

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

雏鹰文库

—学生成长百卷读本(91)

国际新科技(中)



环球新视野

第一章 日新月异物理学

众所周知，物理学与化学、材料科学、信息科学等一样，均属于自然科学的范畴，然而由于物理学所研究的物质运动具有普遍性，因此，物理学的发展一方面为自然学科的其他学科提供了新的基本概念和理论原理，另一方面又为自然学科的其他学科提供了新的实验方法和手段，所以，物理学理所当然地成为了自然科学的带头学科。

当今物理学的发展的确可用日新月异来形容。本章将向大家介绍一下物理学的最新动态。

第一节 神奇的新物质

当今时代是一个科技飞速发展的时代，种种高精尖技术层出不穷，数不胜数，然而，高新技术无论如何神奇，总离不开一定的物质。一种新技术若材料无法过关，也还是水中月，不能投入实用。

如果说信息技术、新能源技术、新材料技术是现代高科技的三大支柱，那么材料则是现代化工业之骨肉，其重要性可见一斑。

一、发展新能源、节能的关键——新能源材料

1. 光电转换材料

人们很早就知道，太阳是个巨大的能源，而且很久以来一直在探索如何更好地利用太阳能这种无穷无尽又没有污染的绿色能源。人类开始利用太阳能是进行光热转换，即使用我们熟悉的太阳灶等，而到了70年代则兴起了一种新兴的光电直接转换的廉价能源——光伏发电，就是大家熟知的太阳能电池。

太阳能电池种类繁多，如单晶硅、多晶硅等等，而现在最具发展趋势且被一致看好的则是非晶硅薄膜型太阳能电池，它的优点是制作工艺简单，适合大面积连续生产，制造成本低且能量返还时间短，正因如此，它倍受人们的青睐。当然，非晶硅薄膜电池仍有其需改进之处，如它使用一段时间后效率下降、性能不稳定等等，这也正是各国正努力研究，试图解决的问题。

为了实现减小非晶硅电池转换效率和晶体硅或多晶硅的差距，国际上的竞争是很激烈的，现在主要进行的是非晶硅/多晶硅叠层电池的研究，我国在这个领域处于领先地位，在国际上也有自己的一席之地。

这类大面积非晶硅薄膜电池的前景是美好而远大的。

2. 高温结构的陶瓷材料

提到陶瓷，大家或许会自然而然地联想到那些精美的瓷器，而我们这里要介绍的陶瓷材料可没那么简单，它们的本领要大得多。

大家知道，汽车的发动机一直是用金属材料制造的，这就不可避免带有金属的种种缺陷：导热性好、耐热性差、耐腐蚀性差、高温下易氧化、变形等等，因而导致了大量能量的浪费。要想提高热效率，必须从根本入手——改变制造发动机的材料。于是，一种新型的耐高温且低散热的陶瓷材料便应运而生。

陶瓷燃气轮机、陶瓷柴油机等有着极其诱人的前景，美、日、德及中国等国家先后投入大量的人力、物力进行研究，取得了很大进展，但它仍有缺陷。新型的、性能更好的陶瓷材料仍在不断的研制开发中。

人类对事物的认识是无限的，我们相信，陶瓷材料的发展也是无可限量的。

3. 超导材料

超导这个概念是近年流行的一个热门话题。超导现象一经发现，就在全世界掀起了一股“超导热”。

超导体的一个重要特性就是它的零电阻性。只要进入超导状态，通过导体内部的电流即可看成无阻尼运动，表现为零电阻现象。目前全世界每年都有大量的能量消耗在输电导线发热上，超导现象及超导体的发现无疑是及时雨。

然而，物质的超导现象多数是在超低温状态下才出现的，因此高温超导材料的研究便成了各国努力的方向。经过不懈的努力，超导体的临界温度已有大幅度的提高，但仍有许多问题需解决，一旦将来解决了所有问题投入生产，那么实现远距离超导输电，将成为解决大容量、低损耗输电的一个重要途径。

超导体的另一个基本特性是迈斯纳效应，即完全抗磁性。1933年迈斯纳在实验中发现，不管超导体内部有无磁场，一旦进入超导状态，超导体内的磁场一定为零，即完全抗磁性。超导体的完全抗磁性用途可大了！它可以产生磁悬浮现象，可用来制做磁悬浮列车，车速高达500公里/小时，是如今我们的特快列车的近4倍，若使其在真空隧道中运行，则车速竟可达1600公里/小时。它也可用来制造无摩擦轴承，用于发射火箭，可将发射速度提高3倍以上。

超导体的另一个特性是约瑟夫逊效应。简单地说就是电子通过超导体的约瑟夫结中势垒隧道而形成的超导电流的现象。此效应的应用也相当广泛，如超导量子干涉器、红外探测器、超导计算机、超导激光武器等等，它在军事舞台上大显身手。

尽管超导技术的应用如此广泛，前景如此诱人，但由于低温超导实现起来难度大、成本高，难以投入应用，因而寻求在更高温度具有超导电性的材料便成了今后五年乃至更长一段时间的一个主要课题，只有对其进行深入研究，解决一系列基础问题，超导技术才会有坚实的基础和光明的前景。

二、新技术革命发展的重点——信息材料

信息材料的特点很多，如品种多、要求高、专业性强、涉及面广、发展速度快、技术更新快……一般来说，它主要用于通信技术、电子技术、计算机技术等方面。

1. 半导体材料

半导体材料的支柱产业即硅单晶，现在正得到越来越多的应用，目前全世界每个月需硅单晶片约1000万枚（主要是6in的单晶片，但有向大口径化发展的趋势），这是任何晶体所不能比拟的。

自然界的半导体材料有多种，为何人们独独对硅情有独钟呢？这是由硅的独特性质决定的。硅是至今人们研究最清楚、最透彻，且是人类所能获得的最纯净、最完整的材料。现今制造高纯单晶硅的技术已趋近完美，平均每1000亿个原子中才会有1个杂质原子，同时，人类还发展了一套迄今最精密的硅平面工艺技术。可以毫不夸张地说，人类在小小的硅片上已建起了一座微电子学大厦。所以，硅的基础位置是任何材料无可替代的。

当然，硅也不是尽善尽美的。由于它是一种非发光材料，使它在光电子

集成技术中遇到了困难。人们不可能放弃已经高度发展的硅微电子技术和高精度平面工艺，去另找一种新材料代替硅，这在经济上、工艺上都行不通——事实上人们经长期努力，也没有找到硅的代替材料。所以人们别无选择，只能以硅为基础，制造能发光的复合材料，这正是物理界面临的一个新课题。

人们用各种工艺来探索硅基发光材料，主要研究方面是缺陷工程、杂质发光、能带工程、异质外延等等，但进展均不大。90年代这一研究终于取得了突破性进展，即发明了发光多孔硅，简单地说即将硅单品在HF溶液中用电化学法腐蚀成多孔状，可获得强可见光发射。自此以后，硅基发光材料的发展进入了一个崭新的阶段，几个最先进的代表性工艺为：硅基多孔SiC蓝光发射材料、硅量子点（线）阵列、纳米硅/非晶硅超晶格发光材料等等。

如今对硅基发光材料的研究已形成了一个热潮，正处于攻坚阶段。人们以更高的热情开展研究工作，这是当前光电子材料研究的主要潮流。

2. 光导纤维

光导纤维的基本功能是对光束的束缚和传播。自从1970年美国康宁玻璃公司制成第一根光纤后。人们便不断地在此领域进行研究工作，现已开发出10余种光纤中的物理效应。

首先介绍一下光纤基质作为一种光学介质所固有的物理特性：全反射效应，可用于光纤通信和传感等；磁光法拉第效应，可用于电流测量；热光效应，可用于温度测量；光弹效应，可用于水声、压力测量和光相位调制器；散色效应，可用于分布参数测量；此外还有色散效应、非线性效应等等。

再有就是与光纤传输特性相关的效应，如塞格纳克效应，可用于制光纤陀螺；光纤微弯的损耗特性等等。

光纤的第三类特性是人为开发的效应或人为增强的效应，如光纤中受激发放大作用，可用于光孤子通信和全光通信；双折射效应，可用于相干通信或制偏振调制型传感器；布喇格衍射效应，可用于分布参数测量和色散补偿等。此外还有特殊光纤涂层引入的增敏或退敏效应等等。

若对光纤中各种物理效应及其应用回顾一下，我们可发现，人类在利用光纤中固有的物理效应的同时，还想方设法开发新的效应，后者尤其重要，因为人类的新的要求是不断增长的。

当前人类面临的一个新课题是提高光纤通信容量，但目前采用的波分复用技术可能会产生严重的路际干扰，有效的解决途径是利用色散特性抵消非线性不良影响。美国康宁公司止在开展此项工作。另外，通过掺杂增进光纤的某些物理效应也是今后重要的研究课题。

总而言之，光纤已成为下世纪多媒体技术和信息高速公路中同时具备传输、传感两种功能的理想载体，而在开拓其应用领域、提高现有功能特性方面仍有很多工作要做。

3. 信息记录材料

信息记录材料主要用于高密度、高速度、大容量存储的信息库，是软件及信息库的基础，更是计算机外围设备的关键。

当今世界上较常见的是磁带或磁盘记录介质、垂直记录和光储存。一张直径为30厘米而密度为 10^8 点/平方英寸的磁盘可存入几千本书的信息量，而垂直记录存入的信息量可达几万本。相比之下，光盘则更加神奇，一张只读光盘可存储的信息量是同尺寸软盘的500~1000倍，成为多媒体计算机的海量存储器。代表着人类最高科技结晶的光盘在当前包括多媒体技术在内的

信息革命浪潮中得已大显身手。

当前光盘技术的前沿研究正不断发展，光盘存储的容量也已接近光学极限，但仍难以适应计算机的高速、并行性和智能化方向的发展。因此，一种更新的技术——高密度光学全息储存技术向光盘储存发出了挑战。

光全息存储的独特优点在于它的高存储容量（理论上是光盘的 10^6 倍）、极高的数字传输速率，极短的存取时间及其高冗余度。它潜在的竞争力是其高存储容量和信息存取的并行特性。

当前磁盘和光盘仍是数据存储技术的主流，全息储存则尚不够成熟，不够完善，有好多问题等待解决，而其关键则在记录材料，需衡量各材料的灵敏度和价格。此外固定技术也有待完善，但无论如何，全息储存的潜力是巨大的，前景是无比光明的。

4. 敏感材料

敏感材料就是其物理性质对电、光、声、力、热、磁等有灵敏反应的材料，是信息探测传感器的主要材料，其灵敏度决定着受控精度，因此研制此类材料需有严格的工艺制度。

三、复合材料和功能材料

1. 高性能复合材料

复合材料是一种由基本材料和增强体材料组成的新型材料。而组合的原则自然是为了扬长避短。它是根据发挥某一材料的长处、避免其短处而设计的，目的是充分利用能源，节约能源，故受到各国的普通重视。

高性能复合材料的种类很多，如前文介绍过的陶瓷基复合材料，可在高温下长期工作，被美苏航天飞机和太空站所采用；法国导弹系统上应用的利用三维编织技术加工的陶瓷基复合材料；另外以铝、镁、钛、铜等合金作基体，以金属丝、陶瓷纤维或碳纤维做增强体构成的金属基复合材料，密度小、耐高温、强度大、热导好，广泛应用于军事和民用产业；此外还有防弹衣的材料、比重小强度高的芳纶是纤维增强塑料的一种，而导弹弹头则是碳/碳复合材料的一种。

2. 高分子功能材料

高分子材料是一种有机合成材料，近年来发展速度很快。据统计，每年递增速度达 14% 左右，其优越性是原料丰富，生产能耗低，便于加工且密度小（不足钢的六分之一）。

在过去很长的一段时间内人们认为高分子材料是绝缘体，这束缚了它的许多用途。目前人们利用导体高分子技术制成了优良的高分子导电材料，它的导电性完全可以与铜一较高下，且其重量轻，加工简易，性能稳定。

目前在高分子材料研究方面的一个热门课题是利用有机导电材料作“生物芯片”技术，制造生物计算机，其容量有望达到现在电子计算机的 10 亿倍，但其工艺还有待完善，许多问题有待解决。

3. 新型合金材料

新型合金材料包括非晶态金属、记忆合金等。所谓非晶态金属是利用高温快速冷却打乱金属中分子排列次序形成的一种高强度、抗腐蚀且导磁性强的合金材料，可广泛用作高强度结构材料，也可用作磁性材料。

记忆合金，顾名思义是具有“记忆”功能，它具有在一定温度下恢复原状的特点。当年阿波罗号的巨大天线就是用记忆合金制成，使其团成一团放入航天器，到月球后又拿出，使之凭“记忆”恢复天线的形状。记忆合金现

已广泛用于航空航天事业。

4. 生物材料

生物材料即生物医学材料，指用来制作各种人工器官和与人体生理环境（器官、组织、体液、血液等）相接触的医疗用具和制品的材料，目前国内外对生物材料的开发研究仍处于成熟和半成熟阶段。

生物材料是一种要求较高的材料，最基本的要求如：材料必须无毒，不会致癌、致畸形，不会引起人体细胞基因突变，化学性质稳定，有抗体液、血液和酶的体内生物老化作用，不会引起急性中毒、溶血、凝血、发热、过敏等现象，具有与天然组织相适应的物理机能，易加工成型，易消毒，耐高温催化……等生物材料之所以要求如此之苛刻，是因为它与人类的生命和健康紧密相连，息息相关。随着人工器官的广泛应用，生物材料学大大发展，其中发展最快的是合成高分子医用材料，这里就不再做过多的介绍。

当前国内外生物材料开发研究的主要趋势是致力于提高材料的生物相容性和功能性，以适应研制各种人工器官的需要，为医学发展提供物质基础。目前，一个新兴的生物材料与制品的生产业正在发展成形中，它将对促进人类的文明、保障人类的健康与长寿起重大作用。

