

蒸压加气混凝土 砌块生产

陶有生 王柏彰 著

Autoclaved Aerated Concrete

中国建材工业出版社



扫码添加我的微信，我拉你进读书交流群



扫码关注公众号：老高书单

QQ:415163919 网址：www.gaomengze.com

蒸压加气混凝土砌块生产

陶有生 王柏彰 著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蒸压加气混凝土砌块生产/陶有生, 王柏彰著.

—北京: 中国建材工业出版社, 2018. 11

ISBN 978-7-5160-2324-2

I. ①蒸… II. ①陶… ②王… III. ①蒸压-加气混凝土砌块-生产工艺 IV. ①TU522.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 155341 号

内 容 简 介

目前市场上关于蒸压加气混凝土正式出版的书籍不多, 还没有一本系统介绍蒸压加气混凝土砌块生产工艺的书。

本书从理论到实践、从技术到装备、从工艺到生产、从原材料到产品、从产品性能到用途进行了全面阐述, 对国内外蒸压加气混凝土的发展历程、生产工艺和装备制造的特点和发展水平进行了全面、细致、深入的介绍。

本书可供蒸压加气混凝土行业从业人员、研究工作者、设备制造厂商、高等院校师生、各类培训组织、各级产品检测和标准制定机构、建筑建材研究设计单位、开发商及各级管理部门等参考借鉴, 亦可作企业人员培训教材。

蒸压加气混凝土砌块生产

陶有生 王柏彰 著

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京天恒嘉业印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 32.25

字 数: 800 千字

版 次: 2018 年 11 月第 1 版

印 次: 2018 年 11 月第 1 次

定 价: **298.00 元**

本社网址: www.jccbs.com, 微信公众号: [zgjcgychs](https://www.jccbs.com)

请选用正版图书, 采购、销售盗版图书属违法行为

版权专有, 盗版必究。 本社法律顾问: 北京天驰君泰律师事务所, 张杰律师

举报信箱: zhangjie@tiantailaw.com 举报电话: (010) 68343948

本书如有印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换, 联系电话: (010) 88386906

作者简介



陶有生，教授级高级工程师，西安建筑科技大学客座教授；1962年毕业于东南大学（原南京工学院）土木工程系；毕业后就职于建筑工程部所属建筑科学研究院，从事蒸压加气混凝土的研究；1965年参加北京加气混凝土厂的引进建设和生产管理；1981年转至建筑材料工业部，从事蒸压加气混凝土及蒸压灰砂砖工业体系的规划建设和行业管理，发起并参与了中国加气混凝土协会的组建，先后担任该协会的秘书长、副会长等职；1985年调至国家建筑材料工业局，曾任科学技术司副司长、科技教育委员会常委、中国硅酸盐学会常委、房屋建筑材料委员会理事长。

任职期间，参与并组织制定建筑材料工业及其各门类、各专业的发展规划，产业政策，技术装备政策、法规，组织实施重大科技计划，组建国家重点实验室、各类工程中心，进行工业性实验基地建设，推动产、学、研联合，科技成果鉴定、评奖、推广，知识产权保护和无形资产评估等。

撰写并发表了《中国水泥、混凝土工业——现状与问题》《绿色和节能建筑材料制造》《新型建筑材料发展概况》《我国房屋建筑材料的发展目标和方向》《新型墙体材料发展方向及市场前景》《建筑节能与墙体材料》《墙体材料与工业废弃物利用》《从人口、资源、环境看墙体材料革新的紧迫性》《我国黏土砖工业改造的任务与方向》《关于进一步扩大、提高粉煤灰利用水平的思考》《积极发展节能建筑材料、进一步推动建筑节能》《对中国建筑砌块发展的几点思考》《中国人造轻骨料的发展与建议》《中国加气混凝土发展报告》《中国加气混凝土的发展与进步》《关于发展和推广透水路面砖的看法》《建筑垃圾及其利用的看法》《论建筑板材》等多篇文章，曾获科技进步二、三等奖和三项实用新型专利。

