

建筑安装工程施工技术丛书

本书适合于基层施工管理人员阅读 也可作为岗位培训教材

地下工程防水技术

Dixia Gongcheng Fangshui Jishu

梁敦维 主编

山西出版集团
山西科学技术出版社

· 建筑安装工程施工技术丛书 ·

地下工程防水技术

梁敦维 主编

山西出版集团
山西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

地下工程防水技术/梁敦维主编. —太原:山西科学技术出版社,2009.5

(建筑安装工程施工技术丛书)

ISBN 978-7-5377-3354-0

I. 地… II. 梁… III. 地下工程—建筑防水—工程施工—施工技术 IV. TU94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 047886 号

· 建筑安装工程施工技术丛书 ·

地下工程防水技术

- 主 编 梁敦维
出 版 山西出版集团·山西科学技术出版社
(太原市建设南路 15 号 邮编:030012)
发 行 山西出版集团·山西科学技术出版社(0351—4922121)
经 销 新华书店
印 刷 太原兴庆印刷有限公司
邮 箱 sxkjs_gys@126.com
电 话 0351-4922063(编辑室)
开 本 787 毫米×960 毫米 1/16
印 张 20.5
字 数 340 千字
版 次 2009 年 5 月第 1 版
印 次 2009 年 5 月第 1 次印刷
印 数 1-3000 册
书 号 ISBN 978-7-5377-3354-0
定 价 40.00 元
-

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。



前 言

随着建筑业的蓬勃发展和科技进步,以及出现新的规范、法规及标准,为了满足广大工程技术人员的工作需要,我们组织了业内工程技术人员及专业教师编写了这套《建筑安装工程施工技术丛书》。该丛书包括《建筑工程施工测量技术》、《建筑施工安全技术》、《建筑地基基础工程施工技术》、《地下工程防水技术》、《建筑工程防火技术》、《砌筑与抹灰工程施工技术》、《屋面工程施工技术》、《模板工程施工技术》、《混凝土工程施工技术》、《钢结构工程施工技术》共十本。

该丛书力争做到:内容上力求“全、新、精、准”;叙述上力求“简明扼要、图文对照、学以致用”;取材上强调“基本、常用、关键、实用”;形式上以图表为主;编排上按用途归类,尽量做到能快速便查。因此,该丛书具有内容全而精,资料新而准,取材先进而实用,编排便于快速查阅等特点。

《地下工程防水技术》一书重点编写了地下建筑混凝土结构自防水工程、水泥砂浆防水工程、卷材防水工程、涂料防水工程、塑料板和金属板防水工程等,以及地下建筑排水工程、特殊施工法的结构防水工程、地下工程渗漏水治理等内容。适宜培训教材选用和工程技术人员使用。

本书由梁敦维任主编,参加编写的人员有谢珍兰、梁丽焰、倪文胜、叶凌、梁新焰、谢震和王美蓉等。

由于编者水平所限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

《建筑安装工程施工技术丛书》编委会

主 任 周海涛

副主任 梁敦维 杜逸玲 赵永安 周 舟

张明爽 杨 峰 周江涛 宋春红

倪文胜 梁丽焰

编 委 余春生 林 洪 姜玉海 赵大工

李 洪 张 明 周 博 关大光

李 明 李德涛 赵 林



目 录

第一章 地下工程防水概述	1
第一节 地下工程防水分类与构造.....	1
第二节 地下工程防水等级和设防要求.....	5
第三节 地下工程防水施工方案.....	8
第二章 地下建筑混凝土结构自防水工程	14
第一节 混凝土结构自防水概述	14
第二节 普通防水混凝土	17
第三节 外加剂防水混凝土	24
第四节 纤维、高性能、聚合物防水混凝土	39
第五节 防水混凝土施工	45
第六节 地下建筑混凝土结构细部构造防水施工	70
第三章 地下建筑水泥砂浆防水工程	104
第一节 水泥砂浆防水施工准备.....	104
第二节 普通水泥砂浆防水层施工.....	112
第三节 外加剂防水砂浆防水层施工.....	116
第四节 聚合物水泥砂浆防水层施工.....	124
第四章 地下建筑卷材防水工程	133
第一节 卷材防水施工准备.....	133
第二节 卷材防水层铺设方法.....	142
第三节 卷材防水层细部构造做法.....	148
第四节 卷材防水层施工.....	150



