

中国 数码版

新闻&市场 AAC-提供可持续建筑解决方案 科技&创新 多孔结构的特性及其对导热系数的影响 生产工艺 AAC整线系统解决方案: 惊艳土耳其的高端AAC生产线 应用 & 施工 AAC屋顶板在工业建筑中的应用 项目 悉尼开发商为住宅项目增添了强大的新设计动力





# 运用艾尔柯瑞特技术 生产ALC板材



高精可靠的墙材解决方案

www.aircrete.com



总编: Michael von Ahlen

### 我们需要沟通!

我们行业的每一位成员都知道,蒸压加气混凝土是一种具有高效隔热、最佳防火和出色承载能力的建筑材料。我们的行业同事和合作伙伴都有所了解蒸压加气混凝土的优势,但这一优势需要特别引起规划人员和开发人员的注意。

蒸压加气混凝土行业的发展最首要事项是要有有效的营销策略。对于欧盟国家,欧洲蒸压加气混凝土协会在这方面做出了重大贡献。然而,这种游说工作仅在协会层面进行是不够的。因此,AAC Worldwide 也在尽自己的一份力量确保建筑材料 AAC(蒸压加气混凝土)不辜负其良好的声誉。我们每个人,即蒸压加气混凝土产品的每个制造商,也必须为提高建筑材料的普及度做出贡献,并向最终用户解释技术和实际应用中的优势。这将是成功提高 AAC(蒸压加气混凝土)在建筑行业及其相关部门接受度的最有效方法。

蒸压加气混凝土的应用在未来将具有显著的市场增长,特别是在建筑的建造过程仍主要由手工完成的国家 或传统砖石建筑盛行的国家。

显然,全球建筑行业已经出现了预制趋势,作为混凝土预制建筑领域的专业出版商,我们一直在关注这一趋势。现在,为了让蒸压加气混凝土作为建筑材料的优

势更能引起规划者和使用者的注意,我们必须利用一切机会与他们进行交流。在这方面,会议和交易会具有很大的潜力。为应对全球疫情大流行相关的挑战,由广告媒体出版社组织的 ICCX - 国际混凝土会议暨展览会现已增加了该活动的数字版本即ICCX数字365。自今年 3 月以来,ICCX 数字 365为网络和信息交换提供了可能性。我们很高兴地宣布,最近,在 2021 年 6 月的 ICCX数字365版本中新增了蒸压加气混凝土的专题。大量的参会者对其表现出了浓厚的兴趣,并再次证实参会者对蒸压加气混凝土技术信息的需求仍然很高。

参观者可以免费登陆 ICCX 数字 365。并且,所有技术会议演示文稿都可以随时随地访问。我们还邀请您利用这个机会参加相关的数字展览,并与 AAC(蒸压加气混凝土) 生产工厂的领先设备制造商以及材料和配件供应商建立联系。下一个 ICCX 数字 365的直播日期定于今年 9 月15 日和 16 日举行。立即注册并确保前来参观 - 绝对值得一游!

www.iccx.org



祝好 Michael von Ahlen



## 3 | 2021

#### 新闻&市场 延长信息报价 ICCX 数字 365变得更全面 6 Aircrete Europe, 7575 ED Oldenzaal, The Netherlands -位伟大的AAC专家离开了我们 具有光明前景的建材 AAC-提供可持续建筑解决方案 10 AVL METAL POWDERS n.v., 8500 Kortrijk, Belgium 14 我们共同努力使循环经济成为可能 木材与蒸压加气混凝土(AAC)的对比研究 18 建筑的环境质量 科技&创新 AAC多孔结构的建模 27 多孔结构的特性及其对导热系数的影响

#### 生产工艺

建设中

Keda Suremaker, Ma'anshan, Anhui Prov., China AAC整线系统解决方案:惊艳土耳其的高端AAC生产线	34
WKB Systems, 48477 Hörstel, Germany 灵活的生产技术展现竞争优势	40
Masa GmbH, 32457 Porta Westfalica, Germany 砂制备 - 使用合适的设备将会事半功倍	46
Aircrete Europe, 7575 ED Oldenzaal, The Netherland AAC板材生产全自动配筋方案	ds 50
应用 & 施工	
IDAT GmbH, 64293 Darmstadt, Germany 数字化前景 – AAC和砂灰砖制造商如何从中获益 不可燃AAC屋顶解决方案	57
AAC屋顶板在工业建筑中的应用	60
Ecotrend (Cambodia) New Building Materials Development Co., Ltd, Cambodia 结合了钢结构和AAC面板的预制别墅	65
项目	

Xella porobeton SI, d.o.o., 1412 Kisovec, Slovenia

CSR Hebel, North Ryde NSW 2113, Australia 悉尼开发商为住宅项目增添了强大的新设计动力

在斯洛文尼亚的马里博尔,该国最大的住房项目之一正在

70











## ICCX 数字 365变得更全面

ICCX digital 365. 自 3 月以来一直对参观者开放,让世界任何地方都可以访问来自混凝土和预制行业的参展供应商和设备制造商的技术信息,以及带有点播录音的讲座项目。ICCX 数字 365. 于 2021 年 6 月 15 日至 16 日再次上线。来自混凝土和预制混凝土行业、新兴 3D 建筑打印行业和蒸压加气混凝土行业的 650 多名参与者聚集在数字平台上交流思想。来自全球 70 多个国家的专家通过这种方式以一种简单有效的方式进行沟通联络。

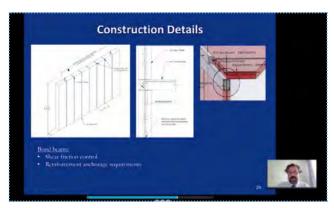
扩展的会议计划现在还包括 3D 建筑打印 (尤其是 3D 混凝土和模板打印) 和蒸压加气混凝土的主题。通过在展会框架内加入这两个主题领域,组织者一方面可对第一时间参观者的反馈做出合理的评价,从而将广告媒体

出版社的专业领域与他们自己的展会概念结合起来.在两天的时间里,围绕上述主题提供了四场讲座,此外还有来自参展商的可供参观者从中选择的一系列在线研讨会。您无法只在一处获得更专业的信息!

### 讲座吸引了来自世界各地的参观者参加此次活动。演讲者提供了从建筑到制造和生态方面的广泛知识,以及混凝土生产的创新













玛莎公司产品覆盖建材行业所有机械设备及辅助设备:配料和搅拌系统、混凝土砌块/地砖生产线、路缘石生产线、 混凝土路面板生产线、灰砂砖生产线和加气混凝土生产线。

所有的技术方案均由玛莎公司根据客户要求进行规划、设计、调整,最终制造出符合顾客要求的产品,并提供专人 专项服务。

#### Masa GmbH

Masa-Str. 2 56626 Andernach Germany Phone +49 2632 9292 0 Service Hotline +49 2632 9292 88 Masa GmbH Porta Westfalica

Osterkamp 2 32457 Porta Westfalica Germany Phone +49 5731 680 0 玛莎 (天津) 建材机械有限公司

地址: 中国天津西青经济开发区兴华三支路28号

邮编: 300385

电话: +86 22 8398 3788 传真: +86 22 8398 3689 info@masa-group.com service@masa-group.com www.masa-group.com



贸易展览会有来自混凝土和预制件行业、新兴的 3D 建筑打印行业和加气混凝土行业的 70 多家国际公司参加。在这里,每位游客都可获得适合自己的东西











自项目启动以来,供应商行业的展览有所增长,这意味着 ICCX 数字 365 现在有 70 多家参展商。与各个公司进行一对一交流或群聊的机会对于这个行业来说是独一无二的,因为组织者从一开始就非常重视联网的可能性。毕竟,这就是面对面活动一直以来的意义。

请马上访问 ICCX 数字 365。并观看讲座录音,包括随时以奖励时间模式进行的问答环节。您还可以从所有展位下载信息资料,并可通过短信与公司联络。

现在请记住下一个直播日的日期,即 2021 年 9 月 15 日和 16日。这将是非常值得的!



Newsletter registration: www.cpi-worldwide.com/newsletter

ICCX digital 365.: www.iccx.org/digital-365

## 一位伟大的AAC专家离开了我们



我们怀着万分悲痛的心情通知大家,艾尔柯瑞特的创始人威廉范博滕(Willem van Boggelen)先生于 2021 年 5 月 12 日去世,享年 70 岁。范博滕先生将他的整个生命都奉献给了 AAC(蒸压加气混凝土)事业。他在全球 AAC 行业备受尊重,被誉为 AAC 领域的领导者和板材技术专家。他对板材装配式建筑具有独特的视角和预见性。

范博滕先生毕业于机械工程和流体力学专业。他于50多年前,即20世纪70年代,开始步入AAC行业。他在荷兰跨国公司Royal Dutch Stork工作了30年,担任全球AAC技术部门的负责人。2002年,范博滕先生创立了艾尔柯瑞特欧洲公司,并带领公司走向一条成功之路。

范博滕先生预见建筑材料的未来是模块化的,以板材为基础的。于是在本世纪初率先以艾尔柯瑞特品牌发展"卧坯"技术。基于该战略决策,艾尔柯瑞特欧洲在过去几年里不断进行技术上的优化和创新,并将这些工艺技术应用到后续投资的 AAC 工厂中。艾尔柯瑞特欧洲完成了从一家设备制造商到技术合作伙伴的转变,在当今全球 AAC 行业中占据了独特的地位。

范博滕先生过早地离开了我们,这让我们感到非常难过,也非常难以接受。同时,我们为他的成就感到自豪,并感恩与他相识和并肩工作。他是一个了不起的人,一个杰出的工程师和一个不断激励我们的领导。他教导我们要有创造力,要时常思考解决问题的方法。他真诚待人,从不轻言放弃。范博滕先生虽然走了,但会永远活在我们的记忆中。我们将沿着他的步伐继续建设和发展艾尔柯瑞特。

老董事长,愿您安息,

艾尔柯瑞特大家庭

## AAC-提供可持续建筑解决方案

#### • Dr Clifford Fudge BSc DSc hon CEng FIStuctE FIMS, UK

AAC 具有卓越的热效率,通过大大减少建筑对空间加热和冷却的需求而为环境保护做出了重大的贡献。此外,AAC 的易加工性允许其被精确切割,这最大限度地减少了使用过程中固体废物的产生。与其它的建筑材料不同,AAC 不需要与保温产品结合使用,与保温产品的结合使用会增加对环境的影响和施工成本。

由 AAC 制成的建筑构件由于导热系数低,其在建筑围护结构上具有较低的能量损失。在所有的固体承载材料中,它的性能最好,这使得其虽然只是一种单一的材料却能够实现多种设计功能。

#### 低能耗住宅/被动住宅中的 AAC

高效能是蒸压加气混凝土的主要性能之一。AAC的多孔结构使其热效率比骨料混凝土高出了10倍,比粘土砖高出了2到3倍。因此,用AAC建造的建筑冬暖夏凉。

建筑占欧盟能源需求的40%,在修建和翻新建筑的过

程中更多地使用 AAC,为降低整个欧洲住宅和非住宅建筑的能源消耗提供了一个直接的解决方案。

AAC 优良的固有隔热性能不仅能够通过减少对空间加热和冷却的需求来减少二氧化碳排放和应对气候变化,而且不需要使用额外的隔热材料。仅仅是使用 AAC 就能够满足欧盟的绝缘要求。

在欧洲,AAC是一种重要的节能建筑产品,因此,AAC的使用在过去几十年中不断增加





#### AAC施工简单、安全、快捷

#### AAC 中的构造解决方案

显著的内在产品特性使得 AAC 成为了欧洲节能建筑领域里的一种重要产品,这也是过去几十年中 AAC 使用量不断增加的原因。整体 AAC 砌体和边缘附加保温层 AAC 砌体是节能建筑中常用的外墙解决方案。AAC 砌体或构件的单个实心叶片可用于满足房屋墙壁设计的所有要求。八十余年的使用经验证明,这是成本最优的解决方案,这种方案下的整体结构不仅坚固而且耐用。AAC 材料虽然导热系数低,但其密度相对较高。这意味着夏季的高温——正如现在报道的高度隔热的房屋一样——可以通过 AAC 建筑来降低。因此,使用 AAC 建造的结构能够避免或 / 并减少使建筑冷却的能量需求。因此,特别是对于夏季炎热的地区(南欧)来说,即使在这些特殊条件下,AAC 也能为实现 CO2 减排目标做出巨大贡献。

#### 建筑砌块和构件类型

现在已有三种公认的方法来为一个几乎为零能耗的建筑建造良好的隔热砌体。

- 1. 整体墙施工
- 2. 带有保温材料的整体墙体施工
- 3. 保温空心墙

为了达到每个国家的能源效率国家监管标准,这三种类型的建筑方法都在欧洲各地得到使用。空心墙在风吹雨打盛行的国家很流行。这往往发生在北欧的北海海岸线附近。事实上,有些国家基于民族和历史的原因,会使用其它材料把建筑的外面包裹起来。在空腔壁中,AAC通常提供支撑结构和隔热以及空腔中的附加隔热结构。空心墙的内表面可以是AAC砌体或层高构件。在AAC和保温层组合方面有创新,这些创新允许铺设单个砌块,从而有效地提供整个穿墙保温层。

对于实心墙,同样可以选择 AAC 砌体或层高构件。这种结构提供了一种经济有效的解决方案,只需一种材料即可满足建筑的所有功能要求。随着欧洲各地的法规越来越严格,AAC 的实心墙有时会采用额外的外部绝缘系统。





Clifford Fudge是一名特许结构工程师,直到最近,他还是H+H International A /S (AAC砖石制品制造商)的集团创新经理,同时他也兼任H+H UK Limited的技术总监,负责研发、技术支持服务和营销等工作。目前,他担任的职务是对外事务主任。他是EAACA,欧洲AAC协会的副主席,欧洲砖石联盟的主席和国际砖石学会的前任主席。在H+H UK Limited 38年的工

作经验使得他在AAC砌体和预制混凝土产品的设计、生产和应用方面积累了丰富的经验。

#### 薄层结构

AAC 非常适合薄层砂浆施工。AAC 产品按高尺寸公差制造。因此,砂浆接缝的厚度减少到了1至3 mm。薄层砂浆凝结得很快。因此,施工速度得到显著的提高,并且通过砂浆接缝的热损失影响可忽略不计。该方法特别适用于实体墙施工。

#### 线性热桥

AAC 是一种各向同性的建筑材料,也就是说其在任何空间方向上都表现出相同的特性,这确保了建筑物角落和接缝(热桥)处的低能量损失。在围护结构 U 值较低的建筑物中,热桥接会导致较高的热传输量。AAC 通过提供减少热损失的解决方案来解决这一设计问题,包括 AAC

过梁和楼板等建筑产品,这些产品可进一步减少热损失。

#### 气密性

气密性也成为了一个影响整个热损失平衡的关键因素。由于 AAC 本质上是气密的,所以它可以发挥很大的优势;建筑不需要通过添加剂,如铝箔或其它人工生产的材料,来保证其气密性。此外,室内空气气候健康,无霉菌生长,湿度控制良好。实测结果表明,现场试验所得到数据显示人渗速率较低。这就解释了为什么实心结构在所有情况下都可以与轻型框架结构相比较。相反:AAC 将水蒸气隔绝在房间外面的能力能够保证建筑物内部环境的舒适和健康。

#### 热质量

使用 AAC 材料建造出的结构通过其热质量以及在热期间保持热量和在冷却期间释放热量的能力,减少了结构内部过热情况的发生。良好的储藏性能带来了均衡的室内气候,并为居住者的舒适度提供了必要的先决条件。AAC 具有低导热性和固有的蓄热能力。夏季,AAC 建筑的室温与轻质结构相比会平均低 3-5 C。对于 AAC 建筑来说,仅仅是由于 AAC 低导热系数与高蓄冷量的良好结合,就将需要用电力来覆盖的冷负荷减少了 10-15%。

气密性也成为整个热损失平衡的关键因素。由于AAC本质上是气密的,所以它可以发挥很大的优势





AAC具有与建筑寿命结束相关的重要特征,可以对生命周期分析和循环经济产生积极的影响



AAC砌体的单个实心叶片可用于满足房屋墙壁设计的所有要求

#### 防火性

蒸压加气混凝土提供最高的防火安全性,并满足最严格的消防安全要求。由于其纯矿物成分,AAC被归类为不可燃建筑材料。它的耐火性都达到1200°,并且与其它的建筑材料不同的是,它还具有耐热性。

#### 碳化、循环经济和路线图的生命周期评价

在 AAC 的整个生命周期中,潜在的废物尽可能地被重复使用或回收,以尽量减少送往填埋场进行最终处置的废物。AAC 还可以在其生命周期内通过将二氧化碳从使用中的环境中去除而做出积极贡献。此外,该材料还具有与建筑寿命终止相关的重要特性,对于生命周期分析和循环经济来说具有积极意义。

许多 AAC 制造商已自愿承诺从建筑和拆除现场中回收分离和分类 AAC 废物,以便回收和再利用。被送往垃圾填埋场的 AAC 废物,其环境影响较小,因为它不含有毒物质。