作者简介



王柏彰，1945 年出生，籍贯为浙江绍兴。

1962 年考入北京工业大学化工系硅酸盐专业学习，本科毕业，获得学士学位。

1968.7—1970.7，大学生山西解放军部队农场锻炼。

1970.7—1980.4，就职于北京加气混凝土厂技术科、实验室。

此阶段，从事国外引进工艺技术的消化吸收、科研改进；从事企业生产技术管理、产品质量改进、新产品研发、科研课题攻关、员工培训。期间，为国内翻版建设的四五家重点企业提供工艺配方、设计依据，完成其“水泥-石灰-砂”“水泥-石灰-尾矿”“水泥-石灰-粉煤灰”等不同品种配方试验并培训其骨干成员。

为提高产品质量、扩大原辅料来源、降低成本，陆续完成了铝粉脱脂剂、气泡稳定剂、坯体硬化剂、板材生产添加剂等科研课题，部分完成了中试及生产性试验，基本用于实际生产中，其中铝粉脱脂剂课题得到北京建材局科技大会表彰。

在质量管理岗位上推行全面质量管理理念，坚持 QC 方法，取得了较好成绩，使企业成为北京建材局标杆企业。

1980.4—2000.3，就职于北京新型墙体公司、北京建材局、北京建材工业总公司、北京建材集团、北京金隅集团。

期间，先后从事能源管理、热平衡测定、节能技改、技措；从事北京地区自“七五”至“十五”的建材行业规划编制以及每个年度的《技术引进、技术改造实施计划》；从事多行业百余家企业的技术引进、技术改造项目管理工 作；直接参与四十余个新建、改造项目的立项、审批和实施工作。

历任设备能源科、规划处、技术改造处处员、副处长、处长。

1995.7—2010.10，兼职、专职北京硅酸盐学会秘书长。

从事硅酸盐行业各专业学术研讨交流、企业技术指导、科学普及等活动。

2010.10 至今，专职北京建材行业联合会质量标准部部长。

从事行业质量、标准、体系认证、品牌等服务管理工作。

前 言

早在 20 世纪 30 年代，蒸压加气混凝土就已进入中国，并在上海多幢标志性建筑中得到应用。后因战乱而中断使用，直至 20 世纪 60 年代方才得以恢复。从 20 世纪 80 年代开始，蒸压加气混凝土工业在中国日趋成熟，21 世纪进入发展的快车道。

蒸压加气混凝土以其轻质保温、隔热防火、省材利废、节能减排、品种多样、功能齐全、性能可靠、品质优良的特点，特别适合于高层框架的外墙围护和内墙隔断，因而受到普遍欢迎，被广泛应用于工业、民用、住宅及各类公用建筑的建设。蒸压加气混凝土的应用范围之广、数量之大、效果之好，使其成为我国新型墙体材料的重要品种和主导产品，并为墙体材料革新、墙体材料产品结构调整、工业固体废弃物利用和环境保护作出了重大贡献。

随着蒸压加气混凝土的发展，我国相应建立起了完整的蒸压加气混凝土工业体系。我国不仅生产了几千套蒸压加气混凝土现代化工艺装备，而且大量出口到国外，推动了世界各地蒸压加气混凝土产业的发展。

本人自大学毕业后即步入蒸压加气混凝土行业，至今已从业 56 年，未曾离开和中断，一直从事蒸压加气混凝土的基础研究、工艺装备研发、工业性试验、工厂建设、产品性能和应用技术研究，也涉及标准、应用技术规程编制，产品应用推广以及人才培养教育等，在蒸压加气混凝土生产用铝粉、生石灰、高炉水淬矿渣、钢筋防锈涂层、蒸压加气混凝土坯体成型及坯体蒸压膨胀调节材料、切割机方面，进行了专门研究并有独创建树。

本人多次参与国外蒸压加气混凝土工艺、装备技术的引进，消化吸收和集成再创新，参与了我国蒸压加气混凝土工业体系的建设和中国加气混凝土协会的发起、组建、运作。正是经历了中国蒸压加气混凝土工业的建立、成长、发展的全过程，本人受益匪浅，探索和谙熟众多关键技术，积累了极为丰富的生产实践经验和组织建设经验。

