



北京大學

本科生毕业论文

机制解释如何得到支

持？

题目：

How is a Mechanistic
Explanation
Justified?

姓 名：王康桥

学 号：1700014903

院 系：哲学系宗教学系

专 业：哲学（逻辑学与科学技术哲
学方向）

导师姓名：陆俏颖

二〇二二年五月

北京大学本科毕业论文导师评阅表

学生姓名	王康桥	学号	1700014903
院系	哲学系宗教学系	专业	哲学（逻辑学与科学技术哲学方向）
指导教师	陆俏颖	职称	助理教授
毕业论文题目	机制解释如何得到支持？		
导师是否同意参加 毕业论文答辩	同意	建议成绩 (可选填)	
导师评语	<p>（包括但不限于对论文选题意义、行文逻辑、专业素养、学术规范以及是否符合培养方案目标等方面评价）</p> <p>以新机制主义为代表的机制解释论是目前生物学哲学中的热点之一。王康桥的《机制解释如何得到支持？》一文针对机制解释的辩护问题，分别考虑了伍德沃德的因果性进路（机制以因果依赖来理解）和格伦南的定律进路（机制由定律的必然性奠基），并论证以 CP 定律来理解的定律进路是辩护机制解释的最佳途径。论文选题兼具重要的理论和实践价值，论证和主张具有较强的创新性。</p> <p>作者较为深入地掌握和理解了该论域中的相关文献。论文写作规范，语言表述流畅，文章结构清晰，全文呈现出较强的理论思辨性和逻辑性；总体看来，这是一篇较为优秀的本科毕业论文。</p> <div>导师签名：陆俏颖2022 年 5 月 25 日</div>		

版权声明

任何收存和保管本论文各种版本的单位和个人，未经本论文作者同意，不得将本论文转借他人，亦不得随意复制、抄录、拍照或以任何方式传播。否则，引起有碍作者著作权之问题，将可能承担法律责任。

摘要

新机制论者不接受传统的因果性理论或定律观念在机制解释中有什么作用，这就导致一个机制解释缺乏稳固的基础。本文考虑两类为机制解释提供支持的进路，分别为因果性进路和定律进路。在因果性进路下，伍德沃德的干预主义因果性理论将会面临循环问题，格林和瓦斯坎的因果性理论也有各自的缺陷，不能为机制解释提供有效的支持。我主张定律进路是理解机制解释的最佳进路，格伦南包含定律概念的机制解释理论则是一个良好的起点，但是其中的定律概念应修改以允许是 CP 定律。尽管伊尔曼等人对 CP 定律的合法性提出批评，但 CP 定律至少在和机制相结合时是一种合法的定律。我将论证，我们可以建立递归定义式的 CP 定律到机制、机制到 CP 定律的层级结构，其中的 CP 定律和机制都可以得到检验，进而机制解释也可以由此得到支持，至少是部分的支持。

关键词：机制，机制解释，因果性，CP 定律

ABSTRACT

The new mechanists do not accept that traditional causal theories or notion of laws play any role in mechanistic explanations, so that a mechanistic explanation lacks a firm foundation. In this paper, I will consider two kinds of approaches to support mechanistic explanations, namely the approach of causality and the approach of laws. Under the approach of causality, Woodward's interventionist theory of causality faces the problem of circularity, and both Glynn's and Waskan's theories of causality have certain defects, so that they cannot effectively support mechanistic explanations. I will argue that the approach of laws is the best approach to understanding mechanistic explanations, and Glennan's theory of mechanistic explanations which saves the concept of laws can be a good starting point, but the concept of laws should be revised to cover CP laws. Although Earman, Roberts and Smith criticize the legitimacy of CP laws, CP laws are legitimate at least when combined with mechanisms. I will argue that we can recursively establish a hierarchy of CP laws and mechanisms, where the CP laws and mechanisms can be tested, and then mechanistic explanations can be justified, or at least partially justified.

KEY WORDS: mechanism, mechanistic explanation, causality, CP law

目 录

第一章 引言	1
第二章 从覆盖律模型到新机制论	3
一 科学解释的覆盖律模型	3
二 新机制论与机制解释	4
第三章 机制解释的支持：因果性进路	6
一 伍德沃德论机制解释	6
二 干预主义因果性的循环问题	7
三 格林的路易斯式的语义	8
四 瓦斯坎的实际机制论	9
第四章 机制解释的支持：定律进路	11
一 格伦南论机制解释	11
二 再论循环问题：循环定义与递归定义	12
三 其它情况均同定律	13
四 CP 定律与机制解释的结合	14
第五章 结论	17
参考文献	18
致谢	20
北京大学学位论文原创性声明和使用授权说明	21

第一章 引言

在当代科学哲学的领域中，科学解释是一个重要的话题。卡尔·G·亨普尔（Karl G. Hempel）的科学解释的覆盖律模型是这一话题下的奠基性工作。他主张，科学解释中的解释项包含至少一条相关的定律，以及一系列初始条件，它们演绎地推导出被解释项（Hempel and Oppenheim 1948）。在该模型下，定律在解释中处于核心地位，该模型也因此被称为覆盖律模型。

随着科学哲学研究的发展，人们注意到过往的科学哲学虽然声称讨论的是一般性的科学，但实际上往往把物理学作为科学的范本。然而，生物学等特殊科学似乎呈现出了与物理学不同的形态。威廉姆·贝克特尔（William Bechtel）和阿黛尔·亚伯拉罕森（Adele Abrahamsen）（2005）指出，生物学中实际上常常使用机制解释而并不诉诸定律，文献检索显示生物学中对机制一词的使用显著多于定律。这似乎反映了生物学相对于物理学的特殊性，这种特殊性在过往的科学哲学中未能得到充分的刻画。

彼得·马查莫（Peter Machamer）、林德利·达登（Lindley Darden）和卡尔·F·克雷沃（Carl F. Craver）（以下简称“MDC”）（2000, p.3）根据生物学中对机制一词的实际使用，刻画了机制的概念：一个机制（mechanism）是如此组织起来的实体和活动，它们能够产生从开始条件到结束条件的规律性的变化。进而，一个机制产生的现象将通过表征该机制的模型得到解释，这就是机制解释（mechanistic explanation）。

詹姆斯·伍德沃德（James Woodward）（2002）基于他的干预主义的因果性理论提供了另一种对机制解释的刻画。他主张，机制中的要素的行为可以被一种普遍概括（generalization）所描述，这种普遍概括在干预（intervention）下具有不变性（invariance）。在伍德沃德看来，定律的观念对刻画大多数机制运行的作用极其有限，机制运行中的普遍概括与哲学家通常认为定律具有的特征是不匹配的。

斯图尔特·S·格伦南（Stuart S. Glennan）（1996）提出机制解释^①的动机并非刻画特殊科学中的解释，而是为了分析因果性的结构。与其他人不同，他欢迎在机制解释中为定律保留一席之地——在他看来，制约机制中的部分相互作用的正是定律。

