

## 化学与哲学

## 略论波义耳“把化学确立为科学”的思想方法

王 仕 佐

(贵州大学社会科学研究所, 贵阳)

罗伯特·波义耳 (Robert Boyle 1627—1691) 是英国著名的化学家, 也是著名的物理学家。他所在的年代正是培根功利主义科学观占统治地位的十七世纪, 由于深受培根哲学和科学思想的影响, 他以极大的热情从事科学研究。波义耳在自然科学的许多领域都有重要发现, 特别是他在科学史上批判了对物质组成的原性说, 为化学元素指明了科学的概念, 明确了化学的研究任务, 使其成为化学发展中的一个转折点, 因而被人们誉为“近代化学的奠基者”<sup>[1]</sup>、“化学之父”<sup>[2]</sup>。革命导师恩格斯对此也曾给予过高度的评价, 指出是“波义耳把化学确立为科学”<sup>[3]</sup>。他曾在 1680 年被选为皇家学会主席, 但他对此不感兴趣、谢绝就职, 也不重视贵族头衔, 规避一般事务而热衷于他平凡高尚的科学研究, 波义耳一生奋斗在科学前沿, 不仅在科学上作出了巨大贡献, 而且也为人留下了宝贵的科学思想和方法。本文试从他对陈腐的元素观念的批判和提出新的元素定义出发, 对他科学探索的思想方法, 进行粗略的分析。

波义耳具有科学胆略的远见卓识、破旧立新的首创精神, 善于发现和抓住科学领域里的新问题进行探索和揭示。

在近代之初, 化学还未从自然哲学中分化出来, 化学的研究还停留在把某种贱金属嬗变成黄金的炼金术和探求长生不老药的医药化学以及对当时采矿业中矿石的一些实验描述上。炼金术的理论取自亚里斯多德的“原性”说, 带有浓厚的宗教迷信色彩。正如恩格斯所说的那样: “炼金术与宗教之间是有很紧密的联系, 哲人石有许多类似于神的特性。”<sup>[4]</sup>医药化学家们一边信奉帕拉塞斯“化学的目的并不是为了制造金银而是为了制造药剂”的实用观点, 一边仍坚持亚里斯多德四元素学说及帕拉塞斯的三元素学说。矿石的研究只是为化学提供了观察和实验的作用。诚然, 这些都从很早起就积累了相当的金属及处理方法的知识, 无疑带来各种可以作科学解释的结果。但是上述研究者们的工作旨在产生实利, 而不是促进对化学现象的科

学理解。用培根的话来说属“结果实的”, 而不属“启示性的”行为。波义耳根据当时其他门类的科学如数学、天文学等已从科学中分化出来, 确立了自己的研究领域, 并成为理性的学科, 认为化学不应当继续以炼金术的形式存在, 而应该也有它的内部规律性。他以其敏锐的眼光看出了这一点。他一开始就主张不能把化学看做是一种制造贵金属或有用药物的经验技艺, 而应该看作是一门科学, 看成是“哲学”的一个分支。他指出“鉴于从事化学的人普遍认为化学几乎只是为了制备药物或者改善金属, 我倒很愿意把从事这门技艺的人不是看做医士或者炼金术士、而是看做一个哲学家。”<sup>[5]</sup>这就明确提出了化学是一门科学的观点, 把化学从炼金术中提升出来。波义耳的这种思想在当时不能不说是富有革命意义的。为此, 在他看来, 化学作为哲学或科学的一个分支主要是应该对现象作理论的解释, 而不是实际利用它们。然而, 为什么当时的研究者们总是以实用的态度来对待化学? 为什么会造成他们这种思维的局限? 根源是什么呢? 波义耳找到了这些问题的实质, 在他看来, 那时的化学上的局限归根到底是没有摆脱“四元素说”、“三元素说”和炼金术的束缚, 也就是还没有真正揭示出化学自身的内部矛盾和规律。他分析和综合了前人提供的大量资料, 亲自进行了许多实验, 对当时流行的万物皆由三、四种元素组成的假想提出了否定。他认为, 亚里斯多德的一切物体皆由几种元素组成的见解是不可能的、站不住脚的, 就象一个人“在读用密码写成的大部头书, 而这密码他只识一个字, 但他却想破译这整本书”<sup>[6]</sup>一样荒唐可笑。波义耳正是承认了物质世界的多样化, 而组成它们的元素也是复杂多样的这一观点, 抓住了当时化学发展的关键所在。1661 年, 他的名著《怀疑派化学家》(The Sceptical Chemist) 问世了。在这部著作中, 他向传统的化学观念提出了挑战, 他仿照伽利略的风格, 用四位哲学家对话的形式(他本人是怀疑派化学家)有力地驳斥了亚里斯多德及医药化学家的观点, 并层次分明地描述了自己的实验情况, 作了相应的结论。波义耳彻底摧毁了已不下两千年的“四元素”的学说和揭露了当时在“元素”一词使用上的混乱状况, 他给“元素”下

