

“十五”国家重点图书 新领域精细化工丛书

混凝土外加剂

XINLINGYU JINGXI HUAGONG CONGSHU

熊大玉 王小虹 编著

化学工业出版社

精细化工出版中心



“十五”国家重点图书

新领域精细化工丛书

混凝土外加剂

熊大玉 王小虹 编著

化学工业出版社
精细化工出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土外加剂/熊大玉, 王小虹编著. —北京: 化学工业出版社, 2002.1
(新领域精细化工丛书)
ISBN 7-5025-3305-2

I. 混… II. ①熊… ②王… III. 混凝土-助剂
IV. TU 528.042

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 039890 号

新领域精细化工丛书

混凝土外加剂

熊大玉 王小虹 编著

责任编辑: 丁尚林 裴桂芳

责任校对: 顾淑云

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
精细化工出版中心

(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

北京市云浩印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 13 字数 343 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000

ISBN 7-5025-3305-2/TQ·1384

定 价: 26.00 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

出版者的话

精细化工，特别是那些尚未形成行业的新领域精细化工具有门类广、产品品种繁多、技术密集程度高、附加价值高、保密性强、市场竞争激烈等特点；它能为国民经济各部门及人民日常生活提供多品种、高质量、专用或多功能的精细化学品，已成为一个国家综合技术水平的重要标志之一，并成为国内外竞相发展的重点。

经过“六五”、“七五”、“八五”、“九五”四个五年计划的实施，精细化工在中国已初具规模。“十五”期间，中国将进一步加快精细化工，特别是新领域精细化工的发展。调整现有企业产业结构和产品结构，提高精细化率，提高经济效益是我们共同的目标。

为了配合我国精细化工的迅速发展，推动新领域精细化工尽快形成行业，加快普及这方面的生产和应用知识，推广精细化学品制造和应用技术，我社在中国化工学会精细化工专业委员会的大力支持下，组织国内各行业专家编写了一套《新领域精细化工丛书》。丛书共 18 本，将陆续出版。

食品添加剂	饲料添加剂	生物化工产品
水处理化学品	造纸化学品	油田化学品
电子化学品	胶粘剂	皮革化学品
信息记录材料	纤维素衍生物	工业杀菌剂
缓蚀剂	混凝土外加剂	气雾剂
高分子合成助剂	有机颜料	印染助剂

本丛书分别按行业或门类介绍国内外精细化工最新技术和产品及发展趋势；同时，也结合国情反映我国精细化工研究开发、生产和应用的成果。全书内容技术含量高、实用性强。希望本丛书能对精细化工行业的广大从业人员有所帮助。

化学工业出版社

2001 年 1 月

序

外加剂是水泥混凝土组分中除水泥、水、砂、石、混合材料（磨细掺合料）以外的第六种组分，它是一种化学建材。掺入外加剂以后的混凝土性能有很大改善，主要表现在混凝土强度和耐久性，用途也大为扩大。由于掺量很少，所以成本并不增加很多。

水泥混凝土是迄今为止的主要工程材料。它的历史不长，大约160年前，由于波特兰（水硬性）水泥的问世，其重要性在建筑工程中是突出的。尤其是钢筋混凝土的出现，使这一工程材料兼具有较高抗拉性能，这是混凝土工艺学上的一次飞跃，而各种外加剂的掺加使混凝土更具有抗水、防冻、防各种化学侵蚀而大大提高了耐久性，因而出现了混凝土工艺的又一次飞跃。这些改进使混凝土即使在21世纪中仍属于不可或缺的、难以代替的工程材料。

混凝土外加剂在混凝土中占的比例很少，并且多半属于有机物质，因此它的掺入使有机和无机化学的原理结合起来；它的掺入可以提高混凝土的和易性，因而可以减少用水量，改变混凝土的物化性能，使它和力学性能结合起来；外加剂还可以改善混凝土的微观结构，提高混凝土的密实性，因此可以把混凝土工艺学和混凝土微观结构的变化结合起来。这些结合大大开阔了混凝土的发展余地，使混凝土在工程建设中成为更重要的一种材料。

