

动态

## 第十三届国际等离子体化学会议简介

吴承康

中国科学院力学研究所, 北京 100080

### 1 概况

国际等离子体化学会议 (International Symposium on Plasma Chemistry, ISPC) 是低温等离子体领域最有影响的国际系列会议. 其内容包括低温等离子体 (区别于受控热核反应的高温等离子体) 的各个方面, 从基础的物理、化学过程, 到各种应用基础性和应用研究, 直到与工业生产直接相关的课题和例子. 它的组织形式有利于基础研究与应用开发研究之间的交流, 也是汇集国际间最新进展的学术论坛. 自 1973 年起每两年召开一次, 均由国际纯粹与应用化学联合会 (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) 主办, 由 IUPAC 物理化学部下属的等离子体化学分委员会 (IUPAC Subcommittee on Plasma Chemistry) 组织.

第十三届国际等离子体化学会议于 1997 年 8 月 18~22 日在北京召开, 中国科学院力学研究所吴承康院士任会议主席. 会议由中国力学学会、中国化学会、中国物理学会和中国材料研究会共同协办, 由中国力学学会办公室负责会务工作. 到会国外代表 211 人 (来自 28 个国家), 中国代表 84 人 (台湾省 4 人).

会议包含半天的等离子体工业应用讨论会 (Colloquium on Industrial Applications of Plasma Chemistry) 和三天的工业展览 (Industrial Exhibition). 大会之前于 8 月 14~16 日在中国科学院物理研究所举办了国际等离子体化学暑期学校

(International Summer School on Plasma Chemistry, ISSPC), 分热等离子体与非平衡等离子体两班, 各由 4 位国际知名专家讲授. 学员共 54 人 (热 28 人, 非平衡 26 人), 其中 4/5 是来自国内的年轻人. 暑期学校进行得紧张热烈, 教学交流主动充分, 学员们普遍反映收获很大, 教员们也很满意, 认为效果好, 成绩大.

会议有大会邀请报告 6 篇:

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| E. Pfender (美)     | 热等离子体技术的现状与发展,         |
| E. Hirota (日)      | 暂态分子高分辨光谱用于等离子体诊断,     |
| R. W. Boswell (澳)  | 电容、电感到螺旋波的高频放电,        |
| P. Fauchais (法)    | 等离子喷涂中的传递过程: 由喷枪到涂层形成, |
| H. F. Doebele (德)  | 等离子加工中的激光诊断,           |
| B. V. Potapkin (俄) | 等离子清洁过程中的物理、化学与数值模拟.   |

会议分组邀请报告 21 篇, 接受论文 344 篇. 分 13 个专题进行了分组报告和展示报告. 13 个专题是: 等离子体中的基础过程; 热等离子源、诊断和数值模拟; 低气压等离子源、诊断和数值模拟; 高压非平衡等离子体; 等离子体与表面相互作用, 蚀刻; 等离子体与颗粒相互作用; 等离子体辅助沉积; 等离子体聚合, 表面处理, 有机膜; 等离子喷涂; 等

离子冶金,化学合成,超细粉末;环境科学中的等离子体研究;等离子体工业应用(热等离子体);等离子体工业应用(非平衡等离子体)。

在会议上,由 IUPAC 等离子体化学分委员会颁发了等离子体化学奖(Plasma Chemistry Award),此奖授予长期为等离子体化学作出杰出贡献的科学家。本届获奖人是加拿大的 Harald Suhr 教授(由于他未能到会,由他的合作者,我国赵玉文研究员代领)。由 ISPC-13 国际组委会颁发了本届会议最佳论文奖,获奖人是 E. Stoffels, W. W. Stoffels 和 K. Tachibana, 得奖论文题目是:用电子吸附质谱测量对亲电子气体进行检测的新方法。

这次会议是一次在我国举办的有影响的国际系列学术会议,对促进我国等离子体科研事业的发展,增进国际学术界对我国科技事业以及其他方面发展的理解,促进各国科技人员之间的交往和友谊作出了很好的贡献。会议中显示了我国科学工作的进展和成绩,也看出了我们工作与国际水平尚存在的较大差距需要进一步克服。

经过暑期学校和一周大会的活动,到会中外代表一致认为会议非常成功。用等离子体界的前辈,美国 Minnesota 大学 E. Pfender 教授在大会宴会上的话说:“我参加过十三次国际等离子体化学会中的十二次,这是最好的 ISPC 之一”。

## 2 ISPC-13 学术特点

低温等离子体科学与技术是一门交叉性很强的学科,覆盖面极广。它涉及物理学、化学、力学、材料科学,以及机械、化工、电子、航空航天、轻工、环境、生物医学等应用领域。由于其接触面的广泛,很难有少数学术刊物能全面反映整个领域的进展。因此 ISPC 起到了及时全面汇总、交流等离子体科学最新进展的作用。从 ISPC-13 的邀请报告及论文来看,可以注意到一些特点,或许能反映某些发展趋势。

