



<< 商品混凝土 质量与成本控制技术

S HANGPIN HUNNINGTU
ZHILIANG YU CHENGBEN KONGZHI JISHU

杨红霞 著



中国建材工业出版社



商品混凝土质量与成本控制技术

杨红霞 著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

商品混凝土质量与成本控制技术 / 杨红霞著. —北京: 中国建材工业出版社, 2014. 6
ISBN 978 - 7 - 5160 - 0966 - 6

I. ①商… II. ①杨… III. ①水泥—质量控制②水泥—成本控制 IV. ①TQ172. 6②F426. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 205301 号

内 容 简 介

本书系统地介绍了商品混凝土企业质量与成本控制技术, 通过强化企业内部管理, 保证产品质量, 降低生产成本, 提高企业竞争力。

全书共 13 章, 内容包括概论, 商品混凝土配合比设计, 商品混凝土原材料选用技术, 复合掺合料商品混凝土, 泵送商品混凝土, 商品混凝土的拌合、运输和浇筑技术, 商品混凝土的质量评定与波动控制, 商品混凝土成本管理与控制, 制定本目标控制生产经营活动, 商品混凝土生产增收节支措施, 本量利关系分析, 商品混凝土企业岗位职责与管理制度, 主要机械设备操作规程。

本书内容实用、可操作性强, 可供商品混凝土企业的管理、技术、采购、销售、试验等人员以及从事土木工程研究、设计、施工的技术人员参考, 也可作为高等学校土木工程、材料科学与工程等专业的教学参考书。

商品混凝土质量与成本控制技术

杨红霞 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: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 9.5

字 数: 234 千字

版 次: 2014 年 6 月第 1 版

印 次: 2014 年 6 月第 1 次

定 价: 47.80 元

本社网址: www.jccbs.com.cn 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社网络服务部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

国家基本建设规模的扩大,推动了商品混凝土企业的迅猛发展。据资料显示,截至2013年,全国三十多个省市的商品混凝土企业达六千多家,在建的商品混凝土公司势不可挡,使商品混凝土市场竞争日趋激烈。原材料资源紧缺、价格持续走高,企业的高利润时代已成为过去。面对这种形势,商品混凝土企业在进行资金的再投入和市场扩张的同时,如何加强生产经营各环节的成本控制,以及通过强化内部管理提高商品质量就显得非常重要。

当前我国商品混凝土行业中质量问题层出不穷,安全事故突出,企业间成本高低悬殊很大。这些问题已经引起行业内有识之士的关注和重视,只有通过对商品混凝土企业现状的分析,正确掌握商品混凝土的特性,有针对性地解决好企业质量与成本的主要矛盾,才有可能实现提高质量、降低成本的最终目的。

质量与成本两者之间既是一个统一体,又是一对相互排斥的矛盾。商品混凝土质量作为产品的一种存在形态,其背后反映了一个企业员工的状况、技术水平、管理能力等综合素质。商品混凝土的成本与质量之间有其密不可分的关系,但两者之间并没有对等关系,质量优并不等于成本高;反之,质量差往往付出的成本更大,因为这时反映出来的是企业综合成本。

为了提高商品混凝土公司业务和技术人员质量管理和成本控制的水平,解决好企业质量与成本的矛盾,实现提高质量、降低成本的目的,特撰写此书。

本书内容包括概论,商品混凝土配合比设计,商品混凝土原材料选用技术,复合掺合料商品混凝土,泵送商品混凝土,商品混凝土的拌合、运输和浇筑技术,商品混凝土的质量评定与波动控制,商品混凝土成本管理与控制,制定成本目标控制生产经营活动,商品混凝土生产增收节支措施,本量利关系分析,商品混凝土企业岗位职责与管理制度,主要机械设备操作规程。

