

科学 · 历史 · 文化 研究书系

Ershiyishijikexue
Yu
Zhongguo

二十一世纪科学与中国



董光壁 著

湖 北 教 育 出 版 社

G322/9

2004

每一步，都是观察的新起点

科学·历史·文化研究书系

Ershiyishiji kexue Yu Zhongguo
二十一世纪科学与中国

董光璧 著

湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

二十一世纪科学与中国/董光壁著. —武汉:湖北教育出版社, 2004

(科学·历史·文化研究书系)

ISBN 7-5351-3906-X

I. 二… II. 董… III. 科学研究事业—中国—文集
IV. G322.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 002723 号

出版 发行:湖北教育出版社
网址: <http://www.hbedup.com>

武汉市青年路 277 号
邮编:430015 电话:027-83619605
邮购电话:027-83669149

经 销:新 华 书 店
印 刷:湖北新华印务有限公司
开 本:850mm × 1168mm 1/32
版 次:2004 年 8 月第 1 版
字 数:188 千字

(430034·武汉市解放大道 145 号)
3 插页 8 印张
2004 年 8 月第 1 次印刷
印数:1—2 000

ISBN 7-5351-3906-X/G·3213

定价:16.00 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换

出版弁言

“科学”与“文化”，既是当代最为流行的两个词汇，也是内涵不定、外延颇广、歧义甚多的两个词汇。在多数情况下，“科学”一词的含义，如同在英语中一样，已然成为“自然科学”的简称；而在民众的思想意识与语言表述中，“科学”又常常被用于表示赞赏，甚至是“正确”的同义语——这一点，在西方社会也是一样。至于“文化”，当代人将其最宽泛地定义为涵括人类创造的一切精神与物质财富；而在民众的通俗用法中，将简单的学习识字叫做学文化，或将一般知识水准叫做文化水平等等。

在中国古代，文化的本义是指“以文化人”，即使用非武力的方式来征服、教化民众；而激化之滥觞，则始于神农、黄帝教民用火熟食、种植谷物，进而识数、知阴阳。这与拉丁语的 *cultura* (文化) 相通，其所指“耕作，修理、收拾、修整”，兼具教养与养殖栽培两义。体现出世界各古文明地区同以“农业”为教养之始、人兽之界的观点。

汉语中“科学”一词的出现，源自近代日本学者以“分科之学”译 *science*。而这一翻译的取意，也与作为 *science* 一词语源的拉丁语 *scientia* (泛指学问或知识)，或与之最为接近的德语对应词 *Wissenschaft* (包括一切

有系统的学问)的内涵非常接近。

回溯人类数千年的文明发展史,一切精神与物质的成就无不纳入这两个概念之中。这就无怪乎作为流行之语,“某某科学”、“某某文化”之说随处可见;且可见到两词连用而成“科学文化”的用法。“科学”与“文化”,无论是分别使用,还是联用,无疑都表明二者不是一回事;但从后一种用法中又隐约可以发现“科学”与“文化”的界线并非泾渭分明——科学之中也有文化,科学也可作为一种文化现象来加以研究。在历史学家的眼中,科学与文学、艺术、音乐、哲学等知识一样,都是构成文化的组成部分,或习惯于“用它来表示一个民族或帝国在某个特定时期的思想、成就、传统和特征的整个综合形式”。

之所以作为一种文化现象来加以研究,是因为“科学”——无论是将其定义为“系统的知识”,还是“人类对自然的认识”,甚或局限到以实证为特征的“近代西方科学”,无不具有发展的历史;而一旦成为历史,便转化成一种文化的积淀——她不仅代表着前人在认知自然方面的智慧结晶、思维方式,而且是当代科学发展的基础,并以某种形式影响未来。从文化的角度对“科学”进行研究时,其对象已然不是科学的对象——自然,而是科学历史本身——人类认识自然与知识体系形成的过程,甚至是创造科学的主体——人。

自近代以后,科学之双刃功能、科学伦理问题、科学与社会的关系愈来愈被关注和探讨。可以说,科学愈是

发展,她与人类命运的关系便愈复杂。人们甚至发现想弄清某一个方面的问题都是困难的。仅就上世纪中叶 C. P. 斯诺提出科学文化和人文文化之“两种文化”说及其分裂的论点,至今也还存在激烈的论争。学者们尝试从哲学、社会学、心理学、经济学、人类学、语言学等方面多视角地探讨这些问题,以期透视和解剖科学本身,而历史维度的分析和研究必然地成为某种龙骨或依托。即使对所有问题都不可能存在终极解释,但我们确信,理性的研究每行一步,就立于一个观察的新起点,人类文明的图景便会在我们大脑里更为丰富和清澈。

