“科普环境信息场”理论研究

——用“科普环境信息场”理论来理解科普

钱贵晴

(贵阳学院，贵阳 550005)

[摘要] 从科普的自然属性理解，科普是非学科科学技术教育与传播的集合。作者综合应用脑科学及创新教育理论等多学科的相关理论对科普进行研究，提出了“科普环境信息场”理论，从中国国情出发，在科学发展观思想的指导下，围绕以人为本的宗旨来理解科普，并从这一新视角对科普的定义、内涵、属性特征等进行了阐述。

[关键词] 科普 非学科科学技术 创新教育理论 科普环境信息场 科学技术素养

[中图分类号] N4 [文献标识码] A [文章编号] 1673-8357 (2009) 04-0016-8

Theoretical Research of “Information Field of Science Popularization Environment”: Understanding Science Popularization Basing on “Information Field of Science Popularization Environment” Theory

Qian Guiqing

(*Gui Yang College, Guiyang 550005*)

Abstract: Science popularization, understood from its natural property, refers to the non-disciplinary education and communication of science and technology. Applying multi-disciplinary related theories such as brain science and innovative education theory, this paper puts forward the theory of “information field of science popularization environment” in line with practical Chinese condition. The author explains her understanding of science popularization under the guidance of scientific outlook on development and the human-centered development concept, and expounds the definition, connotation and attributes of science popularization from this new perspective.

Keywords: science popularization; non-disciplinary science and technology; innovative education theory; information field of science popularization environment; scientific and technological literacy

CLC Number: N4 **Document Code**: A **Article ID**: 1673-8357 (2009) 04-0016-8

中国的科学技术普及（简称为“科普”）事业已有百年以上的历史，但至今对于什么是科普，始终未能形成比较一致的认识。有的专家认为科普就是传播，科学传播可以包括科普；有的认为“科普的本质是教育，是面向公众的科学教育”；有的推崇和倡导英国人提出的“公众理解科学”理论；有的认为科普是公众亲近科学、学习科学、应用科学，提高全民科学素质的过程等等。这些观点有多少是揭示了科普的本质特征，又有多少偏离了科普的基本概念？这是需

收稿日期：2009-07-01

作者简介：钱贵晴，贵阳学院教育系教授、贵州省省管专家、贵阳市学术技术带头人；Email: qianguiqing@163.com

要认真研究的。

“科普环境信息场”是应用脑科学、心理学、社会学、信息论及创新教育理论等多学科理论对科普的一种探索，它从中国国情出发，在科学发展观思想的指导下，围绕着以人为本的宗旨来理解科普和做科普。该理论将用“科普环境信息场”的新视角来阐述科普的定义、内涵、属性特征、实施规律等。由于受论文篇幅的限制，笔者拟通过《科普环境信息场理论研究——用“科普环境信息场”理论来理解科普》、《科普环境信息场理论研究——用“科普环境信息场”理论来做科普》两篇论文对“科普环境信息场”理论进行阐述。

我比较认同科普专家徐善衍先生的观点，他认为“科学技术的传播与普及，是实现科技社会化、大众化的过程。这个概念包含了科普应有的四个要素：一是科普的内容，应当体现科学与技术的基本内涵，如科学知识、精神、思想和方法以及技术的应用价值与技能；二是科普的对象与宗旨，包括社会与公众两个方面，即科技需要渗透和应用到社会的各个领域之中，同时，也要坚持以人为本，提高公众的科学文化素质包括运用科技的觉悟和能力；三是科普的时代性特征，表现为它的生命活力是一个发展与创新的过程，而且这个过程不只是开展工作的过程，关键是科普的内涵要适应科技和社会不断发展的要求，如当代科普应当与实施科学发展观相一致等；四是落实条件，即实现上述要求要有社会方方面面的努力，包括科普工作环境和措施的保障。在上述四个方面中，第一个方面是科普的自然属性，它是决定科普不同于社会许多事项的本质特征；第二、三、四方面统属于科普的社会属性，或称为科普的公共服务性……科普的价值和意义最终体现在科普社会属性的理解与实践上。”[1]“科普环境信息场”理论在一定程度上与徐善衍先生的观点不谋而合。

