第八章　近代科学革命(二)

——从泛灵的经验到激扰的实验

在中世纪晚期，精细的观察越来越多，实用的倾向也越来越强，而且，《赫尔墨斯全集》(Corpus Hermeticum，1460年)的翻译，直接促进了占星术和炼金术的发展，也引发占星术以及炼金术意义上的实验的盛行。这种实验是自然的“附魅”意义上的实验，把自然看作是有精神和灵魂的，把人类与自然之间的关系看作是感应的。它以精确的观察和实际应用为导向，以揭示自然隐秘属性为目的，可以称为“附魅”自然的实验。弗朗西斯·培根对这种实验进行了反思批判，提出了“激扰”(vexing)自然的实验思想。这是又一次科学革命，称为“发现的-实验的”革命。“到了1600年左右，以实践为导向的精确观察逐渐浓缩为发现型实验[[1]](#footnote-1)，越来越多的方法被用来人为地制造出那些原本不会产生的自然现象。”[[2]](#footnote-2)

一、从泛灵的经验走向“附魅”的实验

不可否认，中世纪晚期理性神学以及自然哲学的勃兴，确实推动了科学的发展。不仅如此，“这一时期还有一个特征，即对观察的依赖不断增长，而且逐渐接近我们把实验理解成对理论的一种精心设计的——并可重复的——检验。观察性科学和方法较古老的经典著作受到文艺复兴时期学者们的公认和赞扬，他们视其为效法的榜样”[[3]](#footnote-3)。但是，“16世纪的科学家们并没有立即产生对运用实验的现代意义上的理解，但很显然，他们的著作比以前更加普遍地求助于观察证据。”[[4]](#footnote-4)“同样令人感兴趣的是约翰·狄，他把‘Archemastrie’列入他的各门数学科学之中，这门科学教导我们把通过所有数理学科(the Artes Mathematicall)得出的一切有价值的结论带给可感觉的实际经验……因为它依据‘经验’开始，并探求隐藏在经验中各种结论的原因，它被命名为‘科学的实验’，即‘实验的科学’。在这里，‘实验’一词也许最好是当成‘观察’来理解。狄的方法论中不包含现代受控实验的概念。”[[5]](#footnote-5)他们对实验的现代理解，是随着区分“经验”与“实验”，以及接受弗朗西斯·培根“实验”概念而完成的。

(一)从经验(experience)到实验(experimentum)

1. 从词源看“经验”与“实验”的区别

在古典时期、中世纪和近代早期，experientia和experimentum是拉丁语，含义几乎相同，都为“经验”。只是到了13世纪，experimentum词义发生了变化。这种变化与伊本·海塞姆的著作《光学》(Optics)的翻译有关。

伊本·海塞姆[在西方又被称为“海桑”(Alhazen)]使用一种严格的实验方法，驳斥了标准的视力外向放射理论，捍卫了内向放射理论，认为人之所以有视力，不是自眼睛放出光线所致，而是从物体放出的光线进入眼睛所致。他不仅首次提出了第一种反射定律的完整表述，还研究了折射现象。他设计了第一种真正的暗箱，在理解眼睛生理机能上取得了巨大进步。此外，他还奠定了人造透镜的知识基础。“中世纪光学非常依赖他的贡献，他无疑是吉尔伯特之前的实验科学家的最佳榜样。”[[6]](#footnote-6)

1230年，伊本·海塞姆的《光学》被翻译成拉丁语。“当时，伊本·海塞姆的《光学》等重要阿拉伯文本的译者已经选择拉丁语的‘experimentare’而非‘experiri’来翻译阿拉伯语的‘'tibar’，并且用它们来描述光学实验。作为一种结果，中世纪哲学家通常使用‘experimentum’来描述人为构造的经验。”[[7]](#footnote-7)自此，experimentum除了“经验”含义外，还承载了伊本·海塞姆相关“光学实验”之“实验”内涵。

当然，这种内涵并不能够在短期内被人们认识并加以推广，当时的人们更多地仍然是从“经验”的角度来理解experimentum。即使有很少的先驱从“实验”的角度理解它，但是其意义也是不明确或不显著的。如13世纪的罗吉尔·培根虽然区别了这两个词，但是他认为这两个词只有细微的差别：experientia表示单一的简单感知，既为人类所具有，也为动物所具有，只有在非常宽松的意义上才能用于科学认识；experimentum只为我们人类所独有，人类依靠此建立了基于经验的原理科学(experimentum principium)，如此，实验(经验)是我们发现科学原理的普遍来源。鉴此，罗吉尔·培根常常互换使用experientia和experimentum这两个词。

这就是说，中世纪晚期的大多数哲学家(自然哲学家)不再认为experientia和experimentum这两个词之间有什么区别。之后，随着帕拉塞尔苏斯传统实验的兴起以及炼金术实验的推进，experimentum的含义逐渐向实验(experiment)转变，由此扩大了experientia和experimentum这两个词之间的差异。

到了17世纪，拉丁语单词experientia和experimentum、英语单词experience和experiment在含义上逐渐有了差异。前者表示经验，后者表示实验。吉尔伯特在1600年的《论磁、磁体和地球作为一个巨大的磁体》(简称《论磁》)中，明确将experimentum表示实验。1660年，波义耳卓有成效地发明并推广了“实验哲学”(experimental philosophy)(现在称为“实验科学”)一词，并在他的开创性著作《新实验物理力学》中描述了这一新的方法。[[8]](#footnote-8)自此，experimental philosophy被广泛用于标志一种依靠实验的科学，再也没有人提experiential philosophy了。[[9]](#footnote-9)不仅如此，波义耳还在1662年称赞帕斯卡尔(Blaise Pascal，1623—1662)在多姆山所做的“大气压力”实验为experimentum crucis(关键性实验)，认为它证实了一种新物理学。1664年，亨利·鲍尔(Henry Power)在《实验哲学》一书中区分了显微镜所做的实验与用水银所做的实验，他把前者叫作observation，把后者称作experiment。

应该说，亨利·鲍尔的上述看法有一定道理。根据科学的“观察”定义——在不干涉认识对象的情况下对事物进行“看”的过程，显微镜之下的“看”，确实属于“观察”。按照《牛津英语词典》，以这一新含义第一次使用observation是在1547年，第一次使用observe是在1559年；1727年是作为动词的experiment被用来指experience的最后一年，1763年是作为名词的experience被用来指experiment的最后一年。[[10]](#footnote-10)

这就是这两个单词的演变情况，从中也反映出了“观察”和“实验”的演化情况。鉴于这种情况，在面对experientia和experimentum以及experience和experiment这两个成对概念时，一定要根据所处的历史时期加以分析和区别，切不可按照现代的理解加以翻译。如对于古典时期以及中世纪晚期、近代早期，experimentum更多地指的是经验，此时，“由于没有注意到这一含义变化，学者经常把拉丁文中的‘experimentum’一词翻译成‘experiment’，因此让人完全误解了其含义，而其含义通常指‘experience’”[[11]](#footnote-11)。

相对地，在13世纪之后，17世纪或18世纪之前，experimentum一词的含义虽然有从“经验”走向“实验”的趋势，但是，对于此“实验”(experimentum)，应该按照下述含义理解：“一部名为Experimentarius的著作讨论了占卜术的各种形式；Liber Experimentorum是对据说已经得到试验的药方的收集；奥弗涅的威廉(William of Auvergne，1180—1249)在其著作中称，印度是一个有着许多experimentalists的国度，因为魔法在那里很盛行。experientia通常是一种带有强大魔力的处方；罗吉尔·培根所谓的实验(experimental)天文学似乎只是一种占星学。experimentum与今天所说的科学实验之间的区别就如同mathematicus(占星学家)与真正的数学家之间的区别。”[[12]](#footnote-12)

这应该是介于古代经验与现代实验之间的一种“实验”形态。这种实验形态比较典型地体现在罗吉尔·培根和吉尔伯特等人的“实验”概念上，也体现于帕拉塞尔苏斯之实验传统之上。此时将experimentum译成实验也要注意，它与现代意义上的实验(experiment)也有区分，对于这区别也要标明。

2. 罗吉尔·培根：自然的经验与实验的经验二分

活跃于13世纪的罗吉尔·培根(约1220—1292)，常常被看作是中世纪倡导实验方法的先驱。他明确区分了“经验”(experientia)的两种含义：“一种是人的或哲学的经验，它基于感知觉，提供关于世俗对象的知识；另一种是内在的光明，因神的介入而产生，它既可以涉及物质，也可以涉及精神。”[[13]](#footnote-13)对于第一种经验，他认为这是认识事物的必要前提，可以由两种方式而来，一是从观察而得来，被称作“自然的经验”；二是从实验中获得，这种经验可以被称作“‘用技艺帮助自然’而获得的经验”。这后一种经验可以称为“实验的经验”。“自然的经验”观察是通过消极地接触自然获得的，因而是被动的；“实验的经验”是积极地参与自然，因而是主动的，能够主动地增加经验事实，扩大感性经验的范围，提供经验事实以检验和证实从理论推论出来的结论。由此，罗吉尔·培根认为，“实验的经验”比“自然的经验”具有更重要的意义。也就是说，实验比观察更重要。[[14]](#footnote-14)

对于实验，罗吉尔·培根认为它与自然魔法有着紧密的联系。这与近现代实验有根本的不同之处。虽然罗吉尔·培根事实上并没有提出近代意义上的“实验”概念，但是，他引入了一门特殊的“实验科学”(scientia experimentalis)。他认为，这门实验科学旨在检验所有其他科学分支的结果，在这些结果中，有些是通过纯粹思维的方法获得的，有些是通过不完整的经验获得的，以使心灵能够达到绝对的确定性。[[15]](#footnote-15)“他说，有一种科学，比其他科学都完善，要证明其他科学，就需要它，那便是实验科学。实验科学胜过各种依靠论证的科学，因为无论推理如何有力，这些科学都不可能提供确定性，除非有实验证明它们的结论。”[[16]](#footnote-16)

这种实验科学是什么呢？罗吉尔·培根为我们展现了这种“实验科学”的前景。“培根越想界定它，它的身份似乎就越不确定。不过，有一点是肯定的：它是与某种科学研究的实验方法完全不同的东西。它有时也被称为‘秘密实验的知识’(scientia secretorum experimentorum)或‘实验术’(art experimentalis)，因此似乎是一种高度隐秘的技艺或技巧，而不是一种停留在理性领域的活动。它拥有一种完美的经验(experientia perfecta)，其价值既高于纯粹思辨的推理，也高于有缺陷的日常经验。”[[17]](#footnote-17)如此，罗吉尔·培根的“实验科学”与自然魔法、炼金术以及占星术等自然神秘主义就有紧密的联系了。“培根对experientia的思考与他对占星学、炼金术和魔法的看法密切相关。他和他的同时代人都把这些看作真正的科学，尽管对基督徒来说，这三门科学并非以同样的程度被允许。他期待能够用实验科学来清除它们之中的大量欺骗和错误，将其引上正确的道路，获得所期待的结果——更准确的预言、更纯净的黄金、更灵验的魔法。”[[18]](#footnote-18)

导致罗吉尔·培根提出如此这般的“实验科学”的原因有很多。一个主要的原因是他所持有的自然观——“种相播殖”[[19]](#footnote-19)理论(theory of species multiplication)。他认为，任何事物能够以自我复制、繁殖的方式对其他事物产生同质性的作用，通过这种作用，被作用者获得同作用者类似的性质。这方面包括光源对周遭介质和事物产生作用，以及动物繁殖、感知觉活动、理智活动在内的所有事物的变化，等等。在这种情况下，他的“实验”不可能是近代意义上的“实验”，只可能是自然魔法意义上的“实验”，其“实验科学”虽然包含实践技艺，但具有浓厚的自然神秘主义的色彩。

这就是当时科学发展的状况。在罗吉尔·培根所处的时代，科学发展面临特殊的困难。罗吉尔·培根认为解决这一困难就要批判传统，推陈出新。他在其《大著作》(Opus Maius)的开篇阐述了妨碍形成理性认识的诸种障碍，包括：敬畏可疑的、不再值得尊敬的权威；固持根深蒂固的传统或习惯；看重流行的偏见；故弄玄虚以掩盖无知等等。[[20]](#footnote-20)在此基础上，他认为应该对相应的传统思想进行批判，移去这些障碍，但是，“他自己似乎仍然深陷其中，以致无法通过一些正面的科学成就来区别于那些缺乏反叛精神的同时代人。由此，我们必定会认识到，科学思想要想摆脱束缚还需要多么漫长的斗争”[[21]](#footnote-21)。

罗吉尔·培根之后的科学发展表明了这一点。或者应该说基于上述缘由，“尽管罗吉尔·培根和其他人可能谈到作为理解宇宙基础的观察的新作用，但人们更习惯于依靠老普林尼或者其他古代百科全书的作者所作的那些寓言式描述。甚至14世纪出现于牛津和巴黎的对古代运动物理学的精妙批评，更多的是基于演绎推理和逻辑规则，而不是任何新的观察证据的结果”[[22]](#footnote-22)。鉴此，走出抽象的思辨论证，进行深入的观察经验研究，仍然是14世纪及之后科学家(自然哲学家)所面对的主要任务。[[23]](#footnote-23)

除此之外，他的“实验”与近现代实验还有以下两方面的不同：第一，他的“实验”不是理想状态下的实验，即不是“理想化实验”。对此，有学者就说：“我们必须小心experientia一词，不要把我们今天所说的‘实验’(experiment)含义赋予这个词或通常与之同义的experimentum。今天所说的实验是指在有意选择的情况下尽可能隔离发生的自然现象。一般来说，experientia和experimentum的意思差不多就是指经验(或者以经验方式获得的东西)，无论在何地、以何种方式获得。”[[24]](#footnote-24)第二，他的实验并不必然要利用仪器设备来作用于自然。对于罗吉尔·培根的实验，“其间也许会用到仪器，但绝非必需。培根似乎认为，未经仪器帮助且未受特殊训练的感官对于人世间的目的来说已经完全足够”[[25]](#footnote-25)。如此，在罗吉尔·培根那里，科学仪器对于科学实验就不是必需的。

(二)赫尔墨斯传统下的实验[[26]](#footnote-26)

1. 占星术下的实验

“占星术”(astrology)一词源于希腊语，在古希腊语中的“占星术”(στρολογα)与“天文学”(στρονομα)基本是同义，皆指关于天体的科学。占星术起源于宇宙内部物理影响的一套信仰。其核心的内涵是天和地在物理上是相关联的，即根据行星和恒星事件来预测地上相关事件的发生，以及根据一个人被怀胎或出生时的天象来预言他的一生。至于占卜术，是通过一种仪式(活动)，来决定福祸以及相应的时辰之类的东西。

考察天上世界和地上世界的关联，没有人会怀疑天是地的光源和热源，也没有人会怀疑太阳沿黄道的运动与季节更替之间的关联，等等。鉴此，占星术产生了。在古希腊文化中，占星术观念得到各种哲学体系的支持。如柏拉图认为行星以及行星神创造了月下区的各种事物，由此天界与地界是紧密联系的。不仅如此，他还认为，宇宙具有统一性，整个宇宙和单个人之间的关系是大宇宙与小宇宙之间的关系。亚里士多德认为，地上物体的运动与天界有紧密关系，他还把季节的变化以及地界事物的生灭归因于太阳沿黄道的运动。斯多亚学派把宇宙看成是一种以统一性和连续性为特征的活性的、主动的、有机的宇宙。……林德伯格借用亚里士多德的话说：“几乎任何古代哲学家都认为否认这些关联的存在是愚不可及的。”[[27]](#footnote-27)在这种情况下，人们普遍认为只要理解了天界对地界的影响并且掌握了天界的运动和天象，就可以预言各种各样的自然现象以及人的命运。鉴此，占星术的产生有一定道理。

虽然后来某些时期也有一些反对占星术的活动，但是主要针对的是具体的占卜术的决定论断言和把神性赋予恒星和行星的做法，而非其理论基础。这点在伊斯兰世界以及中世纪欧洲都是如此。当12世纪新柏拉图主义在西方兴盛以及希腊和阿拉伯的占星术著作被重新翻译时，占星术兴盛起来。“在12世纪，亚里士多德本人著作的重新获得进一步促进了占星术的亚里士多德化。在13世纪，占星术信念得以确立，成为中世纪标准世界观的一部分。”[[28]](#footnote-28)之后，随着《赫尔墨斯全集》的翻译及其传播，在16世纪和17世纪，通过某种神秘的经验或者直接的实验对自然进行探索，就成为占星术(自然法术、巫术)的普遍追求。