由于作者水平有限,书中的不妥之处,恳请读者指正。

作者: 山东交通学院 杨红霞

2014年5月



中国建材工业出版社

China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88385207

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68343948

邮箱: jccbs-zbs@163.com

网址: www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

1 概论	1
1.1 商品混凝土及相关概念	1
1.2 商品混凝土的特点	2
1.3 商品混凝土发展历程	3
1.3.1 普通混凝土发展历程	3
1.3.2 商品混凝土发展历程	5
1.4 我国商品混凝土存在的问题	6
1.5 商品混凝土质量异常案例分析	7
2 商品混凝土配合比设计	10
2.1 混凝土强度等级	10
2.2 原材料质量控制标准	10
2.2.1 水泥质量控制	10
2.2.2 粗骨料质量控制	10
2.2.3 细骨料质量控制	11
2.2.4 矿物掺合料质量控制	11
2.2.5 外加剂质量控制	11
2.3 商品混凝土配合比设计	11
2.3.1 配合比设计概述	11
2.3.2 配合比设计方法	12
2.3.3 混凝土配合比设计应注意的问题	16
2.4 混凝土配合比设计实例	17
3 商品混凝土原材料选用技术	21
3.1 水泥的选用	21
3.1.1 商品混凝土对水泥质量的要求	22
3.1.2 水泥组成材料对混凝土质量的影响	22
3.1.3 助磨剂对混凝土质量的影响	22
3.1.4 商品混凝土选用水泥应注意的问题	22
3.2 发挥粗骨料最大潜能技术	23
3.2.1 骨料粒径及级配对混凝土性能的影响	23
3.2.2 骨料最大粒径及体积率对混凝土性能的影响	25
3.2.3 科学选用粗骨料的方法	26
3.3 外加剂的选用	27

3.3.1	外加剂的功能和种类	27
3.3.2	解决水泥与外加剂适应性的技术途径	33
3.3.3	外加剂使用不当存在的问题及解决方法	36
4	复合掺合料商品混凝土	37
4.1	掺矿渣粉、粉煤灰配合比设计	37
4.2	掺量对混凝土基本性能的影响	38
4.2.1	单掺时掺量及种类对混凝土基本性能的影响	39
4.2.2	双掺时掺量对混凝土基本性能的影响	41
4.2.3	不同掺合料混凝土弹性模量、收缩性能分析	44
4.3	掺矿渣粉、粉煤灰混凝土耐久性	46
4.3.1	抗渗性试验	47
4.3.2	抗冻性试验	47
4.3.3	抗硫酸盐侵蚀试验	48
4.3.4	抗碳化性能试验	48
5	泵送商品混凝土	49
5.1	泵送商品混凝土的特点	49
5.1.1	配合比特点	49
5.1.2	工艺特点	50
5.2	泵送商品混凝土的原材料和配合比	50
5.2.1	泵送混凝土的原材料	50
5.2.2	泵送商品混凝土的配合比	50
5.3	泵送商品混凝土配合比设计实例	51
5.3.1	试验原材料	51
5.3.2	配合比设计	52
5.3.3	结果分析	54
5.4	泵送商品混凝土常见问题与对策	54
5.4.1	裂缝与防治措施	54
5.4.2	泵送堵管	57
6	商品混凝土的拌合、运输和浇筑技术	59
6.1	商品混凝土的拌合技术	59
6.2	商品混凝土的运输技术	60
6.2.1	运输前的准备工作	60
6.2.2	商品混凝土的运输	61
6.3	商品混凝土的浇筑技术	62
6.3.1	浇筑前的准备作业	62
6.3.2	入仓铺料	62
6.3.3	平仓与振捣	62
6.3.4	养护	64

6.4	炎热气候条件下浇筑混凝土应注意的问题	64
6.5	寒冷季节冻害及养护应注意的问题	65
6.6	商品混凝土表面存在的问题和预防措施	65
6.6.1	蜂窝、麻面及预防措施	65
6.6.2	露筋原因和预防技术	66
6.6.3	外表面“双眼皮”和“云彩”	67
6.6.4	砂溜和模板施工缺陷	67
6.6.5	混凝土施工缝处理措施	67
7	商品混凝土的质量评定与波动控制	69
7.1	商品混凝土强度评定标准	69
7.1.1	采用统计方法评定	69
7.1.2	采用非统计方法评定	70
7.2	商品混凝土质量波动	71
7.2.1	坍落度不稳定	71
7.2.2	混凝土混合物离析、泌水	71
7.2.3	坍落度经时损失过大	71
7.2.4	泵送性差	71
7.2.5	施工现场混凝土试块强度不合格	71
7.2.6	混凝土结构物出现早期开裂	72
7.3	质量波动的控制	72
7.3.1	原材料质量控制	72
7.3.2	生产控制	72
7.3.3	运输控制（详细内容见 6.2）	73
7.3.4	施工工艺控制（详细内容见 6.3）	73
7.3.5	管理过程控制	73
7.4	商品混凝土强度波动规律	73
8	商品混凝土成本管理与控制	75
8.1	商品混凝土生产与成本管理的主要特点	75
8.1.1	商品混凝土生产的主要特点	75
8.1.2	商品混凝土成本管理的主要特点	75
8.2	商品混凝土生产成本的构成与影响因素	76
8.2.1	生产成本的构成	76
8.2.2	影响商品混凝土生产成本的因素	76
8.3	商品混凝土成本一体化管理与控制	79
8.3.1	成本管理与控制的目标、原则及作用	80
8.3.2	成本管理与控制的对策	80
8.4	企业成本管理与控制存在的问题和误区	83
8.4.1	成本管理与控制存在的问题	83

