

文章编号:1000-8934(2013)10-0021-08

空气泵实验的理论预设与实验系统

陈仕丹 袁江洋

(中国科学院自然科学史研究所 中国科学院大学,北京 100190)

摘要:史蒂文·夏平认为波义耳空气泵实验的目的在于例证一种可行的科学知识哲学;实验作为“感性的集体见证”确立事实的一种研究模式,其合理性是由“实验室的生活方式”这些社会因素保证的。但是,夏平并未研究空气泵实验的完整体系,因此不能解释它对于实验哲学的意义。实验哲学对事物性质或现象进行机械解释。空气泵实验在理论预设和解释性假说的指导下,一面解释空气重量、压力等现象;一面阐明理论预设和理论假说的意义。系统的实验批驳逍遥学派充满论和各种以太理论,为新科学拓展了“气体研究”新领域。空气泵实验示范了对自然现象进行经验探索 and 理论建构的“实验哲学”研究。

关键词:空气泵实验;生活形式;实验哲学;实验系统

中图分类号:N03 **文献标识码:**A

一、史蒂文·夏平的社会学解释

史蒂文·夏平在《利维坦与空气泵》中,对波义耳的空气泵实验以及相关方法论争论作出社会学分析,如他所说,进行“一项科学知识社会学的演练”。^[1]夏平认同大卫·布鲁尔所提倡的,对知识进行“经验主义的自然主义”社会学或发生学研究。这一理念认为“哲学家们往往使用‘先天的’(a priori)方法对科学进行分析,而社会学家们则使用经验的方法或历史的方法对科学进行分析”;^[2]十七世纪是近代科学在学科领域、方法和研究体系逐步明确的“科学革命时期”,在实验研究方面波义耳最具代表,而尤其空气泵实验反响最大;通过空气泵实验解释实验科学传统,被夏平视为实践科学知识社会学的捷径。

夏平“广义但非正式地使用”生活形式概念:“对维特根斯坦而言,‘生活形式’一词是为了凸显言说是活动或生活形式之一部分这一事实’,我们同样将之当作对不同做事方式以及组织人类以达实际目的之不同方式的争论”。^[3]这种运用源于大卫·布鲁尔;维特根斯坦追问命题或语言逻辑的确定性,认为是语词意义是在用法中得以理解的,逻辑确定性的根据是“生活形式”;大卫·布鲁尔对“生

活形式”做出社会学解释,将其运用于考察科学知识。^[4]夏平将生活形式运用到对实验的方法论分析,认为“感性的集体见证”是实验的“活动模式”(patterns of activity),由“实验室生活形式”保证。即是说,实验的合理性不是由命题分析所得逻辑标准保障的,而是由“实验室生活形式”这一社会因素所支持的。

夏平认为十七世纪英国,自然领域中求取知识与社会领域中达成共识、形成秩序的问题,在社会文化层面是相通的;实验方法取得相对于理性分析的方法论优势的原因是,与实验方法相应的政治主张战胜了与理性决断相应的政治主张——夏平称之为皇家学会的“党同伐异”。夏平说,在霍布斯看来感觉意见是纷争的根源,只有理性的决断才能产生共识;而对早期皇家学会和波义耳而言,公共见证才能达成共识,“秘术士”的私人经验、狂热者的私人判断和“现代教义论者”的理性独断都不利于产生共识。夏平认为空气泵实验就是对“感性见证确立事实”的实验方法的示范,实验室“活动模式”的合理性需要在更广泛的社会中找寻理由。夏平还质疑波义耳对空气泵实验的解释,说他区分“事实”与“原因”,在解释中又混淆两者,完全是维护实验解释“成规”。波义耳把空气重量、压力称为“效应”,把“空气弹性”称为假说,清楚表明“假说”只是一种

收稿日期:2013-02-15

作者简介:陈仕丹(1979-),四川省巴中市人,中国科学院自然科学史研究所博士研究生,研究方向为科学技术哲学;袁江洋(1964-),湖北松滋人,哲学博士,中国科学院自然科学史研究所研究员,研究方向为西方科学史、科学编史学。

