

培根与“热”形式

——早期近代自然哲学中知识与操作的统一

Francis Bacon and the Form of Heat:

The Union of Knowledge and Operation in Early Modern Natural Philosophy

吴亚女 / WU Yanv

（中共中央党校（国家行政学院）文史教研部，北京，100089）

(Department of Culture, Literature, and History, Party School of the CPC Central Committee, Beijing, 100089)

摘要：在早期近代自然哲学转向的背景下，培根是第一个系统探究“热”的哲学家。通过对热的分类及其与实体关系的重新界定，培根打破了以亚里士多德质形论为基础的自然科学体系。热被界定为自然物的简单性质之一，它呈现为可感微粒的准机械结构，但就其定义而言是物质欲求斗争和复杂运动所维系的一种动态平衡。尽管培根的自然哲学与现代科学的自然图景不同，但是他主张将自然之原理作为法则来遵循，并以结果来检验知识真伪，这种将知识与操作结合起来的科学构想有力地促进了近代科学的发展。

关键词：热 运动 物质 操作

Abstract: Against the backdrop of the early modern transformation of natural philosophy, Francis Bacon was the first philosopher to undertake a systematic inquiry into the nature of heat. By redefining the classification of heat and its relation to substance, Bacon broke away from the Aristotelian hylomorphic framework that had long underpinned the natural sciences. Heat was defined as one of the simple natures of natural bodies, manifesting as a quasi-mechanical structure of sensible particles; yet by definition it is a dynamic equilibrium sustained by the conflict of material appetites and complex motions. Although Bacon's natural philosophy differs from the modern scientific picture of the world, his insistence that the principles of nature should be treated as laws, and that truth of knowledge should be tested by its results, advance conception of science that united knowledge and operation, thereby powerfully contributing to the development of modern science.

Key Words: Heat; Motion; Matter; Operation

中图分类号：B561.21; N031 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.07.002 CSTR: 32281.14.jdn.2026.07.002

引言

长期以来，培根被视为是文艺复兴向早期近代哲学过渡时期的标志性哲学家。培根的科学方法主张在17-20世纪的科学史中得到了广

泛讨论，被誉为“实验哲学之父”，重视经验与理性结合的归纳法也不同于演绎传统；^[1]、^[2]相比较起来，他的自然哲学则并未受到太多关注，一度被波义耳归入机械论传统，不过近些年来讨论澄清了其自然哲学的前机械论特征。^[3]、^[4]这两条线索导向一个问题：从方法论和自然

基金项目：2024年度中央党校（国家行政学院）校（院）级科研项目“东学西渐：16-18世纪中华文明在欧洲的传播力影响力研究”（项目编号：2024QN046）。

收稿日期：2025年7月1日

作者简介：吴亚女（1991-）女，福建泉州人，中共中央党校（国家行政学院）文史教研部讲师，研究方向为古希腊哲学、近代哲学。Email: wuyanv521@sina.cn

哲学两个层面评价培根会得出完全不同的结论，他的科学方法具有创新性并深刻影响了现代科学，但自然哲学仍未从文艺复兴基本图景中分离出来，这样一种不平衡性似乎就是培根作为过渡性哲学家的基本特征。

培根关于“热”的讨论是其哲学不平衡特征的例证，他是近代以来第一位系统地将“热”作为自然哲学重要问题来探究的哲学家，在《新工具》一书中，将“热”作为范例来说明如何运用其科学方法解释自然。据此，当代热力学的教材往往会简要提及培根，但主要肯定他的科学探究方法对自然科学进展做出的贡献，而未涉及关于“热”的实质讨论。^[5] 本文试图从“热”问题切入，对上面提出的问题予以更加细致的考察，说明培根哲学的自然哲学部分同样构成了文艺复兴到近代哲学的过渡形态：一方面，培根取消内在热与外在热的区别，将“热”从实体性质转变为物质运动，这两点都与亚里士多德主义传统相悖，从而开启了对“热”的新自然哲学探究；另一方面，尽管培根的物质理论仍属于活力论传统，与17世纪的机械论主张保持着相当距离，但其自然哲学包含有准机械论成分。更重要的是，他主张自然哲学包含知识与操作两部分，要求人们将自然之原理作为法则来遵循，并以结果来检验知识真伪，这种操作性科学的构想有力地促进了近代工程科学的发展。

