

工业废渣建筑制品丛书

粉煤灰陶粒

F962
55

中国建筑工业出版社

工业废渣建筑制品丛书

粉煤灰陶粒

天津市硅酸盐制品厂

辽宁工业建筑设计院

中国建筑工业出版社

粉煤灰陶粒是以发电厂废渣粉煤灰为主要原料，加入少量粘结剂(如粘土)和煤粉，经混合、成球、焙烧而成的一种人造轻骨料。

本书总结几年来的生产经验，介绍用烧结机焙烧粉煤灰陶粒的生产工艺，书中对原材料及设备的要求，技术经济以及粉煤灰陶粒混凝土的性能和应用作了阐述，并对机械化立窑和回转窑焙烧粉煤灰陶粒的工艺作了简要介绍。

本书可供从事陶粒生产和应用的工人、技术人员以及科研、设计人员参考。

工业废渣建筑制品丛书
粉 煤 灰 陶 粒
天津市硅酸盐制品厂
辽宁工业建筑设计院

中国建筑工程出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工程出版社印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32 印张：4 1/16 字数：87 千字
1975年5月第一版 1975年5月第一次印刷
印数：1—6,950 册 定价：0.28 元
统一书号：15040·3220

出版者的话

工业废渣是现代工业生产过程中的废弃物。其实废渣不废，只是当人们没有认识、利用它们的时候才被废弃；一旦人们认识并利用了它们，就会变废为宝，化害为利。所以正确处理，积极利用工业废渣，是综合利用的一项重要任务，也是保护环境，造福人民的重大措施。认真做好这项工作，对于发展生产，增加社会财富，保护广大人民群众和子孙后代的健康，巩固工农联盟和促进社会主义建设事业的发展，具有很大的政治意义和经济意义。

解放后，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国人民发挥了社会主义制度的巨大优越性，在利用工业废渣方面，取得了不少成效。各地区、各部门广泛发动群众，积极利用粉煤灰、冶金渣、煤矸石、煤渣等试制和生产各种砖瓦、砌块、墙板、陶粒、水泥等建筑材料和制品。这样既利用了废渣，又改善了环境，还节约了大量土地和燃料，增加了建筑材料品种，有力地支援了基本建设和工农业生产。事实证明：在优越的社会主义制度和正确的路线指引下，我们不仅可以消除“三废”污染，改善环境，保护人民健康，而且正在把这些废弃物转化为有用的工业原材料，为高速度地发展社会主义经济，提供了新的物质条件。

为了促进工业废渣的综合利用，总结和交流利用工业废渣生产各种建筑材料和制品的经验，进一步推动墙体材料和

屋面材料的改革,我社将陆续出版“工业废渣建筑制品丛书”,包括烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖、蒸养煤渣砖、蒸养冶金渣砖、蒸养(压)粉煤灰砖、粉煤灰硅酸盐砌块、加气硅酸盐制品、硅酸盐墙板、水泥废渣瓦、粉煤灰水泥及粉煤灰陶粒等。内容主要是介绍这些建筑材料和制品的生产工艺、性能和应用,及时总结广大群众技术革新的经验。

这套丛书是由有关单位的工人、技术人员和领导干部采用“三结合”方式进行编写的,可供建筑材料工业和其它工业厂矿中从事工业废渣综合利用的工人及有关人员参考。

前 言

粉煤灰是以煤粉为燃料的火力发电厂排出的工业废渣，这种废渣数量大，需要占用很多场地堆放，不仅严重影响环境卫生，而且要花大量处理费用。利用粉煤灰生产新型建筑材料——粉煤灰陶粒，可以化害为利，变废为宝。

粉煤灰陶粒是一种性能良好的人造轻骨料，可用于配制轻混凝土，减轻建筑物的重量。国外从1940年开始研究，到六十年代较普遍地生产和应用。

我国从1960年开始研究和试制粉煤灰陶粒。当时，上海市建筑科学研究所等单位用普通立窑进行试验，随后过渡到机械化立窑，取得良好效果。1964年起，天津市建筑科学研究所、天津市建材局和西南建筑科学研究所等单位也先后进行了普通立窑焙烧粉煤灰陶粒的试验；以后，抚顺市建材公司和陕西省建工局建筑科学研究所等单位分别利用回转窑试烧粉煤灰陶粒，都获得了一定效果。

