

文发表。日本精电舍株式会社用有限元法对大尺寸振动体进行分析已有成熟软件。对任一大尺寸振动体，只要给出设定的参数，即可直观地看到振动的动态过程及位移和应力的分布情况，同时还可给出谐振频率等有关参量。

5 在空气中产生超声的振动系统

用夹心压电型纵振换能振动系统激励一个专门设计的圆盘或矩形板作弯曲振动，便可在空气中获得大功率或高强度超声。日本近年来在这方面做了大量工作。不仅在空气中产生行波声场，而且可产生大功率、高强度的驻波声场。

6 某些特殊用途的振动系统

例如在变幅杆辐射端连接有耐高温材料棒的超声处理用振动系统，用于清洗长管内壁的棒锥形辐射器等等。

A9 超声萃取干燥过滤研究的新进展

张福成 林书玉 郭孝武 程存弟

(陕西师范大学应用声学所 西安·710662)

I 超声萃取

超声萃取也叫超声提取，在这里我们也把文献中所说的超声“分离”、“回收”、“富集”、“收集”等包含在内，统称为超声“提取”。主要包含“液-液”和“固-液”提取两大类。其提取的目的一是为了回收产品，二是为了成分分析。提取的目的不同，其方法、操作也略有差异。

虽然我们还一下说不准超声提取是那一年正式提出并进行研究的，但近一、二十年来，中、美、日、苏、印、德、加、英、意、波、罗、澳、约旦、西班牙、土耳其，新西兰等近20个国家的学者们进行了卓有成效的工作，取得了重要进展。这些研究主要有以下几方面。

1. 近期已进行过的提取研究

到目前为止，已进行过的提取研究已相当多了，现根据我们所掌握的部分资料择其要者简述如下。

(1) 从植物的果子或其根、茎、叶中提取食用性“汁液”。

诸如从苹果、梨、李、樱桃、桔、葡萄、杏、草莓、甘蔗、甜菜和胡萝卜、菠菜等中提取汁液。先将它们粉碎打浆，然后用超声处理、过滤。超声处理有利于“浆”的进一步细化、使汁液中的果胶降解、果汁粘性降低，因而可提高“汁液”产量(因易于过滤)、质量(汁液清彻)和过滤速度，并可减轻挤压机的负荷。研究中曾使用过20kHz~10MHz频率的超声振动，但使用得较多的是20~300kHz，声强度10~20W/cm²，多用流体动力式声源。这方面美国、西班牙等已有相当规模的工业应用。

(2) 从药用植物中提取药用物质。

这是一个研究得很广泛的领域，印度、美国、前苏联、中国等在这方面做了许多工作。总括起来世界各国已对曼陀罗属植物，萝芙，吐根、耶仆兰胡椒叶，金鸡纳，大黄、天麻、刺五加、南五味子、薯蓣属块茎、黄麻属植物，罂粟、马钱子、鹿衔草、侧柏等几十种药用植

物中药用物质的超声提取进行了研究,有的已取得了出人意料的好效果。

人们知道,用常规法从Ammi Plant的果实中提取含有呋喃环的呋喃衍生物是较困难的,而前苏联学者Makarenko, P. N., 等人将上述植物果实的粉末生原料20、25、100、150g分别与5倍的50%EtOH一起放入超声处理器中,温度50℃~60℃,声强2.2W/cm²,频率20kHz,处理30分钟时,获得了最高的产量,它比用其它方法获得的要高6倍以上。

(3)从含油植物或其花、果、种子中提取油或香料。

美、苏、保等国从葵花子、花生、棉籽、棕榈纤维、含油玫瑰、熏衣草中提取油、香料取得了好的效果。据报道,在频率为400kHz,声强为6.5~62W/cm²的超声处理下,花生油的提出率可提高2.76倍。

(4)从木料中提取工业原料。

德国慕尼黑大学用超声对云杉粉末中缩绒木质素的快速提取,美国密西西比州立大学从木料中对防腐剂的提取等都已获得重要进展。从浸落木中提取松香,其提取时间可缩短3~4倍,并有可能创造一种连续的强化提取松香的方法。