1 对科普自然属性的研究

科普的自然属性特征把科普界定在以科学与技术为主要内容向公众实施普及事项的基点上。

1.1 科学简述

“科学”（“science”），原意为“学问”、“知识”。随着科学的发展，“科学”的含义变得丰富而复杂，至今还没有一个为世人公认的定义。

静态科学观认为，科学是人类认识客观世界的知识体系。动态科学观认为，科学不仅包括科学知识，还包括动态的科学过程、严谨的科学态度、顽强的科学精神、先进的科学方法和正确的世界观。

从自然科学的视角，按与实践的不同联系，把学科可分为理论科学、技术科学和应用科学（也称为“工程科学”）三大类。理论科学是人类认识和改造世界过程中形成的，反映客观世界的形象、内部结构和行动规律的系统理论知识；技术科学是在科学理论的指导下为某一目的的共同协作组成的各种工具和规则体系，在自然科学和社会科学之间起着桥梁作用，提供解决问题的手段和方法；应用科学是系统地应用科学知识、技术和设计谋略提出问题、解决实际问题、生产出产品的科学。所以，大科学的概念具有三个层次：理论科学是基础；技术科学是中介；工程科学是应用。

例如，爱因斯坦在狭义相对论中提出的质能关系式：$E=mC^2$，认识到物质在静止的状态下也可能存在着很大的能量，指出这种很大的能量存在于原子核里面，这是科学知识，是发现。怎样把原子核打破呢？这是技术，是发明。用这些科学知识和技术，建造核电站，为社会生产产品，是应用。

1.2 科学与技术的区别和联系

现代科学与技术（technology）之间，一方面表现为密不可分，几乎被看作是同一范畴；另一方面，二者的任务、目的和实现过程不同，相对独立地发展，二者是辩证统一的整体。科学的任务是通过回答“是什么”和“为什么”的问题，揭示自然的本质和内在规律，目的在于认识自然。技术的任务是通过回答“做什么”和“怎么做”的问题，满足社会生产和生活的实际需要，目的在于顺应自然。

科学主要表现为知识形态，技术则具有物化形态。科学提供物化的可能，技术提供

物化的现实。科学上的突破叫发现，技术上的创新叫发明。科学是创造知识的研究，技术是综合利用知识于需要的研究。对科学的评价主要视其创造性、真理性，对技术的评价则首先看是否具有可行性、可操作性、能否带来经济效益。

随着时代的发展和社会的进步，“科学”与“技术”之间经历了从分离到密切联系的演进，以至于现在已经作为一个全世界公认的词组——“科学技术”（简称“科技”）而广泛使用。

1.3 “科学技术教育”（science & technology education）的界定及分类

广义的“科学技术教育”泛指一切以“科学”、“技术”以及“科学技术”为内容的教育的总称，它包括家庭、学校及社会的科学技术教育。

18世纪末，科学全面发展，为了研究的方便与深入，人们把基于研究对象划分的专门知识称为学术，把按照学术性质划分的科学门类称为学科。在学校，把用学科学术知识发展的逻辑关系来构建体系的课程称为学科课程。

教育内容是否遵照学科知识逻辑的展开进行分类？科学技术教育可分为“学科科学技术教育”与“非学科科学技术教育”。

“学科科技教育”，例如：在大学阶段的物理学、化学、机械技术、农业技术等，在中小学阶段的物理、化学、生物的教学过程。

“非学科科学技术教育”，例如：中小学设置的“综合实践科技活动”课程中的科技活动、校外青少年科技创新竞赛活动、科技馆活动等；家庭及社会中非组织形式的随机科技知识与技能的学习，如父母传授、电视传播等。

随着科学、技术与社会的发展，20世纪70年代，国际上形成了“STS教育”[科学（science）—技术（technology）—社会（society）教育]。科学技术教育与人的发展和社会发展的关系是科学技术教育的基本问题。提高全民“科学技术素养”无疑是科学技术教育的主旋律，特别在建设创新型国家的中国更是如此。

