

现代科技知识丛刊

谈技术科学

张 维等 著

TAN
JISHU
KEXUE

知 识 出 版 社

XIANDAI KE-JI ZHISHI CONGKAN

现代科技知识丛刊·技术(2)

倪海曙 主编

谈 技 术 科 学

TAN JISHU KEXUE

张 维 等著

知 识 出 版 社

上 海



A0957076

现代科技知识丛刊·技术(2)

谈 技 术 科 学

TAN JISHU KEXUE

张 维 等著

知识出版社出版发行

(上海古北路650号)

(沪 版)

新华书店上海发行所经销 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 7.625 插页 2 字数 163,000

1986年12月第1版 1986年12月第1次印刷

印数: 1-2,500

统一书号: 13214·1048 定价: 1.45 元

内 容 提 要

技术科学是三大科学技术之一，它包括流体力学、固体力学、自动化、工程控制论、工程热物理、计算科学、材料科学、环境科学等。本书共收有关技术科学的文章 32 篇，编为 6 组。第 1 组 2 篇，介绍技术科学总的情况；第 2 组 12 篇，介绍电子技术、电信技术、电视技术、微波能技术、电子材料、集成电路、电子显微镜、电子手表、电子仿射、微处理机和微型计算机、人工智能等知识；第 3 组 6 篇，介绍有关卫星、太空、运载火箭和洲际导弹、航天器、风洞等知识；第 4 组 2 篇，介绍现代化铁道运输和建筑技术等知识；第 5 组 1 篇，介绍核武器的新成员中子弹的知识；第 6 组 9 篇，介绍科学技术和农业现代化、核技术和农业、农业工程学、新技术在农业科学上的应用、土壤科学、“砂田”耕作法等知识。作者大都是著名的学者和研究人员，他们以较丰富的资料，深入浅出地向读者介绍了有关技术科学的最新知识，是广大科学爱好者一本很有用的参考书。

目 录

谈技术科学.....	张 维 (1)
现代科学技术中的信息科学.....	冯秉铨 (9)
电子技术的发展.....	何华生 (16)
电信技术的新时代.....	李洛童 高坦弟 (26)
电视技术的新时代.....	陈 忠 (34)
前景广阔的微波能技术.....	何华生 (41)
集成化·数字化·智能化	
——电子技术现代化的标志.....	何华生 (49)
电子工业的基础——电子材料.....	何华生 (57)
加速集成电路的发展.....	何华生 (66)
微处理机和微型计算机的发展方向.....	何华生 (69)
现代电子显微镜的发展.....	管汀鹭 (73)
电子手表的演变.....	潘炳尧 (80)
电子仿生.....	王谷岩 (86)
人工智能.....	魏宏森 (96)
80年代卫星种种.....	谢 础 (107)
移居太空 势在必行.....	吴伯泽 (115)
运载火箭和洲际导弹.....	朱毅麟 (128)
用电作能源的火箭.....	陈隆智 (138)

航天器怎样返回地面.....林华宝 李颐黎(143)
风洞.....朱孝业 刘文良(151)

铁道运输的前景.....张念椿 冯之浚(160)
建筑技术现代化.....吴熙敬(167)

核武器新成员——中子弹.....刘云超(175)

科学技术和农业现代化.....金善宝(179)
核技术和农业.....徐冠仁(185)
农业工程学的发展和特点.....陶鼎来(188)
农业生产有多大潜力?.....牛文元(196)
怎样培育多产瘦肉的猪?.....施启顺(205)
新技术在农业科学上的应用.....信迺诤(211)
土壤科学的发展进程.....陈万才(219)
独特的“砂田”耕作法.....孙 翔(231)
资源卫星与土壤信息.....曾志远(234)