您可以看到Clifford Fudge博士在ICCX digital 365期间对此主题的演示。

用智能手机扫描二维码,免费注册ICCX digital 365并观看演示。



www.eaaca.org

## 我们共同努力使循环经济成为可能

AVL 金属粉末公司成立于 1937 年,已经活跃于 AAC 行业 50 多年。随着第四代 Van Lerberghe 的到来, AVLvision 的使命是循环经济。这与 AAC 所代表的绿色建筑形象完全一致。

比利时 Kortrijk 工厂的生产过程不存在浪费现象,没有溶剂存在的痕迹,并且可以在 AAC 生产中干扰或产生干扰的副反应。这种生产方式相当独特,允许铝粉末在狭小的粒径范围内精确分布。

众所周知,AVL 提供优质铝粉和无尘浆料,这些材料的品质被严格把控,从而为客户提供稳定的产品。在 AAC 工厂面临生产挑战的情况下,这是一个很大的优势,使得他们可以专注于其他方面。AVL 自行设计的机器和生产过程的主要好处在于,各种添加剂都成为可能,这使得产品可以容易地预先分散在产品中。铝粉在水中的预分散速度提高了 40%,导致铝粉能够更均匀地分散在水中。图 1 给出了我们高质量等级的预分散速率概览。

AVL 金属粉末公司一直在使用具有相同最终气体形成的原料。家族企业在研发和质量方面投入了大量资金,

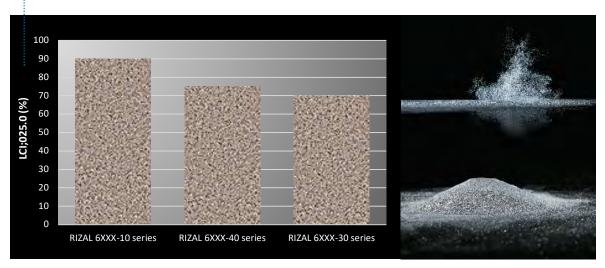
我们的团队由拥有超过30年业务经验的员工组成,始终专注于帮助客户按照他们的愿望和需求提供理想的产品,解决生产问题等,这促进了我们与客户之间的密切合作,我们共同开发奇妙的产品。在过去的50年里,我们建立了一个专业的实验室,并且配备了所有必要的测量仪器,使一切都能灵活地进行。AVL的分析技术包括粒度分布,比表面积测试,粉体测试,氢气分析和质量流量设备。

#### 实现最高标准

最近,我们在生产现场实施了一种集成化质量控制系统,能够对所有生产批次进行可追溯,并大大减少了生产波动,从而达到稳定的产品质量(图 2)。

除了铝粉外,AVL 还可以为 AAC 行业提供一系列稳定的溶剂型铝粉,其中一个最新的发展是水性铝粘膜,其





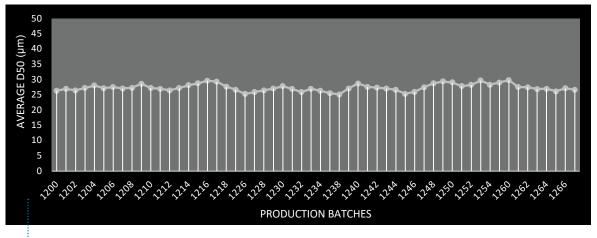


图2: 集成化质量控制系统

优点是运输过程无害,这些是 RIZAL 7XXX-YY/70WB21 系列。如果客户希望和需要与另一个主要载体的铝粘结,如二甘醇 AVL 的定制产品仍然提供进一步开发。

在与某些客户的密切合作中, AVL 非常自豪地推出具

有延迟反应和/或推迟反应的铝粘剂,产品种类齐全,可根据客户要求定制。这些类型的铝浆有助于铝在水中的预分散,这是 AAC 工艺的要求之一。

在 AAC 生产中, 裂缝是一个严峻问题, 这揭示了 AVL



## AAC worldwide – Trade journal for the autoclaved aerated concrete industry

The five sections featured in each issue of AAC WORLDWIDE COVER the entire spectrum of the industry – from trends and news from the world's individual markets to the latest developments in research and science, state-of-the-art in the production of AAC, building material applications and construction solutions and, last but not least, interesting buildings from all over the world – naturally made of AAC.

Receive the latest information about the AAC industry for only € 95,- per year (e-paper € 59,-). Take this unique opportunity and register for your subscription of AAC WORLDWIDE right now to make sure that you will not miss a single issue from now!

#### Subscribe now

online trough QR-Code or by email: subscription@ad-media.de



Register online at www.aac-worldwide.com for the email newsletter that is available free-of-charge.



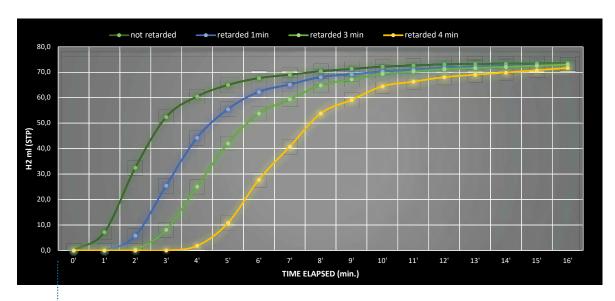


图3: 用于高压灭菌的混凝土铝浆料的氢气反应性 (STP)

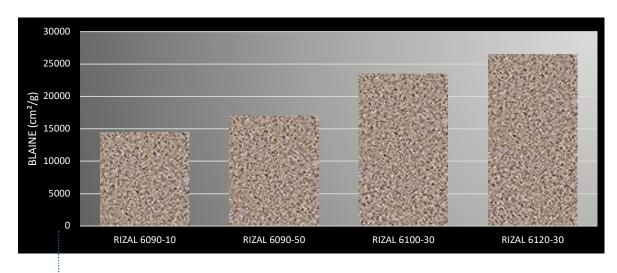


图4: AVL的卓越产品具有高布莱恩值

专家对这个问题的关注。基于设备齐全的实验室,AVL 终止了测试,并且很快就可以推出新的高等级压裂技术,可以通过受控天然气地层有效地解决产生的裂缝。

这将允许个体生产商出现更少的生产故障和自身产品的吨位必须重新引入过程,使得建筑垃圾能以更快的速度重新估值。AVL为 AAC 市场提供广泛的产品,从延迟

到推迟到极延迟,形成布莱恩值极高的粉末,如图4所示。

AVL 可以为客户提供各种类型的产品,覆盖所有市场的需求。

客户满意度是 AVL 金属粉末公司的宗旨,这导致供应客户与 AVL 有超过 30 年的"合作伙伴关系"。



AVL METAL POWDERS n.v. Elleboogstraat 7 8500 Kortrijk Belgium - Europe T +32 56 22 00 21 sales@avlmetalpowders.com www.avlmetalpowders.com











## 自1937年以来的卓越供应商

铝粉和无尘颜料







## AVL,您在AAC循环经济行业中 的可持续合作伙伴

我们设备齐全的实验室和全球分销网络 致力于提供超过客户期望的产品和服 务!

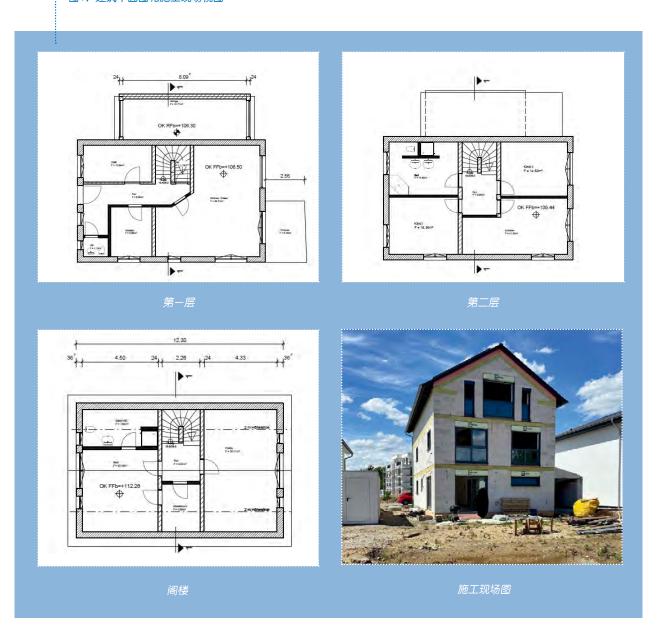
- ●最小的一氧化碳排放
- 稳定的质量从而达到零裂纹
- 金定制添加剂
  - 变完美的分散和混合
  - ❤延迟和/或延迟反应
- ♥可回收包装
- 无味无溶剂
- ♥世界最大的AAC生产厂家们的背书

## 建筑的环境质量

#### ● Torsten Schoch德国克洛斯特莱宁Xella研发中心总经理

欧盟和许多成员国制定的减少或控制全球变暖的气候政策目标,直接影响到未来对建筑和施工方法的评估。虽然在过去几十年中,重点主要是减少建筑物热能和最终能源需求的措施,但在未来几年,将更加关注建筑物在其生命周期内的二氧化碳排放量。由于碳排放量是一个受许多因素影响的极其复杂的问题,因此它的评估总是由精确的或者事实上不太精确的输入数据得出的。此外,还有政治影响采用一些吸人眼球但是不太准确的数据来影响建筑业的发展,这种做法是将政治信条强加到建筑业。

#### 图1:建筑平面图和施工现场视图



人们经常声称,从使用在欧洲占主导地位的矿物建筑材料的建筑方法转变为木材建筑方法,可以为成功步人脱碳社会作出关键的贡献。你只需要知道,这个假设是基于一个简单的想法,即一立方米的木材在生长过程中可以储存大约一吨的二氧化碳。鉴于广泛使用的矿物建筑材料,如混凝土、砖块和蒸压加气混凝土,是由可产生大量二氧化碳的原材料制成的,所以这些建筑材料不再满足未来的要求。当然,有关如何协调木材的使用、重新造林以及采购大部分建筑木材,针叶树的未来需求与保护森林的相关辩论是这一挑战的另一方面。

在德国砖石建筑协会(Deutsche Gesellschaft für Mauerwerksbau-DGfM)与 LCEE Darmstadt 的合作研究 [1]中,在生命周期评估(LCA)背景下,木材建筑的许多与气候相关的优势已经被降低到了一种很荒唐的地步。由于该研究被认为是在德国使用的主要砌体类型的有代表性的方法,因此,单个砌体类型的混凝土性能不能直接从该研究中得出。因此,Xella Technologie- und

Forschungsgesellschaft mbH 与 LCEE Darmstadt 使用新型Ökobaudat\_2021数据库,并考虑到德国当前节能立法的变化(建筑能源法),共同对一座典型独户蒸压加气混凝土建筑和设想的完全相同的木质建筑进行了再次评估。

#### 建筑

所选的研究建筑是一栋已经在建的独栋住宅,有两层楼和一个阁楼,如图1所示。之所以选择没有地下室的建筑是基于这样的考虑,即地下室不能用木材建造,因此在呈现两种建造方法的比较结果时,可能难以对单个影响变量进行分析。与以往的研究相比,木材建筑不包括钢筋混凝土天花板结构。

#### 建筑构件见表格 1.

通过选定的配置,两栋建筑都符合《德国 2020 年建筑能源法》的要求。考虑到空间加热和水加热两个方面,采用了一种冷凝式锅炉,该锅炉利用太阳能加热生活用

表格1:建筑结构(仅与评估相关的构件和建筑材料)

构件	AAC建筑	木材建筑
外墙	36.5 cm AAC PP2, λ = 0.08 W/(mK); 室内抹灰:石膏抹灰,室外抹灰:轻质抹灰 <i>U</i> = 0.21 W/(m²K)	石膏板、OSB板、木材/矿棉160 毫米,木纤维 保温40 毫米,轻质抹灰 U = 0.21 W/(m²K)
基础底板	水泥砂浆层,EPS 60 毫米,混凝土300 毫 米,XPS 120 毫米 U = 0.18 W/(m²K)	水泥砂浆层,EPS 60毫米,混凝土300毫米,XPS 120毫米 U = 0.18 W/(m²K)
屋顶		木质屋顶:石膏板,矿物 羊毛/椽 200毫米 U = 0.19 W/(m²K)
天花板	钢筋混凝土吊顶200 毫米,浮式找平层	实木梁,无天花板重量,带干熨平板,单板
内墙	115毫米及240毫米的AAC,体积密度等级 550 千克/米³,承重和非承重	内墙,单板,房间封闭,承重和非承重
窗户	U <sub>w</sub> = 0.8 W/(m²K) g = 0.5 防晒卷帘	U <sub>w</sub> = 0.8 W/(m²K) g = 0.5 防晒卷帘

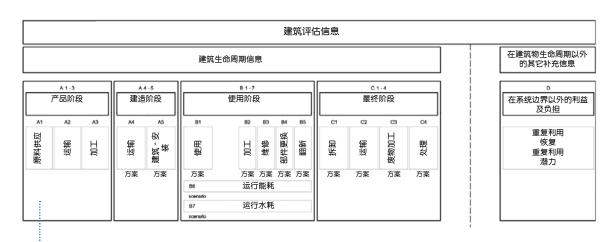


图2: 建筑在不同生命周期阶段所需的模块化信息

水,太阳能储水箱采用了先进的技术。使用 [2] 中定义的使用边界条件的程序,利用 Helena 和 TRNSYS 18 程序进行模拟计算,计算了空间加热和水暖的有效能源需求。只有参考位置 Potsdam 被作为气候边界条件加入进来。使用[3] 中定义的模拟边界条件,为一楼北-东-南方向的房间和阁楼中西向的房间证实了夏季隔热功能。

#### 评估

#### 整体信息

根据 EN 15978:2011 标准,对建筑进行评估。图 2 为评估不同生命周期阶段所需的模块化信息。

已经提到的生命周期评估的复杂性要求对评估步骤的数据基础有尽可能一致的理解。此外,必须对评估的各个步骤所需的详细程度作出假设。例如,参考文献[4]中的标准是有用的,但是,这些标准并不代表规范性规范,有时也有不同的国家规范。由于评估是针对德国的一栋建筑进行的,因此德国可持续建筑委员会(Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen-DGNB)目录中的规范已基本实施。

在这篇文章中,只有全球变暖潜能值(以下简称GWP)的评估结果以单个模块中以及建筑物的总结果中计算的CO<sub>2</sub>(单位:吨)的形式呈现。针对该建筑与评估相关的所有其他变量(如ODP、POCP、AP或PE)也已经进行了计算,也可作为评估依据。

#### 建筑材料数据

不管多么好的计算模型,结果都会根据输入数据的质量而变化。这一点对于生命周期的评估同样适用。因此,对所使用的数据保持高度的透明性十分必要。对于类型 三 EN ISO 14025:2011 标准规定了环境声明的结构,而 EN 15804:2020 则规定了对评估非常重要的产品类别规则(以下简称 PCR)。此外,对于一些产品,则适用于一些单独的标准和额外的 PCR。例如,对于混凝土以及混凝土构件,适用于 EN16767 标准。环境产品声明(简称 EPDs)可以从建筑及环境协会的网站上下载。(Institut für Bauen und Umwelt e.V., www.ibu-epd.com).