1.4 科普是非学科科学技术教育与传播的集合

从科普的自然属性理解，科普是非学科科学技术教育与传播的集合。即是说，除了学科科学技术教育之外的非学科、非系统的科学技术教育与传播，都属于科普范畴。因此，科普具有自然性、社会性、公众性、不系统性、随机性及“杂乱性”等特征。

2 “信息与人体信息通道对创新型人才全脑开发”理论[2]对科普研究的启示

建设创新型国家，需要大批创新型人才。科普是培养创新人才系统工程的重要组成部分。

科普的社会属性之一是要坚持以人为本，努力提高公众的科学技术文化素养，使公众中的个体在生存与发展的过程中能够应用较高的科技觉悟、技能与创新能力去提出问题和解决问题。

人的行为来源于人的思维，人的思维来源于其位置基础——人的大脑，近年来脑科学研究的成果，给我们研究和实施科普以很好的启示。

2.1 “信息”对人脑可塑的影响

近年来，脑科学研究成果指出，大脑是脑的最高级部位，大脑皮层平均厚度大约2.5毫米，表面有像核桃仁似的沟回褶皱，总面积约2 600平方厘米，上面密密麻麻地分布着约145亿个形态多样的神经细胞[2]（见图1）。

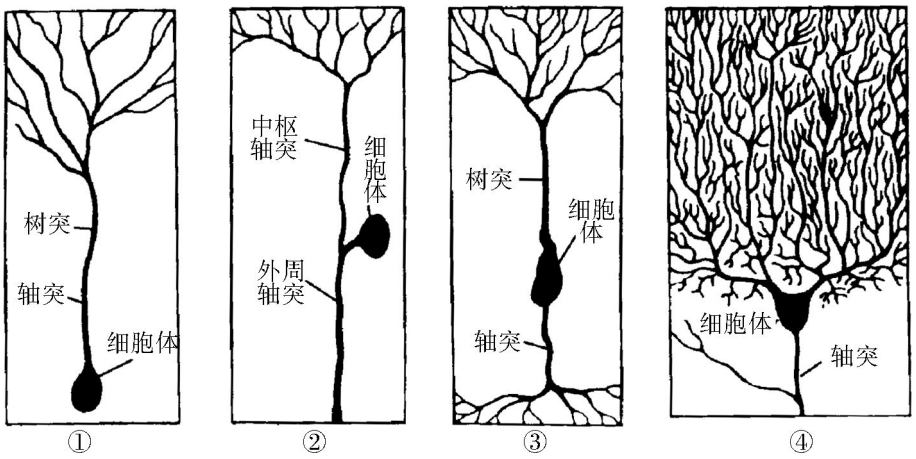


图1 几种不同类型的神经元

神经细胞又称神经元，是一类灵敏程度很高的细胞，具有迅速接受刺激和传导神经冲动的能力。神经元的细胞体可以发生突起，包括树突和轴突。

树突是神经元的最大信息接受区，对脑内神经微环路与局部神经环路的建立，对中枢神经的信息加工处理都有重要作用。每个神经元与其它神经元的连接部位就是突触。突触的可塑性是脑内神经可塑性的核心。

大量的实验证实，脑的可塑需要通过各种信息的刺激作用，以诱发新突触的形成或促进神经环路的修饰；没有用到或不适当的突触将会被淘汰而自行消亡。

人脑在发育早期，神经网络中的突触连接是大大过量的，处于不稳定状态；婴儿出生后几个月，树突及突触连接大量生长和形成，2～3 岁幼儿脑内突触的数目已达到成年人的两倍；以后没有得到信息刺激的树突和突触不断被淘汰，成年时只有少量的稳定下来。所以，对大脑树突和突触可塑的关键期在幼儿至青少年时期。人在青少年时期是否能够获得较多的信息种类和信息量，对人脑的可塑是极为重要的。

