

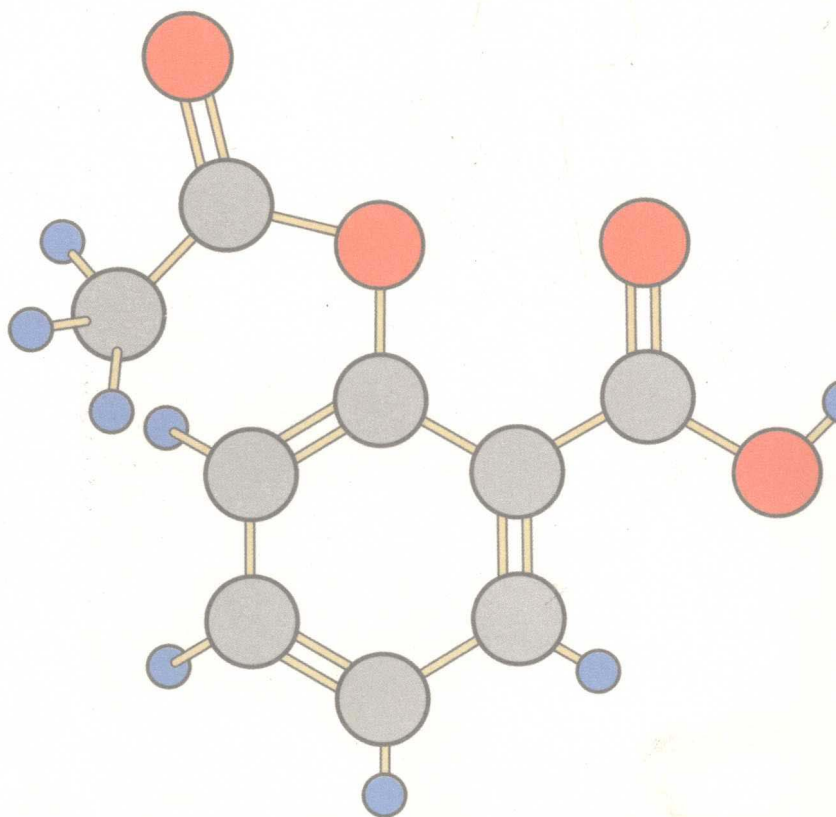
H He Li Be B C N O F Ne Na Mg Al Si P S Cl Ar K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As S
 Br Kr Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe Cs Ba La~Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt A
 Hg Tl Pb Bi Po At Rn Fr Ra Ac~Lr Rf Db Sg Bh Hs Mt Uun Uuu Uub La Ce Pr Nd Pm Sm Eu C
 Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr H He Li Be B C N O F M
 Na Mg Al Si P S Cl Ar K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr Rb Sr Y Zr Nb M
 Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe Cs Ba La~Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn
 Ra Ac~Lr Rf Db Sg Bh Hs Mt Uun Uuu Uub La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
 Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr H He Li Be B C N O F Ne Na Mg Al Si P S Cl Ar
 La Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In
 Sb Te I Xe Cs Ba La~Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn Fr Ra Ac~Lr Rf Db Sg Bh
 Mt Uun Uuu Uub La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Ac Th Pa U Np Pu Am Cm
 Cf Es Fm Md No Lr H He Li Be B C N O F Ne Na Mg Al Si P S Cl Ar K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co

科学方法论丛书

化学方法论

HUAXUEFANGFALUN

王德胜 主编



浙江教育出版社
ZHEJIANG JIAOYU CHUBANSHE

科学方法论丛书

化学方法论

HUAXUEFANGFALUN

王德胜 主编

浙江教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

化学方法论 / 王德胜主编. —杭州: 浙江教育出版社,
2007. 11

(科学方法论丛书)

ISBN 978-7-5338-7146-8

I. 化... II. 王... III. 化学—方法论 IV. 06-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129058 号

化学方法论

王德胜 主编

- 出版发行 浙江教育出版社
(杭州市天目山路 40 号 邮编 310013)
- 责任编辑 邱连根
- 封面设计 曾国兴
- 责任校对 唐弥烧
- 责任印务 温劲风
- 图文制作 杭州富春电子印务有限公司
- 印刷装订 杭州富春印务有限公司

-
- ▶ 开 本 710×1000 1/16
 - ▶ 印 张 16.5 插页 1
 - ▶ 字 数 330 000
 - ▶ 版 次 2007 年 11 月第 1 版
 - ▶ 印 次 2007 年 11 月第 1 次
 - ▶ 印 数 0 001-5 000
 - ▶ 标准书号 ISBN 978-7-5338-7146-8
 - ▶ 定 价 25.00 元

.....

