



建筑功能外加剂

张 雄 主编
李旭峰 杜红秀 副主编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

Tut
Z 298

建筑功能外加剂

张 雄 主 编
李旭峰 杜红秀 副主编



A1105988



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

建筑功能外加剂/张雄主编. —北京:化学工业出版社, 2003. 10

ISBN 7-5025-4867-X

I. 建… II. 张… III. 建筑材料: 功能材料-助剂
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093588 号

建筑功能外加剂

张 雄 主 编

李旭峰 杜红秀 副主编

责任编辑: 窦 臻

责任校对: 陶燕华

封面设计: 潘 峰

*

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) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销
中国纺织出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 353 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4867-X/TU·24

定 价: 30.00 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

人类的生产、生活离不开各类建筑物、构筑物。随着社会和经济的快速发展以及城市化进程的进一步加快，现代化的建筑物、构筑物对材料和结构的质量要求越来越高，功能要求越来越多样化，生态环境保护，走可持续发展之路也是目前不容忽视的问题。而这些在很大程度上，要靠建筑功能材料来实现。而建筑材料的功能化或结构-功能一体化，则主要靠建筑功能外加剂来实现。因此，建筑功能外加剂成为实现现代建筑物、构筑物高质量、多功能或结构-功能一体化不可缺少的物质材料。

建筑功能外加剂是一种新型功能材料。使用或掺加建筑功能外加剂，可以改善或赋予建筑材料或结构某些特定的功能，使之满足在各种苛刻环境条件下的使用要求以及越来越高的安全、舒适、美观、耐久的要求，从而提高人们生活、工作条件和环境的质量。但是，目前人们对使用建筑功能外加剂以及结构-功能一体化的新型建筑材料的认识仍然不够，研发和应用远远滞后于现代建筑物、构筑物对材料和结构的要求。为此，建筑行业特别是从事建筑材料生产、施工和研究开发的工程技术人员有必要掌握和了解建筑功能外加剂的作用机理、组成配方、制备技术、工程应用以及质量指标等方面的系统知识，大力发展和应用建筑功能外加剂，以推动和带动土木工程建设的技术进步和结构-功能一体化的快速发展。

本书的编写主要是根据建筑业和建材业发展的新情况、新动向，重点介绍建筑业常用的和新近研究开发的各类建筑功能外加剂，是提供建筑功能外加剂专门知识的一部专业资料，旨在使有关工程技术人员充分了解建筑功能外加剂的作用机理、组成配方、生产技术以及性能和用途，正确掌握使用方法，推动我国建筑功能外加剂的研发和应用。本书汲取了近年来国内建筑功能外加剂的新成

果、新技术和有关新标准、新规范的内容，具有前瞻性、理论性和实用性。

本书共分 16 章。第一章绪论，对建筑功能外加剂的重要性、定义及分类、发展概况及趋势进行了概述，对其研发和应用前景进行了展望。第二章吸波功能外加剂，介绍为降低或消减电磁污染而用于建筑材料中吸收电磁波的外掺料。第三章环境生态功能外加剂，介绍生态环境功能外加剂的构思与设计、最新动态和前瞻性理论。第四章防水（抗渗）功能外加剂，介绍了掺入建筑材料中或涂刷于建筑材料表面使用的各种防水（抗渗）功能外加剂。第五章调凝剂，介绍可调节混凝土凝结时间的缓凝剂和速凝剂。第六章引气剂、消泡剂、加气剂及泡沫剂，介绍了能较好地控制混凝土体系内气泡的含量，满足工程要求，提高材料耐久性，制作功能材料的引气剂、加气剂、起泡剂、消泡剂。第七章防冻功能外加剂，介绍能使混凝土在负温下硬化，并在规定时间内达到足够防冻强度的防冻剂。第八章膨胀（抗收缩）功能外加剂，介绍在混凝土中能产生适度的体积膨胀，抵消拉应力，补偿体积收缩，避免开裂，提高材料耐久性的各类膨胀剂。第九章矿物外加剂，介绍了在混凝土搅拌过程中加入的、具有一定细度和活性的、用于改善新拌和硬化混凝土性能（特别是混凝土耐久性）的某些矿物类产品及其应用，作为现代混凝土不可或缺的组分，它们可赋予混凝土诸多特殊功能，配制出功能混凝土。第十章早强功能外加剂，介绍能提高或促进混凝土早期强度发展的早强剂。第十一章脱模剂、养护剂，介绍与现代施工技术、模板技术相匹配的脱模剂，与大型建筑物、构筑物的现代化施工需要相适应的以及改善不良养护条件的养护剂。第十二章减水剂，介绍了改善混凝土的强度、和易性和耐久性的普通减水剂，以及推动混凝土向高强度、流态化和高性能化发展的高效减水剂。第十三章塑化、稠化功能外加剂，介绍用来改变砂浆和易性和黏度的功能外加剂。第十四章聚合物乳胶功能外加剂，介绍一种在水中可以再分散的粉末状树脂，它主要用于建筑黏合剂、干混砂浆改性、墙体保温及饰面系统等领域。第十五章抗蚀耐久功能外加剂，

