DOI：10.19789/j.1004-9398.2022.06.011
文献引用：吴晗清，朱梦珂，吴涵挚．中学有机化学史相关内容的时空架构及教学建议[J]．首都师范大学学报（自然科学版），2022，43（6）：69-76. WU H Q，ZHU M K，WU H Z. Space-time structure and teaching suggestions of organic chemistry history in middle school[J]. Journal of Capital Normal University（Natural Science Edition），2022，43（6）：69-76.

中学有机化学史相关内容的时空架构及教学建议*

吴晗清[1**]，朱梦珂[1]，吴涵挚[2]

（1. 首都师范大学教师教育学院，北京　100037；2. 广东省珠海市第八中学，广东 珠海　519000）

摘要：为了研究有机化学史的内容架构及教育教学价值，本文基于相关研究及理性思考，构建了“双线六维”的分析框架．双线即学科知识线、时代人物线，分别对应有机化合物的发现、有机化合物的合成和有机结构理论，时代、人物和重大贡献6个维度．教学实践中，要融合知识线与历史线，促进学生系统认识的构建；要引导学生体悟理论发展的过程，濡养学科思想和方法；穿插化学家传奇故事的讨论，让学生感受科学的人文魅力．

关键词：有机化学；化学史；资源开发；化学教学
中图分类号：G633.8

Space-time structure and teaching suggestions of organic chemistry history in middle school*

WU Hanqing[1**]，ZHU Mengke[1]，WU Hanzhi[2]

（1. College of Teacher Education，Capital Normal University，Beijing　100037；2. Zhuhai No.8 Middle School，Guangdong Province，Zhuhai Guangdong　519000）

Abstract：To study the content structure and educational value of the history of organic chemistry，based on relevant research and rational thinking，this paper constructs an analytical framework of “two lines and six dimensions”. The double lines refer to the line of subject knowledge and the line of people of the times，which respectively correspond to the six dimensions，includes：the discovery of organic compounds，the synthesis of organic technology and the structure of organic theory，times，people and major contributions. It is proposed that teaching should integrate knowledge line and history line to promote the construction of students’ systematic understanding. Guide students to understand the process of theoretical development and cultivate discipline ideas and methods. Interspersed with the discussion of the legendary stories of chemists，feel the humanistic charm of science and other teaching suggestions.

Keywords：organic chemistry；history of chemistry；resource development；chemistry teaching
CLC：G633.8

收稿日期：2021-12-10
* 全国教育科学规划教育部重点课题项目（DHA220414）
** 通信作者：wuhanqing1981@aliyun.com

0 引 言

新中国成立以来,化学教学大纲或课程标准中一直关注将化学史教育融入到教学中,从数量上看,化学史教育相关内容呈逐渐增加的趋势;从内容上看,教育方式越发多样化.尤其《普通高中化学课程标准(2017年版)》(以下简称新课标)提出高中化学学科核心素养,比过去任何时候都更加注重化学史教育[1].然而在化学教学中,教师普遍对人文素养的认识存在偏差,没有深入发掘化学史中的人文精神[2-3].部分教师虽然在表层理念上认同化学史的重要性,认为化学史教育有利于学习兴趣的增强、知识的记忆,但是没有认识其重要教育价值的本质,忽视了化学史中蕴涵的过程与方法、情感与态度、精神与价值等更为上位的教育目标.

从实践的视角看,缺乏历史向度的有机化学教学主要存在如下问题:(1)本源性思维扎根不深,仅仅依靠简单的实证或非实证记忆,无法形成学科理解;(2)聚焦知识-技术-理论协同创新的领域探究情感未能生成,对领域研究对象、思想、方法和史实的认识不深刻;(3)对史实资料缺乏结构性、典型性梳理,未能有效发挥基于史料的领域探究思维、态度和责任教育价值.

以"化学史"为主题的文献浩如烟海,其中约有1/5涉及基础教育,其内容大致可分为3类:(1)对化学史内容及其教育功能的探讨,如强调培养社会责任与爱国情怀等价值以及素养发展功能[4-8],也有结合具体案例论述了核心素养视域下化学史的教育功能[9];(2)对不同版本教材中化学史料进行比较研究[10],也有对中英化学教材进行比较研究[11];(3)对化学史实践层面的探索,如以青蒿素[12]、氧气[13]的发现历程为主线开展教学设计,以及其他融入化学史的科学史、科学哲学和科学社会学(history, philosophy and sociology of science, HPS)教学实践[14-15].现有研究对化学史教育方面的研究较为零散,不够系统化,大多是针对某一具体课时进行化学史教育的教学设计,而较少去深度挖掘、系统梳理相关的化学史料,关于有机化学部分的化学史更是稀少.本文拟构架"双线六维"的分类框架,尝试对有机化学相关史料的分布进行结构化梳理,以进一步研究有机化学史的内容架构及教育教学价值.