第二节 大显身手的波

提起波，大家一定并不陌生，学过物理的同学一定都清楚地记得“机械振动在介质中的传播方式叫做机械波”。人们今天已经认识了好多波，如机械波、水波、声波，甚至知道光也是一种波。本章则着重介绍一些如今在物理学上大显身手的波的家族的另一一些成员：超声波、次声波、微波、红外线、激光。

一、超声波

提起超声波的用途，其广泛程度令人难以置信，如超声波诊断、超声波治癌、超声波无损测温、超声波无损检测技术等，数不胜数。

首先我们来看看超声波的诊断是如何进行的。医生首先向人体内部发射超声波，然后接受人体内部组织反射的回波信号，再根据其所携带的人体组织信息，经过调制、放大、运算、传递、记录等处理系统，最后利用超声波成像技术清晰地显示在荧光屏上。这样医生便得知了病人的情况，从而有了临床治疗疾病的根据。

提起癌症，大家都谈虎色变，它的危害的确严重，人类正发展各种治疗方法来对付它，如放疗、化疗、手术切除、热疗等等

热疗历史悠久，2000年前就有用烙铁烧去肿物的记载。据近代研究，治癌的温度应在42.5到45之间，而最优温度是43。我们现在当然不会再用什么烧红的烙铁去治疗，那我们用的武器又是什么呢？不错，正是超声波。

超声波有强穿透能力，可聚焦于深层组织，从而形成以超声为动力的声动力学疗法。现今热疗通常指局部加热肿瘤区，而超声加热易于控制方向性，对控温用的金属针没有干扰，比较安全，只损伤肿瘤而对身体无害。超声波的优势是显而易见的，它为古老的热疗法注入了新的生命力，写下了超声波抗癌的新篇章。

提起工业无损检测，更是超声波的拿手好戏。超声波指向性好，且频率

越高，指向性越好；超声波在介质中传播时遇到界面会发生反射；它传播能量大，对材料穿透力强……超声波的这些强项令它成为在工业无损检测中应用最为广泛的一种方法。

现今应用最多的是脉冲反射法，其原理是用高频电脉冲激励压电晶片发出超声波，进入工件后遇到缺陷发生反射，反射波再由压电晶片转化成电脉冲，放大后由仪器显示出来，以此为根据可判断缺陷的位置和大小。

超声波检测的优越性在于灵敏度高，适用性强，成本低廉，对人体无害。故得到广泛的应用。

二、微波

我们这里将主要向大家介绍一下微波的热效应，这是微波最主要的用途之一。

微波加热物体的主要特点是即时性。只要有微波辐射，物体便立刻得到加热，反之物体则会瞬间停止受热。这种性能完全符合工业连续自动化生产加热的要求，由于微波能转化成热能具有即时性，使加热过程中无需对热介质、设备等作预热过程，避免了额外能耗，而且微波能量的利用率较高。

提到微波应用的例子，则更是数不胜数。在干燥物料方面，微波对农副产品中导热性较差、粘稠的以及最大限度保持原有风味的物料有良好的加工效果，故在制茶、浓缩果汁、果茶加工等方面得以施展；微波对需在封闭环境下加工的物料进行干燥也很有效；微波还可以对产品进行干燥和膨化，加工后产品复水性好；此外对高档的木、竹制品原料进行干燥，微波更是有炉窑所不可比拟的优势。微波可大显身手的另一方面是使物料解冻回温，它可用于解冻食品，优点是时间短，风味、新鲜度、营养成分保持率高，工作环境整洁，无污染，冻品不滴水等等。我国在这方面的应用与国外尚有差距，需要科技人员进一步努力攻关。微波还可用于使冻木升温，此方法可大量节能，但仍需进一步着手研解决实用化的问题。第三个方面则是微波可杀菌、灭霉、杀虫等。微波能有效杀灭原料中混杂的昆虫卵，但却不损伤原材料，也不会留有任何残留物。微波杀菌是食品加工工业中保持食品品质的最佳技术手段，它具有常规杀菌方法难以达到杀菌效果，而且不会改变食品的品质和风味。

微波正得到愈来愈广泛的重视和应用，人们在尽最大力发掘微波潜能。据《科技日报》报道，英国科学家甚至认为微波将成为未来的取暖源。英国马尔博罗微波中心的科学家在墙上安一台微波发生器，并用反射镜反射到各个角落进行取暖。用微波取暖温度分布均匀，且节省能源，相当于电取暖耗电的百分之几。但目前最大的障碍是人对微波有恐惧心理，科学家担心微波会使人脑内部过热。

三、红外线

前面提到光也是一种波，光波分紫外区、可见光区和红外区，处于红外区的光波就是我们要讲的红外线。

一切物体都有自身的红外辐射特性，万物都不分昼夜地辐射着红外线，因此，红外系统便诞生了。

红外光学系统就是把目标物体辐射出的红外线集聚到红外探测器上，再将其转换成电信号，经放大和处理后输送给显示记录装置。红外系统的突出优点是能识别伪装，可昼夜工作，受天气影响小，且它比雷达的分辨率高，所以在军事上得到了广泛的应用。

目前，应用较普遍的是红外夜视装置。当前的红外夜视装置与 50 年代就有的红外夜视仪早已不可同日而语，技术性能已提高了不止一个数量级。红外夜视设备目前已广泛应用于海、陆、空三军，如坦克、飞机、舰船的夜间驾驶观察设备，战术导弹和火炮的火控系统，单兵侦察设备等。今后将发展用凝视型焦面阵列组成的热成像系统。

下面讲讲更神奇的红外隐身术。隐身术是一种保存自己的重要手段，其方法之一即是红外隐身术，主要的途径有两条：隐真和示假。它的方法一般是抑制目标的红外线辐射或改变目标的热形状，使目标与背景无法区分，它可利用红外遮蔽技术和红外融合技术来隐真，可利用红外变形技术和红外假目标技术来示假。

此外，红外技术在军事上的应用还有通信、侦察、报警、对抗、制导、弹药引爆等，有着广阔的发展前途。

在无损检测技术上，红外检测也占有一席之地。当物体内部存在裂纹或气孔时会改变物体的热传导特性和表面温度分布。红外检测的基本思想即用仪器检测物体在加热或冷却过程中温度变化的差异，从而判断缺陷存在与否。

四、激光

激光也是光波的一种，它是一种单色光。激光是 20 世纪人类科学最伟大的成就之一，目前它已经在工业、农业、医学、科学、国防等方面得到越来越广泛的应用。激光的用途很多，如激光通信、激光无损检测、激光照像、激光医疗等，还有大家较陌生的，有待进一步研究和发展的新科技：激光清洗技术、激光控制化学反应等。下面首先让我们来看一看激光是如何应用于通信技术的。

激光通信是以激光为载波、用脉冲数字编码来调制这一载波的通信方法。激光通信容量大，比无线电波能容纳更多的信息，且它抗干扰、抗破坏能力强，反窃听性能好。故激光适用于保密通信和航天通信。

一般来说，通信距离较短时，如海岛之间、舰船之间、导弹发射场与指挥中心之间等，即几十公里之内常用大气激光通信。这是因为大气作为激光光束的传播介质时，由于大气的吸收、散射等影响会使激光束发生偏移、扩散、强度减弱等，降低通信质量，所以大气激光通信一般只用于短距离保密通信。

目前正处于实验研究阶段的还有空间激光通信和水下激光通信。大家知道，远距离传输若用无线电波会发生巨大的扩散，大大减弱信号的强度，这对于已经越飞越远的人类的航天器来说是无法满足要求的，会大大影响通信质量，且发射微波又需要巨大而且笨重的天线，对人类极不方便，于是人类开始探索激光用于空间通信。1980 年 1 月，美国空军首次完成了飞机对地面的激光通信实验，飞机距地面 9 公里、距激光器最远时达 48 公里。据专家预测，在 2000 年左右可能会有供实际使用的激光通信系统问世。激光空间通信的主要优点在于跨越距离远，且不需要巨大的天线，前景很广阔。水下激光通信，主要应用于战略核潜艇与指挥中心之间的保密通信，目前的通信系统水下接受深度仅为 15—20 米，这显然远远不够。90 年代投入应用的通信系统可达到 100 米，但它的不足之处太多，如发射天线庞大、防原子辐射能力差、发射机效率低等等。相比之下，水下激光通信优势显著，它单色性强，方向性好，传输率高，不易受干扰，更难以被截获，能使潜艇在水下 300 米

处接到信号。美国从 1978 年着手研究水下激光通信，累计耗了数亿美元，取得了重大技术性突破，并多次成功地完成实验，预计不久即可实现实际部署。

激光还可用于清洗技术。清洗在工业生产中是一项必不可少的环节，传统的方法自然是用水或其它液体进行清洗，但随着现代科技的发展，电子器件的尺度越来越小，那么极小的微粒都会带来很大危害，此时常规的清洗方法已经无能为力，于是激光清洗便应运而生了。

激光清洗的原理是比较复杂的，它包括一系列的物理和化学效应，目前为止它还没有一个定论，其机制尚未完全明了，基本上处于研究阶段。但其优势是显而易见的，如不损害物体表面（尤其是高精度器材尤为重要）、不带来新污染等等。激光清洗技术的主要应用领域是微电子技术方面，它在清除极细小的微粒污物上可大显身手。另外，它还可能应用于医学方面、电力系统方面等等。

大家知道，医院中器械的消毒是一件马虎不得的大事，传统方法是用水等液体洗涤，再用高温高压灭菌，清洗时间长，中间环节多，易产生污水污物并带来新污染，而用激光则能快速清除器械表面的污物，杀死病毒，减少中间环节，且无二次污染的可能。

电力系统的高压绝缘体也是激光的用武之地，它们的清洗需在带电情况下完成，常规的清洗方法只能望而却步，可又不能不洗，否则它们的污染会造成大规模的停电事故，传统方法只好勉为其难地定期清扫更换。而采用激光清洗便可实现带电远距离清除，带来巨大的效益。

此外，一些贵重的文物、字画等的清洗更是非激光莫属。

随着科学技术的进一步发展，激光清洗技术会得到迅速发展，开辟一个全新的激光应用新领域。

有关激光控制化学反应，其原理则更加复难杂难解，这里就不再介绍了。

第二章 无处不在的信息学

第一节 信息世界

一、信息和信息学

大家对信息这个词一定不陌生，常听到类似“信息时代”、“信息化社会”等词语。但是，到底什么是信息呢？

信息和物质、能量一样是客观世界的三大要素之一。简单地说，信息就是我们在适应外部世界和控制外部世界的过程中，同外部世界进行交换的内容的名称。可以毫不夸张地说，宇宙中万物变化都和信息密切相关，人类无时无刻不在交换、存贮和利用信息，但大多数情况下是盲目、不自觉或半自觉的进行的。信息的重要性长期没有受到重视。直到近代科技的进步迫切要求人类提高接受信息和处理信息的能力，计算机技术和无线电技术的飞速发展将为通信的革命提供了条件，有关信息的研究才终于被人们重视起来。

信息具有 8 个特性，即可识别性，可处理性、可代替性、可压缩性、可共享性、可存贮性、可传输性、可扩散性。了解了信息的特性，我们在生活中就能更好地利用信息，提高我们的工作效率。下面将这 8 个特性简单地介绍一下。

所谓可识别性，是由信息的客观存在性决定的，因为自然界的信息是客观存在的，我们可以通过仪器表，运用各种检测手段来识别它。所谓可处理性即对信息的处理，指对信息的排序、归并、存储、检索以及模拟、预测等。电子计算机就是一种高度自动化处理信息的工具，当然，它也是一个信息存贮的仓库，这就是信息的可存贮性。说到信息的可压缩性，大家较为熟悉，我们学的公式正是在分析大量的数据之后总结出的结论，即被压缩过的信息，每一条理论的得出都离不开大量复杂的事例。可见我们常常对信息进行集中和概括，以便于处理。指所谓信息的可共享性，指一条新闻可以一个人看，也可以全世界人同看，信息量并无改变，不像分苹果，分得人越多，每个人分到的越少。

了解了信息之后大家会问：什么是信息学呢？顾名思义，信息学自然是一门研究信息的科学，它是在人们逐渐认识到信息的重要之后应运而生的，信息学的主要任务是研究信息的产生和发展，信息的利用和存贮，以及信息的传递、交换、处理等等。

二、信息论

信息论是在通信的发展中产生的，它研究信息的基本性质和度量方法。1948 年美国数学家仙农发表了一篇著名论文《通信的数学理论》，奠定了信息论的基础。他建立的信息论包括三个主要内容：信源理论、信道理论、信息失真函数理论。下面我们简单谈一谈信息论。

信息量的概念是根据概率论的观点提出的，概率论是信息论的基础，要了解信息论则先要了解一下概率论。

每个人都知道，水在 100 时会沸腾，在 0 时会结冰，这些事是确定的，我们称之为确定事物。而另外一些事物则并不确定，如每年会下几次雪，明天温度会是多少，这都是随时变化的事物，又叫随机事物。随机事物表面看来杂乱无章，但实则有其内在规律可循，比如明天下不下雪是一个随机事物，但冬季下雪的可能性则远远大于夏季。随机事物发生的内在规律就是概率分

布问题。概率论就是研究随机事物统计规律的数学理论。

举个例子来说，你在桌面上抛一枚硬币，它可能出现两种结果，正面或反面，则出现正面或出现反面的概率各为 50%。若抛两枚硬币，则每个硬币都有两种可能性，所以共有三种可能：两个正面，两个反面或者一正一反，前两种可能发生的概率各为 25%，而一正一反发生的可能是 50%。概率论告诉我们，只要在同样的试验条件下重复足够大的次数，结果与理论相差极小。

大致了解了概率论，我们便可以介绍一下仙农的信息论了。

1. 信源理论

信源就是信息的发源地。信源理论中首先规定了信息量的概念。

大家在日常生活中常常凭直觉或感觉来判断“这条消息重要”、“那条消息没什么价值”，这正反映了消息中所含信息量的多少。一条消息所含信息量越多，则相对来讲越重要。

大家不禁要问：信息量的多少如何衡量呢？一般来说，出现概率小的事情，传递的信息量大一些，出现概率大的事则传递的信息量小一些。举个例子，如果你告诉你的朋友，今天太阳是从东边升出来的，这是一个完全确定的事件，没有一点不确定，发生的概率是 100%，那这条消息的信息量为零，可以说你没给你的朋友任何信息。但如果你告诉他，世乒赛中国队包揽了全部金牌，这个消息的信息量就大，因为有好多国家派队参赛，许多高水平的运动员会聚一堂，每个人都可能得金牌，最终谁获得金牌是一件不确定的事，中国队得金牌这件事发生概率就小，包揽全部金牌的概率就更小，故此消息所含信息量大得多。