影响人脑对信息的采集有两个重要的因素：一是环境信息种类和数量的多少，例如同一个孩子，他到学校接受教育所获得的信息就比在封闭的农村家里要丰富得多；二是个体接收信息能动性的大小，例如那些勤奋好学的人“勤能补拙”，而疏懒于学和做的人，会使脑力退化，越来越无能。因此，在科普工作中，如何为受众提供较多的合适的科普环境信息，以及如何提高受众接收环境科普信息的主动性，都是十分重要的。

2.2 “人体信息通道”对创新人才全脑开发模式的影响

人是通过五种感觉系统（视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉等）来接受外界各种信息的。不同信息由人体的不同“信息通道”进入大脑，激活不同脑区(如图 2 所示)，形成不同的思维。

例如，我们用不同的人体信息通道采集同一信息，结果如何呢？这里，我们不妨来做一个简单的实验。首先，用眼睛去看桌子边沿的某处，把所看到的印象在脑子里“定格”下来；接着，用双手去紧握刚才所看的那处桌子边沿，仔细体会“摸”与“看”的感觉。是不是“摸”的空间感要强一些？这就是说，对于同一“信息”，通过“视觉”或“触觉”的不同“人体信息通道”进行采集，被激活的脑区是不同的。

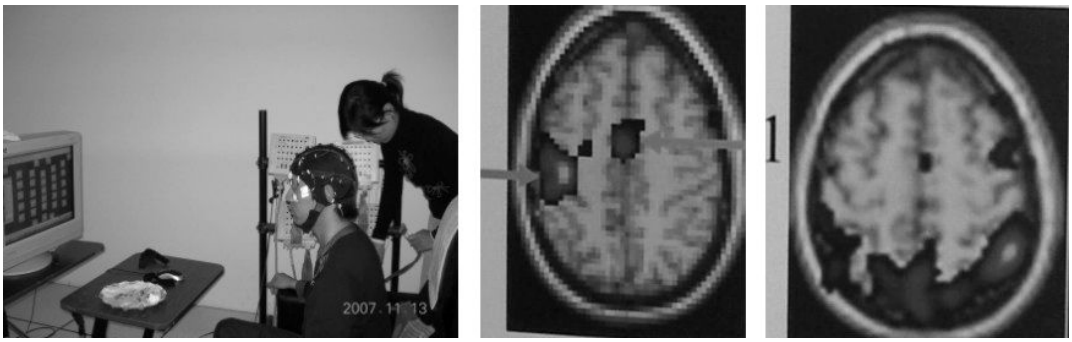


图 2　不同信息由人体的不同“信息通道”激活不同脑区

1981 年获得诺贝尔医学和生理学奖的美国神经生物学家斯佩里（Roper Spery）博士基于裂脑人的实验研究，提出了脑的“双势理论”[3]。

研究证明，人的左脑倾向于对抽象材料(如语言、文字、书写、数学公式等较多地通过视觉和听觉获得的信息）做出判断，用线性思维推理的方式进行逻辑思维。例如，求解平面几何证明题的过程，就是典型的逻辑思维过程。

右脑则通过对形象材料（如空间方位、形象、表象、音乐、美术、舞蹈、情感等较多地通过触觉等获得的信息）进行加工改造，用多维的跳跃的方式进行形象思维。其思维形式主要有联想、想象、直觉、灵感和顿悟等。

人的创新灵感产生在右脑。

人们的创新性思维是通过左右脑的抽象思维和形象思维协同进行的。正如莱特兄弟发明飞机，首先在右脑区产生“造飞机”的创造灵感（这点非常重要，没有创造灵感的产生，不可能有后面一系列的创造行为），但这一瞬间，他并不可能明确知道飞机机翼的具体结构，接下来要靠左脑进行逻辑思维来完成飞机的计算与设计等。只有全脑协同作用，才能完成这项发明。

创新人才全脑开发模式理论启示我们，科普不仅仅是对科学知识的传播，不能只靠“听”和“看”获得科学与技术信息；在科普活动中，我们应该为受众营造丰富的间接经验和直接经验的信息环境，并通过五种“人体信息通道”与环境进行信息流交换。该理论为我们如何理解科普和做科普打开了新的思路。

