

中国建筑防水专家委员会推荐用书
防水工程技术丛书

防水工程概论

FANGSHUIGONGCHENGGAILUN

项桦太 主编 瞿培华 曾三海 副主编

中国建筑工业出版社

中国建筑防水专家委员会推荐用书
防水工程技术丛书

防水工程概论

项桦太	主 编
瞿培华 曾三海	副主编
李承刚 孙庆祥	主 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

防水工程概论/项桦太主编. —北京: 中国建筑工业出版社,
2009

(中国建筑防水专家委员会推荐用书 防水工程技术丛书)

ISBN 978-7-112-11502-0

I. 防… II. 项… III. 建筑防水-工程施工 IV. TU761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 189400 号

中国建筑防水专家委员会推荐用书
防水工程技术丛书

防水工程概论

项桦太 主 编

瞿培华 曾三海 副主编

李承刚 孙庆祥 主 审

*

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

北京天成排版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 9 $\frac{1}{4}$ 字数: 235 千字

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月第一次印刷

定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-11502-0

(18745)

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)

本书是“防水工程技术丛书”系列之一，也是该系列的主干。主要介绍防水工程的历史、分类、设计、材料、施工、管理等方面的共性技术、最新技术信息，以及对防水工程未来的展望。

全书共分为绪论、防水工程与工程构造、防水原理、防水工程质量、防水材料、防水工程、防水工程施工与管理、防水工程与经济等章节。

本书供防水工程技术培训使用，可供高等院校“防水材料与工程专业”作为专业教材使用，也可作为建筑与土木工程类其他专业的参考用书。

本书将知识性和实用性融为一体，不仅可供建筑师、土建工程师、监理工程师、建造师、专业防水人员阅读，而且对从事建筑业界各级管理、设计及施工人员也有一定的参考价值。

* * *

责任编辑：郭 栋

责任设计：赵明霞

责任校对：李志立 兰曼利

编审委员会

顾 问 朱冬青 李承刚

主 任 熊健民

副主任 项桦太 瞿培华 张颖江

委 员 张道真 吴 明 杨 杨 樊细杨 肖本林

曾三海 余天庆

主 审 李承刚 叶林标 孙庆祥 王 天 张玉玲

参编人员和参编单位

项桦太（浙江工业大学）
瞿培华（深圳弘深精细化工有限公司）
曾三海（湖北工业大学土木与建筑工程学院）
储劲松（湖北工业大学土木与建筑工程学院）
叶 军（广东科顺化工实业有限公司）
陈晓红（湖北工业大学土木与建筑工程学院）
黄江波（湖北工业大学土木与建筑工程学院）

特别鸣谢单位(排名不分先后)

北京金汤防水工程有限公司
大连细扬防水工程集团
北京东方雨虹防水材料有限公司
深圳市耐克防水实业有限公司
深圳市成松实业发展有限公司
深圳市先泰实业有限公司
湖北永阳防水材料股份有限公司
广东科顺化工实业有限公司
武汉美利信新型建材有限公司
中山市青龙化学建材有限公司
深圳市卓宝科技股份有限公司

序

建筑防水的基本定义是：为防止雨水、地下水、工业和民用的给排水、腐蚀性液体以及空气中的湿气、蒸汽等对建筑物各个部位的渗透而从建筑材料上和构造上所采取的措施。它既包括工程所用的材料、设备和所进行的设计、施工、维护等技术活动，也指工程建设的对象，发挥防水功能保障作用。如对房屋建筑工程而言，屋顶和屋面除应保证安全承受各种荷载作用外，还需经受与抵御温度、风吹、雨淋、冰雪的考验，以及具有适应温差和基层结构伸缩、开裂引起变形的能力。其他防水工程也有类似状况与要求。因此，防水技术在工程建设中具有十分重要的意义和作用。