联系电话: 0571-85170300-80928
e-m a i l: zjjy@zjcb.com
网 址: www.zjeph.com

序

化学工作者从事化学研究,探索化学运动规律,需要运用科学的方法作为工具,这是不言而喻的,否则就难以顺利达到目的。实际上,化学工作者的化学创造力,往往是由化学方法的掌握和运用水平决定的。但是,与此不相适应的是,长期以来,化学工作者还未能对散见于近代化学诞生后三百多年来取得的化学成就中的化学方法,进行比较全面、系统和深入的整理和概括,以致使化学方法的研究至今仍停留在零碎的、自发的状态,这不能不说是一个不足。

现在,由中国自然辩证法研究会化学化工专业委员会组织全国一些化学哲学和化学科学工作者,并与国外学者合作完成的我国第一部《化学方法论》,可以说是依照马克思主义哲学原理探索这一重要课题的可贵尝试,因此,这是一项开拓性的工作,它对于化学、化学哲学和化学教育工作的深入开展都将会有所裨益。此外,与国外学者共同从事化学方法论的研究,也是我国化学哲学工作者进行国际学术交流的良好开端,这是值得提倡的。

《化学方法论》的出版,连同已经出版的《化学哲学基础》、《化学思想史》两部著作一起,为我国化学哲学学术工作的深入开展,提供了一个比较全面的理论基础。这也说明我国化学哲学的研究已经进入了一个新的发展时期。

《化学方法论》的问世,还将促进化学工作者与化学哲学工作者的密切联系与合作,从战术与战略两方面共同促进化学科学的发展。

当然,这部著作还存在缺点,为此,谨希望本书作者能够广泛听取多方面的意见,进一步加强化学方法论的研究,为我国化学哲学事业的发展作出更多的贡献。

唐敖庆

目 录
MULU

序 / 1

化学研究的艺术 / 1

第 1 章 化学方法简史 10

- 第一节 思辨方法阶段 / 10
- 第二节 准实验方法阶段 / 13
- 第三节 经验方法阶段 / 15
- 第四节 理论方法阶段 / 19
- 第五节 综合方法阶段 / 23

第 2 章 化学研究课题的确定 29

- 第一节 化学研究中的问题 / 29
- 第二节 化学研究课题的某些特征 / 31
- 第三节 寻找化学研究课题的途径 / 34
- 第四节 确定化学研究课题的原则 / 37

第 3 章 化学中的观察和实验方法 40

- 第一节 化学研究中的观察方法 / 40



- 第二节 化学研究中的实验方法 / 43
- 第三节 仪器和理性思维在化学实验中的作用 / 48

第 4 章 化学分析方法 52

- 第一节 分析方法的演进 / 52
- 第二节 现代分析方法 / 53
- 第三节 分析方法的发展趋向 / 57

第 5 章 化学中的比较和分类 61

- 第一节 比较方法 / 61
- 第二节 分类方法 / 63
- 第三节 比较和分类方法在化学研究中的重要意义 / 65

第 6 章 化学符号系统 72

- 第一节 化学符号系统的形成和演变 / 73
- 第二节 化学符号语言的特点和功能 / 80

第 7 章 化学中的推理方法 87

- 第一节 归纳方法 / 87
- 第二节 演绎方法 / 92
- 第三节 类比方法 / 94
- 第四节 公理化方法 / 98

第 8 章 化学中的逻辑分析与综合 102

- 第一节 化学研究中的逻辑分析 / 102
- 第二节 化学研究中的综合方法 / 104

第三节 分析与综合的统一 / 105

第 9 章 化学中的科学抽象 107

- 第一节 科学抽象的客观依据 / 107
- 第二节 科学抽象的一般进程和实现方式 / 110
- 第三节 化学中的理想化方法 / 116
- 第四节 形成化学概念的思维方法 / 122

第 10 章 化学中的模型方法 128

- 第一节 模型方法和化学模型 / 128
- 第二节 结构化学中的模型 / 134
- 第三节 化学热力学中的模型 / 141
- 第四节 化学动力学中的模型 / 145

