

《知识就是力量》丛书

电子风云录

DIANZIFENGYUNLU



科学普及出版社

《知识就是力量》丛书

电子风云录

冯昭奎 著

科学普及出版社

内 容 提 要

电子时代，风云变幻，电子技术，日新月异。这本杂文集好象是作者追逐疾风行云所留下的足迹，它既反映了当今电子技术的新知识、发展水平和方向，也介绍了电子技术达到世界一流水平的日本发展电子技术的经验教训。

《知识就是力量》丛书

电 子 风 云 录

冯昭奎 著

责任编辑：赵震东

封面设计：王维娜

插图：王树樟 小川

*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

通县向阳印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：7¹/₈ 字数：172千字

1985年9月第1版 1985年9月第1次印刷

印数：1—4,350册 定价：1.20元

统一书号：13051·1450 本社书号：0978

目 录

【科学小品】

电脑与人脑	1
出色的“千里马” ——自由电子与电磁波	5
硅片上的奇迹	10
从“摩登”到“未来” ——漫话人与机器人	15
收获太阳能	21
视觉的延伸	24
波的海洋	27
牌的联想	30
平凡而珍贵的元素——硅	33
螺丝钉与智能螺丝钉	35
茫茫银河寻知音	38

【电子技术述评】

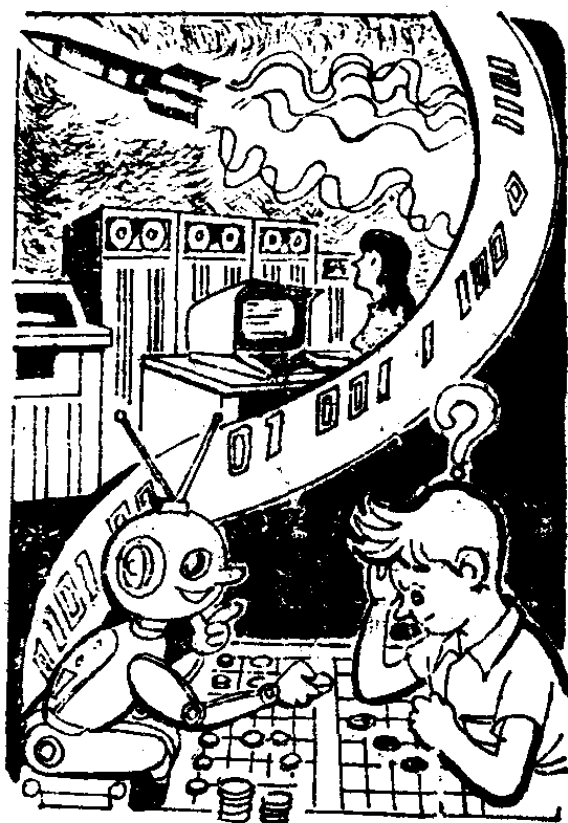
工业与社会的信息化	45
3 A 革命	49
电子计算机的功与过	55
孕育中的第五代电子计算机	59
家庭电气化小议	65
软件的崛起	69
信息工程与微细加工	72

集成电路的超净化生产.....	79
硅器件的竞争者.....	86
从ROM到EEPROM.....	89
三维集成电路.....	95
机械电子化.....	98
电影电子化.....	103
翻译电子化.....	106
能放图象的唱片.....	112
电子学与心脏病.....	116
【电子产业述评】	
机器人与经济.....	123
软件产业悬谈.....	131
技术评价的辩证法.....	143
企业的技术决策.....	151
硬件·软件·人.....	163
保护与竞争.....	166
QC与QU.....	169
日本的“模仿技术”.....	172
日本集成电路企业.....	176
日本集成电路工业的“前方”与“后方”.....	183
日本集成电路工业的成长(1950~1980).....	190
硅岛.....	197
伊丹研究所见闻.....	201
浜松电视公司参观后记.....	206
【科技杂谈】	
电子媒人.....	211
传统用具的作用.....	213

