

# Research Progress of Solid Waste Sintered Brick

Chenxi Yang<sup>1,2,3,4\*</sup>, Lei Ge<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Land and Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: \*1098002212@qq.com

Received: Mar. 23<sup>rd</sup>, 2020; accepted: Apr. 14<sup>th</sup>, 2020; published: Apr. 21<sup>st</sup>, 2020

---

## Abstract

With the development of society, the accumulation of industrial or agricultural solid waste has led to the increase of environmental problems. Therefore, recycling waste as a sustainable building material is not only a feasible solution to the problem of pollution, but also an economic choice of green building design. In view of the utilization of industrial and agricultural wastes in the development of sustainable building materials, this paper expounds that different components are added to different wastes at home and abroad to develop wastes, so as to produce bricks, and discusses the performance of bricks with different wastes.

## Keywords

Waste, Brick, Environmental

---

# 固体废弃物烧结砖研究进展

杨晨曦<sup>1,2,3,4\*</sup>, 葛磊<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: \*1098002212@qq.com

收稿日期: 2020年3月23日; 录用日期: 2020年4月14日; 发布日期: 2020年4月21日

---

\*通讯作者。

## 摘要

随着社会的发展, 工业或农业固体废物的积累导致了环境问题的增加。因此, 循环利用废物, 使其作为一项可持续的建筑材料不仅成为解决污染问题的可行方案, 而且也是解决污染问题的经济选择绿色建筑设计。针对目前工农业废弃物在发展可持续建筑材料中的利用, 本文阐述了国内外在不同废弃物中添加不同成分以开发废料, 从而产生砖块, 并分别探讨了含有不同废料的砖的性能。

## 关键词

废弃物, 砖, 环境

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

砖目前是建筑业的重要材料之一, 随着我国的快速发展与城市化进程的加快, 砖的消耗飞速增加[1][2]。然而传统的制砖方法造成了大量的优质土壤的消耗, 这种方法会造成生态环境不可逆转的破坏。此外, 在烧制过程中, 会消耗大量的煤炭等能源, 因此在泥浆中加入额外的可燃物质也能减少能源的消耗。因此, 为了满足不断增长的需求, 为建筑业开发可持续利用与绿色的制砖材料成为了一个重要的研究课题[3][4][5][6]。

目前, 向砖中加入农业与工业废物成为了有效的生产方法, 例如将造纸加工残渣、烟头、粉煤灰、废水处理污泥、聚苯乙烯泡沫塑料纤维、稻草, 聚苯乙烯织物、废棉、高炉渣、橡胶、石灰石粉尘、木屑等加入制砖的泥浆中[7][8][9]。通过向泥胚中添加成孔剂(工业或农业废料), 这种废弃物的加入可提高成孔效率与降低烧制能量的消耗。

由于加入废弃物代替部分传统的泥浆, 因此砖块的质量降低从而成为了轻质砖, 轻质砖的另一个优点是降低了运输成本。本文综述了向传统制砖泥浆中加入煤矸石、污泥、农业废弃物与矿产残渣等工农业废弃物, 通过这些废弃物的性能探讨砖的性能与添加剂的优势。

## 2. 不同基材烧制砖

### 2.1. 煤矸石

煤矸石是采煤与洗煤过程中产生的一种有害固体废弃物, 是矿业固体废物的一种。在煤炭的开采过程中, 其煤矸石岩石类型分为页岩、粉砂岩、泥岩、黏土岩等, 由于煤矸石的堆积会占用大量的土地, 此外, 煤矸石中的硫化物逸出或浸出会污染大气、农田和水体, 这种通过挥发、渗漏等各种途径直接或者间接进入动植物体内, 从而危害动植物健康。因此煤矸石对社会的发展和生态环境带来许多不利影响。

由于煤矸石本身具有一定的煤与硫, 因此在制备烧制砖时, 煤矸石含有的碳不仅可以提供热量, 节约烧制能源, 而且可以起到发泡剂作用, 形成更多的孔洞, 使砖体具有更好的保温隔热效果; 利用煤矸石烧制陶粒也有相同的效果。王占峰等人利用煤矸石作为基材研究保温砖的制备方法, 最佳配比为煤矸石:粉煤灰:工程弃土 = 50:20:30, 通过多种表征手段研究了成品的物理化学性质, 并得到最佳焙烧曲线[10]。

