

精细化工产品生产系列

混凝土外加剂 及其工程应用

HUNNINGTU WAIJIAJI
JIKI GONGCHENG YINGYONG



◎主编 阮承祥



江西科学技术出版社

精细化工产品生产系列

混凝土外加剂 及其工程应用

◎主 编 阮承祥

◎副主编 赵融芳 娄 瑾 刘够生
刘久明 钟华新

**HUNNINGTU WAIJIAJI
JIQI GONGCHENG
YINGYONG**

 江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土外加剂及其工程应用/阮承祥主编.--南昌:江西科学技术出版社,
2008.12

ISBN 978-7-5390-3440-9

I. 混… II. 阮… III. 水泥外加剂 IV. TU528.042

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 198447 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:KX2006112

图书代码:D08100-101

混凝土外加剂及其工程应用

阮承祥主编

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷	江西农业大学印刷厂
经销	各地新华书店
开本	850mm×1168mm 1/32
印张	17
字数	600千字
印数	3000册
版次	2008年12月第1版 2008年12月第1次印刷
书号	ISBN 978-7-5390-3440-9
定价	34.00元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

内 容 简 介

本书介绍了目前常用的 10 余类混凝土外加剂的主要组分、性能、生产工艺、生产厂家及其在混凝土工程中的部分应用实例。书中还另辟章节阐述了混凝土与外加剂的基础知识，作者根据外加剂在混凝土技术方面的最新的发展，有选择地介绍了外加剂应用相关的高性能混凝土、绿色混凝土。

本书可供混凝土设计、施工技术人员阅读，也可供混凝土外加剂开发、试验、生产和管理人员参考。

前言

自 1824 年英国人阿斯普丁(J. Aspdin)发明水泥以后,不久就出现了以水泥为胶结料,以石料和砂料为骨架的混凝土材料。迄今为止混凝土的发展已经经历了三次重大的变革,第一次是钢筋混凝土的出现(1865 年,法国人约瑟夫·莫里尔),第二次是预应力混凝土的出现(1928 年,法国工程师弗雷西内),第三次则是混凝土外加剂的出现。高性能外加剂的使用不仅仅改变了混凝土的施工工艺,更提高了混凝土工程的质量和使用寿命。例如高效减水剂的出现,使混凝土的流动性大为增加,不仅使混凝土的泵送成为可能,也为混凝土的商品化、市场化奠定了基础。掺有抗冻剂混凝土的抗冻性能可从 d_{30} 增加到 d_{300} 以上,其在冻融条件下的使用寿命提高了 10 倍。由于成型工艺的特点,喷射混凝土离不开速凝剂。速凝剂能使混凝土在 2min 内初凝,并具有较高的早期强度,现

已被广泛用于喷射混凝土、砂浆及堵漏抢险工程。

现有的研究结果显示,合理使用混凝土外加剂不仅有助于提高混凝土工程的质量,并有助于提高混凝土工程的经济效益。例如:在寒冷地区的混凝土中添加引气剂、抗冻剂能够大大延长混凝土工程的使用寿命,降低维护成本。应用高效减水剂不仅能提高混凝土的强度与改善和易性,更主要是可以应用高效减水剂减少水泥用量;水泥用量的减少不仅能够弥补外加剂使用所增加的成本,而且通常还能够有所盈余。此外,水泥用量的减少有利于降低混凝土固化时的水化热,这有利于避免混凝土的开裂从而降低养护费用。

全书共分14章。第1章混凝土基础和第2章混凝土外加剂基础扼要介绍了当前混凝土技术和外加剂技术的发展历史、主要研究领域与研究成果。第3~12章每章介绍了一类外加剂的作用机理和生产方法,章后列出该剂种的国产产品性能、生产企业及对应的工程应用实例。第13章高性能混凝土和第14章绿色混凝土介绍了混凝土发展的两个前沿领域及外加剂在此领域中的应用。

本书可供从事建筑工程、建筑材料、混凝土施工及混凝土外加剂生产等方面的技术人员阅读,也可作为混凝土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。

参加本书编写的有:阮承祥教授(第1章、第2章、第5章),赵融芳教授(第3章、第4章),沈友良讲师(第7章、第8章、第9章),魏任重博士(第6章),吴从清高级工程师(第10章),龚珍奇讲师(第11章),娄瑾硕士(第12章),侯磊博士(第13章),时文娟讲师(第14章)。全书由阮承祥教授统筹。在编著本书的过程中,吸收和选用

