

* 科学家 *

重 水 人 生

——记化学家张青莲

刘筱敏

(文献情报中心 北京 100080)

中国科学院于 1954 年组建学术秘书处时,张青莲为八秘书之一。吴有训副院长在一次接待苏联科学院代表团的会上,介绍张青莲是一个重水人(Heavy water man)。

1908 年张青莲出生于江苏常熟,现为北京大学化学系教授,中国科学院院士。1931 年从上海光华大学毕业后考取了清华大学研究生,选定无机化学专业,师从我国著名化学家高崇熙。在清华的三年求学期间,先后发表了有关无机合成、分析鉴定和物化测量的 3 篇论文,其中有关 5 种硒酸盐新络合物的合成一文,是我国第一篇配位化学论文。

1934 年,张青莲以优异的成绩考取庚款公费留学,赴当时世界学术中心之一的德国柏林大学物理化学系深造,开始了对同位素化学尤其是重水的研究,在此后的几十年中,他的工作一直为国际同行所重视。

30 年代前后,4 个氢原子的质量远大于 1 个氢原子的质量这一事实,使人们怀疑氢是否含有一种较重的同位素。1932 年美国化学家 H·C·尤里解开了这个谜,他在研究氢原子光谱的实验中发现氢的同位素重氢,又发现了重水,因此于 1934 年获诺贝尔化学奖。

1935 年初,张青莲的导师、柏林大学的著名教授 E·H·李森菲尔特建议他从事重水、重氢的研究。张青莲从此涉足重水、重氢的物理化学性质及其在地球上分布的研究课题,并一步步深入下去,迄今已长达半个多世纪。当时,从事这方面研究的只有德、美两国少数科学家。

在购得挪威生产的第一批重水商品后,张青莲立即开始了重水临界温度的测定研究。当时用的是微量法,石英玻璃毛细管内径 0.3 毫米,恒温器温度要达 645K,管内压力达 20 兆帕以上。封管时常会炸裂,实验难度较大。他在导师的指导下,夜以继日地奋力工作,于短期内完成了重水临界温度的测定。重水的凝固点和沸点都高于轻水,而所测得的重水临界温度却比轻水低 2.7℃,这似乎是一种反常现象。这个结果于 1935 年春发表在德国物理化学杂志上,4 年后为德国另一学者用精密的常量法所验证。

张青莲所完成的轻水、重水全温程的两相密度状态图发表后,被原苏联布洛茨基《同位素化学》(1957)一书所引用。他曾精心设计了一个通过比较轻水、重水蒸气压差的实验,观察到蒸气压差有一个位于 498K 的转折点,并揭示了这反常现象的本质。这篇论文与美国实验室独立进行的类似研究工作同时发表,得到了相互验证。

张青莲在两年的重水研究中,共发表论文达 10 篇,与美国实验室同行的工作共同构成了早期重水性质研究的经典文献。在发表文章时,李森菲尔特与张青莲都表现出谦让风格,争着

把对方的姓名放在前面,体现了师生间在学术上的互相尊重。

1936年,李森菲尔特受到纳粹迫害,教职被撤销,但张青莲仍坚持跟他从事研究工作。那年6月,张青莲获得博士学位。李森菲尔特被迫离开德国到瑞典皇家科学院物理化学研究所工作,张青莲随同去瑞典作访问学者,又共同工作了一年。他用气体混合物作为同位素混合气体的模拟物,通过膜壁进行扩散分离的研究。

在留学西欧的3年中,张青莲在做研究工作的同时,还从化学动力学创始人G·博登斯坦、诺贝尔奖金获得者O·哈恩等的讲学中得到不少教益。他在柏林聆听了来访的第一流科学家包括诺贝尔奖金获得者的学术报告,并在瑞典听取获奖报告;还参观了G·赫尔兹、T·斯维德贝格、K·M·西格班三位获奖者的实验室以及著名的剑桥卡文迪什实验室和巴黎的居里镭学研究所。这些学术活动,对张青莲献身于科学事业不断做出成绩而成为著名的化学家和教育家,有着重要的影响。

张青莲在瑞典时收到中央研究院化学研究所所长庄长恭聘他为副研究员的电报。这个聘任是庄长恭从杂志上看到他的文章后决定的,对于一个素昧平生的青年人来说,在当时是很罕见的。由此可见,张青莲在早期的科研工作中已充分显露出他作为科学家的素质和才华。

1937年7月,张青莲取道大西洋、北美洲、太平洋辗转回到上海。时值日本侵华战争初期,化学所被迫停止工作。他遂借用在租界的光华大学的实验室,进行多种络合物合成的研究。次年他应光华大学之聘任该校教授,指导两名四年级学生的毕业论文,一个做络合物合成,另一个用半微量法测定25℃下氯化钠在轻水、重水混合液中的溶解度,两人都得到了很好的结果。

