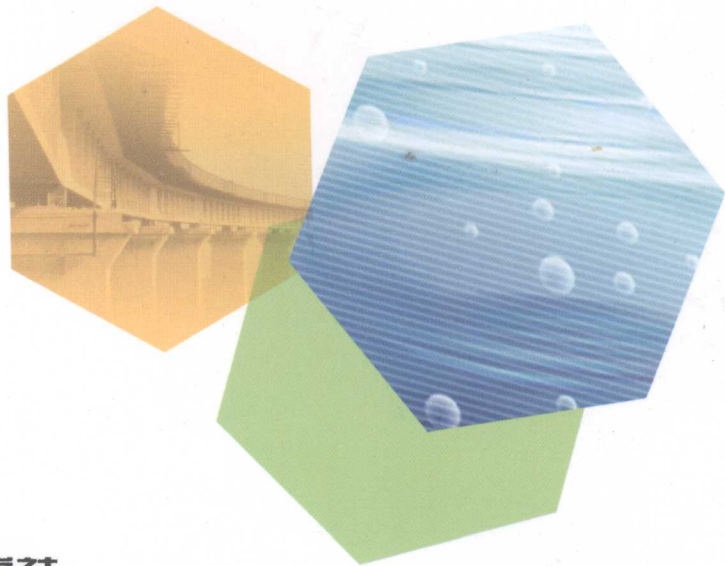


聚羧酸系高性能减水剂 研究与工程应用

中国建筑学会混凝土外加剂应用技术专业委员会 编

Research and Engineering of Polycarboxylates High
Performance Water-reducing Admixture

主 编 郭延辉 郭京育
副主编 赵霄龙 薛 庆



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

第三届全国混凝土外加剂应用技术专业委员会年会

编审委员会名单

主 编：郭延辉 郭京育

副主编：赵霄龙 薛 庆

编审委员：(按姓氏笔画为序)

王 玲	王子明	白 杰	冯 浩
田 培	石人俊	刘江宁	孙振平
刘加平	苏 波	宋作宝	吴佩刚
苏祖平	杨思忠	陆继光	吴菊珍
赵剑发	宣怀平	姚利君	段遵莉
黄 靖	谢永江	黄直久	韩素芳
覃维祖	路来军	熊大玉	

前 言

近年来,中国建设规模十分巨大,全世界水泥产量约一半消耗在中国,各种重点、重大基础设施建设规模不断扩大,众多高层、大跨等大型现代化建筑及水利、水电、高速铁路等重大工程对混凝土施工技术及综合性能要求越来越高。在很多现代化混凝土工程中,萘系等传统高效减水剂由于技术性能的局限性已不能很好地满足工程需要。近年来,在国内外备受关注的最新一代减水剂——聚羧酸系高性能减水剂,具有得天独厚的综合技术性能优势及环保特点,十分符合现代化混凝土工程的需要。聚羧酸系高性能减水剂掺量低、减水率高、坍落度保持能力强,对混凝土增强效果显著,能降低混凝土收缩,有害物质含量极低,这些技术性能特点赋予混凝土出色的施工和易性、良好的强度发展、优异的耐久性,因此,聚羧酸系高性能减水剂正在成为配制高性能混凝土的首选外加剂。正因为如此,聚羧酸系高性能减水剂首先在必须高度重视混凝土工程耐久性的领域得以快速推广——高速铁路、磁悬浮铁路、南水北调、三峡工程、东海大桥、杭州湾跨海大桥等重大基础设施的混凝土工程无一不使用聚羧酸系高性能减水剂。聚羧酸系高性能减水剂在这些重大工程中的出色表现,更加有力地证明了其在现代混凝土工程中的应用前景十分广阔,在我国具有巨大的发展空间。

2005年于北京召开“第一届全国聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术交流会”之后,随着聚羧酸系高性能减水剂在高速铁路等重大建设工程中的大面积成功应用,聚羧酸系高性能减水剂在我国以出乎意料的速度迅速发展。在这期间,广大工程技术人员和相关企业不断探索,为聚羧酸系高性能减水剂积累了许多宝贵的工程应用技术和经验,在聚羧酸系高性能减水剂性能改进方面也有很多重要的研究和实践成果。这些技术经验和研究成果,也是众多关注聚羧酸系高性能减水剂的技术人员所渴望的。所以,在业内众多单位和相关人员强烈要求下,“第三届全国聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术交流会”于2007年6月在北京举行。会议论文集收录了经过专家评审的70余篇相关学术论文,涉及聚羧酸系高性能减水剂的研发、性能检测、工程应用、国内外发展趋势分析等各个方面,其中工程应用技术方面占多数,包括上述高速铁路、东海大桥、杭州湾跨海大桥等重大工程的应用实践。这些论文可以使读者充分了解聚羧酸系高性能减水剂在工业化生产、复配技术、工程应用中遇到的各种问题以及解决的方法与途径。我们衷心希望这本论文集能够为提高我国聚羧酸系高性能减水剂应用技术水平、确保我国混凝土工程质量作出贡献。

由于时间及水平有限,论文集中难免有错误之处,恳请广大读者批评指正。

中国建筑学会建材分会
混凝土外加剂应用技术专业委员会
2007年6月

目 录

1 综 述

聚羧酸系高性能减水剂及其工程应用发展概述	郭延辉 郭京育 赵霄龙 薛庆(1)
铁路客运专线用外加剂检验和企业考核	孙璐 王军伟 石人俊(10)
聚羧酸系高性能减水剂应用中的几个问题	熊大玉 王小虹(16)
聚羧酸系高性能减水剂研究进展	赵磊 孙振平 陈柯柯(21)
聚羧酸系高性能减水剂技术经济性的研究 陈柯柯 孙振平 蒋正武 赵磊 张冠伦 陈炜 陈国忠 彭振华 姜海东(27)	
如何安全高效地应用聚羧酸系减水剂	孙振平 王玲(36)

