

科学陈述 的逻辑

逻辑解读

郭垒
著

中国书籍出版社

科学陈述的逻辑解读

郭垒 著

中国书籍出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学陈述的逻辑解读/郭垒著. —北京: 中国书籍出版社, 2005.6
ISBN 7-5068-1385-8

I. 科... II. 郭... III. 物理学—逻辑—关系—生命科学 IV. ①04②Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 060189 号

责任编辑 / 庞 元

责任印制 / 熊 力 武雅彬

封面设计 / 华子图文

出版发行 / 中国书籍出版社

地 址 / 北京市丰台区三路居路 97 号 (邮编: 100073)

电 话 / (010) 51259192 (总编室) (010) 51259186 (发行部)

电子邮箱 / chinabp@vip.sina.com

经 销 / 全国新华书店

印 刷 / 北京华正印刷厂

开 本 / 850 毫米 × 1168 毫米 1/32

印 张 / 8.375

字 数 / 210 千字

版 次 / 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 0001 - 1000 册

定 价 / 18.00 元 (册)

版权所有 翻印必究

**本书出版受到
国家教育行政学院学术文库
出版基金资助**

序 言

在学术领域，对生命的哲学探讨大体上有两种方式，一种是人本主义的方式，例如柏格森的生命绵延、叔本华和尼采的自由意志、海德格尔的存在，它是对生命的直接认定，“生命”是其叙述的出发点；再一种是科学主义或科学哲学的方式，即生命科学哲学，它主要从无机界与生命之间的联系来探讨生命的本质。因此，生命科学哲学似乎面临着这样的悖论：从生命与无机界的“联系”中来探讨生命与无机界有什么“本质”区别。从科学哲学的角度探讨生命问题和生命科学问题所产生的一系列难题最终皆可归因于此，包括对生命科学的理论结构的逻辑解读所产生的还原论难题、目的性解释与因果性解释的关系难题、物理科学与生命科学之间的解释关系的难题等。一般来说，对物理科学结构所做的逻辑解读在学理上一般都比较顺畅，这表现在卡尔纳普、耐格尔和亨普尔等哲学家的有关学术著作中，尽管有不少哲学家对他们的理论表示异议甚至反对，但是，这些异议和反对没有从原则上动摇他们的理论，至今还在被许多学者所引用，因而总体上还是具有相当的可接受性，至少在一定的范围内对物理科学的结构分析还是比较透彻和精确的。反观关于生命科学结构的逻辑解读、尤其是关于物理科学与生命科学之间的解释关系的逻辑解读，情况就非常复杂，即使在卡尔纳普、耐格尔和亨普尔等这样的著名学者的著作里，在学理上也不似他们关于物理科学的表述那般顺畅。从科学发展史和理论之间的渊源关系，来比较一下物

理学与化学的关系和物理科学与生命科学的关系，能够使我们更好地理解个中原因。从逻辑的角度来说，化学的理论基础是物理学，化学学科从一开始不仅研究对象与物理学重合，而且基本原理是物理学的，理论结构与物理学也同构。因此，物理学与化学之间的关系也容易顺畅地描述，我们因而也往往将物理学和化学统而称之为“物理科学”。本书也是在这个意义上使用“物理科学”这一术语。生命科学就非常的不同，最基本的原因在于我们从直观上就可以认定自然界可以划分为物理世界和生命世界，这是人类的最基本直观经验内容之一，具有基础性的知识论地位。在生命科学发展史上，这种直观经验的二界划分一开始就从学理上强烈地表现在林耐分类体系的理念中，也同样强烈地表现在之后的各种生命演化和进化的假说中，例如圣提雷尔的完美类型退化论、居维叶的类型计划论、拉马克的欲望进化论。林耐、圣提雷尔、居维叶、拉马克等学说带有强烈目的论倾向的理念归根结蒂来之于客观经验的二界划分。这就导致这些学说在理论结构上是目的性的，至少部分是目的性的，因而与物理科学是不同构的。直到达尔文进化论，使用了“选择”和“适应”这两个概念企图摆脱目的论的纠缠，以求达到与物理科学因果性解释的同构。然而，这两个概念是最具有生物学特性的概念，是物理科学所不具有的，由此生命科学在内容上具有明显的自主性。20世纪初生物化学的兴起似乎为打通物理世界和生命世界的隔阂、在两个世界的理论之间架起桥梁带来希望。直到20世纪50年代建立起DNA双螺旋结构理论，将所有的生物化学成果归整为分子生物学，人们发现该理论使用着一个核心概念“遗传信息”，而这个概念天生具有着目的论倾向。对“信息”这一概念的释义，是以信息的发出者、接受者以及二者之间的意义约定为前提的，也就是说，“信息”的定义来自传递信息的整体，因而，“遗传信息”的定义来自生命现象的整体。这使得分子生物学的理论表述

