(美)R·卡尔纳普 著

张华夏等 译

# 科学哲学导论





中山大学出版社

# 科学哲学导论

(美) R·卡尔纳普 著

张华夏等 译

中山大学出版社

Rudolf Carnap
An Introduction to the Philosophy of Science
Edited by Martin Gardner
Basic Books, Inc.
New York, 1966
本书根据1974年平装版译出

科学哲学导论
(美)R·卡尔纳普 著
张华夏等 译
·
中山大学出版社出版发行
韶关新华印刷厂印刷 广东省新华书店经销
·
850×1168毫米 32开本 9.75印张 24万字
1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷
印数1—3500 册
ISBN7-306-00044-6/B·8
统一书号:2339·17 定价:1.70元

# 平装版序言

在我的生涯里，深感荣幸的一件事是参加过鲁道尔夫·卡尔纳普主持的“物理学的哲学基础”研究班。当时他在芝加哥大学。还有更荣幸的事，就是多年之后（即在卡尔纳普于加利福尼亚大学重讲之后），他允许我把研究班的那些演讲收入本书。虽然本书不能确切地当作基础性的和“通俗性”的著作，但是可以肯定，与卡尔纳普其他任何一本著作相比，它的技术性要少得多。依我看，本书是这个世纪伟大的、富有创造性的一位哲学家的观点最好的初步介绍，同时也是现代介绍科学哲学最清晰、最得宜的一本著作。

本书最初以卡尔纳普过去常用于他主持的研究班的题目来命名，并且附上副标题“科学哲学导论”。韦斯利·C·萨尔蒙(Wesley C·Salmon)是本版改换书名的主要建议者。萨尔蒙曾为本书作过相当令人满意的评论(《科学》，1967年3月10日)，几年来他一直使用本书作为学生的指定读物。两年前，他提出了两个建议：第一，此书以平装版重印，以便学生能购买得起；第二，改换原来那个令人生畏的书名，免得使人产生假象，以为它是一本高度技术性的著作。两个建议在这里都被采纳了。

除略有更正外，内文重大的改动只是在第255页和第256页。在回复格罗弗·麦克斯韦(Grover Maxwell)的友好来信时（大致在1970年卡尔纳普去世之前），卡尔纳普答应澄清有关工具论与实在论之间在科学理论的本质方面的冲突的所有简评。卡尔纳

普没有忘记这件事，因此对那两页做了某些改动，并增补上一条脚注，让读者参考他于1950年发表的一篇文章中的详细观点。

为了表明卡尔纳普在1966年的意图，这里保留了原来的文献目录，不再挑选那时以后发表的许多优秀文献。

马丁·加德纳

# 原　　序

这本书产生于研究班的讨论，这种讨论我以不同的内容和形式搞过多次了。它被称为“物理学哲学基础”或“物理科学的概念、理论和方法”。虽然内容经常改变着，但一般的哲学观点依然如故；这个课程强调科学的概念、陈述和理论的逻辑分析，而不是形而上学的思辨。

将我在研究班上的（宁可说是非正式的）讲话要义写成一本书的想法是马丁·加德纳建议的。他参加了我于1946年在芝加哥大学开设的课程。1958年，他询问是否有研究班讨论的打字稿或者能够搞出来；如果行的话，他提议编辑出版。我的讲演或讨论讲话从来没有打字稿，而我不愿意费时间来写一个。恰好宣布我于1958年下半年在加利福尼亚大学洛杉矶分校开设这个课程。他建议将我的讲话和讨论加以记录。我意识到在口语和适合于出版的表述之间的巨大距离，我开始相当怀疑这个计划，但我的朋友劝我干这事，因为我的关于科学哲学问题的观点已出版的东西不多。决定性的促进来自我的妻子，她自愿录下全学期的课程并抄写誊正，她于这事并在工作过程的最后阶段几乎给了我无法估计的帮助。这本书有许多是属于她的；可是她没有活到见到这本书的出版。

打字稿的修正本送给了马丁·加德纳。然后他开始他的困难的任务，并以极高的技巧和机敏来完成这个任务。他不仅使文体流畅，而且设法重新组织一些题材，改进实例或者增添新实例以

