

第一篇 系统本体

据资料，本体作为哲学名词意即存在。因此，系统本体即系统存在。本篇研究的主题是：“系统”作为存在是什么？

本篇分为三章。第一章，对以往系统理论作一个简要的回顾和评价；第二章，从以往系统研究提出的问题出发，联系现代物理学——原子物理学最重要的成果，推导提出系统新论；第三章，由系统新论和原子物理学知识，描绘一幅新的自然图景即系统本体。

第一章 系统回顾

有学者说，20世纪中叶发展起来的系统科学开创了人类科学的新纪元，是一场科学革命。对此，笔者深表赞同。那么，系统科学提出了什么课题？对这些课题已经作了哪些研究？我们继续研究的方向是什么？显然，探讨上述问题对推进这场革命、深化以至完善系统理论，有着十分重要的意义。

本章的重要概念：整体之谜、进化之谜、系统悖论。

一、系统之谜

在科学史上，提出问题往往比解决问题更重要，如系统科学这样的新科学的兴起就更是如此。笔者认为，以往系统研究最大的成果就是发现了三个谜，可统称之为“系统之谜”。

1. 整体之谜（亦称结构之谜）。一般系统论的创始人贝塔朗菲认为：“一般系统论就是对‘整体’和‘整体性’的科学探索”^①有人据此说，“整体”是系统理论的核心概念。当然，“整体”，如果仅仅理解为相对独立的对象，即与环境空间相区别的整体，这样的整体思想也是传统科学蕴涵着的逻辑前提。系统理论所说的“整体”不是一般意义上的整体，而是这样一个事物：对环境空间来说，它是独立整体但并不是封闭整体，它的整体性并不是由其所占据的独立空间来说明，而是由其相对应的整体功能来说明；对时间过程来说，它不是僵死的而是演化的，但其演化并不仅仅依赖于环境的变化而是具有目的性。对此，贝塔朗菲用“异因同果”^②、“果决性”^③等概念来描述。显然，上述两点可视为系统整体外在（现象）性说明，由此深入，人们发现系统整体的内部隐藏着一个谜，这个谜贝塔朗菲是用亚里士多德一句

“多少有点神秘”的话来表述：“整体大于部分之和。”^④于是，可以构造这样一个深刻的矛盾（这矛盾是谜的实质）：一方面系统整体是也只能是由其部分构成的（任何整体都如此，“整体”这一概念逻辑地表达了这一点），由此可得公式：

系统整体 = 构成该整体的全部部分

但是，另一方面系统整体又具有比构成该整体全部部分更多的东西，由此又可得公式：

系统整体 > 构成该整体的全部部分

2. 进化之谜（或称自组织之谜）。“进化”一词，显然有两种含义：一是指有序结构（即系统整体）的演化，即从简单的有序结构到复杂的有序结构的变化；一是指有序结构的生成，即有序结构从无到有产生。综观茫茫宇宙，从原子到天体，从细胞到生物，从家庭到社会，从文字到文章，都是某种有序结构。可见有序结构是普遍存在的，而且上述有序结构从简单到复杂的变化也到处可见。显然，仅仅从观察到的现象，以及将“进化”只理解为有序结构的演化，那么这里似乎没有什么谜。系统研究提出的“进化之谜”是指有序结构的生成问题，且这一问题与科学关于热力学第二定律的认识相联系。热力学第二定律最初表达的是自然界热变化过程的规律，这一规律表明：热量总是由温度较高的物体流向温度较低的物体，而不能自发地由低温物体传向高温物体，即热传导不可逆。后来人们进一步发现这种不可逆性，不仅是自然界热变化规律，而且是自然界其他过程的普遍规律。于是，热力学第二定律可以进一步表述为：对一孤立系统来说，一切不平衡态都最终趋于平衡态，而且一经进入平衡态便维持这个平衡态，不能自发转化为新的有质的不同的状态。可见热力学第二定律就是有序结构解体规律，它预示着任何有序结构都将不可避免地走向解体（基于此，有人说热力学第二定律是宇宙死亡的宣判），那么人们看到的宇宙现存的有序结构是怎样产生的呢？

3. 系统悖论（亦称系统方法之谜）。系统悖论是指系统方法

的逻辑悖论。据资料，它最初是由前苏联哲学家瓦·尼·萨多夫斯基提出来的，萨多夫斯基一口气提出了 6 个系统悖论。这 6 个悖论中，基础性的是所谓“等级性的悖论”、“整体性的悖论”和“系统——方法论悖论”。^⑤

关于“等级性的悖论”，萨多夫斯基写道：

“悖论 I（等级性的悖论）。描述任何给定系统这一任务，只有在把该系统描述为更大系统的元素这一任务获得解决的前提下，才能得到解决。而把该系统作为更大系统的元素来描述的任务，又只有在把该系统作为系统来描述的任务得到解决的前提下，才可能解决。

还可以用以下双重方式来表达这个悖论：把某一系统的任一子系统描述为这个系统的元素这一任务，只有在把该子系统作为某个系统来描述的任务获得解决的前提下才能解决，同时，把该子系统作为某个系统来描述这一任务，只有把该子系统作为将它包括于其中的某个系统的元素来描述的任务获得解决的前提下才可能解决。”

关于“整体性的悖论”，他写道：

“悖论 II（整体性的悖论）。……把给定系统描述为某种整体性的任务，只有在解决了把该系统以“整体性的方式”划分为部分的任务之后才能解决，而以“整体性的方式”把该系统划分为部分的任务，只有在解决了把该系统描述为某种整体性的任务之后才能解决。”

关于“系统——方法论悖论”，他写道：

“悖论 III（系统——方法论悖论）显然，系统思维作为

特殊的科学范式，要求建立对它的特征进行描述的特殊的方法论观念。由此产生出系统的方法论悖论，它是以如下形式表述的。

形成关于具体系统的真正知识的任务，只有在完善的系统研究方法基础上才能解决，而这样的方法只有在能满足系统方法论要求的对具体系统进行恰当的描述的基础上才能建立起来。”

不难看出，上述三个悖论可以归结为两个，其中前两个事实上是一个。因为萨多夫斯基的“整体性的悖论”说的是整体与部分的关系，而他的“等级性的悖论”说的是整体与层次的关系，然而相对整体来说层次和部分属同一意义。第三个悖论与前两个不一样，它说的不是整体与部分或层次的关系，而是系统研究对象与研究方法的关系。然而上述悖论又有着共同的特征：研究“系统”有两个相应任务，这两个任务互为条件纠缠不清，从而出现诸如“先有鸡还是先有蛋”这样的逻辑死结。

应当指出，“整体性的悖论”（“等级性的悖论”）并不能简单地用否定“分析程序”来了结。贝塔朗菲认为，对系统整体的认识不能满足“分析程序”，即不能把整体“在实际上或逻辑上和数学上”分成部分而后再“装配起来”。^⑥许多系统论者，将此当作“系统”的圣条津津乐道，以为这样就解开了“整体性的悖论”之谜。的确，这样一来“整体性的悖论”没有了，因为否定“分析程序”也就否定了“部分”的划分，因而两个相互纠缠的任务也就变成了一个（认识“整体”这一个）任务。然而这是一个误区，因为这一说法与系统论关于“整体大于部分之和”的命题是一个逻辑矛盾，因而单单是这一说法就足以葬送这一命题；此外这一说法是对近代科学的否定，因而将堵塞科学理解问题的任何通路。应当指出，“整体大于部分之和”这一命题是以确认“部分”为前提的，在逻辑上就蕴涵着：整体可以分解为部

分。否则我们凭什么来谈论整体的部分，从而有所谓“整体大于部分之和”的命题呢？对整体的认识，如果不能应用“分析程序”，如果不是按照某种“分析程序”将整体分成部分，那么就只能对这整体进行直观的囫圇吞枣式的认识。这是可能的吗？贝塔朗菲说：描述系统的“典型形式是一组联立方程，一般情况下是非线性的”^⑦，以此作为“分析程序”的对立物和替代物。然而，试问：这样的“一组联立方程”可以不凭借“在实际上或逻辑上和数学上”的“分析程序”而直观囫圇得到吗？大家应当记得，直观的囫圇的认识，这是古人的认识方法，这种认识方法最多只能得到一些猜测性的定性的认识，不可能形成精确的定量的认识。近代科学正是建立在“分析程序”上，这是对古人直观的囫圇的认识方法的革命，显然盲目否定“分析程序”，这是对近代科学的否定，是认识论上的倒退。当然近代科学也有不足，笔者以为这种不足并不在于一般的“分析程序”，而在于任意的分析。由此笔者认为系统论的整体性命题并不排斥整体分解为部分，而只是排斥整体任意分解为部分。这样界定问题与贝塔朗菲关于系统整体不是“累加性”的，而是“组合性”的界定^⑧，不仅不矛盾而且是更精确的说明。因为很显然，“累加性”整体是可以任意分解为部分的，而“组合性”的整体可以而且只能按其本来的“组合”程序的逆程序分解为部分。其实，由简单的逻辑分析可知，“累加性”的整体才是没有部分（固有的部分）的，正因为此它才能任意分析；而“组合性”的整体一定有部分（固有的部分），它是由这些固有的部分组合而成的，也因而对它的分析必须按照其固有的部分来分析。

这样，整体性的悖论（等级性的悖论）并没有消除：认识整体一定要运用“分析程序”，即一定要通过把整体分解为部分或层次，才有可能认识整体。但是这个整体的部分或层次又不能任意划分，而必须按其整体性来划分，即只有理解了整体才能划分部分或层次。

还应当指出，“系统——方法论悖论”不仅存在，而且它并不是系统研究所独有，而是所有科学研究即任何认知过程都存在的，因此这一悖论与其说是系统悖论不如说是认识论悖论。考察认知活动，我们可以看到这样一个深刻的矛盾（这一矛盾正是“系统——方法论悖论”的实质）：一方面，方法就在对象中，这是唯物主义的基本原理，也是认识活动反映的基本事实。对此，一些学者似乎忘记了，他们津津乐道“方法”，把“方法”摆到第一位，把“方法”神秘化，甚至认为科学就是科学方法，最后发展到仅仅依靠思辨找方法。笔者认为这是一个误区。“方法”是什么？方法不过是某种知识，它并不是天上掉下来的，也不是人们头脑中固有的，它只能是来自被研究对象（通过实践）。马克思说：“观念的东西不外是移入人的头脑并在人的头脑中改造过的物质的东西而已。”^⑨恩格斯说：“对我来说，事情不在于把辩证法的规律从外部注入自然界，而在于从自然界中找出这些规律并从自然界里加以阐发。”^⑩另一方面，方法对科学研究的重要性也是显然的。因为客观对象是自在的，它不可能自动告诉我们什么，没有一定的方法，我们不可能对对象进行科学研究，甚至不能确定我们是否在研究客观对象，不能确定我们是否可以认识客观对象。客观对象何在？认识何以可能？这是认识论已经讨论了几百年甚至上千年的问题。无疑，对象和方法的矛盾贯穿整个人类认识史，并不是有系统研究这一课题以后才有。不过，系统理论是关于整体的学说因而是全面的学说，因此这一矛盾更加突出罢了。此外，系统科学的诞生是人类认识史上的革命，因而它也必须也能够解决这一矛盾。

上述三个谜的提出，对人类尤其是无产阶级来说有着十分重要的意义。显然，前两个谜的意义是明显的，人以及人类社会本身就是一个高度有序结构，人的生存以至发展更是依赖于有序结构，因此，理解这两个谜就是理解人和人类社会本身，就能更好地维持人的生存以及推动人类社会的发展。无产阶级的根本利益

在于实现共产主义社会，而共产主义社会是比现存的社会更高层次的有序结构，从现存的社会到共产主义社会无疑是一个系统的进化过程；在整个过程中，无产阶级能够采用的方法最重要的是“联合起来”，而“联合起来”并不是“累加性”（平均主义）的凑合，而只能是建立起“组合性”的有序结构。如果，以往科学研究对象是个体元素（简单整体）及其运动，可以理解为以私有制为主体的社会生活在科学研究上的投影，那么，系统科学研究对象是有序结构及其演化，就可以理解为以公有制为主体的社会生活在科学研究上的要求。因此，对系统科学来说，马克思的名言同样适用：“哲学把无产阶级当做自己的物质武器，同样地，无产阶级也把哲学当做自己的精神武器。”^①

说发现前两个谜是以往系统论的重要成果，大约没有异议，而把后一个谜与前两个谜相提并论摆在同样重要的位置，有人可能不以为然。应当指出，悖论不是认识对象本身所固有的，而是人们认识方式上的局限性所致，因此在科学史上悖论的出现往往是人们发现新的科学方法的契机和动力。此外，三个谜是相互联系的，从一定意义上说，解开后一个谜是解开前两个谜的钥匙，因此提出后一个谜并将其解开具有更重要的意义。系统悖论的出现，并不表明根本就找不出（客观上不存在）关于“系统”的符合逻辑的认识方法，只是表明现存的认识方法与“系统”这一认识对象不适应。正是这样，我们更能体会到系统科学的诞生是科学史上的一场革命，也正是在这意义上，笔者认为系统悖论的发现是以往系统科学的重要成果。

二、解谜的探索

发现谜就要解谜，以往的系统论在解谜方面也进行了探索，形成了一些成果。但在这方面发展是不平衡的，其中涉及前两个谜的成果相对多一些，而涉及后一个谜的成果比较少甚至还谈不

上成果。因此，从总体上来说，解这三个谜的成果都有限而且很不系统。对此，并不是我一个人孤立的感觉，一些著名的学者也这样认为。

武汉大学经济管理系编写的《现代管理学基础》一书，前半部分专门介绍系统理论，该书写道：

“系统理论是研究系统的理论，但其本身还尚未构成‘系统’。”^⑩

在中译本《系统论的思想与实践》一书的“序”中写道：

“一些年来，‘系统方法’已成为一个时髦的词儿。很少有人准备公开声明他们在其著作中不采用它。而如果谁不能给自己的书注上副标题‘系统方法’，那他就是一个不明智的管理科学教科书的作者。然而，尽管对系统思想存在这种流行的说法，尽管有人频频劝诫人们运用系统方法，却很少有人告诉我们它由什么构成或我们究竟应当如何运用它。”^⑪

而该书的“译者前言”说的就更干脆：

一些年来，“系统论”和“系统方法”已成为一种时髦。这样那样的人总是在其著作中宣称运用或采用了它，或在书名下注上副标题“系统方法”或“系统研究”。还出现了“系统美学”、“系统哲学”等名词或著作。尽管如此，在系统论的主要内容和基本概念、原理是什么，系统方法由什么构成，应如何应用等问题上却仍然存在着混乱。

甚至可以这样说，系统论停滞不前已有几十年了。利连菲尔德(Liliefeld, 1978)等人对贝塔朗菲的研究表明，他从40年代末直到1972年逝世几乎再未有过什么大的发展。其

实，这一说法几乎可适用于整个系统论领域。倘若不信，不妨去读一读国内外这方面的文献。

上述著作的作者和译者是国内外著名的学者，至少是专门从事学术研究的人，相信他们对系统论学术现状是了解的。由此看来，笔者的感觉并不虚幻。

当然，以往系统理论在解系统之谜这方面毕竟是有成果的，这些成果有些是显现的，有些需要挖掘引伸才能显示出其意义。应当说明，我们这里所说的成果仅指与解上述三个谜直接相关的理论成果，为解决一些实际问题而发展起来的一些数学技巧不在其例*；此外，即使如此，我们也只能提到有限的几个有代表性的成果。本文不是对以往系统理论的系统介绍，而只是为了对系统问题继续研究而清理认识的基地。

无论是系统之谜的提出还是对解谜的探索，美籍奥地利生物学家贝塔朗菲占据着重要的地位。在解谜方面，他是从解整体之谜入手的。首先，他区分了两类整体：一是所谓“累加性”的；二是所谓“组合性”的。他指出，构成“组合性”这类整体的，不仅是其元素而且还有这些元素之间复杂的关系，由此得出关于系统的定义。他写道：

“系统可以定义为相互作用着的若干要素的复合体。相互作用指的是：若干要素（ p ），处于若干关系（ R ）中，以致一个要素 p 在 R 中的行为不同于它在另一关系 R' 中的行为。如果要素的行为在 R 和 R' 中并无差异，那么就不存在相互作用，要素的行为就不依赖于 R 和 R' 。”^④

接着，贝塔朗菲“选取一组联立微分方程式为例子来说明”上述定义。其方程式具有如下形式：

$$dQ_1/dt = f_1 (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$$

$$dQ_2/dt = f_2 (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$$

.....

$$dQ_n/dt = f_n (Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \text{ }^{⑤}$$

进而,他用这一组方程式对系统的“稳定性”、“生长”、“竞争”和“果决性”等一些进化现象作了研究。其中尤以关于“果决性”的研究更具启发性。他写道:

“在系统逼近静态这种情况下,它的变量不仅可按当时的现实状况来表示,而且还可用它与静态的差距来表示。设 Q^* 是静态解,那么可以引入新的变量:

$$Q = Q^* - Q'$$

从而:

$$dQ_1/dt = f (Q^* - Q'_1) (Q^* - Q'_2) \dots (Q_n^* - Q'_n) \quad (3.27)$$

.....

“果决性也可以说成是取决于将来的意思。从方程式(3.27)可见,事件实际上可以被看成或被描写为不但由它的现状所决定,而且还由它所要达到的最终状态所决定。”^⑥

这里“最终状态”可以看作系统进化的目的,因此“果决性”也就是“目的性”。传统的哲学和科学往往有两种倾向:一种倾向是给“目的性”以神秘的解释;另一种倾向是否定存在“目的性”现象。而贝塔朗菲不仅认为这种现象是客观的,而且对它作出了科学解释,他写道:

过程走向最终状态的针对性,与因果关系的过程并没有什么不同,它只是因果关系过程的另一种表达方式。

这样，贝塔朗菲就为被经典科学排斥在外的目的性、方向性等概念找到了正确的位置。

贝塔朗菲给我们留下了什么成果呢？第一，从系统的整体性入手，先研究整体而后再研究进化，这是贝塔朗菲研究系统问题的特点也是他的优点。很显然，进化只能是系统整体的进化，只有先知道整体之谜才能进而研究进化之谜。第二，贝塔朗菲关于“累加性”和“组合性”的区分，对解开整体之谜也是有意义的。整体之谜，谜在哪里？谜就谜在它的内部结构（因此“整体之谜”也可称为“结构之谜”），谜就谜在其元素之间的关系是“组合性”的，而不是“累加性”的。这的确是向解谜的方向走出了一步。第三，他提出诸如“稳定性”、“生长”、“竞争”和“果决性”等有关系统进化的概念，对解开进化之谜也是一个很好的开端。

但是，他并没有解开系统之谜。在“整体”这方面，他提出“累加性”和“组合性”的概念，以及由此作出的定义，只不过进行了一种定性的区分；甚至连定性的区分都谈不上，因为很显然，“累加”无疑也是一种组合，也是一种关系，可见系统整体的特征不在于是否“组合”是否有“关系”，而在于怎样“组合”有怎样的“关系”，对此，贝塔朗菲并没有得出有意义的结果。他所列的那一组方程式，正如他自己所说，不过是“作为例子”即他关于系统的文字定义的数学例证，并不是对“系统”这个事物由逻辑分析而得出的数学定义。简单分析可知，元素组合成整体和整体分解为元素是一个互逆过程，而找到这样一个客观过程即发现这样一个“分析程序”则是认识整体的关键，因而是解开整体之谜的关键。但是，如前所述，贝塔朗菲不加区别地否定“分析程序”，显然，当他否定“分析程序”的时候，也就堵死了任何解开整体之谜的道路，他又怎么可能解开这个谜呢？在“进化”这方面，他只是提出了几个有意义的概念，并由这些概念对

各学科的一些具体现象进行类比即“同型性”的概括，而没有从整体即系统内部结构的逻辑分析出发揭示系统进化的客观规律，更没有在热力学第二定律与系统进化现象这个对立中找到实在的统一。贝塔朗菲系统理论的基点在于系统整体，他的研究特点是从解整体之谜出发进而解进化之谜的，然而他没有解开整体之谜，当然他也就不可能解开进化之谜。

解谜的重要成果，除了贝塔朗菲的一般系统论外，还有普利高津的“耗散结构”理论和哈肯的“协同学”。据资料，耗散结构理论主要有如下几个方面：一是给出了“耗散结构”的概念。用通俗的话来说，耗散结构是说，在远离平衡态区即具有一定能量梯度的空间中的开放系统，在外界条件变化达到某一特定阈值时，量变可能引起质变，系统通过不断与外界交换能量和物质，就可能从原来的无序状态转变为一种时间、空间或功能的有序状态，而且当外参量继续改变时，这种有序状态还会向更高的有序结构进化。这种非平衡态下形成的新的有序结构就称之为“耗散结构”。二是研究了形成耗散结构的条件。这一理论认为耗散结构的形成需要两个条件：第一，必须是远离平衡态的开放系统；第二，系统的元素之间存在着非线性的机制。第三，是研究了耗散结构的稳定性及进化的可能性。这一理论研究了涨落与耗散结构稳定性的关系，以及涨落对耗散结构进化的作用。

协同学的创始人哈肯认为，协同学即“协同工作之学”。其主要成果有以下两个：

一是发现无生命的自然界发生的普遍规律。哈肯写道：

“本书提出了一个思想上的转折点，它的出发点是基于这样一种认识：在无生命的物质界，也会从混沌中产生出组织良好的新型结构，并能在不断输入能量时维持这些结构。”^{①7}

二是发现无论是有生命的自然界还是无生命的自然界，有序结构的产生和维持还有赖于系统内部的竞争和协同。他写道：

“协同学并不只要求在无生命的自然界里发现普遍的规律，而是要在无生命的自然界和有生命的自然界之间架起一座桥梁。有两个发现使架桥成为可能：一个是有生命的自然界完全是开放系统；另一个是在模式之间存在竞争这一思想。”^⑩

显然，耗散结构理论和协同学研究的是同一个主题，试图解开进化之谜，其理论成果也比较接近，都揭示了系统进化的两个根据。一是有序结构产生、维持和进化的外部根据，这就是外界能量的输入，关于此二者区别不大；二是有序结构产生的内部根据，关于此二者说法略有不同。耗散结构理论认为，有序结构产生的内部根据是元素之间的非线性关系，而协同学则认为是系统内部的竞争和协同。

笔者认为，这两个学说揭示的有序结构产生、维持和进化的外部根据，这是一个有重要意义的理论成果。显然，这里的“外界能量”是指能够利用的能量即由能量梯度而引起的能流，而能量梯度等于有序结构。由此可见，说外界能量的输入是有序结构产生的条件，也就等于说出了这样一个命题：有序只能来自有序。这是一个有重要意义的结论，这与奥地利著名理论物理学家、量子力学创始人之一的薛定谔在《生命是什么》中所得出的结论是一致的。过去人们常说有序来自无序，似乎这样才顺理成章，才维护了唯物主义，其实“有序来自无序”才是导致唯心主义的命题。试想，所谓无序、彻底的无序实质上就是所谓的“热寂”，怎么可能由此产生有序呢？能够从“热寂”状态中产生有序的，决不是人们可以理解的自然界，也不是具有有限智慧的人类，而只能是全知全能的上帝！但是“有序产生有序”就不同

了，这里根本就没有困难；而且这一命题与热力学第二定律不仅没有丝毫矛盾，而且是充分协调的。热力学第二定律只是说任何具体（非无限的）有序结构都会走向解体，但是它并不排除有序结构在走向解体过程中造就另一些有序结构，这就如任何生命都将走向死亡，但这并不妨碍它们在走向死亡的过程中造就新的生命一样；简单的逻辑分析就可表明，只有“有序来自有序”和热力学第二定律同时并存并且其作用等量守恒，才构成了宇宙的系统图景。^⑩

说到这里，笔者认为这样一种说法不正确，提出来讨论。在《控制论、信息论、系统科学与哲学》一书写道：

“以上研究的是远离平衡态的开放系统从无序到有序的现象。哈肯还发现，不仅在这种远离平衡态的开放系统中，就是在热力学平衡系统中也存在着类似的转化过程，如磁铁有序结构的形成。

……

因此，协同学继耗散结构理论之后更进一步地指出，一个系统从无序向有序转化的关键并不在于热力学平衡还是不平衡，也不在于离平衡态有多远，而在于只要是一个由大量子系统构成的系统，在一定条件下，它的子系统之间通过非线性的相互作用就能够产生协同现象和相干效应，这个系统在宏观上就能够产生时间结构、空间结构或时空结构，形成一定功能的自组织结构，表现出新的有序状态。”^⑪

从这本著作介绍的情况来看，磁铁这种有序结构的形成，的确“并不在于热力学平衡还是不平衡”，但不能由此认为“也不在于离平衡态有多远”，因为宇宙中并不是只有热力学态“不平衡态”应是指存在某种梯度结构亦即有序结构。如前述，有序只能来自有序，因此该书（或是哈肯）的说法是不正确的。综观

宇宙，一切有序结构的产生、维持以至进化都是以外界有序结构的存在为基础和条件。协同学所揭示的系统内部的竞争，竞争什么？无非是竞争外界有序结构中的能量！协同又是为了什么？无非是使系统能更充分地吸取和运用外界有序结构中的能量！因此“有序来自有序”是宇宙的普遍规律，当然，任何有序都在发生着向无序的转化，都是以走向无序的过程而存在，惟此才称得上是有序结构，这同样是宇宙的普遍规律。

但是，耗散结构理论和协同学解开了系统之谜了吗？没有。揭示有序结构产生的外部根据，只不过进一步证实了谜的存在，并没有解开这个谜，因为它并没有揭示有序怎样产生有序。至于这两个理论揭示的产生有序的内部根据，诚然也是一个成果，但很有限。耗散结构理论说的元素之间的非线性关系，不过只是一种数学表述，其物理意义是不明确的；协同学说的系统内部的竞争和协同，多少掺进了拟人的描述，离科学理论有相当的距离。人们常说外因是变化的条件，内因是变化的根据，就常规来说这不失为真理，但是这里说的是有序结构的产生，这里相对将要产生的有序结构来说，这是无，即没有内部结构，何来内因？一旦能够说内因也就表明有序结构已经产生了。因此仅就有序结构产生来说，重要的是外部条件（严格说来，说“外部条件”也是不确切的，而只能说“外在条件”），而不是内部结构（内因），只有这样才能揭示有序结构产生的普遍性，才能找到真正的规律。显然，如前述，在这方面这两种理论都没有作出真正的科学研究。

现在再说第三个谜。如前述，“系统悖论”有两种，一是整体性的或等级性的悖论；二是“系统——方法论悖论”（也可称为“认识论悖论”）。后者并不是仅与系统科学相关而是与整个认识论相关，近代的科学哲学实际上正是围绕这个问题展开的，其中有很多争论，但大多是各执矛盾的一端而否定另一端，因而并没有解决这一悖论，对此本章不想多作叙述。仅仅围绕系统问题

研究系统悖论的人为数不多，笔者所知道的只有两个人。一个是前述的萨多夫斯基，他认为系统悖论“都是以逻辑循环为基础的”，他写道：

“在系统悖论中，分出两个相对独立的任务（我们用 A 和 B 来表示这些任务），并且确定，解决其中的每一个任务都依靠预先解决另一个任务。如果用 $A \mid \text{---} B$ 表示任务 B 的解决依赖于任务 A 的解决这个事实，相应的用 $B \mid \text{---} A$ 表示任务 A 的解决依赖于任务 B 的解决，我们就可以用符号提供出所研究的系统思维这六种悖论性的逻辑结构，它的形式如下： $\dots \text{---} A \mid \text{---} B \mid \text{---} A \mid \text{---} B \mid \text{---} A \mid \text{---} \dots$ 。”^①

此后，萨多夫斯基还用多种形式表述了系统悖论。那么，有什么办法解决系统悖论呢？萨多夫斯基写道：

“这里所研究的悖论状态的出路就是通过运用显然是有限的和不完全符合的知识的递次求近法。”

“对于某一类数学算题来说，通过递次求近法获得这种解决的可能性是严格地被证明了。在我们所研究的一般情况中，这样的理想目标原则上是不可能达到的。”^②

显然，萨多夫斯基并没有找到解决系统悖论的办法，正如他自己所说的：

“现代认识论手段的武库基本上传统科学建立的，它具有明显的分析性质，对于分析整体性、等级性、组织性是不适用的。”

“为了描述系统思维、系统研究方法等等，我们现在不

得不利用从本质上说是非系统的知识、要领和方法，归根到底这也就是发生前边描述过的系统悖论性情况的基础。¹²³

甚至他断言：

“如果认为随着特殊的系统思维方法的发展，这些悖论的情况将会完全消除，那将是错误的。……随着系统思维的进步，悖论性不是消失了，而只是采取了新的形式。”¹²⁴

试图解决系统悖论的另一个人是我国学者张全新。他在介绍了萨多夫斯基对系统悖论的研究之后写道：

“我们是否就能由此断定人的认识根本不可能把握系统呢？完全不是这样。这正如哲学史上，人们在认识触及到客观世界的内在矛盾时，常与一筹莫展的种种情况一样，这并不能证明人的认识无能为力，而只是显示了知性认识的局限性。

所以把握系统的方法，仅陷入知性思维是不足的，必须超越知性的局限进入体现辩证法的高级思维方法，即进入作为唯物辩证法的哲学系统方法。”¹²⁵

接着，张全新介绍了黑格尔关于整体和部分、本质和现象或内层和表层以及“力”和“力的表现”等辩证关系的论述。他指出马克思批判地吸取了黑格尔辩证法的合理思想，把它运用于《资本论》的研究，取得了巨大的成功。那么，马克思《资本论》中到底用了什么方法呢？张全新写道：

“马克思要从解释资本主义经济系统各种要素的联系中

揭示资本主义经济的整体，但并没有仅限在整体的各个部分的分解和结合之中。

他不是先死板地用分析方法分解整体，而后再力图对这些零散的部分加以综合重新装配起整体；也不是仅外在地描述一个混沌整体而后分析其中各个部分或要素。而是把握住整体部分的对立统一，同时力求找到其中的一种“力”，以此解释各种“力的表现”（暂时借用黑格尔的用语），把对象区分为两个互为反思的内层和表层，或者说本质和现象。在对它们分别加以考察以后然后实现它们的统一。从而复制了资本主义经济的有机系统。’^②

这是科学方法吗？这种方法能够解决系统悖论吗？笔者认为，这根本就够不上是科学方法，不过是一种含混不清的说教！当然，马克思写作《资本论》的确运用了与传统方法不同的新的科学方法，对此，马克思在《政治经济学批判》序言》和《政治经济学批判 导言》中有明白表述；本书第十四章还要详细讨论，这对我们解决系统悖论有着重要的启示，但那决不是这里所说的含混不清的东西。

当然，系统悖论不是不能解决，而且也不是不能在知性思维的层次解决。笔者以为哲学思维并不是什么比知性思维更高级的思维方式，哲学的特征是抽象思辨，在前人得到的科学知识中思辨是有意义的，其意义在于理清继续研究的出发点，仅此而已。纯粹的思辨不可能得到任何新的实际知识，所以怎么又能够企图通过这种途径解决系统悖论这种实际问题呢？

三、原因何在？继续研究的方向是什么？

由上面的分析，我们看到以往的研究并没有解开系统之谜。那么原因何在？我们继续研究的方向是什么？显然这两个问题实

质是一个问题，因为它们互相关联，弄清了一个也就明确了另一个。

以往的研究没有解开系统之谜，原因很多，但归根结底只有一个，这就是：在谜中解谜。系统之谜只是小谜，人类已经得到的整个科学是一个大谜，小谜在大谜中*²，显然，大谜不解仅解小谜，这是不可能的。关于此，可以从贝塔朗菲一段论述体会到。在《一般系统论（基础、发展和应用）》一书写道：

“我们必须找出‘野生的自然’。这就是系统本体论——一什么是‘系统’，系统是怎样体现在可观察世界的各个不同层次上的。

什么东西可以定义为和描述为系统，这个问题没有显而易见的或通俗易懂的答案。我们都会同意，星系、狗、细胞和原子是真实的系统，它们是从观察中察觉到或推论出来的，并独立于观察者而存在着。另一方面，还有概念的系统，如逻辑、数学（也包括音乐），它们基本上是符号结构。再就是抽象系统（科学），它们是后者的亚类，即与实在相符合的概念的系统。

然而，区别决不表现得那样分明。当生态系统受到污染的干扰，社会向我们提出那么多没有解决的问题的时候，我们痛苦地体验到生态系统和社会系统是充分‘真实的’。但是，它们不是知觉的对象或直接观察的对象，而是概念结构。甚至日常生活中的对象也如此，它们决不是简单的‘给出’感觉材料或单纯的知觉，而是被从格式塔动力学和学习过程到语言和文化等一系列‘心理’因素所翻译，这些因素很大程度上决定着实际上‘看到’或察觉的东西。所以，‘真实的’对象和由观察与‘概念的’结构所给出的系统之间的区别不能用常识来描绘。这些问题很深奥，本书只能简要地说明。

这就引出系统认识论。从上文可以明显地看出，它和逻辑实证主义或经验主义的认识论有很大的区别，尽管在科学态度上有共同的东西。逻辑实证主义的认识论（以及形而上学）是由物理主义、原子论的思想和知识的‘摄影理论’所决定的。从今天的知识来说，这些都已过时。生物科学、行为科学和社会科学所产生的问题和思想模式，与物理主义和还原论背道而驰，而简单地‘还原’为基本的粒子和物理常规定律今天已不再可行了。经典科学的分析程序把分解了的组成要素和单向的即线性的因果关系作为基本范畴；与此不同，研究许多变量的有组织整体则要求新的范畴，如相互作用、交感作用、组织、目的论等，这就对认识论、数学模型和技巧提出许多问题。此外知觉不是‘真实事物’的反映（不管什么样的形而上学），知识不是‘真实情况或实在’的简单近似；它是认识者和被认识者之间的相互作用，取决于生物学、心理学、文化和语言性质的因素的复合。物理学本身告诉我们：不存在独立于观察者的终极实体，如微粒或波。这就导致‘透视’哲学。因此，物理学在其本身的领域中和有关领域中虽然有公认的成就，但不能垄断知识。与还原论以及声称实在‘只不过’是一堆物理粒子、基因、反射、内驱力等诸如此类的东西的理论相反，我们把科学看作一种‘透视’，人带着他的生物的、文化的、语言的才能和束缚，创造性地处理他所‘投入’的宇宙，确切地说，是他适应了属于进化和历史的宇宙。’^②

显然，人类从无知到有知识是一个自然历史过程，因而当人意识到有知识从而追问知识的来源时，人已经被笼罩在知识的光波中，不知知识之源在何方。于是人类迷惘了：笼统地想，知识不是天上掉下来的也不是头脑中固有的，只能来自客观世界（通过实践）；仔细考察，由客观世界到人脑中的知识之间，则找

不到一条清晰的路，不仅如此，甚至连独立的客观世界也找不着了！贝塔朗菲主张“透视”哲学，这实际上等于说，独立的客观世界找不着那就别找了，各人研究各人的“透视”吧。当然，这不是贝塔朗菲一个人的发明，而是当代科学界几乎一致的见解。然而，这样一来科学还有多少可信度（例如上帝无疑也是人们的一种“透视”）！大约正基于此，保罗·法伊尔阿本德喊出了更为极端也是当今科学不能彻底驳倒的口号：“什么也不是，怎么都行。”^⑧在这样的基础上，即使是系统以及系统之谜本身是否存在都无法确定，又何论解谜！

然而，科学是一个大谜，这只是人们在谜中的感受。其实，“背负青天朝下看，都是人间城郭。”^⑨科学作为人类知识的生产方式，也是一个客观的世界，有着与物质资料生产方式基本矛盾类似的基本矛盾；其中科学实验发现是“生产力”，科学理论体系则是“生产关系”。系统之谜的提出以及在原有理论体系中不能解开，正说明以往科学理论体系这个“生产关系”容纳不了科学实验发现这个“生产力”，于是以往科学理论体系迫切需要修正。这里“以往科学理论体系”不是指某一学科，而是指人类科学整个知识体系，尤其是基础科学。但是以往系统学者没有理解这一点，他们天真地认为，科学的基础理论还是正确的，问题仅在于复杂现象。因此他们仅在复杂现象摆弄。然而一座建筑起到一定高度开始摇摇晃晃再也不能往高处盖了，原因不在高层而在基础。必须深挖地基，重打基础。这样一来，原有的建筑就垮下来了。自然，这对原有建筑的建筑师来说是难以接受的，但这是没有办法的事情。当然，原有的建筑即使垮掉了，也不是“什么也不是”，原来建筑中的材料（实验及其数据）还是有用的，它们将在新的更宏伟的大厦中得以永生。他当然，建设新的大厦，也不是“怎么都行”，而是要重新锻造工具即建立新的认知科学。须说明的是，这里说的认知科学不是以往的哲学认识论即关于知识的抽象思辨，而是对以实验、实践为核心内容的认知活动及其

过程进行的科学研究。此外，建立新的认知科学并不是系统科学得以建立的外加条件，而是系统科学内在的必备部分，因为认知活动及其过程本身也是一个系统，它应当成为系统科学的对象。

如此说来，解开系统之谜即构筑系统理论大厦的过程，同时也是拆除以往理论建筑的过程了？回答是肯定的。破旧立新，这是人间正道，更是系统科学题中应有之义：系统，既是全新的系统（理论体系），也是将以往的东西系统（有序重组）。

一、注释

*1 应指出，认识一些具体系统的数学方法，控制论、信息论的一些方法，在这方面有很多成果，而且这些成果对实践有很大的指导作用。但是，笔者认为这些成果不过是以往传统科学理论的深化和扩展，并不是真正的系统理论即本文所说的解开系统之谜的理论及其运用，这并不奇怪，尽管真正的系统科学与传统科学有质的不同，但它们之间并没有不可逾越的鸿沟

*2 应说明，事实上这两个谜，并没有大小之分，而且两个谜其实就是个谜。所谓系统之谜是小谜，是就以往系统学家狭隘理解系统科学的对象范围来说的。

二、引文出处

② ①⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳ [美]冯·贝塔朗菲著，林康义、魏宏森等译，《般系统论（基础、发展和应用）》，清华大学出版社 1987年版，修订序言第 3、123、69、51、17、17、51、52、70~71、260、265~266、261、261 3~4页。

⑳ [苏联]瓦·尼·萨多夫斯基著，贾泽林等译，《一般系统论原理》，人民出版社，1984年版，第 256、260页

㉑ 《马克思、恩格斯选集》第 2 卷，第 217 页

㉒ 《马克思、恩格斯选集》第 4 卷，第 52 页。

㉓ 《马克思、恩格斯选集》第 1 卷，第 15 页

㉔ 武汉大学经济管理系编，《现代管理学基础》，知识出版社，1983 年版，第 1 页

㉕ [美] P·切克兰德著，左晓斯、史然译《系统论的思想与实践》，华夏出版社，1990 年版，第 13 页。

㉖⑱ [德] H·哈肯著，戴鸣钟译，《协同学——自然成功的奥秘》，上海科学普及出版社，1988 年版，前言，第 22 页。

㉗⑳ 王雨田主编，《控制论、信息论、系统科学与哲学》，中国人民大学出版社，1986 年版，第 451、468 页

㉘㉙ 张全新著，《系统方法概论》黄河出版社，1989 年版，第 126~127 页

㉚ [美]保罗·法伊尔阿米德著，周昌忠译，上海译文出版社，1992 年版

㉛ 毛泽东：《念奴娇·鸟儿问答》

第二章 系统新论

本章以确定系统科学的对象为基点，以解系统之谜为线索，对系统科学的对象进行全面有序地研究；以找出“系统”这一概念的数学表达，在原则上解开系统之谜，从而为广泛的系统研究奠定基础。

本章的重要概念：系统、整体、层次、部分；元素、结构、能量、信息。

一、系统科学的对象

科学不是纯粹心灵的玄想，而是对外在于人（研究者）的客观对象的探索，因此找到自己的对象则是任何科学赖以建立的基础和前提。系统科学也是如此。

但是在这个问题上存有许多争议。爱因斯坦有句名言：“是理论决定我们能够观察到的东西。”^①理论显然是方法，也就是说，要找到对象就必须先有方法。

我们似乎遇到了“是先有鸡还是先有蛋”相类似的疑难。稍加思考不难看出，这类疑难与事物的进化过程相关，因而只有把它放到被研究事物的进化过程中才能消解。人类从无知识到有知识无疑是一个自然历史过程，开始时既不可能有自觉的对象也不可能自觉的方法。但是正如不自觉的对象（自在之物）是不自觉的方法（人们对自在之物不自觉的接触和观察）的前提一样，自觉的对象一定是自觉的方法的前提；人类的认知过程正是对象（人们关于客观世界的假定）和方法（由前述假定演绎出来的理论）并以实践为中介的交替前进的过程。当然，如果在人类认知进化的全过程中任取一段，有可能看到方法在对象的前面，正是

在这意义上也只有在这意义上，前述爱因斯坦的名言有合理性但从人类认知进化的全过程来看，则对象是本原方法是派生，方法不是从天上掉下来的也不是人脑中固有的，而是人对客观对象的反映。

或许有人说，对一般的科学来说对象是第一位的，但对系统科学来说就并非如此了。其理由是：系统科学本质上是方法科学。这理由是站不住脚的，即使抛开方法只能来自对客观世界的认识这一一般原理（由此原理可论定不存在纯粹的方法科学）不说，仅就系统科学本身所能提供的特殊方法来说也是如此，“系统”这个词，仅就其所表达的方法，无非是指完整、全面、有序，即要求完整、全面、有序地观察世界、思考问题。但是完整、全面、有序是一种相对的概念，仅仅抽象（空泛）地说是没有标准的，因此抽象（空泛）地把它们当作要求是没有意义的，要使它们有意义从而可以作为一种检验标准因而成为一种科学理论，就必须找到确定的即客观的对象。尽管人们早就在谈论系统科学，但至今并没有诞生出较为像样的系统科学（系统科学不科学），笔者以为其根源正在于没有找到确定的对象。一个连研究什么都不知道的东西（活动、学说），能成为科学吗？

那么，什么是系统科学的对象？答曰：物体。系统科学是关于研究系统的科学，因此系统科学的对象也就是“系统”这一概念的指称。由此有等式：

系统 = 物体

在日常用语中，物体指自然界的实体。因此有必要对自然界的实体作出初略的考察，找出其明显的特征，给出个最简单的定义。例如，一块石头，一本书，一个人体，一只水果，一颗粒子（原子），一个天体（地球），一个天体系（太阳系），……，都是物体。物体无疑是千差万别的，但又有共同的特征，其最显著的特征有两点：第一，它是一个“物”或“物质”，具有客观实在性，即它在人的意识之外又能为人的意识所感知；第二，它

是一个“体”或“体系”，这是一个相对独立的空间，能与其他“体”相区别，并且具有可整体移动性。由此可下一个最简单的定义：物体是物质的体，或者说充斥着一定物质内容的相对独立的空间。

系统科学的对象，并不限于自然物体，而且根据上述关于物体的定义，可以对“物体”做逻辑扩展。综观宇宙，客观实在的物体可分为三大类：自然、社会和意识。自然实在是物体已如前述，社会实在和意识实在也是物体，因为它们都符合上述最简单的定义。社会实在指家庭、企业、国家等各种组织。显然，它们也具有上述物体的两个特征：第一，它们都是物，具有客观实在性，即它们在人（观察者）的意识之外又能为人的意识所感知；第二，它们都是“体”或“体系”，它是人的组织，也就是说它是人与人的关系体系。意识实在，指思维的内容（非指思维活动，思维活动有自然性也有社会性，仅就前者来说它是人脑的生理机能，属于自然物体的范围；仅就后者来说它是社会认知活动，属于社会物体的范围），它们表现为符号串，例如，语言、文章、乐曲、图画、舞蹈、等等。同一串符号，有人能理解有人不能理解，这说明这些符号串既在人的意识之外又能为人的意识所感知，即这些符号串都是“物”；任一符号串，要能成为意识就必须成体系，不成体系的符号串是不能称为意识的；等等，可见意识实在也是物体。当然自然体是自然空间，人的组织这种社会体和符号串这种意识体并不是自然空间；但是数学有所谓状态空间，显然是由自然空间对“空间”概念的扩充，我们这里也是由自然体对“体”的扩充，因此这扩充是合理的。本书仅研究自然系统，然而我们不可能孤立的研究自然系统，因为很显然研究自然系统本身是一个认知活动，而认知活动则是社会系统，同时也涉及到意识系统。这正是笔者将物体作如上扩充的理由。

上述关于系统科学的对象是物体这一认识，并不是笔者的凭空想像，而是有着深刻的思想渊源和广泛的实践根据的。

首先，这一认识体现着已有系统理论的精华。据资料，“系统”一词“源于希腊语 *systema*，原意为由部分组成的整体、集合。”^②一般系统论的创始人贝塔朗菲也说：“一般系统论就是对‘整体’和‘整体性’的科学探索”。可见，“整体”或“体”是“系统”最本质的特征。显然，“整体”也一定是既在人的意识之外又能为人的意识所感知，否则科学不可能把它当作对象来研究，这就是说任一整体是物体；此外任一物体当然都是“整体”。因此，把系统科学的对象确定为物体，体现着已有系统理论的精华。这里用“体现着”这个词组，就是说确定物体是系统科学的对象，并不是指已有系统理论或明确的思想；由上面的讨论可知，确定系统科学的对象是物体，这是对已有系统理论中的“整体”加以唯物主义的引伸（改造）的结果。

其次，科学的对象由物质上升到物体，体现着新老科学的转换。系统科学并不是建立在科学的处女地上，而是扎根在传统科学的肥沃土壤中。传统科学发现了一些现象，但这些现象是传统科学知识所不能理解的，必须改变传统科学关于客观事物的看法即传统科学关于对象的假定，于是就提出了一门新的科学：系统科学。可见系统科学的建立是对老科学的替代，因此要找到新科学的对象必须找到新老科学的转换点。稍作考察不难看到，传统科学的兴起基于这样一幅基本图景：物质（质点）在空间（虚空）中运动，由此形成了这样一个基本概念：物质。正因为此“物质”成了近代唯物主义的核心理念，成了哲人们争论的学术焦点。可见，以往的科学可以概括地称为：关于物质的学说。现在看来，“物体”或“体系”比“物质”或“质点”更确切地反映着客观实在，这是科学发展到今天应当得出的结论。但要得到这一结论至少有五条进路：一是物理学进路。开始，人们以为不可入的原子是最本原的实在和最基本的“质”点，“物质”这一概念由此而生。后来，人们发现场是与原子一样甚至比原子还是最根本的基本存在。再后来，人们发现原子也不是不可入的质

点，而是有着复杂结构的包括着质点和场的体系。这里重要的是“体系”，不仅原来认为的质点（原子）是体系，稍后发现的场是体系，而且原子中的质点（即物理学所谓基本粒子）还是体系。二是生物学进路。生物与非生物同为客观实在，但是人们很早就发现生物与非生物具有完全不同的特征：生物是有机体，“体系”对生命有着特殊的重要性。开始有些科学家认为，生命这种现象只是宏观特性，其微观构成与非生物物一样，可还原为不可入的质点，还原为这些质点的物理化学机制；量子力学诞生以后，科学家们将其运用于生命过程的探索，发现即使在微观层次，生命过程仍然不能还原为物理化学机制，“体系”是生命不可剔除的特性。三是技术科学进路，技术科学包括数学（数学是人类创造的一种思维科学技术）、控制论、运筹学、通讯科学等多种学科。这里“体系”的特征最明显。四是社会科学进路。在马克思以前人们看到的社会只是单个的人，这也是“质点”，马克思看到的则是社会关系及其体系；这里也是从“物质”进到“物体”、五是认知科学、语言科学进路。由认知的研究而进入语言分析，人们发现，单个的词不过是一个符号，并不具有固定的含义，语言是符号的体系；这里也是突出“体”或“体系”。综上所述，“物体”这一概念更准确地反映着客观实在，因而应当代替“物质”而成为宇宙或世界的本原。当然，“物质”这一概念还是要的，只不过不应理解为实在的物，而只是对实在的物即物体从一个角度所看到的影像（抽象），对物体还可以从另一对立的角度看到另一影像（抽象），这就是“体”或“体系”；“物体”正是“物质”和“体系”这两个影像（抽象）的凝聚（具体）。系统科学并不是简单地取代传统科学，而应该是逻辑地把传统科学知识包含其中。

这样，我们就找到了系统科学的对象，这一对象或者称为“系统”或者称为“物体”。就自在之物来说，系统科学并没有新的对象，系统科学不是建立在科学的处女地上的科学；就为我之

物来说，系统科学有着全新的对象，因为它已突破了传统科学的狭隘眼界，看到了传统科学没有看到的东西。于是，我们就可以对此对象进行操作，进行考察，从而对此对象做出科学表达。当然，传统科学知识毕竟是科学知识，它在系统科学中是有用的，但必须在对系统科学对象作出新的考察的基础上，以新的对象作为思维框架对传统科学知识进行重组。

二、整体之谜

在此之前，系统学者们给“系统”下了许多定义，我们将其称为“前系统定义”。据前苏联学者瓦·尼·萨多夫斯基说：“前系统定义约有 40 个之多。”^③稍作考察可以看到，所有的前系统定义中的实际项目都只有两项，其中一项是“整体”；另一项是“部分”或“元素”^{*2}。这样，前系统定义的大意则是：系统是由部分或元素构成的整体。

前系统定义，有一点是正确的，那就是突出了“体”，正是这一点把系统科学与传统科学区别开来。但是，前系统定义有一个重大缺陷，那就是不具有解开整体之谜的逻辑可能性。整体之谜可以用一句话来表达：整体大于部分（元素）的简单和。但是，前系统定义中只有整体和部分（元素）两个项，由此能够得到的结论是：整体是部分（元素）的简单和。如果说系统科学是对“整体”的探索，那么解开整体之谜就是这一科学的首要的甚至是根本的任务。这就是说，作为这一科学核心概念的系统定义如果不具有解开整体之谜的逻辑可能性是不行的。

尽管前系统定义不具有解开整体之谜的逻辑可能性，但是由前系统定义可以得到一些启示，从而找到解谜的思路。显然，整体一定是由其部分（元素）构成的，这是“整体”这一概念的逻辑是不可违背的；整体不等于部分（元素）的简单和，这是事实，它是不容忽视的；这两个情况叠加在一起构成一对矛盾，所

谓整体之谜就是这一对矛盾。但是，在这对矛盾中显然有一狭缝，可以由此化解矛盾：我们可以把系统看作一个生成过程，这一过程的起点是部分（元素），它的终点是整体，从起点到终点有一些中间项，正是由于这些中间项的作用，使得由部分（元素）构成的整体不等于部分（元素）的简单和。

这样思考问题对不对？回答是肯定的。整体不等于部分（元素）的简单和，但并不排斥整体等于部分（元素）的复杂结构，而从部分（元素）到整体之间有中间项，正好说明整体是部分（元素）的复杂结构。此外，把整体看成生成过程，这是系统科学的独特视角。这样，解谜就变成了找路（生成之路），而且是在两点之间找通路，这比起漫无边际的猜谜应当是一个进步。可见，我们的思路是正确的可取的。

现在的问题是：从部分（元素）到整体之间的中间项，从哪里可以找到？

对已有的知识进行逻辑思考，只能条理已有的知识并对找到新的知识提供某种启示，但不可能直接得到新知识。知识只在对象中，只有对对象进行操作（观察、实验、解剖）才能得出关于对象的知识即科学理论。但是系统科学的对象即物体是无限多样的存在，那么怎样才能对这无限多样的存在进行操作从而得出知识即理论呢？

恩格斯说：

“要不研究个别的实物和个别的运动形式，就根本不能认识物质和运动；而由于认识个别的实物和个别的运动形式，我们也才认识物质和运动本身。”^④

马克思说：“人体解剖对于猴体解剖是一把钥匙。”^⑤由此，我们得到一个重要启示：普遍在特殊中寻找，一般从个别（典型）得到量度。

那么，什么才是我们所要研究的典型物体？答曰：原子。因为，第一，原子是一个物体，它既是一个“物”具有客观实在性，又是一个“体”具有可整体移动性；第二，原子被誉为宇宙的基本构件，它是一种最基本的物体；第三，原子对外显示中性，可以认为是最完整的物体^{*3}。因此，从部分（元素）到整体之间的中间项，可以通过对典型物体——原子系统的操作（剖析）找到。

我们不需要对原子系统做新的论述，因为传统科学对原子系统已做了足够的论述，已经得出了比较丰富的知识。我们只需运用这些知识来解决我们的问题，或者说用我们的问题来重组这些知识。于是，我们看到了如下现象：

1. 原子有多个子系统。“子系统”亦称“元素”，它是指被称为中子、质子和电子的个体。

2. 原子有三个部分。三个部分是指中子、质子和电子这三个类别。注意：中子、质子、电子，它们的个体和它们的类别是不同的，因此这里的“部分”与“元素”是区别的^{*4}。

3. 原子有两个层次：原子核层和电子层

4. 原子是一个整体。

由此，在原子系统中，我们找到了从元素到整体之间的中间项，这就是部分和层次。

但是，我们的问题（解整体之谜）具有普遍性，我们通过解剖典型系统所得到的知识（即找到的中间项）特殊性，因此对特殊性的知识有必要作出普遍性的论证。

任何系统都一定具有“子系统”和“整体”，即使是贝塔朗菲所说的“累加性”整体，也是如此，甚至一个囫圇固体（例如一块石头）还是如此，因为任何囫圇固体（至少在逻辑上）总可以将其分为多个较小的颗粒，因而总可以看作是由较小的多个子系统构成的整体。或许也因为此，哲学中有这样的论断：“一”是多。

系统具有“部分”和“层次”，这也是普遍的*⁵。在第一节中，我们说过宇宙中的存在可划分为三大类：自然系统、社会系统和意识系统。星系（如太阳系）是宇宙中最普遍的自然系统，原子模型的建立正是参照了星系的结构，因此星系具有“部分”和“层次”这是不用再多说的道理。星体（例如地球和太阳）也是宇宙中普遍的自然系统，它至少也是分“层次”的。社会系统是指社会组织，其分为“部分”和“层次”是明显的，在谈到社会组织时，人们常说的“条条”显然就是“部分”，人们常说的“块块”无疑就是“层次”。至于说到意识系统就更是如此，意识不是单个符号，也不是多个符号的简单堆积，而是多个符号的有序结构，这样的有序结构就一定能够划分为“部分”和“层次”的。

可见，原子系统结构的各项（部分）之间都具有普遍性

找到了从元素到整体的中间项，我们就不难解开系统的整体之谜。就系统的结构来说，系统不是元素的简单堆积，而是由元素构成部分，由部分构成层次，由层次再构成整体，即可以表述为：元素 部分 层次→整体，这样一个有序结构。因此，有公式：

整体 > 构成该整体的全部元素

然而，就实体内容来说，构成系统（整体）的只是被称为子系统（元素）的那些个体，所谓“部分”、“层次”只是那些个体的纯结构性划分，并不是在那些个体之外，另外还有具有实体内容的部分、层次，因此又有公式：

整体 = 构成该整体的全部元素

三、进化之谜

先明确这样一个概念：进化之谜和进化之路，两者是有区别的，其主要区别：进化之路指的是从简单到复杂的演变过程及

其机制，这里进化的基础是有序结构，即从（简单的）有序结构到（复杂的）有序结构；而进化之谜指的是有序结构的产生及其机制。

在第一章中我们说过，进化之谜与热力学第二定律相联系。热力学第二定律的实质是有序结构解体的规律，这就是说，如果说热力学第二定律是绝对规律，那么结论是：宇宙中任何有序结构都将走向解体。由此似乎可以论定：宇宙无论曾经有多少有序结构，最终都将走向热寂。但是，事实是宇宙到处是有序结构，甚至可以说有序结构是宇宙的存在方式。于是，我们义次面对着似乎是死结的矛盾。然而，这一矛盾也有一狭缝，那就是：热力学第二定律既可能是有序结构解体规律，又可能是有序结构生成规律；这样，就既符合规律（热力学第二定律）又符合事实（宇宙中处处是有序结构）。

然而，这是可能的吗？

解整体之谜，我们是从前系统定义得到启示，现在解进化之谜，我们也可以从已有的成果得到启示。在此之前的系统理论有一组概念，它们是：物质、能量、信息，并且被称为“系统三大基元”（简称“系统三元”）。但是，笔者认为，说“系统三元”至少有如下两个疑难：第一，说物质、能量、信息是系统的三大基元，相当于对“系统”下定义，但是系统学者（包括“系统三元”论者）对“系统”另有定义（即前系统定义），其大意为系统是由元素相互作用构成的整体，那么它们之间的关系怎样？第二，说物质、能量、信息是系统的三大基元，那么“系统”的概念就大于“物质”的概念了，显然这与唯物主义关于物质是宇宙本原的结论相矛盾，如何解释？为此，笔者对这组概念从两个方面进行改造。

首先，区分“系统三元”和“系统定义”这两组概念的用途。系统是物体，对它可以从两个层面进行描述：一是外部特征；二是内部结构。稍做分析不难看出，“系统三元”这组概念

可用于“系统”外部特征的描述；而前系统定义则实质上是对“系统”内部结构的描述。

其次，把“物质”换成“结构”。因为第一，“物质”，原意是指实体，而“结构”一词更能表达这一点。辩证唯物主义有一个原理叫做物质无限可分，反过来说应有如下推论：物质无限可合。显然无限可分和无限可合都是针对物质的抽象来说的，就具体来说物质（任一具体物）应是层次可分层次又可合（即“可分”或“可合”，都只相对物质的一定层次有意义）。以往系统论也认为，宇宙中没有不是系统的，系统是层次的，任一系统（可称为较高层次的系统）都是部分或元素（可称为较深层次的系统）的组合。由此可得出结论：任一系统（物体）无非是一个结构，这里的“结构”是名词，意即“组合体”。第二，“结构”一词还能表达另一相关含义。上述所谓“可分”是说凝聚状的较高层次系统可分解为散逸状的更深层次系统；“可合”是说散逸状的较低层次系统可组合为凝聚状的较高层次系统。关于“可分”以后再详述，这里仅分析“可合”，这样“结构”还可表达“可合”的过程和动因，这里的“结构”是动词，意即组合运动。于是，“任一系统无非是一个结构”其意义为：任一系统既是更深层次系统的结构（实体），又是一个力的结构（组合运动）。可见，用“结构”替代以往系统论关于“系统三元”中的“物质”，更符合辩证唯物主义的基本原理，也更精确的反映着客观实际。第三，下面将说明，“结构”与“能量”、“信息”一样只是客观实在即系统的一个属性，把它们并列起来作为描述客观实在即系统外部特征的一组概念（一组变量），从而避免了“系统”的概念大于“物质”这样一个逻辑矛盾。