第 11 章 化学家的创造性思维 150

- 第一节 化学家的直觉 / 150
- 第二节 想象力和机遇 / 156
- 第三节 化学家的创造力 / 160

第 12 章 化学研究中的假说方法 164

- 第一节 假说在化学研究中的作用 / 164
- 第二节 化学假说的形成 / 168
- 第三节 化学假说的验证和发展 / 172

第 13 章 化学研究中的移植方法 177

- 第一节 物理方法向化学的移植 / 177
- 第二节 化学和生物学方法的相互移植 / 182

第三节 移植方法的特点和化学边缘学科的开拓 / 188

第 14 章 化学研究中的数学方法 192

第一节 数学方法概述 / 192

第二节 经典数学方法与化学研究 / 199

第三节 现代数学方法与化学研究 / 205

第 15 章 化学研究中的系统方法 209

第一节 “三论”与三论方法 / 209

第二节 布鲁塞尔学派研究化学中自组织现象的方法 / 217

第三节 三论方法与化学工程 / 223

第 16 章 化学前沿中的方法论问题 226

第一节 探测化学结构的间接性方法 / 226

第二节 量子化学、计算化学和分子设计中的方法论问题 / 230

第三节 生命化学方法论问题 / 234

附 录 238

I 诺贝尔化学奖获奖年表 / 238

II 国学大师启功先生和《化学方法论》 王德胜 / 245

III 唐敖庆、卢嘉锡、徐光宪:《化学哲学》序 / 247

IV 化学前沿文献简篇 宋洁 / 248

后 记 253



化学研究的艺术

化学方法论是探索化学研究艺术的论述,是关于化学科学一般研究方法的理论,它既具有自然科学方法论的一般特征,又反映化学科学研究方法的特殊规律。一方面,化学方法论把哲学方法、自然科学一般方法具体运用于物质化学运动规律的研究,紧密地和化学学科的特点相结合,因而它在科学方法论体系中具有相对独立性。这种独立性表现在:内容上较一般自然科学方法论具体和充实;表述上较一般自然科学方法论精确并有大量案例;另一方面,化学方法论又对化学学科中某些共有的、通用的方法加以提炼,使之具有普遍性,并上升为自然科学研究的一般方法。

化学方法论是化学方法历史发展和化学逻辑思维发展的统一过程。它以发展的观点考察了化学方法的演进与化学科学发展的关联,说明化学的发展史也是化学方法发展的历史。化学方法论又以辩证的观点阐述了化学家的思维方式对化学研究方法的深刻影响。可以认为,化学方法论通过对化学科学的哲学考察,获得、确定、构造和发展化学知识的原理和方法,旨在为化学科学的发展提供坚实的逻辑基础,对化学家有效的化学研究活动进行总结,从理性方面推动化学研究的发展。化学方法论在内容上还精彩地体现化学历史发展与化学逻辑发展的统一。^①

历史从哪里开始,逻辑也就从哪里开始。鉴于化学方法的历史发展和化学研究活动进步顺序的一致性,我们可以得出如下化学方法论的基本内容。^②

一、化学方法论的基本内容

1. 研究化学科学认识的逻辑结构和活动次序,揭示化学科学研究过程的各个阶段和每一环节的作用、特点及其所应遵循的一般原则。

首先要把化学方法论作为一个整体来研究,即一方面研究化学方法论的逻辑结构体系。诸如,总体结构由哪些方法组成,其间联系的环节如何?化学研究的选题、观察、实验、逻辑思维和非逻辑思维、假说与理论等方法的相互关系如何?它们分别在化学研究整体中的地位如何?等等。另一方面还要探索化学科学研究活动次序的规律性。诸如,要完成一项化学科学研究究竟要经过哪些环节和步骤?运用哪些

① 孙小礼:《科学方法中的十大关系》,学林出版社,2004年5月版。

② 《聪明八十九》,于光远等名家说聪明论方法,王德胜主编,沈阳出版社,2004年2月版。



方法手段? 这些方法在整个科研过程中占何地位、起何作用、有何特点? 运用这些方法需遵循哪些基本原则? 等等。

2. 研究化学科学中常用的一般方法,揭示它们的客观基础、适用范围、运用技巧,全面认识它们的特点及其规律性。

这种研究内容涉及两个侧面:一是研究一般自然科学方法,如选题方法、观察与实验、逻辑推理、想象与灵感、直觉、模型方法、理想化方法、假说及数学方法等在化学研究中具体运用时的特点、作用和适用范围等规律性问题。二是研究如何把富有化学研究特色的个别方法,通过提炼使其上升为一般自然科学方法。如化学的定量与定性分析方法、化学合成法、分子模型法以及化学热力学方法与量子化学方法等对其他学科的普适性。广义地来看,化学的某些原理、概念甚至化学符号语言系统也具有一般科学方法论的功能,它们在向其他学科移植时,这种方法论功能已日益引起人们的关注。