根据仙农理论，某消息所含的信息量，等于它发生概率的倒数的对数。

即：

$$\text{信息量} = \lg \frac{1}{\text{概率}}$$

2. 信道理论

前面讲过，信息的八大特性之一是可传输性，而信息的流通则必须通过信道。

我们知道，一条公路在一定条件下有一个最大通过能力。同样，一个信道也有其容量，存在最大传信率，所谓传信率是指通信速度。一般来说，只要选用合适的编码，在传信率低于信道容量时，信息完全可以毫无差错地在信道中传递，这正是仙农的信道理论所告诉我们的。

我们研究信道的目的，正是为了挖掘信道的潜力，更好地发挥信道的潜力，使其能存贮或传输更大的信息量。

3. 信息失真函数

研究信息失真函数的主要目的是探明在允许的失真范围内，要把信源的信息完全传递出去所要求的信道容量最小值是多少。

随着科学技术的发展，信息论正愈来愈广泛地应用于一系列与信息有关的理论之中。

第二节 电子计算机

电子计算机是信息技术的基础设备，信息业的发展与计算机的发展是紧密相连的。电子计算机是信息时代的标志，是现代科学技术的伟大成就，具

有运算、存储、判断、推理等许多功能，在现代科技生产和生活中得以广泛应用。所以在介绍信息学时，我们不得不先来看一看这个信息化的大脑——电子计算机。

一、计算机的产生

第一台计算机是在 1642 年诞生的，法国著名数学家巴斯卡为了减轻父亲计算工作繁重的负担，制成了第一台机械计算器，然而它只能进行加法运算。后来计算机走上了一天发展、完善之路，从只能计算加法，到加减乘除皆通，到可计算开方运算，计算机一步步走向成熟。但直至 1888 年美国工程师霍勒瑞恩制造出电动机械计算机以前，人们用的还都是机械计算机。本世纪电子元件走进了计算机，揭开了计算机的新篇章。1954 年，世界公认的第一台电子计算机——电子数值积分计算机在美国诞生，从此开始了现代计算机的新纪元。

二、电子计算机的结构

谈到电子计算机的结构，大家一定张口即来：硬件和软件。下面我们分别谈谈硬件和软件。

1. 硬件

计算机的硬件包括两大部分：主机部分和外部设备。主机部分即指运算器、内存储器 and 控制器；外部设备则由输入装置、输出装置和外存储器组成。

运算器 我们每个人都有运算能力，计算机内部也有一个能进行运算的器件，即运算器。计算机的运算器既聪明又愚蠢。说它聪明，是因为它的运算速度奇快无比，每秒钟上亿次已经不在话下。可它却又是愚蠢的，因为运算器只会做加法运算，而且只能一个数一个数地机械相加，比如算 $27 + 16$ ，它必须先数出 27 个数，再数出 16 个数，两堆数合在一起又从头数，得出结果 43。方法很笨，可它数得快，每秒数上亿次，故只需 0.01 秒即可轻松得出答案。你或许会问：那么那些复杂运算怎么办呢？别着急，计算机自有办法，让它算 $7 - 5$ ，它将其变成 $7 + (-5)$ ；让它算 4×3 ，它可以将其变看成 $4 + 4 + 4$ ；算 $6 \div 3$ ，就变成 $6 + (-2) + (-2) \dots$ 其它复杂运算也同样化成加法运算，愚蠢的机器就聪明起来了。

内存贮器 内存贮器是衡量电子计算机性能好坏的标准之一，其容量越大，解决问题的能力越强。

目前计算机的内存贮器主要是半导体存贮器。如果将其看成一个旅馆，其中有许多房间，则每个存储单元相当于一个房间。它可以存储字节，也可以空着。存储容量表示存贮器中能放的字节数，其大小标志着电子计算机记忆能力的强弱。存贮器的记忆力是很强的，美国科学家曾成功地在一块方糖那么大的存储器上存放 1000 亿个数据。

电子计算机存贮器的作用可谓举足轻重，一旦损坏，整个机器则如一堆废铁，无法使用。

控制器 控制器是电子计算机的“神经中枢”，它完全类似于人类的神经系统。它可以对每一条信息进行分析和判断，并发出各种控制信号协调电子计算机各个部件的工作。比如说，计算机接受运算命令“ $1 + 2 \times 3$ ”，控制器将它存入存贮器，然后根据先乘除后加减的原则取出 2 和 3，放入运算器相乘——也即相加，得出答案 6 放在运算器中，再从存贮器中取出 1 与 6 相加得答案 7 放入存贮器，最后控制器命令输出设备将结果输出。

大家可以看出，没有控制器，计算机不可能正常工作。

一般我们将内存贮器、运算器和控制器合称中央处理机。以上三种均属主机部分，接下来讲一讲外部设备。

输入、输出设备 输入设备是电脑的感觉器官，它负责将计算机所需的信息输入计算机，常见的有键盘、鼠标和光笔。其中键盘是最常用的，键盘上有几十个键，上标各种字母或数字等，按动这些键可以向计算机发命令。鼠标器则是将之在桌上移动并按动控制键在屏幕上发命令。至于光笔则可以直接在屏幕上绘画或写字。

电子计算机的输出设备包括显示器、打印机等。显示器大家比较熟悉，外形类似于电视机，可以在屏幕上显字符或图形。打印机则如同一只开口的箱子，口中可以吐出写着字符或图形的一条条纸带。

外存贮器 电子计算机的外存贮器主要是磁盘、光盘磁带机、磁鼓等。

将磁盘放在磁盘存贮器上，通过磁头工作可进行人与电脑的信息交流，即“读”与“写”。磁盘的存储容量相当大，一张普通磁盘可存入约几千本书的信息量。但相比之下光盘则更加神奇，一张光盘存储的信息量是同尺寸软盘信息量的几百甚至上千倍。至于磁鼓，由于它体积庞大，极为笨重，基本上被淘汰。

2. 软件

我们在操作计算机时给计算机发的指令叫程序，电子计算机的整个程序系统叫软件。软件又分两大类：应用软件和系统软件。

计算机现在还听不懂语言（尽管已发布了语言识别系统，但现在技术水平还不够高，只能与键盘配合使用），要使计算机执行人发出的命令，必须找到一种人机共用的语言，人类采取了一种机器语言——二进制。

二进制是一种计数的方法，逢二进一，它的运算规律极其简单， $0 + 0 = 0$ ； $1 + 0 = 1$ ； $0 + 1 = 1$ ； $1 + 1 = 10$ ；这样计算机内部的操作自然也简单。然而，计算机只懂自己的这种语言，而这种语言难学且难记，所以人们又创造了高级语言，如 BASIC 语言、C 语言等，一般使用电脑的人学会高级语言就可以了。

接下来给大家介绍一下一种极特殊的软件：计算机病毒。病毒这个词大家一定不陌生，但计算机病毒是怎么回事，大家恐怕就不甚了解了。计算机病毒的定义是：能够自我复制的恶意软件。

大家一定很奇怪，在这个冰冷的机器世界中怎么会产生“病毒”呢？当然，罪魁祸首还是人类。最早的病毒是谁制造的，早已不得而知，但它产生之后传播之快，令世人震惊。

计算机病毒与医学上的病毒是两个完全不同的概念。它是一种程序，是一种起破坏作用的计算机程序或指令。但它与医学上的病毒颇有相似之处，它感染计算机后很有隐蔽性且有潜伏期，一旦满足了一定条件，它会按设计者预先设定的指令大闹一场，使计算机内存的数据或命令遭到破坏，且它的传染性极强，可以不断自我复制并通过各种途径传播向别的计算机，危害巨大。

计算机病毒的种类数不胜数，它们的程序内容少、小巧玲珑，极易感染计算机。以下是几种较常见的病毒：

星期天病毒：在电脑认定的星期天发作，屏幕显示“今天星期日，何必那么辛苦”，而后则清除掉计算机的全部内存。

“磁盘杀手”病毒：是一种比较恶性的病毒，传染范围较广，当病毒发作时屏幕显示“当磁盘杀手工作时，请不要关机或拿开磁盘”。几秒钟后，

病毒将磁盘上信息全部删除，屏幕显示“现在可以关机了，祝你好运。”

“蠕虫”病毒：美国一青年制造的“蠕虫”病毒曾将美国大大折腾了一下。他制造病毒是出于恶作剧，此病毒使计算机工作起来极为缓慢甚至瘫痪。此次事件导致美国最大的计算机网络瘫痪了 24 小时，经济损失巨大。

病毒种类虽然多，但其危害主要有以下几种：破坏存储数据；改变磁盘中心存储内容和数据；降低运行速度至停止工作；干扰用户工作。

计算机病毒危害巨大，但“魔高一尺，道高一丈”，人类依然有办法整治它。为了防止它的传染，我们必须加强管理，软件不能随意外借，凡外来软件必须经过病毒检查才能使用，需要立电脑病毒防疫系统。对于病毒仅仅预防还不够，一旦染上病毒，还需要杀毒软件，现在人们已经研制出很多种类型的软件，它可以在病毒造成危害之前将它查出并杀灭。如常用的 kill 软件。

尽管如此，要在近期内消灭计算机病毒是不可能的，和计算机病毒的斗争将是一个长期而艰难的过程。

三、计算机的发展

计算机的发展速度之快是令世人震惊的。电子计算机的更新速度大约是 8~10 年更新一次，其运算速度提高 10 倍，价格却反而下降。

电子计算机问世至今已有 50 年，经历了电子管时代、晶体管时代、中小规模集成电路时代，进入了大规模集成电路时代。采用大规模集成电路制造的计算机是第四代计算机。目前世界上采用的多数是第四代计算机，电子计算机进入第四代，开始朝两个方向发展：微型和大型。

1. 微型电子计算机

从世界上第一台如庞然大物般的电子计算机，到今天的集成电路制造的计算机，大家可以看出计算机发展的一个趋势，即速度越来越快，体积越来越小，而微型计算机则是由小型计算机演变而来，比小型机更小的计算机。微型计算机一般被称为“微机”或“微电脑”。

微机的优点很多。首先，它比较便宜。这是因为它体积小，故用料少，自然价格低，而且随着科技的发展，其价格仍逐年降低。另外微机的用途极为广泛，它已经渗入了我们社会生活的各个方面，是计算机系统中的佼佼者。它运用种种最新科技使自身不断发展、完善，更新速度极快，性能、质量提高得也很快。

今天的电脑已走入家庭，一人一机的时代正向我们走近，这正是微机的功劳，但微机的作用远不止于此。你知道傻瓜相机为什么不需调焦距、对光圈，可以自动调焦吗？那是因为照像机中安装了神奇的微型计算机。再看看家中的小天鹅洗衣机为什么是全自动的，不需人工操作？还是那不可思议的微机在大显神通。当然，你还可以推想微机应用于航空、交通、结算等等领域又会如何作为。

2. 大型电子计算机

所谓大型电子计算机，并非大家想象中的体积大、占地广、质量惊人的庞然大物，而是说其运算速度快，可靠性高。

让我们看看那场 1991 年爆发的大战——海湾战争。海湾战争中进行了一场导弹大战，最为大家熟知的自然是“爱国者”大战“飞毛腿”了。“爱国者”此役大获全胜，被称为“飞毛腿克星”。大家可能不知道它的非凡战绩全仗其头部安装的一种大型计算机，即一种 100 万次/秒的高速计算机，它

结合多功能相控阵雷达、TVM 导弹跟踪系统。这些先进的电子系统使它自动化程度极高，反应极快，目标真假识别能力强，所以爱国者的高拦截率创下了世界军事的新记录。

大型计算机主要的应用领域是在航空航天技术、大型工程设计、气象预报、密码破译、原子能技术、地下资源勘探等等。大型机最突出的特点是运算速度快，已经快到了超乎想象的程度。各国政府在超级计算机的研制中，最为重视的仍是运算速度的提高。1989 年日本电气公司同美国克雷公司在日本的子公司开展了一场激烈的宣传战，各自宣传自己的大型机的速度和性能。同时双方也不断努力提高自己的产品的速度和其它性能，1990 年美国推出世界第一台超级主计算机，日本则研制出世界第一台约瑟夫森结巨型机；美国又于 1991 年研制成功更快的大型机，可供 100 位工程师、科学家同时使用。

我们或许会认为亿次计算机已经很有本事了，可如今大型机的速度快得令人难以置信，日本的每秒 160 亿次的巨型计算机刚一出笼，德国的每秒 400 亿次的超级电脑又问世了，而美国克雷公司则宣布定要将巨型机的速度再提高四倍，达到每秒 2000 亿次以上。

大家或许难以理解为什么各国政府如此大笔投资、煞费苦心地致力于大型机，殊不知，由于大型机的功能强、储存量大、可靠性好，其高速的运算本领已经使它成为尖端领域中不可缺少的主力军。大型计算机是当代一个国家科学技术和工业发展水平的重要标志，它从一个侧面体现了一个国家的实力。

在介绍了第四代电子计算机的两个发展方向之后，我们再来看看即将广泛应用的生力军，第五代计算机——人工智能计算机。

有人提出计算机会不会比人更聪明乃至统治人类等疑问，这一点我们大可放心，计算机的所谓智能只是一个范畴的智能，只不过是人类智慧的延伸，何况现在功能最强的电脑也不过是相当于几岁幼儿的智力。科学家们认为人工智能问题很难在 10 年之内有所突破。

第五代计算机的另一特点是能理解我们的语言，甚至能用声音与我们“说话”，但这一点也是困难重重。当今电脑的语音识别系统正日趋完善，尤其是对英语更是达到了相当高的水平。现在语音识别对电脑的智能化提出了比较高的要求。今年 IBM 公司发布了中文语音识别产品 Via Voica，这正是一种带智能化特色的产品。

