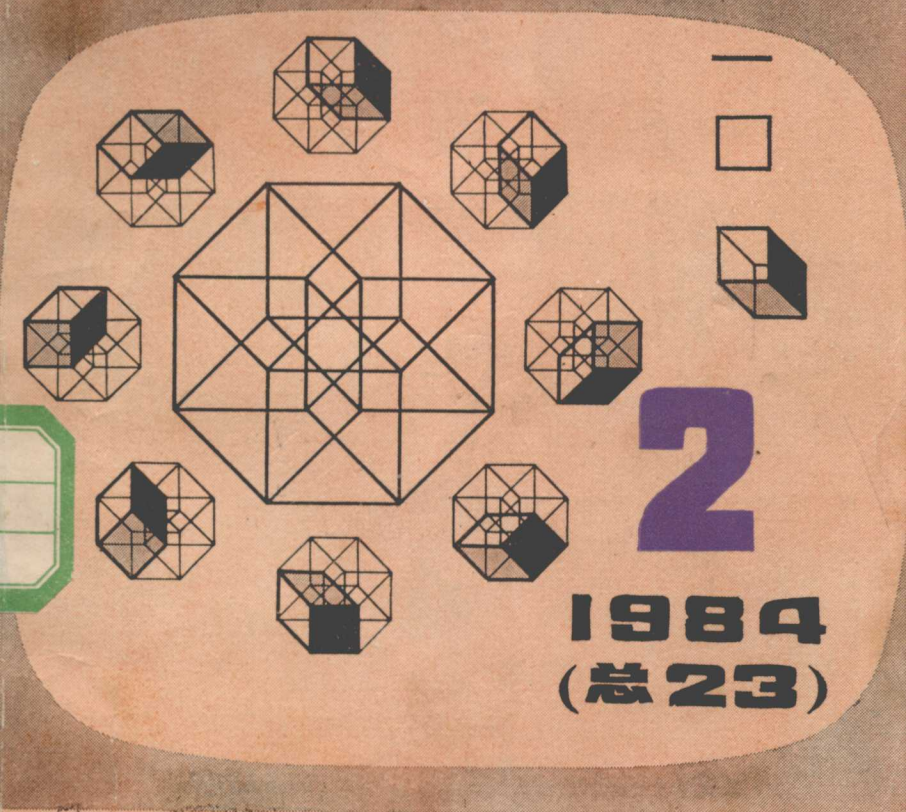


KEPU  
WENZHAI

# 科普文摘



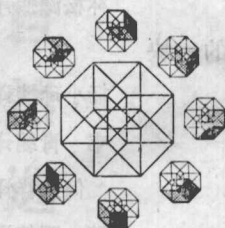
2

1984  
(总23)



农校P0034977

总号 70460  
类别 N49  
25 科普文摘  
总 23 期 1984/2



## 目 录

|       |                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 科学探索  | <p>(1) 自然选择在人类进化中的作用 越 飞编译</p> <p>(7) 冲破植物的基因界线 王士先编译</p> <p>(11) 寻找木卫 III 黄人杰、龚肇智编译</p> <p>(14) 四维世界和五维空间 藁 耳编译</p>                |
| 科学与生活 | <p>(20) 形形色色的罐头食品 程德荣编译</p> <p>(23) 豆腐革命 王毓岐摘译</p> <p>(26) 生食与熟食 董雪官编译</p> <p>(28) 里奇人近亲通婚的恶果 秦 仁编译</p>                             |
| 说古道今  | <p>(47) 欧洲和近东的早期轮车 章振民摘译</p> <p>(50) 钉子小传 杨福民摘译</p> <p>(52) 钮扣趣史 陈振民编译</p>                                                          |
| 世界剪影  | <p>(56) 如何对付地下火? 章永源译</p> <p>(59) 石球——大自然的怪物 桂乾元摘译</p> <p>(63) 沙漠凹雕 阎海阐摘译</p> <p>(66) 以流水计时的玻璃钟 徐红光编译</p> <p>(69) 灵学研究一插曲 尤 永摘译</p> |

