

# 初论化学与美学的渗透融合

沙 国 平

(应用化学研究所)

**摘 要** 从化学研究对美的追求、美的选择、美的组合与创造以及化学研究成果包含的四种美等方面,论述了化学与美学的交叉融合<sup>19</sup>从化学学科的侧面,揭示了“艺术和科学事实上是一个硬币的两面”<sup>19</sup>。

**关键词** 化学;美学

**分类号** O6-05

世界著名物理学家、诺贝尔奖金获得者李政道教授说:“艺术和科学的共同基础是人类的创造力<sup>19</sup>它们追求的目标都是真理的普遍性<sup>19</sup>他又说:“艺术和科学事实上是一个硬币的两面<sup>19</sup>。它们源于人类活动最高尚的部分,都追求着深刻性、普遍性、永恒和富有意义<sup>19</sup>著名科学家钱学森教授说:“文学艺术在整个现代科学技术体系中,虽有其特点和特殊的地位,但其内容、思维方式与科学技术是互相贯通、互相促进、融为一体的<sup>19</sup>(《科技日报》1995 .10 .22) 化学学科作为自然科学的一个重要组成部分,在其发展历史进程中,处处体现出化学研究和美总是高度统一在创造性的劳动和美的规律和谐交融之中<sup>19</sup>。

## 1 化学研究对美的追求

物理学家德布罗意曾经指出:“在科学史的每一个时代,美感一直是指引科学家们从事研究的向导<sup>19</sup>。

化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中能量关系的科学<sup>19</sup>随着科学技术和生产的日益发展,化学学科在经历了近代化学的发展之后,当代化学无论是横向的扩展和纵向的水平都是前所未有的<sup>19</sup>目前,在世界范围内,正在进行着以微电子学和电子计算机技术、信息工程、生物技术、激光技术、新材料等为主要标志的新的科技革命,在这场新的科学技术革命中,化学学科领域迅速扩大,与许多其它学科交叉、渗透,化学研究的新成果、新理论、新技术、新产品不断涌现<sup>19</sup>到目前为止,人类已经发现了110种化学元素,由这些元素形成了宇宙世界成千上万种物质<sup>19</sup>据统计,从1950年至今已知的化合物已由200万种迅速增加到1 000万种以上<sup>19</sup>这些纷繁复杂的物质在内在和外在因素推动下,相互作用、相互变化、相互制约、相互协调,构成了大自然妙趣横生的和谐图案<sup>19</sup>在探索 and 开发自然界的活动中,化学研究始终在

追求着这幅和谐的图案<sup>19</sup>它一方面反映和再现物质世界的统一性、规律性、对称性、和谐性,揭示其自然美、内在美;另一方面又经过加工、制作,创造出比自然美更强得多的物质世界的艺术美<sup>19</sup>并以美的感染力影响人类社会生活<sup>19</sup>。

什么是美?根据韦伯斯特(Webster)大学辞典的定义:“一个人或一种事物具有的品质或品质的综合,它愉悦感官或使思想或精神得到愉快的满足<sup>19</sup>我国汉代许慎在《说文解字》中就篆文的美字的辞源学作过考证,指出:“美,甘也<sup>19</sup>从羊从大<sup>19</sup>羊在六畜主给膳<sup>19</sup>美与善同意<sup>19</sup>美学就是研究自然界、社会和艺术领域中美的一般规律与原则的科学<sup>19</sup>。

不同的文献对美和美学的定义虽有不同的描述,但都说明这样的涵义:美是真和善的统一体,是合规律性和合目的性的统一<sup>19</sup>美崇尚直觉性、形象性、整体性、和谐性、简洁性、守恒性、对称性、相似性、统一性,诉诸情感<sup>19</sup>哥白尼在1542年出版的《天体运行论》中说:“在哺育人的天赋才智的多种多样的科学和艺术中,我认为首先应该用全副精力来研究那些与最美的事物有关的东西<sup>19</sup>马克思也说:“人也按照美的规律来塑造物体<sup>19</sup>化学研究中是不乏与美的崇尚相融合的事例的<sup>19</sup>让我们以元素周期律和周期表的发现、发展来说明化学研究是如何体现美的追求的<sup>19</sup>。

