

国外农药破碎、造粒、包装机械 发 展 概 况

上海科学技术情报研究所 编

上海科学技术情报研究所

国外农药破碎、造粒、包装机械发展概况

上海科学技术情报研究所编

*

上海科学技术情报研究所出版

新华书店上海发行所发行

上海中华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 2 字数: 51,000

1977年10月第1版 1977年10月第1次印刷

印数: 1—3,400

代号: 151634·373 定价: 0.30元

(限国内发行)

目 录

第一章 破碎机械发展概况·····	(1)
一、概述·····	(1)
二、干法粉碎·····	(2)
三、湿法粉碎·····	(11)
四、超微粉碎·····	(12)
五、低温粉碎·····	(13)
第二章 造粒机械发展概况·····	(15)
一、概述·····	(15)
二、造粒条件·····	(15)
三、造粒工艺·····	(16)
四、造粒机械·····	(17)
第三章 包装机械发展概况·····	(25)
一、概述·····	(25)
二、定量装料系统·····	(26)
三、装箱机·····	(28)
四、捆扎机·····	(29)
五、收缩薄膜包装机·····	(30)
六、包装流水线实例·····	(31)

第一章 破碎机械发展概况

一、概 述

在化学工业中,粉碎操作到处可见,而且是提高产品质量的重要一环。粉碎操作,目前主要有干法、湿法和低温粉碎三种。

1. 各国概况

粉碎机械的生产,以美国和苏联比较发达,西德和日本其次。就质量而言,以瑞典、西德、美国较好。

美国的大型旋回破碎机广泛用于选矿厂,最大的为2130毫米,最大给矿粒度为1700毫米,是阿利斯公司制造的。最近设计制造了无齿轮传动的旋回破碎机,用低速同步电机直接驱动偏心套,简化传动机构,减轻重量,提高传动效率,减少占地面积。近来,美国生产了给矿口为 1143×1524 毫米、产量为1000吨/小时的颞式破碎机,动锥下部直径为559~2134毫米、破碎能力为7~1050吨/小时的圆锥破碎机,1500×2100毫米的单辊破碎机,229~1981毫米的双辊破碎机,生产能力为2000吨/小时、把1524毫米的矿石破碎到152毫米的反击式破碎机,直径4260毫米、长度5480毫米的棒磨机,功率6600马力的细磨球磨机,直径13.2米,功率7000~8000马力的自磨机。在应用新技术方面,液压技术早已普及,用电子技术和气流喷射的破碎机械也已进入市场。

苏联的粉碎设备基本沿欧美各国的道路发展,设备日趋大型化,还大力采用了液压技术和强制润滑等新技术。

日本约有三十个主要生产粉碎设备的工厂,现有旋回破碎机规格40种,锤式破碎机规格27种,圆锥式和辊式破碎机规格好几十种。二次大战前,水泥和建筑等工业部门应用复摆颞式破碎机最为普遍,约占3/4;二次大战后,大力推广破碎比较高的反击式破碎机,已占1/4左右。

西德生产粉碎设备的工厂约有90多个,产品质量好。如1924年首创的反击式破碎机,已畅销英、美、日、瑞典等。在球磨机上应用了自衬衬板,在处理磁铁矿时衬板磨损量降至每吨4.5克,寿命提高到38,475小时。他们比较重视新产品的试验研究,五十年代中期以来已研制成功了多种新型破碎机,如液压圆锥破碎机、液压颞式破碎机、行星磨机、大型管式振动磨、偏心旋转破碎机、曲摆颞式破碎机、直接传动颞式破碎机、硬岩破碎用反击式破碎机等^[1]。

2. 发展趋势

1) 向大型化发展

美国已在生产2130毫米的旋回破碎机,瑞典在生产2108×1676毫米的复摆颞式破碎机,苏联在生产2100×2500毫米的简摆颞式破碎机以及2500×2000毫米的单转子反击式破碎机,美国在生产2000吨/小时的双转子反击式破碎机和3000毫米的圆锥破碎机,美国还生产了功率6600马力、 4.6×16.5 米的格子型球磨机,加拿大采用了12.9米湿式自磨机。据报道,最近国外还出现了直径1米、长度1米的轧辊,水泥工业用辊式破碎机的生产能力已达300吨/小时,剪式破碎机的转子直径已达0.5~0.75米,受料漏斗宽度

为 0.6~2.4 米^[1,2]。

2) 改进结构, 提高质量

其基本途径是强化破碎过程, 延长零部件和整机的使用寿命, 发展系列化产品, 停止陈旧产品生产。强化破碎过程的有效方法之一, 是提高主要工作机构的工作速度。西德有公司为了提高粉碎度, 加长了粉碎工具和磨损板, 从而可使 100% 的物料粉碎至 30 微米以下, 并通过安装隔音材料使噪音减至 75~80 分贝^[2]。苏联曾用堆焊法来恢复已磨损的衬板, 使 90% 的衬板得以重新利用。苏联比较重视产品尺寸系列, 如腭式破碎机有 15 种规格型号, 而美国有 50 种, 日本更多达 83 种。

3) 大力采用新技术、新材料、新设备

在新技术方面主要有电子技术、液压技术及新的破碎技术。如英国 1964 年在我国举行的一个展览会上就展出了电子计算机自控的自磨机, 一人可控制六台, 动力消耗减少 10~40%, 衬板磨损降低 60~90%。美国于二次大战后在破碎机中采用了液压技术, 目前已用于旋回、腭式、圆锥以及反击式破碎机等。新的破碎技术有自磨以及电能、热能、原子能、化学能破碎等。

在新材料方面主要有塑料、橡胶, 一般用作衬板, 具有成本低、安装快、耗电少、无噪音的优点。

在新设备方面主要有移动式破碎机——运输带联合机组、自行式破碎机组、联合机组给料方式。如美国有台装有 1370 毫米旋回破碎机的大型移动式粗碎机组, 配备一台 10.9 米³的电铲, 三班工作, 每班二人, 就可达到 48,000 吨/天的产量。自行式破碎机组除配有行走机构外, 其余组成均与移动式破碎机组相似, 如西德生产的这种设备已在不少国家获得应用, 具有机动性和生产能力都高的优点。联合机组给料方法有直接和间接两种。前者是指破碎机直接采用前端式装载机和载重汽车给料, 后者是指装载机将物料

送到给料装置上, 而后再运到破碎机给料口。西德在设计制造采用各种不同的装料设备的大型自行式破碎机。此外, 高负荷、耐冲击的滚动轴承, 已在多种破碎机上得到了应用^[1]。

4) 设备向多用途发展

为了提高粉碎设备的利用率, 近来, 明显地向多用途方向发展。如西德有公司研制成 Apex Micropex Mill Model 357, 由不锈钢制成, 可用于湿法和干法造粒、高速粉碎、切块、捣碎、强烈搅拌、混合、分散, 以及把液体处理成乳浊液和分散液等^[3]。