了朴实的科学定义(当然从现代化学的观点来看,波义耳所定义的元素实际上是单质)。因此,就化学来说,“波义耳对于当代一般观点的最大贡献在于他抛弃了经院哲学中残存的柏拉图和亚里斯多德的‘理式’,抛弃了‘四元素’的旧概念,并且抛弃了另一化学假说:物质的本质应该到盐、硫与汞等‘原质’或‘要素’中去寻找。”<sup>[1]</sup>

## 二

波义耳在科学探索中善于运用观察和实验的事实作为依据来解释现象,抽象为理性知识,把培根观察和实验的科学方法论首先应用到化学的研究中去,作为基本的化学科学方法论。从而使化学的概念及定律都以事实为前提,不停留于纯抽象的空谈。

先看波义耳元素概念的建立。固然,波义耳对当时元素的混乱状况感到有必要澄清,才能为化学科学的发展扫清道路。然而,光凭抽象的思辨,没有实验事实是不行的。他本人是个出色的实验家,改进了许多当时常用的仪器,他的实验技能还远超出《怀疑派化学家》一书中体现出来的内容。因此他的驳斥有着充分的实验事实,通过实验,波义耳证明“四元素”、“三元素”根本不配称元素或要素,因为其中没有一个可以从物体(如金属)中提取出来。他做了把黄金分解成三要素的实验,然后写道“我用升华法不难把黄金变成相当长的红色晶体,用许多其他办法也可以把黄金隐蔽起来,组成一些既与金子的本性极不相同又彼此也不大相同的物体。但是这些物体以后都可以还原成它未成混合物前的、同一数量的、黄色的、固定的、有重量的、有展延性的黄金。”显然,波义耳并未感到有其他要素的存在。同样,对水银也是如此。所以,“黄金和水银的颗粒,尽可以不是最小的物质粒子的初级结合体,而是明显的混合物体,它们能在几种极不相同的物体的组成中同时出现,而不丧失它们的本性或构造,它们的聚集也不由于与它们结合的组分或成分的分出去而被破坏”。<sup>[2]</sup>“在硝酸铜中,铜也被蒙蔽起来,通过加热可以把硝酸赶出去,铜就可以沉淀出来”。<sup>[3]</sup>此外,他还指出,有些物体可以获得多于三、四种的独特的物质:例如血产生粒液、精、油、盐和土等。在波义耳看来,四元素或三元素实在太少了,甚至无法解释已知现象的十分之一。而且还因把同样的名称应用于许多种不同的物质,从而把它们掩盖起来而无助于弄清真正物体的本质,只能造成混乱。为此他依据他掌握的事实,归纳抽象出他自己定义的元素概念:“我说的元素的意思和那些讲得最明白的化学家说他们的要素的意思当然是指某种原始的、简单的、一点也没有掺杂的物体,元素不能用任何其他物体造成,也不能彼此相互造成,元素是直接合成所谓完全混合物的组分也是完全混合物最终分解成的要素”。<sup>[4]</sup>当然,由于历史和科学

的局限,波义耳关于“元素”的论述,只能代表当时的认识、研究水平及个人臆测,但无疑他是有作充分的实验根据的,是在大量的经验基础上抽象概括出来的。可以想象,他若没有一定的思想的支配,没有熟练的实验技能和敏锐的观察能力,是不可能得出以上的结论的。