第五章 地下建筑涂料防水工程	173
第一节 涂料防水施工准备.....	173
第二节 涂料防水层构造与操作方法.....	177
第三节 涂料防水层细部做法.....	182
第四节 涂料防水层施工.....	184
第六章 地下建筑塑料板和金属板防水工程	198
第一节 塑料板防水层.....	198
第二节 金属板防水层.....	203
第七章 地下建筑排水工程	208
第一节 地下排水法.....	208
第二节 隧道、坑道排水	219
第八章 特殊施工法的结构防水工程	228
第一节 锚喷支护.....	228
第二节 地下连续墙.....	237
第三节 沉井.....	256
第四节 盾构法隧道.....	273
第九章 地下工程渗漏水治理	286
第一节 渗漏水治理施工准备.....	286
第二节 地下工程渗漏水修堵施工.....	291
第三节 地下工程注浆堵漏施工.....	308
第四节 地下工程质量通病治理.....	321



第一章 地下工程防水概述

第一节 地下工程防水分类与构造

地下工程防水是指对工业与民用建筑的地下工程、防护工程、隧道及地下铁道等建(构)筑物,进行防水设计、防水施工和维护管理等各项技术工作的工程实体。它要求采取排、导、防等方法防止地下水的侵入。

一、地下工程防水分类

地下工程防水分类参见表 1-1。

表 1-1 地下工程防水分类

序号	分类方法	类 别
1	按设防部位分类	地下室、管沟、隧道、地下建筑和构筑物等
2	按设防方法分类	混凝土结构主体防水、混凝土结构细部构造防水、地下工程排水、注浆防水和特殊施工法的结构防水等
3	按材料性能分类	刚性防水(如结构自防水混凝土、防水砂浆等)和柔性防水(如各类柔性防水卷材、防水涂料、密封材料等)两大类
4	按材料品种分类	①卷材防水,包括沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材等 ②涂膜防水,包括沥青基防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料、合成高分子防水涂料等 ③刚性防水材料,包括防水混凝土、防水砂浆、刚性混凝土涂层防水、混凝土渗透结晶型防水、混凝土表面憎水剂防水等 ④建筑密封材料,有高聚物改性沥青密封材料、合成高分子密封材料等 ⑤堵漏止水材料,如防水剂、灌浆材料、止水带、遇水膨胀橡胶等

二、地下室防水构造

地下建筑防水工程主要是地下室防水和地下管沟防水。由于地下室的外墙和底板,以及地下管沟都在地面以下,经常受到地潮或地下水的侵蚀,如果由于结构的原因发生水的渗透,轻则引起内墙面灰皮脱落,墙面上产生霉点影响人体健康,重则进水使地下室不能使用或甚至影响建筑物的耐久性。所以



对地下室必须采取相应的防水措施,以防止地下水的侵入。

地下水不但具有较高动水压的特点,而且常常伴有酸碱等介质的侵蚀。因此,地下建筑防水是以减少动水压的渗透作用,再采用防水材料“外防”等多道设防措施,以提高防水能力和防水的可靠性。

(一)地下室防潮

当设计最高地下水位低于地下室底板标高,又无形成滞水可能时,水不致直接侵入室内,墙和地面仅受到土层中地潮的影响,这时只需做防潮处理,阻止毛细管水形成的地下潮湿和由地面水下渗而形成的无压水,其一般构造如图 1-1 所示。