2 试 验 研 究

聚羧酸系高性能减水剂对混凝土收缩开裂性能的影响 郭延辉 刘岩 赵霄龙 郭京育 薛庆(46)	
高保坍型聚羧酸系高性能减水剂的研究 冉千平 刘加平 沙建芳 毛永琳 缪昌文(57)	
MPEG 在酯化过程的降解和对聚羧酸减水剂的影响	焦健 唐倩 郝利炜(62)
聚羧酸梳形共聚物的合成及分散性能的研究 熊卫锋 王栋民 左彦峰 刘佳 武赠礼(66)	
聚羧酸系高性能减水剂合成中具有链转移作用单体的研究与应用	楚泽鹏 赵明辉(72)
聚羧酸系高性能减水剂的合成方法的研究	王子明 郝利炜(76)
聚羧酸系高性能减水剂的合成及混凝土性能研究 赖俊英 钱晓倩 方明晖 詹树林(80)	
聚羧酸系高性能减水剂的生产与控制	屠洁梅 吴菊珍 曹炳根(85)
制备聚羧酸系高性能减水剂的中间体	Dr. Jochem Effing(90)
聚羧酸系高性能减水剂合成及应用的研究 俞清阳 张勇 杨慧芬 何宝国 王家丰(94)	
用 MPEG 甲基丙烯酸酯合成聚羧酸系高性能减水剂的研究	姜艳 杨国武(102)
强适应性的聚羧酸系高性能减水剂的研制	刘方 何唯平 汤惠工(108)
新型醚基聚羧酸系高性能减水剂合成试验的研究	季春伟 滕寿延 黄跃红(116)
一种新型梳形聚羧酸系高性能减水剂的合成与性能研究 李国云 徐展 胡久宏 陆红(120)	
早强型聚羧酸系高性能减水剂作用机理研究	王万金 王靖 贺奎 王二坡(124)
真空薄层蒸发法制备固体聚羧酸系高性能减水剂 杨国武 梅名虎 刘俊元 郭成 任雪梅 侯学力 吴志刚(129)	

聚羧酸系高性能减水剂与缓凝剂的复合效应研究	王子明 陈红岩 崔素萍 王亚丽 兰明章(134)
聚羧酸系减水剂与萘磺酸系减水剂复配的相溶性问题的探索	邵品荣 邵子善(138)
聚羧酸系高性能减水剂与脂肪族高效减水剂复配技术的研究	郭蕾 鲁统卫 王谦 谷强(143)
聚羧酸系高性能减水剂复配性能研究	付长红 赵忠兴 冯金之(148)
聚羧酸系高性能减水剂与常用减水剂复配性研究	孙振平 蒋正武 王建东 张冠伦 何伟卿 谢小江(153)
聚羧酸系高性能减水剂用高温缓凝剂的性能研究	沙建芳 刘加平 冉千平 孙树(160)
聚羧酸系减水剂与硅酸盐类水泥适应性的试验研究	郭自力 张超 王永 吴佩刚(165)
预制构件混凝土早龄期性能试验研究	杨思忠 杨寒冰(172)
聚羧酸系高性能减水剂的性能及经济性分析	黎思幸 周娥娜(177)
聚羧酸系高性能减水剂的性能研究	王亚丽 王子明 Dominic Yeung(181)
聚羧酸系高性能减水剂用于普通混凝土高性能化的研究	夏威 吴菊珍(186)
提高聚羧酸系高性能减水剂保塑性能的途径	陈世民 许勇 周智 蒋国宝 帅希文(191)
高性能混凝土抗早期塑性开裂性能研究	梅明虎 苏波 刘俊元 徐盛玉 王海涛(196)
聚羧酸系高性能减水剂对新拌混凝土含气量影响的试验研究	尚燕 洪锦祥 刘加平 缪昌文 冉千平(203)
物理改性聚羧酸系高性能减水剂的正交试验研究及对混凝土性能的影响	温金保 王毅 刘兴荣 李克亮(208)
用红外光谱优化聚羧酸系高性能减水剂的探索	蒋国宝 杨芸 吴文田 周智 陈世民(215)

3 工程应用

浅谈聚羧酸系高性能减水剂在工程应用中的体会	刘浩云 杨化平 姜帅 侯东胜(222)
聚羧酸系高性能减水剂在首都国际机场扩建工程中的研究与应用	段遵莉(226)
上海环球金融中心主楼基础特大体积泵送混凝土技术研究与应用	张越 陈尧亮 郑杰(231)
聚羧酸系高性能减水剂在杭州湾跨海大桥中的应用	赵剑发(237)
聚羧酸高性能减水剂在中央电视台新台址工程底板施工中的应用	彭明祥 刘小刚 余成行(245)
聚羧酸系高性能减水剂在南水北调 PCCP 工程中的应用	刘江宁 李军业(249)
聚羧酸系高性能减水剂配制机场自密实道面混凝土的技术优势及应用前景	段毅文 于丰武(254)
C80 高性能混凝土在煤矿井壁工程中的应用	姚燕 高春勇 王玲 白杰 田培(262)
聚羧酸系高性能减水剂在京津高速公路第二通道工程结构混凝土施工中的应用	常峰 常志奇 张虎 郭洁萍 孙晓伟 李杰(266)
聚羧酸系混凝土泵送防冻剂的研究和在高速铁路工程中的应用	吴菊珍 屠洁梅 曹炳根 金川 杨军(272)