自动售货机	215
博物馆里的计算机	217
广告与科普	220
一品入魂	222
计算器与牛排	224
人才与人财	226
论文·学会·休眠学者	229
尚武·合群·致用	232
“一·五等”国	235
秋叶原	238
在太平洋之岸	241
后 记	245

电 脑 与 人 脑

人们常常赞叹电脑神通广大，奥妙无穷。可是，你知道吗？电脑最常用的语言，却是世界上最简单的一种语言。这种语言仅由“0”与“1”两个字组成。作为电脑“细胞”的晶体管，就以“开”与“关”两种状态来表示“0”与“1”。其实，具有类似晶体管这种本领的东西，我们在日常生活中到处可以遇到。比方说吧，门的开与关，灯



的亮与熄，磁针的指南与指北，水龙头的拧开与闭上，小朋友玩的翘翘板等等，它们都可以用两种不同的状态来表示“0”与“1”，或者说它们都可以用“0”与“1”来说话。由此看来，电脑细胞——晶体管的本领着实不算高明。

就是这些不算高明的晶体管，用极简单的“0”与“1”作为交流的媒介，竟然组成为名噪天下的电脑，创造了誉满全球的奇迹。它能控制各种生产过程获得最好的工效，它能辅助各种设计工作达到最佳的方案，它能指挥火箭、导弹的

疾如闪电的飞行，它能迅速处理人造卫星、宇宙火箭或高能加速器从遥远的宇宙空间或幽深的微观世界发回的资料和数据。电脑还能在棋盘上与人脑比试、较量，甚至打败了某些棋坛名将。

不错，作为个别晶体管，它只具有极简单的功能。但是，团结就是力量。许多晶体管，成千上万地“集成”在硅片上，就产生了一种了不起的力量，它能够运算，能够记忆，能够判断和选择，能够思考和分析。总之，它具备了一种智能，具备了一种不可思议的魔力。

从“0”与“1”以及只会说“0”与“1”的晶体管，到奇妙的电脑和电脑创造的各种奇迹，现代科学技术为我们提供了从简单到复杂、从平凡到神奇、从量变到质变的转化的一个出色的范例！如果说，这是一个辉煌的人工奇迹，那么，大自然早已有例在先，创造了与此类似的奇迹，这个奇迹就是我们人类自己的头脑。

如同电脑是由成千上万的晶体管组成的一样，人脑则是由一百数十亿个神经元组成的；如同电脑细胞——晶体管具有开与关两种状态一样，人脑细胞——神经元则具有兴奋与抑制两种状态，因此，从某种意义上说，人脑细胞与电脑细胞一样，是以极简单的“0”、“1”语言说话的。然而，就是这样大量的神经元，以“0”、“1”作为交流的媒介，竟然组成一切自然物质当中最高级的精华——人脑，以人脑为物质基础而产生的思维，指挥人的双手改造自然、征服自然，创造了辉煌灿烂的人类文明。

电脑与人脑，晶体管与神经元，虽然可以将它们在某些方面加以类比，却不能把它们简单地等同起来。我们且不说构成电脑与人脑的物质材料之间，存在着无生命和有生命的

本质差异；即以它们的功能来说，也是相差极为悬殊的。电脑的神通，主要来源于它那极快的工作速度。因此，一些人脑无法控制的稍纵即逝的过程，可以用电脑来控制；科学家用几十年时间才能完成的计算，可以用电脑在几个月甚至几天之内完成。然而，尽管电脑的运算速度比人脑快上几十万、几百万倍，它的运算方法却是十分笨拙的。例如简单的乘法，只要学过九九口诀的小朋友，都可以直接迅速地算出来，电脑呢，却要通过反复的加法运算和移位才能得到答案。出生不久的婴儿，可以认得自己的爹娘，可是享有盛名的电脑，却还远远不能认得它的制造者的面孔。迄今出现的最高级的智能机器人，其活动能力大致和大黑猩猩相当。至于人脑特有的高级思维以及各种心理、情绪活动，更是电脑望尘莫及的。

