

## 高效均化库的优化设计及应用

杨立胜, 刘汝海, 王庆福, 赵振华, 徐玲和

(莱芜钢铁集团 鲁碧建材有限公司, 山东 莱芜 271103)

**摘要:** 分析认为石灰石是影响熟料生产中质量状况的主要因素。通过对目前水泥生产中原料预均化设施进行分析及比较, 优化设计实施了以矩形均化库和配套闭路筛分破碎设施等组成的高效均化库, 使石灰石中CaO标准偏差由进厂时的5%降至磨成的0.8%, 石灰石粒径由原25mm降至9mm, 出磨生料三率值KH、n、p合格率分别提高12.1%、10.0%、8.4%, 熟料标号提高, 降低了生产成本, 年效益可达310余万元。

**关键词:** 石灰石; 预均化; 矩形均化库; 闭路筛分破碎; 高效均化库

中图分类号: TQ172.6+12 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2003)05-0051-03

### Optimum Design and Application of High Efficient Homogenization Storage

YANG Li-sheng, LIU Ru-hai, WANG Qing-fu, ZHAO Zhen-hua, XU Ling-he

(Laiwu Iron and Steel Group, Lubi Building Material Co., Ltd., Laiwu 271103, China)

**Abstract:** Limestone is a main factor to influence quality condition in chamotte production by means of analyzing. Through analyzing and comparing to pre-homogenization equipment of raw material in the cement production at present the high efficient homogenization storage consisted of rectangle homogenization storage and all closed screening and broken equipments was designed and the design has been practiced. The standard deviation of calcium oxide in limestone is decreased from 5% to 0.8% which is from material transported into plant to finished milled, the grain fineness of limestone is decreased from 25mm to 9mm, the qualified rate of three rate value (KH, n, p) of milled raw material is separately increased by 12.1%, 10.0%, 8.4%, the grade of chamotte is increased, the production cost is decreased and annual profit can come up to 3.1 million Yuan.

**Keywords:** limestone; pre homogenization; rectangle homogenization storage; closed screening and broken equipment; high efficient homogenization storage

### 1 生产现状

山东鲁碧建材有限公司(简称鲁碧公司)1000t/d熟料生产线于1998年1月建成投产。该生产线工艺先进,采用五级旋风预热器、RSP型分解炉窑外分解技术,全部生产系统实现了集散控制、计算机管理,自动化程度较高。在生产中,生料采用石灰石、粉煤灰、硫酸渣、砂岩四种原料按比例配置粉磨而成,再经高温煅烧生成熟料。2002年生产熟料33万t,已超过了其设计能力,但质量却不很理想。

在生料配制生产中,石灰石所占的比例在85%左右,来源于莱钢集团万和公司供炼钢熔剂石灰石后的尾

矿。其CaO含量一般在48%~53%之间，波动比较明显，直接影响了出磨生料质量。在原设计中，进厂石灰石设置了2个储存圆库，总储量在4000t左右，储期2天。尽管也采取了一定的均化措施，但比较简单，储量又较少，达不到均化效果，出磨生料质量不尽理想，生料三率值KH（饱和比）、n（硅酸率）、p（铝氧率）合格率较低。致使熟料在煅烧过程较难控制，操作被动，制约了熟料质量的稳定提高。此外，粉煤灰、硫酸渣为粉状，砂岩经过二次破碎后，粉状物占主要部分，石灰石粒度偏大、分布不均匀，平均粒度25mm。实际生产中，既影响计量的准确性，又影响生料磨产量的提高。针对上述情况，设计实施了矩形均化库和配套闭路筛分破碎设施等组成的石灰石高效均化库，有效地稳定了石灰石的质量，降低了粒度，取得了较好的效果。

## 2 方案分析及确定

### 2.1 预均化设施的对比分析

预均化是指在原料配料前，通过对原料进行增大储存量，采取均化措施，使原料在储存与取用过程中得到均化。在水泥生产中，预均化设施主要有以下几种：预均化堆场，普通矩形均化库（断面切取式预均化库），预均化堆棚，多库搭配。目前用于均化石灰石的主要是预均化堆场和普通矩形均化库。对预均化堆场和矩形均化库进行对比发现，在相同的建设条件下，普通矩形均化库的占地面积、均化电耗、设备投资等均优于预均化堆场，且除尘易处理，操作维护也较简便，但随着建设规模的增大，其土建投资所占的比重明显增大。对于规模较小的矩形均化库，其总投资远远低于预均化堆场。但是矩形均化库由于均化效果相对较差，受限性比较大，一般常见应用于中小型立窑水泥企业，在新型干法旋窑生产中很少被采用。通过分析认为，对于中小型的干法旋窑厂，特别是原料无预均化设施的企业，可以采取适当的技术措施，利用矩形均化库达到或超过预均化堆场的均化效果，完全能够满足新型干法旋窑生产的需要。

