

加气混凝土

H. A. 卡宁娜 著



建筑工程出版社

加 气 混 凝 土

毛 儒 宝 译
孟 繁 东 校

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 9 •

· 原本說明

書 名 ГАЗОБЕТОН

作 者 Н. А. Капнина

出 版 者 Научно-техническое общество промышленности строи-
тельных материалов латвийское республиканское
правление

出版地点 年份 Рига, 1956

加 气 混 凝 土

毛儒宝 译 孟繁东 校

*

1959年8月第1版 1959年8月第1次印刷 5,045册

787×1092 $\frac{1}{32}$ • 30千字 • 印张 $1\frac{3}{8}$ • 定价 (10) 0.20 元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华书店发行 • 统一书号: 15040·1570

建筑工程出版社出版 (北京市西郊百万庄)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第052号)

序 言

在建筑工程中广泛使用多孔混凝土，对于实现苏联共产党中央委员会和苏联部长会议“关于发展建筑用装配式钢筋混凝土结构和配件生产的决议”具有实际的意义。

这项决议责成各部和主管机关在设计中进行住宅、工业和农业建筑时采用多孔混凝土的制品。多孔混凝土是一种新型有效的、比较便宜的、利用当地原料以简单生产工艺就可制造的建筑材料。这种混凝土呈多孔结构，因此它具有很高的绝热性能。

最常见的多孔混凝土是：泡沫混凝土、泡沫矽酸盐和加气混凝土。

在拉脱维亚苏维埃社会主义共和国，制定了生产新品种多孔混凝土——加气矽酸盐的工艺。

多孔混凝土的多孔结构，是在其制造时以二种基本方法得到的，即化学方法和机械方法。

化学方法：在混凝土中加入与砂浆混合物起化学反应的加气剂，放出气体使砂浆膨胀，形成气孔（加气混凝土、加气矽酸盐等）。

机械方法：将砂浆与预先制成的稳定的空气泡沫经过机械搅拌，形成气孔（泡沫混凝土、泡沫矽酸盐、泡沫矿渣等）。

在苏联，正在根据泡沫原理推广多孔混凝土的生产。因此，泡沫混凝土和泡沫矽酸盐的工艺和性能在技术书籍中得到了充分的研究与阐明。然而，有关加气混凝土仅叙及了一些简单的参考资料。

生产加气混凝土比生产泡沫混凝土具有许多显著的优点，其

中主要的优点有：无需配制特殊的胶質乳濁液和泡沫剂；无需复杂的設備——三筒式泡沫混凝土攪拌机；采用箱制法就能制造任意高度的制品；可采用一部分磨細砂。

采用比較簡單的加气混凝土的生产工艺，就能保證这种多孔混凝土保持最低的成本（与泡沫混凝土比較）。

作为建筑材料的加气混凝土，具备多孔混凝土所固有的一切可貴的质量。它具有容重不大、导热性小、耐火性、足够的强度等良好性能。

加气混凝土由于制造工艺比較簡單、质量优良、成本低，而在許多国家特别是瑞典、波兰和捷克斯洛伐克，得到了广泛的推广。

由于在我国負有扩大各种混凝土，其中也包括多孔混凝土的生产任务，所以工艺师和建筑师們十分迫切地要了解加气混凝土的生产工艺过程和物理技术性能。

在建筑工程中生产和使用加气混凝土制品的現有經驗証明，加气混凝土作为有效而廉价的建筑材料广泛应用到建筑工程中去，既可能又合理。

目前，加气混凝土由于在大型預制结构的建筑工程上得到应用，所以它的生产就具有特殊的意义。因为在这种工程上，能够有效地利用它所具有的优良质量。因此，必須扩大对加气混凝土工艺和性能方面的研究。

在这本小冊子里，我們仅能簡單地叙述里加建筑材料厂加气混凝土的生产工艺，并列举一些关于該厂制造的加气混凝土及其制品性能的試驗資料。

目 录

序 言

加气混凝土概要	(1)
加气混凝土比其他建筑材料的优点	(2)
加气混凝土制品的生产工艺	(2)
加气混凝土的物理技术性能	(11)
蒸压加气混凝土的应用	(19)
加气混凝土制品和结构	(24)
加气混凝土制品的经济指标	(36)
采用蒸压加气混凝土的大型结构	(39)

