



建筑外墙 防水与渗漏治理技术

瞿培华 主 编
胡 骏 陈少波 副主编

JIANZHU WAIQIANG
FANGSHUI YU SHENLOU ZHILI JISHU

中国建筑工业出版社

建筑外墙防水与渗漏治理技术

瞿培华 主编
胡 骏 陈少波 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑外墙防水与渗漏治理技术/瞿培华主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 2
ISBN 978-7-112-20490-8

I. ①建… II. ①瞿… III. ①建筑物-外墙-建筑防水 IV. ①TU227

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 039111 号

本书系统、全面地介绍了建筑外墙防水与渗漏治理技术。依据《建筑外墙防水技术规程》JGJ/T 235 编写。全书共分九章。主要内容包括: 外墙防水基本原理; 外墙防排水设计; 外墙防水材料; 装配式建筑外墙防水; 外墙部位与节点防水; 外墙防水工程质量控制; 建筑外墙渗漏水原因分析与治理; 建筑外墙防水推荐做法; 外墙防水工程与渗漏水治理案例。

本书可供建筑设计、施工、材料、质量、监理、检测、防水等人员使用。

责任编辑: 郭 栋

责任设计: 王国羽

责任校对: 李美娜 张 颖

建筑外墙防水与渗漏治理技术

瞿培华 主编

胡 骏 陈少波 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京佳捷真科技发展有限公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15¼ 字数: 378 千字

2017 年 3 月第一版 2017 年 3 月第一次印刷

定价: 77.00 元

ISBN 978-7-112-20490-8

(29935)

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)

编委会

主 编：瞿培华

副主编：胡 骏 陈少波

编 委：朱国梁 张道真 秦绍元 甘生字 王 莹
石伟国 张 勇 戴尔仁 邓 凯 冯海波
杨浩成 王荣柱 方 勇 邓 腾 童未峰
林旭涛 杜卫国 赵铁力 王生宝 杜 昕
金仲文 王万和 朱浩宇 王怀松 周立学
张泳东 任绍志 王鸿鹏 黄生辉 雷 淦

主编单位：深圳市防水行业协会

深圳市建筑工程质量安全监督总站

参编单位：万科地产深圳分公司

广东东方雨虹防水工程有限公司

深圳市新黑豹建材有限公司

科顺防水科技股份有限公司

深圳市先泰实业有限公司

深圳蓝盾控股有限公司

深圳市卓宝科技股份有限公司

深圳市朗迈建材工程有限公司

深圳市耐克防水实业有限公司

深圳弘深精细化工有限公司

北京圣洁防水材料有限公司

广西金雨伞防水装饰有限公司

广东宏源化工建材有限公司

江苏凯伦建材股份有限公司

深圳市卓众建材有限公司

华鸿（福建）建筑科技有限公司

德高（广州）建材有限公司

广东普赛达密封粘胶有限公司

深圳市巍特工程技术有限公司

江门市禹成新型建材有限公司

深圳康波力特精细化工有限公司

序

建筑防水是关系到国计民生的重要产业，关乎建筑安全和寿命，关乎百姓民生和安康。

改革开放以来，我国建筑防水行业有了长足的发展，产品质量、应用技术和相应的标准规范逐步完善，这是长期以来建筑防水企业、行业组织及广大科技工作者艰苦奋斗取得的成绩。

建筑防水涉及建筑物（构筑物）的外墙、地下室、楼地面、屋顶等诸多部位。其中外墙防水工程在整个建筑工程中占有重要的地位。他不仅保护建筑外墙的装饰效果，更主要的是维护建筑的使用功能和居住的舒适。

近日，收到由深圳市防水行业协会和深圳市建筑工程质量安全监督总站联合出版的《建筑外墙防水与渗漏治理技术》文稿，阅读感到本书内容颇为新颖、实用，综观全书具有以下特点：

1. 概括和分析了外墙防水工程的原理、设计及材料，内容具有整体性；
2. 总结与揭示了当前外墙防水工程常见的质量问题，内容具有针对性；
3. 以标准、规范相关规定为准绳，以解决渗漏防治为目标，内容具有指导性；
4. 汇集专家经验，分析渗漏原因及其危害性，内容具有专业性；
5. 从具体案例分析入手，提出治理措施及通用做法，内容具有实用性；
6. 附有大量图表，图文并茂，内容具有可操作性。