我国混凝土外加剂的研究始于20世纪40年代初，当时国外已开始提出曾被称为加气剂的外加剂（以后称为引气剂），原料是一种松香树脂的物质，称为“文沙树脂”（Vinsol Resin）。以后又从前苏联引进了称为塑化剂（ССБ），它们在改进混凝土微观结构上都有很好的功效。70年代开始，我国又研制了高效减水剂，在提高混凝土强度上有很出色的成效。尤其在80年代初成立了混凝土外加剂专业委员会（隶属于中国土木工程学会的混凝土学会），以

后在各种工程开始应用，品种逐渐增多，到今天已相当普遍地推广开来。

本书作者熊大玉同志，1960年大学毕业以来长期在冶金工业部建筑研究总院工作，70年代开始加入了混凝土外加剂行列，成为混凝土外加剂协会的领导人之一，长期从事混凝土外加剂的科研、生产和应用工作。由于作者学习化工专业又从事混凝土材料研究，本书内容着重介绍混凝土外加剂的化学性能与混凝土性能之间的关系。另外，熊大玉同志多年从事混凝土工程实践，所以能使本书内容更好地为混凝土工程服务。

本书还着重于介绍混凝土外加剂的品种、性能和应用技术，从而能使读者了解这一化工产品的结构特点、活性基团性能以及对混凝土长期性能的影响。使读者进一步掌握外加剂品种与性能、生产工艺、在混凝土中作用、合理用量及使用方法等。

混凝土外加剂在我国尚有广阔的发展余地，应属于一种高新技术。相信本书的出版一定能使混凝土技术更向前推进一步。

黄大能
2001.10

前 言

混凝土外加剂技术是混凝土技术中发展较快的技术。虽然只有60~70年历史,但目前已经成为混凝土向高科技领域发展的关键技术。外加剂技术发展现阶段,已经不再是当初利用下脚料来改善混凝土性能。从20世纪60年代开始,外加剂就步入了化学合成的时代。性能优越、品种多样的化工产品给混凝土的性能带来了新的飞跃。使混凝土在工作性、匀质性、稳定性、耐久性、多样性等方面达到了一个新高度。满足了混凝土在高层化、大荷载、大体积、大跨度、深海、地下、宇宙空间、腐蚀环境下、严酷条件下使用要求。朝着轻质、高强、耐用、经济、节能、绿色等方向发展。

本书内容主要介绍了混凝土外加剂的发展现状,外加剂的物化基础,各类外加剂的品种性能,作用机理及对混凝土性能影响。简要介绍了化学外加剂的生产过程以及外加剂在工程中应用及注意事项。为方便查阅,本书附录中列入了国内最新修订的一些混凝土外加剂标准及应用技术规范。

混凝土外加剂是一门跨学科的技术。涉及到了化工、材料与工程等领域。在撰写过程中,着重注意建立起化工产品的分子结构与其性能之间的关系。在机理部分力求将分子结构中的特性基团作用与混凝土宏观性能联系起来,使化工产品更有针对性地为混凝土技术服务,也使更多的混凝土工作者知道如何有目的的选用化学外加剂。

本书可供从事建筑工程,建筑材料、混凝土施工及化工建材生产等方面的技术人员阅读,也可以作为研究、设计、工程管理人员的参考资料,或用于混凝土外加剂专项技术的培训资料。

本书编写过程中得到了以黄大能教授为首的混凝土及外加剂领域的多位专家的帮助，参考引用了他们的一些观点及资料，在此表示感谢。限于编著者的水平及知识面，疏漏及谬误在所难免，敬请读者不吝赐教。

编者

2001.10

内 容 提 要

本书主要阐述了混凝土外加剂的现状与发展趋势,外加剂的物化基础,各类外加剂的品种性能、作用机理及对混凝土性能影响。简要介绍了混凝土外加剂的生产过程以及外加剂在工程中的应用技术、应用实例及注意事项,并对高性能混凝土及其外加剂作了比较全面的介绍。为方便查阅,本书附录中列入了国内最新修订的一些混凝土外加剂标准及应用技术规范。