3 “综合智力网络构建” 教育理论[4]对科普研究的启示

智力分为广义智力与狭义智力。狭义智力的含义是指人认识、理解客观事物并运用知识、经验等解决问题的能力，包括记忆、观察、想象、思考、判断等，它主要是由理性要素构成，属于较为理性的逻辑思维范畴。广义智力泛指构成思维、意识、判断和能力的一切要素，如知识、语言、技能、行为、情感、联想、直觉、灵感等，它包括理性与非理性因素、逻辑与非逻辑思维以及解决问题的一切智慧和能力，它受个体体系与环境、理智与情感等诸多因素的影响，因此，它又称为“综合智力”。

3.1 “综合智力网络”的基本构成（如图 3 所示）

综合智力网络指人形成综合智力、自控综合智力行为的系统，它包括综合智力网络中枢及中枢外周系统两大部分。

“综合智力网络中枢”是一个人形成综合智力，并自控综合智力行为的核心，它的功能由人脑来完成。这个中枢是一个很复杂的立体的多层次网络，网络结点上是“同质信息氛”，结点间是“信息通道束”，网络中枢外周系统指除人脑以外，为综合智力网络中枢输入或输出一切信息的外延部分。

人类的大脑是世界上最复杂，也是效率最高的信息处理系统。人的大脑每秒钟可以记录 1 000 个信息单位，可传递的神经冲动达 40 多亿次，大量的信息传递通道由一类特优程度很高的神经细胞的树突和突触构成神经元间的相互联系，形成“信息通道束”。其功能是在“综合智力网络”的各子系统或各要素间负责信息流的传输，是构成个体与环境间信息网络环路的重要通道，也是“综合智力网络”构架的重要组成部分。

相同的信息进入相同的脑区。如果某人只学习某些学科知识，大量的这些学科知识信息进入大脑，逐步形成较大的“同质信息氛”，而其他的脑区却是“空白”。这就好比在我国的土地上只建北京、上海这些大城市，并且越建越大，小城镇、农村、高速公路、乡间小路都不要了，这像一个国家吗？我们的大脑，如果只是一个个学科的“同质信息氛”，没有大量“小信息”点，相关神经元的树突和突触因为没有信息的“刺激”而萎缩淘汰，不能在神经元间形成良好的“信息通道束”，环境信息进入大脑后不能在神经元间得到传递、加工、整理和处理，其“综合智力网络”不能得到较好构建，拥有这样大脑的人可能会在某学科的奥赛中获得金奖，但却难以成长为具有

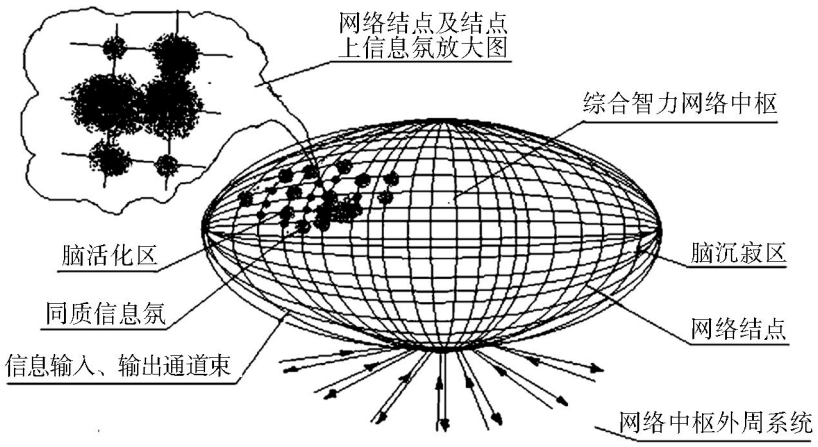


图 3 综合智力网络示意图

综合的高素质科学技术素养、创新精神和实践能力的人。

显然，科学技术普及、学科科学技术教育及其他多元化知识和能力的学习，都是人们终身教育中不可缺失的。

3.2 良好“综合智力网络构建”的螺旋上升模式

影响一个人“综合智力网络构建”的因素极为复杂，主要是外因及内因两大因素。“环境信息场”是外因的重点，年龄与主观努力是内因和内动力的重点。

良好的“综合智力网络构建”是随着年龄及主观努力度呈螺旋状上升的（如图 4 所示）。“综合智力网络构建”不可能一蹴而就，而是随着年龄的增长、环境“信息”对大脑的不断塑造和修饰、生理和心理的逐渐成熟、社会活

