

中国材料大会 2024  
暨第二届世界材料大会  
**CMC 2024 & WMC 2024**

July 8-11, 2024  
Guangzhou, China

**C15-水泥与混凝土材料**  
**C15-Cement and Concrete Materials**

**Organized by**

Chinese Materials Research Society

Website: <https://cmc2024.scimeeting.cn>

## C15.水泥与混凝土材料

分会主席：钱春香、王冲、龙武剑、焦楚杰、文寨军、黄浩良、荣辉

最终交流类型：快闪报告

### 服役水泥基材料表面的纳米防护研究

黄崇宇\*

济南大学

水泥基材料是应用最为广泛的建筑材料，但其在自身的服役过程中也面临着耐久性破坏的挑战(例如，碳化、冻融循环、氯离子侵蚀等)。这种破坏往往是由表及里的，因次表面处理对于提高水泥混凝土耐久性是一种经济有效的方法。

本文聚焦于碳化这一常见耐久性破坏研究了不同水灰比和 SCMs 掺量下水泥基材料碳化前后正硅酸乙酯 (TEOS) 表面处理的效果，拟通过设计三种(0.35、0.45 和 0.6)水灰比和不同 SCMs(矿粉与粉煤灰)掺量来模拟不同表层孔隙状态和氢氧化钙(CH)含量的水泥基材料，为水泥基材料的表面防护和正硅酸乙酯的使用提供更好的参考意见。

最终交流类型：快闪报告

### 纳米工程化设计的导电水泥基复合材料

卢东\*

香港理工大学

导电水泥基复合材料 (ECCC) 是指以水泥浆体为基体，以导电填料作为功能添加剂，加入骨料、水和外加剂等组分制备的多相复合材料。ECCC 可开发成具有自诊断和自检测功能的水泥基压阻传感器，在混凝土基础设施的结构健康监测和交通信息检测等领域具有广阔的应用前景。本文以骨料功能化设计为切入点，通过使用纳米碳材料在骨料表面构筑导电涂层的方法，制备三种新型纳米碳涂层导电骨料。在此基础上，使用短切碳纤维 (CF) 串联导电骨料，旨在水泥基复合材料内部构筑“三维导电网络结构”，研究了基于纳米碳涂层导电骨料的 ECCC 自感知性能。研究发现，CNT/CF 涂层导电骨料完全取代天然骨料制备的混凝土，其 28-d 电阻率为  $1076 \Omega \cdot \text{cm}$ ，抗压强度较普通混凝土降低了约 18%，FCR 高达 80%。基于导电骨料-水泥界面的纳米工程化设计，大幅提升了 ECCC 的自感知性能，二元导电相构筑的“三维导电网络结构”将微裂缝起始区域（即界面过渡区）嵌入其中，使 ECCC 实现了对微裂缝的精准监测。

最终交流类型：快闪报告

### 碳汇型高性能泡沫混凝土的设计与制备研究

范定强、陆建鑫、潘智生\*

香港理工大学

全球正面临着由于大量  $\text{CO}_2$  排放引起的重大环境挑战。本研究创新地开发了一种碳汇高性能泡沫混凝土 (HPFC)，旨在最大程度上实现  $\text{CO}_2$  的封存与利用。通过将稳定的  $\text{CO}_2$  泡沫引入基于颗粒堆积理论设计的致密浆体水泥浆体中制备 HSFC。随后，采用碳化养护制度来提升 HSFC 的性能并实现  $\text{CO}_2$  封存。通过一系列微观和宏观测试，研究了 HPFC 体系内外部碳化的协同机制。结果表明，含 20%  $\text{CO}_2$  浓度的泡沫能够制备出性能优异的 HPFC，包括高强度（约为普通泡沫混凝土的两倍）、优异的耐久性和低热导率。此外， $\text{CO}_2$  泡沫还能够引发内部碳化效应，进一步增强 HPFC 的性能。同时，外部碳化也能够改善 HSFC 材料的性能。碳化养护使 HPFC 的抗压强度和显微硬度得到提高。设计的 HPFC 表现出低吸水率和高电阻率，显示出与传统混凝土相比的卓越耐久性。这是因为碳化产物能够填充基体内的微裂缝和微孔，从而提

高 HPFC 的显微硬度和耐久性。最后,开发的 HPFC 还展现出卓越的碳捕获能力,每立方米混凝土通过碳化养护封存 90 千克  $\text{CO}_2$ ,并通过  $\text{CO}_2$  泡沫捕获 1.1m<sup>3</sup> 的废气。热传导模拟表明,设计的 HPFC 具有显著的节能潜力,可将电力消耗或碳排放减少 20%。因此,这种创新的混凝土材料为推进可持续建筑实践提供了有前景的策略,最终有助于实现碳中和目标。

最终交流类型:快闪报告

### 早强无碱液体速凝剂的制备与性能研究

於成龙<sup>\*1,2</sup>、田义<sup>2,3</sup>、元强<sup>\*1,2,3</sup>、Garba Mustapha Jamaa<sup>2</sup>、陈肖杰<sup>1</sup>

1. 广西大学

2. 中南大学

3. 高速铁路建造技术国家工程研究中心

无碱速凝剂是制备喷射混凝土的核心材料之一。针对现有无碱速凝剂早强效果、适应性差以及采用有毒含氟原料等问题,本研究首先通过单一组分确定了无碱液体速凝剂的基础配比,然后基于氨基络合工艺优化速凝剂的稳定性,最终研发出一种早强无碱无氟液体速凝剂。结果表明:(1)当聚合硫酸铝、二乙醇胺、pH 调节剂 X 以及络合剂 C 的掺量分别为水泥质量的 4.5%、0.45%、0.12%和 0.12%时速凝剂的凝结时间、早期强度以及稳定性最佳;(2)较于络合剂 A、B、D,络合剂 C 在提升速凝剂溶液中铝相浓度和早期强度方面效果优越;(3)早强无碱液体速凝剂会促进  $\text{C}_3\text{A}$  反应生成大量 AFt,从而缩短凝结时间和提高早期强度;(4)AFt 覆盖在  $\text{C}_3\text{S}$  表面形成一层致密的保护膜,起到屏障作用,进而减缓了  $\text{C}_3\text{S}$  中  $\text{Ca}^{2+}$  的溶解和水份的迁移,因此抑制了  $\text{C}_3\text{S}$  的反应。

最终交流类型:快闪报告

### 固碳钢渣粉复合胶凝材料的重金属固封功能

张天宇、胡一顺、钱春香\*

东南大学

水泥窑协同处置能利用符合要求的固体废弃物生产水泥熟料可对固体废弃物无害化处置和资源化利用。然而,含重金属的固体废弃物可能使熟料中重金属含量超标并导致使用时浸出,危害环境和人身安全。针对容易浸出的六价铬,通过采用固碳钢渣粉与偏高岭土、粉煤灰协同使用对其有良好的固封效果。依靠固碳钢渣粉自身含有的  $\text{Fe}^{2+}$  或  $\text{S}^{2-}$  等还原物质能将  $\text{Cr(VI)}$  还原为  $\text{Cr(III)}$ ,且生成的水化产物单碳铝酸钙对  $\text{CrO}_4^{2-}$  的稳定固封也起一定作用,且效果好于 C-(A)-S-H 凝胶。研究结果对未来水泥窑协同处置大量含重金属固体废弃物生产硅酸盐熟料的应用具有重要意义。

最终交流类型:快闪报告

### 机器学习驱动的低碳 3D 打印混凝土多目标优化设计

耿松源\*

深圳大学

这项研究首次提出了一种基于机器学习 (ML) 算法的通用理论框架,用于多目标优化 (MOO) 设计低碳 3D 打印混凝土,以满足建筑行业的可持续发展要求。该研究侧重于在设计过程中保证材料具有良好的可打印性 (打印层高误差-HE 和打印层宽误差-WE 接近 0),同时降低碳排放和成本。通过与传统设计方法进行比较,基于智能设计方法的 3D 打印混凝土在满足可打印性要求的同时,成本降低了 44%,碳排放降低了 19%。此外,实验验证结果表明,本研究开发的模型在允许误差范围内成功实现了设计值与实验