用烧结机焙烧粉煤灰陶粒是一项新工艺、新技术，它具有产量大、质量好、生产控制容易等优点。为了积极开展粉煤灰的综合利用，发展人造轻骨料的生产和应用，1964年底，天津市建材局在辽宁工业建筑设计院（原东北工业建筑设计院）等单位的配合下，开始了用烧结机焙烧粉煤灰陶粒的科研、设计工作。当时资料和经验都很缺乏，广大工人同志和科研、设计人员高举“鞍钢宪法”旗帜，遵循毛主席“打破洋框框，走自己工业发展道路”和“独立自主，自力更生，艰

苦奋斗，勤俭建国”的伟大教导，以冲天的革命干劲和严格的科学态度，进行了烧结机焙烧粉煤灰陶粒的试验，并以只争朝夕的革命精神进行了设计和建厂工作。经过了一年多的努力，于1966年建成了一座用烧结机生产粉煤灰陶粒的工厂——天津市硅酸盐制品厂。

伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动大大激发了广大职工的革命精神和生产热情，工人同志与设计人员密切配合，大搞技术革新，逐步改革了生产工艺和设备中的薄弱环节，健全了生产管理制度，使粉煤灰陶粒的产量和质量逐年提高，成本不断下降，生产日趋稳定。因而这种轻骨料也获得越来越广泛的推广和应用。

为了总结、交流粉煤灰陶粒的生产和应用的经验，我们在总结几年来的生产实践经验的基础上，参考了一些其它资料，编写成此书。在编写过程中，上海市建筑科学研究所、天津市建筑科学研究所、宁波市建设局市政工程处、天津大学和天津市建筑构件公司等单位给予了大力协助，提供了宝贵资料和意见，对此我们表示深切感谢。由于我们水平有限，编写时间短促，书中定有许多错误之处，欢迎同志们批评指正。

编 者

一九七四年十月

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 什么是粉煤灰陶粒	1
第二节 生产粉煤灰陶粒的意义	2
第三节 粉煤灰陶粒的分类和技术条件	3
第四节 粉煤灰陶粒的生产工艺流程	4
第二章 原材料的要求及处理	9
第一节 原材料种类及技术要求	9
第二节 原材料处理	13
第三节 原材料的配比及混合	20
第三章 生料球制备	25
第一节 生料球质量要求及制备方法	25
第二节 成球盘构造	27
第三节 成球盘成球原理	30
第四节 影响成球盘成球的主要因素	32
第五节 成球盘的操作与控制	36
第四章 粉煤灰陶粒的焙烧	38
第一节 几种焙烧方法	38
第二节 烧结机构造及工作原理	45
第三节 烧结机烧结原理	48
第四节 18米 ² 烧结机主要技术性能及参数	50
第五节 影响陶粒烧结的主要因素	58
第六节 烧结机的操作与控制	59
第七节 烧结机优缺点及改进意见	61

第五章 成品处理及技术经济	65
第一节 成品处理	65
第二节 技术经济	68
第六章 粉煤灰陶粒及陶粒混凝土的性能	71
第一节 粉煤灰陶粒的性能	71
第二节 粉煤灰陶粒混凝土的性能	75
第三节 预应力粉煤灰陶粒混凝土	86
第七章 粉煤灰陶粒的应用	92
第一节 在工业及民用建筑上的应用	92
第二节 在桥梁工程上的应用	96
第三节 其它方面的应用	100
第八章 生产检验	105
第一节 生产检验项目	105
第二节 生产检验方法	107

第一章 概 述

第一节 什么是粉煤灰陶粒

粉煤灰陶粒是用粉煤灰作为主要原料，掺加少量粘结剂（如粘土）和固体燃料（如煤粉），经混合、成球、高温焙烧（ $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ）而制得的一种人造轻骨料。

粉煤灰陶粒一般是圆球形（见图1），表皮粗糙而坚硬，呈淡灰黄色；内部有细微气孔，呈灰黑色。其主要特点是容重轻、强度高、导热系数低、耐火度高、化学稳定性好等。因而比天然石料具有更为优良的物理力学性能。