本人将遇到的、学过的、做过的、掌握的相关知识、技术和心得归纳总结，汇成此书，将其献给中国蒸压加气混凝土事业，献给社会。它就像自己的孩子一样，经历了点

点滴滴、精心呵护的一个漫长过程；从无到有，从小到大，从无知到有用于社会，最后一定是要报效国家，要回馈我们伟大民族的。即便尚有不足和遗漏，还可继续努力。正如长江后浪推前浪、人才一辈接一辈的自然规律一样，相信今后中国的蒸压加气混凝土事业会更加兴盛、强壮。

此书撰写过程中，在文字录入、图表制作、章节版面编排、内容校对等方面得到了陶宁硕士、辛塞波博士、陶嘉硕士、张正新高级工程师的大力帮助，在此对他们的辛勤付出表示衷心感谢，同时向支持本书出版的朋友一并表示衷心感谢！

陶有生

2018年8月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 蒸压加气混凝土概述	1
1.1.1 蒸压灰砂砖的发展	1
1.1.2 蒸压加气混凝土的发明	1
1.1.3 加气混凝土的名称	2
1.2 蒸压加气混凝土工艺技术及装备在国外的的发展	2
1.2.1 主要制造方法及产地	2
1.2.2 主要公司	3
1.3 蒸压加气混凝土国内外发展概况	7
1.3.1 概况	7
1.3.2 蒸压加气混凝土在欧洲的发展	8
1.3.3 蒸压加气混凝土在北美洲的发展	10
1.3.4 蒸压加气混凝土在澳洲的发展	10
1.3.5 蒸压加气混凝土工厂在炎热地区的分布	10
1.3.6 蒸压加气混凝土在亚洲的发展	11
1.3.7 蒸压加气混凝土在中国的发展	13
第2章 蒸压加气混凝土	22
2.1 蒸压加气混凝土的结构	22
2.1.1 蒸压加气混凝土的孔结构	22
2.1.2 气泡壁材料结构	24
2.2 蒸压加气混凝土结构与其性能的关系	26
2.2.1 蒸压加气混凝土孔结构对其强度的影响	26
2.2.2 蒸压加气混凝土孔结构对其收缩性能的影响	32
2.2.3 蒸压加气混凝土孔结构对其抗冻性的影响	36
2.2.4 蒸压加气混凝土气泡壁材料性能对其抗压强度的影响	36
2.2.5 水化产物结构对蒸压加气混凝土收缩的影响	37
2.3 蒸压加气混凝土制品种类	38
2.3.1 砌块	38
2.3.2 配筋板材	40
2.3.3 门窗过梁	42
2.3.4 配筋转角件及饰件	42
2.4 蒸压加气混凝土制品用途	44
2.5 蒸压加气混凝土砌块的物理-力学性能	46

第3章 蒸压加气混凝土的原材料	61
3.1 钙质材料	61
3.1.1 水泥	61
3.1.2 生石灰	68
3.1.3 炼铁高炉水淬矿渣	110
3.2 硅质材料	115
3.2.1 天然硅质材料	115
3.2.2 人工火山灰质硅材料——燃煤电厂粉煤灰	127
3.3 发气材料	149
3.3.1 概述	149
3.3.2 铝	151
3.3.3 铝粉	152
3.3.4 铝粉生产使用安全	160
3.4 调节材料	162
3.4.1 调节材料的种类	162
3.4.2 石膏	162
3.4.3 糖	165
3.4.4 氢氧化钠、碳酸钠、硼酸钠、硫酸亚铁、硅酸钠、生石灰	166
3.4.5 表面活性剂	167
3.4.6 废料浆	175
3.5 水	176
3.6 原材料进厂贮存及加工制备	178
3.6.1 原材料进厂贮存	178
3.6.2 原材料加工制备及贮存	184
第4章 蒸压加气混凝土浇注料浆配制	196
4.1 蒸压加气混凝土生产配方	196
4.1.1 配方的重要性	196
4.1.2 对配方的要求	196
4.1.3 研究确定配方的几个要素	196
4.1.4 蒸压加气混凝土制品生产配方	198
4.1.5 蒸压加气混凝土生产配方发展方向	200
4.2 蒸压加气混凝土浇注料浆配料计算	201
4.2.1 配料计算的程序	201
4.2.2 生产一模蒸压加气混凝土制品各种物料用量计算	201
4.3 蒸压加气混凝土原材料计量配料	203
4.3.1 蒸压加气混凝土原材料计量配料要求	203
4.3.2 蒸压加气混凝土原材料计量方式	203
4.3.3 计量配料搅拌浇注系统	204
4.4 蒸压加气混凝土料浆搅拌	212