聚羧酸系高性能减水剂配制 C50 预应力梁高性能混凝土配合比设计、试验与应用	赵晓波(278)
聚羧酸系高性能减水剂在武广高速铁路工程中的应用	侯学力 梅名虎 杨国武 高成春 刘俊元 吴志刚 张孝伍 苏波(282)
谈聚羧酸系高性能减水剂应用于客运专线灌注桩高性能混凝土的配合比设计及施工过程中常见问题的解决措施	孙树 刘加平 缪昌文 叶义群 杨海华(288)
超早强型聚羧酸系高性能减水剂的研究及应用	毛永琳 刘加平 缪昌文 冉千平 沙建芳(297)
聚羧酸系高性能减水剂在武广客运专线 XXTJ I 标段高性能混凝土中的应用	毕宝山(302)
聚羧酸系高性能减水剂在白马河特大桥高性能混凝土中的试验与应用	刘岭 李顺清 李桂青 卫启阳 黄仕阶(307)
聚羧酸系低温超早强减水剂的研究与应用	陈国军 吕静 周南南 陆继光 郭执宝(314)
聚羧酸系高性能减水剂的工业化生产及在客运专线中的应用	蒋晓卫 冯华清(317)
聚羧酸系高性能减水剂在武广客运专线 V 标段高性能混凝土中的选择与应用	邓素军(323)
聚羧酸系高性能减水剂配制高性能混凝土的试验与工程应用	李桂青 黄仕阶 庄建坤 柯蕾 黄耀明 柯科杰(326)
聚羧酸系高性能减水剂在大体积混凝土工程中的应用	林忠斌 高瑟 刘炜峰 李国庆 俞明辉(334)
聚羧酸系高性能减水剂在京沪高铁混凝土配合比设计中的应用	孙希刚 鲁统卫(343)
聚羧酸系高性能减水剂在铁路混凝土中的应用	王军伟 赵柯(349)
聚羧酸系高性能减水剂在预制混凝土构件中的应用	郭景强(353)
聚羧酸高性能减水剂在高强混凝土中的应用研究	杨学贵 何唯平(358)
聚羧酸系高性能减水剂在北通道高速公路中的应用	艾传彬 胡鑫 袁伟章 陈爱芝(361)
聚羧酸系高性能减水剂在海工混凝土中的应用	屠柳青 张国志 李顺凯 刘可心 秦明强(365)
聚羧酸高性能减水剂在南水北调中线工程中的应用	胡孟其 仇建刚 马治平 关令苇(371)
聚羧酸系高性能减水剂在温福铁路客运专线中的应用	王毅 刘兴荣 温金保 李克亮(381)
聚羧酸系高性能减水剂在福建液化天然气超低温储罐工程高性能混凝土中的应用	蔡加新 杨禧 林冠(386)
聚羧酸系高性能减水剂在隧道工程混凝土中的应用	刘加平 刘建忠 刘家彬(392)
聚羧酸系高性能减水剂的研制与应用	李崇智 祁艳军 王金才 尚百雨(399)
聚羧酸系高性能减水剂在铁路客运专线预应力混凝土铁路桥箱形简支梁上的应用	苏祖平 欧阳华林(404)

聚羧酸系减水剂在高速铁路高性能混凝土中应用性能的研究	王万金 贺奎 李海峰 王靖 夏义兵(409)
聚羧酸系高性能减水剂在高性能混凝土中应用的几个关键问题研究	刘俊元 苏波 梅名虎 汪宝富 杨国武 徐盛玉 向大尉(414)
聚羧酸系高性能减水剂主要性能试验及应用工程	周明臣 陈爱芝 张明春 向雨超(419)
聚羧酸系高性能减水剂在低标号混凝土中的适应性及经济分析	左玉龙(423)
聚羧酸系高性能减水剂在姚家坪水电枢纽中应用的试验研究	夏艺 董建设 甄键 张华鸣(429)
聚羧酸系高性能减水剂在某大型商住楼工程中的应用	伍成松 朱浩亮 黄辉 陈爱芝(437)

聚羧酸系高性能减水剂及其工程应用 发展概述

郭延辉 郭京育 赵霄龙 薛庆^①

摘 要 本文论述了近两年来聚羧酸系高性能减水剂及其工程应用方面在国内的发展概况,指出了该类产品在生产及工程应用等方面存在的技术难点,分析了发展趋势,总结并提出了该类产品在我国健康发展的建议。

关键词 聚羧酸高性能减水剂 发展概况 应用技术 存在的问题 解决措施

1 前 言

我国聚羧酸系高性能减水剂的研究始于 20 世纪 90 年代中后期,其工业化生产与应用始于 21 世纪初期,其推广应用进程目前正以人们始料不及的速度迅猛发展。特别自 2005 年 8 月北京“第一届全国聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术交流会”召开以来的两年内,聚羧酸系高性能减水剂在我国发展极为迅速,其研发水平与生产水平均获得了很大提高,甚至在某些方面已经达到或超过国外同类产品的技术水平,应用技术水平也不断提高,工程使用量不断扩大。近几年来,聚羧酸系高性能减水剂在铁路、桥梁、水利水电等混凝土工程建设领域得到了快速发展并成功推广应用,并且在自密实混凝土、清水混凝土、高强混凝土、高耐久性混凝土、海工混凝土、混凝土预制构件等工程中也开始得到应用,混凝土质量水平不断提高。由于聚羧酸系高性能减水剂所具有的综合性能优势及其自身的环保特点,在我国许多地区及上述已建或在建混凝土工程中都已经大量、广泛、成功应用了聚羧酸系高性能减水剂,而且产生了巨大的技术、经济和社会效益,今后还会有大量工程将要使用聚羧酸系高性能减水剂。大量混凝土工程的成功应用对聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术的提高与发展有着深远的意义。在短短的几年时间里,我国的聚羧酸系高性能减水剂市场已成为全世界外加剂最强劲的市场,这一新技术、新产品、新格局,引起了国内外同行的极大关注,已成为混凝土行业的焦点与主题。

