

科学哲学

外国自然科学哲学

2
1974

摘 译

外国自然科学哲学

一九七四年第二期(总二期)

上海外国自然科学哲学著作编译组编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 8 字数 158,000

1974年12月第1版 1974年12月第1次印刷

印数 1—50,000

统一书号: 2171·66 定价: 0.47元

内部发行

目 录

信息论研究

信息论研究中的两种态度·····	凌弓志 (1)
能量和信息 ·····	[美] 迈伦·特赖布斯等 (3)
认识论和逻辑学中的信息论方法 ·····	[苏] A. Д. 乌尔苏耳 (12)
控制论的方法论观点·····	[苏] A. 别尔格等 (20)

“人工智能”问题

有没有“人工智能”? ·····	路 姜 (26)
人工智能的可能性和界限·····	[日] 渡边 慧 (28)
智能机器的社会意义·····	[英] R. L. 格雷戈里 (50)
进化的数学·····	[美] 维克多·萨帕尼柯夫等 (59)
人工智能 ·····	[苏] И. Б. 戈特钦 (64)
电子计算机“救世”二则 ·····	(72)

史料：维纳的控制论

历史上的控制论 ·····	[美] N. 维纳 (81)
造物主和造物 ·····	[美] N. 维纳 (91)

关于地球外的生命

- 球外文明问题及其哲学观 …〔苏〕И. С. 什克洛夫斯基 (102)
地球上的生命是从那里来的? ……〔英〕西蒙·米顿等 (110)
听, 地球! ……………〔苏〕莫罗兹、列皮霍夫 (117)

能 源 问 题

- 美国的能源形势 ……………〔美〕J. 奥里里 (122)
裂变能和其他能源 ……………〔瑞典〕海尼斯·阿尔文 (128)
未来的能源选择 ……………〔美〕威廉·古尔德 (135)
史料: 石油垄断财团史略 …………… (142)

关 于 黑 洞

- 黑洞能找到吗? ……………高 如 (157)
黑洞与引力理论 ……………〔英〕罗杰·彭罗斯 (162)
果真有黑洞吗? ……………〔美〕卡麦农 (172)
宇宙中的“黑洞” ……………〔苏〕Я. В. 捷耳道维奇等 (181)
为什么叫“黑洞”?

——说明为什么黑洞持有这一名称的对话

- ……………〔美〕查理士·米斯纳等 (186)

信息论研究中的两种态度

凌 弓 志

信息从形式上抽象地表现事物的差异,表现物质的一种关系。客观世界的物质是多种多样的,怎样表现和描述物质的千差万别,这是哲学和各部门自然科学研究的重要方面,这种研究也标志着人们对客观物质认识的前进。信息的概念,也正是从某一个侧面来研究物质的多样性。可以说,信息把物质的差异进一步抽象化了,它是物质差异的一种抽象的表现形式。

信息论是个新东西,有待于进一步从各方面展开研究。例如,信息传输总要有能量,那么,信息和能量的关系如何?这就值得进一步研究,搞清楚物质这些基本特性之间的相互关系。在这个研究中,既然是新东西,就会有各种不同的观点,也会有各种错误。但只要是严肃的研究,有了错误加以改正,就不失为一种科学的态度。

苏修却完全与此相反。他们打着研究信息论的幌子,歪曲反映论,宣扬唯心论,以达到他们反马克思主义的政治目的。

他们宣扬信息论“大大丰富和发展了反映论”,说什么“认识过程是从自然界(客体)向社会(主体)传递信息”,“信息是反映内容中最本质的方面”。信息就是反映,这就是他们顽固坚持的一种观点。

现代的电子计算机可以通过某种机械的输入装置接受外界的信息,这只是由0和1所组成的一些抽象的符号,是外界事物的一

种抽象的表现形式，是脱离了具体内容的纯粹形式上的关系。当然可以根据人们事先的某种约定，表现一定的具体内容，但毕竟不等于具体内容。这就象电报的电码一样，可以根据一定的电码表现一定的文字，但要经过人来译码。人的反映则根本不同。人通过眼耳鼻舌身这五官把客观外界的现象反映到自己的头脑中来，是活生生的，有具体内容的，绝不是一个简单的信息传输过程。人的感觉也不是抽象的符号。人的感官是在大脑支配下反映外界的事物，是积极的，能动的，不是消极的反应，不是简单的抽象的信息输入。