其次,化学科学有它独特的研究方法。观察和实验对化学来说尤为重要(即便在化学发展的今天也是如此),波义耳在他的研究中对观察和实验予以极大的注意,这固然与培根科学方法论的思想影响有关,但他也从当时的现状中觉察到化学上某些混乱是不顾事实或没有实践的纯粹思辨造成的。在他看来,这种思辨与其说是化学的假想,不如说是妨碍化学前进的羁绊,必须用有力的事实予以澄清。因此他在对各种站不住脚的假想进行批判时,总是要援引实际的实验。他认为观察是人们对自然现象在自然发生的条件下进行的考察,是获得感性经验的重要手段。同时,只是对自然的观察描述还是不够的,还必须要有对自然界进行干预的有意识的实验。这就从认识论的高度对观察和实验与自然的关系进行了深刻的表述,正如培根所说的那样“自然的奥秘也是在技术的干扰之下比在其自然活动时容易表露出来。”<sup>[5]</sup>从而把培根的科学方法论移植到化学的研究中来。充分揭示了观察和实验方法在化学中的特点和巨大作用。值得一提的是,他特别进行了许多有重要意义的观察。在研究颜色时,他在观察中发现,紫罗兰的果汁当加入酸时会从蓝色变成红色,加入碱时又变成绿色,为此他提出可以从这些现象来确定“化学制备的物体的性质。”他还在实验中观察到:铜盐使火焰带绿色,硝酸和盐酸和氨会产生白烟,钙盐与硫酸生成白色沉淀,银盐可被氯化物沉淀出来等。从而奠定了化学分析的定性检验基础,显示了他的观察的巨大威力。此外他对火的本质和作用的观察为以后氧的发现积累了宝贵的资料和经验。波义耳的这些辉煌成就,无不闪烁着科学思想和方法的光芒,亦为后来的研究者指明了一条正确的道路。

## 三

波义耳在科学探索中善于全面看待问题。他思路清晰,视野开阔,在注意实践经验的同时,也注意理性思维的作用。他力求找出事物之间的内部联系,坚持从世界本身去说明世界。

十七世纪,随着自然科学从神学中解放出来,获得了独立的发展,自然科学不断地与哲学分化,对自然界进行分门别类的研究,这就促进了培根建立在观察和实验基础上的科学方法论的创立。波义耳深受培根的影响,并继承了吉尔伯特与哈维实验主义的传统,致力于实验工作。波义耳明确指出,科学化学家的任务“不是考虑大自然用多少种元素能够化合成混合物,而是考虑(至少就化学家的普遍实验提供给我们情况而

言)大自然怎样组成它们。”<sup>[13]</sup>可是,他并不是一个纯粹的实验主义者,仍重视理性思维的作用。在他与笛卡尔的争辩中,当笛卡尔说到他“若舍去理性,你的实验又能提供什么呢?”波义耳说到“我绝不否认理性的作用。”并且还引用培根的话说“一个哲学家不应该象蜘蛛一样把理性花在搞阴谋诡计上,他应该象蜜蜂一样搜集事实,靠理性把它们酿成蜜。”<sup>[14]</sup>所以他相信原子学说,认为化合作用是在基本粒子之间发生的。他对亲和力也有一些理性的思考,认为“存在这样的粒子团,其中粒子并不是非常紧密的附在一起,但这些粒子可以在另一种微粒中相遇,同其中一些微粒相结合,比这些彼此之间的结合更为紧密。”<sup>[15]</sup>波义耳认为实验工作和理性思维是同样重要的。他既不把理性思维看成是高于一切的,也嘲讽纯粹实验家是“被煤烟弄脏的经验主义者”。<sup>[16]</sup>在他看来,没有充分的实验资料,思想就是空想;同样,没有思想的实验乃是盲目的实验。波义耳赞同原子学说,并给予高度评价,不光是纯粹从理性上接受,而是经过了慎密思索和实践。尽管那时的原子学说和他的设想都还是朦胧的、模糊的,但可以说他想象的原子学说却是他理性思维的闪光、从实验和当时最新科学成就中汲取的新东西加工的结果。纵然它仍带有哲学思辨的色彩,但在道尔顿的原子理论还未出现前,它在科学史上的积极意义是不容置疑的。

