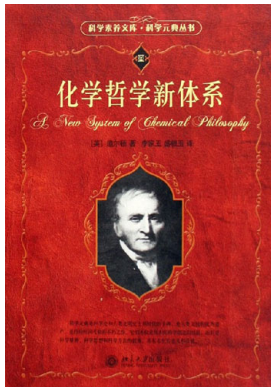


# 从气象爱好者到科学原子论之父

## ——读道尔顿《化学哲学新体系》有感

■ 叶梦姝



19世纪的英国化学家道尔顿因其原子理论垂名于科学史，但鲜有人知道，道尔顿最初的科学兴趣最初来源于其持续了57年的气象观测，他提出原子论的经典之作《化学哲学新体系》是从大气现象出发、到物理学、最终到化学，推动了最后一个基础科学革命——化学革命的完成。

### 一、定量化学时代的来临

自古希腊以来，人们只知道有“空气”一种气体，说起“气”指的就是“空气”。1756年，苏格兰化学家布莱克在加热石灰石的时候，发现了平时固定在石灰中的“固定空气”（即二氧化碳），随后人们又发现了空气燃烧时消耗不掉的“浊空气”（即氮气），以及使燃烧变得非常剧烈的“火空气”（即氧气）。然而，由于当时认为燃烧需要一种特定的物质“燃素”，因此对燃烧现象的解释依然错误百出，更不用说关于元素的组合方式了。直到1789年，法国化学家拉瓦锡通过燃烧实验的定量测量，提出了以氧化理论为核心的新燃烧学说，突破了化学研究的瓶颈，明确了化学的任务是将自然界的物质分成基本的元素，由此开启了定量化学的新时代。

### 【编者语】

北京大学出版社《科学素养文库·科学元典丛书》迄今已出版了四十余册，所选均为科学史上的大师经典。本刊选择了丛书中与气象学关系密切、或曾推动过气象学发展的科学元典，并尝试从气象学史的视角进行重新解读，再现近现代不同领域科学名家对天气气候现象的智慧思考，还原气象学与数学、物理学、化学等学科多学科共生、互相促进的科学史背景，梳理气象学研究对其他学科发展之贡献。

### 二、从大气成分研究到分压定律的发现

道尔顿最初的兴趣是大气的成分及混合方式，他沿着拉瓦锡的道路进行研究，于1801年发现，各地的大气都是由氧、氮、二氧化碳和水蒸气四种“终极质点”混合而成的。那么，为什么像这样多种“弹性流体”构成的混合物，外观上却是均匀一致的，而不像水与油混合时那样明显地分为两层呢？道尔顿认为，气体的均匀混合是因为气体彼此扩散的缘故，这种扩散来源与气体分子之间的排斥力，在气体混合物充分混合、且各成分之间不发生反应的前提下，理想气体混合物的总压力等于各成分的分压力之和，这就是道尔顿气体分压定律。

### 三、探究物质微粒的变化

除了混合气体分压之外，还有很多其他的现象——加热引起的膨胀、弹性流体（就是气体）的比热、温度不平衡引起的热运动和传导，甚至大气温度垂直和水平分布等，在《化学哲学新体系》的第一部分，这些问题得到了充分的讨论。道尔顿迫切想要通过这些现象了解——当物质融化、蒸发、溶解、凝固、燃烧以及被压缩时，组成物质的微粒到底发生了什么样的变化。虽然在同时期汤姆森的《化学体系》、伯索累的《化学静力学》、莫里的《化学体系》等，都对这个问题进行了思考，但道尔顿更加全面和细

致，并纠正了伯索累误认为是大气压力使地面上的水分子凝聚在一起保持液态等错误之处。

### 四、从原子假说到科学原子论

在《化学哲学新体系》第二部分中，道尔顿系统地阐述了以上这些现象的理论基础，即定量的化学原子论——化学元素由微小的不可再分的原子组成，分子由原子化合而成；同一种元素的原子都是一样的，不同原

