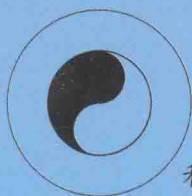


物质信息大观

WUZHI XINXI DAGUAN

罗先汉 著



天体演化与银心说
科学哲学与物信论

山西出版传媒集团

山西科学技术出版社

物质信息大观

W U Z H I X I N X I D A G U A N

罗先汉



山西出版传媒集团 山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物质信息大观/罗先汉著. —太原: 山西科学技术出版社, 2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5377 - 4539 - 0

I. ①物… II. ①罗… III. ①科学哲学—文集 IV. ①N02 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 172369 号

物质信息大观

著 者: 罗先汉
出 版: 山西出版传媒集团·山西科学技术出版社
(太原市建设南路 21 号 邮编: 030012)
发 行: 山西出版传媒集团·山西科学技术出版社
(电话: 0351 - 4922121)

编辑室电话: 0351 - 4922063

印 刷: 太原市新华胶印厂

开 本: 850mm × 1168mm 1/32
字 数: 227 千字
印 张: 9
版 次: 2013 年 8 月第 1 版
印 次: 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5377 - 4539 - 0
定 价: 25.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与发行部联系调换。

目 录

导 言	(1)
上篇 天体演化与银心说	(19)
现代天体演化理论及其哲学思考	(21)
论全球巨变的银河旋臂成因	(38)
全球巨变成因与地表陨星坑分布	(53)
搜索近地小行星的一种射电天文方法	(61)
高校开设“天体演化”选修课的重要意义	(74)
试论银心说及其应用	(78)
量子引力学与行星距离分布规律	(90)
其他恒星周围有类彗星行星吗?	(95)
关于《天体演化》教材内容的思考	(99)
十、恒星的核能源	(107)
十一、宇宙观念的发展:古近代宇宙观	(112)
十二、宇宙观念的发展:现代宇宙观	(119)
下篇 科学哲学与物信论	(127)
关于广义信息论的探讨	(129)
交叉科学研究大有可为	(142)
天地人系统的复杂性研究	(146)
物质信息与大脑意识	(155)
物信论——多层次物质信息系统及其哲学探索	(168)
信息概念的发展及其哲学意义	(182)
现代宇宙学及其哲学启示	(195)

宇宙本体论思想及其对医学发展的影响	(209)
地震前兆的微波遥感观测探讨	(226)
中国社会信息系统的基本结构与发展模式探讨	(241)
附录	(255)
作者传略	(257)
诗词选录	(272)

导 言

(2012 年 7 月)

《物质信息大观》一书，是在现代宇宙学的大视野下，观察研究多层次物质和信息及其相辅相成关系的综合性科学哲学文集，主要包括天体演化与银心说以及科学哲学与物信论两个部分。这里把文集的写作背景和若干要点先作一些概括性述评。

(一) 关于天体演化与银心说

我本来是从事射电天文的教学和研究工作的。为了参加赵光武教授、冯国瑞教授主持组织的北京大学现代科学与认识论讨论班（即北京大学现代科学与哲学研究中心的前身）的活动，从 1989 年初起，才正式涉足天体演化领域。好在射电天文专业方向，对现代天体演化理论研究很有帮助。因为 20 世纪六十年代以来的重大天文发现，诸如星际分子、脉冲星、类星体和微波背景辐射等，主要是通过射电天文手段取得的；正是这些发现才使现代天文学成为真正演化的科学。

不久，北京大学学报（哲学社会科学版）编辑部，根据北大文理综合、学科多的特点，在学报上开辟“现代科学发展的哲学思考”专栏。我在上述讨论班的《现代天体演化理论及其哲学思考》报告，被选为该专栏的首篇文章，正式发表在 1990 年第三期学报上。这对于我进一步在此领域的探索是一个重要推动。

20 世纪的最后十年（1990—2000）是联合国大会决议规定的“国际减灾十年”。我国天文、气象和地震诸部门于 90 年代初期

即在全国范围内相继举办多种减灾学术会议。我在首篇天体演化研究论文的哲学思考中，虽然提到长时间尺度的地球灾变事件“应从银河系的大范围内寻找具体原因”，但仅停留在哲学上的定性猜想阶段，尚缺乏科学事实上的定量估算，因而难以满足有关学术会议的要求。

