

科学研究的方法和基本原理

自然科学的哲学

卡尔·G·亨普耳著

張华夏 余谋昌 魯旭东译

邱仁宗校

中山大学 第一军医大学

科学研究的方法和基本原理

自然科学的哲学

卡尔·G·亨普耳 著

张华夏 余谋昌 鲁旭东 译

邱仁宗 校

中山大学 第一军医大学

哲学基础丛书编者的话

许多哲学问题与人类的利害有着如此广泛的关系，而这些问题又是那样的纷繁复杂，以致于它们以这一种或那一种形式长时间地存在着。尽管最终它们会部分地经受到哲学上的探究，但在每个时代，它们大概都需要根据该时代扩充了的科学知识以及深化了的伦理的和宗教的经验加以重新考虑。可使用的方法愈精密愈严格，就会找到愈圆满的解决办法。因此，一个致力于哲学探索、希望了解它所提供的最圆满的解答的人，既寻求根本性问题又期待当代的成果。

哲学基础丛书是由一群著名的哲学家们撰写的，其目的在于展示一下哲学史的现阶段上哲学各个领域中的一些主要问题。

虽然在大多数哲学入门教科书中可能对某些领域作了介绍，但大学的不同班级在侧重面、教学方法以及进度方面相差极大。鉴于每个教师有本人的哲学兴趣、他的班级的人数和组成、以及学生的需要年年都会发生变化，他要有改变他的课程的自由。哲学基础丛书的这十五部著作，每部都自成体系，但同时又是其他著作的补充，它们为教师提供了一种新的灵活性，教师可以按照自己的意愿，通过合并某几部著作来编撰他自己的教科书，而且可以在不同的时期选择不同的组合。人们会发觉，那些未被某个入门教程采用的著作与别的教本或著作选读一起，会成为很有价值的、专业化更强的较高级的课程。

伊丽莎白·比尔兹利

门罗·比尔兹利

獻給

彼得·安德魯

和

托比·安妮

序 言

本书介绍了现代自然科学的方法论和自然科学哲学中的一些中心课题。为了适应篇幅有限的情况，我决定对有限的几个重要问题进行较为详细的论述，而不是对大范围内的课题进行粗略的综述。尽管本书是一本初级读物，但我力求避免会使人误解的过度简单化，而且，我还指出了现代研究和讨论的课题中的若干未解决的问题。

希望对这里所考察的问题作更充分的探索或者想了解科学哲学的其它问题的读者，将会在本书末尾简短的书目中发现我推荐的补充读物。

本书的大部分写于1964年，这一年的最后几个月，我是作为行为科学高级研究中心的研究员度过的。我乐于对给我那样一次机会表示感谢。

最后，我衷心地感谢本丛书的编者伊丽莎白·比尔兹利和门罗·比尔兹利，感谢他们颇有价值的建议，同时对杰罗姆·B·纽在阅读校样和编制索引方面的高效帮助深表谢意。

卡尔·G·亨普耳

目 录

- 第一章 本书的范围和目的
- 第二章 科学研究：发明与检验
- 第三章 假说的检验：它的逻辑及其力量
- 第四章 确证的标准和可接受性
- 第五章 规律及其在科学解释中的作用
- 第六章 理论与理论的解释
- 第七章 概念的形成
- 第八章 理论的还原
- 补充读物

自然科学的哲学

第一章 本书的范围和目的

1 不同分支的科学研究可以分为两大类：经验科学和非经验科学。前者力求探讨、描述、解释和预言我们生活的世界上发生的事件。因此，它们的陈述必须用我们的经验事实来检验，仅当它们得到经验证据的适当支持时，它们才是可接受的。这样的证据可由许多不同的途径得到：实验，系统观测，访问调查，心理和临床测试，文件，碑文，钱币和考古遗迹的仔细审查，等等。对经验证据的这种依赖把经验科学和其命题的证明与无需援引经验发现的非经验的逻辑与纯数学学科区别开来。

经验科学本身又常常分为自然科学和社会科学。这种区分的标准比区分经验研究与非经验研究的标准更不清楚，恰恰是在什么地方应该划一分界线没有普遍的一致意见。通常，自然科学被理解为包括物理学、化学、生物学和它们的边缘领域；社会科学被认为包括社会学、政治科学、人类学、经济学、编史学和一些有关的学科。心理学有时归于自然科学，有时归于社会科学，人们常常认为它是二者交迭的。

