



# 保障混凝土材料高耐久 护航重大工程长寿命

——记绿色建筑材料国家重点实验室王玲教授及其团队

吴洁

作为一种应用最成功、范围最广、体量最大的建筑材料，混凝土材料与经济社会的快速发展密切相关，已成为人类社会文明的缩影与注脚。

混凝土的耐久性直接关系到建筑物的服役寿命和安全。国内外由于混凝土耐久性破坏而造成的结构损毁屡见不鲜。据统计，美国混凝土基础工程的总价约为6万亿美元，但每年用于维修和重建的费用高达3000亿美元。在我国也同样存在这样的问题，混凝土路面受冻融及除冰盐侵蚀双重破坏导致损毁现象严重，媒体曾报道我国北方某国际机场停机坪使用仅数年，混凝土道面已多处出现坑蚀剥落破坏，飞机正常的起降受到严重

影响。北京市市政工程设计院对北京城区的混凝土立交桥进行普查发现，建设较早的立交桥由于除冰盐中的氯离子侵蚀已出现严重的钢筋锈蚀及混凝土剥落膨胀。因此，混凝土耐久性能的基础研究与提升关键技术已成为当今混凝土研究中最受关注的。

作为绿色建筑材料国家重点实验室的学科带头人，王玲教授及其团队采用国际上材料寿命评价与预测的前瞻性和前沿性技术，围绕耐久性应用基础研究的目标，结合重大工程应用背景，探索材料组成、结构与性能之间的关系，获得了材料长寿命、工程高耐久的成套制备关键技术，在青藏铁路、京沪高铁等国家重大工程中得

到了成功应用。

## 突破关键材料及技术 实现重大工程高安全

材料技术的突破对各行业瓶颈问题的解决都有着不可磨灭的贡献，对于高耐久混凝土来讲也是如此。近20年来，王玲教授带领团队自主研发关键新材料，并推广应用到铁路、公路、煤炭建井及桥梁等行业，集中解决混凝土早期开裂控制和长期耐久的难题，满足重大工程需求。

她和团队通过长期研究，围绕“工程碱-骨料反应破坏检测方法和程序”、“京津塘地区安全骨料矿山的建立”、“高性能混凝土的综合研究和应用”、“中等强度等级高性能混凝土配制技术”、“高强增韧水泥混凝土路面材料制备技术”等取得了具有国际先进水平的创新成果，获得国家科技进步二等奖1项、建材行业科技进步二等奖1项。主持研究开发的聚氨基羧酸盐类减水剂和新型三聚氰胺减水剂属于环保、高性价比新品种化学外加剂，

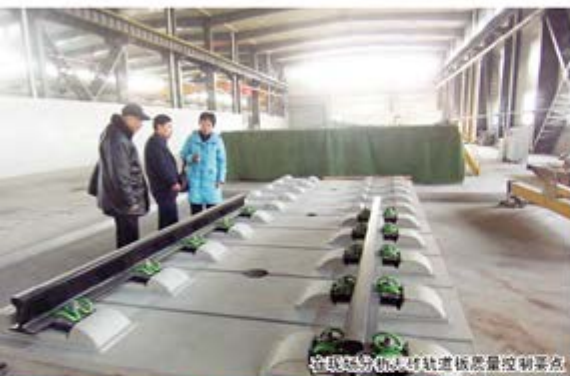
成果获得中国建材联合会科技进步三等奖。围绕高性能混凝土开发的系列新材料和新技术在青藏铁路 AAR 耐久性评定、南水北调 PCCP 管、高速铁路无砟轨道板、国内近 20 个深井煤矿建设等国家重点工程上应用，近 10 年签订有近 100 份技术合同，直接技术合同额累计超过 2000 万元。

### 1. 准确评价关键材料碱活性，科学判断青藏铁路安全性

由于青藏铁路工程在施工沿线选用砂、石，就不可避免地会接触到具有潜在碱活性的骨料，虽然工程建设方也采取了一些抑制碱-骨料反应的措施，但这些措施的效果如何，缺乏相应的判断依据。如果无效，则可能发生混凝土“癌症”，引起整个混凝土结构的破坏。因此，准确鉴别已经使用的砂、石骨料的碱活性程度，并科学判断采取的抑制措施是否可靠，就成为整个工程是否合格的关键点，也是两大世界性难题。

受青藏铁路总指挥部委托，王玲教授带领团队成员冒着高原缺氧、严寒和强烈紫外线照射的危险，采集了从格尔木到拉萨青藏铁路建设使用的全部 79 个骨料样





在武汉综合试验段进行无砟轨道板质量检测



在武汉综合试验段进行无砟轨道板生产

本，依据自行完成的《青藏铁路混凝土掺合料抑制碱-硅酸反应效能评估方法》，准确完成了青藏铁路骨料碱活性普查工作，证实了青藏铁路所用骨料中并不存在高活性成分。且青藏铁路工程采取的掺合料抑制碱-骨料反应的措施是有效的，工程上不存在发生高活性碱-骨料反应破坏的可能性。