理性假设。波义耳曾尝试对“空气弹性”做出机械解释,如用羊毛线团做类比,但还是未能真正澄清“空气弹性”的机械机制。“空气弹性”不被“感性见证”确立为“事实”,而是作为解释现象的“原因之梯”引导实验哲学研究。夏平甚至抱怨波义耳“事实”和“原因”的区分不够清楚,对实验室成规维护不够有力:“要把波义耳归为糟糕的形式知识哲学家其实很容易,他形构科学知识方法论的能力也不足。”^[5]可见其迷误。夏平更激进地主张,不仅没有任何合理性的内在标准(不仅指逻辑标准),甚至科学一般而言没有进步;近代自然哲学批驳亚里士多德和炼金术的“神秘性质”但机械解释却同样神秘,“现代自然哲学家排斥神秘性质的同时,却又重新引入神秘性质”。^[6]

夏平认为空气泵实验之于波义耳的目的,仅仅是“举例证明一种可行的科学知识哲学”,这种观点脱离历史语境,受到众多批评。实际上,实验方法在十七世纪被广泛接受,即使是以理论体系著称的笛卡尔,在光学、力学方面也进行了广泛的实验研究也很广泛。波义耳认同笛卡尔的机械论,但批评笛卡尔的现象解释,在空气泵实验中考察了笛卡尔所谓“以太”或精微物质之可能的现象。卡桑德拉·平林克(Cassandra Pinnick)指出夏平所谓霍布斯与波义耳自然哲学的对立形象是虚构的,霍布斯不仅重视“证明的知识”,而且也重视非证明的“创造”的价值。^[7]迈克·亨特(Michael Hunter)认为夏平将政治考虑作为唯一因素解释实验,忽略了神学等其他重要原因。^[8]罗斯-玛丽·萨根特(Rose-Mary Sargent)认为波义耳秉承培根的经验研究,但也强调理性假说的运用,其实验哲学用假说指导实验、用实验验证理论,“折衷”各种形而上学以寻找正确的自然理论。^[9]玛丽-博厄斯·霍尔(Mary-Boas Hall)认为波义耳的机械论思想受伽森狄和笛卡尔学派影响,但他的微粒论学说却是植根于实验研究独立发展出的。^[10]

波义耳的实验哲学不仅是达成共识的方法论程序,而且是探索自然现象机械论解释的系统研究。空气泵实验一开始就面对逍遥学派、原子论、笛卡尔学派之间的形而上学和方法论争论。波义耳一方面批判经院哲学方法和自然理论,另一方面通过实验哲学建立新理论。在本文看来,波义耳的“实验哲学”不能简化为“感性见证”确立事实的方法论。只有全面分析空气泵实验的系统,考察实验的理论预设、理论假说、实验进展、对现象的解释等,才能

理解空气泵实验对于波义耳实验哲学的完整意义。

二、空气泵实验在实验哲学中的地位

在“托里拆利实验”(1643)和帕斯卡的“多姆山实验”(1648)之后,“马德堡半球实验”(1654)引人注目的展示了大气压力的效应。1658年左右,波义耳从萨缪尔·哈特里布那里得知耶稣会士肖特(Schottus)书中记述的“马德堡半球实验”。^[11]马德堡实验的抽气装置效率不高,波义耳就与罗伯特·胡克制作更简便易控的“空气泵”。^[12]波义耳的空气泵由“接收器”和唧筒构成:接收器使上端开口的玻璃球,放置在支架上,接收器底端安装阀门与抽气唧筒连接;唧筒抽气配合开关阀门,抽出接收器中的空气。空气泵在实验中得以不断改进,如取消支架,把接收器设计为覆盖在平台上的密封的玻璃罩等。由于“空气泵”是十七世纪的著名的实验仪器,波义耳“气体研究”实验被称为空气泵实验。分析波义耳在皇家学会《哲学汇刊》上发表的篇目,可显示出他的实验兴趣,及空气泵实验在其研究中的地位,见表格 1。

