

Hunningtu Tuomoji He
Xiangguan Gongcheng Cailiao De Yingyong

混凝土脱模剂和 相关工程材料的应用

韩全卫 编著

中国建材工业出版社

混凝土脱模剂 和相关工程材料的应用

韩全卫 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土脱模剂和相关工程材料的应用/韩全卫编著.

—北京:中国建材工业出版社,2008.9

ISBN 978-7-80227-466-2

I. 混… II. 韩… III. 混凝土—脱模剂 IV. TU528

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 124550 号

内 容 简 介

本书共分为八章: 导语、建筑材料和混凝土相关工程材料的发展、混凝土脱模剂与清水混凝土、各类脱模剂与混凝土脱模方法、混凝土脱模剂的选择及应用、混凝土模板工程发展状况、混凝土相关工程材料的应用、工程施工项目典例选编, 书后还附有 JC/T 949—2005 《混凝土制品用脱模剂》。全书资料准确、内容翔实, 是一本实用的混凝土脱模剂指导书。

混凝土脱模剂和相关工程材料的应用

韩全卫 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 11.25

字 数: 278 千字

版 次: 2008 年 9 月第 1 版

印 次: 2008 年 9 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-466-2

定 价: 30.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

序

结识韩全卫，是在两个重点工程的抗裂防水混凝土研讨会上。当时韩全卫负责的北京华信高技术公司想为工程提供补偿收缩混凝土技术支持，提出技术方案，请专家们研讨。

韩全卫这次突然登门请我帮他审核《混凝土脱模剂和相关工程材料的应用》这本书，我既吃惊又高兴。吃惊的是，他的钻研精神，爱岗敬业。他现任建筑工业技术情报研究所副总工程师，一边忙着组织本单位承担的国家科技部技术开发项目等科研实施工作，还能腾出精力编著混凝土脱模剂专业书籍，而且是一本内容比较全面的脱模剂资料，真让人佩服其刻苦钻研的精神。高兴的是，编著者视野开阔，除了介绍脱模剂发展历程、作用原理、分类与性能、技术生产与应用外，还选编了一些工程典例，并在书中用部分篇幅介绍建筑材料和水泥、混凝土、混凝土外加剂、模板工程等混凝土相关工程材料的发展历程、技术性能与发展趋势，让读者了解建筑工程材料的新技术及其基础知识，以便读者在实际工作中更多地掌握工程材料性能，用好脱模剂，确保混凝土工程质量。

众所周知，混凝土脱模剂是建筑材料中细分的一个专业产品。在我国，混凝土制品用的商品脱模剂也仅仅是从20世纪60年代开始的，之前的混凝土脱模剂大多采用废机油。从我国混凝土脱模剂的发展进程看，可以说：品种发展快，技术进步大；从我国混凝土脱模剂的应用进程看，可以说：市场接受新产品慢，环保产品应用量少。但是，从目前工程质量要求更严和环保要求更高的角度看，越来越多的工程施工单位已经把眼光盯住优质脱模剂和环保型脱模剂，脱模剂的发展前景应该会更好。

近几年来，随着清水混凝土的迅速发展，带动了脱模剂科学研究、生产工艺、应用技术等相应发展。全卫同志适时地编著《混凝土脱模剂和相关工程材料的应用》一书，能够为我国混凝土脱模剂科研单位、生产单位和施工单位提供技术、应用方面的帮助和借鉴，在此表示祝贺！

传播专业知识，普及科学与推广技术，面向大众，惠及行业，架起不同行业的沟通桥梁，提升混凝土产业的整体技术水平，这是全卫同志编著首部脱模剂专业技术应用书籍的可贵之处，我表示赞成和支持！

正如本书《前言》中所说，本书的出版既是投石问路，又是抛砖引玉。我相信，《混凝土脱模剂和相关工程材料的应用》一书会给广大读者带来不少的收益。希望读者对该书提出宝贵的意见和建议，共同努力，为完善和推广应用优质、环保型脱模剂产品做出贡献。

