

系统科学、思维科学与人体科学

钱学森

研究现代科学技术的发展,也自然会提出科学技术体系的结构问题^[1]。在自然科学、数学科学和社会科学这三大部门之外,现在似乎应该考虑三个新的、正在形成的大部门:系统科学、思维科学和人体科学^[2]。关于这三个部门,我在以前的几篇文章^[2,3,4]中曾讲了一些初步看法,也得到了同志们对这些看法的意见。这些意见促使我进一步考虑这三大部门科学的发展和结构问题。在这里我将谈谈一些想法,请大家讨论,批评指正。

(一)

先说系统科学这个大部门。

以前我看到大力发展一类新的工程技术——系统工程的必要性,因而提议进一步发展和深入研究这类工程技术的理论基础。目前系统工程,除了与各门系统工程专业有关的专门学问,如工程系统工程的应用力学、机械设计、电力工程等之外,各专业系统工程的共同理论基础是运筹学,而今后进一步发展也要用到与运筹学相关的控制论。但是运筹学在现代科学技术体系中是紧靠工程技术实践的一般理论,属于我们称为技术科学的那类科学。技术科学是直接为工程技术服务的,也可以说实践经验的理论总结,首先达到的台阶是技术科学。控制论这一门二十世纪前半叶从自动控制技术成长起来的新科学也是技术科学。但在技术科学这个台阶之上,应该还有一个台阶,即基础科学。在自然科学这个大部门中,例如物理学是基础科学,化学是基础科学。系统工程这类工程技术迈到运筹学以及控制论这一级台阶不会就停止不动,上面还有它们的基础科学,但什么是它们的基础科学呢?这是从现代科学技术体系这一观点或科学学^[1]的观点不能不提出的课题。换句话说,也就是要建立系统科学的结构体系^[3]。

关于系统科学的基础科学这一问题,我以前没有答案,而只是模糊地提问道^[2]:运筹学的进一步精炼会不会出一门理论事理学?控制论(包括工程控制论、生物控制论、经济控制论和社会控制论)的进一步精炼会不会出一门理论控制论?这种提法,只引起我们思索,而没有指明途径,不解决问题。

要有进展,我们必须从系统工程的范围中走出来,在更大的视野中去考察。

我们看到生物学界的发展,正如罗申(R. Rosen)在不久前的一篇论文中^[5]所讲的,十八世纪以来的近代科学发展,在自然科学的研究中占主导地位的是还原论和经验论的方法,或形而上学的方法,这在当时是一个伟大的进步,是对古人的反击和革命,古代人们直观地以有机物或神灵主宰一切。然而罗申似乎忘记了从神灵到拉普拉斯的机械论之间也曾有过古代唯物主义和辩证法,近代科学方法是从古代唯物主义发展而来的。罗申指出,近代科学的这种只重分析与实验的方法,在生物学的研究中,把生物解剖得越来越细,近四五十年更是攻打到了分子的层次。我们可以说把生命现象分解为分子与分子的相互作用,现在已取得了伟大的、惊人的成就,建立了分子生物学这门有非常充实内容的科学。但在这一发展面前,也有许多生物学家感到失望,我们知道得越细、越多,反而失去全貌,感到对生命的理解仍然很渺茫,好象知道得越少了。五十年前冯·贝塔朗费比较明确地认识到这一点,他开始所谓理论生物学(Theoretische Biologie, 1932)的研究,要从生物的整体,把生物整体及其环境作为一个大系统来研究。冯·贝塔朗费还由此创立了他称为一般系统论(general system theory)的科学^[6]。还把它应用到广泛问题的研究,例如研究人的生理,人的心理以及社会现象等。

一般系统论这一学科来源于生物学研究,是一个

重要发展。王兴成同志在介绍它时^[7]，把其基本原则归纳为一是整体性原则，二是相互联系的原则，三是有序性原则，四是动态原则。既然一般系统论是研究系统，一、二两条基本原则是容易理解的。三、四两条基本原则有些新鲜：它们来源于观察生物和生命现象。生物有一个有条不紊的构造，而且能有目的地生长和演化。这看来是生命所特有的。生物一死，构造立即开始破坏，生长和演化也立即停止，转入分解。所以一般系统论的核心是这后两条基本原则。冯·贝塔朗费等人，首先认识到这个生命所特有的现象与物理学中热力学第二定律说的不同：热力学第二定律说一个封闭系统（同周围环境没有能量和物质交换的有限的系统）的熵只能增加，看来越变越无序，而不是走向有序。抓住这一点，一般系统论强调系统的开放性，即系统要同周围环境有能量和物质的交换。

一般系统论的一个重要成果是把生物和生命现象的有序性和目的性同系统的结构稳定性联系起来：有序，因为只有这样才能使系统结构稳定；有目的，因为系统要走向最稳定的系统结构。这个概念当然与现代科学中的控制论有关。

但是由于生物和生命现象的高度复杂性，理论生物学家搞一般系统论遇到的困难很大。几十年来一般系统论基本上处于概念的阐发，理论的具体和定量结果还很少。当然，他们抱的希望还是很高的，罗申^[8]就说：“从演化的角度来看，生物学可认为是一部告诉人们如何有效地解决复杂问题的百科全书，以及解决这些问题中要避免的事项。生物学给我们提供了如何在大而成员各有不同的集体中进行合作而不是竞争的实例，从而证明这种集体合作是可能的、存在的。”（当然他在这里把合作和竞争割裂了，在生物界里，合作与竞争也是辩证地统一的。）