在对机制的火热讨论中，一个悬而未决的问题凸显出来：一个机制解释是如何得到支持的？具体而言，我们如何判断某个机制解释模型是否正确描述了系统从部分到整体的行为，而不仅仅是主观任意的创造发明？一个机制解释模型需要满足什么条件才能成功表征系统部分到系统整体的规律性连接，而非虚假的关联？我把解决这一问题的进路分为两类，一类是以伍德沃德为代表的因果性进路，另一类是以格伦南为代表的定律进路，他们

^① 与其他人不同，格伦南使用的词是“mechanical explanation”而非“mechanistic explanation”。我在此仍然将其统一译为“机制解释”（而非“机械解释”）。理由如下：第一，格伦南会像其他人一样使用“mechanism”一词，他在讨论中也与其他新机制论者共享相关的话题；第二，格伦南之后也会使用“mechanistic explanation”（See Glennan 2002），但仍然继承了先前对“mechanical explanation”的讨论，这反映出这里用词的差异并不意味着概念上的差异。

分别采用因果性和定律为机制解释奠定基础。

在第二章中，我将提供本文研究的背景，回顾从覆盖律模型到新机制论的科学哲学动向，并提出本文要探讨的问题；在第三章中，我将讨论伍德沃德基于干预主义因果性理论为机制解释提供的说明，指出其中的循环问题，并评估卢克·格林（Luke Glynn）和乔纳森·瓦斯坎（Jonathan Waskan）的不同的因果性理论；在第四章中，我将讨论格伦南对机制解释的说明，澄清为何他的理论不会陷入循环问题，然后引入其它情况均同定律来为机制解释的支持问题给出我自己的主张；在第五章中，我将给出本文的结论。

第二章 从覆盖律模型到新机制论

一 科学解释的覆盖律模型

亨普尔的覆盖律模型 (Hempel and Oppenheim 1948) 是科学解释话题下的奠基性工作, 我们对此做简要的介绍。根据亨普尔的理论, 一个科学解释由两种类型的命题组成, 即一组初始条件 (antecedent condition) 和一组普遍定律。它们需要满足三项逻辑条件和一项经验条件。逻辑条件包括: (1) 这些命题能够逻辑地推出待解释项; (2) 这些命题中至少包含一个必要的普遍定律; (3) 这些命题具有经验内容。经验条件指这些命题为真。以解释如下现象为例: 将一个水银温度计放入热水中, 水银柱会先下降, 随后快速上升。我们需要引入关于水银温度计的组成和它被放入热水中的初始条件, 以及关于水银和玻璃热膨胀、导热性的普遍定律, 这些真命题逻辑地推导出待解释项, 因而构成一个覆盖率模型意义下的科学解释。

在科学解释的覆盖律模型中, 定律处于核心地位。这与逻辑经验主义哲学家的科学哲学观有关 (See Rosenberg and McIntyre 2020), 他们希望对科学理论进行理性重构, 也就不会满足于仅能满足人们好奇心的天马行空的解释。在他们看来, 只有诉诸定律才能在解释项与被解释项之间建立客观的联系, 使得科学理论的推导如同数学证明那样坚实。至于定律的本质, 我们在此不多讨论。

覆盖律模型提出后面临着许多批评意见。从逻辑上可以把批评意见分为两类, 一类关乎满足覆盖律模型的条件而不是科学解释的反例, 另一类则关乎是科学解释但不满足覆盖律模型的条件反例。后一类反例就涉及到生物学等特殊科学中的反例, 我们认为这些学科提供了许多有效的解释, 但这些解释似乎缺乏普遍定律的支撑。亨普尔自己承认, 他对科学解释的刻画是基于物理科学中的情形做出的, 不过他认为覆盖律模型同样适用于其它科学, 并重点驳斥了行为科学和生物学中的解释不同于物理科学的主张。我们通常认为行为科学和生物学涉及大量的突现性质 (emergent properties), 这些突现性质无法由相应部分的性质以及普遍定律推出。但亨普尔认为, 这是因为我们当前得到的定律还不够充分。在他看来, 所有突现性质都是相对于一定的理论而言的, 如果我们的理论足够成熟, 那么突现性质都能以遵从覆盖律模型的方式得到解释。

许多哲学家认为科学生物学中并不存在像物理学中那样的普遍定律, 更谈不上基于定律的科学解释。约翰·贝蒂 (John Beatty) (1995) 基于进化偶然性论题 (evolutionary contingency thesis) 论证生物学中根本就没有定律可言。罗伯特·N·布兰顿 (Robert N. Brandon) (1997) 指出逻辑经验主义的定律概念以及定律中心的解释模型更符合物理科学的情形, 而生物学特别是进化生物学的情形与物理科学非常不同, 以至于我们需要改进科学哲学理论以适应生物学的情形。

生物学的发展似乎并未像亨普尔设想中的那样得到越来越多、越来越完善的普遍定

律。贝克特尔和亚伯拉罕森（Bechtel and Abrahamsen 2005）指出，生物学中更常使用的是机制以及机制解释，而很少像覆盖律模型刻画的那样基于定律进行解释。例如，关于蛋白质合成的文献就会说蛋白质合成的“机制”而非“定律”。我们在《自然》杂志中检索近一年的研究论文。物理学学科下检索“机制”得到 492 条结果，检索“定律”得到 179 条结果；在生物化学、细胞生物学、遗传学、生理学、微生物学、分子生物学这些生物学学科下检索“机制”共得到 1273 条结果，而检索“定律”仅有 3 条生物化学领域的结果。^①可见，生物学的理论形态确实与物理学具有明显的差异，同时机制概念在科学文献中的使用远多于定律，甚至在物理学中也是如此。科学哲学理应对科学中的机制给予更多的关注。

二 新机制论与机制解释

20 世纪晚期，哲学家越来越多地关注生物学的特殊性以及科学文献中对机制的偏好（See Craver and Tabery 2017）。威廉姆·C·威姆萨特（William C. Wimsatt）（1976）指出，大多数生物学家将他们的工作视为发现机制来解释现象，而非将这些现象还原到其它理论中去。贝克特尔和理查森（Bechtel and Richardson 2010）同样主张标准的理论还原的哲学框架不适用于生物学，并提出了机制解释的新进路。格伦南（Glennan 1996, pp.49-50）使用机制来刻画因果之间的“秘密连接（secret connexion）”。

MDC 的论文《考虑机制（Thinking about Mechanisms）》（Machamer, Darden and Craver 2000）是对机制的哲学讨论的集大成者。为了区别于笛卡尔等同样会讨论机制的 17 世纪机械论者（mechanist），这一哲学流派可被称为新机制论。这篇论文给出了广为流传的机制的 MDC 定义（p.3）：

一个机制是如此组织起来的实体和活动，它们能够产生从开始条件到结束条件的规律性的变化。

我们考虑对神经信号的化学传递现象的解释：突触前神经元释放神经递质分子扩散通过突触间隙，并结合受体使突触后细胞去极化，由此向突触后神经元传递信号。如果采用科学解释的覆盖律模型，我们不容易从这一解释中提炼出初始条件和普遍定律。把以上解释看作对神经信号的化学传递机制的描述就会容易得多——突触前神经元、突触后神经元、神经递质等实体通过释放、扩散、结合等规律性的活动，实现了神经信号传递的行为。