总体上说，本书对提高建筑外墙防水与渗漏治理有较好的指导作用。

值得特别提出的是：本书的出版得到了深圳市质监部门对建筑渗漏局面的高度重视和大力支持，在国内尚属首例。此书不仅面向深圳，更可为全国建筑防水企业和广大从业人员借鉴，具有推广价值。

在本书付梓之际，应邀作序，谨此表达我对本书出版的赞赏与支持。

朱冬青教授

2016年12月于北京

（朱冬青：中国建筑防水协会秘书长、中国建筑防水专家委员会主任委员、湖北工业大学兼职教授、教授级高工）

目录

第 1 章 外墙防水基本原理	1
1.1 外墙防水基本原理	1
1.2 雨强、雨速、雨滴大小	2
1.3 风级、风速、风压	3
1.4 水的渗透作用	3
1.5 墙面的雨水量、渗透水压及渗漏	4
1.6 砂浆的收缩变形及减少收缩方法	7
1.7 砌块、砌筑砂浆对砌体墙裂缝开展的影响	9
1.8 砂浆的弹性模量与开裂的关系	10
1.9 墙体表面材料线膨胀系数对开裂的影响	11
1.10 强风时窗框与墙体间的裂缝	13
1.11 外墙防水与透气	14
1.12 外墙防水的误区	18
第 2 章 外墙防排水设计	24
2.1 外墙防排水的基本要求	24
2.2 外墙防排水的措施	25
2.3 外墙构造排水措施	27
2.4 墙体结构自防水	27
2.5 墙体自保温或无外墙外保温墙体防水	30
2.6 非外墙外保温幕墙结构墙体防水	34
2.7 外墙外保温结构墙体防水	35
2.8 欧美外墙防水、防潮系统	43
2.9 墙面绿化与外墙防水	51
2.10 《建筑外墙防水技术规程》主要内容	54
第 3 章 外墙防水材料	58
3.1 外墙防水材料	58
3.2 防水材料的相容性	59
3.3 聚合物水泥防水砂浆	60
3.4 普通防水砂浆	61
3.5 聚合物水泥防水浆料	62

3.6	聚氨酯防水涂料	63
3.7	聚合物水泥防水涂料	65
3.8	聚合物乳液防水涂料	66
3.9	防水透汽膜	67
3.10	有机硅防水剂	68
3.11	无机纳米防护剂	69
3.12	密封胶	70
3.13	丁基密封胶带	72
3.14	接缝带(缝宝)	73
第4章	装配式建筑外墙防水	75
4.1	装配式建筑概述	75
4.2	装配式结构外墙防水设计	76
4.3	材料	84
4.4	装配式建筑外墙接缝防水施工	85
第5章	外墙部位与节点防水	87
5.1	女儿墙、檐口防水	88
5.2	阳台、雨篷防水	95
5.3	外挑线脚防水	99
5.4	门、窗防水	100
5.5	外墙墙身防潮	107
5.6	穿墙构件防水	108
5.7	混凝土梁、柱与砌体墙接缝防水	112
5.8	墙面分格缝防水	114
5.9	外墙变形缝防水	117
第6章	外墙防水工程质量控制	122
6.1	外墙防水设计质量控制	122
6.2	外墙防水施工质量控制	125
6.3	外墙防水质量检验	128
第7章	建筑外墙渗漏水原因分析与治理	131
7.1	外墙渗漏水成因原理	131
7.2	渗漏水原因查找步骤	132
7.3	渗漏水原因判断	133
7.4	制定维修方案应考虑的问题	135
7.5	外墙裂缝渗漏	137
7.6	外墙空鼓渗漏水	140