为什么？因为人是社会的人，反映世界是为了改造世界，按照一定的阶级利益改造世界，因而“各种思想无不打上阶级的烙印”。人的思想是“有色”的，人的感官也是“有色”的。同一条消息对不同的人有不同的反映。中国人民批林批孔，一切革命人民无不拍手称快，但莫斯科却如丧考妣，悲痛欲绝。输入的信息一样，信息所表现的社会内容对不同的阶级则大不一样。这用生物学无法说明，用信息论也无法说明，只能用人的社会性、阶级性才能说明。人的社会性才是反映内容中最本质的东西。用信息论来取代反映论，实质是否定人的社会性，抹杀人的阶级性。

这还不够。苏修的院士更进一步，提出了一个所谓“信息场”，把信息推广到整个宇宙去，一切都成了信息。于是，信息成了独立于物质之外、甚至高于物质、取代物质的东西，“信息场”是统一一切的“统一场”。

承认不承认物质的第一性，承认不承认世界统一于物质，这历来是哲学上唯物论和唯心论二条路线斗争的根本问题。在这个根本的问题上，没有调和的余地。用信息取代物质，就是否定物质的第一性，就是在哲学根本问题上对马克思主义的背叛，就是地地道道的唯心论！

能量和信息

〔美〕迈伦·特赖布斯 爱德华·麦欧文①

〔内容提要〕② 关于能量和信息的相互关系问题，在西方讨论得很热烈，此文观点有一定代表性，也有一些具体分析。文章首先介绍了申农关于信息的度量方法，认为申农的工作是奠基性的，好比几何学中的毕达哥拉斯定理。文章指出，申农的信息量和热力学中的“熵”是同一个东西，但申农对信息的描述更广泛些，它适合任何一种不定性度量。

麦克斯韦妖对热力学第二定律的挑战（在智力存在的情况下，第二定律是否有效），引起了科学界长期的争论。后来布里渊解决了这个问题，因为妖精的行动需要信息，提供信息需要能量，因而消除了麦克斯韦妖与第二定律的矛盾。和妖精一样，地球表面虽然有巨大的能量和适宜的平均温度，但如果没有可以加工的信息，就没有可资利用的能量，就不能居住生命。太阳对人的作用就好象光源对麦克斯韦妖的作用一样，“太阳是我们的信息来源和有用的能源”。

文章最后指出，现在已牢固地确定了信息与热力学第二定律的关系，信息和能量难分难解。获得知识需要能量，驾驭能量需要信息。这就是“知识就是力量”的新含义。

① 作者都是美国静电印刷公司人员。特赖布斯是商业产品组高级副主任和研究工程总经理，在这以前曾当过工程学教授和美国商业部科学技术助理秘书。麦欧文是物理研究实验室负责人，理论物理学博士。

② 本书各篇的“内容提要”均为译者所加。

人类社会内部的能量流是由一小部分用于信息流的能量来控制的。能量和信息还有更深刻的关系。

古罗马人说：“知识就是力量。”在两千年后的今天，科学使这句老话有了新的意义。罗马人所指的力量是政治力量，这无关紧要。科学毫不踌躇地把“工作”、“力量”和“信息”之类日常的用语作出精确的定义，同时把口头上的真理转变为科学的真理。今天我们懂得了，获得知识要用到能量，驾驭能量则要用到信息。

对能量和信息之间关系的研究工作，可以追溯到很多年以前，但只是在克劳特·伊·申农于1948年发表了他的著名论文《通讯的数学理论》之后，才开始了精确而一般的信息量化时代。我们早就知道，在一个系统中的任何动态测量的仪表都要吸取一定的能量，才能开动本身的机构。例如，电路中的电表总要消耗一些能量来使指针偏转。这种效应是互易的：仪表理论证明，为了获得信息需要有能量，而信息论的最新成就则证明，为了转换能量则需要有信息。

概率的观念在任何知识理论中都占有核心地位。在现代信息论中，概率是对知识状态的一种数值编码。某人对一个特定问题的知识状态可以用这样的方法表示，即对这个问题的种种想得出来的答案各分配以一定的概率（记为 p ）。如果他对这个问题完全了解，等于他能够对所有想得出来的答案，除了其中的一个以外，全都给以概率零（ $p=0$ ）。如果他对某一特定答案（正确地）给以概率1（ $p=1$ ），那么他显然不必对这个问题再了解什么了。既然可以把知识编码成为这样的概率分布（即对各种可能性组成的集合，分配一组概率值），我们就可以给信息下个定义：使概率的分配发生变动的东西。很多研究者指出，申农本人称之为熵的不定性的

