

库恩《科学革命的结构》摘要

Kuhn. *The Structure of Scientific Revolutions*, 4th eds. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2012.

托马斯·库恩：《科学革命的结构》，张卜天译，北京：北京大学出版社，2022。

本摘要整理自伊恩·哈金（Ian Hacking）为芝加哥大学出版社2012年出版的本书英文第四版（即50周年纪念版）撰写的导言。导言为张卜天2012年译，见哈金：《〈科学革命的结构〉50周年纪念》，《科学文化评论》2012年第6期，第54–73页。部分内容参照北京大学出版社2022年新译本的导言作了调整。

括号内的页码指英文版的页码。

以下内容介绍的是这本书，而不是库恩及其一生的工作。他常把本书称为《结构》，在交谈中则径直称为“那本书”。我将沿用他的说法。《必要的张力》（*The Essential Tension*）是一部极好的文集，收录的是库恩在《结构》出版前后发表的哲学（而不是历史）论文。可以认为它是一系列评论和扩展，所以是很好的辅助读物。

既然是《结构》的导读，所以除了《必要的张力》，这里不会讨论其它内容。不过应当指出，库恩常常提起，反映《结构》主旨的经典案例是《黑体理论与量子不连续性》（*Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity*），这是他关于普朗克（Max Planck）在19世纪末发动的第一次量子革命的研究。

正因为《结构》是一本伟大的书，它才能以无数种方式被解读和使用。《结构》一书出版后，讨论库恩生平和工作的著作层出不穷。对库恩工作的一篇出色的简短介绍可见于《斯坦福哲学百科全书》（*Stanford Encyclopedia of Philosophy*）中的“库恩”词条，它与本文的看法有所不同。关于库恩晚年对其生平和思想的回忆，参见巴尔塔斯（Aristides Baltas）、加夫罗格鲁（Kostas Gavroglu）和金迪（Vassiliki Kindi）1995年对他的访谈。至于对其工作的讨论，库恩最欣赏霍伊宁根-许纳（Paul Hoyningen Huene）的《重建科学革命》（*Reconstructing Scientific Revolutions*）一书。关于库恩出版物的完整清单，见柯南特（James Conant）和海于格兰（John Haugeland）编的《结构之后的路》（*The Road since Structure*）。

有一件事不常提起：和所有伟大著作一样，此书充满了激情，洋溢着作者探求真理的渴望。从它质朴的第一句话便可看出这一点：“如果把历史看成一个仓库，储藏的不仅仅是轶闻趣事或年表，它就能彻底改变现在支配我们的科学形象。”库恩由此着手改变我们对科学的理解，不论好坏，正是科学活动使人类得以主宰这个星球。他成功了。

1962年

《结构》问世的1962年距今已经不短，科学本身已经从根本上改变了。在那个年代，科学的女王是物理学，而库恩接受的正是物理学家的训练。当时真正懂物理的人并不多，但大家都知道，物理学是最能产生效果的东西。时值冷战时期，人人都知道核武器。美国学生不得不练习埋伏在课桌下避险。城镇至少每年会拉响一次空袭警报，此时每个人都必须躲起来。反对核武器的人还会因为故意拒绝躲避而遭到逮捕。1962年9月，迪伦（Bob Dylan）第一次演唱名曲《大雨将至》，每个人都认为它指的是核辐射尘。1962年10月，古巴导弹危机爆发，更是把世界推到了自1945年以来最接近核战争的边缘。物理学的威胁笼罩在每个人心中。

如今冷战早已结束，物理学不再是最能产生效果的活动。1962年的另一个事件是克里克（Francis Crick）和沃森（James Watson）因为DNA的分子生物学，佩鲁茨（Max Perutz）和肯德鲁（John Kendrew）因为血红蛋白的分子生物学而被授予诺贝尔奖。这是变化的前兆。如今，最引人注目的是生物技术。库恩以物理科学及其历史作为其模型。读罢此书，面对今天这个丰富多彩的生物技术世界，您有必要判断库恩关于物理科学的看法在多大程度上仍然正确。再加上信息科学的发展，还有计算机对科学实践的影响。甚至连实验也是今非昔比，它已被计算机模拟所改变，甚至在一定程度上被它所取代。众所周知，计算机改变了我们的交流方式。1962年，科学家在学术会议和专题研讨会上以预印本的形式宣读自己的科研成果，然后在专业期刊上以文章形式将其发表。如今电子文档已成为主流的发表模式。

2012年与1962年还有一个根本区别，它涉及本书的核心——基础物理学。

1962年，关于宇宙及其起源有两种完全不同的竞争理论：稳恒态宇宙学和大爆炸宇宙学。直到1965年以后无处不在的微波背景辐射被偶然发现，人们才知道只有大爆炸理论才能理解那些作为常规科学来研究的问题。1962年，高能物理学似乎就是对越来越多的粒子的无止境收集。所谓的“标准模型”给混乱带来了秩序，其预言不可思议地精确，即使我们尚不知晓如何使之与引力相容。基础物理学也许不会再发生一场革命，但这里肯定会充满惊奇。

因此，与今天的科学相比，《科学革命的结构》或许——我并没有说的确——与科学史上过去的那个时代更相关。

但《结构》究竟是一本历史书还是哲学书？1968年，库恩在一次讲演的开场白中指出：“站在诸位面前的是一位业界的科学史家。我是美国历史协会会员，而不是美国哲学协会会员。”然而在梳理自己的过去时，他越来越表现出自己的工作主要源于哲学兴趣。虽然《结构》对科学史界产生了巨大的直接影响，但其更为持久的影响却可能体现在科学哲学和公共文化上。这也是撰写本导读时所采用的视角。

结构

“结构”与“革命”都包含在本书的标题中。库恩认为不仅有若干次科学革命，而且它们还有一种结构。他将这种结构小心翼翼地展开，并为结构中的每一节点指定了有用的名称。他有将语词点石成金的天赋，那些名称已取得非同寻常的地位；虽然一度晦涩难解，但如今有些却已成为日常用语。其顺序是：（1）常规科学（第二至四节——他称这些为节而不是章，因为他认为《结构》更像是书的纲要而不是书）；（2）解谜题（第四节）；（3）范式（第五节），这个词在当时还相当冷僻，但库恩使用之后已变得极为常见（更不用说“范式转换”了！）；（4）反常（第六节）；（5）危机（第七至八节）；（6）革命（第九节），建立一种新的范式。

