

Trade Journal for the Autoclaved Aerated Concrete Industry

45TH CHINESE AERATED CONCRETE CONFERENCE

Synergize & Upgrade: Smart AAC, Smart Future

WHERE THE GLOBAL AAC COMMUNITY CONNECTS

The China Aerated Concrete Association warmly invites you to the 45th Chinese Aerated Concrete Conference – the premier event for autoclaved aerated concrete professionals. Join industry leaders, technical experts, equipment suppliers and end-users from across the entire value chain to shape a smarter, greener and more profitable future for AAC.

WHY ATTEND?

- **Gain strategic insight**——Keynote reports covering the full upstream and downstream chain, policy impacts and data-driven market forecasts to support your business decisions.
- **Explore innovation**——Dedicated launch sessions for new AAC products and technologies, with real-world application cases and hands-on experience shared by pioneers.
- **Expand your network**——The AAC Industry Development Forum offers deep-dive discussions on intelligent upgrading, low-carbon development, quality enhancement and supply chain collaboration.
- **See technology in action**——A technical tour to an advanced AAC production line showcasing smart manufacturing management and standardized operations.
- **Discover cutting-edge solutions**——A concurrent exhibition of new products, intelligent equipment, green technologies and integrated solutions.

SECURE YOUR PLACE TODAY AND BE PART OF THE SMART FUTURE OF AAC

CONTACT

Amelie Wei

+86 187 5330 1005 / +86 10-57811223

✉ international@cnaac.cn



紧盯目标



总编：
Michael von Ahlen

鉴于近年来诸多经济和社会政治挑战，持续追求长期商业目标并非总是易事。然而，这正是至关重要的无论相关组织是大型企业、中型企业，还是像我们这样的小型专业出版社。

这篇社论的标题乍看之下或许有些熟悉，但其传达的信息在今天比以往任何时候都更具现实意义。公司必须持续关注其市场及更广泛全球环境的发展动态，同时保持以灵活性和前瞻性做出响应的能力。唯有如此，方能抓住机遇并及时识别风险。

作为一家专业出版社，并以服务于混凝土生产行业的会展业务为第二大支柱，我们的目标是在早期阶段识别行业趋势，并持续使我们的产品与服务与客户和市场的需求保持一致。同时，我们相对较小的规模使我们能够迅速、灵活且高效地采取行动。

随着 ICCX Türkiye 在伊斯坦布尔的成功启动，我们再次证明，即使在充满挑战的时期，新项目不仅能够

被规划，而且能够成功实施。

在今年5月举办的首届2026年 ICCX Türkiye 上，蒸压加气混凝土行业得到了强有力的参与，众多土耳其制造商与国际工厂供应商、技术提供商及其他行业伙伴一同参展。关于该活动的详细报道请参见第XX页。

在此背景下，我们还想特别提请关注第八届 ICAAC（国际蒸压加气混凝土会议），该会议将于2027年9月1日至3日在伊斯坦布尔举行，并将由欧洲蒸压加气混凝土协会（EAACA）赞助支持。《AAC Worldwide》将负责该活动的组织工作。

我们的目标始终不变：为国际加气混凝土行业提供一个有价值的信息共享、建立联系和专业交流的平台。我们将继续以极大的投入、热情和动力追求这一目标。

此致，

Michael von Ahlen



EAACA

第70届执行委员会会议



我们 选出的 董事会



6



Torsten Schoch
总裁



Piotr Dauksza
副总裁



Robert Turksi
秘书长

应用 & 施工

改性加气混凝土在楼板隔声中的创新应用

USI浮筑楼板隔声保温系统

51

基于Eurocode 8和DIN 4149的设计建议

砌体建筑的平面规则性与抗震设计

56

项目

CSR Corporate Headquarters, North Ryde BC NSW,

Australia

51

Parkline Kent Town: 重新定义高端公寓生活

62



35



62

EAACA 领导层变更

在德国波茨坦举行的 EAACA 第 70 届执行委员会会议上，重点明确地放在了欧洲加气混凝土行业的战略优先事项上。讨论涉及了未来面临的一些关键挑战和机遇：更严格的欧盟可持续性要求、强制性全生命周期碳排放报告、修订后的《建筑产品法规》、数字化产品信息、循环经济、再碳化，以及加气混凝土在气候中和建筑中的作用。

一个中心议题是 EAACA 技术和政治工作的进一步发展。这包括净零路线图的更新、关于加气混凝土再碳化的新报告、即将出版的关于加气混凝土性能值的技术手册，以及 EAACA 在欧洲标准化和政策讨论中的持续参与。

会议还介绍并讨论了 EAACA LCA 工具，这是一个用于计算墙体结构二氧化碳足迹的网络应用程序。该工具即将在 EAACA 网站上向所有人免费提供。

会议还强调，加气混凝土已为可持续建筑的下一个阶段做好了充分准备：作为一种矿物、耐久、节能且可回收的建筑材料，具有经过验证的性能，并对全生命周期碳评估做出明确贡献。

会议的另一个重要部分是筹备第八届 ICAAC（国际蒸压加气混凝土会议），该会议将于 2027 年 9 月 1 日至 3 日在土耳其伊斯坦布尔举行这是加气混凝土领域科学、产业和创新方面的重要国际平台。

在其致敬词中，Torsten Schoch 衷心感谢 Robert Turski 六年来作为 EAACA 主席的尽职服务，以及他对欧洲加气混凝土行业的坚定个人投入。在他的主席任期内，EAACA 在布鲁塞尔的声音得到加强，并推动了可持续性、循环经济、全生命周期 LCA 以及加气混凝土再碳化的认

波茨坦会议还以 EAACA 领导层的重要变更为标志：

- Torsten Schoch
当选为 EAACA 新任主席。
- Piotr Dauksza
当选为 EAACA 新任副主席。
- Robert Turski
当选为 EAACA 新任秘书长。

可等关键议题。

“未来几年对我们行业将是决定性的。EAACA 将使加气混凝土的环境性能变得可见，捍卫技术中立和基于全生命周期的法规，并为我们的成员提供实用工具。与此同时，我们必须重新聚焦于加气混凝土的真正优势：资源效率、简便加工、住宅建筑的整体式解决方案、舒适的室内气候，以及作为 100% 可回收矿物建筑材料的循环性。” Torsten Schoch，EAACA 主席

EAACA 的下一篇章现在开始带着延续性、新的活力以及对欧洲蒸压加气混凝土未来的明确承诺。 ●

EAACA

第70届执行委员会会议



我们
选出的
董事会



Torsten Schoch
总裁



Piotr Dauksza
副总裁



Robert Turksi
秘书长

ICAAC 2027

**save
the date**

**8th International Conference
on Autoclaved Aerated Concrete**

**Istanbul
Republic of Türkiye**

01. - 03. September 2027



2026年 ICCX Türkiye 在 伊斯坦布尔成功首秀

2026年5月13日至14日，首届 ICCX Türkiye 在伊斯坦布尔的 Renaissance Polat 酒店举行，国际 ICCX 会议系列成功拓展至土耳其。首届国际混凝土会议暨展览会受到了混凝土、预制混凝土及加气混凝土行业的热烈欢迎，并在首年即确立为该地区建筑和混凝土行业的重要行业盛会。来自 30 多个国家的近 550 名参会者和超过 60 家参展企业利用此次活动进行了专业交流、建立联系，并讨论了行业当前的挑战与未来前景。



ICCX Türkiye 的组织者、ad-media Verlag 董事总经理 Holger Karutz 博士在2026年 ICCX Türkiye 开幕式上致欢迎辞。他欢迎了国际来宾，并强调了该活动作为混凝土行业知识转移、创新和交流的关键平台的作用

ICCX Türkiye 将高水平会议议程与大型贸易展览相结合，汇集了来自土耳其、欧洲、中东和中亚的混凝土、预制混凝土和加气混凝土制造商、建筑公司、工程师、科学家、设计师和技术提供商。该活动在举办前就已引起相当关注，因为土耳其建筑行业目前是该地区最具活力的增长市场之一。特别是近年来严重地震后的重建工

作，以及对可持续和高效建筑方法日益增长的要求，正推动对加气混凝土等现代建筑技术的大量投资。

聚焦未来技术和地震安全的技术会议

为期两天的会议议程围绕预制混凝土建筑、混凝土技术、加气混凝土等高度可持续建材、自动化和抗震建筑领域的当前发展展开。国际和地区专家展示了应对现代建筑项目挑战的实用解决方案和创新技术。甚至在活动筹备阶段，“抗震建筑”这一主题就已被确定为核心焦点。

除了围绕“地震区预制混凝土构件建筑”这一主题进行的多项非常有趣的演讲之外，还有一个完整的环节专门讨论蒸压加气混凝土这种建筑材料。在此环节中，加气混凝土在抗震建筑中的优势同样得到了强调。

2026 年 ICCX Türkiye 得到了土耳其蒸压加气混凝土协会等机构的支持，该协会由其主席 Fethi Hinginar 领导。通过此举，该协会强调了本次会议和展览对于进一步发展蒸压加气混凝土建筑方法的重要意义。协会明确欢迎本次活动注重实践的特点和跨学科交流，并认可了 ICCX Türkiye 为规划师、工程师、蒸压加气混凝土制造商和投资者所带来的附加价值。



Robert Turski 代表 EAACA 发表了关于未来建筑行业挑战与机遇以及蒸压加气混凝土优势的主旨演讲



通过内容丰富的专业演讲和研讨会，会议为参会者提供了宝贵的见解和日常专业工作所需的实用知识



2026年 ICCX Türkiye 现场印象

作为行业核心交流场所的国际贸易展览

与大会同期，众多国际和地区公司在大型贸易展览中展示了其产品、技术和服务的广泛内容。大部分展位在活动前很久就已分配完毕，因此展览还扩充了额外空间。总计有来自多个国家的 60 多家公司参加了首届 ICCX Türkiye，其中包括超过 10 家与加气混凝土行业相关的展商。

展览涵盖了面向混凝土、预制混凝土和加气混凝土行业的广泛的现代解决方案。参观者尤其称赞了技术讨论的高质量以及理论与实际应用之间的直接联系。

许多展商报告称，与来自土耳其和周边市场的决策者、设计师和制造商进行了深入讨论。参会者认为贸易会议与实践导向型展览的组合特别有价值，因为它促进了研究、技术开发和工业应用之间的直接交流。

伊斯坦布尔作为国际交流的理想地点

伊斯坦布尔是被有意选为连接欧亚的举办地，在国际建筑和混凝土行业中扮演着核心角色。该城市优越的国际交通便利性以及土耳其建筑市场的高度活力，极大地促进了该活动的国际化聚焦。



土耳其在基础设施项目、大型住宅建设和地震影响地区重建方面的巨大投入，使其被视为混凝土行业最重要的增长市场之一。与此同时，脱碳、资源节约型生产和可持续建筑材料等议题也日益重要。2026 年 ICCX Türkiye 为此提供了一个国际化的知识交流和业务拓展平台。

业界的积极反馈

参展商和参观者均对首届 2026 年 ICCX Türkiye 给予了极为积极的评价。专业演讲的高水平、参会者的国际组成、专业的组织工作以及活动的实践导向尤其受到

称赞。许多参会者将 ICCX Türkiye 描述为该地区混凝土 / 加气混凝土行业重要的新交流平台，以及土耳其建筑行业贸易活动的宝贵补充。

与 fib- 国际结构混凝土联合会、土耳其预制混凝土联合会和土耳其蒸压加气混凝土协会等国际协会和行业伙伴的合作，也突显了本次活动的专业重要性。

2026 年 ICCX Türkiye 的主要赞助商对会议的组织和技術意义均做出了重大贡献。铂金赞助商是土耳其建筑化学品制造商 Lyksor。黄金赞助商是土耳其公司 Liya（混

在2026年 ICCX Türkiye 之际，代表 EAACA 的 Robert Turski 与代表伊斯坦布尔技术大学的 Prof. Alper Ilki 签署了一项协议，指定该大学为将于2027年同样在伊斯坦布尔举行的第八届国际蒸压加气混凝土会议的科学合作伙伴

→ www.icaac2027.com



凝土行业测试和测量技术供应商) 和中国江苏泰杨智能装备有限公司。中国科达 Suremaker 和荷兰 Aircrete Europe 为银牌赞助商。这三家公司清楚展示了蒸压加气混凝土行业在 ICCX Türkiye 首场活动中的强大存在。

最后，组织团队感谢所有赞助商、参展商、演讲者和参会者的支持。他们的投入、专业知识和积极参与使2026年 ICCX Türkiye 成为专业交流和国际合作的成功平台，并为该活动的美好未来奠定了基础。

合作伙伴与赞助商



Organization



Platinum Sponsor



Gold Sponsors



Silver Sponsors



Supporters



Official Airline



Partner



天元智能与深圳新绿碳和签署合作协议，合资公司正式启航！

聚力双碳，智领未来。2026年5月15日，江苏天元智能装备股份有限公司（以下简称“天元智能”）与深圳新绿碳和科技（集团）有限公司（以下简称“新绿碳和”）在江苏常州隆重举行签约仪式，正式缔结长期共同发展的固碳合作联盟，双方将共同出资成立合资公司，聚焦加气砌块固碳领域，携手引领绿色低碳产业新变革。

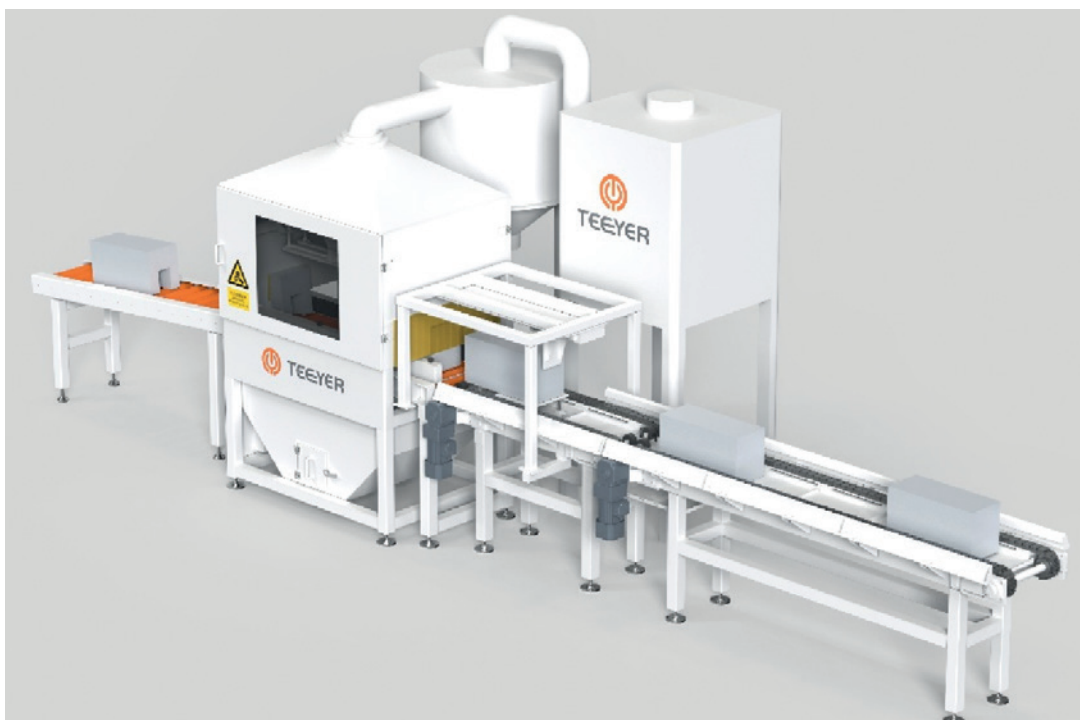
天元智能与新绿碳和在中国江苏常州举行了盛大的签约仪式。双方正式建立了全碳矿化混凝土（OCMC）开发的长期联盟。



强强联袂，筑牢合作根基

天元智能（股票代码：603273.SH）作为全球领先的加气全产业链服务商，天元智能深耕行业三十余载，以智能化、高效化解决方案享誉海内外市场。公司始终以绿色环保建材行业技术创新者为定位，为全球客户提供高效、节能、环保的成套装备与服务，在绿色建材装备领域拥有深厚的技术积累与市场口碑。

天元新解决方案



新绿碳和是全球碳去除技术商业化应用先锋，专注于新型二氧化碳转化利用技术的研发与创新。公司深耕碳循环经济领域，提供全维度水泥混凝土 CO2 矿化技术方案，已在国内投产多个固碳智造工厂。新绿碳和获得了国内首张固碳加气混凝土砌块产品碳足迹核查声明。

战略携手，共绘固碳蓝图

当前，“双碳”目标引领全球产业转型，绿色低碳发展已成为建材行业高质量发展的核心主线。加气混凝土砌块作为新型绿色建材，兼具轻质、保温、环保等优势，而固碳技术的融入将进一步提升其低碳价值，市场前景广阔。

本次合作是双方基于战略高度与发展共识的深度绑定，以加气砌块固碳领域为核心，成立合资公司，实现优势互补、资源共享：

技术协同：天元智能的装备研发与整线解决方案能力，结合新绿碳和的二氧化碳矿化核心技术，打造“装备 + 固碳”一体化创新体系，为客户提供更优质的绿色建材升级选项；

市场共赢：依托双方行业资源与渠道优势，推动加

气砌块固碳技术的规模化应用落地，抢占绿色建材固碳新赛道；

价值共创：助力建材行业低碳转型，为“双碳”目标实现贡献产业力量，同时实现商业价值与社会价值的统一。

签约仪式上，双方代表均表示，本次合作是一次意义深远的战略布局。未来，合资公司将聚焦加气砌块固碳技术的研发、生产与推广，加快技术成果转化，推动固碳加气砌块的产业化、规模化发展，为全球绿色建材市场提供低碳、高效的创新产品与解决方案。

展望未来，智启低碳新程

一纸签约，承载信任与期许；携手同行，共赴绿色新征程。

此次天元智能与深圳新绿碳和的强强联合，既是双方深耕绿色低碳领域的重要举措，也是建材装备行业与碳去除技术领域跨界融合的创新实践。未来，双方将以合资公司为平台，凝心聚力、笃行实干，持续突破技术瓶颈，加速固碳产业落地，以创新之力驱动行业变革，以合作之势共筑绿色未来！





天元智能与Carbonminer将携手通过创新驱动工业转型，并通过合作共创绿色未来。



Jiangsu Teeyer Intelligent Equipment Co. Ltd
No.312 Hehai West Road
High Technology Development Zone
213125 Changzhou City Jiangsu
China
www.teeyer-global.com
www.teeyer.com



Teeyer sponsors the free download possibility of the pdf-file of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the Teeyer Company Channel.

SAVE THE DATE

December 02-03, 2026

LinkedIn



ICC X EURASIA 2026

INTERNATIONAL CONCRETE CONFERENCE & EXHIBITION

Almaty, Kazakhstan

The ICCX - International Concrete Conference & Exhibition - will take place once again in December 2026 in Almaty, Kazakhstan.