值之间的高度一致（误差小于 10%）。这不仅具有推动 3D 打印技术在建筑行业广泛应用的潜力，还为清洁生产提供了新的可能性，有助于实现可持续发展目标。

最终交流类型：快闪报告

### 基于无机悬浮液蒸发诱导自组装构建超疏水涂层的研究

张宏亮、左晓宝\*

南京理工大学

混凝土具有良好的抗压强度，在工程建设中起着不可或缺的作用。但其多孔结构和亲水性特性导致腐蚀介质可以通过微观孔隙渗透到混凝土内部，造成混凝土侵蚀和钢筋腐蚀，从而危及建筑的完整性和功能。超疏水涂层是一种特殊表面涂层技术，这种涂层具有防水、自清洁、耐腐蚀、抗污染等方面的优势，特别适用于水泥基材料等建筑类材料，可以有效地提高混凝土结构的耐久性，有利于提高建筑设施的使用寿命。优异的超疏水性能通常是基于材料表面高比表面积的微纳结构。而自组装方法因其操作简单、高度可控和环境友好等特点，已被广泛用于在材料表面构造微纳结构。然而，现有的自组装技术普遍存在工艺复杂、成本高昂、规模化生产能力有限等问题。

本文采用二氧化硅与二氧化钛悬浮液，以蒸发诱导自组装的方式在混凝土表面构造微纳结构，实现了混凝土结构表面超疏水涂层的构建。本文利用混凝土表面未凝固的环氧树脂表面作为自组装基底，倾倒含有纳米粒子的无机悬浮液，并通过控制溶剂的蒸发速率来促进纳米粒子在环氧树脂表面进行自组装，形成有序的疏水性的微纳结构。涂层表面的扫描电子显微镜（SEM）与原子力显微镜（AFM）的观测结果证实了微纳结构的有效形成。通过调控蒸发诱导自组装的温度、湿度及悬浮液浓度配比等因素，探究在不同条件下混凝土表面蒸发诱导自组装的组装效率。实验发现，温度和湿度对组装效率具有较大影响，其中当温度为 50°C 和湿度为 70% 时组装效率较高。二氧化硅与二氧化钛宜采用 1: 1 的比例制备悬浮液。而该悬浮液以 5 mL/cm<sup>2</sup> 的用量在混凝土表面制备的涂层，其静态水接触角为 156°，滚动角低于 6°，满足接触角大于 150°，滚动角小于 10° 的超疏水定义。

最终交流类型：快闪报告

### A comparison of alkalis and acids based surface modifications of fly ash to promote controlled in situ growth of nano silica on fly ash

Saiqb Iqbal, Ganghua Pan\*

Southeast University

Although Nano SiO<sub>2</sub> (NS) is an intriguing possibility for use as a nano reinforcement in cement, one of the primary impediments to its usage is the daunting challenge of preventing its inherent tendency to agglomerate. An appealing approach may be to grow NS in situ on modified fly ash (FA) using a modified Stöber process. When modified surfaces of FA were examined after surface modification with different concentrations of phosphoric acid (PA), acetic acid (AA), sodium hydroxide, ammonium hydroxide, and ammonium fluoride, experimental results and observations demonstrated that all of the preceding acids and alkalis can remove contaminants from fly ash. However, SEM results of modified FA surfaces demonstrated that acid treatment of FA is a superior strategy to generate a more appropriate FA surface to promote in situ grown NS@FA (≤50 nm) at room temperature. Furthermore, PA has proven to be more effective for FA surface modification than AA. SEM-EDS and FTIR confirmed that the main trigger of PA's dominance is because FA surfaces modified by PA generate various functional groups of phosphoric acid, which can serve as additional nucleation sites for the formation of NS particles.

最终交流类型：快闪报告

### 自防护混凝土湿热耦合变形计算方法

杜文祥、钱春香\*

东南大学

混凝土是当今世界用量仅次于水的材料，其广泛应用于房屋建筑、道路、桥梁、隧道、地下工程等，是现代文明的重要物质基础。混凝土开裂会导致服役寿命降低、维护成本上升甚至威胁公众的生命财产安全。众所周知，约束下的变形是导致开裂的直接原因，而湿热耦合作用下的非荷载变形导致了 80% 的裂缝。因此，准确计算湿热耦合变形是裂缝防治的关键。本文提出了基于等效龄期的混凝土湿热耦合变形计算方法，开展了模拟计算与试验研究。结果表明本文方法可有效预测混凝土在不同环境条件下的湿热耦合变形，为混凝土的裂缝防治提供了理论依据。

最终交流类型：快闪报告

### 氧化石墨烯涂覆砂水泥基复合材料氯离子传输及固化机制研究

冯甘霖\*

深圳大学

氧化石墨烯（Graphene oxide, GO）作为 2D 纳米材料，凭借自身的优异特性，如 GO 比表面积大、杨氏模量高以及具有良好的纳米填充效应等，成为纳米改性水泥基复合材料领域的研究热点。然而，GO 的表面能较高，片层间存在范德华力作用，使其掺配至水泥基材料中时，易与水化产物的  $\text{Ca}^{2+}$  发生络合，从而引发团聚问题，极大限制了 GO 在水泥基复合材料中的应用。基于此，本研究采用一种基于氧化石墨烯修饰骨料（Graphene oxide modified aggregates, GO-MAs）的方法，通过化学基团改性将 GO 修饰至骨料表面，使其在搅拌过程中跟随骨料均匀分散于水泥基体中，有效避免了 GO 产生的团聚问题，同时对 GO-MAs 水泥基复合材料的抗氯离子侵蚀性能展开了相关研究。

最终交流类型：快闪报告

### 新型聚合物点对水泥基材料氯离子固化性能影响

钟安楠\*

深圳大学

由氯离子引起的钢筋腐蚀是钢筋混凝土结构耐久性退化的主要因素。然而，目前仍缺乏合适的外加剂来增强钢筋混凝土结构对氯离子引起的腐蚀的抵抗力。有鉴于此，本工作首次采用了一种具有成本效益和高分散性的新型纳米材料（即聚合物点（PDs））来增强水泥基材料的氯离子固化性能。更重要的是，该研究深入揭示了相应的机理。具体来说，基于席夫碱反应在常温下制备的 PDs 在模拟混凝土孔隙溶液中表现出优异的长期分散稳定性。在 NaCl 溶液（3 mol/L）中浸泡 14 天后，加入 0.2 wt% 的 PDs 可使硬化水泥浆的氯离子固化能力大幅提高 106%。根据对掺入 PDs 的水泥浆体的相组成和微观结构的分析，PDs 改善水泥基材料氯离子固化的机理被合理地归结为氯离子的物理吸附和化学结合的同时增强，以及氯离子在水泥基质中迁移阻力的增强。本工作引入了一种新型纳米材料，可显著促进水泥复合材料对氯化物的固定，从而有望提高钢筋混凝土结构的抗氯化物腐蚀性能。

最终交流类型：快闪报告

### 通过回收利用废橡胶颗粒实现负温下的高延性应变硬化水泥基复合材料：引气与优化缺陷分布

霍彦霖、陈智韬、杨英姿\*  
哈尔滨工业大学

应变硬化水泥基复合材料 (SHCC) 的延性在负温条件下会显著劣化, 进而影响民用基础设施的韧性和可持续性。为解决这一问题, 我们进行了初步尝试, 探索采用引气剂 (AEA) 或废橡胶颗粒削弱 SHCC 基体并增强 SHCC 延性的可能性。本文比较了在不同负温条件下加入 AEA 和橡胶颗粒 (细橡胶颗粒和粗橡胶颗粒, 简称 FR 和 CR) 对 SHCC 的新拌、物理和力学性能的影响。实验结果表明, 加入废旧橡胶颗粒的引气效果与 AEA 相似, 使 SHCC 中的空气含量约为 9%。此外, 掺入废橡胶颗粒还能显著提高 SHCC 在负温条件下的拉伸强度和延性。值得注意的是, 经 CR 改性的 SHCC 在 -60°C 时的抗拉强度高达 10.50MPa, 应变为 4.30%。橡胶颗粒的加入引入了均匀分布的球形气泡, 优化了 SHCC 基体内缺陷的大小和分布, 增强了 SHCC 的应变潜力。本研究提出了一种通过回收利用废旧橡胶颗粒的经济环保型 SHCC 配方, 并为在寒冷地区开发高韧性和可持续 SHCC 提出了一种前景广阔的方法。通过利用固体废弃物的潜力, 这项研究有助于推进耐用、弹性基础设施解决方案的发展。

