自然辯證法

叢志

4

1975

上海人民出版社

自 然 辩 证 法
杂 志
一九七五年第四期(总第十期)
上海人民出版社出版
(上海绍兴路5号)
新华书店上海发行所发行　上海商务印刷厂印刷
开本850×1168　1/32　印张6.5　字数148,000
1975年12月第1版　1975年12月第1次印刷
定价：0.48元

目　录

自然史话

人类的继往开来(续)……李炳文　胡　波(1)

天体物理学和宇宙论问题

"红移"现象说明了什么?
——再评"大爆炸宇宙学"……李　柯(34)
河外天体红移是可以认识的
……中国科学技术大学 方励之等(53)
宣夜说的形成和发展
——中国古代的宇宙无限论……席泽宗(70)

光合作用问题

论叶绿体在光反应中的作用
——关于光合作用催化电子理论与"双光说"的分析
……上海植物生理研究所 范义积(86)
试谈光合作用研究的意义……曾健刚(95)
光能利用与作物高产……北京市农业科学院 于沪宁(103)
对光合作用认识的发展……殷宏章(108)

调查报告

正在前进,继续前进!
——农业机械化调查札记……上海县革命委员会调查组(116)
机械化促进了农副两旺
——薛家厍生产队的调查……莘农文(123)

从实践中学习自然辩证法

浦江淤泥化良田……上海航道局船队 苏俊功(128)
苹果保鲜……山东潍坊市蔬菜果品公司果品仓库 商品养护研究小组(133)
吊装新歌……上海市工业设备安装公司(139)
翠蓝工艺描新图……上海染料化工一厂(145)

自然辩证法史料

宋应星《论气》选注……裴 震(150)
河外星云的距离和视向速度之间的关系
……〔美〕埃德温·哈勃(155)

外 论 选 译

星系天文学中的观测佯谬……〔美〕霍尔顿·阿尔普(163)

随 笔：形象生动的街头学校
——科学技术画廊漫步……余 淮(182)

影 评：竹林深处的"活化石"
——彩色科教片《熊猫》观后……史 戈(187)

学术动态：需要进一步开展对遗传学问题的研究和讨论……(194)

小辞典……(197)

本刊总一期至总十期目录……(199)

人类的继往开来(续)

李炳文　　胡　波

第三章　劳动创造了人本身

第一节　在使用天然物中孕育着人类

古猿下地后，有一部分开始向人类方向发展。从古猿下地到第一批人类出现，大约经历了一千多万年的时间。人类的这一段“史前史”，为全部人类历史的好几倍。正如恩格斯所说：“**在人用手把第一块石头做成刀子以前，可能已经经过很长很长的一段时间，和这段时间相比，我们所知道的历史时间就显得微不足道了。**”(《自然辩证法》)

在这很长很长的一段时间里，古猿是怎样一步一步过渡到人类的？是什么动力促使古猿向人类演化的？对于这些问题，唯物主义和唯心主义已经争论了整整一个世纪。直到最近，西方资产阶级学者还在把猿的基因突变说成是从猿到人的根本原因。美国人类学家克罗伯认为：“高等猿类中，突然产生了具有极大脑容量的种类，从树上下到地面成为人类。”(转引自〔日〕伊藤嘉昭：《新生物学史》，1973版)对这种突然变人说，法国的诺贝尔奖金获得者莫诺曾作过一番形象的描绘：“我们人类是在蒙特卡罗(欧洲摩纳哥国的首都，曾以“赌博之都”著称——引者注)赌窟

里中签得彩的一个号码。”（雅克·莫诺：《偶然性和必然性》）如果人类真是用基因赌博赌出来的，那还有什么动力可找、还有什么规律可循呢！没有了，一点也没有了。要找，只能找到上帝那里去。

可是，世界上从来没有什么无因之果，也没有什么纯粹的偶然性。辩证唯物主义认为，在偶然性中有内在的必然性和因果性。在从猿到人的过程中，基因当然要起变化。这种变化也有突然的一面。但是，基因突变不是因，而是果。那么，什么才是古猿变人的真正原因呢？这个原因不是别的，是劳动。正如恩格斯早在一百年前所指出的：“劳动创造了人本身”。（《自然辩证法》）劳动，只有劳动，才是古猿变人的真正动力。

当然，学会劳动也不是一蹴而就的。从动物的本能到人的劳动，有一个漫长的过程。古猿在变成人之前，还只是个动物。它们不会从事真正的劳动，只会从事萌芽形式的劳动。在它们身上，既有动物的本能，又有劳动的萌芽。这两种因素也不是凝固不变的，而是此消彼长。起初是以本能为主，以劳动为辅；随着劳动因素的增加，本能的因素在减少；当发展到以劳动为主时，猿就不再是猿，而是人了。从此，人与古猿之间的鸿沟就成为不可逾越的了。

古猿刚从树上下来的时候，犬齿已经退化得很小，腿也是又细又短。原有的特长用不上，原有的短处却又非用不可。既没有尖锐的爪牙来自卫，又不能以快跑来跟敌害周旋。怎么办呢？“必将假物以为用者也”。（柳宗元：《封建论》）这就是说，必须借助于天然物，来弥补自己的短处。

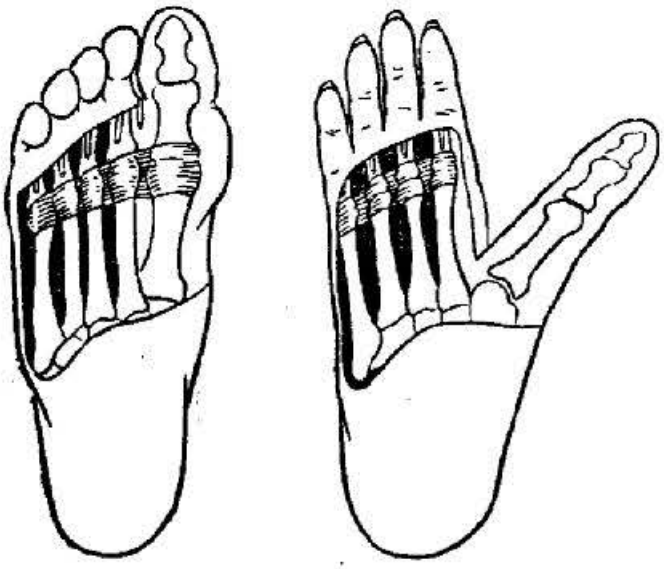
“假”什么物呢？俯首拣起一块木棒、石块是最方便不过的了。曾有人看到野外的黑猩猩能站着或跑着使用棍棒和投掷石块，追捕逃跑的小动物。还有人观察到黑猩猩会用石块砸开坚果的外壳。黑猩猩喜欢吃白蚂蚁，它们能折掉树枝的丫叉，选用

合适的枝干，挖开白蚁巢的洞口；再把合适的枝干插进几尺深的蚁巢里，然后把爬有白蚁的树枝抽出，吃掉上了“钩”的白蚁。现代猿尽管不同于古猿，因为现代猿后来居上，使用天然物的水平可能比古猿要高一些，可是，现代猿是古猿的活标本。从现代猿身上多少可以看出古猿使用天然物的影子来。

古猿使用天然物是生存斗争的需要。但是，需要不等于可能。古猿的前肢能不能经常使用诸如木棒、石块之类的天然物，能不能经常从事诸如使用天然物之类的萌芽形式的劳动，一个基本的条件是要看后肢能不能起到四肢所起的支撑与行走的作用。倘若后肢起不到这个作用，前肢就不可能从四肢中腾出来使用天然物。因此，古猿下地后首先遇到的是能不能站住脚的问题。

未下地的古猿的后肢主要不是用来走路，而是用来抓握。抓握与行走，是两种不同的运动方式，对脚的骨胳、肌肉的要求也不同。抓握要求灵活，行走要求稳固。善于行走的就不善于抓握，善于抓握的就不善于行走。古猿用来抓握的脚的关节比较灵活，四趾与拇趾分得很开，有一定的对掌作用。组成古猿小腿骨的胫骨和腓骨也有较大的转动能力。不仅如此，古猿股骨和髋骨交接处的髋臼窝很浅，比我们今天人类的上肢肱骨与肩胛骨连接的关节盂深不了多少。浅了，就比较灵活，自由度就比较大。但是，优点与缺点总是相联系的。后肢灵活得可以抓住飞鸟，这是古猿的优点；关节灵活，站立不稳，又是古猿的缺点。人们常说“猴子屁股坐不住”，其实不是猴子屁股坐不住，而是猴子的后肢关节太活，站不住。

随着古猿越来越经常地使用天然物，迫使后肢只管站立，变后肢为下肢。后肢变下肢，这是一个非同小可的变化。这一变，带来了下肢一系列的变。下肢要能站稳，下肢的关节就必须由“活”变“死”。在长期使用天然物的过程中，古猿的五趾逐渐变得



人　　黑猩猩

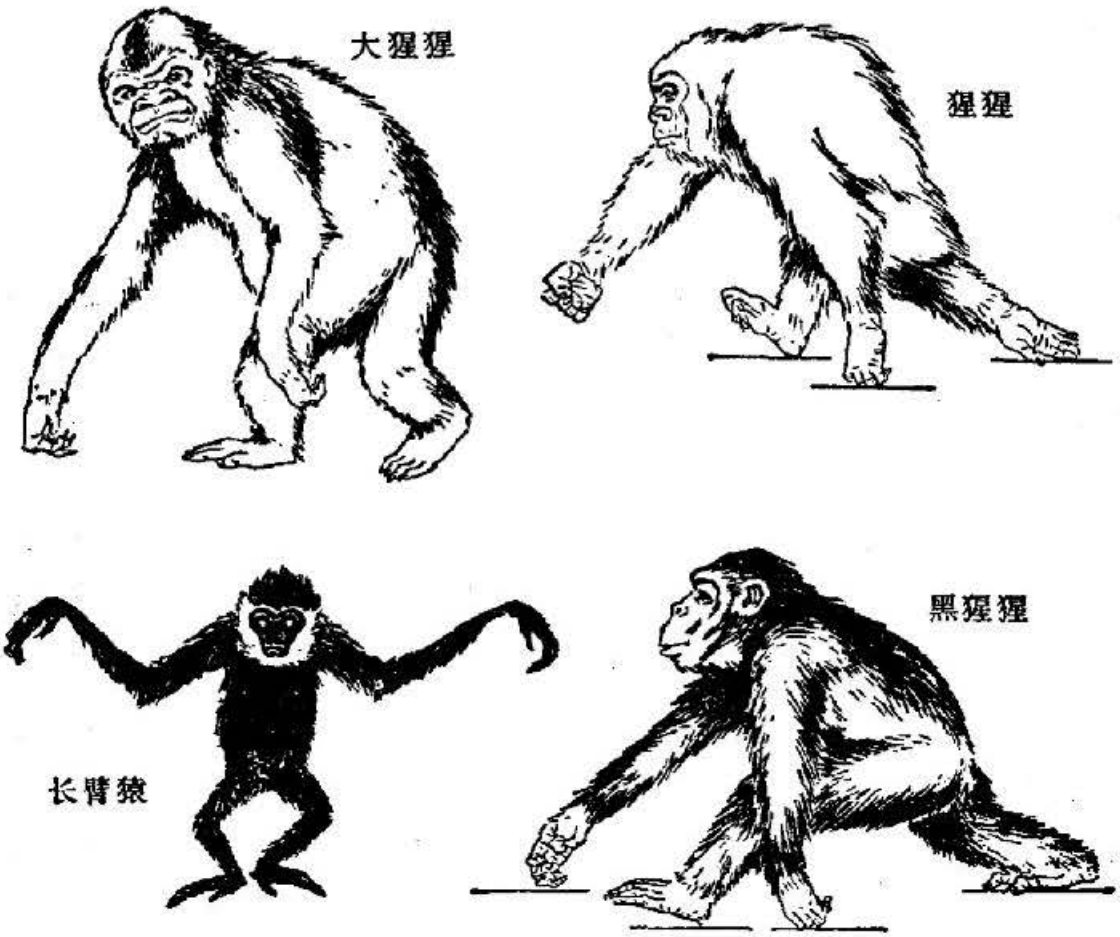
图一　人脚、猿脚横韧带的比较

平行起来，并且还加长了横韧带，紧紧地把五个跖骨连在一起，使拇趾的活动能力大为减弱。古猿的胫骨与腓骨也日益固定起来。如果胫骨和腓骨象上肢的尺骨和桡骨一样能转动，那么走起路来就会左右摇摆，立足不稳。与此同时，随着直立姿势的逐渐确立，古猿的大腿骨与髋骨的关节窝变得越来越深。猿类的股骨颈短，球形的股骨头在髋臼窝里埋得浅，因此容易滑动；人类的股骨颈变长，球形的股骨头在髋臼窝里埋得深，不易滑动。这就象在墙上钉钉子一样，钉得浅，容易活动，钉得深，就钉得死。下肢自由度的变小，对下地的古猿来说不是坏事。因为正是这种下肢转动的不太自由，换来了人类行走的大自由，也换来了上肢劳动的更大自由，为迈出从猿到人的第一步准备了条件。

古猿光能站得稳还不行，还必须走得动。象个稻草人一样，光能站得稳有什么用呢？只有走得动，才能发挥天然物的作用。而要走得动，还必须具备强壮的下肢。走比站要求更高。站，两腿着地，体重均分，问题不大；走，一腿落地，一腿腾空，落地的一条腿要承担全部体重，腿不强壮是不行的。现代的猩猩和长臂

猿，下肢都很细弱，迈一步要费九牛二虎之力。刚下地的古猿的情况大概也是这样。古猿原先在树上时多是靠臂行运动，后肢只是偶尔担负一少半的体重。不负重，练不出强有力的脚板和腰板。古猿刚下地时，后肢走不了几步，前肢就要着地支撑。后肢变为下肢以后，下肢在下，上半身的重量统统要压下来。可是，有点压力不可怕。压力在一定条件下可以转化为动力。下肢被重担压得久了，也就被压出来了。这有点象练习跳高，背上个几十斤、上百斤乃至于超过自己体重的沙包跳高，坚持不懈地跳下去，腿力不强的也会被压得强起来。

猿猴，无论是大腿上的肌肉还是小腿上的肌肉，都不发达。腿肚小得简直比患过小儿麻痹症的人还小。不论前肢还是后肢，

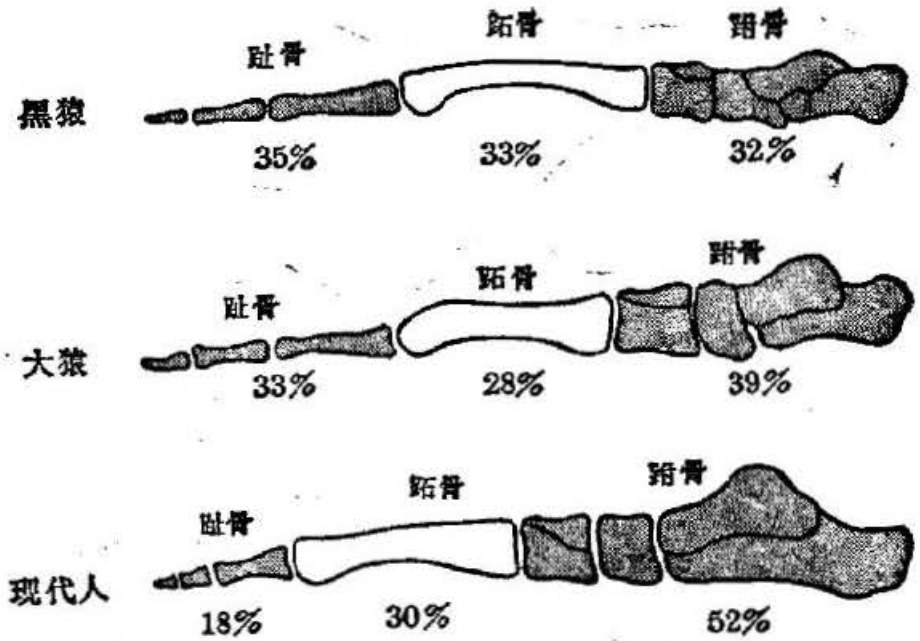


图二　现代类人猿的步行姿态

都是一样的不发达。随着下肢承担的重量越来越大，越来越经常，下肢的肌肉也就由弱变强。“胳臂扭不过大腿”，原因就在于上肢没有下肢强壮。人类的臀肌之大，非猿猴所能相比。发达的臀肌，能帮助伸直髋关节，防止身体向前弯曲倾倒；发达的大腿肌，能防止身体向后倒；发达的小腿肌，能使人膝关节稳定在伸直的位置上。这种既能控制前倾、又能防止后仰的下肢肌肉，既是古猿下树后从事使用天然物之类萌芽形式劳动的产物，又是古猿从事使用天然物之类萌芽形式劳动的保证。如果连步子都迈不开，那里还谈得上劳动呢？那怕是萌芽形式的劳动，看来也是不行的。

“千里之行，始于足下。”古猿下树后要能行千里，还必须有一个能够经得起重压的足。古猿是脚跟脱地的臂行者，所以不需要大的脚跟。古猿直立后，问题就来了：两个脚跟要承担体重以及所使用的天然物的重量，脚跟不大怎么行呢？古猿经过一千多万年的萌芽形式的劳动，跗骨由短变长，跟结节由小变大，甚至连脚跟上的皮肤也比其他部分的皮肤要厚得多。跗骨的大小跟直立的程度成正比。半直立的大猩猩的跗骨大约比不直立的猴子的跗骨大一倍，全直立的人的跗骨大约又比大猩猩大一倍。从猿到人的过程，也是脚跟由小变大，由弱变强的过程。

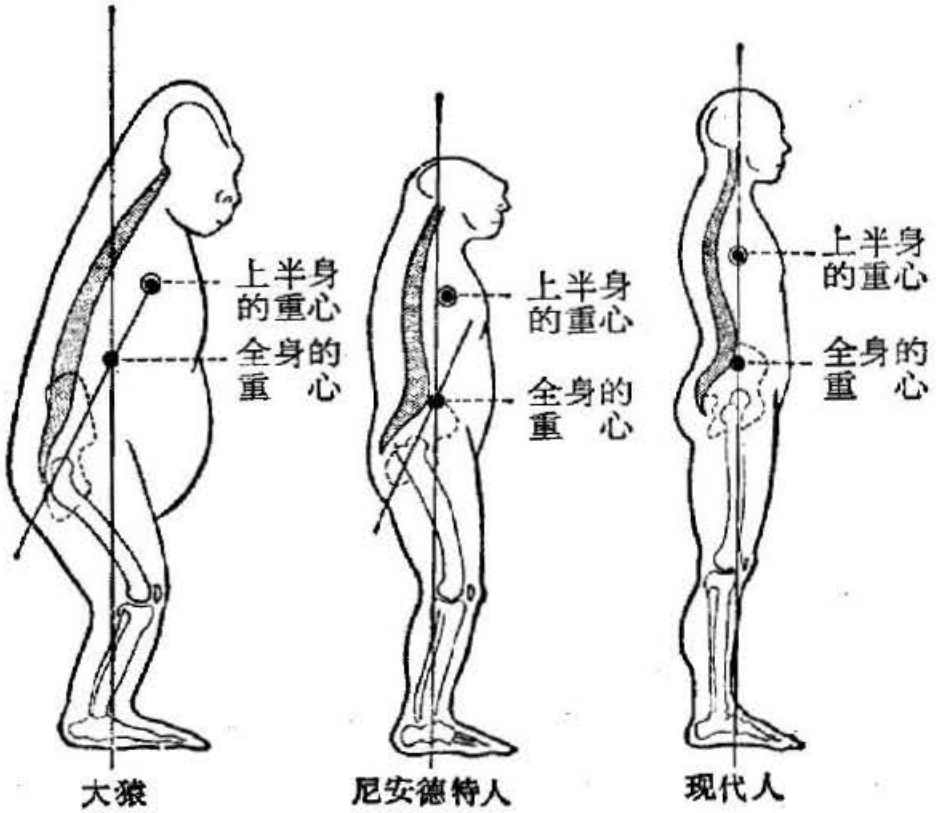
随着从猿到人的转化，使用天然物渐渐成为古猿谋生的手段。古猿要用萌芽形式的劳动在生存斗争中取胜，光站得稳、走得动还不行，还必须跑得快。只有跑得快，才能追击猎物，战胜敌害。跑得快是建筑在站得稳和走得动的基础上的；能够站得稳、走得动，离跑得快就不远了。一提跑得快，人们就会想起夸父追日的神话。夸父为什么能跑这么快？传说他是一个长腿巨人。神话固然不是现实，但神话来自现实。神话把跑得快与两腿长联在一起，却是说出了一个真理。古猿在使用天然物的过程中，