Ideally located in the heart of Central Asia, Almaty offers excellent accessibility for participants from the region as well as for international exhibitors from around the world.

Since its launch, ICCX Eurasia has shown continuous growth in both visitor and exhibitor numbers. In 2026, the event will once again feature an inspiring conference program, renowned international exhibitors, and valuable opportunities for professional networking.

ICCX events are explicitly and exclusively targeted at representatives of the concrete and precast concrete industry. With a highly focused technical conference and a dedicated exhibition, this concept has proven its effectiveness internationally for many years across the globe.

Join industry experts to discuss the latest developments, technologies, and trends, and be part of the continued success story of ICCX Eurasia in December 2026 in Almaty.

Organization



Partner



Supporters



www.iccx.org

DIN SPEC 91493将拆除现场的加气混凝土转化为可回收资源

Oliver Kreft 博士, Xella 技术与研究有限公司, 德国

及欧洲加气混凝土协会 (EAACA), 德国

Nils Och, 德国加气混凝土工业联邦协会, 德国

Holger Müller 博士, Cirkel 有限责任两合公司, 德国

Beate Weiß, Otto Dörner 废弃物处理有限公司, 德国

Daniel Weber 和 Holger Höpke 博士, Xella Deutschland 有限公司, 德国

DIN SPEC 91493 的制定旨在为再生加气混凝土 (AAC) 的制备、利用及分选精度定义要求。它为 AAC 在其整个生命周期内的回收提供了实践指导, 并面向所有相关方, 为再生 AAC 确立了分类标准、质量要求、取样程序及分析方法。基于材料纯度定义了三种应用类别。此外, 描述了两种加工情景: 一种情景下, 回收企业既分选也破碎 AAC; 另一种情景下, 它们仅分选材料, 随后由制造商进行进一步加工。分选被强调为关键回收步骤, 以支持循环经济目标和废弃物终结地位。



2025年7月至2026年3月间, DIN SPEC 91493 [1] 得以制定, 旨在为加气混凝土的回收与分选设立标准。该DIN SPEC联盟汇集了价值链上的关键参与者:

- Verband Bauen in Weiß e. V., 由Xella技术与研究有限公司代表
- 德国加气混凝土工业联邦协会
- Otto Dörner废弃物处理有限公司
- Xella Deutschland有限公司

DIN SPEC 91493的德文版本已于2026年5月由DIN Media出版 [1]。英文版本将于2026年7月发布。两份文件均可免费获取。

建筑行业正经历由环境政策、经济压力及保护原生资源需求所驱动的结构转型。特别是, 不断减少的填埋容量、上升的处置成本以及对可回收性的法规要求, 正在加速向循环材料体系的转变。

AAC, 一种具有有利热工与结构性能的广泛使用的建筑材料, 在此背景下扮演着重要角色。尽管 AAC 生产已包含高效的内部回收闭环, 但拆除后的 AAC (AAC 废弃物) 在历史上未得到充分利用。主要原因是拆除和解构过程中受到异物污染, 限制了其用于高质量再利用的适用性。

为 AAC 建立循环经济需要克服这些限制。这涉及定义明确的质量标准、可靠的分选程序及标准化的测试方法。DIN SPEC 91493 提供了这样一个框架。它使价值链上的各相关方从拆除承包商到制造商能够将 AAC 废弃物加工为可用的二次原料, 同时维持产品质量、环境安全及工艺稳定性。

AAC 循环性的现状

AAC 的生产已涉及物料循环：未固化的切割残渣悬浮于水中并返回 AAC 生产工艺。固化的破碎材料被破碎和筛分；粗粒部分由 AAC 制造商加工成颗粒产品，而细粒部分（AAC 粉末）通常被重新用于新 AAC 的生产这一做法已证明其价值数十年。制造商也接收来自建筑工地的经分选、单独收集的 AAC 残留物，并将其用于生产 AAC 颗粒或粉末。

相比之下，AAC 废弃物代表着一股显著不同的物料流。从拆除现场提取的材料常与多种异物混合。这些杂质使加工复杂化，并降低了高质量回收的可行性。然而，低等级回收路径如道路建设、土方工程或填埋工程由于 AAC 的低尺寸稳定性、有限抗冻性及可浸出硫酸盐含量，适用性有限。因此，AAC 目前大多被处置于填埋场。

然而，若 AAC 废弃物达到足够高的纯度，它可以被回送至现有物料循环中。研究表明，为在 AAC 生产中重新利用，所需 AAC 含量最低为 95 wt%（重量百分比），其中矿物污染物即抹灰、砂浆、石膏、硅酸钙砌块及混凝土的比例保持在 5 wt% 以下，且其他异物不超过 1 wt%。此外，有害物质和工艺干扰材料必须被完全去除（[用于满足这些纯度要求的技术方法将发表于 2026 年第 4 期《AAC Worldwide》](#)）。

若达到此纯度水平，该材料可被加工成性质与原材料相当的颗粒或粉末。使用再生 AAC 制造的 AAC 产品在力学、热学及湿热性质以及耐久性方面未显示出显著差异。

若无法达到足够的材料纯度但仍希望回收，则可评估该材料是否适用于生产技术性颗粒（例如吸收剂、保温填充料）或用于水泥熟料生产。

何为 DIN SPEC

DIN SPEC（“规范”）是 DIN（德国标准化协会注册协会）采用 PAS（“公开可用规范”）程序发布的一

份文件。它使得针对非标准化技术的技术规范能够快速制定和发布，以支持其快速进入市场。DIN SPEC 与现有德国标准保持一致，并可作为后续标准化进程的起点。

DIN SPEC 91493 - 目的与范围

DIN SPEC 91493 “再生加气混凝土的制备、利用及分类纯度要求”（英文：Preparation, utilization, and sorting accuracy requirements for recycled autoclaved aerated concrete）是作为 AAC 回收的一份实践性、面向应用的指南而制定的。它面向参与 AAC 生命周期的所有相关方，包括拆除公司、回收企业、建筑材料制造商、规划人员、建筑师及监管机构。

该规范围绕五个核心要素构建：

1. AAC 生命周期及回收路径的描述
2. 基于组成和纯度的再生 AAC 的分类
3. 质量评估和验收要求的定义
4. 取样及样品制备程序的规范
5. 监测环境和技术参数的分析方法

此外，该文件区分了三个主要应用领域：

1. 用作 0-1 毫米粒径范围内的填料，用于依据 DIN EN 771-4 [2]、DIN EN 12602 [3]、DIN 4166 [4] 生产 AAC 产品，以及用于所有使用再生 AAC 制造且需经技术批准的 AAC 产品；
2. 用作具有高品种纯度的其他产品（例如动物垫料、油类和化学品粘合剂、植被基质、过滤介质、肥料、填埋场建设基质、土壤改良剂）；以及
3. 用作具有低品种纯度的其他产品（例如保温填充料、水泥熟料制造）。

该分类系统使得再生 AAC 能够根据特定质量等级进行归类，从而确保资源的最优利用。DIN SPEC 91493 的德文版本于 2026 年 5 月发布 [1]，英文版本将于 2026 年 7 月发布；两者均可免费获取。

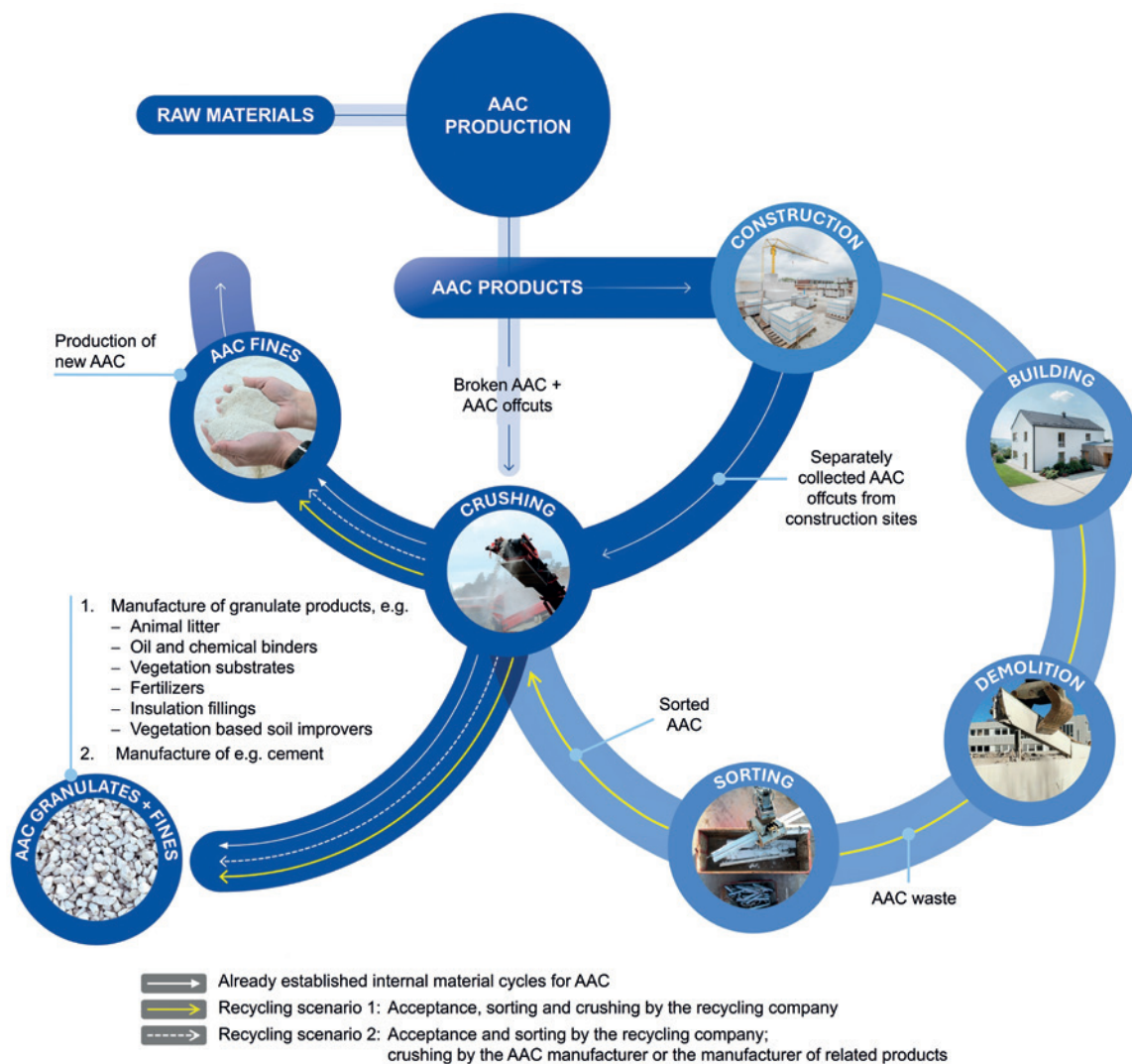


图1：AAC废弃物的回收情景及生产和建筑工地残渣的既定利用路径

加工情景

DIN SPEC 91493 针对 AAC 废弃物的处理定义了两个回收情景（图 1）。在两个情景中，由回收企业进行分选是实现所需纯度水平的关键步骤。已建立的针对 AAC 生产残渣和来自建筑工地的单一品种 AAC 残渣的加工路径亦被标示（白色实心箭头），但不属于该 DIN SPEC 的范围。

回收情景 1

回收企业既执行分选也执行破碎。所得的 AAC 颗粒

或粉末被交付给制造商以供进一步使用（图 1 中黄色箭头）。

回收情景 2

回收企业仅执行分选。分选后的 AAC 被交付给制造商，然后由制造商执行材料的破碎和进一步加工（图 1 中白色虚线箭头）。

纯度要求

为使得再生 AAC 能够进行一致的分类和使用，DIN

表1：AAC废弃物或再生AAC的纯度要求

组分 ^a	有害物质和异物类别 ^{b,c}		
	M.-%		
	Type 1 限值	Type 2 限值	Type 3 限值
R _{PB}	≥ 95	≥ 90	≥ 80
R _{min,1}	< 5	< 10	< 20
R _{min,2}	0	0	0
G	0	0	0
S	0	0	0
X	≤ 1	≤ 1	≤ 1
^a R_{PB}: AAC (加气混凝土) R_{min,1}: 矿物建筑材料 (抹灰 / 砂浆 / 石膏, 硅酸钙砌块, 混凝土) R_{min,2}: 粘土砖, 屋顶瓦片 G: 有害物质 (石棉, 含焦油和含沥青材料) S: 工艺干扰性杂质 (纸板, 纸张, 保温材料, 钢筋, 不锈钢) X: 其他异物 (陶瓷, 瓷器, 玻璃, 木材, 耐碱玻璃纤维, 墙纸, 聚丙烯 (PP), 聚苯乙烯 (PS), 聚氯乙烯 (PVC), 聚氨酯 (PU), 聚酰胺 (PA), 聚乙烯 (PE), 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)) ^b表中所有百分比均指干物质。 ^c对于 Type 1、2 和 3 限值的偏差, 在加工方与制造商或购买方之间的单独协议框架内是允许的。			

SPEC 91493 定义了组分和污染物的限值。表 1 显示了在 AAC 废弃物中典型发现的异物最大允许比例的要求：其他矿物建筑材料、瓷砖、窗玻璃、来自托盘和窗框的木材、墙纸、纸板、纸张、保温材料、包装材料、钢筋网、发泡泡沫、塑料胀栓和薄膜。物质组 G 和 S 会损害使用它们制造的产品的物理性质和健康安全性，因此必须被完全消除。粘土砖和屋顶瓦片不被允许，因为它们可能对最终产品的颜色产生不利影响。

类别类型对特定回收路径和产品的分配取决于现场技术条件，并由 AAC 废弃物或再生 AAC 的使用者决定。对于再生 AAC 在新型 AAC 生产中的使用，建议将 Type 1 纯度水平作为技术指南。

取样与质量保证

DIN SPEC 91493 要求取样应作为代表性随机取样进行，以确保材料质量的准确评估。再生 AAC 的质量作为回收企业自身生产控制（回收情景 1）的一部分进行监测，

或由 AAC 制造商或相关产品制造商（回收情景 2）进行监测。质量保证涵盖环境参数和技术参数两者。

环境要求

环境参数确保再生 AAC 不将有害物质引入二次产品中。作为再生 AAC 组分的洗出液和固体的最大值在表 2 中规定。这些值基于 DIN 4226-101:2025-11，《依据 DIN EN 12620 的混凝土用再生骨料 - 第 101 部分：类型和受管控危险物质》[5]。该联盟将可洗出硫酸盐的最大允许浓度从 600 mg/l 提高至 AAC 特定的 2000 mg/l，并规定材料必须不含石棉。对规定限值的符合性必须对每 500 吨进料进行验证，或至少每月进行一次测试。偏差可由供方和使用方之间通过合同约定。

技术要求

除纯度标准外，再生 AAC 还必须满足特定的技术要求，以确保工艺稳定性和产品质量（表 3）。

表2：洗出液和固体参数的最大值¹

性质 / 参数	最大值	分析方法
洗出液		
pH 值	12,5	DIN EN ISO 10523
电导率	3000 µS/cm	DIN EN 27888
氯化物	150 mg/l	DIN EN ISO 10304-1
硫酸盐	2000 mg/l	DIN EN ISO 10304-1
砷	50 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
铅	100 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
镉	5 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
铬（总）	100 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
铜	200 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
镍	100 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
汞	2 µg/l	DIN EN 1483, sections 4 and 5 DIN EN ISO 12846
锌	400 µg/l	DIN EN ISO 17294-2 DIN EN ISO 22036
苯酚指数 / 酚类	100 µg/l	DIN 38409-16 DIN EN ISO 14402
固体物质		
根据 EPA 的多环芳烃	25 mg/kg	DIN EN 15527 DIN ISO 18287, method A
EOX（可萃取有机卤化物）	10 mg/kg	DIN 38414-17
PCB（多氯联苯）	1 mg/kg	DIN 38414-20 DIN EN 17322
石棉	不含石棉	VDI 3866, sheet 5: 2017-06 [G] VDI 3876

¹ 规定的参数和限值符合 DIN 4226-101:2025-11 及 DIN SPEC 91493 联盟所定义的要求。在德国以外，可能适用不同的国家特定参数和限值。

表3：进一步的技术要求和验收条件

性质 / 参数	要求		备注	分析方法
	破碎的 AAC 材料	AAC 细粉		
粒径	> 16 mm ¹	≤ 1 mm	1	DIN EN 933-1 [6]
含水率	-	≤ 20 M.-%	1	DIN EN 772-10 [7]
含湿组分	定性检测：无色至淡黄色液体 或定量检测（高锰酸盐法）： ≤ 0.6 M.-%（重量百分比）		对水热硬化产生干扰	DIN EN 1744-1 [8] 或 制造商内部程序

¹ 偏差在加工方与制造商 / 客户之间的单独协议下是允许的。粒径在 1 mm 至 16 mm 之间的 AAC 颗粒的验收必须在工厂特定基础上进行核查。

结论

DIN SPEC 91493 为将 AAC 废弃物转化为二次资源建立了一个全面且实用的框架。通过定义明确的纯度要求、标准化的测试程序以及针对特定应用的质量等级，它使得整个价值链上的高质量回收成为可能。

该规范既反映了技术要求，也反映了实际可行性。它承认，虽然最大纯度是可取的，但可达到的质量水平必须与实际的拆除和回收条件相一致。这种平衡对于成功实施至关重要。

该 DIN SPEC 代表了朝向充分发展的 AAC 循环经济迈出的关键一步，并支持未来与 AAC 回收相关的标准化工作。长期目标是将 AAC 保持在闭环物料循环中，确保拆除废弃物被持续转化为建筑行业可靠且有价值的资源。值得注意的是，该联盟认为分选构成一种回收作业，因此属于循环经济框架内的“回收” [9, 10]，其最终目标是实现废弃物终结地位。

参考文献

[1] DIN e. V., DIN SPEC 91493, Aufbereitung, Verwendung und Anforderungen an die Sortenreinheit für rezyklierten Porenbeton; Available at: <https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91493/401512774> (Accessed: 18 May 2026). Figure 1 and Tables 1-3 are published with permission from DIN German Institute for Standardization (DIN

Deutsches Institut für Normung e. V.), without review or approval by DIN. For the application of DIN Spec 91493, the latest edition in force shall be considered authoritative. Copies can be obtained from DIN Media GmbH (www.dinmedia.de).