这就是科学革命的结构：先是常规科学，具有一种范式，致力于解谜题，然后是严重的反常，引发危机，最后是通过一种新范式来化解危机。另一个著名的词没有出现在章节标题中：不可通约性。这个词意指在革命和范式转换过程中，新旧观念和主张无法做严格比较。即使用的是同样的词，其含义也发生了改变。这转而引出了这样一种想法：新理论被选出来取代旧理论，与其说因为新理论是真的，不如说是因为世界观的改变（第十节）。此书以一种令人不安的思想作结，即科学的进步并不是通向真理的一条简单直线。这种进步更多体现在背离不太令人满意的世界观，寻求与世界更为融洽的互动（第十三节）。

让我们逐一审视这些观念。显然，这一结构太过简洁。历史学家抗议说，历史并非如此。但库恩的物理学直觉使他找到了一种简洁而富有洞见的通用结构。这是一般读者能够领会的一种科学图景。它的一个优点是能在某种程度上得到检验。科学史家们可以考察其专业领域的重大变化在多大程度上符合库恩的结构。不幸的是，一批待怀疑态度的思想者使它遭到了滥用，以对真理概念本身提出质疑。库恩并无此意图。他热爱事实，追求真理。

革命

我们首先会在政治意义上设想革命，如美国革命、法国革命、俄国革命。革命意味着推翻一切旧秩序，一种新的世界秩序开始了。把这种革命观念拓展到科学的第一位思想家可能是康德。他认为有两次伟大的思想革命。其伟大著作《纯粹理性批判》的第一版（1781年）对此未有提及，在第二版（1787年）的序言中，康德以一种近乎华丽的散文风格提到了两大革命性事件。一是数学活动的转变，即希腊人将巴比伦人和埃及人所熟知的技巧变成了假设-证明模式。二是实验方法和实验室的出现，他认为这一系列事件都始于伽利略。在两大段文字中，康德数次使用了“革命”一词。

尽管我们认为康德是最纯粹的学者，他其实身处乱世。人人皆知整个欧洲正在酝酿某种深刻变革，事实上，此时距离法国大革命只有两年。正是康德为科学革命的观念做了准备。诚实的康德在一个脚注中坦言，他无法弄清楚历史的细枝末节。作为哲学家的我觉得这非常有趣，当然也情有可原。

库恩讨论科学及其历史的第一本书并不是《结构》，而是《哥白尼革命》（*The Copernican Revolution*）。科学革命的观念当时已经广为流传。二战之后有大量著作讨论了17世纪的科学革命。培根是其预言者，伽利略是灯塔，牛顿则是革命中升起的太阳。

首先要注意（初读《结构》时这一点表现得并不明显），库恩这里所谈的并非17世纪的那场科学革命。它与库恩假定结构的诸革命相当不同。事实上，库恩曾在《结构》出版之前不久提出存在着“第二次科学革命”。它发生在19世纪初，所有新领域都得以数学化。热学、光学、电学和磁学都获得了范式，大量杂乱无章的现象开始得到理解。这场科学革命与我们所谓的工业革命同时发生且与之并肩而行，可以说是我们这个现代科技世界的开端。然而，与第一次科学革命一样，这一次革命也没有显示出《结构》中所说的科学革命的“结构”。

其次要注意，库恩之前的一代人（他们就17世纪科学革命写了大量著述）是在物理学发生重大革命的世界中成长起来的。爱因斯坦的狭义相对论（1905年）和广义相对论（1916年）给世人带来的震撼远远超出了我们的想象。起初，相对论在人文科学和艺术领域的影响要远远大于它在物理学中真正可检验的影响。诚然，爱丁顿爵士（Sir Arthur Eddington）著名的远征队对这一理论的天文学预言做了检验，但只是到了后来，相对论才成为许多物理学分支不可或缺的一部分。

还有量子革命，也分为两个阶段：普朗克在1900年前后引入了量子，然后是1926–1927年，随着海森伯不确定性原理的提出，整个量子理论得以完成。相对论和量子物理学合在一起不仅推翻了旧科学，而且也推翻了基本的形而上学。康德曾认为，牛顿的绝对空间和齐一的因果性原理是先天的思想原则，是人类理解世界的必要条件。但物理学证明他完全错了。原因和结果仅仅是表象，不确定性才是实在的根本。革命是科学时代的规则。

在库恩之前，波普尔（Karl Popper, 1902–1994）是最有影响的科学哲学家——我指的是他被科学家最广泛地阅读，并获得了某种程度的信任。波普尔成长于第二次量子革命的时代，这使他意识到科学是通过“猜想与反驳”而前进的，

“猜想与反驳”也成了他一本书的标题。波普尔声称，科学史例证了一种近乎教条的方法论。我们先是构造出尽量能被检验的大胆猜想，然后必定会发现它们的缺陷，进而反驳它们，最后提出一种与事实相符的新猜想。假说只有在可证伪时才称得上是“科学的”。在世纪之交的伟大革命之前，这种纯粹主义的科学观是不可设想的。

库恩对革命的强调可以被视为波普尔反驳之后的下一个阶段。库恩本人将两者之间的关系描述为“发现的逻辑或研究的心理学”。两人都把物理学当作所有科学的原型，并且在相对论和量子力学之后形成了自己的思想。然而今天科学已是另一种面貌。2009年，人们以极大的热情纪念了达尔文的《物种起源》出版150周年。看着这些形形色色的书籍、表演和庆祝活动，如果被问及哪本科学著作是一切时代最具革命性的，现场观众将很可能回答是《物种起源》。因此令人惊讶的是，《结构》对于达尔文的革命竟然只字未提。自然选择的确以重要的方式在第171–172页被提及，但也只是作为科学发展的一个类比。既然生命科学今天已经取代物理学成为科学的主角，我们有必要问，达尔文的革命能在多大程度上符合库恩的模版。