3. 具体研讨化学史上和近现代著名化学家的研究方法,着重分析化学化工史上的重大突破和有代表性的案例,揭示其方法论意义。

如果说,化学知识和化学方法是构成化学的两大部分,犹如经线和纬线构成织物一样,那么化学家就是一批既聪颖又勤奋的编织者。他们以自己的化学知识和化学方法的交替增长,促进化学科学的发展。因此,总结他们的研究方法和治学经验,揭示其方法论意义,无论是对传统化学方法的合理继承,还是对现代方法的变革与创新,都有着重要的作用。化学史表明,无论是近代的拉瓦锡、道尔顿、门捷列夫、凯库勒、范霍夫等,还是现代的鲍林、福井谦一、伍德瓦德、西博格、普利高津等众多有造诣的化学家,他们不仅有渊博的科学知识,而且在化学方法论上亦各有独到之处。显然,这方面的研究是化学方法论中极富活力的一部分。

4. 研究新兴学科、新兴技术对化学研究的重大影响,并探讨其深远的方法论意义。

他山之石,可以攻玉。各门科学之间的研究能互相启发,20世纪中期以来,一大批新兴学科、技术的崛起和整个现代科学大综合、大分化的趋势,对现代化学研究方法的发展的影响是十分深远的。在新兴学科方面,尤以系统论、信息论、控制论对化学研究的方法论意义最大,越来越引起化学研究工作者的重视。事实上,“三论”的方法特别是对混沌和复杂性的研究,正在日益改变着现代化学家的思维方式。在新兴技术方面,以电子计算机、激光、分子束、核磁共振、X衍射及超导等为代表的现代物理实验技术,正在迅速变革化学研究的物质手段。这些物化的手段也是化学方法论迫切需要加以研究的一个内容。如果说,思维工具是化学方法论中的“软件”,那么,技术手段便是化学方法论中的“硬件”。只有这两者的互补,才能完成一个完整的化学科学认识活动,并开拓化学认识的新领域。这一点,在现代化学的前沿表现更为显著。化学前沿的研究和化学前沿的研究方法是一个十分诱人的目标,它必将

把化学研究和化学方法论的研究提高到一个新的水平。^①

二、研究化学方法论的重要意义

1. 推动化学科学发展的工具或手段。

化学方法是化学家认识化学运动规律的工具或手段,它担负着化学发现和建立、检验、运用以及发展化学理论等重要职能。事实上,化学家只有解决好化学方法问题,才能深刻地理解化学运动的本质,发现化学运动的规律,有效地促进化学科学的发展。^②

(1) 化学发现的手段。

实践证明,任何一个化学发现都是依靠一定的化学方法实现的。普里斯特利(J. Priestle, 1733~1804)发现氧气是运用了实验方法,普鲁斯特建立定比定律是依靠了定量分析方法,阿伏加德罗(A. Avogadro, 1776~1856)提出分子学说是借助了假说方法,等等。显然,化学方法是化学发现不可缺少的手段。而且,化学家只有掌握了正确的化学方法,才能更好地发挥其才智和天赋,取得成功。相反,如果依靠拙劣甚至错误的“方法”,就会阻滞人们固有才智的发挥,事倍而功半,或导致研究的失败。19世纪中叶曾经以精巧运用实验方法著称的贝采利乌斯,在他取得了精确测定原子量^③的杰出成就以后,由于以主观主义唯理论的方法研究有机结构理论,企图用“千军万马的假想物体”去维护自己并不正确的“二元学说”,攻击比较正确的“一元学说”,结果导致了失败。

化学方法具有化学发现手段的职能的原因,在于它本身体现了从简单到复杂、从低级到高级的认识活动程序,或从问题出发、明确研究对象、进行实验考察、提出化学假说和检验化学理论等一般性的化学认识过程,从而可以指明研究的途径和方向,以避免错误,少走弯路,顺利达到目的。正如门捷列夫所说:“观察和实验是科学的躯体……概括、学说、假说和理论是科学的灵魂。”化学史实告诉人们:刚开始从事科学研究的障碍,主要在于缺乏研究方法。因此,为了探索自然奥秘,为了科学,我们头等重要的任务乃是学习与掌握研究的科学方法。

(2) 化学知识增长的杠杆。

化学家在化学研究中需要借助化学方法使主观和客观发生联系并达到统一,从而化未知为已知,揭示化学运动的本质,建立起化学理论。此后,化学家又可以把新

^① 《诺贝尔奖演讲全集》,化学卷, I、II、III、IV, 福建人民出版社, 2003年10月版, 全书19卷中, 相关文献为物理卷、生理学或医学卷, 与化学方法相关, 以下不再注出。