具有强烈的目的性或功能性色彩，生命科学与物理科学不同构的问题又浮现出来。就我本人的理解，分子生物学是把“功能”或“目标”归结到遗传程序和遗传信息的形成上。而遗传信息或遗传编码的产生，是一个进化问题，遗传程序是因为它们是被自然选择的力量所塑造，因而，诉诸于遗传程序几乎等于诉诸于“选择”和“适应”去解释“功能”或“目标”。因此，在内容上，只有消解“遗传信息”独立于物理科学的自主性，才能消解“选择”和“适应”的自主性。如此一来，就把问题引向关于复杂性问题的方向上了。因为追溯形成“遗传信息”在进化历史中的动力学过程将是极其复杂的物理学过程和数学过程。

关于物理科学与生命科学之间的关系，存在还原论和自主论的两种对立的观点。“还原”实际上是解释的一种，我本人对还原的理解，可以详见于第4章的论述。简单地说，还原是逻辑推导性解释的一种，物理科学还原生物学，意味着从物理科学的陈述推导出生物学陈述。对此，自主论认为，生命现象不能完全被物理科学的规律所解释，这实际上是说，不可能从物理科学的陈述中推导出表述着生命现象特征的陈述；还原论的观点恰好与自主论的观点相反，认为至少在分子生物学的层次上，可能从物理科学的陈述中推导出关于生命现象的陈述。一般来说，无论是自主论还是还原论，都认为目的性陈述或功能性陈述（详见第1、5章）标志着生物学陈述不同于物理科学陈述的特征，二者之间的分歧在于：（1）目的性陈述或功能性陈述是否体现了生命现象不同于物理现象的本质；（2）目的性陈述或功能性陈述是否体现了生物学理论不同于物理科学的本质；（3）目的性陈述或功能性陈述是否能够从物理科学的非目的性陈述中演绎推导出来。第一个分歧是一个容易导致似是而非的有关本体论问题的分歧，涉及到什么是生命现象和物理现象的“本质”及其区别这样的问题。第二个分歧是一个关于科学理论的认识论问题，它既可以借助于

第一个分歧的讨论来解决，又可以转化为第三个分歧来讨论。第三个分歧实际上是陈述之间的逻辑问题，而语句或逻辑的问题一般是可以得到清晰的阐述的。从逻辑的角度来说，我本人既不完全赞同自主论的观点，也不完全赞同还原论的观点。就自主论来说，抛开纠缠不清的“本质”不谈，功能性陈述可以有着不同的逻辑解读，可以解读为几种不同的非目的性的条件句形式（详见第1章）；就还原论来说，还原的问题实际上是物理科学的规律对于生命现象描述或生物学陈述（尤其是分子层次上的）是否完备的问题。因此，应该作出这样的区分：第一，当下的物理学对于描述生命现象或生物学陈述是否完备与未来的物理科学对于描述生命现象或生物学陈述是否完备之间的区分；第二，在理论的构建过程中，没有生命现象参预和有生命现象参预的物理科学之间对于描述生命现象或生物学陈述是否完备的区别；第三，物理科学的陈述对于生物学陈述的逻辑推导，有着逻辑上（原则上）的可能性与实践上的可行性的区别。

而进一步分析下来，目的性解释或功能性解释的方式是概念自主性的延伸。如果承认生物学理论具有自主性，那么理论自主性的根本在于概念的自主性，即存在所谓不能用物理—化学术语进行描述和定义的概念。生物学理论自主性的另一表现——理论体系的_{目的性解释或功能解释方式}，是概念自主性的延伸。另一方面，生物学理论中仅存在自主性概念并不必然导致目的性解释或功能解释。例如，孟德尔遗传学、进化论，都可以是条件句（因果性）的演绎体系，其中所有的概念都没有与物理—化学发生关联，都是自主的。只有在一个体系中，例如，以分子生物学为主体的现代生物学，存在自主性概念的同时，又存在物理—化学的术语和概念，并且，二者都处于解释起点的位置，才必然导致目的性解释或功能解释的理论结构，这种结构成为融合自主性概念与物理—化学概念为一体的方案。就现代分子生物学来说，

