

建筑防水设计与施工技术丛书

市政工程防水 设计与施工

沈春林 潘建立 苏立荣 李 芳 等编



化学工业出版社

建筑防水设计与施工技术丛书

市政工程防水设计与施工

沈春林 潘建立 苏立荣 李 芳 等编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《建筑防水设计与施工技术丛书》的一个分册,可以帮助读者详细了解并掌握市政工程建设中隧道和轨道交通、道路桥梁、给水排水、生活垃圾填埋处理等多个专业工程的防水防渗技术。本书紧扣最新的、与市政工程防水防渗相关的工程技术规范,根据市政工程防水的特点,介绍了不同专业工程的防水防渗的设计和施工技术。

本书适合从事防水工程及市政工程防水设计、材料选购、施工、工程质量验收的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

市政工程防水设计与施工/沈春林等编. —北京:化学工业出版社, 2009.2
(建筑防水设计与施工技术丛书)
ISBN 978-7-122-04719-9

I. 市… II. 沈… III. ①市政工程-建筑防水-建筑设计②市政工程-建筑防水-工程施工 IV. TU99

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第017450号

责任编辑: 窦臻

文字编辑: 提岩

责任校对: 宋玮

装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张16 字数450千字

2009年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

近年来,随着我国国民经济的持续快速发展,工业建筑和民用建筑等建设项目已遍布城乡各地。但建筑物如果出现渗漏,不仅要花费大量人力、物力去进行防水堵漏,而且还将给人们的生产、生活带来不便,因此,提高建筑物的防水质量至关重要。建筑防水工程是一项保证建筑物结构免受侵袭的分部工程,在建筑工程中占有十分重要的地位。

为了促进我国建筑防水事业的发展,化学工业出版社组织编写了这套《建筑防水设计与施工技术丛书》,包括《屋面防水设计与施工》、《墙地面防水设计与施工》、《地下防水设计与施工》、《市政工程防水设计与施工》共四个分册。编者在收集、整理相关文献资料,并结合工作实践的基础上,依据与建筑防水工程相关的施工技术规范 and 规程、质量验收规范、产品标准,就屋面防水、地下防水、墙地面防水、特种防水的基础知识、材料、设计、施工、验收等作了系统的介绍。

《市政工程防水设计与施工》是本丛书的一个分册,全书共分六章,就市政工程防水的基础知识、隧道和轨道交通、路桥、给排水、垃圾卫生填埋场等多个专业工程的防水设计和施工内容进行了较为详尽的阐述,可为读者提供市政防水工程技术方面的实用性指导。

编者在编写本书过程中,参考了许多学者的文章、专著、工具书和有关标准资料,并得到了许多单位和同仁的支持与帮助,在此对有关作者和为编写本书给予支持、帮助的单位 and 同仁致以诚挚的

谢意，并衷心希望继续得到各位同仁广泛的帮助与指正。

本书由沈春林、潘建立、苏立荣、李芳合作编写，参加编写的人员还有杨炳元、杨乃浩、褚建军、徐铭强、章宗友、邱钰明、牛杰、王志毅、陈哲敏、刘立、王创焕、方春锋、顾爱荣等。全书由苏州非金属矿工业设计研究院防水材料设计研究所沈春林教授级高级工程师定稿。

由于所掌握的资料和信息不够全面，加之编者水平所限，书中难免存在着一些不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

第一章 概论	1
第一节 防水工程	1
一、房屋建筑的基本构成	1
二、建筑防水工程的功能和基本内容	3
三、防水工程的分类	4
四、防水工程的质量保证体系	6
第二节 市政工程防水	12
一、隧道工程的防水技术	12
二、路桥工程的防水技术	14
三、给排水工程的防水技术	15
四、生活垃圾卫生填埋场的防渗技术	15
第二章 山岭隧道的防排水	17
第一节 山岭隧道的防排水设计	17
一、围岩注浆堵水	18
二、喷射混凝土与防水层之间的排水	19
三、防水层与二次衬砌之间的排水	19
四、防水层	19
五、衬砌混凝土防水	20
六、隧道的排水系统	20
第二节 山岭隧道的防排水施工	22
一、围岩注浆	22
二、初期支护	75
三、隧道的排水系统	83
四、防水层	87
五、衬砌混凝土防水	93