[2] DIN e. V., DIN EN 771-4:2015-11, Specification for masonry units - Part 4: Autoclaved aerated concrete masonry units, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[3] DIN e. V., DIN EN 12602:2016-12, Prefabricated reinforced components of autoclaved aerated concrete, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[4] DIN e. V., DIN 4166:1997-10, Autoclaved aerated concrete slabs and panels, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[5] DIN e. V., DIN 4226-101:2025-11, Recycled aggregates for concrete in accordance with DIN EN 12620 - Part 101: Types and regulated dangerous substances, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[6] DIN e. V., DIN EN 933-1:2012-03, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[7] DIN e. V., DIN EN 772-10:1999-04, Methods of test for masonry units - Part 10: Determination of moisture content of calcium silicate and autoclaved aerated concrete units, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[8] DIN e. V., DIN EN 1744-1:2013-03, Tests for chemical properties of aggregates - Part 1: Chemical analysis, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[9] Circular Economy Act (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) of 24 February 2012 (Federal Law Gazette I p. 212), last amended by Article 5 of the Act of 2 March 2023 (Federal Law Gazette I No. 56)

[10] European Parliament and Council of the European Union, 2008. Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive). Official Journal of the European Union, L 312, pp. 3–30.

砂的差异对蒸压加气混凝土制品性能的影响

张奇、史立虎、薛成

江苏天元智能装备股份有限公司，江苏 常州

本研究聚焦于不同类型砂：石英砂、机制砂、尾矿砂、山砂对蒸压加气混凝土制品性能的影响。通过实验制备试件，系统分析了各类砂在化学组成、颗粒特性上的差异，并测试了相应制品的抗压强度、干密度、干燥收缩及抗冻性等性能。结果表明，不同砂对制品性能影响显著，石英砂制品性能最优；机制砂性能较为均衡，尾矿砂在一定掺量下可提升强度，但需关注收缩；山砂杂质多，合理处理利用可在特定场景应用。研究成果为蒸压加气混凝土生产中砂的合理选择提供了科学依据，有助于提升制品性能、优化生产工艺及推动行业可持续发展。

蒸压加气混凝土作为一种轻质、多孔、保温隔热且具有良好吸音性能的建筑材料，在现代建筑行业中应用广泛。其主要由硅质材料和钙质材料，经配料、搅拌、浇注、发气、静停、切割和蒸压养护等工艺制成。砂作为重要的硅质材料，为蒸压加气混凝土的生产提供 SiO_2 ，在高温水热条件下与 CaO 反应生成水化硅酸钙，对制品的强度、耐久性等性能起着关键作用【1】。

不同来源的砂，如石英砂、机制砂、尾矿和山砂，在化学组成、矿物成分、颗粒形状与级配等方面存在差异，这些差异会显著影响蒸压加气混凝土制品的性能【2】。例如，砂中 SiO_2 含量直接关系到与 CaO 的反应程度，进而影响水化产物的生成量和制品强度；砂的颗粒形状和级配会影响料浆的流动性、发气稳定性以及制品的孔隙结构和强度【3】。因此，深入研究不同砂对蒸压加气混凝土制品性能的影响，对于优化原材料选择、提升制品质量、降低生产成本以及推动行业可持续发展具有重要意义。

1. 实验

1.1. 原材料

1.1.1. 实验原料基础性能

水泥：PO42.5 级普通硅酸盐水泥，初凝时间 160min，终凝时间 240min，3d 抗压强度 25.6MPa；

石灰：CaO 含量 82.3%，活性 CaO 75.1%，消化时间 10min；

铝粉膏：纯度 98.5%，粒径 5-10 μm ，发气量 $\geq 170\text{mL/g}$ ；

水：自来水，pH7.2，总硬度 $\leq 200\text{mg/L}$ （以 CaCO_3 计）。

砂：样品均取自于不同的 AAC 生产厂家，化学成分和物理特性见表 2.1.1-1 和 2.1.1-2。

表1 砂的化学成分

砂材种类	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	烧失量	含泥量
石英砂	96.8	1.5	0.4	0.3	0.2	0.8	0.5
机制砂（花岗岩）	78.5	2.3	1.2	4.5	1.5	1.4	3.2
尾矿砂（铅锌矿）	72.5	13.8	2.6	4.2	1.7	3.0	0.8
山砂（风化砂）	88.2	4.3	1.8	1.2	0.5	2.1	5.8

表2 颗粒级配与物理特性

砂材种类	细度模数	堆积密度 (g/cm³)	比表面积 (m²/kg)	0.08-0.6mm 粒径占比 (%)
石英砂	2.3	1.65	320	82
机制砂（花岗岩）	2.5	1.58	350	75
尾矿砂（铅锌矿）	2.1	1.42	300	88
山砂（风化砂）	2.4	1.55	280	85

由表可知：

山砂（分化砂）含泥量较高（5.8%），棱角性最低（45%），堆积密度较小（1.58g/cm³），风化层破碎形成的石粉降低料浆流动性，易吸附水分。

石英砂 SiO₂ 含量最高（96.8%），杂质（Fe₂O₃、CaO）最少，为 AAC 提供充足硅质来源；

机制砂棱角性最高（82%），比表面积大（350m²/kg），与胶凝材料黏结性强；

尾矿砂 Fe₂O₃ 含量显著偏高（2.6%），可能影响水化产物稳定性；堆积密度最小（1.42g/cm³），0.08-0.6mm 有效粒径占比最低（75%），需优化级配。

1.2. 实验方法

1. 试验方案

原料配比：

试验 A：固定钙质原料（水泥 15%、石灰 20%）、

表2.2-1实验A配合比（质量比%）

原材料	石英砂组	机制砂组	尾矿砂组	山砂组
砂	60	60	60	60
水泥	15	15	15	15
石灰	20	20	20	20
水/固比	0.58	0.58	0.58	0.58
流动性	240	235	210	200
铝粉	0.08	0.08	0.085	0.085

注：由于料浆流动性不一致，为了保证相同的发气高度，使用了不同的铝粉用量

表2.2-2实验B配合比（质量比%）

原材料	石英砂组	机制砂组	尾矿砂组	山砂组
砂	60	60	60	60
水泥	15	15	15	15
石灰	20	20	20	20
水/固比	0.58	0.59	0.61	0.62
流动性	240	240	240	235
铝粉	0.08	0.08	0.075	0.07

注：相同流动性下用水量不同，为了保证相同的发气高度，铝粉用量做相应调整

水料比 0.58，砂材掺量 60%（单一砂材变量）；

和图 2.3.1-2 所示：

试验 B：固定钙质原料（水泥 15%、石灰 20%）、混合料浆流动性，砂材掺量 60%（单一砂材变量）。

石英砂 AAC 料浆流动度最大(240mm),因颗粒圆润、空隙率低，料浆阻力小；

制备工艺：原料磨细（0.08mm 筛余 :15% ≤ 细度 ≤ 25%）→配料搅拌（干拌 2min+ 湿拌 5min）→浇注发气（35-45℃）→静停硬化（3-4h）→蒸压养护（1.25MPa, 190℃, 8h）；

山砂（风化砂）AAC 流动度最小(200mm), 含泥量高并且分化层剥落导致需水量增大，需增加 10% 用水量才能达到同等流动度；

机制砂(235mm) 与尾矿砂(210mm) 流动度介于两者之间。

1.3. 不同砂材对 AAC 工作性能的影响

1.3.1. 料浆流动度，需水量的关系

料浆流动度直接影响浇注发气均匀性，相同水固比下，需水量越大的材料流动性越差，测试结果如图 2.3.1-1

1.3.2. 凝结时间

其中凝结时间对制品坯体成型和气孔条件会有影响；过长或者过短都不利于生产稳定，测试结果如下：

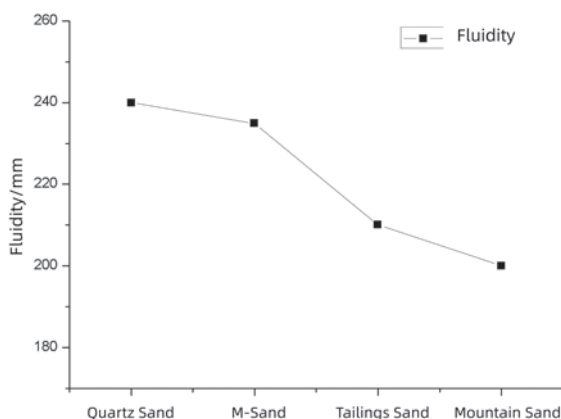


图2.3.1-1试验A不同砂材相同水固比下混合料浆流动度

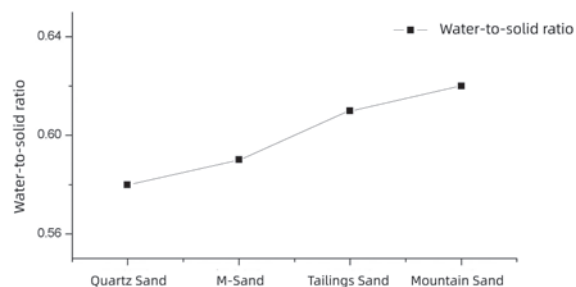


图2.3.1-2试验B不同砂在相同流动度时水固比的差异

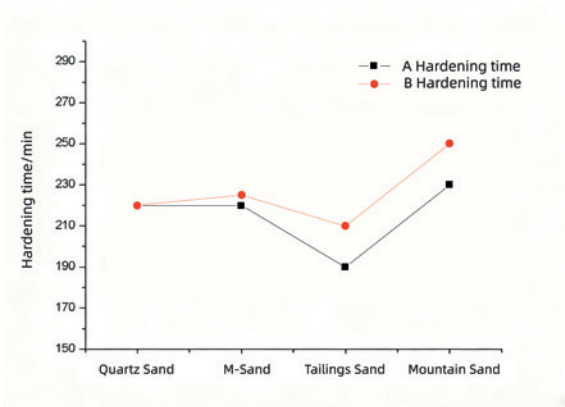


图2.3.2-1试验A、B试体的硬化时间

尾矿砂 AAC 初凝时间最短（190min），因高活性成分加速水泥 - 石灰水化；山砂 AAC 凝结时间最长。

1.4. 性能测试指标与方法

对制备的蒸压加气混凝土制品进行了多项性能测试，具体指标与方法如下：

1. 抗压强度：依据 GB/T11969-2020《蒸压加气混凝土性能试验方法》【4】，使用万能材料试验机，以 (2.0 ± 0.5) kN/s 的加载速度对 100mm×100mm×100mm 的立方体试件进行加载，直至试件破坏，记录破坏荷载，计算抗压强度。

2. 干密度：将试件在 (60 ± 5) °C 的烘箱中烘干至恒重，称取试件质量，测量试件尺寸，计算干密度【4】。

3. 孔隙率：采用排水法测定。将烘干后的试件称重，

然后将其浸入水中饱和，取出擦干表面水分后再次称重，根据质量差计算试件所吸收的水的体积，进而计算孔隙率【5】。

4. 干燥收缩：按照 GB/T11969-2020 的规定【4】，使用比长仪测量试件在不同干燥时间的长度变化，计算干燥收缩率。

5. 抗冻性：依据 GB/T11969-2020【4】，将试件在 -15 °C 的低温箱中冷冻 1.5 小时，然后在 (20 ± 5) °C 的水中融化 1.5 小时，如此循环 25 次，观察试件外观有无剥落、裂缝等现象，测量冻后质量损失和强度损失。

2. 结果与讨论

2.1. 不同砂的特性分析

不同类型的砂在化学组成和颗粒特性上存在明显差异。石英砂的 SiO_2 含量通常在 70%-90% 之间，颗粒圆润，级配良好，含泥量一般较低；机制砂的 SiO_2 含量根据所用岩石种类有所不同，一般在 65%-90%，颗粒多呈棱角状，级配可通过生产工艺调整，但可能存在石粉含量较高的问题【6】；尾矿砂的化学组成因原矿种类而异，以铁尾矿砂为例，其 SiO_2 含量可达 60%-80%，还含有一定量的 Fe_2O_3 等金属氧化物，颗粒形状不规则，细颗粒含量较多；山砂的 SiO_2 含量波动较大，在 50%-85% 之间，杂质较多，颗粒形状和级配也较为复杂。

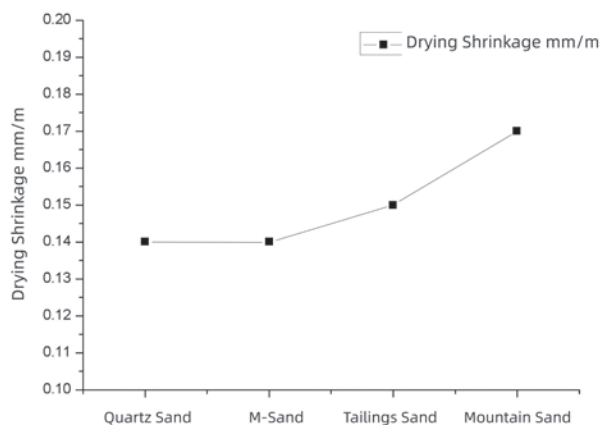
2.2. 不同砂对蒸压加气混凝土制品干密度和抗压强度的影响

表 3.2 展示了不同砂制备的蒸压加气混凝土制品的

表3.2不同砂制备的蒸压加气混凝土制品干密度

砂种类	试验A		试验B	
	平均强度	平均干密度	平均强度	平均干密度
石英砂	3.7	605	3.8	610
机制砂	3.6	610	3.6	608
尾矿砂	3.4	607	3.4	615
山砂	3.1	612	3.3	602

图3.3不同砂制备的蒸压加气混凝土制品干燥收缩率



抗压强度和干密度。

石英砂制品的抗压强度最高，这是因为石英砂形状和级配有利于在料浆中形成稳定的骨架结构，且其 SiO_2 含量能满足与 CaO 充分反应生成水化硅酸钙的需求，为制品提供了较好的强度支撑【7】。

机制砂制品抗压强度相对较高。是因为机制砂的棱角状颗粒在料浆中相互嵌锁，增加了摩擦力，有利于形成紧密的结构【6】。但如果机制砂中石粉含量过高，会吸收过多水分，影响料浆的流动性和硬化速度，反而对强度产生不利影响。

尾矿砂中除了 SiO_2 外，部分金属氧化物可能起到了一定的激发作用，促进了水泥和石灰的水化反应，生成了更多的水化产物，增强了制品的内部结构【8】。可能是因为尾矿砂中一些杂质影响了料浆的正常凝结硬化，且过多的细颗粒导致内部结构不够密实。

山沙制备的制品抗压强度波动较大。由于山沙杂质较多，成分不稳定，一些杂质可能会干扰水泥和石灰的水化反应，影响水化产物的生成和结构形成，从而导致强度不稳定。当山沙中杂质含量较低且 SiO_2 含量相对较高时，制品强度尚可，但总体而言，山沙的使用需要更加严格的筛选和预处理。

2.3. 不同砂对蒸压加气混凝土制品干燥收缩的影响

选用相同干密度的试验 B 对比其干燥收缩率，如图 3.3 所示，不同砂对制品干燥收缩影响显著。

石英砂和机制砂制品的干燥收缩率相对较小，这是因为石英砂的化学组成和颗粒特性使得制品内部结构较为稳定，在干燥过程中水分散失较为均匀，不易产生较大的收缩应力【9】。

机制砂制品的干燥收缩率与机制砂的生产工艺和颗粒特性密切相关。如果机制砂的颗粒形状不规则、级配不合理，在干燥过程中由于颗粒间的相互约束和应力集中，可能会导致较大的收缩。但通过优化机制砂的生产工艺，使其颗粒形状和级配更加合理，可以有效降低干燥收缩率【6】。

尾矿砂中的一些活性成分可能会与水泥和石灰发生二次反应，在干燥过程中进一步消耗水分，导致收缩增大【10】。同时，尾矿砂细颗粒较多，比表面积大，对水分的吸附和释放更为敏感，也加剧了干燥收缩。

山沙制品的干燥收缩率波动较大。山沙中杂质的种类和含量不同，对制品干燥收缩的影响也不同。一些黏土等杂质在干燥过程中会发生体积变化，导致制品收缩

表3.4不同砂制备的蒸压加气混凝土制品冻融循环后的质量损失率和强度损失率

砂材种类	质量损失率 (%)	强度损失率 (%)	外观变化
石英砂	2.1	10.5	无裂纹，表面完好
机制砂	2.8	13.2	无明显裂纹
尾矿砂	3.5	16.8	局部微裂纹
山砂	4.2	22.3	边角剥落，裂纹长度≤5mm

不稳定。当山沙中含有较多吸水性强的杂质时，干燥收缩率会明显增大。

2.4. 不同砂对蒸压加气混凝土制品抗冻性的影响

25 次冻融循环后性能变化如表 3.4 所示：

在抗冻性方面，从图 3.4 可以看出，石英砂制品表现出较好的抗冻性能。经过 25 次冻融循环后，其质量损失和强度损失均较小。山砂的抗冻性能最差。

抗冻性能取决于其颗粒级配和内部结构的密实度。当级配良好、制品内部结构紧密时，具有较好的抗冻性；反之，抗冻性能较差。稳定的内部结构和适中的孔隙率，在冻融过程中，孔隙中的水分结冰膨胀时，内部结构能够承受一定的应力，不易发生破坏【11】。

机制砂的棱角状颗粒在一定程度上有助于增强颗粒间的粘结力，提高结构的抗冻稳定性，但如果颗粒表面粗糙度过大或存在较多微裂纹，可能会在冻融过程中成为破坏的起始点【6】。

山沙制品的抗冻性受杂质影响较大。当山沙中杂质较少、颗粒级配合理时，抗冻性能尚可；但如果山沙中含有较多易膨胀或受冻破坏的杂质，如黏土、云母等，在冻融循环中，杂质的体积变化会引发制品内部应力集中，导致抗冻性能大幅下降。

3. 结论

1. 不同类型的砂,如石英砂、尾矿砂、机制砂、和山砂，在化学组成、颗粒特性等方面存在显著差异，这些差异

对蒸压加气混凝土制品的性能产生了不同程度的影响。

2. 机制砂通过优化生产工艺（如调整破碎方式、控制筛分精度）可显著提升蒸压加气混凝土制品的抗压强度与密实度，但需严格控制石粉含量（建议控制在 3%-5%）。当石粉含量过高时，易导致料浆流动性下降、气泡分布不均，反而降低制品强度与耐久性，因此机制砂的质量管控需贯穿生产全流程【6,14】。

3. 尾矿砂在一定掺量范围内可提升制品抗压强度，但随着掺量增加，干燥收缩增大，抗冻性能下降。在利用尾矿砂时，需严格控制掺量，并采取相应措施改善其对制品性能的不利影响，以实现工业废弃物的有效资源化利用【13】。

4. 山沙需经多重预处理（如筛分除杂、水洗脱泥）后才可有限使用。山沙杂质含量高，并且表层容易剥落，作为骨料其硬度较差，对制品的强度、收缩率和冻融等性能有影响，更适合与其他硅质材料掺合使用【16】。

