



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

Elsevier Handbook of
the Philosophy of
Science

爱思唯尔
科学哲学手册

一般科学哲学
焦点主题

General Philosophy of Science
Focal Issues

英文本丛书主编

[以色列] 道·加比 (Dov Gabbay)

[加拿大] 保罗·撒加德 (Paul Thagard)

[加拿大] 约翰·伍兹 (John Woods)

中译本丛书主编

郭贵春 殷杰

本卷主编

[荷兰] 西奥·A.F. 库珀斯 (Theo A.F. Kuipers)

本卷译者

郭贵春 等



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”
国家重点图书
出版规划项目

Elsevier Handbook of
the Philosophy of
Science

爱思唯尔 科学哲学手册

一般科学哲学

焦点主题

General Philosophy of Science
Focal Issues

英文本丛书主编

[以色列] 道·加比 (Dov Gabbay)

[加拿大] 保罗·撒加德 (Paul Thagard)

[加拿大] 约翰·伍兹 (John Woods)

中译本丛书主编

郭贵春 殷杰

本卷主编

[荷兰] 西奥·A.F.库珀斯 (Theo A.F. Kuipers)

本卷译者

郭贵春 等



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

一般科学哲学: 焦点主题 / 郭贵春, 殷杰主编. 郭贵春等译.
—北京: 北京师范大学出版社, 2015.12
(爱思唯尔科学哲学手册)
ISBN 978-7-303-19297-7

I. ①—… II. ①郭…②殷… III. ①科学哲学—研究
IV. ①N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 173283 号

营 销 中 心 电 话 010-58805072 58807651
北师大出版社学术著作与大众读物分社 <http://xueda.bnup.com>

YIBAN KEXUE ZHEXUE JIAODIAN ZHUTI
出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京市海淀区新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 787mm×1092mm 1/16
印 张: 52.5
字 数: 772 千字
版 次: 2015 年 12 月第 1 版
印 次: 2015 年 12 月第 1 次印刷
定 价: 220.00 元

策划编辑: 饶 涛	责任编辑: 王建虹 杜松石
美术编辑: 王齐云	装帧设计: 王齐云
责任校对: 陈 民	责任印制: 马 洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58805079

目 录

第一章 定律，理论和研究纲领	1
1. 导言	1
2. 观察定律和适当理论	3
3. 插曲：理论的结构主义进路	34
4. 研究纲领和研究策略	62
第二章 对解释的以往和当代观点	106
1. 导言	106
2. 亚里士多德：作为证明的解释	110
3. 笛卡尔：机械解释	112
4. 莱布尼茨：力量与目的论	115
5. 牛顿：动力学解释	118
6. 休谟：反对解释的形而上学	121
7. 康德：解释的形而上学依据	125
8. 穆勒：作为统一的解释	129
9. 逻辑实证主义者的遗产	133
10. 规则的可预期性	134
11. 进入因果性	136
12. 因果历史	143
13. 自然定律(的一个简短注释)	145
14. 重勘统一	149
15. 重勘机械论说明	156

16. 作为操纵的解释	162
17. 统计的解释	167
18. 统计的关联性	173
19. 演绎—律则—概率解释	176
20. 关于历史的和目的论的解释	179
21. 结束语	188
第三章 理论评价	193
1. 导言	193
2. 评价的范围	197
3. 理论的优点	201
4. 确证	217
5. 接受	224
6. 结束语	236
第四章 自然科学中实验的功能：物理学与生物学的例子	245
1. 实验结果	246
2. 实验的作用	261
第五章 社会科学中实验的功能：经济学的案例	306
1. 社会科学中的从观察到实验	306
2. 社会科学中“实验”的概念：从传统到扩大的视角	309
3. 社会科学中实验的发展：在经济学中的情况	319
4. 实验经济学中的预测作用：博弈论的影响	325
5. 预测成功的衡量标准：准确度和精确度	328
第六章 本体论、认识论和方法论的立场	337
1. 本体论立场	338
2. 认识论立场	365
3. 方法论立场	392

