

范式的层次结构

——基于对《科学革命的结构》的文本分析

雷京

广西大学马克思主义学院, 广西 南宁

收稿日期: 2024年5月4日; 录用日期: 2024年5月24日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

1962年, 美国科学家托马斯·库恩出版了《科学革命的结构》。库恩在书中以“范式”为核心概念, 以“范式”为核心, 提出科学发展的非线性模式, 即从“常规科学”到“科学革命”再到新的“常规科学”的循环过程。由于库恩在该书中并没有对“范式”的内涵做出明确的界定, 如何理解“范式”这一核心概念从一开始就引起了诸多的争论和质疑。1969年, 针对学者们几年来提出的质疑, 库恩做了集中地回复和进一步阐释, 并将这部分内容作为1970年再版时该书的第十四章, 其中包含对“范式”概念的补充说明, 但依然没给出明确的界定。如今, 尽管范式理论已被广泛接受并应用于多个学科, 关于“范式”的理解与界定依然争论不休。笔者通过对《科学革命的结构》的文本分析, 尝试从层次结构上解读“范式”, 以期消减这一概念的含糊性, 这将有助于进一步理解当下科学发展的模式。

关键词

范式, 托马斯·库恩, 科学革命, 常规科学

The Hierarchy of Paradigms

—Based on Textual Analysis of *The Structure of Scientific Revolution*

Jing Lei

School of Marxism, Guangxi University, Nanning Guangxi

Received: May 4th, 2024; accepted: May 24th, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

In 1962, the American scientist Thomas Kuhn published *The Structure of Scientific Revolutions*. In the book, Kuhn took “paradigm” as the core concept and “paradigm” as the core, and put forward the nonlinear mode of scientific development, namely, the cyclic process from “conventional

science” to “scientific revolution” and then to the new “conventional science”. Because Kuhn did not make a clear definition of the meaning of “paradigm” in the book, how to understand the core concept of “paradigm” has caused many disputes and doubts from the beginning. In 1969, Kuhn made a concentrated response and further explanation of the doubts raised by scholars for several years, and included this part as the fourteenth chapter of the book in the 1970 reissue, which contained a supplementary explanation of the concept of “paradigm”, but still did not give a clear definition. Nowadays, although paradigm theory has been widely accepted and applied in many disciplines, the understanding and definition of “paradigm” are still debated. Through the textual analysis of *The Structure of Scientific Revolution*, the author tries to interpret the “paradigm” from the hierarchical structure, in order to reduce the ambiguity of this concept, which will be helpful to further understand the current mode of scientific development.

Keywords

Paradigm, Thomas Kuhn, Scientific Revolution, Conventional Science

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《科学革命的结构》一书于 1962 年问世，其核心在于范式概念的提出，它系统地探讨了科学增长的内在机制。库恩的这一概念不仅新颖，而且有着深刻的时代背景和思想根基。二战的结束，标志着现代科学进入了一个崭新的“大科学”时代，与此同时，世界也进入了一个相对稳定的社会发展时期。在这一背景下，科学哲学和科学史领域涌现出众多引人瞩目的理论和观点。

到了 20 世纪中期，科学哲学逐渐脱离了其他学科的束缚，成为了一个独立的学科领域。学者们开始深入探讨科学知识的哲学基础，以及科学方法的本质。这一时期，关于科学发展模式和科学变革的理论层出不穷，为后来的科学研究提供了丰富的思想资源。20 世纪 60 年代，冷战的阴云笼罩全球，美国和苏联之间的激烈对抗也蔓延至科学和技术领域。这一时期的科学和技术竞赛不仅加剧了国际间的紧张氛围，也推动了科学技术的迅猛发展。太空竞赛、计算机科学和生物技术等领域的重大突破，让人们科学的未来充满了期待和憧憬。与此同时，科技的飞速发展也引发了人们对科学知识的本质和发展规律的深入思考。人们开始意识到，科学并非是一个孤立的、静态的领域，而是一个与社会、文化等外部因素密切互动的复杂系统。在这个背景下，科学社会学应运而生，开始关注科学与社会之间的相互关系和影响[1]。

