

粉煤灰烧结砖的成型条件研究*

郭 伟¹ 徐玲玲² 钟白茜²

(1. 盐城工学院 材料工程系 江苏 盐城 224003 2. 南京工业大学 材料系 江苏 南京 210009)

摘 要 : 针对粉煤灰坯料的特性采用半干压成型方法 , 测定了不同成型压力条件下 , 干坯强度的变化 ; 以及在不同成型压力 and 不同焙烧温度条件下 , 烧结砖性能的变化。结果表明 : 当成型压力由 7.3 MPa 升至 19.6 MPa 时 , 干坯强度迅速升高 , 经 1000 ℃、1050 ℃、1100 ℃ 下烧成的烧结砖均出现显气孔率降低、吸水率降低、体积密度升高 , 抗压强度升高等现象 ; 当成型压力进一步升高后 , 干坯强度和烧结性能变化较小。这表明 19.6 MPa 为粉煤灰烧结砖成型的最佳压力。

关键词 : 粉煤灰 ; 烧结砖 ; 粘土 ; 成型

中图分类号 : TU522.1 文献标识码 : A 文章编号 : 1671 - 532X(2002)02 - 0001 - 04

由于粘土砖存在着浪费耕地、污染环境、能耗高等难以克服的缺点 , 随着环境保护和可持续发展意识的加强 , 近年来国家和地方有关法规和文件多次提出了限制实心粘土砖的生产^[1~3] , 推广以新型建筑材料代替传统的粘土砖。对此结合粉煤灰综合利用的问题 , 人们研制出粉煤灰蒸养砖 , 粉煤灰蒸压砖 , 粉煤灰烧结砖以及粉煤灰双免砖等粉煤灰砖^[4~7] , 尤其是粉煤灰烧结砖引起了广泛的重视。这主要是因为粉煤灰烧结砖与普通粘土砖的生产设备相当 , 改造生产设备等的投资较小 , 并且粉煤灰烧结砖的各项技术经济指标较好 , 可与粘土砖相媲美。本文作者对粉煤灰烧结砖的成型条件进行了较系统和深入的研究 , 以期寻找制备粉煤灰烧结砖的最佳工艺参数^[8~10]。

1 原材料和实验方法

粘土来源于南京市狮子山 , 粉煤灰取自盐城发电厂 , 二者的主要化学组成列于表 1。

表 1 原材料的化学组成

Table 1 The Composition of Raw Materials/w%								
Materials	LOSS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Others	Σ
Clay	5.66	65.40	12.95	5.06	4.12	1.96	4.85	100.00
Fly-ash	2.82	56.58	27.83	4.05	4.31	1.49	2.92	100.00

可塑性指数的测定是采用华氏平衡锥法测定坯料的液限 , 采用手工搓压法测量坯料的塑限 , 将液限减去塑限即为可塑性指数。

将粉煤灰与粘土按设定的比例配料 , 加适量水 , 混合均匀、成型后 , 经 105 ~ 110 ℃ 烘干 , 置于箱式硅碳棒电炉升温至设定温度 , 保温后 , 随炉冷却至室温。

按 GB/T5101-1998 测定烧结砖样的物理力学性能。

2 成型方法的选择

将粘土与粉煤灰以不同比例配料混匀后 , 测定其塑性指数 , 结果如表 2 所示。

表 2 不同掺量粉煤灰坯料的塑性指数

Table 2 Plasticity Index of the Green Body with Various Fly-ash Contents			
Samples	Clay/w%	Fly-ash/w%	Plasticity Index
1	100	0	13.8
2	50	50	9.1
3	40	60	7.9
4	30	70	6.0
5	20	80	3.8

* 收稿日期 : 2002 - 02 - 09
作者简介 : 郭 伟 (1970-) , 女 , 江苏盐城人 , 盐城工学院讲师 , 南京工业大学在职博士研究生。

由表 2 中数据可知,随粉煤灰掺量的增加,坯料的塑性指数下降,当粉煤灰掺入量达到 70% 以上时,塑性指数降至 6.0 以下。粉煤灰砖中粉煤灰是主要原料,粉煤灰的化学成分与粘土相似,但矿物组成相差较大。粉煤灰中含有塑性较差的玻璃相以及少量莫来石和石英相,并且颗粒较粘土颗粒粗,颗粒呈球状,其比表面积较板、片状的粘土矿物的比表面积小,可塑性较差。