中国建筑科学研究院研究员

韩素芳

2008年6月18日

前言

作为一名在建筑材料工业科技情报战线上工作过 23 年的技术研究人员，多年来一直想整理、分析混凝土脱模剂的技术信息和发展现状，传递给建材和建筑界的同仁。1993 年初的一天在北京图书馆查阅文献时，发现混凝土脱模剂新技术新产品研究者较多，本人萌生了编著一本这类图书的想法，以传播最新脱模剂的科研与应用技术成果。经过进一步查阅资料，却发现脱模剂仅仅是一种建材和建筑界专家谈及混凝土、混凝土外加剂时捎带研究、介绍的产品，尽管品种和研究者较多，但毕竟在当时可查阅的文献报道中没有脱模剂专著和论文，大多数是单篇文章介绍某产品，或者是有关混凝土、混凝土外加剂的专著中拿出少许篇幅介绍脱模剂。基于阅历有限，而且本人当时缺乏在建筑工地现场的工作磨练，唯恐“纸上谈兵”，随即又放弃了编著脱模剂类书籍的打算。

到了 1995 年，建筑材料工业技术情报研究所（原名称为：国家建筑材料工业局技术情报研究所）委派我出任单位全资企业——北京华信高技术公司负责人。因为公司的业务需要，本人有机会向建筑工地现场技术人员和建筑工人学习建筑施工方面的知识，并了解到混凝土质量与脱模工序的关系，实地看到了一些脱模剂，以及看到了脱模剂质量好坏与脱模施工质量、混凝土表观质量的直接效应和关系，进一步认识到了脱模剂对建筑施工质量尤其是清水混凝土施工质量的重要影响。

2006 年以来，我相继出任单位承担的国家科技部科研院所技术开发研究专项资金项目的执行人、负责人。在担任《新型清水混凝土脱模剂的研究和开发》、《混凝土脱模——养护一体化材料的研究和开发》两个专项资金项目负责人之前和项目实施期间，本人又重新查阅过脱模剂相关文献，发现近几年脱模剂新产品品种涌现不像十几年前开发的那么多，但科研人员更重视产品质量的提升和环保要求的提高，施工单位对脱模剂产品给予了更多的重视。而且，查阅国内外相关文献后仍然没有找到脱模剂专著或论文。于是，我再一次萌生编著一本有关脱模剂专业的书籍，直接为建筑施工单位的项目管理人员和技术人员服务，传播脱模剂及其相关建筑材料的发展背景、生产和技术知识、产品应用知识等信息，协助他们掌握更多的材料知识，期望进一步提升混凝土施工质量的想法。

消息传出，有一个单位同事提醒我：编著脱模剂书，与“第一个吃螃蟹的人”一样啊！我回答：发展脱模剂，终归需要人编纂系统性技术资料。事实上，本书的出版，确实是编著者在投石问路。20 年前，美国、英国的文献报道中将脱模剂分别分成了 7 种和 6 种，至今中国官方文献报道中尚未有明确的分类报道。2005 年 7 月 1 日开始实施的 JC/T 949—2005《混凝土制品用脱模剂》标准为建筑材料行业标准，未提及脱模剂分类标准，而且标准不适用于纯油类脱模剂。既然国内的脱模剂系统性文献资料缺乏，自己亲历的很多施工工程项目管理部又有需求，本人便愿意编著一本涉足脱模剂、主旨介绍脱模剂的书籍，让工地的项目部了解混凝土脱模剂、建筑材料和混凝土相关工程材料技术、应用知识，尤其是深刻了解混

凝土脱模剂的发展现状、产品性能、施工应用等知识。由于没有找到脱模剂专著或论文等系统性文献资料进行学习和借鉴,使编著本书增加了难度,因此欲通过出版本书,广泛听取建材和建筑界同仁提出的宝贵意见和建议,为后人再编写脱模剂类书籍提供参考。

经过可查阅的文献显示,国内研究脱模剂比较集中的时间是1990年前后和最近的几年,这两段时间涌现出了很多脱模剂的生产方法和工艺,介入脱模剂研究的技术人员和专家不胜枚举。2008年初决定编著本书后,本人搜集、拜读了国内外有关脱模剂文章近300篇。由于与出版社商议半年后出版本书,于是匆匆忙忙上阵,没能向更多的技术专家求教和交流,因此编著者欲通过本书抛砖引玉,希望有关机构能够进一步重视脱模剂,希望脱模剂研究者批评指正,希望更多的脱模剂应用者共同努力,系统地研究和完善脱模剂,使脱模剂产品健康、有序地发展。