物质世界是丰富多彩的,组成物质的化学元素表面上看起来互相不联系,但实质上存在着内在美,这是不以人们意志为转移的客观存在<sup>19</sup>法国大科学家彭加勒说:“如果自然不美,就没有了解的价值,人生也就失去了存在的价值<sup>19</sup>门捷列夫正是坚信元素之间存在着和谐、统一、对称,凭着对元素间自然美、内在美的强烈追求,发现了元素周期律<sup>19</sup>大家知道,自从波义耳1661年提出化学元素概念以后,化学家认为自然界的物质都是由元素构成<sup>19</sup>到19世纪的中叶已经知道了很多元素<sup>19</sup>这些元素之间有什么内在联系呢?1815年普劳特(Prout)根据大多数元素的原子量接近整数,提出了“氢原子构成一切元素”的假说,但显然对于象氯<sup>35.5</sup>那样的原子量无法理解;1829年德贝莱纳(Dobereiner)根据元素间的类似性,发表了“三元素组”的假说;1862年德尚古多(Dechancourtois)根据元素原子量的递增,提出螺旋线排列;1864年,欧德林(Odling)发表了“原子量和元素符号”表;同年勒·迈耶(L. Meyer)提出“六元素”族表;1865年纽兰兹(Newlands)发表“八音律”,指出“从一指定的元素开始,第八个元素是第一个元素的某种重复,就象音乐中的八度音的第八个音符一样<sup>19</sup>……以上列举的许多化学家事实上都在追求着元素间和谐、统一、对称的联系,都力图反映和再现元素之间固有的自然规律<sup>19</sup>但由于没有把握住美和真、善的统一,没有把握合规律性和合目的性的统一,他们都未能谱写出元素之间联系的美妙乐章<sup>19</sup>1869年俄罗斯圣彼得堡大学化学教授门捷列夫(D. Mendeleev)将当时已知的63种性质类似的元素归并成族,并按原子量增加的顺序将这些族中各元素逐个排列出来,以一种全新的美的选择和组合,在表中某些位置留出空格并大胆预言尚未发现的“类硼”(钪),“类铝”(镓),“类硅”(锗)和“类碲”等元素存在及其物理化学性质<sup>19</sup>1898年所有这些元素都被发现,而且实测性质同预言的基本一致<sup>19</sup>门捷列夫把宇宙世界千奇百怪的元素及其化合物统一得如此惟妙惟肖<sup>19</sup>我们如果把元素周期表比喻为一支高雅的交响乐曲谱,那么,周期律就是这支乐曲的和谐优美的旋律<sup>19</sup>恩格斯评价说:“门捷列夫……完成了科学上的一个勋业,这个勋业可与莱维利叶推算尚未知道的行星(海王星)的轨道这一事相媲美<sup>19</sup>。

随着原子结构理论的深入发展,元素周期表所揭示的周期性规律又更深入到物质世界的本质上去,这就是元素性质随原子核电荷数(或原子序数、核外电子数)呈周期性变化<sup>19</sup>1869年

以后,元素周期表的形式也作了许多修正和完善,其中有目前公认的门捷列夫元素周期短表和维尔纳式长周期表(1909),还有玻尔塔式元素周期表(1911~1913),索弟的“8”字形周期表(1914),比里宾“大地螺旋”形周期表(1945),辛克短周期表(1949),埃青格的电子结构周期表(1961),忻新泉原子能级式周期表(1962),格里弗洛维奇元素周期短表(1966)等等<sup>19</sup>。

.....

1966年以后,由于“新元素稳定岛”假说的提出,又掀起了重新研究周期表的热潮<sup>19</sup>进入70年代以来,人们又在努力向“周期表上数学规律”的目标前进<sup>19</sup>人们正在探索元素系统的新理论提出元素系统的新图表<sup>19</sup>据不完全统计,已经发表的元素周期表多达200多种<sup>19</sup>所有这些表都力求达到:既包括全部元素,并尽量全面系统反映各元素间内部联系,特别是反映新理论、新观点;又力求整齐、方便、美观、大方<sup>19</sup>一部元素周期表的发展史,反映了化学研究对美的追求,人们在努力探索合规律性与合目的性的统一,美和真与善的统一<sup>19</sup>。

