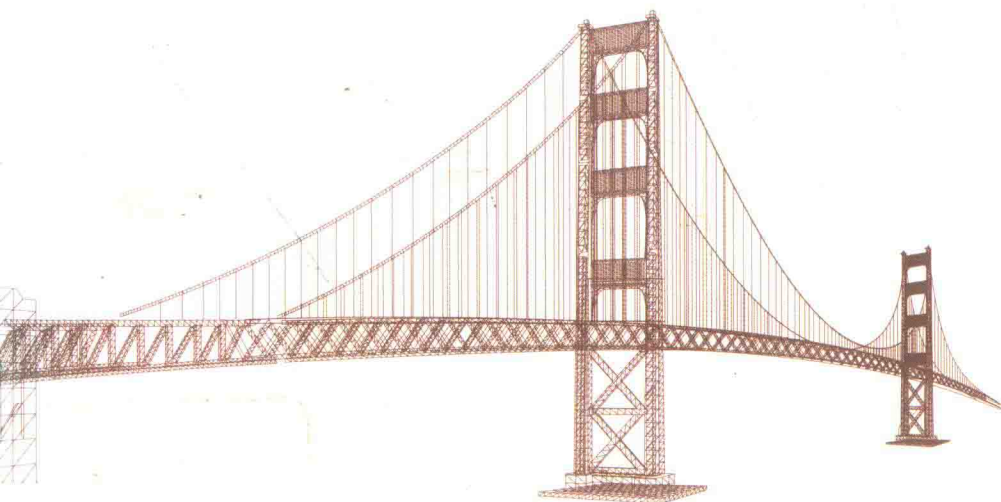




现代土木工程技术

童华炜 程从密
许 勇 袁 杰

编



科学出版社

现代土木工程技术

童华炜 程从密 许 勇 袁 杰 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是为适应新时期土木建筑发展趋势而编写,包括土木工程材料技术、地基基础技术、地下空间工程技术、建筑工业化技术、建筑抗震加固与改造技术、高层建筑结构技术、大跨空间结构技术、建筑信息化技术。本书简要介绍各项技术的国内外发展概况、技术的基本原理、主要技术内容和特点、技术措施(或设计内容)、使用范围与应用前景、工程实例等内容。

本书可作为高等院校土木建筑类研究生和本科高年级学生的教学用书,也可供工程建设领域的技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代土木工程技术/童华炜等编. —北京:科学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-03-054401-8

I. ①现… II. ①童… III. ①土木工程—高等学校—教材 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 218359 号

责任编辑:童安齐 / 责任校对:马英菊

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年8月第一次印刷 印张:26 1/2

字数:610 000

定价:80.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135319

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

改革开放以来,我国经济持续、稳定、快速地发展,同时,建筑业也迎来发展的高峰期,以建设北京奥运会工程、上海世博会工程、广州亚运会工程等重大工程为契机,新技术、新材料、新工艺、新方法取得突破性进展,有力地促进了建筑业整体技术水平的提升。本书作者通过收集、整理,总结了近十几年来建筑业出现的新技术、新材料、新工艺、新方法,为高等院校土木建筑类研究生和高年级本科生,以及工程技术人员提供了一本有实用价值的参考书籍。

本书以我国住宅和城乡建设部推广应用的建筑业 10 项新技术为基础,以施工技术为主,兼顾设计要求,重点介绍新材料与工艺的结合,强调技术的可靠性、适用性。本书内容主要包括各项技术的国内外发展概况、基本原理和特点、技术措施(或设计内容)、使用范围与应用前景、工程实例等。