4. 研究展望

本研究虽明确了不同砂对蒸压加气混凝土制品性能的影响规律，但仍存在可深入探索的方向：

- 1. 可进一步研究复合砂（如石英砂 - 尾矿砂复配、机制砂 - 山砂复配）对制品性能的协同作用，通过优化复配比例，实现资源利用最大化与性能提升的平衡。
- 2. 针对尾矿砂、山砂中的杂质对制品性能的影响，可做去除杂质的对比试验。确认杂质的负面效果，有针对性的进行检测和分析。

参考文献

- 【1】 吴中伟, 廉慧珍. 高性能混凝土【M】. 北京: 中国铁道出版社, 2000:89-95. (阐述硅质材料在水泥基材料中的作用机制)
- 【2】 王培铭, 刘贤萍. 蒸压加气混凝土的水化产物与微观结构【J】. 建筑材料学报, 2003,6(2):121-126. (分析原材料特性对制品微观结构与性能的影响)
- 【3】 李崇智, 冯乃谦. 骨料颗粒形状对混凝土性能的影响【J】. 混凝土与水泥制品, 2005(4):1-4. (探讨颗粒形态与级配对混凝土强度、流动性的作用规律)
- 【4】 GB/T11969-2020, 蒸压加气混凝土性能试验方法【S】 (国家标准, 明确制品性能测试的标准流程与参数)
- 【5】 黄政宇. 建筑材料学【M】. 北京: 高等教育出版社, 2019:210-215. (介绍孔隙率测定的排水法原理与操作要点)
- 【6】 蒋泽宇, 卢超琦, 孟文慧. 石灰岩机制砂级配对混凝土性能的影响研究【J】. 中国砂石, 2023(2):38-43. (分析机制砂颗粒特性与石粉含量对混凝土性能的影响)
- 【7】 刘数华, 方坤河. 河砂品质对混凝土工作性与强度的影响【J】. 华中科技大学学报(自然科学版), 2008,36(8):120-123. (研究河砂级配与含泥量对混凝土性能的影响)
- 【8】 张宝生, 李秋义. 铁尾矿砂在加气混凝土中的应用研究【J】. 新型建筑材料, 2010,37(5):1-4. (探讨铁尾矿砂掺量对制品强度与微观结构的影响)
- 【9】 田砾, 李秋义. 轻骨料混凝土干燥收缩特性研究【J】. 建筑结构学报, 2012,33(增刊 1):280-284. (分析骨料特性对混凝土干燥收缩的作用机制)
- 【10】 赵顺增, 王玲. 尾矿砂对加气混凝土干燥收缩的影响及机理【J】. 混凝土, 2015(7):65-68. (研究尾矿砂细颗粒与活性成分对制品收缩性能的影响)
- 【11】 冷发光, 田培. 混凝土抗冻性试验方法与评价指标研究【J】. 建筑材料学报, 2009,12(3):265-270. (阐述冻融循环对混凝土结构的破坏机理与评价方法)
- 【12】 王武祥. 新型墙体材料应用技术【M】. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016:156-162. (总结河沙在蒸压加气混凝土生产中的应用优势与工艺参数)
- 【13】 中国建筑材料科学研究总院. 工业固废在墙体材料中的应用技术规程 :JGJ/T429-2018【S】. (行业标准, 规定尾矿砂等固废在墙体材料中的使用要求)
- 【14】 陈兵, 李固华. 机制砂石粉含量对加气混凝土料浆性能的影响【J】. 非金属矿, 2021,44(4):78-81. (探究机制砂中石粉对料浆流动性、发气稳定性的影响)
- 【15】 余红发, 孙伟. 海砂混凝土的氯离子侵蚀与防护技术【J】. 硅酸盐学报, 2006,34(11):1385-1391. (分析海砂中氯离子对水泥基材料的腐蚀机理)
- 【16】 张勇, 刘建忠. 山沙预处理工艺对加气混凝土性能的影响【J】. 建材世界, 2019,40(3):1-4. (研究山沙除杂、脱泥工艺对制品性能的改善作用)

从人工操作到自动化钢筋网笼装配： AAC板材生产的升级路径

在全球建材制造业中，自动化已不再只是提升产能的手段，也成为企业应对劳动力短缺、人工成本上升和质量一致性要求提高的重要路径。对于 AAC 板材生产而言，钢筋网笼装配环节虽然处于前道工序，但它直接关系到生产节拍、板材质量和整线运行效率。

KEDA SUREMAKER 开发的 K-ARFAS 自动组网系统，以“网片—网笼—组网”为核心工艺路线，集成网片焊接、缓存输送、网笼成型、网笼焊接、长筋切断、网笼翻转、鞍架定位和自动组网等工序。该系统旨在减少钢筋网笼制备过程中的人工参与，提升工序连续性，并为高品质 AAC 板材生产提供稳定的配筋基础。

AAC 板材生产中的关键前道工序

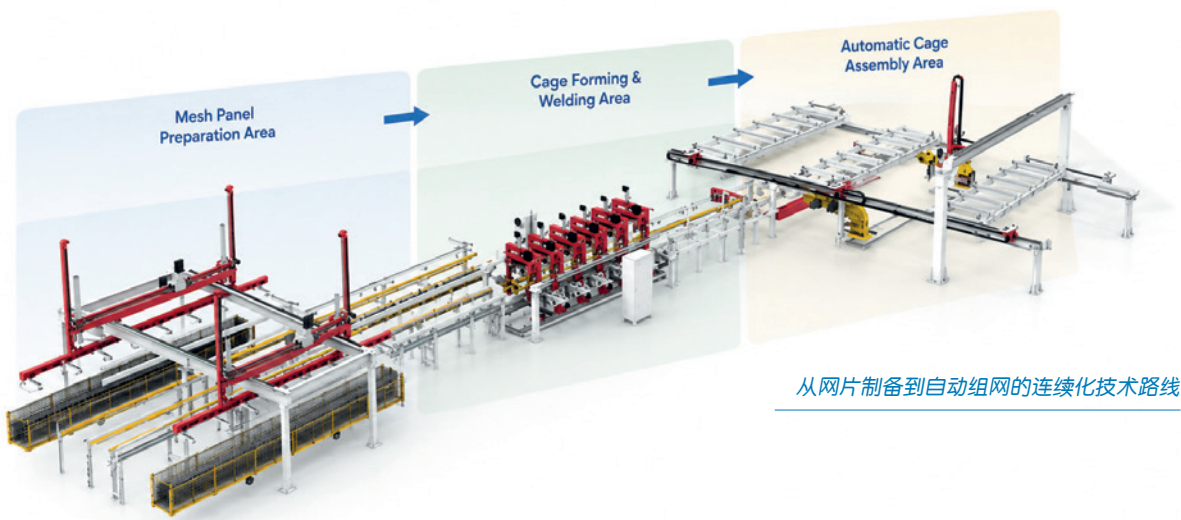
随着 AAC 板材在住宅、公共建筑和工业建筑中的应

用扩大，板材生产线对自动化、柔性化和质量稳定性的要求不断提高。与 AAC 砌块相比，AAC 板材通常需要配置钢筋网笼，其位置精度、连接稳定性和尺寸一致性都会影响板材的最终性能。

在一条 AAC 板材生产线中，配料、浇注、切割、蒸压和包装等工序通常已经具备较高的机械化基础。相比之下，钢筋网笼制备仍然是许多工厂中人工参与较多的环节，涉及网片搬运、翻转、定位、焊接、转运和组装等多个动作。



KEDA SUREMAKER开发的K-ARFAS自动钢筋网笼装配系统



当板材规格更加多样、产能不断提高时，这一环节如果主要依赖人工，容易影响整线节拍和产品一致性。因此，钢筋网笼装配的自动化升级，正在成为 AAC 板材

生产线优化的重要方向。

技术路线：从网片制备到自动组网

K-ARFAS 的技术路线可以概括为：网片制备 → 网片缓存与输送 → 网片翻转成笼 → 网笼焊接 → 长筋切断 → 网笼转运与翻转 → 鞍架定位 → 自动组网。这一流程将原本分散在多个工位、需要人工衔接的操作整合为连续化作业，使钢筋网笼制备能够更稳定地匹配 AAC 板材生产线节拍。

在前端，网片焊机完成钢筋网片焊接。根据生产组织需要，网片可通过网片小车形成缓存，也可由吊机和输送机输送至后续工位。该部分的作用不是单纯完成网片生产，而是为后续连续成笼和组网提供稳定的来料节奏。

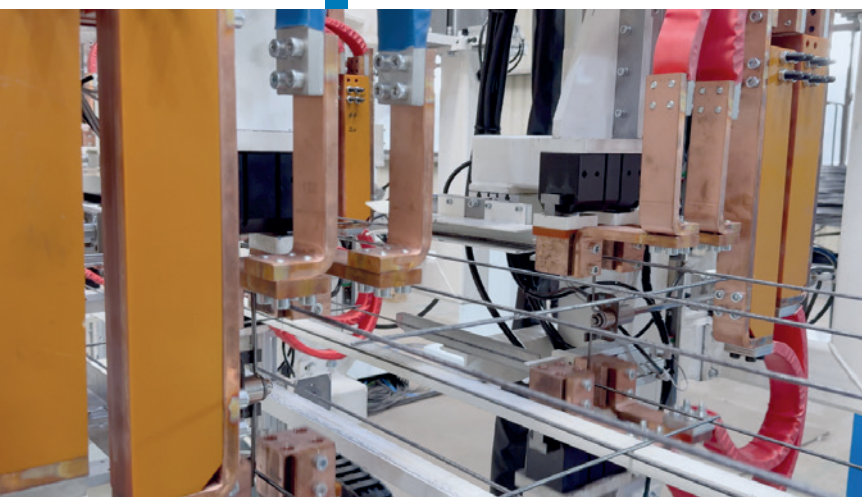
随后，网片翻转升降装置将两片网片翻转、组合，形成网笼的基本结构。进入网笼焊接工位后，上下两层网片被焊接为稳定的网笼。根据不同板材规格和配筋要求，水平或垂直切断机构可对长筋进行自动切断，使网笼尺寸和钢筋外伸长度满足后续组网需求。

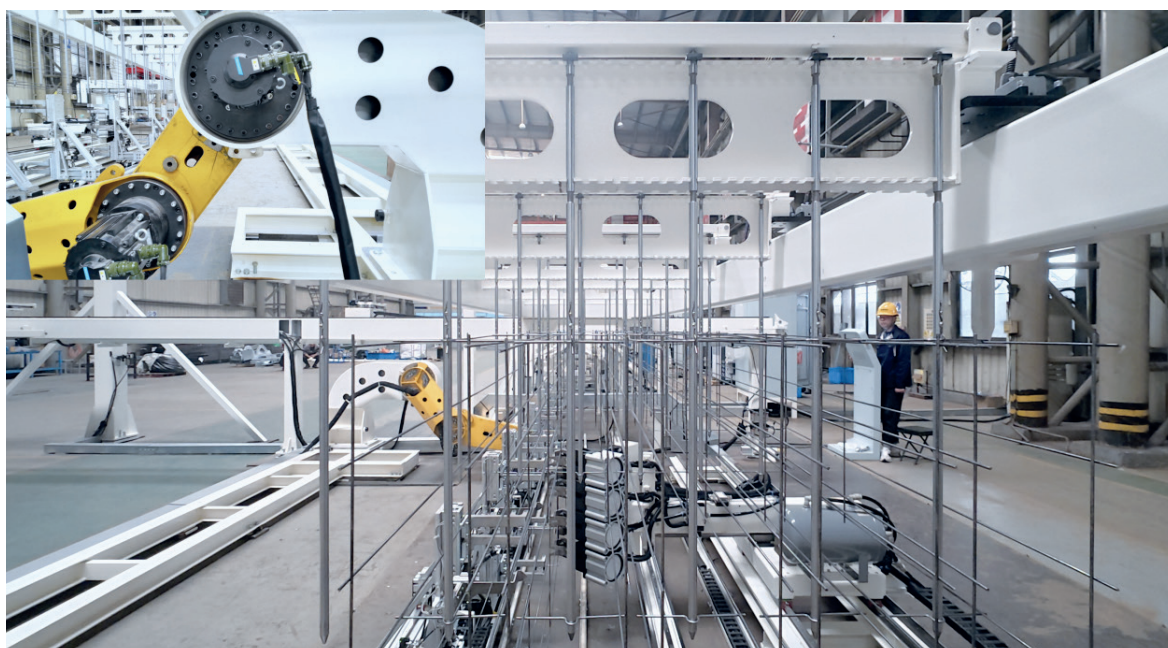
在后端，网笼通过升降、输送和翻转机构进入自动组网工位。与此同时，鞍架输送机和鞍架调整机完成鞍架定位，换钎系统根据规格需求完成钢钎切换或位置调整。最终，组网设备将网笼与鞍架系统完成组合，形成可进入后续浇注工序的钢筋网笼装配单元。

按照系统设计，该方案可适用于 50–300mm 规格范



网片翻转、组合与网笼成型工位、焊接工位





自动组网系统细节

围；在 200mm 规格条件下，节拍可达到不超过 2 分钟 / 模。这意味着该系统不仅完成单个动作的自动化，更重要的是将钢筋网笼制备环节组织成可连续运行、可节拍匹配、可规格切换的自动化工艺段。

减少人工与稳定生产节拍

在传统生产组织中，钢筋网片和网笼的搬运、翻转、定位和组装通常需要多名操作人员配合。这些动作重复性强、劳动强度高，并且容易受到人员熟练度和班组状

态影响。

自动组网系统通过机械化输送、自动翻转、自动焊接、自动切断和自动组装，减少了操作人员在高频次、重体力工序中的直接参与。人员角色可以逐步从搬运和装配转向设备巡检、生产监控和质量管理的。

对于高产能 AAC 板材生产线而言，减少人工不仅意味着降低现场用工压力，更重要的是降低生产节拍对人员状态的依赖。系统化、连续化的设备布局，有助于减



Less Manual Handling

Reduces repetitive manual work



Stable Production Rhythm

Supports continuous operation



Consistent Cage Quality

Improves assembly repeatability



Flexible Production

Adapts to different panel specifications

AAC 板材生产中自动化钢筋网笼装配的主要价值

少等待、返工和节拍波动，使钢筋网笼制备环节更好地匹配整线运行。

提升网笼一致性与生产柔性

AAC 板材对钢筋网笼的位置、间距和连接稳定性具有较高要求。自动化设备通过稳定的定位、焊接和组装动作，可以减少人工差异带来的质量波动，提高网笼尺寸和装配位置的一致性。

对于长板材、高强度板材或多规格板材而言，网笼质量稳定性尤为重要。稳定的网笼结构不仅影响板材本身性能，也为后续浇注、静停、切割和蒸压提供可靠基础。

与此同时，AAC 板材生产企业通常需要面对不同厚度、长度和配筋方式的产品需求。K-ARFAS 可根据产品要求进行模块化配置，支持不同形式的网片和网笼装配。鞍架调整、换钎及相关定位模块，有助于适应多规格生产，减少频繁人工调整带来的时间损耗。

这种柔性使系统既适用于新建 AAC 板材生产线，也可根据现场条件用于既有生产线改造。企业可以结合产能需求、产品结构和投资计划，选择整体导入或分阶段升级。

面向高质量 AAC 板材制造

AAC 行业的发展正在从单纯扩大产能，转向效率、质量、节能和自动化水平的综合提升。对于板材生产而言，钢筋网笼装配环节虽然处于前道工序，但它直接影响整线运行效率和产品质量基础。

K-ARFAS 的价值不在于替代某一个单独动作，而在于将网片制备、网笼成型、焊接、切断、转运和组装连接为连续系统。通过减少人工参与、稳定生产节拍、提升网笼一致性和增强多规格适应能力，该系统为 AAC 板材生产企业提供了一条面向高质量制造的升级路径。

随着 AAC 板材在全球建筑市场中的应用进一步扩大，生产线对自动化、连续化和柔性制造的要求也将继续提高。自动化钢筋网笼装配系统，将成为 AAC 板材工厂提升长期竞争力的重要技术方向之一。

对于 AAC 板材制造商而言，钢筋网笼装配环节的升级，已经不只是局部设备改造，而是整线自动化水平提升的重要组成部分。通过将网片焊接、缓存输送、成型、焊接、切断、定位和组装整合为连续化系统，K-ARFAS 可以帮助企业减少人工依赖、提升生产节拍稳定性，并为高品质 AAC 板材生产提供更加可靠的配筋基础。

在全球建筑工业化和绿色建材快速发展的背景下，AAC 板材生产也需要更加高效、稳定和智能的装备系统。自动化钢筋网笼装配，正是推动 AAC 板材生产从传统制造走向高质量制造的重要一步。



Keda Suremaker sponsors the free download possibility of the pdf-file of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the Keda Suremaker Company Channel.