第七章 还原、整合与科学的统一：自然科学、行为科学和社会科学以及人文科学 419

1. 对于统一性历史的考察 419
2. 还原和统一性的现代概念的场引导 427
3. 基切尔对于统一性的修正主义观点 442
4. 对于统一性的批判 443
5. 整合而非统一 446
6. 作为机制的还原 448
7. 跨学科还原与统一的例证研究 459

第八章 逻辑的、历史的和计算的方法 481

1. 导言 481
2. 维也纳学派及其追随者的逻辑研究法：20世纪20年代到50年代 482
3. 历史研究法的挑战（约1960年—20世纪70年代中期） 489
4. 20世纪70年代：作为问题求解的科学 538
5. 20世纪80年代与90年代：科学推理和发现的逻辑模型与计算模型 548
6. 结束语 565

第九章 科学与非科学的划界 577

1. 导言 577
2. 为什么要划界 578
3. 如何划界 579
4. 知识诸领域的特征 586
5. 不科学的领域 609
6. 原科学和异端 633

第十章 科学哲学的历史——从科学逻辑到科学哲学：1930—1960年的欧洲与美国 645

1. 科学哲学的出现：1938年前的科学的逻辑 647
2. 维也纳学派在英国：移民与交往 653
3. 维也纳、巴黎和“法国关联”：约定论 683
4. 在美国的维也纳学派：逻辑经验主义和(新)实用主义 689
5. 结语 722

索引	741
后记	791

第一章 定律，理论和研究纲领

1

西奥·A. F. 库珀斯

1. 导言

欧内斯特·内格尔(Ernest Nagel)[1961]强调没有什么比区分实验定律和适当理论更为重要了,后者旨在通过引入理论术语来解释前者。这种“定律区分”(law-distinction)是经验科学中的主要动力因素之一。第1节将对此进行探讨。由于像理论无关或理论中立那样的观察术语似乎并不存在,因此,对定律区分的阐释是基于理论术语和观察术语的一种理论相关的(theory-relative)阐释。同时也要表明的是,那些主要观点的一种类似阐释如何能从波普尔(Popper)所谓的经验基础那里获得;这种可能性更让人为波普尔并不关注定律区分而感到惊讶。

这种分析为所谓观察的理论负载指出了一种解决路径。特别是,一种观察可能不仅仅被理论所负载,而且观察在不被理论负载的时候,可能仍然与理论相关,甚或受它指导。在指出适当理论的一些结构特征之后,我们将以关于认识论立场的一个简短陈述来结束第一部分,这些立场包含在有关力量增长 的观察知识和理论知识的论断之中。

作为一个衔接部分，第二节是可供选择的半正式性的间奏，它论述了一种独特的详细呈现科学理论结构的方式。关于经验理论的结构主要有两种进路。陈述进路认为理论首先是陈述集。其长期以来被卡尔纳普(Carnap)和波普尔看作是唯一的和显而易见的进路。然而，将理论首先看作模型集也是可能的。这种所谓的语义学进路的一种形式是集合论进路或者结构主义进路。这种进路由萨普斯(Suppes) [1957] 提出并由斯尼德(Sneed) [1971]、施太格缪勒(Stegmüller)、巴尔泽(Balzer)和缪利尼斯(Moulines)加以完善。

其基本观点是，一个理论相当于满足了某些特定条件的集合论结构层次的详细说明。从总体上简要地讨论了结构主义进路的实际优点之后，第2节逐步地介绍该方法。首先不区分理论术语和非理论术语，然后区分以避免测量中的循环。还会给出由此产生的三个例子的基本概况：经典质点力学、元素周期表以及精神分析理论。接下来是进一步的完善，即绝对经验内容与相对经验内容的区分，决定预期应用的多种方式，理论、理论网以及约束条件之间的关联。最后，我们将简要地考察结构主义进路对于非经验主义理论的作用。