然而，现在我们所说的这些距第五代计算机“实现人机对话”的构想还相差甚远。仍以 IBM 的中文语音识别产品为例，它只能听懂一些比较简单的命令和某些特定的语句。系统自定词组共 32000 个，这与浩如烟海的汉语词汇相比相差甚远，何况汉语这个语种新词不断出现呢！所以我们现在取得的成果不过是在研制第五代计算机的历程中迈出的小小的一步而已。

那么，未来的第五代计算机究竟是个什么样子呢？将不再像前四代那样工作，不仅能存储人们编制的程序，还能在一定程度上给自己编程序，它有知识，会学习，能进行推理，它能理解语音和文字，并会说话，它还具有汇集、记忆、检索知识的能力。

第五代计算机的前景十分诱人，日本是第一个开始研制第五代计算机的国家。可在 1992 年，日本却宣布终止对其研究。这从一个方面说明了人工智能问题的难度之大，但它一旦诞生，必将创造无法预料的奇迹。

我们可以毫不夸张地说，电脑是本世纪最伟大、最神奇的产物，它的出现把人类带进了一个崭新的领域，打开了人类智慧的大门。电子计算机是信息社会的重要工具。

第三节 现代通信技术

人类的信息活动从古至今经历了五次重大的变革，即：由打手势到语言的产生；文字被创造出来；印刷术——尤其是活字印刷的发明；电信和广播的开创；电信同计算机结合。

用电子学来传递信息始于 1844 年的莫尔斯玛的电报，后来发明了电话，接着发明了无线电通信。电视的产生使通信进入了声像结合的视听技术时代。直至 1958 年，美国把电信同计算机相结合，才形成了今天的现代化通信技术。

现代化通信技术是以微电子技术为基础，以计算机技术为核心的通信技术，其主要表现是先进的通信手段和先进的通信网络。

一、数据通信

数字通信是把原始信号变为二进制的数字脉冲来进行传输的通信方式。在数字通信的基础之上拓宽和发展即为数据通信。

数据通信把数据的处理和传输合为一体，扩展了计算机的应用范围，提高了计算机的利用率。在这个信息社会里，政府机关、财政金融等许多部门都要求高效率，数据通信无疑是一种极其重要的工具。它可靠性高，保密性强，传输的信息量大且距离远。

用于数据通信的通信网称数据通信网。随着通信现代化的发展，数据通信网必然取代模拟通信网（如电话网等），而数据通信网的发展方向则是“综合业务数字通信网络”，它可以综合信息传输与检索、资金转移、教育、医疗、监视，遥测等诸多内容，且传输电话的速度将为电话网的十几倍，发文稿的速度也将是现在模拟通信网的 6~7 倍。

上面说的这些并不是梦想，人类正逐步使其成为现实。日本东京大学的学术情报中心通过数据网把全国各大学、研究机构的 186 个图书馆联系在一起，使读者在网络上的任何地方都可以通过计算机享有网中各图书馆的信息。美国的全球电子信息网络更加神奇，它已开始为我国及美国的客户提供电子数据交换的中介服务，我国的报纸《中国日报》已正式入网，这样美国和别国的用户也可以了解中国经济等方面的信息。

世界各国都在加紧研究和建造“综合业务数字通信网络”。据报道，德国和荷兰之间已经开通这种业务，来自法国的消息则称法国即将实现百分之百的通信数字化。目前来看发展较快的仍首推西欧和日本。

二、卫星通信

卫星通信的优势可想而知：不受地理条件限制；覆盖面广，三颗卫星即可覆盖全球，实现全球通话；费用省。而一旦卫星通信采用数字方式，所传送话路的数量更是大得多，可大大提高通信质量且降低费用。

卫星通信是在 1965 年变为现实的，美国发射成功第一代国际通信卫星，终于使人类利用卫星开辟新的通信渠道的梦想成真，到 1990 年国际通信卫星已发展了 6 代。有 118 个国家参加了国际通信卫星组织，有 170 多个国家使用多颗卫星的 10 万条以上的线路。如今的国际越洋通信线路，卫星通信已占

70%，海缆通信仅占 30%。

海湾战争是战争史上第一次全面应用卫星通信的一次较大规模的战争。大家知道，在海湾战争的爆发当晚，几百架多国部队的飞机对伊拉克首都巴格达进行轮番轰炸，几乎全部命中预定目标。这个奇迹是如何被创造出来的呢？其实早在战争爆发前几个月美国就专门发射了几颗军事卫星，全面监视伊拉克的动静。卫星将收集的信息传回指挥中心，故美国早就对伊拉克的核研究中心、通信中心甚至总统所处的位置等了如指掌，这正是多国部队的轰炸如此成功的关键所在。整场战争中共有 60 多颗军用通信卫星和 20 多颗民用卫星用于情报收集、通信、导航等等。在这场战争中，战场的地面情况通过卫星传至指挥中心，再传至多国部队指挥部，指挥部再在计算机的帮助下作出决策，发布命令。多国部队的优越的通信设备使之处于主动地位，最终获胜。

现代技术的发展使卫星通信的应用愈来愈广泛，如在气象观测、电视转播、无线电导航、航天实验、军事侦察等方面都可一展身手。

下面我们再来看看为适应人们对通信要求的日益提高而产生的通信系统，甚小口径卫星通信系统（又称 VSAT 卫星通信系统）。它的发展被认为是通信系统中最有意义的成就之一，将对通信发展起巨大的推动作用。其突出的优点是设备体积小，结构紧凑，天线架设方便。当然，它还具有卫星通信的普遍优越性：可靠性高，保密性好，抗干扰能力强且不受地形等的限制。目前全世界已建成 10 多万个 VSAT 终端站。

三、移动通信

所谓移动通信是指人在运动或旅行中实施的通信联络。若通信双方都在活动，则要经过一个固定的台、站转接。人们采用这种移动通信正是适应了现代信息社会的快节奏、人员流动强的需要。

现在比较流行的 BP 机即是一种单向型的移动通信，它方便、廉价、易普及，很受欢迎。现在 BP 机的应用十分广泛，最主要的应用是在商业领域，它可以让你的合作伙伴及时找到你，告诉你市场行情。

在一些大城市中常见有人手持“大哥大”边走边打电话，看着颇为潇洒。“大哥大”的学名叫做移动电话，移动电话有两大类：模拟移动电话和数字移动电话。当然，正如前面数据通信中介绍的那样，数字移动电话的优点很明显，突出的一点即是可传送更多的信息，故可以大大增加用户的数量。数字化是移动电话的发展方向。我国现仍是模拟移动电话占据主导地位，数字移动电话不到总数的 5%。

那么，移动通信要达到的目标是什么呢？科学家告诉我们，那就是“个人通信”。在科学技术飞速发展的今天，通信方式仍只是“通信到电话”，而不是“通信到个人”。在不远的将来，我们可以达到“个人通信”时代，每人一号，人手一机，你可以随时呼叫他人或被他人呼叫，无论你身在何处都可以同任何地方的人通话。这个系统的一个中心环节是电话交换机，它必须知道每个人在哪儿才能接通电话，这对系统的智能化提出了很高的要求。未来的个人通信将是移动通信与智能技术的结晶，今天的移动通信网为明天的个人通信奠定了良好的技术基础。

四、光纤通信

光纤通信，顾名思义，自然是利用光导纤维来进行通信。提到光导纤维，人们自然会想到那位华裔科学家，被称为“光通信先行者”的高锟。他率先

提出了“用光代替电流、用玻璃代替铜导线”，但光在玻璃中传播只能走 30 米远。高锟为了解决这一问题，经大量实验终于查明了原因，并在 1966 年发表了论文《适合于光频率的绝端介质纤维表面波导》。在他的这一理论指导下，科学家们终于研制出了光纤。

光导纤维的优越性有很多，同等长度、同等传递信号宽度的光缆重量为铜缆的十万分之三，体积为铜缆的十万分之四，价格为铜缆的万分之五，可谓优势明显，且光通信的容量比电通信大得多。光纤的优越性还体现在抗干扰、抗辐射，可大大减少传输中继站，耐高、低温等等。

光纤的种种优势中最主要的一点，是其通信容量大得惊人。1988 年，跨越大西洋的第一条海底光缆容量就达到电缆的 1000 多倍。90 年代光缆的进步愈发神速，居然比 1988 年的光缆容量又提高了 1000 多倍。这只不过是光缆目前达到的容量，而光缆的理论容量比这还要大 1000 多倍呢！

光纤的发展将是不可限量的，光纤通信正从国内通信向国际通信发展，目前各国在努力发展国内光纤通信的同时正大规模展开国际工程。如英国标准化公司正建设的第三条大西洋海底光缆工程，连接美国、加拿大、西班牙、英国、法国，全长 8500 公里；还有西欧——中东——东南亚工程，分两部分，一个经过前苏联，另一个经过印度洋；美国也有 6 家公司与前苏联合作兴建联接苏联、欧洲和日本的世界性光纤通信系统。

光纤通信改变了通信业的面貌，光缆网络作为未来信息高速公路的重要组成部分，已成为各国争先建设的信息基础设施。

现代通信手段和通信网络的种类很多，这里仅仅例举了一部分。此外，全球定位系统、自动通信集成网络、电子信箱等等也都是当代高新的通信技术。

第四节 信息高速公路

信息高速公路是运载信息的高速公路，是一个将各种新技术结合在一起的网路。

我们身边有各种各样的信息网络，如电话网、广播网、电视网、计算机网络等等，但它们是一个个孤立的个体。为了满足未来社会对信息的需求，必须将它们联系起来，连接成一个包括语音通信、图像传送、数据通信这几种媒体的巨大网络，形成高速度大容量的信息网络。

信息高速公路必须包括： 信息来源。 计算机为用户储存并提供信息。

通信网络传递信息。 软件控制计算机。 用户有设备接受和发出信息。当然，信息高速公路也必然有其组成的基本技术要素，那就是集成电路网络技术和多媒体。前两者大家比较熟悉，在此不再多讲，下面我们来看看多媒体的一些情况。

多媒体一词近 10 多年来风靡世界，成为当今信息技术领域最热门的话题和研究方向之一。大家对这个词也一定不陌生，但到底什么叫多媒体呢？

传递和信息媒体有 5 种，即数字、字符、声音、图形、图像。人们希望能通过这 5 种媒体与计算机交流，但是这 5 种媒体的存在仍不能成为多媒体技术的标志，多媒体还有一个重要特点是人与计算机的交互作用，人可以通过自己的行为影响计算机。举个例子来说，家中的电视机可以显示数字、字符、图形、图像，且可以放出声音，但它并不是多媒体技术，因为人们只能

被动地观看节目，不能对节目进行综合控制。多媒体技术则追求交换性和交互性，电视可依人们的意愿放节目，也可以让人们控制剧情的发展方向。

从传统计算机到多媒体，从传统电视到交互性电视，信息的传递正经历着由单向到双向的进步过程。

多媒体具有综合处理音频、视频、图像、文字等多类信息的功能，包括计算机、电视机录象机、游戏机、传真机等许多新产品的性能，真正实现了图文一体化，视听一体化。计算机在多媒体技术的帮助下正朝着人类更易接受的处理信息的方向发展，实现了人机融合。

多媒体技术的应用极为广泛，它可以用来召开电视会议。多媒体系统可造成一种完全相同的会议场景和气氛，既可以提高会议效率，又能节省大量旅费。多媒体技术还能“虚拟现实”，它可以制造出一种逼真的模型世界，给人以身临其境之感。这项技术不言而喻首先应用于高科技领域，最主要的应用是航空航天方面，如微重力环境仿真虚拟星际考察、航天器与空间站仿真等，此外它在军事上的应用也有，如集团军模拟演习等。多媒体还有很多应用也是很重要的，如在医学方面、教育领域，甚至将来可能实现的电子购物等等。

通过上面的介绍，大家一定已经清楚，多媒体技术的发展是建立在通信、计算机、信息处理、网络等诸多学科高度发展的基础之上的。它站在各学科技术的最高起点上，正日益完善自己，这正应了那句话：没有最好，只有更好！未来十几年中多媒体产品将是市场潜力最大的产品。

了解了信息高速公路的含义及其核心技术，下面我们来看看那已经将建设信息高速公路提到日程上来的国家。

一、信息高速公路在美国

世界上最早提出建设信息高速公路的国家是美国。但这不是一件说办就能办的事，直至 1991 年，美国众议院才同意拨巨款建造它。为铺设连接超级计算机的光导纤维网络，美国政府拨款 10 亿美元，使企业在电脑和通讯方面的投资超出工业方面的投资。1993 年美国将建设信息高速公路作为技术政策的中心，并于同年 9 月正式宣布建设全国信息基础设施。信息高速公路行动计划正式开展。

所谓的国家信息基础设施，从直观上看，它是指那些看得见、摸得着的物理设备，如摄像机、计算机、光盘、打印机等等，此外还有一些看不见、摸不着的东西，首先就是信息，它包括各种形式的信息，可以是电视节目，也可以是录音磁带、录象带，还可以是图书馆档案、数据库等等；其次还有应用系统和软件用来帮助用户使用和处理信息；另外还有网络标准和传输编码促进网络间的互联和兼容，以保证网络的安全性和可靠性。

信息高速公路计划是一个社会系统工程，美国政府制定的这一计划基于 5 个原则，即：鼓励私人企业增加投资；促进并保护私人企业间的竞争；公众都有机会获得服务；避免信息拥有方面出现贫富不均的现象；维护技术设计上的灵活性。

信息高速公路计划的内容主要包括以下个方面：

第一，建设一个以能覆盖全国的光纤通信网络为主、辅以数字微波和卫星通信的数字化大容量通信网。借助它把千千万万的用户与服务站联系起来。

第二，信息资源的开发和利用。把美国几千个数据通信网和上万个数据

库，以及上千万个企业和家庭联系起来，缩短时空差距，为用户提供普遍的服务。

第三，以微电子技术为基础的传输和交换设备以及多种媒体终端，为用户提供一体化的综合业务数字网的宽带服务，将电视、计算机声音、图像、数据等多种业务综合在一起进行交互代通信。