表格 1 中,1-4, 7、10、13、15-19 属于搜集经验材料的博物研究,这些兴趣与波义耳早年所受培根的影响有关;5、9 分别讨论钟摆、彗星,显示波义耳对同时代自然哲学热点问题的关注;9 对冷的研究、22、23 对燃烧的研究,也是遵循培根对自然现象进行经验考察的计划;11、20、24、27、29 讨论空气弹性、压力和重量的实验及其解释。涉及空气研究的论文有 5 篇,为数最多,展示了波义耳与逍遥学派、笛卡尔学派、霍布斯等人的争论,这些论文与波义耳出版有关空气泵实验放入著作具有相近的规模,反映了“空气弹性”或真空问题对“新科学”自然哲学的重大关切。只有 26 设计化学实验(关于赫尔蒙特的两种酞剂);而没有一篇论文涉及微粒论等理论阐述。波义耳的化学实验及理论著述少见于《哲学会刊》,有以下三个原因:一是,尽管波义耳等人将化学视为自然哲学的内在组分,但当时大多数学人还是将之视为一种技艺(Art)。二是,波义耳作为皇家学会的创始者之一,其论文在《哲学汇刊》创刊时期(1665-1666)较为常见,此后多出版为书籍,而他的助手胡克、帕平则在《哲学汇刊》上发表多篇关于空气研究的论文。三是,皇家学会早期研究浓厚的“培根科学”氛围,注重实用性知识,故关于纯粹理论的论文少见于《哲学汇刊》。

表格 1 波义耳发表于《哲学会刊》的论文

序号	年份 卷号 页数	题目或主旨
1	1665 1 10	对畸形牛犊的解释
2	1665 1 10-11	关于特别的德国铅矿石的用处
3	1665 1 11	关于一种匈牙利药丸和同样效用的美洲药丸
4	1665 1 11-13	关于美洲百慕大附近的鲸鱼新种
5	1665 1 13-15	关于不同纬度的海上钟摆观察的结果的叙述
6	1665 1 15-16	关于一个杰出人物的性格,最近在海外出版
7	1665 1 17-18	来自罗马的书信,关于最近的彗星和新的彗星
8	1665 1 18-20	来自巴黎的书信,关于上述罗马书信的反响
9	1665 1 45-52	对波义耳冷的研究的进一步解释
10	1665 1 179-181	此前对牛津附近地震及伴随现象解释的确认
11	1665 1 181-185	对气压计的观察和说明的通信
12	1665 1 186-189	某一国家自然史的导论
13	1665 1 190-191	来自荷兰的信,关于防止船只被虫蛀
14	1665 1 191-197	新近出版的书的解释(霍布斯《几何学基本理论》)
15	1665 1 315-316	对海的其他研究
16	1665 1 316-320	对身体中隔膜的一些思考
17	1665 1 320-321	对化石形成的观察
18	1665 1 321-323	一种吃石头的虫子之间的关系
19	1665 1 385-388	波义耳提供 Mr.Lower 的实验,关于输血的改进
20	1666 2 581-600	关于轻与空气关系的实验
21	1666 2 600-604	两本书的介绍
22	1666 2 605-612	对炭和木头燃烧的同异的实验和观察
23	1672 7 5108-5116	对肉燃烧的观察
24	1672 7 5156-5159	波义耳的新实验,关于重量变化的大气作用水下物体的效应
25	1673 8 6113-6115	波义耳关于希腊蔬菜形状的通信
26	1674 9 147-146	对两种赫尔蒙特酞剂的解释
27	1675 10 310-311	对鱼鳔的一些猜想
28	1675 10 329-348	波义耳发明的一种新的简易器具(鉴别金币成色)
29	1675 10 467-476	一些新实验关于弹性减弱空气及其未被观察到的效应
30	1676 11 775-787	波义耳的新实验,关于液体表面及两液体接触面的形状
31	1676 11 799-808	续上一期的实验(液体接触表面的形状)
32	1693 17 627-641	波义耳检查淡水或水的盐度的方式

波义耳“气体研究”写作贯穿其盛年,与他的化学、冷热、颜色、电磁实验及微粒论哲学的建立相并列。如在空气泵实验之前,1644-1652年间波义耳进行大量的化学实验,这些实验体现于“怀疑的化学家”(1661)。“新实验”续集出版期间,1660-1682波义耳还出版众多化学实验以及理论著作,如“一些

自然哲学论文”(1661)、“形式与性质的起源”(1666)、“化学要素可生成性的实验和笔记”(1679)等。同时,波义耳用微粒论对冷热、颜色、电磁流射等实验现象进行机械论解释,如“关于颜色的实验”(1664)、“关于冷的新实验”(1665)、“反思霍布斯的冷的学说”(1665)、“关于奇妙的精微物质、巨大的