2 在现在这一丛书中自然科学哲学和社会科学哲学在不同卷中加以讨论。题目的这种分隔是服务于有可能更充分地讨论科学哲学的广阔领域这一实际目的；它不是要预先

判断这种区分是否也具有分类上的意义这个问题，即在主题、对象、方法和预先假定方面自然科学和社会科学是否根本不同这个问题。人们广泛地并根据种种理由认为这些广阔的领域之间存在着这样一些基本差别。这些主张的详尽探讨需要社会科学以及自然科学的仔细分析，因而超出了这本小册子的范围。然而，我们的讨论将使这个问题更为明确。因为在我们对自然科学哲学的探讨中，我们将不时地提到社会科学以资比较，我们将看到，我们关于科学研究的方法和基本原理的许多发现不仅应用于自然科学而且应用于社会科学。所以，“科学”和“科学的”这些词常常用来指经验科学的整个领域；但是，它需要明晰时，将要增加限定语。

科学今天享有的很高声誉无疑在很大程度上归因于它的惊人的成功和它的应用范围的迅速扩展。经验科学的许多分支为有关技术提供基础，这些技术将科学研究成果付诸实际应用，又常常提供新资料、新问题和新的研究工具给纯粹的或基本的研究。

但是，除了帮助人设法控制人类环境外，科学还回答另一个虽然和利害关系不大但同样深刻而持久的迫切要求：即对他自己所在的世界获得越来越广泛的知识 and 越来越深刻的理解的愿望。在下面各章里，我们将考虑，科学研究的这些主要的目标如何达到。我们还将考察，科学知识如何达到、如何得到支持和如何变化的；我们将考虑科学如何解释经验事实，它的解释能给我们提供什么性质的理解；而在这些讨论过程中，我们还将论及关于科学研究、科学知识和科学理解的先决条件和范围的一些更一般的问题。

第二章 科学研究：发明和检验

2.1 作为例子的一个案例史

3 我们来考查一下塞麦尔维斯关于产褥热的工作，作为科学研究一些重要方面的一个简单实例。艾格纳兹·塞麦尔维斯，匈牙利的一名医生，1844—1848年期间在维也纳总医院从事这项工作。作为这个医院的第一产科病房的医生，塞麦尔维斯发现在这间产房分娩的大部分妇女得了一种叫做产褥热的严重而常常是致命的疾病，对此他甚为烦恼。1844年，在第一产科病房3,157位母亲中多达260位，或8.2%死于这种疾病；1845年，死亡率为6.8%；1846年，死亡率为11.4%。这些数字因为与毗连的该院的第二产科病房相比而更加使人惊慌，那里同第一产科病房收住几乎一样多妇女，而同期产褥热死亡人数却低得多，2.3%、2.0%和2.7%。在塞麦尔维斯后来写的一本关于产褥热的原因和预防的书里，他叙述了他的解决这一可怕的难题的努力。^①

他从考虑当时流行的各种各样的解释开始：他立即摒弃了与公认的事实不相容的一些解释；对其他一些解释则付诸于特定的检验。

4 一个得到广泛承认的观点是把产褥热的灾难归因于“流行性影响”，含糊地说成“宇宙—地球—大气变化”

^① 见第4页注

传播到整个地区并引起分娩妇女的产褥热。但是，塞麦尔维斯推论说，怎么能这几年第一产科病房遭受此种影响而第二产科病房幸免呢？这种观点如何能与下列事实一致呢？虽然产热在该医院流行，但发生在维也纳市和它的周围的几乎一例也没有；一种真正的流行病，例如霍乱是不会有这种选择性的。最后，塞麦尔维斯注意到，被接受入第一产科病房的有些妇女，住的地方离这个医院很远，在半路上就出现阵痛，并在街道上分娩；然而尽管有这些不利条件，这些“街道分娩”病例中的产褥热死亡率低于第一产科病房的平均值。

