

学 术 论 文

开展思维科学的研究*

钱 学 森

来自全国各地从事思维科学工作的同志们欢聚一堂,开一个学术讨论会,我想有三个目的:第一个,我们这些搞思维科学的同道们,都是来自五湖四海,过去可能在书信上或文章上交往过,是相知的,但不相识。比如我和在座的好多同志都有书信往来,但没有见过面,今天是第一次见面,大家互相认识一下,这是一件事。第二个,思维科学这门学问,说新么也新,要说不新吧,它也不新,因为关于思维的问题,已经研究很久了。也就是因为这个原因,同志们对于思维科学的看法,可能是各种各样的。在这个会上我们可以交换一下看法,本着求同存异的精神,最后总可以得出一些共同的认识。这样,今后的工作就有基础了。至于不同的意见,会后大家再慢慢讨论,逐步去解决。第三,同志们希望搞一个思维科学的全国性学术组织,这个意见是好的,但不是一下子可以搞起来的。如果在这次会议上,能够组织一个全国性学术团体的筹备小组,就算有了一个好的开端。由这个筹备小组再进一步研究,如何成立全国性学术组织的问题。这三件事我看能够办到。

我下面讲的只能说是抛砖引玉,请大家来批评指正。

思维科学与新技术革命

我以为,我们对于思维科学的研究,应该有一个紧迫感,在组织学会方面思维科学比起系统工程已经晚了五年。系统工程全国性的讨论会是在1979年10月由国防科委召开的,接着准备了一年的时间,中国系统工程学会,就在1980年11月正式成立了。而我们思维科学讨论会在1984年8月初才开,晚了5年。为什么说要有紧迫感呢?因为在1983年10月9日,赵紫阳同志在一次会议上作了重要指示(注一),他要我们研究在新技术革命将要来临的形势下,应该采取什么对策,紫阳同志说,这是一个关系到我们四化建设的大问题。在国务院技术经济研究中心马洪同志主持下,已经开了两次规模比较大的讨论会,研究新技术革命的对策。那么思维科学与新技术革命有什么关系呢?如果有关系,那当然应该有紧迫感

(一) 人类社会发展中的四种革命

对于这个问题,我是这样看的(注二),人类对于客观世界的认识和改造有一系列变化或飞跃,这些飞跃称作革命。可以分为四种革命,一种是人认识客观世界的飞跃,这个我们叫作科学革命;一种是人改造客观世界的技术飞跃,这个叫技术革命;那么,由于这两种革命,我们的生产力发展了,生产关系和一部分上层建筑也必然有所变化。形成这方面变化的飞

*在北京全国思维科学讨论会上的发言

跃,我们可称作产业革命。产业革命是一个很重要的概念,人类社会已经经历了好几次产业革命。我认为,最早的一次产业革命,是人从自然界猎取食物到种地、养牲畜,就是有了农业、牧业,这是人类生产体系的一次很大的变化,从而引起了人类社会的变化,从原始公社进入到奴隶社会,这是很古老的一次产业革命。后来在奴隶社会当中,生产力又发展了,人不但是为了自己享用而生产,而且是为了交换而生产,也就是出现了商品生产。这又带来了很大的变化,实际上,就是奴隶社会崩溃,进入到封建社会。社会制度的根本变革叫社会革命。那么从这两次产业革命来看,好象都是产业革命引起了社会革命。那是不是说产业革命必然引起社会革命,产业革命在前,社会革命在后呢?这是一个大问题。

从我刚才说的这两次产业革命来看,好象是这样。但是,让我们再来看看第三次产业革命,就不完全是那么回事了。那是十八世纪末的那一次产业革命,即由于蒸汽机和大工厂生产的出现,引起的产业革命。实际上,在英国,这一次产业革命是在资产阶级革命成功以后,是社会革命在前,产业革命在后。我称之为的第四次产业革命,是列宁在《帝国主义是资本主义的最高发展阶段》这本书里讲的那种情况,也就是工业生产变成了国家规模的,国际化、世界化了。这一次产业革命标志着资本主义进入到帝国主义阶段,但是社会制度没有根本的变化。所以,从第一、第二、第三、第四次产业革命来看,它跟社会革命的先后关系,并不是固定的。重要的是,生产力的发展到了一定阶段会引起产业革命。最近看到一篇文章,说产业革命就是工业革命,并且研究为什么在中国不出现那样的产业革命。实际上这是很清楚的,因为那时中国在封建社会,中国的生产力没有发展到那个阶段嘛,所以不会出现英国在十八世纪末的那次产业革命。事实上,我们国家是在中国共产党领导全国人民夺取了政权之后,生产力才得到很大的发展,就是说,我们首先是社会革命成功了,才有可能出现产业革命。

(二) 所谓“信息社会”

那么,这和思维科学有什么关系呢?这要联系到现在正在讨论的新的技术革命,或者照我的说法,是第五次产业革命。它的核心是什么呢?赵紫阳同志提出了“信息社会”的问题(注一)。北京工业大学二分校洪加威同志有一篇文章,他建议不要叫“信息社会”(注三)这容易跟资本主义社会、封建主义社会和奴隶制社会这些政治术语中的“社会”一词的含义混淆,他建议叫信息的社会化。不管怎么说吧,意思就是指信息、知识、智力的重要性,要提到一个前所未有的高度。那当然与思维科学的关系就密切了。在国外,前几年提出了一个词:信息圈(Nooksphere)。过去有大气圈、磁圈,现在又出了个信息圈。“noo”在希腊文里的含义就是知识信息,后面加个“sphere”。我觉得,这个字很值得我们注意,这就是说我们生活在一种气氛里,什么气氛?就是知识、信息的气氛,也就是思维、知识的气氛,这么说来思维科学当然重要了!

既然说到“信息社会”,那么我想从什么是信息这一点开始。英文里的“信息”和“情报”实际上都是一个字“information”,就是知识,它是指人通过实践,认识到的客观世界的规律性东西,也就是人类创造的精神财富,不是物质的。可能知识最后要印在书上,纸张是物质,但那只是一个表象,是载体,当然,重要的不是纸,不是油墨,而是所载的知识,所以知识实际上就是人类创造的精神财富,它不是物质的。知识这种精神财富是非常广泛的,图书馆、档案馆、资料库、博物馆、美术馆、唱片、录音带等等上面的东西,都是精神

财富。在信息社会,人类的知识,要变成生产力。现代化的生产,没有知识是不行的。

关于知识,我觉得外国人也有一些奇怪的说法,比如奥地利出生的英国“科学哲学家”K. Popper爵士就说了一些怪话,他提出所谓“三个世界”理论,他说人是世界一,客观世界是世界二,人类创造的精神财富,即知识是世界三。奇怪的是,他说世界三是独立自主地发展的,这就荒谬了。这个世界三,即精神财富,是人创造的,它怎么能独立自主地发展呢?按照辩证唯物主义的观点,客观世界是物质的,是第一性的,人的精神是第二性的,人可以通过实践逐步地认识客观世界本来存在的规律,从而利用这些规律来改造客观世界。而人通过实践认识到的客观世界的规律叫知识,精神财富。我觉得这是符合马克思主义的哲学的,而Popper的那个讲法是唯心的。

但是,我们也要吸取他的一点正确的东西,就是他把人类的精神财富,把知识的重要性提高了。从前古典的辩证唯物主义哲学讲,物质是第一性的,精神是第二性的,而Popper提出还有一个方面,就是人通过认识客观世界所创造的精神财富。这也很重要,他这句话我赞成。所以人不仅要继续认识客观世界,继续创造精神财富,而且还要经常地使用以前人类已经创造的精神财富。而我们所说的信息、情报,广义来讲就是人的知识,人类多少年来所创造的精神财富。为了说明精神财富的重要性,Popper说,假设现在打核大战,两个超级大国发射核弹,把整个地球上累积起来的物质财富统统打掉,把精神财富也打光了,就是说,有知识的人都死掉了,图书馆、资料库等等也都没有了,人类又回到了最原始的状态。那么,在这种情况下,我们要再建设起来的话,也许还要一百万年的时间。但是,如果仅仅是把物质财富摧毁了,而人类的知识还保存着,我们再建设就不需要那么长时间,十年、二十年,顶多几十年就可以了。我想这个例子说明了知识的重要性。

(三) 科学与“前科学”

什么是知识,大家常常想到的是科学,这是很重要的知识。但是现代意义上的科学,还有一个约束,就是科学必须能够相互连系起来,构成一个体系。现在不但自然科学、工程技术是一个体系的,还要与社会科学连系起来,整个现代科学技术要连成一个整体。是不是知识就限于科学技术?那当然不是。人从实践中认识到很多东西,其中有些东西还没有进到科学的结构里面去,是经验。比如现在争议很多的中医,中医是不是科学?中医很重要,宪法上都说要发展传统的医学,但是中医现在的处境很困难,有的同志甚至说中医现在已濒于消亡。这里且不讲十年内乱的情况,就是现在,这个问题也还是这么严重!我想,问题的症结是,中医不是现代科学,是经验。中医治病确实有疗效,但是怎么回事,恐怕老中医自己也不说清楚。中医书上也不说清楚,无非是阴阳二气啦,金、木、水、火、土、五行啦,这些不是现代科学的道理。我举这样一个例子是想说明,中医上的东西是知识,但不是科学。也可以用恩格斯的话说,中医是经典意义上的自然哲学,而不是现代科学(注五)。自然哲学里虽然有丰富的经验,但包括了很多猜想的因素,因此不是科学,但是我觉得,说不是科学并不等于就不重要。