最后要注意，如今对“革命”一词的使用已经远远超出了库恩的理解。这既不是批评库恩，也不是批评一般公众，而是意味着我们应当仔细阅读库恩，注意他究竟在说什么。今天，革命差不多是一个褒义词。每一款新的冰箱、每一部大胆的电影新作，都被说成是革命性的。人们或许已经忘记，这个词曾经很少被使用。而在美国媒体（几乎已经忘了美国革命）看来，这个词传递的更多是憎恶而非褒扬，因为“革命”就意味着“共产主义”。我对此深表遗憾，它不仅贬低了“革命”的原有价值，也使我们对库恩的理解变得更加困难。

常规科学和解谜题（第二至四节）

库恩的思想实际上颇具震撼性，他认为常规科学只是在致力千破解当前知识领域中一些悬而未决的谜题。解谜题使我们想到了纵横字谜、拼图游戏和数独等帮助我们在闲暇时打发时间的东西，常规科学也是如此吗？

许多科学家读到这里不免有些惊讶，但转念一想也不得不承认，他们日常工作中的大部分内容也正是如此。研究问题并不以真正的创新为目标。第35页的一句话总结了库恩的观点：“我们方才所论及的常规问题研究，其最突出的特征就在于，它们几乎并不旨在产生重要的创新，无论是概念上的还是现象上的。”他写道，如果看看任何一本研究期刊，你就会发现所讨论的问题有三类：（1）重要事实的确定，（2）事实与理论的配合，（3）理论的阐明（articulation）。稍加扩充就是：

1. 理论留下了一些未能做出恰当描述的量或现象，而只是给出了定性预期。通过测量和其他程序能够更精确地确定事实。
2. 已知观察与理论并不十分相符。什么地方错了？要么调整理论，要么表明实验数据有缺陷。
3. 理论也许有可靠的数学表述，但无人能理解其推论。库恩把通常凭借数学分析提取理论之蕴含的过程称为“阐明”。

虽然许多从事实际研究的科学家承认自己的工作符合库恩的规则，但这听起来仍然并非完全正确。库恩之所以这样论述，原因之一是他（和波普尔以及其他许多先驱者一样）认为，科学中的首要工作是理论性的。他尊重理论，即使他对实验颇为看重，也认为实验是第二位的。然而自20世纪80年代以来，侧重点发生了实质性的转移，历史学家、社会学家和哲学家都极为关注实验科学。正如伽里森（Peter Galison）所说，存在着三种相互平行但基本独立的研究传统：理论的、实验的和仪器的。每一种传统对千另外两种都至关重要，但又都有很大的自主性，都有自己的生命。在库恩的理论立场中，大量实验或仪器的新颖性被径直忽略了，所以常规科学或许有很大的新颖性，但并非在理论上。而对千更加渴望技术和治疗的一般公众而言，他们所赞许的科学新颖性通常根本不是理论性的。这也是库恩的说法听起来像是固执己见的原因。

当前，要想说明库恩的常规科学观念中什么是绝对正确的，什么是有疑问的，可以看看在高能物理学中，最为科学记者广泛报道的寻找希格斯粒子。人们投入如此惊人的财力人力，就是要验证当前物理学所教授的东西，即存在一种未被探测到的粒子，它对千物质的存在本身起着至关重要的作用。从数学到工程的各个学科领域都有无数谜题需要解决。从某种意义上说，解这些谜题不会带来理论或现象上的任何新东西。这正是库恩正确的地方。常规科学并不求新，但新颖性可以得自千对已有理论的确证。人们的确希望，一旦诱出粒子的正确条件最终确立，一个全新的高能物理学时代将会由此开启。

库恩把常规科学刻画成解谜题，这似乎表明他认为常规科学无关紧要。恰恰相反，他认为科学活动极为重要，其中大部分属于常规科学。因此今天，即使是对库恩的革命思想表示怀疑的科学家，也非常尊重他关于常规科学的论述。

范式（第五节）

这一节之所以需要特别关注，有两个原因。首先，库恩以一己之力使“范式”一词流行开来，以至于每一位新的读者都会为这个词赋予与1962年非常不同的含义。其次，正如库恩本人在此书后记中所说：“范式作为共有的范例，是我现在认为此书中最新颖也最不被人理解的那些方面的核心要素。”（第186页）就在同一页，他提出可以用“范例”（*exemplar*）一词取而代之。在这篇后记之前写的一篇文章中，他承认自己已经“对这个词失去了控制”。到了晚年，库恩又抛弃了它。但我希望，《结构》既已出版50年，读者能在尘埃落定之后愉快地恢复其重要地位。

《结构》一经出版，读者就抱怨这个词有太多用法。在一篇经常被引用但少有人阅读的文章中，马斯特曼（Margaret Masterman）指出库恩在《结构》中以21种不同方式使用“范式”一词。面对诸如此类的批评，库恩不得不出面进行澄清。其结果是在“对范式的再思考”一文中，库恩区分了对这个词的两种基本用法：一种是“整体的”，一种是“局部的”。关于局部用法，库恩写道：“当然，最初促使我选择这个词的正是‘范式’作为标准范例的含义。”但读者们大都以一种比他的本意更为整体的方式使用这个词，“要想回到‘范式’的原初用法，即那种在语言学上唯一恰当的用法，我看希望不大。”这在1974年也许是对的，但在《结构》出版50周年之际，我们可以回到库恩1962年所预想的用法。我将会回到局部和整体的用法，但先来做一些回顾。

今天，“范式”连同与之伴随的“范式转换”已经令人尴尬地无所不在。当年库恩提出它时，还很少有人听说过，但它很快便流行起来。对潮流很敏感且颇具娱乐性的《纽约客》杂志曾刊登漫画以嘲笑“范式”：在曼哈顿的一个鸡尾酒会上，一位体态丰满、身着喇叭裤的少妇对一个自诩时髦的秃顶男人说：“您真了不起，格斯顿（Gerston）先生！之前我从未听到有人在实际生活中使用‘范式’一词。”但如今，这个可恶的字眼已经难以逃避，这就是库恩早在20世纪70年代就说他已对这个词完全失去控制的原因。

