

《田昭武先生学术集萃》序

——转自《田昭武先生学术集萃》

庆祝田昭武院士九秩华诞暨化学的创新与发展论坛将于 2017 年 6 月在厦门大学隆重举行,《中国科学: 化学》编委会及编辑部精心选编了《田昭武先生学术集萃》, 以期展现田昭武先生的主要学术发展历程及对电化学科学做出的杰出贡献。田先生自二十世纪五十年代投身电化学领域至今的六十年经历, 特别是在上世纪提出科学研究需要“理论、实验、仪器”三驾马车的观点和实际表率很值得大家了解与学习。

电化学发展早期首先经历了热力学阶段, 研究内容包括电解质溶液理论、电化学平衡等, 以电位(E)为表征参数。由于电池电动势较容易准确测量, 电化学热力学发展很快, 对有关各种物质热力学参数的测定做出了巨大的贡献。但是电化学热力学无法处理电化学界面结构及反应速度问题。

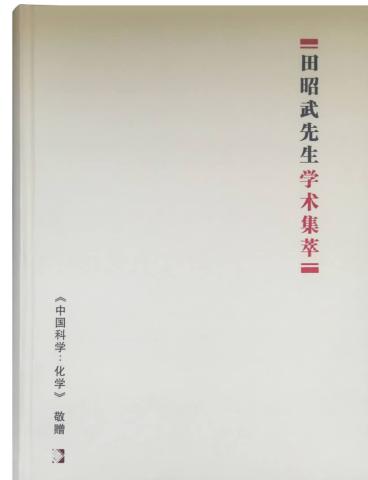
1952 年, 前苏联著名科学家 A.H. Фрумкин 专著《电极过程动力学》(俄文版)出版, 提出从热力学过渡到以电流(i)表示反应速度的动力学。1954 年, P. Delahay 专著 New Instrumental Methods in Electrochemistry 提出电化学过程的一系列暂态研究方法, 引入时间(t)及衍生的“阻抗”参数, 开启了电化学动力学研究的新阶段。

田昭武先生抓紧时机认真深入地研读了上述两本原著。他在 1956 年初指导学生开展暂态实验中发现一个奇特的实验现象: 在恒电位情况下, 电流先出现一个极小点, 而后迅速增大, 而在恒电流情况下, 电极电位会先出现一个极大点而后衰减。这些特异的暂态现象, 与当年已知的各类电极过程截然不同。他对这一现象从理论上深入系统地研究, 并采用自装的仪器从实验上验证了预言的“自催化电极过程”结论。

“DHZ-1 型电化学综合测试仪”, 是我国第一台比较大型、综合性强、集成电路化的电化学测试仪器, 零部件全部采用国产材料, 其主要功能范围和某些技术指标超过国外进口的同类仪器, 达到国际水平, 使诸多研究单位得以利用这一国产仪器开展工作。“DHZ-1 型电化学综合测试仪”、“电极过程和等效电路的理论研究”、“电化学测试仪器及电化学研究方法”等 3 项成果都荣获 1978 年全国第一次科学大会奖。

作为传统电化学研究的总结, 田昭武先生 1984 年出版了专著《电化学研究方法》(科学出版社)。书中许多研究实例就来自他及厦门大学化学系电化学教研室多年的研究成果, 成为我国电化学科学经典著作之一。《电化学研究方法》以其独具特色的内容, 为研究者提供了一系列非常实用的理论研究工具, 在电化学理论和应用之间搭起一座桥梁。同时, 该书出版前后, 从 1977 年第一次全国“电化学研究方法培训班”起, 多次作为全国性电化学培训班、研讨班的教材, 对中国电化学科研和教学起了巨大作用。书中还指出, 近年来现代电化学方法(如光谱、能谱等)发展极为迅速, 但现代电化学方法也需要传统电化学方法来控制电极的状态。1986 年田昭武先生获国家自然科学三等奖。

但是传统电化学方法的电信号激励和检测方法无法适应微观研究的要求。田昭武先生深知其不足在于“能量分辨率”和“空间分辨率”很差, 这就需要发展具有精细能级分辨率的谱学电化学和纳米级空间分辨率的扫描探针技术来加以解决。为了快速推进我国现代电化学研究, 他早在 1984 年就邀请英国南安普敦大学的谱学电化学家和光电化学的领军人物 Fleischmann 教授和 Peter 博士来校讲授电化学现场谱学和光电化学实验技术。1985 年之后, 具有精细的能量分辨能力的各种光谱和波谱以及光电化学等现代电化学方法便很快在厦门大学建立起来, 并受委托举办全国培训班。



扫描隧道显微镜(STM)初期只应用于固体/气体系统,因为电化学体系的电极反应的电流会严重干扰扫描隧道显微镜的微弱隧道电流。田昭武先生多次拜访中科院化学所白春礼研究组,并于 1990 年合作研制出具有抑制电化学电流特色的电化学扫描隧道显微镜(ECSTM),弥补了我国当时缺乏电化学现场高空间分辨表征手段的不足,步入当时国际上少数几个能够从事 ECSTM 研究的国家行列。