MDC 强调实体和活动都是一个机制不可或缺的组成部分，在这个意义上他们是机制的二元论者。首先，他们批评了实质主义者（substantialists）将活动还原为实体的性质及其转变的观点，认为机制的活性只有通过实体的活动才能得到好的描述。其次，他们把过程本体论者（process ontologists）将实体还原为活动的观点视为不可行的。直到今天，哲学

^① 检索日期为 2022 年 4 月 24 日。

家们对机制给出了许多不同的刻画。总而言之，一个对机制的刻画通常会纳入下列要素：

(1) 现象 (phenomenon), (2) 部分 (parts), (3) 因果 (causings) 和 (4) 组织 (organization) (Craver and Tabery 2017)。我们说，一个机制的部分被组织起来，由于因果的相互作用产生出整体的现象。

一个机制产生的现象将通过表征该机制的模型得到解释，这就是机制解释。MDC 为机制解释的认知价值做了辩护。他们反对休谟式的以及后来逻辑经验主义者把一个活动或机制的可理解性还原为一种规律的主张。在他们看来，对机制的解释要求展示相应现象是如何产生的。就神经生物学和分子生物学而言，一个机制从最基本的活动（几何力学、电化学、电磁以及能量活动）自下而上地展示了一个现象是如何产生的，进而使之可理解。他们还补充说，其它科学领域中要求的可理解性可能会有所不同。

机制解释的一大问题是一个机制解释如何得到支持——在机制的可理解性与经验有效性或为真性之间存在着鸿沟。我们可以很好地理解一本科幻小说所描绘的故事，甚至是其中对科学理论的畅想。但是，我们不会认为科幻小说成功表征了世界的真实状态。对一个机制解释而言，我们说它描述了系统部分或低层的活动如何有规律地产生出系统整体或高层的现象。那么，如何判断某个机制解释模型是否正确描述了系统从部分到整体的行为？一个机制解释模型需要满足什么条件才能成功表征系统部分到系统整体的规律性连接？MDC 讨论了他们所说的活动与因果、定律的关联，但他们并不接受传统的因果性理论或定律观念在机制解释中有什么作用，这就导致一个机制解释缺乏稳固的基础。在我看来，MDC 的说法正好预示着两类解决该问题的进路：一类是以伍德沃德为代表的因果性进路，希望用因果性理论为机制解释提供支持，将机制解释的效力建立在良好的因果性基础之上；另一类是以格伦南为代表的定律进路，希望保留定律观念在机制解释中的地位，在机制与定律之间建立依赖关系。我将在接下来的章节评估这些回应该问题的现有的理论，最后提出自己的主张。

第三章 机制解释的支持：因果性进路

一 伍德沃德论机制解释

注意到，机制的 MDC 定义是根据生物学中对机制一词的实际使用给出的，MDC 在讨论机制解释的时候也更多地是在关注神经生物学和分子生物学中的情形。伍德沃德（Woodward 2002）希望消除 MDC 定义中的学科特异性，而提供一种普遍适用于所有学科的对机制和机制解释的刻画。为了实现这一目标，他首先考虑的就是物理学中的例子。

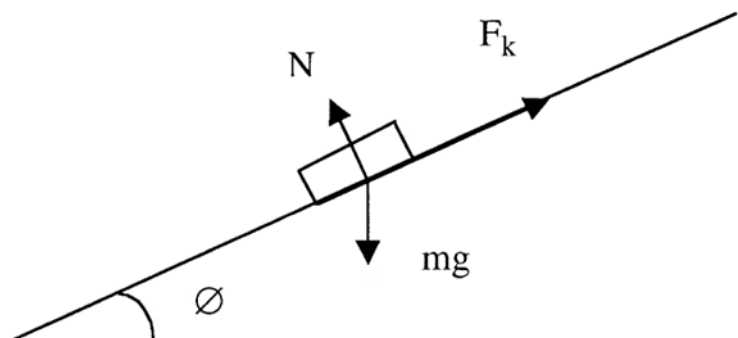


图 3.1 一木块在斜面上下落的受力分析（Woodward 2002, p.S367）

如图 3.1，在斜面上下落的木块受到 3 种力的作用。注意到，重力 $G=mg$ 尽管有时也被称为“定律”，但只在地球表面近似成立；摩擦力 $f=\mu N$ 更是常常仅被称为经验关系（empirical relationship），很容易通过在摩擦表面涂润滑剂或垫砂纸破坏；伍德沃德认为这些只是普遍概括（generalization），不能算作定律。在他看来，麦克斯韦方程组和广义相对论场方程是典型的定律，它们具有几乎没有例外的特征。进而，他认为定律的观念在捕捉像以上例子这样的大多数机制的操作时作用非常有限。在大多数机制中起作用的是普遍概括，其特征是在某些干预下不变。例如， $f=\mu N$ 至少在支持力 N 略加改变的情况下保持不变，这就足以使它成为非偶然的普遍概括并在机制解释中奏效。

伍德沃德希望对普遍概括给出明确的刻画，以排除非因果的普遍概括。例如，气压计的示数降低和暴雨来临是恒常连接的，但它们是由气压降低这一共同原因导致的，本身不具有因果关联。伍德沃德将自己关于因果关系的理论应用到了这里，主张一个机制中合法的普遍概括能够支持形如“在干预下不变（invariance under interventions）”的反事实条件句，也就是就有因果关系。事实上，我们无法通过改变气压计的示数来控制是否下雨。进而，气压计的示数降低和暴雨来临之间的普遍概括不支持干预主义的反事实条件句，也就不能作为一个机制中奏效的普遍概括。

由此，伍德沃德基于他的因果性理论给出了机制的最终定义（p.S375）：

（MECH）一个表征是一个机制的可接受的模型的必要条件是（1）描述一组有组织结构的部分或组分，其中（2）每一组分的行为由一个在干预下不变的普遍

概括描述，其中（3）制约每一组分的普遍概括还可以独立变化，其中（4）该表征能通过（1）、（2）和（3）让我们看到该机制的整体输出在对每一组分输入的操纵以及组分自身的变化之下如何改变。

伍德沃德还对机制的 MDC 定义提出了一处重要批评。马查莫、达登和克雷沃强调一个机制中的活动产生整体的现象，其中的产生关系是机制解释的重点。然而，一个负反馈调节的机制似乎不是这样。在一个生物学中的负反馈调节中，目标产物的浓度低时，某种抑制因子不具有活性，因而产生目标产物的通路能够正常运作。抑制因子的活动和目标产物的生成之间有因果关联，但似乎没有 MDC 意义上的积极的产生关系——恰恰是抑制因子不活动使得目标产物有效生成。如果采用伍德沃德的刻画，我们很容易干预抑制因子的活动从而影响目标产物的生成，进而目标产物生成对抑制因子不活动的反事实依赖关系仍然是成立的。这体现了伍德沃德的因果性理论为机制解释的支持作用。