中科院自然科学史研究所作为中国唯一的国家级科学史研究机构,以其主办的两种学术刊物《自然科学史研究》和《中国科技史料》,持之以恒地向海内外介绍有关科学史研究的成果;并与辽宁教育出版社合作推出了“新世纪科学史系列”,与河南大象出版社共同运作“科学史著作出版基金”。而湖北教育出版社近年来也不断致力于高水平文史哲著作的出版,以期繁荣学术、支持学者的研究。此次共同策划的“科学·文化·历史研究书系”,旨在从一种更为宽泛的视角来审视与研究“科学”与“文化”的发展历程与特征。我们希望能够通过这一丛书的出版,将海内外学人的研究成果和最新思考展示给读者。

中科院自然科学史所 廖育群
湖北教育出版社 彭永东

目 录

上篇:世界科学

科学预测的历史透视	1
科学系统发展的整体趋势	27
关于科学发展历史的若干思考	49
五百年来科学技术发展的回顾与展望	77
二十世纪科学技术之回顾	92
二十世纪物理学思想的历史透视	103
《百科全书》、知识结构与现代知识系统 ——兼论科学与人文结合的理性重建	117

下篇:中国科学

近现代科学技术在中国的传播和发展	132
中国科学现代化的历史和前瞻	150
为中国科学持续发展营造良好的社会环境	168
以政治改革迎接全球化的知识经济时代	190
科学文化:经济全球化形势下中国的选择	219
二十一世纪的科学与中国	227
以千年看百年 ——中国和西方的科学与社会	239
后记	249

科学预测的历史透视

对科学的未来发展的预测虽说是伴随着科学与生俱来,但是在第二次世界大战以后它才受到社会公众的关注,并且随着“预测学”或“未来学”现代发展而成为它的一个分支。尽管已经发展出种种预测技术,预测的失准和含糊几乎是普遍存在的问题。现实生活的实践要求提高预测水平以便计划科学未来。尽管不断进展的科学从不顾及历史,但历史却一直是它的向导。从历史中寻找科学预测的经验和教训是本文的目的。但本文不意在写科学预测的历史,而是一种“投射”(Projection)式的回顾,所以名之为“科学预测的历史透视”。本文不采取纯历史的讨论方法,而是以历史上有关理论前途、学科发展趋势、科学的学科结构重心转移三种不同范围的科学预测的案例分析为基础,对科学预测的历史和现状作出评价。

1. 理论前途预测个案

大量的科学预测属于对某个科学理论前途所作的不同程度的估计。这种预测自古就有,近代以来更盛。作为这一类型的案例,我们举古代和近代各一例:一是古代中国作为历法理论基

础提出并局守千余年的“候气说”之失败,另一是19世纪初英国物理学家托马斯·杨(Thomas Young, 1773 ~ 1829)光的“波动说”备遭嘲笑而终成功。

1.1 “候气说”的失败

在中国历法史上,错误的“律历融通”理论长期伴随着历法活动。所谓“律历融通”是关于音律与天运和谐的一种理论,它被阐述为根源于“气”的感应而表现为“数”的契合。为了经验地考验这种理论概念,历史上还提出过可以诉诸实验检验的“候气”假说。它陈述的是,装有葭灰而埋入地中的12根律管在不同的节气分别“飞灰”。历代都有一部分历法家把它视为“律历融通”的基础。

“候气说”或“埋管飞灰”是作为验证“历律融通”理论的一个实验设计出现的。文献称其为“古法”,但始于何时已难以考证。郑玄(127 ~ 200)《礼记·月令》注释说:“律,候气之管,以铜为之……孟春气至,则太簇之律应。应谓吹灰也。”司马彪(? ~ 306)《续汉书·律历志》首次对之作出较为详细的描述:

