

中世纪晚期的哲学与科学事业

约翰·默多克

约翰·默多克 (张卜天译)

诸位都知道, 我们被盛情邀请到这里演讲, 以期探讨哲学与科学相互作用的某个方面, 或者更宽泛地说, 探讨哲学与科学的关系。姑且不论这个任务在限制上十分灵活, 能够容许个人品味和特质的无限多种可能性, 而且对于像我这样一个主要研究前伽利略时期科学史的人来说, 这种要求至少在两个方面很适当。

首先, 此时此地, 从历史上谈论哲学与科学的关系再合适不过了。若非讨论的正是这些关系, 那么什穆埃尔·桑布爾斯基 (Shmuel Sambursky) 关于古代科学的研究做了些什么呢? 正如一位热心评论者所说, 他不仅使我们有幸目睹一位物理学家对希腊科学的看法, 而且这位物理学家的历史洞察力 (姑且不说它的挑衅性) 一直对哲学在科学中的意义极为敏感, 正如他本人所说, 他非常在意“旨在构成综合性理论和某种科学世界图景之哲学基础的科学思想”。[1]不仅如此, 在我看来极为重要的一点是, 桑布爾斯基针对古代科学充分地作了这种洞察; 接下来, 我不妨从自己的领域向他表示敬意, 谈一谈哲学与科学在中世纪科学的时代 (即使稍晚一些, 也肯定是前近代的) 的关系。

我对关注哲学与科学的关系还有第二点感想, 那就是, 如果不考虑纯粹数学、形式逻辑、技术天文学、医学的更具实践的方面以及博物学 (在本文中都是如此), 那么关于我这个特定的历史时段, 我所要谈论的关系将几乎总是同一的关系。当然, 每个人都认识到, 科学与哲学在中世纪大体相同 (中世纪的人认识到这一点是因为, 他们根本就不可能想到作任何区分)。虽然现在大家经常乐于承认这一点, 但它即使没有遭到遗忘, 也屡屡不被理会。因为在我看来, 大多数历史学家 (包括我自己) 并没有充分理解中世纪的“科学等同于哲学” (或者更确切地说, “科学等同于自然哲学”) 的真正意义。事实上, 这一点就是我今天极力主张大家接受的整个论点。换句话说, 本文的论点是, 如果没有充分注意到哲学与科学实际上是同一的, 那么至少会导致我们关于中世纪晚期科学事业的图像不够完整。

在试图说服大家相信这一论点的过程中, 我接下来旨在做两件事情: (1) 更完整地指出我所理解的14世纪的“新”科学中最典型的特征; (2) 对于重新考察这个世纪的科学和新的研究提出一些建议性的指导和告诫。其中告诫将主要通过建议来进行, 不过我最后将给出一些具体的编史学评论, 以更明确地表明自己的看法。

我刚才说, 本文“旨在做”这两件事情; 宽容地看, 这也许能够做到。然而我也承认, 当我自己看这篇文章时, 它才刚刚开始这样做, 因为我所要说的其实是正在进行的研究的一部分。与此同时, 我并不认为这

是一种幻想。虽然我并不想举太多的例子，引用过多的文本，但我所说的话背后潜藏着许多这些内容，我知道应当到哪里去寻找大量文献来支持这些说法。我所说的“正在进行的研究”大体是指，我一直试图解决一个相当棘手的问题：在14世纪中叶，牛津或巴黎的科学研究到底是什么样子？我将给出一些已经获得的结果。虽然这个问题永远也不可能得到决定性的最终回答，但它对于确定中世纪晚期科学的特征仍然非常重要，我想历史学家应当争取获得一种比较合理的回答。

从中世纪革命到科学革命

首先谈谈我本人是如何带着编史学的考虑试图给出这样一种回答的。看一看中世纪科学过去和现在是怎样编写的，将帮助我们理解为什么应当永远牢记，哲学和科学在这一时期是等同的。当然，皮埃尔·迪昂（Pierre Duhem）大概是第一个作详细考察的人。但由于时间有限，我们无法详细讲述他的哲学倾向（更不用说宗教的和民族主义的倾向）如何徐徐渗透到了他对中世纪晚期物理学主要活动的解释中。此外，他的情况即具讽刺性，又有教育意义，因为尽管他最终是从17世纪和经典力学的角度来评价中世纪科学，但他在著作中讨论（但并未真正赏识）的中世纪哲学几乎比所有其他中世纪科学史家所谈的还要多。[2]不过这里只要说，迪昂坚信，伽利略和笛卡尔力学的基本原理本质上（en ce qu'ils ont d'essentiel）源于教会1277年对亚里士多德主义的部分内容所作的两次谴责，以及随后对14世纪力学所拥有的实验科学（science expérimentale）的运用。迪昂主张，14世纪所作的这种准备的核心可见于在巴黎流行的基督教实证主义（positivisme chrétien），特别是让·布里丹（Jean Buridan）的归纳法（méthode inductive）。[3]

我认为，即使迪昂关于如何从14世纪发展到伽利略的某个特定命题不再被接受，他关于中世纪科学的研究也依然有极大的价值。那么，假若他特别喜欢的那些先驱性征兆现在都被拒斥了，我们为何还要谈他的研究呢？这是因为，即使他关于中世纪—近代连续性的某些特定说法几乎已经没有什么影响，但我们依然经常能够看到，有人把14世纪力学的核心看成某种函数或者其他一些可以在伽利略那里找到的东西。虽然他并没有说，这些就是14世纪力学的全部内容，但其潜台词是，这正是其中最重要的东西。从伽利略的观点看，也许是这样。