效能和流射的确定性” (1673) 等。显而易见, 空气泵实验或“气体研究”, 不能与波义耳的其他实验研究及对微粒论学说孤立看待。空气泵实验与化学研究、建立微粒论的努力相一致, 是波义耳实验哲学的重要领域。

三、空气泵实验的实验系统

波义耳“空气泵实验”的主要文献是“新实验” (1660)^②、“续新实验” (1669)^③、“续新实验二” (1682)^④, 后两篇可看作“新实验”的续集。波义耳对质疑空气泵实验的回应见“辩护空气重量和弹性原则, 回应莱纳斯 (Linus) 的反对” (1662, 作为“新实验”第二版附录) 以及“反思霍布斯的空气本性” (1662)。这些论辩性的文章没有很多实验, 这“新实验”及其续集包含大部分“空气泵实验”, 可“气体研究”的实验体系。

根据不同的目的, “新实验”的实验可分为四种

类型:

第一类, 展示气泵操作和展示空气弹性和压力, 如接收器抽气后, 其中含气瘪囊被鼓胀、密封玻璃瓶爆裂等; 见表格 2 中 1、7、10, 共 15 个实验。

第二类, 记述空气泵中的“托里拆利实验”, 论证汞柱由大气重量支撑; 或论证大理石薄片贴附是大气压力支持; 解释抽气时水中冒泡是隐藏在水中的空气, 而不是泄漏进来的“精微物质”; 见表格 2 中 4、9, 共 11 个实验。

第三类, 探索空气稀薄化或抽空了空气的容器对燃烧、声音、磁性、钟摆、呼吸、融化、酸腐蚀珊瑚、水的沸点等自然现象的影响。此类实验具有显著的特点, 即是对照空气与抽气后的“稀薄化空气”或“波义耳真空”中的现象变化, 探索现象的同时也考察“真空问题”。见表 2 中 2、3、5、6、11、12、13、14, 共 15 个实验。

第四类, 批驳逍遥学派的“自然位置”或空气的“轻性”学说, 用热炭加热接收器中烟雾使其上升, 见表 2 中 8, 共 2 个实验。

表格 2 “新实验”中的 43 个实验的内容

类别序号	原文实验编号	实验内容及目的
1	E1-9	演示气泵操作、展示气体弹性和压力的效应
2	E10-15	抽气对燃烧的影响
3	E16	抽气对磁铁磁性的影响
4	E17-25, 39	汞柱、水柱托里拆利实验, 对液体弹性的研究
5	E26	抽气对钟摆的影响
6	E27	抽气对声音传播的影响
7	E28	密闭空气的压力
8	E29-30	接收器中的烟雾, 批驳空气因“轻性”上升
9	E31	大理石薄片吸附实验
10	E32-36	大气的压力和重量
11	E37	抽气时瓶中似乎闪光
12	E38	气压对雪盐融化的影响
13	E40-41	抽气影响昆虫飞行、小动物呼吸
14	E42-43	抽气对化学反应的影响、对水沸点的影响

② Robert Boyle. “New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of Air, and its Effects” [G] (1660). // Robert Boyle. The Works. Thomas Birch. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinting in Germany, 1965(1):1-117. 简称为“新实验”

③ Robert Boyle. “A Continuation of New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring and Weight of the Air, and the Effects” [G] (1669). // Robert Boyle. The Works. Thomas Birch edited. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinting in Germany, 1965 (3):175-276. 简称为“续新实验”

④ Robert Boyle. “A Continuation of New Experiments Physico-Mechanical, the second part.....contained experiments made both in compressed air and also in factitious air” [G] (1680). // Robert Boyle. The Works. Thomas Birch edited. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinting in Germany, 1965(4):505-593. 简称为“续新实验二”

“新实验”第一类、第三类重在展示仪器使用和显著现象,探索波义耳真空对燃烧、声音等效应的影响。第二类实验确认空气弹性和大气压力是“托里拆利实验中一定高度汞柱”的原因,受到反对者质疑最多。第四类意图用实验批驳逍遥学派的自然哲学和空气理论。

