

音波特性对音波筛分效率的影响

吴成义 张丽英

勒庭海 刘健美 陈向明

(北京科技大学)

(北京石景山区星光机电设备厂)

〔摘要〕研究了音波频率、压力和输入功率以及筛分物料重量和粉末颗粒形状等因素对音波筛分效率的影响。对设计和使用音波筛有参考价值。

关键词：音波特性 音波筛分 效率

1968年Suhm H.O[1]开始研究并利用音波振动产生的音压及气流振动,进行筛分试验,从而开创了一种利用音波振动进行筛分的新型仪器。此后,日本也进行了上述试验[2~4],并在1982年初与美国联合研制了音波振动筛分仪及工业上实用的音波筛。我国,自1987年进行了上述研究,并很快制成了音波筛分仪。本文对音波特性、装粉量、颗粒形状等因素对音波筛分效率的影响进行了研究。

一、音波筛的简单原理

音波筛的结构见图1。音波筛是利用音波发生器(扬声器1)产生的声波推动橡皮膜振动,由于整套筛子4的上、下筛框是密封的。而筛框的上、下口均被橡皮膜密封,原来处在各层筛网上部的空气,在扬声器推动橡皮膜的作用下,将由静止状态变成向下压缩的运动状态,此时空气流将带动粉粒穿过筛网向下层运动。粉粒在重力作用下落入下层筛网。当扬声器反向运动时,空气自下而上流动,迫使粉末向上浮动跳跃,达到分散目的。如此反复振动,即可达到筛分目的。

二、试验装置

图2为试验装置。扬声器1的振动电源

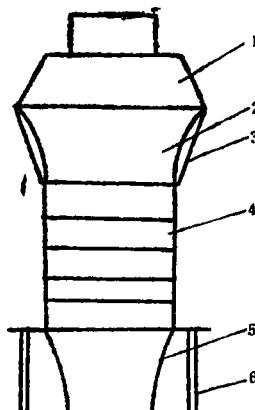


图1 音波筛原理示意图

- 1.扬声器 2.橡皮膜支架 3.橡皮膜 4.筛子
 5.橡皮膜 6.下支架
- Fig. 1 Schematic diagram for sonic wave sieve
1. Loudspeaker 2. Rubber membrane support
 3. Rubber support 4. Sieve 5. Rubber support
 6. Lower support

由变频电源9供给,其输出功率(即近似为扬声器振动功率)由电压表7和电流表8测量后计算。变频电源输出的电压频率由频率计10精确测出。扬声器产生的音压强度,由压电晶体式噪声探头5及噪音计11测量。噪音(音压)波形由示波器12观测及监视。

在试验中为了便于测量和观察,每次只使用一种目数的筛子。本文采用的筛网目数分别为250、320、500目三种,筛框内径为Φ75mm,筛网开孔率为50%。

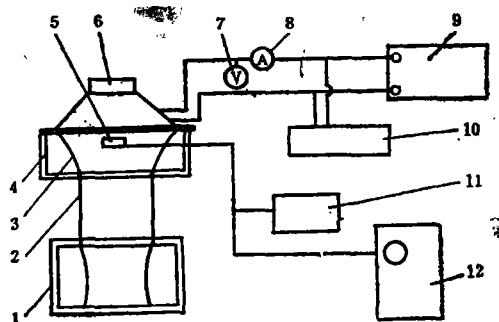


图 2 试验装置示意图

1. 筛框下架 2. 筛网框 3. 橡皮膜 4. 筛框上架
 5. 噪音探头 6. 扬声器 7. 电压表 8. 电流表 9. 变频电源
 10. 频率计 11. 噪音计 12. 示波器

Fig. 2 Schematic diagram for testing device

1. Sieve frame lower support 2. Sieve frame
 3. Rubber membrane 4. Sieve frame upper support
 5. Noise probing head 6. Loudspeaker
 7. Voltage meter 8. Current meter 9. Conversion electric source
 10. Frequency meter 11. Noise meter 12. Oscilloscope

三、试验结果

1. 音波压力、音波频率和输入功率的关系

图 3 为音波压力、扬声器输入功率和电源频率的关系曲线，由图可知：①在一定的输入功率下，音波频率愈高，音压愈高，但不呈正比例关系，随频率增加，音压增加较缓慢。如频率由 60Hz 增加到 250Hz 时（增加 3 倍）音压只增加 1.22 倍。因此在仪器的实用化设计时，采用 60Hz 工业（交流电）频率已很理想；②随输入功率的增加，音压几乎成直线增加。