一、太阳热、动物热和火的热不一样吗？

在《文艺复兴哲学百科全书》一书的“热”词条中，布伊斯（Filip A. Buyse）概要总结了培根等人对“热”的基本理解。他指出，热之间具有本质差别以及热是某种与实体相关的存在，是旧自然哲学在“热”上的两个基本主张，也是文艺复兴晚期哲学家重新思考该问题的理论起点。“在文艺复兴后期，这两种观点都发生了根本性的变化——并通过物理和机械

类比的应用——发展成为今天统一的热的机械理论（mechanistic theory of heat）的基础”。^[6] 培根便是文艺复兴晚期哲学家当中非常重要的一位，在两个基本观点上，他都持有相当不同的主张。

首先来看第一个传统观点。亚里士多德在《论动物的生成》II.3中区分了三种不同的热：太阳热、动物热和火的热。动物热和太阳热都是生成性的：动物热作为生物自身所具有的热，是生命活动的象征，动物的营养灵魂要通过热与冷对营养进行调制，推动自身的生长发育，同一灵魂也必须借助于冷与热对雌性提供的经血进行调制，以使之成为新的动物。（[7] 740b25-741a1）太阳本身并不是热的，它的快速运动能够使其下方的气变成热的，气周围的火被天的运动所驱散，被迫向月下世界移动，产生了太阳热。（[7]，341a12-31）太阳的周期性运动导致了热与冷的周期性变化，月下世界气候的变化又影响动植物的生命活动等。火是具有热和干两种性质的元素，火的热并不能带来生成，因为火倾向于不断燃烧，突破边界和限制持续向上运动，生命活动所需的冷热比例和界限属于灵魂。（[7]，36b30-737a8）在亚里士多德关于物质世界的解释中，“热”是重要概念之一。尽管关于生物的讨论被放置在一定的宇宙论背景下，但热与生命体的关联得到更多关注。^{[8]，[9]} 相比之下，火的热的位次更低了。

培根熟悉这一传统划分，在《新工具》中提及三者区别：它们被认为在本质和类上是异质的，“天体的热和动物的热生成和营养，而火的热毁灭和破坏”^①。（[10]，p.190）培根质疑这一经典区分的合理性，提醒我们思考两种情况：第一种是葡萄的成熟。如果将葡萄藤引入到生着火的暖房内，葡萄的成熟时间将比在户外生长提前一个月，这表明火热并不总是带来毁灭和破坏，而可以促进营养，甚至发挥了比太阳热更强的作用；另一种情况是冻僵蝴蝶的

^①文中涉及培根著作引文主要采用中译本，并参照《培根著作集》（Spedding, J. (Eds.) The Works of Francis Bacon [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1858）中的拉丁文本和英文文本作相应修改。

苏生,火炉提供的温暖使蝴蝶苏生,这表明火的热亦可以效仿动物热来保证生命活动。([10], pp.190-192)即便亚里士多德区分生成性与毁灭性的热,但他不认为火的热总带来毁灭,而承认火可以作为辅助性的因素促成生成。([7], 416a15-18)这恰恰成为了培根反驳的起点。

这两种情况向理性提出质疑:如果火能够造成与太阳、动物生命活动相同的结果,那么出于何种理由认为火的热与另外两种热是异质性的?培根在太阳热和火的热之间找到四个差别,如果根据这些差别调节火的热,那么它能接近、等同,甚至超越太阳热的作用,火的热相较于动物热亦如此。传统观点所谓的异质性的热被混合或联合在一起,从属于更高的某种共同性质,即自然。([10], p.189)恰恰是在“联合事例”等具有优先权的事例中,人类的理性被这些特殊有力的经验打动,促进对“热”本质的探讨和理解:根据相同结果,三种热可以被归结为一种热。