如何安排书籍内容和章节,也是一个难点。本书的出版和发行,一方面是针对建筑施工单位服务,另一方面是为建筑和建材界脱模剂研究、生产等单位服务。由于服务群体的不同,本书内容和顺序将尝试如下安排:首先介绍建筑材料和混凝土相关工程材料的产品现状和发展趋势,让读者对混凝土相关工程材料的发展状况、工程技术应用等方面有一个较全面的了解。然后,针对脱模剂发展现状、产品品种和性能、施工应用等予以阐述。接着,介绍最近出现的脱模工艺、模板工程等辅助混凝土脱模的工序和发展现状,并用上一个章(节)较为详细地介绍混凝土相关工程材料的定义、分类、品质与性能等应用方面知识,让读者全面了解混凝土制作所需的相关材料和工序,为把关混凝土表观质量的同时把关混凝土工程整体质量提供技术和知识需求。最后,编著者有意选录一些工程施工项目典例——有关脱模剂、外加剂、模板和清水混凝土的实际施工案例和《中华人民共和国建材行业标准混凝土制品用脱模剂》(JC/T 949—2005),以便读者学习和参考。

在编著过程中,编著者试图逐一联系书中引用过文献的作者,欲进一步请教、交流和合作,增进本书的权威性、全面性和先进性。但是,因个别作者单位调动、电话变更或其他缘故等,无法联系上他们,如果有需要可与我联系。同时,在本书敬录的参考文献中难免遗漏一些文献,在此编著者表示遗憾、抱歉并敬请提出,以便更正。

初稿完成后,编著者立即将初稿送到我国著名混凝土专家、中国建筑科学研究院研究员韩素芳教授处,恳请审核、指导。韩教授看了稿件后,爽快地表示支持、写序,并提出了宝贵的意见。在本书的编著过程中,编著者曾得到北京化工大学刘家祥教授的指导、支持和帮助,得到了北京化工大学孙晨琛、陈月霞的协助;得到中建三局工程总承包公司技术部经理周鹏华高级工程师专为本书撰写的《大面积清水饰面混凝土施工综合技术的开发与应用——联想北京研发基地工程“清水混凝土”案例》文章;建筑材料工业技术情报研究所所长王政教授级高级工程师亲自核阅本书稿件,在此一并表示衷心的感谢!

由于编著者水平和能力有限,书中难免有疏漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

2008年6月

目 录

1 导 语	1
2 建筑材料和混凝土相关工程材料的发展	5
2.1 建筑材料的发展	5
2.1.1 我国建筑材料概况	5
2.1.2 我国建筑材料发展趋势	6
2.2 水泥和混凝土的发展	7
2.2.1 水泥的发展历程	7
2.2.2 水泥的发展趋势	8
2.2.3 混凝土的发展历程	10
2.2.4 混凝土的发展趋势	11
2.3 混凝土外加剂的发展	14
2.3.1 混凝土外加剂的发展历程	14
2.3.2 混凝土外加剂的发展趋势	16
3 混凝土脱模剂与清水混凝土	18
3.1 混凝土脱模剂	18
3.1.1 混凝土的脱膜要求	18
3.1.2 脱模剂的产生	18
3.1.3 脱模剂的术语和定义	18
3.1.4 常用脱模剂的品种	18
3.1.5 脱模剂的作用机理	19
3.1.6 脱模剂的基本性能	20
3.1.7 脱模剂的技术要求	20
3.1.8 脱模剂的应用要求	20
3.2 清水混凝土	21
3.2.1 清水混凝土的产生和发展	21
3.2.2 清水混凝土的优点	22
3.2.3 清水混凝土质量要求	22
3.2.4 清水混凝土常见质量缺陷	23
3.3 清水混凝土对脱模剂的性能要求	23