7.7	外墙不规则裂纹渗漏	141
7.8	面砖外墙渗漏水	142
7.9	门窗周边渗漏	144
7.10	外墙孔洞漏水	147
7.11	雨篷、外挑线脚渗漏水	148
7.12	高低跨墙根渗漏	148
7.13	保温外墙渗漏	149
7.14	外墙分格缝渗漏水	150
7.15	幕墙结构外墙渗漏水	151
第 8 章	建筑外墙防水推荐做法	153
8.1	我国气候与降水基本情况	153
8.2	非保温建筑的外墙防水	154
8.3	外墙外保温的外墙防水	154
8.4	幕墙结构防水	154
8.5	防水透汽膜外墙运用推荐做法	155
8.6	常用防水层厚度	155
8.7	HB 聚合物水泥防水砂浆、HB 聚合物水泥防水涂料外墙防水推荐做法	161
8.8	卓宝装饰保温复合板外墙防水推荐做法	164
8.9	高分子益胶泥外墙防水推荐做法	167
8.10	德高 K11 防水浆料外墙防水推荐做法	170
8.11	普赛达力键系列密封胶外墙防水推荐做法	173
8.12	缝宝接缝带外墙防水推荐做法	178
8.13	杜邦 TM 特卫强® 防水透汽膜外墙防水推荐做法	182
8.14	日东电工防水胶带 (全天胶带) 外墙防水推荐做法	185
第 9 章	外墙防水工程与渗漏水治理案例	191
9.1	广州市某住宅小区外墙渗漏水治理案例	191
9.2	海南省海口别墅及高层住宅外墙渗漏水治理案例	195
9.3	珠海市某小区外墙渗漏水治理案例	199
9.4	深圳市福田区某住宅小区外墙漏水治理案例	201
9.5	深圳市南山区某大楼外墙渗漏水治理案例	203
9.6	深圳市龙岗区某小区住宅、别墅外墙防水工程案例	205
9.7	南京市中航科技城项目窗框密封防水案例	206
9.8	广东中山市棕榈彩虹项目外墙防水工程案例	208
9.9	福州市鼓楼区某工程外墙渗漏水治理案例	210
附录 A	外墙防水相关规范、标准一览表	214
A.1	规范、规程	214

A.2 防水材料标准	214
A.3 密封材料标准	215
A.4 灌浆材料标准	215
A.5 其他材料标准	215
附录 B 全国主要城镇降水量及风压强度表	217
附录 C 外墙防水材料检录	226
参考文献	234

第 1 章 外墙防水基本原理

1.1 外墙防水基本原理

建筑物外墙属建筑的围护结构，它的主要功能是保证建筑室内空间达到要求的使用效果，其次是体现建筑外观形态。我国在 20 世纪 50 年代和 60 年代的建筑外装饰，基本停留于一般水平，除国家重点的公共建筑和纪念性建筑物以外，大部分建筑物是采用清水外墙，以红砖青瓦衬托和协调环境色彩。20 世纪 60 年代末，随着混凝土构件和砌块的发展与应用，以及黏土砖外表质量的退步，清水外墙大幅度减少，外装饰逐步趋向普通抹灰饰面。因此，在 20 世纪 70 年代形成了外装饰“灰面孔”格局。近年来，随着国家经济建设的发展和人民生活水平的提高，建筑造型和墙面形式已十分丰富，各类饰面砖、幕墙等造型多样，而且新材料、新工艺日新月异，这些都给外墙防水提出了新的要求。

建筑物的外墙围护结构具有以下功能：

- (1) 防水 阻止雨、雪水进入。
- (2) 防潮 阻止雾气进入。
- (3) 保温和隔热 控制空气和热量交流，使室内温度满足使用要求。
- (4) 隔声 创造宜居的生活空间。
- (5) 美观 提供建筑美学的外观。

从以上可以看出，围护结构主要功能是防止自然因素对建筑结构的破坏及影响建筑的使用功能。建筑外墙防水不仅有效防止水气进入建筑物内部，而且有利于减少室内外的热交换，保持室内温度平衡。

要保证建筑外墙的防水功能，就要分析水的来源和途径，找出解决防止水进入建筑内的方法，将这些方法用绘图和书面方式进行表达，就是外墙防水系统设计。

外墙防水系统的设计应包括三个步骤：

(1) 水源——对可能造成外墙渗漏水的水源进行分析，包括雨、雪及台风状态下的渗漏水路径；

(2) 整体防水设计——根据当地气候、建筑结构形式等，确定整体外墙采取结构体系自防水、防水材料防水等方案；

(3) 细部防水设计——对窗框、出墙管道、外挑构件等节点和部位进行防水设计。

水进入外墙的力学动力主要包括：

- ◆ 水的重力作用；
- ◆ 水的表面张力；
- ◆ 风力、气压对水的驱动作用。

水在重力作用下，会在平面积水并向四周扩散，窗台、女儿墙顶面、阳台、挑线平面

等,在整个下雨过程中,都会被全部湿透,较平坦的部位还会有滞留积水现象。因此,外墙面上的水平构件应设计成一定的排水坡度,加快自排水速度,减少渗漏水概率。

墙上的水由于其表面张力的作用,在表面扩大铺展。在门窗接缝处或混凝土与砌体的交接处,可能存在一些微小裂缝,水就会沿裂缝通道渗入建筑内部。因此,在窗顶、女儿墙顶设置滴水和泛水应成为建筑设计的强制性规定。