第四，信息系统软件的开发和标准化的接口。提倡“无缝技术”，要求所有的网络都能互联，可以信息共享，以提供广泛的服务。

第五，培养大量人才，包括各类专业技术人员和用户的技术人员。

那么，信息高速公路的用途如何，预期效果又怎样呢？让我们再来看看美国：

80年代初期，美国强调把现代信息技术和社会相融合。1994年，美国从日本手中夺回了失落9年之久的“世界经济竞争力第一”的桂冠和失落10年之久的世界汽车王国称号，并重新获得世界制造业工厂成本最低的桂冠。这显然是把计算机和信息网融入经济领域，提高了制造业的生产力和竞争力以及对变化的适应能力。然而，这仅仅是一个开始，将来建成信息高速公路之后，它将给美国带来的美好前景则更加不可限量。信息高速公路给美国带来的潜在利益是巨大的，它将使美国的企业在全球经济竞争中获胜，突破经济地理等方面的限制，给国家带来经济增长，同时给所有美国人提供公平的施展自己才能的机会，改变美国人民的生活。

信息高速公路的服务范围极其广泛，可涉及到电视、电信、教育、科研、商业、外资、金融等领域乃至家庭。它带来的经济效益相当可观，例如：将之用于教育领域可使每个学生降低30%的学费，节省40%的时间，应用于医疗保健事业则每年可节约600~1000亿美元。而它对经济本身的促进作用更加巨大，预计10年内累计增加国民生产总值可达3万5千亿美元。

信息高速公路的前景诚然诱人，然而它尚未达到完美，仍有诸多问题有待解决。首先，如何在现有网络中并入“信息高速公路”至今令人困扰；其次，是使用通信协议尚未确定，目前应用较广泛的是TCP/IP，但其突出的弱点是不适合实时传送数据，而其最有力的竞争对手是ATM。ATM可实时传送数据，但没有像TCP/IP那样有众多软件的支持，TCP/IP的通用性和可靠性使其目前的主导地位短期内不会有所动摇；再次，是如何分配每个用户的频宽仍是问题。此外，还需要开发出信息高速公路的标准界面。

总而言之，信息高速路与美国社会和美国人的生活已经紧密相连，在未来的几十年中它必将对美国的发展起巨大的作用。

二、我国的信息高速公路

自从1993年美国提出有关信息高速公路的建设计划之后，各国为了使自己在未来的信息世界中不致落后，纷纷制定自己国家的信息高速公路发展计划，日本、欧共体等发达的国家先后发布相关计划并开始进行有关试验，一时信息化大潮席卷世界。我国政府在深入研究我国国情的基础上，推出了一系列重大工程计划。下面我们主要来看看“三金工程”

三金工程是于1993年提出的金桥工程、金卡工程和金关工程的总称。

1. 金桥工程

金桥工程上建设我国社会主义经济信息网络平台，建设国家公用经济信息主干网，为建立完善的各类经济社会信息提供基础设施。该网是以光纤、卫星、微波、程控、无线移动等多种方式与邮电系统数据专用网互连互通，

金桥网将保证各种经济社会应用系统信息传输和网络运行，该网络具有语言、图文、数据的传输能力。金桥网的任务是为金关工程提供通信联网条件和 EDI 交换服务平台，为金卡金税等“金系列工程”提供网络服务，与国家经济综合管理部门相连，与各部委的专用网络互通互联，与 1.2 万多个国家预算内大中型企业信息源相连，与其它国内外贸易企业相连，与金融、科研网互通互联，联接 30 个省会城市及 300 多个中心城市。

金桥工程分两个步骤。首先建立网控中心和电子数据交换增值业务网、交换服务中心及地面卫星主站，其次通过扩充卫星网使邮电部的数据网和银行专用信息网开展金卡业务。

2. “金卡”工程

金卡工程即电子货币工程，是加速金融电子化和商业流通现代化的重要组成部分。把金融业电子化搞上去，不仅仅是个经济问题，更重要的是有利于安定团结和稳定的大局。目前信用卡在美、日等国家已基本取代现金。

我国建设金卡工程的目的在于减少货币流通量，加速资金周转，提高资金利用率，大大提高国家机构对资金的宏观控制能力，防止资金体外循环和偷税现象。这对国家的经济积累和发展很重要。

3. 金关工程

金关工程是国家对外贸易信息网工程。随着信息技术的广泛应用，发达国家已广泛应用电子数据交换(EDI)作为国际经济交往和贸易往来的主要手段。EDI 是以计算机、通信网络支撑平台，以具有法律、标准数据格式和贸易往来的作业方式、谁不具有 EDI 手段，将失去贸易伙伴，无法与国际贸易接轨，EDI 将是国际贸易往来的通行证。随着复关入关的到来，国家建设金关工程是非常必要的。因此，李鹏总理从总理基金中拿出 300 万美元作为金关工程的启动资金。

“三金”工程只是中国信息化工业中的一个组成部分，要真正使我国进入信息时代还有许多工作要做。它不仅是技术与基础建设的工程，还是一个巨大的系统工程，需要投入全社会的力量。

第三章 生物工程

当我们喝着美酒的时候，当我们吃着鲜美的鸡鸭鱼肉的时候，当我们使用护肤霜来保留青春的时候，当我们看到日本人吃赖氨酸面包长高的时候，当我们看到现代战争中神奇的多眼雷达的时候……同学们，你知道是什么给了我们这么多便利的条件吗？是生物工程。

科学技术是第一生产力。现在科学界普遍认可的三大支柱学科为：生物工程、电子、新材料。而生物工程又首当其冲，为什么呢？

首先，近 10 多年来世界生物技术迅速发展，无论在基础研究方面还是应用开发方面，都取得了令人瞩目的成就。生物技术成果越来越广泛地应用于农业、医药业、工业、环保业等领域，为解决人类面临的资源短缺、环境污染、效益衰减等问题发挥着巨大作用。生物技术将是 21 世纪的主导技术，甚至可能引发一次新的工业革命和第二次“绿色革命”。

其次，21 世纪科学发展的趋势是各门学科不断交叉并加速综合，而且不同学科的作用、地位都将发生新的变化。如果说 20 世纪的主导科学是物理学，那么 21 世纪的主导科学将是生物学。生物学是研究极端复杂的系统，同时它又是满足人类社会多种需求的科学，所以它将成为 21 世纪学科的中心。

同学们，让我们一起走进 21 世纪的主导宫殿——“生物世界”中去吧！带着对英国科学家们克隆出“多利”的种种疑问，让我们首先走进生物工程的重头戏。

第一节 基因工程

一、什么是基因工程

基因工程也叫遗传工程，又叫 DNA 的重组技术，这一技术在生物工程乃至整个科学技术中有着举足轻重的地位。基因工程是对“基因”在体内外使用一种工具酶，人工地进行“剪切”、“组合”、“拼接”，使基因按人们的意愿重新组合，然后通过运载物质转入体内，进行无性繁殖，并使我们需要基因在细胞中表现出来，把我们不需要的基因除去，生产出人们所需要的新的产物或组成新的生物种群。

了解了基因的基本概念，下面让我们看看它在我们现代和将来的生活中的神奇力量。

二、农业转基因动植物的发展与展望

近几年，国际上农业发展之快，已引起各国政府和科学家的重视。而生物技术的应用尤其是转基因动植物的发展最为活跃。应用转基因技术是将有特殊经济价值的基因引入动植物体内，对其做品种改良：品种改组，从而获得高产、优质、抗病虫害的新的动植物品种，提高农业资源利用率，降低成本。

1. 抗病虫农作物育种的新发展和未来前景

农作物病虫害是农业产量下降的重要原因之一。常规防病虫害用喷药法，既费钱又污染环境，且对人食用的食物有一定的危险性。利用转基因技术可以把抗病、抗虫基因导入植物体内，避免或减少病虫害。这里我们插入一个有趣的小故事：有一种柳树，当一种吃叶的害虫爬上树枝吃叶时，它会使得树叶产生一种不好的味觉，即这种害虫所讨厌的一种激素，使害虫不能再

食其叶。而同时被害的柳树也会通过改变叶色来告诉其它的柳树产生激素，防止此种害虫。这是因为树中含有一种基因，而害虫恰恰对此基因“感冒”，不敢去尝试。那么我们就把某些害虫“感冒”的基因导入植物体内，让害虫望而生畏，不敢再来偷（吃）植物美丽的绿叶、丰硕的果实。

近年来，科学家们已成功地培育出抗虫的棉花、玉米、马铃薯等农作物新品种。将来，会有更多的农作物、果树和其它经济作物被导入基因而成为绿色食品，兴起第二次绿色革命。

2. 农作物新品种和多样性农作物的出现

转基因技术育种的一个重要目标是产生新的、高质量的品种，以提高产量。近些年来蔬菜的种类正日益丰富着我们的饭桌，各种各样的大米也散发出各种各样的香味，引诱我们去大饱口福。现在有的农作物、经济作物已脱离了土壤，只在清澈的水中迅速地发展生育，充满了诱人的香味。这种种的变化都来自于转基因育种的结果。

当你看到一株长满了西红柿的植物时，会发现它的根部的土高高地隆起。再仔细蹲下身来看一下，伸手扒开一边的土，噢，原来地下是土豆。这便是转基因育种的另一种神奇效果。让我们顺着这个思路来展开我们的想象，用我们的智慧，拿着转基因这把打开宝库的钥匙，来找出更多这样的多样性植物。如甘蔗上面结出甜甜的玉米棒子，大白菜下面长出一个白白的萝卜或红红的萝卜；一株玫瑰上开出红白橙黄绿蓝靛紫八种花来，红红的高粱下面结出一块大红薯……。让我们展开我们的联想，来创造一个美好的植物界吧！

3. 转基因动物的神奇世界

转基因动物育种近年来大踏步前进，先后培育出了转基因的牛、羊、猪、鱼、狗等。美国伊利诺斯大学研究出一种带牛基因的小猪，其增重速度非常快，长成后像一头小牛，块头大，肉多而味美，我们在食用时也能品出一种牛肉的味道。许多年以后，还会出现带猪基因的鸡、带鸡基因的鱼、带鱼基因的虾……。那时，我们不光会看到更多类型的动物，而且能吃到多种味道的肉。这样，我们就不用既买鸡又买鱼，既买鱼又要买虾来补充我们体内所需要的营养成份了。

另一种转基因技术，会带来巨大的经济效益，为我们带来生命的保障。转基因猪带有一种人体基因，其某个器官移植于人体能够抑制对导体器官的排斥，挽救一个因某一器官出毛病的人的性命。科学家们已经在这方面取得了巨大成功，他们认为这种转基因猪的培育成功可望解决移植器官不足的问题。应用转基因的羊、猪还可以培育生产人的血红蛋白的羊、猪，从其血中提供完全活性的蛋白。现在世界范围内人的活性蛋白年销售额为 100 亿美元。用转基因培育有人体基因的猪 10 万头，年产值可达 3 亿美元。我们还可以培养一种转基因的山羊，其奶中含有抗癌作用的复合单克隆抗体，而这样的山羊只要 10 只就具有现代化大规模生产厂的生产能力。可见转基因有巨大的神奇效用，它不仅可提高牧业的效率，还可拓宽家畜的新用途，为现代化的发展提供技术力量。

下面让我们看看转基因技术在农业、畜牧业发展上做出的巨大贡献。

1. 超级型生物的出现

利用现代转基因技术，把大型动物基因引入小动物体中，从而产出巨型此类动物，且在同等条件下获取更多的产品。首例是 1982 年帕尔米等培育成

世界上第一个“超级鼠”；美国最近也培育成大型鲭鱼、鲑鱼与大马哈鱼等；我国香港和台湾已培养成像狗一样大的老鼠；澳大利亚也培养出像牛一样的绵羊。据科学家们推测，在今后几十年内，超巨型动物将大量出现。

2. 缩微型的小不点

目前科学家正在将各种动植物基因转入微型牲畜里，可使我们在一道菜中品尝到鸡、羊、鱼、肉、猪、牛等各部位的各种味道。现在墨西哥国立自治大学已用生物遗传原理培育出微型牛，身高 60 厘米，它生长快、皮薄、肉鲜、味多。我国也已培育出微型“小香猪”。

3. 混合杂交型

大家知道蚕的丝是洁白的。可你知道吗，现在印度的科学家把一种基因转入蚕体后，蚕就吐出了五光十色的彩丝了！还有一种猪，转入基因后像羊一样吃青草；美国 DNA 公司在番茄中导入北冰洋比目鱼的抗冻基因，培育出了抗寒番茄；英国爱丁堡大学将海蜇中的发光基因导入烟草、土豆、芹菜等植物内，培育出了发天蓝色光的土豆、芹菜等。

科学研究的目的是服务于人类，下面让我们看看基因技术与人的生命体所发生的种种神奇的直接作用吧。

三、人的生命体与基因的关系

据科学家预测，人体共有 10 万多组基因，至今发现的已达到 1.5 万之多，这不能说不是一个令人惊喜的发现。随着更多基因的发现，人体生命的奥秘将会在我们自己的眼中展现。到那时，人们将不再为癌症、艾滋病等不治之症发愁，将不会再为智力而烦恼，将不会为残疾苦恼……到那时，人类将拥有一个美好的世界。

1. 基因与人类生殖繁衍后代

试管婴儿的成功和世界上千千万万个试管婴儿的健康成长，曾经为世界所震惊，它给家庭、社会带来的效益是无法用言语来表达的。今天，试管婴儿已为大家所熟知，而克隆羊的成功又让世界骚动，如果人能克隆出一模一样的另一个人来，世界将会是什么样子？

让我们看看现实中的问题吧。中国的小说《西游记》里有一个“女儿国”。无巧不成书，英国西部一岛上有一个女儿村，出生的婴儿清一色为“千金”。这是为什么呢？用遗传学的观点来看，原来是当地有一个废锌矿，废矿内物质渗入水中，水中的几种元素进入人体后扼杀了精子中的 Y 基因，使得男婴没有机会出生。