通过上述改造重组，我们就得到一组新的概念，这就是：结构、能量、信息。“结构”其含义已如上述，它是指组合。例如原子就是中子、质子和电子的组合，因而是一个结构。“能量”一般是指运动，指作功的本领，不过，这里的运动是内在的而不

是外在（整体行为）的。例如原子内部包含着中子、质子和电子的系统运动，因而原子也可看作一包运动，一包能量。“信息”一般指系统的外在（整体）行为，它是系统的结构和能量的外在特征，因而称为信息。应指出，结构、能量、信息并不是独立的实在，而只是实在的外部特征⁶；也就是说，结构、能量、信息并不是三种系统，而是同一个系统（任一系统）的三个属性。

这样，我们就得到了新的“系统三元”。这是表达系统外部特征的一组系统（完整有序）的变量。要说清这一点，涉及到一个既简单又深刻的原理。如前述，系统是物体，这里重要的是“体”。人们对任一“体”的观察（分析）都具有一定角度，每一次观察即看到的只是这个“体”的某一个侧面。一般来说“体”的各个侧面是不相同的，所谓“横看成岭侧成峰”正说明了这一点。因此，对一个“体”的全面认识，不能仅从某一个角度观察，不能仅限于得到某一个侧面的影像，而应当从各个不同的角度观察，得出各个不同侧面的影像，而后把这些影像作有序的叠加即结构，从而得出关于这个“体”的完整认识。此外，任一“体”，对它进行观察的角度，理论上说有无限个（想想：球有无限条半径），但是无限个角度可以归结为（在位置上）相互垂直或者（在性质上）对立统一的三个角度（空间三维），这就是说，由三个相互垂直或者对立统一的角度观察所得到的影像，并将它们结构（组合）起来，就得到了关于这个“体”的系统（完整有序的）知识。应指出，我们这里是研究普遍系统而不是某一具体系统，因此我们这里所说的“影像”应理解为“变量”。显然，结构、能量、信息正好是这样的一组变量。任一系统即是一个结构也是一个能量也是一个信息，或者说任一系统都是结构能量信息的系统（组合）。

然而，上面所说的外部特征还只是静态，而任一系统应当还有动态。所谓动态应理解为“系统”这个“体”的运动。然而巧得很，系统的动态特征也可以用这一组概念来表达，其具体如

下：

由系统是物体这一命题和“系统三元”的概念可以逻辑地推论运动的系统形式，即系统的运动可以而且只能划分为三大类。第一类，有这样一种现象：散逸状的较深层次的系统组合成凝聚状的较高层次的系统，例如原子聚变、企业联合等，如图 2-1 所示。这一类运动的结果是，使散逸状的系统结构（“结构”作动词理解），因此称为“结构运动”（系统的生成）。第二类，有这样一种现象：凝聚状的较高层次的系统分解为散逸状的较深层次的系统，例如原子裂变、企业分立等，如图 2-2 所示。这一类运动的结果为外界提供着能量，因此称为“能量运动”（系统的解体）。第三类，有这样一种现象：单个系统的整体位移，这种现象其实正是物理学力学研究的主要现象，如图 2-3 所示。这类运动反映着加于运动载体上的外力、运动所在空间的性质（通过对运动的阻力表现出来）、运动载体的物质含量（密度）等多种信息，因此称为“信息运动”（系统的位移）。

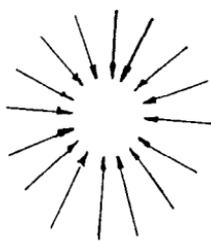


图 2-1

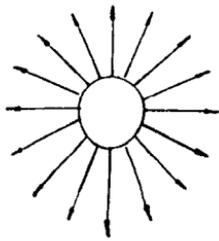


图 2-2



图 2-3

应指出这三类运动构成一个系统，这就是说宇宙中并不存在孤立的结构运动、能量运动、信息运动，现实运动都是上述三类运动的混合。例如，太阳这个星体是一个系统的运动，即三类运动的混合：一方面太阳内部是氢核聚变成氦核，这是散逸状的较深层次的系统合成为凝聚状的较高层次的系统，因而是结构运动；另一方面，太阳又因聚变运动而向太空抛撒着大量的更小的系统（如光子等），这是凝聚状的较高层次的系统分解为散逸状

的较深层次的系统，因而是能量运动；同时，单个的核子、光子运动则是信息运动。其他的现实运动亦如此。这里，所谓运动的形态，不过是我们对同一个现实的系统运动从不同角度所看到的不同的影像；或者说是从不同角度所得出的不同抽象。近代以来的物理学所研究的运动一般仅限于信息运动，这显然是片面的、抽象的。对一个系统，从片面开始研究，把某一个片面抽象出来，这并没有错；但如果把片面当成现实，把抽象当作具体，就错了。

由上面的讨论，可给出一个假说。一些有序结构的生成，正是另一些有序结构解体的结果，因此热力学第二定律不仅是一些有序结构解体规律，而且是另一些有序结构的生成规律。

先分析图 2-2。图 2-2 是能量运动示意图，表达着一个处于解体过程的有序结构。图中的实心球体表示有序结构本体（可以想像为太阳），从实心球向外的箭头表示这个有序结构因解体而向外抛撒微体（可以想像为太阳放射光子）。我们把实心球称为系统的粒（粒层次），由实心球向外的箭头所达到的区域称为系统的波（波层次），它们的整体称为波粒二层一体。笔者认为，任何处于解体过程中的系统都是波粒二层一体。

再看图 2-4。图 2-4 表示 6 个处于解体过程的有序结构，它们形成 6 个波粒二层一体。如果这 6 个波粒二层一体排列如图所示（由平衡原理可以想到，它们只能这么排列），那么它们之间的关系就一定是：每一个有序结构的波边抵至另一个有序结构的粒边。这样，在 6 个有序结构的中心就剩有一空白（可以想像该空白处是由于周围恒星解体而正在被压缩的星云物质）。我们可以把所有指向这空白处的箭头连同这一空白看成一个系统，如图 2-5 所示。图 2-5 类似于图 2-1，而图 2-1 是一个结构运动（系统生成）示意图。由此可推论：新的有序结构（可以想像为新的恒星）将在这空白点生成，当周围有序结构解体之日正是从空白点生成新的有序结构之时。显然，新的有序结构的生成是

周围有序结构解体的必然结果，因而也是热力学第二定律作用的必然结果。

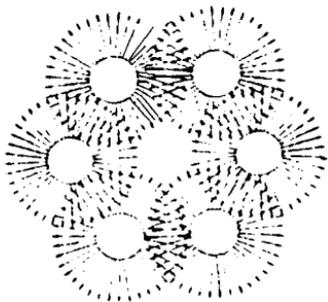


图 2-4

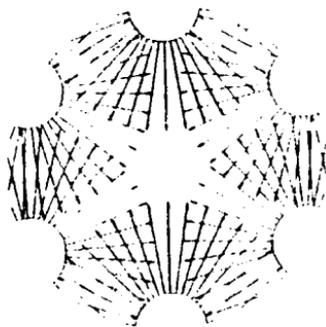


图 2-5

上面所举的例子是自然现象（恒星），但在社会现象中也有同样的例子，比如毛泽东同志在《中国的红色政权为什么能够存在？》一文中写道：

“一国之内，在四周白色政权的包围中，有一小块或若干小块红色政权的区域长期地存在，这是世界各国从来没有的事。这种奇事的发生，有其独特的原因。……因为这种奇怪现象必定伴着另外一件奇怪现象，那就是白色政权之间的战争。”^⑥

稍作对照不难看出：图 2-4 和图 2-5 可以作为毛泽东上述论述的图解。不难想到，社会中这种现象是普遍的：老的阶级之间的斗争生成新的阶级；既在的企业之间的竞争生成新的企业；如此等等。

其实，意识系统何尝不是如此呢？

四、系统的定义

剖析原子系统，不仅可找到从元素到整体之间的中间项，从而解开整体之谜，而且还可以得到更深层的东西。

1. 原子系统是三元一体或三力一构的

三元即中子、质子、电子三个部分，原子系统是由这三个部分构成的整体，这是显然的。此外，物理学已经探明，原子系统中还存在三种力：核力、（电磁）排斥力、（电磁）吸引力。物理学用物质间的相互作用来作为力的定义，由此可以论定，原子系统中的三力是与中子、质子、电子三元相互作用分不开的，或者直接说：三力就是三元相互作用。用符号 X、Y、Z 分别代表原子系统中的中子、质子、电子这三个部分，或者代表原子系统中的核力、（电磁）排斥力、（电磁）吸引力这三种力；符号 I 代表原子系统这个整体（一体或一构）；符号（∩）表示相互作用。因而可以得到如下公式：

$$X(\cap)Y(\cap)Z=I \quad (2-1)$$

式（2-1）我们称为原子系统的结构公式，其意义是：三元相互作用构成一体，或者直呼三力一构。

2. 原子系统是三元或三力近似等量的

物理学已经探明，原子系统中的质子数量与电子数量是相等的，中子的数量与质子、电子的数量之间有差额，但是其差额不能太大，可以视为近似等量。此外，原子系统其所以是一个稳定且对外显示中性的整体，笔者以为其原因仅在于原子系统内部是一个力的平衡体系，由此可以推断原子系统中的核力、（电磁）排斥力、（电磁）吸引力这三力之间也一定是近似等量的。用符号“≐”表示近似等量，则又有

$$X \doteq Y \doteq Z \quad (2-2)$$

式（2-2）我们称为原子系统的能量公式，其意义是：三元近似

等量或三力近似等量。

3. 原子系统是 1、2、3，多结构有序的

由上一节知，原子系统由子系统（元素）、部分、层次、整体这些项构成。如作进一步考察，我们发现上述各项具有如下数量特征：整体是：“1”（原子是一个整体），层次是：“2”（原子有两个层次即核层和电子层），部分是：“3”（原子有三个部分即中子、质子和电子三个部分），子系统（元素）是：“多”（原子有多个子系统即中子、质子和电子的个数是“多”的）。笔者认为：这不是偶然的现象，而是体现着原子系统的结构有序，因此我们有：

$$1 \quad 2, 3, \quad \text{多} \quad (2-3)$$

式（2-3）我们称为原子系统的信息公式。

式（2-3）是一个数量词系列，其中“1、2、3”是数字，比较好理解；“多”不是数字而是一个数量形容词，需要作出解释。“多”，首先是指数量多，这是与部分和层次的数量特征（3和2）相比较而言，因此“多”也可用“……”来代替。此外，“多”也指无规则，这是说原子系统的子系统的数量不是齐一的（各种原子的“子系统”数不相等），它不像部分和层次那样有规律（所有原子的“部分”和“层次”的数量特征是一样的）。很显然，这一数量词系列也可以分成为两个层次，即“1、2、3”是一个层次，而“多”则是另一个层次。为了显示这一点，我们在“1、2、3”之间用“、”号，在“多”的前面则用“，”号。

综上所述，我们有：

$$X \cap Y \cap Z = 1 \quad \text{①}$$

$$X \div Y \div Z \quad \text{②} \quad (2-4)$$

$$1 \quad 2, 3 \quad \text{多}$$

式（2-4）是原子系统的数学表达式。因为系统的特征是“体”即结构，我们这一组公式表达的也主要是原子系统的内部结构。此外，这一组公式最显著特征是：三力一构，因此我们将它称为

三力一构定律。

原子系统的数学表达式就是原子系统的定义，而原子系统是典型系统，按说我们得到的原子系统的定义也就是一般系统的定义。但是原子系统毕竟只是一种特殊系统，因此要将原子系统的定义作为一般系统的定义需要作出证明。

显然，可以将所有系统划分为两类，其中一类称为复杂系统；另一类称为简单系统是所谓复杂系统，指第二节中所说的构成系统的各个项（子系统、部分、层次和整体）都具有的系统；所谓简单系统是指上述各项不都具有（即有缺项）的系统。这样只要证明这两类系统都可以用原子系统的数学表达式来表达，那么也就证明了原子系统的数学表达式就是一般系统的数学表达式。

首先，讨论复杂系统。命题为：任一复杂系统都可以由式（2-4）来表达。

分析：式（2-4）有两个疑难：第一个疑难在（2-4①）式和（2-4）式。显然，系统一定具有子系统且子系统的数量特征是“多”，否则不能称为系统；此外任何系统都是一个整体且整体的数量特征是“1”。这两点容易理解。问题在于“3”和“2”，为什么部分的数量特征一定是“3”，而层次的数量特征一定是“2”，呢？第二个疑难在（2-4）式，（2-4）式表达着这样一个原理：构成系统的三个部分或者三个力是近似等量的，这是为什么？显然，只要弄清这两个疑难，也就证明了这一命题。

先说第一个疑难。我们已经说过，系统科学的对象就是物体或者简要说就是“体”，“体”是结构（这里的“结构”是名词，意即组合体，表达着“体”是由多个子系统的组合。）存在着蕴涵过程。由此可以得到图 2-1，此图是“结构运动”（系统生成）剖面示意图（这里的“结构”是动词，意即组合运动，表达着多个子系统凝聚为系统这样一种运动）。这个图在第三节中

已经见过，只是在那里我们并没有充分讨论。图中的单一箭头表示子系统运动的径迹，可以理解为单一的力（单一子系统运动所形成的作用）；全部箭头则表达着系统的力，箭头排列成一个圆，圆代表球（因为这是剖面图），表示系统是由多个子系统组合运动而生成。当然，现实中子系统结构成体不一定就是球，但球无疑是典型的体，研究普遍事物应当也只能研究典型的特征，通过典型研究得出一般规律，再运用一般规律去研究特殊事物，无疑是科学之路。

几何学已经探明，球有无限条半径因而有无限个维度，但是这无限个维度可以归结为相互垂直即对立统一的三个维度。“无限”是“多”，这就是说，“多”可归结为相互垂直即对立统一的“3”^{*7}。这里表明一个简明的道理：虽然，复杂系统的子系统的数量特征是无规则即“多”的，但是“多”个子系统要形成整体，就一定要先组成（划分）为对立统一的三个部分，由此才能结构成整体，否则是不可能的。此外数学已经证明三角形是最稳定的图形，由此可以论定，要得到稳定的复杂系统也只有“三力一构”才有可能。

然而“3”可以归结为“2”。请看图 2-6 所示，这也是一个结构示意图，圆表示系统，圆内三条实线箭头表示对立统一的三个力，虚线箭头表示三力中某两个力的合力。显然，这里证明，“3”力可以归结为“2”力。

于是：“多”可以归结为对立统一的“3”，而“3”又可以进一步归结为对立统一的“2”，而“2”则归结为“1”即一体。

再说第二个疑难。其实这一疑难并不难，因为很显然，三力近似等量是三力稳定存在的条件，因而也是系统稳定存在的条件。

综上所述，原子系统的数学表达就是一般复杂系统的数学表达。

其次，讨论简单系统。即如前述简单系统是缺项系统。式

(2-4) 中 X 、 Y 、 Z 、 I 是变量，它们可以是有效数也可以是 0。当其中一些变量为 0，则式 (2-4) 可以表达缺项系统。

不难看出， I 不能为 0，因为任何系统都不能没有整体； X 、 Y 和 Z 三元不能同时为 0，因为同时为 0 也就没有整体。三元中可以有一元为 0 或两元同时为 0 但是整个公式是一个整体，当 (2-4①) 式中任一元为 0 或任两元同时为 0 时，(2-4) 式和 (2-4) 式都应当相应变化。

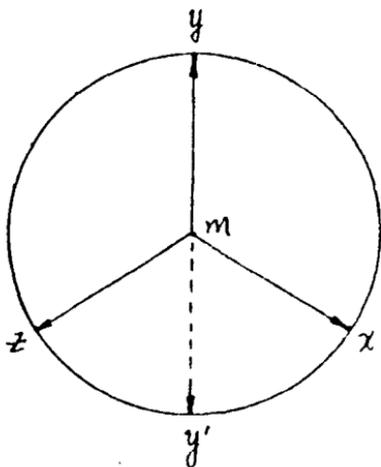


图 2-6

当其中一元为 0 时，例如，设 Y 为 0，则公式是：

$$\begin{cases} X (\cap) 0 (\cap) Z = I & (1) \\ X = 0 = Z & (2) \\ 1, 2, 0, \text{多} & (3) \end{cases}$$

化简得：

$$\begin{cases} X (\cap) Z = I & (1) \\ X = Z & (2) \\ 1, 2, \text{多} & (3) \end{cases} \quad (2-5)$$

就自然系统来说，式 (2-5) 表达的就是第三节所说的波粒二层一体。

当其中二元同时为 0 时，例如，设 Y 、 Z 同时为 0，则公式是：

$$\begin{cases} X (\cap) 0 (\cap) 0 = I & (1) \\ X = 0 = 0 & (2) \\ 1, 0, 0, \text{多} & (3) \end{cases}$$

化简得

$$\begin{cases} X=1 & (1) \\ 1, \text{多} & (2) \end{cases} \quad (2-6)$$

显然，式(2-6)表达着贝塔朗菲所说的“累加性”的整体*⁸。

综上所述，式(2-5)和式(2-6)是式(2-4)的特殊情况，或者说式(2-4)蕴涵着式(2-5)和式(2-6)，可见原子系统的数学表达也是一般简单系统的数学表达。

五、系统悖论

本书第一章说过系统之谜有三个，本章已经解了前两个谜，现在还剩下最后一个谜即系统悖论。本章前面的讨论实际上也已经解了后一个谜，只不过是蕴涵着而已。要揭示这一点，涉及到认知学，在这方面科学哲学进行了很多讨论，尽管其中也有一些成果，但笔者认为直到今天这一学科从总体上说仍然存在许多混乱，这就需要我们z从基础开始，因此试解系统悖论的问题将放在本书第十五章再讨论。

一、注释

*¹ 本书中的“系统”一词既可指对象又可指方法。就对象来说，它指物体；就方法来说，它指完整、有序、具体。关于此，读者联系上下文不难加以区别。

*² 这里的“部分”即“元素”。凡此，在“部分”的后面用括号标上“元素”。

*³ 中性亦即独立性，而独立性（独立程度）则是“完整”程度的一个量度。

*⁴ 这里的“部分”和“元素”是相区别的。凡此，在“部分”的后面不标上“元素”。

*⁵ 这里只是说系统具有“部分”和“层次”是普遍的，并没有说任何系统都一定具有“部分”和“层次”。在后文中可以看到系统可以没有“部分”和“层次”。

*⁶ 所谓“外部特征”是与“内部结构”相比较而言的，关于此，只要将这里所说的“外部特征”，与上一节谈到的“内部结构”相比较，就不难知道。

*⁷ 这里是说“归结为”，当然复杂系统的部分也可以划分为三个以上，但是，只有划分为对立统一并近似等量的三个部分，才能更好地理解系统。

*⁸ 贝塔朗菲说：“一般系统论是对‘整体’和‘整体性’的科学探索”然而，很显然，

“累加性”整体也是整体，因此应当也是贝塔朗菲所要探索的系统，但是贝塔朗菲在对系统进行定义时又把“累加性”整体排除在外，可见他是不能自圆其说的。

二、引文出处

- 《爱因斯坦文集》商务印书馆，1977年 第1卷，第211页
- ② 冯契主编《哲学大词典》上海辞书出版社，1992年版 第824页
 - ③ 《一般系统论原理》人民出版社，1984年版，第100页。
 - ④ 《马克思恩格斯选集》第3卷，第556页
 - ⑤ 《马克思恩格斯选集》第2卷，第108页
 - ⑥ 《毛泽东选集》（一卷本），人民出版社，1967年横排袖珍本，第48~49页

第三章 系统本体及其意义

由系统新论可推出系统本体^{*1}，它与以往科学所蕴涵的物理本原是区别的。那么，这一本体是什么？它与以往科学所赖以出发的本原有何区别？它的确立将对科学产生何种影响？这一本体能否确立，如何确立？显然，探讨这些问题有着重要的意义。

本章的重要概念：三力一构、二层一体、多维一构；物体、空间物质、“空间”，运动的态、过程、时间、物理本原、系统本体。

一、系统本体的物理图像

系统新论是从原子物理出发的，只不过我们是从新的角度对原子系统进行观测（即对原子物理知识进行重组），从而看到新（与以往科学所看到的不同）的自然图景。根据解整体之谜的需要（这就是新的角度），首先，对原子系统（物体）作分析，得出原子系统的数学表达即式（2-4），接着由式（2-4）的证明，又推得式（2-5）和式（2-6）。显然，式（2-5）和式（2-6）也各表达着一类系统（物体）。这样，我们就得到系统即物体的三个类^{*2}，其中由式（2-4）表达的称为多维三力二层一构，简称三力一构或三元一体；由式（2-5）表达的称为多维二层一体，简称二层一体或二层一构；由式（2-6）表达的，称为多维一构或多维一体。下面分别举例以明之。

（一）三力一构

这是原子系统的结构，前已解剖，兹不赘述。在自然系统中，这种结构还有天体系（例如太阳系）。天体系是多维的、二层的、一构的，对于这一点没有必要再作说明。尽管我们还不能

断定有三个部分，但可以认为它有对立统一的三个力：天体（恒星）对外有斥力也有引力，这已经得到科学探明；这两个力都是天体对外的力，天体内部也是一个结构体，还应当有如原子内部的核力相类似的力。比较而言，三力一构，这是最完备的系统也是最稳定的物体。

（二）二层一体

我们说过，就自然系统来说，二层一体就是波粒二层一体。由量子力学波粒二象的启示观察地球，就可以看到地球是波粒二层一体：地球本体是一个层次，即“粒”层次，大气层是另一个层次，就是“波”层次。进而，我们发现太阳也是一个波粒二层一体，即太阳本体是“粒”，太阳光所达到的区域是“波”。反过来，我们似乎可以得出结论：量子力学揭示的量子（原子核、中子、质子、电子、光子、……，等等）也是如地球和太阳一样的波粒二层一体。正因为此，在不同的实验中可以看到波粒二象。原子系统，一方面它是三力一构的；另一方面如果把电子看做原子系统的壳层，壳层以内是“粒”，但是壳层以外仍有“波”（这是量子力学实验发现的现象），因此从另一角度看，原子系统也是波粒二层一体。由此推论，天体系统也是如此，例如太阳系，可以把行星看做太阳系统的壳层，那么壳层以内是“粒”，显然壳层以外也应当还有“波”。可见，波粒二层一体，这是最普遍的物体。

（三）多维一构

如前述，这实际上就是贝塔朗菲所说的“累加性”的整体。整体一定是物体，物体当然是整体，因此“累加性”整体也应当包括在“系统”中，也就是说，多维一构也是一个普遍的存在。前述的地球，无论是仅就其本体（粒）来说，还是仅就其大气层（波）来说，都是一个多维一构；量子仅就其粒层次或者波层次来说也是如此。当然，“粒”和“波”是有区别的，比较来说，“粒”是凝聚状的多维一构，而“波”则是散逸状的多维一构。

考察三类物体，我们看到它们之间具有并列、包含和交叉关系。并列，指三类物体是独立存在，前述的例说明了这一点。包含，指三个类具有依次包含，即第一类包含第二类，第二类包含第三类。例如原子系统是三力一构，但这个系统中的原子核、电子则是二层一体；电子系统的二层是指波层次和粒层次，但无论是单独的粒还是单独的波，都是多维一构。交叉，指上述包含现象也不是绝对的，它们之间还有交叉的情况。如前述，就其整体来说，原子系统是三力一构，但那只是从一个角度看到的情况，如果从另一个角度看则又是波粒二层一体甚至多维一构。当然，这种现象，并不否定系统分类及其意义，而只能说明系统分类的复杂性。

从物体的类，我们还看到这样一个奇特现象：物体内外有别，物体内外一理。物体是“体”，而“体”有内外，这就是内外有别。关于此，容易理解，所以不用多说。物体内外一理指物体之间的关系（外部关系）与物体内部结构（内部关系）是类同的；关于此，比较复杂，应当多说几句。由第二章知道，系统即物体内部具有部分、层次、整体等关系^{*3}；由这里，我们又看到物体即系统之间具有并列、包含、交叉等关系。然而，仔细分析可以看到：系统间“并列”，等同于系统内子系统就其构成“部分”所具有的关系；系统间“包含”，等同于系统内子系统就其构成“层次”所具有的关系；系统间“交叉”，等同于系统内子系统就其构成“整体”所具有的关系。可见，所谓系统之间的关系，也就是系统内部结构的外化；所谓系统内部结构，也就是系统外部关系的内归。系统内外有别，系统内外一理，这一点为我们认识系统提供着方法论原理：可以由“外”窥“内”，也可由“内”推“外”。物理学，曾经由太阳系（外）的结构，窥视到原子系统（内）的秘密，就是一个很好的例子。

物体和运动是不可分的，看到不同的物体必将看到不同的运动。在第二章中，我们由解进化之谜的需要（这同样是新的角

度)，看到逻辑上应当有三类运动形式，这就是结构运动、能量运动和信息运动，从而找到了物体演化（从产生到消亡）的运动形式和系统过程，即结构运动就是物体的生成过程，能量运动就是物体的解体过程，信息运动蕴涵着物体的进化和退化过程。关于这些运动或者说过程的图形，第二章已作了讨论，兹不赘述。这里，我们有必要推出它们的数学表达。

1. 生成过程

如前述，这是散逸状的子系统（离散的小物体）结构成凝聚状的系统（凝聚状的大物体）的过程。由式（2-4）可知，处于散逸状子系统的特征是“多”，由此达到凝聚状系统的路径，一般是从“多”到“3”到“2”，再到“1”，即由多个子系统组合为对立统一的3个部分，由3个部分再组合为对立统一的2个层次，由2个层次组合为1个整体。这里关键性的步骤是从“多”到“3”，即由“多”个子系统形成对立统一的“3”个部分，只有这样才能形成有序整体；而且形成的三个部分还必须是近似等量，只有这样所形成的整体才是平衡稳定的。因此，结构运动可表为：

$$\left\{ \begin{array}{ll} X(\cap) Y(\cap) Z=I & (1) \\ X \doteq Y \doteq Z & (2) \end{array} \right. \quad (3-1)$$

—————→

多, 3, 2, 1 (3)

2. 解体过程

如前述，这是凝聚状的系统分解为散逸状的子系统的过程。解体过程是生成过程的逆过程，因此由式（3-1）可以推得

$$\left\{ \begin{array}{ll} X(\cap) Y(\cap) Z=I & (1) \\ X \doteq Y \doteq Z & (2) \end{array} \right. \quad (3-2)$$

—————→

1, 2, 3, 多 (3)

不难看出，式（3-1）和式（3-2）是式（2-4）的变换。在第二章中，我们得出的系统定义即式（2-4），描述的本来是

系统的静态结构。但是，这里我们又看到，系统动态表达式即式(3-2)和式(3-3)，不过是系统静态表达式即式(2-4)的某种变换。可见，系统静态结构蕴涵着系统的动态过程(存在蕴涵过程)

3. 进化和退化过程

进化过程：现实中可能有这样一种情况，某系统开始仅有子系统 and 整体，这是一种“累加性”的系统。后来因为与环境的相互作用，这个系统得到进化。但是，系统的进化不仅是子系统增加，而且将是其结构的改善。从第二章的讨论可知，结构改善一定是以累加性的子系统分化为部分和层次而实现。显然，这可由式(2-5)或(2-6)到式(2-41)的变换来表达。

退化过程：现实中可能还有另一种情况，某系统开始是复杂系统(即具有层次和部分的系统)，因为与环境的相互作用，这个系统没有解体，但却退化了。退化不仅是子系统的减少，而且是结构减化。由第二章的讨论可知，结构减化一定是丧失层次和部分，从而使系统从有序向无序转化，这种情况可由式(2-4)到式(2-5)或(2-6)的变换来表达。

不难看出，上述运动的三种形式或物体的三种过程，并不是孤立的，而是相互联系的，它们的联系构成物体演化的系统(完整有序的)过程。在讨论进化之谜时，我们已经讨论了物体生成和解体这两个过程互为因果的情况，就证明了这点。某些传统科学，尽管声称不需要上帝的干预，但又认为需要上帝的创造和神臂的第一次推动，因此其无神论是不可能彻底的。然而，由系统本体，我们则看到了把上帝以至任何神明彻底赶出真正科学领域的曙光。

二、系统本体的抽象定义

前面，我们由系统新论揭示出系统即物体的三个具体类型和

运动的三种具体形式，现在我们有必要给出“物体”这一概念的抽象定义。从唯物主义认识论来说，认识事物首先是通过对所观察事物的观察实现的。显然，对任何事物的观察，可以有无限个角度，从而得出无限个关于这事物的知识。然而，从式(2-4)知，有意义的是从三个相互垂直的角度观察，从而得出三个对立统一的关于这个事物的知识(从“多”到“3”)。对物体这一事物也是如此。本节将从三个相互垂直的角度(或者说从三个对立统一的层面)对物体进行观测，由此得出关于物体的既相区别又相联系的三个定义。

(一) 物体是物质的体

物体的这一定义，本书第二章已作描述和讨论，兹不赘述。但是，在那里所列举的物体是随意的。然而，分析第一节所述三类物体(已涵盖了系统本体所有物体)，也可得出这结论：三类物体都是“物”，即都是客观实在，既在人的意识之外又能为人的意识所反映；三类物体又都是“体”，即都是一个相对独立的空间，可整体移动。可见，这一定义是成立的。

但是，要正确理解这一定义，还必须摒弃一些认识上的误区。

1. 把“物体”和“空间”分割开来、对立起来。自古以来在人们的认识中，物体就是物体，空间就是空间，它们不能相互代替。例如，在西方古代哲学家留基伯和德谟克利特，就把原子(物体)和虚空(空间)当作对立的存在。后来的牛顿也认为原子是不可入的物体，空间则是绝对的虚空，是空无一物的容器。即使被称为现代物理学大师的爱因斯坦，他也认为：“光在空虚空间的速度。”其实，这是一个偏见，这一偏见与人观察事物的特殊立足点和参照物的层次相关。日常中，人们往往把人的身体和人们看到的或想到的运动物体，能够“自由”出入的场所叫做“空间”，把人的身体或前述的运动物体，不能“自由”出入的场所叫做“物体”。然而，当人们超越人的身体以及人们判别“物”

与“空”的参照物来看世界时，就会发现任一“物体”都是一个空间，例如原来认为原子是不可入的“物”体，后来发现对电子、光子来说也都是，如入无物之境的空间（难道说我们现在认为的基本粒子是真正不可入的实体吗？）；任一“空间”都是一个物体，例如古代人认为的大气层“空间”，近代早已弄清也是一个充斥空气分子的物体（难道说我们现在认为的真空是真正“空”的吗？）其实，“物”与“空”只是人们基于物体之间物质密度（亦可称为“空”的程度）差别而得到的抽象，自然界并不存在没有“空”的纯粹的物，也不存在没有“物”的纯粹的空。应当指出，把“物体”和“空间”分割开来、对立起来，不仅不符合事实，而且以此为基础不可能建立一门自治的物理学。因为，如果物体在虚空中运动，那么物体的质量差别就不可度量（关于此，本书第十九章将做出证实），而承认不可度量物体的质量差别也就等于从根本上毁灭物理学，因此，把“物体”与“空间”分割开来对立起来，不仅不正确（不符合事实），而且是不可能（不可能在此基础上建立自治的物理学）的*4。

2. 把“物质”和“物体”混为一谈。这一观念与前述把“物体”和“空间”分割开来对立起来有关，既然可以把“物体”和“空间”分割，那么，把“物体”视为“物质”，从而与“空间”对立，就是自然的事情。但是，这同样会产生逻辑矛盾。《哲学史（欧洲哲学史部分）》一书写道：

德谟克利特把原子叫作存在，把虚空叫做非存在，同时，他又认为，虚空像原子一样是真实的存在着的。“非存在”“是真实的存在着的”，这多么别扭！应指出，问题不是出在语法上，而在实际的知识；不是古人无能，只要把“物体”与“空间”分割，并把“物体”视为“物质”，无论什么人都将陷入尴尬境地。

笔者认为，把“物体”和“空间”视为一体，同时必须把“物质”和“空间”区别开来*⁵。如前述，物体不仅具有共同的特征，而且还有显著的差别。这些差别中，最重要的是各个物体之间的密度（“空”的程度）不同。按物体密度高低有序，可将自然界的物体排成一个无限的序列，在这个系列任选一点，从这一点出发往两头无限延伸，其中一个方向可称为“物质”，另一个相反的方向可称为“空间”。这样，“物质”和“空间”，既是人们对自然实在的物体，从两个对立的角度所得出的完全相反的两个抽象，又是对自然界最重要的差别的如实反映。同时，由此我们还可以体会到，“物体”正是“物质”和“空间”的有机迭加和凝聚，而“物质”和“空间”则是“物体”的有序抽象和散逸*⁶；人们关于物体的概念正是沿着从具体（实在具体）到抽象，再从抽象到具体（精神上的具体），这样“两条道路”而实现的。这样，客观辩证法（现实的对立同一）得到再现，而主观上的逻辑矛盾得到消除。

3. 把物质说成世界的本原。说物质是世界的本原，这是唯物主义哲学的基点，其本意是说世界是客观实在的，就此来说并没有什么错误。但是从彻底的唯物主义来说，认为物质是世界的本原也是不确切的。因为，这种认为惟一能够告诉我们的，只是世界是客观实在（这不过是一个空洞的同义反复），除此之外人们并不能由此得到更多的东西。此外，更为严重的是，这种认为并不能明确无误地划清它与唯心主义尤其是客观唯心主义的区别，因为人们并不能由此说清这个仅仅是在人的意识之外又能为人的意识所感知的客观实在，与凌驾于人类之上也同样能够为人们的意识所描述的上帝、绝对精神又有多少实质性的区别；不仅如此，仅就刻划的内容来说，以现实的人为蓝本的“上帝”、以自然界演化的实在过程为“外化”的“绝对精神”，比起抽象苍白的“客观实在”更容易为人们所理解，大约正因为此，唯心主义（尤其是客观唯心主义）从来就没有在科学中绝迹，甚至近

科学的许多重大成果，还或多或少是从唯心主义思想中得到启发的。这里，唯物主义的出发点并没有什么不对，不对的仅在于它的方法。须知，认识事物需要“两条道路”，并不是无限的抽象就可以了的，因为抽象的实质不过是从某个角度对事物进行分析从而得出事物片面的共性，因此单纯的抽象并不能反映事物的全貌，只有把从各个角度所得到的抽象在思维的行程中凝聚起来，才能再现实在的具体。如前述，“物质”和“‘空间’”，还有本节后面要谈到的“运动”或“时间”，都不过是人们在认知过程中对自然实在从不同角度所得到的抽象，只有将这些抽象系统的凝聚得到“物体”的概念，我们关于本原问题的认识才是科学的唯物的。

2. 物体是运动的态

这是从另一个层面，给出的“物体”的另一个定义。这一定义可从恩格斯的论述得到启示。恩格斯指出：

“运动是物质的存在方式，因而不单纯是物质的特性。现在没有而且永远不可能有运动的物质。”^②

又说：

“没有运动的物质和没有物质的运动是同样不可想像。”^③

由上述恩格斯的论述可得到启示：物体是运动的态。

当然，“物体是运动的态”这一定义，并不是对以往的思想材料纯粹思辨的产物，从根本上说是来自对第一节所述三类物体的具体分析。显然，原子可整体移动，由前述物体的第一个定义原子应是不折不扣的物体，但是原子又是中子、质子、电子这些基本粒子相互作用即基本粒子运动的状态，由此可知，物体与运

动状态同一意义，用一句通俗的话，甚至可以这样说：物体不过是一包运动。近代科学还探明原子酷似太阳系，其实太阳系也是一个物体（它相对银河系中心有整体移动），其他自然运动状态亦如此。一般地，任一运动状态都是物体，任一物体也都是运动状态。人们习惯中的物体似乎是凝固的，然而这不过是人们从外部看到的影像，而其内部却存在着一系列的运动；人们习惯中的运动都是也只能是在一定空间范围内的运动，人们之所以看到它们是运动的因为置身（或思维的立足点）在这一范围内，若在这一范围的远处（外面）所看到的这一范围，也是一个固态的物体。从逻辑上说，“物体是物质的体”即“物体是充斥着一定物质内容的相对独立的空间”，就已经包含了“物体是运动的态”的含义，因为运动只能在一定空间范围内运动，具体运动与具体运动之间又一定存在质的差异性，这就是说，不同具体运动所在空间就一定是一个相对独立的空间，因此任一具体运动状态就一定是一个物体*⁷。由此可见，“物体是运动的态”，这是毋庸置疑的事实，也是人们容易理解的事实。

然而，“物体是运动的态”与“物体是物质的体”，二者所表述的含义并不完全相同，这又是这两个定义可以并列的理由。

首先，“物体是运动的态”揭露了物体最重要的差别即密度差别的根源。如前述，密度又可表为“空”的程度。用物理数学术语，物体的这一重要差别可以这样来表述：等量的物质质量具有不等量的‘空间’量。由此我们产生了一个疑问，即同样是物体，为什么密度会不同呢？换言之，是什么原因或者说什么力量，使得一定的物质质量支撑起一定的‘空间’量呢？以往的理论回答说：这是一种客观实在，是没有原因的。这样的回答是不能令人满意的，因为这与断言上帝造物并没有实质性的区别（从认识论根源看，人们请出上帝与找不到事物变化的客观原因相关，因此断言存在没有原因的结果是请出上帝一类东西的前奏）。然而，从“物体是运动的态”出发，问题就迎刃而解了：物体之间

之所以密度不同，等量的物质量之所以能够支撑不等量的‘空间’量，其原因仅在于它们内部具有不相等的运动量。

其次，“物体是运动的态”蕴涵着物体和运动的层次性。过去我们说运动是物体在运动，现在我们知道任一运动状态又是物体，这就是说，物体之中有物体，运动是物体在运动也是在物体中运动，于是物体和运动就呈现出层次态。事实正是如此，宇宙中任一自然实在都是物体，整个宇宙也是一个物体或者说也可看作一个物体，物体之中有物体，物体是在物体（两个物体，层次不同）中运动，这没有什么奇怪。这样，我们又可以得出新的结论：整体是整体，部分也是整体，因为它们都是相对独立的体，都是不折不扣的物体；部分是部分，整体也是部分，因为无论多大的物体都是更大的物体的部分。由此，我们又得到了“物体”、“整体”、“部分”这些概念在使用上的区别：整体与部分既是同一的又是差别的，整体与部分只在物体的相互关系中有意义，任一客体仅就其是相对独立的这一点来说，既不应称为“整体”也不能称为“部分”，而只能称为“物体”。

再次，“物体是运动的态”预示着物体的发展变化。运动就是变化，运动必然导致发展，因此“物体是运动的态”，就预示着物体不仅是稳定的存在而且是发展变化的存在。关于物体的发展变化，是“物体”的另一个重要定义要阐述的内容，本文接着要详细讨论，这里先简要提及。

3. 物体是变化过程

这是从第三个层面给出“物体”的第三个定义。这一定义，也可以从恩格斯的论述直接导出。恩格斯说：

“新的自然观的基本观点是完备了：一切僵硬的东西溶化了，一切固定的东西消散了，一切被当作永久存在的特殊东西变成了转瞬即逝的东西，整个自然界被证明是在永恒的流动和循环中运动着。”^④

又说：

“一个伟大的基本思想，即认为世界不是一成不变的事物的集合体，而是过程的集合体，其中各个似乎稳定的事物以及它们在我们头脑中的思想映象即概念，都处在生成和灭亡的不断变化中。”^⑤

这里，恩格斯说的是“自然界”、“世界”，但是，如前述，自然界的实体是物体，世界的本体也是物体，无疑恩格斯的论述也适用于物体。

当然，这一定义也可由分析第一节所述运动的三种形式，即物体演化的系统过程得出。关于此，下面在叙述这一定义的理解时将谈到。

要理解“物体”的这一定义，也需要排除一些不正确的观念。

第一，“变化”与“存在”分割对立观。人们往往认为，运动是过程，而物体则是存在，从而把“过程”即“变化”与“存在”分割开来，对立起来，这是不正确的。我们说，物体是存在这只是相对人的意识来说的，说明物体是在人的意识之外；如果就物体本身来说，它并不是凝固的存在，而是一个不断变化的过程。

第二，“过程”观念的抽象化。所谓抽象，就是离“体”；所谓“过程”观念的抽象化，也就是说其“过程”的观念没有与物体的“体”相联系。物体是物质的体，是更深层次物体相互作用的体系。这就是说，因为某种原因原来处于散逸状的更深层次物体群凝聚成为一体，于是就产生了新的物体；自然，因另一些原因，这个新的物体解体散逸从而归于消灭。显然，所谓过程也就是物体产生、演化、消亡（解体）的时间状态，因此应当论定：

“过程”是“物体”的固有内容。笔者认为，离开物体的“体”来谈论过程谈论时间，就必然流于抽象，是不可能认识过程或时间的本质；自然，不注意到“过程”或“时间”，我们关于“物体”的观念就不完整，同样不能全面深刻地认识物体本身。“过程”观念的抽象化，常常使人陷入困惑而不自知，例如人们感到“时间”是一个不可捉摸的东西正是如此。其实，时间就是物体的变化过程，人们正是也只能是通过观察物体的变化过程才抽象出“时间”这一观念，但是这一观念抽象出来后，人们很少联系这一抽象过程，从而使这一观念离“体”，于是不知时间为何物。

第三，“过程”观念的凝固僵化。过程与物体的“体”相联系，但是物体的“体”是有层次的，因此自然界并不是单一的过程，而是层次相互嵌套的复杂的过程，可见将“过程”这一观念凝固僵化是不符合实际的。关于此，仅仅说过程，人们似乎容易理解，然而过程是时间的本质，联系到物理学在时间观念上的混乱，我们看到，对过程的统一性和层次性人们并没有深切的理解。例如，爱因斯坦否定绝对时间，就是一种观念上的混乱，而这种观念上的混乱，则是“过程”观念的凝固僵化造成的。宇宙中的物体是千差万别的，它们有着不同的的过程，从这个意义上说时间是相对的，这没有错。但是，整个宇宙也是一个物体（宇宙是统一的），它也有过程，而且是一个统一的可以无限均衡的过程，这个过程也就是牛顿所说“绝对的、真正的和数学的时间”、“均匀的、与任何外界事物无关地流逝着”的时间^{*8}，怎么能够说没有绝对时间呢？

三、系统本体的科学意义

系统本体是一种新的自然图景，如果得以确立，那么对科学乃至人类的宇宙观将产生深远的影响。关于此，我们从系统本体与以往科学所蕴涵的本原的对比中可以看出。本书后面的章节将

证明，在以往所有科学的背后，在以往人类的心灵深处，是这样一幅自然图景：物质（质点）和空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动。我们把以往科学背后的这幅自然图景称为：物理本原。下面我们将物理本原与系统本体作一些对比，从中看出系统本体的科学意义。

1. 就实在来说，物理本原中的物体（物质）与空间是分离的，而系统本体中的物体与空间是一体的；物理本原有绝对物质亦有绝对虚空，而系统本体既没有绝对物质亦没有绝对虚空。当然系统本体也有“物质”、“‘空间’”的概念，而且还需要“物体”与“空间”的概念。但是，它们与物理本原的同名概念是不同的。其中，“物质”和“‘空间’”，指称的是通过将物体作系统排列由此从两个对立角度所作出的抽象（观念），而不是客观实在的实体（个体）；需要“物体”和“空间”这两个概念，是因为描述运动需要在逻辑上作出区分，其中“物体”指称运动载体，“空间”指称运动场所，而不是因为物体和空间作为实体有什么不同。显然，如果系统本体得以确立，那么唯物主义的基础就不能是物质而只能是物体，运动不可能在虚空中运动而只能是在物体中运动。

2. 在物理本原中，物体和运动是分离的，运动最多只是物体的属性，因此就物理本原来说运动是外加的，而不是本原（物体）内在的。在系统本体中，物体和运动是一体的，物体是运动状态，运动状态亦是物体，因此就系统本体来说运动不假借外求。从系统本体出发，质量守恒及转化、能量守恒及转化等物理学至关重要的原理，这是不言而喻的，它不需要也不允许有以往科学那样在本原之外的多余假定。

3. 对物理本原来说，过程不是物体固有内容，因而时间是一个不可捉摸的东西；在系统本体中，过程是物体固有内容，时间是物体的存在（演化）状态，它是那样的实在和清晰。对物理本原来说运动的形式是单一的（仅有单一物体位移），它不可能

科学地解决物体的演化，所以也就无法排除造物主；对系统本体来说运动是三元（类）一体、完整有序、转化循环的，从而它也没有给造物主以任何存在的余地。

4. 系统本体包含着物理本原又超出物理本原。物理本原，其实在仅为质点，它不过是系统本体中的“粒”，可见物理本原只是系统本体的子系统，因此可以预见凡是物理本原（亦即以往科学）能够解释的现象，系统本体一定可以解释。但是系统本体还有物理本原所没有的东西，因此物理本原没有解释或不能解释的现象，系统本体也有可能解释。这就是说，系统本体具有比物理本原更强（超余）的解释力。

总而言之，系统本体在实体上是一元有序的，逻辑上不假外求，且与物理本原相比具有超余解释力。因此，系统本体的提出和确立，将预示着科学新的革命。

四、系统物理继续探索的方向

上面我们由系统新论展开了一幅生动的新的自然图景，尽管这样一幅图景，依据着最新物理学——原子物理学成果。但是，其中有许多则是逻辑推论的结果；即使是原子物理学，到今天还仍有许多疑难，正因为如此保罗·法伊尔阿本德得出这样的哲学结论：什么也不是，怎么都行。显然，要使系统本体确立起来，并进而构造一门全新的科学，必须从基础开始一步一步地达到各个结论。

那么，什么是基础呢？笔者认为认知科学。理论是对客观的反映即对客观的认知，因此对认知活动及过程的研究是一切理论的基础。然而很遗憾，至今我们并没有像样的认知科学理论。我们的前辈写下了大量的认识论著作，但是这不是认知科学而只是思辨哲学。

于是，我们将转入另一个领域。在那里我们将深入探讨知识之源，并且由此证实贝塔朗菲所说的“野生的自然”的存在性，

从而为进一步探索打下坚实的基础。

一、注释

*¹ 在本书中，系统本体（简称本体），指作为系统科学所认为的最基本的实在；物理本原（简称本原），指作为传统科学所认为的最基本的实在。应指出，“本体”和“本原”这两个词，不仅表达着上述知识内容上的区别，而且还表达着认知逻辑上的区别，关于此，将在本书最后一章阐明。

*² 在第二章中，我们说系统即物体有三大类：自然物体、社会物体、意识物体。但那是从内容上分类。这里所说的类，这是形式（或称逻辑）上分类。笔者认为，从一定意义上说，这种分类更重要。

*³ 所谓内部关系，实质上就是子系统之间的关系这里，子系统是实体而不是关系。因此系统尽管有四个项，但只有三种内部关系

*⁴ 注意：“物体”和“空间”，是指称客观实体的概念。它有两个方面的意义，其一是就它们在认知上具有共同的特征：既是一个“物”又是一个“体”，因此它们不能绝对分割；其二是就它们在描述运动系统时具有不同的作用，它们还有另外的含义：“物体”指称着运动载体，“空间”则指称着运动场所。正因为如此，我们才需要两个名词，否则我们就没有必要设立两个名词了。在本书中，这两个名词的不同用法联系前后文不难加以区别。

*⁵ 从文中的叙述可知，“空间”的极限是几何空间即空虚空间，因此，本书将用“空间”这一名词，专指几何空间。显然，几何空间并不是自然实在，而只是存在于人们头脑中的观念。此外，几何意义上的空间，容易与运动场所意义上的空间发生混淆，因此我们在这名词上加上单引号以示区别。

*⁶ 由此可构造一公式如下：

$$\text{物体} = \text{物质} (\cap) \text{空间} "$$

式中的“(∩)”可理解为数学运算符号的抽象，即 +、-、×、÷、……，等等的抽象（共性）。这样，联系有关实验，公式可理解为

$$\text{质量} = \text{密度} \times \text{体积}$$

*⁷ 显然，运动状态可理解为运动占有的空间。此外，我们在另一部书（本书的续集）中，还将证明即使是真正的固体（例如一块石头），也是一包潜在的运动。潜在的运动，当然是一种运动的态。因此，任一“物体都是运动的态”是成立的。

*⁸ 这里“任何外界事物”，可理解为“宇宙中的任一具体物体”。此外，关于时间问题，笔者有一篇论文《时间系统论》（发表在《广西社会科学》1994年第3期）作了专门讨论。

二、引文出处

① [苏]敦尼克·约夫楚克·凯德洛夫米丁·特拉赫坦贝尔主编，《哲学史（欧洲哲学史部分）》，生活·读书·新知三联书店，1972年版，第28页。

② 《马克思恩格斯全集》第20卷，第664页。

③ 《马克思恩格斯全集》第4卷，第65、239页。

④ 《马克思恩格斯全集》第3卷，第453~454页。

第二篇 知识探源

人类对自然界的认知活动持续了几千年，已经形成了理论体系，人们通常把“体系”也称之为系统。但是，学术界又认为，几十年前贝塔朗菲等人提出的“系统科学”是一个全新的课题。显然，这里所说的“系统科学”并不是前面所说的“理论体系”，否则何来“全新”？

那么，这里蕴涵的意义是什么？仔细分析，问题的焦点在对象上。尽管以往关于自然界的知识也是很系统的，但那是就其理论形式是逻辑完整的这一角度来说的，而以往的科学并没有把自然即自然知识的对象当成系统来研究，这就是说以往的理论体系并不是关于系统的知识，正是在这意义上才能说贝塔朗菲提出的“系统科学”是一个“全新”的课题。但是，这样一来就又产生了一个问题：凭什么断定自然界不是以往科学所认为的那样，而是贝塔朗菲等人猜想的系统？

贝塔朗菲说：“必须找出野生的自然”。这的确是一个好办法，因为只有这样才能证明自然究竟是以往科学所认为的那样，还是贝塔朗菲等人猜想的系统；也只有找到“野生的自然”并对它进行考察，才能真正弄清“系统”究竟是什么。但是，一方面，时至今日我们被笼罩在知识的光波中，只见由知识“透视”着的自然，而看不到真正“野生的自然”；另一方面，如果我们没有知识又怎么知道“野生的自然”是存在的，又从哪里去找到它？这是贝塔朗菲的疑难，也是任何想把自然当作系统来研究的人不能绕开的疑难。

当然，面对这一疑难也不是一点办法都没有。唯物主义认为，知识是客观世界的理论反映。如果这一认为是正确的，那么

逻辑结论就是：“野生的自然”可在知识之源找到。

就让我们从寻找知识之源开始吧。我们可以由此开始，我们也只能由此开始。

本篇分为五章。第四至第六章研究实验，其中第四章研究本次实验；第五章研究实验之间；第六章对实验研究作出小结。这里有两个新名词：“本次实验”和“实验之间”，其意义将在第六章中予以明确；第七章研究感觉活动；第八章是本篇的总结。

第四章 实验研究

大约所有的科学家都会同意这样一个观点：知识之源离不开实验，因为任何新知识的发生都伴随着实验。但是，实验是知识之源也不是自明的。许多著名的科学家都说，仅凭实验数据（可观察量）不足以建立理论。例如爱因斯坦就说过：“在原则上，试图单靠可观察量来建立理论，那是完全错误的。实际上，恰恰相反，是理论决定我们能够观察到的东西。”^①因此，我们需要对实验进行科学研究。

实验，科学家是做了不少的，以往发现的自然定律几乎都有实验依据；如何处理实验数据即如何消除实验误差，科学家也做了研究，发明了很多处理误差的办法。上述两方面的书有很多，但是惟独没有对实验本身做科学研究，惟独没有关于实验本身的书。我国最近出版的《物理学词典》（科学出版社，1988年版）竟没有“实验”的词条。当然，对实验也不能说以往根本就没有探讨，但大多是哲学思辨而不是真正的科学研究；“实验”的解释也是有的，但都在《哲学词典》且只是含糊的哲学语言。实验有多少基本类？实验能定义（数学表达）吗？实验与人的感觉活动是什么关系？与理论（知识）相区别的“事实”是什么？逻辑与实验有关系吗（如果有，是什么关系；如果没有，逻辑是从那里来的）？仅由实验能找到“野生的自然”并构造自然系统理论吗？笔者翻遍了能找到的书，都没有看到提出上述问题，更不用说对上述问题作出科学回答了。这样能说以往对实验做了科学研究吗？于是以往科学暴露了一个巨大的漏洞：所有的自然科学家都宣称他们的理论来自实验；但是又没有一个科学家对实验做过科学研究，对实验与理论的关系（即上述问题）作出过科学阐明。

应当明白，我们是为了找到知识之源而研究实验，而不是在已有知识的基础上运用实验。这就决定了研究的方法原则：我们只能就实验而研究实验。当然，实验是在人的思想指导下进行的操作，并不存在没有人参与的纯粹实验，因此所谓就实验研究实验，就是说在研究实验时不管实验者如何想也不听实验者如何说，而只看实验者如何做以及实际得到和能够得到什么。

但是，这样会有一个不可避免的困难：我们毕竟要用语言来表述，而语言本身无不关注着以往的知识。本篇采取的办法是：将我们所用的语言，分为重要概念和一般叙述语言。重要概念随内容展开逐步给出，而且我们将这些重要概念理解为一个系统即它们之间具有层次性，其中上游概念可由下游概念来定义，最基础的概念则用指称实物或操作来定义；所指称的实物和操作其意义仅在于：差异，也就是说，人们只要能将被定义的概念所指称的实物和操作从其他现象中区别开来，就是知道这概念的意义。一般叙述语言则按通行词典的解释来理解。此外，无论是研究问题还是表述研究成果都要用到逻辑，而且逻辑是知识，逻辑这种知识也不可能是天上掉下来的和人脑中固有的，只能来自实验。但是本章仅研究实验不可能讨论逻辑，逻辑将在后面的章节讨论，那些讨论可视为对本章所用逻辑给出的证明。

按通常的理解，实验可分为简单实验和复杂实验，最简单的实验是力学度量，其余为复杂实验。科学研究都是先研究简单现象，进而研究复杂现象，本章也如此。实验有误差，但本章不涉及实验误差，实验误差将放在下一章专门研究。

本章的重要概念：力学度量、物理度量、实物度量、理论度量；测量、校正、称量、基本量、基本量数值、长、角、速率、力；对象、尺度、比较，读数、度数；属性、载体、载体环境。

一、力学度量

力学度量有且仅有三种：测量是指长和角的度量；校正是指速率（时钟）的度量；称量是指力（重）的度量。

测量、校正、称量，这是明白的概念，任何一个小学生都可以操作出来：将两把直尺（任意两个物体的长）进行比较得出数值，是长的测量；任意画一条射线，在射线的端点再画一条基线，形成一个角，使用量角器与那个角进行比较得出数值，是角的测量；用两个时钟（任意两个运动状态），比较其走速（快慢）得出数值，是速率的校正；用一架天平，两边的称盘中各放任意一些物体，比较其重量得出数值，是力的称量。

这里有一个命题：力学度量有且仅有三种；这命题显然与如下命题相关：构造力学理论需要且仅需要三种基本量。后者可引用物理学教材的论述作为佐证。美国 W. SEARS 著《大学物理学》第 1 册写道：

“一个物理量的定义，必须提供出根据其他能够量度的量来计算它的一套规则。例如，当动量定义为‘质量’和‘速度’的乘积时，这定义就包含动量的计算规则，这样，就只需量度质量和速度。速度的定义由长度和时间给出，但没有任何更简单或更基本的量可以表示时间和长度。所以长度与时间是力学中两个无法定义的量。已经知道只要用三个无法定义的量，就可以表示所有的力学量。按同样的理由，第三个无法定义的量可选用‘质量’或者‘力’。本书选取质量作为第三个无法定义的力学量。

在几何学上，‘点’是无法定义的基本概念。几何学家要求他的学生在思想上建立点的图像，只要求这种图像与他所讲的点的概念相符。在物理学中，情况并不如此难以捉

摸。来自世界各地的物理学家组成各种国际委员会，会议中对无法定义的量选定了量度法则，这种量度法则就代替了定义。这种法则有时称为操作型定义。”^②

必须指出，上述的论述有些错误，关于此，我们在本章最后一节再说。这里，需要明确的是，教材的论述说出了如下两个重要事实：第一，“已经知道只要用三个无法定义的量，就可以表示所有的力学量”（引文中“无法定义的量”，本书称为“力学基本量”）；第二，这些无法定义的量数值（本书称为“力学基本量数值”），可以也只能由度量操作得出（笔者认为，这是“力学基本量数值”最重要的特征，可以视为给“力学基本量数值”下定义）。显然，这对我们的命题是一个佐证：构造力学理论需要且仅需要三个力学基本量，这些力学基本量数值可以且只能由度量操作得出，因此也就有且仅有三种力学基本量的度量。

但是，本书所说的力学基本量是：长、角、速率、力，即力学基本量不是三种而是四种，而且这些基本量的名称与引文所说的也略有区别，对此应当作出说明。首先，本书所谓力学基本量实际（即就自然状态来说）也是三种：长、速度、力，因为速度可以分析为方向（角）和速率，因此也可以分析为四种。其次，笔者认为“速度”与“时间”这两个词所指称的是同一种自然状态；此外，质量并不是力学基本量，第三个力学基本量是也只能是力，这里并不存在什么选择。要证明笔者的上述认为，需要用到实验，因此只有在对实验有了基础研究之后才能讨论。

下面对力学度量作出考察，看看它到底告诉了我们什么，能够告诉我们什么。

1. 力学度量的操作，是力学度量对象与力学度量尺度的比较，而力学度量对象和力学度量尺度是不同载体的同一力学属性。

这里涉及到几个重要概念：比较、载体、力学属性、力学度

量对象、力学度量尺度。下面分别予以说明。

比较，这是一种操作，即将两个事物进行对照以确定它们的同异及同异程度的操作。

载体，指物体和物体运动（位移）；力学属性，就是力学基本量。载体（具体）和属性（抽象）是自然系统理论中的一对重要概念，关于它们的精确定义，我们以后还要详细讨论。对这对概念，这里不要求理解只是要求能区别。下面，用度量实际的操作来说明。

人们常说，长的测量其操作是将两把直尺进行比较，但这只是一种简化的说法，其实比较的并不是两把直尺，而只是两把直尺的同一属性——“长”。这里，直尺是物体，是“长”这一属性的载体；直尺这一物体，不仅有“长”这一属性，而且还有其它属性，例如实存性（可由观察、触摸感到）、其材料的属性（木的、铁的？）、等等。

角的测量、速率（时钟）的校正、力（重）的称量这几种度量，被度量即被比较的，分别是物体运动这一载体几个方面的属性。测量角度，实质是比较物体运动的方向这一属性；校正时钟，实质是比较物体运动（时钟指针位移）的速率这一属性；称量重量，实质是比较物体运动对称盘的作用量（即物体运动所具有的力）这一属性。

