

北

京

混

凝

土

内部资料
2025年第6期
(总第167期)
2025年12月

编印单位
北京市混凝土协会

京内资准字1725-L0046号

目 录

政策法规

- 3 北京市住房和城乡建设委员会关于2025年度第二批北京市预拌混凝土搅拌站绩效分级评审通过站点的公示
- 4 北京市住建委 北京市发改委 北京市规划和自然资源委员会关于印发2025年全市保障性住房建设筹集计划(第二批)的通知

协会园地

- 16 北京市混凝土协会赴渝蓉调研——取经绿色发展经验 谋划“十五五”行业新篇

价格信息

- 19 北京市部分建筑产品价格信息(11-12月份)

技术交流

- 21 新拌混凝土电阻计算与离析评价方法
- 35 搅拌加入CO₂对水泥基材料性能的影响研究

行业动态

- 41 张登平:以“数字新材”育新质生产力,引领混凝土行业“智变”

外埠信息

- 45 “擎旗奋进 铸砼兴业”——旷真携手举办浙江省混凝土协会2025年度混凝土行业高质量发展交流会

46 海南省混凝土协会 2025 年度工作总结暨第一届第三

次会员大会顺利召开

48 严把控保质量 青岛开展冬期预拌混凝土原材料

抽测

企业动态

50 会员企业工作集锦



《北京混凝土》内部资料

编委会成员

主任：张增彪
副主任：张登平 刘学良
曹有来 王玉雷
蔡 玮 王运党
何洪亮 李 贤
刘建江
主 编：齐文丽
副主编：李彦昌
编 委：陈喜旺 张全贵
安同富 刘 昊
韩小华 徐宝华
马雪英 孔凡敏
田景松 刘桂兰
刘 霞 李帼英
余成行 张爱萍
郑永超 袁富平
常 峰 董彩霞
谢玲丽 楚建平
任伟峰 陈正清
王世伟
责任编辑：李倩丽 王丽敏

地址：北京市石景山区金顶北路 69 号金隅
科技大厦一区 A3 门一层

邮编：100041

电话：010-63941490

010-63978522

010-63952260

传真：010-63941490

邮箱：bj-concrete@163.com

网址：[http:// www.bjjshnt.org](http://www.bjjshnt.org)

微信号：bjca1987

主管单位：北京市民政局

编印单位：北京市混凝土协会

印刷单位：北京艾普海德印刷有限公司

发送对象：协会会员

印刷日期：2025 年 12 月

印 数：300 册 / 期

北京市住房和城乡建设委员会 关于2025年度第二批北京市预拌混凝土搅拌站 绩效分级评审通过站点的公示

京建发〔2025〕563号

为落实北京市空气重污染应急管理工作相关要求，市住房城乡建设委组织开展了2025年度第二批预拌混凝土搅拌站绩效分级评审工作。经企业申请、区级初审、违法行为筛查、资料审查和市级现场复核等程序，第二批共有15个搅拌站拟通过评审。现将结果予以公示，公示时间为2025年12月25日至12月31日。

在公示期内，任何单位和个人如有异议，均可提出书面意见，并提供必要的证明材料。单位意见须加盖公章，个人意见须署名真实姓名、身份证号和联系电话。

北京市住房和城乡建设委员会
2025年12月22日

附件

2025年度第二批北京市预拌混凝土搅拌站绩效分级评审通过站点名单

序号	搅拌站名称	所属区	资质许可生产经营地址
1	北京金隅混凝土有限公司朝阳分公司	朝阳区	北京市朝阳区金盏乡长店村
2	北京韩信混凝土有限公司	朝阳区	北京市朝阳区崔各庄乡东营村蟹岛西路1号
3	北京住总新型建材有限公司四元桥站	朝阳区	北京市朝阳区四元桥京顺路东坝河北侧
4	北京秋实混凝土有限公司	朝阳区	北京市朝阳区黑庄户乡郎各庄村38号
5	北京嘉华高强混凝土有限公司	朝阳区	北京市朝阳区东直门外草场地
6	北京金隅混凝土有限公司西北旺站	海淀区	北京市海淀区宏丰西路1号院
7	北京榆构有限公司	丰台区	北京市丰台区人民村63号
8	北京京首建混凝土搅拌站有限公司	石景山区	北京市石景山区古城路首钢一建设三公司院内
9	北京紫阳福源混凝土搅拌有限公司	房山区	北京市房山区阎村镇肖庄村东侧
10	华东材料(北京)有限公司	通州区	北京市通州区宋庄镇管头村
11	北京金隅混凝土有限公司通州分公司	通州区	北京市通州区张家湾镇前街村委会西800米

序号	搅拌站名称	所属区	资质许可生产经营地址
12	北京金隅混凝土有限公司顺义分公司	顺义区	北京市顺义区大孙各庄镇吴雄寺村村委会北侧1000米
13	北京恒坤混凝土有限公司	顺义区	北京市顺义区高丽营镇西马各庄村明华街90号
14	北京市昌平一建建筑有限责任公司环昌商品混凝土搅拌站	昌平区	北京市昌平区水库路东侧
15	北京青年路混凝土有限公司	大兴区	北京市大兴区榆垓镇南张华村北

北京市住建委 北京市发改委 北京市规划和自然资源委员会 关于印发2025年全市保障性住房建设筹集计划 (第二批)的通知

各区住房城乡(市)建设委(房管局)、发展改革委、规划自然资源分局,各有关单位:

为全面贯彻落实中央经济工作会议精神,坚决完成市政府工作报告明确的年度保障房建设任务及“十四五”收官目标,扎实推进“住有所居”有关工作,经市政府同意,现将2025年全市保障性住房建设筹集计划(第二批)印发给你们,请认真抓好落实。有关工作要求如下:

一、加强计划管理

(一)建设计划。共17个项目、房源19780套,其中保租房项目10个、房源9968套;安置房项目7个、房源9812套。计划年内开工13个项目、房源16806套;4个储备项目,房源2974套,年内推进手续、计划明年开工(见附件1)。

(二)筹集计划。共7个项目、房源2366套,均为保租房项目(见附件2)。

(三)竣工计划。共7个项目、房源8088

套,其中保租房项目4个、房源4303套;公租房项目1个、房源2105套;安置房项目2个、房源1680套(见附件3)。

(四)配套市政建设计划。配套市政建设计划与新建项目同步编制,共13个项目(见附件4)。13个项目涉及市政道路和水、电、气、热等配套建设工程,建设道路共计34条,其中已建成10条,待建设24条,均已确定道路等级和长度,24条待建道路总长度约34公里,其中主干路2条,总长度约10公里;次干路10条,总长度约19公里;城市支路等道路12条,总长度约5公里。

(五)需剔除项目情况。本批计划剔除10个往年曾列入保障房建设筹集计划但由于各种原因未能开工的项目。剔除的10个项目均未计过历年的保障房建设完成数。

二、强化主体责任

各区应落实项目计划执行第一主体责任,安全有序组织开展本区项目开工及竣工交用等

工作。依法依规做好征地拆迁及房屋征收等工作，为项目进场施工创造条件。督促项目单位积极落实项目建设主体责任，严格按照规划批准文件实施，维护规划的严肃性和权威性，科学制定项目工期计划、资金投入安排。指导监督项目单位及时申办规划、施工等各项手续，实现审批“闭环管理”。牵头组织实施项目周边配套市政基础设施建设，牵头组织好项目公共服务设施移交接收工作，确保项目按期交用。

三、加快手续审批

市区各有关部门应继续优化审批流程、加快项目手续办理，树立优化营商环境全市一盘棋意识，认真落实保障性住房优化审批制度要求，根据土地供应方式进行分类简化审批，加快办理建设工程规划许可、施工许可等相关手续，合力推进项目尽早开工。

四、提升建设品质

立足群众诟病的渗漏、串味、噪声等常见问题的防治，针对当前保障房功能空间灵活度不够、公共服务、商业服务适配性不足等问题，践行“安全、低碳、绿色、智能”的建筑方针，着力建设符合功能定位和发展实际的保障性住房“好房子”。大力倡导主体结构大空间布局，通过轻质隔墙系统、家具设备设施等灵活划分套内功能空间，实现居住空间可变和多用途使用。将公寓型、宿舍型保障性租赁住房作为重点，充分运用市场化机制，引导建设单位优化设计、丰富配套，建设符合当代年轻人生活习惯和交往需求的租赁住房。

五、加快配套设施建设

高度重视配套设施建设。各区应加强预判，加大投入，尽快确定配套市政基础设施建设主体、方案设计，落实资金，对周边配套问题突出的区域要重点调度，建设周期内全程把控。应重点关注集体土地租赁住房项目周边市政配套建设问题。对于土地公开交易条件中明确由建设单位建设的，应加强监督管理，严格

按照约定条件实施。各市政专业公司及保障性住房建设主体要优先安排投资，加快组织实施，确保配套市政基础设施与项目同步开工、同步交用。

各区应督促相关单位及时对配套市政基础设施及居住公共服务设施进行竣工验收，并牵头组织好移交接收工作，确保按期运营。坚决避免因配套设施不完善或未移交而影响项目入住交用情况出现。

六、强化统筹协调

强化保障性租赁住房建设管理联席会议机制，对于工作推进过程中需要市级有关部门和单位协调的重点、难点问题，各区应及时报送联席会议办公室统一组织协调调度，加快推进问题解决，确保年度建设计划顺利推进，完成年度开工、竣工和投资任务。

七、加大信息公开力度

各区应严格按照政府信息公开要求，做好保障性住房建设信息公开工作，主动接受社会监督，进一步扩大公众知情权、参与权和监督权。

特此通知。

附件：

1. 纳入 2025 年保障房建设计划项目清单（第二批）
2. 纳入 2025 年保障房筹集计划项目清单（第二批）
3. 纳入 2025 年保障房竣工计划项目清单（第二批）
4. 纳入 2025 年保障房红线外配套市政基础设施建设计划清单（第二批）
5. 长期未开工需剔除项目清单

北京市住房和城乡建设委员会

北京市发展和改革委员会

北京市规划和自然资源委员会

2025 年 11 月 7 日

附件1

纳入2025年保障房建设计划项目清单（第二批）

序号	区	项目名称（应与立项核准名称一致）	建设主体/实施主体	2025年计划开工套数/推进手续套数	其中										预计开工时间（月）			
					租赁类（套/间）				产权类（套）									
					公租房	保租房	其中				棚改安置房	城中村安置房	其它安置房					
							集体经营性建设用地建设	新供应国有建设用地建设	产业园区配套用地建设	企事业单位自有土地建设				非居住存量房屋改建				
合计					19780	0	9968	2235	2390	0	110	5233	228	9584	0			
计划开工项目					16806	0	6994	2235	2390	0	0	2716	228	9584	0			
1	朝阳区	朝阳区十八里店乡横街子村安置房项目	北京大洋恒基房地产开发有限公司	2681	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2681	0		2025年12月	
2	朝阳区	东坝乡单店安置房项目	北京金隅嘉业房地产开发有限公司	326	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326	0		2025年12月	
3	朝阳区	小红门乡三台山农民安置房项目	北京市朝阳城市建设综合开发有限责任公司	3341	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3341	0		2025年12月	
4	朝阳区	高碑店乡安置房项目	北京市朝阳城市建设综合开发有限责任公司	1368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1368	0		2025年12月	
5	丰台区	丰台区成寿寺路西侧棚户区改造安置房项目	北京泓盛房地产开发有限公司	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	0		2025年12月	

序号	区	项目名称（应与立项核准名称一致）	建设主体/实施主体	2025年计划开工套数/推进手续套数	其中										预计开工时间（月）	
					租赁类（套/间）			产权类（套）			其中					
					公租房	保租房	集体经营性建设用地建设	新供应国有建设用地建设	产业园区配套用地建设	企事业单位自有土地建设	非居住存量房屋改建	棚改安置房	城中村安置房	其它安置房		
6	房山区	房山区良乡医院教学基地住宿用房改造项目	北京市房山区良乡医院	23	0	23	0	0	0	0	0	23	0	0	0	已开工
7	通州区	通州区土桥中路西侧棚户区改造安置房项目	北京隅通置业有限公司	228	0	0	0	0	0	0	0	0	228	0	0	2025年11月
8	顺义区	顺义区高丽营镇张喜庄村集体土地租赁住房二期项目	北京燕合顺喜房地产开发有限公司	2235	0	2235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2025年10月
9	昌平区	北京市昌平区东小口镇城中村改造（三期）定向安置用房项目	北京铭嘉置业有限公司	668	0	0	0	0	0	0	0	0	0	668	0	2025年12月
10	昌平区	昌平区南百路百善段108号院一区改建租赁住房项目	北京骏达房地产开发有限公司	516	0	516	0	0	0	0	0	516	0	0	0	2025年12月
11	昌平区	昌平区回龙观国际信息产业基地二期（一）CP01-0801-0022、0027地块、中关村生命科学园三期及“北四村”棚户区改造土地开发CP02-0101-6003地块用地（CP02-0101-6003地块1-3号楼）改建保障性租赁住房项目	北京中海未来置业有限公司	1400	0	1400	0	0	0	0	0	1400	0	0	0	2025年12月

序号	区	项目名称（应与立项核准名称一致）	建设主体/实施主体	2025年计划开工套数/推进手续套数	其中										预计开工时间（月）	
					租赁类（套/间）						产权类（套）					
					公租房	租房	集体经营性建设用地建设	新供应国有建设用地建设	产业园区配套用地建设	企事业单位自有土地建设	非居住存量房屋改建	棚改安置房	城中村安置房	其它安置房		
12	昌平区	昌平区中兴路21号院2号楼改建租赁住房项目	北京昌浦建设有限公司	430	0	430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2025年11月
13	北京经济技术开发区	北京经济技术开发区亦庄新城0701街区YZ00-0701-N17F3地块F3其他类多功能用地项目	北京海创英才安居置业有限公司	2390	0	2390	0	0	2390	0	0	0	0	0	0	已开工
		储备项目		2974	0	2974	0	0	0	0	110	1280	0	0	0	
1	石景山区	石景山区古城小街5号院续建项目	北京首钢特殊钢有限公司	110	0	110	0	0	0	110	0	0	0	0	0	2026年3月
2	石景山区	衙门口棚户区改造土地开发项目1616-670地块S1#办公楼改建保障性租赁住房项目	北京衙门口亨通资产管理中心	210	0	210	0	0	0	0	0	210	0	0	0	2026年3月
3	石景山区	苹果园综合交通枢纽1604-648地块改建保障性租赁住房项目（1#楼）	北京公联鼎宸交通枢纽建设发展有限公司	1070	0	1070	0	0	0	0	0	1070	0	0	0	2026年3月
4	顺义区	和光瑞府项目自持住宅改造保障性租赁住房项目	北京顺和润致置业有限公司	1584	0	1584	0	0	0	0	0	1584	0	0	0	2026年1月

备注：储备项目为2025年推进手续办理，计划2026年开工

附件2

纳入2025年保障房筹集计划项目清单（第二批）

序号	区	项目名称	建设主体 / 实施主体	筹集途径	套数合计（套 / 间）
合计					
1	西城区	金树如院	北京金融街资产管理有限公司	存量转化	2366
2	西城区	白广路6号院装修工程项目	北京金诺威物业管理有限公司	非居改建	68
3	石景山区	新首钢国际人才社区项目(6#楼、7号楼)	北京首创新置业有限公司	存量转化	479
4	石景山区	石景山区阜石路1603-616(部分)地块R2二类居住用地项目(1#住宅楼)	北京首钢房地产开发有限公司	存量转化	44
5	石景山区	五里春秋自持租赁项目	北京礼寓科技发展有限公司	存量转化	202
6	房山区	窦店科学家公寓	北京高端制造业基地投资开发有限公司	存量转化	427
7	密云区	绿地朗山产业园项目	北京市燕安保障性住房建设投资有限公司	非居改建	1000

附件3

纳入2025年保障房竣工计划项目清单（第二批）

序号	所属区	项目名称	建设单位	套数	房源类型			竣工时间（月）
					保障房	公租房	安置房	
合计								
1	朝阳区	管庄乡管庄村安置房项目	北京顺长房地产开发有限公司	8088	4303	2105	1680	0
2	朝阳区	朝阳区十八里店乡西直河村集体租赁住房项目	北京致诚鑫达物业管理有限公司	726	0	0	726	0
3	丰台区	中央民族大学新校区职工公租房建设项目	中央民族大学	2140	2140	0	0	0

· 政策法规 ·

序号	所属区	项目名称	建设单位	套数	房源类型				竣工时间(月)
					保障房	公租房	安置房	共有产权房	
4	房山区	房山区京西棚户区改造安置房项目(0018地块)	北京市城投嘉业房地产有限公司	954	0	0	954	0	2025年6月
5	顺义区	北京市顺义区仁和镇前进村集体土地租赁住房项目	北京市顺义区仁和镇前进村经济合作社	276	276	0	0	0	2025年7月
6	顺义区	顺义区仁和镇临河村和河南村集体土地租赁住房项目(1#成套型租赁住房住宅楼等5项)	北京世纪和顺房地产开发有限公司	382	382	0	0	0	2025年7月
7	大兴区	旧宫镇租赁住房项目	北京建万亦兴住房租赁有限公司	1505	1505	0	0	0	2025年9月

附件4

纳入2025年保障房红线外配套市政基础设施建设计划清单(第二批)

序号	区	项目名称	项目总套数	市政规划方案综合	项目红线外市政基础设施情况							道路建设主体名称	道路等级	长度(米)	道路建设计划时间节点				道路建设资金来源						
					道路	给水	雨水	污水	电力	燃气	热力				红线外配套市政道路名称	立项	规划	施工		完工					
1	朝阳区	朝阳区十八里店乡横街子村安置房项目	2681	已完成	道路	否	否	否	否	否	否	否	否	365	北京市朝阳区新经纬土地开发有限责任公司	支路	365	2026.10	2026.12	2027.6	2028.6	区级财政资金			
					给水	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	230	北京市朝阳区新经纬土地开发有限责任公司	支路	230	2026.10	2026.12	2027.6	2028.6	区级财政资金	
					雨水	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	230	北京市朝阳区新经纬土地开发有限责任公司	支路	230	2026.10	2026.12	2027.6	2028.6	区级财政资金
					污水	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	365	北京市公共联路网络有限责任公司	主干路	365	2025.12	2026.7	2026.8	2028.12	市级财政资金