4.4.1	搅拌设备	212
4.4.2	蒸压加气混凝土生产用搅拌机	225
4.4.3	蒸压加气混凝土浇注料浆的搅拌混合	232
第5章	蒸压加气混凝土坯体成型	235
5.1	模具和浇注	235
5.1.1	模具	235
5.1.2	浇注	242
5.2	蒸压加气混凝土气孔结构形成	246
5.2.1	铝粉发气	246
5.2.2	蒸压加气混凝土料浆的流变性能	266
5.2.3	蒸压加气混凝土多孔坯体成型	276
5.3	蒸压加气混凝土膨胀坯体的硬化	288
5.3.1	对坯体硬化的要求	288
5.3.2	硬化环境对坯体性能的影响	288
5.3.3	国外不同工艺技术对加气混凝土坯体静停硬化的要求	290
5.3.4	预热静停对坯体硬化速度的影响	290
5.3.5	坯体切割硬度对产品外观的影响	291
第6章	蒸压加气混凝土坯体切割	292
6.1	坯体切割概述	292
6.1.1	蒸压加气混凝土坯体切割工艺及切割机的发展历程	292
6.1.2	蒸压加气混凝土坯体切割系统	292
6.1.3	坯体切割	293
6.1.4	坯体性能与切割的关系	300
6.2	坯体搬运	301
6.2.1	坯体搬运方式	301
6.2.2	搬运方式与坯体性能的关系	306
6.3	切割机及切割技术	307
6.3.1	切割机对切割技术的要求	307
6.3.2	Durox 工艺切割机及切割技术	307
6.3.3	Ytong 工艺切割机及切割技术	317
6.3.4	Siporex 工艺切割机及切割技术	332
6.3.5	Hebel 工艺切割机及切割技术	354
6.3.6	Unipol 工艺切割机及切割技术	361
6.3.7	Wehrhahn 工艺切割机及切割技术	370
6.3.8	Stema 工艺切割机及切割技术	377
6.3.9	地面翻转工艺切割机及切割技术	380
6.3.10	钢丝卷绕式切割机及切割技术	399
6.3.11	3.9m 预铺钢丝提切切割机及切割技术	401
6.3.12	4m 凸台长杆式切割机及切割技术	403

6.3.13	3.9m 凸台长杆式切割机及切割技术	406
6.3.14	3.3m 凸台梭式切割机及切割技术	408
6.3.15	分组行走切割机及切割技术	413
第7章 蒸压加气混凝土坯体蒸压养护及制品出釜加工		415
7.1	蒸压养护的作用	415
7.2	硅酸盐水化矿物	416
7.2.1	CaO-SiO ₂ -H ₂ O 系统	416
7.2.2	CaO-Al ₂ O ₃ -H ₂ O 系统	420
7.2.3	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -H ₂ O 系统	420
7.2.4	CaO-Al ₂ O ₃ -CaSO ₄ -H ₂ O 系统	420
7.3	蒸压加气混凝土制品水化	420
7.3.1	蒸压水化反应过程	421
7.3.2	蒸压加气混凝土的水化产物	423
7.4	蒸压养护工艺	431
7.4.1	蒸压养护过程的传热	432
7.4.2	抽真空	432
7.4.3	升温 (升压)	436
7.4.4	恒温 (恒压)	439
7.4.5	降温 (降压)	445
7.4.6	蒸压养护制度	445
7.4.7	影响蒸压养护效果的几个因素	445
7.4.8	降压蒸汽的利用	445
7.4.9	蒸压加气混凝土砌块在蒸压养护过程中的损坏和缺陷	446
7.4.10	蒸压养护方式	446
7.4.11	蒸压养护 1m ³ 加气混凝土的能耗	449
7.4.12	蒸压釜	451
7.5	制品出釜及加工	456
7.5.1	制品出釜及卸车	456
7.5.2	出釜制品的掰分	457
7.5.3	制品包装及堆放	463
第8章 不同品种蒸压加气混凝土		468
8.1	蒸压水泥-石灰-粉煤灰加气混凝土	468
8.1.1	粉煤灰加气混凝土在中国的研究与发展	468
8.1.2	普通蒸汽养护粉煤灰加气混凝土	469
8.1.3	蒸压石灰-粉煤灰加气混凝土	470
8.1.4	蒸压水泥-石灰-粉煤灰加气混凝土	471
8.2	蒸压水泥-矿渣-砂加气混凝土	481
8.3	蒸压水泥-石灰-砂加气混凝土 (略)	503
参考文献		504