1 有机化学史教学资源的分布与结构

高中阶段有机化学涉及的内容,主要包括有机物的结构特点、性质和应用、基本的反应原理和反应类型、仪器分析和合成等.从本体论上,也就是知识逻辑上来讲,这些内容之间存在各种复杂的关联,如上下位关系、并列关系或者包含关系,也可能是相关关系和因果关系等.从认识论上,也就是真实的有机化学发展史来讲,每一个知识的获得或者定律、理论的构建,并不完全是按照逻辑关系推理出来的.为了关照本体论和认识论这2条线路,本研究构建"双线六维"的分析框架,对高中化学相关的有机化学史进行系统梳理.

双线即学科知识线和时代人物线,学科知识线遵循的是知识本体的内在逻辑,时代人物线即以典型的化学家及其理论来简赅地表征不同时段的化学发展.其中学科知识线包括3个维度,即有机化合物的认识、有机化合物的合成和有机结构理论;时代人物线也包括3个维度,即时代、人物和重大贡献.在有机化学教学中,如果关照知识逻辑的同时,又让学生体验化学家们创立理论的过程和故事,不仅可以让学生更好地理解和掌握基础知识,还能够提高学习兴趣,从而在实践活动中落实学科核心素养.

2 学科知识线:有机化学知识的逻辑体系

基于新课标的分析,尝试将高中化学课程中所涉及的核心内容,分为有机化合物的发现、有机化合物的合成和有机结构理论3个维度,以此梳理化学史中相关认识的形成过程,并详细展开其中的典型案例,基于学科知识线的有机化学史典型代表如表1所示[16-19].按照3个维度进一步展开:有机化合物的发现维度,主要介绍烃及其衍生物、有机提纯以及有机分析内容;有机化合物的合成维度,则主要介绍代表性有机物的合成方法;有机结构理论维度,则从有机反应、结构理论和价键理论3个部分进行阐述.

2.1 有机化合物的发现:烃与烃的衍生物

2.1.1 烃的代表

烃分别以CH_4、C_2H_4、C_2H_2和C_6H_6为例来进行探讨.(1)CH_4.1776年,意大利物理学家伏打(Volta)通过信件向友人详细叙述了甲烷的发现经过,他在意大利北部的科摩湖,采用排水法收集淤泥中冒出的气泡,将气体点燃后,气体燃烧较慢且火焰呈青蓝

表1　基于学科知识线的有机化学史典型代表[16-19]

维度	知识点	核心内容
有机化合物的发现	烃	烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃
	烃的衍生物	卤代烃、醇、醛、羧酸、酯、酚
有机化合物的合成	有机提纯	早期从动植物中提取分离有机物,舍勒(Scheler)分离发现多种酸和甘油,人们逐渐成功析离出尿素、马尿酸、胆固醇、吗啡和植物碱类药物等
	有机分析	拉瓦锡基于燃烧理论的定量分析、盖吕萨克(Gay-Lussac)和泰纳(Thenard)体积测量、贝采里乌斯(Berzelius)直接称质量、李比希(Liebig)精准的定量分析技术、杜马(Dumas)定量测氮、克达尔(Kieldahl)定氮新法、普列格尔(Pregl)微量定量分析方法
	有机合成	生命力论、人工合成有机物尿素、利用单质人工合成醋酸、人工合成糖类物质,生命力论彻底破产、我国首次人工合成胰岛素
有机结构理论	有机反应	电化二元论、基团理论、取代学说
	结构理论	同分异构现象、碳四价理论、碳链学说、碳的正四面体构型假说
	价键理论	价键理论、原子轨道杂化理论