库恩的范式理论正是在这样的时代背景下诞生的。它突破了传统科学观的局限，为理解科学在社会背景下的发展提供了新的视角。范式理论强调科学发展的历史性和非线性特征，认为科学知识的增长并非简单的线性累积过程，而是在不同范式指导下进行的复杂变革过程。此外，库恩的范式理论还为科学史研究提供了新的方法论。传统的科学史往往侧重于描述科学发展的具体事件和成果，而范式理论则更注重分析科学发展的内在机制和规律。通过引入范式概念，库恩成功地将科学史的研究从描述性转向了分析性，为后来的科学史研究开辟了新的道路。

综上所述，库恩的范式理论不仅具有深刻的时代背景和思想渊源，而且为理解科学的发展和社会影响提供了新的视角和方法论。它的出现不仅推动了科学哲学和科学史领域的发展，也为整个科学研究领域注入了新的活力和思考方向。

2. “范式”引发的争议

《科学革命的结构》引发了学术界的激烈争论，特别是对科学发展和变革过程的理解。学者们就库恩的理论提出了各种批评和支持的观点。甚至库恩本人也沮丧地承认，“范式”一词造成了“过分的可塑性”，“几乎可以满足任何人的任何要求”。范式理论是科学哲学领域的一个重要理论，也引发了一系列的争论和讨论。学界对库恩范式理论的批判集中在四个方面。第一，库恩的科学发展动态模式具有非理性的一面，认为科学进程中的范式转换可能更多受到社会、心理等因素的影响，而非纯粹的理性科学。第二，库恩的理论似乎过于强调科学发展的不连续性，而忽视了科学在解决问题中的渐进性演变，即科学是如何在逐步修正和发展中前进的。这导致一种过度的科学无序观念，削弱了科学的客观性和进步性。第三，对科学共同体的强调提出批评，认为库恩忽视了个体科学家的作用，而过分集中于整个科学共同体。第四，库恩对“范式”定义模糊，难以清晰理解何时一个理论被视为一个范式，以及什么因素促使范式的转换。

“范式”争议的根源在于库恩并未对“范式”的内涵下明确定义，范式的意义在《结构》中是比较含糊。1965年，英国学者玛斯特曼曾撰文指出(见：批判与知识的增长)，在《科学革命的结构》(1962年版)一书中，库恩对范式的外延描述就不少于21种。1969年，针对学者们几年来提出的质疑库恩做了集中地回复和进一步阐释，并将这部分内容以“后记——1969”为标题，作为1970年再版时该书的第十四章。新增的这一章包括对“范式”概念的补充说明，但依然没给出明确的界定。时至今日，尽管库恩的范式理论已为人们所接受，“范式”一词也被广泛地应用于诸多学科的研究。然而，关于“范式”的界定与理解的争论和探讨却从未停顿过[2]。

因此，鉴于库恩对于范式内涵的模糊定义。想要弄清范式概念需要回归文本，总结“范式”的各种外延性陈述。按照库恩本人研究科学史的方法，阅读文本，进入写作者的头脑，理解写作者的意图，最后进行一次“格式塔”转换。对库恩范式外延性陈述的归纳这有助于建立更全面的科学研究视角，理解科学发展的多层次和多维度性质，可以更清晰地识别科学共同体中的变革驱动因素，有助于认识科学知识相对于特定历史和社会背景的性质，给予科学研究提供方法论上的启示。

3. 《科学革命的结构》中的“范式”

关于“范式”这一概念，库恩在书中都是以外延描述的方式来加以说明。经统计，全书共计109处关于范式的外延描述。在玛斯特曼所列出的21种描述中，有6处描述未使用“范式”，它们在该书的第一章。这些描述在书中各部分的分布如图1所示，图中的“描述密度”为描述次数与对应各部分页数的比值。

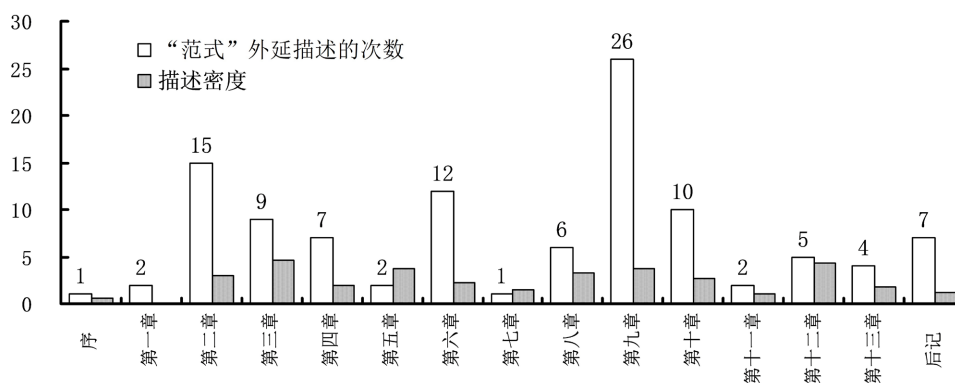


Figure 1. Distribution of “paradigm” epithets in *The Structure of Scientific Revolutions* (1970)