第1章 绪 论

蒸压加气混凝土是一种轻质、多孔的建筑材料。它是在水泥、石灰、砂或粉煤灰等材料的混合料浆中加入与其密度相适应的发泡材料，经成型硬化和高温蒸汽养护而得的混凝土，也是混凝土家族的轻质混凝土中多孔混凝土的一种。它的特点是可改变其体积密度来实现所需的性能，也可根据所需要的性能来选择合适的密度，通过蒸压养护使加气混凝土在较短时间内获得必要的物理力学性能和长期稳定性。它具有密度小、保温效果好、有一定强度和可加工等优点。

1.1 蒸压加气混凝土概述

1.1.1 蒸压灰砂砖的发展

蒸压加气混凝土是在蒸压灰砂砖生产技术基础上发展起来的。

1855年，冯德博士将石灰、砂用饱和蒸汽养护获得了硅酸盐反应。

1877年，ZERNIKOW博士将石灰、砂浆混合物放在蒸压釜中进行蒸压养护后挤出或压制成型砖块。

1880年，威廉·米歇尔博士将成型后的石灰砂砖块放入高压蒸汽中养护生产灰砂砖，并申请了专利。

1894年，纽明斯特的一个工厂采用米歇尔工艺，用转盘式压机工业化生产了砖块。

1898年，建立了世界上第一个蒸压灰砂砖厂。

1955年，ATLAS杠杆式压砖机用于蒸压灰砂砖坯成型。

1965年，液压压砖机用于蒸压灰砂砖成型。

1.1.2 蒸压加气混凝土的发明

有关加气混凝土的专利是在1890年被提出的。瑞典采用了两种方法生产加气混凝土：①把预制好的泡沫加入混凝土中；②把可以产生泡沫的材料事先与混凝土材料混合，再用空气强力混合形成泡沫混凝土。这两种方法在德国、英国、美国都被用过。

1889年，捷克人Hofman用盐酸和碳酸钠反应产生气体制造加气混凝土，并申请了制造带空气的水泥砂浆和石膏料浆的专利，实用技术在1900年才展开。

1914年，美国人J. W. Aylsworth和F. A. Duer发明了在水泥中掺入铝粉生产加气混凝土的方法，并申请取得专利〔另一说法为将石灰、水和金属粉（0.1%~0.5%的铝粉或2%~3%的锌粉）一起反应释放出氢气使混合料膨胀〕。

1922年，瑞典采用脱模蒸压养护方法以油母页岩烧制的石灰混合料为原料生产加气混凝土。

1923年,瑞典人J. A. Eriksson经长期研究和大量试验,在瑞典斯德哥尔摩高等技术学校首次成功地用油母页岩与石灰、铝粉在蒸汽养护下制造出了蒸压加气混凝土,掌握了相应技术,并于1924年申请取得专利。同年,瑞典人Grane在瑞典Skoude研究所教授的指导下,以磨细油母页岩与水硬石灰为原料,以铝粉为发气剂,用木模浇注发气成型,自然养护生产出了加气混凝土。

1924年,瑞典的Skoude Gasbttoh A. B和Yxhult TS STENHUGGERI A. B两公司将J. A. Eriksson的方法实用化,形成了至今仍在使用的蒸压加气混凝土基本制造方法。