让我们以一本关于中世纪力学的书为例，它就是马歇尔·克拉盖特（Marshall Clagett）的《中世纪的力学科学》（Science of Mechanics in the Middle Ages）。克拉盖特关于中世纪—近代连续性问题的看法是，前者的发展以多种方式“决定了”（conditioned）后者的概念，特别是，“中世纪的力学……被不断加以改造，直到濒临崩溃，从而要求一种新的力学体系——正是17世纪伽利略—牛顿的体系满足了这一要求”。我们被非常恰当地提醒，虽然所有这些都是“在亚里士多德自然哲学的基本框架内”发生的，但中世纪对某些关键问题的讨论仍然包含了这样一些要素，“它们将被证明在亚里士多德框架遭到抛弃的近代早期很有用”。[4]这里，我绝不想否认伽利略等人使用了中世纪的一些概念和技巧。事实上，我并不想否认克拉盖特的任何结论，而只是希望为其作一补充，同时宣称，我认为需要补充的在许多方面都是14世纪力学最典型的東西，它们其实是14世纪自然哲学整体中新的东西。

为了说明我的想法，让我们暂且回到克拉盖特所指出的经院哲学对中世纪力学（很大程度上是亚里士多德的力学）的改造和破坏。[5]我想说的第一点是，如果有人认为，中世纪晚期存在着一个井井有条的意义明

确的知识体系，它在很大程度上与17世纪力学中的至少一部分相平行，那么他就可以说，这种中世纪力学后来遭到严重破坏，以至于要求一种新的力学体系。他也许会说，伽利略差不多就是以这种方式看待这种情况的。然而，尽管从近代看来这也许是对的，但在14世纪，我们可以怀疑是否有这样一种因为与后来的学科相似而被称为“力学”的知识体系的存在。

对于亚里士多德的著作，这当然是可以怀疑的。但我要说，对于那些改写、发展和修正它们的中世纪晚期著作，也是可以怀疑的。我们在很大程度上正是通过重新整理和选择，才从这些经院学者的著作中识别出了那些可以被称为通常意义上的“中世纪力学”的东西。于是我想说，无论中世纪晚期能够作多少破坏和批判，留下的东西从根本上说仍然是亚里士多德的；[6]其次，更重要的是，如果带着近代早期科学的眼光去看待14世纪所谓的“力学”或“运动”（*motus*），那么很容易产生误导。至少这样一种眼光很可能揭示不出故事的全貌；之所以有这种危险，是因为我们的透视哪怕有一个灭点固定在17世纪，都有可能导致把这样一些范畴应用于对14世纪材料的解释，它们即使不是与这些材料不相容，至少也并非天然适合。因此，可以认为，这种“新的”中世纪晚期的“运动科学”（*scientia de motu*）并不是这样一个知识体系，它本质上关注（引用几个熟悉的例子）瞬时速度、匀加速运动的运动学、抛射体运动的连续性问题、自由落体的加速等问题。[7]

如果我们牢记一个事实，即这里所说的科学是自然哲学的一部分，那么首先，我们就不应当（像迪昂那样）把相关文献中关于位置运动的说法与关于质的运动和量的运动的说法分割开来。[8]更具体的一个例子是，不应当把经院哲学对抛射体运动和自由落体加速的讨论孤立起来看。因为我们也可以认为，这两个问题（连同冲力理论或被用来解决这些问题的其他观念）只不过是更加一般的争论的一部分，此争论涉及推动者与运动者之间的可能关系，涉及什么被经常看作运动者的本质形式，涉及整个重力理论或观念。[9]也不能说，这只是从一种非传统观点来看问题，没有什么本质差别。因为从这种更宽广的背景看，我们可以更直接、更自然地解释中世纪对与抛射体运动和自然运动加速这两个问题（特别是通过所提出的问题和运用的观念）同属一个整体的其他问题的关注。[10]

类似地，如果我们根据后来力学中的“力”（*F*）、“阻力”（*R*）和“速度”（*V*）来翻译中世纪所说的*potentia*、*resistentia*和*velocitas*（或*tarditas* [慢度]），那么中世纪对它们之间关系的研究可能也会遭到不恰当地对待。我们也许应当丰富自己的字典，在比较*potentia*与*resistentia*时，（按照一位中世纪学者[11]的教导，）把*F*看成“一种主动的能力，它包含了合在一起帮助起作用的所有意义上的‘能起作用’（*posse agere*），无论它们是广度的、强度的、应用的、与物质密度有关的，还是与力的结合有关的”，并以类似的弹性看待*R*。在这样做之后，我们也许会问，这对于可以被称为中世纪动力学观念的那部分内容会有什么影响。[12]

或者再举最后一个例子，用现代的运动学和动力学来解释中世纪关于“根据原因”（*penes causam*）来讨论与“根据结果”（*penes effectum*）来讨论的区分也许应当被质疑，因为这种区分更多地被用于质的运动而不是位置运动。虽然位置运动中的原因（力与阻力）在种类上不同于结果（单位时间内的空间），但质的运动却并非如此（热产生热，冷产生冷）。[13]

虽然我建议应当用一种不那么现代的、更富弹性的思路来提出那些我们在讨论运动问题时希望运用于中世纪文本的范畴和概念，但我并不是说，不这样做，以前关于这些问题的研究就是误入歧途，或者得不出什么有价值的结果。恰恰相反。我并不想否认，挑选出前面那些概念和问题来考察，很可能代表了伽利略（以及近代早期力学的其他学者）对这些材料的反应。当然，恰当地描述这种反应是重要的，无论它是什么程

度，或者对整个17世纪力学的意义是什么。但我的确想强调，要想以中世纪的方式重新评价中世纪对运动的讨论，就应当重新审视我们用来进行分析的范畴和假设。

14世纪的中世纪“革命”

迄今为止，我为了公正地看待中世纪晚期科学而提出的纠偏建议并没有我接下来要提出的第二个主要观点重要。那就是，存在着晚期经院哲学对运动科学（*scientia de motu*）的一种改造和破坏，它的确对中世纪亚里士多德自然哲学的特征作了许多实质性改变，然而，这种改变并没有从根本上（不知不觉地）导向伽利略或近代早期力学的其他特征或人物。从整体上看，它所导向的东西在接下来的几个世纪并没有怎么变化，人文主义者对此一直有种种不满。重申一下我的整个论点：要想理解这种改变，就需要理解中世纪晚期自然哲学新的发展中的那些最典型的特征，同时把新的运动科学与哲学（甚至还有某些神学）的关系看成一个整体。不仅如此，要想恰当地找到这种改变的构成要素，视它们为中世纪晚期科学事业本质特征的承载者，就必须至少暂时不再全神贯注于科学革命和科学本身。