基因在人类繁衍后代时的真正用途是什么呢？那就是搞好优生优育，把新出生的婴儿体内某些产生疾病的基因破坏，转入能使婴儿健康成长的基因。这就是现在兴起的基因免疫疗法。

2. 用基因来治疗人类疾病

要了解基因疗法，我们先要了解基因的作用和目前基因疗法的进行过程。人体细胞中的单个基因是一段 DNA，在大多数情况下，它起着生成一种特定蛋白质的蓝图决定作用，同时它决定蛋白质中氨基酸的顺序。单个的细胞只能把选用的基因——DNA 复制成自身的 RNA 信使，而 RNA 则起着构成蛋白质模板的作用。如果一个特定的基因 DNA 发生了突变，随之，其蛋白质产物便不产生或不能发挥正常功能，甚至产生对其它基因的伤害性，也就产生了种种的可怕的病状。

基因疗法是本世纪 70 年代初期开始兴起的，当时只是对人类的遗传性疾

病（如囊性纤维突变、进行性肌营养不良症、腺苷脱氨酶缺乏症——此症严重危害人体免疫力、高胆固醇血症）进行攻击性治疗，取得了良好效果。随着时间的推移和科学的迅速发展，科学家、医学家们发现许多后天性的疾病也有一种遗传性——即与基因有关。例如癌症是其中最明显的，也是大家最恐惧的病症，它就是后天性的疾病。现在，通过基因疗法，大多数癌症患者都能恢复健康。

一般来说，基因疗法是将以 DNA 顺序为形式的指令转入患者的患病细胞，从而使之产生某种有治疗作用的蛋白质。这是因为病毒、细菌、植物和人类都拥有相同的遗传密码。科学家们已在短时间内掌握了关于某些基因如何支配基本生命过程以及它们如何产生疾病的大量知识。由于一个物种的 DNA 能被另一个物种读懂并理解，医学家和科学家们设计疗法时，就让基因 DNA 在细胞和物种之间转录。例如用于治疗癌症的实验性基因疗法有多种类型。一种是将能产生有毒分子的基因传给癌细胞，产生的蛋白质随之将癌细胞杀死；一种是用激活法，激活人体内某些基因来补充被癌细胞破坏的蛋白质；而另一种是免疫法和疫苗法，它不但可以杀死已出现的癌细胞，而且能对尚未出现的有致癌作用的细胞有清除的作用。

四、杂谈基因 DNA

1. 用病毒基因灭蚊害

美国科罗拉多州立大学的研究人员首次用基因工程的方法，把一种传播致命疾病的蚊子转变成了一种无害的蚊子。这种蚊子带有克洛斯病毒，它能导致儿童患脑炎。科研人员用该病毒的修改基因来改变病毒，使它失去作用。科研人员还把病毒拼接到信德比兹病毒中（这种病毒可以感染蚊子，但不会引起疾病），一旦病毒进入蚊子细胞，信德比兹病毒就开始产生大量的“反感”RNA。RNA 是基因与由基因缩码的蛋白质中间的纽带。反感 RNA 有一种特殊的结构，它可以抑制 DNA，使之无法产生克洛斯病毒蛋白质。当蚊子后来感染上克洛斯病毒时，反感 RNA 就可以阻止其蛋白质的生成，因此该病毒就无法在蚊子体内繁殖，这些蚊子在其整个成年期（大约 40 多天）内就不会传播疾病了。现在科研人员正在研究用基因手段来对付其它由昆虫传染的流行性疾病。

2. 基因 DNA 芯片——划时代的宇宙新突破

人类史上第一次伟大的革命是以计算机芯片的诞生为标志，计算机芯片整合进众多的装置中，把人类的智能赋予了她自己的产物，给人们的生产、生活带来了巨大的变化。第一次革命发源于美国加州的硅谷，而另一次革命——芯片基因将对人类的发展产生更加深远的意义。人们关注诞生“多利羊”的英国苏格兰时，基因芯片正在美国加州的硅谷悄悄地诞生，基因 DNA 芯片的产生将从根本上改变科学界的面貌以及人类生命的质量。它对人类的重大影响是克隆羊所望尘莫及的。

基因芯片又叫 DNA 阵列，与我们这个信息时代的主角计算机芯片有着非常相似的地方——高度的集成化，不过芯片上不是半导体晶体管，而是成千上万的网格状密集排列的基因探针。这种芯片使得科研人员有可能在同一时间内分析大量的基因，就像在快速读取生命的篇章，其威力体现在破译密码的准确、高效之上。

基因芯片的原理非常简单，它的构造是一块带有涂层的特殊玻璃晶片。研究人员使用专门的机械手，把一系列的 DNA 探针固定在芯片上，控制机械

手的计算机可以自动地为不同的 DNA 探针精确地定位。一块 1cm 见方的基因芯片容纳的 DNA 探针数可达数万个，甚至数十万个，而每个基因探针的面积仅为 40um × 40um。DNA 探针实际上是一段已知序列的寡核苷酸，它可以结合与其碱基序列相匹配的核苷酸，以此推测被结合的未知 DNA 的碱基序列。为了使基因芯片作 DNA 序列分析，必须先用多聚酶链反应 (PCR) 将未知的 DNA 样本扩增，再用限制性内切酶将样本链切开，并用荧光染料标记，然后将一小滴样本加于芯片上。当未知的 DNA 段和芯片上互补的探针相接触时，通过杂交反应使之结合。经过几小时的杂交反应后，芯片用配有特殊照相机的荧光显微镜记录下探针荧光点的精确位置。一个荧光点表示一段互补的 DNA 链已结合了一个特定的寡核苷酸“单词”。计算机程序再利用核苷酸链的重新合成部分将“单词”拼成“句子”，“句子”拼成“段落”，以此破译整个基因的秘密。

基因 DNA 芯片的现状和发展令人们惊喜。位于美国加利福尼亚的 Affymetrix 公司是目前美国最有影响的基因芯片制造和开发商。该公司于 1996 年正式制成第一块基因芯片并投放市场，其发展的速度十分惊人，到目前已经制造了 20 多种芯片。而对于检查人类的基因组中所有的异常基因，只需要 10 种芯片就足够了。3 年前该公司生产的指甲大小的芯片可容纳 2 万个 DNA 探针，而目前可容纳 6.5 万个探针。这样的发展速度预计到下一世纪人类就能解开基因的秘密了。

但是，破译人类基因组的 DNA 序列还只是革命的第一步。这正像人们在学习外语的过程中认识了 26 个字母就可以拼读单词一样，但若不知道单词的意思是什么，当然就无法知道句子乃至段落的意思了。因此，要真正实现基因革命还需要弄清楚每个基因的功能，以及它们是如何协调的。这就是基因革命的第二阶段的目标，功能基因组基因的任务。目前，科学家们已经在某些基础课题中开始比较不同人的基因，以鉴别具有某种独特性的正常基因的变异体。数年后，科学家们就能将一定的基因型和人的某种特性联系起来。譬如说和长寿、高智商或者性格内向等联系起来，通过了解不同个体基因的过程，研究人员就可以解开疾病，甚至个性的种种秘密。这个秘密的线索就在基因芯片的网络绚丽多彩的网络图案中。每个人的基因图谱就像它的指纹一样独一无二，但复杂过程却远远高于指纹。

一旦科学家们确立了基因的正常图谱，并且开始寻找和疾病有关的异常基因，那时基因芯片将会对人类作出划时代的贡献。目前的研究表明，人类的大多数疾病都可以在基因水平上，不仅是单基因的水平上，而是多基因的水平上阐明发病的机制。例如在癌症研究中使用基因芯片，科研人员可以跟踪细胞的迅速分裂时期的基因变化，去寻找哪些基因的作用失去了控制，或者哪个基因停止了工作，引起了肿瘤的发生，于是可以研制出特定的药物抑制肿瘤触发基因，或者抑制其产生的蛋白质，由此扼杀癌细胞，使患者康复。

我们有信心这样说，基因芯片大规模地应用于科研和临床，为生物学的发展、为人类文明进步作出贡献的日子已经不远了。

3. 基因 DNA 计算机

了解了基因芯片的发展，可能大家会对如何使用芯片会提出疑问，那么让我们回头看看计算机的又一次革命——DNA 计算机。

在 1946 年世界上出现第一台计算机以来，计算机技术便有了突飞猛进的发展。现在计算机已经到了第五代，而第五代计算机的研制却停滞了。一种

新的、有代表社会性的“生命物”——DNA 计算机应运而生。

如果将 DNA 计算机与普通计算机加以比较，普通计算机以 0 和 1 表示信息，DNA 计算机以 DNA 的单元为信息；普通计算机引导电子穿越特定的路径而完成运算，而 DNA 计算机必须合成特定排列顺序的 DNA 分子序列，然后让它们在试管中发生极快的化学反应，最后制造出分子的排列顺序才为计算结果；普通计算机对于有 n 个变量的 SAT 程序而言，必须搜索 2^n 个可能的答案，因此随变量的增加，所需时间成倍地增加，一台计算机就不能完成了。DNA 计算机一支试管能容 260 股 DNA，就如同千千万万台计算机并联，超过了人类在硅世界中所梦想的情形。而且 DNA 内碱基可配对翻译成电脑使用的二进制数字，这种结合能够解决不少计算机方面的问题。

更重要的是，在理论上 DNA 计算机甚至可以编写程序，如同人脑一样。可见，DNA 计算机有生物活性，可以自我复制，自我结合。与其说它们是机器，还不如说它们是一种特殊形式的生命。专家们预言，DNA 计算机的实现还需要一个漫长的过程。但这个过程是人类正走向终极目标的过程，它的成功之日也就是人类彻底改变自身之时。

4. 会自杀的土豆

最近，德国科学家已研制成功一种通过基因控制生产出来的土豆。这种土豆细胞在受到病毒感染后会自杀。这不仅能抑制像土豆晚疫病那样的流行病的蔓延，而且对保护其它农作物的安全具有极其重要的作用。

研究人员在土豆未受病毒感染时，把具有破坏性的基因植于其中，而且还植入一种起特殊控制作用的蛋白质（这种蛋白质能够抵消少量巴内斯蛋白质的作用）。所以，只有当一种病原体开始袭击土豆时，才会产生充分的巴内斯蛋白质，使那些起特殊控制作用的蛋白质失去作用，从而促使受病毒感染的细胞死亡。研究人员确认这种基因对于土豆抑制病毒感染很起作用。不仅如此，他们还认为，它也可能对其它农作物起作用。从理论上讲，把这种系统应用于人们所感兴趣的所有农作物应该是可能的。其关键是改变把病毒与巴内斯蛋白质的产生联系起来特征标签，以便使它适用于对应的农作物。

如果我们可以使土豆内受到病毒感染的细胞自杀，从而使其它作物受到保护的活，那么，我们就需要使用大量的农药了。

5. 解开基因奥秘的新途径

本世纪一个极其重要的生物学工程已经完成了。在过去的 7 年中，欧洲、北美和日本的 96 个实验室的 400 名研究人员经过艰苦努力，破译了啤酒酵母细胞的构造和工作所需的完整指令集内数百万计的 DNA “字母”。啤酒酵母不是第一基因组被测定的有机物，但是，它却是第一个基因组被测定的细胞核的复合有机物。

遗传学家们所庆幸的是，按照真核细胞的标准，酵母基因组很小，只含有约 6000 个基因和 1200 万个 DNA 碱基对。而相比之下，人类则需要约 7 万个基因和 30 亿个碱基，所以遗传学家们在实验中非常喜欢用酵母的基因组作为有机物的试验样本。科学家们知道，酵母基因组的生化表现特性优于其他任何植物、动物或真菌细胞，可以随意地添加基因或剔除基因，这使对特定基因功能的研究变得更加容易。

对酵母基因的测试又揭示出一大片尚待开发的未知领域。目前，生物学家们对 40% 的已知基因的功能毫无线索。在这些神秘的基因中，半数是类似

果蝇、老鼠或其他有机物体含有的 DNA 基因，另有半数从未见过。学者们将后者称为“孤儿基因”，因为谁也不知道这些基因究竟属于哪些基因家族。由于无从查起，所以这些基因研究起来非常困难，但研究这些基因也并非不可能，有几家实验室正在直接通过酵母细胞剔除“孤儿基因”，然后观察酵母以及后代有何反应或变化。今后，世界各地的科学家们要把 1000 多个未知基因从酵母细胞中逐一剔除，分别检查每一基因被剔除后对该酵母细胞后代的生长与繁殖能力的影响。研究人员还要监测这些基因在酵母细胞的生存期间内何时制造蛋白质。以及蛋白质归于细胞内何处。

经过这一初步的筛选和甄别，遗传学家们就能对这些基因大略地加以分类。这种初步分类为研究酵母生化特性的各专门实验室今后的研究并确定各个基因的确切功能创造了条件。

剔除试验加深了对基因学界一大迷团的理解。新的试验证实，许多基因对细胞的健康生存来说是多余的。研究人员已了解到，只有约 1/4 的基因对细胞是不可缺少的；若将其剔除，就会使有机体死亡。美国斯坦福大学的维多利亚·史密斯、帕特里克·布朗和戴维·波茨坦因运用他们称之为“遗传脚印”的一种敏感性显著的新技术，发现大多数非致命性的基因被剔除后对酵母细胞不产生明显的影响。该研究小组用一种能在基因组周围移动的、叫做“跳跃基因”的特殊基因，随机地摧毁酵母中的个别基因，然后对所有受伤或未受伤的酵母细胞加以培养，使得较为健康的细胞试样超过受过伤害的细胞试样。观察结果表明，丧失了重要基因的酵母很快从培养液中消失，而损害细胞生长率的剔除部，即使数量很少，也在数次增殖的过程中逐渐消失。这为研究人员提供了每个基因对酵母生长的重要性的参数。