### 2.2 工艺流程

2.2.1 原生产工艺流程原生料制备中，进厂石灰石设有2个储存圆库，每个圆库库底共有2个出料口，为使其能够起到一定的均化作用，出料口均采取变频调速皮带机下料，保持正常生产中4台调速皮带机同时给料。这样，经搭配出库的石灰石再由提升机提入配料站石灰石配料圆库，完成与其它几种原料按配比混合生产生料的过程。具体工艺流程如图1中虚线框内所示。由于该流程中石灰石总储存量较少，均化措施比较简单，且进厂石灰石粒度相对较大、分布不均匀，在圆库中颗粒间的“离析”现象比较明显。实际生产运作中，石灰石圆库仅起到一定的储存物料的作用，达不到预均化的目的。

2.2.2 新的生产流程根据企业的实际生产需要，考虑到场地空间的限制，以原有的石灰石存取设施为依托，认为设计一座小型矩形均化库，规格为（长×宽×高）：32m×10m×20m，内部双排结构，储量7000t左右，实施后石灰石总储期达7天，能够充分进行新旧结合利用，满足生产要求。并且，实施过程中不影响正常的生产，具有投资少，操作维护方便等优点。同时在设计中，考虑到进一步强化石灰石均化效果，并提高生料磨的台效，增加了配套筛分破碎设施。其中，破碎机的规格型号为：PCFL—1500QS，立轴式，生产能力60~80t/h，电机功率132kW。具体工艺流程见图1。

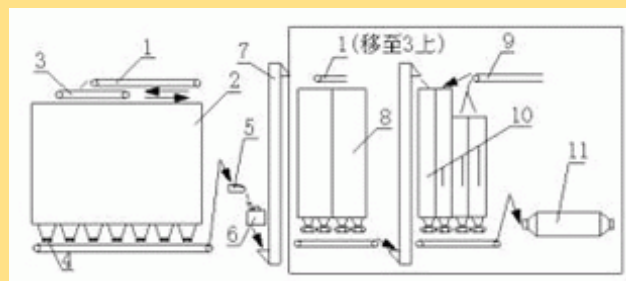


图1 生料制备工艺流程

- 1 进厂石灰石皮带输送机
- 2 矩形均化库
- 3 库顶移动皮带机
- 4 库底调速皮带下料机
- 5 振动筛
- 6 立轴式破碎机
- 7 提升机
- 8 石灰石圆库
- 9 (粉煤灰、砂岩、硫酸渣) 皮带输送机
- 10 配料库
- 11 生料磨

### 3 均化原理分析

#### 3.1 矩形库均化机理

普通矩形均化库是在存取石灰石的过程中实现对石灰石的均化。其存料过程中，形成石灰石料堆的特性类似于单人字型堆料方式，但由于堆存条件相对较好，实际上形成的料堆要好于人字型料堆。这主要与矩形均化库本身的结构有关：在长度方向，由于两端库壁的作用，使料堆在库两端可以形成接近库高的等宽断面，而非一般均化堆场形成的端锥；在宽度方向，同样由于两侧壁的作用，形成两侧断面，并使库内的石灰石料层在堆存过程中形成相当于等宽的人字型叠加。这样在均化取料时，可以基本消除一般堆场中存在的端锥效应而提高均化效果，同样，也基本克服了一般堆场中由于两侧面斜坡内料层数减带来的宽度方向均化效果相应递减的缺点；取料过程中，一般采用库底单个卸料口取料下料，在接近卸料口的区域，物料流动是纯粹的“漏斗流”。卸料口上部中间区域，物料移动在随下部物料向下作漏斗流的同时，已形成的倾斜表层物料也在下滑移动，并伴有新的表面层形成和相对滑移。只是滑移的物料表层较厚，受漏斗流的控制，故而滑动相对较为缓慢。因此，其均化原理是以漏斗流均化为主并结合某种断面取料的混合均化。