于是，对于我所谈的改变应当最先考虑这样一些因素，为了说得既简洁又全面，我想称之为：发展和接受了一些新的概念语言（*conceptual languages*），既用它们来处理传统自然哲学问题，又用它们来发明和解决新的问题（我说的是整个自然哲学甚至哲学，而不只是运动科学）。同样是出于简洁的考虑，我只是列出这些“语言”中最常用的一些。

我们对前两种最熟悉，科学史之所以包含它们，是因为它们被用在所谓的中速度定理（*Mean Speed Theorem*）和托马斯·布雷德沃丁（*Thomas Bradwardine*）的“动力学规则”中。当然，我首先指的是“形式的增强和减弱”（*intension and remission of forms*）和与之相伴随的“度”（*degree*）和“幅度”（*latitude*）的语言，无论它们是均匀的、均匀地非均匀的、非均匀地非均匀的、均匀地非均匀地非均匀的，等等。这种语言在14世纪的思想中其实随处可见。[14]而“比例”（*proportiones*）的语言或计算虽然不那么普遍，但却同样重要。其最突出的例子是，布雷德沃丁把它运用于位置运动的变量中。此外，如果试图比较一组事物的算术增加与另一组事物的几何增加，也会用到“比例”语言。[15]

如果说这两种新语言本质上都是数学的，或至少是准数学的，那么其他语言则本质上是逻辑的。其中应用最广的是中世纪新逻辑（*logica moderna*）中的指代理论（*theory of supposition*）。因为它不仅为经院哲学家提供了一种关于意义和真理的理论，而且还提供了一种几乎可以处理任何问题的分析工具，无论这些问题是逻辑的、认识论的、本体论的、形而上学的、物理学的，还是仅仅关于运动（*de motu*）的。[16]紧随这种新的中世纪概念工具的是与之密切相关的奥卡姆（*William of Occam*）的唯名论（*nominalism*）。它也提供了一种分析问题的新方法，无论这些问题是传统的还是新发明的。[17]

还有一种东西，与其说是一种新语言，不如说是一种新的“研究处方”（*prescription for research*），那就是普遍诉诸“神的绝对权能”（*potentia Dei absoluta*），在考察问题时从亚里士多德自然哲学所准许的物理可能性推广到逻辑上准许的更大可能性。与此同时，还可以考虑一些超出启示真理界限的可能性。[18]

最后，虽然同样不是一种新的语言，但有一组全新的概念经常被用来考虑无限本身以及各种各样的无限值（infinite value），比如无限的重量、无限的力、无限的时间延续、各种无限的强度等等。[19]

然而，所有这些只给出了新语言或新的概念工具。现在我们必须问，特别是14世纪的所谓新物理学拿它们做了些什么。所取得的成果即使不比新的语言更新，也与它们同样新。

先不考虑我所提到的最后两种“语言”，我们倒转次序，先谈谈其中更具逻辑性的东西。利用奥卡姆唯名论中所蕴含的指代理论，几乎所有传统的自然哲学问题都可以得到重新表述和考察。可以说，经过这种改写，被谈论的不再是某个特定问题中所涉及的事物，而是那些包含指代（supponit pro）这些事物的词项的命题。于是，对词项在某个有疑问的命题中所拥有的那种指代的解释，就成了解决相关问题的标准方法，特别是在需要为连续序列排序或规定界限时（在一种极为关注过程、变化和生成的自然哲学中尤其常见）。

此外，有一种奥卡姆主义观点认为，任何科学都是由一套命题构成的。倾心于这种观点的人非常喜欢上述以逻辑为主导的解决问题的方法。事实上，和指代理论类似，一般的奥卡姆主义所带来的不仅是纯哲学的推进。因为它经常通过移除有疑问的东西本身来解决问题。要想做到这一点，不仅要把抽象的、内涵的（connotative）词项（比如“运动”或“热”）还原为绝对的、具体的词项（比如“这个运动者”、“这个问题”、“这个热的物体”等等）的功能，[20]而且还要消除“瞬间”、“点”、“线”等词项所表达的“虚构事物”，这种消除是通过把这些词项在通常情况下起的作用转移到不再出现疑问词项的一系列命题中而实现的。这种基于奥卡姆主义的分析问题的方法当然没有被普遍接受，因为它只适用于那些有特定哲学信念的人。不过，这种方法仍然在部分程度上留存下来，拥护其他哲学学说的人也可能接受和运用它。[21]

事实上，以指代理论的运用为代表的对逻辑分析的偏爱在14世纪的思想家中非常普遍，因此可以说，中世纪逻辑已经渗透到了自然哲学的各个角落，甚至悄悄进入了我们所考察的新创造的概念语言的第二个重要应用领域。[22]

在我们看来，第二个领域更多是数学的而不是逻辑的；简而言之，它就是量度（measure）领域。到了13世纪末或14世纪初，出现了一种度量一切可能事物的真正狂热。它具体是何时出现的，以及为什么会出现，这些还很不清楚。[23]然而，虽然我们不知道这种突然出现的对度量的普遍兴趣源于何处，但对于它的性质和内容却可以说很多。首先应当指出，我们这里讨论的“度量”要比今天所认为的“测量”含义广得多。这不仅是因为度量可以用于那些在我们看来无法度量的东西，而且也因为，且不论数学的和定量的因素几乎总是有争议的，从中世纪的观点看，度量问题更应该被看成（正如安内莉泽·迈尔[Anneliese Maier]所注意到的，但很少有人留心过）一个关于命名（denomination）的逻辑问题。于是，说一个均匀地非均匀的热的物体与一个以其中间的度均匀地热的物体同样热，这其中所涉及的度量与通过（比如说）谓词“蓝”来为物体命名这个逻辑问题完全平行。[24]要想明白这一点，同样需要认识到哲学与科学本质上是同一的。