### 2. 消化吸收再创新，引领高速铁路技术突破

高速铁路的建设为国家拉动内需、刺激经济、增加就业做出了重要贡献。在高速铁路的建设中无砟轨道技术是一项非常重要的保障。列车在无砟轨道上行驶具有速度更快、更平稳的优点。京津客运的建设中专门引进了德国博格公司的无砟轨道技术，该技术采用超细水泥

方案配制混凝土，以满足早期强度要求，但实际存在价格高、潜在供应不足等问题，大大影响了高速铁路的建设计划。

受铁道部科技司委托，王玲教授利用普硅水泥代替超细水泥，自主研发了配套材料早强型聚羧酸盐高性能减水剂和早强型矿物掺合料，解决了混凝土16小时脱模强度不小于48兆帕这个难题。各项指标不但满足德国博格板技术要求，且成本最低降低30%，因此，具有显著的技术、经济效益和良好的市场竞争力，也在武汉综合试验段和京沪高铁上得到了成功应用。该技术获得发明专利4项，获得2010年神华杯第二届中央企业青年创新奖。

## 围绕协同腐蚀环境 开展劣化基础研究

混凝土的应用环境从来都不是“单纯”和单一的，始终受到力与环境的综合腐蚀。但目前混凝土劣化问题的研究往往是针对单一的工程技术条件，而试验研究和实践均表明，单一条件下得到的研究结果与实际存在很大的差异，这是由于综合腐蚀的协同作用使得混凝土的劣化机理更为复杂，因此，对混凝土的耐久性也必然要有更高的要求。

王玲教授以国家973重大基础研究计划为支撑，在多因素协同作用下混凝土耐久性基础理论研究方面取得重大突破，提出了多因素耦合作用下评价混凝土损伤的设备和新方法，发现了协同作用下材料失效规律，并取得相关专利10项，并获得了以RILEM为代表的国际组织的高度认同。

RILEM（国际材料与结构研究实验联合会）是国际著名学术组织，以建立先进试验方法标准为特色。考虑到团队近10年坚实的研究基础，2011年9月RILEM组织第一次批准由中国人组织成立TC 246-TDC（环境因素与力学因素协同作用下混凝土耐久性试验方法）技术委员会，王玲教授任秘书。该技术委员会的目标是提出应力与氯离子渗透等相互协同作用下的混凝土耐久性能

评价国际试验方法标准。目前 TC 246-TDC 已经运行 3 年，有来自全球 6 大洲 15 个实验室的 36 位著名科学家共同工作，该技术委员会以高效工作获得 RILEM 好评。

## 引领技术革新方向 把牢外加剂行业制高点

一流企业做标准，二流企业做品牌，三流企业做产品，对于混凝土外加剂行业来说也是如此。在涉猎外加剂的 20 年来，王玲教授正是秉持这样的理念，将一个在混凝土中掺量很小、看起来可有可无的行业做得风生水起，引导了中国几代外加剂的技术进步与快速发展。

以掺量不超过 5% 的份额撬动了混凝土实现高耐久、长寿命的制约瓶颈，实现了“清水”技术，实现了“自密实”技术，实现了现代混凝土技术在重大工程中的广泛应用，这就是外加剂对整个混凝土领域的贡献。

主持和主要参加了 10 项混凝土外加剂标准，其中国家标准 5 项，行业标准 5 项，基本覆盖了所有外加剂剂种。这就是王玲教授及其团队对整个外加剂行业的贡献。

以创新技术引领混凝土外加剂标准体系，主导外加剂产品质量控制、生产和应用规程，为完善混凝土外加剂标准体系做出显著贡献，是王玲教授及其团队一直秉持的发展理念。❤



王玲教授参加 RILEM TC 246-TDC 第五次工作会议

### ◎王玲教授业绩简介◎

王玲，国家绿色建筑重点实验室混凝土耐久性研究学术带头人，中国建筑材料科学研究总院教授级高工，硕士研究生导师，2012 年获政府特殊津贴。兼任中国建材联合会混凝土外加剂分会秘书长、中国土木工程学会混凝土质量专业委员会副主任委员、中国土木工程学会混凝土耐久性专业委员会副主任委员、国家认监委强制性产品认证技术专家组专家、全国混凝土标准化技术委员会副秘书长。

1993 年至今，王玲教授完成了包括国家级科研项目 12 项（课题），发表论文 70 多篇，专著 5 本，获得授权专利 15 项，完成标准 10 项。荣获中国硅酸盐学会第六届青年科技奖、吴中伟青年科技奖、中国建材联合会科技进步奖 2 项、第二届中央企业青年创新奖 1 项、中国建筑材料集团有限公司劳动模范和优秀党员。❤