二、干法粉碎

1. 腭式破碎机

腭式破碎机有百余年历史, 但基本结构和工作原理仍无根本变化。它按照动腭运动轨迹的不同, 分为简摆和复摆两种。

简摆腭式破碎机适用于破碎坚硬、韧性、耐磨物料。英国 Pegson 公司为瑞典一家矿山制造了 1800×1370 毫米的这种机器, 采用滚柱轴承, 机重 165 吨, 高 4419 毫米、宽 4267 毫米、长 6706 毫米, 最高产量 600 吨/小时, 其特点是易损件有较大的互换性。

苏联的 ШКД-9 型, 给料口尺寸 1500×2100 毫米, 最大给矿粒度 1300 毫米, 产量 340~530 米³/小时, 电机功率 300 瓩, 重量 250 吨, 衬板为曲线型。

日本神户制钢所的 A-1 型, 具有破碎腔不易阻塞、破碎腔深度大和啮角小、能破碎物料中最小料块的特点, 衬板采用高锰钢, 有纵向波形齿面, 使产品粒度均匀。动腭衬板系直线形, 上下两部分可互换; 固定腭下部系曲线型。如 72-96 型号的给矿尺寸 1830×2440 毫米, 最大产量 1050 吨/小时, 电机功率 340 瓩。

复摆腭式破碎机, 自 1858 年美国发明以来一直用于破碎中硬物料, 主要原因是轴

承寿命低。但滚动轴承的出现,使它也可破碎坚硬物料,因而在粗碎方面,国外有用复摆代替简摆的趋势,因为在相同条件下,复摆的产量要高30%。如产量相同时,复摆的重量轻20~30%,其衬板磨损严重的缺点也可用最初设备投资省来弥补。

日本神户制钢所 S-T 型复摆机,具有重量轻、刚性好、产量高等优点,其机架由钢板焊接而成,破碎腔不易阻塞,排料平稳,髌板采用高锰铸钢,肘板是一块两端焊有圆钢的钢板。60-80 型号的给料口尺寸 1520×2130 毫米,最大给矿尺寸 $1200 \times 1600 \times 2400$ 毫米,最大产量 720 吨/小时,电机功率 260 瓩。

苏联齐喀宾斯克矿山研究所研制了自控 1500×1200 毫米复摆机,排矿口为 150 毫米,产量 $230 \sim 280$ 米³/小时,电机功率 180 瓩,其特点是用保险摩擦离合器代替保险肘板,用滚动轴承代替滑动轴承。

西德伟大格公司的复摆机,可用于粗碎、中碎各种矿石和岩石,既可用作固定式、又可用作移动式破碎设备。机架有整体焊接和组合焊接两种结构,动髌是优质钢整体焊接件,肘板与座板间是滚动摩擦,偏心轴是高强度锻钢件,髌板采用高锰钢,安有液压系统。 2100×1500 规格的给矿口尺寸 2100×1500 毫米,产量 $530 \sim 600$ 米³/小时,排矿口尺寸 350 毫米,电机功率 220 马力,机重 151 吨,连液压系统在内 162 吨。

美国阿利斯·卡尔默斯公司的复摆机 TL 型,采用滚柱轴承,产品粒度均匀,规格有两种 (609×914 , 762×1066 毫米)。动髌上端摆幅大,能破碎较大的物料,用经过热处理的摆棒代替一般所用的衬板。

近来还出现了其他结构型式的髌式破碎机。如西德克佩尔恩公司的液压传动髌式破碎机,给料口尺寸为 400×600 毫米,效率比机械传动的高 50%,工作转速也提高两倍,还可用轻型快速飞轮工作^[4]。缪列尔公司的一种髌式破碎机,结构新颖,其动髌支承于可弯

曲的塑性构件上,构件上部刚性固定于动髌上,而下端则铰接支承于小轴上,具有高转速、高产量、高破碎比的特点^[1]。克虏伯公司的冲击髌式破碎机,有较高的转速,偏心轴转速为 $500 \sim 1200$ 转/分,大大超过通常的指标。这种机器的最大规格为 1250×1700 毫米。洪包特公司的直接传动简摆髌式破碎机,其偏心轴位于下部,直接传动动髌。美国哈伊维-马希涅里-科姆帕尼公司的双破碎腔式破碎机,其髌板运动为复杂摆动,与东德催马格工厂的不同,给料口尺寸为 254×914 毫米,产品粒度 25 毫米时的产量可达 $70 \sim 90$ 吨/小时。国外还有一种楔辊传动的髌式破碎机,结构简单,重量比简摆的轻三分之一^[1]。西德有种髌辊式破碎机,其辊身装在偏心轴上,而偏心轴则支承于机壳上,辊身外面固定有耐磨的辊皮,辊皮利用滚压作用破碎物料。该机特点是加大了进料口尺寸,使破碎比增加,产量也较高^[5]。苏联有种髌式破碎机,为了提高破碎效果,动髌板上连接有拉杆,其另一端用铰链系统同螺旋管传动装置连接^[6]。

2. 旋回破碎机

旋回破碎机广泛用于粗碎各种矿石和岩石,机架大多采用铸钢制造,主轴承则一般采用青铜或巴氏合金。滚动轴承有可能代替常用的滑动轴承。

苏联 KKД-1200 以上的三种旋回破碎机,配有两台电动机,启动时两台同时运转,正常工作后一台运转,改用液力联轴器后则一台传动。日本神户制钢所生产的是根据美国专利搞成的底部单缸液压旋回破碎机,特点是设备重量轻,生产效率高,工作平稳,非破碎物可自动排出。西德有台大型液压旋回破碎机,其排矿口的调节可在一个刻度盘上反应出来。目前该机的动锥底径最大已达 3700 毫米(日本),给料口尺寸已达 2130 毫米(美国),电机功率已达 1100 瓩(苏联),机器重量

轻达 430 吨(日本和西德),产量已达 5000 吨/小时(西德、英、日、加拿大)。在结构方面,旧式的侧面排矿结构已基本淘汰,目前,大多采用矮机架的中心排矿结构^[1]。

3. 圆锥破碎机

圆锥破碎机已有一百年的历史,目前用得最广的是美国阿利斯·卡尔默斯型和西蒙型。阿利斯·卡尔默斯型液压圆锥破碎机,其特点是破碎能力大,构造简单,液压控制性能优良,最大尺寸为 1784 吋,单边给料尺寸为 11 吋,最大功率为 500 马力。

西德 Wedag 液压圆锥破碎机,用大型滚柱轴承代替原来的滑动轴承,用三角皮带直接传动代替锥形齿轮传动,固定锥支撑在六个均布的液压缸上,以及能用液压调整和保险。

苏联的弹簧式圆锥破碎机,其中碎部分有标准及中型两种,细碎部分为短头型,结构大体和美国的西蒙型类似^[1]。

日本一种圆锥破碎机,由粉碎固定锥、圆筒形粉碎槽、垂直旋转轴及鼓形粉碎器组成,适用于粉碎溶解性的固态化学品,一般如农药、化肥、洗涤剂。因它们在贮运过程中,化学品容易吸潮而结块,溶解时需花费较多时间。为了尽快溶解块状物,该机先将其粉碎,成为浆状物,省去了人工粉碎后再溶解的繁重体力劳动。该机下端是粉碎槽排出口,垂直旋转轴在粉碎槽中旋转,块状物送至瓣形粉碎器的中间较细部分,圆筒形粉碎槽周围设有散液管,粉碎槽排出口与喷射器的负压部分连接,散液管与喷射器的正压部分连接。粉碎槽与循环路相通,粉末由散液管出来的部分循环水所溶解,成为均匀浆状物,同时溶液通过喷射器循环使用^[7]。