我认为,我们谈信息,或者说知识,说人类的精神财富,包括两大部分:一部分是现代科学体系;还有一部分是不是叫前科学,即进入科学体系以前的人类实践的经验。这都跟思维科学有关系,因为这些都是人认识客观世界的结果,而思维科学就是要解决人是怎样认识客观世界的,有什么规律。因为客观世界是无穷尽的,人认识客观世界的过程也是无穷尽

的。人现在认识到的客观世界，不管是科学还是前科学，只是整个客观世界的一个很小的部分，而且情况是在变化的。一部分前科学，将来条理化了，纳入到科学的体系里，那么前科学的内容是否少了一点呢？不会的，因为人还在不断地总结他自己的实践经验。这都联系到思维科学，所以思维科学的任务非常光荣，是一件大事情。从前人类发展还没有到达这个阶段，好象不大认识这个问题。现在说“信息社会”，知识是生产力，那就非常重要了。我们要从迎接新技术革命，或者迎接人类社会的第五次产业革命的角度来认识这个问题。所以，我觉得研究思维科学确实是当务之急。

思维科学中的基础科学

下面我就分别讲一讲思维科学方面的问题。先从思维科学的基础学科——思维学讲起。

先说人的思维除了有自己能够控制的意识以外，还有很多所谓下意识，就是人脑子不直接控制。比如人走路，开步走是人脑控制的，走了二、三步后就“自动化”了，脑子并不去想该怎么走。要拐弯了，又控制一下。所以，人确实有很多意识是没有经过大脑的。这是另外一个科学部门，即人体科学要研究的。思维科学是要研究人能够控制的一些意识。

以前我按我们习惯的称呼，把一个人的思维分成三种，抽象（逻辑）思维，形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维。这只是说从思维规律的角度来说，有这么三种。但是，第一，不排除将来进一步研究会发现这样划分不合适，或还有其他类型的、具有不同规律的思维。第二，虽然划分为三种思维，但实际上人的每一个思维活动过程都不会是单纯的一种思维起作用，往往是两种、甚至三种先后交错在作用。比如人的创造思维过程就决不是单纯的抽象（逻辑）思维，总要有点形象（直感）思维，甚至要有灵感（顿悟）思维。所以三种思维的划分是为了科学研究的需要，不是讲人的那一类具体思维过程。

这三种思维学都是思维科学的基础科学，也可以合称之为思维学。我在下面还要提出另外一门思维科学的基础科学：社会思维学。

（一）社会思维学

人的思维是不是集体的？答案是肯定的。因为我们要认识客观世界，不但靠实践，而且还要利用过去人类创造出来的精神财富。什么知识都不用，那就回到了一百多万年以前我们的祖先那里去了。所以人的思维质量的好坏，一是靠社会实践，二是靠知识。知识是人类社会实践的一个非常重要的补充。所以人的思维是集体的。

从学术讨论对人的启发作用这个角度来看，也是如此。我感到，我们国家的学术讨论气氛不太活跃。所谓不活跃，就是一个同志在会上讲了之后，没有一个人发言、讨论。第二个人再讲，也是如此。外国的学术交流和我们不一样，一个人作了报告之后，讨论热烈极了，发言各有不同，有的是提问，有的发表不同意见，有的作补充，有的提新看法。所以过去我曾经想，学术讨论是不是西方的东西？在西方，据说十六世纪初N·哥白尼（1473—1543）在天文学上有很大贡献，提出了日心说。据说他得益于他所在波兰大学里有一个很好的学术组织，大家相互促进，所以他才有那么大的成就。但去年王炳照同志说（注六），在南宋淳熙二年，吕祖谦在江西信州主持“鹅湖之会”，由朱熹和陆九渊等讲论为学之道，辩论甚烈，

首开“讲会”之先河。这篇文章里还说,讲会有规定,各种意见都可以讲,不同意老师的意见也可以讲,老师不能骂学生。还有一条是不准在会场之外吹冷风。违反这些规定者,下次不许参加,这是很严肃的!既活泼,又严肃。南宋淳熙二年,即公元1175年,比西方的学术讨论会还早三百多年呢!

当然,我们党提倡“百花齐放,百家争鸣”,这确实是非常重要的。据我个人体验,在国外,哪一个学术中心学术讨论搞得好的,这个中心的学术成果就多。在学术讨论中,不是每个人讲的都是正确的,错了也没关系。我们中国人现在好象错了就下不来台似的。我认为不然,在讨论中,讲错话,提错误意见的人,对于最后得出的正确结论也是有贡献的。

所以人的思维是集体的,不完全是一个人的,它受集体的影响也是非常重要的。

我看到过两篇文章,一篇是朱长超同志写的(注七)。还有一篇是李燕强同志写的(注八)。我认为这两篇文章里讲了很多有意义的事情。比如说,在人类发展中意识是逐渐由感性意识转向理性意识,由具体的意识转向抽象的意识,由集体意识向个体意识发展,这一点很有意义。这就是说,在人类的早期,个体意识几乎是没有的,都是集体的。人们还举蜜蜂的例子,认为蜜蜂是集体的意识,没有个体的意识。在观察人类社会组织进展中也发现,人类进步了,才逐渐出现个体意识。朱长超同志似乎强调这一点:他说,越是古老的意识,理性成分、抽象的能力、个体意识的水平就越低。言下之意,他不大强调集体的作用,社会的作用。是不是朱长超同志也受了Piaget的影响?Piaget在心理学中不大讲社会的作用。我觉得,我们要很好地认识这个问题。人是社会的动物,人的发展不能脱离社会对人的影响,我们国家的心理学界在这一点上是明确的,所以我觉得,我们是不是要认真地探讨一下,在思维科学中的基础科学里也研究集体和集体所创造出来的精神财富对于一个人思维的作用。那么,反过来说,个人生活在社会里,它对于社会的集体也有作用,也有贡献。因此,我们要研究个人跟集体和集体创造的精神财富,在思维方面的相互作用。

这可能是一门新的学科,社会思维学。它当然跟社会心理学等等都有关系。我们研究思维科学的,也要研究社会思维学,这是一个客观事实,不研究不行。我认为,这个问题在我们国家是个重要问题。因为,在我们国家,不但是学术讨论气氛不浓,就是一个集体当中,封锁、闭塞、闭关自守等现象也非常严重。这是违反社会思维学的规律的。

因为社会思维学要研究人作为一个集体来思维的规律,它与集体的相互关系,相互影响。所以这是一个系统学的问题。从系统学的角度来看,一个系统不是混然一体,而是有层次结构的。当然,最底层是人,每一个人。再以上是集体(家庭、同道等)、国家、世界。我也发现,现在一种常见情况是,他的爱人跟他是同行的,搞一样的东西,这个家里就是一个调,形成这种情况的社会原因我不去讲它了。在国外这种现象是很少的,很可能一个是搞自然科学的,一个是搞社会科学的。这里我想说明的是,系统中怎么样的一种组合是最好的。我们要讨论问题,假设两个讨论问题的人,或者讨论问题的集体完全没有共同语言,你说的他根本不懂,当然不行,所以又要有同行。但是,你接触的这个集体里都是清一色的,恐怕也不行。清一色的组织是出不了好东西的,反而变成了闭塞。

那么,专与不专怎么统一起来?这就说到一个非常重要的问题,就是人的群落问题。关于这个问题,我最近看到山东大学的李庆臻、胡孚琛二人合写的一篇文章(注九),他用了一个生态学的名词,我认为这篇文章里面讲的就是我刚才说的意思,即怎样组成群落?这是应用社会思维学的问题。

(二) 抽象(逻辑)思维学

首先必须说明,我们在这里讲的逻辑,是人的思维规律,而不是作为哲学涵义的客观世界发展运动的规律,那将包括因果关系等不属于抽象思维学的内容。哲学内的辩证法也是讲客观世界的发展运动的,也不属于抽象思维学。

我们在这里讲的抽象思维学,也有些同志认为可以直接称为逻辑思维学,但我觉得仍然称作抽象(逻辑)思维学为好,因为抽象思维比逻辑还广阔些。就是说,抽象思维学里面的逻辑思维比我们常常说的数理逻辑似乎更广泛一些,譬如说多值逻辑,数理逻辑碰到多值逻辑,结构就要变了,譬如所谓量子逻辑(注十)。这种变成符号化的数理逻辑,碰到各种不同的情况,它的结构就变化了。也还有其它逻辑,比如所谓模态逻辑(Modal Logic)(注十一)也是非常重要的。我觉得我们研究抽象思维学是不是可以研究抽象思维与数理逻辑的关系?这是一个问题。

抽象思维中还有辩证思维,有的同志称之为辩证逻辑。据我所知,1982年出了两本书,一本是章沛主编的《辩证逻辑原理》,由湖南人民出版社出版;一本是马佩主编的《辩证逻辑纲要》,由河南人民出版社出版。“辩证逻辑”是什么?讲讲道理比较容易,具体运用就不那么容易了,用不好会犯错误,原因是没有形成规律。作为思维科学基础的辩证思维理论如何进一步规律化也是抽象思维学的一项艰巨研究任务。关于这一点,我从中国社会科学院近代史研究所何新同志的文章(注十二)得到启发;我想如果把集合论的二维平面Venn图加以发展,引入时间,形成三维的结构,成为枝干有粗细的“树林”,也许有可能引出“数理辩证逻辑”,把辩证思维严格的规律化。到那时才能真正进入抽象思维学。

再有一点,不知道对不对;就是形象地讲,抽象思维好象是线型的,或者分枝型的,这是它的特点。这联系到一个非常重要的问题,就是电子计算机。因为一切逻辑思维的东西都可以上电子计算机,都可以用电子计算机来代替人的劳动。现在电子计算机的最大作用就是如此。也就是说,他可以代替人的抽象思维,但不能创新科学技术。不久前胡世华同志说了一句话,对我很有启发。他说图灵机(Turing Machine)就是这么个东西。我一想,对了。许多同志把图灵机讲得神乎其神,实际上,图灵机是代替不了人的,因为图灵机能够做的,就是抽象思维、逻辑思维这一套。人的思维比这个范围大多了,我们搞思维科学的必须明确这一点。Turing有贡献,但是我们把图灵机说得那么广阔,也不应该。