图三　人、猿的跗骨和趾骨

腿逐渐地由短变长。人腿的股骨是全身最长的一块骨头，因此称作大腿骨。可是人类祖先的大腿骨并不长。现代类人猿的大腿骨也不长。人类的下肢不仅比上肢要长百分之二十，也比所有猿类的下肢要长得多。以下肢长与躯干长相比，长臂猿为百分之一百四十六，猩猩为百分之一百十九，黑猩猩为百分之一百二十八，大猩猩为百分之一百三十一，而人类则为百分之一百七十一。人类的这个“一百七十一”是从那里来的？它既不是基因赌博赢来的，也不是上帝赐予的，而是人类的祖先在从事萌芽形式的劳动中逐步增长出来的。腿长，每一步的跨度就大了；腿长，手臂就相应变短，全身的重心就和上半身的重心向后向下移动，逐渐移到一条重力线上。这样，走起路来就能又快又稳了。

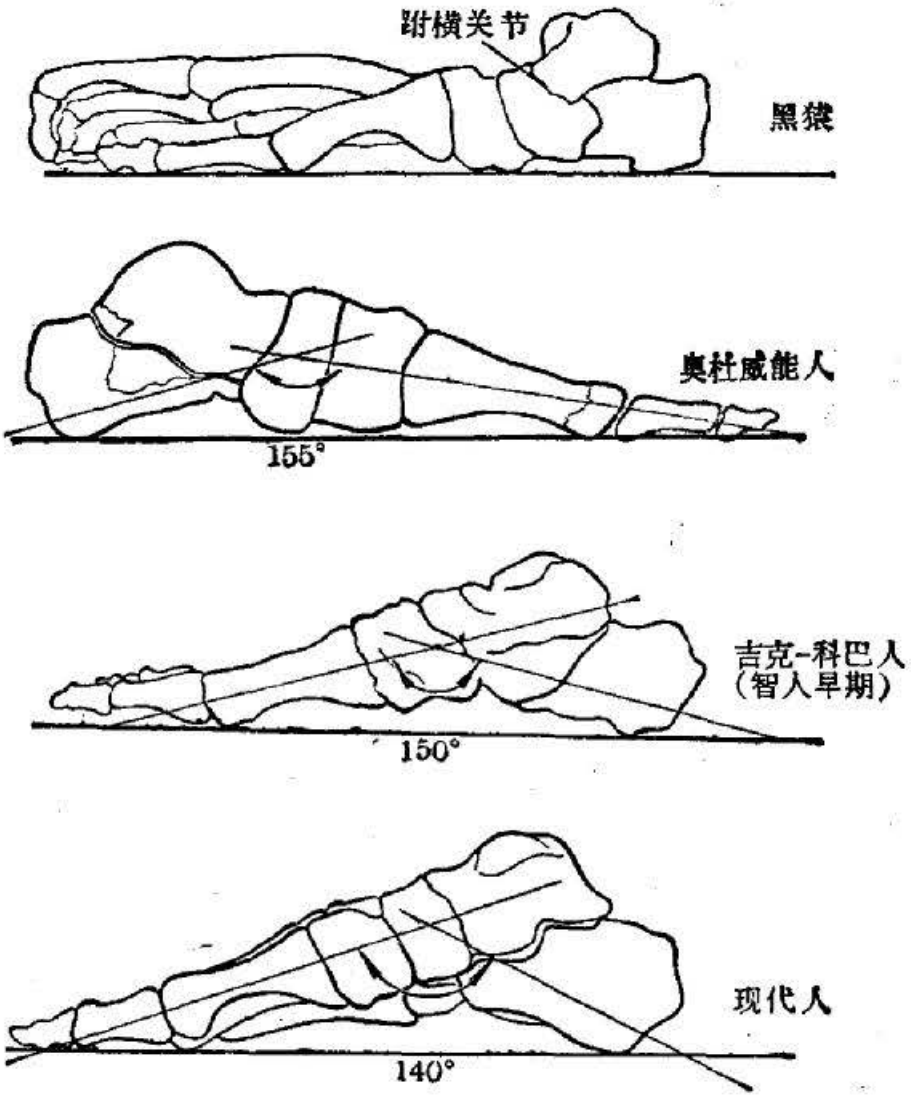
但是，要跑得快，光靠腿长还不行。大家都知道跳远的起跳动作，实际上是个下蹲的动作。一张一弛。向下蹲是为了弹得远。在从猿到人的过程中，足弓的从无到有是步伐从慢到快的一个重要生理条件。没有完整足弓的猿，走起路来踉踉跄跄，慢慢腾腾。古猿在从事萌芽形式的劳动中，在脚的内侧和外侧练



图四　从猿到人的重心和重力线变化

出了两条纵的足弓和一条横的足弓，构成了一座“双曲拱桥”。随着直立行走的不断发展，足弓又由低到高。猿类几乎没有足弓，足弓角接近于一百八十度；原始人类有了一点足弓，足弓角大约为一百五十度；现代人的足弓最完善，足弓角大约为一百四十度。有了足弓，人的体重以及所承担的重量就落在脚后跟、拇趾跖骨头和小趾跖骨头这三点上。三点组成一个平面。体重落在这三点上，就象压在“三脚架”上一样稳固，走起路来就不再会左右摇摆。有了足弓，身体的重量能均匀地传递到脚的各部分。脚的振动也会因足弓的缓冲作用而有所减弱。有了足弓，走起路来才能脚踏实地，而不致被压得东倒西歪。弓满如月，弓拉得紧，箭射得远。人类因为双脚有了较高而又富有弹性的足弓，所以才能比他们的祖先跑得快。

足弓的出现，是从猿足到人足的一大进步。但是，任何进步



图五　人类发展过程中足弓的演化

同时也是相对的退步，也就是有进有退，进中有退。在从猿足向人足发展的过程中，步行功能的进化导致了抓握功能的退化。比如趾骨渐渐地由长变短了，足趾渐渐地由弯变直了，足趾之间也渐渐由散开变得合拢了，拇趾的对掌作用也渐渐地消失了，总之是变得不利于抓握，而有利于行走。现在不是有少数人的脚趾散得很开、脚板也很平么？有这种情况的人跑不快，走不远，严重的还要动手术呐！

古猿在使用天然物从事萌芽形式的劳动过程中，不只锻炼

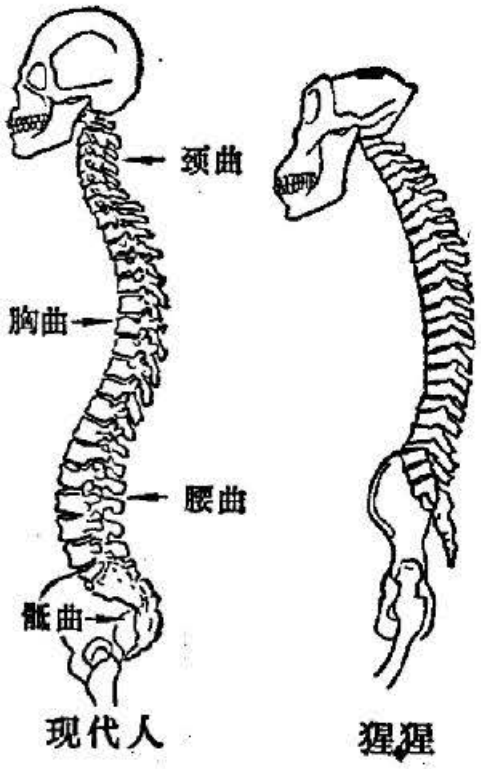
出了强壮有力的双腿，而且还锻炼出了一个直挺挺的腰板。单有两条粗腿，没有直挺挺的腰板，仍然无法直立，仍然无法走快。弯腰驼背，即使拿到了石头，也会因为挺不起腰，掷不出去，不能成为斗争的武器，而只能成为垫脚石或绊脚石。现在生活在非洲的一种四足行走的高等猴类，它也能用前肢抓起石头。但是，它腰板直不起来，只能用前肢把石头从背上越过头部甩出去，甩也甩不远，至多只能打死小爬虫。

猴类在树上跟一般四足动物差不多，脊梁象架在四根柱子上的一座桥。猴类发展到了猿类，横梁渐渐变成象一只竖放的弓。现代类人猿的脊柱也基本上是弓形的，一千多万年前的古猿也同样是弓形的。脊弓比起脊梁来，是一大进步。“弓”与地面的垂直度比起“梁”来要大得多，但比起“柱”来，与地面的垂直度又要小得多。弓形脊柱，虽然把身体的重心向脚跟移动了一步，但还是在脚跟的前方，弓形脊柱，腰板还不能挺起来，走起路来只能弯着腰；弓形脊柱，头象挂在弓的顶端，不能昂首挺胸，仍然是卑躬屈膝；弓形脊柱，也使腰部活动困难，就象现代的类人猿那样，难以瞻前顾后。

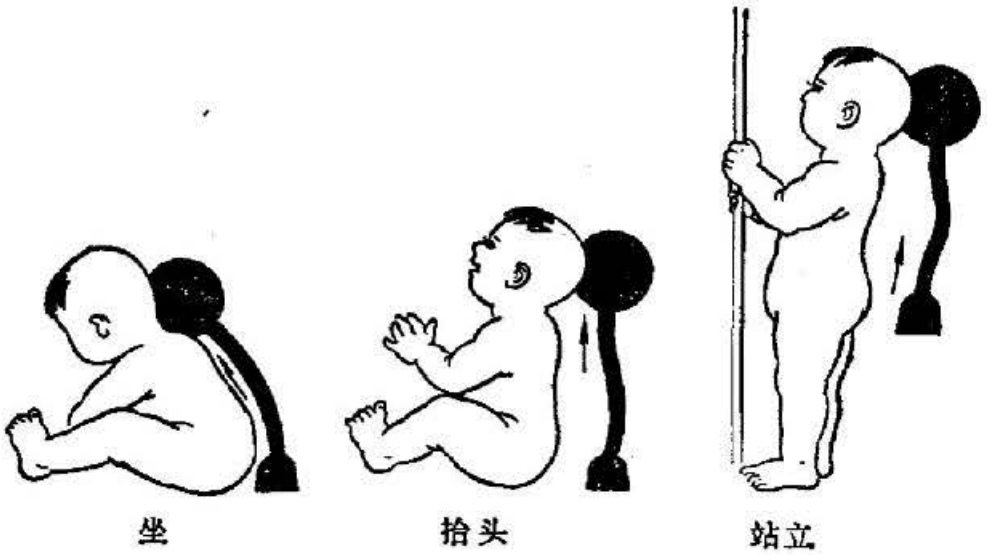
古猿的脊柱在使用天然物的过程中不断地得到改造。古猿要使用天然物，就不能不抬起头。不抬起头，投掷石头就象无的放矢。在千百万年的漫长岁月里，古猿在使用天然物中，头慢慢抬了起来。弓形脊柱的上端有了一点颈曲，头颅就不再长在身体的前方，而在颈项的前上方了。古猿在投掷石块的时候，总是要尽力掷得远一点。要掷得远，一定要挺腰收腹，就象现代的标枪运动员一样。因此，经过千百万年的时间，脊柱腰段慢慢形成了腰曲。腰板也慢慢直了起来。这样，颈曲、腰曲连同原有的骶曲和胸曲，使脊柱形成了一个S形。

古猿脊柱变成S形的过程，可以从现代的黑猩猩、从婴儿的

脊柱发育和人脊柱的解剖中得到启发。黑猩猩由于使用天然物直立行走的时间较多，脊柱比其他猿发育要完善，已经有了点S形的样子。新生的婴儿的脊柱也是弓形的，它没有颈曲，头还抬不起，只能睡，不能坐。到了能抬头吃奶时，颈曲才慢慢出现，头才昂了起来，这时才有可能学会坐。但还不能走，因为还没有长出腰曲。到了一岁左右，开始学走路时才有腰曲。儿童脊柱的发育史也是从猿到人脊柱变化的缩影。现代人类的脊柱上有很多软骨，这些软骨的作用好比楔子。楔子嵌在脊柱间的方向不一样，有的向前，有的向后，才使脊柱变弓形为S形。如果把这些软骨从S形



图六　黑猩猩和人类脊柱



图七　儿童脊柱弯曲的发育过程

脊柱上拿下来，脊柱就会重新恢复弓形，而不是S形。这些椎间软骨的形成，可以说明S形脊柱是从弓形脊柱发展起来的。

古猿使用天然物终于使弓形的脊弓变成了柱形的脊柱。说它是脊柱，但它并不象柱子那么笔直，而是直中有曲。人的脊柱弯曲的弧度没有古猿大，但弯曲的地方却比古猿多。曲与直是相对的，在一定条件下可以相互转化。人类的脊柱，没有这几个曲，就不会直起来。正因为有了向前的腰曲，人才挺直了腰板；正因为有了向后的胸曲，人才挺起了胸膛；正因为有了颈曲，人才昂起了头部。把这几个不同方向的"曲"连起来，就连成了脊柱的直。直由曲组成。直中有曲比直中无曲要好。有了这几个"曲"，人类才能把肩上所受的机械力部分地沿着肌性结构消失掉；有了这几个曲，人才能挑得起重担。重担压来时，把这个弹簧般的"曲"收缩一下；重担卸下时，又把这个弹簧般的"曲"弹回去，恢复正常。人类的这种"S"形的脊柱，等于是一个很好的缓冲装置，可以把走路、蹦跳时传到大脑的震动减弱。这个作用与汽车下面防震的弹簧十分相似。

使用天然物使古猿伸长了腿，挺起了腰，提高了古猿直立的程度。直立又推动了古猿在从事使用天然物一类萌芽形式的劳动中，站得稳，走得动，跑得快。上下肢的分化是同时进行的，没有上肢也就无所谓下肢。随着古猿下肢的逐步改造，上肢，即双手解放的程度越来越高，使用天然物的能力也越来越强。这些，都为古猿学会制造工具创造了条件。

第二节　人类在制造石器中诞生

使用了上千万年天然物的古猿，大约在二、三百万年以前，开始学会了制造石器。从一九六七年到一九七一年，在非洲坦

桑尼亚的奥莫河谷地发掘到了二百万年以前的“南方古猿”的六块下颌骨和其他人类化石，同时也发现了同期的石器文化。从一九六八年到一九七二年，在肯尼亚的卢多尔夫湖地区又发掘到了五十一块石器标本，其中五块砾石片大约是二百六十一万年前制造的。这是迄今为止所发现的最早的石器。

古猿是赤手空拳从树上下来的。说它赤手，是因为它手中没有工具，说它空拳，是因为它拇指的对掌作用差，四个指头和大拇指还捏不到一块，所以只能是无力的空拳，而不是有力的实拳。这样的“手”，严格地讲，不能称其为手。但是，就是这样的手，也是其他动物所没有的。生存斗争的需要，促使古猿延长了手。手直接作不到的事，通过手造出的石器作到了。不要小看二、三百万年前的那些粗制滥造的石器，要知道，那些石器是人类的祖先在一千多万年的长期斗争中获得的第一件战利品。石器是人类的出生证，石器也是人类向自然界发出的第一份挑战书。石器的影响，世世代代留在人们的记忆中。即便是在青铜和铁使用了很久以后，这种最早的工具仍然受到崇敬。恩格斯在《自然辩证法》中讲到，就在他写书的时候，世界上有些民族在宰杀祭祀用的一切牲畜时用石刀。克尔特人和日耳曼人祭神时用的也是石刀。为什么在有了钢刀之后，在祭神时还要用石刀？恩格斯认为这种习惯很可能是对石器神奇力量的一种怀念。中国古代传说盘古氏用一把斧头开天劈地。这是怎样一把斧头呢？在那样早的时候，既不会有铜器，也不会有铁器，因此有人认为，这把斧头只能是石斧。人们对盘古的歌颂，也是对石器威力的歌颂。

那么，第一批石器是怎么造出来的呢？《圣经》上说是人类的始祖亚当被赶出伊甸园后，在一个晚上造出来的；中国古代传说是天上的雷公丢下来的，因此把石斧也叫做雷公斧。其实，地上没有伊甸园，也没有亚当；天上没有雷公，也不会有谁丢下雷

公斧。最早的石器既不是从天上掉下来的，也不是那个先哲创造的，而是劳动的产物。

古猿在从事使用天然物的萌芽形式的劳动中，对石块、木棒等的性质、形状和使用效果的关系，渐渐有所认识：在砍砸方面，质硬的要比质软的好；在切削方面，形状尖利的比圆钝的好。同时，古猿使用天然物的水平也不断进步。原来是随用随丢的，后来用了以后就保存起来。原来使用天然物是临渴掘井，随用随拾，后来学会了预先收集天然物。现代的黑猩猩也继承了古猿的这些进步。有人看到，黑猩猩在用石块敲碎核桃后，小心翼翼地把石块藏起来；也有人看到，黑猩猩在外出钓食蚂蚁之前，预先准备了许多小木棒。

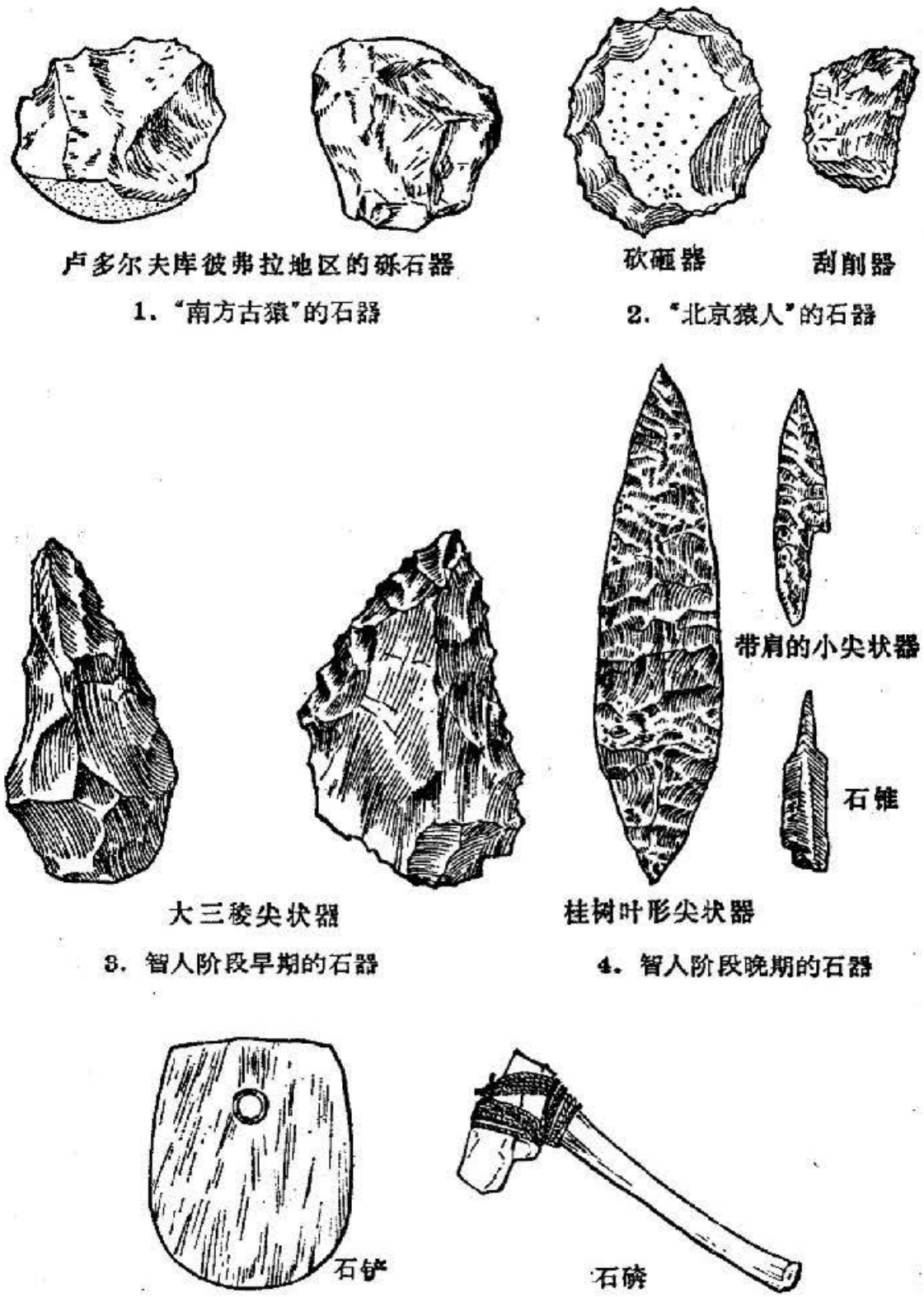
古猿对天然物的需要量不断增加，对天然物的要求也越来越高。比如说，挖掘块根要用尖木棒，捕猎野兽要用大木棒，钓食蚂蚁要用小木棒。对石块的要求也是这样。切割兽肉要用锐利的石片，砍伐树木要用粗大的石块。天然物虽然是天然的，但不是到处都有，更不是随时可用。锐利的石片，只有在岩石撞击时才会产生。河边、海边的鹅卵石，棱角都被磨掉了，不锋利，那是不能用来切割东西的。有棱角的石头才有用。自然界有的石块，不合用；要用的石块，自然界又常常没有。古猿日益增长的需要与自然界的有限的恩赐之间形成了尖锐的矛盾。这个矛盾成了古猿学会制造工具的动力。在天然物不能满足要求的情况下，唯一的办法是自己动手制造，由伸手派变为动手派，由等待大自然恩赐变为造大自然的反，做大自然的主人。最早的人类为了把钝石变成尖石，把大石变成小石，就用一块石块打击另一块石块，打制出需要的石片来。用这些有刃口的石片去砍伐树木、切割兽肉、挖掘草根，比天然石块更有用。古猿使用和保存天然物是制造工具的准备，使用和保存天然物必然会导致工具

