道进行清洗,以备下次使用。

5.2.14 速凝型无机防水材料、水泥基渗透结晶型防水涂料、渗透型环氧树脂防水涂料、聚合物水泥砂浆的施工应符合《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T 212 的相关规定要求。

5.3 预制混凝土堵漏

5.3.1 盾构法隧道的连接通道及内衬、顶管法隧道管节的混凝土结构渗漏治理宜根据现场情况,按本标准 5.2 节的规定进行治理。

5.3.2 盾构法隧道接缝渗漏治理宜根据渗漏部位选用表 5.3.2 所列的技术措施。

表 5.3.2 盾构法隧道接缝渗漏治理技术措施

技术措施	渗漏部位		材料
	裂缝、管片环纵接缝及螺孔	隧道进出口洞口段及与联络通道相接部位	
注浆止水	●	●	环氧树脂灌浆材料、超细水泥灌浆材料等

续表 5.3.2

技术措施	渗漏部位		材料
	裂缝、管片环纵接缝及螺孔	隧道进出口洞口段及与联络通道相接部位	
壁后注浆	○	○	水泥基类灌浆材料、丙烯酸盐灌浆材料等
快速封堵	○	×	速凝型无机防水材料
嵌填密封	○	○	弹性密封材料

注：●—宜选，○—可选，×—不宜选

5.3.3 盾构法隧道渗漏治理宜根据渗漏部位、渗漏水状况及现场施工条件等选用合宜的堵漏措施，并应符合下列规定：

1) 盾构管片裂缝渗漏水，宜采用沿裂缝贴嘴注浆的方法治理。注浆嘴间距宜为 200mm~300mm，并采用封口胶封缝。宜注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂或超细水泥浆等灌浆材料。注浆完毕后，清理注浆嘴及表面的浆料，并宜采用涂刷聚合物水泥防水涂料等表面处理措施。

2) 盾构管片环、纵接缝渗漏治理宜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、纵接缝宜采取注浆止水，应首先根据渗漏点位置确定治理范围。当渗漏点确定时，宜先在渗漏部位周围无明水渗出的环、纵缝部位骑缝设置浆液阻断点；当渗漏点位置无法确定时，宜将渗漏部位附近 2~3 环管片处环、纵缝作为渗漏治理范围，并设置浆液阻断点。
- 2) 宜在浆液阻断点区域内部，骑缝埋设注浆嘴，并宜采用快硬速凝无机防水材料封堵接缝，并注入可与潮湿基面粘结的弹性密封材料，注浆嘴间距不宜大于 1000mm。注浆完毕后，清理注浆嘴及表面的浆料，并宜采用涂刷聚合物水泥防水涂料等表面处理措施。
- 3) 当渗漏水量小时，宜采用与潮湿基面粘结的弹性密封

材料嵌填密实,并宜采用涂刷聚合物水泥防水涂料等表面处理措施。

3 盾构法隧道管片螺孔渗漏治理应符合下列规定:

- 1) 密封圈失效的螺孔,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、行业标准的规定。
- 2) 螺孔内渗漏水时,宜对螺栓孔或注浆孔注入或抹压充填与潮湿基面粘结的弹性密封材料,并按第 1 款的规定密封并紧固螺栓。

4 管片边、角破损导致的渗漏水宜采用表面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或渗透性环氧树脂防水涂料封闭,并可对管片缺损的边角进行修补。修补宜采用聚合物水泥防水砂浆或补偿收缩混凝土,当缺损深度超过钢筋保护层时,还应植入膨胀螺栓挂钢筋网再补浇混凝土。

5 盾构隧道下沉或变形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 1~2 环的范围内对管片壁后进行充填注浆纠偏。当隧道变形稳定后,再按本条 1、2 及 3 款的规定对渗漏进行治理。壁后注浆应符合下列规定:

- 1) 注浆前应查明待注浆区域管片外回填状况。
- 2) 壁后注浆优先使用管片的预留注浆孔。注浆孔应设置在邻接块和标准块上;当隧道沉降量较大时,尚应在管片底部拱底块上增设注浆孔。
- 3) 应根据管片外部岩土性质选择注浆材料,并宜根据浆液性质及回填现状等选择合适的注浆压力及单孔注浆量。
- 4) 注浆过程中,应对隧道变形采取监测措施。

6 盾构隧道进、出洞口段及与联络通道相接部位渗漏治理宜采用注浆止水及嵌填密封等技术措施,并宜符合下列规定:

- 1) 当渗漏水量较小时,宜按第 5.2.2 条规定在接口处斜

向 45° 钻孔至接口缝界面,宜注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂或超细水泥等灌浆材料。

- 2) 当渗漏水量较大时,除按本条第 1 项的规定对结构接缝注浆止水外,还需距接缝 100mm~250mm 以间距宜为 200mm~300mm 钻孔至结构迎水面进行注浆,注浆材料宜采用丙烯酸盐或可与潮湿基面粘结的弹性密封材料。

5.3.4 顶管法隧道管节接缝渗漏的治理,宜沿接缝走向按第 5.2.2 条规定钻孔注入丙烯酸盐或潮湿条件下能与基面粘结的弹性密封材料,后在接缝两侧各 100mm 范围内采用涂刷与湿基面粘结良好的聚合物水泥防水涂料等表面处理措施。

5.3.5 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。
- 2) 注浆嘴应垂直于接缝中心并埋设牢固,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、从两侧向渗漏水接缝的顺序进行,当观察到邻近注浆嘴溢出浆液时,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,应按要求及时拆除注浆嘴并封孔。

2 嵌填密封作业应符合下列规定:

- 1) 嵌填密封作业应在无明水的条件下作业。
- 2) 嵌填作业前应清理待嵌填沟槽,保证缝内两侧基层坚实、平整、干净。
- 3) 弹性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,并应与基层粘结牢固。

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) 注浆过程中应按设计要求控制注浆压力和单孔注浆量。
- 3) 注浆结束后,应按设计要求做好注浆孔的封闭。

5.3.6 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 钻孔至螺孔时,定位应准确,并应采用直径较小的钻杆成孔。

5.4 其它工程堵漏

5.4.1 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 5.4.1 中所列的技术措施。

表 5.4.1 实心砌体结构地下工程渗漏治理技术措施

技术措施	渗漏部位、渗漏现象				材料
	砌块灰缝	裂缝	大面积渗漏	管道根部	
注浆止水	○	○	×	●	丙烯酸盐灌浆材料、环氧树脂灌浆材料、超细水泥灌浆材料、沥青类灌浆材料等
快速封堵	●	●	●	●	速凝型无机防水材料
设置刚性防水层	●	●	●	○	渗透型环氧树脂防水涂料、聚合物水泥防水砂浆等
设置柔性防水层	×	×	×	○	聚合物水泥防水涂料

注：●—宜选，○—可选，×—不宜选

5.4.2 实心砌体结构地下工程治理应根据渗漏部位、渗漏现象选用适宜的治理措施,主要有注浆止水、快速封堵、设置背水面防水层和新砌筑结构等。实心砌体结构地下工程渗漏治理时,宜在背水面形成完整的防水层。

5.4.3 砌块裂缝宜采取快速封堵、注浆止水、设置刚性防水层等治理措施,并宜符合下列规定:

1 当渗漏水量较大时,宜沿裂缝两侧交叉布置注浆孔,钻孔应斜穿裂缝,垂直深度不宜小于砌块结构厚度 h 的 $1/2$,钻孔与裂缝水平距离宜为 $100\text{mm}\sim 250\text{mm}$,孔间距宜为 $300\text{mm}\sim 500\text{mm}$,斜孔倾角宜为 $45^\circ\sim 60^\circ$ 。注入可在潮湿环境下固化的环氧树脂或超细水泥等灌浆材料。

2 当渗漏水量较小时,清理裂缝两侧各 50mm 基面,宜先沿裂缝走向于基层表面切割出深度宜为 $30\text{mm}\sim 40\text{mm}$ 、宽度不宜大于 30mm 的“U”型凹槽,将凹槽内使用高压水冲洗干净后,涂刷用量不应小于 $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 的水泥基渗透结晶型防水涂料,后采用速凝型无机防水材料嵌填密实。

3 宜沿裂缝走向在两侧各 200mm 范围内的基层表面多遍涂布渗透型环氧树脂防水涂料或抹压聚合物水泥防水砂浆,形成刚性防水层。对于裂缝分布较密或大面积渗漏水的基层,应大面积设置刚性防水层。

5.4.4 实心砌块灰缝宜采取快速封堵、注浆止水、设置刚性防水层等治理措施,并宜符合下列规定:

1 当渗漏水量较大时,宜采取快速封堵并结合注浆止水的措施进行渗漏治理。

- 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)宜沿灰缝走向布置,间距宜 $300\text{mm}\sim 500\text{mm}$ 。埋设注浆管(嘴)前宜切割“U”型凹槽,凹槽深度宜为 $30\text{mm}\sim 40\text{mm}$,宽度不宜大于 30mm ,宜将