加 气 混 凝 土 概 要

加气混凝土是一种容重小、絕热性能高的人造多孔混凝土。

加气混凝土是由砂子、矽酸盐水泥、水及少量的加气剂（鋁粉、过氧化氢等）制成的。上述材料按比例所配成的混合物，必須仔細地攪拌。由于水泥、水和加气剂之間产生化学反应的結果或由于加气剂化学分解的結果，就放出了气体。这种气体使混凝土的各个質点都成了气孔均匀分布的多孔結構（图 1）。

在混凝土凝固及化学反应停止后，質点膨脹的气体便扩散了。

这样，在加气混凝土的制品中便形成了小气孔的多孔結構。

在这种制品里，气孔占其体积的50%—80%。加气混凝土体积的其余部分，是气孔骨骼的材料（孔間的間壁）。由于在整个体积內有着均匀分布的大量小气孔，所以加气混凝土的容重就小，导热系数也小。

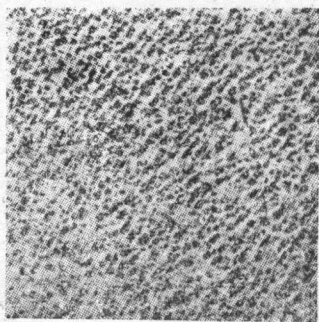


图 1 加气混凝土的結構

根据容重的大小，加气混凝土可分为二种：

1. 容重为300—700公斤／立方公尺保溫用的加气混凝土。
2. 容重为800—1200公斤／立方公尺結構上用的加气混凝土。

根据硬化条件，加气混凝土分为未蒸压处理的和蒸压处理的两种。

未蒸压处理的加气混凝土，强度不高，并且随着時間的增加

便出現引起体积改变的收縮性裂紋。因此，未蒸压处理的加气混凝土仅在建筑物内部作保温絕热用。

为了保証加气混凝土有稳定的容重和很高的强度，必須把加气混凝土装在蒸压釜里在8—12个大气压的条件下进行蒸汽养护。

經过蒸压处理后，加气混凝土达到了足够的强度，并可用于制造建筑配件和构件。

加气混凝土比其他建筑材料的优点

1. 加气混凝土不但耐火，而且在頗大程度上还能代替建筑用木材。

2. 用加气混凝土制造构件时所需要的劳动力低于用其他建筑材料来制造构件。

3. 加气混凝土的高度絕热性能可大大减小建筑结构的体积。

4. 用加气混凝土制成的构件（墙、間壁墙、房盖），其体积和重量小于用其他建筑材料所制成的构件。这就能够降低建筑工程中装卸运输費用。

5. 在建筑工程中，如果能够制造并采用加气混凝土的标准制品和大型預制构件，就能迅速地建筑房屋，减少很多用普通建筑材料建造时不可避免的輔助工序，同时也降低了建筑造价。

6. 采用加气混凝土預制配件和构件可大大地縮短建筑期限，显著地减少湿工序，因而建筑物可提前使用。

加气混凝土制品的生产工艺

讓我們談談里加 建筑材料厂加气混凝土制品的生产工艺过

程。

該厂的蒸压加气混凝土是用石英砂、水泥、水和少量作为加气剂的鋁粉制成的。

原材料的規格:

1. 矽酸盐水泥按照ГОСТ (国家标准) 970-41的要求, 其标号应不低于“300”。

2. 砂——指干淨而細的石英砂。部分砂的磨碎要达到水泥的磨碎細度 (4900孔/平方公分的篩子的余量——10%)。

3. 水——根据攪拌混凝土用水的标准要求。

4. 鋁粉——鋁的含量 不少于98%, 粉的細度 必須完全通过4900孔/平方公分的篩子。

为了制造容重为900公斤/立方公尺的結構用加气混凝土, 需要采用的材料成分列于表 1。

表 1

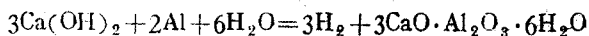
序 号	材 料 名 称	計算單位	每 1 立方公尺的加气混凝土
1	矽酸盐水泥	公斤	300
2	砂:		
	1)磨細砂	公斤	360
	2)普通砂	公斤	240
3	水	公斤	405
4	鋁粉	公斤	0.4

在調配容重小的加气混凝土(絕热用的)的成分时, 应减少普通砂的数量, 增加鋁粉的份量。在增加加气混凝土的容重 (例如 1000—1200公斤/立方公尺) 时, 应增加普通砂的含量。在个别的情况下, 应按設計容重选配加气混凝土的成分。