|       |                                            |       |
|-------|--------------------------------------------|-------|
| 生物世界  | (31) 墨鱼：演化之奇葩                              | 林松源摘译 |
|       | (37) 非洲猎豹——给保护者的一块活的丰碑                     | 杨小璋摘译 |
|       | (40) 植物怎样感知春天?                             | 韦 青编译 |
|       | (41) 蛇                                     | 何永祥译  |
|       | (45) 昆虫的抗冻术                                | 魏 明编译 |
| 知识杂志  | (71) 金刚石 (77) 让夜间也清晰可见                     |       |
|       | (81) 再谈大数记法 (84) 用化学大炮武装的昆虫 (86) 帮助非洲象摆脱困境 |       |
| 医药和健康 | (88) 怎样锻炼效果好?                              | 知 力译  |
|       | (91) 人体健康的调节                               | 王恩发译  |
|       | (94) 控制药物释放的新技术                            | 邓崇立编译 |
|       | (97) 什么是头痛?                                | 付 习译  |
|       | (98) 楼梯上的锻炼                                | 吴德才编译 |
| 生理与心理 | (100) 关于饮食、肥胖的一些问题                         | 黄肇荣摘译 |
|       | (104) 动物也会精神紧张吗?                           | 王士先译  |
|       | (107) 妇女为何衰老早而寿命长?                         | 周明德译  |
|       | (111) 失业威胁健康                               | 钱以能译  |
|       | (123) 儿童智能测查选题四则                           | 本刊摘   |
| 科学述评  | (115) 科学与伪科学                               | 林子清译  |
|       | (118) 星相学解决过什么问题?                          | 蒋庆美摘译 |
|       | (121) 物理学要从神秘中解脱出来                         | 戴雪文摘译 |

# 自然选择



## 在人类进化中的作用

进化论认为，自然界形形色色的生物都是经过自然选择、适者生存的途径进化来的。但是，为什么恰恰是人类的祖先——猿，而不是其他任何生物最终进化为具有高度智慧的“万物之灵”呢？在类人猿进化为人之后，自然选择是否还起作用？

对这个问题，在有限的篇幅中是无法回答完全的，但我仍想在可能范围内，按照许多人普遍提到的问题，尽量谈谈自己的看法。

为什么恰恰是人类祖先的脑子获得了优先权，在进化过程中发展成了具有理性的人脑？

一种生物智力发展程度，可以根据其脑重量平方与体重之比加以估计。有不少动物，如大象和鲸的脑子比人脑大得多，但是由于它们的体重比人的体重大得多，上述比例就比较低了：身体大了，就要有更多的脑容量来接收无数细胞各自发来的信息，并



对它们一一发出指令。因此,按照这个比例来衡量,人脑的发展程度高于任何脊椎动物,高于任何哺乳动物。其次要算是海豚。

然而为什么正是人类的祖先“获得了”这样大的优越性?有一种观点看来是有道理的,它认为,最发达的高级神经系统是一些生活在三维空间而不是二维世界中的物种所特有的,就是说,这些物种除了平面移动,还能垂直移动;也就是说,它们是一些生活在水中,树上或者会飞的物种。这类物种的生活方法要求有比较复杂的运动协调能力,神经系统,特别是条件反射要有高度发展。但是鸟类的神经系统,为了适应飞行的需要,找到了特殊的发展道路——这限制了它的进一步发展。