第三节 连拱隧道的防排水	170
一、整体浇筑直中墙连拱隧道的防排水	174
二、分次浇筑曲中墙连拱隧道的防排水	176
三、分次浇筑直中墙连拱隧道的防排水	177
第三章 城市隧道的防排水	180
第一节 城市地铁隧道的防排水	181
一、城市地铁的结构形式及防排水要求	181
二、混凝土结构自防水	194
三、明挖法施工地铁工程的防排水	195
四、暗挖法施工复合式衬砌夹层的防水	208
五、盾构法施工地铁隧道的防排水	218
第二节 沉管隧道的防排水	265
一、沉管法隧道的构造及防水特点	265
二、沉管隧道的防水设计与施工	267
第三节 海底隧道的防水	286
一、隧道防水措施	287
二、风化深槽的帷幕注浆	293
第四章 路桥工程的防水	302
第一节 路桥工程的构造及防排水	303
一、道路工程的类型及构成	303
二、桥梁工程的类型及构成	307
三、路桥的排水系统	313
四、道路的防水技术	318
五、桥梁的防水技术	321
六、路桥防水所用的基本材料	331
第二节 路桥卷材防水工程	331
一、路桥用防水卷材的品种及性能	331
二、路桥卷材防水层的设计	339
三、路桥卷材防水层的施工	343
第三节 路桥涂膜防水工程	351

一、路桥聚合物改性沥青涂膜防水工程	354
二、路桥聚氨酯涂膜防水工程	365
三、路桥聚合物水泥涂膜防水工程	371
第四节 路桥刚性防水工程	378
一、路桥水泥基渗透结晶型防水材料防水工程	378
二、路桥水性渗透型无机防水剂防水工程	383
第五节 路桥密封防水工程	386
一、路桥用嵌缝密封材料的品种及性能	386
二、水泥混凝土路面接缝防水密封的设计	393
三、水泥混凝土路面接缝防水密封的施工	410
第五章 给排水工程的防水	413
第一节 水塔水箱的防水	413
一、水箱防水混凝土的施工	415
二、水箱水泥砂浆防水层的施工	417
第二节 水池的防水	422
一、水池的种类和构造	423
二、水池的施工	423
三、水池的防水施工	430
第三节 管道工程的防水	437
一、管道的铺设工艺	438
二、管道工程的防水	439
第六章 垃圾卫生填埋场的防渗	462
第一节 防渗系统工程的设计	462
一、渗沥液的产生原因及防渗方法	462
二、防渗系统设计的一般规定	464
三、防渗系统的设计	464
第二节 防渗系统的工程材料	471
一、高密度聚乙烯 (HDPE) 膜	472
二、土工布	472
三、钠基膨润土防水毯 (GCL)	475

四、土工复合排水网	480
第三节 防渗系统工程的施工	480
一、土壤层的施工	480
二、钠基膨润土防水毯 (GCL) 的施工	481
三、高密度聚乙烯膜的施工	481
四、土工布的施工	483
五、土工复合排水网的施工	484
附录一 与市政防水工程相关的部分专项规范	485
附录二 建筑防水材料标准	486
一、基础标准	486
二、产品标准	486
三、方法标准	490
附录三 建筑防水工程专业承包企业资质等级标准	495
一、二级资质标准	495
二、三级资质标准	495
三、承包工程范围	496
参考文献	497

第一章 概 论

随着建筑科学技术的快速发展,建筑物和构筑物正在向高、深两个方向发展,就空间的利用和开发而言,随着设施不断地增多,规模不断地扩大,对屋面的功能要求也越来越高。屋面的防水和保温功能在建筑功能中占有十分重要的地位,其技术亦随之日益显示出其重要性。

第一节 防水工程

一、房屋建筑的基本构成

一般的民用建筑主要是由基础、墙或柱、楼地面、楼梯、屋顶、门窗等构件组成,如图 1-1 所示。工业建筑则有单层厂房、多层厂房及混合层数的厂房之分,单层工业厂房多应用于冶金、机械制造业,一般其跨度、长度均很大,有些是多跨厂房。多层厂房多用于食品、电子、精密仪器等工业。混合层数的厂房常应用于发电厂、化工厂。多层厂房有些构造同民用建筑差不多,混合层数厂房的构造则介于工业与民用建筑之间。这些构件由于所处的位置不同,故其各起着不同的作用。