二 干预主义因果性的循环问题

伍德沃德在《让事情发生》（Woodward 2003）中较为完整地论述了他干预主义的因果性理论。麻烦的是，他提供的对因果性的刻画是非还原的。我们以他对实际原因（actual cause）的定义为例： $X=x$ 是 $Y=y$ 的实际原因，当且仅当下列条件满足：

（AC*1） X 和 Y 的实际值分别是 x 和 y ；

（AC*2）对每条从 X 到 Y 的有向路径 P ，通过干预将所有不在 P 上的 Y 的直接原因 Z_i 为冗余域（redundancy range）中的值的组合。对每条从 X 到 Y 的有向路径 P ，对每种可能的冗余域中的所有不在 P 上的 Y 的直接原因 Z_i 的值的组合，判定是否存在一个对 X 的干预，使得 Y 的值改变。（AC*2）满足，如果对至少一条路径和一种值的组合存在要求的干预。（Woodward 2003, p.84）

可见，对实际原因的刻画依赖于干预概念。伍德沃德对干预的定义如下：

（IN） I 取值 $I=z_i$ 是对 X 的相对于 Y 的一个干预，当且仅当 I 是 X 的相对于 Y 的一个干预变量且 $I=z_i$ 是 X 取值的实际原因。（Woodward 2003, p.98）

注意到，对干预的刻画又引入了实际原因概念。这意味着伍德沃德对实际原因（以及干预）的定义是循环的。

伍德沃德自己完全承认这一点，但他认为循环定义未必是坏事。（Woodward 2003, pp.104-107）首先，他辩护了对干预的定义不是坏循环的（viciously circular），因为刻画对

X 的相对于 Y 的干预需要的因果信息只涉及 I 与 X 、 I 与 Y 等因果信息，而不会预设是否存在从 X 到 Y 的因果关系。他还补充说，我们实践中常常会采用操纵 X 并判断 Y 是否有相应的变化的办法来判定是否存在从 X 到 Y 的因果关系，这种办法的有效性为对干预的定义不是坏循环的提供了强力支持。进而，对因果关系的定义也不是坏循环的，因为判定从 X 到 Y 的因果关系需要预设的干预概念中所包含的因果信息不包括从 X 到 Y 的因果关系本身。

在我看来，伍德沃德为他的因果理论不是坏循环的提供的理由是合理的，但这并不意味着这里的循环足够“好”。判定从 X 到 Y 的因果关系和所需预设的干预概念中包含的因果信息不是一回事，但对因果关系判定的追问不会到此为止。为了判定一个对 X 的相对于 Y 的干预 I 与 X 之间的因果关系，我们就需要引入新的对 I 的相对于 X 的干预 I' ，并考察 I' 与 I 之间的因果关系。进而，我们又需要引入对 I' 的相对于 I 的干预 I'' ，考察 I'' 与 I' 之间的因果关系。以此类推。伍德沃德的理论无法让这一判定过程停下来。如果这一判定过程得出 X 是 Y 的原因（以及 I 是对 X 的相对于 Y 的干预等等），那么我们同样可以合法地宣称 X 不是 Y 的原因（以及 I 不是对 X 的相对于 Y 的干预等等）^①。这将导致我们无法对真实的因果关系以及虚假的因果关系做出有效的区分。

三 格林的路易斯式的语义

格林（Glynn 2013）试图使用路易斯式的（Lewisian）反事实条件句语义取代伍德沃德干预主义的语义，从而避免干预概念带来的循环问题。需要强调的是，他并不试图说明路易斯式的语义一定比干预主义的语义更好，或者干预主义的语义本身有什么错误；但是，至少对于伍德沃德提出的干预主义的语义比路易斯式的语义更优的案例，路易斯式的语义与干预主义的语义一样好，而由于路易斯式的语义能够将涉及因果性的陈述还原为不涉及因果性的陈述，采用路易斯式的语义就可能为因果性提供更好的支持。

大卫·路易斯（David Lewis）运用模态逻辑工具对反事实条件句的语义也给出了明确的刻画。简单来说，形如 $p \Box \rightarrow q$ 的反事实条件句在现实世界中为真，当且仅当 q 在与现实世界最相似的 p 为真的可能世界中为真。伍德沃德对路易斯式的反事实条件句语义的批评主要基于如下案例：

你驾车行驶在高速公路上。你走的是左车道，但你应走的出口在右边。你无法及时换车道下高速，这导致你迟到了。高速公路只有两条车道，左车道和右车道。走左车道（而非右车道）是你迟到的原因。（Woodward 2003, p.142）

^① 由于判定因果关系的条件是对路径和干预存在量化的，一种路径和干预不能满足要求不代表我们找不到其它满足要求的路径和干预，也因此判定因果关系不成立远比判定因果关系成立要麻烦。这里说的 X 不是 Y 的原因，仅仅是指我们本想用来佐证 X 是 Y 的原因的一种路径和干预（以及整个无限循环的判定过程）会被合法地质疑，进而无法基于这种路径和干预的选择判定究竟 X 是否是 Y 的原因。当然，我们也完全可以合法地质疑任何一种用以佐证 X 是 Y 的原因的判定过程，进而我们绝对地无法对 X 是否是 Y 的原因做出有效的判定。

为了判定这一因果关系，我们需要考虑要是你走右车道是否就不会迟到。伍德沃德认为，在距离现实世界最近的你走右车道的可能世界中，走右车道可能导致与本就在右车道上的车辆相撞（如果现实世界中本就有车辆行驶在右车道上），从而你陷入交通事故，仍然会迟到。采用干预主义的语义能够避免这一问题，因为在右车道上有车时直接将你所在的车道改为右车道不是一个合法的干预，而一个合法的干预出现的可能世界并非路易斯式语义下最接近现实世界的可能世界。

格林认为，通过修正我们判定因果关系时用到的反事实条件句，补充固定允许的偶然性（*permissible contingency*），可以使路易斯式语义下待考察你是否迟到的最接近现实世界的可能世界与干预主义语义下合法干预出现的可能世界相同。进而，给伍德沃德带来循环问题的干预概念可以由路易斯式的反事实条件句理论等价地实现。

事实上，可能世界间相似性的比较一直是路易斯式的反事实条件句理论的一个麻烦。路易斯对可能世界间的相似性概念给出了尝试性的刻画。他评估相似性的标准如下：

(S1) 首先要避免对定律的重大的、广泛的、多样的违反。

(S2) 其次要将个别事实完美匹配的时空范围最大化。

(S3) 再次要避免对定律的小的、局部的、简单的违反。

(S4) 最后要确保个别事实的大致相似，即使是在我们重点关注的事情上。

(Lewis 1986, pp.47-48)

注意到，相似性的评估强烈依赖于定律概念——我们必须先判定有哪些定律，才能判定什么是对定律的违反。本来在伍德沃德的理论框架下，比较可能世界间相似性的困难被干预概念化解了，这也就相当于回避了定律概念，结果是我们得到了一种被循环定义的但至少是自足的因果性概念。但是，如果重新采用路易斯式的语义来刻画因果性，定律将成为更基本的支持因果性的概念。进而，采用这样的因果性概念来支持机制解释，看起来不符合伍德沃德以及许多其它新机制论者把机制解释作为突破定律中心的科学解释模型的期望。出于这种考虑，我不再对此多作评价，将定律作为支持机制解释的基础性概念的进路将在第四章讨论。我在此只想特别指出，在不引入定律概念的前提下，解决干预主义因果性的循环问题将变得更为困难。