进入 21 世纪以来，我国建筑防水发展跨入产品品种和应用领域多元化的时期。在产品方面，新型防水材料发展迅速，已形成多类别、多品种、多样化、系列化的格局。从 20 世纪 50 年代初建立沥青油毡工业开始，发展到今天门类齐全的防水材料工业；从传统产业发展到现代工业；从产品的单一化、主导化发展到多元、系列化，其成就是巨大的。与此同时，防水工程领域不断扩大，已从建筑工程扩大到市政工程；从单一的分项工程扩大到分部工程。建筑工程防水领域随着房屋建筑使用功能标准的提高而扩大，从最早的屋面和地下室防水，进而到卫生间、厨房，及至外墙面、楼地面，扩展到广场、绿地工程的地下空间防水等，都对防水提出了需求。近几年来，随着市政基础设施建设和高速公路、高速铁路工程建设的快速发展，又开创了污水处理场、垃圾填埋场和桥梁面等防水工程，其防水技术已逐步迈向专业化和系统化。这些成就正是我国经济和社会发展进步的标志，这些工程建设都为防水行业注入了生机和活力，展现出一幅蓬勃发展的前景。

在科学技术和教育领域中设置学科，一般是指按照学科的性质而划分的门类或科目。“防水材料与防水工程”是一门跨学科、跨领域、多专业的交叉学科。按工程领域分类，既属土木、建筑工程，又涉足化学工程、材料科学与工程。按专业技术分类，则分为防水材料、防水设计、防水施工三大科目，是防水学科的分支。在教学系统中，这些分支是由不同学科的专业构成的。基础课程包括：结构工程学、建筑学、建筑材料学、建筑物理学（热工）、化学工程学（无机非金属材料学、高分子材料学、塑料工艺学、工程管理学）……。从这些表述可以看出：防水材料与工程是一个为诸多工程领域服务，具有综合技术特点的系统工程。

湖北工业大学是我国首所设置“防水材料与工程专业”本科学历教育的高等

院校，是为培养防水行业高级专业人才的重要基地。为提高教学质量，促进科技人才成长，根据教学要求，从学科发展出发，教材编写委员会组织一批专家、教授编写这样一套规范化的教材尚属首次，应当说，这是我国建设系统防水学科教育的一件大事，具有十分重要的意义。

本丛书是一部大型综合性、实用性的专业教科书，包括：学科的基础知识，防水专业领域的基本知识。其特点是：既有国内外防水工程实际经验的高度概括，又有专业技术关键的深刻阐述；既集中了有关标准规范的精华而具有实用价值，又突出了学科各分支的发展方向而具有指导功能。并比较完整地展示和反映了建国以来我国防水材料科学与工程发展所取得的成就、经验和科技成果，适于学生接触学科进入防水专业领域，成为向其深度和广度前进的桥梁和阶梯。因此，从总体上讲，编写这套教材对完善科学防水系统，提高防水技术整体水平，促进防水事业的健康发展作出了贡献。

时代在前进，科技在发展。笔者耕耘建筑防水科技工作 50 余载，回顾我国建筑防水事业崎岖曲折的发展历程和眼观今天防水技术取得的进步与成就，不胜感慨。瞻望未来，惟寄希望于将来踏入防水工程界的新生一代同仁们，继往开来，与时俱进，努力成为我国防水事业建设的骨干，开拓创新，再立新功。

在本丛书付梓之际，应约书序，提笔写下自己的一点感想和希望，以祝贺“防水工程技术丛书”系列的出版。

李承刚

(原中国建筑科学研究院院长、现中国建筑防水专家委员会主任委员、教授级高工)

前 言

建筑防水是建筑工程的重要组成部分，是保证建筑物及构筑物的结构不受水侵蚀及水危害的一项分部工程。防水工程质量直接关系到建筑物的使用寿命和功能，关系到人们的生活质量。

防水是防止雨水、地下水、工业和民用的给水排水、腐蚀性液体以及空气中的湿气、蒸汽等侵入建筑物的方法。防水工程是为了防止水对人类建造工程的危害而采取一定的构造方式、特殊的材料方式进行设防。防水工程学是应用科学的方法，采取构造、材料等一切手段阻止水对人类建造工程的危害的研究。是研究实施防水工程的各种硬件和软件，研究防水工程的设计理论、材料标准(准则)，研究为适应设防主体防水功能要求的材料生产和应用，研究防水工程的实施，研究确保防水工程质量措施等的一门学科。