其次来看第二个传统观点。“热”的使用十分复杂,除了三种区分外,还在就自身而言和就偶性而言,潜能和现实、引起强烈感觉、产生火焰和燃烧等多种意义上被使用。([7], 648a37-649b9)不过,“只有那些在潜能和现实意义上都是湿的或热的或冷的物质才具有‘湿’‘热’‘冷’这些词的最正确、最绝对的意义”,也就是说,“热”在严格意义上与元素相关。([7], 649b10-b20)元素具有热、冷、干、湿四类基本性质,热与冷是主动性的,干与湿是被动性的,两两结合构成了水、火、土、气四元素。([7], 330a30-330b21)元素作为单纯物也具有一定实体地位,热是实体的性质。

亚里士多德研究的“自然”是形式、质料和质形复合物,形式是自然实体的本质,它解释了一定的质料为何能构成某一自然实体。亚里士多德关于自然的质形论解释在漫步学派到经院哲学的发展中虽有变化,例如在经院哲学中会更强调与质料相关的一面,但保持了其基本模式。([11], pp.83-96)与新自然科学兴起相关的一大批哲学家普遍放弃“实体性形式”,转而以“质料/物质”来解释自然物。物质的基

本性质开始凸显出来,尤其是热与冷两种性质,它们是力的两种主动原则,特莱齐奥(Bernardino Telesio)便是代表性人物,培根在《论本原和起源》勾勒并批评前者观点。([12], pp.59-83)培根则以“物质”为单一本原和原因来解释自然现象,并尝试发展出与“物质”关系更为紧密的简单性质之“形式”概念。

培根在探究形式方面更接近柏拉图,主张研究构成可感事物形式的有限构成元素,就好像是研究语词的音节一样。可感物体的复合形式由诸简单性质的形式构成。培根对自然物的探究不针对可感实体的形式,而针对构成可感物体的诸简单性质的形式,这意味着太阳的热、动物的热和火的热并无区别,因为“热”是可感物体的简单性质之一,培根在《新工具》开启的形式探究便以“热”为例。此外,培根还认为可感物体的本质由物质来体现,构成它们的简单性质之形式同样经由物质来体现。([10], p.27)对形式的界定必须关联着物质才是可能的,培根在定义“热”的形式时,便将它与物质、微粒和运动关联起来。

对“热”的探讨占据了《新工具》大量篇幅,培根对旧科学的两个基本观点都表示了对:并不存在太阳热、动物热和火的热的实质区别,它们属于更高的属——作为简单性质的“热”;“热”作为事物的基本性质,并不是与实体相关的存在,而是与物质、微粒和运动相关的构成事物本质的简单性质之一。从新旧科学的转变角度来看,培根在该问题上的首要贡献在于他对旧科学的自觉反对,并试图提出某种新自然科学。这也解释了为什么布伊斯在概要地总结培根的热定义后,会将它与后来的机械哲学联系起来,培根可以说是新科学发展进程中开端的哲学家。

二、“热”的机械论与非机械论解释

在《新工具》II.20位置,培根进一步将“热”界定为“运动”,并将这种运动与微粒连起来。培根对“热”形式的描述往往被简化为“热是微粒的运动”,进而与机械论联系起来。例如,

波义耳便将培根列入机械论或微粒哲学的名单，主张存在着普遍物质；物质被划分为各种形状和大小的微粒，微粒的不同运动方式造成了物质划分，从而产生不同物体；物体的性质由微粒的形状、大小和运动引起，是物体的某种结构。^[13]在培根研究领域，也有人认为培根提出的定义是热的分子动力学的先声。^[14]

