

头脑风暴

华中一◎著



复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

头脑风暴/华中一著. —上海:复旦大学出版社, 2000. 9
ISBN 7-309-02612-8

I. 头… II. 华… III. 科学技术-普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 36806 号

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65102941(发行部) 86-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

经销 新华书店上海发行所

印刷 复旦大学印刷厂

开本 889×1240 1/32

印张 8.875

字数 231 千

版次 2000 年 9 月第一版 2000 年 9 月第一次印刷

定价 15.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

谨以本书的出版 祝贺
华中一教授执教五十周年

——复旦大学真空物理研究室

感谢所有曾经帮助过我的
老师、亲属和朋友们(包括同事和学生)
没有他们的理解和支持
地球上将无人能见到这本小书

——华中一

前 言

九十年代出版的我的一本科普作品选集《硅谷夜谈》(复旦大学出版社,1992;台湾业强出版社,1995)曾经得到海峡两岸很多读者的鼓励和帮助。1998年该书又得到国家教委颁发的科学技术进步奖。但在新世纪到来之际,再回顾一下,其中很多内容都已显得过时。科普作品不像一般文学作品那样可以传之永久,相反地如果愈联系到高技术,其“有效寿命”就愈短,我想这可以叫做一个什么定律吧。十年过去,很多朋友鼓励我另外出一本,因此我重选了一些较新的内容,也酌量保留了一些旧作,成为这一本集子。沧海一粟,也算是“雪泥鸿爪”吧。

我的科普作品,多数是科普报告的文字化:事前几乎都曾向大学生或高中毕业班学生作过报告,然后根据他们的反应进行若干修改,再成文发表。本书内容可分为四个有相互联系的部分:

第一部分是关于素质教育,着重阐述创造性的重要。其中“头脑风暴”、“硅谷夜谈”和“超导热”三篇文章分别对应于“创见”、“创业”和“创新”。它们都曾在上海的日报或晚报上以整版篇幅刊登过。

第二部分是介绍某些重要科技领域的现况和展望。为了照顾专门的读者,正式的报告或论文作为附件。

第三部分是介绍国外的科技政策和措施,使读者对此有比一

般报刊杂志上说的更为深入的理解;也可供有关部门参考。

第四部分称为“教育散记”,或者也可称为“教育杂谈”。其中有的是正式论文,有的是杂文。1951年我20岁时在交通大学毕业,迄今已在教育界工作近半个世纪了,有时不免也要讲讲话或发发议论。由于自己即将步入“古来稀”(或“多来些”)之年,故而想到马克·吐温的一段话:

七十寿辰!这是人们获得一种新的、令人敬畏的、尊严的幸福时刻。这时,你可以把压抑自己达三十余年的故作深沉弃之一旁,无所畏惧,泰然自若地站在人生的七级顶峰向下观望,教诲他人而不会受到指责。

其实对我来说,50年来(不止30余年)并未“故作深沉”,所写的东西也从未把自己定位到可以“教诲他人”的水平。因此即使在这个“令人敬畏的幸福时刻”,还是用句套话吧:有不正确的地方请读者不吝指正。