1928年,卡尔奥古斯特·卡莱尔购买了加气混凝土生产许可证,并于1929年在一个叫西克瓦特村庄的废弃采石场建成以石灰、砂为原料的第一座蒸压加气混凝土厂,开始进入工业化生产蒸压加气混凝土阶段,并以其发源地的地名“Yxhult”词头的“Y”和瑞典混凝土一词“Betong”的词尾组合而成“Ytong”。上述两个公司将加气混凝土商品名定为“Ytong”,并以此为商标和公司名称。1940年“Ytong”注册了商标。

1.1.3 加气混凝土的名称

加气混凝土在不同时期、不同地域有不同的称呼。曾先后被称为蜂窝混凝土(Zellbeton)、轻质混凝土(Leichtbeton)、多孔混凝土(Zellenbeton)或气体混凝土(Gasbeton),在法国被称为“be'ton cellulaire”,在荷兰被称为“Cellen beton”,在讲英语的国家则被称为“Autoclaved Aerated Concrete”(简称AAC)及“Autoclaved Light Concrete”(简称ALC)。

1.2 蒸压加气混凝土工艺技术及装备在国外的的发展

蒸压加气混凝土生产技术源于欧洲,也发展于欧洲。欧洲对蒸压加气混凝土技术、装备开发作出了极大贡献,大大推动了全世界蒸压加气混凝土产品的生产和应用。

多年来,随着蒸压加气混凝土的发展,在技术及装备上形成了瑞典的“Ytong”工艺、“Siporex”工艺、“Durox”工艺,德国的“Hebel”工艺、“Wehrhahn”工艺,波兰的“Unipol”工艺,罗马尼亚的“Rombca”工艺。以此为基础建立了相应的专门从事蒸压加气混凝土工艺、技术、装备研发的公司,制造和销售蒸压加气混凝土技术和装备,承接蒸压加气混凝土工厂建设工程,提供技术咨询服务等,大大促进了蒸压加气混凝土制品在全世界的发展。

1.2.1 主要制造方法及产地

蒸压加气混凝土的主要制造方法及产地见表1-1。

表 1-1 蒸压加气混凝土的主要制造方法及产地

年份	主要制造方法	产地
1923年	Durox	瑞典
1928年	Celcom	丹麦
1929年	Ytong	瑞典
1934年	Siporex	瑞典
1930~1945年	Modification of above	苏联

续表

年份	主要制造方法	产地
1943年	Hebel	德国
1951年	Thermalite	英国
1952年	Silicatiti	苏联
1971年	Unipol	波兰
1981年	Wehrhahn	德国
1984年	Rombca	罗马尼亚

1.2.2 主要公司

1. Durox 公司

Durox 公司是瑞典最早的一个加气混凝土公司。1923 年瑞典人葛兰恩 (Grane) 先生在 Shoude 研究所的教授指导下, 以火山灰质煅烧沥青板岩 (油母页岩) 和水硬性石灰为主要原材料, 以铝粉为发气剂, 用木模浇注发气成型, 自然养护生产加气混凝土砌块, 于 1924 年用其建造了瑞典第一栋加气混凝土房屋, 第二年采用蒸汽养护。1929 年开始生产配筋屋面面板。1932 年采用蒸压釜在 Skövob 建设了第一座蒸压加气混凝土工厂, 成为瑞典唯一的 Durox 加气混凝土工厂, 形成 Durox 工艺。到 20 世纪 50 年代, 生产规模达到 10 万 m^3 。以法语拼音 “Durox” 为商品名, 意思为 “坚硬岩石”。

第二次世界大战后, 瑞典 Durox 工艺开始进入国际市场, 形成国际专利, 成为瑞典三个国际专利之一, 而且是三个专利中最早用铝粉作为发气剂生产蒸压加气混凝土的专利; 并在瑞典歇夫德和卢森堡设立了 Durox 国际公司 (Durox International A. B) 负责销售专利技术和机器。先后在法国 (1955~1957 年建了 3 个工厂)、美国 (1956、1958 年建了 2 个工厂)、挪威 (1957 年建了 1 个工厂)、英国 (1961 年建了 3 个工厂)、荷兰 (1954 年建了 1 个工厂)、日本 (建了 1 个工厂)、韩国 (建了 1 个工厂)、丹麦、罗马尼亚、捷克、德国采用 Durox 工艺建厂。

