



《10000 个科学难题·化学卷》读后感

戴立信*

中国科学院上海有机化学研究所, 上海 200032

近日收到一本《10000 个科学难题·化学卷》, 一卷在握兴趣盎然, 稍阅数则, 更是浮想联翩. 大家都熟悉爱因斯坦的名言“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要”. 在科学上提出一个问题已经不容易, 提出一个难题, 显然更不容易. 本书集中了化学界, 特别是数百位中、青年化学家的智慧, 提出了 189 个在化学各个前沿领域中的问题. 189 个固然不是问题的全部, 每一个命题细想下去又会滋生很多新的问题. 想当年, 一个哥德巴赫猜想促动了我国科学界的活跃思想. 陈洪渊及其编委们呈现给我们的这份厚礼, 相信也会促动化学界无尽的创新思维.

“化学是一门创造新物质的科学”是本书前言中对化学特点一个很好的定义. 中国古代的“点石成金”或西方谚语的“稻草变黄金”说的都是神话或者幻想, 但也是物质转化的愿望. “金刚石的化学合成”一节中告诉我们, 美国科学家 1955 年在极高压力和温度的条件下实现了石墨变成金刚石. 我国科学家则在相对温和的条件下, 在 1998 年由四氯化碳和金属钠或金属镁也能得到金刚石. 他们又考虑到地壳中不存在四氯化碳, 于是用二氧化碳和金属钠在 440 °C 也得到了金刚石. 由点石成金又想到了点气成为金. 这些都是初步的开端, 真正实现气变成金, 还要想很多问题, 还要一步一步地解决很多问题. 但是, 把金刚石的合成和二氧化碳连在一起还是很好的想法. 二氧化碳, 这个影响气候的温室气体, 怎样减少它的排放, 怎样将它再注入地下封存起来都是人们长期、不断思索和实践的一些问题. 当然, 从化学家的角度来看, 最好是把二氧化碳转化为更有用的物质, 让碳再次进入循环, 要实现的是大规模、经济地转化. “二氧化碳的固定和活化”一节列出了很多问题, 给出了很好的讨论. 大规模地将二氧化碳转化为甲醇会是个重要解决途径, 甲醇基的燃料(甲醇, 二甲醚等), 甲醇至烯烃、至丙烯、至苯等等都会较大

量地消耗二氧化碳. 由二氧化碳直接转化为高分子, “非石油路线合成高分子”一节中也给出了很多“点气成金”的途径. 二氧化碳转化为各种有用物质的命题下有很多新的问题. 真正的点石为金, 还可阅看“由二氧化硅化学法一步制备高纯硅”. 把砂石转化成高纯硅, 岂不是点石成金吗? 高纯硅是极重要的信息材料(半导体等), 又是极重要的能源材料(太阳能电池等), 真是比金更重要的物质. 现在生产的方法有耗能、低效、污染诸多缺点, 如何高效、清洁、低耗能地实现这个点石成金, 其中又蕴含了很多问题. 点石为金是由一种物质转化为另一种物质的化学, 本书 189 个问题中, 涉及这一方面的还有很多, 这里只是我在阅读中联想的一些事例.

“化学是一门创造新物质的科学”, 这一定义中还有一个“新”字. 前一段点石成金, 石和金都不是新物质, 而是不同物质间的化学转化. 化学的特点, 就是创造新物质, 创造自然界前所未知的物质. 新物质应该是对人类有用的新物质, 诸如新的材料, 有特定功能的新材料, 新的药物, 新的农药等等. 189 个难题中有很多都涉及到有特定功能的新材料, 如“有机导电磁体”“分子影像材料”“高效纳米储氢材料”“超高密度信息存储材料”“聚合物太阳能材料”“人工肌肉材料”等. 创造这些新物质, 具有特定功能的新物质, 关键问题都在于了解物质的结构与功能之间的关联, 设计并创造出具有所需功能的特定结构的新物质. 在本书中涉及医药与农药方面也有不少讨论. 近百年来, 人类预期寿命有近 40 年的增加, 这是科学、文明了不起的发展. 其中化学的贡献也是十分重要的. 回忆上世纪初, 药物种类很少, 肺炎、菌痢和伤口感染都会是致命的. 磺胺药的出现, 抗生素的应用、喹诺酮类的发明使这类细菌感染的疾病得到很大的控制. “什么是天然产物的生物合成和组合生物合成”一节中告诉我们, 现在已报道的抗生