粉煤灰陶粒一般用来配制各种用途的高强度轻质混凝土。据根需要，可以配制不同标号的无砂大孔陶粒混凝土、素陶粒混凝土、钢筋陶粒混凝土和预应力陶粒混凝土。可用

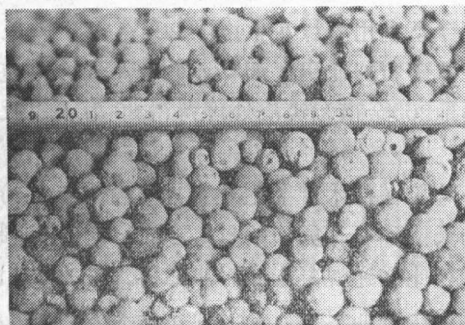


图 1 粉煤灰陶粒

预制、现浇、滑升模板等施工方法，制成隔热、围护、承重用建筑构件，使用范围比较广泛。

第二节 生产粉煤灰陶粒的意义

随着我国火力发电厂的迅速发展，粉煤灰的排出量也逐年增加。通常，一个中等工业城市，如果它的用电主要依靠以煤粉为燃料的火力发电厂供应的话，则每年排出的粉煤灰量可高达几十万吨左右。这些粉煤灰的处理是一个大问题，一般除少数填入山谷外，大部分排入江河湖海，或占用大量农田堆放。这不仅污染环境，而且与农业争地，影响农业生产。要解决这个问题，最积极的办法就是开展工业废渣——粉煤灰的综合利用工作。

生产粉煤灰陶粒是大搞粉煤灰综合利用的有效途径之一。据估计，每生产1吨粉煤灰陶粒需用干粉煤灰800~850公斤（湿粉煤灰1100~1200公斤）。一个年产10万米³的粉煤灰陶粒厂，每年可处理干粉煤灰6万吨左右（湿粉煤灰10万吨左右）。天津市地处华北平原，缺山少石。天津市硅酸盐制品厂迄今已利用粉煤灰生产了20多万米³陶粒，不仅部分代替了天然碎石的使用，而且还处理了近20万吨粉煤灰，节约存灰用地200余亩和废渣处理费用60万元，收到一举多得的效果。

粉煤灰陶粒在技术性能上还有许多特点。如粉煤灰陶粒的容重仅为天然碎石、卵石的1/2左右。若用它配制200号陶粒混凝土，可比普通混凝土减轻自重25%左右。用它制作建筑构件则可缩小截面尺寸，减轻下部结构及基础的荷重，节约钢材和其它材料用量，因而可以降低建筑造价。

此外，粉煤灰陶粒混凝土还具有隔热、抗渗、抗冲击、耐热、抗腐蚀等优良性能。在高层建筑、桥梁工程、地下建筑工程、造船工业及耐热混凝土等工程中正逐渐得到越来越广泛的应用。

综上所述，生产和应用粉煤灰陶粒，不但可以化害为利，促进工业废渣的综合利用，而且可以推动建筑业的发展，因而在国民经济中具有一定的现实意义。

第三节 粉煤灰陶粒的分类和技术条件

一、粉煤灰陶粒的分类

陶粒的品种很多。按所用原料的不同可以分为粘土陶粒、页岩陶粒、粉煤灰陶粒、煤矸石陶粒等。粉煤灰陶粒仅是其中的一种。

粉煤灰陶粒根据焙烧前后体积的变化（收缩或膨胀），可以分为烧结粉煤灰陶粒和膨胀粉煤灰陶粒两种。前者比后者容重大，强度高，因而应用范围也有所不同。

焙烧后的粉煤灰陶粒常出现不结块的和结块的两种。前者为松散圆球状，即为粉煤灰陶粒。后者称为粉煤灰陶块，需经破碎和筛分后方能使用。破碎后部分外壳被破坏，形状也不规则，通常与球状陶粒混合使用。