8.4.2	成本管理与控制存在的误区	84
8.5	商品混凝土成本形成的全过程控制	85
8.5.1	生产前的成本控制	85
8.5.2	生产过程中的成本控制	85
8.5.3	生产后的成本分析控制	86
9	制定成本目标控制生产经营活动	87
9.1	制定成本目标的指导思想	87
9.2	制定目标成本的方法	88
9.3	目标成本管理与控制的规章制度	91
9.3.1	原材料、设备配件采购制度	91
9.3.2	绩效工资管理制度	92
9.3.3	坚持设备定期维护和保养制度	92
9.3.4	生产、物流费用节约与控制的制度	92
9.3.5	制定部门成本核算制度	93
9.4	成本一体化管理控制网	94
9.4.1	成立专门的“成本管理与控制委员会”	94
9.4.2	成本控制范围与控制方案	95
9.5	成本费用反馈控制方法	97
9.5.1	成本反馈控制的概念	97
9.5.2	成本费用反馈控制	98
10	商品混凝土生产增收节支措施	99
10.1	财务管理体系建设	99
10.2	增收节支措施	99
10.2.1	选择能长期合作的原材料供应商	100
10.2.2	优化库存结构,杜绝各种显而易见的浪费现象	100
10.2.3	控制非生产性固定费用	100
10.3	节约混凝土原材料费用系统分析	101
10.3.1	依据实测数据建立经验数学模型	101
10.3.2	系统分析模型	103
10.3.3	多目标规划数学模型	104
10.3.4	施工质量适时控制	105
10.4	循环水和再生水在商品混凝土中的应用	105
10.4.1	循环水重复利用试验	105
10.4.2	城市再生水及海水在商品混凝土中的应用	106
10.5	加强技术创新,实现质量与成本的有效控制	107
10.5.1	技术创新能力对质量与成本的促进作用	107
10.5.2	企业技术创新的方法	107
10.5.3	企业技术创新的途径	109

11 本量利关系分析	110
11.1 本量利分析的基本原理	110
11.2 实现目标利润的本量利分析	111
11.3 本量利关系图	112
11.4 相关因素变动对盈亏临界点和保利点的影响	114
11.5 非线性条件下本量利分析	115
12 商品混凝土企业岗位职责与管理制度	116
12.1 企业主管岗位职责	116
12.1.1 总经理岗位职责	116
12.1.2 副总经理岗位职责	116
12.1.3 销售副总经理岗位职责	117
12.1.4 试验室主任岗位职责	118
12.1.5 车队队长岗位职责	118
12.1.6 搅拌生产线站长岗位职责	119
12.1.7 生产调度岗位职责	119
12.1.8 财务科长岗位职责	120
12.2 骨干岗位职责	120
12.2.1 会计岗位职责	120
12.2.2 出纳员岗位职责	121
12.2.3 生产调度员岗位职责	122
12.2.4 材料员岗位职责	122
12.2.5 销售员岗位职责	122
12.2.6 搅拌机质检员岗位职责	123
12.2.7 搅拌机组操作员岗位职责	123
12.2.8 试验室试件工岗位职责	124
12.2.9 装载机司机岗位职责	124
12.2.10 现场混凝土浇筑和养护员岗位职责	124
12.3 其他人员岗位职责	125
12.3.1 治安干事岗位职责	125
12.3.2 安全质量员岗位职责	125
12.3.3 罐车、泵车司机岗位职责	125
12.3.4 维修班长岗位职责	126
12.3.5 发电机组操作员、电工岗位职责	126
12.3.6 炊事员岗位职责	127
12.3.7 巡守员（门卫）岗位职责	127
12.3.8 保洁员岗位职责	128
12.4 企业主要生产环节管理制度	128
12.4.1 原材料进厂检验及储存管理制度	128

