

二十世纪的中国化学

乌力吉 武君芳

(内蒙古师范大学化学系 010022)

摘 要 本文较详实地论述了近 100 年来中国化学的主要成就, 并将中国化学 100 年的历史进程划分为不同的发展阶段, 对各发展阶段进行了历史定位。

关键词 化学 中国 研究 阶段

近代化学 19 世纪中叶从欧洲传入中国。1867~1884 年间, 徐寿翻译了《化学鉴原》6 卷、《化学求数》8 卷, 较全面地介绍了当时西方的化学知识^[1]。辛亥革命前后化学规定为各级学校的必修课程、大学开设了化学专门学科, 近代化学教育初步在中国形成。初、中级化学教科书相继引进并翻译、但条件所限各级学校的化学课程以讲授为主, 实验内容极少^[2]。在 20 年代以前中国还没有真正意义的现代化学家。中国人着手进行现代化学研究始于 20 年代。

1920~1932 年是中国现代化学的萌芽时期, 也是中国现代化学的第一发展阶段。20 世纪初出国留学的中国留学生中的部分人在欧美各国修到博士, 并开始从事科学研究, 在某些领域崭露头角。

1920 年, 在哥伦比亚大学获博士学位的侯德榜协助民族实业家范旭东在天津创办了我国第一座制碱企业——永利碱厂。1923 年, 民族实业家吴蕴初在上海近郊建立了天厨味精厂, 1929 年又创办了生产烧碱、盐酸和漂白粉的天原化工厂。以此为契机中国近代民族化学工业开始崛起。

1924 年, 在哈佛大学获博士学位归来的吴宪开始从事蛋白质变性实验, 在国际上第一次提出了蛋白质变性的合理学说: 蛋白质变性是由于蛋白质分子由折叠变为舒展。该学说使蛋白质大分子的高级结构研究取得突破性进展。

1928 年留美学者王守竞对 H_2 分子的变分函数进行了有效改进, 计算出的 H_2 分子的离解能较前人的结果更接近实验值。

1929 年, 傅鹰对著名的特劳贝 (Traube) 规则进行了修改和补充, 以实验证明, 在一定条件下, 吸附量随溶质的碳链增加而减少。1951 年美国化学家凯雪台 (Cassid) 著的《吸附和色谱》一书, 引述了傅鹰的这一成果, 并指出这一理论的普遍意义。上述三人的研究工作当时受到国际学术界的普遍重视, 在现代科学领域为中国人争得荣誉。

这一阶段, 刚刚成长起来的中国现代化学家所进行的研究工作多在国外进行, 且接触当时前沿学科的研究成果甚少。

1932~1949 年, 是中国化学在战乱年代艰难成长时期, 也是中国化学发展的第二个阶段。1932 年 8 月, 中国化学家的第一个全国性正式学术组织——中国化学会在南京成立^[3]。该组织的成立对中国化学的发展起了一定的推动作用, 中国化学家从此开始较系统地开展工作, 其研究范围涉及化学的 15 个分支学科。在 30 年代较有影响的成果有, 侯德榜用英文撰写的专著《纯碱制造》一书; 庄长恭关于甾族化合物的研究; 吴宪关于蛋白质变性研究; 陈克恢关于

麻黄碱的研究；孙承谔与美国著名化学家艾林（H. Eyring 1901~1982）共同进行的三原子体系 $\text{H}_2 + \text{H}$ 位能面的研究；黄子卿对水的三相点精确测定；梁树权用化学法对铁的原子量的测定等。这些研究工作有的在国内完成，有的在国外完成，如果说在 20 年代中国化学家做出的有影响的研究工作多在国外完成，则 30 年代相当部分的研究工作在国内完成。这说明 30 年代中国化学在国内已经形成了一定规模的研究队伍，且水平较 20 年代已有大幅提升。