有了这一限制条件之后，接下来应当讲明中世纪晚期思想家度量了什么类型的东西。从根本上有三种：（1）距离，往往不是空间距离，而是时间距离和本质距离（特别是当这样一种距离与另一种距离相比是无限的时）；[25]（2）静态的连续体（continua），其元素（elements）沿这一连续体有序排列（如线上的点，时间段中的瞬间，沿某一基体均匀变化的质）；（3）各种形式的变化，如位置运动、质变、量变，甚至是瞬间发生的实体变化（在考虑时间极限时）。

概括说来，这些就是被度量的事物。至于如何度量，几乎所有情况本质上都一样，那就是通过运用一套

基本的度量规则，[26]比如：（1）均匀地非均匀的质通过其中间的度来度量（中速度定理只不过是这种中度量的一个特例）；（2）作均匀位置运动的物体的速度通过其运动最快的点来度量（通常有疑问的情形是旋转运动）；（3）速度的算术增加对应着其原因（或推动力与阻力）之比的几何增加，这就是布雷德沃丁的规则；（4）各种涉及连续体中无限多个部分的规则——这里的问题是，这些部分如何相互关联，如何给出一部分连续体中所包含的无限多个部分相对于整个连续体中所包含的无限多个部分的“量度”；（5）为各种主动或被动的能力指定界限的一些规则，比如“能够做到的最大”，或者“无法做到的最小”；（6）通过存在或非存在的第一瞬间和最后瞬间来指定持存事物（*permanent beings*）和相继事物（*successive beings*）存在的时间界限的一套类似的规则；（7）关于应当用何种标度（*scale*）来度量的各种建议，这里度量的不仅是增强和减弱的形式，而且还包括由完全各异的种的完美性序列来表示的存在之链（比如有人问，如何比较一个人和一头驴，一个天使和一只苍蝇）。[27]

然而，提出这些规则仅仅是中世纪晚期度量狂热的开始，花费他们更多精力和创造力的是运用这些规则。例如，经常有人指出，通过中度来度量的观念不仅被用来处理像位置运动、热、光和颜色这些可作科学讨论的东西，而且也被用来处理像爱、仁慈、美这样的不大容易处理的东西。[28]

然而，与经院自然哲学家对它们的另一种应用相比，这种14世纪“新科学”对基本度量规则的拓展远非那么重要。那就是把某条规则当作一种检验，将它应用于某种质、能力或其他被度量者的一切可以设想的变化。这里的重点是“一切可以设想的”，因为他们绞尽脑汁地构想出各种变化，情况越是复杂古怪就越好。他们是在“根据想象”（*secundum imaginationem*）的范围内做这些事情的。

有时，用某一规则处理的情形随着所涉及变量数目的增加而增加：我们可以先考虑某个质的强度，再考虑它的强度和广度两方面，然后再考虑同一基体的两种质的强度，或者这两种质的广度和强度，如此等等。在另一些时候，所处理情形的复杂性是通过把规则用于某个著名的传统难题而提高的。关于这种策略，最著名的一个例子是理查德·斯万斯海德（*Richard Swineshead*）把布雷德沃丁关于速度、力和阻力之间关系的规则应用于这样一个问题：如果给整个地球钻一个孔，一个长圆柱体穿过它，那么这个物体或长杆的中心能否达到地心。这之所以是个问题，是因为随着长杆的前部通过地心，那个部分将成为长杆继续运动的阻力。（顺便说一句，斯万斯海德证明，如果我们认为长杆的各个部分都起作用，并且接受布雷德沃丁的规则，那么它永远也无法到达地心。）[29]

但这些都是相当特殊的例子，表明最具创造力的经院学者如何通过规则积累有用的材料。更常见的程序是，保持规则所要度量的各种变量恒定，但接下来会充分调动想象力来设想这些变量可能发生的任何变化。再次引用斯万斯海德的例子：如果像布雷德沃丁那样假定，速度算术地变化，而力与阻力之比几何地变化，那么我们能够就 F/R 相对于 V 的不同类型的变化说些什么（其实是能够提出什么样的“子规则”）？例如，如果保持 F 或 R 中的某一个恒定而改变另一个；或者取若干对 F/R ，保持每一对的（比如说） R 恒定，但改变两个 F ，其中一个大于另一个；或者可以问，如果 F 或 R 随时间均匀地变化，甚或把 R 的变化解释成恒定的 F 穿过均匀地非均匀介质（只要我们能够把空间的这种非均匀性与阻力随时间的变化联系起来），那么会有什么结果。[30]正是以这种方式，斯万斯海德从布雷德沃丁基本的度量方程出发，提出了大约50个奇怪的事例或子规则。[31]在解释这些子规则的过程中，他检验了初始的基本规则，从而更多地理解了它作为基本度量命题的有效性。

这一点的重要性怎么说都不为过。因为无论把这种程序看成对规则的检验，看成暗含一套推论规则，还是只看成增加一些不同的事例，重要的是，这种活动刻画了构成14世纪“新”物理学的所有文献的主要共同

点。我以斯万斯海德对布雷德沃丁关于V、F、R的度量的拓展作为例子，但同样类型的拓展可见于我所提到的其他任何基本度量规则。此外，这种活动不仅是大量中世纪晚期自然哲学主要关注的东西，而且我感觉，它比像冲力理论这样的同时代的发展“更新”，因为它标志着在考察和处理问题的方式上与亚里士多德传统更加彻底地决裂。

如果我们承认这种规则检验活动是14世纪科学最显著的特征之一，那么不妨进一步看看它的操作。最明显的事实是，数学经常被大量运用，以至于所得出的结果比17世纪力学中的许多结果都更数学。在大多数情况下，所涉及的数学会对十分明显的事物作不必要的反复说明。虽然像斯万斯海德那样的事例并非如此，但要小心：就像在斯万斯海德那里那样，只要把所涉及的数学翻译成现代数学术语会使我们对所取得的成就心生敬畏，那么这种翻译就几乎总是误解了它或是将其引入歧途，要想获得结果几乎总有一种更加简单的方式（尽管是难以置信地别出心裁）。