力学度量对象和力学度量尺度，是力学度量中不同载体的同一力学属性。例如，长的测量，一把直尺的长为对象，另一把直尺的长为尺度；这里，“一把直尺”和“另一把直尺”是不同载体，“长”则是同一（两个载体相同的）力学属性。对象和尺度，就自然状态而言二者之间没有质的区别，都是不同载体的同一力学属性；但就度量的逻辑结构来说二者之间有区别，对象是度量的直接目的是未知量，而尺度是度量的工具是已知量。

通过明确上述概念我们的命题不证自明：力学度量是一种特殊的比较操作；其特殊之处在于：比较的内容是不同载体（对象

载体和尺度载体)的同一力学属性。

2. 力学度量结果,是也只是纯数(无量纲的量)。力学度量结果,指力学度量操作直接得到的东西。如上所述,力学度量是同一力学属性之间的比较,显然,比较的内容没有质的区别只有量的差异,由此可以逻辑地得到结论:度量结果是也只能是纯数,我们称为读数,其中与对象和尺度的客观比值相符合的读数,我们称为度数。^{*1}不用逻辑分析,仅直接考察三类度量也可以得出这结论。长的测量,是将两把直尺的长进行比较,其中一把的长为对象,另一把的长为尺度,比较的结果:对象是尺度的几倍或几分之几;角的测量,是以一个角为对象,另一个角(量角器也是一个角——360度的角)为尺度,比较的结果:对象是尺度的几倍或几分之几;校正,是以一个时钟的走速为对象,另一个时钟的走速为尺度,比较的结果:对象是尺度的几倍或几分之几;称量,是以一个物体的重量为对象,另一个物体的重量为尺度,比较的结果:对象是尺度的几倍或几分之几。显然,这里的“几倍”或“几分之几”都是纯数。

综合以上,可以得出结论:任一力学度量,都是将不同载体(其中一个称为对象载体,另一个称为尺度载体)的同一力学属性做比较并得出读数的操作过程。由此,设力学度量对象载体为■,力学度量对象为 \wedge_{\blacksquare} ;力学度量尺度载体为▲,力学度量尺度为 \wedge_{\blacktriangle} ,度数(本章不涉及度量误差,因此仅取度数)为 k ,则任一力学度量可表为:

$$\wedge_{\blacksquare} / \wedge_{\blacktriangle} = k \quad (4-1)$$

3. 力学属性是载体的属性,但力学属性不仅仅依附于载体,它还且仅与载体环境相关,是载体和载体环境的函数。

这是我们对力学度量进一步深入考察的结论。这结论有两个要点:一是力学属性依附于载体,自然界不存在不依附于一定载体的属性;二是力学属性不仅仅依附于载体,而且还与且仅与载体环境相关,是载体和载体环境的函数。关于第一个要点,前面

已作说明，兹不赘述，下面着重讨论第二个要点。

讨论第二个要点，关键在于理解一个重要概念：载体环境。载体环境是载体所在环境的简称，这里有两种情况，这两种情况都可能影响载体的力学属性，从而影向力学度量的结果即度数。

一种情况是：载体所在空间的物质内容。任何载体都处于一定空间中，而载体所在空间的物质内容不同，载体的属性可能不同。物理学知识：同一个物体在不同温度的空间中可能有不同的体积，因而可以影响该物体的“长”；同一只钟在不同场力（例如在地球赤道和在地球两极）的空间中，可能有不同的走速；物体所在空间的物质内容的变化可能使物体的比重发生变化；如此等等。当然，这里不用上述物理学知识，仅由度量操作（类似的操作参见《有趣的物理》亦可证明：

“用一只开有门且密闭的玻璃容器，外面连接抽气机。将一架天平放置在容器中，把一些棉花和一些铁块分别放置在天平的两个称盘中，调整棉花和铁块的数量以使天平平衡；此时，应当认为两个称盘中物体的重量相等。接着，关闭玻璃容器的门，用抽气机抽出容器中的空气，当抽到一定程度时，我们将发现：装着棉花的称盘开始下沉，装着铁块的称盘上升；这说明被称量的物体的比重发生了变化。”^③

另一种情况是：载体相对所在空间的位移^{*2}。载体在所在空间中运动必将受到所在空间的物质内容的阻挡，因而会改变载体周围物质内容对载体的压力，这等价于改变空间（载体周围）的物质内容，形成第一种情况相同的效果。

上述研究表明，载体环境对力学度量结果有影响，且是力学度量本身不可剔除的要素，因此力学度量定义式应加以表达。设●为载体环境，则有：

$$\wedge \blacksquare = \bullet (\blacksquare) \quad (4-2)$$

$$\Lambda_{\blacktriangle} = \bullet (\blacktriangle) \quad (4-3)$$

上两式表示：力学属性是载体环境作用在载体上的结果，是载体和载体环境的函数。

综上所述，力学度量表达式是：

$$\begin{cases} \Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle} = k \\ \Lambda_{\blacksquare} = \bullet (\blacksquare) \\ \Lambda_{\blacktriangle} = \bullet (\blacktriangle) \end{cases} \quad (4-4)$$

式(4-4)，我们称为力学度量定义式。

二、复杂实验

本章开始说过，力学度量是简单实验。显然还有复杂实验，那么复杂实验又怎样呢？有如下结论：

1. 仅就实验考察实验，任何复杂实验都是也只是物理度量

我们是在研究实验，意在弄清实验本身告诉了我们什么。因此，渗透在实验中的理论不是实验，我们不能把研究者在实验前的实验目的、预先的假定和事后的计算等属于理论的东西，说成是实验告诉我们的东西。

例：库仑实验（插图略）：

“库仑是用图 1-1 所示的扭称来做实验的。扭称的主要部分是在一根细金属丝下面悬挂一根玻璃棒，棒的下端有一个金属小球 A，另一端有一个平衡小球 B。在离 A 球某一距离的地方再放一个同样的金属小球 C。如果 A 球和 C 球带同种电荷，它们间的斥力将使玻璃棒转过一个角度。向相反方向扭转旋钮 M，玻璃棒可以回到原来的位置并保持静止，这时金属丝扭转弹力的力矩跟电荷间斥力的力矩平衡。因此从旋钮 M 转过的角度可以计算出电荷间作用力的大小。

库仑的实验是要研究电荷间的相互作用力跟它们间的距

离和电量的关系。……’^④

显然，这是一个复杂实验。但是，这一实验（本次实验）直接表现的只是那一套仪器及其操作，仪器是一种被称为“旋钮 M’，的度量工具，操作是造成“旋钮 M”的两个平衡状态并进行比较；这两种状态：一是不放 C 球时“旋钮 M”的状态，二是放 C 球时“旋钮 M”的状态，比较的结果则表现为“旋钮 M 转过的角度”。毋庸置疑，库仑实验仅就实验本身来说，不过只是关于“旋钮 M 转过的角度”的一种测量；这种测量也可看作一种斥力的称量，因为“旋钮 M”其所以转过一个角度，在于 A 球和 C 球之间有斥力。所谓“电荷”、“电量”则涉及到一系列假定，是库仑在本次实验操作前预先设定的；“电荷间的作用力的大小”也是“从旋钮 M 转过的角度”“计算”出来的，而计算则是库仑的心知活动不是实验本身的表现；至于“电荷间作用力跟它们间的距离和电量的关系”就更复杂，涉及到前述“假定”与“计算”之间的逻辑关系，这更不是实验本身的直接表现。

当然，“任何复杂实验都是也只是物理度量”，这是一个一般命题，仅仅举例分析并不能确定这种一般命题。下面一段论述，也许可以帮助我们确立这一命题：

“科学的理想现在已经显而易见。人们终于明白，一切思维的必要控制必须来自观察。而一切有科学意义的观察都是关于量的，并且带有量度单位。对精密测量结果的甚至极小的偏差也可能推翻最好的假设。经验确实应是科学的基础；但是，只有测得的数据可以看做为‘真实的’，而任何不能测量的东西均应排除在科学题材之外！这就是刻卜勒也是伽利略所倡言的新理想；而这也就是今天精密科学的理想。”^⑤

毋庸置疑，实验的惟一目的在于获取自然信息，然而，“只有测得的数据可以看做为‘真实的’，而任何不能测量的东西均应排除在科学题材之外！”。显然，引文的“测量”就是本文所说的“度量”，因此如果引文正确，那么如下命题成立：任何科学实验都是物理度量。

我们还可以通过对复杂实验的复杂性作分析，来证明我们的命题。很显然，所谓复杂实验其复杂性仅在于实验仪器。但是，仔细考察，任何复杂实验仪器的功能都可以也只能归结为两种：一是造成一种特殊的环境，使对象载体进入其中显现一种特殊的属性（例如，第一部分所述的称量实验，在不同的环境中铁块和棉花显示着不同的比重。又如，量子物理实验，同一个量子，在一种仪器中表现为波，在另一种仪器中表现为粒）；二是具有某种尺度标度，以便将前一种功能显现的对象载体的属性与这尺度标度作比较，从而得出读数。不难看出，后一种功能正是式（4-1）所表达的内容，前一种功能实际上也就是式（4-2）、（4-3）所表达的情况，它们都为力学度量定义式所包含。实际上任何实验所考察的实体（即对象载体）都是在一种特定的载体环境中，而实验所发现的自然性质（属性）都只依一定载体环境而存在，这与力学度量中力学属性是载体在一定载体环境中的表现是一致的。只不过，前述的简单实验，其载体所在的环境是我们习惯的地球表面空间而已，然而当把所有空间（包括复杂仪器所控制的空间）理解为一个系统，那么地球表面空间也是一个特定的环境^{*3}。显然，如果我们关于实验仪器功能的上述分析是正确的，那么如下命题成立：任何科学实验都只是物理度量。

2. 一切物理度量可以递归为七种基本度量，七种基本度量又可递归为原始数数和力学度量

我们在第一部分内容中已得出了力学度量定义式，由上面的讨论，我们又知道任何科学实验都是也只是物理度量，但是物理度量并不等于力学度量。然而，由更深入的研究，我们有如下结

论：一切物理度量都可以递归为七种基本度量；而七种基本度量又可递归为原始数数和力学度量。

先说明“递归”的意义。据《辞海》解释，递归，这是数理逻辑递归论中的基本概念，包括自然数集上的递归论和广义递归论。前者是对算法概念的一种精确的刻画，由于它对给定值的计算往往回归到已知值而求出，故名；后者是研究在一切数学结构的类型上，用递归方式来定义的一般过程的理论。我们不妨引进“递归”概念，来说明复杂实验与简单实验之间的关系，因为由下面的研究我们看到，一切给定的实验都可以分析为某些简单实验，从而回归到简单实验而知道其意义。

再讨论一切物理度量可以递归为七种基本度量。大家知道，国际计量委员会（CGPM）研究建立了国际单位制（SI），其确定的基本单位的量（我们称为基本物理量）也有七个，它们是：长度、时间、质量、电流、温度、发光强度、物质的量。它们的单位分别是：米、千克、秒、安培、开尔文、坎德拉、摩尔。物理基本量及单位其所以只有七个，是因为“从未发现有任何一种测量不能归结为这七个基本物理量及其相应的单位。”^⑤显然，物理度量只是对物理量的度量，而物理量也仅有七个基本类，由此应当得到结论：物理度量也有且仅有七个基本类，其他物理度量都可以递归为这七个基本类。

最后说任一物理度量都可以递归为原始数数和力学度量。我们已经将物理度量递归为七种基本度量，且前三种基本度量是力学度量。此外，第七种基本量即物质的量，是用基本单位摩尔来度量的，而一摩尔指基本单元数，可见所谓物质的量的度量不过是对物质单元数数，这是一种最原始的度量。这样，我们只要讨论第四、五、六这三种基本度量对力学度量的递归性即可。下面分别讨论。

电流。电荷的有规则移动形成电流，而人们关于电荷的认识，则是通过带电体之间具有相互吸引或排斥的属性而确立。显

然，对吸引和排斥现象的度量只能是测量或称量。此外，国际单位制（SI）定义：“安培是一恒定电流，若保持在处于真空中相距1米的两根无限长，而园截面可忽略的平行直导线内，则在此两根导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿。”^⑦这里是用力学基本量来定义电流的基本单位的。因此，电流的度量无疑可以递归为力学度量。

温度。温度的测量，也是利用被测载体的力学属性来度量的。“常用的温度计是根据液体热膨胀的性质制成的”^⑧，温度计也可以利用气体的压力随温度的变化而变化的性质制成，但是无论是体积的变化还是压力的变化都是由力学度量来确定。诚然，温度计还可利用物质随温度的变化而变化的其他属性，例如热电偶，但是如前述，电现象的确立也是由力学度量来实现的。因此，无论从那个角度说，温度的度量也可以递归为力学度量。

发光强度。发光强度是一种光学量，其“测量主要基于光的生理作用，在很大程度上具有主观的特点。”^⑨因此对它的定义仍然要借助于力学量（能量）：“光源在单位时间内辐射出的能量，如果用它的光学作用来评价，则这个物理量就叫做光源的发光强度。”^⑩可见，追根溯源，发光强度也最终可递归为力学度量。

任何物理实验都可以递归为力学度量，这里更深层的原理，涉及到作为认识对象的自然界基本存在或者说自然界的根本性质，也涉及到作为认识主体的人的生理状态的限制。无疑，我们的目的在于认识自然物，但是自然物本身的状态及人的生理限制，使得人们不可能直接认识（感觉到）自然物，而只能直接认识（感觉到）自然物的力学属性，由此再间接认识其他复杂属性及自然物本身。否则就如马克思所说：“如果事物的表现形式和事物的本质会直接合而为一，一切科学就都成为多余的了。”^⑪关于此，当然不是仅仅说说上述笼统的哲学语言就可以了的，而在对实验作了研究从而找到“野生的自然”之后，我们还要详细讨论。

3. 力学度量定义式可以推广为物理度量定义式

这里，我们退一步来说，即使物理度量不能递归为力学度量，但至少力学度量定义式可以推广为物理度量定义式。

这可以通过分析前述除力学度量外的另四种基本度量而加以推广。首先，这四种基本量都是载体的某一属性。电流指电子运动的一个属性并不是电子运动本身，因为电子运动还有其他属性，例如电子运动的波性和粒性；温度，是分子运动的一个属性并不是分子运动本身，因为分子运动还有其他属性，例如压力；发光强度，是光的强度一个属性并不是光本身，因为光还有其他属性，例如光的频率；物质的量指一摩尔物质中所包含的基本单元数，显然也只是物质的一个属性并不是物质本身。

其次，四种基本量的度量，都是将不同载体的同一属性进行比较得出读数的操作过程。这从逻辑上就可以证明这一点，因为任何度量所得到的都只是纯数，而能够得出纯数的只能是同一属性。考察四类度量也能得到这结论。

最后，四种基本量即四种属性，都是某一载体在载体环境中的表现。同一群电子运动，在不同导体（介质）中会有不同的流速；同一群分子运动，在不同体积的容器中会有不同的温度；光在不同的介质中也会有不同的强度。至于说到物质的量，这实际上只是人们对一个量的定义，而人们作定义这一活动也可视为关于这种属性存在的环境。

再退一步，即使物理度量不能归结为前述的七种度量，仅就各自本身来考察，也应当得出同样的结论。因为，任何度量都是某种比较且比较的结果都是纯数，而能够得出纯数的比较必为同一性质的东西即我们所说的同一属性；属性并不是自然实体，只是自然实体在一定环境中的表现。显然，任何物理度量，都与力学度量的要素相对应，都具有相同的机理，都可以用力学度量定义式的形式来表达，因此力学度量定义式就是物理度量的一般定义式。当然，这需要将力学度量定义式中各符号的意义加以推

广。设物理度量对象载体（简称对象载体）为 \blacksquare ，物理度量对象（简称对象）为 $\wedge \blacksquare$ ；物理度量尺度载体（简称尺度载体）为 \blacktriangle ，物理度量尺度（简称尺度）为 $\wedge \blacktriangle$ ，度数为 k ，载体环境为 \bullet 。则任一物理度量可表达为：

$$\text{其中} \quad \begin{cases} \wedge \blacksquare / \wedge \blacktriangle = k \\ \wedge \blacksquare = \bullet (\blacksquare) \\ \wedge \blacktriangle = \bullet (\blacktriangle) \end{cases} \quad (4-6)$$

式（4-6），我们称为物理度量定义式。

应当说明，笔者并不否认复杂实验与简单实验即力学度量有区别，它们的区别仅仅在于复杂的理论背景和与此相应的复杂仪器。尽管这种区别对研究具体的自然理论来说是重要的，但是我们不是研究具体的理论，而是研究理论与实验的关系，这里重要的是，将理论与构成理论的原始要素区分开来，将构造理论的手段与得到原始要素的手段区分开来，因此在这里复杂实验与简单实验的区别是次要的。

三、度量定理

由度量定义式，可以得出如下重要定理。

〔定理₁〕度量等价定理：两次度量等价，当且仅当两次度量的对象载体、尺度载体、载体环境相同。

〔证〕度量定义式表明，对象载体、尺度载体、载体环境是任一度量不可缺少的三项要素，其中任一项变化都可能引起度数的变化，因此两次度量等价，三项要素相同是必要条件。又，度量定义式表明，对象载体、尺度载体、载体环境是任一度量完全的要素，三项要素确定，度数也就惟一确定，因此两次度量等价，三项要素相同是充分条件。

〔定理₂〕度量两重性定理：度量不仅是对象与尺度的直接比较，而且是对对象载体、尺度载体、载体环境的间接度量

(探索)

〔证〕由度量定义式可知，任一度量所得到的度数，都是对象载体、尺度载体和载体环境相互作用的结果，因而都反映着对象载体、尺度载体和载体环境的某些情况。因此，任一度量就不仅仅是同一性质的对象与尺度的直接比较，而且也是对它们的载体及其环境的间接度量（探索）。

〔分析〕表明度量具有两重性：一方面，它是直接的数学计算，度量是同一属性的直接比较得出度数的操作过程，因此就本来的意义说，它不过是一种计算操作；另一方面，它是间接的物理学探索，度数这一数学计算的结果蕴涵着载体和载体环境的情况以及它们之间的关系，这些情况和关系是蕴涵着的，需要通过系统的受控度量和逻辑思考才能发现，因此度量又是也只是间接的物理学探索。

〔定理3〕度量要素对易定理：度量中对象载体可以与尺度载体互换，对象载体和尺度载体的体系可以与载体环境互换，互换后构成新的度量。

〔分析〕定理3有两个含义：一是对象载体与尺度载体在度量中的位置互换；二是对象载体和尺度载体的体系与载体环境互换。下面分别予以证明。

〔证（第一个含义）〕设有两次度量，其对象载体和尺度载体以及载体环境都不变，只是对象载体和尺度载体的位置互换，即：第一次度量，对象载体为甲物体，尺度载体为乙物体；第二次度量对象载体为乙物体，尺度载体为甲物体（显然，实则是将一次操作看成两次度量）。因为对象和尺度是不同载体的同一属性，度量是这种同一属性的直接比较，所以它们位置互换后仍然构成一次度量，且由度量定义式可知，互换的两次度量其度数互为倒数。

〔证（第二个含义）〕设有两次度量，由度量定义式，分别表为：

$$\begin{cases} \Lambda_{\blacksquare 1} / \Lambda_{\blacktriangle 1} = k_1 \\ \Lambda_{\blacksquare 1} = \bullet_1 (\blacksquare) \\ \Lambda_{\blacktriangle 1} = \bullet_1 (\blacktriangle) \end{cases}$$

和

$$\begin{cases} \Lambda_{\blacksquare 2} / \Lambda_{\blacktriangle 2} = k_2 \\ \Lambda_{\blacksquare 2} = \bullet_2 (\blacksquare) \\ \Lambda_{\blacktriangle 2} = \bullet_2 (\blacktriangle) \end{cases}$$

因为 Λ_{\blacksquare} 和 Λ_{\blacktriangle} 是实物载体的属性，因此上述度量需要实物操作，故我们称为实物度量。

本书第三章已证明，物体和空间就其实质来说，它们是同质事物，其所以有“物体”和“空间”这两个概念，只是因为表达运动结构的逻辑需要。同理并联系前面关于“载体”和“载体环境”这两个概念的讨论可以看出，载体和载体环境就其实质来说，也是同质事物，其所以需要“载体”和“载体环境”这两个概念，也只是因为表达度量结构的逻辑需要。显然，度量结构随视角的不同是可变换的，这就是说，一个事物在一个角度看是载体，在另一个角度看则视为载体环境；反过来说也成立。此外，式中 Λ_{\blacksquare} 和 Λ_{\blacktriangle} 是同一性质的量（都是 Λ ），而 k_1 和 k_2 无疑也是同一性质的量（都是 k ），且 $\Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle}$ 和 k_1 / k_2 这两式有相同的结构。因此由设定的两次实物度量及其结果，可以构造出另一次度量，表为：

$$\begin{cases} k_1 / k_2 = r \\ k_1 = \Lambda_{\blacksquare 1} / \Lambda_{\blacktriangle 1} \\ k_2 = \Lambda_{\blacksquare 2} / \Lambda_{\blacktriangle 2} \end{cases} \quad (4-7)$$

因为 k 不是某实物的属性而只是纯数，因此式（4-7）所表达的度量不须实物操作而只须计算操作，故我们称为理论度量，式（4-7）则称为理论度量定义式。相应的，表达实物度量的上两式亦即式（4-6），可称为实物度量定义式。

把式(4-7)和式(4-6)联系起来,很容易看出,理论度量中的对象和尺度,就是实物度量得到的两个度数;理论度量中的对象载体和尺度载体,就是实物度量的两种载体环境(因为两次实物度量,其对象载体和尺度载体及其位置都不变,因而所得到的两个不相等的度数,反映的只是两种载体环境之间的差异,因此实物度量中这两种载体环境,可分别视为理论度量中的对象载体和尺度载体);理论度量中的载体环境,就是实物度量中的对象载体和尺度载体的体系。于是,两次实物度量构成一次理论度量,且实现了对象载体和尺度载体的体系与载体环境的互换。证毕。

显然,式(4-7)表达的理论度量,实际上就是计算和推理(亦即逻辑思考)。可见,自然系统研究中的计算和推理带有度量的特征。事实上,只有带有度量特征的计算和推理,才是自然系统的科学研究,其他例如抽象思辨则不能算是科学研究。由此我们理解到前面引述的关于“精密科学的理想”的深刻性*⁴。

〔定理4〕度量之间互斥互补定理:同类度量的各次度量互斥互补;各类度量之间互斥互补;实物度量与理论度量互斥互补。

〔证同类度量的各次度量互斥互补〕如前述,基本度量有且仅有三类,即测量、校正、称量;而每类度量的三项要素客体,理论上说可以是自然界任一实体,因此各类度量都包含着无数的各次度量。由度量定义式知,同类度量中任两次度量之间,如果三项要素任一项更换,所得度数不相等,这就是互斥;然而,它们又都是同一类度量,即相斥的数据又表现着同一类事物,因而这些相斥的数据就一定是相互补充的。

〔证各类度量之间互斥互补〕物理学的目的决不仅仅是了解载体属性,而且更重要的是要知道载体(包括载体环境,由定理3知载体环境也可视为载体),然而人们只有综合运用测量、校正和称量这三种度量,才能对载体有一个全面的了解。显然,三

类度量是不同的度量，因而它们的结果互斥；但是，这三类度量可以是反映（从不同角度反映）同一个认识对象（载体）的度量，因而它们的结果可以互补。

〔证实实际度量与理论度量互斥互补〕由定理 3 可知，这两种度量是不同的度量（有差异），因而互斥；两种度量实际只是同一个实物操作过程（理论度量并不需要实物操作），因而所得结果互补。

〔定理 5〕度量与自然系统理论的关系定理：凡是度量所及的一切自然系统理论，可以也只能由系统的受控度量及其逻辑思考得出。

先明确“受控度量”和“系统的受控度量”的概念。指控制度是对象载体和尺度载体处在特定的载体环境中，从而显现特定的属性，使度量能得出确定的度数的度量。

所谓系统受控度量，指围绕某认知对象（载体）的全部受控度量。

〔分析〕定理 5 有两个含义：一是能行性，凡是度量所及的一切自然系统理论，可以由系统的受控度量及其逻辑思考得出；二是必要性，凡是度量所及的一切自然系统理论，只能由系统的受控度量及其逻辑思考得出。下面分别予以证明。

〔证能行性〕定理 2 指出，度量不仅是对象和尺度的单纯比较，而且也是对对象载体、尺度载体和载体环境的度量，这就是说任一度数都反映着这些载体及其环境的某些情况。利用受控度量，可以将认知对象载体放到各种不同的载体环境中，逐个加以考察，因而可以建立每一次受控度量所得度数与相应载体环境的单值对应，即单值因果关系；系统受控度量是上述受控度量的全体，通过系统受控度量可以建立认知对象与各种载体环境之间完整的（无遗漏的）单值因果关系体系，再通过对单值因果关系体系作逻辑思考，应当原则上可以得到符合这一认知对象的理论。此外，这里“自然系统理论”与“度量所及”对应，因而定

理 5 的全面能行是成立的。

〔证必要性〕由定理 2 知，单次度量，实质上只是一种数学计算，并不具有除此之外的物理意义，只有系统的受控度量，才具有除此之外的物理意义，只有对这些系统的受控度量进行逻辑思考，才能发现除此之外的物理意义。因此，定理 5 的必要性是成立的。

此外，定理 3 表明，所谓逻辑思考就是理论度量，因此自然系统研究可以也应当回到完全科学的基础上，它没有任何神秘也不需要任何神秘。

四、有关基本量的几个概念的讨论

本章开始时提出了一些重要概念，这些重要概念用指称实物和操作来定义，这对其中大多数概念来说是可以的，但是对有关基本量的一些概念，仅仅这样还不够，有必要进一步作出讨论。此外，前面对实验即度量已经做了基础研究，因此我们也能够运用实验对这些概念作出讨论。

（一）基本量和基本量数值

由上面的讨论我们知道，基本量是指载体的属性，力学基本量有且仅有三种，即长、速度和力；当然如果把速度分解为速率和方向（角度），基本量也可以是四种。基本量数值也称度量值，它是读数与尺度的乘积，可以也只能由度量得出。显然，“基本量”与“基本量数值”，这两个概念是有区别的，其中前者是变量，后者则是常量。本章第一部分内容中引文“2”所说的“无法定义的量”，就是这里所说的“基本量”。但是引文“2”并没有上述类似区分，因而其表述中有错误。本章研究证明，度量是同一基本量的比较得出读数的操作过程。显然，基本量的先在（先认识）是度量赖以确立的前提。但引文反而说是度量操作定义（“操作型定义”）了基本量，这是荒唐的。例如“长”是指称

载体的长这一属性的概念，如果人们不是事先（通过长期的实践）把这一属性与载体及载体其他属性区别开来，从而得出这一概念，人们又怎么可能有关于“长”的测量？仅就操作这种动作来说，动物的走动也可视为测量的操作，显然，动物并不知道“长”这一基本量，由这种操作也不可能定义“长”这种基本量。这样，可以也只能由度量操作来定义（得出）的，不是基本量而只是基本量数值。至于基本量，例如“长”、“速度”、“力”，与其他一般概念一样也是可以定义的，例如我们说它们是载体的属性就是一种定义。这样“无法定义的量”这一说法也就没有必要了。

此外，引文“2”，说“质量”和“力”一样是基本量（“无法定义的量”），这也是不正确的。无论按引文的说法还是我们的定义，基本量（或“无法定义的量”）的惟一特征，就是其数值可以也只能由度量直接得到。但是，质量无论指物体的量还是惯性的量，其数值都不是也不能由度量直接得到，只能通过对力（重量）的度量而间接得到。事实上以往物理学所谓质量的数值，也都是通过对力（重量或动量）的度量而间接得到。因此本书的基本量中没有“质量”而只有“力”。

（二）速度和时间

速度和时间这两个概念，就其指称的自然状态来说并没有区别，它们指称的都是物体运动快慢程度这一属性。当然，就度量的结构来说它们有区别，速度是对象，而时间是尺度。

速度，物理学是指描述质点位移快慢的物理量，被定义为：位移与所用时间之比。由此，许多人发生了误解，以为速度和时间是两种不同的事物，甚至得出一些荒谬的见解。其实诉诸操作则很清楚，度量速率所得到的读数，逻辑上只能是实际上也就是两个速率的简单比值。其中，“时间”是被称为时钟的那个装置中指针位移的速率，称为尺度速率；而被度量的事物也是一种运动速率，称为对象速率；所谓对某个速率的度量实质上是将对象

速率与尺度速率做比较；只不过把尺度速率叫做“时间”，把对象速率分析为动长和所用时间两个因素，因而得出物理学那个定义*5。度量是同一属性的比较得出读数的操作过程，只有对同质的量进行比较才能得到纯数，这个道理并不难理解。

(三)力和动量

在本书中，力和动量这两个名词表达着同一个概念。物理学认为这是两个不同的概念，这没有道理。关于此，我们可由实际操作来直接证明。

〔证〕重量是力（特殊的力即方向指向地球中心的力），这是物理学的定论。这一定论来自如下自然现象：力可以使受力物体的运动状态或物体形状发生改变。人们关于重量的度量操作——称量，实际上就是把被称量的载体（物体运动）作用于称盘（另一物体），利用称盘的状态改变（位移）来达致称量的。这正反映着人们对上述自然现象的利用。

下面对重量称量的操作作出推广：设有一物体作任一方向的位移，设想在其预定轨道上任一点放置一把标有刻度的弹簧称，称盘迎向物体位移方向，以便当物体位移至该点时正好落在称盘上；于是，我们可以在某一时刻从弹簧称的刻度上读出某一数据。显然，按照物理学的定义（动量是物体运动的量度），这一数据正是该物体位移至该点时的动量数。因为我们设想的是任一物体作任一方向的位移，对它的称量又是在其预定轨道上的任一点，因此我们也就证明了任一动量都可以用重量称量的方法来测定。

现在再分析重量和动量所指称的事物各是什么。显然，重量是指具有向地球中心运动趋势的物体所称得的量，但是该物体其所以仅具运动趋势，只是因为称盘的阻挡；如果没有称盘的阻挡，该物体的位移将发生连续的变化，可见所谓具有运动趋势不过是这个位移连续变化过程中的一个点，这个点我们称为 $t=0$ 时刻的点。动量是指在任一方向上现实运动的物体所具有的量，

该物体其所以是现实运动是因为没有称盘的阻挡；如果有称盘的阻挡，这现实运动就立即变为运动趋势，可见现实运动的任一状态又都可看成这个位移连续变化过程中的另一个点，这个点我们称为 $t=k$ 时刻的点。显然，抛开重量的特殊性（这特殊性是方向指向地球中心）不论，所谓重量只不过是物体运动连续变化过程中在 $t=0$ 时刻的动量；所谓动量不过是物体运动连续变化过程中在 $t=k$ 时刻的重量。因此，动量和重量一样，都是一种力。

一、注释

*1 读数与度数是一对既相联系又相区别的重要概念它们的区别涉及到度量误差，关于此，下一章要详细讨论。本章不涉及度量误差，因此在本章这两个概念的区别并不重要。

*2 注意：“载体相对所在空间的位移”与“载体之间有视位移”这两句话表达的意义是不同的。在下一章，我们将知道“视位移”不是真实的位移，仅是种读数误差

*3 科学实验都是受控实验或称可控实验由此，对受控实验似乎应当专门进行讨论，但是笔者认为没有必要，因为仅就实验研究实验任何实验都是受控实验，现证明如下：

证：所谓受控实验，它是指控制度量对象载体和尺度载体处在特定的载体环境中，从而显现出特定的属性的那种度量。然而，由正文讨论可知，任何载体在任何时刻都是处于一种特定的载体环境中，都显示着一种特定的属性。这就是说，仅就实验的自然状态即剔除实验中渗透的知识来说，任何实验都是受控实验；只有自然受控还是人工受控的区分，而没有是否受控的区分。正因为此，实验和观察有同等的效用。

*4 由定理 3（第二个含义）的证明过程可看出，运用理论度量可精确刻画物理概念。例如“温度”（温差）概念。实际度量所用的水银温度计，其玻璃管上的刻度是尺度 $\wedge \blacktriangle$ （玻璃管则是尺度载体 \blacktriangle ），水银体积（长）是对象 $\wedge \blacksquare$ （水银则是对象载体 \blacksquare ），被测物（例如水）是载体环境 \bullet 可以这样描述：对两种物（例如两盆水） \bullet_1 和 \bullet_2 ，做两次实际度量（测温），可分别表为

$$\left\{ \begin{array}{l} \wedge \blacksquare_1 / \wedge \blacktriangle_1 = k_1 \\ \wedge \blacksquare_1 = \bullet_1 (\blacksquare) \\ \wedge \blacktriangle_1 = \bullet_1 (\blacktriangle) \end{array} \right.$$

和

$$\left\{ \begin{array}{l} \wedge \blacksquare_2 / \wedge \blacktriangle_2 = k_2 \\ \wedge \blacksquare_2 = \bullet_2 (\blacksquare) \\ \wedge \blacktriangle_2 = \bullet_2 (\blacktriangle) \end{array} \right.$$

显然，到此为止，我们对“温度”这一概念不可能有很深切的感受因为单次实际度量直接表现的只是一个度数 k_1 或 k_2 （水银伸长的数），此外并没有提供更多的信息；两次分别的实际度量直

接表现的也只是两个度数 k_1 和 k_2 ，此外也不能提供更多的信息。如果把两次实际度量联系起来，即做一次理论度量，表为

$$\begin{cases} k_1/k_2 = r & (r \neq 1) \\ k_1 = \Lambda \blacksquare_1 / \blacktriangle_1 \\ k_2 = \Lambda \blacksquare_2 / \blacktriangle_2 \end{cases}$$

由此我们发现两次实际度量的度数有差异；进一步分析，我们知道两次实际度量对象载体和尺度载体及其位置都没有改变，改变的只是载体环境，可见差异 r 反映的只是两种载体环境（水）的不同。由此，我们切实感受到水的温差，亦即得出“温差”从而“温度”的概念。

此外，由上面关于温度概念的讨论，我们体会到，不仅复杂实验可还原为简单实验，而且复杂物理概念（理论）也可还原为简单实验。

*⁵ 牛顿最初将速率定义为两个速率之比。参见《物理学史》

二、引文出处

- ① 《爱因斯坦文集》第 1 卷，第 211 页。
- ② [美] W. sears 等著，郭学泰等译，《大学物理学》（第 1 册），人民教育出版，1979 年版，第 1 页
- ③ 《有趣的物理》少年儿童出版社，1980 年版，第 22 页。
- ④ 《物理》（下册）全日制十年制高中课本——试用本，人民教育出版社，1980 年版，第 2 页。
- ⑤ [美] W. H. 沃克迈斯特著，李德容等译，《科学的哲学》，商务印书馆，1996 年版，第 20 页。
- ⑥⑦ [美] E. zebrowski. Jr 著，邓长春译，《物理测量基础》，高等教育出版社，1988 年版，第 7、274 页。
- ⑧ 《物理 第 1 册，全日制十年制学校初中课本，人民教育出版社，1978 年版，第 184 页。
- ⑨⑩ 郑传文著，《物理学单位（制定原理与核算）》内蒙古人民出版社，1980 年版，第 142、143 页。
- ⑪ 《马克思恩格斯全集》第 25 卷，第 923 页。
- ⑫ [日] 广重彻著 李醒民译，《物理学史》，求实出版社，1988 年版，第 79 页

第五章 度量差异和度量误差

度量结果可能产生差异或误差，这是度量实践中的事实。那么，这种现象怎么科学分类？它们的根源、性质各是什么？它们对构建自然系统理论有何影响？我们应当加以讨论。

度量差异或误差是度量的差异或误差，因此这仍然是实验研究的内容，因为讨论这一问题需要较多篇幅，便单列一章。

本章的重要概念：标准尺度、真值、读数环境、度量环境、度量差异、度量误差、读数误差、尺度误差、量的度量差异、质的度量差异。

一、以往的误差理论

以往没有度量理论，但却有度量误差理论。那么，就让我们先看以往是怎么说的。

教科书《普通物理实验》写道：

“被测物理量在一定客观条件下的真实大小，称为该物理量的‘真值’。测量的目的是想知道真值。但是，测量总是依据一定的理论或方法，使用一定的仪器，在一定的环境中，由一定的人进行的。而由于实验理论的近似性，实验仪器灵敏度和分辨能力的局限性，环境不稳定等因素的影响，被测量的真值是不可能测得的。测量结果和被测量真值之间总会存在或多或少的差别，我们把测量值与真值之差称为‘测量误差’。

设被测量的真值为 a ，测得值为 x ，误差以 $\Delta'x$ 表示，则

$$\Delta' x = x - a$$

测量所得到的所有数据，毫无例外的都包含有一定的误差，因而实际上测量的目的不是在于得到真值，而是设法得到最接近真值的测得值。^①

这段引文目的在于给出“误差”的定义。误差是指“测量值与真值之差”，仅看这一句话，似乎没有问题。但是引文又说“被测物理量在一定客观条件下的真实大小，称为该物理量的‘真值’”，；而这个“真值”的实际数据，人们事先并不知道，事后也不能完全知道，因此“实际上测量的目的不是在于得到真值，而是设法得到最接近真值的测得值”。然而，整个教科书对“真值”没有做任何像样的讨论（岂止如此，笔者找遍了能找到的书，也没有能找到像样的讨论），又凭什么来判断“最接近真值的测得值”呢？不能判断“最接近真值的测得值”，又怎么知道度量（测量）所得数据是否有“误差”呢？

当然，教科书的作者自有他的办法。该教科书写道：

“为此，就需要研究误差的来源、性质及其对测量结果的影响。而测量误差是一门专门的科学，深入讨论它需要有丰富的实验经验和较多的数学知识。下面仅介绍测量误差的基本知识……”

按照误差产生的原因和性质，误差可分为系统误差、偶然误差和粗大误差三大类。在实验中三类误差经常是混杂在一起出现的。

1. 系统误差 在同一条件下（方法、仪器、环境和观测者不变）多次测量同一量时，符号和绝对值的大小不变，或按某一确定的规律变化的误差，称为系统误差。

例如，用天平称衡物体的质量时，由于砝码的标称质量（即刻在砝码上的质量数值），不准确地等于砝码的真实质

量，而引入的误差；由于空气浮力的影响引入的误差；由于天平臂不等长引入的误差。……

2. 偶然误差（随机误差）在同一条件下多次测量同一物理量时，测得的值总是有稍许差异，而且变化不定，（并且在消除系统误差之后仍然如此）。这部分绝对值和符号经常变化的误差，称为偶然误差。

产生偶然误差的原因很多，比如观测时目的物对得不准，平衡点确定得不准，读数不准确，实验仪器由于环境温度、湿度、电源电压的起伏而引起的微小变化，振动的影响等等。……

3. 粗大误差（过失误差）凡是用测量时的客观条件，不能解释为合理的那些突出的误差，可称为粗大误差这是观测者在观测、记录和整理数据过程中，由于缺乏经验，粗心大意、疲劳等原因引起的。……’^②

知道“误差的来源、性质及其对测量的影响”，就可以预防这些误差的出现，或者出现了也可用补偿的办法加以消除，当杜绝或消除了所有可能的误差，也就得到了“最接近真值”的“测得值”。这的确是一个好办法。但是，怎样才能知道“所有可能的误差”呢？引文说，这“需要有丰富的实验经验和较多的数学知识。”然而，仅凭实验经验和数学知识能行吗？所谓知道可能的误差，需要对误差作出分类，正因为此引文着重在对误差作分类，但是引文的分类科学吗？不对“真值”做科学研究，不知“真值”为何物，因而不知“误差”为何物，仅“凭丰富的实验经验和较多的数学知识”能作出“误差”的科学分类吗？

应当指出，以往的误差理论，在基本定义和基本分类上是不科学的。顾名思义，“误差”是“误”“差”。这有两个含义：一是有“差”，即对同一个物理量的数次度量不相等亦即有差额；二是有“误”，即得出这种差额的原因在于度量操作中有错误。

但是，并不是所有的“差”都是“误差”。据我们上一章的研究，真值应是对象即对象载体在一定载体环境中的属性，对象载体的属性在不同的载体环境中会发生变化，这就是说，在不同载体环境中同一载体的物理量的真值（即被度量载体的属性）本来就可能不相等，那么对这一载体的物理量进行两次度量所得到的度量值之“差”，就不一定是“误”差，而可能是正常的差异*¹。当然，这里的要害在于“对同一个物理量的测量”，因为严格地说物理量发生了变化也就不是“同一个物理量”。但是，问题在于物理量即真值是否发生变化，度量前并不知道，且仅凭简单的观察往往也不能看出，只能依靠精密的度量才能知道。这就是说，在度量中，误差和不是误差的差异是混在一起的。因此，这就需要在理论上首先将“误差”和不是误差的“差异”区分开来，这是最基本的分类，有了这一基本分类，才能进而对“误差”作出分类。然而，以往的理论根本就没有（或根本就不知道）“差异”和“误差”的区分，那么又怎么可能对这种现象作出正确的分类呢？

够了，我们用不着再引述了，因为以往的误差理论在基本定义和基本分类这方面就不十分科学，何论其他！其实，度量误差是度量的误差，必须先有科学的度量理论，尔后才能有科学的度量误差理论。但是以往没有对度量做科学研究，又怎么可能科学的度量误差理论呢？当然笔者并不全盘否定以往的误差理论，因为它毕竟是度量经验的总结，尤其是数据处理办法还是多个学科的综合成果，是很有用的。笔者只是认为，以往的误差理论在基础方面不科学应当加以完善，而本章也只是就度量误差的基础方面做些研究。

二、有关重要概念的讨论

先讨论有关几对重要概念。这些概念，有的在上一章已给

出，这里只是重叙；有的是本章新给出的，但依据的也是上一章对度量即实验的科学研究。

（一）尺度和标准尺度

尺度，是上一章已给出的概念，它是指尺度载体在一定载体环境中的属性，其表达式为：

$$\wedge \blacktriangle = \bullet (\blacktriangle)$$

标准尺度，这是本章新增加的概念，它是一种特殊尺度，在操作上是人们指定的载体在指定的载体环境中的属性。用 $\wedge' \blacktriangle$ 表示标准尺度，用 \bullet' 表示指定的载体环境^{*2}，则有

$$\wedge' \blacktriangle = \bullet' (\blacktriangle) \quad (5-1)$$

应当指出，设立标准尺度是建立自然系统理论的需要。度量的直接目的是知道对象即对象载体在一定载体环境中的某一属性，但是其终极目的则是知道对象载体即自然物本身。仅就度量的直接目的来说，不一定需要设立标准尺度；要达到终极目的，就必须设立标准尺度。因为要知道载体并不是一次度量就可以了的，而是要通过在不同载体环境中（即不同条件下）的多次度量才有可能；但是任一度量都是用尺度度衡对象从而得出读数的过程，而尺度即尺度载体的属性又是依其所在载体环境的变化而变化的。这样，只有设立统一的尺度即标准尺度，才能对不同载体环境中的数次度量进行比较，这些度量才有意义。就可能性来说，任一载体在任一载体环境中的属性都可以充当标准尺度，但是标准尺度一经指定就具有确定的意义，从而成为不变的抽象（脱离任何载体及载体环境的）量即常量。对数次度量而言，尺度可能变化（因为载体环境会变化）但标准尺度不能变化，标准尺度的不变性是逻辑同一性的要求，是度量之间能比较因而有意义的基础。

很显然，尺度和标准尺度有如下关系：尺度是变量，标准尺度是常量；尺度包含标准尺度，标准尺度不包含尺度。

(二) 度数和读数

这两个概念上一章已经给出，因为在上一章中我们注重的是它们的联系（一致的地方），对它们的区别则没有过多的论及，因此有必要在本章做更精确的讨论。

度数是指对象与尺度的客观比值，用 k 表示。由度量定义式主式，即

$$\Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle} = k$$

改写成：

$$k = \Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-2)$$

式(5-2)是度数的表达式。

读数是指人们由度量操作对度数的主观认识，用 k' 表示。显然，读数不一定等于度数，但其差值一般不大，因此可表为：

$$k' \approx \Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-3)$$

度数和读数的关系。它们的共同点在于：都是纯数。它们的区别在于：度数与操作无关，它是对象与尺度的客观比值；读数则是度量操作的结果，它是对度数的主观认识。度量是操作过程，因此任一度量实际得到的只是读数，而不是度数；这样度数可理解为特殊的读数，即和对对象与尺度的比值一致的读数。因此，在逻辑上读数包含度数，度数则不包含读数。

(三) 真值和度量值

真值是指对象的客观量，亦即上述教科书所说的“被测物理量在一定客观条件下的真实大小”，是度数和标准尺度（尺度）的乘积。其表达式可以是：

$$\Lambda_{\blacksquare} = \bullet (\blacksquare)$$

此式并不表示量，而只是表意，因此，我们还可由

$$\Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle} = k$$

改写成：
$$\Lambda_{\blacksquare} = k \cdot \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-4@)$$

显然，就单次度量来说式(5-4@)没有问题，但就数次度量来说上式就不行了，因为数次度量，尺度 Λ_{\blacktriangle} 可能发生变化，而尺

度的变化可能引起度数的变化，因此对数次度量来说应由下式表达

$$\Lambda_{\blacksquare} = k \cdot \Lambda'_{\blacktriangle} \quad (5-4 \text{ ⑥})$$

一般我们把式(5-4 ⑥)称为被度量物理量的真值表达式*³。

度量值，指由度量操作而对真值的主观认识，是读数与尺度的乘积。用 Λ'_{\blacksquare} 表示度量值，则：

$$\Lambda'_{\blacksquare} = k' \cdot \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-5)$$

真值与度量值的关系。二者的共同点是：它们都是物理量，即是既有单位又有数值的量。二者的区别仅在于，真值是对象客观量，而度量值则是由度量操作而对真值的主观认识。我们由度量操作能够得出的是度量值，所以真值可理解为特殊的度量值，即与对象相符的度量值。因此，在逻辑上度量值包含真值，而真值则不包含度量值。

(四) 度量误差和度量差异

度量误差。以往的误差理论将其定义为：“测量值与真值之差。”我们沿用这一定义（以往所谓“测量值”，本文称为“度量值”），由此可给出度量误差的表达式，用 $\Delta \Lambda$ 表示度量误差，则有：

$$\Delta \Lambda = \Lambda'_{\blacksquare} - \Lambda_{\blacksquare} \quad (5-6)$$

度量差异，指两次度量所得度量值之差。由前面的讨论我们知道，对象和尺度依附于载体，在不同的载体环境中，载体的属性即真值本身可能发生变化，由此也会导致度量值不相等。根据前述度量误差的定义，由真值本身发生变化而导致的度量值之间的差额不是度量误差，因此需要另一概念——度量差异。

显然，度量误差也是度量差异，是一种特殊的度量差异，而度量差异则不一定是度量误差，区别这两个概念很重要。在前一章中我们知道，基本度量有且仅有三种。这三种度量都可能发生不是误差的差异，例如速率的变化就是一种不是误差的差异，这是可见的差异；而其他基本度量中发生的不是误差的差异，一般

情况下就某一次度量是不知道的，而只能通过数次度量才能察觉。显然，发现不是误差的差异正是度量的目的之一，因此对这种差异是不能消除的。

三、度量误差的类和读数误差

(一) 真值的确定性

真值的确定性与度量误差相关，由度量误差定义式，即：

$$\Delta \Lambda = \Lambda'_{\blacksquare} - \Lambda_{\blacksquare}$$

可知，如果真值是不确定的，那么我们不可能知道度量误差，从而也就不可能找出度量误差的类，因此应当对真值的确定性加以讨论。

不错，真值即对象的客观数值可能随着对象载体所在载体环境的变化而变化，从这个意义上说真值并不是绝对确定的。但是真值是载体环境作用在对象载体上的结果，是载体环境的函数，当载体环境一定时对象的真值也是一定的；即使载体环境因而对对象的真值正在发生剧烈的变化，但当我们对它进行度量读出读数的瞬间也可认为是确定的。因此，对象的真值是确定的。

(二) 度量误差的类

既然真值是确定的，那么度量误差与且仅与度量值相关。由式(5-5)，即

$$\Lambda'_{\blacksquare} = k' \cdot \Lambda_{\blacktriangle}$$

可知，度量值有且仅有两个因子，因此度量误差有且仅有两个来源，也就是说，就其来源来说度量误差有且仅有两个类：其中一个类与读数 k' 相关，我们称为读数误差（也称操作误差）；另一个类与尺度 Λ_{\blacktriangle} 相关，我们称为尺度误差（也称计算误差）。

(三) 读数误差的定义、性质和补偿变换

读数误差的定义。读数误差指度数与读数的差额，用 Δk 表示读数误差，则有：

$$\Delta k = k - k' \quad (5-7)$$

读数误差的性质。显然，读数误差发生在操作，由以往这方面的研究可知，读数误差大致有如下几种：一是仪器误差，例如度量前仪器仪表的指针没有归零，从而使所得读数不等于度数；二是方法误差，例如测量时没有使代表尺度“长”的线与代表对象“长”的线平行，从而使所得读数与度数不相等；三是视差，这种误差与仪表有关。仪表的指针一般不是直接在刻度盘上移动，而是在刻度盘的前面相隔一定距离，如果不是准确地沿垂直于刻度盘的方向来观察指针，会得出不等于度数的读数^{*4}。当然，也可能还有其他很多种，但不管怎样读数误差仅与度量操作相关，因此读数误差也称操作误差。

应当指出，读数误差虽然是操作者在度量中的主观错误造成的，但是这种主观错误也有着客观的原因（否则，我们对读数误差就会得出唯心主义的解释）。为了更科学地表达这一观点，我们有必要给出一个概念：读数环境。读数环境指操作者读出读数时的环境。显然，读数环境实际上就是度量操作的客观描述，由此我们也可以这样认为：读数是读数环境的函数。这样，我们也有必要给出更高一级的概念：度量环境，度量环境包括载体环境和读数环境。由此我们应当得到结论：度量值是度量环境的函数。

读数误差的补偿变换，由式（5-7），即：

$$\Delta k = k - k'$$

改写成：

$$k = k' + \Delta k \quad (5-8)$$

我们称式（5-8）为读数误差的补偿变换式。

四、尺度误差

尺度误差是以往的误差理论中没有的概念，因此我们单列一

节进行讨论。

(一) 尺度误差的现象

实验：用一个精密天平，称盘中放置在常规条件下称得的 1 000 克重物，另一个称盘中放置 1 000 克砝码，作三次称量。结果如下：

第一次，在常规条件下称量，显然，我们有：

$$\Lambda'_{\blacksquare} = 1\ 000\ \text{克}$$

第二次，将放置砝码一端用透明的材料密封起来并抽成真空（没有空气的空间）进行称量。显然，这已经改变了砝码所在载体环境，我们将看到天平将向砝码一端倾斜，要使天平平衡必须减去一些砝码。按常规计算，我们有：

$$\Lambda'_{\blacksquare} = 1\ 000\ \text{克}$$

第三次，打开砝码一端的密封（即恢复为常规空间）进行称量。我们将看到天平又向重物一端倾斜，加上第二次称量减去的砝码（即恢复第一次称量时的砝码数），天平才恢复平衡。于是，我们有：

$$\Lambda'_{\blacksquare} = 1\ 000\ \text{克}。$$

显然，三次称量，重物的重量没有发生变化，这可由第一次和第三次称量证实，但是第二次称量值与第一次和第三次称量值不相等，可见，我们的度量发生了度量误差 *⁵。

(二) 尺度误差的性质

造成上述度量误差的原因何在？不在度量操作，因为多次重复实验都将得出同样的结果；也不是砝码这个物体发生变化，因为三次度量砝码还是那些砝码，且由第一次和第三次称量也证实砝码这些物体没有发生任何变化，变化的仅仅是砝码所处的环境以及由此引起砝码的重量。应当指出，三次度量所得到的实际度量值，即由读数和尺度的乘积是相等的（即度量值没有变化），因为尽管第二次称量比第一次称量和第三次称量所用砝码的个数是减少了（读数小了），但第二次称量砝码个体的重量比第一次

称量和第三次称量砝码个体的重量增加了（尺度大了），因此总的来说三次称量所用砝码的真重量则是相等的。也就是说，仅就度量实际得出的结果来说，第二次称量并没有误差。误差仅仅在于：因为三次称量单个砝码这个物体本身没有变化，因而人们误以为单个砝码的重量即尺度也没有发生变化，于是第二次称量由变小了的读数（减少了的砝码个数）与不变的尺度相乘，得出错误的度量值。显然，这是尺度误差（由尺度的变化引起的误差），且这种误差并不是由度量操作造成的，而是由对尺度的误解（没有认识其变化）而引起的计算（把变化了的尺度当成不变的尺度来计算）错误造成的，因此就其性质来说，尺度误差是计算误差。

（三）尺度误差的普遍性

在不同的载体环境中，载体的属性即尺度会发生变化，这是一个普遍现象，因此尺度误差也是一种普遍现象。时钟的校正实质是两个时钟走速（频率）的比较，物理学告诉我们机械钟的周期（频率是周期的倒数）为：

$$T = 2\pi \sqrt{m/k}$$

式中的 m 其实只是振子的重量不是振子的质量。由此可知当弹簧的倔强系数 k 一定时，其周期（频率）就取决于振子的重量，而同一个物体（振子）在不同载体环境中，其重量是不相等的（此正是前述实验的结论）。可见，机械钟的校正会发生尺度误差。可以证明，任何物体的运动周期（频率）都不可能是这物体运动孤立的表现，而是这物体运动与载体环境相互作用的表现，因此任何物体运动在不同的载体环境中，都将可能有不同的周期或频率即可能表达着不相等的时间量；就绝对性来说，世界上不存在其变化频率在任何环境中都是恒定的物体运动，人们不可能找到或制造出在不同的环境中其表达的时间量是恒定的时钟。因此，时钟的校正普遍存在着尺度误差。长的测量，实质是两个物体长这一属性的比较，然而物体的体积和形状因而物体的长，依

赖着物体与载体环境的相互作用，因此在不同的载体环境中同一个物体会不同的长。这就是说，长的测量也会发生尺度误差。因此，度量会发生尺度误差，这是一个普遍现象。

载体属性在变化的载体环境中会发生相应的变化，以往的物理学也是确认了的。但是以往物理学还认为，随着载体环境的变化各种载体的属性有相同的变化度即变化成正比，例如重量与质量成正比。上述的实验和讨论证明，这一认为是不正确的。尺度误差的原因在于：各种载体其内部结构是不同的，因而它们的属性在变化着的载体环境中会有不同的变化度。其实，这种情况，正是人们之所以能认识物体认识运动从而认识自然界的基础，试问：如果当载体环境发生变化时，各种载体有相同的变化度即它们的变化成正比，人们又怎么知道、怎么可能知道载体的内在差别呢？

(四) 尺度误差的定义及补偿变换

尺度误差的定义。尺度误差指标准尺度与尺度的差额。用 $\Delta \Lambda_{\blacktriangle}$ 表示，则有：

$$\Delta \Lambda_{\blacktriangle} = \Lambda'_{\blacktriangle} - \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-9)$$

为了方便，有时我们还需要另一概念——尺度误差度，它定义为标准尺度与尺度的比值。用 g 表示尺度误差度，则有

$$g = \Lambda'_{\blacktriangle} / \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-10)$$

尺度误差的补偿变换。由式(5-9)得

$$\Lambda'_{\blacktriangle} = \Lambda_{\blacktriangle} + \Delta \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-11)$$

也可由式(5-10)得

$$\Lambda'_{\blacktriangle} = g \cdot \Lambda_{\blacktriangle} \quad (5-12)$$

式(5-11)和式(5-12)都可以是尺度误差的补偿变换式。

五、量的度量差异和质的度量差异

前面所讨论的度量差异(包括度量误差)还只是量的度量差

异，现实中还有另一种差异即质的度量差异。先看如下现象。

任一物理度量都需要用光来观测，但是光有很多种，对同一个物体用不同的光来观测，“看”到的情况大不一样。例如对人体，用可见光看到的是人形，用 X 光“看”到的则是一具骷髅。

我们的度量有时要用到极其复杂的仪器，对同一个对象载体用不同的仪器来度量，不仅会使被度量载体的属性的量发生变化，有时还会使被度量载体的属性本身发生变异。例如，量子物理用不同的仪器度量量子，会得到完全不同的波粒二象。其实这种情况与用不同的光观察人体，在机理上是类似的。

应当指出，这里所说的现象仍然是度量差异。上一章我们得出的度量公式中的附式，即

$$\wedge \blacksquare = \bullet (\blacksquare)$$

$$\wedge \blacktriangle = \bullet (\blacktriangle)$$

表达了这样一个意义：对象或尺度依附于载体，但又与载体环境相关，依载体环境的变化而变化。这种“变化”，包括它们的量变也包括它们的质变即载体属性本身的变异。因此，上述情况并没有超出度量定义式的范围，也因此上述情况也是度量差异；当然这种度量差异与前面所说的度量差异是不同的，前面所说的差异只是载体属性在量方面发生变化，而这里所说的差异则是载体属性在质方面发生了变异。如果说前面所说的度量差异是量的度量差异，那么这里所说的就是质的度量差异了。

改变载体所在的载体环境，从而使载体的属性发生变异，这只涉及对象和尺度（后者可称为质的尺度误差）。事实上读数也会发生质的度量差异（可称为质的读数误差）。例如，我们在地球上观测其它行星，直接看到其在天球上的运行轨迹（可称为视轨迹）并不是它们真实的运行轨迹（可称为真轨迹），这是哥白尼早已证明了的。显然，人们对行星的观测是度量（测量），视轨迹与真轨迹之差则是一种度量误差而且是读数误差。如果说前面所说的读数误差是量的读数误差，那么这里所说的读数误差就

是质的读数误差了。

六、度量差异的意义

度量差异（包括误差）的存在，对我们取得确定的度量结果带来一定困难，但是度量差异（包括误差）的存在并不是仅具消极的意义，因而并不能一概消除了事。在上一章我们知道，度量是将同一性质的对象和尺度进行比较得出读数的过程，单次度量不过只是一次计算操作，其所得结果仅具数学意义，并不具有更多的物理意义；只有不同条件下的数次度量才可能具有更多的物理意义。那么，这“更多的物理意义”是什么？显然就是度量差异，或者说是以度量差异为载体（材料）的。然而以往并没有认识（或没有深刻认识）这一点，以往的物理学往往把度量误差看成认识自然的障碍，因而仅仅在防止和消除误差的技巧上下功夫，而从未研究度量差异（包括误差）对我们认识自然的意义，殊不知正是度量差异（包括误差）的存在，才使通过度量认识自然界成为可能。诚然，误差是应当消除的，但是也不仅要消除而且还要利用；不是误差的差异是不能消除的，主要是利用。在上一章我们得出的度量定理 3，事实上已经证明所谓计算和推理其实质是也只能是利用度量差异，因此只有有意识地利用度量差异我们才能窥视到自然界的秘密。