海豚这种高等动物在历史上出现很早,显然有一段时期在神经系统的发展方面要赶上我们的祖先了。那么,究竟是什么妨碍了它们进一步完善呢?看来问题是这样的:人类社会所掌握的信息远较个别人为多。为了传递信息给后代,除了遗传途径之外,还必须有的记载行为程序的形式。而人类的祖先创造出了这样的形式。最早的劳动工具本身就是一种记录,就是用来制造同类工具并使之不断完善的样品。人的双手创造的东西——衣服、房屋和器具,同时就成为社会成就的“百科全书”。这类“百科全书”的形成和保存的唯一凭借是人具有手,就是说,人的手及其所创造的东西以及手使之“归属于人”的自然界,除了创造出其他事物以外,还造成了某种能引起记忆的痕迹。这样,与工具和劳动成果一起传给后代的,还有一些能使后代易于接受前人成就的基本概念,同时也促进了社会组织的完善。这种将成就传给后代的途径是和直接教授平行的。后一种方式我们在其他动物那里也可看

到，这种方式的信息容量要比前一种小得多。虽然我们在襁褓中很少会意识到周围存在着带有人类智慧印记的东西，但是，通过我们开始生活时所接触到的各种事物的综合，我们进入了社会教育的准备阶段。并且，这种形式的教育在规模上一开始就比其他教育形式大得多。可是，海豚没有手，而且即使曾经有过手，在水域的环境里并没有它使用的工具。因此，它们的大脑并没有被促进得发展到人类祖先的程度。尽管海豚获得高度发展的脑组织的时间也许比我们祖先还要早，可是后来却中途停止不前了。

在人类形成过程中，生物因素和社会因素的相互关系如何？

由于人类有许多优于其他物种的地方，这就使得人类可能散居到广阔的范围，从而分为不同的人种。现在认为最早的人种可分为黑色人种、蒙古人种和欧洲人种。

有人认为人类最初有二个中心。一个在东北，是蒙古人中心。另一个在西南，那里产生了白人和黑人，更精确地说，产生了他们的共同祖先。澳大利亚土著人非常接近于黑人和欧洲人的共同祖先，他们保持着许多黑人和欧洲人的特征。但是，不管怎样，这些基本人种的各个特征都是适应其所在地自然条件的产物。后来，由于技术和社会的发展，逐渐出现了各种衣着、房屋等等，人们可以自由地迁移到各处，比如说，白人移居到热带，黑人移居到北方，而不必依赖于那种“原始的适应资本”，不需要再以人体结构和外表特征的变化来适应新的自然条件了。

这样也就开始了人类的全新阶段。自然选择部分地停止了，它对于人的形态已很少发生作用了。但是在种群除去了自然选择的压力的时候，又展现出另外一种遗传过程，即突变

偶然积累的过程——在遗传学里称为基因漂变。以姓氏的延续为例：如果一个姓能保持和延续好多代（如果这姓不是通过行政途径赐予的话），那就表明一种完全确定的遗传特征——这几代生下的都有男孩。如果说一个姓很快消失的话，则说明是女性传代。在不大的群落里，其外貌特征的变迁也是如此。

古代的家族很少超过一百个人。在这样小的种群里，基因的漂变是不可避免的。因此，近亲的家族逐渐在鼻子、眼睛、面部表情上产生区别，有时甚至产生本质的区别。这样，自然选择的作用在不同的土地上使人类群落离散，而在同一土地上的部族内部，则由基因的漂变起着与选择类似的“离散作用”。其共同的结果使得人类产生了愈益增多的群落分支。

如果部族遇到有利条件，居民的数量骤然增多，一个不大的部族就能为很大的游牧民族或者农业民族奠定基础。据传说，奠定中国社会基础的只有一百家。虽然传说并非历史真实，但总是在某种程度上反映了现实。现在我们可以看到当年的一百家，已成了十亿人，他们是很相象的。尽管中国的南方人和北方人有些不同，但民族的遗传基础是统一的。