本书内容丰富,实用性强,可供从事建筑工程、建筑材料、混凝土施工及化工建材生产等方面的技术人员阅读,也可以作为研究、设计、工程管理人员的参考资料,或用于混凝土外加剂专项技术的培训资料。

目 录

第一章 概论	1
1.1 混凝土外加剂的定义	2
1.2 混凝土外加剂的作用	3
1.2.1 混凝土外加剂的分类	3
1.2.2 外加剂在混凝土中的作用	4
1.2.3 混凝土外加剂的用途	5
1.3 混凝土外加剂的历史与发展	6
1.3.1 国外混凝土的发展概况	7
1.3.2 我国混凝土外加剂的现状与发展	10
1.4 混凝土外加剂的品种及定义	14
1.5 绿色高性能混凝土的发展	16
1.5.1 高性能混凝土的崛起	16
1.5.2 绿色高性能混凝土的意义	17
第二章 混凝土外加剂的物理化学基础	20
2.1 表面活性剂的性质	20
2.1.1 表面现象	20
2.1.2 表面活性剂的种类	21
2.1.3 表面活性剂的基本性质	23
2.1.4 表面活性剂结构与性能的关系	31
2.2 水泥分散体系的性质	35
2.2.1 表面活性剂在水泥分散体系中的吸附与分散	35
2.2.2 水泥分散体系的动电性质	36
2.2.3 水泥分散体系的稳定性	38
2.3 表面活性作用对混凝土流变性能影响	39
2.3.1 混凝土的流变性能	39
2.3.2 混凝土的触变性能	41

第三章 普通减水剂	42
3.1 普通减水剂的组成及化学性质	42
3.1.1 木质素磺酸盐类减水剂	43
3.1.2 其他类普通减水剂	46
3.2 普通减水剂对混凝土性能的影响	47
3.2.1 对新拌混凝土性能的影响	48
3.2.2 对硬化混凝土性能的影响	51
3.3 普通减水剂的制备工艺	59
3.3.1 木质磺酸盐减水剂	59
3.3.2 腐殖酸减水剂	61
3.3.3 棉浆减水剂	61
3.3.4 栲胶及其废渣提取物	62
3.4 普通减水剂的适应范围与工程应用	62
3.4.1 普通减水剂应用技术要点	62
3.4.2 普通减水剂容易出现的工程质量问题	63
3.4.3 普通减水剂的工程应用	65
第四章 高效减水剂	68
4.1 高效减水剂的品种与性能	68
4.1.1 高效减水剂的品种	68
4.1.2 高效减水剂的物理化学性质	68
4.2 高效减水剂对混凝土性能的影响	74
4.2.1 高效减水剂对新拌混凝土的作用	74
4.2.2 减水剂对水泥水化动力学的影响	78
4.2.3 减水剂对硬化水泥石结构的影响	82
4.2.4 减水剂作用机理模型	83
4.2.5 高效减水剂对混凝土力学性能的影响	85
4.3 高效减水剂的生产工艺	89
4.3.1 萘系减水剂合成工艺	89
4.3.2 其他煤焦油系减水剂的合成	92
4.3.3 三聚氰胺系减水剂合成工艺	92
4.3.4 氨基磺酸盐减水剂的合成	94
4.4 高效减水剂的工程应用	94