4 各类脱模剂与混凝土脱模方法	25
4.1 混凝土脱模剂种类	25
4.2 皂类脱模剂	25
4.2.1 概述	25
4.2.2 几种皂类脱模剂的生产工艺及性能	25
4.3 油类脱模剂	28
4.4 乳化油类脱模剂	30
4.4.1 概述	30
4.4.2 脱模机理及性能	30
4.4.3 几种乳化油类脱模剂的生产工艺及性能	31
4.5 石蜡类脱模剂	34
4.6 活性类脱模剂	35
4.7 油漆类脱模剂	36
4.7.1 概述	36
4.7.2 脱模机理	36
4.7.3 BT-20 模板漆介绍	36
4.8 有机高分子类脱模剂	37
4.8.1 概述	37
4.8.2 三种有机高分子类脱模剂的生产工艺及性能	38
4.8.3 典型产品使用说明举例	40
4.9 其他混凝土脱模法	41
4.9.1 电脱模法	41
4.9.2 模板自脱模法	42
4.9.3 塑料夹层脱模法	43
5 混凝土脱模剂的选择及应用	45
5.1 脱模剂的基本要求	45
5.2 脱模剂的选用	45
5.2.1 根据脱模剂的特点选用	46
5.2.2 根据模板的种类选用	47
5.2.3 根据混凝土表面有无饰面要求选用	49
5.2.4 根据施工条件不同选用	49
5.2.5 根据工程成本选用	49
5.2.6 美国和英国脱模剂选用介绍	49
5.3 脱模剂的使用方法与注意事项	51
5.3.1 选用合适的脱模剂	51
5.3.2 几种常用的使用方法	51

5.3.3	使用注意事项	52
5.4	脱模剂使用不当产生的问题	53
5.4.1	蜂窝麻面	53
5.4.2	色差	53
5.4.3	黑斑	53
5.4.4	脱模困难或脱模失败	53
6	混凝土模板工程发展状况	54
6.1	模板工程概述	54
6.2	模板工程发展历程	54
6.2.1	国外模板工程的发展历程	54
6.2.2	我国模板工程的发展历程	55
6.3	我国混凝土模板工程应用现状	58
6.3.1	模板品种应用的多样化、现代化	58
6.3.2	我国模板工程新工艺	60
6.4	我国混凝土模板工程展望	61
6.5	对我国模板工程发展的几点建议	62
6.5.1	重视并加强模板工程软科学方面的研究	62
6.5.2	更新模板的“经济性”观念	62
6.5.3	促进模板工程向专业化方向发展	62
6.6	混凝土模板工程施工技术	63
6.6.1	模板的设计	63
6.6.2	模板的强度与刚度	64
6.6.3	模板的定位	64
6.6.4	影响混凝土外观质量的其他事项	64
7	混凝土相关工程材料的应用	66
7.1	混凝土及其组成材料	66
7.1.1	混凝土的定义	66
7.1.2	混凝土的分类	66
7.1.3	混凝土的性能	67
7.1.4	混凝土的组成材料	67
7.2	混凝土拌合物的性能	76
7.2.1	流变性	76
7.2.2	新拌混凝土的和易性	77
7.3	常见混凝土质量问题的成因及控制	80
7.3.1	混凝土质量问题的成因	80
7.3.2	混凝土质量问题的控制	82

7.4 混凝土外加剂的定义与种类	83
7.4.1 外加剂的定义	83
7.4.2 外加剂的种类	83
7.5 几种常用混凝土外加剂及其性能	84
7.5.1 减水剂	84
7.5.2 缓凝剂	88
7.5.3 泵送剂	91
7.5.4 复合外加剂	91
7.5.5 引气剂	91
7.5.6 膨胀剂	93
7.5.7 早强剂	94
7.5.8 阻锈剂	96
7.5.9 速凝剂	97
7.5.10 养护剂	97
7.5.11 防冻剂	98
7.6 混凝土外加剂使用注意事项	98
7.7 混凝土外加剂综合问题分析	99
7.7.1 混凝土外加剂的进展与应用	99
7.7.2 混凝土外加剂的选择	100
7.7.3 混凝土外加剂的掺量	101
7.7.4 混凝土外加剂使用方法	101
7.8 混凝土外加剂不适应问题的主要原因及对策分析	102
7.8.1 产生不适应性问题主要因素	102
7.8.2 相关对策	104
8 工程施工项目典例选编	105
8.1 大面积清水饰面混凝土施工综合技术的开发与应用——联想北京研发基地工程	
“清水混凝土”案例	105
8.1.1 工程概况	105
8.1.2 清水混凝土概况	107
8.1.3 施工组织管理	107
8.1.4 清水混凝土施工简介	108
8.2 长效脱模剂在隧道衬砌施工中的应用	122
8.2.1 概况	122
8.2.2 工程概况	122
8.2.3 施工方法	123
8.2.4 劳动组织及工效统计	124
8.2.5 技术经济分析	124