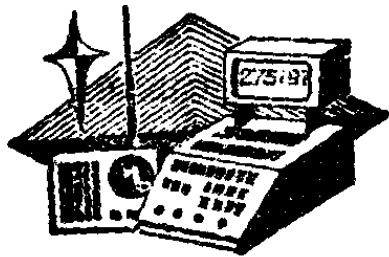
五十年代，曾经有人推测，电脑的一个晶体管可与人脑的一个神经元相当，如果电脑所拥有的晶体管的数量达到人脑所拥有的神经元的数量，那么电脑的本领或许可与人脑的本领相当。随着电脑的发展，这种推测逐渐被实践所抛弃。现在又有人推测，人脑的一个神经元不是相当于电脑的一个晶体管，而是相当于一个微型电脑本身。因此，由一百亿个以上微型电脑组成的超级电脑，可望具有全面的人脑的功能。这种推测能否成立，仍须由实践来作出评判。

我们知道，月亮无论怎样皎洁、明亮，它所发出的亮光却不是它本身的；同样，电脑无论怎样高明、神奇，它也不过是人类智慧的反射镜。因此，人们对电脑发出的种种赞词，实质上都是颂扬了隐藏在它背后的一股生气勃勃的创造力量——人类思维着的精神。当然，把电脑比作月亮也有不确切的地方，这是因为，反射日光的月亮并没有使太阳增辉，

而反映人类智慧的电脑却延长了人脑，放大了人脑的智力，从而使人类智慧发出更加灿烂的光辉。换句话说，人类把聪明给了电脑，电脑使人类更加聪明。

电脑与人脑——人类与其工具之间相互促进、相互提携的辩证关系的生动例证。

（原载《光明日报》1980年5月26日）



出色的“千里马”

——自由电子与电磁波

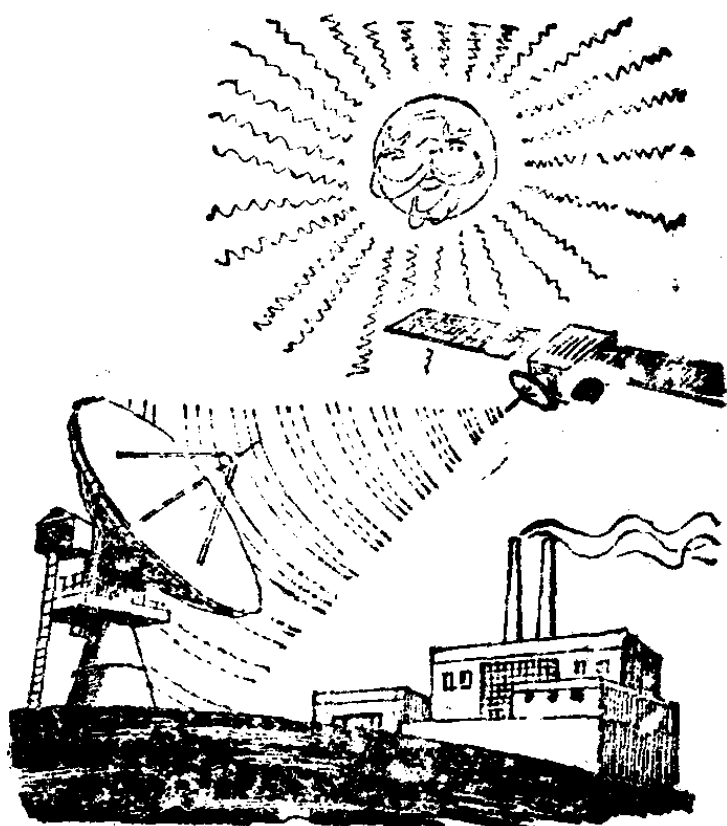
在莎士比亚的《仲夏夜之梦》中有这样一段话：

“我能在四十分钟之内，
环绕地球一周！”

这是个奇妙的想象，然而现在确实已有这样神速的“千里马”，它环绕地球赤道一圈，只须用七点五分之一秒或稍长一点时间。这种“千里马”就是电流与电磁波。事实上，整个地球早已被这种“千里马”层层环绕起来了。

