

# 烧结墙板的生产工艺与技术

老梁（贵安新区）科技有限公司 梁嘉琪 韩志国

**摘要** 本文从原料、原料制备、挤出成型、干燥和焙烧等过程，阐述了烧结墙板的生产工艺与技术装备，特别是结合我国的国情，对烧结墙板的产品纲领提出了自己的建议，目的是向大家介绍烧结墙板的关键技术与装备，以及国内外烧结墙板的现状与发展，帮助企业在转型升级过程中，了解更多的信息和技术，为行业的发展提供技术帮助。

**关键词** 烧结墙板 生产工艺 技术装备 产品纲领

## 1、前言

烧结墙板（Sintering wallboard）指的是通过烧结而成的、长度超过 600mm 的烧结墙体材料，是当前呼声比较高的新型墙体材料，许多企业正在高度关注烧结墙板的发展前景。但烧结墙板在我国还处于新生发展阶段，对它的了解远比对空心砖的了解要少得多。在国家大力推进装配式墙体材料、烧结墙体材料部品化的形势下，认真的研究烧结墙板的生产技术，开发适应市场的板材产品，有着十分积极的意义。

可以预见，在今后的建筑体系中，烧结墙板有很好的市场，因为烧结墙板不仅拥有所有烧结墙体材料的优点，而且它是新型建筑体型中，全生命周期最好的材料，一定会受到市场的欢迎和青睐。

## 2、生产烧结墙板的原料

从理论上讲，生产烧结砖瓦产品所使用的原材料都能够生产烧结

墙板，甚至我们常见的工业固体废弃物——页岩、淤泥、煤矸石和污泥等，都可以作为烧结墙板的原料加以利用。但事情并非这么简单，事实上烧结墙板由于自身的技术要求非常严格，生产难度更加苛刻，用普通烧结砖对原料的要求和处理，是不能满足烧结板材对成型、干燥和焙烧的特殊需要的（见图 1）。

因而针对烧结墙板的技术需要，为了保证产品质量，必须用陶瓷工业对原料的控制技术，来指导烧结墙板的生产。原材料的化学成分、矿物组成、颗粒级配等指标对原料处理、挤出成型、湿坯干燥、制品焙烧、烧成颜色以及产品质量等，都有直接的影响。



图 1 生产烧结板材的常见原料（尾矿、页岩、黏土）

需要特别指出的是，在所有原料中，烧结砖瓦产品中起决定性作用的是黏土矿物（clay mineral）。因为这类矿物最先多在黏土中发现，或因粘土及粘土岩主要由这类矿物组成，故称为黏土矿物。

黏土矿物是一些具有层状构造的含水铝硅酸盐矿物，主要有高岭石、蒙脱石、水云母（伊利石）、绿泥石等。黏土矿物是构成黏土岩（页岩、煤矸石等）的主要矿物组分。黏土矿物颗粒极细，一般呈小于 0.01 毫米的细小鳞片，具有可塑性、耐火性、烧结性等。黏土矿物的含量及种类与烧结砖瓦原材料、成型、坯体干燥、焙烧乃至产品质量的关系密不可分，烧结墙板当然也是如此，（见表 1、表 2 和表

3) 。

表 1 国内部分页岩砖厂的原料化学成分 (%)

| 原料名称 | 烧失量   | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | 总计         |
|------|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------|
| 页岩1  | 8.89  | 56.84            | 5.92                           | 16.03                          | 6.82  | 1.15 | 0.04            | 0.91             | 2.13             | 0.64              | 99.37      |
| 页岩2  | 3.73  | 64.60            | 7.20                           | 14.14                          | 0.54  | 3.27 | 0.01            | 0.98             | 3.25             | 1.31              | 99.03      |
| 页岩3  | 14.34 | 54.58            | 5.85                           | 13.50                          | 6.38  | 3.39 | 0.27            | 0.61             | 0.10             | 0.31              | 99.33      |
| 页岩4  | 6.68  | 57.28            | 7.64                           | 21.88                          | 0.68  | 1.36 | 0.08            | 0.92             | 2.08             | 0.46              | 99.06      |
| 页岩5  | 7.90  | 57.58            | 9.70                           | 19.92                          | 2.48  | 0.62 | 0.12            | 0.78             | 0.18             | 0.24              | 99.5296.72 |
| 页岩6  | 14.14 | 43.40            | 6.22                           | 10.91                          | 10.76 | 9.74 | 0.07            | 0.92             | 3.08             | 0.42              | 99.66      |
| 页岩7  | 5.10  | 56.97            | 8.69                           | 17.89                          | 1.63  | 2.93 | 0.02            | 1.06             | 4.24             | 0.79              | 99.32      |
| 页岩8  | 7.85  | 60.99            | 5.04                           | 19.65                          | 1.03  | 1.23 | 0.05            | 0.86             | 1.88             | 0.45              | 99.03      |
| 页岩9  | 3.92  | 67.97            | 2.92                           | 18.68                          | 0.56  | 1.37 | 0.02            | 0.78             | 2.80             | 0.10              | 99.1297.37 |
| 页岩10 | 5.50  | 60.62            | 6.96                           | 18.70                          | 0.90  | 2.38 | 0.02            | 0.90             | 2.54             | 0.80              | 99.32      |
| 页岩11 | 5.95  | 61.97            | 6.34                           | 17.86                          | 0.63  | 2.18 | 0.03            | 0.91             | 2.45             | 0.73              | 99.05      |