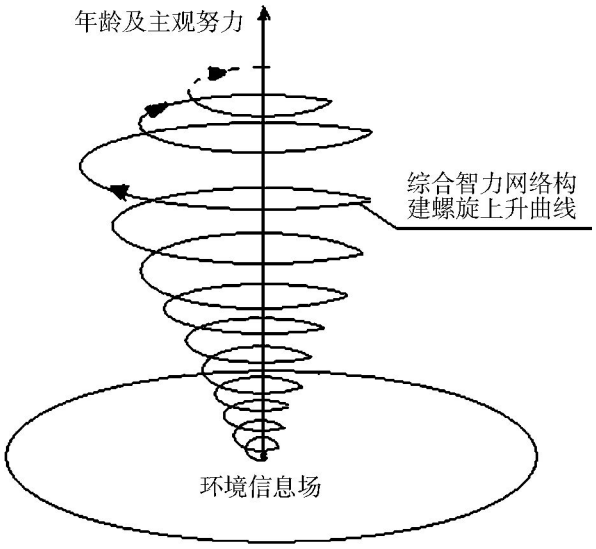


图 4　“综合智力网络构建”螺旋上升模式示意图

动范围的逐渐扩大、“环境信息场”的不断拓展，从被动与顺从地接收环境信息流，到逐渐增大能动地接收环境信息流的成分。从出生到壮年，以至到老年，都在不断地构建自己的“综合智力网络”。随着年龄的增长和主观努力度的增强，主体的“综合智力网络”在“环境信息场”中螺旋式上升，旋转半径逐渐增大，直至人生的巅峰。当人步入晚年时，“综合智力网络构建”仍可能进行，但是螺旋半径相对缩小。

不同的人，由于环境和主观努力的差异，“综合智力网络构建”螺旋式上升的程度及旋转半径也不同，因而，产生综合智力的巨大差异。

良好的“综合智力网络构建”螺旋式上升模式的目标主要指向人的发展，它对人的身心发展水平提出定性描述和说明，为受众的终身发展服务，其内容具有多维度、多层次的特点，为个体后天如何努力，以及家庭、学校和社会如何实施科普，提供理论参考。

4 “环境信息场”理论[5]对科普研究的启示

我们把“综合智力网络”的主体（受众）称为体系，那么，与他相关的一切时空都称为它的环境。主体生活环境中所有信息、传播途径及主体本人等的集合，构成了该主体生长过程中的动态“环境信息场”。每个人所处的环境信息场是绝对不会完全相同的。

“环境信息场”中的“环境信息”通过光（例如文字等）、声（例如语言等）、电（例如生物电场等）、热、味、空间形态等等，经“综合智力网络”外周系统的“人体信息通道”进入“综合智力网络中枢”，形成认知觉，并对环境信息做出反应。这个过程，就是“综合智力网络构建”过程。人就生活在自己的“环境信息场”中，每天都在对自己的“综合智力网络”进行着构建。家庭、学校和社会，有责任和义务为受众营造较好的环境信息场提供服务。

5 “科普环境信息场”

5.1 “科普环境信息场”的基本概念

“科普环境信息场”是受众的“环境信息场”中以非学科的科学技术教育、传播与普及为特征的具有科学技术信息元素及相关体的集合。

常态化的“科普环境信息场”模式（见图 5），用“信息与人体信息通道对创新人才全脑开发”的创新教育理论，从受众的视角来研究“科普”。在这个“场”中，受众置身在一个充满乐趣的、未知的、五彩缤纷的世界中，潜移默化地受到“环境信息场”信息对大脑的塑造。

