

SHAOJIEZHAUN SHENGCHAN SHIYONG JISHU

# 烧结砖 生产实用技术

曹世璞 ○ 编著



中国建材工业出版社

# 烧结砖生产实用技术

曹世璞 编著

中国建材工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

烧结砖生产实用技术/曹世璞编著. —北京:  
中国建材工业出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5160-0198-1

I. 烧… II. ①曹… III. ①砖—烧—生产技术  
IV. ①TU522. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 140365 号

## 内 容 简 介

本书用通俗流畅的语言, 对生产多孔砖和空心砖原料、成型、干燥、焙烧进行了阐述。还介绍了“隧道窑自动烧窑系统”技术的基本原理、技术性能、应用范围及焙烧火情异常之处理方法。

本书的实用性和操作性很强, 可为烧结砖瓦生产企业的相关人员参考借鉴。

烧结砖生产实用技术

曹世璞 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

印 张: 5.25

字 数: 139 千字

版 次: 2012 年 8 月第 1 版

印 次: 2012 年 8 月第 1 次

定 价: 26.00 元

---

本社网址: [www.jccbs.com.cn](http://www.jccbs.com.cn)

广告经营许可证号: 京西工商广字 8052 号

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

# 向砖瓦行业的“老砖头” 致以深深的敬礼

——《烧结砖生产实用技术》序

为曹老的新作《烧结砖生产实用技术》一书“审稿”是一件十分愉快的事情，这本包含着曹老毕生宝贵经验总结的新书，给我提供了一次好好学习的机会。当你逐行仔细阅读的时候，仿佛聆听曹老在用那特有的、浓浓的四川方言对你侃侃而谈一样，简直就是一种享受。

在我们砖瓦行业，曹世璞工程师的名气是很大的，“砖”成为他一生最重要的组成部分，因此大家尊称曹老为“老砖头”，这是行业给予他最高的荣誉，曹老也非常乐意接受这个尊称，并把它印在自己的名片上。由于善于总结和提高，并且融会贯通、博众家之长，曹老在砖瓦行业几十年耕耘，积累了丰富的实践经验，加上他笔杆子的勤奋，曹老的作品是非常多的。记得1990年出版的《砖瓦厂实用机修技术》已经再版了三次，至今依然是抢手的珍品，他出版的关于砖瓦行业方面的书籍，无论是数量和内容，恐怕至今无人超越。

在眼睛患病几乎失明的情况下，曹老以口述、女儿记录的方式，又写成了这本《烧结砖生产实用技术》一书，我们除了敬佩曹老的毅力之外，还要深深地感谢曹老又奉献给中国砖瓦行业一本珍贵的杰作。曹老在这本书里毫无保留地倾注了对

行业的全部热爱和感情，他把烧结砖的知识用四川人诙谐幽默的语言进行了解读，每段开篇都用一段打油诗的开场白，深入浅出、通俗易懂。

梁嘉祺

2012年5月7日于贵阳

# 前 言

20 世纪 90 年代,应成都市“墙改办”的要求,在成都市青白江区办了一期烧结砖生产技術培训班,为此编写了一本教材,反映较好。后在此基础上写成《烧结多孔砖、空心砖生产技術》一本小册子,作为培训班的教材,大家一致认为:看得懂、学得会、用得上,并被有些设备厂用来提供给用户。迄今,历经三次改写六次印刷,銷路不减。

本书出版,结合近年出现的新情况及征求广大读者的意见,对原书作了较大的补充修改并更名为《烧结砖生产实用技术》。

本书绝非一家之言,早在 20 世纪 90 年代第一次写《教材》时,就由高级工程师、行业知名老专家张勋古老先生的审定并收录了笔者所参观过的数百家砖厂的行之有效的经验,这些经验大多来自不见经传的“小厂”,使笔者深感“寸有所长,尺有所短”的道理并认为值得总结。本书的第六章“砖瓦焙烧自动化控制”更是融入了 21 世纪今天最先进的自动控制技术,由利马高科(成都)有限公司的范小琳补充及撰写。

由于本人年过八旬,体力严重减退,视力仅为 0.01,无力读写,本次初稿主要是口述和摸着写,后打字再听读修改,全部插图及文字整理工作均由四川省乐山市新欣砖瓦设备厂周茹英工程师在业余时间完成,书稿又经贵州省建材设计研究院梁嘉琪院长于百忙中仔细校订,对此,本人深为感动,并再次表