介绍碱骨料反应抑制剂、可阻止钢筋锈蚀的阻锈剂和耐酸功能外加剂。第十六章纤维功能外加剂，介绍碳纤维和聚丙烯纤维，在传统材料混凝土中掺入纤维功能组分，不仅可提高混凝土的物理力学性能，而且能赋予混凝土特殊功能，甚至某些智能性功能。

建筑功能外加剂是一门跨学科的专门技术，涉及化工、电学、材料与工程等领域。本书论述了建筑功能外加剂的作用原理、组成配方、制备技术及其工程应用，具有以下三方面的特点。

(1) 时代性 本书跟踪最新研究成果、最新规范及标准，吸纳了最具前瞻性的新型建筑功能外加剂，编撰了本书作者的最新研究项目和成果，具有较强的时代性。

(2) 理论性 本书介绍了建筑功能外加剂的最新理论探索，其作用原理具有科学的、可靠的理论指导意义。

(3) 实用性 本书从材料组成、配方、制备技术到技术指标和规范，系统地介绍了各种建筑功能外加剂的知识及制备过程中的适用技术和关键技术，同时介绍了相关的过程应用、影响因素及应用效果。无论对生产者还是使用者均是一本极具实用价值的指导和参考资料。

本书编写人员

主 编：张 雄 博士、教授、博士生导师，同济大学

副主编：李旭峰 教授级高工，上海市浦东新区规划设计研究院

副主编：杜红秀 博士 副教授，太原理工大学

参编人员

张永娟：博士 副教授，同济大学

张小伟：博士 讲师，苏州科技学院

孔凡营：副教授，山东科技大学

龙广成：博士 同济大学

鞠丽艳：博士 同济大学

苗 春：硕士 同济大学

李 敏：硕士 同济大学

沈文忠：硕士 同济大学

卓长平：硕士 同济大学

尚 燕：硕士 同济大学

各章编写人员

第一章 绪论：杜红秀、李旭峰；

第二章 吸波功能外加剂：李 敏、张 雄；

第三章 环境生态功能外加剂：卓长平、张 雄；

第四章 防水（抗渗）功能外加剂：张永娟、杜红秀；

第五章 调凝剂：张小伟、苗 春、李旭峰；

第六章 引气剂、消泡剂、加气剂及泡沫剂：龙广成、杜红秀；

第七章 防冻功能外加剂：龙广成、李旭峰

第八章 膨胀（抗收缩）功能外加剂：沈文忠、杜红秀；

第九章 矿物外加剂：张永娟、张 雄；

第十章 早强功能外加剂：尚 燕、孔凡营；

第十一章 脱模剂、养护剂：鞠丽艳、张 雄；

第十二章 减水剂：张小伟、孔凡营；

第十三章 塑化、稠化功能外加剂：鞠丽艳、张 雄、李旭峰；

第十四章 聚合物乳胶功能外加剂：鞠丽艳、张 雄；

第十五章 抗蚀耐久功能外加剂：苗 春、李 敏、李旭峰；

第十六章 纤维功能外加剂：沈文忠、鞠丽艳、杜红秀。

由于编者水平有限，难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2003年10月于同济

内 容 提 要

