

# Factors and Countermeasures Affecting the Fineness of Raw Ore Slurry in Tube Mills in the New Era

Wei Zhao

Chinalco Zhongzhou New Material Technology Co., Ltd., Jiaozuo, Henan, 454174, China

## Abstract

The paper discusses in detail the control process of slurry fineness in the process of grinding raw slurry based on the conditions of the tube mill itself. It analyzes various factors that affect the fineness of raw slurry one by one, and formulates specific optimization and response measures based on the characteristics of the tube mill. There are many factors that affect the fineness of the raw slurry during the process of grinding with a tube mill. By improving the grading and formula of the grinding medium, the load capacity, the grinding medium, the cleaning and inspection cycle management, the discharge control, the state and operation mode of the incoming materials, and other related measures, the goal of reducing the fineness of the raw slurry and increasing the production capacity of the mill has been achieved, reducing the manufacturing cost of the raw slurry and optimizing the process indicators.

## Keywords

climbing type ball matching; original slurry fineness; grinding medium; process discipline

## 新时期影响管磨机磨制原矿浆细度的因素和对策

赵卫

中铝中州新材料科技有限公司, 中国·河南焦作 454174

## 摘要

论文探讨了结合管磨机自身条件前提下,对在磨制原矿浆过程中矿浆细度的调控工艺进行了详细阐述,对影响原矿浆细度的诸多因素逐项进行了剖析,且依据管磨机特性制定了具体优化及应对措施。管磨机磨制原矿浆过程中影响矿浆细度的因素众多,通过对研磨介质级配和配方、载荷量、研磨介质、清检周期管理、出料控制、入磨物料状态和操作方式等相关措施的改进,达到降低原矿浆细度提高磨机产能的目的,降低了原矿浆的制造成本,优化了工艺指标。

## 关键词

爬坡式配球;原矿浆细度;研磨介质;工艺纪律

## 1 引言

某氧化铝生产企业现有七台原料磨(又称管磨,规格型号为 $\phi 2.6 \times 13\text{m}$ ,进出料端为水平安装),主要用于料浆及矿浆制备,设计产能为58T/h。其中四台(4#、5#、6#、7#)用于为拜耳法磨制矿浆。原料磨从进料端到出料端依次分为I仓、II仓和III仓,I仓、II仓内研磨体为钢球(球径从 $\phi 110 \sim \phi 80$ 递减,主要功能是破碎及研磨),III仓内研磨体为钢锻( $\phi 35 \times 50\text{mm}$ 的圆柱体,主要功能为细磨)。

矿浆细度对生产流程影响很大,矿浆细度的跑粗将会加速管道磨损,使预脱硅槽沉淀增多,影响铝土矿溶出反应完全程度,矿石磨得越细溶出速度越快,并使原来被杂质包裹的氧化铝水合物暴露出来,矿料中的裂缝增加对于溶出过程是有利的<sup>[1]</sup>。在生产中原矿浆的细度以原矿浆在+100#筛

上残留物于固体物料重量百分比来衡量,拜耳法矿浆生产的主要技术指标为细度(+100#筛上 $\leq 8\%$ )和固含(760~810g/L),该企业提出了矿浆细度 $\leq 8\%$ 合格率70%的目标。

## 2 矿浆细度分析与对策

### 2.1 影响磨机细度的因素

#### 2.1.1 磨机选型

管磨机规格有多种: $\phi 2.2\text{m} \times 14\text{m}$ 、 $\phi 2.4\text{m} \times 16\text{m}$ 、 $\phi 2.6\text{m} \times 13\text{m}$ 。中州分公司四台矿浆磨是 $\phi 2.6\text{m} \times 13\text{m}$ 的磨机。这种磨机长径比小、筒体短,出料速度快,物料在磨内时间短,细度不易控制。

#### 2.1.2 筒体转速

筒体转速偏高磨内研磨介质随筒体做同心运转,降低了研磨介质破碎能力,使磨机产能降低矿浆细度过大。筒体转速偏低,钢球的冲击力减弱,同样降低磨机产能,矿浆细度过大。

【作者简介】赵卫(1973-),男,中国河南偃师人,工程师,从事轻金属冶炼研究。

### 2.1.3 筛板的形式

常用的有两种：一种是筛板眼呈同心圆式，其特点为物料通过速度快，造成料浆细度偏大；另一种是筛板眼呈放射状，其特点为物料通过速度慢，而获得较细的细度，但不利于产能提高。

