

· 研究简报 ·

内循环式辊压磨的开发与研究

110-114

兰海 黄佳木

TR05-1.91

(重庆建筑大学材料科学与工程系 630045)

摘要 介绍了一种新开发的挤压粉磨设备——“内循环式辊压磨”的总体方案、驱动方式、主要部件的结构设计及其工作原理、从相对传统的球磨机和当代的辊式磨所进行的分析比较,表明“内循环式辊压磨”是磨机技术上的一个创新。

关键词 内循环式辊压磨, 球磨机, 辊式磨, 粉磨设备,

中图法分类号 TD453

在发电、选矿、化工及建材等行业,磨机是用于粉磨各种物料所必不可少的关键设备。在我国这些行业所用的磨机种类中,球磨机占有绝对的统治地位(估计在 95% 以上)。但球磨机具有单位能耗高的致命弱点。实践表明:在粉磨作业中,传统球磨机所做有用功的能量仅为 2%~20%,高达 80%~98% 的能量却转变成热能和声能而损失。因此,不但球磨机粉磨物料的单位能耗高,而且运转时噪声大、工人劳动条件差、研磨体及磨机主要零部件的磨损较严重,单位金属用量高,特别是随着磨机的大型化,其庞大的磨体、大型齿圈等的制造、安装及调试都比较困难,且费用高昂。故从磨机的发展来看,球磨机已成为逐步被淘汰的产品。近年来,在世界发达国家的水泥行业等,辊式磨(或称立式辊磨)已越来越多地用于粉磨水泥原料、磨制煤粉等。我国已引进了辊式磨的制造技术,并生产出多种规格的国产辊式磨。辊式磨与球磨机相比,其突出的优点是单位能耗低、在磨内能同时实现物料的粉磨、烘干和选粉过程、简化粉磨工艺流程、节省粉磨系统总投资、磨机占地面积和占用空间小等。因此,辊式磨已成为当今磨机中的佼佼者。

但辊式磨的结构复杂,对制造技术要求较高;复杂的磨辊支承及润滑系统位于磨体内的高温含尘气体中,维护工作量较大;磨内物料的运移靠高速气流来实现,故气动阻力大等等,这一系列因素便成为我国推广使用立式辊磨的主要障碍。

传统的辊式破碎机虽结构简单、紧凑、工作可靠,但由于其结构决定了它只能作中碎及细碎设备,单靠它不能将物料粉磨到通常要求的成品细度,且无烘干功能。

鉴于上述粉磨设备各自的优点和不足,扬长避短,我们开发出一种工艺效果与辊式磨相当,且单位能耗较低、结构简单、制造容易、安装调试方便、制造成本和维护费用低的内循环式辊压磨。该磨可实现磨内物料的反复循环和烘干,它适用于粉磨各种类型的物料。

收稿日期:1996-11-21

兰海,男,1944年生,副教授

1 内循环式辊压磨的构造及其设计

从球磨机的工作原理看,其单位能耗高、运转噪声大等是它固有的、且难以根本改善的弱点。要开发高效的新型磨机,采用挤压粉磨工艺则是当今的一个发展趋势、实践证明:作为现代挤压粉磨设备领先机型的辊式磨和辊压机的日趋完善才使粉磨技术产生了一个飞跃,从而也才使得物料粉磨工艺的技术经济指标提高到一个崭新的水平。

内循环式辊压磨(已获得国家专利)就是吸取挤压粉磨的成功经验,特别是辊式磨集粉磨、烘干、选粉为一机的工艺特点,并利用辊式破碎机结构简单、工作可靠的优点而发展起来的新机型。

内循环式辊压磨主要由托轮驱动装置1,托轮支承装置2,内圆周均布有叶片的旋转提升筒4,布置在提升筒内的两压研辊3和11及其各自的驱动装置14,进料槽7,受料筛10,热风管8,含尘气体出口13等组成(见图1)。下面对该磨几个主要部分的结构设计等作简要的介绍。