(5)从矿物和河流、管道等沉淀物中对有关物质的提取。

意大利从火成岩微粒中对沸石的提取,土耳其大学对河流沉积物中铈的提取,美国Clemson大学从管道沉淀物中对多氯代联苯的提取均取得重要进展。罗马尼亚从管道活性污水中对可溶性蛋白的提取与胶体磨提取相比其产量提高了1倍。约旦大学对约旦油页岩中萘满的提取也取得好的效果,美国用300~1200kHz的超声由矽石中分离磁铁矿和金红石,效果显著,已获专利。

(6)用于分析目的的痕量元素的超声提取。

日本名古屋大学对粉状双硫脲中痕量银的提取获得了成功,在超声作用下15分钟即可将5mg双硫脲中含的几μg银提取出来。此法也可用于高纯度铝中的银和铝粉中铈(V)的痕量分析。前苏联从土壤和植物中对痕量元素Cu、Co、Mn、Ni和Zn的超声提取研究取得重要进展,经与煅烧法比较,这两者的结果符合得很好。莫斯科一所大学用超声(20kHz, 28W/cm²)提取铈,提出率提高了15倍,莫斯科Idaho大学用22~47W/cm²的超声提取铈也取得相同结果。

(7)塑料薄膜中添加剂等的提取。

用500W、28kHz的超声将结合于聚乙烯薄膜以形成泡沫的NaCl提取出来只需要3.5分钟。日本学者在10~10,000kHz超声作用下将高密度聚乙烯膜中的添加剂(借助DOP溶剂的帮助)提取出来,以制成供电池用的高孔隙率,低电阻率的聚乙烯隔板只需5分钟,而不用超声则需24小时,已获专利。日本Shii、Hikaru等人用超声将高密度聚乙烯膜中的溶媒成分提出形成微孔,以构成高强度热塑性过滤器,其破坏强度可达8000kg/cm²,高强度聚丙烯和尼龙66等,就是用相似方法制出来的。

(8)混合物的超声分离。

前苏联Kardashev, G. A等人对MeOH + H₂O二元混合物在1MHz振动频率下的声分离取得了进展。Khavsk, N. N. 等人将水-有机混合物用1MHz,声强为0.2W/cm²辐照15分钟时,分离速度加快了4~5倍,莫斯科大学利用沿声谐振器的压力梯度可将Ar-He, CO₂-He, Xe-He等混合气体进行分离,但当成分中遇有同位素时,分离就变得较为困难。

(9)动物组织中有关物质的超声提取。

前苏联用超声提取鱼肝油获得很大成功早有报导。我国学者用超声从兔肉和猪肉中提取残留农药获得成功,其效果与索氏法相同,但大大简化了操作。还可用超声从尸体中提取用于法医破案的毒物,在相同大小的试样中,用超声法提取的毒物要比常规法多1倍。

2 超声提取中参数的正确选择

人们从超声提取的实验中发现,不同的提取对象,不同的参数(如频率,声强、温度、溶剂配比等),会有不同的结果,即使是同一提取对象但参数选用的不适当就提不出或得不到好的结果。A. E. DeMaggio等人在用20kHz的超声提取曼陀罗生物碱时,提取30分钟所得产率比对照高38%,而在提取1小时,其产率反而比对照降低了35%;美国康乃狄克大学用超声提取生物碱和糖苷时,其提取率也比对照下降了。保加利亚用超声提取栝偏枝衣时发现,在低声强和70℃时,芳香味得到改善,但resinous产品的颜色变黑,在中等声强和适当的温度时,其产量增加,产品的香味和颜色得到改善;在高声强时产量降低,香味变坏。可见在超声提取中能否找到适宜的参数是提取成败的关键。