而另一方面，也可以从一种非数学的角度来看待这种规则检验活动。因为只要新的不同事例借助于某条规则或补充规则得到了处理，我们就见证了科学史家通常所谓的“思想实验”。如果这不是对一个经常使用甚至是滥用的历史范畴的误用，那么详细考察14世纪思想实验的本质和功能也许会有助于我们理解它们在历史中的作用。首先来考虑托马斯·库恩（Thomas Kuhn）最近提出的一个关于思想实验作用的建议。[32]库恩尝试性地提出但最终拒斥了这样一种观点，即思想实验使我们对科学家的“概念工具”有了新的理解或解释。[33]如果把这里所谈的基本度量规则解释成至少是这种概念工具的一部分，那么中世纪晚期检验落体运动的规则差不多就发挥着这样一种功能。更具体地说，每一项检验、每一个新的不同事例，要么（1）可以同时证实基本规则是相关概念工具的一部分，并创造出一种新的附加规则而为之作了补充，要么（2）可以反驳迄今为止被看作另一种概念工具一部分的另一条基本规则。[34]

然而，所有这些东西并没有超出预想，通过考察早期科学的其他时期也都可以得到。对于我们所讨论的自然哲学来说，另一种考虑即使不是独特的，也是更恰当的。它与我所提到的最近那次讨论中的一种说法有关，即思想实验并非仅仅源自科学家的“思想才能，而是源自在试图将那种才能与尚未理解的经验相协调的过程中发现的困难。需要为这种表面上的混乱负责的是自然而不是逻辑”。[35]这里，14世纪的规则检验活动中所包含的思想实验给出了相反的证据；它们与任何意义上的经验都没有关系。

事实上，我们这里所谈的恰恰是库恩希望否定的东西，那就是“对于在任何可能世界中可以设想的情形都适用”的因素。[36]根据神的绝对权能，中世纪自然哲学家可以“根据想象”合法地考虑一切逻辑可能性。唯一的限制就是矛盾律，这是他运用数学和逻辑技巧时所隐含的限制，也是一个人思想创造性的有限边界。事实上，我们可以看到一些作为规则检验的特别精妙的思想实验，而我们基于其他理由知道，这位作者甚至不相信它恰当地解决了相关问题（例如斯万斯海德对各个部分共同起作用的长杆在地心处的运动的复杂处理）。此外，在许多例子中，对规则进行检验的结果明显以产生诡辩为特征，这进一步暗示，14世纪的这些努力具有想象的特征，而且几乎都植根于练习。于是我们必须认为，进展出现在逻辑分析的层面，而不是像迪昂所希望的那样，出现在归纳主义的层面。但这并不奇怪；当科学在很大程度上是哲学的一部分时，我们甚至理应作这样的预期。

我相信，我所试图揭示的对自然哲学问题所作的以度量为主导的新的分析，是理解14世纪科学发生的最重要变化的一个关键。另一个关键（如果说在中世纪晚期的材料中甚至更为显著的话，虽然这里无法对它作更多讨论）是一种新的倾向，即用“新逻辑”的工具彻底剖析任何可能的问题。

这两种癖好典型地说明了这一时期新的态度，使我们看到了对传统亚里士多德主义界限的真正突破。与从回旋理论（*antiperistasis*）[37]过渡到冲力理论相比，从亚里士多德所说的（或暗示的）V、F和R的关系过渡到布雷德沃丁和斯万斯海德要激进得多。同样，从亚里士多德（甚至是阿威罗伊）关于运动真正所属范畴的说法过渡到奥卡姆对运动的分析，比起从亚里士多德对阿那克萨哥拉（*Anaxagoras*）的无穷小实体的思考过渡到中世纪晚期关于“自然最小单元”的思考，距离要远得多。即使亚里士多德本人已经花了大量时间和精力讨论了某个概念，也可以看到同样的对比。比如虽然他对于基本可感的无限（*basically sensible infinities*）作了认真而冗长的讨论，但如果能够看到无限在逻辑上可能的所有衍生物，那么将会产生不可胜数的新问题，特别是当这些衍生物不断（通过指代理论）受到数学和逻辑分析时。

不仅如此，我所试图强调的中世纪运动科学中的内容还有助于解决另一个困扰历史学家的的问题。他们问，为什么没有一种真正统一的中世纪力学？[38]为什么布雷德沃丁或默顿学者都没有对抛射体运动的连续性问题表现出兴趣？为什么从未有人（也许除了16世纪的多明戈·德·索托[Domingo de Soto]）把均匀地非均匀运动和中速度定理与自由落体加速联系在一起？[39]

我认为，他们之所以没有这样做，是因为这种统一性更适合17世纪（这种观念就是从那里来的），而不是14世纪。[40]但晚期经院学者确实有他们自己的统一性。比如我们发现，布雷德沃丁的规则及其比例演算，以及“是的最大”（*maximum quod sic*）和“否的最小”（*minimum quod non*）[41]的概念语言，都被改写成了幅度和形式的增强减弱语言。为了符合度量规则，甚至是外在的更一般的哲学因素，度量的标度（*scales of measure*）被选择出来。但更重要的是，在中世纪的思想中，我所说的所有这些概念语言和规则只要可能就会被应用（有时甚至在不可能的情况下也会被应用）。不仅运动科学，而且医学、炼金术、所有哲学，特别是神学都打上了它们的印记。这是为什么呢？因为那时的科学就是哲学。事实上，我在试图阐明14世纪科学的核心发展或变化的特征时，所说的大部分内容都是在力陈它与自然哲学的本质关联。

中世纪科学的未来

最后，我想谈谈所有这些对于我们将来如何编写这一特定时段的中世纪科学有什么启发。我的说明当然并不想穷尽所有可能。它只是想就方法论、先决条件、观察角度和研究方法有选择地提供一些建议。

