

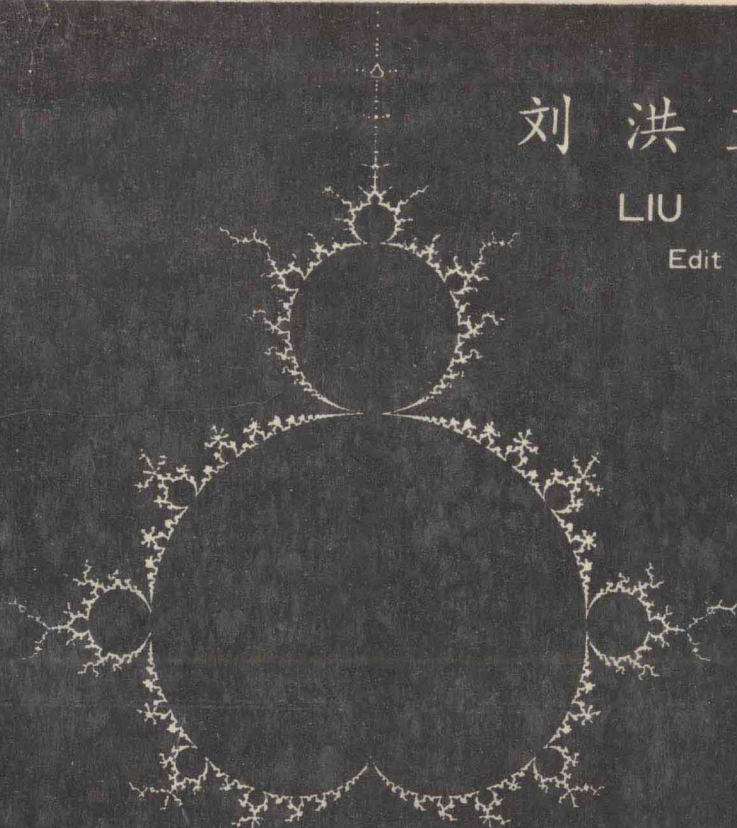
THE BEST
OF NEW SCIENCES

新学科精览

刘洪主编

LIU HONG

Edit in Chief



中国科学技术出版社

新 学 科 精 览

刘 洪 主编

中 国 科 学 技 术 出 版 社

新 学 科 精 览

刘 洪 主 编

责任编辑：柳 新

封面设计：刘 洪

技术设计：范晓芳

中国科学技术出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店 北京发行所发行 各地新华书店经售

河北省涞水县东风印刷二厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：11.5 字数：290千字

1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

印数：1—4000册 定价：8.90元

ISBN 7-5046-0223-X/Z·12

我们从祖先那里继承了对于统一的、无所不包的知识的强烈渴望。最高学府这个名称使我们想起了从古到今多少世纪以来，只有普遍性才是唯一地享有盛誉的。可是，最近一百多年来，知识的各种各样的分支在广度和深度上的展开，却使我们陷入了一种奇异的困境。我们清楚地感到，要想把所有已知的知识综合成为一个统一体，我们现在还只是刚刚开始获得可靠的资料……

除非我们中间有些人敢于去着手综合这些事实和理论，即使它们有的是第二手的和不完备的知识，而且还要敢于承担使我们成为蠢人的风险，除此之外，我看不到再有摆脱这种困境的其他办法了（否则，我们的真正目的将永远达不到）。

——〔奥〕 薛定谔

本书顾问

(按汉语拼音排序)

董镇喜	北京大学数学系	副教授
方开炳	《世界科学》	主编
郭治安	大连铁道学院基础部	副教授
郝柏林	中国科学院理论物理研究所	研究员
胡传机	深圳大学管理系	副教授
金怡弟	上海科教文联合编译所	所长
凌复华	上海交通大学力学系	教授
朴昌根	上海机械学院系统工程系	副教授
秦麟征	中国社会科学院文献情报中心	研究员
沈小峰	北京师范大学哲学系	教授
王其藩	复旦大学管理学院	教授
王兆强	中国自然辩证法研究会	博士
吴季松	中国驻联合国教科文组织代表团	参赞
夏禹龙	上海社会科学院	研究员
徐京华	中国科学院上海生物化学研究所	研究员
许立达	美国阿拉斯加大学计算机信息系统系	副教授
叶尚志	上海人才研究会	教授
朱荣林	国务院发展研究中心	
	国际技术经济研究所上海分所	所长

