**5**

•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••••

**库恩（Thomas Kuhn）的“常规科学”（Normal Science）**

* 1. **“范式已经转换” （"The Paradigm Has Shifted"）**

《科学革命的结构》是20世纪关于科学最著名的著作。该书于1962年首次出版，其影响是“巨大的”（enormous）。库恩的书几乎影响了自那时以来所有由这些学者撰写的关于科学的著作。这意味着它改变了这些学科看待和研究科学的方式，引入了新的概念框架和思考角度。这本书也引起了科学家们自己的热烈辩论。《结构》的影响力不仅仅局限于传统的学术领域（哲学、历史学、社会学），库恩的许多思想和术语也已经渗透到政治和商业等领域。最著名的例子就是“范式转换（Paradigm Shift）”这个词汇，它已经成为描述任何领域内根本性变革的常用表达，远远超出了科学哲学的范畴。

库恩（Thomas Kuhn）的《科学革命的结构》一书最重要的影响之一：它打破了关于科学的传统神话，特别是经验主义的神话。在库恩之前，主流的科学哲学（尤其是逻辑经验主义）往往描绘了一幅理想化的科学图景：

* 理性至上：科学被视为一个高度理性、纯粹客观的活动。
* 线性累积：科学知识通过观察、实验和逻辑推理，像搭积木一样稳步累积，不断逼近真理。
* 中立观察：认为科学家可以进行纯粹中立的观察，然后通过归纳法从这些观察中得出理论。
* 知识的确定性：科学知识被认为是可靠的、甚至确定的。

库恩通过对科学史的深入研究，揭示了实际的科学行为与这些传统的哲学理论（关于理性和知识的理论）几乎没有关系。

* 非线性发展：库恩认为科学并非线性累积，而是通过“范式转换”（即科学革命）实现跳跃式发展，这是颠覆性的、不连续的。
* 理论浸润的观察：他指出，观察并非中立的，而是“理论浸润的”。科学家总是带着某种理论框架、预期和假设去观察世界，不同的范式会使科学家“看到”不同的东西，或者以不同的方式解释相同的东西。
* 社会和心理因素：库恩强调科学共同体在知识形成和接受中的作用，指出科学的进步并非纯粹是逻辑推理的结果，还受到社会、心理甚至个人信念等因素的影响。范式转换往往不是通过简单的逻辑推翻，而是通过说服、争论，甚至等待老一代科学家的离去来实现。
* “解谜” 而非 “探索真理” ：在 “常规科学” 时期，科学家主要是在范式内部解决 “谜题” ，而非不断探索和推翻范式。

库恩的观点并不是说科学是非理性的，而是他挑战了传统的、狭隘的“理性”定义。他认为在常规科学时期，科学家在范式内部是高度理性的；而在范式转换时期，虽然看似有“非理性”的跳跃，但这也是人类认知和科学发展中不可避免的一部分。他迫使我们重新思考科学的合理性和客观性。

库恩打破传统神话的解读“有一些道理”（some truth），但很快强调它常常被“大大夸大”（greatly exaggerated）。库恩在《科学革命的结构》出版后，花了很多时间试图与那些追随他而产生的“激进的科学观”保持距离，尽管这些激进观点（例如，科学完全是非理性的、相对主义的）的倡导者尊他为“偶像”。库恩的观点与逻辑经验主义之间的关系“实际上相当复杂”（quite complicated）。一个让很多人感到惊讶的历史事实是，库恩的《科学革命的结构》实际上是由逻辑经验主义者组织和编辑的系列丛书（《国际统一科学百科全书》系列）的一部分出版的。然而，这是一个特洛伊木马式的情况（a “Trojan horse” situation）。历史事实是，逻辑经验主义被普遍认为因库恩的理论而受到了严重损害（seriously damaged）。

库恩的一些思想和术语已经进入了远离科学哲学领域的其他领域。 这表明库恩的影响力不仅仅局限于学术界内部的专业讨论，而是具有更广泛的文化渗透力。“范式” （paradigm）这个词是最好的例子，它展示了库恩思想如何 “出圈” 并被大众接受。虽然 “范式” 这个词在库恩之前就存在，但正是库恩在《科学革命的结构》一书中的独特使用和深入阐释，才使其成为一个具有特定哲学含义的术语，并最终被广泛传播。现在， “范式” 一词经常在商业、政治、社会文化等各种语境中被使用，用来指代某种主导的模式、思维框架或规范。汤姆·沃尔夫（Tom Wolfe）1998年的小说《一个完人》（A Man in Full）中的一个片段是 “范式” 在非科学领域应用的一个例子。小说中的人物查理·克罗克（Charlie Croker）是一个面临债务问题的房地产开发商。他正在和他的财务顾问维斯默·斯特鲁克（Wismer “Wiz” Stroock）谈话。在这个对话中，可以预见 “范式” 这个词将被用来描述商业领域中某种既定的思维模式、商业模式或市场规则的变化。

*“恐怕那是沉没的代价，查理，” 威斯默·斯特罗克说。 “在这一点上，整个范式已经发生了变化。”*

*查理虽然能忍受他的财务顾问维斯默·斯特鲁克（Wiz Stroock）的大部分“行话”（lingo），甚至是“沉没成本”（sunk cost）这样的专业术语，但是“范式”（paradigm）这个词却让他忍无可忍，甚至“气得跳脚”（drove him up the wall）。*