成型方法的选择主要取决于坯料的塑性,当坯料塑性指数大于 7 时,可选择塑性成型^[11],而粉煤灰烧结砖因其塑性较低,不加外加剂时不宜采用塑性成型方法。

研究表明^[8]加入适量的外加剂能提高粉煤灰坯料的塑性和干坯强度,但成本较高,并且可能会影响烧结砖的抗压强度,因此,本实验考虑对不加外加剂的粉煤灰烧结砖成型时采用半干压成型法。

半干压成型与塑性成型相比有一系列优点^[9,11,12]:工艺过程简单,生产周期几乎能减少二分之一,制品形状准确,尺寸精密,在焙烧过程中的收缩很小,便于利用瘠性物料,也能大量地使用粉煤灰、炉渣等工业废料,虽然生产率不如塑性成型,但最易实现生产的机械化和自动化,而且生产成本低于塑性成型。因此,本研究中选择半干压法成型。

3 成型压力

3.1 成型压力对干坯强度的影响

将表 2 中 2# 坯料分别用压力为 7.3 MPa、14.5 MPa、19.6 MPa 和 30.0 MPa 半干压法成型后,湿坯在 105~110℃烘箱内干燥 10 h 以上,测定其干坯强度,结果列于表 3,并示于图 1。

表 3 成型压力对干坯强度的影响

Shaping pressure/MPa	Green body/MPa
7.3	4.8
14.5	7.2
19.6	8.4
30	8.9

由表 3 和图 1 可知:干坯强度随成型压力的增加而增加,在成型压力小于 19.6 MPa 时,干坯强度随成型压力的升高提高较快,成型压力为 19.6 MPa 时,干坯强度增加到 8.4 MPa,当成型压

万方数据

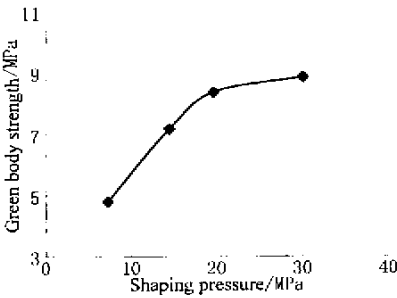


图 1 成型压力对干坯强度的影响

Fig. 1 The effect of shaping pressure on green body
力提高到 30.0 MPa 时,干坯强度增加较为缓慢,为 8.9 MPa。

这是由于加压后,坯料中的粉煤灰、粘土颗粒发生相对滑移与位置重新排列,细的粘土颗粒进入粗的粉煤灰颗粒之间的空隙中,使坯料空隙减少,颗粒间形成点、线、面接触,颗粒间拱桥被破坏,此时颗粒间摩擦力较小,接触面积较小。当成型压力很小时,由于坯体强度主要来自颗粒间的机械咬合作用,所以坯体强度并不大;成型压力增大后,不仅颗粒位移和填充空隙继续进行,而且颗粒发生弹性—塑性变形或者断裂,颗粒间接触面积增大,干坯强度提高;当成型压力继续增大,坯体密度和孔隙变化不明显,强度变化也较平坦。

3.2 成型压力对烧结砖物理力学性能的影响

将表 2 中 2# 坯料分别用压力为 7.3 MPa、14.5 MPa、19.6 MPa 和 30.0 MPa 半干压法成型后,湿坯在 105~110℃烘箱内干燥 10 h 以上,干燥好的砖坯置于箱式硅碳棒电炉中,分别在 1000℃、1050℃、1100℃下保温 1 h 后,随炉冷却至室温,然后测定其抗压强度、显气孔率、吸水率和体积密度,结果如表 4、表 5 和图 2 所示。

表 4 成型压力对不同温度下烧结砖抗压强度的影响

Table 4 The effect of shaping pressure on compressive strength of sintered brick made in various burning temperature			
Shaping pressure	Compressive strength/MPa		
/MPa	1000℃	1050℃	1100℃
7.3	27.1	58.1	glassing
14.5	30.0	94.4	glassing
19.6	31.6	98.5	glassing
30.0	32.8	99.2	glassing