诚然，在培根对“热”等简单性质的探讨中，某些文本强烈地暗示了对自然进行机械论解读。“机械的”一词也在《新工具》中被多次使用，根据吉廖尼（Guido Giglioli）的区分，用法之一是描述机器和有机体依据其部分的特定配置而发生变化的过程。（[4]，p.29）例如，在探讨“颜色”这一性质时，培根总结说，“颜色与物体的内在自然并无太多共同之处，而仅仅取决于较厚微粒的粗略、准机械的配置（*in positura partium crassiori et quasi mechanica*）”。（[10]，p.161）颜色取决于微粒的排序、配置、结构，这种微粒结构是准机械的。性质的产生与消失是微粒结构的变化，从而物体具有性质的变化过程被视为是“机械的”。培根将自然现象归因于物质和运动，也使用了“机械的”“微粒”等概念。

但正如研究者指出的，培根没有将自然现象还原为物体的机械结构，他的物质理论并不是机械论，而是对文艺复兴时期特莱齐奥-费奇诺精气理论与帕拉塞尔苏斯宇宙论的综合，包含有准机械论的部分内容。^[3]从而，尽管培根将热与微粒、运动联系起来，但并不构成热力学的早期理论探究环节。卡根（Robert H. Kargon）指出，“在培根理论中，热并非如动力学（*kinetic theory*）那般是运动的度量，而是根据性质的不同，运动既可表现为热也可表现为冷。因此，培根关于热与冷的理论虽带有部分机械论色彩，却远非某些评论者所暗示的那般具有现代性。”^[15]卡根的中肯评价指示了一个正确的方向，即辨析培根物质理论中的机械论和非机械论部分。

从培根的知识划分来说，最接近于机械论的是物理学。物理学研究自然的动力因和质料因，也就是关注物质的潜在进程和潜在结构。（[10]，p.106）例如，对黄金的研究便是探寻黄金生成的连续且没有间断的过程，与此同时也要研究黄金的潜在结构，该结构与构成物体的微粒相关。在解释潜在结构时，培根提到的“微粒”是一种较为粗略的部分，是物质的形态之一。物质以气态的和可感的两种形态存在，二者在大小方面存在差别，此外，气态物质是不可见的、有形的、活跃的，而可感物质是稠密的、重的、惰性的。（[3]，pp.110-113）惰性的可感微粒呈现出的特定物质结构解释了自然物具有的性质，性质的变化是结构的转变。不过，这一通过更粗糙微粒呈现出来的结构是“准机械的”，自然性质依赖一个更加源始的解释：精气活动。气态物质又被叫作精气，精气被束缚在可感物质中，它施加于可感物质的行动与活动产生了地上世界的种种可观察的自然进程，包括黄金的形成、动植物的生成变化、动物的营养与感觉活动等^①。基于这一划分，物质的潜在进程与潜在结构的内涵就是清楚的：被束缚在可感物质中的精气作为动力因，它的活动和行动造成了物质的连续进程，而较大微粒在精气作用下出现特定的排序、配置和结构。

对培根来说，机械化的解释只涉及到物理学研究的一个方面——潜在结构，而与精气相关的潜在进程亦是不可或缺的环节；而“准机械的”的界定则表明，自然现象不能诉诸于惰性的、被动的物质来解释，而应经由主动的、具有活力的物质来解释。（[4]，pp.29-38）（[12]，pp.110-125）这尤其体现在培根对传统自然哲学的批评上，他认为后者只是标明运动的量度和周期，而没有揭示出运动的类别。运动类别解释了运动的来源和如何，它们是“物体的欲求（*corporum appetitu*），或者其微粒的进程”。（[10]，p.41）什么是“物体的欲求”呢？

^①培根替换使用精气（*spiritus*）、物体（*corpus*）、微粒（*particula*，与更大微粒相对），这几个术语是对物质两种形态之一的不同侧面描绘。

培根列举了几种欲求:相互接触的欲求保证自然存在统一性,拒斥真空的形成;自我保存的欲求使得物体在被挤压或者拉伸超出限度时,会努力恢复到原有的物体范围和延展;与同类物质聚合的欲求使得稠密物趋向地心,稀薄物趋向天穹。([10], pp.41-42) 欲求表现出物体的某种倾向,并造成相应的运动,反过来说物体的运动亦是其欲求的倾向。物体具有有限欲求,形成若干种简单运动。([16], p.190)