其中的物理—化学的术语和概念所描述的是生命现象中的分子及其行为，而自主性概念所描述和推演的是我们宏观经验的生命现象本身，这二者之间，从概念的构造和体系的建立的过程来说，分属两套逻辑体系，因而它们之间没有逻辑演绎的导出关系^①，同时，由于生命现象的复杂性（即使假定把它描述成所谓的因果反馈网络是可行的方案），难于形成一个由前者到后者的历史演化的因果决定性的理论描述，剩下来将二者结合在一个理论中的唯一方案就是目的性解释或功能性解释的方式。由此形成的体系中，自主性概念（如遗传信息）处于核心地位，物理—化学的术语和概念（如 DNA、蛋白质）是附属的。还原论（或称分支论，企图将生物学作为物理科学的一个分支）对生物学理论的目的性解释或功能解释方式的一切责难，以及将其变换为非目的性的条件句或因果性的演绎解释方式的企图，如果不首先化解概念的自主性问题，将是徒劳的。

从生物学理论的客观构建过程来说，这些“自主性概念”是直接从生命现象中认定的，因而也是无机世界所没有的。在自主论看来，无论站在什么角度或立场上，“自主性概念”是理论中不可再分解的最基本、最原始的元素，是解说其它现象的起点；而在还原论看来，从物理—化学的立场或从无机界与生命界的关系的角度来看，“自主性概念”是复合的，应由物理—化学的术语和概念复合而成，因而它们就不应是理论中最基本的元素。我们顺着还原论的思路思考下去，还原，就是最终由物理学中的概念逻辑地陈述乃至演绎“自主性概念”的内涵。从有限的意义上说，分子生物学还原了经典遗传学，将基因还原为 DNA 和“遗传信息”，而“遗传信息”如何进一步归结为物理学的概念术语

^① 郭垒、李建会：《生物学自主性与物理科学的理论构建》，《自然辩证法研究》，1995 年第 3 期。

呢?“遗传信息”是一系列生命过程的整体赋予 DNA 等生物大分子行为以生物学意义的概念,也就是说在解释的逻辑次序上整体在先,元素在后,这是“遗传信息”这一概念的自主性的来源。因此,分子生物学的还原仅是有限意义上的还原,甚至不能说是还原,因为它仅仅是以一个自主性概念(遗传信息)解说了另一个自主性概念(基因),而“遗传信息”已成为现代生物学的研究范式或纲领的核心。因此,现代分子生物学并没有给还原论以支持,而且具有反作用,因为,如果说经典遗传学是一个条件句的演绎体系,那么分子生物学由于“自主性概念”与物理—化学概念的混合而具有了目的性解释和功能解释框架的特征,这成为生物学理论自主性所表现出的特征之一。

目的性或功能性的解释方式,仅仅是概念自主性的一种表现形式,而不是生物学自主性的本质所在。本文将在后面的章节中对目的性或功能性陈述与条件句之间的逻辑关系以及如何构造它们之间的逻辑关系给出论述。

总之,要解读物理科学与生命科学之间的逻辑关系,首先要解读概念的自主性和理论结构的异同构问题。本书旨趣主要在于此。本书是在研读了 Ernest Nagel 所著的 *The Structure of Science—Problem in the Logic of Scientific Explanation* (《科学的结构——科学解释的逻辑问题》) 和 Alexander Rosenberg 所著的 *The Structure of Biological Science* (《生物科学的结构》) 两部著作的基础上写成,并引用了大量的原文;同时研读和参考了林定夷、张华夏、张巨青、张志林、李建会、董国安、徐向东、成素梅、关洪等国内著名学者的著作。有朋友曾经问我,在当今的情形下,写这样的书有什么用处?我想,对科学理论的解读,就是对科学的理解过程。当代思想界对科学有着各种各样的解读,对科学理论的逻辑解读是其中重要的一种,并且有着辉煌的传统。我们现在当然不会把逻辑解读当作唯一正确的解读方式,但是,逻辑解读在近代