凹槽内灰缝材料清理干净,高压水清洗。注浆管(嘴)应垂直对准凹槽中心部位采用速凝型无机防水材料嵌填密实,并宜预留 5mm~10mm 深度暂时不嵌填,待嵌填材料达到强度要求后,表面宜采用聚合物水泥防水砂浆找平。

- 3) 注浆材料宜选用丙烯酸盐灌浆材料或可与潮湿基面粘结的沥青类灌浆材料;灌浆顺序宜由下至上,宜先侧墙或边墙后顶板,当相邻上部注浆管溢出浆液时可停止注浆。

2 当渗漏水量较小时,可按本条第 1 款的规定采用快速封堵的措施进行封堵止水。

3 宜沿灰缝走向在两侧各 200mm 范围内的基层表面多遍涂布渗透型环氧树脂防水涂料或抹压聚合物水泥防水砂浆,形成刚性防水层。对于大面积渗漏水的基层,应大面积设置刚性防水层。

5.4.5 实心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,宜铲除表面装饰层,后在墙体下部采用聚合物水泥防水砂浆设置防潮层,防潮层厚度不宜小于 10mm。

5.4.6 实心砌体结构地下工程管道根部渗漏治理宜先止水、再设刚性防水层,必要时设置柔性防水层,并宜符合第 5.2.9 条规定。

5.4.7 遗址类不可移动文物宜采取防水注浆、设置迎水面防水层等渗漏治理措施。石窟寺及石刻类不可移动文物宜采取防渗排水、防水注浆等渗漏治理措施。

5.4.8 对各种复杂、不规则部位的文物渗漏治理,其防水材料宜形成无缝隙的完整防水膜,其主要性能应符合有关要求。渗漏治理采用的新材料、新工艺应保证不得损害文物的历史价值。

6 地下工程排水

6.1 一般规定

- 6.1.1 地下工程的排水措施应根据环境保护要求、使用功能、排水型式等因素设置。
- 6.1.2 地下结构排水系统排水能力应具有一定的安全储备；同时应确保排水系统的畅通性和耐久性，并应便于维护。结构应具有在最不利因素下的承受水压力的能力。
- 6.1.3 地下工程采用机械排水时应设集水池及机械排水设施，排水能力应满足设计排水量要求，并配备备用泵。排水设施应有控制、监控系统；机械排水系统应设有检修通道。
- 6.1.4 地下工程排水不得影响结构安全，且不应危害周边环境。

6.2 洞外排水

- 6.2.1 地下工程洞口边、仰坡应设置截、排水沟，应与洞外排水系统良好连接。
- 6.2.2 洞外排水系统应避免不良、不稳定地质体，当无法避开时，应预先进行工程处理，消除隐患，防止次生灾害。
- 6.2.3 洞外排水系统应避免对相邻工程及其基础产生冲击、冲刷、淘蚀及浸泡等不利影响；当难以避免时，相邻工程应予以防护或进行特殊设计。
- 6.2.4 洞外排水系统流经、汇入既有水体时，应按当地设防洪水频率进行防洪安全性评价，其排放水质标准应符合环境保护要求。必要时，对既有水工、水利构筑物进行加固、补强并设置易于维护的沉淀、过滤、净化设施。

6.2.5 洞外排水沟渠宜采用可防止泥砂淤积的排水坡度,但应避免流速过大导致沟渠毁损,其采用的建筑材料应具有防冲刷的能力,并宜设置消能设施。

6.2.6 洞口为下坡的隧道,洞外地面应设置横向雨水收集沟渠;洞外排水口高程应高于最大洪水位;当洞外排水口高程低于最大洪(潮)水位时,应采取防倒灌措施。

6.3 明挖结构排水

6.3.1 地下工程明挖结构的排水应形成汇集、流径和排出等完整的排水系统。

6.3.2 需要常年降低明挖结构地下水压时,可在结构底板下方和侧墙外侧设置排水系统。排水系统宜采用内置透水管的盲沟排水。

6.3.3 排水系统应根据水源和地下水量设置在结构侧墙的外侧,见图 6.3.3;

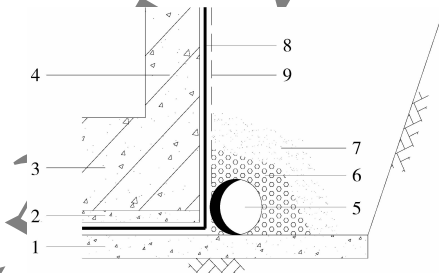


图 6.3.3 排水系统设置

1-混凝土垫层;2-保护层;3-结构底板;4-结构侧墙;5-透水管;
6-圆砾或角砾;7-粗砂滤水层;8-防水层;9-塑料排水板或保护层

6.3.4 设置在结构底板下的排水系统应符合下列规定:

1 根据地下水量及地层渗透系数,宜在工程结构底板下设置整体或区域性渗水层,渗水层厚度宜为 100mm~300mm。

2 透水管应设置在细石混凝土基层上,透水管外侧第一道

滤水层宜采用厚 100mm~150mm, 粒径 5 mm~10mm 的圆砾或角砾包裹, 外侧第二道滤水层宜采用粗砂填埋, 粗砂层厚度不应小于 150mm, 见图 6.3.4。

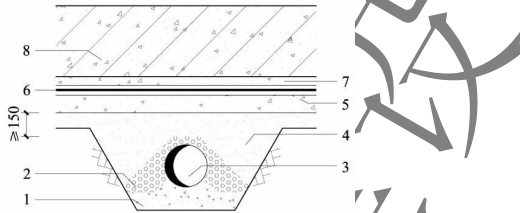


图 6.3.4 底板盲沟排水构造

1-细石混凝土基层;2-圆砾或角砾;3-透水管;4-粗砂滤水层;
5-混凝土垫层;6-底板防水层;7-保护层;8-结构底板

3 底板下设置的盲沟, 间距宜为 5m~10m 或通过计算确定。

6.3.5 盲沟排水应符合下列规定:

- 1 宜将基坑开挖时的排水明沟与永久盲沟相结合。
- 2 盲沟与基础的最小距离应根据工程地质情况确定。
- 3 设置检查井时, 井底应比渗透水管底部低 200mm~300mm。

6.3.6 透水管施工应符合下列规定:

- 1 透水管应固定在平整坚实的基层上。
- 2 透水管周边包裹滤水材料时, 应按先粗后细分层埋压。
- 3 透水管接口宜采用插接, 接口外应包裹土工滤水布。

6.4 暗挖结构排水

6.4.1 暗挖结构排水系统包括排水盲管、排水沟槽、排水洞、施工和运营抽排水系统等, 并应考虑永临结合。

6.4.2 环向排水盲沟(管)宜采用透水管, 并应符合下列规定:

- 1 应沿隧道的周边固定于围岩或初期支护表面。
- 2 纵向间距宜为 5m~12m, 在水量较大或集中出水点应加

密布置。

3 盲管与结构接触部位应外包无纺布形成隔浆层。

4 环向排水盲管宜将水直接引入沟槽。

6.4.3 纵向排水盲管宜采用透水管,并应符合下列规定:

1 宜布置在防水板与初期支护之间。

2 纵向排水盲管应设置在隧道两侧墙脚或隧底位置。

3 管径应根据围岩或初期支护的渗水量确定。

4 纵向排水盲管坡度宜与地下工程纵坡一致。

6.4.4 横向导排水管宜采用混凝土管或硬质塑料管,并应符合下列规定:

1 应与纵向盲管、侧沟或中心排水盲沟(管)相连。

2 间距宜为 5m~12m,坡度不宜小于 2%。

3 直径应根据排水量大小确定。

6.4.5 中心排水盲沟(管)可采用盲沟、暗沟排水,并应符合下列规定:

1 中心排水盲沟(管)宜设置在隧道底板以下,其坡度和埋设深度应符合设计要求。

2 隧道底板下与围岩接触的中心盲沟(管)宜采用带孔混凝土管,并应设置反滤层。

3 中心排水盲管的直径应根据渗排水量大小确定,但不宜小于 250mm,纵向应设置检查井,其间距不宜大于 50m。

6.4.5 具备自然排水条件的地下工程应设置自流排水系统,并保持排水畅通。不具备自然排水条件的地下工程应设置应急抽排水系统,应急排水系统的抽水能力应大于隧道相应区段正常涌水量的 20%。并有备用管路、水泵、电源等抽排水设施。水底隧道、富水隧道、高水压隧道、斜井、竖井等涌突水风险较大工程,应增加抽排水能力。

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《地下工程防水技术规范》GB50108、《地下工程渗漏治理技术规程》TGI/T 212 等规定进行现场抽样复验,并应提交材料的性能检验合格报告。

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 地下工程防渗堵漏质量验收应提供下列资料:

- 1 调查报告、设计方案、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上岗证书。
- 7 技术总结报告及其它必需提供的资料。

7.1.4 围岩注浆效果检验,应符合下列规定:

- 1 预注浆应选用以下方法进行注浆效果检验:
 - 1) P-Q-t 曲线法:P-t 曲线应呈上升趋势,Q-t 线应呈下降趋势,注浆结束时,注浆量、注浆压力、注浆速度达到设计要求。
 - 2) 反算浆液充填率法:整理注浆资料,统计单孔、全段注浆量,反算浆液充填率,当地层含水量不大时,浆液充填率应达到 70%以上,当地层含水量较大时,浆液充填率应达到 80%以上。
 - 3) 钻孔检查法:按总注浆孔的 5%~10%设计检查孔,检查孔应结合注浆资料均布设置;检查孔应无涌泥、涌