二、粉煤灰陶粒的技术条件

天津市硅酸盐制品厂根据几年来生产经验和各地使用要求，拟订该厂烧结粉煤灰陶粒的技术条件如下：

（1）干燥状态下松散容重： 650~700公斤/米³

（2）容器强度：

压入 4 厘米 >70 公斤/厘米²

压入 4.5 厘米 >80 公斤/厘米²

压入 5 厘米 >120 公斤/厘米²

(3) 陶粒粒径规格是 $\phi 5 \sim 15$ 毫米的混合级配。其中:

粒径 (毫米)	含量 (%)
---------	--------

$\phi < 5$	≥ 5
------------	----------

$\phi 8 \sim 12$	> 65
------------------	--------

$\phi 12 \sim 15$	25
-------------------	----

$\phi > 15$	≥ 5
-------------	----------

(4) 干燥状态下吸水率:

1 小时	16~17%
------	--------

24 小时	20~21%
-------	--------

(5) 抗冻性: 陶粒经 25 次冻融循环后, 抗压强度损失 $\geq 25\%$; 重量损失 $\geq 5\%$ 。

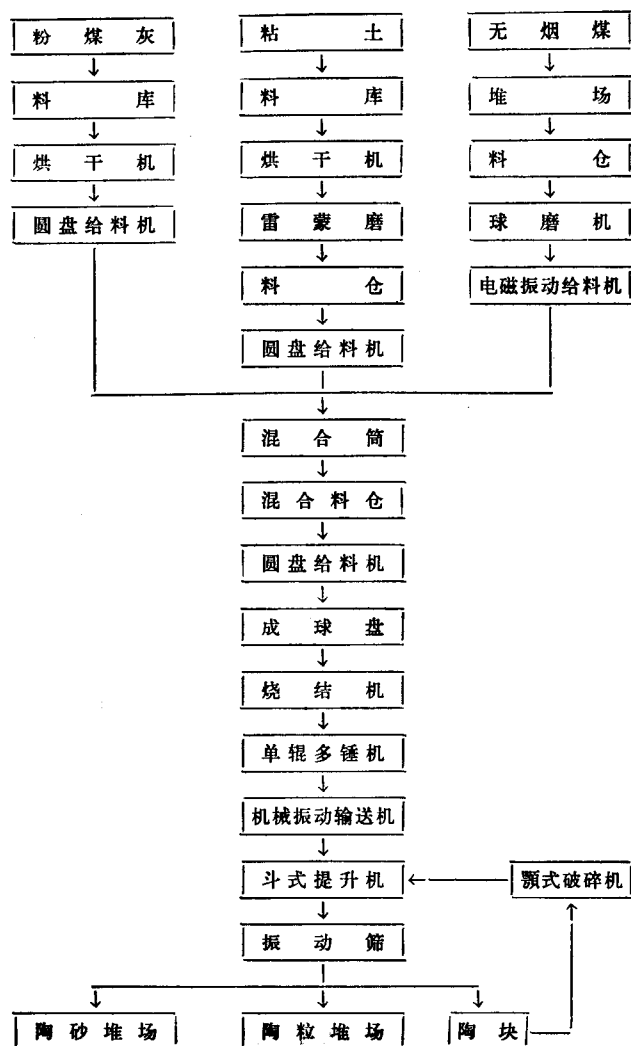
第四节 粉煤灰陶粒的生产工艺流程

一、工艺流程

粉煤灰陶粒的生产一般包括原材料处理, 配料及混合、生料球制备、焙烧、成品处理等工艺过程。

焙烧是生产粉煤灰陶粒的关键。采用不同的焙烧设备, 其它工艺过程也有所差别。生料球制备也是生产粉煤灰陶粒的重要一环。不同的成球工艺及成球设备, 对原材料处理、配料及混合等工艺也有不同要求。

天津市硅酸盐制品厂现采用半干灰成球盘制备生料球, 烧结机焙烧陶粒。其生产工艺流程如下:



二、工艺流程示意图

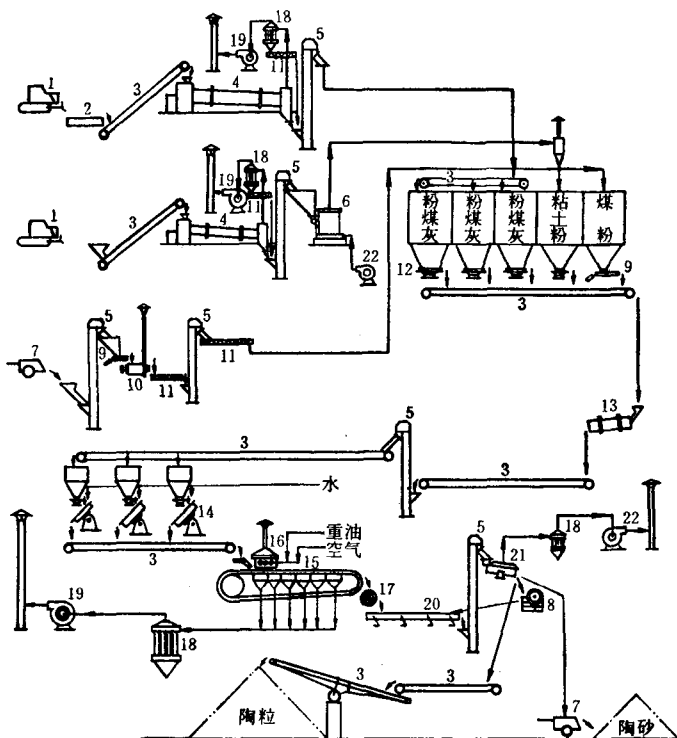


图 2 工艺流程示意图

1—推土机；2—箱式给料机；3—皮带运输机；4—回转烘干机；5—斗式提升机；6—雷蒙磨；7—手推车；8—颚式破碎机；9—电磁振动给料机；10—球磨机；11—螺旋输送机；12—圆盘喂料机；13—混合筒；14—成球盘；15—烧结机；16—点火器；17—单辊多锤机；18—多管收尘器；19—通风机；20—机械振动输送机；21—惯性振动筛；22—离心通风机

三、主机设备

主机设备规格及产量

表 1

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	设计产量	实际产量	功能
1	回转烘干机	$\phi 2.4 \times 18.35$ 米	台	1	12.2吨/时	基本满足	烘干粉煤灰
2	回转烘干机	$\phi 1.5 \times 12$ 米	台	1	2.0吨/时	满足	烘干粘土
3	雷蒙磨	4R3216	台	1	2.0吨/时	2.5吨/时	磨细粘土
4	球磨机	$\phi 0.9 \times 1.8$ 米	台	1	0.7吨/时	0.8吨/时	磨细煤
5	混合筒	$\phi 1.4 \times 4.2$ 米	台	1	15~30米 ³ /时	满足	混合
6	成球盘	$\phi 4.2$ 米	台	2	8~10米 ³ /时	10米 ³ /时	制备生料球
7	成球盘	$\phi 3.0$ 米	台	1	4~6米 ³ /时	6米 ³ /时	制备生料球
8	点火器	点火口 1.5×1.5 米	座	1	设计点火温度 1300°C	实际点火温度 1150~1300°C	点火
9	烧结机	18米 ²	台	1	10米 ³ /时	12.5米 ³ /时	焙烧
10	锅炉通风机	9-35-12, №18	台	2	风量75800米 ³ /时 风压293毫米水柱	基本满足	抽风 (一台备用)
11	单辊多锤机	$\phi 700 \times 1700$ 毫米	台	1	20米 ³ /时	满足	破碎 陶块
12	惯性振动筛	BF A-2 1250 X 2500毫米	台	1	20~30米 ³ /时	满足	筛分

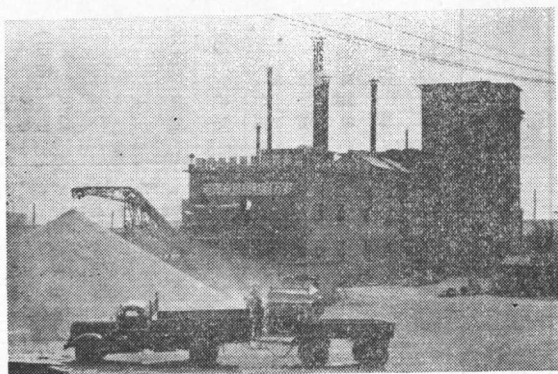


图 3 陶粒车间外貌