现在，让我们回顾一下历史。希腊词*paradeigma*在亚里士多德的论证理论、特别是《修辞学》（*Rhetoric*）中起着重要作用。《修辞学》讨论的是演讲者与听众之间的实际辩论，他们共享着许多无需言明的信念。在英语翻译中，*paradigm*一词的前身常被译成“例子”（*example*），但亚里士多德的意思更接近于“范例”（*exemplar*），即一种非常好的、极具指导性的例子。他认为论证有两种基本类型：一种是演绎的，但有许多未言明的前提，另一种本质上是类比的。

在第二种论证中先是存在着某种有争议的东西。以下是亚里士多德的一个例子，许多读者会觉得从亚里士多德时代的城邦更新为今天的民族国家很容易。雅典是否应对其邻邦底比斯（*Thebes*）开战？不应当。底比斯攻打其邻邦福基斯（*Phocis*）是邪恶的，所有雅典听众都赞同这一点。这就是一个范例。所争论的情形正是类比性的。因此我们对底比斯开战也将是邪恶的。

总结一下，某种东西是有争议的。为此，有人提出了一个有说服力的例子，听众们几乎都对此表示赞同——这就是一个范例。其意涵为，有争议者“也是这样”。

在亚里士多德著作的拉丁文译本中，*paradeigma*被译为*exemplum*，后者在中世纪和文艺复兴时期的论证理论中又有了自己的发展。不过在现代欧洲语言中，*paradigm*一词被保留下来，但在很大程度上脱离了修辞学。其用法非常有限，仅仅适用于标准模型被遵循或模仿的情形。小学生学习拉丁文时要学动词变位，如“爱”的变位是*amo*（“我爱”），*amas*（“你爱”），*amat*（“他/她/它爱”），等等。这就是一种范式，一种可以用类似的动词来模仿的范例。*paradigm*一词的首要用法是与语法相联系的，但常被用作一种隐喻。作为隐喻的*paradigm*在英语中从未流行，但在德语中似乎更为常见。20世纪30年代，影响很大的哲学团体“维也纳学派”的成员，如石里克（*Moritz Schlick*）和纽拉特（*Otto Neurath*），在其哲学著作中都乐于使用这个德文词。库恩可能对此并不知晓，但用库恩的话说，维也纳学派以及其他移居美国的德语哲学家的哲学都是使他“在思想上受到影响”（第9页）的科学哲学。

然后，在《结构》思想趋于成熟的10年间，一些英语分析哲学家开始宣传“范式”一词。这在部分程度上是因为那个深刻的维也纳人维特根斯坦（*Ludwig Wittgenstein*）在20世纪30年代的剑桥大学演讲中大量使用了这个词。落入其魔咒的那些追随者们着迷地讨论着他的剑桥课程。这个词也数次出现在维特根斯坦的《哲学研究》（*Philosophical Investigations*，他的另一部伟大著作，首版于1953年）中。书中第一次使用这个词时（§20）提到了“我们语法的范例”，尽管维特根斯坦的语法概念远远超出了其普通含义。后来，维特根斯坦又将“范式”与“语言游戏”相关联，“语言游戏”原本是一个令人费解的德文字眼，维特根斯坦把它变成了普通文化的一部分。

我不知道库恩何时第一次读到了维特根斯坦的著作；但库恩先是在哈佛，然后在伯克利，曾与专注于维特根斯坦思想的卡维尔（*Stanley Cavell*）有过多次交谈，后者是一位富有吸引力和原创性的思想家。两人都承认分享各自的思想态度和问题在他们当时生活中的重要性，而“范式”肯定是他们讨论的一个话题。

与此同时，一些英国哲学家发明了一种所幸短命的所谓“范式-案例论证”，我想这一命名是在1957年。当时对它有很多讨论，因为它似乎是反驳各种哲学怀疑论的一种新的一般论证。以下是对这种想法的诙谐模仿。例如，你不能声称我们缺少自由意志，因为我们必须通过各种例子来学习使用“自由意志”这一表述，这些例子就是范式。既然我们通过范式来学习这一表述，而这

些范式存在，所以自由意志存在。因此，库恩写作《结构》时，“范式”一词在很大程度上还处于这种专门用法中。

“范式”一词唾手可得，而得到它的正是库恩。

“范式”这个词是在《结构》第二节“常规科学之路”的开头即第11页引入的。常规科学基于为某个科学共同体所承认的在前的科学成就。在1974年的“对范式的再思考”一文中，库恩再次强调“范式”是与“科学共同体”一词同时引入该书的。这些成就作为范例告诉科学家应该做什么，应该提什么样的问题，什么是成功的应用以及“范例式的观察和实验”。

第10页列出了牛顿这等英雄式的成就案例。但库恩越来越对一些属于小共同体的、规模小得多的事件感兴趣。科学中有很大的共同体，例如遗传学或凝聚态（固态）物理学的共同体。但有些共同体之中又有越来越小的共同体，以至于最终分析的是“可能只有100个甚至更少成员的共同体”。其中每一个共同体都有自己的一组承诺以及关于如何行事的模型。

除了引人注目，科学成就还必须：

1. “足够空前地吸引一批坚定的支持者”，使之远离一直在做的事情；
2. 它们必须是开放性的，有大量问题留待“重新界定的一批实践者去解决”。库恩总结说：“从此以后，凡具有这两个特征的成就，我便称之为‘范式’。”（第11页）

被认可的科学实践（包括定律、理论、应用、实验和仪器）的例子提供了模型以创造一种连贯的传统，并且充当了起初构成科学共同体的承诺。前引几句话确立了《结构》的基本想法。范式是常规科学所不可或缺的，而为一个科学共同体所从事的常规科学，只要还有足够的工作可做，还有悬而未决的问题可以运用传统所认可的方法（定律、仪器等）去解决，就会继续下去。到了第12页末，我们进入了范式竞争。常规科学由一种范式来刻画，范式使共同体所研究的谜题和问题成为正当的。至此一切顺利，直到范式所规定的方法无法应对一系列反常为止。由此引发的危机不断持续，直到一项新的科学成就重新指导研究，充当新的范式。这就是“范式转换”（paradigm shift）（你会发现库恩在书中往往称之为“范式改变”[paradigm change]，但事实证明，“范式转换”更引人注目）。