砂,不塌孔,渗水量应小于设计涌水量。

- 4) 钻孔取芯法:在治理深度范围内每间隔 1 m 取样进行室内试验,测试其强度与渗透性。
 - 5) 流量测试法:采取连续测试渗流量的方法,当所测渗流量小于设计值时,则注浆效果满足要求。
 - 6) 采用其他可行的物探方法,辅助检查注浆效果。
- 2 后注浆结束后应达到设计规定的允许渗漏量要求。

7.2 防水工程

7.2.1 地下防水工程施工前,应通过图纸会审,掌握结构主体及细部构造的防水要求,施工单位应编制防水工程专项施工方案,经监理单位或建设单位审批后执行。

7.2.2 防水材料的进场验收应符合下列规定:

1 对材料的外观、品种、规格、包装、尺寸和数量等进行检查验收,并经监理单位或建设单位代表检查确认,形成相互验收记录。

2 对材料的质量证明文件进行检查,并经监理单位或建设单位代表检查确认,纳入工程技术档案。

3 材料进场后应进行抽样检验,检验应执行见证取样送检制度,并出具材料进场检验报告。

4 材料的物理性能检验项目全部指标达到标准规定时,即为合格;若有一项指标不符合标准规定,应在受检产品中重新取样进行该项指标复验,复验结果符合标准规定,则判定该批材料为合格。

7.2.3 地下防水工程使用的防水材料及其配套材料,应符合现行行业标准《建筑防水涂料中有关物质限量》JC1066 的规定,不得对周围环境造成污染。

7.2.4 地下防水工程是一个子分部工程,其分项工程的划分,应

符合表 7.2.4 的规定：

表 7.2.4 地下防水工程分项工程

子分部工程		分项工程
地下防水工程	主体结构防水	防水混凝土、水泥砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层、塑料防水板防水层、金属板防水层、膨润土防水材料防水层
	细部构造防水	施工缝、变形缝、后浇带、穿墙管、预埋件、预留通道接头、桩头、孔口、坑、池
	特殊施工法结构防水	喷锚支护、地下连续墙、盾构隧道、沉井、逆筑结构
	排水	渗排水、盲沟排水、隧道排水、坑道排水、塑料排水板排水
	注浆	预注浆、后注浆、结构裂缝注浆

7.2.5 地下防水工程的分项工程检验批和抽样检验数量应符合下列规定：

1 主体结构防水工程和细部构造防水工程应按结构层、变形缝或后浇带等施工段划分检验批。

2 特殊工法施工结构防水工程应按隧道区间、变形缝等施工段划分检验批。

3 排水工程和注浆工程应各为一个检验批。

4 各检验批的抽样检验数量，细部构造应全数检查。

7.2.6 地下防水工程应按设计的防水等级标准进行验收。

7.2.7 地下防水工程质量验收主控项目、一般项目的具体规定及要求按《地下防水工程质量验收规范》GB50208 等规范执行。

7.3 堵漏工程

7.3.1 渗漏治理施工前，应编制施工和专项安全方案，并应进行技术和安全交底。

7.3.2 渗漏治理部位应全数检查。

7.3.3 地下堵漏工程主控项目质量验收应符合下列规定。

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。

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。

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。

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。

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。

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 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。

8 渗漏治理效果应符合设计要求。

检验方法:观察检查。

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。

7.3.4 地下堵漏工程一般项目质量验收应符合下列规定。

1 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。

2 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。

3 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。

4 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。

5 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。

7.3.5 地下堵漏工程质量验收除符合本标准规定外,其余规定及要求按《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T212 等规范执行。

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 地下工程常用防水材料标准

B.0.1 地下工程常用防水材料标准应按表 B.0.1 的规定选用。

表 B.0.1 地下工程常用防水材料标准

类别	标准名称	标准号
防水卷材	1 聚氯乙烯防水材	GB 12952
	2 高分子防水材料 第 1 部分 片材	GB 18173.1
	3 弹性体改性沥青防水卷材	GB 18242
	4 改性沥青聚乙烯胎防水卷材	GB 18967
	5 带自粘层的防水卷材	GB/T 23260
	6 自粘聚合物改性沥青防水卷材	GB 23441
	7 预铺/湿铺防水卷材	GB/T 23457
防水涂料	1 聚氨酯防水涂料	GB/T 19250
	2 聚合物乳液建筑防水涂料	JC/T 864
	3 聚合物水泥防水涂料	JC/T 894
	4 建筑防水涂料用聚合物乳液	JC/T 1017
密封材料	1 聚氨酯建筑密封胶	JC/T 482
	2 聚硫建筑密封胶	JC/T 483
	3 混凝土建筑接缝用密封胶	JC/T 881
	4 丁基橡胶防水密封胶粘带	JC/T 942
其他防水材料	1 高分子防水材料 第 2 部分 止水带	GB 18173.2
	2 高分子防水材料 第 3 部分 遇水膨胀橡胶	GB 18173.3
	3 高分子防水卷材胶粘剂	JC/T 863
	4 沥青基防水材用基层处理剂	JC/T 1069
	5 膨润土橡胶遇水膨胀止水条	JG/T 141
	6 遇水膨胀止水胶	JG/T 312
	7 钠基膨润土防水毯	JG/T 193

类别	标准名称	标准号
刚性防水材料	1 水泥基渗透结晶型防水材料	GB 18445
	2 砂浆、混凝土防水剂	JC 474
	3 混凝土膨胀剂	GB 23439
	4 聚合物水泥防水砂浆	JC/T 984
防水材料 试验方法	1 建筑防水卷材试验方法	GB/T 328
	2 建筑胶粘剂试验方法	GB/T 12954
	3 建筑密封材料试验方法	GB/T 13477
	4 建筑防水涂料试验方法	GB/T 16777
	5 建筑防水材料老化试验方法	GB/T 18244

附录 C 保护对象重要性分区表

表 C.0.1 保护对象重要性分区表

保护对象类型	一般区	较重要区	重要区
居民集中居住区	小于 100 人	100~500 人	大于 500 人
水库(总库容)	总库容小于 $1 \times 10^5 \text{ m}^3$	总库容 $1 \times 10^5 \text{ m}^3 \sim 1 \times 10^6 \text{ m}^3$	总库容大于 $1 \times 10^6 \text{ m}^3$
集中式饮用水水源地(包括已建成的在用、备用、应急水源地,在建和规划的水源地)	无	准保护区(补给径流区)	一级保护区、二级保护区
文化遗产、自然保护区(含地质公园、风景名胜區等)	无	市级和区县级	国家级及以上
旅游景区	无	3A-4A	5A
交通设施	三级以下公路	城市主要干道、二级公路	桥梁(立交桥)、地铁、轻轨、高速公路、一级公路、铁路
给水工程	日供水量小于 $5 \times 10^4 \text{ m}^3$	日供水量 ($5 \sim 20$) $\times 10^4 \text{ m}^3$	日供水量大于或等于 $20 \times 10^4 \text{ m}^3$
排水工程	日处理能力小于 $4 \times 10^4 \text{ m}^3$	日处理能力 ($4 \sim 10$) $\times 10^4 \text{ m}^3$	日处理能力大于或等于 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$
生活垃圾卫生填埋工程	日处理能力小于 3000KN	日处理能力 3000KN~8000KN	日处理能力大于或等于 8000KN

其他保护对象	旱地、园地、林地、草地	特殊地下水资源(如矿泉水、温泉等)保护区以外的分布区以及分散式居民饮用水水源等其它未列入重要分级的水资源;一般农田	重要设施; 国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区(如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区);重要湿地、水土流失重点防治区、沙化土地封禁保护区;基本农田
--------	-------------	---	--

注:1 重要设施包括:军事设施、人防指挥中心、放射性设施、机场、核电站、火力发电厂、水电厂、变电站或送电工程、原油成品油库、天然气库、输油管道、输气管道、影剧院、体育场馆、医院(疗养院)、学校、监狱;

2 表中未列出的保护对象可参照重庆市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》进行重要性分区。

本标准用词说明

1 为了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,非这样做不可的用词:
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用词:
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用词:
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么做的,采用“可”。

2 标准中指定应按其他有关标准、规范执行时,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》GB50108
- 2 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
- 3 《地下防水工程质量验收规范》GB50208
- 4 《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T212
- 5 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》DL/T5148
- 6 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
- 7 《地下工程地质环境保护技术规范》DBJ50/T- 189
- 8 《重庆市富水公路隧道设计指南》GQJT/T D01
- 9 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 10 《普通硅酸盐水泥》GB 175
- 11 《工业硅酸钠》GB/T 4209
- 12 《无机防水堵漏材料》GB 23440
- 13 《水泥基渗透结晶防水材料》GB 184458
- 14 《聚合物水泥防水涂料》GB/T 23445
- 15 《混凝土结构耐久性修复与防护技术规程》JGJ/T 259
- 16 《混凝土裂缝修补灌浆材料技术条件》JGJ/T 333
- 17 《混凝土接缝用密封胶》JC/T 881
- 18 《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984
- 19 《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041
- 20 《聚氨酯灌浆材料》JC/T 2041
- 21 《丙烯酸盐灌浆材料》JC/T 2037
- 22 《铁路隧道排水板》TB/T3354