其实，由实验即度量所得到的读数也是差异，它与本章所说的度量差异在质上是同一的（都是纯数）。这就是说，通过实验人们得到和能够得到的只是差异，这是我们与自然界相互作用能够得到的惟一确切的信息，一切关于自然的知识都不过是这些信息的组合。由此可以更进一步论定：没有差异就没有知识也不可能没有知识。关于此，本书第八章还将作更详细的讨论。

一、注释

*¹ 由本章第三节关于误差的分类，可以证明不是误差的差的存在性。设有两次度量，对象载体和尺度载体都相同，但载体环境不同，由度量定义式可知，会得出两个不相等的度数 k_1 和 k_2 ，由此可得

$$\Delta k = k_1 - k_2$$

Δk 是两次度量结果——读数之间的差额。造成这一差额可能的原因，其一是因为尺度变化，称为尺度误差（计算误差）；其二是操作错误，称为读数误差（操作误差）。显然，还可能有第三种，那就是对象本身的变化，而这种情况导致的差额，并不是误差，而是正常的差异

*² 设立标准尺度，并不限于由“称为计量大会的国际委员会确定”严格的标准尺度，而且从一些实验仪器上也可看到。例如，用于微观实验的许多仪器，其内部空间一般是非常规空间而且是各不相同的非常规空间（例如高温和低温是不同的非常规空间）；仪器内部空间一般是对象载体的载体环境，其作用是使对象载体进入其中能够显现一种特定的属性，这就是说，对象载体的载体环境是不同的。但是，这些仪器的尺度则都设在仪器表面即常规空间，即各种仪器的尺度载体的载体环境相同（都为常规空间），实际上这就是标准尺度的设立

*³ 应当指出，就表达的客观量来说，式 (5-4@) 和式 (5-4①) 是等价的（参见本章第三节）。只是式 (5-4①) 方便数次度量之间的比较，因此一般以此式为真值的表达式，

*⁴ 视差可分为静态视差和动态视差。关于后者，拙文《论力学度量偏差》（载《广西社会科学》1996年第1期，收入拙著《力学基础的系统研究》）有专门讨论。

*⁵ 类似的实验《有趣的物理》一书有记载，本书第十九章将引述

二、引文出处

② 黄志敬主编《普通物理实验》全国高等师范专科学校教材，陕西师范大学出版社，1991年出版，第11、11~14页。

第六章 实验研究的结论

我们已经用了两章的篇幅研究实验，现在有必要作一个小结。本章的重要概念：本次实验、实验之间、实验积累。

一、有关概念

为了更好地讨论，有必要给出三个概念，它们是：本次实验、实验之间、实验积累。

本次实验是指所考察的单次实验。本书第四章研究的实际就是本次实验，结论是：任一本次实验都是也只是度量，由度量公式表达。

实验之间是指数次相关实验的关系。本书第五章研究的实际就是实验之间，结论是：数次相关实验，会发生度量差异包括度量误差，由度量差异或度量误差公式表达。

实验积累是指实验中的理论背景和复杂仪器，也就是科学家常说的实验中渗透着的理论。人们常说理论来源于实验，又说实验渗透着理论，仅就这两句话来说可构造一个逻辑矛盾，但是只要看到理论认识是一个过程矛盾就迎刃而解了。人类对复杂知识甚至任何知识的认知都有一个积累过程，其中涉及的不是一个实验，而是一串实验（包括实验之间）以及人们由此而做的逻辑思考，这样在后面的实验中渗透着的理论（包括理论背景和复杂仪器），事实上就是前面的实验及其逻辑思考的积累。此外，如果说我们的知识只能来自实验，那么有结论：逻辑思考中的逻辑也只能是来自本次实验和实验之间。综上所述，实验积累可递归为过程中的各个本次实验和实验之间。

显然，上述三个概念，已经穷尽了所有的实验，也就是说本

次实验和实验之间，已经穷尽了就空间范围来说的实验；而实验积累，则穷尽了就时间过程来说的实验。

二、实验得到了什么

通过上两章的研究，有如下结论：

（一）本次实验得到的只是纯数

在第四章中，我们证明，任一本次实验都是或都可以归结为度量，度量不过是将对象与尺度直接比较从而得出度数（读数）的过程。其公式的主式为：

$$\Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle} = k$$

其中 $\Lambda_{\blacksquare} / \Lambda_{\blacktriangle}$ 为操作过程， k 是这一操作过程所得到的东西。显然， k 是也只是一个纯数。

（二）实验之间得到的也只是纯数

在第五章中我们看到，对同一个对象载体的同一属性做数次度量，所得的读数可能不相等，即得到度量差异（包括度量误差）。度量差异的直接表现是读数之差额。读数是纯数，读数的差额当然也是纯数。

（三）实验得到的只是纯数

如前述，实验积累可以化归为本次实验和实验之间；而我们已经证实，由本次实验和实验之间直接得到的只是纯数。这就是说，穷尽实验的一切情况，我们得到结论：实验得到的是也只是纯数。

也许有人提出，由度量得到的不只是 k 或 k' 这个纯数，而是被度量的物理量，例如测量所得的是被测物的长度，称量所得的是被称物的重量，如此等等。而长度和重量，不仅是纯数，还具有比纯数更丰富的物理意义；实验之间发生的差异，也不仅是读数误差，还有尺度误差和对象本身的差异甚至变异，因此也不能归结为纯数。

运用前述的概念，我们不难回答上述责难。仔细考察，上述“长”、“重”等概念是人们本次实验前就已有的知识，即在本次实验操作时从外部注入本次实验的，而并不是本次实验本身所具有。当然，“长”、“重”等概念，也有一个来源的问题，但那要追溯到以前的另一些实验和实验之间，而并不是在本次实验中可以找到的。的确，度量差异中有尺度误差和对象本身的差异、变异，这不能完全归结为纯数，但是人们通过数次度量之间能直接得到的是也只是读数之差；而所谓尺度误差、对象之间本身的差异、变异，并不是由实验或实验之间可直接得出，而只能由运用许多以往的知识对实验之间的读数之差做分析才间接知道，而以往的知识又要追溯到以往的实验和实验之间。显然，人们还可提出许多不同意见，这里没有必要一一加以反驳。总之，仅就实验来考察实验，即抛开在实验前、实验中和实验后由人们注入的知识及其思维，仅仅考察本次实验和实验之间得到的东西，则如下结论成立：即由实验得到的是也只是纯数。

三、实验的性质及由此得到的结论

由前面的研究，我们不能不得出这样的结论：实验（纯粹实验亦即剔除渗透其中的知识的实验）只是计算操作。具体说这种计算操作有两种：一种是本次实验，其操作是：

$$\Lambda \blacksquare / \Lambda \blacktriangle = k$$

这实际上是除法（比的计算），其结果是商；另一种是实验之间，其操作是：

$$\Delta k = k - k'$$

这实际上是减法，其结果是差。

显然，无论是“商”还是“差”，都只是一种信息，它们是构造自然知识的材料，但并不是自然知识。这就是说，仅由实验不可能得到自然知识。

当然，“商”和“差”是数，从广义说数也是知识（数学知识）。但是严格地说，仅由实验即使是数也不可能直接得到。因为仅仅是那种操作，动物也在进行（动物走动可视为测量操作），但动物并不因此知道数。这就是说，仅由实验不可能得到知识，甚至作为构造知识的材料，因为对今天的人来说，通过实验得到的那些信息其所以能够作为构造知识的材料，完全是因为人有知识。

由追溯知识之源和通过研究实验，我们就清楚的知道，实验的确是知识之源，因为它能够提供构造知识的原始材料。但是实验并不是最终的知识之源，因为实验的产生、实验其所以能够得到构造知识的原始材料，是以做实验的人有知识为前提的。

那么，最终的知识之源在哪里？

第七章 感觉考察

从人的生理结构来看，感觉器官是人获得外界信息的惟一通道。无疑，感觉活动是可以追溯到最终的知识之源，因此我们不能不对感觉活动及其结果加以考察。

本章的重要概念：感觉活动、知觉活动、知识活动、感觉、知觉、知识；脑（对感觉的）意识、脑（对感觉的）加工、状态、状态差。

一、感觉、知觉及其相关的概念

要考察感觉，首先要知道什么叫感觉，而要知道什么叫感觉，则必须区分如下两组相关概念：一是感觉与感觉活动；二是感觉与知觉、知识。

（一）感觉与感觉活动

我国学者张耀翔先生，在《感觉心理》一书中，对感觉下了定义：

“感觉是感官、感觉神经、和感觉中枢（在大脑皮质）对感觉的刺激而起的活动，例如视、听、味、嗅、触等都是。”^①

在张先生看来，感觉是一种“活动”。但是，无论在日常生活中，还是在张先生写的那本《感觉心理》的书中，“感觉”这个词，也表达感觉主体通过感觉活动所得到的东西，即感觉活动的结果。显然，感觉与由感觉活动所得到的结果是不同的。因此，笔者认为有必要区分两个概念：感觉活动和感觉。从现在开

始，在本书中所谓“感觉活动”仍沿用张先生的定义，指“感官、感觉神经和感觉中枢（在大脑皮质）对感觉的刺激而起的活动，例如视、听、味、嗅、触等”。所谓“感觉”则指感觉内容，亦即感觉主体通过感觉活动所得到的东西。

（二）感觉与知觉、知识

大家知道，对较高级的动物来说，感觉也需要脑的参与。在张先生的定义中，感觉活动就包括脑（感觉中枢）的活动。但是，脑同时是思维的器官。这就带来一个问题：如何区别感觉活动与思维？事情还不止如此，思维是人的特长，但是动物也不仅仅有感觉活动还有比感觉活动更高级的认知活动。美国学者托马斯和 L·贝纳特写了一本名叫《感觉世界》的书，该书的“译后记”说：这本书“是根据三百多篇参考文献编写的，……，充分反映近二三十年来西方心理学工作者在感知研究方面的新成就。”这本书对“感觉”也有定义，该书写道：

“感觉世界就是感觉和知觉的世界。感觉（sensation）和知觉（perception）这两个词表明什么？心理学家对它们所下的定义常常是互掩的。不过为了本书的目的，可给感觉定义为将感觉到的信息（即环境中变化着的信息）传达到脑的手段。给知觉下定义比较困难。它指明我们经验到感觉世界的种种方式。感觉信息一经通过感觉器官传到脑，知觉就随之产生。知觉有赖于我们对传入的刺激的注意和我们从种种刺激中抽绎出信息能力的警觉。我们可以把知觉看成是信息处理（information procesing）的同义词。

如果我们观察自然环境中的人类和动物，怎么知道他们的知觉是否产生呢？因为知觉是在机体“里面”产生的，我们可以断言，当我们所研究的被试者一旦开始作出不同反应时，知觉就产生了。如果对人提出要求，他们会告诉我们知觉到什么，对于人以外的动物，则需要根据它们接受到某种

刺激后所表现的行为模式的变化来进行推断。假定一条狗用高声狂吠反应牛奶已送到门口，每一星期两次都是如此，我们有理由肯定某种感觉信息（好比声音、气味）已经传达到狗的脑，而且这一信息已经过它的脑的加工或分析（知觉已经发生）。

总之，感觉是指将环境刺激的信息传入脑的手段。知觉则是从刺激汇集的世界中抽绎出有关信息的过程。”^②

从引述可见，托马斯和 L·贝纳特关于“感觉”的概念与张先生关于“感觉”的概念大致相同，但是他们另有一个概念——“知觉”，而且认为，“感觉是指将环境刺激的信息传入脑的手段”（这里仅有“脑意识”）；知觉则是从刺激汇集的世界中抽绎出有关信息的过程”（这里则是“脑加工”），可见，感觉活动与知觉活动都有或都需要脑参与，区别仅在于是“脑意识”还是“脑加工”。此外，托马斯和 L·贝纳特还将“感觉”和“知觉”二者都称为“感觉世界”，或许可以这样理解，在托马斯和 L·贝纳特看来，知觉也是一种感觉，只不过是较高级的感觉。

托马斯和 L·贝纳特接着写道：

“Gibson（1970）曾把知觉描述为‘一种主动的过程，是寻求有关信息来指示动物必须通过的道路，必须回避的障碍和得到配偶和食物。’这种根据机能的特征对知觉所作的描述，强调了知觉作为高度适应过程的重要性。……”

知觉作为一种适应过程这一事实，从低等动物对环境中的特殊刺激作出许多明显的本能反映中可得到证明……。”^③

动物有知觉但没有知识，因此知觉仍属于“感觉世界”。但是知觉活动作为一个层次（认知活动的一个层次）并不是只有动物才有，人亦有，这就是说，人类并不是只有感觉和知识的区

分，在二者之间同样有一个被称为“知觉”的中间层次。这从托马斯和 L·贝纳特另一段对视觉现象的描述中可以看出。他们写道：

“我们都会承认这样的事实：我们对世界的经验是立体的，即三维的。我们所看见的物体是在不同的距离存在着的。当我们参加体育活动，驾驶车辆或通过人群拥挤的房间时，我们并没想到要对距离或深度作仔细的判断。但是距离或深度的知觉是一种十分复杂的过程，有赖于对许多不同类型的信息进行分析。Weintraub 和 Walker（1666）曾研究过这种过程的复杂性，他们提出：‘有机体如何用一只眼得到平面的映象，联同另一只眼所得到的平面映象，便产生了具有深度性质的知觉，而不是两眼原来分别得到的映象呢？’有助于我们有深度知觉经验的有三条线索：肌肉线索、单眼线索和双眼线索。’^④

接着，他们详述了这三种线索的情况。显然，托马斯和 L·贝纳特所描述的、人们通过三种线索而得到“我们对世界的经验是立体的，即三维的”这种结果，并不是纯粹感觉，因为这种活动包含脑对纯粹感觉的加工，“是一种复杂的过程”，是“对许多不同类型的信息进行分析。”但是这只是知觉，而不是知识，因为这并不需要人们“想到要对距离或深度作仔细的判断”。

张耀翔先生尽管没有感觉与知觉的划分，但是从他关于“纯粹感觉”的描述中，也可以看到感觉活动与其他认知活动的区别。张先生写道：

“感觉是天生的反应。儿童不学自然能看能听，所要学的是光、色、声、调的意义。刺激一触感官，感觉立即发作，费时往往不到一秒；惟刺激的仔细认识就非学习不可。

呈一苹果于儿童前，而看见；但最初所看见的不是苹果，是一团光线和彩色。除去一切认识的感觉叫做‘纯粹感觉’，只初生的婴孩才有。

感觉又是最古老最普遍的反应。从单细胞原生动物起到人类都有。原生动物缺乏感官，但对于光、电、几种化合物、冷、热、机械等刺激，概起活动。

感觉中枢的活动，是感觉的本部，缺此的感觉便不显明。感官和感觉神经的活动，是引导感觉冲动到感觉本部的步骤。感觉也可称为脑神经对外来刺激的最先反应。继起反应包含刺激的认识和感觉经验的利用。^⑤

在张先生看来，感觉活动有脑的参与，但是在这里脑的作用仅限于对感觉有意识，这是“脑神经对外来刺激的最先反应”，并不包括脑对感觉进行加工，即脑“继起反应包含刺激的认识和感觉经验的利用”。从这个意义上（即可从逻辑上将脑的功能作如上划分）说，“纯粹感觉”是存在的。此外张先生明确说，“除去一切认识的感觉叫做‘纯粹感觉’，只初生的婴孩才有。”这就是说，这种“纯粹感觉”在人的认知现象中也可找到。

综上所述，作为人类的整个认知活动可划分三个阶段：感觉活动，知觉活动，知识活动。通过这三个阶段的活动，可得相应的三种结果：感觉、知觉、知识。把“知觉”归结为“感觉世界”容易造成混淆，因而是错误的也是不必要的。笔者认为，把感觉、知觉和知识区分开来，从而在智能进化上，确认感觉对知觉的先存性，即知觉对知识的先存性，这不仅符合实际，而且是在认知学上破除神秘主义，坚持唯物主义的根本点，也是科学地解开认知之谜的先决条件。很显然，只要我们不陷入神秘就应当认定不仅知觉、知识来自感觉活动，而且智能（得到知觉、知识的能力）也是来自感觉活动，而要做到这一点，就必须作上述区分和确认。此外，将整个认知活动及其结果划分为上述三个阶

段，就很容易从不同角度划分出两类不同的层次，从而对认知机制科学有序地探索：将仅仅是脑加工的原料即纯粹感觉及其活动作为一个层次，将知觉和知识及其活动作为另一个层次，从而揭示脑加工的机制；将动物与人都具有的感觉和知觉及其活动作为一个层次，把人特有的知识及其活动作为另一个层次，从而揭示人类认知活动的特殊性。

至此概念已经明确，我们所要考察的感觉是指张先生所说的“纯粹感觉”，这就是在感觉活动中由感官感到并通过感觉神经传达到脑、由脑意识到的东西。此外前已说及，我们将把“感觉”和“感觉活动”区分开来，前者指后者的结果。

二、感觉活动的公式表达

前面，我们已经给出了感觉的概念，按说已经给出了感觉的定义。但是那个定义是不清晰的。例如，感觉“由感官感到”是怎么感到的？“通过感觉神经传达到脑”是怎么传达的？“由脑意识到的东西”又是什么？因此，我们对感觉的考察还要继续。

仔细分析，要回答上述问题，要做两个步骤的考察：第一，找到最简单的感觉活动，由此作出用公式表达的定义。最简单的感觉活动是指与知觉活动、知识活动不相连的感觉活动，只有这种感觉活动，才是纯粹的感觉活动，因而才堪称感觉活动。此外，只有对这种感觉活动，才可能作出用公式表达的定义。第二，对高级动物（例如人）的感官、感觉神经以及脑做生理解剖和实验，从而考察由“最简单的感觉活动”所作的公式表达对复杂感觉活动是否适用。上述两个步骤的考察，实际上就是建立感觉活动的普遍公式，然而当我们通过上述过程建立了感觉活动的普遍公式，也就回答了那些问题。

那么，从哪里才能找到最简单的感觉活动呢？生物学表明，高级动物是由低级动物发展而来的，因此最简单的感觉活动可望

从最低级动物那里找到。关于此，托马斯和 L·贝纳特在《感觉世界》有描述，他们写道：

“现在还存在的单细胞动物阿米巴...，就阿米巴的感觉世界来说，刺激可分为两类：食物刺激和非食物刺激。凡非食物刺激引起退缩反应，而食物刺激则引起趋向和吞噬反应。阿米巴是在完全没有神经或脑这类组织的情况下完成这类反应的。”^⑥

阿米巴是单细胞动物，它的整个躯体就是一个感官，此外“完全没有神经或脑这类组织”，因此，阿米巴的感觉活动是最简单的感觉活动。那么，就让我们对阿米巴的感觉活动作一翻考察吧。

就阿米巴来说，整个身体是一个感觉器官，这个感觉器官也是一个物体。我们知道，任何物体（包括无机物）在不同的环境中有不同的“状态”，例如，物体的形状在不同的环境中可能有不同的样式，物体的重量在不同的环境中可能有不同的重，如此等等。由引述可知，阿米巴只对两种环境起反应，可以理解为它有且仅有两种“状态”：在一类特定的环境中，处于一个“状态”；在另一类特定的环境中，处于另一个“状态”。显然，“状态”是环境作用（外界刺激）在阿米巴（感官）上的结果。用■表示阿米巴（感官），●₁、●₂ 分别表示两种不同的环境，⊙₁、⊙₂ 分别表示阿米巴（感官）两种不同的“状态”，则有

$$\odot_1 = \bullet_1(\blacksquare) \quad (7-1)$$

和

$$\odot_2 = \bullet_2(\blacksquare) \quad (7-2)$$

但是“状态”并不是感觉，否则无机物也有感觉。只有把不同“状态”联系起来的信号（这信号是感觉主体改变行为的依据）才是感觉。就阿米巴来说，联系两种“状态”之间的信号，实质

是亦即其反映的内容是阿米巴两种“状态”之间的“状态差”。由此，我们又有

$$\Delta \odot = \odot_2 - \odot_1 \quad (7-3)$$

式中 $\Delta \odot$ ，我们称为阿米巴的感觉，它是阿米巴在两种不同的环境中所处的“状态”变换产生的信号，就阿米巴来说它依赖着这一信号控制自己的行为，也就是说由 $\Delta \odot$ 决定着阿米巴在环境中是“退缩”还是“趋向和吞噬”。

综上所述，我们有

$$\text{式中} \quad \begin{cases} \Delta \odot = \odot_2 - \odot_1 & (1) \\ \odot_1 = \bullet_1 (\blacksquare) & (2) \\ \odot_2 = \bullet_2 (\blacksquare) & (3) \end{cases} \quad (7-4)$$

我们称式(7-4)为阿米巴感觉活动的表达式。

现在我们再来看人的感觉活动。在这方面，近百年来科学家做了许多探索，取得一批很有价值的成果。关于此，《感觉界》一书作了叙述(插图略)：

“1860年，一个名叫 Johannes Mueller 的科学家对神经系统进行研究后得到一个结论：人的感官是不能传递客观事物性质的多样性的。他注意到，某一类感官只能传递某一种刺激。例如，无论我们对眼睛做什么输入(即刺激眼睛的各种不同细胞或不同部位)，眼睛无一例外地产生光的感觉(例如眼睛受到打击时人会感到眼冒金星，这时视神经并没有受到光刺激)。同样其他感官也是类似的。科学家将感官的这一性质称为无差异编码原理(Undifferentiated Encoding)：即我们的感官仅仅能根据它收到的刺激多少进行编码，而不管是什么东西或什么性质引起刺激。

.....

近半个世纪来，随着科学的发展，特别是研究者深入到大脑、神经网络这些新领域，无差异编码被更为精确的神经

元的新知识所代替。生理学家发现，虽然在人的感觉上，视觉、触觉、听觉的信号‘质’是不同的，但就每一个具体的神经元而言，它们在传递外界信号的‘质’上没有差别：一切信号都是电脉冲。也就是说，无论是视觉、触觉、还是听觉，在神经元水平上，传递信号除了频率上有差别外，在‘质’方面是完全一样的（图 1. 2. 1）。这样，知觉之谜对哲学的挑战也就更为强烈了。‘感觉复合’变成了同一质的量相加可以出现不同的质！看来，我们关于‘质’的不同，只是大脑在综合许许多多电脉冲时产生的，但是大脑怎样把千千万万电脉冲组成一幅反映外界的多样性和丰富性的图画呢？^⑦

书中叙述的上述科研成果表明，人由感官感到并传递到脑的东西，并不直接是外界事物的“形”或“性质”，而只是具有不同频率的电脉冲。物理学告诉我们，电脉冲只能产生于“状态”（能量）改变，或者说电脉冲这种感觉信号表示着两种“状态”的“状态差”（能量差）。因此，很显然，式（7-4）中的（1）式，即：

$$\Delta \odot = \odot_2 - \odot_1$$

在这里是成立的。

但是，书中说，传递到脑的感觉信号只有“量”的区别，而没有“质”的区别，这一说法值得商榷。“电脉冲”只是感觉信号的载体，而不是感觉信号本身，不能因为传递感觉信号的载体都是电脉冲，就说感觉信号只有“量”的不同，而没有“质”的差别。就单一的感觉信号本身来考察，信号只是信号，它们无所谓“质”也无所谓“量”。纵坐标和横坐标只对由点组合的图有意义，对单一点没有意义；同理，“质”和“量”的概念，只对由感觉信号组合成的信息体系有意义，对单一的感觉信号来说没有意义。这不是说感觉信号不携带或不能携带任何内容，就阿

米巴来说感觉信号包含着“是否食物”这一内容，就书中叙述的内容来说感觉信号也是“频率上有差别”，这就表明感觉信号携带着内容；而只是说“就单一的感觉信号本身来考察”，这些内容，既无所谓“质”也无所谓“量”，它们之间只是差异。但是只要这些信号组合成信息体系，那么它们就可能既显示“量”又显示“质”。因此，《我的哲学探索》的作者，关于大脑“怎样把千千万万电脉冲组成一幅反映外界的多样性和丰富性的图画”的担心，大可不必。

现在，我们有必要考察“状态”是怎么得到的。在这方面，高级动物尤其是人与简单的阿米巴有很大的不同。阿米巴是单细胞生物，其身体既是感官也是行为主体，因而对它来说，感觉不存在传递；而高级动物尤其是人，感觉活动所涉及的器官是一个复杂的网络体系，其感觉需要通过复杂的传递，那么这传递过程又怎样呢？具体说，式（7-4）能否表达这样一个复杂的传递过程呢？关于感觉的传递机制，书中写道（插图略）：

“那么这些单个的神经元是如何像砖块一样构成整个神经网络系统的大厦呢？有趣的是，两个神经元的联接并不是把一个神经元的输出（树突）和另一个神经元的输入（树突）如金属导线那样焊在一起。输入和输出之间有间隙存在，而且这一间隙充满了各种杂质，它们可以影响信号的传递。图 1. 2. 4 刻划了两个神经元是怎样联接的，……，在这个样子和骨关节类似的突触缝隙中充满了诸如去甲肾上腺素（Norepinephrine）、乙酰胆碱（acetylcholine）、多巴胺（dopamine）、肾上腺素（epine - phrine）、吲哚胺（Indoleamine）和五羟色胺（Serotonin）等等化学物质。正因为这些物质是分布于很多神经元突触缝隙中的，所以它们的浓度变化会大范围地（不是几个或一个）改变神经元之间信号传递功能，也就是说，虽然神经网络联接方式是固定的，但

只要突触缝隙中化学物质浓度有改变，就等于在客观上改变了整个系统结构。科学家发现，正是这些介质在某种程度上控制着大脑整体功能，诸如睡眠、情绪等等。’^⑧

以上叙述的科研成果表明：尽管高级动物的感觉器官是一个复杂的神经网络，且“神经网络联接方式是固定的”，但是，神经元之间有缝隙，且缝隙中充满着各种介质，这就是说组合成复杂神经网络的元素却是相对独立的神经元。由此可以把各个神经元看成各个物体，把充满在神经元之间缝隙中的物质看作环境，神经元“状态”及其改变则视为“环境”作用在神经元上的结果。这一过程显然可表达为：

$$\odot_1 = \bullet_1 (\blacksquare)$$

和

$$\odot_2 = \bullet_2 (\blacksquare)$$

这就是式（7-4）中的（2）分式和（3）分式。

毋庸置疑，处在神经网络最外层的感官也可视作一个物体，而外界刺激则是其环境。这样，在外的感官受外界环境改变的刺激而改变“状态”，而在外的感官“状态”改变则又可引起在內的传递神经所在的环境的改变，从而引起在內的传递神经的“状态”改变，这样依次传递到脑。不可否认，神经元之间的各种介质，还受到来自体内整个神经网络的调节，并不是只有从外到內的直线传递，但是就被考察的某一个神经元来说，只有它本身才是內，而无论是在外的感官还是神经网络其他神经元都是“外”即“环境”。因此，即使如此，式（7-4）中的（2）分式和分（3）式在这里仍然是适用的。

这里有如下两个情况似乎可以引起反驳。一是由生理解剖学可以证明，人是由整个神经网络应对着外来刺激，而不是如简单的阿米巴那样以单个神经元（神经细胞）应对着外来刺激，因此人通过感觉活动可以形成复杂的表象，而不是如阿米巴那样只有

单一的感觉信号。二是人有情感、意向等，研究表明这些情感和意向也参与着人的感觉活动和过程，这更是简单的阿米巴的感觉活动所不可比拟的。对此有必要作出如下说明。首先，人（也许某些高级动物也如此）通过感官接触外界，脑中的确可以形成复杂的表象（我们称为原始表象），这是每一个人都可以感受到的现象。由此可知，高级动物尤其是人的感觉与低级动物的感觉是不同的（感觉也是分等级的），这正是低级动物只有感觉而高级动物不仅有感觉而且还有知觉、人不仅有感觉、知觉而且还有知识的原因。但是也应该看到，上面所说的原始表象，只不过是一片混沌的感觉（例如前面引述的张先生所说的儿童的视觉只是一团光线和彩色），不可能是清晰的意象，因而仍然是不可言说的东西，其物理意义仍然只是差异，就此来说它与阿米巴的感觉并没有本质的区别。其次，人的情感、意向并不是感觉，而是知识或者知识的衍生物，情感和意向参与着人的感觉活动和过程，是意识亦即知识对感觉活动的渗透，尽管这对人有选择的获得外界信息是绝对必要的，但是它毕竟不是纯粹的感觉，因此应当将其从感觉中剔除。总之，无论怎么说，我们由考察阿米巴这种最原始的感觉活动得到的式（7-4），也是高级动物（包括人）的感觉活动的表达，至少是它们的基元过程的表达。其实，作为定义能够表达基元过程足矣，可见我们获得了关于感觉活动的普遍公式。

三、感觉活动和实验

毋庸置疑，惟有实验和感觉活动才是知识的源泉。至此，我们已经对实验和感觉活动分别进行了研究。现在，我们有必要对实验和感觉活动的关系作一些探讨，有如下结论。

（一）感觉活动是知识的第一源泉，而实验则是知识的第二源泉

感觉活动是知识的源泉，这是毫无疑问的，这无论是从知识的诞生角度还是从知识的增长角度来看都如此。然而真正的科学实验只能是有知识的人类的活动，因此有知识是科学实验的先决条件而不是相反。这就是说，从知识诞生角度来说，实验并不是知识的源泉。当然，从知识增长角度来说，实验的确是知识的源泉，但是任何科学实验及其所得结果（数据）都总要用感官来感受，这就是说感觉活动是实验能够进行并得到结果的另一先决条件，因此即使是从知识增长角度来说，实验也不是第一源泉。当然，实验毕竟是知识的一个源泉，但只能是第二源泉。因此，从根本上说，需要也只有通过研究感觉及其活动才能解开认知之谜。

（二）感觉活动与实验同构，感觉与实验所得结果同质

先说感觉与实验结果同质。由第六章我们知道，实验得到的结果只是纯数，而纯数的实质（物理意义）则是差异。由本章我们知道，感觉活动所得结果即感觉是“状态差”，就其性质来说也是差异。只不过，实验所得出的差异是量化的，因而与感觉中的差异相比是精确的差异。可见，实验结果与感觉是同质的。

再说感觉活动与实验同构。实验是属性与属性的比较，但是属性的实质却是载体（物体）在一定环境中的表现（状态）。如前所述，感官事实上也是一种物体（载体），在不同的刺激下会处于不同的状态；此外感觉神经也是一种物体（载体），它对感官感受到的东西的传递也是依其状态变化来实现的；这种情况与实验中载体在一定载体环境中表现一定的属性是同构的。

因为感觉活动与实验同构，感觉与实验结果同质，因此用实验替代感觉活动是能行的。

（三）实验是感觉活动的分化、精确化和延伸、扩展

首先，实验是感觉活动的分化。如前所述，感觉活动的全过

程是：感官受到一定环境的刺激，通过感觉神经传达到大脑，大脑意识到这种刺激。这就是纯粹感觉。但是这只是我们理论分析得到的认识，在现实中，人的感觉过程与知觉过程、知识过程之间并没有明显的界线，而是交织在一起的；因为感官与大脑这个信息加工厂有着不可分割的生理联系，此外由于长期的进化，大脑加工信息又是在不知不觉中完成的，以至在认知过程中人们很难分清哪些是纯粹感觉，哪些是经过大脑加工过的东西。实验的实质是，感官由实验仪器代替，人的任务则仅在于意识到实验结果，这相当于实现了“感官”（仪器）与“大脑”（实验中的人）的分化；正因为如此实验结果比人的感觉更可靠，也正因为如此实验才能替代感觉活动成为科学研究的主要手段。

其次，实验是感觉活动的精确化。感觉是差异，实验的结果其物理意义也是差异，但却是用数量精确刻划的差异。这一点是显然的，用不着多说。

再次，实验是感觉活动的延伸、扩展。感觉活动有局限，自然界的许多信息，人的感官是感不到的；此外也有许多环境是人不能去感受的，例如高温、高压等等环境。但是实验是用自然载体代替人的感官，尽管单个自然载体作为人的感官的替代物也是有局限的，但是自然物是无限的，人们利用自然物的能力原则上也是无限的，因此实验作为感觉活动的延伸和扩展的能力也是无限的。

因为实验是感觉活动的分化、精确化和延伸、扩展，因此实验替代感觉活动是必然的。

引文出处

⑤ 《感觉心理》，工人出版社，1987年版，第 1、3~4 页。

⑥ [美] 托马斯·L·贝纳特著，旦明译《感觉世界》，科学出版社，1983年版，第 122、2、77、6~7 页。

⑦⑧ 金观涛著，《我的哲学探索》，上海人民出版社，1988年版，第 80~83页、85~86页。

第八章 知识之源及由此对 “野生的自然”的证实

本篇开头说过，我们的目的是找到知识之源并由此找到（证实）“野生的自然”。前面我们已经对感觉活动和实验及其结果做了研究，本章的任务就是在前面研究成果的基础上，找出知识之源并由此找到“野生的自然”。

本章的重要概念：知识之源、知识源头、根事实、根逻辑。

一、何谓知识之源

知识无疑是人类历史发展的产物，人们把人类历史比作一条长河，因而知识的发展也可比作一条长河。我们寻找某条河流之源例如长江之源，可以有两个含义：一是指构成长江的来源之水，即构成长江的原始材料；二是指长江源头，即产生来源之水的地点。由此比照，知识之源也有两个含义：一是指构成知识的原始材料；二是指这些原始材料的产地。当然，我们说知识之源有两种含义，其依据并不仅仅是上述比照，而更重要的是基于如下分析。

唯心主义者声称，知识是天上掉下来（来自某种神灵）的，或者说是人脑所固有。显然，唯心主义者所谓知识之源，并没有我们上面所说的两种含义，因为这没有必要也不可能这样区分，他们所说的知识之源只有一个含义，那就是产生知识的地方。然而，今天人类凭借自制的飞行器已经飞到很高的宇宙中，看到的只是一片连生命都无法生存的荒凉世界，人类凭借高倍望远镜可以看到宇宙中百亿光年远的地方，但仍没有发现生命的影子更不要说知识了；至于说仅仅由人脑就能产生知识也是无稽之谈，因

为如果把人与世隔绝，这个人不可能产生任何知识。总之，唯心主义的知识论是不可能做出科学证明的，因而是荒唐的。

唯物主义者认为，知识之源在感觉活动和实验。这显然是正确的，因为人类新知识的诞生都伴随着感觉活动和实验。但是仅仅笼统地说知识之源在感觉活动和实验还不足以服人，因为一方面我们必须说明由感觉活动和实验怎样产生知识，另一方面知识可能正确也可能错误，我们还必须从感觉活动和实验到思维的过程中找出产生错误和纠正错误的机制。这里可能的情况只能是这样：人们由感觉活动和实验可以得到构成知识的原始材料，这些原始材料还不是知识，也没有正确和错误之分；知识则是人们用这些原始材料组合而得出，可能有正确的组合也可能有错误的组合，于是知识有正确和错误之分；因为由感觉活动和实验得到的原始材料是客观的，即没有正确和错误之分的，因而这其中隐藏着纠错的机制。这样，知识之源就有了两种含义：一是指源头，二是指原料。显然，更重要的是找到原料意义上的知识之源并对它做出分析研究，看看由此是否能够产生知识并纠正错误，只有这样我们才能更有力地证明源头意义上的知识之源。

为了区别，以下我们把原料意义上的知识之源仍称为“知识之源”，而把源头意义上的知识之源称为“知识源头”。

由上面的讨论，可以推得知识之源具有如下特征。

特征一 知识不是知识之源。这一特征是显然的，长江不是长江之源，同理知识不是知识之源。这一特征对我们找出知识之源有重要意义。大家知道，人的感觉活动与思维活动往往是连接在一起密不可分的，因此感觉活动中渗透着知识；科学实验也不仅仅是操作（如果说实验仅仅是操作，那么动物也在做实验，因为动物的走动可视为测量操作），其中渗透着理论，而理论无疑是知识。但是渗透在感觉活动和实验中的知识、理论不是知识之源，因此在感觉活动和实验这个源头找知识之源，应当将渗透其中的知识、理论排除在外。

特征二 知识之源无正确错误之分。知识之源是构成知识的原始材料，所谓“原始材料”也就是说还没有被人的思维所污染（组合），因而无正确错误之分（这里的“正确”或“错误”，只是就“知识”的意义上来说的，而不是就“操作”的意义来说的，即不是操作上的误差）。但是知识则有正确错误之分，因为知识是人对知识之源的某种组合，而组合则有正确的组合也可能有错误的组合。

特征三 知识之源是根事实。所谓根事实是最终的事实，或者说是认知科学中的事实。人们常常把某个被证明了的命题（理论）也称为事实，例如人们说人类赖以居住的大地是球体这是一个事实。这在通常无可厚非。但是，认知科学探讨的是人类何以有知识即理论，而不是某个理论是否正确，因此在认知科学中任何理论都不能是事实，事实只能是这里所说的知识之源。或者也可这样：如果说被证明了的命题（理论）也可以称为事实（理论事实），那么，知识之源就是根事实即最终的事实。

特征四 知识之源也是逻辑之源（根逻辑）。无可否认，逻辑是构造知识即由知识之源组合成知识的工具，从这个角度似乎不能说知识之源也是逻辑之源。但是，逻辑显然也是知识，是一种特殊的知识，因此知识之源也应当是逻辑之源。此外，对彻底的唯物主义者来说，逻辑这种知识也不可能是天上掉下来的和人脑中固有的，而只能是来自感觉活动和实验，也就是说，逻辑之源也只能在感觉活动和实验中寻找。因此，通过感觉活动和实验找到的知识之源同时又是逻辑之源，我们才算真正找到了知识之源。

二、差异是知识之源吗

通过前面的研究我们知道，由实验可以而且只能得到读数、读数差，由感觉活动可以而且只能得到状态差，而无论是读数、

读数差还是状态差，其实质（物理意义）都只是差异。那么差异是否就是知识之源？本章第 1 节已经给出知识之源的四个特征，这就是说，必须同时具备这四个特征才是知识之源。下面我们对感觉活动和实验所得出的差异进行考察，看看与这些特征是否相符。

（一）差异不是知识但却是构成知识的原始材料，符合特征

这一点是显然的，不需要讲更多的道理，我们只举一例来说明。第谷对火星运行轨道的观测值，只是火星运动的位置与其他天体运动的位置的差异；而开普勒发现火星运动约 8' 的差数，则是第谷的观测值与依据哥白尼学说计算出来的计算值之间（可视为实验之间）的差异。显然，这些差异本身并不是知识，但却是构成知识即“火星运行轨迹是椭圆”这一知识的原始材料。正因为这样，许多著名的科学家都认为：仅凭观测量不足以建立理论，但是这些科学家同时又坚持：任何不能测量的东西均应排除在科学之外。这深刻地表明，由感觉活动和实验所得到的差异，并不就是知识，但却是构成知识的原始材料。

（二）差异无所谓正确错误，符合特征二

当然，严格地说，由感觉活动和实验得到的差异也有正确（准确）和错误（不准确）之分，否则也就无所谓错觉和误差了。但是我们这里所说的错误是指错误知识，而差异本身并不是知识，因而也就无所谓正确还是错误。科学界认为，第谷对天体运动的观测资料在当时来说是精确的，开普勒得出著名的行星三定律正是基于这些资料。但第谷并不赞同哥白尼学说，这说明他关于天体运动的知识并不正确。毋庸置疑，第谷关于天体运动的知识不可能置他自己的观测资料于不顾，如果说观测资料即由实验得到的差异有正确与错误之分，那么对此我们无法作出符合逻辑的解释。这足以证明，差异是纯粹感觉或度量的纯粹结果，无正确和错误之分。

（三）差异是认知科学中的事实即根事实，符合特征三

从事实出发实事求是，是马克思主义的灵魂，是我党的思想路线，当然也是科学的基本原则。但时至今日，学术界对“事实”一词的认识并不很清楚，因此有必要多说几句。

什么是事实？彭漪涟先生写出了这方面的专著，那么先看他是怎么说。他写道：

“什么是事实？许多人可能认为这是不言而喻的，因而不屑一谈。但是，从人们对这一概念的实际运用来看，情况并不简单。

‘事实’一词在日常生活和现代文献中的运用，通常是多义的。苏联已故著名哲学家柯普宁曾概括为三义：第一，现象、事物和事件本身被称之为事实；第二，我们对事物及其特性的感觉和知觉也被认为是事实；第三，事实也指我们想用它们来论证或反驳某种东西的理论原理。……这一概括大体上说是符合实际情况的。但是用严格科学的眼光来衡量，这三种不同的用法，并非都是同样准确、同样符合‘事实’一词的科学涵意的。^①

接着，他对上述三种用法进行分析，他写道：

“第一种用法显然不符‘事实’一词的本意。……客观事物是客观存在的事物，而事实是人们对事物的某种实际情况所作出的判断而被陈述出来的，它是认识主体——人所获得的一种认识，也就是人所把握的一种知识形式。……

第二种用法即把‘事实’用于我们对事物及其特性的感觉和知觉，这显然是适当的。……但是我们必须注意的一个问题是：不能因此把‘事实’与‘感性’等同起来，混淆起来，似乎事实就只是感觉、知觉的产物，就只是感性的，而

与任何理性无缘，是排除理性因素的。……

第三种用法，即认为‘理论原理’也可视为‘事实’的用法，更值得认真的讨论。应当承认，在‘事实’一词的实际运用中，这种情况确实不少。我们认为，这一用法虽然是常见的，但并非是科学的、准确的。因为，它把‘事实’和‘理论’（‘原理’）这两者有本质差别的概念混同起来了。而这种混淆是不能允许的，否则，将会导致一系列理论错误和实践错误。^②

因为篇幅的限制，笔者不想对彭漪涟先生的上述论述做全面评价，只根据本章讨论的需要表明自己的看法。笔者赞同彭漪涟先生关于“事实”的第一种用法的分析，客观存在的事物不是事实，事实只能是认知主体即人对客观事物的把握。但是，笔者认为，第二种和第三种用法，原则上是正确的，只不过应分清层次：由感觉活动和实验得到的差异是第一层次的“事实”，即“根事实”，由第一层次的事实证明了的理论则是第二层次的“事实”，即“理论事实”。这不仅符合人们通常的用法，也不会引起彭漪涟先生所担心的概念混淆。此外，笔者认为，作为第一层次的“事实”即“根事实”，应当排除理性因素，即与任何理性无缘，因为只有这样才能保证根事实的纯洁性，才能保证根事实真正成为理论事实的根据。正因为此，笔者还认为，一般所说的经验或实践经验不是我们这里所说的根事实，因为无论是常人的理解还是一般词典解释，经验都渗透着理性，是一种知识或知觉；笔者无意否定实践经验的作用，实践经验无疑是宝贵的，但它毕竟是一种知识、知觉，而不是知识之源，即不是根事实。

通过上面的讨论，我们的命题不证自明：由感觉活动和实验得来的差异，是认知学上的事实即根事实；其他如客观存在的事物和无论什么理论、理性因素乃至经验，都不是我们这里所说的根事实。

（四）差异是逻辑之源即根逻辑，符合特征四

笔者认为，“从事实出发，实事求是”这一句话，讲的不仅是“事实”而且包括“逻辑”；如果说“从事实出发”侧重在事实，那么“实事求是”则侧重在逻辑。但是，以往讲这一思想路线时，往往偏重“事实”而忽视“逻辑”，甚至只讲前者不讲后者，这是片面的。在科学哲学中也有此倾向，人们探讨理论即知识之源，也往往只注重事实这一面，不注重甚至根本就没有人提出逻辑的来源问题。事实，是也只能是由感觉活动和实验得来的，这在大多数哲学家、科学家来说是清楚的没有疑义的，然而关于逻辑的来源问题学术界至今还是一个盲区。康德以至一些现代科学哲学家，认为逻辑是天生的从而有所谓“先天知识形式”之说，一些学者据此认为康德是二元论者予以批驳，但至今也没有人真正驳倒康德的上述观点，反而都在有意无意的运用着康德的观点。

笔者认为，由感觉活动和实验所得到的差异，既是根事实，也是根逻辑。差异，既包含着区别，也包含着相似；而区别的极端是对立，相似的极端是同一，因此差异本身包含着对立和同一，或者说差异可以分划为对立和同一。辩证逻辑的实质和核心就是对立同一，因此差异是辩证逻辑的根逻辑是无疑义的；形式逻辑的根本要求是思维的确定性，但是确定性并不是仅有单纯的同一就可以了的，如果仅仅是单纯的同一那就什么也不是，既不可能得到任何感觉，更不可能得到任何知识，因而也就不可能有任何思维的确定性，因此对立、同一因而差异也是形式逻辑的根逻辑。显然，辩证逻辑和形式逻辑是相通的，形式逻辑的灵魂是辩证逻辑，辩证逻辑的形式是形式逻辑，而二者相通的“根”，正是差异。数学（开关代数）已经证明，由简单的开和关（显然开和关可与对立和同一对应因而为差异所包含），“对任意逻辑功能的开关函数，都可以设计出所要求的线路。”^③由此可以推定：由对立同一亦即差异，可组合出全部理论逻辑（包括辩证逻辑和

形式逻辑)。因此由实验和实验之间得到的差异，不仅是根事实而且也是根逻辑。由此，我们也就澄清了这样一个重要问题：事实证明和逻辑证明是同一的，它们有着同一的“根”，因此二者并不矛盾；当然它们之间也有区别，事实（理论事实）和逻辑（理论逻辑）是同一个“根”上生长的两棵“大树”，它们盘根错节、交互作用和相互促进，因此二者不可偏废。

现在，可以对康德的观点做点评价了。就整个人类的认知过程来说，并不存在什么“先天的知识形式”，因为无论是事实还是逻辑，即无论是知识内容还是知识形式，都来源于实践（感觉活动和实验），并不存在不根植于实践、实验的“先天知识形式”。但是仅就某一部分人或某个历史阶段的整个人类来说，的确存在康德所说的“先天知识形式”，而这个“先天知识形式”则是根源于先辈的实践、实验，并由先辈一代一代传授下来。当然，这并不否定后辈在接受先辈传授的同时，又（由实践、实验）对这“先天知识形式”不断的发展和完善。

综上所述，可以得到结论：由感觉活动和实验得到的差异具有知识之源的全部特征，除此之外我们找不出任何其他东西具有知识之源的特征。于是，我们可以回答本节的设问：知识之源是也只是由感觉活动和实验得到的差异。

三、找到“野生的自然”

“野生的自然”也就是唯物主义所说的客观实在，所谓找到“野生的自然”实际上就是证实客观实在何在。这是哲学讨论了几百年甚至上千年，都没有最终解决的难题。

据辞典解释，客观实在指“独立于人的意识之外、不依赖于意识的物质世界”，“客观实在不依赖于人的意识，但能为人的意识所感知和反映。”^④由此可知，证实“客观实在何在”的真正困难，仅在于：必须同时证实，客观实在既在人的意识之外，又能

为人的意识所感知和反映。仅仅证实客观实在在人的意识之外不难，这因为“在人的意识之外”，可推论为“在人之外”。近代科学已证实：在有入类以前地球早已存在，而地球不过是太阳系中的一个行星，其历史远小于人们已经探明的宇宙历史。如果仅仅证实客观实在是在人的意识之外，那么很显然，对这一命题，近代科学已经证实了。仅仅证实客观实在能为人的意识所感知和反映也不难。恩格斯说：对不可知论，“最令人信服的驳斥是实践，即实验和工业。既然我们自已能够造出某一自然过程，使它按照它的条件产生出来，并使它为我们的目的服务，从而证明我们对这一过程的理解是正确的，那么康德的不可捉摸的‘自在之物’就完结了。”^⑤到今天，历史又过去了一个世纪，人类借助科学已经造出并且还将继续造出比恩格斯时代能够造出的要复杂得多的自然过程。显然，恩格斯的论述，已经证实客观实在能够为人的意识所感知和反映。然而要同时证实上述两点，即把上述两点当作一个命题来证实，就不那么容易了。因为当客观实在为人的意识所感知和反映时，客观实在就不在人的意识之外；而当客观实在在人的意识之外时，则人的意识就无从感知和反映。无疑，要把上述两点当作一个命题同时证实，这的确是一个条件苛刻的证实，但是对认知科学即唯物主义认识论来说，作出这样的证实却是必需的，既然主张知识是人对客观实在的感知和反映，那么就应当在这个感知和反映本身中找出客观实在来，否则又何以证明你的主张是正确的呢？

仔细分析，以往没能作出这个证实，原因仅在于没有对感觉活动和实验以及由此而得出的知识之源做科学研究，一旦做了这样的研究，作出这一证实就只是举手之劳了：如果我们的感觉不是差异，那么我们就不能得到感觉（因为没有差异的实质是没有外界刺激，而没有外界刺激，主体不可能得到感觉），当然也就不可能由此证实客观实在。但是，我们的感觉就是差异，这就由感觉本身证实了客观实在是在人的意识之外而存在。这与由人对

颜色的感觉差异而证明光波的存在同理，如果人的眼睛都具有同样的感色能力，即人的眼睛对颜色的感觉没有差异，那么我们就不能仅凭感觉知道颜色与光波的区别，因而不能断定光波是否外在于人的意识（感觉）的客观实在，然而人的眼睛对颜色的感觉有差异（一些人色盲），由此我们就能断定光波是外在于人的意识（由色盲的人证实）又能被人所感知（由不色盲的人证实）的客观实在。当然，由差异断定客观实在的外在性与由色盲和不色盲的区别断定光波的外在性并不完全相同，后者并不是也不能用同一个人的感觉（只能用不同的人之间的感觉）来证实，而前者则能够用同一个健全人的感觉来作出证实，是真正从人（同一个人）的感觉（意识）即被称为感觉的差异中，找到外在于人的感觉（意识）的客观实在的。显然，那个有着苛刻条件的命题由此而得到了切实的证实

四、能回答本篇开头设定的问题吗

通过前面的研究，我们已经找到了知识之源，并且由此也找到了“野生的自然”——由知识之源证实了客观实在。至此本篇应当结束了。在本篇开头，我们设定了这样一个问题：自然是否对象意义上的系统？我们研究知识之源，并由此找到“野生的自然”，其目的就是要回答这个问题。现在我们能回答这一问题吗？

还不能。尽管我们由差异证实了客观实在，但是能够肯定的也只是：客观实在既在人的意识之外又能为人的意识所感知，除此之外我们并不能对它有更多的断定。事实上，对“野生的自然”任何更多的断定，是也只能是知识。但是，知识之源只是构成知识的原始材料，而不是知识。这样，我们追溯知识之源的路，已经走到了尽头。由追溯知识之源，我们找到了“野生的自然”，但知识之源并不是知识，因此找到了“野生的自然”却不能描述“野生的自然”。

那么怎么办？

引文出处

- ② 彭漪涟著，《事实论》，上海社会科学院出版社，1996年版，第1、1~2页
- ③ 丁尔升主编，《中学百科全书·数学卷》，北京师范大学出版社，1994年版，第237页
冯契主编，《哲学大词典》上海辞书出版社，1992年版，第1263页。
《马克思恩格斯选集》第4卷，第221页。

第三篇 认知探路

攻克堡垒的战斗，正面进攻受阻可以侧面迂回，我们的研究也可以如此，不能对“野生的自然”直接研究，但可以对已有的自然知识（这里是指物理学）进行考察。因为我们已经证实了“野生的自然”是存在的，由此诚实的说法只能是：自然知识是人对“野生的自然”的认知。

然而，这里有一个困难：我们并不知道怎样（用什么方式、以什么为标准）对已有自然知识进行考察。按说自然知识是对“野生的自然”的认知，那么就应当将自然知识与“野生的自然”进行对照从而进行考察，但是，对“野生的自然”我们除了知道它外在于人并能为人所感知之外，一无所知（否则也就可以直接对“野生的自然”进行了），因而也就不可能将其与自然知识进行比较。那么，怎么办呢？

人类是从无知识到有知识的，这就是说，有一条认知之路。我们可以从现有知识追溯认知之路，从而弄清人类的自然知识是怎样得到的，由此考察现有自然知识是否正确。

我们别无选择，必须找到认知之路。此外，有路，况且是前人走过的路，就一定能够找到。

本篇分为五章。第九章和第十章对以往找路的研究作一个简要的回顾和考察，其中第九章回顾哲学找到的路并给予简要的评价，第十章考察认知科学的有关探索并给予简要的评价。从第十一到第十三章，阐述笔者找到的自然科学（物理学）实际走过的认知之路。

第九章 哲学找到的路

“前事不忘，后事之师”，如果能够找到前人的认知之路并且加以改进，那么就能更好地进行认知活动，从而得出更多更正确的知识。这是一个多么吸引人的事业！正因为此，历史上的有志之士早就在从事这一工作了，近代哲学包括科学哲学，就是这样一场波澜壮阔的运动。那么，就让我们来看看他们找到了什么路。

本章的重要概念：归纳之路、演绎之路、归纳演绎结合之路、先天综合之路、约定之路、两点之间找通路。

一、归纳演绎之路

如果说，唯心主义者关于知识是天上掉下来的或者是人脑所固有这一断言，不能算是认知之路（当然这也可以看作一条路，只不过这不是现实的人可以走的路）的话，那么，归纳演绎之路就是人类找到的第一条认知之路。

据资料，归纳和演绎在亚里士多德那里就已经确立为科学认知方法，在归纳这一方面，亚里士多德还把它分为简单枚举归纳法和直觉归纳法，在演绎这方面，其最一般的形式——三段论，就是亚里士多德的发明。

到了近代，为了反对经院哲学，英国哲学家弗朗西斯·培根主张归纳主义。他认为，认识来源于经验，认识方法是观察和实验，科学认识要把实验和观察材料提升，把低级的公理逐渐提升到最一般的公理，最低级的公理接近于经验，它构成公理阶梯的基础，一切等级的公理都是用归纳法发现的。当然，培根的归纳法并不是亚里士多德归纳法的简单重复，而是所谓新归纳法。此

后，英国的穆勒在培根的基础上总结了五种归纳法，再后来，归纳主义在现代逻辑实证主义那里得到了进一步的发展。

同样是为了反对经院哲学，法国哲学家勒内·笛卡尔则从反面主张演绎主义，他认为，人的感官会把认识引向错误，只有从最一般原理出发，通过演绎推导得到知识才能达到对事物真理性认识，演绎法是通向真理的惟一道路。主张演绎主义的也有一批后来的哲学家。

的确，归纳和演绎这两种方法都是很有用的认知方法，这可以用很多事例来证明。但是，无论是单纯的归纳还是单纯的演绎都不是完全的认知之路，归纳论者和演绎论者所举的事例，都只能证明他们找到的路在某些地段是通的，而没有证明是完全通的，因此归纳主义或者演绎主义都是不正确的，这已经为这两种主义的相互批判所证明。这是大家都知道的，这里没有必要重复。

然而，一些学者对这两种主义的批判本身存在着局限。他们认为，演绎需要前提，而这种由以演绎的前提并不是由演绎方法可以实现的，因此片面强调演绎法从而走向演绎主义是不正确的；归纳方法可以根据部分对象具有某种属性作出概括，尽管这种概括不一定绝对可靠，但毕竟是一种概括，可以由演绎法将此概括进行演绎得出新的结论，尔后通过实验进行检验不断纠正，从而最终达到正确的认识；因此，演绎主义和归纳主义的错误仅在于各自有片面性，如果把这两种方法结合起来，就找到了完全的通路。大约正因为此，一本据说是“上海学术界通力协作的结果”的《方法科学手册》写道：

“演绎方法和归纳方法是互相区别又互相联系的两种方法。一切科学真理都是运用归纳和演绎两种方法的产物。”^①

“一切科学真理都是运用归纳和演绎两种方法的产物”，由此

说来，把归纳和演绎结合起来即归纳演绎结合法就是完整的认知之路了。这是正确的吗？回答是否定的。归纳演绎结合法的困难在归纳，如果说演绎可以根据归纳得来的前提进行演绎这没有问题，但是归纳何以可能？逻辑分析可知，归纳不仅需要有用被归纳的东西，而且还要有用以归纳的东西。据本书第二篇的研究，我们知道，由实验或感觉活动可以得到和能够得到的只是离散的、不可言说的差异即根事实，显然这些离散的、不可言说的差异只能是被归纳的东西，要使它们归纳必须还要有用以归纳的东西，即使之“有序组合”的“有序”。那么，这种“有序”在哪里，是怎么得到的？

或许有人说，演绎法的实质就是一种有序，它可以提供归纳所需要的有序，因此归纳演绎结合法就是认知之路。这种说法不仅是一种循环论证，而且似是而非，这可由德国哲学家康德所做的深刻分析得到说明。康德区分了两种判断，他指出：

“分析判断与综合判断的区别就在于，分析判断的两个端项是同质事物，主词与宾词是分析的统一，而综合判断，两个端项是异质事物，主、宾词之间并无逻辑上的必然联系，于是这两种判断之结果也就大不相同：分析判断只使概念更加明确，而综合判断则使知识之内容更加扩展。…例如‘物体有广延’，就是分析判断，‘某些物体有重量’就是综合判断。”^②

显然，演绎是康德所说的分析判断，而归纳则可视为康德所说的综合判断。事实上，演绎所依据的公理因而隐藏在公理中的“有序”，都是来自康德所说的那种综合判断，而不是相反。因此，演绎法并不能提供归纳所需要的“有序”。

结论是毋庸置疑的：单纯的归纳不是认知之路，单纯的演绎不是认知之路，归纳演绎结合也仍然不是认知之路，一句话，归

纳演绎论者并没有找到认知之路，或者说他们找到的归纳演绎之路是不通之路。其不通之处并不仅仅在于单纯的归纳和单纯的演绎是片面的，也不仅仅在于归纳原理无法从逻辑上证明因而由归纳方法得出的结论不具有必然性（尽管这都是事实），而更为重要的在于由归纳法和演绎法以及归纳演绎结合法从无知达到有知识是不可能（不能行）的。正是这一点，才促使康德开辟了另一条路：先天综合之路。

那么，就让我们看看这“先天综合之路”是否是真正的通路吧。

二、先天综合之路

康德的先天综合论，不同于天赋观念论。天赋观念论认为人的整个观念亦即整个知识是天赋的，这是一种彻底的唯心主义，这不是路或者说不是现实的人走过（能够走）的路，对此我们是没有什么好说的。但是，康德的“先天综合”则不同。在《认识自然科学之谜的哲学家——张佳认识研究》一书中写道：

“康德则剔除了知识的内容，专指知识之纯粹形式而言。康德认为我们的知识不过是两大要素的统一：‘我们的一切知识虽然全都以经验开始，却并不因此就全部出于经验’，‘是不是有这样一种不依靠经验、甚至不依靠任何感官印象的知识，至少是一个还需要进一步研究、不能一看就打发掉的问题。’经过康德的辨析，科学知识中普遍、必然性之判断，必有其特殊之源流，他称之为来自理性之先天知识——‘必然性与严格的普遍性，为先天知识的正确标准，且二者有不可分离之关系。’在康德看来，感觉只赋予我们知识以质料，而经验知识之具有统一性之普遍概念，都是来自理性，而后者是使经验成为可能的形式条件。所以就知识形成