图1. “范式”外延描述在《科学革命的结构》(1970)中的分布

为了进一步理解“范式”的概念，我们基于该书的第二版(芝加哥大学出版社，1970)及2003年中国出版的中译本，对范式的外延做了进一步的统计。这些描述累计使用了42个不同的词语，其中“理论”使用了八处(次)；“标准”出现了五处(次)，“成就”、“程序”、“范例”、“方法”、“工具”、“构成要素”、“模型”和“著作”各用了两处(次)，另外，“格式塔图形”、“比赛规则”、“操作规范”、“地图”等34个词语各使用了一处(次)[3]。这52处关于范式的外延描述大部分出现在库恩对范式及范式转换的论述中，结合这些描述的语境，可以将这52处范式外延的描述按范式转换或科学革命所对应的领域，划分为三个不同的层次。基于库恩在《结构》中对范式的外延性陈述可以看出，科学范式是有层次的，即在一个最大的范式之下有着若干次级范式，用库恩的话说，就是那些“更加专门的范式”。如18世纪中期以后的电学就是牛顿范式之下的一个次级范式，库恩称之为“富兰克林范式”。

3.1. “范式”的外延性陈述

库恩在《科学革命的结构》中多次使用“范式”，且“范式”一词有多个不同层次的含义。虽然文本中“范式”的具体内涵是“模糊”的，缺乏统一性和一致性，其扩展性运用亦多“充满歧义”。但库恩用许多科学史实例来论证其范式理论，他引用的每个特定的科学案例都特别清楚地说明了“范式”在这个案例中的具体内涵。从文本研究来看，库恩的“范式”比我们想象的更为具体。在库恩看来，对“范式”的把握或许只能通过具体事例与文本分析。为了更好地理解“范式”的原初含义，本文归纳并列出了库恩在《科学革命的结构》一书原文中对“范式”较为明显的外延性描述。

1. “然而这种随意性因素并不意味着任何科学团体无需一套共同接受的信念就能实践科学事业。它也决不意味着科学团体在一段时期里事实上所承诺的这种特殊信念组合是不重要的。对于一个科学共同体来说在它认为还没有获得像下述问题的确切答案以前有效的研究是很难开始的：“宇宙是由什么样的基本实体构成的？这些基本实体是怎样彼此相互作用的？这些基本实体又是怎样与感官相互作用的？对这些实体提出什么样的问题才是合理的？在寻求问题解答中应使用什么样的技术”[3]？从库恩的这一说明来看，他将“一套共同接受的信念”作为范式的外延。结合文本语境分析，库恩认为“共同信念”作为范式，是所有“科学事业”的前提。这个信念“是基于科学共同体直到世界是什么样的假定之上”，并且大多数的科学事业能取得成功是“得自于自然科学共同体愿意捍卫这个假定”。由此可知，在这里是范式作为关于自然观的信念，关于对世界的本质、物质的组成结构和转化形式等基本问题的独特理解和关系界定，并通过科学信念的规定和赋予，成为支撑全体自然科学家的共同体开展各种研究活动、促进共同体不断发展壮大的基本前提和根本动力。例如：牛顿关于科学世界的建构，便是基于机械论自然观所给予他关于世界的本原是“以太”的信念。“以太”是极小的微粒组成的流体。牛顿认为，所有的光学现象，都是由于密度的变化使以太改变了穿过它的光微粒方向；物体都是由凝结的以太构成，牛顿关于万有引力的首次运用就是在解释以太在太阳内部的凝结作用。关于机械论自然观中的原子论信念，使牛顿迈出了科学思想的第一步[4]。