在台风地区或有强风地区,雨水对墙面有一定的冲击作用,同时还会产生室内外的压力差,气压推动水流进入结构内部。在这些有强风雨地区,应设置整体的外墙防水措施,而且需要对门、窗等部位进行防水加强处理。

从以上这些基本的作用原理分析可以得出,自然因素作用下的外墙结构要做到尽量不受外界的有害影响,围护结构应通过设计与施工达到使用功能要求。对影响最为严重的雨雪水渗透,外墙应建立一个可靠的防水系统,需要在围护结构的基础上,采用材料防水、构造防水、排水等方式,有效防止水分侵入建筑室内。

1.2 雨强、雨速、雨滴大小

造成外墙渗漏水的原因很多,不同的外墙形式、结构形式、饰面材料、墙体构造、门窗构件布置,都会影响到外墙防水性能。其中,降雨量和气候环境是主要的外界因素,结构形式设计、各种材料的选用和质量是内在因素,施工质量控制是管理因素。无论何种因素,最后会集中到墙面受雨水的影响程度及墙面抗渗漏的能力这两个要素上。围绕这两个要素,从力学角度分析降雨、风压、温差变形、材料收缩变形、门窗构件风压变形等因素的影响,分析造成墙面渗漏水的主要影响因素。

在进行渗漏分析前,我们先要对引起渗漏的“雨”和“风”的基本情况有一个了解。

降水强度是根据某一段时间内降水量的多少来划分的。通常,地方气象部门把降雨分为小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨和特大暴雨六种,大雨—特大暴雨的降水量,见表1-1。中国南方沿海地区雨水充沛,夏季常受台风影响,经常有暴雨和大暴雨天气。年降雨量通常在1500mm以上,许多城市年降雨量在2000mm以上,基本风压高达 $0.5\sim 1.0\text{kN/m}^2$ 。邻国日本与韩国的平均年降水量均在1500mm左右,部分地区超过2000mm。与中国相比,日本和韩国的国土跨度较小,各地年降水量比较均衡。

雨滴在下落过程中,大小与速度是不断变化的。降雨强度越大,相应雨滴直径越大,雨速也越快。雨滴在下降过程中会破裂成大小不等的雨粒,大暴雨雨滴最大直径约有 $5\sim 6\text{mm}$,表1-1中所列直径是指D50(占50%比例)的平均直径。雨滴在重力与空气阻力的共同作用下,其收尾速度通常近乎是匀速的,暴雨雨滴的终点速度在 7m/s 左右,见表1-1。

雨强、降水量、雨滴直径、雨滴终点速度

表 1-1

降雨强度	24h降水量(mm)	12h降水量(mm)	1h降水量(mm)	雨滴直径(mm)	终点速度(m/s)
大雨	25.0~49.9	15.0~29.9	8.1~15.9	1.52~2.06	5.39~6.40
暴雨	50.0~99.9	30.0~69.9	16.0~36.5	1.81~2.47	5.95~7.05
大暴雨	100.0~249.0	70.0~139.9	36.6~72.6	2.11~2.86	6.48~7.67
特大暴雨	≥ 250	≥ 140.0	≥ 72.7	≥ 2.47	≥ 7.04

1.3 风级、风速、风压

我国《短期天气预报》标准按蒲福风力级 (Beaufort Wind Force Scale) 从 0~17 分为 18 个等级, 每一级给出了相当于空旷平地上标准高度 10m 处的风速。6~12 级风力的风速见表 1-2。

风压是垂直于气流方向的平面所受到的风的压力。根据伯努利方程得出的风-压关系, 风的动压为:

$$wp = 0.5 \times r_0 \times v^2$$

式中 wp ——风压, kN/m^2 ;

r_0 ——空气密度, kg/m^3 ;

v ——风速, m/s 。

由于空气密度 (r_0) 和重度 (γ) 的关系为 $\gamma = r_0 \times g$, 在标准状态下 (气压为 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$, 温度为 15°C), 空气重度 $\gamma = 0.01225 (\text{kN/m}^3)$ 。纬度为 45° 处的重力加速度 $g = 9.8 \text{m/s}^2$, 我们得到:

$$wp = \frac{v^2}{1600}$$

计算得出相应风速的风压值, 见表 1-2。在建筑结构设计计算时, 不同地貌和不同高度的风压取值是有所变化的。以上是在地貌为空旷平坦, 高度为 10m 所测的基本风压。通过 B 类地貌风压高度变化系数计算, 不同建筑高度在不同风级下的风压变化, 见表 1-3。