但是,任何新产品、新技术在推广应用过程中都不可避免会出现各种各样的问题,重要的是及时发现问题、总结经验、解决问题,以确保聚羧酸系高性能减水剂健康发展,这也是我们这次会议的重要目的之一。

本文将根据我们的工作实践和调研、调查,阐述近两年来聚羧酸系高性能减水剂及其工程应用在中国的发展概况;指出该类产品在生产及工程应用等方面存在的技术难点,分析发展趋势,提出该类产品在我国健康发展的建议。

^① 作者单位:中国建筑科学研究院。

2 近两年来发展概况

近两年来,聚羧酸系高性能减水剂及其工程应用在国内得到了长足的发展,为将来的进一步发展打下了坚实基础。聚羧酸系高性能减水剂能否在我国得到全面的推广应用,我们认为主要取决以下几个方面:

- (1)原材料能否主要立足国内。
- (2)大规模工业化生产技术与设施是否已建立。
- (3)复配技术是否已熟练掌握。
- (4)掺聚羧酸系高性能减水剂混凝土的工程应用是否深入、全面。

下面主要分析上述几个方面过去两年来在国内的发展状况,并总结如下。

2.1 工业化生产体系初步建立

2.1.1 原材料生产供应体系初步建立

1. 聚乙二醇单甲醚、烯丙基聚乙二醇(统简称为聚醚)等生产、供应规模不断发展

到目前为止,国内聚醚生产厂家如浙江皇马化工集团有限公司、辽阳奥克化学集团有限公司、上海台界化工有限公司、辽宁科隆化工实业有限公司、南京威尔化工有限公司、上海天助化工有限公司、抚顺市宏大精细化工厂、江苏宜兴市双辉化工厂等已形成工业化生产规模,有些厂家的产品质量已接近国外产品水平。国内生产聚醚等原材料企业最初不了解用于生产聚羧酸系高性能减水剂聚醚的质量标准,基本是按照化工产品标准进行生产,直接提供给聚羧酸系高性能减水剂生产厂家用以合成混凝土外加剂。国产原料的产品售价稍低,不过其性能与质量会有波动、不稳定的现象。两年前,采用国内聚醚生产出的聚羧酸系减水剂,与国外产品相比,主要存在减水率较低、混凝土坍落度损失较大、强度低等缺陷,经过近两年来的研发与攻关,到目前为止,国内有些厂家的聚醚产品质量稳步提高,质量水平已接近国外产品,并开始得到推广应用。

所以,聚醚这一主要原材料立足于国内供应的物质基础已经形成。

尽管国内原材料企业生产的聚醚质量已经有很大的提高,但使用国产原料生产的聚羧酸系高性能减水剂与使用国外原材料相比,在产品性能和质量稳定性等方面仍然存在一定差距,并且在聚醚的研发、生产工艺控制、检测等方面,国外企业要比国内企业有更高的投入。

目前,国内大型的聚羧酸系减水剂生产企业主要还是采用如德国、日本、韩国等国家的聚醚,同时国内生产厂家的聚醚也在逐步得到应用。今后几年将是进口产品和国内产品共用的局面,并且由于国内环氧乙烷比较充足、价格相对较低,预计聚醚将会充足供应,价格由于国内外产品的相互竞争也会稳中有降。

聚醚是聚羧酸系高性能减水剂的主要原材料之一,近两年来国内外的聚醚生产厂家都在全力开发产品、开拓市场,生产供应能力大大提高,所以未来几年我国聚羧酸系高性能减水剂的发展已经具备了雄厚的原材料基础。

2. 国内甲基丙烯酸、丙烯酸产品开始得到应用

聚羧酸系高性能减水剂的另一主要原材料是甲基丙烯酸和丙烯酸,目前,国内的有关生产厂家正在提高质量、扩大规模,预计将会满足一部分需求。但由于国内生产甲基丙烯酸的原材料供应不足,在今后几年内,该类原材料可能主要还是依靠进口产品,国内产品只是补充。

另外,从目前的生产实践来看,用于生产聚羧酸系高性能减水剂的其他单体与辅助原材料完全可以立足国内。

3. 生产酯化大单体的专业厂家开始出现

随着酯化技术水平的提高与发展,国内开始出现酯化产品的专业化生产工厂。大家知道,在聚羧酸系高性能减水剂的生产过程中,酯化产物的生产过程一直是难点与重点,酯化产物的质量及其稳定性对于最终减水剂产品的质量及其稳定性影响很大。该类专业企业的出现,对于聚羧酸系减水剂的进一步推广应用具有积极的促进作用,它可以使外加剂生产企业把主要精力放在如何保持质量稳定性和复配改性等应用技术的研究与工程应用上。

2.1.2 生产合成技术进一步得到提高与普及,产品生产形式多样化、规模不断扩大

众所周知,近两年来,国内各种类型的聚羧酸系高性能减水剂生产企业如雨后春笋般层出不穷,由于技术来源不同,到目前为止,国内有关的聚羧酸系高性能减水剂生产企业产生了不同的生产方式,归纳起来,主要有如下几种形式。

1. 大单体酯化 + 混合单体聚合

该类生产企业技术实力较雄厚、生产能力较强、生产规模较大,是我国聚羧酸系高性能减水剂母料的生产企业。但该类企业也可能存在易技术泄密、重合成技术轻应用技术的弊端。目前,国内如此形式的生产企业估计不超过十家,单釜生产能力目前最大达10 t。另外,最近还出现直接采用烯丙基聚乙二醇和其他单体共聚合的一步法合成工艺生产聚羧酸系高性能减水剂。