1980年2月16日云南日食射电观测给我们的有益启示是，不同时间的月影边缘遮挡日面的不同位置，进而能够提供高分辨率的太阳射电辐射信息。地球跟随太阳不断地绕银河系中心旋转，不同时间的太阳必然处在银河系的不同位置，这会不会提供珍贵的地球灾变信息呢？

为了回答这个问题，我便从众多的资料中选择了一张最新的银河系结构图像和有关的运动数据，并沿着太阳绕银心运动的轨道，把它现在的空间位置逐渐退回到它在以前的各个时期可能的位置；从而发现距今约6亿年以来的四次全球巨变事件，与太阳系相继穿越银河系四条主旋臂有较好的相关性；并指出在旋臂内地球更易受到直径较大的小行星和彗星的撞击，是造成全球巨变的重要原因。

令人始料未及的是，距今约6亿年以来上百个地表陨星坑的直径随年龄分布的情况，更从抽样统计的角度为全球巨变的银河旋臂成因，提供了重要的考古学证据。

发生在1994年7月16日至22日的苏梅克—利维9号（SL-9）彗星撞击木星的事件表明，穿出银河旋臂后的太阳系诸天体，实际上也会受到直径较小的天体撞击。这类撞击如果发生在地球上也会引起相对规模较小的全球变化，仍需密切注意。为了避免这类事件在地球上重演，或者至少尽可能减轻它给人类造成的灾害，需要提前发现极其暗弱的相关小天体。我们提出的搜索近地小行星的射电天文方法，不失为一种可能的选择。

由于专业分工的关系，天文学和地学诸部门，一般重视和支持的是本专业范围内的研究；而一些科学记者和学报编辑则比较

乐意看到有关综合交叉的东西。正是在这种背景下，我才应有关杂志主编之约，鼓起勇气把全球巨变的银河旋臂成因观点，发展为“银心说”的见解。即把银心作为我们所在银河系的中心，去观察分析包括太阳系演化在内各种有关天象的见解。既然在地球围绕太阳旋转的周期性季节变化过程中，必然出现气温的起伏和生物的枯荣；那么，在地球跟随太阳围绕银心旋转的极其漫长的循环过程中，地球会出现更大幅度的气温变化和更大规模的物种变化，似乎也是不可避免的。在这里起关键作用的是旋臂内外银河系环境的变化。特别是发生在旋臂内的各种天体撞击事件，甚至对太阳系的形成、地球水的来源和地球生命的起源等，也具有重要作用。

包括地球在内的太阳系，是我们所处的典型恒星系统，理论上肯定存在诞生、发展和衰亡的演化过程。如前所述，处于主星序阶段的太阳，本身相当稳定，而跟随太阳运行的地球尚且发生过多次全球巨变；那么，在离开主星序阶段的太阳系演化的早期和晚期，太阳本身变化很大，而跟随太阳运行的其他行星，又会处于什么样的境地呢？本文集提供了两篇文章，在这方面作了部分的定量估算。

一篇是关于太阳系形成早期的情况。我把太阳系看成是一个庞大的天然引力波谱仪，试用量子引力学的观点来揭示太阳系内诸行星距离分布规律的天体演化成因，进而对 18 世纪后期建立的提丢斯—波得定则作出较为统一合理的解释。我们的量子力学老师——北大物理系的曾谨言教授曾评论说，此文的作法类似于波尔当年用一种量子化的原子结构理论对氢原子光谱经验规律所作的解释。有一定的研究意义，但后续工作还不少。我想这后续工作至少包括引力子的实际发现及其广泛应用等内容。

另一篇是关于太阳系演化晚期的情况。太阳将从主序星变为红巨星并继续向超巨星状态过渡。那时太阳的外层大气可能胀大得足以囊括若干附近的行星，地球也可能成为类彗星行星。这种

类彗星行星的设想，可能正在许多晚型星系统内成为早就出现的客观现实，关键是要对它们所产生的羟基分子（OH）射电谱线进行按季乃至按月的监视观测，以确切的资料予以证实。在这里很需要像第谷—开普勒那样代代相传的观测研究行星的科学精神。