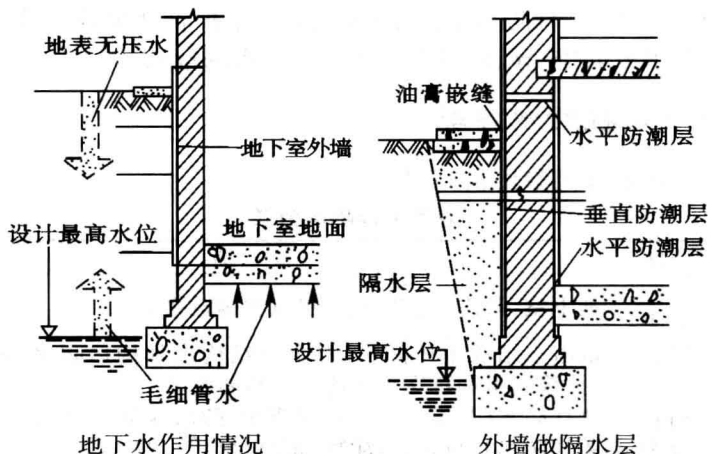


图 1-1 地下室防潮构造

1. 当地下室墙体采用砖砌筑时,其防潮要求为:砌体必须采用水泥砂浆砌筑,灰缝必须饱满,对墙外表面在作好水泥砂浆抹灰后,须涂冷底子油一道和热沥青两道做垂直防潮层。然后在防潮层外侧回填低渗透性的土壤,如黏土,灰土等,并逐步夯打密实,以防护地面雨水或其他地表水下渗对地下室造成的影响,这部分低渗透性回填土其宽度以不少于 500mm 为宜。同时应做好房屋四周的散水和勒脚,以避免地下室受潮,并利于排除房屋四周积水。

2. 对外墙与地下室地坪交接处和外墙与首层地板交接处都应分别作好墙身水平防潮处理,以防止土层中的潮气和地面雨水因毛细管作用沿基础和墙身入侵墙体而影响上部结构。

(二)地下室防水

当设计最高地下水位高于地下室地面,如图 1-2 所示,地下室的外墙受到地下水的侧压力,地坪受到地下水的浮力。地下水位高出地下室地面愈高,则压



力愈大,在这种情况下,必须考虑对地下室外墙作垂直防水处理和对地坪作水平防水处理。此时应根据实际情况,采用柔性防水或刚性防水作法。有些工程视其重要性,还可采用多道防线,刚柔结合的复合防水作法。

1. 柔性防水层是采用具有一定柔韧性和较大延伸率的防水材料,如防水卷材、有机防水涂料构成的防水层。

柔性防水层可以做在迎水面一边(外包防水,简称外防水),也可以做在背水面一边(内包防水,简称内防水)。做在迎水面一边对保护墙身有利,但施工、维修不便;做在背水面一边,虽能防水,而且施工维修方便,但墙身长期处于地下水中,对钢筋锈蚀以及建筑物的寿命都有一定影响。柔性防水一般构造如图 1-3 所示。

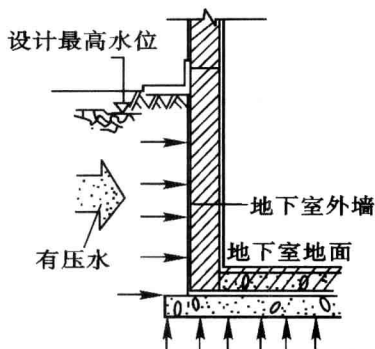


图 1-2 地下水侵袭示意

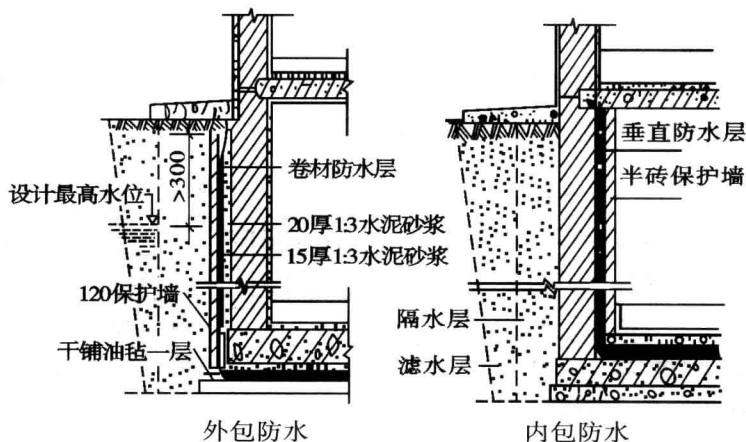


图 1-3 地下室柔性防水构造

2. 刚性防水层是采用较高强度和无延伸能力的防水材料,如防水混凝土、防水砂浆所构成的防水层。

刚性防水一般采用补偿收缩防水混凝土材料,主要通过改善混凝土颗粒级配以及掺入化学外加剂等,不仅提高了混凝土本身的憎水性、密实性和抗渗性,同时还可减少混凝土的收缩和裂缝的发生,从而达到结构承重与防水的双重目的,故又称结构自防水。在地下室的刚性防水构造中,尚可采用防水砂浆,但仅用于修补工程或作为一种附加防水措施,一般新建工程不宜单独采用。刚性防水一般构造如图 1-4 所示。



