

//

刘庆普 编

建筑防水 与堵漏



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

建筑防水与堵漏

刘庆普 编

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑防水与堵漏/刘庆普编. —北京: 化学工业出版社, 2002.2
ISBN 7-5025-3488-1

I. 建… II. 刘… III. ①建筑防水-工程施工 ②建筑材料: 防水材料 IV. TU761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 081475 号

建筑防水与堵漏

刘庆普 编

责任编辑: 窦臻 田桦

责任校对: 陶燕华

封面设计: 田彦文

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 345 千字

2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3488-1 / TU·8

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

建筑工程渗漏是影响建筑工程使用功能最为突出的问题之一。由于建筑物渗漏，每年国家要花费巨资进行防水与堵漏。

建筑防水是一门综合性、应用性很强的工程技术学科，涉及到建筑防水工程的设计与防水施工工艺技术，高分子特性与防水材料的关系，新型防水材料的质量与鉴别，建筑物与构筑物防水质量监控及维护管理，渗漏综合治理等各个方面。可以把它视为一个系统工程。

为使建筑物的渗漏率降低到最低，本书较系统的介绍了建筑防水设计要点，高分子与新型建筑防水材料的密切关系，防水材料的性能与质量鉴别，屋面工程新材料、新技术及新工艺，建筑物与构筑物渗漏后的综合治理方法。

本书在编写过程中得到天津大学有关部门的大力支持。参加编写第4章和第8章的还有孙凤明、郝健。全书由曹同玉教授主审，孙凤明高级工程师审核，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中可能会有不少疏漏和不妥之处，望读者批评指正，以便改进。

编 者

2001 年 10 月 10 日

内 容 提 要

全书围绕建筑防水系统工程涉及的内容，着重介绍如何提高防水工程质量，以及建筑物与构筑物渗漏治理。阐述了高分子材料特性与新型建筑防水材料的对应关系，系统介绍了防水卷材、防水涂料、密封材料和刚性防水材料四大类建筑防水材料，以及典型产品的制备方法与质量鉴别。书中还介绍了近年来发展起来的屋面工程新材料、新技术及新工艺，并列举有大量工程实例，具有较强的实用性。

本书适用于建筑防水工程设计、施工、堵漏和质监等技术人员阅读，并可供相关行业人员参考。

目 录

1 绪论	1
1.1 建筑防水工程的基本情况	2
1.1.1 建筑防水设计现状与基本要求	2
1.1.2 建筑防水材料发展现状与水平	5
1.1.3 建筑防水工程施工与维护管理	13
1.2 建立防水工程系统工程	15
1.3 建筑物与构筑物渗漏的治理	16
参考文献	17
2 建筑防水材料中的高分子	18
2.1 高分子基础知识	19
2.1.1 高分子定义	19
2.1.2 高分子的主要特征	19
2.1.3 高分子的改性	23
2.1.4 合成高分子材料的分类	25
2.2 建筑防水材料常用高分子的合成与性能	27
2.2.1 聚乙烯	27
2.2.2 无规立构聚丙烯	28
2.2.3 聚氯乙烯	31
2.2.4 热塑丁苯橡胶	33
2.2.5 三元乙丙橡胶与丁基橡胶	35
2.2.6 氯化聚乙烯与氯磺化聚乙烯	37
2.2.7 聚氨基甲酸酯	37
2.2.8 丙烯酸酯聚合物及其共聚物	38
2.2.9 有机硅聚合物	40
参考文献	43
3 建筑防水卷材	45
3.1 沥青防水卷材	45