Keda Suremaker
2887, Tianmen Rd
Economic and Technological Development Zone
Maanshan City, Anhui Province, China
T +86 0555 2113600
www.keda-suremaker.com.cn

加气混凝土板材 - 第3部分： 针对特殊应用的智能技术

继先前在《AAC Worldwide》上发表的关于加气混凝土生产中钢筋解决方案的文章（第 I 和 II 部分）之后，本第三部分聚焦于 Masa WhiteHub 提供的两项专业技术解决方案。用于自动化钢筋定位的钢筋处理系统，以及用于集成式针清洁的针刷单元，展示了先进的自动化概念如何优化工艺流程、减少人工干预，并确保非承重加气混凝土墙板生产中始终如一的高质量。

钢筋处理系统：非承重加气混凝土墙板生产的变革者

当蒸压加气混凝土用于墙板、屋面板和楼板等承受弯曲应力的构件时，耐腐蚀的定制化钢筋是必不可少的。虽然简单的杆状或线状钢筋适用于内部隔墙，但对于楼板、梁和柱等结构构件，则需要更坚固、更专业的解决方案。

为优化非承重加气混凝土墙板的生產，Masa WhiteHub 提供了一套先进的自动化钢筋处理系统，在效率、成本降低和工艺可靠性方面带来决定性优势。

该解决方案的核心是全自动化工作流程：操作员在 Masa WhiteHub 控制系统中定义所有产品特定尺寸，参数通过配方文件直接加载。这确保了钢筋线材自动且精确地连接到针上。由此，最常见的低效来源之一人工装载错误几乎被消除。这不仅提高了质量一致性，还避免了代价高昂的返工和停机。

其经济影响尤为显著。采用 Masa WhiteHub 工厂，每日墙板产能可超过 2,000 立方米。钢筋处理系统所需人

力减少高达 90%，仅需一名操作员即可运行。

该系统的紧凑设计带来了进一步的效率提升。由于无需单独的人工装载工作站，宝贵的生产空间得以释放，节省约 200 平方米。同时，处理过程的自动化通过消除操作员手动处理长达 6 米钢筋线材的需要，显著提高了职业安全性。

总之，钢筋处理系统将自动化、精密性和安全性相结合，打造出高效且面向未来的生产工艺。

该钢筋处理系统可应用于新建及现有的加气混凝土生产线。

用于自动定位的智能技术

钢筋处理系统的使用仅需上游的一台钢筋矫直切断机。该设备将钢筋线材切割至所需长度，然后自动或手动送入线材库。因此，无需网片焊接机，这对客户而言代表了一项显著的成本优势。



钢筋处理系统：用于钢筋线材自动定位的智能技术

线材库自动将线材放置到一个高精度定位单元上，该单元包括一个定位输送机和一个可移动的装载小车。这种布置使得多达 30 根线材能够在 50 至 150 毫米的定义间距内精确对齐确保了最大的可重复性和产品质量。

一批线材完成后，定位单元自动移动到装有针的保持架下方。随后，处理系统执行同步上升运动，引导线材沿针向上，直至它们牢固地卡入专门设计的夹子中。根据产品规格，此序列最多重复四次，直至所有线材固定完毕，并为一个坯体准备好完整的钢筋组件。

其成果是为一个加气混凝土坯体快速、可靠且无需人工干预地生产出钢筋。随后，下游操作装置将带有钢筋的保持架转移到后续工序，最终将其集成到坯体中。

通过结合精确定位、自动化处理和 seamless 流程集成，该系统不仅提升了产品质量，还确保了持续的高产量使其成为具有竞争力的加气混凝土板材生产的关键推动因素。

针刷单元：确保清洁且可重复使用的钢筋针

用于将钢筋元件安装到保持架上的针，在整个生产过程中被重复使用。为确保其在加气混凝土坯体发气后能顺利抽出，其表面必须保持清洁且无附着物。通常通过将针浸入石蜡浴中来辅助实现，这减少了粘附并便于操作。

然而，维持石蜡浴的质量同样至关重要。针上残留物料造成的污染会损害性能并增加维护需求。Masa WhiteHub 通过其自动化的针刷单元应对这一挑战，确保对钢筋针进行一致且高效的清洁。

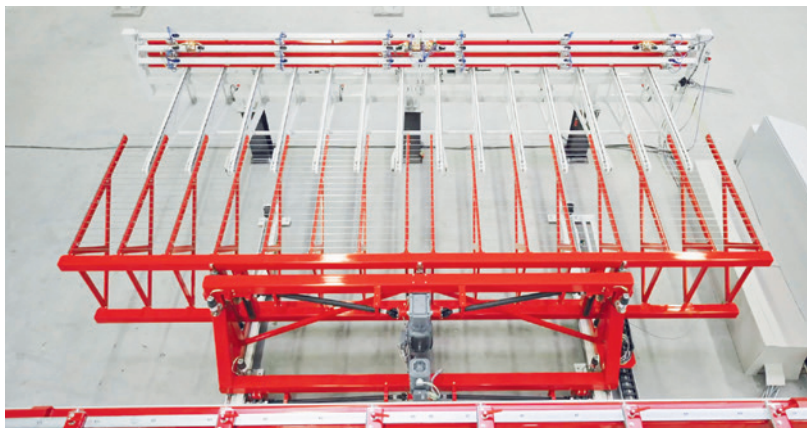
清洁过程完全集成到生产流程中。一旦加气混凝土坯体的发气阶段完成，且钢筋操作装置已将保持架从模具中移出，该保持架（连同其上的针）便自动运输至指定的清洁站。在那里，其被精确定位。

针刷单元检测各针的准确位置，并使其自身对准针尖下方。然后通过向上移动的旋转刷进行清洁，彻底且

将线材放置在定位单元上



将预定位的线材自动转移到保持架上



均匀地去除附着的残留物。这一自动化过程确保了无需人工干预的始终如一的高清洁质量。

从运营角度看，其益处显著。根据工厂产能，手动清洁针每班次可能需要多达三名操作员。相比之下，自动化单元则无需专人。当与钢筋处理系统结合使用时，一名操作员即可同时监控装载过程和刷针单元，进一步提升了效率。

清洁循环完成后，针被自动转移到石蜡浴中，在那里可立即重新涂覆，而无污染风险。清洁和准备步骤的这种无缝集成，不仅保障了工艺可靠性，还有助于延长设备寿命和降低运营成本。

总之，针刷单元通过确保最佳的针状态，补充了钢筋处理系统，使得在加气混凝土板材生产的整个过程中实现高度自动化、清洁且高效的钢筋处理流程。



Masa sponsored the free download possibility of the pdf-file of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the Masa Company Channel.



Hess AAC Systems sponsors the free download possibility of the pdf-file of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the Hess AAC Systems Company Channel.

masa
Milestone to your success.

Masa GmbH
Osterkamp 2
32457 Porta Westfalica
Germany
T +49 5731 680 0
F +49 5731 680 183
www.masa-group.com

WhiteHUB

HESS AAC Systems B.V.
Aluminiumsteden 10
7547 TN Enschede
Netherlands
T +31 53460 1700
F +31 53460 1799
www.hess-aac.com

天元威翰助力东欧蒸压加气混凝土 工厂实施现代化改造

全球加气混凝土（蒸压加气混凝土）行业正经历持续的变化。生产商普遍面临着设备基础设施老化、人工成本上升、产品质量预期提高以及市场需求多元化等挑战。在这一背景下，对现有生产设施进行现代化改造，正成为许多制造商的重要战略选择。

与此同时，全面的工厂升级也伴随着显著的挑战。它不仅需要周密的顶层设计与高精度的现场推演，更对“如何最大程度减少停产损失”提出了极高的要求。近期在东欧实施的一个现代化改造项目表明，通过针对性的技改，结合结构化的项目管理与现代自动化技术，可以在有限的实施周期内有效提升现有蒸压加气混凝土工厂的性能。

两大领先蒸压加气混凝土技术企业的合作

2025 年，国际加气混凝土装备领域的两大领军企业——德国威翰（Wehrhahn）与天元智能（Teeyer），共同成立了合资公司：天元威翰智能科技（常州）有限

公司（以下简称天元威翰）。该合作整合了威翰在蒸压加气混凝土工厂技术领域长期的工程专业知识，以及天元智能领先的制造能力、丰富的项目执行经验与全球市场布局。

作为行业龙头企业，天元智能在全球已累计交付超过 1,200 条生产线，而威翰是享誉全球的德国老牌蒸压加气混凝土工厂工程专家，天元威翰由此实现了两大技术供应商的优势互补。该合资公司的定位是为蒸压加气混凝土生产商提供集成的设备解决方案，重点聚焦于工厂现代化、自动化、数字化生产以及效率提升等领域。

1987 年投产生产线的现代化升级改造

该东欧项目涉及一条最初于 1987 年投入运行的蒸压加气混凝土生产线。随着运行时间的延长，该工厂逐渐显露出若干运营局限性，包括设备故障频发、对人工依赖度高、生产周期长、工艺稳定性有限以及产品破损率偏高。

对客户而言，核心需求是在尽可能缩短停产期的同时，提高生产率和产品质量。在项目启动前，预计现代化改造至少需要六个月。天元威翰在四个月内便完成了现场改造，从而减少了停产造成的损失，支持工厂更快地恢复常规运行。

工厂改造成果显著

改造完成后，工厂在多项关键性能领域取得了明显的改善：



天元威翰智能科技（常州）有限公司 签约仪式

- **产能提升：**日产量从不足 400m³ 提高到800m³ 以上，实现了原有产出水平的有效翻倍。
- **人工优化：**得益于自动化水平的提升与工序间的无缝衔接，单班操作人员由 15 人减至 8 人。
- **破损率降低：**产品破损率由原先的 5% 以上降至 1% 以下。这一改善带来了更稳定的产品质量，减少了废料，并提高了成品的利用率。

三大关键技术升级

现代化改造侧重于对产能、质量和劳动效率影响最大的特定技术领域。天元威翰根据现有的工厂条件，实施了定制化和模块化的设备升级。

1. 切割工艺与模具系统的升级

从传统的水平切割工艺升级为垂直切割工艺。与此同时，旧的四面开启式模具被替换为模块化箱式模具系统。这一改变使得生产带手抓孔的砌块成为可能，缩短了静停预养时间，并提高了切割精度。项目还引入了自动脱模和自动喷油系统，有助于消除浆料泄漏并提升工艺清洁度。

2. 自动化摆渡车系统升级

将原本人工操作、精度较低的旧式摆渡车，替换为自动化平移穿梭车系统。模块化设计简化了日常维护，解决了备件采购难题，显著提升了定位精度和生产周期效率。

3. 智能码垛吊具升级

将原本人工操作、结构复杂的机械吊具，更换为全新的高精度自动化码垛吊具。实现了全自动码垛，机械动作更简化、更可靠，不仅提升了作业精度，还大幅减少了对人工的依赖。

全生命周期项目管理

该项目取得成功的核心要素在于天元威翰的“全生命周期服务”体系，该体系将现代化改造项目划分为清晰明确的几个阶段：

- **现场调研与方案设计：**工程师记录现有的工厂尺寸



老旧低效的水平坯体切割系统



行业先进的翻转切割工艺

并分析基础设施条件。这有助于项目团队优化工艺布局，并最大限度地减少土建改造量。

- **定制化产品设计：**设备方案根据工厂现场条件、目标产能及产品范围进行了定制化调整。通过引入安装模拟技术，提升了规划的精准度，并有效降低了项目实施风险。
- **项目实施阶段：**聚焦于多方协同、现场安装管理与进度控制。这种结构化的管控模式，确保了所有改造工作均在预设的停产窗口期内如期完成。
- **产能提升支持：**主要工作包括设备调试、现场技术支持与配方优化。这些举措实现了从设备安装到稳定量产的无缝衔接，协助工厂快速达到了预期的产能与质量标准。

老厂技改——更务实的低碳高效转型之路

此次东欧的改建项目表明，局部、精准的现代化技改，完全可以成为“整厂推倒重建”的高性价比替代方案。通过集中优势攻克核心技术瓶颈，现有的蒸压加气混凝土工厂无需进行完全重建，同样可提升产能、质量、自动化水平和运行可靠性。

对于面临设备老化和效率要求提高的双重挑战，这



现有模具导致工艺干扰



模具更换稳定了工艺流程

一模式为企业升级提供了一条清晰可循的结构化路径。天元威翰将继续凭借其深厚的工程底蕴、精湛的装备制造力、自动化及数字化实力，当好企业数智化转型路上最坚实的战略合作伙伴。

未来，天元威翰将通过持续的技术创新与技改方案迭代，赋予传统资产更强的生命力，助力全球加气混凝土制造商从容应对未来更激烈的市场竞争。



Wehrhahn sponsors the free download possibility of the pdf-file of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the **Wehrhahn** Company Channel.



Teeeyr sponsors the free download possibility of the pdf-file of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the **Teeeyr** Company Channel.



设备需要人工操作和定位，大大减慢了生产的节拍

**WEHRHAHN
TEEYER**
SMART TECHNOLOGY CORP. LTD.

Wehrhahn GmbH
Mühlenstr. 15
27753 Delmenhorst
Germany
T +49 4221 1271 0
www.wehrhahn.de

Jiangsu Teeeyr Intelligent Equipment Co. Ltd-
No.312 Hehai West Road
High Technology Development Zone
213125 Changzhou City Jiangsu China
www.teeeyr-global.com
www.teeeyr.com



全自动平稳安全的成品搬运

乌克兰高产能科瓦尔斯卡 AAC 工厂正式投产

由 艾尔柯瑞特欧洲与科瓦尔斯卡集团合作开发的最新卧切式 AAC 工厂，标志着位于乌克兰西部罗兹瓦迪夫市的一座全新现代化蒸压加气混凝土工厂的成功落成。该项目在战时条件下实施，需要进行适应性工程设计、混合式调试策略，并依赖本地与国际团队之间的紧密协作。该工厂初始年产能约为 60 万立方米，配备了 Aircrete 的多项先进技术，包括高精度铝粉浆计量系统、低速多桨叶混合机、独立横切机、装载生产线以及 U 型砌块生产设备。这座现代化设施将增强乌克兰国内生产节能建筑材料的能力，并支持其长期重建与现代化进程。



图1：科瓦尔斯卡加气工厂内部视图

大型工业设施的建设始终是一项多学科协同工程，需要工程设计、制造、物流以及调试团队之间的紧密配合。在战时条件下交付此类项目，又增加了完全不同层面的复杂性。乌克兰科瓦尔斯卡项目展示了技术专业能力、灵活应变能力以及强有力的协作如何将挑战转化为成功的工业里程碑。

该加气混凝土工厂位于乌克兰西部利沃夫州的罗兹瓦迪夫市，是自战争开始以来乌克兰建筑材料行业最重要的私人投资项目之一。该项目作为科瓦尔斯卡在新卡霍夫卡（Nova Kakhovka）失去原有生产设施后的战略替代方案而开发，新工厂体现了其对现代、可持续建筑解决方案的长期承诺。



据 科瓦尔斯卡集团首席执行官 谢尔盖·皮利彭科表示：

“在我们因战争而失去位于新卡霍夫卡（Nova Kakhovka）的工厂之后，我们作出了一个明确的决定：继续留在加气市场，并投资建设新的生产能力。在战时环境下启动这样一个项目极具挑战性，但它清楚地展示了乌克兰工业的韧性，以及私营企业持续投资国家未来的能力。

我们对与 艾尔柯瑞特欧洲携手取得的成果深感自豪。即便在异常艰难的条件下，凭借其先进的技术、丰富的经验以及高度的责任感和投入精神，我们成功将这一宏伟项目付诸实践。”

目前，该工厂年产能约为 60 万立方米 加气混凝土（AAC）产品，包括墙体砌块和 U 型砌块。工厂布局已为第二期生产扩建做好准备，届时产能将提升至每年超过 120 万立方米，并新增钢筋墙板、楼板以及过梁等产品。

该项目于 2023 年开工建设，第一阶段总投资超过 5000 万欧元。为支持先进生产设备的采购，科瓦尔斯卡集团通过荷兰“Good Growth Fund（良好增长基金）”从国际投资银行获得了 2700 万欧元贷款。生产线由艾尔柯瑞特欧洲提供，融合了荷兰工程技术与乌克兰工业发展雄心。

战时条件下的项目执行

从项目早期执行阶段开始，该工程就受到战时环境现实条件的深刻影响。调试工作频繁因空袭警报而中断，现场作业不得不临时暂停，并严格遵守安全规程。同时，反复出现的电力中断给施工进度和系统测试带来不稳定因素，而有限的互联网连接也对本地团队与远程专家协作构成挑战。

这些情况还因物料供应链中断与物流延误而进一步加剧，使得计划与施工顺序需要持续调整。尽管如此，关键技术支持在条件允许下既通过现场方式提供，也大



图2：艾尔柯瑞特欧洲的 PLC 程序员及调试专家在科瓦尔斯卡AAC 工厂现场工作

量依赖远程支持，由本地团队负责现场实施。虽然这种模式保障了工作的连续性，但也增加了关键调试活动的复杂度，尤其是在系统诊断、机械验证以及控制系统集成等方面。

尽管面临诸多挑战，项目仍然以结构化且稳定的方



“作为一名现场调试软件工程师，我认为这个项目在技术上既充满挑战，又极具成就感。与科瓦尔斯卡团队的紧密合作中，我亲眼见证了推动项目持续前进的专业精神、韧性以及强烈的责任感。除了系统的实施与优化之外，最令人印象深刻的是各方之间的协作与信任程度。尽管情况复杂，我们仍然稳步推进，共同解决问题，并始终专注于交付可靠且高质量的成果。”

我很自豪能作为 AE 团队的一员参与 科瓦尔斯卡加气混凝土项目。在这里的工作不仅推动了技术进步，也支持了乌克兰可持续建筑的发展，意义重大。”——[李应强](#)，[艾尔柯瑞特欧洲软件工程师](#)。



“对于我作为 PLC 程序员来说，科瓦尔斯卡项目是一个重要的里程碑。在当前环境下调试工厂需要极强的灵活性，并与本地团队及远程专家密切协作。看到不同系统逐步集成并实现自动运行，是一段非常有成就感的经历。作为一名乌克兰工程师，能够在祖国参与这样重要的工业项目，使这一成就更加具有意义。”——[弗拉季斯拉夫·安德烈耶夫](#)，[艾尔柯瑞特欧洲 PLC 程序员](#)。

式推进。这一结果得益于各方的紧密协调、适应性工程策略的应用，以及对项目长期目标的共同承诺。正如两位参与该项目的工程师所述：

先进 AAC 技术与生产能力

最初，该工厂的供货合同是在战争爆发前几个月签署的。当时乌克兰共有 12 座大型 AAC（加气混凝土）生产设施在运营，总产能约为 500 万立方米，但在乌克兰西部地区 加气混凝土产业的存在非常有限。如今，尽管 AAC 材料的消费量仍明显低于战前水平，但新的科瓦尔斯卡工厂凭借其战略区位优势，能够服务于来自乌克兰东部、已长期迁移至全国各地的数百万人口。

科瓦尔斯卡对项目产能、产品组合及自动化水平的原始规划并未因战争发生重大变化。新工厂配备了 9 台蒸压釜（每台尺寸为 38 米长、3 米直径），并具备先进的自动化与安全系统，几乎所有设备均由欧盟供应。更重要的是，科瓦尔斯卡认为未来通过第二阶段扩建再增加 60 万立方米产能具有战略优势，这将有助于在未来进一步降低单位立方米的生产成本。

从技术角度来看，罗兹瓦迪夫工厂被设计为一座高产能、完全一体化的 AAC 生产设施，结合了先进自动化系统与优化后的工艺控制。由 AE 提供的生产线确保了稳定的运行条件，并在各个生产阶段保持一致的产品质量。以下为该项目的一些核心技术亮点：

铝浆计量系统

该工厂集成的一项关键创新是 Aircrete 最新一代铝浆计量系统，旨在最大化计量精度、运行安全性与 AAC 生产能力。铝粉是 AAC 发泡过程中产生氢气的核心成分，该反应决定了材料的多孔结构。因此，即使极小的铝投料偏差，也会直接影响密度、抗压强度、尺寸精度以及整体产品一致性，因此对铝浆的精确配比与计量至关重要。

Aircrete 铝浆计量系统采用全自动逐批次计量原理，在标准模具容量（5.4 m³）条件下，约三分钟一个计量周期内可实现约 ±10 克的高精度投料控制。

与传统依赖大型预混并持续冷却储罐的系统不同，



图3:
Aircrete 新型逐批铝浆添加系统

该系统采用独立称重料仓、受控混合单元、先进传感器系统，并在铝悬浮液制备全过程中持续进行温度监测。这一设计确保铝浆始终保持稳定均匀，同时避免常见问题，如浆料粘附、浓度不均及沉降失控等。精确的批次输入保证了每一生产周期中“料饼”的高度一致性。

该系统还具备高度生产灵活性，配备两个独立铝浆储罐，可根据不同配方或产品需求使用两种不同类型的铝浆。储罐容量设计可支持约一天的生产用量，从而显著减少人工补料频率并降低操作人员负担，使生产连续性得到优化并减少中断。