知识史上占有重要地位。现代逻辑的形式公理化方法，仅仅启始于 19 世纪末，但是，用这种方法首先解读了亚里士多德传统逻辑，形成了一阶逻辑体系；进一步，又解读了经典的欧几里德几何学以及整个数学体系，极大地丰富了人类知识体系。在科学哲学领域里，许多工作实际上就是应用逻辑方法解读世界、解读科学乃至解读所有文本。对于较高层次的科学理论工作者，尤其是构造科学理论的工作者，从现代逻辑的角度理解科学理论是大有裨益的，因为科学理论本身确实内嵌着逻辑框架。

目 录

1. 规律陈述的逻辑解读	(1)
1.1 规律陈述的全称性分析	(1)
1.1.1 规律全称句与逻辑全称句的区别	(2)
1.1.2 规律全称句与偶然全称句的区别	(4)
1.2 因果性规律	(6)
1.2.1 因果性规律释义	(7)
1.2.2 因果性(条件句)规律的类别分析	(9)
1.3 功能性规律	(11)
1.3.1 一个案例	(13)
1.3.2 功能性规律的形式分析	(17)
1.4 因果性规律和功能性规律的时间语义以及 充分性的逻辑分析	(23)
1.4.1 因果性规律的时间语义以及充分性的逻辑分析	(23)
1.4.2 功能性规律的时间语义以及充分性的逻辑分析	(25)
1.4.3 小结	(26)
附录 Nagel 关于全称句的谓词域分析	(27)
2. ($L \wedge C \rightarrow E$) 解释体系的逻辑结构	(36)
2.1 自然科学中 ($L \wedge C \rightarrow E$) 解释体系	(37)
2.2 解释的“可推导性原则”	(39)

2.3 解释体系中各种陈述和术语	(40)
2.3.1 解释体系中各种陈述的分类	(41)
2.3.2 组成各类陈述的表达式之间的关系	(46)
2.4 理论公设的逻辑解读	(50)
2.4.1 抽象的形式结构和初始理论术语的隐含定义	(54)
2.4.2 关于理论公设的模型的说明	(56)
2.5 关于相关性条件	(60)
2.6 关于经验规律与理论规律	(63)
2.7 关于初始条件、经验规律和观察陈述	(67)
附录 1 Nagel 关于理论的基本公设与其模型的 举例和说明	(68)
附录 2 模型在理论构造中的地位和作用	(70)
附录 3 尼尔斯·玻尔所构造原子模型分析	(75)
附录 4 逻辑经验主义“可观察性的操作性标准”	(76)
附录 5 Nagel 给出的经验规律意义自主性的一个 实例及分析	(80)
3. 解释的类型及其相关性条件的构造	(82)
3.1 对个别事件的解释	(84)
3.1.1 对个别事件进行解释的事例和分析	(84)
3.1.2 总结	(86)
3.2 理论规律对经验规律的解释及其相关性条件	(87)
3.2.1 相关性条件的非定义性	(88)
3.2.2 相关性条件的逻辑分析	(90)
3.2.3 总结	(92)
3.3 解释体系之间的解释及其相关性条件	(93)
3.3.1 替代性推导的概要说明	(94)
3.3.2 内嵌性推导的概要说明	(95)

3.3.3 相关性条件的逻辑分析	(98)
3.3.4 总结	(102)
3.4 $(L \wedge C \rightarrow E)$ 解释模式的认识论特征及其逻辑分析	(102)
附录 1 Nagel 关于相关性条件的非定义性分析	(105)
附录 2 Nagel 关于两个理论之间逻辑推导的一个 逻辑准则的分析	(107)
4. 模型语义原则和还原性解释的分析	(109)
4.1 模型语义原则与还原性解释的释义	(109)
4.1.1 还原性解释的逻辑条件分析	(110)
4.1.2 模型语义原则与同一模型层次的演绎解释	(114)
4.1.3 对组成性还原的正误	(115)
4.1.4 对性质还原的正误	(117)
4.1.5 关于层次结构性质的“突现论”	(118)
4.2 解释性还原与经验重构性还原	(120)
4.2.1 还原的两个案例	(120)
4.2.2 解释性还原与经验重构性还原	(128)
4.2.3 对经验重构性还原的说明	(130)
4.3 还原性解释的认识论分析	(133)
4.3.1 因果性还原与功能性还原	(133)
4.3.2 性质实体化与功能实体化——案例对比分析	(135)
4.3.3 性质还原与功能还原	(138)
附录 1 Nagel 关于性质还原的评述	(144)
附录 2 Rosenberg 关于生命科学与物理科学之间 确立条件式陈述的分析	(146)
附录 3 Nagel 关于整体与部分之间“突现性质”	