的制造。先有事实，后有概念。最早的工具，说穿了，是仿照比较合用的天然物造出来的。

第一批工具出现以后，工具也在不断进步。早期的工具是万能工具，砍、砸、切、削都靠它。法国舍利地区发现的旧石器时代早期的石器——石手斧，就是名副其实的万能工具。但是，万能工具不万能。样样能做，样样都做不好。到了后来，工具也渐渐分了工。在尼人的遗址中，既有切皮用的尖状器，又有刮肉用的刮削器。早期的工具是打制工具，很粗糙，不定型。有人对周口店挖掘到的大约十万件石器作过分析，发现其中只有三件相类似，其余的各不相同。到了后来，打制石器变成了磨光石器。磨光石器比较细致，比较定型，刃口更锋利。印第安人可以用它来挖制独木舟。早期的工具是简单工具，石器、木器是分家的。到了后来，出现了复合工具。复合工具有了手柄，手能握得住，劲能使得上。工具的不断进步，反映了人类改造自然的能力也在不断提高。

人类在劳动中改造着自然，同时也在改造着人类本身。任何工具都是用手制造的，也都是用手使用的。从现在发掘到的石器看，一般都是适宜于右手握持的，这也说明了工具与手的关系。

人类都有一双手。劳动人民就用这双手，制造工具，开动机器；就用这双手，劈山引水，改造山河；就用这双手，挥戈上阵，英勇杀敌。人们要向地球开战，就一天也离不开手。因此，中国古代把手看成“事业之所须也”。人的手不仅强壮有力，而且十分灵活。人类的手已经“**达到这样高度的完善，在这个基础上它才能仿佛凭着魔力似地产生了拉斐尔的绘画、托尔瓦德森的雕刻以及帕格尼尼的音乐。**”(《自然辩证法》)中国人民曾用双手建成了绵亘万里的长城。埃及人民曾用双手建成了高耸入云的金字塔。大庆人奋发图强，用双手在千里荒原上建造了大庆油田。大寨人战天斗地，用双手把“狼窝掌”变成了米粮川。人类的双手



1. "南方古猿"的石器

2. "北京猿人"的石器

3. 智人阶段早期的石器

4. 智人阶段晚期的石器

5. 新石器时代的石器

图八 石器的发展

真是伟大的手，神奇的手！

人类的这双手是从那里来的？说到底，是从猿“手”变来的。古猿的“手”，也有五个会活动的手指。它们的“手”与人手在构造上几乎没有什么差别。**“骨节和筋肉的数目和一般排列，在两种手中是相同的”。**（《自然辩证法》）刚生下的婴孩的手与猿手更加相似，甚至能象猿手一样攀在木棍上。这是重演律在体外起作用，也是猿手与人手关系的一个更为有力的佐证。古猿的这双“手”是它生活的命根子。古猿采摘果子，挖掘块根，拾石拣棒，打猎防害，靠的就是这双手。但是，猿手毕竟不同于人手。不仅灵活程度不同，更主要的是有本质的差别：**“没有一只猿手曾经制造过一把哪怕是最粗笨的石刀。”**（《自然辩证法》）

人手都有大拇指。缺少了大拇指，无法做复杂的动作。在古代，抓到俘虏以后，往往砍去他们的大拇指，为的是不让俘虏重新拿起武器。正因为大拇指作用大，所以在世界各民族中，不管语言如何不通，都把手屈一指作为赞美的象征。美洲的印第安人称大拇指为手指之母；非洲的索马里人称大拇指为手指的“祖父”；汉字中的“拇”字，读“母”字的音，也有指中之“母”的意思。医生遇到大拇指断掉的病人，总是千方百计接活大拇指；大拇指损伤后变短了，就给加上一段；有时甚至不惜截去未受伤的小手指或小脚趾来接活大拇指，来个丢卒保车。现代工业上的机器手也总要模仿人手造上一个大拇指。这些，都说明大拇指在劳动中的重要地位。

正因为大拇指的作用大，所以大拇指才长得这么大。猿类的大拇指都不那么发达。拿大拇指长度与手的长度相比，大猩猩为百分之五十，黑猩猩为百分之四十七，猩猩为百分之四十四，长臂猿为百分之五十四。所有的猿类大拇指都不超过四指的基部。而人类的大拇指长度占整个手长的百分之六十八，超

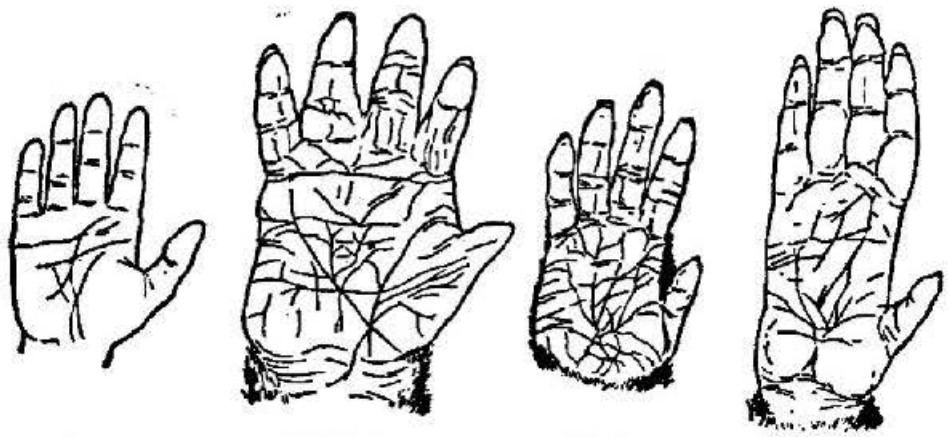
过了其余四指的基部，是名副其实的大拇指。猿类的大拇指不仅短小，附着在第一掌骨上的大鱼际肌也纤弱无力。大鱼际肌不大的猿手无法捏成一个有力的拳头，也无法紧紧地握住一把工具。人手的大鱼际肌非常发达，它使大拇指变得强壮有力。

类人猿的大拇指短小无力，现代人的大拇指长大有力，早期人类的大拇指又怎么样呢？英国人类学家内皮尔曾经研究过早期人类——“南方古猿”的手骨标本，发现“南方古猿”的手骨跟人一样，基本上是人型的。手指和手掌的比例也与现代人相同。其大拇指的末节比类人猿要宽些。还可以明显看出，大拇指上有过发达的肌肉，有较大的抓握能力。但它的大拇指比现代人类的稍短些，微微超过食指的掌指关节，指关节的弧度也比较大。这说明“南方古猿”的手已基本变成了人手，但还有不少猿手的烙印。到了智人阶段的早期，大拇指又比“南方古猿”宽得多。

造成类人猿、早期人类和现代人大拇指这种差别的原因不是别的，是劳动。猿手，主要用于在树上臂行攀援。攀援时，细长的手指挂在树枝上，大拇指起不了多大作用。古猿下地后，握木棒，抓石头，使用天然物，都要用到大拇指。人类出现之后，砸石头，砍树木，割兽肉，造工具，大拇指的作用更加突出。器官保障了斗争，斗争锻炼了器官。随着大拇指作用的增大，大拇指在劳动过程中也变得越来越发达。据X光拍片研究，网球运动员右手大拇指的骨头比左手的粗些、长些。因为他们需要右手用力的抓握。抓握运动促使了大拇指的加粗和变长。“南方古猿”虽然已经跟类人猿有了本质区别，能制造砾石工具，拇指也得到了锻炼，但是，他们学会制造工具的时间毕竟还不长。因此，大拇指比较小，还留有猿手的痕迹。智人在早期阶段，制造和使用石器的技术比“南方古猿”要高明得多，因此，他们制造石器的这双手

又比"南方古猿"更加有力，特别是大拇指变得更长、更宽。人类学会劳动的时间愈长，大拇指就愈发达，与猿拇指的差距就愈大。

人类的手之所以伟大，除了因为人手有强大的大拇指外，还因为能够掌握，即大拇指与其他四指有对掌作用。有对立才有统一。大拇指在一边，其他手指在另一边，这才捏得拢、握得住。光有五个同一方向的手指，手就不可能牢牢地握持物体，也就不能劳动。猿类拇指外展内收的肌肉比较弱。指间又有皮膜相连。大拇指与四指不能分得很开。拇指和食指的自然张角为二十度左右。猿类大拇指的对掌肌也不发达，拇指与其他指的接触，不太方便。人类在劳动过程中，拇指的肌肉不断得到锻炼，拇指屈肌、拇指展肌越来越发达，使拇指与四指分得很开；对掌肌越来越发达，使拇指的对掌作用越来越完善，逐步学会了掌握。"南方古猿"的拇指与食指的自然张角为三十度左右。他们的拇指虽然有一定的对掌作用，但还不能象现代人的手那样，完成精确的动作。现代人类拇指与食指的自然张角为四十四度，在灵长类中是最大的。稍微用力气，大拇指就能与四指垂直，还能与四指所



人　　大猩猩　　黑猩猩　　猩猩

图九　猿手和人手

在的平面垂直，或者附于其上。拇指指垫能与其余手指的指垫自由接触。大拇指的对掌活动也依赖于拇指腕掌关节的结构。在智人阶段的早期，拇指腕掌关节是扁平的，鞍状结构还不完善，对掌能力较差。现代人的拇指腕掌关节则是典型的鞍状关节，这种结构扩大了拇指的活动范围。

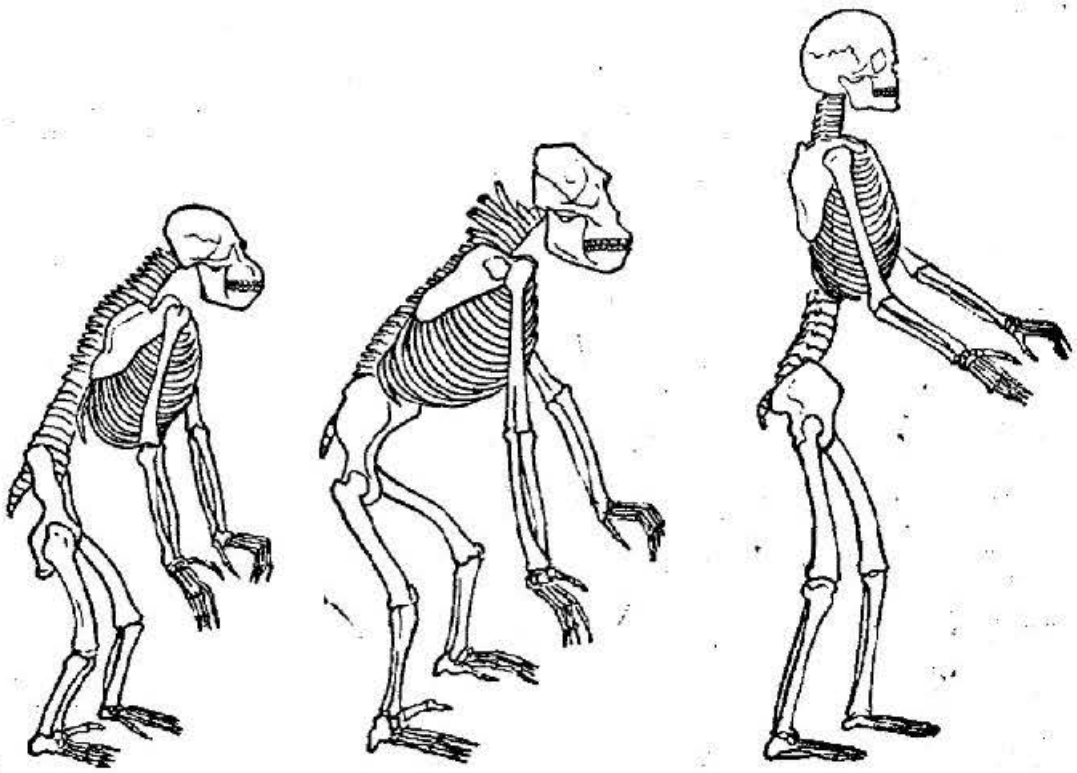
人类的大拇指是与手掌相互促进、同时发展的。劳动也使古猿又窄又薄的猿掌变成宽大厚实的人掌。猿类手掌都很细长。长臂猿和猩猩不大使用天然物，因此它们的手掌宽度分别占手长的百分之二十四、三十三；黑猩猩、大猩猩，因为有时能使用天然物，手掌也相应变宽，但远比人的手窄。早期人类的手掌已经比猿宽多了。在非洲斯瓦特克兰斯发现了两根手骨化石，一根是破裂了的第四掌骨，另一根为完整的第一掌骨。这两根手掌骨均小于人类掌骨的平均尺度，但比猿类的掌骨要大些。掌骨是组成手掌的主要骨胳。骨肉相连，掌骨大，附着在其上的肌肉也一定比较发达。经过几百万年劳动所形成的现代人的手掌变得十分结实，手掌宽度达到手长的百分之四十一。从现代人身上也可以看出手掌与实践的关系。双手倒立的杂技演员手掌特别宽厚；单手倒立的演员右手又比左手更为宽厚。

手与臂是相联的。手是象形字。“手”字中的“三”代表手指，“手”字中的“丿”代表手臂。手的进化也推动了上肢的发展。由于劳动，人类上肢的转动肌肉很发达，占上肢全部肌肉重量的百分之四十八，而下肢的转动肌肉只占全部腿肌的百分之三十三。胳臂扭不过大腿，那是从总的方面来说的，从转动肌的比重上看，就不是这样。从吊环运动员的情况看，更不是这样。他们主要用臂力，臂比小腿粗，胳臂能扭得过大腿。人类上肢上举可以大于一百八十度，外展可以大于九十度，还能作环转运动，前后左右活动都很方便。前臂桡骨和尺骨的转动角度也变得很大，

达到一百五十度以上，使人能在劳动中完成许多复杂的动作。如果人还是象猿那样，桡骨不能灵活地围绕尺骨转动，在劳动中要拧个螺丝钉就会象推磨一样，人体要围绕螺丝钉转来转去。

今天我们常常用“易如翻掌”来形容一件容易作到的事。因为那是婴儿也会做的动作，实在是便当极了。殊不知“易如翻掌”是从不易翻掌转化而来的。今天不用一秒钟就能完成的翻掌动作，是人类的祖先多少万年的劳动成果。由于和日新月异的劳动动作相适应，经过一代一代的发展，终于形成了粗大有力、容易翻转的人手。人类的祖先在学会翻掌的过程中，不知付出了多少代价！双手的劳动创造了劳动的双手。**“手不仅是劳动的器官，它还是劳动的产物。”**（《自然辩证法》）

当然，手并不是孤立的，它仅仅是整个人体的一个肢体。凡



图十　人、猿的全身骨胳

是有利于手的，也有利于手所服务的整个身体。随着手的发展，人的大脑也发展起来。在人脑中，跟手有关的区域比跟脚有关的区域为大，跟右手有关的区域又比跟左手有关的区域为大，跟大拇指有关的区域更比跟其他四指有关的区域为大。劳动不仅创造了手，劳动还创造了脑，促进了整个躯体进行脱胎换骨的改造。

第三节　人类在用火中最终脱离动物界

在人类诞生后两百多万年的漫长岁月里，人类向自然界作斗争的唯一武器一直是石器。可是，到了距今大约五、六十万年前的时候，情况发生了变化，人类向自然界作斗争的武器多了一样。这就是火。

“野火烧不尽”。自然界从来就有着扑不灭的野火。火山爆发，熔岩滚滚，这是火山之火；电打雷劈，火光闪闪，这是雷电之火；岩石撞击，会产生星星之火；干草枯枝发热燃烧，也会连成燎原烈火。从地球诞生到“北京猿人”，火已经燃烧了几十亿年了。但是，所有这些火，都还是自在之物的野火。

地球上的飞禽走兽几乎都怕火。豺狼虎豹虽然凶猛，但一见火光，就逃之夭夭。“雷填填兮雨冥冥，猿啾啾兮狖夜鸣。”（屈原：《九歌·山鬼》）这说明猿猴曾为天上的电光闪火发过愁。人类也曾经害怕火。《左传》上说：“人火曰火，天火曰灾”。汉语里的“灾”字一直是与火连在一起的。火，不知吞噬过多少人的生命！以致人们在把火记入文字时，仍然心有余悸。“火”字，最早出现在《诗经》上时写作“燬”。什么意思呢？“火，化物也，亦言燬也，物入即皆毁坏也。”意思是说，火能毁灭一切。我们都知道波斯人信仰拜火教。干么要拜火呢？还不是因为他们怕火吗！

可是，早在五、六十万年前，一些勇敢的“北京猿人”对火已经不那么害怕了。由怕火到不怕火，这是人类对火认识的一个飞跃。一场火后，森林中余火尚存，照得周围亮堂堂，照在身上暖洋洋。人们还发现，火可以驱走天敌，烧死野兽。火这么有用，我们的祖先就敢于让火来为自己服务。当然，首先用火的勇士总免不了流血牺牲。在“南方古猿”的化石中，曾发现过被烧焦了的头骨。他们可能是与烈火搏斗中的殉难者，因而被命名为“普罗米修斯南方古猿”。但是，人类就是在斗争中成长的。在与火的斗争中，人类取得了经验，增长了才干，终于懂得了柴能燃火，柴多火旺，柴尽火熄的道理，并且勇敢地把火引进到居住的山洞，学会了保存火种。于是，火由自在之物变成了为我之物。经过长期的艰苦摸索，人们终于学会了驾驭火，利用火。