示最衷心的感谢。为避免失误，本次初稿还送请黄烈武、高泽江等同志校订修改，全书由许彦明同志审定，一并致谢。

愿以本书抛砖引玉，广泛收集基层企业行之有效之点滴经验，总结推广，以共同推动具有六千年光辉历史之中华砖瓦更上一层楼。

**八十一岁老砖头：曹世璞**

**2012年3月于广元**

# 目 录

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 第1章 绪论 .....                                              | 1  |
| 第2章 原料 .....                                              | 7  |
| 2.1 化学成分和矿物分析 .....                                       | 7  |
| 2.2 物理性能 .....                                            | 8  |
| 2.3 原料的制备 .....                                           | 16 |
| 第3章 成型 .....                                              | 21 |
| 3.1 成型水分和真空度 .....                                        | 21 |
| 3.2 螺旋挤出机 .....                                           | 22 |
| 3.3 芯具 .....                                              | 36 |
| 3.4 成型时应注意的事项及常见问题的防治 .....                               | 42 |
| 3.5 砖型 .....                                              | 48 |
| 第4章 干燥 .....                                              | 51 |
| 4.1 砖坯干燥 .....                                            | 52 |
| 4.2 矿物性能 .....                                            | 54 |
| 4.3 合理的颗粒级配 .....                                         | 55 |
| 4.4 泥料的处理和成型 .....                                        | 56 |
| 4.5 干燥制度 .....                                            | 56 |
| 4.6 砖坯干燥后出现的缺陷及防治 .....                                   | 62 |
| 4.7 人工干燥时注意事项 .....                                       | 64 |
| 4.8 自然干燥时注意事项 .....                                       | 65 |
| 4.9 正压排潮隧道式人工干燥室常见问题及防治 .....                             | 69 |
| 4.10 由于不同原料、不同砖型的干燥性能不完全一样，<br>其所需要的曲线、脱水曲线也不可能完全一样 ..... | 71 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>第 5 章 焙烧</b>         | 75  |
| 5.1 气体在窑内的运动            | 75  |
| 5.2 码窑                  | 76  |
| 5.3 焙烧                  | 89  |
| 5.4 焙烧后成品常见问题和防治        | 110 |
| <b>第 6 章 砖瓦焙烧自动控制系统</b> | 117 |
| 6.1 基本工作原理              | 117 |
| 6.2 系统解决方案              | 117 |
| 6.3 系统功能及主要技术指标         | 118 |
| 6.4 砖瓦自动焙烧系统的构成         | 119 |
| 6.5 使用范围                | 146 |
| 6.6 自动系统的架构             | 146 |
| 6.7 自动焙烧的使用要求           | 150 |
| 6.8 常见焙烧不正常情况的预防和处理     | 151 |
| 6.9 节能高产案例              | 153 |
| <b>后语：老砖头的心愿</b>        | 155 |

# 第1章 绪 论

## 砖 颂

### 七律

悠悠历史五千年，  
微贱出身只等闲，  
百炼千锤成正果，  
秦砖汉瓦美名传。

棱角分明正直方，  
不弯宁断气轩昂，  
纵然身负千钧重，  
甘作墙基自隐藏。

八十二岁“老砖头”  
曹世璞岁次辛卯

人们都知道，中国古代有四大发明，它们分别是指南针、火药、造纸和印刷术。其实还有一大发明比以上四种不仅历史更为久远，更为社会所需要，更为广大人民所喜爱，还为社会的进步、中华文化的发展建立了不朽的功勋，它就是烧结砖。我国生产和应用烧结砖历史悠久，源远流长。考古证明：早在公元前3300年已有了“红烧土块房屋”和“由斜坡状火道火膛和出烟口组成的陶窑”。而在公元前1000多年前的丰镐遗址中，则出土有烧结的板瓦和排水陶管。到战国晚期的墓室中更有了空心砖，还出土了刻有文字图案的文字墓砖。至于以砖为基本材料的建筑群，从万里长城上用砖建造的上百座关隘、已有千年历史的84m高的开元寺砖塔、峨眉山上万年寺的穹窿砖殿、南京灵谷寺的无梁殿以及故宫、孔庙等大量的宫殿、古刹、园林到平遥古城、大量民居，无不体现出丰富的人文内涵，是实实在在的具有民族气息的丰富的中国砖文化。

烧结黏土砖由于原料易得、制造容易、成本低廉、砌筑灵活和具有其他墙体材料无可比拟的优异的使用性能，历经数千年而不衰，即使在进入21世纪的今天，在许多发达国家仍是其主要的墙体材料之一。例如：在美国，绝大多数民居仍是3层左右的小别墅，尤其会令某些人惊奇的是：同一地点，相同朝向、面积、装修的房子，砌砖的比混凝土建筑的要贵得多。