序号	区	项目名称	项目总套数	市政规划方案综合	项目红线外市政基础设施情况							红线外配套市政道路名称	道路等级	长度(米)	道路建设主体名称	道路建设计划时间节点				道路建设资金来源
					道路	给水	雨水	污水	电力	燃气	热力					立项	规划	施工	完工	
2	朝阳区	东坝乡单店安置房项目	326	已完成	否	是	是	是	是	是	是	次干路	370	北京市保障房配套设施建设有限公司	2020.4	2018.12	2026.12	2027.12	区级财政资金	
3	朝阳区	小红门乡三台山农民安置房项目	3341	已完成	否	否	否	否	否	否	否	次干路	717	北京市朝阳区建设综合开发有限责任公司	2027.5	2027.4	2027.11	2028.10	区级财政资金	
4	朝阳区	高碑店乡安置房项目	1368	已完成	否	否	否	否	否	否	否	支路	800	北京市朝阳区建设综合开发有限责任公司	2027.5	2027.4	2027.11	2029.3	区级财政资金	
					否	否	否	否	否	否	支路	175	2027.5		2027.4	2027.11	2029.3	区级财政资金		
					否	否	否	否	否	否	支路	160	2027.5		2027.4	2027.11	2029.3	区级财政资金		
					否	否	否	否	否	否	支路	125	2027.5		2027.4	2027.11	2029.3	区级财政资金		
5	丰台区	丰台区成寿寺路西侧棚户区改造安置房项目	1200	已完成	否	是	否	是	否	否	支路	230	北京泓盛房地产开发有限公司	2027.12	2028.1	2028.5	2028.8	企业自筹		
					否	是	否	是	否	否	支路	870		2027.5	2027.4	2027.11	2029.3	区级财政资金		
6	房山区	房山区良乡医院教学基地住宿用房改造项目	23	已完成	是	是	是	是	是	是	是	主干路	4500	现状路	-	-	-	-	-	

序号	区	项目名称	项目总套数	市政规划方案综合	项目红线外市政基础设施情况						红线外配套市政道路名称	道路等级	长度(米)	道路建设主体名称	道路建设计划时间节点				道路建设资金来源							
					道路	给水	雨水	污水	电力	燃气					热力	立项	规划	施工		完工						
7	通州区	通州区土桥中路西侧棚户区改造安置房项目	228	已完成	否	是	是	是	是	是	是	次干路	410	北京通州房地产开发有限责任公司	2025.12	2026.2	2026.7	2027.6	市级财政资金70%，区级财政资金30%							
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是				
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是		
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是		
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是	是	
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是	是	
8	顺义区	顺义区高丽营镇张喜庄村集体土地租赁住房二期项目	2235	已完成	否	是	是	是	是	是	是	次干路	310	区城管委	2025.12	2026.2	2026.7	2027.6	区级财政资金							
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是				
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是		
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是	是	
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是	是	是
					否	是	是	是	是	是	是	是	是		是	是	是	是		是	是	是	是	是	是	是

长期未开工需剔除项目清单

序号	区	项目名称	建设主体	套数	原计划纳入年度	房源类型
1	朝阳区	小红门乡 20# 地集体租赁住房	北京朝兴龙置业发展有限公司	500	2021 年	集体土地租赁住房
2	朝阳区	小红门乡 37# 地集体租赁住房	北京瑞宏达置业有限公司	1100	2021 年	集体土地租赁住房
3	朝阳区	小红门乡 35# 地集体租赁住房	北京海宁皮革城有限公司	1000	2021 年	集体土地租赁住房
4	朝阳区	王府井集团百子湾仓库（棚改安置房）项目	北京王府井置业有限公司	1000	2021 年	安置房
5	朝阳区	首开国风上观 615、616 号楼改造项目	北京城市开发集团有限责任公司望京新城分公司	52	2024 年	保租房
6	丰台	矿冶集团草桥 28 号院职工公寓项目	矿冶科技集团有限公司	52	2024 年	保租房
7	丰台	卢沟桥乡西局村租赁住房（地块二）	北京华宇天宏投资管理公司	550	2019 年	保租房
8	通州区	北京市通州区宋庄镇 TZ00-0302-6002 地块 R2 二类居住用地、TZ00-0302-6001 地块 A33 基础教育用地（限价商品住房项目）	北京熹泰房地产开发有限公司	未确定	2015 年	限价商品住房
9	平谷区	北京市平谷区夏各庄镇 03-11 地块 R2 类居住用地项目	北京金科金碧置业有限公司	112	2020 年	企业自持租赁住房
10	平谷区	北京市平谷区夏各庄镇 03-12 地块 R2 二类居住用地项目	北京金科金碧置业有限公司	198	2020 年	企业自持租赁住房

北京市混凝土协会赴渝蓉调研

——取经绿色发展经验 谋划“十五五”行业新篇

为深入贯彻国家“双碳”战略及北京市碳达峰碳中和部署要求，落实《北京市建筑绿色发展条例》，科学谋划北京市预拌混凝土行业“十五五”时期绿色低碳发展路径，2025年11月4日至7日，北京市混凝土协会组织专项调研组，赴重庆市和成都市开展实地调研考察。调研组由北京市住房和城乡建设委员会、北京

市建筑节能与建筑材料管理事务中心、北京市规划和自然资源委员会相关主管部门领导、协会领导以及《北京市预拌混凝土搅拌站绿色发展研究》课题组主要成员组成，旨在通过跨区域交流，为北京混凝土行业的高质量发展汲取先进经验。



调研组围绕行业管理、发展规划、绿色生产、信用管理、技术创新、行业自律等重点议题，与重庆市住建委、重庆市质安总站、成都

市住建局、重庆市混凝土协会、成都市混凝土协会以及两地优秀企业代表进行了深入的座谈交流，并达成多项共识。



调研期间，调研组实地走访了重庆四方新材股份有限公司、中冶建工集团绿色建材中试及转化基地、成都建工资源循环利用有限公司、成都兴远卓商品混凝土有限公司等4家标杆企

业。通过现场观摩与交流，系统了解当地在绿色生产、智能制造、固废资源化利用、低碳技术研发与应用等方面的创新实践与典型经验。



此次渝蓉之行，是一次卓有成效的学习交流之旅。重庆和成都两地在政策引领、技术革新和市场驱动等方面形成了许多可复制、可推广的先进经验，视野大开、收获颇丰。下一步，北京市混凝土协会将系统梳理和消化本次调

研成果，紧密结合北京实际，将学习到的“真经”转化为推动本市预拌混凝土行业绿色低碳高质量发展的具体思路和举措，为科学编制“十五五”行业发展规划、助力北京建筑绿色发展奠定坚实基础。



北京市部分建筑产品价格信息

水泥及混凝土制品

单位：元

代号	产品名称	规格型号及特征	计量单位	工程造价信息价(含税)	
				11月份	12月份
0401030002	普通硅酸盐水泥	P.O 42.5 散装	t	400.00	400.00
0401030003	普通硅酸盐水泥	P.O 42.5 低碱 散装	t	420.00	420.00

混凝土、砂浆及其他配合比材料

说明：

- 1、预拌混凝土价格不包括冬期施工的混凝土防冻剂、早强剂费用。
- 2、预拌混凝土价格中已包括了搅拌车运输费，但不包括混凝土运输泵送车费用。
3. 预拌砂浆（干）价格中已包括了散装罐车运输费，但不包括散装罐施工现场的使用费用。

单位：元

代号	产品名称	规格型号及特征	计量单位	工程造价信息价(含税)	
				11月份	12月份
8021000002	普通预拌混凝土	C15	m ³	365.00	360.00
8021000003	普通预拌混凝土	C20	m ³	375.00	370.00
8021000004	普通预拌混凝土	C25	m ³	385.00	380.00
8021000005	普通预拌混凝土	C30	m ³	395.00	390.00
8021000006	普通预拌混凝土	C35	m ³	410.00	405.00
8021000007	普通预拌混凝土	C40	m ³	425.00	420.00
8021000008	普通预拌混凝土	C45	m ³	440.00	435.00
8021000009	普通预拌混凝土	C50	m ³	455.00	450.00
8021000010	普通预拌混凝土	C55	m ³	485.00	480.00
8021000011	普通预拌混凝土	C60	m ³	515.00	510.00
8021000103	抗渗混凝土	C25	m ³	400.00	395.00
8021000104	抗渗混凝土	C30	m ³	410.00	405.00
8021000105	抗渗混凝土	C35	m ³	425.00	420.00
8021000106	抗渗混凝土	C40	m ³	440.00	435.00
8021000107	抗渗混凝土	C45	m ³	455.00	450.00
8021000108	抗渗混凝土	C50	m ³	470.00	465.00

代号	产品名称	规格型号及特征	计量单位	工程造价信息价(含税)	
				11月份	12月份
8021000109	抗渗混凝土	C55	m ³	500.00	495.00
8021000110	抗渗混凝土	C60	m ³	530.00	525.00
8021000112	细石混凝土	C15	m ³	385.00	380.00
8021000113	细石混凝土	C20	m ³	395.00	390.00
8021000114	细石混凝土	C25	m ³	405.00	400.00
8001000101	普通干混砂浆	砌筑砂浆 DM5.0	t	260.00	260.00
8001000102-2	普通干混砂浆	砌筑砂浆 DM7.5	t	265.00	265.00
8001000103	普通干混砂浆	砌筑砂浆 DM10	t	270.00	270.00
8001000104	普通干混砂浆	砌筑砂浆 DM15	t	280.00	280.00
8001000105	普通干混砂浆	砌筑砂浆 DM20	t	290.00	290.00
8001000106-2	普通干混砂浆	地面砂浆 DS15	t	295.00	295.00
8001000107	普通干混砂浆	地面砂浆 DS20	t	305.00	305.00
8001000108	普通干混砂浆	地面砂浆 DS25	t	315.00	315.00
8001000501	普通干混砂浆	抹灰砂浆 DP5.0	t	270.00	270.00
8001000502	普通干混砂浆	抹灰砂浆 DP7.5	t	280.00	280.00
8001000503	普通干混砂浆	抹灰砂浆 DP10	t	290.00	290.00
8001000504	普通干混砂浆	抹灰砂浆 DP15	t	300.00	300.00
8025000102	沥青混凝土	AC-10 (F、C、I、II)	t	470.00	470.00
8025000103	沥青混凝土	AC-13 (F、C、I、II)	t	450.00	450.00
8025000104	沥青混凝土	AC-16 (F、C、I、II)	t	440.00	440.00
8025000105	沥青混凝土	AC-20 (F、C、I、II)	t	430.00	430.00
8025000106	沥青混凝土	AC-25 (F、C、I、II)	t	420.00	420.00
8025000107	沥青混凝土	AC-30 (F、C)	t	410.00	410.00
8025000202	温拌沥青混凝土	WAC-10 DAT-H5 温拌剂	t	500.00	500.00
8025000203	温拌沥青混凝土	WAC-13 DAT-H5 温拌剂	t	480.00	480.00
8025000204	温拌沥青混凝土	WAC-16 DAT-H5 温拌剂	t	470.00	470.00
8025000205	温拌沥青混凝土	WAC-20 DAT-H5 温拌剂	t	460.00	460.00
8025000206	温拌沥青混凝土	WAC-25 DAT-H5 温拌剂	t	450.00	450.00

自《北京工程造价信息》2025年第11、12期

新拌混凝土电阻计算与离析评价方法

潘俊铮, 张登平, 潘定未, 倪坤, 佟琳, 梁旭
(北京建工新型建材有限责任公司, 北京 100015)

0 引言

新拌混凝土具备良好的工作性是保证施工效率和施工质量的前提。在配合比确定的情况下, 混凝土的力学强度和耐久性与其密实度密切相关。因此, 使混凝土拌合物在运输、泵送、浇筑入模和密实成型等各个施工环节中保持均匀稳定、不产生离析至关重要。

离析本质上是新拌混凝土稳定性不足的表现, 即新拌混凝土中各组分无法保持均匀分布。离析按照新拌混凝土所处状态可以分为静态离析和动态离析^[1]。静态离析主要由重力引起, 发生在新拌混凝土静置时, 如浇筑入模后的成型阶段; 动态离析主要由剪切力引起, 发生在浆体受到外力的剪切作用时, 如拌合、运输、泵送、浇筑和振捣等过程。如何客观且有效地对新拌混凝土离析进行测定和评价是研究新拌混凝土离析及其影响的基础。目前, 国内外规范和文献中所采用测定和评价混凝土离析的方法有很多, 如坍落扩展度观察离析度试验^[2]、离析率筛析试验^[3]、圆筒离析试验^[4]、快速渗入试验^[5]、筛稳试验^[6]、图像处理法^[1]和电阻率法^[7,8]等。其中, 电阻率法可以做到快速、精确且无损地原位测定新拌混凝土离析, 更具有工程适用性。然而, 目前已有研究更关注于不同原材料组分和环境条件下混凝土电阻率变化, 对粗骨料含量与新拌混凝土电阻率所建立的关系缺乏理论基础和分析, 数值计算方法尚

不明确, 对试验中的一些现象还需要进一步的解释。

混凝土离析通常可以用粗骨料在浆体中的聚集或离散程度来评价。新拌混凝土某一区域的粗骨料体积分数与该区域的体电阻存在一定关系, 因此许多研究利用测试新拌混凝土的体电阻来评价混凝土离析。

1 试验

1.1 原材料与配合比

试验所用胶凝材料分别为涑水金隅冀东环保科技有限公司生产 P.O 42.5 普通硅酸盐水泥、天津国能盘山发电厂有限公司生产的 II 级 F 类粉煤灰、三河天龙建材有限责任公司生产的 S95 级矿粉和河南义翔新材料公司生产的硅灰, 其主要化学组成和物理性能分别如表 1 和表 2 所示。试验所用细骨料为机制砂 II 区中砂, 所用粗骨料为连续级配石灰石碎石, 粒径范围为 5~20mm。试验所用减水剂为北京市建筑工程研究院有限责任公司生产的 AN800 聚羧酸系高性能减水剂, 减水率为 35%。

本研究所用混凝土配合比如表 3 所示, 混凝土强度等级为 C40。基准试验组水胶比为 0.4, 矿粉掺量为 17%, 粉煤灰掺量为 20%, 减水剂掺量为 0.5%。其中, C2 ~C5 组中掺入胶凝材料用量的 10% 硅灰替代粉煤灰, 这是为了调整新拌混凝土的流变性便于离析测定, 减水剂掺量由胶凝材料用量由 0.5% 逐渐提高到 1.0%。

表 1 胶凝材料的化学组成 (wt%)

Chemical compositions	Cement	Silica fume	Fly ash	Mineral powder
CaO	60.68	0.63	17.80	44.4
SiO ₂	22.31	87.67	51.80	31.6

Chemical compositions	Cement	Silica fume	Fly ash	Mineral powder
Al ₂ O ₃	3.58	0.28	20.70	13.8
Fe ₂ O ₃	4.69	0.60	3.20	0.5
MgO	2.76	3.41	2.40	5.2
Na ₂ O	0.45	5.42	3.40	-
SO ₃	2.26	0.84	-	-
Loss of ignition	2.0	0.5	0.5	-

表 2 胶凝材料的物理性能

Physical properties	Cement	Silica fume	Fly ash	Mineral powder
Apparent density (g/m ³)	3.14	2.25	2.10	2.87
Blaine SSA (m ² /kg)	350	-	340	427
B.E.T. SSA (m ² /g)	-	17.3	-	-

表 3 混凝土配合比

(kg/m³)

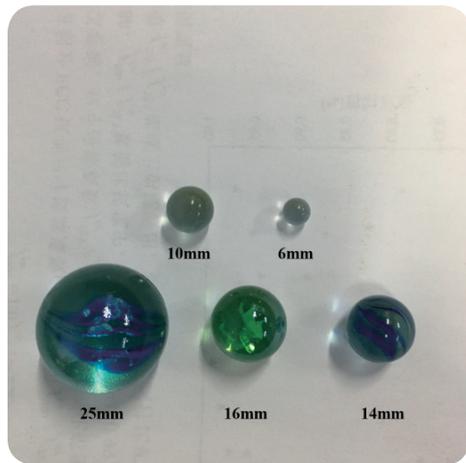
Mixture No.	Cement	Mineral powder	Fly ash	Silica Fume	Water	Sand	Crushed stone	Superplasticizer
C1	265	71	84	0	168	773	1024	2.10
C2	265	71	42	42	168	773	1024	2.10
C3	265	71	42	42	168	773	1024	2.52
C4	265	71	42	42	168	773	1024	2.94
C5	265	71	42	42	168	773	1024	4.20

1.2 试验方法

1.2.1 理论论证试验

采用二电极法在立方体混凝土模具相对两侧设置平行电极板，使用绝缘球体代替粗骨料，研究不同粒径和体积分数的绝缘球体对新拌混凝土整体电阻的影响，以验证数值计算的正确性。其中，绝缘球体使用玻璃球或注满水泥浆的塑料球，如图 1 所示。用于替代粗骨料的绝缘球体的体积分数在 0~50% 范围内变化。砂浆拌合温度和电阻测试温度始终保持在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 。立方体混凝土模具边长为 100mm。

如图 2 所示，EUCOL U2830 LCR 数字电桥仪自动记录电阻值，工作环境设置为频率 1kHz 且电压为 1V 的交流电。电极对由两个平行的铜板制成，高度为 120mm，宽度为 100mm，厚度为 1mm。混凝土模具内侧加工出凹槽，将电极板沿凹槽插入模具之中。电极对的实际高度大于 100mm，必须在 100mm 高度的位置包裹绝缘胶带，以保证导电区域的大小恒定。此外，为了防止绝缘球体在拌合过程中破碎，需预先制备新拌砂浆，然后将砂浆倒入装有绝缘球体的容器中，采用手动搅拌的方式搅拌均匀。