有了可供选择研究的完整的基因组序列，遗传学家就能对控制基因的全部调节进行研究。这部分 DNA 对于理解基因组如何控制细胞的构成和工作非常关键，因为它们就是基因的开关，其触发信号来自基因组的其它部分、细胞的其它部分以及细胞以外。具有相似调节序列而调节序列同时启动基因开关的基因，可能是通过一条代谢途径相连的。越来越多的生物学家开始把注意力转向利用计算机来进行他们的研究工作。法国巴黎帕斯特研究所的安东尼·丹泌利用计算机，对已经测序的大肠杆菌的基因进行研究，取得了一些成果。

迄今为止，遗传学家们已经为各种不同的细菌以及酵母完成了完整的测序。而细菌和酵母代表了生命树上三大主干的两支。美国伊利诺大学的进化学家卡尔·伍斯不久就要发表的 *Methenococcus jannaschii* 完整的基因组序列，将成为生命树第三支中首次测定的完整基因组。通过对这些不同有机数序列数据库的比较，伍斯希望能推导出当生命树刚刚是一粒种子时，哪些基因是这些有机物的共同祖先，从而找到有机物的性质，以及地球上最早的生命形态。伍斯说：“生物学要成为一门完整的科学，就必须对地球上生命起源的问题作出解释。”

尽管完整的解开酵母基因组序列有希望解答生物进化、基因调节以及人类疾病等方面的一系列问题，但它还无助于解释有关蠕虫等复合有机体的重要难题。例如，基因是如何帮助组织细胞进入多细胞体，控制大脑和高级神经系统的基因指令的性质，等等。要解释这些问题，研究人员还要等待对微小线虫基因组序列和人类基因组序列的完全测序之后。

从这个意义上说，由酵母基组完全测序而触发的这场“淘金热”，只是

将来基因组研究更加狂热的一个先兆。这些基因组将成为我们留给后人的重要科学遗产。

6. 设计我们的命题

科学家们相信，器官再生将由于基因绘制和细胞发育方面的发现而成为可能。西雅图一家公司现在把一个完整的 DNA 储存于一个玻璃容器内。储存多久？可能几千万年。韦恩州立大学的遗传学家戈连伯格声称：他已经使一个有 2000 万年之久的古代木兰花叶的 DNA 复生。这一例中，DNA 是大自然设计的。将来我们的后代可能偶然发现我们的遗迹，并发现我们自己设计的 DNA。

了解了基因 DNA 之后，让我们把视野扩大一点，从小小的基因 DNA 转到它的寄生体——细胞中来看一看。

第二节 细胞工程

细胞工程是当今生命科学最前沿的生物技术的另一个组成部分。细胞工程就是在细胞的水平上进行遗传操作与加工，定向地改变或创新物种，或创造具有新遗传特征的细胞技术。简单地说，就是细胞融合技术、细胞大规模培养技术和植物组织培养及快速繁殖技术。

一、细胞融合转移技术

由于前面基因工程一节里已讲了许多转基因获得新物种细胞的例子，这里我们就简单介绍一些新的例子以加深理解。

第一个例子是英国两位科学家合作的。他们取来小鼠脾脏来制备浆细胞，再用它与骨髓细胞进行融合操作，得到杂交肿瘤细胞，它既能像骨髓细胞那样繁殖，又能不断地分泌一种抗体来对付红细胞。由于小鼠脾脏细胞免疫后只分泌一种抗体，因此杂交肿瘤细胞在克隆化后，即无性繁殖后所产生的免疫性是均一的，这就是现在人们所熟悉的“单克隆抗体”。

提到克隆，人们的注意力又被牵引到英国的克隆羊“多利”身上，那正是融合细胞技术的一种运用。由于大家对有关“多利”的报道都了解得较多，此处我们就不再过多地介绍了。

下面让我们看看细胞移植给人们带来的便利的一个例子——用母牛细胞止痛。

瑞士一些医生在 6 个病人身上进行了一种止痛的试验。他们把母牛肾脏附近人工培植的活细胞移植到 6 个病入膏肓的患者的脊柱内，以帮助他们减轻痛楚。这些细胞所产生的一系列天然止痛剂比咖啡一类药物的止痛效果好，而且副作用小。这些移植的细胞包括嗜铬细胞，能分泌肾上腺素和去甲肾上腺素。它们不但在动物面对危险时能指导动物作出搏击或逃遁的反应，而且能产生一系列天然止痛剂，如儿茶酚胺、脑啡肽、抑制素等等。

做这个实验要让病人冒着被感染的危险，因为把异类的组织移植到人体中是否可行，至今仍有争议。所以研究人员寻找了一种使这种危险性减小的方法，不仅保护了病人免疫系统中的细胞，而且让镇痛化学物在人体中得以循环。这就是使用管状移物，把免疫系统内的细胞包在一个密封的丙烯酸膜内。这种丙烯酸膜能够阻止任何东西进出移植细胞，对于病毒和质粒来说更是不可渗透的。另外，丙烯酸膜还能防止大而复杂的分子和病人免疫系统中的细胞侵入移植细胞。但微小的毛孔可以让基本的营养成分到达嗜铬细胞，

还可以让嗜铬细胞所产生的有止痛作用的小分子进入人的脊髓中而起到止痛作用。

科学家在移植物中注入了大约 200 万个嗜铬细胞。这些细胞在一天一夜后足以分泌出 2~3 毫克的儿茶酚胺。接着，他们把这些移植物分别植入 6 个病人的脊柱内。结果，6 个病人一致说他们感到舒服多了，其中三个能减少用传统的止痛剂，有一个完全停止使用化学的制痛药剂。移植物在人体中可滞留 41—176 天。当管状物被取出后，研究人员发现没有任何纤维细胞粘在移植物上（这表明移植物并未引起人体免疫系统病变），而且还发现这些嗜铬细胞仍像当初被植入人体时一样活着，依然分泌着化学止痛剂。

作为人工培植细胞对人体有治病作用的依据，该实验是令人兴奋的。科学家们更应该沿此方向不断将它完善、发展、创新。

二、组织培养大规模繁殖技术

植物细胞具有全息性，能从一个细胞或原生质体发育成完整的植物体。当然，植物的各种器官组织也具备这种功能。例如用一个康乃馨茎尖一年内增殖 100 万株康乃馨，玫瑰培养 49 天就能开花，让兰花从“兰花工厂”中源源不断地大量生产出来等，都是这项技术的运用。

让我们看看另一个例子。大家对泡桐都很熟悉，它俗称桐树。你知道一颗桐树长成需多长时间吗？一株桐树长成需要 10 多年的时间，而现在澳大利亚的科学家已经培植了一种能在 6 个月内长到 5 米高并能够在 6 年内采伐的泡桐。澳大利亚 Forestech（森林）公司已经开始将目光投向这种迅速生长的树木——泡桐。

目前，该公司通过组织细胞的培养、生物成份的分离等新技术和对基因库的掌握，已经生产出更好的树种并能控制树木的高度、胸径等。例如生产出一种能在 6 个月内长到 5 米高，并能在 5 年时间内长至 13 米高、0.5 米胸径的泡桐。

三、细胞大规模培养技术

先让我们看两个例子。在美国，有一妇女今年 35 岁，是两个可爱孩子的母亲。当家里煤气炉爆炸时，她受到严重烧伤，烧伤面积达 75%。她被送到印第安纳大学医院后，烧伤科主任苏德博士从她身上切下一小块未受损伤的皮肤，送到波士顿一家小生物技术遗传酶组织修复公司。30 天后，遗传酶公司用这一小块皮膜生成了足足可以覆盖这位妇女全身的皮肤。46 天后她康复出院了——这是通常所用时间的三分之一，而且比通常技术还完美。用中国话说，是“华陀再世”。

另一个 16 岁的男孩因玩汽油，全身 60% 以上的皮肤被严重烧伤。他被送到美国加利福尼亚大学圣迭戈分院后，汉斯伯勤博士用一家生物技术公司先进组织科学公司生长的皮肤为小男孩修复了烧伤部位，仅 47 天他便完全康复出院。

面对如此的高科技，大家会感慨人类创造奇迹？两个病人如此快而完美的康复，是因为活组织工程领域取得了新的进展。现在科学家们不仅能生成代用皮肤，而且能生成心脏瓣膜、乳房、耳朵、软骨和其它身体组织。而且少数的产品已经获得有效的应用，大多数的产品经过几年研究有望投入临床运用。当如此生产的“产品”被使用时，医生们就不会再对移植器官时人体所产生的对异种的“抵抗”性感到头痛了。

现在，科学家们正在开发新的产品。一种是利用幼儿的细胞。在幼儿的

上取下一小块皮肤，或一小块组织细胞放在培养液中保存起来，等到用时加入必要的液药使之快速成长为所需要的器官；另一种是开发直接的种植细胞而长出器官。比如一个人的肾有了癌细胞，我们把肾切除以后，从没有感染的部分取一小块细胞，把它种植在切除肾的位置上，使之在人体内迅速长成与原来健康的肾一模一样的新肾。这两种技术都需要很长时间的开发研究，特别是第二种，如果成功，将是医学史上一个划时代的标志。

四、细胞的其它运用与研究

1. 奇妙的生物矿物

许多矿物是由大量细胞和组织位置形成的。这种矿物具有多功能性。生物矿物是在通常的细胞活动过程中形成的并精确地重复产生有组织结构，这些细胞包括细菌、海藻、原生物和骨的成骨细胞。矿物可能存在于细胞的封闭泡囊膜内、细菌细胞壁的粘液内或孕育在细胞外空间的生物聚合物内。现在，我们已经发现了 50 多种不同的生物矿物，它除了具有基本的结构、支持功能外，还有许许多多其他的特殊功能。如磁序菌中的磁感器 (Fe_3O_4)；双壳动物的重力平衡器 (CaCO_3 、 CaSO_4)；防止其它动物捕食的甲壳 (SiO_2 、 CaCO_3)；血红蛋白的铁储存 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)；三叶虫的眼晶状体 (CaCO_3) 等。此外，生物矿物还不断地参与生物体内的新陈代谢。

生物矿物的研究涉及到其在工业领域的应用，包括自然生物材料的直接生物技术利用；通过自然生物矿物沉淀设计新颖的复合材料和生物无机过程的模拟；运用生物系统控制成核机制，制作人类所需要的无机材料；用可生的再生硅组织代替生物材料等。

2. 树突细胞的重要作用

树突细胞是一种专职的抗原呈递细胞，它在机体免疫调节网络中的地位十分重要。该细胞能摄取、加工处理和呈递抗原给 T 淋巴细胞，从而导至机体产生不同的免疫应答反应。该类细胞不仅存在于淋巴组织，还存在于许多非淋巴组织中。目前科学家们已逐渐弄清树突细胞与单核吞噬细胞一样广泛地分布于机体内，并且表型随其所处的环境而变化。

树突细胞呈星状多突形，即细胞表面具有许许多多树突状突起，细胞质内无溶酶体、吞噬体，其它细胞器也很少。目前科学家们认为树突细胞可分为多种类型。其中多数郎罕氏细胞分布在皮肤表皮基底层和棘细胞间；滤泡树突状细胞多分布于脾脏淋巴结及粘膜的淋巴组织；交错树突状细胞多分布于脾、淋巴结等富含 T 细胞的淋巴组织中，后者还可以在胸腺髓质中发现。研究表明滤泡树突细胞可激活 B 细胞，使其产生抗体参与机体的体液免疫；郎罕氏细胞、交叉树突状细胞来自骨髓，可激活 T 细胞参与机体细胞免疫。研究还表明郎罕氏细胞是一种未成熟的树突状细胞，它可以在皮肤表面摄取抗原后转移至淋巴结，成为成熟的交叉树突状细胞，并将抗原呈递给 T 细胞，从而激活 T 细胞的功能，参与机体的免疫应答。

近年来，树突状细胞在机体内抗肿瘤的功能越来越受到人们的关注。目前美国、德国的科学家们正设法利用树突状细胞对肿瘤抗原呈递的调节来加强肿瘤的免疫反应，达到抑殖肿瘤增殖、扩散，延缓肿瘤患者生命的目的。以前将带有肿瘤抗原的树突细胞输给患者的做法是行不通的，现在由于技术的发展，人们已经在人类和小鼠中能够获得一定数量的纯化树突细胞，这就使输回树突细胞成为事实。

3. 细胞因子基因药物新开发

细胞因子种类繁多，在机体中作用复杂。实验表明，肿瘤坏死因子、白细胞介素、干扰素和粒细胞集落刺激因子等具有抑制肿瘤细胞生长的作用，但是这些细胞过量生成时对正常组织有严重的毒性作用。因此，利用基因转移技术将这些细胞因子基因导入特定细胞，然后将这些细胞注入肿瘤部位，则这些细胞在肿瘤部位局部可分泌大量细胞因子，这些细胞因子能杀伤肿瘤细胞，同时又可避免全身性的毒性反应。可应用的细胞有肿瘤细胞、肿瘤浸润性淋巴细胞。

4. 细胞通讯机制的研究

一个功能正常的活细胞，无论是原核的，还是真核的，均像一座运转良好的城市，其内部一刻不停地、有条不紊地进行着各种各样的奇妙的生物化学反应，参与其中的反应的物质达到千种乃至万种以上。但无论多么复杂的反应，都是受核基因或细胞质基因和周围环境共同调节和控制，按一定的时间和空间顺序发生的。那么这些反应是如何被调节和控制的呢？在整个调节和控制的过程中细胞通讯系统是如何发挥作用的？这一饶有兴趣的问题的解决，将使人工操纵的大量生产某些生化产品的一些细胞外反应亦像细胞内反应一样，能在常温常压下快速而有效地进行。这将从根本上消除目前生化产品的生产中能量过量消耗及造成工业化污染等问题。另外，已有的研究表明，从植物的光合作用的每一个反应过程到微生物固氮的每一个反应环节中，都存在着按一定电位梯度变化的电子传递的过程，这其中的电信号传递机制，很容易使我们联想到人类的通讯电信号及电力系统中电能的发送和传输机制，这两者肯定既存在着相似之处又有其不同的地方。研究细胞内生化反应电信号指令的发送和传输，不仅对突破一些生物学中存在的理论问题意义重大，而且借鉴其中的一些基本原理并应用到目前的通讯系统中，必将使人类发达的通讯系统更高效、更完备。