基础是建筑物最下部的承重构件,其作用是承受建筑物的全部荷载,并把这些荷载传给地基。因此,基础必须具备足够的强度和稳定性,并能抵御地下各种有害因素的侵蚀。

墙(柱)是建筑物的承重构件和围护构件。作为承重构件的外墙,其作用是承重并抵御自然界各种因素对室内的侵袭;内墙起着分隔空间的作用。在框架或排架结构中,柱起承重作用,墙仅起围护作用。因此,对墙体的要求根据其功能的不同,应具有足够的强度、稳定性、保温和隔热、隔声、环保、防火、防水、耐久、经济等性能。

楼地面是指楼面和地面。楼面即楼板层,它是建筑物水平方向

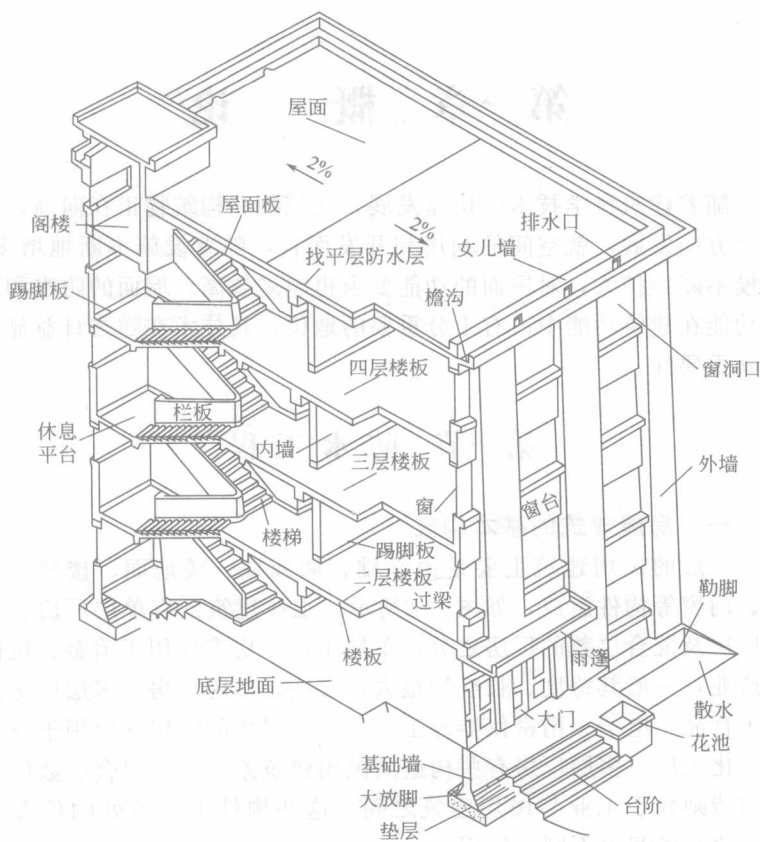


图 1-1 建筑物的构造组成

的承重构件，并在竖向将整幢建筑物按层高划分为若干部分。楼层的作用是承受家具、设备和人体等的重量以及本身的自重，并把这些荷载传给墙（或柱）。同时，墙面还对墙身起水平支撑作用，增强建筑的刚度和整体性。因此，墙面必须具有足够的强度和刚度以及隔声性能。对水有侵蚀的房间，还应具有防潮和防水性能。地面又称地坪，它是底层房间与地基土层相接的构件，起承受底层房间荷载的作用。因此，地面不仅有一定的承载能力，还应具有耐磨、防潮、防水和保温的性能。

楼梯是楼房建筑的垂直交通设施，供人和物上下楼层和紧急疏散之用。因此，楼梯应有适宜的坡度、足够的通行能力以及防火、防滑，确保安全使用。

屋顶是建筑物顶部的承重和围护构件。作为承重构件，它承受着建筑物顶部的各种荷载，并将荷载传给墙或柱；作为围护构件，它抵御着自然界中雨、雪、太阳辐射等对建筑物顶层房间的影响。因此，屋顶应具有足够的强度和刚度，并要有防水、保温和隔热等性能。