火的利用，这是人类对自然界的一个伟大胜利，是人类历史上的第一次文化大革命。从此，开创了人类自己的英雄时代。

用火，既然是人类历史上第一次文化革命，就不可能是风平浪静的，也不可能没有阻力。这种阻力，主要来自旧的习惯势力，来自早期人类的发展水平。当时，虽然还没有阶级之分，但先进与保守的差别总是有的。有矛盾就有斗争。这种斗争，有时可能变得很激烈。在五、六十万年前，当有的“北京猿人”把火引进山洞时，一定是有人支持，有人反对，有人害怕，有人怀疑。也许，就在北京周口店的大山洞里，说不定还曾经进行过一场要不要用火的大辩论。但是，火毕竟给人们带来了好处。火也似乎是可以驯服的。因此坚持用火的思想路线最终还是取得了决定性的胜利。

“北京猿人”使用火已经达到了很高的水平。他们把火放在通顶的洞口，使缕缕青烟通到洞外。他们已经学会了控制火的方法。他们在用火时，加盖干柴，不用时，铺上一层湿土，就象我们封煤炉一样。“北京猿人”用火的规模也很大。在周口店的山

洞里，曾发现过好几堆灰烬，最厚的地方达六米。这些灰烬里有被火烧过的石头。这些石头有的被烧成了石灰，坚硬的石英被烧成了碎块。在灰烬中还找到了一粒粒烧过的朴树籽和一块烧焦的紫荆木炭块。“北京猿人”为了保存火，由经验丰富的老人看守火种。万一熄灭了，就向临近的原始群体借火。直到现代，世界上有些民族还有借火的习惯。近代安达曼岛上的有些部落还不会造火，要依靠保存的火窖引火。有时，从邻近的部落带来燃着的树木作为火种。火地岛上的印第安人至今还在窝棚里保存着永久不熄的篝火。

随着火的被利用，火与人类的关系越来越密切。生产和生活的需要推动着人类用火的发展。火种虽能保存，但毕竟不方便，也容易熄灭。人类总是不断发展的，不会永远停止在一个水平上。在“人的脑子已经发展到足以下这样一个判断：摩擦是热的一个源泉”(《自然辩证法》)的时候，就是人工取火的开始。

人工造火的方法是在制造石器的过程中发展起来的。原始人在制造石器时，发现岩石碰撞有火星飞溅，特别是用黄铁矿打击燧石时能产生大的火花，甚至能点燃干柴。因此，最早的人工取火可能是燧石取火。“石在，火种是不会绝的。”(鲁迅：《且介亭杂文二集·“题未定”草》)生活在格陵兰岛的爱斯基摩人，在几十年前还用燧石取火。在发明燧石取火以后，原始人在制造石器中又进一步认识到，摩擦能使物体发热燃烧。经过长期摸索，大约在一、二十万年前，人类终于学会了摩擦取火。

摩擦取火的方法很多，有些一直流传着。中国古书上曾经这样描绘过摩擦取火的情景：选槐檀之树，榆林之木。琢山石，钻而改之。“其钻也，势若旋风，声如骤雨，星彩晨出，莹光夜聚。赫戏郁攸，赩炽振怒。青烟生而阳气作，丹焰发而炎精吐。”(唐·王起：《钻燧改火赋》)一八三五年，达尔文在环球旅行中路过南美洲

时，也曾看到印第安人摩擦取火的情形。达尔文写道："他们用一根木棍的钝端在另一根木棍身上的一条已经开好的槽缝里摩擦起来，……于是就得到了火种"。达尔文还记载了高乔人取火的另一种方法："他们取一根大约长十八英寸的柔性的芦苇茎，把一端抵住在自己的胸膛上，又把削尖的另一端插进一块木板的孔里，于是就把弯曲部分迅速转动起来，……"。到了二十世纪七十年代，也有人发现，菲律宾的一个叫塔萨代的原始部落仍在用钻木取火。他们用树枝在树墩子上迅速转动，使它发热燃烧。他们至今还处在相当于中国古代传说中的燧人氏阶段。就是现在世界上广泛使用的火柴，也是一种摩擦生火法。有人爱把火柴叫做洋火。其实，我国早在宋朝就有"火寸"的记载。宋代的《清异录》中说："夜中有急，苦于作灯之缓，有智者批杉条，染硫磺，置之待用。一与火遇，得焰穗然，……今遂有货者易名火寸。"这种涂有硫磺的"火寸"既是摩擦取火的发展，又是今日火柴的前身。

由使用天然火到人工取火，是人类在用火问题上由必然向自由迈出的一大步。人工取火"**第一次迫使某种无生命的自然力替自己服务**"。(《自然辩证法》)从此，人类最终摆脱了茹毛饮血的野蛮状态。所以，恩格斯说："**甚至可以把这种发现看作人类历史的开端**"。(《自然辩证法》)征服火的胜利喜悦至今还在神话传说中流传。人们赞颂火，把火当作光明之神来崇拜；人们赞颂火炬，把火炬当作胜利的象征。人们更加赞颂刚火的英雄，大希腊有个神

的力量。取火比起盗火来，困难要多得多，但比偷火来也要牢靠得多，不会受气。不管是盗火的传说还是取火的传说，都表达了古代人们征服和利用自然力的愿望。

火的利用，成了人类征服自然的重要武器，增强了原始人狩猎的本领。原始人制作石器，是利用机械能来变革自然。发明了用火，就学会了用化学能来变革自然。有了火，人类就可以用火在洞口驱除猛兽，用火去攻击、捕猎大动物。“北京猿人”在狩猎时经常高举火把，借火助威，把野兽赶得走投无路，只得束“手”就擒。距今一、二十万年前的智人，还经常用火攻洞熊。洞熊喜欢住在洞里，经常侵犯人居住的洞穴。人一走，洞熊就取而代之。智人常常用火封住洞口，熏得洞熊突围而逃，或是被活活烧死。这样既夺回了“家园”，又获得了一顿美餐。

图十一　原始人火攻洞熊

火的利用，也使原始人改进了工具制造的方法。后代制造的陶器、铜器、铁器，那一样离得了火！现在的原子弹、氢弹，也无非只是一把较大的火。火的利用对制造木器也有很大的意义。加工木器要用石器，但光用石器把木棒削尖很困难。先把木棒的一端放在火中烧焦，再用石刀加工，就方便多了。一九四八年在

德国一个叫勒令根的地方，在埋有古象的地层里，与古象化石一起发现一根用紫杉木做的标枪。这是旧石器时代早期的遗物。上面有用火烤过的痕迹。在已发现的旧石器时代的木质工具中，尖刃部也都遗留着火烤的痕迹。火既简化了加工方法，又提高了加工工具的质量。工欲善其事，必先利其器。工具的改进又反过来提高了取火的技术，提高了生产力。

火的光和热开始打破了热带和寒带的限制，促使原始人在更广阔的地域里活动。北极圈以北的极地，终年千里冰封，万里雪飘。格陵兰一带常常达到零下几十度，一年之间有半年以上连续是黑夜。在这么寒冷的地方，爱斯基摩人祖祖辈辈胜利地生活了下来。原因在那里？因为有了火。亚洲大陆的人类在四万五千年以前，跨过白令海峡的陆桥，来到荒无人烟的美洲大陆，开拓了人类新的生活领域，靠的也是一把火。从人类的发源地看，不论是亚洲的、还是非洲的，都离赤道不远。“南方古猿”几乎都住在非洲近赤道的地方。七十万年前的“爪哇猿人”也住在炎热的印尼。要是没有火，人类能在温带和寒带呆下去吗？“北京猿人”为什么能生活在接近北纬四十度的地方？因为他们是最早用火的祖先之一。

火的光和热，也打破了昼夜的界限。有了火，人类的祖先就有条件在晚上出来活动。既可以挑“灯”夜战，也可以围在篝火旁交谈。这就进一步促使语言的发展。众人拾柴火焰高。在火种还是难以取得的情况下，只有靠众人的力量才能得到火、保存火。“北京猿人”就是共同用火去狩猎，共同生活在生火的山洞里。火在更大范围内把人集合起来，团结起来，从而提高了人的社会化程度。火，影响到人类生活的各个方面，成了征服自然的武器，成了人的新的解放手段。

火为人类所用，火也改造了人本身。正如恩格斯指出：“因为

摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开。”(《反杜林论》)原始人类刚刚从动物界分离出来时，在体质上还带有许多猿的特征。象人，又象猿，所以称其为猿人。还有一些更早期的人类，因为身上象猿的东西太多了，所以长期以来被误认为“古猿”。在从原始人向现代人发展的过程中，火的利用对人类体质的增长起了决定性的作用。

火的利用，使生食变熟食，使很多生吃不易消化的植物变得容易消化和吸收。植物种子里的淀粉粒，在水中加热后，会膨胀、糊化；植物的根、茎、叶等所含的半纤维素、果胶质、粘质，加热后也会吸水软化。熟食使食料在未进入人体之前，已经变成了半消化的食物。本来要在体内进行的糊化、软化过程，用火后就由体内搬到了体外，从而，更加缩短了消化过程，更加容易被人体吸收利用。大豆就是一个例子。生豆的消化率约为百分之六十五，熟豆的消化率则为百分之八十五。消化过程的缩短和吸收效率的提高，意味着在单位时间内可供人体消耗的热量增加了。这对人类体质的增强是十分有利的。

火的利用，使生食变熟食，还扩大了植物食料的来源。在没有用火烧熟之前，很多植物的根、茎、叶、果，都是不能吃的。不是因为咬不动而不能吃，就是因为味道不好而不能吃。即便是既能咬得动、味道又不错的食物，吃到肚里也不一定舒服，有时甚至还会中毒。人们常吃的四季豆、金针菜、木薯、白果等里面都含有有毒成分，吃生的会引起吐泻、腹痛、窒息，甚至死亡，但是如果煮熟了再吃，就安然无事，美味可口。有些豆类也是这样。印度人过去就曾因为吃了生的鹰嘴豆或羽扇豆，死了一大批人。我国的特产——大豆，里面所含的营养成分很丰富，尤其是蛋白质的成分可以跟肉类相媲美。可是，如果生吃的话，大豆里所含的抗胰蛋白酶进入人体，阻碍蛋白质的消化，不但无益，反而有

害。如果熟吃的话，情况就两样了。通过加热，破坏大豆中的抗胰蛋白酶，人吃了不仅无小害，反而大有益。火，可以变有毒的素食为无毒的素食，变不能吃的素食为能吃的素食，从而极大地扩大了素食的范围，这对于增强人类的体质很有好处。就拿人体的生长发育所需要的维生素和矿物质来说吧，不同的植物中所含的维生素和矿物质是不同的。小孩子偏食，会营养不足，发育不良。人类如果偏食，吃不到多种植物所含的维生素和矿物质，那也会影响人类的体质。十六世纪以前，西欧有一大批人曾因吃不到蔬菜，缺乏维生素C，患了坏血病。后来，哥伦布从美洲带来了马铃薯，他们开始吃起了马铃薯，人体内有了足够的维生素C，坏血病就大为减少。反之，如果大吃维生素C，维生素C过多，破坏了维生素B_{12}，也会造成身体衰弱。

火的利用，对食料来源的扩大，还不只是表现在植物性食料上，更主要的是使人类变素食为杂食。

人类的祖先是猿猴。猿猴是基本吃素的。猴子甚至不仅尝不到肉的美味，反而害怕肉的腥味。在从古猿进化到人的全部历史中，吃素的时间比较长，吃荤的时间比较短。这一点可以从人体内酶的组成比例中看出来。人体内淀粉酶的数量超过实际需要量的十倍；蛋白酶数量同实际需要量相比，略有多余；而人体内脂肪酶的数量同实际需要量相比，只勉强够用。这便是人多吃点米饭和蔬菜问题不大，吃肉吃多了就要出毛病的缘由。人体内的淀粉酶为什么这样多，而人体内的脂肪酶又为什么这样少呢？这恰恰说明人类吃素的历史久，已经比较适应了，吃荤的历史短，还不大适应。

人类从吃植物到吃动物，反映了人类劳动技能的提高。因为，动物的特点在于动。动了，就不好抓。尝百草容易，吃百兽很难。要抓到大动物就必须有一定的技能和勇气。即使吃一点

象螃蟹这样的小动物也何尝不是如此。鲁迅先生说过："第一次吃螃蟹的人是很可佩服的，不是勇士谁敢去吃它呢？螃蟹有人吃，蜘蛛一定也有人吃过，不过不好吃，所以后人不吃了。象这种人我们当极端感谢的。"（《今春的两种感想》）在我国春秋战国时没人吃蟹，结果螃蟹泛滥，把越国的稻子都吃光了，弄得越王勾践一筹莫展，没有办法讨伐吴国。直到魏晋时才有人懂得蟹好吃，以致后来咏蟹的诗又多得成灾。在欧洲，吃蟹的历史更短，十九世纪还没有人敢吃蟹，蟹多得破坏了农田，毁坏了堤岸，成了举世罕见的蟹灾。人类吃荤的范围是逐渐扩大的。人类的早期喜欢吃鸟蛋。吃蛋是从素食到肉食的过渡。早几年，外国人讲什么蛋黄的胆固醇高，吃了血管要硬化，害得不少人好几年没有吃鸡蛋。其实，外国人之所以这样说，既是因为他们没有看到蛋黄里有卵磷脂，可以对抗胆固醇，也是因为他们忘了人类在吃肉之前就已有吃蛋的悠久历史。

肉和蛋虽然富有营养，但是生的吃得太多，连细菌、病原体一起吞下，会闹病。生鸡蛋里含有抗生物素，不仅吃了不容易消化，而且还容易引起头发脱落。生肉就更不用说了。韩非在《五蠹》中说："民食果、蓏、蜯、蛤，腥臊恶臭而伤害腹胃，民多疾病。"肉和蛋做熟了再吃，情况要好得多。《礼含文嘉》上说，"燧人始钻木取火，炮生为熟，令人无腹疾。"为什么把传说中发明钻燧取火的人叫燧人呢？汉朝班固等人编写的《白虎通》上说：因为他"钻木燧取火，教民熟食，养人利性，避臭去毒，谓之燧人也。"自从使用火以后，人类的动物性食料的比重逐渐增加。在"北京猿人"的山洞里，就发现有被火烧成黑色、白色、褐色、蓝色、棕色等各种颜色的骨头，其中有鼠类的骨头，有蝙蝠的骨头，有鹿的骨头，还有水牛的骨头，等等。这说明"北京猿人"已能吃到烤鼠、烤鹿和烤牛肉了。

图十二 “北京猿人”在烧烤兽肉

人类是怎样吃起熟肉来的？传说很多。在英国有这样一个传说。原始人有次遇到火灾。火灭以后，原始人去看那些烧死了的动物，用手一摸，觉得很烫，手本能地缩到了嘴边。于是，舌头舐到了手上的肉汁，品品味道，觉得很美。从此就吃起熟肉来了。这虽然仅仅是传说，但是熟肉比生肉好吃却是事实。生肉，有腥味；熟肉，则散发出一种酯类的香味。

鱼类食物最为明显。生鱼，由于细菌的作用，鱼蛋白分解成三甲胺、六氢化吡啶等腥臭物质。但是加热后，这些物质就很容易挥发掉。比方说，鱼蛋白分解出的三甲胺，气味同氨差不多。可是，它沸点很低，加热后就能跑掉。所以，恩格斯指出：“**鱼类食物，只有用火才能做成完全可吃的东西。**”（《马克思恩格斯全集》第21卷，第33页）从旧石器时代晚期的遗址中也可以看出，在有鱼类骨胳的遗迹中，一般都有火灰堆。

在人类发展史中，熟肉对人类体质的发展有很大的意义。一般说来，动物蛋白质的质量比植物要高一些。如酪蛋白、肌凝蛋白、卵清蛋白等，植物所含的量远远不如动物所含的多。人体需

要的八种必需氨基酸，如赖氨酸等，不能在体内自行合成，只能从植物或动物那里去吸收。但是，除大豆外，一般植物中这几种氨基酸不太全，人类要吃许多不同的植物，才能满足合成这八种必需氨基酸的需要。可是在动物身上，这八种氨基酸则几乎是现成的，含量也比较丰富。人类可以从动物身上直接摄取。这对增强人类体质是有利的。从现有的资料看，偏食的“南方古猿”的寿命最高的只有三十来岁，而杂食的“北京猿人”则达五、六十岁。虽然，寿命的延长有各种原因，但熟食和杂食也是一个重要因素。

杂食的作用远不止于此，杂食最主要的作用是促进脑的发展。恩格斯说：**“既吃植物也吃肉的习惯，大大地促进了正在形成中的人的体力和独立性。但是最重要的还是肉类食物对于脑髓的影响；脑髓因此得到了比过去多得多的为本身的营养和发展所必需的材料，因此它就能够一代一代更迅速更完善地发展起来。”**（《自然辩证法》）

人脑主要是在劳动和语言这两个推动力下发展起来的，但也离不开一定的物质条件。人脑细胞比猿脑细胞大得多，结构也复杂。脑细胞活动需要蛋白质补充。这个蛋白质从哪里来？植物中有，动物中更丰富。在人脑及神经中大约含有五克的磷。这些磷从哪里来？植物中有，动物特别是鱼类中有着更容易为人所吸收的磷。人以动物为食，也包括以动物的脑为食。以脏补脏，以脑补脑。以动物的脑为原料造出的药物，之所以能医好一些脑病患者，就是因为里面有脑磷脂的缘故。由此可见，人类由素食转为杂食是人脑发展史上的一个转折点。从理查得·李基一九七二年在东非卢多尔夫湖以东发现的二百八十万年前的一个“南方古猿”的颅骨来看，当时的脑容量是七百毫升。到“爪哇猿人”，只增加了一百多毫升，为八百五十五毫升。在这两百

万年中增加很少，平均每一万年增加不到一毫升。可是到了用火的“北京猿人”，脑量就迅速增加到一千零四十三毫升。平均每一万年增加十毫升。再往后，平均每一万年增加十多毫升。

火的使用，促使人类学会了杂食，使人类不仅能吃生的，而且能吃熟的，不仅能吃素的，而且能吃荤的。杂食好就好在一个“杂”字上。靠山吃山，靠水吃水，草根树皮咽得下，蛇肉鼠肉吞得进，有什么吃什么，就可以集各种营养成分于一身。正如恩格斯所说：**“就是食物愈来愈复杂，因而输入身体内的材料也愈来愈复杂，而这些材料就是这种猿转变成人的化学条件。”**（《自然辩证法》）

从使用天然物到制造工具的劳动动作促使猿体转化为人体，人类又用火造出的劳动产品丰富了人类的物质生活和精神生活，增强了人体。人体在劳动中产生，人体又在劳动中发展。**“劳动创造了人本身”**。劳动是人体产生和发展的纲。劳动还将继续推动人体发生新的变化。

（本章插图系复旦大学生物系人类学教研组提供）

天体物理学和宇宙论问题

〔编者按〕 河外天体的光谱线为什么比较普遍地存在着红移现象？这是当前天体物理学中一个重要的问题。它涉及对河外天体的基本性质的认识和对宇宙的基本看法，同时也涉及天体物理学研究中的宇宙观和方法论问题。这里的两篇文章，都对这个问题作了一定程度的探索，并在具体论述上各自提出了不同的见解。本刊希望广大读者能踊跃来稿，参加讨论，以促进天体物理学研究的繁荣。

“红移”现象说明了什么？

——再评“大爆炸宇宙学”

李　柯

〔提要〕 哈勃定律表明河外星系是运动的，冲垮了爱因斯坦的静止宇宙模型，这是天文学的成就。现代的大爆炸宇宙学把河外星系的红移统统说成是“速度红移”，说成是“宇宙学红移”，则是荒谬的。现代天文观测说明，天体不同的层次结构和不同的演化阶段，决定了天体不同的运动形式、运动规律，也就可能在光谱上表现出不同的谱线红移量来。我们应当运用唯物辩证法进一步开展对于红移现象的研究。

天体的光谱线位移现象，上个世纪就发现了。这个世纪以

来，观测到的这种位移现象愈来愈复杂：河内天体有，河外天体也有；位移的方向，大多数是“红移”，但也有“紫移”；红移量，有的很小，有的则很大。红移现象的本质，成了现代天文学中一个最大的“宇宙之谜”。

