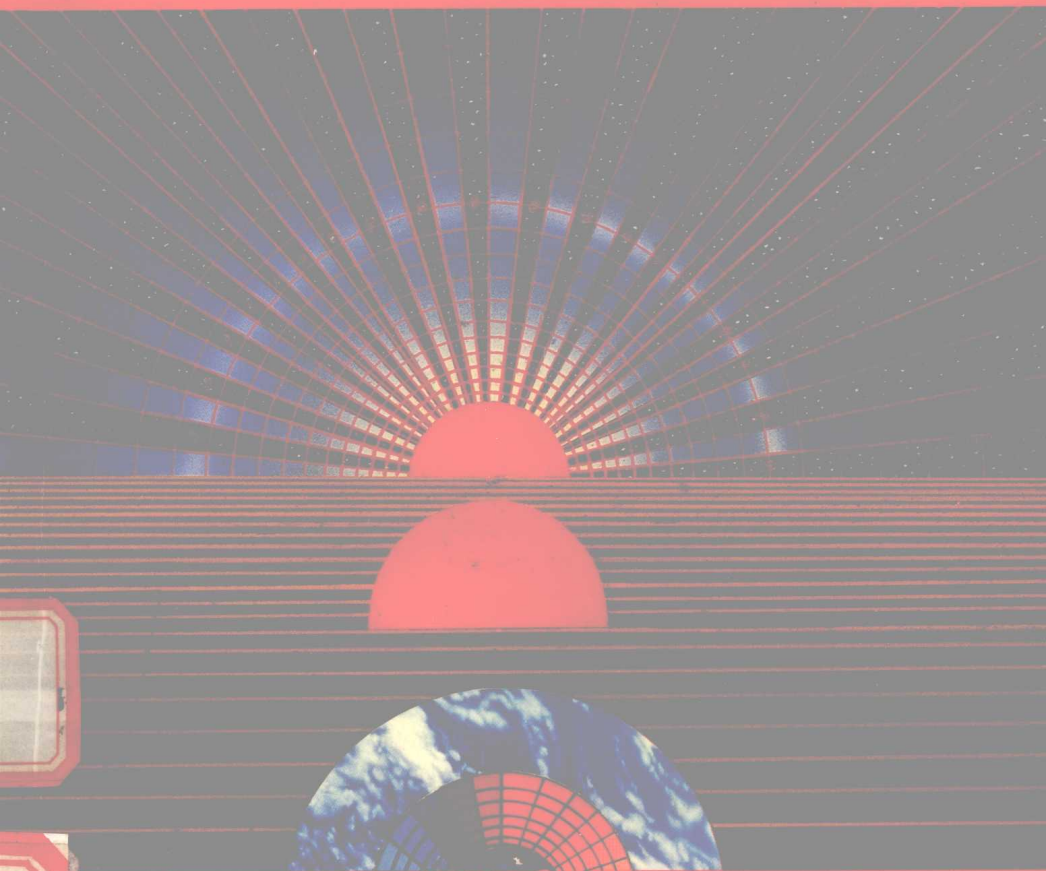


主编 李骏修 卢晓明

世纪之光

—— 科学家展望 21 世纪



上海交通大学出版社

世纪之光

——科学家展望 21 世纪

主 编 李骏修 卢晓明

上海交通大学出版社

内 容 提 要

《世纪之光——科学家展望 21 世纪》由在本市工作的部分中科院院士、研究员、大学教授和高级工程师们分别撰写科普文章,介绍各自专长学科的发展情况及 21 世纪的展望,资料丰富、信息量大、涉及天文、地理、物理、化学、生物、生理、动力、能源、激光、X 光、航天、航空、环境、电脑及中医药学诸领域;编者又撰写了书中各位专家的简历及生活、科研工作中的故事,让读者熟悉学者们的人生风貌,窥视些许成功学者的艰辛劳动,既可向青少年普及科学知识,又可向各界读者推荐学习榜样,更是学校实施素质教育目标中,对学生进行科技教育和思想教育的好材料。