重庆市工程建设标准

山地城市地下工程防渗堵漏技术标准

DBJ50/T-396-2021

条文说明

2021 重 庆

重庆工程建筑

目 次

1	总则	63
3	基本规定	64
4	地下工程防水	67
5	地下工程堵漏	81
6	地下工程排水	87
7	质量验收	89

重庆工程建筑

1 总 则

1.0.3 地下工程防渗堵漏鼓励采用新材料、新技术、新工艺,另一方面为保证工程质量,在推广应用新材料、新技术、新工艺时,应优先采用经国家权威检测部门检验合格、质量可靠的产品和工艺。

3 基本规定

3.0.1 防水工程基本设计原则要综合考虑地下工程种类多样性、环境的复杂性和特殊性。

“防”是指地下工程迎水面主体结构采用防水混凝土浇筑,并根据工程的重要性采用加强防水措施,使工程具有一定防止地下水渗入的能力。

“排”是指在地下工程中设置排水措施,使地下水远离主体结构,避免地下水浮力对结构的不利影响,以及水流透过混凝土裂缝、接缝、孔洞等通道发生渗漏。地下工程的排水要根据结构形式和水文地质条件进行设计,并要考虑长期排水可能引起的地基不均匀沉降、荷载变化等后果。

“截”是指在工程所在地的地表,设置排水沟、截洪沟、导排水系统,将地表水、雨水尽快排走,防止和减少雨水下渗,减少水源进入工程内部的几率。

“堵”是在围岩有裂隙水时,采用注浆或嵌填等方法堵住渗漏水;在工程建成后对渗漏水部位进行注浆、嵌填、抹面等方法将渗水通道堵塞。

良好的地下工程是一个综合效果的体现,因此在勘察、设计、施工和运营维护的每个环节,都应考虑防水要求,并根据工程所处环境的工程及水文地质条件、工程防水等级和耐久性要求,选择适宜的防水措施。

3.0.6 目前,地下工程防水型式已出现三种技术类型:

1 体现以防为主的防水型

一般采用全包防水,适用于对保护地下水环境、限制地层沉降等要求严格或无法实现重力排水的工程,可为地下结构耐久性和安全运营提供良好环境条件,其直接造价较高。

2 体现以排为主的排水型

可以采用半包防水,适用于对保护地下水环境、限制地层沉降等没有要求的工程,通过其他辅助设施和设备,也可为隧道结构耐久性和安全运营提供良好环境条件,其直接造价相对不高。

3 体现堵排结合的控制排放型

一般采用半包防水,是近年来为降低全包防水成本或采用全包防水工程技术和质量难以保证,又要满足地下水环境保护、限制地层沉降而出现的一种隧道防水技术类型。其根本特色是在于控制地下水的排放以达到技术可行、经济合理、安全可靠的目标,当前对于地下工程中实现控制排放性的主要措施有两种,目前普遍是通过注浆达到控制排放量的目的,往往使用山岭隧道、水下隧道等;另外个别情况是在排水管上加闸阀,通过调节闸阀开关达到控制排放量的目的,往往适用于市政隧道、地铁隧道。

3.0.7 主体结构防水主要采取在地下工程主体迎水面采用防水混凝土。

强调在主体结构迎水面采用防水混凝土的同时,根据防水等级要求做好其他相应防水措施。“其他措施”包括外设柔性防水层以及细部节点的防水处理。众所周知,外设柔性防水层具有适应基层形变、阻止水分到达混凝土表面目的的优势,与防水混凝土的复合使用,充分体现了“刚柔结合”的防水原则,是防水行业多年工程实践经验的总结,应予以坚持。

防水混凝土结构是指:主体结构采用具有抗裂、抗渗性能的混凝土,通过采取设置变形缝、后浇带等技术措施,控制结构沉降、收缩等变形影响,同时对变形缝、后浇带、施工缝等细部构造部位进行防水密封处理,形成主体结构不依赖于外设防水层的刚性防水体系。

采用补偿收缩混凝土技术的地下工程,历史最长的已有 40 年;采用掺加各种防水剂,如硅质密实类防水剂、渗透结晶型防水剂、减缩增密类抗裂防水剂、掺防水剂的防水混凝土和防水砂浆

复合使用的防水技术等。在地下工程防水中应用时,现场管理和施工水平取得了一定的经验和较好的防水效果,也能达到设计的防水等级要求。

地下工程除直接与地下水接触的围护结构或支护结构采用防水混凝土浇筑外,不直接与地下水接触的内隔墙可以不采用防水混凝土。此外,除地下连续墙外的地下围护结构、桩基(钻孔桩、旋喷桩、SMW 工法桩)等也可以不采用防水混凝土。

3.0.9 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。

3.0.10 材料是防渗堵漏工程的基础,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。

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,这也是治理工程的一个特点。

4 地下工程防水

4.1.1 工程地质条件通常包括岩层走向、倾角、节理及裂隙,含水地层的特性、分布情况和渗透系数,溶洞及陷穴、填土区、湿陷性土和膨胀土层、地层软弱破碎带、地震断裂带、地裂缝、地震烈度、地热及瓦斯赋存等情况。

4.1.3 防水型地下工程一般不考虑地下水的排放,防水层将结构迎水面全封闭,结构设计需考虑全部水压力;控制排放型通过控制地下水的排放量,达到保护地下水环境、限制地层沉降等目的,防水层可仅封闭结构迎水面部分范围,并设置对应的排水系统,结构设计可适当考虑部分水压力。

4.1.4 由于地下工程排放可能对施工安全及周边建构筑物、厂矿设施、居民生产生活和生态环境等产生不利影响,导致环境破坏,引起社会风险急剧增高等,宜采用围岩注浆堵水等措施。围岩注浆主要起到以下作用:(1)固结地下工程周边破碎围岩,使之形成一定厚度的止水圈;(2)加固破碎岩体,提高岩体的内聚力和内摩擦角等力学参数;(3)充填地下工程结构背后的空隙和空洞,改善结构受力条件;(4)封堵岩体中互相连通的裂隙,减少裂隙中的渗水,达到保护地下水资源的目的;(5)形成围岩止水圈和加固岩层的双重作用。

4.1.5 变形缝、施工缝、后浇带等细部构造部位容易发生渗漏,因此在设计、施工阶段需要通过采取多种防水措施以提高这些细部构造防水的可靠性。

预铺防水卷材采用预铺反粘施工工艺,与后浇混凝土粘结,施工缝、变形缝、阴阳角等部位可不作加强层,管根部位可用高分子自粘胶带或涂料做加强层。

聚乙烯丙纶复合防水卷材加强层可选用同材质的聚乙烯丙

论复合防水卷材,也可采用与之结合较好的防水涂料加强层。

4.2.1 为满足自防水要求,地下结构迎水面应采用防水混凝土。地下结构抗渗等级与衬砌厚度、水压力大小、使用功能等因素有直接关系。

1 对于防水型地下工程,防水混凝土抗渗等级按表 4.2.1 执行,虽然《地下工程防水技术标准》GB 50108 抗渗等级表只适用于Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ级围岩地段,本标准该表仅针对防水型地下工程,进一步延伸为所有围岩,取消围岩级别限制。

2 对于控制排放型地下工程,高压富水等特殊地段需通过注浆堵水达到地下水限量排放的目标,其结构抗渗等级应结合结构及水压力大小综合确定。

3 对于排水型地下工程,其抗渗等级要求可具体执行铁路、公路等行业标准。

4.2.3 防水混凝土工作环境温度应处于一定的限值内,防水混凝土抗渗性随着温度提高而降低,温度越高则降低越显著。根据原冶金工业部建筑研究总院的研究结果,当温度超过 250℃时,混凝土几乎失去抗渗能力。

4.2.4 规定试配防水混凝土的抗渗等级比设计要求提高 0.2MPa,是因为混凝土抗渗等级是试验室的试配数值,而混凝土生产和施工过程中的不确定因素会影响其抗渗性能,因此抗渗等级需要提高一个等级(0.2MPa)。

4.2.6

1 厚度按照顶板、侧墙和底板分别进行了规定,与现行大多数标准关于结构厚度规定一致;《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 12.3.18 条规定,无人防设计要求的箱型基础的底板不应小于 300mm,外墙厚度不应小于 250mm,顶板厚度不应小于 200mm;《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.4.5 条规定,采用筏形基础的地下室,钢筋混凝土外墙厚度不应小于 250mm,内墙厚度不宜小于 200mm;第 8.4.12 条第 4 款规定,当

底板板格为单向板时,其厚度不应小于 400mm。《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 4. 11. 3 条对顶板厚度要求为 200mm(密肋板厚要求不小于 100mm),承重外墙厚度要求不小于 250mm。综合考虑,本标准规定顶板结构厚度不应小于 200mm。