2. 购买酯化大单体和其他单体共聚合

该类生产企业一般具有较雄厚的推广应用实力,产品市场占有率高、生产规模较大、复配能力强、售后服务到位等,他们是我国聚羧酸系减水剂推广应用的主体之一。该类企业还具有技术保密性较强的特点,预计国内该种类型的生产企业将会越来越多。

3. 购买高浓度产品直接加水等稀释、复配

该类企业属于聚羧酸系高性能减水剂的复配加工企业。由于生产供应聚羧酸系减水剂母料的国内外企业越来越多,使该类企业的灵活性更强、可选择性更大,并可以把不同厂家的母料复合使用,组合复配的形式多种多样,以便满足不同的现场施工要求。

2.2 复配技术发展很快

我国混凝土外加剂的复配技术是最先进、最完善的。近几年伴随聚羧酸系高性能减水剂的发展,其复配技术的发展也可谓突飞猛进、日新月异,为聚羧酸系高性能减水剂的推广与应用起到了积极的作用。

在聚羧酸系高性能减水剂得以广泛应用的过程中,几乎很少有聚羧酸系高性能减水剂产品未经复配而直接应用到混凝土工程的实例,外加剂供应商和混凝土供应商大都根据施工要求、混凝土性能要求及其设计要求,采用物理复配的方式,选择相容性较好的消泡剂,引气剂,缓凝、早强、防冻组分或其他相关组分等与聚羧酸系高性能减水剂母液混合,通过反复多次现场混凝土性能试验,最终确定用于实际混凝土工程复配好的聚羧酸系高性能减水剂产品配方。事实上,许多生产规模大、技术实力强的外加剂企业或混凝土搅拌站都具备相当的外加剂复配技术,他们部分借鉴、沿用了传统减水剂的复配技术,并在此基础上进一步结合聚羧酸系高性能减水剂的产品性能特点,研究开发了一系列有效的复配技术,积累并总结了许多应用经验,使我国聚羧酸系高性能减水剂能够顺利、安全应用于高速铁路、港口码头、水电大坝、市政等领

域的许多重点工程。诸多成功应用复配技术的聚羧酸系高性能减水剂混凝土工程充分证明,采用科学、合理、正确的复配技术是确保聚羧酸系高性能减水剂健康发展的关键技术之一。我们不难预期,未来几年,随着我国聚羧酸系高性能减水剂技术的不断发展,其复配技术水平也将不断提高与进步。

诚然,聚羧酸系高性能减水剂的复配技术尚不成熟,还存在不少缺陷。例如:聚羧酸系减水剂与不同牌号、不同品种的引气剂、消泡剂以及早强、缓凝、防冻等组分之间存在相容性问题,表现为物理变化,如悬浮、变色、变味;与不同牌号、不同品种的引气剂、消泡剂、增稠剂或缓凝、早强、防冻等组分复配后的聚羧酸系减水剂与水泥之间的相容性也存在差异,这些差异对混凝土相关性能影响也不同,有的不能获得较好的塑化性和引气效果,有的还会出现含气量损失、波动等不稳定现象。因此,继续深入研究并解决聚羧酸系高性能减水剂复配技术是对聚羧酸系高性能减水剂应用技术瓶颈的重大突破。

2.3 工程应用质量提高、数量增加

近年来,聚羧酸系高性能减水剂在高速铁路、港口码头、水电大坝、市政工程等许多重点工程中得到广泛应用。

客运高速铁路工程几乎全部使用聚羧酸系高性能减水剂,包括2006年底已开工的武广、京津、郑西、石太、合武、甬台温、胶济、达成、温福、福厦等11条客运专线,其累计总里程约3000 km,还有目前处于开工准备阶段的京沪、太中银、广珠、哈大等4条客运专线,总里程约3000 km。快速客运专线设计使用年限应满足100年,这正是聚羧酸系高性能减水剂发挥性能优势的极好机会。实践证明,聚羧酸系高性能减水剂对于保证铁路工程建设的进度和质量发挥了十分重要的作用,也正是铁路工程对混凝土耐久性的高度重视极大地推动了聚羧酸系高性能减水剂在铁路工程建设中的快速推广。

重大海洋工程对混凝土的耐久性要求很高,在这一领域,聚羧酸系高性能减水剂同样显示出独特的技术性能优势。东海大桥、杭州湾跨海大桥等海洋工程在设计中明确提出了百年耐久性的概念,为此,工程建设过程中使用了聚羧酸系高性能减水剂,经实际测试验证,使用效果良好。

南水北调工程是一项大规模、远距离、跨流域,十分复杂、庞大、艰巨的系统工程,所经过区域地质环境复杂多变,工程要求混凝土具备高抗渗性能、高抗冻性能等高耐久性。为此,工程建设中也首选了聚羧酸系高性能减水剂,应用效果良好。三峡工程同样是一项举世惊叹的宏大工程,更是一项关系到国计民生的旷世工程,对混凝土的耐久性要求十分苛刻,为此,该工程也成功使用了大量的聚羧酸系高性能减水剂。

北京首都国际机场、中央电视台新台址、上海环球金融中心等重点工程同样十分重视混凝土结构的耐久性和施工和易性,也选择了聚羧酸系高性能减水剂作为技术保证措施之一。

由此可见,由于聚羧酸系高性能减水剂的综合性能优势,越来越多的工程——不仅仅是铁路、桥梁等重大基础设施建设,也已经推广至重点民用建筑——开始主动并要求选择聚羧酸系高性能减水剂,以保证混凝土的综合性能质量。可以相信,随着聚羧酸系高性能减水剂成本的逐步降低及其应用技术的逐步成熟,聚羧酸系高性能减水剂在普通混凝土工程中也将逐渐成为主角。