谈技术科学

张 维*

谈技术科学，首先要搞清楚技术科学在整个科学技术中的地位。一般说，科学是指自然科学（或基础科学），如数、理、化、生、地、天这些历史悠久的学科；技术通常是指工程技术，如土木工程、水利工程、电机工程、机械工程、化学工程等等，它有很具体的对象。概括起来说，自然科学的主要任务是认识世界、认识物质世界变化的规律，工程技术一般属于改造世界的性质。因此，在我们的队伍里就有搞科学的叫科学家、搞工程技术的叫工程师之分。但是从历史上看，在19世纪以前，科学家和工程师往往是分不开的。一个人常常既是研究自然科学的科学家，又是插手工程技术的工程师。如Newton(牛顿)既是一个著名的数学家、物理学家，同时，他也是一个工程师。英国Cambridge(剑桥)大学有一座木桥，就是Newton设计的。很有名的Euler(欧拉)，他不但是一个有名的数学家、力学家，而且是一个很有名的工程师，可以说他是最早设计水轮机，利用水的位能来做功的人。这种例子很多。但是到了19世纪末叶，经典的自然科学逐渐走进了死胡同，很难再有发展，因为它逐渐脱离了生产，脱离

* 作者为清华大学教授。

了实际，走向了纯抽象。经典力学本来在19世纪末叶是属于物理学的一个部分，主要是认识物质世界的机械运动。但是到20世纪初叶，力学逐步脱离了物理学范畴，成为一个独立的学科。原因是由于19世纪搞力学的人基本上钻进了数学的圈圈，把一切自然现象过于加以简化，以使用数学公式表达出来，并把它作为理想的东西看待。如把流体——空气、其它的流体、流动的液体——抽象地看成是既不可压缩，又没有粘性的理想流体。因为它离实际情况太远，因此这种抽象的理论不能解决工程上的具体问题，也不能解释许多自然和工程现象，于是20世纪初以来人们逐步冲破这一限制，把流体看成比较能反映实际情况的真实(粘性，可压缩)流体。著名的L.Prandts (普朗特)(可以说是近代流体力学的创始人)，在1904年他作为一个工程师设计一个空气管道，这个管道有一扩散段。最初他想利用锥形管段增加压力，即利用物理学的基本关系——Bernoulli(伯努利)方程。但是，其结果非但压力未增加，反而发现流体离开了管子四壁，出现了分离的现象。从这里，使他认识到用理想流体模型分析这个问题是行不通的。所以他提出流体是有粘性的，从而发展出边界层理论，使他的设计取得成功。这类根据实际存在的现象而导出的理论，使经典力学得以脱离原来的限制，向前发展，成为近代的力学。第二次世界大战后，例子就更多了。譬如，为了提高劳动生产率，自动化理论、运筹学、控制论、最优化设计等不断出现，在认识世界和改造世界方面，科学技术又前进了一大步。

因此，现在的整个科学技术，已不能象19世纪那样分成两大类，而要分为三大类，即自然科学、技术科学和工程技

术。如流体力学、固体力学、自动化、工程控制论、工程热物理，以及近20多年来新发展的计算科学、材料科学、环境科学等，都属于技术科学的范畴。1978年国家科委制订的科学技术发展纲要，专门将技术科学独立出来，已被承认为独立的科学领域并且列入了25个学科。可见，技术科学的范围是比较广泛的。

技术科学的性质、地位和作用

上面所列的三类学科，自然科学、技术科学和工程技术，这三者缺一不可。在这里，技术科学是介于自然科学和工程技术二者之间的。人们常说它是这两者的桥梁，用“根深、枝壮、叶茂”，来概括三者的关系。把整个科学技术比作一棵树，自然科学是树根，技术科学是树干和树枝，工程技术是树叶。要想使整个科学技术发展，根要深，枝要壮，叶要茂盛。技术科学相当于树干和树枝，起传递营养的作用。这个比方说明了技术科学的桥梁作用。

技术科学作为一个独立的领域，有它独立的内容。如流体力学、固体力学、刚体力学等，已经不是物理学的一个部分。象工程热物理里的燃烧现象，虽然在物理学热学部分早有论述，但近代燃烧理论远远不是经典物理里面讲的燃烧所能包括得了的。能源问题是国际上议论较多的问题之一，研究煤的气化，就有一个煤的燃烧原理需要研究，这是燃烧学中新出现的问题，对这个问题物理学家不一定有兴趣，而搞能源科学技术的人则必须研究它。又如半导体大规模集成电路的发展，一方面，刺激了自然科学中固体物理（如表面物