了国内外有关外加剂和混凝土方面专家的论著、报告,得到了许多外加剂和混凝土生产、研制和应用部门的大力支持,在此深致谢意。混凝土外加剂是一门多学科交叉性的技术。限于编著者的知识体系,疏漏及谬误在所难免,敬请读者不吝赐教。

编者

2008年12月于南昌

绪 论

1

第一章

混凝土基础

3

一、混凝土胶结料(水泥)

4

(一)水泥的生产工艺

4

(二)水泥的分类

4

(三)水泥品种的选择

6

(四)水泥标准编号和等级划分

7

(五)硅酸盐水泥的矿物组成

8

(六)硅酸盐水泥矿物的水化过程

8

二、砂子

12

三、石子

18

四、拌合水及养护用水

19

五、新拌混凝土的性能

20

(一)和易性

20

(二)离析和泌水

25

(三)塑性收缩

26

(四)凝结

27

六、硬化混凝土的性能

28

(一)混凝土的强度	28
(二)混凝土耐久性	34

第二章

混凝土外加剂基础	53
----------	----

一、混凝土外加剂的定义	53
二、混凝土外加剂的历史和发展	53
三、混凝土外加剂未来的发展方向	58
四、混凝土外加剂的分类	60
五、混凝土外加剂的质量标准	62
六、混凝土外加剂的作用机理简介	62
(一)表面活性剂定义	64
(二)表面活性剂分类	64
(三)表面活性剂的基本功能	68
(四)典型混凝土外加剂的作用机理	72
七、混凝土外加剂的用途	77
(一)改善混凝土施工性能	77
(二)增加混凝土早龄期强度	78
(三)提高混凝土强度等级	78
(四)制造高性能混凝土	78
(五)增加混凝土耐久性	79
(六)节约水泥和能源	80

第三章

普通减水剂	81
-------	----

一、普通减水剂的作用机理	82
(一)普通减水剂的主要作用	82
(二)普通减水剂的作用机理	82
(三)普通减水剂分子结构与性能的关系	86
二、普通减水剂的品种、性能及生产工艺	88

(一)木质素磺酸盐类减水剂	89
(二)羟基羧酸类减水剂-腐殖酸减水剂	93
(三)糖类减水剂	94
(四)棉浆普通减水剂	95
(五)栲胶及其废渣提取物	96
(六)国内常用的普通减水剂生产厂家和价格	96
三、普通减水剂对混凝土性能的影响	97
(一)普通减水剂对新拌混凝土性能的影响	99
(二)普通减水剂对硬化混凝土性能的影响	113
四、普通减水剂在工程中的应用	129
(一)普通减水剂的工程应用技术要点	129
(二)普通减水剂的工程应用	131

第四章

高效减水剂 134

一、高效减水剂的作用机理	135
(一)静电斥力理论	135
(二)空间位阻效应理论	136
(三)反应性高分子缓慢释放理论	136
二、高效减水剂的品种	138
(一)按分子结构差异的分类	139
(二)按主要化学组分差异的分类	140
三、高效减水剂的技术性能及生产方法	140
(一)煤焦油系高效减水剂	141
(二)三聚氰胺系高效减水剂	148
(三)氨基磺酸系高效减水剂	155
(四)脂肪酸系高效减水剂	172
(五)聚羧酸系高效减水剂	187
(六)国内常用的高效减水剂生产厂家和价格	207
四、高效减水剂对混凝土性能的影响	209
(一)高效减水剂对新拌混凝土性能的影响	209

(二)高效减水剂对硬化混凝土性能的影响	220
五、高效减水剂在工程中的应用	226
(一)高效减水剂工程应用技术	226
(二)高效减水剂的工程应用	228

第五章

引气剂和引气减水剂

一、引言	235
二、引气剂和引气减水剂的定义	236
三、引气剂的分类和生产工艺	236
(一)松香皂类引气剂	237
(二)松香热聚物引气剂	238
(三)烷基苯磺酸盐类引气剂	239
(四)脂肪醇硫酸钠类引气剂	241
(五)皂角苷类引气剂	241
(六)天然引气剂	242
四、混凝土冻融破坏机理	242
五、引气过程的机理	244
(一)气泡的产生	244
(二)气泡的稳定	245
(三)气泡的溶解	246
六、影响混凝土含气量的因素	247
七、引气剂对新拌混凝土性能的影响	249
八、引气剂对硬化混凝土性能的影响	250
(一)对力学性能的影响	250
(二)对抗冻性能的影响	253
(三)对收缩和徐变的影响	255
(四)对抗渗性的影响	256
(五)对抗腐蚀性与抗碳化性的影响	257
九、引气剂性能的评价方法	257
十、引气剂的工程应用	258