随着我们的阅读，这个简洁的概念变得越来越模糊，但存在一个初始问题。在表达这一概念的几乎任何一组词项中都可以找到自然的类比和相似性；范式不仅是一项科学成就，而且也是让未来的做法仿效它的一种特殊方式。在令人生畏地列举了“范式”在《结构》中的21种用法后，马斯特曼可能第一个指出，我们必须重新考察“类比”这个概念。一个共同体是如何从一项成就中使特殊研究方式继续下去的？在“对范式的再思考”一文中，库恩以其一贯的新颖方式对此做了回应。他讨论了“科学教科书的章末习题主要是何用意。学生解决这些问题时能够学到什么？”如他所说，“对范式的再思考”主要针对的正是这个出乎意料的问题，因为他对这个问题的主要回答是，有太多自然类比能使一项成就规定一种传统。顺便指出，他这里想到的是他年轻时使用的物理和数学教科书，而不是生物教科书。

我们必须获得一种“能力，在表面上迥然不同的问题之间找到相似之处”。的确，教科书展示了许多事实和技巧，但它们并不能使任何人成为科学家。引导你的不是定律和理论，而是章末那些习题。你必须了解，这样一组看似迥然不同的问题可以用类似的技巧来解决。在解决这些问题的过程中，你学会了如何继续使用“正确的”相似性。“学生会发现一种方法，像看待他曾经

遇到的一个问题一样来看待这个问题。一旦看出这种相似性或类比，就只剩下处理上的困难了。”

在转向“书后习题”这一核心论题之前，库恩在“对范式的再思考”一文中承认自己对“范式”一词的用法过于宽泛。于是他区分了对“范式”概念的两类用法：整体的和局部的。局部的用法是各种类型的范例，整体的用法则首先聚焦于“科学共同体”的概念。

由于“对范式的再思考”一文发表于1974年，他可以说20世纪60年代发展起来的科学社会学使我们拥有了锐利的经验工具对科学共同体进行区分。什么“是”科学共同体，这已经不再是问题。问题在于，是什么把它的成员维系在同一学科中工作？虽然库恩并没有这样说，但是对于任何一个明确的共同体而言，这都是一个有待追问的基本社会学问题，无论此共同体是大是小，是政治的、宗教的还是种族的，或者仅仅是青少年的足球俱乐部，抑或是为老年人提供送餐服务的志愿者组织。是什么使这个群体作为群体保持在一起？是什么导致一个群体分裂成了各个派别，或者干脆导致其土崩瓦解？库恩用“范式”做了回答。

“是什么共同要素使得专业交流不太成问题、专业判断相对无异议呢？对于这个问题，《科学革命的结构》一书给出的回答是‘一种范式’或‘一组范式’。”这里指的是“范式”的整体含义，它由各种类型的承诺和做法所组成，其中他强调的有符号概括、模型和范例。所有这些在《结构》中都有暗示，但没有充分表述。你也许想迅速浏览此书，看看它是如何发展这种想法的。人们可以强调，当范式陷入危机时，共同体本身是如何陷入混乱的。书中第84页引用了泡利（Wolfgang Pauli）的两段动人的话，一段是在海森伯的矩阵代数问世数月之前，另一段是在其后数月。在前一段话中，泡利感到物理学正在土崩瓦解，希望自己从事的是另一职业，而几个月后，前进的道路已然明朗。许多人都有同样的感受，当危机处千高潮、范式遭遇挑战时，共同体也趋于瓦解。

“对范式的再思考”的一个注释中有一处彻底的再思考。在《结构》中，常规科学始于一项能够充当范式的成就。在此之前，我们处千一个思辨性的前范式时期。比如对于热现象、磁现象和电现象的早期讨论就处于前范式时期，直到“第二次科学革命”为这些领域带来了各自的范式。弗朗西斯·培根在讨论热时把太阳和发酵肥料也包括了进去。正因为没有范式，人们根本无法对事物进行整理，也没有一组商定的问题有待研究。

在“对范式的再思考”的注释4中，库恩完全放弃了这一主张。他把这称为“用‘范式’一词来区分某一学科发展的早期阶段和晚期阶段所导致的最有害的”后果。诚然，培根时代与焦耳时代的热学研究的确有所不同，但他现在断言，这种不同并不在于范式的有无。“无论范式可能是什么，它们都为科学共同体所拥有，包括所谓前范式时期的那些学派。”在《结构》中，“前范式”的作用并不限于常规科学的开端，它在整本书中反复出现（直至第159页）。按照库恩放弃主张之后的看法，那些部分都需要重写。你不得不决定这是否是最佳的做法。再思考并不必然比初次思考更好。

反常（第六节）

该节标题的全称是“反常与科学发现的出现”。第七节有一个类似的标题：“危机与科学理论的出现”。这些古怪的配对是库恩科学观不可或缺的一部分。

常规科学并不旨在新奇，而在于清理现状。它往往会发现期待发现的东西。发现不会出现于某种东西运转正常时，而只会出现在事物出岔子时。新奇总是与期待背道而驰，简而言之像是一种反常。

“反常”（anomaly）一词中的“a”意为“非”，比如“非道德的”（amoral）或“无神论者”（atheist）中的用法便是如此。“nom”则源自希腊语的“法则”一词。“反常”与似律的规则性相悖，更一般地与预期相悖。正如我们所看到的，波普尔已经把“反驳”当成了其哲学的核心。库恩力图说明，很少有简单的反驳这样一种东西。我们倾向于看到期望看到的東西，即使它并不在那里。要想真正看清一项“反常”，往往需要很长时间，因为它与现有秩序相悖。

并非每一项反常都会被人重视。1827年，布朗（Robert Brown）通过显微镜注意到，漂浮的花粉颗粒始终在来回振动。在被纳入分子运动论之前，该现象只是被当作一种没有任何意义的东西而被排除在外。一旦被理解，这种运动就成了分子理论的有力证据，而此前它仅仅是一桩奇事。有许多现象也是如此，它们与理论相悖，却被置于一旁。理论与数据之间总是存在着差异，其中许多还不小。认识到某种东西是必须加以解释的重大反常，而不仅仅是一项会渐渐弄清楚的不符，这本身是一个复杂的历史事件，而不是简单的反驳。