40 年代上半叶我国处于艰苦的抗日战争时期，下半叶又处于解放战争时期，连年的战争使得化学药品和仪器极端缺乏。尽管如此，我国化学家坚持开展研究工作还是取得了一定的成就。其中有影响的成果有：庄长恭成功地应用 Diels-Alder 反应和 Dieckmann 反应，合成了具有甾族碳架的菲族类似物，推动了当时多环化合物合成化学的发展；侯德榜联合制碱法将传统的索尔维碱法与合成氨工业巧妙地结合地一起，达到对原料充分利用，产品无废弃物，成为世界制碱工业的一大创新；张青莲两次成功地进行了重水热膨胀实验，成为抗战时期我国化学研究的重要成果；黄鸣龙改进了 Wolff-Kishner 还原法^[4]，改进的还原法不仅经济、而且简单可靠，在有机合成中广泛采用，写进世界各国有机化学教科书中，称做黄鸣龙还原法；高济宇发现了四碳环衍生物的新合成法，证明 2,5-二溴-1,6-二苯-1,6-己二酮生成五环是通过酮——环醇异构化进行的。该发现成为当时有机合成化学领域的一个重要发现；李方训开展了离子水合热、水化熵、离子表观体积和等张比容方面的研究，引起国际化学界的关注；傅鹰将著名的 BET 多层吸附公式，由气相中合理地推广到液相中，并提出了计算活度系数的方法；汪猷曾分离到一种新抗生素——桔霉素，对桔霉素的结构、合成方法、生物作用、毒性和药理进行了系统的研究^[5]。

在 30~40 年代，中国化学家在十分艰苦的战争环境中开展研究工作，取得零星成果，在世界上显示了中国人的聪明才智，但没有形成系统的深入的研究，所以这一时期是中国现代化学艰难的成长时期。

1949~1965 年是中国现代化学全面、快速发展时期，也是中国现代化学发展的第三阶段。中华人民共和国成立之后形成的稳定的社会环境和重视科学、教育的良好社会氛围，使我国化学研究迅速改变了基础薄弱、水平落后的局面，逐步建立了专业齐全的研究部门，形成了一支具有一定研究能力的队伍，在一些研究领域接近或达到世界水平。

1949 年，新中国成立后组建的中国科学院有化学类研究所两个，一个是上海物理化学研究所，另一个是上海有机化学所。到 1956 年时，中国科学院下属的化学研究所增至四所，分别是上海有机所、大连化物所、长春应化所、北京化学所。1956 年后中国科学院又分别在广州、成都、兰州、新疆、青海、北京、上海、太原、福州等地新建了 9 个化学类研究所^[6]。1952 年院系调整后，部属 13 所综合性大学和 33 所高等师范院校设有 40 多个化学系。随后许多高等学校创办了化学类研究所，如北京大学的物理化学研究所、南开大学的元素有机化学所、南京大学的配位化学所、吉林大学的物质结构研究所、兰州大学的有机化学所、中山大学的高分子化学所。这样在新中国成立后短短的十几年中，我国就形成了专业比较齐全，具有一定水平和规模的化学研究队伍。

新中国成立之前，化学试剂全部依靠进口，50 年代初高崇熙率先在北京化学试剂研究所试生产化学试剂，随后上海、天津建成一些小化学试剂厂，60 年代初国家在北京、上海、天津、

西安、广州、成都、沈阳建立了七个试剂生产基地，开始生产高纯试剂，为化学教学和科研提供了种类齐全的试剂。

天然有机化学是我国老一辈有机化学家赵承嘏、庄长恭、黄鸣龙等最早涉足的研究领域。解放后最初几年新中国化学研究工作的世人瞩目的成就首先也是在此领域取得。庄长恭等从汉防己中分离出了防己诺林碱，证明其为脱甲基倒地拱碱；赵承嘏等从木防己中分离出了防己甲、乙两素；朱子清提出了贝母碱的结构骨架，攻克了国外化学家半个多世纪未能解开的一个谜，引起国际有机化学界的轰动。

新中国成立以后，为了尽快改变我国缺医少药的局面，我国化学研究工作者和医药研究工作者同力协作，对金霉素、土霉素、链霉素等抗生素的化学性质与结构进行了一系列研究，结束了我国不能生产抗生素的历史。50 年代中后期我国化学家在确定链霉素的空间结构、生产方法、化学定量测定方面在国际上做出了重要贡献。汪猷等纠正了 wolfrom 提出的链霉素结构错误。邢其毅、戴乾圜等发明了氯霉素的新合成方法，该方法流程短、收率高、质量好、成本低，首先在意大利投入工业化生产^[7]。