首先，我们应当认识到，根据我们目前所掌握的少量原始材料，我所描述的那种运动科学（连同它的所有拓展）在某种意义上必定是主要关注对象。它经常出现在一些学生笔记本中便是证明。此外，虽然像地球旋转的可能性这样的问题的确被讨论过，但仅仅是因为我们把这种问题与哥白尼联系起来，才会认为它们属于14世纪最关心的事情；特别是我们看到，关于上述那些问题的讨论大约比关于地球旋转的讨论多出千倍有余，我们便知此言不虚。

第二，历史学家应当尽可能地揭示这样一些东西，它们能够有助于我们解释，在很大程度上属于自然哲学的东西为何会与一些重要的神学问题联系在一起。例如，为什么14世纪关于《箴言四书》的各种评注中会广泛运用和讨论布雷德沃丁的《论运动速度的比》（*De proportionibus motuum*）？[42]当托马斯·白金汉

(Thomas Buckingham) 从详细讨论宿命论、上帝全知和神圣的因果性直接转向讨论恩典的增强、减弱和幅度时，这背后隐藏着什么历史呢？[43]同样，我认为，持续关注我所力陈的14世纪自然哲学中最典型的那些因素将有助于回答这些问题。

第三，从所涉及的主题看，历史学家不应当根据该主题是否与近代科学的某个特征相似来寻找重要成果。比如我会说，中世纪对天使运动的分析要比复活节表中的天文学包含更多重要而有趣的实质性内容；考察到今天为止已经过去的无限长时间是否要长于到昨天为止已经过去的无限长时间，要比星形多边形的几何学包含更多重要而有趣的实质性内容。它们之所以更为重要，是因为借助它们，我们将更加理解中世纪晚期思想的整个要旨。

第四，如果我对14世纪科学的刻画是正确的，那么这多半告诉我们，不要寻求或期待把结果应用于自然（比如将中速度定理与自由落体联系起来），也不要因为没有作出这种应用而批判他们。因此，我认为对速度、力、阻力之关系的异乎寻常的变化事例的分析与经验或自然没有什么关系，就像中世纪晚期关于未来偶然命题真实性的讨论与经验或自然没有关系一样，甚至还不及后者。

第五，正确地认识到讨论运动度量的14世纪文献中所争论的数学问题的重要性和本性，可以防止我们不恰当地评价这些事情的意义。比如他们问，自由落体的自然运动是否朝着终点加速。虽然他们提到了时间和空间因素，但是如果认为这里的关键是，速度到底是正比于空间还是正比于时间，那么这是误导的（在这里，作者甚至可能根本不知道这种区分）。[44]事实上，我们可以看到，他们主要关心的仅仅是连续加速应当被解释成一种发散的增加，还是一种收敛的增加。[45]

第六，如果我们感兴趣的是范式或类似的东西，那么哲学与科学的等同也许会暗示，对于中世纪来说，到近代科学中去寻找指导模型是找错了地方。整个哲学史也许更为适合。因为哲学中的许多相互竞争的理论要比在科学中更可以容忍；哥白尼推翻托勒密，要比亚里士多德推翻柏拉图或者奥卡姆推翻司各脱（Duns Scotus）更明确。[46]

第七，哲学与科学的这种等同使我们能够更恰当地判断中世纪科学家及其活动的特征。比如在我看来，关注中度测量或布雷德沃丁规则的斯万斯海德，更像关注共相和羊鹿（goatstag[47]）的彼得·阿贝拉尔（Peter Abelard），而不是像哥白尼或伽利略。

第八，与其他一些比我们更接近当时状况的观察者的解释相比，我所试图引出的14世纪科学的基本特征要更加协调一致。比如我们经常发现16世纪初有人抱怨说，（引用一位学者的记述，）太多时间被浪费在讨论“上帝可以实现但从未发生的那些情形，讨论无限和物体形式的强度，考察连续体是否由点构成等等”。[48]这的确反映了14世纪科学的遗产在16世纪初的样子。我相信这位学者正确评价了这种科学的内容；他说的固然不错，但抱怨却表明他并不懂得真正的价值所在，至少作为历史学家是如此。

约翰·默多克（John E. Murdoch, 1927—），著名美国中世纪科学史家，哈佛大学科学史系教授。他的专长是无限与连续性的研究，尤其注重科学与哲学、宗教、逻辑等背景的关系。今年刚刚宣布他获得了2009年的萨顿奖章。本文选自John E. Murdoch, “Philosophy and the Enterprise of Science in the Later Middle Ages.” In Y. Elkana(ed.), *The Interaction between Science and Philosophy* (Humanities Press, 1974): 51—74, 是他最有名的代表作之一，对如何理解中世纪晚期的科学与哲学、避免辉格史的做法提出了十分新鲜和深刻的见解，特译出以飨读者（原文中注释很多，这里删去了一些过专的内容）。张卜天译。

[1] S. Sambursky, *The Physical World of Late Antiquity*, London, 1962, p. ix.

[2] 最显著的例外是安内莉泽·迈尔，她的五卷《晚期经院自然哲学研究》对于形成中世纪晚期科学事业的整体图像、澄清某些观点和学说极其重要。

[3] 这一论点渗透于迪昂的整个中世纪科学研究中，但关于它的相当明确且更加一般的说法可见于他的 *Système du Monde*, Paris, vol. 4 (1916), pp. 313—316; vol. 6 (1954), pp. 715—717, 729; 最具体的说法见于他的信 *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei* (Classe scientia, fisica, matematica) 22 (1913), pp. 429—431。

[4] Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison, 1959, pp. xix, xxix.