2. “所有这些为数众多的电概念有一个共同的东西，它们都部分导源于机械-微粒哲学的某一变种，正是这种机械-微粒哲学指导那时全部的科学研究”[3]。从库恩的这一说明来看，他将“机械-微粒哲学”作为范式的外延。结合文本语境分析，库恩认为，机械-微粒哲学对科学共同体的研究起着统摄作用，所以关于电的基本概念都源自于它的赋予。“所有关于电的概念都是真正科学理论的组成部分”。由此可知，范式在这里对基础学科的科学知识具有统摄作用，它就像一种全体自然科学家共同使用的“工具箱”，提供对具体基础学科研究的启示和理论支持。科学共同体每一成员都可以从中选取若干范式，组成自己进行基础学科或具体领域研究所需的范式结构。例如：詹姆斯·瓦特和萨迪·卡诺等科学家受到机械论思想的指导，研究了热的性质和能量转化，建立了蒸汽机和热机的理论基础。迈克尔·法拉第基

于机械论的观点，发现了电磁感应现象和电磁波传播。麦克斯韦通过数学形式表达了电磁理论，提出了麦克斯韦方程组，极大地推动了电磁学的发展。“近代机械论思想在十八 - 十九世纪发展到了鼎盛时期，尤其到了十九世纪，被称为‘机械论’的世纪。因为当时的科学家们都对机械论观念深信不疑，同时在自然科学领域也基于机械论思想的指导涌现出大量的科学成果” [4]。

3. “它实际上是一个始自笛卡儿，并与牛顿力学同时发展的哲学范式的一个基本部分。这个范式对科学和哲学都有很大的贡献。利用这种范式，如同利用牛顿力学一样，对于增进我们的基本理解是富有成效的，这种成就以其他途径可能就无法达到” [3]。从库恩这一说明来看，他将“一个普遍的认识论的观点”作为范式的外延。结合文本语境，库恩认为作为认识论观点的范式，决定着科学家对于“基本物质的见解”，为科学家提供对于观察的更加可靠的“知觉的可能性”。由此可知，范式在这变为了某种启发性模型，塑造了自然科学家关于自然观的科学思维和观察视角。研究者在范式的指导下进行观察、实验和推理，其思维过程和方法论都受到范式的影响。范式使研究者具有共同的认知和理论模式，帮助他们理解和解释新的观测结果，并推动科学知识的发展。例如：波义耳对于化学的研究，便是在机械论所赋予的视角下进行的。波义耳说：“自然是构成世界的物体的聚集体，当它被构造的时候，它被看作一个本原，由于这个本原，物体按照造物主规定的运动定律活动和变化。……我将用宇宙机制来表示我所说的自然，这个宇宙机制包含着一切机械属性(形状、大小、运动等等)，它们属于宇宙这个巨大系统的物质” [5]。相比于其他的化学方法，波义耳会更加侧重于“嬗变”反应的研究，因为这种反应能够更加明显的展示出微粒重组的过程，并将微粒重组的过程视为化学变化的内在基础。

4. “这些著作和许多其他的著作，都在一段时期内为以后几代实践者们暗暗规定了一个研究领域的合理问题和方法。这些著作之所以能起到这样的作用，就在于它们共同具有两个基本的特征。它们的成就空前地吸引一批坚定的拥护者，使他们脱离科学活动的其他竞争模式。同时，这些成就又足以无限制地为重新组成的一批实践者留下有待解决的种种问题” [3]。从库恩这一说明来看，他将“具有两种特征的、暗暗规定了一个研究领域的合理问题和方法的著作”作为范式的外延。结合文本语境，库恩认为经典著作如亚里士多德的《物理学》、托勒密的《天文学大全》等成为某一时期内研究领域的范式，规定了合理的问题和方法。这些作品吸引了一批拥护者，并为后来的研究者们留下了待解决的问题。“常规科学”就是以范式形成科学成就的基础上进行研究，某个具体学科的共同体提供了“一段时期内公认的进一步实践的基础。”由此可知，范式在这里的作用是多方面的。首先，它足以把一批坚定的拥护者吸引过来，站在同样的立场上观察、分析问题；其次，它为这些拥护者留下了各种有待解决的问题，并且提供了解决问题的途径。这就是说，范式对科学共同体的研究工作和目标也有定向、限制作用，以此规定着一门学科边界，使其成为一个边界清晰的研究领域。例如：亚里士多德《物理学》作为一部系统探讨自然世界的著作，深刻地塑造了中世纪的学术思想，为古希腊和中世纪的自然哲学奠定了基础，将他们的关注点聚焦在物理学的研究上。亚里士多德为物理学学科的研究赋予了框架，他认为自然界中的变化和运动都是由原因引起的结果，因此，他将物理学的研究重点放在了探索物体的原因和基本属性上。物质是存在的基础，而形式则决定了物质的特征和本质属性。亚里士多德的《物理学》被广泛传播和研究，影响了众多学者和哲学家的思考，包括托勒密、圣奥古斯丁和托马斯·阿奎那等。阿基米德就受到亚里士多德思想的影响，他进行了关于浮力、杠杆原理等物理学问题的研究[6]。