色,不同于可燃性氢气(H_2)的燃烧,这一气体需要10~12倍体积的空气才会燃烧爆炸;1790年,英国医生奥斯汀(Austin)发表了燃烧甲烷和H_2的报告,测定出甲烷比H_2重,并且确定了甲烷是C和H的化合物,燃烧生成H_2O和CO_2;1804年,英国化学家道尔顿(Dalton)进一步认为甲烷原子量为6.3;1839年,法国化学家佩索茨(Pesoz)分析认定甲烷分子式为C_2H_8;1858年,德国化学家凯库勒(Kekulé)发现了碳原子是四价原子,并提出碳链假说;1874年,荷兰化学家范特霍夫(van't Hoff)提出了碳四面体假说,至此人们对甲烷的结构有了全面的认识.可见,最简单的有机化合物甲烷,从宏观到微观、从定性到定量,科学家们对其认识竟然耗费了一个世纪的艰难探索.(2)C_2H_4.在中国古代,人们就发现燃烧香烛的房子可以促进果实的成熟;到19世纪,德国人发现从煤气管道中泄露的气体能使树叶脱落;后来名叫卡曾斯(Cousins)的人发现植物能释放一种气体,并对邻近植物产生影响;1934年,卡曾斯的发现被甘恩(Gane)首次证明;最终在1966年,乙烯被正式确定为植物激素.(3)C_2H_2.1836年,英国化学家戴维(Davy)在加热木炭和K_2CO_3制取金属钾的过程中发现,将实验残渣投进水中后会产生一种由C、H组成的气体,称为"一种新的氢的二碳化物",即后来的乙炔.(4)C_6H_6.早在19世纪初期,英国使用煤气照明;1825年,英国化学家法拉第(Faraday)通过分析测定其化学组成,将煤气命名为"氢的二碳化物";1834年,德国化学家米希尔里希(Mitscherlich)在苯甲酸和石灰共同干馏的条件下得到同一种液体物质,并将其命名为Benzin(苯);1845年,德国化学家霍夫曼(Hofmann)从煤焦油中发现了苯,并命名为benzene,该命名一直沿用至今;1858年,法国化学家日拉尔(Gerhardt)确定了苯的相对分子质量为78,分子组成为C_6H_6,其中碳元素的质量分数高达92%;1866年,凯库勒提出苯环结构.

2.1.2　烃的衍生物代表

衍生物以CH_3OH、C_6H_5OH、HCHO和CH_3COOH为例.(1)CH_3OH又名木醇或木精,因最早从木材干馏的液体产物中发现而得名.1661年,英国化学家波义耳(Boyle)从黄杨木中蒸馏提取出了高纯度的甲醇;1834年,法国化学家杜马(Dumas)和皮里哥(Péligot)确定了甲醇的元素组成,并推导了甲醇的化学式;1923年,德国巴登苯胺纯碱公司(BASF)以CO和H_2为原料,首次采用高压法建成了一套甲醇化学合成装置;1966年,英国研制出了更加经济节能的低压甲醇合成工艺,大大降低了成本和能耗,此后各国便新建和改建了采用低压法制备甲醇的工业装置.(2)酚类化合物以C_6H_5OH为例.1834年,由德国化学家龙格(Runge)于煤焦油中发现,故又称石炭酸;19世纪,英国外科医生里斯特(Lister)偶然间发现使用苯酚稀溶液对手术用品消毒,可以大大减少病人的术后感染情况.这一发现使苯酚成为了第一种正式的表面消毒剂,也让里斯特被誉为"外科消毒之父".(3)醛类化合物以HCHO为例.早在1855年,俄国科学家亚历山大布特列洛夫(Butlerov)最先描述了甲醛;1867年,霍夫曼在Pt催化剂存在的情况下,用空气氧化甲醇获得了甲醛,并确定了化学性质,甲醛的通用性使其迅速地被应用于工业发展的多方面,如作为木材黏合剂,成为最重要的工业基础原料之一;1950年,粒子板、刨花板等人造板被应用于住房建设;1960年,甲醛对健康的不良影响,特别是对眼睛和上呼吸道的刺激被首次报道;1981年,德国和丹麦率先建立了限制和调节

木质材料甲醛排放量的标准.(4)羧酸以CH_3COOH为例.古罗马时期,人们通过在铅制容器中煮沸发酸的酒,能得到一种高甜度的糖浆,糖浆的主要化学成分就是乙酸铅;到公元8世纪时,波斯炼金术士贾比尔(Jabir)通过醋的蒸馏来浓缩乙酸;文艺复兴时期,人们通过金属醋酸盐的干馏制备冰醋酸;16世纪,德国炼金术士对比了冰醋酸和醋中提取的酸之后,发现醋酸的性质会因为水的存在而改变,所以在几个世纪里,化学家们都认为这是2种截然不同的物质,直到法国化学家阿迪(Adet)证明了二者主要成分相同,这一错误的认知才得以被纠正;到了1847年,德国科学家柯尔柏(Kolbe)第一次以无机物为原料成功合成了乙酸;1911年,德国开创了乙酸合成的新工艺,首先建成了世界上第一套通过氧化乙醛合成乙酸的工业装置,随后又研发了通过氧化低碳烷烃生产乙酸的方法.

