

# 因果连接与归纳方法

## 1.1 因果连接:基本概念

引言

本节深入探讨**因果关系**的基本概念及其在逻辑推理中的核心地位。因果关系作为人类认识世界和改造世界的基础,不仅是科学研究的核心问题,更是日常生活中推理和决策的重要依据。我们将系统分析“**原因**”的多种含义,深入区分**必要条件**与**充分条件**的哲学意义,考察**因果律**与**自然齐一性**的认识论基础,并详细介绍**简单枚举归纳法**作为建立**因果关系**的基本方法。通过理解这些概念的深层内涵和相互关系,我们将能够更**有效地**分析和评价各种**归纳论证**中的**因果推理**,为科学方法论和实践决策提供坚实的理论基础。

### 1.1.1 因果关系的哲学地位与认识论意义

因果关系在人类认识中的核心地位

因果关系是人类认识世界的最基本范畴之一,其重要性体现在以下几个方面:

- 1. **认识论基础**: 因果关系是人类理解世界运行规律的基本框架,为科学知识的建构提供了根本性的概念工具。
- 2. **实践指导**: 通过掌握因果关系,人类能够预测未来、控制环境、实现目标,这是一切技术和工程活动的基础。
- 3. **逻辑推理**: 因果推理是归纳逻辑的核心内容,为从经验事实推出一般规律提供了基本方法。
- 4. **科学方法**: 现代科学的实验方法、假说检验、理论建构都建立在因果关系分析的基础之上。
- 5. **社会实践**: 法律责任、道德判断、政策制定等社会活动都离不开对因果关系的准确把握。

因果关系在不同领域的重要性

**医学领域**: 为了治疗某种疾病,医生必须知道它的**原因**;并且,他们应当了解他们所用药物的后果(包括副作用)。

**工程技术**: 工程师需要理解材料性能与处理工艺之间的因果关系,以设计出符合要求的产品。

**经济学**: 经济政策的制定需要准确把握各种经济变量之间的因果关系。

**环境科学**: 环境保护和治理需要深入理解人类活动与环境变化之间的因果机制。

**教育学**: 有效的教学方法需要基于对学习过程中各种因素与学习效果之间因果关系的理解。

### 1.1.2 “原因”的意义

为了对环境进行控制性操作,我们必须拥有某种**因果连接**的知识。因和果之间的关系其重要性非同一般。然而,这种关系因为“**原因**”一词有多种含义而易于混淆。因而,我们先区分这些含义。

#### 必要条件与充分条件的深入分析

在对自然的研究中一个基本的公设是,只有在确定的条件下事件才能发生。人们习惯于区分事件发生的**必要条件**和**充分条件**。

**必要条件的定义与特征:**一个特定事件发生的**必要条件**是指,在缺乏它的情况下,该事件不能发生。例如,具有氧气是燃烧能够发生的**必要条件**:如果燃烧发生,必须具有氧气,因为在缺乏氧气的情况下便没有燃烧。

**必要条件的逻辑形式:**如果P是Q的必要条件,则:

- 逻辑表达: $Q \rightarrow P$ (如果Q发生,则P必须存在)
- 等价表达: $\neg P \rightarrow \neg Q$ (如果P不存在,则Q不会发生)
- 这体现了必要条件的“否定后件推否定前件”的逻辑特征

**必要条件的认识论意义:**

- **排除功能:**通过消除必要条件可以阻止不希望的事件发生
- **诊断价值:**必要条件的缺失可以排除某种可能性
- **预防作用:**在医学、工程等领域,控制必要条件是预防问题的重要手段

#### 充分条件的深入分析

尽管具有氧气是一个必要条件,但它不是燃烧能够发生的充分条件。

**充分条件的定义与特征:**一个事件能够发生的充分条件是,在它出现的情况下事件必定发生。因为在有氧气的情况下也可能不发生燃烧,所以,出现氧气不是燃烧的充分条件。另一方面,对几乎每一种物质而言,都存在某个温度范围,在该温度范围里具有氧气是该物质燃烧的充分条件。

**充分条件的逻辑形式:**如果P是Q的充分条件,则:

- 逻辑表达: $P \rightarrow Q$ (如果P存在,则Q必定发生)
- 这体现了充分条件的“肯定前件推肯定后件”的逻辑特征
- 充分条件保证了结果的必然性

**必要条件与充分条件的关系:**

- 一个事件的发生可能有多个必要条件
- 这些必要条件均包含在充分条件里
- 充分条件通常是多个必要条件的联合
- 在理想情况下,充分条件等于所有必要条件的完整集合

**充分条件的认识论意义:**

- **预测功能:**掌握充分条件使我们能够可靠地预测结果
- **控制作用:**通过创造充分条件可以确保期望事件的发生

- **技术应用:**工程技术中的设计往往基于对充分条件的掌握

### 法律论证中的必要条件与充分条件

必要和充分条件的区分在法律论证中经常起关键作用。在美国高等法院中,一名法官最近争辩说,州立基金被用于资助宗教协会时必须满足两个条件:必须是公平的——它的发放是中立的,而不对任何一个宗教有所偏爱;必须是间接的——因为宪法禁止宗教协会从政府直接获得资助。

**法官的论证分析:**“在每个资助中,资助是广泛的和中立的,这个事实是资助程序中的必要条件。但是公正的意义失去了。在每个资助情况中,我们没有说,该条件就是充分的,或者说决定性的。情况完全相反。这些资助中对我们决策起决定作用的是这样的事实:资助是间接的;资助到达宗教组织完全是受资助者的完全独立的和私人的选择。”

**案例的逻辑结构:**这个法官做出这样的区别,是因为在手头案子中(这是关于一所州立大学拒绝了为一个学生宗教社团付印刷费的案子),争议中的州资助即使公平地给予,它也是直接的,因此他认为是允许的。在这名法官看来,资助的接受程序是两条必要条件,其中能够满足的只有一条。

**法律推理的逻辑特征:**

- **必要条件的累积性:**多个必要条件必须同时满足
- **充分条件的整体性:**仅满足部分必要条件不构成充分条件
- **法律适用的严格性:**缺少任何一个必要条件都会导致法律后果的改变
- **条件分析的重要性:**准确区分必要条件与充分条件对法律判决至关重要

## 1.1.3 原因概念的多重含义与语境依赖性

### 原因概念的三种基本含义

“原因”有时是在“必要条件”的意义上使用,而有时是在“充分条件”的意义上使用。当手边的问题是要淘汰不受欢迎的现象时,它更多地是在“必要条件”的意义上使用。

**1. 原因作为必要条件:**为了淘汰某个现象,人们只要找到某个对该现象的存在为必需的条件,然后将该条件淘汰。医生努力寻找何种微生物是某个疾病的“原因”,以便开出杀灭那些微生物的药物,从而治愈该疾病。那些微生物被认为是该疾病的原因,是说它们是疾病的必要条件——因为如果没有它们便不会有该疾病。

**2. 原因作为充分条件:**当我们对某个希望发生的事情感兴趣的时候(而不是淘汰不希望的事情),我们是在“充分条件”的意义上使用“原因”一词的。冶金专家的目标是发现什么使金属合金具有更大的强度,如果我们找到了这样的一个热处理和冷处理的复合过程(该过程使得金属具有我们希望的结果),我们说,这样的一个过程是合金强度增高的原因。

**3. 原因作为关键因素:**“原因”一词有另外一个普遍的但不精确的用法,该用法与充分条件的含义密切相关。一给定现象与某些后果关联,它可能便是原因。例如,我们断定“吸烟导致癌症”。当我们这样说时,可以肯定的是,我们并没有说吸烟是癌症的必要条件。因为我们知道许多癌症是在完全没有吸烟的情况下得的。同样不能说吸烟必定产生癌症,因为可能的是,某些人的长期吸烟的习惯并没有带来癌症后果。但是,吸烟,与某些生物环境相结合,在癌症的发展中频繁地发挥作用,以至于我们合

理地认为吸烟为癌症的一个“原因”。

### 生物学中的多重必要条件案例

忽视这种意义的原因将导致无谓的争论。某种动物行为的真正原因是它的基因还是环境？当然，大多数情况下两者都起作用；当两者都不能独自解释该行为的时候，两者都是本质的。

**鸣鸟唱歌的复合原因分析：**在鸣鸟群里，通常只有雄鸣鸟唱歌。当科学家使幼小的雄鸣鸟不再产生睾丸激素后，它们不再能唱歌。但是，如果它们在其幼年的某个阶段没有听到周边其他鸣鸟的鸣唱，它们也不能唱歌。一个雄鸟听到一首歌，该歌开启了一个用睾丸激素以唱歌的方式建立脑神经的过程。本性和养育两者均是鸟能够唱歌的必要条件。<sup>marler1991</sup>