“大爆炸宇宙学”历来把红移现象作为它最基本的“观测事实”。不管出现什么新的情况，统统被硬塞到宇宙爆炸的框架里。红移现象，特别是关于这个现象的各种新发现，究竟是在支持“大爆炸宇宙学”呢，还是在瓦解“大爆炸宇宙学”？这个问题，我们在前一篇文章①中已有涉及，这里准备进一步作一些讨论。

天体是运动的

从光谱分析中发现光谱线的位移，从一开始就是对宇宙不动论的冲击。

十九世纪发明了光谱分析的方法。光谱分析表明，恒星的光谱同地球上同一元素的光谱比较，谱线位置总有一点移动，有的移向红光一边，有的移向紫光一边。这就是红移和紫移现象。为什么会发生这种现象？按照多普勒原理，当光源离去时，距离拉长了，光波也跟着拉长，频率降低，因而光谱线偏向红端；反之，当光源趋近时，距离缩短了，光波也跟着缩短，频率提高，因而光谱线偏向紫端。用这个原理来解释恒星光谱的位移，红移意味着恒星离我们而去，紫移意味着恒星向我们而来。这同声源离开我们时音调低一点、趋近我们时音调高一点，道理是一样的。这是人们对恒星光谱线移动这个现象的初步认识。

在古代的经院哲学里，地球就是宇宙的永恒静止的中心。近

① 李柯：《3°K微波辐射的发现说明了什么？——兼评“大爆炸宇宙学”》，载《自然辩证法杂志》，1973年第1期。

代天文学，从一开始就向这种宇宙不动论展开了进攻。哥白尼用《天体运行论》打响了第一枪。他证明，地球也象其他行星一样地运动。它以大约每秒30公里的速度绕太阳运行，根本不是什么宇宙永恒静止的中心。但是，哥白尼的天体运行论不彻底，在恒星面前，他停住了。牛顿进一步把太阳看成是宇宙静止不动的中心，恒星永远静止不动地嵌在天球上，即使行星，也只能沿着永远不变的轨道绕太阳兜圈子。天文学刚刚向前走了一步，又陷进了陈腐的传统偏见的泥潭。

十九世纪，赫歇尔系统研究了恒星的横向运动，即恒星在同人们视线垂直的平面上的运动。这种运动叫做恒星的"自行"。但是，恒星不可能只有横向的"自行"，总还有纵向的、即沿着人们视线方向的运动。这种同地球接近或分离的运动，光靠望远镜是看不出来的。现在，分光镜下光谱线的位移，把这种被掩盖着的运动揭示了出来，更全面地表明了恒星的"自行"。

如果说，哥白尼的"天体运行"，当时还只是指行星的运行，现在，则扩大到了包括太阳在内的恒星的运行。后来知道，太阳不但不是什么宇宙永恒不动的中心，甚至也不是银河系的中心，而是处于偏侧，以每秒250公里的速度绕银心而运行。银河里"物换星移"。红移也好，紫移也好，统统反映着这样的"星移"，反映着恒星永无止息的运动。这是天体运行论对宇宙不动论的又一次胜利。

但是，斗争并没有就此结束。二十世纪初，人们的视野进一步越出了恒星世界，扩大到银河以外的星系世界。这些更大规模的天体是不是运动的？有些人又在这里停止了。他们或者认为，银河系就是整个宇宙，当然谈不上运动；或者认为，银河系是宇宙中最大的旋涡星云，是宇宙的永恒不动的中心。爱因斯坦把这些传统偏见加以系统化，成为一条"宇宙学原理"：宇宙是静止

的。根据这条“原理”，他建立了一个静止的“宇宙模型”，即一个四维弯曲的球形闭合空间。这个宇宙，简单说来，就象后来有人所比喻的：“一个表面上带着凝聚质点的肥皂泡。”① 在这样一个“模型”里，尽管地球可以运动，恒星可以运动，但都是局部的、暂时的、偶然的，天体愈是大上去，就愈趋于静止，愈不运动。西方所谓“宇宙学”，从一开始就是以宇宙不动论作为自己最基本的哲学前提。

科学的发展总要冲破唯心论和形而上学的束缚，为自己开辟道路。河外星系的红移，不但表明了星系的移动，也再一次移动了宇宙不动论。

从一九一二年开始，天文学中就陆续发现，旋涡星云的光谱线大都有红移，而且，红移量要比恒星大得多。后来又发现，这些星云大都是银河系之外的星系。恒星的光谱线位移表现星移，星系的红移又是怎么回事呢？很自然，人们首先想到，河外星系的红移可能还是象恒星一样，反映着它们对于银河系的退行运动。一九二九年，哈勃根据光度估计了24个河外星系同银河系的距离，分析了它们的谱线位移，总结出一条关于河外星系退行速度同距离关系的经验公式，即速度同距离成正比关系：星系离银河系愈远，退行速度愈快，红移量也愈大。因此，红移量表示退行速度，是“速度红移”。这就是说，河外星系光谱线比较普遍的红移现象，反映了它们都在向四面八方飞散。

哈勃定律是天文学发展中的一个成就。它反映了河外星系在一定范围内、一定条件下的某种运动规律性。它说明，地球是运动的，太阳是运动的，星系也是运动的。银河系同样也在不断地运动，既有自转，也有自行。它不过是一个普通的星系，既不特别大，也不是宇宙永恒不动的中心。“大仪斡运，天回地游”，

① 金斯：《神秘的宇宙》，1933年中译本，第112页。

斗转参横，星驰云飞。“巡天遥看一千河”，到处找不到一片安静的土地。天体并不是愈大愈趋于静止，反而愈来愈不安静了。地球相对于太阳的运动，是每秒30公里。太阳相对于银心，每秒250公里。而星系之间的相对运动，按照哈勃定律，可以大到每秒几万公里。哪里有什么总的静止趋势呢？爱因斯坦建立静止宇宙模型的想法是：“根据经验我们知道，对于一个适当选定的座标系统，诸星的速度比起光的传播速度来是相当小的。因此，如果我们将物质看作是静止的，我们就能够在粗略的近似程度上得出一个关于整个宇宙的性质的结论”。① 现在，星系的运动速度，完全可以和光速相比较，他那个宇宙气泡也就化为泡影了。爱因斯坦只有认输之一法：“真实的宇宙是非静止的”。②

恩格斯说：“**一切运动都包含着物质的较大或较小部分的机械运动，即位置移动，而认识这些机械运动，是科学的第一个任务**”。(《自然辩证法》)运动是绝对的。有运动，就有天体之间的相对运动。认识这种运动，只是个开始，也是个重要的开始。红移现象锋芒所向，到处揭示了这种运动，到处摧毁着静止不动的宇宙中心。这是天体运行论对于宇宙不动论的又一个新的胜利。一部天文学，也是一部天体运行学，一部天体运行论对宇宙不动论的斗争史。哥白尼只是开了个头，他只写了地球运行论。自行现象和红移现象续写了恒星运行论、星系运行论。这是由哥白尼所开始的天文学革命的继续。

---

① 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，上海科学技术出版社1964年版，第94页。

② 爱因斯坦，德·西特：《关于宇宙的膨胀和平均密度之间的关系》，载《美国国家科学院院报》，1932年，第18卷，第213页。

运动是多样的

哈勃定律是说，河外星系红移是“速度红移”，反映了星系的机械运动状态，即星系的空间位置和位置移动速度的关系。这是不是红移现象唯一的本质呢？哈勃当时并没有把话说绝。他只说，这个定律“表述有限距离范围的一个初级近似”①。这是对的。光谱线的位移，是个很复杂的现象。在它的背后，隐藏着多种多样的因素，表现着复杂的本质。机械运动的位置和速度，只是影响这种位移的一个因素，不是全部因素。大爆炸宇宙学以偏盖全，把它夸大成为全部因素，就必然把这个相对真理变成荒谬绝伦的东西。

科学的发展不断表明，物质结构不同层次的各种不同运动形式，都会给光谱线以不同的影响。

同一种元素的单个原子，光谱线基本相同，但不同的同位素，因为原子核的质量不同，体积不同，结构不同，可以引起光谱线的质量位移、体积位移、结构位移等等。辐射场对电子的作用，也会引起一种紫移。②

同一种元素的原子光谱，基本上一样，但各个原子的光谱线也都有不同的位移。不同的原子因不同的运动速度而形成速度位移，只是其中的一个因素。此外，原子在电场和磁场中的位置不同，所受电场和磁场作用的强弱不同，谱线有不同位移；原子由于相互作用而受到压力不同，位移也不同。即使把所有这些

---

① 哈勃：《河外星云的距离和视向速度之间的关系》，载《美国国家科学院院报》，1929年，第15卷，第168页。译文见本期第155页。

② 兰姆：《应用微波方法得到的氢原子精细结构》，载美国《物理评论》，1947年，第72卷，第241页。

已知作用统统除掉，谱线还是有亿分之几的位移，还是剩下微观领域的量子效应所引起的一定的“自然宽度”。这叫“自然位移”。“自然”就是必然，就是说，这里还有一个人们尚未完全认识的小小的必然王国。

在天体系统中，首先在太阳系中，太阳强大的引力场对太阳光谱有影响，可以直接作用于发射出来的光子，使光子的能量受到损耗，引起太阳上各种元素光谱线的红移。这说明，在速度红移之外，引力场也能直接影响光子的波长和频率，引起“引力红移”。

当望远镜进一步伸向整个银河系以至于银河系以外广阔的星系世界时，人们发现，引力场对于恒星和星系光谱线的影响很有限，引力红移微不足道。这其实是很自然的。在微观世界里，愈是深入到物质结构的更深层次，引力场的作用就愈是减弱，愈为电磁场的作用、核场的强相互作用和弱相互作用所代替。物质是无限可分的，物质运动形式、相互作用形式也是无穷多样的。在微观世界里是这样，在所谓“宇观”世界里也是这样。任何具体运动形式，作用都是有限的，不是无限的。在太阳系里，引力场的作用很显著，是这个天体系统的主要运动形式。但是，到了星系，它的某些现象，例如旋涡星系旋臂的运动，光用引力场就不能完全说明得了。对于银河系以外更广阔的星系世界，人类几乎还根本没有什么认识。但至少可以说，引力场更加不够了，不可避免地要出现新的物质运动形式。物质的无限可分，在宇观世界里，就表现为宇宙的不可穷尽的层次结构，每进到一个新的层次，就会出现新的运动形式、新的运动规律。天文学的进展，必将不断地扩展到更大的天体系统，发现更多的运动形式。引力场怎么可能就无远弗届、囊括整个宇宙呢？

大爆炸宇宙学是自相矛盾的。它承认在更大的天体系统中引力场减弱了，因而星系的红移只能是星系的离散的机械运动。

但是，星系的这种运动都又是引力场作用的结果，这又恰恰把引力场搞成了一个无所不包的最终的宇宙场。牛顿的引力宇宙，把万有引力看作是天体之间唯一的相互作用，是这样的一个宇宙场。爱因斯坦的四维静止宇宙，作了一点修改，加上了一个大体相当于"万有斥力"一类的作用，却仍然是一个包罗万有的宇宙场。大爆炸的宇宙，还是继承了这样的一片场地，只是由于一点什么不知来历的"扰动"，使它永远这样均匀地膨胀下去而已。于是，宇宙成了一盘散星，点点星系就象肥皂泡上的凝聚点，散布在这个其大无比的球面上。膨胀，也即星系的四散飞去，成了这些"基本天体"在一个唯一的宇宙场地上的一种唯一的运动。河外星系的红移，当然也只能是千篇一律的统一的红移，只能是由这种唯一的运动所决定的"宇宙学红移"。

但是，红移的事实却并不完全遵守这个"宇宙学红移"。哈勃最初所根据的24个星系中，就有5个是紫移，不是红移①。"宇宙学红移"的根据，从一开始就摇摇晃晃。后来又发现，我们的银河系同附近一些星系，可能组成一个"本星系群"。这里大约有二十多个星系。其中多数紫移，少数红移，还有一些基本上不移。②你说宇宙以星系为单位而膨胀，在本星系群就通不过。当然，这些星系距离我们银河系很近，谱线位移量很小，还很难说明什么问题。但至少，从本星系群来看，星系群内部没有表现出"宇宙膨胀"来。这一来，"基本天体"就不是星系，而应升级为星系群了。在牛顿那里，"基本天体"是行星。在爱因斯坦那里，"基本天体"换成了恒星。在大爆炸的宇宙里，"基本天体"进一步放大为星系。看来这还不够，还得再放大。如果说，在微观世界里，"基

① 哈勃：《河外星云的距离和视向速度之间的关系》，载《美国国家科学院院报》，1929年，第15卷，第168页。译文见本期第155页。

② 霍琪：《星系和宇宙的物理学和天文学》，1966年美国版，第74页。

本”粒子并不基本，物质的微观结构永远到不了底，永远没有一个最低的层次；那么，在宇观世界里，岂不也应当说，“基本”天体也不基本，天体的宇观结构也永远到不了顶，随着人类认识的进展，“基本天体”也会继续升级，永无尽头。

方以类聚，物以群分。天上人间，并无二致。宇观世界同微观世界一样，是个永无穷尽的物质结构的序列。辩证法讲的层次结构，不是天体的机械的堆砌。任何具体的运动形式，引力场也好，别的什么场也好，作用范围总是有限的。在新的层次上，量变引起质变，会出现新的运动形式，新的运动规律。它们必然给光谱线以各种不同的作用，造成各种不同的局部位移。宇宙没有最高的统一层次，没有统一的宇宙空间，也就没有统一的、普遍的“宇宙学红移”。

宇宙有层次结构，就没有整个宇宙空间的绝对均匀性和各向同性。均匀、相同总是相对的，不均匀、不相同才是绝对的。近年来发现，从我们地球上看，不同天球方向上的星系有不同的聚集状态。例如，据有人观测，东半天球的旋涡星系红移量较小，而西半天球的，红移量则较大。① 为什么不同区域的星系，红移量就有这样明显的不同呢？如果都是速度红移，这个大气泡膨胀得这样七歪八扭，还成其为什么统一的宇宙空间呢？如果说，宇宙的不同空间结构的不同运动形式影响着红移量，不是比统一空间的统一速度红移更加合理一些吗？如果说，电场、磁场、压力会影响原子光谱线，引力场会影响太阳、地球上的光谱线，那么，怎么能说新的宇宙层次中就一定没有新的实物、新的场、

---

① 鲁宾等人观测了50个具有代表性的旋涡星系，在东半天球的28个，红移量约为0.0133—0.0167，在西半天球的20个，则为0.0203—0.0250，二者有明显的差别。见汤姆逊：《哈勃哈勃，又乱又悖》，载美国《科学新闻》，1973年，第140卷第7、8期（天文学特刊），第114页。

新的运动形式呢？怎么能说它们就一定不会引起星系光谱线的局域性红移呢？

河外星系的光子，在穿过这个疏密不均、凹凸不平的宇宙太空时，不同的空间结构会不会引起光子的某种变化呢？世界上，一成不变的东西是没有的。一切都在发展，一切都在变化。光子的漫长旅途中，可能有障碍，也可能有陷阱；可能有某种形式的“黑洞”，也可能有某种形式的“白洞”；可能有“加速器”，又可能有“减速器”；可能有凸透镜，也可能有凹透镜。它越过了千道河，万重天，千难万险，怎么能说一定不会发生任何变化呢？又怎么能说这种变化一定不会影响到光子的波长和频率、从而出现光谱线位移呢？这种变化的具体机制，引起这种变化的具体物质形态，科学要去进一步探索。但是怎么能说，人类已经穷尽了对于这种红移现象的认识，只要躺在哈勃定律上面继续增加新的观测证据、继续把哈勃常数计算得更加精确就行了呢？如果说，在研究得如此深入的地球上的原子光谱中，仍然存在着现在还不认识的“自然位移”，那么，怎么能说河外星系的红移中一定不存在除了速度红移和引力红移以外的“自然位移”呢？如果说，人们对地球上的原子光谱还没有完全认识，那么，怎么能说人们已穷尽了对于星系光谱甚至对于整个宇宙的天体光谱的认识呢？

恩格斯说：“**认识这些机械运动，是科学的第一个任务，然而也只是它的第一个任务。但是这些机械运动并没有把所有的运动包括无遗。**”（《自然辩证法》）在大爆炸的宇宙里，宇宙不断地四面炸开来，只有云消星散的机械运动。机械运动，当初总有一个起点，总是从一点炸开来。以后，不管这个点胀得多么大，却仍然是一个点，仍然是一个宇宙中心。尽管里面的星系在不停地运动，但都是千篇一律地以同一加速度散开，这个中心不会移动一分一毫。这仍然是一个永远静止的宇宙中心。这同牛顿的宇宙

是一模一样的：尽管行星也在不停地运动，但都是永远沿着同一轨道团团转。这里，运动都是局部的、暂时的，宇宙都有个不动的中心。否认了运动的多样性，把红移现象统统归之于一种机械运动，最后一定退回到牛顿的机械论宇宙。这样的宇宙，表面上运动，实质上不动，仍然是宇宙不动论。

哈勃定律描述了一定范围中星系的机械运动，揭示了红移现象所反映的部分本质。它是局部真理。但是，如列宁所说："**任何真理，如果把它说得'过火'……加以夸大，把它运用到实际所能应用的范围以外去，便可以弄到荒谬绝伦的地步。**"（《列宁选集》第四卷，第217页）大爆炸宇宙学硬把哈勃定律无限地外推到整个宇宙，硬要用它作模子来塑造一个宇宙气泡。这有点象瞎子摸日：有人对一个瞎子说，日之光如烛，后来，瞎子摸到了笛子的形状和蜡烛的形状一样，不禁恍然大悟：原来太阳就是一根笛子呀！当大爆炸宇宙学家们煞有介事地描述宇宙的形状时，怎么能叫人不想起这个故事呢？

宇宙是发展的

按照"大爆炸宇宙学"，宇宙不过是轰隆一声巨响。在这个爆炸过程中，出现了强子、轻子、原子核、"原始气体"，最后是星系。宇宙就是这样一个劲儿地炸开来，星系也是这样一个劲儿地四散飞开。哈勃定律，不但普及整个宇宙空间，也贯穿全部宇宙历史。

大爆炸宇宙学把自己叫做"演化态"宇宙学。演化即是进化，即是发展。大爆炸宇宙学讲的是什么样的"演化"呢？难道它也真的讲进化、讲发展吗？

在西方天文学史上，康德是第一个讲天体演化的。十八世纪中叶他写了一本《宇宙发展史概论》，讲了太阳系的演化：原始

星云逐步凝聚起来，从简单到复杂，从低级到高级，最后演化成为今天的太阳系。他第一个讲了太阳系的发生、发展的历史。他的这本书是一颗炮弹，在牛顿宇宙不变论的顽固堡垒上，打开了第一个缺口。当然，康德当时所讲的“宇宙”，主要还只是太阳系；他讲的“宇宙”的发展，也还只是太阳系的发展、恒星的发展。但是他用太阳系发展史、恒星发展史，毕竟说明了天体的真正的进化，真正的发展。他宣传了宇宙发展论，反对了宇宙不变论。

在康德以后的二百年里，天文学突飞猛进。利用新的观测工具，通过光谱分析的科学方法，人们不光是停留在天体的力学运动上，而且还深入研究了天体内部的物理、化学运动，出现了天体物理学。这样，恒星的发展史搞得更清楚了：最初是恒星的胚胎，经过幼年的红外星时期，进入发蓝光、白光或黄光（如太阳）的年青的主序星阶段，再经过壮年的红巨星时期，到晚年的白矮星。二十世纪以来，人们又研究了星系的发展史。在这个方面，尽管认识得还很粗浅，具体的过程还不清楚，但无论如何，各种不同形状的星系，椭圆星系、透镜状星系、旋涡星系、不规则星系以及其他特殊星系，总是反映着星系的不同演化阶段，总是证明了星系也同样经历着一个发育、生长的过程。一部天文学，也是一部天体演化学，宇宙发展学。康德也只是开了个头，现代天文学正在继续写下去。