4.4.1	流态混凝土	95
4.4.2	泵送混凝土	95
4.4.3	蒸养混凝土	96
4.4.4	高强、高性能混凝土	96
4.4.5	其他特殊要求的混凝土	96
4.4.6	使用高效减水剂的工程实例	97
第五章	引气剂与引气减水剂	99
5.1	引气剂的种类与化学性质	99
5.1.1	松香类引气剂	100
5.1.2	烷基苯磺酸盐类引气剂	102
5.1.3	其他类型引气剂	103
5.2	引气剂在混凝土中的作用	104
5.2.1	引气剂的作用机理	104
5.2.2	引气剂对混凝土性能的影响	109
5.3	引气减水剂	114
5.3.1	引气减水剂的特点	114
5.3.2	引气减水剂的品种与性能	114
5.4	引气剂及引气减水剂的应用	115
5.5	砂浆外加剂	117
5.5.1	砂浆的种类及性质	117
5.5.2	砂浆外加剂的品种与性能	119
5.5.3	砂浆外加剂的作用及机理	120
5.5.4	砂浆外加剂的应用及注意事项	125
第六章	缓凝剂与缓凝减水剂	127
6.1	缓凝剂的品种与性能	127
6.1.1	无机盐类缓凝剂	127
6.1.2	有机物类缓凝剂	128
6.2	缓凝减水剂的品种与性能	129
6.3	缓凝剂及缓凝减水剂对混凝土的影响	131
6.3.1	对新拌混凝土性能的影响	131
6.3.2	对硬化混凝土性能的影响	133
6.4	缓凝剂及缓凝减水剂的工程应用	135
6.4.1	夏季高温施工混凝土	135

6.4.2	大体积混凝土	136
6.4.3	商品混凝土与泵送混凝土	137
6.5	缓凝剂及缓凝减水剂的工程应用	139
第七章	早强剂及早强减水剂	142
7.1	早强剂的品种及性能	142
7.1.1	无机盐类早强剂	143
7.1.2	有机物类早强剂	147
7.1.3	复合早强剂	147
7.2	早强减水剂	150
7.3	早强剂及早强减水剂对混凝土性能的影响	150
7.3.1	早强剂及早强减水剂对新拌混凝土性能的影响	150
7.3.2	早强剂及早强减水剂对硬化混凝土性能的影响	151
7.4	早强剂及早强减水剂的工程应用	154
7.4.1	低温及负温下施工混凝土	154
7.4.2	道路、桥梁及抢修、补强工程	156
7.4.3	预制构件及蒸养混凝土	156
7.4.4	早强剂应用注意事项	157
7.5	复合多功能早强剂、早强减水剂	158
7.5.1	NC早强剂	158
7.5.2	H型混凝土早强减水剂	159
7.5.3	木钙复合早强减水剂	160
7.5.4	复合型多功能早强型外加剂	160
第八章	混凝土防冻剂	162
8.1	混凝土的冬季施工	162
8.1.1	温度对混凝土性能的影响	162
8.1.2	混凝土冬施的技术措施	164
8.2	防冻剂的组成及作用机理	167
8.2.1	早强型防冻剂	168
8.2.2	防冻型防冻剂	169
8.2.3	复合型防冻剂的组成及作用机理	170
8.2.4	防冻剂对临界强度的影响	174
8.3	液体防冻剂	175
8.4	防冻剂的生产与工程应用	176

8.4.1	防冻剂的生产	176
8.4.2	冬季施工中防冻剂的选用	178
8.4.3	防冻剂的工程应用	178
第九章	混凝土膨胀剂	183
9.1	膨胀剂的品种与性能	185
9.1.1	硫铝酸盐系膨胀剂	185
9.1.2	石灰系膨胀剂	191
9.1.3	其他类型膨胀剂	192
9.2	膨胀剂对混凝土性能的影响	193
9.2.1	膨胀剂对新拌混凝土的影响	193
9.2.2	膨胀剂对硬化混凝土的影响	195
9.3	膨胀剂的应用	198
9.3.1	膨胀剂的应用范围	198
9.3.2	膨胀剂应用的技术要点	199
9.3.3	膨胀剂的品质对混凝土的影响	201
9.3.4	膨胀剂应用注意事项	203
9.4	膨胀剂的工程应用	204
9.4.1	大体积混凝土	204
9.4.2	结构自防水工程	208
9.4.3	自应力混凝土	209
第十章	混凝土速凝剂	211
10.1	喷射混凝土	211
10.1.1	喷射混凝土的特点	211
10.1.2	喷射混凝土的物理力学性能	215
10.1.3	喷射混凝土的施工机具	217
10.2	速凝剂的品种与性能	218
10.2.1	速凝剂的性能特点	218
10.2.2	速凝剂的品种与性能	218
10.3	速凝剂的作用机理	219
10.3.1	铝氧熟料、碳酸盐型作用机理	219
10.3.2	铝氧熟料、钙矾石型作用机理	220
10.3.3	水玻璃型作用机理	221
10.4	速凝剂对混凝土性能的影响	221