在这样大的群体中，其遗传稳定性竟然如此之强，确实是很惊人的。事实上，种群愈大，因为在它分布的范围内基因经常混和的缘故，基因漂变的可能性就愈小，种群就愈加保守。例如，有一次在发掘古埃及文物时，发现一个半裸体的手执拐杖的石像。当地的居民看到石像时惊呼说“啊！这是我们村里的老太婆！”只要想一想，埃及先后被希腊和罗马所征服。但是，结果古埃及居民中的基本遗传特征相当稳定，一直保持到现在。

简要地说，有许多研究者对于人种形成就是这样解释的：

先是在较小的部族中出现基因漂变、偶然的遗传过程(这是所有的动物、所有较小的群体都特有的),然后是社会和文化发展的不平衡突出到了第一位,而在这方面达到了较高水平的部族(我们已经看到,在军事方面完全不必要如此)把其他部族从地球上挤掉,或者把它们吸收掉。

在人类发展的开始阶段,社会因素和生物因素是彼此密切相互作用的,但是社会因素——例如部族组织、相互帮助等等——随着时间的推移愈来愈重要了,虽然环境的影响是很强的,而最初的原始种族的产生正是由于自然选择的缘故。

既然种族的形成是由自然选择决定的,那么自然选择对不同种族形成后各民族的发展影响如何呢?

我想强调指出:我们与种族主义者不同,认为全人类是统一的。

人类从远古时代开始,始终生活在一个社会环境之中。因此,任何一个人,首先必须适应他所在的社会环境,而社会环境本身又得适应外界的存在条件。因为原始社会的结构非常相似,而且好几千年以来变化极慢,所以,对于社会结构适应的结果,智力的发展无论在北方、西方或东方都非常相似。

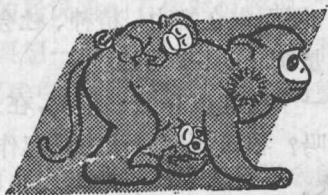
文明高度发展之后,各个民族之间出现了差异。但是,社会发展到高水平时期的几千年历史并没有能够使人类的头脑产生任何本质上的变化。并且不可能产生本质上的变化。因此,在人类作为一个物种而区别于地球上其他生物的主要点——人脑方面,因而也在智力、精神、社会发展的潜在可能性方面——人类是统一的、平均的。

这里产生了一个问题:在我们现代,在人类的发展中,选择还起什么作用吗?很多研究者认为是起作用的,而且在某些方面,作用很大。

例如，选择对于抗病能力至今还在起作用。拿血型分布情况来讲，我们知道，人类血液可以分为 A、B、O、AB 四种基本类型。调查表明，英国人的血型以 O 型和 A 型为主，澳大利亚人也是如此，美洲的印第安人差不多全是 O 型，而亚洲人中，则 B 型占了较大比例。这是因为亚洲过去是各种瘟疫最为猖獗的地方，具有 O 型血的人比较容易传染上瘟疫，具有 A 型血的人对天花的抵御力较差，结果，在亚洲就产生了很缓慢的、然而肯定的对 B 型的选择，因为具有这种血型的人比较最不易传染上各种瘟疫。顺便说一个有趣的细节：俄罗斯人的各种种族特征都很接近于英国人，而不象日本人。但是，俄罗斯人中 B 型的比例却接近于日本人，与英国人差距很大。另一方面，在俄国，鼠疫、霍乱和天花的发病人数比英国人多。然而，当 1348 年鼠疫传到英国时，却造成了三分之一人口的死亡，因为英国人完全没有抵抗这种疾病的能力。

过去我们总认为人的个性、人的心理完全取决于文化与教育因素。现在，专家们认为，我们还应该承认人的个性和心理受到遗传因素的影响，尽管这种影响比起社会因素来说是比较次要的。每个正常的人总有某一点超过另一个正常的人。为了充分发挥每个人的天才能力，我们必须进行既包括社会、历史，也包括生理在内的有关人类生活所有各方面的研究和探索。

(越飞据〔苏联〕《知识就是力量》编译，题图 思阳)



