

超声清洗的国内概况

吴凌愚 潘焕浩

(无锡市超声设备研究所)

1981年12月3日收到

超声技术的发展是从第二次世界大战后开始的,功率超声(首先是超声清洗和去污)是五十年代后才发展起来的,以后逐渐应用于其它方面,如超声焊接、处理、加工……等等。所谓超声,其下限频率是不严格的,国内一般是从16千赫开始,至于上限则随技术的发展而不断提高,现在已能产生兆赫级的超声波了。不过超声清洗及其在液体中的处理,一般不超过50千赫,其功率密度通常在每平方厘米零点几瓦到几十瓦之间。

近几年来国内科学技术的发展,特别是电子技术的进展,推动了超声技术的发展和运用,使超声清洗在工业、农业、医疗卫生、国防及科研等各个领域得到广泛采用,并逐渐向纵的方面发展,如超声乳化、分散、凝聚、破坏边界、除气脱泡、灭菌消毒等。由于涉及的面很广,而了解掌握的情况不多,故仅就近年来国内的情况,作一简单介绍。

(一) 我国超声清洗的应用概况

超声清洗原来主要应用在电子、机械、国防等工业部门。清洗的对象主要是尘埃、油污等。随着科学技术的推广应用,和近几年国民经济的调整、发展,现已向轻工、纺织、食品、化工等其它工业部门渗透,并且逐渐被医疗卫生、公益事业、服务行业及科研等单位,作为一种新的工艺方法所采用。如在手表、自行车、缝纫机、电度表、甚至制伞等轻工业行业中,为了提高产品质量,保持竞争中的有利地位,也都纷纷采用超声清洗。纺织工业的许多单位,不但用超声清洗纺织机械零件,而且从节约能源,减轻劳动强度的角度出发,已开始应用超声来清洗纤维、织物等。江苏省的大部分专区以上的医院,也已经采用超声清洗医疗器械、器皿用具。并且在1981年9月召开了专业会议,来总结和推广这项新技术。铁路系统的信号控制继电器,过去采用人工清洗,熟练技工每人每天只能拆洗2—3只,而且不能保证质量,采用超声清洗整件后,工效提高几十倍,而且无需拆装调试,已经作为科研成果鉴定推广。

应用声学

另一方面,清洗的对象也已从普通污物发展到清洗特种污物,如氧化物、研磨膏、积炭和伤口污染、放射性污染等。如超声清洗积炭可大大节省工时费用,减轻劳动强度。某基地已试验成功并鉴定推广,而此方法已被其它机车厂、内燃机厂等企业,作为新工艺而采纳。超声清洗消毒伤口则经过初步试验说明,它可减少感染,减轻病人痛苦和医务人员的劳动强度。总之,超声清洗的优越性,被愈来愈多的人们所认识,应用的范围愈来愈广,整个发展形势是可喜的。

以上谈的是横的方面的发展。另外在纵的方面,即利用超声清洗中的空化、微冲流来促进化学反应以及在液体中的其它处理应用,近二年来发展得更快。例如:当把超声振动加到互不相混的两种液体里面时,液体混合而乳化;由于节能的需要,在燃油掺水方面得到应用,据报道有可能节油10%左右,并可减少大气污染。快速(20秒/次)测定微量含油水(10—300PPM)的所谓浊度法自动监控仪,实际上也包括超声乳化、除气的推广应用。这种仪器已被环保、石化、石油勘探等一些单位采用。

把固体细化并均匀分布在液体中的现象叫

分散,超声分散可使固体微粒充分细化,并改善分散度,例如,农药厂生产的农药混灭威液剂,由于在常温下有固体析出,经常因堵死喷头而停产,经超声处理 15 分钟后,固体晶粒充分粉碎并均匀分布,虽经九个星期搁置仍无晶粒析出。另如,25%—30% 西维因农药水悬剂,经过 180 目过筛,但粒度仍大,影响药效。经 30 分钟超声分散后,粒度充分细化成水乳剂,喷雾均匀,药效提高。又如粘胶丝染料经超声 15 分钟分散后,原来 30% 的粒径为 20μ 以上的颗粒,几乎全部细化为 1μ 以下粒径,使染色效果大为改善。

强超声辐射可使停留和溶解在液体中的气体进入空化泡。这些气泡聚集到超声振动的波节处,并周期性地收缩膨胀,相互吸引成为大气泡而逸出液面,从而产生除气、脱泡作用。超声除气、脱泡用于熔融的玻璃中,可防止气孔、针孔,改善光学性能。强超声施加在合金冶炼中,不但可以除气防泡,而且促使合金分布均匀,质量有所提高。这些项目已有应用。另外,如无锡等电影胶片厂,在生产胶片中,采用超声除气脱泡新工艺,较多地缩短了消泡时间,提高了胶片质量。

利用超声的空化和微冲流的作用,可以预防液体中析出物质附着在容器表面。如果把振子安装在锅炉适当位置,并定期施加超声振动,则锅炉内的沉积污垢,将减少到原来的数十分之一。这种超声破坏界面的应用,国内也已开展研究。