至此,可以看到培根解释自然现象的整体思路。他将自然物理解为由基本性质构成的复合物,基本性质可从可感微粒的排序、配置和结构层面来理解,这些准机械结构是更深层次的物体欲求、活动和运动的表达。澄清了这一基本思路后,让我们返回到培根对“热”的考察。在总结三个基本表并进行排除后,培根给出了一个基本描述——“热是一种运动”。这是未确定的描述,因为构成自然物的种种简单性质就其本质而言都是物体运动。要确定热的形式是什么,即给出热的完整描述,得通过种差的限定来确定是何种运动。“热是运动”的四个种差依次是:

(1) 热是一种膨胀运动,物体借此试图扩张自身,占据比先前更大的空间或范围;

(2) 热是一种膨胀运动,或者说是一种在物体随之上升条件下向周边扩张的运动;

(3) 热是一种非均匀的膨胀运动,它并非作用于整体,而是通过其中微小微粒发生扩张,这种运动不断受阻、排斥并反弹,从而形成往复振荡,微粒持续躁动、奋斗与挣扎;

(4) 这种刺激与穿透的运动必定极为迅捷而非迟缓,且发生于微粒层面——尽管这些微粒极其微小,却并非最微小的微粒,而是那些稍大些的微粒。([10], pp.152-157)

其中,每两个种差属于同一组,要如何理解它们并不容易。鲁苏(Doina-Cristina Rusu)正确地指出,热定义的四个种差与培根列举的简单运动相关:(1)属于物体倾向于扩大体积的“物质运动”(motus hyles),(2)属于与“向周边扩张”相关的“自发旋转运动”(motus rotationis spontaneus)。然而,她未能正确理

解后两个种差。她将(3)归为“振荡运动”(motus trepidationis),但(4)未能被归为任何一种简单运动,起到度量运动的作用。([16], pp.194-196)实际上,后两个种差共同属于通过微粒起作用,说明的是精气与可感物质的关系:(4)属于“王权运动”(motus regius),指出了物体中最小微粒对较大微粒的支配和统治关系,精气往往因为其迅捷的运动而占据主导地位;([10], p.266)而(3)则解释了较大微粒的抵抗倾向使得它们处于往复振荡的状态。([10], pp.267-268)

对“热”的完整定义包含这四个基本差别,它们是物体欲求导致的四种简单运动。在逻辑层面,以属加种差的方式对“热”的形式进行定义是一个从未确定到确定的过程;在实在层面,仍需要解释“热”作为这样一种运动是如何确定下来的。在《新工具》II.48中,培根列举了物质具有的19种简单运动,它们是物体的欲求和活动表现。物体的欲求、倾向、力量与活动不能被产生和消除,只能在相互斗争中支配或屈从,以达到暂时的稳定状态。([10], pp.269-271)所以,欲求的相互斗争也就是简单运动的组合、分解以及纠缠,结果是产生复合运动。([10], p.249)所以,“热”作为如此这般的运动是一种复合运动,是物体欲求斗争以及简单运动复杂关系的结果;它也是最小微粒作用于较大微粒的潜在进程的结果,在可感微粒层面表现为暂时的动态张力结构。

综上,“热”并非物质微粒运动的度量,而是物体的性质,它是物体的欲求斗争以及简单运动复杂关系的暂时状态。培根给出了一种唯物主义的物质理论,精气是某种不可见的、物质性实在,其主动性表明了物质是活动的、有差别的、有规定的。([12], pp.41-50)不过,培根也接纳了物质是惰性的、消极的维度,物体性质仍然能以微粒运动及其结构的方式被描述。可以说,欲求与微粒构成了培根物质理论的两个层面,后者是前者的准机械化表达。

三、知识的操作化

通过前两节的分析，“热”作为培根研究自然哲学的一个典型问题，体现了培根自然哲学的前机械论特征。然而，我们仍然可以认为培根属于近代自然科学进程中的一个关键人物，这不仅是因为他的物质理论具有半机械论部分，更是因为他提出了一种新的自然哲学主张——知识的操作化，从而促进了新科学的发展。