本书由广州大学童华炜、程从密、许勇、袁杰共同编写,其中第 1 章由程从密负责编写,第 2、3 章由童华炜、袁杰负责编写,第 4~8 章由许勇负责编写。

在本书编写过程中参考了相关书籍及文献资料,本书作者在此对原作者表示由衷的感谢。

限于时间和作者水平,书中存在的不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者

2018 年夏季

于广州大学

目 录

第 1 章 土木工程材料技术	1
1.1 新型混凝土外加剂与掺合料	1
1.1.1 新型混凝土外加剂	1
1.1.2 混凝土矿物掺合料	12
1.2 高性能混凝土技术	16
1.2.1 高性能混凝土定义	16
1.2.2 高性能混凝土的性能	18
1.2.3 高性能混凝土原材料要求	21
1.2.4 高性能混凝土的生产	25
1.3 新型墙体材料技术	27
1.3.1 简述	27
1.3.2 常用新型墙体材料	29
1.4 防水新材料技术	32
1.4.1 防水材料的现状与发展	32
1.4.2 防水新材料	34
1.5 钢筋新技术	42
1.5.1 高强抗震钢筋	42
1.5.2 耐腐蚀钢筋	43
1.5.3 纤维增强复合材料筋	47
思考题	48
第 2 章 地基基础技术	49
2.1 概述	49
2.1.1 地基基础技术简况	49
2.1.2 地基基础技术的发展	50
2.1.3 地基基础技术方案的选择	51
2.2 灌注桩后注浆技术	52
2.2.1 国内外发展简况	52
2.2.2 灌注桩后注浆技术的概念	53
2.2.3 灌注桩后注浆技术的基本原理	53
2.2.4 灌注桩后注浆技术要点	59
2.2.5 注浆施工监控与注浆效果检测	61

2.3	长螺旋钻孔压灌桩技术	63
2.3.1	国内外发展简况	63
2.3.2	主要技术内容	65
2.3.3	长螺旋钻孔压灌桩群桩受力机理	66
2.3.4	长螺旋钻孔压灌桩群桩的破坏形态	67
2.3.5	长螺旋钻孔压灌桩群桩分析方法简述	69
2.3.6	技术指标	71
2.3.7	适用范围	71
2.3.8	工程应用实例——北京京东方 TFT-LCD 项目	71
2.4	CFG 桩复合地基技术	73
2.4.1	简述	73
2.4.2	CFG 桩的工作机理	75
2.4.3	复合地基的工作原理	77
2.4.4	CFG 桩设计计算	82
2.5	刚性桩复合地基技术	86
2.5.1	国内外发展简况	86
2.5.2	刚性桩复合地基作用机理	87
2.5.3	刚性桩复合地基承载力计算	88
2.5.4	刚性桩复合地基沉降计算	90
2.5.5	试验检测	90
2.5.6	工程实例	91
2.5.7	应用前景	95
2.6	真空预压法加固软基技术	95
2.6.1	国内外发展简况	95
2.6.2	真空预压加固机理	96
2.6.3	主要技术内容及特点	97
2.6.4	技术指标与技术措施	97
2.6.5	现场监测	102
2.6.6	适用范围与应用前景	103
2.6.7	典型工程与应用实例	103
2.7	土工合成材料应用技术	104
2.7.1	简述	104
2.7.2	主要功能和技术	105
2.7.3	作用机理及应用技术	106
2.7.4	技术经济效益分析	117
2.8	高边坡防护技术	117
2.8.1	简述	117
2.8.2	基本概念	118

2.8.3 高边坡稳定性因素	118
2.8.4 主要防护技术	118
2.8.5 适用范围	122
思考题	122
第3章 地下空间工程技术	123
3.1 概述	123
3.1.1 地下空间开发热点	123
3.1.2 主要地下空间开发技术	124
3.2 复合土钉墙支护技术	126
3.2.1 国内外发展简况	126
3.2.2 主要技术内容	127
3.2.3 复合土钉墙的设计	128
3.2.4 施工要点及技术要求	131
3.2.5 工程实例	133
3.2.6 技术经济效益分析	135
3.3 SMW 工法和 TRD 工法支护技术	135
3.3.1 国内外发展简况	135
3.3.2 设计要点	137
3.3.3 施工要点	140
3.3.4 工程应用	146
3.4 双排桩支护技术	147
3.4.1 国内外发展简况	147
3.4.2 双排桩结构技术分析	148
3.4.3 工程实例	151
3.5 逆作法施工技术	153
3.5.1 定义与工艺原理	153
3.5.2 特点和适用条件	154
3.5.3 逆作法的分类	155
3.5.4 逆作法施工关键技术	156
3.5.5 典型工程与应用实例	158
3.5.6 经济效益与社会效益	159
3.6 浅埋暗挖法隧道技术	159
3.6.1 简述	159
3.6.2 浅埋暗挖法原理	160
3.6.3 浅埋暗挖法特点和适用条件	160
3.6.4 浅埋暗挖常用施工方法	161
3.6.5 浅埋暗挖法施工技术	163