# 冲破植物的基因界线

也许我们不久就会拥有无需施肥的玉米和其他超级作物——这一切都得力于基因工程。

## 有性杂交的局限性

六十年代中，人们通过杂交培育出了一系列谷物高产品种，并且通过机械化、现代化灌溉和施用化肥，大大提高了谷物产量。对此，人们誉之为“绿色革命”。

但是，有性杂交只能在同种或亲缘关系很近的生物之间才能进行。这就限制了植物品种的进一步改善。

基因工程能够冲破杂交的限制而直接控制基因，把这种控制植物性状的因素从一个品种转移到另一个品种。甚至可以把任何生物体的任何基因转移到植物中去，使植物产生所需要的性状。利用基因移植，我们不仅能使粮食作物自行生产肥料，而且还能让某些植物变成生产某些有用的有机化合物的“工厂”。比如说，有的科学家就在试图把胰岛素和一些别的基因接种到某些植物上去，让这些植物生产这些药品。基因工程还能提高粮食作物里的蛋白质含量，改进光合过程的效率，发展出能抗病害、抗灾害和耐盐碱的植物品种……

这真是一次奇妙的革命啊！难怪有人把它叫做“第二次绿色革命”。

## 奇迹在实验室里萌芽

第二次绿色革命是在实验室里开始的。这里没有耙子和铲子，没有犁和播种机，甚至连土壤也看不见，有的只是显微镜和装满了酶和各种化学品的各种容器。

最常用的一种方法是组织培养。从一种植物上分离出单个的细胞，将无数分离的细胞放在营养液中加以培养，从育种的角度来看，每个细胞就可以代表一株植物。美国科罗拉多州立大学的一位植物学和

植物病理学教授默里·内伯斯说：“我们的细胞培养室只有 $15 \times 20$ 英尺大，可容纳三十亿个细胞。试想如果要在田里培植三十亿株植物该要产生多少问题和花费！”当然，并不是绝对不需要田间耕作，必要时还是要进行一些的，但由于培育过程中许多工作可以用细胞而不是用整株植物进行，而细胞增殖起来很快，科学家就可以用少得多的时间来完成整个育种计划。

科学家们并不对数十亿细胞全都感兴趣，他们感兴趣的是那些在生长和分裂过程中自发地发生变异的细胞，这种细胞相对说来为数较少，其中某些变异有可能提供一些宝贵的生存特性，比如耐盐性或抗某种致命的病原体的能力。就象大海捞针一样，科学家们必须从培养皿中的几十亿个细胞中找出那1~2个宝贵的突变体。

不过这个任务还不象在全世界追捕一个逃犯那么难。研究人员们在培养皿中引进某种条件因素（如较高的含盐量），看是否有细胞存活下来。据认为，那少数幸存的细胞（如果有的话）就具有突变基因，这种基因使它们能适应这种条件因素。

在这些细胞增殖数周或数月以后，研究人员在里面加进化学药剂，促使突变体细胞再生成整株植物。然后，他们将这种植物连续培养好几代，以弄清它们是否能保持这种性状，并且能否将这种性状传给它们的后代。

第二种技术叫做原生质体融合。这种方法利用酶来除去两种不同品种植物的细胞壁，在适当条件下，经过处理的细胞即原生质体，就会融合成一种杂种细胞，这种细胞兼有两个母体细胞的全部遗传物质——这样一种基因混合物在自然界是不可能出现的。得到这种杂种细胞后，再设法使它们再生成整株植物。



第三种方法是把遗传物质从一个品种的植物细胞转移到另一品种，这种方法称为DNA重组技术。但这里有一个问题比较棘手：植物细胞所含基因多达100,000个，其中只有少数基因的功能可能鉴别出来，而大多数