在运行安全与维护方面，该系统配备全自动高压喷嘴清洗装置，可在运行过程中持续清洁计量搅拌器及称重料仓，防止关键部位铝浆堆积与粘附。这种自动化清洗机制减少人工干预，提高操作安全性，并将维护周期延长至约每六个月一次。

此外，系统还具备先进的紧急保护功能，可在出现异常工况（如过热或工艺不稳定）时自动响应，从而避免设备损坏并保障安全运行。

为确保高可靠性运行，该系统配备不间断电源（UPS），在电力中断情况下可维持关键功能最长约 30 分钟，使设备能够完成正在进行的计量循环、稳定当前

工艺，或执行受控紧急停机。

整套系统以预制模块化“即插即用”形式交付，适用于 tilt-cake（立式切割）与 flat-cake（卧式切割）AAC 生产线，并可在最短约三天内完成集成并恢复生产。综合来看，该系统可显著提升生产稳定性、降低维护需求、增强运行安全性，并确保持续高质量的 AAC 产品输出。

有关艾尔柯瑞特铝浆批次计量系统的更多信息，可参见《AAC Worldwide》第 4 期（2023）。

DMD - 密度测量装置

科瓦尔斯卡工厂配备了艾尔柯瑞特最新一代密度测量装置（DMD），该装置旨在提高浆料密度测量精度，并提升整体生产一致性。在 AAC 生产中，浆料密度的微小变化都会影响发泡过程、尺寸稳定性以及最终产品质量，因此高精度测量至关重要。

为克服传统连续流测量系统的局限性，Aircrete 引入了一种先进的旁路测量概念，在提升精度的同时降低维护需求。

新一代 DMD 采用重新设计的 U 型管原理，浆料仅在预设测量间隔进入测量区域。在待机状态下，管道内

图4：自动密度测量装置



充满水体，提供稳定的密度参考基准，并可在每次测量前自动校准。

这一创新设计使系统测量精度最高可达 $\pm 9 \text{ kg/m}^3$ ，同时有效减少污染、材料堆积以及测量系统内部磨损。

新型艾尔柯特瑞密度测量装置的另一个重要优势在于，它消除了泵振动对称重传感器的影响，而这在传统连续流系统中是一个常见问题。其紧凑且标准化的设计，使其能够在对浆料管路系统仅需极少改动的情况下，轻松集成到新建或现有的 AAC 工厂中。

此外，该设备支持自动数据记录，并可通过与工厂控制系统集成，实现可选的浆料温度监测，从而提升长期运行的可靠性。

有关密度测量装置 (Density Measurement Device) 的更多信息，请参阅《AAC Worldwide》2025 年第 2 期。

低速多桨叶搅拌机

该工厂配备了艾尔柯瑞特的低速多桨叶搅拌机，旨在尽可能降低剪切力的同时，实现高度均匀的 AAC 混合料制备。该搅拌机可确保所有原材料及铝浆在整个批

次中均匀分布。

该技术特别适用于生产高密度与低密度产品以及墙板 / 过梁等产品，因为这些产品在坯体几何形状与钢筋配置方面存在差异，对新鲜浆料的一致性要求极高。稳定的浆料质量直接有助于均匀的发泡性能和产品性能的提升。



图5：搅拌机及其侧面法兰连接的高压清洗喷嘴



图6：AE独立横切机，配备短切割钢丝及集成压板（lamella）压实装置，用于提升切割精度

该项目在科瓦尔斯卡工厂中还应用了 Aircrete 自动高压与低压搅拌机清洗系统，该系统专为 AAC 搅拌设备设计。不同于传统混凝土搅拌机清洗系统，Aircrete 方案采用双泵设计，并配备四个战略布置的喷嘴，可提供高达 150 bar 的水压，清洗周期最快仅需 1.5 分钟。

系统配备更大的储水罐，并使用最高可达 60°C 的预热水，从而显著提升清洗效率。此外，清洗用水会自动计入生产配方，以确保工艺一致性并减少人工调整。

通过减少操作人员干预，该系统不仅提高了运行安全性，还提升了工厂可用率与生产效率。值得注意的是，该技术也已成功改造应用于其他并非最初由 AE 供货的加气混凝土工厂，体现了其良好的适应性与现代化改造价值。

独立横切机

科瓦尔斯卡工厂采用 Aircrete 独立横切机，安装于抓取机械臂与切割线第一段之间。该系统使用更短的切割钢丝，并配备独立机架（左右移动，而非自下而上移动），从而减少横切过程中对生坯的侧向作用力。

钢丝完成切割后，集成的压板（lamellas）会轻柔压实产品，从而提高后续切割过程中相邻单元之间的尺寸精度。

该设计带来以下优势：

- 更高的切割精度
- 更高的生产速度
- 更低的钢丝磨损
- 更优的产品质量

横切完成后，坯体进入水平与垂直切割段，在艾柯瑞特震动式双钢丝技术作用下，形成所谓“超平滑切割面”。

创新蒸压工艺设计

科瓦尔斯卡工厂在蒸压区域引入了多项重要创新，旨在缩短蒸压周期，从而降低成本、节约能源，并提升高压设备运行安全性。以下对其中几项主要创新进行简要介绍和说明。

在新的系统设计中，蒸汽转移管路和余汽释放管路采用蝶阀设计（替代传统截止阀）。该方案可将蒸汽在不同蒸压釜之间的转移效率提升约 2-2.5 倍（即一个釜的废蒸汽可转移至另一个空釜重复利用）。

该设计显著提高蒸压釜利用率，从而提升整体产能与工厂经济效益。

同时，该设计还将蒸汽传输过程中供给釜与接收釜



图7：蒸压系统，设计用于缩短循环时间并提升操作安全性

之间的压差降低至仅 0.5 bar，并且不会影响正常蒸汽循环节奏，有利于快速循环利用废蒸汽。

为加快蒸压周期的降压阶段，系统在余汽管入口处增加了独立抽气装置，可将末端余汽排出时间缩短约 15–30 分钟。最终实现从工作压力 12 bar 降至开门压力 0 bar 的完整降压循环（含蒸汽转移）约为 65 分钟。

更重要的是，加速排汽显著提升了操作安全性：在蒸压釜开门时，内部几乎无残余蒸汽，从而最大限度降低人员暴露风险，并避免车间内形成蒸汽云雾，改善工作环境。

蒸压釜仪表系统也在安全性方面进行了两项重要升级：

首先，釜内压力控制系统精度达到 0.0001 bar，约为传统加气混凝土工厂的 25 倍精度，使蒸压过程更加稳定、安全，尤其在开门阶段更为重要。

其次，传统手动轮式釜门开启系统被液压缸系统替

代，从而消除操作人员在开门过程中接触残余蒸汽的风险。

为在注汽前实现更快、更深、更节能的真空环境，系统安装了新型蒸压釜真空系统，配备独立冷却与过滤罐及专用控制系统。

该系统采用大容量水环真空泵（55 kW）与前置水箱结构，在抽真空前对气体进行冷却处理，从而避免高温气体进入真空泵造成效率下降。

艾尔柯瑞特设计的独立水箱作为热交换器，在气体进入真空泵前进行冷却，使真空水平更深且更稳定。实测结果显示，可在 8–12 分钟内达到 -0.8 bar 真空度，且不影响产品质量，从而显著提升真空性能与工艺可靠性。

值得强调的是，上述所有创新技术并非仅适用于 Aircrete 新建生产线。这些技术均可应用于现有 AAC 工厂的升级改造项目中，例如蝶阀系统和真空泵组件此前已成功在其他工厂完成改造应用。因此任何 AAC 工厂均可通过升级获得更安全的蒸压环境与更高的工艺效率。

图8：堆垛/拆垛机械手，可实现灵活的产品打包配置，以提高下游包装与发运效率



图9：卸载生产线，具备自动化包装配置功能，可灵活调整托盘高度并进行产品分拣

出釜卸载线

蒸压完成后，产品由 Aircrete 自动化卸载系统处理。系统首先自动移除堆垛销，然后将两坯 AAC 产品翻转至自动供料的木托盘上。

随后，这些约 1.5 米高的托盘进入后续工序：

- 可将托盘高度从 1.5 m 调整至 1.8 m 或 2.1 m
- 可通过双提升机械手移除一层产品（例如 200 mm 砌块中的 100 mm 层），形成统一规格托盘
- 托盘自动进行垂直捆扎
- 通过 Signode 自动设备进行拉伸膜包装

该卸载系统与整体物流方案集成，实现安全搬运砌块及增值产品，同时最大程度减少人工干预。高度自动化确保稳定产出并提高发运效率。

AAC U 型砌块设备

为扩展产品组合并提高生产灵活性，科瓦尔斯卡工厂引入了 Aircrete 半自动 U 型砌块设备。这是一种独立紧凑型解决方案，可将标准、超规格或剩余 AAC 砌块转化为高附加值产品。

该设备通过精密铣削在加气砌块中加工 U 型槽，使



图10：加气U 型砌块生产设备

其成为用于钢筋过梁等承重结构的永久模板。

这使得原本可能被视为废料的材料能够转化为高市场需求的增值产品。

该设备基于高精度铣削原理，通过可更换刀具实现不同几何形状与尺寸，以满足不同结构需求。半自动设计结合人工上下料与自动加工，在操作简便性、可靠性与成本之间取得平衡。其紧凑结构也便于在现有加气工厂中快速集成。

系统还配备先进的旋风式除尘装置，可回收加工过程中产生的细粉，并重新回流至浆料系统。这种循环利用方式减少废料，同时改善浆料黏度与工艺稳定性。

通过将剩余加气产品转化为 U 型构件，设备显著提升产能利用率并增强盈利能力。

基于该增值生产理念，艾尔柯瑞特欧洲还提供自动过梁生产线，用于进一步加工 U 型砌块。该系统可自动完成钢筋布置、混凝土填充及受控养护，最终生产成品钢筋过梁。

该系统整合搬运、配筋、浇筑与养护流程，确保尺寸精度与稳定质量，并实现连续高效生产，使工厂能够

进入高利润结构产品市场。

此外，艾尔柯瑞特欧洲还提供 O 型砌块设备，通过类似增值理念在 加气砌块中加工圆形垂直孔洞，用于管线布置及特殊结构应用，从而进一步提升材料利用效率。

知识交流与合作

伴随着项目建设的推进，知识共享活动进一步深化了乌克兰与欧洲合作伙伴之间的合作关系。在荷兰举办的一次贸易交流活动期间，艾尔柯瑞特欧洲 代表 安东·库帕瓦与尤里·斯维尔古年科与乌克兰代表团进行了深入交流，分享了在建项目的进展情况以及相关技术发展的最新成果。

这一活动充分体现了国际合作即使在充满挑战和资源受限的环境下，仍能够成为推动工业发展和技术进步的重要力量。

结论

罗兹瓦迪夫工厂的建成体现了在极端条件下交付复杂工业项目所需的韧性、协作与工程能力。科瓦尔斯卡的管理层和项目现场团队在极其艰难的环境中坚持推进项目实施，并最终实现项目落地，值得高度赞誉。



图11：乌克兰代表团于2026年访问荷兰

这不仅仅是一座生产工厂，更是一项着眼于乌克兰重建和长期经济稳定发展的前瞻性投资。通过将先进的AAC技术与强有力的国际合作伙伴关系相结合，该项目为建筑材料行业如何在充满不确定性的环境中实现适应与发展树立了标杆。

随着乌克兰持续推进复苏与现代化进程，此类规模的项目将在打造更加可持续、自主可控和技术先进的建筑行业方面发挥至关重要的作用。



Aircrete sponsors the free download possibility of this article for all readers of AAC Worldwide. Simply scan the QR code with your smartphone to get direct access to the Aircrete Company Channel.



Aircrete Europe
Zutphenstraat 6
7575 EJ Oldenzaal, Netherlands
T +31 541 571020
www.aircrete.com



图12：在乌克兰罗兹瓦迪夫的科瓦尔斯卡工厂生产的第一块AAC板材

USI浮筑楼板隔声保温系统

USI 浮筑楼板隔声保温系统，是一款以改性蒸压加气混凝土材料为核心层的新型楼板隔声系统。其研发聚焦建筑领域的关键需求，专为破解“好房子”建设与城市更新进程中楼板撞击隔声难题这一核心痛点而量身打造。

楼板隔声的现状

当前我国住宅楼板隔声状况不容乐观，尤其是存量老旧住宅问题更为突出。上世纪八九十年代建设的住宅多采用预制楼板结构，楼板厚度普遍较薄（约 80-100mm），且未设置专门的隔声构造，撞击声隔声量普遍低于 65dB，远达不到现行国家标准要求。即使是 2000 年后新建的商品住宅，虽然多数在设计阶段参照了相关规范，但受成本控制、施工质量等因素影响，实际隔声效果达标率不足 60%。据中国建筑科学研究院的抽样检测数据显示，近 40% 的新建住宅楼板撞击声隔声性能未达到《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2019 中的最低要求，居民因楼板隔声问题引发的邻里纠纷占住宅类投诉总量的 35% 以上。

楼板隔声问题的主要表现形式

楼板隔声问题主要分为空气声隔声和撞击声隔声两类，其中撞击声扰民问题更为普遍：

- 撞击声隔声不足：居民日常活动产生的脚步声、家

具拖动声、儿童跑动声等通过固体传声传递至下层，是引发邻里矛盾的核心因素。多数住宅楼板未设置浮筑层、隔声垫层等构造，直接采用刚性连接的现浇楼板，撞击声隔声量难以满足要求。

- 差异化问题显著：不同建筑类型的楼板隔声表现差异较大，保障性住房、回迁房因成本限制，隔声构造简化，问题尤为突出；而高端商品住宅虽配备了完善的隔声措施，但仍存在施工不规范导致的隔声效果打折扣现象。

隔声技术应用与行业发展现状

近年来，我国楼板隔声技术体系逐步完善，多种隔声构造和材料得到应用，但仍存在诸多不足：材料种类丰富但质量参差不齐，市场上的隔声材料包括橡胶隔声垫层、浮筑楼板隔声砂浆、隔声涂料等，部分优质材料能有效提升撞击声隔声量 15-20dB，但也存在大量劣质材料，其隔声性能仅为优质产品的 30%-50%，且耐久性差，易出现老化、开裂等问题。

楼板隔声标准规范

我国已建立较为完善的楼板隔声标准体系：

- 标准体系逐步完善：2025 年住房和城乡建设部明确“好房子”标准，并在 2025 年 5 月起施行《住宅项目规范》GB55038-2025（简称《规范》）；《规范》实现了对现行相关标准的继承和创新提升；《规范》要求计权标准化撞击声压级 ≤ 65 dB。达到这个水平才能有效降低日常生活中的大部分撞击噪声，对于楼上脚步声、拖拽家具等中高频噪音有较好隔绝，并对跳绳、跑跳等低频冲击声的隔绝效果也有更好的隔绝。显著提升居住舒适度。简而言之“好房子”就是要绿色、低碳、智能、安全，让大家住得健康、用得便捷、成本又低、即放心又舒心。
- 现行《民用建筑隔声设计标准》GB50118-2019 明确了不同类型住宅的楼板隔声要求。部分地区还出台了更严格的地方标准，高要求标准计权撞击声隔声 ≤ 60 dB。

楼板隔声市场主要应用产品类型优劣势

一、隔声垫隔声系统

优势：

- 采用常见易得的材料，无需进行二次研发，弹性隔声垫铺设简便，易于操作。

劣势：

- 作为弹性垫层，在使用 3 - 6 个月后会不同程度的压缩与不均匀沉降，容易导致地面瓷砖开裂；中长期使用后，压缩和沉降会使撞击隔声性能严重衰减。
- 施工构造要求在弹性垫层上加设 40 - 50mm 的现浇细石混凝土增强层，增加了施工复杂度，湿作业工序较多；同时会给结构楼板增加 90 - 110kg/ m^2 的荷载，对建筑结构影响较大。

- 耐久性较差，长期受压或受温度、湿度影响易出现老化、变形，降低隔声性能，需定期维护更换。

- 对基层平整度要求高，若基层存在明显凹陷或凸起，易导致隔声垫局部架空，形成隔声薄弱点。

二、隔声涂料或砂浆隔声系统

优势：

- 施工简便，采用喷涂或辊涂方式施工，无需占用额外空间，不改变楼板原有结构厚度，适用于层高受限的场所。
- 可直接涂刷在混凝土、水泥砂浆等基层表面，与基层直接结合。

劣势：

- 隔声效果有限，仅能辅助改善轻度撞击声，撞击声隔声量约 $L_w \leq 75$ dB，难以作为主要隔声措施。
- 弹性涂料的薄膜结构使其在后续施工中易遭破坏或损伤；且有机材质特性导致其中长期使用过程中易出现老化和性能衰减。

蒸压加气混凝土产品广泛应用于墙体系统，具有无机、环保、保温、耐火等优异性能，优于传统墙体材料。但是，其轻质减震、隔声吸音的特性一直未能有效开发利用，基于以上情况，优博络客集团将加气混凝土隔声吸音、轻质减震的特性进行了楼板隔声系统的创新性研发。

