 现代化知识文库



科学方法和 科学动力学

现代科学哲学概述

知识出版社



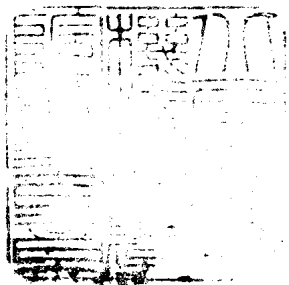
现代化知识文库

倪海曙 主编

科学方法和 科学动力学

——现代科学哲学概述

邱仁宗 编著



知识出版社

1984·9·上海

内 容 提 要

《科学方法和科学动力学》是对当代科学哲学的若干重要发展趋势的概述。主要介绍当代西方科学哲学的知识、对于科学的性质、方法、发展的动力和规律等问题的研究成果,如波普尔的否认论、库恩的科学革命结构、拉卡托斯的科学研究纲领方法论、费耶阿本德的无政府主义认识论等。对于我国读者了解当代西方科学哲学的一般问题,提供较为系统的知识。可供对科学哲学问题有兴趣的读者及大专院校哲学系、理科、文科师生和哲学研究工作者研究参考。

装帧设计 张苏予



现代化知识文库

科学方法和科学动力学

——现代科学哲学概述

KEXUE FANGFA HE KEXUE DONGLIXUE

——Xiandai Kexue Zhexue Gaishu

邱仁宗 编著

知 识 出 版 社 出 版

(上海古北路650号)

新华书店上海发行所发行 上海海峰印刷厂印刷

开本 850×1035 毫米 1/32 印张 7 插页 2 字数 222,000

1984年9月第1版 1984年9月第1次印刷

印数: 1-40,000

书号: 17214·1020 定价: 0.95元

总 序

社会主义现代化建设需要知识，需要在不断更新中的现代化知识。

人类的知识是不断发展、不断更新的。现代的社会，文化科学突飞猛进，人类知识的更新速度空前加快；假定19世纪的知识更新周期是80~90年，现在已缩短为15年，而某些领先学科更缩短为5~10年。知识体系不断更新，人的知识结构也必须不断更新，进学校求得适用一辈子的知识的“一次教育”已经成为陈旧的观念。这样，不断地进行更新知识的再学习，也就成为现代人生活和工作的需要。“活到老，学到老”这句格言有了新的含义。现在，好些国家已经在研究和推行“终身教育”，又称为“知识更新教育”，它的主要方法是提供对最新知识的深入浅出的介绍，以便自学。现代化的人才要由实行全面的终身教育来造就。

人类认识日新月异，各门科学的新分支层出不穷，边缘性、交叉性学科随着发展，形成了人类知识结构的综合化和整体化的新趋向。因此，现代化社会不仅需要“专才”，而更需要“通才”，也就是具有新的知识结构的科学人才。现在许多成就卓著的科学家，极少是只限于一门专业的，他们往往在边缘性、交叉性学科领域中以博学多才取胜。当然，一个人不可能通晓一切知识的细节；但是，如果知识深广，视野开

阔，就可以具有融会贯通、触类旁通的创造能力。我国的现代化事业正需要成千上万这样的通才。

《现代化知识文库》就是为了提供知识更新的学习材料而出版的。它将系统地、全面地、通俗地介绍从自然科学到社会科学各个部门的最新成就，特别是边缘性、交叉性学科的新进展以及它的难题和解决的方向。《文库》的有些内容在国内还是第一次作系统介绍，希望它的出版对正在探索科学文化新境界的读者有所帮助。