关系讨论	(152)
5. 生命科学与物理科学之间的解释关系	(158)
5.1 生命科学与物理科学之间的两层关系	(158)
5.1.1 第一个层次：目的性陈述向因果性陈述的 转换问题	(158)
5.1.2 第二个层次：生物学术语与物理学术语之间的 相关性分析	(164)
5.1.3 小结	(166)
5.2 还原性解释的困境	(167)
5.3 还原论与自组织理论、计算主义	(172)
5.3.1 还原论与自组织理论	(173)
5.3.2 计算主义在什么意义上克服还原论的困境	(174)
5.4 理论的整合：修正原有的公设或构造新的公设	(176)
附录 1 Nagel 关于定向组织系统的抽象模式	(178)
附录 2 Rosenberg 关于生命现象在分子水平的定向 组织性描述	(185)
6. 进化论的演绎公理系统与自组织理论	(189)
6.1 定向组织系统的形成与“适应”	(189)
6.2 进化论的公理系统	(194)
6.2.1 达尔文进化论的简要表述	(195)
6.2.2 Williams 的进化论公理系统	(196)
6.2.3 Williams 公理系统的充分性和适当性	(205)
6.3 遗传机制与自组织理论	(207)
7. 从视觉量纲到功能语言	(213)
7.1 视觉量纲和视觉语言	(213)
7.1.1 视觉量纲分析	(213)

7.1.2 视觉语言	(219)
7.2 视觉空间客观化与视觉模型	(220)
7.3 互补思想的两个突破	(228)
7.3.1 第一个突破：互补原理对视觉空间客观化的 否弃和限制	(229)
7.3.2 第二个突破：功能性与因果性的整合	(232)
7.4 对第二个突破的评价：视觉语言与功能语言的互补	(239)
附录 Nagel 关于概率幅的讨论与视觉语言	(244)

1. 规律陈述的逻辑解读

早在从伽利略、开普勒的运动学定律到牛顿力学体系成熟的过程中，自然科学理论或自然科学的解释体系在方法论上就已经形成了自己的特有目标：对现象或经验进行齐一性或规则性说明和对这种齐一性或规则性的原因或机制的说明。这种齐一性或规则性，在科学理论中被概括为一种关于普遍性的全称陈述，称其为规律（包括我们经常称谓的定律、原理等）。规律性的全称陈述是科学理论或解释体系的标志性特征，它们处于理论体系的首要地位，即处于解释自然现象的逻辑前提的地位。本章就是对作为解释前提的规律陈述进行逻辑分析，首先分析规律陈述的形式特征，然后分析两类规律——“因果性规律”和“功能性规律”——的逻辑特征。

1.1 规律陈述的全称性分析

一般来说，规律陈述具有全称条件句的形式，最简单的形式是“对于所有的 x ，如果 x 是 A ，则 x 是 B ”，可以符号化为“ $\forall (x) (A(x) \rightarrow B(x))$ ”。例如，对于牛顿第二定律，可以用形式的语言表述为：“对于任何一个质点 x ，如果 x 受到力 F 的作用，且具有质量 m 、加速度 a ，则具有关系 $R(x)$ ， R 为 $F = ma$ 。”可以符号化为“ $\forall (x) (F(x) \wedge m(x) \wedge a(x) \rightarrow R(x))$ ”，其中 R 为 $F = ma$ ”。规律陈述的最基本的必要条件是该陈述至少要包含一个全称量词。而实际上的规律陈述的形式可能要更为复杂，可能包含着两个或更多的全称量词，还可能包含存在量词。对于本章的逻辑分析来说，为了简便起见，往往以只含有一个全称量