不可否认，自然魔法与科学是不同的。波尔塔( Giambattista Della Porta，1535—1615)就说，自然魔法是关于异乎寻常之物的科学，它与亚里士多德的自然哲学不同——目标是解释自然的常规方面，而不是像自然魔法那样去解释非凡的和“超自然”的东西。不过，作为一种非亚里士多德式的自然哲学，文艺复兴时期盛行的自然魔法是一种不同于传统魔法的、主要为了实用目的的技术的魔法形态，它对实验的发展也有一些贡献：一是推动了整个文艺复兴时期自然哲学由沉思逐渐走向实践；二是为近代科学实验的诞生奠定了必要的实验工具和实验程序基础；三是一定程度上促成了关于理论或假说间接检验之观念的形成。

2. 炼金术的实验

炼金术起源于赫尔墨斯传统(17世纪学者认为其文本著作是在基督教早期形成的)，复兴于1460年，发展于帕拉塞尔苏斯学派。

炼金术的产生有其深刻的哲学基础和社会原因。炼金术的哲学基础来自亚里士多德的“四元素说”和柏拉图的“理念论”。在亚里士多德那里，水、火、土、气四元素不仅是可以互相转换的，而且转换后由不同比例的这四种元素所组成的物质还具有不同的性质。由此，炼金术的一个基本思想就是通过“炼”金属，改变其中各种不同元素的比例从而导致其性质发生改变，由一种金属变成另一种金属。在柏拉图那里，事物都是趋向于完善的。将此思想应用于炼金术中就是：金属是生长于地球内部的有机物质，当地球内部生长金属的自然过程圆满完成时，就生产出了金，金是最完美的金属；当地球内部生长金属的自然过程没有圆满完成，即生长金属的这一过程中断或早产时，就生产出不太完美的乃至不完美的金属。炼金术士的主要任务就是通过实验，运用技艺，以人为的过程，在哲人石(“炼金术士的魔法石”，又被称作“顺应自然的催化剂”)的帮助下，加速完成地球内生产金的自然过程，如发酵、生长、消化、生产、成熟等，最终生产出金来。这就是炼金术的哲学基础和主要内在思想。不仅如此，炼金术士作为一种独立的职业得到认可的最主要原因，是他们被越来越多地召唤到皇室和宫廷，将金银与其他金属结合形成合金，竭力为皇室和宫廷提供一种用少量的金银制造更多硬币的方法。在皇室和宫廷看来，这既能够获得金银贵金属，增长财富以体现富贵，也能够解决当时的政治和经济困难。由此，皇室和宫廷是支持炼金术的，炼金术获得了合法性地位，甚至在亨利六世那里成为主要的经济政策。这些是那一时期炼金术在西方得以产生及盛行的社会政治、经济和文化等方面的原因。[[29]](#footnote-29)

文艺复兴时期，人们既可以热爱炼金术也可以同时憎恨炼金术。达·芬奇在他关于绘画的论述中就称炼金术士为“天才的骗子”。他虽然不赞成炼金术，但是同时又给予它极大的赞扬。在他的笔记中，有许多对炼金术方法的详细记录，也用类似于作坊里熟悉的物理和化学过程的术语来描述某些自然现象的运动变化。与达·芬奇同时期的比林格塞奥(Vanoccio Biringuccio，1480—1539)也是既赞扬又谴责炼金术。对于炼金术，比林格塞奥是没有多少信心的。他说道：“炼金术是很难实现的，就是一个妄想，因为人类的实践不可能模仿自然的创造。”[[30]](#footnote-30)然而，当炼金术在作坊中按照实验程序被部分实现，并且能够被理解并公开时，他又给出了不同的看法。他认为炼金术：一是就像达·芬奇一样，在通过大自然本身制造有用的东西，改变物质形态的过程中，至少有一些是可以模仿的，而且确实可以通过工匠所掌握的技术来加速；二是凡是自然界有恩惠可以发现的地方，凡是智力可以开放的地方，就需要体力劳动来找到它们，从这个意义上说，炼金术使人们认识到事物的某些内在力量和潜力，不是通过启示，而是通过动手操作不同的物质而经常导致的酸性疤痕和灼伤的手指来实现；三是通过分离物质，获得关于自然内部力量的第一手经验，并进而获得实践知识。[[31]](#footnote-31)就此，比林格塞奥并没有完全否定炼金术，而是撰写了大量的炼金术方面的著作。这被许多炼金术者收藏，从而推进了炼金术的普及。

在那时，像比林格塞奥这样的人有很多。他们撰写了大量的炼金术的著作，向社会各界传播，而且，各个阶层都可以有属于他们的炼金术，这导致炼金术书籍被大量出版和销售。所有这些都促进了炼金术的广泛传播、普及与应用。

分析炼金术中的物质转化过程，集中体现了“激扰”(vexing)。一般来说，炼金术被认为是一种能够打开“自然秘密大门”的工艺，炼金术的“激扰”可以控制物质的变化，使贱金属转化为金银贵金属。

3. 帕拉塞尔苏斯的医药化学学派实验

炼金术士这种“激扰自然”的思想，被创立医药化学学派的帕拉塞尔苏斯(约1493—1541)接受。不仅帕拉塞尔苏斯的个人背景带有赫尔墨斯的神秘气息，而且他的思想、行动以及著作*The Coelum Philosophorum*—*Book of Vexations*之中更多体现了“附魅”之下的“激扰”操作。并且他部分地反对以往的大宇宙小宇宙平行论和炼金术士的金属理论，提出了物质性普遍感应的医药化学观点。

在Concerning the Nature of Things(1537年)的第一卷中，帕拉塞尔苏斯写道：“了解转化的过程是最为必要的……它们往往跟这些联系在一起，即煅烧、升华、溶解、腐败、蒸馏、凝血、酊剂。”[[32]](#footnote-32)这些转化的过程，在帕拉塞尔苏斯看来，就是vexations(“激扰”)。在他写作The Coelum Philosophorum时，副标题用的就是Book of Vexations，大意是：世界和人体运作的主要过程是炼金术的，这种炼金术的关键技术和过程是分离和蒸馏，分离是一切事物产生的原则，通过这一分离，即“激扰”，产生具有新质的事物。[[33]](#footnote-33)这样的一种状况，在当时本·琼森(Ben Jonson，1572—1637)主演的话剧《炼金术士》(1610年在詹姆士一世的法庭上创作)中有所体现。他面对狡猾的骗子炼金术士，对他的仆人说道：“对工作中的‘激扰’以及‘金属的折磨’(martyrizations)进行解释。”仆人面对着他说道：“先生，它们是腐乱、溶解、作用、蒸馏、混和、烧灼、礼拜和固定。”[[34]](#footnote-34)

由此可见，通过实验对相应的对象进行“激扰”，成为帕拉塞尔苏斯医药化学学派的核心。这是与炼金术一脉相承的。但是，帕拉塞尔苏斯派接受炼金术的相关思想以及“激扰”实验的目的并不是将普通金属变为黄金，而是运用汞、硫和盐来制造药物，进而调整人体内部的元素比例，以达到医治人体疾病的目的。

为了实现这一点，以帕拉塞尔苏斯为首的这一派吸收了古希腊和古罗马相关医学思想，对此加以改造。“希波克拉底派和盖伦派的医生把疾病看成系统性的，认为疾病源于四种体液的不平衡，而帕拉塞尔苏斯则认为疾病源于外在于人的、影响人体特定部分的原因。由于人体的各个部分对应于各个天体，医生可以通过理解星辰与身体各个部分之间的对应关系以及星辰与地球上的金属、矿物和植物之间的对应关系来找到治疗方法。于是，占星学充斥于帕拉塞尔苏斯派的医学。炼金术也起着核心作用。”[[35]](#footnote-35)

不仅如此，由于人类接受了对神的皈依(Divine Grace)，而不只是被动地接受星体的影响，而且，由于宇宙的各部分之间存在着一种普遍的一致性，因而人既可以受到超自然的影响，也可以反过来影响超自然。这一概念通过药效形象说(the doctrine of signatures)[[36]](#footnote-36)在医学上具有直接的价值。在此，“人们要求真正的医生有能力成功地从植物界与矿物界寻找与天体相一致的那些物质，并因此最终找出与造物主相一致的物质”[[37]](#footnote-37)。由此，人类、自然、超自然存在着普遍共感，而且世上的万物普遍具有精神和灵魂。据此，文艺复兴时期的自然法术、炼金术也就大行其道了。这种倾向典型地体现在帕拉塞尔苏斯所做的实验上。

帕拉塞尔苏斯反对当时大学里占统治地位的、传统的亚里士多德哲学，信奉能够说明所有自然现象的基督教的新柏拉图主义和赫尔墨斯思想。根据大宇宙与小宇宙的平行论，不仅人的“精神-灵魂-肉体”“三分”对应于大宇宙的“逻各斯-努斯-宇宙”的“三分”，而且，地球上的其他存在如金属也存在这种平行论，以至于金属中也存在着类似于精神、灵魂和肉体的元素，只不过，这三种元素并非像今天的人们所认为的是不同类型的存在，而是如斯多亚学派所认为的都是物质性的。

帕拉塞尔苏斯继承了这一思想，不再坚持亚里士多德的“四元素说”，也不赞同先前炼金术士关于金属的所谓“硫-汞理论”[[38]](#footnote-38)，而是把所有物质都建立在“汞”、“硫”和“盐”三要素(principles)的基础上。“汞”是代表主动的精神要素，“盐”是代表被动的肉体要素，“硫”是代表在两者之间进行调解的灵魂要素，三者在人体以及其他物质中的比例，决定了这些物质的状态。如对于人体，“汞”决定其流动的内容，“硫”促进其生长，“盐”赋予其形式和牢固性，三者的平衡决定了人体的健康，当这三要素受到干扰不平衡时，就可以通过药物重新建立平衡。如此，帕拉塞尔苏斯就建立了医学化学理论——“化学是医学的一种适当基础，并因此成为一切科学之首。”[[39]](#footnote-39)

帕拉塞尔苏斯的上述医药化学(iatro-chemical)理论，是建立在赫尔墨斯传统基础上的，并把化学作为研究人体和宇宙的指南。“他们高声反对当时过于依赖古人的潮流，倡导一种建立在以化学为取向的观察和实验基础上的新医学和新自然哲学。”[[40]](#footnote-40)“他们强调把观察和实验作为研究自然的一种新基础。”[[41]](#footnote-41)通过化学实验，也就是通过观察和实验，改变物质中的“汞”“硫”“盐”三要素的比例，以治疗人体三元素的失衡，就成为帕拉塞尔苏斯及其追随者的信条。这一过程既体现了帕拉塞尔苏斯对化学和其精神原则的掌握，又推动了医疗化学以及化学自身的发展，并为实际工作提供了一个基础。“由于热与火的重要性，因而对尿的新的化学分析与新的化学药效形象说都具有蒸馏程序的特征。同样，帕拉塞尔苏斯派学者在对矿泉浴场的药用水成分的研究中，推动了分析化学的发展。该领域一种悠久的中世纪传统不但导致了各种分离测试的发展，而且也导致了各种真正的分析程序的发展。”[[42]](#footnote-42)

然而，我们对帕拉塞尔苏斯医疗化学的作用不可夸大。与现代化学不一样的是，当时一流的化学家都是帕拉塞尔苏斯者，他们形成了一个名为“医药化学家”(iatrochemists)或“金石药家”(spagyrists)的学派，他们并非为了处理各种化学现象，而是将化学看作是医学的侍从。“他们在蒸馏实验中广泛使用化学设备，并始终把各种化学类比作为理解整个自然现象的方法，这使他们恰好置身于赫尔墨斯-炼金术传统之中。”[[43]](#footnote-43)这就是说，在帕拉塞尔苏斯及其追随者那里，万物是有灵的，“汞”“硫”“盐”三元素是有生命的，这直接影响到对这三种元素的鉴定、操作及其认识。进一步地，他们还认为，这三种要素的性质在它们按照不同比例所形成的物质中是保持不变的。既然如此，改变某一物质中的这三种元素的比例，就能够改变这一物质的性质，进行相应的药物制备和使用，就可治疗人类疾病。他们进一步指出，对于任一物质，除了“汞”“硫”“盐”这三种物质性要素外，还有一种更具精神性的要素——“主基”[[44]](#footnote-44)(Archeus，常常被称作“始基”或“本原”)，只是它仍然被看作一种精细的物质。主基的作用有二：一是作为内在发展要素，引导和控制着化学过程；二是作为规范性的、组织性的要素，把本来只是单纯聚集的东西连成一个整体。这样一来，“由于拥有元气，物质被置于与生命体同样的层次，在生命体中，三要素也通过一个生命要素融合在一起，从而本身不可见”[[45]](#footnote-45)。主基学说体现了万物有灵论[又称为“物活论”(hylozoism)，即万物都是有生命的]，不能引导产生清楚的元素分析和机理分析，对于科学的发展不利。“元气学说没有产生什么影响，这很容易解释：虽然帕拉塞尔苏斯的确在化学上开辟了新的方向，但他具有神秘主义倾向，思想混乱，其最具个性的观点鲜有追随者。”[[46]](#footnote-46)

总结帕拉塞尔苏斯在赫尔墨斯传统下的实验可以发现，他已经触及现代意义上的实验的最深层次——“干涉”，只是这种触及是以“激扰”的方式进行的，即在大宇宙与小宇宙的平行论、普遍共感以及万物有灵的观念基础上进行，由此使得它与现代意义上的实验“形似而神异”。现在，赫尔墨斯传统下的实验甚至被许多人认为是伪科学，但是，如果我们不从近代科学的视角来解释它，即不采取一种“辉格式”的历史观去评价它，而是实事求是地去看待它在历史中的地位，将会发现，从16至17世纪的100 多年间，在欧洲形成了一个对化学发展至关重要的医药学派。这一学派是在赫尔墨斯(自然魔法)传统下进行实验的，这成为许多现代自然科学的雏形。

(三)“附魅”自然观基础上的实验实践

1. 吉尔伯特：根据磁的灵魂学说来解释磁现象

吉尔伯特(1544—1603)的科学研究和科学方法集中体现在出版于1600年的著作《论磁》中。无论是在吉尔伯特所处时代之前，还是在吉尔伯特生活的时代，对磁现象的研究已经有很多，并且已经在实践中发现了许多磁现象。吉尔伯特对磁现象的研究的重要性就在于他通过系统的实验，对磁现象进行了系统的研究，并发现了许多新的磁现象，给出了有关磁的灵魂的统一解释。

吉尔伯特在《论磁》中通篇都在强调实验主义的思想。这体现在他对两个工作原则的论述中。第一个原则表明了一种包含怀疑态度的经验主义，吉尔伯特认为，由于几乎所有被确立的、诠释的概念都是错误的，所以人们不得不牢牢地从观察到现象中保持理性；第二个原则是对类比的研究方法的合理性论证，通过发现型实验对自然进行研究便是在这个原则的支持下开展的。吉尔伯特认为一个地球模型可用以重复自然状态下有关地球本身的磁现象，比如，指南针的指向性。[[47]](#footnote-47)他在论述关于磁性的实验现象的时候，所使用的是磁球，而不是磁棒——即使磁棒比磁球更合适于实验——而且他称呼磁球为“小磁球”(terrellae)——这是一种磁化了的小球，字面意思为“小地球”，指用天然磁石制成的球形磁体。[[48]](#footnote-48)他这么做的目的，大致就是强调实验中所用物体与自然状态中的物体之间的类似。根据这种对类比的合理性的论证，以及在语言上隐喻的使用，他就有意识地支持了在实验室中研究自然现象的合理性。

毫无疑问，吉尔伯特做了许多磁学实验，得到了许多磁学现象的发现。对于发现的这些现象，他也依据磁的灵魂学说做出了解释。“将一块磁石放到盘子上，让其能在水面上漂浮……将另一块磁石拿在手中，用它的北极去接近漂浮在容器里的磁石，后者会追随你手中的磁石，好似渴望与其相连。……于是可知这是一条法则：一块磁石的北极吸引另一块的南极，而它的南极吸引另一块的北极。设若你相反而行，让一块的北极接近另一块的北极，你手中拿的这块磁石就会显得像是在推那漂浮的磁石并使其逃离。……这是因为其中一块磁石的北极寻找另一块的南极，所以会排斥另一块的北极。一个证据就是，最终北极会与南极结合在一起。”[[49]](#footnote-49)