2 关于钢筋保护层厚度,规定保护层厚度的目的是防止钢筋锈蚀。地下工程的迎水面混凝土,由于相对湿度大,不存在混凝土碳化的问题,仅考虑环境介质的腐蚀性。

4.3.2 地下水从防水层破损部位进入防水层和结构之间,并四处流动,导致“窜水”现象,增加结构渗漏水几率。明挖法结构外贴自粘防水层或暗挖法预铺反粘自粘防水卷材,其自粘面满粘于结构上,形成封闭,防止窜水。设置注浆系统解决防水层和结构之间“窜水”问题。注浆系统由焊接在防水板表面的注浆底座和穿透二衬的注浆导管组成。二衬结构施工完毕后,利用注浆导管进行注浆处理,通过浆液填充防水层和结构之间的空隙,达到阻止“窜水”、防止渗漏的目的。

4.3.4 地下工程常用防水材料标准可按附录表 B. 0. 1 的规定选用。

4.3.6 有机类涂料主要为高分子合成橡胶及合成树脂乳液类涂料。

无机类涂料主要是水泥类无机活性涂料,水泥基防水涂料中可掺入外加剂、防水剂、掺合料等,水泥基渗透结晶防水涂料是一种以水泥、石英砂等为基材,掺入各种活性化学物质配置的一种刚性防水涂料;它既可作为防水剂直接加入混凝土中,也可作为防水涂层涂刷在混凝土基面上;该材料借助其中的载体不断向混凝土内部渗透,并与混凝土中某种组分形成不溶于水的结晶体充填毛细孔道,大大提高混凝土的密实性和防水性,在地下工程防水中应用日益增多。

聚合物水泥防水涂料,是以丙烯酸酯等聚合物乳液和水泥为

主要原料,加入其他外加剂制得的双组分水性建筑防水涂料,具有比一般有机涂料干燥快、弹性模量低、体积收缩小、抗渗性能好的优点。

有机防水涂料常用于工程的迎水面,这是充分发挥有机防水涂料在一定厚度时有较好的抗渗性,在基面上(特别是在各种复杂表面上)能形成无缝隙的完整的防水膜的长处,又能避免涂料与基面粘结力小的弱点。目前有些有机涂料的粘结性、抗渗性均较高,已用在埋深 10~20m 地下工程的背水面。

无机防水涂料由于凝固快,与基面有较强的粘结力,最宜用于背水面混凝土基面上做防水过渡层。

为了保证防水效果,根据国内外工程的应用经验,非固化橡胶沥青防水涂料应与相容的防水卷材配合使用才能发挥其防水效果。

调查情况来看,水泥基渗透结晶型防水涂料应用主要存在两个问题,一是涂层厚度不好控制,二是单位用量与抗渗性的关系。水泥基渗透结晶型防水涂料中活性成分的拥有量是一定的,要想得到更多的生成物堵塞混凝土结构的毛细孔隙,必须有一定的厚度或单位面积用量。

4.3.7 现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119-2013 中规定的防水剂品种除有氯化铁、硅灰粉类、锆化合物、无机铝盐、硅酸钠等无机化合物和有机硅防水剂、脂肪酸及其盐类外加剂等外,目前也有用膨胀水泥或膨胀剂配制具有微膨胀性能的防水砂浆等。

根据防水砂浆的特性及目前应用的实际情况,对砂浆防水层的最小厚度进行了规定,掺外加剂的防水砂浆最小厚度为 18mm,聚合物的防水砂浆使用时的最小厚度为 6mm。

根据目前国内外刚性防水材料发展及近十年来国内防水工程实践的情况,掺外加剂的防水砂浆和聚合物水泥防水砂浆的应用越来越多,其施工方法有抹压法和喷涂法。

4.3.8 塑料防水板的幅宽应尽量宽些,这样会减少搭接缝数量,而搭接缝是塑料防水板的防水薄弱环节。但塑料防水板的幅宽又不能过宽,否则重量变大,造成铺设困难。根据近年工程实践来看,随着铺设设备和工艺的改进,塑料防水板的幅宽一般大于 2m。

4.4.2 隧道注浆设计应包含注浆标准、注浆范围、注浆材料、浆液影响半径、钻孔布置、注浆压力、注浆量、施工方法和顺序、注浆效果评估等设计内容。

4.4.3 注浆实践表明,注浆堵水设计参数,经常会随着现场条件的变化而进行动态调整;进行必要的现场试验获得最优的设计参数,方能取得最佳的注浆堵水效果。

4.4.4 保护对象重要性分区表详见附录表 C.0.1。

4.4.5 预注浆包括超前帷幕注浆、超前周边注浆和超前局部注浆等。

后注浆包括开挖后径向注浆和补注浆。

地下工程围岩注浆防水应根据工程地质和水文地质条件、施工安全和环境保护要求,宜按下列原则选择注浆方式:

1 掌子面前方存在较高水压的富水区,具有较大可能、较大规模的涌水、突水且围岩结构软弱,自稳能力差,开挖后极可能导致掌子面失稳而诱发突水、突泥者,宜采用超前帷幕注浆或超前周边注浆。

2 掌子面前方存在富水区,开挖可能导致不可接受的地下水环境改变、地表沉降者,宜采用超前帷幕注浆或超前周边注浆。

3 掌子面前方存在富水、松散、软弱岩体,动水作用将破坏岩体稳定、恶化隧道结构工作环境者,宜采用超前帷幕注浆或超前周边注浆。

4 掌子面前方围岩基本稳定,但局部存在富水、松散、软弱岩体或地下水运移通道,开挖可能导致上述不利影响者,宜采用超前局部注浆。

5 水压和水量较小、围岩有一定自稳能力,开挖后洞壁出水超过允许排放标准时,宜采用径向注浆。

6 开挖后,需减少地下水赋存空间、防止固体物质流失、进一步加固围岩时,宜采用径向注浆。

4.4.6 地下水丰富且排水时挟带泥沙而引起前方围岩失稳的破碎带、风化带,在排水后对隧道周边地下水和地表水影响较大,且可能存在涌水突泥隐患的地段,宜采用超前围岩预注浆堵水;若超前探测存在大规模的突泥可能性时,预注浆应采用高压劈裂注浆。

1 超前预注浆钻孔一般为伞形辐射状布置,是全封闭形,但也可根据现场情况,如富水岩层范围、浆液扩散范围、注浆孔角度和偏斜率等因素来确定钻孔布置形式及注浆方式。

2 注浆圈厚度应结合涌水量、围岩地质条件、地下水压力及施工方式等因素综合确定。

3 超前预注浆段长度,需根据掌子面前方围岩的地质条件、地下水压力、止浆墙厚度和施工机械水平等因素确定。施工时通常是预注浆一段,再掘进一段,并留下止水岩盘。因此,若注浆段长度过短,则重复交错钻进次数多,使作业速度减慢,但段长过长,则受到钻机能力的限制。根据目前国内统计,段长一般为25 m~50 m。在工程施工时,每次注浆段长度可视实际情况加以适当调整。

4 止浆岩盘厚度可根据掘进影响范围和工程水文地质状况不同而定,如工程地质条件差、预计涌水量大、水压力大的地段可取较大值。

5 注浆孔底中心间距的确定是以各孔浆液扩散范围相互重叠为原则。注浆设计压力、注浆量、浆液扩散半径等注浆参数一般很难准确确定,通常是工程类比分析初步选定,再在现场根据实验确定。

4.4.7 围岩自稳性较好、但地下水丰富的地段,或者隧道开挖后

围岩或初期支护出现股状水、裂隙水、大面积淋漓水的地段,且地下排放对隧道周边地下水和地表水影响较大的地段,宜采用围岩径向注浆堵水。围岩径向注浆堵水是在隧道开挖并完成一次支护后沿隧道开挖轮廓线径向钻孔实施注浆堵水的方式。隧道开挖后的围岩渗水量大小、出水位置、渗水形态已完全暴露,注浆堵水目标明确,工艺简单,效果较好,费用也较超前围岩注浆低。当围岩需实施注浆堵水时,可根据现场情况分别采用全断面径向注浆、局部径向注浆和补充注浆。

4.4.8 前进式钻孔注浆分段长度根据地质情况确定,深孔宜为 3 m~10 m,浅孔宜为 1 m~5 m。采用后退式分段注浆时,应设置止浆塞。超前帷幕预注浆通常采取前进式分段注浆施工工艺。

4.4.9 注浆材料的品种很多,且单一材料各具有不同的功能与特点,需根据工程地质和水文地质情况、注浆目的、注浆工艺、环保要求、成本和设备等因素综合考虑,结合注浆材料的性能特点,合理选用注浆材料。施工前应进行试验性注浆,并合理调整注浆材料的选用。

4.4.10 围岩注浆材料应符合国家、行业标准,满足设计要求,经实践检验质量和性能可靠的,方可使用。尤其是注浆堵水施工中要注意注浆材料的选用,严禁使用有毒和污染环境材料,以保护施工人员身体和周围环境。