夫五音生于阴阳,分为十二律,转生六十,皆所以纪斗气,效物类也。天效以景,地效以响,即律也。阴阳和则景至,律气应则灰除。是故天子常以冬夏至御前殿,合八能之士,陈八音,听乐均,度晷景,候钟律,权土灰,效阴阳。冬至阳气应,则乐均清,景极长,黄钟通,土灰轻而衡仰。夏至阴气应,则乐均浊;景极短,蕤宾通,土灰重而衡低。进退于先后五日之中,八能各以候状闻。太史令封上。效则和,否则占。候气之法为室二重,户闭,涂瓮周密,布缊幔。室中以木为案,每律各一,内库外高,从其方位,加其上。以葭草灰布其内,端案历而候之。气至者灰动。其为气动者灰散,人及风所动者,其灰聚。殿中候,用玉律十二。唯二至乃候灵台,用竹律六十。候日如其历。

《隋书·律历·候气》记载后齐信都芳能以管候气,“人往验

管,而飞灰已应”。他还设计具有二十四轮扇的装置埋于地下,以测二十四气。据说“每一气至,则一扇自动,他扇并住,与管灰相应,若符契焉”。这里还记载开皇九年(公元589年)高祖遣毛爽及蔡子元、于普明等依埋管古法候气。对于候气法的描述较《后汉书》稍详:“依古,于三重密屋内,以木为案,十有二具;每取吕律之管,随十二辰位,置于案上,而以土埋之,上面于地中实葭莩之灰,以轻线素覆律口。”对候气效果,谈到应气并非准确:“应气有早晚,灰飞有多。”在时间上,有时月初应,有时迟至中旬。在灰飞量上,有时二、五夜尽,有时终月才飞出少许。高祖对此法发生怀疑而问牛弘。牛弘说:“灰飞半出为和气,吹灰全出为猛气,吹灰不出为衰气。和气应者其政平,猛气应者其臣纵,衰气应者其君暴。”高祖对这种天人感应论严加驳斥说:“臣纵君暴,其政不平,非月别而有异也。今十二月律,于一岁之内,应并不同。安得暴君纵臣,若斯之甚也?”

对于候气说有信者有疑者。宋代著名学者朱熹(1130~1200)、蔡元定(1135~1198)都未加否定。现代被作为科学家看待的沈括(1031~1095)在其《梦溪笔谈》卷七“象数一”中也谈到候气说,并对埋管飞灰提出一种解释:

司马彪续汉书,候气之法,于密室中,以案置十二律管,各如其方,实以葭灰,覆以缁帛,气至则一律飞灰。世皆疑,其所置诸律方不逾数尺;气至独本律应何也?或谓古人自有术,或谓短长至数冥符造化,或谓支干方位自相感召,皆非也。盖彪说得其略耳,唯隋书志论之甚详。其法先治一室,令地极平,乃埋律管,皆使上齐,入地则有浅深。冬至阳气距地面九寸而止,唯黄钟一管达之,故黄钟为之应。正月阳气距地面八寸而止,自太族以上皆达,黄钟、太吕先已虚,故唯太族一律飞灰。如人用钺彻其经渠,则气随钺而出矣。地有疏密,则不能无差,故先以槩隔之,然后实土案上,令坚密均一其上,以水平其槩,然后埋律其下。虽

有疏密,为木案所节,其气自平,但在调其案上之土耳。

沈括的这种“理论解释”显然是轻信“飞灰”有验为其前提的。事实上,并未有可靠的实验验证。明代以来,对此持怀疑的人越来越多。王廷相(1474~1544)、邢云路、朱载堉(1536~1610)、江永(1681~1762)都对此有所批判。其中朱载堉著《候气辨疑》专门批判候气说的谬误。《律吕正义后编》有康熙帝亲自作候气实验不验的记载,得出“不足以为据”的结论。“候气说”的最终被否定说明它是一个错误的科学假说。可是它却长期为不少人作为“历律融通”的理论根据而信奉。它在汉代之兴起与象数易学的“卦气”说有关。西汉邓平以黄钟自乘之数起律为日法造《太初历》,易学吸收天文历法的成果提出卦气说并试图以此为基础建立历法的理论模式。经学家扬雄(53BC~18)将其仿《周易》撰著的《太玄》用以表示历法,并认为它既“与泰初历相应,亦有颛顼之历焉”。经学家刘歆(?~23)把《太初历》改造成中国第一部完整的历法《三统历》功不可没,但他以易数附会历法亦流毒匪浅。汉以后的许多历书引卦气说解释历法,如东汉末年的《乾象历》、北魏的《正光历》、唐代的《大衍历》。一些著名的天文历算家,如东汉张衡(78~139)对卦气说多有肯定,对扬雄极为推崇,认为《太玄》之学二百年后必兴;再如唐代僧一行(683~727)是引易卦解说历法的代表人物,他把自己创制的历法定名为“大衍历”。自班固(32~92)著《汉书》将律历合为一帙而名《律历志》并阐发刘歆的“律历融通”思想后,《后汉书》、《晋书》、《魏书》、《隋书》、《宋书》、《宋史》皆因循之,直至《旧唐书》才改依《史记》分述律、历。但“律历融通”思想并未中断,明代朱载堉著《律历融通》,明清之际的王夫之(1619~1692)不赞成象数易学却肯定“易可衍历”,直到清代康熙帝亲自主持的实验否定了“候气说”,“律历融通”也还未“寿终正寝”。其实卦气说作为历法表示系统的尝试并不成功,“候