输送能量的 “千里马”

能量是工农业生产 and 交通运输的“食粮”，而电正是把这种“食粮”化作便于吸收的“营养”并运行到身体各个部分的最重要的角色。人们知道，各种自然力和自然能源——水力、风



力、燃料能、原子能、太阳能……都可以通过电机或电池，很方便地转换为电能，这电能由数量以每秒亿亿万计的自由电子的洪流所携带，又可以通过数百、数千公里的输电线路，极为迅速、方便地输送到一切需要使用能量的地方，点亮电灯，开动马达，烧熟炉膛。正是鉴于电能生产、传输和使用如此方便，全世界从大自然中直接开发的能源，有一半左右是首先被转换成电能然后加以使用的。自由电子不愧是转换和输送能量的出色的“千里马”！

但是，自由电子在转换和输送能量的过程中，还是打了不小的折扣。以目前应用最广的火力发电来说，由于燃料能要经过化学能——热能——机械能——电能的多次转换，而每一道转换，都要浪费掉一部分能量，这样合计起来，只有百分之三十到四十的能量被转换为电能，其余百分之六十到七十竟变成废热白白浪费掉了。现在，科学家正在研究各种直接发电方法，例如磁流体发电，是将燃料释放的热能直接转变为电能，可使燃料利用率提高到百分之五十到六十。又如燃料电池，将燃料的化学能直接转变为电能，这样可使燃料利用率提高到百分之五十到七十。

在传输方面，大家知道，十分活泼的自由电子在输电线中穿行，总要遇到阻力，同在输电线中不断振动的分子、原子磕磕碰碰而产生热量，这种无用的热量就作为输电损耗而浪费掉了。目前，多数国家输电线路中的能量损耗高达全部发电量的百分之十到十五。为了减少输电损耗，除去采用极高电压输电以外，目前正在研究一种超导输电技术，利用某些导电材料在低温下减少电流阻力的低温超导现象，可以大大减少输电损耗。总之，由于不断地改进发电和输电技术，自由电子转换和输送能量的本领得到了不断的长进。

电磁波的一种——微波，也具有输送能量的本领，它还能够驰骋于空间而无须导线。目前科学家正在设计的空间太阳能电站，就是利用微波把卫星上收集到的太阳能传送到地面上来，否则，向飞驰于几万里高空的卫星架设输电线，是不可想象的。

传播信息的“千里马”

自由电子和电磁波不仅是输送能量的能手，而且又是传递信息的能手。信息的传播和交流，是促使人类文明发展的强有力的“酵素”，而当今席卷全球的信息潮流，很大部分是靠电流和电磁波来传送的。

在历史上，人类曾经用驿马和信鸽来传递信件。现在，人们用自由电子来代替奔驰的驿马（有线通讯），用电磁波来代替飞翔的信鸽（无线电通讯），从而使通讯速度、距离和容量不知增长了多少倍！自由电子十分善于把光、声、机械等各种信号转换为电信号，然后再加以复原。自由电子还善于跟电磁波互换信号，它们仿佛是一对极为亲密的接力伙伴。于是，从传送简单的电报符号到传播声音语言的无线电广播、电话，到同时传播声音语言和活动图象的电视，自由电子和电磁波越来越充分地施展它们传送信息的本领。为了给居住在地球上各个角落的亿万人们更多地提供通讯和广播的便利，加大通信距离和容量是一个十分紧迫的问题。为此，科学家们双管齐下，既着力于改进无线通讯，又着力于改进有线通讯。在无线方面，微波通信是发展最活跃的领域。由于微波只能象光线一样作直线行进，不能拐弯儿，而地球表面却是圆弧形的，又有各种阻挡物，人们不得不每隔几十公里就设置一个“中继站”，强迫它拐弯儿，用“接