^② [加]潘妮·拉古德、[美]杰·布勒森, 程来飞、吴莉译:《拿破仑的纽扣:改变历史的16个化学故事》, 北京理工大学出版社, 2007年5月版。

^③ 现称相对原子质量。本书为叙述历史的方便, 仍使用原子量。



建立的化学理论转化为新的化学方法,以新的工具进行新的探索,进一步积累化学知识。例如,19世纪中叶,主要依靠实验分析、实验合成和假说方法建立起来的经典价键理论,到了20世纪初暴露出了局限性。然而,它所确立的“化学结构”概念和关于分子结构与物质性能之间存在相互依赖关系的基本理论,却转化成为研究分子结构的方法,对于现代化学键理论的发展和化学合成实践的发展,都起到了方法论的作用。

化学方法在获取化学知识的同时,还往往伴随产生出新的方法,成为进一步获取化学知识的新工具。例如19世纪初期化学家戴维利用移植方法从物理学领域把刚刚发明的原电池引进化学而发现了钾元素。同时,他又把这种电化学知识转化为一种前所未有的电解方法,并以此为工具进行化学探索,又陆续发现了钠、钙、锶、钡和镁等一系列新元素,使有关化学元素的知识迅速增长。可见,化学理论与化学方法之间的转化,可以不断派生出新的化学方法,并以其作为手段获取更多的化学知识。化学方法作为获取知识的手段,甚至比获取化学成果的目的本身更为重要。所以,黑格尔说:“手段是一个比有限目的更高的东西。”

(3) 化学理论建立的工具。

化学理论形成的主要标志在于它能够反映化学运动的客观规律;其构成往往由前提、推论、证明和结论等组织成有严密逻辑性的知识体系;具有进行定量表达的精确性等。这些标志所反映的条件,实际上只有依靠化学方法作为研究工具才可能实现。即化学理论的真理性的需要依靠化学实验方法加以检验和证实。

化学理论的逻辑性则需要运用化学演绎等方法去建立,这样可以把零星或散乱的知识依照本质联系和因果关系纳入一个严密的逻辑体系。例如,化学原子论建立以后,化学家就运用化学演绎等方法成功地解释了质量守恒定律、当量定律和定比定律等一系列经验知识,并把它们有机地联系起来,统一成为一个具有严密逻辑性的知识体系,从而推动了化学理论的发展。

化学的精确性更需要以精确的化学定量分析方法,需要数学化学方法、物理化学方法去实现。例如在18世纪中叶以后,化学家依靠定量分析等方法建立了氧化学说、原子分子论和门捷列夫周期律等基础化学理论;19世纪运用数学化学方法和物理化学方法建立了化学热力学、化学动力学和溶液理论;20世纪则产生了量子化学等日益定量化和精确化的现代化学理论。由此可见,化学方法是使化学理论精确化不可缺少的重要工具。

此外,由于不同学科发展的相互渗透和融合,化学方法已经不仅是化学理论发展的工具,而且也是其他科学理论发展的一种手段。物理学家依靠化学定性分析方法确认出原子裂变产物钡元素,从而才发现了原子裂变,并发展了原子物理学理论;在生物学领域,由于应用了化学方法,才使生物研究从细胞水平深入到分子水平,建立起分子生物学,推动了生物学自达尔文进化论和孟德尔遗传学以来又一次深刻变

革;在地球科学领域,由于运用了化学实验方法,地学工作者才得以认识地壳的组成、结构和元素的分布规律,并能测出岩石的年龄。总之,化学方法向其他学科的移植、渗透,对促进整个自然科学理论的发展,都有重要意义。

2. 促进化学教育改革的重要途径。

现代化学教育的任务已经不是单纯地传授化学知识,而是更加注重发展学生的智力、培养学生的化学能力。即培养学生的观察力、想象力、思维力和创造才能等。特别是在现代化学迅猛发展的形势下,企图让学生在有限时间内完全掌握日新月异的化学知识和化学文献已经成为不可能了。在这种情况下,更需要把化学方法论作为化学教育的重要内容,培养和提高学生认识、掌握和运用化学方法的水平,以便能够独立、主动、持续不断地获取化学知识,成长为一个具有创造才能的化学家。因此,化学教育不仅应当讲清化学基本概念和基本理论,而且更应当揭示出化学基本概念和基本理论建立与发展的化学方法。