危机（第七至八节）

危机与理论改变总是相伴而行。反常变得难以处理，即使再大的修补也无法使之纳入现有的科学。但库恩坚持认为，这本身并不足以抛弃现有理论。“决定拒斥一个范式，同时也是决定接受另一个范式，而导向这种决定的判断，包含着范式与自然的比较以及范式之间的比较。”（第78页）接下来一页有一段语气更强的话：“拒斥一个范式而不同时用另一个范式取而代之，等于拒斥科学本身。”

危机涉及一段非常规研究（而不是常规研究）的时期，其间“相互竞争的阐述激增，愿意作一切尝试，明确表达不满，求助于哲学，就基础进行争论”（第91页）。由这种骚动中产生了新的思想、新的方法直至产生新的理论。库恩在《结构》的第九节中谈到了科学革命的必然性。他似乎在强调，倘若没有这种反常、危机和新范式的模式，我们将会陷入泥潭。我们根本不会获得新理论。对库恩而言，创新是科学的标志，没有革命，科学将会退化和堕落。我们可以想想库恩在这一点上是否正确。科学史上那些重大创新大都产生于一场革命并且具有《结构》所述之结构吗？用现代广告语来说，也许一切真正的创新都是“革命性的”。问题在于，对于理解它们是如何发生的，《结构》是否是一个正确的样板。

世界观的改变（第十节）

大多数人都承认，一个共同体或个人的世界观会随时间而改变。我们至多会对“世界观”这个过于浮夸的字眼感到不悦。这个词源自德语词Weltanschauung，它几乎已是一个英语词了。当然，如果真的发生过范式转换，即观念、知识和研究方案的革命，我们对世界的看法也将改变。谨慎者会乐于说，是人对世界的看法发生了变化，而世界并未改变。

但库恩想说的不止于此。革命发生后，领域发生改变的科学家其实是在另一个世界工作。较为谨慎的人会说，这仅仅是一个隐喻。严格说来，世界只有一个，现在的世界就是过去的那个世界。我们也许希望未来的世界会更好，但在分析哲学家所偏爱的一种严格意义上，它仍是同一个世界，只不过得到了改进。在欧洲航海家的时代，探险家们遇到了他们所谓的新法兰西、新英格兰、新苏格兰、新几内亚等地，这些地方当然不是旧法兰西、旧英格兰和旧苏格兰。我们在这种地理和文化意义上谈论旧世界和新世界，但是当我们考虑整个世界即所有的一切时，就只有一个世界。当然，仍然可以说有许多世界：我所生活的世界不同于歌剧女歌手的世界，也不同于说唱艺人的世界。一旦开始谈论不同的世界，总有可能出现混淆。我们可能会意指各种事物。

在第十节“革命作为世界观的改变”中，库恩努力以一种我所谓的“试验”模式来克服这种隐喻，不是断言如此这般，而是说“我们也许想说”如此这般。但他的意思的确不止于我刚刚提到的那些隐喻。

1. “……也许会使我们想说，哥白尼之后的天文学家生活在一个不同的世界里。”（p. 117）
2. “……将迫使我们说，发现氦气之后，拉瓦锡是在一个不同的世界里工作。”（p. 118）
3. “[化学革命]完成后，……数据本身已经改变。这是当我们说革命之后科学家在一个不同的世界里工作时，可能想表达的最后一层意思。”（p. 134）。

在第一段引文中，他为天文学家能“用旧仪器，看着旧对象”（第117页）轻松观察到新现象而感到惊异。

在第二段引文中，他闪烁其词地说，“如果不诉诸[拉瓦锡]以不同方式看待的那个假定固定不变的自然”，我们会愿意说，“拉瓦锡是在一个不同的世界里工作”（第118页）。这里，（如我这等）古板的批评者会说，我们并不需要一个“固定不变的自然”。诚然，自然是变动不居的，此时的一切已不同于我5分钟之前在花园劳作时的状况，因为我已经除去了一些杂草。然而，只存在着一个世界，这并不是一个“假说”——我正是在这个世界中修剪枝叶，拉瓦锡也是在这个世界走向绞刑架的。（但那是一个多么不同的世界啊！）我希望您能看到，事情可能变得多么令人困惑。

至于第三段引文，库恩解释说，他并非意指更为复杂和精确的实验提供了更好的数据，尽管这并非毫不相关。这里争论的是道尔顿的一个论题，即元素以固定比例结合成化合物，而不仅仅是混合物。多年来，这与最好的化学分析不相容。但概念不得不改变：物质的结合若非以大致固定的比例进行，就不是化学过程。要想理解这一切，化学家“必须迫使自然就范”（第134页）。这听起来确实像在改变世界，尽管我们也想说，化学家所研究的那些物质与亿万年前地球冷却成型时的地表物质并无不同。

阅读这一节时，库恩的意图逐渐清晰起来。但读者必须判断，何种言辞适合表达他的思想。“只要你知道自己的意思，随便怎么说都行”这一格言似乎是适当的。但也不完全是。一个谨慎的人也许会同意，在其领域的一场革命过后，科学家会以不同的方式看待世界，对世界的运作有不同的感受，注意到不同的现象，困惑于新的困难，并以新的方式与之打交道。库恩想说的不止于此。但落到纸面时，他又执著于“试验”模式，执著于一个人“可能想说”什么。他从未白纸黑字地断言：拉瓦锡（1743-1794）之后的化学家生活在一个不同的世界，道尔顿（1766-1844）之后的化学家再次生活在一个不同的世界。

不可通约性（不可公度性）

关于不同的世界，从未有过激烈争论，但一个与之密切相关的议题却激起了一场论辩的风暴。撰写《结构》时，库恩人在伯克利。我曾经提到卡维尔是他亲密的同事。还有反对偶像崇拜的费耶阿本德（Paul Feyerabend），他以其《反对方法》（*Against Method*, 1975）一书和宣扬科学研究中的无政府主义（“怎么都行”）而著称。他和库恩都公开提出了“不可通约性”（或“不可公度性”，incommensurability）一词，并曾一度惺惺相惜，乐见同道，但此后却分道扬镳。结果导致了一场哲学混战，争论的是相继的（革命前后的）科学理论究竟在多大程度上能够相互比较。我认为较之库恩的任何说法，费耶阿本德的浮夸言辞更能为这场混战火上浇油。但在费耶阿本德不再讨论这一论题之后，库恩直到晚年仍然对它耿耿于怀。