12.4.2	配合比控制与管理制度	128
12.4.3	搅拌机组安全操作制度	129
12.4.4	混凝土检验制度	129
12.4.5	质量管理制度	129
12.4.6	混凝土出厂管理制度	130
12.4.7	混凝土生产通知制度	130
12.4.8	生产调度管理制度	130
12.4.9	安全生产管理制度	131
12.4.10	仓库安全防火制度	132
12.4.11	企业院内环境保护管理制度	132
13	主要机械设备操作规程	134
13.1	混凝土搅拌设备安全操作规程	134
13.1.1	每班安全操作规程	134
13.1.2	班后的保养和检查	135
13.1.3	每周检查、保养项目（机修人员执行）	135
13.1.4	每月检查保养项目（机修工执行）	136
13.1.5	安全注意事项	136
13.2	混凝土罐车安全操作规程	136
13.3	混凝土泵车安全操作规程	137
	参考文献	139

1 概 论

普通混凝土与现代混凝土有本质的区别，商品混凝土是现代混凝土的重要组成部分。商品混凝土是半成品，是商品，售后服务是商品的属性。要确保商品混凝土的质量，还必须有施工方的协调、配合。面对商品混凝土行业当前存在的主要问题，必须有相应的措施。管理是经营商品混凝土产业的首要条件，其中质量管理与成本控制是关系到企业利益的核心问题，在商品混凝土生产中，既要保证质量又要降低成本是企业管理、技术人员关心的焦点问题。

1.1 商品混凝土及相关概念

(1) 胶凝材料。是指在物理、化学作用下，能从浆体变成坚固的石状体，并能胶结其他物料而有一定机械强度的物质，统称为胶凝材料。胶凝材料分为无机和有机两大类。其中无机胶凝材料按硬化条件又分为“水硬性”和“气硬性”两种。水硬性无机胶凝材料在加水后既能在空气中又能在水中硬化，如水泥；气硬性胶凝材料只能在空气中硬化，如石灰、石膏、水玻璃、硫磺等。有机胶凝材料如树脂类、骨胶等。

(2) 混凝土。凡是用胶凝材料和其他固体材料拌合后形成的有一定强度的人造石材均称为混凝土。我国建筑界把“人”、“工”、“石”三字按古代拼字规律组合成“砼”字（读音 tóng，意为“混凝土”），已载入我国现用汉字字典中。如建筑用的水泥混凝土，铺路用的沥青混凝土，用于特种工程的水玻璃混凝土、硫磺耐酸混凝土、环氧树脂混凝土等。用水泥作胶凝材料，将石子、砂和水以及按需要掺入不同外加剂与掺合料经拌合后形成的混凝土，称为水泥混凝土。

(3) 商品混凝土。又称预拌混凝土，简称为“商砼”，是指在工厂中生产并作为商品出售的混凝土。如图 1-1 ~ 图 1-3。它是由水泥、骨料、水及根据需要掺入的外加剂、矿物掺合料等组分按照一定比例，在搅拌站经计量、拌制后出售并采用运输车（图 1-4）在规定时间内运送到使用地点的混凝土拌合物。商品混凝土的实质就是把混凝土从过去的施工现场搅拌分离出来，由专门生产混凝土的公司集中搅拌，并以商品的性质向需方供应。简单来讲，商品混凝土就是将水泥、骨料、水和外加剂等，采用先进设备按照程序中预定比例混合而成的混凝土半成品。