教学要结合这些史料,让学生跟随科学家的脚步,体会科学知识的暂定性,了解知识形成的历史进程,同时也能够促进学生认知的构建和能力的形成[20].

2.1.3 有机提纯与分析

有机技术方面,以分析和合成为例.有机分析方法,1781年,法国化学家拉瓦锡(Lavoisier)通过燃烧有机物来测定计算其中的碳氢含量,但结果比较粗糙;1810年,法国化学家盖吕萨克(Gay-Lussac)和泰纳尔(Thenard)将有机化合物与$KClO_3$混合做成的小丸干燥,然后放入硬质玻璃管中加热,并收集其燃烧后产生的气体,测量气体的体积进而分析有机物的组成,但当有机物易挥发时,这种方法便不再适用,而且有时可能会爆炸而不安全;1814年,瑞典化学家贝采里乌斯(Berzelius)通过减缓有机物的燃烧,来改进有机元素分析的方法,避免了爆炸危险;1830年,德国化学家李比希(Liebig)将有机物和CuO放在硬质玻璃管内并加热,使有机物蒸汽与红热的CuO燃烧,通过对产生的气体称质量,算出有机物的碳氢含量,并在前人工作的基础上进行改进,进而使碳氢分析发展成为精准的定量分析技术;1830—1883年,法国化学家杜马和丹麦化学家克达尔(Kieldahl)分别创立了定量测定氮的方法和定氮新法;1912年,奥地利化学家普列格尔(Pregl)系统发展了有机化合物的微量定量分析方法,大大促进了有机化学的发展.

2.2 有机化合物的合成

关于有机合成,18世纪到19世纪初,人们普遍认为只能通过动植物体才能生产出有机化合物,而不能用无机物制造出有机物,即当时流行的"生命力论";1824年,德国化学家维勒(Woehler)首先从无机物中人工合成了尿素,动摇了生命力论的基础;1845年,德国化学家柯尔柏成功利用木炭、硫磺(主成分为S)、Cl_2及H_2O作原料合成醋酸,首次实现了以单质作为反应物进行完全的有机合成;1861年,俄罗斯化学家布特列洛夫(Butlerov)首次合成了属于糖类的物质,至此生命力论彻底破产;1965年,我国生物化学家钮经义及其团队首次人工全合成了蛋白质结晶牛胰岛素,我国成为第一个人工合成蛋白质的国家.

在教学过程中,引入化学家们对有机技术探索改进的过程,让学生在掌握知识方法的同时,体会到人们的认识是历史和逻辑的统一.

2.3 有机结构理论:有机物的结构奥秘

19世纪初,在有机化合物的提纯、分析和合成都得到了大的发展之后,人们在丰富的实践经验基础上逐步形成了一些关于结构的概念和理论.贝采里乌斯首先提出了电化二元论,认为化合物必须是二元的,由荷正电组份和荷负电组份组成,有机物可以看成是复合基的氧化物,因此,把含氧的有机化合物都写成氧化物的形式,这是基团说的雏形.后来李比希和维勒通过对有机分子结构理论的探索共同提出了基团理论[21].1832年,二人通过对安息香基的研究认为,有机化合物是由稳定的基组成的,基是有机化合物的基础;李比希提出"基是一系列化合物中不变化的组分,基可被其他简单物取代,基与某简单物结合后,此简单物可被当量的其他简单物代替"[16].基团理论解释了部分有机化学反应,但却没能揭示有机反应的本质.1834年,杜马比较系统地研究了卤代烃,于是提出了取代学说,指出每失去一原子氢,必得一原子卤素.1839年,杜马由醋酸制备了三氯醋酸,大量实验事实证明了取代学说,这一理论总结了有机物取代反应的变化规律,推动着有机化学的发展向更加微观的结构探索.

1823年,维勒分析了氰酸盐的组成.1824年,李比希分析了雷酸盐的组成,二人发现氰酸(H—O—C≡N)与雷酸(H—O—N^+≡C^-)组成相同,反复试验分析之后仍百思不得其解,于是维勒求助于自己的导师.1824年,维勒和李比希的导师

贝采里乌斯发现了同分异构现象.同分异构体的发现,使得化学家们去探索分子中原子排布和组合方式,开始了对有机物质内部结构的理论研究.1856年,凯库勒开始关注原子价问题,次年其与英国化学家库帕(Couper)同时独立地提出了碳原子为四价原子,并认为原子可以通过键结合成为分子,碳原子之间可以通过单键、双键以及三键的形式结合,库帕首先用一条短线代替键来表达结构式.随后,碳四价理论和碳链学说被人们熟知.1874年,年仅22岁的范特霍夫提出了碳四面体假说,标志着立体化学的诞生.