10.4.1	对新拌混凝土的影响	221
10.4.2	对硬化混凝土性能的影响	222
10.5	速凝剂的工程应用	223
10.5.1	地下工程的初期支护与最终衬砌	224
10.5.2	修复加固受破坏工程	224
10.5.3	地基基础与边坡工程	225
10.5.4	薄壳结构和折板工程	225
第十一章	混凝土泵送剂	227
11.1	泵送混凝土与泵送剂	227
11.1.1	泵送混凝土	227
11.1.2	混凝土泵送剂的特点	230
11.2	泵送剂的组成与性能	231
11.3	泵送剂对混凝土性能的影响	233
11.3.1	泵送剂对新拌混凝土性能的影响	233
11.3.2	泵送剂对硬化混凝土性能的影响	234
11.4	泵送剂的工程应用	235
第十二章	其他混凝土外加剂	238
12.1	混凝土防水剂	238
12.1.1	无机盐防水剂	238
12.1.2	有机硅类防水剂	240
12.1.3	金属皂类防水剂	241
12.1.4	膨胀型防裂防水剂	242
12.1.5	混合型防水剂	242
12.2	混凝土阻锈剂	242
12.2.1	阻锈作用的机理	243
12.2.2	阻锈剂的品种与性能	246
12.2.3	阻锈剂在混凝土中应用	247
12.3	混凝土养护剂	247
12.3.1	养护剂的作用	247
12.3.2	养护剂的品种性能	249
12.4	脱模剂	250
12.4.1	脱模剂应具备的功能	251
12.4.2	脱模剂的品种与性能	251

12.4.3 脱模剂的应用	254
第十三章 混凝土外加剂应用技术	256
13.1 外加剂的选择	256
13.2 外加剂的掺量	258
13.3 外加剂的掺加方法	259
13.4 外加剂与水泥的适应性	260
13.5 混凝土的坍落度损失控制	263
13.6 复合外加剂组分之间的相容性	265
13.7 化学外加剂与矿物外加剂的相容性	267
13.8 混凝土的碱-骨料反应	268
13.8.1 碱-骨料反应类型及机理	269
13.8.2 碱-骨料反应的条件与防止	271
第十四章 高性能混凝土	273
14.1 从高强混凝土到高性能混凝土	273
14.2 配制高性能混凝土的技术路线	276
14.2.1 高性能混凝土用外加剂	277
14.2.2 高性能混凝土的组成材料	281
14.3 超细掺合料——矿物外加剂	284
14.3.1 超细掺合料的品种与性能	285
14.3.2 超细活性掺合料在混凝土中的作用	288
14.4 高性能混凝土的工程应用	294
14.5 绿色高性能混凝土——可持续发展的建材	296
14.5.1 “绿色”的含义	297
14.5.2 绿色高性能混凝土	297
参考文献	299
附录	301
附录一 混凝土外加剂分类、命名与定义 (GB 8075—87)	301
附录二 混凝土外加剂 (GB 8076—1997)	303
附录三 混凝土外加剂匀质性试验方法 (GB/T 8077—2000)	315
附录四 混凝土防冻剂 (JC 475—92)	339
附录五 混凝土膨胀剂 (JC 476—2001)	346
附录六 砂浆、混凝土防水剂 (JC 474—1999)	351
附录七 混凝土泵送剂 (JC 473—2001)	361

附录八	喷射混凝土用速凝剂 (JC 477—92)	369
附录九	混凝土外加剂应用技术规范 (GB J119—88)	374
附录十	用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉 (GB/T 18046—2000)	389