黄鸣龙对可的松的合成反应进行了创造性的改造，仅通过七步反应合成了可的松，成功地开发了甾族口服避孕药，并研制出创新药甲地孕酮，为我国计划生育工作做出了重大贡献。1950~1957 年间，我国化学工作者和医药工作者响应政府下达的消灭血吸虫病的任务，研制出锑有机化合物，先后用酒石酸锑钾治疗血吸虫患者 76 万人，治愈率达 90%。应用葡萄糖酸锑钠治疗黑热病患者 60 万人，永久治愈率达 97.4%。我国化学工作者为我国医疗卫生事业做出的贡献由此可见一斑。

在这个时期化学研究机构遵循“任务带学科”方针，以国家经济建设和工业化为先导、重视基础研究，优先完成国家急需的关系到国计民生的重大应用任务，为国民经济建设和国防建设做出了重大贡献。

柳大纲等对柴达木盆地的盐湖资源进行了调查研究，发现了我国最大的钾盐矿床和柱硼镁矿床，并对有关的基础化学问题进行了深入研究，奠定了我国盐湖化学的基础。

我国的重有机合成工业是解放后才逐渐建立和发展起来的。我国化工部门在化学科研部门的协助下，从 50 年代开始从煤焦油中分离出苯、苯酚、甲苯、菲、蒽等，再由这些原料合成了我国急需的染料和药物，建立了我国合成药物和合成染料工业。

我国合成橡胶、合成塑料、合成纤维这三大合成材料的研制和开发均起步于 20 世纪 50 年代，1958 年在四川建成氯丁橡胶生产装置，在兰州建成丁苯橡胶装置，在锦西建成聚氯乙烯生产装置，并研制成功尼龙 1010，60 年代开始研制和生产顺丁橡胶、聚苯乙烯、棉型维尼龙等。

在 50 年代初期，我国组建了核化学研究队伍，并制定了研究规划，由杨承宗等着手研制高纯铀、高纯石墨和重水。50 年代末，姜圣阶、曹本熹、吴征铠、汪德熙、陈国珍、王金堂等一批化学家，放弃原来的研究方向，转而从事核化学方面的研究工作。根据我国铀矿石的特点，我国核化学家积极探索了酸法、碱法、加压水浸法等各种方法，特别对难浸出矿物和低品位矿物的浸出方法进行了大量的研究，开发了多种离子交换树脂和萃取剂，从浸出矿浆或清液中富集和提炼了铀。与此同时，我国化学家还积极开展制备热核材料的研究工作，金星南等开发

了锂同位素分离法,肖伦、孙懋恪等开发了制备和提取浓缩氙的技术,为我国热核燃料的开发工作奠定了基础。袁承业合成了直接吸附分离铀的树脂和特种萃取剂。汪德熙等为了提取铀,放弃了传统的沉淀法,开发了萃取法,设计了萃取流程,从而使主工艺由三循环改为二循环得到高纯度的铀。严东生等为我国第一代洲际导弹提供了耐高温材料部件。所有这些技术成果是在国际上对核技术严加保密,我国科学技术基础薄弱,某些领域还是空白的情况下,由我国放射化学家、核化学家、核化工专家和其它相应学科的专家同力协作、自力更生、艰苦奋斗取得的。

在这一时期,在我国的应用化学取得令世人瞩目的成就的同时,我国的理论化学也不乏有重大影响的成就。我国量子化学研究起步于 50 年代初,仅在数年内有多项成果达到国际水平。50 年代初,唐敖庆从分析化学键的相互作用出发,找到了一系列分子的内旋转势能函数之间的关系,提出了分子内旋转势能函数的一般公式,成功地总结了分子内旋转势能的实验数据。唐敖庆、刘若庄等对杂化轨道理论进行了深入研究,提出了计算一般键函数的矩阵变换法,并将杂化轨道中的群论方法推广到 f 轨道,进一步完善和发展了鲍林和斯莱特提出的杂化轨道理论。50 年代中后期,唐敖庆建议的双电子函数,彭桓武建议的多电子波函数算法均属量子化学中的创新理论。在国际上十几年后发展起来的密度矩阵理论函数正是借鉴了唐敖庆和彭桓武的这一创新理论。