表 2 国内部分页岩砖厂页岩原材料的矿物成分 (%)

| 矿物原料 | 伊蒙混合层 | 高岭石 | 伊利石 | 蒙脱石 | 透闪石 | 绿泥石 | 绢云母 | 石英 | 方解石 | 硬石膏 | 赤铁矿 | 菱铁矿 | 微斜长石 | 钠长石 | 铁白云石 | 锐钛矿 | 沸石 | 非晶相 | 未检出 |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|----|-----|-----|
| 页岩1  | 20    | 10  | -   | -   | 2   | -   | -   | 46 | 8   | -   | 4   | -   | 6    | 2   | -    | -   | -  | -   | 2   |
| 页岩2  | -     | -   | -   | -   | -   | 43  | 17  | 27 | 3   | -   | -   | -   | -    | 8   | -    | -   | -  | -   | 2   |
| 页岩3  | 37    | 18  | -   | -   | -   | -   | -   | 24 | 5   | -   | -   | -   | 3    | 5   | 8    | -   | -  | -   | -   |
| 页岩4  | 40    | 10  | -   | -   | -   | 2   | -   | 43 | -   | -   | 2   | -   | -    | -   | -    | -   | -  | -   | 3   |
| 页岩5  | 45    | 8   | -   | -   | -   | -   | -   | 47 | -   | -   | -   | -   | -    | -   | -    | -   | -  | -   | -   |
| 页岩6  | -     | 3   | 10  | 8   | -   | 10  | -   | 33 | 15  | -   | 10  | -   | 4    | 2   | -    | 2   | -  | -   | 3   |
| 页岩7  | 30    | 5   | -   | -   | -   | -   | -   | 43 | 4   | 3   | 6   | -   | -    | 6   | -    | -   | -  | -   | 3   |
| 页岩8  | 35    | 15  | -   | -   | -   | -   | -   | 40 | 3   | -   | -   | -   | -    | 3   | -    | -   | 2  | -   | 2   |
| 页岩9  | -     | 9   | 46  | -   | -   | -   | -   | 27 | 4   | -   | -   | 2   | 3    | 4   | -    | 2   | -  | -   | 3   |
| 页岩10 | 25    | 8   | -   | 21  | -   | -   | -   | 16 | -   | -   | -   | -   | 7    | -   | -    | -   | -  | 20  | 3   |
| 页岩11 | -     | 10  | 17  | 22  | -   | -   | -   | 15 | -   | -   | -   | -   | 7    | -   | -    | -   | -  | 25  | 4   |

表 3 烧结墙板黏土矿物组成 (参考瓦的参数)

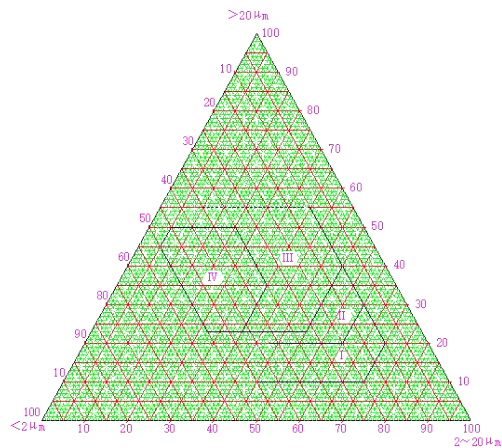
| 矿物种类     | 允许范围 (质量%) | 理想范围 (质量%) |
|----------|------------|------------|
| 高岭石      | 0 ~ 35     | 5 ~ 20     |
| 绢云母+伊利石  | 0 ~ 50     | 10 ~ 25    |
| 蒙脱石      | 0 ~ 25     | 0 ~ 5      |
| 绿泥石      | 0 ~ 20     | 0 ~ 10     |
| 石英       | 15 ~ 60    | 30 ~ 50    |
| 长石       | 0 ~ 20     | 0 ~ 10     |
| 方解石      | 0 ~ 13     | 0 ~ 5      |
| 白云石+铁白云石 | 0 ~ 15     | 0 ~ 3      |
| 针铁矿      | < 1        | < 1        |
| 赤铁矿      | 0 ~ 5      | 0 ~ 3      |
| 菱铁矿      | 0 ~ 3      | < 1        |
| 黄铁矿      | < 1        | < 1        |
| 石膏       | < 1        | < 1        |
| 角闪石      | < 1        | < 1        |