便读者容易阅读理解。各章的前后顺序调整了几次。我不时作出大幅度的更改或补充或建议加德纳这样做。虽然这个研究班课程是为高级的哲学研究生开设的，他们熟悉符号逻辑并具有大学数学和物理学的知识，不过我们还是决定使这本书为更广泛的读者接受。多数的逻辑的、数学的和物理学的公式已被压缩，保留下来的都作了看来是适当的说明。

我并不是企图在这本书中对物理学哲学基础的所有重要问题作系统的论述。在我的课堂讨论中，因而也在这本书中，我宁愿将自己限制到少数基本问题(为本书六个部分的标题所示的)，并比较透彻地讨论它们，而不是对许多主题作粗略的讨论。本书涉及的大多数课题(除了第三篇论几何以及第三十章论量子物理之外)都关系到所有的科学分支，包括生物科学，心理学以及社会科学。因而，我相信，这本书也可以用作科学哲学的一般导论。

我首先感谢我的忠实的和能干的合作者马丁·加德纳。我感激他的杰出的工作及当我返回某些章节或需要做比较大的改动时造成的长时间的耽搁，他表现出的无限耐心。

我要感谢我的朋友赫伯特·菲格尔和卡尔·G·亨普尔，在多年的相互谈话中他们提供了有启发性的思想，特别感谢他们对手稿的某些部分提出有帮助的评论。我感谢阿布纳·西蒙尼，感谢他在有关量子力学方面给我以慷慨的富有经验的帮助。最后，我感激许多朋友和同事，感谢他们的鼓励。我并且感谢我的学生，他们参加这种或那种形式的课堂讨论，他们的问题和讨论引起在本书中的某些讨论。

我感谢耶鲁大学出版社，它允许我广泛引用库尔特·里兹勒的《物理学与实在》(1940)一书。

鲁道尔夫·卡尔纳普

1966年2月于加利福尼亚大学洛杉矶分校

# 目　录

## 第一篇　规律，解释与概率



## 第二篇　测量与定量语言



## 第三篇　空间的结构

**第四篇　因果性与决定论**



**第五篇　理论规律与理论概念**



**第六篇　超越决定论的彼岸**

# 第一篇　规律，解释与概率

## 第一章　规律的价值：解释与预言

我们在日常生活中所进行的观察，和比较系统的科学观察一样，揭示了世界上的某种重复性和规则性，诸如日夜的更替，四季按同一规则的循环；触摸到火总是觉得热的；当我们投抛物体，物体就下落；等等。科学的规律不是别的，它不过是尽可能精确地表达这些规则性的陈述。

如果一种规则性毫无例外地在所有的时间和所有的地方都被观察到，则这种规则性被表达为"全称规律"的形式。一个日常生活的例子是"所有的冰都是冷的"。这个陈述断言任何一块冰——在宇宙的任何地方，于任何时间，无论过去、现在和将来——都是(过去是，或将来是)冷的。并非所有科学规律都是全称性的。有些规律断言一种规则性只在一定的百分率的场合下出现，而不是断言它在**所有的**场合下出现。如果这种百分比已被指明或者如果用其他方法确定了关于一事件对另一事件关系的定量陈述，则这种陈述被称为"统计规律"。例如，"成熟的苹果通常都是红的"或

"每年出生的婴儿约有一半是男孩"。这两种类型的规律——全称的和统计的——都是在科学上所需要的。全称规律在逻辑上比较简单，因而我们首先考察它们。本章讨论"规律"的前面部分，通常指的是全称规律。

全称规律在逻辑形式上，由形式逻辑的所谓"全称条件陈述"来表达。（在这本书中，我们将偶尔地用到符号逻辑，不过只是在非常基本的方面用到它。）例如，我们考虑一个最简单的可能的规律类型，它断言，对于所有的x，如果x是P，则x也是Q。这可以符号地写成下式：

$$(x)(Px \supset Qx)。$$

左边的"(x)"表达称为"全称量词"。它告诉我们，这个陈述涉及x的**所有**场合，而不是这些场合的一定的百分率。"Px"表示x是P，而Qx表示x是Q。符号"⊃"是连接符号，它将它左边的项与右边的项连接起来。在英文中，它粗略地相应于"如果……则……"的断言。