**多重必要条件的认识论启示：**

- **因果复杂性：**现实中的因果关系往往涉及多个必要条件
- **简化的危险：**将复杂现象归因于单一原因可能导致错误理解
- **系统思维：**需要从系统的角度理解多因素的相互作用
- **实践意义：**在实际应用中需要同时控制多个必要条件

### 保险调查中的原因概念

这产生了“原因”的另外一个用法：作为某个现象发生过程中的关键因素或常常是关键因素。

**保险火灾调查案例：**假定一家保险公司派遣调查员弄清一场神秘火灾的原因。如果调查员报告说火灾是由空气中的氧气所致，那么调查员的工作将不保。尽管他们是对的——在必要条件的含义上。因为如果不存在氧气，火灾便不可能发生。然而，保险公司派遣他们去调查，不是打算为了弄清该种含义上的原因。

保险公司也不对充分条件感兴趣。如果经过几个星期后调查员汇报说，尽管他们已经证明火是由投保的客户有意点燃的，但他们还不能够知道所有必要条件，因而仍然不能确定（充分条件含义上的）原因，此时，公司将打电话给他们，告诉他们别再浪费时间和金钱。

**实用原因概念：**保险公司是在另外一种意义上使用“原因”一词：他们希望查找的是，在现有的条件之下造成该事件出现或不出现的差别的事件或行为是什么。

**原因概念的语境依赖性：**

- **理论语境：**科学研究中追求完整的必要条件或充分条件
- **实践语境：**日常生活中关注关键的差异性因素
- **法律语境：**法律责任认定中的原因概念有特定要求
- **技术语境：**工程应用中的原因概念侧重于可控因素

### 1.1.4 遥远与最近的原因:因果链条的复杂性

#### 因果链条中的原因层次

我们对第三种含义的原因做两个区分。传统上人们将它们称为遥远的 (remote) 和最近的 (proximate) 原因。

**因果链条的基本结构:**几个事件组成的一个因果序列或链条: $A$  引起  $B$ ,  $B$  引起  $C$ ,  $C$  引起  $D$ ,  $D$  引起  $E$ , 此时我们将  $E$  称为先行事件的结果。其中最近的即  $D$ , 为  $E$  的最近的原因, 而其他的为  $E$  越来越遥远的原因: $A$  比  $B$  遥远,  $B$  比  $C$  遥远。

**时间与因果距离的复杂关系:**尽管如此, 由于因果链条的连接数量, 在时间上与结果十分接近的原因可能在距离上是遥远的。这种现象在现代信息社会中尤为突出, 全球化的经济和通信网络使得遥远的事件能够迅速产生连锁反应。

**原因层次的认识论意义:**

- **解释的层次性:**不同层次的原因提供不同深度的解释
- **干预的针对性:**最近的原因通常是更容易干预的
- **预防的根本性:**遥远的原因往往是预防问题的关键
- **责任的分配:**法律和道德责任的认定需要考虑原因的层次

#### 全球经济中的快速因果传导

下述是对出现在 1996 年的一件事情的真实解释:

事件的导火索起因于两年前六月份的一个早晨。巴西经过了一整夜的霜冻后, 一个政府官员宣布减少计划中的咖啡生产产量。该消息立刻传到芝加哥贸易部, 该处咖啡的期货价格立即攀升。大豆和其他物品的商人立刻抬高价格, 导致物品价格指数上升。这一切均记录在商人们的计算机屏幕上。这些商人分布在几乎 200 个华尔街公司里, 他们将通货膨胀情况汇报给他们的合约—贸易伙伴, 这些伙伴开始抛售合约, 这导致合约价格下降, 合约价格下降导致合约产量上升, 合约产量上升给利息率的升高增加了向上的力量, 这个力量造成股票价格下降。在巴西公告发出和华尔街股票波动之间的时间间隔不会超过 10 分钟。<sup>nasar1996</sup>

**现代因果链条的特征:**

- **传导速度:**信息技术使因果传导几乎瞬时完成
- **全球联系:**地理上遥远的事件可以产生直接影响
- **复杂网络:**多个中介环节形成复杂的因果网络
- **放大效应:**小的初始变化可能产生巨大的最终影响

#### 教育与健康的多层次因果关系

一件研究表明, “教育是健康最重要的关联因素。接受较多的教育的人变得更为有所了解; 他们了解医学技术, 医疗, 保险以及保健服务系统的重要性。他们更为有能力地从医疗系统获得有价值的服务... 尽管遭遇同样的疾病, 接受较少教育的人往往接受较差的医疗。”<sup>kitagawa1973</sup>



**因果层次分析:**但是上大学不是健康的最近的原因,无知也不是疾病的最近的原因。落后的教育是在该因果链条中的一个环节,它往往造成对疾病过程不恰当的理解,因而,较好的医学后果所需的生活方式难以建立。因此人们普遍并正确地观察到,贫困,它广泛地对教育产生影响,它是缺乏健康的一个“根本原因”——一个遥远的而不是最近的原因。

**社会因果关系的复杂性:**

- **根本原因:**贫困作为影响多个中介因素的基础性因素
- **中介机制:**教育水平影响健康知识和行为选择
- **直接因素:**具体的生活方式和医疗行为
- **政策意义:**不同层次的干预策略具有不同的效果

### 原因概念的逻辑总结

我们已经看到,“原因”一词的含义存在几种。

**推理方向的逻辑限制:**

- 我们仅能够在“必要条件”的含义上合法地从结果中推出原因
- 我们仅能够在“充分条件”的含义上合法地从原因中推出结果

**双向推理的条件:**当我们从原因推论到结果并且从结果推论到原因时,原因必定是在既充分又必要条件的意义上使用的。在这种用法中,原因等同于充分条件,而充分条件被认为是所有必要条件的联合。

**概念的多义性:**应当清楚的是,不存在符合该词的所有不同用法的单个“原因”定义。这种多义性反映了因果概念在不同语境中的丰富性和复杂性。

**哲学意义:**原因概念的多义性提醒我们,在进行因果分析时必须明确我们所使用的“原因”概念的具体含义,避免概念混淆导致的逻辑错误。

## 1.1.5 因果律和自然的齐一性:从特殊到普遍的认识论问题

### 自然齐一性原则的基础地位

但是“原因”一词的每一种用法,无论是在日常生活中的还是在科学中的,都与下述原则相关,或预设了下述原则:原因和结果齐一地(uniformly)相连。

**齐一性原则的内容:**我们说,一个特定事态造成了一个特定结果,即是说该类型的其他事态(在产生该事态充分类似的条件下)将造成与先前结果同种类型的结果。换句话说,同类原因导致同类结果。

**因果律的普遍性特征:**我们今天使用的“原因”一词的部分意义是,一个原因产生一个结果的每一次出现,都是普遍因果律——如此的事态总是伴随着如此的现象——的一个实例或一个事例。于是,如果在另外的情形下出现了与事态 $C$ 同类的事态,但是结果 $E$ 并不发生,此时我们不认为事态 $C$ 是在一个特定场合下结果 $E$ 的原因。

**普遍性的逻辑要求:**因为特定事态是特定现象的原因的每一个断定意味着存在某个因果律,每一个因果连接的断定都包含与普遍性(generality)有关的一个关键成分。因果律——当我们使用该术语的时候——断定,如此这般的事态下恒常地伴随着一个特定种类的现象,而无论该事态发生于何时何地。

**认识论的根本问题:**但是我们如何知道这样普遍性的真理呢? 这是归纳逻辑面临的核心问题。

### 从经验到普遍性的认识论挑战

**因果关系的经验性质:**因果关系不是纯粹逻辑的或演绎的,它不能被任何先验的论证所发现。因果律只能经验地或后验地(即诉诸经验)发现。

**经验的局限性:**但是我们的经验总是与特定情形、特定现象以及现象的特定次序有关。我们能够观察到一个特定事态(比如 $C$ )下的几个事例,我们观察到的事例也能够被一个特定种类现象(如 $P$ )的一个事例所伴随。

**归纳推理的挑战:**但是我们未来能够经历的仅仅是世界上事态 $C$ 中的一些事例,这些观察能够展示给我们的仅仅是 $P$ 伴随着 $C$ 的一些事例。然而,我们的目标是建立一个普遍的因果关系。我们如何能够从我们经历的特定事例中,得到 $C$ 的所有场合下都有 $P$ 这样普遍性的命题( $C$ 引起 $P$ )?