大爆炸宇宙学所说的“演化态”又是什么呢？主要只不过是星系的空间位置和位置移动速度的变化，只是机械运动状态的变化。愈演化，就飞得愈远，飞得愈快，因而光谱线的红移量就愈大。如此而已。天体内部有什么变化吗？没有，至少大爆炸宇宙学根本不予过问。即使星系的位移吧，哈勃定律永远不变，其距离和速度的关系永远不变，这种机械运动的规律性也没有

任何演化。

天体距离一样，红移量就一样吗？现代天文观测却发现，有些双星系，一个是主星系，一个是伴星系，它们几乎连在一起，距离总算是一样了吧！但伴星系的红移量普遍地要比主星系大。① 为什么距离同一而速度不同呢？这岂不完全违背了哈勃定律中距离和速度之间固定的比例关系吗？还有的多重星系，几个星系紧靠在一起，有的相互之间还有明显的物质联系，但红移量却相差很大。如果按哈勃定律计算，它们之间的距离有的要差到七、八倍。这又怎么对得拢呢？有的科学家认为，这里红移量的差异，可能是因为演化阶段的不同所造成的。② 这个"演化红移"，不是有可能比那个速度红移更加合理一些吗？

六十年代发现了类星体。这是一种很特殊的天体，类似于星系，又不同于星系。表现在它们的光谱线位移上，红移量一般都很大。一般星系都小于百分之几，而类星体却大多在 0.6 到 1.95 之间，个别的达到 3 以上。这么大的红移量，如果还是硬套到哈勃定律中，能量可以大到每秒钟发射 10^{47} 尔格，相当于整个太阳系一年发出的总能量；分离的速度可以大到光速的十倍。这是已知的物理规律所完全无法解释的。

奇怪的是，具有这么大的红移量的类星体，却又可以同普通星系成协，离得很近；还有的双重类星体，相距很近，红移量也相

---

① 有人对几个星系群作了研究，如果都是速度红移的话，伴星系的退行速度平均要高出 90 公里/秒。见阿尔普：《非速度红移的证据——新的证据和评论》，载《国际天文协会会议集》，1974 年，第 58 号，第 199 页。

② 有个有名的斯蒂芬五重星系，红移量一个是 0.022，三个是 0.019，还有一个只有 0.0027；而在它们近旁的另一个大旋涡星系，红移量也是 0.0027，而且同那个五重星系有明显的物质联系。见阿尔普：《星系天文学中的观测佯谬》，载美国《科学》，1971 年，第 174 卷，第 4015 号，第 1189 页；《非速度红移的证明》，载《国际天文协会会议集》，1974 年，第 63 号，第 61 页。

差很大；① 还有，即使是同一个类星体，却仍然可以具有相差很大的多重红移。② 这些天文观测事实，只用空间位置和运动速度来解释，怎么说得通呢？

更加奇怪的是，近年来还发现，有的天体的光谱竟是连续的一片，根本没有谱线，既没有吸收线，也没有发射线。③ 没有谱线，还有什么谱线的红移呢？如果天体的空间位置和运动速度必然表现为一定的红移量，那又怎么解释这些"不可理解的天体"呢？难道它们根本没有位置、没有运动吗？

科学的发展是不可阻挡的，总要冲破自己前进道路上唯心论和形而上学的障碍，扫除各种各样的绊脚石。这些新型的红移现象，特别是"类星体"的红移现象，也包括根本没有谱线的现象，同哈勃定律发生了尖锐的矛盾。本来是大爆炸宇宙学用来支撑自己的红移现象，现在却反过来拆它的台了。

现代天文观测表明，星系的形状不同，红移量也不同。旋涡星系比较大，椭圆星系和透镜状星系则比较小。用哈勃定律来解释，无论如何也讲不通。看来只能说，星系处在不同的发育阶段上，红移量也就有不同。有人认为，年龄愈小的，红移量愈大，因此，类星体可能是一种幼年的星系。④ 有人还提出，星系的红

---

① 例如，有一个类星体的红移量是0.543，同它成协的星系则只有0.033；有一对双重类星体，红移量各为1.901和0.435。见《国际天文协会会议集》，1974年，第58号，第63号。

② 例如，有个类星体具有1.906和0.613两种红移量。见G.R.伯比基、E.M.伯比基：《类星体的红移》，载美国《自然》，1969年，第222卷，第735页。

③ 斯塔尔：《两个难以理解的天体：OJ 287和蝎虎座BL星》，载《天空和望远镜》，1973年，第45卷第4期，第224页。

④ 例如，室女座星系团中的星系，红移量平均为0.0043—0.0047，椭圆星系和透镜状星系只有0.0033；而在后发座星系团中，椭圆星系比其他星系总是小0.0023。见阿尔普：《非速度红移的证据——新的证据和评论》，载《国际天文协会会议集》，1974年，第58号，第199页。

移量中可能包括一部分"固有红移"，即由星系物质结构本身的特点所造成的红移。① 这都是很有意思的假说。天体处于不同发育阶段，有不同的物质结构，不同的运动规律，也就可能在光谱上表现出不同的红移量来。年纪轻的，活动能力大，吸引力强，光子要发射出来，能量损耗大，因而光谱线的红移也大；年纪大的，能量小，光子损耗也小，红移量就小。一个人在不同的发育阶段，体质不一样，不是也表现为血压、体温、脉搏等等在量上的不同吗？量的不同，反映了发育阶段的质的不同。

列宁说："**必须更确切地理解进化，把它看做一切事物的产生和消灭、互相转化。**"（《列宁全集》第38卷，第280页）我们讲进化，讲发展，主要就是讲新陈代谢，新事物代替旧事物，新的规律性代替旧的规律性。人体每天都要脱皮、脱发，要有一部分细胞死去，同时也有新的细胞生长出来。它们经历着不同的发生、发展和衰亡的过程。这才有发育，才有成长。不研究细胞的新陈代谢，就不知道人体的发育成长。同样，不研究星系的新陈代谢，把它们看成是千篇一律的，又怎么会有更高的宇宙系统的发展呢？有的天体新生出来，有的天体衰亡下去。月移星换，不可穷极。这里有什么统一的永恒规律吗？没有。"**永恒的自然规律也愈来愈变成历史的规律**"。（《马克思恩格斯全集》第20卷，第581页）同一个规律，在不同的历史条件下、不同发展阶段上，有不同的表现形式；而不同质的发展阶段，还要出现新的不同质的规律性。没有什么统一的宇宙时间，从而也就没有什么时间的绝对均匀性。这样，新事物才能层出不穷，宇宙才能日新月异，才有真正的发展。

大爆炸宇宙学家们说，规律是不能变化的，因为如果规律变化，就要有一个"关于定律变化的定律，这个超级定律应是不

① 伯比基：《红移问题》，载英国《自然·物理科学》，1973年，第246卷第150期，第17页。

变的，这就产生了矛盾。"① 为了避免这个"矛盾"，他们硬叫宇宙遵循着永恒不变的哈勃定律，永远如此这般地膨胀下去，直至化为乌有。这哪里是"演化"，分明是"退化"！他们所谓的"矛盾"，其实是他们的形而上学头脑同客观世界的辩证法运动之间的矛盾。他们不懂，一切定律都是有条件的、暂时的、局部的，条件变了，定律也要跟着变化。有没有这样一个关于定律变化的定律呢？有。这个定律不是别的，就是辩证法的规律，就是对立统一规律，就是新陈代谢规律。这才是根本的、普遍的、永远不可抵抗的宇宙定律。

十八世纪的康德写了"宇宙发展史"，尽管他只写了一个太阳系，但是他的确写的是进化史、发展史。今天的大爆炸宇宙学，尽管有了更现代化的观测仪器，看到了更广阔的星系世界，却写了一本道道地地的"宇宙退化史"。

人类对宇宙的认识是无限的

天体在分光镜下的光谱线位移，表现着天体在宇宙太空中的位移。这是红移现象的一种本质，但这比较容易看得出来，只是现象背后比较直接的、浅近的本质。宇宙是无限的，现象的本质也是无限的。**"人的思想由现象到本质，由所谓初级的本质到二级的本质，这样不断地加深下去，以至于无穷。"**（《列宁全集》第38卷，第278页）哈勃定律，只是对红移现象的"初级近似"，是这种现象的"初级的本质"。这仅仅是人类认识红移现象的开始。如果象大爆炸宇宙学所说的那样，现象背后的本质就是这么简单，一下子统统认识光了，还要科学干什么？还要科学家干什么？

① 麦克雷：《大爆炸宇宙学的哲学》，载英国《自然》，1970年10月，第228卷。译文载《自然辩证法杂志》，1973年第1期。

人的认识从现象到本质，再到更深刻的本质，是从感性认识不断上升到理性认识。这里有个世界观问题。大爆炸宇宙学的先驱德·西特早就说过："从物理观点看来，在我们的领域外的任何东西都纯粹是外推的，我们可以随意地作这种外推，以适应我们哲学上的或美学上的嗜好或偏见。"① 德·西特的后继者们，至今仍然把这一条奉为圭臬。他们今天的大爆炸宇宙学，把对红移现象的初步认识，无限地外推出去，于是，整个宇宙就是永远这样均匀地、同一地胀开来，的确又方便、又经济、又"美"，足以适应德·西特们的"嗜好或偏见"。如果有什么新的现象、新的观测材料与此不相适应的，都可以加以精心剪裁，以求适应。起初哈勃常数是500公里/秒/百万秒差距，后来减到250，再减到75，现在是55±7。② "常数"成了根橡皮筋，"宇宙半径"、"宇宙年龄"也被迫跟着拉长。"宇宙年龄"从二十亿年、四十亿年、一百三十亿年，一路涨上去，到现在，据苏修院士的"精确"计算，"宇宙年龄"的"上限"应为一百八十亿年。③ 无论什么新发现、新经验，经过这张普罗克拉斯提斯的强盗床，长的被截短，短的被拉长，统统成了大爆炸宇宙学的新证据。

经验论确实是从某种经验出发的。但是，当它一旦把这一点经验吹胀成了普遍的、永恒的终极真理，就成了与经验绝对相反的东西，成了拒绝新的经验事实、歪曲新的经验事实的东西。经验论总是要以先验论为补充，充当先验论的俘虏，最后总要走上先验论。

---

① 德·西特：《相对论和现代宇宙学》，载《宇宙理论》（穆尼兹编），1957年美国版，第307页。

② 塔曼：《哈勃常数和减速参量》，载《国际天文协会会议集》，1974年，第63号，第47页。

③ 齐尔多维奇、诺维柯夫：《现代宇宙学问题》，载苏《哲学问题》，1974年第4期。

现象和本质是对立的，又是统一的。现象反映本质，又可以掩盖本质、歪曲本质。红移现象也有二重性。光线经过分解，深入到物质结构里头去，表现了事物的本质；但是经过折光，又总是掩盖了、歪曲了这个本质。在分光镜下，天上和地上的一切差异，统统成了光谱线的位置移动，成了红移量大小的差异。统统都是红移量，只有量的差异，没有质的不同。这个红移量，把千差万别的复杂事物简单化了，掩盖了数量背后的不同的本质。在分光镜的这种折射下，无限的宇宙呈现为一个质上单一的有限的宇宙。

苏修有个权威叫齐尔多维奇的说：宇宙学"最合意的任务是根据已建立的物理定律描述所观察的现象"，那么还会发现什么新定律吗？照他说："只有当其他解释这现象的可能性都已穷尽之后，这种发现才有其存在的权利"。① 这条原则一来，还有什么新定律能够出得来呢？在哥白尼的时代，行星运动的各种现象，同地心说不断发生尖锐的矛盾。有了矛盾，就增加一个行星自己运行的"本轮"，地球仍然可以稳坐在宇宙中心。这样，均轮套本轮，本轮再套本轮，一直套到大约八十个。能不能说地心说已经"穷尽"了解释新现象的"可能性"呢？没有。本轮尽可以继续无穷地增加下去。哈勃常数，也可以继续变下去，还可以干脆把常数改成变数，把线性关系改成非线性关系。这种"可能性"哪有"穷尽"之日呢？

要数学计算吗？当然要。没有数学计算，就没有对宇宙的精确认识。但是，大爆炸宇宙学关于"宇宙半径"、"宇宙年龄"之类的计算有什么意义呢？**"由于数学公式的严密性，很容易使人忘掉其前提的假设性。"**（《马克思恩格斯全集》第20卷，第477页）这样的

① 齐尔多维奇：《奇怪的星》，载《银河系和星的产生与进化》文集，知识出版社1964年版。

计算，愈是“严密”，愈是有利于掩盖它的虚假的前提，愈是有利于造成一种“科学”假象，愈富于欺骗性。有个故事说：两个近视眼在庙前争论匾是红色还是黑色，旁观的人大笑：“匾还没有呢！”当人们一本正经地计算这样的“宇宙半径”和“宇宙年龄”时，不是也应当问一句：这样的“宇宙”又在哪里呢？

我国古代哲学家荀子曾经指出：“凡人之患，蔽于一曲，而暗于大理。”他提出了一个重要的方法论原则。“大理”就是大道理，就是根本的道理，对于我们来说，就是辩证法。辩证法就是教人“解蔽”，教人打破框框，砸碎强盗床。分光镜很重要，数学工具也很重要，没有这些，看不到光怪陆离的红移现象，计算不出它们在量上的差异，就无法认识广阔的宇宙。但是，光有分光镜还不够，光有数学工具也还不够，还要有一个“**主要的仪器，即怀疑地批判的头脑**”。（《马克思恩格斯全集》第20卷，第394页）有了这个“仪器”，人们才能不停留在现象上，也不停留在初级的本质上，才能看到分光镜下所看到的和看不到的无限广阔的宇宙，认识数学所算出来的和算不出来的宇宙无限的运动和发展。

恩格斯说：“**一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。**”（《马克思恩格斯全集》第20卷，第384页）登高则望远。有了理论思维，才能“解蔽”，才能不叫哈勃定律这“一曲”挡住双眼，才能放眼于无限广阔的宇宙，不断扩大对宇宙的认识。西方资产阶级正在那里侈谈天文学的“革命”。的确，天文学是要革命了。但是，无可奈何花落去，资产阶级再也找不到自己的哥白尼、自己的康德了。无产阶级要写出自己的新的“天体运行论”，新的“宇宙发展史”！

河外天体红移是可以认识的

中国科学技术大学 方励之 程福臻 张家铝
尤峻汉 周又元 褚耀泉

〔提要〕 红移现象的发现促成了现代宇宙学的诞生。目前红移研究中有两种倾向：红移认识终极论和红移不可知论，这都是错误的。对于类星体的巨大红移量问题，"完全宇宙学红移派"主张统统由距离决定，"完全内禀红移派"主张统统由类星体本身的性质决定，这都是以偏盖全，都是形而上学。应就类星体的型态和特征加以分类，有的主要是宇宙学红移，有的尚待进一步研究。

半个世纪以来，河外天体谱线的普遍性红移问题，一直是天体物理学中的一个"热门"。红移现象的规律是什么？机理是什么？它有那些新的特征？它对天体演化有什么意义？围绕这些课题，进行了大量的天文实测，提出过一个又一个的假说和模型，各种各样的论争历久不衰。

对于这一段历史，不同的人也有不同的结论。有一派宣称，用"宇宙膨胀论"解释红移已经没有什么好争论了，事情已经解决或者接近解决了，甚至指斥"反对宇宙膨胀是精神病"①！这可以称之为红移认识终极论。还有一派，走到另外的极端。他们认为，几十年探索红移本质的努力完全是幻想所支配的徒劳，没有得到也根本不会得到什么认识，甚至规定了红移"构成了我们知识的确定的壁障"②。这可以称之为红移不可知论。显然，终

① W. B. Bonnor：《膨胀宇宙的奥秘》。

② P. Auger：《科学的极限》，载《新科学家》，1964年。

极论也好，不可知论也好，都是违背辩证唯物主义的认识论的。

我们应当如何来评价关于红移问题的这一段认识史？哪些是进步，是值得肯定的？哪些是倒退，是应当批判的？哪些观点、方法、倾向阻碍着认识的深化？怎样才是正确的认识途径？下面只就某些主要之点，做些初步的分析。

红移现象提出了什么问题

一部认识宇宙的历史，也就是人类视界不断扩大的历史。河外天体普遍性红移现象的重大意义就在于：它再一次拓广了这个视界，开辟了对新的更大尺度（即现代宇宙学的尺度）的认识。

实践是认识的源泉。实践在深度和广度上的进展推动着认识在深度和广度上的进展。人类关于宇宙的认识，从较小尺度到较大尺度再到更大尺度，每一次突破，都是导源于实践范围的扩大。上古时代，人类活动的区域还十分窄小，种种开天辟地的传说，不过是地面附近一些自然现象的神话式模写。其中的“天”和“地”不外乎地球大气圈、陆圈、水圈的尺度。哥白尼宣称“太阳是宇宙中心”，提出太阳系的正确运行学说，从而开创了科学的现代天文学的时代。他的“宇宙”也就是太阳系的范围。直到十七世纪望远镜发明之后，认识才深入到恒星世界，逐步伸展到银河系的尺度上。随着新观测工具的应用，视界再度扩大，二十世纪初期的天文学已经进入河外星系的领域。然而，普遍性红移的发现，使认识的界限发生又一次飞跃，超出银河系，超出本星系群，超出星系团，达到了现今观测所及的一百亿年、一百亿光年左右的时空尺度之上。

红移现象并不是河外天体特有的。河外有，河内也有；恒星有，气云有，太阳也有。我们知道，每一种原子、分子或离子的发

光，都有各自的特点，只能发射或吸收一些特定波长的光线，叫做特征线。根据天体光谱中出现哪些特征线，即可断定它含有什么原子、分子或离子。而所谓红移，就是特征线的波长变长了；反之，波长变短，就叫紫移。如果原来的波长是λ_0，移动后是λ，移动量就定义为$Z=\frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_0}$。在银河系内的恒星中，有红移的，也有紫移的，而且移动量很小，一般只在万分之几以下。

河外天体红移的特征，可就全然不同了。首先，红移占绝对的优势，除我们近邻的几个星系以外，河外星系都是红移，没有紫移；其次，红移量比恒星大得多。这种普遍性红移，在较小尺度天区上是从来没有见过的。更进一步，在二十年代初期就有人提出：星系的距离越大，红移量也越大。1929 年，哈勃测定出一批河外星系的距离，发展了前人的工作，得出红移与距离之间有"粗略的线性关系"①的结论。这就是哈勃关系，比例系数称为哈勃常数。这种系统性红移现象，更加表明大尺度天区的独特方面。现代天文观测已经多方面改进了哈勃最初的结果，但是，在星系团尺度之上存在星系的系统性红移这一点，还保持着。

这一基本事实说明了什么呢？

首先，现象是本质的外部表现，系统性红移现象的独特性，说明在星系团以上的大尺度中，存在着有别于其他尺度的本质。大尺度上的物质运动、时空结构等性质，并不就是小尺度上的简单外推或堆砌。一句话，大尺度上具有特殊的矛盾性。

其次，系统性红移的存在说明，应当从"系统"的角度来研究已观测到的所有星系构成的集合。在红移现象发现之前，虽然已经开展了对河外星系的研究，观测分析过星系的特征，进行了

---

① E. Hubble: «河外星云的距离和视向速度之间的关系»，载«美国国家科学院院报»，1929 年。译文见本期第 155 页。

初步的形态分类，然而，对于整个观测所及的大天区来说，还只是作为许多关系不多的星系集合看待的。红移现象第一次揭示出，这个星系的总集合也具有统一的特征，具有整体性的一面，系统性的一面。

正是由于这些方面，红移的发现促成了现代宇宙学的诞生。**“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。因此，对于某一现象的领域所特有的某一种矛盾的研究，就构成某一门科学的对象。”**现代宇宙学是随着突破恒星、星系等等较小尺度，发现了大尺度上的特有的某些矛盾而产生的。现代宇宙学的研究课题，就是现今观测直接或间接所及的整个天区上的大尺度特征，即大尺度上的时间和空间的性质、物质及运动的基本规律。这一新的研究领域的开创，是红移现象的发现所带来的第一个积极的结果，是认识宇宙的历史中的一个进步。