的条件而言，则‘可能性’比‘实在性’更根本。

……康德以简洁的方式概括了他的认识论的总问题：先天综合判断如何可能？^③

此外，康德提出先天综合之路，并不是一种没有根据的独断，而是建立在对人们的知识综合过程深刻分析的基础上。该书继续写道：

“综合不是概念而是功能，不是泛指一般的功能，而是特指知性之能动性。如前述，在综合判断中两个端项并无逻辑上的伴随关系，那么实现两个端项的联结，就必须借助于第三项。但是究竟什么可以做为第三项？经验论者与先验论者都看到了概念之统一作用是不可少的，问题却出在：是概念自经验之综合而来，还是经验之综合必需由概念输入其中而实现，这是经验论与先验论之重大区别。如同计数，自然数中 $1+2+3+4+\dots$ 之综合活动所以可能，是由于有了进位法，所以杂多之综合统一才成为必然，同理，如果没有先天纯粹概念，这种知觉的积累，尽管可以无穷尽进展，但它终究不能达到必然的统一。可见，经验统一的基础，并不在经验自身，而在于存在着独立于经验的纯粹知性概念，这种颠倒了常人的看法，正是普通逻辑所不敢建立、而为先验逻辑视为当然的基本原则。”^④

把“经验何以可能”、“知识何以可能”作为专门问题来探索，这是康德的首创。这的确是一个“需要进一步研究、不能一看就打发掉的问题”，这一问题并不是那些“辩证论”者把归纳和演绎“既互相区别又互相联系”就可以解决的问题。此外，康德所找到的先天综合之路，与归纳演绎之路相比是一种进步。实际上，只有运用已有的独立于感觉材料的纯粹概念，人们才能对

离散的感觉材料进行有效（有效 \neq 正确）的综合（亦称归纳）；而且这已有的纯粹概念是前人认知的产物，对用以综合的后人来说也的确是“先天”（是前人传授给后人）的，从这个意义上说，康德的先天综合之路，不失为一条认知之路。

但是，康德并没有从根本上解决“经验何以可能”、“知识何以可能”的问题，也就是说，康德找到的“先天综合”之路也并不是一条全通之路。因为用以综合的纯粹概念或者说知识形式，毕竟是知识，它也有一个来源问题；对诚实的人来说，无论是知识形式还是知识内容，其来源都不能归结为终极意义上的“先天”，即不能归结为天上掉下来的和人脑所固有。此外，并不存在绝对正确的知识形式，后来的科学实践表明，康德所给出的感性形式（空间和时间）和知性形式（概念范畴）也不是绝对的因而不可变动的，这也足以证明知识形式并不是先天的。于是，问题依然存在，只是换了问法：由“知识何以可能”，变成了“知识形式何以可能”。

路，走到这里便断了，前面仍然一片荒漠。那么，路在何方？

三、约定之路

据资料，约定主义是一种现代方法论中的思潮。正宗的约定主义，主要代表人物是法国的彭加勒，他认为理论、规律、逻辑法则等都是人们约定的结果，而约定是人们的自由选择，其原则是符合简单性（指选择的公理以尽可能简单的形式）、统一性（指各种约定不相矛盾）、有效性（指能有效地说明对象）。广义地说，现代的几乎所有的哲学方法论，都是不同形式的约定论。显然，科学家普遍推崇的公理化方法，就是以约定论为其基础的。著名科学哲学家拉卡托斯认为，工具主义是约定主义的“一种退化的形式”，波普尔的证伪主义方法论（即“猜想 - 反驳”

或“假说——证伪”模式)是“一种革命的约定主义”。他写道：“波普尔在他的《研究的逻辑》一书中提出了一种新的‘证伪主义的’方法论，这一方法论是另一种革命的约定主义：其主要区别在于它充许约定接受的是事实的、时——空上单称的‘基本陈述’而不是时——空上普遍的理论。”拉卡托斯还说，他所创立的“‘科学研究纲领方法论’也‘从证伪主义和约定主义借用了必要的成分’，‘研究纲领有一个根据约定而接受的（因而根据暂时的决定是‘不可反驳的’）‘硬核’，有一个正面启发法。”^⑤此外，追根溯源，美国科学哲学家库恩的范式，费耶阿本德“怎么都行”方法论，也是一种约定主义，或者说是以约定论为其根据的。

约定论无疑是一种构造知识的方法论，因而也是人们找到的一条认知之路。那么，这条路又怎样呢？约定论认为，构造知识所依据的公理体系，是人们的一种自由选择，但是这种自由选择，要符合简单性、统一性和有效性，因此这种自由选择其实是不“自由”的。爱因斯坦曾把这种约定的自由，比如为猜谜的自由，其最终的结果则是客观的。人们要认知的对象自然是“野生的”，且人们所拥有的手段——实验和感觉活动所能得到的只是有关“野生的”对象的离散信息，这与人们依据谜面而猜谜是差不多的。因此，约定论是合理的。此外，人们对“野生的”对象的认知，既然是一种约定，那么错误就是难免的，发现错误改变原来的约定而作出新的约定，就是自然的事情。这与“归纳演绎之路”和“先天综合之路”（这两条路缺乏必要的容错纠错机制）相比是一个进步。

但是，约定论找到的这条路，仍然不是通路。这里，我们不论约定论的一些极端的变种，这些变种以费耶阿本德的“怎么都行”最为典型；路，多到极时则无路，“怎么都行”亦即怎么都不行，显然，这与其说是在找路，还不如说是在断言无路。即使正宗的约定主义，实际上也没有找到完全的通路。“约定”是指

对公理的约定即选择，它以公理先在为前提，而公理本身无疑已经是知识。我们知道，通过实验和感觉活动，人们能够得到的只是不可言说的差异，而不可能是具有物理意义的公理，那么，公理是怎么可能的？这才是问题的实质。显然，约定论是无法回答这样一个问题的，因而约定之路也不是真正的认知之路。

四、哲学的困境及其根源

自从独立的近代科学诞生以后，哲学即转向认识论探索。所谓认识论探索，实质上就是寻找认知之路。人类的认知活动，以科学最有成效，因此，哲学也就日益演化为科学哲学。在这过程中，的确出了很多成果。但是，这些成果（作为认知之路来说）没有一个能够确定下来。这就是说，哲学找到了很多认知之路，但没有一条是真正的通路。以至到后来，“什么也不是”，“怎么都行”了。可见，哲学找路已经陷入了困境。

那么，难道真的没有认知之路，或者说存在无数条认知之路（这两种说法是同一的）？决不是。地球上，开始并没有生命，后来才有生命，至于有知识的人类的出现那是更晚的事情了。此外，文字记载也证明人类的知识是不断增长的，这些都是不争的事实。那么，就总存在这样一个过程：从无知到有知识、从少知识到多知识。这就是说，人类已经走过和现在还在走着认知之路。尽管人类知识的诞生不止一个起源，以至在一个很长时期，人们在几乎相互隔绝的情况下以不同语言表达着知识，但是这些知识却是可以沟通的，这同样是一个不争的事实。这就说明，认知之路，并没有无数条，而只有有限条甚至就总体来说只有一条。因此，说不存在认知之路是不正确的，说存在无数的认知之路也是不正确的。

有路，而且是前人走过的路，但后人没有找到，而且是找了几百年甚至上千年也没有找到，这里的原因何在？

找前人已经走过的路，可能的方法有两种：一种是历史方法，从前人走过的路上留下的痕迹追根溯源；另一种是逻辑方法，从一定的前提条件出发进行逻辑推论。笔者认为，这两种方法都要用到，但应以逻辑方法为主。因为，人类从无知识到有知识，这是一个自然历史过程，且当人类意识到自己有知识时，人类已经深陷在知识的海洋中，认知的历史之路已经为知识的海洋所淹没；但是，逻辑方法是从一定的前提条件出发进行逻辑推论，它不受史料的局限，且逻辑学已经证明，只要前提正确推论无矛盾就能够得出正确的结论。当然，逻辑方法也需要历史资料佐证，因为我们所找的路毕竟是前人已经走过的路，且前人走过的路上一定会也毕竟留下了一些痕迹。事实上，以往哲学找路也是如此，只是不那么自觉罢了（不自觉，当然也就做不好）。既然要以逻辑方法为主，那么首要的就是研究逻辑方法赖以出发的前提，此外，当我们对这些前提做出深入研究的时候，以往哲学没有找到路的根源也就暴露出来了。

数学可以证明，一个点无所谓路，两点之间才可能有路。就认知之路来说，其中一个点是知识；另一个点是实验和感觉活动。现实（非唯心主义玄想）的路，必须贯通这两点之间。这就需要先对这两个点做出深入的研究，从而找出连接这两个点之间可能的路（逻辑联系）。但是，哲学仅仅在知识这一个点打转转（即使对这一个点的研究也存在重大的缺陷），较早的哲学认识论（例如培根、休谟、康德）无不是从经验开始，然而他们所说的经验事实上是知识（至少是知觉）。后来的科学哲学，研究（分析）的是科研成果，显然科研成果不过还是知识。遗憾的是几乎没有人真正研究过科学活动（实验和感觉活动）本身。马克思以前的哲学家看不上实验和感觉活动，他们不研究实验和感觉活动就不用说了。自然科学家一般是重视实验和感觉活动的，但是他们只是忙着做实验和感觉活动（观察），而很少研究实验和感觉活动。马克思恩格斯认为，实践、实验是认知的基础，对认知活

动做出了很多精辟的论述，这些论述对我们找到认知之路有着重要指导作用，但是他们也没有对实验和感觉活动作过深入系统的科学考察。至于后来的他们的学生，惯常抽象思辨的“辩证”运动，更没有考察过具体的实验和感觉活动。当然，这里有着客观的原因，马克思恩格斯及后来的学生，他们的迫切任务不在自然科学，而且当时的自然科学并没有现在这么发达，因而他们既没有时间也没有条件对实验或感觉活动做全面科学的考察。然而，不管什么原因，以往对认知之路的另一头——实验和感觉活动，没有作出真正的科学考察，这却是事实。这样，仅仅在一个点打转转，则无论怎么转，都不可能转出路来的。

学者们有这样一个共识：科学的特征在具体研究，而哲学的特征是抽象思辨。显然，抽象思辨也就是对已有知识思辨，可见在已有知识这一头打转转正是哲学的特性。然而，要找到路仅仅在已有知识这一头思辨是不行的，而必须具体研究，研究实验和感觉活动及其过程，研究由实验和感觉活动何以达到知识。这样，哲学（以往哲学研究的问题）也就真正科学化了。然而，这样一来，哲学（以抽象思辨为特征的认知活动）也就消亡了，因为哲学的领地只剩下认识论领域，而这一领域也要变成真正的科学——由思辨的认识论变成具体研究的认知学，那么哲学（以抽象思辨为特征的认知活动）不消亡又待何时？！

引文出处

表运开、陈其荣、缪克成、朱长超等主编《方法科学手册》，上海科学技术出版社，1989年版，第151页。

④ 周贵莲著，《认识自然科学之谜的哲学家——张佳认识论研究》第53、49~52、54页。

⑤ [英]伊·拉卡托斯著，兰征译，《科学研究纲教方法论》上海译文出版社，1986年版，第147、149、152~153页。

第十章 认知科学的探索

对认知之路的探索，除哲学外还有 20 多年前兴起的认知科学。据介绍，认知科学（Cognitive Science）是从哲学、心理学、人工智能、人类学、神经科学的交叉领域中成长起来的，20 世纪 70 年代末正式宣告成立的，以研究智能系统的工作原理为对象的交叉科学。显然，所谓“智能系统的工作原理”，只能存在于智能系统的智能活动即认知活动及其过程中，只有对这一活动及其过程进行研究才有可能揭示其“工作原理”，因此它与仅在意识中抽象思辩的哲学不同。大约正因为此，它被称为科学而非哲学，也正因为此，本书要把它与哲学分开来考察。

如前介绍，认知科学是一门新兴科学，尽管它取得一些可喜的成就，但它本身并不成熟。此外，尽管这门科学在国外有很多著述，但在我国不仅这方面的著述很少，即使介绍国外这方面的成果的书也不多，由于笔者所处的环境能看到的就更少。因此要全面谈论这门科学，对我来说是力不从心的。但是，认知科学毕竟是对认知问题作出了最新探索，要找到认知之路不能不对它作必要的了解。好在我们并非要对这门科学进行全面的评价，而只是就探索认知之路这一问题作些借鉴，也许达到这有限的目标还是可能的。

本章的重要概念：信息加工，信息、知识、表达、计算、认知科学的理论框架、认知科学的基本概念、认知科学的基本课题、认知科学的对象实在。

一、认知科学的成果

如前述，认知科学的兴起尽管时间不长，但已经取得了一些

可喜的成就。成就是多方面的，但笔者认为最主要的是如下三个方面。一是认知科学的理论框架。认知科学最基本的假设是：智能系统是一个信息加工系统或称物理符号系统；支撑上述最基本假设的是四个基本概念：信息、知识、表达、计算。这一理论框架清晰地表明认知活动及其过程的工作原理：认知是一种加工，其被加工的东西是信息（来自外界输入的和由外界输入引发系统内部的），用以加工的东西是知识（作为记忆存储于系统内的），加工（认知活动及其过程）本身则是表达和计算，由此得到新知识。这一基本假设将过去神秘的、含糊的有关术语变成了具体的科学术语，在心智研究上，跳出了以往上千年来哲学思辨的旧框框，开辟了新的科学的道路。二是关于智能的定义。认知科学认为，不仅有自然智能即人的智能，也有人工智能即自然智能在计算机上的模拟。这一定义不仅扩展了人们关于智能的视野，而且开辟了智能研究的真正科学（即以实验为基础的）道路。三是在人工智能方面的成就。其主要是运用前述智能系统的工作原理，编制人工智能程序并在计算机上应用，尤其是利用人类在专门领域的知识建立起来的各类专家系统，显示了智能物化的威力和良好前景。

对任何事物的评价必须找到适当的参照系。就对认知科学成果的评价来说，其适当的参照系有两方面：一是认知科学本身或者说认知现象这一问题领域应当解决的基本课题；二是认知科学诞生前人类在这一领域已取得的成果。关于第一方面，笔者认为，如果把“认知”理解为“获得知识”，那么其基本课题有层次不同的三类：第一，知识的应用或者说应用性扩展；第二，在已有知识的基础上创造新知识；第三，从无到有创造知识。下面我们从这一认识出发，把认知科学的上述成果与认知科学诞生前的成果进行比较，从而试做评价。

第一类课题，在认知科学诞生前就已有比较成熟的理论，至少有两种理论，一是演绎逻辑，古老的实例是欧几里得的《几何

原本》，对它的研究引出了系统化的现代数理逻辑；二是哲学，典型的理论是康德的“先天综合”学说，历史上所谓归纳方法、约定方法尽管说法不同，但本质上是（逻辑上不能不是）康德“先天综合”学说的翻版，因为无论是归纳还是约定，都必须以有关概念（范畴）先在为前提，都不过是对已有（在康德来说是“先天”）概念（范畴）的应用而已。在这方面，认知科学从信息加工理论框架出发，把知识的应用理解为运用已有知识对新获得的信息进行表达和计算，从而实现知识的应用和扩展，其使用的术语更加具体贴切，因而更加科学；认知科学不仅研究了自然智能系统（人）的知识应用，而且还有人工智能方面的应用，因而把这一类课题推进到一个新的高度。

第二类课题和第三类课题，有这方面的实践事实，近代兴起的代替亚里士多德物理学的经典物理学和超越经典物理学的相对论物理学、量子物理学都是其实例。这些实例与第一类课题所说的实例不同，它不是运用已有的概念（范畴）去综合新的信息，而是创造新的概念（范畴）去综合新的信息。此外，我们应当确立这样一个事实：人类是从无知识到有知识有一个发展过程，或者更确切一点说自然智能有一个从无到有的发展过程。因此，前述的第二类课题和第三类课题是成立的。在认知科学诞生前，这两类课题都有探索，当代科学哲学寻找所谓“科学发现的逻辑”正是这方面的探索。这些探索，尽管也有一些成果，但很不成熟或者说基本上没有突破，以至到今天在实践中已实现了的“科学发现”是如何实现的仍然还是一个谜，由此一些科学哲学家甚至认为“科学发现”是非理性的，无规律可循。

对第二、第三这两类课题，认知科学也进行了一些研究。当然，在这方面的研究和成果也有不少，但笔者认为，其中最具启发意义的是关于模式识别的研究。关于此，在《人的信息加工（心理学概论）》一书中做了详细介绍，结论是：即使对最简单的模式例如英文字母的识别，其“心理的信息加工系统包括数据驱

动的和概念驱动的两个方面。”这里，所谓“数据驱动的”，它是指到达感官的外界信息通过感觉神经系统的分析并传达到脑的过程；所谓“概念驱动的”，它是指“以概念与期望为起点的加工”。关于后者，该书写道：

“期望和概念必定在分析中起着重要作用。我们记忆系统中保持着过去经验的记录，这是一种关于我们所经历事件的组织和形式的一般知识，关于语言结构的知识。从记忆得来的信息必定与从感知分析得来的信息相组合。正如分析的数据驱动部分必定起着重要作用一样，概念驱动的分析也是信息加工循环的部分。……

概念驱动的加工从所经历的事件的一般知识开始，从这项知识所产生的特定期望开始。这种期望实际上是关于感觉信号的性质的理论或假说，是期望发生的事情。这些期望指导着各个水平的分析阶段，从语言分析系统的激活起（如果期望输入是语言的话），直到特征觉察器的建立（以处理特定输入），再到把注意指向特定事件的细节。……数据驱动的加工和概念驱动的加工，两者都是需要的，仅有一方是不够的，两者都是必须的。”^①

由上述研究，可以引出一个重要结论：通过由感官到脑这一单向通路反映客体直接成为知识，这是不可能的。因为人只有经过对外界输入的信息进行加工才能获得知识，这不仅需要数据驱动的，而且需要概念驱动的，而概念驱动的就是对知识即已有知识的运用。于是，一个悖论展现在我们面前：人要获得知识必先有知识。其实不仅要获得知识必先有知识，甚至外界信息输入人脑也必先有知识，因为人脑对外界信息的摄取是有意向（期望）性选择的，而意向（期望）性选择本身无疑就是知识的运用。

事情到此并没有结束，这里还有一个问题：“概念驱动的”

这个“概念”（知识）又是什么呢？该书又写道（插图略）：

“模版匹配是模式辨认的一个简单公式。……然而这个简单的公式，作为人类模式辨认的典型，是很容易失效的。看一下，如果字母印刷得稍许倾斜、太小或太大，将会发生什么情况（图 1-5a, b, c）。

这时这个系统便失效了，除非对每一输入模式有一个准确的模版。……

模版看来不能解释人类的模式辨认。必须处理的模式的各种变化，是模版公式的大问题。处理是可能的，但是每一个都要作为特殊情况来处理，这就使系统变得非常复杂和庞大。而且模版公式不能辨认没有现成模版的新模式，人类能够作到。很明显，解释人类模式辨认能力，需要更强大而灵活的系统。”^②

显然，“模版”可等同于“直观映象”。上述研究表明，用模版匹配亦即用存储于记忆中的直观映象匹配，来解释人的模式辨认是不可能（不能行）的。由此可引出第二个重要结论：存储于人脑中的知识，不可能是客体直观僵死映象的简单堆积。这第二个结论是从另一个角度加强了第一个结论，第一个结论从获得知识的角度说：通过由感官到脑这一单向通路反映客体直接成为知识不可能；第二个结论从运用知识的角度说：存储在人脑中的知识也不可能是客体直观僵死的映象。这两个结论，足以粉碎在这方面以往哲学的任何幻想！

应当承认，上述研究并没有得出可以称为“发现的逻辑”那种明确的东西，但却揭示了解决这一问题无与伦比的难度和问题的症结。哲人们常说：正确表述问题是解决问题的一半；而找到问题的难度和症结则是正确表述问题的前奏。因此，笔者认为，这是认知科学的一个重要成果。

二、结构主义的认知观及其争论

前述关于模式辨认的研究表明，解释人类模式辨认能力，不是僵死的模版公式，它需要更强大而灵活的系统。那么，这“强大而灵活的系统”是什么？其最初的东西来自何方？关于此，认知科学也进行了探索，形成了所谓结构主义的认知观。据介绍，1975年在法国巴黎附近召开了一次具有历史意义的圆桌学术会议，西方学术界的两位杰出人物语言学家乔姆斯基和心理学家皮亚杰，以及其他一些知名的哲学家、人工智能科学家和神经生理学家等参加了这次会议，与会者展开了针锋相对的争论，争论涉及到人的认知结构从何而来这样一个核心问题，后来有人把这次会议看作是认知科学的开端。可见，结构主义是认知科学一个重要思想渊源和组成部分，因此，要考察认知科学需要对结构主义的认知观及其争论做点考察。

结构，最初是数学结构主义学派的核心概念。数学的结构主义学派认为，全部数学可以归结为三类母结构：代数结构（即 $P \cdot P^{-1} = 0$ ）、序列结构（即 $P \wedge Q$ 先于 $P \vee Q$ 可转换为 $P \vee Q$ 后于 $P \wedge Q$ ）、拓扑结构（即以邻近、边缘、接近、极限等概念为基础的结构）。皮亚杰认为，人的认知中也有结构称为认知结构，其最高层次的认知结构就是逻辑——数学结构。联系到前述模式辨认的研究，在皮亚杰来说，存储在人脑中的知识不是僵死的模版，而是灵活的认知结构。在这方面，乔姆斯基的观点和皮亚杰是一致的。乔姆斯基所说的统辖着语言结构和运用的抽象普遍原则即“普遍语法”，就是认知结构，他认为人们正是凭借着这种认知结构加工外来信息从而获得知识（语言）。不仅乔姆斯基和皮亚杰是如此，其他认知科学家也如此。例如发明著名的“ACT产生式系统”的认知科学家安德森，“如果这种产生式系统用计算机语言来表示，则可以用一条‘如果……则……’的规则来表

示。’^④显然，“如果……则……”的规则，就是认知结构。此外，如果说数学结构主义学派所认为的三类母结构也可运用于物理学（这是显然的），那么三类母结构与物理学三个最基本的概念（基本变量）相联系，即拓扑结构与空间概念相联系，序列结构与时间概念相联系，而代数结构以数为基础因而与物体相联系（正因为“物”以“体”的形式而存在，因而人类才有可能通过对“物”数数从而有数即自然数的观念）。康德曾经揭示（分析物理学认知实践亦可证明），物理学正是凭借着这三个最基本的概念亦即三类母结构，才实现了对物理信息的有效加工，从而得出物理学知识体系。显然，认知结构是一个内在的体系，其最初的东西是很少的但却有着强大的演绎能力，这就是说它的确是“强大而灵活的系统”。因此，说人们用以进行信息加工的知识就是认知结构是不错的。

但是，人类最初的认知结构究竟是什么，怎么得来的？正是在这一问题上，认知科学家们有着根本的分歧：乔姆斯基主张天赋论；皮亚杰主张建构论。那么，他们的主张有哪些是正确的？我们从中能够得到什么教益？

关于乔姆斯基的天赋论，《认识科学导论》一书写道：

“他所追求的这种‘普遍语法’就是人的天赋的才能的表征，是可以由每个人遗传上决定的语言官能所理解的。乔姆斯基强调，只有从这样的天赋论的假设出发，我们才能理解和解释人类语言之间为什么有如此之多的相似之点和儿童在习得语言的过程中有如此之多的显著的相似之处。同时，也只有从这个假设出发才能说明，人在运用语言时，能构成从未听过和说过的（而又是可以接受的）无限句子的创造性。……他指出普遍语法与具体语法不同，是决定语法形式和特点的一种图式和语法赖以发挥作用的原则，是人脑的组成部分，也是人类语言的本质。”^④

该书在后面还提到，乔姆斯基假定人脑中存在包含着“普遍语法”的“语言习得装置”。由此可以推论，乔姆斯基所说的天赋的东西，似乎就是人脑这个物质结构的一种属性，可见他的天赋论不是以往天赋论的简单重复。智能需要硬件，就人这种自然智能来说，其硬件就是人脑的生理神经结构，人的认知以这一硬件为基础同时也受到这一硬件的限制，因而把它说成是一种认知结构也没有错。此外，在硬件方面人们之间并没有大多的差别，由此也的确可以得出上述乔姆斯基的解释。从这个意义上说，乔姆斯基的说法有合理性。但是，智能更需要（甚至直接就是）软件，这也是一种结构，人的认知即信息加工的实质就是将这些信息纳入这种结构，如果说这种结构也是天赋的，这就与以往的天赋论没有区别了，显然这是不正确的。诚然，软件的获得总是在一定的硬件基础上实现的，也因此软件的结构也一定会体现硬件结构的某些属性，但是这仍然不能由此把软件的获得归结为天赋，因为这无法解释人们之间在智能（亦即软件）上的巨大差别，可见硬件只是获得软件的必要条件并不是充分条件。我们必须再现人（甚至追溯到动物发展的一定阶段）由一定的硬件获得软件的过程，只有这样我们才能弄清硬件与软件的真实联系，从而真正找到认知之路。乔姆斯基并没有做到这一点，从他的立论基础出发，也不可能做到这一点。

关于建构论，皮亚杰写道：

“认识的获得必须用一个将结构主义和建构主义紧密地连结起来的理论来说明，也就是说，每一个结构都是心理发生的结果，而心理发生就是从一个较初级的结构过渡到一个不那么初级的（或较复杂的）结构。因此，逻辑数学运演最后就跟行动的一般调节（联合、排列顺序、对应等）联系起来，分析到最后，就跟生物的自我调节系统联系起来；但是生物自我调节系统并不是预先就包含着所有那些建构物，而

仅仅是这些建构物的起点。¹⁵

显然，皮亚杰的认知结构是指软件。由皮亚杰的著述可以看出，他认为，最初的认知结构来源于动作，由于作用于客体的活动反复多次，通过一般化而形成某种图式，智能的发展就是通过建构图式，从初级发展为更高级，最终达到逻辑数学图式。皮亚杰强调主体的能动作用，把认知结构的产生建立在主体与客体的相互作用的基础上，并且描述为一个从简单到复杂的过程，这比起把认知起源仅仅归结为天赋的天赋论是进了一步。但是也仅此而已，就揭示认知起源的机制来说，他并没有提供必要的东西。是的，知识起源于主体与客体的相互作用，也有赖于主体的能动，但是主体并不是仅仅与客体相互作用就能产生最初的知识或者说最初的认知结构。我们应当记得前面的讨论，客体的映象并不能囫圇的直接进入人脑，同理人与客体相互作用的结构也不可能自动的囫圇的直接进入人脑，无论是客体的映象还是相互作用的结构要进入人脑，都必须有一个加工的过程，揭示这样一个加工过程，我们才能对知识或者说认知结构的起源有真正的理解。在这方面，皮亚杰同样没有做到这一点。

三、认知科学的局限及其根源

就认知科学来说，在前述认知问题领域的三类课题中，后两类课题更为重要，尤其是第三类课题更具根本性。因为很显然，如果弄清了从无知到有知识这一过程及其原理，就不难弄清知识的应用和在已有知识基础上创造新知识。此外还可以这样说，破解后两类尤其是第三类课题，是认知科学能够矗立起来的关键。因为，第一类课题，哲学、逻辑学早已有比较成熟的理论，认知科学不过综合运用信息论、控制论和计算机科学的新知识将其深化（实质是对哲学、逻辑学已经取得的成果作了新的解释）

并扩展运用到自然智能，这当然是重要的进展，但是在理论上毕竟没有更多的属于认知科学本身的新东西，仅仅如此，认知科学有什么理由成为独立的科学，从而矗立于科学之林？

应当指出，认知科学的信息加工理论框架是一个很好的框架，具有解决后两类课题的逻辑可能性。就第二类课题来说，信息加工是用已有知识加工新的信息，反过来说当然也可由新的信息改造已有知识。认知科学认为，知识是一个结构，信息加工就是运用知识这个结构对信息进行表达和计算。因此，所谓表达，也就是用已有知识来表达新的信息，亦即将新的信息纳入已有的结构；所谓计算，也就是检验那个含有新信息的表达，与其他知识亦即知识整体是否协调。由此可知，如果用已有知识加工新的信息从根本上发生困难，那么其原因就是已有知识不能表达新的信息即不能把新的信息纳入其结构，或者说即使能够纳入部分结构但与知识整体结构不协调，这就说明已有知识那个结构有问题，应当对那个结构进行调整亦即改造那个结构，显然调整已有知识那个结构实质就是创造新的知识（新的概念范畴）。就第三类课题来说，“信息加工”这一概念已经预示着信息是知识的元素，那么就应当从知识这个角度来估价信息的定义（猜测从哪里才能找到信息），由此研究信息的产生过程及其机制，从而作出信息的认知学定义。此外，有了信息的认知学定义，结合对已有知识的分析，不难作出知识的科学定义；有了这两个定义，就不难在信息与知识这两个点之间找到逻辑通路亦即认知之路，于是也就破解了这一课题。

然而，认知科学并没有得出它在逻辑上应当得出的成果，为什么？根据上面的讨论，笔者认为，其根源至少有如下三个方面。

首先，认知科学对其最基本的概念，没有作出科学研究。如前述，认知科学其最基本的概念是信息、知识、表达和计算，尤其是信息和知识。因为，认知科学的理论框架是信息加工，而且

是运用已有知识进行加工，因此，只有知道“信息”和“知识”才能具体知道如何加工。无可否认，认知科学诞生前，信息、知识等概念早已存在，但是那些概念是属于其他先在的科学的，例如信息，那首先是通讯科学的，后来就有哲学的。对通讯科学的信息概念，认知科学当然可以也应当借鉴，但那毕竟只能借鉴不能照搬；哲学是思辨的，对以往的成果思辨即仅仅在以往意识中打转转，可以清理研究的基地从而创造继续研究的条件，仅此而已，不可能产生新东西。须知，任何科学作为本科学赖以矗立的核心概念，都必须自己研究产生，不可能用简单的拿来主义了事的。

其次，认知科学对其最基本的对象实在，没有作出科学研究。认知，其最原始或最基本的含义是从无知识到有知识，而从无知识到有知识的认知活动是也只能是感觉活动，这就是最基本的认知活动亦即认知科学最基本的对象实在。这样看问题不仅符合逻辑，也符合历史事实。因此，认知科学的“信息”概念，只有通过感觉活动（包括实验）的研究才能作出科学定义，从无知识到有知识的路即真正的认知之路，只存在感觉活动及其发展过程中，认知科学属于自己的核心理论，只有通过研究感觉活动（包括实验）才能真正建立。但是，很遗憾，认知科学只是漂浮在以往意识的迷雾中，而没有脚踏结结实实的大地，扎扎实实的研究自己应当研究的东西。

再次，就方法论来说，认知科学在一定程度上患了简单综合症。如前述，认知科学家对“认知科学”的定义是：认知科学是从哲学、心理学、人工智能、人类学、神经科学的交叉领域中成长起来的交叉科学。由此出发，它忙于综合其他科学的成果，而没有研究自己应当首先研究的内容。不错，任何后发展的科学都应当综合已有科学的成果，但是这样的综合必须建立在自己的核心理论的基础上，都只能运用自己的核心理论来综合，否则不可能是系统的综合，而只能是其他科学成果的简单堆积。大家知

道，简单堆积是不可能堆积出新东西来的。顺便说，简单综合症，目前似乎是流行病，不止认知科学一家，当今所谓的新科学几乎都患了这种病。难道不是吗？

引文出处

② 〔美〕P·H·林赛·D·A·诺曼著，孙晔、王更生等译，《人的信息加工（心理学概念）》，科学出版社，1987年版，第201、327

④ 章士嵘著，《认识科学导论》，人民出版社，1992年版，第161、70页。

⑤ 〔瑞士〕皮亚杰著，王宪钊等译，《发生认识论》，高务印书馆，1995年版，第15页

第十一章 物理本原及其逻辑生长

从本章到第十三章，讨论自然科学（物理学）实际上走过的路。本章讨论其中一部分，下两章再讨论另外两部分。

本章的重要概念：自然知识、物理本原、逻辑生长、实验探路。

一、何谓自然知识？

在第九章中我们说过，仅有一个点无所谓路，两点之间才可能有路，因此只有对要找的路的两个端点先进行研究，从而弄清它们各自的情况，而后才能据此找路。大约没有人会反对如下断定：这两个端点，一个是感觉活动（包括实验），另一个是自然知识。对第一个端点，本书第二篇已经做了研究，结论是：在这个点，我们得到和能够得到的，是知识之源即离散无序的不可言说的差异。对第二个端点，我们还没有考察。现在就来作点考察。于是，就有了本节标题这一问。

这一问的实质是为自然知识与其他知识划界。科学哲学有一个“分界问题”，企图划分科学与非科学之界限，那里的“科学”指科学知识即正确知识。然而，知识是发展的，是“思维向客体的永远的、没有止境的接近。”^①因此，对人类已经得到的知识，企图划一个抽象的凝固不变的界，即哪些知识科学（正确），哪些知识不科学（不正确），是不可能的*¹。但是，却可以在自然知识与其它知识之间划一界，即把自然知识与其它知识区别开来，很遗憾，对这一问题科学哲学反而没有讨论。事实上科学哲学所谓科学仅指自然科学，因此划清自然科学与其他科学的界限，正是解决问题即找到认知之路所必不可少的。

下面讨论本节正题。何谓自然知识？乍一看，这一问是多余的：难道已经创造出了自然知识的人类（这是谁也不能否认的事实），还不知道何谓自然知识！其实不然。

首先，主观唯心主义者就不可能知道何谓自然知识。因为，主观唯心主义者认为人的知识是人脑所固有的，既然如此，他们所认为的知识就只能是没有任何区分的知识，或者说有区分也只能就人脑的不同而区分，不可能有自然知识和其他知识（例如社会知识）的区分，那么，他们何以要知道又何以能知道何谓自然知识呢？

其次，客观唯心主义者也不可能知道何谓自然知识。因为，客观唯心主义者认为，知识是作为绝对精神一类的东西永恒存在，它没有来源也不需要来源，因而它没有外在标准也不需要外在标准，那么，客观唯心主义者凭什么来断定何谓自然知识？

唯物主义者应当（逻辑上有必要和可能）知道何谓自然知识。因为，唯物主义者认为知识是人（通过实践）对外在客观实在的理论反映，而据人类的长期探索，客观实在至少可分为自然与社会，因而知识就至少可分为自然知识和社会知识。但是，长期以来人们并没有在知识中切实找到被反映的自然实在（野生的自然），人们也就并没有也不能说清什么叫自然知识。笔者这样说，或许有人不以为然，但是这是有证据的。有这样一种情况：一些学者认为，数学几何学是自然知识，甚至是自然知识的典范。那么，这一认为正确吗？如果说正确，根据是什么？如果说不正确，根据又是什么？据笔者所知，学术界还没有讨论过这一问题，而且现有理论也不足以回答这一问题，因为现有理论并没有关于自然知识的确切的判别标准。难道这不足以证明上述命题？

在前一篇里，我们已经通过追溯知识之源找到了野生的自然，从而可以断定，自然知识就是人们通过研究野生的自然而得出的关于野生的自然的知识，由此也就确立了判定标准：其研究

对象亦即其基本概念所指称的东西，是人们清楚明白、可以实实在在地找到的外在自然物，这种知识才是自然知识。然而，数学几何学并不符合这标准，因为我们不能在外在自然中找到数学几何学基本概念所指称的东西，即数学几何学的基本概念（点、线、面、数）所指称的东西，只能是存在于我们心中的观念（它是对外在客观实在的抽象）。当然，我这里不是说数学几何学知识不能成为自然知识，而是说数学几何学知识本身并不就是自然知识，数学几何学知识成为自然知识须要有条件的，它必须依附于真正的自然知识。其实，数学几何学知识本身是区别于自然知识和社会知识的另一类知识*²，它当然可以成为自然知识的一部分（当它用于研究和表述自然知识对象时），然而它也可以成为社会知识的一部分（当它用于研究和表述社会知识对象时）。显然，可以（即有条件的）成为某种知识的一部分，并不等于就是（即在独立意义上是）某种知识，更不能说成是那种知识的典范。

仅有上述标准，还不是自然知识的完整定义。因为上述标准还仅仅是就自然知识所反映的对象来说的，即就这种知识与外在自然的关系这一角度来说的。但是，自然知识还有另一面，即它对自然的反映是以什么的方式实现的。弄清这一面也很重要，因为这不仅对指导我们更好的得到知识有决定性意义，而且对确证前一面（自然知识反映的是什么）也具有重要意义。通过本书第二篇的研究，我们知道，由感觉活动（包括实验）能直接得到的只是知识之源而不是知识，也就是说，人们反映自然决不是由感觉活动直接实现。由此可以深入一步论定：知识是由知识之源组合而得出，是知识之源的某种体系，这就是说，知识是以知识之源组合成体系的方式反映自然的。事实上，自然知识是以体系的方式而存在，是以体系的方式反映对象自然，这一观点也是学术界普遍的看法，因此确立这一观点大约没有异议。

说到这里，有必要对“信息”这一概念，从认知科学这个层次作出定义*³，并且由“信息”的角度再定义“知识”。由上述

分析联系上一篇的研究，我们不难断定，就认知科学来说，信息也就是感觉，亦即通过感觉活动所得到的差异。因为，我们在认知活动中得到和能够得到的最原始的东西只是感觉差异，因而我们说的信息加工其被加工的东西追根溯源是也只能是感觉差异。其实，这一定义对通讯科学也是适用的。目前通讯科学关于信息的定义（即申农的定义），实际上只是一个量的定义，没有给出质的定义，因而是个不完善的。显然，通讯过程中的电波不是信息而只是信息的载体，信息是也只能是电波之间的差异，人们之所以可以利用电波进行通讯，也无非是因为电波之间有差异，因此通讯科学中信息概念质的定义也应当定义为差异。此外，申农的信息定义，其核心思想是“信息量的大小可用被消除的不确定性程度来量度”，而且是令“不确定性”的完全消除为“1”；这里的“1”显然可视为“系统”即一体系，因此申农的信息定义还与“系统”概念相联系，这正是作为体现量方面的定义的特性。关于此，我们应当吸取，但是笔者认为，这不应反映在“信息”概念上，而应当反映在“知识”概念上。我们把“知识”定义为信息的系统即信息的有序结构（亦即信息的体系），“知识”无疑可理解为“不确定性”的完全消除，因而它可理解为信息的系统。事实上，通讯的本质或者说其目的是传递知识，即传递消除了不确定性的东西，而传递知识的手段才是信息及其组合（组合即编码、译码）。我们这样定义“信息”和“知识”，是基于对认知的原始活动及其过程即感觉活动及其过程的深刻分析，而且把通讯过程与认知过程统一起来了，这样一来，认知科学关于“信息加工”的理论框架也就得到充实和完善：知识是用以加工的东西，信息则是被加工的东西，而表达就是用知识表达新获得的信息，计算则是检验纳入新信息后的信息体系亦即知识整体的协调性。可见，这一定义是科学的。

综上所述，我们可以为“自然知识”下一个初步的定义：自然知识是人们对野生的自然的理论反映，是由感觉活动或实验所

得到的知识之源亦即信息组合成的体系（有序结构）。

二、自然知识体系和物理本原

自然知识是体系，但是体系既要有被组合的东西，还要有用以组合的东西，这被组合的东西我们已经知道，那就是由感觉活动和实验得到的知识之源亦即信息，那么这用以组合的东西又是什么呢？诚然，我们从信息加工的理论框架认识到，这用以组合（加工）的东西是也只是知识，但是问题依然存在，因为人类是从无知识到有知识的，那么这最初的知识又是什么呢？

英籍匈牙利科学哲学家伊·拉卡托斯，提出了著名的“科学研究纲领方法论”，也许我们由此可以得到启发。拉卡托斯写道：

“评价的基本单位不能是孤立的理论或理论的合取，而是‘研究纲领’。研究纲领有一个根据约定而接受的（因而根据暂时的决定是‘不可反驳的’）‘硬核’，有一个‘正面启发法’。正面启发法限定问题，草拟辅助假说保护带的建立，预见反常并成功地将其转为证例。所有这一切都要根据预定的计划进行。科学家列举出反常，但只要他的研究纲领不减势头，他大可不理睬它们。决定他的问题选择的主要是纲领的正面启发法，而不是反常。”^②

拉卡托斯的说法是合理的。我们的研究证明，由感觉活动和实验，人们只能得到仅仅能够互相区别的离散的、不可言说的差异（根事实），不可能直接得到任何物理事实，任何物理事实都只能是某种理论的一部分，或者按拉卡托斯的说法，都是理论体系中的“硬核”所使然。因此，所谓仅仅靠直接归纳“事实”而得出理论，或者直接由某个“事实”而证伪理论，以及直接由约定选择某个（单一）“事实”（公理）而构造理论，都是不能设想

的。由拉卡托斯“研究纲领方法论”，似乎可以得出结论：前述“用以组合的东西”，即将知识之源组合成自然理论体系的东西，就是理论体系中的“硬核”。那么，具体说这“硬核”是什么？

关于此，拉卡托斯没有作出明显确切的论述。从他所举的实例来看，他所说的“硬核”似乎是两种略有不同的东西。

其一，是一组公理，他写道：

“在牛顿纲领中，反面启发法禁止我们把否定后件式指向牛顿动力学的三定律和万有引力定律。根据其支持者的方法论决定，这一‘内核’是‘不可反驳的’：反常必须只在辅助、‘观察’假说和初始条件构成的‘保护’带中引起变化。”^③

其二，是模拟实在的模型，他写道：

“纲领的正面启发法使科学家不被大量的反常所迷惑。正面启发法规划出一个纲领，这一纲领开列出一连串越来越复杂的模拟实在的模型：科学家的注意力专注于按其纲领正面部分规定的指示来建立他的模型。他不管实际的反例，即可资利用的‘材料’。牛顿最初制定了一个固定的点状太阳和一个点状的行星构成的行星系的纲领。正是在这一模型中，他为开普勒的椭圆导出了反平方定律。但牛顿自己的动力学三定律是禁止这一模型的，因此，必须用太阳和行星都围绕它们共同的引力中心旋转的模型来取代这一模型。”^④

但是，“动力学三定律和万有引力定律”这样一组公理，与“一个固定的点状太阳和一个点状的行星构成的行星系”，或者“太阳和行星都围绕它们共同的引力中心旋转的模型”，这样一个“模拟实在的模型”是不同的。从拉卡托斯关于“研究纲领”、

“硬核”或“内核”与“孤立的理论”相区别的论述来看，单个的公理（显然是“孤立的理论”）不能是“硬核”或“内核”。当然，按照拉卡托斯的说法，一组公理可以是“硬核”或“内核”，但是公理是互相区别的独立的（这是公理选择的原则），那么是什么使之建立了联系从而成为一组的？于是又回到前述的难题。由此看来，“硬核”应当是“模拟实在的模型”。实在本身是一体的，因此“模拟实在的模型”当然也可以是一体的，这样由“模型”不难得出一组公理，这里公理之间的联系是由一体的模型赋予的。此外，“模型”是“模拟实在”的，这个“实在”当然是自然实在即“野生的自然”，将“模拟实在的模型”作为自然理论的出发点，正符合我们在本章第一节中讨论过的“自然知识”的特性。

由托卡托斯的论述可见，关于牛顿力学体系的演绎基础，是“动力学三定律和万有引力定律”这样一组公理，还是“一个固定的点状太阳和一个点状的行星构成的行星系”或者“太阳和行星都围绕它们共同的引力中心旋转的模型”这样一个“模拟实在的模型”，在这问题上他是模棱两可的。笔者认为这是有原因的，这原因就是托卡托斯的研究没有达到应有的深度。其实，牛顿力学体系还有更深层的东西，那就是：物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动，这样一个物理本原。在《物理学基本概念的历史发展》一书写道：

“牛顿力学中同样把质点与时空作为客观存在。世界上一切现象来源于质点组成的物质在时空中按牛顿定律揭示的因果规律运动。

很清楚，牛顿的力学是关于质点的力学。任何原子学说中，首要的是给出原子运动的规律，作为解释一切自然现象的基础。牛顿力学是牛顿时代的原子物理学。

在牛顿力学中，原子除了有占居空间的属性外，还有惯性和包括引力在内的一切力的普遍属性。这样，不仅使原子有了作位置变动的可能，而且指明了原子将作怎样的运动。牛顿定律的形式是由原子的普遍属性决定的。

.....

在牛顿那里，真正的外部世界是一个量的世界，一个服从机械规律性，可用数学计算的运动的世界。在那里，仅有坚硬的，永恒的质点在时空中游荡。’^⑤

事实上不仅牛顿力学的基础是上述物理本原，业已存在的所有物理学的基础都是上述物理本原。毫无疑问，物理学是研究运动的。但是，运动总是某个载体在运动，人们不可能想像没有载体的运动；运动总是需要能够运动的空间（场所），人们不可能想像没有空间的运动。有了物质（质点）和空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动，那“一个固定的点状太阳和一个点状的行星构成的行星系”，或者“太阳和行星都围绕它们共同的引力中心旋转的模型”，才是可以设想的。的确，物理学理论都是公理体系。但是任何一个公理，都不过是一种实物（有形的东西）之间的关系，人们不可能想像出没有实物的纯粹的关系；任何公理只有能够诉诸实验，才能成为物理学赖以演绎的公理，而要使公理诉诸实验即能够为实验所操作，也必须找到实验操作对象即公理的物质承担者。综观物理学，其最基本最重要的东西，不是牛顿动力学三定律和万有引力定律，不是相对论或量子力学以及任何科学的定律、公理，而是基本意像：物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动。物理学已经选择的公理、已经得出的全部自然定律，无一不是关于物质、空间以及运动的公理、定律，没有物质、空间以及运动这样一幅自然图景，任何公理、定律都是不可想像的；一切物理实验和有意识的感觉活动只有依据物质、空间以及运动的意像才

能设计，一切物理实验所得结果（数据），只有运用、贯注物质、空间以及运动的概念才有物理意义，因而才能进入物理学理论体系中；一句话，没有物质、空间以及运动的意像就没有古代、近代以至现代的物理学。因此可以论定：物质、空间以及运动，就是以往物理学最基本的“硬核”，正是这一最基本的“硬核”，将感觉活动和实验得出的自然信息组合成自然知识体系。

此外，从康德关于知识形式的研究中，也可以体会到物质、空间以及运动这一本原在构造自然科学理论体系中的作用。康德在研究纯粹理性知识时，发现了两种纯粹的直观形式：空间和时间，并把它们作为先验感性的知觉原理，回答了数学科学其所以具有普遍性、必然性，其所以能够成为自然科学的工具，正是借助于空间和时间的先天形式。显然，康德这一发现有着重要的意义。本书第四章曾经引用一本教材的论述谈到，质量（物质的量）、长度（空间的量）、时间（运动过程的量）是物理学的基本量（基本概念），有这三个基本量就可以演绎出物理学所有的量。一些科学家和哲学家对康德的观点展开过批判，但是不仅没有改变物理学这种状况，而且那些批判者思考物理学问题也没有离开这三个最基本的概念，这里的原因仅在于：离开这三个最基本的概念，物理学是不可能的。当然，康德也有错误，其错误仅在于把空间和时间这种形式，说成是“先天”的，即不能追溯世俗根源的，以及他所说的空间和时间这种形式的具体内容是凝固不变的（即把牛顿及其以前关于空间和时间的观念凝固起来），而不在于他发现了这种直观形式本身。由此，我们再一次体会到，物质、空间以及运动这一本原在构造物理学理论中的基础地位，物理学理论体系是也只能是由物质、空间以及运动这一本原逻辑生长而成的。

其实，岂止是物理学理论是由物理本原逻辑生长而成的，人们的一切自然知识都源于物理本原。例如，皮亚杰所说的认知结构或称图式，都必须在物理本原的基础上才能设想。试问：如果

儿童不是在成人的诱导下首先掌握个体的概念，不是从混沌的环境中分出一个一个的“物体”（质点）和物体（质点）赖以移动的“空间”，能有“运动”、“平衡”等等知觉吗？能进而产生皮亚杰所说的那些“图式”吗？不仅自然知识是如此，而且社会知识、意识知识与物理本原也有极大的渊源关系。不难看出，贯穿在社会科学、数学中最基本最原始的概念也都是“体”（数）、“空间（域）”“时间（连续）”尽管这些基本概念的含义与物理本原的含义不完全相同，但是它们之间的渊源关系则是显然的。勿容置疑，物理本原乃是人类知识中最深层的东西。因为本章仅限于探讨物理学与物理本原的关系，因此我们对其他知识与物理本原的关系不作过多讨论。

三、逻辑生长的路径和探路的手仗

我们说，物理学理论体系是由物理本原逻辑生长而成的，这只是说，物理本原提供了物理学理论体系演绎生长的可能性，而不是说这种“生长”只有一条道路，只能建立一种不变的理论体系。事实上，由物质（质点）和空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动，这样一个物理本原，也不止生长出一种物理学。这就是说，由物理本原到物理学理论体系的逻辑生长有着诸多路径，从每一条路径逻辑生长出的理论体系是不同的。

大家知道，在牛顿物理学之前还有亚里士多德物理学，他的力学定律以及所建立的宇宙模型，与牛顿物理学是不同的。但是，应当指出，这两种物理学由以出发的物理本原原则上是一致的。正因为此，牛顿写作《自然哲学之数学原理》，对“物质的量”、“运动的量”、“外加力”、“向心力”等八个名词下了定义后，接着写道：

“到现在为止，我对那些比较不太熟悉的词下了定义，

并说明了我在下面论述中将怎样来理解它们的意义。但对时间、空间、位置和运动我并没有下过定义，因为它们已为人们所共知。^①

据史料，早在亚里士多德以前，人类就已经有了质点（原子）、空间（虚空）、运动（位移）等概念。这些基本概念也是亚里士多德物理学的演绎基础。可见，牛顿沿用着亚里士多德以来的物理本原，两个体系由以出发的物理本原原本就是一个。

不难证明，物质（质点）和空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动，这样一个物理本原，是一幅最基本的自然图景，是一幅“素描”，因而它有着演绎生长多种自然知识体系的可能性。亚里士多德物理学是其中之一，牛顿物理学也是其中之一，其实被称为现代物理学的相对论和量子力学，追根溯源同样是以这一本原为根底的*⁴。因为，物理学是研究运动的科学，前以述及，研究运动的科学不以那幅“素描”做根底是不可能（不能行）的。这就提出了一个问题：是什么东西决定着不同的路径选择呢？

无疑，这种东西就是：感觉活动（观察）和实验。由感觉活动和实验并不能直接得出理论，因此感觉活动和实验并不是物理学理论体系的直接基础。物理学理论体系的直接基础，则是上述物理本原。但是，由物理本原到物理学理论体系的逻辑生长过程中，感觉活动和实验是有作用的，其作用就在于充当着逻辑生长探路的手仗，仅此而已。关于此的事例比比皆是，科学哲学的著作对这些事例做了大量的分析，我们没有必要去一一列举。

但是，我们可不能由此而对感觉活动和实验有任何的轻视。首先，即使是很顺利（开始一般都很顺利）的逻辑生长，探路的手仗也不是可有可无的，没有这个手仗探路，逻辑生长是不可能的。其次，在生长过程中，探路的手仗也不是完全被动的，这与盲人走路一样，当原来确定的前进方向与探路手仗提供的信息发

生矛盾时，盲人也会停下来思考原来确定的方向是否正确，从而可能改变前进方向。最后，更为重要的是，理论体系由以生长的物理本原，也不是从天上掉下来的和头脑中固有的，是也只能是来源于感觉活动。因此，从总体上或者从根本上说，感觉活动从而实验是知识惟一的来源和最深厚的基础。

一、注释

*¹ 当然，科学与非科学是可以划界的，这实质上就是对“科学”作出定义。但是，“科学”只能从活动（实践）这个角度来定义，即科学是一种特殊的活动，是对客观实在进行研究因而是知识的生产活动；而不能从知识即科学活动的成果角度来定义。关于此，请参见拙文（也谈“社会科学非意识形态化”问题）（载中国商业出版社 1999 年版《社会主义市场经济新议》）

*² 认知对象（即客观实在）可分为三大类：自然、社会、意识（指思维的内容非指思维生理活动），因此知识也就相应地分为三大类：自然知识、社会知识、意识知识、数学知识是意识知识，它的研究对象就是意识（思维的内容），例如，点、线、面、数，不能存在于别的地方而只能存在于人脑中；就其是研究对象这一点来说，意识即思维的内容也是客观实在的。这样，客观实在就是层次有序的：第一个层次是自然，它是“野生的”，即与人的思维（无论是思维内容还是思维活动）无关；第二个层次是社会，它不是“野生的”，而是人的一种创造，但它一经人创造出来后，就外在于人的思维活动而存在；第三个层次是思维内容意义上的意识，它不能外在于人的思维活动，但它可以是人的思维对象，即可以与人的思维活动区分开来，显然，思维对象必须是稳定的、具有同一性的（惟此人们才能对它思维），因而其相对思维活动来说是实在的笔者认为，这才是彻底的唯物主义，即系统唯物主义所坚持的唯物主义。当然，本书主题是研究自然，所以所说的客观实在，无特别说明，仅指第一层次的实在。

*³ 信息的定义是分层次的。在日常用语中，人们常说把信息加工成知识，此时信息显然只是知识的元素；但人们常常又把知识也说成是信息，例如人们常说消息、信号、情报、密码、数据甚至图书资料等都是信息。这种现象只有从层次的观点来看才能理解。因为知识是分层次的，如果较高层次的知识是整体，那么较低层次的知识则是元素。就此而言，较低层次的知识的确又可以看成较高层次知识的信息。本书第二章说过，信息与能量、结构一起构成从外部描述“系统”的对立统一的三个影象，就此说来，信息就是“系统”的一个属性；本章又说“知识”是“信息”的体系（系统），就此来说，“信息”又处于“元素”（知识这个整体的元素）的水平。显然，上述两个定义，也是属于不同层次的（认知科学是完整的系统科学的子系统）。希望读者充分注意这一点。

*⁴ 应当指出，迫使诞生相对论和量子力学的那些实验结果，与物理本原是根本矛盾的。因此，仍然沿用物理本原作为基础而又企图解释那些实验结果的相对论和量子力学，就不能不陷入逻辑矛盾。关于此，本书将在第十七、十八章再讨论。

二、引文出处

① 《列宁全集》第 38 卷，第 208 页。

②③④ [英]伊·拉卡斯著，兰征译，《科学研究纲领方法论》，上海译文出版社，1986 年版，第 153、67、69~70 页

朱荣华编，《物理学基本概念的历史发展》，冶金工业出版社，1987 年版，第 56-58 页

⑥ [美] H·S·塞耶编，上海外国自然科学哲学著作编译组译，《牛顿自然科学哲学著作选》，上海人民出版社，1974 年版，第 19 页

第十二章 从感觉到本原

通过第十一章的研究，我们看到，以往全部自然科学知识都是建立在物理本原的基础上，这一物理本原就是：物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动。也就是说，所有自然科学知识，追根溯源都是由上述物理本原逻辑生长（实验和感觉活动在其中充当着探路的手杖）而得到。但是，我们又知道，通过感觉活动只能得到离散无序的不能言说的差异，那么，人类是怎样由这样的差异得出物理本原的？

本章的重要概念：原始表象、精细差异、知觉意像、知识，“质料”；雕刻刀”、“定形器”；网”、“纲”。

一、亚里士多德的启示

从人的生理过程来说，由感觉到知觉以至知识，当然是通过脑对感觉加工而实现的。但是，脑加工何以可能？以往的研究，说到这个过程往往一言以蔽之曰：自然进化过程。然而，这是不行的。因为，脑对感觉加工，不仅是一个生理过程，而且是一个动力过程和逻辑过程，因此，即使是进化过程，也是相互联系的多个进化过程：第一，生理进化过程，这就是从单细胞生物到神经中枢再到脑的发展过程，这是认知活动的物质基础，也是生物学生理研究的课题。第二，动力进化过程。在越来越不适应人生存的自然环境中，人要生存就需要认知环境和改造环境，这是认知活动的动因和动力，也是社会学研究的课题。第三，逻辑进化过程。不论是人类祖先从无知到有知识的自然进化过程，还是今人在老师教导下的学习过程，将无意义的、不可言说的、离散无序的感觉加工成多少是有序的知识系统，都是一种组合，都

需要某种逻辑，这里同样有一个从无到有的发展过程。这后一个过程，正是认知学需要研究的课题，这是一个不能绕开的问题，因为这是认知学关于知识起源问题的实质。

历史上，古希腊的亚里士多德创立了“四因论”。借助于亚里士多德的论述，也许可以深化我们上述的认识。关于亚里士多德的“四因论”，在《哲学史·欧洲哲学史部分》一书中写道：

“亚里士多德制定了四因论：(1) 质料因，或质料；(2) 形式因，或形式；(3) 动力因；(4) 目的因，或目的。他把质料和形式确定为‘构成实物的东西’。质料是每一个实物的‘最终基质’。在一种意义上，物所由产生的、包含在物中的‘材料’叫做原因，例如，铜像的铜，银碗的银以及铜、银的‘更一般的’类。‘按照亚里士多德的说法，第二种原因就是形式，即形式因。每一个实物是形式化了的质料。……在亚里士多德看来，质料只含有发展的可能性，它需要形式化，正是由于形式的作用，它才现实化，即转化为现实。亚里士多德把动力因确定为‘制造者’。”^①

当然，亚里士多德把人的认知活动说成如工匠加工物件，这是粗糙的比如；此外，因为工匠将实物质料加工成物件，这是一种知识的运用，其过程是，在加工前工匠心中先有作为物件的意象，而后按意象加工才能制成物件，因此如果将此过程不加分析地直接比喻为认知过程，就会得出唯心主义的结论。可见，从总体上说，亚里士多德的论述是错误的。但是，抛开这些不论，我们从中可以得到一些有益的启示。在第七章中，我们知道人的感觉可以是原始表象，但这样的表象也只能是一片混沌的感觉（例如一团光线和彩色），而不可能是人们意识中清晰的知觉意象。然而，感觉中的原始表象显然可以发展成知觉意象，而知觉意象接近知识。联系亚里士多德的“四因论”，我们可以得到这样的