(三) 形象(直感)思维学

再就是形象思维或叫直感思维。这个问题,以前我从实践当中有些体会。1957年写了一篇短文(注十三),那时候我没有理论,仅是朴素的感觉。技术科学是把基础科学应用到具体的问题当中去,这里不完全是逻辑推导、演算。因为要解决一个具体问题,现象是很复杂的,你要在这么复杂的现象里抓住要害才行。抓不住要害,就无从做起。那么要害问题到底是什么呢?它是在东面还是在西面呀?如果它本来在东面,你往西面去攻,攻了半天白攻了。而且,既然问题是复杂的,你就不能一口吞下去,得一口一口地咬。往那儿咬,从何下手?这就是要对研究对象有一个认识。至于认识是怎么来的?那时我也说不清楚。

再有一点是,我那篇文章讲,工程师处理问题,别人看来不明白是怎么回事。譬如总工程师最后下了决心,大家就这么干。一干对了,究竟怎样对的?为什么要这样干?谁也不知道是

怎么回事。在当时,我说的是总工程师。实际上,战争中的指挥员,都是这样的人物。他有丰富的经验,他把地形一看,形势一估计,决心就下了。参谋们可能向他提了很多方案、建议,他说不行,就这么打。别人搞不清是怎么回事,但是仗一打,胜了,说明他是正确的。

这样的例子多极了,任何人只要做工作,大概都有这个体会。关于这个问题,张光鉴同志有个理论,叫相似论(注十四)。 he说是探讨相似在科学技术思维发展过程中的作用和规律。大家可以进一步研究,形象思维中相似是个因素。我1957年的那篇文章只提了个问题,当时也闹不清楚是怎么回事,但是现在我觉得,这里头最根本的是形象思维,或者叫直感思维。这个形象思维好象跟那个抽象逻辑思维的路子不一样,抽象逻辑思维是一步步推下去的。是线型的,或者又分叉,是枝叉型的。而形象思维常常连一点来龙去脉都搞不清楚。所以我似乎觉得它是不是面形的、二维的,而不是一维的?

诺贝尔奖金获得者L. Pauling是位化学家,搞理论化学的,研究分子结构,把量子力学用于研究化学分子结构是他的贡献。研究分子结构,都是用电子衍射等办法。当研究生向他报告,把某个分子结构研究出来了,他的导师Pauling想了几分钟,说不对,你说的那个结构在哪个角落里打架了,没有空间,原子塞不进去呀。Pauling没有画图,就那么一想。研究生回去一查数据,果然是这个问题自己忽略了。你说Pauling老师是推理吗?不是,是怎么出来的?他也说不清楚,但他知道就是这么回事。

去年,美国科学家B. McClintok获得诺贝尔生物学奖。McClintok是专门研究玉米遗传学的。在四十年代,她曾预见到染色体中遗传基因内的“转座因子”(transposition elements)。当时,她的理论是整个遗传学界不能接受的。到了五十年代以后,脱氧核糖核酸的螺旋结构才搞出来,到七十年代末期在细菌中发现了“转座子”(transposon),才证明McClintok在四十年代末提出的理论是正确的。但在四十年前,大家头脑里不可能有今天的分子遗传学概念,而McClintok是超越了那个时代的,那当然不完全是科学推理。她的工作方法也似与众不同,有时候,她一个人想问题,跑到树荫底下捉摸,冥思苦索。她在获得诺贝尔奖金后说:“我这么多年来,确实得到许多愉快的经历,我的经历就是问玉米,要玉米给我解决问题。我给玉米出题,然后我就等着,从玉米生长的表现得到回答”。她认为,她跟玉米的关系好象是朋友关系,可以对话似的。所以,很难说她那些工作完全是靠抽象(逻辑)思维的。

在日常生活中,这种例子多得很。比如说,有块铜片不平,一位钳工老师傅拿起锤子,当当几下子就平了,别人就不行。这位钳工老师傅能不能把他的经验给你说出个道理来?说不出来。这说明什么呢?说明这不是科学的推理,而是实践的经验。这些实践经验还没有总结出科学的规律来,还没有进入到科学的行列。

我认为,我们既要认识到经验的重要性,又不要犯经验主义的错误。在运用经验时,切忌硬套,死抱住过去的老经验不放。在现实生活中,这个毛病恐怕还很多。例如现在中央的许多方针政策,很多基层干部不理解,觉得中央的政策跟他那一套老经验对不上号。记得几年前,我去参加一个讨论国民经济长远设想的会议。我不懂经济,是外行,思想倒是解放的。最后,有一位从解放后就担任一个省的经济领导工作的老同志说,他听不懂我们讲的话。他说,“在新中国成立后的一个时期,我这一套很灵嘛,为什么现在不灵了?”这很简单,就是你拿过去那一套经验往现在的情况上套,那就坏了,变成了经验主义。所以,我们在运

用经验、形象思维或者相似论这样一些概念时，要有一点警惕性，弄不好就会犯错误，变成经验主义了，变得思想很保守。所以我以为如何正确运用陶伯华同志提出的“类比推理”

（注十五）是个问题，要是机械地运用这种类似推理，就要犯错误，就会变成套框框。现在，我们研究思维科学的，对于那些对中央政策想不通的人，要帮助他们一下。就是说，运用形象思维要小心，要用得对。

反过来讲，人认识客观世界首先是用形象思维，而不是用抽象思维。就是说，人类思维的发展是从具体到抽象。比如，小孩子的思维也是从形象思维开始，然后到抽象的，你跟很小的孩子讲道理是讲不通的。在这一点上，我同意王南同志的意见（注十六）：形象思维在一些动物身上已经开始了，人类很早就有，从人的发展来看，一般讲，语言先于思维，是指抽象思维而言的，形象思维是在语言以前就有的。是不是这样，大家可以研究。

这样说来，形象思维应该是我们当前研究思维科学的一项最重要的任务。因为它这么广泛，涉及到人类很大一部分知识，很大一部分精神财富，但我们现在对它却不怎么了解。关于这个问题，凡是对我们有用的，可以给我们提供一点线索、一些启发的东西，都要下功夫去搜集、分析、研究。

首先在心理学方面，现在兴起来的认知心理学，华东师范大学胡寄南教授在这个会议上专门有论文报告（注十七），这当然是很重要的一个方面。认知心理学也涉及到模式识别问题。据我所知，在我们国家，研究这个问题的，有中国科学院自动化研究所的戴汝为同志，中国科技大学生物物理系的陈霖同志和华中工学院的李德华同志等。这是一个很大的问题，比如认字，人认字的本事大得很，写得很了草的字，龙飞凤舞，也难不住人。用机器去认，就不行了。现在，外国图书馆里有盲人读书机，认印刷体可以，能读出来，书写体就认不出来。前几年邮政局搞邮政编码，中国科学院自动化研究所搞了一个识别数字的机器，虽然只是几个简单的阿拉伯数字，由寄信人填写，机器也识别不全，邮电部只得放弃这个办法，还是由人去分。所以人比电子计算机要高明得多。

其次还有语言问题。不久前在北京举行的“第五代电子计算机专家讨论会”上，中国科学院声学研究所的侯自强同志说，你们搞计算机语言，但人的自然的话叫言语，要加以区别。人听话的本事也是很大的，比如我在这儿讲话，即便我的话里毛病很多，可能文法也不对，还有些语气词夹在里头，大家可能都听得懂。一个人的口音很重，也可以听懂，要是机器呀，就不行。现在机器能够听懂的，就是口令式的东西，国外已在应用，比如，战斗机上驾驶员的口令。因为驾驶员的眼睛不能离开敌机，他要用手操纵，就必须按动这个按钮、那个按钮，他的眼睛就得离开敌机，所以不行。为了在战斗中使驾驶员的眼睛不离开敌机，得用口令来操纵，这个机器能听懂，但是听人讲话或者听言语不行。这里边是不是有个形象思维的因素？

第三个方面是人工智能，这里问题就更多了，什么计算机下棋呀！专家系统呀等等。对于一位熟练的人来说，那是没有问题的。他觉得该这么办就这么办。但是，他是怎样做出决定的？为什么一下子就看得那么清楚，这是不是跟形象思维有关系？因为，可以肯定的一条是，那不完全是推理。

再者，中国科技大学的陈霖同志认为（注十八），图象或者模式识别是跟图形的拓扑学有关系，是一个整体分析问题。过去，不用拓扑观点，不用整体分析观点的路子可能走错了。这个概念是陈霖同志在美国提出来的，很受重视，这可能是一个新的途径。当然它联系

到视觉的生理心理学问题。必须指出,生理学家、脑科学家们,对视觉确实下了很大功夫。但是人的视觉是很复杂的,研究了这么长时间,也出了不少成果,但是直到现在,根本问题没有解决。这不是指光的信息是怎么进去的,这个简单,而是指人脑是怎么处理这个信息的。比如熟练的外文打字员,为什么打得那么快(注十九)?如果程序是:人看到一个字,然后反射到脑子里,再由肌肉去控制手指头,那就慢得多了。实际上,这里面是个什么关系?所以在视觉生理心理学方面,有很多材料可能对于我们研究形象思维学是有帮助的,我们要吸取这方面的成果。