5. “范式的存在决定了什么样的问题有待解决；范式理论往往直接隐含在能够解决的仪器设计之中。”从库恩这一说明来看，他将“决定可解的问题”作为范式的外延。结合文本语境，库恩认为“数字形式构成的理论”存在局限性，无法与“自然界直接进行比较” [3]。范式在这里是作为引导研究者“从根本上能够证明这种一致性”的工具。库恩发现，无论是哥白尼关于周年视差的预测还是牛顿第二定律，都是先存在这种前瞻性的范式，随后才有科学家研发特定的仪器与应用方式对范式进行验证。例如：关

于地球自转的观念，早在古希腊时期就已被提及。哥白尼通过计算发现，用地球自转代替星空旋转，天体运行规律将变得更为简洁。因此哥白尼提出地球自转假说，但是并没有直接的实验证据可以证明。1851年，傅科基于哥白尼影响，在 200 英尺长的绳索上搭建了一个由重铁球构成的单摆来证实地球的自转。傅科观察到，地球的自转会导致单摆的摆动面转动。摆动面转动角度会随纬度变化，这种摆也因此被命名为“傅科摆”。傅科摆就是哥白尼范式下，为了证明理论与现象一致性的装置产物。由此可知，范式对具体基础学科的指南作用是全方位的，支配着仪器的类型，限定使用仪器和实验设计的方式，推动共同体的研究向专业化演进。

6. 我选择这个术语意欲提示出某些实际科学实践的公认范例——它们包括定律、理论、应用和仪器在一起——为特定的连贯的科学研究的传统提供模型。这些传统就是历史学家们在“托勒密天文学”(或“哥白尼天文学”)、“亚里士多德动力学”(或“牛顿动力学”)、“微粒光学”(或“波动光学”)等等标题下所描述的传统。研究范式包括研究许多比上面所列举的那些名称更加专门的范式主要是为以后将参与实践而成为特定科学共同体成员的学生准备的[3]。库恩这一说明来看，他将“包括定律、理论、应用和仪器的被接受科学实践的范例”作为范式的外延。结合文本语境，库恩认为“没有这样的范例……所学过的定律和理论就没有什么经验内容。”范例可以通过相似性，“把符号联系起来并使之与自然界相对应”，以此“了解表达式及其中各项的意义”。并且，科学家还可以通过相似性，“模仿以往的谜题解答来解密”由此可知，范式作为范例所形成的科学传统，可以说是科学共同体“解谜”所需的以观察视角、分析思路为线索，包括应用规则和实验程序在内的方法论的沉淀、积累和形成的过程。由此可知，这样的范式给予了研究者关于某一具体基础学科研究的模板，为其他类似问题或领域提供参考和指导。范例成为了科学共同体展开实际解谜活动的实践性工具。可以通过模仿学习指导科学研究，启发科学共同体关于学科内同类型问题的研究。例如：开普勒的《哥白尼天文学概要》这本教科书对天文学的发展做出了重要贡献。其中，开普勒总结了三大行星运动定律，包括行星轨道的椭圆形状、面积速度定律以及行星轨道周期与半长轴的关系，并清楚了托勒密和哥白尼所运用的大量本轮-均轮系统，这些贡献为天文学开起来新的研究传统提供。在 17 世纪后期，许多学者根据开普勒的著作和他的三大定律，进一步发展了天体物理学的理论。其中，罗伯特·胡克等学者开始将引力概念引入他们的理论中，从而对行星和天体的运动进行解释。牛顿通过对开普勒的天文学经典范例进行学习与研究，最后汇聚成了牛顿著作《原理》。在这本著作中，牛顿通过基于力的万有引力定律推导出了开普勒的行星运动定律。牛顿的贡献深刻改变了天体物理学的发展方向，为后来对行星和天体运动的研究提供了坚实的基础[7]。