4. 反击式破碎机

反击式破碎机又叫冲击式破碎机,主要用高速回转的锤头冲击料块,使其薄弱部分

先发生选择性破碎,比较充分地利用了功能,但存在粉尘大、不宜于破碎塑性和粘性材料等的缺点。反击式破碎机用于生产还只有五十年的历史。由于适于高速,重负荷滚动轴承和耐磨材料的出现,该机发展很快,不少工业国家都在生产,已有给料可达 2 米³的粗碎用反击式破碎机,以及产品粒度小于 3 毫米的细碎用反击式破碎机。

西德 KHD 公司有种新型反击式破碎机 Hardopact,转子线速度较往常的低 15~20%,锤板结构采用特厚的合金钢,其利用率高达三分之二。

西德 HAZEMAG 公司研制了一种组合反击式破碎机,可将 1000~1500 毫米的给料一次破碎到 25 毫米以下碎料占 97% 以上的最终产品。它装有两个转子,其中一个转子的位置较高,与另一转子成 30°角,分别用于粗碎和细碎。

日本神户制钢所的反击式破碎机,其机壳采用钢板焊接结构,机壳上部有 4~5 个开口,便于维护。转子由钢板焊接而成,两侧装有高锰钢护板。轴承是带有紧固套的滚动轴承,装卸方便。此外,易损件数量少,衬板易装配。苏联的反击式破碎机已成系列,1966 年公布了破碎石灰石、白云石、石膏、低磨性材料的粗碎单转子反击式破碎机系列型谱 ДРК,其中规定在 20×16, 25×20 这两种大型机的轴承体中装有远距测温的发送器^[1]。

波兰有种反击式破碎机用于细碎硬质材料,其优点是结构简单,无需净化粉碎机中出来的气体,流体阻力低,无浸蚀,从而增加了破碎机寿命,减少了维修费用^[7]。

波兰还有种反击式破碎机,特别适用于获得尘状燃料。这种破碎机的转子,安有轮壳和环形盘,而两者之间有击锤。轮壳和环形盘上用铆钉固定有连接板。可卸盖板系整块耐磨材料或由六个扇形组成,用螺钉固定,而盖板的外边焊至环形盘的上轮箍上。这种结构可大大增加转子的耐磨性,改善转子和

破碎机壳体间的密闭性,防止从破碎机中放出粉碎得不够的粒子^[8]。

西德科隆的 Hoso Kawa 公司有带积分系统的风力分选器的反击式破碎机 Fein-Victory,其粉碎物料通过计量装置进入破碎机中心,且通过离心力径向进入破碎机。破碎的产品通过布置在粉碎室一边的导向叶片排出,粗粒部分重又送入粉碎区,而细料用空气带出,且沉积在串联的除尘器中。细度用改变导向叶片位置的方法来调节。在封闭式破碎机情况下,则从外面进行调节。该机现有六种规格,起动功率为 5.5~300 瓩,可用于细碎结晶的、含湿不高的或含脂肪的物料^[9]。

国外有种反击式破碎机,用于破碎易爆物料,并装有消声器,转子直径 2 米时的生产能力达 800~1250 吨/小时^[9]。

5. 辊式破碎机

苏联有种辊式破碎机,包括有框架、装在轴上的轧辊、轧辊传动装置、减震装置。为简化结构和改进操作条件,减震装置做成钢绳夹紧滑车组形式。轧辊的传动装置,其轴端装有蜗轮,同蜗杆轴活动连接。据说工作效率较好^[10]。苏联另一种粉碎硬质材料如渣的辊式破碎机,其机体中装有衬板及水平布置的带齿轧辊,而轧辊下装有托架。为了提高物料的破碎效果,衬板带有锥形加强筋^[11]。

苏联原有一种用于粉碎和分散有机染料及糊状时很粘的中间体的多辊破碎机,具有两个转速不一的轧辊,其外表面开有断形沟、两端的形状分别象小三角形棱纹和椭圆形深沟,但破碎和分散结果不是很好。为改变这种状况,新研制的多辊破碎机,其轧辊外表面做成锥形,或凹或凸^[12]。国外还有一种四轧辊破碎机,装有轴向移动的刻槽轧辊,从而保证轧辊不易磨损^[2]。

6. 滚筒破碎机

美国 Philadelphia Gear 公司设计的一种滚筒破碎机,滚筒直径 11 米,转速每分钟 9.5~13 转,传动装置为两个短转矩的同步电动机,功率 12,000 马力,借可将转矩达到 48,500 公斤米的液体联轴节同减速器连接。液体联轴节保证滚筒平稳起动,以及电动机间负荷均匀分布。两个减速器固定在装有扭杆吊架的刚性框架上,而扭杆吊架可吸收破碎机滚筒中被处理物料混合不均匀所产生的冲击^[13]。

美国有种双室滚筒破碎机,其圆柱形壳体的腔用隔板分成两室,第一室中装入粗碎原料用钢棒,第二室中则装入细碎用钢球。原料通过空心轴颈从第一室一边装入,而粉碎的产品通过对面的空心轴颈排出。隔板备有外层耐磨的可换衬料,隔板中有中心孔,形状如截头圆锥,顶朝第一室方向。这种结构的特点是简单可靠,产品质量较好^[14]。

美国还有种滚筒破碎机,装有卸料和分离装置,用于干法或湿法粉碎物料。水平滚筒的卸料端布置有环形隔板,将粉碎区和卸料分离区隔开。隔板中的格栅,可通过达到所要求细度的粒子。环形隔板后面是曲线形倾斜叶片,其上形成有带尖格的盒式区域,细粉经此卸下;而粗粒由叶片抛掷至中心,再次进入粉碎区粉碎^[15]。

美国另一种破碎玻璃一类物料的滚筒破碎机,形状象截割的锥体,截面形状为正八角形。滚筒的安装角度与水平线成 15~30°,并用底板从较宽的下端盖住,而上端敞开,以便加料。底板有孔部分,其外面用钻有孔的盖板盖住,它用弹簧挡住,致使盖板孔和底板孔不相重合。为了卸料,有块盖板在凸轮装置帮助下,在滚筒转动时使盖板孔和底板孔定期相重合,就有可能卸下一定粒度的物料。为如速粉碎,滚筒内可安上有独立传动装置的快速冲击锤^[16]。

苏联有种滚筒破碎机,装有滚筒、环形隔板、滚筒筛。滚筒筛的筛孔直径小于滚筒。环形隔板装在滚筒和滚筒筛之间。为防止焦炭过分粉碎,滚筒内用径向杆固定T字形托架^[17]。