按比例配好之水泥、砂、水及鋁粉的混合物，需要仔細攪拌，然後澆入模型中。

在砂漿中由於水泥的水化作用和矽酸三鈣的水解作用，便形成了與鋁粉起化學反應的氫氧化鈣。

反應式如下：



在反應過程中分解出來的氫使砂漿膨脹，於是砂漿體積逐漸增大，而密度隨之減小。

由於气体的分泌，在砂漿中便形成了泡沫——氣孔，這些氣孔因膠結劑的凝固和硬化便保持了它的多孔結構。

膠結劑開始凝固時，气体分泌反應逐漸減緩並在水泥初凝時完全停止。

氫氣在化學反應停止以後，便從加氣混凝土的氣孔中揮發掉，而氣孔為空氣所填。

加氣混凝土是在混合物處於高溫的情況下製造出來的，這便加速了气体分泌的反應和水泥的初凝。

為了提高混合物的溫度，可使用熱水。

加氣混凝土在工廠里生產，比較生產普通混凝土簡單。在澆灌時既不要求震蕩也不要求真空作業。

在里加工廠蒸壓加氣混凝土有筋和無筋制品的生產工藝過程，示於圖 2。

加氣混凝土生產工藝過程如下：把采砂場送來的砂子（1）盛在普通砂漿混合物定量用的升降斗（2）里。普通砂子從這裡落到傾斜式升降機（3）上，升降機把砂子帶走並裝在供砂料盤（5）上和球磨機（6）的漏斗（4）里。

砂子從漏斗中自動地進入盤式給料機，給料機再將砂子送到連續運轉的球磨機的空軸頸內，進行砂子的濕磨。

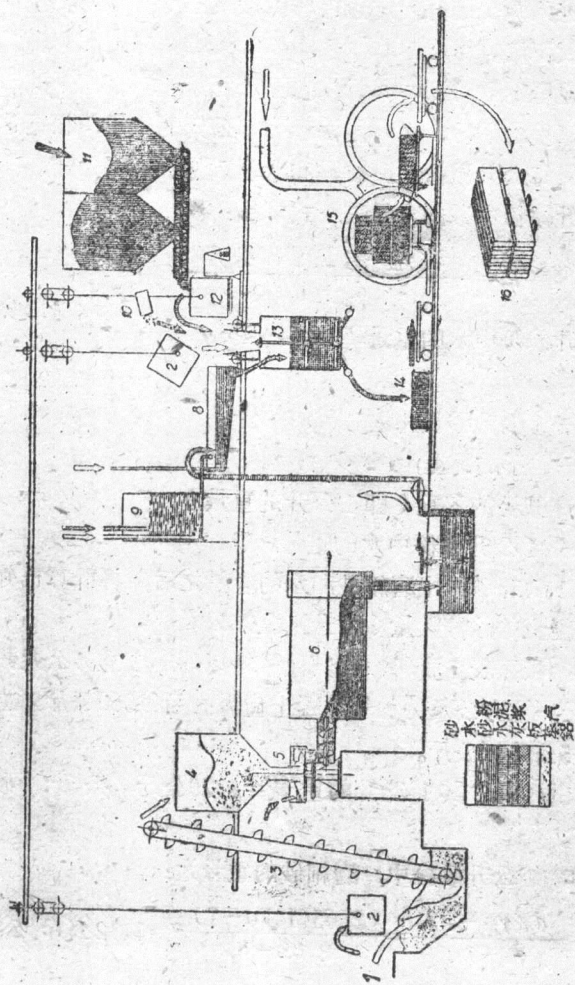


图 2 加气混凝土生产工艺图

进入球磨机的砂子和水的数量，需要加以调配。砂粉状的磨細砂分别进入两个装有叶片搅拌器的砂浆池（7）内。搅拌器可使砂子不致下沉。

砂浆池里的砂粉（шлам）被泵打到配料槽（8）内。

配料槽里的砂粉，用称量法称出每公升的重量，根据这个重量便能算出每公升砂粉中磨細砂和水的重量。

1公升砂粉中砂的含量按下式求出：

$$P = \frac{d_n(\gamma_m - 1) \text{ 公斤/公升}}{d_n - 1}$$

1公升砂粉中水的重量 $P_1 = \gamma_m - P$ ；

式中：

P ——1公升砂粉中磨細砂的重量；

d_n ——砂子的比重；

γ_m ——砂粉的容重（即1公升的重量）；

P_1 ——1公升砂粉中水的重量。

测出1公升砂粉中磨細砂和水的含量之后，再计算已知成分中加气混凝土的砂粉数量（公升/立方公尺）。

例如：根据表1资料，除其他材料以外，1立方公尺设计容重900公斤/立方公尺的加气混凝土尚需：面砂360公斤/立方公尺，水405公升/公斤。

制成的砂粉，其1公升的重量=1.70公斤/公升；砂的比重=2.65。

这样，1公升砂粉中，磨細砂的重量为：

$$P = \frac{d_n(\gamma_m - 1)}{d_n - 1} = \frac{2.65(1.70 - 1)}{2.65 - 1} = 1.12 \text{ 公斤/公升。}$$