3.1.1	沥青及改性沥青	45
3.1.2	沥青防水卷材的主要品种	48
3.2	高聚物改性沥青防水卷材	50
3.2.1	塑性体聚合物改性沥青防水卷材	51
3.2.2	弹性体聚合物改性沥青防水卷材	54
3.2.3	橡塑共混体聚合物改性沥青防水卷材	57
3.3	沥青基防水卷材的等效性	58
3.4	合成高分子防水卷材	59
3.4.1	三元乙丙橡胶防水卷材	60
3.4.2	聚氯乙烯防水卷材	65
3.4.3	TPO 防水卷材	68
3.4.4	丁基橡胶防水卷材	69
3.4.5	氯磺化聚乙烯防水卷材	70
3.4.6	氯化聚乙烯类防水卷材	72
3.4.7	聚乙烯类防水卷材	74
3.4.8	橡塑防水卷材	77
3.4.9	其他类型防水卷材	78
3.4.10	高分子防水卷材质量指标和性能比较	80
3.5	卷材用胶粘剂现状与发展	82
3.5.1	改性沥青胶粘剂	83
3.5.2	合成高分子胶粘剂	84
3.5.3	新型高强度胶粘剂	86
参考文献		92
4	建筑防水涂料	94
4.1	建筑防水涂料的性能特点与分类	95
4.2	沥青基防水涂料	96
4.3	高聚物改性沥青防水涂料	97
4.3.1	氯丁橡胶沥青防水涂料	97
4.3.2	溶剂型顺丁橡胶改性沥青防水涂料	99
4.3.3	水乳型丁苯橡胶改性沥青防水涂料	99
4.3.4	再生橡胶沥青防水涂料	100
4.3.5	SBS 改性沥青防水涂料	101
4.3.6	APP 改性沥青防水涂料	105

4.4	合成高分子防水涂料	106
4.4.1	聚丙烯酸酯类防水涂料	107
4.4.2	彩色 VAE 防水涂料	115
4.4.3	有机硅类型防水涂料	116
4.4.4	高性能水乳型橡胶防水涂料	123
4.5	JS 复合防水涂料	126
4.6	聚氨酯防水涂料	128
4.6.1	焦油型聚氨酯防水涂料	129
4.6.2	沥青聚氨酯型防水涂料	129
4.6.3	石油树脂型聚氨酯防水涂料	132
4.6.4	单组分聚氨酯防水涂料	136
4.6.5	双组分羟基固化型防水涂料	137
4.6.6	水性聚氨酯	138
4.6.7	喷涂聚脲弹性体	145
4.6.8	CTPU-彩色弹性聚氨酯防水涂料	145
参考文献		148
5	建筑防水密封材料	149
5.1	建筑密封材料的发展、分类、特性及要求	149
5.1.1	防水密封材料的发展概况	149
5.1.2	建筑密封材料的分类	150
5.1.3	建筑密封材料的特征	151
5.1.4	《屋面工程技术规范》GB 50207—94 对密封材料的要求	151
5.2	改性沥青密封材料	154
5.2.1	桐油沥青防水油膏	155
5.2.2	其他类型改性沥青弹性密封膏	156
5.3	合成高分子密封材料	157
5.3.1	聚丙烯酸酯类密封材料	157
5.3.2	氯磺化聚乙烯建筑密封膏	161
5.3.3	聚氨酯密封膏	163
5.3.4	聚硫密封膏	171
5.3.5	建筑硅酮密封材料	172
5.3.6	其他类型建筑密封材料	183
5.3.7	密封材料的合理选择	189