门窗属非承重构件，也称配件。门的作用主要是供人们内外出入和分隔房间，有时也兼有采光、通风、分隔、眺望等围护作用。根据建筑使用空间的要求不同，门和窗还应有一定的密封、保温、隔声、防火、防水、防风沙的能力。

建筑物中，除了上述的基本组成构件以外，还有许多特有的构件和配件，例如，烟道、阳台、雨篷、台阶等。

二、建筑防水工程的功能和基本内容

建筑防水工程是建筑工程中的一个重要组成部分，建筑防水技术是保证建筑物和构筑物的结构不受水的侵袭，内部空间不受水危害的专门措施。具体而言，是指为防止雨水、生产或生活用水、地下水、滞水、毛细管水以及人为因素引起的水文地质改变而产生的水渗入建筑物、构筑物内部或防止蓄水工程向外渗漏所采取的一系列结构、构造和建筑措施。概括地讲，防水工程包括防止外水向防水建筑内部渗透，防止蓄水结构内的水向外渗漏和建筑物、构筑物内部相互止水三大部分。

建筑物防水工程涉及到建筑物、构筑物的地下室、楼地面、墙体、屋面等诸多部位，其功能就是要使建筑物或构筑物在设计耐久年限内，防止各类水的侵蚀，确保建筑结构及内部空间不受污损，为人们提供一个舒适和安全的生活环境。对于不同部位的防水，其防水功能的要求是有所不同的。

屋面防水的功能是防止雨水或人为因素产生的水从屋面渗入建筑物内部所采取的一系列结构、构造和建筑措施，对于屋面有综合利用要求的，如用作活动场所、屋顶花园，则对其防水的要求将更高。屋面防水工程的做法很多，大体上可分为：卷材防水屋面、涂

膜防水屋面、刚性防水屋面、保温隔热屋面、瓦材防水屋面等。

墙体防水的功能是防止风雨袭击时，雨水通过墙体渗透到室内。墙面是垂直的，雨水虽无法停留，但墙面有施工构造缝以及毛细孔等，雨水在风力作用下，产生渗透压力可达到室内。

楼地面防水其功能是防止生活、生产用水和生活、生产产生的污水渗漏到楼下或通过隔墙渗入其他房间，这些场所管道多，用水量集中，飞溅严重。有时不但要防止渗漏，还要防止酸碱液体的侵蚀，尤其是化工生产车间。

贮水池和贮液池等的防水功能是防止水或液体往外渗漏，设在地下时还要考虑地下水向里渗漏。贮水池和贮液池等结构除本身具有防水能力外，一般还将防水层设在内部，并且要求所使用防水材料不能污染水质或液体，同时又不能贮液所腐蚀，这些防水材料多数采用无机类材料，如聚合物砂浆等。

建筑防水工程的主要内容见表 1-1。

表 1-1 建筑防水工程的主要内容

类 别			防水工程的主要内容
建筑物地上工程防水	屋面防水		混凝土结构自防水、卷材防水、涂膜防水、砂浆防水、瓦材防水、金属屋面防水、屋面接缝密封防水
	墙面防水	墙体防水	混凝土结构自防水、砂浆防水、卷材防水、涂膜防水、接缝密封防水
		地面防水	混凝土结构自防水、砂浆防水、涂膜防水、卷材防水、接缝密封防水
建筑物地下工程防水			混凝土结构自防水、砂浆防水、卷材防水、涂膜防水、接缝密封防水、注浆防水、排水防水、塑料板防水、金属板防水、特殊施工法防水
特种工程防水			特种构筑物防水、市政工程防水、水工建筑物防水等

三、防水工程的分类

建筑防水工程可依据设防的部位、设防的方法、所采用的设防材料性能和品种来进行分类。

1. 按土木工程的类别进行分类

防水工程就土木工程的类别而言，可分为建筑物防水和构筑物

防水。

2. 按设防的部位进行分类

依据房屋建筑的基本构成及各构件所起的作用，按建筑物、构筑物工程设防的部位可划分为地上防水工程和地下防水工程。地上防水工程包括屋面防水工程、墙体防水工程和地面防水工程。地下防水是指地下室、地下管沟、地下铁道、隧道、地下建筑物、地下构筑物等处的防水。

