

HS120E 立式磨的设计与应用

马正先¹, 李慧¹, 鲁扬²

(1. 辽宁工程技术大学, 辽宁 阜新 123000;

2. 葫芦岛市润康环保设备有限公司, 辽宁 葫芦岛 125206)

摘要:详细介绍了 HS120E 立式磨机的主要结构组成、工作原理、结构特点、主要技术参数;对粉磨分级系统、循环通风系统、控制系统等主要组成系统的选择、设计及其注意的问题进行了论述;给出了该磨机的适用范围和应用实例。

关键词:立式磨;料层粉碎;分级;磨盘;磨轮

中图分类号:TD453 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2007)03-0045-05

1 前言

舒纳德(Schonert)从矿石粉碎能量需要的观点出发,系统地研究了不同粉碎方式下矿石单颗粒粉碎的能耗,同时又进行了一系列料层粉碎试验后指出:物料不是在破碎机工作面上或其他粉磨介质间作单颗粒的粉碎(破碎或粉磨),而是作为一个料层得到粉碎^[1]。该料层在高压下形成,压力导致颗粒挤压其他临近颗粒,直到其主要部分破碎、断裂、产生裂缝或劈碎。

所谓料层粉碎是指矿石颗粒在多颗粒聚集、多层物料迭加的状态下进行粉碎的复杂的粒度减小过程。在各种粉碎机械中,由于粉碎条件不同,并不能

全部达到理想的料层粉碎条件。然而,实验证明,越是接近理想的料层粉碎条件,粉碎效率也越高。因为,理想纯静压应力条件下的料层粉碎,颗粒所产生的应变五倍于剪应力产生的应变,故粉碎效率高。因此,在粉碎机械的设计中,应尽可能地使物料在较高的体积密度下进行给料,选择一种适合于物料特性的应力强度,控制物料有规律地通过应力区,有效地进行应力能与粉碎能的转换,从而使物料受到粉碎或产生大量的裂纹,提高粉碎效率。

立式磨是利用料层粉碎原理进行粉磨的一种高效粉磨机械,具有产量高,动转可靠,投资及运转成本低,能适应高水份物料的烘干兼粉磨等特点,目前已广泛应用于粉磨水泥生料、水泥熟料、矿渣、煤等

Analysis of Factor Influencing Properties of the High Volume Fly Ash Concrete

DAI Qiu-ju, ZHANG Li

(North China Institute of Science and Technology, Langfang, Hebei, China)

Abstract: Using fly ash from Handan region and local sands and stones, etc. as fundamental materials, the high volume fly ash concrete was prepared. Through orthogonal design method and selecting suitable proportioning conditions, the main factors that influence the properties of the high volume fly ash concrete were found out. The test results indicated that the doping amount of the fly ash and the ratio of water and gel are major factors influencing properties of the high volume fly ash concrete.

Key words: High volume fly ash concrete; Orthogonal design; Proportioning ratio; Influence factor

收稿日期:2006-07-18

作者简介:马正先(1962-),男,博士,辽宁工程技术大学教授。

物料,对水泥生产工业的节能降耗起到了重要作用^[2-8]。但在其他矿产行业,却未能得到推广应用。料层粉碎所获得的粉体往往具有片、针状形貌,这对于有粉体形状要求的物料来说往往不太合适,而对于粉体形状无特殊要求的物料,料层粉碎则不失为一种有效的粉碎方法,这一点正适合大多数非金属矿产物料的粉碎。

为了适应粉体技术的发展,有必要在现有立式磨结构的基础上,开发研制一种新型的能适应多种矿产物料粉碎的立式磨。因此,HS120E 立式磨机的研究开发应运而生,并已取得国家专利(专利号:CN200420030845.7)。HS120E 立式磨机的研制成功,已在滑石、重钙、膨润土、镁砂等无粘性、无爆炸性物料的粉碎方面显示出巨大的优越性,是替代高能耗的球磨机、雷蒙机等的理想磨机。

2 结构特点与工作原理

2.1 结构组成与原理

HS120E 立式磨主要包括通风循环系统、粉磨系统、分级系统、自运给料系统、液压系统、自动回料系统、高精度收尘系统、减速与润滑系统、提料系统、电控系统、监视系统等十一大系统。