最终交流类型: 快闪报告

### **Nano-surface engineering smart cement composite**

Minghui Chen\*

Harbin Institute of Technology

Unlike the conventional method of adding carbon-based conductive additives to the cement matrix to develop smart cement composites, this study proposes a more targeted and efficient method by nano-surface engineering of fine aggregates (FAg). Specifically, a simple method allows graphene oxide to be uniformly adsorbed on the FAg surface, and then graphene-coated FAg (i.e., conductive aggregate) is prepared by simple annealing and microwave treatment. Smart mortars containing conductive aggregates were found to have excellent electrical conductivity (resistivity of 960  $\Omega$ -cm), with a change in resistivity of up to about 20% under cyclic compressive loading. The use of conductive aggregates in mortars also slightly improves flowability. All of this was achieved without a significant reduction in the 28 d mechanical strength. The results of this study show the great potential of applying aggregate surface nano-engineering to develop smart cement composites for practical sensing applications.

最终交流类型: 快闪报告

### **生物聚合物辅助 EICP 技术修复混凝土性能研究**

胡凯玥\*

深圳大学

海洋环境下的混凝土修复受到多种因素的影响, 特别是水下压力和动态水流。用于水下混凝土修复的传统材料存在稀释、分散、易受流动水侵蚀和灌浆保留率差等问题。本研究以季铵化壳聚糖(HACC)、海藻酸钠(SA)、脲酶和骨料为原料, 研制了一种新型的生物聚合物基海下裂缝修复材料。研究了生物聚合物对脲酶生理生化特性及其矿化能力的影响。并对生物灌浆材料的流动性、流变特性、浆液滞留、力学性能、抗渗性能等进行了综合评价。结果表明, 优化后的生物灌浆材料具有较好的粘度和流动性。注入后迅速形成粘接密封, 48 h 注浆保留率超过 90%。修复后的混凝土抗渗性能达到 93%。利用 x 射线衍射(XRD)、傅里叶变换红外光谱(FTIR)和扫描电镜(SEM)对 HACC 和 SA 分子链进行微观结构分析, 发现 HACC 和 SA 分子链之间存在强静电相互作用。这些相互作用包裹了矿化产物和砂粒, 形成了更致密的微观结构。

最终交流类型：快闪报告

### 地暖回填用磷石膏基自流平地面材料的制备与传热性能优化

周英、刘川北\*

西南科技大学

石膏基自流平材料具有凝结硬化快、不收缩开裂、低碳环保和生物相容性好等优点，在地暖回填系统中应用广泛。然而，如何增强石膏基自流平材料的导热性能，提高地暖系统的能源利用效率是目前亟待解决的关键技术问题。本研究通过外掺氧化石墨烯（GO）来提高磷石膏基自流平材料的导热性能，并系统揭示其对磷石膏基自流平材料工作性能、力学性能、水化过程和微观结构的影响规律及作用机理。结果表明，GO 可以促进石膏颗粒溶解，二水石膏析晶以及晶体网络结构的形成过程；随 GO 掺量增加，磷石膏基自流平材料的导热性能线性增加，同时流动度降低，凝结时间缩短，力学性能先增加后降低，1.00%掺量下材料的力学性能最优，与对照组相比抗压强度提高 22.07%，导热系数提高 12.90%。

最终交流类型：快闪报告

### 石膏作为结构电池电极粘结剂的可行性研究：电化学性能与力学性能

邓劲虢、刘来宝\*、刘川北

西南科技大学

建筑结构电池给未来新能源电力调蓄和零能耗建筑发展带来了广阔前景。但目前水泥基建筑结构电池面临内阻高、能量密度低和循环稳定性差等技术瓶颈。因此，基于锂离子电池工作原理和石膏基材料特点，创新提出了石膏基水系锂离子建筑结构电池的模型架构，并通过电化学性能测试和力学性能测试，系统探究了石膏作为电极粘结剂构筑建筑结构电池的可行性及其作用机制。研究结果表明：石膏不具备电化学活性，在电极材料中主要提供机械强度，且对活性物质中锂离子的脱嵌过程没有影响，作为结构电极粘结剂完全可行；随着石膏掺量增加，电极材料的内阻增加、比容量降低，但循环稳定性良好，抗压强度提升，当控制石膏：活性物质：导电剂的质量比为 8:1:1 时，对应电极材料的比容量、内阻和抗压强度分别为 90mAh/g、189.3Ω 和 11.69MPa；进一步采用石墨烯原位包覆改性的 II 型无水石膏作为电极粘结剂，比容量基本保持不变，对应电极材料的阻抗降低 20.1%，抗压强度上升了 24.3%，表明石膏作为建筑结构电池电极粘结剂具有巨大的潜力。

最终交流类型：快闪报告

### 磷酸镁水泥耐水性能改善及其机理探究

郭金光\*

济南大学

磷酸镁水泥由氧化镁、酸性磷酸盐为原料水化形成的一种胶凝材料，水化产物主要是鸟粪石（或 K-鸟粪石），具有，凝结时间快，早期强度高，粘接强度高等优点广泛应用于混凝土修复。然而其耐水性差严重阻碍了其应用。

本实验将矿物掺合料（如偏高岭土等）、偏硅酸钠、有机疏水剂掺入到磷酸镁水泥中改善其耐水性差的问题。矿物掺合料可以填充孔隙，提高磷酸镁水泥的密实度；偏硅酸钠可以与磷酸镁水泥结合形成水合硅酸镁凝胶，填充孔隙；而有机疏水剂可以在磷酸镁水泥水化产物表面形成疏水层防止水分的侵入，提高其耐水性。

最终交流类型：邀请报告

### 基于骨料性能设计的功能混凝土

胡曙光\*

武汉理工大学

功能化是现代混凝土最重要的技术发展方向，功能混凝土是指除了混凝土材料一般的力学和耐久性外，还具有其制品和工程所需的声、光、磁、电等性能，或抵御各种复杂环境介质侵蚀和适应严苛服役条件的特性功能。在混凝土原料组成中，骨料占总重量的 70%以上，是影响混凝土性能和质量的最主要因素。本文介绍了团队近些年开展系列功能混凝土研究和应用的工作，主要技术路线是基于混凝土最大组成骨料的性能设计和制备技术研发，针对各种混凝土工程和制品的特性需求，以及功能混凝土存在功能稳定性与长效性差、功能相引入影响结构稳定等突出问题。主要创新成果：基于骨料性能设计，从功能骨料制备、混凝土功能与结构协调控制与长期稳定性，建立了功能骨料理想结构模型，开发了结构-功能一体化制备方法，开展了新型功能骨料研制，系列功能混凝土技术开发和各种工程应用。

最终交流类型：邀请报告

### 水泥基材料的流变性能测量

阎培渝\*

清华大学

混凝土泵送施工时的可泵性可通过混凝土拌合物的流变性能表征。在 3D 打印过程中，水泥基材料的变形特性和凝结硬化速率对于打印质量影响很大。调控水泥基材料的浆体结构建立过程对于混凝土 3D 打印技术来说十分重要。水泥基材料的流变性能包括静态流变性能，评价水化初期的浆体结构建立过程的特性；动态流变性能，评价水泥基材料运动过程中的变形行为；触变性：评价在剪切应力下水泥基材料浆体内部絮凝结构的破坏与恢复特性。介绍了测量水泥基材料的静态流变性能的小幅震荡剪切试验和静态屈服应力试验。介绍了测量水泥基材料的动态流变性能的同轴双圆筒流变仪和常用的测试模式和流变模型，以及新拌水泥基材料流变参数计算的库特逆问题。详细介绍了水泥基材料动态流变参数测量与计算流程。