**休谟问题的核心:**这就是著名的“休谟问题”——从有限的经验如何推出无限的普遍性?这个问题至今仍是认识论和科学哲学的核心议题。

## 1.1.6 简单枚举归纳法:从特殊到普遍的基本方法

### 归纳概括的理论基础

从特定经验事实中得到一般或普遍命题的过程被称做归纳概括。这一过程体现了人类认识从感性到理性、从个别到一般的基本规律。

**归纳概括的两种结果:**从三张蓝色石蕊试纸放到酸中都变红的前提中,我们或者会得到一个特定结论——将第四张蓝色石蕊试纸放到酸中它将发生什么样的现象,或者会得到一个普遍结论——每一张蓝色石蕊试纸放到酸中将发生什么。

**类比论证与归纳论证的区别:**如果我们得到第一个,我们就使用了一个类比论证;如果是第二个,则为一个归纳论证。这两个论证类型的结构在下面得到分析。

**逻辑结构的对比:**

- **类比论证:**前提反映的是两个属性(或情形或现象)共同发生的事例,由类比我们可以推得,在具有一个属性的其他事例中也会出现另外的属性
- **归纳概括:**我们能够推得,一个属性出现其中的每一个事例将同时也是另外属性的事例

**简单枚举归纳法的定义:**这种形式的归纳概括就是简单枚举归纳法。简单枚举归纳法非常类似于类比论证,所不同的只是它形成的结论更为普遍。

**认识论意义:**简单枚举归纳法代表了人类认识中从特殊到一般的最基本形式,是科学发现和日常经验总结的重要方法。

### 简单枚举归纳法的形式结构

**标准形式:**

现象 $E$ 的事例1伴随有事态 $C$   
 现象 $E$ 的事例2伴随有事态 $C$   
 现象 $E$ 的事例3伴随有事态 $C$   
 ⋮

现象  $E$  的事例  $n$  伴随有事态  $C$

因而现象  $E$  的每个事例都伴随有事态  $C$ 。

**逻辑特征分析：**

- **前提的有限性：**前提只包含有限数量的观察事例
- **结论的普遍性：**结论声称对所有可能的事例都成立
- **推理的跳跃：**从“一些”到“所有”的逻辑跳跃
- **或然性质：**结论具有或然性而非必然性

**因果关系的建立：**我们经常用简单枚举法建立因果连接。当一种现象的许多事例恒常地伴随着一特定类型的事态的时候，我们自然地得出在它们之间存在一个因果关系。

**具体应用实例：**将蓝色石蕊试纸放进酸中的情形在所有观察中都伴随有试纸变红现象，我们由简单枚举法得到，将蓝色石蕊试纸放进酸中使它变红的原因。在这样论证中的类比特征相当明显。

### 简单枚举归纳法的评价标准

由于简单枚举法和类比论证之间有很大的类似性，类似的评价标准都适合它们。

**数量标准的应用：**某些简单枚举法论证能够比其他的论证建立较高盖然度的结论。举出的事例数越多，结论成真的概率就越高。

**确证事例的概念：**伴随着事态  $C$  的不同事例或场合，往往被称做断定  $C$  引起  $E$  的因果律的确证事例。确证事例数越多，若其他事态不变的话，因果律为真的概率越高。

**评价标准的移植：**于是，用于类比论证的第一个标准可直接应用于简单枚举归纳法论证。

**其他相关标准：**

- **事例的多样性：**不同条件下的事例增强论证强度
- **观察的精确性：**准确的观察提高论证可靠性
- **时间的跨度：**长期观察增加论证的稳定性
- **反例的缺失：**没有发现反例增强论证可信度

### 历史推理中的简单枚举归纳法：卡那尔文伯爵的经典案例

在历史报告中简单枚举法可以为一个因果关系的建立提供论证基础。

**历史背景：**对某个个体或群体与其财产或权利进行暂时性的强制分离的司法行为，被称为财产和公民权剥夺法案；熟知的是，当政治权力的钟摆发生摆动时，该司法行为对该法案的鼓吹者也会造成危险；今天的原告明天会成受害人。

**卡那尔文伯爵的论证：**卡那尔文伯爵为了指控上议院针对托马斯·奥斯本的这种法案，在 1678 年用下面的枚举法阐明其观点：

“大人们，从不少的英国历史中我了解到这些检举的危害以及检举人的悲惨命运。我将追溯到伊丽莎白女王统治的晚期而不是更远，当时埃塞克斯伯爵被瓦尔特·拉莱爵士所检举，大人们，你们很清楚拉莱发生了什么。培根大人检举了瓦尔特·拉莱爵士。大人们，你们清楚培根大人发生了什么。巴金汗侯爵检举了培根大人。大人们，对巴金汗侯爵的命运，你们是清楚的。托马斯·文特沃斯爵士然后



是斯特拉福特伯爵,检举了巴金汗侯爵。你们都知道斯特拉福特伯爵的命运。哈瑞·凡恩爵士检举了斯特拉福特伯爵,大人们,你们知道哈瑞·凡恩爵士如何了,海德大臣检举了他。你们清楚海德大臣的命运,托马斯·奥斯本以及现在的旦比伯爵,检举了海德大臣。

旦比伯爵的命运将如何呢,大人们最好能够告诉我。但是让我们看一下,胆敢将旦比伯爵赶下台的人,他的命运将如何。”roberts1966

#### 论证结构分析:

- **前提模式:**检举者 A 检举被检举者 B → 检举者 A 最终遭遇不幸
- **事例枚举:**拉莱 → 培根 → 巴金汗 → 斯特拉福特 → 凡恩 → 海德 → 旦比
- **归纳结论:**检举他人者最终必遭报应
- **预测应用:**旦比伯爵和未来的检举者都将面临同样命运

**修辞效果与逻辑力量:**这个论证具有强烈的修辞效果,通过历史事例的重复强化了因果关系的印象,体现了简单枚举归纳法在政治论辩中的说服力。

### 简单枚举归纳法的根本局限性

**确定性的缺失:**事例的重复尽管有修辞效果,但它没有提供确定性的论证。恶意指控和随后的垮台之间存在因果关系的结论,诉诸六个确证事例。但是这些事例的本性阻碍了将真实因果律的确证事例和仅仅是历史巧合之间区别开来。

**反例问题的核心:**这个困难的核心是:简单枚举法对提出的因果律的例外没有解释,而且不可能有解释。任何断言的因果律都会被一个反例所推翻,因为,任何一个反例表明,所谓的一个“规律”不是真正普遍的。例外否证了该规则。

**反例的两种形式:**一个例外(或“反例”)或者是这样一个情况:

- 人们发现了所断言的原因,而断言的结果并没有伴随(在该历史案例中,指控提案的提出者没有发生类似的命运)
- 结果发生了,但所断言的原因没有发生

用前面的图式表示: $C$  发生而  $E$  不发生,或  $E$  发生而  $C$  没有发生。

**方法的内在缺陷:**但在一个简单枚举论证中,这两个情况中的任何一个都是无效的;在这样论证中唯一合法的前提是断言的原因和断言的结果两者都出现的事例报告。

**选择性偏见的问题:**如果我们限定我们归纳论证的视野,我们将不去寻找甚至于不去注意那些可能发现的否定的或不确证的事例,这是简单枚举论证的一个严重缺陷。

**方法的适用范围:**正因为这一点,简单枚举归纳法尽管在因果律的建立过程中成果丰硕并且具有价值,但它不适合检验因果律。然而这样的检验是至关重要的。为了进行检验,我们必须依赖于其他类型的归纳论证。

### 简单枚举归纳法的认识论意义与历史地位

**认识发展的阶段性:**简单枚举归纳法代表了人类认识发展的一个重要阶段,它是从经验观察向科学理论发展的必经之路。

**科学方法的起点:** 虽然存在局限性, 但简单枚举归纳法仍然是科学发现的重要起点, 许多重要的科学定律最初都是通过简单的事例枚举而发现的。

**日常认识的基础:** 在日常生活中, 简单枚举归纳法仍然是我们形成经验判断和做出实践决策的重要依据。

**向更高级方法的过渡:** 认识到简单枚举归纳法的局限性, 促使人们发展更加精密的归纳方法, 如穆勒的归纳方法、统计推断等。

**哲学反思的价值:** 对简单枚举归纳法的分析揭示了归纳推理的根本问题, 为认识论和科学哲学的发展提供了重要启示。

## 本节要点

### • 因果关系的哲学地位与认识论意义：

- 因果关系是人类认识世界的最基本范畴，为科学知识建构提供根本性概念工具
- **五大重要性**：认识论基础、实践指导、逻辑推理、科学方法、社会实践
- 在医学、工程、经济、环境、教育等领域具有核心地位
- 体现了人类理解世界运行规律和改造世界的基本需要