四 瓦斯坎的实际机制论

瓦斯坎（Waskan 2011）也希望通过被良好刻画的因果性为机制解释提供支持。不过，在他看来，采用伍德沃德的干预主义因果性理论会使机制解释被完全纳入到伍德沃德的反事实框架下，同时使机制进路的科学解释被边缘化为科学解释的真子集，而这一切都是不

必要的。他试图采用实际机制论（*actualist-mechanist theory*）刻画因果陈述的内容。基本的想法是，因果陈述是关于由实际产生着的机制关联起来的原因与结果之间的关系，而不涉及什么反事实意义上的“可能会发生”或“将要发生”的内容。

这种想法并不新鲜，事实上 MDC（See Machamer, Darden and Craver 2000）早有类似的倾向。根据马查莫（Machamer 2004）的论述，就像我们无法给出也并不需要关于有机体本质的简单的理论一样，我们并不需要关于原因的理论。原因问题不是要去找一种普遍的合适的本体论的或规定的定义，而是一个在任何一个案例中，在任何一个机制中，找出什么是可能的、实际的起作用的原因的问题。例如，我们会说甲氧化了乙，甲阻断了乙等等。这些因果陈述是有实际内容的，如果我们能够掌握这些具体的活动或相互作用，就足够说明因果陈述的意义，而不必诉诸普遍的因果性理论。

不过，伍德沃德（Woodward 2004）对这一想法提出了批评。首先，在那些有实际内容的因果陈述中，反事实的依赖关系并没有失效，干预主义的因果性理论仍然能够为此提供良好的支持。其次，更重要的是，我们并不总是对一个因果陈述的实际内容有良好的掌握。例如，我们可能不知道一种药物治疗某种疾病的具体机制，但仍然不妨碍我们陈述药物使用与疾病治愈的因果关联。事实上，这时疾病治愈与药物使用之间存在的恰恰就是伍德沃德倡导的干预主义的反事实依赖关系。马查莫的理论在此情形下给不出一说法。

瓦斯坎为实际机制论者做出了辩护。他认为，我们在陈述一个因果关系时，确实是在说原因和结果之间存在着使两者关联起来的机制。这里的机制未必有明确所指。也就是说，我们并不需要知道使原因和结果关联起来的机制具体是什么才能陈述这一因果关系，而只是说我们声称原因和结果之间的关系是由某种我们可能并不知道机制关联起来的关系。瓦斯坎称之为因果陈述的非明确的（*non-specific*）实际机制论。

为了佐证这一观点，瓦斯坎讨论了大量来自心理学的研究，特别是对儿童的因果认知的研究。他希望由此论证诉诸非明确的实际机制的因果陈述在人们的认知中是可能的。我在此不讨论这方面经验证据的细节。我希望指出的是，心理学证据或许能够为因果陈述的语义提供良好的解读，但无法为一个因果陈述为真提供支持。瓦斯坎正确地指出了儿童形成的因果观念是可错的，大多数情况下也是可以被修正的。但是，只要一个认知主体形成的因果观念可能是错的，我们就无法使用心理因素支持一个因果观念的为真性，而排除那些形成错误因果观念的情形就要求我们对因果观念的正确与否有先在的判断，而这种判断一般而言恰恰是基于因果判断所表征的对象本身的情况做出的。可见，瓦斯坎辩护实际机制的因果理论的方式导致他的理论只是一种因果性的语义理论，而不足以成为因果性的判定理论，无法实现为机制解释提供支持的目标。

第四章 机制解释的支持：定律进路

一 格伦南论机制解释

首先需要说明的是，格伦南（Glennan 1996）提出机制解释的动机并非刻画特殊科学中的解释，而是为了分析因果性的结构。在他看来，休谟意义上原因和结果之间的神秘关系可以通过引入机制来明确地刻画。他对机制的定义如下（p.52）：

（M）一个行为背后的机制是一个通过一些部分根据直接的因果定律相互作用产生该行为的复杂系统。

格伦南强调，我们不能在绝对意义上谈论一个机制，所有机制都是某个行为背后的机制。如何划定一个系统的边界，如何将其划分为部分，如何选取这些部分之间的相互作用作为我们描述的对象，都取决于什么是我们寻求解释的行为。一个复杂的系统可能表现出多种行为，那么背后也就有多种机制作为支撑。例如，人体有心血管系统和呼吸系统。心血管系统将人体分为心脏、静脉、动脉、毛细血管等；呼吸系统将人体分为肺、横膈膜、气管、嘴等。这两个系统的物理外延和组成部分是有重叠的，如静脉和动脉在呼吸系统中同样会起作用。如果我们考虑血液充氧，那么就需要这两个系统共同组成的更复杂的机制进行解释。不过，分解系统的方式虽然是取决于待解释的行为的，但并不是任意的。一个好的对机制的描述恰恰描述了实际存在的对象，如上述例子中的静脉、动脉、输血行为等。可见，格伦南的理论包含一种实在论的立场。

格伦南对机制的刻画的一个突出特点是把因果定律作为制约机制中的部分相互作用的关键要素。同时，整个机制的行为也可以表述为定律，这一定律被对机制内部结构的描述所解释。格伦南称这种定律为机制上可阐明的（mechanically explicable）。当然，不是所有定律都是机制上可阐明的。一个机制上不可阐明的定律被称为根本定律（fundamental law）。一个典型的例子是麦克斯韦方程组。如果我们要将一个电磁场分解为部分，就只能划定一个子区域，考虑这个子区域中的电磁场，极限情形就是把这些子区域看成空间中的点。然而，这些点既不可被分割，也不可被操纵，它们除了构成整个电磁场之外没有具有解释力的性质。进而，我们无法从这些点出发建立一个电磁场的机制来解释麦克斯韦方程组。当然，如果有可检测的以太作为电磁干扰传播的中介，我们就有可能研究这一中介的性质，进而描述实现电磁场行为的更基本的机制。问题是，我们当前公认的物理学理论中没有以太的一席之地。这实际上反映了格伦南试图将物理学理论中最根本的定律作为机制解释的最终根基，而上层的定律或者说机制的行为就可以由相应的机制得到解释，还可以作为控制一个更大的机制中的部分相互作用的定律来支持更上层的机制解释。在这种意义上，我把格伦南的理论理解为以定律作为支持机制解释的核心理论要素的理论。

二 再论循环问题：循环定义与递归定义

在第三章中，我讨论了伍德沃德干预主义因果性理论的循环问题。伍德沃德对因果的定义依赖于干预概念，对干预的定义又依赖于因果概念，进而导致了循环定义。看起来格伦南的理论似乎也有同样的问题：对机制概念的刻画依赖于定律，而定律又要由相应的机制得到解释。这是否意味着格伦南对机制的刻画同样是循环的呢？