1916年,美国化学家路易斯(Lewis)和德国物理学家柯塞尔(Kossell)同时研究原子价的电子理论,路易斯认为,2个(或多个)原子可以"共用"一对或多对电子,以便达成惰性气体原子的电子层结构,而形成共价键;1923年,路易斯首创用电子式表示一些化学物质的结构,由于"路易斯式"直观简洁,所以至今仍被广泛使用;1925年,美国化学家鲍林(Pauling)提出了杂化轨道模型,对甲烷的正四面体结构做出了解释,说明了碳原子与氢原子形成的4个键的等价性,基于电子运动同时具有粒子性和波动性,而波又是可以叠加的,所以鲍林认为,碳原子和周围氢原子成键时,所使用的轨道是原来的s或p轨道经混杂、叠加而成的"杂化轨道",在能量和方向上分配对称均衡.由于鲍林理论上的贡献,最终获得了1954年的诺贝尔化学奖.

3　时代人物线:有机化学筚路蓝缕的发展历程

化学发展史就是一部人类奋斗史的缩影,化学家们对事业的执着追求和崇高理想令人钦佩.通过化学家群体的画像,刻画划时代的重大发现,可以让学生树立正确的科学态度和价值观.通过了解伟大化学家的事迹和成就,学习他们的精神和毅力,濡养学生的道德品质和人文精神.尝试从时代、人物和重大贡献3个维度,把这些曾对有机化学的创建和发展有着重要推动作用的代表性化学家的重要贡献进行梳理,具体如表2所示.每一种新方法和新理论,都是化学家们历经艰辛,披荆斩棘的成果.限于篇幅,本文将在萌芽时期、经典时期和现代时期中,各选代表性的化学家及其经典理论,来展示化学学科的人文魅力.

3.1　短暂的"三角形"友谊及化学史上的"双子星"——贝采里乌斯、维勒、李比希

1824年,维勒在制取氰酸铵(NH_4OCN)的过程中发现,反应生成的物质竟然不是氰酸铵,而是草酸,于是他将其中的反应物NH_3换为$NH_3\cdot H_2O$,"形成了一种肯定不是氰酸铵的白色结晶物".事实上,发生的反应为

$$5HCN+NH_3\cdot H_2O+2O_2+2H_2O=\!=\!=H_2C_2O_4+3CO(NH_2)_2,$$

但限于当时的水平,维勒不能确定白色结晶物的化学组成.直到1828年,才证实了当年发现的白色晶体正是尿素,之后又通过用NH_4Cl或$NH_3\cdot H_2O$与氰酸铅($Pb(OCN)_2$)反应,制得了比较纯净的尿素.其反应的本质是先生成氰酸铵,其再重排为尿素.维勒由无机物人工合成尿素的成功,使当时的"生命力论"学说受到了强烈的冲击,将有机物的神秘性的残余彻底扫除,引起了化学界极大的震动.同时代的李比希,创立了有机化合物的经典分析法,相对贝采里乌斯的分析方法,大大地提高了工作效率.

表2　不同有机化学时代人物线的典型代表[17-18]

有机化学时代	人物	生卒年	重要贡献
萌芽时期	贝采里乌斯(Berzelius)	1779—1848	基于对氰酸盐和雷酸盐的分析,首次提出了同分异构现象
	维勒(Woehler)	1800—1882	用无机物氰酸、氨水与氧气人工合成尿素
	李比希(Liebig)	1803—1873	创立了有机化合物的经典分析法,奠定了有机化学的基础
经典时期	贝特罗(Berthelot)	1827—1907	探索人工合成有机物的方法,成功合成烃及其衍生物
	凯库勒(Kekulé)	1829—1896	发现了苯的环式分子结构
	费歇尔(Fischer)	1852—1919	提出了蛋白质的多肽结构学说
	贝克兰(Baekeland)	1863—1944	酚醛树脂创始人,实现了酚醛树脂的实用化
	列别捷夫(Lebedev)	1874—1934	首次采用丁二烯为原料,在金属钠的催化下聚合丁钠橡胶
现代时期	施陶丁格(Staudinger)	1881—1965	提出大分子的概念,由小分子之间通过共价键形成长链
	黄鸣龙	1898—1979	创造性地改进了沃尔夫-凯惜纳(Wolff-Kishner)还原反应(羰基的还原),被称为沃尔夫-凯惜纳-黄鸣龙(Wolff-Kishner-Huang)还原法,我国甾体类药物合成的开创者