有一种相当广泛的看法，认为现代宇宙学是开始于爱因斯坦在1917年发表的一篇论文，即《对广义相对论的宇宙学的考察》。无论对现代宇宙学持什么态度的，往往由此开始进行评论。诚然，这篇文章对现代宇宙学的影响很大，必须分析它的作用和后果。可是，能不能简单地认为现代宇宙学的兴起就是源出于此呢？不能。简单地根据这篇文章或它的某些后继工作来评价整个现代宇宙学是不对的。因为，现代宇宙学作为一门自然科学，象其他学科一样，它的发生和发展的基础，只有到生产实践中去寻找，到科学实验中去寻找，到**“新的工具的制造成为可能”**（《自然辩证法》）中去寻找。考察现代宇宙学的正确途径，应当看一看人们从实践中已经提出了哪些有关大尺度的问题等待着解决，而不应盲从于某些宇宙学派关于他们“能够”解决什么问题所说的大话。不然的话，就会被他们引入迷途。所以说红移的发现，其他一些大尺度上的新现象、新特征、新天体的相继发现，

以及大量的“平凡”的观测及其结果的分析，才是现代宇宙学赖以生长和发展的源泉和土壤。

从退行解释到“宇宙膨胀论”的退行

在物理学中，已经知道有许多种因素会造成谱线的移动，例如发光物体内部结构上的差异、外力场的作用、不同的物态条件和运动方式等等。在天体上，这些因素都存在，都会引起红移或紫移。可是，一种特定的红移现象，不可能是由一些不分主次的并列因素造成的。不能把过程中的所有矛盾平等看待，而应区别主要和次要。把各种可能的原因并列起来，表观上“全面”，其实质是掩盖了事物产生和发展的根本原因，阻碍着认识的深化。这样，摆在我们面前的一个有意义的问题就是：各种天体红移，特别是河外星系的系统性红移，主要的起因是什么？

虽然红移的机制有很多，但是不同机制有不同的特点。天体各种红移中，有一类有个共同点，就是对于同一天体，它的各种谱线的移动量都一样，不管是氢的还是氧的谱线，也不管是可见光波段，是紫外波段，还是射电波段的谱线，它的移动量都相同，都一致。这个特点，是许多红移机制说明不了的。在上个世纪最初看到天体红移的时候，仅仅知道多普勒效应能够解释这一点。按照多普勒效应，当发光体退离时，会发生一致的红移；当趋近时，会发生一致的紫移；速度越大，移动量也越大。所以，用多普勒效应来解释天体红移，是一种自然的尝试。红移的天体作退离我们的运动，紫移的天体作趋向我们的运动。移动量大的运动快，移动量小的运动慢。如果这种解释正确，谱线移动现象就是天体运动的一种反映。反过来，可以根据红移去探讨天体的运动状态。用这种方法研究恒星等的运动，是相当富有成效的，银河系

中恒星及气云的结构及运动的知识，许多是靠这种方法得到的。

既然对恒星的一致红移采用多普勒效应解释，一般是正确的，那么，认为河外星系的一致红移也可能有类似的原因，就是一种容许的假说了。如果这样，系统性红移不仅反映着个别星系在运动，而且大到目前可观测的河外星系的总集合上，也存在着系统性运动。哈勃定律认为红移与距离成正比，按照多普勒效应解释，就相当于速度与距离成正比。各个方向上的星系都在退行。距离较近的，退行速度较小，距离越大，退行速度也越大。在这些星系的总集合上呈现出一派四散奔逃的运动图景，即一种膨胀式的运动图景！

这个结果，一开始就同某些传统观念发生了尖锐的矛盾。随着天文学的进展，逐步确立了地球在运动、太阳在运动、恒星在运动、星系在运动，但是尽管个别天体有运动，往往却默认：存在一个更大的尺度，在这个大尺度上，平均来讲，天体是稳定的、不动的。这种大尺度不变观有它的古老的认识论上的渊源。因为，人们肉眼常见的“最高”、“最大”的天空景象——恒星天，形态上的变化是极小的，恒星之“恒”，其意义即源于此。在认识还粗浅的古代，由此产生“最高”、“最大”的尺度上不变的观念，是不足为怪的。考察中外古代各种宇宙理论，绝大多数都把“最高”的天穹看作一个坚硬不变的壳，就是这种不变观的具体表现。中国古代的宣夜说，独创“天了无质……日月众星自然浮生虚空之中”①，在这个问题上是比较高明的。到了近代，虽然恒星天的硬壳早已被打碎了，可是“最高天穹”的不变观仍然沿袭下来，成了一种潜在的成见。正是普遍退行的运动图象，才对这种观念发起了一次有力的冲击。

当然，系统性退行运动的解释，今天也还只能算做一个假说。

① 《晋书·天文志》。

但是，大尺度上可能具有系统性运动这一观念的发展，至少已迫使平均不动的图象从“不问自明”的先验地位变成了一个没有任何优先性的假说。与其他各种假说一样，它也应当被置于决定弃取的实践考验之前。这就是红移的发现在认识大宇宙中所起的一个促进作用，是现代宇宙学的一个有意义的结果。然而，如同现代物理学一样，**“除了生下一个活生生的、有生命力的生物，它必然会产生一些死东西，一些应当扔到垃圾堆里去的废物。”**（《唯物主义和经验批判主义》）“宇宙膨胀论”就是其中最流行的一个。

宇宙膨胀论，不但认为已知的星系总集合在膨胀，而且整个宇宙都在膨胀，所以，确切些应称为“整个宇宙膨胀论”。宇宙膨胀论中间还有不同的流派，尽管在具体问题上有所差别，但他们的基本思想全都是一样的：企图根据某些天文观测的结果，特别是河外天体的普遍红移、哈勃关系等等，画出一幅“整个宇宙”或者“宇宙整体”（Universe as a whole）的结构图及运动图来。只是有的这样画，有的那样画而已。他们竞相声称自己的图形就是宇宙总体的模型，甚至是整个宇宙的终极解。然而，他们究竟画出了些什么呢？

哈勃关系可能在一定范围内成立，星系的普遍退行也可能在一定尺度上是存在的，可是，即便这个范围大到整个现今观测的天区，或者更大一些，它们仍然是有限尺度上成立的规律，是局部的、相对的规律。用这些局部的结果去“描绘整个宇宙”，只能是**“把从本性来说是相对的、因而在同一时间始终只能适用于一部分物质的那种状态，当做某种绝对的东西而转移到宇宙。”**（《反杜林论》）把特定条件下成立的规律加以片面化、绝对化，没有根据地扩张到极端，甚至把这些极端性的结论套用到“整个宇宙”上，就是把无限的宇宙纳入有限的框架之中。这样做，除了引向唯心主义绝境之外，不会有其他的结果。在科学史上，这种

事例绝不止一个。

最知名的要算"宇宙热寂说"。它就是热力学第二定律与"整个宇宙"二者结合而产生的怪胎。它"预言"整个宇宙最终以冷寂而被忘却。又如，把牛顿引力定律无限外推到"整个宇宙"，就会遇到所谓引力佯谬，它是说"整个宇宙"作用到物体上的力会大到无限。果真如此的话，任何物体早已被扯得粉碎而不存在了。还有，近十多年来风靡于西方宇宙学界的"奇性定理"，就是最新的一个。该定理说：如果把广义相对论等应用于全宇宙，则宇宙就总摆脱不掉成为一个奇点。什么是奇点？就是毁灭了任何物质的结构，丧失了任何运动规律的有效性，取消了所有的因果联系。按照苏修某"权威"的"通俗"的说法，奇点不是别的，就是"地狱"①！还有其他一些例子，不过这几个已经足够了。殊途而同归，它们都是以"论证"宇宙末日的存在而尽其"圣职"。

哈勃关系在视星等红移图上是一条直线，很简单，很适合"世界是简单的"原则。于是，酷爱简单性原则的人就欢喜把它无限地延长下去，变成"公设"，又变成"原理"。至于是不是可以延长，是不是有新的事实与之矛盾，是全然不顾的。在"简单性"的信念中，一当经验事实与原则相矛盾，他们就认为一定是事实错了，或者这些事实是不关重要的，而简单性原则总是不可动摇的。在认识论上，这是一种主观唯心主义的唯理论。如果沿着这条直线来推断"整个宇宙"的终极，那么，**"这条直线能把人们……引到泥坑里去，引到僧侣主义那里去"**。(列宁：《谈谈辩证法问题》)

红移问题的种种进展，本身就是对宇宙膨胀论、对红移认识终极论的批判。河外星系红移发现以来，新的情况不断出现，哈勃关系最初只在红移量小于 0.003 的范围中成立，现在的观测

① 齐尔多维奇：《宇宙作为核物理和粒子物理学家的热实验室》，载《天体物理及空间物理评论》，1971 年。

已经达到 0.46 的范围。自从四十年代间口径为 200 吋的大望远镜建成之后，很快检查出哈勃测距方法中有错误。对观测结果的重新分析，已使哈勃常数从最初的 500 公里·秒$^{-1}$·百万秒差距$^{-1}$，变到现在的 50 公里·秒$^{-1}$·百万秒差距$^{-1}$左右。除了红移与视星等关系以外，还分析了红移与星系角径、红移与方向、红移与计数、红移与成团性等等多方面的性质。特别是，目前开始有人提出红移可能与星系形态有关，存在所谓红移带。有的人认为现行的测距方法仍不完全客观，以致红移与距离之间还不一定成正比等等。最富挑战性的事实，应当说是类星体的发现。它们的红移等特征与星系差异很大。这给红移的研究别开了生面。这一切，除了不断证明物质世界是无限多样的，证明它的发展过程永无止境以外，哪里有什么世界终极的痕迹？哪里只是直线的简单延长呢？

系统性红移的退行假说，提出了一些新问题，打破了一些老观念。这只是刚刚开启了又一个认识领域，有了一点进步。但"宇宙膨胀论"就接踵而来，宣称这就是终极图象，就此封闭认识宇宙的门径。这只能说明，资产阶级科学家，在旧概念骤然崩溃而引起的变革中往往不能驾驭从具体科学实践中所得出的积极结果，不能进行正确的抽象和概括，而经常把自己有限的发现，当作了世界的尽头。大宇宙是不可穷尽的。一切都在经受不停顿的历史过滤。任何具体的成果和进展都已被证明或将被证明它们只是属于一定认识发展阶段上的产物。那些宣称达到终极的人，只是达到了他们自己的终极而已。

红移不可知论种种

继初步的退行解释之后，就红移的本质，陆续提出过不少的

设想、假说、模型和理论。大小派别纷纷崛起。为数之多，不可能一一列举。可以把它们大体分成几类，简略地概括如下：

1. 时空结构及系统性运动模型。包括各种广义相对论的、狭义相对论的以及牛顿理论的膨胀模型，还有基于其他时空观点的运动学模型。

2. 传播机制模型。包括各种光子老化或光子在传播过程中能量发生转化的模型。

3. 修改局部物理规律模型。包括各种在宇观尺度上系统性地修改从局部范围中得到的物理规律（包括物理常数在内）的假说。

4. 天体结构模型。包括各种以天体结构的不同来解释红移起因的设想。这一类大都涉及类星体问题。

仔细考察一下，每种模型对于时空性质，天体的结构、分布及运动，光的传播机制以及确定的物理规律的适用范围等各方面，实际上都有或明或暗的假定和看法，各有各的特点。所以，严格说来，每一种关于红移本质的解释，都构成一个全面的模型。

这种众说纷纭的现象，是认识过程中必然会有的，不可怕的。红移现象涉及多方面的问题，也就激起多方面的探讨。正确的认识总是在批判错误认识的过程中逐渐发展起来的。随着观测事实的丰富，认识的深化，必将有一个去粗取精、去伪存真的过程，一些不正确的模型被摒弃，一些不完善的模型被修正，一些更新的模型被提出。这本是一种新陈代谢。可是，“**对缺乏逻辑和辩证法修养的自然科学家来说，互相排挤的假说的数目之多和替换之快，很容易引起这样一种观念：我们不可能认识事物的本质**”。（《自然辩证法》）这样的情形，的确已经出现了。法国物理学家布里渊曾宣称：现代宇宙学只是一曲“纯粹的幻想”！[①] 还有

① L. Brillouin：《相对论的重新审查》，1970年。

一位英国天文学家在一次有关红移、天体演化以及宇宙学演讲的结尾，忧心忡忡地告诫人们："我的万有的整体永远不要来要求科学吧！"① 看来，他们比那种终极派略微懂得一点世界是没有止境的。然而，不幸的是，却又被自己召唤出来的无限性吓倒了，收回不得，议论不得，只好把无限性供奉到科学永远不能企及的彼岸世界去了。这种观点，不过是反映了在资产阶级世界观的框架里，无力解决红移现象等提出的宇宙学的基本命题而已。是的，他们虽然看到了（不管是什么程度）人类的认识总是相对的、暂时的、局部的。但是却看不见人类以其本质上无限的认识能力永远开拓着自己的道路，他们看不到相对中就有绝对、暂时中就有永久、有限中就有无限，而只能哀叹红移造成了认识上的"一种绝对的分界线"。

天体都是遥远的，不象实验室中的对象那样，可以在人为条件下加以研究。这给天体物理的研究带来不少困难。红移问题涉及最遥远的天区，困难就更大。然而，我们并非束手无策。这个"策"还是实践。回想古代，太阳、月亮、五大行星也是属于可望不可及的"幻想"之境。而今，在空间物理的研究中，它们一个个都已是可以达到的对象了。展望未来，在探索宇宙的实践进展面前，哪有什么永远不可达到的"绝对的分界线"？哪有什么永远不可解开的奥秘？

自然界是有相互联系的总体。自然界中的普遍性形式就是规律。研究大宇宙就是要依靠自然规律，特别是依靠自然规律的普遍性。适用于地面范围的自然规律，能不能用到天上去，有一段值得回顾的历史。在亚里士多德的体系中，以月亮为界划出了天地两个世界。天上的星辰在第一推动之下，走着美满的圆形；地上的物体就只配落向"宇宙的中心"。两个范围各有主宰的

① A. C. B. Lovell：《个人及宇宙》，1958年。

规律，不能相互僭越。直到发现了万有引力等力学规律，同时解释了天体的及落体的运动之后，才打破了两个世界的虚幻界限：发现了同样的规律，既适用于地上，也适用于天上。如今，虽然引力还经常被称为万有引力，但是往往淡忘了“万有”一词在历史上出现时的本来含义。利用规律的普适性打开天界之门，就迈出了关键的一步。“万有”两字也就成了这个事件留下来的标记。

这件事在认识方法上给自然科学很大的启示。从局部有限的实验中总结较普适的规律，再用它对实验之外的现象进行研究；经受进一步的检验，成了一种卓著成效的方法。这本来就是感性经验和理性抽象二者辩证关系的一个重要方面。根据大量事实所抽象出来的正确的自然规律，总是比有限的观测更加普遍地、也更加深刻地反映着自然。天体物理学应用这种方法已经弄清了太阳系中的运行，探索了恒星的生成和演化，了解了星系内部的结构和转动，也必定可以逐步揭开红移之谜。

当然，各种具体的自然规律都有相应的适用限度。天体和地球的尺度不同，条件不同，某些规律一定会碰到不适用的情况，也一定有很多天上的过程至今地面上从来没有看到过。天和地的界线还是有的。然而，这种界线不是不可逾越的，总是可以突破的。正象微观物理学的发展把宏观物理学在微观尺度上所遇到的困难变成了历史陈迹一样，可以相信，宇观尺度上可能遇到的任何界限，没有一个会是亚里士多德式的界限。这并不排除红移现象可能是由大尺度上某种特有的未知因素引起的。然而，这些因素，今天还是个“自在之物”，明天或后天就会变成“为我之物”。今天看不到的，明天或后天总有看到的时候。就如引力红移，它是另一种能产生一致红移的机制，最初只在天体红移中观测到，而当穆斯保尔效应发现之后，它就不再属于天上特有的，地面范围也可以观测这种现象了。

还有一种观点，原则上不反对红移的本质是可以认识的，但是，认为现今的观测数据太少、太零碎、太粗糙，因而还不具备探索本质的任何可能性，或者认为任何理论探讨都是不会有任何结果的随意驰骋，当前可行的工作除了积累资料，就是资料累积。这种观点也是不对的。少和多、零碎和系统、粗糙和精细总是相对的，没有绝对的多、绝对的系统和精细，而且也没有完全离开理论思维的单纯的收集和整理观察资料的工作。没有理论思维，就会连一些自然的事实也联系不起来。问题是思维得正确与不正确，问题是我们只能在时代所给定的条件下进行认识和推理，这些条件达到什么程度，我们便认识到什么程度。"**如果要等待构成定律的材料纯粹化起来，那末这就是在此以前要把运用思维的研究停下来，而定律也就永远不会出现。**"(《自然辩证法》)至于"随意驰骋"说，也是不符合实际情况的。目前有关红移等大尺度观测材料，已经把相当一部分模型和假说排除掉了，剥夺了它们"随意驰骋"的权利。就连鼎鼎有名的稳恒态学说，也基本上进入了被剥夺之列，连它的最坚决拥护者霍伊尔，在观测事实面前也不得不承认严格的稳恒态学说"太简单"了。① 又如，最近对某些用物理常数演化来解释红移的模型的分析，至少表明某些假设是不能太随意的。认为目前只有把运用思维的研究停下来，等待资料的纯化，那就或者是运用思维的"怪吝人"，或者是一种经验论的认识论。

唯理论与经验论是互补的，一个不顾事实，一个否定理论，结果都是使认识活动停止。终极论与不可知论也是互补的，一个说认识完结了，一个说什么也认识不到，也都是终结了认识进程。麦克雷曾经给出过一个"补偿原理"，来阐述关于红移本质、关于宇宙学的认识论问题。补偿原理有正逆两种陈述。正形式

① G. R. Burbidge: 《果真有过大爆炸吗?》，载《自然》，1971年，第233卷。

是："我们能够得到的知识越少，则为得到可进行观测检验的预言所需要的知识也就越少。"逆形式是："从我们对于宇宙的观测，我们对其极早的状态只能有很少的推断。"① 什么意思呢？这正逆两条不过是说，凡是能从观测加以认识的事，用这很少的知识就足够认识了；凡是还没有认识的，通过观测也不可能再认识到了。一条原理，两种陈述，正好分别就是终极论和不可知论。这个身兼二任的"原理"，真是绝妙地表现了终极论与不可知论之间互为狼狈的补偿。

类星体红移论争中的哲学

类星体，是六十年代初期发现的一类新的河外天体。它很小，象是"恒星"，从光谱看又与恒星差别非常大。它们的谱线也都有红移，没有紫移，而红移量比星系还大。在已测出红移量的数百颗类星体中，最大的达到3.53。虽仍有红移的普遍性，但目前还看不到有什么系统性的特征。在视星等红移图上，类星体不再规规矩矩地沿着哈勃的直线排队了。这就使哈勃关系的最主要依据发生动摇。还发现，个别类星体离普通的星系很近，即成协。成协的天体，距离应当差不多，可是在同一成协天体中红移有不相同的。这就证明，距离相同，红移量不一定相同，又与哈勃关系相背离。

这些"反常"的现象，在红移问题上引起轩然大波，引起对过去的各种观测和理论结论的普遍怀疑和全面检查，争论发生了。这是好事，即说明"无可深化"的终极论彻底破产，也说明"无法深化"的不可知论毫无根据。目前争论的焦点是在红移与距离有没有关系上。对这个问题，西方宇宙学家中间有两大派。

其一认为哈勃关系依然适用于所有类星体，类星体的红移

① W. H. McCrea：《当今的宇宙学》，载《美国科学家》，1970年，第58卷。

无例外地是由距离决定，可以称他们为完全宇宙学红移派；

另一认为所有类星体的红移都是固有的、内禀的，是由类星体本身性质决定的，与类星体的距离基本上没有关系，可以称他们为完全内禀红移派。

两派尽管针锋相对，却有一点相似，即都强调自己的"完全"性。或者完全宇宙学的，排斥任何内禀成分；或者完全内禀的，排斥任何宇宙学的成分。事物本来是多种多样的。不同类型的河外天体红移，特征也会不同，很可能有一些红移主要由距离决定，另一些主要是内禀的，没有任何完全一律的理由。然而，上述两派为什么各自都强调"完全"呢？这是有其哲学根源的。