3. 复合防水,是以结构自防水为主,附加柔性防水层(如卷材与涂料)为辅,这种刚柔结合、功能互补的作法,在重要地下工程中采用较多。

(三) 变形缝防水

变形缝为伸缩缝、沉降缝与抗震缝的总称。它将建筑物分成几个相对独立的部分,使各部分能自由变形,不致受到不利的应力而破坏。

由于变形缝是地下室防水的薄弱环节,也是最易发生渗漏的地方。因此,在进行建筑设计时首先应尽可能减少变形缝的数量,同时尽量避免地下室通过变形缝,或使变形缝的位置尽可能避开不易处理的位置。也可根据不同的工程结构类别及工程地质情况采用诱导缝、加强带、后浇带等替代伸缩缝。

地下室变形缝防水按构造可分为中埋式与可卸式两种,如图 1-5 所示,其止水带的材料一般有塑料、橡胶和金属三种。

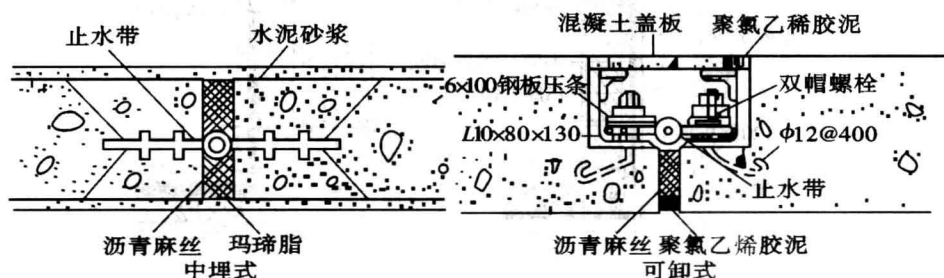


图 1-5 地下室变形缝防水构造

(四) 穿墙管防水

各种管缆如上下水管、煤气管、暖气热水管、动力电缆等,穿过地下室防水层时,如处理不当,会造成渗漏。因此,须作好墙体的防水处理,其构造方式有两种,一种是采用固定式穿墙管如图 1-6 所示,将管道与墙体固结在一起;一种是采用活动式穿墙管,如图 1-7 所示,让管道与墙体脱开。