这套文库将不断补充新的选题，分辑出版，每辑10本。编著者大多是中年科研人员，由老一辈的著名科学家担任编审。从内容到文体都将按照客观情况的发展不断更新。

知识就是力量，我们的工作希望得到大家的支持和帮助。

《现代化知识文库》编辑部

1982年5月

序

这是一本介绍现代科学哲学的书。为什么要介绍现代科学哲学给我国的读者呢？因为在当代的外国哲学中，科学哲学是比较有价值、最值得我们去研究的哲学分支学科之一。而且这门哲学分支学科又是与当代科学密切联系在一起的。不了解这门学科分支的基本知识，难以了解当代科学是在什么样的概念框架中发展的，难以了解当代一些伟大科学家何以对自然界、宇宙持这样或那样的看法。科学哲学有个长名，叫“科学逻辑学、科学方法论和科学哲学”。日本的学者别出心裁，缩称为“科学基础论”。我认为这个缩称非常合适。现在数学中已经形成了数学基础这一概念，主要研究数理逻辑和数学哲学。其实，每门自然科学都有它的概念框架基础，如物理学基础、生物学基础、医学基础等。这里的“基础”一词有别于某些教科书书名（如《物理学基础》）中的“基础”一词，后者实际上是“基本原理”之意。“科学基础论”一词恰当地说明了科学哲学与科学的关系。另一方面，哲学（包括马克思主义哲学在内）要随科学的发展而改变自己的形式。而科学哲学是对于科学的发展最敏感的哲学分支学科。可以说，科学哲学是科学与哲学之间的边缘学科，是与其他边缘学科一样有前途的分支学科。

近二三十年来，科学哲学的主要成就之一是关于科学方法和科学动力学的研究。“科学”主要指自然科学，但并不排除社会科学。“方法”一词源于希腊文 *μέθοδος*，意为“遵循某一道路”，指规定为了实现一定的目的，必须按一定的顺序采取的步骤。“科学方法”(scientific method)本来是指获得科学知识应该遵循的程序。但是科学哲学达到的成就之一，就是认为不存在发现和发明的机械程序或万无一失的方法，正如不存在包治百病的灵丹妙药一样。因此科学方法主要是对科学成就的评价方法或选择方法，或对科学的发现或发明作出结构的分析，而把重点放在科学知识的动态发展上。这样就导致了对研究科学知识发展变化的“科学动力学”(science dynamics)的重视。因此本书题名为《科学方法和科学动力学》。

本书用历史叙述的方法介绍科学哲学有关这方面的新知识。首先是介绍，在必要的时候作一些简要的评论。我认为这种方法现在仍然

是必要的。我们毕竟与外界隔离太久，对他们的了解很差。更重要的是现在哲学界有些人仍然喜欢作“语录式批判”。人家说些什么都没有搞清楚，甚至人家的主要著作都没有看，就根据第二手、第三手材料中摘出的几句话来望文生义或断章取义地加以“批判”。而有的杂志也乐意刊登这种未经研究的“哲学研究”文章。不了解过去，也不能更好地了解现在。所以对前人在这个问题上的探索，首先作了一个简单的介绍。不过，读者也可以略过这一部分（第一、二章），径直阅读下面的内容。历史部分的介绍主要根据 J.Losee（洛西）的《科学哲学历史导论》和 F. Suppe（萨普）的《科学理论的结构》，主体部分主要根据原著。由于种种原因，许多想要知道现代科学哲学进展的读者不可能去阅读原著，本书就是为这些读者撰写的。由于本书不是一本论战性著作，因此我不在这里回答目前我国一些评论中存在的问题。但是事实本身就是对这些问题的最好答复。

由于我的知识和水平都很有有限，对这个领域也还只是一个涉猎者，论述上难免有倚轻倚重、缺点错误之处，望读者批评指正。

中国社会科学院哲学研究所 邱仁宗

1982年3月

目 录

序	i
第一章 历史的探索	1
1. 归纳-演绎法(1) 2. 新方法的萌芽(2) 3. “新工具”(4) 4. Newton 的方法(9) 5. 归纳问题(10)	
6. 发现和证明(12) 7. 支流-江河(14) 8. Mill 五法(17) 9. 约定论(19)	
第二章 “公认观点”的兴衰	22
1. 哲学危机(22) 2. “公认观点”(22) 3. 可证实性(24) 4. 归纳逻辑(25) 5. 观察与理论的区别(26)	
6. 理论的解释(28) 7. 对应规则(31) 8. 科学通过归并发展(32) 9. 重建的失败(35)	
第三章 分界标准	37
1. 书斋中的探索(37) 2. 分界(38) 3. “可证实性”批判(40) 4. 可否证性(42) 5. 标准的应用(44)	
6. 否证的逻辑(45) 7. 否证的免疫(48) 8. 可否证程度(50)	
第四章 否证法和科学的成长	52
1. 归纳问题(52) 2. Hume 的解决(53) 3. 理论是猜想(53) 4. 归纳不存在(55) 5. 观察渗透理论(56) 6. 先有 H, 还是先有 O? (56) 7. 科学始于神话(57) 8. 演绎检验法(58) 9. $P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2 \dots$ (58) 10. 确认和确认度(60) 11. “从阿米巴到 Einstein 只是一步”(61) 12. 常识实在论(62)	
13. 精神水桶理论(63) 14. 科学进步的标准(64)	
15. 真理和逼真性(65)	