磨机内设有一个水平旋转的磨盘和三个被动旋转的磨轮,三个磨轮对称支撑在旋转磨盘上,与磨盘之间有一定倾角,每个磨轮后部设有将物料铲起的铲刀;每个磨轮支架上设有两个向下拉压的液压缸体,液压缸体两端分别固定在磨轮支架和底座上,向下的液压拉力可使磨机的碾压力达到 10~20t,磨盘中间设有锥形分料器,磨盘周边设有风道(环);磨轮和磨盘上均设有可更换的耐磨衬板;磨机上部设有笼形分级机,磨盘下部设有减速机,磨室上部有连续喂料系统;风机出口空气管道上设有高精度滤筒式收尘器。

机座风室、磨盘周围独特设计的风道、分级机、分级机上部空气管道、风机构成了一个空气闭合回路。闭路结构无污染、节能;高效分级机与主机连成一体,减少了输送、二次风选等能耗 15%。

电动机驱动减速机带动磨盘转动,待粉磨的物料由带锁风的连续喂料设备喂入旋转的磨盘中心,在离心力作用下,物料向磨盘周边移动,进入粉磨辊道。在磨轮压力的作用下,物料受到挤压、研磨和剪切作用而被粉碎。同时,热风从围绕磨盘的风道高

速均匀向上喷出,粉磨后的物料,在机械手的作用下被推移到喷吹口处,被风道外的高速气流吹起,一方面把粒度较粗的物料吹回磨盘重新粉磨,另一方面对悬浮物料进行烘干,细粉则由热风带入分级机进行分级,合格的细粉通过分级机收尘设备收集下来即为产品;不合格的粗粉由磨机内集料器收集后返回到给料口,与新喂入的物料一起重新粉磨,如此循环,完成粉磨作业全过程。金属等不可磨物料则落到喷吹口下方,由设置的回料排渣系统排出机外。

在粉磨过程中,被粉碎的颗粒与热气体在闭路循环风系统中进行热量交换,使水分蒸发;经高精度滤筒式收尘器收集产品后的洁净气体排入大气。

2.2 结构特点

HS120E 立式磨集物料的粉磨、分级、烘干、输送等诸多优点于一身。在一般工况条件下,只需要通过短期的工艺调节即能平稳、安全运转。

HS120E 立式磨在结构上具有以下主要特点:

(1)磨轮采用轮胎型的结构形式,磨轮的轮套采用组合式可更换结构,延长了耐磨材料的使用寿命。

(2)采用液压装置翻出机构,可将磨轮总成外翻进行轮套的检修。检修空间大,检修作业十分方便。

(3)磨盘与磨轮的间隙可调,可空载启动,免除开机难的烦恼。磨轮能抬离磨盘,使磨机轻(空)载启动,不需要辅助传动装置。

(4)设有磨轮限位装置,能保证磨轮与磨盘之间有一定间隙,不会产生金属间的直接接触所造成的不良磨损和工作时因断料所产生的剧烈振动。

(5)分级机采用笼形转子,可实现物料的动态分级。

(6)在风机出口空气管道上设有高精度滤筒式收尘器,可保证磨机在负压下工作,调整风量、排除水分,并起到除尘作用。

(7)在研磨盘周围采用独特的气体流道设计,比传统的磨机提高生产效率两倍以上。

(8)具有非常完整的全自动控制体系,可实现远程和现场无人操作。

3 主要系统选择与注意事项

3.1 液压系统拉力

对于不同物料或不同地域的同类物料,因其性

质不同(主要取决于物料的易磨性)所要求的粉碎压力均不相同。因此液压拉力的选择应视被粉碎物料性质的不同进行选择,即首先要知道物料的易磨性和被粉碎物料的压力范围,由此来决定液压拉力;实践中得知,液压拉力为最大粉碎压力加上30%~50%。在设计HS120E立式磨时充分考虑了这一点,液压系统的拉力可在很宽的范围内进行调节,以适应不同性质物料的粉磨。