基因的作用还不清楚。目前科学家正在进一步研究各种基因的功能。

## 基因工程正在研究什么？

### 耐盐植物

土壤含盐量是一个大问题，在全世界有 120 万平方英里的土地因含盐量过高而减产，光是美国西部的耕田中就有 25% 因盐份过高而减产。如果能培育出耐盐的粮食作物，那对全世界都会是一大福音。

在美国的科罗拉多州，默里·内伯斯就培养出了多种能在含盐土壤中茁壮生长的燕麦。

他用的是细胞培养的方法。他在一种营养液中培养燕麦细胞，每个培养皿中约有六万个细胞，然后在每个培养皿中加进大剂量的盐，希望能在一百万个细胞中自发产生出一个变种。在这样的溶液中能幸存下来的细胞可能含有耐盐突变基因。

为了确定这种耐盐性是否能在整株植物中表现出来，以及能否传给后代。他把这些细胞转移到含另一些成分的培养皿中去，这些无机盐和生长素能促使细胞分化生长成整株植物。据内伯斯说：“到第四代，这些植物所能耐的盐量为对照植物的两倍，相当于美国西部那些盐碱地”。下一步是将这种新品种实地试种以了解它的产量。

### 耐农药植物

另一位室内耕种者——细菌学教授戴维·普拉特正在利用细胞培养法发展作物的耐除莠剂能力。除莠剂在消灭耕田杂草方面的使用受到一定限制，主要是因为这种化学药品敌我不分，对杂草和作物一律大砍大杀。普拉特把番茄细胞放在一种名叫百草枯的除莠剂的致命剂量之中，发现在四十亿个细胞中只有一个幸存了下来。遗憾的是，由这些番茄细胞长成的番茄植株显示出来的抗除莠剂能力很有限。

### 提高植物的营养价值

植物的营养价值取决于它所含氨基酸的多少。蛋白质由 20 种氨基酸组成，要使一种蛋白质营养价值高，它必须包含 20 种氨基酸，也就是说，必须是“完全”蛋白质。小麦、玉米和大米等粮食作物，是数十亿人民的主要营养来源，但这些粮食作物各缺少一种或几种氨基酸，需要食用其他食物才能补足。现在研究人员正在试图把那些能产生所需氨基

酸的关键基因转移到植物细胞中去,以使粮食作物具有完全蛋白质,就象肉类所含有的优质蛋白质一样。在美国斯坦福大学,一位生物化学教授和一位仿生学教授正在合作用外来基因改进玉米,使玉米产生赖氨酸和色氨酸,这两种氨基酸都是玉米所缺少的极为重要的氨基酸。使粮食作物自行生产氮肥。

植物需要大量氮以形成蛋白质。尽管空气中氮气占了 80% 左右,但它对绝大多数植物却毫无用处。

最好能想出一种方法来让粮食作物自身具有象豆类作物那样的固氮本领,这样就能大幅度地在全世界范围内提高粮食产量。

赋予植物以自行制造肥料的能力不是一件轻而易举的事。即使是在自然界中,固氮过程还是要消耗大量能量,

为促进这一过程,一些科学家试图减少耗能以提高效率。他们发现,当根瘤菌固氮时,有氢气作为副产品放出。这个数量相当大,据瓦伦丁说,美国的大豆作物一年里放出的氢气,足以满足美国全国三个月的能量需求。碰巧,有几种根瘤菌能合成一种放氢酶,这种酶能使氢气构成一种有利于固氮作用的形式。瓦伦丁说:“这就给予植物以一种能量增强”,从而使植物花较少的能量养活细菌,花较多的能量在自身发育和结籽上。英国的一些科学家发现了一种能产生放氢酶的基因,这就有可能把这种基因移植到缺少它的根瘤菌菌株中去。

## 基因工程大有可为

在上述这些项目中,最吸引人的是使粮食作物自行固氮以提高全世界粮食产量的计划。

一种很有前途的做法是同时从遗传角度改进粮食作物和根瘤菌,使它们在土壤中易于结合。

同时,科学家们也在考虑如何把固氮基因转移到谷类植物自身中去。已经确认的固氮基因有 17 种。英国苏塞克斯大学的科学家们曾把这 17 种基因移植到大肠杆菌里,后者就变成了一种固氮剂。