7. 锤式破碎机

美国有种锤式破碎机,带有调节内部空气再循环的装置。圆盘间的空腔内布置有锤。原料从上面装入粉碎区,而侧壁和底部由穿孔材料制成。最终产品通过格栅上的孔卸下。如粉碎轻质材料,为防止破碎粒子返回粉碎区而降低工作效果,应改变通过孔进入粉碎室的空气流量,即可充分卸净^[18]。美国另一种锤式破碎机,其粉碎室的格栅由下面铰接的半球形两半组成,且其上部压紧至上面喇叭形壁。通过上面料槽进入粉碎室的物料,由离心力抛掷至格栅内壁。物料自流入粉碎室的速度为每分钟18~29米,转子转速为每分钟1700~2100转^[19]。

美国还有种锤式破碎机,其转子是逆动的,有导向反射阀。该阀安在装料漏斗下部,形状为八字形。内壁可用作导轨,物料以一定角度送至转子转动方向。转子转向改变,供料方向亦变。这种结构可节省为充分利用所有四个工作面而拆锤所需的时间^[20]。另外一种转子锤式破碎机,用于细碎颗粒物料。转子上固定有T字形锤,锤头具椭圆形横断面。破碎机壳体中安有活动砧子,粉碎物料可落入砧子的工作表面和锤子的表面间孔隙,于此研成粉末^[21]。

苏联有种锤式破碎机,可在不换筛情况下改变网筛表面的有效截面,其网筛机构做成固定至钢带的两个网筛,而钢带可用盖板盖住部分网筛,且可拉紧或移动^[22]。东德研制了一种用于处理膏糊状物料的锤式破碎机,其水平短圆柱形壳体中旋转有转子。破碎机工作时,转子作行星式运动。通过上面装料孔供送的物料,穿过重锤的作用区域而

被粉碎,并经壳体下部的孔排出^[23]。

英国有种锤式破碎机,其壳体和电动机一起安在支架上。电动机轴上装有重锤的转子,其周围布置有围住粉碎室的格栅。粉碎物料主要以径向(与径向的角度在30°以下)进入粉碎室,角速度也小,这就保证转子的磨损达到最低限度,因转子不会受物料粒子的撞击。这种结构的生产能力较大^[24]。英国另一种锤式破碎机,带有分级器。在装料管一面的圆盘周边上安有一排锤子。大块物料用锤子破碎,有一部分则向壳体四壁摩擦。由四排齿形成的环形粉碎区中,送入用重锤粗碎的物料。出料孔前的分级器,乃是套管,它安在轴上,用转速可变的发动机带动。气流中的细粉料通过格栅排出装置,粗粒则返回粉碎区^[25]。

8. 剪式破碎机

英国Pallman公司有种精密剪式破碎机,特别适用于粉碎很薄的塑料板、带、管,转子式刀具呈螺旋形,布置在转子上。为了排出特别是在24个刀具转动时强烈释出的热量,该机装有水冷特种转子。通过提升装置,可将机体上部安全打开,使刀具和网筛易于接近。现有两种转子,直径为400、500毫米,工作宽度为250、500毫米,分敞开式和封闭式两种^[9]。Apex Construction公司的剪式破碎机R 116,适用于处理纤维性材料如纤维素、皮革、塑料、药材。该机具有可移式转子轴,可调移动式 and 固定式刀具,以及较大的筛分面积^[3]。

西德Alpine公司的剪式破碎机Rotoplex,其所有零件均由特别强固的材料制成,寿命较长。转子质量大,回转力矩也大,就保证破碎机甚至在处理结实的大块物料时也可均匀操作。转子上有五把刀,定子上有四把刀,转子转速为每分钟560转。这种结构可保证有效利用电动机功率,且获得一致的粒度,换筛和磨刀既容易又简便。40/63型的净

重为 1300 公斤,电动机功率 15~22 瓩,生产能力 1500 公斤/小时。40/100 型的净重为 1700 公斤,电动机功率 37 瓩,生产能力 2200 公斤/小时^[26]。在 1976 年国际化机博览会上,该公司展出了一种小型剪式破碎机 Roto-plex^R,其特点是单面水平布置转子,特别适用于粉碎薄片、薄带、薄管,生产能力为每小时 152 公斤聚氯乙烯板。西德 Dreher 公司的有种剪式破碎机,其隔音性能特别好,噪音不超过 85 分贝^[9]。

9. 气流破碎机

国外有种带盘形粉碎室的气流破碎机,它用通过切向喷嘴进入粉碎室的压缩空气(压力 >7 公斤/厘米²)或过热蒸汽(压力 >15 公斤/厘米²)来粉碎物料。该机可用于粉碎各种化学品,主要是染料和陶瓷原料,粉碎物料直径最大为 1 毫米,所得产品的细度小于 10 微米。该机的粉碎室直径 100~900 毫米,生产能力 5~2000 公斤/小时,, 过热蒸汽耗量 2800 公斤/小时。据称用压缩空气时还可粉碎热敏性物料。粉碎粘性物料时,粉碎室内表面衬有聚乙烯或氟塑料板。粉碎难磨物料时则衬有特殊钢^[27]。

比利时有种气流破碎机,具有异型机体,包括两个相同的结构部分,其中之一备有竖腔。沿竖腔切线布置有装料流咀。机体下部的腔成曲线形状,于此供送压缩空气或蒸汽,分散装入的物料^[28]。

国外有种连续操作的气流破碎机,用于细碎各种散料,如氧化铝、大理石、陶土、焦炭、滑石、二氧化钛等,每小时处理能力为 3000 公斤,破碎物料最大粒度为 16 毫米,最终产品平均粒度为 0.2~3.8 微米,最大的达 20 微米。另有种对流式粉碎机,用于预冷却聚酰胺、聚氯乙烯等,其粒度为 40~300 微米,最终产品的粒度小于 10 微米。该机中的循环冷却剂通过充填原料的料斗,将硬粒冷却至可在机器中大大加速粉碎的温度^[29]。

西德有种气压式破碎机,用于在气体涡流中制备均匀的超细物料。它分两个彼此连接的圆形室。第一个为喷雾室,其圆形侧壁上有径向孔,连接至供料喷嘴;第二个为分离室,在圆壁上有一排孔。这种结构的特点在于,两室间安有同超声喷嘴连接的反馈电缆配线。第一室中物料破碎不够时,粗粒就进入第二室,再用气流返回原室继续粉碎^[30]。

波兰冶金机械和自动化研究所,在压缩空气操作的气流破碎机试验基础上,研制了用过热蒸汽操作的、粉碎室直径为 400 毫米的离心-气流破碎机,过热蒸汽压力为 15、18 巴,温度为 280~320 °C,生产能力为 50~150 公斤/小时。这种装置的特点是粉碎度高,耗能量少^[31]。

国外还有种带离心分离器的逆流式气流破碎机,用于处理各种硬度的物料,其中包括热不稳定性物料。该机的主要优点是,最终产品的粒度为 75~1 微米,耗能量大大减少,还可用作混合机、干燥器及反应器。该机生产能力视部件耐磨程度为每小时 10 公斤至 30 吨,操作时基本上无噪音和振动,因而无需基础^[28]。