理)的研究,另一方面,它又是非常重要的技术科学(如材料科学)问题。所以,技术科学既是介于自然科学和工程技术的桥梁,同时也是一个独立的领域。

工程技术的发展推动了技术科学的进步,反之,技术科学的发展又促进了工程技术的改造,同时,技术科学对基础科学也有很好的推动作用。如19世纪以来,研究自然现象时,天文学、物理学提出许多数学问题,使数学物理方程有很大的发展。到20世纪,非线性问题在技术科学中应用很多,如力学的大变形问题,控制调节原理,电网理论等。又如,技术科学的有限元方法,把构成场的研究对象分成许多小的单元,把连续体变成离散体,建立起物理关系,然后用计算机求数值解。这样微分方程组变成了差分方程组,或者数值方程、代数方程组,因此对数学家就提出了研究离散数学的新任务。系统工程的发展也是这样,把一个对象的整个生产过程,看成是一个系统,解决整个系统的参数关系。这些例子说明,技术科学的发展,促进了基础科学的发展。但是,这并不是绝对的。如近代物理,居里夫妇最初发现铀时,并没有想到将来会出现人工裂变,进而由人工裂变造出原子弹,甚至用来作核电站。这个过程说明,有一些学科的发展是由自然科学发展成技术科学,再由技术科学发展成工程技术。也就是说,多数技术科学的发展是依赖于技术的状况和需要,但也有少数技术科学的发展是反过来的,是先有自然科学方面的规律,然后逐渐发展到技术科学和工程技术的应用。以能源为例,在远古时代,是钻木取火,然后发展到使用煤、油、天然气。到20世纪40年代,产生了核裂变,并发展到核能技术。现在整个世界所关心的一个问题,就是人类的能源

究竟依靠什么。很显然，石油和煤都是有限的。现在我们知道的能够长时期大量利用的能源不外乎三种：一是核聚变，释放的能量要比裂变大许许多多倍；二是太阳能，实际上是太阳里的核聚变产生的辐射，成为可以直接利用的能源，它在我国，特别是在华北、西北和东北农村有可能得到广泛的利用；再有一个是地热，在世界许多地区地下的热源很丰富，尤其在我国，很广大的地区有地热资源。这几种能源都可以说是取之不尽，用之不竭。但是，要利用这些能源，成为新的能源系统或结构，就要发展一系列科学技术。如太阳能高效采集和储藏的技术，地热的开发技术，核聚变的高温材料问题等等。这许多问题的提出，将促使技术科学向前进一步发展。

由此可见，技术科学既有特殊性，又有具体性，它和基础科学不同的一点是有它具体的对象，它研究的问题不是最普遍的规律，而是一定特殊范围的规律。另外，技术科学对于工程技术来说，又有它的普遍性和通用性。技术科学是从不同的工程技术提炼或发展出来的，并有共同性问题的学科。反过来，它的理论和规律又可以应用到不同的工程技术领域中去。

技术科学已不仅影响到工程技术和基础的自然科学，实际上它的发展已超越了这个范围，它还影响到社会科学，影响到整个人类社会。比如，大规模集成电路的发展，使得计算机从小型变成微型，变成现在的微处理机。这不仅是科学技术的问题，它已经进入到人们生活的领域。自动化的发展，也会改变人的生活方式。又如核反应堆的发展，不仅促进了人类的物质生活，而且已成为国际上很重要的政治因素。裁

军问题，谈来谈去关键就是核武器。所以，技术科学，整个说来对人类社会起着越来越重要的作用。

怎样认识技术科学的重要性

发展生产力，上述科学技术的三个方面都不可偏废。然而我们应该看到技术科学对发展工农业的重要作用。20世纪初，工业设计和生产还是根据经验、经验公式或半经验公式来进行，或仅仅根据一些简单的理论。如当时锅炉的强度设计，就极为简单，把它看成一个受到压力的圆环，只需要应用圆环公式，一个代数式就可以了。今天的高压容器，已是一个相当复杂的壳体，如核反应堆，高压容器内有150~200个气压，或甚至高达1,000个气压。这就需要精确地计算和设计的理论，也就是技术科学。