3.7 盾构法施工技术	168
3.7.1 简述	168
3.7.2 盾构法原理及优缺点	169
3.7.3 盾构的类型及特征	170
3.7.4 盾构法主要施工技术	173
3.7.5 辅助工法技术	174
3.7.6 盾构法工程实例	176
3.8 沉管隧道施工技术	176
3.8.1 简述	176
3.8.2 沉管隧道的特点	177
3.8.3 沉管隧道设计	178
3.8.4 沉管隧道施工	179
3.8.5 沉管防水设计	183
3.9 地下工程施工监测技术	184
3.9.1 简述	184
3.9.2 监测的目的与必要性	185
3.9.3 地下工程监测的原理和内容	186
3.9.4 浅埋暗挖法施工监测	186
3.9.5 盾构法施工监测	189
3.9.6 明挖法施工监测	190
思考题	192
第4章 建筑工业化技术	193
4.1 概述	193
4.1.1 建筑工业化的概念	193
4.1.2 建筑工业化的主要特征	194
4.1.3 建筑工业化的措施	198
4.1.4 建筑工业化的发展模式	199
4.2 成型钢筋制品技术	199
4.2.1 钢筋焊接网技术	199
4.2.2 成型钢筋制品加工与配送	206
4.3 装配式混凝土结构技术	207
4.3.1 主要技术内容	207
4.3.2 混凝土结构部品化的主要形式	208
4.3.3 典型工程应用	214
4.4 装配式钢结构技术	215
4.4.1 主要技术内容	215
4.4.2 钢结构部品化主要形式	215

4.4.3 典型工程应用	216
4.5 装配式竹木结构技术	217
4.5.1 主要技术内容	217
4.5.2 主要木结构体系	218
4.5.3 典型工程应用	219
4.6 模块化建筑技术	220
4.6.1 主要技术内容	220
4.6.2 模块化建筑主要结构体系	222
4.6.3 模块单元的组合连接	225
4.6.4 典型工程应用	226
思考题	227
第5章 建筑抗震加固与改造技术	228
5.1 概述	228
5.1.1 传统抗震加固与改造方法	228
5.1.2 结构减震控制加固与改造技术	230
5.1.3 结构减震控制加固与改造技术的特点及优点	234
5.2 消能减震技术	234
5.2.1 主要技术内容	234
5.2.2 消能部件	236
5.2.3 消能减震施工流程	243
5.2.4 典型工程应用	244
5.3 建筑隔震技术	247
5.3.1 主要技术内容	247
5.3.2 叠层橡胶隔震装置	250
5.3.3 隔震加固与改造施工技术	252
5.3.4 典型工程应用	256
5.4 粘贴碳纤维、粘钢和外包钢加固技术	259
5.4.1 主要技术内容	259
5.4.2 施工工艺	263
5.4.3 典型工程应用	264
5.5 钢绞线网片-聚合物砂浆加固技术	268
5.5.1 主要技术内容	268
5.5.2 施工工艺	271
5.5.3 质量控制中应注意的问题	273
5.6 结构无损拆除技术	273
5.6.1 主要技术内容	273
5.6.2 施工技术	275

