

化学建材系列丛书

建筑外加剂

刘红飞 蒋元海 叶蓓红 编著

JIANZHU
WAIJIAJI

中国建筑工业出版社

化学建材系列丛书

建筑外加剂

刘红飞 蒋元海 叶蓓红 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑外加剂 刘红飞, 蒋元海, 叶蓓红编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005

(化学建材系列丛书)

ISBN 7-112-07919-5

I. 建… II. ①刘…②蒋…③叶… III. 建筑材料—助剂
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 144287 号

化学建材系列丛书

建筑外加剂

刘红飞 蒋元海 叶蓓红 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

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: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 17% 字数: 473 千字

2006 年 2 月第一版 2006 年 2 月第一次印刷

印数: 1—3 500 册 定价: 38.00 元

ISBN 7-112-07919-5

(13873)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书介绍了减水剂、缓凝剂、早强剂、引气剂、防水剂、防冻剂、速凝剂、阻锈剂、保塑剂、絮凝剂、减缩剂等混凝土外加剂，媒晶剂、调凝剂、保水剂、胶粘剂、消泡剂、引气剂和激发剂等建筑石膏外加剂，减水剂、增塑剂、助磨剂等的陶瓷制品外加剂的原料、生产设备、生产技术、配方设计、应用技术、质量控制和主要检测仪器等。

书中内容都按国家现行规范和标准编写，阐述简练、实用，可供从事建筑施工，有关生产、应用等人员阅读。

* * *

责任编辑：唐炳文

责任设计：董建平

责任校对：李志立 刘梅

化学建材系列丛书编撰委员会

顾 问：唐美树 倪江波 钱宜伦 邵沧伟

总 编：钱景贤

副总编：王汇川 陈国荣

编 委：(以姓氏笔画为序)

王 琳 王汇川 叶蓓红 刘红飞

朱志远 李根木 陈邦云 陈国荣

张福中 吕联亚 杨 胜 周贤康

诸秋萍 袁大伟 徐 峰 钱景贤

蒋元海

序 言

—

21世纪以来，中国国民经济进入了持续快速发展的新时期。为实现全面建设小康社会这一宏伟目标，中国的建设规模达到了空前水平，特别是住宅建设、城镇基础设施建设、环境建设和西部建设已成为带动经济增长的枢纽，从而为发展化学建材工业创造了极好的历史机遇。在当今国家发展化学建材的产业政策指导、推动下，不断加大扶持和发展化学建材产业的力度，紧紧抓住塑料门窗、塑料管道、建筑防水材料、建材涂料等推广应用，并带动其他化学建材发展，带动原料生产、设备制造和工程应用等行业协调发展，进而实现化学建材产业化。

化学建材，是中国独创且已经约定俗成的一个新概念、新名词。同时，也是中国国民经济发展中科技含量高的新兴产业。化学建材必须加强科学技术研究，要依靠科技进步，不断开拓创新；要坚持质量第一，提高产品档次；要合理布局，调整产业、产品结构，努力拓展市场；要加大推广应用力度，促进化学建材产业化。由化学建材发展史可知，中国化学建材产品诞生于20世纪50~60年代，1981年国家成立了全国化学建材专业组，由时任化工部副部长的陶涛出任组长，从编制科技发展规划、确定以塑料管道为主攻方向入手，运筹帷幄，指导化学建材界科技创新，改进生产技术，大力倡导推广作用；1994年国家成立了全国化学建材协调组，由时任建设部副部长的叶如棠出任组长，制定了推广应用规划，明确了奋斗目标和重点工作，陆续发布了《关于加强我国化学建材生产和推广应用的若干意见》、《国家化

学建材推广作用“九五”计划和2010年发展规划纲要》、《推广应用化学建材和限制淘汰落后技术与产品管理办法》、《关于加强技术创新推进化学建材产业化的若干意见》、《国家化学建材产业“十五”计划和2010年发展规划纲要》等一系列文件，步步为营，进一步规范、指导化学建材界加强科技创新、改进生产技术、推进化学建材产业化和推广应用。如今，化学建材大类产品基本齐全，质量精良，应用范围不断扩大，应用水平不断提高，正在为中国宏伟的建设事业作出巨大贡献，已是有目共睹的客观存在。