世 纪 之 光

——科学家展望 21 世纪

上海交通大学出版社·出版

(上海市番禺路 875 号 邮政编码 200030)

新华书店上海发行所·发行

常熟市印刷二厂·印刷

开本:850×1168(毫米) 1/32 印张:8.125 字数:210000

版次:1996 年 11 月 第 1 版 印次:1996 年 11 月 第 1 次

印数:1—20000

ISBN 7—313—01755—3/G·164 定价:7.80 元

编 委 会

主 编：李骏修 卢晓明
副 主 编：马联芳 王懋功 颜惠君
编 委：汪涵昌 李健民 梁建民
 凤慧娟 张剑杰 李鑫国
 袁 刚 陆琪华
常务编委：汪涵昌

序

随着“科学技术是第一生产力”的思想日益深入人心和“科教兴国”伟大战略的实施,大力普及科技知识,普及科学思想和科学方法,努力提高人民群众的科学素质,已成为出版界、科技工作者及教育工作者的共同使命。

科普工作要面向社会,特别要面向青少年。青少年是我们国家的未来和希望,他们将是祖国明天现代化建设的主力军。在科普工作中,除了要充分发挥学校教育的主渠道作用外,社会各界都应应为青少年多提供学习科学技术和参与科技活动的机会,以培养他们的思维能力、动手能力和创造能力。要通过多种形式的科普教育活动,使他们从小就培养起“学科学、爱科学、讲科学、用科学”的精神,学会用科学的方法观察事物和认识事物,为树立科学的世界观、人生观打下良好的基础。

《世纪之光——科学家展望 21 世纪》由在本市工作的部分中科院院士、教授和高级工程师们分别撰写科普文章,介绍各自专长的科技领域的发展及未来,编者又撰写了各位专家的简历及科研工作的小故事,既普及科技知识,又向读者推荐学习榜样。本书立意新颖、独具特色,是实施科技教育和思想教育的好教材。相信,数年后会有人说,“我是受《世纪之光——科学家展望 21

世纪》的引导,逐步走上攀登科学高峰之路的。”

特别值得称道的是,我们的许多院士、教授和科技工作者,在承担着繁重的科研、教学任务的同时,还参加科技传播队伍,担任青少年科技导师。这种崇高的社会责任感和奉献精神,值得大力提倡和弘扬。相信由专家学者们到群众中去,特别是到青少年中去,采用多种群众喜闻乐见的形式宣传科技知识的活动一定会结出丰硕的科学普及之果。

让我们继续努力,为提高民众的科技文化素质,把我们祖国建设成为富强、民主、文明的社会主义现代化强国而奋斗。

陈至立

1996年10月21日

目 录

- 1 □ 从基础研究到信息技术 谢希德
- 10 □ 失败为成功之母 邓锡铭
- 19 □ 船舶的发展趋势 杨 楫
- 26 □ 探索脑的奥秘 杨雄里
- 37 □ 测时、守时和授时的科学 苗永瑞
- 46 □ 核能利用的意义和前景 欧阳予
- 55 □ 能源利用与动力机械 翁史烈
- 64 □ 创制新药 征服顽疾 嵇汝运
- 72 □ 化学是认识生命现象的钥匙 丁 渝
- 79 □ 微生物学是朝气蓬勃的学科 丁正民
- 87 □ 有机化学对人类文明的贡献 王志勤
- 96 □ 地震与防震减灾 王明球
- 103 □ 需要是发明之母 包起帆
- 113 □ 声信号处理——听不见与听得见的转换 向大威
- 123 □ 21 世纪的植物园 邬志星
- 131 □ 环境科学——一门新兴的至关重要的学科 江研因
- 140 □ 信息时代制造业的新模式
——计算机集成制造系统(CIMS) 严隽琪
- 150 □ 航天与我们生活息息相关 李必光
- 157 □ 飞向蓝天 宋中文