7. “范式程序和应用，就像范式定律和理论一样，都是科学所需要的，而且它们有相同的作用。……认清这一点，我们就可以同时看出，像 X 射线这样的发现，必然会使科学共同体的一个特殊部分的范式发生变化，并因此而导致程序和预期这两个方面的变化”[3]。从库恩这一说明来看，他将“程序和应用、定律和理论”作为范式的外延。结合文本语境，库恩认为程序和应用、定律和理论作为范式，为具体的研究领域的观察选择与诠释限定了范围。“除了理论上的预期，还有仪器的预期，而且这些预期在科学发展中往往起着决定性作用。”能够“限制科学研究所涉足的现象领域”，“范式会迫使科学家把自然界的某个部分研究得更细致更深入”。由此可知，范式在这里是对主要科学专业的次级团体的研究工作起着指导作用，同时对研究范围起着限定作用。运用特定的范式对具体现象进行相应的解释，为深入具体认识和研究活动提供思想准备和行动依据。例如：19 世纪末，基于对“气体放电”现象的发现，科学家为了解释这个现象，开始了针对与“阴极射线”的相关研究。1891 年，赫兹发现阴极射线可穿透放电管内的金属箔片。1893 年，赫兹的学生勒纳德在赫兹的基础上继续研究，试图将阴极射线引出放电管外，以便于研究射线的性质。最后，伦琴通过一系列的实验，发现该类射线具有极强的穿透性，甚至导致实验现现存远处的荧光板产生亮的现象，而阴极射线的作用距离仅为几厘米。因此伦琴公开发现了新的 X

射线,并因此获得了1901年诺贝尔物理学奖。X射线的发现揭开了现代物理学学科开辟了一个新的领域,许多科学家通过对X射线的研究获得了诺贝尔奖。1912年劳厄发现X射线晶体时发生衍射现象,从而获得1914年诺贝尔物理学奖;亨利·布拉格和劳伦斯·布拉格父子发展了劳厄的晶体衍射理论,因创立了X射线晶体结构分析而获1915年的诺贝尔物理学奖等[8]。

8. “只有通过富兰克林和他的直接后继者的工作,才出现了一种理论,能够同等简便的说明所有这些极相近的效应,并且确实为后一代的‘电学家们’的研究提供了一个共同的范式”[3]。从库恩的这一说明来看,他将“理论”作为范式的外延。结合文本语境分析,库恩认为范式在这是最能说明“被选择出来的相关现象的科学知识”。富兰克林为首的电学共同体的理论“能给同等简便的说明所有这些极相近的效应”,这才诞生了电学学科的共同范式。由此可知,理论作为具体研究领域的范式,可以在具体研究过程中遇到模糊性问题的阶段,引导研究者进行分析判断和做出抉择,促进特定定律的发现与具体现象的诠释。例如:在惠更斯之前,关于光的本性方面的看来来自于近代几何光学奠基者之一的笛卡尔,但是他在这个问题上的看法不明朗。在谈到视觉问题时,笛卡尔将光线比喻为脉冲波动。但是,在解释光的折射与反射现象时,又运用物体的碰撞运动来进行比喻。惠更斯通过对光的波阵面在介质中传播的问题的研究,成功的解释光的折射和反射现象,以及光的折射现象时涉及到光在不同介质中传播的速度问题。惠更斯在1690年发表的《光论》一书中都阐述了惠更斯原理,认为“光同声一样,是以球形波面传播的”,光的波动说的建立和完善起了很大的作用,成为了近代光学的一个重要基本理论[9]。