在 20 世纪 90 年初期以来的科研和教学工作的基础上，应山西科学技术出版社之约，由我编著的《天体演化》公共选修课教材，于 2000 年正式出版，第二年又再版。该教材有关“银心说与太阳系演化”主要参考文献的全文，均收录在这本文集内。对于该教材有关恒星和宇宙演化的内容，本文集也有相应的概括性论述文章。始料未及的是，这些教学科研成果，竟然“自动”成为我下一步研究工作的基础。例如，该教材认为，太阳系、恒星以至可观测宇宙的起源和演化规律，与老子之“道”一脉相承；研究现代宇宙学的推演法，既要求对宇宙实在状况的了解尽可能全面细致，又要求所应用的自然规律尽可能真实可靠。这些都涉及广义信息的概念，但当时并没有直接指出来。

（二）关于科学哲学与物信论

2000 年初，马霭乃教授、闫学杉副教授开始在北大主持组织每两周一次的交叉信息科学研讨会。与会学者均在各自专业的基础上发表许多有关信息的看法，并反复展开讨论。

当年 2 月 25 日的北京大学校刊还对前两次研讨会的基本情况作了报道。其中提到我所作的“粒子、宇宙和生命的三大起源与信息的关系”报告。不久，应北京大学学报（自然科学版）编辑部之约，我于当年 3 月提交的《关于广义信息论的探讨》一文，便正式发表在该学报的 37 卷 3 期上。

2.1 射电天文观测研究的启示

关于信息国内外学者早就有许多看法。^[1]而在我脑中首先想到的问题是，信息要不要载体？在1980年2月16日云南日全食观测过程中，我曾有过“争分夺秒、收录从严，射电信息扣心弦”的感叹。这里的射电信息，在经过大气吸收和折射以及地面辐射和反射等一系列改正后，显然必须以太阳辐射的无线电波为载体；射电望远镜如果测不到这种无线电波，也就无从得到有关信息。

76年一遇的哈雷彗星，于1986年4月中旬为我们在陕西眉县首次用射电天文手段对它进行观测，提供了难得的机会。配接128路自相关频谱仪的25米射电望远镜，能否发现哈雷彗星上羟基分子(OH)的运动变化状况，取决于能否从该频谱仪终端的综合观测数据中，提取有用的1667兆赫谱线信息。这就要求采取一系列有效措施，尽量克服其他多种物质运动形式对综合观测数据的影响，其中包括修正日地系统运动所引起的多普勒频移，增大积分时间以降低接收设备内各种电子无规运动所产生的噪声，以及采用频率开关方法以减小接收机增益变化所造成的影响等。这样经过处理后的综合数据，才可能显示出所期望的谱线轮廓信息，其强度一般低于太阳射电辐射强度的百万分之一^[2]。这种信息显然是以哈雷彗星上OH分子辐射的无线电波为载体的。如果测不到这种无线电波，同样也无从获得有关的信息。

2.2 物质、能量与信息的关系问题

学术界长期流行的“信息不是物质也不是能量”的观点^[3]，在我们的射电天文观测研究工作中是不能自圆其说的。因为如果信息不是能量（即广义物质），那么我们为什么要想方设法去观测有关天体辐射的无线电波能量呢？反之如果信息就是能量，那么我们只要测到有关能量就行，又何必新加一个信息概念呢？要

回答这两方面的问题，只有将信息与能量相互分离的观点，改变成为信息与能量相辅相成的观点。即射电信息必须以无线电波能量为载体，而以幅度和频率等参量表征的该无线电波能量的“花样”就是信息。太阳外层大气与哈雷彗星上的 OH 分子都辐射无线电波，由于它们的“花样”不同，所以相应的信息就差别很大。这就像人说话时都发出声波能量，但由于其幅度和频率的“花样”不同，相应的信息也必然不同。

2.3 狭义信息与广义信息

在这里应当指出的是，以有关特征参量表征的信息，是一种狭义信息，仅提供相应天体的表面现象；只有由此及彼、由表及里地知道更多的信息，才能透过现象看本质。因此，需要建立合适的理论模型，根据相关自然规律反复调整模型参量，使其导出的外在表现（即天体的电磁辐射），尽可能同实测结果相符合^[4]。这样的理论模型方可作为实际天体的代表。20 世纪 60 年代的四大大天文发现——宇宙原始火球遗迹、类星体、中子星和星际分子，主要就是采用这样的模型拟合方法，由各种各样的狭义信息分别导出诸多层次天体广义信息的重要科学成果。这里的广义信息，最终必然由天体的实在状态及其所遵从的发展变化规律决定。