屋面防水是指各类建筑物、构筑物屋面部位的防水。

墙体防水是指外墙立面、坡面、板缝、门窗、框架梁底、柱边等处的防水。

地面防水是指楼面、地面以及卫生间、浴室、盥洗间、厨房、开水间楼地面，管道等处的防水。

特殊建筑物、构筑物等部位的防水是指水池、水塔、室内游泳池、喷水池、四季厅、室内花园、贮油罐、贮油池等处的防水。

3. 按设防方法分类

按设防方法可分为复合防水和构造自防水等。

复合防水是指采用各种防水材料进行防水的一种新型防水做法。在设防中采用多种不同性能的防水材料，利用各自具有的特性，在防水工程中复合使用，发挥各种防水材料的优势，以提高防水工程的整体性能，做到“刚柔结合，多道设防，综合治理”。如在节点部位，可用密封材料或性能各异的防水材料与大面积的一般防水材料配合使用，形成复合防水。

构造自防水是指采用一定形式或方法进行构造自防水或结合排水的一种防水做法。如地铁车站为防止侧墙渗水采用的双层侧墙内衬墙（补偿收缩防水钢筋混凝土），为防止顶板结构产生裂纹而设置的诱导缝和后浇带，为解决地铁结构漂浮而在底板下设置的倒滤层（渗排水层）等。

4. 按设防材料的品种分类

防水工程按设防材料的品种可分为卷材防水、涂膜防水、密封材料防水、混凝土和水泥砂浆防水、塑料板防水、金属板防水等。

5. 按设防材料性能分类

按设防材料的性能进行分类,可分为刚性防水和柔性防水。

刚性防水是指采用防水混凝土和防水砂浆作防水层。防水砂浆防水层则是利用抹压均匀、密实的素灰和水泥砂浆分层交替施工,以构成一个整体防水层。由于是相间抹压的,各层残留的毛细孔道相互弥补,从而阻塞了渗漏水通道,因此具有较高的抗渗能力。

柔性防水则是依据起防水作用的柔性材料作防水层,如卷材防水层、涂抹防水层、密封材料防水层等。

四、防水工程的质量保证体系

防水工程的整体质量要求是不渗不漏,保证排水畅通,使建筑物具有良好的防水和使用功能。要保证地下工程的质量,涉及选材、设计、施工、维护以及管理诸多方面的因素,因此必须实施“综合治理”的原则方可获得质量保证。

(一) 材料是基础

建筑物和构筑物的防水是依靠具有防水性能的材料来实现的,防水材料质量的优劣直接关系到防水层的耐久年限。随着石油、化工、建材工业的快速发展和科学技术的发展,防水材料已从少数材料品种迈向多类型、多品种的格局,数量越来越多,性能各异。依据建筑防水材料的外观形态,一般可将建筑防水材料分为防水卷材、防水涂料、密封材料、刚性防水材料四大系列,这四大大类材料又根据其组成不同可分为上百个品种。

建筑防水材料其性质在建筑材料中属于功能性材料。建筑物采用防水材料的主要目的是为了防潮、防渗、防漏。建筑防水工程的质量,在很大程度上取决于防水材料的性能和质量,应用于防水工程中的防水材料必须符合国家行业的材料质量标准。建筑防水材料的国家和行业标准详见附录二。

材料是防水工程的基础。在进行防水工程施工时,所采用的防水材料必须满足设计要求。建筑防水材料的共性要求如下。

① 具有良好的耐候性,对光、热、臭氧等应具有一定的承受能力。

② 具有抗水渗透和耐酸碱性能。

③ 对外界温度和外力具有一定的适应性,即材料的拉伸强度

要高，断裂伸长率要大，能承受温差变化、各种外力以及基层伸缩、开裂所引起的变形。

④ 整体性好，既能保持自身的黏合性，又能与基层牢固粘接，同时在外力作用下，有较高的剥离强度，形成稳定的不透水整体。

不同部位的防水工程和不同的防水做法，对防水材料的性能要求也各有其侧重点，如地下防水工程所采用的防水材料必须具备优质的抗渗能力和延伸率，具有良好的整体不透水性。这些要求是要针对地下水的不断侵蚀、水压较大以及地下结构可能产生的变形等条件而提出的。