如果"x"表示任意的物体，则这规律说明，对于无论什么样的物体x，如果x具有性质P，则它也具有性质Q。例如，在物理学中，我们可以说："对于任何物体x，如果这物体受热，则这物体会膨胀"。这就是最简单的非定量形式的热膨胀定律。的确，在物理学中，人们试图获得定量的规律并证明它是毫无例外的。不过，如果我们忽略这种精心制作的过程，则这个全称条件陈述仍是所有全称规律的基本逻辑形式。有时我们会说，不仅每当Px成立，则Qx成立，而且反过来也是真的，即每当Qx成立，则Px也成立。逻辑学家称这种逻辑形式为双条件陈述——在两个方向上都是条件的陈述。当然这和下列事实并不矛盾：在所有的全称规律中，我们都谈及全称条件语句。因为双条件语句可以看作是两个条件语句的联结。

并非所有由科学家作出的陈述都具有这种逻辑形式。一个科

学家会说："昨天史密斯教授在巴西发现蝴蝶的一个新种"。这不是一个规律的陈述。它涉及的是某一个指定的单一的时间与地点；它陈述这一时间与地点里有某一事情发生。由于这样的陈述是关于单一事实的陈述，所以称之为"单称"陈述。的确，我们所有的知识都起源于单称陈述，即起源于对特殊个体的特殊观察。在科学哲学中，一个重大的、令人困惑的问题乃是我们怎样能够从这样的单称陈述出发到达全称规律的断言。

当着科学家的陈述是用普通的文字语言作出而不是用比较精确的符号逻辑的语言作出时，我们必须极度的小心，不要将单称陈述和全称陈述搞混淆了。如果一个动物学家在教科书中写道："这种大象是卓越的游泳家"，他指的并不是一年前他在动物园中观察到的某一只象是个很好的游泳家。当他说"这大象"时，他所用的"这"是在亚里士多德的意思上用的；他指的是象的整个类。当着实际上是指某一类或某一型时，所有的欧洲语言都从希腊语（也许还有其他语言）中继承了这种单称的说话方式。希腊人说"人是有理性的动物"，他们确实是意指所有人而不是某一个特定的人。类似地，当我们意指所有的大象时，我们说"这大象"；而当我们不是指个别的肺结核病例而是指所有的肺结核病例时，我们说"肺结核病的症状是……"。

不幸的是，我们的语言具有这种两可解释，正是意义不明成了许多误解的起源。科学家常常将全称陈述——或宁可说是这些全称陈述所表达的东西——称作"事实"，他们忘记了"事实"一词原先是运用于单个的特定的事件（而我们将唯一地只在这种意义上运用它）。如果一个科学家被问及热膨胀定律，他会说："啊！热膨胀，这是一个大家熟悉的基本的物理事实"。类似地，他也可能说，热由电流产生，这是一个事实；磁由电产生是一个事实；等等。这些有时被认为是人们通晓的物理学的"事实"。为了避免误解，我们不把这种陈述称作"事实"。事实是特定事件。"今天早

晨，在实验室里，我将电流通进带有铁心的线圈里，并且发现这个铁心变成有磁性的了”。的确，如果不是我自己在什么地方弄错了的话，这是一个事实。但是，如果我没有喝醉，如果实验室里没有太大的雾，如果没有人暗中摆弄仪器装置来戏弄我，则我会将早晨事件发生的结果当作事实的观察而陈述出来。

当我们用到“事实”一词的时候，为了清楚地与全称陈述区别开来，我们将在单称的意义上来了解它。全称的陈述，我们将称之为“规律”，即使是如热膨胀定律那样简单的东西，甚至是“凡乌鸦皆黑”这样的更为简单的陈述也是如此。我不知道这个陈述是否正确，但假定它是正确的，我们将称它为动物学规律。动物学家可以在日常使用的说法上谈论象“凡乌鸦皆黑”或“章鱼有八爪”这样的“事实”，但在我们比较精确的术语上，这类陈述将称作“规律”。