颗粒组成（级配）对烧结墙板的原料要求极为重要，同时对生产工艺、产品质量都具有重要意义。如原料的分散性、流动性、可塑性、干燥敏感性以及坯体的致密程度、强度、烧成性能等等，都同颗粒组成（级配）有密切的关系。从表 4 可看出这样的趋势：即从普通实心砖到竖孔空心砖再到楼板砖，原料的细度逐步提高。

表 4 146 种砖瓦原料的粒度组成（德国）

| 产品类型    | 数量 | 粒度分布 (质量%) |          |         |                     |                     |                     |
|---------|----|------------|----------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|
|         |    | 存在范围       |          |         | 高丰度范围               |                     |                     |
|         |    | < 2μm      | 2 ~ 20μm | > 20μm  | < 2μm               | 2 ~ 20μm            | > 20μm              |
| 实心砖     | 30 | 10 ~ 25    | 15 ~ 35  | 45 ~ 73 | 14 ~ 22             | 17 ~ 31             | 51 ~ 67             |
| 竖孔空心砖   | 30 | 20 ~ 36    | 14 ~ 54  | 17 ~ 50 | 23 ~ 34             | 18 ~ 31             | 39 ~ 59             |
| 排水管劈离砖瓦 | 3  | 30 ~ 56    | 17 ~ 51  | 8 ~ 44  | 38 ~ 53<br>(4053)※※ | 17 ~<br>33(20 ~ 27) | 19 ~<br>37(22 ~ 36) |
|         | 2  |            |          |         |                     |                     |                     |
|         | 75 |            |          |         |                     |                     |                     |
| 楼板砖     | 6  | 30 ~ 47    | 17 ~ 54  | 16 ~ 43 | 41 ~ 43             | 25 ~ 32             | 19 ~ 30             |

在烧结墙板的生产过程中，原料的颗粒级配是非常重要的参数，关于这一点，大多数烧结砖厂都没有意识到，粗犷的原料处理方式使得我们的制品一直处于很低的水平。在国外的企业中却不一样，他们通常要对原料的颗粒级配做出科学的分析之后，才会确定挤出机的参数，并以此科学的制定干燥和焙烧制度（图2）。



I -实心砖、II -空心砖、III -瓦、IV -楼板砖

图 2、温克勒尔颗粒级配三角图

3、产品品种的分类

烧结板材（Sintered plate）是当今新型墙体材料中的佼佼者，主要应用于装配式建筑，工业建筑、公共建筑、高层建筑、特色小镇等，用途十分广泛，主要有以下几种分类：

- 按照制造方法分类，烧结板材分为单块墙板、组合墙板等；
- 按照用途（功能）分类，有外墙板、内墙板、隔墙板、外挂墙板、楼板等等；
- 按照材料分类：有混凝土墙板、石膏墙板、硅钙墙板、蒸压加气混凝土墙板和泡沫陶瓷墙板等等。

本文所指的烧结墙板是采用黏土质原料，经过对原料加工处理、挤出成型、脱水干燥并在高温窑炉里面焙烧而得到的陶质材料，具有耐久性好、性质稳定、隔热保温，是所有墙体材料中性能最优异的建



筑材料，烧结墙板是烧结墙体材料发展的方向（见图3）。

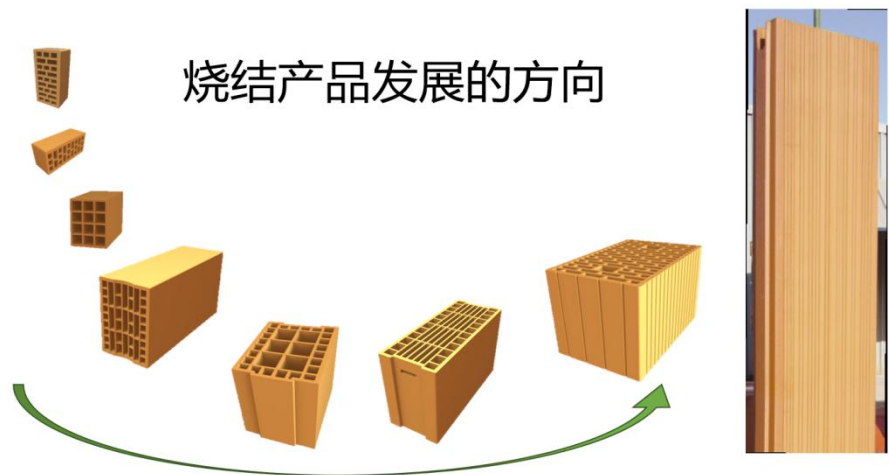


图3 烧结产品发展的方向示意图

烧结制品从普通砖、承重多孔砖、空心砖到烧结空心砌块，最终向板材方向发展，是烧结制品的最终目标，也是烧结制品的必由之路。目前我国烧结空心板材的产量还非常低，仅有成都桔丰山页岩砖厂等少数企业在生产，而且品种也非常少，烧结板材的发展前景非常广阔。图4是欧洲维也纳山（Wienerberger）公司的部分产品规格。