力”的方式传播信息。随着空间技术的发展，微波中继站被送到了三万六千公里的高空，根据“登高望远”的道理，三个空间中继站”（即通信卫星）就可俯瞰整个地球，从而大大减少了所需要的接力次数，提高了微波通信的能力。在有线方面，容量达一万多条电话通路的海底电缆，使远隔重洋的人们，可以象在市内一样进行通话。然而，有线方面最引人注目的是光导纤维的发展，这种新技术使高频段的电磁波（即光子）穿行于直径仅有十分之一毫米以下的玻璃纤维之中，一条用数百根纤维组成的绵软轻便的光缆，竟可传送好几十万条电话通路，而且保密性、抗干扰性也大大提高。

由于电磁波可以在空间无拘无束地徜徉，而且不受距离的限制，因此，电磁波是人类与地球以外的宇宙空间进行联系的最重要的“信使”。去年，美国的行星探测器“先驱者一号”在距离地球五千六百万公里之遥的金星表面记录的资料数据，就是靠电磁波这个“千里马”传送回来的。它只用了三分钟多一点的时间就跑完了这段惊人的距离。同时，科学家们还在试图利用电磁波与宇宙空间的其它文明世界取得联系，如果这项计划终于有一天获得成功，那将是电磁波“千里马”为宇宙文明立下的最伟大的奇勋！

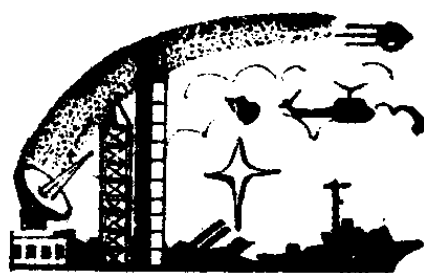
加工信息的“千里马”

自由电子和电磁波不仅是输送能量、传送信息的能手，而且正在成为加工信息的能手（从某种意义上说，人脑就是一种信息加工厂）。在这方面，仍是自由电子先走一步，已经在电子计算机（绰号“电脑”）方面大显神通，而作为高频段电磁波的光子，也正在向计算机领域挺进，有可能成为

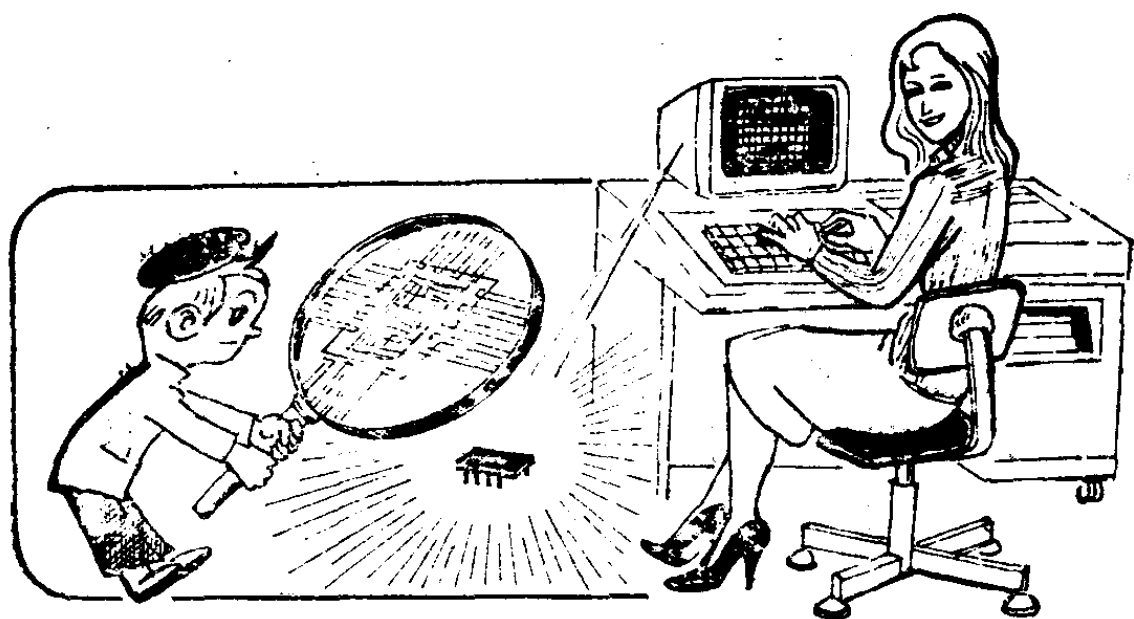
新一代计算机——光计算机的主要角色。人们见过马戏团里经过训练的小狗会做算术，然而，经过训练的自由电子每秒钟可做百万次、千万次甚至几亿次算术运算。这时，自由电子“千里马”不是在几千公里的导线上施展它的神奇本领，而是在几毫米见方的硅片上，在迷宫一般的微型电路里，以神奇的速度按照预先输入的指令进行运算或处理信息。比如，用计算机可以极其迅速地算出飞行中的火箭、导弹离开预定轨道的偏差，以便及时纠正，而要靠人工计算来对火箭、导弹的飞行进行实时的控制，那是根本不可想象的。