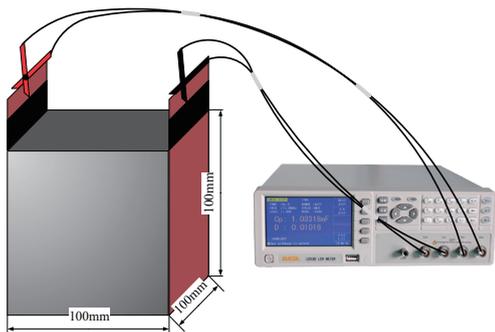


(a) 不同粒径的玻璃球

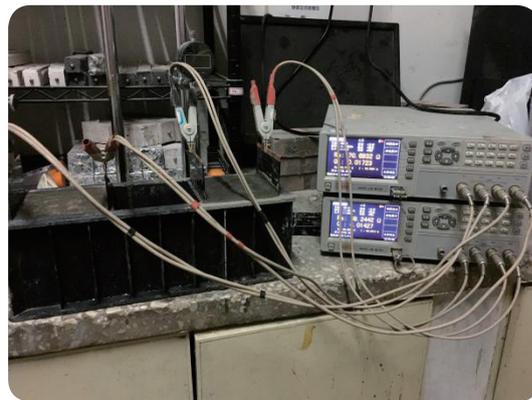


(b) 注满水泥浆的塑料球

图 1 用于替代粗骨料的不同粒径绝缘球体



(a) 示意图



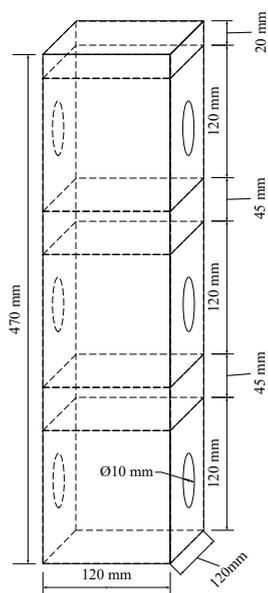
(b) 试验图

图 2 EUCOL U2830 LCR数字电桥仪测定立方体新拌混凝土电阻

1.2.2 电阻率法离析试验

试验采用自制的正四棱柱体模具进行电阻率法测定新拌混凝土离析试验，如图 3 所示。模具可分为上、中、下三个部分。每个部分具有相同的边长为 120mm 立方体空间，彼此在高度上间隔 45mm，上部距离顶面 20mm。将 3 对直径为 50mm 的圆形铜制电极分别固定在混

凝土模具三个部分，并在测试前进行校准。三个时间开关分别连接同对电极，以确保同一时间只测量一个部分的混凝土电阻。将新拌混凝土浇筑入模后，在 1 分钟内分别测定各个部分的电阻，每次测试持续 5 秒。将 5 秒内所测电阻的平均值计为该时刻对应部分的电阻。



(a) 自制混凝土模具尺寸图



(b) 离析测定试验图

图 3 电阻率法评价新拌混凝土离析测试过程

每个试验组整体的测试时间为 120min。本文定义电阻率法离析率 (Segregation index, SI) 如下:

$$SI = \frac{R_{\text{bottom}} - R_{\text{top}}}{\bar{R}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: R_{bottom} 表示下部混凝土电阻 (Ω); R_{top} 表示上部混凝土电阻 (Ω); \bar{R} 表示上、中、下三部混凝土的平均电阻 (Ω)。

1.2.3 筛洗法离析试验

根据 ASTM C1610, 使用筛洗法测定同组新拌混凝土的离析率。电阻率法测定离析之后, 将模具水平放置, 取下模具的一个侧板。根据图 3(a) 中的具体尺寸, 将每个立方体部分的混凝土样品从模具内取出, 放在 5mm 筛网上用水不断冲洗。将泥砂冲洗干净后, 将筛网上的粗骨料进行烘干。待完全烘干后, 分别测定不同粒径范围的粗骨料质量。根据 ASTM C1610, 混凝土离析的计算是下部和上部粗骨料质量的差值除以二者的平均值。在本文中, 对三个部分的粗骨料质量均进行了测定。因此, 筛洗法离析率 (segregation coefficient, SC) 定义如下:

$$SC = \frac{M_{\text{bottom}} - M_{\text{top}}}{\bar{M}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: M_{Bottom} 表示下部混凝土粗骨料质量

(g); M_{top} 表示上部混凝土粗骨料质量 (g); \bar{M} 表示上、中、下三部混凝土粗骨料的平均质量 (g)。

需要说明的是, 公式 (2) 与 ASTM C1610 中有所不同。在 ASTM C1610 中, 式中分母仅为上部和下部粗骨料质量的平均值, 而本文采用三个部分粗骨料的平均值。二者的区别在于中部的粗骨料质量是否参与计算。对于本文试验, 由于已测定整体混凝土各个部分的粗骨料质量, 且需要研究电阻率法测定离析和筛洗法测定离析的对应关系, 因此采用公式 (2) 计算筛洗法离析率。

2 试验结果与分析

2.1 新拌混凝土电阻率的理论计算方法

由于新拌混凝土待测区域电阻与该区域的粗骨料含量密切相关, 因此可以通过测定新拌混凝土不同高度或位置的电阻来评价其离析程度。

采用二电极法 (平行电极板) 测定新拌混凝土电阻率的物理模型可以理想化为: 在匀强电场中, 绝缘球体随机分布于充满导电介质的立方体空间内, 且电场线方向垂直通过立方体空间的某一个面。绝缘球体互不重叠且始终在

立方体空间内。计算新拌混凝土体电阻的基本假设如下：

- (1) 粗骨料可理想化为绝缘球体；
- (2) 砂浆可理想化为导电介质，且均匀、稳定。水泥水化进程处处相同，且忽略电流对水泥水化过程的影响；
- (3) 立方体空间内垂直于电场线的平面是等势面。

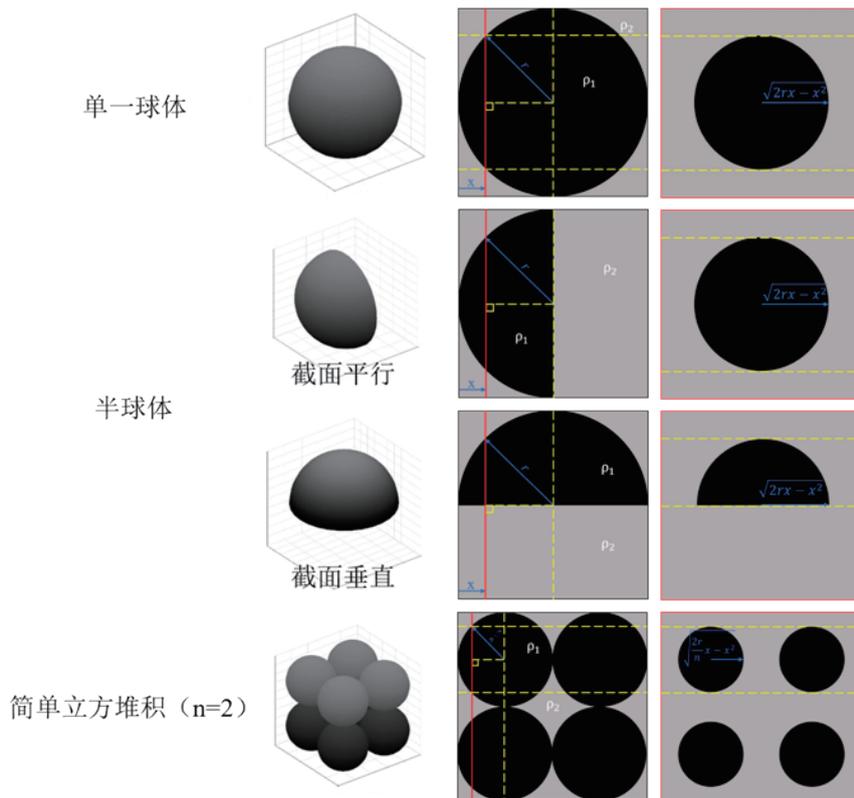
根据电阻定律，在恒定温度下，材料电阻可由公式(3)计算：

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (3)$$

式中： R 表示材料电阻值 (Ω)； L 表示材料长度 (m)； S 表示材料横截面积 (m^2)； ρ 表示材料电阻率 ($\Omega \cdot m$)。

本文对 4 种基本的球体堆积形式的立方体电阻进行了推导计算，分别为：单一球体、半球体、多球体简单立方堆积和多球体面心立方最密堆积，如图 4 所示。图 4 包括了 3D 示意图、主视图以及处于 x 处的截面图。其中，单一球体是绝缘球体在充满导电介质的立方体空

间模型中最基本的形式。半球体是为了研究取向对电阻计算的影响。此外，在研究多球体时，考虑了两种不同的基本堆积形式。简单立方堆积本质上是单一球体的累加形式，这体现在截面微元的电阻计算上。面心立方最密堆积较为复杂，电阻计算时首先根据对称性选取整个积分区间的一半，再将此半区间划分为 3 个部分，每个部分的截面微元有所不同。第 1 个区间内，截面图包含 1 个中心圆和 4 个圆心位于各个顶点的 1/4 圆；第 2 个区间内，截面图包含 1 个中心圆、4 个圆心位于各边中点的半圆和 4 个圆心位于各个顶点的 1/4 圆；第 3 个区间内，截面图包含 4 个圆心位于各边中点的半圆。其中， r 表示绝缘球体的半径， ρ_1 表示球体电阻率， ρ_2 表示导电介质电阻率， n 表示简单立方堆积同一条边上的球体个数。需要说明的是，主视图表示沿着 y 轴方向的视图（与 xOz 平面平行）， x 处的截面表示平面 $X=x$ 与球体的切面，在主视图中的红色实线位置。



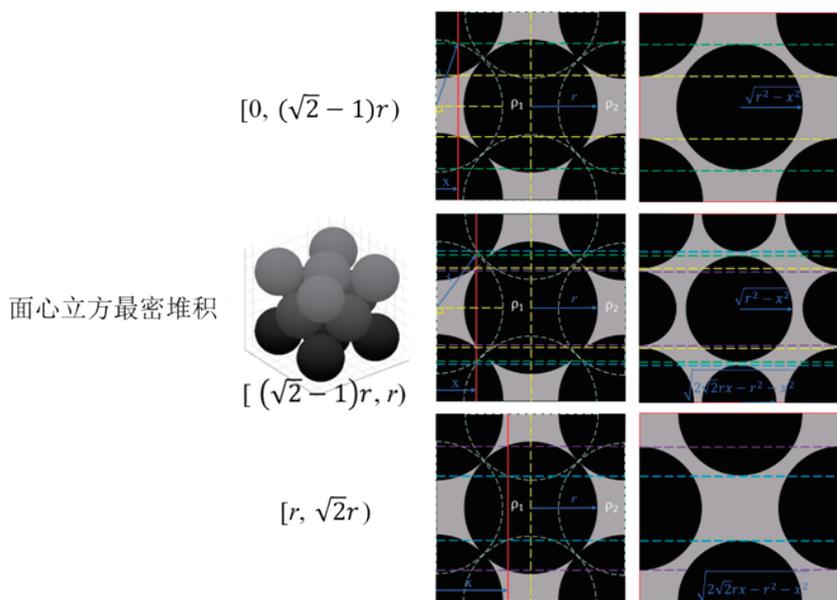


图 4 不同球体堆积形式示意图

2.1.1 单一球体

绝缘球体在导电介质中最基本的物理模型是单一绝缘球体内切于立方体空间。为表述方便，不妨以立方体空间的某个顶点为原点、通过该顶点的三条边分别为 x 轴、 y 轴和 z 轴，建立三维笛卡尔坐标系。距离平面 $x=0$ 为 x 处的横截面由两部分组成：一个半径为 $\sqrt{2rx - x^2}$ 的圆和边长为 $2r$ 剔除圆部分的正方形。根据公式 (3)，这两部分的电阻可由下式分别计算：

$$dR_1 = \frac{\rho_1}{\pi(2rx - x^2)} dx \quad (4)$$

$$dR_2 = \frac{\rho_2}{4r^2 - \pi(2rx - x^2)} dx \quad (5)$$

式中： R_1 表示绝缘球体部分的电阻值 (Ω)； R_2 表示导电介质部分的电阻值 (Ω)。

根据假设 (3)，该横截面的总电阻可并联计算：

$$dR = \frac{\rho_1 \rho_2}{\pi(\rho_1 - \rho_2)x^2 - 2\pi(\rho_1 - \rho_2)r + 4\rho_1 r^2} dx \quad (6)$$

整个立方体的电阻是 dR 从 0 到 $2r$ 的积分。考虑到对称性，可计算如下：

$$R = 2 \int_0^r dR \quad (7)$$

经计算可得：

$$R = \frac{2\rho_1\rho_2}{r\sqrt{4\pi\rho_1(\rho_1-\rho_2)-\pi^2(\rho_1-\rho_2)^2}} \left(\arctan \frac{1}{\sqrt{\frac{4\rho_1}{\pi(\rho_1-\rho_2)}-1}} \right) \quad (8)$$

由于球体为绝缘体，因此其电阻率远远大于导电介质电阻 ($\rho_1 \gg \rho_2$)，因此公式 (8) 可简化为：

$$R = \frac{2\rho_2}{r\sqrt{4\pi-\pi^2}} \left(\arctan \frac{1}{\sqrt{\frac{4}{\pi}-1}} \right) \approx 1.326 \frac{\rho_2}{r} \quad (9)$$

当没有绝缘球体时，在边长为 r 且充满电阻率为 ρ_2 的导电介质的立方体空间的电阻为 $\frac{\rho_2}{2r}$ 。因此，内切绝缘球体将整个立方体空间的电阻提高到约 2.65 倍。

2.1.2 半球体的空间取向

如果将绝缘半球体放入充满导电介质的立方体空间，半球体在空间中的方向会影响所计算的电阻值。换言之，电极与半球体的相对位置会影响电阻的测量。不妨考虑半球体在空间内两种特殊的方向：

(1) 半球截面平行于 $x=0$ 平面 该方向的横截面是半径为 $\sqrt{2rx - x^2}$ 的圆，整体电阻 R_{half1} 为：

$$R_{\text{half1}} = \int_0^r dR + \frac{\rho_2}{2r} = \frac{R}{2} + \frac{\rho_2}{4r} \quad (10)$$

当 $\rho_1 \gg \rho_2$ 时，则：

$$R_{\text{half1}} \approx 0.913 \frac{\rho_2}{r} \quad (11)$$

此时，半球体将整个立方体空间的电阻提

高到约 1.83 倍。

(2) 半球截面垂直于 $x=0$ 平面 该方向的横截面是半径为 $\sqrt{2rx-x^2}$ 的半圆, 整体电阻 R_{half2} 为:

$$R_{\text{half2}} = \frac{4\rho_1\rho_2}{r\sqrt{8\pi\rho_1(\rho_1-\rho_2)-\pi^2(\rho_1-\rho_2)^2}} \left(\arctan \frac{1}{\sqrt{\frac{8\rho_1}{\pi(\rho_1-\rho_2)}-1}} \right) \quad (12)$$

当 $\rho_1 \gg \rho_2$ 时, 则:

$$R_{\text{half2}} = \frac{4\rho_2}{r\sqrt{8\pi-\pi^2}} \left(\arctan \frac{1}{\sqrt{\frac{8}{\pi}-1}} \right) \approx 0.693 \frac{\rho_2}{r} \quad (13)$$

此时, 半球体将整个立方体空间的电阻提高到约 1.39 倍。公式 (11) 和公式 (13) 表明, 半球体在空间内与平行电极对的相对位置会影响电阻的测量结果。尽管在实际混凝土中, 粗骨料的颗粒群在砂浆中会随机分布, 这就消除了粗骨料取向对电阻测量的影响, 但有必要解释说明这种情况。如果将球体替换为高长径比的圆柱体, 那么取向的影响就非常具有研究的价值和意义, 因为其物理模型正对应着各类纤维在基体中的取向, 也说明电阻率试验方法在测定纤维取向方面具有一定潜力。

2.1.3 简单立方堆积

对于多球体而言, 等径球体的简单立方堆积是最简单的堆积形式。当绝缘球体在立方体空间内以简单立方堆积的形式排布成 n 行 n 列时, 横截面微元 $dR_1 = \frac{\rho_1}{\pi(2nrx-n^2x^2)} dx$, $dR_2 = \frac{\rho_2}{4r^2-\pi(2nrx-n^2x^2)} dx$, 故距离平面 $x=0$ 为 x 处的横截面电阻为:

$$dR_n = \frac{\rho_1\rho_2}{n^2\pi(\rho_1-\rho_2)x^2-2n\pi(\rho_1-\rho_2)rx+4\rho_1r^2} dx \quad (14)$$

由于对称性和重复性, 最小电阻单元为区间 $[0, \frac{r}{n}]$ 上对 dR_n 的积分, 积分可得:

$$R_n = \frac{2n\rho_1\rho_2}{nr\sqrt{4\pi\rho_1(\rho_1-\rho_2)-\pi^2(\rho_1-\rho_2)^2}} \left(\arctan \frac{n}{n\sqrt{\frac{4\rho_1}{\pi(\rho_1-\rho_2)}-1}} \right) \quad (15)$$

显然, 公式 (15) 和公式 (8) 等价, 即

$$R_n = R \quad (16)$$

公式 (16) 表明, 当等径绝缘球体以简单立方堆积形式堆积, 空间内绝缘球体的体积分数是定值, 立方体空间的整体电阻保持不变, 不受球体大小和比表面积的影响。

2.1.4 面心立方堆积

等径球体的面心立方最密堆积是最密堆积的一种形式, 最基本的几何单元为边长为 $2\sqrt{2}r$ 的立方体。相较于简单立方堆积, 其截面情况相对复杂。

由于对称性, 仅需考虑区间 $[0, \sqrt{2}r]$ 上的积分。根据边界情况, 分别对以下三个区间的横截面电阻进行积分:

(1) $[0, (\sqrt{2}-1)r]$ 在区间 $[0, (\sqrt{2}-1)r]$ 上, 边界由 1 个半球和 4 个球构成。在横截面上, 绝缘球体部分面积 $S_1 = 2\pi(r^2-x^2)$, 导电介质部分面积 $S_2 = 8r^2 - 2\pi(r^2-x^2)$ 。整个横截面微元 $dR_{[0, (\sqrt{2}-1)r]}$ 可表示为:

$$dR_{[0, (\sqrt{2}-1)r]} = \frac{\rho_1\rho_2}{2\pi(\rho_1-\rho_2)x^2-2\pi(\rho_1-\rho_2)r^2+8\rho_1r^2} dx \quad (17)$$