然而，当今化学建材产业确实还存在一些问题。尤其是在其产业化过程中，如何发展成为一个具有中国特色的、生态化的、持续发展的产业，更令国人瞩目和关注。因而，这也是化学建材界首先必须认真研究、切实解决和付诸实施的重要历史使命。

二

自参加了全国化学建材协调组1994年秋在北京召开的全国化学建材推广应用协调工作会议和1996年冬在山东章丘召开的地方化学建材协调组工作会议之后，根据长期从事化学建材杂志编审工作的感受，意识到应当策划一套化学建材系列丛书。为此，1997年秋赴欧洲考察前后，我曾与时任全国化学建材协调组秘书组组长、建设部科技司副司长的唐美树高工谈过这一设想，受到他首肯和鼓励。之后四五年间，与我相识的化学建材杂志的一些作者、中国建筑装饰协会化学建材委员会的一些会员代表和化学建材界的一些专家、学者也时常在通讯或面晤时探询，十分关心这项工作，但因自己仍忙于化学建材杂志或中国建筑装饰协会化学建材委员会秘书处日常重务，以致其前期策划工作时断时续进展非常缓慢。直到2002年秋编撰提纲才初步拟出、策划基本定局的状况下才组织部分专家、学者召开了化学建材系列丛书编撰委员会(以下称本会)第一次会议，初步确定了编撰化学

建材系列丛书的五年规划。

在逐步落实编著人选和审定编撰提纲的基础上，2003年春发布了《化学建材系列丛书编撰要则和实施意见》。丛书共10个分册，即《塑料门窗》、《塑料管道》、《建筑防水材料》、《建筑涂料》、《建筑外加剂》、《化学建材导论》、《建筑塑料》、《建筑胶粘剂》、《建筑复合材料》和《建筑人造木》。届时，我们将这套化学建材系列丛书奉献在中国建设界、建筑设计界、建筑装饰装修界、建筑材料界、化学建材界和广大读者面前。

三

化学建材系列丛书(以下称本丛书)是一套用科学发展观重新审视化学建材工业发展过程，并不断修正理念，进一步为加速科技进步、促进经济发展、面向现代化、提高自主创新能力、科学促进经济发展和适应广大读者渴求系统科学的化学建材知识而编撰的便于自学、利于实践的以系统、新颖、全面、实用为特色的科技图书。在编撰过程中，主要坚持了以下四项要则。

1. 科学性要则

科学性，是书稿内容的生命。它要求论点符合客观规律和揭示客观规律，要取材确凿可靠，论证实事求是，说理清楚、透彻、简明，结构严谨，层次分明，文字通畅、简练。同时，还要求具有创见，能反映国内外先进水平，技术内容新颖、系统、完整，密切联系生产实践，能直接影响化学建材科研、开发、教学、生产和施工应用，能促进科研成果转化为生产力。

2. 先进性要则

先进性，是书稿内容价值的表征。它要求记录化学建材领域之诸多最新、最优的先进信息，运用大量在汲取前人经验、成果基础上创造的新观点、新思想、新材料、新技术、新工艺、新产品，反映当前国内外化学建材科研、生产、施工技术的先进水平，以推动化学建材持续发展。

3. 独创性要则

独创性，是指立足于客观存在的化学建材科技新进展，通过创造性思维所表现出来的理念创新和设计创新，即表现在书稿中的精辟论述和独到见解，一般应当在以下三方面显现出来：(1)内容质量：在书稿内容已作约定的前提下，内容质量要以其别具一格的创意显现其高质量、高水平。所以，要运筹帷幄，独辟蹊径，以质取胜；要吸引读者，适应市场需求，内容质量体现为理念创新。(2)表达形式：表达形式的独创性奠基于结构严谨、自然、完整、统一。严谨，必须精致细密，无懈可击；自然，必须顺理成章，行止自如；完整、必须匀称饱满，首尾圆浑；统一，必须形式和谐，通篇一贯，表达形式体现为结构设计创新。(3)倡导特色：已经出版的同类型图书中，不乏质量较好的图书，借鉴其成功经验，发挥自身优势，谋求特色，才能打造出独具风格的精品图书来。特色，可以以精心设计的结构、层次、内容质量为基础，采用标准规范的书面语和简洁明快、让人赏心悦目的文风来体现。