一般采用固定式,当结构变形较大或某些热力管网在穿过地下室墙体时,宜采用活动式。

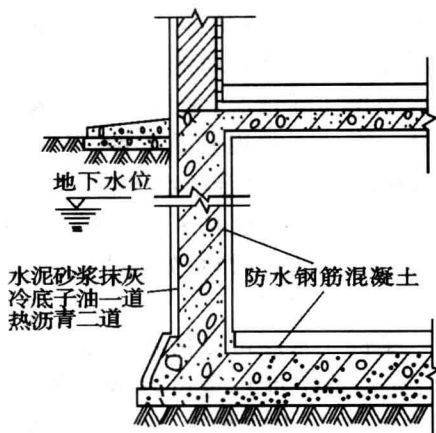


图 1-4 地下室刚性防水构造

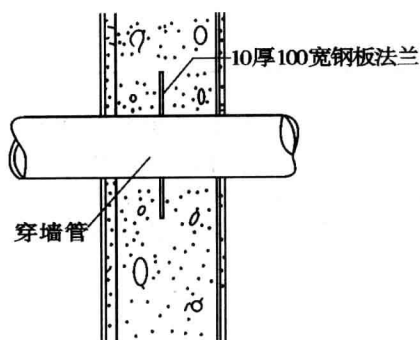


图 1-6 穿墙管固定式

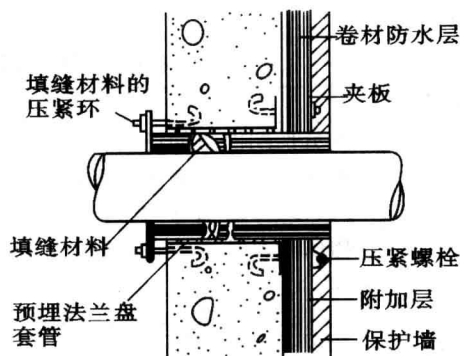


图 1-7 穿墙管活动式

第二节 地下工程防水等级和设防要求

地下工程防水的设计和施工应遵循“防、排、截、堵相结合,刚柔相济,因地制宜,综合治理”的原则,合理确定防水等级和设防要求。

一、地下工程防水等级

1. 防水等级是根据地下工程的重要性和使用中对防水的要求,所确定结构允许渗漏水量的等级标准。根据《地下工程防水技术规范》GB 50108-2001 的规定,地下工程防水等级分为四级,各级的标准应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 地下工程防水等级标准

防水等级	标准
一级	不允许渗水,结构表面无湿渍
二级	不允许漏水,结构表面可有少量湿渍 工业与民用建筑:总湿渍面积不应大于总防水面积(包括顶板、墙面、地面)的 1/1000;任意 100m² 防水面积上的湿渍不超过 1 处,单个湿渍的最大面积不大于 0.1m² 其他地下工程:总湿渍面积不应大于总防水面积的 6/1000;任意 100m² 防水面积上的湿渍不超过 4 处,单个湿渍的最大面积不大于 0.2m²
三级	有少量漏水点,不得有线流和漏泥沙 任意 100m² 防水面积上的漏水点数不超过 7 处,单个漏水点的最大漏水量不大于 2.5L/d,单个湿渍的最大面积不大于 0.3m²
四级	有漏水点,不得有线流和漏泥沙 整个工程平均漏水量不大于 2L/m² · d;任意 100m² 防水面积的平均漏水量不大于 4L/m² · d

2. 地下工程的防水等级,应根据工程的重要性和使用中对防水的要求按表



1-3 选定。

表 1-3

地下工程防水等级的适用范围

防水等级	适用范围
一级	人员长期停留的场所;因有少量湿渍会使物品变质、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;极重要的战备工程
二级	人员经常活动的场所;在有少量湿渍的情况下不会使物品变质、失效的贮物场所及基本不影响设备正常运转和工程安全运营的部位;重要的战备工程
三级	人员临时活动的场所;一般战备工程
四级	对渗漏水无严格要求的工程

二、地下工程防水设防要求

1. 地下工程的防水设防要求,应根据使用功能、结构形式、环境条件、施工方法及材料性能等因素合理确定。

(1) 明挖法地下工程的防水设防要求应按表 1-4 选用。

表 1-4

明挖法地下工程防水设防

工程部位		主体						施工缝				后浇带			变形缝、诱导缝								
防水措施		防水混凝土	防水砂浆	防水卷材	防水涂料	塑料防水板	金属板	遇水膨胀止水条	中埋式止水带	外贴式止水带	外抹防水砂浆	外涂防水涂料	膨胀混凝土	遇水膨胀止水条	外贴式止水带	防水嵌缝材料	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水嵌缝材料	外贴防水卷材	外涂防水涂料	遇水膨胀止水条
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						
	四级	宜选	-					宜选一种					应选	宜选一种		应选	宜选一种						

(2) 暗挖法地下工程的防水设防要求应按表 1-5 选用。

2. 处于侵蚀性介质中的工程,应采用耐侵蚀的防水混凝土、防水砂浆、卷材或涂料等防水材料。

3. 处于冻土层中的混凝土结构,其混凝土抗冻融循环不得少于 100 次。

4. 结构刚度较差或受震动作用的工程,应采用卷材、涂料等柔性防水材料。



表 1-5

暗挖法地下工程防水设防

工程部位		主 体				内衬砌施工缝				内衬砌变形缝、诱导缝						
防水措施		复合式衬砌	离式砌套	壁衬衬	贴壁式衬砌	喷射混凝土	外贴式止水带	遇水膨胀止水条	防水嵌缝材料	中埋式止水带	外涂防水涂料	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水嵌缝材料	遇水膨胀止水条
防水等级	一级	应选一种			-	应选二种				应选	应选二种					
	二级	应选一种			-	应选一至二种				应选	应选一至二种					
	三级	-		应选一种		宜选一至二种				应选	宜选一种					
	四级	-		应选一种		宜选一种				应选	宜选一种					