3 聚羧酸系高性能减水剂生产及工程应用中存在的问题与解决措施

3.1 概 述

国内外大量的工程实践都证明,推广应用聚羧酸系减水剂是混凝土质量向高性能化方向发展的必然要求。通过近两年来工业化生产实践和较大规模的工程应用,在证明了聚羧酸系高性能减水剂具有综合性能优势的同时,也出现了一些新情况、新问题。在我国,传统的萘系高效减水剂已经有近 30 年的应用历史和使用经验,人们已经对它完全熟悉并掌握了它的使用通性,而聚羧酸系高性能减水剂毕竟处于它的初始成长期,工程应用经验、应用技术难免尚有未尽人意之处。

众所周知,我国水泥品种繁多、质量复杂多变,粗细骨料品质差异大,掺和料等级差异大,混凝土工程特性各异,工程所处地域不同,施工环境不同,工程技术要求不同,不同工程所选用的混凝土原材料千差万别,施工质量参差不齐,特别是市场上聚羧酸系高性能减水剂品质良莠不齐,加之有使用不当等情况存在,其中有技术原因,也有非技术原因,诸多复杂的影响因素,都会导致工程应用中出现以往外加剂所不曾遇到的问题。

究竟哪些因素可能影响聚羧酸系高性能减水剂的顺利使用、哪些努力能确保聚羧酸系高性能减水剂的顺利使用、都是我们今后不断探索与研究的课题,因此我们有必要理性正视聚羧酸系高性能减水剂产品性能、生产及应用过程中出现的各种问题,及时发现问题、提出问题,更重要的是提出有效解决问题的办法、措施,以便正确、合理、科学地使用聚羧酸系高性能减水剂,并使之健康、安全、良性的向前发展。

现就该类产品在生产复配及施工应用过程中已出现和可能出现的问题及解决措施总结如下。

3.2 聚羧酸系高性能减水剂在生产过程中存在的问题与解决措施

3.2.1 生产过程中应注意的问题

在某些方面,聚羧酸系高性能减水剂产品的生产条件较萘系等其他减水剂更为苛刻,对此应引起生产企业重视。一是要选用完好无损的搪瓷反应釜;二是对生产用水有一定的技术要求;三是在原材料的选择方面,要针对产品相关技术性能要求,选用的原材料技术指标应有所不同。

再者是生产工艺问题,一定要研究科学合理的“分子结构设计”方法及简便实用的合成技术工艺,还应特别注意生产全过程的质量控制。

3.2.2 产品质量稳定性问题

1. 聚羧酸系高性能减水剂母液质量稳定性问题

(1) 颜色问题

由于不同企业生产时对原材料选择及技术路线不同,其聚羧酸系高性能减水剂产品的颜色不尽相同,有的深,有的浅,有的偏红,有的偏黄,这种颜色差异是正常的,不会影响产品性能。

(2) 气味问题

同样由于不同企业生产时对原材料选择及技术路线不同,其聚羧酸系高性能减水剂产品的气味也不尽相同,有的基本无味,有的则有较强烈的刺激性气味,主要可能是聚合过程中单

体聚合不完全,成品中还存在着未聚合的单体,这些单体的存在,除产生环保问题外,也有可能影响混凝土的性能。所以,生产厂家应采取措施,减少未聚合的单体,消除气味,使用单位也要注意不要使用有强烈刺激性气味的产品。

2. 复配后的聚羧酸系高性能减水剂质量稳定性问题

当加入了消泡剂、引气剂或缓凝、早强、防冻等组分时,一些复配的聚羧酸系减水剂产品会呈现浑浊、变色、分散不良的现象,有的聚羧酸系减水剂加入葡萄糖酸钠等缓凝组分后,在一定的温湿度条件下就会有霉点、异味甚至长毛的现象发生,就此加入一定的防腐剂、防霉剂,诸如双氧水、苯甲酸钠等,有时可以适当缓解上述现象,但有时效果则不尽理想。

总之不同品种的引气剂、消泡剂、缓凝等组分,对不同聚羧酸系高性能减水剂产品颜色改变的快慢、深浅等都有不同程度的影响。

3. 包装与贮存过程中可能出现的问题

一般而言,聚羧酸系高性能减水剂产品是呈弱酸性,如与铁制品长期接触会发生缓慢反应,可能对某些聚羧酸系减水剂性能,诸如混凝土含气量或减水率有一定影响。建议尽可能不选用铁制容器存放聚羧酸系减水剂,但如果采用铁桶包装时,最好不要超过三个月,似乎三个月是个临界点,之内变化不明显,超过三个月,有的包装桶外观还会呈现膨胀,有的产品颜色会发生改变,此时,一定要重视,应通过试配加以确定。采用塑料桶或不锈钢包装是最佳的选择,相对铁桶其保质期要长得多,产品稳定性好,不过也有过塑料桶的外观出现膨胀的个别情况,但不影响性能和使用效果。

3.3 聚羧酸系高性能减水剂在工程应用中存在的问题与解决措施

3.3.1 产品标准与现场应用之间存在的问题与解决措施

由于聚羧酸系高性能减水剂的综合性能优势,属于目前减水剂产品中的高档产品,大量应用在重要的国家重点工程中,所以,该类产品的质量就显得尤为重要。

众所周知,按照目前的标准体系,减水剂产品是否合格,是以基准水泥为基础来判断的。而外加剂的准确效能主要取决于以下几个因素:水泥种类、掺和料的种类与其性能,粗细集料的性能及其所含的杂质,混凝土配合比和混凝土拌和物的搅拌形式、搅拌时间,混凝土温度以及环境条件等。

这就产生一个很大的矛盾:按国家标准检验合格的产品,不一定能用到实际工程中,而实际用于工程中的产品则很可能不满足有关国家标准要求并很可能被判为不合格产品。这类矛盾在现场实际抽检时往往会出现,甚至会引起所谓的质量事故。这类矛盾由来已久,只是由于聚羧酸系高性能减水剂的低掺量、高敏感性,使得这个矛盾更加突出。