[5] 在这里以及下文中，我说的是克拉盖特在书中第二部分和第三部分所讨论的所谓中世纪的运动学和动力学。我将不谈第一部分：中世纪的静力学，因为我认为它相当独立，与第二、第三部分所讨论的主题没有什么关系，而且并不构成中世纪自然哲学的本质部分。但这里我并不想主张中世纪静力学的这种“可分离性”。

[6] 由上述引文可见，克拉盖特本人基本上持同一观点。而迪昂却认为14世纪的物理学与13世纪的亚里士多德主义极为不同，所以他很可能会反对这一点，最多也只会勉强承认。

[7] 当然，克拉盖特的书并不只是对这些因素作了细致的分析和文献收集。但需要指出的是，在此书的结论部分（pp. 676—682）的一张“主要中世纪力学概念”表中，主要部分（这里同样不考虑静力学）讨论的都是关于这些议题和观念的内容。对于中世纪科学编史学的传播来说，也许更重要的是，从更一般的科学史或物理学史中提取出来的中世纪材料，所造就的最终产品通常都与这些议题有关，而并无更多东西。

[8] Pierre Duhem, *Système du Monde*, Paris, vol. 7 (1956), pp. 477, 531.

[9] 如果估计到相当一部分解释中有夸大或偏见等成份在内，那么迪昂《宇宙体系》第八卷的第十章和十一章在一定程度上给出了这种更加一般的争论的性质和意义。亦参见Anneliese Maier, *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft* (=Studien zur Naturphilosophie der spätscholastik, vol. 3), 2nd edition, Rome, 1952, pp. 143—254.

[10] 除了前面提到的更一般的问题，我还想到了一些额外的特殊问题，比如反射运动中是否可能有“中间静止”（*quies media*）、抛射体的想象中的“中间加速”（*medial acceleration*）等等。解决这些问题所运用

的观念即使不是等同于，也是相似于那些被用来解决抛射体运动的连续性和自由落体加速问题的观念。我们之所以从一开始就不太重视中间静止和中间加速问题，也许是因为它们对17世纪力学的实质影响几乎为零。然而，这并不意味着它们在14世纪不重要。

[11] 这位学者就是英根的马西留斯（Marsilius of Inghen），引自Anneliese Maier, *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft*, 2nd edition, Rome, 1952, p. 186。

[12] 这种更广的眼光也许有助于解释，中世纪晚期对《箴言四书》的评注中为何会包括讨论“力”、“阻力”和“速度”的“计算”（*calculationes*），甚至试图将它与神的全能相协调。参见Anneliese Maier, *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft*, 2nd edition, Rome, 1952, p. 261。

[13] 这种认识归功于伊迪丝·西拉（Edith Sylla），她在其博士论文中提出了这一观点（哈佛大学，1970年）；*The Oxford Calculators and the Mathematics of Motion, 1320—1350: Physics and Measurement by Latitudes*。顺便说一句，这篇论文在许多方面都体现了我正在鼓励的研究中世纪晚期材料的方法。

[14] 甚至二手文献也很客观。不过下列文献（其中还包含了另一些文献）已经足以表达其中所含的要旨：Anneliese Maier, *Zwei Grundprobleme der scholastischen Naturphilosophie*, 3rd edition, Rome, 1968, part I; Marshall Clagett, *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions*, Madison, 1968; John Murdoch, “*Mathesis in Philosophiam Scholasticam Introducta: The Rise and Development of the Application of Mathematics in Fourteenth-Century Philosophy and Theology*,” *Arts libéraux et philosophie au moyen âge, Actes du quatrième congrès international de philosophie médiévale*, Montréal et Paris, 1969, pp. 233—246; André Combes, “*L’intensité des formes d’après Jean de Ripa*,” *Archives d’histoire doctrinale et littéraire du moyen âge*, 37 (1970), 17—147.

[15] 用一种不太恰当的现代形式来表述就是：布雷德沃丁主张，速度的变化对应于决定速度的力与阻力之比的这样一种变化： $(F1/R1)V2/V1 = F2/R2$ 。关于这一点以及14世纪的其他学者对它的拓展，参见Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*第七章和J. Murdoch的前引著作（注释14），pp. 225—233。

[16] 对中世纪指代理论的大多数讨论都没有超出它在逻辑中的作用（比如参见Ernst Moody, *Truth and Consequence in Mediaeval Logic*, Amsterdam, 1953），不过关于它在自然哲学中的重要性，可参见Curtis Wilson, *William Heytesbury: Medieval Logic and the Rise of Mathematical Physics*, Madison, 1956和J. Murdoch的前引著作（注释14），p. 220。

[17] 参见注释22和23。

[18] 虽然诉诸“神的绝对权能”出现在中世纪晚期哲学和神学的各处，但它扮演的确切角色仍然有待研究。Paul Vignaux, *Nominalisme au XIVe siècle*, Montréal, 1948对它的重要性给出了一些说明。

[19] 参见J. Murdoch的前引著作（注释14），pp. 216—224, 238—246。

[20] 例如，正是通过这种对“运动”一词的处理，奥卡姆和奥卡姆主义者才为中世纪关于运动本性的探

究作出了贡献。

[21] 奥卡姆主义者否认像点、线、面这样的东西的“存在”，在其他方面不赞同奥卡姆观点的人也经常接受这种观点。

[22] 特别是，我们经常发现，指代理论的逻辑“力学”与对问题的数学分析或处理混在一起。

[23] 戈登·莱夫（Gordon Leff, *Paris and Oxford Universities in the Thirteenth and Fourteenth Centuries*, New York, 1968, p. 244）提出，它源于奥卡姆主义的兴起。这种说法过于含混和一般，对我们没有什么帮助。按照下一注释所提出的观点进行研究也许更为有用。

[24] Anneliese Maier, *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft*, 2nd edition, Rome, 1952, pp. 279—280. 这一观点可以得到其他文献和研究的支持。我在解释中给出的例子是我自己发明的，但我认为它或许在一定程度上表达了中世纪对这一问题的看法。

[25] 所谓“本质距离”（essential distance）是指两个种（species）比如人和马之间的距离，或可说是它们本质之间的距离。

[26] 我在前引文章（注释14）的pp. 216—38中描述了涉及运用这些基本规则的技巧，其中还较为详细地解释了我这里所列的规则（1）—（4）。关于规则（5）—（6），参见前引Curtis Wilson的著作（注释16）。