- 166 ☐ 我国环保工作与环境科学技术展望 陆 柱
- 177 ☐ 航空模型与航模运动 陆钟毅
- 186 ☐ 认真实践 努力探索 陈德尊
- 192 ☐ 飞机制造的昨天、今天和明天 周 正
- 203 ☐ 生药生态与持续发展 周秀佳
- 212 ☐ 神奇的射线 唐长馥
- 225 ☐ 化学及未来化学科学的重要课题 萨本茂
- 234 ☐ 人类文明进程的基石——能源 温煜华
- 242 ☐ 浅谈我国航空 薛德馨

从基础研究到信息技术

谢希德 院士

再过五年,就要进入 21 世纪,很多人都要我谈展望,这虽然是我脑海中常想的问题,但真要展望下个世纪的某个学科的发展,即使是我个人比较熟悉的半导体物理学和半导体表面物理,要展望它们在下世纪的发展也不是一件容易的事。更难去展望其他分支学科的未来了。比较可行的思路,还是从回顾过去来展望未来。大家都在说,未来的社会是信息的社会。的确信息的进步,给生活带来了许多变化。通过传真,人们不必写信,就可以很快的互通信息;通过互联网络(Internet),可以更迅速而且廉价地将信和文件传递;人们可以不出家门而得到很多信息,真的做到秀才不出门,能知天下事;通过 Internet 再联上环球网(World Wide Web WWW),可以进行多个层次的知识处理。因此可以预计在下个世纪,更多的人将在 Internet 上进行研究和开发。目前联网的国家和地区越来越多,到今年三月底,用户已超过 6000 万。这些所以可能,都和计算机技术和光纤通信技术的发展分不开的,而计算机的发展又和集成电路的发展息息相关的。

首先从过去半个世纪的发展可看出物理、材料和器件三者的发展是相辅相成的。未来的发展可能也是基于器件的需求,然后促成材料和物理的发展。也可能是由于材料和物理的突破,从而导致新的器件的发明。1949 年晶体管的发明就是建筑在对半导体中电子运动的物理规律的深入了解和能获得优质半导体单晶材料的基础上而获得成功的。材料制备工艺和器件工艺的发展加上对一些物理问题,例如半导体表面的深入研究,又导致集成电路和大规模

集成电路、超大规模集成电路以及甚大规模集成电路的飞速发展。1971年美国 Intel 公司 4004 微处理机芯片的诞生是个重要的里程碑。该芯片具有 2300 个晶体管,体系结构简单,数据线只有四位。然而进展十分迅速,1972 年该公司又推出 8008 八位的芯片。1982 年 Intel 推出了十六位的 80286 芯片,片内集成了 13.4 万只晶体管。称为标准的十六位微处理机。1985 年又推出片内集成了 27.5 万只晶体管的 32 位的 Intel 30386DX 32 位微处理机。80486 DX 是 Intel 公司在 1989 年推出的集成了 120 万只晶体管的芯片。1993 年 Intel 又推出芯片内有 310 万只晶体管的 Intel Pentium,被认为是划时代的微处理机。然而人们是不会满足的,时隔仅 25 年,今年 Intel 即将推出的 P6 具有 550 万个晶体管,比 4004 多 2400 倍,这个发展速度显然是惊人的。利用 P6 可以实现三维图像处理,实时的语言识别等功能。有人认为到 2020 年,一个台式计算机的能力将是现在所有在美国硅谷计算机能力的总和。然而面对着现在比较先进的 586 计算机,人们很少会想到埋在其内部的微处理器,以及其核心的半导体芯片,更不会想到发展芯片所需要的复杂的工艺以及其中电子运动的基本规律了。