### • 原因概念的多重含义与语境依赖性：

- **必要条件**：缺少则事件不能发生，具有排除功能、诊断价值、预防作用
- **充分条件**：出现则事件必定发生，具有预测功能、控制作用、技术应用价值
- **关键因素**：在现有条件下导致事件发生的差异性因素
- **语境依赖性**：理论语境、实践语境、法律语境、技术语境中的不同理解
- 推理方向的逻辑限制：必要条件用于从果推因，充分条件用于从因推果

### • 因果关系的层次性：遥远与最近的原因：

- 因果链条的基本结构： $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
- 时间与因果距离的复杂关系：现代信息社会中的快速因果传导
- **原因层次的认识论意义**：解释的层次性、干预的针对性、预防的根本性、责任的分配
- 全球经济案例：巴西霜冻  $\rightarrow$  华尔街股市波动的 10 分钟传导链
- 社会因果案例：贫困  $\rightarrow$  教育  $\rightarrow$  健康的多层次因果关系

### • 因果律和自然的齐一性：认识论的根本问题：

- **齐一性原则**：同类原因导致同类结果的普遍性假设
- 因果律的普遍性特征：每个特定因果关系都是普遍因果律的实例
- **休谟问题**：从有限经验如何推出无限普遍性的认识论挑战
- 因果关系的经验性质：只能后验发现，不能先验推导
- 经验局限性与归纳推理挑战的深层分析

### • 简单枚举归纳法：从特殊到普遍的基本方法：

- **理论基础**：体现人类认识从感性到理性、从个别到一般的基本规律
- **逻辑结构**：前提的有限性、结论的普遍性、推理的跳跃、或然性质
- 与类比论证的区别：结论的普遍性程度不同
- **评价标准**：数量标准、多样性、精确性、时间跨度、反例缺失
- 历史应用：卡那尔文伯爵的政治论证案例分析

### • 简单枚举归纳法的根本局限性：

- **反例问题**：任何反例都能推翻所断言的因果律
- 选择性偏见：只关注确证事例，忽视否定事例
- 因果关系与历史巧合难以区分
- **适用范围限制**：适合建立因果律，不适合检验因果律
- 向更高级归纳方法的过渡必要性

### • 认识论意义与历史地位：

- 代表人类认识发展的重要阶段，是科学方法的起点
- 在日常认识中仍具有重要价值
- 促进了更精密归纳方法的发展

为认识论和科学哲学提供重要启示

## 1.2 密尔方法

### 引言

本节深入介绍**归纳推理**中最重要的方法体系——**密尔方法**。作为现代科学方法论的重要基石,密尔方法不仅克服了简单枚举归纳法的根本局限性,更为科学研究提供了系统的因果分析工具。我们将详细分析约翰·斯图亚特·密尔在《逻辑系统》中提出的五种**归纳法则**:**求同法**、**求异法**、**求同求异并用法**、**剩余法**和**共变法**。通过深入理解这些**归纳方法**的哲学基础、逻辑原理和实际应用,我们将能够更**有效**地分析**因果关系**,掌握科学研究中检验假说的基本工具,并理解现代实验科学的方法论基础。

### 1.2.1 密尔方法的历史背景与理论意义

#### 从培根到密尔:归纳方法的历史发展

人们早已知道**简单枚举法**的局限。早在 1605 年,弗兰西斯·培根就提出了其他类型的**归纳程序**。他在其伟大的著作《学习的进步》中探寻改革科学研究的方法。

**培根的贡献与局限:**

- **方法论革命**:培根首次系统提出了经验归纳法,强调观察和实验的重要性
- **排除法思想**:提出了通过排除不相关因素来发现真正原因的基本思路
- **历史局限**:培根的方法缺乏精确的逻辑表述和系统化的理论框架

**密尔的理论贡献**:但是,更为强大的**归纳方法**,其精确表述和系统化,是由另一个英国哲学家约翰·斯图亚特·密尔在其著作《逻辑系统》(1843)中所完成,并被称为“**归纳推理的密尔方法**”。

**密尔方法的历史地位:**

- **方法论的成熟**:将培根的归纳思想发展为精确的逻辑方法
- **科学实践的指导**:为 19 世纪以来的科学研究提供了系统的方法论指导
- **现代科学的基础**:成为现代实验科学和统计学的重要理论基础
- **跨学科影响**:在自然科学、社会科学、医学等领域都有广泛应用

#### 密尔的五种归纳法则及其理论基础

密尔总结为五条“教规”,他称它们为:

1. **求同法** (The Method of Agreement) 2. **求异法** (The Method of Difference) 3. **求同求异并用法** (The Joint Method of Agreement and Difference) 4. **剩余法** (The Method of Residues) 5. **共变法** (The Method of Concomitant Variation)

**方法体系的理论特征:**

- **系统性**:五种方法相互补充,形成完整的因果分析体系
- **逻辑性**:每种方法都有明确的逻辑结构和推理规则
- **实用性**:直接指导科学实验和观察的设计

- **普遍性**: 适用于各种类型的因果关系研究

**与简单枚举法的根本区别**: 密尔方法通过主动的排除和控制, 而非被动的事例收集, 来确定因果关系, 这标志着从经验归纳向实验科学的重要转变。

我们将依次考察它们。我们首先分析密尔对每个方法的经典陈述, 接着对它们进行深入的说明和分析。尽管密尔对这些方法的解释现在来说十分古老, 但是密尔对这些在寻找因果律过程中时时和处处使用的最基本的工具的分析是精辟的。

1

## 1.2.2 求同法: 寻找共同因素的逻辑

### 求同法的基本原理

约翰·斯图亚特·密尔写道:

“如果被研究的现象的两个或更多的事例只有一个共同的事态, 那么, 这个事态——所有事例在该事态上相契合——是给定现象的原因(或结果)。”

**方法的逻辑基础**: 求同法基于一个重要的逻辑假设: 如果某个因素是现象的原因, 那么该因素必须在现象出现的所有场合都存在。这体现了原因作为必要条件的逻辑特征。

**排除法原理**: 该方法的核心是排除法——通过排除那些不在所有事例中都出现的因素, 来确定真正的原因。这种排除过程体现了科学研究中控制变量的基本思想。

**与简单枚举法的优越性**: 该方法比简单枚举法优越。它不仅试图发现原因与结果重复出现的连接, 而且试图确定这个唯一的事态——不变地与我们感兴趣的结果或现象关联的一个事态。

### 求同法在科学探究中的应用

这是科学探究的一个重要的也是非常普遍的工具。例如, 在寻找某个致命的流行病过程中, 或者在查找某些地质现象的原因的过程中, 流行病专家或地质学家将选出特定的那些事态, 答案就在其中; 他们询问, 明显不同的事态集合(答案就在其中)在什么方面相一致?

**流行病学调查案例**: 想象一下在某个公寓楼的居民当中发生消化不良, 我们得了解其原因。首先要研究的自然是所有得病的人吃了什么食物? 一些病人吃的而不是所有病人吃的食物不可能是得病的原因; 我们希望知道什么事态是每个得病场合所共同的。当然, 共同的东西可能不是一种食物; 可能是受感染的器具, 或者接近某种有害的污水, 或其他的情况。但是, 仅当我们找到了某种对所有疾病的事例都是共同的事态, 我们才找对了正确解决问题的途径。

**方法应用的关键步骤**:

- **事例收集**: 收集所有出现目标现象的事例
- **因素分析**: 分析每个事例中存在的各种可能因素
- **共同性识别**: 找出在所有事例中都存在的共同因素
- **排除过程**: 排除不在所有事例中都出现的因素

<sup>1</sup> 该书有严复中文节译本《穆勒名学》, 在中国学界有历史性影响, 故过去通常将 Mill 译为穆勒, 近年多据正确读音译为密尔或弥尔。



- **因果推断**: 将共同因素确定为可能的原因

### 求同法的形式结构

求同法可以示意如下。其中大写字母表示事态,小写字母代表现象:

$A B C D$  与  $w x y z$  一起发生

$A E F G$  与  $w t u v$  一起发生

因而  $A$  是  $w$  的原因 (或结果)

#### 逻辑结构分析:

- **前提 1**: 在现象  $w$  出现的第一个事例中, 存在事态  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$
- **前提 2**: 在现象  $w$  出现的第二个事例中, 存在事态  $A$ 、 $E$ 、 $F$ 、 $G$
- **共同因素**: 只有事态  $A$  在两个事例中都出现
- **结论**: 因此  $A$  是  $w$  的原因 (或结果)