故该区间上的电阻可表示为:

$$R_{[0, (\sqrt{2}-1)r]} = \int_0^{(\sqrt{2}-1)r} dR_{[0, (\sqrt{2}-1)r]} \quad (18)$$

(2) $[(\sqrt{2}-1)r, r]$ 在区间 $[(\sqrt{2}-1)r, r]$ 上, 边界除了 1 个半球和 4 个球外, 还包括 4 个半球。在横截面上, 绝缘球体部分面积 $S_1 = -4\pi x^2 + 4\sqrt{2}\pi r x$, 导电介质部分面积 $S_2 = 4\pi x^2 - 4\sqrt{2}\pi r x + 8r^2$ 。故整个横截面微元 $dR_{[(\sqrt{2}-1)r, r]}$ 可以分别表示为:

$$dR_{[(\sqrt{2}-1)r, r]} = \frac{\rho_1\rho_2}{4\pi(\rho_1-\rho_2)x^2-4\sqrt{2}\pi r(\rho_1-\rho_2)x+8\rho_1r^2} dx \quad (19)$$

故该区间上的电阻可表示为:

$$R_{[(\sqrt{2}-1)r, r]} = \int_{(\sqrt{2}-1)r}^r dR_{[(\sqrt{2}-1)r, r]} \quad (20)$$

(3) $[r, \sqrt{2}r]$ 在区间 $[r, \sqrt{2}r]$ 上, 边界的 1 个半球和 4 个球消失, 仅包括 4 个半球。在横截面上, 绝缘球体部分面积

$S_1 = 2\pi(-x^2 + 2\sqrt{2}rx - r^2)$, 导电介质部分面积 $S_2 = 2\pi x^2 - 4\sqrt{2}\pi rx + (2\pi + 8)r^2$ 。故整个横截面微元 $dR_{[r,\sqrt{2}r]}$ 可以分别表示为:

$$dR_{[r,\sqrt{2}r]} = \frac{\rho_1 \rho_2}{2\pi(\rho_1 - \rho_2)x^2 - 4\sqrt{2}\pi r(\rho_1 - \rho_2)x + (2\pi + 8)\rho_1 r^2} dx \quad (21)$$

故该区间上的电阻可表示为:

$$R_{[r,\sqrt{2}r]} = \int_r^{\sqrt{2}r} dR_{[r,\sqrt{2}r]} \quad (22)$$

因此, 等径多球体在面心立方最密堆积条件下, 最基本的几何单元的电阻 R_{unit} 可表示为:

$$R_{\text{unit}} = 2 \left(R_{[0,(\sqrt{2}-1)r]} + R_{[(\sqrt{2}-1)r,r]} + R_{[r,\sqrt{2}r]} \right) \quad (23)$$

将公式 (18)、公式 (20) 和公式 (22) 带入公式 (23) 中, 经计算可得:

$$R_{\text{unit}} = \frac{3\rho_1\rho_2}{r\sqrt{\pi(\rho_1-\rho_2)}[8\rho_1-2\pi(\rho_1-\rho_2)]} \left(\arctan \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{\frac{4\rho_1}{\pi(\rho_1-\rho_2)}-1}} \right) + \frac{\rho_1\rho_2}{r\sqrt{\pi(\rho_1-\rho_2)}[(\pi+4)\rho_1-2\pi(\rho_1-\rho_2)]} \left(\arctan \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{\frac{(\pi+4)\rho_1-2}{\pi(\rho_1-\rho_2)}}} \right) \quad (24)$$

当 $\rho_1 \gg \rho_2$ 时, 则:

$$R_{\text{unit}} = \frac{3\rho_2}{r\sqrt{\pi(8-2\pi)}} \left(\arctan \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{\frac{4}{\pi}-1}} \right) + \frac{\rho_2}{r\sqrt{\pi(4-\pi)}} \left(\arctan \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{\frac{4}{\pi}-1}} \right) \approx 1.274 \frac{\rho_2}{r} \quad (25)$$

当没有绝缘球体时, 在边长为 $2\sqrt{2}r$ 且充满电阻率为 ρ_2 的导电介质的立方体空间的初始电阻为 $\frac{\sqrt{2}\rho_2}{4r}$ 。公式 (25) 表明, 当多个等径绝缘球体以面心立方最密堆积形式进行堆积, 可以将整个立方体空间的电阻提高到约 3.6 倍。

理论上, 等径球体以简单立方堆积形式堆积, 空间利用率为 52.33%; 以面心立方最密堆积形式堆积, 空间利用率为 74.02%。更高的空间利用率意味着空间内含有更多的绝缘组分, 整体电阻也相应提高, 这符合预期。然而, 上述物理模型仅仅是在等径球体以一定堆积形式堆积于空间内时对整体电阻进行计算, 这不符合实际混凝土的情况。一方面, 混凝土中粗骨料通常具有连续级配, 这就要求物理模型中

绝缘球体的粒径不同且各个粒径区间的比例符合级配; 另一方面, 粗骨料在混凝土中在一定程度上可以理想为随机分布, 并非以某种特殊的堆积形式进行分布。上述两点使得电阻计算在任何一个区间上的边界都异常复杂且具有随机性, 因此在下一节中将利用计算机针对不同粒径且随机分布的绝缘球体在充满导电介质的立方体空间的整体电阻进行数值计算。

2.1.5 新拌混凝土电阻率的数值计算

新拌混凝土电阻率计算算法流程图如图 5 所示。其中, 输入参数包括球体颗粒总数 N 、横截面总数 M 、立方体边长 C 、粒径分布模式 (单一、随机或高斯分布)、球体颗粒的最大半径、球体颗粒的最小半径、球体电阻率和导电介质电阻率等。横截面总数 M 用于控制和调整数值计算的精度。 M 取值越大, 数值计算越精确, 但计算量也会随之增大。在边长为 C 的立方体空间内随机产生球心坐标和半径, 必须满足边界条件和非重叠条件。边界条件指所有球体颗粒的实体必须在立方体空间内, 即球心和球边缘均在立方体空间内。非重叠条件指所有球体颗粒彼此互不重叠, 即每一个新产生的球体颗粒与已有的任何一个球体颗粒的距离必须大于或等于二者的半径之和。当不满足边界条件或非重叠条件时, 需产生新的球体颗粒再进行判定。循环往复, 直到产生的球体颗粒个数等于所规定的球体颗粒总数 N 时, 开始计算立方体空间总电阻。当选取第 i 个横截面时, 首先, 计算并保存所有球体颗粒到该平面的距离; 其次, 通过距离和半径大小关系判断找出与该横截面相交的所有球体颗粒; 最后, 根据距离和半径计算所有与该横截面相交的球体颗粒在该横截面上的截面面积总和, 并计算该横截面的面电阻。循环往复, 直到 M 个横截面全部计算完成, 求和面电阻即可得到立方体空间的总电阻, 在根据公式 (3) 求得电阻率。

下面给出 3D 示例: 在边长为 100 的立方

体空间内,随机位置产生 500 个绝缘球体颗粒。这些绝缘球体颗粒满足粒径服从高斯分布、互不重叠且不与立方体空间边界相交。程序的运

行结果如图 6 所示。通过数值计算得到该示例下绝缘球体颗粒的体积分率约为 26.02%, 整体电阻增大为原来的 1.36 倍。

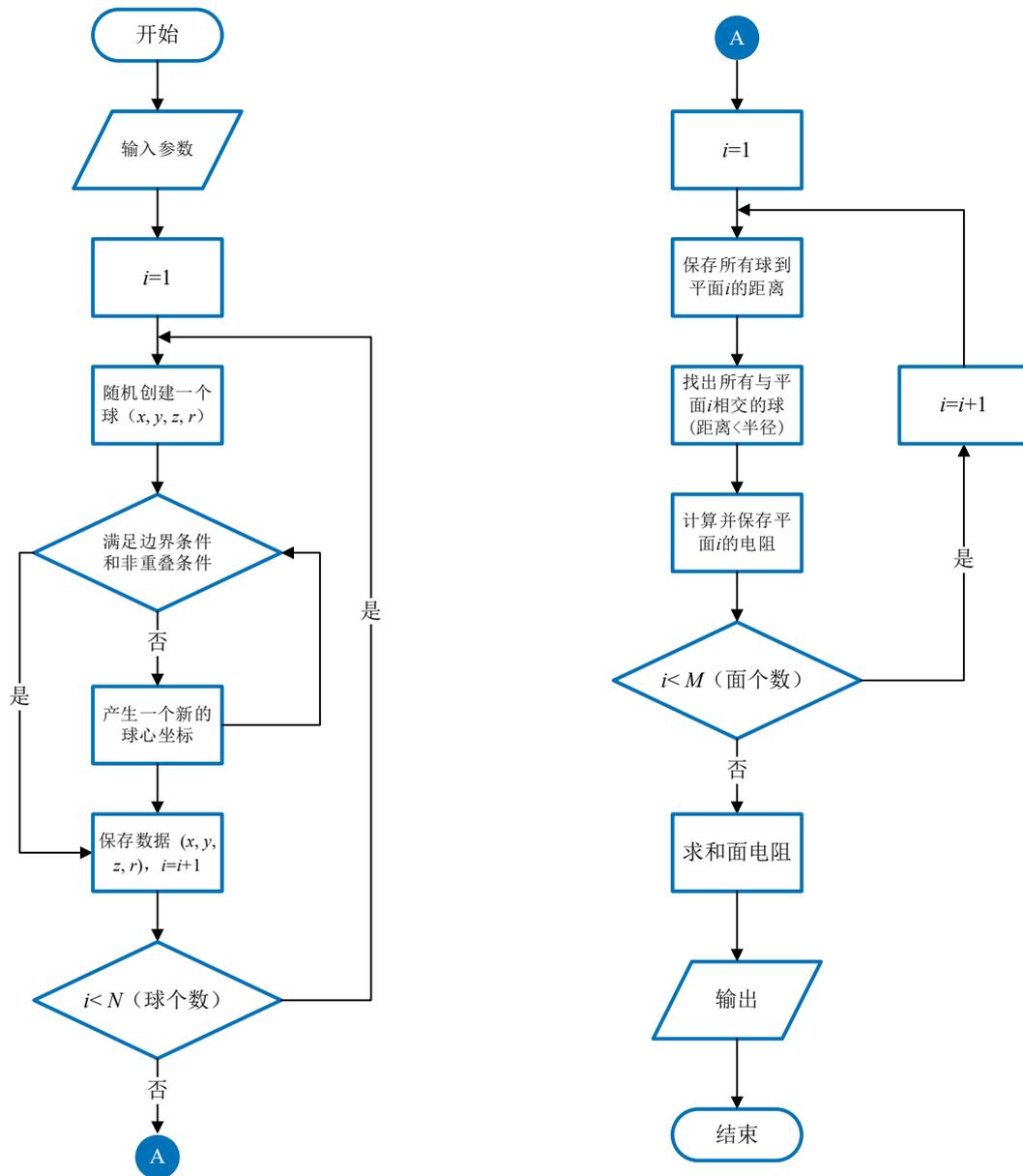


图 5 新拌混凝土电阻率计算算法流程图

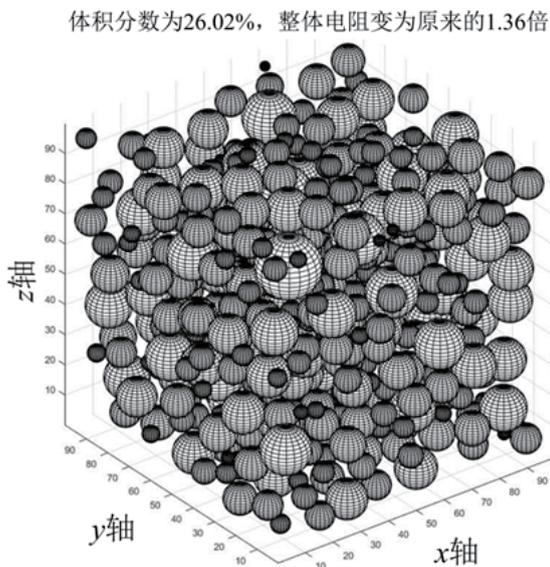


图6 3D示例：500个粒径服从高斯分布的球体颗粒分布在立方体空间内

2.2 粗骨料粒径分布、堆积形式与表面形貌的影响

在考虑单一粒径的绝缘球体时，根据公式(15)和公式(24)，令球体与球体之间的距离均匀增加以实现在满足简单立方堆积或面心立方最密堆积的基础上绝缘球体体积分数的变化。在考虑粒径服从高斯分布且位置随机分布的绝缘球体时，采用上述数值计算方法并通过计算机程序实现电阻计算。当待测混凝土的边界明确时，可根据公式(3)计算相应的混凝土电阻率。验证试验分别测定了含有单一粒径为14mm和25mm的玻璃球体在不同体积分数下新拌混凝土的电阻率。计算与试验结果如图7所示。

结果表明，新拌混凝土电阻率相对增大倍数随绝缘球体体积分数的增加而呈现指数增长。当绝缘球体的体积分数在0~40%范围时，电阻率相对增大倍数与绝缘球体体积分数可近似为线性相关，电阻率相对增大倍数增长较为缓慢；当绝缘球体体积分数大于40%时，曲线切线斜率增大，电阻率相对增大倍数增长率增大。通过数值计算，粒径服从高斯分布且位置随机分布的绝缘球体体积分数在10%~55%范

围内，其曲线与单一粒径面心立方最密堆积下的曲线高度吻合。通过验证试验，单一粒径的14mm和25mm玻璃球体的曲线恰好位于上述曲线之间，与数值计算结果的平均相对误差小于3.1%，证明数值计算结果与试验结果一致。

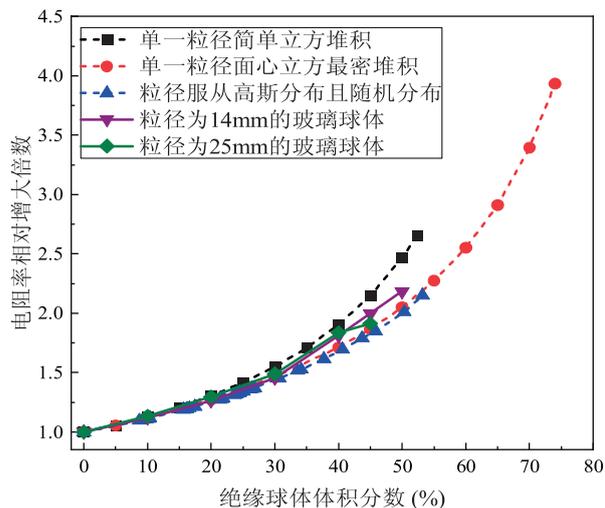


图7 不同堆积形式和粒径分布下电阻率相对增大倍数与绝缘球体体积分数关系
(虚线：数值计算结果；实线：试验实测结果)

需要说明的是，尽管上述单一粒径的两种不同立方堆积形式的模拟曲线呈现出相似的增长趋势，但随着粗骨料体积分数的增加，电阻率相对增大倍数具有不同的增长速度。出现这种现象的主要原因是：当两个绝缘球体位于充满导电介质的有限立方体空间内，它们与电极的相对位置会直接影响所测定的电阻率结果。如图8所示，在模型中，两个绝缘球体与电极板的相对位置决定了电阻的连接形式是并联还是串联。两个球心之间的连线的取向会影响电阻率测试的结果，这与上述讨论中的半球体取向影响电阻率测试类似。

当然，必须承认的是，为了简化模型和计算，模型忽略了界面过渡区的影响以及位于同一等势面上电阻的影响。在2.1节中基本假设(3)成立的必要条件是，粗骨料的电阻率远远大于水泥砂浆的电阻率，这就限定了电阻率法只适用于新拌混凝土的离析测试。当混凝土凝结硬化后，自由水减少，离子迁移受限，水泥

砂浆的电阻率会大幅增加，不再满足基本假设(3)，因而本文中的理论计算方法将不再适用。

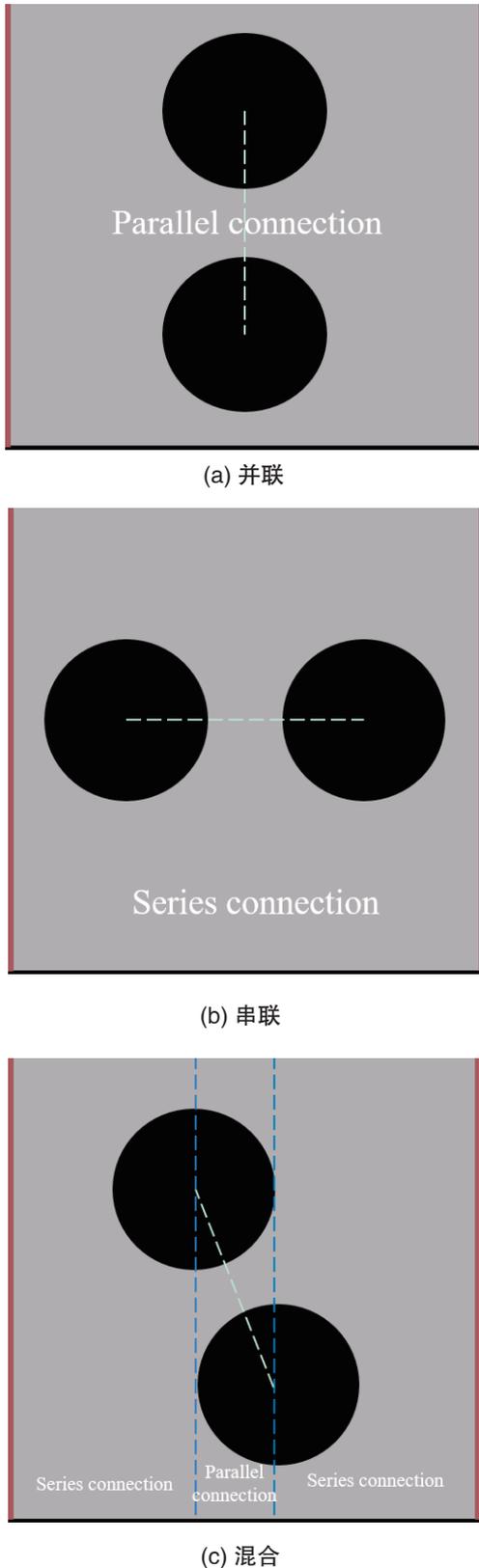


图 8 两个球体不同的相对位置示意图

如图 9 所示，基于绝缘球体模型的数值计算也适用于研究粒径分布、最大粒径和沉降对新拌混凝土电阻率的影响。结果表明，球体粒径分布、最大粒径和沉降不会对电阻率相对增大倍数与绝缘球体体积分数之间的关系产生影响。当绝缘球体体积分数在 0~40% 范围时，电阻率相对增大倍数与绝缘球体体积分数可近似为线性相关。