在第3节，我们将介绍一种自20世纪80年代以来几乎已被广为接受的观点，它是由库恩(Kuhn)和拉卡托斯(Lakatos)提出的，即科学研究的进步是通过囊括认知单元，即所谓的研究纲领而产生的。我们将要区分四种纲领：描述性(descriptive)、解释性(explanatory)、设计性(design)和阐释性(explicative)纲领。在描述性纲领之后，我们将主要关注解释性纲领。本章和本书其他几章[尤其是塞洛斯(Psillos)、尼尼洛托(Niiniluoto)和马纳(Mahner)的那些章节]会对科学哲学中的阐释性纲领予以说明，例如，本章第2节中的结构主义纲领。在科学哲学中，计算方法说明了一种特定的设计纲领，也就是说，设计可以完成某些功能的计算机程序(参见[Aliseda(阿利塞达)和Gillies(吉利斯)，本册])。

我们将使用道尔顿(Dalton)的原子理论纲领来说明上述纲领主要的结构性和发展性特征。在这种解释性纲领的发展中，定律区分最终发挥了关键的作用。

最后，我们将指出可能会得到的一些策略性教训。这首先包括像这种纲领性研究本身的重要性，也包括有关纲领内在发展的某些特定策略，尤其是理想

化和具体化。而这些策略性教训涉及纲领之间通过竞争与合作而产生的交互作用, 这也同样重要。

除了某些方面以及一些特定的阐述, 本章实际上是在他人成果的基础上完成的, 特别是内格尔、波普尔、斯尼德、施太格缪勒、库恩以及拉卡托斯的成果。原则上, 这三个部分可以作彼此独立的阅读。特别是像已表明的那样, 对于有些关注规范形式的读者来说, 第二部分是一种随意的插入部分。

2. 观察定律和适当理论

导言

在经验科学中, 观察定律与适当理论之间的非正式区分发挥着关键作用。观察定律应该在观察上, 通常是以试验方法来描述已建立的规则。对于大致相同的概念, 其名称分别有: 经验定律、实验定律或现象学定律、可复制效果、归纳的一般化和一般事实。另一方面, 适当理论或理论定律系统(连同定义和其他约定)应该通过假定潜在的机制来解释这类定律以及预测新的定律。为便于参考, 我们将把适当理论与“非适当”理论, 也即与观察定律之间的区分称为定律区分。定律区分形成了一种重要的知识层次的建构原则, 并因而成为知识 3 发展动力学中的一个重要的启示性因素。然而, 这导致了科学哲学家们绞尽脑汁地以一种可辩护的方式来阐释定律区分。^①毫无疑问, 定律区分与这样一种区分具有紧密关联, 即观察(或者经验的、实验的)术语和理论术语之间的区分。适当理论采用了理论术语, 而观察律并没有。但是, 我们如何才能理解这种术语的区分呢?

经典的逻辑经验主义者[Aliseda 和 Gillies, 本卷]的出发点是一种与理论无关的因而理论中立的观察词汇。以这种假设为开端, 他们对于那种区分的阐释是显而易见的。按照定义, 观察定律是所有那些可以通过这种观察词汇而表述

^① 在文献中, 对于“自然定律”(law of nature)这一概念的阐释, 至少也给予了同样的关注。尤其是如何将“自然定律”这一概念与偶然的一般化区分开来, 这个问题是很困难的。为此, 我们自己将限于这些参考文献: [Nagel(内格尔), 1961, 第4章; Bird(伯德), 1998, 第1章; Johansson(约翰松), 2005]; 以及[Psillos, 本卷, 第2章, 第12节]。

的法则。另一方面，适当理论引入了不属于这种观察词汇的新概念。鉴于它们对观察词汇的偏爱，仍然存在这种重要的问题，即这些理论所引入的新术语是否可以经由某种方式而被还原为观察词汇。无论这可能是什么方式，对于逻辑经验主义者来说，一种与理论无关的观察词汇的存在与定律区分是相互交织在一起的。