复杂系统中的结构稳定性代表着有序性，但这稳定性到底是怎么产生的呢？首先给出这方面线索的是普里戈金（I. Prigogine）和由他率领的所谓比利时布鲁塞尔学派。他们在几十年的工作中，首先从平衡态热力学出发，研究了稍为偏离平衡态的热力学，从而得到处理一般不均匀物质中各种传递过程的理论。其中利用了昂萨格（Onsager）关于传递系数的对易定理。这就是由这个学派创立的非平衡态热力学。普里戈金由此再向远离平衡态的方向推进。他发现只要化学反应的速度不是大到使分子运动的速度分布比起麦克斯韦平衡态分布有过分的畸变，那么线性传递关系，也就是输运流强与物态的空间梯度成线性关系，仍然是正确的，尽管现在传递系数必须作为局部物态的函数。这就使得他们的非平衡态热力学，可以推广到远离平衡态的情况。他们由此发现了远离平衡态的稳定结构，

也就是所谓“耗散结构”（dissipative structure）^[9]。并认为耗散结构就是一般系统论中要找的具有有序性的系统稳定结构。他们的系统合乎理论生物学的规定。从热力学的角度来看，系统必须是开放的。系统本身尽管在产生熵，但系统又同时向环境输出熵，输出大于生产，系统保留的熵在减少，所以走向有序。布鲁塞尔学派的这些成就把理论生物学推进了一大步，使一般系统论的有序结构稳定性有了严密的理论根据。系统自己走向有序结构就可称为系统自组织，这个理论也可称为系统的自组织理论。

（二）

但是只从热力学考虑问题，只从宏观研究问题，虽然可信，总给人以隔靴搔痒之感，不透彻。我们要深入到微观，从系统的每一个细微环节来考察全系统的运动。在这方面，从比较简单的系统做起的控制论，近年来有一个新发展，即巨系统理论。巨系统理论着重分析系统的层次结构，一级管一级，同级结构之间有一定的独立性。这诚然是个微观理论。但直接把巨系统理论用于生物，从细胞作为基层单元开始；或用于社会经济，从每个企业、每个生产队作为基层单元开始；那就要把亿万万个细胞，千百万个企业、生产队，一齐进入计算分析，毕竟太繁琐，无法取得具体结果。所以直接从微观来考察系统又不实际，不现实。这一进退两难的处境，正如当年人们认识到气体由相互作用的亿亿万万个分子组成，一对分子的相互作用的规律是清楚的，就是分子太多，作为这亿亿万万个分子整体的系统、气体的性质，却无法取得具体结果。我们需要一个微观过渡到宏观的理论。实现这一过渡的奥秘在于：我们其实并不需要知道每一个分子的运动才能知道作为整体的气体的性质；宏观知识不要求知道那么多细节。这一认识使十九世纪后半叶的物理学家发展了一门新学科——统计力学，不求知道每个分子的运动，但求得到整体分子的平均行为。统计力学使得热力学这一宏观规律的学问能通过分子的微观运动来解释，微观到宏观的道路打通了。这是近代物理学的一项辉煌成就。它给我们一个启示：在研究复杂的巨系统中，我们也要引用统计方法，才能透彻地看到局部到整体的过渡，才能避开不必要的细节，把握住主要的现象。哈肯（Hermann Haken）^[9]就是用这样的观点来研究系统行为的。他的工作是从六十年代研究激光发射机理开始的。由于当时现代科学技术的多方面成果已经摆在他面前，他吸收了概率论、信息论和控制论的有关部分，并且从一些平衡态，如超导现象和铁磁现象的理论发现，有序结构的出现并不是非远离平衡不可。超导体和铁磁体的结构是一种有序结构，

就连液体和固体结构也在一定程度上是有序的,而它们都可以在热力学平衡下,从无序的状态产生。哈肯还发现激光发射这种远离平衡态的系统与上述平衡态的系统,在形成系统的有序结构的机理方面是相似的,都是本系统固有的性质。这就是说关键不在于热力学平衡还是热力学不平衡,也不在于离平衡有多远,而在于下面的情况:系统的详细运动或微观描述可以用一大组联立一阶时间导数的常微分方程来表达,有多少个描述系统状态的变数,方程组的方程就有多少。对复杂的系统来说,描述系统的变数在某瞬间可以成千上万,上亿万,但不管多少,用一个座标标出一个系统变换的值,那系统的瞬间状态总可以用这样一个许许多多互相垂直的座标轴所形成的多维空间中的一个点来表达。这个多维空间,在统计力学中称相空间。系统随时间的变化就是这个代表系统状态的点,在相空间随时间的移动。所以如果系统自己要走向一种有序结构,那就是说代表那种系统有序结构的点是系统的目标,不管从空间的那一点开始,终归要走到这个代表有序结构的点。更复杂的情况也可以出现,有序结构不是固定不随时间变的,而是一种往返重复的振荡,那就在相空间有一个封闭的环,这个环就是系统的目标。如果还要把在有序结构点或往返重复振荡附近的随机涨落也包括进去,那就说在相空间的这种点或环是不那么清晰的,有些模糊。