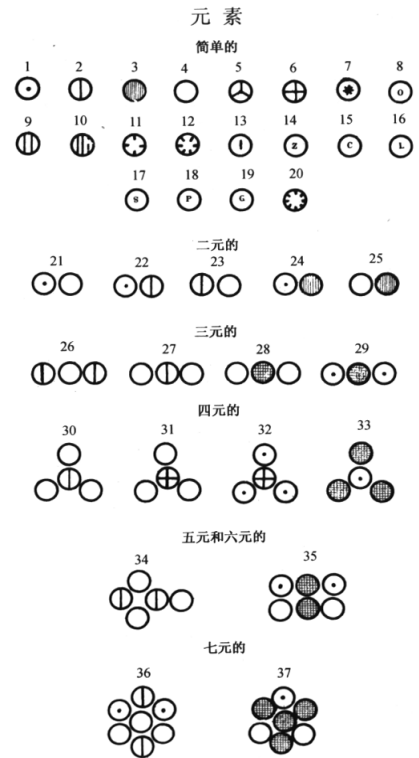


图1 简单元素的原子构成，按序号依此为：氢、氮、碳、氧、磷、硫、苦土、石灰、苏打、草碱、镉土、重土、铁、锌、铜、铅、银、铂、金、汞

## 气候变化研究的重要视角

### ——《成本效益分析杂志》“气候变化”专辑评介

张泓波



《成本效益分析杂志》(*Journal of Benefit-Cost Analysis*)，是国际上目前唯一一本成本效益分析(BCA)的专门学术期刊，涉及的研究领域包括了教育、犯罪、健康、贫困、劳动力、法治和有关环境、自然资源、交通、安全和安全项目的社会计

子的质量一定不同；在物理变化中，分子不会发生变化，只是分子之间的组合方式发生了变化；而在化学反应中，分子重新组合了，原子本身不会发生变化。

历史上，原子假说作为一种自然哲学思想，早在古希腊时期，哲学家德漠克利特就曾经系统论述过。而帮助道尔顿把这种流行两千年的形而上思想变成科学理论的，是来源于对大气等现象的观察而形成的敏锐洞察力。道尔顿从1787年3月24日开始，持续记载了57年气象日记，从未间断，直至他去世的前一天，并在1793年他出版了《气象观测论文集》。道尔顿并不是天资卓越的人，也并没有巨人的肩膀或团队的合作，他凭借自己的勤奋刻苦，培养了良好的物理直觉，通过对各种大气现象和规律的观



《成本效益分析杂志》2014年第3期出版的“气候评估中实施的成本效益分析进展”专辑，较为全面地阐述了成本效益分析这一经济学领域最为著名的理论和工具在气候变化评估方面的应用状况和发展。

划等。期刊的使命，是推动BCA在各项领域里面的应用。使政策制定的个人或者团体能够判断、制定和落实公共政策。

2014年，《成本效益分析杂志》出版了“气候评估中实施的成本效益分析进展”(Perspectives on Implementing Benefit-Cost Analysis in Climate Assessment)专辑。专辑的7篇综述文章涉及气候评价、气候变化评估、气候变化福利经济学等多个方面。

国家、行业和基础设施投资这三个层面是适应气候变化和减缓气

候变化的政策主题。由于各自的属性不同，制定应对气候变化政策时的方法也有所差异。专辑文献中对上述三个层面应对气候变化的研究方法分别提出了思路。

#### 一、行业层面应对气候变化的成本效益分析方法

“美国气候变化经济影响的文献综述”(State of the literature on the economic impacts of climate change in the United States)一文集中探讨了当前相关文献的广度和深度。这些文献涉及了农业、沿海资源、水资源、基础设施、

察和总结，建立了系统的概念体系。

#### 五、功高何需青史名

虽然气象学史中鲜见道尔顿的身影，但是他的原子理论为气象学的研究提供了重要的前提。从亚里士多德到笛卡尔，近两千年以来的古代学者对天气现象的解释都是基于“气火水土四元素理论”或“微粒”、“孔隙”等错误概念，因此始终没有说清楚天气现象的本质，而物质结构理论建立之后，气象学家得以朝着更加正确的方向迈进；他考察一定质量气体在大气中上升或下降中相态变化的研究思路，成为了现代气象学中气块绝热上升或下降的雏形；他记录的超过20万条气象观测日记，是英国民间气象爱好者天气记录的范本，为19世纪初的气象学的研究提供了素材。

#### 六、气象研究推动基础科学进展

自古以来，天气现象吸引了众多目光，亚里士多德、笛卡尔、傅里叶、道尔顿等很多科学家都是气象爱好者。复杂多变的大气现象为数学、物理学与化学等基础科学提供了研究素材，而数学、物理学的成果，又反过来为大气科学的理论进步提供了基础。而今，随着学科细分与科学研究的职业化，以及大气科学与技术本身在20世纪的飞速发展，基础科学研究者参与到大气科学研究的门槛越来越高。让更多其它领域的研究人员和公众成为气象爱好者，了解业务和科研的新进展，或许有助于让大气科学这门古老又年轻的科学永葆活力。

(作者单位：中国气象局气象干部培训学院)