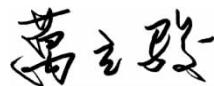
“拓宽视野、学科交叉”,这是田昭武先生科研工作的一个亮点。既吸收数理、机械、生命诸学科的优势为电化学学科所用,又将电化学优势拓展到其他学科领域。如本书收录的微系统制造所需的微纳米复杂三维加工的约束刻蚀剂层技术(CELT)研究,以及应用于环境检测、分析仪器的离子色谱抑制柱研制等等。

1986 年他带领研究小组研制成功了“XYZ-1 型离子色谱抑制柱”和“YSI-1 型离子色谱仪”性能样机。此后,厦门大学化学系与中国科学院上海生物工程科学仪器厂合作生产了数百台 YSI-1 型离子色谱仪供全国各地环保部门使用。同时,还提供大批离子色谱抑制柱供国内各种型号的离子色谱仪配套使用。1990 年,“XYZ-1 型离子色谱抑制柱”获得国家发明三等奖,为我国环保领域作出了重要的贡献。

1992 年,田昭武先生应邀参加英国皇家学会的第九十四届国际法拉第讨论会(主题为高分辨率的液固界面),作为大会第三个报告人,他提出能够制造超微三维复杂构件的约束刻蚀剂层技术(Confined Etchant Layer Technique, CELT),引起与会者的极大关注,目前已发展成为具有厦门大学特色的学术研究方向之一。2014 年成为国家自然科学基金委“纳米制造的基础研究”重大研究计划中唯一一家进入项目集成阶段的基于化学原理的微纳制造方法。国家自然科学基金委员会在简报中称赞这一成果:“学术思想新颖,创新性强,为国际首创,具有较高的研究开发价值。”

既名为集萃,本书自然无法完整记录田先生所有研究方向和成果,特别是他在技术发明方面未发表论文的众多成果。早在 2003 年他即在全国政协提案建议电动公交车,至今 14 年来,他抓住每一次机会,宣传发展电动汽车的迫切性,呼吁政府加大对电动汽车发展的整改措施以及支持力度,呼吁企业正视自身的社会责任感,呼吁全民树立绿色交通观念。如今年届九秩的田昭武院士仍活跃于科研第一线,为我国雾霾等环保难题建言并科研,孜孜不倦,奉献他的“银发青春”。这在高龄的科学家中也是极少见的。

祝田昭武先生生命之树常青。



《中国科学:化学》主编
2017 年 5 月 28 日

《田昭武先生学术集萃》收录文献

- Tien C W, Lin T K, Chen Y C. Autocatalytic electroreduction of iodate in acidic solution[J]. *Scientia Sinica*, 1966, 15(6): 792.
田昭武, 陈体衡, 林仲华, 穆纪千. DHZ-1型电化学综合测试仪[J]. 厦门大学学报, 1978, 17(3): 150.
- Tian Z W. Polarization theory of porous electrode — characteristic currents for transport inside porous electrode[J]. *Scientia Sinica*, 1981, 24(8): 1103-1110.
田昭武. 聚合物半导体光电转换的理论分析[J]. 物理化学学报, 1985, 1(1): 82-88.
- Tian Z W, Hu R Z, Lin H S, Wu J T. High-performance electrochemical suppressor for ion chromatography[J]. *Journal of Chromatography A*, 1988, 439(1): 159-163.
- Zhong C J, Tian Z Q, Tian Z W. *In situ* ESR and Raman spectroscopic studies of the electrochemical process of conducting polypyrrole films[J]. *Journal of Physical Chemistry*, 1990, 94(5): 2171-2175.
- Tian Z W, Zhuo X D, Mu J Q, et al. A new electrochemical scanning tunneling microscope[J]. *Ultramicroscopy*, 1992, 42: 460-463.
- Tian Z W, Fen Z D, Tian Z Q et al. Confined etchant layer technique for two-dimensional lithography at high resolution using electrochemical scanning tunnelling microscopy[J]. *Faraday Discussions*, 1992, 94: 37-44.
- Lin W F, Sun S G, Tian Z Q, Tian Z W. Quantum chemistry and *in situ* FTIR spectroscopy studies on potential-dependent properties of CO adsorbed on Pt electrodes[J]. *Electrochimica Acta*, 1993, 38(8): 1107-1114.
- Zhang Y, Li Q, Xie Z, et al. STM observations of a self-assembled structure of stearic acid Langmuir-Blodgett films with molecular resolution[J]. *Thin Solid Films*, 1996, 274(1/2): 150-153.
- Lin C J, Luo J L, Zhuo X D, Tian Z W. Scanning microelectrode studies of early pitting corrosion of 18/8 stainless steel[J]. *Corrosion*, 1998, 54(4): 265-270.
- Zhang L, Ma X Z, Zhuang J L, et al. Microfabrication of a Diffractive microlens array on *n*-GaAs by an efficient electrochemical method[J]. *Advanced Materials*, 2007, 19(22): 3912-3918.
- Zhan D P, Han L H, Zhang J, et al. Confined chemical etching for electrochemical machining with nanoscale accuracy[J]. *Accounts of Chemical Research*, 2016, 49(11): 2596-2604.
- Tian Z W. Research method in electrochemistry[M]. Beijing: Science Press(科学出版社), 1984.