参考文献 192

6 刚性防水材料 193

6.1 防水混凝土 194

6.1.1 普通防水混凝土 194

6.1.2 外加剂防水混凝土 194

6.1.3 膨胀水泥防水混凝土 199

6.2 防水砂浆 204

6.2.1 刚性多层普通水泥砂浆防水 204

6.2.2 外加剂防水砂浆 205

6.2.3 聚合物水泥砂浆及聚合物混凝土 211

6.2.4 聚合物-水泥基复合防水材料 212

6.2.5 几种常见的聚合物水泥砂浆 214

6.3 粉末状防水材料与防水隔热粉 216

6.4 其他类型的防水材料 218

6.4.1 多功能弹性水泥防水材料 218

6.4.2 水泥基防水胶结粉 219

6.4.3 几种新型防水材料的问世 220

参考文献 224

7 建筑工程新材料、新技术及新工艺 225

7.1 刚性防水层 225

7.1.1 钢纤维混凝土防水层 226

7.1.2 微膨胀钢纤维混凝土刚性防水屋面 226

7.1.3 预应力混凝土防水层 227

7.1.4 粉状憎水材料防水层 228

7.2 屋面工程新材料及新技术 229

7.2.1 发泡聚氨酯硬泡沫体防水保温材料 229

7.2.2 双向拉伸聚氯乙烯板 236

7.2.3 共挤夹芯发泡聚氯乙烯板瓦 237

7.2.4 聚碳酸酯板 240

7.2.5 玻璃纤维增强塑料板瓦 241

7.2.6 金属板类型屋面材料 243

7.2.7 柔性防水材料 250

7.3 刚柔结合的防水方法 260

7.3.1	屋面防水等级的设防要求	261
7.3.2	屋面形式与工程技术的发展	261
7.3.3	防水层中各层材料的合理搭配	261
7.3.4	刚柔结合建筑工程举例	262
7.4	新型屋面形式	264
7.4.1	倒置式屋面	264
7.4.2	设置隔汽层屋面	267
7.4.3	架空隔热屋面	267
7.4.4	种植屋面	268
7.4.5	蓄水屋面	269
7.4.6	复合排汽排水屋面	271
7.5	新型防水材料施工工艺	272
7.5.1	新型防水卷材施工	273
7.5.2	涂料防水施工	279
7.5.3	密封材料施工	282
7.6	防水材料的合理选择	284
7.6.1	屋面工程防水材料的选择原则	285
7.6.2	地下工程、厨房及卫浴间防水材料的选择原则	290
7.6.3	防水材料的质量鉴别	291
7.7	注浆堵漏材料	295
7.7.1	环氧树脂类灌浆材料	296
7.7.2	聚氨酯类灌浆材料	299
7.7.3	丙烯酰胺类灌浆材料	300
参考文献		301
8	建筑渗漏与治理	302
8.1	外墙渗漏水的原因与治理	302
8.1.1	建筑物幕墙的防参与治理	304
8.1.2	建筑物外墙接缝类型与渗漏治理	309
8.1.3	建筑物外墙雨水渗透动力特性	310
8.1.4	外墙防水设计问题与对策	313
8.1.5	外墙防水层的材料选择问题	315
8.1.6	外墙防水层的施工	320
8.1.7	管理问题	322

8.1.8 对已渗漏外墙的治理	323
8.1.9 近年来治理外墙渗漏的新材料与新工艺	329
8.2 女儿墙渗漏的原因与治理	338
8.2.1 有女儿墙的屋面容易渗漏的主要原因	338
8.2.2 确保女儿墙防水施工质量	341
8.2.3 女儿墙渗漏后的治理	344
8.3 厕浴间渗漏原因与治理	345
8.3.1 厕浴间渗漏水产生的原因	345
8.3.2 厕浴间渗漏治理	346
8.3.3 聚合物水泥复合防水涂料在厕浴间的应用	349
8.3.4 CIPU 彩色弹性聚氨酯防水涂料在厕浴间的应用	352
8.3.5 厕浴间防水工程小结	355
8.4 地下工程渗漏的原因与治理	356
8.4.1 地下工程渗漏水现象及产生原因	356
8.4.2 地下工程渗漏水的治理	358
8.5 港口码头及船坞的堵漏与修补	373
8.5.1 灌浆处理	373
8.5.2 天津港 27 段集装箱码头修补	374
8.6 屋面渗漏原因与治理	378
8.6.1 防水层剥离与脱缝的原因与治理	379
8.6.2 防水层收头脱落与破损的治理	380
8.6.3 密封材料开裂、脱落及防水层积水的治理	382
8.6.4 卷材屋面空鼓、块体保护层隆起或脱落的治理	383
8.6.5 平瓦坡屋面渗漏的治理	384
8.6.6 天沟、檐沟、屋面反梁过水孔、屋面出入孔及屋面上 设施部位渗水的治理	385
8.6.7 混凝土刚性屋面开裂渗漏的治理	386
8.6.8 卷材屋面开裂渗漏的治理	387
8.6.9 屋面“三缝”的治理	388
8.6.10 屋面防水工程治理小结	389
参考文献	390
附录	392

