

$$\begin{aligned}
 &R_0(D(x_0), B^*(y_0)) \rightarrow \\
 &R_0(A(x_0), B(y_0)) = \\
 &D'(x_0) \vee B^*(y_0) \rightarrow \\
 &R_0(A(x_0), B(y_0)) = \\
 &(D(x_0) \wedge (B^*(y_0))') \vee R_0(A(x_0), \\
 &B(y_0)) > \alpha.
 \end{aligned}$$

综上所述, $A^*(x)$ 是 $\mathcal{F}(X)$ 中使(2)式成立的模糊集的上确界.

参 考 文 献

1 Zadeh L A. Outline of a new approach to the analysis of complex sys-

- tems and decision processes. IEEE Trans Systems Man Cybernet, 1973, 3: 28
- 2 Mamdani E H. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic systems. IEEE Trans Comput, 1977, 26: 1182
- 3 Mizumoto M, et al. Comparison of fuzzy reasoning methods. Fuzzy Sets and Systems, 1982, 8: 253
- 4 Wu W M. Fuzzy reasoning and fuzzy relational equation. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 20: 67
- 5 Ying M S. Reasonableness of the compositional rule of fuzzy inference. Fuzzy Sets and Systems, 1990, 36: 305
- 6 王国俊. 模糊推理的全蕴涵三 I 算法. 中国科学, E 辑, 1999, 29: 43
- 7 宋士吉, 等. 关于模糊推理全蕴涵三 I 算法的约束度理论. 自然科学进展, 2000, 10: 884

我国声悬浮研究取得重要进展

提要 在国家自然科学基金委员会优秀中青年人材专项基金、国家杰出青年科学基金等持续资助下, 西北工业大学应用物理系魏炳波教授及其合作者在单轴声悬浮研究方面, 通过提高装置的悬浮力和悬浮稳定性, 在国际上首先利用超声波将密度达 18.9 g/cm^3 的金属钨饼悬浮在空中, 而国外目前仅能悬浮起密度为 11.34 g/cm^3 的铅球. 这一研究成果于 2001 年 8 月 6 日发表在《应用物理快报》上, 10 月 4 日《Nature》对此进行了评述: “超声波能够悬浮起像钨那样重的物体. 这种无容器的、将物体悬在空中的方法可应用于研究和制备新材料.”

提高材料的纯净度, 尽一切可能避免杂质的混入, 是制备高质量材料的重要条件之一, 是材料科学家追求的目标. 为了获得高质量材料, 首先必须避免材料与容器壁之间的反应. 在宇宙空间, 由于没有重力的影响, 可以做到这一点. 而在地面上必须通过各种悬浮的方法才能做到. 利用电磁力可以将各种金属悬浮在空中, 但不能把非金属和有机物悬浮起来, 而用声波能把包括金属在内的所有物质悬浮起来. 据悉, 国外目前最大的悬浮能力是把铅球(密度 11.34 g/cm^3)悬浮起来, 但尚未正式报道. 美国航空航天局的研究工作是把钢球(密度 7.8 g/cm^3)悬浮起来, 而魏炳波等的工作能悬浮起高密度(18.9 g/cm^3)的金属钨饼.

西北工业大学应用物理系魏炳波教授自 1992 年底回国后, 曾获得优秀中青年人材专项基金、国家杰出青年科学基金等多项基金的连续资助. 8 年来, 魏炳波及其合作者在国家自然科学基金和其他部门的支持下, 建立了一个独具特色的“空间材料地面模拟实验室”并形成了一支以青年人为主的研究队伍. 他们自行设计和研制了多台空间材料地面模拟设备, 获得国家技术发明奖二等奖一项, 省部级科技进步奖多项. 列维斯研究中心(Lewis Research Center)的 Henry C. de Groh 在 1999 年 1 月美国航空航天局(NASA)的技术备忘录上, 对魏炳波教授在深过冷、快速凝固等方面的研究成果进行了专题评述, 称赞魏炳波等“为这一领域的国际领先水平做出了贡献”.

今年 8 月 6 日《应用物理快报》刊登了魏炳波和解文军共同撰写的论文“单轴声悬浮的参数研究”. 发表后不到两个月, 10 月 4 日《Nature》在新闻与评论栏目的声学物理学上刊登了德国马普金属所著名物理学家 E. H. Brandt 撰写的题为“悬在声中”的评述文章. 指出“超声波能够悬浮起像钨那样重的物体. 这种无容器的、将物体悬在空中的方法可应用于研究和制备新材料.”

(下转 107 页)

- 7 Chao B F, et al. Meteorological excitation of interannual polar motion by the North Atlantic Oscillation. *J Geodyn*, 1999, 27: 61
- 8 Gross R S. Combinations of Earth-orientation measurements: SPACE97, COMB97, and POLE97. *J Geod*, 2000, 73: 627
- 9 Wilson C R. Discrete polar motion equations. *Geophys J R Astr Soc*, 1985, 80: 551
- 10 丁月蓉, 等. 天文测量数据的处理方法. 南京: 南京大学出版社, 1990. 59
- 11 周永宏, 等. 相关系数检验表的新算法. 上海天文台年刊, 1997, 18: 18
- 12 Ponte R M. Role of ocean currents and bottom pressure variability on seasonal polar motion. *J Geophys R*, 1999, 104: 23393
-

(上接 100 页)

魏炳波等在该领域的主要研究成果:

1 成功研制了单轴声悬浮装置. 魏炳波教授与高建荣、曹崇德、解文军等研制的“单轴装置”由一个凹球面反射端和一个频率为 16.7 kHz 发射器组成, 结构简单、应用简便. 最近, 解文军和魏炳波在《应用物理快报》上发表文章, 证明了只要精心设计反射端形状则可以大幅度提高超声悬浮能力. 由于成功地提高了单轴声悬浮装置的悬浮力和悬浮稳定性, 从而悬浮起高密度(18.9 g/cm^3)的金属钨饼. 该装置已获国家发明专利 2 项.

2 建立了理论模型, 完成了相应的实验, 为了解释优化设计参数与最终实现大悬浮力和高稳定性之间的关系, 他们建立了一个详细的理论模型. 其理论分析与实验结果非常一致. 他们计算出当发射端与反射端距离为大约 2 个波长时, 将出现 4 个声场势阱, 中间两个为对称轴上的两个点, 而靠近发射端和反射端的势阱呈环形, 很好地解释了具体的实验现象.

3 提供了一种模拟微重力状态的实验方法. 他们对单轴声悬浮研究的进展是: 在提高声悬浮稳定性和过程可预见性同时, 有效地增大了悬浮力. 其意义在于为研究和制备新材料提供了一种模拟微重力状态的实验方法, 其成本将比空间实验低得多.

(供稿: 靳达申)