如此，就出现了疑问：在自然主义泛灵论的背景下，吉尔伯特又是如何能够做出相关研究和发现的呢？在他的自然主义泛灵论与实验发现之间，究竟存在着什么样的关系呢？是否一旦持有自然主义的泛灵论，就不能运用实验方法对相关现象展开研究？

事实上，吉尔伯特是通过实验调查确立磁学的基本事实，并且通过泛灵论的自然观来解释这些现象的。基于第一个方面，他的书常常被称颂为近代实验科学的第一个例子；基于第二个方面，他的书常常被认为是为了阐明“磁就是地球的灵魂”这一新的自然哲学——自然法术。“吉尔伯特的某些主要信念属于前科学时代的观念。他坚持说行星拥有灵魂，地球是一个有磁性的行星。”[[50]](#footnote-50)对于吉尔伯特等人来说，反对亚里士多德形而上学的逻辑推理，倡导自我体验，尤其崇尚自然法术，从而进行相应的观察和实验实践，是一件重要的事情。在他们看来，自然法术与腐朽的巫术相去甚远，自然法术通过在神创的自然界中探求神性真理而与宗教紧密地联系在一起，这样，对自然进行观察和对自然进行实验就成为敬神仪式的一种形式，成为与神的一种真正联系，成为对上帝的一种探求。“经院亚里士多德主义断言，人的理智能够探究自然的理性秩序，而16世纪的自然哲学则宣称理性无法参透自然的奥秘。只有凭借经验，才能得知有隐秘的力量渗透于宇宙中。”[[51]](#footnote-51)当然，也不能过高评价吉尔伯特的科学研究。

2. 哈维：遵循旧的自然哲学用于血液循环理论的解释

1628年，哈维(1578—1657)的《心血运动论》[[52]](#footnote-52)出版了。在这本书中，哈维系统阐述了他的血液循环理论，基本内涵是：血液通过大静脉流入右心房，当右心房收缩时，血液就被送到右心室，此处的瓣膜使其不可能回流；然后，右心室收缩，把血液通过肺动脉送入肺部，瓣膜又一次使其不可能反转方向；之后，来自肺部的血液从肺静脉进入左心房；紧接着，左心房收缩，血液就进入左心室；最终，进一步的收缩迫使动脉血进入主动脉和动脉系统。

哈维为什么能够提出“血液循环理论”呢？这与他利用如下的方法论原则是分不开的：进行“反复的活体解剖”，并作出精细的观察，然后提出假说，再进一步考量假设的可行性。[[53]](#footnote-53)哈维解剖并且考察过约40个物种的心脏和血液运动。他观察到，所有情况下心脏收缩时会变硬，且动脉会扩张，这种周期性的扩张能够从手腕的脉搏中感觉到。由此，他假设到，这种情况的发生是血液正在被泵入动脉，起水泵作用的是心脏。心脏就像水泵一样，使得液体在由水管组成的闭合回路中流动。哈维在一篇论文中写道：“由心脏的结构可以清楚地看出，血液经由肺部被不断运送入主动脉，就像通过两个水阀把水喷射出来一样。”[[54]](#footnote-54)

据此，是否就可以认为哈维具有机械论动物观(生命观)，并且将这样的机械自然观用于生物学的研究中呢？答案是否定的。这点从他对血液循环的解释就可看出。

他在思考着，血液是从右心室经由肺部进入左心室的，那么，从左心室被压出的血液又到了哪里呢？他做了这样一个实验，并且假设左心室只能容纳2盎司血，脉搏每分钟跳动72次，那么左心室1小时之内就可迫使约540磅的血进入主动脉。这么多的血液从哪里来呢？动物体内的血液最多只有几磅，这么多的血液不可能重新生产出来，只能来自静脉并且循环运行。他写道：“我开始思考，是否在循环中实际上可能并不存在运动。后来，我确实发现这种运动真的存在；最后我看到，被左心室的作用压入动脉的血液统统被分布到体内。这些血液被分成几个部分，以其流经肺部的同样方式，被右心室压入肺动脉，然后再经过静脉和大静脉，以已经说过的方式转向左心室。我们也许可以把这个运动称为循环。这个循环是按照亚里士多德所说的相同方式产生的：空气与雨水仿效着天体的循环运动，因为潮湿的土地被太阳晒热而蒸发，这些升入空中的水蒸气就凝结起来，并以雨水的形式降落下来，又一次湿润土地……”[[55]](#footnote-55)

根据哈维的上述陈述，可以看出，他是亚里士多德理论的信奉者。这点由他通过大宇宙-小宇宙的类比来理解心脏的作用得到佐证：“所以，心脏是生命之源，是小宇宙的太阳，这正如太阳接下来很可能被认定是世界的心脏那样。因为正是心脏的功效和搏动，才使得血液运动不息、完善无瑕、易于供给营养，并且防止了腐烂和凝结。正是这种普通的神性，在履行其职责时，滋养、抚育了整个身体，并加快了整个身体的成长。它的确是生命的基础、一切活动的源泉。”[[56]](#footnote-56)

根据上面的这段话，哈维把血液看作神性的存在，并且认为其是生命之基础和来源，是一种精神性的物质。“对自然来说，灵魂由星星的本质所控制，与精神一同被囚禁，换句话说，灵魂与天有些类似，是天的工具，与天相应。”[[57]](#footnote-57)就此而言，哈维将血液作为精神性的物质存在来理解，与盖伦“三灵气说”中对于血液的理解有神似之处。盖伦认为，肝脏是人体的造血器官，食物的营养在肝脏转化为携带着“自然灵气”(natural spirits)的静脉血；这种静脉血的大部分通过静脉在人的身体做“潮汐运动”，小部分透过心脏隔膜进入左心室，与来自肺部的空气结合生成“生命灵气”(vital spirits)，然后再通过动脉输送到全身，为全身注入活力；一部分生命灵气上升到大脑，在那里“生命灵气”转化为“动物灵气”(animal spirits)，支配人体肌肉的活动，并使人产生表象、记忆和思维活动。

由上面哈维关于心脏以及血液循环理论的论述，可以得到下面的结论：哈维在将心脏血泵类比于水泵时，是自发的机械论观念的应用，并非意味着他拥有机械自然观。他将心脏及血液的循环作用作为大宇宙-小宇宙类比时，又是与亚里士多德主义以及盖伦“三灵气说”相一致的，“直到临终之前，他仍认为自己既是亚里士多德的信徒又是盖仑的追随者”[[58]](#footnote-58)。

这也告诉我们，遵循一种旧的自然哲学信念进而运用新的直接面向自然的精确观测方法，是能够得到重大的发现的，且发现的意义巨大。有学者评论：“哈维对生物学以及对医学的生理学基础的根本性改革包括三个重要方面。其中意义最大的或许就是，坚定地把实验和细致的直接观察确定为发展生物学和确立生命科学知识的方法……哈维改革生物学的第二个重要方面是，引入了定量推理，并把它作为有关生命过程问题之结论的基础。当然，还有血液循环的发现，它显而易见‘使生理学思想发生了革命’。”[[59]](#footnote-59)还有学者写到，哈维的科学成就意味着解剖学或生理学中新的范式的确立，他的研究实践为之后的研究提供了范例。“虽然有些人曾经更早地提出过神秘的血液循环，但哈维当时涉及到了真正的实验，并且提出了一种不可辩驳的定量论据。人们认为，哈维的著作是对人体过程的第一个恰当说明，也是通向现代生理学之路的起点。可以肯定的是，从这以后，人们对待生命过程的态度就有了改变。而早些时候人们论及的无法定义的体热(innate heat)、空气的力、动物精气以及内在生机(archei)注定要被取代，取而代之的是人们对那些更加简单的物理概念的一种新的寻求。”[[60]](#footnote-60)

当然，哈维的理论也有其时代的局限。虽然哈维将心脏确定为血液循环的动力，但他同时错将心脏看作生命的起点，而认为血液循环的过程就是生命重新获得活力的过程。

3. 范·赫尔蒙特：最后的帕拉塞尔苏斯派化学论者

范·赫尔蒙特(1579—1644)反对旧的自然哲学，赞成自然法术和帕拉塞尔苏斯的观点。这种自然哲学的取向，集中体现于在他去世后4年出版的全集《医学起源》(Ortus Medicinae，或译为《医学精要》)中。范·赫尔蒙特认为，古代的自然哲学都是落后的，应该摧毁；古代的科学和医学都是“数学的”和“逻辑的”，应该由对自然的真正观察研究代替。之所以如此，最主要的原因是它们都预设了一个固定不变的原动力去永恒地推动事物的运动，以达到“数学地”或“演绎地”研究事物的运动变化。这就给造物主施加了限制，与基督教的教义相违背。

在上述认识的基础上，他认为，自然界的万事万物都是有精神和情感的，都是相互感受的，凭借这种感受力，它们可以觉察出哪些是它们的同类，哪些是它们的异类。对于同类，它们是爱戴的；对于异类，它们是痛恨的。正因为这样，范·赫尔蒙特就非常赞成用膏药疗伤时，不需要把膏药涂抹在伤口，而是把膏药涂抹在使人受伤的武器上，就可以达到疗伤的目的。

在后人看来，范·赫尔蒙特的观点是错误的，但是，在当时的文化背景下，却是有积极意义的。他认为：“要让学术界知道，数学规则或者通过论证得到的学问与自然并不相符合。因为人并不量度自然，而是自然量度人。”[[61]](#footnote-61)在这种情况下，他就坚持走向自然，通过自然来认识自然。他认为自然界中的现象是纯粹的自然现象，不需要用超自然的术语进行描述。借此，他就说：“自然……并不要求神学家作为她的诠释者，而只希望医生做她的子民。”[[62]](#footnote-62)在此基础上，他就坚持由自然的直接观察来获得关于自然的认识。

他进一步指出，仅仅对自然进行直接的观察还不够。根据他的自然哲学观点，事物的运动变化等属性是事物生命中所固有的，它被造物主注入最初的种子里，要认识事物，就要认识建构自然界实在的各种生命要素。对此，范·赫尔蒙特宣称：“‘逻辑是无益的’，‘19种三段论带不来知识’。能够认识事物真相的唯有理解力，而不是浮于表面的理性。理智必须探入深处；理解力必须转变为‘可理解之物的形式；事实上在这一刻，理解力(仿佛)成了可理解之物本身’。”[[63]](#footnote-63)“只有理解力凭借着对真理的一种直觉才能认识事物本身，并且在认识事物的时候认识它们的运作。”[[64]](#footnote-64)

这就是说，为了获得对自然的深入全面的认识，还必须在直接观察的基础之上去理解自然，而理解自然就是凭借新的自然哲学去诠释自然。这点充分体现于他的“杨柳观测实验”及其对“万物源于水”的命题的相关解释上。

他将200磅(1磅≈0.4536千克)在火炉中烘干的土放入一个陶器中，然后在其中植入5磅重的杨柳枝干，之后在需要的时候浇上水。而且，为了防止空气中的灰尘混入土中，他用一块马口铁盖住陶器口，在上面钻了许多小孔。这样经过了5年，柳树长大了，称重约为169磅3盎司(1盎司≈0.0283千克)，而将陶器里的土烘干称重，发现它大约是200磅(少了约2盎司)，如此，杨柳增加的164磅重量应该就是它所吸收的水量。

在此，“水”成为杨柳生长的根本性的要素。对于“水”以及杨柳的生长，范·赫尔蒙特是这样解释的：“水是质料，代表雌性本原，需要雄性的种子本原或生命本原为它受精和赋予生命。”[[65]](#footnote-65)“当然，种子本原或者生命本原构成了每一个存在物的终极本质，是每一个存在物是其所是和行为的来源。”[[66]](#footnote-66)“范·赫尔蒙特把它比喻成工匠大师，不是一个死的形象，而是一个‘充分了解’自己必须做什么并且有能力实现自己的形象。”[[67]](#footnote-67)如此，当雌性要素与雄性要素相遇时，杨柳“胚胎”获得了“水”，从而就生长发育长大。在这里，无论是杨柳还是水，都是有精神的、有灵魂的，受着某种无形的看不见的力量支配。人类对自然界万事万物的认识，就是要认识这样的精神、灵魂及其力量。

从今天的角度看，范·赫尔蒙特的实验存在很大的问题，而且其基于元素体系和万物自身生命循环变化的活力论解释，也是错误的，但是，在当时，这是一项精心设计的定量实验，其中蕴含了他的物质不灭以及重量守恒的思想。“对17世纪中期几十年间的许多人来说，范·赫尔蒙特似乎为新哲学提供了一种方法，这种方法和机械论哲学家的方法一样充满希望。这就是对自然进行一种‘基督教的’观察研究，它似乎反对较早期的帕拉塞尔苏斯信徒的神秘主义，但仍然表明把人和自然进行比较是正当的。”[[68]](#footnote-68)讨论实验科学的历史无论如何都不能略过这个实验，虽然从现在看来这个实验漏洞很多，但这确实是一项范·赫尔蒙特相信“任何东西都不能被自然力或技艺所消灭，也不能被创造出来”的实验，这种“守恒”的思想可以说是现代科学一切定量实验的前提。

二、弗朗西斯·培根：“激扰”自然实验思想的缘由

罗吉尔·培根虽然区分了“经验”(experientia)与“实验”(experimentum)，并且倡导“实验科学”(scientia experimentalis)，但是，他的“实验”是在“种相(species)播殖”的理论背景下进行的，更多地与自然法术(natural magic，以下简称“法术”)[[69]](#footnote-69)、炼金术相关联，并非近代科学意义上的实验；伽利略虽然提出并且贯彻理想化实验，但是，对近代科学实验之本质“干涉”(intervention)没有涉及。提出近代科学实验之“激扰”(vexation)[[70]](#footnote-70)思想的是弗朗西斯·培根，他被普遍认为是近代实验科学的真正始祖。但是，弗朗西斯·培根(1561—1626)是如何提出近代科学实验之“激扰”思想的呢？他提出这一实验思想的缘起如何呢？是基于什么样的哲学思想基础呢？

(一)为什么做实验：出于人类福祉，面向自然展开认识

1. 动机：为全人类的福祉而奋斗，推崇“光”的实验，“点燃照亮自然之灯”

第一，为人类服务，做出新的发明尤其是发现。

从弗朗西斯·培根的简历可以看出，他的一生主要是追求政治权力服务国家行政。既然如此，他又如何能够提出“激扰自然”的实验思想的呢？这与他的远大的理想“相信我存在的意义是为全人类服务”有关。

不可否认，弗朗西斯·培根的父亲是按照未来政府高层的标准精心培养弗朗西斯·培根的，他不断地向弗朗西斯·培根和他的哥哥灌输要为女王的国家服务的思想。在这种情况下，弗朗西斯·培根首先想到的还是为自己的国家造福，他的一生首要的还是作为政府官员。但是，弗朗西斯·培根的母亲对他的影响也很大。他的母亲生于爵士之家，是英国新教的构建者之一，在思想上同于加尔文教徒，而在道德方面则是一位清教徒。她翻译了一些宗教著作，并将家庭第一的理念和阅读《圣经》的习惯带入自己的家庭，向弗朗西斯·培根灌输新教教义如对上帝的信仰以及对人类的责任等。这种宗教思想影响到弗朗西斯·培根。“弗朗西斯·培根很有可能是从他的基督徒的责任中，领悟到‘要为全人类的福祉而奋斗’这样一个目标的。”[[71]](#footnote-71)

也许正因为如此，弗朗西斯·培根在其有生之年，就处处表现出“为全人类的福祉而奋斗”的思想倾向。1603年，在他所撰写的一部未完成的作品的前言注解中，他就表达了对自己命运的思考：“由于相信我的出生是为全人类服务，并且把对国民的关怀看作是一类公共财产，它就像空气和水一样属于每一个人，所以我站在如何能更好地为人类服务的角度，依据自然的本性以更好地实施。(‘Proemium’, Of the Interpretation of Nature)”[[72]](#footnote-72)在1620年出版的《新工具》中，弗朗西斯·培根把人生的野心分为三个层次：“第一是要在本国之内扩张自己的权力，这种野心是鄙陋的和堕落的。第二是要在人群之间扩张自己国家的权力和领土，这种野心虽有较多尊严，却非较少贪欲。但是如果有人力图面对宇宙来建立并扩张人类本身的权力和领域，那么这种野心(假如可以称作野心的话)无疑是比前两种较为健全和较为高贵的。”[[73]](#footnote-73)在弗朗西斯·培根看来，在人生的三个层次的野心中，最高贵的是为人类服务，其次是为国家，最后是为个人。