即使在经验主义学派中也越来越明确的是，一种中立的观察词汇的假定是经验主义思想的一个不成功的产物，这种一厢情愿的范式并不与经验科学中的任何东西相应。回想一下，观察定律的标准范例，如伽利略(Galilei)的自由落体定律或者设定氢原子光谱线的巴耳末系(Balmer series)，在最初的时候必定是令人生疑的，因为它们至少在初始并没有以一种纯粹的观察词汇表达出来。非经验主义者热衷于信奉这样的学说，即所有的观察都是负载理论的。最为流行的一种观点即所谓的意义整体论(meaning holism)，这是另外一种极端的观点。它认为出现于一种理论中的所有术语都负载着该理论，其直接后果是，通过它来解释一种理论与观察定律之间有趣的区分是不可能的。

像内格尔[1961]、亨普尔(Hempel)[1966; 1970]以及斯尼德[1971]这样的经验主义者开始阐述这样的观点，即出现于一种理论中的某些术语可能负载那种理论，而其他术语可能并非如此。尽管如此，后者可能负载着其他理论内涵和观察定律。而在相关文献中，这些“理论相关的观点”仅被呈现为或至少被理解为对观察层次与理论层次之间双重区分的一种重新解读。这两个层次使得科学动力学的一部分——短期动力学可以被解释，特别是可以解释观察律与适当理论的发明、评价和修正之间的相互作用。然而，这种图景遮蔽了长期动力学。当一种适当理论被认为(近似地)真时，其理论术语的确定准则往往得以确立。它由此而成为一种观察理论，而相应的理论层次转换为一种更高的观察层次，这就产生了新的观察并因而确立了新观察定律，这些需要新的及“更深刻”的理论来解释它们。此外，对一种理论的接受使得该理论的实验性应用与技术性应用成为可能，也就是说，应用预设了它为真。^①当然，如果这种理论事实上(近似地)为真，那么这些应用将仅是总体上成功的。

^① 由第3节的术语，我们在两个例子中都进入了产生可接受理论的纲领的外在阶段。

在本节中, 我们将表明理论相关的观点实质上导致了所提出的有关知识与知识发展的多层图景。而双层图景或者仅仅涉及多层图景的一个片段, 或者必定是本质上不同的观察层次的一种语用收窄的结果。从这一多层图景可知, 理论相关的变动显然是对中立观察词汇的一种拒斥, 它使得直觉上的定律区分的新阐释不仅能够说明短期动力学, 而且能够说明所指示的长期动力学。

关于术语区分和定律区分, 我们将要提出的解释并没有声称充分体现了某些哲学家使用这些区分的方式, 而是体现了科学家们使用这些区分的一些方式。科学家们称观察具有那种影响深远的理论负载特征, 其令人印象深刻的阐述是由夏佩尔(Shapere)[1982]给出的, 他冠之以富有启示性的题目“科学与哲学中的观察概念”, 他在其中使用了源自天体物理学的一些范例。除非另有说明, 我们也将遵循已经说明了的科学实践, 即当一个观察定律可以(近似地)由一种理论而得到时, 该理论就解释了这个观察定律。也就是说, 无论人们是否有很好的理由认为该理论为真, 我们都会这样说; 即使它被认为是假。因此, 提到一种解释并不意味着承认它是一种完全令人满意的解释。

在1.1小节中, 我们展示了一些观察定律与相关的适当理论的明显例子, 进行了特征差异的初步介绍, 将其作为充分性的潜在条件。在1.2小节中, 我们将介绍理论术语与非理论术语之间的理论相关区分, 并将运用术语区分进行定律区分的解释。那么这种定律区分的阐释将凭借观察定律与适当理论而使得知识多层体系的假定具有高度合理性。定律区分将作为这一体系的建构准则而发挥作用。