美国有种粉碎机,用于在液体或气流中粉碎硬质物料,特别可用于制备农药乳剂。该机的基础是离心泵,包括有壳体、轴向和径向套管。此两套管分别用于进出液流或气流。泵轴垂直布置,轴上有外套,外套中有金属圆球。外套上有径向孔,其螺纹用于安塞盖,以便调节所通过的料流^[32]。

据称,国外气流式破碎机的工作流运动速度已超过了声速^[2]。

10. 振动破碎机

日本研制了一种连续式振动破碎机,有两个上下水平布置的圆柱形装置,其中都充填有小球。在连接该两圆柱体的构架中,安有不平衡振动器。该振动器工作时,两圆柱体发生振动,其中的物料就被粉碎。粉碎的物

料从下圆柱体的对面一端卸出, 粉尘由旋风分离器分离后从排风管排出, 而旋风分离器出来的空气用风机再次压入供循环使用^[33]。

丹麦有种振动破碎机, 用于处理粘塑性混合物。它做成垂直圆柱形室, 上面用盖子盖住。室中心固定有轴, 其隙缝约 0.2 毫米以下, 轴上安有金属圆柱体, 其高度比室低 4~5 毫米。该装置用偏心轮安在振动器上, 传到的振动频率为每分钟 1500~3000 转, 因而圆柱体也按此频率沿轴作往复运动, 圆柱体和室壁间隙中的物料即被粉碎和移动^[34]。

国外还有种振动破碎机, 采用深冷液氮, 用于低温破碎塑料、铁合金及有机物^[2]。

11、球磨机

苏联对球磨机的研制重点放在大型化上, 已投产了筒径 4500 毫米、筒长 5000 毫米的格子型球磨机, 其工作容积 71 米³, 电动机功率 2000 瓩, 设备重量 254 吨^[1]。

美国有种滚筒式球磨机, 其主轴承带有油阻尼器, 结构较简单。轴承本体靠在辊子上, 而辊子靠在垫块上。轴承本体和垫块有半圆柱形凹槽, 辊子便沿滑动垫块进入其中。球磨机工作时, 将抬起的垫块、辊子和轴颈保持在原位, 减少轴颈的垂直跳动, 而角跳动通过轴承本体围绕辊子轴转动得以弥补^[35]。

日本对球磨机或棒磨机的内表里衬用护板的结构作了改进, 即护板表面上有凸缘, 而凸缘上具有紧固螺栓用的穿孔。在这些凸缘的帮助下, 破碎机的滚筒转动时球和棒就能起很好的搅拌作用^[36]。

加拿大 Aerofall Mills 公司研制了半自动球磨机, 其特点是直径大大超过长度。美、秘鲁等国都在使用直径 5.1 米、长 16.8 米的大型球磨机^[3]。

12、棒磨机

美国有种棒磨机, 规格为 4200×6100 毫

米, 功率 2000 马力, 生产能力为每小时 290~340 吨。苏联溢流型棒磨机的最大规格为 4500×6000 毫米, 工作容积 85.5 米³, 电动机功率 2000 瓩, 设备重量 235 吨, 且零部件通用性强, 还注意主轴承的中心距相等, 以利互换。

日本神户制钢所的棒磨机系列, 共有 21 个, 其中最大规格为 2900×3660 毫米, 装棒量 45.8 吨, 电动机功率 370 瓩, 所需功率 329 瓩, 生产能力为 107~40.5 吨/小时, 筒体转速 16.9 转/分^[1]。

西德 Wegusta 公司研制成了螺旋形棒磨机, 分单室和多室两种, 结构和作用方式大体上相当于现有的棒磨机, 即该机包括平圆柱形粉碎室, 其圆周上的许多喷嘴成 25~45° 布置, 迫使产生螺旋形运动。粉碎室旁边是螺旋形运动的分离室, 其中有未被足够粉碎的粒子, 并返回粉碎室继续粉碎。其主要特点是物料供送机构系密闭的, 大大减轻噪音, 实测结果是有物料时 70 分贝, 无物料时 75 分贝^[9]。

13、环滚式磨机

澳大利亚有种卧式环滚式磨机, 可对细碎粒子自行分级, 最终细度可达 0.1 微米。在粉碎象铝、钨、不锈钢这样的韧性材料时, 碎粉的形状象很薄的薄片, 宽度与厚度之比为 50:1 或 100:1, 片厚为 0.01 微米。该机安有带粉碎锥筒的粉碎室, 在锥筒内表面和滚轮间粉碎产品。应粉碎的产品, 经过空气、惰性气体或液流中的套管进入粉碎室上部。在离心力作用下, 产品粒子抛至锥筒壁上, 并在压紧其上的圆盘间粉碎, 而圆盘完成行星齿轮转动。细粒沿螺旋形抛物线向下移至粉碎室出口, 而粗粒滞留在高于圆盘的水平上, 这样料粒便可自动分级和加速破碎^[37]。

美国有种离心卧式环滚式磨机, 外壳为圆柱形, 分成好多室, 自下而上为支承室、空气室、下室、中室、上室, 还有电动机的上支承室, 该室则转动有主轴。该轴上自下而上布

置有减速器、环滚磨机、分级机构以及吸入碎粉用风机。装入的物料经破碎后，通过磨碎环与螺纹离心滚轮间的磨擦而成粉。进入抽气室的只是达到了所需细度的粉末，而较粗的粒子返回磨机继续研磨。该机特点是结构简单，效率高，占地面积不大^[38]。

14、盘磨

西德有种高效盘磨，用于处理各种硬度的物料，如粘性、弹性、塑性、纤维性、脆性、潮湿和干燥的物料，且最终产品粒度均匀。该盘磨可在最佳耗能情况下间歇或连续工作。物料装入斜转圆柱形盘内，在离心力作用下粒子被抛至周边，用固定于盘上的快转速刀具粉碎。所要求的粉碎度，通过调节转速、装料程度及处理时间来保证。如连续操作，则可连续排出规定细度的产品^[39]。

西德还有种盘磨，将粉碎物料通过接管进入，在固定盘和转动盘的间隙中粉碎。转动盘用螺钉固定至发动机轴上，固定盘则固定在框架上。成品通过接管排出^[40]。

日本有种盘磨，两个盘相对布置。固定在两竖轴端的盘，以不同速度朝不同方向转动。一个或两个盘都有双曲面，因而其间孔隙随其远离转动中心而减小。粉碎物料进入盘间空隙，最终产品通过盘边间隙抛入盘磨壳体^[41]。

15、砂磨机

西德研制了一种牌号为 MULTI-MIKR OMAT 的砂磨机，可代替以前常用的三辊破碎机来处理高粘物料，如印刷油墨、糊状颜料等。该机空腔用带小缝的圆盘隔成一些独立的小室，这样未粉碎的物料就不会进入壳体上部的网筛区，通过网筛的只是足够粉碎的物料。每一室都有独立的温度制度，包括强烈冷却在内。轴通过贮器顶板处有填料，保证设备能在压力下工作。该机已成批生产，贮器容量为 20、40、70、140 升，磨料由玻璃、