素约为 16000 种, 临床应用已达 100 余种. 但是在广泛使用(有时是滥用)抗生素后, 细菌又产生了抗性. 于是从青霉素到红霉素又到万古霉素, 近来发现也有抗万古霉素的细菌了. 由此可见, 不断有新的问题、新的需求出现, 对科学的要求也越来越多, 越来越高. 从抗生素的应用, 我们还可以看到天然产物是药物发现的重要来源, 目前临床应用的药物中, 近一半药物的发现与天然产物的研究是相关的. 开展“天然产物的快速分离鉴定”的研究有助于发现新结构的活性天然产物, 而“活性天然产物的高效合成”“多样性导向的有机合成”的研究, 有助于提高这些天然产物成为临床药物的机会. 在 21 世纪, 化学农药的使用仍然是促进农业向高效、集约化发展的关键步骤. 为了避免化学农药使用的污染问题, 发展高效低毒的新农药是化学和相关学科需要面对的问题. 在这本书中, 几位作者提出了发现针对性更强的“绿色农药分子靶标”“对于农药进行更合理的设计和剂量控制”, 以及发展对于药物靶点有更好识别作用的“手性农药”, 是解决这些问题的关键.

“点石成金”, 这个“点”字很奥妙. 只要轻轻一点, 就能完成化学转化. 这也就是说, 我们要求的是简便、经济、高效、绿色的转化方法和创造方法. 这就是化学转化的方法学研究. 惰性化学键的活化方法就是一个重要的研究方向. 在这本书中, 几位作者介绍了“饱和碳-氢键的活化”“碳-碳键的活化”“氮气的固定和活化”等问题. 这些问题的解决, 都将是转化方法中的重大突破, 无疑将会大大改变目前化学合成的面貌.

人们常说 21 世纪是生命科学的世纪. 在生命科学中核酸、蛋白质和多糖是 3 类最重要的生物聚合物. 化学家贡献了它们的结构测定和合成方法研究. 以核酸和蛋白质(多肽)来说, 不单是有了序列测定仪, 而且在合成上实现了固相合成, 进而有了商品化的自动合成仪, 这就是说合成方法简化到可以实现机械化了. 相对来说糖链的合成则要落后很多. “多糖/寡糖的固相合成”一节给予了很好的介绍. 本书中与生命科学有关的讨论很多, 如“蛋白质复合物的大规模分离与鉴定”“生物大分子结构的 NMR 解析”“生命体系中的单分子检测”等等, 有数十节之多. 这些都是有关结构测定的方法研究. 生命科学研究

中直观的显微镜观察是不可少的, 显微技术不断有新的发展, 人们还更期望能观察到分子在活体状态下或是细胞中分子的运动和相互作用. 2008 年钱永健等 3 人获 Nobel 化学奖即与此有关. 本书中最后两节“活体状态下专一性标记生物大分子的小分子荧光探针”和“可以追踪单个生物分子在活细胞中的运动吗”对于这样的方法给出了很好的讨论. 由此, 我们可以看到化学不单在过去对生命科学的发展起了重大贡献, 而且还将不断地做出新的贡献.

在合成方法上我们往往要求合成高纯、完美的化合物. 通过结晶条件的控制, 我们可以得到完美、漂亮的晶体. 但从材料功能的要求来说, 有时却又要求有特定缺陷的晶体, 或是在结构某一部位含有一定杂质的晶体. 本书第一节“晶体缺陷的测定及其与固体性质的关系”就在方法学上又提出了一个挑战性的问题. 要有效、方便地点石成金, 还有很多问题有待发掘、有待解决. 本书中涉及化学各个分支学科的热点前沿领域还有很多, 这里仅仅是我首先阅读的一部分. 分析化学有很多命题, 如“分析化学中的若干科学问题”; 理论化学也涉及不少问题, 如“普适的线性标度第一性原理电子结构理论”等等.

提出问题确实重要. 李政道常说“学问”就是学会去问. 他又说能正确提出问题, 就是创新的第一步. 阅读本书, 我想不该是局限于这 189 个问题, 而是从书中的问题诱发我们去想新的问题、更深一点的问题或是推展开来, 衍生出来新的问题. 我深信这本书对于从事化学工作或是对化学有兴趣的读者能起到这样的启迪作用, 使化学能为人类更美好的生活服务.

最后, 如果对这 189 个问题稍加分类或有编号将能帮助读者更快地寻找他更感兴趣的问题. 瑕不掩瑜, 这是我很喜爱、相信也会是读者们喜欢的书. 本书在每一个问题之后列有重要的和最新的参考文献, 能帮助读者深入阅读和进一步思考. 总之, 这是一本既有科普价值, 又具有前瞻性意义并且富有启迪的好书.

* 本文作者为中国科学院院士, 有机化学家