经过十多年的快速发展,我国化学研究水平与国际的差距迅速缩小,致使 60 年代前半期成为我国化学研究工作硕果累累的一个时期。

我国物理化学家张大煜 1960 年在国际上第一次提出表面成键的新理论。以此理论为指导,1964 年研制成用于合成氨净化流程的三种催化剂,其质量超过国外同类催化剂。物理化学家吴浩清在 1963 年根据铈电极对有机中性分子的吸附作用,从微分电容——电势曲线确定了铈的零电荷电势为 $-0.29 \sim +0.02\text{V}$,得到国际公认,并载入国外电化学专著。物理化学家田昭武 1963 年在国际上首次提出选相调辉法和选相检波法等测定“瞬间”电极阻抗的快速方法,此后又采取多学科综合研究方法,把催化化学、高分子化学、结构化学、光谱学、计算机科学与电化学结合起来,提出了电化学的一系列新概念、新模型、新理论,使我国电化学研究跻入国际先进行列。

1963~1965 年间,唐敖庆和他的研究集体开展配位场理论及其方法的研究,创造性地发展和完善了配位场理论及其方法,成功地定义了三维旋转群到分子点群间的耦合系数,建立了一套完整的从连续群到分子点群的不可约张量方法,并构造出了三维旋转群到分子点群间的耦合系数的数值表,使这一理论可以有效地用于分析稀土化合物的能谱数据,为稀土化合物的应用开发提供了理论依据^[8]。此项研究成果被 1966 年北京国际暑期物理讨论会评为优秀成果之一,1982 年获国家自然科学一等奖。

我国生物化学家和有机化学家同力协作,1965 年用人工方法合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素使我国在人工合成生物大分子方面一跃而处于世界领先水平。此项研究成果 1982 年获国家自然科学一等奖。

60 年代中期我国化学界取得的这两项成就成为本世纪中国化学最亮丽的一道风景。同时也标志着新中国成立以后经过 10 多年的发展,中国化学已经具备了攀登国际前沿领域的水平。

1966~1976 年,是中国化学的发展遭受挫折的一个特殊时期,也是中国现代化学发展的第四阶段。文化大革命的十年动乱,使我国化学研究工作遭受了严重挫折,许多研究人员受到冲击,研究项目被迫中断。尽管如此,广大化学研究工作者,还是冲破重重阻力,克服各种困难,开展研究工作,并取得一定的研究成果。

从 1967 年开始,我国化学家同其它学科的科学家共同协作,采取多对同晶置换法和反常散射法对天然猪胰岛素的分子结构进行测定,于 1971 年和 1972 年分别得到了分辨率 0.25nm 和 0.18nm 的晶体测定结果。

70 年代初,周望岳等开发的丁烯氧化脱氢制丁二烯以及与之配套的顺丁橡胶生产工艺,是我国化工生产和科研中独立自主开发的一个创新成果。

70 年代初徐光宪等开始从事稀土元素的萃取分离研究,经过数年艰苦研究,提出串级萃取理论,使我国稀土萃取分离工艺达到国际先进水平。

从 1972 年开始卢嘉锡和蔡启瑞等着手进行化学模拟生物固氮研究,在国际上较早地提出了两个大同小异的固氮酶活性中心模型——网兜状原子簇结构模型和桥联双座活口立方烷型原子簇结构模型,在此基础上,又合成出了具有类似固氮酶铁钼辅基还原固氮活性模拟体,使我国化学模拟生物固氮研究居于世界前列^[9]。

从 1973 年开始,中国科学院上海有机化学研究所提纯天花粉蛋白,1976 年完成了天花粉蛋白的晶体及晶胞参数的测定,并开展了重原子衍生物制备,受到国外科学界的重视。

总之,10 年动乱并没有彻底摧毁新中国建立起来的化学研究体系。在恶劣的社会环境中坚持下来的一些个别项目最终取得了成功。如果没有这十年动乱,我国的化学研究将会取得更大的成就。

1976 年以后的 20 多年,是中国化学再度兴盛的一个新的历史时期,也是 20 世纪中国现代化学发展的第五个阶段。以 1978 年科学大会为标志,中国化学迎来了一个新的春天。国门打开,中国化学家开始广泛参与国际学术交流,尤其加强了与欧美各国和日本的学术交流,这为中国化学接触世界化学前沿领域提供了十分便利的条件。