| <div><div>Porotherm Überlagen 24 cm<sup>1)</sup></div><table><tr><th>Art.-Nr.<sup>2)</sup></th><th>Mat.-Gr.</th><th>Masse<br/>B x H<br/>cm</th><th colspan="3">Abmessungen<br/>cm</th><th colspan="2">Wärme-Isolierung<br/>m<sup>2</sup>/Wk<sup>3)</sup></th><th colspan="2">Preis<sup>4)</sup><br/>€/m<sup>2</sup></th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>Zone 1</th><th>Zone 2</th><th>Zone 3</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>62540810</td><td>500</td><td>6,5 x 23,8</td><td>0,13</td><td>0,22</td><td>0,32</td><td>HD*</td><td>-</td><td>-</td><td>16,10</td></tr></table><div><div>1) Längen von 1,00 - 3,00 m, abgestuft alle 25 cm.</div><div>2) Art.-Nr. für Länge 1,00 m.</div><div>3) Preis pro m<sup>2</sup> - Abschätzung pro Stück.</div><div>4) Preisuntergrenze: Längen von 1,00 - 3,00 m - 15 Stück.</div></div></div>                                                                                                                                     |          |                      |                   |        |        |                                                      |        |                                         |       | Art.-Nr. <sup>2)</sup> | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |  |  | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |  | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |  |  |  |  | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 |  |  |  |  | 62540810 | 500 | 6,5 x 23,8 | 0,13 | 0,22 | 0,32 | HD* | -      | -       | 16,10 |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|-------------------|--------|--------|------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|-------|------------------------|----------|----------------------|-------------------|--|--|------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|--|--|--|--|--------|--------|--------|--|--|--|--|----------|-----|------------|------|------|------|-----|--------|---------|-------|----------|-----|---------|------|------|------|---|--------|---|------|
| Art.-Nr. <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |        |        | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |        | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                      | Zone 1            | Zone 2 | Zone 3 |                                                      |        |                                         |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 62540810                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 500      | 6,5 x 23,8           | 0,13              | 0,22   | 0,32   | HD*                                                  | -      | -                                       | 16,10 |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| <div><div>Porotherm Sturz 14,2 cm<sup>1)</sup></div><table><tr><th>Art.-Nr.<sup>2)</sup></th><th>Mat.-Gr.</th><th>Masse<br/>B x H<br/>cm</th><th colspan="3">Abmessungen<br/>cm</th><th colspan="2">Wärme-Isolierung<br/>m<sup>2</sup>/Wk<sup>3)</sup></th><th colspan="2">Preis<sup>4)</sup><br/>€/m<sup>2</sup></th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>Zone 1</th><th>Zone 2</th><th>Zone 3</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>62540810</td><td>380</td><td>12 x 14,2</td><td>0,16</td><td>0,22</td><td>0,32</td><td>HD*</td><td>AP/FP*</td><td>-</td><td>12,85</td></tr></table><div><div>1) Längen von 1,00 - 3,00 m, abgestuft alle 25 cm.</div><div>2) Art.-Nr. für Länge 1,00 m.</div><div>3) Preis pro m<sup>2</sup> - Abschätzung pro Stück.</div><div>4) Preisuntergrenze: Längen von 1,00 - 3,00 m - 15 Stück.</div></div></div>                                                                                                                                   |          |                      |                   |        |        |                                                      |        |                                         |       | Art.-Nr. <sup>2)</sup> | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |  |  | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |  | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |  |  |  |  | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 |  |  |  |  | 62540810 | 380 | 12 x 14,2  | 0,16 | 0,22 | 0,32 | HD* | AP/FP* | -       | 12,85 |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| Art.-Nr. <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |        |        | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |        | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                      | Zone 1            | Zone 2 | Zone 3 |                                                      |        |                                         |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 62540810                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 380      | 12 x 14,2            | 0,16              | 0,22   | 0,32   | HD*                                                  | AP/FP* | -                                       | 12,85 |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| <div><div>Porotherm Thermo-Sturz<sup>1)</sup></div><table><tr><th>Art.-Nr.<sup>2)</sup></th><th>Mat.-Gr.</th><th>Masse<br/>B x H<br/>cm</th><th colspan="3">Abmessungen<br/>cm</th><th colspan="2">Wärme-Isolierung<br/>m<sup>2</sup>/Wk<sup>3)</sup></th><th colspan="2">Preis<sup>4)</sup><br/>€/m<sup>2</sup></th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>Zone 1</th><th>Zone 2</th><th>Zone 3</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>62540510</td><td>500</td><td>12 x 6,5</td><td>0,08</td><td>0,14</td><td>0,18</td><td>HD*</td><td>AP/FP*</td><td>HD*/LD*</td><td>12,40</td></tr></table><div><div>1) Längen von 1,00 - 3,00 m, abgestuft alle 25 cm.</div><div>2) Art.-Nr. für Länge 1,00 m.</div><div>3) Preis pro m<sup>2</sup> - Abschätzung pro Stück.</div><div>4) Preisuntergrenze: Längen von 1,00 - 3,00 m - 40 Stück.</div></div></div>                                                                                                                               |          |                      |                   |        |        |                                                      |        |                                         |       | Art.-Nr. <sup>2)</sup> | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |  |  | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |  | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |  |  |  |  | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 |  |  |  |  | 62540510 | 500 | 12 x 6,5   | 0,08 | 0,14 | 0,18 | HD* | AP/FP* | HD*/LD* | 12,40 |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| Art.-Nr. <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |        |        | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |        | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                      | Zone 1            | Zone 2 | Zone 3 |                                                      |        |                                         |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 62540510                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 500      | 12 x 6,5             | 0,08              | 0,14   | 0,18   | HD*                                                  | AP/FP* | HD*/LD*                                 | 12,40 |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| <div><div>Spannton-Sturz<sup>1)</sup></div><table><tr><th>Art.-Nr.<sup>2)</sup></th><th>Mat.-Gr.