8.2.6	结束语	124
8.3	机场南线工程清水混凝土综合控制技术	125
8.3.1	工程概况	125
8.3.2	原材料与配合比设计	125
8.3.3	墩柱混凝土模板工程	126
8.3.4	其他施工技术措施	126
8.3.5	工程试验效果	126
8.4	新疆三个泉倒虹吸混凝土外观施工控制措施	128
8.4.1	模板	128
8.4.2	涂刷脱模剂	128
8.4.3	混凝土拌合	129
8.4.4	混凝土运输	129
8.4.5	混凝土浇筑及振捣	129
8.4.6	混凝土养护	130
8.4.7	混凝土局部缺陷修整	130
8.4.8	结束语	130
8.5	NC 混凝土外加剂在薛湖煤矿冻结井壁工程中的应用	131
8.5.1	工程概况	131
8.5.2	高性能混凝土配合比试验研究	133
8.5.3	高性能混凝土施工	134
8.5.4	质量控制-施工效果	135
8.5.5	结束语	136
8.6	华能沁北电厂一期工程主厂房清水镜面混凝土结构施工技术	137
8.6.1	清水镜面混凝土质量标准	137
8.6.2	清水镜面混凝土施工技术	138
8.6.3	实施效果	142
8.7	三峡三期大坝坝顶细部结构混凝土免装修工程模板施工技术	143
8.7.1	概述	143
8.7.2	坝顶细部结构施工技术研究背景	143
8.7.3	免装修混凝土墙施工要求	143
8.7.4	坝顶细部结构混凝土施工方法	144
8.7.5	实施应用情况	146
8.8	清水混凝土在广州地铁高架桥施工中的应用	148
8.8.1	工程简介	148
8.8.2	清水混凝土的质量标准	148
8.8.3	施工技术措施	149
8.8.4	体会与总结	152

8.9	国家体育馆现浇清水看台板模板施工技术	153
8.9.1	模板设计	153
8.9.2	现场施工	155
8.9.3	看台板成型效果	156
8.10	小月河工程预制钢筋混凝土墙板施工	157
8.10.1	技术措施	157
8.10.2	管理措施	159
8.10.3	墙板构件的安全运输	160
8.10.4	结束语	160
附录	JC/T 949—2005《混凝土制品用脱模剂》	161
参考文献		166

1 导 语

材料，或称产品，仅仅是一个泛称，其形和意已经遍及我们的周围，它们不仅存在于现实生活中，而且也扎根于文化和思想领域。材料，与人类的出现和进化有着密切的联系，因而它们的名字已作为人类文明的标志，例如石器时代、青铜时代和铁器时代等。材料已经与食物、居住空间、能源和信息并列在一起组成人类的基本资源。材料确实是人类社会中的工作物质，它们不仅在人们的日常生活中，而且在国家的昌盛和安全中也起着举足轻重的作用。天然材料和人造材料已成为生活中不可分割的组成部分，以至于人们常常认为它们的存在是理所当然的。

建筑材料是社会上全部产品的一个分支，是人们生活、生产必不可少的材料。建筑材料几乎是同人类文明一起出现的。自从有了人类，有了人类对居住条件的要求，建筑材料也就应运而生了。石块、树枝、草木等是最早出现的建筑材料。人类学会筑造房屋以后，黏土就成了烧制砖瓦的最重要的结构材料。近代社会出现的钢铁、水泥、混凝土等主体结构材料，以及塑料、铝合金、不锈钢等新型材料，无论是强度还是耐久性都远远优于传统材料。防水材料的使用，使得房屋的漏雨、漏水现象减少；玻璃作为透明材料，使得房间的采光效果改善；在墙体和顶棚中采用保温材料，既提高了房屋的热环境质量，改善了居住性，又节约能源；各种装饰材料的开发和使用，使建筑物具有美观性、健康性和舒适性。