风级、风速与风压表 (kPa)

表 1-2

风级	6 级	7 级	8 级	9 级	10 级	11 级	12 级
风速 $v(\text{m/s})$	10.8~13.8	13.9~17.1	17.2~20.7	20.8~24.4	24.5~28.4	28.5~32.6	32.7~36.9
风压 $wp(\text{kN/m}^2)$	0.07~0.12	0.12~0.18	0.18~0.27	0.27~0.37	0.38~0.50	0.51~0.66	0.67~0.85

风压高度变化值 (kPa)

表 1-3

建筑高度(m)	风压高度变化系数	6 级风速	8 级风速	10 级风速	12 级风速
10	1.00	0.07~0.12	0.18~0.27	0.38~0.50	0.67~0.85
50	1.67	0.12~0.20	0.30~0.45	0.63~0.84	1.12~1.42
100	2.09	0.15~0.25	0.38~0.56	0.79~1.05	1.40~1.78
200	2.61	0.18~0.31	0.47~0.70	0.99~1.31	1.75~2.22

1.4 水的渗透作用

砂浆、混凝土从微观上可以认为是多孔材料, 具有一定的透水性, 内部大量分布着半径大于 0.0003mm 的毛细孔。这些材料内部的孔隙大小与分布, 与他们的材料组成、配合比、外加剂使用、施工工艺等有关。水泥砂浆可以配制成具有一定韧性的聚合物水泥防水砂浆。与普通水泥砂浆相比, 其抗渗透性能要高很多。

水能吸附或进入混凝土、砂浆、砖等材料, 这是因为水与这些是互为浸润材料, 是这

些材料能被湿润的基本条件。水渗透进入墙体的基本动力是重力和张力，风压对水的渗透作用产生了一定的附加作用力。重力作用使水产生向下的运动趋势，而张力使水在多孔材料中，产生向上爬升的毛细现象。

重力是促使水分子向下运动的作用力，对外墙渗漏水做出的“贡献”有以下几个方面：

(1) 促使雨水从墙面的上端流向地面，将雨水更大范围地向下扩散到墙面上；

(2) 使落到窗台、雨篷等平面上的雨水在重力作用下平摊，将雨水在水平方向上更大范围地扩散；

(3) 吸入砂浆和其他多孔材料内的水分，在重力作用下向下不断渗透。同时，在阻力作用下向水平方向扩展，增加了物体内部的潮湿范围。

张力是指水分子的内聚力在水表界面上的作用，使得水表面自动收缩的现象称为水表面张力。表面张力促使液体缩小其表面面积，由于球面是同样体积下面积最小的体，因此在没有外力的情况下，液体在平衡状态下总是呈球状。水是混凝土、砂浆等无机建材的浸润液体，由于水的张力作用，水会沿这些固体表面延展，使液—气相间的界面呈一个弯曲表面。当向上的张力与所受的重力相等时，液体停止上升，达到平衡。

张力在外墙渗漏水方面做出的“贡献”，主要是由张力产生的毛细现象，使水逆重力方向爬升，在墙体没有被雨淋到的部位也会潮湿、渗水。砖块、砂浆中有许多细小的孔道，起着毛细管的作用。而且越小的毛细孔，水爬升的高度越高。

毛细作用在毛细管中上升的高度可通过以下公式计算：

$$h = 2\gamma \cos\theta / (\rho g r)$$

式中 h ——高度，m；

γ ——表面张力，N/m；

θ ——接触角；

ρ ——液体密度，kg/m³；

g ——重力加速度，N/kg；

r ——细管半径，m。

以海拔高度 0m 为简化计算模型，相应参数值为： $\gamma = 0.0728\text{N/m}$ ， $\theta = 20^\circ$ ， $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ ， $g = 9.8\text{N/kg}$ 。

根据此方程式，理论上直径 0.2mm 的毛细管，水上升可达 140mm，而 0.1mm 缝宽，水更可上升至 280mm。

1.5 墙面的雨水量、渗透水压及渗漏

1.5.1 墙面上的雨水量

受气流与阻挡物的影响，城市建筑群中的风向与风速会变得紊乱，同时还会产生负压。雨水不仅会打在建筑物迎风面的墙面，同时还会淋湿背风面的墙体。

风是相对于地表面的空气运动，风速通常指它的水平分量。不同风速与不同降雨量可以计算出受正面风向的墙面淋雨量值。以 8 级风速大暴雨天气为例，风速约为 19.3m/s，雨速