启示：感觉不是知识，但却具有发展成知识的可能性，这就是说，感觉是形成知识的质料，而知识是形式化了的感觉。那么，作为质料的感觉，是怎样形式化的？参照亚里士多德的说法，这里需要“形式因”、“动力因”、“目的因”。或许可以这样理解：“目的因”是我们的祖先为了生存而追求知识的动机，“动力因”是我们的祖先与自然作斗争的生活实践，这两个“因”是清楚的。那么，这“形式因”是什么？当然，“形式因”可以理解为我们的祖先将感觉这种质料形式化的手段，但问题依然存在：这手段又是什么？诚然，人们可以回答说，这手段就是逻辑。但是我们今天知道的逻辑即理论逻辑则是知识，有了知识，运用已有知识再得到新的知识，这里没有秘密。问题仅在于从无知识到有知识这一过程如何成为可能，这才是问题的真谛！

二、“质料”、“雕刻刀”和“定形器”

如果不陷入神秘，那么应当得到结论：有机体（动物和人）得到外界信息的惟一渠道是感官，因此无论是脑加工的对象还是脑加工的手段，都只能来自感觉。但是，这同一个“感觉”怎么能够既是对象又是手段？

应当指出，这里所谈的感觉，如果是研究知觉，那么就只能是高级动物（包括人）的感觉，因为只有高级动物的感觉才能发展成知觉，简单的阿米巴的感觉是不可能发展成知觉的；如果研究知识，那么也就只能是人的感觉，因为动物的感觉不可能发展成知识的。这是硬件所使然，就如不同等级的计算机只能干不同等级的活一样。此外，还应当指出，我们对感觉下定义，说感觉（无论什么感觉）只是差异，那是相对知觉、知识而言的，因为感觉是不可言说的、除了“差异”这一点外没有任何意义，它们的共同特征只是“差异”而已。我们并没有说也不能因此而认为感觉本身都是一样的、不可区别的。其实，感觉本身的内容是丰

富的，尤其是人的感觉就更是如此。显然，人有数种感官并且有完善的神经网络，可以形成丰富而又混沌的原始表象；此外，人能记忆，因而可以将原始表象进行比较从而突出它们的差异，由此所得的差异则是简单且精细的差异。因此，在过程中，人的感觉可以由原始表象分化为两个大类，一类是丰富且混沌的原始表象，一类是简单且精细的差异。那么，能否说原始表象是脑加工的对象，而精细差异是脑加工的手段？

先看两个例。第一个例是托马斯、贝纳特在《感觉世界》中谈到“深度知觉”时的一段论述。在那里他们谈到，人们对世界的经验是立体的、三维的（这就是所谓深度知觉），但人们由眼睛得到的视觉资料却是平面的、二维的（这就是原始表象），那么，人们是怎样通过平面的、二维的视觉资料得到立体的、三维的经验呢？他们认为，这有三种线索：肌肉线索、单眼线索和双眼线索。接着写道：

“肌肉线索。当我们注视近物时，使眼球肌肉造成的紧张度，是不同于注视远物时所造成的紧张度的。因此，肌肉的紧张度就为不同距离提供了信息线索。本章开始曾讲过，通过晶状体厚度的变化或视觉的调节，对物体才能产生明晰的焦点。这是通过与晶状体相连的睫状肌紧张度的改变来完成的。然而，这种线索所提供的信息是位于距离眼球二三米以内的物体，对于更远距离的物体，这种肌肉就不能进一步地伸展。

由于视觉的辐合而产生的肌肉线索，也能提供有关近距离的信息。视觉辐合是两眼向同一刺激所作的反应。当物体放在更近时，两个-眼球都转向鼻子一侧，才能注视该物体。这就要求控制这种运动的眼球外部肌肉增加其紧张度。

……。

单眼线索。许多深度线索只需要一只眼就能感受。在这

类线索中，如感知熟悉物体的大小、插入物、高度、阴影、线性透视、结构梯度和运动视差。这些线索都提供出环境中物体的相对距离的信息。美术家利用这些线索在二维的平面上创造出能表达深度经验的画幅。……。

双眼线索。在较高级的动物中，特别是灵长目，确定视野的两眼在动物头部的前方。由于两眼在头部的位置略有不同，动物看到的物体也略有差异。网膜上的物象的差异叫做双眼视差（binocular parallax）。深度的经验，也可以用某种方法创造出来。观察者看两张景物相同，但位置略有不同的画面，每只眼只看一张。这是我们儿时大概都玩过的玩具，它就是根据双眼视差的道理制作的。两张画面上的景物在观察者的视觉系统中复合起来，就会经验到三度空间的景象。双眼视差是人类深度视觉最重要的线索。Juleaz（1964，1965，1971）曾证明，只要有双眼视差，所有其他深度知觉线索完全消除，人类仍能感觉深度。^②

这一例子告诉我们，大脑将“平面的、二维的视觉”即原始表象，加工成“立体的、三维的经验”即视觉意像，依赖视觉中的另一类内容：简单且精细的差异。这些差异：一是视觉器官肌肉紧张度差异，这些“肌肉的紧张度就为不同距离提供了信息线索”；二是单眼视差，“许多深度线索只需要一只眼就能感受。在这类线索中，如感知熟悉物体的大小、插入物、高度、阴影、线性透视、结构梯度和运动视差。这些线索都提供出环境中物体的相对距离的信息”；三是双眼视差，“由于两眼在头部的位置略有不同，动物看到的物体也略有差异。网膜上的物象的差异叫做双眼视差”，“双眼视差是人类深度视觉最重要的线索”。

第二个例是张耀翔先生的《感觉心理》关于深度听觉的描述。他写道：

“声音的距离和方向，可用一耳或二耳去判断。同一声音，近听觉强，远听觉弱；近听觉低，远听觉高。由近移远，最受影响的为强度，其次为高度。声音变弱时，陪音也随着变弱或失去一部分，于是又影响音色。同一声音，远听与近听所得的音色也不同。我们可根据一种声音的强度、高度、和音色，用一耳或二耳判断其远近，但不能作精确计算。譬如从飞机传来的声音如果弱而高，便知它在远处或高处飞行；如果强而低，必在近处或低处；但很少有人能估计其确实里数或尺数。

声音的方向又可用头颅的转动去判断。外耳愈向发声处转移，其声愈显著。愈离发生处，愈模糊、外耳帮助声浪传达到内耳，人的外耳朝前，所以由前面送来的声浪较由后面来的为显著。我们为求显著的声音，都知道移头向各方探索，到能得到最显著的声音为止。这时耳的朝向，便是发音的方向。若用两耳判断，可移到两耳所得的强度相等时为止，发音处就在前方或后方中平面内。

……

从左或右方来的声音，人容易辨别其方向，因为它达于两耳的时间微有不同，刺激两耳的力量也不平等。从左方来的声音，先达到左耳，左耳闻之较为清晰。人凭这不平等的情形，觉出声音的来源。从前面、后面或顶上来的声音，便没有这种不平等情形，所以它的位置难于指定。”^③

这一例告诉我们，“同一声音，近听觉强，远听觉弱；近听觉低，远听觉高”，“同一声音，远听与近听所得的音色也不同”，“声音的方向又可用头颅的转动去判断。外耳愈向发声处转移，其声愈显著。愈离发生处，愈模糊”，“从左方来的声音，先达到左耳；左耳闻之较为清晰。人凭这不平等的情形，觉出声音的来源”，如此等等。这里，“同一声音”显然是听觉原始表象，是被

加工的对象；而各种听觉差异则是将听觉原始表象加工成听觉意象的手段。

其实，何止视觉和听觉既有丰富且混沌的表象又有简单且精细的差异，人的任何感觉都如此。此外，上面还只是提到各种感觉（例如视觉和听觉）内部的情况，其实，人的各种感觉之间，也是既相互联系形成网络又相互差异形成鉴别的，这在将感觉形式化为知觉、知识的过程中更为重要。例如，当人仅用眼睛看只能形成平面影像，但是人们对所看到的東西还可以用手去摸，然而，看所得的感觉与摸所得的感觉是不同的。此外，还有感觉主体的运动，也可造成原始表象的变化。当我们距离某一地点较远时，所看到的表象与我们距离较近时所看到的表象是有差异的。正因为有了这些形形色色的丰富的原始表象和精细的差异，才促使大脑思维，从而将平面的原始表象组织为深度知觉意象。有了深度知觉意象，人们才有可能有“图、底”（物象和背景）关系的知觉；而有了“图、底”关系的知觉，在此基础上再运用精细差异，将图像进一步区别开来，由此不断前进，从而逐步形成丰富的知觉意象。

但是，严格说来，由混沌的原始表象到知觉意象，仅有精细差异还是不够的，还需要另一手段，那就是“对应”。因为我们的目的是认知客观实在，而无论是原始表象还是知觉意象都是主观映象，这就需要再回到客观中去，这就是“对应”，即将知觉意象通过综合感觉活动再与客体的实际情况比较。显然，“对应”根源于认知的动因，即人适应自然的生存需要，如前述，这是社会科学的课题本书不作过多研究，我们只要知道就可以了。这样，在整个认知过程中，如果说原始表象是“质料”，那么精细差异就是“雕刻刀”，而“对应”则是“定形器”。于是，将“质料”形式化的过程可以这样来描述：运用“雕刻刀”，“雕刻”“质料”将被“雕刻”过的“质料（半成品）再通过感觉活动与客观对象进行对应即比较，这样不断反复从而使“质料”最终

形式化。

至此，我们可以回答本章前面提出的、或许也是亚里士多德悟到的课题：“质料”是怎样形式化的？由感觉活动得到的混沌的原始表象即“质料”，原始表象在大脑中比较得出精细差异即“雕刻刀”，此外还有源于生存需要的“定形器”，正是这三者不断的交互作用，从而使“质料”逐步形式化的。

说到这里，为了不致误解，在此还要强调一个问题。由原始表象加工成知觉意像，这种脑加工过程只是一种识别（通过比较突出差异从而识别）活动，并不能增加（产生）原始表象的内容。因为原始表象的内容只能由感觉活动得到，而不能由脑加工过程得到。当然，脑加工可以对原始表象进行逻辑组织，从这个意义上说，脑加工的确可以“改变”原始表象的内容，例如格式塔心理学家例举的同一个图（原始表象）从不同视角来观察，可以得出两个不同的意像。但是，第一，这里只是“改变”原始表象的组织程序，而不是产生原始表象的内容；第二，从同一个图（表象）中得出不同的意像，也是那个同一的图（表象）所固有（可能有）的，并不表明脑加工这种心理过程能够在原有表象之外凭空增加什么。格式塔心理学家所例举的，从同一个图只能得出有限的几个（通常只有两个）不同的意像，而不是无限（随心所欲）的不同的意像，就是明证。由此可见，认知活动有着深刻切实的客观性，由认知活动的复杂性而引出的对认知客观性的任何怀疑，都是没有根据的。

三、知识之“网”和“纲”

我们有必要把知觉与知识区分开来。这是因为，知觉是任何动物都有的，而知识则只是人类所特有的。笔者认为，知觉不是感觉，也不是知识，它只是从感觉到知识的中间层次，因此也可以有必要将其独立出来。由本章第二节的讨论，知觉可以定义

为，主体（通过脑加工）将混沌的感觉区别开来，并与被反映的客观事物对应起来的一种能力，这是知觉主体适应复杂环境以求得生存的本能。知识也是一种能力，但知识不仅要求主体能够将感觉区别开来，并与被反映的客观事物对应起来，而且要求主体在这些被区别开来的事物之间建立有序，从而形成一个系统化的网络。如果上述定义是可取的，那么我们立即可得出二者的特征：知觉的特征是离散（区别），而知识的特征则是系统（联系）。显然，大脑运用精细差异这把“雕刻刀”加工原始表象，可以得到知觉，而不能得到知识。因为形成知识，不仅需要区别事物，更重要的是在有区别的事物之间建立联系 *1。

由上面的定义可知，上一节只是研究了从感觉到知觉的过程。那么，人们又怎样在知觉的基础上达到知识的呢？当然，知觉并不是只有动物才有，也不是只有人类的祖先才有，今天的人类亦有。对今天的人来说，知觉就是通常人们所说的感性经验，从感性经验上升到知识需要总结，显然现代人总结经验是运用已有知识来进行的。但是，我们这里研究的是从无知识到有知识的过程，因此现代人总结经验的方法在这里是不适用的。那么，人类是怎样从知觉到达知识的呢？

知识的特征是系统，我们可以把知识比做一张“网”。编织“网”，最重要的是要知道有“网”，此外还要有“纲”，纲举目（网）张。这就是说，发现（知道有）“网”，进而寻找编“网”的“纲”，则是人类知识活动的真正开端。史载，最早提出“统一的本原”的是古希腊的米利都学派的创始人泰勒斯，他认为这种统一的本原是水。著名物理学家海森伯在谈到这件事时，有这样一个猜测 *2。

“不难设想，他最初是从气象学的考察形成他的观点的。我们知道，在万物之中，水能够取多种多样的形状：它在冬天能取冰和雪的形式，它能变为蒸汽，它能形成云雾。在河

流形成三角洲的地方水似乎转化成为土地，水也能从土地中喷出。水是生命的条件。由此可见，假如说有那么一种基本实体，很自然地会首先想到水。”^④

很显然，泰勒斯已经发现了某种自然之“网”（即自然界从一种状态到另一种状态的变化），以及构成这个“网”的“纲”（变化中不变的实体即本原）。当时，发现某种自然之“网”，进而寻找构成这个“网”的“纲”的人，并不止泰勒斯一个，还有他的朋友和学生。《哲学史·欧洲哲学史部分》写道：

“伊奥尼亚的唯物主义者从承认统一的物质本原出发，解释了各种自然现象。他们认为这种统一的本原或者是水（泰勒斯），或者是‘不固定的’物质（阿那克西曼德），或者是空气（阿那克西米尼），或者是火（赫拉克利特）。”^⑤

在这些先哲们看来，这些东西其所以是本原，这是因为它们能取多种状态。该书继续写道：

“阿那克西米尼用空气的浓厚和稀薄来解释自然现象的永恒变化。空气稀薄时就变成火，而空气浓厚时就变成风，然后变成云，再变成水，变成土，最后变成石头。

……

赫拉克利特认为火是一切自然现象的统一的普遍的基础，是一切自然现象的物质始源。他认为自然现象的普遍循环是因为火的变化：‘万物换成火，火换成万物，就像货物换成黄金，黄金换成货物一样。’‘土死火生，火死空气生，空气死水生，水死土生。’^⑥

赫拉克利特的思想与我国古代的五行说，不谋而合。可见，认知

学的规律具有世界性。

这里尤其值得一提的是阿那克西曼德的思想。在《物理学和哲学》一书中写道：

“基本实体的观念后来又为阿那克西曼德（Anaximander）进一步发展了，他是泰勒斯的学生，他们生活在同一个城市。阿那克西曼德否认基本实体是水或者是任何其他已知的实体。他教导说，原始实体是无限的，永恒的和不灭的，它包含着整个世界。这种原始实体转化成为各种各样我们熟悉的实体。”^⑦

阿那克西曼德与前述几位学者不同，他所发现的“网”，已经是“无限的”“网”，因而他要追寻的“纲”就是惟一的“纲”。这是一个深刻的思想。现代物理学追求大一统的自然理论，不就是这样一张“网”和“纲”吗！实际上，阿那克西曼德提出了使后来的哲人们争论了几千年的命题：“一”是“多”。但是，如果只有惟一的“一”，而且是凝固的“一”（即不同时是某种程度的“多”）³，那么，这个“一”又何以变成“多”？因为，这里的“多”是有序的“网”，而不是“累加性”的“堆”，仅仅是凝固的“一”能结成这样一个“网”吗？此外，从物理学原理来说，仅有凝固的“一”，不可能有运动（运动至少要有运动载体和运动场所，且运动载体和运动场所不能是同一个东西），而没有运动，能有万千变化吗？因此，作为构造能够变化万千的物理本原只有这样的“一”是不行的。

历史的发展正是这样，在米利都学派之后不久，诞生了毕达哥拉斯学派。《哲学史·欧洲哲学史部分》写道：

“同毕达哥拉斯派的数的学说联系在一起的，是他们关于万物由对立面组成的学说：有限——无限，奇——

偶，——多，右——左，阳——阴，静——动，直——曲，明——暗，善——恶，正方——长方。毕达哥拉斯派，认为有限和无限这个对立面具有基本的哲学意义；有限是火，无限是空气（‘虚空’）世界是一片‘虚空’，它是由火和空气的相互作用构成的。……毕达哥拉斯派所说的对立面和赫拉克利特所说的对立面不同，它们是不能相互转化的；毕达哥拉斯的二元论也就表现在这一点上。”^⑧

显然，这里的对立面（对立性状），实际上就是感觉差异的极端（这可以通过感觉差异的比较而得到），因此，即使是物理本原，也不可能是内部没有差异的“一”。区别和联系，对立和同一，本来就是联结在一起的。在这个问题上，毕达哥拉斯学派似乎悟到了真谛。

在米利都学派和毕达哥拉斯学派的基础上，经过埃利亚学派（主要代表人物是巴门尼德、芝诺）的逻辑辩论，诞生了留基伯和德谟克利特的原子和虚空的学说。关于这一学说，该书写道：

“古代留传下来的关于德谟克利特学说的简短而确切的说明如下：“原子是各种各样没有质的微小物体，而虚空是某种场所，所有这些物体在这个场所中永远上下运动着，它们或者以某种方式交织在一起，或者相互碰撞而分离、走散，然后又重新结合起来，结果，它们就产生了其他一些复杂的「物体」和我们的身体，产生了这些物体的状态和我们身体的感觉。”^⑨

上面这一段论述，实际上已经勾划出了物理本原这幅“素描”：物质（质点）和空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动。后来的亚里士多德，不难由此而演绎（生长）出他的物理学体系，牛顿也不难由此演绎（生长）出他的经典力

学体系。当然，这里说“不难”，只是说有了物理本原，就具备了构造那些体系的逻辑可能性。要把可能变成现实，需要大量的观察和实验，而且还与人们的社会生活相联系。事实上，人类相继构造出这两个体系，历经了数千年的不懈努力。

说到这里，本章该结束了。为了不致误解，还有一个问题须要加以说明：我们把得到知觉和知识分开来说，仅仅是逻辑分析的需要；就实际过程来说，这两个层次未必是绝对分开的，而应当是交互作用共生共长。当然，这并不否定，与知识相比知觉始终具有逻辑的在先性；其实，这也是事实，关于此，《思维发生学——从动物思维到人的思维》（张浩著，中国社会科学出版社，1994年版）一书中有大量描述。本章的引述够多的了，就不再多说了。

一、注释

*1 这里只是说“大脑运用精细差异这把‘雕刻刀’加工原始表象，可以得到知觉，而不能得到知识”。并没有说“差异”只能将事物区别和对立，不能演绎出联系和同一（亦即并没有否定“差异”也能形成得出知识的条件）。本文稍后引述文献所列举的那些对立的性状（属性），显然就是一些能够联系和同一的性状。然而，这些能够联系和同一的性状，实际上就是一些感觉差异的两个极端。可见，差异不仅是“雕刻刀”，而且是知识之“网”的“结合器”。因此，知识之“网”的逻辑之根也来源于感觉差异。应强调指出，由感觉得到知觉、知识，在逻辑上是自足的，并不需要任何神秘的外来物。

*2 〔苏〕敦尼克·约夫楚古·凯德洛夫·米丁·特拉赫坦贝尔主编的（哲学史·欧洲哲学史部分）（生活·读书·新知识三联书店，1972年版）一书中第5页写道：“古希腊唯物主义的奠基人泰勒斯（约公元前624—547）做了许多有助于数学、天文学、气象学和物理学知识发展的工作。”可见，海森伯的猜测并非没有根据。

*3 由本书第二、第三章，我们知道（本书后面的章节还将作出证实），自然界的本体是物体，而物体即是“1”（一体），同时又是“2”（二个层次）“3”（三个部分）“多”（多个子系统）。

二、引文出处

⑤⑥⑧⑨ 〔苏〕敦尼克·约夫楚古·凯德洛夫·米丁·特拉赫坦贝尔主编的（哲学史·欧洲哲学史部分）生活·读书·新知识三联书店，1972年版，第41~52、5~6、7、14~15 28页。

〔美〕托马斯·L·贝纳纳著，旦明译，《感觉世界》，科学出版社，1983年版，第77~79页。

张耀翔著《感觉心理》工人出版社，1987年版，第101~102页。

① (德) W·海森伯著，范岱年译，《物理学和哲学》，商务印书馆，1981年版，第26页。

第十三章 双向运动和容错、 识错、纠错机制

前面，我们已经知道了认知活动的两个分过程，这就是：从感觉到本原；从本原到自然知识体系。但是，至此作为一个相对完整的认知过程，并没有完成，因为这里还有一个重要问题没有解决，那就是我们得到的知识是含有错误的知识，那么这是为什么？人们又是通过什么途径发现错误和纠正错误的？因此我们探索认知之路的讨论还要继续。

本章的重要概念：正向运动、反向运动、角度转换，容错机制、识错机制、纠错机制。

一、实例及其启示

为了不致陷入纯粹抽象的议论，我们先看一个实例。在《物理学发展史上的里程碑》一书中写道：

“宇宙的结构问题是人类最早关心和探索的问题之一。人类为了生产活动的需要，从远古时代起就开始研究日月星辰的运动，了解一年四季时序的更替以确定季节，安排播种和收获。因此人类对天体运动积累了大量的感性认识。其次，人类为了编制历法和测时，为了确定方向和位置，也促进了对天体运动的研究。随着人类对天体运动的进一步了解和探索，很自然地产生了一个问题：我们生存的地球在宇宙中占据怎样的地位？宇宙是怎样的一个结构体系？由于古代生产规模的狭小，生产力水平的低下，限制了人们的眼界，人们只能根据直观感觉的经验，来描述天体的运动。地球上

的人并不直接感到地球的运动，只看到日月星辰在天空中运行。这样‘地静天动’的思想就很自然地产生了。’^①

根据第十一章的研究，这“‘地静天动’的思想”是当时的人们关于天体运行的“模拟实在的模型”。显然，这“模拟实在的模型”是后来柏拉图、欧多克斯、亚里士多德、托勒密天体运行理论的演绎基础，因而也可视为他们的天体运行理论的本原*¹。这是一幅基本且简洁的几何图形，是一幅“素描”。正因为其基本，才为演绎规定着方向；正因为其简洁，才为进一步的观察、实验以及演绎留下广阔的余地。

该书继续写道：

“柏拉图(Plato，公元前427~前347)认为宇宙是至善至美的，所以万物都安排得有条不紊；地球是宇宙的中心，日月星辰都围绕地球有规则地按一定的轨道运行；这个轨道也必然是至善至美的几何图形——圆周；它们的运行速率也必然是至善至美的速率——匀速。……他还提出了一个重要的指导思想：行星运动的理论(乃至物理理论)是建立在可观察和可测量的现象之上的。它研究潜藏在行星表观运动的不规则性下的一致性，即用数学和几何学的语言表达行星表观运动的不规则性与支配行星运动的宇宙体系的一致性。”^②

柏拉图提出的上述原则，可以视为由本原抽象出公理。接下来就是在更细致的观察导引下，由这些公理演绎出知识体系。接着，书中叙述了，从“柏拉图的学生、当时古希腊天文学家和数学家欧多克斯”，^③经亚里士多德，到托勒密写出《天文学大成》的过程。值得注意的是，开始时欧多克斯和亚里士多德，还比较全面地运用柏拉图的上述原则来编织观察现象，到后来又一个一个地丢掉那些原则，以至托勒密写《天文学大成》时，柏拉图的

原则就只剩下惟一的一个“地静天动”了。例如，该书写道：

“托勒密保留了柏拉图和亚里士多德的匀速圆周运动和地球静止不动的概念，但是为了符合天体观测的实际，他改进和发展了地心宇宙体系。他吸取了古希腊几何学家阿波罗尼乌斯（Apollonius，约公元前 262 ~ 前 170）提出的“本轮和均轮”的概念及古希腊天文学家喜帕恰斯（Hipparchus，约公元前 190 ~ 前 125）的“偏心”理论，提出了自己的“偏心等距点”的理论。^④

事实上托勒密体系并没有保留“匀速圆周运动”。《科学研究纲领方法论》一书写道：

“偏心圆之说使地球不再是圆圈的中心。阿波罗尼和希帕克的本轮意味着行星围绕地球的真正轨道不是圆的。最后，托勒密的偏心等距点使得甚至本轮的空心运动也同时为匀速运动和圆周运动了——从偏心等距点来看，是匀速运动但不是圆周运动；从均轮中心来看，是圆周运动但不是匀速运动；匀速圆周运动被准匀速准圆周运动取代了。”^⑤

到后来，连“地静天动”这个惟一的原则也保不住了，当然那已经是托勒密以后的事情。《物理学发展史上的里程碑》写道：

“由于天文观测日益准确，天体运动的托勒密体系与天文观测的差异不断加大，为了与天体实际运动轨道一致，天文学家们不得不在本轮上再叠加本轮，这就使托勒密体系越来越复杂，到哥白尼时代，为了说明 7 个天体的运动，需要用 80 多个本轮。行星位置的计算变得越来越复杂而繁琐，使许多研究行星运动的学者感到极为不便。13 世纪时，在

现今的西班牙境内有一个卡斯蒂尔王国，国王阿方索十世（AlphonsoX, 1221 ~ 1284）热爱和精通天文学，他对托勒密体系的复杂性和不合理性非常不满，曾激动地说，假如上帝创造世界时要是和我商量的话，那天上的秩序可能会安排得要好一些。^⑥

随着生产的发展和科学技术的进步，观察天体运行的资料日益丰富和准确，由“地静天动”本原演绎而成的托勒密体系越来越不能自圆其说，它应当被废除，也终于被废除了。1543年，哥白尼发表了《天体运行论》，史称“哥白尼革命”。书中（同上书）写道：

“哥白尼在书中明确提出：①地球不是宇宙的中心，太阳才是宇宙的中心；地日距离与众恒星所在的天穹的高度相比是微不足道的；天穹周日旋转的视现象是由于地球绕其自转轴每天旋转一周所致；太阳在天球上的周年视运动并不是由于它本身在运动，而是因为地球像其他行星一样绕着太阳公转而造成的。哥白尼的宇宙体系是把太阳放在宇宙中心，并规定地球有三种运动：绕地轴的周日自转运动；绕太阳的周年运动；用以解释二分岁差的地轴回转运动。”^⑦

据史料，哥白尼体系在数学技巧上并不比托勒密体系高明，而且在开始时学术界的大多数并不赞成。“哥白尼革命”的要害是修改了本原，将“地静天动”改为地球与其他行星一样绕太阳旋转。于是路回峰转，不是在技巧上而是在逻辑上，不仅原来可以解释的现象现在仍然可以解释，原来无法解释的现象现在也可以解释，而且为后来经典力学的创立开辟了广阔的前景。

有趣的是，史料还记载着这样一段小插曲，书中（同上书）写道：

“在古代，与地心说形成同时，也有人提出过日心说，即地动日静说，其中最明确和系统地提出日心说的是古希腊亚历山德里亚著名的天文学家阿里斯塔克。他认为地球绕着自己的轴转，同时绕着太阳转圈。这个在当时最有独创性的科学假说，被认为是对神灵的亵渎。在古希腊人的头脑中，‘天尊地卑’的观念是根深蒂固的，他们无法接受这个与‘太阳东升西落’的直观常识不符的科学思想。但是经过 18 个世纪以后，这个违背常识的思想启发了波兰的伟大天文学家哥白尼，去完成了他的具有历史意义的关键性的工作，成为科学史上的一个转折点。”^⑧

笔者以为，日心说在“当时”（阿里斯塔克时）未必是“最有独创性的科学假说”。因为它是“与地心说形成同时”提出的，对于在这方面没有任何系统知识的古代人来说，地心说至少是与日心说具有同样的“独创性”。至于说到“科学”，用什么标准来判别？只能用其包含的观察内容。在当时，地心说有着更多的观察依据，而日心说则“与‘太阳东升西落’的直观常识不符”，可见在当时来说，地心说更“科学”些。然而，到哥白尼时代情况有了很大的变化，地心说已经演绎成了一个知识体系，而且这体系越来越不能包容新的观察，而日心说则具有包容新的观察的可能性，只有到这时，日心说才兼具“独创性”亦具“科学性”。

研究上述实例，我们得到了什么启示？

第一，人类对自然的认知，是通过双向运动交替推进的，而不是直线式的知识积累。实例的整个过程，充分反映了这一特征，最后引述的“小插曲”尤其证明了这一点。人类提出地心说本原的同时也提出了日心说本原，但是，人类不能由日心说本原直线式地演绎出日心说理论体系，而是要等到地心说的作用发挥殆尽而后再反向运动重提日心说本原，在此基础上再演绎出日心

说理论体系。笔者认为，这并不是历史的误会，也不仅仅是甚至根本就不是反动阶级的阶级利益以及“天尊地卑”观念所使然。诚然，在哥白尼时代，反动阶级极力反对日心说，这是事实，也合情理，因为那时反动阶级已经将地心说作为维护其统治的根据了；但是在阿里斯塔克时代则未必如此。因为日心说是与地心说“同时”提出，当时的统治阶级完全可以以“太阳”自居，从而论证其他阶级如各个行星一样围绕“太阳”旋转；至于说到“尊卑”，日心说将太阳置于中心，地球如其他行星一样绕太阳旋转，则比“地静天动”的地心说更能体现“天尊地卑”。可见这里蕴涵着认知活动的深刻规律：认知的对象是实在，而认知的成果则只能是本原及其演绎体系，人们只能通过本原及其不断的改进无限接近自然实在，而不能直接达于自然实在，这就是说，认知之路一定是双向运动的无限交替。我们引述上述实例*²，只是对这一规律的印证而已。显然，本原是分层次的，因而双向运动也是分层次的，也就是说人们在天体运行认知问题上的双向运动，只是更大的双向运动中的一个局部。关于此，我们在本书第十六章还要详细讨论。

第二，清析的双向运动，只是对认知过程作逻辑分析的结论，现实中正向运动和反向运动，并没有非此即彼的界线，而是相互重叠的。这是人们不易看出双向运动的认知学上的根源。柏拉图由“地静天动”本原，抽象出一组公理，他的学生由此演绎（将观察现象编织）理论体系，从这个角度看是正向运动；但是为使理论体系与观察现象相符合，他的学生不得不一次次变更他提出的公理，以至后来体系崩溃，“地静天动”这一本原也不能保留，从这个角度看又是反向运动。可见正向运动和反向运动是重叠在一起的。这里的原因不难明白。本原，只是人们从有限的感觉材料出发对实在的一种猜测，只是实在的某种近似，这就注定它最终将被扬弃。但是，本原，是基本且简洁的形象化知识，是一幅“素描”，一方面它限制理论生长的方向，另一方面它给

感觉现象提供了填充的框架，当这“框架”没有被填满时，人们不可能看出其错误。这样，这个“框架”被填满的过程，既是发展这个本原的过程（正向运动），同时又是扬弃这个本原的过程（反向运动）。只不过本原是人们一定时期经验的结晶，而且在据以演绎的初期它似乎不断地被观察所证实，因而它看起来是那样可靠，以至人们感到对本原的任何怀疑都是不可能的，于是，人们容易体会到正向运动这一面，而不容易体会到反向运动那另一面。

第三，认知过程是双向运动的交替推进，蕴涵着这样一个论点：认知活动有错误，这不仅是可能的，有些甚至还是必须的*³。在今天看来，地心说无疑是错误的，而日心说是正确的，然而历史是先发展地心说，而后通过反向运动再回到日心说；而且从人类的认知条件出发作逻辑分析，也可证明只有先发展地心说而后才有可能发展日心说。可见，认知活动，不仅有错误，而且有些错误对于后来的正确来说甚至是必须的！这看似矛盾，其实是规律。事实上，自然实在是物“体”，就可能性来说，从横向看它有无限个维度，从纵向看它有无限个层次，因此企图通过一个直线过程穷尽其知识，这是不可能的，人们对它的认知，只能一个角度一个角度地进行，一个层次一个层次地深入；又，自然知识（其实任何知识亦如此）也是物（意识实在）“体”，不成“体”的东西是不存在的也是不能存在的，这样，人们为了得到知识，不能不将并未完成的知识元素构成“体”，因而人们不能不在构筑知识的同时不断地构筑错误。于是，从总的过程来看，如下结论是必然的：错误不仅是难免的，有些甚至是必须的。

二、双向运动的实质和可能性

上一节，通过实例及其分析，我们看到了认知过程双向运动的事实和必然性。但是到此为止关于这一问题的讨论并没有完

成，因为我们还有一个重要问题没有谈到，那就是：双向运动的实质和可能性。

我们说，自然知识的认知对象——“野生的自然”是物体，通过认知活动人们得到的成果——知识体系也是物（意识实在）体，显然，人们的认知过程，可以理解为是对物体进行观测。人们对一个“体”的观测，只能是一个角度一个角度的进行*⁴。因此，双向运动的交替进行，可以视为认知角度的不断转换，这就是双向运动的实质。当然，这里的“认知角度”，不仅指自然视角，也包括理论视角。

由此，我们立即想起了“格式塔”心理学家所举的实例：同一张图，从两个不同视角，可以看到两个不同的像。此外，我们由此也想起了马克思主义所论述过的“立场观点方法”说：同一个事件，从不同的立场观点方法来看，会得出不同的结论。笔者认为，无论是“格式塔”心理学家所举的实例，还是马克思主义的“立场观点方法”说，都可以理解为用不同的本原去编织大致相同的感受材料。从认知的总过程来看，这都是认知角度的转换，相比较而言，“格式塔”心理学家所举的实例涉及的是自然视角的转换，而“立场观点方法”说涉及的是理论视角的转换。

这样，我们又引出了另一个问题：认知角度转换何以可能？我们前面说，认知活动是人对外在于人的对象的观测，这只是在一定意义上说的。但是，人，并不是在认知对象之外，而是在认知对象之中，是在认知对象的结构中。诚然这并不影响人可以对认知对象观测，但是人对对象的观测的角度却是受限制的（由人在自然结构中的位置决定的）。这种情况及其对认知的负面影响，我国古代诗人曾有描述：不识庐山真面目，只缘身在此山中。对此，古希腊先哲也有感悟。《哲学史·欧洲哲学史部分》写道：

“柏拉图利用一些生动的比拟来阐明自己的观点。例如，他把人们在现实世界中的生活比作在阴暗洞穴里的居留一

样。在这个洞穴里有一些带上镣铐的囚徒，他们背向出口，不可能朝亮处回一下头。在洞穴外面走过一些带着各种各样器皿的过路人；太阳光照在这些器皿上，它们的影子就投射在洞穴的后墙上。带上镣铐的囚徒们只能看到这些影子，他们看不到太阳、看不到过路人以及洞穴外面的一切东西。

柏拉图认为，由此就可以得出结论：感性实物只不过是理念的影子；人们虽然极力想认识自然现象，但他们看到的只是影子，感觉不到太阳的光辉即真理。^④

笔者并不赞同柏拉图的唯心论。但是，柏拉图所作的上述比拟，却道出了一个深刻的疑难：人并不是“跳出三界外，不在五行中”的神仙，人在自然中、是自然的一部分，因此人观察、认知自然界是受到自身条件制约的，人的这种情况类似于柏拉图所说的在“阴暗洞穴里”“带上镣铐的囚徒”；既然这是一种与生具来的自然条件，那么人就不能随心所欲地加以改变，况且在这种自然条件下，人即“带上镣铐的囚徒们只能看到这些影子，他们看不到太阳、看不到过路人以及洞穴外面的一切东西”，那么，他们又怎么知道要改变这种状况呢？显然，这个疑难也就是我们上面所说的认知角度转换何以可能的疑难，如果不解决这一疑难，我们的双向运动说就不能成立。

然而事情并不那么糟糕，有如下情况使得角度转换从而双向运动得以实现：

1. 自然界的运动和变化。是的，人在自然中、是自然的一部分，在确定的时刻，人在自然结构中的位置是确定的，但是自然界是运动的变化的，因而在一个较长的时间段中，人在自然结构中的位置也是变化的。在这种情况下，尽管在“阴暗洞穴里”“带上镣铐的囚徒”，不知道外面还有精彩的世界，因而不知道把身转过来，或者说因为“带上镣铐”不能转过身来，但是星转斗移，那个“阴暗洞穴”也会转动的，于是“囚徒们”也就可能惊

奇地看到外面精彩的世界。例如人在地球上，由于太阳、地球、月球三者关系，在确定的时刻只能看到月球的一个影像，但是由于三者的运动，尽管人（与地球的关系）不能动（这相当于带上镣铐），也可以看到月亮阴晴圆缺不同的影像。诚然，不可否认有这样的情况：尽管“阴暗洞穴”在转动，但因为转动缓慢，此外还因为“囚徒们”习惯把“后墙上”的“影子”当成实在，从而把由于“洞穴”转动而看到的真实现象也当作（或解释成）影子。但是，这种解释越多就会越来越扩大与真实情况的距离，从而终将不能自圆其说，于是终有一天人们会明白过来。在认知过程的现实中，这种情况就是用并不正确且已过时的本原来解释新的观察（实验），终于导致在原有体系中不可解的逻辑矛盾，从而不得不扬弃原有的本原，创立新的本原。

2. 人对自然认知的能动性和对自然的改造。人不是神仙，但人能够创造神仙。人有思维，人能够依据有限的观察，“去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里”，这实际上就是转换角度（思维角度）。人不能凭空“跳出三界外，不在五行中”，但人可以创造条件“背负青天朝下看”；人可以凭借知识和借助自然的力量改造自然界，改造人与自然的关系。这就是说，“囚徒”原本“带上镣铐”因而转身受到限制，但“囚徒”也可以砸碎“镣铐”从而转过身来。现实中人类发明飞行器，据此飞出地球，不就是对“镣铐”的砸碎，从而转过身来的实例吗？

3. 人的社会生活对自然认知活动的干预。社会是从自然中走出来的，因而社会与自然相通。人们往往借助于自然知识来论证社会生活的合理性，以维持这种社会生活。但是，“到目前为止的一切社会的历史都是阶级斗争的历史。”^①落后阶级把过时的自然知识当作维持现存生活的依据（这是必然的），而新兴阶级必然把寻找新的自然知识当作改造旧生活建立新生活的借鉴。这实际上是社会运动方向的变化，它往往引起人们对自然认知角度的转换。历史上自然认知角度转换与社会历史前进方向的

变化，在总体上是吻合的，这就是明证。

三、容错、识错、纠错机制

知识中有错误，甚至有些知识在整体上是错误的，这是认知史上不争辩的事实。但是，错误的知识也是知识，它同样不是天上掉下来的和人脑中固有的，也一定是发生在认知过程中，发生在认知之路上。此外，有错误，要能够发现从而纠正，这同样不可能根源于某个神灵，只能依赖于现实的认知过程即认知之路。因此应当得出结论：只有逻辑地包含着容错、识错、纠错机制的认知之路，才是真正的认知之路。那么，我们找到的这条认知之路，在这方面怎样呢？通过上面对双向运动的探讨可以看到，容错、识错、纠错机制，是和我们找到的认知之路与生具来的，是逻辑的必然。

首先，它有宽阔的容错机制。如前所述，对我们发现的认知之路来说，错误不仅是难免的，而且有些还是必须的，甚至可以说：没有错误也就没有知识没有认知之路。明白这一点，对我们的认知活动有着重要的指导作用。马克思曾经说过：

“一个社会即使探索到了本身运动的自然规律，……它还是既不能跳过也不能用法令取消自然的发展阶段。但是它缩短和减轻分娩的痛苦。”

马克思所说的基本精神在这里也是适用的。当然，演绎错误，我们能够避免也应当避免，但是，本原错误，我们不能避免也没有必要避免，我们只能缩短这种错误的时间和减轻新旧本原转换过程的困难。

其次，它有着必然的识错和纠错机制。如前所述，认知之路是双向运动，其中正向运动蕴涵着反向运动，正向运动达于极限

反向运动也跟着到达顶点。这里识错、纠错是和容错有机的结合在一起。

综上所述，这一认知之路，是如此的大度又是如此的睿智：能够藏污纳垢，也能清污除垢*⁵。可见，我们找到了真正的认知之路。

一、注释

*¹ 注意：这里只是“也可视为”本原。这就是说，它们并不是人类已有自然知识中最基本的东西，因而事实上不是本原，而只是公理体系。在以往的知识中，无论是“地心说”还是“日心说”，都只是由物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动这一本原，逻辑生长出的不同的公理体系。笔者认为，就人类已得出的自然知识整体的纵向层次来说，可以分为如下三个层次：第一层次是本原，即物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动，这是最基本的层次；第二层次是公理体系，即一组（几个）相互独立的基本公理；第三层次才是自然知识体系。如果上述划分是可取的，那么公理体系也可视为第二层次的本原。很显然，在人类的自然知识发展过程中，并没有发生修改真正的本原即第一层次的本原这样的反向运动。在第十六章中，我们还将谈到这一问题，在那里，我们将把从“地心说”到“日心说”的转变，仅看作公理体系的转换。

*² 双向运动的实例还有很多。例如热学和光学。如果说热质学是正向运动，那么热之唯动学则是反向运动。光学的发展更复杂，它经历了粒动学（正向运动），又经历了波动力学（反向运动），还经历了波粒二象学（更深层次的反向运动）

*³ 这里的“有些”是指本原错误。笔者认为，在认知学上，有两种性质不同的错误：一种是演绎错误，它表现在从本原经公理组到理论体系的演绎过程中，这种错误仅仅是对逻辑规律的违背。另一种是本原错误，本原是相比较而存在，当我们通过反向运动发现一种比原来的本原更正确的本原时，原来的本原就是本原错误。但是，这种错误，并不需要等到新的本原诞生才能判别，相反在现实中这种错误还是新的本原诞生的起因。一般来说，当原有本原逻辑上不能包容新的观察或实验结果，就预示着（而不是立即确定）原来的本原是错误的。

*⁴ 如前述，物体还有层次。但是，很显然，从逻辑上说层次也可以类比为角度。

*⁵ 电视连续剧《春秋战国》中，齐国的鲍叔牙说：“管仲是贤相，能藏污纳垢。”可见，“能藏污纳垢”是一个好品格。但污垢并不是好东西，因此既要能“藏污纳垢”，还要能“清污除垢”。

二、引文出处

⑥⑦⑧ 马文蔚等主编，《物理学发展史上的里程碑》，江苏科学技术出版社，1992年版，第16、17、22、25、23页。

⑤ [英] 伊·拉卡托斯著，兰征译，《科学研究纲领方法论》，上海译文出版社，1986年版，第253页。

⑨ [苏]敦尼克·约夫楚克·凯德洛夫·米丁·特拉赫坦贝尔主编,《哲学史·欧洲哲学史部分》生活·读书·新知三联书店,1972年版,第42页

⑩ (马克思恩格斯选集)第1卷,第250页。

⑪ 马克思《资本论》第1卷,人民出版社,1975年版,第11页

第四篇 系统认知学

本篇是对第二篇和第三篇的总结和升华。本篇分为两章，第十四章，引述马克思发现的认知之路，并将之与前面讨论过的自然科学实际走过的路进行比较，从而论证马克思的认知之路是普遍的科学的认知之路；第十五章，通过逻辑分析，找出马克思认知之路的不足，并且引用第二章讨论过的系统定义亦即系统逻辑，对马克思认知之路加以充实和完善，从而构造出系统认知学。

第十四章 马克思发现的认知之路

本章的重要概念：抽象、具体、抽象之路、凝聚之路、系统外表、唯心主义幻觉、不可知论幻觉。

一、马克思的发现

实际上，马克思发现并实施了真正科学的认知之路。马克思写道：

“从实在和具体开始，从现实的前提开始，因而，例如在经济学上从作为全部社会生产行为的基础和主体的人口开始，似乎是正确的。但是，更仔细地考察起来，这是错误的。如果我抛开构成人口的阶级，人口就是一个抽象。如果我不知道这些阶级所依据的因素，如雇佣劳动、资本等等，阶级又是一句空话。而这些因素是以交换、分工、价格等等为前提的。比如资本，如果没有雇佣劳动、价值、货币、价格等等，它就什么也不是。因此，如果我从人口着手，那么这就是一个混沌的关于整体的表象，经过更切近的规定之后，我就会在分析中达到越来越简单的概念；从表象中的具体达到越来越稀薄的抽象，直到我达到一些最简单的规定。于是行程又得从那里回过头来，直到我最后又回到人口，但是这回人口已不是一个混沌的关于整体的表象，而是一个具有许多规定和关系的丰富的总体了。第一条道路是经济学在它产生时期在历史上走过的道路。例如，十七世纪的经济学家总是从生动的整体，从人口、民族、国家、若干国家等等开始；但是他们最后总是从分析中找出一些有决定意义的抽

象的一般的关系，如分工、货币、价值等等。这些个别要素一旦多少确定下来和抽象出来，从劳动、分工、需要、交换价值等等这些简单的东西上升到国家、国际交换和世界市场的各种经济学体系就开始出现了。后一种显然是科学上正确的方法。具体之所以具体，因为它是许多规定的综合，因而是多样性的统一。因此它在思维中表现为综合的过程，表现为结果，而不是表现为起点，虽然它是现实中的起点，因而是直观和表象的起点。在第一条道路上，完整的表象蒸发为抽象的规定；在第二条道路上，抽象的规定在思维行程中导致具体的再现。因而黑格尔陷入幻觉，把实在理解为自我综合、自我深化和自我运动的思维的结果，其实，从抽象上升到具体的方法，只是思维用来掌握具体并把它当作一个精神上的具体再现出来的方式。但决不是具体本身的产生过程。①

马克思这一段话，表明了一条崭新的认知之路。马克思说：科学研究“从实在和具体开始，从现实的前提开始。”但是，在开始时，人们面对的“实在和具体”，只是“一个混沌的关于整体的表象。”显然，面对这样“一个混沌的关于整体的表象”，人们甚至不能言说，因此，由“实在和具体”直接得到知识，这是不可能的，因而也是不正确的。由此并通过总结“十七世纪的经济学家总是从生动的整体”开始，到“总是从分析中找出一些有决定意义的抽象的一般的关系”，进而“上升到国家、国际交换和世界市场的各种经济学体系”，这一包含曲折环节的认知过程，马克思认为，完整的认知之路，只能是如下“两条道路”的交替前进：“在第一条道路上，完整的表象蒸发为抽象的规定；在第二条道路上，抽象的规定在思维行程中导致具体的再现。”显然，我们可以把这条认知之路概括为：从具体到抽象，从抽象再到具体。

这里涉及一对重要概念：“具体”和“抽象”，要理解马克思发现的认知之路，必须先弄清这一对重要概念及其相互关系。

具体：从马克思的论述来看，这一概念至少有三个含义。第一，指客观（实在）具体即认知对象。马克思说，“从实在和具体开始。”这里的“具体”显然是指客观具体，即人们研究所面对的认知对象。第二，指精神上的具体，即关于认知对象的知识体系。马克思在后面直接说“精神上的具体”，说“导致具体的再现”，显然，这里的“具体”不是客观具体，而是知识体系；当然，这个知识体系是关于客观具体的知识体系，所以才有“导致具体的再现”。第三，具体的内容。马克思说：“具体之所以具体，因为它是许多规定的综合，因而是多样性的统一。”显然，这里的“许多规定”和“多样性”是指抽象。这就是说，具体（赖以表达客观具体的精神上的具体）是由许多抽象组合而成的。上述三个含义中，前两个是内容指称上的，它有两个对应上的指称，表明两个层次的（客观的和精神上的）具体之间，具有一对一的关系（下面将谈到，抽象与具体之间则是多对一的关系）；第三个含义是操作量化上的，它蕴涵着对具体的认知过程：从具体（客观具体）到抽象，从抽象再到具体（精神上的具体）。

抽象：抽象也有三个含义。第一，指具体的表象，即“一个混沌的关于整体的表象。”马克思说：“如果我抛开构成人口的阶级，人口就是一个抽象。……因此，如果我从人口着手，那末这就是一个混沌的关于整体的表象。”第二，指从具体的表象中抽出的某些规定、属性和一般关系。马克思说：“从表象中的具体达到越来越稀薄的抽象，直到我达到一些最简单的规定”，“总是从分析中找出一些有决定意义的抽象的一般的关系。”笔者认为，这两个含义之间反映着感性认识（感觉）和理性认识（知觉、知识）之间的关系，其中表象是感性认识，规定、属性和一般关系是理性认识，从马克思说“完整的表象蒸发为抽象的规定”，可以认为，理性认识由感性认识“蒸发”（“蒸发”，在操作上应理

解为通过比较分析，亦即本书第十二章所说的“雕刻”）而得到的。显然，前两个含义，是对“抽象”在内容指称上所作出的定义。然而，还有第三，抽象也指一种活动，一种认知操作，即从具体得出抽象的操作过程。从马克思说具体是“许多规定的综合，因而是多样性的统一”可知，内容意义上的抽象或者属性，与具体的关系是多对一的，因而单一内容意义上的抽象或者属性，只是具体一个方面的情况。由此，可以把认知对象（具体）看成一个物体，人对它的认知是也只能通过对它的观察进行，但是很显然，对物体的观察只能是一个侧面一个侧面的进行，而不可能一次囫圇地观察到那个对象实体；从一个侧面对物体进行观察，每一次只能得出这个物体一个片面的情况（影像），这类似于对物体进行照像。这就是操作意义上的抽象——从一定角度对客观具体“抽”出一个“像”（“像”即内容意义上的抽象）。

现在，我们再来理解马克思发现的认知之路。在这里我们应注意到马克思所说的“具体”，不是一个，而是两个：一个客观具体，这是认知对象；另一个“精神上的具体”，这是认知成果。显然，所谓认知之路，实质上就是两个具体之间的逻辑通路。

稍做分析，我们就可以看到，马克思发现的认知之路，基于认知过程的深刻矛盾。这一矛盾，在逻辑上可以分两个层次来说。第一层次，是对个体的认知。根据目前人们所获得知识，我们可以得出结论：任一客观实在都是一个“体”，不是“体”的东西，只能是唯心主义者杜撰的“隐得来稀”，不可能是现实中的存在。此外，经验告诉我们，人对某一“体”的认知，可以且只能通过观察。但是，现实的人的观察，只能在被观察对象即被认知的“体”的某一侧面实施观察，每一次看到这一“体”某一片面的外表，而不可能在瞬间一次囫圇地观察到对象的整个“体”。此外，同一个实在，在不同的环境中可能有不同的表现，即显示不同的“体”外表，要观察到“体”外表的变化，就涉及更复杂的情况，这更不是一次囫圇观察可能实现的。而且，人们

在各种不同情况下所获得的片面的观察是离散且无序的，因此，企图将这些离散的观察结果简单加和起来，从而认知那个个体是不可能的。显然，这是一个深刻的矛盾。第二个层次，是对群体的认知。应当指出，认知的目的在于得出个体的知识（因为客观实在是以个体而存在的）。但是，人们认知个体，并不能就个体而直接认知个体，而必须通过认知群体后才能认知个体；因为认识是相比较而存在，而仅就个体而认知个体，不可能有比较，因而也就不可能获得认识。前面，我们之所以要把认知个体视为一个层次，一是因为认知个体是认知的目的；二是为了分析问题在逻辑上提供类比。不难知道，对群体的认知有着与前述对个体的认知同样的矛盾：认知对象是群体，显然，对一个群体不可能囫圇认知。此外，如前所述，通过先认知个体而后将个体的知识加和起来，以达到认知群体是不可能的。那么，如何解决这一矛盾？马克思认为，必须通过两条道路：抽象之路和凝聚之路。

抽象之路。在操作上，这是将无数的个体进行比较，将它们共性抽出来。从逻辑上说，我们可以把被考察的对象群体，看成一个体系，“体系”的要害在“体”，因此可用一个个体来比拟。我们从被考察的对象群体抽象出共性，可理解为对这个“体”进行“观测”，从而得到“影像”。然而，任一“体”，对它进行“观测”的角度决不止一个，而是很多个，理论上说有无数个（最典型或者说最完整的“体”是球，我们可以想想，球有无数条半径，亦即对它有无数个观测角度），因此，对客观具体的抽象，也就决不止一个，理论上说有无数个。而且这无数个抽象还是离散的，因为人们由以抽象的角度是离散的，此外抽象只有是离散的，人们才能将各个抽象区别开来，从而得到这些抽象。因此，仅仅是抽象之路，不能形成关于客体的知识，而只能得到组成这种知识的原始材料。这就需要另一条道路，即凝聚之路*1。

凝聚之路。在操作上，这是将抽象之路所得到的多个且散离

的抽象（属性）凝聚成一体，从而得出关于客观具体的精神上的具体。因为，精神上的具体，是由被考察的群体各个抽象即群体各个方面的属性（亦即构成这个群的个体的共性）组合而成的；显然，这里的“属性”或“共性”是变量，而精神上的具体则是变量体系。因此，精神上的具体，不是被考察群体的任何个体的复制，但又可以在理论上再现被考察群体的任何个体。当然，由上述过程得出的精神上的具体，并不是一劳永逸的。因为，如前述，被考察的群体即被“观测”的“体”的角度（从而构成群的个体的共性），理论上说有无数个，因此人们对它的“观测”总是不完全的；此外即使是已经完成了的“观测”，要将其结果（抽象）凝聚成“体”（精神上的具体），也有一个是否实施了正确的凝聚的问题。因此，人类在任何有限的历史阶段内所达到的认识，都可能不完善和发生错误。

上面是我们对马克思发现的认知之路，只是在逻辑上的理解。当然，仅仅这样还不够，也许联系马克思研究写作《资本论》的实践，我们会更真切地理解这一认知之路。《资本论》一开始，马克思写道：

“资本主义生产方式占统治地位的社会财富，表现为‘庞大的商品堆积’，单个的商品表现为这种财富的元素形式。因此，我们的研究就从分析商品开始。

商品首先是一个外界对象……”^②

这一段文字，尽管也提到“商品”，但很显然，这并不是作为考察成果的“商品”，而只是一个“外界对象”，它呈现给人们的是“一个混沌的关于整体的表象”。要对它进行认知，首先要进行抽象。于是，马克思对这“外界对象”的无数个体从几个不同角度进行比较，从而找出其几个方面的共性（属性）：使用价值、交换价值和价值。由此深入，对生产这种“外界对象”的劳

动进行了同样的考察，找出这种劳动的自然二重性，即具体劳动和抽象劳动；对这种“外界对象”的交换形式（即马克思所说的价值形式）进行考察，找出这种劳动的社会二重性，即私人劳动和社会劳动。接着，马克思将抽象操作得到的属性，凝聚起来得出关于这“外界对象”的本体——商品——它不是单纯的物而是一种物化的社会关系。此时的“商品”，已经不是“外界对象”了，而是一个精神上的具体（本体）。后来，马克思又把一般商品（包括货币）与另一个“外界对象”进行比较，找出这另一个“外界对象”重要的特性，即剩余价值；并深入一步追溯剩余价值的源泉，发现劳动过程的二重性等多个属性；再一次凝聚，就得出另一个本体——资本——它是生产剩余价值的价值，也是一种物化了的社会关系。以后的篇幅，基本上就是由上述本体（以实践为探路的手杖）而进行的逻辑生长。当然，《资本论》的内容十分丰富，我们上面的考察是大大简化了，但是只有这样，才能更好地看到《资本论》的逻辑结构，也才能准确的理解马克思发现的认知之路。

二、马克思发现的普遍性

无疑，马克思的认知之路，是他在研究政治经济学（社会科学）的过程中发现的。那么，马克思发现的认知之路，在自然科学中是否适用？换言之，马克思发现的认知之路，是否普遍的科学之路？我们有必要对这问题做出考察。

自然科学和社会科学，作为科学具有共同点，这共同点就是：都是对客观对象（实在具体）进行的研究，其结果都是用—一个“精神上的具体”再现研究对象。当然，自然科学毕竟不同于社会科学，其不同点在于：具体对象不同，因而具体方法也不同。因此，要研究马克思找到的认知之路的普遍性，需要了解自然科学的特殊性。关于此，马克思也有论述，他写道：

“分析经济形式，既不能用显微镜，也不能用化学试剂。二者都必须用抽象力来代替。”^③

显然，“用显微镜”、“用化学试剂”，就是实验。这就是说，这不同点仅在于：马克思《资本论》中所用的，亦即社会科学中所用的手段是“抽象”，而在自然科学中对应的则是实验。因此，我们有必要研究实验，并将实验与社会科学中的抽象进行比较分析。

先说实验。在第四章中，我们得到的度量公式，表达着任一实验都具有且仅具有两种功能：其一，将对象载体（亦即客观具体——下同）放到某一特定的载体环境中（或者说通过一种仪器给对象载体造成一种特定的载体环境），使对象载体显现一种特殊的属性（载体的外表或行为），可表为：

$$\wedge \blacksquare = \bullet (\blacksquare)$$

即式（14-2）。其二，对这属性进行度量。度量需要尺度，而尺度与对象其实是同质的东西，其过程也与对象显现的过程是同一的，可表为：

$$\wedge \blacktriangle = \bullet (\blacktriangle) \quad (14-2)$$

即式（14-3）；而度量操作本身则是一种比较，可表为

$$\wedge \blacksquare / \wedge \blacktriangle = k \quad (14-3)$$

即式（14-1）。这里，第二种功能实质上就是观测，而且是精确的观测，这比较好理解，用不着多说。第一种功能（包括尺度的确定），其实质是确定观测角度。大家知道，任一载体不仅有着外表，而且有着内部结构。但是，载体的外表不过是载体在一定载体环境中的表现，随着载体环境的变化，同一个载体其外表也可能变化，而载体外表的变化则反映着载体的内部结构，这为许多物理实验所证明。显然，载体外表的变化，实质仍然还是它的外表，即只不过是在变化的载体环境中的外表。这样，我们可以

把载体所有可能的外表，称为这个载体的“系统外表”（系统表象）。于是，实验的第一种功能，也就相当于确定一个特定的观测角度，从而保证第二种功能能够观测到一个特定的外表。不言而喻，这里的“系统外表”，如果将其凝聚起来，就得到了马克思所说的“精神上的具体”。由此，我们可以得出以下公式：

$$M = m_1 (\cap) m_2 (\cap) m_3 (\cap) \dots \dots (\cap) m_n (14-1)^*2$$

式中 M 为“精神上的具体”， m_1 、 m_2 、 m_3 、……、 m_n ，则是载体在不同载体环境中的数个表现，亦即人们由各个不同角度对载体观测所得到的数个属性， (\cap) 为相互作用。全式可理解为：一个载体的“精神上的具体”，等于“系统外表”即载体数个属性的相互作用的体系（有序结构）*³。以上所述，这是我们由马克思发现的认知之路，对自然科学实验过程的再研究。