石英石或氧化陶瓷制成。该机的特点是能自动洗涤，既迅速又简便^[42]。

西德还有种砂磨机，不用通常采用的平面磨盘，而代之以由弓形金属带制成的混合机构。每个混合机构乃是轮轂，由环箍带做成，而环箍间固定有弯成弧形或圆形的金属带。这种混合机构，不仅可把强烈运动传至破碎物料，而且不会形成采用平面磨盘时产生的死区^[43]。

16、自磨机

国外广泛使用的一种干式自磨机，即气落式自磨机，是由加拿大设计的，具有结构简单、占地面积小、建设费用少、省能源、省物料、无公害的特点，是比较理想的一种设备，深受各方面的欢迎。

气落式自磨机不使用棒或钢球之类的东西，而是用粉碎物料本身的冲击来达到粉碎的目的。该机可将 200~300 毫米的块料一举粉碎到数毫米至 200 目，且用热风可将含水 20~25% 的料块干燥到含水 0.5% 以下。该机的壳体长度比直径短，内装有衬板，块料经强烈压缩成为牢固的块状物，通过冲击和摩擦最终被粉碎。被粉碎的粒子随通过磨机的空气，送至分级器或旋风分离器分离。

由于气落式自磨机无需多次粉碎，大大节省了动力，约比其他破碎机省 20~40%，比棒磨机也省 15%。由于磨机内粉碎至一定粒度的粒子用空气直接排出机外，避免了一般干法棒磨机或球磨机中常见的过粉碎现象，也防止了动力浪费。维护管理人员可减少 60%。

由于该磨机中送入热风，同时进行粉碎与干燥，进一步有效地利用了粉碎热，热交换率达到 2 英热单位/小时/米³/°C，比热交换率较高的沸腾干燥器高三倍多^[44]。

但进入六十年代以来，湿式自磨机发展较快，约占自磨机总量的 70% 以上。

17、二合一破碎机

法国研制了一种分级-破碎机,其壳体为异形,底部装有带固定锤的锤式破碎机,而其上部装有离心破碎产品分级器。破碎机处的壳体,安有双层壁供冷却破碎物料用。该两机构用空气流槽连接起来,而空气流槽把破碎产品托住,且将其送至分级器。吸入料流用风机同离心撒料机结合,就可使混合物分成粗细不等的两股料流,细粒部分进入分离器,粗粒部分则进入专门螺旋输送机,由此送去作二次破碎^[45]。

英国有一种竖轴冲击式分级-破碎机 92 系列 Tollemache,它包括在一个圆柱体中,而圆柱体顶上安有倒置式锥体,锅炉和水泥块等废料先于其中用锤子破碎至 11/2 吋,后送入分级器,未分离的大块物料再用锤子破碎,每秒钟打击 80 次。该机每小时可破碎废料 60 吨,竖轴寿命为 18 个月^[3]。

苏联有一种用于石油焦的分级-粉碎机,包括有带装卸料室的可拆壳体、倾斜式传动转子、带格栅和筛的滚筒筛。为了保证按产品粒度来调节破碎作业,转子轴上装有带切向齿牙和可调齿牙机构的径向端锤。可调齿牙机构包括上齿牙套、调节齿牙套、制动齿牙套。上齿牙套有可能作轴向运动或转动,而制动齿牙套固定在轴上^[46]。

西德汉堡有公司研制成破碎-筛分联合装置 UT22/MAC1,它包括涡轮破碎机 UT22、风力筛分机 MAC-1、总分离器及风机。粉碎物料通过风力由破碎机送至风力筛分机,把不同粒度的干燥碎料分成两部分(分离范围为 3~75 微米),剩下的粗料再用风力送入总分离器,用空气继续处理^[47]。

西德科隆有公司研制成 ACM 破碎机,内安有破碎和筛分装置。粉碎刀具镀上碳化钨后,也可用于粉碎象硅铁合金、氧化锌等磨蚀性物料。通过无级可调风力分选器同粉碎工具的共同作用,可获很细、且较均匀的粒度

(<15 微米)。由于空气耗量较大,该机特别适用于粉碎热敏而易粘壁的物料,实践上已用于粉碎颜料粉、环氧树脂、巧克力混合物等。

西德杜塞尔多夫有公司生产了所谓锤-振动破碎机,结构新颖,主要是利用了两个冲击部件重迭时释出的反应力,因而耗能量小^[9]。

18. 其他新型破碎机

苏联有一种离心破碎机,可用于粉碎颗粒状和小块物料,其特点是工作机构布置在固定壳体上,象一个小涡轮,结构紧凑,耗电量少^[47]。另一种结构为了提高工作效率,在卸料部位环形槽的出口处安有补充冲击元件^[48]。有一种离心涡流式破碎机,有两个同轴布置在竖轴上、各向转动的圆盘,下圆盘轴颈内安有叶轮,而上圆盘轴颈内安有轴流式风机一类的叶片,取得了较好结果^[49]。

波兰有一种破碎机,用于干法或湿法破碎化工产品和建材。它装有两个或更多的转子,通过调节各种粉碎条件,如物料上的作用力,根据粉碎度协调料层厚度及料流运动速度,保证在接近相互作用的元件对时产生最大的剪切刀,获得满意的破碎效果^[50]。

波兰还有一种密闭立式玻璃珠破碎机,用于在剩余压力下破碎粘结剂中的颜料,其结构特点是省却了物料卸下部件^[51]。波兰有一种螺旋式破碎机,用于破碎象硫黄块这样的脆性物料,其主要工作机构是螺旋式输送机,物料通过其中部的冲击棒槽、螺钉剪口等破碎至所需粒度^[52]。

波兰有一种竖式破碎机,可使焦炭中 40~20 毫米粒度的份额增至 40~50%,超过腭式破碎机。该机有一矩形竖式筒,备有护板和挡板,下部安有鼠笼型转子作为粉碎机构^[53]。

日本有一种高效连续粉碎机,采用了上下两块完全相同的直角双曲线旋转板,由于物料滚动的阻力分布较均匀,物料所受挤压力

也较均匀,破碎时间、粒度均匀性及操作连续性都优于普通使用的球磨机^[54]。

西德有种齿圈式破碎机,特别适用于粉碎中等硬度物料。粉碎于外凸轮和格栅间完成,不会使大而硬的粉碎物料反射到筛板上,而是由固定的粉碎工具上回跳入转动冲击盘^[8]。还有种齿盘式破碎机,物料在固定齿盘和转动齿盘间粉碎,干湿法均可,适用于橡胶及脆性直至中等硬度的物料^[9]。

三、湿法粉碎

由于粉碎物料损失小,且有利于环境保护,近十年来,采用湿法粉碎的越来越多。湿法粉碎,或者不会伴随产生化学反应,或者相反,即产生甚至加速化学反应,受到一致好评^[55]。

1. 胶体磨

瑞士研制的一种胶体磨,用于粉碎触变性膏糊状物料,有锥形壳体,并带冷却套。该胶体磨结构的特点在于,为了防止格栅孔堵塞,其内表面用圆柱套筒环形凸缘间的刮刀连续铲清^[56]。另一种胶体磨的特点是,分级格栅的径向孔做成锥形,由格栅周边向中心逐渐扩大^[57]。