**方法的建设性价值**: 该方法在确定一种现象或者事态的一个范围方面特别有用, 对之的进一步研究将产生成效。它是富有建设性的, 甚至在不能有结论的地方也是如此。

### 分子遗传学中的求同法应用: 阿尔茨海默病研究

例如, 在分子遗传学中, 一个遗传疾病的可能原因其范围往往通过使用求同法而大大变小。寻找范围被锁定在由特定疾病频繁发生的那些人或家族的独特的基因构成。

**研究背景**: 阿尔茨海默病 (Alzheimer, 导致精神过程进一步和不可逆转的下降) 被认为是遗传的。在所有得病的人的基因构成中存在某个共同的事态吗?

**研究过程**: 华盛顿大学的一个研究小组首先筛选了上百个得病家族, 然后, 对一个阿尔茨海默病高发率的范围相对小的家族进行了艰苦的调查, 该研究负责人写道:

“我们选取该疾病遗传明显的那些家族。我们做这样的假设, 存在一个有缺陷的基因, 我们的任务是找到它。我们的初始工作是在一个包含所有人类染色体的大草堆中寻找一根针。我们在第 14 号染色体上发现了一个小小的地方, 在那里存在一个引起阿尔茨海默病的有缺陷的基因。”<sup>tanzi1996</sup>

#### 求同法的应用:

- **事例收集**: 筛选上百个患病家族
- **共同性寻找**: 在所有患病个体中寻找共同的基因特征
- **范围缩小**: 将搜索范围锁定在第 14 号染色体
- **因果确定**: 确定特定基因缺陷为疾病原因

**科学意义**: 这一发现不仅为阿尔茨海默病的诊断和治疗提供了新的途径, 更展示了求同法在现代分子生物学研究中的强大威力。

### 公共卫生史上的重大发现：氟化物防龋

在几年前求同法的一个类似使用，产生了一项给人类带来巨大利益的发现。

**观察现象：**人们发现，在某些城市里牙齿腐烂的速度相当慢，而当时不知原因为何。

**求同法应用：**研究发现，那些城市中存在一个共同的事态：在那些城市的供水中氟的含量不同寻常的高。

**因果推断：**人们得出，使用氟能够减少牙齿腐烂的发生。该结论随后得到证实。

**实践应用：**结果是人们在全球范围内的城市供水中加氟。

**方法总结：**简言之，我们找到一个对给定现象的所有事例来说都是共同的事态，此时我们可以自信地认为，我们已经发现了它的原因。

**历史意义：**这一发现被认为是 20 世纪公共卫生领域的十大成就之一，展示了求同法在流行病学研究中的重要价值。

### 求同法的严重局限性

然而，求同法有严重的局限。

- 1. 确证事例的不充分性：**单单该方法往往不足以确定待寻找的原因。我们难以安排可用数据，以确定所有事例所共同的一个事态。
- 2. 多重共同因素问题：**当研究发现所有事例中共同的事态不止一个时，只使用该技术不能评判这些不同的可能性。
- 3. 排除功能的价值：**尽管事态和现象之间的求同经常不是结论性的，但缺乏相同点可以帮助我们确定什么不是待研究现象的原因。
- 4. 本质上的排除法特征：**求同法本质上是排除法，它说明了这样的事情，在我们感兴趣的现象出现的某些场合而不是所有场合下出现的事态，不可能是该现象的原因。
- 5. 充分条件与必要条件的区分：**因而，人们否定某个声称的因果关系，可能是因为他们注意到缺乏共同点，从而推论得出所声称的原因既不是该现象的充分条件又不是它的必要条件。

### 求同法的反驳应用：教育投入与学业成绩关系的质疑

例如，某些人认为，在公立学校学生的进步表现（由教育评估考试即 SAT 的分数确定）与州政府在学校上的投入之间存在一个因果关系；投入的钱越多，学习越好。该观点在一定程度上被人们所驳倒。

**反驳证据：**人们指出：

在 1992 — 1993 年间教师薪水最高的五个州中，没有一个进入 SAT 最高分的 15 个州的行列之中；单位学生花费最高的 10 个州中，仅有一个州（威斯康星州）进入 10 个 SAT 最高分的州中；并且，单位学生花费最高的新泽西州在分数排行榜中位于第 34 位。——所有证据都表明高投入不是学生成绩的充分条件。

但是单位学生花费最低的 10 个州中，有 4 个州（北达科他州、南达科他州、田纳西州、犹他州）其拥有的 SAT 分数位于 SAT 分数顶尖的 10 个州之列；而北达科他州花费排名为第 44 位，而 SAT 分数排名为第 2 位；南达科他州的教师薪水为倒数第一，而其 SAT 分数为第 3 位。所有这些证据说明，高投入不是学生学习取得好成绩的必要条件。<sup>forbes1996</sup>

**讽刺性观察：**具有讽刺意味的是，丹尼尔·帕特瑞克·莫尼汗议员通过观察得到，影响美国公立学校质

量的决定性因素不是金钱,而是与加拿大的距离!

**方法论意义:**该论证远不是结论性的——但是缺乏相同性、缺乏一致性确实使人们质疑所提出的因果关系。这个案例展示了求同法在反驳虚假因果关系方面的重要价值。

**教育政策启示:**这一分析提醒我们,教育质量的影响因素可能比简单的资金投入更加复杂,需要考虑文化、社会、地理等多重因素。

我们了解了求同法能够告诉我们的东西之后,在寻找原因过程中我们需要其他较精致的归纳法。

### 1.2.3 求异法

约翰·斯图亚特·密尔写道:

象不发生,两个事例中的事态除了这一个事态不同外(该事态仅在现象发生的过程中),其他均相同,该事态(它使两个事例产生区别)便是该现象的结果或原因,或者为原因中的一个不可缺少的部分。

该方法不关注在产生结果的事例中什么是共同的,而是关注在产生结果的事例和没有产生结果的事例之间存在什么差异。当我们研究胃不适问题时,如果我们已经知道得病的所有人吃了甜点罐装梨子,而没有吃那些梨子的人没有得病,我们能相当自信地认为,我们已经找到了该病的原因。

求异法和求同法之间的差别,在最近的一份关于荷尔蒙睾丸激素在雄性好斗行为中的作用的报告中表现突出。

许多物种的睾丸在一年的大多数时间里是封存不用的,只在一个特定交配的季节期间里,精确地说是在雄性与雄性之间打斗增加的那段时间里,它们才启动并产生睾丸激素。尽管它们表现明显,这些数据仅仅是相关的:打斗发生的时候经常发现睾丸激素。

可以用刀来证明,委婉说法是进行摘除实验。将物种中的睾丸激素之源去除,好斗程度便下降。注入合成睾丸激素使睾丸激素回到正常水平之后,好斗便得以恢复。<sup>sapolsky1997</sup>

这个摘除和恢复方法给出了荷尔蒙与好斗之间存在关联的证明,当然这个证明方法是受诋毁的。

明显的,睾丸激素造成了关键的差别,但是作者报告谨慎,没有断定睾丸激素是雄性好斗的原因;而是更准确地说,睾丸激素肯定与好斗相关。用密尔的说法,就是说荷尔蒙是雄性好斗原因中的一个不可缺少的部分。如果我们能够确定单个因素,该因素在其他一切保持不变的情况下造成了差别,即:当我们去除该因素时,待考察的现象也不再发生,当我们将该因素引进来时,考察的现象发生了,此时,我们将相当肯定地找到我们考察的现象的原因或原因的一个不可缺少的部分。

求异法可用下面的形式来刻画,其中大写字母表示事态,小写字母表示现象:

$$A B C w x y z \quad B C D x y z$$

求异法在几乎所有类型的科学研究中起着中心作用。该方法在医疗研究人员对特定蛋白质的效果进行的研究中得到鲜活应用,这种蛋白质被怀疑与某种疾病的发展有关联。待考察的物质是否真的是原因(或者原因的一个不可缺少的一部分),只有在我们建立了一个该物质被排除的实验环境的时候才能确定。当然,研究人员只能是在老鼠身上而不是在人身上进行该研究:从染上同样疾病的老鼠的身上去除产生可疑蛋白质的基因。处理过的老鼠进行近亲交配,以产生后代。这些后代被称为"基因剔除老鼠"(knockout mice),在当前医学研究界是很珍贵的。人们能够在一个老鼠身上研究与该疾病有关的过程。该老鼠与其他患有该种疾病的老鼠除了由基因剔除产生的差别外其余的完全一样,老鼠身上由基因剔除而缺少的物质被假定为原