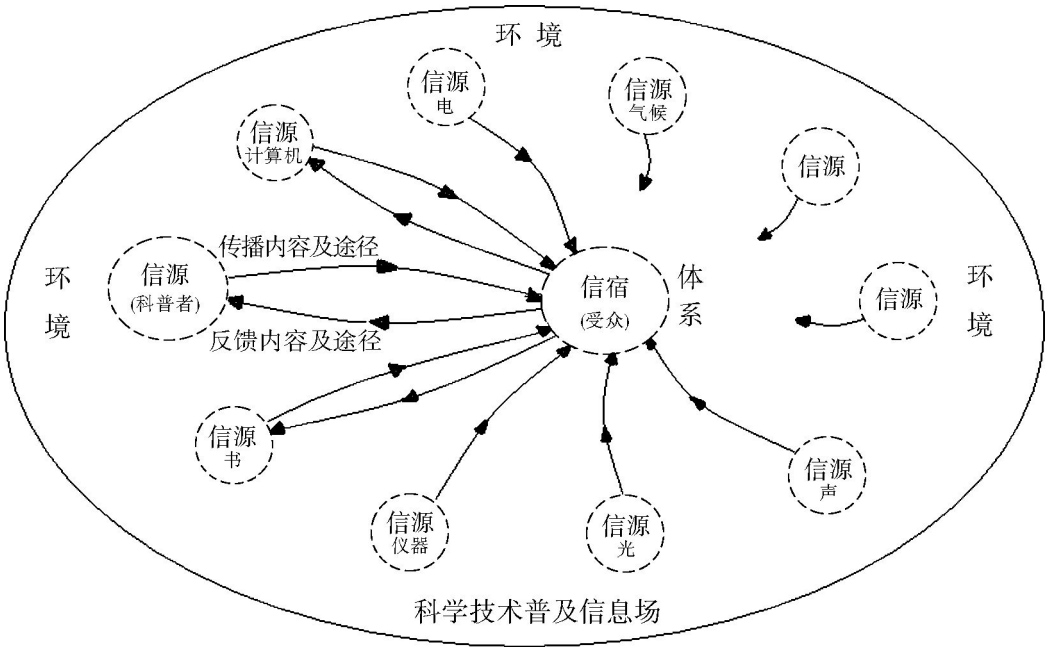


图 5 科普环境信息场模式示意图

(1) “科普环境信息场模式”中的体系(system)与环境(environment)

科学研究，必须先确定研究对象，把对象独立出来（当然不是割断与非对象的联系）。这种分离可以是实际的，也可以是想象的。这种被划定的研究对象称为体系，亦称为物系或系统。

与体系密切相关、有相互作用或影响所及的外部世界称为环境。环境因体系的不同而不同，随体系的变化而变化。

体系与环境之间存在明确的边界（或界面）。这种边界可以是实际存在的，也可以是设想的；可以是物质的，也可以是精神的；可以是固定的，也可以是移动的。

科普的研究对象是受众，受众即成为“体系”。与受众密切相关的人、事、物等，如教师、家长、书本、计算机、气候、科技信息、学校、家庭及社会环境、自然环境等等都是“环境”。

“科普”是一个非常宽泛的概念，社会中的每个人，都需要“科普”，都可能成为某种科普信息的受众；同时，每个人都生活在社会之中，也可能会有信息需要向别人传播，成为他人环境中的一个“信源”。所以，在“科普环境信息场”中，“体系”与“环境”的概念是相对的，存在着角色的转换。

(2) 信息(information)

对于我们所生活的三维空间而言，信息是客观事物状态和运动特征的一种普遍形式，客观世界中大量地存在、产生和传递着以某种方式表示出来的各种各样的信息。

在信息论假说中，认为信息只存在于四维空间（这里所说的四维空间不包括时间，而是空间的四维状态），而三维空间中的信息只是四维空间中真实信息的影子。信息大量存在于四维空间中，其本质是在四维空间中存在的一种信息子（informer，假想的存在于四维空间的组成信息的基本单位）的规则排布。用信息论假说的观点看问题，可以使人类认识到一个全新的世界，有助于人们去探索世界更深的本质。