请看一个例子。考虑阶乘 (!) 的定义：对任意自然数 n ， $n! = (n-1)! \cdot n$ 。粗看起来，为了知道 n 的阶乘是什么，我们需要先知道 $n-1$ 的阶乘是什么。而要知道 $n-1$ 的阶乘是什么，我们又先知道 $n-2$ 的阶乘是什么。以此类推。这是否意味着这种对阶乘的定义是循环的呢？并非如此！我们发现，0 的阶乘已经被预先定义好了，即 $0! = 1$ 。而由 0 这一基础出发，我们完全可以由前述的定义得知所有自然数的阶乘的含义。换言之，前述的判定阶乘的“以此类推”过程是有终点的，一旦我们推至终点 0 就能得到不再包含阶乘概念的直接的定义。事实上，集合论中就有自然数上的递归定理：

（递归定理）对任意集合 A ，任意 $a \in A$ ，和任意函数 $g: A \times \mathbb{N} \rightarrow A$ ，存在唯一的无穷序列 $f: \mathbb{N} \rightarrow A$ 使得

（a） $f_0 = a$ ；

（b）对任意 $n \in \mathbb{N}$ ， $f_{n+1} = g(f_n, n)$ 。（Hrbacek and Jech 1999, p.47）

格伦南的理论实际上就呈现出递归定义式的结构（See Glennan 1996）。他的根本定律就相当于递归定义的始基。注意到，格伦南要求一个机制的分解应当根据实际存在的部分做出，这就意味着对一个定律的解释将会由实现这一定律的机制的更小的、更基础的部分的行为来得到。这实际上就意味着机制到定律、定律再到机制的依赖关系是有明确的方向的，最终会落脚到物理上最根本的层面，即根本定律上去。

相比之下，干预主义的因果性理论不构成递归定义而只是循环定义，问题就出在因果到干预、干预到因果的依赖关系没有明确的方向。只要满足伍德沃德对干预的要求，就可以成为用以判定一个因果关系的合法的干预。甚至，构成一个合法判定依赖的因果关系还十分复杂，要考虑干预变量与原因的关系、干预变量与结果的关系以及相关的因果链条等等。这些杂多的新引入的因果关系看起来是没有尽头的。

另外需要说明的是，根本定律确实不能在格伦南的理论框架下得到解释——它们是机制上不可解释的。这并不会使递归定义式的结构失效。首先，根本定律不能得到机制解释，不代表不能得到其它方式的解释。如果根本定律得到了有效的解释，那么整个机制解释的大厦就能够坚实地建立起来。其次，即使我们不能为根本定律提供良好的解释，至少机制与定律的相互依赖关系清楚地展现出了我们能够为某个上层的定律或机制的行为提供的

部分的解释，以及明确指出了要实现完全的解释需要达成的目标。总之，格伦南的理论提供了一种有效的还原地建立机制解释理论的思路。

三 其它情况均同定律

采用定律进路为机制解释提供支持的最大困难在于，许多新机制论者不欢迎在机制解释中使用定律概念，他们会强调机制解释是一种突破定律中心的科学解释模型。MDC（2000）认为，普遍自然定律的传统观念在神经生物学和分子生物学中用处甚少，而他们的活动观念则具有一些定律的特征，如具有规律性、能够支持反事实条件句等。伍德沃德（Woodward 2002）同样认为定律的观念在刻画许多机制的操作时用处甚少。他特别批评格伦南把控制一个机制的部分之间的相互作用的普遍概括称为定律的做法，认为哲学家们认为定律应当具有的特征和刻画机制运行的普遍概括是不匹配的。格伦南自己在后来的论文中也不再坚持使用定律概念（Glennan 2002），而是代之以伍德沃德的“不变的连接变化的普遍概括（invariant change-relating generalizations）”（p.S344）概念（See Woodward 2000）。

在我看来，并非是定律概念在机制解释中少有作用，而是上述哲学家们对定律的理解太过狭隘了。王巍（2016）就认为，生物学中存在科学定律，我们对定律的传统理解可以进一步修正。而一种修正的方式就是引入“其它情况均同（*ceteris paribus*，以下简称 CP）”定律。CP 定律是指包含 CP 条件的定律，如“如果其它情况均同，那么金属棒的膨胀长度与温度的变化成正比”。基本的想法是，我们无法准确地掌握一个定律所依赖的条件究竟有哪些，所以只能表述为 CP 定律。

约翰·伊尔曼（John Earman）、约翰·罗伯茨（John Roberts）和谢尔登·史密斯（Sheldon Smith）（2002）（以下简称“ERS”）对 CP 定律提出了极具代表性的批评意见。首先，他们认为 CP 定律的支持者给出的许多 CP 定律的例子中 CP 条件是可以被消去的，因而并不是真正的 CP 定律。例如，马克·兰格（Marc Lange）（1993）认为热膨胀定律中没有人敲打金属棒、金属棒不被受热时不变形的刚性材料包裹等条件无法被明确陈述完，但 ERS 认为只要说明金属棒在受热过程中不受外在压力就行了。其次，他们认为 CP 定律没有明确的语义或真值条件，进而也无法得到有效的检验。例如，对于“如果其它情况均同，那么含氢化合物是安全的”，“含氢化合物”和“安全性”之间具有统计上的高度相关性，我们也能解释那些不安全的含氢化合物的反例是什么情况没有控制相同，但仍然无法验证这一 CP 定律——这一陈述看起来根本就不是合法的定律。

对于前一项批评意见，王巍（2011）认为 ERS 消去 CP 条件的努力是不成功的。为此，他指出，在金属热膨胀的案例中，除了压力之外，地球引力、电磁作用力、过高的受热温度等因素都会使热膨胀定律不再成立，这些限定条件可能有无限多个，只能表现为 CP 定律。我对此不置可否。事实上，ERS 特别说明了这种“虚假”的 CP 定律的一大特征是故意不用物理学术语，才导致出现了无限多个限定条件。而这样看来，CP 条件能否被消去实

实际上就取决于我们的物理学术语是否具有足够强的表达力。我想，ERS 也许会期望一种理想的物理学理论能够说清楚所有物理定律的 CP 条件，但我们现有的物理学理论可能无法完成这样的工作，而会漏掉这样那样的条件。这就意味着在当前的科学条件下，CP 定律和非 CP 定律之间的界限不是绝对的，而可能受到未来科学进展的影响。抛开 CP 定律面临的可检验性等其它问题，我们不应该仅仅由于现有的 CP 定律包含不够明确的 CP 条件就将其区别对待、不称其为定律。