20 世纪 70 年代, 瑞典 Durox 公司进行了重大改组, 由 Charles Bergling and Co-AB 公司、Interbuild Consulting AB 公司、Century Investment Co. S. A 公司组成 B. I. C 联合公司, 经营称为 “Duripor” 的专利技术, 由 NETAB 负责加气混凝土成套设备制造。

20 世纪 70 年代末, 瑞典 Durox 公司将专利出售给荷兰 Calsilox 公司, 形成 Calsilox-Durox 专利。在国际上并存着两个 Durox 专利, 不过新专利与 Durox 专利所采用的生产工艺完全一致, 没有区别。

20 世纪 80 年代, B. I. C 联合公司向南美、东南亚发展, 在阿根廷布宜诺斯艾利斯用 CP-I 型技术建设了一个小型加气混凝土厂, 又用 CP-II 型技术建设了新工厂, 还在智利、委内瑞拉、巴拉圭、印尼、斯里兰卡等国筹建加气混凝土厂。

1987 年 W. Van. Boggelen 和 Klebaver 合作成为 Durox Gas beton 的工厂建造者, 2002 年 W. Van. Boggelen 创立 Airerete Ewrope 公司继承并进一步发展 Durox 工艺及装备技术。

瑞典 Durox 工艺使用的原材料比较广, 石英砂、砂子、粉煤灰、高炉矿渣及其他火山灰质原材料都可用来生产加气混凝土。其工艺分干法和湿法两种。干法是将砂子、石灰和水

泥按配合比配料后加入球磨机混合干磨成混合料，作为一个组分加入到搅拌机。干法工艺物料均匀性好，制品抗压强度比湿法工艺高 10%，但是干法工艺设备能耗也高。

瑞典 Durox 工艺切割机的特点是：切割用的养护托架构造特殊，钢丝通过托坯钢条进行纵切；生产时从切割直至入釜养护成产品的过程，坯体都不离开托坯钢条。

2. Ytong 公司

1929 年 Ytong 在瑞典建立，总部最早设在瑞典西部 Skövde。1940 年公司在德国慕尼黑注册，1951 年在德国建立第一家生产工厂，1982 年总部由瑞典迁往联邦德国慕尼黑。为了不断地改进、完善和发展 Ytong 加气混凝土产品、生产工艺技术、装备及建筑应用技术，开拓国际市场，Ytong 集团公司建有 Ytong 研究发展中心、建筑设计施工培训中心、Ytong 国际公司等机构，以增加 Ytong 集团公司在世界加气混凝土市场中的竞争能力。

Ytong 研究发展中心位于德国慕尼黑附近舒本豪森的最大 Ytong 加气混凝土生产厂内，有 35 位研究试验人员，由化学、工艺、产品物理力学实验室，建筑砌体及板材实验室，各种类型产品室外耐候性试验和观测四部分组成，还配备有激光颗粒分析仪、X 射线衍射分析仪、电子显微镜、差热分析仪、粉磨浇注成型设备、电加热蒸压釜及蒸压过程中测定仪器等，可对原料进行物理性能测定、组成的化学分析检验，对原材料组成配方、蒸压养护制度与产品性能及其内部矿物组成水化产物之间的关系进行研究，为新建厂确定原料配方、生产工艺参数，对已生产的工厂出现的问题进行分析并提出解决问题的方法；开展新原料、新产品、新用途的研究开发，承担新建工厂的生产调试。

Ytong 培训中心位于德国慕尼黑附近的舒本豪森，其主要职能为培训许可证工厂人员或土木工程师、建筑师，使其掌握正确使用 Ytong 加气混凝土制品建造各类建筑物的理论和实践知识、建筑施工工艺、施工方法及相应的配套材料。

Ytong 国际公司是一个工程公司，属于 Ytong 集团公司的一个分支机构，其主要业务是开拓国际工程市场，承包国外加气混凝土工厂建设，提供工程设计，委托制造供应 Ytong 加气混凝土生产设备，指导生产线安装调试和产品应用。Ytong 国际公司设计部从事 Ytong 加气混凝土工艺研究，Ytong 专用设备研制开发，承担生产线工艺设计，指导生产线建设，具有很强的专业设备开发研制能力。