不同体积分数下绝缘球体粒径对新拌混凝土电阻率的影响如图 10 所示。试验测定了含有体积分数为 30% 碎石的新拌混凝土电阻率作为对比。

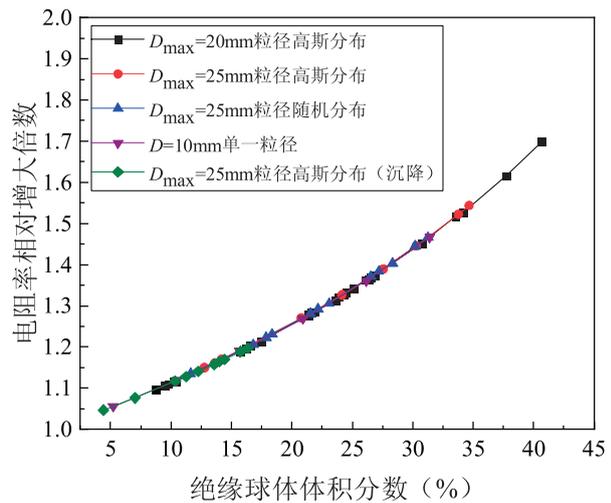


图 9 电阻率相对增大倍数与绝缘球体体积分数的关系

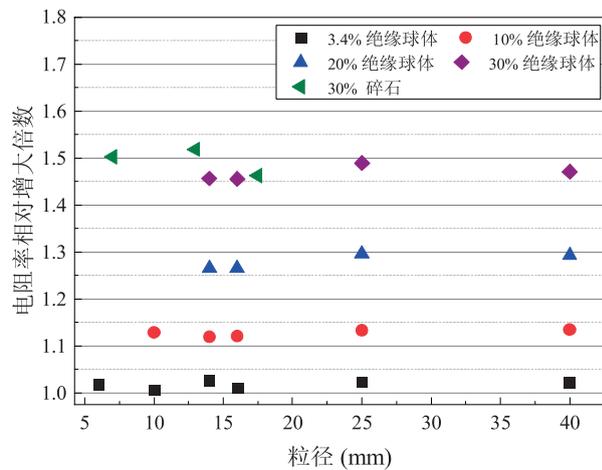


图 10 绝缘球体粒径对电阻率相对增大倍数的影响

结果表明，粒径大小对新拌混凝土的电阻率没有显著影响。含有 30% 体积分数的绝缘

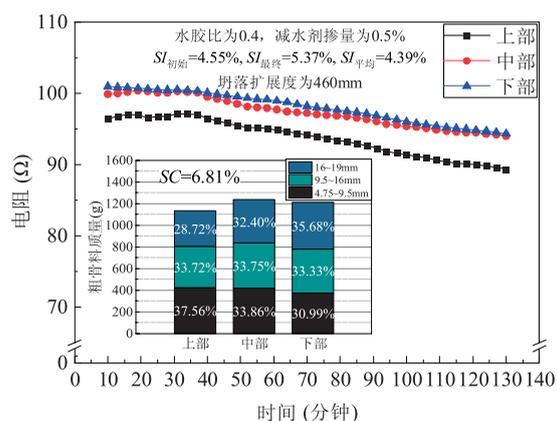
球体和碎石的新拌混凝土电阻率相近。已有研究表明,粗骨料的类型、粒径大小和界面过渡区对混凝土的电阻率没有显著影响。根据第2节中的理论模型,只需满足粗骨料电阻率远远大于水泥砂浆电阻率($\rho_1 \gg \rho_2$),粗骨料的电阻率就不会影响新拌混凝土的整体电阻率。此外,公式(16)表明,球体粒径和比表面积不会影响新拌混凝土的电阻。但也有文献指出,界面过渡区对混凝土整体的电阻率存在一定影响^[9]。当新拌混凝土具有相同体积分数的粗骨料时,粒径较小的粗骨料比表面积更大,形成的界面过渡区更多,从而使整体电阻率降低。但是,与粗骨料体积分数对新拌混凝土电阻率的影响相比,粒径大小引起界面过渡区变化对整体电阻率所产生的影响较弱。

2.3 静置状态下的离析测试

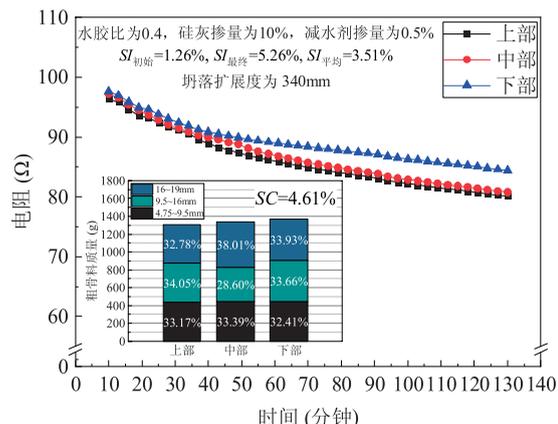
试验组 C1、C2、C4 和 C5 的电阻 - 时间变化曲线如图 11 所示,图中同时给出了通过筛洗法所得到的各试验组三个部分的粗骨料总质量、粒径分布和筛洗法离析率 SC 的值。定义初始 SI 为加水拌合后第 10 分钟时的 SI 值,最终 SI 为加水拌合后第 130 分钟时的 SI 值。平均 SI 定义如下:

$$SI_{\text{平均}} = \frac{S_{\text{bottom}} - S_{\text{top}}}{S_{\text{mean}}} \times 100\% \quad (26)$$

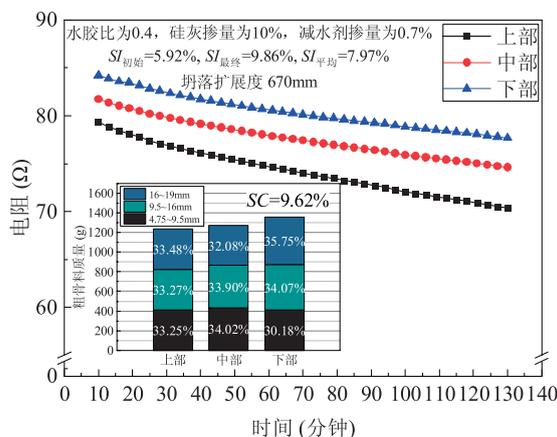
式中: S_{bottom} 表示下部电阻曲线面积 ($\Omega \cdot \text{min}$); S_{top} 表示上部电阻曲线面积 ($\Omega \cdot \text{min}$); S_{mean} 表示各部分电阻曲线面积平均值 ($\Omega \cdot \text{min}$)。



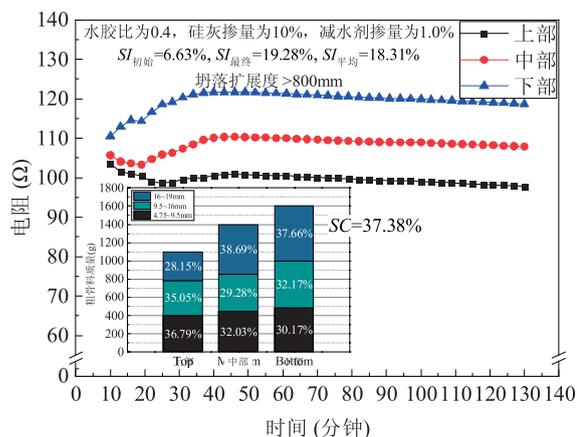
(a) 试验组 C1



(b) 试验组 C2



(c) 试验组 C4



(d) 试验组 C5

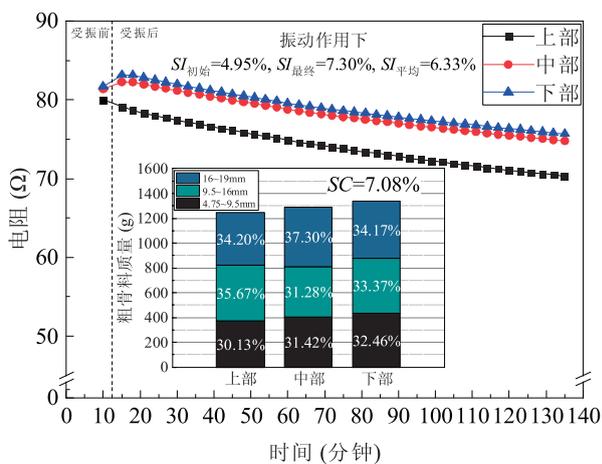
图 11 新拌混凝土不同部分的电阻随时间变化与粗骨料粒径分布

结果表明,在凝结硬化前,新拌混凝土的电阻随时间呈下降趋势,这是由于碱金属硫酸盐和其他水泥氧化物快速溶解,孔溶液中离子浓度增大导致。新拌混凝土电阻随时间变化本质上反映的是孔溶液的离子传输性随时间的变化。初始 SI 表明新拌混凝土在浇注入模后初始的稳定性。图 11(a) 和图 11(b) 表明,掺入 10% 的硅灰有利于降低初始 SI, 提高新拌混凝土在入模过程中的稳定性,降低初始的离析程度。图 11 (b) 至图 11 (d) 反映了在不同减水剂掺量下,新拌混凝土电阻随时间的变化。下部电阻变化曲线与上部电阻变化曲线之间的差异反映了新拌混凝土的离析程度。随着减水剂掺量的增加,上部电阻曲线与下部电阻曲线的差异增大,表明新拌混凝土产生的离析程度加重。此外,上、中、下各部分粗骨料总质量和粒径分布也反映了新拌混凝土的离析程度。当减水剂掺量为 0.5% 时,新拌混凝土各部分的粗骨料总质量和粒径分布相近,说明新拌混凝土的离析程度更小,稳定性较好;当减水剂掺量为 1.0% 时,各部分的粗骨料总质量和粒径分布存在较大差异。首先,新拌混凝土下部粗骨料质量远大于上部粗骨料质量,表明该试验组的新拌混凝土存在更多粗骨料沉降;其次,在下部粗骨料中,粒径为 16~19mm 的比例更大。粒径为 16~19mm 的粗骨料占 37.7%,而在上部粗骨料中仅占 28.2%。已有文献报道,当新拌混凝土产生离析时,较大粒径的粗骨料更容易产生沉降。与试验组 C2 相比,试验组 C5 的减水剂掺量更大。减水剂掺量增大使砂浆组分的屈服应力和塑性粘度降低,粗骨料更易发生沉降,因此试验组 C5 产生的离析更为严重。根据图 11 (d),在最初的 10 分钟内(加水搅拌开始后 10 到 20 分钟),新拌混凝土下部电阻逐渐增大,而上部和中部的电阻迅速降低;在约 35 分钟后,各部分电阻才趋于稳定,并缓慢降低。下部电阻在初始阶段增大与正常

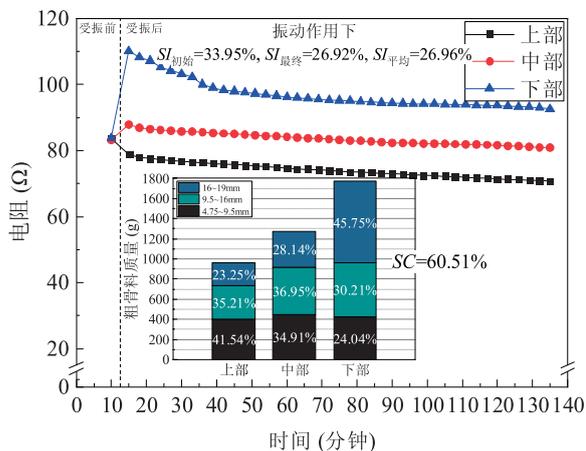
现象相反,这是由于新拌混凝土砂浆组分的屈服应力和塑性粘度较低,粗骨料发生沉降并且在底部聚集,导致下部电阻增大。待粗骨料沉降过程结束,新拌混凝土整体稳定后,各部分电阻变化也趋于稳定。

2.4 受振状态下的离析测试

如图 12 所示,试验组 C2 和试验组 C4 在浇筑入模后均受到 20 秒的振动作用。在测试开始时(加水拌合后 10 分钟),新拌混凝土所有部分的电阻都很接近。振动前后(加水拌合后 10~15 分钟内)相比,下部和中部电阻急剧增大,上部电阻迅速减小。试验结果表明,振动作用会促使粗骨料沉降,增大新拌混凝土的离析程度。在试验组 C2 中,电阻率法最终离析率 $SI_{\text{最终}}$ 由 5.3% 增大至 7.3%,平均离析率由 3.5% 增大至 6.3%;筛洗法离析率 SC 由 4.6% 增大至 7.1%。在试验组 C4 中,电阻率法最终离析率 $SI_{\text{最终}}$ 由 9.9% 增大至 26.9%,平均离析率由 8.0% 增大到 27.0%;筛洗法离析率 SC 由 9.6% 增大到 60.5%。对比试验组 C2 和试验组 C4 可知,静置条件下电阻率法离析率 SI 和筛洗法离析率 SC 均小于 10%,表明试验组 C2 和 C4 在静置状态下稳定性较好。但在振动作用下,试验组 C4 的离析率指标均远大于试验组 C2,表明试验组 C4 在受振状态下产生了更严重的离析。



(a) 试验组 C2

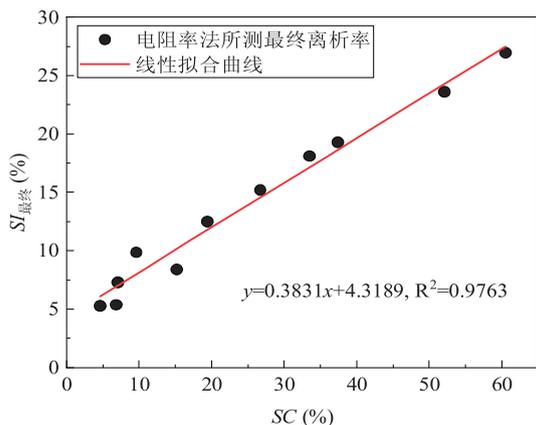


(b) 试验组 C4

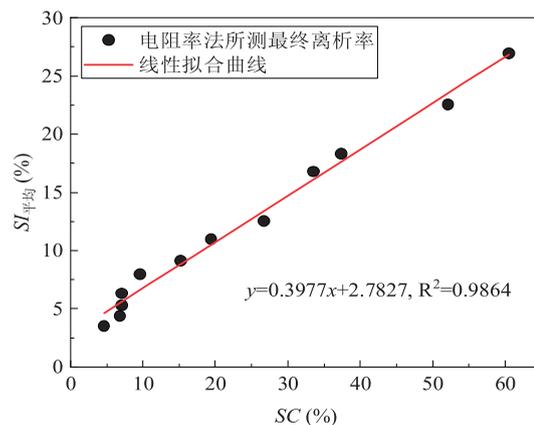
图 12 在振动作用下新拌混凝土不同部分的电阻随时间变化与粗骨料粒径分布

2.5 电阻率法与筛洗法所测离析率的相关性

电阻率法离析率 SI 与筛洗法离析率 SC 的



(a) SI_{最终} 与 SC



(b) SI_{平均} 与 SC

图 13 电阻率法离析率SI与筛洗法离析率SC的相关性

3 结论

经过上述研究，本文得出以下结论：

(1) 根据所建立的绝缘球体在导电介质中的物理模型，提出了新拌混凝土电阻率计算方法。数值计算结果表明，导电介质中含有粒径高斯分布且位置随机分布的绝缘球体与含有单一粒径面心立方最密堆积绝缘球体的整体电阻率相近。

(2) 新拌混凝土电阻率随粗骨料体积分数的增加呈指数增大，当粗骨料体积分数小于

相关性如图 13 所示。需要说明的是，由于筛洗法离析率 SC 是在进行电阻率试验后对混凝土样品进行测试的结果，因此，选择从电阻率法测试结果中的最终离析率 $SI_{最终}$ 和平均离析率 $SI_{平均}$ 分别与 SC 进行相关性分析。此外，为保证两种方法所测离析率相关性分析的准确性，在相同试验条件下增加对水胶比为 0.42 和 0.45、减水剂掺量在 0.3%~0.7% 范围内的新拌混凝土进行离析测试。结果表明，电阻率法最终离析率 $SI_{最终}$ 与筛洗法离析率 SC 的关系为： $SI_{最终}=0.38SC+4.32$ ， $R^2=0.9763$ ；电阻率法平均离析率 $SI_{平均}$ 与筛洗法离析率 SC 的关系为： $SI_{平均}=0.40SC+2.78$ ， $R^2=0.9864$ 。拟合结果表明两种方法所测电阻率具有良好的线性相关性。电阻率法具备代替传统筛洗法测试新拌混凝土离析的潜力。

40% 时电阻率与粗骨料体积分数的关系可近似为线性相关。试验所测电阻率与数值计算所得电阻率的平均误差小于 3.1%。

(3) 粗骨料的粒径分布、最大粒径、沉降和表面形貌不会对新拌混凝土电阻率产生显著影响。

(4) 电阻率法与传统筛洗法所测得的新拌混凝土离析率存在良好的线性相关性。因此，电阻率法具备代替传统筛洗法测试新拌混凝土离析的潜力。

搅拌加入CO₂对水泥基材料性能的影响研究

赵少伟¹ 郭绍刚² 李宁¹ 王卉¹ 郑永超¹

1.北京建筑材料科学研究总院有限公司 北京 100041

2.北京市建筑节能与建筑材料管理事务中心 北京 101117

引言

以水泥混凝土为代表的建筑材料在为人类社会作出重要贡献的同时,也产生了巨量的碳排放。研究显示,混凝土碳排放量的90%以上来自原料带入^[1],其中,水泥约占80%。目前,实现“双碳”目标已成为国家发展战略,因此水泥混凝土行业寻求合理有效的“降碳、减碳”措施迫在眉睫。