测度是：当我们对某个问题的全部知识就是一组概率时，它度量我们对于一个问题究竟能知道多少。

申农对信息论的贡献是证明有某种信息度量，它同产生信息的手段不相干。因此，一个消息的信息量并不随着消息形式的改变而改变，不管这个消息是用点、划组合的办法发送，把载波搞成某种特定形状，还是用某种密码发送，信息量一概不变。懂得了这个不变的道理，设计通讯通道就成了一个工程问题。通讯理论有一个麻烦之处，某个特定通讯通道设计的优劣，并不在于它发送当前的消息的工作是否良好，而在于它发送所有可能要发送的消息的工作是否良好。正如一个在接上 1000 伏特电压降时就准确地指出 1000 伏特的伏特表，要是它不管实际电压多少，老是指着 1000 伏特，那就毫无价值。

申农的不定性度量，虽然是为设计较好的通讯通道而提出来的（并取得了可喜的成果），但还有更多的用途。其实任何物理仪器都可以看成是通讯系统。探查器（例如热电偶、压力传感器或电极等）就是发送器。放大器、导线、仪器表面和机件装置就可以当作通讯通道。观察者就是接收器。申农的思想不仅可以用来设计装置，还可以用到传送信息的编码上。信息和能量在这方面的关系，是最有意思的。

为了简明起见，我用符号 X 代表我们关于问题 Q 的知识。这个知识 X 使我们能够对各种可能的答案分配以概率。将 $p=0$ 分配给某个答案，等于说“这个答案是不可能的”。将 $p=1$ 分配给某个答案，等于说“这个答案是肯定对的”。只要 X 不过于特殊，我们总会把处于 0 和 1 中间的数值分配给所有可能的答案。我们用符号 $S(Q|X)$ 来表示申农的度量，以强调不定性或熵 S 既依赖于有明确定义的问题 Q ，又依赖于知识 X 。^①

申农给熵下的数学定义，有个有趣的性质。如果某人正确地把

$p=1$ 分配给一个答案,把 $p=0$ 分配给其他答案,则 $S=0$ (如果你知道了正确的答案,不定性就消失了)。另一方面,如果所有的概率相等, S 就达到了最大值。(如果你的信息实在太少,以致只能分配相等的概率,那你对于答案的不定性就再也没有更大的了。)

在上面讨论中,我们用对于问题的知识 X 来给对答案不定性的熵 S 下定义。反过来我们也可以用 S 来给 X 下定义,就是说,使 $S(Q|X)$ 达到最大的任何 X 就是对 Q 的最无知状态。如果某人一点不能区别各种答案,他就是处于对 Q 的最无知状态。更无知的状态,只能连 Q 也不知道了。这样就可以用申农的形式主义来定量地描述 X 。否则 X 只是定性的概念。

对某个给定问题(Q 不变),当然可以有各种不同的知识状态。申农这样给一个消息中的信息下定义:一个消息产生一个新的 X ,新的 X 又引起新的概率分配,从而引起新的 S 值。为了获得信息的度量,申农提出信息(I)的定义是两次不定性之差,用符号表示就是: $I = S(Q|X) - S(Q|X')$ 。

由此看来,消息的信息量就是对观察者知识变化(从得到消息以前的知识 X 变化到得到消息以后的知识 X')的度量。如果消息告诉你的内容是你已经知道的,就不会引起知识的变化(X 不变),也不会引起概率分配的变化,因此就没有传送信息。

申农的信息度量是一个发明。目的是为了满足不同定的需要,对通讯通道上所传送的信息提供一个有用的度量。已经证明,这种

$$\textcircled{1} \quad S(Q|X) = -K \sum p_i \ln p_i$$

申农在1948年提出了通讯的熵的数学公式。申农的熵 S 是根据下了明确定义的问题(Q)和关于 Q 的知识 X 来下定义的。公式中的符号 K 是个任意的数量因子,符号 $\sum$ 是“求和”,简单地说就是相加,即将每个可能答案所分到的概率 p_i 同其“自然”对数 $\ln p_i$ 相乘,再把这些乘积相加。申农进而把消息中的信息(I)定义为两个熵或不定性之差:其中一个熵同收到消息以前的知识 X 相联系,另一个熵同收到消息后的知识 X' 相联系。用符号来表示就是: $I = S(Q|X) - S(Q|X')$ 。——作者