(一)引气混凝土的配合比设计	258
(二)引气剂应用的注意事项	259
(三)引气剂的工程应用实例	260
十一、引气剂生产厂家和参考价格	261

第六章

早强剂和早强减水剂	263
-----------	-----

一、早强剂和早强减水剂的定义和作用机理	263
(一)早强剂和早强减水剂的定义和发展简史	263
(二)早强剂的作用机理	264
二、早强剂和早强减水剂的分类和性能	266
(一)早强剂的分类和性能	266
(二)早强减水剂的分类和性能	272
三、早强剂和早强减水剂生产厂家和参考价格	275
四、早强剂和早强减水剂对新拌混凝土性能的影响	276
(一)对混凝土流动性的影响	276
(二)对凝结时间的影响	277
(三)对混凝土含气量的影响	277
(四)对混凝土含碱量的影响	277
五、早强剂和早强减水剂对硬化混凝土性能的影响	278
(一)对混凝土强度的影响	278
(二)对混凝土收缩性能的影响	280
(三)对混凝土耐久性的影响	281
六、早强剂和早强减水剂在工程中的应用	282
(一)早强剂和早强减水剂工程应用技术要点	282
(二)氯盐、硫酸盐早强剂的限值问题	284
(三)早强剂和早强减水剂的工程应用	286

第七章

混凝土防冻剂 291

一、混凝土防冻剂的定义和作用机理	291
(一)混凝土防冻剂的定义和发展简史	291
(二)混凝土防冻剂的作用机理	293
二、混凝土防冻剂的品种与性能	294
(一)强电解质无机盐类防冻剂	295
(二)水溶性有机化合物类防冻剂	300
(三)有机化合物与无机盐复合类防冻剂	301
(四)复合型防冻剂	301
(五)国内常用的混凝土防冻剂生产厂家	303
三、防冻剂对混凝土性能的影响	303
(一)防冻剂对新拌混凝土性能的影响	303
(二)抗冻剂对硬化混凝土性能的影响	304
四、混凝土防冻剂在工程中的应用	307
(一)混凝土防冻剂工程应用技术要点	307
(二)防冻剂工程应用中可能出现的问题及解决办法	309
(三)混凝土防冻剂的工程应用	310

第八章

混凝土膨胀剂 312

一、混凝土膨胀剂的定义和作用机理	312
(一)混凝土膨胀剂的定义和发展简史	312
(二)混凝土膨胀剂的作用机理	315
二、混凝土膨胀剂的品种、性能及生产工艺	319
(一)硫铝酸盐系	320
(二)石灰系	322
(三)铁粉系	323

(四)氧化镁系	323
三、混凝土膨胀剂对混凝土性能的影响	324
(一)混凝土膨胀剂对新拌混凝土性能的影响	324
(二)混凝土膨胀剂对硬化混凝土性能的影响	325
(三)影响膨胀剂使用效果的因素	326
四、混凝土膨胀剂在工程中的应用	329
(一)混凝土膨胀剂工程应用技术要点	329
(二)膨胀剂的选用	330
(三)掺膨胀剂混凝土工程可能出现的质量问题以及解决方法	331
(四)混凝土膨胀剂的工程应用	335
五、国内常用的混凝土膨胀剂生产厂家	339

第九章

混凝土速凝剂

一、混凝土速凝剂的定义和作用机理	340
(一)混凝土速凝剂的定义和发展简史	340
(二)混凝土速凝剂的作用机理	344
二、混凝土速凝剂的品种、性能及生产工艺	346
(一)铝氧熟料-碳酸盐系	346
(二)铝氧熟料-明矾石系	346
(三)水玻璃系	347
(四)其他类型	347
(五)国内常用的混凝土速凝剂生产厂家	347
三、混凝土速凝剂对混凝土性能的影响	348
(一)混凝土速凝剂对新拌混凝土性能的影响	348
(二)混凝土速凝剂对硬化混凝土性能的影响	349
四、混凝土速凝剂在工程中的应用	353
(一)混凝土速凝剂工程应用技术要点	354
(二)喷射混凝土概况	355
(三)混凝土速凝剂工程应用中可能出现的问题	