第五章 世界1,2,368

1. 三个世界的理论(68)
2. 世界1(68)
3. 实在性(70)
4. 世界2(71)
5. 世界3(72)
6. 突现(73)
7. “太阳底下没有新东西”(73)
8. 还原(75)
9. 上向和下向因果性(76)
10. Laplace 之妖(77)
11. 钟和云(78)
12. 不全决定(79)
13. 概率(80)
14. 相互作用(82)
15. 世界1的开放性(83)

第六章 世界观分析87

1. 从物理学博士到科学哲学家(87)
2. “世界观分析”(87)
3. 自然秩序理想(88)
4. 观察渗透理论(89)
5. 思想优于经验(91)
6. S(A)R(92)
7. 科学是知识场(93)
8. 思想风格(94)
9. 累积和“不断革命”(95)

第七章 范型和常态科学97

1. 前科学(97)
2. 范型(98)
3. 专业基质(100)
4. 科学共同体(101)
5. 范型的认识功能(101)
6. 范型的纲领功能(104)
7. 常态科学(105)
8. 解难题(107)

第八章 科学革命110

1. 科学发现始于反常(110)
2. 科学发现的结构(111)
3. 危机(112)
4. “山雨欲来风满楼”(113)
5. 新范型的产生(115)
6. 科学革命的性质(116)
7. 范型的不可相容性(117)
8. 范型的不可比性(118)
9. 革命是世界观的改变(119)
10. 革命的解决(120)
11. 通过革命而进步(122)
12. 必要的张力(123)

第九章 精致的否证法125

1. 曲折的一生(125)
2. 理性还是宗教?(125)
3. 科学知识的可错性(127)
4. 发现逻辑的忽视(128)
5. 退化的纲领(129)
6. 从证明的逻辑到发现的逻辑(131)
7. 归纳的意义(133)
8. Popper 0,1,2(134)
9. 朴素

10. 进步的和退步的问题转换(137)
 11. 精致否认主义(138)

第十章 科学研究纲领方法论141

1. 科学研究纲领：反面助发现法(141) 2. 正面助发现法(143)
 3. 研究纲领的成长(144) 4. 人可以比大自然喊得更响(145)
 5. 改造环境的纲领(146) 6. “判决性实验”(148)
 7. Michelson-Morley 实验(150)

第十一章 科学哲学和科学史153

1. “跛子和瞎子”(153) 2. 内因和外因(154) 3. 理性范围的扩大(155)
 4. 否认主义的历史否认(156)
 5. 史学研究纲领方法论(158) 6. Copernicus 革命(159)
 7. 不可言传的“先见之明”(160) 8. Ptolemy 和 Copernicus 纲领的演变(161)
 9. Zahar 的修正(163) 10. 科学史的骨和肉(165)

第十二章 理论多元论166

1. 科学哲学界的怪杰(166) 2. 实在论与工具主义(166)
 3. 实在论促进科学进步(167) 4. 哲学论证是不够的(169)
 5. 理论一元论与理论多元论(170) 6. 理论的事实发现功能(172)
 7. 韧性原理(172) 8. 扩散原理(173)

第十三章 无政府主义认识论176

1. 对症良药(176) 2. “怎么都行”(177) 3. 反归纳：多元方法论(178)
 4. 所谓“一致性条件”(180) 5. 克服科学沙文主义(182)
 6. 证据受“污染”(183) 7. 塔的论据(184)
 8. 望远镜的作用(187) 9. 非理性主义(189)
 10. 无政府主义认识论(190)

跋193

参考书目195

外国人名索引200

科学哲学术语对照207

第一章 历史的探索

1. 归纳-演绎法

历史上第一个研究科学方法的是 Aristotle (亚里斯多德, 公元前 384~322)。他是物理学、生物学、心理学、逻辑学等许多学科的最初奠基者。他对自然现象的长期研究经验中概括出科学研究的两阶段程序方法。一般人的印象中 Aristotle 似乎是个重演绎、轻归纳的演绎主义者, 其实不然。他对归纳的重视不亚于别人。他认为科学家必须进行仔细的观察, 科学研究是从观察上升到一般原理, 然后再回到观察。前一阶段用归纳, 后一阶段用演绎(图 1-1)。