对于评估人员来说,在必要的情况下,收集、评估单个建筑材料的数据是非常消耗时间的。因此,他们必须可以依赖单独数据库的有效数据。这样的数据库,例如, ÖKOBAUDAT 平台的 Ökobaudat\_2021-1 数据库,是德国联邦内政、建筑和社区部提供的,用于建筑物的生命周期评估。这个数据库包括所谓的数据 A 类、B 类,也就是按照 EN ISO 14025 标准,EN 15804 标准中的产品类别规则所验证或 / 和认证的环境产品声明,对于建筑材料、建筑及运输过程的生态影响。

本文中分析所使用的生态数据全部来在于 Ökobaudat\_2021-1 数据库。

图 3 中呈现的整个生命周期的阶段或者模块也可以在 EN 15804 标准中找到。在 EN 1584 标准修订后,将无法

再像过去那样仅对模块 A (产品阶段)进行生命周期评估。 图 3 包括根据所选声明进行生命周期评估所需的强制性模块。在环境建筑评估的宏观社会背景下,模块 A 至 D,或至少 A 至 C 可用于计算,以确保合理的可比性。目前,并非所有的材料都包含在所有模块的数据库中。因此,A4 至 A5 阶段(运输和施工-安装过程)不能纳人本研究。

#### 建筑物的产品阶段

EN 15978 标准中的产品阶段,也就是,模块 A1 至A3,对建筑的建筑材料进行了生命周期测评(见图4,图5)。EN 15804 与 EN 15978 标准中环境产品声明信息的不同之处在于参考值发生了变化。例如,根据 EN 15804 标准,参考体积和重量单位,建筑物生命周期评估中的 GWP 转换为可用面积和体积,并评估为所谓的参考使用寿命。类似于[5] 这样的出版物允许对建筑物各个结构的生命周期评估直接进行对比。

对于那些评估使用寿命为 50 年的建筑物,从模型 A 中得出以下结果。之所以选择使用周期为 50 年的建筑物,是因为它被视为是比较本文中所分析的施工方法的公认的基础,另一个原因是因为它消除了将混凝土建筑物持

土木工程师 Torsten Schoch,生于 1964 年 10 月 20 日,自 1992 年开始在建筑材料行业工作。

继在 Ytong AG 担任项目开发和建筑工程职位后,2006年,Torsten Schoch 被任命为位于德国克洛斯特尔莱宁的 Xella 公司研发中心常务董事。他还参与了国家和欧洲的各种标准化委员会,例如传热、建筑的能

源性能和高层建筑的结构保温等。他是 Verband Bauen in Weiß 协会的董事长, Verband Bauen in Weiß 是一家为建筑师和土木工程师提供白色建筑材料(AAC 和硅酸钙砌块)信息的制造商协会。他是欧洲 AAC 协会(简称 EAACA)的董事会成员和 EAACA 技术委员会主席,德国矿物建筑材料协会工程和标准化委员会主席,也是德国砖石委员会(DAFM)的董事会成员。2017年,他加人德国标准化研究所(DIN)董事会,自2019年起,他担任 Fraunhofer 建筑物理研究所的馆长。

Torsten Schoch 写过很多砖石结构和建筑物理的专业文章和书籍。此外,他还为德国能源节约条例(EnEV)编制了几份内容涉及旧建筑、住宅和非住宅建筑的指南,由 Beuth Verlag 出版。他还写了一本砖石建筑实用指南。

续预期较长使用寿命视为人工诱导评估干预的论点。不同使用寿命的影响见[1]。

由于木材和蒸压加气混凝土结构在初始二氧化碳"负担"方面的预期差异,上述生态建筑材料的优势似乎得到了证实。蒸压加气混凝土结构产生超过50吨的二氧化

图3: 生命周期各阶段环境产品声明 (简称: EPDs)类型

	建筑评估信息																	
	建筑生命周期信息												在建筑物生命周期以外的其 它补充信息					
		A1-A3 品阶縣	Đ.		· <b>A5</b> 阶段		B1-B7 使用阶段					最终阶段					<b>D</b> 在系统边界以外的利益及负担	
	A1	A2	A3	A4	A5	В1	B2	В3	B4	<b>B</b> 5	В6	B7	C1	C1 C2 C3 C4		ļ	D	
	原料供应	彙図	TOT.	<b>曇</b> 図	建筑 - 安装	使用	加工	维修	部件更换	翻新	运行能耗	运行水耗		 	废物加工	处理		重复利用 恢复 重复利用 潜力
	scenario sce							scenario										
Cradle to gate with modules C1-C4 and module D	Mand.	Mand.	Mand.										Mand	. Mand.	Mand.	Mand.		Mandatory
Cradle to gate with options,modules C1-C4 and module D	Mand.	Mand.	Mand.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Mand	Mand.	Mand.	Mand.		Mandatory
Cradle to grave and module D	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand.	Mand	Mand.	Mand.	Mand.		Mandatory
Cradle to gate <sup>2</sup>	Mand.	Mand.	Mand.															
Cradle to gate with options <sup>2</sup>	Mand.	Mand.	Mand.	Opt.	Opt.													



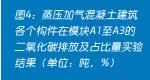




图5: A1 A3模块中木材建筑 各个构件的二氧化碳排放量 及占比的实验结果(单位: 吨,%)

碳"负担"可以让我们明显地看到木材建筑方法的生态优势。然而,即使是从A1 — A3模型中我们也能清楚地看到木材建筑方法的总和不是负数。除去其它因素,这是因为在德国的木材建筑主要是有许多构件的木材框架,木质结构仅仅占10—15%,涉及到基础地板等构件时,木材建筑方法的可用性就受到了限制。然而,必须承认的是,如果评估到此停止,蒸压加气混凝土建筑方法在对比中就会处于非常不利的地位。

#### 建筑物的使用阶段

如图 6 及 7 中所示,已经有初步迹象表明,在建筑物的使用阶段,木材建筑在产品阶段的优势正在消失。

模块 B1 至 B5 主要呈现了保持建筑物的技术质量以及技术设备所需要的努力。在二氧化碳总吨数和百分比中,

具有隔热层和覆层的木质框架墙在 GWP 方面不太有利。造成这个现象的原因不是木质框架的使用寿命比较短,而是由于表面更频繁的喷漆,以及单独构件的预期寿命。在产品阶段,每面外墙约产生 21 吨的二氧化碳,在 B1 至 B5 阶段计算得出外墙产生的二氧化碳数量比产品阶段高出了 7.6 吨。模型 B6,展示了建筑物在运营阶段的能量消耗,结果如下。

在 50 年的使用寿命内 5 吨的差距让我们看到了蒸压加气混凝土的优势,使得蒸压加气混凝土施工方法在使用模数上提高到 12.6 吨。虽然这还不能完全弥补在产品阶段 A 的差距,但已经在很大程度上弥补了这种差距。

问题是,既然这两种类型的建筑在 U 值上完全相同,为何还有这种差距。而且,在未来的脱碳世界中,即便是这种差距不再重要,但仍然是有关的。



图6:蒸压加气混凝土B1 B5阶段数据(单位:吨和 百分比)

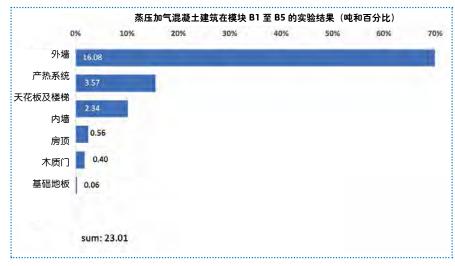


图7:木材建筑在B1至B5模块 的数据(单位:吨 百分比)

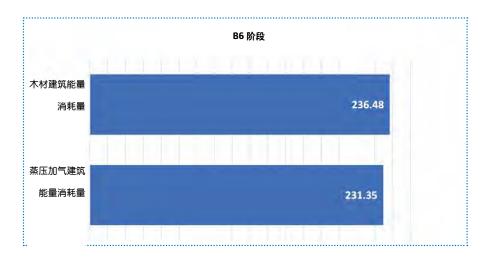


图8:模型B6中蒸压加气混凝 土及木质建筑的对比结果( 单位:吨,百分比)

这种差异,除了导电率低之外,是由于与木框架建 筑相比,混凝土建筑具有更大的热惯性。 未脱碳的世界中,所有阶段都采用了一套已经得到确认 和认可的价值观。

当然,其中一个关键问题是,使用哪种燃料作为二 氧化碳当量来满足最终的能源需求。在本研究中,在尚 二氧化碳排放中的变化步骤的规范是否首次在实践 中代表了最先进的水平,以及二氧化碳排放的形式以及 速度都不能得到科学且精确的回答。

此外,例如,即使使用热泵和目前常用的 COP 进行空间和水加热,也只有从当今的电力结构中尽可能少地获取电力的情况下,才能真正改善结果——正如我们所知,这并非很容易就能实现,特别是在空间加热方面。

#### 建筑终止使用阶段

支持矿物建筑的主要论点,同时也是经常提出的论点是矿物建筑的建筑材料几乎可以全部重复利用—也就是所谓的"从摇篮到摇篮"。与过去几十年相比,矿物建筑的大部分建筑废料都被回收或者重复利用—虽然循

环、重复利用的程度还不够,但是循环以及重复利用是可取的,而且,从政治层面来讲,废料循环使用的需求会越来越大。这就是希望。可以假设,虽然在加工和运输这些二次原材料会排放二氧化碳,但是,如果建筑物废料能够回收利用的话,可以在很大程度上减少二氧化碳排放量。对于蒸压加气混凝土材料建筑,基于当前生态数据的差异如下:

在建筑物的停止使用阶段的计算结果显示,根据现有的 EPDs,与木质框架建筑方法相比,蒸压加气混凝土建筑方法的二氧化碳排放量比较低。造成这种结果的原因是目前流行的木质构件的热量利用,也就是,在使用后进行焚烧。然而,目前,建筑相关行业对于二次利用的兴趣正在增长,在可测量的 LCA 结果中尚未体现出这一



图9: 蒸压加气混凝土建筑 各个部件在C1-C4模块产生 的二氧化碳(单位:吨)以 及各自的占比(单位:%)

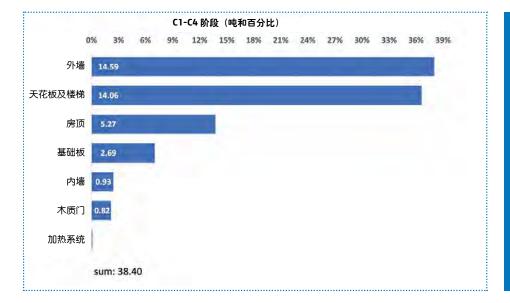


图10: 木质建筑各个部件 在C1至C4阶段产生的二氧 化碳(单位:吨)以及占比 (单位:%) 点。考虑到木材建筑的生态优势,特别是在政治上,木材建筑的寿命结束阶段往往被排除在外,因为木材建筑方法可以在短期内改善新建筑的二氧化碳效果(见产品阶段)。但这种方法忽略了将二氧化碳排放问题推迟到下一代人的做法,下一代人将不得不考虑如何在一个当时已经脱碳的世界里处理这些二氧化碳排放问题。

#### 建筑周期之外的附加信息

EN 15978 包括除了 A 至 C 外,考虑附加模块 D ,这可能不会有利于建筑物的生命周期,而是直接或间接地影响对于生命周期评估。例如,燃烧木材、箔材或回收其他材料被看作具有潜力被加入评估过程。对于这两种建筑类型,会产生下列潜力。模块 D 的优点主要来自用燃

烧木材来替代油或者燃气。从逻辑的角度来看,这个数字也必然在脱碳环境中受到质疑。

#### 总体结果

这两座建筑物在50年的使用寿命内的总结果(单位:吨)如下图所示。

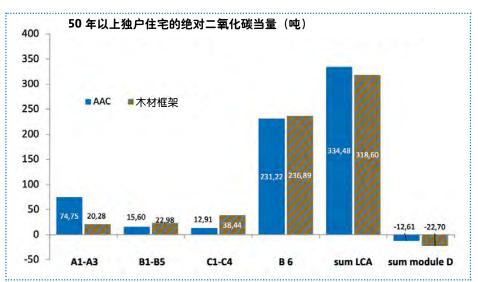
根据生命周期评估,蒸压加气混凝土建筑方法与木材建筑方法相当,都有可能导致全球变暖。在50多年的使用寿命中,16吨二氧化碳的微小差距可以被认为是微乎其微的,而且,如果我们采用一种现实的眼光审视建筑材料目前可以使用的生态数据的代表性,质量相同的情况下,16吨的差距在预期的范围内。在任何情况下,

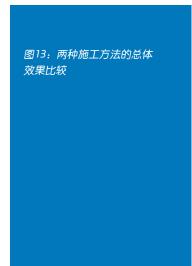


图11: 蒸压加气混凝土建筑在模块D中各个部件的二氧化碳排放量(单位: 吨)以及占比(单位: %)



图12: 木质建筑在模块D中 各个部件的二氧化碳排放量 (单位: 吨)以及占比(单 位: %)





数据都不允许基于生命周期评估得出可以用一种建筑方法替换另一种的结论。本文所分析的两种建筑方法都有很大的提升空间。对于蒸压加气混凝土建筑,在模块 A 中,需要减少全球变暖潜能值。而对于木材建筑方法,在模块 C 中还有很大的提升空间。

然而,在全球变暖的潜力比较低的情况下,一项良好的生命周期评估本身并不能证明建设是可持续的。其他的因素可能也起到一定的作用,尤其是科技、经济过程,建筑的社会文化以及功能质量。例如,即使今天的木材结构防火30至60分钟,对于许多类型的建筑来讲都是足够的,对于混凝土建筑,火灾(虽然我们不愿意看到,但是时有发生)90至180分钟的时间是具有决定作用的。在选择建筑的时候,使用者还会考虑夏季隔热以及隔音等其他因素。

#### 参考文献

- [1] Life Cycle Engineering Experts GmbH; Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau: Beiträge des Mauerwerks zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit; Darmstadt, 2019
- [2] DIN V 18599-10:2018: Energetische Bewertung von Gebäuden, Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser; Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
- [3] DIN 4108-2:2013: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- [4] DGNB System Kriterienkatalog Gebäude Neubau, Ökobilanz des Gebäudes, Version 2018
- [5] Walther, Hartmut: Umweltwirkungen von Bauprodukten Möglichkeiten und Grenzen beim Vergleich verschiedener Wandkonstruktionen; Das Mauerwerk Heft 6, 2019, Ernst und Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin



Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH Hohes Steinfeld 1 14797 Kloster Lehnin, Germany T +49 3382 7060112 forschung@xella.com www.xella.com

## 多孔结构的特性及其对 导热系数的影响

• Viktor P. Vylegzhanin; Tatyana M. Petrova; Vadim A. Pinsker, St. Petersburg, Russian Federation

本文提出了一种加气混凝土多孔结构模型,将其表示为由多孔水泥石包围的大孔隙,这些多孔水泥石是由微孔和水泥硅酸盐石组成的。通过建立该模型,可以推导出加气混凝土的密度系数、孔隙率、大孔和微孔直径及其间距之间的关系,也可以确定加气混凝土的导热系数与其密度系数和水泥硅酸盐石孔隙率之间的关系。通过这个模型,本文推导并证实了多孔混凝土大、微孔尺寸与导热系数的关系。

文献 [1] 提出了多孔混凝土(以下简称加气混凝土) 导热系数的计算公式,该公式是在表示加气混凝土的数 学模型的基础上得出的。加气混凝土的内部空间被划分 为等密堆积的单元,其形式为菱形十二面体,在其中心有一个直径为 dP 的球形孔,该孔周围有一层水泥硅酸盐石,这些石头填补了孔与孔之间的空隙。然而,该文献所提出的计算公式里没有考虑到加气混凝土导热系数随孔径变化的因素,这一点也是经由实验数据证实了的。

为了改进先前提出的将加气混凝土空间划分为菱形十二面体单元的公式,除上述假设外,我们认为孔隙之间是被微孔水泥石(以下称为 MCS 石)所填充的,这些水泥石是由水泥硅酸盐石(以下称为 CSS 石)所包围的微孔组成。这些微孔由凝胶孔和毛细管孔组成。在硅酸盐的水化过程中,凝胶孔出现在水被束缚的地方,毛细孔则是由多余的混合水蒸发而形成的 [2],[3]。表征加气混凝土孔隙结构的指标,如密度、孔隙率、孔径、孔数、孔间距等之间都有一定的关系。这些参数影响加气混凝土的物理技术(热导率、水蒸气渗透性等)和物理机械(抗压强度、抗拉强度、弹性模量等)性能 [4]。

在确定加气混凝土多孔结构的这些指标时,以下假设是可以被接受的:

- 1) 大孔和微孔呈球形,直径分别为 dP 和 dPM;
- 2) 大孔和微孔的直径相对一致:
- 3) 多孔混凝土 (加气混凝土) 的内部空间可分为相同密排的宏观和微观单元;
- 4) 加气混凝土的每个大孔和小孔都包含一个由位于其中心的孔,该孔的周围有填充加气混凝土孔与孔之间空隙的壳体,并由大孔周围的微孔水泥石 (MCS) 和微孔周围的水泥硅酸盐石 (CSS) 组成。

如果单元的形状像菱形十二面体,则可以得到具有绝对致密堆积的宏观单元和微观单元用于对空间进行均匀填充[5]。菱形十二面体是两边成对平行的双十二面体,看起来像完全相同的菱形。菱形十二面体 V<sub>0</sub> 的体积相等:

 $V_0 = 0.707 d_d^3$  (1)

其中 d<sub>d</sub> 是该十二面体的横向尺寸,长度等于其成对平行边之间的距离(单元大小),[6,7]。

加气混凝土的密度 R<sub>s</sub>, (千克/立方米) 决定了单位

AAC 中国 *数码版* 3 | 2021 **27** 

体积加气混凝土中无微孔水泥硅酸盐石(CSS)的含量。

加气混凝土中水泥硅酸盐石 (CSS) 的密度为  $R_{\rm Z}$  (干克/立方米)。

加气混凝土中微孔水泥石(MCS)的密度  $R_k$ ,包括水泥硅酸盐石(CSS)和微孔( $R_k < R_r$ (干克/立方米)

加气混凝土密度系数  $K_z=R_s/R_z$  决定了每单位体积加气混凝土中水泥硅酸盐石 (CSS) 的体积比例。

微孔水泥石(MCS)的密度系数  $K_s = R_k/R_z$  ——决定了 微孔水泥石(MCS)体积与加气混凝土单位体积的比例。

在单位体积的加气混凝土中,孔隙率系数得到了确定:  $P_G = (1 - K_2) -$ 其总孔隙率,包括大孔和微孔;  $P_{MK} = (K_S - K_A) -$ 其大孔隙分数;  $P_{MP} = (1 - K_S) -$ 其微孔分数。

直径为  $d_P$ 和  $d_{PM}$ 的大孔  $V_P$ 和微孔  $V_{PM}$ 体积相等,呈球形:  $V_P=0.523*d_P^3$  ,  $V_{PM}=0.523*d_{PM}^3$  。

加气混凝土中的大孔隙被微孔水泥石壳 (MCS 壳)包围。单位体积加气混凝土中这些水泥石壳的数量通过以下公式计算得出: $n_{MK}=(K_s-K_s)/0.523d^3_{po}$ 。

微孔被水泥硅酸盐石壳(CSS 壳)包围。单位体积加气混凝土中这些石壳的数量通过以下公式计算得出:  $n_{MP}$  =  $(1-K_{\rm s})/0.523d_{PM}^{-3}$ 。

每个大孔的加气混凝土体积除大孔本身的体积以外,还包括大孔周围微孔水泥石外壳的体积,该体积通过以下公式计算出:  $V_p = 0.523d^3_p/(K_s - K_s)$ 。

由水泥硅酸盐石 (CSS) 外壳包围的每个微孔的加气混凝土体积通过以下公式计算得出:  $V_{PM}$ =0.523 $d^3_{PM}$ /(1-K<sub>2</sub>)。

通过将十二面体  $V_0$  和  $V_{DM}$  的体积与式(1)中的体积  $V_0$  和  $V_{PM}$  相等,我们得到:

0.707 
$$d_D^3 = 0.523 d_P^3/(K_S - K_Z)$$
  
0.707  $d_{DM}^3 = 0.523 d_{PM}^3/(1 - K_S)$  (2).