最终交流类型：邀请报告

### 建材行业碳中和技术路径研究

鄧晓\*

中国建筑材料科学研究总院有限公司

本文明确了建材行业碳中和技术路径，对建材行业减碳技术研究和应用现状进行了综述，聚焦技术减碳，阐述了建材行业双碳数字化平台建设内容，及其对行业低碳发展的作用和意义。以水泥、玻璃和玻璃纤维为代表，明确了能效提升、替代原燃料、低碳建材和碳捕集利用等减碳技术对行业碳中和的作用，分析了各类减碳技术在碳中和进程中的动态减碳量和比例。阐述了以低碳水泥、固碳建材、全氧燃烧耦合碳捕集等前沿技术的研究和应用现状，分析了存在的问题和应对措施；特别针对建材行业数字化研发，分析了数字化手段在熟料烧成机理、工艺控制、材料性能数据库等方面的突破。在聚焦技术减碳、形成碳资产、确定碳话语权的目标下，建立了以低碳技术和低碳产品验证评价、双碳标准体系、建材碳足迹数据库为核心的双碳数字化平台。阐明了建材产品碳标签体系建设方案等。该数字化平台打破国外“数据霸权”，避免“数据卡脖子”，建立有开放性、公信力、国际互认的高质量数据库，为建材行业和企业提供减碳技术、碳资产管理和碳足迹管理服务，助力建材行业和企业低碳绿色转型。



最终交流类型：口头报告

### 高性能透水混凝土的研发与应用

焦楚杰\*

广州大学

最终交流类型：口头报告

### 人工智能赋能现代混凝土设计与性能预测 - 挑战与机遇

龙武剑\*

深圳大学

最终交流类型：口头报告

### 面向月面科研站的月壤复合材料及成形技术研究

吴浩\*

中国建筑材料科学研究总院有限公司

最终交流类型：口头报告

### 过硫磷石膏胶凝材料及其应用

孙涛\*

武汉理工大学

过硫磷石膏胶凝材料（Phosphogypsum-based Excess-Sulphate Cementitious Material, PESCM）是一种利用 40%以上磷石膏（或其他副产石膏）、矿粉和少量碱性激发剂制备的微膨胀水硬性胶凝材料。PESCM 凝结中体现出的显著区别于硅酸盐水泥强水化的弱析晶过程，使得其具备优异的渗透扩散能力；PESCM 硬化中体现出的穿透性、包覆性水化产物空间分布，使得其具备优异的固结能力。PESCM 的这些特性使得其在固结、固化诸如石膏、软弱岩土颗粒等展现出了性能优势。但 PESCM 还存在凝结硬化慢、基体水稳性差、杂质溶出水平高及抗碳化性能弱等问题，对此开展了多组分协同水化、无机盐定向改性等对 PESCM 各阶段水化产物进行稳定性调控，在人造集料、注浆加固等方向开展了制备工艺优化及工程应用的探索。

最终交流类型：口头报告

### 硅烷改性聚羧酸减水剂对 GO 在水泥基材料中的分散性及强化效果的影响

黄浩良\*

华南理工大学

最终交流类型：口头报告

### 碱激发混凝土的温度变形与开裂风险

李镇明\*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 哈尔滨工业大学（深圳）

<sup>2</sup> 广东省土木工程智能韧性结构重点实验室广东 深圳

碱激发矿渣混凝土强度高、耐久性好，但体积稳定性不足。现有文献多关注于碱激发矿渣混凝土的自收缩与干缩问题，对于其温度变形研究尚少。在混凝土结构服役过程中，材料自身水化放热以及环境温度的改变均会引起混凝土温度变形，严重的会导致混凝土开裂。为推动碱激发矿渣混凝土的结构应用，其温度变形特性与引发的开裂风险亟需被阐明。本次报告将关注密闭条件下碱激发矿渣混凝土的水化放热、热变形系数、热胀冷缩变形、力学性能发展以及限制条件下混凝土的变形应力及开裂风险，所得结果对于评定碱激发矿渣混凝土的服役性能有重要意义。本报告将介绍实测和模拟碱激发混凝土热变形系数和变形应力的方法，这些方法对普通混凝土的相关性能分析也适用，具有推广价值。

最终交流类型：口头报告

### 不同形态石膏对高贝利特硫铝酸盐水泥熟料水化的影响及其协同

任雪红、张文生\*

中国建筑材料科学研究总院有限公司

机器学习（ML）方法为高度非线性及多变量耦合复杂机理建模问题提供了有效解决方案。本研究针对水泥熟料性能测定周期长、时滞大、管控难的问题，通过收集大量水泥企业生产数据，采用基于大数据的机器学习方法，阐明了熟料组分-工艺-性能的构效关系，构建了水泥熟料性能预测模型，实现了熟料性能的有效预测，并在洛阳中联水泥、中材亨达、桂林南方、同力驻马店、嘉华特水、辽宁恒威等多个水泥企业的多条产线实施验证了熟料性能预测模型的有效性。熟料游离氧化钙含量预测误差在 0.2% 以内，3 天和 28 天强度预测误差在 2MPa 以内，初终凝结时间预测误差在 10 分钟以内，水化热预测误差在 5kJ/kg 以内。基于熟料性能的精准预测，提出了逆向反馈寻优设计优化方法，形成了集预测、评价、诊断与管控优化于一体的熟料质量智能化预测与优化提升技术，开发了水泥生产大数据智能分析与性能预测 CEM AI 系统软件。与传统试验“试错法”和经验法相比，该方法对生产实践具有直接适用性，更智能、客观、科学和有效。

最终交流类型：口头报告

### 高品质预制型无机石材的研发及其系统解决方案

徐海军\*

广州市建筑科学研究院集团有限公司

最终交流类型：口头报告

### 激发剂组成对碱激发矿渣胶凝材料微结构的影响机理

李静\*、陈东彬

广西大学

碱激发矿渣胶凝材料（AAS）的性能特点取决于其微结构，而微结构的形成取决于反应产物的数量和空间分布。为探究激发剂组成对 AAS 微结构的影响机理，本文通过原位观测、X 射线衍射、BSE 图像分析和低场核磁等测试技术研究了激发剂组成对 AAS 产物组成、产物分布和微观结构的影响规律，并分析了产物的填充效果。结果表明：激发剂中  $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等阴离子的存在有利于产物在溶液中生成，产物分布范围广，试样 WG6\_1.0、SC4SH2 和 SS4SH2 的最可几孔径尺寸较小，且分布较为集中，反应 7 天时，介孔（2~50nm）的占比分别为 99.02%、95.21% 和 85.46%；激发剂中仅存在  $\text{OH}^-$  阴离子时，反应产物趋向于在矿渣周围形成，产物分布范围窄，试样 SH6 的最可几孔径尺寸较大，为 91.9/417.2 nm，反应 7 天时，介孔的占比仅为 64.67%。对于 SH 体系，随着氧化钠含量从 4% 增至 8%，反应产物在原矿渣位置及

周围形成的现象加剧,产物孔隙填充能力显著降低,导致试样的最可几孔径由 31.3/113.6 nm 增至 218.2 nm。水玻璃模数从 0.5 增至 2.0 时,产物孔隙填充能力增强,致使试样的最可几孔径由 13.2/38.6 nm 降至 10.8 nm。