此外,在化学教育方法方面,现代教育也要求教师不应平铺直叙地“讲解”化学知识,而应引导学生自己去“研究”问题,“发现”规律,运用所谓“发现式”、“启发式”的“探索性”教学法,唤起学生的主动求知精神,并让他们始终保持一种对新奇事物的兴奋感和对化学研究的亲近感。教师要这样做,仅仅依靠丰富的化学知识是不够的,还必须掌握一套科学的化学方法,以便依照这些方法带领学生能动而有效地去汲取化学知识,不断地提高教学质量。当代化学教育家提出:化学教育学的理论基础有两个,一是化学教育论,二是化学方法论。

3. 联结哲学和化学科学的纽带。

化学方法论从一个方面把哲学和自然科学相联系,并把哲学对自然科学的启迪具体化。化学方法论是哲学在化学研究领域的具体运用或具体表现形式,从而为哲学应用于化学领域,促进化学研究提供了具体途径。这就是说,哲学要通过化学方法的途径才能有效地在化学领域发挥作用,并且自身也从中得到发展。例如,恩格斯早在一百多年以前就依照辩证唯物主义原理指出了“从无机物中制造出蛋白质”的必然性,从而为生命化学的研究提供了有力指导。然而,这个哲学预见,只能在一百多年以后依靠现代化学合成方法的途径才可能实现,并使哲学自身在这一过程中也得到了充实和发展。

化学方法是检验哲学原理、为哲学提供科学证明的一种手段。因为哲学是对包括化学在内的自然科学的概括,是在化学等自然科学的基础上发展起来的。因此,化学方法也就必然会成为提供这种科学基础,进而检验哲学原理的工具。例如化学家由于运用了定量归纳法而发现了质量守恒定律,从而为辩证唯物主义物质不灭的原理提供了有力证明;由于运用了化学抽象等方法而建立了原子分子论,从而为辩证唯物主义自然观提供了科学依据;化学元素周期律是说明哲学量变到质变、否定之否定原理的最好例证,等等。



化学方法是丰富马克思主义哲学内容的一条重要途径。由于唯物辩证法和化学方法论两者之间存在着普遍与特殊的关系,因此对特殊的化学方法的概括和综合,就可以丰富具有普遍意义的辩证唯物主义方法,发展马克思主义哲学。例如研究化学家如何具体运用化学方法获得化学感性知识以及认识化学规律的过程,就能够丰富马克思主义认识论;研究化学的归纳与演绎、分析与综合、抽象与具体、历史与逻辑等化学方法的关系,就有助于发展马克思主义的辩证逻辑;研究化学发现中的灵感和机遇等非逻辑思维方法,就会丰富辩证唯物主义哲学的必然性与偶然性的范畴,等等。事实证明,马克思主义哲学需要从化学方法中不断吸取新的养料和做出新的概括,才会持续地保持旺盛的生命力,得到不断发展。反过来,化学方法的研究,需要从辩证唯物主义哲学中获取灵感和启示。

综上所述,化学方法对于化学以及整个自然科学乃至哲学和化学教育的发展都具有重要意义。从马克思主义认识论来看,化学方法之所以能够具有如此重要的职能,从根本上说是在于它具有化学实践和化学理论的中间环节的作用,从而使马克思主义认识论的反映论原则能够在化学认识活动中得到贯彻,并能使化学感性认识上升为理性认识的过程得到实现,成为化学认识过程两个飞跃的桥梁。在化学领域中,如果没有科学的化学方法,科学的认识论原则就不能转化为实际的科学的化学认识活动。事实上,化学家对于化学运动规律的正确认识无一不是在联系着正确的化学方法。因此,任何一个在化学研究中卓有成就的化学家都莫不深切地感到运用化学方法的重要性和迫切性,并对化学方法论予以极大的关注。

现代化学家在从事化学研究的过程中,不仅要善于继承前人已取得的化学成果,还要善于挖掘和学习前人取得的化学成果中的化学方法,不仅要以极大的热情、勤奋、毅力和胆识去从事自己追逐的科学目标,还要善于制定、掌握和运用一整套能够有效实现这一科学目标的化学方法。工欲善其事,必先利其器。化学家应当不断学习和掌握化学方法,研究化学方法的历史,剖析化学家的发现过程并钻研科学方法论,从哲学的高度认识化学家成功的经验和失败的教训,揭示化学方法论的实质,不断提高运用化学方法论的水平,更有效地为化学研究发展服务。