哈肯的贡献在于具体地解释上述相空间的“目的点”或“目的环”是怎么出现的。他的理论阐明,所谓目的,就是在给定的环境中,系统只有在目的点或目的环上才是稳定的,离开了就不稳定,系统自己要拖到点或环上才能罢休。这也就是系统的自组织。研究相空间系统的稳定性,哈肯得力于托姆(R. Thom)的突变论。所以哈肯是综合了现代理论科学的许多成就才创立了他的系统理论的,他称他和他一起工作者的理论为“协合学”^[9]或“协同学”(synergetics),并把它应用到物理现象、化学和生物化学现象和生物现象,甚至用到社会现象。

从上节和本节的阐述,可以看到系统理论的研究是多么广阔的一条战线。一方面是各种系统工程的实践带来了运筹学,以及控制论,特别是巨系统理论的发展。另一方面是理论生物学的研究,带出了一般系统论,同时推动了非平衡态热力学研究,产生了开放系统远离热力学平衡的耗散结构概念,作为有序性、自组织的理论。而近年来哈肯综合了现代科学的多方面成就,建立了比较深刻的系统理论,打破了热力学封闭或开放的隔阂,甩开了经典热力学概念的牵制。当然布鲁塞尔学派、哈肯学派以及一般系统论都还在进一步发展,而且我们也远不能把有关系统理论的研究

都归纳为这几方面,还有我没有讲到的研究工作。把所有这些成果同运筹学、控制论结合起来,建立一门系统的基础理论科学——“系统学”,看来是不会太远了,而系统科学这一科学技术部门的体系可以建立起来了。这比我以前讲的具体得多,毕竟有了一个系统学的形象轮廓了。这是扩大视野带来的好处。我们可以预期系统学的结果也将帮助理论生物学和其他科学理论的发展。本文后面将会提到。

系统学的建立也将向马克思主义哲学提供深化和发展的素材。普里戈金的开放系统强调了世界的一个局部可以走向有序的结论是很有启发性的,它使我们从经典热力学的窒息气氛中解放出来,再也不必去召唤麦克斯韦的妖灵来减小某处的熵了^[10]。当然由此而深化和发展了的哲学又反过来指导科学技术的研究。而且将不只是对系统学本身,也对整个系统科学有意义,并且对其他科学、其他技术也都有深刻的意义。从马克思主义哲学到系统学的桥梁,可以称为“系统观”或“系统论”,它将成为辩证唯物主义的一个组成部分。

(三)

现在我来讲本文的第二个题目,思维科学。以前^[2]我没有明确思维科学的研究范围。为了与本文的再下一个题目人体科学划清研究领域,我想思维科学似乎应该是专门研究人的有意识的思维,即人自己能加以控制的思维。下意识不包括在思维科学的研究范围,而归入人体科学的研究范围,是心理学的事。当然这个划分不是一成不变的,非意识的或现在还不能控制的大脑活动,将来也有可能终于为人所认识,变成可以控制的了,那就会归入思维科学的范围。

我以前也说过,在思维科学和马克思主义哲学之间的桥梁是认识论。我现在仍然以为可以这样讲。当然思维科学的发展会大大丰富认识论的内容,从而也为马克思主义哲学提供发展的材料。明确了思维科学和哲学的关系,也就可以帮助解决近来在讨论辩证逻辑中的分歧^[11],显然,唯物辩证法属于哲学,而辩证逻辑属于思维科学。

现在让我们考虑,有意识的思维到底有幾大类?一般好象认为思维有两大类^[12],一类叫逻辑思维,或抽象思维,一类叫形象思维。直到现在我们仅对逻辑思维有了比较系统的研究,从而总结出了它的规律——逻辑学。而形象思维则研究得很不够,还没有成为一门科学。这是不是由于人们总想形象思维和文学、艺术的创造有密切关系,因而也就以为是文艺领域的事,无关科学了呢?如果是这样,那也是个误解,因为文艺创作活动也是人的一项社会实践,实践才造成文学

家、艺术家在创作中进行形象思维的能力,如果形象思维真的没规律,可以乱来,那也就不会有文学家、艺术家了。而且形象思维不但文艺工作者使用,其他人包括自然科学家、工程师也经常使用。所以一定有规律,一定可以建立一门形象思维的科学,叫“形象思维学”。

但我认为就是现在也不能以为思维就只有逻辑思维 and 形象思维这两类。还有一类可称为灵感,也就是人在科学或文艺创作中的高潮,突然出现的、瞬息即逝的短暂思维过程。它不是逻辑思维,也不是形象思维,这后两种思维持续时间都很长,以至人说废寝忘食。而灵感却为时极短,几秒钟,一秒钟而已。那灵感是不是可控的呢?一点是肯定的,人不求灵感,灵感也不会来,得灵感的人总是要经过一长段其他两种思维的苦苦思索来作其准备的。所以灵感还是人自己可以控制的大脑活动,是一种思维。有没有规律?刚生下来的娃娃不会有灵感,所以灵感是人社会实践的结果,不是神授。既是社会实践的结果就是经验的总结,应该有规律。总而言之,灵感是又一种人可以控制的大脑活动,又一种思维,也是有规律的。我们也要研究它,要创立一门“灵感学”。