对于需要粉碎压力较小的物料,加大压力,产量增高,细度增大;当压力加大到一定程度后,层压料层被破坏,使磨轮振动增大,甚至造成自动停车。当出现振动时,逐渐减小压力,直至运转平稳,产量较大时,即是此种物料的最佳液压拉力;对于需要破碎压力较大的物料,减小压力,产量降低,细度降低。当压力减小到一定时,层压料层不能形成,磨轮开始振动,此时最易造成堵机现象。当出现振动时,逐渐提高液压拉力,直到主机电机的电流接近额定电流的90%而磨机运转平稳时,即为对应物料的最佳液压拉力。

某一种特定物料最佳压力的选择,还可以实现物料中高硬度杂质的有效去除。当杂质硬度大于被磨物料硬度时,物料中的杂质不能得到粉碎,可由特殊设计的回料排渣系统排出机外,达到提高物料纯度的目的,这一点对于需要提纯的无机非金属材料来说具有非常重要的意义。

3.2 粉磨物料层厚度

一定的压力和料层厚度是保证料层粉碎的必要条件。料层厚度是由物料本身的易磨程度和液压拉力来决定。实践中得知,液压拉力为最大粉碎压力加上30%~50%时的料层厚度为最佳料层厚度,约20mm左右。

由于料层厚度取决于粉碎过程中所施加的压力大小,因此对于某一种特定物料而言,液压拉力应基本保持不变。液压拉力过大,料层变薄,也就不能实现层压原理的研磨要求,产量会急剧下降,产品粒度分布变宽,影响产品质量和经济效益;液压拉力偏小,将会使物料层过厚,物料不能得到有效粉碎,物料复磨次数增加,造成“胀机”现象,甚至会造成自动停机。因此,在HS120E型立式磨的液压弹力系统设计中,充分考虑了影响料层厚度的压力稳定问题,可以保证磨轮在任意波动瞬间恒压。

3.3 分级系统的选择

决定产品细度的主要因素是分级机转速和分级机的处理风量。在分级机转速不变时,增加风量,产品细度降低;当风量不变时,提高分级机转速,产品细度提高;反之,产品细度会降低。在通常情况下,通过分级机的风量是较稳定的,因此,给定分级机转速,就意味着产品的细度是固定值。当分级机转速提高,产品细度过细时,会造成机内复磨次数急剧增加,极易产生“胀机”现象,直至堵机。

HS120E立式磨设计中,分级机转速和风量均设计为可调,以方便调整粉磨产品的细度。在生产实践中,可根据物料的易磨程度,选择最经济的研磨细度段,取得最佳的经济效益。

3.4 通风循环系统

3.4.1 入磨风温与风量

入磨风温可以控制在130℃以下,以免机内润滑系统油温过高,破坏润滑系统平衡。另外还可以根据除尘系统的入风温度来决定入磨风温。如除尘系统的风温一定要高于露点温度,以免破坏除尘系统与其他系统的风量与风压的平衡。在没有干燥要求的情况下,冬季生产时,可保持系统循环风温大于16℃,避免粉尘聚集系统管道内壁乃至堵死管道的情况发生。

入磨的热风量,实际上是由除尘系统入口温度、物料含水量来决定的。试验表明,物料含水量在15%~20%时,加入的热风量占循环风量的20%~30%。总之,确定配给风量的原则,是由除尘系统的入口风温来决定。

在成品允许的情况下,热风可来自原有热废气,也可来自直接热风炉;在成品要求洁净的情况下,可采用间接式热风炉供应热风,但由于间接式热风炉相对阻力很高,系统动力相应增加。因此专门设计了一种低阻、高效专用热风炉与之相配套,使系统动力增加不多。

3.4.2 漏风量

由于多个系统的共同运作,各联接、密封部位,收尘系统、集料系统、给料系统、回料系统等不可避免的产生漏风。理想状态是完全不漏风,特别是主机正压段不可以漏风,否则会降低风环的风速,从而降低系统的效率,甚至会产生堵机故障。因此,漏风是立磨系统的重中之重。在HS120E立式磨设计时采用了特殊的防漏风措施,设计漏风量为5%,实际

运转的漏风量应小于 8%。

3.5 高精度收尘系统

设计中采用了滤芯式收尘器,其相对效率为 99.99% (≥1μm),当形成粉饼层后,还可以达到 98.5% (≥0.3μm)的高精度除尘。此类除尘滤芯还具有疏水性,恰好能满足排湿的要求。