2. 音波频率对筛分效率的影响

筛分效率用筛下物的累积重量百分率与时间的关系曲线表示。试验采用同种粒度组成的粉末，筛分时间均为 5 分钟，使用三种目数即 250、320 和 500 目的筛网。图 4 是同种粒度组成的碳化硅粉分别在三种目数的筛网中，用不同频率的音波振动时筛分的效率

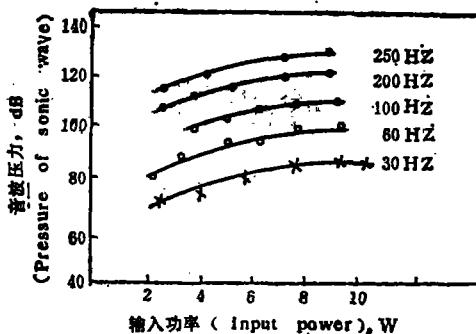


图 3 音波压力与输入功率的关系

Fig. 3 Relation of sonic pressure with input power

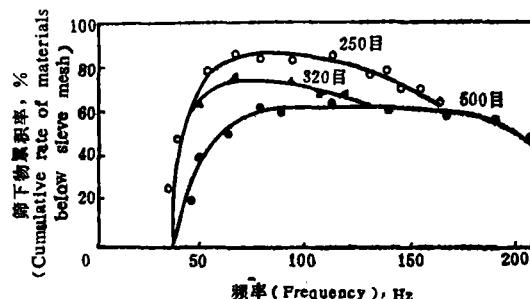


图 4 音波频率对筛分效率的影响

Fig. 4 Influence of sonic frequency on sieving efficiency

曲线。由图 4 可知，无论筛网目数如何，筛分效率在一定的频率范围内是稳定的。

特别应指出的是，对一定的筛网和某种粒度的粉末来说，当音波频率高于某一定值后，筛分效率反会下降。

对粒度在 20~200μm 的粉末，音波频率在 40~60Hz 时筛分效率最高。特别是当输入功率一定时，即使再增加频率，筛分效率也不会明显增加。

在试验中还发现，对于粒度分布曲线很窄的粉末，在 200~300Hz 或更高的频率时，若音压很小，则会出现粉末颗粒的聚集现象。这可能和粉末的某种声学振动特性有关，目前还不太清楚。为此在今后仪器设计中应考虑采用低频为佳。或采用录音机的“音乐”输出电源（混合频率）更为理想。

3. 音波压力对筛分效率的影响

试验采用250、320和500目三种筛网，每次按单层筛组装，分别用65、105和120dB三种音压。将碳化硅粉经76小时强化球磨后取三份，分别过250、320和500目筛，制成-250、-320和-500目的三种碳化硅粉末，供试验用。该三种粉末的粒度组成示于图5。

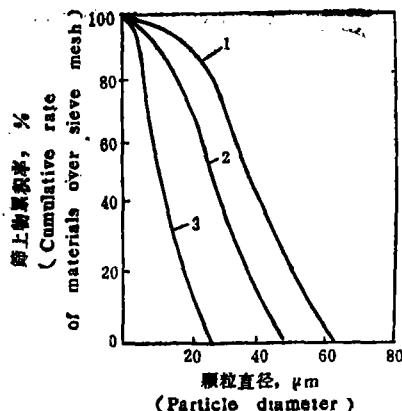


图5 三种粉末(-250、-320和-500目)粒度组成

Fig.5 Particle size distribution of three kinds of powder (-250, -320 and -500 mesh)

1.250目(250mesh) 2.320目(320mesh)

3.500目(500mesh)

图6 a、b、c分别为-250、-320和-500目碳化硅粉末分别在250、320和500目筛网上，受不同音压作用时的筛分效率。由图6 a、b、c可见，筛分效率均随音压的提高而提高。但由图6 a，当音压为65dB时，粉末完全通过筛网的时间是16min，当音压为105dB时是14min，120dB时是9min；图6 b与a相比，在120dB时，经16min的筛分，筛下物累积率仅为98%，在65dB和105dB时的筛分时间增加很多(近一倍)；图6 c与a、b相比，随着粉末粒度的变细，在同样音压下的筛分时间进一步增加，即筛分效率明显下降。当音压为120dB时，筛分时间为25min，筛下物累积率仅为98%。若将音压提高到135dB，则筛分效率明显提高，筛分时间仅11min，筛下物累积率可达100%。因此，在筛细粉时，音压应提高到135dB以上为宜。