碳捕集、利用与封存技术(CCUS)是水泥混凝土行业实现CO₂减排潜力最大、最可行的技术途径之一^[2]。国内外研究人员在矿化养护水泥基胶凝材料方面做了大量研究,水泥基胶凝材料的碱性矿物具有很高的碳化反应活性,经过碳化养护之后,混凝土的性能得到有效提高^[3-4],但该技术应用规模较小,且主要用于混凝土制品的养护过程。近年来,MONKMAN S等^[5]在混凝土的搅拌过程中加入CO₂,并验证其提高混凝土性能及降低碳足迹的可行性。张党正等^[6-7]研究发现,在搅拌过程中的几分钟内,CO₂即与水泥中的C₃S、C₂S等矿物发生反应,生成稳定的纳米级碳酸盐晶体,并在胶凝材料体系水化过程中提供了成核点位^[8],促进水化作用的进行,同时可以提高

混凝土的抗压强度。但也有研究表明^[9],CO₂的加入会对混凝土的工作性能带来负面影响,为解决这一问题,MONKMAN S等^[10]通过额外添加水的方式恢复混凝土的工作性,而LIU L等^[11]则通过添加高效减水剂改善混凝土的流动度和和易性,混凝土的工作性能得到改善后,会在一定程度上提升其强度。

针对混凝土流动性损失的问题,本文在水泥净浆及砂浆的搅拌过程中加入气态CO₂和固态干冰,研究CO₂加入后水泥净浆及砂浆的工作性能与力学性能的变化规律,验证加入气态CO₂和固态干冰后水泥固碳量增加的可行性,并结合热重和扫描电镜等微观手段阐释CO₂对水泥基材料工作性能和力学性能的影响机制。

1 材料与方法

1.1 试验材料

水泥:中国建筑材料科学研究总院有限公司生产的P·I 42.5基准水泥,其主要成分见表1;标准砂:厦门ISO标准砂;试验用干冰:市面采购的干冰颗粒,纯度99.9%,直径1 mm,长度3 mm左右的短柱状颗粒;气态CO₂:北京千禧气体公司提供的液态CO₂,纯度99.9%。

表1 P·I 42.5水泥的化学成分

%

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	TiO ₂	LOI
61.46	21.26	5.54	3.29	2.86	2.61	0.74	0.25	2.0

1.2 试验方法

水胶比固定为0.5,胶砂比分别为1:3、1:2.4,制备胶砂试件。干冰和气态CO₂均按照水泥质量的0.5%、1%、2%加入,其中,气

态CO₂加入质量按照标准状态下密度为1.964 g/L进行计算,通过调节减压阀气体喷出流速,控制喷入时间均为1 min,以此达到设定的气态CO₂加入量。

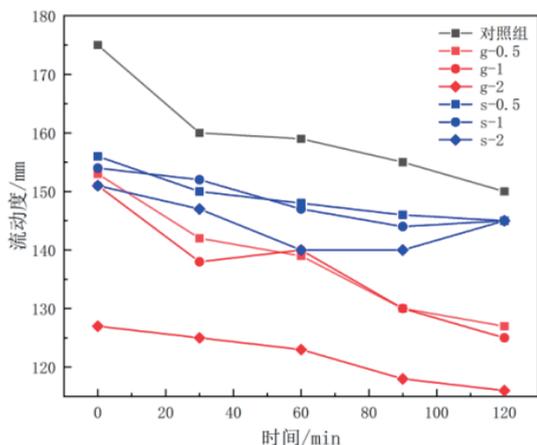
在胶砂制备过程中，对搅拌机采取密封措施，防止 CO₂ 逸散。干冰组先将水泥和标准砂混合 30 s，再将水和干冰同时加入，搅拌 120 s。气态 CO₂ 同样和水同时加入，并在 CO₂ 喷入完成后继续搅拌 1 min。

净浆试验同样采用 P·I 42.5 基准水泥，水胶比为 0.5，CO₂ 的加入方式与制备胶砂试件的一致。

1.3 固碳量计算

利用热重的方法计算净浆样品中 CO₂ 的吸收量，计算见式 (3)。

$$CO_{2\text{ uptake}} = \frac{W_{500} - W_{850}}{W_{105}} \times 100\% \quad (3)$$



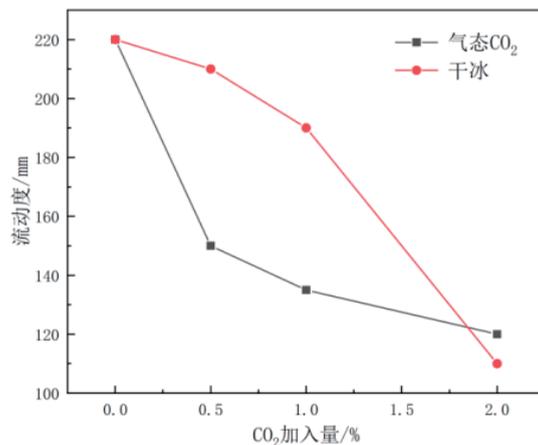
(a) 净浆经时流动度

式中，CO_{2 uptake} 为 CO₂ 的吸收量；W₅₀₀ 为样品在烧到 500 °C 的重量；W₈₅₀ 为样品在烧到 850 °C 的重量；W₁₀₅ 为样品的干质量，即样品失去自由水与结晶水后的质量。

2 结果与分析

2.1 CO₂ 对水泥基材料流动性的影响

在拌合过程中，加入气态 CO₂ 与固态干冰对水泥净浆和胶砂（胶砂比 1 : 3）流动度的影响如图 1 所示。图 1 中，g 和 s 分别代表气态 CO₂ 与固态干冰，g-0.5 代表加入水泥质量 0.5% 的气态 CO₂。



(b) 胶砂（胶砂比 1 : 3）初始流动度

图1 气态CO₂与固态干冰对水泥净浆和胶砂流动度的影响

由图 1 (a) 可知，在水泥拌合过程中加入气态 CO₂ 与固态干冰后，水泥净浆的初始流动度整体上均呈现降低的趋势。在加入量相同时，气态 CO₂ 对水泥净浆初始流动度的影响比固态干冰更加显著，水泥净浆的初始流动度降低明显。2 h 后，添加气态 CO₂ 和固态干冰的水泥净浆流动度分别比对照组低 5 mm 和 30 mm 左右。LIU L 等^[10]和 MINLU W 等^[11]的研究中也提到，在水泥基材料拌合过程中加入 CO₂，水泥基材料的流动性会出现明显损失。

由图 1 (b) 可知，气态 CO₂ 与固态干冰

的加入同样会使胶砂的初始流动度出现明显的降低。与水泥净浆样品的规律一致，随着 CO₂ 加入量由 0% 增加到 2%，胶砂的初始流动度从 220 mm 逐渐下降至 110 ~ 120 mm，且气态 CO₂ 对胶砂初始流动度的影响大于固态干冰，胶砂的初始流动度降低明显。

2.2 CO₂ 对水泥基材料力学性能的影响

胶砂试样（胶砂比 1 : 3）分别添加固态干冰及气态 CO₂ 后的强度变化规律如图 2、图 3 所示。

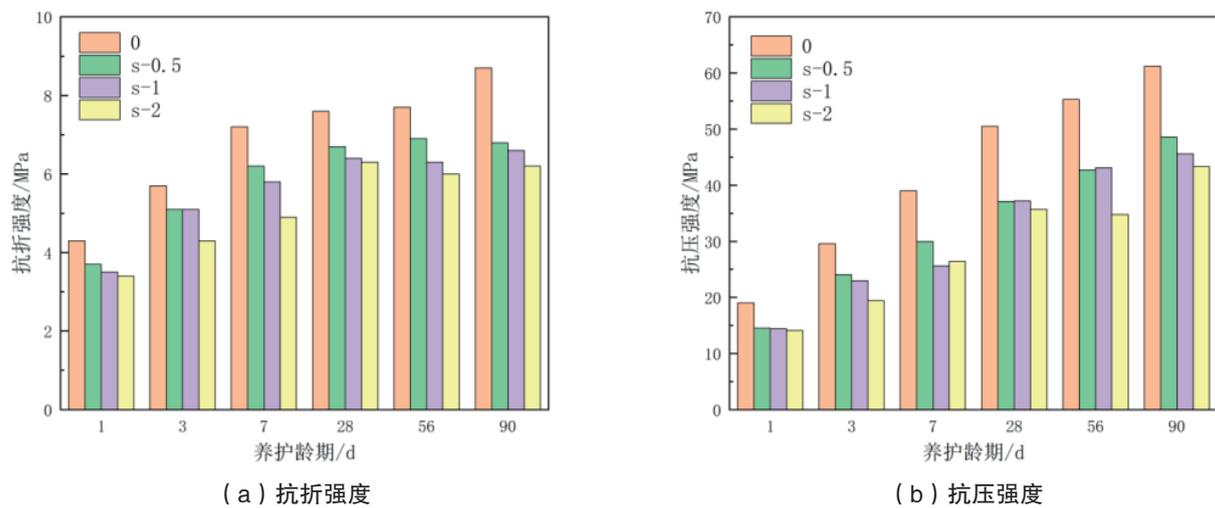
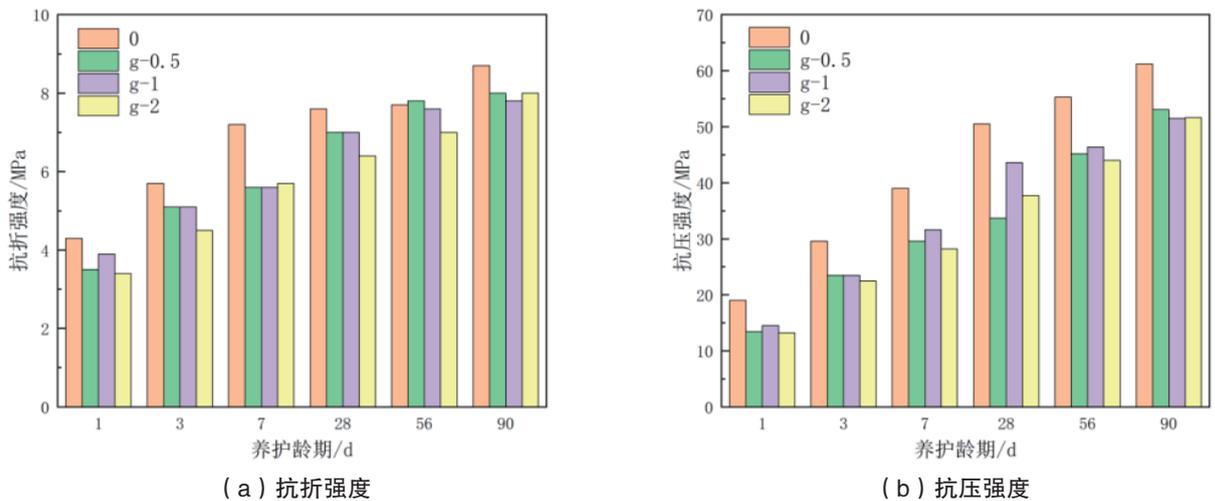


图2 固态干冰对胶砂强度的影响

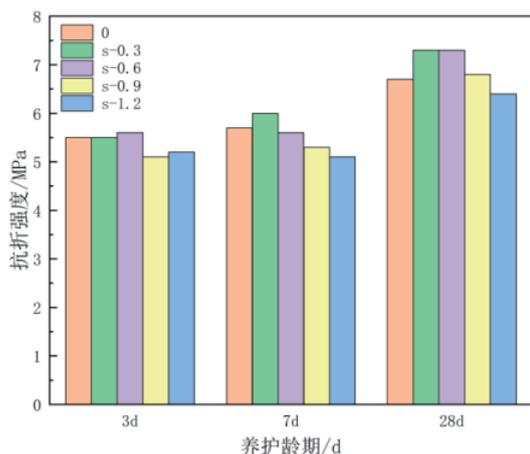
图3 气态CO₂对胶砂强度的影响

由图2可知, 相比对照组, 固态干冰的加入明显降低了胶砂的强度, 并随着干冰加入量的增加, 胶砂的强度呈现下降的趋势, 其中, 胶砂的28 d抗折强度下降11%~17%, 28 d抗压强度下降26%~30%, 养护到90 d时, 胶砂的抗折强度下降22%~28%, 抗压强度下降19%~27%。

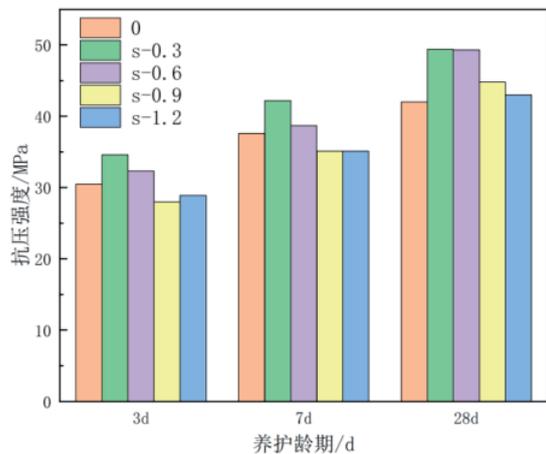
由图3可知, 气态CO₂对胶砂强度的影响规律与固态干冰基本相似, 在28 d时, 试验组的抗折强度和抗压强度分别比对照组的下降8%~15%、14%~34%, 养护到90 d时, 胶砂的抗折强度和抗压强度较对照组分别下降8%~10%、13%~21%。结合图1推断, 这可能是因为CO₂加入后, 胶砂的流动度明显

降低, 在振动成型的过程中, 胶砂密实程度降低, 从而导致硬化后砂浆样品强度的降低, 随着CO₂加入量的增大, 对胶砂强度和流动性的负面影响也随之增大。MINLU W等^[12]的研究发现, CO₂加入量过多会对胶砂的强度带来负面影响, 因此需进一步研究其最佳加入量。

考虑砂浆中不同胶砂比的浆体与砂子包裹性能、孔隙结构对CO₂吸收效果及力学强度的影响, 模拟普通C30混凝土配合比中的胶砂比, 采用0.5的水胶比, 制备了一种胶砂比为1:2.4的胶砂试件, 同时缩小CO₂的加入量和间隔梯度, 按照水泥质量的0.3%、0.6%、0.9%、1.2%加入浆体中, 其他条件不变, 测试气态CO₂和固态干冰对胶砂强度的影响, 结果如图4、图5所示。

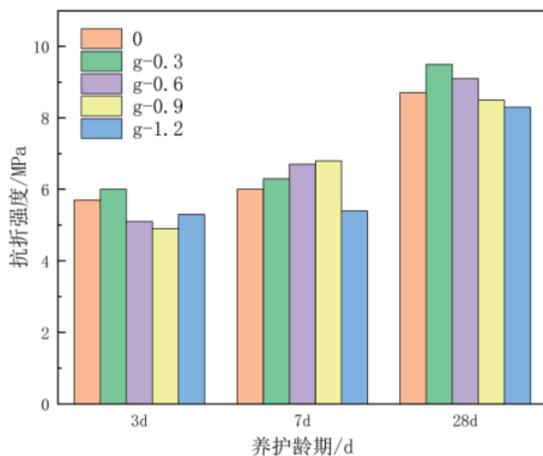


(a) 抗折强度

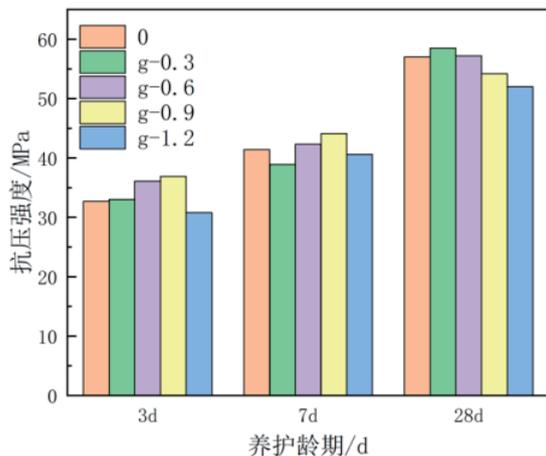


(b) 抗压强度

图4 固态干冰对胶砂 (胶砂比1:2.4) 强度的影响



(a) 抗折强度



(b) 抗压强度

图5 气态CO₂对胶砂 (胶砂比1:2.4) 强度的影响

由图4、图5可知,当胶砂比为1:2.4时,适量的气态CO₂和固态干冰的加入会对胶砂的强度提升起到正面的作用。

由图4可知,当固态干冰加入量为0.3%时,胶砂的7d抗折强度和抗压强度较28d分别增长了9%和17%;当固态干冰加入量为0.6%时,胶砂的3d强度低于固态干冰加入量0.3%时的强度,28d强度与固态干冰加入量0.3%时的相似;当固态干冰加入量增加到0.9%时,胶砂的强度出现下降,低于对照组的强度。

由图5可知,加入气态CO₂和干冰具有相似的效果,但强度提升效果不如固态干冰的效果明显。养护到28d,当气态CO₂加入量为0.3%时,胶砂的抗折强度和抗压强度分别较对照组

提高9%和3%;当气态CO₂加入量为0.6%时,胶砂的抗折强度较对照组提升5%,抗压强度和对照组相当;当气态CO₂加入量大于0.6%时,胶砂的强度低于对照组。综合分析,当胶砂比为1:2.4,CO₂的加入量为0.3%~0.6%时,对胶砂各龄期强度均有明显的提升作用。