再说社会科学中的抽象。显然，所谓抽象，实质也就是人们常说的分析；而所谓凝聚，实质就是人们常说的综合。然而，由上述对实验的再研究，我们看到社会科学中的分析，与自然科学中的实验是类似的。大家知道，任何社会事物都不是孤立的存在，而是也只能是在特定的背景（历史背景、社会背景）中存在；换言之，事物其所以能够给观察者以“印象”（从而证明其存在），这是因为它处于一个特定的背景中。可见，“被认知的事物”相当于实验中的对象载体 \blacksquare ，“特定的背景”相当于实验中的载体环境 \bullet ；而“这个事物给观察者以印象”，相当于实验中对象载体显现特定的属性 \wedge \blacksquare 。于是，某事物在特定的背景中显现一个特定的印象，则相当于实验中对象载体在特定的载体环境中显现特定的属性，即可表为：

$$\wedge \blacksquare = \bullet (\blacksquare)$$

然而，事物的印象，仅是“印象”，亦即马克思所说的：一个混沌的关于整体的表象。此时，很显然，人们对这个“印象”还谈不出什么，因而还要对这个“印象”作出定性的认识。大家也知道，获得定性的认识，必须运用一定的立场观点方法，对这个

“印象”做比较。显然，所谓“立场观点方法”，则相当于实验中的尺度即 $\wedge \blacktriangle$ ，由此可见，“立场观点方法”看似复杂，但其原始的东西与事物的“印象”则是同质的东西，它也是通过同样的过程得来的，在实验中这一过程可表为：

$$\wedge \blacktriangle = \bullet (\blacktriangle)$$

至于比较，当然是把“印象”与“立场观点方法”比较，即也可用实验公式的主式即：

$$\wedge \blacksquare / \wedge \blacktriangle = k$$

来表达。以上就是我们运用实验理论，对社会科学中的抽象所作出的新的理解。

但是，上述过程，还只是马克思所说的“从具体到抽象”，而且是单一的即仅有一个角度的抽象；就马克思发现的认知之路来说，还要进行多个角度的抽象。在现实中，任一事物（被认知对象）可能处在不同的背景中，从而给人以不同的“印象”。例如一个商品，在市场中亦即处在交换过程（这是一种背景）中，它是一个交换价值；在消费者手中亦即处在消费过程（这是另一种背景）中，它是一个使用价值。这种现象，与实验中同一个载体在不同的载体环境中，会有不同的属性是类似的。我们常说要全面看事物，实质上这是也只能是把这个事物放到各种不同的背景中去考察，从而由多个角度得出关于这个事物定性的认识，这与实验中将同一个载体在不同的载体环境中度量是类似的。至此，才比较全面的实施了马克思所说的抽象过程，亦即人们常说的分析过程。然而，在马克思来说，这只是一个完整认知过程的一半，即“两条道路”中的第一条；还有另一半，这就是“从抽象到具体”，也就是人们日常说的综合，而笔者表为“凝聚”的过程。这另一半过程就是，将上述由多个角度所得到的关于被认知事物各个定性的认识凝聚起来，从而用一个“精神上的具体”，再现被认知事物这个实在具体。显然，这也可用式（14-1）表达，即表为：

$$M = m_1 (\cap) m_2 (\cap) m_3 (\cap) \dots \dots , (\cap) m_n$$

上述展示的一系列过程，这是我们运用实验理论，对社会科学的分析综合过程，所作出的新的理解。

通过运用马克思发现的认知之路对自然科学中的实验再研究，以及运用实验研究的成果对社会科学的认知方法再研究，我们不仅对以实验为基本手段的自然科学方法有了更科学的理解，而且对马克思发现的认知之路也有了更切实的理解。由此，我们看到，社会科学与自然科学当然有区别，但是，它们之间并没有不可逾越的鸿沟，它们在更高的层次上是相通的。也正因为此，笔者认为，马克思发现的认知之路，这是普遍科学的认知之路。

然而，还应当指出，就认知的全过程来说，“两条道路”即从具体到抽象、从抽象再到具体，并不是只进行一次，而是“两条道路”交替往复以至无穷。马克思主义有这么一个观点：人类的认知是一个无限过程，而无限过程又纯粹是由有限过程组成的。任何一次相对完整的认知，都要通过“两条道路”，这是有限的过程；而“两条道路”交替往复则是无穷的。关于此，本书第三篇的研究可做印证*⁴。就自然科学来说，本原显然就是一个具体（精神上的具体），那是通过从具体（客观具体）到抽象、从抽象再到具体（精神上的具体）的过程得出的（第十二章）。我们得到本原以后，又将从本原出发，在观察和实验的导引下进行逻辑演绎，此可理解为新的从具体到抽象（第十一章）；演绎可能导致不可解的矛盾，到这时就需要反向运动从而修改本原，此又可理解为新的从抽象到具体（第十三章）。这样的交替往复是无穷的，由此人们的知识不断深化和扩展。于是，我们看到，马克思发现的认知之路，提供了理解认知过程，即有限和无限辩证法的一个清晰的模型。当然，对物理本原的认知，与对日常生活中简单事物的认知是不同的；人们认知日常生活中的简单事物，一般是运用已有知识来完成的。但是，即使是后者，也同样需要两条道路的交互推进，本节讨论已揭示，已有知识不过只是

认知事物的尺度，对事物认知本身仍然还要运用（甚至反复运用）抽象和凝聚两条道路。由此可见，马克思发现的认知之路，既是认知之路“整体”，亦是认知之路“细胞”，它表达着认知活动的基元过程。然而，基元过程才是过程的真谛。这一切再一次表明，马克思发现的认知之路，这是普遍科学的认知之路。

三、两种认知之路幻觉

大家知道，在认知之路的探索中，历史上曾有过几种错误思潮。然而，辩证唯物主义认为，认识（无论什么认识）无一例外都是也只能是来源于实践，因而必然在一定程度上反映着客观实际。这就是说，错误的认识并不是纯粹主观的想像，也是在一定程度上对客观实际的反映。由此，可得出一个重要观点：如果说马克思发现的认知之路，是真正科学的认知之路，那么，历史上有关认识论的错误思潮，就一定可以在马克思发现的认知之路中找到某种根据。从另一角度，这也就是说：以马克思发现的认知之路作为镜子，可以清楚地看出在认知之路这一问题上，历史上一些错误思潮的认识论根源。笔者以为，这可视为对马克思发现的一个检验，由此可以从反面证明马克思发现的认知之路的正确性。

由简单的逻辑分析，可得结论：如果马克思发现的认知之路是正确的，那么在认知之路的问题上有可能存在两种幻觉。

第一种，可称为唯心主义幻觉。认知之路是从具体（客观具体）到抽象，从抽象再到具体（精神上的具体）。如果仅取后半过程，则是从抽象到具体。由前面的讨论，我们知道，这是一种表现为思维的综合（将离散的抽象凝聚成体的）过程，由此可能产生唯心主义幻觉。事实正是如此，前面引述马克思的那段话已有论述：因而黑格尔陷入幻觉，把实在理解为自我综合、自我深化和自我运动的思维的结果，其实，从抽象上升到具体的方

法，只是思维用来掌握具体并把它当作一个精神上的具体再现出来的方式，但决不是具体本身的产生过程。类似情况，在其他学者身上也发生过。例如“天赋观念论”和各种形式的约定论，也一样如“黑格尔陷入幻觉”。

第二种，可称为不可知论幻觉。对认知之路，如果仅取前半过程，就是从具体到抽象。因为具体是一体，而抽象则是多个，如果仅仅到抽象为止，那么我们的知识（抽象）与知识的对象（客观具体）不能建立一一对应关系，于是就会滋生以否定客观具体或者以割裂具体和抽象的联系为特征的不可知论。老的不可知论，如康德的不可认识的“物自体”是如此，新的不可知论，即因量子疑难而导致的不可知论也是如此。大家知道，康德是从一系列二律背反得出他的不可知论结论的。由前面的讨论可知，所谓二律背反，就是对客观实在仅进行对立角度的抽象，而又没有实施系统凝聚的结果。这就是说，康德的不可知论，正是对科学的认知之路即马克思发现的认知之路，仅取前半过程而发生的幻觉。本书前面的章节已有论证，量子实体是波粒二层一体，因此，量子物理中单纯的波或单纯的粒，不过是人们对波粒二层一体，从不同角度（运用不同实验）所“看”到的片面的影像（抽象）。然而，如果仅仅到此为止，人们就会陷入不可解的矛盾：量子只有一个，但人们由实验看到的影像则是多个，于是不可知论浮现出来。

一、注释

*¹ 马克思说的是“综合”（“许多规定的综合”），笔者用的是“凝聚”。为什么？笔者认为，“综合”这个词有简单归堆之嫌；“凝聚”一词，表达着自然科学关于由散逸物质到凝聚固体的变化过程的动力学（散逸物质之间的相互作用）描述，笔者借用这个词，以表达从抽象上升到具体的过程，不是简单归堆，而是系统有序的、通过抽象之间的相互作用，从而排除了逻辑矛盾的综合。

*² 式（14-1）是一个重要的逻辑（计算规则）。参见拙文《论力学计算》（载《广西社会科学》1995年第6期，收入拙著《力学基础的系统研究》）。

*³ 由此可得一个重要结论：人们通过观察并对观察实施系统思维，完全可能认知客观实

在，即获取客体的完整知识，此外并不需要任何神秘的东西。下面，对这一结论给出如下简要证明：

证：显然，客体的系统知识，可以且只能划分为外在表象和内在结构。外在表象，能够为人们所认知（观测），这不成问题，问题在于内在结构。但是，所谓“外”，只是被认知客体在某一载体环境中的表现；被认知客体还可以放到其他各种不同的载体环境中去，在这些不同的载体环境中，它可能有各种不同的表现即呈现不同的属性；显然，这不同的属性并不是原来的“外”，而相对原来的“外”来说则是“内”。这就是说，在一定条件下，被认知客体的“内”，可以由该客体在其他条件下（这“其他条件”在理论上是无限的，且在原则上可由受控实验复制）转化为“外”。例如量子，在显现波动的实验中，此时波动是“外”，而粒动则是“内”；在显现粒动的实验中，此时粒动是“外”，而波动则是“内”。这说明，物体的“外”即外在表现和“内”即内在结构，是依一定条件而转化的，而且这种转化原则上可由实验实现并观测到。这就是说，人们凭实验和观察原则上可以获得“系统外表”，且这“系统外表”已包涵着被认知客体的所有情况，将“系统外表”进行系统凝聚（系统思维），得出“精神上的具体”，总可以再现被认知的客体。证毕。

*4 由此似乎可以得出结论：马克思发现的认知之路，不过就是我们在第三篇中揭示的自然科学实际上走过的认知之路。其实不然。因为马克思所说的具体（精神上的）显然是本体。在本书第 20 章中，我们将说明，本体相对本原是一个进步。因此，实际上马克思发现的认知之路，是对自然科学实际走过的认知之路的一个改进。

一、引文出处

① 《马克思恩格斯选集》第 2 卷，第 102~103 页。

②③ 马克思《资本论》第 1 卷，人民出版社，1975 年版，第 47、8 页。

第十五章 系统认知学探索

本章将由系统的定义，推出系统逻辑，从而对马克思发现的认知之路加以完善，并且由此试解本书第二章的悬案——系统悖论。笔者认为，展现马克思发现的认知之路，并对这一认知之路，以及在此基础上解开“系统悖论”，实质上已经锻造了一门全新的认知科学——系统认知学。

本章的重要概念：系统逻辑，抽象（分析）程序、凝聚（综合）路径，三力一构、一分为二，实物、知识，获得、认知。

一、马克思认知之路的不足或不完善

在上一章，我们知道马克思发现的认知之路就是如下的“两条道路”交替推进：从具体到抽象，从抽象再到具体。但是，马克思发现的认知之路并不完善。这可以通过提出如下两个问题看出。

第一，由上一章得知，认知活动的目的是认知具体，且我们也是也只能是通过抽象认知具体。但是，通常我们是在对具体无知或少知的前提下来抽象的，而抽象是离散的且理论上说其个数可以是无穷的。这就提出了一个问题：是否存在这样一种方法，从而用最少的抽象在最大的程度上反映具体？

第二，由上一章得知，在认知过程中得到的关于具体的抽象（知识元素）是离散且“多”（无序且无穷）的，因此必须凝聚（综合）起来才能再现具体。但是，将离散且“多”的抽象凝聚（综合）起来，数学可以证明，必有多个甚至无穷的凝聚路径（综合方法）。这又提出了一个问题：有没有最优的凝聚路径（综合方法）？

虽然马克思发现了科学的认知之路，但是并没有明确的提出上述问题，当然更没有讨论上述问题。然而，很显然，讨论上述问题是十分重要的。

二、系统逻辑

答案是有的，方法就在对象中。本书第二章通过对原子系统的结构分析，已经找出了答案，那就是三力一构定律。尽管那是“野生的自然”系统的构成（组合）规律，但第二章还论证过，反映“野生的自然”的知识体系也是一个系统，因此，三力一构定律也是知识体系的构造逻辑。

三力一构定律的完整表式^{*1}，即式（2-4）是

$$\begin{cases} X(\cap)Y(\cap)Z=I & (1) \\ X \doteq Y \doteq Z & (2) \\ 1、2、3，多 & (3) \end{cases}$$

上式其三个分式的简要意义是：（1）分式称为结构分式，表示三力（或三元）相互作用构成一体；（2）分式称为能量分式，表示三力（或三元）近似等量；（3）分式称为信息分式，表示系统的结构是按“1、2、3，多”有序。关于此，本书第二章已有详细讨论，兹不赘述。这里需要说明的是，就认知学来说，三力一构定律也是系统逻辑。其中（3）分式稍加变化，则可表达这一逻辑的抽象（分析）程序和凝聚（综合）路径。（3）分式，如果表为：

$$\xrightarrow{\hspace{2cm}} \\ 1、2、3，多 \quad (15-1)$$

则是抽象（分析）的程序，那就是：从“1”（一个整体亦即具体）到“2”（二个层次），从“2”到“3”（三个部分），从“3”到“多”（多个子系统亦即元素）；如果表为：



1、2、3，多 (15-2)

则是凝聚（综合）的路径，那就是：从“多”到“3”，从“3”到“2”，从“2”，到“1”。

要理解这一逻辑，关键是从“3”到“多”和从“多”到“3”。关于此，第二章也作了讨论。系统的特征是“体”，而“体”可以是“多”维即无限维（例如球有无限条直径因而对它有无限个观测角度），但“多”维可以归结为（在位置上）相互垂直或（在性质上）对立统一的“3”维。由此，可以论定：从（在位置上）相互垂直或者（在性质上）对立统一的“3”个角度观测，从而获得相互垂直或者对立统一的“3”个抽象，是用最少的抽象在最大的程度上反映具体，即最优分析程序。同理，对离散且无序的“多”个抽象进行比较分析，从中选出（在位置上）相互垂直或者（在性质上）对立统一的“3”个抽象，组合成体（具体），这是最优的凝聚路径（综合方法）。

抽象（分析）程序和凝聚（综合）路径，既有“最优”，那么也就还有“其次”。然而，这“其次”又是什么呢？在第二章，我们还讨论了缺项系统，在那里我们说过，式（2-1）中的 X、Y、Z 可以是有效数也可以是零；当其中某一项或某两项为 0 时，三力一构定律表达着缺项系统。在这里，我们要指出的是，就认知学来说，这缺项系统同样表达着某种认知逻辑。

首先，令其中二项同为 0，例如当 Y 和 Z 同为 0，则有

$$\begin{cases} X (\cap) 0 (\cap) 0 = I & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} X \doteq 0 \doteq 0 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1, \text{多} & (3) \end{cases}$$

化简得

$$\begin{cases} X = I & (1) \\ 1, \text{多} & (2) \end{cases} \quad (2-6)$$

就认知学来说，式（2-6）可理解为“简单归堆”即由“多”个子系统（元素）简单归堆为“1”体的认知方法，亦即贝塔朗菲所说的“累加性”的认知方法。这说明，“简单归堆”或“累加性”的认知方法在逻辑上也是可行的，但与式（2-4）表达的方法相比，它不是最优的。

其次，令其中一项为0，例如当Z为0，则有

$$\begin{cases} X(\cap)Y(\cap)0=I & (1) \\ X=Y=0 & (2) \\ 1, 2, \text{多} & (3) \end{cases}$$

化简得

$$\begin{cases} X(\cap)Y=I & (1) \\ X=Y & (2) \\ 1, 2, \text{多} & (3) \end{cases} \quad (2-5)$$

就认知学来说，式（2-5）或者可理解为一些哲学家对“一分为二”作简单化理解的认知方法。这说明，这种方法在逻辑上也是可行的，且比“简单归堆”或“累加性”的方法要进步一些，但与式（2-4）表达的方法相比，它同样不是最优的。

应当指出，上面表达的系统逻辑也是（而且首先是）自然系统（物体）的解体过程和凝聚过程（解体过程和凝聚过程互为逆过程）的规律。关于此，本书第三章已作了讨论。物质元素和物质整体之间的关系，精神（知识）元素和精神（知识）整体之间的关系，都是元素和整体之间的关系，因而它们的规律同一是没有什么奇怪的。恩格斯说：“头脑的辩证法只是现实世界（自然界和历史）的运动形式的反映。”^①这里再一次证实恩格斯的至理名言。

三、系统认知学的公式表达

现在，我们可以运用系统逻辑（当然是“最优”的，“其次”

的从略)，对马克思发现的认知之路作出表达。开始，认知主体面对的是某一客观具体，主体对这客观具体进行抽象（当然这要通过实验操作或社会科学的抽象操作，在此省略掉了），其路径由式(15-1)即



1、2、3，多

给出。由此得到关于客观具体的“多”个属性，其结果可写为：

$$M = m_1 (\cap) m_2 (\cap) m_3 (\cap) \dots \dots, (\cap) m_n$$

上式即式(14-1)，我们在上一章中讨论过，兹不赘述。以上是从具体(客观具体)到抽象的过程及其结果。

然而，通过抽象得到的属性是离散且无序即“多”的「这从式(14-1)可以看出」，须将它们凝聚(综合)起来，才能形成具体知识(精神上的具体)。凝聚(综合)的路径由式(15-2)，即



1、2、3，多

给出。于是，凝聚(综合)过程可理解为将式(15-2)作用在式(14-1)上，则式(14-1)可改写为：

$$M = m_x (\cap) m_y (\cap) m_z \quad (15-3)$$

不难看出，式(15-3)对应着式(2-4)中的(1)分式。然而式(2-4)还有(2)分式，即

$$X \doteq Y \doteq Z$$

在本例，(2)分式可写为：

$$m_x \doteq m_y \doteq m_z \quad (15-4)$$

上述可以这样理解：式(15-4)是对式(15-3)的约束，即约束式(15-3)中的 m_x 、 m_y 和 m_z 三者相互垂直或相互对立。于是，式(15-3)的意义为：三个相互垂直或相互对立的属性(变量)构成一个系统(有序结构)。以上又是从抽象到具体(精神上的具体)的过程及其结果。

当然，到此为止，认知过程并没有最终完成，因为一般来说，精神上的具体并不等同客观具体，因而认知活动还将继续，于是又开始新的循环。认知活动就是这样不断循环往复以至无穷，由此得到的知识也将不继深化和完善。

应当说明，系统逻辑只是一个指导原则，并不是凝固的套路。不难明白，尽管“3”是一个确定的数字，但是从“多”到“3”，却并不是凝固的。因为尽管自然空间的维数只有“3”，但自然物体的形状则可以无限样，此外典型物体即球的三维也可以有无限组，因此从“多”到“3”，可以有无限种组合方式^{*2}。这就是说，对同样多的信息，按同样的“系统逻辑”，仍然可以得到“多”种不同的理论体系。这里告诉我们的只是形成体系的条件，不是体系固定的格式，因而我们得到的只是一个指导原则，不是凝固的套路。任何原理都不能代替对客观情况的具体分析，也因此，知道系统逻辑并不能避免错误。这就是说，系统逻辑的存在，仍然表明马克思发现的认知之路具有容错和纠错机制。然而，在第十三章我们讨论过，能够容纳错误（当然还要能纠正错误），不是认知之路的缺陷，而是它的优点。

四、还有另一个层面

大家知道，对一个事物真正完整的认知过程，不仅包括狭义的认知即“获得知识”，而且包括对知识的运用，即由关于某事物的知识进一步演绎成我们处理该事物的行动方针和方法。前面，我们只研究了“获得知识”，还没有涉及“运用知识指导行动”。因此，作为一个完整的过程，还有另一个层面。

这另一个层面，涉及到毛泽东所阐述的主要矛盾的学说。如前述，系统逻辑的抽象（分析）程序和凝聚（综合）路径分别为：

和



1、2、3, 多



1 2 3, 多

对上两式，可分两个层次来理解。第一层次是“狭义的认识即获得知识”，可表为：

和



1、3, 多



1 3, 多

这实际上就是本章第三部分叙述的内容，兹不赘述。第二层次则要考虑“1”与“3”之间的“2”（本章第三节并未叙述这一点）。在第二章，我们说过，任何系统都是或都可以看作一个力的系统（力的体系），任何力的系统又可以归结为对立统一（相互垂直）的三个力的相互作用。但是，三个力可组成也只能组成三种二力结构。请看图 15-1、图 15-2、图 15-3 所示：

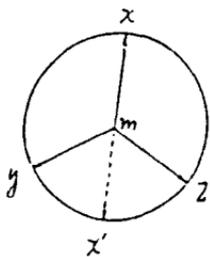


图 15-1

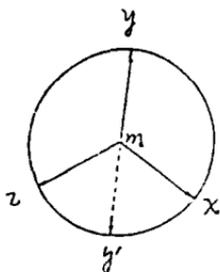


图 15-2

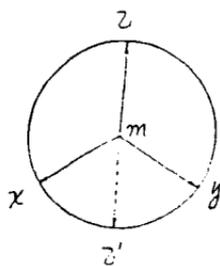


图 15-3

以图 15-1 为例，图中圆圈表示系统，图中实线 mx 、 my 、 mz 表示三个对立统一的力，虚线 mx' 表示由 my 和 mz 的合力所构

成的与 m_x 相反的力，这样 m_x 与 m_x' 构成一个二力结构。于是，三力组成为二力。类似的，图 15-2 和图 15-3，则表示三力系统还可组成另两个二力结构。不难看出，上述图形表达的二力结构实际上就是系统的主要矛盾，可分别表达为：

$$\begin{aligned} m_x &\longleftrightarrow m_x' = m_y + m_z \\ m_y &\longleftrightarrow m_y' = m_z + m_x \\ m_z &\longleftrightarrow m_z' = m_x + m_y \end{aligned} \quad (15-5)$$

式中 m_x 、 m_y 、 m_z 和 m_x' 、 m_y' 、 m_z' 均为矢量，符号 \longleftrightarrow 表示对立一体。由此可见，任一系统可能的主要矛盾有且仅有三对。当然，任一现实系统在确定的时刻只能有一对现实的主要矛盾，此时相对的说，另二对可视为潜在的主要矛盾，于是这里蕴涵着主要矛盾转化的思想。显然，这里就有一个行动方针的确定问题。因为，理论上三对潜在的主要矛盾，都可能变成现实的主要矛盾，而具体是那一对成为现实的主要矛盾，则为人们的主观努力留下了用武之地。

上面，我们说了三力可以归结为二力（“3”合为“2”），然而，二力又是一体的（“2”合为“1”）。此外，在系统逻辑中，“3”合为“2”与“2”分为“3”，“2”合为“1”与“1”分为“2”，表达的是同一个程序（只不过是互逆而已）。笔者认为，这里的“1”分为“2”，也就是“一分为二”。大家知道，“一分为二”曾经为毛泽东同志表达为辩证唯物主义方法。但是，从上面的分析可知，“一分为二”应当是建立在“三力一构”基础上的。因为，系统是“三力一构”的。此外，只有看到“三力一构”，才有策略可言，因为策略的实质就是借力（借自然的力、借对手的力），而仅仅看到两个（自己和对手）对立的力的系统，是无从借到力的。尽管毛泽东把他的方法表达为“一分为二”，但是仔细考察可以看出，他实际使用的方法，则是建立在“三力一构”基础上的“一分为二”。《毛泽东选集》开篇就写道：

“谁是我们的敌人？谁是我们的朋友？这个问题是革命的首要问题。”^②

难道仅仅是“一分为二”吗？不是，这里除“敌人”和“朋友”外，还有“我们”，因此实际上是“三力一构”，是在“三力一构”基础上的“一分为二”，或者可以这样理解：毛泽东的“一分为二”是将客体一分为二，由此形成借力的格局，此时系统的第三元——我们自己，则是不言而喻的。但是，就严密的科学来说，无疑应表为“三力一构”以及在“三力一构”基础上的“一分为二”。

五、试解系统悖论

在本书第一章中，我们提到“系统悖论”是系统科学的一个谜。但在前面的章节，我们并没有解开那个谜。现在可以解开了。

由第一章我们知道，所谓“系统悖论”，是前苏联哲学家瓦·尼·萨多夫斯基首先提出来的。其意义是：研究“系统”，有两个相应任务「例如要认识“整体”须先认识“部分（元素）”，而要认识“部分（元素）”则又须先认识“整体”」，这两个任务互为条件纠缠在一起，从而出现诸如“先有鸡还是先有蛋”这样的逻辑死结。

从字面上说，悖论即假矛盾。这就是说，悖论并不是绝对的、真的矛盾，而只是因为对被认知事物认识不透彻，从而存在某种误解而导致的矛盾，只要我们对被认知事物认识透彻从而消除了某种误解，矛盾就迎刃而解。“系统悖论”也是如此。当我们对系统这一事物有了比较透彻的了解，我们也就不难解开这一悖论。

首先，导致“系统悖论”的原因之一在于概念混淆。有两对

概念：一对是“知识”和“实物”；另一对是“获得”和“认知”。对实物，要获得它的元素（以往系统论称为“部分”），当然需要将整体解剖，从而获得元素；而经解剖后整体又不复存在。这的确是矛盾。但是，实物整体（物体）与知识体系，实物元素与知识元素，它们并不等同。知识元素，它们是抽象，人们获得抽象是通过观察和实验，而不必通过解剖实物整体，也不必以整体知识的先在为前提，因而不存在须先获得整体而后才能获得元素（以往系统论称为“部分”）的困惑。有了一定数量的知识元素（抽象），不难按系统逻辑得出知识体系，这一知识体系对应着（但并不等同）它反映的实物整体，也就有可能在一定程度上认知该实物整体（包括其内在结构），从而也就有可能在一定程度上认知这实物整体包含的各个实物元素。显然，这里没有矛盾，矛盾根源于概念混淆。

其次，导致“系统悖论”还在于对系统这一事物了解不透彻。前面，我们说人们获得知识元素不以获得知识整体为前提。但是，这里仅仅是“获得”，而不是“认知”。仔细考察，“认知知识元素”和“获得知识整体”，这两个任务仍然是互相纠缠在一起的。我们知道，由实验和观察获得的知识元素即表象和差异（数据），是离散的无序的不可言说的，因此，不在一定的知识整体中，知识元素的意义是不确定的。如果用数学用语来表达，那么可以这样说：知识元素是一个点，而知识体系则是一个图；显然，仅仅一个孤立的点，它在图（整体）中将处于什么地位，因而具有什么意义，是不确定的。我国古代诗句“横看成岭侧成峰”和近代西方格式塔心理学原理，都表达着这种情况。这就是说，知识元素的意义依赖于所在的整体，亦即人们“认知知识元素”，以“获得知识整体”为前提；但是，知识整体又纯粹是由知识元素构成的，如果说对知识元素没有任何认知，又怎么可能获得知识整体？可见，导致“系统悖论”，不仅有前述的概念混淆，而且还有上述认知学上的疑难。

然而，这一疑难并不是不能消除，当我们对系统这一事物有了透彻的了解，就不难消除这一疑难。系统是三力一构，可由三力一构定律来表达。运用三力一构定律，只要我们有了“多”个元素（而这不需要以认知整体为前提），就不难组合成相互垂直或者对立统一的“3，，个部分，从而经由‘3，到“2，到“1”即得到一个整体（知识体系）。当然，开始得到的知识整体并不一定完全符合客体，但那不要紧，重要的是我们毕竟有了知识整体。我们可以由此出发，进一步观察和实验，从而获得新的元素，再按前述过程进行重组（即将新的元素纳入已有知识结构——关于此，本书第十章已作了讨论），这样不断交替进行（亦即马克思所说的“两条道路”交替推进），我们终将达到符合客体的知识。于是，整体和元素之间的矛盾，化解为容错和不断识错纠错这样一个系统化的过程——悖论消除了。在过程中，无论是知识整体还是知识元素的意义，都可能处在不断变化之中^{*3}。造成这一可能变化的原因，则是新的观察和实验。由此我们看到，观察、实验是认知学最深厚的基础，观察、实验相对知识的先在性、无条件性，则是系统悖论能够消除的根本原因。

在第一章中，我们曾经批评过，以往一些系统论的学者企图通过否定“分析程序”来解“系统悖论”。这里我们仍然不赞成这一观点。在第十四章中我们讨论过，人们对实物整体进行观测和实验，实质上就是分析，因而一定存在分析程序；本章则更进一步证明，不仅存在“分析程序”，而且存在“多”个（甚至无限个）“分析程序”，其中有最优的“分析程序”。此外，在第一章中，我们还批评过这样的观点：系统悖论不能在知性思维的层次解决。在这里，我们进一步证实了这一批评：我们找到的“分析程序”，并不是虚无飘渺的“超越知性的局限”的“高级的思维方法”，而是脚踏实地实实在在的“知性思维”。

一、注释

*¹ 三力一构定律也可以变形为微积分。因为，三力一构定律的（1）分式，其意义为三力（或三元）相互作用构成一体，因此可表为：

$$f(x, y, z) = 0$$

我们把上式称为三力一构定律变形形式的主式。这样，三力一构定律（2）分式和（3）分式就是其变形形式主式的约束条件。于是变形形式主式可表为：

$$f(x, y, z) = 0$$

式中

$$x \doteq y \doteq z$$

1、2、3,多

可见，系统科学与传统科学是相通的。但是，本书第一章谈到，近代微积分的特征是“任意分析”——我们称为“非系统分析”；然而，从本章可知，三力一构定律所表达的系统逻辑，其特征并非“任意分析”，而是力求按系统整体本身的有序结构来分析——我们称为“系统分析”。因此，笔者认为，三力一构定律表达式的内容比它的变形形式的内容要丰富。这说明系统科学与传统科学又是区别的。

*² 由此可知，系统逻辑（方法）的具体逻辑（方法），是“多”的。当然，系统逻辑（方法），也是“3”（即三力一构、简单化理解的一分为二、累加性的），也是“2”（因为“3”个部分可归为“2”个层次，即三力一构为一个层次，简单化理解的一分为二和累加性的为另一个层次）。可见，“系统”本身也是系统有序的，即也是1、2、3，多的。

*³ 新的知识元素（新的观察和实验结果）可能与原有知识整体发生矛盾，这说明原有知识整体不完全正确。为使原有整体与新的元素协调，以便将新的元素纳入整体，就需要重新划分整体的“部分”和“层次”。“部分”和“层次”的重新划分，必然导致整体和元素（原来的元素）的意义发生变化。笔者认为，这就是信息加工的实质过程。

二、引文出处

① 《马克思恩格斯选集》第3卷，第531页。

② 《毛泽东选集》第1卷，人民出版社，1967年横排袖珍本，第3页。

第五篇 本体证实

所谓本体证实，就是对系统本体做证实。我们研究知识之源和认知之路，进而锻造系统认知学，就是为了对系统本体作出证实。通过第二篇、第三篇和第四篇，我们已经找到了知识之源和认知之路，研究了系统认知学，现在可以讨论系统本体的证实问题了。

由第一篇我们知道，系统本体（简称本体）是系统科学所认为的最基本的实在，而物理本原（简称本原）则是传统科学所蕴涵的最基本的实在，且系统科学是对传统科学的替代，本体是对本原的替代。因此，很显然，证实本体逻辑上包含着证伪本原。

本篇分为五章。第十六章，对“本体证实”这一问题本身作讨论，这是为证伪本原和证实本体做方法论准备。第十七章至第十九章，通过列举并分析量子物理学、相对论物理学和经典物理学的内在矛盾（它反映着这些理论与观察、实验结果之间的矛盾），从而在物理学内部证伪本原和证实本体。第二十章，运用系统认知学的成果，从认知学角度（物理学外部）证伪本原和证实本体。

第十六章 有关本体证实问题的讨论

证实本体和证伪本原，这是科学史上破天荒的事情。因此，在实施具体证实之前，有必要对“本体证实”这一问题本身加以讨论。

本章的重要概念：证实、化归证实、元证实、自然知识对象理论、自然知识元理论。

一、证实一般

要知道“本体证实”，先要弄清什么叫“证实”。关于此，学术界有规范的解释。冯契主编的《哲学大词典》写道：

“证实：在实践的基础上用经验方法和逻辑方法对某个理论或命题的真理性的判定。分为直接证实与间接证实。直接证实的对象通常是事实命题（经验知识），证实的方式是将事实命题直接与观察、实验的结果相对照而作出判定。间接证实的对象通常是复杂的事实命题和理论命题（理论知识），证实的方式是根据其他有关已证实的科学定律和事实命题，运用逻辑推理方法进行推断。”^①

上述解释对不对？回答是：有错误。首先，它蕴涵着逻辑矛盾。上述解释的第一句话说：证实是“在实践的基础上用经验方法和逻辑方法对某个理论或命题的真理性的判定。”但是，上述解释的第二句话却说：“分为直接证实与间接证实”；而“直接证实”是指“将事实命题直接与观察、实验的结果相对照而作出判定”，“间接证实”是指“根据其他有关已证实的科学定律和事实

命题，运用逻辑推理方法进行推断。”很显然，这里所谓“经验方法”就是“直接证实”，这里所谓“逻辑方法”就是“间接证实”。由此，由解释的第一句话，可得结论：“经验方法”和“逻辑方法”，亦即“直接证实”和“间接证实”，是任何一个证实的必备内容，而不是两种独立的证实。但是，由第二句话，又可得结论：“直接证实”或称“经验方法”和“间接证实”或称“逻辑方法”，是两种独立的证实。显然，这是一个逻辑矛盾。

其次，所谓“经验方法”亦即“直接证实”的说法有问题。据本书第二篇的研究，“观察、实验的结果”只是仅具数学意义的差异（差值）。然而，很显然，任何一个事实命题都是某种理论，都不仅仅是差异，而且还包括显现这一差异的自然载体（包括载体环境）以及二者之间的关系。由此可知，“事实命题”与“观察、实验的结果”这二者之间并不具有对等关系，不可能“直接”“相对照”，因而也就无法由“直接”“相对照”作出判定。

由前面各章对认知过程的考察，可以得出结论：任何证实，都要用到也只要用到实验（包括观察）方法和逻辑方法，或者说，任何证实，都包含也只包含狭义的证实过程和逻辑证明过程。如前述，“事实命题”与“观察、实验的结果”这二者之间，并不具有对等关系，不可能“直接”“相对照”。这里，可能的办法是：由需要证实的事实命题，推论出某些结果，将这些结果与相应的观察、实验结果直接相对照，从而证实（证伪）需要证实的命题。显然，“由需要证实的事实命题，推论出某些结果”必然涉及“其他有关已证实的科学定律和事实命题”，都必须“运用逻辑推理方法进行推断”，这是逻辑证明，而“将这一结果与相应的观察、实验结果直接相对照”，这是狭义的证实。不可否认，被证实的事实命题有复杂和简单之分。但是，再简单的事实命题不可能仅仅是差异，即不可能仅仅是“观察、实验的结果”，因此无论怎么简单的命题，都不是仅仅用观察、实验方法即狭义

的证实就可以证实的，而同时还要用到逻辑方法即逻辑证明。同样，再复杂的命题，其证实也只能运用实验方法和逻辑方法这两种方法，只不过由被证实的命题推论的结果不止一个，因而其逻辑推论比较复杂而已，此外，因其推论所得结果不止一个，因而需要用到的实验也不止一个，而是相关的多个而已。当然，复杂命题，需要用到多个实验，因此还要考虑到几个实验之间的关系，这又要涉及“其他有关已证实的科学定律和事实命题”，因而也需要“运用逻辑推理方法进行推断”。但是，不管怎样，只是运用实验方法和逻辑方法而已。

应当指出，冯契先生对“证实”的错误解释，并不是一时的疏忽，甚至也不是冯契先生一个人的观点，而是来自于学术界一个更原始的认识。“证实”与“证明”相近。在几乎所有的学术文献中，这两个概念的共同点：都是对某个理论或命题的真理性的判定；它们的区别点：前者是“相符性”（理论与事实相符）判定，后者则是“相容性”（理论与理论相容）判定。当然，说这两个概念的共同点都是对某个理论或命题的真理性的判定，这是正确的。但是说它们的区别点是“相符性”与“相容性”则是不正确的。不可否认，证实，的确有一个是否“相符”的判定问题，但能够判定与观察、实验的结果是否“相符”的，只是由理论或事实命题推论的结果，而不是理论或事实命题本身。那么，理论或事实命题与观察、实验结果之间，能够判定的是什么？只能是是否“相容”。在这里，判定“相符”，只是判定“相容”的手段，而判定“相容”才是实质。正因为此，观察、实验方法和逻辑方法是任何证实不可缺少的两种方法，也正因为此，任何有限证实都不是最终的证实*¹。

如此说来，“证实”与“证明”都是对相容性的一种判定。那么，它们之间还有没有区别？区别是有的，那就是：证明，所要判定的相容性，是理论（逻辑命题）与理论（逻辑命题）之间的相容性；而证实，所要判定的相容性，却是理论（事实命题）

之间以及与观察、实验的结果（根事实）之间的相容性^{*2}。

现在，我们可以给出“证实”的初步定义：证实，它是指对某个理论或事实命题的真理性判定，是对需要判定的理论或事实命题，与其他已证实的相关理论或事实命题的相容性，以及与相应的观察、实验结果之间的相容性的判定。证实需要且仅需要两种方法：一是观察、实验方法，二是逻辑方法。所谓观察、实验方法，就是由需要证实的某个理论或事实命题推论出某些结果，并与相应的观察、实验结果直接相对照。所谓逻辑方法，则是对“由需要证实的理论或事实命题推论出某些结果”这一过程作逻辑检验，以及对需要证实的理论或事实命题与其他已证实的相关理论或事实命题的相容性作出证明。

二、化归证实和元证实

证实可以分类。前述复杂命题的证实和简单命题的证实，这样一个划分就是一种分类。但是，这种分类仅具相对的意义，其特征并不明显。除此之外，笔者认为，还有另一种更明显也更重要的分类，那就是：化归证实和元证实。

笔者得出这一分类，是从数学证明的分类得到启发的。为此，有必要先了解一下数学证明的分类。据资料，数学证明，只是证明理论系统的协调性（无矛盾性），这有两种情况。一是化归法或者说解释法，即把要证明的系统的协调性，化归到另一个系统的协调性。王雨田主编的《现代逻辑科学导引》写道：

“利用解释法，我们已经把非欧几何的协调性化归到欧氏几何的协调性，然后利用解析几何再化归到实数的协调性，再根据狄德金分割，化归到有理数（从而化归到自然数）的协调性。最后由于狄德金的研究，最终化归到‘系’（实即集合）的协调性。”^②

二是直接证明或称元证明。元证明的提出，与集合论出现悖论有关。该书接着写道：

“每一次化归，都是把比较复杂的系统化归到比较简单的系统，从较不明显、较不可靠的系统化归到更为明显、更为可靠的系统。而集合，相对于谓词、属性，是公认的逻辑概念，看来应该是讨论真理的根据，其可靠性应是无可怀疑的了。可以说，追求数学的协调性，到此应该算是任务完成了。

但是恰恰在狄德金的自然数论（把自然数化归到“系”）出现的前后几年，集合论出现了悖论——最大序数的布拉利阜蒂悖论，以及最大基数的康托悖论。开头人们还以为这是由于一时偶然的疏忽，在序数、基数的定义过程及推导过程中，无意中忘记了应有的限制从而导致悖论，所以对这两个悖论不予重视，不加注意。等到罗素把推导最大基数悖论的方法应用到全集（一切集合所组成的集）去，从而导致罗素悖论时，人们才大吃一惊，开始重视起来。”^③

于是，提出了数学史上有名的希尔伯特规划。希尔伯特规划的任务是要证明整个数学的无矛盾性，这里已经没有东西可化归了，因此必须进行直接证明或元证明。该书继续写道：

“要证明数学的无矛盾性，不应再使用解释法，而应该使用直接证明。这时应把整个数学科学作为研究对象，叫做对象理论，而另用一种理论来研究它，后面这个理论叫做元理论。”^④

据资料，由于哥德尔的不完全性定理的证明，严格的希尔伯

特规划不可能实现，但是，经放宽一些条件后，在这方面还是取得了很多有意义的成果。

现在，我们再来看自然知识（物理学）的发展过程。通过本书第十一章到第十三章的研究，我们找到了以往知识的认知之路。这就是：在长期社会实践的基础上，经过复杂的过程得出物理本原，由物理本原在观察和实验的导引下得出公理体系，从而逻辑生长（演绎）出自然知识体系，因为观察和实验对自然知识具有证实和证伪的双重功能。所以，一方面以其证实功能导引本原经公理体系到知识体系的逻辑生长，这是正向运动；另一方面又以其证伪功能修改原有公理体系直至扬弃原有本原，构造新的本原，这是反向运动。但是，因为物理本原，即物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动这一本原，具有导出多种公理体系，从而生长（演绎）多种知识体系的可能性，因而就实际的历史过程来说，尽管发生了修改公理体系（例如由亚里士多德体系变为经典物理学体系）的反向运动，但这种反向运动并没有发展到修改本原。显然，以往物理学所谓证实，一般情况下是用公理体系来解释实验、观察所得出的结果。在特殊情况下（例如由亚里士多德体系到经典物理学体系的转换过程中）则是由实验、观察反向修改公理体系，但是，其反向运动并没有发展到修改本原，因此仍可理解为由本原解释实验和观察结果。这类似于数学证明中的化归法或解释法，我们称之为化归证实。如果我们上述说法成立，那么很显然，至今的一切证实，都不过只是化归证实。

数学在化归证明之外有元证明，那么，物理学是否也有或者说也需要有另一种证实——元证实呢？回答是肯定的。因为，尽管本原具有逻辑生长多种公理体系的可能性，但是，这里的“多种”是有限的，当由实验、观察到公理体系之间的双向运动进行多次，总有可能穷尽原有本原所能导出的公理体系，到此时，扬弃原有本原建立新的本原的反向运动就来到了；而扬弃原有本原

建立新的本体需要证实。这就是说，元证实具有必要性。本章第一节给出的关于证实的定义是：证实是指对某个理论或事实命题的真理性判定，是对需要判定的理论或事实命题，与其他已证实的相关理论或事实命题的相容性，以及与相应的观察、实验结果之间的相容性的判定。这里，“需要判定的理论或事实命题”可称为对象理论，“其他已证实的相关理论或事实命题”可称为背景理论。显然，在化归证实中，所考察的对象理论是比物理本原或由物理本原导出的公理低一个层次，其背景理论可以是物理本原或者是由物理本原导出的公理。然而，在元证实中，所考察的对象理论则是原有本原和新的本体，其背景理论就不能是本原或本体了，它需要新的背景理论。这种背景理论是存在的，那就是系统认知学。关于系统认知学，前面我们已经做了详细的研究。系统认知学不是物理本原的演绎，而是对实验、感觉活动以及在此基础上的认知过程的研究，它是与自然知识相关而又独立于自然知识体系的，可以充当考察本原或本体及其演绎体系即自然知识对象理论的元理论。这就是说，元证实具有可能性。

由上面的讨论，我们可以给出“证实”的补充定义：证实，分为化归证实和元证实。所谓化归证实，其对象理论，是由本原或者本原导出的公理组逻辑生长出的理论体系中的某一局部，对它的证实，是运用本原或由本原导出的公理，来考察对象理论与相应的观察、实验结果之间的相容性。所谓元证实，其对象理论，是本原（本体）以及由此演绎出的自然知识整个体系，对它的证实，要以系统认知学作为元理论，来考察对象理论与人类已有的所有观察、实验结果之间的相容性。

三、元证实的方案

现在，我们可以制定解决本篇问题的实施方案——元证实的方案。所谓方案，也就是工作计划，而工作计划不可缺少的内容

有两点：一是做什么，二是怎么做。元证实的方案也如此。

先说做什么。前面我们说过，元证实就是证伪本原和证实本体。由此说来，做什么明确的。的确，从总体上来说是如此。但是我们并不能囫圇吞枣式地证实本体和证伪本原，而必须把这个要解决的问题再细分。为此，我们应当找出本原或本体的特征。关于此，本书第十一章和第十三章实际上已作了讨论。在第十一章的第一节，我们从三类（自然、社会、意识）知识的比较中得出结论：其研究对象亦即其基本概念所指称的东西，是人们清楚明白、可以实实在在找到的外在自然物，这种知识才是自然知识。很显然，本原或本体都是自然知识，而且是最基本的自然知识，由此可以推出本原或本体的第一个特征：它们反映着自然界最基本的实在。那么，对这一点，怎样才能证实呢？唯一的办法只能通过观察、体验^{*3}，从而在人脑中建立意象。我们须要证实这一点，这是第一个任务。

在第十一章第二节，我们由对以往自然知识体系的分析，得出结论：自然知识体系是由本原在观察、实验的导引下逻辑生长而成。在第十三章，我们通过对一个实例的分析，得出结论：在由一定的本原演绎知识体系的过程中，如果出现不可解的逻辑矛盾，就需要反向运动以修改原有本原。由此，又可以得出本原或本体的第二个特征：它们既是自然知识体系演绎由以出发的原点，又是自然知识体系演绎不下去可以和必须回到的原点。这里的实质在于：本原或本体必须能够解释系统实验即迄今为止人类已作了的所有实验。当然，要证伪本原，只要说明其与某些实验结果不相容或不可能相容即可；但要证实本体，则必须说明本体具有解释迄今为止所有物理实验的逻辑可能性，亦即其与所有的物理实验结果之间的相容性。这是第二个任务。

再说怎么做。先说第一个任务：无论是本原或本体，人们都不难建立意象。所谓本原是指质点和虚空。质点，能够反射光线，人人都可以看得见；质点（固体），可以摸得着，人人都能

够体会到。“空”间，能够透过光线，因而人人也都可以看得见；“空”间，人们以及人们看见的物体可以在其中“自由”运动，这也是人人都能够体会到，尽管人们不能肯定这“空”间是绝对虚空，但由此得出这样的推论似乎是自然的合理的。本体，尽管这是我们新发现的实在，但是要建立它的意像也不难。如第三章所述，具体说系统本体有三个类：即三力一构、二层一体、多维一体。我们由地球既有粒又有波（大气层）这样一个事实，很容易得到波粒二层一体的意像；有了波粒二层一体的意像，联系太阳系（原子系统）的情况，不难得到三力一构的意像；而波粒二层一体中的粒和波就是多维一构。尽管本原和本体都不难得到意像，但是，事物相比较而存在，因此我们仍然可以从中分出优劣。由此，我们可以做出一个证实：人们不难体会到，本体的意像包含着本原的意像，或者说本原不过是本体的一些片面，因此本体比本原更实在。

然而，仅有上述的证实是否足够？就一般情况来说，这样的证实似乎足够了。但是，我们这里是元证实。大家知道，数学的元证明提出了比一般的证明更苛刻的要求，笔者认为，物理学的元证实也应当有更苛刻的要求，而且这样的苛刻要求是存在的。本书前面的章节已经证明，“野生的自然”是存在的（既在人之外又能为人所反映），由此应当论定：无论是原来的本原还是新的本体，都是人对“野生的自然”的反映（可以有完整程度不同）。此外，仅就客观实在来说，很显然，系统本体并不是“新”产生的东西，而是原本就存在的。那么，为什么先前的人们没有发现？这里，其自然（即就客观实在这一方面来说）根源是什么？人们主观上的根源（即哲学家们常说的认识论根源）又是什么，亦即人们在认知方法上有何缺陷？回答上述问题显然是一个苛刻的要求，但是我们必须回答。

再说第二个任务：元证实与化归证实相比，二者所考察的对象理论和运用的背景理论是不同的，关于此，前面已做了讨论。

由讨论我们知道，化归证实，其对象理论事实上是背景理论的一部分，而以往观察、实验结果已经为背景理论所解释，从而成为背景理论的构成部分，因此，其证实，要求对象理论仅仅与新的（未经解释的）观察、实验结果相容即可。然而，元证实则不同，其对象理论是自然知识整个体系，而且背景理论与对象理论相互独立，因此，其证实要求对象理论，不仅与新的观察、实验结果相容，而且还要与人类已做过的所有观察、实验结果相容。显然，与化归证实相比，这也是一个十分苛刻的条件，但是，这对本体证实来说也是必须的。

然而，要例举所有观察、实验结果并做出考察，这是十分困难的，甚至是不可能的。那么怎么办？仔细思考，例举所有观察、实验结果并做出考察，这只是逻辑上的要求，实际操作可以有更简便的变通办法。那就是，只要证实系统本体具有两方面的特征即可：第一，系统本体包容着物理本原，亦即物理本原是系统本体的一部分；第二，系统本体与否认物理本原的实验结果是相容的，也就是说，系统本体能够解释否认物理本原的实验结果。现证明如下：

〔证〕以与物理本原是否相容为标准，迄今为止人类已有的一切观察、实验结果，可划分为如下两部分：a，与物理本原相容，b，与物理本原不相容（即否认物理本原的）。显然，如果系统本体包容着物理本原，那么它与“a”部分观察、实验结果是相容的；如果系统本体又与否认物理本原的观察、实验结果是相容的，那么它与“b”部分观察、实验结果是相容的。于是，系统本体与人类已做的所有观察、实验结果是相容的。

至此，方案已经确立。下面将分四章实施这一方案，其中第十七、十八、十九等三章实施第二个任务，即考察本体和本原与实验结果的相容性，从而作出证实和证伪*4；第二十章，实施第一个任务，即通过找出以往没有发现本体的客观根源和主观根源，即从认知学角度对本体作出证实。

一、注释

*¹ 有限的证实，或称相对证实，指对理论与部分观察、实验结果（部分根事实）之间相容性的判定。从逻辑（可能性）上说，还存在无限的证实或称绝对证实，指理论与全部（包括人类将来可能做出的）观察、实验结果（全部根事实）之间相容性的判定。显然，理论与全部根事实之间相容，也就是理论与客观实在完全相符，因而是绝对证实；但那显然是一个无限的过程（如果人类能无限延续的话），正因为此，我们把这一过程称为“无限的证实”。由此，可以导出公式：

无限的相容 = 完全相符

*² 不难得出结论，证实，归根结底是判定根事实之间的相容性。因为事实命题（理论）之间的相容性，可归结为根事实之间的相容性。本章第二节讲元证实，实际上证明了这一点。

*³ 这里的“观察”，是在以往知识指导下的观察，这里的“体验”则是以往知识（亦即以往全部观察）的凝结。因为，单纯“观察”不可能得出意象，而“体验”本身无不贯注着以往的知识。事实上，证伪本原和证实本体的“观察”和“体验”，实质就是本书第十三章所说的“反向运动”。

*⁴ 在此说明，实施第二个任务的各章，在性质上也是我们在第十三章所说的“反向运动”，而且还是“哥白尼革命”那场反向运动的继续。这就是说，系统本体的建立，是“哥白尼革命”逻辑上的归宿。在第十三章中，我们知道“哥白尼革命”是认知过程的反向运动。但是这一反向运动并没有完成，按照规律，经由量子力学实验和迫使产生相对论的那些实验，这一反向运动应当达到建立系统本体；至此，这一反向运动才算完成了。然而，建立量子力学和相对论的科学家们，不懂认知规律，因而应当在“哥白尼革命”的基础上继续反向运动时而没有反向运动，以至对那些实验的解释长期陷入逻辑矛盾。

二、引文出处

冯契主编，《哲学大词典》，上海辞书出版社，1992年版，第856页。

②③④ 王雨田主编，《现代逻辑科学导引》（上册）中国人民大学出版社，1987年版，第253、253、257页。

第十七章 由对量子力学解释的分析所作的证实

所谓量子力学解释，这是指对量子力学实验及其数学形式所做的物理解释，目前正统的即为大多数物理学家所接受的解释，它是哥本哈根解释。本章将对这一解释做分析，由此从一个侧面证伪本原和证实本体。

但是，自这一解释诞生之日起，就在量子力学创始人之间纷争不断，以至到今天仍在争论且没有得出确切的结论，可见讨论这问题不易。究其原因，在于量子力学大过深奥，而量子力学解释及其争论也陷入深奥，因为陷入深奥容易导致也实际上导致了概念混淆。本章将避免深奥，并且将纠正量子力学解释及其争论因陷入深奥而导致的概念混淆。为此，我们采取的办法是，所讨论的问题及所列论据仅为公认的实验结论和公认的逻辑公理。

本章的重要概念：量子图像、经典图像，宏观实体、微观实体。

一、一个矛盾的说法

关于量子力学解释即哥本哈根解释，哥本哈根学派主要成员W·海森伯有一系列说法，这里仅摘几段。在《物理学和哲学》一书中，海森伯写道：

“量子论的哥本哈根解释是从一个佯谬出发的。物理学中的任何实验，不管它是关于日常生活现象的，或是有关原子事件的，都是用经典物理学的术语来描述的。经典物理学的概念构成了我们描述实验装置和陈述实验结果的语言。我

们不能也不应当用任何其他东西来代替这些概念。然而，这些概念的应用受到测不准关系的限制。当使用这些概念时，我们必须在心中牢记经典概念的这个有限的适用范围，但我们不能够也不应当企图去改进这些概念。’^①

在其他一些文献中，例如，在《量子论的物理原理》一书中，海森伯更明确的说：“我们的语言并不能描述原子过程。”^②可见，哥本哈根解释的基点是：“原子事件”即量子现象，也只能是“用经典语言来描述的”。但是，经典语言不适于描述量子现象且经典语言不能改进。显然，这是一个明显的逻辑矛盾。

我们注意到，海森伯这里说的是“佯谬”。按汉语用法，“佯”即假，“谬”即错误，由此，“佯谬”即假错误，在这里指假矛盾。那么，海森伯这样说，有何根据？

海森伯写道：

“实际上全部问题都涉及不同实验结果之间的奇怪的明显的矛盾。同一种辐射，它既产生干涉图样，因而它必定是由波所组成，然而它又引起光电效应，因而它必定由运动的粒子所组成，这是怎么一回事呢？原子中的电子的轨道运动的频率怎么能够不在发射出的辐射的频率中显示出来？难道这意味着没有轨道运动？但是假如轨道运动的观念是不正确的，那么原子中的电子到底是怎么样的呢？人们能够看到电子通过一个云室，有时它们是从一个原子中打出来的；为什么它们不再运动到原子之中去呢？确实，在原子的正常态即低能态中，电子或许可能是静止的，但是还有许多较高的能态，在这些态里电子壳层有一个角动量。那里的电子不可能是静止的。人们还能够举出许多类似的例子。人们一而再、再而三地发现，用物理学的传统术语来描述原子事件的企图，结果总是导致矛盾。”^③

在同一本书的另一处，海森伯又写道：

“实际上我们完全不需要说什么粒子。对于许多实验，说物质波却更为便利；譬如，说环绕原子核的驻立物质波就更为便利。但是，如果不注意测不准关系所给出的限制，这样一种描述将和另一种描述直接矛盾，通过这些限制，矛盾就避免了。……玻尔提倡两种图像一并利用，他称它们是“互补”的。这两种图像当然是相互排斥的，因为一个东西不能同时是一个粒子（即限制于很小体积内的实体）而又是一个波（即扩展到一个大空间的场），但二者却互相补充。摆弄这两种图像，从一种图像转到另一种图像，然后又从另一种图像转回到原来的图像，我们最终得到了隐藏在我们的原子实验后面的奇怪的实在的正确印象。”^④

海森伯的根据就是他发明的“测不准关系”和 N·玻尔（哥本哈根学派另一位主要成员）发明的“互补原理”。“测不准关系”和“互补原理”是一对魔术棒，原本“结果总是导致矛盾”，经他们用这对魔术棒那么一“摆弄”，“矛盾就避免了”，就得到“正确印象”了。然而，这个“正确印象”还仍然是“奇怪的”，可见矛盾并没有“避免”，只不过是隐藏着。此外“测不准关系”和“互补原理”，无疑也是要用语言来描述，那么我们要问：它们又是用什么语言来描述的呢？由海森伯上述话，显然是也只能是经典语言。但是，玻尔却说：

“这儿必须记住，甚至在测不准关系式（3）中，我们遇到的也是这种形式体系的一个推论，该推论不能用适于描述经典物理绘景的词句来无歧义地加以表达。”^⑤

海森伯应当同意玻尔的话，因为“测不准关系”无疑是对原子过程的描述，因而不能不适用他的论断：经典语言不适于描述原子过程；“互补原理”与“测不准关系”，说法不同但实质一样，因此玻尔的话也适用于“互补原理”。然而，这样一来，矛盾就隐藏不住了：前面还可以用经典“概念的应用受到测不准关系的限制”这样的话来掩盖矛盾，现在这一招用不上了。可见，海森伯所说的“佯谬”并不“佯”，而是实实在在的矛盾。

总之，无论怎样说，由海森伯和玻尔的话我们得不到要领。因为，他们一会儿说他们解释了量子现象并且是用（也不能不用）经典语言加以解释的，一会儿又说这种解释（出发点）是一种“佯谬”，或者说“不能用适于描述经典物理绘景的词句来无歧义地加以表达”。显然，他们这种说法本身“总是导致矛盾”。

二、两个不同层次的矛盾

海森伯的话之所以显得混乱，这是因为这里有不同层次的两个矛盾（实则一个佯谬，一个矛盾），而他把它们看成了一个矛盾（或者一个佯谬），这就是说，海森伯发生了概念（矛盾）混淆。因此，有必要先澄清这些概念混淆。

大家知道，量子力学源于一些实验现象，这种现象集中的说就是：同一种辐射或者同一种实体（原子、电子等），在一些条件的实验中表现为粒动，在另一些条件的实验中又表现为波动。这就是物理学所谓的“量子现象”，人们称这种现象是一个矛盾。我们暂且也把它当作矛盾，称为“矛盾1”。此外，还有对量子现象的解释，用海森伯的话来说就是：“用物理学的传统术语来描述原子事件的企图，结果总是导致矛盾。”这也是一个矛盾，我们称为“矛盾2”。应该强调指出，“矛盾1”和“矛盾2”不是一回事。前者是指两种实验现象（波动和粒动）之间的关系，后者实质上是指两种理论（经典物理学与量子物理学）之间的关