4.5.2 根据该表进行地下工程防水设计时,应符合防水设计基本原则,两种以上防水措施复合使用时,要根据结构特点、材料性能、施工可操作性进行有选择性的复合使用,达到有效互补、增强防水的目的。

4.5.3 外防外贴是指防水层直接与主体结构(侧墙、顶板)迎水面满粘密实。外防外贴法施工防水质量容易保障,主要用于放坡和土钉墙情况下的结构防水施作方法。先砌墙然后将防水层铺设在砖墙上,人为形成主体结构的外防内贴法防水施工,该种情况下防水质量难以保障,应防止。

4.5.4 明挖法盖挖逆做的地下结构,因施工工序制约顶板的防水层和侧墙的柔性防水层无法连接,需采取在顶板和侧墙的结构连接端部涂刷刚性防水层的形式,并于柔性防水层一定范围搭接过渡,以保证外包防水层的连续性。

4.5.5 浇筑底板混凝土前,将地下水位控制在垫层底部标高500mm以下的目的,是为给垫层混凝土及底板部位防水层的施工创造合适的基层条件。

4.6.1 防水设计应在做好主体结构自防水基础上,综合采取防、排、堵、截的防水体系,重视体系的作用,不能单一的依靠某种防水措施。

1 地表水对地下工程有较大影响时,应通过技术措施减少地表水入渗。

2 应根据水文地质情况、工程安全、环境保护要求、重力排水条件等情况,综合选取注浆堵水措施。

3 为满足防水要求,结构主体应加强自防水能力,施工缝、变形缝等接缝薄弱部位应加强防水措施,同时于结构外侧设置全包或半包防水层。

4.6.3 在近些年的使用过程中,带有分区预埋注浆系统的塑料防水板应用日益广泛。该系统由两部分组成,其一为注浆系统,即由焊接在塑料防水板表面的注浆底座和穿过二次衬砌的注浆导管组成。注浆底座是为了防止浇筑二衬混凝土时浆液的进入,同时便于注浆材料的流出。注浆导管与底座相连,主要起到成孔并引导浆液进入的作用。利用注浆导管进行回填注浆不但可以封闭窜水通道,还可封闭结构迎水面的裂缝、孔洞,提高二次衬砌混凝土结构的自防水性能。其二为分区系统,主要是与塑料防水板同材质的外贴式止水带,将外贴式止水带焊接到防水板表面,止水带的凸起齿牙与二衬混凝土密实啮合,将隧道划分成独立的防水分区。

4.7.1 盾构法隧道的防水措施分为管片及管片接缝、螺栓孔等

细部节点两大部分。管片按材质分为钢、钢筋混凝土以及钢板-钢筋混凝土复合管片等三类,为工厂预制,然后现场拼装。随着技术的发展,尺寸偏差已控制在 $\pm 1.0\text{mm}$,广为工程所采用。

管片在拼装前,会在侧面预留凹槽中安装管片接缝弹性密封垫。拼装时,相邻两个管片的弹性密封垫受压变形,形成阻碍地下水通过的第一道屏障,故设置弹性密封垫是盾构法隧道接缝必须采用的一项防水措施。

利用相邻管片侧面的螺栓孔,得以实现管片的连接、压紧,提升盾构法隧道的结构刚度。如果螺栓不采用螺孔密封圈,则可能发生渗漏,故在螺孔处采用弹性密封圈也是盾构法隧道接缝必须采用的另一项防水措施。考虑到隧道在长期使用过程中,弹性密封垫或螺孔密封圈可能失效,此时,可考虑通过螺孔或预留管路向接缝中注入密封剂,达到防水的目的。

对于处于软弱地质条件下及运营荷载较大的隧道,可根据需要设置现浇混凝土内衬或其他内衬,以增加隧道的整体刚度和稳定性。对于输水隧道等对内壁平整光滑度有更高要求的场合,往往也需要在盾构法隧道内壁设置现浇混凝土内衬。

4.8.3 防渗设计需要验算通过防渗帷幕的水量,当地下含水层渗透性较强且厚度较大时,可采用悬挂式竖向截水帷幕与洞内注浆堵水相结合的方案。

4.8.4 混凝土抗渗等级按标准养护 28d 龄期的标准试件测定,根据结构开始承受水压力的时间,也可利用 60d 或 90d 龄期的试件测定抗渗等级。结构所需的混凝土抗渗等级应根据所承受的水头、水力梯度以及下游排水条件、水质条件和渗透水的危害程度等因素确定。

4.9.1

1 近年来,自粘丁基橡胶钢板止水带发展较快,使用效果较好。钢板止水带宽度不应小于 300mm,厚度不宜小于 3mm;自粘丁基橡胶钢板止水带宽度不应小于 250mm,厚度不宜小于 5mm,

双面应涂覆丁基橡胶,单面丁基橡胶厚度不应小于 2mm;自粘丁基橡胶钢板止水带自粘搭接长度不应小于 80mm,当采用对拉螺栓固定搭接时,其搭接长度不应小于 50mm。

2 埋设腻子型遇水膨胀止水条或遇水膨胀止水胶,是施工缝防水处理时的常见作法。当采用腻子型遇水膨胀止水条时,最好在先浇筑的混凝土表面上初凝前用木楔预留一道沟槽,拆模养护到龄期后,将腻子型遇水膨胀止水条的一半固定在槽内。如果未事先预留凹槽,则可在基层表面剔凿干净后嵌填遇水膨胀止水胶。遇水膨胀止水胶可单道使用,也可双道使用,也可以在两道遇水膨胀止水胶中间设置预埋注浆管。

3 预埋注浆管系统是地下工程混凝土结构的一种先进、有效的接缝防水措施,与传统的接缝处理方法相比,不仅性能优异、安全简便,而且节省工期。

4 结构迎水面的施工缝处,以缝为中心对称涂刷防水涂料或铺设防水卷材加强防水,所用材料应与所用防水材料相匹配。防水卷材的宽度不小于 400mm;防水涂料宽度不小于 400mm,厚度不小于 1.5mm。

4.9.2

1 随着地下空间的开发利用,地下工程的空间越来越大,埋置深度越来越深,变形缝在地下工程中的运用较为普遍。由于变形缝防水技术要求高,施工难度大等原因,其渗漏成为地下工程的质量通病之一。所以应尽量减少变形缝的设置。

2 当变形缝背水面安装可卸式止水带时,因预埋角钢嵌入混凝土,会减少混凝土厚度,在过薄的混凝土板中埋置中埋式橡胶止水带,可能会造成局部混凝土开裂。因此,变形缝部位必须通过局部增加混凝土厚度,以达到 300mm 的最小厚度要求。同时为方便外贴止水带的施作,当遇有变截面时,接缝两侧各 500mm 范围内的结构应进行等厚等强处理。

3 常用的中埋式止水带有中埋式橡胶止水带和中埋式钢边

橡胶止水带两种。

4 附建式地下工程,侧墙外贴式橡胶止水带收头宜高出室外地面 500mm 以上。顶板在室外地面的变形缝不适合用外贴式橡胶止水带,侧墙止水带宜在转角部位进行收头封闭处理。

5 可卸式橡胶止水带通常有二种做法,一种是采用杠杆原理,通过螺栓、铁件压块、钢板压条等,使橡胶止水带与基面压实密封。这类橡胶止水带通常为表面平板或多齿牙状,在水压力较大的情况下,应在带内设增强纤维层,也可做成端部带凸楞,并与金属压板配合使用。另一种做法是将橡胶止水带打孔后穿过螺栓,再用钢板压条压紧密封。由于橡胶止水带孔的位置与预埋螺栓很难对齐,安装时容易出现橡胶止水带起拱现象,无法达到有效止水效果。穿孔安装的可卸式止水带由于与结构固定牢固,价格较低,更适用于地震多发地区,在制作与安装条件能保证防水效果时,穿孔式可卸橡胶止水带仍可正常使用。

4.9.3

1 在多地震地区和超长混凝土结构工程中,为了控制混凝土裂缝有序发生,在侧墙的适当部位设置诱导缝是一种比较合适的技术措施。建筑地下工程诱导缝一般设置在侧墙的相邻两柱之间,诱导缝的上端为上层板底或暗梁底,下端为楼板平面或水平施工缝位置。

2 为了能有效引导裂缝在规定部位发生,诱导裂缝开展的主要措施有:①混凝土预裂缝部位设置诱导器,②减少混凝土截面,③减少垂直诱导缝方向的钢筋。

3 诱导器分为有止水功能的诱导器和无止水功能的诱导器,有止水功能的诱导器一般为表面覆有自粘丁基橡胶的“T”形和“V”形部件,无止水功能的诱导器一般为光面金属薄板,或表面涂刷石蜡等防粘材料。

4 诱导缝主要防水措施是自粘丁基橡胶钢板止水带和自粘丁基橡胶诱导器。作为防水措施使用时只需采用其中一种即可。

在迎水面凹槽内嵌填粘结力较好的低模量建筑密封胶,同时增设防水加强层,也是诱导缝防水措施之一。

5 诱导缝通常是两侧混凝土分次浇筑,诱导缝部位实际上是一条施工缝。由于诱导缝为环向通长设置,缝两侧的沉降通过剪力杆控制。防水措施以中埋止水带为主,同时在缝表面设置防水层或密封材料进行防水。