将来我们还会发现其他类型的思维。

逻辑学、形象思维学、灵感学都是属于思维科学这一科学技术大部门中的基础科学。至于诸如语言学、文字学、密码学、人工智能、计算机软件技术、图象识别技术等等,似乎都可以当作思维科学体系中的应用技术,属工程技术类。至于什么是思维科学中中介于基础科学和应用技术之间的技术科学?现在更看不清楚。我们也甚至可以考虑把美学归入思维科学的体系。总之,思维科学的体系还有待于进一步的研究与发展,现在还说不清,只不过正象本文开头时讲过的,思维科学和数学科学是两大不同的科学技术部门,有各自的体系。

逻辑学、形象思维学和灵感学作为基础科学,作为“思维学”,也只有逻辑学部分比较成熟,其他两部分还有待于创立;但一旦有了这些学问,对科学技术的进展,影响将是巨大的。我们这样说,因为有逻辑学这个例子:逻辑学是现代电子数值计算机的理论基础。电子计算机的巨大成就,先是数值计算,现已发展到数学公式的推演,并进而实现定理的计算机证明,其作用已涉及到生产、科研、管理、行政等现代社会的各个方面。电子计算机可以称得上是一项技术革命,与十八世纪的蒸汽机、十九世纪的电力和现代的核能并列。而这一发展得力于逻辑学的应用,出了软件技术这一门在电子计算机技术中非常重要的学问,没有它就形不成计算机科学技术。与此相比,形象思维就

未创立,我们还不清楚形象思维的规律;就是图形的识别也还是个大问题,不知道人脑是怎么识别图形的。所以也就不知道怎样造一台识图机器,或怎样叫计算机去识图。现在有人在试作,但机器识图的结果令人很不满意,机器笨极了,而且不可靠。例如现在邮局用来读信封邮政编码的机器据说也只有大约60%的成功率,其余相当大的一部分机器读不出,还得剔出来请人来认。所谓“一家方便万家难”的一家方便也是有限的。这比起机器数值计算,每秒运算几十万次、几百万次、几千万次、几亿次,真可谓天壤之别!原因在哪里?在于我们掌握了逻辑学,但没有掌握形象思维学。那我们一旦掌握了形象思维学,会不会用它来掀起又一项新的技术革命呢?这是颇为值得玩味的一个设想。

那末如果我们掌握了灵感学呢?那人的创造能力将普遍地极大地提高,岂不人人都成了“天才”。这是更发人深思的了。

认识到深入研究思维学和发展思维科学的重大和深远意义,我们要问:到底如何去研究思维学这门这么重要的科学呢?一条途径是比较古老的,可以称为心理学的方法:人自己内省,即自己考察自己的思维过程,即以人用自己作试验。老方法也有新内容,我们可以引用一些较新的科学,如认识科学和科学方法论^[3]的成果,而且现在试验技术也有很大的提高,可以用各种精密的科学测量仪器了,例如脑电图技术有发展,测到的电位信号可以经过电子计算机处理,滤去噪声,取得各种纯信号。有一种叫做“事件电位”(event-related potential, ERP),标志不同大脑思维活动单元。试验中还可以使用各种对大脑部位产生特定作用的药物,来改变其活动作用,然后观察对思维的效果。这条途径也可称为宏观的研究方法。

又一条途径是微观的方法。人脑是由许许多多神经细胞所组成。细胞种类也很多,有人估计有五千万种;细胞总数约一千亿,或 10^{11} 个(以前估计有 10^{10} 个)。每个细胞又伸出许许多多支叉,有一个主枝,叫轴突,还有不少分枝,叫树突。轴突和树突都同相邻细胞或神经细胞形成一对一对的接触,叫突触,一个突触就好比一个开关,开关作用是通过特定的有机化学分子来实现的。大脑一共有多少对开关呢?一共有 10^{15} 个(以前估计为 10^{14} 个)。所以人的大脑好比一台有 10^{15} 个开关的电子计算机!这比目前世界上最大的计算机还不知大多少倍。而且还有一个重要区别:电子计算机,至少是目前的电子计算机,内部结构是固定的,不变的,作成了就那样了;但人脑,从小孩到成年、到老,一辈子在人的实践中改造、完善,人的智力可以不断提高。这也就是说人脑的功能和人的社

会活动有密切关系,人脑是一个受社会作用的、活的、变化的系统。我们必须注意这一特征。

以上都只是现代脑神经解剖学告诉我们的人脑的概貌。不只是上述概貌,脑神经解剖学和脑神经生理学还告诉我们人脑的大致构造,特别是神经细胞轴突和树突的具体动作,动作的细节也一天天搞得越来越清楚了。这是近十年来的巨大成就^[13]。我们说的研究思维学的微观方法,就是人脑这种微观结构和一个个单元的动作性能同人的思维联系起来,看到人脑有 10^{16} 个单元,或说人脑是由 10^{16} 单元组成的超级巨系统。研究思维的微观方法行得通吗?如果不是有本文前几节讲述的系统学研究作准备,我想对这个问题是难以答复的。有了这个准备,我们总可以说:尽管人脑是极为复杂而庞大的系统,系统学的进一步发展终会使微观研究思维学的方法取得成功,完成从微观到宏观的过渡,在研究中我们也可以借助于电子计算机模拟的人工智能工作^[3],从而我们终将不但知道我们自己思维的“当然”,而且知道其“所以然”。