由式 (2) 可知:

$$(K_S - K_Z) = 0.74 (d_P^3/d_D^3)$$
 (3),

$$(1 - K_s) = 0.74 (d_{PM}^3/d_{DM}^3).$$
 (4).

加气混凝土中的十二面体是一个横向尺寸为  $d_0$  和  $d_{DM}$  的单元,包括一个直径为  $d_p$  或  $d_{PM}$  的孔和其周围一层厚度为  $\Delta d_p/2$  和  $\Delta d_{PM}/2$  的微孔水泥石(MCS)或水泥硅酸盐石(CSS),其值的两倍就是孔隙之间的距离。因此,孔单元的横截面尺寸分别为  $d_0 = d_p + \Delta d_p$  和  $d_{DM} = d_{PM} + \Delta d_{PM}$ ,由公式(3)、(4)可知:

$$(K_S - K_Z) = 0.74 (d_P^3/(d_P + \Delta d_P)^3),$$
 (5),

$$(1 - K_S) = 0.74 (d_{PM}^3/(d_{PM} + \Delta d_{PM})^3).$$
 (6).

由式(5)、(6)可知,加气混凝土的密度系数 KZ 和微孔水泥石(MCC) K,的密度系数决定了大、微孔之间的体积比值,大、微孔的单元比值以及这些比值的乘积值,而这些比值与这些孔隙的直径大小都无关。随着孔单元壳厚度的变化,这些孔径的长度也成比例变化。

通过对式(5)、(6)的变换,得到了以下有关大孔 和微孔直径的计算公式:

$$d_p = \Delta d_p / S_p, \tag{7},$$

$$d_{PM} = \Delta d_{PM} / S_{PM}, \qquad (8),$$

其中:

$$S_{p} = (1/(1.106 (K_{S} - K_{Z})^{1/3}) - 1;$$

$$K_{Z} = R_{G}/R_{Z}, R_{K} < R_{Z},$$

$$S_{PM} = (1/(1.106 (1 - K_{S})^{1/3}) - 1;$$

$$K_{S} = R_{K}/R_{Z}.$$

 $S_P$ 和  $S_{PM}$  系数决定了加气混凝土密度、水泥硅酸盐 (CSS) 和微孔水泥石 (MCS) 对加气混凝土孔隙率和强度 的影响。大孔隙之间的距离由公式  $\Delta d_P = \Delta d_{PM} + d_{PM}$  计算得 出,其中  $\Delta d_{PM}$  取决于生产加气混凝土所用原材料的粒度。 平均晶粒度可假定为 0.020mm。

由式 (7,8) 可知,随着微孔水泥石 (MCS) 体积的增加, 其密度  $(系数 K_s)$  会减小,因而系数  $S_p$  增大,而系数  $S_{PM}$  减小。结果表明,大孔直径减小的同时微孔直径会增大。 由此可以得出,可以通过增大微孔的直径来减小大孔的 直径。虽然微孔水泥石(MCS)层厚度也会发生变化,但 加气混凝土的总密度和孔隙率不会发生变化。。

微乳的数量和大小会影响微乳水泥石(MCS)R<sub>x</sub> 密度的变化;微乳的形成取决于加气混凝土混合料制备过程中自由水的量。混合料中水分越多,微乳水泥石(MCS)中形成的微乳就越多[2];微乳中充满了自由水,这些自由水随后会蒸发,然后留下空微乳。因此,微乳水泥石的体积会增大,而密度会减小。应注意的是,微乳水泥石(MCS)的密度 R<sub>x</sub> 可能仅在理论上等于 R<sub>z</sub>,在实际情况下,RK 始终会小于 R<sub>z</sub>,这是因为加气混凝土混合物中始终会存在 B<sub>x</sub> < R<sub>y</sub>。

加气混凝土的导热系数取决由微孔水泥石(MCS)的导热系数和孔隙中空气的导热系数。

对于密度为  $R_c$  的加气混凝土来说,由于微孔的形成, 水泥硅酸盐石 (CSS) 的体积比例会增至密度为  $R_k$  的微孔 水泥石 (MCS) 的体积。由于加气混凝土中水泥硅酸盐石 (CSS) 的数量不变,所以其密度随体积的增加而降低, 并且所降低的密度可以通过系数  $K_M=1/(2-(R_k/R_2))$  来考虑。

随着水泥硅酸盐石密度的降低,其导热系数 nK 也与系数 kM 成比例减小。因此,带有微孔的水泥硅酸盐石的微孔水泥石(mCS)的导热系数可以通过 n2 $_{26} = K_{m}n_{k}$  来计算得出。在加气混凝土中,随着水泥硅酸盐石(mCS)密度的减小,由系数 mC2 $=R_{c}/R_{z}$  确定的量是不变的。因此,加气混凝土中微孔水泥石的导热系数可以表示为 mC2 $=(R_{c}/R_{z})$  mCmC0。

加气混凝土的孔隙率系数 (1 - R<sub>6</sub>/R<sub>2</sub>) 考虑了单位体积中大孔和微孔的比例。所有孔隙的导热系数都可以按以下公式来计算:

其中  $\vec{n}_V$  = 0.0259 W/(m°C) 是指,在温度 t=20 °C 下,空 气的导热系数。

加气混凝土的导热系数 n。是微孔水泥石层(MCS)的导热系数和空气层的导热系数之和。因此,计算加气混凝土导热系数的公式采用以下公式:

Vulegzhanin, Viktor P.

1984年,他担任列宁格勒实验设计区科学研究所(LenZNIIEP)的 高级科学助理和科学部主任,并获得"建筑设计"和"建筑力学"博 士学位。

自2001年以来,Vylegzhanin—直担任加气混凝土科学中心(TsY-aB)主任。该中心是根据俄罗斯建筑当局的决定建立的,现在是俄罗斯这一领域的领导机构。TsYaB的任务是发展加气混凝土的生产并促进其在建筑工业中的应用。Ylegzhanin感兴趣的科学领域是加气混凝土、纤维混凝土和建筑施工。

Petrova, Tatyana M.

毕业于圣彼得堡州立大学基础设施建设亚力山大学院土木工程系 (LLIZHT),在那里她也获得了博士学位,目前担任讲师。

她于1997年获得05.23.05 "建筑材料与产品"领域的博士学位,并被任命为教授。自1999年以来,她一直担任"建筑材料与技术"主席

Petrova感兴趣的科学领域是混凝土、基于波特兰水泥的砂浆混合料和水泥混合料,包括工业废品的外加剂。

 $\partial_G = \partial_{ZG} + \partial_{VG} = K_Z K_M \partial_Z + (1 - K_Z) \partial_V, \quad W(m^{\circ}C), \quad (9),$ 

其中:

 $K_M = 1/(2 - K_s) = 1/(2 - (R_K/R_7)), K_7 = R_G/R_7.$ 

为了根据俄罗斯政府标准 GOST 7076-99 对加气混凝土的导热系数进行更精确的实验测定和计算,有必要根据俄罗斯政府标准 GOST 12730.4-78 来初步确定大孔、微孔的数量,水泥硅酸盐石(CSS)的密度和热导率,以及根据俄罗斯政府标准 GOST 12730-78 来确定加气混凝土的密度。由于水泥硅酸盐石(CSS)的热导率取决于用于制造加气混凝土的初始组分的数量及其矿物成分,所以了解其密度和热导率是有必要的。

下面的计算示例显示了加气混凝土导热系数随上述值的变化情况。

这个计算是利用公式(7)、(8)、(9)得出的。

计算结果见表 1。

$R_{_{\rm K}}$	K <sub>s</sub>	K <sub>M</sub>	$\lambda_{_{G}}$	d <sub>P</sub> MM	d <sub>PM</sub> MM	Δd <sub>P</sub>
2,200	1	0.227	0.133	1.00	0	0.048
2,100	0.954	0.217	0.128	0.99	0.028	0.076
2,000	0.910	0.208	0.124	0.89	0.042	0.090
1,900	0.864	0.200	0.120	0.79	0.055	0.103
1,800	0.818	0.192	0.116	0.73	0.072	0.120
1,700	0.773	0.185	0.112	0.67	0.083	0.130
1,600	0.727	0.178	0.109	0.63	0.100	0.148
1,500	0.680	0.172	0.106	0.59	0.117	0.165

输入数据:

水泥硅酸盐石 (CSS) 的密度  $R_z$  =2200 千克 / 立方米, 导热系数为 A<sub>7</sub> = 0.5 W/moC (在考虑到水泥 - 石灰 - 石膏 -砂砂浆的密度和导热系数以及硅酸盐中的水合水的情况 下, 根据[8] 验收)。

加气混凝土密度 R<sub>G</sub>=500 千克/立方米 微孔水泥石密度 Rx < Rz 千克 / 立方米 空气导热系数 fl<sub>v</sub>= 0.0259 W/m℃ 计算结果: K<sub>z</sub>= R<sub>G</sub>/R<sub>z</sub>= 500/2,200 = 0.227

算例表明, 加气混凝土的导热系数随微孔水泥石 (MCS) 密度的减小而减小,在  $R_{K} = 1900$  千克 / 立方米时, fl。=0.12 W/m℃,与俄罗斯政府标准 GOST 31359-2007 中给出 的值是相等的。

因此,大孔的直径减小,微孔的直径增大,随之它 们之间的距离也会减小,从而导致了微孔水泥石(MCS) 的密度和其导热系数的降低。

土的密度系数 R<sub>6</sub>/R<sub>7</sub>恒定不变,随着微孔水泥石(MCS)R<sub>K</sub> 密度的降低,系数 Km 的值会减小,因此,所计算出的加 气混凝土的导热系数 7。也会减少。

通过对加气混凝土导热系数的实验测定, 我们证实 了大孔隙尺寸与加气混凝土导热系数之间的关系。例如, 在第[9]条中给出的数据中:

 $R_{G} = 370 \text{ kg/m}^3 \text{ average, } d_{P} = 1.17 \text{mm, } R_{G} = 0.102 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}.$  $R_{G} = 366 \text{kg/m}^3$ , ---  $d_{P} = 0.97 \text{mm}$ ,  $n_{G} = 0.098 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ ,  $R_6 = 368 \text{ kg/m}^3$ , --- $d_p=0.64$ mm,  $n_g=0.088$  W/m°C,

为了与实验数据进行比较,我们利用式(7)、(8)、 (9) 计算了导热系数,并测定了相应的孔径。计算时, 假设  $R_z$ =2,200 千克 / 立方米。以下的输入数据作为计算的 初始值: R<sub>7</sub> =2200 千克/立方米, R<sub>6</sub> =370 千克/立方米, d。=1.17 毫米,d。=0.102 W/m℃。d<sub>k</sub> =0.5 瓦 / 平方厘米。计 算结果如表 2 所示:

从表2中给出的计算结果可以看出,随着微孔水泥 石 (MCS) R<sub>K</sub> 密度的降低,加气混凝土的导热系数和大孔 根据等式(8)、(9)还可以得出,由于加气混凝 直径(d<sub>p</sub>)会减小,而微孔直径(d<sub>pm</sub>)会增大。计算结

#### 表2:通过式(7)、(8)、(9)所计算出的导热系数及其相应孔径的大小

$R_{\rm G}$	R <sub>K</sub>	K <sub>M</sub>	K <sub>z</sub>	$\lambda_{_{\mathrm{G}}}$	d <sub>P</sub>	d <sub>PM</sub>
370	2,200	0.545	0.168	0.105	1.17	0
366	2,100	0.548	0.168	0.101	0.86	0.015
368	1,900	0.553	0.166	0.095	0.61	0.03

果与实验数据吻合较好: 孔径偏差为 7.8%, 导热系数偏 差为 2.2%。

#### 结论

1. 本文提出了加气混凝土的多孔结构模型,考虑了加 气混凝土的特征指标(密度系数、孔隙率系数、孔 径系数及其间距),以及这些指标对加气混凝土密 度系数的依赖性。

- 2. 确定了多孔水泥石(MCS)的密度、水泥硅酸盐石(CSS) 的导热系数和空气的导热系数对加气混凝土导热系 数的依赖关系,并给出了计算公式。
- 3. 在加气混凝土密度不变的情况下,其计算出的导热 系数随微孔水泥石 (MCS) 密度的减小而减小, 但随 微孔数量的增加而减小
- 为了让获得更准确的结果,我们建议在试验测定加



#### **INTERNATIONAL CONCRETE CONFERENCE & EXHIBITION**

### **WORLDWIDE. ANYTIME. 365.**

#### QUARTERLY LIVE. ALWAYS ON DEMAND.

The ICCX - International Concrete Conference & Exhibition expanded its range and now addresses the AAC industry. Several exhibitors from the AAC industry are showcasing their innovative products. In cooperation with AAC Worldwide a top-class lecture session will be held during the Live Days incl. a Q&A session. AAC Worldwide awaits you at ICCX digital 365.

#### **COMPLIMENTARY REGISTRATION AND ATTENDANCE FOR INDUSTRY PROFESSIONALS**





**Sponsors** 





































- 气混凝土导热系数时,根据俄罗斯政府标准 GOST 12730.1-78 预先测定大孔隙体积、孔隙总量, 水泥硅 酸盐石材 CSS) 的密度和导热系数。
- 研究表明, 对加气混凝土的初始组分进行研磨后获 得颗粒的尺寸会影响最小孔隙间距。
- 公式表明, 孔隙间距与大孔隙直径大小成正比, 大 孔隙直径越小, 孔隙间距越小, 加气混凝土的导热 系数越低。
- 7. 本文发现加气混凝土的导热系数和大孔隙的大小以 及微孔水泥石的密度有关,如随着微孔水泥石密度 的减小,大孔隙的大小也会减小。
- 增加加气混凝土的掺水量,可以增加微孔水泥石(MCS) 的孔隙率,从而降低其导热系数。
- 需要注意的是,在实际情况下,大孔和微孔的形状 与模型中所假设的并不完全相同,但微孔水泥石 (MCS) 的孔隙率对加气混凝土导热系数的影响趋势 仍然存在。
- 10. 在进一步开展目前的工作时,我们通过利用所提出 的加气混凝土多孔结构模型和所获得的公式,再将 加气混凝土原材料粒径的影响考虑进来,可以得出 最佳孔径和孔间距的数值依赖关系,根据加气混凝 土的矿物组成,估算水泥硅酸盐石(CSS)密度对加 气混凝土导热系数的影响,并确定孔隙率对加气混 凝土强度性能的影响。

#### 参考文献

- [1] Vylegzhanin, V. P.; Pinsker, V. A.: Influence of porosity of autoclaved aerated concrete on its thermal conductivity and ways to change it by improving the selection of raw materials (Vliyaniye poristosti avtoklavnogo gasobetona na yego teploprovodnost i puti yeyo ismeneniya za sshchet sovershenstvovaniya podbora syryevykh materialov), in: Stroitelnye materialy, 2019, No. 8, pp. 36-38
- [2] Makridin, N. I.; Maksimova, I. N.: Structure and mechanical properties of cement dispersion systems (Struktura i mekhanitcheskiye svoystva tsementnykh dispersnykh sistem), PGAUS, Penza, 2013, p. 340.
- [3] Pinsker, V. A.; Vylegzhanin, V. P.: The theory of strength and composition of the aerated concrete mix (Teoriya prochnosti i podbora sostava gazobetona), in: Proceedings 'Celular concretes in modern construction' of the 2nd

- International Scientific and Practical Conference (Sbornik statey 'Yacheistye betony v sovremennom stroitelstve', 2-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya), St. Petersburg, 2005.
- Russian Industry Standard 501 52-01-2007 (STO 501 - 52-01-2007) Design and erection of the envelopes of residential and public buildings using aerated concretes in the Russian Federation (Proyektirovaniye i vozvedeniye ograzhdayushchikh konstruktsiy zhilykh i obshchestvennykh zdaniy s primeneniyem yacheistykh betonov v Rossiyskoy Federatsi), Moscow, 2008.
- [5] Fyodorov, Ye. S.: The beginning of the teaching of shapes (Начало учения о фигурах). Moscow, Publishing house of the Academy of Sciences, USSR, 1953.
- Vylegzhanin, V. P.; Romanov, V. P.: Reinforcement structure of fibre concrete and its effect on boundary breaking loads (Struktura armirovaniya fibrobetona I yeyo vliyaniye na predelnye znacheniya razrushayushchikh nagruzok), LenZNIIEP, Collection of scientific papers, Calculation and design of spatial structures of civil buildings and structures (Raschet i proyektirovaniye prostranstvennykh konstruktsiy grazhdanskikh zdaniy i sooruzheniy), Leningrad, 1975.
- [7] Pinsker, V. A.: Some guestions of the physics of aerated concretes. Collection of papers "Residential buildings made of aerated concretes". Moscow, Gosstroyizdat, 1963.
- [8] Russian Industry standard 00044807-001-2006 (STO 00044807-001-2006), Thermal properties of building envelopes, Standardinform, 2006.
- Avdeyev, Ye.: What does the thermal conductivity of concrete depend on: Influence of density and aggregates, classification of concrete, construction (Ot chego zavisit koeffitsiyent teploprovodnosti betona: Vliyaniye plotnosti i zapolniteley, klassifikatsiya betonov, stroitelstvo), www. masterabetona.ru, 2015.