知识的操作化，一开始指的是知识应当服务于实用，它能够带来相应的结果。因此，培根在给出“热”的初步定义后，很快便转向如何具体地产生“热”。然而，本部分关注的并非知识有助于操作以及如何操作，而是知识内在具有操作维度，自然哲学从沉思性科学转变为操作性科学。在《论学术的进展》中，培根区分了自然哲学的双重阶梯：一者是向上的阶梯，即从实验出发找到原因；另一者向下的阶梯，即根据原因设计新的实验。^[17]对原因的研究包括形而上学和物理学，而相应于这两门思辨知识的是魔法和机械学。自然哲学不仅包括对于原因的研究，而且包含指向结果的部分——操作，理想的认识者被理解为是能制造、行动、并生产出相应结果的人，可以说培根突破了传统的知识与技术的二分，确立起了研究自然的制造者知识（maker's knowledge）传统。（[11]，p.135、148）

从术语来看，培根所设想的对物质的操作可以被叫作“自然魔法”；（[10]，p.288）（[19]，p.82）也可以被叫作“机械技艺”，它是与自由技艺相对的行动领域；（[10]，p.183）或者是与自然相对的“技艺”，在正确情况下这几个概念可以替代使用。亚里士多德的技艺-自然二分以及对技艺的贬低，构成了古典晚期到中世纪的主流观点，一直到中世纪晚期和文艺复兴时期，机械技艺才开始被整合进自然哲学内部。^[18]培根同样反对传统的技艺与自然区分：

……因而在科学的活动和操作部分有这样的观点：太阳的热和火的热完全不同；担忧人们会以为，通过操作火便能提取和形成类似于自然界中存在的事物。由此又有这样的观点：单纯的组合是人的工作，而融合只能是自然的工作，以防人们期望技艺能够生成或

转化自然物。（[10]，p.53）

“组合”和“融合”在传统中被用来区分技艺活动和自然活动，但培根对二者的使用并非如此。根据上一节，“组合”被用来解释物体性质的形式，即物质多种运动达成的平衡状态造成了特定性质的产生或转化。在这里，培根将“融合”归于自然的工作，而“组合”被归于人的活动，但二者造成的结果并非自然物和人工物的不同，“组合”同样能够造成自然的“融合”，这表明人类知识的操作与自然的操作方式相同，即人以自然的方式行动。这样一来，真正的技艺并非要产生某种人工物，而是通过引导自然来复现自然的过程与结果。技艺活动不仅能够模仿自然进行制造，而且可以激发自然揭示其秘密，只要结果能以确定的方式被制作出来，随着技艺的进步，人们甚至可以制造出某些全新的自然物。^[19]

技艺活动需要法则的指导，培根的操作性科学的核心是形而上学。一旦形而上学确定了简单性质之形式，鉴于形式与性质之间的必然关系，那么我们就能够以形式为法则进行操作，在自然物上增添或者取消相应自然，基于形式的魔法操作才能是明确的、自由的、利于行动的。培根认为形而上学与魔法的统一构成了真正的知识：

我们关于知识的真正和完美原理的声明和准则是：找到另一种与给定性质可转化的性质，而这种自然又是更为可知的自然的限制，（后者）就像真正的属。现在我们可以看到，上述两条指示——一是属于行动方面的，一是属于思辨方面的——乃是同一回事：凡在操作方面是最有用的，在知识方面就是最真的。（[10]，p.109）

培根提出研究自然的“两条指示”，它们分属行动和思辨，其中涉及的“自然”并不相同。魔法要确定的是自然到自然的转化，即物体从某一性质转化为给定的性质，例如冷变成热；而形而上学要确定的是自然对自然的限制，后一自然是真正的属。以热为例，“更加可知的自然”指的是物体的运动，它被限定的过程就是经由复杂的组合、分离和纠缠以获得处于