### 2.1.4 衬板的形状

衬板主要有两大功能即保护筒体和带球功能，形状有多种，常见的有大阶梯形、小阶梯形、大波纹形、小波纹形、环沟形等。

### 2.1.5 仓位分布

磨机仓位分布不合理，会造成研磨介质分布失调，如破碎力过强，而研磨能力差，造成料浆细度过大。如破碎力过弱，大颗粒物料停留在 I 仓容易产生饱磨，使细度失控。

由于磨机的选型 仓体的分布等，这些不可控因素我们不去考虑，我们从可以改变的因素着手。

## 2.2 研磨介质的级配和配方

研磨介质的级配和配方是关系到磨机产能、矿浆细度的重要因素之一。合理的研磨介质级配，能获得理想的磨机高产能和细度合格的优质原矿浆，有利于磨工操作和生产稳定<sup>[2]</sup>。研磨介质配方级配不合理，会使磨机产能下降，易产生饱磨、跑稠料等生产事故，造成原矿浆细度失控，不利于磨工操作，增加了劳动强度，不利于生产稳定，增加原矿浆制造成本。在降低原矿浆细度探索中，将配球制度作为突破口，探索出了适合原矿浆磨制的配球方法——上坡式(表1)。经过一段时间的观察，发现磨机一、二仓磨音高，磨皮螺丝断裂频繁。根据这一现象判断：磨机存在破碎能力过强，与烧结法相比产能低，为此把磨机产能由 45t/h 提到了 50t/h。

表 1 配球方法

配球方式	对比条件		填充率	平均细度
	产能	固含		
枣核式	45t	720~820g/L	I 仓 28% II 仓 31% III 仓 30%	10.86%
下坡式	45t	720~820g/L	I 仓 30% II 仓 29% III 仓 28%	12.33%
上坡式	45t	720~820g/L	I 仓 30% II 仓 31% III 仓 31.5%	7.68%

### 2.3 出料方式

调控矿浆细度和固含的主要手段有调整级配、产能及液量的协调。当球级配一定时，调整手段只剩下控制矿石下料量和入磨碱液量。原料磨出料为开放式溢流出料，矿石下料量增加，矿石在磨内停留时间短，则矿浆细度变粗，同时易造成 III 仓内的钢锻随料浆从出料端衬套空心轴流出(俗称“吐锻”)。这样一则造成 III 仓内的钢锻减少、细磨能力下降，二则造成流出磨子的钢锻堵塞料浆溜槽或进入缓冲槽，增加

清理的工作量。为解决这一难题，同时为有效控制物料在磨机内的流速，增加研磨时间，我们采用在磨机出料端加装类似于筛板的放射状出料圆扇形篦子(内/外径分别为  $\phi 280/\phi 980\text{mm}$ )，有效控制了物料在磨内的停留时间。

### 2.4 球荷装载量

钢球装载量低使磨机破碎能力降低，产能下降，易产生饱磨，造成细度大；装载量高，磨内球面高，造成磨内液面过高，磨机有效容积变小，影响带球效果，造成回转筛吐钢锻，磨头倒料，同步机负荷大，磨头倒料进入流程造成细度增大(表2)。

表 2 球荷装载量

		改进前	改进后
I 仓	球荷装载量	30t	29t
	平均球径	91mm	92.5mm
II 仓	球荷装载量	20t	21t
	平均球径	85mm	88mm
III 仓	球荷装载量	28t	30t
	钢锻规格	50mm × 30mm	50mm × 30mm

### 2.5 磨机检修周期

磨机运转到一定时间，由于研磨体的损耗，造成破碎能力，研磨能力的下降，导致矿浆细度变粗，由于入磨物料中石灰粘度高，使筛板眼堵死，致使磨内液面升高，出料速度低，尤其是轻质物料(未充分氧化的石灰)漂浮在液面上部，不能被研磨而出磨，使矿浆细度变大。

磨机清理检修，要抓好检修质量和配球制度的落实，每台磨检修前要认真测量球距中心，计算平均球径，观察失效球的比例，再确定补球量和补球的平均球径，保持原级配的平衡。对磨机内衬板的磨损情况要有记录，磨损到原厚度的三分之一应更换衬板以免影响带球效果，降低效率影响矿浆细度<sup>[3]</sup>。磨内失效球( $\phi 60\text{mm}$ 以下、变形严重的球)多会导致研磨体级配失调，破碎力、研磨力的下降，细度变大，失效球占总数比例的 15% 时要及时清理，装球时要把握原级配的平均球径。对筛板眼出料系统、回转筛等影响出料的部位要清理彻底，避免因出料不畅而影响矿浆细度。

### 2.6 研磨介质

目前使用的钢球种类有两种，一种为普通钢球，一种为耐磨球。球耗差别大，经跟踪单台磨机细度表明，耐磨球球耗低，级配稳定，运行 400h 以内细度稳定；普通球球耗较高，级配不稳定，运行 300h 以内细度波动。分析后确定统一选用耐磨球，清理补球周期定为 450h，清球周期定为 3000h。