序

我国先哲认为：“天下之治乱系乎人心，人心系乎学术，学术正，风气淳。”从春秋战国到秦汉唐宋，凡明主盛世无不重人心、重学术，以达天下大治。翻开中国近现代的史册，蔡元培先生兼容并包、合璧中西，周恩来总理高瞻远瞩、春风化雨，钱学森教授革故鼎新、黄钟大吕……学术提升之大道历历在目。更有一大批新学科学者，为寻新知、觅真知，不顾路漫上下求索，以其卓越的东方智慧作出了不可磨灭的业绩。

今天，现代科学进入了历史性的的大变动时期，高岸为谷，深谷为陵。科学家族正经历着从分化到综合、封闭到开放、平衡到非平衡、线性到非线性、低层次到高层次的进化。学科在渗透、在交叉，一批批充满活力的新学科生生不息。

人们总是从时间、内容、方法、功能等方面区别新旧的。科学的发展大致可分为四个阶段：古典科学阶段以自然人、农业社会、自然经济和人文科学革命为表征；近代科学阶段从欧洲文艺复兴开始，以经济人、工业社会、市场经济和自然科学革命为表征；现代科学阶段为20世纪，以社会人、信息社会、信息经济、信息革命为表征；新兴科学阶段自21世纪始以智能人、智能社会、智能经济、智能革命为表征。

一场场石破天惊的科学革命，导致了一门门新兴学科诞生。科学战场上的勇士与谋士们，以新学科为利器，猛烈地震撼着横亘在思维科学、自然科学和社会科学之间的森严壁垒，在不断丰富辩证唯物主义的同时，实现着人类追求解放、进化与完善的美好理想。在这个非常时期里，坚持对立统一的辩证观，反对全盘否定与全盘照搬的形而上学，力臻传统与现代、中国与外国、自

然科学与社会科学的互补发展，必将是有作为的。

新学科的研究与传播，和新学科的诞生与发展一样，道路是曲折的，前途是光明的。尤其是一些超前的学术研究，更易遭到不解与非议。这不禁使我们想起了爱因斯坦的名句：“粉碎原子比破除偏见要容易得多。”因此，科学的发展与传播，既需要哥白尼，也需要布鲁诺；既需要达尔文，也需要赫胥黎；既需要托姆，也需要桑德斯；既需要争当“完人”，也需要甘当“蠢人”。在这场智能竞争中，毫无疑问，只有那些真正摆脱名缰利锁的人，才能攀上学术的高峰。

开创新学科、传播新学科、支持新学科，是当代有识之士义不容辞的历史使命，任重而道远。于是，不少追求新知与真知的人们，渴望在较短的时间内卓有成效地汲取新学科的营养。所幸者，这个愿望现在可以实现了。由我会上海联络处常务副主任刘洪先生主编的，历经两年精选而成的《新学科精览》，搜集了当代中外新学科的主要精华，为读者从哲学高度“一览众山”提供了坚实的阶梯，同时，也为诸君开阔视野、提高境界、增强认识复杂事物的能力创造了有利的条件。

借此机会，谨向支持和爱护本书的各界人士，以及支持和爱护新学科的中外学术界人士，致以诚挚的敬意！

中国新学科研究会 理事长 胡传机

1990.4.于深圳

目 录

序

代导语

- 基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导
..... [中] 钱学森 (1)
-

1. 一般系统论

- 一般系统论研究..... [美] L·贝塔朗菲 (9)
-

2. 控制论

- 历史上的控制论..... [美] N·维纳 (20)
-

3. 信息论

- 通信的数学理论..... [美] C·香农 (30)
 - 通信的数学理论的近期成就..... [美] W·韦弗 (33)
-

4. 耗散结构论

- 从存在到演化..... [比] I·普利高津 (39)
-

5. 协同学

- 协同学导论..... [德] H·哈肯 (48)
-

6. 超循环论

- 超循环: 自然的自组织原理
..... [德] M·艾根 P·舒斯特 (59)
-

7. 突变论

- 形态发生的动力学理论..... [法] R·托姆 (73)
-

8. 混沌学

- 非线性研究: 有序, 混沌和图象
..... [美] M. 费根堡姆等 (85)