最终交流类型: 口头报告

### 高性能透水混凝土的配合比设计与性能评估

何松松\*、焦楚杰

广州大学

透水混凝土是建设海绵城市的关键材料。目前普通透水混凝土强度低,抗冻性能差,使其难以在机动车道和有抗冻需求的道路工程中应用。本研究基于颗粒堆积模型研制了抗压强度超过 160 MPa 的超高强胶凝基质,其具有较强的成膜能力,且稳定膜厚度 (SPFT) 随流动度的减小和骨料粒径的增大而增加。本研究还建立了 SPFT 与流动度的关系,进而提出了高性能透水混凝土 (HPPC) 配合比设计方法。利用该方法设计并制备出抗压强度大于 50 MPa、弯曲强度大于 7.5 MPa、透水系数大于 4 mm/s、抗冻等级达 F300 的 HPPC。本研究分析了骨料粒径和孔隙率对 HPPC 工程性能 (力学性能、透水性能和抗冻性能) 的影响规律。基于雷达图的性能评估结果表明: 骨料粒径为 2.36 ~4.75 mm、设计孔隙率为 20% 的 HPPC 工程性能优越且各项性能均衡,可供寒区道路工程参考。

最终交流类型: 口头报告

### 掺再生骨料的植生混凝土试验及应用研究

陈宏伟\*

广州大学

植生混凝土是一种集消音降噪、景观复绿、城市美化、行洪排涝、水质净化、护坡护岸等优点为一体的功能性材料。通过理论与实践相结合的方法,对植生混凝土配合比设计、护坡植被与多孔混凝土的相容适生性以及工程应用三大方面开展了一系列的研究,取得成果具体如下:

(1) 提出了较为合理的植生混凝土制备工艺,其中在搅拌工艺上采用三次投料裹石法,在成型工艺中采用人工插捣法,在养护工艺中采用标准养护室养护能使植生混凝土的成型效果以及性能达到最优。

(2) 水胶比、再生骨料取代率、设计孔隙率、掺合物粉料的种类与掺量、骨料级配是影响配合比设计的关键因素,通过探究各单一因素作用下对植生混凝土性能的影响规律,得出水胶比的合适范围为 0.24~0.26,再生骨料取代率的合适范围为 25%~50%,设计孔隙率的合适范围为 26~29%,骨料级配宜采用 16~20mm 的单一级配或 35%10~16mm+65%16~20mm 的间断级配。

(3) 利用 Origin 软件对抗压强度、连续孔隙率、透砂率等性能指标进行拟合分析,其中连续孔隙率与抗压强度的关系的拟合结果相关性最高,可用对数函数表达;连续孔隙率与透砂率的关系次之,可用指数函数表达;透砂率与抗压强度的关系拟合最差,相关性较弱,并不能用合适的方程将其表达出来。

(4) 在正交试验中,固定水胶比为 0.24,再生骨料取代率为 50%,设计孔隙率为 26%,骨料级配为 10~20mm,通过调整矿粉、增稠剂、硫酸铝钾及增强剂等外掺物掺量得到了植生混凝土的最优配合比,其中植生混凝土抗压强度为 10.8MPa,连续孔隙率为 26.9%,透砂率为 61.3%,混凝土内部孔隙环境 pH 为 10.43,满足工程性能指标和植物生长环境的要求。

(5) 分别利用 1.5%草酸、1.5%硫酸亚铁、1.5%磷酸二氢钾对植生混凝土试块进行了二次降碱处理,其中 1.5%硫酸亚铁能兼顾植生混凝土的各项性能指标,经降碱后强度仅损失 5.6%,而 pH 却能从 10.43 下降到 9.47,基本上能让大部分植物存活。

(6) 基于植物的生长需求,对种植基质进行优选,并采用暴雨模拟试验对表层基质的抗冲刷性能进行检验。结果表明,在坡度为 15°且有植被生存的情况下,表层基质最多能抵御 54 分 35 秒的暴雨冲刷;即使在坡度较陡的条件下,表层基质仍旧具有良好的抗冲刷性能。

(7) 在野外露天条件下,对草本植物(黑麦草、高羊茅、披碱草、狼尾草、草决明、香根草、四季青、柠檬草、大叶油草、马尼拉草、台湾草)和灌木植物(紫穗槐、胡枝子)进行单一种植与混播种植,根据景观效果、植株平均生长速度、绿化覆盖率、根系发展情况等植生指标,采用 NTEP 评分法对植物生长情况进行综合评价,确定大叶油草+马尼拉草作为护坡护岸的植物品种。

最终交流类型:口头报告

### 基于氯离子阻迁与固化功能的复合掺和料研究与应用

祝雯\*

华南农业大学

热电水泥基复合材料是一种可以实现热电相互转换的新型功能材料。其在城市余热利用、建筑结构健康监测和道路低能耗融雪化冰等领域具有广泛的应用前景,是智能水泥基复合材料研究与发展的重要方向之一。其中,金属氧化物水泥基复合材料由于其相当高的 Seebeck 系数、原料相对低廉、制备工艺相对简单、无毒、无污染、使用寿命长等优点受到广大研究者的关注。汇报了水泥基复合材料热电性能的研究进展与今后的发展方向,着重阐述了以过渡金属氧化物为代表的金属氧化物水泥基复合材料的性能特征与研究进展。这些研究有效地促进了热电水泥基复合材料在城市室外热量的转换收集、工业余热能量收集和长寿命结构健康监测传感器等领域的研究与发展。

最终交流类型:口头报告

### 相变储能围护结构调温性能研究

李海建\*

中国建筑材料科学研究总院有限公司

与传统保温材料通过热阻来保温的原理不同,相变储能是利用其恒温吸收/释放相变潜热的能力,来维持室内恒温状态,减小室内的温度波动性,增加室内热舒适度。借助相变储能围护结构热储存特性,可以转移能量的时空不平衡性,更大程度地利用自然能源和可再生能源,为建筑节能和电力的削峰填谷提供新的解决方案。

以相变石膏板为研究对象,针对相变石膏板的实际应用效能进行了全面的测试和数值模拟分析,结果显示,相变温度 25℃、相变潜热值为 5kJ/kg 的相变石膏板可有效提高室内舒适度,室内温度波动减少 3~5℃。通过数值模拟得出,相变石膏板搭建的试验箱和普通石膏板相比节能可达 9.8%,充分显示出相变石膏板的控温节能优势。

最终交流类型:口头报告

### 拜耳法赤泥和电解锰渣协同制备 LC3 低碳胶凝材料研究

冯庆革\*、田月晖、黄啸

广西大学资源环境与材料学院

本研究探讨了拜耳法赤泥和电解锰渣对 LC3 低碳胶凝材料的协同效应。首先对广西拜耳法赤泥、电解锰渣的理化性质进行了解析,以热处理的方式在 400-900℃下煅烧 2h 进行活性激发,并将赤泥与锰渣按比例混合后进行热处理,通过活性评价探究赤泥与锰渣之间的协同效应,确定最佳热处理温度及赤泥与锰渣的混合比例。然后,利用不同温度热处理的赤泥、锰渣及两者混合样制备了 LC3 低碳胶凝材料,研究了赤泥与锰渣的热处理温度及协同效应对 LC3 低碳胶凝材料性能的影响。而后,系统分析了固废基 LC3 低碳胶凝材料与基准水泥和石灰石煅烧粘土水泥的力学性能、水化产物、微观结构,从而探明了固废基 LC3 低碳胶凝材料的水化机理。最后,通过对水泥生产过程中的碳排放和能耗进行统计和计算,并与相同强度

等级水泥的碳排放比较,评估了 LC3 低碳胶凝材料的碳排放和环境效益。本研究利用大宗工业固废制备了 LC3 低碳胶凝材料,既促进工业固废资源化利用,又降低水泥行业的碳排放,具有十分广阔的应用前景。

最终交流类型: 口头报告

### 疏水改性泡沫混凝土的增强增韧设计

赵丕琪\*、卢烁

济南大学

近些年本征疏水理论与实践的不断发展,为泡沫混凝土服役寿命的提高提供了新的思路。然而,疏水改性会对泡沫混凝土带来不可忽略的强度劣化。如何兼顾力学性能与疏水特性是疏水改性泡沫混凝土研究的重点。本系列研究采用多种分子量的聚二甲基硅氧烷(PDMS)作为有机硅疏水剂,使用实验室自制亲水-亲油纳米二氧化硅(M-NS)作为气泡界面强化剂,使用三乙醇胺(TEA)作为水泥浆体触变改性剂。本系列研究揭示了硅油对预制泡沫消解现象的内在机制,并从泡沫耐油性增强、水泥浆体触变性强化等多个角度提出了系列解决方案,以提高疏水改性泡沫混凝土的结构强度与在制备过程中的稳定性。其中使用高精度流变仪线性粘弹测试和莉萨如曲线拟合验证了泡沫界面强化的机制,利用超景深显微镜和 Image J 分析气孔结构变化规律。研究实现泡沫混凝土吸水率与空白组相比下降 74.8%,抗折强度提升 24.2%,抗压强度维持率提高至 98.5%。

