

矿物加工过程中脱水设备与方法

汪银梅, 罗仙平, 崔振红

(江西理工大学资源与环境工程学院, 江西 赣州市 341000)

摘 要:矿物脱水干燥技术是各类矿物加工过程中关键步骤之一,按照矿物脱水设备驱动力的不同,将矿物加工脱水过程中较为常见的设备进行了论述,指出应综合考虑矿物加工过程中的各类因素选择适合的脱水设备。

关键词:矿物加工;脱水设备;重力脱水;机械力脱水;热能脱水

脱水干燥技术是各类矿物粉体材料的后续加工作业,其目的是满足应用领域对产品水分含量的要求、便于储存和运输并回收分选过程所使用的水。因此,脱水干燥技术也是矿物材料必须的加工工艺之一,矿物粉体材料脱水干燥技术的发展趋势是提高效率、降低能耗、减少污染和恢复原级粒度或提高粉体粒度还原率(降低团聚率)。矿物脱水是选矿作业后的关键环节之一,对保证精矿质量起着十分重要的作用。

1 矿物中水的存在形式和脱水方法与设备

矿物中的水分包括成矿过程水分、开采水分、分选加工及运输、储存过程中加入的水分,这些水分以不同形式存在于矿物中。通常有4种形态:化合水分、结合水分、毛细管水分、自由水分^[1]。

矿物脱水方法和设备很多,主要分为以下几种。

(1) 重力脱水:是指依靠重力而实现的脱水,主要应用于粗颗粒矿物的脱水,能脱去自由水分。主要设备包括自然重力脱水(脱水斗子和脱水仓)和重力浓缩脱水(浓缩机和沉淀池)。

(2) 机械力脱水:是指靠机械力而实现的水和物料的分离,能脱去自由水分。主要设备包括筛分脱水(振动筛),离心脱水(过滤式离心脱水机和沉降式离心脱水机)和过滤脱水(真空脱水机、板框压滤机和加压过滤机)。

(3) 热能干燥:是指利用热能使矿物中的水气化而蒸发的脱水,能去除矿物中的毛细水、化合水和结合水。主要方法包括热力干燥和日光曝晒。

2 固液分离典型设备及作用

2.1 重力脱水设备-浓密机

浓密机是一种用于悬浮液固液有效分离的机械设备,主要用于金属、煤炭等非金属洗选厂的精矿浓缩及尾矿脱水,也可用于化工、环保等部门中一切含固料浆的浓缩和净化^[2]。浓密机工作时是依靠重力沉降原理使矿浆中悬浮固体颗粒与液体分离,从而实现固液分离,其目的是提高矿浆中的固体浓度^[3]。

在20世纪50年代,铀工业就开始使用设置有回转耙的圆形沉降槽,这就是常规浓密机。矿浆中预先加入絮凝剂,从进料口加入浓密机,浓密后的底流矿浆从底部排出,清液则从周边溢流出。普通浓密机底流的浓度一般为40%~60%,溢流的含固量可达到10~20 g/L;由于占地面积大,产生的土建和安装费用也较高。

高效浓密机是指单位面积处理能力大的浓密机。该类设备与常规浓密机相比,在外形上的显著特点在于其高度大,底流排料锥角小,高度和直径比大于1,一般在1.5~2;另一个特点是普遍采用絮凝技术强化微细颗粒的沉降,常使用聚丙烯酰胺类有机高分子絮凝剂。相比之下,高效浓密机比常规浓密机占地面积小,底流浓度可达到70%以上,正常情况下溢流水含固量小于500 mg/L。另外,高效浓密机自动化程度高,可以减少操作人员和经营费用,因此,目前高效浓密机在市场上很流行。

深锥浓密机主要由深锥、给料装置、搅拌装置、控制箱、给药装置和自动控制系统等组成。矿浆首先进入消气桶处理,然后给入旋流给料箱,经过给料桶絮凝后的矿浆进入浓相沉积层,通过浓相沉积层的再絮凝、过滤、压滤作用,下部锥底排出高浓度的底流。

高压浓密机是继高效浓密机和深锥浓密机之后

的一种新型高效固液分离设备,它结合了高效浓密机处理量大和深锥浓密机底流浓度高的特点,能够有效解决微细粒级的脱水难题。其底流浓度高于高效浓密机,可以达到45%~50%,而设备直径又大于深锥浓密机,有利于提高设备处理能力^[4]。