关于细胞间通讯的研究虽已引起了世界各国科学家的重视，但对其认识的深度还远远不够。总的来看，现在这方面的研究还只是局限于通过细胞间的连接来认识细胞之间的通讯机制。我们知道，细胞之间的通讯可以看作单个细胞与其周围的细胞液以及其它细胞发生相互作用的一个复杂过程。仅用我们现在的生物学知识去研究这一问题，显然不容易找出细胞通讯的基本规律与机制。比如，对于由多细胞组成的哺乳动物，尤其是人，当外界的信号和物质作用于大脑，大脑神经细胞能在几个纳秒或微秒内作出反应，并将这一反应（即命令）传送到躯体相应部位的肌神经，肌神经马上作出反应。整个传递反应、指令反应至发生反应过程仍只有微秒的几十分之一。这么快的速度，仅仅用细胞间的连接来解释说明其通讯机制，显然是有些勉强的。因此，未来的细胞通讯研究必须综合数学、物理学、化学、电子学、逻辑学、语言学、密码学、信息学、控制论以及生物学的必要的知识去进行。这一问题的阐明，将使人类对细胞运动规律的认识和研究取得突破性进展，对未来人工智能计算机的研制有很大的启发和帮助。总的来说，细胞通讯工程系统的完善以及人工智能的开发都具有非常深远的意义。它可能是未来生物学研究的另一个前沿。

5. 细胞内信号转导的发现

20年前，当施利伯是一位化学家时，他用极微量的材料（ 10^{-12} 克美洲大蠊性诱剂）喷到空中，在场的蟑螂有一半会轻拍翅膀而站起来，而站起来的

蟑螂均是雄性的。这个实验无意中把施利柏这个有机化学家引入细胞生物学界，为研究外部世界的信号如何进入活细胞内的过程打开了一扇大门。从此，施利柏开始致力于生物学细胞内信息的传递研究。而细胞内信息的传递有一定的信号路线，组成信号路线的是处于细胞内的蛋白质。在没有外界信号的情况下，这些蛋白质是不发生交互作用的。信号有两种形式：其一，蛋白质分子由其它蛋白质分子给予或剥夺若干带电荷的小分子而改变其形状，参与另外蛋白质分子对接，使信号接通；其二，研究人员已经理论证明，两个蛋白质分子只要充分靠近，并拴在一起，那么信号便能通过。于是施利柏与克拉勃利化了 18 个月的时间把由日本合成的两个 FK506 新化合物粘在一起，制成了一个哑铃状分子，叫做 FK1012。它与细胞膜的成分很相似，所以能溶入并透过细胞膜。一旦进入细胞膜，它将抓住两个蛋白质分子，“并把它们拴在一起”。于是，信号路线将接通，导致某些化学反应。

这个实验给科学家们提供了无限的力量。“从细胞膜开始，直至细胞核，所有线路的生物控制，几乎没有我们办不到的。”施利柏和克拉勃利已经利用促二聚剂分子开通了细胞膜内的信号线路，而不依赖激素在细胞外的作用。他们已能从中途开通信号线路，甚至直接朝着细胞核内的 DNA，把基因激活。所有这些，靠的都是微哑铃上的变异虽是诱导接近效应。这些变异虽是从实验及其失误中发现，但施利柏的实验室已建立若干技术，以加速“击中或未中”的过程，供研究人员用来发现能随意开关信号路线的促二聚剂。

虽然基因工程专家们知道如何把新的基因插入人类细胞，然后输回人体，但他们还不知道如何启动所需要的基因，以及如何关闭产生有害蛋白质的基因。通过用特殊的基因工程技术生产的促二聚剂，施利柏和克拉勃利已经找到了正确解决上述问题的方法：FK1012 能渗透细胞膜，可设计使之能启动或关闭有关信号线路，只要舒舒服服地坐着服一颗微粒药丸就行了。克拉勃利说：“服 FK1012 所用剂量微乎其微，较之服阿司匹林，简直不能同日而语，但 FK1012 将运行全身，驻足于合适的部位并开启或关闭信号路线。届时，我们只要有一个小药丸在手，就万病皆除了。”

第三节 微生物的奇妙世界

从细胞内的 DNA、RNA 到细胞整体，我们来看看这些由一个或少数细胞微生物构成的微生物的奇妙世界。

微生物遍布全球的生物圈、大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈。人们利用微生物的历史非常悠久。

一、利用微生物发酵的历史和未来

大家都吃过面包吧，烤面包几千年前就有了。中国人最熟悉的是“馒头”，也需要发酵，其历史更是悠久。而源远流长的中国酒文化中，更少不了微生物这位大功臣。中国人有句俗话“开门七件事——柴、米、油、盐、酱、醋、茶”。我国的酱油有 2000 多年历史，而制醋的历史也有 2000 多年了。

现代微生物的发酵从本世纪 40 年代开始随着抗生素工业的兴起到现在，已经发展到涉及人们生活的方方面面，具体应用大体有四个方面：一是对生物菌体的生产和利用，如用淀粉、糖蜜、造纸废液、石油等作发酵原料生产单细胞蛋白质；二是微生物菌种选育技术，即用细胞融合和基因工程，定向选菌种；三是微生物代谢产物的生产和应用，如氨基酸、抗生素、核苷

酸等；四是对微生物机能的利用，如对有毒化合物和高分子化合物的净化、细菌冶金、化学转换、有机废物的处理等。

二、全能的嗜极菌

嗜极菌是一类生长于超常生态环境下的微生物。嗜热菌的生长温度为 $50\sim 90$ ；超嗜热菌能生存在 90 以上的高温中；嗜冷菌最适合生长的温度为 -2 ，高于 10 则不能生长；嗜盐菌则要生活在饱和食盐水中；嗜酸菌要生活在PH值小于1的溶液里；而嗜碱菌生长的溶液PH值要高于11；嗜压菌可生长于海平面下10500米的深水处，最适压为 $700\sim 800$ 个大气压，最高为1035个大气压，这样的压力即使是钢铁也会被压得像面团一样软；专性厌氧菌则不需任何氧气，一遇到氧便会自绝身亡。

由于嗜极菌的特殊本领，所以其体内就产生了相应特殊的极端酶，可让我们利用并为人类造福。

例如，日本已用固定的嗜热蛋白酶来制造甜精。现在，由于嗜热酶比相应的常温酶有更好的抗稳定性，对酸、碱、有机溶剂也有较好抗性，所以嗜热酶及超嗜热淀粉分酶在淀粉加工方面倍受重视。嗜碱酶被用到皮革工业中，显著地提高了脱毛的效率和质量。

三、光合细菌的应用

光合细菌属于生物工程的最具前景的领域。由于其在生态环境和生活方面的广泛应用，光合细菌越来越受到世界微生物界的重视。它是在1836年对两种使沼泽、湖泊变红的微生物中发现的。光合细菌是水圈生物的一种，它广泛分布于海洋、湖泊、江河、水田等一切有水的角落，包括水的厌气层中，进行不产氧的光合作用而合成自身营养成分。

光合细菌具有多种不同的功能，如固氮、脱氢、固碳、硫化物氧化等，而且在自然界碳、氮、硫的循环中起着重要的作用。另外光合细菌菌体含60%以上蛋白质，并富含多种维生素，特别是 VB_{12} 、叶酸、生物素等的含量是酶母的几千倍，此外，还含有辅酶、抗病毒物质和生长促进因子，因此用它作饲料添加剂能促进禽鱼类生长，增强抗病能力。它在水环境中还能起到净化的作用。

利用光合组菌作饲料添加剂，能显著提高动物的存活率和增长率，增强抗病力，而且改变动物的体质。例如用光合菌喂鱼，不但成活率高，长得快，还能使金鱼由黑色转为彩色，鱼肉更加美味可口；用光合细菌喂鸡，能使鸡蛋的色泽和味道更接近自然，较之其它添加剂，真是无法同日而语。这就为我们发起“食物绿色革命”打开了另一条通道。

利用光合细菌作肥料，能固氮且大大提高土壤肥力，不但能防止土壤盐化、板结，还有利于根系发达，有利于防止多用农药而造成的环境污染，这不但是创造绿色食品的一个通道，更是绿化环境的一把金钥匙。

利用光合细菌可防止病虫害，防止有害污染物，防止瓜果腐烂、老化。例如光合细菌可作为瓜果保鲜剂，对西瓜枯萎病有明显的抑制作用等等。

光合细菌还可以用作水质净化剂，把废水中的有机物转化为微生物细胞及简单的无机物，减少水体的污染，改善水质。

总的来说，由于光合细菌本身有丰富的营养成分，并且可以进行光合成、有氧呼吸、发酵以及固氧、固碳、放氢等生理功能，在不同环境下产生不同的作用，所以在生产和生活中有广阔的前景。

第四节 酶工程

从初中课本中我们知道了催化剂的神奇作用。而从酒的古代酿法中，我们了解了一种神奇的物质——酶，它把淀粉经一步步的分解、化合等复杂反应造成了醇美香甜的美酒。酶就是一种特殊的催化剂。我们利用酶的特性把一些原料转化为对人类有用的物质——就是酶工程。

随着科学技术的发展，特别是生物技术的发展，人们发现人体自身内成千上万种奇妙的变化都离不开“酶”这个魔术师。人们吃“东西”到口中有“淀粉酶”，食物到胃里就会有“胃蛋白酶”。到了肠中就有更多的“酶”魔术师来帮助我们从食物中摄取对我们有用的营养成分。可见“酶”是人类每一个成员必不可少的“高级雇员”。

对于微生物，大家从前面的介绍中可以知道，它们只是因为有了特殊的“酶”才被人们用来当作人类的伙伴。例如嗜极菌中的极端酶对人类就有很大的用途；光合细菌里面有特殊的几种酶，有了这些酶对本身丰富营养成分的调节，光合细菌才在各个方面有了广泛的用途。

可见，酶这个“魔术师”是人类不可缺少的。而一切科学技术的发展都是为人类服务的。随着生物技术和其它科学技术的发展，酶工程的重点是发现每种“酶”的结构、作用并用现在的基因技术和科学技术合成人类所需要的“酶”，利用特殊技术直接在人体内合成我们自己的“酶”。

第五节 仿生学

随着生物技术的发展，人们对大千世界的奇妙的生物及其特殊功能有了深刻的认识，并且制造了许许多多的生物产品来为人类服务。例如美国科学家正在仿蜘蛛丝制成一种新型的合成材料——一种有很高的韧性、强度、弹性的细丝。这种细丝在电子世界和微型产品世界有广泛的用途。又如澳大利亚用海藻进行生物发电，再如从鸽子能在几十里外看到远方飞翔的鹰，并能分辨出是吃腐肉的兀鹰还是吃活肉的雄鹰，科学家就利用鸽子眼的这种高超的分辨能力，造出了一种分辨能力更神奇的电子眼，这种电子眼能辨别很精微的图象。还有我们大家最讨厌的苍蝇，因为它的嗅觉特别灵敏，科学家便通过研究它的这种功能发明了电子鼻——一种高灵敏度的小型气体分析仪，将它装在矿井下，可以预报瓦斯及其它有害气体；装在宇宙飞船上，可用来分析空间气体的成分。

诸如此类的仿生物产品非常多，大家在生活中会常常遇到。同学们，在奇妙的大千世界里，你要仔细观察，善于用智慧的大脑去思考。

第六节 生化工程

以上介绍了各方面的神奇的生物技术。但每一项生物技术要转化为人类服务的产品，还必须有一个必备的设备和技术——生化工程。它包括生物反应器、传感器和生物产品的提取和精制技术。而这五项技术既相互依赖，又相辅相成。所以我们在学习生物的同时要掌握好现代科学技术，以便更好地进行生物研究。

同学们，当我们初步了解了这些生物方面的知识时，不要忘了我们身边

还有很多生物方面的产品和技术正在为我们的生活提供着种种便利。21 世纪将是生物学的世纪，是生物技术飞速发展和人类自身生命发生质量的时代。

首先看看我们的食品，它们将不再是从大工厂里经过机器生产出来的，也不是从大地的植物、动物身上产出的，而是从一个个漂亮美丽的实验室里培养出来的干净且有很高营养价值的绿色人造食品。

再看看我们穿的，将不再是经过化工厂而生产的化纤产品（那样会带来环境污染），而是仿生物生产的接近自然色泽、软性的高级衣料，这种衣料轻且有高韧性、不沾污性。大家可以不再为洗衣服而发愁，不再为买洗衣机而发愁，不再为洗衣机里氟里昂破坏臭氧层而烦恼。因为到那时不需要再生产洗衣机了，衣服经水一冲就能光洁美丽了。

到了 21 世纪，我们可随时坐在基因计算机前，利用基因计算机来检查身体。如果有什么异常，我们就服一粒由糖包装的 FK1012，它马上就会溶到身体中，到达身体所需的部位，把里面带着的由科学家转入的基因放出来，连通细胞的信号线路，使蛋白质活动起来，激活细胞内的某些基因，抵抗疾病，同时切断某些信号线路，使某些异常的细胞自杀而亡，这样我们就可以快快乐乐地去生活了。

让我们乘坐 21 世纪特有的仿生物多用“飞船”到大自然界看看，到处有千奇百怪的动植物。因为我们用基因工程和现代科技技术把灭绝的生物救活并适量繁殖，把珍奇的生物也加量繁殖了。同时，人们通过对各个基因的研究，已经能用一种特有的“翻译机”和各种动物通话，和它们谈“古”论“今”，知道人类产生的“谜”，或到其它星球上去找新的朋友。

同学们，在现实生活中，当你到书海中去遨游的时候，你会发现世界的发明创造中到处都是关于 DNA 基因和仿生物方面的发明，每一个新的论文中都少不了生物这一最重要的环节，每一个下一世纪的新课题都有关于生物界的……

那么，让我们更多地了解生物工程，学习一些生物知识吧，不要作为一个生物盲进入“生物的世纪”。因为那时生物世纪的大门只有拿着生物知识这把金钥匙才能打开。