9. “但像牛顿理论一样,麦克斯韦理论在电学中不可或缺,当它获得范式地位之后,共同体对它的态度也随之改变”[3]。从库恩的这一说明来看,他将“麦克斯韦理论”作为范式的外延。结合文本语境分析,库恩认为当麦克斯韦理论成为范式后,能够对理论提出者麦克斯韦赋予权威性,使麦克斯韦本人关于电学领域内的各种论断都成为电学领域发展风向标。麦克斯韦理论根本“没谈到能支持光波的介质”,起初还常常被人诟病。但是当它的理论获得“范式地位”之后,麦克斯韦为的电学共同体开始倡导“光波必须凭借一种以太物质来传播”。从此,“与他同时的许多最优秀的科学家,把设计一种力学介质以支持这种波动,当作电磁学的标准问题。”由此可知,在某个具体分支学科研究领域的范式,它所带来的权威性是全方位的。范式为理论提出者赋予该研究领域绝对权威,他关于领域发展的预期成为共同体成员的工作方向。例如:拉瓦锡在推出《化学基本论述》之后,他在化学学内各分支学科和具体领域拥有绝对权威。他主张,热和光是物质实体,并将光和热列入了元素周期表的最前边,将热称为“热质”[10]。然而,他本人因范式所赋予的权威性,是他关于光和热的主张也成为了热化学领域的标准问题。但是这样的错误给化学家带来巨大的困难,其影响时间持续至下一个世纪。

10. “电的流体理论为相信它的小团体所提供的东西,富兰克林的范式后来为电学家的整个团体提供了。它提示出哪些实验将值得去做,哪此实验只与次要现象有关或涉及太复杂的电现象,因而不值得去做”[3]。从库恩的这一说明来看,他将“电的流体理论”作为范式的外延。结合文本语境分析,库恩认为范式在这里让研究者“更加详细地对专门挑选出来的现象进行探索”,“设计出研究需要的更专门的仪器”,对共同体成员的研究活动和范围进行限定、聚集,从事“更精确、更深奥、更费心的那类工作”,以此来提高“电学研究的有效性和效率”。由此可知,范式在这里确实起到了高度指导性的作用,将研究者的工作范围限制在具体领域的特殊现象,使他们更加专注于范式所确定的重要现象。研究者将更加详细地对那些与范式理论相关和重要的现象进行探索,以进一步验证和发展范式内的理论。例如:普朗克基于对“黑体”辐射的光谱分布的实验研究,提出了黑体辐射定律,即黑体辐射的能量与频率有关,辐射功率与温度有关。基于对黑体辐射的研究,普朗克发现实验结果表面能量的辐射存在“粒子化”现象[11]。因此,普朗克假设辐射的能量以一定固定大小的能量“量子”形式存在。他将最小的能量单位用符号 h 表示,命名为“能量子”,并将其成为普朗克常数。普朗克的范式,使从事电学研究的科学家

将兴趣集中在量子力学的领域。1924年玻色从理论上推导了普朗克的黑体公式并成功解决了“紫外灾难”。爱因斯坦从普朗克通过能量量子化解决了黑体辐射问题获得启发，在普朗克能量子的概念之上总结出光子理论，并完美解释了光电效应，因此获得了1921年的诺贝尔物理学奖。德布罗意在爱因斯坦提出光电效应的光量子解释后，提出波粒二象性的假说，将光子的动量与波长公式推广到一切微观粒子。可以说普朗克常数是开启整个量子力学理论大门的钥匙，它带领着电学家们进入了量子力学理论体系的微观世界。

3.2. “范式”的层次结构

在《科学革命的结构》中，库恩关于范式及范式转换的论述不仅包括涵盖范围很广的范式，如“微粒论哲学”、“牛顿机械观”，也包括涵盖范围较窄的范式，如“哥白尼天文学革命和拉瓦锡化学革命”，甚至还包括仅涉及某一具体研究领域或分支学科的范式，如氧气和X射线的发现。“尽管得承认把后者也称之为革命有点牵强”[3]，但库恩认为氧气和X射线的发现也是一种范式转换，只不过与哥白尼天文学革命和拉瓦锡化学革命相比其规模要小得多。由此可逻辑地认为，库恩所说的范式转换可以发生在不同的层次，并具有不同的规模 and 影响，进而可以推知，范式有其层次结构，尽管库恩并没有在《科学革命的结构》中加以说明和论述，但是通过对于文本的外延性陈述进行梳理分析，找到库恩对于不同层次的科学研究共识范围所对应的范式外延的描述，以此对范式进行层次划分。