2.4 基层宇宙信息

我从本体论意义上关于广义信息概念的探讨，起始于用现代科学对老子《道德经》第 21 章的解读。老子认为，道成为物的历程是恍恍惚惚的（“道之为物，惟恍惟惚”）。而组成众象和万物的精细单元则很真实（“其精甚真”），并且含有信息（“其中有信”）。由于它们的名分特性始终保持不变（“自今及古，其名不去”），人们才可能知道万物的起始状况（“知众甫之状”）。因此，在现代科学视野下，把常见的基本粒子（光子、电子、质子

和中子)特征参量的取值及其相互作用规律,定义为它们所携带的基层宇宙广义信息,也是老子的上述论断所要求的。即道是由于基本粒子在自身信息引导下而产生万物的。然而,其中的历程则是由简单到复杂的(道生一,一生二,二生三,三生万物)。还应指出的是,有效数字达八、九位的诸基本粒子特征参量(质量、电荷等)的取值,有极精巧的配合;某些参量如果稍有变动,则会导致面目全非的宇宙,而且不会出现我们人类。

2.5 物理信息

与地球以外的天文现象不同,地球上的许多现象,人们不仅可以直接感觉,而且还可以进行实地考察和专门实验。这里事物的广义信息可直接用事物的实在状态及其相关规律表示。其中的实在状态,由若干更高层次的特征参量确定,而相关规律则是这些参量所应满足的物理方程。例如,地面上物体的自由下落运动状态,可由该物体在时间 t 相对于地面的距离 S 表示,而相关规律则是 $S = 1/2gt^2$, 这表明物体 A 会以“恒定的”重力加速度 g 落向地球 B 的表面,从而在相当程度上提供了确切信赖的情况消息。

然而,上述事物的宏观运动信息,在宇观上和微观上均会有很不相同的表示。在宇观上,两个遥远星系 A 和 B 之间的距离,会随着时间的推进而增大。这是广义相对论的引力场方程导出的宇宙膨胀的必然结果,同样得到观测的证实。在微观上,电子 A 绕原子核 B 的运动状态可由波函数 $\Psi(x, y, z, t)$ 表示,而相关规律则应由该波函数所满足的薛定谔方程表示。结果表明,电子的位置愈确定,则它的运动速度就愈不确定。总之,不同层次的事物运动规律,都不是普遍适用的规律。这很像《道德经》一开头就作出论断:“道可道,非常道”。

2.6 生物信息

太阳系内的地球,具有得天独厚的自然条件,使生物得以诞

生和繁衍，直至出现具有高级智慧的生物——人类。与此相应的生物信息和人类文化信息，也日益显示出复杂多样性的特色。

以人类为例，人体生殖细胞核内的脱氧核糖核酸物质（DNA），虽然只重约 6×10^{-12} 克，但却由 30 亿个“核苷酸对”按一定顺序以双螺旋形式排列而成。对应的信息则相当于用四个字母（碱基）写成的“厚重”密码本。在适宜的外部环境下，随着 DNA 双螺旋结构的一系列解旋和复制，人的一个生殖细胞，会逐步生成数以百万亿计的各种细胞，进而形成许多不同的组织、器官和系统，直至成为一个结构复杂而有序的完整人体系统。

人体系统复杂而有序的结构是一种耗散结构，必须同外部环境恰当地进行以物质和能量为载体的信息交换才能够维持，从而避免封闭系统必然出现的无序度（熵）增加趋势，显示出“生命以负熵为生”的特色。在这里要求外来物质和能量的信息，必须接受人体自身的 DNA 信息的引导和控制，特别要避免有害细菌和病毒信息的干扰破坏，或设法将其危害尽可能减至最少。