</th><th>Masse<br/>B x H<br/>cm</th><th colspan="3">Abmessungen<br/>cm</th><th colspan="2">Wärme-Isolierung<br/>m<sup>2</sup>/Wk<sup>3)</sup></th><th colspan="2">Preis<sup>4)</sup><br/>€/m<sup>2</sup></th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>Zone 1</th><th>Zone 2</th><th>Zone 3</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>50008010</td><td>500</td><td>17,5 x 7,1</td><td>0,08</td><td>0,14</td><td>0,18</td><td>HD*</td><td>-</td><td>HD*/LD*</td><td>24,10</td></tr></table><div><div>1) Längen von 1,00 - 3,00 m, abgestuft alle 25 cm.</div><div>2) Art.-Nr. für Länge 1,00 m.</div><div>3) Preis pro m<sup>2</sup> - Abschätzung pro Stück.</div><div>4) Preisuntergrenze: Längen von 1,00 - 3,00 m - 30 Stück.</div></div></div>                                                                                                                                          |          |                      |                   |        |        |                                                      |        |                                         |       | Art.-Nr. <sup>2)</sup> | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |  |  | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |  | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |  |  |  |  | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 |  |  |  |  | 50008010 | 500 | 17,5 x 7,1 | 0,08 | 0,14 | 0,18 | HD* | -      | HD*/LD* | 24,10 |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| Art.-Nr. <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |        |        | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |        | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                      | Zone 1            | Zone 2 | Zone 3 |                                                      |        |                                         |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 50008010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 500      | 17,5 x 7,1           | 0,08              | 0,14   | 0,18   | HD*                                                  | -      | HD*/LD*                                 | 24,10 |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| <div><div>Vibraton-Sturz<sup>1)</sup></div><table><tr><th>Art.-Nr.<sup>2)</sup></th><th>Mat.-Gr.</th><th>Masse<br/>B x H<br/>cm</th><th colspan="3">Abmessungen<br/>cm</th><th colspan="2">Wärme-Isolierung<br/>m<sup>2</sup>/Wk<sup>3)</sup></th><th colspan="2">Preis<sup>4)</sup><br/>€/m<sup>2</sup></th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>Zone 1</th><th>Zone 2</th><th>Zone 3</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>62540810</td><td>504</td><td>12 x 6,5</td><td>0,21</td><td>0,21</td><td>0,21</td><td>HD*</td><td>AP/FP*</td><td>-</td><td>9,30</td></tr><tr><td>62540810</td><td>504</td><td>6 x 6,5</td><td>0,21</td><td>0,21</td><td>0,21</td><td>-</td><td>AP/FP*</td><td>-</td><td>9,30</td></tr></table><div><div>1) Längen von 1,00 - 3,00 m, abgestuft alle 25 cm.</div><div>2) Art.-Nr. für Länge 1,00 m.</div><div>3) Preis pro m<sup>2</sup> - Abschätzung pro Stück.</div><div>4) Preisuntergrenze: Längen von 1,00 - 3,00 m - 40 Stück.</div></div></div> |          |                      |                   |        |        |                                                      |        |                                         |       | Art.-Nr. <sup>2)</sup> | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |  |  | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |  | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |  |  |  |  | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 |  |  |  |  | 62540810 | 504 | 12 x 6,5   | 0,21 | 0,21 | 0,21 | HD* | AP/FP* | -       | 9,30  | 62540810 | 504 | 6 x 6,5 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | - | AP/FP* | - | 9,30 |
| Art.-Nr. <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |        |        | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |        | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                      | Zone 1            | Zone 2 | Zone 3 |                                                      |        |                                         |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 62540810                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 504      | 12 x 6,5             | 0,21              | 0,21   | 0,21   | HD*                                                  | AP/FP* | -                                       | 9,30  |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 62540810                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 504      | 6 x 6,5              | 0,21              | 0,21   | 0,21   | -                                                    | AP/FP* | -                                       | 9,30  |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| <div><div>Porotherm Sturz<sup>1)</sup></div><table><tr><th>Art.-Nr.<sup>2)</sup></th><th>Mat.-Gr.</th><th>Masse<br/>B x H<br/>cm</th><th colspan="3">Abmessungen<br/>cm</th><th colspan="2">Wärme-Isolierung<br/>m<sup>2</sup>/Wk<sup>3)</sup></th><th colspan="2">Preis<sup>4)</sup><br/>€/m<sup>2</sup></th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>Zone 1</th><th>Zone 2</th><th>Zone 3</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>62540710</td><td>500</td><td>9 x 6,5</td><td>0,08</td><td>0,14</td><td>0,18</td><td>HD*</td><td>-</td><td>HD*/LD*</td><td>10,80</td></tr></table><div><div>1) Längen von 1,00 - 3,00 m, abgestuft alle 25 cm.</div><div>2) Art.-Nr. für Länge 1,00 m.</div><div>3) Preis pro m<sup>2</sup> - Abschätzung pro Stück.</div><div>4) Preisuntergrenze: Längen von 1,00 - 3,00 m - 40 Stück.</div></div></div>                                                                                                                                            |          |                      |                   |        |        |                                                      |        |                                         |       | Art.-Nr. <sup>2)</sup> | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |  |  | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |  | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |  |  |  |  | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 |  |  |  |  | 62540710 | 500 | 9 x 6,5    | 0,08 | 0,14 | 0,18 | HD* | -      | HD*/LD* | 10,80 |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| Art.-Nr. <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Mat.-Gr. | Masse<br>B x H<br>cm | Abmessungen<br>cm |        |        | Wärme-Isolierung<br>m <sup>2</sup> /Wk <sup>3)</sup> |        | Preis <sup>4)</sup><br>€/m <sup>2</sup> |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                      | Zone 1            | Zone 2 | Zone 3 |                                                      |        |                                         |       |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |
| 62540710                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 500      | 9 x 6,5              | 0,08              | 0,14   | 0,18   | HD*                                                  | -      | HD*/LD*                                 | 10,80 |                        |          |                      |                   |  |  |                                                      |  |                                         |  |  |  |  |        |        |        |  |  |  |  |          |     |            |      |      |      |     |        |         |       |          |     |         |      |      |      |   |        |   |      |