收尘系统是整个磨粉闭路系统的支路系统,它的主要功能是将物料在研磨过程中产生的水分排除循环系统之外,同时还将系统中的 8% 混风增量排除,以避免闭路循环系统压力降低。收尘器的风量建议采用下式计算:

$$Q_s = \frac{22.4 \times 10^3}{18} mM + 0.08Q$$

式中 M—磨机产量, t/h; m—含水量, %; Q—风机系统流量, m³/h; Q_s—收尘器的排风量, m³/h。

3.6 控制系统

3.6.1 电控系统

本系统由六部 PLC、三部变频器、一部软启动、九个监测仪表、十个测控点和一个监控仪表等组成一个非常完整的全自动控制体系,可以实现顺序启动、顺序停机。

为了降低设备的总装机容量,降低设备成本和能耗,在设计中采取了一系列有效措施,可以实现所有电机空载启动。

3.6.2 自动给料系统

因为 HS120E 立式磨的主机电流波动很小,所以像以往的磨机由主机电流控制给料已不现实。本机设计中采取了给料量加复磨量等于粉磨量的程序控制,从而满足了该磨机的最大有效出力。

3.6.3 风量控制

风机系统流量可以根据风机的实际电流与风机性能对照表得知。同样,收尘器风机也可以根据性能表,由风机调节门来调节对应的电流,实现循环系统风量的调节与控制。

4 主要技术参数与应用

4.1 主要技术参数

HS120E 系列立式磨的主要技术参数为:磨轮数量 3 个,磨轮直径 980mm,磨盘直径 1700mm;最大进料粒度 < 15 ~ 25mm,产品粒度 0.044 ~ 0.01mm;主机功率 280 ~ 300kW,风机功率 110 ~ 220kW,分级机功率 22kW,总功率 412 ~ 542kW;风

量 14968 ~ 30000m³/h,全压 12021Pa;产量 8 ~ 75t/h。

4.2 应用

HS120E 立式磨具有节能(在产量和细度相同时,其系统能耗仅为气流磨的 1/4 ~ 1/6),高产(与其他同功率磨机相比产量是其 2 倍以上),运行平稳,密封好,噪音低,除尘效果好,全系统自动控制,可任意调节产品细度等特点,其工艺流程如图 1 所示。

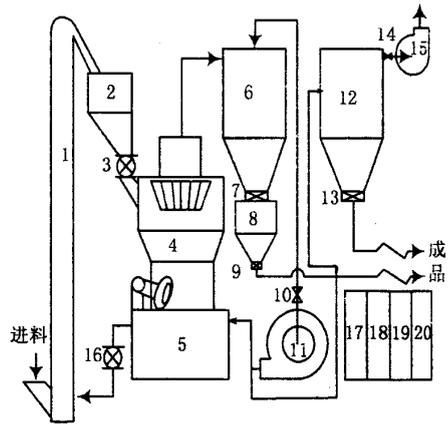


图 1 工艺流程图

- 1. 斗式提升机;2. 原料仓;3. 自动给料机;4. 分级机;5. 磨机主机;6. 集料器;7. 自动板式阀;8. 集料器缓冲仓;9、13. 卸料阀;10、14. 调节阀;11. 主风机;12. 滤筒式收尘器;15. 排尘风机;16. 自动回料机;17. 电源控制箱;18. 主控制箱;19. 主机启动控制箱;20. 风机启动控制箱

由于 HS120E 立式磨具有上述特点,因此它适用于常规物料的粉磨,如高岭土、石灰石、方解石、滑石、重晶石、石膏、氧化铁红、氧化铁黑、氢氧化铝、颜料、膨润土、陶土、煤矸石、粉煤灰等湿度小于 15%,莫氏硬度 6 级以下的非易燃易爆物料的超细粉体加工。是目前替代雷蒙磨、球磨机的理想产品;在生产 800 目 ~ 1250 目粉体产品时,也是替代气流磨的理想产品。