*“好吧，范式已经发生了变化。这是什么意思？ (71)*

像小说中财务顾问那样使用“范式”这个词，其根源完全来自库恩。在库恩的理论中，范式是“在某个特定领域中，进行科学研究的整体方式”。它是一个“包裹”或“集合”，一套基本的世界观和理论假设。一套被认可的实验技术、测量标准和数据处理规则。包括科学家们解决问题的方式、接受证据的标准，甚至他们的专业文化和价值观。简而言之，范式是一个全面的框架，指导着一个科学共同体在特定时期内的所有研究活动。库恩的科学理论认为，科学家看待世界的重大变化——即科学“时不时”经历的“革命”（revolutions）——发生在一个范式取代另一个范式的时候。一个关键点是，库恩认为观测数据和逻辑本身不能强制科学家从一个范式转向另一个范式。因为不同的范式往往包含自身处理数据和评估理论的不同规则。当新旧范式发生冲突时，它们可能对同样的数据有不同的解读，甚至认为哪些数据是重要的都不同。这导致了库恩所说的“不可通约性”（incommensurability）。有些人将库恩解读为声称范式之间的变化是“完全非理性的”（completely irrational），但库恩“绝对不相信”这一点。库恩对观察和逻辑在科学变化中的作用持有一种“复杂而微妙”（complicated and subtle）的看法。 他承认在范式转换中，除了纯粹的逻辑和经验证据，还会有说服、信念、社会因素甚至审美考量等因素发挥作用。但他并没有否认科学的理性基础。相反，他认为在常规科学阶段，科学家们在范式内部是高度理性的；而在革命时期，虽然转换的过程复杂且非直线性，但这并不等同于 “非理性” ，而是一种更深层次的、关乎信念和价值的重构。他只是挑战了过于狭隘的、只强调逻辑和直接证实的理性观。

在像汤姆·沃尔夫小说那样的段落中，“范式”这个词的用法是“一种更宽松的方式”（a looser way），它源自库恩的科学理论，但已经不再完全等同于其严格的哲学含义。在这种更宽松的用法中，“范式”的意思类似于“一种看待世界并与世界互动的方式”（a way of seeing the world and interacting with it）。虽然这种日常用法简化了库恩的复杂理论，但它确实抓住了“范式”概念的核心精髓：都强调了一种普遍的、指导性的框架或模式，它影响着人们如何认知、理解和行动。无论是科学领域还是商业领域，范式都代表着一套深层的预设、规则和方法。在库恩的科学哲学中，范式是一个特定的科学共同体所共享的理论、方法、实验技术、成功范例和世界观的综合体。它与“常规科学”和“科学革命”等概念紧密相连，有着特定的历史和结构内涵。日常生活中使用的“范式”则更抽象化和宽泛化，可能不涉及严格的科学共同体、解谜活动或科学革命的特定机制。它更多地被用来指代某个领域或个人所持有的主导性思维模式、信念体系或操作规范。

“范式” 这个词并非库恩发明。它是一个早已存在的既有术语。在库恩之前， “范式” 大致意味着 “某个事物的说明性例子，其他案例可以以此为模型” 。比如，一个语法中的动词变位表就是一个 “范式” ，因为它提供了一个模式，其他动词可以遵循它来变位。库恩在《科学革命的结构》（1996年版，第23页）中也讨论了 “范式” 的这种原始含义，这表明他对该词的历史背景是了解的。尽管我们今天经常听到 “范式转换” （paradigm shift）这个短语，并且其流行是受库恩理论的启发，但文章揭示了一个有趣的事实：库恩本人只是偶尔使用 “范式转换” 这个短语。他更经常地谈论范式 “改变” 或 “被取代” （paradigms changing or being replaced）。最后，也是最深刻的一点，无论使用哪个术语（ “范式改变” 还是 “范式转换” ），库恩的理论本身就是科学史和科学哲学领域的一场 “范式转换” 。自此之后，一切都变得不同了” （Nothing has been the same since）。具体体现：

* 改变了科学史的研究方式：从线性积累史观转向革命性、非连续性史观。
* 改变了科学哲学的关注点：从纯粹逻辑分析转向结合科学实践、历史和社会背景来理解科学。
* 引入了“范式”等核心概念：这些概念成为分析科学发展和知识演变不可或缺的工具。
* 挑战了传统科学的“理性”和“客观”神话：迫使人们以更复杂、更人性化的视角审视科学。

（范式转换最早出现应该实在语言的语法上，通常的语言格式为：主谓宾，定状补这样的语言范式。为了语气，语境或者强调语言中的某部分；会使用另一种范式来提到一般范式，如：倒装句。

从这里一个轨迹逐渐的清晰起来，科学革命，科学发现，科学理论以及以科学为基础的技术革新都改变了人们的生活，推动世界的发展。无疑科学是成功的。科学研究方法，思维方式是什么？更多的人参与到这种讨论中，并将科学的方法，科学的思维方式渗透到人们日常生活的方方面面。这可以帮助我们更容易的分析日常生活中遇到的困难的根本原因，并找出更好的解决办法，甚至为大众提供积极的生活态度。例如：优先级排布，统筹法等等在生产生活中的作用。）

* 1. **范式：更深入的探讨**

对“范式”的定义：“关于世界的断言、数据收集和分析的方法，以及科学思维和行动的习惯” 。这 “更准确地说是库恩使用 ‘范式’这个术语的一种含义” 。在《科学革命的结构》一书中， “范式” 这个术语以多种不同的方式被使用。一位评论家（Masterman 1970）甚至统计出多达二十一种不同的含义。库恩本人后来也同意，他确实在书中 “模糊地使用了这个词” （used the word ambiguously）。并且，在他整个职业生涯中，他都在 “不断地微调这个和其他关键概念” （kept finetuning this and other key concepts）。为了 “保持简单” （To keep things simple），在本书中，他将只识别和探讨 “范式” 的两种不同含义。