人体系统一般具有粒子、原子、分子以及核苷酸（生命粒子）、氨基酸（生命原子）和蛋白质（生命分子）等诸多层次的微观结构。而维系这种结构的基本力量只能是电磁力。因为在自然界的四种作用力中，弱力、强力都是短程力，只能在原子核的小范围内起作用，而生物体内的引力作用强度，则远小于电磁力：航天员在失重的情况下能保持体形不变就是明证。考虑到非生物自然物质的微观信息，一般可由四种基本粒子特征参量的取值及其相关的量子力学规律导出，并在量子物理和量子化学的研究上日益得到应用。那么，生物的自然物质微观信息，是否可由四种核苷酸特征参量的取值及其相关的量子力学规律导出，则是尚待探索的生物信息学疑难问题。其关键取决于诸多实际事例的理论解释结果。这些事例包括碱基配对的经验法则，各个基因的启动和关闭及其协调配合状况，以及蛋白质状态“花样”所对应的信息及其变化是否伴随光子的吸收或发射等。

2.7 人体神经信息

人体神经系统的活动，都是神经元的兴奋和抑制状态按相关规律进行传播和处理的活动，实际上都是神经信息活动，并且有初级与高级之分。初级神经信息活动，是在大脑皮质（层）以下的中枢神经系统传播和处理信息，属于简单的神经信息活动，对应着人的无意识运动功能。例如，常见的膝跳反射运动，就是用小锤敲打人的膝盖，使腿部伸肌感觉神经元兴奋，进而使脊髓中的伸肌运动神经元兴奋。该兴奋传播到该脊髓的中间神经元后，附近的屈肌运动神经元便会按照兴奋与抑制的相互诱导律受到抑制。这样，兴奋（去极化）引起的伸肌收缩，以及抑制（超极化）引起的屈肌放松，便造成小腿的向前抬起。

然而，人通过有意识的高级神经信息活动同样可以让小腿向前抬起，但相应的信息则要复杂得多。例如，当一个人听到医生说“抬起小腿”语言，他的大脑皮质的初级感觉区就被激活，接着还要进行语言识别和思考判断等步骤，才能发出应对的运动指令，让小腿抬起。

这里涉及大脑皮质神经元的兴奋和抑制状态按相关规律进行传播和处理的复杂过程。首先，语言同它所代表的实际事物之间的联系，必须通过反复的知识学习，才能在大脑皮质中保持记忆，即听到（或看到）语言（或文字）便可联系到相关的事物，这实际上是遵从条件反射规律。而在语言识别之后、采取应对行动之前，还有一个思考判断的步骤，则是遵从相关的价值规律。因为神经系统作为整个人体系统的主导系统，在某个有意识的行动之前，难免要考虑该行动对整个人体系统的可能影响。像“抬起小腿”这样的行动，经考虑显然无关大局，可以很快作出付诸实施的判断。而对于一个不会游泳的人，如果听到“跳进水里”的语言，他虽然能很快识别其实际含意，但却不会付诸行动，因为有淹死的危险。

2.8 大脑物质与复杂信息

处于人体中枢神经系统最高部位的大脑，是最复杂、最灵巧的生物器官。既有先天优胜的遗传物质信息基础，又有后天丰富多样的发展机遇。人的区区大脑，能够日益全面而深入地理解所在的宇宙，真是大自然独一无二的奇迹。

平均只有 1360 克的人脑重量，约占人体总重量的 2%，却由数以百亿计的神经细胞（神经元）和更多的神经胶质细胞组成。这些细胞群不仅结构极其复杂、联系极其精密，而且活动所需能量竟占人体所需总能量的 20%。另据估计，人脑在 10 秒钟内可接受来自眼、耳、鼻、舌、身等官能的信息，则多达 1000 万比特^[5]。

巴甫洛夫高级神经活动学说认为，对人和其他动物都能发挥作用的信息，称为“第一信号系统”的信息；而只有人类才能接受和识别的信息，则称为“第二信号系统”的信息^[6]。现代脑科学研究则进一步表明，语言信息主要位于大脑皮质（层）的特定区域，具有强大的信息压缩功能。如中文用一个简单的“天”字，就可代表人头顶上无限广大的空间等。而语言信息与其所代表的实际事物信息，主要通过神经元“突触”相互联系，但必须进行反复学习才可能建立起相应的神经通路，并且在长短有限的时期内保持记忆。同样重要的是，语言信息既能以声波为载体用口说出来进行人际交往，又能以纸张等物质为载体用手写下来进行文化传承。特别是随着现代无线电技术和计算机网络的迅速发展，语言、文字、图像信息的产生和传播，也日益全球化和大众化。