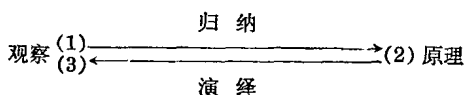


图 1-1 Aristotle 的归纳-演绎法

归纳有两种。一种是简单枚举法。日常生活中的经验多半用这种方法获得。例如人们经过一些日子的观察, 得出“凡明天太阳从东方升起”的结论。“这一些日子”就是简单枚举, 不是完全枚举, 因为每个人寿命有限, 不可能做到完全枚举。所以简单枚举法有如下的形式:

$$\begin{aligned} & a_1 \text{ 具有性质 } P \\ & a_2 \text{ 具有性质 } P \\ & a_3 \text{ 具有性质 } P \\ \hline & \therefore a \text{ 具有性质 } P \end{aligned}$$

其中

$$a = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \cdots$$

另一种是直觉归纳法。这是指一个科学家具有某种洞察力, 能够从感觉资料中看到本质。例如一个科学家注意到月球发亮的一面总是朝着太阳的, 由此推论月球的发亮是由于太阳光的反射所致。

然而, Aristotle 认为科学的目的在于解释。因此, 更重要的是从一般原理推论出需要解释的现象。那末用什么方法从一般原理推论出关于现象的陈述呢? 这就是 Aristotle 所着力研究而作出了重大贡献所在。他认为只有用 Barbara 式的三段论进行演绎才能得出可靠的结

论。所谓 Barbara 式三段论是指推理的大前提、小前提和结论均系全称的肯定命题。如：

大前提：凡生物必死

小前提：凡是生物

结 论：∴凡人必死

他认为用这种演绎法建立的科学解释或科学证明是可靠的。每门科学就是用演绎法组织起来的一组陈述。但是这里有一个问题。如上式所示，“凡人必死”是普遍性程度较低的规律，“凡生物必死”是普遍性程度较高的规律，科学解释就是揭示这两个规律之间的必然联系。那末“凡生物必死”，就需要用普遍性程度更高的规律来解释。以此类推，就会形成无穷的倒退。为了防止这种情况，Aristotle 规定，每门科学的最普遍规律——第一原理是不证自明的，但必须是从观察中归纳出来的。

Aristotle 关于科学是演绎系统的理想在 Euclid(欧几里德)几何学和 Archimides(阿基米德)静力学中得到了实现。Euclid 几何学和 Archimides 静力学是由公理、定义、定理等组织起来的系统。例如 Euclid 几何学的五条公理是：(1)任何两点之间可以连接一条直线；(2)有限的直线可以连续延长；(3)从任何中心可以任意半径画圆周；(4)所有的直角均相等；(5)过直线外一点可以作一条、也只能作一条不相交的直线。公理是不证自明的真理，定理从公理中演绎出来，并且与观察结果相吻合。

但是 Leucippus(留基伯)、Democritus(德谟克利特)、Epicurus(伊壁鸠鲁)的原子论则隐含着另一种科学方法。自然界万物变化都是原子的组合和分解，因此观察到的变化应该用更低的组织层次上发生的过程来解释，宏观变化应该用微观相互作用来解释，以及把宏观层次的质变还原为原子层次的量变。

2. 新方法的萌芽

中世纪的经院哲学家歪曲 Aristotle，强调演绎法是科学研究的唯一方法，关于自然界的一切可靠的结论必须从宗教教义中演绎出来。然而在中世纪后期，一些异端的经院哲学家发展了 Aristotle 的归纳-演绎法，成为新方法的萌芽。

Duns Scotus(邓斯·司各脱，1265~1308)提出了求同法，即分析发生某一结果的若干事例，在这些事例中与这个结果同时存在着种种

因素,如果其中有一个因素在这些事例中都存在,那末这个因素便是该结果的原因。如下式:

事例	因素	结果
1	ABCD	e
2	ACE	e
3	ABEF	e
4	ADF	e

∴ A 是 e 的原因

例如一些人都患某种疾病,他们都是在相当的一段时间内没有新鲜水果和蔬菜吃,但是在其他方面,饮食不同,居住条件不同,种族不同……。缺乏新鲜水果和蔬菜是病人唯一共同的特点,那末,我们可以作出结论说,缺乏新鲜水果和蔬菜是这种疾病的原因。