在本书中将如何使用\*\*库恩（Thomas Kuhn）的“范式”（Paradigm）概念，特别区分了“广义范式”（broad sense）和“狭义范式”（narrow sense）两种含义。一个广义范式是一个思想和方法的“包裹”或“集合”。当这些思想和方法结合在一起时，它们共同构成了一种看待世界的方式（a view of the world）和一种进行科学研究的方式（a way of doing science）。在本书中，如果他只提及“范式”而没有额外说明（即没有加上“广义”或“狭义”），那么他指的就是这种广义范式。广义范式涵盖了一个科学共同体的全部理论、信念、价值观、方法论和实践，它提供了一个完整的认知和操作框架。根据库恩的说法，广义范式中一个关键的部分是“一个具体的成就（a specific achievement）”，或者说是一个“范例（an exemplar）”。这个成就可能是一个取得巨大成功的实验，例如孟德尔（Mendel）用豌豆进行的实验，它最终成为现代遗传学的基石。它也可能是一套方程或定律的公式化表达，例如牛顿的运动定律或麦克斯韦描述电磁学的方程组。库恩本人在很多时候只用“范式”一词来指代这种特定的成就。本书将把这些成就称为“狭义范式”。广义范式（即进行科学研究的整体方式）包含了狭义范式（那些作为模型、启发和指导后续工作的范例）。这种“广义/狭义”的术语区分并非库恩本人所用，但它在理解库恩思想时非常有用。库恩在《结构》中首次引入“范式”一词时，它最初的定义是狭义的（指具体的成就或范例）。然而，在库恩后来的许多著作中，以及在《结构》出版后大多数使用该术语的作品中，所指的通常是广义的范式。

库恩用“常规科学”来指代在由一个范式提供的框架内进行的科学工作。常规科学的一个关键特点是其高度的组织性。科学家们普遍认同哪些问题是值得深入研究和优先解决的；遵循一套公认的方法论、技术和实验规程；对如何判断一个解决方案是否有效、一个理论是否被证实或证伪，有着共同的标准；至少在大的框架和原则上，他们对世界是怎样的、有哪些基本规律，持有大致相同的看法。简而言之，在常规科学时期，科学家们在共同的“规则手册”下工作，效率高，目标明确，更像是在解决“谜题”，而非挑战根本。与常规科学的稳定性和组织性形成对比的是科学革命。当一个范式出现越来越多的无法解决的“反常”现象，最终导致其崩溃，并被另一个新范式取代时，科学革命就发生了。科学革命代表着科学发展中的一个不连续的、非线性的跳跃，它颠覆了原有的世界观、方法论和实践模式。

这个初步的草图足以让我们直接进入关于库恩这本书所传达信息的一些中心点。

第一点可以通过与波普尔的对比来阐述。对于波普尔来说，科学的特点是“永久的开放性”（permanent openness）。这意味着科学应该采取一种“永久且无所不包的批判姿态”（permanent and all-encompassing critical stance）。这种批判性甚至应该延伸到某个领域最基本的思想（fundamental ideas）。其他经验主义观点可能在细节上有所不同，但将科学视为具有永久开放性、接受批判和检验的理念，是许多经验主义版本的共同特征。然而，库恩对此持有异议。库恩指出，科学展现出对基本思想进行检验的永久开放性，这种说法是错误的（it is false that science exhibits a permanent openness to the testing of fundamental ideas）。他认为，在科学的“常规科学”时期，科学家们实际上是对基本范式持有一种接受和维护的态度，而非持续批判和检验。更进一步，库恩认为，如果科学真的拥有哲学家们所珍视的那种（波普尔式的）开放性，科学反而会变得更糟（science would be worse off if it had the kind of openness that philosophers have treasured）。在库恩看来，科学的大部分时间都处于“常规科学”阶段。在这个阶段，科学家们在既定范式的框架内进行“解谜”活动。这种活动需要一个稳定的、不被频繁质疑的基本框架。如果基本思想总是受到质疑，那么科学家们将无法集中精力解决具体问题，积累知识，发展实验技术，科学研究将变得零散而低效。只有在一个范式被充分接受并深入探索后，它的局限性和“反常”现象才能真正显现出来。持续地对基本原理进行批判，可能会阻碍科学家对现有理论进行足够深入的研究和应用。范式的稳固性为科学家提供了一个共享的、无需反复论证的起点。这种共识使得科学共同体能够高效协作，共同推进知识边界。

库恩（Thomas Kuhn）科学哲学的第二个核心观点：科学变化（scientific change）存在两种截然不同的类型，这与波普尔（Karl Popper）的单一模式形成了鲜明对比。对于波普尔而言，所有科学都通过一个单一的过程发展，那就是“猜想与反驳”（conjecture and refutation）。科学家提出大胆的猜想，然后努力去反驳它们。在这种观点下，即使存在被称为“革命”（revolutions）的时期，它们也仅仅是程度上的不同（different in degree），而非本质上的不同。革命无非是涉及了更大的猜想（bigger conjectures）和更戏剧性的反驳（more dramatic refutations）。与波普尔不同，库恩认为科学变化存在两种本质上不同的类型：常规科学中的变化（Change within normal science）：既在一个既定范式框架内进行的科学活动。这种变化主要是累积性的，通过解决“谜题”，不断完善和精确化现有范式，不会质疑基本原则。在常规科学中，论证的合理性（justification of arguments）有清晰且一致的标准（clear and agreed-upon standards）。科学家们普遍同意什么构成有效证据、什么构成合理推断，以及如何评估理论。同时，存在清晰的进步（clear progress），因为知识在范式内部不断积累和深化。革命性科学（Revolutionary science）：既指一个范式被另一个范式取代的过程。“危机科学” （crisis science）作为两者之间的桥梁，是一个不稳定但又停滞不前的时期，旧范式面临挑战，新范式尚未确立。在革命性科学中，情况则大相径庭。论证的合理性没有清晰的标准（no clear standards）。由于不同范式之间可能存在不可通约性（incommensurability），科学家们对哪些证据重要、如何评估理论可能存在根本分歧。因此，在革命性科学中，很难判断是否存在进步（it is hard to tell if there is clear progress），甚至 “如何解释这个问题都很难” （it is hard to even interpret the question）。因为 “进步” 本身可能需要在特定范式下才有意义。由于科学革命是科学的本质组成部分（revolutions are essential to science），因此，描述整体科学的合理性（rationality）和进步（progress）的任务变得非常复杂（very complicated）。