根据国家关于墙体材料要向节能、节土、利废、空心、大块、轻质方向发展的总方针，二十几年来，墙体材料已开始了新一轮的质的飞跃，新型墙体材料在墙体中所占的比重逐年上升，尽管这些新型墙体材料各具优势，但到目前为止还没有哪一种新型墙体材料具有烧结砖的全部性能。西欧的某权威人士更一针见血地指出“现在所谓的新型墙体材料都在模仿烧结砖的功能，但都只能模仿烧结砖的一种或数种功能，而不能模仿其全部功能”。可见烧结砖在墙体材料中仍将占有举足轻重的地位。

我国是产砖古国，也是产砖大国。2011年全国产砖9000亿块，其中实心砖4000亿块，是1952年149亿块的27倍。

烧结砖是墙体材料，也是最基本的建筑材料之一。对于小体量，特别是单层成低矮建筑，烧结砖有很大的优越性。我国是农业国，全国 13 亿人口中有近 10 亿在农村，全国 80% 左右的烧结砖销往农村，是村建筑中不可缺少的建筑材料。

在城市，尤其在大中城市，人口密，地价高，人们不得不向空中发展，高层建筑应运而生，从而给非承重的轻型墙体材料如空心砖提供了广阔的市场。

但在我国目前的建筑市场上还不可能大量使用高档的墙体材料，尤其在占据大头的农村市场，更是如此。这是因为砖作为地方材料不仅有着就地取材、就地生产、就地使用的特点，更是一种廉价的，可以独立承担墙体且施工简便的传统材料，更是村镇普遍修建中、低层砖混结构住宅而深受欢迎的墙体材料。

现在的问题是：如何挤占这一被烧结黏土实心砖牢牢占领着的市场。

空心砖的许多抗震性能都优于普通实心砖。这是因为：

(1) 空心砖比普通实心砖块大体轻。块大，则稳定性好，砌筑灰缝少，薄弱环节也少。体轻，则所产生的地震应力也相应减少。

(2) 空心砖表面的凹槽和多孔砖的孔洞不仅增加了与砌筑砂浆的接触面积，而且砌筑时挤进孔洞的砂浆凝固后形成的销键作用增强了砂浆与砖的结合强度及砌体的整体性能。中国建筑科研院抗震研究所和中国建筑西北设计院的实测数据表明：在同样条件下多孔砖的通缝抗剪强度比实心砖高 18.4%，抗剪开裂载荷和极限承载能力分别提高 17% 和 19%，当砌体带构造柱时更分别高出 19% 和 26%。

(3) 在住宅建设中，墙体质量常为建筑物总质量的一半以上，多孔（空心）砖比实心砖轻得多，建筑物的质量也减轻了，地震应力也减少了。实测表明，当建筑物的自重减少约 20% 时，水平地震力减少约 15%。

不仅如此，多孔砖还有许多优点。

(1) 有较好的保温性能。烧结砖的导热系数为  $0.62\% \sim 0.68\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ，而干燥空气的导热系数仅为  $0.02\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ，为烧结砖的  $3.2\% \sim 3.9\%$ 。多孔砖以烧结材料合理地交错组成坚强的骨架来保证其力学强度，同时又以孔洞中导热系数极小的空气来阻止热量的传递，成为二者兼顾的结合体。一般说来，砖的孔洞率越大，容重越轻，热桥越长，其隔热性能就越好。实测表明，一种孔洞率为  $28\%$ ，容重小于  $1400\text{kg}/\text{m}^3$  的多孔砖的导热系数为  $0.45\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ，另一种孔洞率为  $50\%$ ，容重  $800\text{kg}/\text{m}^3$  的空心砖的导热系数才  $0.25\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ，分别为烧结普通实心砖的  $72.5\%$  和  $40.3\%$ ，则用它们分别砌的  $180\text{mm}$  和  $120\text{mm}$  厚的墙就完全具有  $240\text{mm}$  厚的实心砖墙的保温能力了。因此，在保证建筑物热工性能和建筑面积不变的基础上，使用面积可增加  $3\% \sim 5\%$ 。

凉山州一砖厂和西昌 303 厂分别用孔洞率为  $22\%$  的多孔砖建一幢对比的住宅楼，明显感觉比用普通实心砖建的住宅楼冬暖夏凉。

(2) 有较好的隔声性能。由于空气传导声音的能力比固体少得多，实测表明： $190\text{mm}$  厚空心砖墙的隔声指数  $46 \sim 54\text{dB}$ ，十分接近  $240\text{mm}$  厚实心砖墙的  $51.2\text{dB}$ 。