William Ockam (威廉·奥卡姆,1280~1347)提出了差异法,即分析发生某一结果的两个或更多的事例,如果某一因素存在时出现这个结果,而该因素不存在时该结果不出现,那末该因素便是该结果的原因。如下式:

事例	因素	结果
1	ABC	e
2	AB	—

∴ C 是 e 的原因

例如两块完全一样的铁块,在炭炉中加热,并以同样方法锤打成形,唯一不同在于一块铁在最后加热后浸入水中,另一块铁则否,结果前者比后者更硬,那末把热铁浸在水中,是超量硬度的原因。

但是,不管是求同法,还是差异法,归纳出来的只是可能的因果联系,不具必然的性质。“腐肉生蛆”之类的说法就是不成功地应用差异法的产物。

Grosseteste (格罗斯代斯德,1168~1253)则提出了否定法。否定法是演绎法的一种形式。如果某个结论可以从许多组前提中演绎出来,也就是有许多种解释,那末就要设法排除其他只留下一一种解释。这相当于医学中的鉴别诊断。医生根据病人的症状和体征推断疾病有几种可能,就要排除其他留下一一种可能。用什么方法排除?否定法。一个假说(解释、可能)必蕴涵某种结果,如果证明这种结果是假的,那末这个假说也必定证明为假。即:

如果 H, 则 C

非 C

∴ 非 H

这种演绎论证称为否定后件推理(modus tollens)。这种否定法在实践上早已为人使用。Euclid 曾用这个方法证明不存在最大的素数。假定存在最大的素数,以 N 表示,设 $N' = (2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 11 \times \dots \times N) + 1$, 那末就可以形成如下的论证:

如果 N 是最大的素数,则 N' 就不是素数

但是 N' 是一个素数(因为 N' 被任何素数除都余 1)

所以, N 不是最大的素数

但是否定结果,不一定能否证结果从中推断出来的假说。这个问题后面要多次讨论到。

Roger Bacon (罗吉尔·培根, 1214~1292) 提出了实验法。他认为归纳法成功应用取决于所获得的事实知识是否精确和广泛。而实验可以增加事实知识的精确性和广泛性。尤其是他认为 Aristotle 的归纳-演绎两阶段是不够的, 应该补以第三阶段, 即归纳出来的原理要接受经验的检验, 也就是要求用实验检验通过归纳获得的原理。14 世纪初, 一位叫做 Theodoric (狄奥多里克) 的人应用了这个方法。他从虹的观察中得出了日光被雨滴折射和反射而引起虹的结论。他为了用实验检验这个假说, 用中空的水晶球注满水, 作为雨滴的模型, 结果复制出了两条虹。

3. “新 工 具”

中世纪的经院哲学家阉割 Aristotle 关于从感觉经验中归纳出原理的论点, 片面地强调他的第一原理, 以维护《圣经》的权威, 严重阻碍了科学的发展。17 世纪的科学革命必然包含着科学方法的革新。

意大利物理学家和天文学家、17 世纪科学革命先驱之一 Galileo Galilei (伽利略, 1564~1642) 首先指出, 象 Aristotle 那样用目的论来解释机械运动(如固体由于其本性趋向地球中心运动等)不是真正的科学解释, 应该从科学中剔除出去。这样他就提出了科学解释与非科学解释的分界标准问题。而且在科学解释内部还要分清可接受的解释和不可接受的解释, 因此还需要有个可接受性标准(图 1-2)。但 Galileo

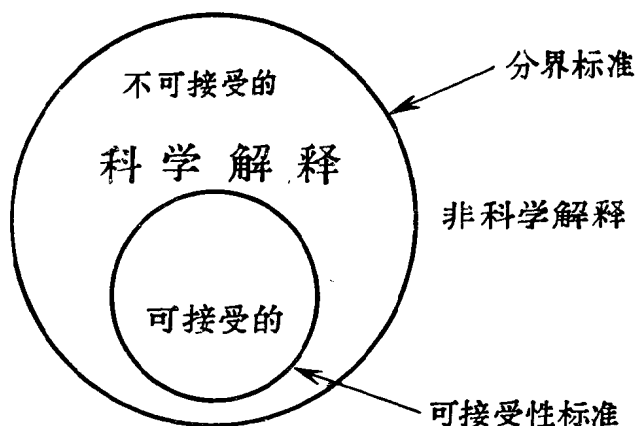


图 1-2 伽利略的分界问题

并没有解决标准问题，他在实践中和辩论中常常采用灵活的标准。

Galileo认为在科学研究的每一个阶段，都必须把感觉经验与推理、数学结合起来，为演绎提供可靠的基础。他认为发现方法与证明方法不同，证明要用数学方法，否则就不可靠。因为“自然这本书是用数学符号写成的，没有数学知识，人们就不可能理解这本书”。但数学是不可缺少的实用工具，并不能象Pythagoras（毕达哥拉斯）认为的那样可以从数学关系中演绎出宇宙的结构。