9. 生命系统论

- 论生命系统 [美] J. 米勒 (102)

10. 资源物理学

- 资源物理学入门 [日] 槌田敦 (114)

11. 宇宙学

- 宇宙的起源与命运 [英] S. 霍金 (130)
- 暴涨宇宙学 [美] A. 古思 (138)

12. 超弦论

- 超弦 [英] M. 格林 (142)

13. 熵理论

- 有序, 无序和熵 [奥] E. 薛定谔 (152)

14. 分形几何学

- 大自然的分形几何学 [美] B. 曼德勃洛特 (160)

15. 思维学

- 水平思考法和“六色帽子”思考法
..... [英] E. 德波诺 (177)

16. 系统动力学

- 系统动力学建模 [美] J. 福雷斯特 (187)

17. 参量系统论

- 一般系统参量 [苏] A. 乌约莫夫 (196)
-

18. 系统世界论

- 系统世界观..... [加] M·邦格 (206)

19. 系统生态学

- 系统生态学引论..... [美] E·奥德姆 (214)

20. 广义综合进化论

- 广义综合理论的基础..... [美] E·拉兹洛 (232)

21. 神经网络论

- 关于神经网络的新进展..... [美] F·克利克 (242)

22. 社会动力学

- 两分法与辩证法..... [美] J·伽拉捷达基 (247)

23. 层次分析学

- 层次分析法..... [美] T·萨蒂 (264)

24. 模式识别学

- 句法模式识别... [美] R·冈察雷斯 M·汤姆逊 (274)

25. 微分动力体系论

- 微分动力体系的理论与实际..... [中] 廖山涛 (284)

26. 灰色系统论

- 灰色系统论概说..... [中] 邓聚龙 (290)

27. 泛系方法论

- 泛系方法论的意向与观点..... [中] 吴学谋 (303)

28. 全息生物学

- 全息生物学及其在现代生物学中的地位
..... [中] 张颖清 (316)
-

29. 系统主从论

- 系统主从律——生态序……………〔中〕王兆强 (328)

30. 非平衡系统经济学

- 非平衡系统经济学导论……………〔中〕胡传机 (343)

跋

【代 导 语】

基础科学研究应该接受 马克思主义哲学的指导

〔 中 〕 钱学森

基础性研究包括两类性质不同的研究：基础科学研究和基础应用研究。前者是在探索中认识客观世界，暂时还不知道会有什么应用，自然也不知道会有什么收益；而后者是为了一个方面的应用，必须先下功夫把这个方面的基本规律搞清楚，是有鲜明的目的性的。因为基础科学研究是探索性的，风险大，只有投入，近期无产出，所以任何国家领导机关在确定这样一些研究项目时，自然总会有些犹豫，想把经费转来支持基础应用研究。这里面的一个思想就是，搞基础科学研究，没边没缘，谁知道能不能成功？在这篇文字里，我想就这个问题讲一讲个人的看法：近代科学技术经过约400年的发展，已经成为一个以马克思主义哲学为最高概括的体系，它的演化是有规律的，因此基础科学研究决不是象早年那样没有指导思想的摸索，而是在马克思主义哲学指导下的探索，所以途径和路牌是有的。

决 定 性 与 非 决 定 性

A. Einstein 有一句名言：“我不相信上帝是掷骰子的！”

他对量子力学把决定性的牛顿力学以及相对论力学转化为非决定性的，就曾这样表示了他的不满。那么到底客观世界本身的运动规律是决定性的，还是非决定性的？

其实对这个问题的争议并非自Einstein始。早在上个世纪初，大科学家Laplace写了本《天体力学》，他呈送给拿破仑皇帝，拿破仑接见了，皇帝说：“教授先生，你的书怎么没有提到上帝？”Laplace回答说：“我不需要上帝！”意思是世界上的一切都由数学理论、数学方程式决定了，这是牛顿力学明确了。但是到上个世纪末，为了用分子运动论来解释热力学规律，奥地利的L Boltzmann不得不引入非决定性的统计力学。Boltzmann的理论 with 热力学完全相符，但出现了一个矛盾，决定性的牛顿力学怎么会引出非决定性的分子运动论？这个问题在当时科学界争议甚烈，Boltzmann非常苦恼，以至最后自杀！他对创立统计力学是立了大功的，但解决不了决定性与非决定性的矛盾。这一矛盾直到本世纪60年代兴起了混沌理论才得到解决。按照这一理论，在分子数量极多，成亿、成万亿的情况下，只要在相互作用中有一点点非线性关系，就一定出现“混沌”。“混沌”看起来是非决定性的——混乱无章，可是实际它是决定性的，混乱无章正是决定性规律引起的；但可以当作非决定性的统计力学问题来处理。