暂时平衡的复合运动状态,从而事物表现出相应的性质。所以,“形式”在知识层面是活动着的物质的具体规定,在行动层面则是在形式指引下进行的操作,使得某一性质转变为另一性质的转变。在派生的意义上,可以用“关系”来描述培根的形式概念。^[20]这两条指示分属于不同领域,但它们是同一回事,即形而上学与魔法作为知识的两个分支是相统一的。

因此,尽管知识与权力、理论与实践的统一性是文艺复兴时期哲学和科学家们的普遍共识,然而培根的操作性科学构想仍具有特殊性:知行一体主张要求人们将自然之原理作为法则来遵循,法则与结果之间具有普遍必然的关联;要探寻自然原因得到的知识是否为真,取决于它能否导向相应的结果,实验作为理论的检验标准使得自然哲学开始转向实证式自然科学;^[21]知识被归结为一系列关于“如何做”的知识命题,将科学与技术融于一体的操作性科学构想在18-19世纪催生了应用力学、流体力学和热力学等领域的新型互动关系,这些领域后来被统称为工程科学。([2], pp.55-71) ([11], p.143)

形而上学和魔法是培根自然哲学的核心,它们与更为可知的自然,即物体欲求和运动相关,不过考察物质微粒的物理学与机械学同样不可或缺。就“热”的原因而言,形而上学将热的“形式”确定为物体的欲求斗争和复杂运动形成的动态平衡,但是第三、第四个种差的内容是精气与可感物质之间的相互作用以及微粒的准机械结构,也就是物理学研究的质料和动力因,物体的欲求斗争和复杂运动也是可感微粒的配置与结构。而就“热”的产生而言,根据定义,在任何自然物体当中,只要能够引发一种膨胀运动,限制这种运动使之不至于无限扩张,并且导致物体发生反向运动而不能均匀地扩张,而是可感微粒发生抵抗运动,造成微粒的往返振荡,那么在性质层面就会出现物体的热。([10], p.158) 在操作层面上,魔法与机械学同样是统一的,魔法是根据法则产生相应结果的操作,控制物质欲求和运动的过程也是造成物质精微结构确定和转变的机械操作。([10], pp.288-289)

至此,我们可以看到培根对操作性科学的阐明,除了强调知识的实用维度外,它更主要地呈现为一种将知识与操作结合起来的科学形态,要求人们将自然之原理作为法则来遵循,反过来以结果来检验知识是否为真,实验成为了确定知识的主要方法,通过不断归纳得出的知识是指导操作的法则,但法则的真实性需要经受实验而来的结果考量;另一方面,操作性科学作为对自然的研究,又具有形而上学与物理学两个维度,培根以传统的四因来区分这两种研究,但它们是对物质这一自然本原的双重理解,物质的欲求、活动、力量以及运动可以呈现为物质微粒的机械过程与结构。正是因为培根的操作性科学构想内嵌了自然哲学与科学方法两个维度,他才能够后来在波义耳那里被列入微粒论学说名单;与此同时,随着最为关键的物质理论被排除出去,而理论与实践相结合、归纳与实验相统一的方法等不断得到强化,并与后来的机械论和微粒哲学假说相结合,培根作为现代科学发展进程中新科学构想和方法论的先驱地位最终得到了强化。([2], p.33) ([4], p.168)

结 语

至此,本文对培根的“热”探究进行了阐明。公允地说,培根的自然哲学仍从属于文艺复兴时期总体世界图景,因此他的自然哲学研究具有极大局限性,并未对现代科学提供理论贡献。尽管其操作性科学构想也从未得到具体实践,但他提供了一个不同于机械论惰性物质的理解,而其中准机械论部分的内容可以被后来研究微粒运动和结构的研究者所挪用;形式作为法则以及结果对知识真伪的评判,无不强调了心智的平等,促进了有组织的实验协作,培根所构想的“所罗门之宫”成为世界上最早的科学组织之一的英国皇家学会的雏形;更重要的是,培根扭转了技艺与自然的关系,人类工作要“服从然后支配自然”,科学开始与强烈的支配和改变自然过程的企图联系起来,并且在法则指导下进行操作,人工的东西也是自