[27] 这里似乎有必要插入一个相当长的括号，以说明在运用这些基本规则时，上述“新的概念语言”中有哪些得到了运用。当然，“形式的增强和减弱”语言在规则（1）和（7）中最重要，“比例”语言是规则（3）的核心，“无限值”会出现在规则（4）和（7）的各处。不太明显的是，“指代”理论在规则（5）和（6）中起了重要作用。但这还只是开始。因为不仅“指代理论”可以随时出现（它似乎是应用最广的新语言），而且“形式的增强和减弱”的概念工具也可以用于规则（3），比如当约翰·邓布尔顿（John Dumbleton）将布雷德沃丁的规则“翻译成”这种语言时，还可以用于规则（5）和（6），比如当落在这些规则之下的能力或事物被认为可以增强和减弱时。更加错综复杂的是，构成规则（4）之基体的连续体自然可以用任何其他规则来“度量”，所以与规则（4）有关的思考常常会卷入与其他规则有关的因素。所有这些都抽象地暗示出晚期经院哲学着迷于度量所包含的复杂性。

[28] 前引克拉盖特新近出版的一本关于奥雷姆（Nicole Oresme）的著作（注释14）对整个范围给出了很好的讨论。

[29] 斯万斯海德的这一文本以及对它的分析可参见M. A. Hoskin and A. G. Molland: “Swineshead on Falling Bodies: An Example of Fourteenth Century Physics,” *British Journal for the History of Science* 3 (1966), 150—182. 亦参见J. Murdoch的前引著作（注释14），pp. 250—254。

[30] 斯万斯海德发展布雷德沃丁规则的关键就在于，他认识到如何能在阻力保持恒定时度量力的变化，或者在力保持恒定时度量阻力的变化。仅就第一种情形来说，斯万斯海德规定，如果 F_1 作用于 R ，然后增加到 F_2 ，再重新作用于 R ，那么我们可以把这两个力/阻力以如下方式关联起来： $F_2/R = F_2/F_1 \cdot F_1/R$ 。现在假定 F_1/R 产生速度 V_1 ， F_2/R 产生速度 V_2 ，那么这两个比的这种关系意味着：这两个速度的差必须通过 F_2/F_1 来解决。

释。这便是斯万斯海德所获得的一切成果的关键。因为，如果继续采取以上步骤，取另一对F/R，使得 $F_4/R = F_4/F_3 \cdot F_3/R$ ，那么我们自然可以看到，要想知道第二对比所确定的速度差大于、等于或小于由第一对比所确定的速度差，只需根据 F_4/F_3 大于、等于或小于 F_2/F_1 。在针对阻力变化而力不变的情形得到了类似结果之后，斯万斯海德已经有了所需的一切（除了一些用来对比进行比较的基本数学）来做他所能做的事情。从前面可以看到，他的步骤完全以布雷德沃丁关于V的算术变化对应着F/R的几何变化这一规则为基础。

[31] 这些规则（包括上一句所描述的规则）构成了斯万斯海德《算书》（*Liber calculationum*）的第14章——“论位置运动”（*De motu locali*）。

[32] Thomas S. Kuhn, “A Function for Thought Experiments,” *Mélanges Alexandre Koyré*, Paris, 1964, vol. 2, pp. 307–334.

[33] Kuhn, *op. cit.*, pp. 308–309.

[34] 顺便说一句，虽然中世纪的规则检验有时确实满足后一功能，但这种活动的价值更多在于证实。

[35] Kuhn, *op. cit.*, p. 329.

[36] Kuhn, *op. cit.*, p. 322.

[37] 指亚里士多德用介质推动来解释抛射体持续运动的一种理论。——译者注

[38] 对这个问题最令人大开眼界的讨论之一是Ernest Moody, “Galileo and his Precursors,” in Carlo L. Golino ed., *Galileo Reappraised*, Berkeley and Los Angeles, 1966, pp. 23–43.

[39] 参见William A. Wallace, “The Enigma of Domingo De Soto: Uniformiter difformis and Falling Bodies in Late Medieval Physics,” *Isis*, 59 (1968), pp. 384–401.

[40] 可以设想，假如拉丁中世纪存在着（我已经提出并不存在）一套定义明确的构力学的知识体系，那么情况就不一样了。

[41] *maximum*指“最大”，*minimum*指“最小”，*sic*相当于“是”，*non*相当于“否”，*quod*则相当于“which”。*maximum quod sic*是指使某一作用成为可能的最大值，*minimum quod non*是指使某一作用成为不可能的最小值。以中世纪常见的“苏格拉底举起重物”为例，由于中世纪的理论认为，力（这里指苏格拉底的力量）必须超过阻力（这里指物体的重量）才能使作用发生，所以我们可以说，存在着苏格拉底能够举起的最大重量（*a maximum quod sic*），也存在着苏格拉底举不起来的最小重量（*a minimum quod non*）。——译者注

[42] 参见J. Murdoch的前引著作（注释14），n. 57。

[43] Marie-Dominique Chenu, “Les ‘Quaestiones’ de Thomas de Buckingham,” *Studia medievalia...in honorem R. J. Martin*, Bruges, 1948, pp. 229–241.

[44] 也就是说，除非把一切都引到 $\Delta s/\Delta t$ ，那么坚持这两种比例是完全一致的。因为那样一来，可以相当合理地说，落体落得越长就越快，落得越久也越快。

[45] 关于这一点，可以比较克拉盖特的讨论（*The Science of Mechanics in the Middle Ages*, pp. 553—555, 565—569）和迈尔的讨论（*An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft*, pp. 212—218）。

[46] 在14世纪的科学中，后一种推翻要更为常见，它所导致的一个结果就是，相互竞争的理论持续并存。

[47] “羊鹿”是亚里士多德在《后分析篇》中讨论名称与共相之间关系时所举的一个例子，说这个名称并不指真正的共相，因为自然界中并不存在“羊鹿”这种既是羊又是鹿的东西。——译者注

[48] 这位学者是Jean Forman；引自Pierre Duhem, *Etudes sur Léonard de Vinci*, ser. 3, Paris, 1913, p. 162。