1 绪 论

建筑防水工程是一门综合性、应用性很强的工程技术科学，是建筑工程技术的重要组成部分。防水工程质量的好坏直接关系到建筑物和构筑物的使用寿命和人民的安居乐业，同时关系到生产能否正常进行。但是，长期以来，建筑工程渗漏问题一直困扰着人们，尤其是屋面和厕浴间渗漏问题，群众反映最为强烈，各级主管部门对此十分重视，1991年建设部印发了《关于治理屋面渗漏的若干规定》的通知。最近几年，通过对房屋渗漏问题的治理，新建房屋渗漏问题有所好转，但还未从根本上解决问题，仍有约占总量30%的建筑在防水工程方面存在缺陷，致使房屋渗漏问题日益突出，给国家财产和人民的的生活造成很大损失及不必要的烦恼。前不久，全国消费者协会公布了1999年全国消费者投诉统计情况，其中42%是由于房屋渗漏引起，数字令人吃惊，同时也引起了建设部的高度重视。为解决建筑渗漏问题，建设部建设监理司日前对建筑防水工程提出四项控制要点^[1]。

(1) 设计要认真贯彻技术标准 房屋建筑工程的防水工程设计，必须要由有防水设计经验的人员承担。防水工程设计应适应结构工程设计的特点和需要，认真贯彻 GB 50207—94《屋面工程技术规范》（或下文简称规范），同时应执行或参考华北、西北标办的“88J防水构造标准图集”以及地方建设行政主管部门编写的地方规程及推荐方法。

(2) 优选防水材料，提高新型防水材料的应用率

a. 新型防水材料分别具有不同的特性和各自的应用范围 应根据建筑物的等级、性质、功能和构造等特点以及本地区的环境条件，选择适宜的防水材料。

b. 选材必须和施工方案设计及施工条件要求相结合 当工程

可能出现变形或裂缝时，应优先选用具有高强度、高伸长率的防水材料。当采用材料的伸长率较低时，应以点粘法、条粘法或空铺法来弥补。

(3) 严格控制防水材料的质量 坚持实行对防水材料使用认证检测制度，确认一批可靠的防水材料在本地区推荐使用。选用新型防水材料应坚持高标准，有国家标准或行业标准的一定要执行，目前尚无统一行业标准的一定要执行地方标准。选用新型防水材料要注意技术配套，应优先选用具有配套材料、施工工具、施工规程及标准的产品。且通过对进入现场的防水材料的抽样检测，杜绝残次品及假冒伪劣产品，防水材料的保证期不得低于 10 年。

(4) 制定合理的施工方案 防水工程设计一般只是对材料及工程设计的总体要求进行了规定，在施工前，还需要根据现场的具体环境及具体部位提出相应的操作要求，制定具体指导施工的施工方案，并认真实施。

1.1 建筑防水工程的基本情况

1.1.1 建筑防水设计现状与基本要求

当前设计部门比较重视的是结构设计和建筑造型，而对防水设计不太注重。设计人员把主要精力用于建筑平面布局、立面处理、细部构造、选用装修材料及工种协调等几方面，防水仅是设计中很小的一部分，甚至只有一句话“三毡四油”或“二布三涂”等。这样以来，就使不少工程的防水处理在设计过程中已留下隐患，或者给防水施工带来一定的难度，甚至有的工程在设计时根本不考虑防水措施，因此防水设计的不合理是造成众多建筑物渗漏的原因之一。

有人认为渗漏和设计关系不大，渗漏造成的损失，没有人追究设计责任。设计人员不感到有压力，自然就淡化了责任心。因此很多设计院没有专设防水设计的人员和审定防水设计的程序，承建方可以随意更换材料，却无人制止。当前新型建筑材料发展很快、品种繁多、形态不一、性能各异、真假难辨，不少设计人员对这些新