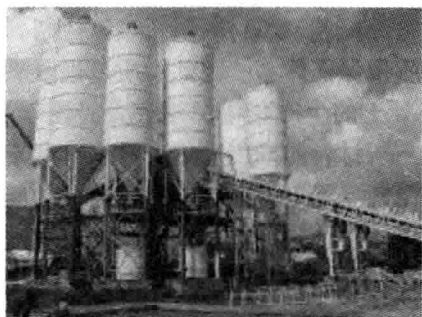


图 1-1 商品混凝土拌合厂

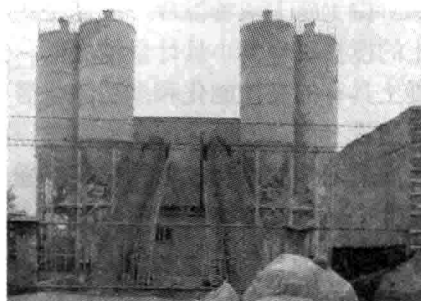


图 1-2 拌合厂进料系统

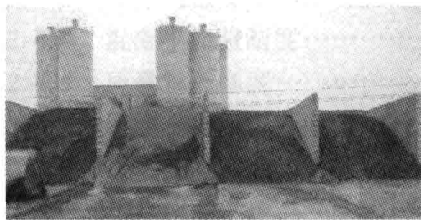


图 1-3 拌合厂砂石进料仓



图 1-4 商品混凝土运输车

1.2 商品混凝土的特点

商品混凝土是采用集中搅拌的工厂化生产，可减少环境污染，使生产社会化、专业化，并具有缩短生产时间、降低能源消耗、节约原材料、便于外加剂掺用、提高设备利用率、改进质量管理等优点。其主要特点如下：

(1) 环保性。由于商品混凝土搅拌站设置在城市边缘地区，相对于施工现场搅拌的传统工艺减少了粉尘、噪声、污水等污染，改善了城市居民的工作和居住环境。随着商品混凝土行业的发展和壮大，在工业废渣和城市废弃物处理处置及综合利用方面逐步发挥更大的作用，减少环境恶化。

(2) 半成品性。商品混凝土是一种特殊的建筑材料。交货时是塑性、流态状的半成品。在所有权转让以后，还需要使用方继续尽一定的质量义务，才能达到最终的设计要求。因此，其质量是供需双方共同的责任。

(3) 质量稳定性。由于商品混凝土搅拌站是一个专业性的混凝土生产企业，管理模式基本定型且比较单一，设备配置先进，不仅产量大、生产周期短，而且计量较为准确，搅拌较为均匀，生产工艺相对简洁、稳定，生产人员有比较丰富的经验，而且实现全天候生产，质量相对施工现场搅拌的混凝土更稳定可靠，提高了工程质量。相比早期人工现场搅拌的混凝土，其材料掺加比例、表观密度等更加准确。现场混凝土施工过程中，无需人工自行添加水或其他组成材料，如自行再次添加属违规行为，会使商品混凝土强度等级或质量得不到保证。

(4) 技术先进性。随着 21 世纪混凝土工程的大型化、多功能化、施工与应用环境的复杂化、应用领域的扩大化以及资源与环境的优化，人们对传统的商品混凝土材料提出了更高的要求。由于施工现场搅拌一般都是些临时性设施，条件较差，原材料质量难以控制，制备混凝土的搅拌机容量小且计量精度低，也没有严格的质量保证体系。因此，质量很难满足现在混凝土具有的高性能化和多功能化需要。而商品混凝土的生产集中、规模大，便于管理，能实现建设工程结构设计的各种要求，有利于新技术、新材料的推广应用，特别有利于散装水泥、混凝土外加剂和矿物掺合料的推广应用，这是保证混凝土具有高性能化和多功能化的必要条件，同时能够有效地节约资源。

(5) 高工效性。相比传统意义上的混凝土，商品混凝土大规模的商业化生产和罐装运送，并采用泵送工艺浇筑，不仅提高了生产效率，施工进度也得到很大的提高，明显缩短了工程建造周期。

(6) 文明性。应用商品混凝土后,减少了施工现场建筑材料的堆放,明显改变了施工现场脏、乱、差等现象,提高了施工现场的安全性,当施工现场较为狭窄时,更显示出其优越性。

1.3 商品混凝土发展历程

1.3.1 普通混凝土发展历程

普通混凝土是随着胶凝材料的发展而逐步发展起来的。胶凝材料的发展经历了如下几个阶段。

(1) 石膏-石灰时期

大约在公元前 2000 年以前,人们已开始用火煅烧石灰、石膏并将其用作胶凝材料。古代埃及的金字塔就是用经过煅烧的石膏筑成,我国的万里长城则使用石灰砌筑而成。这个时期可称为胶凝材料发展史上的石膏-石灰时期,历时 3000 年。

(2) 石灰-火山灰时期

在公元初,古希腊和罗马人就用掺火山灰的砂浆修建建筑物。古罗马的“庞贝城”及“罗马圣庙”、法国南部位于里姆斯附近的“加德桥”等著名古建筑都是用石灰-火山灰材料砌筑而成。我国古代建筑中所使用的“三合土”,实际上也是一种石灰-火山灰材料。随着生产的发展,这种能防止被水浸蚀和冲毁,又有较高强度的胶凝材料在城市建筑和道路工程上的需求量越来越大,使用范围也越来越广,天然的火山灰已难以满足,人们又进一步发现将碎砖、废陶器等磨细后,可以代替天然的火山灰与石灰混合后制成水硬性胶凝材料,从而使火山灰质材料由天然的发展到人工制造。这个时期可称为石灰-火山灰时期,历时 1800 年。