## Now online!

## The AAC worldwide Company Channels

Read the latest articles and news from the leading industry suppliers. Always stay updated about state-of-the-art machinery technologies.

Browse now www.aac-worldwide.com

Are you an industry supplier and interested in owning an exclusive Company Channel? Get in touch with us: info@aac-worldwide.com

# AAC整线系统解决方案: 惊艳土耳其的高端AAC生产线

作为国内领先的蒸压加气混凝土整线系统供应商,科达新铭丰主张在原材料分析、工厂规划、研发制造、施工指导、生产管理、培训和营销等方面提供整体解决方案。近年来,科达新铭丰在扎实国内市场定位的同时锐意进取,布局全球,基于对项目服务的深刻理解,即使是在 COVID-19 爆发期间也成功应对了疫情带来的全球挑战。近年来,土耳其已成为世界上增长最快的经济体之一,其蓬勃发展的经济促进了国家建筑业的持续快速发展。建筑市场呈现出强大的生命力,对环保、高效、节能的建筑材料提出了更高的要求。AAC 产品因具有结构轻、环保、安装方便等特点,从土耳其市场上众多建筑材料中脱颖而出,向着高标准、高质量的方向发展。

2017年,土耳其的 Arkoz 公司股东首次表露出对 AAC 项目产生兴趣,Arkoz 公司是 Gemikaya 控股公司旗下子公司,Gemikaya 控股一直致力于提供优质的产品和服务,以本土化生产来减少对国外市场的依赖。公司一直尊重

以人为本的环境价值观,将科技研发视为企业的社会责任。 凭借其强大的投资力度,Gemikaya 控股逐渐成为当地建材行业的巨头。 秉承公司愿景,Arkoz 在选择商业伙伴时非常谨慎,对于自动化水平,工艺理解,产品应用,

#### Arkoz Gazbeton 的新AAC生产线







自动化高端切割系统

项目服务和品牌知名度等方面都有着较高的要求。

"当我们第一次与 Arkoz 接触时,他们已经与来自全球的多家设备供应商进行了磋商,但当时项目还没有实质性进展。2019 年 3 月,我们安排了专家团队首次访问土耳其 Arkoz 公司。在产品技术和未来市场规划方面进行了深度交流与分享,使双方团队达成共识。这些年来,我们作为中国加气混凝土协会副会长单位,主编且参与编辑了多项国家标准和行业标准,我们的团队也凭借专业的整线系统方案实施了数百个成功的项目,这些都坚定了客户与我们合作的信心。回到中国后,我们一直与客户在技术和商务事宜上保持着密切联系。"科达新铭丰国际销售总监 James 回忆道。

经过7个月的谨慎考察,Arkoz 团队最终决定前往中国实地洽谈,科达新铭丰凭借技术方面的突出优势、可靠的项目服务能力和定制化的商务模式给 Arkoz 留下了深刻印象,双方最终签订了合同。"单纯的设备供应商无法真正满足客户对项目的需求。项目的成功不仅取决于设备质量,还取决于卓越的项目服务能力、灵活的商务模式、系统化的整线方案等多重因素。除了要注重产品的品质,我们还要提供更多专业服务以确保客户的成功。"科达新铭丰总经理 Chadwick 先生一直倡导公司团队共同努力,做世界一流的蒸压加气混凝土整线系统供应商。

2020年1月, Arkoz 项目合同正式生效。然而当时突如其来的疫情爆发给中国制造业带来了巨大的挑战。为

AAC 中国 *数码版* 3 | 2021 **35** 



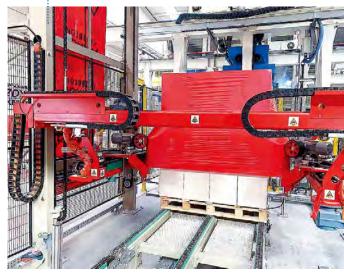
打包工段一夹坯机

了尽可能保证交期,科达新铭丰工程师们居家办公设计图纸,网上连线审图,行政部门及时向政府单位提交公司疫情预防和管控措施,以最快的速度复工复产,达到

最佳生产率。考虑到客户无法来中国参与出厂调试检验, 科达团队通过在线会议和录制视频的方式为客户展现了 调试过程。



打包工段



最终,经过公司各部门协同工作,Arkoz 项目的第一批设备于2020年5月初开始装运,最后一批设备于同年8月装运发出。在此期间,疫情已经蔓延到全世界,土耳其也面临着巨大的挑战。历经数日的努力,当地的土建工程接近完工,双方都迫切希望项目如期顺利建成。为了不影响安装进度,科达新铭丰项目服务团队于2020年8月抵达项目现场。当时项目现场因疫情爆发而导致工人短缺,首要任务是根据实际人力资源情况优先更新工作计划。科达的项目经理SeanYu为整个项目的现场工作制定了解决方案,并将其细化成完整的工程规范性标准,在双方共同努力下系统地开展了安装工作。项目进入调试阶段后,SeanYu在现场进行了相关培训,并为Arkoz 团队制定了后续试生产计划。

除项目实地服务外,科达新铭丰工艺实验中心的技术团队还为客户提供了有关原材料和生产工艺方面的远程在线指导。2021年1月,Arkoz项目第一模 AAC 砌块成功生产,于2021年3月1日正式投入运营。之后,项目经理 Sean Yu 留在当地一个月进行项目培训和运营管理指导。

"项目的顺利实施,离不开公司各部门的大力支持和多年来积累的宝贵经验。我们能在非常时期完成这个优秀的项目,是整个团队共同努力的成果,所以我们也非常感谢客户和当地工作团队对我们的信任和理解以及他们所付出的努力。"科达新铭丰项目经理 Sean Yu 回国后说道。

面对疫情的巨大挑战,Arkoz 和 Keda Suremaker 最终在土耳其建造了一条现代化高端 AAC 生产线。新工厂现已全面建成投产,年生产能力达到 45 万立方米,预留了板材生产工段。该项目的切割系统可完美切割坯体的六个面,当未来需要生产板材时,可以在釜前自动加工板材的凹槽,加工废料可通过泥浆回收系统进行回收,通过釜前加工大大提高板材生产效率,减少釜后加工工段的设备和施工投资,从而避免釜后加工带来的浪费,噪音和粉尘污染。

科达新铭丰的 AAC 整线系统解决方案可以提供完整的项目服务指南,分为以下四个部分:

#### 第1部分: 原材料与规划设计

a) 组织专家组考察项目现场,根据土地情况和原材料资

- 源,规划全厂布局。
- b) 根据预期产能和自动化水平配置相应的设备范围和投资可行性研究报告。

#### 第2部分: 生产和物流

- a) 制定合理的生产计划,确保交期。
- b) 提供与项目具体要求相关的各种包装和物流解决方案。
- c) 所有主要设备必须经过出厂前调试,确保质量可靠。

#### 第3部分:现场安装和调试

- a) 在第一批设备到达现场之前,指派经验丰富的项目服务团队到当地现场。指导现场施工,确保工程顺利进行。
- b) 为整厂规划、设备安装、电气调试和工艺解决方案提供全面支持。在项目施工过程中,除实地服务团队外, 同时提供远程在线服务。

#### 第4部分: 售后服务与培训

- a) 在整个项目生命周期内为客户提供培训和咨询服务,包括但不限于设备操作、安全指导、设备维护和工艺常见问题解答。
- b) 科达新铭丰工程服务中心负责售后服务支持及备件销售,确保随时满足售后需求。

"我们很高兴与科达新铭丰合作。科达新铭丰不仅 提供优质的设备,还提供系统化服务,包括为我们进行

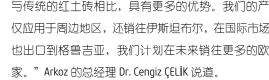
#### 该生产线在2021年3月顺利投产







原材料评估、工厂设计、指导、调试、培训等等,确保 了我们项目成功投产, 所以, 未来我们将继续与科达新 铭丰合作,拓展板材产品线。 目前在市面上,AAC 产品 与传统的红土砖相比, 具有更多的优势。我们的产品不 仅应用于周边地区,还销往伊斯坦布尔,在国际市场上, 也出口到格鲁吉亚,我们计划在未来销往更多的欧洲国





Keda Suremaker 为全球所有aac读者提供 本文 pdf 文件的免费下载。 只需用您的智 能手机扫描二维码,就可以直接进入Keda Suremaker 公司。



#### 关于 Arkoz



Keda Suremaker 2887, Tianmen Rd Economic and Technological Development Zone Maanshan City, Anhui Province, China T +86 0555 2113600

info@keda-suremaker.com www.keda-suremaker.com.cn



Arkoz Gasbeton San.Tic A.Ş. Bekdiğin Mah. Havza OSB Cd. No:18/1 Havza - Samsun Turkey info@arkozgazbeton.com.tr www.arkozgazbeton.com



当地土建团队



Receive the latest information on Construction Printing Technology. Take this unique opportunity and register for your subscription of CPT worldwide right now to make sure that you will not miss a single issue!

www.cpt-worldwide.com

### **CPT worldwide**

ad-media GmbH | Industriestr. 180 | 50999 Cologne, Germany info@cpt-worldwide.com | www.cpt-worldwide.com



## 灵活的生产技术展现竞争优势

改变了 AAC 产品的配方,并实现工厂技术现代化后,Baustoffwerke Löbnitz 正按照预想规划未来。最重要的是,主动式水平切割机、绿色分割机和机器人控制的打包线的使用提高了生产灵活性和产品组合的规模。按照德国建筑能源法案的要求,该制造商计划在莱比锡、德累斯顿和柏林周边地区的建筑工地不断增加引入 XL 块型号。

位于德国莱比锡市北部约33公里的Löbnitz村庄的Baustoffwerke Löbnitz公司(Löbnitz建筑材料)值得为此庆祝。该公司不仅拥有硅酸钙砖、蒸压加气混凝土、砾石和砂四个产品领域,成功地在市场上保持了25年的强势地位,而且随着最近投资1000万欧元用于工厂技术的现代化,



工厂现代化之前,两个AAC块被并排放置在高压釜运输车上,并运输到高压釜;现代化之后,两个AAC块被叠放在推车上。

业主Guido Wolff,运营副经理Reiko Nickel和 XX(从左至右)





模具上的平台油由Bernd Münstermann GmbH & Co. KG 提供

使AAC工厂已经武装精良,面向当前和未来市场需求。

#### 从石灰到水泥混合成分的变化

Baustoffwerke Löbnitz GmbH & Co. KG 总经理 Guido Wolff 在参观工厂厂房时表示:"我们对生产的两个方面进行了一些根本性的升级:我们改进了 AAC 配方,并更新了大部分生产技术。"

过去,工厂生产按照 Svanholm 理念,产品石灰含量多。应用瑞典制造商的同名生产技术,采用特殊模具生产出两个一样的 AAC 块。在很长一段时间,因价格低廉、易于操作,加之生产出的 AAC 块仅需 45 分钟冷却即可脱模进入后需处理,该技术的优势被广泛认可。然而,随着市场的发展,其劣势逐渐显现,即,由于石灰含量高,密度较大,导致 AAC 产品防霜能力低,隔温差。且因切割过程精度欠缺,导致产品误差大。

"提高水泥的比例和引进新生产技术对优化生产过程,提高产品质量的作用不相伯仲。"沃尔夫说。生产过程中可以更准确的获得所需几何形状的 AAC 块。且由于使用了网饼,材料浪费显著减少。此外,所有废料皆可全部再利用于下一批产品的生产。借助高水泥混合配方,产品的密度降低到 300kg/m3, 为目前 AAC 市场的标准密度,同时产品的隔温性能得以提高。



从搅拌机中取出泥浆填充模具(如图所示)

### 搅拌装置的控制单元





在发酵区大约4小时后,将带有绿饼的模具旋转90度,这样AAC板就可以 垂直放置在其中一个模具壁上



模具底座连同一纵和二横壁一起吊起; 垂直的绿饼在另一个纵向的墙壁 上,进行纵墙板切割,朝切割线方向



Baustoffwerke Löbnitz 在 WKB 系统内找到了规划和实施大规模现代化项目的合作伙伴。WKB 系统是充气蒸压混凝土行业的领先工厂制造商,总部位于距离德国城市 Osnabrück 以西约 36 公里的 Hörstel。

#### 替换 90% 的生产技术

此次升级是深层次的: 更换了110×30米生产大厅基础; 所有用于运输高压釜车和模具的轨道被替换。"90%的旧工厂技术被完全移除; 只有两台轧机和4台由德国热压罐制造商Scholz提供的32米长、直径各为2.5米的热压罐被保留下来,"协助该项目技术实施的工厂副经理Reiko Nickel 说。生产大厅还扩建了一个新的发酵区,其建筑面积为40×20米,可以容纳15个模具。

据 Nickel 公司介绍,由 WKB 系统规划和实施的新生产技术的最重要组成部分是新切割线的主动式水平切割机、绿色分割机和六轴包装机器人。

#### 主动式水平切割机

在这个现代化项目中使用的切割线是由 WKB 系统公司开发的特殊结构,特别用于切割薄的 AAC 块和面板。它实现了 AAC 块的垂直、水平和横向切割,以及口袋的铣削和插人槽和舌形。

在切割前,起重机将模具与 AAC 块角度倾斜至 90°,并将其移至切割线。在那里,将带有 AAC 块的模具固定在切割小车上,进行脱模过程。一旦 AAC 块直立可进行下一步切割过程。

AAC 块通过垂直切割机,在那里块被切成所需的长度。下一步,载有 AAC 块的切割小车移动到水平切割机并停止在那里。WKB 系统公司专门为该项目开发的主动式水平圆型切割机可以穿过 AAC 块,将其切割成所需的厚块、

Löbnitz中的切割线包括WKB系统专门开发的一种主动 圆型水平刀具



绿饼分离机的横梁使成排的AAC块彼此分离,从而防止粘接,确保蒸汽在高压釜中更好地渗透



当装载带有格栅的高压灭菌器推车时,起重机的销摆动装置将销放 置在正确的位置,以将第二个格栅固定在推车上

凹槽和舌形。

所需 AAC 块的高度和小块都是在横切机上切割的。

该切割线的关键特点是能精确切割 50 - 500mm 的各种尺寸、形状和厚度的 AAC 块。

#### 绿饼分离机

为了防止 AAC 块在蒸压过程中粘在一起,WKB 工程师建议使用绿饼分离机 (GSM)。

它的应用,大大减少了生产浪费,产量得到显著提高。

同时,由于 AAC 块之间有更好的蒸汽渗透性,产品质量得到提高。在 Löbnitz 工厂使用的绿饼分离机是一个独立的技术解决方案。

#### 包装区采用六轴机器人

根据 WKB 系统的现代化概念,工厂的卸货和包装区配备了一些卸货起重机和一个由德国制造商 Fanuc 提供的带有特殊抓手的六轴机器人。该机器人能够打包重达 700



带有折叠轴承的装卸起重机将白色AAC块向前移动至包装线

公斤的物品,操作范围为 3 米。在一次操作中,平行夹持器从硬化篦子中拾取两排 AAC 块(双块高度),将其倾斜至 90°,并将其向前移动到包装区。

该机器人还可以在欧式托盘上直立定位大尺寸 AAC块,在施工现场操作上有很大的优势。



来自Fanuc的六轴机器人正在执行复杂的打包过程

#### XL 型号的单片墙体

Baustoffwerke Löbnitz 总经理 Wolff 说:"有了新技术,我们现在可以为我们的两个主要目标客户群体——建筑材料供应商和建筑工地——生产不同种类,具有高灵活



最后,由制造商MSK提供的机器将打包贴上Baustoffwerke Löbnitz的标志。使用拉伸膜将打包包裹 在托盘上保证稳定运输

性和高质量的产品。"

特别是后一个目标群体的产品,不久的将来,会更着重于向菜比锡、德累斯顿和柏林周围地区的建筑工地提供支持,即600×400×500毫米(长×宽×高)的XL块。据沃尔夫说,它们非常适合整体墙体结构,具有优良的保温价值,符合德国建筑能源法案。"根据结构设计的要求,XL型材可以用来建造三层楼高的建筑。去年,我们已经成功地一个daycare建筑工地和其他项目提供了XL型产品,"沃尔夫说。

继 Baustoffwerke Löbnitz 硅酸钙砖部门 Quadro 型产品的例子,XL 蒸压加气混凝土块也可以提高施工速度。Wolff说:"在施工现场,我们可以一次性从托盘中取出两个600毫米长的块,并相邻放置,这样可以一次性完成1200毫米宽的墙体施工。"



WKB Systems GmbH Daimlerstr. 5-8 48477 Hörstel Germany T +49 49 5459 8059 28 info@wkb-systems.com www.wkb-systems.com