还有人设想,最理想的方法是在实验室中人工合成基因,而不是把基因从一种植物转移到另一种植物。他们使用一种叫做 DNA 合成器的机器来达到这一点。这种合成器把核苷酸依次连起来,就象把一串

## 寻找

## 木卫 III

1610年的一个冬夜，伽利略用望远镜第一次看到木星的时候，他惊奇地发现，这颗行星的两侧有三颗光线暗淡的星星，处在一条直线上。两颗在木星的一侧，而另一颗位于另一侧。第二天晚上三颗星星却在同一侧了。几个夜晚后又出现了第四颗星。他连续几夜观察这些星星的运动，它们就象珠串上的小珠来回往返移

动着。他认定这四颗星星是卫星，在围绕木星的轨道上运行。这是一个重大发现。几千年来人们一直认为宇宙万物围绕地球旋转，人是天地间一切的中心。伽利略用只能放大 30 倍的小型单筒望远镜，就发现有迹象表明，我们很可能并不是处在这么特殊的地位。他观察到的这一现象是现代天文观的开端。

在理论上，伽利略的发现在发明望远镜前就可以做到。四颗卫星——木卫 I、木卫 II、木卫 III、木卫 IV——都很亮，可用肉眼看见。而且四颗卫星运行时离木星的距离相当大，能分辨出这是不同的光点。但是木星比较亮，它的耀眼光辉常

珍珠串在一根线上一样。他们打算把这些合成基因放进一个玉米细胞中去。问题是不知道这些新基因在细胞中将发挥怎样的作用，也许将占有统治地位，也许会在不合适的植物组织或是在不适当的时间表现出来。这也许是一个不坏的主意。

目前，遗传工程还是一门年青的科学，看来在 1990 年以前不见得有多少新绿色革命的成果能在农业上推广使用，而世界粮食供应和人口增长速度之间的竞赛结果也许就取决于遗传工程的成熟速度。

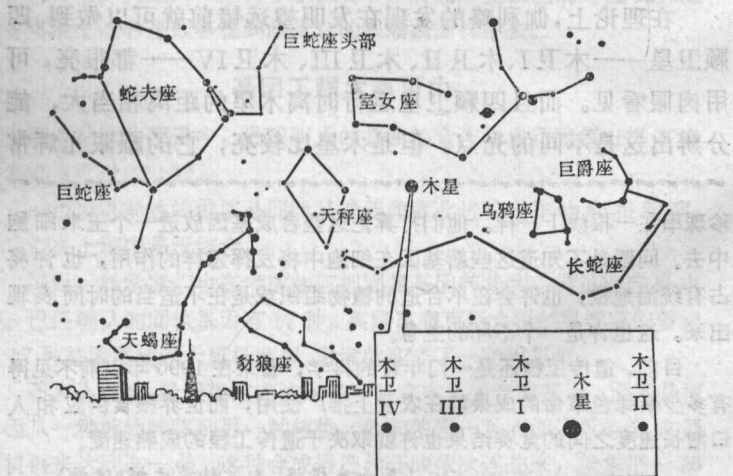
(王士先根据[美]《科学文摘》编译)

常遮盖了这些卫星的暗淡的光。虽然如此，人们早已看到它们。根据中国的古籍记载，公元前 364 年天文学家甘德就注意到，有一颗红色小星依附在木星近旁。可以确信，他看到的的就是最亮的卫星木卫 III。为验证这一可能性，北京一位天文学家要求六名大学生每晚用望远镜观察木星，并把他们所看到的绘制成图。结果，他们六人都测出了木卫 III 的位置，其中有一人还看到了木卫 II。