约为 7.1m/s, 降雨量约为 55mm/h, 计算得出的雨滴被风吹动的竖向角度约为 69.8° , 见图 1-1。

墙面上的雨水量与降雨量、雨速、风向、风速、墙面材料、墙面形式、墙面面层状况等因素有关。雨水在墙面上的理论量 W_q 为:

$$W_q = 55 \times (69.8^\circ / 90^\circ) = 42.3 \text{ mm/h}$$

雨水在墙面上的理论量值为 42.3mm/h, 这量值是相当大了。通过计算可以看到, 8 级风速大暴雨时, 墙面上的雨量为相同面积屋面的 77% 左右。

雨水在墙面向下流的速度与墙面材料和雨量大小相关。根据实际记录, 在表面为小型条面砖饰面、没有外挑装饰线的平直墙面上, 雨水在重力作用下, 向下流淌的速度约为 0.6m/s。假如建筑物高度为 100m, 雨水到底层时, 墙面上积水厚度计算:

$$(100/0.6) \times (42.3/3600) = 2.0 \text{ mm}$$

而墙面实际积水厚度可以比计算的要小一些, 因为有几方面的折减因素需要考虑: ①雨滴在撞击墙面时发生破碎溅散; ②风向与墙面不完全是垂直角度; ③接近墙面的风速远低于计算风速; ④雨水在流淌过程中遇到凹凸处很容易离开墙面而滴落, 实际墙面雨水量不到理论值的 80%。可以认为, 在强风大雨时, 在迎风面的墙面上, 雨水只是薄薄的一层, 通常不会超过 2mm。

1.5.2 强风雨天产生的墙面渗透水压

强风暴雨对墙面产生的压力到底有多大? 我们可以从产生渗透水压的两个因素进行分析: 一个是由雨滴打在墙上的冲量; 另一个是风力产生的风压。

雨滴对墙面的冲击力与碰撞时的速度和雨滴的质量有关。单个雨滴质量很小, 大暴雨雨滴重量约为 $\frac{1}{125}g$ 。同时, 雨滴的间距又很大, 根据计算得出, 大暴雨雨滴的平均间距约为 15cm, 产生的冲量压力可以忽略。

风压对墙面的作用, 从表 1-3 可以看出, 100m 高的建筑在 12 级台风时, 外墙正面所受的风压约为 1.6kPa。虽然每平方米单位面积墙面承受的推力高达 160kg 左右, 但与常用防水材料抗渗压相比还是很小的。常用有机防水材料的不透水性 $\geq 300 \text{ kPa}$, 防水砂浆类抗渗压通常 $\geq 800 \text{ kPa}$ 。

由此可见, 风压产生渗透水压力相对防水材料的抗渗性能是十分小的, 常用防水材料完全能满足暴风雨天气所产生的渗透压力。而某些没有防水功能要求的砂浆, 其防水指标可能会要求很低, 如 EPS 外墙外保温系统的抹面砂浆, 防水要求为 0.5kPa。

从雨滴冲量和风压对墙面的水渗透分析可以知道, 墙体只要设计了完整、合理的防水系统, 即使防水材料抗渗能力差一点, 风压强度不会超过防水材料的抗渗能力, 而且防水层不在外露面, 墙表面的饰面层已将风压和雨滴冲力阻挡, 防水层实际承受的透水压力是微不足道的。

结论是, 墙面渗漏水原因不是防水材料抗渗能力不够所产生, 而是外墙面各种微裂缝

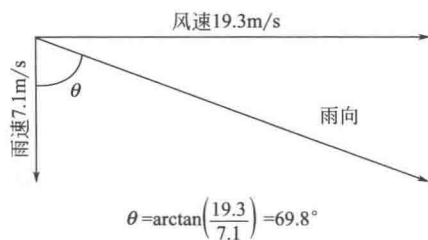


图 1-1 8 级风时大暴雨雨滴的方向

所导致。

1.5.3 雨天强风渗漏原因

在雨天时伴有大风天气，外墙有更多的渗漏发生是事实，特别是迎风的墙面，渗漏水更为严重。虽然风压不会将雨水“冲破”防水层的抗水防线，但强风将更多的雨水落在了墙上的更多区域，与墙外相通的微裂缝会在强风压下渗水。