(3) 由于多孔（空心）砖减轻了建筑物的自重，从而降低了基础费用，也使钢材用量减少  $12\% \sim 14\%$ 。凉山州设计院的资料表明，当采用空心砖作框架结构建筑物的填充墙时，每平方米建筑面积可节约钢材  $5.5\text{kg}$ ，即可节省出全部屋面、楼面所需用的钢筋。

砖，作为墙体材料，不是单个使用的，而是经由某种粘结剂（如水泥砂浆）组合成为砌体而使用的。质量低劣的砖固然不可能构筑成质量优良的砌体，而仅有优质的砖也不一定就能构筑成十分坚固的建筑物。这是因为“灰缝”往往是建筑物的“薄弱环节”。事实证明：砖砌体的许多裂缝都是从灰缝开始并沿灰缝延伸、扩大，终至破坏的。砖的单块体积越小，砌筑灰缝就越多，

砌体的薄弱环节也越多，其整体的坚固性也越差。

例如：砖的厚度增加一倍，砌体水平灰缝数量将减少一半。砖的长度或宽度增加一倍，砌体的竖直灰缝的数量也减少一半。

外形尺寸为  $240 \times 190 \times 190$  的多孔砖的单块体积比 KP1 型多孔砖的体积大 3.49 倍，是普通实心砖体积的 5.93 倍，单块质量约 10.8kg。同样用于砌筑厚度为 240mm 的墙，前者的灰缝面积就比后者减少 51.2%，水泥砂浆用量和砌体的薄弱环节也同样减少了 51.2%。

天津市现在使用的烧结保温多孔砖砌块外形尺寸是  $380 \times 240 \times 190$ ，其单块体积是 KP1 型多孔砖的 6.976 倍，是普通实心砖的 11.86 倍，单块质量约 21kg，同样用于砌筑厚度为 240mm 的墙时，其灰缝面积就比后者少 56.7%，其水泥砂浆的用量和砌体的薄弱环节也同样减少了 56.7%。

不仅加此，砌体是依靠砖上相互交错排列的孔洞以延长热流通道，从而实现其保温隔热的优异性能的。在砌体中，砖的厚壁和灰缝就成了热流的“直达通道”。在 1m 长的砌体上，当采用 240mm 长的砖砌筑时，将有由 8 条砖的厚壁和 4 条灰缝组成的 12 条热流的直达通道，但采用 380mm 长的砖砌筑时，则只有由 5 条砖的厚壁和 4 条灰缝组成的 8 条热流的直达通道。显然，后者的保温隔热性能就比前者好得多。

同时，在孔型和孔的排列形式不变的情况下， $240 \times 240 \times 90$  的多孔砖可以比  $240 \times 115 \times 90$  的多孔砖多摆一排孔，从而使孔洞率提高 4 个百分点，并使制砖的原、燃料的消耗也相应下降。砌体的垂直灰缝减少一半。

其次，砖的单块体积大了，还有利于砌筑工效的提高，因为  $240 \times 190 \times 190$  的多孔砖只要 115 块就  $1\text{m}^3$ ， $380 \times 240 \times 190$  的多孔砖只要 58 块就有  $1\text{m}^3$  了。尽管单块砖的质量分别比 KP1 型多孔砖增加了 3 倍和 7 倍，但工人取砖的频率却只有前者的 28.6% 和 14.4%，取砖时手的“返空”次数也少了 28.6% 和 14.4%，加上少铺砂浆，总的工效自然大大提高了。

目前我国的制砖技术和装备水平较 20 年前有了较大幅度的提高，挤出压力大于 2MPa 的挤砖机已经很多，泥缸内径在 450mm 以上的挤砖机已能满足上述多孔砖挤出时的压缩比，只要模具（包括机口和芯具）过关，挤出成型是不会有问题的。

应该注意的是生产厂在提供大块烧结多孔砖的同时，应提供一定数量（约 10%）的配砖，以便利施工，杜绝砍砖。

和 KPI 型多孔砖相比，烧结多孔砌块（或称大块的烧结多孔砖）无论对生产厂和建筑商，还是环保、节能都有利，是件一举多得的好事，值得推广，应该推广。

例如：北京石化星城住宅小区 1997 年新建 18 万平方米多孔砖住宅，按建筑面积计算，每平方米造价降低 25 元，其中基础费下降 10%，材料用量减少 20%，工期缩短 20% ~ 25%，总造价下降 3% ~ 5%，使用面积增加 3% ~ 5%。

又如 20 世纪 70 年代建成的 37 层、110.9 米高的南京金陵饭店主楼，全部采用空心砖作填充墙，竣工决算表明：比用普通实心砖的砖体质量减轻 49.7%，水泥砂浆减少 59%，人工减少 46%，材料的运输、提升重量减轻 15% ~ 18%。