另一方面，技术科学对一个国家的整个经济、政治有直接的推动作用，影响一个国家的国力。第二次世界大战结束时，美苏两国（以及英国）对于德国科学技术人员的抢夺就可以看出来。美国、西德之所以能够在科学技术、特别是技术科学有很大的发展，有很高的水平，这和它在这方面人才的培养很有关系。英国工程技术比较起来落在后面，这与它不重视技术科学、工程教育的发展，是很有关系的。

在我国，人们对技术科学的认识也有一个过程。解放后的50年代，中国科学院成立了技术科学部。第一次科学规划时，技术科学的一部分内容虽然得到反映，但它并没有独立出来，基本上被规划在工程技术中。60年代制定的第二次科学规划，才有了专门的几个方面的技术科学部分。1978年制

定科学规划时，技术科学才争取到应有的地位。人们对它的认识所以较为缓慢和重视不够，有几个原因：一是技术科学在20世纪才发展起来，它既没有象基础科学那样悠久的历史，也不如工程技术那样现实；另一个原因是它本身发展非常迅速，特别是近一、二十年来，正由于它的发展速度很快，每经过五年到十年，技术科学的部分内容就已过时。如电子学，电子管过时了，晶体管也过时了，现在主要研究的是大规模集成电路，而且今后还会有更新的发展。总之，我们要实现四个现代化，要做许多设计，要进行大量的新产品设计和工艺改革，没有技术科学的研究，没有技术科学积累的许多试验资料，是不可能的。

技术科学研究的方法

一般说，技术科学研究包括五个方面、五个步骤：

1. 提出问题；2. 通过实践进行观察；3. 在观察、提炼的基础上，建立物理模型；4. 分析；5. 应用。

技术科学的研究，不能包括一切生产所提出的问题。课题的确定要看得远些，真正摸清规律。它不是对工程中的问题进行小修小改，而是抓住技术中的关键科学问题进行研究。

技术科学以及工程技术中往往存在着一些相互之间的矛盾，但它们又互相促进，很值得我们科学技术人员和掌握技术政策的领导干部不断进行探讨、分析和研究的。下面只举几个例子：

土木建筑工程中，钢结构和钢筋混凝土结构是一对孪生

兄弟。前者轻，后者重，体积大。混凝土标号提高后，特别是预应力混凝土结构出现后，混凝土结构重量大为减低，又有许多比钢结构优越的性能，在许多情况下，它可以和不断改进的钢结构进行竞争。过若干年后，又有新材料如复合材料的结构出现，它们总是互相排斥，互相促进。

火力发电好，还是水力发电好？我认为不能一概而论，一方面要由地区的资源状况决定，一方面要考虑我国的能源政策。常规能源与新型能源到底怎样掌握，这是需要进行分析研究的，因为能源问题，不单纯是科学技术问题，而往往涉及到政策问题。

机械制造工艺，总的不外乎是冷加工和热加工两大类，过去的传统习惯是冷加工为主。随着技术的发展，热加工有了发展并且已代替了一些冷加工。究竟对于热加工和冷加工这对矛盾怎么看？它们都在不断发展，我们掌握处理得好，对于国民经济多快好省地发展能起很大作用，否则，墨守成规，就可能使我们的加工工业长期处于落后状态。

金属材料和非金属材料有互相代替的问题，它们使用的范围不是一成不变的。随着工程技术的发展，出现了许多新的工艺、新的材料、新的技术。这样，传统的东西，有的会被代替，有的传统的东西正在不断发展。怎样看待工程技术里不同因素的相互关系，值得研究。这些不仅影响生产，也影响干部的培养，专业的设置，教学计划的安排。

总之，无论是在科学技术方面、研究方面、工程教育方面，都有许多问题需要我们进一步思考、分析和研究，这样才可能对科学技术的发展，乃至四个现代化起到促进作用。

现代科学技术中的信息科学

冯秉铨*

信息科学起源于电子学和通信技术，同时它又和其他学科(特别是计算机科学和自动化技术)关系十分密切。近年来，国际上对信息理论和信息处理技术的研究极为重要，工作发展也非常迅速。以至于国外有些人把信息、能源和材料叫做现代科学技术的三大支柱，并且认为随着电子技术的革命必然出现一次新的信息革命，而21世纪将进入高度发展的“信息化”时代。当然，国外的这种提法是否完全正确，还可以讨论；但是有一点是可以肯定的：随着社会的现代化和科学技术的现代化，信息的重要性将愈来愈显著。