后一项批评意见更加麻烦。王巍（2011）认为我们可以通过检验 CP 定律的逆否命题来检验 CP 定律本身。我们把 CP 定律写成 $CP \rightarrow L$ 的形式，它和 $\sim L \rightarrow \sim CP$ 是逻辑等价的。用 E_1 、 E_2 、 E_3 等表示情况 1 相同、情况 2 相同、情况 3 相同等，也就是 $\sim \forall x(F(x) \rightarrow G(x)) \rightarrow \sim E_1 \vee \sim E_2 \vee \sim E_3 \dots$ 。进而，如果有一个 $F(a) \wedge \sim G(a)$ 的反例，那么 $\sim E_1 \vee \sim E_2 \vee \sim E_3 \dots$ 就成为一个检验蕴涵。这时我们发现具体不满足的条件 $\sim E_n$ ，实际上就验证了该逆否命题，也就验证了 CP 定律本身。至于“如果其它情况均同，那么含氢化合物是安全的”这一案例，反映的是普遍定律和偶适概括之间的区分问题，跟它是否包含 CP 条件无关。事实上，我们不会认为“纯金的重量不会超过一百万吨”是定律，但这并不代表我们无法验证它为真。我们将这样的普遍陈述排除出定律的范围，主要依靠的是我们的背景科学知识等其它资源，这与它们的真值条件或可检验性不是一回事。

我认为，王巍提供的检验方法是不成功的。事实上，我们采用 CP 条件来限制一个定律的适用范围，恰恰是因为我们无法明确地陈述 CP 条件中具体有什么内容。如果像王巍那样把 CP 条件的内容明确列举出来，自然不会引起麻烦，但那也就不算是 CP 定律了。请看如下案例：一位算命先生说“如果其它情况均同，那么你会在三年后结婚”。他也提供了对 CP 内容的一些说法，如常规饮食、规律作息等等。然而，在保持了这些情况相同时，你在三年后并没有结婚。这时，算命先生会说，CP 条件中还有别的内容，你的父母对你的婚姻状况进行了异常的干扰，导致 CP 条件不成立。看起来这确实是验证了算命先生提出的 CP 定律的逆否命题。问题是，他没能在一开始就说清楚 CP 条件禁止了父母的干扰！换言之，我们根本不知道所谓的不满足的条件 E_n 到底在不在 CP 条件里！这里的模糊性实际上导致，我们可以在定律不成立时任意地寻找特殊的因素，声称这些因素早已被 CP 条件所排除，这看起来根本不是检验 CP 定律的合理方法。

四 CP 定律与机制解释的结合

上一节的讨论表明，CP 定律的可检验性是一件麻烦事。在我看来，导致麻烦的原因在于我们试图孤立地、抽象地考虑一条 CP 定律。为此，我们考虑那些描述一个系统行为的 CP 定律，这样的 CP 定律是有其实现方式的，这个实现方式实际上就是系统行为背后的机制。例如，在图 3.1 展示的案例中，木块以加速度 $a=g(\sin\phi-\mu\cos\phi)$ 沿斜面下落，这实际上是依赖于 CP 条件的，如不能在斜面上涂润滑剂。我们可以把这一机制的行为看作一个 CP

定律，它由这一机制得到了解释。具体而言，木块受到重力、支持力和摩擦力的作用，再根据力的分解与合成与牛顿第二定律，可得木块的运动行为。注意到，重力等式、摩擦力等式等部分的运行规律也可以被看作 CP 定律，它们只在一定的限制条件下成立。进而，木块行为要求的 CP 条件实际上就是这一机制中的活动或部分间的相互作用遵循的定律的 CP 条件的合取——如果斜面没有被移到月球上导致重力等式失效，斜面上没有涂润滑油导致摩擦力等式失效等等，那么对木块运动的描述就能够成立。

基于以上准备把 CP 定律与相应的机制联系起来之后，CP 定律就可以被检验了。首先，我们可以直接检验，当描述该 CP 定律的机制的部分正常运行时，是否产生出了我们预期的整体行为，如果产生了预期的行为，那么 CP 定律就得到了验证。其次，我们还可以检验其逆否命题，即在机制没有表现出正常的行为时，是否是我们描述的机制的部分的活动出了问题，如果能够把出错之处定位到一个失效的活动上去^①，那么 CP 定律的逆否命题就得到了验证。需要补充的是，我们还要求描述整体行为的 CP 定律的机制中涉及的关于部分之间的相互作用或活动的陈述也是真的 CP 定律。这些 CP 定律又被更基础的机制所刻画，并且可以采用相同的方式来检验其正确性。类似于格伦南的理论，我在此提供的 CP 定律与机制之间的层级与依赖关系也展现出递归定义式的结构。理想上所有 CP 定律都能够莫基于最根本的物理学定律，如麦克斯韦方程组等。但即使做不到，我们至少可以根据这一层级结构对一条 CP 定律提供部分的支持，并且也明确了为达成完全的支持所要努力的方向。

我这里提出的方案可能会让人想起实际机制论——我们要求为一个 CP 定律提供支持就必须给出实现该定律的机制。站在机制解释的角度上看，关于一个机制解释所描述的整体行为的 CP 定律已经被给出了实现的机制，这样就不会有问题。但是，这个机制解释所描述的部分行为的 CP 定律可能未被给出实现机制。这时候，我们确实没有为部分行为的 CP 定律提供支持，但我们已经建立了整体行为与部分行为之间的依赖关系，从而使整体行为的 CP 定律得到了部分的支持。而之所以我们能说我们提供了部分的支持，原因就在于我们建立的定律到机制、机制到定律的层级结构是递归定义式的、原则上有始基的，而不像干预主义的因果性理论那样杂乱无章。当然，干预主义理论也并不会直接失效，如果我们愿意，仍然可以采用干预主义的语义澄清因果陈述或 CP 定律的内容，只不过它们的判定和支持必须由另外的方式得到。

现在回到机制解释的支持问题。一个机制解释是有效的，首先应当正确描述相应系统的行为，也就是提供正确描述该行为的 CP 定律。进而，对这一 CP 定律的支持就是支持整个机制解释的必要的部分。然而，机制解释的有效性不仅要求正确描述系统的行为，还要求该行为能够被所提供的机制所解释。我提出，检验这一点实际上就是看如果系统整体如

^① 注意，尽管 CP 定律包含着无法明确表述的 CP 条件，但一个机制解释涉及的部分以及它们的行为有哪些应当是被明确说明的。

机制解释所描述的那样行为，这一系统的部分是否也像该机制解释所描述的那样活动。

为了澄清这一点，我们考虑神经信号化学传递的机制解释：突触前神经元释放神经递质分子扩散通过突触间隙，并结合受体使突触后细胞去极化，由此向突触后神经元传递信号。我们认为这是个好的机制解释。可能有人会说，万一神经信号通过别的方式实现了传递，也就是机制的整体行为正常（但其实 CP 条件并未满足），我们难道要因为此时机制部分的活动不如机制解释所描述的那样而拒斥这一机制解释的有效性吗？我的回应是，化学传递以外的神经信号传递方式本来也不能通过神经信号的化学传递机制得到解释，在这一意义上它确实是无效的。但是，这并不影响该机制解释在那些神经信号确实通过化学方式传递的情形下奏效。我们确实无法为一个机制解释的适用范围提供明确的说明，但问题的关键在于，只要一个机制解释对某种情形或某个系统的某个行为适用，那么该机制解释就为该情形或该系统的行为提供了解释。