因为深知实验室对科学研究的重大价值,李比希极其关注实验室建设,在当时,以其名字命名的“李比希实验室”也培养出了大批一流的化学人才.贝采里乌斯与李比希、维勒的3人友谊,始于关于同分异构体发现的争论.但后来贝采里乌斯与李比希随着学术争论的日趋激烈而最终绝交,作为贝采里乌斯学生的维勒竭力试图化解,但最终都失败了.尽管如此,维勒和2个人分别保持了终生的友谊.李比希和维勒因为对方追求真理的精神和严谨的治学态度所感动,决定合作研究,在长达44年的交往中亲密无间,成为近代有机化学和无机化学的伟大奠基者,被称为化学史上的“双子星”.

3.2 有机化学结构的一大飞跃——“化学建筑师”凯库勒

苯环结构的诞生,是有机化学发展史上的一块里程碑,凯库勒的创造性贡献也为有机化学的发展做出了不可磨灭的贡献.大学期间,凯库勒本来修习的是建筑学,但一次偶然的机会,因目睹了李比希利用化学知识审理了一件珠宝偷窃案的风采,便对这位知名的教授产生了由衷的敬佩之情,同时也对化学产生了浓厚的兴趣,此后便下定决心要转修化学.1858年,凯库勒在提出了碳四价理论和碳链学说之后,便思考如何像建筑师绘制设计图一样,通过结构式来表示有机化合物中的原子构成分子的方式.由于苯在芳香族化合物中起着核心地位,所以凯库勒日夜思索着苯的结构式,一连忙碌了几个月却始终一无所获,一天坐在马车上准备回家,由于劳累不小心睡着了,做了一个奇怪的梦,梦里其设想过的各种苯分子的结构式浮现在眼前,突然其中一个变成一条蛇,这条蛇咬住自己的尾巴首尾相接,变成了一个环.在这个梦的启发下,凯库勒终于画出了环式分子结构,解决了当时许多化学家都束手无策的一大难题.

凯库勒把化合物的性质与结构建立起了联系,苦心研究终于发现苯环结构,这一成功绝非偶然,而是与其建筑学造诣和形象思维能力密不可分.由于在学习建筑学时,受到建筑艺术中空间结构美的熏陶,才让凯库勒所构思的苯的分子结构式也具有优美对称性的结构形式,也正是源于长年累月对碳碳键的研究,才有了这个神奇的梦.凯库勒的创造性发现奠定了其在有机化学结构发展史上的显赫地位,也实现了人类对有机化学结构认识上的一大飞跃.

3.3 有机合成领域的神话——贝特罗(Berthelot)

有机合成方面贡献最大的是法国化学家贝特罗.1828年,当维勒首次人工合成尿素以后,与其他持怀疑态度的化学家不同的是,贝特罗始终相信维勒的成果具有重大意义,并且不断探索人工合成有机物的方法.后终于贝特罗利用乙烯和H_2SO_4反应合成了乙醇,这也是人类第一次用非发酵手段制得乙醇;1853年,又成功合成了脂肪,次年又成功地合成了甲酸,这些成功再次印证了由无机物合成有机物的可能性;1856年,将CS_2蒸气与H_2S的混合物通过红热的Cu,制得了甲烷和乙烯,通过日光照射使CH_4进一步氯化为CH_3Cl,再水解又制得了CH_3OH;1859年,用松节油制取了樟脑,进一步由樟脑再制成冰片;19世纪60年代,贝特罗还先后由碳和H_2制成乙炔,由乙炔又制得苯;1868年,通过乙炔和N_2制成了HCN.贝特罗提出,有机化学家有责任用无机物去设法合成有机物,而不需要动、植物活体做媒介,且首次使用“合成”这个词表达其主张.

在经典时期,也是生命力论流行的时代,人们深信无机与有机存在不可跨越的鸿沟.继维勒之后,贝特罗敢于挑战权威并极富创造力,认为一定条件下,必定存在由无机物合成某些有机物的可能;他筚路蓝缕、坚持不懈,终于成功合成了多种有机物,消弭了无机与有机的“隔阂”,成为有机合成领域的神话.在有机合成的教学中,引入贝特罗的经典案例,除了知识的掌握,还让学生感受化学从无到有的创造性.更重要的是,这些历史事件和传奇故事中所展现的优秀化学家们艰辛奋斗的优秀品质,对崇高理想的执着追求,都会使学生在耳濡目染中既拓展知识又丰富情感.