在大雨雨滴中，有20%的小雨滴下降速度更慢，大概只有3~5m/s，同样在8级风下，偏向角增大到了78.3°，这个角度几乎接近水平，这部分雨量的87%将会落向墙面。风受到建筑物的阻挡，风向会变得混乱。雨滴，特别是小雨滴，由于质量轻，会随风飘洒。阳台、墙面在强风时会被完全淋湿，内凹较深的墙面也会进水。更严重的是，建筑物上檐口的滴水线和排水坡度不大的平面，会失去排水阻水作用，雨水会像快速行驶汽车挡风玻璃上的水一样倒流。雨水在滴水线处也可能出现逆流反流现象，使得墙面上通常不被雨水淋到的部位，也被强风夹雨淋湿，小雨微风时不出现渗漏的部位，在强风下也出现了渗漏现象。

强风雨天出现渗漏最多的部位是，存在室内外通道的孔洞和不同材质接缝部位微缝隙。通道和孔洞主要有，百叶窗、通风孔、出墙面的穿管孔洞等；不同材质接缝部位的微缝隙主要有，窗框与墙体的接缝、混凝土梁柱与砌体间的接缝、玻璃与窗框的缝隙、穿墙埋件的缝隙等。强风不仅从正面吹向缝隙，而且在建筑物的另一侧形成负压，室内外的压差在风压的基础上，增加了负压值，使雨水获得了更大流向室内的驱动力。在弱风小雨时没有渗漏的部位，出现了明显的渗漏现象。

1.5.4 持续降雨渗漏

南方地区黄梅季节的连日阴雨有时会持续一周，阶段性持续降雨长达近一个月，这种气候条件下经常会发生山体滑坡、洪水暴涨、道路积水、房屋渗漏等现象，屋面与外墙渗漏水也会明显增多。

砌体结构的外墙与装配式结构的外墙渗漏原理有着很大的区别。装配式结构的预制板块很少出现渗漏现象，渗漏水主要发生在接缝部位。砌体承重和砌体填充结构的外墙，除了一些不同材质接缝渗漏水外，墙体也会出现渗水现象。

砌体结构外墙通常由很多吸水性的材料组成，吸水性砌体、吸水性饰面砖、无机保温材料、砌筑砂浆、抹灰砂浆等，这些吸水性材料组成一个储水系统。在一些没有设置外墙防水层的建筑中，这个储水系统发挥着可调节性的防水功能。

除非在外墙表面涂刷了具有防水层功能外墙涂料的建筑外，无论是面砖外墙、普通涂料外墙，雨水都有可能进入墙体。从外到内每一层的阻水性能好一些，进入下一层的水分就会少一些。砌体砂浆的防水性能、饱和度、墙面砖勾缝的饱满度能好一些，进入墙体和室内的水分就会少一些。无论多少，进入墙体的水分必须向外蒸发。当进入的水分量较小时，雨停后水分就会通过与大气接触的可透水通道蒸发，从而又回到了与大气湿度的平衡状态。当持续性降雨时间较长，进入墙体的水分持续增加，在还没来得及蒸发前，水分已超过了储水系统的最大值，这时室内墙面就会出现局部渗水现象，下雨持续时间越长，出现渗水点会越多，渗水点的面积也会不断扩大。

黏土砖的储水量要比水泥砖和大孔保温空心砖的储水量大得多,因此,在保证砌筑砂浆饱满的情况下,相同降雨条件保持不渗漏的时间要比新型墙体材料更长。

进入墙体的水分蒸发途径与渗漏也有密切关系。面砖饰面的外墙,墙体内部的水分比普通涂料饰面的外墙蒸发更慢。当墙体内部的水分还没有完全蒸发,雨水再一次进入墙体时,储水量很快达到饱和,墙体渗漏水会很快、更多地发生。

实际上,进入墙体的水分首先是被吸水性材料吸收储存,以进水点为中心,潮湿区域在墙体内部逐渐扩大。当雨停止后,水分从可以蒸发的通道,从外到内慢慢地与大气湿度交换平衡。如果室内墙面为普通抹灰或未进行抹灰的墙面,水分也会从室内蒸发。这种简易饰面处理的墙体,由于其蒸发速度快,有时出现的渗漏情况反而会少一些。当室内采用墙布饰面时,由于墙布阻止了水分向内部蒸发的途径,在墙体进水量较多时,墙布的背面会出现潮湿现象,这时容易造成霉菌生长,墙布会发黑、霉变,以致脱落。