为了适应现代化建筑物、构筑物对材料和结构高质量、多功能的迫切需求，作者根据工程实践，收集了大量的相关资料和新技术、新成果，编著出《建筑功能外加剂》一书。建筑功能外加剂是一种在建筑材料或建筑施工中掺加或使用的，可以改善材料本身或建筑结构某些性能或赋予其某些特定功能的新型功能材料。建筑功能外加剂有着巨大的和潜在的应用前景，其发展和应用将推动和带动土木工程建设的科技进步和结构-功能一体化的快速发展。本书介绍了吸波，生态环境，防水（抗渗），调凝，引气、消泡、加气、起泡，防冻，膨胀（抗收缩），矿物外加剂，早强，脱模、养护，减水，塑化、稠化，聚合物乳胶，抗蚀耐久，纤维功能外加剂共十五大类。对各类建筑功能外加剂的作用机理进行了系统的理论分析和阐述，详细介绍了各类建筑功能外加剂的组成配方、制备技术以及实际工程应用等方面的知识。

本书兼具理论性与实用性，对现代土木工程的材料、施工、结构及建筑功能外加剂的生产均具有实用价值和指导意义，可供从事土木工程的设计、施工和材料生产的工程技术人员以及有关科研和教学人员参考。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 引言	1
第二节 建筑功能外加剂的概述	2
一、建筑功能外加剂的定义和分类	2
二、建筑功能外加剂的发展概况与趋势	3
第三节 建筑功能外加剂的主要内容	10
第二章 吸波功能外加剂	17
第一节 吸波功能材料概述	17
一、电磁波的危害	17
二、世界各国电磁辐射安全标准情况	19
三、吸波材料的分类及发展	20
四、吸波材料的吸波机理	24
五、电磁波吸收外加剂的应用	25
第二节 常用的吸波功能外加剂	26
一、铁氧体吸波外加剂	26
二、纳米级尖晶石型铁氧体	30
三、其他吸波功能外加剂- 吸收电磁波的螺旋状碳纤维	36
第三节 吸波功能外加剂的应用	38
一、建筑吸波材料	38
二、防电磁辐射涂料	41
三、其他防电磁辐射材料	44
第三章 环境生态功能外加剂	46
第一节 纳米 TiO_2 环保功能外加剂	46
一、 TiO_2 及其特征	46
二、 TiO_2 抗菌和环境净化作用机理	47
三、纳米 TiO_2 功能外加剂的应用	48
第二节 银离子抗菌功能外加剂	50

一、银离子及其抗菌特性	51
二、银离子的抗菌机理	52
三、银离子抗菌外加剂的应用	53
第三节 沸石白调湿功能外加剂	56
一、沸石及其特性	56
二、沸石的性能	57
三、沸石外加剂的应用	59
第四节 电气石保健功能外加剂	60
一、电气石及其特性	61
二、电气石保健及环境净化作用机理	63
三、电气石保健功能外加剂的应用	64
第四章 防水（抗渗）功能外加剂	65
第一节 无机防水剂	65
一、氯盐类防水剂	65
二、水玻璃系（硅酸钠类）防水剂	68
三、其他无机防水剂	70
第二节 有机防水剂	73
一、憎水性塑化剂	73
二、皂类防水剂	81
三、乳液类防水剂	84
第三节 其他防水剂	85
一、复合型防水剂	85
二、膨胀型防裂防水剂	86
第四节 防水剂技术要求	87
一、均质性指标	87
二、受检砂浆及混凝土的性能指标	87
第五章 调凝剂	89
第一节 缓凝剂	89
一、缓凝剂的种类	89
二、缓凝剂的作用机理	89
三、缓凝剂的应用技术	90
第二节 速凝剂	92
一、速凝剂的种类和作用机理	93