表 4 和图 2 表明,随着烧成温度的升高,在不同压力下成型的试样烧成后抗压强度都呈现增加趋势。在 1000℃试样抗压强度增加较缓慢,

表 5 成型压力对不同温度下烧结砖物理力学性能影响

Table 5 The effect of shaping pressure on the physical and mechanical properties of sintered brick made in various burning temperature

Shaping pressure /MPa	Apparent porosity/%			Water absorption/%			Volume density g·cm ⁻³		
	1000 ℃	1050 ℃	1100 ℃	1000 ℃	1050 ℃	1100 ℃	1000 ℃	1050 ℃	1100 ℃
7.3	39.81	35.63	19.54	26.81	22.23	9.87	1.49	1.6	1.98
14.5	37.32	31.55	7.85	24.18	18.83	3.67	1.54	1.7	2.15
19.6	36.47	30.37	1.34	23.46	17.62	0.61	1.56	1.72	2.20
30.0	37.57	30.97	6.14	24.48	18.12	2.80	1.54	1.71	2.19

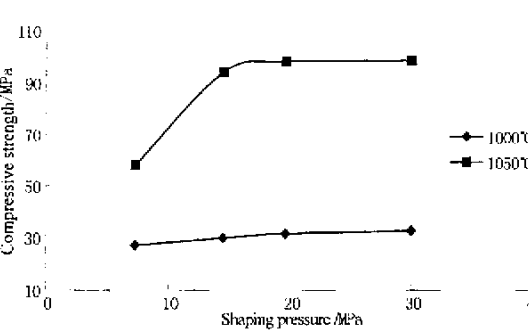


图 2 成型压力对不同温度下烧结砖抗压强度的影响

Fig.2 The effect of shaping pressure on compressive strength of sintered brick made in various burning temperature

1050℃下试样强度增加明显,可达到近 100 MPa。继续升温到 1100 ℃时则制品发生玻璃化。在成型压力从 7.3 MPa 增加到 30.0 MPa 过程中,烧结砖的抗压强度随之不断增加。如 1050 ℃烧成时,当成型压力从 7.3 MPa 升高到 19.6 MPa,抗压强度从 58.1 MPa 增加到 98.5 MPa,随成型压力升高抗压强度增加较快;当成型压力继续升高到 30.0 MPa 时,抗压强度增加缓慢,仅达到 99.2 MPa。

成型压力对不同温度下烧结砖物理力学性能影响如表 5,当成型压力从 7.3 MPa 增加到 30.0 MPa,煅烧温度为 1050 ℃时,烧结砖的显气孔率从 35.63%降低到 30.37%,吸水率从 22.23%降低到

17.62%,体积密度从 1.60 g/m³ 增加到 1.72 g/m³。表 5 表明,在各温度下烧成时,都存在着相似规律,即在成型压力小于 19.6 MPa 时,随成型压力的提高,烧结砖的性能变化较大,显气孔率降低,吸水率降低,体积密度增加。当成型压力继续增加到 30.0 MPa 时,烧结砖的性能变化较慢,显气孔略为增加、吸水率略增加、体积密度稍降低,有呈现松散的趋势。这就说明,在 19.6 MPa 压力下成型时,烧结砖的显气孔率最低、吸水率最低、体积密度最高。

根据干坯强度和试样物理力学性能的测定结果,可以认为在 19.6 MPa 成型时,烧结砖已达到最致密,再继续加大成型压力,发现试体产生分层、微裂纹等缺陷,反而导致坯体的气孔增加,密实程度下降。