(1) 热等离子体研究与近期工业应用结合更为密切。当前国际上应用研究总的趋势是更强调研究工作要能及时转化为生产力,要能对实际生产起作用。因此密切结合已有工业应用但尚需研究改进或有明显技术经济发展前景的研究工作更能得到支持。Pfender 教授在大会报告中提到了表面涂层、合成超细粉、废弃物处理、粉末密实化及冶金等方面的工作,这些都是符合这一原则的。

(2) 低气压等离子体源有不少创新,新的感应耦合和微波放电具体形式为材料加工提供新的设备,特别是重视大面积加工设备中的问题。

(3) 高压非平衡等离子体受到重视。非平衡等离子体的优点是含有大量具有一定能量的活性粒子而不需将全部粒子加热到高温。常见的低气压非平衡等离子体需要真空装置,对某些工业应用造成一定困难。近来对高气压非平衡等离子体如电晕(Corona)、介质阻挡放电(Dielectric Barrier Discharge, DBD)、滑动弧(Glid Arc)等加强了注意。如等离子体大屏幕显示已接近工业化,这是 DBD 的又一种有前途的应用。脉冲高压放电消除烟气中污染成份的研究也受到重视。Potapkin 教授在大会报告中全面分析了非平衡等离子体的类型、应用及其中的物理、化学过程研究。

(4) 研究工作向深入发展。特别在过程的诊断和数值模拟方面投入很大力量,不论在热等离子体或非平衡等离子体方面都是如此。本届获最佳论文奖的工作是用电子吸附质谱测量的方法能测出等离子体中各种亲电子气体的含量和电子吸附截面,用数值模拟的方法给出喷涂液滴在表面上摊开和凝固的过程,非平衡等离子体中深入的物理、化学过程研究等等。这些方面文章的数目最多。在应用方面很多等离子体方法已不只是验证其技术可能性问题,而是要达到经济合理性。这就要求对过程的细节和工业规模流程有很好的掌握。这样的要求是促进深入研究的重要推动力。

(下转第 537 页)

# ON THE RESEARCH OF MULT-LAYER FLUID CONVECTION

Liu Qiusheng Bernard Boux<sup>†</sup> Hu Wenrui

National Microgravity Laboratory of China, Institute of Mechanics, CAS, Beijing 100080, China

Institute de Mécanique des Fluides de Marseille, CMRS UMR-34, 1 rue Honorat, Marseille 13003, France

**Abstract** Development of research on the system of multiple immiscible fluid layers, especially in the application of a space crystal-growth process technique, is reviewed briefly. This paper describes the phenomena of fluid convection and heat transfer in a multi-layer fluid system, and presents the results of theoretical analyses, experimental research and numerical simulation on the natural convection and thermocapillary convection in a fluid with two or three layers. The features of hydrodynamic control of the melt encapsulated fluid by an encapsulant layer and the stability of system are also discussed.

**Key words** fluid mechanics, multi-layer fluid system, convection instability, microgravity, natural (thermogravitational) convection, thermocapillary (Marangoni) convection

---

(上接第 569 页)

(5) 低气压加工在各类镀膜(无机、有机)和表面处理方面有很大发展,试验了不少新方法。过去微电子加工在低气压等离子体中几乎占有主导地位。近来这方面工作逐渐被美国、日本所垄断,而且进入大规模工业,其他国家很难插入。或许这是促使研究工作向其他方面发展的一个因素。

(6) 化工、冶金应用在技术上比较成熟,经济因素可能是主要考虑的问题。因此新原理的研究较少,而用实验与数值模拟相结合的方法,发展工业规模的流程和装置是当前的重点,并且大多与当地资源情况相结合。南非在这方面很突出,挪威也是如此。

(7) 等离子体在环境中的应用受到重视。不论是分解剧毒废弃物还是清除大量排气中的有害成份,都有很多研究。但因这些方法受到经济性、其他方法竞争和环境立法等因素的影响,目前都还处

于试验研究,少数进入演示阶段。

(8) 前苏联在等离子体方面工作很多,有一些新思想、新流程。如新西伯利亚理论与应用力学研究所的等离子体喷涂基础和应用研究,西伯利亚高电流研究所在非平衡等离子体方面的一些应用研究,莫斯科 Kurchatov 原子能研究所的一些废料处理研究等。

(9) 我国等离子体工作有一定数量,特别是镀膜,表面处理,超细粉,等离子体基本过程,数值模拟等方面较多。也有不少工作有创新性和实用性。本届会议我国有论文 50 余篇。但感到比较分散,尚未显出在某一方面形成很突出的力量。

会议论文集已由北京大学出版社正式出版,有兴趣的同志请与中国力学学会办公室联系购买参阅。