库恩的论证策略是：首先提出关于科学实际运作方式的主张，然后从这些主张中得出哲学结论。这意味着库恩不是像许多传统哲学家那样，首先设定一套理想的理性原则，然后去判断科学是否符合。相反，他通过考察科学史（即科学“实际上”是如何运作的），来回答关于理性（reason）和证据（evidence）等哲学问题（即科学“应该”如何运作）。即使不考虑库恩主张的具体细节，这种论证策略本身就“既有争议又具影响力”（controversial and influential）。这种策略与逻辑经验主义者的方法形成了鲜明对比。

逻辑经验主义的“严格区分”（正如第二章所述）严格区分了两种类型的问题：

* 科学史和科学心理学的问题（history and psychology of science）：他们认为这些是描述性的、经验性的问题，属于经验科学的范畴。
* 证据和合理性（或证成）的问题（evidence and justification）：他们认为这些是规范性的、逻辑性的问题，属于哲学范畴。

逻辑经验主义者坚称，这两类问题应该严格分开，历史和心理学不应该干扰对科学逻辑结构的分析。而库恩却“有意地将逻辑经验主义者坚称应该分开的事物混合在一起”（deliberately mixing together things that the logical empiricists had insisted should be kept apart）。他通过历史案例来阐释哲学问题，模糊了描述性与规范性之间的界限。因此库恩会被解读为逻辑经验主义的\*\*“摧毁者”（“destroyer”）：

* 揭示历史关联的趣味性：库恩的工作似乎展示了将科学的哲学问题与科学史问题联系起来是多么“有趣”（how interesting it is to connect philosophical questions about science with questions about the history of science）。他通过历史案例揭示了科学实践中复杂的动态，这些是纯粹抽象的逻辑分析所无法触及的。
* 开辟新途径：库恩似乎为解决那些逻辑经验主义者以“非常抽象的方式”（very abstract manner）处理的问题，开辟了一条“令人兴奋的新途径”（exciting new way of approaching a set of problems）。逻辑经验主义者过于注重逻辑形式和抽象分析，而库恩则将注意力引向了科学实践的实际复杂性和历史演变。

“在深入探讨库恩观点的细节之前，还有另一个初步要点需要说明。这与一个我们在思考库恩理论以及其他类似理论时应始终提出的问题有关。这个问题是：该理论的哪些部分仅仅是描述性的，哪些是规范性的？也就是说，库恩什么时候只是在陈述事物本来的样子，什么时候他在做出价值判断，说事物应该是什么样子？库恩当然承认他提出了一些规范性主张 (1996, 8)。然而，一些评论家对库恩持批评态度，因为人们往往很难分辨他什么时候只是在‘陈述事物本来的样子’，什么时候在对好的科学和坏的科学提出主张。我对库恩的解读强调了他作品中的规范性元素。我认为库恩对科学应该如何运作以及什么会损害科学有一个非常明确的图景。事实上，正是在这里，我们发现了《科学革命的结构》中最引人入胜的特点。这就是两者之间的关系。”

1. 库恩描述的科学特点（看起来是负面的），科学决策常受主观、个人因素影响，而非纯粹客观理性。学生接受科学训练的过程是僵化的，更像是被“灌输”，而非完全开放的探索。科学家倾向于将自然现象强行塞入预设的理论框架或“概念盒子”中，而不是让数据自由地塑造理论。
2. 库恩对这些特点的“反直觉”解读（实际上是正面的），库恩却认为，正是这些看起来是“缺陷”的特点，恰恰是科学成功的关键。没有这些特性，科学研究就无法像现在这样高效地进行。

库恩声称，那些看起来像是科学的“缺陷”和“不足”——即第一点中提到的任意性、个人性、灌输式教育和“概念盒子”——实际上是科学最宝贵和最令人印象深刻的特征之所以能够存在的必要条件。为什么那些看似是“失败”和“缺陷”的特征，反而能帮助科学取得成功？为什么科学决策不是仅仅基于数据，而是基于其他因素，反而对科学有益？我们需要“更仔细地审视库恩关于科学变化的叙述细节”（look more closely at the details of Kuhn’s story about scientific change）。

（这是AI给出的答案：要理解为什么这些“缺陷”反而是成功的关键？我们需要联系库恩的“范式”（Paradigm）概念和“常态科学”（Normal Science）的运作方式。

* 范式的形成与“概念盒子”： 当一个科学共同体接受某个范式后，它就提供了一套公认的理论、方法、工具和世界观。这个范式就像一个巨大的“概念盒子”，指导着科学家看世界。这使得科学家能够聚焦于特定的问题，而不是漫无目的地探索。
* 灌输式教育与“刻板”思维： 科学教育的目的就是让学生熟练掌握现有范式内的知识和技能。这种“灌输”确保了科学共同体的凝聚力，让新一代科学家能够迅速融入并继承前人的工作，避免了从零开始的重复劳动。
* “任意性、个人性” 与问题解决： 在范式内部，科学家们解决 “谜题” （puzzles）。他们知道谜题有解，并且范式提供了解决的工具和框架。在这个过程中，有时需要依赖直觉、经验甚至是一些非理性的坚持。正是这些个人化的、看似 “任意” 的决策，可能在面临难题时提供突破口，推动范式内的知识积累和精细化。）
  1. **常态科学 (Normal Science)**

常态科学是受到一项卓越成就（狭义上的范式）启发并为其后续工作提供基础的研究。库恩不认为所有科学都需要一个范式。每个科学领域都始于一个“前范式科学”的状态。在这个阶段，科学研究虽然在进行，但其特点是：缺乏一个统一的理论框架或研究方法来指导所有研究者。由于缺乏统一的焦点和指导，研究可能分散、重复，难以形成有效的知识积累。然而，在某个时刻，会出现一项引人注目的工作。被认为是揭示了世界某个部分运作方式的深刻见解。为进一步的研究提供了榜样和范本。它的成就如此令人印象深刻，以至于“一项围绕它进行的后续工作传统开始形成”。当这个传统形成并被科学共同体普遍接受时，“该领域就有了它的第一个范式”。这意味着该领域的研究者们开始共享一套核心信念、方法和成功案例，从而可以进入“常态科学”阶段。（量变产生质变？质变之后在新的阶段进入新的量变累计？）