4. 精品要则

精品，简而言之就是把握好精、新、深、信四个字。精，就是材料要精选，内容要精确，语言要精炼。其中，精选材料就是对已经收集到的文献资料，按书稿总体要求和认定提纲之需要，进行去伪存真、去粗取精的选择，把符合精品原则的材料组织到书稿中去；精确就是要切题，精选的材料要按章、节、条乃至段落的主题合理安排，保证质量。新，就是要材料新，内容新，形式新，科技含量高，要致力反映21世纪初国内外化学建材领域的新思想、新观点、新发明、新材料、新技术、新工艺、新产品，以及新标准、新规范、新规程，代表国内外最新技术、最新水平。深，就是在自觉重视科学性、先进性和创造性的同时，要深入地研究、分析、对比，深化主题；要不断创造，不断开拓，锲而不舍，深入探索，力求反映其基本规律、基本理论和基本原理。信，就是内容要准确可靠，真实可信，说服力强，具有权威性。

在坚持以上要则的同时，本丛书还在以下四方面作了新尝试和新探索：

1. 揭示化学建材及其产品本质属性

化学建材是一类新兴的建筑材料，是新型建材的一个门类，是以高聚物为基本组分经不同加工工艺复合制成的适于建设工程使用的材料。所以，其性能之优劣、质量之高低，惟有穷原竟委从原料入手，通过配比、工艺，采用科学方法揭示其本质属性，才能了解其结构，洞察其本质，辨别其优劣，再接再厉不断进行原料优选，配比优化，工艺精选，才能改进其性能，提高其质量，才能推进其持续发展。为此，本丛书力求发挥多学科综合交叉知识的优势，科学地阐述化学建材产品的本质属性，既运用高分子化学、建筑材料学、建筑学，又运用人类生态学、环境哲学、美学等科学理论和实践经验，进行辩证分析研究和系统阐述，从而揭示化学建材及其大类产品的基本构造、基本原理和本质属性。

2. 构建化学建材体系

化学建材的历史跨度，只有半个世纪。其体系研究，至今尚处于初始阶段，离建立完整体系相去甚远。本丛书试图从化学建材及其大类产品本质属性出发，探索和构建一个比较完整的体系。这个体系，将由建筑塑料、建筑防水材料、建筑涂料、建筑胶粘剂、建筑外加剂和建筑复合材料构架而成，其一些重要概念、基本理论、基本原理和结论，将在《化学建材导论》和各册图书中阐述。

3. 倡导中国特色化学建材产业

“文化是历史的沉积，它存留于建筑间，融汇在生活里，对城市营造和市民行为起潜移默化的影响，是城市和建筑的灵魂。”（引自《北京宪章》）中国特色化学建材产业，就是根据中国国情和中华民族传统特色——特别是具有优秀文化气息、装饰风格的民族传统建筑及其建筑材料的特色，发展与国际接轨的中国化学建材产业。在国情上，中国资源特别是石油和煤炭资源不富余，

供需矛盾日益加剧，因而要在保护生态环境和持续发展的前提下，对之合理利用，把节约放在首位，坚持开发与节约并举。同时，要拓展资源，努力研究利用中国巨大的可再生物质资源(特别是以植物为主的可再生资源)，生产有机化学品和化学建材产品。在民族特色上，中国几千年文明史形成的具有优秀文化传统、民族风格的中华民族特色，必须发扬光大，当代建筑及其建筑材料要努力继承和发扬传统建筑及其建筑材料优秀的、传统的中华民族特色。化学建材要承前启后，倡导中国特色，尤其要重视建筑塑料、建筑涂料、建筑复合材料等直观性极强的装饰装修材料的民族特色。

4. 探索化学建材可持续发展

资源、能源和环境，是人类在 21 世纪实现可持续发展所面临的三大重大问题。因而实施节约资源、节省能源、环境保护、以人为本的可持续发展战略，是当今人类经济社会发展的历史性课题。在全球十大环境公害中，80%与化工相关。化学建材以化工产品为原料，在其生产实践，施工实践和使用过程中难免释放有害物质。因此坚持以人为本必须探索如何从源头抓起，如何在大力发展当代化工科技、产出无公害原料产品的同时，大力发展化学建材科技，产出生态化的化学建材产品；必须探索如何在主要资源供需矛盾日益加剧状态下开展资源合理利用和如何贯彻综合利用、节约利用和循环利用三并举战略方针，开发可持续发展的化学建材产业；必须探索如何开拓新资源，开发天然的或可再生、可永续利用的高聚物和开发完全生态化的化学建材产品，逐步构建资源节约型、节能型、环境亲和型的产业结构，走出一条坚持科学发展观的、具有中国特色的可持续发展道路。这些探索，乃是维系化学建材产业持续发展的根本大计。中国化学建材惟有通过这些探索，正确把握化学建材技术发展方向，使之成为完全生态化的可持续发展的产业，才能确保化学建材市场健康、稳定、良性、有序发展。