3.4 高分子之父——施陶丁格(Staudinger)

施陶丁格是有机化学现代时期德国著名的化学家,主要贡献在高分子化学方面.其早年间合成了很多有用的小分子化合物,如除虫菊酯杀虫剂中的有效成分.同时,其还在原材料短缺的年代,成功制备了人工胡椒和咖啡香料,用于替代天然胡椒粉和咖啡.在第一次世界大战期间,阿片类镇痛药短缺,施陶丁格成功合成了一系列的哌啶衍生物,替代阿片类镇痛药,用于局部麻醉和镇痛.

19世纪末20世纪初,大众对聚合物的组成、结构以及合成依然缺乏深入的认识,施陶丁格转向高分子材料的改性以及合成的研究,主流学说认为聚合物是由小分子通过组装或聚集形成的胶体或聚

集体;1920年,施陶丁格明确提出合成及天然的聚合物不是小分子的聚集体,而是通过共价键连接而成的长链大分子;1930年,又论证了苯乙烯单体可以通过加聚反应合成聚苯乙烯,且聚苯乙烯氢化后仍是大分子而不是胶体,这对大分子概念的确立起了关键作用,当时他的观点引起了激烈的讨论,也遭到了许多反对和批评,即便是在这样的环境下,其依然坚信自己的理念是正确的,并且不断进行实验和深入研究,直至被接受;1953年,施陶丁格以"链状大分子物质的发现"而获得诺贝尔化学奖.

3.5　我国有机化学的先驱者——黄鸣龙

黄鸣龙是我国有机化学与药物化学的先驱,一生专注于科研和教育事业,培养出了大批科研骨干力量,并且为我国社会主义建设事业做出了重大贡献.在20世纪初期的有机化合物的合成和结构的测定中,当需要将醛类或酮类的羰基还原为亚甲基时,常用沃尔夫-凯惜纳(Wolff-Kishner)还原法,此还原法条件苛刻耗时又长,许多有机化学家尝试改进但最终未果.1946年,黄鸣龙在哈佛大学进行该反应时,反应需要回流100 h,因需要外出,便委托实验室同事代管,中途由于实验温度升高溶液浓缩,导致反应瓶中只剩一团漆黑的混合物,对漆黑产物进行分离纯化后,他惊喜地发现这次看似失败的实验,不仅成功地得到了目标产物,而且产率极高.因此,重新设计了全新的实验方案,将羰基化合物酮或醛与85%水合肼、NaOH在二甘醇或三甘醇高沸点溶剂中先加热回流,将羰基化合物转化成腙,再继续加热以除去H_2O和过量的肼,控制反应温度为180~200℃,回流2~3 h完成还原反应.至此,黄鸣龙创造性地改进了沃尔夫-凯惜纳(Wolff-Kishner)还原反应方法,被称为沃尔夫-凯惜纳-黄鸣龙(Wolff-Kishner-Huang)还原法.1952年,黄鸣龙带着妻儿和实验仪器艰难回国.

化学家黄鸣龙为我国有机化学的发展培养了新一代的科研人才.黄鸣龙言传身教,要求学生兼备基础理论知识与实验操作技术,并且要谨慎创新、实事求是;科研中既强调应用研究,同时又注重基础研究,身体力行培养科研工作接班人,为我国有机化学的发展奠定了基础,做出了重大贡献.作为中国化学家对学科贡献的一个代表,教学过程中引入该案例可以引导学生从多维视角审视史料信息,建构正确的化学史观,培养自立自强及具备民族伟大复兴大任的意识、态度、责任和智慧的人才.

4　基于有机化学史分析的教学建议

基于历史分析和教学实践中的困境,本研究提出以下几点建议:在理念上,教师要真正认识到化学史料教育价值的本质,努力提高对化学史料的研究、解读和应用素养,才能更好地将自身的感悟与感动通过教学处理传递给学生,进而达到落实核心素养的教育目的.在教学中:首先,融合知识线与历史线,促进学生系统认识的构建,如学习乙醇时,可以融进源远流长的酒文化、拉瓦锡的元素分析和乙醇的合成等,紧密链接科学世界与生活世界,有利于建构全面而扎实的乙醇认知;其次,引导学生体悟化学发展的过程,濡养学科思想和方法,如橡胶的发展历程,经历了美洲土著人的橡胶球、固特异的硫化橡胶和合成橡胶等阶段,让学生感悟每一步都是思想和方法的革命、认识的飞跃[17];最后,穿插化学家传奇故事的讨论,感受科学的人文魅力,如黄鸣龙还原法[18]案例的讨论,让学生明白化学变化从反应方程式上来看,虽是元素符号位置的变化,但实践中是伟大的创新,彰显的是锲而不舍的探索精神和求真务实的治学态度.让学生了解黄鸣龙先生历尽艰辛和风险仍坚持回国,且一直奋斗在科研第一线,不仅培养了大批人才,更为中国的化学研究做出了重大贡献.从而引导学生勇于担当责任与使命,为教育强国、科技强国而奋斗.