5.6.3 典型工程应用	276
思考题	278
第6章 高层建筑结构技术	280
6.1 概述	280
6.1.1 高层及超高层建筑结构体系	280
6.1.2 超高层建筑的发展形势	283
6.2 脚手架与模板技术	284
6.2.1 脚手架技术	284
6.2.2 模板技术	290
6.3 垂直运输系统	294
6.3.1 塔式起重机	294
6.3.2 施工电梯	299
6.3.3 泵送混凝土施工机械	300
6.4 测量控制	302
6.4.1 施工控制网	302
6.4.2 GPS 测量技术	304
6.5 高层混凝土结构技术	307
6.5.1 超高泵送混凝土技术	307
6.5.2 大体积混凝土	308
6.6 高层钢结构技术	312
6.6.1 厚钢板焊接技术	312
6.6.2 计算机控制整体顶升与提升技术	317
6.7 组合结构与混合结构技术	321
6.7.1 型钢与混凝土组合结构	321
6.7.2 组合结构构件与节点	322
6.7.3 钢与混凝土混合结构	325
6.7.4 典型工程应用	328
思考题	334
第7章 大跨空间结构技术	335
7.1 概述	335
7.2 预应力技术	336
7.2.1 预应力技术的基本概念	336
7.2.2 预应力技术的特点	337
7.2.3 预应力技术的分类	338
7.2.4 锚具	339
7.2.5 无黏结预应力技术	342

7.2.6 有黏结预应力技术	346
7.3 刚性空间结构技术	347
7.3.1 刚性空间结构分类	347
7.3.2 滑移施工技术	350
7.4 索结构施工技术	356
7.4.1 索结构分类	356
7.4.2 拉索材料及制作技术	356
7.4.3 建筑索结构的形式、特点及工程应用	358
7.4.4 张拉控制技术	363
7.4.5 拉索安装施工技术	364
7.4.6 拉索防护及维护技术	366
7.5 大型复杂膜结构技术	367
7.5.1 膜结构的分类	367
7.5.2 复杂张拉索膜结构的找形分析	368
7.5.3 膜结构的加工制作	369
7.5.4 膜结构的安装与张拉	370
思考题	371
第8章 建筑信息化技术	372
8.1 概述	372
8.2 建筑信息模型技术	373
8.2.1 建筑信息模型的构成	373
8.2.2 建筑信息模型技术的应用价值	374
8.3 建筑信息模型技术的标准体系	377
8.3.1 建筑信息模型技术规范	377
8.3.2 建筑信息模型技术解决方案	380
8.3.3 建筑信息模型技术应用指导	381
8.4 建筑信息模型技术工具	382
8.4.1 技术工具分类	382
8.4.2 模型架构	384
8.4.3 模型数据交换模式	384
8.4.4 模型环境	386
8.5 建筑信息模型技术的方法	387
8.5.1 建筑信息模型技术目标	387
8.5.2 建筑信息模型技术工作流程	387
8.5.3 建筑信息模型技术工具选择	389
8.6 建筑信息模型技术应用选择及评价	392
8.6.1 建筑信息模型技术应用的选择	392

8.6.2 建筑信息模型技术应用的资源要求	393
8.6.3 建筑信息模型深度要求	395
8.6.4 交付物要求	400
8.6.5 建筑信息模型技术应用评价方法	400
8.7 典型案例分析	404
思考题	408
主要参考文献	409

第 1 章 土木工程材料技术

本章主要介绍新型混凝土外加剂与掺合料、高性能混凝土技术、新型墙体材料技术、防水新材料技术和钢筋新技术。

1.1 新型混凝土外加剂与掺合料

近 30 年来,水泥混凝土的组成和性能发生了很大的变化,传统混凝土由水泥、砂、石、水四部分构成。随着预拌混凝土和绿色高性能混凝土的推广应用,外加剂和掺合料已经成为混凝土不可或缺的两个新组分。

1.1.1 新型混凝土外加剂

混凝土外加剂是一种在混凝土搅拌之前或拌制过程中加入的、用以改善新拌混凝土和(或)硬化混凝土性能的材料,简称外加剂。外加剂掺量一般不大于水泥质量的 5% (膨胀剂等特殊情况除外)。外加剂的掺量虽小,但其技术经济效果却十分显著,是混凝土的重要组成部分。