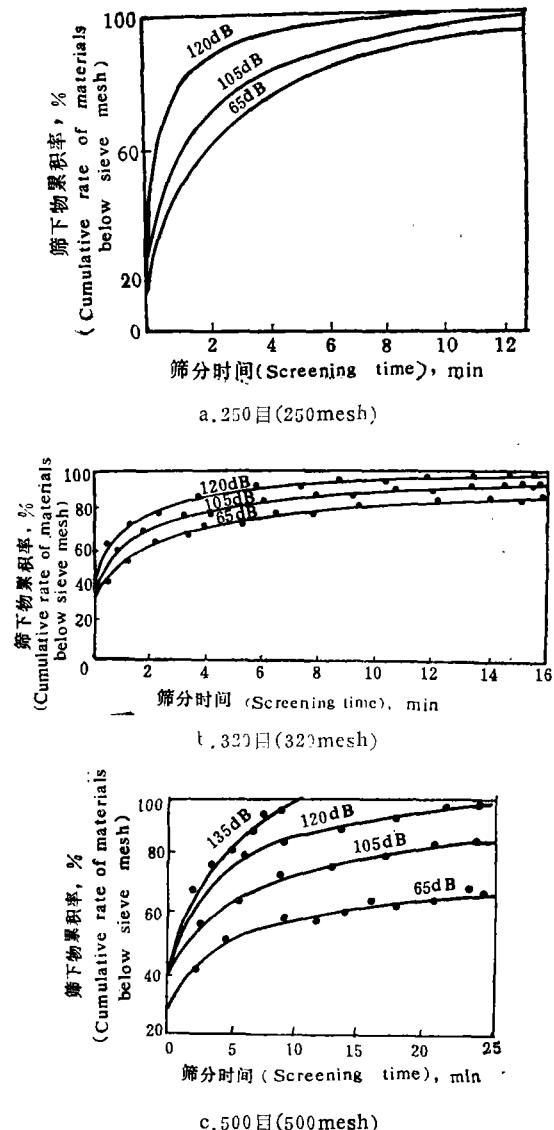


图6 音压对筛分效率的影响

频率: 75Hz; 试样: 2g
Fig.6 Influence of sonic pressure on sieving efficiency
Frequency: 75Hz Specimen: 2g

高到135dB，则筛分效率明显提高，筛分时间仅11min，筛下物累积率可达100%。因此，在筛细粉时，音压应提高到135dB以上为宜。

4. 粉末装入量对筛分效率的影响

图7是采用图5中1、2两种粉末，在

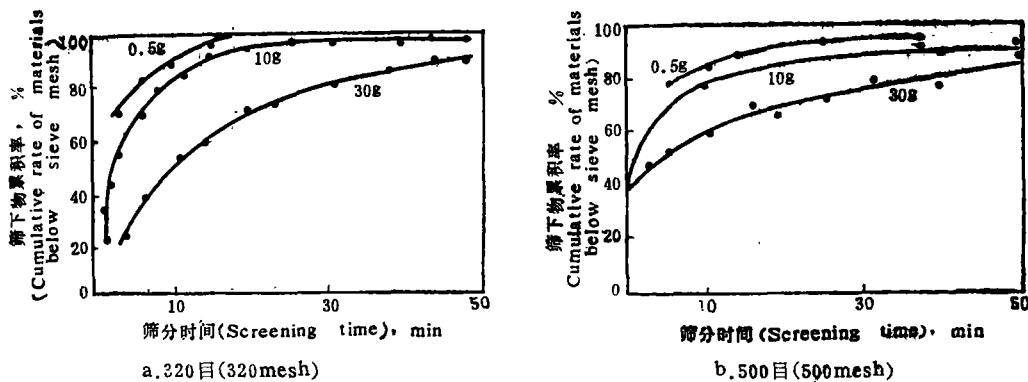


图 7 粉末装入量对筛分效率的影响

频率: 60Hz; 音压: 105dB; 单层筛

Fig. 7 Influence of powder feed on sieving efficiency
Frequency, 60Hz; Sonic pressure, 105dB Single layer sieve

音波频率、音压一定的情况下, 分别在320、500目单层筛中测得的粉末装入量与筛分效率的关系。由图7可见, 随装粉量的增加, 筛分效率明显下降。这是由于粉末料层厚度的增加防碍了粉末在音波作用下的自由振动所致。

5. 粉末颗粒形状对筛分效率的影响

图8为颗粒形状不同的两种铜粉的筛分效率曲线。由图8可见, 球形颗粒粉末的筛分效率比树枝状颗粒粉末高。

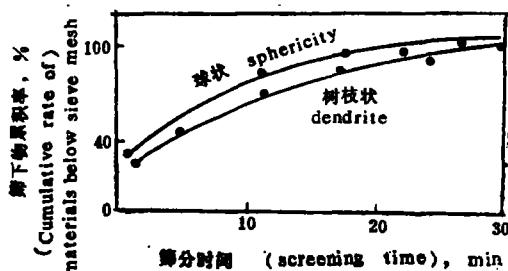


图 8 粉末颗粒形状对筛分效率的影响

Fig. 8 Influence of particle shape
on sieving efficiency

另外, 在本试验中还发现, 针状粉末或

长条状粉末, 在音波筛上的筛分效率比在机械振动筛上高近3倍。

四、应用

1987年曾与北京石景山区星光机械厂等单位联合设计制造了YS-1型和YS-2型蝙蝠牌音波筛分仪。1989年7月开始小批量试生产。用户认为, 这种筛分仪振动噪音小(1.5m内为45dB)、整机重量轻(17kg)、筛网寿命长, 特别对细粉(320~1000目)筛分效率比机械振动筛约高10倍。这种筛分仪仍在改进之中。