2000年3月17日

本书的主要观点

- 1985 未来社会以知识（或信息）作为特征，因此又称为“知识社会”或“信息社会”。信息社会在经济活动上的标志是知识（信息）的作用超过资本的作用（即“知识经济”）。
- 1985 在信息社会中，由于发展产业的关键是知识，因此高等教育将面临着三种变化：即前沿学科的变化、人才层次的变化和对学生的要求的变化。
- 1985 现代化是买不到的。现代化的根本问题是要不断壮大自己的科技队伍，特别要培养素质好的青年一代。要了解学生的特长，要他们学得宽一些、活一些，还要鼓励他们的学习创造性；而在所有的措施之上的，乃是经常的、不懈的思想教育：一是要解决学习动力问题；二是要抵制资产阶级思想的侵蚀。
- 1986 用信息社会的特征来衡量，大学代表了一种诀窍（know-how）的信息交换系统。
- 1987 皇冠上是否有明珠本来就不是公认的事实，而让很多青年人一哄而上地去搞“明珠”，既无必要又无可能。
- 1988 美国的战略防御倡议（SDI）的提出，实际上是为了促进他们总体科学技术的发展。
- 1989 是自然本身而不是科学家，决定了什么是至关重要的东西。对于一个正直的科学家来说，最大的奖赏不是权力和金钱，而是为人类首先是为了自己的国家和人民真正得到利益而产生的幸福感。
- 1989 宽松的研究环境、集思广益式的讨论、交叉学科之间的交流，以及领导和同事们的支持，是产生创造性思维的条件。
- 1989 如果注意到“任何比喻不可能是100%对的”这样一个先决条件，那么自然科学将帮助社会科学得到某些“创见”。
- 1989 文科需要理科大都在于研究工作；理科需要文科除研究工作外，还涉及个人的文化素质和气质的培养，这一点目前在我国受到忽视。

本书的主要观点

- 1989 现时因为有钱人未必有文化，所以“一切向钱看”的后果就是文化的低层次化。
- 1989 如果一个国家的现行政策有利于流通而不利于生产，滞胀（通货膨胀紧缩）以至于经济的崩溃都是可能发生的。
- 1991 应该把大学的英语教学提高到一个新的水平，以适应改革开放的需要。从事外语教育工作的人要打消一切顾虑，把我们国家大学英语的水平搞上去。
- 1992 在未来的年代里，世界范围内的经济竞争将比军事竞争更为残酷。
- 1992 我国目前在技术科学的价值观和评估体系方面的问题仍未解决。
- 1992 从高技术产业的发展来说，我国首先是缺乏风险投资。
- 1995 向人民大众宣传科学是科学家的神圣职责。科普作品要做到有正确严格的科学性、通俗流畅的语言以及引人入胜的文采。
- 1995 大学对学生的要求中最重要的是“创新”。
- 1996 创造性思维是素质教育的一环。它的实践并不限于重大事件，在一般产品的设计和生产中，同样可以体会到它的重要性。
- 1997 蓝光DVD是本世纪消费电子方面最后的玫瑰，也是消费电子方面最后的机遇。DVD价格过高、节目过少、分区划块等困难的解决指日可待。有了DVD，人们将毫不犹豫地离开VCD。
- 1998 纳米科学技术、亚稳态薄膜和等离子体工程在二十一世纪仍将有无限广阔的领域等待开发。
- 1999 塑料电子器件将成为二十一世纪的新兴产业。首先受到冲击的将是各种IC卡。
- 2000 应试教育在我国特别流行，其根源在于现行的体制和政策不适应时代发展的要求，此外还有长期的社会原因和现实的功利主义原因。

目 次

创新与素质教育

头脑风暴	3
硅谷夜谈	13
超导热	37
科研三题	49

科技展望

塑料电子	55
蓝光 DVD	65
附:数据存贮的现况和展望	72
真空工业概述	78
真空科学	87
附:真空技术的世纪回顾	107
纳米科学与技术	119
附:超微粒子	132
材料科学现况	135

科技政策与实践

星球大战:美国的战略防御	145
国家实验室与高等教育	162

教育散记

论信息社会的人才培养	179
附:在“高技术发展与人才培养研讨会”上的 主题报告	190
论“三个面向”的内涵	200
附:综合性与国际型	205
论应试教育	211
附:也谈高考试题中的流行歌曲	221
论文理渗透	223
附:论惠特曼与格律诗	226
论英语教学	239
论科普写作	244
论教师的忧思	247