第四是文艺理论、美学,这当然跟形象思维有密切关系,我们国家对这个问题的争论是不是已经解决了?不少同志从前说,文艺只有抽象思维,没有形象思维。后来毛泽东同志说还是形象思维。关于美学,什么叫美,这是跟形象思维密切相关的,而且是一个古老的领域,已经做了很多工作。这些工作虽然还不能说就是形象思维学的工作,只能说是形象思维学的应用(关于这一点,在后面讲美学时还要说),但对于我们搞形象思维一定是很有意义、很有帮助的。所以,我们也要从这一方面吸取营养。

第五,就是人体特异功能。人体特异功能怎么跟形象思维有关系呢?因为从已经做的一些实验来看,是很有意思的。比如,耳朵认字,或者认出密封在里面的东西,这个过程是很复杂的。他认一个“十”字,开始认的时候,可能不是个“十”字,是一部分,比如只有一道,或者一道上还有一竖,有点象“上”字,又一看不对,好象是“下”字,这段过程,可能有几分钟。据有特异功能的人自己描述,他脑子里有个形象在那儿转,一会儿象这个,一会儿象那个。几分钟之后,他认出来了,一下子就明确了。这个过程好象是人的视觉过程的放慢,可能放慢了几千倍,从而使过程可以描述出来,这很有意思。另外,特异功能还有一个低倍数显微镜的作用。这方面做过一些认真实验的,是北京大学陈守良同志。这也可以给我们提供形象思维的资料。

第六,联系起来,还有个做梦的问题(注二十)。人在醒觉时得不到对问题的答案,可以在梦里得到,在梦里怎么得到答案的?它描述的梦里的情况都跟形象有关系。再者,跟做梦有很密切关系的是灵感。我们这儿说的是形象思维,不是灵感思维,但是灵感思维里的一些观察结果,将会有助于我们研究形象思维。关于灵感问题,我在后面还要讲。

第七,最后一点,就是心算神童,这些人的情况是很有意思的(注二十一)。在前不久我见到中国科学院半导体所的王守觉同志,他说我们国家的一位心算神童史丰收,在他那儿工作过一段时间,他经过观察认为,史丰收所以算得那么快,是他脑子里记住了一些具体的数值计算结果,他有个很大的储存库。当你出了题目以后,他就用那个储存库里已有的东西凑凑就解决了。凑不上,再稍微改一下,这样计算,工作量就小多了。我设想,他库里的东西跟你出的题目怎么个凑法?这恐怕不完全是逻辑的东西,对我们研究形象思维也可以提供素材。

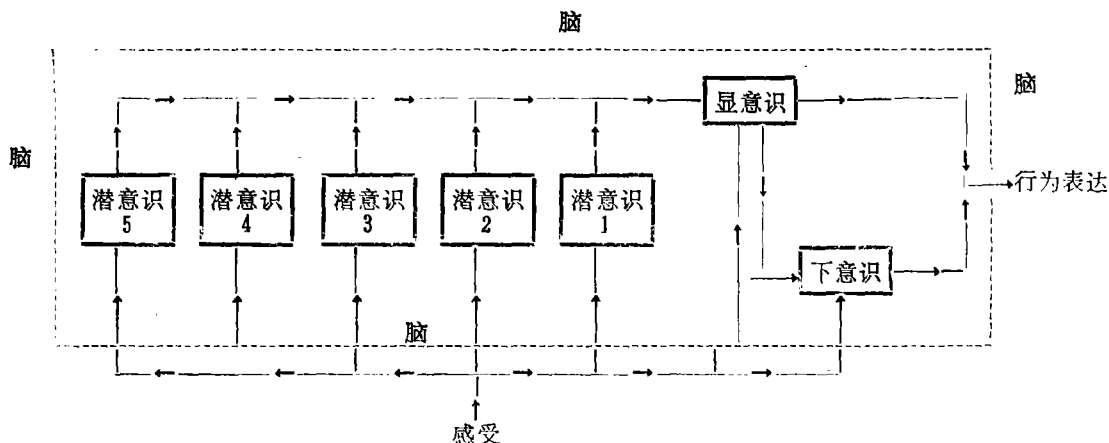
以上我说的恐怕还不全,我的意思是,要综合一切可以利用的素材,加以整理,把它构筑成一门形象思维的学问,形象(直感)思维学。当然,在运用这些素材时,我们要采取严肃的态度。现在我看到有一些同志在论述形象思维时,好象把形象思维说得有一点虚无缥缈,好象形象思维什么都行似的。有同志提出来一套分析形象思维的“泛系分析”,而泛系分析这个词是吴学谋同志提出来的。还有同志讲“美学的泛系论”。都很难捉摸,不知说什么东西。所以我们在用一切资料的时候,还是要进行严肃地科学分析。

我建议把形象（直感）思维作为思维科学的突破口。因为它一旦搞清楚之后，就把前科学的那一部分、别人很难学到的那些科学以前的知识，即精神财富，都可以挖掘出来，这将把我们的智力开发大大地向前推进一步。这还同我前面讲的社会思维学有很密切的关系，因为人们在交往中，很多是用形象思维，而不是用抽象思维的。

（四）灵感（顿悟）思维学

关于灵感思维，黑龙江省委党校刘奎林同志做了不少工作（注二十二）。我在和他讨论的过程中有一个想法，好象灵感是形象思维扩大到潜意识。所以我说，如果逻辑思维是线性的，形象思维是二维的，那么灵感思维好象是三维的。这就是说我们的中枢神经系统接受外界的信息，有几种可能性，一种就象人走路，已经开步走了，脚已经踩在地上，这些反映传到人的神经系统，神经系统产生反射式的动作，来控制人的肌肉。这些反射式的动作，是下意识的，根本没有进入到大脑的上层，所以人没感到想怎么走，自然就走起来了。另外，这些信息到了人的大脑之后，是经过显意识，就是人对意识到的思维过程进行加工，然后是有意识的动作，不是反射式的动作。但是所谓灵感，恐怕是人脑有那么一部分对于这些信息再加工，但是人并没有意识到，这在国外也称为“多个自我”（注二十三、二十四），即人不光是一个自我，而是好几个，一个是自己意识到的，还有没意识到的，但它也在那里工作。（见图一）。那么，假设一个很难的问题，在这些潜意识里加工来加工去，得到结果了，这时可能与我们的显意识沟通了，一下得到了答案。整个的加工过程，我们可能不知道。这就是所谓的灵感。从前我也讲过，灵感、灵感，不是什么神灵的感受，而是人灵的感受，还是人，所以并不是很神秘的事。不过在人的中枢神经系统里是有层次的，而灵感可能是多个自我，是脑子里的不同部分在起作用，忽然接通，问题就解决了。那么，这样一个说法，实际上就是形象思维的扩大，从显意识扩大到潜意识，是从更广泛的范围或是三维的范围，来进行形象思维。从这个意义上说，灵感思维与形象思维有密切关系，这也是胡建平同志（注二十五）说的意思。

图一



这项工作怎样做？我觉得，现在我们还只好耐心，突破口在形象思维，如果形象思维解决了，那么灵感思维也就比较容易解决了。目前，我们只能收集资料。但灵感的描述有时色彩很浓厚，添油加醋的，所以收集资料时千万注意，要真实。

我还要附带讲点不同意见。山西省社会科学院思维科学研究所张铁声同志,按照 Köhler 的说法,认为 insight 是顿悟,这么说顿悟就是直感了。对这个我有一点意见。看来 Köhler 对 insight 这个字的理解有错误。我理解 insight 是直感,而不是灵感。灵感英文是另外一个字,叫 inspiration。insight 是什么涵义?比如,一个学生与一位大科学家在一起讨论问题,学生觉得这个问题没有线索,不清楚。但是科学家说很清楚。然后,学生去仔细分析一下,做一做实验,证明科学家是对的。为什么学生看不出所以然来,而老师一下子看到了?如果我是学生,就要问老师怎么回事。老师的回答是说不清楚,你好好学,将来有经验了,知识丰富了,你也可以做到这一点。这就是说,它不是科学,而是经验的积累,这是形象思维的一部分,或者是形象思维在科学里面的直感,也是我们常常说的,这个人看到了问题的核心。就象 McClintok 与玉米“交谈”,看到了玉米问题的核心一样。但是,灵感不一样,它不是我们意识中能够求得的,而常常是把意识放开了,比如,睡觉啦,干别的事啦,忽然来了,就是来去无踪。而直感即 insight,对于专家来说,是来去有踪的,是能琢磨得出来的。现在讨论这个问题的人很多,但如天津医院叶伟胜同志(注二十六)也是把直感和灵感混在一起了,结果把直感和灵感都统统认为是人的潜意识的作用。我要强调:直感是显意识,而灵感是潜意识。我从自己的接触中感到有这么些问题,讲的对不对?请同志们研究。

以上四节中讲了思维科学的基础科学,大概就是这么一些内容,叫思维学吧!当然,还有同志提出很多其他种类的思维,我觉得不太确切。比如说有同志提出所谓模糊思维,我觉得这不叫模糊思维,可能是思维的模糊!