实事求是地说,目前完全采用基准水泥作为基础的外加剂质量检验方法,不仅作了很多无效劳动,还给外加剂生产厂家出了一个基本上是无解的难题,因为要求厂家生产出既能满足基准水泥要求又能满足现场水泥要求的外加剂产品,基本上是不可能做到的。

所以,针对上述问题,我们建议采用如下解决方法与措施,供质检单位参考。

(1)按国家标准采用基准水泥建议只作为形式检验,来判断工厂企业是否具有生产该类产品的能力,该方法不作为判断现场产品是否合格的标准。

(2)检验现场产品是否合格时:①检验该类产品的物化性能是否合格,主要检验有害物质是否超标;②检验掺该产品的混凝土性能是否合格、是否满足设计要求时,应完全采用现场原材料和现场配合比。

(3)采用上述办法,既不会产生产品到底合格与否的矛盾,又会使得现场抽检结果变得对实际工程混凝土质量具有很好的检验与指导作用。

3.3.2 产品售后的现场技术支持方面存在的问题与解决措施

从上节的分析可以看出,脱离了具体使用对象和环境纯粹地谈论减水剂的质量和效能是没有意义的。由于聚羧酸系高性能减水剂的高效能和低掺量导致其对原材料和环境条件的敏感性大大增加,所以,该类产品的现场技术支持就显得非常重要。对于现场技术服务人员来说,在现场试验数周以至数月都是常见的。对生产企业而言,要确保生产出水平高、性能好的系列产品,还要具有配套的技术支持服务措施,只有做出好的产品并有优质的技术服务才是作好市场的保障。而对施工方而言,由于不同企业聚羧酸系减水剂生产原材料选择的差异、配方的差异、合成工艺的差异、助剂的差异、质量控制的差异、复配技术的差异等,所生产的聚羧酸系高性能减水剂产品性能、质量及稳定性不尽相同,因此,产品售后服务对施工方尤为重要。

产品售后的现场技术支持应与复配过程有机结合,复配所用的原材料及复配配方并不是技术人员主观想像出来的,具体过程是在初步复配配方的基础上,经过现场试配、改进复配配方,再现场试配、再改进复配配方,反复多次,直至复配产品完全满足现场施工要求为止。具体在现场试配过程中,主要会涉及到以下问题。

(1)试验表明,某些水泥品种的净浆流动度试验结果与混凝土相关性不大,有时甚至出现截然相反的试验结果。因此,只作净浆试验是不够的,还应进一步作混凝土试验加以确认。相对净浆而言,砂浆减水率试验结果与混凝土比较一致。

(2)试配或制备混凝土时,不能将聚羧酸混凝土含气量去套用萘系混凝土含气量,当聚羧酸系高性能减水剂混凝土具有较高含气量时(4%~5%)是可以安全使用的,且混凝土后期强度不会有下降趋势,而萘系含气量较高就会出现混凝土后期强度下降的趋势,同时,还要关注聚羧酸系高性能减水剂混凝土含气量稳定性的问题。

(3)聚羧酸系高性能减水剂混凝土的配合比是影响混凝土性能的关键因素所在。试验用的基准混凝土配合比与工地用的配合比相关性不大,因为工程选用的水泥与基准水泥差异较大,加之工程混凝土中还掺有大量的矿物掺和料。

(4)依然存在与水泥适应性问题,可谓是外加剂行业永恒的话题,我们应客观面对,理性思考。由于我国水泥品种和质量总体上复杂多变、差异显著,特别是当遇到相容性极差的水泥时,聚羧酸系减水剂混凝土依然可能会出现拌和物流动性差及混凝土坍落度损失大的现象。

(5)聚羧酸系减水剂超掺量的问题。由于聚羧酸系高性能减水剂具有高减水率、低掺量的特点,当配制聚羧酸系减水剂的混凝土时,应严格按照经试配后的最佳掺量和用水量进行计量,并要求计量设备和计量精度必须准确和灵敏,否则,当聚羧酸高效减水剂超掺量时,会产生离析、泌水、板结或含气量过大等不良现象。

(6)水泥细度大、砂石含泥量、石粉含量、针片状含量较大时,对聚羧酸系高性能减水剂混凝土性能有不良影响,应引起重视。条件好的话,可以采用洗石机对石子进行清洗,另外,砂率、级配,颗粒形状、质地等也对其有一定的影响,不可忽视。

(7)不能套用传统高效减水剂的经验数据来判断聚羧酸系减水剂混凝土性能。

4 发展趋势分析

聚羧酸系高性能减水剂在中国的研发、应用技术的成功与市场的不断开拓,是外加剂行业

的又一里程碑式发展。基于我国经济持续、快速发展,以及各种基础设施建设规模的不断扩大,特别是高速铁路网、高速公路网、桥梁、隧道、机场、港口、大坝、高层建筑等建设项目正大规模开展,混凝土工程量巨大。无疑,聚羧酸系高性能减水剂将成为今后我国混凝土外加剂主流技术的发展方向,它的市场将面临一个极大的发展机遇,未来较长时间内,它的生产与应用仍将继续保持高速增长的趋势。

2005年我们曾预计,2007年聚羧酸系高性能减水剂取代萘系的取代率会达到20%左右,目前看来这个预测目标是基本达到了,只是在不同的应用领域发展很不平衡。按照目前的发展趋势,我们认为再经过三年左右,聚羧酸系高性能减水剂取代萘系减水剂的取代率将会达到40%,发展前景广阔。