2.2 机械力脱水设备

2.2.1 离心过滤

与其它脱水机械相比,采用离心机脱水投资低、生产能力高,脱水效果好,耗电小,占地面积少,因此,离心机的发展和应用一直受到国内外专家的广泛关注^[5]。

离心力使过滤介质两边形成压力差,推动力强,分离速度比较快。对于沉降性能较差的矿浆,过滤前需要加入适当量的絮凝剂,但要避免絮团吸附过多水量,造成滤饼含水量增加;离心力场直接作用于颗粒和流体上,离心过滤脱水技术可以有效地增大过滤推动力,所产生的过滤推动力和压缩效应远远高于真空、加压等过滤方式,脱水速率高、滤饼残余饱和度低,且系统简单、运转能耗及运行费用低。其主要设备包括:沉降式离心脱水机和沉降过滤式离心脱水机。生产实践证明,沉降式离心脱水机和沉降过滤式离心机处理细颗粒都很有效,但两种离心机不能相互替代,各有最佳的使用条件。

水力旋流器作为一种利用离心力强化固液分离的设备,由于其具有结构简单、造价低、占地面积小、处理能力强、底流浓度高等特点,其在尾矿筑坝、尾矿预浓缩、尾矿富集回收、尾矿充填作业中有很大作用,如G-MAX水力旋流器、Krebs旋流器等。

2.2.2 过滤脱水

采用真空泵造成过滤介质(例如:滤布)两边的压力差进行过滤。适用于固液比小而固体颗粒较细的浆体。过滤脱水设备总体可分为真空和加压两大类,真空类常用的有圆筒型、圆盘型、水平带型等^[6];加压类常用的有压滤型、压力容器型、压榨型、动态过滤和旋转型等。

(1) 真空转鼓过滤机。转鼓过滤机已经大量用于各类矿物加工工业,不仅用于碱法浸出过滤和洗涤,而且也用于酸法浸出流程,特别是用于CCD系统中固液分离。转鼓过滤机有一个装滤布的圆柱形转鼓,对矿浆进行过滤、脱水成饼、洗涤和卸滤饼操作。按滤布安装位置可以分为外滤式和内滤式。内滤式转鼓过滤机,适用于沉降性能好的矿浆;外滤式转鼓过滤机按滤饼卸料方式分为:刮刀式、折带式和

绳带式。在铀工业中主要为外滤式,刮刀卸料。外滤式转鼓过滤机的处理量可达 $3 \sim 5 \text{ t/m}^2 \cdot \text{d}$,最大的外滤式转鼓过滤机的转鼓直径为3.35 m,长度为5 m,过滤面积50 m²,但不适合过滤泥质矿浆。

(2) 盘式过滤机。盘式过滤机是由多个(可达15个)圆形过滤盘,每个圆盘由8~30个饼形盘组成。饼形盘数量取决于过滤机的直径,分为立盘式和水平盘式两种。目前立盘式机最大过滤面积达200 m²。立盘式滤饼不能进行盘上洗涤,只能采用稀释洗涤的方法洗涤滤饼;水平盘式过滤机占地面积比较大。

(3) 水平胶带真空过滤机。主要由两个相隔一定距离的驱动滚筒、从动滚筒或张紧滚筒、无接头环形橡胶带组成。滤带在真空抽吸箱上滑动,其最大速度可达15 cm/s。滤带上覆有滤布,料浆加入到滤布上,在真空抽吸作用下达到固液分离的目的。这种胶带式过滤机,单位面积处理能力大,在一台机器上可进行多段洗涤。目前,国外设备最大过滤面积已达200 m²。

(4) 压滤机。压滤机主要用于粘度大、颗粒细的化工产品脱水和选矿厂精矿的脱水、黄金氰化洗涤等作业,在尾矿处理方面应用较少。然而,由于其脱水效果好、适应性强、压滤脱水后尾矿的处理方式灵活,近年来在黄金矿山尾矿处理方面得到了广泛的应用,在冶金矿山尾矿处理中也有应用报道。压滤机在黄金氰化尾矿中的应用还有一些特殊的意义。

2.3 热能干燥

理论与实践证明,机械方法脱除细粒物料外在水分存在脱水极限,尤其是超细粉体材料的团聚问题,使生产技术常常在机械过滤分离后,还需再进行热能干燥去水分离作业。热能干燥是利用热能将物料中水分从液相转变成汽相予以分离的操作,可在机械过滤分离基础上实现深度固液分离。一般采用流态化干燥方式或在干燥设备中或干燥后设置解聚装置。

干燥板内通入热介质(如蒸汽),将干燥板加热,靠近干燥板的滤饼毛细管水开始传导受热而蒸发,所变成的蒸汽急剧膨胀,驱使距干燥板较远毛细管水涌出滤饼表面,其脱水机理可用自然界热喷泉现象加以解释^[6]。