USI 浮筑楼板隔声保温系统试验验证及方案优化

在充分调研的基础上，基于加气混凝土的轻质减震、隔声吸音特性，进行了产品系统方案设计、技术攻关及生产试制，共进行了数 10 次对比试验检测。

对比分析每次试验及数据，摸清了各层材料对撞击隔声的影响，进一步优化产品系统方案，确定了最终的产品系统方案，检测结果甚至超出预期，检测结果进一步

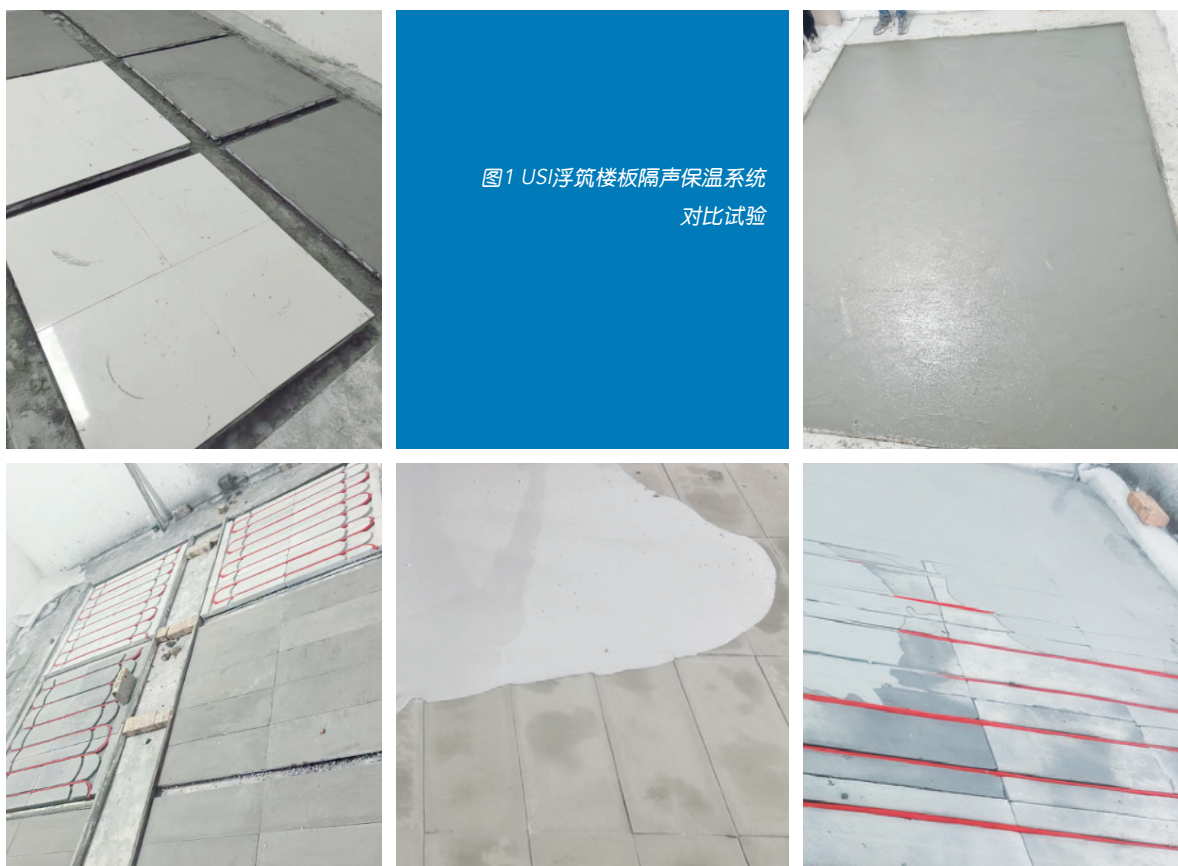


图1 USI浮筑楼板隔声保温系统
对比试验

证明了研发方向的正确性和设计方案的可行性。

优博络客集团研发团队历尽一年多、数十次方案对比试验检测及施工试验优化，终至成熟；最终定型两款适用于各个场景及地区的楼板隔声保温系统。即：USI 浮筑楼板隔声保温系统（普通型），USI 浮筑楼板隔声保温系统（地暖型）。该系统结构构造简单，施工方法成熟，施工完成总厚度 38~58mm，较传统方案减薄 30% 左右，有效增加房屋净高，荷载轻，约为 35kg~50kg/ m²，较传统浮筑楼板减轻 50% 左右，减轻房屋荷载。

已定型的 USI 浮筑楼板隔声保温系统，经权威检测机构试验检测并出具正式检测报告，其撞击声隔声量为 54dB（普通型）和 53dB（地暖型），远小于《绿色建筑评价标准》及最新的《住宅项目规范》GB55038-2025 中 65dB 的限值要求。

企业标准制定及施工技术定型

随着 USI 浮筑楼板隔声保温系统的完善及成熟，我们制定了严谨的企业标准《USI 浮筑楼板隔声保温系统技术规范》Q/UBDY01-2025，该标准的各项指标均优于国家相关标准，并已在中国国家级的企业标准信息公共服务平台公开备案执行。

系统创新性

与市场现有的有机类浮筑楼板产品和做法相比，USI 浮筑楼板隔声保温系统具有无机环保、不沉降、荷载轻、耐久不老化的综合优势，其经济性也颇具竞争优势。

1、基于加气混凝土材料的创新性研发——撞击隔声

基于改性加气混凝土材料进行了楼板隔声系统的创

图2 USI浮筑楼板隔声保温系统检测验证

图2a:
撞击声接收器图2b:
楼板撞击器图2c:
系统传热系数检测

新性研发，其性能经过数十次综合检验对比，撞击隔声均在 60dB 以下。

2、施工简便

该系统结构构造简单，施工方法成熟，施工完成总厚度 38~58mm，较传统方案减薄 30% 左右，有效增加房屋净高。

3、隔声保温性能兼优

USI 浮筑楼板隔声保温系统中的 USI 专用隔声板和找平层，创新性利用了加气混凝土材料减震吸能和轻质保温的特性，不仅增强了产品系统的隔声减震性能，同

时也提升了楼板保温性能。

4、不沉降、不开裂

该系统相较传统及有机类楼板隔声做法具有无机环保、不沉降不开裂、耐久不老化等综合性能优势。

总结

USI 浮筑楼板隔声保温系统作为改性蒸压加气混凝土材料在楼板隔声领域的创新性应用，成功破解了传统隔声技术的诸多痛点。该系统以其卓越的隔声性能、轻量化设计、无机环保特性和便捷施工工艺，为建筑声学

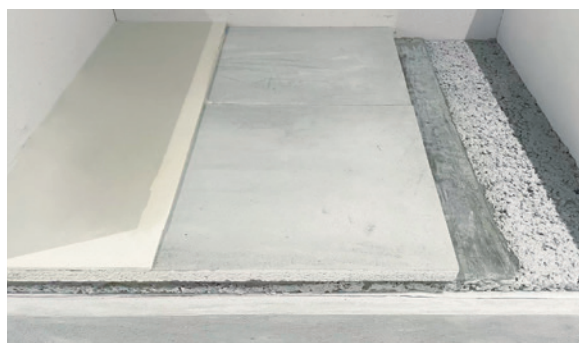


图3 定型的 USI浮筑楼板隔声保温系统

普通型	
①保护层	
② USI 专用隔声板（普通型）	
③ USI 专用粘结剂	
④ USI 专用找平层	
⑤防潮层	
⑥楼板结构层	

地暖型	
①保护层	
② USI 专用隔声板（地暖型）	
③ USI 专用粘结剂	
④ USI 专用找平层	
⑤防潮层	
⑥楼板结构层	

图4 USI浮筑楼板隔声保温系统构造

解决方案提供了全新选择。在当前“好房子”标准不断提升的背景下，USI 系统不仅能有效满足住宅、医院、学校等不同建筑类型的隔声需求，更在既有建筑改造项目中展现出独特优势。随着相关标准规范的完善和市场认知度的提高，USI 浮筑楼板隔声保温系统有望成为未来建筑隔声领域的主流技术，为提升居住品质、构建和谐人居环境贡献重要力量。



UBlok
No.4 Pu Chang Road
Xiaopu Town, Changxing County, Zhejiang Province
China

砌体建筑的平面规则性与抗震设计

Dr.-Ing. Ehsan Harirchian and Kamran Farid,

Institute of Structural Mechanics, Bauhaus-Universität Weimar, Germany

砌体建筑的抗震性能受平面几何形状、结构规则性以及刚度和质量分布的强烈影响。现代抗震标准，包括 Eurocode 8 框架，强调规则和平衡的结构布局的重要性，以确保可靠的抗震性能。不规则的配置可能导致扭转效应、不均匀的荷载分布以及结构损坏的增加。本研究考察了平面规则性在砌体结构抗震设计中的作用，特别是那些采用加气混凝土（AAC）构件建造的结构。关键设计原则，包括对称的墙体布置、剪力墙的连接性以及均匀的荷载分布，与常见的平面不规则性和改善抗震性能的实用策略一同进行了讨论。

在整个欧洲，包括德国、瑞士、土耳其和意大利等国家，公众对自然灾害的认识和关注在近几十年来持续增加。在这些灾害中，地震构成了一项重大威胁，并且在某些地区代表了主要的自然风险。这些国家之间的地震活动性存在显著差异：土耳其和意大利以高地震活动性为特征，瑞士经历中等地震危险性，而德国通常表现出较低但仍显著的地震风险。然而，历史证据表明，破坏性地震在中欧和南欧均有发生，强调了地震危险性评估和风险减缓策略的广泛相关性。

意大利和土耳其的近次地震，连同历史上的事件，如 1855 年瑞士瓦莱州地区的地震，证明了地震活动对建筑环境和社会可能造成的严重影响。即使是中强地震也可能导致 substantial 的结构损坏和对受影响人群的重大后果。砌体建筑特别容易受到地震荷载的影响，并且当未进行适当的抗震设计时，可能表现出脆性破坏行为。

随着现代欧洲和国家设计标准的引入和持续发展，

特别是 Eurocode 8 [1] 框架，对抗震结构设计的重视日益增加。这些要求适用于广泛的地震区域，包括地震活动性相对较低的地区，如德国的部分地区，在这些地区，根据建筑位置和重要性类别，抗震验算仍然是必要的。

砌体建筑在整个欧洲具有悠久的传统，并且其在地震区域的行为已被广泛研究 [2,3]。在低至中等地震活动性为特征的地区，包括德国和瑞士的部分地区，无筋砌体建筑仍被广泛使用。然而，对于功能性重要性增加的建筑，如医院和归类为重要性等级 III 的关键基础设施，现行标准要求使用配筋的、具有延性的砌体系统以确保足够的抗震性能。同样，在地震危险性较高的地区，包括意大利和瑞士的某些区域，对于具有高 occupancy 水平或增加的风险潜力的建筑，通常归类为重要性等级 II 或更高，配筋砌体是强制性的。

本文为建筑师、结构工程师和规划人员提供了关于砌体建筑抗震设计和细部构造的实践指导，特别强调使



Ehsan Harirchian 是一位高级研究员和结构工程师，专长于建筑物的抗震设计。凭借多年的专业经验和在地震工程与易损性评估方面丰富的发表记录，他因在结构性能评估、地震数据分析以及地震区域建筑行为评估方面的专业知识而受到认可，尤其专注于可持续建筑材料。

在他的职责中，他为复杂工程和研究项目的开发做出贡献，支持分析和设计流程。他确保从概念开发到实施的所有设计和实施阶段中保持高水平的技术质量。

ehsan.harirchian@uni-weimar.de



Kamran Farid 是一位经验丰富的结构工程师，专长于 AAC 系统。凭借在 AAC 领域超过 25 年的专业经验，他因在材料行为、结构性能以及 AAC 解决方案的实际实施方面的深厚技术专长而受到认可。

在他的职责中，他领导工程团队，支持复杂项目开发，并确保所有设计和施工阶段的高技术质量。他广泛的行业知识和实践经验使他成为德国及欧洲基于 AAC 的建筑项目中创新和可靠性的关键贡献者。

kamran.farid@uni-weimar.de

用 AAC 砌块和 AAC 系统墙板建造的结构。本文的第一部分讨论了建筑平面几何形状的重要性及其对抗震性能的影响。第二部分提供了结构设计和规划的建议，并辅以说明性的建筑布局示例。

平面几何形状在抗震设计中的重要性

砌体和框架结构的抗震性能受平面几何形状和结构体系规则性的强烈影响。抗震设计不仅要求足够的结构承载力，还要求承重构件有良好平衡和高效的布置，以确保在地震激励下产生可预测且受控的反应。现代抗震设计规范如 Eurocode 8 和 DIN 4149 [4] 一致强调结构规则性是降低地震易损性和改善整体建筑性能的基本要求。

平面几何形状在地震期间惯性力的分布和传递中起着决定性作用。规则且紧凑的结构布局促进刚度和质量的均匀分布，从而产生更可靠的力传递路径和更可预测的整体反应。在此类系统中，侧向荷载由抗剪构件有效

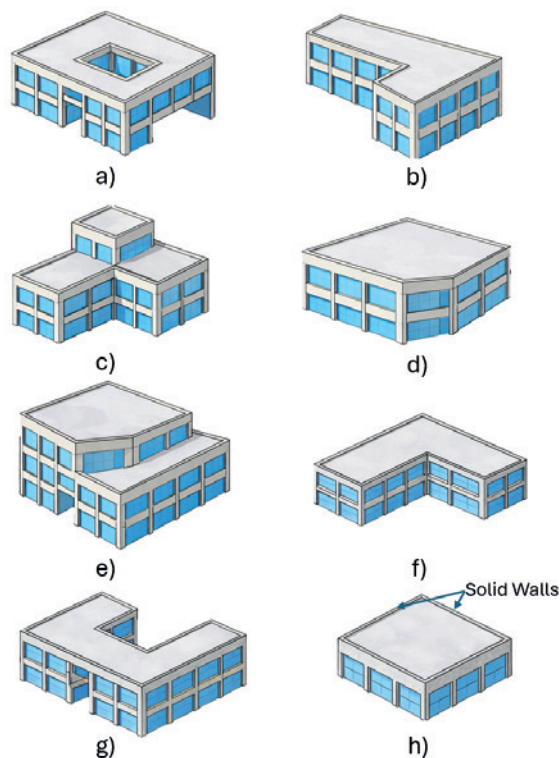


图1：平面不规则性的不同形式：a) 内凹角，b) 扭转，c) 退台，d) 非平行墙体，e) 复杂几何形状，f) L形几何形状，g) U形几何形状，以及h) 实体墙体（引自[6]）

承担，这有助于限制应力集中并降低局部破坏的可能性。相反，平面不规则性构成了地震易损性的一个关键且易于观察的指标。大量研究表明，不规则配置可能由于扭转效应和不均匀的力分布而显著增加地震风险 [5]。因此，即使是快速视觉评估程序，如 FEMA P-154 [6]，也明确将平面不规则性作为建筑易损性初步评估中的关键参数。

平面不规则性的定义

当结构体系偏离紧凑、对称且刚度均匀的配置时，即产生平面不规则性。常见形式包括：

- 扭转不规则性：质量中心与刚度中心之间的偏心；
- 不对称的墙体布置：剪力墙分布不均匀；
- 内凹角：L 形、U 形或复杂几何形状导致应力集中；
- 不均匀的刚度分布：墙体密度或刚度的变化；
- 洞口引起的削弱：大型或集中的洞口降低墙体承载力。

这些不规则性损害了结构的均匀反应，并增加了单个构件的地震需求。图 1 显示了部分具有平面不规则性的建筑示例。

平面不规则性的影响

不规则的平面配置显著增加地震易损性。典型的不规则性包括 L 形或 U 形布局、不对称的墙体分布以及不均匀的刚度布置。这些条件导致：

- 由于质量 - 刚度偏心引起的扭转效应；
- 跨越结构构件的非均匀力分布；

- 局部应力集中和过早损坏；
- 整体抗剪承载力和能量耗散能力降低。

额外的不规则性可能来自洞口（门和窗）的不利布置，这可能会中断荷载路径并削弱剪力墙连续性。类似地，刚度或几何形状的突变会扰乱力的传递并增加局部破坏的风险。

规则抗震平面的设计原则

规则抗震平面的设计原则旨在实现简单、平衡且结构高效的配置，以确保在地震荷载下产生可预测的反应。一个关键重点是规划规则性，包括刚度和质量的均匀分布，以及减少可能放大地震效应的几何和结构不规则性。这对于使用 AAC 砌块和墙板的砌体结构尤其相关，因为其整体抗震性能强烈依赖于承重墙体的布置和连续性。由于该材料相对较低的密度以及与延性结构体系相比的脆性行为，规则的墙体布局对于确保可靠的力传递和受控的变形至关重要。

总体而言，这些原则通过促进高效的荷载路径并最小化扭转和局部破坏机制，为改善抗震行为提供了一个基本框架。抗震设计标准如 Eurocode 8 和 DIN 4149 推广以下原则以实现规则且稳健的结构布局，如表 1 所总结。

在每个主方向上设置两道长剪力墙

一般而言，在结构规划中，应在建筑的每个主方向上至少设置两道长剪力墙，以确保在地震作用下产生有效且稳定的反应。在低地震区，当墙体的长度约为相应荷载方向平面尺寸的三分之一至二分之一时，墙体被视

表 1：规则建筑布局的关键抗震设计原则

抗震设计原则	建议
避免扭转	确保抗剪构件的对称布置
保持紧凑性	优先采用简单且规则的建筑形状
确保刚度均匀性	在两个主方向上均匀分布剪力墙
最小化偏心距	尽可能使质量中心与刚度中心对齐
增加冗余度	使用多个较短的剪力墙替代少数长墙
保持荷载路径	避免竖向和侧向力传递中的不连续性

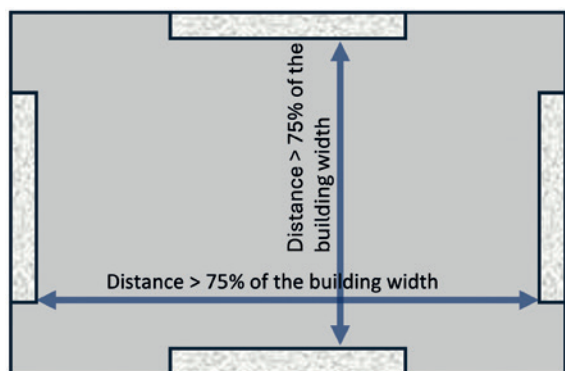


图2：每个方向上的两道长墙

为“长墙”。为获得足够的扭转刚度，至少应有两道平行剪力墙布置成相互间距大于建筑宽度的 75%，其中建筑宽度定义为垂直于所考虑墙体方向上的尺寸，如图 2 所示。

设计用于抵抗地震作用的剪力墙必须具有 15 cm 的最小厚度。此外，其高度不应超过其厚度的 17 倍，以确保足够的稳定性并防止与细长比相关的破坏。

墙体在平面视图中的对称布置

抗震安全的一个基本要求是质量中心（M）与刚度中心（S）的紧密对齐，如图 3 所示。当这两个点重合或位于彼此附近时，扭转效应被最小化，且结构反应保持更均匀。然而，当 M 和 S 之间存在显著偏心时，地震激励会引发建筑的扭转转动，导致不均匀的位移需求以及

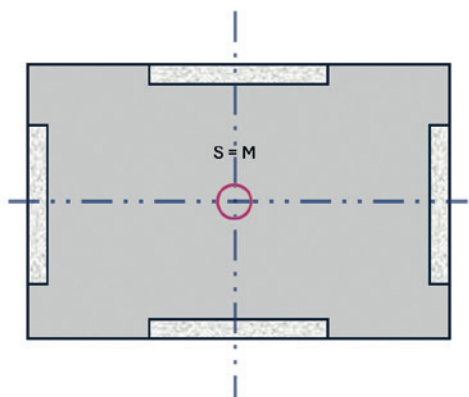


图3：墙体的对称布置及S和M的理想位置

结构损坏的局部增加。随着两个中心之间距离的增加，扭转效应变得更加显著，由于地震期间放大的扭转振动，导致墙体中更高的应力集中。

用两道较短墙体替换一道长墙

一道单独的长剪力墙可以被两道较短墙体替换，如图 4 所强调。为达到结构等效性，这些墙体中的每一道的长度应约为原较长墙体的 70% 至 80%。在此配置中，刚度保持在相同位置，这导致改善的扭转行为和建筑更稳定的地震反应。