砂粉中水的重量为：

$$P_1 = \gamma_m - P = 1.70 - 1.12 = 0.58 \text{ 公斤/公升。}$$

因此，采用 1 立方公尺加气混凝土，砂粉的用量必需是：

$$\frac{360}{1.12} = 321 \text{ 公升。}$$

同时，砂粉加气混凝土中的含水量应为： $321 \times 0.58 = 186$ 公升。

砂粉中所含的水，在计算总用水量时用从需要水量中减去含水量的方法（即加入的水仅为 $405 - 186 = 219$ 公升/立方公尺）加以计算。

配料槽（8）有个测量砂粉用量的专门装置（图 3）。在这儿砂粉为蒸汽加热。冷凝蒸汽在定水量时也要加以计算。将量好的砂粉倒入体积约 3,500 公斤带立式轴螺旋桨型的砂浆搅拌机（13）内。然后用桶（9）的热水来洗涤砂粉的剩余物，桶（9）内装有水位表。

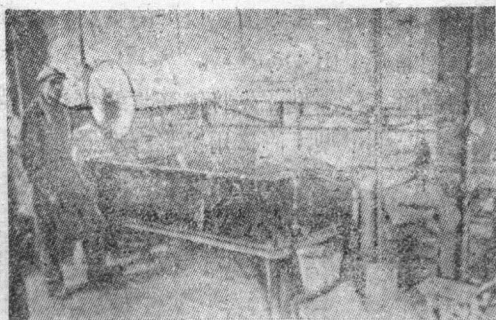


图 3 砂粉配料槽

掺水时，要考虑到砂粉和冷凝物中的水。

用电动吊车将普通砂装在配料桶（2）内进行称称，然后装进砂浆搅拌机内。

水泥从漏斗(11)送入配料桶(12)称称。称完后，直接用电动吊車装进砂浆攪拌器內。

混合物連續攪拌3分鐘。然后在混合物里加进称好的鋁粉(10)。再繼續攪拌3—5分鐘。

鋁粉和混合物攪拌得均匀与否，具有极大意义，因为攪拌不足，鋁粉在混合物中分布就不均，气体产生的反应就不会串到混合物的各个部分。这时，加气混凝土里的气泡，無論在数量或大小上，都分布不均，以致降低加气混凝土的强度和絕热性能。

但是，也不允許混合物和鋁粉攪拌的时间过長。如果过長，气化作用在砂浆攪拌器中就开始了，而在模型中气体則不会使砂浆膨脹到需要的程度。

加气混凝土制品是在容量較大的金屬活模里成型的。模型長为260公分，寬为150公分，高为50公分。

为了得到需要的制品，成型前在模型的長寬二个方向應該用金屬隔离板将模型隔开(图4、5)。

制造配筋制品时，在成型前先将鋼筋骨架放入模型內。

加气混凝土制品的成型，直接用砂浆攪拌器进行。

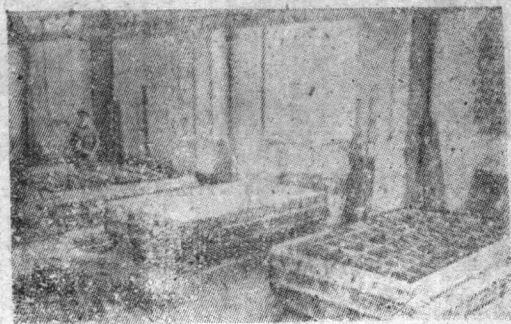


图 4 制造加气混凝土的模型

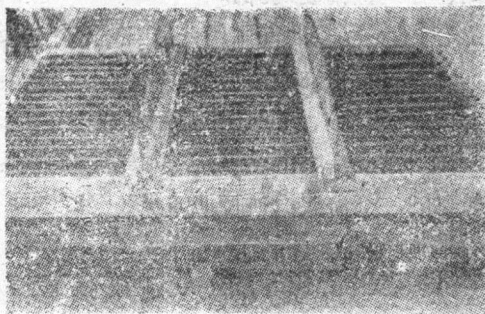


图 5 制造加气混凝土板的箱状模型

攪拌器(13)装在桥式吊車底下,吊車在車間中随便移动攪拌器。在車間兩側牆邊的混凝土肋形基础上,放着准备澆注加氣混凝土的模型。把盛滿砂漿混合物的砂漿攪拌器移到某个模型跟前,稠漿借肋橡皮軟管就自动地从攪拌器流入模型里(图6)。