很显然随着信息革命的需求,下个世纪一块芯片上半导体晶体管将越来越多,集成电路的线条也越来越细,当线条细到 0.1 微米以下时,在这些电路中穿行的将只有几个电子,增加一个或减少一个电子都是很重要的。目前描述电子在电路中的理论不再适用,必须用量子理论才能处理。虽然器件的尺寸仍在宏观范畴,但却要用微观体系的量子理论来处理,因此产生了介观物理学,它的发展目前正方兴未艾。介观物理不仅涉及半导体,也包括工艺上能制备出的纳米(10^{-9} 米)体系,例如团簇和各种纳米结构。范围相当广泛。是材料物理学的一个新的内容。通过对介观物理的研究,可能导致比晶体管更小的器件,也可能发展比目前更新的计算机工作原理。

当然目前人们最关心的仍是集成电路的发展前景,如再继续

向小型化发展下去,工艺也会遇到不少障碍和困难。首先由于电路非常小,对于半导体硅片中杂质的分析要求非常精确,利用同步辐射全反射 X 射线荧光来分析杂质,对过渡族金属的灵敏度是 $3 \times 10^8/\text{cm}^3$,约小于 10^{-15} 克(即飞克级),其精度高于现有的分析手段。也就是要把最新的分析手段用到硅片上。另一个困难是目前的光刻技术,当线条低于 0.35 微米时将遇到困难,光波的波长相对于器件的尺寸来说太宽了。因此多年来科学家们都在探索用波长更短的 X 射线进行光刻,同步辐射又是一个理想的光源,但如用在集成电路的工艺上还要解决诸如 X 射线光刻所需的掩模等问题,这也是下个世纪应该攻克的一个难关。当然经济也是一个要考虑的因素。有人估计,电路尺寸每缩小一半,设备的投资要增加一倍。因此展望未来,越往后难题越多,可能就不能拿过去的发展速度简单的线性延伸了。

尽管有上述的种种困难,许多科学家仍认为传统的集成电路制备还会在 21 世纪风行一段时间,但是也有不少科学家们已经在考虑究竟是沿着集成电路的框架下继续向小型化发展,还是另辟途径,利用新的机理来发展有关开关功能的计算机元件。目前正在开发的“量子点”和由此而发展的有开关效应的“单电子晶体管”就是新途径之一。这里有很多新的现象值得探索。要到有实用价值,可能还需要做许多研究工作和解决许多工艺问题。这些器件的体积越小,表面所占的比重也越大,因此在这些新的领域中既有半导体物理,也有表面物理的研究课题,当然这些内容可能也是崭新的。

现代通信技术的发展主要起源于光学纤维的发明。30 年前华裔科学家高锟在英国提出的利用全反射在光学纤维中进行光的低损耗传播,在 1.55 微米波长,损耗只有 0.15 分贝/公里,这个发明奠定了光通信的基础,是一个重要的里程碑。近代光学纤维可高速的传输声音、图像和数据。在实际应用中为了弥补光在传输一段路程所遭受的损失,常需把光信号变成电信号,经过放大后,再变成光信号,这种放大过程,成为光通信的“瓶颈”。1987 年掺铒光纤放

大器的发明解决了这个问题,成为光通信技术发展中另一个里程碑,利用某个半导体激光器作为光泵,把光纤中的铒离子从低能级激发(较高的能级,经过受激发射的光使通过光纤的光信号得到放大。目前掺有铒离子的放大器已普遍地用于光通信之中。从激发到放大的转换效率约为 75%。一条长为 6000 公里的光放大器通信系统 1995 年在大西洋底完成,估计 9000 公里长的通信系统在 1996 年可在太平洋底完成。

由于大众对信息量的需求,目前科学家们正在研究全光学的网络,如能将光信号从一端传到另一端,只有到达终点时才需转换成电信号。这种传输将更简单,更快,而且更经济。虽然目前能以每秒 2.5 京位(10^9 位, gigabits)速度传输的光纤,可以将一套大不列颠百科全书在 1 秒钟内从美国东岸传到西岸,但这种速度还不能满足大众对信息的要求,因此科学家们希望有比现在更快到约 100 倍的速度。回顾过去的进展,显然这些要求将对半导体激光器、稀土离子光谱、玻璃科学以及量子力学的研究提出更新的要求。