“防水材料工程专业”是土建类专业的一个分部，涉及建筑工程、道路与桥梁工程、市政工程等多个专业，由于防水专业起步较晚，研究力量不足，理论不很成熟，体制还存在一定问题，因此防水工程的渗漏问题还是得不到很好的解决。但是，由于我国经济建设飞速发展，建设事业日新月异，以及随着科学文化发展，人们生活需求提高，对防水工程提出了更高的要求。为适应这些发展，通过多次标准、规范的修订，尤其是防水工程的实践，逐步总结了保证防水工程质量的原则。从过去单一材料(油毡叠层)的设计思想，发展到以设防主体功能要求出发设计防水层和根据环境条件来选择相应材料，并提出了设计、选材、施工的原则，如：“材料标准化，设计规范化，施工专业化，管理制度化”、“设防可靠，技术先进，施工简便，经济合理”、“合理设防，防排结合，因地制宜，综合治理”、“防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”、“低抗渗，高抗裂，刚柔结合，多道设防”、“全面连续设防，复合相容适应”、“精心施工，严格管理，适应环境，全程控制”等一系列原则要求。制订具体实用的材料标准、工程标准、设计标准，制造适应工程环境和施工要求的质优、耐久、环保、节能的防水材料。创建可靠、快速、高效的施工工艺，实施质量全程控制，降低防水工程的渗漏率，逐步建立起具有特色的防水理论体系和学科。

“防水材料工程专业”以“防水材料”为基础，面向“防水工程”设计、施工和管理，其本科毕业生应初步具有进行防水材料工程项目可行性研究、防水材料生产及应用技术、防水工程的设计、施工及其管理全过程，并初步具有投资、进度、质量控制及合同管理、信息管理和组织协调能力。

因而,“防水材料与工程专业”学生在本科学习阶段的学习任务是:掌握相关的防水工程设计的理论和方法、防水材料生产应用技术知识、相关的防水工程施工方法、相关的防水工程管理、法律、法规,具有综合运用上述四个方面的知识和从事防水材料与工程的基本能力,具有阅读防水材料与工程专业外语文献的基本能力,具有运用计算机辅助解决防水材料与工程问题的能力。

本教材由项桦太主编,瞿培华、曾三海任副主编,章节编写如下:项桦太编写第1章、第3章;瞿培华编写第5章;曾三海编写第2章;叶军编写第4章;储劲松编写第6章;陈晓红和黄江波编写第7章。主审李承刚、孙庆祥。

本教材在编写过程中得到了许多防水专家和企业的的大力支持和帮助,参考了许多专家的相关著作和文献,其中主要资料已列入书后的参考文献,在此谨向各位作者表示诚挚谢意!

目 录

第1章 绪论	1
1.1 防水工程的定义与分类	1
1.1.1 防水、防水工程、防水工程学	1
1.1.2 防水工程的分类	2
1.2 防水材料 with 工程发展简史	2
1.2.1 古代防水	2
1.2.2 近代防水	3
1.2.3 现代防水	4
1.3 防水工程地位 and 作用	6
1.3.1 防水工程的十六字原则	6
1.3.2 防水工程特点	7
1.3.3 防水工程地位	8
1.4 防水工程现状 and 发展	8
1.4.1 现状	8
1.4.2 创新领域	9
1.4.3 建立教育体系	9
1.5 防水材料 with 工程专业的任务 with 内容	9
1.5.1 防水材料 with 工程专业的相关专业	9
1.5.2 学习任务	10
1.5.3 学习内容	11
第2章 防水工程 with 工程构造	12
2.1 防水工程分类	12
2.2 建筑防水工程 with 工程构造	12
2.2.1 屋面防水工程	12
2.2.2 墙面防水	18
2.2.3 室内防水	21
2.2.4 地下防水	23
2.2.5 水池、泳池防水	27
2.3 隧道防水工程 with 工程构造	27

2.3.1 隧道工程分类	27
2.3.2 隧道防水工程构造	28
2.4 道路防水工程及工程构造	30
2.4.1 路基防水工程	30
2.4.2 路面防水工程构造	32
2.5 桥梁防水工程与工程构造	33
2.5.1 桥梁防水工程概述	33
2.5.2 桥梁防水工程构造	33
2.6 防水工程标准	34
第3章 防水原理	35
3.1 水与防水	35
3.1.1 水的形态、特征和运动	35
3.1.2 水的侵害排除和防治	35
3.1.3 防水的重要意义	36
3.2 水渗透(漏)途径	36
3.2.1 毛细孔、孔洞的渗透	36
3.2.2 裂缝渗透	37
3.2.3 接缝渗透	37
3.2.4 流窜渗水	38
3.3 设防理论	38
3.3.1 防排论	38
3.3.2 适应论(匹配论)	38
3.3.3 系统论(综合理论)	39
3.3.4 可靠性设计论	39
3.3.5 约束论	39
3.4 设防主体对防水层的要求	39
3.4.1 防水层应具备的性能	40
3.4.2 满足主体结构对防水层的要求	40
3.4.3 防水层要抵御自然界各种因素的损害	41
3.4.4 防水层应能抵御各种外力的损害	42
3.4.5 防水层应克服相关层次的影响	42
3.4.6 防水层应满足施工条件及工艺要求	43
3.4.7 防水层应满足材料自身劣化带来的影响	43