“续新实验”与“新实验”实验类型大体一致,进行整合与增删,表述更加系统:

第一类,空气压力的展示或定性实验,由原来的9个减为5个,增加对压力效果的细节研究,如E10、E16研究气压对固体体积的影响。见表3中2、3、4、5、6,共11个实验。

第二类,研究空气重量或压力的效应。其中E19、E50对应“新实验”的E17、E31即研究托里拆利实验中汞柱高度、以及相附着的大理石薄片在真空中脱开,没有改动。增加定量考察,如E11-15研究不同液体的最大汲取高度或“特征高度”;E20说明“相同气压使液体上升高度与玻管粗细无关”;

E28、29属于玻璃管中的细节现象,不关乎液柱高度和气压的研究;E30、E49用普通物体的重量表征大气压力等。见表3中1、7、10、11、12、14、15、21,共16个实验。

第三类,“续新实验”关于空气的“探索性实验”有所增删。保留燃烧、声音、磁性等,细致考察抽气对烛焰颜色以及对生石灰潮解快慢的影响,新增真空中的毛细管现象;增加了为设计实用仪器所作的实验,如设计真空计和气压计、拔火罐等。见表3中8、9、13、16、17、19、20,共21个实验。某些“探索性实验”得以改进,如“新实验”E16研究真空中磁铁磁性,没有对磁性的理论预设,只是展示实验效应;而“续新实验”E31“真空中磁铁相吸”则预设了“磁性原因是粒子性的磁流射”,通过抽空粗大粒子后是否影响磁性来进行理论研究。第四类,新增实验反驳笛卡尔学派的以太学说。抽空接收器后,用重物压缩其中皮制风箱,风箱气口处的羽毛无运动,故抽空后接收器中并不存在连续态的“以太”。见表3中

表格3 “续新实验”中50个实验的内容

类别序号	原文实验编号	实验内容及目的
1	E1-3	密闭空气弹性使上方液柱升高及其限度
2	E4	“空气——水”喷泉
3	E5-6, 9	大气压力使器皿破坏而非“畏惧真空”
4	E7、E37、E42	抽气使干囊炸裂、使瘪气囊展开、使有气泡的玻璃珠破裂
5	E8、E48	气体扩张可负荷重量
6	E10、E16	密闭气体对固体的作用,弹性物体在抽气时的涨缩
7	E11-15	液柱最大汲取高度或不同液体的“特征高度”
8	E17、E21-23E26、E47	制作测量真空度的仪器和气压计、气压测定方法
9	E18、E32-34	感知空气压力的简易方法、气泵中的注射器
10	E19	抽气使托里拆利实验中汞柱下降与外部液面齐平
11	E20	相同气压使液体上升高度与玻管粗细无关
12	E24-25	托里拆利实验的进一步研究
13	E27	抽空气泵中的毛细管现象
14	E28-29	玻璃管中含有颗粒物的水,其中水沿管壁自动上升
15	E30, E49	大气柱的重量换算为普通物体重量
16	E31	真空中磁铁相吸
17	E35-36	对“拔火罐”的解释和不用火的火罐
18	E38-39	抽空接收器中两个气囊检验笛卡尔的“以太”
19	E40-41、E44-46	抽空气泵中运动阻力降低、声音传播、烛焰的光晕变色、摩擦生热、生石灰潮解
20	E43	抽气时接收器中的火花
21	E50	抽气使附着的两大理石片脱开

表格 4 “续新实验二”中实验的主题

序号	含实验数目	实验主题
1	8	促进(堆积水果)产生气体的几种方法
2	14	阻止(堆积水果)产生气体的几种方法
3	13	人造空气和普通空气的不同效应
4	18	压缩空气和普通空气的不同效应
5	13	人造空气对动物的影响
6	9	真空中的动物
7	5	压缩空气火焰
8	6	用来产生空气的火
9	17	在真空中产生空气
10	8	关于高压中产生空气
11	21	多样的实验
12	2	摧毁人造空气
13	5	真空中和普通空气中气体产生的不同速度
14	5	完整的水果和碰伤的水果的差别
15	2	空气有时不适宜滋生霉菌
16	3	阳光照射密封的容器中物体,引起称重的变化
17	22	压缩空气中存储的物品
18	6	真空中的煮沸和蒸馏
19	6	旋紧容器煮鹿角、鱼骨、牛蹄等使其松软可口