## 2.2. 污泥

污泥一般是污水处理后所产生的, 其是由有机残片、细菌菌体、无机颗粒、胶体等组成的。污泥一般有机物含量较高, 因此容易腐化, 并且由于其颗粒较细, 因此有时呈胶状液态。此外污泥中含有难降解物质、重金属、微生物等, 因此合理的处置污泥对于环境治理有着重要的意义。

利用污泥生产建筑材料成为了目前处理污泥的有效方式之一, 目前污泥的利用主要是制砖。利用污泥制砖主要有直接与间接两种方式, 一是将污泥干燥后进行烧制成砖, 由于污泥中含有大量的有机物, 因此在烧制过程中会为烧制过程提供大量的热量, 从而节省了能源的消耗, 并且有机物燃烧后会产生孔洞, 从而生产出轻质砖。二是将污泥燃烧后产生的灰凝结制砖, 由于污泥燃烧后的灰分中基本不存在有机物, 因此其化学成分与粘土基本一致, 制备烧结砖具有较好的效果。Balasubramanian 等人[11]研究了纺织废水处理厂污泥在建材中的利用潜力, 通过对纺织废水处理厂的污泥样品进行了研究, 评估了污泥对制砖的有效成分最高可替代 30%。

## 2.3. 农业废弃物

农业废弃物多为纤维素及多糖, 因此其为可燃物, 将农业废弃物添加入泥浆中, 其中农业废弃物可提供可燃物并在泥浆中制造孔洞, 通过添加农业废弃物可制造出轻质砖。

Demir 等人[12]研究牛皮纸的利用潜力粘土砖中的制浆残渣, 由于有机质增加了浆渣在粘土体中的成孔能力, 因此, 通过增加残留量(0%、2.5%、5%和(按重量计为 10%)与生砖粘土混合, 研究了所有样品在 900℃下烧结对成形、塑性、密度和力学性能的影响。结果表明 2.5%~5%的残渣添加量可在保持机械性能的前提下在粘土体中有效地形成孔隙。

Hanifi 等人的研究[13]表明传统的低质量混凝土砖和土坯并没有足够高的抗压强度, 因此为了提高抗压强度, 其研究了高抗压强度抗震材料并阐述了纤维与粘土、水泥、玄武岩浮石制成的加固泥砖的抗压强度, 同时对纤维在泥浆中的行为及不同几何形状的影响进行了详细研究。

## 2.4. 残渣

由于在钢铁行业中燃煤的大量使用以及炼钢过程中产生的废弃物, 因此, 钢铁高炉中残渣的产生量非常巨大, 目前, 利用高炉矿渣进行制砖成为了处理高炉矿渣的有效处理方法。

Malhotra 和 Tehri [14]研究了砖的发展从钢铁副产品高炉矿渣中提取工业, 研究表明将炉渣按照标准进行物理和化学性质检测, 并通过使用灰渣混合物在 50~200 kg/cm 的压力下压入混合料并进行打磨, 同时对砖块进行了抗压强度测试(在饱和条件下), 并研究了体积密度和吸水性。

## 3. 研究现状

目前, 国内外通过在砖体内添加聚苯颗粒、废弃橡胶、煤粉等成孔材料使得砖体内部形成大量微孔, 提高保温隔热性能。法国所研究的“G”型空心砖, 砌筑成 370 mm 厚的墙体, 其导热系数小于 0.5 W/(m·k), 使得建筑的能耗大大降低。Betzoeche. H 等利用泡沫玻璃作为成孔材料, 实验表明泡沫玻璃不仅能形成大量的微孔, 从而增强保温性能, 并且泡沫玻璃中的 SiO<sub>2</sub> 还可以形成新物相, 提高砖体的力学性能。德国研制的保温隔热砖, 其密度为 600~800 kg/m<sup>3</sup>, 导热系数为 0.1~0.13 W/(m·k), 具有良好的热工性能和力学性能。挪威以聚苯乙烯为成孔材料制备烧结微孔保温砖, 研究表明当聚苯乙烯的掺加量为 2%时, 砖体的导热系数小于 0.24 W/(m·k), 并且随着聚苯乙烯的掺加量的增大, 砖体的抗压强度和密度均明显降低。表 1 列出了目前不同废弃物制砖方式及性能。然而在未来的可工业化应用范围内, 还需提高抗压强度, 同时降低吸水性, 避免砖块性能下降。