防水材料的性能指标、规格特点、防水机理、使用技术等情况了解不够，不清楚选择材料要依据建筑等级、当地气候、水文地质、建筑类型、具体部位等因素来确定。有的设计单位因为对新型防水材料缺乏了解，对其耐久性有疑虑，往往持观望态度。有的即使采用新型防水材料，亦因为防水层预算只有 2%（屋面防水工程造价一般仅占工程费的 2% 左右，此值远低于 20 世纪 50 年代的标准，致使设计人员只能选用价低质次的防水材料）给选材带来困难。有的对现代化新型建筑的防水设计经验不足，如屋面排水口设计数量不够，口径过小，基础设计未留变形缝、抗震缝等。有的是因为对细部构造节点防水处理方法不妥，缺乏耐久性措施，用钉木砖的固定方法太陈旧，需改用金属固定方法（这些都应在设计节点图中进行标明）。有的未能针对屋面结构的预制化、整体化、大跨度容易增大移动量的具体情况，及时选用能适应屋面结构伸缩或开裂变形需要的，具有较高延伸能力的新型防水材料等。

有关统计显示^[2]，由于设计不合理造成的渗漏率占 26% 以上。因此建筑防水工程设计至关重要^[3~5]，它是能否确保防水工程质量的前提。

当前应立即制定防水工程设计规范，加强对设计人员的培训，使设计人员充分了解各种新型防水材料及其特性，熟悉设计规范、标准图集，用好新型防水材料，把过去单一的造价观念转变到造价-功能观念，树立起防水工程是一项系统工程的概念，注重整体设防的概念，建立起“防排结合、刚柔结合、节点密封、复合防水、多道设防”等设计原则。防水设计要由过去的单一材料向根据材料的不同复合使用发展；由过去的单道防水向多道设防转变；由孤立的防水层设计转向根据基层特点确定防水层的一体化设计；同时更加注重节点部位防水设计的完善。只有提高使用新型建筑防水材料的防水工程的设计水平，才能从根本上改变目前的现状。

屋面防水工程设计一般应遵循以下原则。

(1) 可靠性 防水方案的提出和确定主要涉及三项内容：防水部位、选择防水材料、细部构造和节点做法。防水部位的特殊性，

要求防水材料来适应；防水部位和防水材料又要求节点构造、细部做法来落实和保证。为使设计人员设计时有章可循，规范针对各种不同的屋面工程的每一章都有“设计要点”和“细部构造”的规定，同时还规定“应根据工程特点、地区自然条件等，按照屋面防水等级的设防要求，进行防水构造设计，重要部位应有详图”。对屋面排水系统和保温隔热系统应通过计算确定。设计时一定要考虑设计方案的适用性，防水材料的耐久性和合理性，操作工艺、技术可行性以及节点的详细处理等，以保证防水材料在使用年限内不会发生渗漏。

(2) 遵循“以防为主、防排结合”的设计原则 新规范提出：“结构找坡宜为3%；材料找坡宜为2%；天沟纵向坡度不小于1%；水落管内径不应小于50mm；一根水落管的屋面最大汇水面积应小于200m²”。屋面工程设计时，对水落管的管径、数量和保温层的厚度等，应通过计算确定。上述规定必须在设计中明文指出。

(3) 刚柔结合，板块分格，自由脱离，互不制约 规范提出将刚性层事先留出分格缝，使大面变成规则的小板块，板块间留出伸缩缝，缝中间嵌填柔性防水密封材料，使变形应力转移到板缝中，以避免基层混凝土、找平层和刚性防水层的开裂；为避免刚性防水层与基层或刚性保护层与柔性防水层之间因变形相互制约而产生裂缝，在二者间应设隔离层。

(4) 节点密封 防水工程节点部位（檐口、天沟、水落口、泛水、压顶、收头、变形缝、分格缝、穿过防水层管道、预埋件、出入口、施工缝、地漏等）是最容易渗漏水部位，而且是变形集中表现的地方，大多数形状复杂、不规则、表面不是平面、转弯抹角多、施工面狭小、施工工序多、操作较困难，节点部位也是受自然条件和人为损坏最为严重的部位。不同的节点形式，不同节点部位，不同的构造做法和不同的用材，会形成各种不同的细部构造。因此，节点部位必须做到精心设计，充分考虑各种变形的影响，使节点设防满足变形的需要；柔性密封、防排结合、材料防水与构造防水相结合；互补并用，多道设防，并强调完善、耐久、整体设防

能力。在防水工程中根据具体情况，遵照节点设计原则和标准大样图进行精心单个设计。节点部位应该使用强度高、弹性好、延伸性大、耐久性长的高分子密封材料，并要对节点部位进行认真细致的密封处理。