气说”也从未为实验所证实,一个错误的理论如此长命的原因故多,但基于崇古思想而对它的前景预测的失误亦为其一。

1.2 “波动说”的胜利

关于光的理论在 17 世纪有“微粒说”和“波动说”两种。光的“微粒说”可溯源到古希腊。1641 年法国哲学家和科学家勒内·笛卡儿(René Descartes, 1596 ~ 1650)在其《屈光学》中以光作为有弹性的微粒解释光线的反射和折射定律。1660 年意大利物理学家弗朗西斯克·格里马尔迪(Francesco Grimaldi, 1618 ~ 1663)把光的传播比喻为水波,认为光的颜色是由于其波动频率不同,因而他被看做是“波动说”的最早提倡者。1665 年,英国物理学家罗伯特·胡克(Robert Hooke, 1635 ~ 1703)在其《显微术》中提出“光必定是一种振动”,也主张“波动说”。荷兰物理学家克里斯坦·惠更斯(Christiaan Huygens, 1629 ~ 1695)的《论光》(1678 年宣读, 1690 年出版)全面地阐述了光波的传播图像。英国物理学家艾萨克·牛顿(Isaac Newton, 1642 ~ 1727)最初倾向“波动说”,在其 1672 年的《光 and 颜色的新理论》中基本上采用了“微粒说”,在 1687 年的《自然哲学的数学原理》中又表示对光的微粒结构不能绝对肯定,在 1704 年的《光论》中他在采用“微粒说”的同时还设想光微粒的纵向运动会在周围激起以太振动。

在 18 世纪,大部分人都接受牛顿的“微粒说”,而他的有关光微粒激起或伴随的以太振动的观点和惠更斯的“波动说”皆被抛弃,光学也少有发展。法国数学家皮埃尔·莫泊丢把皮埃尔·费马 1657 年提出的光程极小值原理用“微粒说”保存下来。瑞士物理学家约翰·伯努利和列欧纳德·欧拉采用了“波动说”,也没有为光学带来什么进展。进入 19 世纪,由于杨重提“波动说”而迎来光学的新生。

1800 年,托马斯·杨在其长达 44 页的论文《关于声和光的

实验与研究提纲》中,对比声与光的性质,论述“微粒说”的困难和“波动说”的可能性,认为光的颜色是由以太的振动频律所确定的,并声称:

尽管我仰慕牛顿的大名,但我并不因此非得认为他是百无一失的。我……遗憾地看到他也会弄错,而他的权威也许有时甚至阻碍了科学的进步。

1801年,他让光通过靠近的两个针孔投射到屏上,发现两束光发散并重叠而出现明暗条文,这就是物理学史上著名的杨氏干涉实验。杨的开拓性工作是发表在《哲学杂志》上的三篇论文:1802年发表的《论光和颜色的理论》和《关于颜色产生的几个前所未有的个案的叙说》以及1804年发表的《关于物理光学的实验和计算》。他的论文立即遭到新出现的进步评论家罗尔德·伯娄格罕的致命性的抨击。他们俩之间的个人恩怨在这件事上起了不小的作用。因为杨曾于1798年对伯娄格罕的一篇数学论文表示过一种轻蔑不恭的意见,从而结下积怨。伯娄格罕把杨看成永远不可饶恕的仇敌。于是,他就在其与西德尼·史密斯和弗朗西斯·杰夫里合作创办的《爱丁堡评论》上,用笔名连续发表了几篇文章,对杨的干涉学说进行猛烈的攻击。他宣称杨的论文“没有值得称之为是实验或发现的东西”,“没有任何价值”,“它除了阻碍科学的进展以外不会有别的结果”。在指责了干涉原理“荒唐”和“不合逻辑”之后,他还接着挖苦地说:

我们现在暂时不接受这个作者无能的学究气的作品。从中我们未能看到一些有关的学问、敏锐和独创的痕迹。

这份杂志虽然刚刚创办于1802年,由于其创办人的权势却颇有威望,因而伯娄格罕的攻击文章使杨的声誉大受损害。为了反驳伯娄格罕,杨于1807年出版了《关于自然哲学和机械工艺的演讲》,但只售出一本。由于学术界受牛顿权威影响的束缚不能对“波动说”的前途作出正确的预见。许多著名的学者,如

英国化学家和物理学家威廉·沃拉斯顿,英国天文学家威廉·赫歇耳,法国物理学家让-巴蒂斯特·毕奥,法国数学家和物理学家皮埃尔-西蒙·拉普拉斯和法国物理学家西蒙·泊松等人拒不接受。当然,杨的工作在科学上也有缺点。他的推论每每依赖于类比,对光的直线传播、反射、折射等的解释,还只停留在一般性的观念描述上。由于学界把他的学说看做梦想,杨感到厌烦而暂时脱离光学研究,但对于光的波动性并不动摇。

历史表明光的波动理论是有前途的。法国物理学家埃丁尼-路易·马吕斯于1809年、法国物理学家多米尼奎·阿拉戈于1811年和戴维·布儒斯特于1815年相继发现的光的偏振现象,“微粒说”无法解释而杨注意到这里是“波动说”的用武之地。由于阿拉戈的知遇,法国的桥梁工师奥古斯丁-让·菲涅耳得以于1815年在巴黎科学院宣读他的一项业余研究《论光的衍射》,翌年又发表了两篇论文。1916年,杨意识到菲涅耳的横波思想的重要性,于是开始了他与菲涅耳和阿拉戈的合作研究。1819年菲涅耳应征巴黎科学院悬赏的论文中获奖,意味着光的“波动说”获得承认。到1825年大部分物理学家都已接受“波动说”。爱尔兰物理学家约翰·丁铎耳对这段历史作了如下的评论:

通过那时掌握了舆论界的一位作者的激烈挖苦,这位天才被压制了——被他的同胞的评头品足的才智埋没了——整整20年,他事实上被当做梦呖者。……他首先要感谢著名的法国人菲涅耳和阿拉戈,是他们恢复了他的权利。

2. 学科发展趋势预测个案

有关学科发展趋势预测的案例,我们分别以化学、数学和物理学为例。对于化学我们讨论拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier, 1743~1794)自我宣称的革命,对于数学我们讨论拉格朗日(Jo-

seph Louis Lagrange, 1736 ~ 1813) 和希尔伯特 (Hilbert) 对数学发展前景的预测, 对于物理学我们讨论彭加勒 (Jules Henri Poincaré, 1854 ~ 1912) 论物理学的未来。

2.1 拉瓦锡的化学革命

自英国历史学家巴特菲尔德 (H. Butterfield, 1900 ~ 1979) 出版《近代科学的起源》(1949 年) 之后, “科学革命” (scientific revolution) 的概念被广泛使用起来。他把 17 世纪科学家们创造新科学的活动看做一场知识革命。10 年之后, 英国物理学家和作家查里斯·斯诺 (Charles Snow, 1905 ~ 1980) 在其著作《两种文化和科学革命》(1959 年) 中拟定了 20 世纪中期的“科学革命”。美国科学哲学家托马斯·库恩 (Thomas Kuhn, 1922 ~ 1996) 阐发科学发展模式的科学哲学著作《科学革命的结构》(1962 年) 影响广泛。作为表述科学创造过程的科学史著作科恩 (I. Bernard Cohen) 的《科学中的革命》(1985 年) 近年颇为流传。

库恩的“科学革命”论, 即以科学“范式变革”为核心的科学发展观, 是对实证论的“累进主义”的互补性的纠正。他把科学革命描绘成三部曲: 反常、危机和范式更新。科恩的科学革命论重在历史验证, 他提出革命的四阶段论和甄别革命是否发生的四条判据。四阶段是革命性思想的形成、记录新思想、公布新思想和新思想被接受。四条判据是当事人的证据、后来的文献、资深史学家的判断和当代科学家的一般见解。这些都可用于判断那些自称革命的预言。