思维科学的应用科学

下面我讲几个思维科学里更接近应用层次的领域。我不是全面地讲,只讲几个我现在认识到的问题。

(一) 情报科学技术

关于情报科学技术,大约在一年以前,开过一次国防科工委系统的情报工作会议。在会上我作了一个发言(注二十七),讲的是科技情报工作里的科学技术问题。为什么我讲这个问题呢?我觉得科技情报在科学技术里面的重要性大家是清楚的,历来领导上都很重视。在我们国防科研体系里,情报工作一直放在很重要的位置上,组织了一支相当强的队伍,大概有十万人以上。但是,过去总是把科技情报作为一项工作来考虑,没有认识到要做好科技情报工作,还要研究它本身的科学技术问题。比如说,有没有情报学这门学问?我认为有情报学,它当然是一门应用科学,就是把情报工作上升到理论的、系统的学问,使科技情报工作形成一个有效的组织结构体系。

有了情报学之后,具体做这些工作所需要的科学技术,就是情报技术。情报技术也很广泛,比如说现在资料库里的技术就多了,用电子计算机、磁带、磁盘、光盘等等。检索要有一套复杂的系统。其他两个方面又有很多特殊的技术。这些都属于情报技术。

情报科学技术是思维科学的应用范围,或者说是技术科学的层次。现在从事这项工作的人是很多的。迫切需要用思维科学的概念,把这方面的工作认真地发展起来。

(二) 语言学与信息学

再一个属于应用科学层次的思维科学,就是语言学。科学的语言学已经是非常重要的部门了,理由是因为信息的传递,总是和语言有关系。而且常常因为各种原因,或者是因为保密,或者是为了让信息可靠地传过去,抗天然或人为的干扰,还有一个编码和译码的问题。因为我们现在传递信息的一种非常重要的手段是无线电波,比如用通讯卫星。就是说你在传递信息,这件事是谁都知道的,而且谁都可以接收这些信息。问题是如果你不愿意他接收的话,就要编码,要保密。这是一个很大的问题,一门很大的学问。上面已经讲了科学语言的研究,也有助于形象思维学的研究。因为看起来人的自然语言不光是逻辑推理的问题,好象已经用了形象思维,这方面已经有了一个很好的队伍在搞。我们研究思维科学的要重视这方面的工作。

再一个方面是信息学。关于这个问题,现在思想认识还不统一。什么是信息?有各式各样的说法,人们常常说到美国科学家 Wiener,这个人我和他有接触,他常常开玩笑似的讲话,所以他讲的并不都是很严肃的。Wiener 曾经说,“什么是信息?信息不是精神的,也不是物质的”。这句话好象是开玩笑讲的,但是大家都在引用。那么,信息到底是什么呢?有各式各样的说法。我认为信息并没有什么神秘,信息是由一个点出发、一个传播渠道,和一个接收点组成的。那用什么传递的呢?传递肯定是物质的运动。比如我在这儿讲话,传递的是声波。声波是什么?是空气的运动。如果传递是无线电波,那是电磁场的运动。这样追下去,一切信息的传递,都是物质运动,不可能有别的形式。只不过是我們怎样来认识这个物质运动罢了。当我们研究信息的时候,有一种特殊的方法,就是看到物质运动的某一个侧面,研究某一个侧面对我们是有用的。物质运动是客观存在的,问题是怎么认识这个客观运动,给客观运动起什么名字,注意它哪一个侧面,这是人为的。请看:物质总是在时空中运动的,而物质有质量,从运动的角度来讲,就是质量,和在时空中所占的位置。研究力学的人就在这个方面概括出了新的概念,比如说动量、能量。既然如此,人也可以注意到物质运动的信息传递的侧面。说它里面有一个信息量,这就是信息学里研究的问题。从 C. Shannon 开始,把信息科学化了,量化了。所以我个人以为,信息还是物质运动,只是物质运动的某一个侧面被我们概括起来了。

我最近看到山东大学文史哲研究所胡孚琛同志有篇文章讲“广义信息论”(注二十八),他的广义信息确实广得很,实际上是讲整个系统。讲系统,里面当然有信息;一个系统内部就有信息的变换,也有控制的问题。所以,在讨论这些问题的时候,人们常常提出“三论”,就是系统论、控制论、信息论。这个三论现在很流行,我们社会科学界也接受了三论的观点。什么都是三论,我认为这是思想上的混乱。怎么是三论呢?实际上核心的问题是系统,就是一个系统论。在系统里面,你要看到信息传递的侧面,那就有信息问题,你要看到控制的侧面,就有控制的问题。所以,我在前年的一次会议上讲,不是三论,是一论,就是系统论(注二十九)。那两论包括在系统论中了。这样一来,也许同志们说我是以系统来概括信息和控制,而胡孚琛同志是以信息来概括系统和控制。我想,整个系统里面的结构,这是非常重要的,由系统的结构产生的功能,当然也是非常重要的,而功能必然有信息传递,也会有控制的问题。这样说是不是更实事求是一点?

关于思维科学的体系问题

下面我再讲一讲关于思维科学的结构问题。关于思维科学的结构,还是和其他科学技术大部门一样:最直接地改造客观世界的是工程技术类型的学科,比如说情报技术;指导它的理论的是技术科学性质的学科,比如情报学;再把这些概括起来,就成为这个门类的基础科学。而所有的科学,最后最高的概括,当然是马克思主义哲学。马克思主义哲学的核心是辩证唯物主义。每一门科学到马克思主义哲学中间有一个桥梁,就是把这个部门里头的原则性的东西概括起来,联系到马克思主义哲学,我把它叫做桥梁,又是马克思主义哲学的基层构筑。

(一) 关于认识论

马克思主义哲学是人对客观世界认识的最高概括。马克思主义哲学当然要指导思维科学的研究;而思维科学的发展,也必然会丰富和深化马克思主义哲学。这么一来一往,即从马克思主义哲学到思维科学,从思维科学到马克思主义哲学,中间的桥梁,我认为是认识论。当然,这也会涉及到认识论自身的发展。我这里讲的认识论,已经不是经典的辩证唯物主义认识论了,要发展。我查了一下《简明社会科学辞典》(上海辞书出版社,1982)关于认识论这一条,有这么一段释文:“研究认识活动的本质及其发展过程的哲学理论。它的主要内容包括认识的主体和对象的联系,感性认识和理性认识的发展,真理的本质,及其发展的过程等……。辩证唯物论的认识论,把实践提高到第一位,并把辩证法运用于认识论,克服了旧的唯物论认识论的缺陷,科学地揭示了人的认识活动的本质及其发展规律,正确解决了认识论的根本问题。”这是对马克思主义认识论的一段评价。释文接着说:“现代科学技术发展使认识的主体和客体,手段和方法,都发生了巨大的变化,研究和总结这些变化,并做出哲学的概括,已成为认识论的新课题。”这些说法我是同意的。不要把认识论看作是固定的,它必然要发展,因为人类在进化,人的知识在发展。

对于我刚才说的这一些看法,有一些同志不大同意。比如说,中南矿业学院的曹利风同志有一篇文章“思维科学体系的初探”,小标题是“兼评钱学森同志关于思维科学体系的设想”(注三十)。他认为认识论是思维科学的基础科学,属于思维科学的基础理论。他的“认识论”也包括了科学方法论、形象思维和灵感。而他的基础理论中也有包括了形式逻辑和辩证逻辑的逻辑学。此外还有跟基础理论平行的生理的基础,那就是脑科学之类的东西。曹利风同志认为,思维科学的技术科学有系统论、信息论和控制论。这三论又出来了。他这种说法,涉及整个学科的体系,什么是自然科学,什么是系统科学,什么是人体科学,这些统统都不划分了。这是一种议论。华南师范大学哲学所的傅寿宗同志(注三十一)不同意曹利风同志把逻辑学说成是思维科学的基础理论。但是,他又说认识论是基础,不是桥梁。还说思维科学只有基础理论和应用科学,没有基础学科、技术科学、应用技术这样三个层次。

所以,这方面的议论很多,思维科学到底是怎样一个结构,大家还可以研究。我的意见就是前面讲过的这些。

(二) 思维科学包括脑科学吗?

我觉得关于思维科学的体系还有以下几个问题值得研究。

第一,是科学技术的体系结构。我们不能就思维科学谈思维科学,要考虑和其他科学技术部门的关系,比如和人体科学、系统科学的关系。你不能把系统科学和人体科学的东西拉到思维科学里来,也把它纳入这个体系之中。我认为,研究人的大脑活动,当然是非常重要的,它与思维科学有很密切的关系。诺贝尔奖金获得者 R. Sperry 认为,意识、精神活动是大脑活动的最高层次。大脑活动有很多层次,最高层次是精神和意识的活动。而他把研究大脑最高层次的活动叫精神学(Mentalics)。精神学又跟心理学有关系。但是,精神学和心理学应该安排在人体科学体系里,因为它涉及的不光是思维、意识,也是人体科学的基础。

不久以前看到一本1983年出版的会议录,名字叫《脑的协同学》(注三十二)四位编辑中的 H. Haken 我是比较熟悉的。他就是协同学(Synergetics)的创始人,协同学实际上就是系统学,他叫协同学。看了这本书,就会知道,Sperry 提出的所谓精神学,即人脑的最高层次的活动这一门学问,要建立起来是很不容易的。什么叫脑的协同学呢?就是他们觉得,过去研究脑的方法常常是用探针测电位,而脑是那么复杂的一个系统,脑的活动,不是从哪一个局部就可以研究清楚的,而要研究脑的整个活动。这就是协同学的观点。H. Haken 在文集的头一篇文章中就很强调地说,不能把大脑作为那么多的神经单元的叠加。是集体,但这个集体的活动远远不是把单个神经细胞的活动加起来能够解决的。他特别提出批评的是,过去用的一些探针研究方法。探针的测量对不对呢?当然是对的,探针测量的那一点确实有电位变化,但你不知道其他的点是不是也有变化,你没有同时测量嘛。这种研究方法就很成问题了,这就是只知其一,不知其余。

这就使我想起著名的瑞士心理学家 J. Piaget 的一些论述(见注三十三)他认为,研究心理学,如果是从现象出发去找解释这个现象的答案的话,那就有点盲人摸象似的,没有看到整体,而人的活动都是互相联系的,只从一点去观察脑的活动,然后要做出解释,那就会这样解释也行,那样解释也行,很多解释方法都可以解释得通。为什么呢?因为你没有看到所有这一些因素的联系、它们的协同动作嘛。

我看到外国有的评论说,研究意识、研究人的思维,可以有两条道路。一条路是研究脑——脑科学。第二条道路是从心理学、人工智能,或者叫认知科学方面着手。评论说,看起来走第一条道路好象是最根本、最彻底的,但是这条路很长,一时恐怕得不到什么结果,我们还是不得不走第二条路。

本次会议中有国防科工委航天医学工程研究所刘颢龙同志的论文(注三十四),对此也有阐述,我讲这些话是什么意思呢?就是说不要把思维科学跟人体科学混在一起了。如果我们用更彻底的办法,这条路非常长,恐怕一时、两时不会有结果,还得依靠我们思维科学内部的一些方法来研究。正如物质结构当然可以深入到基本粒子,深入到亚基本粒子、夸克,但多少年来化学家们研究分子结构,并没有等待这些深层结构的阐明,化学还是化学,不必越过学科划分,进入物理学、进入基本粒子物理学。

(三) 逻辑是思维科学的唯一基础吗?