后面，我们将区别两类规律——经验规律和理论规律。我们刚才提及的简单类型的规律有时称为“经验概括”或“经验规律”。它们是简单的，因为它们谈到的是可直接观察到的如黑颜色或一块铁的磁性那样的性质。例如，热膨胀规律是依据对许多被加热而膨胀的物体的直接观察而得到的概括。与此相对照，理论的、不可观察的概念，如基本粒子与电磁场，必须用理论规律来谈论。后面我们将会讨论所有这些问题。这里我之所以提到它，是因为否则你们会想，我所举的例子不能概括你们也许在理论物理学中学到的那类规律。

扼要讲来，科学是从个别的事实的直接观察开始的。没有什么其他的东西是可观察的。当然，一种规律性是不能直接观察的。只有当许多观察被相互比较，规律性才会被发现。这些规律性用被称为“规律”的陈述来表达。

这样的规律有什么用处？在科学中以及在日常生活中，规律服务于什么目的？回答是双重的：它们用于**解释**已经知道的事实

以及预言尚未知道的事实。

首先，让我们看看科学规律怎样用于解释。如果不涉及至少是一个规律，就不可能作出解释——就是说没有任何东西应该得到“解释”这个光荣称号。(在简单的情况下，只有一个规律；但在比较复杂的情况下，则可能包含有许多规律的集合。)强调这一点是重要的，因为哲学家们经常坚持主张他们能够用某些其他的方法解释历史、自然和人类生活里的一定的事实。他们通常用指明应对被解释事件负责的某种动因和力量来作解释。

当然，在日常生活中，这就是解释的一种熟悉的形式。有人问道：“我离开这个房间前留在桌子上的一只手表不见了，这到底是怎么一回事呢？”你回答道：“我看见约翰进这个房间，将它拿走了。”这是你关于不见了表的解释。这也许不被看作是一个充分的解释。约翰为什么拿走这只表呢？他企图偷这只表呢还是只是借走它？也许他是在错试认这只表是他自己的情况下拿走这只表的。第一个问题，“这只表发生了什么情况？”是由一个事实陈述来回答的：约翰拿走了它。第二个问题，“为什么约翰拿走它？”可用另一个事实来回答：他借去一会儿。因而看来，我们全然不需要规律。我们要求对一个事实进行解释，而为此我们给出了第二个事实。我们寻求对第二个事实进行解释，我们便给出第三个事实。要求进一步解释会一直引出另外的事实。那么，为了对一个事实作出适当的解释，为什么必须诉诸于一条规律？

这个问题的回答是：事实解释其实是伪装了的规律解释。当我们比较仔细地检查它们时，我们发现它们是暗中假定了一定规律的省略的、不完全的陈述，而这些规律是如此地为人们所熟知以致于不必去表述它们了。在上述的例子中，如果我们不假定每当有人从一张桌子上拿走一只表，这只表就不再在桌子上了这个全称规律，则第一个回答“约翰拿走了它”就不会被认为是一个满意的解释。第二个回答“约翰借了它”之所以是一个解释，那是因

为我们将这全称规律，即“如果有人借一只表到别处用，则他拿起这只表并带走它”看作是理所当然的事。

再考虑一个例子。我们问小汤米，他为什么哭，他用另一个事实来回答：“吉米打我的鼻子”。为什么我们认为这是一个充分的解释呢？因为我们知道打在鼻子上就引起疼痛，而当小孩感到痛，他们就会哭，这些是一般心理规律。它们如此地被人们所熟知，以致于当汤米回答他为什么哭时已假定了它们。如果我们谈论一个火星上的小孩，并且我们对火星人的心理规律知道得很少，则一个简单的事实陈述就不会被认为是关于小孩行为的适当的解释。除非这些事实至少能用一个明确地陈述出来或者暗暗地理解了的规律与其他事实联系起来，否则就不能提供解释。

包含于一切演绎类型的解释中的一般图式可以符号地表述如下：

1. $(x)(Px \supset Qx)$
2. $Pa$
3. $Qa$

第一个陈述是运用于任何客体x的全称规律。第二个陈述断言一个特殊客体a具有性质P，这两个陈述结合在一起就使我们能够逻辑地推导出第三个陈述：客体a具有性质Q。

在科学中，正如在日常生活中一样，全称规律并不总是明白地陈述出来的。如果你问一个物理学家：“为什么片刻以前精确地适合于这个仪器的这根铁棒现在却长了一些呢？”他可以这样回答：“当你离开这间房子时，我加热了这根铁棒”。当然，他假定你已懂得热膨胀规律；否则，为了使人弄明白，他会补充说，“而无论何时，一物体被加热，它就膨胀”。这个一般规律对于他的解释是必不可少的，但如果你知道这个规律，并且他知道你懂得它，他就会觉得没有必要去陈述这个规律。就是由于这个理由，解释，特别是日常生活中的解释（在那里一般意义的规律被认为