三、地下工程防水设计一般规定

1. 地下工程必须进行防水设计,防水设计应定级准确、方案可靠、施工简便、经济合理。

2. 地下工程必须从工程规划、建筑设计、材料选择、施工工艺等全面系统地做好地下工程的防排水。

3. 地下工程防水的设计和施工必须符合环境保护的要求,并采取相应措施。

4. 地下工程的防水设计,应考虑地表水、地下水、毛细管水等的作用,以及由于人为因素引起的附近水文地质改变的影响。单建式的地下工程,应采用全封闭、部分封闭防排水设计;附建式的全地下或半地下工程的防水设防高度,应高出室外地坪高程 500mm 以上。

5. 地下工程的钢筋混凝土结构,应采用防水混凝土,并根据防水等级的要求采用其他防水措施。

6. 地下工程的变形缝、施工缝、诱导缝、后浇带、穿墙管(盒)、预埋件、预留通道接头、桩头等细部构造,应加强防水措施。

7. 地下工程的排水沟、地漏、出入口、窗井、风井等,应有防倒灌措施,寒冷及严寒地区的排水沟应有防冻措施。

8. 地下工程防水设计,应根据工程的特点和需要搜集有关资料:

(1) 最高地下水位的高程、出现的年代,近几年的实际水位高程和随季节变化情况。

(2) 地下水类型、补给来源、水质、流量、流向、压力。

(3) 工程地质构造,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等情况。



(4) 历年气温变化情况、降水量、地层冻结深度。

(5) 区域地形、地貌、天然水流、水库、废弃坑井以及地表水、洪水和给水排水系统资料。

(6) 工程所在区域的地震烈度、地热,含瓦斯等有害物质的资料。

(7) 施工技术水平和材料来源。

9. 地下工程防水设计内容应包括:

(1) 防水等级和设防要求。

(2) 防水混凝土的抗渗等级和其他技术指标,质量保证措施。

(3) 其他防水层选用的材料及其技术指标,质量保证措施。

(4) 工程细部构造的防水措施,选用的材料及其技术指标,质量保证措施。

(5) 工程的防排水系统,地面挡水、截水系统及工程各种洞口的防倒灌措施。

第三节 地下工程防水施工方案

地下工程防水应以防为主,防排结合,因地制宜,综合治理。施工时应有完整的施工方案,并根据一定的施工条件要求组织施工,准备必须的材料和施工机具。

一、地下防水工程施工方案

地下工程防水施工应根据工程的水文地质资料情况、结构形式、施工方法、地形条件、防水标准和使用要求、技术经济指标、防水材料来源和施工工艺等情况综合考虑确定、编制防水工程的施工方案和技术措施。