在1.3小节中, 我们将关注这一令人惊讶的事实, 即波普尔对定律区分并不重视。他不仅是“所有观察都是负载理论的”这种观点的最初支持者之一, 而且他仅通过假定一种理论负载的“经验基础”而没有屈从于另外一种极端的意义整体论就做到了。然后要表明的是, 基于这种“基础相关的”视角来阐释定律区分也是可能的。鉴于这并不是一项困难的任务以及波普尔对知识发展的内在机制的明显兴趣, 他对于这种区分的忽视确实令人吃惊。探讨造成这种忽视的一些好的和有问题的因由是大有裨益的。

在1.4小节中, 要表明的是, 1.2小节(以及1.3小节)的视角也阐明了负载理论的观察这种观点。三个相关概念可被清晰地加以区别: 理论负载的观

察、理论相关的观察以及理论指导的 (theory-guided) 观察。

在 1.5 小节中，我们首先会从认识论与本体论的分层理论之间的重要区分入手，对理论结构作出一种初步的解释。在第 2 节中，我们将提出理论 (结构) 的复杂的结构主义表征。我们将着重从理论的方面简短地描述主要的认识论立场：认识论的相对主义，以及观察的、指称的、建构的与本质主义的实在论，以此来结束 1.5 小节。

2.1 范例以及初显性特征

通过列出两种实体的许多显而易见的范例以及可能作为充分条件的初显的特征差异，我们开始进行定律区分的阐释。在这里以及稍后将要讨论，当我们仅仅对一个 (复杂) 断言的真值感兴趣时有关该断言的检验，以及当我们对于断言的优点和不足感兴趣时对于该断言的评价。第一种通常是潜在的观察定律的情况，而第二种通常是适当理论的情况。

2.1.1 适当理论的范例

在这一部分，除非另有说明，我们将使用“理论”来指称一种适当理论，该概念体现在如下理论中，这些理论的核心观点可以简要表述为：

(a) 牛顿 (Newton) 的万有引力理论。这一理论指出，所有的物体都具有一定的质量，作用于一个物体上的合力等于它的质量与其加速度的乘积，两个物体作用于彼此的引力与它们的质量成正比，与它们之间距离的平方成反比。

(b) 气体分子运动论。这一理论假定气体是由被称为分子的粒子构成的，它们彼此施加作用力并遵循牛顿运动定律进行运动。

6 (c) 道尔顿的原子理论 (在 3.2.5 小节中会阐述这个例子)。这一理论声称所有的化学物质都是由不可分割的原子构成的。根据这一理论，这些原子可以通过某些方式结合而形成分子。分子的形成与化学反应有关。在化学上，纯净物应该是由单一类型的分子构成的。

(d) 玻尔 (Bohr) 的原子结构理论。根据这一理论，原子是由一个原子核以及一个或多个沿着固定轨道围绕原子核运动的电子构成。而电子可以从一个轨道跃迁到另外一个轨道，同时吸收或者释放电磁辐射。

- (e)(1) 孟德尔 (Mendel) 的遗传学理论。根据孟德尔的观点, (有性生殖的) 生物体的特征是通过分离的遗传因子而继承的, 即所谓的基因。由于在遗传过程中, 每个基因有不同的等位基因形式, 每个个体都是两个相同或不同形式的等位基因的组合, 每个亲本将其一半的基因传递给每一个子代。它是 50%—50% 的机会过程, 这就相当于孟德尔理论的第一定律; 而与不同性状相关的等位基因的传递是相互独立的, 这一事实被称为孟德尔理论的第二定律。
- (2) 染色体学说。该理论表明, 在(真核的)生物体中, 每个细胞的细胞核包含着一对对所谓染色体, 每个染色体都由两个独立的染色体丝, 即所谓的染色单体构成。在一个非常复杂的过程中, 每个亲本随机地将一个染色单体传递给其子代。其与孟德尔理论的关联自然可以从这样的事实中得出, 即在染色体中, 基因是以一种线性的方式而出现的, 而且一个基因组的等位基因应该存在于一对染色体中两个染色单体的相应位置上。
- (3) 分子遗传学理论。这一理论指出, 遗传信息物质是由脱氧核糖核酸 (DNA) 分子构成的。而且, 遗传信息通过一种特殊的分子机制传递给子代。它与之前理论的关联自然可以从这样的事实中得出, 即分子理论分析了化学成分以及染色体的作用。
- (f) 费斯汀格 (Festinger) 的认知失调理论。按照这一理论, 认知失调的出现使人心理上不适, 导致了要减少这种失调并达到和谐的压力。这种压力的强度是现有失调程度的函数。
- (g) 效用理论或理性选择理论。按照这一理论, 从一系列备选的行动中, 人们会选出有最高效用期望的行动。