因。这样的研究在医疗上产生了重大进展。

求异法的一个著名的同时也是令人感动的例证,由对黄热病真实原因的确证实验的解释所提供。黄热病是人类长期遭受的重大瘟疫之一。这里描述的实验是由美国军队医生瓦尔特·雷德、詹姆斯·卡罗尔和杰西·W·拉杰尔在1900年11月进行的。该年初,卡罗尔医生在另外的实验里故意让自己被受感染的蚊子所叮咬,从而使自己染上黄热病。不久后另外一位医生拉杰尔死于黄热病,随后进行实验所在的营地以他的名字命名以纪念他。

所设计的实验其目的是表明,蚊子传播黄热病(通过排除受感染的所有其他途径)。建造了一个小房子,绝对杜绝蚊子从窗户、门及其他可能的出口出入。一个金属丝蚊帐将房间分成两个空间,其中一个空间里15个已经叮咬过黄热病病人的蚊子在飞。一个没有免疫的志愿者进入有蚊子的房间,他被7个蚊子所叮咬。四天后,他感染了黄热病。另外两个没有免疫力的人在无蚊子的房间里睡了13个晚上,而没有任何反应。

为了表明,该疾病的传播是通过蚊子而不是通过黄热病人的排泄物或与他们接触过的东西来进行的,另外一处房子建造了起

来。该房屋里是无蚊子的。将黄热病人的衣物、床上用品和吃饭器具,以及被黄热病人的血液、排泄物污染的其他器具,放置于该房屋,然后,让3个没有免疫力的人住在该屋子里。他们所用的床单是从病人的床上取下来的,那些病人因黄热病而死去。对床单上的污染的东西没有进行清洗,也没有进行其他的处理。以不同的志愿者将实验重复了两次。在整个阶段,居住在房子里的人被严格隔离,以免遭蚊子叮咬。这些实验中的人没有一个感染上黄热病。在随后的实验中证明了他们本身不具有免疫力,因为他们中的四个或者引蚊子叮咬或者因注射了黄热病人的血液,而感染了黄热病。<sup>garrison1929</sup>

在上述第一段落所描述的实验中,在两个精心密闭的空间中的受试人之间制造了一个重要的差异:一个房间里有叮咬过黄热病人的蚊子,另外的房间里则没有这样的蚊子。上述第二段落中所描述的实验精心使用了求异法:两组志愿者都密切接触黄热病人,唯一重要的差别是,其中一些志愿者后来被感染的蚊子所叮咬,或者注射了感染了血液——缺乏这种事态,便没有感染发生。

在寻找原因过程中,求异法是普遍可用的同时也是强有力的。

### 1.2.4 求同求异并用法

尽管密尔认为这是一个不同的和独立的方法,但该方法最好理解成求同法和求异法在同一个研究中的联合运用。该法可以图示如下(也用大写字母表示事态、小写字母表示现象):

$$\begin{array}{l} A, B, C - x, y, z; \quad A, B, C - x, y, z \\ A, D, E - x, t, w; \quad B, C - y, z \end{array}$$

因而,A是x的结果或原因,或原因中不可缺少的一部分

由于两个方法(左边刻画的是求同法、右边刻画的是求异法)中的每一个方法给结论以某个概率的支持,它们的联合运用给该结论提供了较高的概率。在许多科学研究中,这种联合运用成为威力强大的归纳推理模式。

最近的一个著名医学成就显示了这种并用法的威力。甲型肝炎是肝脏感染,它折磨着成千上万的美国人;它在儿童中广泛传播,主要通过受污染的食物和水进行传播。它有时是致命的。如何预防它呢?当然,理

想的方法是注射有效疫苗。但是一个很大的困难是，给何人注射甲肝疫苗？难以预测何处将爆发感染。因而，通常来说，不可能通过选择实验对象以产生可靠的结果。这个困难最终被克服，方法如下。

一种被认为有效的疫苗，在纽约俄兰基县克亚斯—乔尔镇的哈西德教派的犹太人社区中进行测试。该社区不同寻常，每年都流行甲肝。在克亚斯·乔尔镇几乎无人能够逃过甲肝的感染，该社区中近 70% 的人在 19 岁

前就感染上了。克亚斯·乔尔医学研究所的阿兰·威尔兹伯格和他的同事，在该社区中招募了年龄 2 至 16 岁的 1037 名儿童，这些儿童没有受到甲肝感染——他们血液中没有该病毒的抗体。一半儿童 (519 人) 注射了一种新的疫苗，这些注射了疫苗的儿童中没有发现一例甲肝。没有注射疫苗的 518 个儿童中 25 个儿童不久被甲肝病毒感染。于是人们找到了甲肝疫苗。<sup>werzberger1992</sup>

波士顿、华盛顿的肝脏专家对该项研究表示祝贺，称赞该研究是 " 一个重大突破 "、" 医学上重要的进展 "。该研究依赖于什么推论方式？求同法和求异法都用到了。在医学研究中人们普遍这样做。在该社区能够对甲肝病毒免疫的年轻人中，只有一个条件是共同的：所有免疫者都接受了新的疫苗。由此，我们肯定地认为，该疫苗确实是导致免疫的原因。求异法对结论提供了很大的支持：免疫者的事态和不免疫者的事态在每个方面均类似，只在一个方面不同，即免疫居民被注射了疫苗。

人们经常进行所谓 " 双管齐下 " (double — arm) 实验，以检验新药或新方法：一组接受新的治疗，而另外一组没有；第二阶段，对原来没有接受治疗的人进行治疗，对原来接受治疗的人不施行治疗。这样研究的基础是求同法和求异法的联合运用，该方法应用广泛并且是有威力的。

### 1.2.5 剩余法

约翰·斯图亚特·密尔写道：

从一个现象中减去这样一个部分，在以前的归纳中该部分被认为是某个先行事件的结果，那么该现象剩余的部分为剩余的先行事件的结果。

前面的三个方法似乎假定了，我们能够整个地淘汰或产生某个现象的原因 (或结果)，有时我们确实能够这样。然而在某些情况下，我们只能通过观察一组事态中的变化——我们已经部分地知道该变化的原因——而推论得某个现象的因果性作用。

该方法关注剩余物。用于称货车上货物的重量的特殊装置可以很好地说明该方法。已知空车的重量。为了测定货物的重量，称出货与车一起的重量，然后我们就知道了货物的重量：整个重量减去车的重量。用密尔的术语来说，已知的 " 先行事件 " 是已经记录的空车重量——它必须从总数中减去；总数和已知的先行事件之间的差值，其原因明显地应归因于剩余的 " 先行事件 "，即货物本身。

剩余法可以表示如下：

$$A, B, C - x, y, z$$

已知  $B$  是  $y$  的原因  $C$  是  $z$  的原因

因而， $A$  是  $x$  的原因

天文学史上的一个伟大章节，即海王星的发现，给我们提供了剩余法威力的一个极好案例：

1821 年，巴黎的波瓦尔德发表了行星包括天王星的运动数据表。在准备天王星数据的时候，他遇到了很大的困难：根据 1800 年以后得到的位置数据而计算出来的轨道，与根据该行星刚刚被发现之后所观察到的数据所计算出来的轨道不协调。他对以前的观察数据完全置之不理，他的图表建立在新近观察的数据之



上。然而,在后来的几年里,根据该表而计算出来的位置与该行星观察的数据存在不一致;到 1844 年差值总计达 2 分钟弧度。由于所有其他已知行星的运动位置与计算出来的位置一致,天王星中出现的差值引发了大讨论。

1845 年,勒维烈——那时还是一个年轻人——着手解决该问题。他检查了波瓦尔德的计算,发现计算是正确的。他感到,该问题的唯一满意的解释是,在天王星周围的某个地方存在一个干扰它运动的行星。到 1846 年的中期,他完成了他的计算,9 月他写信给柏林的迦勒(Galle),请求他在天空的一特定位置寻找一个新的行星。因为在德国已经绘制出了包含新的恒星的图表,而勒维烈当时还没有获得这些图表。在 9 月 23 日,迦勒开始寻找,在不到一小时的时间里他找到了一个物体,而这个物体是新图表中所没有的。到第二晚,该物体发生略微的移动,这个新的行星——后来被命名为海王星——在预测的位置的 1 度内被发现。该发现被认为是数理天文学中一个巨大的成就。<sup>berry1961</sup>

这里,待研究的现象是天王星的运动。当时人们能够对该现象——天王星绕太阳运行的轨道——的大部分有很好的理解。天王星的观察数据近似于计算的轨道,但是一个难解之谜是,它们之间的差值。这个差值已经计算出来,需要我们进一步解释。一个附加的“先行事件”(一个存在的能够对这种差别进行说明的附加因素),被假设为另外一个(未发现的)星球,它的引力与已知的天王星轨道有关的假说一起,对这个差值进行说明。——472 旦做出这样的假设,那个新的行星很快就得以发现。