西昌市采用孔洞率为 49% 左右的空心砖作框架式结构的填充墙，仅对其中 120 多万平方米的决算表明，其每平方米建筑面积的直接造价仅为采用普通实心砖时的 84%，仅此一项就节约投资 4000 多万元。

实践证明：推广应用多孔（空心）砖，一要靠政策，二要靠设计，三要靠质量，四要靠宣传。即“政策是基础，设计最关键，质量须保证，宣传走前面”。

现在推广多孔（空心）砖正面临一个空前的大好形势。政府限期禁实，人们对多孔（空心）砖的认识正逐步加深，有关的设计施工规范已经出台，可以说坚冰已经打破，面对每年 2000 多亿的广阔市场空间，外部条件已经具备，正是砖瓦人挖潜改造，提高质量，增加产量，广为宣传，开拓市场，力争取得经济效益、社会效益双丰收的大好时机。

## 第2章 原 料

时至今日，制砖原料早已不局限于黏土，而包括了黏土、页岩、煤矸石、粉煤灰、炉渣、矿渣、生活垃圾及多种原料的混合材料。为了使其具备制砖所必须具备的技术性能，应根据具体情况对它们分别进行粉碎、搅拌、混匀、陈化、碾练等一系列加工，进行改性处理，以满足工艺要求。

一般来说，凡是能烧制普通砖的原料都能生产空心砖，只不过空心砖孔多壁薄坯体弱，对原料的制备和内燃料的掺配要求更严，有害杂质应更少，颗粒级配应更合理，矿物组分应更充分疏解、松散、分布均匀，以保证制砖原料的塑性和良好的结合能力。对原料的基本要求，主要在于其化学成分、矿物组成和物理性能。

### 2.1 化学成分和矿物分析

#### 2.1.1 化学成分

二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )：是烧结砖原料中的主要成分，含量宜为 55% ~ 70%。超过时，原料的塑性太低，成型困难，而且烧成时体积略有膨胀，制品的强度也会降低。太少时制品的抗冻性能将下降。

三氧化二铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )：在制砖原料中的含量宜为 10% ~ 25%。过低时，将降低制品的强度，不抗折；过高则必然提高其烧成温度，加大烧成煤耗，并使制品的颜色变淡。

三氧化二铁 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )：是制砖原料中的着色剂，含量宜为

3% ~ 10%。太高时将降低制品的耐火度，并使其颜色更红。

氧化钙 ( $\text{CaO}$ )：即生石灰，在原料中常以石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ ) 的形式出现，是一种有害物质，含量不得超过 10%。否则，不仅会缩小制品的烧结温度范围，给焙烧带来困难，当其粒径大于 2mm 时，还会造成制品的石灰爆裂，或吸潮、松解、粉化。

氧化镁 ( $\text{MgO}$ )：是一种有害物质，含量越少越好，不许超过 3%。它和硫酸钙 ( $\text{CaSO}_4$ )、硫酸镁 ( $\text{MgSO}_4$ ) 一样，都将使制品出现“泛霜”，甚至剥层、风化。

硫酐 ( $\text{SO}_3$ )：最好完全没有，最多也不能超过 1%。否则，制品将在焙烧时产生气体，使砖体积膨胀、疏解粉碎。

### 2.1.2 矿物分析

对原料进行矿物分析，有助于了解其某些物理性能，以便采取相应的工艺措施，予以改变，以满足制砖的要求。如：原料中的长石将降低制品的抗冻性能，当其含量超过 15% 时制品将不抗冻。又如蒙托石（膨润土），粘性极高，吸水后使体积剧烈膨胀，干燥后又强烈收缩，其线收缩率高过 13% ~ 23%，造成坯体大量干燥裂纹。实践证明：当原料中蒙脱石的含量达到 20% 时，干燥裂纹已无法避免。生产中常利用高塑性膨润土作为粉煤灰的粘合剂，以生产各种优质的粉煤灰砖。

## 2.2 物理性能

颗粒组成：或称颗粒级配。尽管原料粒度越细，其比表面积越大，水分渗透越好，原料的塑性也越好。但制砖原料绝不是越细越好。因为，全是太细的原料不利于制品的干燥和焙烧，不同粒度的原料在制品中所起的作用是不一样的。粒径小于 0.05mm 的粉料称塑性颗粒，用于产生成型所需要的塑性。当然，这些细小的颗粒必须是黏土或具有类似黏土性能的页岩、煤矸石或其他材料。否则，如对于河沙，粉磨得再细，也是没有塑性的。其次