2.1.2 观察定律的范例

上述理论被认为能够解释如下的观察定律:

(a*) 伽利略的自由落体定律表明, 近地的下落物体具有恒常的加速度。

(b*) 气体的密度越低, 声音的传播速度越快的定律。

(c*) 普鲁斯特 (Proust) 定律 (或者定比定律), 按照这一定律, 化合物总是可以分解为有一定重量比的成分。

(d*) 巴耳末系表明, 由炽热的氢气所发射的光的波长符合一种简单的代数级数(algebraic series)关系。

(e*) 孟德尔的杂交定律基于这样的事实, 即遗传特征在两代之后以某种统计模式显示出来。

(f*)(准)定律[(quasi-)law]表明, 当人们已经作出一个决策时, 就会积极搜寻与所采取的行动相符合的信息。

(g*) 宏观经济学消费函数声称, 国家消费总量随着(人均收入)国民收入的增长而增长。

2.1.3 一些特征差异

我们现在谈谈观察定律与适当理论的几个特征, 这些特征有助于加强这两类陈述的直觉上的区分。我们从一种不太重要的差异入手。将一种陈述称为观察定律也意味着它可能被假定为(近似地)真会得到足够的支持。另一方面, 讨论一个理论并不意味着任何真实性。这里我们本质上关注的是潜在的观察定律和理论而不涉及其真值, 例如, 像假设就可能为真, 也可能假。我们现在将注意力转向有关的差异。

(i) 鉴于一个观察定律常常被表示为一种可能较复杂的陈述, 一个理论则常常体现为一个系统、一个融贯的陈述集(或者这种系统的一个变体)。当然, 这并不排除将一种理论人为表征为一个联言陈述的可能性。无论是否有额外的定义, 即使以一种简洁精炼的陈述来重新表述是可能的, 在这种情况下还是会试图谈及定律。理想气体定律(如下)以及阿基米德(Archimedes)定律(在液体中, 施加于固体的向上的力等于被其排开的液体的重力)就是这种范例。

(ii) 一种观察定律可能会详细说明在某种实验条件下会发生什么。因而, 它提供了一种不仅在概念上而且在语境中也是确实可能的部分特征描述。一个理论的断言可能更强: 它不仅详细指出确实可能的一些必要条件, 还可能断言要提供一种关于在语境中什么是确实可能的完整描述。但是, 这样一种(相对的)完备性断言当然不是与每一个理论都有关联的。

前两种差异不仅为适当理论留下了空间, 也为“观察理论”即某一特定语境的(潜在)观察定律的融贯集留下了空间。再者, 以一种简洁精炼的陈述来概括任一理论, 这也许是可能的, 也许是不可能的; 而且可能会, 也可能不会将它

与一种完备性断言相联系。因此, 前面两个初显性差异不能被看作是充分性的严格条件。

(iii) 然而, 适当理论不仅使用了在被解释的观察定律中所使用的那些概念, 而且提出了新的概念, 即所谓的该理论的“理论术语”。例如, 牛顿的质量和力的概念并没有出现在伽利略定律中; 道尔顿的原子和分子概念并没有出现在普鲁斯特定律中; 主观效用和概率的概念并没有出现在消费函数中, 等等。(当然, 也可能使用的是旧术语, 但是它们过去的含义被该理论所提供的新含义所取代。) 另外一种情况是, 观察定律没有提出这样的新术语, 对出现于其中的所有非逻辑数学术语而言, 存在以实验或论证步骤形式出现的独立应用准则。