市场上建筑材料品种繁多，能满足各类需求。根据组成物质的种类及化学成分的不同，建筑材料可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。无机材料分为金属材料和非金属材料，有机材料分为植物质材料、沥青材料、高分子材料，复合材料由无机非金属材料 and 有机材料复合而成。在中国，出于考虑历史原因、传统分工原因以及现实操作层面上的因素，学术界、理论界、管理层等各界人士论及建筑材料时，涉及范围一般是无机材料类的非金属材料范畴，即无机非金属材料范围。无机非金属材料范围包括天然石材（砂、石及各种岩石制成的材料）、烧土制品（黏土砖、瓦、陶瓷、玻璃等）、胶凝材料等，其中的胶凝材料包括石灰、石膏、水玻璃、水泥、混凝土、硅酸盐制品等。把脉建筑材料的各级分类，则知混凝土是一种胶凝材料，是一种建筑材料。现实中，我们周边开工的生产混凝土预制板、轨枕、电线杆等水泥混凝土制品厂以及马路上跑得飞快的混凝土车能够告诉我们：混凝土是用量最大、性能最重要的建筑材料之一。

泛泛讲混凝土的定义，是指用胶凝材料将粗细集料胶结成整体的复合固体材料的总称。混凝土的种类相对较多，分类方法也很多。按表观密度可分为：重混凝土，表观密度大于 2600kg/m^3 ，常由重晶石和铁矿石配制而成；普通混凝土，表观密度为 $1950 \sim 2500\text{kg/m}^3$ ，主要以砂、石子和水泥配制而成，是土木工程中最常用的混凝土品种；轻混凝土，表观密度小于 1950kg/m^3 ，包括轻集料混凝土、多孔混凝土和大孔混凝土等。按胶凝材

料的品种分类：通常根据主要胶凝材料的品种，并以其名称命名，如水泥混凝土、石膏混凝土、水玻璃混凝土、硅酸盐混凝土、沥青混凝土、聚合物混凝土等。有时也以加入的特种改性材料命名，如水泥混凝土中掺入钢纤维时，称为钢纤维混凝土，水泥混凝土中掺入大量粉煤灰时则称为粉煤灰混凝土，等等。按使用功能和特性通常可分为：结构混凝土、道路混凝土、水工混凝土、耐热混凝土、耐酸混凝土、防辐射混凝土、补偿收缩混凝土、防水混凝土、泵送混凝土、自密实混凝土、纤维混凝土、聚合物混凝土、高强混凝土、高性能混凝土等。

混凝土材料发展已有 200 多年历史。由于它具有强度高、耐久性好、原料来源广、工艺简单、成本较低、适用于各种自然环境等自身的优点，因此得到很快发展。据不完全统计，全球混凝土用量大约 70 ~ 80 亿 m^3 ，我国混凝土总用量在 30 亿 m^3 。虽然一些新型建筑材料不断涌现，如钢材、铝合金、陶瓷、合成材料等，但由于价格和使用范围的影响，混凝土仍然是目前最大宗的建筑材料。

进入 21 世纪后，随着建筑高质量、长寿命、绿色化的要求，混凝土技术向高新技术方向发展，应运而生的混凝土外加剂的出现给混凝土的性能带来了新的、质的飞跃。混凝土外加剂是指除水泥、砂、石和水以外的混凝土第五种组分，它的应用使混凝土在匀质性、稳定性、耐久性、多样性等方面达到一个新的高度，满足了混凝土多种环境下使用的要求，正朝着轻质、高强、耐用、经济、节能、绿色等方向发展。由于水泥生产会产生很大环境污染等问题，许多人称水泥工业为“夕阳产业”，而混凝土外加剂可以减少水泥用量、改善混凝土的性能，因此被誉为“朝阳工业”。随着混凝土进入高科技领域，混凝土外加剂技术和品种也将得到快速的发展。

所谓混凝土外加剂，亦称混凝土化学外加剂，一般是指在拌制混凝土时掺入，掺入量不大于水泥质量的 5%，用以改善混凝土性能的化学物质。常用的外加剂主要有减水剂、引气剂、缓凝剂、防水剂、阻锈剂、早强剂等。按《混凝土外加剂定义、分类、命名与术语》GB 8075—2005，外加剂可分为 27 个名称。一般来说，常用的主要外加剂定义或理解如下：