三、学习和运用化学方法和化学方法论的注意事项

1. 了解化学科学发展的历史和现状。

化学史是研究化学方法论的一个重要的经验来源;化学方法论的研究需要概括化学史的材料,从总结历史经验教训中受到启迪,以便建立起合理的方法论的逻辑结构。匈牙利科学哲学家拉卡托斯曾强调了解和研究自然科学史的重要性,他认为:“没有科学史的科学哲学是空洞的;没有科学哲学的科学史则是盲目的。”鉴于科学哲学实质上即是科学方法论,因此,我们认为如下的观点亦同样是有意义的:没有

化学史的化学方法论是空洞的,没有化学方法论的化学史则是盲目的。

了解化学史可以让我们了解历史上的化学概念与理论是如何产生的,它们又是如何演变的;还可提供化学历史上成功和失败的典型案例中的经验与教训;同时还能够提供著名化学家从事化学研究的方法,以及为了从事化学研究所必备的其他各种科学素养等。显然,离开了化学史上的丰富经验,研究化学方法论就成了一句空话,就成了无本之木、无源之水。

学习与研究化学方法论还需要紧密联系化学发展的实际和现状,并尽可能多地涉及现代化学发展的前沿领域。因为,脱离了现代化学的理论与实践就不可能真正懂得化学史;化学方法论也不能仅仅停留在对以往历史的经验概括和总结的水平上,还必须从现代化学的理论与实践的发展中去进行新的探索,并以此为基础再从逻辑结构和认识论上加以研究提高。这样,化学方法论的研究才能具有既不断充实又不断更新的基础,从而保持其活力,为现代化学研究提供手段。

2. 广泛汲取科学方法论研究的成果。

化学方法论相对于科学方法论而言是特殊与一般的关系。除了其独立性的一面外,还存在着统一性的一面。从理论体系上来说,化学方法论毕竟是科学方法论的一个分支。因此,人们对科学方法论研究的深广度必然影响着化学方法论研究的水平。从这个意义上说,应当重视当代东西方各种学派在科学方法论上的研究成果。

最重要的是,应当汲取马克思主义哲学在科学方法论上已有的研究成果。19世纪70年代到80年代,恩格斯在总结概括19世纪自然科学发展及其历史的基础上,考察了自然界的客观辩证法和作为其反映的认识论中的辩证法,撰写了《自然辩证法》,精辟地论述了观察与实验、经验与理论、归纳与演绎、分析与综合、抽象与具体、历史与逻辑等方法的辩证统一。从此,开始了在唯物辩证法指导下研究自然科学方法及其理论的先河。一个多世纪后的今天,恩格斯关于科学方法的理论当然需要也应该要有一个大的发展。但是,恩格斯关于科学方法论中所闪耀出的辩证法光辉仍然在照亮着我们前进的道路;他的《自然辩证法》仍然有着重要的方法论意义,其中有关化学学科及其历史的辩证论述,仍然是今天学习与研究化学方法论所应继续汲取的重要成果。

在当代,各国的马克思主义者沿着恩格斯所开拓的道路,也在关注和从事着自然科学领域对唯物辩证法进行创造性的研究。其中,在化学领域,原苏联的B·M·凯德洛夫院士有着较多的建树和成果。他的不少论著,如《恩格斯论化学发展》、《论直觉》、《伟大发现的一天》、《化学元素概念的演变》、《化学史上科学发现的分类》等都包含着丰富的化学方法论方面的研究成果。此外,值得指出的是,凯德洛夫在《论辩证法的叙述方法》(1983年版)的专著中,以丰富的第一手资料阐述了马克思、恩格斯、列宁关于论述辩证法的内容,他探索并指出这三位无产阶级革命的导师都把黑格尔发现和神秘化了的辩证法中所包含的合理内涵作为自己研究辩证法的出发点;



指出马克思主义研究的最终目的就是把从抽象上升到具体的方法运用到辩证法本身的叙述中去,亦即“把发展的普遍原则和世界、自然界、运动、物质的统一的普遍原则联结、联系、结合起来。”可见,凯德洛夫的专著不仅对研究化学方法论,而且对研究整个科学方法论都有着重要的参考价值。21 世纪以来的现代研究者,也十分注重科学方法的研究,他们在探索世界特殊性与统一性方面取得了突出的成就。^①

我们除汲取马克思主义在科学方法论上的成果外,还应该积极地汲取西方科学哲学家在科学方法论上的一切有价值的研究成果。西方自然科学自 2000 多年前在古希腊兴起,始终坚持对科学认识活动进行方法论研究。科学的重大发展带来了方法论的重大发展,而方法论的发展既是对以往科学的总结,又为尔后的科学提供了准备。在我们大力提倡学习、引进西方科学技术成果的同时,亦应注意学习与研究西方科学方法论方面的成果。