3 结 论

脱水设备的选用应根据矿物所含水分的类型、

矿物特性、矿物加工精度、经济性等诸多方面进行综合考虑。

近些年来,脱水设备正向着大型化、可靠性好、精度高、脱水效果好、维护方便、易损件少、使用周期长等方向发展。但是国产脱水设备在一定程度上与国外同类产品还有差距,如:浓缩机的控制系统其控制精度较低等,增加了设备的故障率和维护强度。在市场经济和经济全球化的条件下,国产脱水设备面临机遇和挑战,应该加快研究发展的步伐,充分吸收和借鉴国外设计制造的先进经验,研制出适合我国矿山的脱水设备,最终赶上和超过世界先进水平。

参考文献:

- [1] 谢广元,张明旭,边炳鑫.选矿业[M].北京:中国矿业大学出版社,2001:581~584.

- [2] 马向哲,樊立萍,柏松.浓缩机控制系统的改进[J].电气时代,2007,12(12):6~7.
- [3] 吕一波,司亚梅.浓缩机技术理论及设备发展[J].选煤技术,2006,5(10):62~65.
- [4] 李妍妍.梅山铁矿尾矿浓缩系统技术改造[J].金属矿山,2006,366(12):75~77.
- [5] 郝春建.煤炭产品脱水用离心机的现状及发展[J].煤质技术,2007,7(4):49~51.
- [6] 方伟,舒伟文.过滤机在我国钨水冶工艺中的应用[J].过滤与分离,2007,17(4):34~37.
- [7] 周明远.蒸汽压滤脱水研究[J].选煤技术,2001,3(6):20~22.

(收稿日期:2008-07-29)

作者简介:汪银梅(1980-),女,硕士研究生,主要从事矿物加工及生物技术研究,Email:wangyinmei2000@163.com.

(上接第61页)

尤其是左帮和顶部变形量有明显减少。

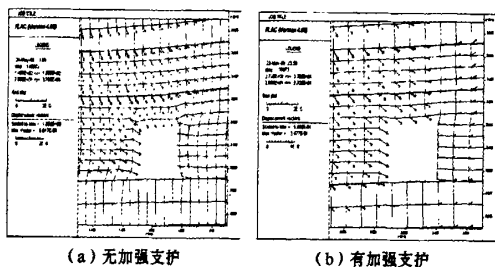


图4 3_F 209 运输巷加强支护前后围岩位移场

图5为3_F 209 运输巷加强支护前后支护体受力情况。

由图5可以看出,采用锚索加强支护对锚网支护进行结构补偿后,巷道侧帮锚索受力良好,特别是侧帮上部靠近肩窝的锚索整体受力较合理,顶板肩窝处锚杆锚索受力较小。

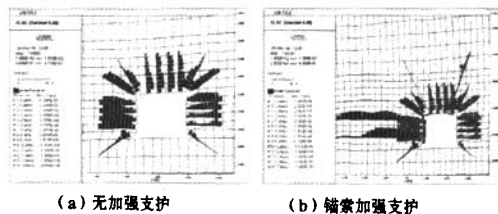


图5 3_F 209 运输巷锚杆锚索受力

4 结 论

力学理论公式推导结果表明锚索托梁垂直巷道轴向布置时,锚网支护组合梁结构的向下最大挠度,比锚索托梁沿巷道轴向布置时的向下最大挠度小。换个角度也就是说,在产生相同挠度的情况下,锚索托梁垂直巷道轴向布置的锚网支护组合梁能够承载的载荷更大。数值模拟结果也直观表达了高强稳定型耦合技术对控制巷道变形的明显效果。由此证实合理的耦合支护技术能够有效的提高支护结构的承载性能。

参考文献:

- [1] 刘鸿文.材料力学[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [2] 陈炎光,陆士良.中国煤矿巷道围岩控制[M].徐州:中国矿业大学出版社,1994:15~129.
- [3] 侯朝炯,等.我国煤巷锚杆支护技术的发展方向[J].煤炭学报,1996,(2).
- [4] 宋振骥,姜金泉.煤矿岩层控制的研究重点与方向[J].岩石力学与工程学报,1996,15(2).
- [5] 宋振骥,等.实用矿山压力控制[M].徐州:中国矿业大学出版社,1988.
- [6] 谢文兵,史振凡,陈晓祥.工作面开采对底板岩巷稳定性的影响[J].中国矿业大学学报,2004,1(33):82~85.

(收稿日期:2008-06-12)

作者简介:孙其飞(1982-),男,山东烟台人,研究生,从事巷道支护与采矿数值模拟研究,Email:zhefei1898@163.com.