18,共 2 个实验。

“续新实验二”标注实验日期、附加数据图表,使实验的表述更具体。其中未提出新理论,或者新的现象解释,划归为 19 个主题的 183 个实验不再着重关注空气弹性的原因和效应,而是关注人造空气与普通空气、压缩空气与稀薄空气对现象影响,尤其是对物品储存的影响;这些关注保存食品、烹饪等实际用处的实验,具有明显“博物研究”性质。表 4 中 11、12 研究气体的产生与摧毁(如食物腐败产生气体,气体燃烧后销毁)属于化学实验,与微粒论关系更为紧密。如主题 11 实验 5,在抽空接收器中将王水泼上氧化钾,产生气体,标注气压计的汞柱高度,半月后产生的气体没有消失,汞柱高度不变,而液体中形成了硝石结晶。

四、小结:理论预设与实验系统

综上所述,空气泵实验作为系统实验,包含不同类型的众多实验。这些实验是在波义耳实验哲学

的统一框架下设计、实施,均受其微粒哲学引导,单个实验需在系统实验的总体目的中加以解释。“感性集体见证确立事实”只涉及实验室探索结束之后的演示阶段,不是对实验方法的完备描述。实验的价值绝不止于确立事实。比如制作气压计、高压锅等实用性实验、为反驳而设计的实验、以及没有具体结果或失败的实验,难说“确立事实”。由于能启发实验研究,波义耳对失败的实验甚至更为重视。系统实验是理论预设和经验研究互动的过程:理论引导实验和解释实验现象,实验获得的新经验开拓新领域,实验支持或质疑理论;在此过程中,实验获得进展的方向,理论得以具体化,理论与实验相互支持构成不断展开的系统实验研究。

首先,“真空存在”是波义耳思考“空气弹性”或“空气稀薄化”的理论前提。逍遥学派自然哲学认为“气”是四元素之一;“气”元素是“湿而热”性质的组合;气的“自然位置”位于火和水之间;宇宙充满,不存在真空,位于“自然位置”的气或水不再有运动趋向,因此没有“重量”。在波义耳而言,不存在虚空,

物质就无法凝聚或分散,也无法被压缩或稀薄化;若否认“真空存在”,空气弹性便难以理解。逍遥学派的理论无法解释“托里拆利实验”中一定高度的汞柱,以及汞柱之上的空间。空气泵实验尚不能就“真空是否存在”给出最后的判决,但作为一种理论预设,“真空存在”通过支持“空气弹性”假说,以及后者对气体压力和重量等现象的成功解释,使微粒论取得了相较逍遥学派和其他“充满论”的优势。这促使波义耳对“真空存在”做出正面表述,说空气泵抽气后接收器中没有气压,因此“应当称为真空,尽管我们不能将它与空气做出完美的区别”。

其次,“真空存在”和“空气弹性”假说是空气泵实验先行假说和解释现象的基础预设。如“新实验”E29-30用烟雾加热上升验证空气加热后被稀薄化,就是由空气经加热扩张的理论引导而设计的,离开这些理论预设,该实验将无法被理解,也无从批驳逍遥学派的空气“轻性”学说。再如“续新实验二”主题11中的21个实验

再次,实验对空气压力和重量的机械解释与“真空存在”假说相互支持。空气压力和大气重量是“空气弹性”的直接效应。而“新实验”和“续新实验”中大量研究空气和真空对燃烧、声音、磁性、呼吸等影响的实验,与讨论“空气压力和重量”主旨并不直接相关。作为实验研究的总体计划,波义耳花费大量努力研究冷热、颜色、声音、磁性等现象并寻求机械解释,但是,在“新实验”中,这些实验的主要目的是将抽空之前与抽空之后的接收器中这些现象相对照,寻找可观察的差别以支持“真空存在”预设。反之,很难解释针对这些纷繁现象的空气泵实验到底确立了那些“事实”。