在设计矩形均化库时，对普通矩形均化库进行了适当的技术优化，考虑利用双排矩形库结构在石灰石存取过程中，可以达到一般堆场中一边堆存一边取料的目的，并且通过改善堆取料条件，可以更好地提高普通矩形均化库均化效果。存料时将每排库划分为多个存料区域，根据石灰石每天的质量情况，通过控制库顶布料装置按区域进行存放，在矩形库长度方向上形成质量波动较大或不同开采区段的石灰石储存格局。对于某单个存料区域而言，存料时是以平铺方式形成无数层类人字型叠加，取料时则是以漏斗流形式为主的直取方式。当采取库底多口同时取料下料时，对所有的区域而言，其存料过程实际上形成了近似于在水平方向上的众多区域的竖向排列，取料过程则近似于垂直方向的众多区域的水平切取，亦即在水平方向上同时切取众多单个卸料口形成的漏斗流。并在库底多口取料下料过程中，通过采取计算机控制、变频调速皮带机自动调节，达到自动控制单个卸料口取料量的大小，从而实现石灰石预均化的最佳化。

#### 3.2 配套闭路筛分破碎设施

增加配套闭路筛分破碎设施可以进一步提高均化效果。原石灰石粒度偏大、不均匀，在圆库内“离析”现象较严重，不利于均化。增加配套设施后，使出矩形均化库的石灰石通过筛分破碎，粒度变小、分布均匀，可以强化矩形库、原两个储存圆库、配料库之间形成的机械倒库的均化效果，并可以大大减弱在圆库中石灰石之间的“离析”现象。

由此，进厂石灰石由皮带输送机送至矩形库库顶，通过库顶移动布料皮带机对库内进行分区布料，对于不同质量的石灰石按要求分别堆存。取料时，根据各区石灰石的质量情况，可以同时开库底调速皮带机取料，并可随时调整转速以达到按比例搭配出库。矩形库库底分两排共设置14个卸料口，每单个卸料口取料时将形成一个“漏斗流”，每次取料时最多可同时切取14个断面，从而使矩形均化库在均化过程中实现近似于以“竖铺平取”为主、漏斗流及某种断面取料为辅的混合均化，均化效果得到进一步提高。这样，经矩形均化库一次均化后的石灰石再由库底同一条皮带输送机送入振动筛分设备进行筛分，粒度大于10mm的颗粒进入立轴式破碎机进行破碎，之后与筛下细颗粒一道经提升机提入原两个石灰石圆库。由于破碎后石灰石的粒度

大大降低，且颗粒分布相对均匀、集中，充分利用矩形库、原储存圆库和配料库之间形成机械倒库，对破碎后的石灰石进行二次均化，提高了均化效果。

## 4 实施效果

### 4.1 石灰石质量

2003年1月份高效均化库投入使用后，石灰石中CaO标准偏差由进厂时的5.0%降至磨前的0.8%。同时由于系统中增加了破碎设备，降低了石灰石的粒度，其平均粒径由原来的25mm降至9mm。

### 4.2 生料质量

由于入磨石灰石CaO标准偏差大大降低，出磨生料的三率值KH、n、p合格率在原基础上均有较大程度的提高。据统计：2003年1~7月份出磨生料的三率值KH、n、p合格率分别比2002年提高了12.1%、10.0%、8.4%。

### 4.3 生料磨台效

石灰石粒度的降低，使入磨物料的平均粒径由原来的22mm降至8.5mm；物料粒度的降低，使生料磨产量大大提高。台时产量由2002年的70.8t提高到2003年1~7月份的平均86t，提高幅度达21.4%，单位生料电耗下降了2.64kW.h。

### 4.4 熟料质量

2003年1月份以来，石灰石质量状况的改善使生料质量得到了极大的提高，熟料烧成系统操作与控制、热工制度稳定，熟料质量有了明显的提高。熟料标号3天、28天抗压强度分别由2002年的23.01、54.54MPa提高到2003年1~7月份的26.06、58.20MPa，f-CaO合格率提高了26%。

## 5 经济效益分析

### 5.1 提高生料磨台效、节能降耗效益

生料磨台时产量提高，降低了单位生料电耗，降低了成本。原生料制备系统总装机容量为2200 kW，此次改造增加系统装机容量共计220kW，功率系数按0.9计算，可知：改造前系统电耗为27.966kW.h，改造后系统电耗为25.325kW.h，按年产生料51万t，电价0.48元/kW.h计算，则年节约电约64.65万元。

### 5.2 提高熟料质量、降成本效益

熟料标号提高，降低了水泥生产中熟料的用量，增大了混合材掺入量，使水泥生产成本降低。按鲁碧公司指标熟料标号3天强度每提高1MPa，在水泥生产中可多掺矿渣（混合材）2%，全年生产熟料32万t，掺矿渣水泥45万t，熟料生产成本134.6元/t，干矿渣烘干成本45元/t计算，则年经济效益约245.95万元。

以上两项合计，年总经济效益为310.60万元。本项目总投资额共计约280万元，投资回收期约为0.9年，即1年之内可收回全部投资，此后每年可为企业创造净效益310.60万元。