这是因为CO₂在水化早期与水泥中的C₃S、C₂S等矿物反应生成CaCO₃晶核,晶核的生成作为活性位点促进了C-S-H凝胶的生成,加速水化反应的进行,从而提升了硬化胶砂的力学强度。当CO₂加入过量时,其水化促进作用不足以抵消浆体流动性和硬化密实度的降低,导致胶砂的强度降低。胶砂比为1:2.4的试样,浆体占比更高,试块的密实程度提升,孔隙率

减小^[13]，因为流动性降低而导致的结构不密实程度减小，CO₂的水化促进作用得以体现。

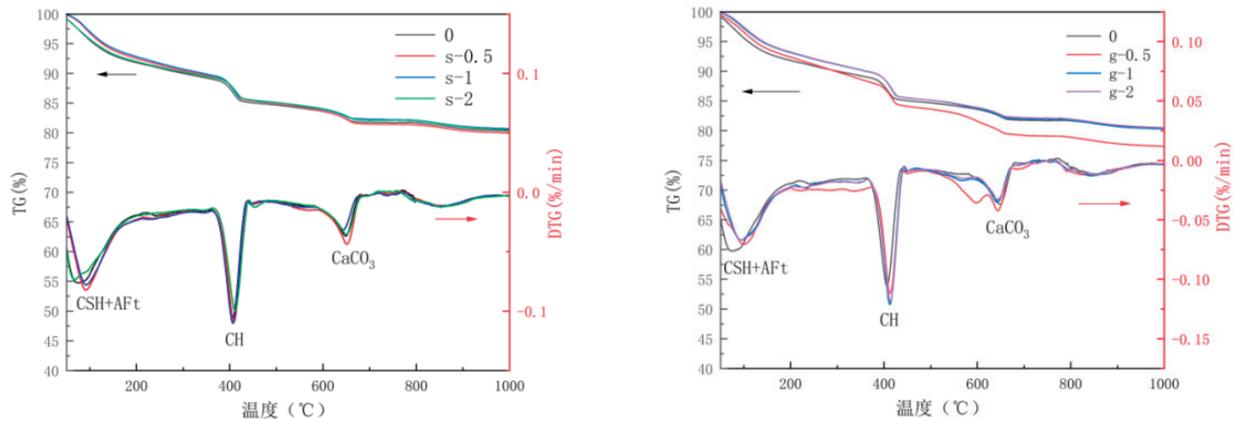
2.3 热重分析

图6为加入气态CO₂和固态干冰的水泥净浆样品标准养护28d后的热重分析，水泥净浆样品在60~850℃温度区间的失重百分比和固碳量见表2。其中，60~200℃代表C-(A)-S-H凝胶和钙矾石（AFt）失水温度段，350~500℃代表Ca(OH)₂脱水温度段，500~850℃为方解石等碳酸盐分解温度段。

由图6可知，与对照组相比，固态干冰与气态CO₂的加入量为0.5%的净浆样品在650℃左右均有更为明显的失重峰。通过计算其失重量与固碳量发现，加入固态干冰与气态CO₂后，净浆的固碳量较对照组均有不同程度的提

升（对照组中的固碳量来自原料带入或标准养护过程中与空气中的CO₂接触碳化），其中，当固态干冰与气态CO₂加入量为0.5%时的净浆固碳量最高。

由表2可知，当固态干冰与气态CO₂加入量为0.5%时，样品中C-S-H凝胶和AFt的失重峰也略有提高。由此可以判断，在搅拌过程中加入的CO₂会与水泥中的C₃S、C₂S等矿物发生反应生成碳酸盐，同时促进水化作用的进行。净浆的净固碳量增长并非随着CO₂加入量增长而持续增长，这可能与CO₂的溶解度有关，在加入量较高的状态下，浆体的流动性降低明显，过量的CO₂不再溶解于水中，也无法参与碳酸化反应。



(a) 固态干冰

(b) 气态CO₂

图6 气态CO₂和固态干冰水泥净浆样品的TG-DTG分析

表2 水泥净浆样品在60~850℃温度区间的失重百分比和固碳量

试样	60~850℃温度区间失重量质量百分比 %			固碳量 /%	净固碳量 /%
	60~200℃	350~500℃	500~850℃		
对照组	6.74	7.13	3.44	3.61	0.00
s-0.5	7.03	7.54	4.04	4.19	0.58
s-1	6.79	7.71	3.56	3.81	0.20
s-2	6.56	6.92	3.50	3.67	0.06
g-0.5	6.85	8.74	4.31	4.48	0.87
g-1	6.41	8.01	3.90	4.03	0.42
g-2	6.43	8.08	3.70	3.81	0.20

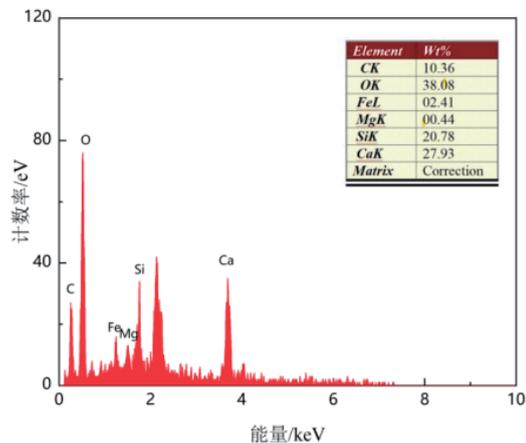
2.4 微观形貌

在搅拌完成后，将气态 CO_2 加入量 1% 的净浆样品立即取出部分，并置于无水乙醇中终



(a) 样品的微观形貌

止水化，烘干后观测其微观形貌，结果如图 7 所示。



(b) EDS分析

图7 水泥净浆的微观形貌和EDS分析

由图 7 可知，水泥净浆加入 CO_2 搅拌后，在短时间内，样品中已经有了少量纤维状产物——钙矾石的存在，同时还有团簇薄片状的 C-S-H 凝胶。在图 7 中并未找到明显方解石晶体的存在，但通过能谱分析，发现该凝胶中 C 元素含量较高，推断有碳酸钙生成，即在 CO_2 加入水泥净浆的过程中，碳酸盐以微小晶核的形式生成，促进了周围水化产物的生成，并将其包裹了起来。MONKMAN S 等^[14]的研究证明，在 CO_2 加入水泥浆体后，10 min 内有碳酸盐晶体的生成，但少量的碳酸盐形成难以被区分和量化。

结论

(1) 固态干冰或气态 CO_2 均可用于水泥的拌合过程中，且具有相似的规律， CO_2 的加入会降低水泥材料的流动度，当胶砂比为 1 : 3 时，加入 0.5% 气态 CO_2 或 1% 的固态干冰，胶砂试块已经难以成型。

(2) 当胶砂比从 1 : 3 提升到 1:2.4 后，试块因为流动性降低而导致的结构不密实程度减小， CO_2 的水化促进作用得以体现。无论是气态还是固态的 CO_2 ，当加入量 0.3% ~ 0.6% 时，胶砂试块的强度均有正向提升；当固态干冰或气态 CO_2 的加入量超过 0.6% 时，其强度的增强效果逐渐降低。

(3) 当气态 CO_2 加入量为 0.5% 时，水泥净浆的净固碳量最高，之后继续增加气态 CO_2 的加入量，水泥净浆的固碳量不再提升，这与高浓度下 CO_2 的溶解度有关。

(4) CO_2 的加入会与水泥材料中的活性物质生成碳酸盐晶体，形成成核点位，促进周围水化产物的生长，提升硬化后水泥材料的强度；但同时 CO_2 的加入使胶砂的流动性降低，造成浆体振捣成型不密实，因此在水泥浆拌合过程中应考虑 CO_2 的加入量对胶砂和易性的影响，确定最佳加入量。

张登平：以“数字新材”育新质生产力， 引领混凝土行业“智变”

预拌混凝土也能“点外卖”？打开“新材智猛-智旭”APP，选址、下单、支付，3分钟完成；30分钟后，一辆满载精确配合比的混凝土罐车驶出搅拌站，在北斗导航指引下直接奔赴项目现场。“我们要让传统的混凝土生产走上‘云’之路，让业主像点外卖一样便捷下单，罐车司机像跑滴滴一样接单配送。”北京建工新型建材有限责任公司（以下简称“建工新材”）党委书记、董事长张登平这样描述混凝土搅拌站的全新工作场景。



张登平

“一把手工程”锚定“数字新材”

2021年，建工新材将“数字新材”写入“十四五”发展规划，成立专业的数字化团队，由张登平亲自挂帅，每年滚动投入千万级资金，并与清华大学、哈尔滨工业大学、兰州大学等高校建立紧密的合作关系，实现以企业为主导的产学研深度融合。

在“数字新材”的建设过程中，建工新材积极推动新一代信息技术与工业生产制造的深度融合，通过“智改数转”（智能化改造与数字化转型），不断提升关键工序的数控化率。张登平从4个方面重点介绍了具体举措：一是

加速机器人应用探索，落地试点一批工业机器人场景，实现智能化升级；二是发挥数据要素价值，拓展数据驱动的精准服务与决策能力，提升客户体验和公司运营效率；三是持续推动搅拌站、PC构件厂、风电项目的信息化与数字化建设，深化建筑产业互联网平台的业务互通、数据互通、产业互通，增强产业链协同和价值链整合；四是将数字化转型与人工智能应用作为核心引擎，培育新质生产力，支撑产业升级，推动AI全面渗透业务，力争发展轻量化AI部署，借助代理型AI实现生产制造和管理决策效率的爆发式增长。

“数智化转型是‘一把手工程’。”张登平强调，“未来，AI与数据智能将在行业普及，从‘亮点’变为‘标配’，深度融入混凝土行业的研发、生产、管理、服务等各个环节，驱动自动化决策。同时，产业互联网平台将成为行业竞争高地，构建或融入强大的生态体系至关重要。”

张登平将推进思路概括为“小步快跑、重点突破、价值导向”十二字方针，并进一步阐释：一是短期见效，聚焦能快速见效的环节，快速提升效率、降低成本、保障质量，让所有人看到实实在在的收益，增强转型信心；二是长期筑基，坚定不移地投入基础平台建设，构建公司战略数字架构，实现数据整合与深度应用。这类投入虽见效周期长，却是公司长远竞争力的基石。通过设立清晰的阶段性目标，建立科学的投入产出评估机制，确保每一步投入都为长期发展积累价值，实现滚动式成长。

“新材智猛-智旭”跑出产业互联“加速度”

“过去工地要料，电话、微信、对讲机轮番上阵，错单、压车、退料是常态。”张登平



智能压力机

挑战与对策并存，共筑行业数智化快车道

“转型不是选答题，而是生存题。”张登平首先梳理了行业面临的六大“痛点”，并针对性地提出了9条破解之道。

行业数智化推进存在的主要问题：

一是认知与意愿差异大。行业内企业规模、管理水平和发展阶段不一，大量中小微企业对数智化价值认知不足，投入意愿和实际能力均比较薄弱。

二是数据基础薄弱。生产过程数据采集不全面、不准确、不及时，数据标准不统一，“信息孤岛”现象普遍，严重制约智能化应用。

三是技术与业务融合难。既懂混凝土工艺和痛点又精通数智化技术的复合型人才稀缺，能提供有效解决方案的供应商也较少，技术与业务容易形成“两张皮”。

四是投入成本与回报压力大。数智化软硬件投入、系统维护与人才成本较高，而混凝土行业利润率普遍不高，短期内难以看到显著经济效益，投资回报周期长，企业压力大。

五是行业标准与规范滞后。现有的生产、质量、管理标准对电子签收、远程质控等数字化、智能化带来的新流程、新模式适应性不足，缺乏统一的数据接口和互联互通标准。

六是安全与风险担忧。企业对数据安全、网络安全、系统稳定性的担忧，阻碍了上云与平台化等深度应用。

张登平认为，破解困局要从“数据、技术、人才、政策、合作”五个维度发力，并细化为以下可落地的9条举措：

一是夯实数据基础。在行业层面，推动关键数据标准与编码标准的统一；在企业层面，优先部署低成本、易实施的传感器和自动化设备，确保基础数据的准确性和及时性，强化数据治理意识。

二是深化技术融合创新。鼓励产学研用相结合，设立行业共性技术攻关项目。

三是大力培养复合型人才。建议企业建立内部数智化人才梯队和激励机制。

四是完善政策与标准体系。建议政府加大对混凝土企业数智化改造的专项资金、税收优惠、绿色信贷等支持力度，并牵头加快制修订适应数字化、智能化发展的混凝土生产、质量控制、试验方法、数据交换、信息安全等标准规范，建立行业级的数据共享与交换机制。

五是共建共享行业平台。由行业协会、龙头企业牵头，共同建设供应链协同平台、车辆共享平台、技术交流平台等面向行业的公共服务平台，避免重复建设，降低中小企业成本。

六是开放接口与数据互通。在保障核心商业机密和数据安全的前提下，推动关键业务环节的数据接口标准化和有限共享，提升整体效率。

七是联合技术攻关。针对行业共性难题，组织企业、高校、科研机构协同研发，共担成本、共享成果。

八是促进经验交流与知识共享。通过专家委员会、行业峰会、专题研讨会、标杆工厂参观等形式，推广成功经验，总结失败教训，完善成熟实践案例，避免重复走弯路。

九是协同推动标准制定。鼓励企业积极参与国家和行业标准的制修订工作，反映实践需求，共同建立有利于数智化转型的标准环境。

展望未来，让传统建材焕发数智生机

“让传统建材行业在数字时代焕发新的生机，是我们全体混凝土人的共同使命。”访谈最后，张登平语气坚定。谈及行业未来发展趋势，他判断，人工智能将从“锦上添花”转向“基本配置”，产业互联网平台将成为行业竞争的关键高地。

对于行业未来发展图景，张登平是这样描绘的：

一是智能制造成为常态。高度自动化、柔性化、智能化的“黑灯工厂”比例显著提升，在生产制造过程场景大量应用产业机器人，生产过程精准可控、资源消耗最优、质量稳定。

二是数据驱动价值创造。数据成为核心生产要素，贯穿从原材料采购到建筑服役的全生命周期。基于数据的AI智能决策将优化资源配置、提升运营效率、创新商业模式。

三是产业链深度协同。设计、生产、物流、施工等各方在统一数据平台上高效协同，信息透明共享，大幅减少资源浪费。

四是绿色可持续发展。数智化技术赋能全

过程碳足迹精准追踪与管理，推动固废资源化、能源高效利用等技术的规模化应用，促进行业绿色低碳水平大幅提升。

五是服务化转型深化。混凝土企业从单纯的材料供应商，转变为提供“高性能混凝土+数智化服务+施工解决方案”的综合服务商，价值链条向上下游延伸。

六是行业集中度与质量提升。数智化转型的客观门槛将加速行业整合，促使资源向管理规范、技术领先、数智化能力强的企业集中，整体行业运行质量和信誉不断增强。

七是人才结构持续升级。行业将吸引更多具备数智化技能和跨学科背景的人才，从业人员技能素质和工作环境将同步改善。

“数智化不是最终目的，而是打造新质生产力的重要手段。”张登平强调，建工新材将持续朝着“最懂施工的建材商、最懂建材的数智化服务商”这一目标迈进，为传统制造业转型升级贡献“北京建工方案”，助力混凝土这一传统行业在数字浪潮中焕发全新活力。



“擎旗奋进 铸砼兴业”

——旷真携手举办浙江省混凝土协会2025年度混凝土行业高质量发展交流会



11月28日，浙江省混凝土协会第九届二次会员代表大会、装配式预制构件分会会员大会暨2025年度混凝土行业高质量发展交流会在温州乐清市隆重举行并圆满落幕。本次会议旨在全面总结协会年度工作，深入探讨行业在绿色低碳、智能智造、质量安全等领域的挑战与机遇，擘画未来发展新蓝图。旷真高级合伙人王晓华、浙江首席律师檀娟、华东区域市场总监白晋涛出席了本次会议。

大会由浙江省混凝土协会副会长章凯和钱晓倩主持。会议伊始，温州市发展和改革委员会能源局局长陈光荣代表当地主管部门致欢迎辞。他热烈欢迎各位代表来到“敢为人先、勇于创新”的温州，并指出，预拌混凝土作为工程建设的基础性材料和建筑工业化的关键支撑，在城市更新、重大基础设施建设及落实“双碳”战略中扮演着不可替代的角色。他介绍了温州在推动预拌混凝土企业清洁生产改造、推广智能除尘与新能源搅拌车、鼓励工业固废资源化利用等方面的实践与成效，并表示此次会议为温州提供了宝贵的学习交流机会，希望进一步加强与省协会及全省同行的协作，共同优化行业发展环境。



浙江省混凝土协会副会长 章凯

受丁卫星会长委托，浙江省混凝土协会常务副会长陈敏向大会作《2025年度工作总结报告》。报告直面当前房地产市场深度调整、行业需求收缩、产能利用率偏低、“内卷式”低价竞争等严峻挑战，系统梳理了协会一年来的重点工作：组织会员赴成都、新疆等地考察学习智能化转型与市场拓展经验；联合省建筑业协会开展覆盖全省11地市的质量专项调研，精准把脉行业痛点；积极响应反无序竞争政策，呼吁行业自律，抵制低价倾销；全力推进混凝土搅拌工等职业技能评价体系建设与题库开发；主编《浙江省混凝土搅拌站规范性建设和绿色评价指引》，助推行业标准化与绿色化进程。报告强调，面对产业结构优化升级的关键阶段，企业需主动“强身健体”，通过技术、管理与标准升级夯实根基，迎接新发展机遇。协会财务负责人宋柳英向大会作了《浙江省混凝土协会第九届二次理事会财务报告》，详细报告了协会2024-2025年度的财务收支与审计情况，明确了会费使用去向，体现了协会规范透明的运作。报告经审议获得通过。



浙江省混凝土协会常务副会长 陈敏

行业主管部门领导发表了具有战略指导意义的讲话。浙江省商务厅省散装水泥发展中心主任陶洪斌深入分析了行业运行态势，指出在2025年前三季度水泥及预拌混凝土产量同比有所下降的背景下，行业在清洁生产迭代升级、新能源车辆推广、专用车辆事故率下降等方面取得了积极进展。他强调，“十五五”期间将重点优化产能布局、强化碳排放测算与监管、培育行业领军企业，并持续联合相关部门整治非法搅拌站与无序竞争，引导行业走向健康可持续发展轨道。