(四)

现在再谈本文的第三个题目,人体科学^[4]。

首先我说说人体科学的研究范围。它是研究人体的功能,如何保护人体的功能,并进一步发展人体潜在的功能,发挥人的潜力^[5]。有意识的大脑活动,即思维,虽然是人体的一项重要功能,但已归入思维科学的研究范围,就不包含在人体科学的研究范围内了。

再就是名词问题。以前我曾用过^[6]“生理科学”这个词,这不确切,太狭窄了。现在有的同志用“人体生命科学”这个词,加入了生命两字。我感到这有限制一下的意思。考虑到人体科学是一个科学技术大部门,一个体系,包括如同系统科学和思维科学那样从基础科学到技术科学、到应用工程技术三大类,特别是到应用技术,会包括非生命的内容,限制了反而不妥,还是不加“生命”为好,也省两个字,名词短些。

说短,也有另一个名词,“人学”。这个词有两种不同的涵义。高林同志^[14]的人学是要全面地、综合地研究人,其研究范围远远超出人体科学。“人学”的另一种解释是说,由于当前我国社会中出现的不良风气,有那么一门拉关系、走后门,阿谀奉承、溜须拍马的“学问”。这都和这里谈的人体科学不同。

现在来谈谈人体科学的体系,从应用技术、工程技术说起,可以先讲体育技术,这也包括武术、杂技,以及中国戏剧中的武打功、身段功。这方面的活动自然是在现代社会中占非常重要的位置,而且有国际影响。我在这儿提出是说要把体育技术作为一门科学技术

术来看待,要能讲出道理,不是只靠巧劲儿或拼体力。有时运动器械或道具也很重要,例如撑杆跳高,杆的重量、弹性非常重要,竹杆不如玻璃钢杆,玻璃钢的又不如碳纤维的。这都是学问。

人-机工程是又一门非常重要的应用人体科学技术。这是专门研究人和机器的配合,考虑到人的功能能力,如何设计机器,求得人在使用机器时,整个人和机器的效果达到最佳状态。在生产过程中,人-机工程搞好了,生产效率可以大大提高。在武器设计中,人-机工程搞好了,战斗力可以大大加强。在特殊环境中,如载人航天飞行器里,人处于失重状态,而再入大气层返回地面时,又要经受超重加速度等等,如何培训航天员和设计飞行器的各种工作系统,自然是个严重的问题,这也是人-机工程。对有些自动化系统,人们发现,如能让人对系统作适时、适当的干预,比全不要人参加要好。这也就是让人发挥综合形势、权衡多方面利弊、作出判断的长处,也让机器发挥大功率、高速度、精确运动的长处。就在电子计算机的运算过程中,也会有人干预计算而缩短计算过程的情况。人-机工程是人体科学和机械科学、电子科学的结合,是今天发展很快的一门技术。

从人体科学的角度来看,大家熟知的医疗学科可以认为是这一科学体系中的应用技术。这包括各临床学科如内科学、外科学、妇产科学、儿科学、眼科学、耳鼻喉科学、皮肤科学、神经病学、精神病学、口腔医学,以及内分泌学、肿瘤学、围产期医学、老年病学、传染病学、骨科学等等。此外作为人体科学体系中的应用技术还有各种预防医学学科,如职业病学、少年儿童卫生学、营养卫生学、劳动卫生学等。在应用技术方面,还有非常重要而决不容忽视的气功疗法。

在人体科学的体系中,为上述应用技术提供直接理论依据的是技术科学性的学问。例如联系体育技术的是运动生物力学和运动心理学。前者运用力学原理研究身体各类动作的合理性;后者研究运动员的心理在体育运动中的状态和作用。联系各种人-机工程的有工效学,也称人体工程学(ergonomics)^[15]。至于联系医疗卫生的技术科学性学问,那就是病理学、药理学、毒理学、免疫学、寄生虫学等,而这又要引用微生物学、生物化学、有机化学等自然科学的成果。

作为这一大类应用技术和技术科学的人体科学的基础科学呢?那是阐明人体构造的解剖学、人体功能的生理学,以及组织学、胚胎学,还有遗传学。再就是研究人脑非意识活动的心理学。当然人体的功能也受人脑有意识活动的影响,所以前节中讲的思维学也是人体科学的基础科学。这就是说现代科学技术几个大部门之间有交叉。其实以上讲的人体科学这一大部

门中的应用技术和技术科学也综合了其他部门的学科知识。

从以上叙述我们看到,人体科学的各学科都是已建立了的,有的还有百年以上的历史。在这里我提出人体科学体系的概念,只是把它们按基础科学、技术科学和应用技术,组织排列起来,让它们在新体系中就位而已。但是,是否仅仅如此呢?既然建立了人体科学这一科学技术大部门,那按我们以前提出的现代科学技术结构体系,就必然要问,什么是这个部门与马克思主义哲学的联系?什么是其过渡的桥梁?我们这里讨论的是一大科学技术部门与哲学的联系,不是一门科学、一门技术单独地与马克思主义哲学的关系,例如医学与哲学的关系^[16]。这符合哲学高度概括的本质,因此就比较容易从广阔的视野考察问题,而取得结果。当然,这个通到哲学的桥梁还有待于我们去构筑。