信息科学的发展是建立在电子学技术和光子学技术发展的基础上的。过去的一个世纪的经验指出,在物理基础中播下的种子,已在多方面的技术中开花结果。面向 21 世纪,可以断言目前要在半导体物理、介观物理、激光物理、材料科学等等的基础理论研究中耕耘播种,才有可能在未来技术的发展中结出硕果。希望青少年朋友们努力做好一切准备,迎接新世纪带来的新任务。

谢希德 女,物理学家。1921 年 3 月 19 日生于福建泉州。1946 年毕业于厦门大学。1951 年获美国麻省理工学院物理系哲学博士。1952 年回国后历任复旦大学物理系讲师、副教授、教授、副校长、校长。1984 年任上海市第三届科学技术协会主席。曾任中国物理学会副理事长。1980

年当选为中国科学院学部委员(院士)。1981年当选为中国科学院主席团成员。从1981年起先后获美国史密斯女子文理学院、纽约市立大学市立学院、英国里茨大学、美国霍里约克山学院、日本关西大学、美国贝洛特学院、纽约州立大学阿尔巴尼分校、索福克大学、加拿大麦克马斯特大学授予的名誉科学博士学位；日本东洋大学授予的工学博士荣誉学位；还被选为美国物理学会的院士(Fellow)；1988年被选为第三世界科学院院士；1991年被选为美国文理科学院外国院士。长期从事固体理论研究。为培养科学人才，开展国际学术交流，促进半导体物理和表面物理的科学研究作出了重要贡献。

矢志教育事业的科学家

——记物理学家谢希德教授

“天才，就是劳动；人的天赋就像火花。它既可以熄灭，也可能燃烧起来，而逼使他燃成熊熊大火的方法只有一个，就是劳动、再劳动。”

中国科学院院士、著名社会活动家、教育家、硕果累累的科学家谢希德教授，其光辉业绩为高尔基上述不朽之论提供了最有说服力的例证。

一、6岁稚童译电报

谢希德6岁时随祖母从福建到北平，住在她父亲任教的燕京大学里的燕东园。

一天清晨，邮递员送来一份电报。谢希德的父亲去了外地，祖



谢希德院士与建襄小学学生在一起

母心慌意乱地拆开电报，究竟发生了什么急事？映入祖孙俩眼帘的竟是一堆4位一组的阿拉伯数字，邮电局没有把电报翻译好！祖母急得连连叹气，望着小希德，一脸无奈。

这时，小希德怯生生的闽南童音在祖母的耳边响起：父亲的书橱里好像有一个翻译电报的本子，靠着它或许能翻译出电报。

谢希德搬来小凳，在一个个书橱中细细搜寻，终于找到了电码本。小希德心底涌动出一阵惊喜，身子不由晃动一下，差点从小凳上摔下来。定一定神，面露自信和笑容的小希德捧着电码本坐到书桌前。字码本翻得飞快，电报纸上的阿拉伯数字下渐渐填上了汉字。遇到不认识的字，小希德就依样画葫芦。阿拉伯数字变成了汉字组成的电文！

6岁的小希德就这样完成了她人生旅途中的第一个课题，直到如今，临事多思，敢作敢为，仍是这位杰出科学家所坚持的工作态度。

二、功底扎实“三登甲”

谢希德有过人的天赋，而在学习中的勤奋探索更使她事半功倍。

中学时代，谢希德就能很好地安排自己的学习。每到假期，她总是先预习下学期的课文，等正式上课，她已“温故知新”，效果显著。

中学数学是谢希德的强项，当年她已能胜任而愉快地当某些同学的小老师。

同学们对谢希德的聪明是既羡慕又嫉妒。在高中时，她患麻疹，足足2个多星期没有上课，有些同学在心里嘀咕：这下她的学习成绩可要下降了吧！可是，当她回到课堂，非但功课没有拉下，而且连不属主课的地理也超前学习了许多，使大家不得不对她投来佩服的眼光。