信息是客观存在的，它不由人的意志所决定，但它与人类思想有着必然联系。能否获取所需要的信息，在于接收的条件和能力；有价值的信息能产生很高的社会效益。

人的五种感觉器官生来就是为了感受信息，它们是信息的接收器，它们所感受到的一切，都是信息。人们在感知信息的过程中不断地认识世界。

信息需要传播，如果不能传播，就失去了价值。发出信息与接收信息就是信息传播。我们之所以有各种各样的知识，有各种各样的经验，是因为我们生活在充满信息传播的世界里。

当一个人独处时，信息传播其实也在进行。沉思冥想是一种内心的传播；思考是自己和自己进行讨论，传播着信息；写日记或者阅读，也是一种传播。在人类社会中，信息的传播是普遍存在的。

（3）“科普环境信息场模式”中的信源（信息）、信宿与信道

按照信息论的观点，一个完整的信息系统由“信源”、“信道”和“信宿”三部分构成。任何一个信息都有发源地和目的地，信息的源头叫“信源”；信息的归宿叫“信宿”；信息传输通道叫“信道”。

“信号”是信息的内容的反映形式。换句话说，信息是通过一定的信号传递的，信号起着信息载体的作用。信源发出信息时，以光、声、电、气味、味道等信号表现出来。人们以相对应的视觉、听觉、触觉、嗅觉或味觉来接收，也可以借助仪器。

信息传输时，把要传递的信息，变换成适合信道传输的信号形式，称作“编码”；把从信道上传来的信号转换成使信宿能够接收的形式叫做“译码”。

信息还可以被储存和使用。

5.2 用“科普环境信息场”理论来理解科普

我们研究科普，从某个体的“环境信息场”中把一切具有科普元素的要素抽象出来，再把这些具有科普元素（即非学科系统的科学技术）的信源（信息）、信宿及信道集合起来，构成这个个体的“科普环境信息场”。

例如，某人在家庭、社区、街道、学校、工作单位等等地方，看到的电脑信息、电视节目、科普宣传、报纸文章、商场产品、农田庄稼……听到的科普广播、科普报告、人们的交谈……尝到的美味佳肴……闻到花的芳香……触摸到的各种物品……构成他的“科普环境信息场”。置身在这个“科普环境信息场”中的个体（信宿），随时随地都可能动用自己的一个或多个感觉器官，通过一条或多条信道，与环境中的单一信源或多个信源进行“信息流”交换，在有意或不经意间获得的科普信息，与他所系统学习的学科科学技术知识与技能及其他信息融合在一起，不断地塑造或修饰自己的大脑，共同影响着他的科学技术素养水平的高低及“综合智力网络”的建构。

用“科普环境信息场”的视角来理解科普，科普是使受众置身在其动态“科普环境信息场”中，潜移默化地通过“人体信息通道”对环境中的非学科科学技术信息流进行接收、加工、整理和交换处理，其大脑得到相应塑造与修饰，其综合科学技术素养、创新精神与实践能力得到形成与提高。

科普不等同于学校内的学科科学技术知识的系统学习。科普大多是人们从生活“环境”中随机地、不系统地获取科技信息的过程，只有少量科普信息是在有组织的活动中获得的。因此，如何为受众营造良好的“科普环境信息场”服务，即是如何“做科普”，就成为科普工作者应该认真研究的问题。笔者将在下一期中的论文《“科普环境信息场”理论研究——用“科普环境信息场”理论来做科普》中进行阐述。

参考文献

[1] 徐善衍. 关于科普社会属性的一些思考 [M] //中国科普研究所. 中国科普理论与实践探索. 北京：科学普及出版社，2008

[2] 钱贵晴. 信息与人体“信息通道”对创新人才全脑开发的理论研究 [J]. 贵阳学院学报，2006（3）

[3] 罗玲玲. 创造力理论与科技创造力 [M]. 沈阳：东北大学出版社，1998

[4] 钱贵晴. 综合实践活动课程与教学论 [M] . 2 版. 北京：首都师大出版社，2007

[5] 钱贵晴，刘文利. 创新教育概论 [M]. 北京：北京师范大学出版社，2009