#### BAUSTOFFWERKE LÖBNITZ GmbH & Co. KG



Baustoffwerke Löbnitz Industriestr. 1 04509 Löbnitz Germany T +49 3420874 550 F +493420875 470 www.baustoffwerke-loebnitz.de

#### Baustoffwerke Löbnitz - 公司发展

Baustoffwerke Löbnitz 的发展史对于上世纪 90年代初东德和西德统一后的前东德联邦国家 AAC产业的发展具有示范意义。

1993年,第一家砂砾厂在距离菜比锡北部约33公里的 Löbnitz 村附近建立。1996年,硅酸钙砖厂和 AAC 厂开始运营。

德国统一后的几年,建筑热潮兴起,这一时期,五个东德联邦州的建材制造商积累了相当大的生产能力,紧接着市场经历一段停滞,并最终整合,许多工厂被迫关闭。全德国的建筑材料供应商果断实施产品分销的战略型扩张,Baustoffwerke Löbnitz 得以在这个决定性阶段保住市场地位。2000年试运行了一个制砂精炼工厂,扩大了供销的产品范围。近年来,硅酸钙砖和AAC 砖的生产技术已经实现完全现代化,达到了顶尖水平。

如今,Baustoffwerke Löbnitz 将自己定位为区域及全国建材供应商和大型五金连锁店(如Hornbach 和 Bauhaus)的可靠合作伙伴。然而,公司的核心销售区域却是菜比锡周边地区,远至柏林和德累斯顿。

在三班制的工作模式中,目前 AAC 工厂拥有16 名员工,每年可生产达 60000 立方米的蒸压加气混凝土砌块。Baustoffwerke Löbnitz GmbH & Co. KG 公司的产品(硅酸钙砖、AAC、砾石和沙子)的年营业额总计约 2000 万欧元。

45

# 砂制备 - 使用合适的设备 将会事半功倍

含有高比例二氧化硅 (SiO2) 的型砂是制造蒸压加气混凝土的重要原材料。与其他原材料如石灰、水泥、石膏(硬石膏)、铝粉/铝浆和水相比,型砂是制造蒸压加气混凝土最主要的原材料,其体积占比高达 60%。从将型砂加入进料斗到将泥浆运送到生产线的搅拌装置,整个过程必须将多个步骤和性能参数考虑在内,而这也是蒸压加气混凝土生产线能源消耗的主要来源。

#### 首先: 合适的原材料

在完成蒸压加气混凝土生产线的规划和尺寸设计之前,具有重要意义的一个步骤是对主要原材料型砂的物理和化学特质进行分析和评估。

型砂中含有的二氧化硅会与水和生石灰发生化学反应。因此,十分关键的一点是要确保型砂中二氧化硅的含量超过75%。且二氧化硅的比例越高,成品的质量就会

越高。此外,需要避免由粘土和腐殖物质等造成的污染。 这些材料会在产品加工过程中促成非必要化学反应的发 生,从而影响成品的质量。

在蒸压加气混凝土的加工过程中,湿磨工艺是一种制备型砂的有效解决方案。该工艺需要将原砂和水按照精确计算的剂量送人湿式球磨机并加工成砂浆。这种砂浆具有经过精确定义的浓稠度,且砂浆密度和研磨精细度保持特定水平。

因此,型砂的两项参数对于球磨机的高效设计具有 重要意义:

其中,原砂的晶粒尺寸十分重要。为实现研磨过程的高效运转,建议将 d80 粒径尺寸保持在不超过 1.5mm 的水平,即 80% 晶粒的颗粒直径要小于 1.5 mm。

除了研磨机容量和制备砂浆所需的细粒度,还必须将型砂的粉碎操作考虑在内,通常可以通过一套标准化程序对其进行评估。因此而确定的粘合功指数能够反映在规定的操作条件下将研磨材料粉碎到一定细粒度所需的与质量有关的能量。

Masa 股份有限公司的内部实验室可以通过实验室球磨机对研磨操作进行测试。与之相关的其他原材料参数也可以在此类实验中得到测试并得以最终确定。总的来说,Masa 公司将自身定位为拥有广泛专业技术的技术合作伙伴,并十分乐于与客户共享技术带来的红利。

为了在生产过程中持续评估研磨质量,建议开展随



用于确定粘合功指数的Masa实验室 研磨机 机取样。理想情况下,每条蒸压加气混凝土生产线都应该配备相应的实验室。借助 Masa 实验室手册,实验室技术人员或生产线操作人员可以接触到囊括详细说明在内的一系列详尽信息,以便他们可以在研磨过程中开展这些十分重要的测试。此外,Masa 公司还可以提供有关加工技术的工作坊和培训课程,并且能够根据客户的需求进行量身定制。相关的工作坊和培训课程既可以在现场举办,也可以在 Masa 公司开展。

#### 重中之重: 合适的设备

#### a) 湿球磨机

原砂在被加入搅拌装置之前还要经过几道重要的工序。首先,需要通过卡车或轮式装载机将原砂送人砂仓或筒仓。之后通过卸料输送机或溜槽将原砂运送到球磨机。在给砂过程中,要保证原砂输送量保持恒定且可调。加水量与砂量应该保持特定比例,以此确保砂浆质量的稳定。泥浆密度和物料输送速度可以通过 Masa 公司的生产线控制系统对其进行监测和控制。

相比普通混凝土,蒸压加气混凝土的生产加工对用水的要求更高;具体而言,生产用水需要达到饮用级别。

为了减少淡水的消耗,Masa 生产线通常支持使用冷凝水。 在生产蒸压加气混凝土的蒸压硬化过程中,产生的冷凝 水比例可以在设备控制系统中进行预先设置,这也是该 生产线的一大优势,有利于提升生产线的盈利能力。

对于研磨机的设计来说, 必须将型砂的质量、设备

#### 通过卡车将原砂送入砂仓



Masa公司一项亚洲项目中用于型砂制备的湿球磨机 (来源: Ersel)





配备水下泵的研磨机卸料口

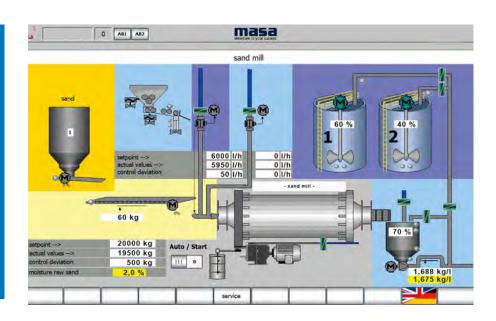
的生产能力以及蒸压加气混凝土的成分和密度等因素悉数考虑在内。由于该生产线组件具有高功耗的特点,因此如何降低能耗成本也是实现最佳设计方案必须考量的一大因素。技术参数包括研磨能力、电镀类型、填充水平、研磨体类型、研磨体尺寸和研磨速度。研磨机需要在技术层面适用于可得的原砂材料。原材料的偏差很可能会导致操作过程出现问题。因此,Masa 股份有限公司仍在不断探寻研磨机运行的最佳平衡点,这有望借助驱动电机的频率调节来改变研磨速度从而实现最佳适配。

研磨过程是借助多种尺寸的钢制研磨体执行的。伴 随研磨体的损耗,新的研磨体会通过球体给料装置完成 全新研磨体的定期自动添加。 研磨机衬板也容易出现损耗。因此,生产线采用了 坚固耐用的橡胶板和橡胶吊梁,这些材料的使用年限可 达数年。

型砂的比表面积 (cm²/g) 也是衡量蒸压加气混凝土质量的重要参数。该数值是在实验室环境中借助 Blaine 设备确定的,并被表示为"Blaine 值"。根据产品的不同,加工完成后的 Blaine 值应介于 1,900 至 2,400 cm²/g 之间。改变型砂的吞吐量会对该参数产生影响。

在下一步骤中,研磨机出口处的筛子会将过大的颗粒和研磨体的残留物从砂浆中分离出来。在水下泵的帮助下,砂浆被输送到砂浆仓之中。自动化密度测量是针对砂浆进行的另一项质量控制措施。借助安装在管道系

Masa生产线的可视 化:型砂制备



#### 配备行星式搅拌机的砂浆仓

统中的管道回路秤,Masa 生产线提供了一种维护需求低且精确度高的测量设备。一般来说,砂浆密度应介于 1.67 至 1.71 kg/m³ 之间。得益于 Masa 生产线控制系统会自动记录与过程相关的所有数据并采用了自动过程控制技术,该生产线能够确保生产出来以及送人砂浆仓的砂浆都符合相应的产品要求。

#### b) 配备行星式搅拌机的砂浆仓

在被送人搅拌装置之前,砂浆均储存在特制的筒仓之中。这些筒仓的尺寸应与工厂的生产能力相匹配。实践表明通常使用两个砂浆筒仓可以满足需求。这意味着其中一个筒仓会被用于为搅拌装置供应砂浆,而第二个则用于承接砂磨机的砂浆供应——这样的设计在生产过程的灵活性方面具有显著优势。

此外,砂浆从球磨机排出后其温度会升高,这也是生产线设计需要考虑的一大因素。如果砂浆在筒仓中的等待时间过短,砂浆温度就会过高,从而导致发酵过程中的后续反应无法进行。通过添加冷水在一定程度上可以实现降温,但型砂混合物能够接受的水含量十分有限。使用一个容积介于150立方米至250立方米的筒仓,能够使砂浆温度在几个小时内降至合适的水平。

由于水和砂的密度存在较大差异,储存在筒仓中的砂浆容易发生沉淀。为避免这种情况的发生,Masa 公司为砂浆仓配备了搅拌装置。Masa 生产线使用行星式搅拌机来确保砂浆的粘稠度能够维持在合适的程度。为了确保搅拌机在停电的情况下也能正常运行,Masa 公司建议为生产线安装一个应急发电机。

鉴于全天候运行的需求,搅拌装置是整个生产线的主力设备。与中枢式搅拌装置相比,行星式搅拌机在功耗方面具有优势,如下例所示:一个年产能为500,000 m³的生产线需要两个容量为250 m³的筒仓,而Masa生产线需要每个筒仓用于搅拌装置(包括转动装置)的电机容量达到18 kW。按每年330个工作日计算,两个筒仓的年耗电量为285,120千瓦时。与之相比,砂浆仓中高效的中枢式搅拌装置所需的电机容量至少为37 kW。这意味着此配置的年耗电量将达到586,080 kWh。因此,使用行星式搅拌机可以节省50%以上的电力消耗,这是一个明显的优势,有助于提升Masa蒸压加气混凝十设备的盈利能力。



#### Masa 公司 —— 值得信赖的合作伙伴

用于加工蒸压加气混凝土的型砂制备过程需要将诸多因素考虑在内,由此才能保证生产的顺利进行并最大限度地减少停机时间。因此,从一开始就为制造商提供全面的支持和监测就显得尤为重要。

作为机械和加工技术方面实力雄厚的合作伙伴,Masa公司能为客户提供可靠的生产设备。助力客户成功是 Masa公司一如既往的追求,也激励着 Masa公司设计并制造出能够满足客户有关质量和可靠性所有期望的设备。此外,作为石灰砂和蒸压加气混凝土协会会员,Masa公司可以借此获取广泛的信息和专业知识。因此,Masa公司能够就有关石灰砂和蒸压加气混凝土生产的几乎所有技术问题向其客户提供建议和支持。



Masa 为全球所有aac读者提供本文 pdf 文件的免费下载。只需用您的智能手机扫描二维码,就可以直接进入Masa公司。





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

## AAC板材生产全自动配筋方案

纵观蒸压加气混凝土(AAC)的生产历史,砌块一直是大多数市场的主导产品。原因是砌块产品容易操作和施工,而且砌块工厂易于管理,技术简单,产量高。

由于过去十年建筑业的快速发展,砌块已逐渐退居二线。相反,AAC 板材产品,如墙板、地板、屋面板和装饰薄板却获得了显著的发展,并已在许多市场上占据了主导产品的位置(图 1)。



产品类型的转变带来 AAC 生产工艺的改变。
AAC 工厂是一项长期的投资,选择正确的生产技术
(即卧坏切割技术) 至关重要

用错误的工艺技术来生产 AAC 板材会造成不可弥补的缺陷。首先要从思维方式上进行改变,不能把 AAC 板材厂当作砌块厂一样来运行。

#### 板材生产的挑战

生产 AAC 板材需强调三个要素:操作性、灵活性和准确性。板材和砌块是完全不同的两种产品,尽管两者的生产线看上去有很多相似之处,但它们的生产方式和应用都是不同的。

图1: 板材产品的现场应用(钢结构地板和装饰薄板)







图2: 自动化钢筋装配区

板材的生产增加了额外的工序: 钢筋网笼网片的制作和循环。人们常常(错误地)认为"只要购买一台焊接机"就行,而忽略了工艺过程的高效性。除此之外,板材成品包装和分拣的工序也没有得到应有的重视。

在生产过程中操作钢筋网笼网片并准确地将其插入模具中,需要几个"移动装置"(图 2)。这些装置在整个浇注和静停过程中负责暂时固定网笼网片,之后流转到下一个循环周期。它们包括网笼网片固定框架(固定





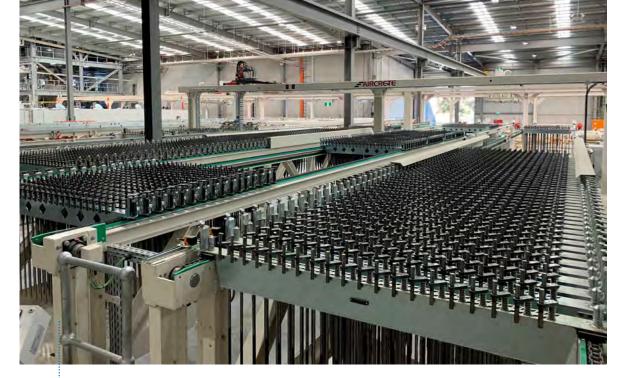


图4: 按制造执行系统 (MES) 的指示正确配置固定框架上的横杆

一整模的钢筋网笼网片)、横杆(安装在固定框架上, 上面有多个孔,用于排布钢钎)和不同类型的固定钎。 根据最终产品,选择合适的固定钎匹配单筋、网片或网笼。

对许多现有的工厂来说,钢筋网笼网片制备非常耗费人力和时间,因为它们的数量多,而且由于重量和尺寸的缘故,操作起来相当复杂。并且还有人为因素造成的偏差,出错率很高。这就是为什么大多数工厂的板材产量低,废品率高,或者产品种类少。

#### 那么,生产高质量的 AAC 板材需要什么?

艾尔柯瑞特欧洲公司从成立以来就开始专注于 AAC 板材的生产,已拥有几十年的经验,形成了一个完全集成的板材工厂解决方案。

艾尔柯瑞特板材解决方案的基础是艾尔柯瑞特卧坯 生产线。该生产线本身具有的特性满足了产品多样化和 高质量的需求。

艾尔柯瑞特卧坯生产线的前端是钢筋装配区(图3)。 在这一区域,钢筋网笼网片自动进行焊接装配并及时流 人下一工序。这些过程不需要人工操作,设备无缝连接, 由艾尔柯瑞特内部开发的强大的中央控制系统进行控制。

由于板材生产灵活性的需要,钢筋装配是根据要求

实时进行的。不论是单筋、网片或是网笼,都可以在需要的时候直接制备用到生产过程中。这种完全自动化的"适时"生产在艾尔柯瑞特生产线上实现,达到了高产量和多品种的需求,而且避免了手动操作的失误和时间的浪费。

#### 钢筋网笼网片制备

钢筋网笼网片生产的第一阶段是按制造执行系统 (MES) 的要求配置固定框架 (可移动) (图 4)。由于生产过程中产品规格的多样性 (每一模都可能浇注不同的产品),钢钎的排布位置也相应变化。因此,固定框架需要不断及时地进行配置。

为了配置框架,艾尔柯瑞特欧洲公司开发了一种快速多轴的机械手,它可以自动选择需要的横杆(图 5),将它们连接到固定框架上。有了这个机械手,就可以快速精确地组装、重新配置或拆卸框架,确保生产线的高效运行。此外,所有框架配备了电子标签,整个过程具有可追溯性。

固定框架配置好后运行到焊接线,也就是钢筋网笼 网片插人区。艾尔柯瑞特欧洲公司采用了一条定制的焊接线,能准确及时地焊接好网笼网片。这条完整的焊接线与工厂整体解决方案以及中央控制系统相结合。

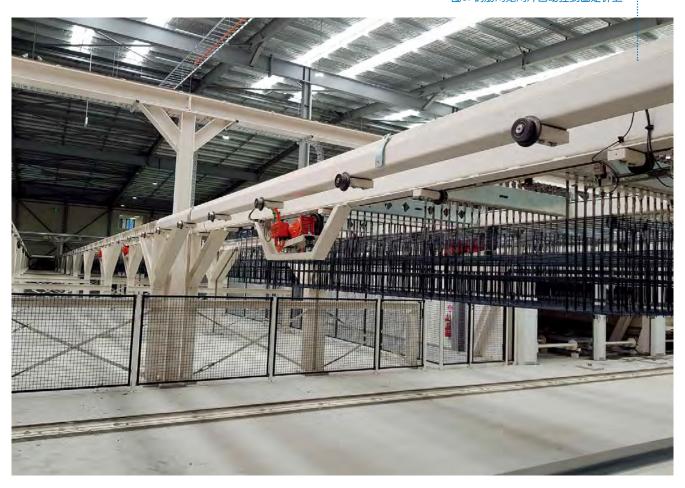
53

AAC 中国 *数码版* 3 | 2021



图5: 多轴机械手选取横杆

图6: 钢筋网笼网片自动挂到固定钎上



焊接完成后,钢筋网笼网片自动挂到固定框架的钢钎上(图6),接着经过上漆、烘干,与下游的模具和坯体正确匹配,然后储存在一个自动缓冲区,等待下一步工序。任何时候,工厂控制系统都可以追溯框架和网笼网片的确切位置和状态。