图4 欧洲维也纳山公司（Wienerberger）生产的部分烧结墙板



各种规格的烧结墙板

图 5 部分烧结墙板的照片资料

根据装配式建筑的发展，现代化砖厂不再是单一的卖砖模式，而是朝着卖墙、卖房的方式转变，实现产业转型升级的发展，走绿色制造、智能制造的道路。

### 装配式烧结墙板和部品化构件



图 6 装配式烧结板材和部品化构件

## 4、原料处理

生产烧结墙板，原料处理非常关键，处理的目的是将原料破碎或粉磨至要求的粒度，使粘土的矿物组分充分分散和疏解，保证足够的

可塑性和结合能力。通常采用的方法有：预均化、配料、破碎、搅拌、陈化、练泥等措施，要将所有基本原料和添加料用水充分润透并搅拌均匀，制成配合料以备成型使用。

由于烧结板材的特殊性，控制它的总收缩、翘曲变形和制品强度等指标尤为重要，所以，原料处理成为整个工艺流程中，是首当其冲的关键工序。生产烧结陶板和烧结西式瓦的经验与做法，可以借鉴到烧结墙板生产线中来，图 7 是原料处理的主要流程和设备。

值得注意的是，在欧洲的烧结砖生产线中，对辊机、轮碾机和圆盘筛式捏合机是原料处理的“三大件”，而在我国却比较少见。近年来我国对辊机发展比较迅速，但轮碾机似乎没有见到有多大动静，欧洲多用湿轮碾机，干式轮碾机多用在陶瓷行业中。