(iv) 如果一种观察定律可以被一种理论解释, 该法则仍可以独立于该理论而被检验。当某些潜在的观察定律(的修正)由该理论预测(并因而可以被其解释), 且仍然要接受检验时, 这具有格外重要的意义。

(v) 原则上, 同样的观察定律可以为不同的理论所解释。例如, 可以设想提出了一种新理论, 它同样能够解释道尔顿理论解释的法则, 其中并没有出现原子的概念, 但却出现了一个或多个完全不同的概念。因此, 一个理论可以被拒斥而不会导致这样的后果, 即由该理论所解释的观察定律也会在这种失败中受到拖累。玻尔的原子结构理论被拒斥并不意味着巴耳末公式丧失了其描述的充分性。

从经典逻辑经验主义的观点来看, 有理由这样认为, 即观察定律与理论之间导致了上述初显性差异的根本差异是, 观察定律至少可以通过纯粹的观察术语来表述, 避免了进一步的假定。尽管这种假定或许可以解释那些差异, 需要强调的是, 迄今为止从未提到有什么意味着观察定律表达了那种可基于纯粹观察而(归纳地)确立的规则性, 即观察不预设仪器(instruments)或假定。相反, 不难看到, 所提到的观察定律的检验预设了各种辅助性假定。

作为对内格尔的致敬, 我们考虑一下对声音在气体中的传播速度这一看似简单的定律(b^*)的检验, 内格尔也使用了相同的范例。为了检验这一定律, 我们必须知道如何产生和记录声音, 如何测量它的速度。此外, 我们应该知道如何将气体与其他凝聚态的物质区分开来, 如液态和固态, 以及如何测量气体

的密度。所有这些鉴别和测量步骤大概预设了某些理论的真。例如，(质量—)密度的测量要求对体积和质量进行测量：二者至少都预设了稳定性等诸如此类的一般假定，而且前者原则上预设了(单纯的或复杂的)空间几何学理论；后者预设了力学理论。此外，重复测量几乎不会得到完全相同的结果：在检验结果的基础上得到唯一值预设了处理“测量误差”的一般原则。

但如果观察定律与实在没有直接关联，那么观察定律与适当理论之间的根本差异是什么呢？正如所指出的那样，特征差异(iii)–(v)在下文的阐释中会作为充分性的条件。

2.2 理论相关的阐释

我们将首先阐释理论术语和非理论术语之间的差异，之后才可能进行定律区分的阐释。这自然会导出知识的认识论层级。

2.2.1 理论相关的理论术语与非理论术语

让我们详细地考察一下用于解释气体的密度越低声音的传播速度越快这一定律(b^*)的理论，即气体分子运动论(b)。在这一理论的语境中，声音与气体粒子在特定条件下共同进行的波的运动相关，声音的传播速度由波的速度决定。在这一理论中，气体的质量密度决定于单位体积的气体粒子数量(数量密度)与单个粒子质量的乘积。定律(b^*)可以由理由(b)推导得到，在这种意义上，理论(b)与所提到的辅助性假定共同解释了定律(b^*)。

我们现在来看这一理论(非逻辑数学的)术语，即“气体”“气体粒子”“声音”“声速”“气体粒子进行的波运动”，等等。很容易发现，其中一些术语可以独立于气体分子运动论来理解，如“气体”“质量密度”“气体中声音的传播速度”，等等。即使我们不知道分子运动论，我们也知道它们的含义。但是在这一理论的语境中，这些术语仍然具有相同的含义：例如，我们仍然同样地以“气体”来表示在某些方面与液体和固体物质不同的那种物质。像“声音”与“声音的传播速度”这类术语也是如此：它们具有一种独立于理论的明确含义，并且在这一理论的语境中保留了这一含义。用亨普尔的话来说，它们是“预先被理解的”(antecedently understood)。

现在我们将注意力转向“气体粒子”“气体粒子进行的波的运动”等术语。