## 2 化学研究过程中美的组合与创造

1870年物理学家麦克斯韦说过:“任何成功的物理学研究,都依赖于明智地选择什么是被观察到的最重要的现象,并用心灵对那些看上去吸引人、然而我们还没有充分地在科学研究中获得好处的特征进行随意的抽象<sup>19</sup>化学研究也是如此<sup>19</sup>它的研究过程贯穿着深刻的审美选择,在这个选择的基础上,进行美的组合和创造<sup>19</sup>。

很早以前人们就提出了如下一些问题:为什么会发生化学反应,反应往哪个方向发生,能进行到什么程度以及如何尽快地实现反应,得到产品等等<sup>19</sup>这些都是摆在化学家面前一些急待解决的问题,也是近代化学研究中的首选题目<sup>19</sup>最早的回答是化学亲和力导致了反应的发生<sup>19</sup>。但如何从更普遍的规律上进一步说明化学亲和力的本质,这只有到建立了热力学理论才得到解决<sup>19</sup>十九世纪中叶,人们在研究提高热机效率问题时,从热传导及其它自然界自发过程方向和限度的研究中抽象出一个普遍适用的物理量——状态函数熵(S)<sup>19</sup>克劳修斯定义: $dS = \frac{\delta Q_R}{T}$ ,从而得出热力学第二定律不等式  $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$ ,把  $dS_{(孤立)} \geq 0$  或  $\Delta S_{(孤立)} \geq 0$  作为判断孤立体系过程自发进行的方向和限度的共同判据<sup>19</sup>指出:“在孤立体系中,自发过程的方向熵永不减少<sup>19</sup>在可逆过程中,体系熵值不变;经不可逆过程,熵值增加<sup>19</sup>这就是著名的熵增加定理<sup>19</sup>在这里我们看到了经过科学抽象从自然界形形色色的各种变化中找出了一个共同的物理量,并如此简明地用数学语言统一组合在一个不等式之中<sup>19</sup>以热力学第零定律、第一定律、第二定律、第三定律为基础,借助平衡态模型,通过逻辑推理以及数学变换建立了经典热力学<sup>19</sup>热力学理论很快应用到化学研究中来,使人们不仅对化学反应而且对物质状态的变化等问题都在统一的基础上得到更本质的解释<sup>19</sup>1884年范特霍夫(Van't Hoff)《化学动力学研究》一书问世,1885年又发表了一项研究成果《气体体系或稀溶液中的化学平衡》,证明了稀溶液和气体在性质上的相似性<sup>19</sup>他将热力学应用于化学平衡理论,有效地指导了生产,使化学过程朝着有利于满足人们需要的方向进行<sup>19</sup>因此1901年他获得首次诺贝尔化学奖<sup>19</sup>1876~1878年吉布斯(Gibbs)发表《论非均相物质之平衡》的著名论文(论文长达323页),从而奠定了化学热力学的基础<sup>19</sup>这篇论文首次提出了恒温恒压下反应自发性的正确标准是它产生“有用功”的能力,并用

吉布斯函数  $\Delta G_{T,P} \leq 0$  作为恒温恒压下不作有用功体系反应进行的方向和限度的判据<sup>19</sup>。而把只能在孤立体系条件下使用的熵判据, 用一个在通常条件下判断化学反应方向和限度新判据来替代, 更接近实际应用<sup>19</sup>。而吉布斯( Gibbs) 和亥姆霍兹( Helmholtz) 方程 (  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  ) 又是如此用极其简单的外部形式来揭示出化学反应推动力的实质<sup>19</sup>。

在道尔顿( Dalton) 原子学说的基础上, 麦克斯韦( Maxwells) 、玻耳兹曼( Boltzmann) 和吉布斯( Gibbs) 进一步阐述了热力学, 创立了分子运动论和统计力学<sup>19</sup>。熵被理解为分子运动的无序程度, 公式  $S = k \ln \Omega$  把物质系统的宏观状态量——熵(  $S$  ) 及其微观状态量(  $\Omega$ ——热力学几率) 联系了起来<sup>19</sup>。人们对熵的本质有了进一步的认识<sup>19</sup>。

20世纪初, 普朗克( Planck) 等人, 创建了量子力学<sup>19</sup>。进一步揭示了原子结合在一起的力即化学键的本质<sup>19</sup>。而使以研究物质的组成、性质、结构及其变化规律为己任的化学学科在量子化学理论上得到新的统一, 在更深更美的层次上得到新的发展<sup>19</sup>。