1939年,昆明西南联合大学的化学系由于两位教授先后离校,补聘张青莲为教授。他取道越南赴昆明就职。当时西南联大虽集中了国内众多知名学者,但条件却十分艰苦,科研工作难以开展。然而张青莲和他的两名中英庚款研究助理一起,用从国外带回的110克重水和一些石英玻璃仪器,完成了两篇重水性质的论文,其一是测定了重水最大密度值的温度为 $11.21 \pm 0.5^\circ\text{C}$,另一是首次将测定重水密度时的温度提高到 50°C ,纠正了当时文献中靠近此温度之下密度有一最大值的假设。在采用乙醇铝水解法制取纯净的重乙醇时,由于昆明海拔高而又要测定其正常沸点,他自制了一套恒压器。但当时纯度液只有1毫升,要在标准温度计读数恒定的一刹那读取数据,要求熟练的技巧和有条不紊的操作步骤。他亲自完成了这一测定,首次测得重乙醇的沸点为 78.8°C , 25°C 时的密度为 0.801g/ml ,此结果已被收入拜尔斯坦《有机化学手册》中。

1946年清华大学迁回北平复校,校内化学馆已被日本侵略军洗劫一空。张青莲在此情况下,仍然坚持科研工作。他和助教首次将重水密度的测量温程提高到 95°C ,并外延至 100°C ,得到精密数据的论文,原按通讯稿投寄英国自然杂志,但编辑部却把它转入正文栏。

1949年,张青莲研究了高电流密度时的电解分离因数 α 的变化(α 表示气逸出的相对速度),并系统地研究了钾盐在重水中的溶解度。他在40年代执教于西南联大和北平清华期间,培养了大批化学人才,成为解放后的骨干力量。其中受他指导进行科研达两年的助教钱人元和谢毓元,由于当时打下了扎实的基础,在日后工作中取得了优异成绩,成为中国科学院院士。

1952年,全国院系调整后,张青莲调任北京大学化学系无机化学教研室主任,积极投身于无机化学课程的建设。他主译了一部原苏联通用教材——涅克拉索夫著的《普通化学教程》,并合著了一部我国高等学校通用教材《无机化学教程》。又协助来教研室工作的苏联专家培训来

自兄弟院校的青年教师,使当时北大形成哺育无机化学人才的摇篮。

掌握重水和锂同位素的生产技术是我国独立自主地发展核工业的基础。张青莲受化工部委托,从1957年起多次赴有关单位主持或主讲重水生产方法的报告。1960年讨论重水研制方案的会议上,他做了“重水的物理化学性质”报告。尔后参加现场会议,并提供工段分析用的落滴法。1963年他设计了用浮沉子检测成品的部颁标准方法,并提供了一种Y5标准样品,后来发展为一系列标准样品,改用质谱测定法。在我国采用双温交换法后,他组织翻译出版了美国萨凡那和达那重水工厂双温交换法的工作手册,为中型重水工厂提供了重要的参考资料。测定了双温法工艺条件下氘在两相中的总分配常数,并提供了电解工段的电解分离系数的精密数据。为表彰张青莲对重水生产的功绩,化工部1990年授予他全国国防化工先进工作者称号。

60年代初,因苏联撤走了专家和不再提供技术资料,锂同位素分离工厂一度陷于瘫痪。张青莲应邀到了工厂,在了解该厂情况以后,提出了可行的措施,担任了工厂技术顾问。参加了锂同位素的研制任务,提供了工段分析中锂同位素丰度的晶体浮定快速分析方法。当他1965年冬参加氘化锂-6成品鉴定会时,看到微带蓝彩的无色透明立方晶体,心中泛起了无比喜悦。1967年,我国氢弹爆炸试验成功,距原子弹爆炸仅两年零八个月时间,世界为之惊讶。在他的工作中,人们看到了基础研究对促进新技术的作用,也看到了一位科学家的聪明才智和祖国人民的需要密切结合时所发挥的重要作用。

张青莲回到基础研究工作中后,又继续从事对稳定同位素的研究,更广泛地涉及氧、碳、氮、锂、硼、硫等轻元素的同位素。

重水25℃密度值,不但是重水晶位的检测标准,且为国际学者试图精测的竞争对象。为此须先用质谱法精密测定氢同位素和微浓氧同位素的丰度,难度较大。张青莲与他的助手以精湛的实验设计,测得精确值达7位的有效数字,为国际1975—1985年间三项最佳测定之一,其值为 $1104.467 \pm 0.005 \text{ kg/m}^3$ 。

1983年,第三十二届国际纯粹与应用化学联合会代表大会在哥本哈根举行,他以国家代表的资格参加原子量与同位素丰度委员会,在会议上以渊博的知识和精辟的见解赢得好评,被选为衔称委员(Titular member, 1983—1989年),他是我国第一个获得此荣誉的化学家。这一学术活动引起了他对原子量质谱测定的兴趣,发展成为他晚期的研究领域。

1991年,张青莲用同位素质谱法测得铟元素的精确原子量 114.818 ± 0.003 ,为国际原子量表增加了一个新数字,这是国际上第一次采用中国测定的原子量数据作为标准数据。1994年,他与中国科学院青海盐湖所研究员肖应凯共同测定了铈的原子量精确值为 192.217 ± 0.003 ,被作为国际间统一使用的标准数据。这不仅说明中国人的科学水平具有参予国际竞争的能力,也为中国人民长了志气。

张青莲在无机化学和同位素化学领域取得了多方面的科研成果。1955年,他当选为中国科学院学部委员(院士)。1985年,中国化学会专门为他举行了从事化学工作50年的祝贺会。1989年,中国科学院授予他“从事科学工作50年”的荣誉奖牌。而今,已是耄耋之年的张青莲,仍在化学园地辛勤耕耘着。