这一段科学史说明，从决定性的牛顿力学演化为非决定性的统计力学是一次科学进步，而用混沌解释了统计力学的非决定性则又是一次科学进步。那么上帝到底掷不掷骰子呢？从上面这段历史看，应该说：如果这个“上帝”指的是客观世界本身，那么“上帝”是不掷骰子的，客观世界的规律是决定性的。但如果这个“上帝”指的是试图理解客观世界的人、科学家，那他有时不得不掷骰子，而且从自以为是地不掷骰子到承认不得不掷骰子也是一个科学进步。后来科学又发展进步了，科学家能看得更深更全

面了，“更上一层楼”了，科学家又不掷骰子了，那又是一个进步，是又一次的科学发展。这样我们就把“上帝不掷骰子”和“上帝掷骰子”辩证地统一起来了。客观世界是决定性的，但由于人认识客观世界的局限性，会有暂时要引入非决定性的必要。这是前进中的驿站，无可厚非，只是决不能满足于非决定性而不求进一步地澄清。

决定性与非决定性的问题也存在于人的思维规律理论之中，这就是逻辑学。早在17世纪，德国数学哲学家Gottfried Wilhelm Leibnitz 就认为，总有一天数学计算能解决一切争议，一旦遇到不同意见就说：让我们来计算计算吧。这个设想到了本世纪初，数理逻辑有了很大发展，于是又有一位德国数学家 David Hilbert 就认为，一切数学问题都在原则上是可以判决的，是完全决定性的，而且他着手建立这样的数学大厦。但在Hilbert晚年，他的这一美好理想破灭了。本世纪30年代，Kurt Gödel 和 Alan M. Turing先后用不同方式说明根本不存在这样的体系。他们证明：没有一组有很多个公理和推理准则所组成的体系能解决所有正整数提出的问题。现在美国IBM公司的Gregory J. Chaitin更进一步证明数论中存在着随机性，要用统计，即非决定性的理论来解决。这也是由于近一百年来数学原理，或称元数学的发展。现在逻辑学家们已跳出经典逻辑，即所谓一阶逻辑的范围，开辟了二阶逻辑等高阶逻辑，称之为模态逻辑。所以思维规律的学问已经大大发展了。现在我们明白：在某些局限性下出现的非决定性问题，在更高层次中又会变为决定性的。这已经是马克思主义的辩证逻辑了。

渺观、微观、宏观、宇观、胀观

我们怎么解决量子力学的非决定性呢？第一是要树立解决这个问题决心。世界上是有这样的科学家的，如提出“隐秩序”

的D.Bohm,他说世界是决定性的,但在量子力学理论中还有没看到的东西,我们要抓“隐秩序”。Bohm的思想是对的,但他和他的同道都没有成功。我想这个“隐秩序”不能只在微观世界去找,它藏在比物质世界微观层次更深的一个层次,即渺观层次,什么是渺观呢?

这要从所谓普朗克长度讲起。物理学家们意识到物理学中有三个常量,即万有引力常数G,光速c和普朗克常数h。它们可以结合成一个长度即 $\sqrt{\frac{h}{2\pi} \frac{G}{c^3}}$ 。这个长度极小,大约是 10^{-34} 厘米。过去多少年,这只是个有趣的量,并不知道它有什么具体意义。但近年来理论物理学家为了把四种并用力:引力、弱作用力、电磁力和强作用力纳入统一的理论,即“大统一理论GUT”,提出一个“超弦理论”(Superstring Theory),而这里“超弦”的长度正好是大约 10^{-34} 厘米。超弦的世界比今天中子、质子等“基本粒子”的 10^{-15} 厘米世界还要小19个数量级!我们称基本粒子的世界为微观世界,那超弦的世界不应该称为更下一个层次的渺观世界吗?