对古人类头骨化石的研究表明，在约两百万年的进化过程中，人类大脑体积增加了三倍，而且负责计划和决策的大脑新皮质（层）更是明显增加。现代人脑相对容量之大、结构之完善程度，都是其他动物乃至现代类人猿所不能比拟的。这种情况正好

用物质与信息相辅相成、相互促进的观点来解释。因为人类大脑物质所携带的信息——特别是独特的语言信息日益增加，人们组织起来的智慧和战胜各种困难的力量也必然随之增加，物质生活条件以及大脑的成长发育条件，也会逐步得到改善；而更大的大脑也必然为携带更多相关信息提供至关重要的物质基础。物质与信息如此长期螺旋上升式地相互促进，大脑才能到达现代这样的状况。

然而，在一个人短暂的几十年生命期内，脑部重量与整个体重之比，基本上没有什么变化，脑部宏观结构的变化也不会很大。例如，爱因斯坦去世几十年后，有人发现他的大脑左右半球的顶下叶区域，只比常人稍大一些。但是脑科学家却呼吁应该谨慎对待这些发现。由此看来，一个人的大脑在一生中变化最大的只可能主要是通过“突触”联结起来的大脑神经网络的复杂程度。

由难以计数的神经元组成的大脑神经网络，对于一个正常的成年人来说，已经变得相当复杂。这个人在婴幼儿和青少年时代，已经接受和认识了来自家庭、学校、社会和自然界的大量信息，包括第一信号系统和第二信号系统的许多信息，并在一定程度上存储在自己大脑神经网络的相应区域。而且通过广泛阅读、反复思考和亲身实践，他不仅可能继承人类通过旧有神经网络所提供的许多信息，而且还可能开辟前人未曾涉及的神经通路，发现新信息。这些通过“突触”联结起来的新旧神经网络结构，其复杂程度可以远远超过世上任何大城市的立体交通网络，而且时刻不能缺少气血营养的维系，现代科学仪器也无法精细地分辨清楚。因此，要从去世许多年后的爱因斯坦大脑中发现与众不同的科学创造奥秘，是根本不可能的。

以大脑物质为主要载体的人类文化信息的复杂性，也在社会的诸多领域更加突出地表现出来。以最普通、最常见的城市交通指示灯信息为例，本来指示灯的实在状态及其人为约定规则——

红灯停、绿灯行，是一般人都知道的宏观广义信息，但有的人就是要明知故犯，致使交通事故时有发生。原因之一是，这种人存在侥幸心理，以为周围的车辆行人不多，又没有监视设备，即使违反规则，多争取几秒钟时间赶路，就是“好事”。这种有法不依、违法难究的现象如果发生在社会的其他更重要领域，则会使各种腐败事件相继出现，并可造成更大的危害。看来，要从根本上解决问题，除了加强法制教育、强化监管机制以外，关键是要进行提高人们素质的道德教育，即建立在正确的世界观和人生观基础上的价值观教育，大力形成以正压邪的良好社会风气，并使之代代相传。

自古以来人们曾长期误以为心是思想的器官，直到近现代才逐渐纠正了这种错误看法，以脑代之。但由于历史和现实条件的限制，对脑科学的深入研究和广泛普及，则仍然显得不够。致使有关人类行为走向关系的许多问题，一再重复出现，难以从脑科学本体上找出原因，更无法采取有效措施加以解决。例如，在处理文与武的关系上，往往重视武器硬实力而忽视文化软实力，而且愈是富裕发达的地区愈难以反其道而行之；在处理政治意识形态与经济物质利益的关系上，不少地区则往往难以同时均衡地彼此兼顾；在处理继承与创造的关系上，也存在相似的不协调情况，其中的欠发达地区，则往往与创新不足相伴随。这些问题当然不可能指望很快得到解决，但从脑科学的视角考虑以下结合性原则，可能对问题的分析研究有所助益。即初级神经信息活动与高级神经信息活动的结合；人文信息活动与自然信息活动的结合；继承原有优良信息活动与创造新生珍贵信息活动的结合等。可以作出的基本判断是，如果长期缺乏这些结合，则人类与其他动物就谈不上有什么重大区别。

2.9 物信论及其应用

在北大交叉信息科学研讨会探讨广义信息概念的基础上，从