(3) 水硬性胶凝材料的初创时期

到 18 世纪后半期,由于资本主义的兴起,要求有高强度的胶凝材料。1756 年出现了水硬性石灰,找到天然黏土质石灰石——水泥岩,随后发展为用人工配料的方法来制造水泥。如此经过近 70 年,到 1824 年,英国建筑工人 Joseph. Aspdin (约瑟夫·阿斯普丁) 采用当时的方法,设厂将石灰石或白垩石和黏土的细粉按一定比例配合,在类似石灰窑的炉内,经高温烧结成块,再进行粉磨制成水硬性胶凝材料——水泥,并获得该项产品专利权,因这种水泥具有与英国波特兰城建筑用岩石相同的颜色,故称之为“波特兰”水泥,首次大规模使用到 1825—1843 年修建的英国泰晤士河隧道工程。这是水硬性胶凝材料的初创时期,历时 68 年。

(4) 水泥发展时期

从 1824 年至今的近 200 年间,随着科学技术的发展,水泥的生产技术也经历了多次变革,得到了长足发展。水泥应用日益普遍,压倒了其他胶凝材料,对于工程建设起到了很大作用。我国从 1876 年开始在唐山生产水泥。但由于经济落后,政治腐败,水泥产量很低,新中国成立后才得到发展。

水泥混凝土自水泥诞生的 190 年以来,已经成为世界性的建筑主体材料。新中国成立以后,在我国也得到了飞速发展。目前我国水泥混凝土产量已居世界首位。水泥混凝土的

展,经历了四次质的飞跃。

第一次飞跃——基础理论时代。1818年, D. A. AB-Rams (艾布·拉姆斯) 发明了 W/C (水灰比) 理论, 为鲍罗米教授 (瑞士) 的混凝土强度经验公式奠定了理论基础。1850年, 法国人 Lam. Bot (郎·伯特) 用钢筋网制造了一条小型水泥船, 标示了 RC (钢筋混凝土) 时代的开始, 也是 RC 预制行业的萌发。1887年, M. Koelen (科伦) 首先发明了 RC 结构计算方法。

第二次飞跃——干硬性混凝土时代。苏联在“十月革命”胜利之后为适应社会主义建设事业的发展, 根据 W/C 理论和鲍罗米公式开发了干硬性混凝土。1928年, 法国人弗雷西内 (E. Freyssinet) 提出了混凝土收缩和徐变理论。采用了高强钢丝, 发明了预应力锚夹具, 为发展预应力 RC 奠定了基础, 从外部对混凝土进行了改性, 成为法国的专利。1934年, 美国发明了振捣器, 从此高强度等级混凝土突飞猛进。苏联研制了大量重型设备和高水平的成型机具, RC 预制工业在很多国家发展成为独立的建筑行业。但是, 人们发现, 配制 C45 以上强度等级的干硬性混凝土已经非常困难并很不经济。我国自中华人民共和国成立之后, 在欧、美、日等国的经济封锁情况下, 从苏联引进了干硬性混凝土技术, 使我国 40 年 RC 预制行业走了 30 多年干硬性混凝土道路。而在现浇混凝土施工中, 却沿用了近 40 年的半干硬性混凝土, 并自行创建了完整的工艺理论和独特的成套设备, 为当时解决“房荒”立下了汗马功劳。

第三次飞跃——干硬性向流动性转变时代。苏联的别辽耶夫教授在 1930 年提出比瑞士鲍罗米的混凝土 28d 强度推算公式更合适的经验公式时 (我国当时生产水泥尚很少), 美国已获外加剂 (引气剂、减水剂) 专利, 并在 1933 年首次使用泵送混凝土。1936年, 保尔 (Ball) 提出了混凝土的可泵性问题。随后, 格莱 (Gray)、波波维茨等人对混凝土的可泵性做了不同的解释。现在流行的可泵性是按宾汉姆流体特征来表达的。1962年, 日本花工碱株式会社服务部的健一等人研究成功“麦地” (MT-150 β -萘磺酸甲醛缩合物为主体成分) 高效减水剂。1964年, 西德研究成功“麦尔门脱” (磺化三聚氰胺甲醛树脂) 高效减水剂。随后, 苏联推出了“NO89” (水溶性环氧树脂) 高效减水剂。