最终交流类型: 口头报告

### 超疏水混凝土的绿色制备技术——从液态疏水剂到固态粉末

项腾飞\*, 崔琳晶, 刘剑, 张舜泉, 郭明磊, 吕忠, 陈德鹏

安徽工业大学建筑工程学院

混凝土结构的开裂、剥落和腐蚀是造成建筑结构损伤的主要原因。防止这些现象发生的根本策略是减少水的渗入。课题组以仿生思想为指导,开发出系列超疏水混凝土,首先,使用含硅烷及硅氧烷的液态疏水剂作为低表面能修饰材料,利用低密度铜网构筑表面微纳结构,成功制备了具有低吸水率、高耐蚀性的超疏水混凝土。继而,又以二氧化硅为基材进行超疏水改性,开发出二氧化硅基超疏水固态粉末,可直接与水泥和砂混合制成整体超疏水混凝土。由于其存在的微纳米粗糙结构和低表面能,所制备的超疏水混凝土表面的水接触角高达 156.8°。与普通混凝土相比,其耐蚀性较普通混凝土有显著提升。此外,超疏水混凝土可以有效降低污染物与混凝土之间的附着力,增强表面对灰尘和污垢的抵抗力。以上工作对于延长混凝土使用寿命和提高耐久性具有非常高的实用价值,为当前低碳战略提供可行的思路和途径。

最终交流类型: 口头报告

### 基于阻滞水分传输的功能骨料设计及其混凝土性能研究

刘云鹏\*

武汉理工大学硅酸盐建筑材料国家重点实验室

水分在水泥混凝土内部的传输是影响其耐久性的重要因素,对钢筋混凝土结构的服役寿命有重要的影响。本研究提出了通过憎水性聚合物乳液预处理骨料,将憎水聚合物高效富集在界面过渡区,实现阻滞水分传输功能,进而提升混凝土抗渗性的设计思路。报告主要介绍了聚合物乳液预处理骨料的设计方法、对界面过渡区抗渗性能与微观结构的影响规律,以及对海工混凝土与轻骨料混凝土的性能影响规律。

最终交流类型：口头报告

### LDH 杂化自修复微胶囊的功能耦合与协同抗蚀

王信刚\*、邹府兵

南昌大学

采用 CaAl-NO<sub>2</sub> LDH 作为氯离子触发器及高效缓蚀剂杂化微胶囊囊壁，合成了一种新型的氯离子/机械力耦合触发协同抗蚀微胶囊。协同抗蚀微胶囊通过离子交换固化水泥基材料的氯离子，还释放出具有缓蚀功能的亚硝酸根离子，离子交换过程有效提升微胶囊的触发效率，研究成果在海洋、盐湖及盐碱地等严酷腐蚀环境领域具有广阔的应用前景。

最终交流类型：口头报告

### 级配复合水泥混凝土抗溶蚀性能研究

高鹏<sup>\*1, 2, 3, 4</sup>，储玉婷<sup>1</sup>，余其俊<sup>1, 2, 3, 4</sup>，詹炳根<sup>1, 2, 3, 4</sup>

1. 合肥工业大学

2. 水泥基材料低碳技术与装备教育部工程研究中心

3. 安徽省水泥基材料低碳技术工程研究中心

4. 土木工程结构与材料安徽省重点实验室

通过级配复合技术，级配复合水泥在降低熟料用量的同时，保障了硬化浆体的强度，得到了认可和应用。但针对级配复合水泥的抗溶蚀性能以及遭受溶蚀后的浆体体积变形的研究尚少。本报告基于级配复合技术提升了大掺量矿物掺合料水泥基材料的抗溶蚀性能，并揭示了其微观机理。采用三维数字图像相关法（3D-DIC）对级配复合水泥混凝土钙溶蚀引起的体积变形进行研究，揭示了钙溶蚀引起的混凝土体积变化分布规律，建立了体积变化分布与 CH 溶出量之间的关系，量化了钙溶蚀引起的混凝土内部损伤。为级配复合水泥应用于具有长期抗溶蚀性能需求的水工混凝土工程提供了有力参考。

最终交流类型：口头报告

### Breaking the dilemma between autogenous shrinkage and strength loss-Carbon nanotube sponge

钟晶\*

哈尔滨工业大学

最终交流类型：口头报告

### 颗粒改性乙基纤维素微胶囊的制备及其对水泥基材料性能的影响研究

宋子健<sup>\*1,2</sup>、黄自朗<sup>1</sup>、贾子健<sup>1</sup>、蒋林华<sup>1</sup>、储洪强<sup>1</sup>、张云升<sup>2,3</sup>

1. 河海大学

2. 兰州理工大学

3. 东南大学

开裂问题作为混凝土材料的“多发病”和“常发病”，是工程建设领域长期以来亟需解决的关键难题之一。微胶囊材料凭借其独特的核壳结构和多样的触发机制，已成为自修复混凝土领域的研究热点之一。传统的乙基纤维素微胶囊难以完全免疫水泥基材料内部潜在的高温环境，并且会引起水泥基材料的次生性能劣化。本研究利用疏水二氧化硅颗粒改性乙基纤维素微胶囊，增强微胶囊的热稳定性，降低微胶囊材料对水泥基材料流变性能的劣化，延缓和降低第二放热峰，以期提升乙基纤维素微胶囊应用的可能性。

最终交流类型：口头报告

### 微/纳尺度集料化学特性对水泥基材料流变性能的影响研究

欧阳小伟\*

广州大学

探究集料化学特性对水泥基材料流变性能的影响及其作用机理对集料的优选和性能的改善意义重大。本文选用石灰石，白云石和菱镁石为研究对象；首先，在宏观尺度采用流变仪测试了掺微集料水泥净浆的屈服应力；在微观尺度通过原子力显微镜（AFM）测试了模拟水泥浆料孔溶液中水泥颗粒和集料之间的相互作用力；在纳观尺度通过 zeta 电位仪测量了三种集料的粉末颗粒在模拟溶液中的 zeta 电位，研究了集料表面与模拟溶液中离子之间的相互作用；最后，讨论了集料表面与溶液离子之间的相互作用对集料颗粒间相互作用以及浆体屈服应力的影响。结果表明：石灰石表面对  $\text{Ca}^{2+}$  有极强的吸附作用（化学吸附），从而降低了颗粒间粘附力和水泥净浆的屈服应力；菱镁石对  $\text{Ca}^{2+}$  的吸附作用最弱而对  $\text{SO}_4^{2-}$  具有很强的吸附作用，导致其与水泥颗粒之间具有强烈的相互吸引作用，从而显著降低了水泥净浆的流动性。由于白云石对  $\text{Ca}^{2+}$  的吸附作用介于石灰石和菱镁石之前，因此其对水泥净浆流变性能的影响也介于两者之间。

最终交流类型：口头报告

### 水泥基热电复合材料及能量收集技术研究

魏剑\*

西安建筑科技大学

热电水泥基复合材料是一种可以实现热电相互转换的新型功能材料。其在城市余热利用、建筑结构健康监测和道路低能耗融雪化冰等领域具有广泛的应用前景，是智能水泥基复合材料研究与发展的重要方向之一。其中，金属氧化物水泥基复合材料由于其相当高的 Seebeck 系数、原料相对低廉、制备工艺相对简单、无毒、无污染、使用寿命长等优点受到广大研究者的关注。汇报了水泥基复合材料热电性能的研究进展与今后的发展方向，着重阐述了以过渡金属氧化物为代表的金属氧化物水泥基复合材料的性能特征与研究进展。这些研究有效地促进了热电水泥基复合材料在城市室外热量的转换收集、工业余热能量收集和长寿命结构健康监测传感器等领域的研究与发展。