Galileo在归纳法方面的贡献是利用抽象和理想化方法。象他的“真空中的自由落体”、“理想摆”等并不是现实中所观察到的现象，而是从这些现象中外推出来的。一个物体在空气中从高处坠落，空气具有一定的密度，如果我们设想密度不断减少，就可外推出“真空中的自由落体”。而从理想化的自由落体原理中可以近似地推演实在的落体运动。而理想化原理的获得不能用简单枚举归纳法，也不能用求同法和差异法，需要科学家创造性的想象力。

Galileo强调应该从原理中演绎出新的结论，也就是作出新的预见。例如Copernicus（哥白尼）学说预言金星象月球一样有盈亏，但当时许多人用肉眼看不到，后来Galileo用望远镜证实了这一预见。但是对于用实验证实预见问题，Galileo持一个灵活的态度，因为他知道由于条件的限制或其他因素的影响，理论的预见不一定马上得到实验证实。例如Copernicus预言金星有盈亏，恒星有视差，经过几十年、几百年后才得到证实。

新方法的建立归功于近代唯物主义的始祖、英国哲学家 Francis Bacon (弗兰西斯·培根, 1561~1626)。尽管对此颇有争议, 尤其是因为他并没有用自己的方法得出任何具体的科学研究成果, 但是正如有人所说, 他在科学上的作用与希腊痼诗人 Tyrtaeus (蒂塔乌) 在军事上的作用相仿, Tyrtaeus 不能打仗, 但是他的战歌鼓舞了那些能打仗的人。

F. Bacon 认为真正的科学家的工作象蜜蜂, 从自然界采取原料, 然后把它变成新产品, 他应该系统地积累知识, 即搜集资料, 解释资料, 进行实验, 通过有计划、有组织地观察其规律性来了解自然界的奥秘。他批评经院哲学家象蜘蛛一样, 只用自身的物质来织网, 而炼金士和其他经验主义者, 则象蚂蚁一样只知道不加选择地搜集原料, 贮存起来, 而不作丝毫加工。

F. Bacon 虽然不否认演绎的作用, 但他系统地论述的是归纳法。他认为科学方法首先要求科学家排除偏见和倾向, 即排除偶象。这些偏见和倾向来源于人的本性、所受的教育, 以及流行的哲学教条。这个要求就是后来人们所说的科学家在自然界面前头脑应该是块“白板”或“空桶”。这在当时具有重大意义, 虽然实际上人们总会有一定的倾向。

F. Bacon 提出逐步归纳法和排除法, 由三个阶段构成: 肯定、否定、比较。首先要通过观察获得事实, 这是每门科学的基础。搜得的资料要系统化不能杂乱无章, 因此要用实验、科学仪器来收集资料。在肯定阶段要搜集一切具有某种特征的某种现象的一切已知实例。例如要研究热, 科学工作者就要研究“热”物体的一切已知实体: 太阳、火焰、热血等。接着在否定阶段, 就要研究否定事例, 如月光、死人的血等不产生热的东西。最后在比较阶段, 就要研究不同现象的差异, 看看在观察到的种种变化之间有没有什么相关。他用这种方法研究热, 得出了热是微粒迅速扩张而方向向上的运动。但从事实资料中作出相互关系的概括不应过于匆忙, 不要有了一些观察结果, 就马上跳跃到一般原理。不要用简单枚举法, 因为这种归纳法不能区分一些个体所特有的性质与这些个体所属的类所共有的性质。相互关系有程度之分, 应该逐步地从普遍程度低的相互关系上升到普遍性程度高的相互关系。相互关系有些是必然的, 有些是偶然的, 就要设法排除这些偶然的相互关系。

用什么方法排除偶然的相互关系呢? 如果在一些实例中发现属性 A 与 B 有一定的相互关系, 可是在某个实例中属性 A 存在时属性 B 不存在, 或属性 A 的量增加时, 属性 B 的量减少, 那末 A 和 B 的相互关系