度量函数是唯一能够满足信息论的某些基本要求的。从申农提出这个度量以来的 23 年中,人们发表了几千篇有关论文,但是从没有人发现过代替申农度量的函数,也没有人发现过这种需要。相反地,不同的推导方法却发现了好多种。我们的结论是,申农熵的度量在信息科学中是基本的,正象毕达哥拉斯定理在几何学中是基本的一样。因此,申农的熵应当成为研究一般信息过程有效的出发点。

诚然,“熵”这个词在申农之前就使用了。1864 年鲁道夫·克劳胥斯在《热之唯动说》一书中引进了熵这个词,表示伴随着热能和机械能之间转换而总是出现的一种“变换”。如果把某一物理系统的初始状态用 X 来描述(例如压力、温度、组成成分和磁场的某一特殊组合),然后把它所变成的另一状态(压力、温度、成分和磁场的另一组合)用 X' 来描述,按照克劳胥斯定义,熵是这样计算的:将热的每一部分增量用当时的绝对温度来除,然后将商式相加。^①乍一看来,申农的熵和克劳胥斯的熵除用同样符号和同一名称外,并没有什么地方能说明这两个函数实际上是同一函数。

名称有什么可谈的呢?拿申农的度量来说,其命名并不是随便便的。在 1961 年,作者之一(特赖布斯)问过申农,问他在最后确定那个著名度量时是怎么想的。申农回答说:“我最最关心的就是叫它什么名称。我曾想叫它‘信息’,但这个词用得太多了,因此

$$\textcircled{1} \quad S' - S = \int_X^{X'} \frac{dQ_r}{T}$$

热力学的熵是鲁道夫·克劳胥斯在 1864 年定义的,它代表总是伴随着热能和机械能之间转换而出现的一种“变换”。按照克劳胥斯的公式,如系统从以 X 描述的状态变到另一个以 X' 描述的状态,熵的变化 $S' - S$ 应计算如下:将热的每一部分可逆增量 dQ_r 除以当时的绝对温度 T ,并在从 X 到 X' 的变化范围内将商式相加。积分符号 $(\int)$ 就是这一数学运算的标记。可以证明,申农的函数和克劳胥斯的函数是相同的。

——作者

我决定称它为‘不定性’。当我同约翰·冯·诺伊曼讨论这件事时，他有个更好的想法。他告诉我，‘你应当称它为熵。这有两个理由：第一，你的不定性函数在统计力学中已经用在熵下面，因此它本来就有个名称；第二，而且是更重要的一点，谁也不懂熵究竟是什么，因此在争论时对你总是有利。’”

冯·诺伊曼的俏皮话含有严肃的意义。克劳胥斯的熵的定义很难使人感到具有直接的物理性质。它可以用使人满意的严格数学推导出来，也能够证明具有有意义的和有用的性质，特别在工程上，但在某种直接的美学意义上来说，克劳胥斯的熵使好几代以来的研究者感到不满。简单的物理学论证使人们相信物理学上的量多数是正确的。但在克劳胥斯的熵的周围，却总是笼罩着一种特殊的神秘气氛。

申农的度量同统计热力学里出现的这个较早的度量用了同一名称和同一函数，所以它的出现在理论物理学家中引起了巨大的兴趣。在后来的讨论中，作出贡献的，有一个著名的人物莱昂·布里渊，他在一系列论文和《科学与信息论》一书中将这两个熵作为同一个东西来对待。

在克劳胥斯的熵和信息的直观概念之间有一种内在联系，这个概念比申农的研究早出现好多年。实际上，热力学上的信息论研究法几乎同热力学本身一样古老。克劳胥斯 1860 年的著作，是经典（非统计的）热力学最早的完整叙述。1871 年詹姆士·克拉克·麦克斯韦提出了他那有名的妖精，引入了信息的作用。他设想一个极其小的妖精，能够开关连接在两个容器之间的一扇活门，让快分子通向一个方向，慢分子通向另一个方向，从而造成两个容器之间的温度差和压力差^①。在将近一个世纪的时间内，麦克斯韦妖一直是热力学精神上的骨刺。它对热力学第二定律的挑战是：在有智能干预的自发过程中，熵不断增长的原理还能不能

成立？

申农的贡献是认识到信息本身可以有个数值度量。如果早期的热力学家中有人想到这样做的话，他就会使信息的定义同热力学的熵互相一致起来。归根到底，大家都知道“混合熵”。随便那位热力学家都可能将信息定义为“分开”混合物所需要的决策次数。这就会导致申农度量的出现。