国外有种PUC型胶体磨,用于细碎、均化、乳化、分散、强烈搅拌、润湿、溶解有机物或无机物,生产能力根据尺寸规格为25~30,000公斤/小时。除了纯机械作用外,流体动力学效应、高频波、气蚀及离心力等都可促进物料粉碎。结构材料为耐磨不锈钢,驱动装置为交流电机,2~100马力,3000~1500转/分,密封材料是四氟乙烯塑料等^[26]。

西德拉斯泰特某公司研制了具有新颖细碎设备的胶体磨。它具有凹形或凸形定子和圆盘形转子,锥角约180°,转子装有专门齿咬合,而定子装有紊流器。该机的生产能力较大^[9]。

有种齿轮式胶体磨,可用于湿式粉碎及粉料在液体和糊状物中的分散。该磨可视变化不定的介质温度和粘度,高度精确调节转子和定子的间隙值。它具有独立的真空和均化室(且安有搅拌装置),产品则在真空室和胶体磨间循环不歇^[58]。

2. 破碎-分散机

西德诺伊斯某公司有种Supraton破碎机,用于固体粉碎和分散在液体(例如,催化剂、蛋白质、颜料等)中。计量装置通过调节水力发动机做到无级可调。全部动力设备均由水力机组带动。该装置造得很紧凑,全部必须的配件如调节阀、油面目镜等都一目了然地装在驱动装置中^[9]。

美国研制了一种颜料生产中使用的破碎-分散机,其钢壳高0.9米,上部直径228.6毫米。该机的特点在于,壳体中的上部筛下面布置有充气橡皮轮胎,外径约228毫米,高度约152毫米,内压力保持在0.035~1.4公斤/厘米²,邻接至壳体和轴^[59]。

3. 研磨机

西德某公司研制成新的模拟研磨机,工作性能可靠,可视应用场合和所需功率用一台或几台这种研磨机串联布置工作。带打击棒的多级圆盘磨碎装置,由于挤压粉碎物料和助剂而产生脉冲式流动,使固体块状物达到强烈润湿和细磨。采用密闭结构,可防止进入空气。已上市的模拟研磨机,其粉碎容器容量为12、24、36、48升四种,用于粉碎颜料蓝、机架漆、结构漆(炭黑、重晶石、气溶胶等)^[9]。

西德有种带压缩粉碎装置的珍珠研磨机Mikromat MTK,采用水冷却结构,粉碎装置由耐磨材料制成,而粉碎装置和容器分装在两个分开的冷却系统上。粉碎装置中的物料在粉碎过程中受到切向和轴向粉碎压力,致使产生很高的摩擦力和剪切力,可用于粉

碎粘度范围很宽的物料^[9]。

西德曼海姆某公司有种新型研磨机 Perl-Mill 系列 STS, 专用于粉碎高粘度和热敏性物料, 装有棒-圆盘-搅拌装置和所谓三合一强烈冷却器。为排出摩擦热, 粉碎装置、搅动轴和搅动圆盘均需冷却, 这样冷却面便大大超过普通搅拌式破碎机^[9]。

有种连续式磨机 Intensiv-perl-Mill, 其粉碎器容量为 5~50 升, 十分适用于低残压下精细分散的超微湿式粉碎和均匀粉碎。粉碎室是密闭的, 而粉碎装置可布置成立式或卧式^[9]。

西德的连续搅拌式磨机 Direct-perl-Mill, 适用于直接分散, 无需预分散过程, 特别适用于大量处理难润湿的粉碎料及易沉淀物料^[9]。

比利时某公司研制的新型高压砂磨机, 装有可耐 7 巴的密封装置 FLO-SEAL, 可在工作压力为 3.5 巴情况下工作, 粉碎 5 万厘泊的产品, 且能用肉眼和声学法自动控制操作历程^[9]。

西德科隆某公司研制成新型间歇搅拌式球磨机 Centri-MillVCM, 一次装料量为 45 升, 被粉碎物料的粘度可达 7000~8000 厘泊, 氧化铁在二小时内即能粉碎成 5 微米^[9]。

苏联有种湿法自磨机, 为了简化结构, 增加寿命, 受料室内装有肋条连接的环, 其上备有带导料槽的小车^[60]。

4. 其他湿法破碎机

苏联有种湿法破碎机, 其轴上固定有叶片。为了提高粒子与细碎体撞击的力和频率, 以及彼此撞击的力和频率, 每一叶片做成槽形, 布置在轴周围^[61]。

东德有种振动破碎机, 用于湿法破碎陶瓷原料, 采用间歇方法操作, 可保证获得规定分散成分的产品。该机包括有两个直径 350 厘米的粉碎机构, 生产能力为每小时 190 公斤成品, Blaine 氏单位面积为每吨 5800 厘米²。

水悬浮液中的固体浓度约 45%。冈安有旋风分级器的现有装置相比, 该机可防止粗粒过细粉碎, 所需水量也小得多^[62]。

英国有种笼型破碎机, 用于粉碎又大又结实的聚合物材料、天然材料, 随后将其同油、水或其他溶剂混合。该机包括有粉碎头和混合头, 其中每种头均由转子和定子组成。两个转子安在总传动轴上, 而两个定子安在总刀架上。总刀架包括固定在电动机外罩上的四个支柱及支撑板。该机工作时, 粉碎头和混合头都埋入带填充料的容器^[63]。

四、超微粉碎

超微粉碎是湿法粉碎的一种, 它与微粉碎的区别不很明显。一般说来, 用机械方法粉碎可使物料粉碎到 0.1 微米, 超微粉碎是指最终产品能通过最小的目, 即每吋 325 目, 也就是说平均粒度为 44~0.1 微米。

用机械方法超微粉碎时, 最有效的方法是采用滑动摩擦, 使物体表面磨蚀。冲击在超微粉碎中也起很大作用, 这种方法是指粒子间互相撞击或粒子与壁面碰撞。用 300 米/秒以上的高速过热蒸汽或压缩空气来喷射, 即可使粒子产生加速运动而粉碎。如在胶体磨、湿式研磨机中, 根据流体混流的原理, 流体中的粉碎粒子受到其间的摩擦力或压缩作用而被粉碎^[64]。

1. 球磨机的超微粉碎

球磨机长时间运转, 可获得超微细粉, 如无机颜料便是, 但粉碎速度不很快。添加适当的粉碎助剂后, 即使象金属那样难于微粉碎的物料也可获得超微粉。如以硝酸铋或硝酸银为助剂, 在乙醇中粉碎镍羰基粉, 可得 0.1 微米的超微细粉。

2. 湿法研磨机

湿法研磨机包括胶体磨、盘磨。据报道,

从比粉碎能与生成物粒度的关系来看,湿法研磨机能有效地用于超微粉碎。如用西德胶体磨粉碎聚乙烯和氯化橡胶,以水和溶剂作流体,获得满意的粉碎效果^[64]。

3. 应用实例

美国有种超微粉碎机,用于超微粉碎红磷,粒度可达1~20微米。预先在球磨机中制得50~100微米的红磷,借助搅拌机和送来的悬浮液仔细搅拌。沉积的部分磷,通过带阀的管道返回贮槽,而悬浮液由此压送至粉碎装置,经叶片式搅拌机和玻璃球处理后,经网筛送至悬浮液过滤用贮槽。后在筒形过滤器(也可用离心过滤器)中生成滤饼,并用刮刀刮下,在加热至150℃的干燥器中干燥。这种细度的红磷,可用作有机泡沫塑料的耐火添加剂^[65]。