(一) 防水施工方案编制的依据

1. 有关地下防水工程的规范、标准。

2. 经会审的地下防水工程施工图纸、设计条件、选定的标准图和选用防水材料的技术经济指标等。

3. 地下防水工程防水等级和设防要求,建筑物的重要程度、特殊部位的处理要求等。

4. 现场施工条件、企业装备情况、自然条件及施工工期等。

5. 有关同类型防水工程施工方案。

(二) 防水施工方案编制的内容

地下工程防水施工前,施工单位应进行图纸会审,掌握工程主体及细部构造的防水技术要求,并编制防水工程的施工方案,其防水施工方案编制的内容



见表 1-6。

表 1-6

防水施工方案编制的内容

序号	项目	内 容
1	工程概况	①工程名称、所在地点、施工企业、设计单位、监理单位、建设单位、建筑面积和工期要求 ②防水等级和设防要求,防水层构造和防水材料选用、建筑类型和结构特点 ③防水材料种类和技术指标要求 ④施工条件及其他
2	质量目标	①质量保证体系,各工序的质量控制标准 ②具体质量目标 ③建立各道工序的自检、交接检和专职人员检查的“三检”制度 ④施工记录,资料归档内容和要求
3	施工组织与管理	①建立组织机构,明确防水施工的组织者和负责人 ②组织施工操作班组,检查作业人员上岗证 ③分工序、层次检查的规定和要求 ④防水施工技术交底的要求 ⑤现场平面布置图
4	防水材料的要求	①防水材料的名称、类型和规格 ②防水材料的特点、性能指标和施工注意事项 ③防水材料的质量要求、进场抽样复验记录和施工配合比设计 ④防水材料运输、贮存的规定,使用注意事项
5	防水施工操作要求	①施工准备工作的内容及要求 ②确定施工顺序,制定技术措施 ③基层处理要求和节点处理要求 ④施工工艺和做法,具体操作方法 ⑤施工的环境条件和气候要求 ⑥施工技术要求、工序衔接要求和成品保护的规定
6	安全生产注意事项	①作业人员操作时的人身安全、劳动保护和防护措施 ②防火要求,采用热法施工时应考虑消防设备和消防通道等 ③防水施工安全操作规定

(三)地下工程防水施工降排水

地下防水工程施工期间,明挖法的基坑以及暗挖法的竖井、洞口,必须保持地下水位稳定在基底 0.5m 以下,必要时应采取降排水措施。

二、地下工程防水施工气候要求

地下工程防水施工与天气变化的关系很大,施工方案中应针对当地的具体情况,提出施工期间遇雨、雪、大风等天气时的应对措施。地下防水工程的防水层,严禁在雨天、雪天和五级风及其以上时施工,其施工环境气温条件宜符合表 1-7 的规定。

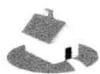


表 1-7

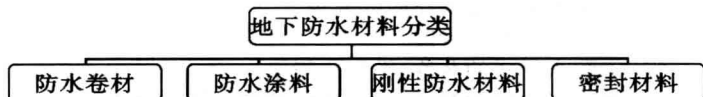
防水层施工环境气温

防水层材料	施工环境气温
高聚物改性沥青防水卷材	冷粘法不低于 5℃, 热熔法不低于 -10℃
合成高分子防水卷材	冷粘法不低于 5℃, 热风焊接法不低于 -10℃
有机防水涂料	溶剂型 -5 ~ 35℃, 水性 5 ~ 35℃
无机防水涂料	5 ~ 35℃
防水混凝土、水泥砂浆	5 ~ 35℃

三、地下工程防水施工材料要求

地下工程防水所使用的防水材料,应有产品合格证书和性能检测报告,材料的品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求。

对进场的防水材料应按规定抽样复验,并提出试验报告;不合格的材料不得在工程中使用。



1. 地下工程防水施工材料的常见品种和标准见表 1-8。

表 1-8

地下工程防水施工材料的常见品种和标准

序号	常见品种	标准编号
1	建筑石油沥青	GB/T 494 - 1998
2	道路石油沥青	SH 0522 - 2000
3	弹性体(SBS)改性沥青防水卷材	GB 18242 - 2000
4	塑性体(APP)改性沥青防水卷材	GB 18243 - 2000
5	改性沥青聚乙烯胎防水卷材	GB 18967 - 2003
6	聚氯乙烯防水卷材	GB 12952 - 2003
7	氯化聚乙烯防水卷材	GB 12953 - 2003
8	氯化聚乙烯-橡胶共混防水卷材	JC/T 684 - 1997
9	高分子防水材料(第一部分片材)	GB 18173.1 - 2000
10	聚氨酯防水涂料	GB/T 19250 - 2003
11	溶剂型橡胶沥青防水涂料	JC/T 852 - 1999
12	聚合物乳液建筑防水涂料	JC/T 864 - 2000
13	聚合物水泥防水涂料	JC/T 894 - 2001
14	聚氨酯建筑密封胶	JC/T 482 - 2003
15	聚硫建筑密封膏	JC/T 483 - 1992(1996)
16	丙烯酸酯建筑密封膏	JC/T 484 - 1992(1996)
17	建筑防水沥青嵌缝油膏	JC/T 207 - 1996
18	聚氯乙烯建筑防水接缝材料	JC/T 798 - 1997
19	建筑用硅酮结构密封胶	GB 16776 - 2005