1.6 砂浆的收缩变形及减少收缩方法

1.6.1 砂浆的收缩

建筑物的外墙通常有水泥砂浆层,其不仅是使建筑表面平整的需要,也是提高建筑物耐久性和起到墙体防止雨水浸入的重要构造层次。砂浆出现宏观裂缝的原因多种多样,通常是因为砂浆发生体积变化时受到约束,或因受到荷载作用时,在砂浆内部引起过大拉应力(或拉应变)而产生裂缝。我们常用的非干硬性砂浆,其裂缝按其产生的时间可分为硬化之前产生的塑性裂缝和硬化之后产生的干缩性裂缝。

1.6.2 砂浆的塑性收缩

非干硬性砂浆塑性收缩发生在砂浆终凝之前。砂浆凝缩导致骨料受压、水泥胶结体受拉,故其既可使水泥石与骨料结合紧密,又可能使水泥砂浆产生裂缝。凝缩量与砂浆的组成材料有关,砂浆拌合物的凝缩随用水量及胶凝材料用量的减小而减小。另外,砂浆表面因蒸发失水或因基底干燥吸水引起的失水,均能增加砂浆的凝缩,并且可能导致砂浆的表面开裂。

由于塑性收缩检测比较困难,影响因素较多,尚无统一的检测标准,试验数据离差较大。图 1-2 是普通砂浆在 4h 内的塑性收缩变形情况,试件在初凝到终凝期间收缩量最大。从多项学术研究报告反映和实际情况证实,砂浆在终凝前的收缩量占总收缩量的 75% 左右,见图 1-2。

1.6.3 砂浆的后期收缩

硬化之后砂浆的收缩变形主要是干燥收缩变形,同时还有自收缩变形、冷缩变形、碳化收缩等。这些变形中干缩变形是主要的,自变形只有干缩变形的 1/10 左右。干缩是一个长期的过程,可能会持续长达 10 年以上。在这个阶段中,早期(四周~五周内)收缩量较大,占后期收缩量的 60%~70%,见图 1-3、图 1-4。

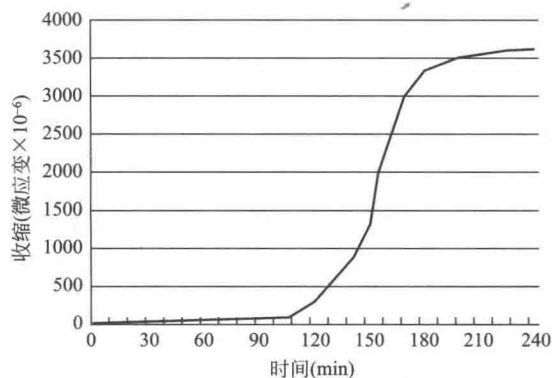


图 1-2 水泥砂浆 0~4h 的塑性收缩变化

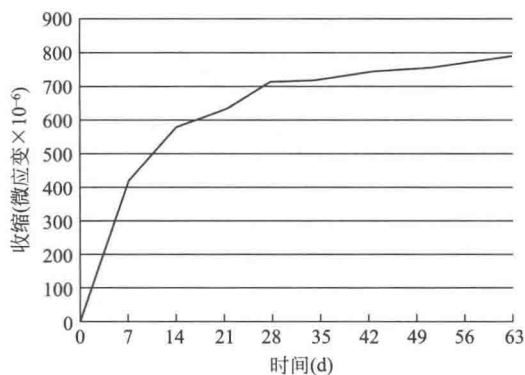


图 1-3 水泥砂浆标养 1~63d 收缩变化

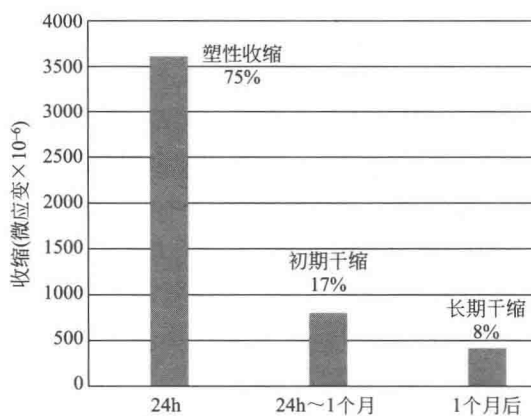


图 1-4 水泥砂浆收缩速率变化典型阶段比较

1.6.4 减少水泥砂浆收缩裂缝的方法

目前所有的砂浆材料标准中，有关收缩率的指标只是表示干收缩。检测方法是：试件 24h 后脱模，水中养护 2d 测初始值，再在养护箱中养护至 28d 测定干缩率。而在自然条