科恩在其《科学中的革命》中穷举了 18 世纪以来的 16 位自我宣称革命的科学家, 他们都曾把他们自己的某项科学工作说成是“革命的”或“革命性的”。他们是辛默尔 (Robert Symmer, 1707 ~ 1763), 马拉 (Jean - paul Marat, 1743 ~ 1793), 拉瓦锡, 李比锡 (Justus von Liebig, 1803 ~ 1873), 哈密顿 (William Rowan Hamilton, 1805 ~ 1865), 达尔文 (Charles Darwin, 1809 ~ 1882),

魏尔啸(Rudolf Virchow, 1821 ~ 1902), 康托(George Cantor, 1845 ~ 1918), 爱因斯坦(Albert Einstein, 1879 ~ 1955), 闵可夫斯基(Herman Minkowski, 1864 ~ 1909), 劳厄(Max von Laue, 1879 ~ 1960), 魏格纳(Alfred Wegener, 1880 ~ 1930), 康普顿(Arthur H. Compton, 1892 ~ 1962), 朱斯特(Ernest Everett Just), 沃森(James D. Watson, 1928 ~)和曼德里勃罗(Benoit Mandelbrot, 1924 ~)。实际上,他们自我预言的平均命中率还不及20%,只有拉瓦锡的燃烧理论、达尔文的进化论、爱因斯坦的相对论真正引起了科学中的革命。

我们仅讨论拉瓦锡宣称的“化学革命”。化学革命就是抛弃燃素说,从而引出氧的发现并建立起正确的燃烧理论,依据新的化学命名法创立化学的新体系。在这个过程中,实验的积累和指导原理的摸索的历史进程,把拉瓦锡推到了化学革命的领导地位。

1772年是拉瓦锡的“关键年”。在这一年他进行了几个使他大开眼界的实验:4月进行的钻石煅烧实验,9月进行的磷燃烧实验,10月进行的硫磺燃烧实验。在这些实验中,他发现空气在燃烧中的作用,他看到大量的空气“被固定”,他直接观察到由于燃烧而重量增加的事实,而这些都是流行的燃素说所不能解释的。这年11月1日,拉瓦锡将这些实验结果及其创立新燃烧理论的计划,作为封印备忘录交科学院秘书保存。在1773年2月20日的一篇实验日记中拉瓦锡表明他已认识到他的工作方向的革命意义:

在我叙述了空气从物质中释放出来以及空气与物质结合的全部历史后,这些(解释上的)不同就会充分显示出来,这个目的重要性促使我全面地从事这一工作,因为我觉得这注定要在物理学和化学上引起一场革命。我感到必须把以前人们所作的一切实验看做只是建议性质的;为了把我们关于空气化合或者空

气从物质中释放出来的知识,同其他已取得的知识联系起来,从而形成一种理论,我曾建议用新的保证措施来重复所有的实验。

科学史家梅森在其《自然科学史》(1956年)中评论说,这条日记表明拉瓦锡在开始他的关于这个问题的主要实验若干年以前,就已经在化学理论上计划着一个全面的革命了。也就是说,拉瓦锡对他自己的理论研究方向的前途作出了预测。根据史料我们可以把他其后伴随着一系列实验而发展的思想过程整理如下:

1774年,出版《物理化学简论》,认为物质燃烧过程都与空气中的某种气体的化合有关。

1775年,根据燃烧产物有酸性而推断酸类中都含有一种成酸的气体元素。

1776年,确认燃烧氧化汞所得到的气体是组成空气的一种成分。

1777年,正式命名氧气。

1778年,实验证明空气由氧气和氮气组成。

1780年,出版《燃烧通论》(1777年完成)全面阐述燃烧的氧化理论。

1781年,出版《酸的性质及其组成通论》(1777年完成)。

1783年,出版《对燃素说的沉思》(1777年完成)宣布化学理论的革新。

1784年,确认氢和氧化合生成的水的重量等于两气体重量之和。

1785年,宣布燃素是假想的不必要的东西。

1786年,实验证明热质没重量。

1787年,与三位化学家联名出版《化学命名法》,以使化学物质的命名适应新学说。

1789年,出版《化学基础》,正式陈述物质不灭定律。