从经典热力学、统计力学到量子力学在化学上的应用过程人们看到, 化学家总是站在和美沟通的桥梁上, 用强烈的美感和科学眼光, 运用概念模型、逻辑思维、语言工具、数学模型等方法进行着美的科学选择和研究, 从物质世界的无序中理出有序来, 并把这种研究所获得的精美珍品奉献给人类<sup>19</sup>。

### 3 化学研究成果是美的结晶

从近代化学诞生起, 化学理论的发展大体经历了三个阶段: 早期阶段——原子学说、原子—分子论、元素周期律到碳的四面体价键理论, 形成了化学热力学和化学动力学等; 中间阶段——统计力学、量子力学对化学的应用, 量子化学和结构化学的兴起, 化学开始进入分子水平发展阶段; 现代阶段——由于电子计算机、激光、核磁共振、重组 DNA 等新技术的应用, 当代化学实现了在分子水平上的全面进军<sup>19</sup>。化学研究领域也由于广泛的交叉渗透而迅速扩大; 新的制备、合成和生产方法的运用, 使得新物质新材料不断被发现; 新的测试手段、设备和技术的运用, 使得性能测定、结构研究更为深入普及; 分子设计的思想贯穿于整个化学学科, 使之从实验科学转变为实验与理论并重的科学<sup>19</sup>。纵观这些丰硕成果, 本质上都是美的创造、美的结晶, 它包含着以下四种美<sup>19</sup>。

(1) 化学现象之美<sup>19</sup>。这是人们通过感官从化学现象中感受到的具体而生动的直觉美<sup>19</sup>。例如, 化学反应所伴随的能量变化、颜色变化、光、电现象、原子间的重新组合、同素异性现象、同分异构现象; 晶体结构的有序与和谐, DNA 分子的双螺旋结构( 图1) ; 再如超导现象,  $\text{CaTiO}_3$  代表理想的钙钛矿结构, 它不具超导性, 而  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  ( $x \leq 0.4$ ) 固体, 虽具有同类结构但由于有氧原子不足的“缺陷”却具有超导性, 这种由结构“缺陷”而引起物质性质如此不同, 不能不说是一种内在美( 图2) <sup>19</sup>。还有如远离平衡态下的自组织现象——化学振荡反应, 这是化学混沌之美, 是分形之美, 它体现了“奇怪吸引子的美学感染力”<sup>19</sup>。

(2) 化学理论描述之美<sup>19</sup>。物质世界本来就是美的, 和谐的, 有规律的<sup>19</sup>。反映和再现这些规律时, 化学理论描述得十分深刻、十分简洁<sup>19</sup>。例如, 热力学第一、二、三定律, 化学动力学中的质量作用定律、相律、相图, 量子化学对原子结构、核外电子运动状态及化学键本质的描述, 价电子互斥理论( 简称 VSEPR 理论) 预示主族元素化合物的几何构型, 放射性指数衰变定律, 晶体对

称型定律,光化学第一、第二定律,多普勒效应,计算机分子模拟,MC 和 MD 等等<sup>19</sup>。

(3) 化学理论结构之美<sup>19</sup>化学理论数学化进程的加快表明化学理论的日趋成熟,从定性向半定量、定量描述的过渡反映了化学理论构架更加趋近客观真理<sup>19</sup>例如酸碱理论的发展及其构筑的理论体系就反映了化学理论结构之美<sup>19</sup>在古代仅凭味道和与石蕊变色的性质来判断酸碱——1880~1890年间阿仑尼乌斯的电离理论——1905年佛兰克林等人提出溶剂体系的酸碱概念——1923年,布朗斯泰德-罗里提出质子酸碱定义——1923年路易斯提出广泛的酸碱电子理论——1963年皮尔逊在阿兰德工作的基础上提出硬软酸碱原则<sup>19</sup>表明酸碱理论的不断发展与深入<sup>19</sup>。

再如,从周期表的发展到群论的应用也说明化学理论结构之美<sup>19</sup>周期表中的空缺——玻尔原子模型和量子力学——表中包含了长度为2、2、6的周期,这些数字与“群论”的概念有关<sup>19</sup>而有限分子就可用不同的点群来描述它们的对称性和对主体构型的分类<sup>19</sup>。