1. 外加剂的分类与术语

混凝土外加剂按主要使用功能可分为 4 类。

- (1) 改善混凝土拌合物物流变性能的外加剂,如各种减水剂、引气剂和泵送剂等。
- (2) 调节混凝土凝结时间和硬化性能的外加剂,如缓凝剂、促凝剂和速凝剂等。
- (3) 改善混凝土耐久性的外加剂,如引气剂、防水剂、阻锈剂等。
- (4) 改善混凝土其他性能的外加剂,如膨胀剂、防冻剂、着色剂等。

混凝土外加剂按组成可分为化学外加剂和矿物外加剂两大类。化学外加剂按其功能划分为普通减水剂、早强剂、缓凝剂、促凝剂、引气剂、高效减水剂、缓凝高效减水剂、早强减水剂、缓凝减水剂、引气减水剂、防水剂、阻锈剂、加气剂、膨胀剂、防冻剂、着色剂、速凝剂、泵送剂、保水剂、絮凝剂、增稠剂、减缩剂、保塑剂共 23 种。矿物外加剂按其组成划分为磨细矿渣、硅灰、磨细粉煤灰、磨细天然沸石 4 种。矿物外加剂与化学外加剂掺量差别较大,通常将矿物外加剂独立出来,称为矿物掺合料(详见 1.1.2 节)。本节主要介绍化学外加剂。

由于工程对混凝土综合性能要求不断提高,单一性能外加剂往往很难满足不同工程性质和不同施工条件的要求,多功能、复合型的各类高性能外加剂正在不断出现。

混凝土外加剂中的几个常用术语如下。

减水率:在混凝土坍落度基本相同时,基准混凝土和受检混凝土单位用水量之差与基准混凝土单位用水量之比。

收缩率比：受检混凝土与基准混凝土同龄期收缩率之比。

相容性：含减水组分的混凝土外加剂与胶凝材料、骨料、其他外加剂相匹配时，拌合物的流动性及其经时变化程度。

坍落度保留值：混凝土拌合物按规定条件存放一定时间后的坍落度值。

坍落度损失：混凝土初始坍落度与某一特定时间的坍落度保留值的差值。

限制膨胀率：掺有膨胀剂的试件在规定的纵向限制器具限制下的膨胀率。

2. 新型减水剂

减水剂是指在混凝土坍落度基本相同的条件下，能减少拌和用水量的外加剂。减水剂是当前外加剂中品种最多、应用最广的一种混凝土外加剂。

在不影响混凝土和易性的条件下，能使混凝土拌合物的单位用水量减少的外加剂称为普通减水剂。普通减水剂减水率在 10% 左右，宜用于强度等级为 C40 以下的混凝土，主要有木质素系减水剂、早强型普通减水剂、缓凝型普通减水剂等。

在保持混凝土坍落度基本相同的条件下，能大幅度减少用水量的外加剂称为高效减水剂。由含有羧基的不饱和单体和其他单体共聚而成，使混凝土在减水、保坍、增强、收缩及环保等方面具有优良性能的系列减水剂称为聚羧酸系高性能减水剂。

1) 减水剂作用机理

减水剂尽管种类繁多，但都属于表面活性剂，其减水作用机理相似。表面活性剂是能够显著降低液体表面能或两相间界面能的物质，其分子由亲水基团和憎水基团两个部分组成（图 1-1）。表面活性剂加入水中，其亲水基团会电离出离子，使表面活性剂分子带有电荷。电离出离子的亲水基团指向水中，憎水基团指向空气（或气泡）、固体（如水泥颗粒）或非极性液体（如油滴）（图 1-2），形成定向吸附膜，从而降低水的表面能和两相间的界面能，这种现象称作表面活性。这种表面活性作用是减水剂起减水作用的主要原因。