- ①普通减水剂：在混凝土塌落度基本相同的条件下，能减少拌合用水量的外加剂；
- ②早强剂：加速混凝土早期强度发展的外加剂；
- ③缓凝剂：延长混凝土凝结时间的外加剂；
- ④引气剂：在搅拌混凝土过程能引入大量均匀分布，稳定而封闭的微气泡的外加剂；
- ⑤高效减水剂：在混凝土塌落度基本相同的条件下，能大幅度减少拌合物用水量的外加剂；
- ⑥早强减水剂：兼有早强和减水功能的减水剂；
- ⑦缓凝减水剂：兼有缓凝和减水功能的减水剂；
- ⑧引气减水剂：兼有引气和减水功能的外加剂；
- ⑨防水剂：能降低混凝土在静水压力下的透水性的外加剂；
- ⑩阻锈剂：能抑制或减轻混凝土中钢筋或其他预埋金属锈蚀的外加剂；
- ⑪加气剂：混凝土制备过程中因发生化学反应放出气体，能使混凝土形成大量气孔的外加剂；
- ⑫膨胀剂：能使混凝土体积产生一定膨胀的外加剂；
- ⑬防冻剂：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外加剂；
- ⑭着色剂：能制备具有稳定色彩混凝土的外加剂；
- ⑮速凝剂：能使混凝土迅速硬化的外加剂；
- ⑯泵送剂：能改善混凝土拌合物泵送性能的外加剂。

随着科技的进步和人民生活水平的不断提高，人们对住房的质量要求越来越高。高质量、环保、美观的建筑物是建筑物发展的必然趋势，势必要求绿色建材的大量应用。谈及绿

色环保建材，清水混凝土则是很重要的发展方向。

清水混凝土 (As-cast Finish Concrete/Bare Concrete) 又称装饰混凝土，是绿色混凝土的典型代表，如混凝土结构无需装饰，舍去了涂料、饰面等化工产品。清水混凝土有利于环保，并且是一次成型，不剔凿修补、不抹灰，可减少大量建筑垃圾，有利于保护环境，消除了诸多质量通病。采用清水混凝土，能避免抹灰开裂、空鼓甚至脱落的质量隐患，减轻了结构施工的漏浆、楼板裂缝等质量缺陷。随着人们环保意识的不断提高，返朴归真的自然思想深入人心，我国清水混凝土工程的需求已不再局限于道路、桥梁、厂房和机场，越来越多地在民用建筑中得到应用。

清水混凝土的施工具有一次浇筑完成、不可更改的特性，混凝土没有了剔凿修补的空间，如与墙体相连的门窗洞口和各种构件、埋件须提前准确设计与定位，与土建施工同时预埋铺设。基于没有外墙垫层和抹灰层，施工人员必须为门窗等构件的安装预留槽口，并且清水墙体上若安装雨水管，通风口等外露节点也须设计好与明缝等的交接。特殊的工序则对施工工艺设计、结构施工的质量管理工作提出了更高的要求。清水混凝土对混凝土表面不加装饰，对混凝土的表面质量和美观程度要求很高，所以混凝土施工过程显得格外重要。

提到清水混凝土的施工，其模板和脱模剂的选择是极为重要的。混凝土脱模剂是指涂抹在各种模板内表面能产生一层隔离膜，并且不影响膜内混凝土凝结硬化以及硬化混凝土的力学性能，又能减少混凝土与模板之间的粘附力的一种产品。混凝土脱模剂若按照外观分类，可分为：固态、溶液、乳液、膏状脱模剂四种；若按照作用效果分类，可分为：一次性脱模剂和长效脱模剂；若按照化学成分分类，可分为：皂类脱模剂、油类脱模剂、乳化油类脱模剂、石蜡类脱模剂、化学活性脱模剂、油漆类脱模剂、有机高分子脱模剂等。

混凝土脱模剂产业较为特别，从其产品组成来讲，可以归入化学工业行业；从其使用场所而言，可以归入建筑施工行业；从材料本身及使用用途来讲，归入建筑材料行业较为名正言顺。但是，从上述建材分类可以看出，混凝土脱模剂作为独立产业，难以与其他建材产业联系，就像混凝土外加剂最初出现和分类一样，归入混凝土行业研究和开发。目前时机成熟了，混凝土外加剂才渐渐从混凝土行业剥离出来，形成相对独立的一个产业。