湿式轮碾机又分为带槽孔板及边缘卸料的两种形式。轮碾机对两种或两种以上密度差别大的原材料的混炼效果非常好，特别是保温隔热砌块微孔形成剂与粘性原料的均匀混合。轮碾机在破碎功能上被定位于“中碎设备”，其实它的混合碾练功能更加突出。



## 原料处理的主要流程



图 7 原料处理的主要流程和设备

### 5、成型

真空挤出机是生产烧结墙板的关键设备，国外通常都要针对原料做一系列的试验，再根据试验的结果确定挤出机的参数，在我国这项工作还是一个薄弱环节，大多数砖瓦机械厂在客户订货之前，几乎不关心原料的颗粒级配等关键的物理参数，这是非常遗憾的事情。

而在欧洲却截然不同，真空挤出机在交付客户之前，必须完成原料的一系列试验，在得到试验参数并按照这些参数指导砖机的制造，之后才交付客户使用。原料试验是采用德国的布朗公司联合斯多加大学的电子计算机应用研究所、卡尔斯鲁赫大学的机械工艺工程和机械研究所、克劳赛尔大学的玻璃陶瓷研究所，先后用了 8 年时间，根据流变学原理，建立的数学模型 PSM 软件进行的。

值得高兴的是，山东功力机械制造有限公司等企业，已经意识到我们在原料性能检验方面的薄弱环节，正在加紧原料流变学和颗粒级配等参数的实验室建设，利用“温克勒尔颗粒级配”参数指导挤出机

的设计与制造，不久将运用到设备制造的实际工作中。

从严格的意义来讲，我国还没有专门用于烧结墙板的挤出机，因为对于烧结墙板这种长度与厚度之比远大于 4 的产品，普通挤出机是难以胜任的。但是在陶瓷行业中，我国的合肥建华空心砖机有限公司、宜兴和佛山等地的陶瓷机械企业，却有专门挤出烧结陶板和瓦的真空挤出机，他们的经验值得我们关注和借鉴。

还有就是 2002 年，陕西宝深公司借鉴欧洲的技术，开发出一种双螺旋的真空挤出机，用于非烧结的“3E 板”挤出成型，受到业内人士的高度关注。



图 8 真空螺旋挤出机生产墙板的资料照片

## 6、制品干燥

烧结墙板的干燥是难度最大的，按照欧洲的标准，干燥后的含水率必须在 3% 以下才能保证墙板后续的焙烧质量。根据产品的定位，汉斯型室式干燥室、立体循环的“安卓”干燥窑、平面循环的隧道式干燥室、以及多层连板式干燥窑等是我们可以选择的干燥设备。

我国在烧结墙板干燥方面的研究相对比较滞后，过去把重点放在二次码烧的“上下架”系统的研究上，而忽略了干燥室的开发。所以

这项工作必须迎头赶上、抓紧落实，否则干燥这一环节将会成为我们开发烧结墙板的瓶颈。下面我们介绍几种常见的干燥设备。

**6.1、汉斯型室式干燥室**

汉斯干燥室属于间歇性干燥设备，采用独立的内部循环的送风方式，因而干燥制度是独立的。它的干燥制度是建立在时间函数方向上的，也就是说隧道式干燥室的干燥制度是随长度而变化的，而汉斯室式干燥室的干燥制度是随时间而变化的。汉斯干燥室可以依据原料、品种、含水率的变化而量身定制干燥制度。因此汉斯室式干燥室特别适应品种多样、原料复杂和技术要求严格的生产线，特别适合空心砌块和烧结空心板材的干燥工作。

汉斯干室式燥室还有一个突出优点：系统简单、造价低廉。



图9 重庆金螯有限公司的“汉斯”室式干燥室

**6.2、安卓快速干燥窑**

安卓快速干燥窑（ ANJOU FAST DRYER ）是法国赛力克（CERIC）公司设计的一种新型快速干燥器，利用热交换中的对流原理来干燥制品，这种干燥器的优点是制品干燥速度快，一般只需要4小时左右，而且没有上下架系统，占地面积很小，在我国尚属空白。

安卓快速干燥窑的工作原理类似于陶瓷工业的“吊篮式”干燥器，对运转系统的加工精度和材质要求严格，并且还要配备独立的热风发生炉和循环系统，这些技术我们尚未掌握，需要从法国克莱亚（CLEIA）



公司引进（图 10）。



左-安卓干燥窑、 中-安卓干燥窑的吊篮、 右-干燥出窑的墙板

图 10 安卓干燥窑的资料照片

### 6.3、平面内循环快速干燥室

如果说安卓快速干燥窑的特点是“垂直”干燥系统，那么平面内循环快速干燥室就是“平面”循环系统。这种平面循环快速干燥室不同于过去的隧道式干燥室，它更适合中国国情，它依然采用干燥车为载体，但此干燥车非彼干燥车，是专门为干燥墙板而独立设计的，并且没有传统的、繁琐的上下架系统（见图 11）。