最后,“真空存在”是波义耳微粒论的基本理论预设,“真空不存在”则是逍遥学派目的论自然哲学。微粒论认为,物质和运动是自然最基本的要素;运动将物质分散为最初级的微粒,若无虚空,微粒将不能互相分别;分散的微粒逐级凝结成物体,微粒的大小、性质、运动和排列是物体多种性质的“机械原因”。^[13]在空气泵实验中,波义耳常用“孔洞”(pore)等对现象做出机械解释,如“新实验”E21-22,水在抽气后会产生气泡,波义耳解释说这些空气原先隐藏在水的“孔洞”中。^[14]而微粒之间的“孔洞”则是微粒学说解释物体各种特殊性质的机械原因之

一。

空气泵实验既研究空气的弹性及其效应,也研究空气或真空中的燃烧、声音等现象,实验哲学既探索新现象,也阐明解释现象的理论的意义;不仅要确立获取新的经验事实,也需理解实验形而上学预设寻求经验支持。空气泵实验的系统设计、总体目的和实验进展显示出形而上学预设、理论假说和经验在实验研究中的互动。这种互动将空气泵实验与波义耳在化学等其他方面的实验以及微粒论机械哲学的建立联系起来,契合波义耳主张的“实验的自然哲学”。考察形而上学理论与经验,在实验中的相互联系和相互作用是理解十七世纪自然哲学的基本起点。

参考文献

- [1] 史蒂文·夏平, 西蒙·谢弗. 利维坦与空气泵 [M]. 上海出版集团, 2008:13.
- [2] 大卫·布鲁尔. 知识和社会意象 [M]. 北京: 东方出版社, 2001: 中文版作者前言, 1.
- [3] 史蒂文·夏平, 西蒙·谢弗. 利维坦与空气泵 [M]. 上海出版集团, 2008:12.
- [4] David Bloor. Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge[M]. London: Macmillan,1983.
- [5] 史蒂文·夏平, 西蒙·谢弗, 利维坦与空气泵 [M], 上海出版集团, 2008: 47.
- [6] 史蒂文·夏平. 科学革命 [M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2004:41.
- [7] 卡桑德拉·平林克. 强纲领的“霍布斯-波义耳”之争的案例分析错在哪里? //诺里塔·克瑞杰. 沙滩上的房子[G]. 南京: 南京大学出版社, 2003:364-365.
- [8] Michael Hunter. Robert Boyle: Scrupulosity and Science[M]. Woodbridge: Boydell Press,2000:9.
- [9] Rose-Mary Sargent. The Diffident Naturalist[M], London: The University Of Chicago Press, 1995:11,14.
- [10] Mary-Boas Hall. Robert Boyle on Natural Philosophy [M], Bloomington: Indiana University Press, 1966:57.
- [11] Robert Boyle. The Works. Thomas Birch. London,1772 [J]. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965(1):6.
- [12] Marie Boas. Robert Boyle and Seventeenth Century Chemistry [M], Cambridge, 1958:34.
- [13] Robert Boyle. The Works [G]. Thomas Birch edited. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965 (3):15-16.
- [14] Robert Boyle. The Works [G]. Thomas Birch edited. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965 (1):50.

Air-Pump Experiments: Theoretical Hypothesis and Experimental System

CHEN Shi dan, YUAN Jiang yang

(Institute for the History of Science, CAS, Beijing, 100190)

Abstract: Steven Shapin focused on controversy between experimental approach of Robert Boyle over rational analysis of Thomas Hobbs, picked out two from Boyle's "air-pump experiments" to do carefully examination, and argued that Boyle's air-pump experiments followed the "the way of life in laboratory" and provided only some examples of how to establish scientific facts by "collectively sensory witness". A detailed examination the whole system of Boyle's "air-pump experiments" is needed to grasp the important significance of these experiments to the development of the experimental philosophy advocated by Boyle and other members of the Royal Society. This paper will argue that "Air-pump experiments", as a whole system with inner coherence, entailed to Boyle's believe in vacuum and corpuscular philosophy, and all of them were designed, carried out and explained on the framework of Boyle's experimental philosophy, and that the process of "air-pump experiments" proved to be one of mutual interactions between experimental probe and theoretical thinking.

Key words: Boyle's Air-Pump experiments; Experimental Philosophy; Vacuum and corpuscular philosophy

(本文责任编辑:费多益)