4.9.4

后浇带为连续整体结构的分区,在未封闭阶段应尽可能发挥调节结构变形的作用。后浇带宽度及设置的位置主要以便于施工为主。从减少后浇混凝土收缩考虑,后浇带的宽度小一些为好,如果只考虑到垃圾清理和浇筑混凝土操作,留有 300mm 左右的空间比较适合。当后浇带采用中埋式钢板止水带时,加上 150mm 每边止水钢板宽度,后浇带宽度取 600mm 为宜。如果不选用钢板止水带防水,在保证清理和浇筑混凝土作业的前提下,可以适当减小后浇带宽度。后浇带的设置间距以结构设计规范要求的连续混凝土结构最长限距为原则进行布置。

后浇带采用补偿收缩混凝土,是利用内掺膨胀剂的膨胀效应,减少新旧混凝土界面产生收缩裂缝。由于后浇带只是技术间歇所需要留置,封闭后仍为一个整体结构,因此,后浇带内的混凝土其抗压强度、抗渗等级等性能指标与整体结构混凝土保持一致或略高于两侧混凝土。

后浇带封闭后,由于整体结构和混凝土间还有少量变形,后浇带新旧混凝土接缝部位会出现微裂缝,钢板止水带与混凝土之间完全属于刚性连接,在少量位移的情况下,钢板止水带与后浇混凝土之间会出现微滑移裂缝,这是造成后浇带部位渗漏水的主要原因。因此,采用能适应一定变形而又可以止水的自粘丁基橡胶钢板止水带是比较适合的防水措施。当采用钢板止水带时,可与预埋注浆管或其他措施组合,在出现渗漏水后进行注浆填充封闭缝隙。

4.9.5

1 穿墙管包括穿墙套管或后接管道的短管,应在浇筑混凝土前预埋,主要是为了避免混凝土及防水层施工完成后再重新开洞,破坏防水层形成渗漏水的隐患。短管是管道直接穿墙的形式,施工时先埋置一段与管道相同的短管,在整体管道安装时,将管道与短管相连接。

2 开槽、开孔、预留孔部位处的混凝土厚度不小于200mm,局部混凝土如果需要加厚或增加配筋,由设计根据受力计算确定。混凝土与预埋件有很好的握裹粘结性,不必进行特别防水措施。墙面预埋电线管比较普遍,一般也不需要特别的防水处理。

3 穿墙管与内墙角、凹凸部位的距离不应小于250mm,该距离要求是为了便于防水施工和穿墙管安装施工操作。

4 套管与混凝土之间可以采用止水翼环,也可以采用丁基密封胶带或遇水膨胀止水胶等措施进行防水处理。

5 由于设计或其他原因,穿墙管部位或直径发生变化,原预埋套管无法满足要求,只能重新开孔穿管。穿管的部位有可能影响到结构受力,其位置应由结构工程师复核确认。开孔时采用机械钻孔,可减少因人工敲凿施工破坏混凝土结构。当工程有防护要求时不宜采用此种形式的穿墙管。

6 当穿墙管与混凝土的相对变形较大或有更换要求时,穿墙管外壁交界处会产生间隙而渗漏。法兰式压环密封套管结构比较复杂,适用于相对位移大,水压较高的管道安装。

7 群管穿墙不容易固定位置,可以采取双面钢板做成封闭盒状,以避免套管间隙混凝土浇捣不密实。由于穿墙套管群盒制作及安装比较麻烦,实际工程较少采用。根据实践经验,群管穿墙可采用单片钢板固定套管的简便方法。

4.9.6

1 在预留通道接驳施工前的预留通道口设置排水设施,便于通道后接时及时排除明水,有利于防水施工操作;也为通道使

用后可能发生的渗漏治理提供方便,减少对正常使用的影响。

2 无预留通道接头的防水构造,若仍采用变形缝,须先经开洞、凿毛、植筋、注浆等,完成接头框,再作变形缝,工序多,工期长。而将新建工程连带通道一次完成,仅在连接旧工程之处,采用后浇带方法,工序少,工期短。

4.9.7 现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定,桩顶嵌入承台内的长度不应小于 50mm。桩头与底板混凝土间不得有间隙,因此,一般采用刚性防水材料,如水泥基渗透结晶防水材料或聚合物水泥防水砂浆等。为了保证底板防水层的连续性,桩顶防水必须与底板防水层保持有效衔接。在实际工程中,存在水沿桩头钢筋渗入底板的情况,因此,桩头顶面有渗漏水现象时,必须先进行堵漏处理,同时可在桩头钢筋的根部采用遇水膨胀止水胶进行防水。

5 地下工程堵漏

5.1.1 地下工程渗漏治理应重视降水或排水工作,其目的是减小渗漏水水压,为治理创造施工条件。同时,若在工程堵漏治理中采取排水措施,应防止大量排水可能造成的危害,如地面不均匀沉降、地面塌陷、影响生态环境等。

5.1.2 地下渗漏发生的要素包括:水源、驱动力及渗漏通道。围岩堵水的目的是通过围岩注浆堵水防止,减少水对施工和结构的不利影响,从源头上切断水源、消除渗漏驱动力;而结构堵漏的目的是通过采取合理的措施堵塞渗漏通道,恢复或增强地下工程原防水构造的功能。因此,地下工程堵漏治理过程中,宜遵循围岩堵水和结构堵漏相结合这一理念。

5.1.3 为了针对性制定渗漏治理方案,资料收集和现场调查是充分掌握地下工程现状各种情况的必要步骤,也是分析渗漏原因、提出堵漏治理方案的前提条件之一,对于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。由于地下工程所处环境及条件等属性复杂且千差万别,具体某项地下工程的资料收集和现场调查不一定包含条文规定的全部内容,但应尽量收集齐全。地下工程结构情况主要指地下结构修建时间、工程结构用途、结构类型、几何尺寸、施工方法等。对于现场调查主要采取肉眼观察、工程测量及仪器检测(地质雷达、超声波探测等)的方法,由符合相关主管部门要求的具备检测资质的单位和个人进行。

5.2.1 现浇混凝土结构地下工程长期与水接触,水流容易从防水层薄弱环节如裂缝、施工缝、变形缝等发生渗漏。为便于按照渗漏部位、渗漏现象选择合适的治理工艺和材料,在归纳总结现浇混凝土结构常见渗漏问题及治理工艺的基础上设计了表 5.2。

注浆工艺可分为钻孔注浆、埋管(嘴)注浆和贴嘴注浆。其中钻孔注浆优点是对结构破坏较小并能使浆液注入结构内部、止水效果好;埋管注浆通常需要开槽,这一定程度上造成基层破坏且注浆压力偏低;贴嘴注浆尚不能用于快速止水,但对于一些无明水的潮湿裂缝,也可采用该种工艺。

快速封堵是指采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,缺点是不能将水隔断于结构外部,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。

刚性防水材料可分为涂料(包括水泥基渗透结晶防水涂料、环氧树脂类防水涂料等)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。在结构背水面涂布有机防水涂料时要求涂料具有较高的基层粘结强度且应设置刚性保护层。但如果砂浆由于耐久性或在压力下出现鼓包、剥落会危及地下结构运营安全时应谨慎使用。

表 5.2.1 设计初衷在于根据渗漏部位、渗漏现象快速查找和匹配堵漏治理措施,但由于地下工程渗漏的原因差异性,实际工程中,可按工程实际情况灵活掌握、合理搭配各种技术措施。

5.2.2 本条文规定了钻孔注浆的基本要求。

1 斜向钻孔有利于贯穿裂缝,使浆液沿裂缝面流动并反应固化,快速切断渗漏通道。由于混凝土结构地下工程的厚度相对较薄,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,另一方面是确保将浆液注入结构裂缝中。

2 随着水泥基渗透结晶型防水材料的广泛应用,沿裂缝走向开槽并用速凝型无机防水材料直接封堵渗漏水是一项较传统的堵漏工艺。

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,还可使用具有防止浆液回流的止逆式注浆嘴。

4 凿槽埋管引排水主要针对单点线流、股流或射水等水压较大或渗漏水量较大而导致无法止住渗漏水的裂缝,其施工工序一般包括:(1)表面清理;(2)割缝或钻孔;(3)凿槽,宜凿成内大外小的倒梯形槽;(4)埋管;(5)封填。

5.2.4 地下工程渗漏现象往往发生在细部构造部位,其中尤其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靠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。

1 钻孔至止水带迎水面注入灌浆材料,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遍适用性。

2 对于设置中埋式橡胶钢边止水带的变形缝,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,建议采用的方法是钻孔到钢边止水带两翼注入灌浆材料止水。如果是微量的渗漏,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 对于中埋止水带局部损坏而发生渗漏的变形缝也可采取埋管注浆工艺止水,与钻孔止水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。且为了满足设置变形缝初衷(结构热胀冷缩、不均匀沉降),灌浆材料建议采用高弹性无收缩密封注浆材料。

4 地下工程长期排水可能造成结构周边岩土不均匀沉降、地表塌陷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。