3 超声提取的新思路

根据提取对象的不同,提出一些新做法供参考。

(1)使用高功率/质量比的提取法。

美国W. H. Griest等人从烟灰炭中提取苯并芘时采用4个高功率/质量比(400W/g或更大)的参数进行提取都获得了好的提取率。

(2)低声强,高速离心分离混合提取法。

英国曼彻斯特大学建议在提取生物活性物质时采用此法。

(3)脉冲超声提取法。

前苏联Idaho大学,在镓的提取时用脉冲声更有效,其脉冲通-断比为1:5(5秒:25秒)。

(4)超声与机械掺混相结合的混合提取法。

前苏联Kardshev, G. A等人,在研究二元混合物MeOH + H₂超声分离时,超声与机械掺混结合加快了分离效果。

(5)超声频率、振幅调制的超声提取法。

前苏联Samoilov, A. V.等人在研究从高分子中分离低分子时,采用了频率和振幅调制的声场,认为这样对提高生产率和分离效率更有效。

(6)适当提高超声频率。

苏联Khavski, N. N.等人,在21.8kHz振幅2~20μ的声场中使水-有机混合物分离时,未取得加速分离的效果,但用1MHz、0.2W/cm²进行分离时,其分离速度加快了4~5倍,可见在某些情况下适当提高超声频率是有益的。

4 超声提取工业应用的美好前景

用超声从植物的根、茎、叶、果实中提取食用性汁液,特别在桔子、苹果汁的提取方面,已有相当规模的应用,并已取得多项专利,其他“物质”的提取正在探索。印度的Srinvasulu, C等人根据从马钱子种子的粉末中提取马钱子碱和二甲马钱子碱的工艺和提取效果,提出了一个工业提取的方案,他建议用25~100目的马钱子碎末,使用强度为3~5W/cm²,频率20~40kHz的超声连续提取流水线,使用一台20kW的超声发生器,每天足可生产50kg的生物碱,尚不知这个方案最近实施情况,但它向人们预示实现超声对药物的工业提取已不是遥远的事了。

II 超声干燥

超声干燥对怕热物料诸如食品、药品、植物标本制作中的脱水等方面有很大的潜力。另外对于超细粉末的干燥也有重要意义。这种干燥方法可以提高湿气的去除率,降低最终湿气的含量,它与加热和气流干燥相比,其优点是:干燥速度快、最终湿气的含量低且被干燥的材料不会被损坏,也不会被吹走。虽然真空干燥有它的一些优越性,但一般成本较高。

将超声用于植物标本制作中的脱水干燥,是值得注意的一个重要问题。在植物学和本草学发展史上,人类意识到永久保存标本的重要性并认真地努力地制作好标本,然而至今普通蜡叶标本的制作都是把采来的标本压在吸水材料(常用草纸)中间,反复换纸,直至干燥为止,这种经典的制作方法所需时间长,用纸多,换纸工作量大,肉质多的标本更加费工费时,尽管如此,也很难使制作的标本完整无损。如天南星科某些植物的块茎压放一年以上仍在发芽生长,不能变干。更重要的象马齿苋科、景天科植物在压制过程中,肉质茎萎缩腐烂,叶片脱落。有的植物的花、果在压制过程中亦有脱落现象,这样残缺不良的标本于分类鉴定十分不利,然而用超声进行脱水干燥处理,可使压干时间缩短2~15倍,可使卷缩标本一次压制成型,可保持标本的完整性,有的还能保持花、果原色。我国胡世林等学者经过对19个科23属35个种和334号标本的试验研究证明,超声标本脱水干燥其优点是:①没有种属差异,都能使活体植物标本较快地压干压平,并保持了标本的完整性;②不但不损坏标本表面细微结构,而且使之观察得更为清晰;③不会使淀粉糊化,保证了在必要时从标本上取样进行显微观察。

经过世界各国广大科技工作者多年的努力,在其他方面的声学干燥研究如木粉、桔精、磨碎的干酪、煤粉及超细煤粉、抗酸粉、胶凡、碳黑,颗粒状聚苯乙烯,氧化铝粉,金属脂肪酸盐,氧化铝粉、硅粉、砂、海绵、糖晶体等的研究方面取得了重要进展。在声的作用下,其产量都有显著提高,不同的干燥对象,其产率的提高幅度虽不相同,但一般都可提高50%~375%。