申农并没有直接对热力学有什么兴趣，他是独立地想出信息度量的。从实用理由出发，他要求这种度量符合某种一致性和可加性的逻辑准则。现在回想起来，一个逻辑学家能够证明，根据这些准则，申农必然会作出同热力学的熵相一致的信息度量。一旦人们认识到这两个度量是根据共同的思想来的，就可以直接从一个推导出另一个来。

申农的陈述方式还要广泛些，因为它是一种数学理论，适用于任何种类的不定性。热力学理论就不那么广泛，因为它只是针对由原子、分子和能量构成的“现实世界”环境而言的。布里渊曾试图突出这种差异，把抽象的申农量称为“自由信息”，而把描述物理现实状况（即热力学）的量称为“约束信息”。在考虑实际的信息加工活动时，我们将会看到，真正的差别只在于，天然物理状况所涉及的信息数量，比人指挥的信息系统中所能控制的信息数量要多得多。只要我们提的问题是现实的物理问题，抽象的申农信息和热力学信息是不矛盾的。

① 麦克斯韦妖是麦克斯韦在 1871 年提出的，这是一个假想物，作为热力学第二定律一个可能的反例。他假定这个妖精能开关一扇活门，这扇门连接着两个充满空气而温度彼此一样的容器。活门的开关只允许运动较快的分子从 A 室进入 B 室，较慢的分子则只能从 B 室进入 A 室。这样妖精就能在不消耗功的条件下提高 B 室的温度，降低 A 室的温度，从而违反热力学第二定律。布里渊在 1951 年将这个妖精最后除掉了。他指出，如果妖精要能够分辨分子的速度快慢，就必须设法照亮分子，这就会引起熵的增加，这个增加量足以抵消所有妖精所能减少的熵而有余。没有照亮所需要的能量输入，妖精就缺少足够的信息来控制分子的能量。——作者

布里渊“驱除”了麦克斯韦妖，从而提供了一个把信息论应用于热力学的有趣的例子。如前所说，这个妖精导致明显的热力学悖理。布里渊指出，如果妖精要看见分子，就必须用某种特殊办法照亮分子。气体容器中黑体辐射是各向同性的，没有光源，妖精就无法分辨各个气体分子的位置。这需要有专门的信息来控制分子的能量，而这种信息将不包括在把系统本身同周围环境区分开来的正常热力学信息之内。没有光源所表现的对平衡状态的偏离，麦克斯韦妖就缺乏行动所需要的信息。

同这个妖精不一样，我们可不是住在温度相同的并处于平衡状态的气体容器里。现在姑且假定我们同妖精的情况一样。地球能装在一个吸收全部光线的“黑箱子”里，温度到处是 290°K （华氏 63 度），这是地球表面平均温度的一个适当的估计。这样一来，我们就会象没有光源的麦克斯韦妖一样地无能为力。虽然有巨大的能量和适宜的平均表面温度，一个处于平衡状态的为大气包围着的地球，生物并不能居住。没有可以加工的信息，在热力学意义上也就没有可资利用的能量。

实际情况当然不是这样。地球是“日——地空间”系统的一部分，这个系统远不是处于平衡状态。太阳对我们的作用正象光源对麦克斯韦妖的作用一样。太阳使我们偏离平衡状态，从而成为我们的信息来源和有用的能源。

考虑到人类对能量和信息的利用时，必须把地球表面的辐射平衡计算在内。地球每年以太阳电磁辐射的形式从太阳那里收到 1.6×10^{15} 兆瓦小时的能量，又把这份能量主要作为黑体辐射再辐射出去。因此，地球的能量收支是接近于平衡的。人在地球表面上的能量使用，是同热力学上可利用的能量流的内部交易。所谓可利用，是指能量在热退化到平均地面温度之前、或在化学上扩散到周围环境而退化之前可资利用的意思。将太阳和地球的温度取为

通常接受的平均数值,那么,辐射到外层空间的 1.6×10^{15} 兆瓦小时的能量,就携带着每年 3.2×10^{22} 焦耳/绝对温度或每秒 10^{38} 比特的减熵能力或“负熵流”。