最终交流类型：口头报告

### 基于多重性能要求的高性能混凝土组成设计

焦登武\*

香港城市大学

高性能混凝土不仅具有优异的力学性能，同时还需要有优异的工作性能和耐久性，以确保混凝土结构在不同环境下的可靠性。因此，在许多情况下，高性能混凝土性能会有多个指标要求。大多数混凝土组成设计方法仅针对单一性能，且只改变单一因素条件下对混凝土组成进行设计或优化，需多次试配和测试，试验工作量会非常大。另外，胶凝材料用量的确定缺乏具体的理论依据，仅通过满足流动性要求时的经验用水量和水灰比推算，容易造成胶材使用量偏大、混凝土尺寸稳定性和耐久性较差、碳排放高等问题。本研究从骨料的比表面积、饱和浆体体积以及新拌混凝土的流变参数(屈服应力和塑性黏度)等方面出发，采用单纯型重心设计法设计胶凝材料组成，找到一种胶凝材料用量适宜且同时满足混凝土工作性、强度、耐久性等多性能的混凝土设计方法，能够有效地提高混凝土的质量。

最终交流类型：口头报告

### 苯丙乳液/纳米碳酸钙对高强水泥基材料的协同增韧及抗蚀性提升机理研究

巴明芳\*、方思怡

宁波大学

为了提升滨海环境下混凝土材料抵抗物理冲刷和化学侵蚀的影响，研究了苯丙乳液和碳酸钙对改性高强水泥基体的增韧效果和抗有害离子侵蚀性能的提升作用，并对这种改性水泥基材料的早期水化热特征和协同作用机理进行深入分析。研究发现了 SAE 和  $\text{CaCO}_3$  的协同作用可以显著提升改性高强水泥基体的抗折强度和断裂能，这主要是由于 SAE 与 C-S-H 凝胶相互渗透形成的双网络凝胶结构帮助水泥基体扩散集中应力的作用；同时 SAE 和  $\text{CaCO}_3$  通过对基体孔隙结构的填充和细化作用强化了水泥基体抵御外部水分和有害离子渗透侵蚀的能力，表现为硫酸盐侵蚀后更低的力学性能损失率和氯离子渗透后急速下降的渗透系数变化。从微观机理层面分析，SAE 的掺加对水泥水化过程具有明显的抑制作用，且 SAE 更倾向于吸附包裹水泥颗粒当中的 C2S 颗粒；更重要的是，SAE 对 CH 和  $\text{CaCO}_3$  具有明显的成核促进作用，这对改性水泥基体的宏观性能提升效果起到了关键作用，但随着养护温度的进一步提升，这种成核促进作用将被明显削弱，因此改性水泥基体的制备应该避免过高的养护温度。

最终交流类型：口头报告

### 基于高速水下法的高性能混凝土抗冲磨性能综合评价

赵计辉\*、邱轩

中山大学

抗冲磨性是水工混凝土的重要性能之一，高性能/超高性能混凝土结构致密，具有优异的耐磨性能，在水工建筑物的应用前景广阔。然而，传统的水下钢球法对于高强高性能混凝土的抗冲磨性能的测试周期长、精确度低，亟需相对高效全面的评价方法。报告介绍了基于高速水下钢球法含不同掺量矿粉、粉煤灰和钢纤维高性能混凝土(HPC)的抗冲磨性能规律。利用 3D 扫描仪检测了 HPC 的表面磨损形态与体积损失。从磨损过程、磨损形态、评价指标与试验效率等方面对高性能的抗冲磨性能进行了综合评价分析。试验结果表明，高速法的试验效率是传统水下法的 5.6~14.5 倍，得到了更准确的评价结果。磨损率是较质量损失更准确的评价指标。体积损失适用于评价含钢纤维 HPC 的抗冲磨性能。当矿粉与粉煤灰分别取代 30%水泥时，孔隙率从 7.53%分别增加到 8.75%和 9.42%，磨损率分别提高 35.4%和 70.4%。钢纤维在磨损过程中逐渐脱落，增大了 HPC 的磨损损失。

最终交流类型：口头报告

### 基于粉煤灰漂珠功能化设计的自增强水泥基材料研究

吕乐阳\*

深圳大学

最终交流类型：口头报告

### 激发剂类型对脱硫石膏-碱矿渣隧道防火涂料抗风振性能的影响

黄圣鑫<sup>1</sup>、赵晓雯<sup>1</sup>、陈宗燕<sup>2</sup>、梁咏宁<sup>1</sup>、季韬\*<sup>1</sup>

1. 福州大学

2. 福州左海建设投资有限公司



隧道的风吸和振动作用易使防火涂料脱落,脱硫石膏-碱矿渣隧道防火涂料(OGAC)抗风振性能的研究至关重要。本文固定碱当量为 4%,碱矿渣水泥掺量为 20%,研究激发剂类型(CaO+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Ca(OH)<sub>2</sub>+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、CaO+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、Ca(OH)<sub>2</sub>+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NaOH,对应的 OGAC 分别为 CNC、CHNC、CNS、CHNS 和 NH)对 OGAC 抗压强度、黏结强度和抗风振性能的影响,并通过 SEM、MIP、TG 和 XRD 定量分析等揭示其机理。研究表明:风振前后的黏结强度均为 CHNC>CNC>NH>CNS>CHNS。当 Ca(OH)<sub>2</sub>+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 为激发剂时,OGAC 的 C-(A)-S-H 凝胶数量最多(11.2%)、晶胶比最小(7.93)、大孔(>100 nm)数量最少(24.8%)、风振前/后黏结强度最大(0.47 MPa/0.33 MPa),其抗风振性能最优。

最终交流类型:口头报告

### 利用原位 CT 技术对水泥与混凝土材料的微观结构演变的表征

吴永宝\*

微旷科技(苏州)有限公司

水泥和混凝土材料是现代建筑和基础设施工程中的关键材料,其性能和微观结构演变对结构安全和耐久性具有重要影响。本研究利用高分辨率 X 射线原位 CT 成像技术,对水泥和混凝土材料三维无损表征进行了系统研究。通过突破原位环境与 CT 耦合技术,实现了水泥、混凝土材料等材料原位表征。研究表明,高性能原位 X 射线 CT 技术能够实时监测水泥和混凝土材料内部孔隙、裂纹和微结构的演变,为材料的应用提供了重要数据支持。具体应用案例包括混凝土的裂纹扩展行为和水泥在复杂应力条件下的微观结构变化。通过这些研究,揭示了水泥和混凝土材料在服役条件下的微观结构变化规律,并提供了关键数据支持。

最终交流类型:口头报告

### 全固废超细粉胶凝材料及其混凝土性能研究

黄啸\*<sup>1</sup>、王应富<sup>2</sup>、冯庆革<sup>1</sup>

1. 广西大学

2. 桂林理工大学

随着“双碳”理念的提出,建筑行业在大力寻求水泥的替代品,以减少碳排放。钢渣、矿渣和磷石膏是目前堆存量较大的工业固体废弃物,用于制备全固废胶凝材料替代传统水泥不仅实现了工业固体废弃物的有效利用,还有减少对环境的污染。然而矿渣、钢渣和磷石膏本身活性低,需对其进行活化处理。本研究通过超细粉磨对原材料进行处理,探究了原材料的粉磨性能,探讨了材料细度和占比对矿渣-钢渣-磷石膏胶凝体系凝结时间和抗压强度的影响,表征了矿渣-钢渣-磷石膏胶凝体系的水化性能以及微观结构演变过程,综合评价了全固废超细水泥混凝土的力学性能及耐久性能,开发了一种高强高耐久性的全固废超细粉胶凝材料。