附录

访台杂记	261
------------	-----

创新与素质教育

头脑风暴

同青年们谈谈创造性思维

共同要求 贵在创新

托尔斯泰的《安娜·卡列尼娜》是如此脍炙人口，以至于很多人记得这本书的开头是：“所有快乐的家庭都是相似的，不快乐的家庭则各有各的原因”。

其实不仅“快乐的家庭”是相似的，似乎“名牌大学”也是相似的，至少它们对学生的要求十分相似，尽管各校包含的专业可以各不相同。举例来说，复旦大学的学风是：“刻苦、严谨、求实、创新”；北京大学是“勤奋、严谨、求实、创新”；清华大学是“严谨、勤奋、求实、创新”；同济大学是“严谨、求实、团结、创新”。乍看之下，大家也许会觉得何其相似乃尔，但实际上却正好表明这些学校对学生的学习和做人的要求都是相同的。而且，最后的也许是最重要的一个词，都是“创新”。

大家还记得，差不多在 10 年以前，在自然科学方面有两件创新的事情轰动世界。那是以计算机驰名于世的国际商用机器公司（IBM）在瑞士的一个研究所，连续两年（1986 和 1987 年）分别以扫描隧道显微镜和高温超导获得诺贝尔物理奖，以致那个研究所成为全世界诺贝尔奖获得者密度最高的地方，达到百分之一

(4;400)。

扫描隧道显微镜是世界上第一种能观察到原子的显微镜,但它与过去的光学显微镜或电子显微镜的原理完全不同,是一个创造性的构思。IBM 在瑞士的拉许列康(Rushlikon)研究所的比尼格(G. Binnig)和鲁勒(H. Rohrer)利用一个很细的针尖在离开固体样品表面距离很近的地方作扫描。针尖细到如此程度,以致在顶尖上只有1个或几个原子;距离近到如此程度,也只有几个或十几个原子。此时,如加以一定的电压,尖端就会发射隧道电流到样品上。针尖与样品表面的距离变小,则电流将迅速增长。如果把针尖在固体表面上进行从左到右、从上到下作规则移动(称为扫描),而维持电流不变,那么,只要测量针尖在扫描过程中在高度方向的位置,就可以得到固体表面形貌的图像,就像立体地图一样。这种方法的优点是结构特别简单,但它却能观察到原子级分辨率的图像,即可以分辨出一个一个的原子,因此轰动世界。比尼格和鲁勒在1986年与发明电子显微镜的罗斯卡(E. Ruska)共同得到诺贝尔物理奖。鲁勒还是上海市电子学会的名誉会员。

有趣的是,1987年我去美国国家标准局(NBS)访问,在一个非常偶然的会里,碰到一位老先生。他的名字我不说了。这位先生和我素不相识,但人家一介绍我从事的专业是电子物理,他就向我诉苦,说他丢掉了诺贝尔奖金。原来他早就用过针尖发出的隧道电流来描绘固体表面形貌,而且已经画出了图,也发表了论文。但是他没有想到用小到一个原子的针尖和几个原子的距离来描绘固体表面原子级的图像。他责怪 NBS 不支持他的工作,原因是当时商业部以为没有商用价值(NBS 是美国商业部办的),因而在做了一年之后就停掉了。但他也不得不承认原子级图像的扫描不是他的“创见”。