有哪些范式的例子？库恩最初举例多来自物理学和化学，如牛顿力学和爱因斯坦相对论。在其他领域也有类似的例子。

在 20 世纪中叶左右的心理学中，大量工作都是基于 斯金纳（B.F. Skinner）的行为主义方法的。斯金纳（B.F. Skinner）的行为主义范式包含两个基本原则：（1）学习机制在人类和动物（老鼠、鸽子等）之间是基本相同的。（2）学习是通过强化心理进行的——行为之后是好的后果往往会重复，而行为之后是坏的后果往往不会重复。除了这些原则外，还包括一套具体的实践工具和技术。例如，斯金纳箱（Skinner box）就是行为主义范式中标志性的实验工具，用于研究动物行为。斯金纳（B.F. Skinner）的行为主义范式还规定了如何处理和解释实验数据。例如，特定的统计技术。斯金纳（B.F. Skinner）的行为主义范式甚至还包括研究者在设计、执行和解释实验时所采用的习惯、技巧和经验法则，这有助于他们找出“相关且有趣的实验”。

这是一个来自生物学的例子。现代分子遗传学基于一系列原则，例如：（1） 基因由DNA构成（除了某些病毒是RNA）。这是对遗传信息载体的明确界定。（2） 基因通过产生蛋白质分子和调节其他基因来发挥作用。这解释了基因如何影响生物体的性状和功能。 （3） 核酸（DNA和RNA）决定蛋白质的结构，反之则不然。这个被称为“中心法则”的原则是分子生物学最基本的规律之一，它确立了遗传信息流动的基本方向（DNA → RNA → 蛋白质）。除了这些理论主张外，分子遗传学还包括一套用于基因测序、产生和研究突变、分析不同基因相似性等的技术。

“一领域一时一范式” 原则（One Paradigm Per Field Per Time）是库恩理论中一个非常重要的原则。他认为，在任何特定的时间点，一个科学领域通常只由一个单一的范式来指导。有时库恩甚至将其视为一种 “定义” ——一个科学领域之所以成为一个统一的调查领域，正是因为它被一个单一的范式所统一。由于这个原则，库恩有时会比通常的划分方式更细致地划分科学领域。例如，如果一个广义的 “物理学” 在某个时期内包含了两个截然不同且互不兼容的理论框架（比如牛顿力学和量子力学在某些情境下的并存），库恩可能不会简单地把它们都看作 “物理学” 的范畴，而是将它们视为不同的、由各自范式指导的子领域或研究方向。库恩也承认，在极少数情况下，一个领域可能由几个相关的范式共同管理。但这被视为特例，而不是常态。 “一领域一时一范式” 是库恩理论的一个关键组成部分。

范式的作用是“组织科学工作”，将个体科学家的努力“协调成一个高效的集体事业”。库恩认为，常态科学与其他类型科学（比如前范式科学或危机时期）的一个显著区别是“不存在关于基本问题的辩论”。因为进行常态科学的科学家们在这些基本问题上已经达成一致，他们就不会把时间浪费在争论领域内最基本的问题上。例如：一旦生物学家同意基因由DNA构成，他们就能集中精力，协调工作，研究特定基因如何影响动植物的特性。一旦化学家同意理解化学键就是理解不同原子外层电子之间的相互作用，他们就能合作研究特定反应何时以及如何发生。库恩非常强调范式的这种“共识形成”（consensus-forging）作用。他认为，如果没有这种共识，科学家们就不可能对现象获得真正详细和深入的理解。详细的工作和有启发性的发现需要合作和共识。而合作和共识又需要停止对基本问题的辩论。

像往常一样，我们应该小心地区分这里的描述性与规范性。库恩当然声称常态科学确实会停止对基本问题的辩论。” 库恩认为这种 “不辩论” 仅仅是科学的一种现象，还是他认为这是科学为了高效运作而必须采取的正确方式？库恩是持有规范性立场的，即库恩认为常态科学 “应该” 停止对基本问题的辩论，这是一种必要且有益的做法（参见库恩 1996, 24–25, 65）。同时，对于库恩是否坚持常态科学应该停止对基本问题的辩论的立场，学界还存在争议。

如果我们接受库恩在这里确实提出了一个规范性主张（即常态科学应该关闭对基本问题的辩论），那么他与波普尔之间就存在一个重要的对比。波普尔承认，在科学实践中不可能同时批判所有事物。也就是说，他理解在具体操作层面上，科学家可能一次只关注一个问题。然而，波普尔的核心观点是，一个好的科学家应该对他们所工作的领域中的所有问题都保持永久的开放心态，即使是最基本的问题也不例外。对波普尔来说，任何形式的“关闭辩论”都是坏事（“bad news”）。波普尔承认库恩所描述的“常态科学”确实存在（即科学家们确实会停止对基本问题的辩论）。但波普尔认为，这种现象的存在本身就是一件坏事（“it is a bad thing that it does”）。他认为这种封闭性阻碍了科学的批判性进步。

一个好的普通科学家的工作是什么样的？库恩将常态科学家的大部分工作描述为“解谜”。常态科学家尝试利用范式提供的工具和概念去描述、建模或创造新的现象。这意味着他们的工作不是凭空开始，而是在一个既定的知识体系和方法论框架下进行的。所谓的“谜题”，就是试图让新的案例或现象能够平滑地融入由范式提供的理论框架中。这就像你拿到一个新的拼图块，目标是找到它在现有拼图中的正确位置，而不是去质疑整个拼图的形状。库恩特意使用“谜题”（puzzle）而非“问题”（problem）这个词，这是有原因的。一个“谜题”是我们尚未解决，但我们相信它有解决方案的东西。而一个“问题”则可能根本没有解决方案，或者其解决方案可能需要突破现有的框架。常态科学旨在将范式提供的概念应用于那些范式认为应该能解决的问题。范式不仅提供解决问题的工具，还指导科学家选择哪些是“好谜题”——那些既有挑战性又能通过现有范式工具解决的问题。