(4) 化学技术之美<sup>19</sup>在物质制备、提纯、加工、生产、测试等过程中,化学技术方法随着现代科学技术的迅速发展,愈益显示其美的价值和特征<sup>19</sup>如果说侯氏制碱法和基团加和法等体现的是化学工程中经验方法之美的话,那么利用酶进行分子加工裁剪则应是半经验方法之美<sup>19</sup>而当今运用许多化学理论规律和电子计算机高效运算进行的分子设计可谓是理论指导下更高更新的化学技术方法之美了<sup>19</sup>人工合成胰岛素、超导材料的制备等就是化学技术之美很突出的例子<sup>19</sup>。

在有机化学和无机化学中已经形

成了许多分子设计方法如:化合物分子设计、药物设计、催化剂设计、材料设计、生物活性物质设计等等<sup>19</sup>蛋白质工程的主要内容之一就是分子设计<sup>19</sup>它利用定位突变方法改变与底物结合的氨基酸残基或对某典型的折叠结构进行从头设计<sup>19</sup>。

总之,化学学科通过其实验、理论研究、技术方法、研究成果等多方面,体现出它对美的追求<sup>19</sup>运用美感的力量,进行美的组合与创造、塑造美的典型,反映和再现了物质世界的和谐、对称与统一<sup>19</sup>化学与美学相互渗透,相互融合,相互贯通,相互促进<sup>19</sup>。

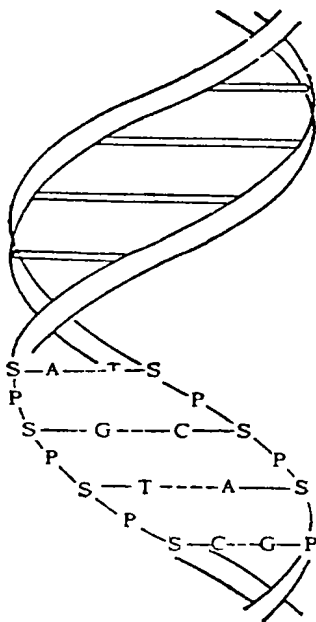


图1 DNA 双螺旋结构示意图

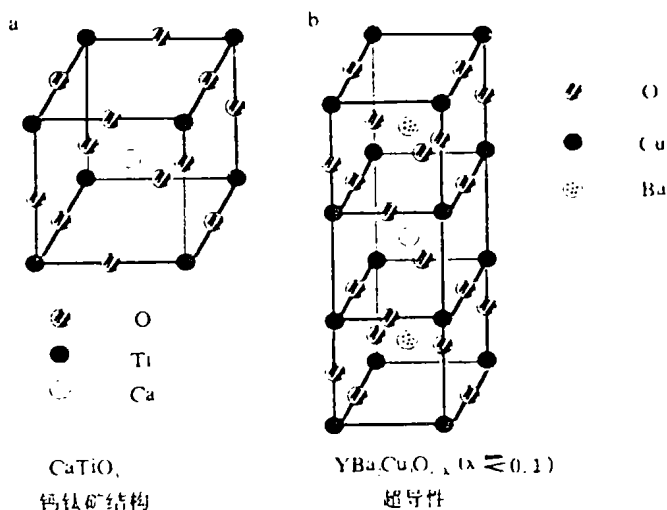


图2 超导材料结构“缺陷”

## 参 考 文 献

- 1 杨振宁 19美和理论物理学·自然辩证法通讯, 1988, ( 1)
- 2 徐恒醇 19技术美学原理·北京: 科学普及出版社, 1987. 1~4
- 3 国家教委高教司编 19当代科学技术发展与教学改革·北京: 高等教育出版社, 1995. 126~136
- 4 俞正兴等编 19科技研究的艺术 19上海: 同济大学出版社, 1990 19. 0~17, 162~164
- 5 任新民 19混沌之美 19化学通报, 1992, ( 11) : 50, 53

## On the Blend of Chemistry and Aesthetics

Sha Guoping

( Institute of Applied Chemistry)

**Abstract** In this paper, the author discusses the blend of chemistry and aesthetics in the aspects of chemical research to seek, choose, combine and create beauty and the four kinds of beauty involved in the resulted fruits, etc. At the same time, the fact that art and science are the two sides of a coin is also revealed from the angle of chemistry.

**Key words** chemistry; aesthetics