第二个问题是,有的同志说,思维、思维学的基础是逻辑。我看这些同志是不是受了古典思维学说定义的影响。古典定义认为,逻辑和逻辑学是唯一的思维规律,人的思维,就是逻辑,就是抽象思维。这在我国是很有影响的,许多人就是抱住这点不放,并搬出经典著作来作为根据。

但是,我觉得,古代的学者认为,只有抽象思维才称得上学术性研究,那些什么实践经验啦,什么小孩学说话啦,又是什么工人师傅的手艺啦,都是不能登大雅之堂的,不能叫思维。不知是不是这样?我们当然不同意这种看法,我们是实事求是的,人的思维是什么就是什么,现在看起来,把人的思维仅仅看成是抽象思维是不对的。

(四) 现代科学技术的体系

我要说的第三个问题是,马克思主义哲学是发展的,马克思主义哲学的核心就是辩证唯物主义。辩证唯物主义是人类认识客观世界的科学的最高概括。但是,在马克思主义哲学这个核心之外也是有层次结构的,为什么不允许有桥梁呢?桥梁就是核心结构下面更基础的、联系到各门科学技术的、更直接的那一部分。整个桥梁加核心都是马克思主义哲学,就是马克思主义哲学本身也是有结构的,有层次的(注三十五,参见注二十九)。

我的看法是:一、我们在考虑一个部门的结构时,不能就部门论部门,我们必须看到整体。思维科学跟人体科学还是要分开的。二、认识论也要发展,古典的东西在它那个时代是个很大的成就,但我们不能抱住古典的东西不放。

我们研究科学体系的时候,不是从人的思维是怎么一个发展过程的角度来考虑的。假如从那个角度来考虑的话,当然最根本的是人体科学,最初总是从人出发,由人来认识客观世界嘛。那就是变成第一位的是人体科学,人体科学通过人的思维,所以,下面是思维科学,然后,人最后认识客观世界了,出现了这样一些自然科学部门、社会科学部门、数学科学部门和系统科学部门。这样排起来的话,最高的层次是人体科学,第二个是思维科学,下面的四个部门是自然科学、社会科学、数学科学、系统科学。我们不是这样出发来考虑问题的,我们认为有几个科学部门,它们最后都要概括到马克思主义哲学中去。我觉得这比较合乎科学技术体系的概念。

(五) 美学

关于思维科学与美学。什么是美学?我不是这方面的专家,没有什么发言权。我从前说,美学也是思维科学的一部分。现在看来不能这么说。下面就讲一讲我现在的认识。什么叫美?李泽厚同志说过,美是主观实践与客观实际交互作用以后的主观客观的统一。假如做到了这一点,那么人就感到是美的。而这种相互作用是通过思维来实施的。所以,研究美学当然对思维科学是有启发的,而思维科学的成就也会有助于美学的研究。这一点我在前面讲形象与直感思维学的时候已经说到了。

但是,也要说清楚,美学不仅仅是思维。还有另外一些非常重要的内容。根据马克思主义的原理,美是离不开社会的,文艺是社会的产物。这一点在经典的美学著作,象Г. В. Плеханов的“Письма без адреса”中讲得很清楚,他反反复复地讲了这一点:美是社会的产物。所以,美学不能说是思维科学,而只能说思维科学与美学有很密切的关系,美学是思维科学的邻近科学。我觉得这一点有很多现实意义。比如说,在今天的社会,人生活的环境不一样的,经历不一样,人的文化水平、知识、智力都不完全一样,这都影响一个人的美感。

对于文艺,我们从前认为文艺有纵的划分,比如说,小说、诗词、造型艺术、建筑、音乐、戏剧等等,这是大家都承认的,文艺部门也就是纵的划分。但是,我认为文艺还有横的

划分、有层次的(注三十六)。其实这并不是我的话,毛泽东同志《在延安文艺座谈会上的讲话》中说得很清楚,有“阳春白雪”还有“下里巴人”嘛。如果不这样认识,不考虑人的社会存在对于人的美感的影响,那不符合马克思主义,也不符合大家常引用的 Плеханов 的经典著作嘛。这在毛泽东同志的论述里面也是说清楚了。

但是,现在有些人好象认为文艺只有大众爱好这一个层次,其他的都不重视。这是单一化的办法。当然,从人数上来讲,大众的爱好的是很重要的,我们抓也是对的。但不能只抓“下里巴人”不抓“阳春白雪”,好象没有这个高层似的,那就不对了。要在提高的指导下普及,在普及的基础上提高嘛。这些都不是思维科学能解决的问题,它是一门社会影响很强的学问。所以,美学的问题更复杂,比思维科学涉及的社会问题更多,不能把美学放在思维科学里面,我纠正从前的说法。关于这个问题,我跟中国社会科学院哲学研究所李泽厚同志交换过意见,我们的认识是一致的。

(六) 有“特异思维”吗?

下面,我要讲的这个问题把握就更少一些了,就是特异功能。特异功能是人自己可以控制的人体的功能态,这种功能态肯定与人的中枢神经系统的活动有密切关系。因此,我们可以问:气功、特异功能会不会导致人的另外的一种非常的思维活动,即“特异思维”活动?当然,我们国家有许多古老的说法,比如,佛家说“定能生慧”,“定”就是禅定,也就是佛家气功。这就是说,佛家认为练气功会增加你的智慧。现在四川省社会科学院人体科学与自然辩证法研究所叶峻同志(注三十七)也提出人的特异思维问题。

现在许多外国人也这样讲。比如,John H. Crook写的一本书(注三十八)中,就用了很大篇幅讲气功对于人的智慧的影响。在这本书里,气功称作TM (Transcendental meditation)它说通过TM可以使人的智慧增加并发展。研究TM就是为了研究还有没有可能使得人的智慧再进一步发挥,这是一种说法。不久以前还看到另外一本书(注三十九),两位作者都是美国斯坦福研究所的研究人员。这本书的名字叫《精神竞赛》。其含义是说,有特异功能的人跟没有特异功能的人的竞赛。他们用许多科学测量的结果,证明人确实有特异的感受。而且这些特异的感受是可以逐渐培养的,这种培养过程就是要你不受一些常规思维干扰,越脱离常规思维的干扰,你的特异思维就可以越明显地表现出来。这是又一种说法。

再者,从更深刻的角度来考虑这个问题,那就联系到量子力学的哲学解释。我们知道,自从量子力学出现以来,到现在有六十年了吧,这中间,对于量子力学结论的正确性都已被实践所证实,这一点大家没有什么不同的意见。但是,对量子力学怎么解释就有不同意见了。因为按照量子力学的观点,所有的物质都是相互作用的,没有孤立的物质。这好象把因果关系给打乱了。关于这一点,从前爱因斯坦就不大满意,他跟尼尔斯·波尔争论,一直争到去世。关于这个问题,三十年代就提出了所谓EPR的理论,E就是爱因斯坦,P是Podolsky,R是Rosen。这三个人在三十年代曾经发表过论文,提出隐参量的学说。就是量子力学用的时空不是真的,是表象,还有更根本的东西隐藏在这下面。到底隐藏在下面的是什么,也还没有说清楚。

最近我看到文章(注四十)作者是一个科学记者,他去访问英国伦敦大学的物理教授D. Bohm,Bohm是很有成就的物理学家,写过量子力学的理论著作。Bohm年青的时候还见过爱因斯坦,所以他对爱因斯坦的意见是很清楚的。Bohm在1980年写过一本很惊人的著作,

叫《整体性和隐秩序》(注四十),他说,现在我们熟悉的四维时空,不是真实描述物质的好办法,还有更深刻的东西,就是他所谓的隐秩序,隐藏在下面的秩序。他管我们看到的这个叫做显秩序。他说在隐秩序里面,所有的物质都是相互联系的,而且这种相互关系可以超光速地传递。当然他的理论,现在也还没有完全建立起来,但他有这样的基本观点。有趣的是,他谈到这个基本的观点时,对记者说,这个理论要是建立起来的话,可以把特异功能都解释了。

所以,从各方面的情况看,无论是中国古代的话,还是现代外国人对于气功、特异功能的说法,以至于这位Bohm教授的隐秩序观点,好象都隐隐约约地说明,还有另外一种思维,就是特异思维。是不是这么回事,请大家来研究。

思维科学与智能机(注四十二)

下面,我想把这些问题归结起来。我们研究思维科学最终是要为社会主义建设服务。现在我们面临新技术革命的挑战,又是“信息社会”。思维科学对于这么重要的一个问题,到底能做什么贡献?这个问题涉及到前几天我们在这儿开的一个会,“第五代计算机专家讨论会”。日本人前几年提出来搞第五代计算机,说它那个第五代计算机比起现有的电子计算机有许多突破。比如说,包括图象信息处理系统(PIPS)。就是计算机能够认识图象。还有一个知识信息处理系统(KIPS),那就是知识库里的东西,机器都能利用。再一个就是专家系统。最后是把这些东西系统地结合在一起,并与逻辑计算结合起来,组成一个体系。这么一个体系要是能够做出来,那就不叫计算机了,它比计算机要广阔得多了,我以为可以叫智能机。因为计算机,就是算嘛,充其量就是把上升到科学的那一部分知识利用起来。前科学的、经验的那一部分没办法算,那不是个推理问题,是形象(直感)思维问题。