至于高温超导的发现就更带戏剧性了。在本世纪初就知道,某些金属材料在环境温度降低到某一数值(称为“临界温度”)时,

电阻会突然消失。这种材料被称为“超导体”。由于电阻为零,所以很细的超导线可以允许很大的电流在里面持续流动而没有损耗,所产生的很强的磁场可用于热核聚变装置、核磁共振层析仪和磁悬浮列车上。但问题在于它必须在极低温下工作,通常使用液氮(4.2K),而液氮的供应、价格和使用方式严重地限制了它的普遍应用。因此长期以来,科学家们一直致力于寻求更高临界温度的超导体。然而经过无数次的努力,能得到的最好材料“铌三锗”,临界温度为 23.2K,仍然需要液氮。但在 1986 年 1 月,又是在瑞士的 IBM 研究所,米勒(K. A. Mueller)和贝特诺兹(J. G. Bednorz)发现一种镧、钡、铜的三元氧化物(La-Ba-Cu-O),它本来是绝缘体,可是在 13K 时电阻为零,变成超导体了。在 1987 年 2 月美国两位华裔学者朱经武和吴茂昆进一步发现了钇、钡、铜的三元氧化物(Y-Ba-Cu-O),临界温度可达到 98K。它超过液氮温度 77K,所以用液氮冷却就可以得到超导性。这就是所谓高临界温度的超导现象,简称“高温超导”。液氮容易得到,容易保存,而且价格比较便宜,因此高温超导开辟了超导体应用的新前景。

然而,高温超导体的最奇妙之处在于它并不是金属或合金。因为金属或合金具有较高的导电率,所以人们很自然地到金属和合金中去找新的超导材料,就像篮球队员要从身材高的小伙子中去找一样。但米勒和贝特诺兹的独特构思却发现了在室温时为绝缘体的氧化物材料能够成为临界温度比任何金属为高的超导体。他们两人在发现了高温超导的翌年(1987)就共同获得诺贝尔物理奖。后者是复旦大学的名誉教授。

1988 年春我去瑞士开国际超导体会议。会上第一个报告的是法国人莱浮(B. Raveau)作的。他也有一段有趣的经历。他是搞结晶学的,做过氧化物,做了 La-Ba-Cu-O,知道它的晶体结构和各种成分比下的结构变异,也测过各种物理化学性能,但就是没有想到用冷剂冻它一下再测测电阻。所以也逃掉一个诺贝尔奖。换

句话说,作为绝缘体的氧化物有可能在低温下成为超导体不是他的创见。当然,人家还是很敬重他,让他做第一个报告。

以上两个例子都说明,有人同诺贝尔奖之间只有一步之差。但难就难在这一步,这就是有没有根据本人的知识和经验而提出的创新思想,或者叫做“创见”或“创造性思维”。

关于聪明的傻瓜

上述扫描隧道显微镜和高温超导的发现,是科学史上的重大事件,可以充分说明创造性思维的重要性。然而创造性思维的实践,并不限于重大事件。在一般的产品设计和生产实践中,同样可以体会到它的重要性。比如说,傻瓜照相机的发展就是一个很好的例子。

现在大家都知道有傻瓜照相机,全自动的,“一揿就好”,你只要考虑目标和取景,其他都可不管。其实这种照相机既不是傻瓜,也不是“傻瓜用的照相机”,它的全名叫做“防傻瓜(fool-proof)照相机”。因为照相机的部件很多,光圈啦、时间啦、焦距啦,一不小心就会出错。为了防止不懂如何照相的人或马大哈之类的人出错,就要自动化,所以叫做“防傻瓜”。它的出发点很有意思。早期用35毫米软片的135袖珍照相机的镜头直径较小,只能在户外对中速物体使用。40年前我在《科学画报》(1956年12月号)上介绍最简单的户外曝光法是随处可用的“ $1/50$ 秒- $f/11$ ”。后来摄影面越来越宽,要求拍弱光、室内或高速的场合很多,为了增加受光,镜头直径就要放大,从 $f/3.5$ 放到 $f/2.8$,到 $f/2$,再到 $f/1.5$ 。但镜头变大会使镜头周边的畸变也变大,为了避免照片边缘失真,好照相机就要用更多的玻璃透镜拼接起来。玻璃一多就很重;加以磨的工艺复杂,就很贵,贵到大家不愿意买。日本人就想了个办法,不从继续放大镜头的办法着手,而是增加光亮度,那就是使用闪光