题及解决办法	360
(四)混凝土速凝剂在工程中的应用实例	361

第十章

缓凝剂和缓凝减水剂	364
-----------	-----

一、缓凝剂和缓凝减水剂的定义和作用机理	364
(一)缓凝剂和缓凝减水剂的定义	364
(二)缓凝剂的作用机理	365
二、缓凝剂的品种、性能	366
(一)多羟基碳水化合物-糖类	366
(二)木质素磺酸盐类	367
(三)羟基羧酸及其盐类	370
(四)磷酸盐	372
(五)硼酸和硼酸盐	373
(六)锌盐	374
(七)其他缓凝剂	374
三、缓凝减水剂的定义和分类	375
(一)糖蜜缓凝减水剂	375
(二)低聚糖缓凝减水剂	375
(三)羟基羧酸盐缓凝减水剂	376
(四)缓凝高效减水剂	376
四、国内常用的缓凝剂和缓凝减水剂生产厂家	378
五、缓凝剂和缓凝减水剂对混凝土性能的影响	379
(一)缓凝剂和缓凝减水剂对新拌混凝土性能的影响	379
(二)缓凝剂和缓凝减水剂对硬化混凝土性能的影响	381
六、缓凝剂和缓凝减水剂在工程中的应用	383
(一)缓凝剂和缓凝减水剂工程应用技术要点	383

(二)缓凝剂和缓凝减水剂的工程应用范围	385
(三)工程应用实例	388

第十一章

混凝土泵送剂 390

一、混凝土泵送剂的定义和作用机理	391
(一)混凝土泵送剂的定义和分类	391
(二)混凝土泵送剂的作用机理	391
二、混凝土泵送剂的组成与性能	391
(一)泵送剂的组成	392
(二)泵送剂的性能	397
三、泵送剂对混凝土性能的影响	399
(一)泵送剂对新拌混凝土性能的影响	399
(二)泵送剂对硬化混凝土性能的影响	400
四、泵送剂的工程应用	401
(一)工程应用技术要点	401
(二)工程应用实例	404
五、国内常用混凝土泵送剂生产厂家和价格	407

第十二章

其他混凝土外加剂 409

一、混凝土防水剂	409
(一)混凝土防水剂的定义和作用机理	409
(二)混凝土防水剂的品种与性能	412
(三)国内常用的混凝土防水剂生产厂家和价格	416
(四)混凝土防水剂的工程应用	416
二、混凝土阻锈剂	419
(一)混凝土阻锈剂的定义和锈蚀机理	419
(二)混凝土阻锈剂的分类	422

(三)国内常用的混凝土阻锈剂生产厂家	425
(四)混凝土阻锈剂的工程应用	425
三、混凝土养护剂	427
(一)混凝土养护剂的定义	428
(二)混凝土养护剂的品种及养护机理	429
(三)国内常用的混凝土养护剂生产厂家	433
(四)混凝土养护剂的工程应用	433
四、脱模剂	435
(一)脱模剂的定义和作用原理	435
(二)脱模剂的品种与性能	436
(三)国内常用的脱模剂生产厂家	438
(四)脱模剂工程应用的技术要点	439

第十三章

高性能混凝土	441
--------	-----

一、概述	441
(一)从高强度混凝土到高性能混凝土	441
(二)研究高性能混凝土的重要意义	443
(三)高性能混凝土的技术途径	445
二、高性能混凝土原材料与配合比	445
(一)高性能混凝土原材料	445
(二)高性能混凝土配合比设计原则	451
(三)高性能混凝土配合比设计	451
三、高性能混凝土的性能	457
(一)新拌高性能混凝土的性能	457
(二)硬化高性能混凝土的性能	459
四、高性能混凝土的施工	465
五、高性能混凝土的应用	467
(一)高性能混凝土在我国的应用	467
(二)高性能混凝土在国外的应用	470