前面我讲了,图象处理系统里有经验的成份,经验也是知识。所以知识要比科学的范围广得多。专家系统更是这样。专家系统就是专家的经验,比如说,有了一、二、三,就有九。你问他怎么有了一、二、三,就有九呢?他说不清楚,反在你记住,有一、有二、有三,就有九。这就是在一定范围内总结出来的经验,但是这个经验还没有上升到现代科学。这样的经验存储在库里,如果把这些专家系统都纳入系统里,再加上知识库,那么这系统所处理的问题,就远远超出了科学的范围,把人的实践经验都纳入进去了。所以,这已经不是计算机了,而是把人的知识充分利用起来了。在美国说这种做法叫做知识工程。我觉得这是有道理的,就是人的知识,人的全部精神财富,我们现在要用一个机器把它利用起来。当然,这并不是说,头一台智能机就能做到这样。但是最后要能做到这样,那就是件大成就。

我们现在要分析一下,日本人这个说法有没有道理?我认为是有道理的。我觉得这里新的因素就是想办法把人的经验纳入到这个系统中去。人的说话,人的认字,都有经验的因素。这就联系到形象思维。形象思维比抽象(逻辑)思维更广泛,逻辑思维只是解决科学问题,形象思维是把还没有形成科学的前科学知识都利用起来。这是智能机的问题。

当今人类的精神财富的量是极大的,我们现在的困难就是不能很好地利用它。过去我们的老办法是去学习,或者请教,这个办法太落后了。许多事情,我们不知道,不可能知道,没法知道,也来不及知道。以前古人就说,读书靠记嘛,一个人活到老,读书到老,记的东西也就是那么多,“皓首穷经”。那是说头发都白了,还在那儿念书,没完没了的。现在有办

法了,不记也没关系,可以通过现代的电子设备,供你调用。怎么是小事情?

我从前在一篇讲情报系统的文章(《论系统工程》湖南科技出版社,1982年,26页)中,有这么一段话:“当我们讨论了建立现代化情报科学技术、图书馆文献和档案信息体系之后,让我们想一想,这将是一个多大的变化。向来一个人自一生下来,都得用脑子记住以往人类和自己社会实践经验产生的知识,对于一个脑力劳动者来说,更是如此。古人夸一个学者,说他博学强记,可见在脑子里记住学问的重要性。一个人记得住的东西虽然不同,有些人多,有些人少,但总是有限的。比起人类千百年积累起来的知识量,只不过是沧海之一粟,所以前人也说皓首穷经。在将来,我们将从这样一个繁重的脑力劳动中彻底解放出来,查阅资料可以做到如同自己脑子里记得它一样简便,那就不要去费脑子记了。用计算机的终端就可以了。如果我们再深思一步,什么是情报资料图书文献档案,它包括不包括文学?当然包括。它包括不包括绘画?包括。它包括不包括音乐、乐谱、录音、录象等等?当然也包括。而且包括文物档案,甚至通过全息摄影,它可以包括造型美术,如雕塑等等。那么,我们所设计的信息体系简直可以包括全部人类千百年所创造的,而且还在不断地创造的精神财富。这全部的精神财富又可以由我们一个人随手调用和享受。这不但使我们从旧的脑力劳动中解放出来,而且我们获得了一个伟大的新世界,一个从来没有的高度文化的新世界。难道这不是翻天覆地的变化吗?脑子不要花在记忆上了,那脑子还干什么?从繁重记忆的脑力劳动中解放出来的人,将有可能把智慧集中到整理人类的知识,全面考察融会贯通,从而搞更多的更高的创造性的脑力劳动。人将变得更聪明,人类的前进步伐将更加加快。”

刚才讲的这些说明,若不搞智能机,那么,我们将会被人类自己创造的大量精神财富压垮。如果搞,那么这样大量的精神财富就可以为人们所利用,大大提高人的智力。

看起来这些问题涉及到形象思维,这个问题要是解决了,我们还会进一步解决灵感思维的问题。现在可以说,这个方面的研究有个门儿了。就是通过智能机,特别是专家系统,因为无论是图象信息处理系统,还是知识信息处理系统,实际都是象专家系统这样的东西,就是把经验、知识利用起来嘛,而专家系统的概念过去在人工智能里已经用了,并逐步在发展。我们国家现在有很多同志在做这个工作,比如中医看病,已经进入计算机,实际上就是一个专家系统。所以专家系统这个东西并不难。现在的问题是怎样进一步提高,把不同的专家、不同的经验,统统搜集起来,统盘地利用。关于这个问题,我看到马希文同志写的一篇文章(注四十三),文中讲人工智能的部分,就是涉及这样一个问题。按照马希文同志的意见,这个工作是可以做的。就是把不同的小的专家体系联合起来,成为一个统一的大体系。当遇到问题时,我们可以到这个大体系中去寻找最适合的专家系统。然后用这个专家系统来解决问题。当然第一代智能机搞出来也许还是初级的,但它向这个方向走了一步,也非常重要。将来还有第二代,第三代,继续做下去,最终总可以做到把人类的精神财富全部调动利用起来。这是了不起的大事。这样一个任务就跟我们思维科学有密切关系。思维科学也要通过这项任务向前发展,比如解决形象思维的问题。既然如此,我们思维科学工作者就面临着怎样参加第一代智能机的工作,怎么为中国的第一代智能机作出贡献的问题。在我们思维科学界,能不能组织一支力量,为中国的第一代智能机作出贡献?这可是一项重要的、全国性的任务。行不行,请大家讨论。

学术组织问题

我们这个会是学术讨论会,学术讨论总要搞个学术组织。关于这个问题,我在“关于思维科学”这篇文章里面最后讲了一段话,我的意思是,思维科学要搞些什么组织活动呢?一是成立研究所,二是在大学里设置专业,三是成立学术组织。

目前,研究所好象全国已经有一个了,就是山西省社会科学院成立了思维科学研究所,所长是张光鉴同志。学校设什么专业呢?我也不太清楚。关于学术组织,据我所知,现在地区性的学术组织已有了,山西省有一个“自然辩证法研究会思维科学专业组”,黑龙江也有黑龙江省思维科学研究会。

(一) 队伍问题

这样看来,一个迫切需要考虑的问题,是成立全国性的思维科学学术组织。过去我们搞过系统工程学会。与系统工程相比,今天思维科学情况有点不一样。1979年,国防科委支持召开全国系统工程学术讨论会时,系统工程只有任务,没有什么队伍,搞系统工程的人不多。但是,今天思维科学不一样,在座的都是专家,我们这个队伍可以说是很大的。比如,科技情报工作,光是国防口就有十多万人,而且他们已经有了一个中国科技情报学会。再如文艺理论,那跟我们的形象思维有关系,也有一支队伍,人数我不清楚。另外,全国总有好几百所师范专科、师范学院、师范大学吧,这些学校里都有一些搞文学、美学的人,人数恐怕也有好几千吧,他们也都是跟思维科学有关系的。再有一个是信息、编码、译码的队伍,他们在国防部门,也有相当大的力量。还有语言学家、科学语言学家、心理学家、脑科学家,还有人工智能、机器人以及创造学、智力工程等方面的人才和组织。

这么一想,能够参加我们思维科学学术组织的人多极了。而且我们要看到,这一些同志早就在他们各自的领域做了很多工作,差不多也都有他们自己的学术组织。而我们是后来者,好象是小弟弟,他们是老大哥。现在这个小弟弟说,要把老大哥们联合起来,形成一个思维科学研究集体,这会不会有点困难?但是联合很有必要。这个工作怎么做?我想来想去,好象只有一个办法,就是我们来宣传思维科学的体系结构。让大家明白,联合起来,组成一个体系,我们各自的工作可以做得更快、更好、更有成效。

(二) 调查情况的工作

据我的经验,这跟系统工程不一样。系统工程是从无到有,从小到大。我们这个队伍本来已经很大了,但是没有联合起来形成一个体系。现在我们来呼吁,要形成一个体系,是要做说服工作的。

因此,我建议,如果我们这次会议要成立一个筹备全国性学术组织的小组的话,这个筹备组要做以下调查研究工作。

第一,要调查跟我们思维科学有关的,已经有哪些学术团体,这些学术团体的情况如何,将来要参加我们这个思维科学学术团体,他们怎么安排?他们做出什么样的贡献?调查以后,要写出正式报告,将来开成立大会时发给大家。

第二项调查是专业教学方面。就是在我们国家大专院校里,与思维科学有关的有一些什

么系，什么专业，开什么课程？思维科学方面有没有研究生？这些材料都要具体化，具体到哪个学校、什么系、什么专业、什么课、负责的教师是谁等等。最后，也要写出报告。

第三项调查工作，就是有哪一些刊物在发表关于思维科学的文章。现在我知道的有上海的《自然杂志》、四川的《大自然探索》、黑龙江的《求是学刊》和《思维科学信息》、山西的《思维科学研究通讯》，还有《潜科学》，湖南科技出版社的《科学探索》和《自然信息》、湖南大学的《人工智能研究》等等。我列举的这些刊名仅是我接触到的，是不全的。对这个情况我们也要心中有数，所以，也要做一番调查工作，写出报告，将来在学会成立大会上印发。