图 1-1 表面活性剂分子结构模型

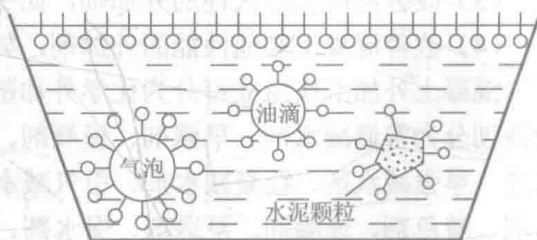


图 1-2 表面活性剂分子的吸附与定向排列

减水剂在混凝土中的作用来源于表面活性物质对水泥浆体的分散作用、润滑作用及空间位阻作用。

（1）分散作用。水泥加水拌和后，由于水泥颗粒间分子引力的作用，水泥浆形成絮凝结构，这种絮凝结构中包裹了 10%~30% 的拌合水（图 1-3），混凝土拌合物流动性降低。减水剂加入水泥浆体中电离出离子，自身带有电荷。其憎水基团定向吸附于水泥颗粒表面，亲水基团指向水溶液，在水泥颗粒表面形成一层带有相同电荷的吸附膜（图 1-4），在静电斥力和机械搅拌的双重作用下，水泥颗粒互相分开，絮凝结构解体并

释放出其中的游离水，从而增大了拌合物的流动性。



图 1-3 水泥浆的絮凝结构

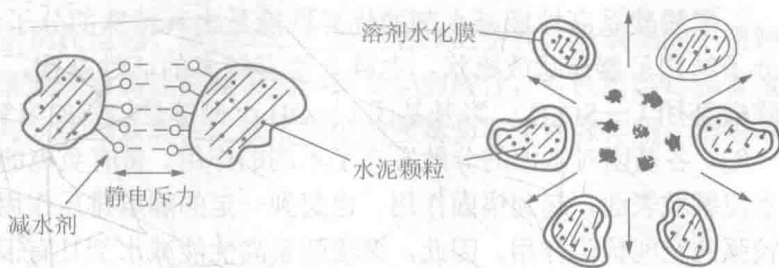


图 1-4 减水剂的作用机理示意图

(2) 润滑作用。减水剂的亲水基团极性很强，可以与水分子以氢键形式结合，在水泥颗粒表面形成一层稳定的溶剂化水膜，这层水膜在颗粒间起润滑作用，使拌合物流动性进一步提高。

(3) 空间位阻作用。减水剂分子被吸附到水泥颗粒上后，其长分子链伸入液相，从而使水泥颗粒间具有强烈的空间位阻作用，抑制了水泥颗粒的聚集，同时也增加了溶剂化膜的厚度。

2) 高效减水剂

高效减水剂有萘和萘的同系磺化物与甲醛缩合的盐类、氨基磺酸盐等多环芳香族磺酸盐类；磺化三聚氰胺树脂等水溶性树脂磺酸盐类；脂肪族羟烷基磺酸盐高缩聚物等脂肪族类。

多环芳香族磺酸盐类高效减水剂包括萘和萘的同系磺化物与甲醛缩合的盐类、氨基磺酸盐等，为棕褐色的液体或粉末，通常简称为萘系减水剂。萘系减水剂的适宜掺量为水泥质量的 0.5%~1.0%，减水率为 10%~25%，可以配制出 C50 以上强度等级的混凝土。萘系减水剂的缓凝性很小，大多为非引气型。在保持混凝土强度和坍落度相近时，则可节省水泥用量 10%~20%。掺用萘系减水剂后，混凝土的其他力学性能及抗渗性、耐久性等均有所改善，对钢筋无锈蚀作用。萘系减水剂对不同品种水泥的适应性较强，适用于配制早强、高强及流态混凝土。

水溶性树脂磺酸盐类高效减水剂主要包括磺化三聚氢胺树脂和磺化古玛隆树脂等，是早强、非引气型高效减水剂。其减水及增强效果比萘系减水剂更好。树脂系减水剂的掺量为水泥质量的 0.5%~2.0%，减水率为 20%~30%。这种减水剂还能提高混凝土的其他力学性能和混凝土的抗渗性、抗冻性，对混凝土的蒸养适应性也优于其他外加剂。树脂减水剂适用于早强、高强、蒸养及流态混凝土。

3) 聚羧酸系高性能减水剂

聚羧酸系高性能减水剂是近十几年来推广使用的减水剂新品种。2000 年我国开始生产和应用聚羧酸系减水剂，2007 年高速铁路的建设带动了聚羧酸系高性能减水剂的推广和应用。