1.1 压研辊的结构及其施压、驱动系统

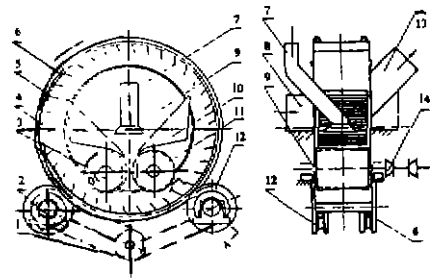
为增大两压研辊对辊隙中物料的挤压研磨作用,特将两压研辊耐磨衬套设计成圆锥形,且两辊锥度呈相反方向布置。便于更换的耐磨衬套的基体采用优质合金钢,当其预热到给定的温度范围内,则采用堆焊技术呈波纹状地在其工作表面堆焊上一种新的硬面材料(图3中辊面波纹未表示),其硬度可达HRC60~65,采用这项技术后,视粉磨物料的性质,其耐磨衬套的使用寿命可达3 000~5 000 h。两压研辊的施压系统可采用液压系统(或4个圆柱形螺旋弹簧),其挤压力的设计值为辊轴线工作长度上10~20 kN/cm(远低于目前辊压机的单位压力50~200 kN/cm)。压研辊的工作长度与平均直径之比为0.5~1,其平均圆周速度取1~1.5 m/s。两压研辊各由一台卧式电动机、普通减速器(或行星减速器)及万向联轴器组成的传动装置来驱动。

1.2 旋转提升筒及其附属装置

包围在两压研辊之外的旋转提升筒借助装于其外圆柱面两端的梯形截面轮带6支承在两对槽形托轮12上。筒体内圆周面上均布有若干相对径向成一定夹角的提升叶片5。筒体两侧的端板固定不动,在旋转的筒体与固定的端板之间设计有密封装置。此外,在一侧的端板上固联有进料槽7和热风管8,在另一端板上则固联有含尘气体出口管13等。提升筒的圆周速度设计值为1 m/s。提升筒与压研辊直径之比取3~4。

1.3 旋转提升筒的支承及驱动装置

由于提升筒的转速低,我们采用摩擦传动代替传统的小齿轮-大齿圈边缘传动(见图2)。提升筒的支承装置由两对与筒体圆周上的梯形截面轮带相匹配的槽形托轮及其支座组成。磨机工作时,提升筒可由一套电动机、减速装置将运动传递给装在同一轴上的两个驱动



1 托轮传动装置 2 托轮支承装置 3 左压研辊
4 旋转提升筒 5 提升筒叶片 6 梯形截面轮带
7 进料槽 8 热风管 9 固定端板及其密封装置
10 受料筛 11 右压研辊 12 槽形托轮
13 含尘气体出口(接通选粉机) 14 万向联轴器

图1 内循环式辊压磨结构示意图

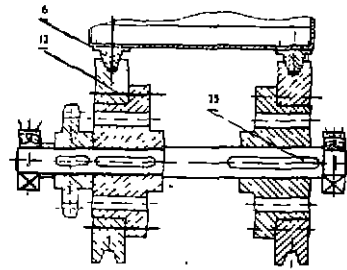
链轮 1, 然后由链传动驱动两根托轮轴上的 4 个槽形托轮旋转(支承左边轮带的两个托轮端的从动链轮, 相对各自托轮, 一个在左侧、另一个在右侧), 旋转的托轮靠梯形截面轮带与托轮槽面之间的增压摩擦传动实现平稳运转。据初步计算, 在此情况下, 只要托轮和轮带工作面间的滑动摩擦系数大于(或等于) 0.035 即可实现可靠的驱动。此外, 筒体的轴向位置固定则靠其上一端的轮带与该端双向固定的槽形托轮来实现, 另一端轮带与该端可沿轴向滑动的托轮相配, 以补偿安装误差及热变形。