波义耳承认客观世界的复杂性,然而也认为它们是有其客观规律可循的,关键在于其内部的必然联系。他在科学研究中,在大量的感性材料上,力求运用分析、归纳、分类等方法进而抽象出事物的共同本质。他和他的助手制取并研究了许多盐、确定了它们的分类法。当然,他们的解释在今天看来并非都确实可靠,并且也不全都符合当时的认识,但这是向循序渐进的科学理论迈出了可贵的一步。是“把化学确立为科学”的过程中前进的一步。不仅如此,凭借他那不懈的探索精神和严格的科学方法。他还认为当时化学家在对火在化学实验中的作用的误解,以致于产生了对一些化学现象的解释方面的种种谬误。他在对此进行批判中澄清了“化合”这个重要的化学概念,并在火的研究上作了大量的工作,如燃烧实验、焙烧实验等,他的著名的气体定律就是在此基础上产生的。由于波义耳的工作,为尔后施塔尔走上创立化学上第一个普通理论——“燃素论”铺平了道路。从波义耳的科学实践不难看出,他的宝贵的探索思想和科学方法正是他把化学确立为科学的必要前提和充分条件。

当然,也应看到,由于历史条件及个人因素的局

限,尽管波义耳深受培根唯物主义的影响,其世界观基本上是唯物主义的,但有时也带有一点莫尔的宗教思想(这在十七世纪也是自然的),世界观也难免还带有机械的性质。这反过来必然又对他的科学探索或多或少产生不良影响。例如他偶尔地表现出一点神学的倾向,但比较谨慎,仅仅承认了世界的行动“仿佛说明宇宙中充满一种理智的存在物”。<sup>[17]</sup>在他的科学研究中,也还遵照机械论解释的原则,认为世界就象一台钟“以致发动机一旦开动,一切就会按照……最初设计的进行下去。”<sup>[18]</sup>他虽然否定了物体仅由水、土、火、气等几种元素组成的思想,但他本人却没有发现自己规定的“元素”,并且实际上仍然把火、气等视为元素。他单纯认为火中的火粒子穿过玻璃被金属所吸收,从而推断出火有重量。以致也使他未能真正地揭示出燃烧现象的本质;未能解除众多的化学家们在当时对燃烧现象的迷团。甚至未能向发现氧的道路上迈出关键的一步,以至于达到了发现氧的边缘而又未抓住机遇,此后化学理论的发展便进入了燃素说时期。当然,这些缺陷是一门新兴科学在肇始时期很难完全避免的。科学的发展有它自身的规律,人们的认识都是随着事物的发展而深化,对于波义耳科学思想和方法中的缺陷,我们不应抱丝毫的偏见,更没有理由责难这位伟大的先驱者。

### 参 考 文 献

- [1]、[10]、[11]、[15] (英) J. R 柏廷顿著,胡作玄译,《化学简史》,商务印书馆,74,77,77-78,78(1979)。
- [2]、[4] 《马克思恩格斯选集》,人民出版社,3,523,4,230(1972)。
- [3]、[8] (英) W.C 丹皮尔著,李珣译《科学史》商务印书馆,210,209(1979)。
- [5] 戴安邦,《无机化学》(上册),人民教育出版社,第19页。
- [6]、[7]、[13]、[16]、[17]、[18] (英) 亚·沃尔夫著,周昌忠等译,《十六、十七世纪科学技术和哲学史》,商务印书馆,386,387,387,386,751,752(1985)。
- [9] 《怀疑派化学家》转引自柏廷顿《化学简史》第77页。
- [12] 北京大学哲学系外国哲学史教研室编译《十六—十八世纪西欧各国哲学》,商务印书馆,42(1975)。
- [14] (保)卡·马诺洛夫著,丘琴等译《名化学家小传》(上册),科学普及出版社,3(1980)。

【作者简介】 王仕佐,男,1955年生。1977年毕业于武汉大学化学系,后任教于贵州大学化学系,曾任讲师。1985年赴东北工学院学习自然辩证法研究生课程,回校后调社会科学研究所,现为该所助理研究员,从事自然辩证法及化学哲学的研究工作。