尽管“谜题”（puzzle）这个词可能让人联想到某种微不足道或不重要的工作，但库恩使用这个词是为了传达一个精确的信息。他认为，常态科学家确实花费大量时间在从外部看起来微不足道（甚至用“minuscule”这个词）的课题上。库恩认为，正是这种对细节的密切关注，才能够揭示关于世界的深刻新事实。这种细致的工作，只有在常态科学这种组织良好的“机器”下才有可能实现。这意味着范式的存在和共识，使得科学家们能够深入到看似微小但实际意义重大的领域。库恩对常态科学的能力怀有一种敬畏之情。这种能力在于它能够聚焦于那些从外部看起来微不足道，但最终却被证明具有巨大重要性的课题和现象。虽然常态科学家并不是为了寻找导致范式改变的现象（恰恰相反，他们致力于维护和扩展现有范式）。然而，正是这些详细的发现，往往蕴含着大规模变革和摧毁产生它们的范式的种子。

* 1. **反常与危机 (Anomaly and Crisis)**

在库恩的科学发展模型中，“反常”（Anomaly）和“危机”（Crisis）是推动科学从一个范式转向另一个范式，即发生科学革命的关键环节。它们是常态科学结束后、新范式出现前的过渡阶段。在常态科学阶段，科学家们相信范式是完善的，能够解决所有问题。然而，随着研究的深入，总会出现一些不符合范式预期的结果，这些结果就像拼图游戏中，无论如何也无法安放进去的奇怪形状的拼图块。刚开始出现反常时，科学家通常不会立即质疑范式。他们会尝试各种方法来“修补”范式，例如：认为实验有误；认为数据不准确；认为某个理论参数需要微调；甚至暂时搁置这些反常，相信未来总能找到解释。反常通常不会孤立出现，它们会随着时间的推移而积累。一个单独的反常可能不会引起太大波澜，但当越来越多的反常出现，或者一个反常变得特别顽固和核心时，范式的解释力就会受到严重挑战。当积累的反常数量达到一定程度，或者出现特别严重、核心的反常，导致科学家们对现有范式的信心动摇，认为其无法有效解决关键问题时，科学领域就进入了“危机”状态。在危机时期，你会看到以下现象：之前在常态科学中被“关闭”的基本问题，现在重新浮出水面，成为激烈争论的焦点。科学家们开始尝试新的理论框架、新的概念和方法，试图寻找能够解释这些反常的替代方案。由于缺乏统一的范式指导，研究方向可能变得更加分散和多元。科学共同体普遍感到困惑和不确定，因为旧的指导原则不再可靠，而新的尚未形成。

库恩承认，科学理论有时会被观察结果所推翻（“refuted by observation”）。在常态科学中，具体的假设（hypotheses）是会不断地被证伪或证实。范式为这些决定提供了原则。也就是说，范式规定了什么样的观察结果可以支持或推翻某个假设。这就像游戏规则，在既定规则下，玩家（科学家）可以判断某个操作（假设）是否正确。然而，要抛弃（“throwing out”）整个范式则要困难得多。这不像推翻一个具体的假设那样简单。库恩认为，一个范式只有在满足两个关键条件时才会被拒绝：

* 1. 大量反常的积累： 必须出现 “临界质量” （critical mass）的反常。这表示不是一两个反常就能动摇范式，而是需要许多、持续的、难以解释的异常现象。
* 2. 竞争范式的出现： 必须有一个竞争性的、可替代的范式出现。这意味着，旧范式不能被简单地抛弃，它必须被新的、更好的解释框架所取代。

库恩认为，一个“反常”就是一个“抵抗解决的谜题”（a puzzle that has resisted solution）。库恩指出，在任何特定时间，所有范式都会面临一些反常（all paradigms face some anomalies at any given time）。只要反常的数量不是太多，常态科学就会照常进行。科学家们会把这些反常视为一种挑战，相信最终能找到解决方案。然而，反常往往会积累（tend to accumulate）。反常的数量会逐渐增多，达到一个临界点。或者即使不是数量众多，一个单独的反常也可能变得特别突出。这通常是因为它抵抗了领域内最优秀科学家的努力，显示出其非同寻常的顽固性和对范式核心的挑战性。最终，当反常的积累或某个顽固反常的出现使得范式面临巨大挑战时，科学家们就会开始对他们的范式失去信心（start to lose faith in their paradigm）。这种信心的动摇，其结果就是危机。

对库恩而言，危机科学是一个特殊的时期，现有的范式已经失去了激励和指导科学家进行研究的能力。这意味着它不再能有效地解决问题，也不再能提供清晰的研究方向。与此同时，还没有新的范式出现，能够将该领域重新带回正轨。这就造成了一种真空状态，科学共同体缺乏统一的指导。这种向危机的转变，几乎就像一个“相变”，比如物质从固体融化成液体。不管出于何种原因，该领域的科学家们会对现有的范式失去信心。这可能是由于大量无法解决的反常积累，或者某个核心反常的顽固不化所致。结果是，最基本的问题会重新被拿出来讨论和辩论。在常态科学中被“关闭”的那些关于领域基础的假设、概念和方法，现在再次成为焦点。这正是科学界进行批判性反思和寻求新出路的时候。库恩甚至开玩笑地指出，在危机时期，科学家们往往会突然对哲学产生兴趣。他认为哲学对常态科学来说“相当无用”，因为常态科学是关于在既定框架内解决具体谜题，不需要深究基础的哲学前提。但在危机时期，当科学领域的基础动摇时，科学家们需要从更深层次、更广阔的视角来思考问题，这使得哲学变得相关和吸引人。这反映了科学家在旧秩序崩溃时，需要寻求新的思维框架和理论基础。