70 年代末期,蒋明谦在《中国科学》上撰文揭示了有机化学中普遍存在同系线性规律。该规律概括了 600 种以上同系列,700 多种取代基,数千种化合物的结构与性能的内在关系。同系线性规律是中国化学家对世界物理有机化学发展做出的重大贡献。

1980 年,唐敖庆等所著《分子轨道图形论》^[10]专著问世,这标志着历经数年研究的这一理论已臻完善。该理论概括性高、含义直观、简便易行,深化了对化学拓扑结构的认识,应用于具有重复单元的共轭体系,解释了同系线性规律,于 1987 年获国家自然科学一等奖。

以 60 年代中期创造性地发展和完善配位场理论,70 年代中后期分子轨道图形理论中引进新的数学技巧和模型为标志,中国理论化学迈入世界先进行列。

80 年代初,历经数年研究的具有我国特色的新的定向聚合稀土催化剂由长春应化所的王佛松等开发成功。该催化剂在丁二烯、异戊二烯等双烯烃的均相聚合和共聚反应中具有相当高的催化活性以及良好的定向效应,成为国际上将稀土催化剂成功地应用于高分子化学工业的一个典型范例。

在 80 年代我国化学家又研制出了丙烯聚合的高效担载型催化剂、聚合物形态规整等规度达 98%。

在 80 年代,我国晶体生长技术达到国际先进水平。中国科学院上海硅酸盐研究所用坩埚下降法成功地生长出长度达 25cm,重 25kg 的 BGO 大晶体。中国科学院福建物构所 1984 年和 1987 年先后研制成功新型非线性光学材料 BBO 和 LBO,以及国际上公认的极为难培养的大尺寸自激活激光晶体 NAB,使我国晶体生长技术居于国际先进水平。

在 80 年代,中国化学最为引人注目的成就,当推人工合成酵母丙氨酸转移核糖核酸。以王德宝为首的生物化学家经过 13 年的努力,制备了 4 种普通核苷酸和 7 种稀有核苷酸,近 10 种核酸工具酶,以及各种化学试剂,终于在 1981 年成功合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸,在世界上首次实现了人工合成核糖核酸。该成果 1987 年获国家自然科学一等奖。

我国稀土化学起步于 50 年代初。经过数十年研究,到 80 年代,我国化学家解决了北南两大稀土资源的选冶产业化问题,1986 年我国稀土总商品量达到 11860 吨,第一次超过一直处于世界第一的美国,成为世界第一稀土大国,并开发了稀土荧光材料、发光材料、磁性材料、贮氧材料等一系列功能材料,其中 1983 年开发的稀土钕铁硼材料,磁体性能高出普通磁性材料 4~10 倍,广泛用于计算机、电机、电声、医疗设备、磁悬浮列车及军事工业等高新技术领域^[11]。

经过数年的调整与发展,中国化学在 80 年代中后期在多个领域取得了显著成果。

核化学家刘元方,首次从核反应中直接制得 ^{251}Bk ,解决了从几十种元素中快速分离超纯元素(Bk)的难题,精确测量了 ^{251}Bk 的衰变性质,发现了两条 α 射线,重新制作了衰变图,引起国际同行的关注。

有机化学家刘有成,在生物活性分子的单电子转移反应及自由基正离子这些国际自由基化学的前沿领域进行了开创性研究工作,开拓了自由基化学和生命科学的交叉领域。

黄炳南、黄维垣等发现的亚磺化脱卤反应是一种具有重要实用意义的新型反应,且具有一定的理论价值,获各国同行的普遍好评^[12]。

陈庆云等积极开展了氟化学中的单电子反应,推动了单电子转移反应的发展。

徐如人等在国际上首次对分子筛晶化机理提出了比较全面见解,开发出一系列分子筛液相导向剂,提出了模板作用机理,晶化动力学模型与转晶机制,对新型无机微孔晶体开发做出了创造性的贡献。

楼南泉等创建了我国第一个分子反应动力学实验室,建造了我国第一台交叉分子束装置,利用分子束和激光技术深入研究了金属原子和各种氧化物的反应动力学,在反应机理、产物能态分布、分子间传能和分子空间取向在反应中的作用等方面均取得了创新成果。