总而言之，以上这些探索、研究和实践，其最终目的在于为

广大读者策划、编撰出这套化学建材系列丛书，并为创建化学建材学奠定良好的基础。

四

《建筑外加剂》所阐述的建筑外加剂，是化学建材的一个大类产品。建筑外加剂正在围绕当代建设事业不断进行技术创新，正在跳出传统的混凝土外加剂的产品模式，寻求更大发展。为此，《建筑外加剂》在内容上增加了建筑石膏外加剂、建筑陶瓷外加剂和其他外加剂，基本上囊括了建筑工程应用的一些新型建材产品在生产过程中掺用的各类外加剂。

这是一种开创性尝试，尚待今后不断丰富和完善。

初稿完成后，本会对之作了必要的调整、增删、修饰。

《建筑外加剂》由刘红飞编撰第1~4章、蒋元海编撰第6章、叶蓓红编撰第5章，第7~8章则由三人共同执笔完成，其主要特点在于：(1)提出了建筑外加剂的新概念，且不包括无机类外加剂。(2)拓展了外加剂应用范围，从单一的混凝土外加剂发展到建筑石膏外加剂、建筑陶瓷外加剂和其他外加剂。(3)突出了外加剂生产技术和质量控制，强化了外加剂应用技术和质量控制。(4)反映了建筑外加剂新成果和新进展。

因此，《建筑外加剂》更加贴近广大读者需要，更加贴近相关企业生产实践、现场配制和施工应用实践，更加适于生产操作和施工应用时参考。然而，《建筑外加剂》在文献（特别是国外文献）引用，在新材料、新技术、新工艺、新产品介绍，在探索建筑外加剂可持续发展以及未能完全剔除无机类外加剂等方面，与策划、编撰本丛书之总体纲要尚存在些许距离。

五

本丛书策划、编撰、审稿、出版过程，是一个探索、研究、协调、实践的过程。在编撰和审稿（指本会所作的调整、增删、修饰等）过程中力求体例一致，系统有序，纲举目张，旨在展示

其系统性、科学性；力求旁征博引，融会贯通，入木三分，旨在展示其创造性、新颖性；力求基本理论概念明确，穷原竟委，言简意赅，旨在展示其逻辑性、理论性；力求基础知识系统全面，删繁就简，深入浅出，旨在展示其知识性、实用性。一卷在握，企望广大读者不忍释手；再三翻过，期望诸君对化学建材学科的由来、演变、现状和发展有一个基本认识，并借此开拓视野，加深对化学建材及其大产品的了解，乃至共同推进化学建材产业化、生态化和可持续发展。诚望这些努力，能得到广大读者认可。

在编撰过程中，本丛书全体编著同仁都自始至终全力以赴，以期不辜负广大读者的殷切期望。然而，当今化学建材科研、开发、生产技术和施工应用技术等发展十分迅速，新观点、新技术、新产品、新成果日新月异，以致本丛书所提供的只能是化学建材的基础知识和基本技能，就其基本配方、生产工艺、施工技术而言，也只能是可行的，而不可能都是最新的、最佳的，或者还会存在疏漏和谬误，恳请相关专家和广大读者批评指正，同时也期望将来再版时进行修订和增补。

在策划、编撰、出版过程中，本丛书曾得到全国化学建材协调组及其秘书组有关领导重视、鼓励，有关高等院校、科研机构、企业单位大力支持，《新型建筑材料》、《中国建筑防水》、《化学建材》、《涂料工业》、《粘接》、《合成树脂与塑料》、《上海塑料》、《山东建材》、《广东建材》、《上海建材》、《墙体革新与建筑节能》、《工业建筑》、《重庆建筑》、《建筑施工》、《建筑材料学报》等几十种期刊长期赠阅，无偿支持本会工作，以及中国建筑工业出版社唐炳文编审的支持、指导和编著同仁的亲朋好友之关心、帮助、鼓励，谨代表本会在此一并表示衷心感谢！