按照另一种观点，过分拥挤是第一产科病房死亡率的原因。但是，塞麦尔维斯指出，实际上，第二产科病房更加拥挤，部分是由于病人不顾一切努力避免分配到臭名昭著的第一产科病房的结果。他也由于注意到两间产褥病房之间病人的饮食和一般照顾没有差别而摒弃了当时流行的两种类似的猜测。

1846年，任命了一个委员会来调查这个问题，该委员会把第一产科病房的疾病流行归因于在第一产科病房所有接受训练的医科学生的粗暴检查造成的创伤。塞麦尔维斯在反驳这个观点时指出：(a)由于分娩过程自然造成的创伤比由于粗暴检查所造成的广泛得多；(b)在第二产科病房

① 塞麦尔维斯的工作和他遇到困难的故事在医学史上是令人入胜的一页。详细的叙述，包括塞麦尔维斯大部分著作的翻译和解释见 W. J. 辛克莱：《塞麦尔维斯：他的生活和学说》（英国，曼彻斯特：曼彻斯特大学出版社，1909年）。本章引用的简短的引语来自这一著作。塞麦尔维斯的一生最重要的部分在 P. 德克努伊夫：《与死亡斗争的人们》（纽约：哈克特、布雷斯和沃尔德公司，1932年）第一章作了详细的叙述。

接受训练的助产士完全以相同的方式检查他们的病人，但是没有同样的不良后果；(c)当时，作为对这个委员会的报告的反应，医科学生减少一半，并使他们对妇女的检查减少到最小量，死亡率在短暂的下降以后，增长到比以前更高的水平。

各种各样的心理解释也曾尝试过。其中之一是注意到第一产科病房的安排是，教士对临终妇女作最后的圣礼在达到病床之前必须经过五个病室：认为由摇着铃的随从领行的教士的出现，对病室中的病人有令人恐惧和使人衰弱的影响，因而使她们更可能成为产褥热的受害者。在第二产科病房因为教士直接走向病床没有这种有害因素。塞麦尔维斯决定对这种猜测进行检验。他说服了教士为了寂静无声地和不受注意地到达病人的房间而绕道走并且不摇铃。但是，第一病房的死亡率并没有减少。

由于观察到第一产科病房妇女仰卧分娩而第二产科病房妇女则侧卧分娩，塞麦尔维斯提出一个新的想法。虽然他认为这是不可能的。他决定象“溺水的人抓住一根稻草”一样来检验程序上的这样差异是否显著。他在第一产科病房采用侧卧的姿势，但是死亡率仍然保持不变。

最后，1847年初，一个事故给塞麦尔维斯提供了一个解决这个问题的决定性的线索。他的一位同事科莱奇卡的手指被一个正在施行尸体解剖的学生的解剖刀刺伤，在极度痛苦的疾病以后他死了，在生病期间，他呈现了塞麦尔维斯在产褥热病人那里观察到的同样一些症状。虽然这时微生物在这种感染中的作用还没有被认识到，但塞麦尔维斯了解到，学生解剖刀上的“尸体物质”已进入科莱奇卡的

血流，并引起了使他的同事致命的疾病。科莱奇卡的病程与在他们诊室的妇女的病程一些相似处使得塞麦尔维斯断定他的病人死于同样的血液中毒：他、他的同事和医科学生是传染性物质的携带者，因为他和他的同事在尸体解剖室施行解剖后直接来到病室，只是表面地洗洗他们的双手便来检查分娩中的妇女，他们的双手往往还保留有腐败的气味。

以后塞麦尔维斯对他的想法又进行了一次检验。他推论说，如果他的想法是正确的，那么，产褥热能由化学方法消灭粘附在手上的传染性物质而得到预防。因此，他发布命令，要求所有医科学生在作检查之前必须在漂白粉溶液中洗手。产褥热死亡率开始迅速下降，1848年第一产科病房下降到1.27%，与之相对照第二产科病房是1.33%。

为了进一步支持他的想法或他的假说，我们还可以说，塞麦尔维斯指出，它说明了第二产科病房死亡率始终低得多这一事实的原因：那里的病人是由助产士护理的，他们的训练不包括用尸体解剖上解剖课。