地震区的强度要求

根据 DIN 4149，强度等级 2 的 AAC 砌块或墙板用于外墙仅在特定条件下被允许。特别是，在建筑的每个主方向上，所需剪力墙截面积中至少 50% 必须由强度等级 4 或更高的 AAC 构件组成。在此条件下，总剪力墙截

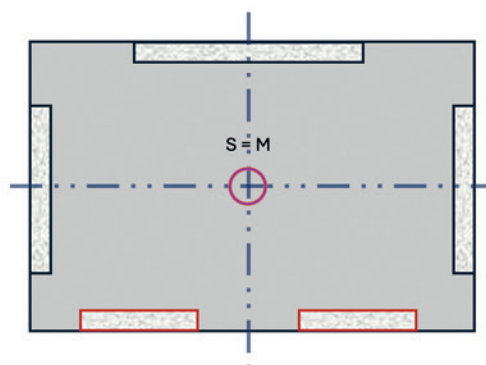


图4：将一道长墙划分为两道较短墙体

面积必须符合 DIN 4149 第 4 部分表 15 中针对强度等级 4 的 AAC 砌块所规定的值。这一要求对于使用 AAC 砌块的结构尤其相关，因为足够的抗震性能取决于确保足够的墙体强度以及更高强度砌体构件在侧向荷载抵抗体系中的适当分布。应注意的是，对于一道墙体在每个方向上作为剪力墙发挥作用，其长度必须至少为 1.99 m。

楼梯洞口对剪力墙性能的影响

当洞口被置于靠近抗震墙的位置时，这些墙体可能

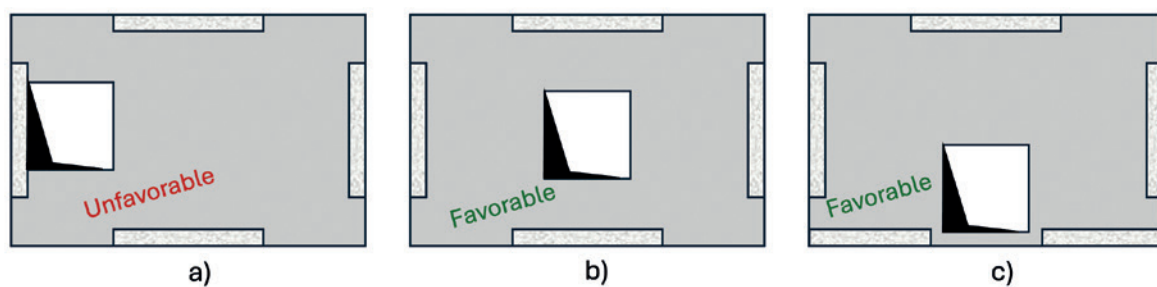


图5：平面视图中洞口的有利和不利布置

承受减小的竖向荷载。这种减小可能导致其抗剪承载力的显著降低。楼梯洞口的结构有利和双重有利配置在以下图5中呈现。

平面优化建议

一个不利的抗震平面布置示于图6a中。在建筑的纵向方向上，仅设置了一道单独的长剪力墙。因此，质量中心和刚度中心位于相距相当大的距离处。这种显著的偏心导致在地震激励期间产生显著的扭转反应，从而增加对结构体系的需求。

为获得足够的扭转刚度，应设置足够长的剪力墙并尽可能远离刚度中心布置。此外，邻近楼梯间的墙体在两个主方向上承受偏心竖向荷载，这降低了其有效抗剪承载力和整体结构效率。被忽视的设计原则包括：

- 在建筑的两个主方向上缺少两道长墙；
- 平面视图中墙体的不对称布置；
- 由于竖向荷载引起的抗震墙的偏心加载。

同一建筑的改进后平面布置示于图6b中，与先前配置相比，表现出显著增强的抗震行为。然而，墙体的布置仍未完全满足抗震设计的所有要求。

在建筑的两个主方向上，设置了两道长剪力墙，这有助于改善整体稳定性。然而，墙体在平面视图中并非对称布置。结果，质量中心和剪切中心不重合，导致扭转效应和地震激励期间增加的结构需求。

通过将楼梯核心筒建造为钢筋混凝土，可以实现抗震性能的进一步改善。

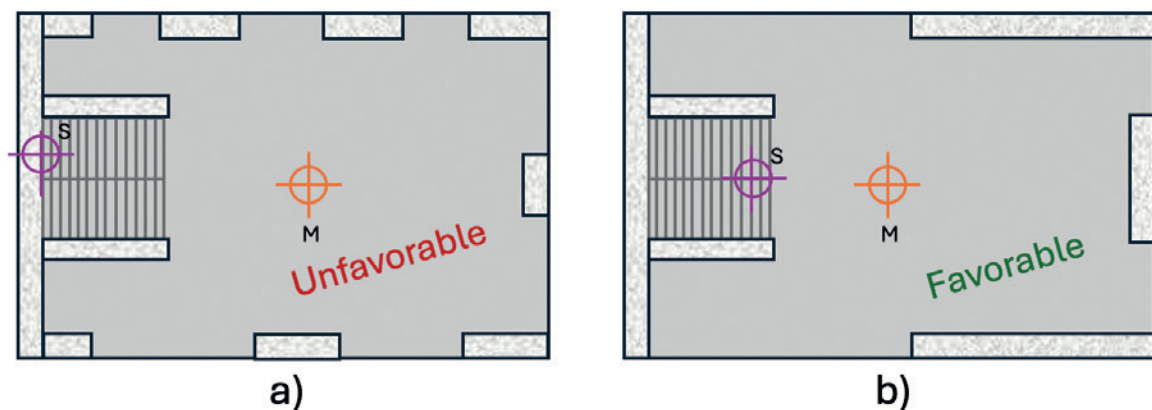


图6：a) 不利平面，以及 b) 优化后平面

结论

遵循抗震设计原则的适当设计的建筑布局可以显著减少扭转效应，改善地震力的分布，并提高结构体系的整体可靠性。这些因素在暴露于地震的地区尤其重要，特别是对于砌体建筑，其中脆性破坏机制可能强烈影响结构行为。一般而言，抗震高效的建筑布局以紧凑且对称的几何形状、质量和刚度的平衡分布、连续的剪力墙以及竖向荷载的一致传递为特征。此类特征有助于在地震事件期间产生更均匀的结构反应和改善的能量耗散。因此，平面规则性应被视为抗震设计的一个基本方面，而不仅仅是建筑考虑。在早期规划阶段对结构构件的几何形状和布置给予仔细关注，有助于减少不规则性并改善建筑的整体抗震行为。

参考文献

- [1] Standard, B. (2005). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part, 1, 1998-1.
- [2] Işık, E., Avcil, F., Büyüksaraç, A., İzol, R., Arslan, M. H., Aksoylu, C., ... & Ulutaş, H. (2023). Structural damages in masonry buildings in Adıyaman during the Kahramanmaraş (Türkiye) earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) on 06 February 2023. *Engineering Failure Analysis*, 151, 107405.
- [3] Ugurlu, K., Halici, O. F., Demir, C., Comert, M., & Ilki, A. (2026). Seismic Behaviour and Design of Reinforced Autoclaved Aerated Concrete Load-Bearing Panel Walls. *Journal of Earthquake Engineering*, 1-35.
- [4] Schwarz, J., & Grünthal, G. (2005). Bauten in deutschen Erdbebengebieten—zur Einführung der DIN 4149: 2005. *Bautechnik*, 82(8), 486-499.
- [5] Harirchian, E., & Isik, E. (2023, June). Lessons learned from the recent earthquake in Türkiye: Factors affecting building' s vulnerability and damage. In 4th International Symposium on Engineering Applications for Civil Engineering and Earth Sciences (IEACES 2023), Karabük University, Karabük, Turkey (pp. 44–53).
- [6] Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, 3rd ed.; FEMA P-154; Homeland Security Dept, Federal Emergency Management Agency: Washington, DC, USA, 2015.

Parkline Kent Town：重新定义 高端公寓生活

Parkline 是阿德莱德的一个高端综合开发项目，旨在回应市场对高品质住宅和商业办公租赁日益增长的需求，同时在该市最具创意和活力的区域之一打造一个全新的生活方式目的地。该项目位于 Kent Town，反映了该郊区持续演变的进程历史风貌与新的住宅和商业增长在此并存。

该项目由设计导向型地产集团 Chasecrown 开发（该集团以交付高质量城市更新项目著称），并由 Multiplex 承建。Parkline 在一栋 13 层建筑内汇集了 62 套公寓和五个商业租赁单元。住宅单元空间宽敞，专为有品位的自住业主设计，其中许多人正从更大的独立住宅搬迁至此，并期望获得同等水平的舒适度和品质。

从一开始，项目的意图就是打造一个在审美吸引力之外，更在居住和工作其中的人们体验上，都感觉高端、考究且经久不衰的开发项目。

以树立性能标杆为设计目标

Chasecrown 同时主导了开发和建筑设计，使得从概念到交付的愿景保持一致。这种方法意味着性能考量在早期就被纳入。Chasecrown 董事 Alex Besz 表示：“我们希望达到最高的行业标准，并在关键领域超越 BCA（澳大利亚建筑规范）的最低要求，我们认为这些关键领域是声学性能、热舒适性和防火性能。”

为支持这一目标，团队在早期设计阶段就引入了建筑服务工程师，并进行了详细的场地分析，包括在任何



使用 Hebel 蒸压加气混凝土产品打造和谐曲线

设计工作开始前测量环境噪音。

Alex 说：“我们的声学工程师在我们开始推进建筑设计之前，就在现场安装了设备进行噪音测试……以了解我们的外墙和玻璃需要达到什么要求。客户期望他们在公寓内时，尤其是在夜间，不会受到包括救护车在内的道路噪音干扰，因此这些发现成为了墙体和立面设计的关键输入。”

这种前期调查的深度，决定了围绕墙体系统和立面设计的关键决策，特别是考虑到项目靠近市区及周边活动区域。

Hebel PowerPanel 确保声学性能的方案

CSR 的 Hebel PowerPanel 系统成为实现 Chasecrown 所追求性能水平的核心，尤其是在管理公寓之间隔墙系统的声音传递方面。

Alex 说：“我们之前在高层公寓项目中曾使用过 CSR 的系统，特别是 Hebel PowerPanel，并且我们知道 PowerPanel 帮助我们在关键领域超越了 BCA 的最低要求。我们还在之前的项目上进行了测试，以确认它们在已完工公寓中能达到这些目标，因此我们对这个系统非常有信心。”

在 Parkline 项目中，75mm 厚的 PowerPanel 被用于多个内部墙体系统隔墙、服务管井以及部分外墙。这种在整个建筑中的一致性应用有助于实现更可靠的结果。

“我们确定 75mm PowerPanel 是建筑中许多关键墙体类型的最佳解决方案。”目标不仅仅是满足合规性，而是将性能提升到住户在居住体验中能切实感受到的水平。



Hebel PowerPanel 的安装施工现场清洁且易于操作



Alex Besz, Chasecrown 董事

“我们希望达到最高的行业标准，并在关键领域超越 BCA 的最低要求，我们认为这些关键领域是声学性能、热舒适性和防火性能。我们确定 75mm PowerPanel 是建筑中许多关键墙体类型的最佳解决方案。”

这种差异在更高密度的环境中尤为重要，因为对安静居住环境的期望往往是购房者的一个决定性因素。

实际使用中的长期性能

除了初始性能外，团队还非常关注材料在住户入住并以典型方式使用其住宅后，如何经受住时间的考验。

“一旦你在典型的板材系统上钻孔，你就会严重损害声学效果，并可能影响防火等级。”

Hebel 的实体结构在这方面提供了更多保障，即使墙体随着时间的推移被改造，其完整性也能得以保持。对于从传统家庭住宅搬迁而来的买家来说，这种程度的保障非常重要。材料选择支持了这种过渡，有助于打造出感觉坚固、安静且一致的公寓。

现场体验与质量关注

从施工角度看，Hebel 的使用有助于实现高效且在建造过程中更易管理质量的过程。

“这些板材可以根据需要切割和安装，从楼板到楼板。它们可以快速吊装就位。”由于板材安装较早，这也使得团队能够在饰面施工前清楚地看到各项工作执行得如何。

“一旦安装完成，你可以很好地看到它们的密封效果如何。你知道墙体在性能方面已经有了良好的基础。”

Chasecrown 进一步扩展了这一做法，在施工期间直接邀请关键供应商参与。“没有多少开发商会要求制造商在施工过程中来进行质量检查，但我们确实希望 CSR

在 Parkline 项目中，75mm PowerPanel 被用于多个内部墙体系统隔墙、服务管井以及部分外墙





已竣工的开发项目实现了这一意图。它提供了与买家期望相符的舒适度和卓越声学性能，同时保持了定义该项目的建筑愿景





能定期派技术人员到场，检查典型的公寓楼层和隔墙，并准备报告，以便我们了解检查结果并确保施工质量。”

这种方法提供了额外的信心，确保设计意图在施工现场得以正确实现。

克服挑战

在 Kent Town 这样的市中心位置交付高密度住宅建筑，需要仔细考虑环境条件和买家期望。靠近主要道路和中央商务区意味着从一开始，管理外部噪音就是一个关键因素，特别是考虑到目标市场是寻求更安静、更精致生活体验的自住业主。

Chasecrown 没有依赖标准假设，而是选择投资于早期声学测试，以正确了解现场条件并进行相应设计。这为立面和内部墙体系统的性能要求提供了依据，确保建筑能够应对周围环境而不损害舒适性。

团队同样非常关注性能能随时间得以保持，而不仅仅是在竣工时。材料选择在此发挥了重要作用，特别是在住户未来可能的改造可能影响声学或防火性能的区域。通过选择更坚固的墙体系统，团队得以降低这一风险并提供更大的长期信心。

同时，在如此规模的项目中保持施工质量的一致性，需要更亲力亲为的方法。通过直接与关键供应商接触并增加额外的检查流程，Chasecrown 确保了设计背后的意图贯穿至交付环节。

成果

Parkline 反映了一种深思熟虑的公寓生活方式，性能从项目规划之初就被视为设计的重要组成部分。早期规划、合理的材料选择以及施工期间的现场测试相结合，造就了一座在声学性能上感觉安静、高端且坚固的建筑。正如 Alex 所说：“我们希望展示在公寓生活方面，顶级水平可以做到什么程度。”



CSR Corporate Headquarters
Locked Bag 1345
North Ryde BC NSW 1670, Australia, Australia
T +61 02 92358000
www.hebel.com.au



AAC 全球版

Industriestr. 180 · 50999 Cologne · Germany

T +49 2236 962390 · F +49 2236 962396

info@aac-worldwide.com · www.aac-worldwide.com

管理层:

Dr. Holger Karutz

总编:

Michael von Ahlen 工程硕士(FH)

editor@aac-worldwide.com

编辑:

Mark Küppers 工程硕士

Hans-Dieter Beushausen 教授

Juergen Glaesle 工程硕士



Dipl.-Ing. (FH)
Michael von Ahlen



Dipl.-Ing.
Mark Küppers



Prof.
H.-D. Beushausen



Dipl.-Ing.
Juergen Glaesle

广告:

德国总部联系人

Gerhard Klöckner

sales@aac-worldwide.com

中国公司联系人

Jinying Zhang

asia@aac-worldwide.com

设计:

André Besgens

Carmen Frick

production@ad-media.de

会计:

Sandra Borchert · Maurice Borchert

accountancy@ad-media.de

订阅服务:

Maurice Borchert · Sabrina Pontalti

subscription@ad-media.de

展会负责人:

Bahram Ghaleh

events@ad-media.de

外部数据保护专员:

Ben Green Consultancy UG

dataprotection@ad-media.de

年度订阅 (4期):

免费

银行信息:

德国银行, 账号: 6800080, BIC: 370 700 24

SWIFT CODE: DEUTDE33HAN, IBAN-No.: DE88370700240680008000

总部地址:

ad-media GmbH · Industriestraße 180 · 50999 Cologne · Germany

AAC 亚洲

Zhang Jinying · M +86 13920414614

asia@aac-worldwide.com

AAC 巴西

Akemi Soy · M +55 11 98965 3005

brazil@aac-worldwide.com

AAC 欧亚大陆

Timur Dmitrov · T +7 4822630039

eurasia@aac-worldwide.com

AAC 印度

Mukund Joshi · T +91 9158010000

india@aac-worldwide.com

AAC 意大利

Gabriele Pianta · T +49 2236 962390

italy@aac-worldwide.com

AAC 韩国

Moon-Hi Lee · M +49 173 5356753 · M +82 10 42806473

korea@aac-worldwide.com

AAC 拉丁美洲 (不包括巴西) / 西南欧洲

Gabriele Pianta · T +49 2236 962390

southwesteurope@aac-worldwide.com

AAC 中东

Kambiz S. Pour Kardan · T +98 21 88888191

middleeast@aac-worldwide.com

AAC 北美洲

Kristy Kieda · T +1 616 706 7536

northamerica@aac-worldwide.com

AAC 大洋洲

Michael Khrapko · T +64 9 629 5992

oceania@aac-worldwide.com

AAC 波兰 / 捷克

Agnieszka Spychalska · T +48 697 619111

poland@aac-worldwide.com

AAC 东南亚

Michael Lazar · T +65 6861 5668

southeastasia@aac-worldwide.com

AAC 南非

Prof. Hans-Dieter Beushausen · T +27 82 7375057

southafrica@aac-worldwide.com

AAC 土耳其

Gabriele Pianta · T +49 2236 962390

turkey@aac-worldwide.com

其他出版物:



《CPI国际混凝土生产厂》/《CPI worldwide》是混凝土行业杂志, 在世界各地有10多种语言和地区版本发行。CPI worldwide面向的读者为混凝土行业的经营商。CPI worldwide刊物内容与混凝土工艺、混凝土产品、混凝土管和预制混凝土相关。

www.cpi-worldwide.com

合作方:



本刊保留所有权利。未经版权方事先许可, 不得将本刊的任何内容复制、储存于检索系统中, 亦不得以电子、机械、影印、录音或其他任何形式或方式进行传播。

提交文本和/或图片材料(以下简称“材料”)的作者授予ad-media不受任何时间和地域限制出版上述材料的非独占权利。上述授权不仅适用于ad-media所发行的刊物, 也适用于与ad-media及其雇员合作的其他国际行业印刷出版物及线上出版物(包括智能手机的移动应用等)。

作者确保其拥有其对于ad-media所授权材料所需的所有权利。根据这些一般通用条款, 作者承担第三方因使用材料而提出的所有索赔, ad-media对作者提交的材料内容的正确性不承担任何责任。本期刊所表达的观点均为作者观点而非出版方观点。出版方亦不为广告中的任何主张背书。



出版商:

ad-media

地址: Industriestr. 180 · 50999 Cologne · Germany

电话: +49 2236 962390 传真 +49 2236 962396

info@ad-media.de · www.ad-media.de

www.aac-worldwide.com