既然如此，弗朗西斯·培根为何在他的一生中的绝大多数时间里，都在追逐权力，为自己以及为国家服务呢？这可以从三方面考虑：一是家庭影响；二是身不由己，难于免俗；三是认识到这一点较晚，或者后来虽然认识到这一点了，但是却没有找到为人类服务的路径，即增加人类的知识和财富。关于这最后一点，可以从他生命最后几年的表现中看出。在弗朗西斯·培根失去了他所有的职务(1621年)之后，他的内心充满了悔恨，后悔自己当初不应该一味追求名利，而没有能够将自己的心思和精力放在自己最擅长和最想做的事情上。在向上议院承认自己受贿的罪行后，他又向上帝做了一份完全不同的忏悔：“在我所有的罪行中，我最应该忏悔的是我亏空了那本来能够给我带来荣耀的不可多得的才能。我既没有将它用来增加典雅，也没有将它用来获利，而是将它用在我最不擅长的事情上。以至于我可以确切地说，我所拥有的灵魂在我的朝圣之旅上迷失了方向。(Prayer After Making His Last Will，1625年)”[[74]](#footnote-74)

这样的方向是什么呢？就是为人类服务。问题是：如何为全人类服务呢？弗朗西斯·培根认为，能更为长远地为人类造福的事情是“发明家的工作”，在所有能给人类带来福祉的工作中，最伟大的就是新的才能的发现以及能够提升人类生活品质的事物的发明。然而，弗朗西斯·培根的目标不是做出某种具体的发明，而是要做比之更伟大的事情——“发现”：“因为发现之利可被及整个人类，而民事之功则仅及于个别地方；后者持续不过几代，而前者则永垂千秋；此外，国政方面的改革罕能不经暴力与混乱而告实现，而发现则本身便带有福祉，其嘉惠人类也不会对任何人引起伤害与痛苦。”[[75]](#footnote-75)

第二，最重要的发现是发现“发现的方法和路径”。

要发现，就要有发现的方法和路径。对于弗朗西斯·培根来说，发现“发现的方法和路径”非常重要。他说：“首先，如果一个人能够成功，不是做出引人注目的某些特定的然而是有用的发明，而是点燃照亮自然之灯(kindling a light in nature)——这灯的光芒不断向前照亮我们现有知识所圈定区域的边界，并且因此不断地揭露或者让我们开始看到那些世界上隐藏最深的秘密——这样一个人(我认为)就是全人类的恩人——就是将人类帝国扩展到宇宙的传播者，就是自由的拥护者，是必要事物的征服者和管理者。(‘Proemium’(Preface), Of the Interpretation of Nature，1603年)”[[76]](#footnote-76)他进一步指出：“既然人们把某种个别的发现尚且看得比那种泽及人类的德政还要重大，那么，若有一种发现能用为工具而便于发现其他一切事物，这又是何等更高的事啊！还要以光为喻来说明(完全说真的)，光使我们能够行路，能够读书，能够钻研方术，能够相互辨认，其功用诚然是无限的，可是人们之见到光，这一点本身却比它的那一切功用都更为卓越和更为美好。”[[77]](#footnote-77)

据此，对于弗朗西斯·培根，最重要的就不是发明，甚至也不是具体的发现(虽然其相较于具体的发明也重要)，而是发现“发现的方法和路径”——“点燃照亮自然之灯”，提出某种方法以及某种步骤，以利于人类发现隐藏于世界深处的秘密，获得关于自然的认识。

第三，探索发现的方法，进行伟大复兴。

如何获得关于自然的认识呢？弗朗西斯·培根围绕三个问题进行：知识如何得到拓展？知识如何被证明为合理？知识如何成为有用？对于第一个问题，主要集中在弗朗西斯·培根的“激扰自然”的实验思想以及“归纳推理”上；对于第二个问题，主要集中在弗朗西斯·培根的“四个偶像”及其纠正上；对于第三个问题，主要集中在弗朗西斯·培根的“知识就是力量”上。弗朗西斯·培根就说：“科学的真正的、合法的目标说来不外是这样：把新的发现和新的力量惠赠给人类生活。”[[78]](#footnote-78)就此而言，他“创立了近代科学”(inventing modern science)[[79]](#footnote-79)。

至于弗朗西斯·培根究竟何时开始转向“近代科学”的创立，不得而知。一种说法是，弗朗西斯·培根从1603年就开始写一些关于科学改革必要性和改革方向的小文章。[[80]](#footnote-80)这得到他本人的佐证。他在1620年出版的《伟大的复兴》(Great Instauration)一书中告诉詹姆斯一世，他已经为这本书准备了将近30年。这本书是弗朗西斯·培根经典之作，集中体现了他对“创立近代科学，进行伟大复兴”的理解。

在弗朗西斯·培根被弹劾之后，他就全身心地投入到科学改革的大业中去，以弥补其从政所带来的损失。随后，他出版了《建立哲学的自然和实验方法的历史》以及《新工具》，这被看作是弗朗西斯·培根对“近代科学”最大的贡献，重塑了探查自然的方法论。1622年，他完成《新自然启蒙》(New Abecedarium of Nature)一书，该书被他本人看作是将《伟大的复兴》中提及的方法应用到自然历史信息中的象征；1623年，基于1605出版的英文简版，他成功出版了他此生最重要的和广为流传的《学术的进展》(The Proficiency and Advancement of Learning)的拉丁语版本，同年也出版了《生与死的历程》(History of Life and Death)；之后，他还完成了另外两部在他死后才出版的大作《林中木》(Sylva Sylvarum)和《新大西岛》(The New Atlantis)；等等。

在《新大西岛》(此书完成于1624年，出版于弗朗西斯·培根去世后的1627年)中，弗朗西斯·培根对这样的实验作了概括：在所罗门建筑物中，有各种各样的“实验室”，包括天文观察室、发动机房实验室、熔炉室、声音实验室、数学实验室、公园和安静的环境等；工作人员在其中做着各种各样的实验，如改造植物、动物，催生金属、气体，模拟并演示雪、冰雹、雨等气象现象，限制并且控制着那些为人类能够控制的现象。……目的就是认识事物的起因和动机，扩展人类帝国的边界，对所有可能发生的事情施加影响，以利于人类。[[81]](#footnote-81)

第四，“点燃自然之灯”，进行“光”的实验而非“果”的实验。

事实上，在弗朗西斯·培根之前，已经有他人论述并且实施实验。为什么他们的实验不是“点燃自然之灯”而只有培根的实验才是？对此，弗朗西斯·培根做了深入阐述。他认为，他们的实验属于巫术、炼金术、赫尔墨斯传统下的实验，但这类实验是存在欠缺的：“即使人们有时亦图从他们的实验中抽致某种科学或学说，他们却又几乎永是以过度的躁进和违时的急切歪向实践方面。这尚非仅从实践的效用和结果着想，而亦是由于急欲从某种新事功的形迹中使自己获得一种保证，知道值得继续前进；亦是由于他们急欲在世界面前露点头角，从而使人们对他们所从事的业务提高信任。这样，他们就和亚塔兰塔(Atalanta)一样，跑上岔道去拾金苹果，同时就打乱了自己的途程，致使胜利从手中跑掉。”[[82]](#footnote-82)弗朗西斯·培根称这一类的实验为“果”的实验。他认为，这类“果”的实验并没有“点燃自然之灯”，我们应该追求“光”的实验而不是“果”的实验，以发现真正的原因和原理。所谓“光”的实验，在弗朗西斯·培根看来，不是说它们带来了一个个具体的实验结果，而是它们具有普遍性意义的方法论原则，能够发现原因和原理，并且能够带来累积性的、大量的实验结果。与“果”的实验不同，“这一类的实验具有一种大可赞美的性质和情况，就是它们永远不会不中或失败。这是因为，人们应用它们时目的不在于产生什么特定的结果，而在于为某种结果发现其自然的原因，所以它们不论结局如何，都同样符合人们的目的，因为它们解决了问题”[[83]](#footnote-83)。对于这两类实验的差别，弗朗西斯·培根利用“上帝创世”的类比来说明：“且看上帝在创世的第一天仅只创造了光，把整整一天的工夫都用于这一工作，并未造出什么物质的实体。同样，我们从各种经验中也应当首先努力发现真正的原因和原理，应当首先追求‘光’的实验，而不追求‘果’的实验。因为各种原理如经正确地发现出来和建立起来，便会供给实践以工具，不是一件一件的，而是累累成堆的，并且后面还带着成行成队的事功。”[[84]](#footnote-84)

2. 前提：否定诡辩哲学和迷信哲学，倡导发现型实验，“走向自然的自然哲学”

弗朗西斯·培根认为，为了真正洞悉事物的本性，人类首先必须清除一切偏见，以获得对事物客观的认识。在《新工具》中，培根将这样的偏见称为“偶像”，它一共有四类：种族偶像、洞穴偶像、市场偶像和剧场偶像。在上述偶像中，“种族偶像是人类与生俱来的假象，洞穴偶像是个人的偏见，市场偶像是语言上的偏见，剧场偶像是哲学流派的偏见”[[85]](#footnote-85)。对于其中的剧场偶像，弗朗西斯·培根认为：“是从哲学的各种各样的教条以及一些错误的论证法则移植到人们心中的。”[[86]](#footnote-86)他把它分为三种：诡辩的哲学、经验的哲学和迷信的哲学。

对于第一种哲学——诡辩的哲学，弗朗西斯·培根认为，它由那些唯理论的哲学家们如亚里士多德所拥有。“唯理派的哲学家们只从经验中攫取多种多样的普通事例，既未适当地加以核实，又不认真地加以考量，就一任智慧的沉思和激动来办理一切其余的事情。”[[87]](#footnote-87)如此，他认为第一种哲学——诡辩的哲学的危害是巨大的，应该抛弃。

对于第二种哲学——经验的哲学，弗朗西斯·培根认为其蕴涵于占星术、自然巫术、炼金术之中。对于这一类哲学，弗朗西斯·培根的心理比较矛盾。一方面，弗朗西斯·培根没有拒绝它们“激扰”自然的实验方式，相反他的“激扰”自然的实验之“激扰”思想还来自此。另一方面，弗朗西斯·培根对这类哲学的思想倾向以及实践方式进行了批判，提出了他自己的如何进行“激扰”自然的实验思想。具体情形，下文详述。

对于第三种哲学——迷信的哲学，弗朗西斯·培根认为其出于毕达哥拉斯学派和柏拉图学派。这一类哲学家们“出于信仰和敬神之心，把自己的哲学与神学和传说糅合起来；其中有些人的虚妄竟歪邪到这种地步以致要在精灵神怪当中去寻找科学的起源”[[88]](#footnote-88)。毕达哥拉斯神秘主义、柏拉图的回忆说和理念论，都是以一种迷信的形式——理想化的、神学的形式，败坏自然哲学。

对于上述第一种和第三种哲学，弗朗西斯·培根总结道：“在他们的哲学和思辨当中，他们的劳力都费在对事物的第一性原则和对自然中具有最高普遍性的一些东西的查究和处理；而其工作的效用和方法都是完全出自中间性的事物。由于这样，所以人们一方面则要对自然进行抽象，不达到那潜而不现、赋形缺如的物质不止；另一方面则要把自然剖解到直抵原子方休。而这两个东西又怎样呢？它们即使是真的，也不能对人类福利有多少作用。”[[89]](#footnote-89)就此，弗朗西斯·培根否定了第一种哲学——诡辩的哲学和第三种哲学——迷信的哲学。这种否定意义是重大的。如果不否定这两种哲学，就不可能改变中世纪自然哲学之“没有自然的自然哲学”(natural philosophy without nature)[[90]](#footnote-90)的状况，也就不可能改变诡辩的哲学和迷信的哲学“通过一系列严格的假定(预设)的演绎推理去解释已知的现象而获取知识，对于那些与预设不符的现象则置之不理”的认识方式，从而也就不可能通过具体的、发现性的经验研究来认识事物。对诡辩的哲学和迷信的哲学的否定，是弗朗西斯·培根提出“激扰自然”实验思想的前提。从此，“他开创了哲学向科学的转变和哲学家向科学家的转变，尽管在19世纪才真正出现了现代意义上的‘科学’和‘科学家’的概念，但是它们的历史可以追溯到弗朗西斯·培根试图对一个沉思的学科(哲学)进行根本性改变的尝试。其就是要把哲学从一门依靠思辨哲学家个人所例证的沉思的学科，改造成由实验自然哲学家们所例证的共有的，甚至最终是集中来引导的事业。”[[91]](#footnote-91)。

(二)为什么做“激扰自然”的实验：“激扰自然”，以便认识自然

1. 来自自然自身的启发：自然隐藏其秘密，需要“激扰”揭示它

弗朗西斯·培根认为：“要在一个所与物体上产生和添入一种或多种新的性质，这是人类权力的工作和目标。[Super datum corpus novam naturam sive novas naturas generare et superinducere opus et intentio est humanae poten-tiae.]对于一个所与性质要发现其法式，或真正的种属区别性，或引生性质的性质，或发射之源(这些乃是与那事物最相近似的形容词)，这是人类知识的工作和目标。[Dat autem naturae Formam, sive differentiam veram, sive naturam naturantem, sive fontem emanationis...invenire opus et intentio est humanae scientiae.]”[[92]](#footnote-92)

根据上面这段话，可以看出弗朗西斯·培根使用了naturam naturantem，它是拉丁语natura naturans的语法形式，表示的是积极、主动意义上的自然，是事物性质的原因，相当于nature naturing。与之相对应，natura naturata表示的是消极、被动意义上的自然，是处于限制中(in bonds)的自然，是日常生活中的、能被经验研究的自然，相当于nature natured。前者表示的是“自然的研究”，创造实体，获取知识以认识积极的自然；后者表示的是“自然的操作”，通过使用权力(power)创造实体，以控制被动的自然。两者的关系是：“Natura naturata是在任意一个给定的时间，一个给定的对象或性质，或者是所有的对象和所有的性质的集合——宇宙的实际状况；natura naturans是这一状况或者状况集合的内在起因……因此，natura naturans对natura naturata而言是一种因果关系，或者换句话我们可以说，natura naturans是自然的主动的或动力的(active or dynamical)方面，natura naturata是自然的被动方面。”[[93]](#footnote-93)

培根认为，技艺(art，techne)能够用来限制主动的自然以征服(subdue)主动的自然，并且可以从被动的自然中提取(extract)自然的秘密。[[94]](#footnote-94)据此，在弗朗西斯·培根那里，要认识事物运动变化的性质(natura naturata)，就要认识其原因(natura naturans)。根据亚里士多德的“四因说”及其认识论，要认识并且解释事物的性质，必须由这四种原因——质料因、动力因、形式因、目的因乃至由事物的根本原因“终极因”进行。但是，对于弗朗西斯·培根来说，“但且看这四种原因，目的因除对涉及人类活动的科学外，只有败坏科学而不会对科学有所推进。法式因[[95]](#footnote-95)的发现则是人们所感绝望的。能生因和质料因二者(照现在这样被当作远隔的原因而不联系到它们进向法式的隐秘过程来加以查究和予以接受)又是微弱、肤浅，很少有助甚至完全无助于真正的、能动的科学”[[96]](#footnote-96)。不仅如此，他还说：“可是如果有谁认识到法式，那么他就把握住若干最不相像的质体中的性质的统一性，从而就能把那迄今从未做出的事物，就能把那永远也不会因自然之变化、实验之努力，以至机缘之偶合而得实现的事物，就能把那从来也不会临到人们思想的事物，侦察并揭露出来。由此可见，法式的发现能使人在思辨方面获得真理，在动作方面获得自由。”[[97]](#footnote-97)如此，就弗朗西斯·培根来说，最重要的与最必要的就是认识“法式因”(形式因)[[98]](#footnote-98)，它是自然的内在的、根本性的“形式”(formam)，自然界的东西(natura naturata)就是由“形式”创造或“产生”(engendered)的。可以说，natura naturata被称作“被动的自然”(passive nature)、“物理的自然”(physical nature)或者“被自然创造的自然”(nature natured、nature already created)，是就此意义而言的。也正因如此，要认识natura naturata，根本性地还是要认识natura naturans之formam，即认识积极主动的、创造性的自然的“形式”。[[99]](#footnote-99)