(五)

其实我们组织起人体科学体系的目的是为了迎接这一部门已经开始的发展和即将来临的更大进展,要承认它在现代科学技术中应有的重要性。

是什么重大发展?我们可以先从国外情况讲起,正如我在本文第一节讲的,现代生物学中有不少人看到百年来近代科学的还原论和经验论研究方法的缺点,只注意“树木”,不注意“森林”,因而对“森林”总不能全面认识!所以理论生物学家提出要研究生物的整体。而且生理学和医学的研究也不断发现人体的新现象,迫使我们改变过去对人体组织的概念。例如,以前我们以为人体的各个器官是分层次组织的,中央发号施令的是大脑,然后是各生理系统,每一系统有它自己的功能传递化合物,各就各位,各司其职。在“基层”工作的化学物质有亲皮质素、血管紧张素Ⅱ、激胆囊素八肽、胃泌激素、生长激素、胰岛素、 β -肥胖素、催产素、激乳素、血管加压素等等,我们从它们的名称就知道它们本来是被认为在人体内脏各系统工作的。但现在发现以上说的这些化合物,还有其他同类化合物,一共二十多种,竟然出现于人的大脑^[17],可以说在基层工作的跑到中央领导机关来了。这不是打乱我们那种层次分明的人体组织了吗?它说明人体的整体功能比我们以前设想的要灵活得多,一定还有许多奥秘未被我们识破。

我国脑神经学专家张香桐教授研究了针刺镇痛机理。针刺在某一穴位,能不能产生某局部的镇痛效果?从经典生理学的观点,人体器官各司其职,针刺能镇痛是不能接受的。我国至今还有生理学家不相信针刺能镇痛。但张香桐教授发现,针刺能激发人的下丘脑分泌内啡肽,内啡肽作用于神经,起到局部镇痛

作用。针刺镇痛作用不是直接的,是通过大脑的。这又给我们启示,人体的整体功能是跨越组织部门的。

这些现代科学成果促使我们去考虑祖国传统医学、中医理论的正确性。中医理论中的阴阳说和五行说,中医理论的脏腑论和经络学说,中医理论的六淫、七情,中医讲究辨证论治,这些都强调了人体的整体观以及人和环境、人和工作的整体观。应该说,这是符合马克思主义哲学、辩证唯物主义的。中医理论的缺点是它和现代科学技术挂不上钩,语言、概念是两套。所以中医自有中医的一套,西医自有西医的一套,只能独自发展,各搞各的。目前说中、西医结合实际是在临床治病,请中医治,也请西医治,各发挥其所长,双管齐下,加快病人的康复过程。这种中西医结合也是一条医疗事业的途径,也要提倡。我国目前的现状是三条途径,西医一条,中医一条,中西医结合也是一条。

中医真用不上现代科学技术的语言和概念吗?1973年戈德伯格(Goldberg)和1977年邝安堃教授作了回答:他们先后用科学实验分析证明,中医所谓阴虚、阳虚的症状至少有一部分与血液中的环腺苷酸(cAMP)和环鸟苷酸(cGMP)含量有直接联系。这不就把中医的语言翻译成现代科学的语言了吗?而且阴虚、阳虚只能定性,不能定量,而分析血液的环腺苷酸和环鸟苷酸是可以精确地定量的。这是古老的中医现代化!这些都证明中医是可以现代化的。中医发展的前途是中医现代化^[18]。

与中医密切相关的是祖国传统医疗卫生的又一珍宝——气功。在前节我们已经说到它了,气功对保护人民健康和治疗疾病有公认的效果。但气功本身又有十分重要的科学意义,正如吕炳奎同志所指出的^[19],气功与中医理论相通。练气功的人对气血、经络、脏腑等中医学说通过运气练功的实践,得到感受而容易理解,因此气功又是研究中医理论的钥匙。有的同志认为,中国古代的医药名家,很可能就是有成就的气功师,这些同志并认为气功是中医中药理论的泉源。我们要研究中医理论,实现中医现代化,就必须同时科学地研究气功。

但气功的科学意义还有另外的方面,练气功功夫深的人,高级气功师,还具有透视人体,透视地下构筑,“发气”拒敌,十步之外摔倒人等功能。这就把气功同现在人们注意的人体特异功能联关起来。高级气功师的特异功能是后天练出来的,而十岁左右少年的特异功能是经过诱发的先天秉赋;高级气功师的特异功能更强,效果更惊人,虽然两者可能都反映这是人类某种潜在的固有功能的显现。研究少年儿童的特异功能是件重要的工作,近来已取得进展^[20],这是可喜

的。但我们应该以更大的努力结合高级气功师的实践去研究气功，建立“气功科学技术”这门学问。现在国外已经对此重视，而且开展了工作^[1]。我们应该有紧迫感，不要失去时间。但这是要投入一定力量的，要把各方面的科学技术人员组织起来，并要有一定的条件。目前这方面的工作还得不到国家的支持，还是业余式的，因而也往往限于仪器设备等条件而不够严谨，达不到开发新科学领域所要求的清晰、确凿程度。王伽林同志^[2]为了在这种条件中取得无可置疑的科学结果，竟在自己身上开刀，剖腹测量胆汁流量与练功的关系，这种精神，令人肃然起敬。