范式外延的第一个层次是超学科的。19处范式的外延性陈述相对应于全体自然科学家的研究“共识”范围，其中有“信念”“高层次的、准形而上学的承诺”“自然观”“观察世界的概念网络”“对于宇宙的构成要素及其行为有不同看法”“机械-微粒模型”“地图”“世界观”“自然界的构成要素”“符合于自然的整个事实和理论的网络”“事实相符的理论”等，这些陈述涵盖了信念、自然观、概念网络等多个概念。通过对这些范式的外延性陈述进行分析后发现，范式对全体自然科学家的科学研究中起着三个方面的作用。首先，它是全体自然科学家对自然界的根本看法和承诺，是整个科学事业的基础，目的是共同构建一个认识和理解自然界的框架，为科学研究提供了基础和指导。其次，为研究者提供了共同使用的“工具箱”，启示和支持他们进行基础学科或具体领域的研究。最后，作为科学共同体的世界观，它赋予科学共同体成员相同的观察视角与观察方式。

范式外延的第二个层次是学科层面的，包括“氧化理论”“模型”“规则 and 标准”“包括定律、理论、应用和仪器的被接受科学实践的范例”“科学理论的载体”“发现定律的先决条件”“研究方法、问题域和解题标准的源泉”等。通过对学科层面的范式进行分析后发现，范式在基础学科的发展中起着四个主要作用。第一，范式是关于某一具体基础学科的认知与实践的总框架，拥有全方面的指南作用，决定着理论的诠释方式与定律与概念的内涵，支配着仪器类型的选择和使用仪器和实验设计的方式。第二，范式所取得的成就带来了极大的权威性，能够吸引更多科学家成为共同体，并站在同样的立场上观察、分析问题。第三，它为这些拥护者留下了各种有待解决的问题，并且提供了解决问题的途径。最后，范式为基础学科的范例，给予了研究者关于某一具体基础学科研究的模板，为其他类似问题或领域提供参考和指导，研究者可以通过模仿学习指导科学研究，启发科学共同体关于学科内同类型问题的研究，为理论与定律等逻辑数字符号赋予现实意义。

范式外延的第三个层次是次学科层面的，包括分支学科或学科内的具体研究领域。“杨和菲涅尔的光学著作”“麦克斯韦理论”“X射线”都是物理学科分支下光学学科的重要理论或发现。通过对分支学科和学科内研究领域的范式进行分析后发现，范式在分支学科以及相关具体研究领域中起着三个主要作用。首先，范式对研究范围进行限制，有助于对特定领域和现象进行深入研究，将研究的焦点限定在一些关键领域或现象上。其次，范式为研究者提供了对于预期的基础，引导研究者通过选择特定的现象

和理论来与范式的预期进行一致性测试。最后，范式可以赋予特定阶段的范式主要提出者相对较高的权威性，他们的预期和见解可以对未来一段时间的主流发展方向产生深远影响。之后研究者通常会参考和借鉴他们的研究成果和理论观点，并在其指导下进行进一步研究。这种权威性也能够在科学共同体中形成共识和共同认同，推动相关范式的接受和扩散。

参考文献

- [1] 胡志刚, 王贤文, 刘则渊. 库恩科学革命的结构被引 50 年[J]. 自然辩证法通讯, 2014, 36(8): 81-88.
- [2] 野家启一. 库恩: 范式[M]. 石家庄: 河北教育出版社, 2001.
- [3] 托马斯·库恩. 科学革命的结构[M]. 第 4 版. 胡新和, 等, 译. 北京: 北京大学出版社, 2012.
- [4] 理查德·S·韦斯特福尔. 近代科学的建构[M]. 张卜天, 译. 北京: 商务印书馆, 2020.
- [5] 周丹. 近代机械论思想研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2018: 86.
- [6] 安东尼·M·阿里奥托. 西方科学史[M]. 鲁旭东, 译. 北京: 商务印书馆, 2011.
- [7] 吴国盛. 科学的历程[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2013.
- [8] 王春燕, 王福合. X 射线的发现及其早期研究[J]. 现代物理知识, 2017, 29(1): 30-34.
- [9] 方在庆, 黄佳. 从惠更斯到爱因斯坦——对光本性的不懈探索[J]. 科学, 2015, 67(3): 30-34.
- [10] 莱斯特·亨利. 化学的历史背景[M]. 北京: 商务印书馆, 1982.
- [11] 李雪洁, 朱翠华. 量子理论的伟大奠基者——普朗克[J]. 现代物理知识, 2009, 21(6): 61-63.