

院士科普书系

信息世界漫谈

李衍达 编著

清华大学出版社
暨南大学出版社

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

信息世界漫谈/李衍达编著.—北京:清华大学出版社;广州:暨南大学出版社.2000.3

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-81029-926-3

.信... .李... .信息技术-普及读物 .G20-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 27225 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研楼,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

责任编辑: 蔡鸿程

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 5.125 字数: 99 千字

版 次: 2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81029-926-3/G · 127

印 数: 0001 ~ 5000

定 价: 12.00 元

《院士科普书系》编委会

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (按姓氏笔划排序)

王佛松 王 越 王 夔 方智远 卢永根

母国光 旭日干 刘大响 刘元方 刘鸿亮

关 桥 汤钊猷 许根俊 孙鸿烈 李大东

李廷栋 李依依 杨 乐 吴有生 吴德馨

何凤生 何鸣元 汪旭光 汪品先 陆建勋

陈可冀 陈运泰 陈建生 陈厚群 范维唐

季国标 金怡濂 周干峙 周永茂 周 恒

郑健超 赵忠贤 胡仁宇 钟万勰 钟南山

洪德元 姚福生 秦伯益 顾诵芬 钱七虎

徐冠华 殷瑞钰 黄志镗 龚惠兴 梁栋材

编委会执行委员 郭传杰 葛能全 钱文藻 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 何仁甫(中国科学院学部联合办公室)

冯应章(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总策划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有六千余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

十五世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达十四个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了八十多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了五十年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在中国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用五十年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

一九九九年十二月二十三日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题,普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物,于科技知识中融入人文教育,不是一件容易的事。不少院士反映:写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中,科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题,科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言,指出科普是科教兴国的基础工程,勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识”,充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视,对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程,成熟一批出版一批;另一方面随着科学技术的进步和创新,不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此,《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

目 录

1	你知道信息世界吗	1
2	世界的有序与无序	11
3	信息——人类的新发现	18
4	信息表示的原子	28
5	信息世界的单位——比特	35
6	信息世界的交通	42
7	信息世界的工具	55
8	奇妙的数字信号处理技术	62
9	信息交流能力的革命	73
10	信息市场	80
11	虚拟的世界	85
11.1	虚拟的飞机视景	86
11.2	提取运行规律,模仿电站和电力系统	87
11.3	根据设计的信息,产生虚拟建筑	87
11.4	虚拟生物与数字博物馆	89
11.5	虚拟仪器与虚拟实验室	90
11.6	虚拟制造	91
11.7	数字地球	92
11.8	梦幻成真	93

12	用声来“看”	95
13	生物的信息世界	103
14	信息科学与生物之谜	116
14.1	生物之谜——用系统、综合的观点去理解 生物	116
14.2	调控机理与控制论	120
14.3	调控机理与信息模型	122
14.4	生物的调控与复杂系统	124
14.5	人工生命	129
15	网络上的商业	132
16	终身学习	141
	参考文献	148

1

你知道信息世界吗

人类生活在瞬息万变的世界里,为了生存,每天都要吃饭以维持自己的体力,补充身体消耗的水分及各种元素,因此,我们认识了由各种元素所组成的物质世界。当然,人类为了维持生存,还要保持身体的热量,补充能量,因而要摄入各种可补充热量的脂肪与碳水化合物。为了维持体温,人类还要构筑居室以挡风雨,避严寒,现代人还要有暖气和空调等,这告诉我们,人类生存除了物质元素外,还有能量问题。但是在这个充满物质与能量的世界中,还有一个世界。你也一直生活在这个与物质和能量不同的世界中,但你可能一直没有意识

人类的生存除了材料和能源之外，还需要一样东西，那就是信息。

到它。这个世界就是信息世界。

其实，人类的生存除了材料和能源之外，还需要一样东西，那就是信息。我们每天必做的事，除了吃饭，休息以外，就是用语言互相交谈，语言的功能是交换信息。有人曾观察过这样的情况，如果将一个人与外界隔绝，尽管每天有饭吃，可维持生存，但这个人将不会发展为现代人，他的思维能力低下，反应迟钝，与动物类似。如果没有信息的交换，人脑就不会发达，人类的文明也就不会存在。信息之于人，有时比物质和能量更显重要。我们以前看过这样的报道，在煤矿出现重大事故，部分矿工被埋在地下，没有食物，缺乏氧气，正在奄奄一息的时候，如果从地面的挖掘声中得知地面上正在有人营救他们，而且正在逐渐逼近，这个信息立刻给在危难中的工人以巨大的力量，支撑他们坚持得更久，这个时候，信息的作用甚至胜过食物。

因此，人类的生存、发展，除了与外界有物质的交换，能量的交换外，还必须要有信息的交换。

除了人类以外，动物的生存也必须与外界有信息的交换。大家一定观察过蚂蚁社会，蚂蚁觅食，在路上两蚁相遇，必然触须相互接触，其作用就是交换信息。没有这种信息的交换，蚂蚁就不可能生存。蜜蜂社会中，蜜蜂的各种舞蹈，它们飞出的各种图形，也是在与伙伴交换信息。