5　结束语

有机化学作为化学中极为重要的一个分支,内容十分丰富.本文从本体论和认识论的角度出发,分析有机化学史教育资源的分布与结构,从更上位的视域架构了有机化学史.深入汇总了散落无序但具有重要教育价值的史料,为教学实践提供可靠的、结构化的有机化学史资源和思想方法论.同时提出了可操作的教学建议,有利于充分发挥化学史的教育价值.不仅让学生更好地理解和掌握基础知识,还能提高学习兴趣,而且在实践活动中形成核心观念,深入理解科学本质,水到渠成地落实核心素养.更为重要的是,引领学生跨越时空去感知化学的魅力,确保科学教育和人文教育有机融合.上善若水、润物无声,期待核心素养在化学史情境中生根发芽、开花结果.

参 考 文 献

[1] 徐龙胜.近二十年化学史教育的变迁及启示[J].中学化学教学参考,2018(21):34-37.

[2] 吴晗清,苏鑫,孟博研.高中生化学人文素养现状的调查与思考[J].化学教育(中英文),2020,41(23):70-76.

[3] 苏布道,肖丹,段莉梅.高中化学教学中融入化学史知识的现状分析与改进建议[J].课程教育研究,2018(41):148+151.

[4] 吴晗清,陈豆,任丽娟.中国化学史教学资源的开发与利用[J].化学教育(中英文),2020,41(21):97-102.

[5] 吴晗清,吴涵挚.我国中学化学史教育研究的概况与进程:基于近40年化学教育类期刊载文的可视化分析[J].现代中小学教育,2021,37(6):64-70.

[6] 唐劲军,郭明魁,林小荣.高中必修教科书化学史的素养功能及应用策略[J].教学与管理,2021(19):75-77.

[7] 凌一洲,徐昳,戴加成,等.渗透国际理解素养培育的化学史教育[J].化学教学,2019(9):7-10+15.

[8] 刘贝贝,严文法.基于化学史学科核心素养培养价值的教学设计:以新人教版必修第一册“电解质的电离”为例[J].化学教学,2021(9):51-55.

[9] 严龙.核心素养背景下高中化学史的教学建议[J].中学化学教学参考,2020(20):54-55.

[10] 曾兵芳,蔡彩芳.我国高中化学教科书中化学史的变化研究[J].化学教育(中英文),2019,40(21):90-95.

[11] 李博,杜华.中英化学教材关于化学史呈现方式的比较分析[J].林区教学,2020(2):79-82.

[12] 柯馨瑶,卢伟.以青蒿素为背景培养化学学科核心素养的教学设计:科学家怎样研究有机物[J].化学教育(中英文),2020,41(9):101-106.

[13] 郑海鹏,梁秋婵,陈博.基于HPS教育的化学教学设计:以“氧气”课题为例[J].化学教与学,2019(2):57-60.

[14] 顾美丽.“境脉”视域下基于HPS教学模式的化学课堂教学设计:以“空气成分的探究”为例[J].化学教与学,2020(11):38-41.

[15] 张四方,武迪迪.基于核心素养的HPS教学实践:以“甲烷”为例[J].化学教育(中英文),2019,40(13):33-36.

[16] 肖莱马.有机化学的产生和发展[M].北京:科学出版社,1978:1-132.

[17] 化学发展简史编写组.化学发展简史[M].北京:科学出版社,1980:65-180.

[18] 侯纯明.化学史话[M].北京:中国石化出版社,2012:70-255.

[19] 汪朝阳.化学史人文教程[M].北京:科学出版社,2010:80-147.

[20] 吴晗清,田晓雨.醇主题在高中化学教学中的多维价值分析[J].首都师范大学学报(自然科学版),2021,42(5):72-79.

[21] 金剑锋.用化学史料激活课堂生命:以“有机物组成和结构的研究”为例[J].化学教育(中英文),2017,38(23):29-33.

(责任编辑:王 媛)