如果观测条件适宜，而且掌握一些诀窍，每个人都是能够看到这些卫星的。

找一个漆黑的伸手不见五指的地方，可以从这里看到天上的银河。如果你住在城市，应离开城市去观察。眼镜会引起光线的反射干扰，应该拿开。用红玻璃纸遮住手电筒的镜面而且让燃烧的火堆熄灭。

你也许不能立即看到木卫 III，你的眼睛需要用 50 分钟时间来聚增视紫质，这是一种复合维生素 A，能提高视网膜在



黑暗中的敏感性。在等待的时候，可试用古阿拉伯人的方法来作准备：把目光转向大熊星座（北斗七星）。在北斗手柄弯曲处的北斗六有一颗伴星，相隔五分之一度，其亮度只有五分之一。大多数人都可以很容易地把这两颗星分辨出来。

然而，木星和木卫 III 之间的距离却不及这一半大，而且它们的光亮度之比为 350:1。这就象寻找紧挨探照灯的蜡烛光。最好躺在椅上，面对木星，放松全身肌肉，从而增强你的视力。

如果还不能看到，可试用天文学家的另一种方法——转移视力。这只需几分钟的实践，就能掌握：将你的视线移离木星的一侧几度远的地方，然后你重新看这颗行星，但这时不要把你的双眼对着行星，慢慢地把木星的影象从视网小凹（视网膜的一部分，用于直接观察事物）移到散布有辨别暗物细胞的区域。对某些人来说，会发现木卫 III 象灯光一样闪烁。

如果仍有困难，那就从椅子上站起来，用小树枝或电话线遮掩木星的光线。

好，现在拉出双筒望远镜，对准这颗略呈扁平的盘形行星及其旁边的卫星，它们相隔  $1/100$  度。（木星很大，可容得下 1100 个地球。）如果观测时间选择得当，你将观察到卫星因为运动到行星的阴影里而消失，当它运行到另一边时又重现了。用一架放大 30 倍的望远镜，你也许能看到一个微小的影子悄悄地穿过木星的盘面，如同一个月亮在眼前经过一样。

如果你乐意寻找木卫 III，可考虑把肉眼观察天象作为业余爱好。这决不是无效的劳动，近年来好几颗彗星和 1975 年天鹅座新星都是用这种方法发现的。

（黄人杰、龚肇智根据〔美〕《科学 82》编译）

# 四维世界 和 五维空间

世间万物都占有一定体积的空间。“空间”这个概念自古就有，渊源久远；没有空间，何来物体的运动和变化？物体有长度、宽度、高度，它们可以在相互垂直的三个方向上运动、变化；多少年来，三维空间对人们是那么熟悉和习

以为常。人们能想象在三维空间里的二维平面运动和一维直线运动，却难以想象比三维更高的四维空间和五维空间里的运动。理论物理的高度抽象化和数学化，使“多维空间”这个崭新的概念在物理学中的地位愈益升高。

## 多维空间一瞥

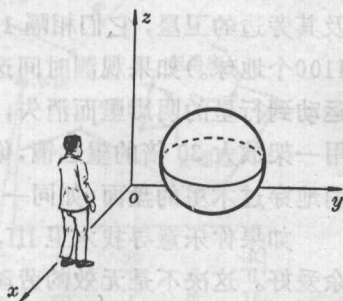
人们难于想象四维：除了三个相互垂直的方向以外，还有与其相垂直的第四个方向；就如同二维生物（即假设的只能在一个平面上运动的生物），同样难以理解三维一样。

譬如说，有一个三维的球体，沿着垂直于平面的第三维方向穿

行而过，二维生物先会看到一点，然后变成一个小圆，小圆变大，接着再变小，最后缩成一个点而消失。二维生物觉得这种现象非常



(a) 二维生物看到半径变化的圆



(b) 人们看到半径变化的球

图1 高维空间的几何体在低维空间的投影