化学建材系列丛书编撰委员会
钱景贤

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概论	1
1.1.1 混凝土外加剂	2
1.1.2 建筑石膏外加剂	8
1.1.3 建筑陶瓷外加剂	9
1.2 定义和分类	10
1.2.1 混凝土外加剂	11
1.2.2 建筑石膏外加剂	16
1.2.3 建筑陶瓷外加剂	18
1.3 市场现状	19
1.3.1 混凝土外加剂	19
1.3.2 建筑石膏外加剂	22
1.3.3 建筑陶瓷外加剂	23
1.4 发展前瞻	23
1.4.1 混凝土外加剂	23
1.4.2 建筑石膏外加剂	24
1.4.3 建筑陶瓷外加剂	25
参考文献	26
第 2 章 原料和设备	27
2.1 概述	27
2.2 原料	27
2.2.1 合成外加剂主要原料	27

2.2.2 复合外加剂主要原料	28
2.3 生产设备	29
2.3.1 合成外加剂主要生产设备	29
2.3.2 复合外加剂主要生产设备	32
2.4 检测仪器	33
2.4.1 混凝土外加剂主要检测仪器	33
2.4.2 建筑石膏外加剂主要检测仪器	38
2.4.3 建筑陶瓷外加剂主要检测仪器	39
参考文献	40

第3章 混凝土减水剂

3.1 概述	41
3.1.1 表面活性剂种类	42
3.1.2 表面活性剂基本性质	46
3.1.3 减水剂的基本性能	52
3.2 配方设计	56
3.2.1 原理	56
3.2.2 早强减水剂	57
3.2.3 早强高效减水剂	58
3.2.4 缓凝减水剂	59
3.2.5 缓凝高效减水剂	59
3.2.6 引气减水剂	60
3.2.7 泵送剂	61
3.3 生产技术	63
3.3.1 合成减水剂	63
3.3.2 复合减水剂	75
3.3.3 引气减水剂	77
3.4 技术性能和质量控制	79
3.4.1 普通减水剂	79
3.4.2 高效减水剂	92

3.4.3 缓凝剂及缓凝(高效)减水剂	103
3.4.4 早强剂及早强(高效)减水剂	117
3.4.5 引气剂及引气(高效)减水剂	131
3.4.6 泵送剂	145
参考文献	150

第4章 其他混凝土外加剂

4.1 概述	152
4.1.1 防水剂	152
4.1.2 防冻剂	153
4.1.3 速凝剂	153
4.1.4 超缓凝剂	155
4.1.5 超早强剂	155
4.1.6 阻锈剂	156
4.1.7 保塑剂	158
4.1.8 絮凝剂	158
4.1.9 减缩剂	158
4.1.10 砂浆外加剂	159
4.1.11 混凝土界面处理剂	159
4.1.12 激发剂	160
4.1.13 其他	161
4.2 配方设计	163
4.2.1 防冻剂	163
4.2.2 膨胀剂	165
4.2.3 速凝剂	168
4.2.4 超缓凝剂	168
4.2.5 缓凝型保塑剂	170
4.2.6 絮凝剂	171
4.2.7 减缩剂	173
4.2.8 建筑砂浆外加剂	174

4.3	生产技术	177
4.3.1	金属皂防水剂	177
4.3.2	有机硅防水剂	177
4.3.3	砂浆外加剂	179
4.3.4	养护剂	181
4.3.5	脱模剂	182
4.3.6	泡沫剂	183
4.3.7	保塑剂	184
4.4	技术性能和质量控制	185
4.4.1	防水剂	185
4.4.2	防冻剂	190
4.4.3	速凝剂	201
4.4.4	超缓凝剂	206
4.4.5	超早强剂	211
4.4.6	保塑剂	213
4.4.7	絮凝剂	219
4.4.8	减缩剂	224
4.4.9	建筑砂浆外加剂	229
4.4.10	混凝土界面处理剂	236
4.4.11	激发剂	242
4.4.12	其他外加剂	247
	参考文献	272
第5章	建筑石膏外加剂	276
5.1	概述	276
5.1.1	建筑石膏原料以及石膏胶凝材料	276
5.1.2	建筑石膏制品	278
5.1.3	建筑石膏外加剂	283
5.2	石膏外加剂产品	283
5.2.1	媒晶剂(转晶剂)	283