1970年, 我国清华大学 NF 高效减水剂问世, 也是我国混凝土外加剂行业大发展的开始, 我国虽然在 70 年代初就引用苏联混凝土技术, 以缩短养护期、节约水泥为主要目的, 开始使用三乙醇胺、木质磺酸钙等早强剂和减水剂, 但并未取得混凝土技术的较大发展, 而在 70 年代后期才开始批量生产和大面积使用萘系高效减水剂。以上外加剂的出现, 使混凝土的 W/C 大大降低, 坍落度又有很大提高, 对混凝土有明显的增强作用, 同时又大幅度改善了其抗折、抗裂、抗渗性能。使混凝土由干硬性迈向了流动性, 造就了全球商品混凝土行业, 成为建筑施工现代化的重要标志之一。

第四次飞跃——高性能混凝土时代。20 世纪 90 年代初, 大量的混凝土工程因碱骨料反应, 墙、板、梁早期与后期裂纹, 雨水腐蚀, 冻融损害等造成的破坏, 需要巨额资金修复或重建。1990年, 美国因高速公路桥梁严重破坏, 修复需要 910 亿美元而首先提出了“高性能混凝土” (high performance concrete, 缩写为 HPC)。关于 HPC 的含义和范围尚无定论。目前世界各国比较一致的看法是 HPC 应满足以下要求: ①硬化后 28d 强度应在 50MPa 以上; ②新拌混凝土流动性高、黏聚性好、不离析、不分层, 具有良好的施工性能; ③硬化过程中具有良好的体积稳定性, 干缩小、徐变低; ④耐久性能高, 要具有良好的抗渗、抗冻、抗腐

蚀性能。普通混凝土使用期 50 年,严酷环境下仅 20~30 年;HPC 应该提高到 200 年,甚至是 500~1000 年。HPC 混凝土是用现代技术与优质材料制成,是用外加剂与掺合料并采用先进的配合比技术从混凝土内部进行改性来实现其“高性能”的。所以它的出现,是一次划时代的飞跃。

高性能混凝土(HPC)是一种新型高技术混凝土,是一种经专门设计适用于一定工程结构和使用环境的,具有高施工性能、高耐久性与高强度的混凝土。HPC 在性能上对传统混凝土是一个重大突破,而且在资源、环保方面都有重要的意义,符合我国的可持续发展战略,被称为“绿色混凝土”。工程界普遍认为 HPC 是 21 世纪最主要的工程结构材料,也是 21 世纪商品混凝土技术的主要发展方向。可持续发展的目标就是使社会经济同资源、环境实现良性循环,是社会活力与自然关系的变革。绿色环保高性能是今后商品混凝土技术发展的主题。

第五次飞跃——超高性能混凝土(UHPC)时代。预言在 21 世纪中期,将出现混凝土技术的第五次飞跃而进入超高性能混凝土时代。诸如为减少建筑物自重的聚合物混凝土;为适应特种环境的“灭菌混凝土”、“环境调节混凝土”、“变色混凝土”等;利用有机和无机复合胶凝材料、高分子有机胶凝材料的特种混凝土;还有无污染、无公害并能大量消耗工业废料的“绿色混凝土”,甚至“智能混凝土”等将会进入高科技领域。

1.3.2 商品混凝土发展历程

商品混凝土的发源地是欧洲,一百多年前英国就产生将新鲜混凝土以商品的形式提供给用户的想法,德国最早使用商品混凝土,1903 年建立了世界上第一个商品混凝土搅拌站,美国于 1913 年、法国于 1933 年、日本到 1949 年相继建成了本国的第一台商品混凝土搅拌站。20 世纪 60 年代到 70 年代,随着液压技术的应用及混凝土输送设备的现代化,混凝土搅拌设备在技术上也有了很大进步,世界各地在这一阶段经济发展都较快,商品混凝土伴随着大规模的经济建设得到高速发展。在发达国家,商品混凝土所占混凝土总量的比例一般在 60%~80%,多的已达 90% 以上。