乌克兰木材机械加工研究所,研究利用声波胶合木材时,使声波方向与胶层垂直,则板材缝中的胶吸收了声波能量而发热,因而加快了胶板的聚合。试验表明,若单面受超声作用需10~15秒钟,而用高频电加热则需120~600秒。若双面都用声加热,则其效率又要比单面的快3~5倍,且胶合质量更高。

在声干燥研究中,所试用过的频率范围很宽,从50Hz~500kHz都有人试过,然而较多的是在50kHz以下的频率进行的,其声压一般在130~170db,所用声源有气动的,也有不少是由压电或磁致伸缩换能器经过变幅系统激励薄板的弯曲振动来产生的。近几年来日本学者在这方面做了许多工作,可供借鉴。

III 超声过滤

1973年,A. Semmelink早就报道过,在液体或水的过滤过程中,加入超声振动,会大大加快过滤速度。将超声直接加在过滤膜上,则过滤速度可提高5倍,如将超声加在过滤膜附近的液体中,则过滤速度可提高300倍。南非学者在过滤过程中加以20kHz、500W的超声振动,可使过滤速度提高90~375倍。最近日本学者松本豊在频率28kHz、功率240W的条件下,研究了超声精密过滤过程中过滤速度与时间、功率、过滤膜筛网孔径、操作压力和超声振动速度等之间的关系,并在其他条件相同的情况下与不用超声时的情况进行了对比。研究表明,在超声的作用下除了有高的过滤速度外,还有以下特点:①过滤速度随功率的增加而增

加,但并不呈线性;②过滤速度与筛网孔径大小有一最佳值(不用超声则无);③过滤速度与操作压力有一最佳值,且筛网孔径较小时(例如 $0.2\mu\text{m}$),最佳值的范围也较小(不用超声则无),这些研究为今后超声过滤的探讨,提供了重要的参考。

日本株式会社精机制作所已研制出FUST-1型超声分散过滤器,其过滤膜筛孔直径 $2\mu\text{m}$,且是长寿命的。据称可对颜料、涂料、药品、陶瓷进行过滤。

在本文的全文中给出了曲线图10幅,数据表格3幅,参考文献30篇。

(新技术报导)

八五重点科研项目——ASSM型声学悬浮泥沙观测系统 研制成功并通过专家鉴定

上海市科委重点发展基金项目及中科院“八五”重点科研项目——ASSM型声学悬浮泥沙观测系统已由中科院东海研究站研制成功。这是一种新的水中悬浮泥沙观测设备。上海航道勘察设计院应用该设备在长江口进行了6个航次的现场观测试验,并与常规“六点法”水文测验数据作了对比分析,取得了满意的结果。

现在常用的“六点法”采水观测,只能得到在6个深度上不同时刻的水中含沙数据。而根据声散射原理构成的ASSM型声学悬浮泥沙观测系统可以在不扰动现场环境情况下,以很高的深度和时间分辨率自动、连续和长时间地实时观测水中悬浮泥沙浓度的垂向分布及其随时间的变化过程。因此该设备特别适合于在河口、航道、港湾、水库和近海区域对水中悬浮泥沙(或污染物质、微生物等)进行长时间观测,还能有效地用于近底层泥沙变化的动态过程和沉积动力学中有关问题的观测研究。

1994年9月16日由上海市科学技术委员会和中国科学院联合主持了对该项成果的鉴定会,21个单位、50多位院士、教授、专家及有关领导出席了会议。综评“ASSM型声学悬浮泥沙观测系统研制及声学观测方法研究”所取得的成果,并参考了上海市科学技术情报研究所国际联机检索结果,评审组一致认为:该项研究成果填补了国内空白,达到了同类设备的国际先进水平,并具有重大的推广应用价值。

本刊讯