会上，旷真华东区域市场总监白晋涛发表了题为《浙里破局——与混凝土同仁的应收款攻坚战》的主题演讲。面对建筑与房地产行业深度调整带来的回款困局，混凝土企业正承受前所未有的应收账款压力。2025年以来，全国建筑企业破产案件激增，仅上半年就有1366家宣告破产，商票逾期、云信兑付违约频发，叠加下游客户资信快速恶化，行业坏

账风险持续攀升。在此背景下，强化法律手段、善用司法政策红利成为破局关键。

值得重点关注的是，当前司法实践正为建材供应商提供有力支持：最新司法解释明确，即便合同仅由项目经理签字或加盖项目章，在具备公示效力的情况下仍具法律约束力；“背靠背”付款条款若长期未履行，可被认定为履行期限不明确；更关键的是，供应商可依法提起代位权诉讼，直接向开发商主张债权，有效绕开总包方障碍，破解三角债困局。此外，以房抵债若未完成产权过户，债权人仍有权要求现金支付。业内呼吁企业紧抓政策窗口期，通过优化合同管理、定期催收及诉讼保全等组合策略，主动出击，全力保障资金回笼与经营安全。

大会的压轴环节是隆重的表彰仪式。会议对评选出的“2023-2024年度浙江省混凝土行业高质量发展示范企业”进行了授牌表彰共有27家优秀企业获此殊荣。同时，大会为在“2025年浙江省建设行业混凝土职工职业技能竞赛”中脱颖而出的优秀选手和团队颁发了奖项。

本次会议在完成各项议程后胜利闭幕。大会以紧凑的议程和翔实的内容，实现了对过往工作的全面回顾与对未来蓝图的深远谋划。通过高质量的思想碰撞、前沿技术交流与标杆表彰，成功汇聚了行业智慧，凝聚了发展共识，为浙江混凝土行业在“十五五”新起点上破浪前行，全速迈向绿色化、智能化、高端化注入了澎湃动能。

海南省混凝土协会2025年度工作总结 暨第一届第三次会员大会顺利召开

2025年12月19日，海南省混凝土协会2025年度工作总结暨第一届第三次会员大会

在海口召开。海南省住房和城乡建设厅人事处处长程叶华、海南省建设工程质量安全监督管



理局局长蔡和林出席会议并在主席台就坐。海南省混凝土协会会员单位代表 160 余人参加会议。



海南省混凝土协会副会长兼秘书长 朱相义

海南省混凝土协会副会长兼秘书长朱相义主持大会。他热情地介绍了莅临本次大会的各级领导和来宾,并对向一直以来给予协会关心、支持和帮助的各级领导、全体会员单位表达了衷心感谢。

海南省建设工程质量安全监督管理局局长蔡和林在讲话中系统回顾了全行业一年来在规范发展与标准化建设方面取得的扎实进展。通过全面推行企业标准化分级考评、建立并动态管理行业专家库、在陵水成功试点数字化监管模式等有力举措,行业管理基础与质量保障能力得到显著加强。

面对当前建筑业整体承压、市场竞争日趋激烈的形势,蔡和林局长指出,部分企业仍存在“躺平”心态、质量责任意识不强、甚至与

检测机构违规协作等问题。他强调,“严管才是厚爱”,质量安全是不可逾越的生命线,是企业必须终身坚守的责任红线。他以检测行业经过大力整顿后重回健康发展轨道为例,深刻阐明混凝土行业同样正面临一场深刻的结构性调整,企业必须彻底摒弃侥幸心理,坚决告别粗放式、低水平的发展旧模式。

展望未来,蔡和林局长明确将继续深化标准化考评机制、加快数字化监管全省推广步伐、探索建立关键岗位人员能力评价体系,并进一步发挥行业协会引导与自律作用。他特别指出,在海南自贸港建设持续深入推进的大背景下,基础设施与城市更新领域仍蕴藏广阔机遇。他号召全行业坚定以“高质量发展”为根本遵循,主动适应新阶段要求,共同提升产品与服务质量,规范市场经营行为,以更高标准、更实作风,为自贸港建设提供坚实可靠的建材保障,推动行业迈向健康、可持续、有尊严的发展新阶段。



海南省混凝土协会会长 陈宏哲

海南省混凝土协会会长陈宏哲向大会作 2025 年度工作报告。报告全面总结了过去一年多来协会带领行业在自贸港封关新阶段所开展的扎实工作与取得的显著成效。面对市场挑战与封关机遇,协会积极发挥桥梁纽带作用,通过强化与各级主管部门协同、深化行业内外联动、推动建立科学价格机制、开展全员赋能培训、下沉一线精准服务等多方面举措,有效提升了行业整体治理水平,维护了市场健康秩

序，夯实了质量安全根基，有力助推了行业标准化、绿色化、智能化发展。

报告同时指出，当前行业正处深刻转型期，产能过剩、竞争失序等问题依然存在。面向未来，协会将坚持党建引领，进一步发挥纽带作用，深化质量协同监管，优化市场价格引导，拓展精准培训与政策服务，团结全体会员单位，共同推动海南混凝土行业实现从“规模扩张”向“质量效益”的根本转变，为海南自贸港封关运作后的高质量发展提供坚实的基石保障。

海南省混凝土协会副会长兼秘书长朱相义向会员大会作了财务工作报告。随后，他结合蔡和林局长在本次会议上的讲话精神，强调全体会员单位应深入学习领会、认真贯彻落实，并倡议各片区会后及时组织专题学习，确保讲话精神传导到位、落到实处。

会议协办单位远程重卡营销公司和科之杰新材料集团（广东）有限公司代表也分别致辞，对大会的召开表示祝贺，并表达了与行业协同发展、助力海南自贸港建设的积极意愿。



本次会议既是对过去工作的深刻总结，更是面向自贸港封关运作新时代的全面动员。与会代表一致认为，站在新的历史起点，海南混凝土行业必须坚持以高质量发展为核心，以“严管厚爱”为准则，凝聚全行业之力，共筑质量安全防线，共护市场健康秩序，共同推进标准

化、绿色化、智能化转型。全体会员单位表示，将认真学习领会会议精神，切实把会议部署转化为实际行动，以更高标准、更实作风，为海南自由贸易港建设贡献坚实的行业力量，携手谱写混凝土行业发展的新篇章。

严把控保质量 青岛开展冬期预拌混凝土原材料抽测

为强化冬期预拌混凝土生产质量管控，切实保障建筑工程实体质量，近日，青岛市建管中心聚焦冬期预拌混凝土生产关键环节，组织开展预拌混凝土原材料质量监督抽测工作。

本次监督抽测覆盖市内三区9家预拌混凝土

企业，重点对企业生产所用水泥、粉煤灰、砂、石、外加剂（防冻剂）等主要原材料开展抽样检测，共计抽取样品49份。抽测过程中，工作人员严格依照监督抽测规范流程开展抽样工作，仔细核查原材料进场台账及质量证明文

件，核实原材料供货来源，切实保障抽测样品的真实性与代表性。为确保检测结果客观公正，所有样品均经盲样处理后，委托具备相应资质的第三方工程质量检测机构进行专业检测，全面排查原材料质量安全隐患。

下一步，青岛市建管中心将持续跟进检测结果，对经检测判定不符合要求的原材料，责令责任主体追溯对应混凝土实体质量情况；对

违规使用不符合要求原材料的企业，严格依法依规予以处理。同时，持续深化预拌混凝土原材料全过程质量管控措施，层层压实企业质量主体责任，有效防范化解冬期混凝土生产环节各类质量风险隐患，全力确保冬期预拌混凝土生产质量符合规范标准要求，为全市建筑工程质量筑牢坚实根基。



会员企业工作集锦

北京榆构有限公司

携手共建，示范先行

——北京榆构集团跻身首都智能建造“核心圈”，共筑“丰台样板”新范式

2025年10月29日，由中国建筑业协会主办的“2025第三届中国建筑产业互联网发展大会暨数字驱动智能建造与绿色发展研讨会”在北京召开。大会以“夯实产业互联网平台，驱动智能建造与绿色发展”为主题，汇聚了近千名行业精英，共同探讨建筑业通过数字化、智能化、绿色化转型，实现从传统粗放式建造向标准化、工业化模式升级的未来路径，明确了智能建造与绿色发展已成为不可逆转的行业主线。

在本次大会的重磅环节——“北京·丰台智能建造产业发展研究中心倡议书发布仪式”上，倡议书提出将联合北京榆构有限公司、中建数字科技有限公司、中国建筑一局（集团）有限公司、中铁建工集团有限公司、泛华建设集团有限公司、北京建谊投资发展（集团）有限公司等多家行业领军企业，共同筹建“北京·丰台智能建造产业发展研究中心”。

该中心旨在依托丰台区的产业基础与创新优势，打造一个集技术研发、政策研究、成果转化、人才培养于一体的综合性平台，致力于攻关智能建造关键技术并推动成果产业化，形成可复制、可推广的“丰台样板”。北京榆构集团作为首批响应的核心企业之一，标志着公司正式参与到区域级示范标准的共建与落实中，站上了推动行业变革的最前沿。



北京榆构集团为北京·丰台智能建造产业发展研究中心首批响应倡议企业

产业根基：以全产业链生态打造核心竞争力

榆构集团旗下汇聚7家独立法人子公司，构建了以“预制混凝土工程研发设计及咨询—PC智能装备研发制造—PC生产制造—专项施工安装”为核心的全产业链生态。从一个概念的设计研发，到智能生产装备的支撑，再到高品质构件的制造，直至最终的专业化安装落地，榆构能够提供一体化、系统化的解决方案。这种深度整合的产业链模式，确保了技术标准的高度统一、过程控制的精准高效，以及工程品质的全程可控，为智能建造从理念到实体的完美转化提供了坚实保障。

前瞻布局：以智能化与绿色化驱动行业未来

榆构集团的战略发展，始终与国家推动建筑业智能化升级与绿色化转型的号召同频共振。作为智能建造与绿色建筑的坚定推动者，榆构在绿色化方面系统推进材料与工艺创新，通过研发应用绿色混凝土材料、优化节能构造体系、全面提升预制构件精度与质量，从源头

提升建筑产品的节能环保性能，显著降低了施工与运营过程中的资源消耗与碳排放。在智能化方面，集团积极引入工业互联网与数字技术，在生产制造环节部署智能化生产线与智控管理体系，全面推动 BIM 技术在设计与生产过程中的深度融合，实现了从“制造”到“智造”的跨越。这一系列系统化实践，不仅提升了产品质量与生产效率，也为行业提供了绿色化与智能化协同发展的可复制路径。

创新引擎：以技术研发与人才培养引领持续发展

榆构集团始终将技术创新与人才培养置于企业发展的核心位置，依托自有研发平台，榆构长期承担国家级重点科研任务，在“十一五”至“十四五”期间，连续主持参与了多项国家重大专项课题研究工作，有力推动了行业技术标准的进步与产业升级。此外，榆构积极推

动“产学研用”深度融合，与清华大学、石家庄铁道大学等多所高校共建“实践教育基地”，构建起“课题共研、人才共育、成果共享”的协同机制，为行业输送了一批具备理论素养与实践能力的复合型人才。正是对技术与人才的长期投入，榆构才能始终站在行业技术发展的前沿，并有力支撑其在智能建造产业发展研究中心中承担关键技术攻关与示范应用的重任。

未来，作为研究中心的核心共建单位，榆构集团将充分依托其纵向一体化的全产业链整合能力、绿色化与智能化协同发展的系统实践、以及“产学研用”深度融合的技术与人才优势，与各方携手，加速智能建造关键技术的突破与成果转化，为打造真正具有示范意义的“丰台样板”注入榆构力量，共同推动建筑行业向高质量、可持续方向迈进。

北京铁建永泰新型建材有限公司

绿色低碳，我们“罐”注全力



北京铁建永泰新型建材有限公司是以预拌混凝土生产与销售为主业的现代化、集团化企业，旗下现拥有通州、昌平、海淀三个大型混凝土分公司。近五年来，北京市年度预拌混凝土搅拌站绿色生产执行情况专项检查中公司的各站点均为优秀站点，2024年三个站点的平

均得分 99 分。

为提升公司装备绿色化水平，减低污染和二氧化碳排放量，公司在绿色生产领域迈出坚实一步，自 2024 年，陆续投入 1800 万元置换新能源电动铲车及 30 辆新能源电动罐车。成为北京市预拌混凝土行业新能源装备占有比例最高的企业。新一代电动罐车集成多项智能科技：采用 360° 全景环视及驾驶行为监测系统，有效降低事故率 20% 以上；通过车联网平台实现车队智能化管理，使运营更透明、高效；车辆采用上装电机直驱与大扭矩三级减速机设计，传动效率更高、能耗更低，搅拌更均匀，作业效率显著提升。

为保障新能源车队高效运营，公司与北京快来充新能源科技有限公司深度合作，共同投入 600 余万元建设了配套充电桩场站。该充电

站配备了多套大功率直流充电设备，可同时为大量电动搅拌车提供快速、稳定的充电服务，并实现了智能调度与电力负荷优化管理，有效满足了车队日常运营的能源补给需求，构建了“车-桩-网”一体化的绿色物流体系。



科技赋能，低碳环保，绿色发展，公司拥有7套全自动生产线，系统集成先进的控制系统和精密的计量装置，确保混凝土生产的高精度和稳定性。公司建有23000平方米现代化封闭式料场，配备智能喷雾降尘系统和自动化物料输送装置，仓储能力达30万吨，实现了砂石原料的绿色环存储。作为地区经济的重要参与者和贡献者，公司年纳税额逾2500万元，持续为地方经济发展注入活力，以实际行动践行企业社会责任。公司致力于强化并提升企业全方位的运营管理，生产的混凝土为“绿色建材三星级产品”。

公司技术实力雄厚，积累了丰富的混凝土制造经验，具备生产普通、高强、超缓凝、自密实、彩色清水、耐辐射、阻锈、耐热等各种高性能混凝土产品的能力，同时具备超高强、超高层泵送、高耐久性等特殊要求混凝土的技术储备和应用。

企业始终把科技创新放到首位，我司在

2016年获得行业民营企业首家国家高新技术企业、中关村高新技术企业、行业首批北京市“专精特新”中小企业；2023年荣获行业首家“首都劳动奖状”，北京市共筑诚信企业，诚信长城杯企业，中国混凝土行业高质量发展示范企业。公司拥有实用新型专利48余项，发明专利2项。已经受理的发明专利5项。公司生产并持有专利技术的超缓凝混凝土、微膨胀大体积混凝土多次收到相关单位的好评。



公司全体员工始终秉持“自强不息、博厚悠远”的企业精神，在各自岗位上进行不懈的努力与探索。在这个充满机遇与挑战的时代，我们愿与各界同仁携手并进，继往开来，以科技赋能绿色生产，用匠心筑造城市未来，在高质量发展的道路上行稳致远，共创辉煌！

北京金隅混凝土有限公司

倒计时！ 北京金隅混凝土铆足干劲全力冲刺！

时值年度决战收官的关键时刻，公司上下贯彻落实“一高双赢三统筹”工作要求，牢牢把握高质量发展主线，在全业务链条上深化联动、凝聚力量，以扎实举措奋力夺取全年最好经营业绩。各系统协同并进，以决战姿态冲刺四季度，全面掀起攻坚热潮！

生产组织高效有序 全年产量再攀新高



生产系统紧盯年度产量目标，科学排产、精细调度，强化设备保障与工序衔接，全力保障产品供应。各站点开足马力，高效运转，确保重点工程、重大项目的混凝土需求得到及时、足量、高质量的供应。服务提升专项行动深入开展，通过优化物流运输路线、提高车辆周转效率，有效保障了产品交付的及时性，多个工程实现产销量内涵式增长。截至11月末，已完成全年混凝土销量指标的105.7%、营业收入指标的102.7%。

技术研发成果丰硕 创新驱动赋能未来

技术系统紧密围绕市场需求与国家政策导向，在关键材料与应用技术上取得系列突破。高贝利特水泥混凝土推广应用成效显著，累计销量超10万方，其优异工作性能获得客户认可。高强高性能混凝土研发与应用持续深化，



C60以上高强混凝土占比稳步提升，喷射混凝土、道路混凝土等新品种混凝土实现工程应用，新材料、高强、高性能混凝土合计收入占比25%。



《高性能和超高性能混凝土质量控制及配制技术》入选中国混凝土与水泥制品协会“一带一路”重点产品、装备及技术服务推荐目录（2025年第一批），《超高性能混凝土规模化制备和应用技术》获得中国国际混凝土博览会“四新”成果金奖，显著提升了公司产品在高端市场的竞争力。技术研发将持续聚焦“好房子”要求，向干混砂浆、C150以上强度混凝土、特种功能性建材、绿色建材等新领域拓展，完善产品体系，为公司可持续发展注入强劲科技动能。

营销深化市场协同 提升价值链整体效能
营销系统积极应对复杂市场环境，深耕重点区域、拓展新兴市场。一方面，通过“一企

一策”，建立高层互访、信息共享机制，深化与大型央国企的战略合作，成功锁定北京鲜活农产品流通中心二期、京密高速三期、新国展联络线等重点工程，彰显金隅混凝土品牌实力。兴房站营销团队精准施策，单站年产销量超 40 万方，成为重要销量增长点；恒坤站营销团队承接怀河治理等多项民生工程，在公司范围内率先完成全年产销量任务；西北旺站产量同比增长 14%，目前已完成全年任务的 108.3%！



另一方面，积极落实集团“大建材”发展战略，通过优化内部资源配置，加强质量管控，

保障金隅地产十八里店、通州土桥、科实五金、安宁庄后街 13 号院改造等项目混凝土供应，有效提升了内部协同产值。在行业层面，主动促进价格理性回归和行业健康发展。在全力开拓市场的同时，营销系统将应收账款清收作为四季度攻坚重点，完善信用管理，加大催收力度，全力压降逾期款项，筑牢资金安全防线。



决战四季度！公司各战线正全力冲刺！全体职工将继续发扬拼搏精神，紧盯目标，压实责任，全力以赴实现最好业绩，为推动公司实现更高质量、更有效率、更可持续的发展做出新的更大贡献！