二、速凝剂的配方及其制备技术	96
三、速凝剂的应用技术	100
第六章 引气剂、消泡剂、加气剂及泡沫剂	102
第一节 引气剂、消泡剂、加气剂及泡沫剂原理	103
一、气泡的形成与稳定	103
二、气泡的分布	105
第二节 引气剂、消泡剂、加气剂及泡沫剂的配制技术	106
一、引气剂	106
二、引气减水剂及高效引气减水剂	112
三、消泡剂	114
四、加气剂	114
五、泡沫剂	115
六、其他引气型外加剂的配方及工艺	116
第三节 引气剂、消泡剂、加气剂及泡沫剂的应用	120
一、混凝土的含气量及其影响因素	120
二、引气型外加剂对混凝土性能的影响	123
三、引气剂和消泡剂的应用技术	128
四、加气剂与泡沫剂应用技术	130
第七章 防冻功能外加剂	133
第一节 防冻剂原理	133
一、混凝土冻害的发生	133
二、混凝土允许受冻的临界强度	133
三、防冻剂作用机理	134
第二节 防冻剂的配制技术	136
一、防冻剂的性能及其水溶液特性	136
二、复合型防冻剂	142
三、其他防冻剂的组分配方及应用	144
第三节 防冻剂的应用	145
一、温度对混凝土冻害的影响	145
二、混凝土冬季施工技术	147
第八章 膨胀（抗收缩）功能外加剂	153
第一节 膨胀剂的膨胀机理与特性	154
一、硫铝酸钙系膨胀剂的膨胀机理与特性	154

二、石灰系膨胀剂的膨胀机理与特性	159
三、其他类型膨胀剂的膨胀机理与特性	160
第二节 膨胀剂的组成、配方及制备技术	161
一、硫铝酸钙熟料-石灰石膨胀剂	161
二、硅铝酸盐熟料-明矾石膨胀剂	163
三、硅铝酸盐熟料-氧化铝膨胀剂	165
四、铝酸钙膨胀剂	166
五、明矾石膨胀剂	167
六、复合膨胀剂	169
七、膨胀剂的性能指标	169
第三节 膨胀剂的应用	170
一、膨胀剂的应用范围	170
二、膨胀剂的选用	172
三、掺膨胀剂的混凝土配合比及设计要求	174
四、膨胀剂对混凝土性能的影响	177
五、施工中注意的问题	186
第九章 矿物外加剂	188
第一节 矿渣微粉	188
一、矿渣微粉的来源	188
二、矿渣微粉的作用机理	190
三、矿渣微粉的生产、配制技术	194
四、矿渣微粉应用技术	199
五、矿渣微粉性能指标	201
第二节 粉煤灰	202
一、粉煤灰的来源	202
二、粉煤灰的分类及标准	202
三、粉煤灰的作用机理	203
四、粉煤灰矿物外加剂的制备	207
五、粉煤灰矿物外加剂的应用	219
六、粉煤灰的性能指标	220
第三节 硅灰	223
一、硅灰的来源	223
二、硅灰火山灰活性的作用机理	223

三、硅灰的应用	223
四、硅灰性能技术指标	225
第四节 沸石粉	225
一、沸石的来源	225
二、沸石矿物外加剂的作用机理	228
三、沸石矿物外加剂的制备	229
四、沸石矿物外加剂的应用	229
五、沸石粉的性能技术指标	229
第五节 偏高岭土	230
一、偏高岭土的来源	230
二、偏高岭土的作用机理	231
三、偏高岭土的制备技术	231
四、偏高岭土的应用	231
第六节 石灰石粉	232
一、石灰石粉的来源	232
二、石灰石粉的作用机理	233
三、石灰石粉的制备技术	233
四、石灰石粉的应用	233
五、石灰石粉的技术标准	234
第十章 早强功能外加剂	236
第一节 无机物类早强剂	236
一、氯盐类早强剂	236
二、硫酸盐类早强剂	238
第二节 有机胺类早强剂	241
一、有机胺类早强剂的早强机理	241
二、有机胺类早强剂的应用	241
三、其他有机胺类早强剂及其配制技术与应用	242
第三节 复合早强剂	244
一、三乙醇胺复合早强剂主要配方	244
二、硫酸钠复合早强剂主要配方	244
第十一章 脱模剂、养护剂	247
第一节 脱模剂	247
一、脱模剂的种类	248