为方便工程应用，按聚羧酸系高性能减水剂的应用性能特点分为标准型、早强型和缓凝型。工程中也经常使用具有特殊功能的聚羧酸系高性能减水剂，如具有减少混凝土收缩功能的、缓慢释放功能的、优越保坍功能的聚羧酸系高性能减水剂等，并将这些划

分为其他有特殊功能的聚羧酸系高性能减水剂。

聚羧酸系高性能减水剂的优异性能是由其特殊的分子结构决定的。一般认为,其分子结构呈蘑菇状或梳状,主链上带有较多的活性基团,包括羧酸基团($-\text{COOH}$)、磺酸基团($-\text{SO}_3\text{H}$)、羟基基团($-\text{OH}$),侧链是较长的聚氧烷基烯基团 $[-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_m-\text{R}]$ 。各基团对水泥的分散发挥了不同的作用。带有负电的磺酸基和羧酸基可以吸附到水泥颗粒表面,起到锚固作用,也起到一定的静电排斥作用。长侧链在溶液中伸展起到较强的空间位阻作用。因此,聚羧酸系高性能减水剂具有很好的分散作用,对水泥品种的适应性也比较好(图 1-5)。

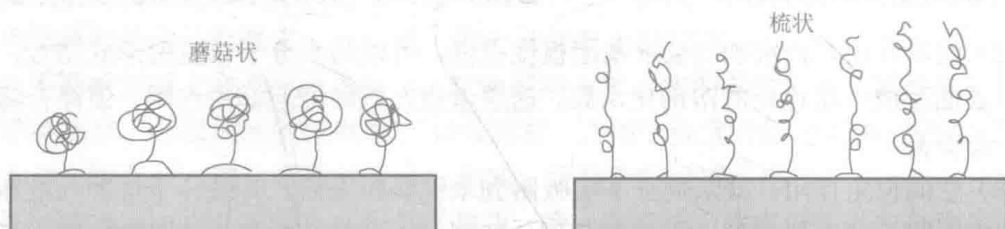


图 1-5 减水剂吸附的蘑菇状和梳状

聚羧酸系高性能减水剂具有如下特点。

(1) 性能的可设计性强。聚羧酸系高性能减水剂分子结构灵活多变,可以通过调整分子结构使其具有减缩性能,并通过极性基与非极性基比例调节引气性;通过调节聚合物分子量增加减水性及质量稳定性;通过调节侧链分子量,增加立体位阻作用而提高分散保持性能。

(2) 低掺量、高减水率。有效成分掺量为 0.05%~0.3%,减水率高达 25%~35%。

(3) 优越的坍落度保留性。水泥净浆流动度可在 2h 内基本无损失,3~4h 仍具有流动性。

(4) 收缩小、含碱量低。可综合改善混凝土制品的外观、力学性能和耐久性。聚羧酸系高性能减水剂 28 天收缩率比一般不大于 110%,减缩型聚羧酸系高性能减水剂具有更低的收缩率比,一般不大于 90%,可以用于控制混凝土早期收缩开裂,宜用于具有高体积稳定性、高耐久性或高工作性要求的混凝土,如高强混凝土、自密实混凝土、清水混凝土等。

(5) 适应性好。对各种水泥和混凝土的适应性优于传统的减水剂。

(6) 生产原材料选择范围广。可选择不同种类的共聚物单体,提高生产管理的灵活性。

尽管聚羧酸系高性能减水剂有相当多的优点,但仍然有一些问题需要注意。

(1) 聚羧酸系高性能减水剂具有引气性能。与引气剂同时使用时,其宜分别掺加。含引气剂或消泡剂的聚羧酸系高性能减水剂在使用前应进行均化处理。

(2) 聚羧酸系高性能减水剂的相容性问题。尽管聚羧酸系高性能减水剂与水泥的相容性优于萘系减水剂,但聚羧酸系高性能减水剂用于不同型号的水泥中仍然存在相容性问题。硫酸盐含量的提高可显著降低聚羧酸减水剂的流动性和分散性。另外,接枝共聚羧酸盐高性能减水剂与萘系减水剂存在不相容问题,两者同时使用时分散塑化效果显著。