苏联化机研究所北顿河分所研制了一种超微粉碎有机颜料和染料的涡轮式超微粉碎机,它包括有机身、带传动装置的涡轮粉碎机、转鼓式真空过滤器、单级螺旋泵、带操作台的框架、控制板。机身是一个立式圆柱形容器,容积500升。该涡轮粉碎机的特点是,产品粒度细,大部分可达2微米,且还有节省金属用量、单位耗电少、生产能力大的优点^[66]。

国外使用直径200毫米的超微粉碎机Microinizer,获得了良好效果,如每小时处理140~160公斤氧化铅,粒度可由70~150微米粉碎至1~10微米;每小时处理40公斤酪朊,粒度可由100~500微米粉碎至1~5微米,每小时处理110~130公斤滴滴涕(50%),粒度可由150微米粉碎至5~8微米^[74]。

五、低温粉碎

一般说来,有许多物质在低温条件下粉碎比一般情况下更有效,尤其是低温粉碎能处理常用粉碎方法不能粉碎的物料。许多低

软化点和热敏性物料,如塑料、合成橡胶、树脂、油状物、食品、药物等,通过低温粉碎变成易碎物料,从而获得有效而经济地粉碎。对于调味品和化学品,低温粉碎还可保存应有的香味。

低温粉碎的关键是制冷剂,目前主要有液氮和液态二氧化碳,间歇式操作时也曾使用固体二氧化碳(干冰)。低温粉碎的经济性,在于操作费用便宜,主要是制冷剂费用,但由于多种因素的影响,实际费用不等,如每磅热塑性树脂耗液氮0.5~5.0磅,热固性树脂耗液氮0.1~0.7磅。低温粉碎设备除标准粉碎机外,还要增加一些预冷却器、致冷阀、加热器、旋塞,例如每小时1000磅产量的装置费用为四万美元。实践证明,对于处理粉层、颜料、橡皮、石蜡、维生素、有机过氧化物、食品、废塑料等,该法在经济上是合算的^[67]。美国联合碳化物公司最早工业化投产了这种设备,近几年来发展很快,从1976年国际化机博览会上可明显看到这一趋势,典型实例如下:

西德Alpine公司用液氮作制冷剂,液氮槽温度为-196℃。从料斗送入液氮槽的物料,冷却后用斜式螺旋输送机从中取出,再送至破碎机。该机布置在带物料过滤器的卸料斗上,该机用过的空气返回进料口。在接有过滤器的风机后面,布置有连接管道,经此用节气阀把剩余气体放出或送入装料斗预冷却。

西德Bauermeister公司的低温粉碎机,采用液氮,用于粉碎聚氯乙烯碎屑。它主要包括有喷布器、带搅拌机的预冷却器、计量螺旋输送机、涡轮粉碎机、过滤器、风机、筛分机。物料先放在预冷却器内脆后,之后,用可调计量螺旋输送机送入粉碎机,卸料时物料中尚存的冷能,通过向预冷却器补加热气而保存在气体循环系统中。

西德Rammenhöler公司有种低温粉碎机采用液态二氧化碳,其由喷雾器喷入,通过

膨胀生成惰性冷气,温度为 -78.9°C ,而在粉碎实践中使用时,操作温度可达 -40°C 。

西德还有种低温粉碎机palla50UT,用于粉碎聚酰胺,其粉碎料尺寸为2毫米,最终产

品中0.125毫米的残余物为55%,生产能力为480公斤/小时,耗液氮量为0.9公斤/公斤物料^[9]。

参 考 资 料

- [1] 国外破碎粉磨设备发展概况与结构计算,机械工业出版社。
- [2] chem-Ing-Technik, 1973年45卷23期1355~1359页。
- [3] Process Engng., 1976年3月55~57页。
- [4] 西德专利, 1234497。
- [5] 西德专利, 1242436。
- [6] 苏联发明证书, 386668。
- [7] 日本特许昭 50-8823。
- [8] 波兰专利, 67687, 71942。
- [9] Chemische Industrie, 1976年28卷11期645~652页。
- [10] 苏联发明证书, 376115。
- [11] 苏联发明证书, 395110。
- [12] 苏联发明证书, 354886。
- [13] Des News, 1973年28卷21期33页。
- [14] 美国专利, 3758041。
- [15] 美国专利, 3739993。
- [16] 美国专利, 3730442。
- [17] 苏联发明证书, 1933634。
- [18] 美国专利, 3904132。
- [19] 美国专利, 3904134。
- [20] 美国专利, 3915397。
- [21] 美国专利, 3901452。
- [22] 苏联发明证书, 370971。
- [23] 东德专利, 91965。
- [24] 英国专利, 1411085。
- [25] 英国专利, 1333044。
- [26] Verfahrenstechnik, 1973年7卷10期A 34~35, A 30。
- [27] Keram. Z, 1976年28卷5期234~235页。
- [28] 比利时专利, 737800。
- [29] Verfahrenstechnik, 1976年10卷6期368~370页。
- [30] 西德专利, 1952964。
- [31] 苏联文摘《Хим и Нефтеперерабатывающее Машиностроение》1976, 11.47.26。
- [32] 美国专利, 3960333。
- [33] 日本特许昭 48-27662。
- [34] 丹麦专利, 124517。
- [35] 美国专利, 3884420。
- [36] 日本特许昭 48-15661。
- [37] 澳大利亚专利, 461307。
- [38] 美国专利, 3955766。
- [39] Verfahrenstechnik, 1976年10卷6期450页。
- [40] 西德专利, 1607493。
- [41] 日本特许昭 47-44098。
- [42] Kunststofftechnik 1973年12卷12期A 27。
- [43] 西德专利, 2140199。
- [44] 产业机械, 1974年291期34~37页。
- [45] 法国专利, 2270943。
- [46] 苏联发明证书, 380347。
- [47] 苏联发明证书, 379282。
- [48] 苏联发明证书, 447164。
- [49] 苏联发明证书, 374096。
- [50] 波兰专利, 74159。
- [51] 波兰专利, 75465。
- [52] 波兰专利, 74711。
- [53] 波兰专利, 65751。
- [54] 日本特许昭 47-44098。
- [55] Inform chim. 1976年154期189~193页。
- [56] 瑞士专利, 570200。
- [57] 瑞士专利, 570201。
- [58] Chem. Prod. 1976年5卷7~8期8~10页。
- [59] 美国专利, 3927837。
- [60] 苏联发明证书, 465219。
- [61] 苏联发明证书, 466908。
- [62] 东德专利, 114758。
- [63] 英国专利, 1421720。
- [64] 表面, 1974年12卷7期39~47页。
- [65] 美国专利, 3731882。
- [66] Хим. и Нефт. машиностроение 1973年11期43页。
- [67] CHEM TECH 1976年3月200~203页。