使用;而其他方法要求考察至少两个事例。并且与其他方法不同的是,剩余法依赖于预先建立的因果律,而其他方法(如密尔描述的那样)则不是。尽管如此,剩余法是归纳的,而非演绎的。因为它产生的结论仅仅是或然的,而不能从前提中有效演绎出来。一个或两个附加的前提会使剩余法的推理转变成一个有效的演绎论证——但是也能够将之说成是另外的归纳方法。

### 1.2.6 共变法

已经讨论的四个方法本质上都是排除法的。通过剔除出给定现象的某个或某些可能原因,这些方法对其他的某个假定的因果解释提供支持。求同法排除掉那些不可能为原因的事态——在该事态缺乏的情况下该现象仍然能够发生;求异法通过剔除关键的一个先行因素而排除某个或某些可能原因;求同求异并用法也是排除法,它同时使用上面的两种方法;而剩余法努力排除那些不可能为原因的事态——这些事态的结果已经通过归纳预先建立起来。

但是存在这些方法都不可用的许多情形,因为存在不可能排除的事态。这经常发生在经济学、物理学、医学,以及在一个因素的增或减导致相伴随的另外一个因素的增或减的任何地方。此时,完全排除一个因素不可行。

约翰·斯图亚特·密尔写道:

一个现象随着另外一个现象以某种方式变化而发生变化,此时另外一个现象或者是该现象的一个原因,或者是一个结果,或者它通过某个作为原因的事实与之相连接。

例如,共变法对于研究某种食物的因果作用是重要的。无论我们吃什么食物,我们都不能排除疾病。我们几乎不能从大量人口的食物中排除掉某种食物,但是我们能够注意到,在特定人群中增加或减少某种食物量对某种疾病发生频率的影响。该种方法的一个最近的研究是,考察心脏病发生的频率,并与吃鱼的人心脏病发病的频率相对比。归纳出来的结论是惊人的:一周吃一次鱼肉,患心脏病的危险降低了 50 个百分点;一个月吃

两次鱼肉,患心脏病的危险降低了 30 个百分点。在某个范围内,在心脏患病和吃鱼之间似乎存在显著的共同变化。<sup>stampfer1994</sup>

用加或减的符号表示一个变化的现象出现在一个给定情形中较高或较低的程度，共变法能够表示如下：

$$\frac{ABC - xyz}{A + BC - x + yz}$$

因而A 与x 因果地连接在一起

该方法有广泛的应用。农民通过对不同的土地施不同数量的肥料，观察到肥料用量与产量之间的变化关系，而得出所施的肥料与庄稼收成之间的因果连接。商人在不同的时间段播放不同的广告，以观察那些时间段生意的好坏，从而确定不同种类的广告的功效。

当一个现象的增加对应于另外一个现象的增加时，我们说这些现象之间是直接相关的。但是该方法可以以任何方式来使用。当现象间是反方向变化的时候——一个现象的增加导致另外一个现象的减少，我们同样可以推论出一个因果关系。经济学家经常说，假定其他事物基本保持不变，在非计划的市场中某种货物（如原油）供应量的增加，将导致其价格发生相应的降低。该关系确实显示出真正的共变：当国际局势紧张、原油供应面临短缺的威胁的时候，我们注意到石油价格就无例外地上升。

当然，一些共同变化完全是偶然的。我们必须谨慎，不能从完全偶然的事件关系中推论出一个因果连接。但是某些变化看上去是偶然的（否则是令人费解的），但可能具有一个隐蔽的因果解释。人们发现，在英国乡村筑巢的鹳的数量与在每个乡村出生的婴儿之间存在高度相关；鹳越多，婴儿越多。这肯定不可能……是的，这不可能。具有高出生率的乡村具有更多新婚夫妇，因而具有更多的新建房屋。巧的是，鹳喜欢在以前没有被其他鹳用过的烟囱旁边筑巢。<sup>matthews1999</sup> 追寻共同变化的现象的因果链条，我们可以找到共同的环节，这就是密尔所要表达的意思——他说这些现象可能是“通过某个作为原因的事实……而连接起来”。

因为共变法允许我们举出例证，说明事态和现象之间出现的程度之间的变化关系，它大大加强我们的归纳技术。它是归纳推理的定量方法，而前面讨论的那些方法本质上是定性的。使用共变法预设了，存在对现象变

化的程度进行测量或估计的方法，哪怕仅仅是大致的。

### 本节要点

- **密尔方法的历史背景与理论意义：**
  - 从培根的归纳思想到密尔的系统化：方法论革命的完成
  - 密尔方法的历史地位：现代科学方法论的重要基石
  - 跨学科影响：在自然科学、社会科学、医学等领域的广泛应用
  - 与简单枚举法的根本区别：主动排除控制 vs 被动事例收集
- **五种密尔归纳方法的深入分析：**
  - **求同法**：基于必要条件逻辑，通过排除法寻找共同因素
  - **求异法**：关注差异性，通过控制变量确定关键因素
  - **求同求异并用法**：双重验证，提高因果推理的可靠性
  - **剩余法**：依赖预先建立的因果律，发现新的因果关系
  - **共变法**：定量方法，研究变量间的数量关系
- **求同法的深入分析：**
  - **逻辑基础**：原因作为必要条件的逻辑特征
  - **形式结构**：通过共同因素识别确定可能原因
  - **建设性价值**：在确定研究范围方面特别有用
  - **经典应用**：阿尔茨海默病基因研究、氟化物防龋发现
  - **严重局限性**：确证事例不充分、多重共同因素问题
  - **反驳功能**：通过缺乏共同性质疑虚假因果关系
- **方法体系的理论特征：**
  - **系统性**：五种方法相互补充，形成完整的因果分析体系
  - **逻辑性**：每种方法都有明确的逻辑结构和推理规则
  - **实用性**：直接指导科学实验和观察的设计
  - **普遍性**：适用于各种类型的因果关系研究
- **现代科学研究中的应用价值：**
  - **分子遗传学**：基因-疾病关系的确定
  - **公共卫生**：流行病学调查和预防措施制定
  - **教育研究**：政策效果评估和因果关系质疑
  - **实验设计**：为现代科学实验提供方法论指导
- **认识论意义：**
  - 体现了从经验归纳向实验科学的重要转变
  - 为现代实验科学和统计学提供了重要理论基础
  - 展示了逻辑方法在科学发现中的重要作用
  - 强调了排除法和控制变量在因果分析中的核心地位

## 1.3 对密尔方法的批评:局限性与价值的哲学反思

### 引言

本节深入评估**密尔归纳方法**的局限与价值,进行系统的哲学反思。我们将从认识论角度分析这些方法在实际应用中面临的根本困难,包括识别相关事态的理论问题、证明**因果关系**的逻辑挑战,以及归纳推理的本质局限。同时,我们也将重新认识**密尔方法**作为科学研究中检验假说工具的真正价值,理解它们在现代科学实验设计中的核心地位和方法论意义。这种批判性分析将帮助我们更准确地理解密尔方法在科学认识中的适当位置。

### 1.3.1 密尔方法的理论基础问题:相关性识别的困境

#### 密尔方法的根本局限性

密尔本人相信,上面分析的技术可以用做发现因果关系的工具,并且能够用做证明因果连接的准则。在这两点上他都错了。这些方法确实意义重大,但是它们在科学中的地位并不像他认为的那样至高无上。

**理想化假设的问题:**在密尔对这些方法的阐述中,他涉及”只有一个事态相同”的场合和”除了一个事态外其余的每个事态都相同”的场合。不能从字面上理解这些表述;任何两个物体无论它们多么不同,它们均具有许多相同的方面;没有两件事物只在一个方面不同——人们离北方越远,越靠近太阳;等等。我们甚至不能检查所有可能的事态,以确定是否它们只在一个方面存在差别。

**相关性识别的循环问题:**简言之,密尔陈述这些方法时用到了所有相关事态的集合,这些事态与待研究的因果连接有关。但是哪些是相关事态?只用密尔方法我们不能知道哪些因素是相关的。我们必须求助于这些方法所应用的背景,此时我们已经分析了因果因素(哪些是有关的、哪些是无关的)。

**认识论的循环性:**这里存在一个深层的认识论问题:为了应用密尔方法,我们需要预先知道哪些因素是相关的;但确定因素的相关性正是我们希望通过密尔方法来解决的问题。这种循环性表明密尔方法不能作为独立的发现工具。

#### ”科学的酗酒者”:相关性识别失败的经典案例

关于”科学的酗酒者”的讽刺表明了这个问题:什么东西使酗酒者多次喝醉?他仔细观察,第一晚他喝的是苏格兰酒和苏打,第二晚喝的是波旁酒和苏打,接着是白兰地和苏打,朗姆酒和苏打,杜松子酒和苏打。他发誓再不碰苏打!