**Table 1.** Different waste brick making methods and performance  
**表 1.** 不同废弃物制砖方式及性能

制砖废料	干燥方式	烧结/固化方式	性能
粉煤灰	室温干燥 24 小时	在 800℃ 的炉子中燃烧, 在 1000℃ 中	高吸水性, 高抗压强度
粉煤灰 - 石灰 - 石膏 (60, 10, 30%)	-	在 23.2℃ 的充水固化罐中固化	高吸水性, 高抗压强度
纺织废水污泥	烘箱中干燥 24 小时	-	高吸水性, 高抗压强度
聚苯乙烯泡沫, 0.5% (质量比)	110℃ 烘箱中干燥 24 小时	根据规定的温度 - 时间曲线在炉中燃烧样品	高吸水性, 高抗压强度
工业废水干污泥	在 103℃ 干燥 24 小时在烤箱里	在燃烧室中燃烧 880℃~1000℃	高吸水性, 高抗压强度
高炉矿渣	-	在 95% 湿度和 27℃ 温度下固化 28 天。	低密度, 高吸水性, 高抗压强度
石灰石和锯末, 15%	室温干燥 24 小时。	固化槽中固化 28 天	高吸水性, 高抗压强度

#### 4. 结论

本文总结了使用工、农业废弃物制砖的主要类型, 包括煤矸石、污泥、农业废弃物与矿产残渣等工农业废弃物, 通过引入不同废弃物阐述了制成砖块的性能, 并且解释了其对环境的作用。废弃物制砖可以有效提高废弃物利用率并降低废弃物对环境的破坏, 并且由于其工艺的优化可生产优质的轻质砖, 因此这种工艺可有效控制有害废弃物对环境的破坏, 并提高对废弃物的利用。

#### 参考文献

- [1] 郑亚蕾. 固体废弃物在页岩烧结砖中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 绵阳: 西南科技大学, 2015.
- [2] 杨传猛. 铁尾矿制备烧结砖和陶粒的研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2015.
- [3] 海龙, 梁冰, 卢钢, 迟宇峰, 戴宏锋. 煤矸石 - 粉煤灰烧结砖的研制[J]. 硅酸盐通报, 2013, 32(7): 1291-1296.
- [4] 何红桃. 新型赤泥、黄河泥沙基烧结砖的制备及其性能和烧结机理的研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2013.
- [5] 尹国勋, 刘慧思, 邢明飞. 利用多年期赤泥和煤矸石制备烧结砖[J]. 环境工程学报, 2012, 6(4): 1343-1347.
- [6] 郑云. 节能型烧结页岩空心砖的研制[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [7] Aeslina, A.K., Abbas, M., Felicity, R. and John, B. (2010) Density, Strength, Thermal Conductivity and Leachate Characteristics of Light Weight Fired Clay Bricks Incorporating Cigarette Butts. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2, 4.
- [8] Sunil, K. (2002) A Perspective Study on Fly Ash-Lime-Gypsum Bricks and Hollow Blocks for Low Cost Housing Development. *Construction and Building Materials*, 16, 519-525. [https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(02\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(02)00034-X)
- [9] Weng, C., Lin, D. and Chiang, P. (2003) Utilization of Sludge as Brick Material. *Advances in Environmental Research*, 7, 679-786. [https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(02\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(02)00037-0)
- [10] 王占锋. 固体废弃物制备烧结保温砖及基本性能研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2019.
- [11] Balasubramanian, J., Sabumon, P.C., John, U. and Ilangoan, R. (2006) Reuse of Textile Effluent Treatment Plant Sludge in Building Materials. *Waste Management*, 26, 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.01.011>
- [12] Demir, I. (2006) An Investigation on the Production of Construction Brick with Processed Waste Tea. *Building and Environment*, 41, 1274-1278. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.004>
- [13] Hanifi, B., Orhan, A. and Tahir, S. (2005) Investigation of Fibre Reinforced Mud Brick as a Building Material. *Construction and Building Materials*, 19, 313-318. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2004.07.013>
- [14] Malhotra, S.K. and Tehri, S.P. (1996) Development of Bricks from Granulated Blast Furnace Slag. *Construction and Building Materials*, 10, 191-193. [https://doi.org/10.1016/0950-0618\(95\)00081-X](https://doi.org/10.1016/0950-0618(95)00081-X)