等坯体预养结束后(图7),自动解锁系统确保钢钎 在坯体进入切割区前脱离网笼网片(图8)。之后,带有 钢钎的固定框架自动离开模具返回到钢筋装配区。

在重新进入钢筋装配区前,所有的钢钎都经过自动 清理、锁定(需要的话)及蜡浴处理(图 9)。接着,固 定框架回到横杆机械手所在区域,根据下一批生产的要 求重新配置、安装或拆卸。

#### 控制和集成

整个工厂,包括钢筋装配区,是由艾尔柯瑞特工厂控制系统管理的。除了基本的PLC(可编程逻辑控制器)和SCADA(监控和数据采集系统)之外,该控制系统还包

括一个广泛的 MES 系统(制造执行系统)。该 MES 系统与所有常见的 ERP 系统(企业资源规划系统),如 SAP、Oracle 和 MS Enterprise Dynamics,以及定制的 API 接口来回沟通。

控制系统还包括一个量身定制的配置工具,将生产 订单从上游(ERP)转换到工厂和设备。在订单下发之前,



图8: 预养结束后,自动解锁系统把钢钎从网笼网片上解开

#### 图7: 固定框架运行,准备插钎





图9: 自动刷钎装置清理钢钎上的残留料浆

配置工具先核对工厂设备和资源能否满足生产条件。如果需要修改或干预,基于无代码理念,可以在配置器中以图形方式实现。这在与焊接设备的通信中尤为重要。

#### 总结

为了生产多品种高质量的 AAC 板材产品,工厂需要全面掌控生产线的操作性、灵活性和准确性。达到这一目标最安全的方式是执行一个完全集成和自动化的解决方案,实现全工艺过程的互联互通与高效协同。

艾尔柯瑞特欧洲公司采用最先进的技术标准和优化 方案,为客户全面打造高度自动化的 AAC 板材工厂。在 大多数板材工厂中,钢筋装配区的工人数通常在 8 到 14 人之间。这不仅需要很高的人工成本,更严重的是会造 成很多人为的失误,降低生产效率。与之相较,艾尔柯 瑞特生产线全自动钢筋装配、挂网,不需要一个操作工。

艾尔柯瑞特独有的配筋解决方案实现了多功能、大批量和全自动的 AAC 板材生产,让 AAC 工厂的运营上了一个新的台阶。



Aircrete 为全球所有aac读者提供本文 pdf 文件的免费下载。只需用您的智能手机扫描 二维码,就可以直接进入Aircrete公司。





艾尔柯瑞特(中国)有限公司

地址:中国上海市普陀区云岭东路235号长风跨采

投资大厦A座3号楼1702室 电话: 86-21-52833228

网站: https://www.aircrete.com/zh-hans/

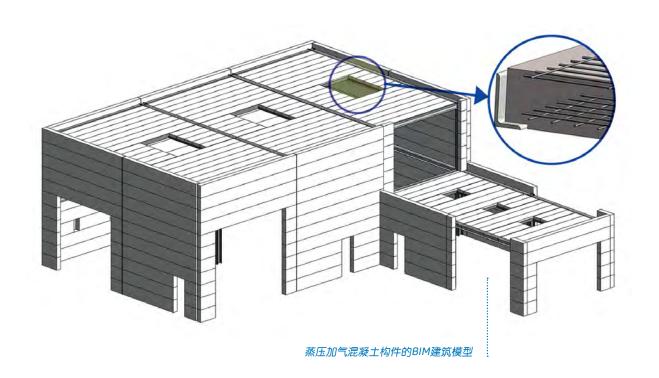
# 数字化前景 - AAC和砂灰砖制造商 如何从中获益

经过漫长的预备,当前建筑业已经进入了迈向数字化的跑道上。随着越来越多的地产开发商在规划项目时强制采用 BIM, AAC 和砂灰砖行业也不得不迎合这一趋势。此外,通过智能数据处理,工厂的规划和生产得以协同并进。这个话题绝对值得仔细研究,因为数字项目和过程控制的好处是人人都能获得的。

#### 数字化项目处理的优势

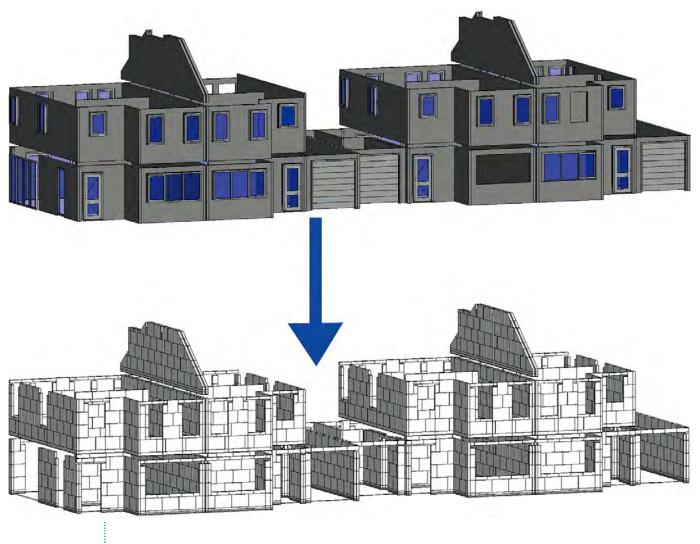
应用 BIM 方法进行数字化工程处理的优势是显而易见的。特别是在人员和公司之间的协调领域,以及在虚拟控制和模拟方面,BIM 提供了前所未有的选择。由于每个项目参与者都将他的信息传递到一个中心,即 BIM 模型,每个人都可以直接查看并进一步处理这些信息。每个单

独的组件和每个细节,以及它们对施工现场的影响都可以在 BIM 模型中看到,并可以相应地进行控制。这也被称为"数字双胞胎",因为在理想情况下,虚拟 BIM 模型能够 100% 对应后者——施工现场。这不仅在施工阶段具有优势,而且在后期,如当结构发生变化,可通过"虚拟双胞胎"随时检查隐藏在混凝土中的组件(如钢筋)是否受到影响。



AAC 中国 数码版 3 | 2021

57



BIM模型转换后的分段建筑模型

#### 一分耕耘一分收获——从现在开始进入数字未来

如同大多数重大革新一样,进入一个数字化的时代, 离不开先前的付出。先前,软件一直是一个纯粹的工具, 协助用户工作。它界面清晰,易于管理。而在数字化的 世界里,这就不同了,软件能独立地接管越来越多的工作, 而人类的角色则从执行变为监督。起初,这有悖人类的 初衷,因为人们不喜欢失去控制,但软件和机器比人类 更快、能更可靠地完成工作。另外,机器完全消除了人 为误差。但是对于公司的决策者来说,这个因素很难评估。 它不像机器,优势直接可见可衡量,而软件的优势只能 在操作前在理论上进行评估。使用 BIM 规划方法积极参 与建设项目,需要合适的软件环境和相应的内部和外部 工作流程的协调。软件必须能够传送和处理 BIM 数据。可靠安全的接口也必不可少。在项目过程中,没有什么比未被发现的数据丢失更危险的了。因此,必须给予高度重视。

## Idat-CCAD 为加气混凝土和砂灰砖生产商提供 BIM 工作流程

通过 Idat-ccad 程序和 Idat 开发的特殊接口,一个高度自动化、安全和集成的 BIM 工作流程成为现实,用于加气混凝土构件或砂石灰砖的建筑项目。其基础始终是 BIM 模型,在 Idat-CCAD 中进一步处理的信息也来自该模型。BIM 模型中的相关组件被转移到 Idat-CCAD 程序中。在那里,

将墙壁、天花板和屋顶高度自动化和参数化分割成加气 混凝土单元或砂石灰砖,并考虑到重叠长度或接缝厚度 等必要参数。

该程序遵循预定义的配置设置,可用于符合项目特定和工厂特定的参数。在蒸压加气混凝土应用中集成了结构分析,它会自动检查构件的结构条件,并生成所需的钢筋或相应地正确支撑参数。在构件放置和计算完成后,程序自动生成施工图,安装计划和材料清单。自动锯切的数据可以在砂砖厂生成。在 Idat-CCAD 中创建的构件或砖块可以在规划后作为 IFC 对象传输回到中心模型,并可用于进一步处理。Idat-CCAD 生成的数据可用于直接控制工厂内的砖石机器人、电锯或钢材切割和折弯机等机器。

业的密切合作伙伴。我们在预制混凝土领域已经活跃了超过35年,且从一开始就参与了建筑预加工行业BIM流程的开发和实施。我们很高兴与业界分享经验。对于加气混凝土和砂灰砖制造商来说,只要你了解自身需求并相应地选择合适的工具,通往数字未来的道路并不艰难,也并不昂贵。然而,问题有些复杂,不能单独计划和执行。Idat GmbH 很乐意为您的BIM 集成规划和实施助力。

#### 与施工人员的实时无纸化沟通

基于云的通信平台 Idat-Precast360,实现了与业主的安全快速通信。例如,可以将包含生产计划的分段构建模型上传到云平台,以发布技术方案。在那里,通过自由查看器,业主可以查看模型本身和计划,并批准或驳回。他可以使用红线将自己对计划的评论和更改标记出来,并驳回工厂进行再编辑。每次上传后,收件人都会收到一封电子邮件,通知他可以在云中编辑这些内容。

#### 生产和交付计划的集成应用程序

除了技术规划软件 Idat-CCAD,还有针对生产、交付和施工现场再处理的集成解决方案。例如,Idat-Stacker程序可以用于墙壁或加气混凝土构件的运输规划。通过Idat-Precast360,可以与施工现场进行实时沟通。例如,可以与施工现场沟通构件的安装顺序。然后,团队人员可以调用相应的信息,如果需要,还可以以图形方式进行模拟。此外,可以从施工现场将每个构件的安装状态反馈发送到工厂。

#### 为您铺路,通往数字未来

20 多年来,Idat 公司一直是加气混凝土和砂石灰砖行



IDAT GmbH Pfnorstr. 10 64293 Darmstadt Germany T +49 6151 7903 0 F +49 6151 7903 55 info@idat.de www.idat.de

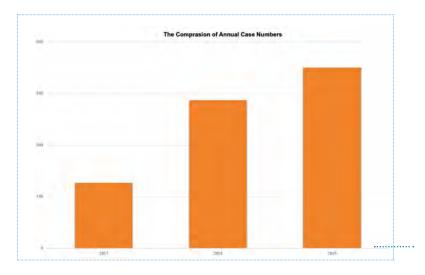
AAC 中国 数码版 3 | 2021

59

## AAC屋顶板在工业建筑中的应用

Ahmet Evci, Inovatif AAC Solutions, Turkey

蒸压加气混凝土面板建筑系统由于其许多优点而被广泛地作为住宅和工业建筑的墙体构件,这些优点包括但不限于重量轻,易于安装,尺寸准确,隔音和防热特性的 AAC。另一方面,所有 AAC 产品都具有防火、抗震和其他自然灾害的能力。工业设施中遇到的最大问题之一是由火灾引起的。这些设施中与火灾有关的损害破坏了生产,并造成巨大的经济问题。本文详细介绍了火灾的毁灭性后果,尤其是在工业建筑中,如何利用不可燃的 AAC 屋顶解决方案抑制火灾蔓延以及来自制造工厂的示例样品。

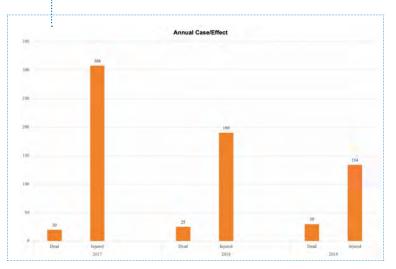


#### 在工业设施中火灾余波

制造业建筑、仓库和数据中心等工业设施也面临着某些风险,就像所有其他企业和住宅一样。这些风险包括财务、政治、经营或危险风险以及自然灾害。研究表明,对工业设施影响和破坏最大的风险是火灾。火灾是在工业设施制造过程中观察到的最危险的问题之一,不幸的是,许多设施在日常运营中由于各种原因暴露在火灾风险中[1]。

#### 图1: 工业设施中发生的案件数量





#### 图3: 按建筑材料分类的工业设施燃烧类型

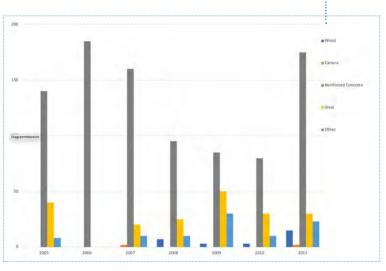




图4: Bursa纺织厂火灾 (2020年7月21日)

#### 图5: Kahramanmarastextile工厂火灾 (2020年9月13日)

根据土耳其工程师和建筑师商会联盟化学工程师部的调查,2019年土耳其共发生541起工业火灾和爆炸,其中502起是工业火灾,39起是工业爆炸,至少30名工人在火灾和爆炸中死亡,134名工人受伤。在火灾发生后,数百人受到窒息和有毒气体的困扰。

图 1 给出了土耳其过去 3 年此类案件的年度数量,受火灾影响的人员(死亡和受伤)的分布情况如图 2 所示。

如图 2 所示,2019 年的工业火灾和爆炸与前几年进行比较时,受伤工人的数量有所减少,但总死亡人数显示出火灾和爆炸的严重程度。火灾具有巨大的物质和非物质影响,造成的后果将持续很长时间。因此,使用正确的建筑材料可以防止火灾和减少建筑物的损害变得非常重要。在2005 年至2011 年期间,对火灾后工厂车间的调查显示,钢筋混凝土建筑中发生火灾最多(图3)。

在工业建筑的施工阶段使用防火材料的偏好降低了对这些设施的损害,允许疏散和降低伤亡。事实上,如果在工业设施的结构系统组件是防火的,这将显著减少损害,并防止建筑受到严重损坏。如图 4 和图 5 所示,两个不同建筑材料的设施因火灾而造成的损坏。如图 5 所示,该建筑的屋顶和墙壁首选不耐火的石油产品,火灾后该建筑完全无法使用。然而,火灾后用钢筋 AAC 板建造的





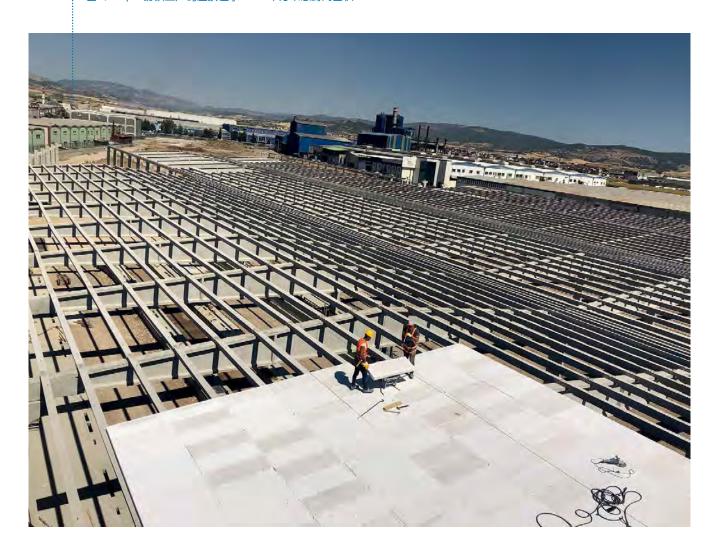
图6: Antalya工厂火灾 (2020年8月21日)

邻近设施并没有受到损害,如图 6 所示 [4]。

#### AAC 屋板作为一种不可燃屋顶解决方案

近年来,完善建设和检测体系已成为一个热门话

图7: Kipas纺织工厂的屋顶位于25000平方米总封闭面积





Ahmet Evci于2002年毕业于伊斯坦布尔伊尔迪兹技术大学。2011年他获得了阿克迪尼兹大学的理学硕士学位。2017年,他成立了加气混凝土工程创新有限公司。目前,该公司仍在开展国内外蒸压加气混凝土研究。

题,人们为此付出了大量努力。在可以轻松完成质量控制和检测的简单而强大的施工系统上,研究仍在进行中。蒸压加气混凝土面板作为解决上述问题的热点话题。土耳其的 AAC 工业高度发达,近年来,作为 AAC 建筑解决方案一部分的土耳其砌块和钢筋板的产量达

到了全球最高水平。

由于 AAC 块和面板在工厂环境中制造,因此在生产过程中可以轻松实现良好的质量控制。当使用这些质量受控的建筑材料/部件时,施工技术可以有效地进行质量控制和现场检查,从而使施工更安全。AAC 屋顶板系统已成为潜在的可持续,快速和耐火系统的替代品之一,特别是在大跨度屋面解决方案中。与其他传统的屋顶材料相比,AAC 屋顶板在隔热,绝缘,舒适和安全性方面都具有优越性。此外,这些系统适用于快速施工,这种技术缩短了施工过程,并提供了在更短时间内完成更多工作的机会。