防水材料由于品种和性能各异，因此各有着不同的优缺点，也各具有相应的使用范围和要求，尤其是新型防水材料的推广使用，更应掌握这方面的知识。正确选择和合理使用建筑防水材料，是提高防水质量的关键，也是设计和施工的前提，选用防水材料应严格执行《建设部推广应用和限制、禁止使用技术》的规定。在此基础上需要注意以下几个方面。

1. 材料的性能和特点

建筑防水材料可分为柔性和刚性两大类。柔性防水材料拉伸强度大、伸长率大、质量小、施工方便，但操作技术要求较严，耐穿刺性和耐老化性能不如刚性材料。同是柔性材料，卷材为工厂化生产，厚薄均匀，质量比较稳定，施工工艺简单，功效高，但卷材搭接缝多，接缝处易脱开，对复杂表面及不平整基层施工难度大。而防水涂料其性能和特点与之恰好相反。同是卷材，合成高分子卷材、高聚物改性沥青卷材和沥青卷材也有不同的优缺点。由此可见，在选择防水材料时，必须注意其性能和特点。有关各类防水材料的性能和特点可参考表 1-2。

2. 建筑物功能与外界环境要求

在了解了各类防水材料的性能和特点后，还应根据建筑物结构类型、防水构造形式以及节点部位、外界气候情况（包括温度、湿度、酸雨、紫外线等）、建筑物的结构形式（整浇或装配式）与跨度、屋面坡度、地基变形程度和防水层暴露情况等决定相适应的材料。表 1-3 可供在决定选择相适应材料时参考。

表 1-2 各类防水材料的性能和特点

性能指标	合成高分子卷材		高聚物改性沥青卷材	沥青卷材	合成高分子涂料	高聚物改性沥青涂料	沥青基涂料	防水混凝土	防水砂浆
	不加筋	加筋							
拉伸强度	○	○	△	×	△	△	×	×	×
伸长性	○	△	△	×	○	△	×	×	×
匀质性(厚薄)	○	○	○	△	×	×	×	△	△
搭接性	○~△	○~△	△	△	○	○	○	—	△
基层粘接性	△	△	△	△	○	○	○	—	—
背衬效应	△	△	○	△	△	△	△	—	—
耐低温性	○	○	△	×	○	△	×	○	○
耐热性	○	○	△	×	○	△	×	○	○
耐穿刺性	△	×	△	×	×	×	△	○	○
耐老化	○	○	△	×	○	△	×	○	○
施工性	○	○	○	冷△ 热×	×	×	×	△	△
施工气候影响程度	△	△	△	×	×	×	×	○	○
基层含水率要求	△	△	△	△	×	×	×	○	○
质量保证率	○	○	○	△	△	×	×	△	△
复杂基层适应性	△	△	△	×	○	○	○	○	△
环境及人身污染	○	○	△	×	△	×	×	○	○
荷载增加程度	○	○	○	△	○	○	△	×	×
价格	高	高	中	低	高	高	中	低	低
贮运	○	○	○	△	×	△	×	○	○

注：○—好；△—一般；×—差。

表 1-3 防水材料适用参考表

材料适用情况	材 料 类 别						
	合成高分子卷材	高聚物改性沥青卷材	沥青基卷材	合成高分子涂料	高聚物改性沥青涂料	细石混凝土防水	水泥砂浆防水
特别重要建筑屋面	○	⊙	×	⊙	×	⊙	×
重要及高层建筑屋面	○	○	×	○	×	⊙	×
一般建筑屋面	△	○	△	△	※	○	※
有震动车间屋面	○	△	×	△	×	※	×
恒温恒湿屋面	○	△	×	△	×	△	×
蓄水种植屋面	△	△	×	⊙	⊙	○	△
大跨度结构建筑	○	△	※	※	※	×	×
动水压作用混凝土地下室	○	△	×	△	△	○	△
静水压作用混凝土地下室	△	○	※	○	△	○	△
静水压砖墙体地下室	○	○	×	△	×	△	○
卫生间	※	※	×	○	○	⊙	⊙
水池内防水	※	×	×	×	×	○	○
外墙面防水	×	×	×	○	×	△	○
水池外防水	△	△	△	○	○	⊙	○

注：○—优先使用；⊙—复合采用；※—有条件采用；△—可以采用；×—不宜采用或不可采用。