进入 90 年代,中国化学开始全面与国际接轨,参与国际学术交流更加频繁,学术环境更加宽松,新成果、新发现不断涌现。

北京大学化学系张青莲等用固体源热电离质谱仪,测得铟的原子量为 114.8181 ± 0.01 ,后又用纯同位素校准质谱法,得出碳原子量为 12.0112 ,铈原子量为 121.760 ± 0.01 ,铈的原子量为 192.217 ± 0.03 以及铈和铈的原子量新值。上述原子量新值均被国际原子量委员会采用为国际标准,标志着我国原子量精确测定技术达到国际先进水平。

中国科学院上海生化所杜雨苍课题组运用人工方法首次合成了可增强记忆力的记忆增强肽。他们从分子结构和其神经功能的关系对肽进行了系统的研究,发现了肽的具有高活性的新结构,并对肽的记忆机理做出了分子水平的说明,这表明我国在这方面的研究达到世界领先水平。

进入 90 年代以后我国分子生物学研究又获得新的进展。原有的多肽与蛋白质、酶和核酸等基础领域研究不断扩大和深入外,分子遗传学、分子病毒学、分子免疫学等新兴领域的研究得到扶持和加强,并参加人类基因组测序计划,完成了 1% 的测序任务。

在 90 年代末,我国科学家在纳米管和其它功能纳米材料研究方面,取得了具有重大影响的成果数项,清华大学范守本小组在国际上首次利用碳纳米管成功地制备出直径为 3~40nm 的长度达微米量级的半导体氮化镓一维纳米棒,被 587 位中国两院院士评为 1998 年中国十大科技进展之一;中国科技大学的钱逸泰小组在 700 °C 用催化热解法使四氯化碳和钠反应制成了纳米金刚石,在国际上受到了高度评价。

新中国成立 50 年来,我国化学与国际先进水平相比,既有接近的一个方面,又有不少差距,其中人工合成生物大分子方面曾一度在世界上处于领先地位;量子化学取得了一系列具有世界先进水平的研究成果,形成了在国际上有重要影响的中国量子化学学派;化学模拟生物固氮方面进行了在国际上具有一定影响的研究工作;晶体材料的设计理论和方法研究达到世界先进水平;在电化学领域较早取得了一系列具有特色的世界先进水平的研究成果。但是也应该看到,将我国化学研究与发达国家化学研究全面进行比较差距还比较大。主要表现在创新研究成果少,在一些新型领域无人问津,以外文发表进入国际交流的论文数量少,某些领域的研究工作虽然曾一度在国际上处于领先地位,但近些年又出现萎缩现象。虽然形成了一定规模的研究队伍,但还不够稳定。上述问题的存在一方面是由进行科学研究的时间积累不足所造成,另一方面是由科学研究体制的缺陷所造成。我们坚信,随着改革开放的进一步深入,中国化学必将会焕发出新的青春,在不久的将来跻身于世界先进行列。

参考文献

- [1] 郭保章,董德沛. 化学史简明教程. 北京:北京师范大学出版社,1985:460.
- [2] 杨根,徐寿和中国近代化学史. 北京科技文献出版社,1986: 246.
- [3] 张家治,张培福等. 化学教育史. 南宁:广西教育出版社,1996:489.
- [4] <<中国化学五十年>>编辑委员会. 中国化学五十年. 北京: 科学出版社,1985:64.
- [5] <<中国化学五十年>>编辑委员会. 中国化学五十年. 北京: 科学出版社,1985:62.
- [6] 白春礼. 中国现代化学五十年. 科学, 2000, (3):10.
- [7] 郭保章. 中国现代化学史略. 南宁: 广西教育出版社, 1995:343~344.
- [8] <<唐敖庆科学论文选集>>编委会. 唐敖庆科学论文选集. 长春:吉林大学出版社, 1996:10.
- [9] 郭保障. 20 世纪世界化学. 南宁: 广西教育出版社, 1998: 100.
- [10] 国家计委稀土办. 稀土信息. 1999. (9):4.
- [11] 赵玉林,李振渊. 当代中国重大科技成就鸟瞰与探微. 武汉:湖北教育出版社, 1994:60.