什么是信息

愈是基本的概念就愈难有明确的定义。“信息”这个词到现在还没有一个公认的定义。但是可以把它作为日常生活中的最普通概念来理解。比方说：“得到什么信息没有？”“有一点信息。”这话的含义大家都是明白的。

* 冯秉铨教授是我国著名电子学家、教育家，生前任华南工学院副院长、中国电子学会副理事长、中国声学学会副理事长。几十年来，为祖国的科技和教育事业做出了重要贡献。

不同的事物有不同的特征，这些特征就会给人们带来某种信息。比如声音就会给人们带来一种信息。人发出的每个声音都有一定的音调，也就是说有一定的频率，如果这个声音的频率不变，那就基本上没有什么信息。可是只要频率起了一点变化，哪怕是非常微弱的变化，就会多多少少产生一些信息。比如我们发一个“O”的音，频率保持不变，这个单调的音有什么意义呢？能给你什么信息呢？没有。但是如果这个音有点变化，变成阳平（第二调），那就带有“哦？真的吗？是那样吗？”这样一种意义。如果再变成去声（第四调），那就意味着“哦！我明白了！原来如此！”同是一个O的音，因为有了几种不同的频率变化，就会带来不同的信息。此外，图像也是一种信息，我们眼睛看到的各种各样变化的东西，都能给我们一定的信息。从飞机、舰艇上反射回来的电磁波或者超声波也是信息。地震以前，鸡飞狗叫，那是因为这些动物感受到了人们无法直接感到的震前信息。空中的风暴、雷雨，地壳中的断层、矿物，宇宙中的星体，物质微观结构的内部等等，都能够发出信息。有些是它们本身就能产生的信息，象各种放射线；有些物体能够不同程度地对外界射入的电磁波或声波进行反射，这样也就发生了信息。我们正是通过获得和识别自然界、社会的不同信息，来区别不同的事物，从而认识世界、改造世界的。

那么，信息又是怎样度量的呢？

如果我们所收到的消息的内容是我们事前未曾预料的，就认为它的“信息量”很大，如果我们事前就预料到所收消息的内容，那么就认为它的“信息量”是零。由此可见，信息量与事情发生的可能性（或者叫“概率”）有关。

1948年 shannon (山农) 在著名的论文《通信的数学理论》中, 定义“信息量”用下列公式来表示:

$$I = - \sum p \log p$$

式中, $\sum$ 表示“总和”, P 是在收到消息以前, 消息中所指各个事件可能发生的概率。概率总是小于 1 的数 (如果事件不发生, 概率就是 0; 如果事件一定发生, 概率就是 1), 它取对数以后 ($\log p$) 是负数。为了使信息量是一个正数, 所以上式冠以负号。通常, 对数取 2 为底数。这时候, 信息量的单位简称比特 (Bit)。

信息量有了定义, 我们就可以根据事件发生的概率, 对信息进行定量计算。比方说, 可以计算中文电报的信息量。通常中文电报以四位阿拉伯数字代表一个汉字。一封中文电报的编码是一串阿拉伯数字。假定 (一般说来) 每个阿拉伯数字的出现率是相同的, 都等于 $1/10$ 。那么, 我们可以计算出收到每个阿拉伯数字所含的平均信息量是 3.3 比特。

同时, 信息是成串发生的, 一串连续发生的信息前后之间可能存在相关性。在一篇汉语文章里, 第一个汉字出现以后, 各个汉字出现的可能性就会变化。如, 第一个字是“中”, 那么第二个字可能是“国”、“华”、“央”、“共”、“国”……等, 而几乎不可能是“第”字。这种相关性可以延续很长, 它减少下平均信息量。

什么是信息论

信息论在早期又叫做通信理论, 它研究信息的获取、变换、传输、处理等等问题。狭义的信息论主要解决电子通信