5.2.5 混凝土结构大面积渗漏往往是由于混凝土施工质量较差,结构内部裂缝及空洞发育所致。这种类型的堵漏既可以采用

注浆止水,也可采用速凝型材料快速封堵。

1 注浆止水可分为钻孔向结构中注浆和穿过结构向周围岩土中注浆两种方式,对于水量不大的情况可以选择前者,且前者宜选用黏度较低、可灌性较好的材料;对于水量较大的情况宜两者结合使用,穿过结构向周围岩土注浆目的在于通过在结构迎水面重建防水层发挥作用。

2 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。

5.2.10

1 注浆材料的品种很多,且某种材料不能完全符合所有条件,因此必须根据工程水文地质条件、工程用途、渗漏水量、结构可灌性及现场环境等因素综合考虑,合理选择灌浆材料。文中列举的灌浆材料是近年来最为常见的产品。其共同点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,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;

2 聚氨酯灌浆材料主要用于堵水,当用于补强要求结构部位时,可采用油溶性聚氨酯注浆材料;丙烯酸盐灌浆材料主要用于微细裂缝和壁后注浆,由于丙烯酸盐灌浆材料固结体凝胶的抗压强度较低,不得用于有补强要求的地下工程;普通水泥浆一般适用于受灌体裂隙宽度大于 0.2mm ;超细水泥浆一般适用于受灌体裂隙宽度 $0.1\text{mm} \sim 0.2\text{mm}$ 之间,可采用干磨细水泥浆或湿磨细水泥浆;环氧树脂注浆材料因固化时间较长,水流速度过快则容易被水带走,因此不宜用于有动水条件下的渗漏治理。

5.3.2 盾构法隧道管片接缝众多,是渗漏高发部位,也是渗漏治理的重点。盾构管片环、纵接缝发生渗漏的原因主要有:在盾构掘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；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；隧道推进过程引起管片错位或相邻块连接不良，止水条密封效果降低等。

表中归纳总结了盾构法隧道典型渗漏部位的治理工艺。实际工程中，可按工程实际情况灵活掌握、合理搭配各种技术措施。

5.3.3 第5款 壁后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）。同步注浆是在盾构掘进的同时，通过安装在盾构壳体外侧的注浆管和管片的注浆孔进行壁后注浆的方法；二次注浆是对壁后注浆的补充，其目的是填充注浆后未填充的部分，补充浆液材料收缩体积减小部分，处理渗漏水和处理由于隧道变形引起的管片、注浆材料、地层之间产生剥离状态，使其形成整体，提高止水效果等。

壁后注浆是盾构隧道施工过程中必要的止水、护壁措施，然而在施工过程中往往出现注浆不充分等现象。在盾构隧道渗漏治理中，对隧道管片壁后进行补注浆是有效的迎水面渗漏治理的辅助措施。既能在盾构隧道外部起到防水帷幕的作用，同时又可起到加固岩土作用以减少后续再次渗漏的几率。壁后注浆是隧道纠偏及治理盾构法隧道渗漏的有效途径。

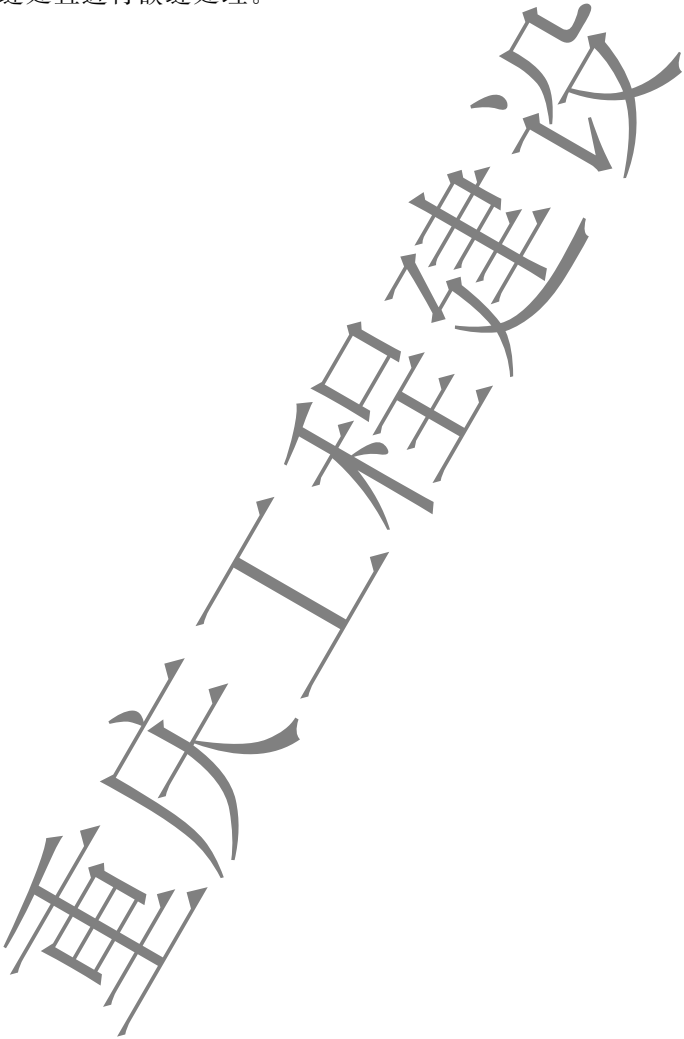
壁后注浆时，现场监测项目及安全控制值应符合现行国家、行业等相关规范、标准要求。

5.3.4 顶管法隧道管节接缝是发生渗漏的薄弱环节，渗漏治理的措施是从背水面注浆封堵。

5.3.5 本条文规定了管片环、纵缝接缝注浆止水的施工要求。在钻孔注浆形成浆液阻隔点的过程中，考虑到管片是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。

5.4.1 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、承受的地下水压力较小等。一般来说，通过抹压（嵌填）速

凝型无机防水材料即可达到堵漏止水的目的,为保证工程质量,按照“多道设防”的要求,可设置刚性防水层,管根及预埋件根部等接缝处宜进行嵌缝处理。



6 地下工程排水

6.1.2 防水型地下工程,地下结构需考虑全部水压力。控制排放型地下工程,可适当考虑部分水压力。

6.1.3 该条文主要是针对市政浅埋及水下隧道无自流排水条件时,采用机械强制排水所作的规定。主要参照《公路水下隧道设计规范》JTG D71、《地铁设计规范》GB 50157 纳入相关规定。

6.3.1 控制排放型地下工程设置排水系统的目的之一是降低地下水压力,辅助提高防水效果。设计排水系统时,应调查该地区地质水文及周围环境条件,并形成汇、流、排等完整的排水体系。

汇集:通过有滤水性能的砂粒、碎石将一定区域范围内的地下水汇集到导水系统中。

流径:指导水管网系统布置方式所形成的排水走向和路线。

排出:经管网系统收集的地下水,采用自流或机械抽水排出地下工程区域的方法。

盲沟:通常采用由粗砂、碎石、卵石等材料分层组合而成,形成可以透水的通道。为了使排水更通畅,以增加排水量,也可在由砂石组成的盲沟中埋设透水管。透水管种类有钢丝透水软管、塑料回丝透水管等,在采取过滤措施后直接埋入可透水性土中,也称为盲沟。

6.3.2 需要设置地下排水系统的地下工程主要有以下几种情况:一是常年地下水或间歇性地下水产生的浮力,可能会造成工程结构上浮的地下工程;二是建于山脚边的建筑工程,由于地基开挖和地下结构修筑,阻止了原山体排渗水的路径,造成雨季地下水升高结构上浮的破坏;三是建在基岩上的结构底板,由于岩体可能产生间歇性高压水,破坏结构底板。

6.3.5 盲沟排水一般设在地下工程底部或周围,地下水流入盲

沟内自动排走。如受地形限制,没有自流排水条件,可设集水井,采用机械排水方式。设置检查井的目的是便于检查渗排水管,可在转角处增加检查井的数量。

6.3.6 要保持地下水能持续进入排水系统,透水管不能被堵塞而失效,同时也不能因排水,把泥土从地下带出,造成水土流失。因此,在排水滤管的周围设置阻止土流入和让水能顺利通过的滤水层是十分重要的。

6.4.1 暗挖结构防水设计中应考虑施工和运营两个防水系统的合建和共用问题。对于施工期间的排水,应根据分段预估的隧道正常涌水量或最大涌水量、隧道开挖过程中的出水情况等,确定和优化隧道的抽排水系统。

6.4.2 环向排水盲管可直接接入排水沟槽,这样纵向排水盲管的水量就会减少,直径也可相对减少,目前这种做法在工程中的应用越来越多。

6.4.5 抽水系统的能力应大于隧道正常涌水量的 20%,且有备用抽排水设备。对于高水压隧道、富水隧道、水(海)底隧道、竖井、斜井等涌突水风险大或不能顺坡排水的工程,为了防止淹井,其排水能力可适当增加。

7 质量验收

7.1.3

2 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的必备步骤。

6 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。

7.2.7 现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB50208 对地下防水工程的质量验收进行了系统的规定,本标准不再赘述。

重庆工程建筑