超弦的世界还有一个特点,它不是四维时空(三维空间加一维时间),它是十维时空,四维之外再加六维。多出来的六维在高一层次的微观世界是看不见的,因为它太细小了。这就使我猜想:微观层次的量子力学所表现出来的非决定性,实际是决定性的渺观层次中十维时空运动的混沌所形成的。本来是决定性的运动,但看来是非决定性的运动。这是因为超弦的渺观世界是十维时空,有六维在微观世界看不见,不掌握,因而有六个因素没有考虑,漏掉了,可以说是因为微观世界科学家的“无知”造成本来是决定性的客观世界,变得好象是非决定性的了。这才是“隐秩序”,藏在渺观的秩序。对不对?可以探讨。

从渺观到微观差19个数量级。我们不妨让微观世界到人们所

熟悉的宏观世界之间也差19个数量级，而微观世界的典型长度是 10^{-15} 厘米，那么宏观世界的典型长度就是 10^{-15} 厘米 $\times 10^{19} = 10^2$ 米。那是一个篮球场的大小。

从宏观世界再往上呢？我们说是宇观世界，这也是大家知道的天文学家的世界。它是不是与宏观世界也差19个数量级？如果是这样，那将是 $10^2 \times 10^{19}$ 米 $= 10^{21}$ 米 $\approx 10^5$ 光年， 10^5 光年是银河星系的大小，正是天文学家的世界！

在宇观世界之上的再一个层次，就称为“胀观”。胀观比宇观再上19个数量级，典型尺度是 10^{16} 亿光年，比我们所在的宇宙的现在尺度，即大约几百亿光年要大得多了。

层 次	典 型 尺 度	过渡尺寸	例	理 论
?				
?				
?				
胀 观	10^{40} 米 $= 10^{24}$ 光年 $= 10^{16}$ 亿光年	3×10^6 亿光年 3亿公里 3×10^{-6} 厘米 3×10^{-25} 厘米	银河星系 太阳系 篮球场 大分子 基本粒子	广义相对论
宇 观	10^{21} 米 $= 10^5$ 光年			牛顿时力学
宏 观	10^2 米			量子力学
微 观	10^{-17} 米 $= 10^{-15}$ 厘米			超 弦?
渺 观	10^{-36} 米 $= 10^{-34}$ 厘米			
?				
?				
?				

现在有物理理论的只是微观的量子力学及其发展、宏观的牛顿时力学和宇观的广义柏对论，新设的渺观和胀观还没有严格的理

论。没有理论就要创立理论，这就是基础科学的研究方向了。更何况随着研究的深入，还会出现渺观以下的新层次和胀观以上的新层次。所以现在基础科学研究是有方向的，不是无边无际的探索。

不但如此，现在的微观研究差不多都是在 10^{-15} 厘米以上，还有微观世界的下半部，直到与渺观交界处的大约 3×10^{-26} 厘米处，量子力学及其发展还大有可为。宇观的上部，直到与胀观交界处的大约 3×10^8 亿光年，广义相对论也还大有可为。这也都是基础科学研究的新领域。

在这里要注意的是，以上所提出的基础科学新领域直接作实验或观察都比较难。在微观世界下半部，物理实验可能要用能量超过现在已有或计划中的高能加速器，即大于几十个 Tev。在宇观世界上半部，天文观测所要的仪器也大大超过现在已有或计划中的天观测设备。不能作实验或直接观测，怎么做理论核实呢？好在今天我们已有计算能力很大的电子计算机和电子计算机系统，而且在不久的将来这种计算设备的能力还会提高。因此理论可以通过复杂的计算，综合成为可以同实验或观察结果相核对的结果，作间接对比。这个方法，即基础科学研究用电子计算机，今天已经在试用，效果是好的。这一方向也是将来基础科学研究要注意的。

开放的复杂巨系统的研究与方法论

上面一节是从整体结构层次看基础科学的方向，那么是不是在古老的宏观层次还有基础科学的重大课题呢？我以为是有。这就是系统科学涌现出来的一个大领域；开放的复杂巨系统。

一个系统是由子系统所组成的。开放是指系统与系统外部环境有交流。子系数数量少，这个系统称简单系统；子系统数量达