3. 注意研究其他学科方法的发展及其向化学方法的渗透。

从当代化学发展的趋势来看,综合性越来越强,化学和其他学科之间的相互渗透、交叉日益增加。科学的这种综合交叉渗透的趋向,一方面导致多种化学边缘学科的产生,另一方面则促进多种学科方法向化学研究领域的移植。对学科方法的移植及其理论的探讨,对学习与研究化学方法论具有重要意义。如果我们既注意从科学方法论的总体上对化学方法论进行纵向的、多层次的探讨,又注意从其他学科方法对化学方法的渗透与移植,对化学方法论进行横向、多方位的探讨,就必然有助于达到对化学方法论的较全面的认识。从各学科间存在着普遍的联系和相互渗透的关系来看,化学同其他任何学科之间在研究方法上存在着相互移植的可能性。但是,从化学发展的历史、现状和趋向来考察,物理学、生物学以及数学学科的方法对化学方法的渗透、移植,显得更为重要和显著。但是,这种移植与渗透绝不是某几门学科方法的叠加和凑合,而是转化为一系列化学研究的新方法,从而不断充实和丰富化学方法论的内容,并能推陈出新。例如,量子化学的研究方法,它绝不是把量子力学方法简单地运用于化学研究中的产物,而是将量子力学的概念、原理、方法和化学经验、化学运动特点相结合的结果。它既重视对于化学惯用概念及传统经验方法的合理继承,又不受其局限与束缚;既坚持以不断发展的化学实践为基础,充分利用数学工具抽象出新概念、新思想、新方法,又不单纯从事和陷入化学运动繁杂的计算与推导。

值得注意的是:复杂性研究和系统科学的发展正处在方兴未艾的阶段,系统论、控制论、信息论等横断学科或综合学科的方法对化学方法的渗透也呈现出日益增长的趋势,尤其对化学工程技术方法的影响更是明显。对化学新方法的探索,对化学工程方法的研究,无论对化工技术的开发,还是对拓宽化学方法论内容,都能展现出

^① [美]约翰·C·泰勒:《自然规律中蕴蓄的统一性》,暴永宁译,北京理工大学出版社,2004 年 2 月版。

引人注目的前景。

4. 遵循理论联系实际、具体问题具体分析的原则。

我们所要学习与研究的化学方法论是关于化学研究方法的一般规律性的理论,它的作用和价值在于它能运用于化学实践并能对其作指导。化学方法论研究要强调学以致用,注意把化学方法论与化学研究、化学教学的具体实际相结合。同时,学习与研究化学方法论要从化学和化学史的实际出发,而不是从任何先验的原则出发,也就是说,要坚持实事求是、理论联系实际的原则。

化学方法论是个理论体系,它有着一定的逻辑结构,反映着化学研究活动的顺序性和规律性。因此,在具体学习与运用时,不能割裂、片面地看待各种方法及其作用。应该看到各种化学方法在化学研究活动或化学教学活动中都有着不同的作用;它们之间有着必然的联系,我们应当把每一种方法用到该用的地方去而不要随意抑此扬彼。要做到这一点,就要坚持具体问题具体分析的原则,注意对各种化学现象和化学运动的观察与思考,注意各种化学方法的相互联系、相互补充和综合运用。随着现代化学发展的综合性趋势的增强,在现代化学的研究与教学中,综合运用各种化学方法显得日益重要。综合运用化学方法是指:在具体掌握各种方法及其适用范围的前提下,对于一个具体化学研究过程来说,并不就意味着所有方法齐头并进,而是要抓住带有突破性的关键方法,同时合理地辅之以其他方法。

具体问题具体分析,还包含着另一层意思,这就是,化学方法的运用不仅是综合的、互补的,而且是灵活的、随机的。其原因在于:化学研究的内容众多、纷繁复杂,不同化学过程各有各的特点和要求;对于一个具体的化学研究过程而言,因实践活动的变化和条件不同,会出现新情况、新问题,甚至还会有某种机遇。当研究对象和条件有所变化时,所运用的化学方法也应作相应的调整、变化和发展。在这种情况下,切忌在研究中生搬硬套固定的、单一的方法模式,而应表现出对方法灵活运用的高度应变能力。

总之,化学方法论是化学研究的艺术,学习、研究化学方法论应该具有求实精神和科学态度。^①

^① 关于科学原则、科学态度、科学标准,详见“论科学标准”,《河北学刊》,2005年第4期,第43~48页。