是理所当然的)，与我们已给出的图式，看上去常很不相同。

有时，在作出的一种解释中，只知道所运用的规律是统计规律而不是全称规律，在这种情况下，我们必须满足于统计解释。例如，我们会知道，某种蘑菇带有轻微的毒性并在吃了它的人中的90%的人里引起某种病症。如果一个医生当他检查一个病人时发现有这种病症而这个病人告诉这个医生，昨天他吃过这种特别的蘑菇，这医生就会认为这就是这种病症的一种解释，尽管所包含的规律只是统计规律。的确，这是一种解释。

甚至当一个统计规律只提供一种极弱的解释时，它仍然是一种解释。例如，一个统计药物规律可能谈到有5%的人吃了某种食物会发生某种症状。如果一个医生对有这种症状的病人引用这个规律作为他的解释，病人会不满意的，他问道："为什么我属于那5%？"在某种情况下，这个医生能够提供进一步的解释，他可以检验这病人的过敏反应并发现他对这种特殊的食物有过敏反应。他告诉这个病人说："如果我事先知道这些情况，我将会告诫你不要吃这种食物。我们知道，有这种过敏反应的人吃了这种食物，97%会产生象你那样的症状。"这就作为一个比较强的解释使这个病人感到满意。无论强与弱，这些都是名副其实的解释。在不知道全称规律的情况下，统计解释，常常是唯一有效的解释类型。

在刚才举出的例子中，统计规律是我们能够表达的最好者，因为不存在充分的药物知识使我们有理由说出一个全称规律。经济学以及社会科学的其他领域的统计规律，是由于类似的知识不足的结果。我们关于心理规律的有限知识，我们关于基本的生理规律的有限知识以及我们关于这些规律怎么能够建立在物理规律的基础上的有限知识，使得我们用统计的术语来表述这些规律成为必要。然而，在量子理论中，我们遇到各种统计规律，就不是我们知识不足的结果；它们能表达世界的基本结构。海森堡的著

名的测不准关系原理就是最明显的例子。许多物理学家相信，物理学的所有规律最终建立在基本的规律的基础上，这些基本规律是统计的。如果是这种情况，我们将满足于依据统计规律进行的解释。

包含于所有解释中的基本逻辑规律是什么？它们总是作为科学解释所依据的全称规律而起作用的吗？不是！它们并不是这样。理由是它们是完全不同类型的规律。的确，这些逻辑的或纯数学（不是物理几何，它有另外的情况）的规律是全称的，但它们并不告诉我们有关世界的任何东西。它们仅仅是述说了某些概念之间所具有的关系，并非由于世界有如此如此的结构，而只是由于这些概念依一定的方法进行定义。

下面是简单逻辑规律的两个实例：

1.如果p与q，则p。

2.如果p，则p或q。

这些陈述是毫无争议的，因为它们的真理性是建立在所包含的项的意义的基础上的。第一个规律仅仅说明，如果我们假定p与q的陈述是真的，则我们必须假定陈述p是真的。这个规律遵守“与”和“如果……则”的用法。第二个规律断言，如果我们假定p为真，则我们必须假定p或q也是真的。用日常语言来说明，这个规律是意义不明的，因为英语中“或”这个词并不区别是在相容的意义（两者中的一个或两者）上用的还是在不相容的意义（两者中的一个但不是两者兼而有之）上用的。为了使这个规律精确，我们符号地表述它，写作

$$p \supset (p \vee q)$$

符号“$\vee$”理解成在相容意义上的“或”。它的含义可用写出它的真值表来比较形式地给出。干这事就是对由这个符号联结来的两个项，开列出所有可能的真值（真或假）组合，然后指明哪一种组合是这个符号所容许的，哪一种组合是这个符号所不容许的。