2002 年，Haniel 集团收购了 Ytong 公司和 Hebel 公司，于 2003 年将 Ytong 公司和 Hebel 公司重组为 Xella 公司，其业务重新转向了建材市场，关闭了 Ytong 和 Hebel 的国际项目部门，不再对外承接蒸压加气混凝土生产建设工程，又于 2008 年卖给 PAI Partners 和 Goldman Sachs Capital Partners 金融投资集团。重组后，Ytong 试验研究中心与 Hebel 试验研究中心合并迁建于柏林。

Ytong 工艺技术在世界 30 多个国家建有 70 多个工厂（至 2010 年），具有 1000 万 m^3 的生产能力，在德国曾有 8 家工厂。Ytong 工艺模式及技术设备几十年来一直坚守并保持其原有模式和特点，没有什么大的发展和变化，仅在 1992 年吸收了其他国家厂商的技术，将“铡刀式”横向（垂直）切割改为垂直切割，缩短了切割钢丝长度，并研发了原料计量和搅拌融为一体的计量搅拌机，在配方组合上将石灰-砂转为石灰-水泥-砂。其产品以砌块为主，板材为辅。

3. Siporex 公司

Siporex 生产工艺是由依瓦尔埃克隆德工程师和连卡尔特斐尔逊教授共同开发的。1934

年，在瑞典 Skövde 成立了第一个以水泥为胶结料的蒸压加气混凝土工厂。总部设在瑞典首都斯德哥尔摩并建有一个功能齐全的试验中心。1978 年，Siporex 公司总部从斯德哥尔摩迁至马尔默，试验中心也随迁过来。试验中心构成如下：

(1) 技术发展中心 (40 人)

- ① 化学部
- ② 建筑技术部
- ③ 表面处理部
- ④ 机械加工、木工
- ⑤ 办公室

(2) 化学技术部 (13~15 人)

- ① 原材料、成品化学分析、化学物理实验室
- ② 小型配料
- ③ 扩大试验
- ④ X 射线分析
- ⑤ 防腐试验、碳化试验、盐析试验
- ⑥ 科学研究

(3) 建筑技术部 (20 人)

- ① 建筑应用
- ② 产品性能实验室、收缩试验室、潮湿试验室、饰面实验室、粘结耐久实验室、加筋构件基本性能实验室

(4) 表面处理 (1 名工程师)

(5) 机械加工、木工，制作专用试验仪器及设备 (4 人，其中 1 名工程师，3 名工人)

研究成果立即应用到工艺和机械设计中，设计成果很快用到工厂的改造和新建中，研究人员也是设计人员。在八十年中，Siporex 公司先后成功研发出三类切割机组。

第一类研发始于 1952 年，第一套切割机组用于瑞典 Skelleftehamn 工厂，有三种衍生型，全世界使用这类切割机组的企业有 31 个。

第二类 Ikalis-Bernon 切割机组，共制造使用 8 套。第一套用于芬兰 Siporex 工厂，第二套在法国南部的 Siporex 工厂，第三套在韩国，第四套在日本旭化成株式会社，1997 年南京旭建新型建材股份有限公司向 Siporex 公司采购了一套。

第三类 Prometheus 切割机组在瑞典马尔默 Dalby 工厂试验后销售到位于挪威 Hokksand 的原 Ytong 工厂，于 1984 年投产，后又销售一套用于澳大利亚工厂。1994~1995 年间该切割机组迁到马来西亚芙蓉地区，现由金和泰公司使用。

Siporex 公司对蒸压加气混凝土产品应用技术有全面、深入、独到的研究，在各加气混凝土专业公司中具有最高水平。

20 世纪 60 年代，Siporex 工艺技术在瑞典达尔贝、耶特堡、塞特利耶、耶夫勒、赛莱夫特哈姆共建有 5 个工厂，采用 $6\text{m} \times 1.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 的钢模成型（目前仅剩一个工厂）。到 1993 年，在 21 个国家共建有 40 家工厂，产品中砌块和板材各占一半。

1991~1992 年，Ytong 公司收购兼并了 Durox 公司，1994 年又收购了位于瑞典马尔默附近原属于 Siporex 公司的 Dalby 工厂，另三个 Siporex AB 公司的工厂包括德国的工厂卖给