也许关于不可通约性的论战只可能发生在由逻辑经验主义搭建的舞台之上。库恩撰写《结构》时，逻辑经验主义正是科学哲学中流行的正统。以下是对一种主要是语言学的即注重意义的思路的简单化模仿。我并不是说有人说过如此头脑简单的东西，但它的确把握了主旨。一般认为，我们可以通过指认来学习可观察事物的名称。但是对于像电子这样无法指认的理论实体，情况又该如何呢？我们被告知，它们只有从其所处的理论背景中才能获得自身的含义。因此，理论的改变必定包含着含义的改变。于是，有关电子的同一句陈述在不同理论背景中有不同的意思。如果一个理论说这句话为真，而另一个理论称其为假，这并不存在矛盾，因为这句话在两种理论中表达了不同的陈述，无法进行比较。

人们经常以质量为例对该议题进行争论。“质量”一词对于牛顿和爱因斯坦都是不可或缺的。对于牛顿，人人皆知 $f = ma$ ，而对于爱因斯坦，人人皆知 $E = mc^2$ 。但后者在经典力学中没有意义。因此，（有人强调）这两个理论其实是无法比较的，因此（一个更糟糕的“因此”）偏爱一种理论甚于另一种并没有理性根据。

于是库恩在某些方面会被指责为否认了科学的合理性，而在另一些方面则被誉为新相对主义的先知。这两种想法都是荒谬的。库恩对这些议题有过直接回应。理论应能做出准确预言，应当一致，应有广泛的覆盖面，应以有序而融贯的方式呈现现象，应能有效表明新的现象或现象之间的关系，这是库恩和整个科学家（更不用说历史学家）共同体都赞同的五种价值观念。这便是（科学）合理性的部分实质，在这方面，库恩是一位“理性主义者”。

我们必须谨慎对待不可通约性学说。学生们在高中学习牛顿力学，在大学物理系学习相对论。火箭是按照牛顿力学设计的；人们说牛顿力学是相对论力学的一个特例。早年皈依爱因斯坦的人对牛顿力学烂熟于心。那么，是什么东西不可通约呢？

库恩在“客观性价值判断和理论选择”一文结尾“简单重申了”已有观点。“不同理论的永恒者之间所交流的内容有很大的局限性。”此外，“一个人从拥护一种理论转向拥护另一种理论，最好被称为皈依而不是选择”（第338页）。那时人们对于理论选择有一种狂热；参加争论的许多人的确主张，科学哲学家的首要任务就是对理性理论选择的原则进行确认和分析。

库恩所质疑的正是理论选择这一观念。通常，说某位研究者选择了一种他赖以工作的理论近乎无意义。新入学的研究生或博士后确实要选择到哪个实验室来掌握他这一行的工具，但他却并不因此就选择了一个理论，即使他是在选择自己未来的生活道路。

拥护不同理论的人虽然有交流上的难处，但这并不意味着他们无法比较其专业成果。“无论新的理论在传统的拥护者看来是多么不可理解，展示这些令人难忘的具体成果至少也能让其中一些人信服，他们必须了解这些成果是如何获得的。”（第339页）若不是库恩的思想，我们可能也注意不到另一个现象。大规模研究（比如在高能物理学中）通常需要许多专业之间的协作，它们在细节上彼此隔膜。这种协作是如何可能的？各个专业逐渐形成了一种类似于克里奥尔人（creoles）的“交易区”（trading-zone），当两个非常不同的语言群体进行交易时，这种“交易区”就会出现。

库恩开始意识到，不可通约性概念有意想不到的助益。专业化是人类文明史的一个事实，也是各个学科的一个事实。在17世纪，我们可以与各种用途的期刊融洽相处，其原型便是《伦敦皇家学会哲学学报》（*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*）。多学科的科学的确待续着，《科学》和《自然》等周刊便是明证。然而早在我们进入电子出版时代之前，科学期刊就已经在不断激增，每一种期刊都代表着一个学科共同体。库恩认为这是可以预见的。他说科学是达尔文式的，革命往往类似于物种形成，其间一个物种分裂为两个，或者一个物种持续，但暗地里却有一个变种追随着它的轨迹。在危机中可能会出现不止一个范式，每一个范式都能包容一组不同的反常，并且扩展到新的研究方向。随着这些新的学科分支（每一个学科分支都有自己的成就可供研究效法）的发展，某一学科分支的研究者越来越难理解其他学科分支所做的事情。这并不是什么深奥的形而上学观点，对于任何从事实际工作的科学家来说，这都是一个必须面对的日常事实。

正如新物种的典型特征是它并不杂交繁殖，新的学科之间在一定程度上也是无法理解的。不可通约性概念的这则应用有实际的内容，它与关于理论选择的伪问题毫无关系。直到职业生涯的最后，库恩一直试图通过一种新的科学语言理论来解释诸如此类的不可通约性。他曾是一个物理学家，他的提议也有那种性质，即试图把一切事物都归结为一种相当抽象的简单结构。这种结构与《结构》非常不同，但它也拥有物理学家那种强烈欲望，要把各种现象清晰地组织起来。这一工作尚未发表。人们常说，库恩完全推翻了维也纳学派及其继承者的哲学，开创了“后实证主义”。但他保留了维也纳学派的许多预设。鲁道夫·卡尔纳普最著名的著作名为《语言的逻辑句法》（*The Logical Syntax of Language*）。可以说库恩晚年的工作也在致力于探讨科学语言的逻辑句法。

通过革命而进步（第十三节）

科学的进步是跳跃式的。对于很多人来说，科学的前进正是进步的缩影。要是政治生活或道德生活也能如此该多好！科学知识是积累性的，在以前的基础上攀登新的高峰。

这正是库恩对常规科学的描绘。它确实是积累性的，但革命摧毁了连续性。随着新范式提出了一组新问题，能被旧科学处理的许多东西可能会被遗忘。这的确是一种无可置疑的不可通约性。一场革命过后，研究的主题可能会发生重大转变，因此新科学根本不会讨论那些旧主题。它可能会修改或抛弃许多曾经适当的概念。