3.4.8 防水层应符合环保、防火的要求	43
3.5 构造防水原理和材料防水原理	43
3.5.1 构造防水原理	43
3.5.2 材料防水原理	45
3.5.3 构造防水和材料防水的关系	50
3.5.4 防水材料的选择原则	50
第4章 防水工程质量	52
4.1 防水工程质量要素	52
4.1.1 防水工程质量控制因素	53
4.1.2 防水设防要素	58
4.2 渗漏水的危害	60
4.2.1 渗漏水对结构的危害	60
4.2.2 对人民生活、正常起居的危害	62
4.2.3 对正常生产的危害	63
4.2.4 容易引发事故	64
4.2.5 对产品物资造成损失	65
4.2.6 对节能和资源的影响	65
4.3 渗漏治理	65
4.3.1 渗漏治理立法	65
4.3.2 渗漏水治理方法	68
第5章 防水材料与防水工程	73
5.1 防水材料与防水工程关系	73
5.1.1 主体功能对材料的要求	73
5.1.2 防水材料和防水系统的可靠性	76
5.2 防水材料分类	78
5.2.1 按材性划分	78
5.2.2 按形态划分	78
5.2.3 按化学结构属性划分	79
5.2.4 按材料品种划分	80
5.2.5 按材料品名划分	81
5.2.6 综合分类法划分	81
5.2.7 目前常用的防水材料	87

5.3 防水材料性能指标	88
5.3.1 防水材料标准	89
5.3.2 材料固有性能	91
5.3.3 材料实用性能	95
5.4 防水材料适用性	97
5.4.1 主体适应性	97
5.4.2 环境适应性	98
5.4.3 施工状况适应性	98
5.4.4 复合互补性	98
5.4.5 环保性和经济性	100
第6章 防水工程施工与管理	101
6.1 施工特点与任务	101
6.1.1 防水工程的施工特点、本质	101
6.1.2 防水工程施工的主要任务	102
6.2 施工准备	102
6.2.1 施工组织设计与计划	102
6.2.2 材料、机具准备	106
6.2.3 施工现场准备与技术交底	107
6.3 施工环境	108
6.3.1 施工现场环境条件	108
6.3.2 施工工艺环境条件	108
6.3.3 施工操作条件	109
6.4 施工工艺类别及特点	109
6.4.1 卷材防水施工工艺类别及特点	109
6.4.2 涂料防水施工工艺类别及特点	110
6.4.3 密封防水材料施工工艺类别及特点	111
6.5 施工组织与管理	112
6.5.1 组织管理的意义	112
6.5.2 组织管理的主要内容	113
6.5.3 组织管理的方法	113
6.6 检查与验收	115
6.6.1 工程检验内容与程序	115
6.6.2 最终验收	117

第7章 防水工程与经济	118
7.1 防水工程概(预)算	118
7.1.1 概(预)算的编制	118
7.1.2 防水工程费用构成	120
7.1.3 防水工程概(预)算编制方法	122
7.2 防水工程的招标与投标	124
7.2.1 招标投标的基本概念	124
7.2.2 现阶段招标投标的特点	125
7.2.3 解决措施和方法	127
7.3 防水工程监理	128
7.3.1 工程监理概述	128
7.3.2 防水材料质量监理	130
7.3.3 防水工程施工质量监理	134
7.3.4 工程施工质量验收	137
思考题	139
参考文献	142