图 11 平面内循环快速干燥室

平面循环快速干燥室还适合“一次码烧”生产线的升级改造，因为它占地面积很小，特殊的干燥车永远在干燥室内循环，不需要过去那种复杂的“上下架”系统，整个生产线显得更加简洁明快。

### 6.4、其他干燥系统

除了前面介绍的汉斯室式干燥室、安卓快速干燥室和平面内循环

干燥室三种方式以外，国内还有陕西宝深集团公司开发制造的“链板式二次码烧快速干燥窑”（见图 12）、以及我们设计的“内循环平流干燥室”等，为我们生产烧结墙板提供了更多的选择机会。



图 12 链板式二次码烧快速干燥窑

## 7、焙烧

对于焙烧长度尺寸很长的烧结墙板材产品，选择合适的窑炉是至关重要的。根据以往的经验，长度规格大于 1500 毫米、产量比较高的烧结墙板生产线，选择大型装配式隧道窑比较合适。而尺寸较小、壁薄的小规格墙板或者陶板等制品，可以选择陶瓷行业常见的辊道窑。

为了防止板材在烧结过程中的收缩裂纹，维纳伯艮公司还采用专门的耐火模具，把板材放在模具上焙烧，而不是板材压板材的方式，最大限度的提高焙烧的合格率。



图 13 天然气装配式隧道窑（法国）



## 8、产品规格的讨论

现在我们不得不又回到产品纲领这个重要的话题上——生产什么规格的烧结墙板？这是每一个企业都要认真考虑的，特别是要结合当地的建筑结构和市场的需求，现在我们可能面临的三个选择：

8.1、一步到位，生产长度达到 3m 以上的烧结墙板，当然难度系数也是最大；但这种规格的板材市场接受程度最好，竞争力最强；

8.2、生产长度为 0.6~1.5m 以内的小规格烧结墙板，生产难度相对减少，欧洲这种规格最多，多用于隔墙板、分户墙等部位，板的孔洞中还要填充矿棉，增强隔音和隔热性能；

8.3、生产烧结空心砌块（比传统的烧结空心砖规格大），然后采用砌墙机将其组合成整体墙板，以满足装配式建筑的需要，这种“化零为整”的方式可以起到扬长避短的作用，优点是生产难度降低，但是却使生产过程复杂化（图 14）。

重庆市墙材行业同样面临这样的选择，他们最后选择了第 3 种方案，显然这是一个折中的方案。其他省同样会面临这个问题，需要认真分析、广泛听取意见，最后选择既要切合行业实际、又要有超前意识的、科学的合理方案。



这个方案有移动砌墙法、固定台座法和机器人砌筑法三种，但烧结空心砌块必须事先打磨保证尺寸。



图 14 采用砌墙机和砌块打磨设备

### 9、投资概预算

以全部国产设备为例，年产量 200 万 m<sup>2</sup>（折合 1.2 亿标准砖），原料处理及成型设备、自动化切码运及内循环隧道式快速干燥系统、隧道窑系统、建筑工程、环保系统、设计等费用，但不含生活服务设施及土地费用（见表 5）。

表 5 投资概预算汇总表

| 费用名称                 | 建筑工程 | 设备购置 | 安装及运杂费 | 其他工程费 | 合计(万元) |
|----------------------|------|------|--------|-------|--------|
| 1、原料处理+成型设备+切割系统     |      | 1230 | 123    |       | 1353   |
| 2、自动化切码运系统+内循环干燥室系统  | 450  | 926  | 90     |       | 1466   |
| 3、9.2米装配式隧道窑+燃气系统+控制 |      | 1800 | 180    |       | 1980   |
| 4、建筑工程+参观通道          | 1320 |      |        |       | 1320   |
| 5、环保设备（脱硫+除尘+脱硝）     |      | 380  | 38     |       | 418    |
| 6、总图及运输+绿化+消防设施      | 380  |      |        |       | 380    |
| 7、设计费（包含可行性研究）       |      |      |        | 120   | 120    |
| 8、基本预备费              |      |      |        | 350   | 350    |
| 总投资合计（万元）            | 2150 | 4336 | 431    | 470   | 7387   |

### 10、结束语

综上所述，现在我们对烧结墙板的生产过程有了一个系统的认识，由于篇幅所限，我们对设备的选择、墙板的切码运系统、产品的最终方案，以及燃料种类和控制方式等内容，没有作深入细致的介绍，留待我们下一步再抽时间与大家一起讨论。

在本编制过程中，四川省墙材工业协会始终给与积极的支持和鼓励，同时我们还得到西安墙材院教授级高工湛轩业和法国克莱亚（CLEIA）公司中国区经理蒋锦凯先生的大力帮助，谨此向他们致以衷心的感谢！文中有不妥当的地方，希望得到业内同行的批评指正。