过去谈及混凝土脱模剂，人们大多理解为在混凝土模板上抹的类似废机油一样的油性物质，让模板与混凝土隔离开即可，根本不会想到它也需要重视起来，更不会想到在清水混凝土的制备过程中脱模剂起到十分关键的作用。事实上，国内外建筑材料行业各界人士更为看重的是，良好的混凝土脱模剂能够为提供优质混凝土表面起到有效作用，类似混凝土外加剂的性能，而且用量少、作用快，因此混凝土脱模剂常常被人看作混凝土外加剂，并且一般由研究外加剂的技术专家捎带研究。目前，从报纸、期刊、专著、网络文章、论文等文献渠道收集的信息资料显示，国内外文献资料介绍混凝土脱模剂大多是系统介绍混凝土外加剂时，辟出一章或一节简要介绍混凝土脱模剂，没有深入细解脱模剂的产品及其发展脉络。研究人员或生产企业推介的脱模剂，也仅仅是某类产品性能或工程应用介绍，属于产品零散信息和未系统研究、分类的资料。

为了解和深入掌握混凝土脱模剂品质、性能及其应用等系统知识，较为系统地介绍混凝土表面质量控制因素，本书首先介绍建筑材料和混凝土相关工程材料的发展，接着叙述混凝土

土脱模剂的分类、性能、制备方法及施工要点等,介绍混凝土模板工程的发展,介绍混凝土的组成、混凝土拌合物的性能及影响混凝土质量的因素,介绍混凝土外加剂的分类及常用混凝土外加剂的性能和用途等。编著者希望读者在学习和工作中参考借鉴本书时,能够获得更多的方便。

2 建筑材料和混凝土相关工程材料的发展

2.1 建筑材料的发展

2.1.1 我国建筑材料概况

近年来,我国的建材产业通过研究、开发、引进、消化、吸收和创新,获得了长足发展,一些主要建材产品的产量跃居世界第一。但与发达国家比较,还存在着“大而不强”的现象,这已经严重制约了建材产业甚至整个国民经济的顺利发展。

2005年,我国水泥的年产量超过10.6亿t,占世界水泥产量的1/3以上,平板玻璃产量4.14亿重量箱,陶瓷砖41.8亿 m^2 ,石膏板7.9亿 m^2 ,全国建材工业增加值达到2389亿元。到了2007年,我国水泥产量达到13.6亿t,平板玻璃产量5.32亿重量箱,建筑陶瓷56亿 m^2 ,实心黏土砖4700亿标块,新型墙体材料4400亿标块。包括水泥在内的各种建筑材料,无论在产品品种、质量配套水平等方面都有了很大的提高,为推动我国社会的进步和改善人民的居住水平做出了贡献。

我国在主要建筑材料的产销方面有一定的优势,同时也存在着一定的差距。我国水泥产量20多年来位居世界第一,但与工业发达国家相比,存在生产规模小、名牌新产品少、质量参差不齐等问题。我国混凝土的年使用量是世界第一大户,混凝土质量和数量逐年提高,大中城市预拌混凝土的发展水平和普及程度与国外发达国家基本接近,但由于我国许多中小城市的预拌混凝土发展较慢,导致我国预拌混凝土量占混凝土总量的20%左右,与发达国家的80%相比,差距不小。在墙体材料结构和建筑节能等方面,许多工业发达国家新型建筑材料的比重一般占60%~90%,我国新型墙体材料只占10%~20%。在建筑节能方面,与气候接近的国家相比,我国采暖地区的建筑耗能是他们的3倍左右。

另外,在工业废料、城市垃圾、拆除建筑废弃物等资源化利用方面,我国起步较晚,而工业发达国家已经朝着法制化、规模化、专业化的方向发展。据有关文献报道,我国工业固体废物的产生量已超过8亿t,其中矿产固体废物如尾矿、煤矸石、粉煤灰、冶金渣占工业固体废物总量的80%。冶金矿山年排尾矿量1.5亿t,煤矸石年排1.4亿t,粉煤灰年排1.7亿t,冶金渣(尘、泥)年排也达几千万吨;综合利用率低,尾矿7.4%,煤矸石接近20%,粉煤灰45%,冶金渣50%。据统计,我国工业固体废物堆存量已超过100亿t,占地面积约85733万 m^2 ,矿区复垦率不到20%,环境污染事件屡有发生,尤其是因矿产固体废物堆存所引发的重大环境问题,如尾矿库溃坝、矸石山自燃、粉煤灰库泄漏、冶金渣场重金属离子迁移等,形成了较为严重的环境污染。进入2008年后,我国各级政府已经加大可持续发展的政策推动力度,治污工作与资源化利用工作并肩开展。