然的东西，自然的范围被大大地拓展了。正是在培根所提倡的知识观、技艺观和方法论的激励下，新科学得到了长足的发展。

[参考文献]

- [1] 爱德华·戴克斯特霍伊斯. 世界图景的机械化[M]. 张卜天译, 长沙: 湖南科学技术出版社, 2010, 438-442.
- [2] Channel, D. *The Rise of Engineering Science: How Technology Became Scientific*[M]. Switzerland: Springer, 2019, 23-25.
- [3] Rees, G. 'Matter Theory: A Unifying Factor in Bacon's Natural Philosophy?'[J]. *Ambix*, 1977, 24(2): 110-125.
- [4] Giglioni, G. 'How Bacon Became Baconian'[A], Garber, D. (Ed.) *The Mechanization of Natural Philosophy*[C], Dordrecht: Springer, 2012, 27-54.
- [5] 因戈·穆勒. 热力学史——能量与熵的学说[M]. 吕广宏、程龙译, 北京: 科学出版社, 2025, 7.
- [6] Buyse, F. A. A. 'Heat in Renaissance Science'[A], Sgarbi, M. (Ed.) *Encyclopedia of Renaissance Philosophy*[C], Cambridge: Springer International Publishing, 2022, 1-6.
- [7] 亚里士多德. 亚里士多德全集(十卷本)[M]. 苗力田主编, 北京: 中国人民大学出版社, 1999.
- [8] Betegh, G. 'Fire, Heat and Motive Force in Early Greek Philosophy and Medicine'[A], Bartoš, H., King, G. C. (Eds.) *Heat, Pneuma, and Soul in Ancient Philosophy and Science*[C], Cambridge: Cambridge University Press, 2020, 35-60.
- [9] Freudenthal, G. *Aristotle's Theory of Material Substance: Heat and Pneuma, Form and Soul*[M]. Oxford: Clarendon Press, 1999.
- [10] 弗朗西斯·培根. 新工具[M]. 许宝骥译, 北京: 商务印书馆, 1984.
- [11] Pérez-Ramos, A. *Francis Bacon's Idea of Science and the Maker's Knowledge Tradition*[M]. New York: Oxford University Press, 1988, 83-96.
- [12] 弗朗西斯·培根. 迷宫的线团——培根自然哲学著作选[M]. 方云箭译, 北京: 华夏出版社, 2025.
- [13] Garber, D. 'Remarks on the Pre-history of the Mechanical Philosophy'[A], Garber, D. (Ed.) *The Mechanization of Natural Philosophy*[C], vol.300. Dordrecht: Springer, 2012, 3-26.
- [14] Urbach, P. *Francis Bacon's Philosophy of Science: An Account and a Reappraisal*[M]. Chicago: Open Court Publishing Company, 1987, 183.
- [15] Kargon, R. H., Marton, L. *Atomism in England from Harriot to Newton*[M]. Oxford: Oxford University Press, 1966, 52.
- [16] Rusu, D. C. 'From Natural History to Natural Magic: Francis Bacon's Sylva Sylvarum'[D]. Nijmegen: Radboud University Nijmegen, 2013, 194-196.
- [17] 弗朗西斯·培根. 学术的进展[M]. 刘运同译, 上海: 上海人民出版社, 2007, 85.
- [18] 胡小波. 亚里士多德主义与中世纪欧洲机械技艺思想的流变[J]. 自然辩证法研究, 2024, 40(4): 108-114.
- [19] Weeks, S. 'Francis Bacon and the Art-Nature Distinction'[J]. *Ambix*, 2007, 54(2): 117-145.
- [20] Weeks, S. 'Francis Bacon's Science of Magic'[D]. Leeds: University of Leeds, 2007, 221-222.
- [21] 肖显静. 弗朗西斯·培根科学实验思想的哲学基础探析——从“果”的实验到“光”的实验,再到“激发自然”的实验[J]. 科学技术哲学研究, 2022, 39(1): 20-27.

[责任编辑 王大明 柯遵科]