在火势蔓延前对其进行控制是减少损失的重要措施。







图10: 屋顶板的安装阶段

众所周知,火灾蔓延到建筑物的其他部分和周围的建筑物,特别是通过屋顶建筑。因此,屋顶应该由防火建筑材料构成。AAC 材料在工厂和邻近建筑结构中符合法规规定的建筑标准。这些系统在火灾时保护其载体、完整性和隔热性,防止火灾和烟雾的快速蔓延。AAC 屋顶板的使用抑制了火势的蔓延,节省了救援行动的时间。

#### 案例研究: Maras 中的 KIPAS 纺织厂

土耳其的工厂可以根据首选的建筑框架分为两组,第一种是钢筋混凝土预制框架体系,第二种是钢框架体系。在钢结构建筑中,如果不采取额外的防火措施,建筑系统就会倒塌,因为钢在350°C之后会变形。在钢筋混凝土系统中,如果屋顶和墙体材料能耐火,那么整个建

图11: 屋顶板的仰视图



筑系统可以很容易地在火灾中幸存下来。

然而,如果非耐火产品用于钢筋混凝土系统的屋顶和墙壁(特别是填充石油衍生绝缘材料的夹芯板),在火灾过程中,随着涂层材料的燃烧,温度升高,钢筋混凝土结构体系遭到破坏和倒塌。尽管夹芯板在这两种建筑系统中经常使用,提供了经济的解决方案,但它们在火灾期间很难被扑灭。因此,防火 AAC 屋顶板越来越多地作为替代屋顶解决方案的一部分在土耳其应用。

Kipaş 纺织工厂位于 Maraş 中心的 Dulkadiroglu 区,拥有 25.000 平方米的总封闭屋顶面积(图 7)。该工厂位于纺织工厂较密集的地区,因此火灾风险非常高。不幸的是,统计数据显示,土耳其 25%的工业设施火灾发生在纺织厂。

这种情况再次强调建筑材料适用于消防规定的重要性。 通过选择 A1 级不可易燃材料,可以最小化可能的火灾风险。

为了完全满足上述目的,Kipaş 纺织厂首选 10 厘米厚、300 公斤 / 平方米密度的 AAC 屋顶板作为屋顶材料。完整系列的 AAC 屋面板由 KÇS Kipaş AAC 生产,该项目是土耳其领先的 AAC 生产商之一。照片显示了详细信息和设施概述。

#### 参考文献

- [1] Usta P., Evci A., (2019). Using Reinforced AAC Panels to Against Earthquake Loads, International Symposium on Innovations in Civil Engineering and Technology, 435-445, 23-25 October
- [2] Usta P. And Zengin B., (2021), Investigation of Fire Effect of Reinforced Aerated Wall (Acc) System Produced By Using Sustainable Construction Material, Wmcaus 2021 14-18 June, 2021 – Prague (Czech Republic)
- [3] Şimşek, H., and Aydoğdu, M. (2020), The Effects of Fire Systems on Occupational Health and Safety in Industrial

- Works. ISG Akademic, 2(1), 35-45.
- [4] Chemical Engineers Division of the Turkish Engineer and Architect Chambers Union(2019), Industrial Fires and Explosions 2019 Report, (27.11.2020),http://www.kmo.org.tr/genel/bizden\_detay.php?kod=5046&tipi=0&sube=0
- [5] Istanbul Metropolitan Municipality (IBB-IMM) Fire Department (2020), Statistics, Istanbul Fire Department, http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/\_14238422020\_.pdf, [3.10.2020].



Inovatif AAC Solutions
Mustafa Kemal Mah. Dumlupınar Blv. CoZone
280 G/1260
Çankaya / ANKARA
Turkey
T +90 533 306 5124
F instagram.com/gazbetonpanel
sosyal@gazbetonpanel.com
www.gazbetonpanel.com

## 结合了钢结构和AAC面板的 预制别墅

目前,柬埔寨各地都在开发和实施大规模预制建筑解决方案。一般来说,与其他施工方案相比,预制混凝土建筑 在数量上占大多数。然而,市面上的预制钢结构建筑数量不多,尤其是在钢结构住宅建筑领域。建筑围护结构、非结构部件、内部构件与钢结构主体的整合技术有待进一步完善。

钢结构加 AAC 墙板方式的住宅建造设计工艺已经成熟,具有完整的规范和设计经验。通过使用一种轻质高强度的钢结构和 AAC 墙板结合,便可轻易实现大的空间分区。此外,由于这种结构体系与其他建筑材料相比尺寸更小,占用的空间更小,从而能够增加房间的空间(与砖-混凝土结构相比增加约 8%-10%),为住宅建筑领域提供了一性价比高的节能设计解决方案。

钢结构具有高强度、高韧性、材料消耗低、易于工业化生产、生产和安装效率高等特点。钢结构加 AAC 墙板的建筑系统能够形成完善的复合施工体系。下文将对这种建筑系统进行详述。

#### 施工

该复合系统的施工和安装已经达到标准化和工业生产的阶段。整个施工流程耗时短(较传统施工方案减少30%-40%时间),快速高效,提升了项目的资金周转率,充分提高了投资效率。

#### 能效

ALC 面板是一种高效节能的材料,隔热性能优异(n = 0.13 w/mK)。ALC 墙板能够直接作为外墙板使用,达到保温隔热目的。面板内部湿度随着周围空气的相对湿度而



轻质高强度钢结构加AAC建筑围护结构的设计方案能够轻易实现空间分区,提供一种成本高效、节能的住宅施工方法

ALC面板提供了高效、节能、结构可靠的建筑围护结构和较好的隔热性能(i) = 0.13 w/mK)



改变,面板内不会形成露点。如此便可避免气温低于露点时复合材料夹层中的水蒸气凝结带来的弊端,提高隔热效果。因此,可以说 ALC 面板的隔热性能可靠,可以在低能耗的条件下实现舒适的居住环境。

#### 结构性能

ALC 面板拥有强度高、延展性好、抗震性能好、耐火性能好的特点。100毫米厚度的 ALC 面板的耐火上限是 4小时左右,符合一级防火标准。

#### 耐久性

ALC 面板是由无机硅酸盐材料制成,不老化、防渗水、抗霜冻。面板的使用寿命可达 50-100 年。

#### 环境友好特点

该系统不产生放射性、不释放有害气体,是一种健康绿色的材料。

#### 居住舒适度

该系统隔音效果很好,100毫米厚的 ALC 面板平均隔音效果为40.8dB,150毫米厚的 ALC 面板平均隔音效果为45.1dB。此外,ALC 面板还具有呼吸功能,能自动调节室内湿度,提高室内舒适度。

#### 内部视图



即将完工的建筑—施工周 期仅耗时1个月



#### 维护便利

ALC 面板易于拆卸,可以很容易地改变和调整房间功能,便于创造一个可以满足各式各样需求的空间。ALC 面板无需使用砂浆,维护成本低。因此,该系统在提供舒适的居住空间的同时耗费的能源更少、维护和使用成本更低。

#### 拆除阶段

钢结构加 ALC 面板的房子拆除方便。消耗最少能源便可完成拆除,拆除后的钢和 ALC 材料可以快速清洗,便于后续重复使用。

#### 处理阶段

拆除后的钢能够重回熔炉,炼制成为新的钢材料。 拆除后的 ALC 材料能够被运回工厂,在新的 ALC 面板制造中重复使用,不会造成浪费或环境污染。这有助于维护地球环境,真正实现平衡,实现建筑项目的可持续发展。



Sihanoukville Special Economy Zone National Road # 4, Phum Pou Thoeung Sihanoukville Province Cambodia T +86 13306537257 info@ecotrendmaterials.com www.ecotrendmaterials.com



在 "Pod Pekresko gorco" 社区场地400套租赁公寓目前正在修建

Xella porobeton SI, d.o.o., 1412 Kisovec, Slovenia

# 在斯洛文尼亚的马里博尔,该国最大的住房项目之一正在建设中

• Suna Bizjak, Marketing & PR manager Ytong porobeton Slovenia

2020年,斯洛文尼亚最大的住房项目开工。超过 4000 立方米的建筑材料将用于修建马里博尔的"Pod Pekrsko gorco"社区。

为了解决斯洛文尼亚东部住房短缺的问题,目前,正在建造一个包括几栋楼房、约400个出租公寓的社区。 公寓的面积在35平米到85平米之间。除了这些公寓以外,辅助生活区以及容纳商铺、服务供应商的商业区也在规划中。住户们可以在地下停车场停车。

建筑公司选择了 Silka, Ytong 和 Multipor 的产品组合作为建筑材料。由于对隔音的要求比较高,公寓之间以及走廊的墙使用 Silka 硅酸钙,储藏室之间的隔墙采用 Ytong

砌块。在天花板上使用具有优良防火性能的多层隔热板, 让未供暖的地下车库上方上层达到最佳的隔热效果。

斯洛文尼亚 Xella 公司授权签字人兼销售经理 Milan Černjak 解释道: "相对来讲,斯洛文尼亚的市场比较小,所以,这种大规模的项目让我们感到很骄傲。从一开始,与所有合作伙伴的合作都是非常愉快的。我们人选项目的努力之所以能取得成功,不仅仅是因为我们的专家在很短的时间内提供了技术和专业支持,从而让决策者相



鸟瞰图 - 该建筑公司选择了Silka, Ytong和Multipor的组合

#### 计划在2022年完成 "Pod Pekrsko gorco" 社区的修建



信 Xella 解决方案的质量。从规划阶段的咨询到确保及时交付材料整个过程中良好的沟通和协调,促成了我们的成功。"

"Pod Pekrsko gorco"区的建设将分两个阶段进行。目前,第一阶段正在收工;第二阶段的工作已经开始,计划该项目将在 2022 年完工。



Xella porobeton SI, d.o.o. Loke pri Zagorju 64 1412 Kisovec Slovenia www.ytong.si



悉尼西北部的斯科菲尔德花园是开发商 Aland 最新的项目之一,采用 Hebel 独有的 PowerPattern® 系列面板

CSR Hebel, North Ryde BC NSW 1670, Australia

# 悉尼开发商为住宅项目增添了 强大的新设计动力

作为一家拥有 20 年经验的澳大利亚家族企业,ALAND 是一家独特的开发商,他们非常重视将结构完整性与视觉上吸引人的外墙完美融合到他们所建造的景观中。 除了建造建筑物外,他们还创造了一种地域感,并开发了随着年龄增长而变得更受欢迎的社区,改善了当地景观并提供了卓越的价值主张。 悉尼西北部的 Schofield Gardens 是 Aland 最新的项目之一,并且见证了他们采用 Hebel 独有的 PowerPattern® 系列面板,将他们的创意愿景变为现实。

"斯科菲尔德花园的愿景是提供一个由郁郁葱葱的园景花园定义的优质生活环境,在现代住宅环境中营造一种温暖和公共生活的感觉,"斯科菲尔德花园的 Aland项目团队说。

"建筑物的外观尤为重要,因为为了使其与绿色田野和附近丛林的自然环境相互作用,它需要在视觉上具有吸引力、现代感和时尚感,同时又不会被遮蔽或与周围环境相矛盾。 Hebel PowerPattern 是我们扩展设计组合的绝佳机会。"



建筑的外部特别重要,因为它可以与绿色田野和附近丛林的自然环境相互作用

#### 最高的美学和技术标准

Hebel PowerPattern 系列具有一系列预先布线到 Hebel 面板上的图案。 模块化设计专为补充系列中的其他面板而创建,每个面板都是按订单定制的,可以涂漆,也可以渲染以实现特殊饰面,包括金属、砂岩或抛光混凝土饰面。

作为一名以建造具有视觉吸引力和最高标准的最先进项目而自豪的开发商,Aland 对 Hebel PowerPattern 系列实现各种设计选项的能力印象特别深刻,因为它同时涵盖了所有 AAC(蒸压加气混凝土)的优点,保持了防火合规性,施工时间短但是品质高,这在整个产品系列中都是可见的。 此外,每个面板都包含钢筋以增加强度,并在钢上涂上一层防腐蚀层以实现最大的耐用性。

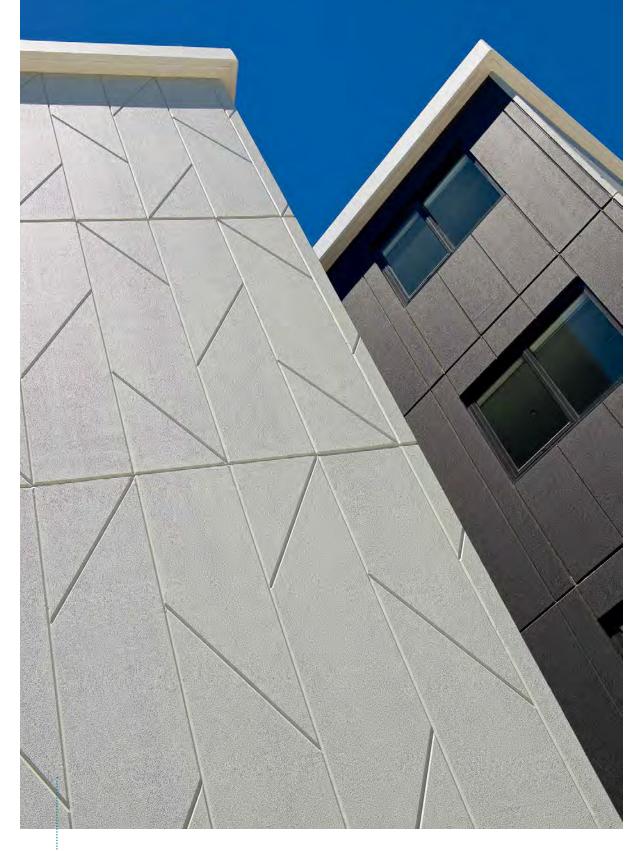
"我们斯科菲尔德花园开发的第一阶段被称为 Bottlebrush,它使用 Hebel 闻名的优质预制材料,有助于 提高建设和开发效率。 来自 PowerPattern 的棱镜面板的 结合增加了视觉吸引力,同时增强了整体美感。"

"安置点从 2020 年 11 月在斯科菲尔德花园的 Bottlebrush 阶段开始建造,95% 的公寓在开发项目完成之前售出。在接下来的四个开发阶段里,其他 PowerPattern 设计(例如几何图案)将应用于其他公寓中。"

#### 自豪地称它为家

从设计的角度来看,Aland的团队赞赏Hebel PowerPattern "能够让我们的项目添加额外的设计元素, 这完全符合我们建造外墙以改善环境和景观的使命"。

"Hebel PowerPattern 为我们的项目增加了一个额外的元素,虽然我们作为开发商欣赏 Hebel 面板的使用寿命、易于施工性和结构完整性,但我们的客户喜欢时尚和现代的外观。事实上,我们从斯科菲尔德花园的居民那里得到的反馈是,这座建筑的外观和感觉让他们自豪地称它为自己的家,这让我们所有的团队都非常欣慰。"



模块化设计,专为补充 Hebel PowerPattern 系列中的其他面板而创建,每个面板都是按订单定制的,可以涂漆,也可以渲染以实现特殊饰面,包括金属、砂岩或抛光混凝土饰面



CSR Corporate Headquarters Triniti 3 39 Delhi Road NSW 2113 North Ryde Australia

T +61 2 9235 8000 F +61 2 8362 9013 www.csr.com.au

#### 管理层:

Dr. Holger Karutz · Alexander Olbrich 工程博士

Michael von Ahlen 工程硕士(FH)

editor@aac-worldwide.com

Mark Küppers 工程硕士 Hans-Dieter Beushausen 教授 Juergen Glaesle 工程硕士 Carola Neydenbock 理学学士 Christian Jahn 文学学士















sales@aac-worldwide.com

asia@aac-worldwide.com

#### 合作方:





AAC中国(数码版)

asia@aac-worldwide.com

Zhang Jinying · 联系电话 +86 13920414614



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。

本刊保留所有权利,未经版权方事先许可,不得将本刊物的任何内容复制。储存于检索系统内。

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。上述授权这不仅适用于ad-media所发行的刊物,也适用于与ad-media

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。

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ad-media所授权材料所所必需的权利。根据这些一般诵用条款。作者承担







## 广告: 德国总部联系人

Gerhard Klöckner

中国公司联系人 Jinying Zhang

Anne-Marie Achnitz · André Besgens Miriam Scheunemann

production@ad-media.de

#### 会计:

Sandra Borchert · Christian Hoffmann

accountancy@ad-media.de

dataprotection@ad-media.de

订阅服务: Christian Hoffmann

subscription@ad-media.de

#### 展会负责人: Thomas Rieck

外部数据保护专员:

events@ad-media.de

### Ben Green Consultancy UG

年度订阅(4期): 免费

#### 银行信息:

德国银行,账户号: 6800080, BIC: 370 700 24

SWIFT CODE: DEUTDEDBKOE, IBAN-No.: DE88370700240680008000

ad-media GmbH  $\cdot$  Industriestraße 180  $\cdot$  50999 Cologne  $\cdot$  Germany

#### 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

### 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者。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



《CPT建筑印刷工艺》从科学和实践的角度介绍了混凝土建筑印刷工艺 的发展,内容涵盖了这一前景广阔的工艺的整个价值链条。

www.cpt-worldwide.com