这个假说也解释了“街道分娩”的死亡率之所以比较低：抱着婴儿到医院的妇女在入院后很少受到检查，因而有更好的机会避免受感染。

6 同样，这个假说解释了新生儿的产褥热牺牲者全都是他们的妈妈在分娩期间得这种病的婴儿这一事实：因为那时感染是在出生以前通过母亲和胎儿的共同血流传给婴儿，而当妈妈仍然健康时，这是不可能的。

进一步的临床经验很快使塞麦尔维斯扩展了他的假说。例如，有一次，他和他的同事们对他们的手进行仔细

的消毒后，先检查一位分娩中的妇女，她患有宫颈癌，正在溃烂；接着，没有重新消毒，只是常规冲洗以后他们继续检查同一房间的其他十二位妇女。这十二个病人中的十一个死于产褥热。塞麦尔维斯断定，产褥热不仅由尸体物质引起，而且也由“从活的有机体产生的腐败物质”引起。

2.2 检验假說的基本步驟

我们已经看到，在他的关于产褥热原因的研究中，塞麦尔维斯如何检查业已提出的作为可能答案的假说。这些假说是如何提出的，本来是一个有趣的问题，我们将在后面来考虑。可是，首先让我们来考查，一个假说一旦被提出是如何接受检验的。

有时，这个程序是完全直截了当的。考虑这样一些猜测：在拥挤程度、食饮或一般照顾方面的差异是两个产科病房死亡率不同的原因。正象塞麦尔维斯指出的，这些猜测与很容易观察到的事实是冲突的。两个产科病房之间没有这些差异；所以这些假说作为假的而被摒弃。

但是，通常这种检验不是简单的和直接的。以把第一产科病房死亡率高归因于教士和他们的随从的出现引起的恐怖的假说为例。这种恐怖的强度，特别是它对产褥热的影响，不是象拥挤程度或饮食方面的差异那样可以直接弄清楚的，塞麦尔维斯应用一种间接的检验方法。他问自己：如果这个假说是真的，那么是否有什么应该出现的可容易观察的效应呢？他推论说，如果这个假说是真的，那么适当改变教士的程序接着就会降低死亡率。他用简单的

实验来检验这个蕴涵，发现它是假的。因此，他摈弃了这个假说。

同样，为了检验他的关于分娩期间妇女的姿势的猜测时，他推论：如果这个猜测是真的，那么第一产科病房采用侧位分娩便会降低死亡率。他的实验表明这个蕴涵又是假的，这个猜测也被抛弃了。

7 在后两种情况下，这种检验是建立在某一论证的基础上，大意是，如果这个被详细考虑的假说，比方说H，是真的，那么，某种可观测的事件（例如死亡率下降）在特定的情况下（例如，如果教士不走过病室，或者如果妇女以侧位分娩）就应出现；简言之，如果H是真的，那么I也是真的，这里I是描述预期的可观察事件的陈述。为了方便，让我们说，I从H推论出，或为H所蕴涵；并让我们称I是假说H的检验蕴涵，（后面我们将对I和H之间的关系作更精确的描述）。

在我们的最后两个例子中，实验表明这检验蕴涵是假的，该假说因而被摈弃。导致其摈弃的推论可以以图式表示如下：

如果H是真的，那么I也是真的。
(2a) 但是(如证据表明的) I不是真的。
 H不是真。

这种形式的任何论证，在逻辑上称为 modus tollens（否定后件推理）^①，在演译上是正确的；也就是说，如果它的前提（横线上面的语句）是真的，那么它的结论（横

① 详见这丛书的另一册：W. 索尔蒙：《逻辑》，第24—25页。

线下面的语句)也永远是真的。因此,如果(2a)的前提得到适当的证实,被检验的假说H实际上必须被摒弃。

其次,现在让我们来看看观察和实验证明检验蕴涵I的情况。从他的产褥热是由于尸体物质引起的血液中毒的假说,塞麦尔维斯推论,适当的消毒措施将减少疾病死亡。这一次,实验表明,这个检验蕴涵是真的。但是,检验的有利结果没有最后证明假说是真的,因为基本的论证有如下的形式:

如果H是真的,那么I是真的。
(2b) (如证据表明的) I是真的。
H是真的。

这种推理方式,可以称为肯定后件的谬误,在演绎上是无效的;也就是说,即使它的前提是真的,它的结论也可能是假的。事实上这已由塞麦尔维斯本人的经验证明。他认为产褥热是血液中毒一种形式的最初解释,基本上认为感染尸体物质是这种疾病的唯一根源;他推论说,8 如果这个假说是真的,那么通过消毒冲洗破坏尸体微粒将降低死亡率,这是正确的。而且,他的实验表明这个检验蕴涵是真的。因此,在这种情况下,(2b)的前提都是真的。然而,他的假说是假的,因为正象他后来发现的,来源于活的有机体的腐败物质也可引起产褥热。

因而,检验的有利结果,即从假说推导出检验蕴涵是真的这一事实,并不证明假说是真的,即使假说的许多蕴涵被详细的检验所证实,该假说可能仍然是假的。如下的

① 见W. 塞尔森:《逻辑》,第27—29页。

论证仍然犯有肯定后件的谬误：

如果H是真的，那么 I_1, I_2, \dots, I_n 也是真的。
(2c) (如证据表明的) I_1, I_2, \dots, I_n 都是真的。
H是真的。

这也可以用塞麦尔维斯最后假说的第一种说法来证明。正象我们早已指出的，他的假说也产生检验蕴涵，即住入第一产科病房的街道分娩病例中，产褥热的死亡率应低于第一产科病房的平均数，避免这种病的妈妈的婴儿不患产褥热；而且，这些蕴涵已由这样的证据证实——即使这最后假说的第一种说法是假的。

但是，不管多么多的有利检验结果并不提供假说的最后证明，这一意见不应使我们认为，如果我们使假说接受许多次检验，以及它们全都有有利的结果，我们的情况也不比我们根本不曾检验过这个假说更好些。因为我们每一次检验可以想象本来也许有不利的结果，并且本来也许导致挨弃假说。由检验假说 I_1, I_2, \dots, I_n 的不同的检验蕴涵得到的一组有利结果表明就这些特定蕴涵而言，这个假说得到了证明；虽然这个结果不提供假说的最后证明，它至少提供若干支持和对它的若干不完全的确认或确证。这种支持的程度依赖于假说和检验资料的各个方面。这些将在第4章进行考查。

现在让我们来考虑另一个例子，① 它也将使我们注意

① 读者会在J. B. 科南特的极吸引人的书《科学和常识》（纽海文：耶鲁大学出版社，1951年）的第4章中发现对这个例子比较充分的叙述。托里拆利关于他的假说和他对假说的检验的一封信，以及关于多姆山实验的目击者的报告重印于W. F. 瑞吉的《物理学原始资料集》（坎布里奇：哈佛大学出版社，1953年）。第70—75页。

科学研究的一些其他方面。

9 象在伽利略的时代已经知道的，或许更早些，简单的抽水泵，借助能在泵筒中提升的活塞从井里抽水，提水不高于水面34英尺。这种限制引起了伽利略的兴趣，并对此提出了一种解释，可是这个解释是谬误的。伽利略死后，他的学生托里拆利提出一个新的答案。他论证说，地球被空气海包围，由于空气海有重量向下对水面施加压力，当活塞提升时对井水面施加的这种压力使水提升泵筒。因此泵筒中水柱高度34英尺的最大值不过反映大气对井的水面所施加的总压力。

由直接的检查 and 观察来决定这个说法是否正确虽然是不可能的，托里拆利间接地检验了它。他推论说，如果他的猜测是正确的，那么大气压力也能够支持相应地比较短的水银柱；实际上，既然水银的比重是水的14倍，水银柱的高度应该是约 $34/14$ 英尺，或比 $2\frac{1}{2}$ 英尺稍短一些。

他用一个巧妙而简单的器械检查了这一检验蕴涵，实际上这器械就是水银气压计。水井以容纳着水银的开口容器代替；抽水泵筒以一端封口的玻璃管代替。玻璃管完全装满水银并用大姆指紧紧地封盖住开口的一端。然后把它颠倒过来，开口的一端没在水银井中，并将大姆指移开；于是管中水银柱高度一直下降到约30英寸停止——正如托里拆利的假说所预言的。

帕斯卡尔注意到了这个假说的其他检验蕴涵，他推论说，如果托里拆利气压计中的水银柱是靠开口水银井上面的空气压力来取得平衡，那么它的长度将随着高度增加