以上说法可能会招致另一种批评：这会不会导致我们把那些过于特异、过于局部的机制解释也认定为了合法的机制解释？我的回应是，这是另外的问题。回想王巍对“如果其它情况均同，那么含氢化合物是安全的”这一 CP 定律的分析，他认为该定律的可检验性是没有问题的，我们拒斥其定律地位是出于科学知识背景的考量。类似地，我认为一个机制解释只要按照我提供的方式进行检验就可以得到支持，如果还要排除一些偶然奏效的机制解释，也得靠我们的科学知识背景，这和该机制解释是否可检验、能否得到支持是两回事。

第五章 结论

机制解释模型可以帮助我们刻画生物学等特殊科学甚至物理科学中的科学解释。然而，新机制论者急于与亨普尔的覆盖律模型划清界限，导致机制解释无法得到有效的支持。伍德沃德基于干预主义因果性理论为机制解释提供支持将会面临循环问题，格林和瓦斯坎的因果性理论也有各自的缺陷。我认为，格伦南包含定律概念的机制解释理论是理解机制解释的最佳进路，但是其中的定律应允许是 CP 定律。不同于 ERS 对 CP 定律合法性的批评，我认为 CP 定律至少在和机制相结合时是一种合法的定律。

将 CP 定律和机制解释结合起来，我们可以得到一种新的机制概念：

(M_{CP}) 一个行为背后的机制是一个通过一些部分根据 CP 定律相互作用产生该行为的复杂系统。

描述机制整体行为的 CP 定律的检验方式如下：首先，我们可以直接检验，当描述该 CP 定律的机制的部分正常运行时，是否产生出了我们预期的整体行为，如果产生了预期的行为，那么 CP 定律就得到了验证。其次，我们还可以检验其逆否命题，即在机制没有表现出正常的行为时，是否是我们描述的机制的部分的活动出了问题，如果能够把出错之处定位到一个失效的活动上去，那么 CP 定律的逆否命题就得到了验证。需要补充的是，我们还要求描述整体行为的 CP 定律的机制中涉及的关于部分之间的相互作用或活动的陈述也是真的 CP 定律。

机制解释的检验方式如下：首先检验描述该机制整体行为的 CP 定律是否为真；其次检验如果机制整体如机制解释所描述的那样行为，这一机制的部分是否也像该机制解释所描述的那样活动。如果这两个问题的答案都是肯定的，那么该机制解释就得到了支持。考虑到我们可能无法对一个机制依赖的全部 CP 定律都检验其正确性，由于我们建立的定律到机制、机制到定律的层级结构是递归定义式的、原则上有始基的，我们至少为该机制解释提供了部分的支持。

参考文献

- [1] 王巍:《有没有“其它情况均同”定律?》,《自然辩证法通讯》,2011年第1期,第1-6页。
- [2] 王巍:《生物学中的科学定律》,《自然辩证法研究》,2016年6月,第19-23页。
- [3] Beatty, J. (1995). The evolutionary contingency thesis. In G. Wolters, and J. G. Lennox (eds.). *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences*. University of Pittsburgh Press.
- [4] Bechtel, W., and A. Abrahamsen (2005). Explanation: a mechanist alternative. *Studies in History and Philosophy of Science Part C*, 36(2), 421-441.
- [5] Bechtel, W., and R. C. Richardson (2010). *Discovering Complexity: Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*. The MIT Press.
- [6] Brandon, R. N. (1997). Does biology have laws? The Experimental Evidence. *Philosophy of Science*, 64, S444-S457.
- [7] Craver, C. and J. Tabery (2017). Mechanisms in science. In Edward N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
- [8] Earman, J., J. Roberts, and S. Smith (2002). Ceteris paribus lost. *Erkenntnis*, 57(3), 281-301.
- [9] Glennan, S. S. (1996). Mechanisms and the nature of causation. *Erkenntnis*, 44(1), 49-71.
- [10] Glennan, S. S. (2002). Rethinking mechanistic explanation. *Philosophy of Science*, 44(1), 49-71.
- [11] Glynn, L. (2013). Of miracles and interventions. *Erkenntnis*, 78, 43-64.
- [12] Hempel, C. G., and P. Oppenheim (1948). Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science*, 15(2), 135-175.
- [13] Hrbacek, K., and T. Jech (1999). *Introduction to Set Theory*. Marcel Dekker.
- [14] Lange, M. (1993). Natural laws and the problem of provisos. *Erkenntnis*, 38(2), 233-248.
- [15] Lewis, D. (1986). *Philosophical Papers: Volume II*. Oxford University Press.
- [16] Machamer, P. K., L. Darden, and C. F. Craver (2000). Thinking about mechanisms. *Philosophy of Science*, 67(1), 1-25.
- [17] Machamer, P. (2004). Activities and causation: the metaphysics and epistemology of mechanisms. *International Studies in the Philosophy of Science*, 18(1), 27-39.
- [18] Rosenberg, A., and L. McIntyre (2020). *Philosophy of Science: A Contemporary*

Introduction. London; New York: Routledge.

[19] Waskan, J. (2013). Mechanistic explanation at the limit. *Synthese*, 183(3), 389-408.

[20] Wimsatt, W. C. (1976). Reductionism, levels of organization, and the mind-body problem. In G. Globus, G. Maxwell, and I. Savodnik (eds.). *Brain and Consciousness: Scientific and Philosophical Strategies*. Plenum Press.

[21] Woodward, J. (2000). Explanation and invariance in the special sciences. *British Journal for the Philosophy of Science*, 51, 197–254.

[22] Woodward, J. (2002). What is a mechanism? A counterfactual account. *Philosophy of Science*, 69(S3), S366-S377.

[23] Woodward, J. (2003). *Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation*. Oxford University Press.

[24] Woodward, J. (2004). Counterfactuals and causal explanation. *International Studies in the Philosophy of Science*, 18(1), 41-72.

致谢

我对机制解释的关注始于孙永平老师在科学哲学导论课程中的介绍。孙老师的课程在我进入科学哲学领域之时为我打下了良好的基础。

在我苦恼于本文的选题与写作时，指导教师陆俏颖老师耐心地提供了有益的帮助。特别地，从因果性和定律两个角度来讨论机制解释的支持问题这一思路就是陆老师的直接建议。在完成本文的初稿后，陆老师提供了细致入微的修改意见。此外，陆老师的生物学哲学导论课程和自然科学哲学问题课程使我对科学哲学的了解深入了许多。

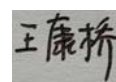
北京大学图书馆为本文的研究提供了论文资源，创世纪图书馆（Library Genesis）网站为本文的研究提供了电子书籍资源。

北京大学学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名：



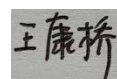
日期：2022 年 5 月 31 日

学位论文使用授权说明

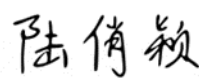
本人完全了解北京大学关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：

- 按照学校要求提交学位论文的印刷本和电子版本；
- 学校有权保存学位论文的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务，在校园网上提供服务；
- 学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；

论文作者签名：



导师签名：



日期：2022 年 5 月 31 日