1.4 压研辊轴的横向动态密封装置

由于在磨机工作过程中辊隙的宽度有一定变动量, 即旋转的两压研辊之轴的中心距是变动的, 在两者的伸出轴与两侧端板间的密封采用通常的方法都不行。为此, 专门设计出辊轴横向动态密封装置(见图 3)。粉磨作业时, 压研辊轴 17 支承在轴承 16 上旋转(两端轴承座装在机架的两侧导轨中, 图中略), 当辊轴在两侧固定端板 9 的水平方向长孔中作横向游动时, 装在轴上的长宽均适当大于端壁长孔的密封板 24 一直使端板孔口处于封闭状态。安装时, 适当拧紧圆螺母 18, 其轴向力通过套筒 20 传给轴承 21 的内圈, 再通过滚动体及外圈传给承座体 23, 借助承座体压板 25 和联接螺钉夹持的密封板 24 与端壁 9 保持适当压紧力, 以实现密封。由于辊轴横向移动时, 密封板与端壁之间有一定的平面滑动摩擦力, 故螺母 18 的拧紧度应调整适当, 做到在保证密封效果的前提下, 使滑动摩擦力不致过大。由于该滑动摩擦力远大于密封口轴承 21 内的滚动摩擦力, 故工作时整个密封装置只能随压研辊轴作水平方向的横向游动, 而决不会随轴转动(压板 25 亦附带起限制作用)。密封板采用耐磨耐热密封材料制作, 当其磨损后使其变薄时, 适当拧紧螺母 18 即可起到补偿作用。轴承 21 的受力极小, 故可选用特轻系列轴承。用向心球面球轴承更佳, 因即使辊轴相对端壁倾斜也能保证密封板与端壁贴合。

2 内循环式辊压磨的工作原理及其特点

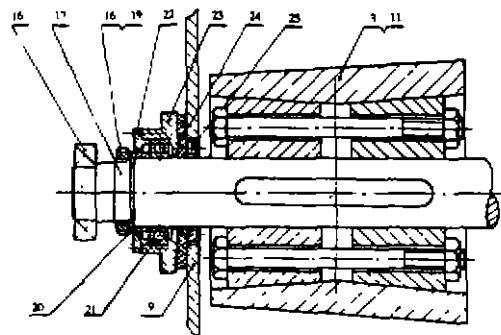
磨机工作时, 原料沿进料槽 7 喂入, 经受料筛 10 沿辊长度方向均匀地分布并进入两辊间的粉磨区, 经两辊挤压、研磨粉碎后, 下落入提升筒内的物料由旋转筒圆周上的叶片提起,



6 梯形截面轮带 12 槽形托轮 15 导向平键

图 2 旋转提升筒的支承装置

(图 1 中的 A-A 剖视图)



3、11 左右压研辊 9 固定端板及其密封装置

16 轴承

17 辊轴

18、19 圆螺母及其止动垫片 20 套筒

21 密封口轴承

22 透盖

23 承座体

24 密封板

25 压板

图 3 压研辊结构及其轴伸的密封装置

运行至筒体的上方时靠自重向下撒料,同时由热风管8向磨内引入热风,在提升筒叶片扬料的过程中,物料与热空气充分混合并实现烘干,其中的细粉将以含尘气流的形式被带入到外置选粉机中,经分选即得成品物料(选粉机的粗粉又被送回辊压磨再行粉磨);而其中未完全烘干的、粗粉粒则直接撒向受料筛,并随新喂入料一起落入辊隙再行粉碎,如此往复循环即能使喂入的所有物料被烘干并达到所要求的粉磨细度。进料槽和受料筛上的篦孔兼有助于物料与热空气的充分混合及烘干作用。

从磨机的构造和工作原理看,内循环式辊压磨在技术上具有以下特点:

1) 用机械方式实现磨内物料的反复循环。磨机工作时,因靠叶片提升物料和扬料,故引入磨机的热风不需高的气流速度。因而气动阻力小,功耗降低。

2) 采用带波纹的锥形工作表面的压研辊代替传统的辊式破碎机的光面圆柱形辊筒。由于两压研辊锥度呈相反方向布置,在相同转速下,借助于两辊面沿轴向对应位置处圆周速度之差强化对物料的研磨作用。因磨内循环物料靠引入的热风烘干,当挤压力控制适当时,含水率低的物料在带波纹的两辊间既受到较强的挤压作用,又同时受到一定的磨搓作用,故经辊隙的出料(如粉磨的水泥生料、煤、矿渣等)仍呈散状,而不致形成料饼。从而,更有利于物料磨内循环中与热风的充分混合及烘干,且随气流将其中的细粉带出磨机,并进入外置选粉机收取成品物料。其生产率的设计值:水泥生料磨为25~30 t/h,水泥磨为10~15 t/h。