### 2.7 物料粒度对细度的影响

入磨物料粒度大，进入磨内，增加了介质的冲击次数，由于块大将研磨介质之间的间隙加大，减弱了破碎能力，大粒度的物料不能顺利地通过隔仓板进入 II 仓，而在 I 仓聚集，使球面抬高，造成饱磨，部分大颗粒物料经过同心圆，

进入下一仓,得不到充分的研磨,使原矿浆细度变大。在生产运行中 $\phi 15\text{mm}$ 筛上残留 $> 30\%$ 时,可根据细度情况降产运行。

## 2.8 矿石类别

该企业受矿石的制约,为保证矿石 A/S,生产中会用到部分青石板矿(产地原因,硬度较普通矿石大,类型仍为一水硬铝石),硬度大耐磨度高,增加研磨介质冲击次数,同比普通铝矿原矿浆细度会上升 $1\% \sim 2\%$ 。在实际生产中根据矿石中青石板的含量,适当降低磨机产能。

## 2.9 操作方面

磨工操作不当是对细度影响的一个重要因素。矿浆固含 $> 860\text{g/L}$ 时,磨内物料变稠,物流流速减慢,磨内液面升高,研磨介质破碎力、研磨力下降,使原矿浆细度偏大,可根据单磨细度,适当降产运行。固含 $< 700\text{g/L}$ 时,磨内流速加快,大颗粒物料未经充分研磨就出磨,造成细度粗。在实际操作中,固含控制要稳定操作,切记矿浆固含要保持均衡,控制在 $720 \sim 820\text{g/L}$ ,避免固含过大或偏小,造成细度波动。

## 2.10 开停磨对矿浆细度的影响

开磨时先送碱液然后再开磨,会造成开磨十分钟内矿浆固含过小,对矿浆细度产生影响。停磨时,不及时关闭碱液,会造成固含偏小,停磨后磨头会出现倒料现象,未经研磨的物料从磨头倒出进入流程,影响矿浆细度。为此规定,开磨时主机开启后再送碱液,停车时关停碱液再停磨机。

## 2.11 石灰配入量

石灰配入量大,石灰遇水苛化吸水量大,石灰苛化使磨内物料变稠、变粘,减低了研磨介质的破坏能力和研磨能力,易跑稠料,堵出料篦子,部分石灰未充分苛化就出磨造成细度过大,因此规定:若石灰加入量超过 $8\text{t/h}$ 时,则磨机产能降 $2\text{t/h}$ 运行,作为工艺纪律执行。

## 2.12 岗位联系与配合

饲料工发现石灰、矿石粒度变化或空仓、蓬仓等问题及时和磨工联系,以便及时调整碱液加入量,不至于造成细度波动。每班每台磨各做两个点样的细度,并做记录,如发现细度异常,及时汇报值班室,安排排查原因。磨工要经常听磨音,根据磨音的大小综合考虑运转时间、检修周期、单台磨细度等因素判断是否提、降产能。

## 2.13 计量准确

由于料仓口的变化,天气原因造成料干或料湿,皮带秤传感器疲劳和电器原件故障等原因,造成皮带秤失灵,仪表显示与实际下料量偏大,使细度产生波动。建立每周一次的抽称、校秤制度,发现问题及时联系处理,确保计量准确。对皮带秤计量系统的维护方面除现行相关管理制度外,要求磨房工序逢白班抽检皮带秤系统,并对矿石仓口挡板开启位置进行标定,以便于确保计量校对的代表性。

## 3 结语

用管磨机磨制原矿浆的过程中,影响矿浆细度的因素众多,相互牵制,交叉作用;在充分利用管磨机自身特点的前提下,通过采取改进管磨机球级配及配球制度等方式,并结合影响矿浆细度的因素有针对性地制定改进措施,使管磨机磨制原矿浆细度指标得以优化。

磨机产能由20XX年3月的 $45\text{t/h}$ 提高到 $53\text{t/h}$ ,细度指标由20XX年3月的 $100\#$ 筛 $\leq 10\%$ 合格率 $60\%$ 提高到 $100\#$ 筛 $\leq 8\%$ 合格率 $90\%$ 以上,达到了厂部下达的 $+100\#$ 筛 $\leq 8\%$ 合格率 $\geq 70\%$ 的目标。

## 参考文献

- [1] 杨重愚.氧化铝生产工艺学[M].北京:冶金工业出版社,1982.
- [2] 梅剑珊.氧化铝生产工艺[M].北京:冶金工业出版社,1993.
- [3] 郭万里.氧化铝制取工[M].太原:山西人民出版社,2006.