(5) 复合防水，多道设防 防水工程中采用不同材质的防水材料，利用各自具有的特性，复合使用以发挥各种防水材料的优势性能互补，以提高防水工程的整体性能。设计时应指明选用防水材料的标准、型号及技术要求，并附上防水层设计详图。规范规定在卷材、涂膜、密封材料上应做保护层，这样可以大大延长柔性防水层的寿命。

防水工程最基本的要求就是绝对不漏水。为提高其可靠性，新规范规定，对于不同的屋面防水等级和防水层耐用年限，有不同的构造要求和选材要求，并提出分别将高、中、低档防水材料复合使用，进行屋面防水一道或多道设防，以此作为设计人员作屋面工程设计的依据^[6~8]。

1.1.2 建筑防水材料发展现状与水平

建筑物的防水是依靠具有防水性能的材料来实现的，其质量优劣直接关系到防水层的耐久年限。防水工程的进步首先要求防水材料的不断发展，工程质量的高低则是以防水材料的优劣为前提的。因此，防水材料的发展在世界各国都受到重视，成为一个比较活跃的领域。

1.1.2.1 国外建筑防水材料的使用情况^[9]

20 世纪六七十年代工业发达的国家已开发出 SBS（热塑丁苯橡胶）、APP（无规立构聚丙烯）等改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材，经过二三十年的发展、完善和提高，加上材料自身的特性，其已成为占主导地位的防水材料。在欧洲，防水材料的使用，以改性沥青防水卷材为主，其使用率分别是：法国 85%、意大利 95%、挪威 65%，德国、英国和瑞典等也都在 50% 以上。其中意大利以 APP 改性为主，其他国家都以 SBS 改性为主。在德国，合成高分子防水卷材的用量占防水材料总用量的 40% ~ 45%，在瑞

士这一比例为 60%，在荷兰为 40% ~ 50%，在英国为 30% ~ 35%。以上数据表明，在欧洲以使用防水卷材为主，其用量几乎占防水材料总量的 95%。在美国三元乙丙橡胶卷材（EPDM）的用量位居所有防水材料之首，1995 年其用量在新建屋面中占 33%，在维修屋面中占 25%。日本使用的建筑防水材料 with 西方发达国家基本相同，而且某些方面超过了西方，如解决了屋面渗漏、墙面渗漏和地下建筑渗漏等诸多问题。日本的防水材料主要包括沥青卷材、改性沥青卷材、高分子卷材、涂料、密封材料以及地下防水材料六大类。

20 世纪 90 年代各国在防水材料的品种、规格、质量及应用技术等方面也有不同程度的改进。近几年又增加了部分新品种，比如阻燃 SBS 和 APP 改性沥青防水卷材；条状涂盖层改性沥青防水卷材；市政工程用 APP 改性卷材等。参见图 1-1、图 1-2 及图 1-3。

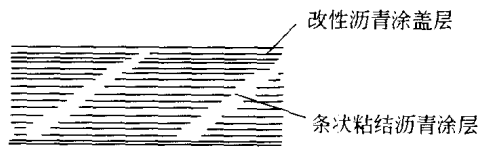


图 1-1 德国 ICOPOC 改性沥青卷材底面示意图

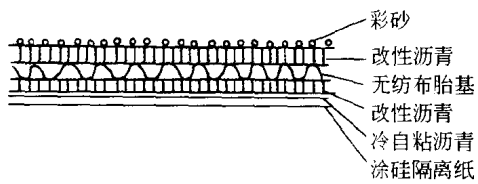


图 1-2 日本田岛株式会社条状涂盖沥青卷材构造图

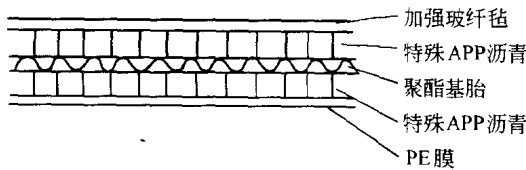


图 1-3 比利时 DERBIGVM GC 公司的 APP 改性沥青卷材构造图