大学可以想一想，还有什么问题需要调查。这是我们成立学术组织的基础，调查清楚这些情况，也是筹备组的任务之一。

（三）要有良好的学风

关于学术组织本身的问题，我也说不出什么成熟的意见。我希望，如果按照系统工程学会的程序，从前是国防科委，现在是国防科工委支持一下，先开一个这样的全国性学术讨论会，把大家请来，见见面，交流一下之后，酝酿成立一个筹备组。经过一年的工作，在1985年能不能考虑成立学会？这一次会上，我们只能够酝酿、考虑搞一个筹备组。

从前我在《自然杂志》那篇“关于思维科学”的文章里呼吁，这个学会的核心成员应该是真正能干的，三、四十岁或者再稍大一点，象我这个岁数不行。我的道理是，这个班子要干到二十一世纪，我们这些老同志是不行的。如果一时中青年不好找，老的还得使点功的话，可以当顾问嘛，主要的工作还是要请中青年同志来做。

我们这个学会要有很好的学风，我们要严肃认真地搞学会工作，不能随随便便，更不能有江湖习气。搞学术，态度就是要认真、严肃。当然，严肃并不等于说不活泼。我们要诚恳地交流，有活泼的气氛。有话就说。我想，在我们思维科学这个新的领域里，没有什么权威，所以，我们决不能搞一言堂。大家充分发表意见，互相交流，争吵一下也没有关系。暂时统一不了认识，不要紧，慢慢来。总之，我们既要严肃认真，又要生动活泼，充分发扬民主，百家争鸣，百花齐放。只要这样，我们这个学术组织就可以搞好。

我觉得，一旦我们把思维科学宣扬出去，它就会变成热门。因为现在讲什么新技术革命对策呀，信息社会呀，都与思维科学有关嘛！但是我们也要冷静。那么，怎样冷静？我们有一个有利的条件，就是马克思主义哲学，这是最锐利的武器，我们一定要注意应用马克思主义哲学。前面我讲到的国外一些著名科学家的明显错误，都是由于犯了背离马克思主义哲学、脱离辩证唯物主义的毛病。思维科学不象比如说机械工程，那尽是物质的，而思维科学常常涉及到精神问题，涉及到精神与物质的关系问题。所以，在这个问题上，一定要用马克思主义哲学，辩证唯物主义。要不然，你就容易掉进两个坑里，一个坑是机械唯物论，另一个是唯心论。所以，我们一定要在工作当中应用马克思主义哲学。

学术组织成立以后，总得有个挂靠单位。大家可以考虑考虑，怎么挂靠法？

现在是地区性的组织成立得比全国性组织早，那末，将来全国性组织成立后，跟地区性组织怎么取得联系，怎么协调，也是一个问题，也要研究。这些都是筹备小组的任务。

形象（直感）思维是我们思维科学现在要突破的，而且，由于智能机的研制工作已经提到日程上来，对突破形象思维也是一个压力。多少年来，这个问题一直是隐隐约约的。中国古话讲，只能意会，不能言传，能言传的都是讲得清楚的问题，而形象（直感）思维现在没

法讲清楚。如果将来我们说能讲清楚了,那怕只讲清楚了一点儿,也不是小事,我想那将是人类历史上又一次科学革命。所以,我说思维科学是孕育着一场新的科学革命。另一方面,思维科学的研究又会推动智能机的发展,把人的知识、智力提高到前所未有的高度,这肯定是一场技术革命。

注 释

注一,见《教育资料选辑(二)》,江西师范大学教育系编,1984年7月。1—11页

注二,钱学森:《关于新技术革命的若干基本认识问题》,《理论月刊》1984年5期,6~11页

注三,洪加威:《信息、计算、社会的信息化及其他》《红旗》1984年14期,31—35页

注四,联系到这个问题,现在跟外国人交往,我们中国人叫思维科学,外文字叫什么?这个问题我与中国科学院计算技术研究所胡世华同志交换过意见:英文有个词,叫Cognitive Science,我们可以借过来做为思维科学的译名。当然我们的思维科学的范围比Cognitive Science似乎更广阔些,但这不妨,用久了,涵义也就会明确起来。

注五,钱学森:《马克思主义哲学的结构和中医理论的现代阐述》,《大自然探索》1983年3期,1—5页

注六,王炳照:《古代书院的“讲会”》,《光明日报》1983年8月26日3版

注七,朱长超:《试论用比较法研究意识起源的过程》,《自然辩证法通讯》1984年1期,13—20页

注八,李燕强:《皮亚杰,发生认识论若干问题》,《哲学研究》1983年12期,36—41,59页

注九,李庆臻、胡孚琛:《我国的科技人材群落和人才流动》,《科学学与科学技术管理》1984年7期,6—9页

注十,R. I. H. Hughes, "Quantum Logic", Scientific American, 1981年10月,146—157页

注十一,王元元:《从“S先生与P先生谜题”谈起一模态逻辑简介》《自然杂志》1984年6期,446—450页

注十二,何新:《论进化分类学的辩证概念关系》,《自然辩证法通讯》1981年4期,24—31页

注十三,钱学森:《技术科学中的方法论问题》,《自然辩证法通讯》1957年1期,37页

注十四,张光鉴:《相似论》,《农村发展探索》1984年3期,118—150页

注十五,陶伯华:《试论类比推理的逻辑结构与认识功能》,《求是学刊》1984年3期,29—36页

注十六,王南:《论形象思维的普遍性》,《求是月刊》1984年2期,15—24页

注十七,胡寄南:《认知心理学的兴起及其前景》

注十八,陈霖(Lin Chen): "Topological structure in visual perception", Science, Vol. 218(1982), 699—700页

注十九, Timothy A. Salthouse, "The skill of typing", Scientific American, 1984年2月, 94—99页

注二十, Morton Schatzman, "Sleeping on problems really can solve them", New Scientist, 1983. 8. 11, Vol. 79, 416—417页

注二十一, John Cohen, "What makes a calculating prodigy", New Scientist, 1983. 12. 15, Vol. 100, 819页

注二十二, 刘奎林:《灵感思维与科学发现》,《求是学刊》,1983年4期,1—11页

注二十三, "Multiple personality not all in the mind", New Scientist, 1983. 5. 5, Vol. 98, 290页

注二十四, Hilary Roberts, "Grow your own personalities", New Scientist, 1984. 2. 2, Vol. 101, 12页

注二十五, 胡建平:《灵感也是人类的一种基本思维活动方式吗?》,《求是学刊》1984年4期,7—15页

注二十六, 叶伟胜:《谈直感思维及其过程的逻辑性》,新疆人体科学研究会印发的《人体科学信息交流》(学术论文专辑I)1984年

- 注二十七, 钱学森: 《科技情报工作的科学技术》, 《科技情报工作》1983年10期, 1—9页
- 注二十八, 胡孚琛: 《广义信息论导引》, 山东大学《文科论文集刊》1983年2期, 1—11页; 又见《大自然探索》1984年3期, 131—140页
- 注二十九, 钱学森: 《系统思想、系统科学和系统论》, 《系统理论中的科学方法与哲学问题》, 清华大学出版社1984年, 4—29页
- 注三十, 曹利风: 《思维科学初探》, 《自然信息》1983年3期, 51—53页
- 注三十一, 传寿宗与作者通信
- 注三十二, E. Basar, H. Flor, H. Haken and A. J. Mandal, Ed., "Synergetics of the Brain", Springer Verlag, 1983
- 注三十三, J. Piaget, P. Fraise, M. Renchlin, Ed., "Experimental Psychology—History and Method", Basic Books, 1968
- 注三十四, 刘颢龙: 《关于思维的神经基础》, 论文未发表。
- 注三十五, 钱学森: 《现代科学的结构—再谈科学技术体系学》, 《哲学研究》1982年3期, 19—22页; 又见钱学森等: 《论系统工程》, 湖南科学技术出版社, 1982年, 296—304页
- 注三十六, 钱学森: 《我看文艺学》, 《艺术世界》1982年2期, 2—3页
- 注三十七, 叶峻: 《关于特异思维的科学探索》, 《思维科学研究简讯》1984年2期, 44—57页
- 注三十八, John H. Crook, "The Evolution of Human Consciousness", Oxford, 1980
- 注三十九, R. Targ and K. Harary, "The Mind Race", Villard Books, 1984
- 注四十, J. Gliedman, "Mind and Matter", Science Digest 1983, 3, 68; 节译文见《自然科学哲学问题丛刊》, 1984年2期, 27—30页
- 注四十一, Darid Bovm, "Wholeness and Implicate Order", Boston, Routledge & Kegan Paul, 1980
- 注四十二, 钱学森: 《关于“第五代计算机”的问题》, 《自然杂志》8卷(1985)1期, 3页
- 注四十三, 马希文: 《什么是理论计算机科学?》, 《自然杂志》7卷(1984)6期, 409—413页

出版消息

一、《大自然探索》第三卷(1984年)合订本, 精装合订本定价6.50元, 邮挂费0.50元; 平装合订本订价5.50元, 邮挂费0.40元。

二、《FORTRAN结构程序设计》一书, 系统地介绍了国内外广泛应用的计算机FORTRAN语言的两种最新文本——FORTRAN77和标准FORTRAN, 并结合讲解语言的内容, 循序渐进地讲解了结构程序设计的指导思想和主要方法。全书取材新颖、注重应用, 对算法、文件、程序设计步骤等各设专章介绍。例题较多, 利于学习应用、启发思维。可作为大专学生、工程技术人员、管理干部和高中文化程度的自学者的学习教材。该书40万字, 已由四川科学技术出版社今年2月出版, 定价2.85元, 邮挂费0.12元。

付款方式: (1) 银行汇兑, 成都工商银行盐市口营业部, 帐号89419 (四川科学技术出版社)。(2) 邮政汇款, 成都市盐道街3号《大自然探索》编辑部。