##### 案例分析:

- **方法应用:**酗酒者正确应用了求同法,寻找所有醉酒事例的共同因素
- **逻辑错误:**将苏打水而非酒精确定为共同因素
- **根本问题:**缺乏关于酒精作用的背景知识
- **理论意义:**说明密尔方法依赖于预先的理论框架

**深层启示:**这个案例揭示了密尔方法的一个根本缺陷:它们无法自动识别真正相关的因素。在现实世界中,事态并没有贴有”有关的”或”无关的”标签。成功应用密尔方法需要研究者具备相关的理论知

识和洞察力。

#### 黄热病研究:理论洞察与方法应用的结合

前面讨论求异法时举了寻找黄热病原因的英雄行为,他们的研究证实了黄热病是由于受感染的蚊子叮咬而传染的,我们现在知道了这点,正如我们知道使人醉的是酒精而非苏打。

**成功的关键因素:**

- **理论洞察:**研究者具备了关于疾病传播的理论框架
- **科学勇气:**愿意进行危险的人体实验
- **系统设计:**精心设计的对照实验
- **因果分析:**对蚊子叮咬的检验之前需要因果分析

**方法论启示:**但是黄热病实验需要洞察力也需要勇气,在现实世界中的事态并没有贴有“有关的”或“无关的”标签。对蚊子叮咬的检验之前需要因果分析,以便接下来能够使用密尔方法。当我们手边有了这样的分析之后,这些方法才是十分有帮助的。

**结论:**但是密尔方法作为科学发现的工具并不足够。它们需要与理论洞察、背景知识和科学直觉相结合才能发挥作用。

### 1.3.2 作为证明方法的根本缺陷:归纳推理的本质局限

#### 密尔方法作为证明方法的根本缺陷

同样,密尔方法不能构成证明的规则。

1. **预设假说的依赖性:**因为我们总是根据关于因果事实的预先假说(刚才已经说明)而使用这些方法,并且由于我们不能考虑所有的事态,我们的注意力将限定在那些认为可能的原因上。
  2. **判断错误的可能性:**但是判断可能是错误的,比如,医学家起初没有考虑到脏手在传播着疾病,或者当科学家因某种原因没能将在他们面前的事态分解成恰当的单元的时候。由于应用这些方法所预设的这些分析本身,可能是不适当的或不正确的,基于这些分析上的推理同样会是错误的。
  3. **观察的欺骗性:**此外,所有的密尔方法依赖观察到的相关性,然而即使观察是十分精确的,这样的观察也可能是欺骗人的。我们寻求因果规律——普遍的关系,而我们迄今拥有的机会所观察到的东西可能不会告诉我们整个事情。
  4. **归纳推理的本质局限:**我们的观察数量越大,我们记载的关联为真正的规律的可能性就越大——但是无论数量多大,我们不能在没有观察的事例中确定地得到一个因果连接。
  5. **归纳与演绎的根本鸿沟:**理解这里的关键是:在归纳和演绎之间存在一个巨大的鸿沟。一个有效的演绎推理构成一个证明或论证;但是任何一个归纳论证至多是高度可靠的,绝不能成为证明的(demonstrative)。
- 结论:**因而,密尔声称的他的方法是“证明的方法”(method of proof)的观点,连同他的它们是“发现方法的全部”的观点一起,都必须被拒绝。



### 医学史中的认识局限:塞麦尔维斯的悲剧

19世纪匈牙利医生塞麦尔维斯发现,医生洗手可以大大降低产褥热的发病率。他通过统计数据证明了这一点,但当时的医学界拒绝接受这个发现,因为它与当时占主导地位的疾病理论不符。

#### 案例启示:

- **观察的准确性:**塞麦尔维斯的观察和统计是准确的
- **理论的局限:**当时缺乏细菌理论的支持
- **接受的困难:**即使有了正确的观察,理论框架的缺失使得发现难以被接受
- **方法论意义:**说明密尔方法的有效性依赖于更广泛的理论背景

这个案例说明,即使密尔方法得出了正确的结论,如果缺乏适当的理论框架,这些结论也可能被拒绝或误解。

### 1.3.3 密尔方法的真正价值:假说检验工具的重新定位

#### 密尔方法的真正威力:假说检验的逻辑工具

在本章中讨论的这些方法,尽管有局限,但是它们在科学方法中处于中心地位并且确实十分有效。

**与假说结合的必要性:**由于绝对不可能将所有事态考虑进去,我们必须把密尔方法与关于被考察的事态的一个或更多的因果假说一起来使用,正如我们已经看到的那样。我们通常相当不自信,因而提出不同的假说,在这些假说下不同的因素暂时地作为被研究现象的原因。

**演绎推理的有效性:**作为淘汰方法的密尔法能够使我们演绎地得到:如果对先行事态的某个特定分析是正确的,那么这些因素中的一个因素不能是(或必定是)被研究的现象的原因(或部分原因)。这个演绎是有效的——但是我们再一次强调,论证的稳固性建立在先行事态的分析的正确性之上。

**可靠性的条件:**仅当形成的假说确实正确地识别出因果关联的事态的时候,这些方法才能产生可靠的结果;并且仅当假说被加在论证中作为一个前提的时候,结果才能通过这些方法演绎出来。

**方法的本质重新定义:**现在我们能够明白这些方法提供给我们力量的本质。它们不是发现的通路,也不是证明规则。它们是检验假说的工具。

**现代科学的基础:**这些方法描述了受控实验的普遍方法——在所有现代科学中普遍和不可缺少的工具。

#### 现代科学实验设计中的密尔方法

**药物试验中的应用:**在现代药物试验中,密尔方法的原理被系统地应用:

- **求异法:**对照组与实验组的设计
- **求同法:**寻找所有有效案例的共同特征
- **求同求异并用法:**双盲随机对照试验
- **共变法:**剂量-效应关系的研究

#### 方法论价值:

- **假说检验:**不是用来发现新假说,而是检验既有假说

- **排除法**:通过排除不可能的因素来缩小可能性范围
- **控制变量**:为现代实验设计提供逻辑基础
- **因果推断**:在有限条件下进行可靠的因果推断

**现代意义**:密尔方法为现代科学的实验方法论奠定了逻辑基础,虽然它们不能独立发现或证明因果关系,但作为假说检验工具具有不可替代的价值。

### 本节要点

- **密尔方法的理论基础问题**:
  - **理想化假设的困难**:不能从字面上理解“只有一个事态相同”或“除一个事态外都相同”
  - **相关性识别的循环问题**:为了应用密尔方法需要预先知道哪些因素相关,但确定相关性正是方法要解决的问题
  - **认识论的循环性**:存在深层的认识论循环,表明密尔方法不能作为独立的发现工具
  - **“科学的酗酒者”案例**:说明方法无法自动识别真正相关的因素,需要理论知识和洞察力
  - **黄热病研究启示**:成功应用需要理论洞察、科学勇气和系统设计的结合
- **作为证明方法的根本缺陷**:
  - **预设假说的依赖性**:总是根据预先假说使用方法,注意力限定在认为可能的原因上
  - **判断错误的可能性**:预设分析可能不适当或不正确,导致基于此的推理错误
  - **观察的欺骗性**:即使精确观察也可能欺骗人,不能告诉我们完整的情况
  - **归纳推理的本质局限**:无论观察数量多大,都不能确定地得到因果连接
  - **归纳与演绎的根本鸿沟**:归纳论证至多高度可靠,绝不能成为证明性的
  - **塞麦尔维斯案例**:说明即使正确观察,缺乏理论框架也难以被接受
- **密尔方法的真正价值重新定位**:
  - **假说检验工具**:不是发现通路或证明规则,而是检验假说的有效工具
  - **与假说结合的必要性**:必须与因果假说一起使用才能发挥作用
  - **演绎推理的有效性**:在正确分析基础上能够进行有效的演绎推理
  - **现代科学实验基础**:描述了受控实验的普遍方法,是现代科学不可缺少的工具
  - **药物试验应用**:在现代药物试验中系统应用各种密尔方法原理
- **哲学反思的意义**:
  - **方法论的准确定位**:帮助我们准确理解密尔方法在科学认识中的适当位置
  - **科学方法的理解**:深化对科学方法本质和局限性的理解
  - **批判性思维**:培养对方法论的批判性思维和理性反思能力
  - **现代科学基础**:为理解现代科学实验设计提供重要的逻辑基础