二、脱模剂的作用机理	252
三、脱模剂的配方及其制备方法	253
四、脱模剂的应用	266
第二节 养护剂	268
一、养护剂的分类及其作用机理	269
二、养护剂配方及其制备方法	270
三、养护剂的应用	272
四、养护剂的标准与规范	273
第十二章 减水剂	275
第一节 表面活性剂及其基本性质	275
一、表面活性剂的基本性质	276
二、表面活性剂分子结构对水泥水化性能的影响	280
第二节 减水剂的作用机理	284
一、吸附-分散作用	284
二、润湿作用	285
三、润滑作用	286
四、调凝作用	287
五、空间位阻理论	288
第三节 常用减水剂及其制备技术	288
一、减水剂的分类	288
二、普通减水剂及其制备技术	289
三、高效减水剂及其制备技术	291
四、减水剂的质量检验和物化指标	305
第四节 常用混凝土减水剂的应用	309
一、减水剂的基本作用	309
二、减水剂品种的选择	310
三、减水剂的掺量	311
四、减水剂对水泥的适应性	312
五、减水剂对混凝土性能的影响	313
六、减水剂的掺加方法	319
第十三章 塑化、稠化功能外加剂	320
第一节 塑化剂	321
一、微孔塑化剂	321

二、高效塑化粉	323
三、砂浆塑化剂质量检验项目及指标	325
第二节 稠化剂	328
一、甲基纤维素醚	329
二、羧甲基纤维素醚	332
三、羟丙基甲基纤维素醚 (HPMC)	334
四、羟乙基纤维素醚	343
第十四章 聚合物乳胶功能外加剂	347
第一节 可再分散乳胶粉的制备工艺	348
一、乳液聚合	349
二、乳液干燥	353
第二节 可再分散乳胶粉的应用	354
一、掺可再分散乳胶粉砂浆的性能	355
二、掺可再分散乳胶粉砂浆的推荐配方	357
三、可再分散乳胶粉在外墙外保温砂浆中的应用	357
四、可再分散乳胶粉在瓷砖黏结剂中的应用	359
第十五章 抗蚀耐久功能外加剂	363
第一节 碱-骨料反应抑制剂	363
一、碱-骨料反应的类型及机理	364
二、碱-骨料反应的抑制或防止	366
三、碱-骨料反应抑制剂及其作用机理	367
第二节 阻锈剂	369
一、阻锈剂的作用原理	370
二、常用阻锈剂	372
三、阻锈剂的应用技术	374
第三节 耐酸功能外加剂	374
一、耐酸功能外加剂分类及特征	375
二、耐酸功能外加剂掺加量	375
三、其他耐酸功能外加剂常用的配比及应用	376
第十六章 纤维功能外加剂	383
第一节 碳纤维	383
一、碳纤维的分类与特性	383

二、碳纤维在混凝土中的应用	385
第二节 聚丙烯纤维	393
一、聚丙烯纤维的特性	394
二、聚丙烯纤维的应用技术	396
参考文献.....	403

第一章 绪 论

第一节 引 言

随着我国基本建设的持续发展,各类建筑物、构筑物越来越多,组织修建好高质量各类建筑物、构筑物是我国各行业科技水平、最新技术成果和管理水平在建筑工程上的标志和体现。同时,根据工程特点和使用环境条件,满足现代建筑对材料和结构的各种功能要求,并尽可能延长其使用寿命,也是建筑业及其工程技术人员肩负的重任。

面对现代建筑工程越来越高的质量要求和越来越多样化的功能要求,迫切需要研发并应用各种不同功能的建筑外加剂,使建筑材料的发展适应这些要求和变化,以满足各类建筑物、构筑物在材料和结构方面的不同要求。因此,建筑功能外加剂成为实现现代建筑物、构筑物高质量、多功能或结构-功能一体化不可缺少的物质材料。

在漫长的材料应用过程中,人类对材料宏观、亚微观、微观等结构层次的认识不断深刻,20世纪40年代出现并开始推广使用的建筑外加剂,使人类首次能够通过掺加外加剂的方法,改变建筑材料的施工性能,并从微观、亚微观层次控制材料的内部结构,获得满足使用性能要求的高质量建材,成为建筑业和建材业一次最重要的革命。近年来,伴随人类高度文明化的发展,超高层建筑物、大深度地下构筑物、超长大桥、海上空港、海中城市等现代化大型建设项目不断增多,人们对生产、生活条件要求越来越高,人类的生态环境意识越来越强。这都要求建筑材料和结构必须向高新技术方向发展,使建筑材料高性能化、多功能化、甚至智能化,或材料/结构-功能一体化,或材料/结构-功能-智能一体化,而这一切很大