3) 采用槽面增压摩擦传动代替制造困难、费用高昂的传统小齿轮-大齿圈边缘传动。有利于降低磨机制造成本,提高运转平稳性及减小运转噪声。

4) 区别于传统的辊式破碎机。该磨除了采用较高的挤压力外,物料可在磨内反复循环及烘干,直至磨到所需的细度(如果配置现代高效选粉机,其成品(如水泥)比表面积可达3 000~4 500 cm^2/g)。

5) 两压研辊轴伸出处与两侧端板间的辊轴横向动态密封装置是一个创新的结构。它的调节方便、性能可靠。

3 辊压磨与球磨机和辊式磨的比较分析

大家知道,球磨机工作时,由电动机、传动装置驱动其筒体旋转,而筒体内的物料和研磨体在离心力及筒壁磨擦力的作用下被带起且提升到一定的高度后抛射泻落,使筒体内的物料被击碎,随同研磨体在磨内的翻转运动还对物料进行研磨、挤压,由此将物料磨细。但在提升过程中,研磨体与筒壁衬板间总存在一定的相对滑动(通常用滑动率表示,滑动率=相对滑动速度/筒壁速度),因而驱动功率中的相当大一部分则消耗于此,且其大部分转变成热能和声能。从球磨机的工作原理看,注定它在粉磨作业时,不但能量利用率很低,而且研磨体和衬板的单位磨损量大,噪声污染严重等。不言而喻,采用挤压粉碎工艺的内循环式辊压磨则克服了球磨机这一系列的弱点,因此,与之相比,粉磨物料的单位能耗大大降低(估计降低达50%左右)、运转噪声显著减小、磨机制造的单位金属用量及使用中的单位金属磨损量亦大大减少,故其制造成本、运转费用和维护费用有显著降低。

内循环式辊压磨与现代的辊式磨相比具有如下的优点:

1) 磨机结构及全部传动系统比辊式磨大为简化。这首先表现在该磨各采用一套相同的普通传动装置来驱动两个水平布置的压研辊进行粉碎作业,避免了辊式磨中水平磨盘的

复杂支承结构,也不采用圆锥齿轮传动的特殊立式减速器,从而避免了因圆锥齿轮制造和安装精度要求高而带来的一系列困难。另外,两压研辊的支承部件全部在磨体外,而不象辊式磨那样,磨辊轴承及其润滑系统全部置于高温含尘气体中。因此,使其支承结构及润滑系统简化,且维护修理简便,从而提高了辊压磨的运转率。

2) 需经铸、锻及高精度加工的零件的品种及数量较辊式磨大大减少,所用标准件及通用部件的比率提高,同时,制造该磨的单位金属用量较辊式磨也低得多(略低 20%),因此,使磨机的制造成本显著降低。

3) 与传统的齿圈边缘传动方式相比,辊压磨的旋转提升筒采用槽形托轮增压磨擦传动,从而避免了因制造直径达数米的大齿圈所需的重型齿轮加工专用设备、热处理设备等,也不存在安装大齿圈时找正的困难。因此,大大节省了费用,且运转较平稳、噪声小。

4) 磨机能耗低,与辊式磨相比,其系统能耗可降低 20% 以上。其中主要原因之一就是内循环式辊压磨内的物料循环采用了旋转提升筒这种经济性好、能耗很低的机械方式来实现。与辊式磨中用高速气流来运移物料相比,其磨内的气动阻力大大降低(仅为辊式磨的 10% ~ 20%)。

通过以上的分析比较,表明内循环式辊压磨是当今一种结构简单、制造容易且成本低、工作可靠、节能效果较好、运转噪声小的粉磨设备。可以预料:它的开发成功及推广应用必将带来十分显著的经济益和社会效益。

Development and Study of Inside - Recycling Roller Mill

Lan Hai Huang Jiamu

(Department of Materials Science and Engineering, Chongqing Jianzhu University, 630045)

Abstract Inside - recycling roller mill is a sort of newly - developed pressure grinding mill. This paper introduces its overall design, driving mechanisms, structural designs of the principal parts and its principle of operation. In comparison with conventional ball mills and modern roller grinding mills, inside - recycling roller mill is shown to be an innovation in mill techniques. Its development and application in industries will certainly bring about great economic and societal benefits.

Key Words inside - recycling roller mill, ball mill, roller grinding mill

(编辑:袁江)