最终交流类型:口头报告

### 矿渣硫铝酸盐水泥设计与性能分析

李辉\*

河北工业大学

最终交流类型:口头报告

**纳米氮化碳改性水泥基材料的污染物净化功效及稳定性提升机制**杨宇\*<sup>1</sup>, 严政<sup>1</sup>, 季韬<sup>2</sup>

1 福建理工大学土木工程学院

2 福州大学土木工程学院

水泥基材料负载光催化剂实现雨水径流污染治理与空气污染净化,是水泥基路面材料的重要发展方向之一。无黏结剂负载方法可克服传统黏结剂复合方法中光催化剂被屏蔽的弊端,最大限度发挥光催化剂的净化效能,但路用环境中的光催化剂负载稳定性难以保证。本文提出碱处理纳米氮化碳溶胶成膜的负载策略,实现纳米氮化碳在水泥基材料表面的稳定负载。研究结果表明:负载纳米氮化碳水泥试样的可见光催化降解罗丹明 B 的效率随氢氧化钠处理浓度的增加而先增大后减小;模拟雨水冲刷作用下的纳米氮化碳负载稳定性随氢氧化钠处理浓度的增加而先提升后降低;当氢氧化钠处理浓度为 0.2 M 时,纳米氮化碳的负载稳定性最优(96.5%),是对照组(氢氧化钠浓度为 0 M)的 46 倍。这一方面归因于胶体化的纳米氮化碳可在水泥基体表面形成均匀分布的膜状微结构,另一方面归因于纳米氮化碳表面的羟基官能团可与水化硅酸钙中的钙离子形成配位键合;共同作用,实现纳米氮化碳在水泥基体表面的无黏结剂稳定负载。

最终交流类型: 口头报告

**Effects of volume proportion and surface area of aggregate on chloride diffusivity of microstructurally designed concrete**Yiqun Guo<sup>1,2</sup>, Jiahao Li<sup>2</sup>, Tongsheng Zhang\*<sup>2</sup>, Jiangxiong Wei<sup>2</sup>, Qijun Yu<sup>2</sup>

1. Guangzhou University

2. South China University of Technology

Increasing the aggregate proportion usually reduce the chloride diffusivity of concrete, but may also increase the chloride diffusivity as more interfacial transition zone (ITZ) is introduced with increased surface area of aggregate. Since both packing density and surface area of aggregate varied simultaneously with its particle size distribution (PSD), effects of volume proportion and surface area of aggregate on the chloride diffusivity of concrete has not been clarified separately yet. In the present study, we established a database containing over 500,000 aggregate PSDs and their corresponding packing density and specific surface area using the Compressible Packing Model (CPM) and photogrammetric 3D reconstruction. By individually controlling target volume proportion or surface area of aggregate, effects of aggregate volume proportion and surface area on the mechanical properties and chloride diffusivity of concrete were evaluated. Then an empirical equation, in consideration of aggregate size-dependent ITZ thickness the tortuosity, was proposed to describe the relationship between chloride diffusion coefficient and aggregate proportion and surface area, and a strategy for aggregate PSD optimization was provided to meet chloride diffusivity requirement, which offer an approach for enhancing the chloride resistance of concrete.

最终交流类型: 口头报告

**全固废早强混凝土的制备及性能表征**

闫长旺\*

内蒙古工业大学

The rapid development of urbanization and infrastructure construction has significantly increased the demand for cement, exacerbating the consumption of natural resources and environmental pollution. At the same time, the utilization rate of bulk industrial solid waste is insufficient, and its accumulation is growing year by year, causing

severe damage to the natural environment. This paper uses coal gangue, desulfurization gypsum, and calcium carbide slag as raw materials to completely replace cement raw materials. Through phase reconstruction technology, all solid waste based cementitious materials are prepared. Based on this, the preparation and performance evolution of solid waste-based concrete are studied. Experimental methods such as X-ray diffraction (XRD), thermogravimetric differential scanning calorimetry (TG-DSC), filtered iterative reconstruction technique (FTIR), scanning electron microscope (SEM), nuclear magnetic resonance (NMR), and mechanical property tests are used to study the hydration products, pore structure, and mechanical performance evolution of solid waste-based concrete. The results show that a large amount of hydration products AFt and AH3 appear in the solid waste-based concrete at 6 h, and as the hydration age increases, AFt gradually develops from fine acicular to columnar forms. With the increase in age, under the generation and filling of hydration products, the number of less harmful and harmful pores in the solid waste-based concrete decreases, and the porosity decreases from 3.4% at 6 h to 2.6% at 28 d. The compressive strength of the solid waste-based concrete is 35 MPa at 6h, reaching 63.8% of that at 28 days, showing excellent early strength and rapid hardening performance.

最终交流类型：口头报告

### 低碳高延性碱激发混凝土研发与应用

李发平\*

武汉大学

随着“双碳”目标的提出，期望建筑材具备绿色环保、强度高、韧性好、耐久性好、裂缝少等特征，本文研发了一种绿色低碳、刚柔并济、耐久性好的高延性碱激发混凝土。研发的低碳高延性碱激发混凝土具有以下优异特征：极限拉伸应变为 7~10%，抗拉强度为 4~6MPa，抗压强度为 50~70MPa，平均裂缝宽度为 30~50um。最终将研发的低碳高延性碱激发混凝土成功应用于武汉市某桥梁湿接缝处。

最终交流类型：口头报告

### CaCO<sub>3</sub> 和 CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 对 C3A 氯离子固化性能的影响及机理

郭明磊\*

安徽工业大学

在 C3A-CaCO<sub>3</sub>/CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-CaSO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O 两个体系中，CaCO<sub>3</sub> 和 CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 都能与 C3A 水化生成氯离子固化能力弱于单硫型硫铝酸钙的碳铝酸钙水化物，及促进无化学结合氯离子能力的钙矾石生成，降低了 C3A 氯离子固化能力。CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 发生了去白云石化反应，有水滑石生成，释放的 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>抑制了氯离子固化，使得 CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 降低 C3A 氯离子固化能力作用较 CaCO<sub>3</sub> 明显。

最终交流类型：口头报告

### 生物诱导固碳固渣成岩增效机制

王瑞兴\*、卞思源、姚诚、袁安吉

东南大学

镁渣是工业镁提炼主要废弃物，其主要成分以  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S 为主，水化活性较弱，具备固碳潜力，但其碳化程度、碳化速率和碳化胶结能力尚有较大提升空间。本文通过固碳微生物、生物质灰、生物有机质等生物诱导的方式，探究了生物激发镁渣碳化活性的增效作用机制，实现常温常压下固碳固渣成岩。

最终交流类型：口头报告

### 水泥低碳关键技术研究与应用

叶家元\*

中国建筑材料科学研究总院有限公司

最终交流类型：口头报告

### 本征自感知混凝土及其智能基础设施

韩宝国\*

大连理工大学

基础设施会缓慢老化并逐渐劣化，其劣化从材料层面开始，在早期阶段感知材料性能的劣化便可在基础设施发生重大损坏前进行维护，从而提升其安全性、寿命与韧性，同时减少基础设施建设和使用所产生的环境足迹（特别是碳足迹）。因此，材料性能的本征自感知对于发展具有数字化特征的智能基础设施至关重要。混凝土是应用最广泛的工程材料，但其主要作为结构材料使用，并不具有本征自感知性能。复合导电或半导体填料可使混凝土具备感知自身应变、应力或损伤(包括裂纹和疲劳等) 的能力，同时还可提升其力学和耐久性。本征自感知混凝土的出现为发展智能基础设施进而实现其原位监测奠定了材料基础。本报告将系统介绍本征自感知混凝土的组成与制备、测试与表征、性能与调控、机理与模型，及其在智能基础设施应用等方面的研究进展，及现今存在的挑战和未来发展策略。

最终交流类型：邀请报告

### 自防护水泥基材料制备及工程应用技术

钱春香\*

东南大学材料科学与工程学院

自防护水泥基材料指不需要附加涂层、粘贴层，仅通过复合功能组元实现自修复、自保温、自装饰、自清洁、自防水、抗渗、抗侵蚀等功能的水泥基复合材料。报告将介绍基于微生物矿化的水泥基材料裂缝自修复、表层自强化，以及针对内源、外源污染物自清洁的理论和技術。