除了生物之外，机器的工作也需要信息，一个机床要加工零件，如果这个机床是自动控制的，它要正常的工作，就需要与外界交换各种信息。例如它要知道刀具与工件距离的

在事物的演变过程中,信息及信息的传递和变化过程往往是起决定性作用的。

信息,刀具加工状况,工件被切削的结果,加工精度测量等信息,机床只有在工作过程中不断得到这些信息的反馈,才能正常的工作。

更广阔一点来思考,自然界中各种事物,它们在发生、发展和变化时,起决定作用的因素是系统内部的各种参数和动力学特性以及外部环境的影响,即反映事物的状态、特性和外部环境等方面变化的信息。换句话说,是事物内外部的信息及其变化过程决定了各种事物的演变。

信息,作为一种客观存在,它不仅广泛存在于人类社会和动物、植物界,存在于各种机器设备的运行过程中,也存在于各种事物之中,包括风云的突变,地震的产生和核聚变等等。而且在事物的演变过程中,信息及信息的传递和变化过程往往是起决定性作用的。

说到这里,读者可能要问,你将很多东西都归之为信息,那么,信息到底是什么呢?对于信息这一概念,事实上也是众说纷纭,各有侧重,但是,中心意思都是差不多的。《词海》对信息的定义是“指对消息接受者来说预先不知道的报道”。美国韦伯字典的解释是“用来通信的事实,在观察中得到的数据、新闻和知识”。英国牛津字典的定义是“信息就是谈论的事情、新闻和知识”。《朗文 - 清华英汉双解科技大词典》的解释是:(1)电信系统中能够通过电方式传送给远方目标的任何消息(电码、语音、图像等)。(2)通常地是指接收者在接收前所未知的知识或消息。(3)通过对数据加以解释,给予数据的意义。这些解释都偏重于信息对人类社会的作用

信息是关于事物运动的状态和规律,或者说是关于事物运动的知识。

方面。日本《广辞苑》的定义是“信息是所观察事物的知识”。人工智能辞典的定义是:“信息是数据或消息中所蕴含的定义。它与信息载体无关;在信息论中,信息使消息中所描述事件出现的不确定性减少,若不提供信息,则不确定性就大一些”。美国控制论创始者维纳认为“信息就是我们在适应外部世界和控制外部世界过程中,同外部世界进行交换的内容的名称”,有些研究报告认为:“信息是客观世界在万物和人类彼此之间的相互感受和认识中的再现,它反映了被感受对象和所考察事物的状态、特性和变化。通过信息,自然界万物之间的平衡得以维持,人类社会的文明得以创造,得以继承和发展”。这些说法,就更偏重于观察事物的属性方面。钟义信教授据此提出“信息是关于事物运动的状态和规律,或者说是关于事物运动的知识”。我比较偏重于后者,可以说“信息反映的是事物的状态、特性和变化”。我们就依据这一基本思想来讨论信息的种种性质及其作用吧。

既然信息像各种元素一样,在世界各处无处不在,而且时刻都在事物的内部传递与变化,也时刻在事物与其他事物之间进行着交换,因此,我们是生活在一个十分丰富多彩的信息世界之中。不过这个信息世界不像各种材料那样具体可见,可以触摸和称它的重量,它也不像能量那样,能让人感受到它的热量与威力,它显得比较神秘和比较抽象。尽管我们每个人每时每刻都在使用、交换和处理信息,却往往不识庐山真面目。但是,只要我们认真思考,就可以领会到信息有着不同于物质和能量的独特的性质。认识这个信息世界对我们每个人来说变得越来越重要了,因为在这个信息时代

在信息世界里,我们可以拥有千里眼与顺风耳,像孙悟空那样钻到铁扇公主的肚子里,像土行者那样钻入地下与海洋。

里,信息世界正在发挥着越来越大的作用。正是在这个信息世界里,我们可以拥有像古代神话所形容的那种千里眼与顺风耳,可以像孙悟空那样钻到铁扇公主的肚子里,也可像土行者那样钻入地下与海洋。这些看起来好像是匪夷所思,但是,在信息世界里的确是可以实现的。

现在让我们试着向你描绘一下对很多人来说多少有点神秘的,确又存在于我们身边的这个信息世界吧。

在这个信息世界里,不同民族的人群各自以他们的语言每日每时进行着大量的信息交流。无线电台每天十几小时发布着各种信息,包括美妙的音乐和动人的故事,电视台每天十几个小时播放着来自世界各地的新闻、图片与影视,电影院放映着新的影片,让你体验激动人心的历史故事或是神奇莫测的科技幻想。世界各大报纸及众多的地方小报发布着各种消息,大量的杂志、书籍以各种文字形式传播着各种信息,大学、中学、小学的课堂上教师们讲授着,学生们热烈争论着从各种书籍或实验中得来的知识与事件。政府部门每天发布各种计划与行政命令,商业部门在忙着收集商业情报和注视着市场与价格的变化,商场里顾客与店主进行着讨价还价,工厂和企业的管理部门每天都在收集市场需求、统计生产数字并发出相应的指示,做出应有的决策,考虑着利用各种广告形式来发布他们的产品信息。工厂与家庭的各种控制设备中的传感器不停地收集温度、压力、振动的信息,而工作中的机器则以声音和振动发布着运转是否正常的信息。

证券交易所更是每时每刻发布股票、期货的信息。