2004 年,辽宁省海城市三和滑石粉厂使用一台 HS120E 立式磨机用于滑石的粉磨,其设计 requirements 是 d₉₅ = 25μm,产量为 8 ~ 10t/h。经短暂调试后,产品粒度在达到产品要求的情况下,正常生产时的产量为 9t/h,平均电耗为 42.5kW · h/t。截至目前为止,该立式磨一直处于正常生产状态,达到了节能降耗的目的,取得了良好的经济效益。

5 结 语

HS120E 立式磨开发设计过程中,借鉴和采用了当代立式磨机的许多新技术,结构设计合理,实现了全自动控制,运行情况良好,主要性能指标达到了国外同类产品先进水平,能够满足多种矿产行业不同物料的粉碎和超细粉碎,可以与国外的 MPS 磨、莱歇磨等立式磨媲美。目前,HS120E 立式磨机已成功应用于滑石、重钙、膨润土、镁砂等无粘性、无爆炸性物料的粉碎,从实践效果来看,它是替代高能耗的球磨机、雷蒙机等的理想磨机。

参考文献:

- [1] 黄有丰,汪澜,顾正义,编著. 水泥工业新型挤压粉磨技术[M]. 北京:中国建材工业出版社,1996.
- [2] 许芬. TRM 系列立式辊磨的开发与应用[J]. 水泥技术, 1999(2):15~17.
- [3] 李征宇,刘箴,李文武. 辊式磨技术在粉体工程上的应用[J]. 中国粉体技术,2000,6(S1):96~105.
- [4] 李钟. MPS 5000BC 立式磨预粉磨水泥的应用[J]. 新世纪水泥导报,2000(1):26~28.
- [5] 申占民. 辊式磨在水泥工业中的发展和应用[J]. 水泥技术,2002(4):56~58.
- [6] 黄佳木,彭小芹,李化建,等. PDM 型立磨在矿渣粉磨中的应用[J]. 化工矿物与加工,2002(11):15~17.
- [7] 张福根,李盛林. CK-260 立磨用于超细矿渣粉磨[J]. 中国水泥,2003(9):66~67.
- [8] 邓小林,袁凤宇. HRM3400 立磨设计及在 2500t/d 生产线上的应用[J]. 中国水泥,2003(11):54~57.

Design and Application of HS120E Roller Mill Grinding System

MA Zheng-xian¹, LI Hui¹, LU Yang²

(1. Liaoning Technical University, Fuxin, Liaoning, China;

2. Huludao Runkang EPE Co., Ltd., Huludao, Liaoning, China)

Abstract: In this paper, the main structural constituents, operational principles, structural characteristics and technological parameters of the HS120E vertical roller mill are introduced in detail. In addition, the choice, design and matters occurred in the processes of development, manufacture and operation of grinding-classification, cycle ventilation system and control system are discussed. And finally, the applicable range and some applied examples are presented.

Key words: Vertical roller mill; Material layer comminution; Classification; Grinding table; Grinding roller

欢迎订阅 2007 年《矿产综合利用》(双月刊)

《矿产综合利用》杂志是经原国家科委批准,由中国地质科学院矿产综合利用研究所主办的矿业科技刊物,1980 年创刊,国内外公开发行,1992 年~2000 年连续三届入选全国中文核心期刊,1987 年至今长期入选中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)。主要报道国内矿产综合利用科研成果与技术进展,矿产资源分析与地质评价,二次资源的回收利用以及选冶新工艺、新技术、新药剂、新设备等。设有选冶试验、工艺矿物、综合评述、资源开发、利废工艺、设备研制、问题讨论和试验简讯等栏目。

《矿产综合利用》融科研、技术、生产、管理为一体,内容丰富,实用性强。主要读者对象为从事矿产资源开发和利用的生产企业、科研、设计、管理部门的工程技术人员、管理人员及大专院校师生等。
征订办法:《矿产综合利用》全年 6 期,每期定价 5.00 元(含邮费),全年 30.00 元。邮汇订刊款请寄四川省成都市二环路南三段五号《矿产综合利用》编辑部(邮政编码 610041)。银行信汇:四川省成都市工商银行跳伞塔分理处,帐号:4402248009024909735,户名:中国地质科学院矿产综合利用研究所。汇款请写明“订阅期刊款”。