自由电子和电磁波不愧是物质世界中极为出色的“千里马”，它们奔驰在人类社会机体的血管里输送营养，奔驰在人类社会机体的神经里传送信息。呵！我赞美这出色的“千里马”，我更要十倍百倍地赞颂那发现、组织和训练这“千里马”的伟大的伯乐！

（原载《人民日报》“战地”增刊1979年第二期）



硅片上的奇迹



一块块几毫米见方的硅片，竟然创造了奇迹。三十几年前诞生的第一台电子计算机，有一万八千多支真空管，重三十吨，占用几个房间的面积。现在，这个庞然大物就象学会了“隐身术”一般，“隐”入一块小小硅片之中，其运算能力反而增加了几十倍，可靠性提高了上万倍。半导体收音机里的晶体管是人们所熟悉的。如今，在一块硅片中已可制作包含几万、十几万甚至几十万个晶体管的集成电路，可以具备电路系统乃至整台计算机的功能。与一般晶体管的体积相比，这是多么惊人的缩小，与过去一块芯片的功能相比，这是多么惊人的扩大！

硅是地壳中含量仅次于氧的极为丰富的元素，到处可见

的砂粒多是硅的氧化物。这样普通的材料要经过多道工序，首先制成半导体硅薄片，尔后制造大规模、超大规模集成电路，才能获得广大的神通。集成电路的主要工艺——外延、光刻、扩散、蒸发等，可以称为以原子为砖块的建筑术。外延就相当于在原材料硅片上打地基，光刻和扩散是施工的主体，蒸发和引线焊接好比是铺盖房顶，架设电线。整座以大规模、超大规模集成为标志的计算机“楼群”，包括控制中心、运算机关、信息仓库和“传达室”，就巧妙地建造在硅片里面。普通的土木建筑施工，总是将设计蓝图放大许多倍，而在硅片上的“建筑”却恰好相反，必须将设计蓝图缩小许多倍。这种缩小过程利用了照像制版原理，人们常常喜欢将像片放大，而在这里却是缩小，称为“精缩”。但是，利用光学方法缩小，其精确度会受到光波波长的限制。为了制作更为精细的结构，人们改用波长更短的电子束、X射线进行光刻，又用更加精确的离子注入法代替扩散法。这种工艺上的改进，可进一步增加芯片上的元件密度。

以集成电路为标志的微电子学的飞速发展，首先对计算机的运算速度产生了巨大影响。我们知道，电子计算机的工作是靠很多很多的电子在由大量电子元件组成的线路和系统中，跑来跑去完成的。尽管电流在元件和导线中运动的速度很快，达到了宇宙间最高速度——光速的几分之一，但它终究是要在所经过的路程上消耗时间的。因此，为了使计算机工作得更快些，就必须尽量缩短电子奔走的路程。电子元件的微型化正好适应了这个要求。今天，电子计算机能够达到每秒几千万甚至几亿次的运算速度，是与微电子学带来的电子线路微型化分不开的。电子计算机工作速度的提高，放大并强化了人类的智力，使人类得以解决过去无法解决的问题。