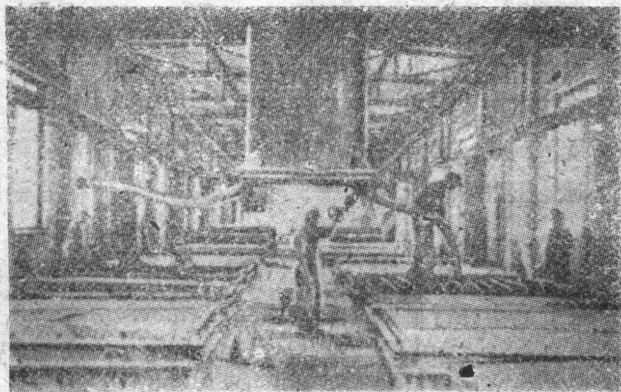


图 6 直接用容量3500公升的混凝土攪拌器成型的加氣
混凝土制品

模型通常澆注到其高度的3/4。

其余的1/4为膨胀砂浆的气体所充满。充满了气体的砂浆增大了体积。因而，模型全被充满，而某些在模型上面盈余的砂浆便形成了鑄瘤（горбушка），待其凝固后加以削平。剩余的砂浆送回攪拌器，供下盘攪拌。由此可見，加气混凝土制品的成型，其工序是很簡單的，不需要任何特別的澆注混凝土的机械。

加气混凝土制品成型时，砂浆的温度应不低于40—50°C。要达到这个温度得采用热水。此外，应在配料槽内通蒸汽加热砂粉。

車間的温度也要保持不低于10—12°C。

低温时，气体分泌的作用很慢，制得的加气混凝土膨胀得小，容重大。

加气混凝土的工艺，同只能采用模型高在30公分以下的泡沫混凝土的工艺比較，可采用高达70公分的大模型。

用箱制法同时攪拌和使大量相当高度的制品成型，在加气混凝土工艺生产动力方面，比泡沫混凝土工艺，要优越得多。

加气混凝土凝固后，放在蒸压器里通蒸汽养护。用桥式吊車將已澆好的模型放在小車的平板上，堆到二或三层。

在里加工厂所采用的蒸汽养护规范如下：經過3—4个小时蒸汽压力就达到8—10大气压；在8—10大气压的情况下通蒸汽8—9小时；压力的降低为4—5小时。蒸压器装有自記压力計。

經蒸压加工后，把盛加气混凝土的模型放在平板車上运送制品入庫。在倉庫内进行制品脫模，并按型号和等級分类。

就在这里，將模型堆在一起，放在桥式吊車上，然后送到空地上去。以便准备重新澆注，即清除砂浆、涂油、放隔板，且在必要时，放鋼筋骨架。

加气混凝土的制品，应存放在有屋頂的倉庫内，按其型号和

等級分門別類地堆放起來。

加氣混凝土的制品，在包裝牢固的情況下，可採取任意運輸方法來運送。

嚴禁裝卸時堆擲。

加氣混凝土的物理技術性能

加氣混凝土呈灰白色，剖面有0.5—1.2公厘大小的圓形和橢圓形的多孔結構。

容重和強度

多孔混凝土的許多物理技術性能，在頗大程度上決定於它的容重。

容重小的加氣混凝土，質量最好。由於質量好，便保證了這種混凝土有很高的保溫技術性能和其它性能。

而加氣混凝土的強度，在相同條件下，卻直接決定於容重的大小。強度隨著容重的減小而減小，也隨著容重的增大而增大（圖7）。

加氣混凝土的濕度，對它的強度有很大的影響。濕度一增加，加氣混凝土的強度就減小。因此，多孔混凝土的容重和抗压強度極限，通常用 $100 \times 100 \times 100$ 公厘標準立方體的干試樣加以決定。

在工廠生產的條件下，根據對加氣混凝土制品和結構的要求，生產不同容重的加氣混凝土。

里加工廠所生產的加氣混凝土，以表2所列的容重和抗压強度的指標就可說明。