那么进步何以体现呢？我们原以为一门科学是在其领域中向着真理迈进。库恩并没有挑战常规科学的进步观。他的分析原创性地说明了，为什么常规科学这种社会建制能以自身的方式如此迅速地进步。然而革命却有所不同，它们对于一种不同的进步是必不可少的。

革命改变了这个领域，甚至（根据库恩的说法）改变了我们用来谈论自然某个方面的语言。无论如何，它转向了自然的一个新的部分进行研究。由此库恩给出了他那句格言：革命通过背离之前那些遭遇到重大困难的世界观而进步。这并不是朝向预定目标的进步，而是背离那些曾经很管用、但已不再能处理自身新问题的旧框架而得以进步。

“背离”似乎对那种主导的科学观念提出了质疑，即科学旨在追求关于宇宙的唯一真理。认为对于万事万物有且只有一种完备的正确解释，这种思想在西方传统中根深蒂固。它源于实证主义创始人孔德所谓的人类探究的神学阶段。而在流行的犹太教、基督教和伊斯兰教宇宙论版本中，万事万物同样只有一种完备的正确解释，即神所知道的东西。（哪怕是一只麻雀的死，神都知晓。）

这种意象转移到了基础物理学中。许多物理学家可能自豪地宣称自己是无神论者，却理所当然地认为只存在一种关于自然的完整解释有待发现。如果你认为这有道理，它就成了科学进步所朝向的理想。于是，库恩说进步是一种“背离”，这似乎是完全误导的。

库恩拒绝接受这种图景。他在《结构》第170页问：“设想存在着一种完整、客观、正确的对自然的解释，设想科学成就的真正标准就是它在何种程度上使我们接近了这个终极目标，这是否真的有所助益？”许多科学家会回答，这当然有帮助，这正是他们理解自己所做的事情和为什么值得做的基础。但库恩这个只为加强语气效果的反问过于简略，读者仍须继续思考这个问题。（我本人也有库恩这种怀疑，但这个问题并不容易，不能仓促作答。）

真理

库恩并不认同“存在着一种完整、客观、正确的对自然的解释”。这是否意味着他也不认同真理呢？绝对不是。正如他注意到的，除了在引用培根的话时（第169页），《结构》对真理一言未发。热爱事实的智者在试图确定某事物的真理性时，并未陈述一种“真理理论”，他们也不该这么做。任何熟悉当代分析哲学的人都知道，存在着数不清的相互竞争的真理理论。

库恩的确拒绝接受那种简单的“符合论”，它声称真陈述符合关于世界的事实。大多数冷静的分析哲学家可能也会拒斥这种理论，因为它明显存在一个循环论证——除非把陈述表述出来，否则无法确切说明任一陈述所符合的事实。

在20世纪末席卷美国学术界的怀疑主义浪潮中，许多有影响的知识分子在否认真理是美德时，都把库恩视为盟友。我指的是这样一些思想家，他们不愿写下或说出“真”这个字，除非给它加上引号，以表明他们是多么惧怕这个如此有害的概念所表达的想法。许多有反思能力的科学家尽管非常赞赏库恩关于科学的大部分说法，却认为库恩鼓励了否认真理的人。

《结构》的确极大地推动了科学的社会学研究。其中一些工作强调事实是“社会建构”的，从而明显否认了“真理”，这正是保守科学家所抗议的。库恩明确表示，他本人非常厌恶这种对其工作的发展。

请注意，《结构》中并没有社会学。然而，正如我们所看到的，科学共同体及其实践就其核心而言是与范式一起进入的，从第10页一直到最后一页。科学知识社会学在库恩之前就有，但《结构》之后开始发展，并引出了今天所谓的“科学学”（science studies）。这是一个自生领域（当然也有自己的期刊和社团），包含了一些科技史和科技哲学工作，但其重点还是各种社会学进路，部分是观察的，部分是理论的。库恩之后，许多甚至是大多数有关科学的原创性思考都有一种社会学倾向。

库恩对这些发展持否定态度。在许多年轻研究者看来，这很令人遗憾。让我们将其归因于他对这一领域发展时期的困难的不满，而不要贸然引入父辈与子辈之类的乏味隐喻。库恩最令人惊叹的遗产之一就是我们今天所谓的“科学学”。

成功

《结构》起初是作为《国际统一科学百科全书》（*International Encyclopedia of Unified Science*）的第2卷第2期发表的。其第一和第二版的扉页（第i页）和目录页（第iii页）都写明了这一点。第ii页还给出了有关《国际统一科学百科全书》的一些事实，列出了28位编辑和顾问的名单。其中大多数人的名字即使在50年后的今天也依然众所周知，如塔斯基、罗素、杜威、卡尔纳普和玻尔等等。

这部《国际统一科学百科全书》是纽拉特及其维也纳学派成员所发起的一个项目的一部分。为了躲避纳粹的迫害，它从欧洲移到了芝加哥。纽拉特原本设想它至少有14卷，收集由专家撰写的许多短篇专题论文。库恩交稿之前，它才出版了第2卷的第一篇专题论文。在此之后，这部《国际统一科学百科全书》也就日趋消亡了。许多人都觉得库恩将《结构》发表在这里颇具讽刺意

义，因为《结构》破坏了隐含在该项目背后的所有实证主义学说。对此，我已经表达了不同看法，即认为库恩继承了维也纳学派及其同时代人的预设，保持了其基本原则。

此前，只有少数专家阅读《国际统一科学百科全书》的专题论文。不知芝加哥大学出版社是否知道，它的印数经历了爆炸式增长？1962-1963年，《结构》售出919本；1963-1964年售出774本。次年，《结构》平装版售出4825本，次后便居高不下。到了1971年，《结构》第一版总共售出超过9万本；其后的第二版（包含“后记”）延续了这一势头。到了1987年年中，《结构》25年来的总销量已接近65万本。

人们一度把《结构》列为一切出版物中引用率最高的著作之一，与《圣经》和弗洛伊德的著作类似。新千年到来之际，《结构》常常出现在各大媒体生拼硬凑列出的“20世纪最佳书目”榜单上。

更为重要地是，这本书的确真正改变了“我们现在所拥有的科学形象”。永远改变了。