以上所讲的情况也引起我们去思考：为什么在中国长达两千年的实践中的气功、中医、特异功能，却断断续续，得而复失，道路那样曲折？是什么缘故？是人们的偏见吗？是的，偏见令我们失去真理，我们要警惕啊！

由此我也想：我们还有什么在历史上已经发现了的东西，后来又扔了呢？陈涛秋同志在给定的信中认为人是在千里之外感受亲密知己的思想的，并认为历史上有许多记载作证，我想这种现象当然可以用现代科学仪器作测验，但除此之外，似乎也可以作一番历史文献的调查研究。历史文献是人类过去社会实践的记录，也可当作是实验室的笔记。我国地震工作者，就曾从史书、县志、杂记等历史书籍中获取非常宝贵的地震数据。竺可桢教授也曾从史书和古籍中查到关于古代气候的材料，总结出古代历年我国气温升降的曲线。那么我们现在可不可以把古籍中关于气功、中医理论、特异功能、人与人的遥远感受，以及其他事例，经过鉴别，去粗取精，去伪存真，整理出来，作为一门古代实验的学问，可叫“古实验学”。这不是会对我们研究人体功能很有用吗？

讲了以上的话，对人体科学会要大发展这一论点，我看是比较清楚的了。看，人还有多么大的潜力啊！我们将使上一节所陈述的现有科学彻底改观！在这一大发展、大创造中，一定要把人本身作为一个系统，把人和环境作为一个系统，所以系统科学和思维科学的研究成果也一定会促进人体科学的研究。

在结束本文前，我们不禁要对现代科学技术进展的速度感到惊奇。从引证的文献来看，正是由于国内

外广大科技人员的协同劳动，我们才有可能在这里一下子提出三个崭新的科学技术大部门：系统科学、思维科学和人体科学，从基础科学到技术科学、到应用技术。而它们在一九七八年的全国科学大会上，还没有占重要位置，八个当时认为是影响全局的综合性科学技术领域、重大新兴技术领域和带头学科，是农业科学技术、能源科学技术、材料科学技术、电子计算机科学技术、激光科学技术、空间科学技术、高能物理和遗传工程，而本文讲的新学科仅出现于单项研究中。这三个新的科学技术部门都有强大的生命力：推动系统科学研究的是现代化组织和管理的需要，推动思维科学研究的是计算机技术革命的需要，而推动人体科学研究的是开发人的潜力的需要。两年的变化是鼓舞人心的，现代科学技术的前途无量！让我们在结束时再次引郭沫若同志在全国科学大会上讲话中用过的白居易的词句：“日出江花红胜火，春来江水绿如蓝！”

- [1] 钱学森,《科研管理》, 1 (1980)
- [2] 钱学森,《哲学研究》, 4 (1980) 7
- [3] 钱学森,《光明日报》, 1979年11月10日 2版
- [4] 陈恂清,《北京科技报》, 1980年7月18日 108期 1版
- [5] Rosen R., *Int. J. General Systems*, 5 (1979) 173
- [6] von Bertalanffy L., *General System Theory*, G. Braziller (1968)
- [7] 王兴成,《哲学研究》, 6 (1980) 35
- [8] Glansdorff P., Prigogine I., *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*, Wiley (1971); 沈小峰, 湛星华,《自然辩证法通讯》, 1 (1980) 37
- [9] Haken H., *Synergetics, an Introduction*, Springer (1977); 哈肯 H.,《自然杂志》, 1 (1978) 229
- [10] 张忠文,《北京科技报》, 1980年7月11日 107期 1版
- [11] 秋田,《光明日报》, 1980年10月23日 1版
- [12] 沈大德, 吴廷嘉,《中国社会科学》, 3 (1980) 109
- [13]《科学》, 1 (1980)
- [14] 高林,《北京科技报》, 1980年7月25日 109期 3版
- [15] 封根泉,《北京日报》, 1979年5月16日 3版
- [16] 旭玮,《中国自然辩证法研究会通信》, 1980年 19期 1版
- [17] Wingerson L., *New Scientist*, 186, 1201 (1980) 16
- [18] 王建平等,《上海中医药杂志》, 4 (1980) 2
- [19] 吕炳奎,《自然杂志》, 2 (1979) 676
- [20]《自然杂志》, 3 (1980) 643
- [21] 陶祖荣, 林中鹏,《力学与实践》, 3 (1979)
- [22] 王伽林,《自然杂志》, 3 (1980) 164

经接种的烟苗和洋酸浆苗均发病。取病毒按对泡桐丛枝病病叶分离病毒的操作处理,并进行电子显微镜观察。在这些病苗中都发现棒状病毒质粒,其形态、大小与泡桐丛枝病病株中所见相同,而且数量较多(图1B、C)。在对照的健康实生苗中无病毒质粒检出。结果表明这些病毒质粒系由泡桐丛枝病病株汁液接种所致。由烟草病苗回接到健康泡桐实生苗上,也可引起泡桐苗发病,并可检出上述病毒质粒。这就进一步肯定了泡桐丛枝病病树中发现的病