“临界质量” （critical mass）这个原子时代的术语来描述触发危机的条件非常恰当。范式的瓦解（ “breakdown” ）是科学 “正常运作” （ “proper functioning” ）的一部分，尽管身处其中的科学家可能不会有这种感觉。这就像核反应堆达到临界质量后会发生裂变，这是它的内在机制使然。库恩认为，常态科学的结构方式使其自身的瓦解变得不可避免。然而，这种瓦解并非随机发生，而只会在遇到正确的刺激时才会发生。这种 “正确的刺激” 是指那些深刻而非肤浅的问题，它们揭示了范式真正的不足。常态科学家在面对暂时的困境时会表现出很强的容忍度。他们会把失败归咎于自身（至少在一段时间内），而不是立即放弃范式。因此，一个范式不会轻易瓦解。它具有强大的抵抗力，能抵御一般的挑战。范式好比是一个 “屏蔽良好且设计精良的炸弹” 。设计精良的炸弹会屏蔽轻微的冲击（类比范式能抵御小的、表层的反常）。它不应该随意爆炸，只有非常特定的刺激（类比那些深刻且累积到临界点的反常）才能触发爆炸（类比范式的瓦解和危机）。

“炸弹” 这个比喻可能听起来有点 “军事化” 且令人不快，但他认为这个比喻很好地捕捉了库恩思想的精髓。库恩的核心主张是所有范式都会不断地遭遇反常（all paradigms constantly encounter anomalies）。对于波普尔主义者（Popperian view）或其他更简单的经验主义形式来说，这些不断出现的反常应该被视为理论的 “证伪” （refutations）。也就是说，一旦理论与观察不符，理论就应该被推翻。如果科学家们每当遇到问题就放弃他们的范式，他们将一事无成。

库恩科学哲学的核心洞见：科学成功的秘诀在于其在“抵制改变”和“接受改变”之间达到的“卓越的平衡点”。如果按照最简单的经验主义思维（即观察一出现意外，就立即抛弃理论）来行事，人们会“过快地抛弃思想”，结果将是一片混乱。库恩认为，科学思想需要一定的“保护”，否则它们永远无法得到充分发展。一个理论在早期可能存在一些与观察不符的地方，如果科学家立即放弃，就无法深入探索其潜力。但另一方面，如果科学对经验上的失败（即与观察不符之处）“完全无动于衷”，那么概念上的进步就会“停滞不前”。理论必须最终能够与经验证据相协调，否则就会失去其价值。库恩认为，科学似乎正是在这种动态的张力中找到了恰到好处的平衡。这种平衡既允许思想得到发展和精细化，也允许在必要时进行根本性的变革。库恩认为科学的运作模式是复杂的、有机且根植于其社会实践和认知习惯之中的，而非简单地遵循一套逻辑规则。它隐含地存在于科学行为的社会结构和传播传统中，也存在于科学思维的怪癖中。

库恩关于科学如何在“抵制改变”和“接受改变”之间取得平衡的观点，是对经验主义——至少是其“更简单形式”——的“重要挑战”。简单经验主义认为，科学思想应该直接且迅速地根据观察证据进行修正。如果观察结果与理论不符，那就应该修改或抛弃理论。库恩提出的“乐意根据观察修正思想有时会过犹不及”（willingness to revise ideas in response to observation can go too far）这一观点，在经验主义哲学的视角看来是“出乎意料的”（unexpected）。库恩大量来自科学史的证据来支持他的主张。

到目前为止，我们已经从前范式科学，经过常态科学，到达了危机。库恩故事的下一个阶段是革命。但在我们到达那里之前，我将对库恩的常态科学理论做一些总结性评论。

* 1. **常态科学总结**

让我们总结一下到目前为止我们所拥有的。范式的作用是组织科学工作。正常的科学是旨在扩展和完善的工作。一个好的普通科学家致力于范式，不会质疑它。普通科学家在理论和实验上扩展了他们的范式。然而，异常现象不可避免地会出现，最终这些异常现象达到了某种临界质量，此时科学家们对范式失去了信心，该领域陷入了危机状态。

虽然我们还没有触及库恩理论最具争议的部分，但目前讨论的内容（特别是关于常态科学和范式的定义）已经存在一个问题。问题的核心在于库恩坚持认为，除了极少数特殊情况，一个科学领域在任何特定时间点都只有一个范式。库恩认为，通常情况下，单个范式会主导其领域。他不认为两个或三个独立且相互竞争的范式能同时共存。许多批评者认为库恩的这个观点是错误的。这种批评不仅针对库恩广泛讨论的物理学和化学领域，认为即使在这些领域，也可能存在多个范式或重要的理论分歧。更甚者，对于库恩不常讨论的领域，比如生物学和心理学，这种批评更为突出。在这些领域，理论多样性、不同研究取向和学派的长期共存可能更为常见。这个问题将在第七章中再次讨论。

其次，库恩夸大了常态科学家对范式理应和实际拥有的承诺程度。库恩用非常强烈的措辞来描述常态科学家的态度。科学教育是一种‘教化’（indoctrination），导致科学家对他们的范式拥有深刻的‘信仰’（faith）。作为对科学实际运作的描述，这似乎有些夸大。有时确实有信仰般的承诺，但有时却没有。许多科学家能够表示，他们出于实际原因总是在一个范式内工作，同时非常清楚犯错的可能性以及他们的框架最终被取代的可能性。库恩影响力的一个讽刺之处在于，他的书可能削弱了一些常态科学家的信仰，尽管库恩认为常态科学家应该对他们的范式有深刻的信仰！