当然,这个负熵流是从太阳到地球到深层空间的能量流中产生的。地球把能量和负熵储存在各种系统(地下燃料、湖泊、云层、绿色植物等)中,创造出同一般环境不平衡的子系统。因此在太阳能流之外,还有地球资源供给的储存能量和储存负熵。但是,只有也考虑到聚变反应堆中利用重氢的潜在可能性以后,这个储存能量才能明显地超过每年的太阳能流。从实际目的出发,我们可以把地面的能量流和负熵流都看成是由太阳辐射过程所引起的。所以,在地面上信息可用于影响物理过程的最大稳态速率是每秒 10^{38} 比特。这些信息中有很大部分“用于”气象过程(云、雷雨、高山湖和水库的形成等)。还有很大一部分“用于”动植物的生命过程。只有相当小的一部分是由人类控制的,这也就是人类用来对外界环境进行技术改造的部分。

每秒 10^{38} 比特是个很宽裕的限制。可以将人在脑力活动时所需要的信息速率估计为不超过每秒 10^4 比特。如果将世界人口估计为 50 亿不到,全人类的每个成员都可以有供他个人使用的信息通道,而且饱和时的总速率是每秒 5×10^{18} 比特,这同可利用的每秒 10^{38} 比特相比要低得多了。

不论教育界在短期内是否会有变化,信息同热力学第二定律的概念关系现在已经牢固地确立了。使用布里渊意义上的“约束信息”必定牵涉到能量,使用热力学上可利用的能量也必定牵涉到信息。因此信息和能量是难分难解地交织在一起的。“知识就是力量”这句话所表现的智慧实是值得我们深思的。

(摘译自《科学的美国人》1971年9月,224卷第3期 谢惠民译,戴珊校)

认识论和逻辑学中的信息论方法

〔苏〕A. Д. 乌尔苏耳^①

〔内容提要〕 近年来,在苏修学术界中,关于信息论同马克思主义认识论的关系问题,讨论得很热闹。此文是这个讨论中具有代表性的观点,发表的时间虽然早了一些,但仍把它译载于此,以供分析。

文章开始时打着既反对在认识论中不能应用信息论方法,又反对把反映论归结为信息论的幌子,但是,“分析”到后来,却得出了“信息不仅是反映结果的内容和形式,也是反映过程的内容和形式”,就是说,人的认识过程就是传递信息和获得信息的过程。这样,信息论当然就完全取代了马克思主义认识论。

此外,文章所提出的生命水平上的“有价值信息”和控制系统中的“有效信息”的概念,则反映着苏修学术界追随在西方之后,把生物学和自动化科学也统统归结为信息论的企图。

我们的哲学文献极重视研究信息概念和反映概念的相互关系。同时,基本上也要求,能用反映论从哲学上来理解信息概念。看来,信息论也可以用于反映论。

关于信息论是否可用于认识论的问题,存在着两种极端的观

^① 作者是苏联莫斯科国立列宁师范学院哲学教研室副教授、哲学副博士。

点。一种观点认为,在认识论中应用信息论方法是没有根据的。另一种同样不能接受的观点,则是把反映论归结为信息论,把反映概念归结为信息概念。上述观点,或者把反映论和信息论的对象和方法的不同之处加以绝对化,或者把它们的不同之处加以绝对化。

阐明在认识论中应用信息论方法的现实可能性有困难,这同信息概念本身不够确定有关。这里将较具体地讨论认识过程的信息方面的问题,和应用信息论方法研究某些科学认识形式的方法论问题。

我们先批判地分析一下,现在正在探讨的认识过程信息方面的几种尝试。

第一,经常建立认识过程的信息模型,来解释信息概念本身。当科学家向自然界提出问题而得到简洁的是或非的答案时,认识过程被看成是某种游戏之类的东西。只有存在着不定性而答案应该减少这种不定性的时候,才会提出问题。例如,在统计信息论中,信息被解释为一种被消除了的不定性,而信息量被解释为被消除的不定性程度的量度。但是不定性和信息决不只是与认识过程有关。因此,在建立认识的信息模型时,应该根据信息概念,而不应该用认识过程的简化模型来解释信息概念本身^①。

第二,信息的两个方面有时被混为一谈。通常所研究的是某种被称为物理的体系(“物理体系”概念常常只是意味着:这个体系是客观的,就是说不依赖认识主体而存在,并为其所反映)。在实验地获得资料之前,就存在着我们关于体系知识的不定性,这种体系与知识的某个熵值(H)相符。熵不是从热力学意义上理解的,而是更广义地理解为无序或无组织性或单一性等量的量度。如果在获得答案(资料)之后,我们知识的不定性就消失了,那末熵就等于

① 不对信息概念的发展进行认识论的分析,当然就不能理解这一概念本身。但这种分析应当考虑现实认识过程的多方面性。认识过程不能仅仅归结为信息方面,尤其要考虑到它的统计学的解释。——作者