问题是如何认识形式呢？在柏拉图那里，是通过回忆和沉思；在亚里士多德那里，是不加干涉地让自然自发地呈现其所是。在弗朗西斯·培根这里，与上述两种都不同。他认为，要认识积极主动的、创造性的自然的“形式”，就要将自由的、主动的自然与受限的、被动的自然联系起来，通过“激扰”(vexing)自由的、主动的自然，即操作自然，使之成为受限的、被动的自然，而获得对自由的、主动的自然的认识。

麦茜特(C. Merchant)认为，培根的“主动的自然”“被动的自然”“操作的自然”这三个概念是从希伯克拉底(Hippocratic)的《论技术》(*on the techne*)中获取灵感的。[[100]](#footnote-100)除此之外，培根还区分两种行为，一种是通过力量来操纵自然以创造新的实体，另一种是将自然视作积极的、有创造性的实体，对它进行研究以获取知识。前者是能让人类统治被动的自然，而后者能获得主动的自然的知识。[[101]](#footnote-101)前一种行为是依赖于后者的，那么对主动的自然进行研究就成为一种必须进行的活动。为了获取有关主动的自然的知识，就必须使用技艺，那么使用技艺所限制的自然是自然吗？于是培根提出了三种状态，将被技艺所限制的自然纳入到自然当中，最终目的是引出三种自然的历程，认为可以使用技艺研究自然，并且是自然史的一部分。

为什么要以这种方式认识自然呢？弗朗西斯·培根认为：“自然以三种状态存在……要么她是自由的，并且以她自己的通常方式发展；要么她因……暴力的阻碍而偏离其合适状态；或者她受到技术和人类事工的约束和塑造。第一种状态指向事物之类；第二种状态指向怪物；第三种状态指向事物的人工物(things artificial)。因为在人工物中，自然服从人的命令，并在人类的权威下运行；没有人，这样的事物永远不会创造……自然历程(natural history)因此是三重的。它以自由的自然、出错的自然和限制的自然的态度对待自然。这样我们就可以将它公平地分为同代历程、青春期历程和技艺历程(history of generations, of pretergenerations, and of arts)[[102]](#footnote-102)；最后那一个，我称为机械历程或实验历程。”[[103]](#footnote-103)据此，自然就有三种状态：自由的自然(nature of free)、出错的自然(nature in error)、受限的自然(nature in bonds)。前面两种与natura naturans对应，后面一种与natura naturata相对应。

对于以上三种自然状态，弗朗西斯·培根用古希腊神话中的三个神来类比：牧神潘(Pan)象征自然的第一种状态——“自由的自然”，她是自由的和富有创造力的，如同宇宙一般，在天堂，在动物和植物的创造过程中遵循自己的发展；海神普罗蒂厄斯(Proteus)，或者说物质，象征第二状态——“出错的自然”，这第二种状态对于去说明偏离常规的自然的各种各样的形状、奇迹以及奇怪形式是必要的，而这种偏离就像在妖怪存在的情况下，由物质的任性、粗鲁、扭曲以及暴力的阻碍(the violence of impediments)所造成，即普罗蒂厄斯因为“暴力的阻碍而出现反常行为”；火神普罗米修斯(Prometheus)，象征第三种状态——“人的状态”，或者说“束缚中的自然”，是以普罗米修斯或人类的状态为象征的。“他是人类的本性，……有心智之力能够理解，具有人性，自然中的人类，混合以及组成所有事物的人。普罗米修斯作为技术的创造者，同样代表着被艺术改造过的自然。他把大自然束缚起来之后，人类将获得自由和救赎。”[[104]](#footnote-104)这是“限制的自然”，也可称为“技艺的自然”。

对于弗朗西斯·培根来说，第一种状态的自然，可以由其自身自然展现来加以认识；第二种状态的自然，常常由反常的行为产生好奇心、奇迹和奇怪的形状，可以用普罗蒂厄斯的神话加以解释，即当受到束缚，即“暴力的阻碍”(the violence of impediments)时，普罗蒂厄斯就为了解放自己而奋起反抗和改变自身。第二种状态的自然与第一种状态的自然是有差别的。对于第二种状态的自然—出错的自然(natura in error)，“这是宇宙中的混乱——自然的任性维度，如世界灵魂(the world soul)或自然违背上帝意志的叛逆大胆——可以被对自然规律的理性理解所抑制”[[105]](#footnote-105)。对于弗朗西斯·培根来说，要认识第二种状态的自然，就要走向第三种状态的自然。“就像越过一个人的底线才会知道他的性情一样，希腊海神普罗蒂厄斯(多变的人)知道被限制和急速卷起才会改变他的形状；所以大自然和它的多样性不会在完全自由的状态下呈现出来，只会在人为的尝试和烦扰中出现。”[[106]](#footnote-106)“而正如在生活事务方面，人的性情以及内心和情感的隐秘活动尚且是当他遇到麻烦时比在平时较易发现，同样，在自然方面，它的秘密就更加是在方术的扰动下比在其自流状态下较易暴露。”[[107]](#footnote-107)如此，第二种状态的“出错的自然”(nature erroring)与第三种状态的自然——受限的自然(又称“与人建立互信关系的自然”)(nature in bonds)，并不是分离的和相互排斥的范畴，相反，它们是彼此跨越而进入对方之中的，能够以彼此解释的方式以及自然自身的方式被研究。具体而言，就是自然是自由的，但是，自然有时也会作出反常的和无礼的行为，偏离自由的自然的正常转道和行为。不过，这种反常和无礼的行为不是以自然规律为准则去行动的自然行为，而是自然对某种东西的报复。在此情况下，要想探知自然的真相，就要运用人类的权力，约束和限制自然(natura naturata)，通过各种手段(means)、技艺(art)和技能(techne)，激扰(vexing)自然，创造出实体(creating entities)，即natura naturans，逼迫自然暴露它的秘密，即其原因和规律。如此一来，第二种状态的自然与第三种状态的自然是有关联的，通过第三种状态的自然，可以理解第二种状态的自然。“通过对第二种自然状态——‘自然奇观’(the wonders of nature)的理解，也才能理解第三种自然状态，即‘技艺的奇观’(the wonders of art)。”[[108]](#footnote-108)

要注意的是，培根并没有认为这三种状态是明确分开的，它们之间相互交叉，可以以一种照亮彼此和自然本身的方式进行研究。根据这三种自然可以将历程(history)分为三个，分别是同代历程、青春期历程和技艺历程。自然的历程并没有先后之分，自然的历程仅是研究自然的三种主题(subject)，并且可以以两种维度来讨论。一个维度是各历程所包含的具体事物；另一个维度是哲学所讨论的抽象内容。[[109]](#footnote-109)

麦茜特认为主动的自然对应自由的自然，而被动的自然对应限制的自然，而出错的自然是源于物质的反常行为，没有与之对应的自然类型。但是麦茜特认为培根的第二种自然状态是必要的，目的是能解释在被创造的世界中所观察到的差异，这差异是不同于按照自然法则行事的自然行为。不过，斯宾诺莎认为，如果有任何实体的行为偏离了主动的自然的规律和预测的行为，那仅仅是因为科学还没有发现该行为的原因。[[110]](#footnote-110)如此一来，那么可以将出错的自然归入自由的自然当中。不过，麦茜特并没有说明为什么自然的两种类型可以与自然的三种状态对应。按照笔者的理解，麦茜特貌似是因为主动的自然与自由的自然都涉及主动性，而被动的自然与限制的自然都涉及被动性，从而得出这种对应关系。那么为什么要将自然类型与自然状态对应呢？其实，培根在论及自然历程时只从自然的三种状态出发，并没有涉及自然的类型。提出自然类型的目的，貌似仅是为了说明，人类为了能统治自然界，必然要获取主动的自然的知识，而不是沉溺于被动的自然当中。

以上是弗朗西斯·培根“激扰”自然(vexing nature)实验思想的基础。这种思想始见于1605年出版的Of the proficience and advancement of learning一书之“试验和工艺的激扰”(trials and vexations of art)。在此，术语trials(试验)意味着检验或证明，vexations(激扰发)意味着通过人类的手段(工艺)对物质(具体的身体)进行约束或拷问，使之转化，以获得认识。[[111]](#footnote-111)

比较弗朗西斯·培根的这种自然观念与亚里士多德的自然观念，两者已经有所不同。亚里士多德认为：“我们必须在保持本性的事物中，而不是在毁灭的事物中寻找自然的意图。”[[112]](#footnote-112)“如果像亚里士多德所认为的那样，应当从处于自然无羁绊状态下的事物行为中发现其本性，那么人为限制将只会造成干扰和破坏。”[[113]](#footnote-113)弗朗西斯·培根与之相反，相信从事物的自然状态很难发现事物的本性，只有进行人为的限制，才能发现这种本性。

问题是：如弗朗西斯·培根那样对自然进行“激扰”，难道就不破坏自然的本性(形式)，从而不能获得对自然事物“原因”的认识了吗？应该说有这种可能。考虑到这点，弗朗西斯·培根强调：“人类知识和人类权力归于一；因为凡不知原因时即不能产生结果。要支配自然就须服从自然；而凡在思辨中为原因者在动作中则为法则。”[[114]](#footnote-114)“在获致事功方面，人所能做的一切只是把一些自然物体加以分合。此外则是自然自己在其内部去做的了。”[[115]](#footnote-115)换句话说就是，当人类通过“激扰自然”操作自然并且研究自然时，要遵守一定的规则，将两者统一起来，即在服从自然的基础上支配自然，在支配自然的基础上认识自然。对于这一规则，弗朗西斯·培根认为：“它应当是确实的，自由的，倾向或引向行动的。而这和发现真正法式却正是一回事。”[[116]](#footnote-116)法式与性质相互依存，谁也离不开谁；真正的法式是以那附着于较多性质之内的，在事物自然秩序中比法式本身较为易明的某种存在为本源，而从其中绎出所与性质。“这样说来，要在知识上求得一个真正而完善的原理，其指导条规就应当是：要于所与性质之外发现另一性质，须是能和所与性质相互掉转，却又须是一个更普遍的性质的一种限定，须是真实的类的一种限定。”[[117]](#footnote-117)如此，对自然的操作(动作)与对自然的研究(知识)才是一回事，也才能达到弗朗西斯·培根所提出的：“凡在动作方面是最有用的，在知识方面就是最真的。”[[118]](#footnote-118)

2. 来自哲学“制造世界”的启发：只有作用于自然，才能认识自然

事实上，在弗朗西斯·培根之前，就有一些思想家提出人类“制造世界”以及“只有通过作用于自然才能认识自然”的思想。库萨的尼古拉继承了新柏拉图主义的传统，认为人类这种堕落的创造物并非完全缺乏基督教上帝所具有的那种十分重要的和确定的属性——“创造”，事实上，人类除了复制或者模仿自然之外，还能够制造出自然所没有提供的样品或者原型之物，并以此超越自然，这就是说，在上帝创造世界的时候，也创造出具有创造另一个数学的和抽象观念的世界的能力的人；达·芬奇主张，与人类相关的科学是第二个创造物；维韦(Juan Luis Vives，1492—1540)写道：“人在他能够制造的范围内进行认识”(man knows as far as he can make)；卡尔达诺(Girolamo Cardano，1501—1576)证明，由于心智自身制造出或者产生出它所操作的东西(实体)，因此，在数学中才能存在确定性；布鲁诺拒绝把沉思放在首位，并论证道，哪里有制造或者生产某种东西的能力，哪里就有那种东西被认识的确定性；帕拉塞尔苏斯指出，自然必须被人为地带到这样一个地方，在这里她对人类探询的目光显露出她自己。[[119]](#footnote-119)

概括上述思想，都有一个基本内涵，就是：人类是能够制造世界的，而且只有在制造世界的过程中，才能认识世界。弗朗西斯·培根受到这一哲学思想的影响，并以此进一步提出实验之“激扰”自然的观念。

3. 来自《圣经》信条的启发：只有受到“激扰”，才能理解教义

事实上，在弗朗西斯·培根之前，旧约《圣经》中也有“激扰”思想。《圣经》的天主教版本，用拉丁文书写的拉丁文圣经，在赛亚书的28:19节中可见以下陈述：Sola vexatio intellectum dabit auditui. 翻译成英文就是：Only pain shall give understanding.(“只有痛苦才能给予理解。”)或者换句话说就是：Only tribulation alone will give understanding to the hearing.(“只有苦难才能使人们明白道理。”)到了弗朗西斯·培根时代，上述思想有了进一步发展。在英国国王詹姆士一世时代的《圣经》版本中，拉丁语vexatio被翻译成vexation，And it shall be a vexation only to understanding.(“只有当你受到激扰，才会使你理解教义。”)被很好地翻译并广为流传，成为一种社会文化。在这种文化背景下，弗朗西斯·培根肯定会受到相应的影响。

分析上述《圣经》之“激扰之后才能理解”，其深层次的含义是“人类只有经历苦难和痛苦，才能理解教义”。这种含义到了宗教裁判所那里，引申出如下含义：就是要对异教徒进行“激扰”——或者限制，或者监禁，然后“调查”“追寻”“拷问”“审讯”(the inquisition)，引起异教徒身心痛苦，理解教义，招供秘密，认识真相。“审讯的目的在于让异教徒认识真相而不是创造真相；拷问在本质意义上‘产生’真理……在这里因为再次痛苦导致理解。”[[120]](#footnote-120)

以此反观弗朗西斯·培根“激扰自然”的实验思想，与此惊人相似：自然在通常情况下不易暴露自身的秘密，只有在工艺等“激扰”下，才更加容易暴露自己，敞露真相，并实现人类对它的认识。 弗朗西斯·培根就说：“科学家，作为权威，一定不要认为‘对自然的审查可以以任何方式被阻断或被禁止’(The inquisition of nature is in any way interdicted nor forbidden)。”[[121]](#footnote-121)人类的权力(power)，犹如宗教裁判所的权力。

4. 来自巫术、炼金术的启发：以“激扰”自然的方式，认识自然

亨利(J. Henry)认为：“弗朗西斯·培根的哲学著作表明，他了解大量的巫术，他是部分巫术传统的实践者，特别是炼金术，而他自己的哲学大大地受惠于巫术。”[[122]](#footnote-122)如此，弗朗西斯·培根就不仅是巫术思想的持有者，而且还是巫术思想的实践者，巫术的相关思想及其实践必然影响到他。巫术的关键是利用自然现象、身体的自然权力，以及它们的力和运动，以便实现实用的目的。具体而言，就是：某个人一旦受到魔鬼的“激扰”(vexing)，其身心就会出现异常，表现为“扭动和反抗”(“writhing and struggling”)，要想恢复正常，就要采取相应的手段对此作法，驱赶魔鬼，限制身体，使之解脱。这一思想影响到弗朗西斯·培根，亨利进一步认为：“因此，弗朗西斯·培根转向它，将此作为自己努力去变革的自然哲学的精神气质的灵感的主要来源，这几乎是不足为奇的。但是，巫术对弗朗西斯·培根的影响到此并没有结束。一旦弗朗西斯·培根留意到巫术，他就不可能不注意到，巫术的主要方法特点就是实验。”[[123]](#footnote-123)麦茜特也指出，相应的巫术案例的特征很可能已经影响到弗朗西斯·培根“激扰”概念的形成及其同“物理扰动”的联系。[[124]](#footnote-124)

对于炼金术，其代表人物帕拉塞尔苏斯在Concerning the Nature of Things (1537年)第一卷中写道：“所有自然物的产生(gen-eration)来自两方面：一是由自然而非工艺介入；二是由工艺加工后的，也就是说，通过炼金(by Alchemy)。”[[125]](#footnote-125)比较帕拉塞尔苏斯的这一论述和前述弗朗西斯·培根的相关论述，可以发现：此处关于自然第一方面的论述，类似于弗朗西斯·培根关于自然的第一种陈述，即处于创造自由的自然(natura naturans)；此处关于自然第二方面的论述，类似于弗朗西斯·培根运用人类的力量(在工艺的“激扰”下)改变了的自然(natura naturata)。这从一定意义上表明弗朗西斯·培根很有可能受到帕拉塞尔苏斯炼金术思想的影响。对此，麦茜特说过：“尽管弗朗西斯·培根提出了他自己的关于自然的三种状态和物质转变的理论，但是，他可能是从帕拉塞尔苏斯的论文‘Concerning the Nature of Things’中获取的灵感和启发。”[[126]](#footnote-126)