下降,甚至搅拌掺加萘系减水剂的搅拌设备必须清洗干净后,才能搅拌掺加聚羧酸系高性能减水剂的混凝土。

(3) 聚羧酸系高性能减水剂在运输、储存时,应采用洁净的塑料、玻璃钢或不锈钢容器,不宜采用铁质容器。聚羧酸系高性能减水剂产品多呈弱酸性,对铁质容器和管道存在腐蚀性。此外,铁离子与聚羧酸系高性能减水剂中的羧基易发生络合作用,影响减水剂的性能。

3. 缓凝剂

缓凝剂是指延长混凝土凝结时间的外加剂。混凝土工程可采用下列缓凝剂:葡萄糖、蔗糖、糖钙等糖类化合物;柠檬酸(钠)、酒石酸(钾钠)、葡萄糖酸(钠)、水杨酸及其盐类等羟基羧酸及其盐类;山梨醇、甘露醇等多元醇及其衍生物;2-膦酸丁烷-1,2,4-三羧酸(PBTC)、氨基三甲叉膦酸(ATMP)等有机磷酸及其盐类;磷酸盐、锌盐、硼酸及其盐类、氟硅酸盐等无机盐类。混凝土工程可采用由不同缓凝组分复合而成的缓凝剂。

缓凝剂在水泥颗粒或者水化产物表面的吸附是引起水泥水化延缓的重要原因,但不同缓凝剂的作用机理不尽相同,其作用效果也存在差异。缓凝剂对水泥缓凝的理论有吸附理论、生成络盐理论、控制氢氧化钙结晶生长理论和沉淀理论。有机缓凝剂大多有表面活性,在固-液界面上产生吸附,改变固体粒子表面性质;或是通过分子中亲水基团吸附大量水分子形成较厚的水膜层,使晶体从相互接触到屏蔽,改变了结构形成过程;或是通过其分子中的某些官能团与游离的Ca离子生成难溶性的钙盐吸附于矿物颗粒表面,从而抑制水泥的水化进程,起到缓凝效果。无机盐类缓凝剂的作用机理在于能与水泥生成复盐,沉淀于水泥矿物颗粒表面形成难溶性膜,阻碍水泥水化过程。缓凝剂的缓凝机理较为复杂,通常是多种作用综合的结果。

缓凝剂宜用于延缓凝结时间的混凝土,保证连续浇筑的混凝土不会由于混凝土凝结硬化而产生施工冷缝,如碾压混凝土、大面积浇筑的混凝土和滑模施工或拉模施工的混凝土工程。缓凝剂宜用于对坍落度保持能力有要求的混凝土、静停时间较长或长距离运输的混凝土、自密实混凝土。缓凝剂可延缓水泥水化进程,降低水化产物生成速率,减少对减水剂的过度吸附,进而提高混凝土的坍落度保持能力,使混凝土在所需要的时间内具有流动性和可泵性,从而满足工作性能的要求。

缓凝剂可用于大体积混凝土。缓凝剂可延缓硬化过程中水泥水化时的放热速度,可降低混凝土内外温差,如水工大坝混凝土、大型构筑物和桥梁承台混凝土、工业民用建筑大型基础底板混凝土施工均可通过掺用缓凝剂以满足水化热和凝结时间的要求。

缓凝剂使用时,应注意下列问题。

(1) 低的环境温度会降低掺缓凝剂的混凝土早期强度,因此缓凝剂不适宜日最低气温低于5℃施工的混凝土。掺缓凝剂的混凝土早期强度增长慢,达到所需结构强度的静停时间长,因此不适宜用于具有早强要求的混凝土及蒸养混凝土。

(2) 柠檬酸(钠)及酒石酸(钾钠)等缓凝剂不宜单独用于贫混凝土。羟基羧酸及其盐类的缓凝剂(如柠檬酸、酒石酸钾钠等)的主要作用是延缓混凝土的凝结时间,但