我国商品混凝土行业始于 1978 年,经历了一个从无到有的发展时期。历经 8 年的徘徊,1986 年才发展到年产 360 万 m^3 。而到 2008 年,全国商品混凝土生产企业已达 3600 多个,年生产 6.9 亿 m^3 。随着全国基础设施建设的不断发展,商品混凝土行业呈现出前所未有的发展趋势,新建的商品混凝土搅拌站犹如雨后春笋纷纷出现。2010 年,全国 30 多个省市商品混凝土企业多达 5587 家,年产量在 10 亿 m^3 以上,预计 2020 年商品混凝土年产量将达 13~14 亿 m^3 。随着对矿物掺合料以及减水剂的使用,供应的区域也从过去的 15km,拓宽了近 30km。全国的商品混凝土行业中泵送的混凝土使用率高达 80%,整体的控制系统也逐渐向智能化方向发展。随着混凝土的发展,人们不仅利用混凝土的结构性能,也逐渐追求它的其他功能,如生态性、智能性等,具有特殊性能的如生态混凝土、彩色建筑混凝土、植生混凝土、自密实高强混凝土便应运而生。

随着混凝土搅拌、运输、泵送等设备的发展,混凝土外加剂与掺合料技术的进步,计算机智能化控制管理系统、GPS 导航系统的研发,我国商品混凝土的生产和施工技术已达到或接近国际水平。随着商品混凝土应用领域的不断扩展,机械施工水平和生产效率的不断提高,各种特殊工程对混凝土的流动性、可泵性、保塑性、保水性、耐久性等工作性能提出了

更高的要求。

目前国内搅拌设备、混凝土运输车和泵送设备的技术水平基本达到国际先进水平,国产设备已是商品混凝土企业的主力设备。由于环保、节能方面的要求,促使搅拌站生产工艺设备也不断改进,采用液压自动润滑系统,噪声小、密封性好,安全、可靠,生产效率高。改进生产工艺,使搅拌站可同时储存多种原材料,可根据需要实现不同料的相互转换和组合,以满足不同的工程需要。

建设现代化石料场,生产优质的碎石已成为共识。工程实践证明,设置专用的现代化采石场和碎石厂,供应稳定的优质石料,能够降低商品混凝土的生产成本,保证产品质量稳定,增强竞争优势。

泵送混凝土将成为商品混凝土重要的运营模式。在很多大型现代化施工项目中,为了加快施工进度和缩短施工周期,同时提升劳动效率,均采用泵送混凝土方式。这种方式不会受到施工现场限制,而且在质量控制方面也更加容易,是现代化施工过程中必不可少的手段。但是这种方式要求严格的施工管理和组织,对混凝土有很高的要求,配合比以及材料性能和质量必须达到相应的技术标准。

掺合料主要指粉煤灰、矿渣等,使用掺合料可以改善混凝土的某些性能和降低水泥用量。如使用粉煤灰可以改善混凝土坍落度;使用磨细粉煤灰和磨细矿渣可以在一定范围内等量或超量代替水泥,能够提高混凝土强度并显著减少水泥用量。国内技术先进企业已掌握大掺量生产技术和超细粉生产技术。

高效减水剂和优质矿物掺合料是制备高性能混凝土必不可少的重要组分和功能性材料,应与混凝土技术同步发展,加快外加剂产品的升级换代,在以萘系为主的基础上,逐步开发蜜胺树脂、聚羧酸系列,使外加剂向着低掺量、高减水、高保塑等方面发展。

1.4 我国商品混凝土存在的问题

由于建设的需要和政府的支持,城市商品混凝土发展较快,每年以约 15% 的幅度递增。综观整个行业,目前存在的问题如下:

- (1) 部分地方行业政策执行力度不够,严重阻碍商品混凝土的发展。
- (2) 行业整合时机未成熟,行业集中度低,缺少龙头企业。
- (3) 各地诸侯混战,产品价格逐渐降低,行业利润向亏损的边缘迈进。
- (4) 建筑行业贷资的潜规则造成应收账款增加。
- (5) 小企业产品质量和数量难以保证。
- (6) ERP 系统 (enterprise resource planning, 企业资源计划系统) 及 GPS 系统开始逐渐被企业接受,而且发展良好,但有待进一步提高 (发达地区普及率已超过 50%)。
- (7) 企业管理粗放,缺乏专业管理和技术人才。
- (8) 区域发展极不平衡,沿海发达地区已逐渐成熟,中部地区迅猛发展,西部欠发达地区刚刚开始。
- (9) 发达地区进入诸侯割据时期,价格竞争激烈,缺少行业龙头与采购方进行价格谈判,维护行业合理利润。
- (10) 尽管企业普遍反映应收账款高涨和利润低下,但是混凝土企业倒闭的消息却鲜有