如果说以上论述还不能够充分说明弗朗西斯·培根确实受到帕拉塞尔苏斯炼金术思想的影响，那么，格雷汉姆·里斯(Graham Rees)的研究则比较明确地表明了这一点：弗朗西斯·培根虽然常常对帕拉塞尔苏斯采取一种斥责的态度(参见Temporis Partus Masculus[约1602年])，但是他却了解并吸收了帕拉塞尔苏斯的宇宙学和炼金术，并在他的Theme Coeli(1612年)基础上创造出一种新的世界体系——宇宙的化学。[[127]](#footnote-127)进一步地，麦茜特认为：“(弗朗西斯·培根)对帕拉塞尔苏斯的Coelum Philosophorum, or Heaven of the Philosophers非常了解。”[[128]](#footnote-128)如果是这样，那么，帕拉塞尔苏斯著作The Coelum Philosophorum之副标题“Book of Vexations”[[129]](#footnote-129)中的Vexations思想不可能不影响到弗朗西斯·培根。进一步地，在帕拉塞尔苏斯那里，炼金术是对相关的物质进行“激扰”，如煅烧、升华、腐蚀、蒸馏等，揭开自然的奥秘；相应地，在弗朗西斯·培根那里，认识自然是通过工艺或技能、技术去“激扰自然”使之转变，使其呈现出通常状态下所难以呈现的。两者的内涵和目标是如此地契合，以至于我们很难否定弗朗西斯·培根的Vexations没有受到帕拉塞尔苏斯炼金术的Vexations影响，并进而不将后者视为Vexations的来源。

三、“激扰”自然实验思想的贯彻及意义

弗朗西斯·培根提出“激扰”自然的实验思想之后，也对如何进行这样的实验以获得确实的实验结果进行了阐述。这方面典型地体现了他的全面的方法论特征。这种“激扰”自然的实验思想及其方法论特征具有十分重要的意义。

(一)弗朗西斯·培根“激扰”自然实验思想的贯彻

1. 摒弃神秘主义，以恰当的自然观念统领实验

考察经验的哲学如赫尔墨斯传统等，它们是以大宇宙-小宇宙平行论、天人同感论以及万物有灵论为基础的，充满了神秘主义的色彩。

弗朗西斯·培根对经验哲学的这种观念进行了批判。他认为：“那些充满了太多想象和信仰的科学，如那些堕落的自然魔术、炼金术、占星术等，在他们的陈述中对方法的叙述比他们的主张或目标更加荒诞不经。”[[130]](#footnote-130)“再说到自然幻术的一流人物，他们是以交感和反感来解释一切事物的；这乃是以极无聊的和最怠惰的构想来把奇异的性德和动作强赋予质体。假如他们也曾产出一些事功，那也只是旨在标奇取誉而不是旨在得用致果的一些东西。”[[131]](#footnote-131)“在揭示自然的真相方面，自然魔术所带来的知识跟我们真正需要的知识之间的距离，正如英国的亚瑟王或波尔多的休这样的传奇故事与凯撒那些真正的历史之间的差距。”[[132]](#footnote-132)据此，弗朗西斯·培根认为经验哲学家们的理论基础——自然哲学思想是错误的、虚幻的、不真实的，依据此错误的、虚幻的、不真实的自然哲学思想去指导“实验”实践，虽然有的时候可能取得一定的成果，但是，那不是必然的、经常的，而是偶然的、难得的、没有预料到的、歪打正着的，很多时候只可能是南辕北辙、事倍功半。弗朗西斯·培根以“翻土得金”的典故对这种状况进行了形象比喻：“炼金家们不是没有许多的发现，不是没有带给人们以有用的发明；不过他们的情节却如寓言中所讲的一个老人的故事：那老人以其葡萄园中的窖金遗给诸子，而故称不知确切地点，诸子于是就辛勤地从事于翻掘园地，虽然没有找到什么金子，可是葡萄却由于这次翻掘而变得更加丰茂了。”[[133]](#footnote-133)

为了改变上述状况，弗朗西斯·培根提倡新的实验应该走向自然，对自然母亲进行直接的考察，以发现自然界的奥秘。对此，有学者总结道：“弗朗西斯·培根对于炼金术师的反对，是由于他们跟随了错误的贤者之石，也就是他们前辈的包含了预期的想法。新的贤者之石不是投机取巧而是对于自然母亲的观察。”[[134]](#footnote-134)

2. 以法庭审判为模板，按部就班地进行实验

作为大法官的弗朗西斯·培根不可能不深受相关法律的影响，从而将相关的思想用于“激扰实验”思想的构建中。对于弗朗西斯·培根，马丁(J. Martin)就说：“尽管他一再声称‘实验’是他变革了的自然哲学的一个重要组成部分，但是，弗朗西斯·培根对如何实施或进行一个新的实验的探查，从没有提供一个详细的讨论。然而，他的言论足以表明他所设想的实验是与法庭诉讼和审批非常类似的。”[[135]](#footnote-135)这点由弗朗西斯·培根自身的言论可以得到印证：“在神恩和至圣天道所恩准的此项伟大抗辩和诉讼中(在那里人类追求恢复他对自然的权利)，我所意愿者(根据在公共事物中的实践)就是运用质询考察自然本身和技艺。”[[136]](#footnote-136)在此，弗朗西斯·培根把法庭上询问证人与考察自然作了类比，并依据前者来贯彻后者。

马丁对弗朗西斯·培根之实验质询与法庭质询之类比作了系统阐述。对于自然科学(自然哲学)，第一步是由实验者收集相关数据，然后公布，由科学共同体(科学委员会同人)商讨以判别真伪，从而形成正式的实验文本，作为人类的认识(公理和原则)，之后，这样的发现(公理和原则)为增进人类的利益服务；对于法庭诉讼，首先是志愿者收集法律问题及其案例，形成非正式的报道，然后交由法律委员会同仁决定哪一个法律案例是真正重要的，之后形成正式的法律文本，提交给法庭，最后以维护当事人的法律权利。照此，弗朗西斯·培根就将应用实验获取知识的过程和功用与应用质询获取法律事实的过程和功用相类比，得到两者有一个精确相似的结论。弗朗西斯·培根“改革后的科学的法律和他改革的自然哲学有相同的目的、相同的技艺、相同的词汇以及相同的层次组织”[[137]](#footnote-137)。“弗朗西斯·培根改造的自然哲学是以他改造的法律为模本的。”[[138]](#footnote-138)这种状况可由图8.1表示。



图8.1　实验与法庭诉讼和审批[[139]](#footnote-139)[[140]](#footnote-140)

3. 以归纳推理而非演绎推理的方式，获得普遍认识

弗朗西斯·培根认为，第二种哲学——经验的哲学，来自这样一类哲学家：“在辛勤地和仔细地对于少数实验下了苦功之后，便由那里大胆冒进去抽引和构造出各种体系，而硬把一切其他事实扭成怪状来合于那些体系。”[[141]](#footnote-141)这一类哲学家，对于弗朗西斯·培根来说，指的是他那个时代的化学家以及进行磁石实验的吉尔伯特之流，他们从“狭隘的和晦涩的实验”，一下子跳跃到普遍的结论，即把一个普遍性的体系建立在“狭隘的和晦涩的实验”基础之上。如吉尔伯特通过一组实验去探查磁石的特征，并且证明地球自身是一个巨大的磁体，但是，他并没有花一点时间来对他的实验方法和实验结果进行评论，而是直接地根据魔法哲学(万物有灵论)形成其完整的宇宙学。对此，他进一步说道：“对于这一类的哲学，有一点警告是不可少的：我已先见到，假如人们果真为我的忠告所动，竟认真地投身于实验而与诡辩的学说宣告永别，但随即跟着理解力的不成熟的躁进而跳跃或飞翔到普遍的东西和事物的原则，那么这类哲学所孕的莫大危险是很可顾虑的。对于这个毛病，我们甚至在此刻就该准备来防止它。”[[142]](#footnote-142)

如何防止它呢？弗朗西斯·培根认为应该遵循以下原则：“最好的论证当然就是经验，只要它不逾越实际的实验。”[[143]](#footnote-143)该原则含有两方面的含义：第一，普遍的原理应该建立在经验之上，而不是前述那些诡辩的哲学、经验的哲学和迷信的哲学之上。对于这三种哲学，它们是剧场假象，它们的论证是邪恶的论证。“邪恶的论证可以说是假象的堡垒和防线。我们在逻辑(拉丁本原文为dialectica)中现有的论证不外是把世界做成人类思想的奴隶，而人类思想又成为文字的奴隶。”[[144]](#footnote-144)在此意义上，“最好的论证当然就是经验”。第二，虽然最好的论证是经验，但是，对于这一经验，应该是经过辩护的，而不是逾越实际的实验。“因为我们如搬用经验于认为类似的其他情节，除非经由一种正当的、有秩序的过程，便不免是谬误的事。可是现在人们做实验的办法却是盲目的和蠢笨的。他们是漫步歧出而没有规定的途程，又是仅仅领教于一些偶然自来的事物，因而他们虽是环游甚广，所遇甚多，而进步却少；他们有时是满怀希望，有时又心烦意乱，而永远觉得前面总有点什么东西尚待寻求。”[[145]](#footnote-145)

鉴此，弗朗西斯·培根认为，应该杜绝这种偶然的经验。弗朗西斯·培根坚持，经验有两种：一种是偶遇，是自行出现的；另外一种是实验，需要着意去寻找。[[146]](#footnote-146)真正的经验方法与偶遇相反。“它是首先点起蜡烛，然后借蜡烛为手段来照明道路；这就是说，它首先从适当地整列过和类编过的经验出发，而不是从随心硬凑的经验或者漫无定向的经验出发，由此抽获真理，然后再由业经确立的原理进至新的实验；这甚至像神谕在其所创造的总体上的动作一样，那可不是没有秩序和方法的。这样看来，人们既经根本误入歧途，不是把经验完全弃置不顾，就是迷失于经验之中而在迷宫里来回乱走，那么，科学途程之至今还未得完整地遵行也就无足深怪了。而一个安排妥当的方法呢，那就能够以一条无阻断的路途通过经验的丛林引达到原理的旷地。”[[147]](#footnote-147)在此，弗朗西斯·培根对通过工艺“发现实验”的强调，是非常有价值的。

在上述认识的基础上，弗朗西斯·培根认为，感觉是一切知识的源泉，科学本质上是经验的，应该把认识建立在经验基础之上。他认为，简单的、朴素的经验是不行的，真正的经验方法是从经过适当安排和消化的经验开始，导出公理，进而又从公理导出新的实验，也即只有按确定程序和规则进行的实验，才能成为科学知识的可靠源泉。他一再强调：“钻求和发现真理，只有亦只能有两条道路：一条道路是从感官和特殊的东西飞越到最普遍的原理，其真理性即被视为已定而不可动摇，而由这些原则进而去判断，进而去发现一些中级的公理。这是现在流行的方法。另一条道路是从感官和特殊的东西引出一些原理，经由逐步而无间断的上升，直至最后才达到最普通的原理。这是正确的方法，但迄今还未试行过。”[[148]](#footnote-148)如此，弗朗西斯·培根提出了归纳推理的方法，就是收集材料，整理材料，推出一般结论。当然，这里的材料是通过自然历程和实验历程研究获得的，借助它们，通过“三表法”——具有表、缺乏表、程度表，找到事例间的同一与差异，在排除差异、寻求同一的过程中，辨识错误以及一切预先假定的理论，从而把理论建立在无谬的经验基础上。关于这点，可以由弗朗西斯·培根的“实验家——蚂蚁——只收集事实”“推论家——蜘蛛——只进行推理”“科学家——蜜蜂——归纳推理”的隐喻中得到佐证。

总之，弗朗西斯·培根的“实验”，在很大程度上祛除了占星术、巫术以及炼金术之赫尔墨斯传统下实验的神秘主义，通过一种对自然的主动干预——“激扰”使自然暴露它的秘密，并以一种归纳推理的方式获得对世界的理论化的认识以及对理论的“证伪”。“以前的理性自然哲学将演绎推理法作为唯一可靠的推理手段，但是弗朗西斯·培根认为，演绎推理只能用来证实已知知识的正确性，却不能引导我们做出新的发现，而且鉴于当时的自然哲学所基于的预设大部分是错误的，因此，演绎推理是通过将错误证实为正确来帮助延续错误。弗朗西斯·培根在否定演绎推理方法的同时，提出了一种更好的替代方法——归纳推理法，一种已经成为实验基本逻辑的方法。”[[149]](#footnote-149)这是一种新的科学发现的逻辑。它也体现在弗朗西斯·培根《木林集》中所描述的标准化的实验实施模式中：事实(facts)→探究(inquisition)→原因(causes)→原理(axiom)。[[150]](#footnote-150)

(二)“激扰”自然实验思想的意义

1. 推崇“光”的实验，倡导“发现”的文化，“发现”发现

对于弗朗西斯·培根，推崇“光”的实验，而非“果”的实验，以“点燃自然之灯”，发现自然奥秘，以为人类服务。这应该是弗朗西斯·培根提出“激扰”自然的实验思想的最大意义。

对于近代科学来说，“实验”方法的诞生是一件大事件，以至于“自然科学”又被称为“实验科学”。伊本·海塞姆在11世纪就做光学实验了，罗吉尔·培根也早在13世纪就提出“实验科学”的思想了，而且，炼金术实验开始很早，医药化学学派的实验进行得很多，至此，为什么在弗朗西斯·培根提出“激扰自然”的实验之前，或者说在17世纪中叶之前，成功的实验的例子很少呢？戴维·伍顿(David Wootton)对此作了探讨，认为有以下五个方面的原因：一是中世纪文化对体力劳动仍有相当大的限制，实验方法涉及体力劳动，因此，体力劳动限制实验；二是亚里士多德自然哲学在中世纪大学里占据主导地位，导致对实验方法的双重限制，即亚里士多德说过的就不说了，没有说过的也应该按照演绎的、逻辑的、目的的、因果的方式进行；三是实验方法涉及对外部世界的研究，也涉及抽象概括能力，它需要一种在具体和抽象、直接例子与科学理论之间来回移动的能力，但是，这一移动在概念和历史上是存在问题的；四是实验是人为现象，亚里士多德把自然和人为截然分开，理解其中一个不能为理解另一个提供基础，阻碍了实验发展；五是中世纪肯定不存在发现文化，只有“发现”发现或者“发明”发现，才能进行实验，作出发现。[[151]](#footnote-151)

2. 将科学认识从哲学中独立出来，由“哲学式科学”走向“实证式科学”

弗朗西斯·培根基于哲学层面本体论、认识论和方法论的思想变革，否决了第一种哲学——亚里士多德式的哲学和第三种哲学——柏拉图式的哲学，认为它们分别是“诡辩哲学”和“迷信哲学”，不能获得有效的认识。同时，他也部分否定了第二种哲学——自然巫术式的“经验哲学”，认为其实用的“实验”是可取的，但其神秘主义的哲学基础却是错误的。“他坚持，由推测性的哲学表明的通向认识的道路是错误的和行不通的，它的基点只是在于‘争论的漩涡和涡流’(whirl and eddy argument)以及‘传统的迷雾’(mist of tradition)。”[[152]](#footnote-152)由此，他就否决了“以哲学统领科学，以演绎推理代替经验发现，以抽象理论(哲学)解释并裁决经验事实而不是以经验事实发现自然并且检验理论”的合理性。在此基础上，弗朗西斯·培根接受了第二种哲学——经验哲学之实用的“实验”，提倡走向自然，直接进行具体化的发现型实验，并以实验检验哲学。如此，科学的性质改变了，开始从哲学中分离并且独立出来，在柏拉图以及亚里士多德那里表现突出的“哲学优位”的科学——“哲学式科学”，开始让位于“实证优位”的科学——“实验科学”，即由原先的由哲学认识自然走向由科学认识自然，科学从哲学中开始独立出来，实验科学诞生了。