1938年，谢希德在长沙报考湖南大学，由于重病，接到入学通知却离不开病房，只能申请休学。

医院诊断谢希德患股关节结核，这病在当时与判无期徒刑相差无几。病床上的她，思索着生存的艰难、生命的宝贵，更坚定了自己的意志。病床旁，父亲安慰着她，但更重要的是在激励她：“中国需要科学！”终于，谢希德战胜病魔，立下以科学兴国为己任的宏愿。

1942年，谢希德考入浙江大学物理系，她父亲不愿她一人去浙大，而病后的谢希德也太需要和家人在一起了。不久，他们全家搬至长汀。再一次参加考试，谢希德又成为厦门大学的大学生了。

抗战时期，颠沛流连，且重疾缠身，在这5年中，谢希德参加了三次高考，三次“登甲”，直到第三次才真正成为大学生，这就是谢希德！

三、床头几架小闹钟

在谢希德的家，你会惊奇地发现她的床头有许多漂亮的小闹钟。当然，主人没有收集小闹钟作摆设的闲情逸趣，对科学家来说，实用是第一位的。

谢希德担任复旦大学校长和上海市政协主席后，白天的校务、政务活动排得满满的，科学研究只能在晚上进行。时间总是不够用，不到深夜 12 点，她决不会上床休息。高度的疲劳使她入睡后很难在清晨自己醒来。有一次一觉醒来，已误了搭校车的时间，原因就是一架闹钟的声音太弱，无法催醒她。自那以后，谢希德找出所有的闹钟，并不断添置，最多时使用 6 架，经常使用的至少也有 2 架。每天清晨，闹钟几乎同时发出清脆的铃声，共奏一首“晨颂”，恭请主人起床，迎接新的一天。

谢希德就是靠这种精神，这种顽强不懈的努力、意志坚强地拼搏，开中国半导体学科之先河，培养出中国第一代半导体人才，不断在科学领域取得丰硕的成果，为改革开放的中国，迎接“科学的春天”作出了特殊的贡献。

四、喜看桃李满天下

美国两次诺贝尔物理奖获得者巴定教授称赞道：“在中国科学界，谢希德是属于最有影响的人士之一。”《今日美国》报社的记者称她为：“中国的哈佛大学校长。”

谢希德担任复旦大学校长后的第一个暑假，人们因在校园里找不到她而诧异：她是外出避暑还是在家休息？

终于，学校值班室的铃声响了：“我是谢希德，请提供 2 个数字……”值班秘书迅速记下校长的要求，查找资料，电告校长。

原来谢校长正冒着 $37^{\circ}\text{C} \sim 38^{\circ}\text{C}$ 的高温，在拥挤的书房里修改和审定学校 7 年发展规划。

复旦打破了只有文理科的格局，成为有人文、社会、自然、技术

和管理科学的综合性大学。

在原有的物理系和核科学系的基础上建立起 8 个实验室，它们像明珠一样嵌缀在复旦校园里，点缀着复旦这座科学的“不夜城”。

在谢希德的辞典里，没有“假期”这个词，从来如此！

谢希德从教数十年，从事科研数十年，是我国半导体科学的先驱，更是教书育人的师表。

请听谢希德的自述：

“在科学研究上，我没有特殊的贡献，只是和其他同志一起，为在祖国推动半导体物理和表面科学的研究尽了微薄之力。”

“回顾过去走过的路程，我最大的安慰是培养了不少学生，有些是直接的，也有些是间接的。”

如今，谢希德已从校长、市政协主席的位置上退了下来，但依然关心着教育事业，没有从教师的位置上退下来。她还带着研究生，还在参与上海科学城的筹建，还担任着世界银行贷款的第二个大学发展项目中国专家组的组长，还在关心青少年的成长。

谢老告诉我，她正在读一本《中国科学院院士自述》的书：很感人，青少年应该多读这样的书，他们应该吸取营养，因为他们的明天将比老一辈院士更开阔，他们完全有能力创造更辉煌的明天。归根结蒂，中国的科学事业要靠他们去振兴！

（秦义民）