第 1 章

绪 论

1.1 防水工程的定义与分类

1.1.1 防水、防水工程、防水工程学

水是生命之源，水是万物之母，地球有了水，便有了生命，有了万物的存在。可见水对人们和地球万物是何等的重要，它一刻也不能缺少，世界各地由于缺水，地区变成了荒芜的沙漠；由于缺水，生物便因渴死亡。但水量也不能过多，水患是发生自然灾害的一个普遍现象，世界上每年都有水患给人们带来灾难；若人们干净的生活处所被水侵入，对于人们提高生活质量也是很协调的，因而建筑物渗漏是人们非常重视的问题。古代民间传说“老虎都不怕，只怕漏”，道出了自古人们就被漏雨所困扰。在当今社会，人们追求高质量的生活，舒适的生活环境，但是建筑物的渗漏问题使人们头疼不已，现在多数人都有体会、碰到过、见到过渗漏带来的危害。

(1) 防水：以人为的排除或隔绝的方式，对因水的作用而对人类活动产生危害的防御方法。概括地说，防水是防止雨水、地下水、工业和民用的给水排水、腐蚀性液体以及空气中的湿气、蒸汽等侵入建筑物的方法。如防止雨水从屋顶漏到室内，从外墙透过墙体渗到室内。另一个是防止水的流失，防止水的渗出，如蓄水池、泳池、水渠等。

(2) 防水工程：因水的作用而对人类建造工程的危害而采取防治方式的总称。防水工程是为了防止水对人类建造工程的危害而采取一定的构造方式、特殊的材料方式进行设防。一是采取“导”，将水排除，如加大排水坡度，设置疏水泄水层，排水沟等方式，以减少对工程的危害；二是采取“防”，即采取各种方法，将水隔绝在不得侵入需干燥的部位，如屋面防水层采用卷材、涂料等材料。实施这些手段的工程均称为防水工程。

(3) 防水工程学：应用科学的方法采取构造、材料等一切手段阻止水对人类建造工程的危害的研究。防水工程学是研究实施防水工程的各种硬件和软件，研究防水工程的设计理论、材料标准(准则)，研究为适应设防主体防水功能要求的材料生产和应用，研究防水工程的实施，研究确保防水工程质量措施等的一门

学科。

1.1.2 防水工程的分类

防水工程的分类见表 1-1。

防水工程分类表		表 1-1
防水工程分类	细 目	
建筑防水工程	平屋面防水、种植屋面防水、坡屋面防水、地下室防水、外墙面防水、室内楼地面防水、厨房防水、厕浴间防水、阳台防水、水池防水、储液池防水、游泳池防水	
市政防水工程	地铁车站防水、地铁区间防水、高架桥防水、立交桥防水、地下人行通道防水、人工湖防水、垃圾填埋场防水、污水处理池防水、管线沟道防水、大型水池防水、隧道防水	
道桥防水工程	高速公路和铁路专线路面防水、桥梁防水、隧道(冻土层)防水	
水利防水工程	水库大坝防水、输水隧洞防水、输水渠防水、储水池防水、码头防水	
矿山防水工程	坑道防水、竖井防水	

1.2 防水材料工程发展简史

1.2.1 古代防水

先民从居洞穴搬到平原，利用树枝、树叶在树上搭棚以避风雨和野兽，后以土为墙，植物草叶、天然石板、夯土为盖组成房子。我国自秦汉以后发明了砖瓦，开始墙面用砖，顶面用瓦。屋顶用致密的多层叠合的具有一定防水能力的瓦进行防水，又以大坡度将水排走，所以它是防排结合，以排为主，以防为辅的技术。这种以构造防水为主，材料防水为辅，构造和材料相结合的防水做法，延续了近两千年。当时的经济发展条件，只是对居住房屋进行防水，避免雨水侵入室内，民间住房多以草屋，冷摊(铺)瓦屋面，栈砖坐灰瓦屋面，北方少雨地区夯土、砖拱覆土为主。至元宋代以后，宫殿庙宇建筑则大部为琉璃瓦，而且采用了多道设防。目前尚存的故宫，青砖墙，用石灰加糯米汁或杨桃腾汁调制为灰浆，磨砖对缝砌筑，有了相当好的防水功能。屋顶则采用五道(层)以上防水层，首先在木望板上铺薄砖，上铺贴桐油浸渍的油纸，上拍灰泥层，先将石灰加糯米汁拌合铺抹一层，后将麻丝均匀地拍入，它是一层具有一定强度、很大韧性、致密不会开裂的防水层。灰泥层上铺一层金属“锡拉背”(锡合金)，用焊锡连接成整