对于弗朗西斯·培根本人，似乎没有做过多少具体的实验，而且从弗朗西斯·培根的科学实验思想来看，也不涉及具体化的实验(在英文上用experiment表示)，但是，他提出的是一种实验的方法论(methodology)，涉及的是抽象的实验方法(在英文上用experimentation表示)，引导并且指导着具体化的、多样化的实验。“弗朗西斯·培根是第一批提倡将实验作为获取自然知识最有效和最可靠手段的自然哲学家(我们这样称呼他是因为在他的时代并没有类似于‘科学’‘科学家’这样的称呼)之一。”[[153]](#footnote-153)“而弗朗西斯·培根向当时的自然哲学家们展示了实验方法在探索和理解未知世界方面强大的作用，进而改变了当时的情况。”[[154]](#footnote-154)“在17世纪，实验者受弗朗西斯·培根的激发，开始揭示自然界的秘密，这导致人们对被动的自然(natura naturata)的认识，并且导致人类能够预测和控制自然。”[[155]](#footnote-155)自然哲学家们在意大利、英国和法国建立实验学会，去开始探查事物的本质。意大利的实验科学院(The Italian Academla del Cimento，1657年)、英国皇家学会(The Royal Society of London，1662年)和巴黎科学院(The Paris Academy of Sciences，1666年)的成员都强调弗朗西斯·培根的实验方法。1663年，伦敦“皇家学会”成员就“物理学、解剖学、几何学、天文学、航海学、地理学、磁体学、化学、力学和自然实验”等相关话题，进行了哲学上的讨论和思考，目的是不受“神学和国家事务”的影响而研究自然。许多实验，特别是在生物体上完成的实验，如玻义耳于1660年在空气泵中所做的生物生死实验等，展现了弗朗西斯·培根“激扰”自然，使自然离开自然状态，以揭示其秘密的过程。[[156]](#footnote-156)“弗朗西斯·培根去世后，哲学家宣传他的专作、提高他的权威，不仅是去观察实验的实用性，同时也是在研究同行转向实验的原因。这无疑是弗朗西斯·培根科学实验方法后期取得成功的主要因素。尽管后来有很多著名的实验证明了该实验方法的重要性，但对实验方法的哲学有效性有很大的争议点。因此，所有自然哲学家纷纷转向支持弗朗西斯·培根。”[[157]](#footnote-157)

3. 将科学与神学、巫术相区别并加以扬弃，由“奴婢式科学”走向“实践式科学”

关于弗朗西斯·培根的“激扰自然”的实验思想，有两个问题需要澄清：一是弗朗西斯·培根肯定是赞同宗教神学的。弗朗西斯·培根认为：“如果认真加以思考，我们就会知道，信仰比知识更加有价值。因为在知识方面我们的心理会受到感官的影响，但是在信仰方面我们的心理是受精神支配，精神比起心理来拥有更多的权威，因此可以说，在信仰上我们的心理受到更有价值的力量的指引。”[[158]](#footnote-158)对于弗朗西斯·培根，宗教神学与科学是分离的。他说：“宗教神学(按我们的习惯就叫作神学)只是建立在上帝的话语与神迹之上的，而不是建立在自然之光基础上的。”[[159]](#footnote-159)言下之意是，科学是建立在自然之光基础上的，科学与神学是分离的。二是弗朗西斯·培根是赞同自然巫术的，但是，这种赞同是建立在批判基础上的。“弗朗西斯·培根是自然巫术的批判者，就其取得的成就令人失望，但是，毫无疑问地就其方法，他认为，如果被适当利用，是优越于思辨性的哲学的。”[[160]](#footnote-160)如此，弗朗西斯·培根扬弃了自然巫术，“通过将巫术中的实用主义和实验主义引入到自然哲学，培根彻底地改变了自然哲学并且使得它更加富有成就。不是努力劝说他的同时代人他已经发现了宇宙的正确系统，他努力向他们刻画理解自然世界运作的最好的程序。一句话，他努力向他们展现形成科学方法的重要性。就此而言，弗朗西斯·培根成功了”[[161]](#footnote-161)。弗朗西斯·培根的成功，“归功于他和其他一些人，当自然哲学与巫术传统中提取的概念和实践结合之时，它就更接近于近代科学了。其中最重要的是这样的思想——认识应该在实践中有用，以及通过经验和实验手段收集知识的实践”[[162]](#footnote-162)。随着这样的实验实践的推进以及对自然的更加彻底地祛魅——走向机械论，必然导致自然巫术的衰落。这点到了18世纪就更加明显了。

4. 将科学认识奠基于恰当的自然哲学，由“主观式科学”走向“客观式科学”

弗朗西斯·培根认为，自然是自由的、主动的、积极的、创造的，自然又是被动的、消极的、被创造的；自然自身不能说话，隐藏它的奥秘；要获得对自然的认识，就要对其加以“激扰”，也就是束缚(vincula)，即通过人类双手以工艺和技能对自然加以限制，逼迫自然脱离它的自然状态(包括混沌状态)，展现其在自由状态下不能展现出来的性质。“自由”“可错”“可信”是“自然”概念的三个关键术语和“自然”的三种状态，“激扰”成为弗朗西斯·培根实验思想的核心。

这是弗朗西斯·培根提出“激扰自然”实验思想的自然观基础或本体论基础。它表明，否决演绎推理优位的“诡辩的哲学”以及“迷信的哲学”，而走向直接面向自然的“实验”实践还不够，还必须为实验的贯彻提供一般性的实践方式——“激扰自然”；仅仅提出“激扰自然”的实验方式还不够，还必须为这样的实验方式提供自然观基础。鉴于上述主动的和被动的自然之概念以及自然的三种状态之分，才有自然研究之“激扰自然”的实验方式之合理，也才能获得关于自然的有效的认识。这是弗朗西斯·培根为“激扰自然”的实验方法论(知识如何被拓展)以及实验认识论(知识如何被证明为合理)做出的本体论承诺以及哲学的基础性辩护。这也表明，培根并不完全拒斥哲学，他拒斥的是凌驾于实验科学之上的“诡辩哲学”和“迷信哲学”，同时认为科学独立于哲学并与哲学有关。

不仅如此，弗朗西斯·培根的“如何进行‘激扰自然’的实验”这一问题，是与如此这般地做实验才能获得有效的认识紧密关联的。首先，弗朗西斯·培根依据其终生法律实践，提出“激扰自然”的实践程序与之类同的思想。其次，弗朗西斯·培根创造性地变革自然哲学，尤其是其赫尔墨斯传统(经验哲学)。“弗朗西斯·培根的创新是：在变革自然哲学之时，倡导使用巫师的实验方法。在那里，自然哲学和巫术是完全分开的传统——理性主义者和推理者，与其他的实验主义者和实用主义者之间是完全分开的，弗朗西斯·培根建议他们结合起来。”[[163]](#footnote-163)

弗朗西斯·培根上述“如何进行‘激扰自然’的实验思想”的意义是重大的。第一，弗朗西斯·培根努力使得“激扰自然”的实验从神秘和深奥的氛围中脱离出来，并以一种规则性的经验程序呈现出来，如此，科学走向自然，走向公开，走向规则，成为社会领域的一部分或一个建制，从此，科学从一种神秘的哲学的少数人的不规则的缓慢的活动，转变为公开的经验的多数人的规则性的快速活动，科学认识的模式发生了根本性的改变。第二，弗朗西斯·培根这里的“如何进行‘激扰自然’的实验”是与“如此这般地实验以使得知识被证明为合理”相一致的，在此既涉及本体论上的实验的正确的自然哲学指导，也涉及方法论的经验事实之上的归纳推理以获得普遍结论的强调，这两者都是为了保证所获得的关于自然认识的客观性。虽然在弗朗西斯·培根的时代，“客观性”这一概念并不存在，但是，在弗朗西斯·培根的影响下，科学家们开始思考建立事实最好的方式，至此，“客观性”这一概念出现了。“科学中对客观性的追求，也源自弗朗西斯·培根。”[[164]](#footnote-164)

弗朗西斯·培根“激扰自然”的实验思想是在对“诡辩哲学”“迷信哲学”“经验哲学”批判反思的基础上，基于“自由的自然”“出错的自然”“限制的自然”之自然观，扬弃巫术、炼金术以及医药化学学派之vexing实验思想提出的。“激扰自然”的实验思想实现了价值论、本体论、方法论、认识论的统一。其中，价值论是根本，即为了人类福祉而寻找发现的路径——进行“光”的实验；本体论是基础，这也是弗朗西斯·培根自然哲学的核心，为“激扰自然”的实验思想提供形而上学的合理性理由；方法论是根据，即如此这般地进行实验，以获得客观性的认识；认识论是目标，之所以进行上述价值论、本体论、方法论的探讨，目的是获得关于自然的正确认识。结果是，弗朗西斯·培根从哲学角度，为“激扰自然”以认识自然进行辩护，从而为具体化的操作实验(experiment)奠定了抽象化的哲学基础，创立了方法论意义上的实验(experimentation)，回答了以下几方面的问题：一是“为什么要通过实验获得知识”？最终目的是造福人类，走向自然；二是“为什么要通过‘激扰自然’的实验获得知识”？主要是通过技艺限制自然使得出错的自然暴露其秘密；三是“通过什么样的实验实践才能获得有效的知识”？摒弃神秘，质询自然并且对结果加以归纳；四是“获得这样的知识是为了什么”？为了应用科学，造福人类。通过对这几个问题的回答，弗朗西斯·培根就将“知识如何得到拓展”“知识如何被证明为合理”“知识如何成为有用”统一了起来。至此，近代实验科学诞生了。