灯。但闪光灯的亮度是固定的,而物体本身以及照相机到物体的距离在变,受光面的照度不同,那就要在自动对焦和设定光圈的基础上用自动快门来控制曝光时间。于是出现了电子闪光灯(不是镁泡或充氧铝泡)和电子快门。这种相机以廉价和可靠性占领市场,果然一炮打响。后来发展为全自动照相机,包括变焦距、防重叠、防红眼睛、强制闪光、印日期、识别软片感光度等等功能都出现了。到现在还是日本占优,美国、德国似乎都不是它的对手。德国只好重点开发职业摄影师用的高级照相机。

那么,傻瓜机是否到顶了?不,还在继续改进。先有一家照相机厂搞会讲话的照相机,提醒你“太暗,用闪光灯”,但商业上不太成功。另一个创新是这样的:傻瓜机有个自动倒片的机构,当一卷软片全部拍完之后,它会自动倒入软片筒,然后可取出来放入新的胶卷,只要半分钟就可以换好软片,很方便。但作为改进,新招是胶卷放入照相机后,立即先把软片全部自动进入照相机卷轴,然后拍一张回入一张到软片筒,等全部拍完,取出软片筒。这两种方法的区别在于后一种方法可以防止真的“傻瓜”在软片尚未拍完时开启后盖以致拍过的软片全部曝光损坏。不过这只是非主要的方面。主要的是随时可取出胶卷去冲洗,对抢新闻的记者特别合适。

创造性思维是素质教育的一环

至于青年人能不能创新,最好是以电子计算机为例,因为“微机”或个人计算机(PC)的发展,青年人起了很大的作用。最早出现的很成功的一种微机,叫做苹果(Apple)机,就是乔布斯(S. Jobs)和伍兹涅克(S. Wozniak)两个青年,在美国硅谷的一个车库里开始合作设计和试制出来的。在1977年之前,电子计算机总是装在大而重的金属机箱内,价格很贵、使用困难。他们就提出了新的微机要“廉价、易用和对用户友好”。这种创新思想使他们的微

机占领了广大的市场,甚至一些大公司都一时无法与它竞争,同时还吸引了美国数以千计的软件工作者(其中大多数是青年),围绕着苹果机做了大量的软件工作。苹果机上市5年以后,就拥有15 000种程序,绝大多数(包括文字处理用的 Word Star)实际上都是“爱好者”们编的。其中包括比尔·盖茨(Bill Gates),当他作为“Basic-8”软件的创始人之一时,仅为哈佛大学二年级的学生。现在他的微软(Microsoft)公司和“视窗(Windows)”软件,则在计算机领域几乎无人不知。

为什么这些青年能有成功的创造性思维呢?这个问题很难回答,因为这涉及各种复杂的因素。单就教育而言,美国的教育当然也有不少缺点,但他们普遍地比较重视素质教育。美国从小学开始就十分注意提倡学生发挥自由想象力。比如说有一个小学要求三年级学生每人写一篇《在感恩节前火鸡的感想》。这篇文章的难点在于美国的习惯是感恩节时吃火鸡,也就是说火鸡面临被吃的危险,它们有什么感想呢?有的小孩就说“我很害怕被吃掉”,有的则说“在感恩节时希望大家再也不吃火鸡了”,等等,表示了一种焦虑和悲伤的情绪。然而这班上有一个中国小女孩,也是这学校里惟一的中国女孩,她的作业是这样写的:

“嗨,我的名字是康那考比亚(Cornacopia)火鸡。我有10个女孩同我住在一起。她们总是拼命吃东西。我并不担心死亡,因为我太老了,无论如何,没人要吃我。”

接下去的一句格外出人意料:

“每年感恩节我都会上电视——作为最老的火鸡。

祝你们有一个快乐的感恩节。”

她定了一个欢乐的调子。于是老师在她的卷子上批了一个字的评语:“cute”。这个字在《英汉大词典》中被译为“富有奇趣的”或“聪明伶俐的”。老师实际上是鼓励她与众不同的想法。

再举一个中学里的例子。几年以前,美国办了一次中学物理