暂且不论顽强地坚守范式是否是我们普遍发现的事实问题，我们还应该问一下库恩的信念，即这种强烈的承诺是好事。对库恩而言，常态科学的最大优点在于其有组织、协调的结构。这种结构带来了精确性（precision）和效率（efficiency）。除非关于基本问题的辩论被“关闭”，否则这种精确性和效率就会降低。这重申了库恩的核心论点：为了深入研究，必须先达成共识，停止争论。这里的关键对比是波普尔，他坚持永久的开放心态（permanent open-mindedness）。对库恩来说，对基本信念的不断质疑和批判很可能会导致混乱（chaos）——就像我们在前范式科学中看到的，那种部分“随机”的事实收集和猜测。但在这里，库恩可能又走得太远了。他没有认真对待科学家们同意以协调的方式合作的可能性，而不是浪费时间不断讨论基本问题，同时对他们的范式保持谨慎的态度。这当然是可能的。

这段话作为章节的结尾，通过引入一个与库恩通常案例相去甚远，非传统、处于科学边缘的例子——“人工生命（Artificial Life, Alife）”领域——来进一步说明库恩理论的普适性和洞察力，特别是它如何解释一个科学领域可能走向停滞。“人工生命” 则在20世纪80年代和90年代兴起，它利用计算机模型来探索生命系统的基本特征，甚至希望创造出可以被称为 “活的” 人工系统。作者(彼得·戈弗雷‑史密斯) 曾亲身参与并观察了 “人工生命” 领域的发展。观察了这个领域的发展。在我 (彼得·戈弗雷‑史密斯 2003) 写这篇文章的时候，这个领域似乎已经停滞不前。尽管未来可能复苏，但目前的失败涉及一些 “非常 ‘库恩式’的原因” 。

在这个新兴领域的“鼎盛时期”，出现了两三项非常成功的作品。在这个项目中，Ray在计算机中创造了能够自我复制的程序，并且这些程序之间能够发生开放式的演化。这直接模拟了生物演化的核心机制，显示了在非生物系统中实现“生命”特征的可能性。Chris Langton和Steven Wolfram关于 “元胞自动机” 的工作。元胞自动机是一种简单的计算系统，通过元素之间的局部相互作用，可以产生全局的、自我维持的模式。这为理解复杂系统的自组织行为提供了数学分析工具。Stuart Kaufmann关于复杂系统 “秩序起源” 的工作更接近主流生物学，探讨了复杂系统（如生命系统）中自发产生秩序的机制 (Kauffman 1993）。

所有这些都是令人印象深刻的工作，它为巩固这些富有想象力的人所做的事情指明了前进的方向。然而， “整合从未发生”（But the consolidation never happened）。在每次会议上，“更广大的群体似乎都想从头开始，以自己的方式做事”。每个人都有自己提出问题的方式。更重要的是，没有足够的工作建立在雷和其他人有希望的开端之上。结果是，“该领域从未过渡到任何类似常态科学的阶段。” 正因为未能形成范式并进入常态科学，这个领域最终“现在已经停滞不前”（And it has now ground to a halt）。(如后知后觉，人工智能在经过了机器视觉，语音识别等等分支独自发展多年之后，直到神经网络理论的提出才进入了 “常态科学” 状态。)

“人工生命” 领域崩溃的另一个原因，也与库恩的理论有关，那就是它遭受了 “过早的商业化” 。早期人们就意识到，该领域的一些工作在动画和其他商业艺术方面具有巨大潜力。这种商业化的诱惑导致会议的 “高潮” 似乎不再是新的理论思想，而是 “引人注目的视频” 。有时甚至听到演讲者在播放视频前 “半道歉” ，这表明他们可能也意识到这种重心偏离了科学研究的本质。对库恩而言，科学的成功（特别是常态科学）依赖于优秀的常态科学家对 “为解谜而解谜” （puzzle-solving for its own sake）的浓厚兴趣。而 “过于频繁地向范式外部寻求应用和外部奖励” ，对常态科学来说是不利的。它会分散科学家的注意力，使其偏离对理论和技术细节的深入探索和精细化，而这是常态科学积累知识的关键。

（本章引入了库恩的“范式变革”理论。他通过对科学史的研究发现：1. 科学发展并不是连续的，而是存在着 “革命性” 的事件和时期。2. 在非革命性的时期，科学工作者遵循一种“约定成俗”的方式进行工作和协作。特别是当科学发展进入对世界更深层的本质的研究，而使得实验结果变的更具多样性，对实验结果的分析和可能与结果相关联的可能呈现出更多的多样性时。范式就成为必须通过协作/合作来进展工作的科学家群体的共识。3.范式不管是在思想的拓展性还是在实验方法的灵活性方面都表现出一定的 “约束” 作用。同时也因为理论发展的越来越复杂和脱离 “感官认知（这里指直接通过人体器官获取的信息，或一般性生活常识）” 而不可避免的导致实验的结果与理论猜想不符的 “异常” 。4. 当这种异常累计到一定程度或者“极其顽固”的触及理论基础时，当前范式的危机便出现了。5.科学家在危机之中会尝试使用拓展和发散，怀疑的眼光观察既有范式，而新的能够解释异常的范式被发现并被普遍接受时 “科学的革命” 时刻就来临了。通过这套理论大致将科某个领域的科学工作分为两个阶段：常态科学阶段和科学革命阶段。科学革命阶段意味着新范式的确立，其中包括但不限于新的理论，新的方法，新的普遍认可的协作方式。）

………………………………………………………………………………………………

拓展阅读

拉卡托斯和马斯格雷夫（Lakatos and Musgrave）的文集《批评与知识的增长》（1970 年）包含了一组关于库恩的优秀论文。库恩理论的近期（相对于《科学革命的结构》而言）编辑文集是 Horwich, *World Changes* (1993)。库恩的散文集 The Essential Tension （1977b） 是一个重要的额外来源。库恩还写了两本历史书（1957 年、1978 年）。他后来的文章被收集在 The Road since Structure （2000） 中。Levy 1992 是对 Alife 工作的可读性调查。许多最好的 Alife 论文可以在合集 人工生命 II（Langton 等人，1992 年）中找到。