其它还有超声灭菌消毒,超声细胞粉碎,超声凝聚析出(如啤酒中蛋白析出),超声研磨硬脆零件等等,都取得了相当的进展,并被一些单位所采用。

(二) 国内超声清洗设备发展概况

以上所谈的是应用方面的情况。至于设备方面,现有市售商品大都仍是电子管式的,功率从几十瓦到数千瓦,基本实现了系列化。由于设备笨重、能耗大、操作繁琐、已经不能适应当

前发展的需要。近几年来已经有采用半导体器件的设备。中功率的多采用可控硅,小功率的则以功率三极管为多。虽然有很多单位在研制功率合成技术的设备,但由于器件、工艺及技术等多方面的因素,目前还没有这方面的批量产品出售。如果设备方面要改革,必须首先尽快突破这一关。所用线路过去大部分是 LC 可调频率他激式的,近年已逐渐采用自动频率跟踪,这可大大改善设备的可靠性,简化操作手续,给推广应用创造有利条件。目前自动频率跟踪多采用电反馈,声反馈的较少。另一方面,我们知道,单频振动波在清洗缸的液体中传播,经液体与空气的界面反射,在液体中将形成驻波。驻波有波腹、波节。在这样的情况下,清洗物件在振幅波节处将难于洗净。另外,较大面积的清洗缸均由多个振动子组合而成,如果振动子组选配不当或有所变化,在单频下工作效果也不好。为了克服上述两种弊病,国内现已研制成扫频清洗机。它在一定的频率范围内进行有节奏的扫描,或者用几个不同频率交替工作。我们认为,这是一项有前途的技术。不过,目前仍需在技术、工艺、清洗效果等方面,继续改进,以臻完善。

清洗换能器目前基本上是采用压电陶瓷振子。结构大多沿用多螺钉夹心式,频率多数在 20 千赫上下。近年来由于应用范围的扩大,和环保法律的制定,要求降低噪声的呼声很高。因而许多专业研究所及厂家除采用隔声吸声措施外,还把振子的工作频率作了适当的提高,以减少噪声污染。研究证明,超声使液体开始空化的阈值及其空化力,不仅取决于液体的性质和所加功率的密度,而且取决于振动的频率。以水基溶液为例,实验证明,频率在 16—20 千赫范围内为佳,频率再高就要牺牲空化效率。为了两者均能兼顾,一般提高到 25—28 千赫左右。这时噪声比 16 千赫时约下降 20 分贝,基本可达到国家规定的 90 分贝以下的水平。为了满足一些安静环境的需要,有时也采用 40—50 千赫的清洗振子,这时噪声级可降至 70 分贝左右,它比较适用于不太脏的小型精密零件的

清洗。关于换能器的结构形式,已逐渐采用工艺性较好的单螺钉式。为了满足技术上的需要也已成批生产多孔宽带式的换能器。此外,近年国内还研制生产了圆薄片式新型换能器,其结构简单,工艺性更好,但可承受的功率密度有所下降。在压电片材料方面,国内已试制成耐温达 200℃,可承受功率密度比 P-8 大的钨青铜型铌酸铅钽钠陶瓷等新型材料,为高声强设备的研制开辟了新的途径。

整机的结构形式,现有的产品大多数是缸、机分体的单机。小、中功率的缸盆式居多,大功率清洗缸通常是密封组合式。自动传送的单机或清洗线已在少数大工厂采用,不过一般都是非标准设备,很少有专业厂家生产。清洗缸内所需的设备、附件也不配套。这些都给超声清洗的推广带来一定影响。近几年由于在超声设备中广泛采用半导体器件及无电源变压器电路,大大缩小了体积和减轻了重量,形成了缸机合一、轻巧灵便的结构。现已有多种品种成批生产。

最后,非常重要而又最容易被忽略的一点,就是根据污染表面污垢的性质来选择或研制溶

液的问题。这一点国外很重视,做了很多工作,有专门的材料介绍,还有专门的溶液出售。国内对这方面工作重视仍不够,虽有不少单位做了很多工作,但大部分是“各取所需”,未见有系统的研究专著。这是目前超声清洗推广应用受到限制的另一因素。近来因为我国对工业用的汽油、柴油等用量控制渐趋严格,所以许多单位都在寻找水基溶液代油的配方。有些方面也取得了可喜的进展,如无锡超声所和无锡油咀油泵厂及其它用户单位,合作研制出的 80-1、80-2 及 80-3 号水基溶剂,可用来清洗油污、研磨膏及积炭等。不但可节约能源,而且价格仅及汽油等溶剂的几分之一。据了解,无锡油咀油泵厂采用超声清洗,每年在节能和节约资金方面,经济效益是可观的。不过总的来讲,这方面的工作差距还较大,需要多方面进一步努力,以使超声清洗能更加广泛地应用,为我国的四化作出应有的贡献。

参 考 文 献

- [1] 强超声波的应用资料,辽宁出版社,1975 年。
- [2] “超声在工业上的应用”,《声学译丛》,4,6



《水 下 通 讯》

水下通讯对于国防建设和海洋研究开发事业有重要意义,也是声学技术的一个重要应用领域。潘来星、于永源合编的科普读物对此做了生动的介绍。这本书深入浅出地叙述了从水下生物通讯、水声通讯、水下电磁波通讯、水下光通讯、水下电缆与光纤通讯以及水下中微子通讯的基本知识,追溯了通讯技术的历史进程并讲述了许多发明通讯设备的历史故事。内容比较丰富、语言生动有趣,附有精美插图,适合青少年学生、中小学教师、解放军指战员和声学爱好者阅读,也可供有关专业人员参考。本书将由海洋出版社于八二年五月出版。

(洪亮)