1. “发现型实验”是H. 弗洛里斯·科恩所命名的。他认为有四位研究先驱对“发现型实验”做出了贡献，他们是弗朗西斯·培根、吉尔伯特、哈维和范·赫尔蒙特。他进一步认为：“无论这四位‘发现的-实验的’研究先驱所提出的问题有多么不同，他们之间还是有一些本质的共同点：他们都认为世界是有灵的，都注重实践和技艺，都愿意让自然产生出不会自发产生的现象；(除了培根)都有追踪现象之间关联的天赋。他们有时还会使用一些简单的仪器。”(参见[荷]H. 弗洛里斯·科恩：《世界的重新创造：近代科学是如何产生的》，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2012年，第106页。)而且，这里的“浓缩”是指那些实验者对事物进行认识所采取的方法由“精确的观察”转变为“发现型实验”。 [↑](#footnote-ref-1)
2. [荷]H. 弗洛里斯·科恩：《世界的重新创造：近代科学是如何产生的》，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2012年，第107页。 [↑](#footnote-ref-2)
3. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第11页。 [↑](#footnote-ref-3)
4. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第12页。 [↑](#footnote-ref-4)
5. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第11-12页。 [↑](#footnote-ref-5)
6. [英]戴维·伍顿：《科学的诞生：科学革命新史》(上册)，刘国伟译，北京：中信出版社，2018年，第350页。 [↑](#footnote-ref-6)
7. [英]戴维·伍顿：《科学的诞生：科学革命新史》(上册)，刘国伟译，北京：中信出版社，2018年，第380页。 [↑](#footnote-ref-7)
8. Pumfrey S, Rayson P, Mariani J. Experiments in 17th century English: manual versus automatic conceptual history. Literary and Linguistic Computing, 2012, 27(4): 395-408. [↑](#footnote-ref-8)
9. [英]戴维·伍顿：《科学的诞生：科学革命新史》(上册)，刘国伟译，北京：中信出版社，2018年，第380页。 [↑](#footnote-ref-9)
10. [英]戴维·伍顿：《科学的诞生：科学革命新史》(上册)，刘国伟译，北京：中信出版社，2018年，第343-344页。 [↑](#footnote-ref-10)
11. [英]戴维·伍顿：《科学的诞生：科学革命新史》(上册)，刘国伟译，北京：中信出版社，2018年，第343页。 [↑](#footnote-ref-11)
12. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第196页。 [↑](#footnote-ref-12)
13. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第195页。 [↑](#footnote-ref-13)
14. 夏基松，沈斐凤：《西方科学哲学》，南京：南京大学出版社，1987年，第19页。 [↑](#footnote-ref-14)
15. [荷]E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第194页。 [↑](#footnote-ref-15)
16. [英]丹皮尔：《科学史及其与哲学和宗教的关系》，李珩译，北京：中国人民大学出版社，2010年，第107页。 [↑](#footnote-ref-16)
17. [荷]E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第197页。 [↑](#footnote-ref-17)
18. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第196页。 [↑](#footnote-ref-18)
19. “种相”概念源于亚里士多德所构想的一种关于如何通过感知觉来认知事物的理论，阿奎那又对它作了详细阐述。罗吉尔·培根一般用“种相”来表示所有起作用的事物(不论是实体还是偶性)影响其他事物所凭借的力量。对于一个起作用的实体来说，这种力量是精神性的还是物质性的并不重要。施动者本身的特征当然在这种力量中有所揭示；“种相”在某种意义上类似于施动者，因此就其起源来说也称为“似相”(similitudo)或者“形相”(imago)。(参见[荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第210页。)multiplication既有“繁殖”“增加”的意思，也有“传播”的意思，这里其实有双重含义，故译成“播殖”还是恰当的。 [↑](#footnote-ref-19)
20. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第191页。 [↑](#footnote-ref-20)
21. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第198页。 [↑](#footnote-ref-21)
22. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第12页。 [↑](#footnote-ref-22)
23. 需要说明的是，罗吉尔·培根的最终目标是要建立一门“普遍科学”，这门科学以“种相播殖”理论为核心，能够统一解释人类感觉、理智活动在内的一切自然界的运动和变化。除此之外，罗吉尔·培根明确宣告“数学是经验科学的大门与钥匙”，由此也有人称他为数学物理学运动的早期先驱，认为他在将数学运用于自然研究的历史进程中起着承前启后的作用。不过，必须清楚，罗吉尔·培根的“数学”与通常的“普遍数学”是不一样的。“普遍数学之所以能作为一种普适方法，主要是由于其高度的形式化和符号化。符号化表达均质地代表了同类事物和它们的大小，使得理智具有一种构建任何数、量的方法，具体体现为，先于且独立于感觉事物的理智构图能力。与这种数学形态不同，培根数学不仅依赖感知觉，而且其普遍性也需借助被描述对象的普遍性。”(参见晋世翔：《罗吉尔·培根在科学史中的位置》，《自然辩证法研究》，2017年第3期，第71页。)出于他对其他人思想的激进批评和对自然魔法的主张，他受到了当时基督教会的惩罚。 [↑](#footnote-ref-23)
24. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第195页。 [↑](#footnote-ref-24)
25. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第195页。 [↑](#footnote-ref-25)
26. 赫尔墨斯(希腊语：Ἑρμῆς，英语：Hermes)是奥林匹斯十二主神之一，在古埃及又被称为透特(Thoth)，是众神的记录者，是智慧之神，被认为是占星术的创造者和炼金术的发明者。赫尔墨斯传统，是融合多种宗教文化元素的神秘主义法术传统。中世纪的占星术和炼金术正是在赫尔墨斯传统下进行的，因此这种传统下的实验也具有了神秘主义的特征。 [↑](#footnote-ref-26)
27. [美]戴维·林德伯格：《西方科学的起源》(第二版)，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2013年，第301页。 [↑](#footnote-ref-27)
28. [美]戴维·林德伯格：《西方科学的起源》(第二版)，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2013年，第305-306页。 [↑](#footnote-ref-28)
29. Moran B T. Distilling Knowledge: Alchemy, Chemistry, and the Scientific Revolution. Cambridge: Harvard University Press, 2005: 31. [↑](#footnote-ref-29)
30. 转引自Moran B T. Distilling Knowledge: Alchemy, Chemistry, and the Scientific Revolution. Cambridge: Harvard University Press, 2005: 39. [↑](#footnote-ref-30)
31. 转引自Moran B T. Distilling Knowledge: Alchemy, Chemistry, and the Scientific Revolution. Cambridge: Harvard University Press, 2005: 40-43. [↑](#footnote-ref-31)
32. Paracelsus, Hermetic Writings, op. cit., Waite A E(trans.). vol. 1. quotation on pp. 151. [↑](#footnote-ref-32)
33. Paracelsus. The coelum philosophorum, or book of vexations//Waite A E(trans.). The Hermetic and Alchemical Writings of Aureolus Philippus Theophrastus Bombast, of Hohenheim, called Paracelsus the Great. Berkeley: Shambala Books, 1976: 2, 5-20. [↑](#footnote-ref-33)
34. Jonson B. Mercury Vindicated from the Alchemists at Court. Works, 11 vols. [↑](#footnote-ref-34)
35. [美]玛格丽特·J. 奥斯勒：《重构世界：从中世纪到近代早期欧洲的自然、上帝和人类认识》，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2012年，第137页。 [↑](#footnote-ref-35)
36. 这是古代西方的一种医学观，即如果某种植物具有与人体器官对应的名称或形态，那么其就对相应器官具有医用价值。 [↑](#footnote-ref-36)
37. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第18页。 [↑](#footnote-ref-37)
38. 中世纪欧洲的炼金术没有超出阿拉伯人的水平。欧洲炼金术士也认为，水银是一切金属的本源，硫为一切可燃物所共有。但他们所谓的水银和硫，是一种性质要素，而不是实体。他们认为，金和银含有最纯粹的水银和硫，贱金属与金银之所以不同，仅在于所含水银、硫的比例和纯度有所不同；而借助于“哲人石”就可使贱金属的本质趋于完善并转化为黄金，所以炼金的关键在于制出“哲人石”。同中国炼丹术士一样，欧洲炼金术士对他们的方术也严格保密，所以秘方中充满符号和隐喻，令人很难弄清他们活动的具体内容。 [↑](#footnote-ref-38)
39. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第40页。 [↑](#footnote-ref-39)
40. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第42页。 [↑](#footnote-ref-40)
41. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第41页。 [↑](#footnote-ref-41)
42. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第37页。 [↑](#footnote-ref-42)
43. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第41页。 [↑](#footnote-ref-43)
44. 在2015年的译本中，被译作“元气”。(参见[荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第391页。)其实，笔者觉得还是译作“主基”更好。 [↑](#footnote-ref-44)
45. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第391页。 [↑](#footnote-ref-45)
46. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第392页。 [↑](#footnote-ref-46)
47. [英]彼得·哈曼，西蒙·米顿：《剑桥科学伟人》，李佐文、刘博宇、姜雪等译，保定：河北大学出版社，2005年，第6页。 [↑](#footnote-ref-47)
48. [荷] E. J. 戴克斯特豪斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，北京：商务印书馆，2015年，第217页。 [↑](#footnote-ref-48)
49. 转引自陶培培：《被化约的‘排斥运动’——吉尔伯特对于磁体排斥现象的研究》，《自然辩证法通讯》，2015年第1期，第86页。原文出自：《论磁体的信》第1卷第6章“一块磁石是如何吸引另一块磁石的”（GILBERT W. De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure: physiologia noua, plurimis & argumentis, & experimentis demonstrata. Excudebat Short, 1600:18.）。 [↑](#footnote-ref-49)
50. [英]彼得·哈曼，西蒙·米顿：《剑桥科学伟人》，李佐文、刘博宇、姜雪等译，保定：河北大学出版社，2005年，第2页。 [↑](#footnote-ref-50)
51. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第35页。 [↑](#footnote-ref-51)
52. 《心血运动论》一书原名为《动物的心血运动及解剖学研究》(*An Anatomical Disquisition on the Motion of the Heart and Blood in Animals*)，中文本译名为《心血运动论》。 [↑](#footnote-ref-52)
53. [英]丹皮尔：《科学史及其与哲学和宗教的关系》，李珩译，北京：中国人民大学出版社，2010年，第133页。 [↑](#footnote-ref-53)
54. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第107页。 [↑](#footnote-ref-54)
55. 转引自[美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第81页。 [↑](#footnote-ref-55)
56. 转引自[美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第82-83页。 [↑](#footnote-ref-56)
57. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第108页。 [↑](#footnote-ref-57)
58. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第86页。 [↑](#footnote-ref-58)
59. [美]I. 伯纳德·科恩：《科学中的革命》，鲁旭东、赵培杰译，北京：商务印书馆，2017年，第282页。 [↑](#footnote-ref-59)
60. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第87页。 [↑](#footnote-ref-60)
61. 转引自[美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第148页。 [↑](#footnote-ref-61)
62. 转引自[美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第147页。 [↑](#footnote-ref-62)
63. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第36页。 [↑](#footnote-ref-63)
64. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第36-37页。 [↑](#footnote-ref-64)
65. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第35页。 [↑](#footnote-ref-65)
66. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第35页。 [↑](#footnote-ref-66)
67. [美]理查德·韦斯特福尔：《近代科学的建构：机械论与力学》，张卜天译，北京：商务印书馆，2020年，第35-36页。 [↑](#footnote-ref-67)
68. [美]艾伦·G. 狄博斯：《文艺复兴时期的人与自然》，周雁翎译，上海：复旦大学出版社，2000年，第151页。 [↑](#footnote-ref-68)
69. 这里的magic之所以译作“法术”，而不译作“巫术”以及“魔法”，主要原因在于弗朗西斯·培根是在扬弃的基点上使用magic的，除掉了巫术的腐朽的东西以及“魔法”的邪恶之意，至于其他地方，仍然按照mgic的原意，将此译作“巫术”或“魔法”。 [↑](#footnote-ref-69)
70. 对于培根“vexing of nature”之“vexing”或者“vextion”的含义，国外学界存在争论，典型的有麦茜特(Carolyn Merchant)和佩西奇(Peter Pesic)之间的争论。麦茜特认为其具有“拷问”(torture)之意，而佩西奇认为其没有这样的含义，只有“激扰”(irritate)“惹恼”(annoy)之意。笔者赞同佩西奇的观点，将此译为“激扰”。具体论证当另文进行。 [↑](#footnote-ref-70)
71. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 19. [↑](#footnote-ref-71)
72. 转引自Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London:ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 13. [↑](#footnote-ref-72)
73. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第114页。 [↑](#footnote-ref-73)
74. 转引自Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 31-32. [↑](#footnote-ref-74)
75. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第113页。 [↑](#footnote-ref-75)
76. 转引自Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 1-2. [↑](#footnote-ref-76)
77. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第114-115页。 [↑](#footnote-ref-77)
78. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第64页。 [↑](#footnote-ref-78)
79. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 5-12. [↑](#footnote-ref-79)
80. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 32. [↑](#footnote-ref-80)
81. Bacon F. New Atlantis. ed. Spedding et al.The Works of Francis Bacon. Cambridge: Cambridge University Press, vol.3, 2011: 129–166. p 156. [↑](#footnote-ref-81)
82. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第46页。 [↑](#footnote-ref-82)
83. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第86页。 [↑](#footnote-ref-83)
84. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第50页。 [↑](#footnote-ref-84)
85. [德]彼德·昆兹曼、[德]法兰兹-彼得·布卡特、[德]法兰兹·魏德曼等著：《哲学百科》，黄添盛译，南宁：广西人民出版社，2011年，第95页。 [↑](#footnote-ref-85)
86. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第22页。 [↑](#footnote-ref-86)
87. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第36页。 [↑](#footnote-ref-87)
88. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第36-37页。 [↑](#footnote-ref-88)
89. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第45页。 [↑](#footnote-ref-89)
90. Murdoch J. The analytic character of Late Medieval Learning: natural philosophy without Nature //Roberts L D. Approaches to Nature in the Middle Ages. Medieval and Renaissance Texts and Studies. vol.16. Binghampton: Center for Medieval & Early Renaissance Studies, 1982: 171-213. [↑](#footnote-ref-90)
91. Gaukroger S. Francis Bacon and the Transformation of Early-Modern Philosophy. Cambridge University Press, 2004: 221. [↑](#footnote-ref-91)
92. 这段话语源自Bacon, Novum Organum, in Works, ed. Spedding et al., vol. 1, Bk. II, Aphorism I, p. 227；转引自Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 85；引用[英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第117页的译文。 [↑](#footnote-ref-92)
93. Bacon. Novum Organum. Thomas Fowler. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1889, Bk. II, Aphorism I; Lucks, “Natura Naturans—Natura Naturata”, p. 9. 转引自Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 85. [↑](#footnote-ref-93)
94. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 84. [↑](#footnote-ref-94)
95. 在《新工具》([英]培根，北京：商务印书馆，2016年)中，许宝骙译作“法式因”的与“形式因”对应，译作“能生因”的与“动力因”对应。在此说明。 [↑](#footnote-ref-95)
96. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第118页。 [↑](#footnote-ref-96)
97. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第119页。 [↑](#footnote-ref-97)
98. “‘形式’是培根哲学的中心范畴之一。亚里士多德哲学和中世纪哲学曾经广泛使用它。培根虽然沿用这个范畴，但他赋予这个范畴以新的含义。培根所谓形式不是‘抽象形式和理念’，是指决定物体的简单性质的规律和规定性。他写道，‘当我讲到形式的时候，我所指的不是别的，而是绝对现实的法则和规定性，即支配和构成各种物质中的简单性质(如热、光、重量)以及能够接受这些性质的主体的简单性质的规律和规定性。因此，热的形式或光的形式和热的规律或光的规律乃是同一的东西’。有时，培根也把形式规定为运动或活动的规律，但这与上面的定义是一致的。”(苗力田、李毓章：《西方哲学史新编》，北京：人民出版社，1990年，第273页。) [↑](#footnote-ref-98)
99. 事实上，在弗朗西斯·培根时代，伽利略已经将理想化的实验应用到物理学的研究中。“虽然伽利略和其他人已经用物质原子即微粒、运动和它们的规律建立了一门新的物理科学，但培根仍然在用亚里士多德的质料、形式、性质等概念以及与之相关的质料因、形式因、动力因和终极因的概念进行思考。”(参见[英]亚·沃尔夫：《十六、十七世纪科学、技术和哲学史》，周昌忠、苗以顺、毛荣运等译，北京：商务印书馆，2017年，第769页。) [↑](#footnote-ref-99)
100. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 84. [↑](#footnote-ref-100)
101. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 85. [↑](#footnote-ref-101)
102. 这里之所以将history译作“历程”，是因为早期natural history之history(historia)忽略了人类与自然主体之间的区别，指的是对自然事物和人类行为的记录，时间性概念始终不突出。这是与现代意义上的history不同的。18世纪之后，布丰(Buffon)将时间的概念融入natural history中，由此，natural history转变为the history of nature，使其真正具有了“历史”的含义，不过，它的基本含义没有变化，仍然指向个别事物事实的收集、鉴别、描述等。鉴于忠实于他人中文诸如此类的引用，本书没有对他们将history作为“历史”理解加以纠正。 [↑](#footnote-ref-102)
103. 原载Bacon F. The Philosophical Works of Francis Bacon. Robertson J M. Freeport: Books for Libraries Press, 1905: 403. 转引自Tiles J E. Experiment as intervention. The British Society for the Philosophy of Science, 1993, 44(3): 469. [↑](#footnote-ref-103)
104. Merchant C. The violence of impediments: Francis Bacon and the origins of experimentation. Isis, 2008, 99: 740-750. [↑](#footnote-ref-104)
105. 转引自Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 95. [↑](#footnote-ref-105)
106. Bacon F. Of the Advancement of Learning. (1605), Kitchin G W, Dent J M(eds.). London: J. M. Dent & sons, 1915.: 73. [↑](#footnote-ref-106)
107. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第85-86页。 [↑](#footnote-ref-107)
108. Merchant C. The Violence of Impediments: Francis Bacon and the Origins of Experimentation. Isis, 2008, 99: 745-746. [↑](#footnote-ref-108)
109. Bacon F. Selected Philosophical Works. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1999: 191-192. [↑](#footnote-ref-109)
110. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 86. [↑](#footnote-ref-110)
111. Bacon F. Of the proficience and advancement of learning. (1605), Kitchin G W, Dent J M(eds.). London: J. M. Dent & sons, 1915. [↑](#footnote-ref-111)
112. Politics, 1. 4, 1254a35-37, trans. B. Jowett, in Aristotle, Complete Works, 2: 1990. [↑](#footnote-ref-112)
113. [美]戴维·林德伯格：《西方科学的起源》(第二版)，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2013年，第55页。 [↑](#footnote-ref-113)
114. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第8页。 [↑](#footnote-ref-114)
115. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第8页。 [↑](#footnote-ref-115)
116. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第120页。 [↑](#footnote-ref-116)
117. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第120页。 [↑](#footnote-ref-117)
118. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第120-121页。 [↑](#footnote-ref-118)
119. 转引自[英]G. H. R帕金森：《文艺复兴和17世纪理性主义》，田平、陈喜贵、韩东晖等译，北京：中国人民大学出版社，2009年，第173-174页。 [↑](#footnote-ref-119)
120. Ames C C. Righteous Persecution: Inquisition, Dominicans, and Christianity in the Middle Ages. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2009: 167. [↑](#footnote-ref-120)
121. Ames C C. Righteous Persecution: Inquisition, Dominicans, and Christianity in the Middle Ages. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2009: 2；Francis Bacon, “Preface” to The Great Instauration(1620), in Works, vol. 4, p. 20. 转引自Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 89. [↑](#footnote-ref-121)
122. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 42. [↑](#footnote-ref-122)
123. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 53. [↑](#footnote-ref-123)
124. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 81. [↑](#footnote-ref-124)
125. 转引自：Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 86. [↑](#footnote-ref-125)
126. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 87. [↑](#footnote-ref-126)
127. Rees G. Francis Bacon’s Semi-Paracelsian Cosmology, Ambix 12, Part 2(July 1975): 81-101. [↑](#footnote-ref-127)
128. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2016: 87. [↑](#footnote-ref-128)
129. Paracelsus, The Coelum Philosophorum, or Book of Vexations, in The Hermetic and Alchemical Writings of Aureolus Philippus Theophrastus Bombast, of Hohenheim, called Paracelsus the Great ... , ed. and trans. Arthur Edward Waite, 2 vols. (Berkeley: Shambala Books, 1976), vol. 1, pp. 5-20. [↑](#footnote-ref-129)
130. [英]弗朗西斯·培根：《学术的进展》，刘运同译，上海：上海人民出版社，2015年，第91页。 [↑](#footnote-ref-130)
131. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第71页。 [↑](#footnote-ref-131)
132. [英]弗朗西斯·培根：《学术的进展》，刘运同译，上海：上海人民出版社，2015年，第90-91页。 [↑](#footnote-ref-132)
133. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第70-71页。 [↑](#footnote-ref-133)
134. Agassi J. The Very Idea of Modern Science: Francis Bacon and Robert Boyle. Dordrecht: Springer, 2013, 50. [↑](#footnote-ref-134)
135. Martin J. Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 165. [↑](#footnote-ref-135)
136. Bacon. Preparative Towards a Natural and Experimental History, Works, vol. 4, p. 263. Italics added. 转引自Martin J. Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 165. [↑](#footnote-ref-136)
137. Martin J. Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 170. [↑](#footnote-ref-137)
138. Martin J. Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 164. [↑](#footnote-ref-138)
139. Martin J. Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 169. [↑](#footnote-ref-139)
140. “在所有的弟兄们关于‘以前的工作和收集’的‘各种会议和咨询’之后, 三个‘灯’决定由三个‘接种者’进行新的实验, 他们向三个‘自然的解释者’报告他们的结果。”(参见Martin J. Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 137.) [↑](#footnote-ref-140)
141. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第36页。 [↑](#footnote-ref-141)
142. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第40页。 [↑](#footnote-ref-142)
143. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第49页。 [↑](#footnote-ref-143)
144. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第47-48页。 [↑](#footnote-ref-144)
145. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第49页。 [↑](#footnote-ref-145)
146. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第65页。 [↑](#footnote-ref-146)
147. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第66页。 [↑](#footnote-ref-147)
148. [英]培根：《新工具》，许宝骙译，北京：商务印书馆，2016年，第12页。 [↑](#footnote-ref-148)
149. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 6-7. [↑](#footnote-ref-149)
150. 何军民、石云里：《〈木林集〉：培根实验方法的真正范本》，《东南学术》，2012年第4期，第235页。 [↑](#footnote-ref-150)
151. [英]戴维·伍顿：《科学的诞生：科学革命新史》(上册)，刘国伟译，北京：中信出版社，2018年，第350-359页。 [↑](#footnote-ref-151)
152. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 54. [↑](#footnote-ref-152)
153. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 5. [↑](#footnote-ref-153)
154. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 6. [↑](#footnote-ref-154)
155. Merchant C. Autonomous Nature: Problems of Prediction and Control from Ancient Times to the Scientific Revolution. London: Routledge, 2015: 90. [↑](#footnote-ref-155)
156. Wallis J. A Defence of the Royal Society, and the Philosophical Transactions.London: Thomas Moore, 1678: 7. [↑](#footnote-ref-156)
157. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 143. [↑](#footnote-ref-157)
158. [英]弗朗西斯·培根：《学术的进展》，刘运同译，北京：上海人民出版社，2015年，第188页。 [↑](#footnote-ref-158)
159. [英]弗朗西斯·培根：《学术的进展》，刘运同译，北京：上海人民出版社，2015年，第188页。 [↑](#footnote-ref-159)
160. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 54. [↑](#footnote-ref-160)
161. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 66-67. [↑](#footnote-ref-161)
162. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 65. [↑](#footnote-ref-162)
163. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 64. [↑](#footnote-ref-163)
164. Henry J. Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science. London: ICON BOOKS,Flint: TOTEM BOOKS, 2002: 10. [↑](#footnote-ref-164)