五、结论

1. 试验确定了实用仪器应采用的合理频率为50~60Hz;
2. 音波压力对不同粒度粉末的筛分效率有较明显影响, 对细粉末以采用较高的音压(即输入功率)为宜;
3. 装粉量应适当, 粉末装入量愈大筛分效率愈低;
4. 颗粒形状愈复杂筛分效率愈低。

参考文献

- [1] Suhm H.O., Powder Technology, 1968, Vol. 2, p356
- [2] 三轮茂雄等, 粉体工学研究会志, 1972, Vol. 9, p221
- [3] 日高重助等, 材料, 1978, Vol. 27, p691
- [4] 日高重助等, 粉体工学会志, 1984, Vol. 21, p558

INFLUENCE OF SONIC WAVE CHARACTERISTICS ON SONIC SIEVING EFFICIENCY

Wu ChengYi and Zhang LiYing

(University of Science and Technology, Beijing)

Lei Tinghai, Liu Jianmei and Chen Xiangming

(Xingguang Mechanical and Electrical Equipment Plant, Beijing)

ABSTRACT This paper mainly studied the influences of sonic wave frequency, pressure, capacity and other basic characteristics of sonic wave, weight of materials sieved, particle shape and other factors on the sieving efficiency of sonic wave. The paper is valuable for applying and designing sonic wave sieve.

第四届全国粉末冶金行业优秀产品评选会议在四川召开

为进一步推动粉末冶金新产品开发,促进行业技术进步,由机械电子工业部机械基础产品司粉末冶金行业、中国机械通用零部件协会粉末冶金专业协会、中国机械工程学会粉末冶金专业学会联合组织的第四届全国粉末冶金行业优秀产品评选会议于1990年7月7日至10日在四川都江堰市举行。会议由粉末冶金专业协会会长、粉末冶金专业学会荣誉委员周开礼主持,全国行业组长、副组长单位和各大区正、副组长单位参加了会议,都江堰市张宁江副市长等市府领导到会并讲话。

全国行业组长单位北京市粉末冶金研究所所长助理李祖德在会上就1984年至1990年十个方面的行业工作进行了总结,着重强调了自1984年恢复大区行业活动以来,采取全国活动和大区活动相结合的方式,为适应改革开放形式和粉末冶金工业的新发展,开展了多种卓有成效的活动,促进了我国粉末冶金工业的技术进步和新产品开发。

对各大区和企业送选的13种产品,经评委们审查、评议,采用无计名打分投票方法,有5种产品获优秀产品奖,6种产品获新产品开发奖。代表们就今后如何进一步开展行业优秀产品评选活动进行了讨论,建议由中国机械工程学会粉末冶金专业学会和中国通用零部件协会粉末冶金专业协会共同组织。

周开礼会长在会上作了总结发言。

〔北京市粉末冶金研究所 曹宝星〕

联邦德国Degussa公司在京举办热等静压技术改进报告会

1990年6月9日,联邦德国德固萨(Degussa AG)公司在北京国际展览中心举办了热等静压(HIP)技术报告会,机电部科技情报研究所组织全国有关粉末冶金及烧结设备单位参加了这次报告会。

传统HIP技术的主要问题是,当处理硬质合金时会造成WC晶粒的长大和破坏表层,而WC晶粒的长大会成为材料断裂的发源地,使其强度和硬度降低;另外,HIP技术所使用的氩气中含有O₂、H₂O、CO₂、N₂、CO、CH₄等掺杂气体,造成硬质合金表面的脱碳、氮吸收和渗碳等。当硬质合金的石墨托板与氧和水反应而生成CO和CH₄时,也会造成对硬质合金的危害。

新的技术是将烧结与HIP结合进行,使加工硬质合金时所需要的压力由传统HIP的100MPa以上减小到5~10MPa。这主要是由于液态钴的流动所形成的钴池填充了材料孔隙而使其致密化,同时WC晶粒的长大也得到控制。

经改进的这种设备还可用于陶瓷(烧结温度高达2000°C)等高温材料、铁基合金及磁性材料等。

〔北京市粉末冶金研究所 唐华生〕