系。

仔细分析，“矛盾 1”并不是真矛盾，而是假矛盾亦即佯谬。因为尽管波粒二象是同一种（同一个）载体的两种不同表现，但那是在两种实验中（即两种不同载体环境中）的表现，因此这两种不同表现的存在，并不违背逻辑规律，因而也就不是逻辑矛盾。此外，波粒二象是一种现象，说某种现象是矛盾，也就是说也只能是说：这种现象不可能存在，人们看到这种现象，不过只是幻觉。但是无数实验都重复着这种现象，也就是说这种现象是真实的、毋庸置疑的，人们称这种现象为矛盾，是源于对实验过程不了解（当然也由于“矛盾 2”的存在）而发生的误解亦即佯谬。消除这一佯谬，仅在于证明这样一个论点：原子过程的波动和粒动两种图像，是同一种（同一个）载体在两种不同的载体环境中表现出来的、既互斥又互补的两种图像，因而它们并不矛盾即并不是不能并存。无可否认，玻尔的“互补原理”和海森伯的“测不准关系”（尤其是前者），的确可以证明上述论点，因而可以消除“矛盾 1”即上述佯谬。

然而“矛盾 2”却是真矛盾。不过，海森伯说经典语言不适于描述原子过程亦即量子现象，这是说错了；不是经典语言，而只是经典图像。人们之所以觉得“原子实验后面”是“奇怪的实在”，是因为用经典图像对原子实验后面的实在不能同化（解释）而导致的感受。这里发生冲突的是两种图像即经典图像和量子图像，而不是全部经典语言与原子实验。这是一个真实的矛盾，这一矛盾的实质是经典物理学与量子物理学两种学问之间的矛盾。应强调指出，玻尔的“互补原理”和海森伯的“测不准关系”并没有也不可能解决这一矛盾，而且直到今天，无论是物理学还是哲学都没有解决这一矛盾。玻尔和海森伯大谈特谈“经典语言”，有意无意给人们诉说着这样一个观点：他们的“互补原理”和“测不准关系”已解决了“矛盾 2”，只是因为经典语言有毛病且不能改进，不能准确地加以表达而已。但是，进一步的

研究发现人们离不开经典语言，于是，他们便陷入了也不能不陷入本章第一节所分析过的另一个逻辑矛盾（语无论次）。

此外，海森伯和玻尔以及哥本哈根学派，还有这样一个论点：微观世界有特殊规律，因此既没有必要也不可能宏观和微观之间作出统一的解释*¹。这是他们否定“矛盾2”的另一个论据。对此，我们也有必要加以澄清。大家知道，在牛顿物理学以前，还有亚里士多德的物理学。亚里士多德物理学的一个重要缺陷是：将统一的物体运动，分成为“天上的”和“地上的”，并且认为它们分别有特殊规律。牛顿物理学则将这两种领域统一起来。对此，海森伯有评论：

“他把两个完全分开的经验领域，即天上星体的运动和地上的重力，形式上用同一条规律合并了起来。今天，我们很难想像得出，当那时的科学家们认识到星体的运动和地球上物体的运动可以归结到同一个简单的定律体系的时候，这对他们是多么异乎寻常的经历呀。谁要是对于这种奇迹的意义没有一点亲身感受，谁也就决不能希望对现代自然科学的精神会有任何理解。”^⑥

笔者赞同海森伯上述评论。但是笔者不解：既然，海森伯对上述“奇迹的意义”有如此“亲身感受”，对“现代自然科学的精神”有如此“理解”，那么，他为什么又要断言经典语言不能改进，为什么又要热衷于制造量子物理学与经典物理学的分裂，或者说热衷于将统一的物理世界人为地划分为宏观和微观，并且认为它们分别有特殊规律呢？

应强调指出，经典图像和量子图像并不等于宏观实体和微观实体，后者是我们对客观实在的一种抽象指称，而前者是人们依一定知识而确立的一种具体图像。因为在人类发展的无限过程的某一阶段，人类的知识总是不完全的，因此图像始终只是对实体

的一种不完全的认识。这就是说，尽管经典图像与量子图像之间是真矛盾（即不可能统一），但并不能由此认为人们对宏观实体与微观实体的知识也不能统一。

三、由此作出一个证实

由前面的讨论，我们知道量子力学解释有一个问题没有解决，这问题就是人们关于宏观和微观的知识的统一。下面我们探讨它们统一起来的可能路径，从而从一个侧面证伪本原和证实本体。

分析：宏观实体和微观实体都是自然物，在它们之间人为地划分一条鸿沟没有理由，将人们关于这两个领域的知识统一起来是绝对必要的也是可能的。关于此，前面已作了讨论，现在的问题是有哪些可能的路将两个领域的知识统一。如前述，经典图像和量子图像之间是真矛盾，这就是说这两种图像是不可调和的，因此将宏观知识和微观知识统一起来，其可能的路径有且仅有两条：一条是认定量子图像是错的，从而以经典图像为基础来统一宏观和微观，为此必须通过实验，找出不同于量子图像的微观图像；一条是认定经典图像是错误的，从而以量子图像为基础来统一宏观和微观，为此必须通过观察，重新确立不同于经典图像的宏观图像。

〔证〕先看第一条路。量子图像是波粒二象。无数次经过精心设计的实验，重复证实原子过程或量子运动的波粒二象是毋庸置疑的事实，因此我们应当相信（当然，不相信者还可做实验）。这就是说，第一条路是不通的。

再看第二条路。经典图像亦即物理本原，是质点和虚空以及质点在虚空中运动，这里作为实体运动的只可能有一种图像，那就是粒（质点）动；当然，经典图像也有波，但那是质点的群动，因此可归结为粒动。这种图像，有根据吗？回答是通过观

察，除此外并没有经过精心设计的实验的验证。然而，仅就观察来说，经典图像是片面的因而不正确。以地球为例，我们知道：地球分为本体和大气层，显然地球本体可视为“粒”，而大气层可视为环绕地球那个“粒”的“波”。可以设想，如果有一个庞大的生物，从银河系的尺度上来看地球的运动（对地球作类似于人类对量子所做的两种实验），也会看到地球有波动和粒动两种图像*²。此外，由上述地球图像，可以推得所有恒星也是波粒二层一体。显然，恒星及行星是宇宙中的普遍实在，可见，经典图像是值得怀疑的，第二条路是可能的。

在第三章中，我们已经提出了波粒二层一体，它是系统本体的一个类。由这个类不难构造出系统本体的另一个类即三力一构，其实原子系就是这样的—一个类，恒星系也是这样—一个类。至于经典图像，实际上就是系统本体中波粒二层一体中的“粒”，因而只是系统本体的一个片面。

综上所述，我们应当得出如下的初步结论：如果原子实验的波粒二象是真实的，且宏观与微观的统一是必要的，那么，经典图像亦即物理本原必须修改。此外，以此为指导再来观察宏观世界，我们也看到经典图像是片面的，它只是系统本体的子系统；且系统本体具有得出量子实验所观察到的波粒二象的逻辑可能性。因此，应当废止经典图像，确立系统本体。

一、注释

*¹ 这一观点，哥本哈根学派有明确论述。此外，海森伯和玻尔说经典语言不适于描述微观世界且经典语言不能改进，也含有此意思。

*² 参见拙文《论自然实在静态波粒二层一体与微观过程的系统描述》（原载《广西社会科学》1994年第1期，后收入拙著《力学基础的系统研究》）

二、引文出处

① [德] W·海森伯著，范岱年译，《物理学和哲学》，商务印书馆，1981年版，第14、7、17页。

② [德] W·海森伯著，王亚行、李绍光、张广等译，《量子论的物理原理》，科学出版社，1983年，第9页

⑤ [丹麦] N·波尔著，郁韬译，《原子物理学和人类知识》，商务印书馆，1978年版，第45页

⑥ [德] W·海森伯著，《海森伯论文选》翻译组译，《严密自然科学基础近年来的变化》，上海译文出版社，1978年版，第30页

第十八章 由对狭义相对论的 考察所作的证实

相对论与量子力学一起被称为现代科学的两大支柱。事实上，这两门科学的兴起，是我们提出系统本体的前奏，因此我们对系统本体的证实离不开这两门科学。前面，我们由对量子力学诠释所作的分析，从一个侧面作出了一个证实，现在，我们再由对相对论作出考察，从另一个侧面作出另一个证实。

相对论包括狭义相对论和广义相对论，本文仅考察狭义相对论。因为广义相对论不易弄懂，且狭义相对论是广义相对论的基础，由对狭义相对论考察已经可以达到我们的目的，所以我们没有必要再做多余之事。

本章的重要概念：空间尺度、时间尺度，高速、低速，真速度、视速度。

一、狭义相对论的相对性原理

狭义相对论的相对性原理是狭义相对论的基点，因此要对狭义相对论作出考察，首先要弄清什么是狭义相对论的相对性原理。

大家知道，爱因斯坦的《论动体的电动力学》，是狭义相对论的经典著作，所谓狭义相对论的相对性原理，就是由这篇论文给出的。这篇论文第二节的标题是“关于长度和时间的相对性”，而这一节通篇杜撰着这样一个论点：从不同的参照系来度量，长度和时间没有绝对的意义。这就是狭义相对论的相对性原理。勿容置疑，这里的“长度和时间”是尺度，其中长度是空间尺度，时间则是速率尺度；这里的“绝对”应理解为“确定”，而“没

有绝对的意义”应理解为“没有确定的意义”。这样，所谓狭义相对论的相对性原理，其意义就是：从不同的参照系来度量，尺度（长度和时间）没有绝对即确定的意义。

上述理解，可由对爱因斯坦论文引述分析得出。先说长度的相对性。爱因斯坦写道：

“设有一静止的刚性杆；用一根也是静止的量杆量得它的长度是 L 。我们现在设想这杆的轴是放在静止坐标系的 x 轴上，然后使这根杆沿着 x 轴向 x 增加的方向作匀速的平行移动（速度是 v ）。我们现在来考查这根运动着的杆的长度，并且设想它的长度是由下面两种操作来确定的：

a) 观察者同前面所给的量杆以及那根要量度的杆一道运动，并且直接用量杆同杆相叠合来量出杆的长度，正像要量的杆、观察者和量杆都处于静止时一样。

b) 观察者借助于一些安置在静系中的、并且根据 ϵ_1 作同步运行的静止的钟，在某一特定时刻 t ，求出那根要量的杆的始末两端处于静系中的哪两个点上。用那根已经使用过的在这情况下是静止的量杆所量得的这两点之间的距离，也是一种长度，我们可以称它为‘杆的长度’。

由操作 a) 求得的长度，我们可称之为‘动系中杆的长度’。根据相对性原理，它必定等于静止杆的长度 L 。

由操作 b) 求得的长度，我们可称之为‘静系中（运动着的）杆的长度’。这种长度我们要根据我们的两条原理来加以确定，并且将会发现，它是不同于 L 的。’^①

显然，“量杆”就是长度尺度。通过引文所述的“两种操作”而测得“量杆”的长度不同，也就是说：从不同的参照系来度量，空间尺度（长度）没有绝对即确定的意义。这就是狭义相对论所谓“长度相对性”的意义。

再看时间的相对性。爱因斯坦写道：

“此外，我们设想，在杆的两端（A和B），都放着一只同静系的钟同步了的钟，也就是说，这些钟在任何瞬间所报的时刻，都同它们所在地方的‘静系时间’相一致；因此，这些钟也是‘在静系中同步的’。

我们进一步设想，在每一只钟那里都有一位运动着的观察者同它在一起，而且他们把 ξt 中确立起来的关于两只钟同步运行的判据应用到这两只钟上。设有一道光线在时间 t_A 从 A 处发出，在时间 t_B 于 B 处被反射回，并在时间 t'_A 返回到 A 处。考虑到光速不变原理，我们得到：

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{V - v}$$

和

$$t'_A - t_B = \frac{r_{AB}}{V + v}$$

此处 r_{AB} 表示运动着的杆的长度——在静系中量得的。因此，同动杆一起运动着的观察者会发现这两只钟不是同步运行的，可是处在静系中的观察者却会宣称这两只钟是同步的。

由此可见，我们不能给予同时性这概念以任何绝对的意义；两个事件，从一个坐标系看来是同时的，而从另一个相对这个坐标系运动着的坐标系看来，它们就不能再被认为是同时的事件了。’，

所谓时钟同步，就是时间尺度相等，而时间尺度相等，时间这概念才有确定的意义。但是，爱因斯坦认为，从不同的参照系

来度量，时钟不可能同步，亦即时间尺度不能相等。这就是说：从不同的参照系来度量，时间尺度没有绝对即确定的意义。这又是狭义相对论所谓“时间相对性”的意义。

综上所述，狭义相对论的相对性原理，其实质就是：从不同的参照系来度量，尺度（长度和时间）没有绝对的意义即确定的意义*！。

二、荒谬的狭义相对论

提出这一命题，可能会引起一些人的愤慨。但是，科学靠事实和逻辑说话。下面运用第一节所弄清了的事实，对我们的命题给出一个简短的逻辑证明。

〔证〕狭义相对论的创始人和信奉者说，狭义相对论解释了由迈克尔逊·莫雷实验发现的光速不变现象，解释了由考夫曼实验发现的物体质量随速度的变化而变化的现象；而其解释的根据是所谓的相对性原理：从不同的参照系来度量，尺度（长度和时间）没有绝对即确定的意义。但是，毋庸置疑，被解释的实验（迈克尔逊·莫雷实验和考夫曼实验）是也只能是从某一参照系运用尺度所做的度量。这就是说，如果“从不同的参照系来度量，尺度（长度和时间）没有绝对即确定的意义”，这一命题是正确的，那么就应当论定：由某一参照系和尺度所做的迈克尔逊·莫雷实验和考夫曼实验，也没有绝对即确定的意义。显然，这里是一个不可解的死结：如果认为被解释的实验现象是绝对即确定（真实）的，那么这个解释（即狭义相对论）是错误的；如果认为解释（即狭义相对论）正确，那么被解释的实验现象就不是绝对即确定（真实）的。

〔又证〕，经典物理学也有相对性原理，但它与狭义相对论的相对性原理根本不同。设有三个运动物体，我们把它们分别命名为 A_1 、 A_2 、 A_3 ，其中 A_1 、 A_2 相互有匀速运动。经典物理学的相

对性原理说：测量 A_3 的加速度，无论用 A_1 或 A_2 作参照系，所得结果都相同。就此来说，不会产生逻辑矛盾，因为要测量的是加速度而不是速度。但是，狭义相对论的相对性原理则不是就加速度而言的，而是就速度而言的，即是说：测量 A_3 的速度，无论用 A_1 或 A_2 作参照系，所得结果都相同。这实质上是说： A_1 和 A_2 之间的速度不可分辨即不可能测量。现在我们要问：既然 A_1 和 A_2 之间的速度不可分辨即不可能测量，那么又怎么可能分辨得出即能够测量 A_3 的速度呢？可见，狭义相对论是不能自圆其说的。此外，一个不可否认的事实是：物理学的特征（即认知自然界最基本的手段）是度量，因此物理学被称为度量的科学；而进行度量的惟一工具是尺度，包括空间尺度（长度）和时间尺度（运动或变化的速率度）。由此应得到结论：如果说尺度是不确定的，那么整个物理学就不行。显然，狭义相对论中的逻辑矛盾是根本性的，因为这一矛盾将导致对整个物理学（也包括狭义相对论）的否定。因此，狭义相对论的相对性原理，并不是经典物理学相对性原理的一个合理的推论；如果要说是推论，也只能是一个荒谬推论。

〔再证〕，狭义相对论的这一逻辑矛盾，对它自身来说是不可解的。因为这是狭义相对论的基点，这是狭义相对论其他演绎推论的根据，也就是说，消除了这一矛盾，也就没有狭义相对论。

上面的证明极其简明，是一个简短的逻辑证明。但是，在人类的知识中，逻辑比事实更重要。在前面各章的研究中，我们知道，作为认知科学中的事实，即根事实，只是仅具数学意义的差异，因此仅仅有此还谈不上知识；作为知识，只能是理论事实，且理论事实只能是根事实的某种组合，而任何组合都离不开逻辑。应指出，对狭义相对论，一些学者陷入神秘。大家知道，由狭义相对论可以得出许多古怪的结论。在《相对论并不神秘》一书中就此写道：

“当你初次接触狭义相对论的时空观，什么动钟缓慢、动尺收缩、航行到未来……等等，也许会认为是满纸荒唐言，难解其中味。

古人说：智者不惑。要想自由出入于爱因斯坦的时空迷宫，千万要记住这里的时间概念是相对的，‘同时’的概念也是相对的。’^③

这不过是宣扬现代迷信！须知，简单而似乎有些笨拙的逻辑，比任何神秘的“智者”都更应受到尊重。在一个理论体系的基础中，如果存在逻辑矛盾，那么这个体系是没有意义的，这是逻辑科学的一个成果，也是科学家们的共识。如上所述，狭义相对论其骨子里就是一个不可解的逻辑矛盾（人们感到“满纸荒唐言，难解其中味”，正是这种情况的反映），其正确性是可想而知的。

三、狭义相对论对实验的解释

据物理学教材说，狭义相对论是有事实根据的。尽管逻辑比事实更重要，但是也不能置事实于不顾。因此，我们有必要对狭义相对论的事实根据也加以考察。

所谓事实根据，也就是说狭义相对论可以解释一些实验结果。据教材，为狭义相对论解释的实验结果，最著名的有两个：一是所谓光速不变现象；二是所谓质量随速度的变化而变化的现象。下面分别予以考察。

先说一。这个问题要分两个层次来说。首先，“光速不变”这个现象是可疑的。在狭义相对论中，“光速不变”是指“光在空虚空间中的速率”，无论从那个参照系来度量，都恒为：

$$c \approx 3 \times 10^{10} \text{厘米/秒。}$$

这里有两个要点：a、空虚空间； b、无论从那个参照系来度量。

按字面理解，“空虚空间”应理解为没有物质内容的空间，亦即“空间”。然而，大家知道，牛顿的“绝对空间”概念，包含着“空虚空间”的含义，且从逻辑上说，空间只有是“空虚”的才能是“绝对”的。但是，狭义相对论一方面否定牛顿的“绝对空间”，另一方面又承继着“空虚空间”，这本身就是矛盾。此外，狭义相对论的创始人，否定绝对空间和绝对时间的论据是：不可测量的概念应当摒弃。那么，我们要问：“空虚空间”可测吗？事实是：人类至今都没有找到（制备）真正的空虚空间，当然也就不可能测量这样的空间。既然如此，那么，狭义相对论的创始人，又有什么权利将“空虚空间”作为其理论的基本概念呢？当然，“空虚空间”也可以指“没有空气的空间”，在这方面，科学可以在一定程度上实现。但是，物理学界并没有在全程是这样的空虚空间测量过光速。据《力学 伯克利物理教程 一书》介绍，测量光速的实验，有星光的光行差实验，即使这个实验也不是全程都是空虚（没有空气的）空间；其他实验就更不用说了。如果不是限定在空虚（没有空气的）空间，那么“无论从那个参照系来度量，光速恒定”的说法就不是事实。例如《物理学发展史上的里程碑》一书介绍的斐索实验，结论是：静水中的光速与动水中的光速是不相等的^⑤。这就证明，“无论从那个参照系来度量，光速恒定”这一说法不能成立。

其次，狭义相对论也没有解释“光速不变”现象。大家知道，“光速不变”是狭义相对论的两个前提之一。显然，如果说狭义相对论解释了光速不变现象，那不过是循环论证，而循环论证并不是有效的论证。

再说二。这个问题也要分两个层次来说。首先，“质量随速度的变化而变化”这一结论是可疑的。据资料，“质量随速度的变化而变化”这一结论，是由德国科学家考夫曼所做的一个实验的结果推导出来的。笔者没有找到考夫曼实验的详细介绍，因而无法加以分析。但是，《力学 <伯克利物理教程>》，介绍了贝托

齐为配合 pssc 物理教学影片《极限速率》而设计的实验，而根据资料推测，贝托齐实验是与考夫曼实验类似的实验。例如，该书写道：

“实验结果可以概括为：电子从加速场吸收预期的能量，但它们的速度并不无限的增加。在理解这一事实时，我们只能求助于假设当 k 变大时式 (10-13) 中的 m 不是常数。”^⑥

注意：实验结果仅仅是：“电子从加速场吸收预期的能量，但它们的速度并不无限的增加”；所谓“ m 不是常数”，不过只是人们根据“式(10-13)”即

$$k = \frac{1}{2}mv^2$$

对实验现象所作的推论。显然，即使考夫曼的实验是真实的，但并不保证“ m 不是常数”亦即“质量随速度的变化而变化”这一推论也是真实的，因为可能“式(10-13)”是错误的。

其次，说狭义相对论解释了“质量随速度的变化而变化”也是可疑的。应指出，“电子的质量随速度的变化而变化”和“质量随速度的变化而变化”，这两句话的意义是不同的。前者是特殊物体——电子，后者则是一般物体——任一物体（包括宏观物体）。狭义相对论的质量公式是

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

由这一公式，或许可以解释“电子的质量随速度的变化而变化”，但并没有也不可能解释“质量随速度的变化而变化”。因为，狭义相对论的质量公式的关键，亦即它解释现象所用的尺度（极限速率）是光速：

$$c \approx 3 \times 10^{10} \text{厘米/秒。}$$

然而，如果用一团棉絮或一块塑料泡沫作运动载体，即使是在没

有空气的空间中运动，那么可以预期，对这载体无论加多大的力（能量），其速度都不可能达到 c 值的万分之一（这一实验的详细操作将在第十九章中叙述）。这说明，棉絮和塑料泡沫也有极限速率，但这极限速率与光速的极限速率相差甚远。显然，这种情况是狭义相对论的质量公式所解释不了的。这就表明，所谓狭义相对论解释了普遍的“质量随速度的变化而变化”这一现象，这是没有根据的。

学术界有一说法：狭义相对论建立了高速运动的规律。笔者认为，这一说法本身就有问题。显然，速度只能是一定运动载体在一定运动场所中的速度（即只有具体的速度，并不存在抽象的速度），因此无论是“高速”还是“低速”，都只能相对一定的运动载体和一定的运动场所而言。对于高能物体（例如电子）在高度真空中运动来说，一个数值很大的速率（例如几千 $\text{km}/\text{秒}$ ）也是低速；而对于低能物体（例如棉絮和塑料泡沫）在常规空间运动来说，一个数值不大的速率（例如零点几 $\text{km}/\text{秒}$ ）也是高速。此外，实验表明，同一个物体在等量的外力作用下，在密度较小的空间中运动速率较大，在密度较大的空间中运动速率较小，由此可以推论物体的极限速率也一定如此。抽象的谈论“高速”和“低速”，由此杜撰抽象的“高速运动规律”，这是正确的吗？

四、由此作出另一个证实

笔者并不否认，近代（19世纪末 20世纪初）发现了一些经典物理学不能解释的现象，例如考夫曼实验（这一实验直接结果只是：“电子从加速场吸收预期的能量，但它们的速度并不无限的增加”）；只不过狭义相对论并没有解释这些现象。这就是说，经典物理学不能解释这些现象，狭义相对论亦没有解释这些现象。其原因何在？

我们前面说过，狭义相对论关于“高速”和“低速”的概念

是抽象（空泛）的，因而是没有物理意义的（只有数学意义）。岂止如此，其实，就狭义相对论来说，“速度”也是没有物理意义的。毋庸置疑，物理学是量度的科学，一个概念如果不能诉诸度量，那么这概念就不能说有物理意义。然而，就狭义相对论来说，“速度”是指什么呢？它是指相对参照系的，而这个“参照系”又是抽象的，也就是说相对任何（无限）参照系都是一样的（不存在优越的参照系）。这样，任一个物体，就有无限个可能的速度，而这无限个可能的速度也都是一样的，即不能分辨的；而且很显然，这样一来，真速度和视速度不可分辨^{*2}。可见，就狭义相对论来说，“速度”是不可（没有确定的）定义因而是不可度量的。物理学以研究运动为特征，而速度是运动的表征，如果说连“速度”都不可定义、不能度量，那么我们就不能不得出如下令人不快的结论：这样的物理学是不行的！

但是，应当指出，这并不仅仅是狭义相对论的缺陷。因为狭义相对论的上述缺陷，其根子在物理本原。物理本原仅有质点和虚空，显然虚空是不能依托的即不能成为有效的参照系的，于是只有质点。然而，质点是离散的且无限的，于是就只能出现上述局面。其实，真速度和视速度，在经典物理学公理体系内，也是不可分辨的；在实践中人们之所以能分辨，则根源于哥白尼学说。尽管在时间上经典物理学在哥白尼之后，但是经典物理学并没有在理论上内在的解决这一问题；从物理本原出发的公理体系，也不可能内在的解决这一问题。根子在物理本原，要挽救物理学，就不能不摈弃物理本原。

从第三章的叙述可知，系统本体没有虚空，所谓空间不过是波粒二层一体的波层次；且波粒二层是一体的。显然，在某一个波（亦即具体空间）里运动的物体是有最优越的参照系的，那就是与那个波一体的粒。对系统本体来说，速度，分为真速度（相对运动场所即运动所在的波亦即与之一体的粒的速度）和视速度（相对任何参照系的速度）；真速度是确定的，而视速度可以变换

为真速度。显然，系统本体具有确切描述运动速度，因而确切研究运动的可能性，因此它将必然替换物理本原，成为新的更科学的物理学的基础。

一、注释

*¹ 本书第五章曾论证过，尺度载体的属性在不同的载体环境中会有不同的量，也就是说尺度可能变化。但是，那并不否定尺度可以确定，即并不否定设立标准尺度的必要和可能。此外，应指出的是，这里爱因斯坦并不是研究尺度可能变化的情况和原因以及如何设立标准尺度，而只是根据“两条原理”推论出“尺度没有确定的意义”的结论，尔后将这一结论，作为解释运动和变化现象（迈克尔逊·莫雷实验发现的光速不变现象，考夫曼实验发现的物体质量随速度的变化而变化的现象）的根据。后者尤其荒唐，因为（本章后面将谈到），尺度的确定性即设立标准尺度的可能性，是人们能够认知运动和变化的根据，因而否定尺度的确定性，也就等于对“人们能够认知运动和变化”这一点作出否定的回答。

*² 真速度和视速度的区分，例如，金星相对太阳的速度是真速度，而相对地球的速度则是视速度，这是“哥白尼革命”的一个成果（只是这一成果，并没有在近代物理学的公理体系中固定下来），是对运动作出科学即真实描述的基础。此外，本书第五章作了论证，视速度是一种质的读数误差。

二、引文出处

② 《爱因斯坦文集 第 2 卷》，商务印书馆，1977 年版，第 87~88、88~89 页

刘佑昌著，《相对论并不神秘》，人民教育出版社，1985 年版，第 26 页

⑥〔美〕C·基特尔等著，陈秉乾等译，《力学〈伯克利物理教程〉》第 1 卷，科学出版社，1979 年版，第 405~426、431~432 页。

马文蔚等主编，《物理学发展史上的里程碑》，江苏科学技术出版社，1992 年版，第 28 页。

第十九章 由对经典力学基础的 讨论所作的证实

许多学者认为，经典物理学在宏观低速领域内是正确的。笔者并不否认经典物理学能够解释一定的自然现象，但是能够解释一定现象的理论并不一定就是正确的。其实，以往物理学所谓“低速”这一概念本身就是空泛的，关于此，上一章已作讨论，兹不赘述。此外，经典物理学最基本的东西即使是在宏观领域也并不正确，下面我们将作出这方面的讨论，从而再一次证伪物理本原和证实系统本体。

本章的重要概念：质量。

一、牛顿力学第二定律

经典物理学最基本的东西，莫过于牛顿力学的两个定律，即牛顿力学第二定律和万有引力定律。下面将分别对这两个定律进行讨论。本节仅讨论牛顿力学第二定律，万有引力定律放在第二节讨论。

牛顿力学第二定律，即

$$F = ma$$

这是经典物理学最基本的定律。笔者认为，这一定律原本就是错误的。所谓“原本就是错误的”，就是说这一定律并没有实验依据。当然，据教科书说，牛顿力学第二定律是有实验依据的，这依据有二：一是理想实验，二是实际实验。但是，据笔者的考证，这两种实验不仅不能证明这一定律，而且是这一定律的否定。

1. 理想实验。所谓理想实验，实际上是在有限实验基础上

的推论。其过程大致是，先对落体运动作实验，在此基础上思考：如果在没有阻力的极限情况下，物体将怎样下落？为此引入虚空这个抽象概念，从而得出如下推论：在虚空（理想真空）中下落的物体，其加速度同物体的质量差别无关。这就是“自由落体定律”。几乎所有的物理学教材，都认为自由落体定律是牛顿力学第二定律的依据，至少认为二者是相容的。但是，很遗憾，自由落体定律与牛顿力学第二定律是矛盾的，自由落体定律说，在理想真空中或没有阻力的极限条件下，物体的加速度与它的质量差别无关；牛顿力学第二定律表达的却是，物体的加速度与它的质量差别有关（成反比）。

2. 实际实验。一本物理教材中写道（插图略）：

“取两个质量相同的小车，放在光滑的平面上（图 4-2）。小车的一端拴上细绳，跨过定滑轮，下面挂着小盘，盘里分别放着数目不同的砝码。小车的另一端也拴上绳子，并用夹子夹住。打开夹子，可以看到小车在绳子的恒定拉力作用下做变速运动，速度越来越快……”。

我们还用上面的实验装置来研究这个问题。这次在两个盘里放上相同数目的砝码，使两个小车所受的绳子的拉力相同，而在一个小车上加放砝码以增大它的质量。重作上面的实验，我们看到，在相同的时间里，质量小的那个小车的位移大。测出位移和质量，可以证明两个小车通过的位移与它们的质量成反比。因此我们得到结论：在相同的力作用下，加速度跟质量成反比。写成公式就是

$$a_1/a_2 = m_2/m_1$$

或者

$$a \propto 1/m \text{ } ^{\textcircled{1}}$$

笔者相信该教材介绍的实验是真实的，但是这一实验并不能

得出该教材的结论。因为，这一实验是小车在重力场中的平面上运动，尽管该教材说平面是“光滑”的，但仍有摩擦阻力；且可以证明，小车的质量（实即重量）越大，其对平面的压力越大，因而平面对小车的摩擦阻力也越大，因此实验所表现的与小车的加速度成反比的，并不是物体（小车）质量，而是与物体（小车）质量（实即重量）有关的摩擦阻力。显然，质量和与质量（实即重量）有关的摩擦阻力并不是等价的，可见这一实验并不能证明牛顿力学第二定律。

按照上述引文的逻辑，我们可以设计另一实验，从而证实与牛顿力学第二定律相反的定律。

取体积相等的塑料泡沫球和铁球，因其是体积相等的球体，可保证其运动所排开的空气量相等，因而空气对其运动的阻力也相等。但是，铁球比塑料泡沫球的质量大得多。取两个完全相同的弹簧装置（弹力足够大），在弹簧架上标上刻度，并把两个弹簧均压缩到相同的刻度，并用插销卡住。这样两个弹簧装置具有等量的弹力。把铁球和塑料泡沫球分别置于弹簧的发射端，同时拔掉插销。我们立即看到，在相等的时间里，质量大的铁球位移大，质量小的塑料泡沫球位移小，测出它们的位移和质量，可以证明两个物体通过的位移与它们的质量成正比。于是，我们就得到了与引文的结论完全相反的结论：在相等的外力作用下，加速度与质量成正比。写成公式就是

$$a_1/a_2 = m_1/m_2$$

或者

$$a \propto m$$

类似的实验，有条件的科学家不难作出，没有条件的普通人也可以简单的进行：用手拿着一块石头，用最大的力气摔出去；再用手拿着与石头体积相等形状一样的塑料泡沫，也用最大的力气（两次都是用最大的力气，可以认为是等量的力）摔出去。于是，也可得出上述结论。

但是，物体加速度与它的质量成正比的说法也不正确。因为我们上述实验所用的物体仅是体积相等形状一样的不同物体，如果改变条件重做实验，又可以证明物体的加速度与它们的质量成反比。

取完全相同（重量体积都相等）的甲乙两个金属球，此外将乙球外包一个体积大得多的空心金属球。很显然，此时乙球的质量比甲球大（因为多了一个外包空心球）但密度却比甲球小（因为外包空心球的体积很大）。再用前面实验用的弹簧装置，把两个球分别置于发射端，同时拔掉卡销。我们看到质量大（密度小）的乙球速度慢，质量小（密度大）的甲球速度快。由此可得结论：在等量的外力作用下，物体的加速度与它的质量成反比。

这样，我们就得到了二律背反的两个结论。事实上，也不难用实验证明，仅就运动载体（不考虑运动场所）这一方面来说，正确的结论应当是：物体的加速度与它们的密度成正比。然而，不管怎样，牛顿力学第二定律错误则是无疑的。

二、万有引力定律

万有引力定律的表示式是：

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

这也是经典物理学最基本的定律。从资料可知，万有引力定律是从天体运动现象推导出来的，直接讨论这一定律比较复杂。然而，牛顿说过：

“一切物体都受到每一个行星的吸引；而这些物体对任何一个行星的重量，在离这行星中心距离相等的地方，都与它们各自所含物质之量成正比。”^②

这就是“重量与质量成正比”，显然这可以视作万有引力定律的替代命题。但是，这一命题并不正确。《有趣的物理》介绍了一个实验：

“于是找来一架天平，调整好以后，就把一斤棉花和一斤铁，分别放置在天平的两侧的盘子里。这时，只见天平是保持平衡的。说明了棉花和铁一样重。再找来一只大的玻璃罩，把天平罩在里面，天平两侧的盘里还是分别放着原来的棉花和铁，天平仍然保持平衡。只见胡老师用抽气机开始把玻璃罩里的空气抽掉。当抽到一定程度时（我们称它为真空），奇怪的现象发生了：装着棉花的盘子开始下沉，装着铁的盘子上升，天平的平衡破坏了，说明了一斤棉花在真空里的确比一斤铁来得重。”^③

无疑，在实验的整个过程中，两种物体各自的质量并没有变化，且它们与地球的中心的距离始终是相等的，但是改变它们周围的物质环境，它们的比重发生变化，这说明在与地球的中心距离相等的地方，物体的重量并非与它们各自所含的物质之量成正比。

事情还不仅如此。在空气中，等重的棉花和铁其体积不相等，这说明它们的比重不同（有比重差）。当玻璃罩里的空气抽空后，玻璃罩内并不是绝对真空，只是物质密度降低了而已，此时原来等重的两个物体并不等重，而是棉花比铁“来得重”，这就是说，随着环境空间密度的降低，棉花和铁的比重差也在缩小。现在，设想将玻璃罩里的物质内容（不一定是空气）继续抽空，使其中的物质密度进一步降低，那么棉花和铁的比重差将进一步缩小，以至趋于零。由此，我们就得到了一个重要推论：任意两个物体，总存在某一密度的空间，在这空间中，它们的比重差等于零。应当指出，上述推论并不是孤立的，它与自由落体定

律是等价的。

事实上，“万有引力”这一概念本身就有问题，因为并不存在“任意两个物体都相互吸引”这一事实。当然，地球这种有心力场在宇宙中是普遍存在的，但是，在力场中的物体并不都是向心运动，而是有的向心运动有的离心运动有的静止（既不向心运动也不离心运动）。例如，氢气球在地球力场中就是离心运动，鸡蛋在盐水中则是静止。也许有人会说，这些例子就是阿基米德发现的浮力定律，它与万有引力定律并不矛盾。因为，这里的外力应包括空间物质内容的浮力，物体的运动方向是由浮力和重力这二力的合力决定的。然而，仅仅这一说法本身，就足以否定万有引力定律（也足以否定牛顿力学第二定律）：难道空间是可以无限的抽空？难道力场中物体的向心运动仅仅是两个物体之间的关系？事实上，空间不是也不可能是绝对空的，充斥其中的物质内容始终是一个力。由此应当论定：物体的状态由外力、物体和空间（它是与运动载体不同的另一物体）这三个要素客体相互作用决定，而不可能如牛顿定律那样由外力和质量（ $a = F/m$ ）这二者决定，或者由两个物体的质量与距离（ $F = Gm^1m^2/r^2$ ）决定。

三、由此再作出一个证实

不难看出，上述两个定律有一个共同的因子：质量 m 。笔者认为，牛顿力学的两个定律，错就错在这里。在第四章中，我们曾经证明，质量 m ，并不能直接度量，因而不能作为基本量。通过前面两节的讨论，我们再一次证明了这一点。就第二定律的讨论来说，我们看到，既可以用实验证明物体的加速度与它的质量成正比，又可以用实验证明物体的加速度与它的质量成反比；这就是说，简单地用测量（测量加速度或者说惯性）的办法来直接定义质量是不可能的。就万有引力定律的讨论来说，我们又看到，两个物体的比重并不恒定；这又证明，简单地用称量的办法

来直接定义质量，同样是不可能的。这里，我们再一次证明，质量并不是基本量，因而用质量作为基本量的定律，都将注定是错误的。

但是，我们不能由此得出如下结论：物体的质量没有确定的量。物质不灭，物质守恒，这是从根本上消除神秘，建立真正的科学的前提。此外，上述讨论并不表明物体的质量不能得出准确的量度，而只表明近代力学（包括量子力学和相对论）并没有找到量度它的正确理论和方法。毋庸置疑，近代力学并没有在科学上真正理解运动的根源，因而牛顿不得不诉诸“神臂的第一次推动”，尽管后来的学者对牛顿这一观点作了批判，但是并没有科学地解决这一问题。显然，质量（物质）与运动相联系，找到了度量质量（物质）的正确方法，才能理解运动的根源。然而，这对建立在物理本原基础上的以往物理学是可能的吗？回答是否定的。物理本原只有粒子和虚空，这样，粒子的质量只能在虚空中度量，但是前面讨论过的自由落体定律可以证明，物体的质量在虚空中是不可能度量的（因为不可能观察到质量差别）。当然，系统本体没有虚空，粒子的质量在其中可以显现质量差别，因而逻辑上具有度量质量的可能性。这里再一次证实：物理本原必须废止，取而代之的是系统本体。

引文出处

全日制十年制高中课本一试用本（物理）上册，人民教育出版社，1980年版，第111～112页。

② 〔美〕H·S·塞耶编，上海外国自然科学哲学著作编译组译，《牛顿自然科学哲学著作选》上海人民出版社，1974年版，第129页。

上海师范大学物理系编著，《有趣的物理》，少年儿童出版社，1980年版，第22页。

第二十章 由系统认知学所作的证实

在第十六章中，我们说过，必须找出以往没有发现系统本体的客观根源和主观根源。这是证实我们的论题的必备内容。现在我们就来做个证实。

先说以往没有发现系统本体的客观根源。这很简单，那就是系统本体包容着物理本原且物理本原更易观察。本书第三章已说明，系统本体是波粒二层一体。其中的“粒”就是物理本原的质点，显然它更易被观察到；而与“粒”在一起的“波”，以及由波粒二层一体通过相互作用而构成的三力一构，则不易引起人们的注意，因而容易被忽略。此外，更为重要的是，至今我们还没有对“波”在发生学上与“粒”的关系，从而“波”与“粒”始终在一起构成波粒二层一体，做出科学的说明（我们将在另一部书即本书的续集中研究），这也是人们没有把波粒二层一体看作最基本存在的重要原因。因此，尽管量子力学发现了波粒二象，尽管恒星系统（例如太阳系）和原子系统的模型早已知道，但人们并没有将它们看作最基本的存在。

再说以往没有发现系统本体的主观根源。由第十二章引述的亚里士多德的“四因论”，笔者猜测，以往没有发现系统本体的主观根源，可能与古代工匠构造物件以及后人对工匠构造物件实践经验的总结有关。大家知道，由动物到人的进化是从主体对产品（工具）的创造开始的。这里，产品可视为实物整体，而组成这种实物整体的基本构件则视为实物元素，显然，找到实物元素并充分了解其性质是构造实物整体的前提。基于这种实践，人们很容易将实物整体类比为知识整体，将实物元素类比为知识元素，将实物整体的构造过程类比为认知过程。大约正因为此，几千年来学者们一味地寻找、操作、穷究物质始基（物质始基显然

可理解为最基本的实物元素），以为由此可以建构完整的科学大厦，一劳永逸的发现自然的奥秘。爱因斯坦的名言在这里是适用的：是理论决定我们能够观察到的东西。尽管人们早就知道太阳系的情况，而且据此构造了原子系的模型，但是因为人们把工匠的经验简单搬到认知学，此外还因为人类居住在太阳系内，由此（由工匠的经验而产生的追寻物质始基的期望，以及人类因其居所而被限制的观察角度）所“看”到的基本实在，不可能是太阳系（星系），而只能是其中的“粒”（星体）。于是，不可能形成系统本体这种本体，而只能形成物质（质点）和空间（虚空）那一本原。笔者以为，这大约就是以往没有发现系统本体的主观根源。应指出，这种情况不仅仅表现在自然科学，也发生在社会科学。马克思指出：在经济学上从作为全部社会生产行为的基础和主体的人口开始，似乎是正确的。但是，更仔细地考察起来，这是错误的，说的正是这种情况。人口无疑是构成社会的实物元素（物质始基），但并不是社会科学正确的起点。始基即本原，自然科学从本原出发，只能看到质点和虚空，就如社会科学从本原出发只能看到人口一样，是不正确的。应强调指出，从现象上看，似乎本体是由本原（粒子与虚空）组成的，但是本体并不是本原的简单相加，因此仅仅从本原出发来构造知识体系是不正确的，也因此，把工匠由实物元素构造实物整体的狭隘经验，搬到构造知识体系的过程是不能行的。关于此，前面我们已经从多个角度作出了证实，以后（即本书的续集）我们还将做更深入的探索，从而在更深的层次上作出进一步证实。

通过系统认知学的研究，我们知道，由知识元素构造知识整体与用实物元素构造实物整体，尽管适用同样的规律（三力一构定律），但是它们的具体过程则是完全不同的。构造知识整体是先通过对被认知的客观群体，进行观察和实验以获得“多”个抽象（即被认知客体的“多”个变量），尔后再由“多”个抽象即变量凝聚成体系即得到本体。本体，追寻的不是什么最深层次的

实物始基，而是各个层次实物的同型（例如原子系与太阳系是同型的）；本体，不是任何实物（个体）的复制，而只是被认知客体的变量体系，因而它在理论上又可以再现任何实物（个体）。由此可见，从本原到本体，不仅就自然知识本身来说是一个跃进，而且在认知逻辑上也是一个革命。或许，我们现在所说的系统本体的具体模型，在将来可能过时，但是，由本原到本体这一认知逻辑上的进步则是永恒的！

从第十七章到本章，我们已经从多个角度和层次，证伪了物理本原和证实了系统本体，至此我们可以宣布：代替物理本原的系统本体应当确立起来。可以预期，由此我们的知识将在原有的基础上，得到新的深化和扩展。

各篇章内容提要

本书共五篇二十章。为了便于读者阅读，现将各篇章的内容提要介绍如下。

第一篇，系统本体。本篇是全书的引论，其主题是：“系统”作为存在，是什么？全篇分为三章。

第一章，系统回顾。对以往系统研究作一个简要的总结，从而明确继续研究的出发点和方向，分为三节：第一节，系统之谜。以往系统研究最大的成果是发现了三个谜，即整体之谜、进化之谜和系统悖论，统称为系统之谜。第二节，解谜的探索。叙述并分析以往系统研究对这三个谜的探索过程及其成果，指出以往系统研究并没有解开这三个谜。第三节，原因何在？继续研究的方向是什么？分析以往没有解开系统之谜的原因，从而明确继续研究的方向。

第二章，系统新论。从确定系统科学的对象出发，运用原子物理学的成果，在原则上解开系统之谜的前两个谜，由此给出系统的定义（公式表达），分为五节：第一节，系统科学的对象。指出系统科学的对象是物体，并从系统思想渊源和近代科学基本特征及其发展趋势这两个角度作了论证。第二节，整体之谜。以往系统研究关于“系统”的定义，其实项只有两项：整体和部分（元素），因而在逻辑上不具备解开整体之谜的可能性。由典型系统——原子系统的结构分析及其普遍性论证，发现系统的实项有四项：整体、层次、部分和元素，由此构造两个公式，从而解开整体之谜。第三节，进化之谜。分析批判以往系统论关于“系统三元”即物质、能量、信息的概念，给出新的“系统三元”即结构、能量、信息的概念，由此得出自然界最基本的运动形式：结构（凝聚）运动、能量（散逸）运动和信息（单一系统的位移）

运动。由此逻辑地给出一个假说：一些系统的能量（散逸）运动，引起另一个系统的结构（凝聚）运动，从而生成新的系统。从而揭示系统进化与热力学第二定律的对立统一，解开进化之谜。第四节，系统的定义。由前三节的讨论给出系统的定义即三力一构定律。第五节，系统悖论。提出系统之谜还有一谜——系统悖论，作为本章的悬案，将在第十五章再讨论。

第三章，系统本体及其意义，分为四节：第一节，系统本体的物理图像。由系统定义推出自然界存在三类基本物体，即多维一构、二层一体、三力一构，统称为系统本体，并对它们分别做出物理描述；指出系统物理存在三类最基本的过程，即生成过程、解体过程、进化退化过程，并分别给出公式表达。第二节，系统本体的抽象定义。从三个统一对立的层面给出“物体”这一概念的抽象定义，即物体是物质的体、物体是运动的态，物体是变化过程，由此对自然科学的一些传统观念作了批判。第三节，系统本体的科学意义。通过将系统本体与以往科学蕴含的物理本原做比较分析，得出结论：系统本体在实体上一元有序，在逻辑上不假外求，且与物理本原相比具有起余解释力，系统本体的确立将预示着科学新的革命。第四节，系统物理继续探索的方向。本书第二篇及其以后，将从基础开始，通过锻造认知科学，一步一步对系统本体作出证实。

第二篇，知识探源。对系统本体作出证实需要运用知识，但是人类已经得到的知识本身也需要证实，这就必须找到知识之源。全篇分为五章。

第四章，实验研究。本章意在弄清物理实验是什么？能给我们什么？分为四节：第一节，力学度量。最简单的物理实验是力学度量，力学度量有且仅有三个基本类，即测量、校正、称量。通过对这三类度量作分析，给出力学度量的公式表达。第二节，复杂实验。对各种复杂实验进行分析，得出结论，即任何复杂实验都可以递归为力学度量，都可以用力学度量公式来表达。第三

节，度量定理。由对度量及其公式的分析，给出五个度量定理。第四节，有关基本量的几个概念的讨论。运用实验研究基本量和基本量数值、速度和时间、力和动量等概念，指出以往物理学在这几个概念上的错误或者不足。

第五章，度量差异和度量误差。这是实验研究的继续，分为六节：第一节，以往的误差理论。区分了度量差异（“差”）、度量错误（“误”）这两个概念，指出以往的度量误差理论的缺陷。第二节，有关重要概念的讨论。讨论尺度和标准尺度、度数和读数、真值和度量值、度量误差和度量差异等重要概念，并分别给出定义。第三节，度量误差的类和读数误差。由度量误差定义式得出结论，就误差的来源分，度量误差有且仅有两个类，即读数误差（操作误差）和尺度误差（计算误差），并讨论了读数误差的定义、性质和补偿变换。第四节，尺度误差。运用实验展现尺度误差的现象，分析尺度误差的性质和普遍性，给出尺度误差的补偿变换式。第五节，量的度量差异和质的度量差异。第六节，度量差异的意义。

第六章，实验研究的结论。这是对实验研究的总结，分为三节：第一节，有关概念。给出三个概念，即本次实验、实验之间、实验积累。第二节，实验得到了什么？由上述三个概念对实验研究作出总结，指出由实验得到和能够得到的只是纯数。第三节，实验的性质及由此得到的结论。通过分析，指出纯数的性质（物理意义）只是差异，它们只是构造知识的材料而不是知识。得出结论，即实验是知识的一个来源，但不是知识的最终来源。

第七章，感觉考察。感觉器官是有机体获得外界信息的惟一渠道，因此必须对感觉加以考察。分为四节：第一节，感觉及其相关概念。区分感觉活动和感觉，感觉、知觉和知识等概念。第二节，感觉的公式表达。首先分析最简单的动物阿米巴的感觉现象，给出阿米巴感觉活动的公式表达。接着引用生理神经科学的最新成果，证实阿米巴感觉活动的公式，也是高级动物（包括

人)感觉活动基元过程的公式,由此得出感觉活动的普遍公式。第三节,感觉活动和实验。通过二者的比较分析,得出结论:感觉活动与实验同构,感觉与实验结果同质;感觉活动是知识的第一源泉,实验是知识的第二源泉;实验是感觉活动的分化、精确化和延伸、扩展。由此证明实验代替感觉活动具有能行性和必然性。

第八章,知识之源以及由此对“野生的自然”的证实。本章是第二篇的总结,分为四节:第一节,何谓知识之源?区分“知识之源”和“知识源头”这两个概念,并给出知识之源的四个特征。第二节,差异是知识之源吗?由知识之源的四个特征,证实感觉(差异)也只有感觉(差异)是知识之源。第三节,找到“野生的自然”。由知识之源证实“野生的自然”的存在性。第四节,能回答本篇开头设定的问题吗?我们追溯知识之源的路,已经走到了尽头。但知识之源并不是知识,找到了“野生的自然”并不能由此得到任何自然知识,因而也不能证实任何自然知识。

第三篇,认知探路。历史表明,人类是从无知识到有知识的。这就是说,有一条认知之路。我们不能由知识之源直接证实知识,但我们可以追溯认知之路,由此考察已有知识是怎么得到的,从而知道通过什么途径来证实知识。本篇分为五章,前两章是对以往哲学和科学找路的回顾和评价,后三章是对人类实际走过的路的探讨。

第九章,哲学找到的路,分为四节:第一节,归纳演绎之路。第二节,先天综合之路。第三节,约定之路。上述三条路,是哲学找到的认知之路,这些路在某些“地段”是通的,但是它们都不是全通之路,就认知的本质是从无知识到有知识这一点来说,它们都不是真正的认知之路。第四节,哲学的困境及其根源。指出哲学找路陷入了困境,并讨论了陷入困境的根源。

第十章,认知科学的探索。以智能系统的工作过程为对象的认知科学,与以科学知识为对象的思辨哲学不同,因此本书要将

它与哲学分开来考察，分为三节：第一节，认知科学的成果。以认知科学的基本课题及前人在这方面所取得的成果为参照系，对认知科学取得的新成果作出了评价。第二节，结构主义认知观及其争论。对结构主义认知观以及在认知结构来源上的两大学派（天赋论和建构论）的理论观点作出分析。第三节，认知科学的局限及其根源。通过前两节的评价和分析，得出结论：认知科学的基本理论框架，具有解决所有认知科学基本课题的逻辑可能性，但是认知科学实际上并没有做到这一点。由此深入，找出认知科学的局限和根源。

第十一章，物理本原及其逻辑生长。这是对人类实际走过的认知之路的其中一段的研究，分为三节：第一节，何谓自然知识？得出定义：自然知识是外在自然的理论反映，是由感觉活动或实验得到的知识之源组合成的体系。第二节，自然知识体系和物理本源。得到结论：迄今为止，所有自然知识都是由物理本原，即物质（质点）、空间（虚空）以及物质（质点）在空间（虚空）中运动这一基本意像，逻辑生长（观察和实验在其中充当着探路的手杖）而得到。第三节，逻辑生长的路径和探路的手杖。物理本原是一幅“素描”，它具有逻辑生长多个物理学体系的可能性，具体生长出什么理论体系，则依赖于观察和实验。

第十二章，从感觉到本原。这是探讨认知之路的另一段，分为三节：第一节，亚里士多德的启示。由亚里士多德的“四因论”得到启示：感觉只是构成知识的“质料”，而知觉、知识则是感觉这一“质料”的形式化。第二节，“质料”、“雕刻刀”和“定型器”。在感觉活动中，感觉可分化为原始表象和精细差异，其中原始表象是“质料”，而精细差异则是“雕刻刀”。于是，可以这样描述：用“雕刻刀”“雕刻”“质料”，而后再通过感觉活动与客观现象进行对应比较，后者可形象的比如为“定型器”；正是三者不断交互作用，从而使“质料”形式化。第三节，知识之“网”和“纲”。区分“知觉”和“知识”，从而明确知识的特

征在于网络，因此从知觉发展到知识的过程，可归结为发现“网”寻找编“网”的“纲”。人类正是通过发现“网”寻找“纲”这样一个不断反复和深化的过程，由离散的知觉得到统一的本原。

第十三章，双向运动和容错识错纠错机制。这是对认知之路的第三个分过程的讨论，分为三节：第一节，实例及其启示。通过分析日心说替换地心说这一科学实例，得出结论，即认知过程是双向运动（由本原演绎生长理论体系是正向运动，正向演绎生长不下去即发生不可解的逻辑矛盾，从而引发修改本原的反向运动）的交替推进；认知活动中的错误，不仅是难免的，有些甚至是必须的。第二节，双向运动的实质和可能性。双向运动的实质是认知角度转换。其可能性在于，即自然界的运动变化，人对自然认知的能动性和对自然的改造，以及人的社会生活对自然认知活动的干预。第三节，容错、识错、纠错机制。以双向运动为基本过程的认知之路，具有宽阔的容错机制，且识错、纠错与容错有机的结合在一起，由此证实我们找到的认知之路是真正的即人类实际走过的认知之路。

第四篇，系统认知学。本篇是第二、三篇的总结和升华，分为两章。

第十四章，马克思发现的认知之路，分为三节：第一节，马克思的发现。马克思发现并实施了真正科学的认知之路，这就是：从具体（客观具体）到抽象，从抽象再到具体（精神上的具体），这样两条道路的交替推进。第二节，马克思发现的普遍性。运用马克思发现的认知之路对自然科学的实验进行再研究，以及运用实验研究的成果对马克思发现的认知之路进行再解释，证实马克思发现的认知之路是普遍科学的认知之路，是对人类实际走过的认知之路的总结和升华。第三节，两种认知之路幻觉。运用马克思的认知之路，逻辑的推出有关认识论的两种幻觉（唯心主义幻觉和不可知论幻觉），从而再一次证实马克思发现的认知之

路是科学的认知之路。

第十五章，系统认知学探索，分为五节：第一节，马克思认知之路的某些不足。指出马克思没有提出并讨论抽象程序和凝聚路径这两个重要问题，这是马克思认知之路的不足。第二节，系统逻辑。由三力一构定律的变换得出系统逻辑（亦即“发现的逻辑”）。第三节，系统认知学的公式表达；第四节，还有另一个层面；这两节，由系统逻辑对认知过程作出公式表达。第五节，试解系统悖论。由前四节的成果，解开本书第二章的悬案——系统悖论。

第五篇，本体证实。本篇运用第二、三、四篇的成果，讨论对系统本体证实和对物理本原证伪。全篇分为五章。

第十六章，有关本体证实问题的讨论。这是为证实系统本体和证伪物理本原做方法论准备，分为三节：第一节，证实一般。讨论证实一般的概念，给出证实的初步定义。第二节，化归证实和元证实。讨论证实的两个重要分类：化归证实和元证实，给出证实的补充定义。第三节，元证实的方案。确定从第十七到第十九章，考察本体和本原与实验结果的相容性，从物理学内部作出证实或证伪；第二十章，找出以往只“看”到物理本原而没有“看”到系统本体的客观根源和主观根源，从认知学角度即物理学外部作出证实或证伪。

第十七章，由对量子力学解释的分析所作的证实，分为三节：第一节，一个矛盾的说法。海森伯和玻尔，既说原子现象只能用经典语言加以解释，又说经典语言不适于描述原子现象且经典语言不能改进。这是一个逻辑矛盾。第二节，两个不同层次的矛盾。量子力学及其诠释存在两个层次不同的矛盾，那就是：量子物理实验反映的波动和粒动的矛盾，称为“矛盾 1”；量子图像和经典图像之间的矛盾，称为“矛盾 2”。前者是详谬（假矛盾），后者是真矛盾。哥本哈根诠释解释了“矛盾 1”，但并没有解决“矛盾 2”。第三节，由此作出一个证实。“矛盾 2”的根源

深藏在物理本原，因此解决“矛盾 2”的惟一出路在于摈弃物理本原确立系统本体。

第十八章，由对狭义相对论考察所作的证实，分为四节：第一节，狭义相对论的相对性原理。通过引述，指出所谓狭义相对论的相对性原理就是：从不同的参照系来度量，尺度（长度和时间）没有确定的意义。第二节，荒谬的狭义相对论。由狭义相对论的相对性原理，推出狭义相对论是一个充斥着逻辑矛盾的理论。第三节，狭义相对论对实验的解释。被狭义相对论解释的实验现象主要有二：一是光速不变现象；二是质量随速度的变化而变化的现象。通过分析，证实狭义相对论并没有解释这两个现象。第四节，由此作出另一个证实。在狭义相对论中，“高速”、“低速”以及“速度”这些极其重要的概念没有物理意义，因此狭义相对论物理学是不能行的。但是狭义相对论的这一缺陷其根子在物理本原，因此必须摈弃物理本原确立系统本体。

第十九章，由对经典力学基础的讨论所作的证实，分为三节：第一节，牛顿力学第二定律。第二节，万有引力定律。这两节，通过对得出这两个最基本定律的基础实验作分析，证实这两个定律不正确。第三节，由此再作出一个证实。经典力学两个最基本的定律不正确的根源，在于“质量”这一概念不是物理基本量，而牛顿力学把它当作基本量。进一步分析表明，经典力学以至所有现存物理学，都没有提出“质量”的正确理论和方法，以物理本原为基础的物理学，也不可能提出这一正确理论和方法，因此物理本原必须废止，取而代之的是系统本体。

第二十章，由系统认知学所作的证实。通过找出以往没有发现系统本体的客观根源和主观根源，从而再一次证伪物理本原和证实系统本体。

作者简介

曾永寿，湖南省茶陵县人，生于 1952 年 12 月，毕业于广西广播电视大学，现任广西柳州市贸易局副局长，高级经济师。1990 年，作者从研究企业管理问题出发进入系统科学研究，提出“系统物理学”的新课题。迄今已发表这方面的论文 70 余篇（约 70 万字），出版论文集两部《力学基础的系统研究》（香港南方出版社，1998 年版）、《社会主义市场经济新议》（中国商业出版社，1999 年版）。此外，作者组织实施题为“服务艺术、技能创新，启动科技兴商工程”的研究，获广西壮族自治区“1997 年度企业管理现代化成果一等奖”，国家国内贸易局“1999 年度科技进步三等奖”。国家国内贸易局授予作者“全国内贸行业质量管理小组活动卓越领导者”称号。全国商经学会推选作者为“当代中国中青年商业经济专家学者”。

内 容 简 介

本书是系统科学和认知科学的创新之作。作者从以往系统研究提出的问题——系统之谜出发，运用原子物理学的成果破解系统之谜，推导出系统新论和系统本体，并对系统本体作出科学（事实和逻辑的）证实。在对系统本体证实的过程中，作者对自然科学（物理学）的认知过程——从感觉（实验）到知识体系的过程和机制（科学发现的逻辑），作了深入系统的探讨，从而力求创立一门全新的认知科学——系统认知学。全书观点新颖，逻辑严密，论据充分，深入浅出，是一部具有一定理论研究价值的书籍。