5 结论与建议

5.1 几点结论

(1)由于国内原材料研发制造技术的快速发展和生产供应体系的基本建立,聚羧酸系高性能减水剂酯化技术、聚合技术、复配技术在近两年来的迅速发展,我国的聚羧酸系高性能减水剂这一大产品的工业化、规模化生产体系已基本建立,完全可以满足大规模、工业化施工的要求。

(2)聚羧酸系高性能减水剂在高速铁路、水电大坝等大型工程中大规模的应用实践表明,在充分现场试配的基础上,绝大多数国内生产厂家的产品是能够完全符合工程要求的,由于使用了该类产品而导致混凝土质量事故的发生少有报道。作为一项新技术、新产品,在许多现场施工技术人员还不了解、不熟悉该类产品的性能和特点的情况下,推广使用数量和使用范围在短时间内如此之大,这样的结果应该说明该类产品的性能是经得住考验的。

(3)按目前的发展趋势,再经过三年左右的时间,聚羧酸系高性能减水剂取代萘系减水剂的取代率达到40%左右是完全可能的。

5.2 几点建议

为促进我国混凝土外加剂行业整体水平的提高,不断发展混凝土技术,提高混凝土总体质量水平,应进一步完善聚羧酸系高性能减水剂性能,进一步提高其应用技术水平,确保聚羧酸系高性能减水剂在我国得以健康发展,我们还有许多工作要做。

(1)以应用技术为本、应用技术领先为原则,加大对聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术的研究力度。通过进一步优化产品配方、调整合成工艺,科学合理地进行分子结构设计,有针对性地开展理想的聚羧酸系高性能减水剂系列产品和多功能产品,特别要加强对聚羧酸系高性能减水剂产品复配技术的研究,利用多种技术手段和技术途径,娴熟掌握切实有效的应对措施,建立充足配套的技术储备,以便更好地满足工程的设计要求、环境要求、施工要求以及工程特殊的质量要求,从而取得预期的技术、经济及社会效益。

(2)继续研究聚羧酸系高性能减水剂新拌混凝土工作性能,特别是水泥适应性、大掺量胶凝材料与低水胶比的参数、气泡稳定性等,以便解决现存的一系列施工技术难题;深入系统地研究聚羧酸系高性能减水剂硬化混凝土物理力学性能,特别是长期耐久性能,诸如收缩、徐变、抗渗、抗裂、孔结构、水化热、冻融等问题。混凝土的这些重要性能仍将是今后长期工作的重点。

(3)制订、修订聚羧酸系高性能减水剂产品标准及应用技术规范,建立相应的检验标准与试验方法,研发配套的试验仪器与设备,完善混凝土外加剂技术评估体系。

(4)应配合施工方,加强对聚羧酸系高性能减水剂混凝土施工技术的研究,如泵送、浇筑、养护、振捣及温度监控等方面,满足施工要求,提高施工质量。

让我们共同努力,为我国聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术的健康发展、为我国混凝土质量的进一步提高作出更大的贡献。

参考文献

- [1]郭延辉,郭京育,等.聚羧酸系高性能减水剂及其应用技术.北京:机械工业出版社,2005.
- [2]郭延辉,郭京育,等.混凝土外加剂及其应用技术.北京:机械工业出版社,2004.

铁路客运专线用外加剂检验和企业考核

孙璐 王军伟 石人俊^①

摘要 本文介绍了我国铁路近期“十一五”和“中长期”建设规划,以客运专线的需要为基础改变设计理念,要求主体结构混凝土材料具有高耐久性、高体积稳定性、高保塑性、高强度和高环保特性,其使用年限达到100年。文章确认聚羧酸系高性能减水剂的技术指标能符合客运专线外加剂的要求,它是客运专线外加剂的优选,粗略计算“十一五”期间铁路建设聚羧酸系高性能减水剂的年用量将达到20万t。为铁路客运专线提供外加剂产品的企业,应遵照科技技[2006]104号“关于印发《客运专线高性能混凝土用外加剂产品检验细则》的通知”进行申请企业质保能力检查和产品质量检验。

关键词 客运专线 高性能混凝土 外加剂 聚羧酸系高性能减水剂

1 铁路“十一五”和“中长期”规划

“十一五”期间,铁路发展的主要目标是:建设新线17 000 km,其中客运专线7 000 km;建设既有线复线8 000 km,既有线电气化改造15 000 km;到2010年全国铁路营业里程达到9万km以上,复线、电气化率均达到45%以上;到“十三五”末,即2020年,全国铁路营业里程达到10万km以上,其中快速客运专线达到16 000 km,复线率和电气化率均达到50%以上;客运专线形成“四纵四横”的格局;建设三个城际快速客运系统和其他城镇密集地区的城际轨道交通。

“四纵”分别是北京—上海客运专线、北京—武汉—广州—深圳客运专线、北京—沈阳—哈尔滨客运专线、杭州—宁波—福州—深圳客运专线。

“四横”分别是徐州—郑州—兰州客运专线、杭州—南昌—长沙客运专线、青岛—石家庄—太原客运专线、南京—武汉—重庆—成都客运专线。

三个城际快速客运系统分别是环渤海地区、长江三角洲地区和珠江三角洲地区城际客运系统。主要建设北京—天津、上海—南京、南京—杭州、南京—芜湖—安庆、广州—珠海、九江—南昌、青岛—烟台—威海、绵阳—成都—峨嵋、长春—吉林、柳州—南宁城际轨道交通系统以及沪杭磁悬浮交通。快速客运速度目标值分为200~250 km/h和300~350 km/h两类。

据不完全统计,到2006年底,已开工的有武广、京津、郑西、石太、合武、甬台温、胶济、达成、温福、福厦11条客运专线,其累计总里程约3 000 km,目前处于开工准备阶段的还有京沪、太中银、广珠、哈大4条,总里程约3 000 km。

^① 作者单位:铁道部产品质量监督检验中心。