4 结论

粉煤灰烧结砖因主要原料为粉煤灰,其塑性较低,当粉煤灰掺入量达到 70% 以上时,塑性指数降至 6.0 以下,因此不宜采用塑性成型方法成型,可采用半干压法成型。

粉煤灰坯料在 19.6 MPa 成型时,干坯的强度较高,烧结砖的显气孔率最低、吸水率最低、体积密度最高,抗压强度较高。

参考文献：

[1] 王新友. 环境材料与绿色建材[J]. 建筑材料学报, 1998 (1) 88-93.
[2] 李鸿年. 对我国粘土砖现状与前景的浅见[J]. 砖瓦, 1995 (4) :1-4.
[2] 钱瑞. 粘土实心砖瓦企业的出路[J]. 江苏建材, 1999 (1) 2-3.
[4] 龚洛书. 粉煤灰在建筑业中的综合利用技术[J]. 房材与应用, 1999 (2) :38.
[5] 岑如军, 张宝康, 张德庆. 发展蒸养粉煤灰砖是墙材改革的重要途径. 新型建筑材料, 1998 (4) 25.
[6] 邢伟宏, 张惠玲. 粉煤灰双免砖的研制[J]. 房材与应用, 1998 (1) :42.
[7] 罗玉萍. 全粉煤灰烧结砖成型性能研究[J]. 房材与应用, 1997 (5) 21-23.
[8] 郭伟. 高掺量粉煤灰烧结砖的研制[D]. 南京: 南京化工大学, 2000.
[9] 卢超. 高掺量粉煤灰压制烧结砖中间试验[J]. 砖瓦, 1996 (4) 28-29.
[10] Караханиди С. Керамический кирпич полусухого прессования изместныхглинибазальтовой породы[J]. Строительные

материалы ,1999 (9) 33 .

[11] 殷念祖.烧结砖瓦工艺 [J].北京 :中国建筑工业出版社 ,1988 .

[12] Иванюта ГН.Производство керамического кирпича методом полусухого прессования[J].Строительные материалы ,1999 , (9) 33 .

Study of the preparation of fly-ash fired brick

GUO Wei¹ ,XU Ling-ling² ,ZHONG Bai-qian²

(1. Department of Material Engineering of Yancheng Institute of Technology ,Jiangsu Yancheng 224003 ,China 2. Department of Material Engineering of Nanjing Industry University ,Jiangsu Nanjing 210009 ,China)

Abstract :Fly-ash green body was molded by semi – dry pressing. The compressive strength of the green body molded in various pressing was tested. The green body was calcined at various temperatures. The physical and mechanical properties of the fired brick were re- searched. The results show that , with shaping pressure from 7.3 MPa up to 19.6 MPa ,the strength of the adobe increases rapidly. And the properties of the bricks calcined 1000 ℃ ,1050 ℃ ,1100 ℃ show that its apparent porosity and water absorption decreased , volume weight and compressive strength increased with calcineing temperature gradually. Shaping pressure above 19. Mpa , the strength of the adobe and the properties of the fired brick vary in small rang. It shows that the suitable shaping pressure is about 19.6 MPa.

Keywords :fly-ash ; sintered brick ; clay ; shaping

2001 年我院一批科研成果通过省、市级鉴定

序号	项目负责人	项 目 名 称	组织鉴定单位	鉴定时间
1	吴其胜	利用 ZrClO ₂ 生产的硅渣和废酸碱水生产新型胶凝材料	江苏省科技厅	2001.9
2	胡国文	手提式建筑钢筋对焊机智能化控制技术研究	江苏省科技厅	2001.10
3	胡国文	低压电力系统可控并联电路柔性补偿(TCPC)技术研究	江苏省科技厅	2001.11
4	倪文龙	导流口可调式双出风口旋风分离器	江苏省科技厅	2001.12
5	陈 军	面向定单配置的格删除污机数字化快速设计系统	江苏省科技厅	2001.12
6	葛友华	新型轮碾机外力加载方法的研究	江苏省科技厅	2001.12
7	朱洪海	机械加工系统误差综合补偿原理的研究	江苏省科技厅	2001.12
8	周益民	基于知识与网络的集成污水处理设备实时报价系统	江苏省科技厅	2001.12
9	王遵尧	反应 X ₂ + Y ₂ = 2XY ,X ₂ + 2HY = 2HY + Y ₂ (X ,Y = F ,Cl ,Br ,I)的理论和实验应用研究	江苏省科技厅	2001.12
10	顾志群	中小企业综合竞争力评价指标体系研究	国家统计局	2001.7
11	王延树	基于 WBC 方法的施工项目集成管理系统设计	江苏省建设厅	2001.3