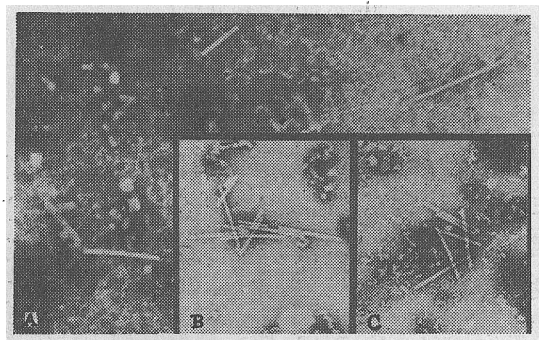


图1 泡桐丛枝病病树中发现的病毒

- A. 泡桐丛枝病病树中的病毒
B. 接种引起发病的烟苗中的病毒
C. 接种引起发病的洋酸浆苗中的病毒 $\times 27,000$

毒病原可以机械接种引起发病。

泡桐丛枝病是所谓类菌原体病原学说的经典例证之一。我们的研究表明:泡桐丛枝病病树中不仅存在类菌原体病原,还发现有病毒病原。这种现象与在桑树萎缩病^[4,5]、甘薯丛枝病^[6]、枣疯病^[7]等黄化病害的病原研究中所见类似。泡桐丛枝病病树除表现丛枝症状外,有时还出现花叶症状,丛枝症状可能由类菌原体引起,而花叶症状可能由病毒所致,该病可能即由两者复合感染。至于两者所起作用及其相互关系尚需深入研究。

感谢曹天钦教授热情指导和中国农业科学院烟草研究所韩晓东同志帮助。

- [1] 土居养二等,《日本植物病理学会报》,33(1967)259
[2] 金开璇等,《中国林业科学》,4(1978)1
[3] 沈菊英等,《生物化学与生物物理学报》,12(1980)207
[4] 中国科学院上海生物化学研究所病毒组等,《中国科学》,3(1974)283
[5] 同上,《中国科学》,3(1974)292
[6] 同上,《自然杂志》,1(1978)344
[7] 陈作义等,《科学通报》,23(1978)751

(1980年9月2日收到)



发展的观点,是辩证唯物主义的的基本观点。科学技术也和任何事物一样是在发展的。特别是二十世纪以来,科学技术的发展真可说得上是:“日新月异”、“一日千里”。如何正确认识和对待科学技术的这样飞速发展,有人惊呼之为“知识爆炸”,并提出了各种各样的看法和办法。我国著名科学家钱学森面对当代科学技术的迅猛发展,曾提出了现代科学技术体系的结构问题。最近又进一步提出了在自然科学、数学科学和社会科学之外,还正在形成系统科学、思维科学和人体科学这三个新的科学大部门的看法。本期所刊《系统科学、思维科学与人体科学》一文是钱学森同志应本刊特约撰写的一篇专论文章,文中对上述看法作了系统的论述。今后科学技术将如何发展,应该用怎样的方法来研究科学技术,这是我们发展科学技术事业的重大战略问题。我们相信,钱学森同志的见解会在读者中引起关注,本刊欢迎大家来深入探讨这一重大的战略问题,以更好促进我国科学技术的迅速发展。

发展的观点,是辩证唯物主义的的基本观点。科学技术也和任何事物一样是在发展的。特别是二十世纪以来,科学技术的发展真可说得上是:“日新月异”、“一日千里”。如何正确认识和对待科学技术的这样飞速发展,有人惊呼之为“知识爆炸”,并提出了各种各样的看法和办法。我国著名科学家钱学森面对当代科学技术的迅猛发展,曾提出了现代科学技术体系的结构问题。最近又进一步提出了在自然科学、数学科学和社会科学之外,还正在形成系统科学、思维科学和人体科学这三个新的科学大部门的看法。本期所刊《系统科学、思维科学与人体科学》一文是钱学森同志应本刊特约撰写的一篇专论文章,文中对上述看法作了系统的论述。今后科学技术将如何发展,应该用怎样的方法来研究科学技术,这是我们发展科学技术事业的重大战略问题。我们相信,钱学森同志的见解会在读者中引起关注,本刊欢迎大家来深入探讨这一重大的战略问题,以更好促进我国科学技术的迅速发展。

《人择原理及其提出的问题》是一篇饶有兴味的文章,它不仅对本刊曾刊出狄拉克的“大数假说”(3卷7期)一文提出了另一种解释,而且它从另一角度提出了我们人类认识客观世界的某种局限性。“人择原理”这一学说的提出看来不仅有其科学意义,还更有其哲学意义,值得一读。

开辟新能源和节约能源在当前世界性能危机中,是受到举世瞩目的一个重大科学技术课题。本期“能源科学”栏目中的三篇文章可供对能源方面有兴趣的同志参考。

本期所载贺慕严摘译的《非眼视觉》是法国罗曼在1920年写作出版的(1924年译成英文,1978年英译本有新版发行)。这是一本在人体特异功能研究方面比较有影响的早期著作。它使我们知道国外早在半个世纪前就已有过比较系统的研究。不过它也告诉我们,除非我们深入研究,探索出它的奥秘,否则也许过了半个世纪,我们的后辈又要当作新发现来对待了。

应读者要求,本期“读者园地”刊有《美国加州大学伯克利分校物理系研究生试题》,读者对这类内容有何意见,可来信。