完全宇宙学红移派，就是"宇宙膨胀论"在类星体问题上的表现。在他们的体系中，唯一容许的运动是整个膨胀运动，唯一容许的"发展"是简单性原则之下的直线延长。任何新的发现，在这派看来，除说明简单的延长之外，不会有也不应有任何的例外。星系的红移由距离决定，遵循哈勃关系；类星体的红移也应当这样；将来发现的更新天体，仍然必定是这样。这就是他们的哲学。

内禀红移是个有价值的想法，打破了距离红移的一统，开阔了思路。然而，完全的内禀红移论，却回到另一形式的简单性原则中去了。霍伊尔最近专门写了一本小册子，叫做《从石柱群到宇宙学》，竭尽全力证明类星体红移完全是内禀的。为要弄清这种观念的实质，还需讲一讲内禀红移概念出现的原委。

类星体的红移都很大，套用哈勃关系来估计距离，就比星系距离大得多。从距离再计算类星体的光度，竟高达10^{47}尔格·秒$^{-1}$，这比整个银河系的光度还大百倍以上。另一方面，由类星体的光度变化快慢，可以知道它们的大小不超过几个光年，而银河系的盘直径大到十万光年。类星体能量这样大，尺度又如此之小，维持时间又如此之长；现在已知的一切能源机制都不能说明。这

就是有名的类星体能源疑难。正是为了解开这个疑团，才提出类星体红移是内禀的。如果红移不标志距离，类星体并不在遥远的距离上，疑难就自然没有了。内禀红移说的本来目的是要解决能源问题，所以，只有全部类星体红移都是内禀的才行。一旦有例外，就不能回避能源上的矛盾。这就是完全内禀红移派的基本思想。

这也是没有根据的。人类对自然界能源机制的认识远没完结。认识到恒星的主要能源是热核反应还不满四十年，怎么能断言效率更高的能源机制就不可能存在呢？所以，完全内禀红移派实质是想掩盖在类星体能源问题上已出现的矛盾。在资本主义世界大闹能源危机的今天，对类星体的能源也担心起来，或许这是他们的一种"心理病"吧！不过这只是一种新的杞人忧天罢了！

类星体红移论争中的这两派，哲学上都具有形而上学的色彩，在方法上都是以偏盖全。这又是以简单性原则、即一种"思维经济原理"作为认识论基础而得到的一个坏结果。两派都有一些片面的理由，但都想对整体下结论。完全宇宙学红移派的最强证据是一张仅有七个点的视星等红移图。完全内禀红移派的最强证据也就是六、七个可能成协的类星体①。这种论争不正是令人想起"瞎子摸象"的故事吗？

我们认为，已知的数百颗类星体，尽管目前名字都叫类星体，也有许多共性，但仔细看来，可能并不完全相似。历史上曾经把河内星云和河外星系都称为星云，后来才分清它们是完全不同的两类。长久以来也把恒星都算一类，现在知道恒星至少分成两个"民族"，每一族有不同的个性。近年来，对类星体的观测也逐步详尽了，发现它们的性质不仅在量上不同，而且在特征上也有不少差异。所以，不区分类星体的型态和特征，把所有类星体放在一起讨论，想一举解决所有类星体的红移争论，是不可能的，

① G. B. Field, H. Arp, J. N. Bahcall: «红移的论争», 1973年。

在方法论上就不对，也不会得到全面的正确的结果。只有区分不同形态和特征，分别地加以研究，才是解决问题的正确途径，才可能搞清楚哪一些主要是宇宙学的，哪一些主要是内禀的。

根据这种思想的指导，所进行的初步分析表明①，从类星体中大体可以分出两类：一类射电的角径较大，有子源结构；另一类角径很小，没有子源结构。在前一类中，视星等和红移之间有较明显的相关性，说明它们的红移可能主要是宇宙学的（即由距离决定），而且它们的红移与距离关系不再是哈勃关系的简单延长，不再是直线了。对于后一类，也有一个引人注目之点，那就是已知的几个与星系成协而红移不同的类星体都属于这一类。这是不是暗示着后一种类星体的红移内禀成分是主要的？现在下定论为时尚早。所有这些都还有待于更深入更细致的工作。

红移问题的认识史，充分说明只有实践论才是唯一正确的认识论。形形色色唯心主义的、形而上学的认识论，都是在辩证的认识过程的这一环节或那一环节上取消了实践、排除了实践、否定了实践。不进行深入而广泛的实践，埋头于演算的拼凑是错误的，沉溺于思辨的玄想也是错误的，都不会结出积极的果实来。只有在实践中，只有在实践、认识、再实践、再认识的循环往复中，才能不断地开辟认识真理的道路，才能不断地深入事物的本质，才能越来越深刻地认识客观世界的辩证法。**“事情不在于把辩证法的规律从外部注入自然界，而在于从自然界中找出这些规律并从自然界里加以阐发。”**（《反杜林论》）我们相信，沿着实践论指出的认识途径，经过辛勤的劳动，一定可以从红移的现象中逐步找到它的规律，揭示它的本质，阐发它的辩证法。河外天体的红移一定是可以认识的。

---

① 方励之、周又元、程福臻、褚耀泉：《有射电子源结构类星体红移的统计分析》，天体物理讨论会报告，1975年。

宣夜说的形成和发展

——中国古代的宇宙无限论

席 泽 宗

宇宙是无限的，还是有限的？这不但是哲学家关心的问题，也是天文学家关心的问题。我国古代讨论宇宙结构的三大学派——盖天说、浑天说和宣夜说中，只有宣夜说以鲜明的立场阐述了宇宙的无限性，但是由于儒家的阻挠，这个学说一直没有受到应有的重视。今天，我们应该遵照辩证唯物主义和历史唯物主义的原则，给它以恰如其分的评价。

一、宣夜说的历史渊源

"天圆如张盖，地方如棋局"，这一从直观出发而得到的盖天说，到了孔老二那个时候，就已经暴露出它的矛盾。有个叫单居离的去问孔老二的徒弟曾参："如诚天圆而地方，则是四角之不揜也。"——半球形的天穹和方形的大地，怎么能够吻合呢？曾参回答说："夫子曰：天道曰圆，地道曰方。"① 这里值得注意的是，孔丘加了一个"道"字。孔丘这两句话怎么讲？秦国的野心家、阴谋家吕不韦理解得最透彻。他说，天道圆是因为天变化多端，地道方是因为地只安分守己，不能造反（"皆有分职，不能相

① 《大戴礼记·曾子·天圆》。

为")。这个教条，成为奴隶主头子制定上下尊卑关系的理论根据("圣王法之所以立上下")。① 用孔丘自己的话说就是："天尊地卑，乾坤定矣；卑高以陈，贵贱位矣"②，奴隶制社会结构正是"上应天象"而永世不能变的。

新兴地主阶级要在政治上推翻奴隶主阶级，首先就得从思想上和科学上对儒家关于"天"的说教给以有力的批判，正如马克思所说："**谬误在天国的申辩一经驳倒，它在人间的存在就陷入了窘境。**"(《马克思恩格斯选集》第1卷，第1页)首先出来担当这一任务的是法家先驱者邓析(约公元前546—501年)。他响亮地提出了"山渊平，天地比，齐秦袭"③ 的口号。这三句话都有深刻的含义。"山渊平"是说在一定条件下，高山可以变为深谷，沧海可以变为桑田，具有朴素的辩证法思想，同时也是为新兴地主阶级夺取政权制造舆论。"天地比"从政治上来说是对"天尊地卑"的批判，从科学上来说是主张"天圆如弹丸，地如卵中黄"的浑天说的萌芽。"齐秦袭"，袭即相合，齐在东，秦在西，相距很远，怎么能合在一起？这只能认为邓析有宇宙无限的思想。

邓析的这一系列先进思想，被作为法家同盟军的名家惠施和公孙龙继承下来，并且有所发展。惠施说："至大无外，谓之大一；至小无内，谓之小一。"④ 这里的"大一"可以理解为无限大，"小一"可以理解为无限小。公孙龙并且认为物质是无限可分的，他说："一尺之捶，日取其半，万世不竭。"⑤ 我们认为，从邓析到惠施和公孙龙关于无限的思想，是形成宣夜说的第一个因素。

形成宣夜说的第二个因素是尸佼和后期墨家的时空观。相

---

① 《吕氏春秋·季春纪·圆道》。

② 《易·系辞上》。

③ 《荀子·不苟篇》。

④⑤ 《庄子·天下篇》。

传商鞅的老师尸佼曾给宇宙下了一个科学的定义："四方上下曰宇，往古来今曰宙。"宇指的是东、西、南、北和上、下六个方向，即现代科学的"三维空间"，宙包括过去、现在和将来，表示时间的流逝。把时间和三维空间结合起来构成"四维时空"，远在公元前三百多年就有了这种思想的萌芽，这是十分可贵的。

差不多和尸佼同时的后期墨家著作《墨经》中，对于时空观念也有精辟的论述。什么是时间？《经上》说："久，弥异时也。"《经说》解释道："久，合古今旦莫。""久"同"宙"，古、今、旦、莫（暮）都是特定的时间（"异时"），而时间概念"久"，就是一切"异时"的总括。什么是空间？《经上》说："宇，弥异所也。"《经说》解释道："宇，蒙东西南北。"东、西、南、北都是特定的空间（"异所"），而空间概念"宇"，就是一切"异所"的总括。这里所讲的时空，已经不完全是直观的、特殊的，而是经过了一定的科学抽象，开始从特殊上升到一般。

空间和时间的联系，《墨经》中也有明确的论述。《经下》说："宇或（同域）徙，说在长宇久。"《经说》解释道："长宇，徙而有处，宇南宇北，在旦有（同又）在莫：宇徙久。"这段话的大意是：物体的运动（"徙"）必须经历一定的空间和时间（"长宇久"），由此时此地到彼时彼地，例如位置上由南到北（"宇南宇北"），时间上由早到晚（"在旦又在暮"）；物体在空间中位置的变迁和时间的流逝是紧密相联系的，即所谓"宇徙久"。这几段话虽然只是描述机械运动中的现象，还没有真正把握运动的本质，但它却朴素地反映了时间、空间和物质运动的统一性，具有很高的水平。这是后期墨家比较重视生产实践，注意总结实际经验的结果，也是在和庄周的唯心的相对主义的时空观作斗争中发展起来的。

形成宣夜说的第三个因素是从宋钘、尹文（公元前四世纪）开始，经荀况和王充等人发展了的"元气论"。法家为了彻底批

判天命论，单在天和地的相对关系上做文章还是不够的，必须从天和地的本源问题上解决问题。

我国早期的唯物主义者认为金、木、水、火、土是组成宇宙万物的本源。后来又有人认为，在这五种元素中，水是最本源的。《管子·水地篇》说："水者何也？万物之本源也，诸生之宗室也。"《管子》这种用水来说明物质世界统一性的思想，和希腊哲学家泰勒斯的做法是一致的，恩格斯对后者有很高的评价："**在这里已经完全是一种原始的、自发的唯物主义了**"。(《自然辩证法》)

但是用一种或几种具体事物去说明世界的复杂性和多样性总是有困难的，于是进一步就发展成为以比较抽象形态出现的元气学说。宋钘、尹文说："凡物之精，比则为生。下生五谷，上列为星；流于天地之间，谓之鬼神；藏于胸中，谓之圣人；是故名气。"① 这里虽然还有"鬼神"、"圣人"之类的杂质，但认为它们也是由物质性的"气"构成的，这却是物质第一性的朴素唯物论思想。接着，荀况进一步发展，认为"水火有气而无生，草木有生而无知，禽兽有知而无义；人有气、有生、有知亦且有义，故最为天下贵也。"② 这说明，在荀况看来，水火、植物、动物和人都是由气组成的，不过所处的发展阶段不同而已。既然世界万物都是由气所组成，天和地当然也应该由气组成。王充说："天地，含气之自然也"③，"天地合气，万物自生"④，"人，物也；物，亦物也。虽贵为王侯，性不异于物。"⑤ 这样，王充就从根本上批判了儒家所宣扬的"君权神授论"和"天人感应论"。

---

① 《管子·内业篇》。据郭沫若同志考证，《管子》中的《心术》上、下和《白心》、《内业》等四篇是宋钘、尹文的作品。

② 《荀子·王制篇》。

③ 《论衡·谈天》。

④ 《论衡·自然》。

⑤ 《论衡·道虚》。

不但如此，王充还进一步把元气论和宇宙无限论结合了起来，他说："天去人高远，其气茫苍无端末。"① 天，是由茫茫苍苍、无边无际、无始无终的元气所组成——这就接近于宣夜说了！

二、宣夜说的内容和意义

据《晋书·天文志》：

> 宣夜之书亡：惟汉秘书郎郗萌记先师相传云："天了无质，仰而瞻之，高远无极，眼瞀精绝，故苍苍然也。譬之旁望远道之黄山而皆青，俯察千仞之深谷而窈黑，夫青非真色，而黑非有体也。日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止皆须气焉。是以七曜或逝或住，或顺或逆，伏见无常，进退不同，由乎无所根系，故各异也……"

在史书上，关于宣夜说，就仅仅只有这一段材料。文字不多，内容却十分丰富。

"宣夜"这个名词是怎样来的？清代天文学家邹伯奇曾经猜想说：宣夜说之得名是因为观测星星常常闹到半夜睡不着觉，然而这只是他的猜想。最近我们找到了两条材料，可能有助于解决这个问题。一是汉代王融《三月三日曲水诗序》中有"挈壶、宣夜，辨气、朔于灵台"一句，由此可以断定，宣夜可能和挈壶②一样，也是汉代天文学家的官名。郗萌是汉代的一位天文学家，他所提出的学说即以他的职务命名。另一条材料是唐代孔颖达的《〈尚书·舜典〉疏》中引有东晋时虞喜的话："宣，明也；夜，幽也。幽明之数，其术兼之，故曰宣夜。"这样说来，宣夜说就是关于白天黑夜的学说了。这两种解释，哪一个最符合当时的实际，

① 《论衡·变动》。

② 挈壶氏是管漏刻的官名。《周礼·夏官》已有"挈壶氏"之称。

还有待于进一步解决。

关于郗萌的传记材料一点也没有，他的先师是谁也没有说明。我们认为，他的“先师相传”就是从邓析到王充一系列法家及其同盟军关于天的论述，这在前面已经说过了。关于他生活的时间，我们认为是在张衡和蔡邕之间，即公元二世纪。因为《晋书·天文志》里曾引蔡邕的话说：“宣夜之学，绝无师法；周髀（即盖天说）术数俱存，考验天状，多所违失；惟浑天近得其情。”

蔡邕一口咬定“宣夜之学，绝无师法”，有其认识论上的原因，即它的实用价值没有浑天说那么大。但是，我们认为只从认识论上来看是不够的，还要结合当时阶级斗争的形势来分析。东汉后期愈来愈黑暗的封建统治，逼得广大农民愈来愈不能生活下去。从汉安帝永初元年（107年）到汉灵帝中平元年（184年）以张角为首的黄巾大起义之前的七十七年间，各地农民发动了大小百余次的起义，而且起义的首领往往自称皇帝、天子、太上皇、无上将军、平天将军、柱天将军、天王等，不再象西汉那样，一定要找个姓刘的做皇帝。郗萌正是处在这样一个农民革命风暴此伏彼起，东汉政权摇摇欲坠的时候，所以他才敢于直接否定“天”的存在，明确地提出一个无限宇宙的概念来。毛主席说：**“在中国封建社会里，只有这种农民的阶级斗争、农民的起义和农民的战争，才是历史发展的真正动力。”**宣夜说的诞生就是一个很好的例证。

正因为宣夜说是在农民起义的风暴中诞生的，是和农民起义的“平天”、“柱天”等思想相联系的，所以从一开始儒家就一口咬定“宣夜之学，绝无师法”，在正史上也不给郗萌列传。情况正如列宁所说：**“如果数学上的定理一旦触犯了人们的利益（更确切些说，触犯了阶级斗争中的阶级利益），这些定理也会遭到强烈的反对。”**（《列宁全集》第20卷，第194页）

宣夜说的历史功绩是，否定了一个有形质的天，而且用的是日常经验的方法。天色苍苍是因为它"高远无极"，犹如远山色青，深谷色黑，而青与黑都不过是表象，透过现象看本质，就知道并不是真的有一个有形体有颜色的天壳。这样一来，天的界限被打破了，展现在我们面前的是一个无边无际的宇宙。

只要回顾一下人类认识宇宙的历史，就会发现，否定了一个固体的"天球"，该是多么重要的一件事！自古以来都认为天是一个带有硬壳的东西，女娲补天的神话就是这种思想的反映。盖天说者认为天象一把伞，浑天说者认为天象个鸡蛋壳。十七世纪初年来华的传教士还大谈"十二重天相包如葱头，皮皆坚硬，日月星辰定在其体，如木节在板"① 式的亚里斯多德-托勒密体系。哥白尼的革命虽然取消了地球在宇宙中心的优越地位，使它成为一个普通行星，但在宇宙是否无限的问题上却含糊其词，直至布鲁诺才勇敢地取消了宇宙的边界，而这比宣夜说却要晚一千多年。宇宙有限论，往往是和宗教神学联系在一起的。十七世纪初年来华的另一位传教士宣称："最高者即第十二重天，为天主上帝诸神圣处，永静不动，广大无比，即天堂也。"② 宣夜说否定了有形质的天，取消了宇宙的边界，从而也就否定了上帝的住处。

宣夜说不但取消了上帝的住处，而且在天地起源问题上排除了神创论。我国虽然没有上帝创造世界的传说，却有盘古开天辟地的神话，在《淮南子·精神训》中就有"二神混生，经天营地"的一段故事。宣夜说的"日月众星，自然浮生虚空之中"就是对这些神创论的批判，是唯物论对唯心论的一个胜利。再者，"自然浮生虚空之中"也并不是虚无创生论，而是由密度稀薄的

① 利马窦：《乾坤体义》卷三，1607年。

② 阳玛诺：《天问略》，1615年。

不成形的弥漫物质形成有形的天体；因为宣夜说的“虚空”并不是真空，而是充满了元气的。三国时宣夜说学者杨泉曾解释说：“夫天，元气也，皓然而已，无他物焉”，又说：“星者，元气之英也。”① 明末清初的王夫之则解释得更明确：“凡虚空皆气也，聚则显，显则人谓之有；散则隐，隐则人谓之无。”② 王夫之的论点虽然还仅仅是思辨性的，但其结论已与现代科学的观测结果相近：恒星和星际物质在一定条件下相互转化。恒星，人的肉眼能够看得见，是有形的东西，古人谓之“有”；星际物质，人的肉眼看不见，是无形的东西，古人谓之“无”。唐代的刘禹锡说：“所谓无形者，非空乎？空者，形之稀微者也。”③ 可见“日月众星，自然浮生虚空之中”即主张天体是由星际弥漫物质形成的，而在形成的过程中并不需要什么外力，只是“自然浮生”。

由于历史的局限，宣夜说错误地认为天体的运动是由于“气”的作用：“其行其止，皆须气焉”；而没有找到它的真正原因——力④；但它认为七曜（即日、月和五大行星）各有不同的运动特性，需要分别进行研究，不能笼统地认为就象车轮或磨盘一样周天旋转，却是一个进步。这样，它就为认识真理开辟了道路，以后北齐张子信关于行星运动速度不均匀性的发现也许与这种思想有关。

总之，尽管在观测天体的方位和制订历法方面，宣夜说的实用价值不如浑天说；但就其思想的先进性来说，在人类认识宇宙的历史上，它无疑应该占有重要的一页。

---

① 杨泉：《物理论》。

② 王夫之：《张子正蒙注·太和篇》。

③ 刘禹锡：《天论》。

④ 在《墨经》中关于力已有比较科学的定义。《经上》：“力，形之所以奋也”。《经说》解释道：“力，重之谓。下举重，奋也”。

三、宣夜说的发展

宣夜说不但有深厚的历史渊源，而且在以后为进步的思想家们所继承，有广阔的发展，决不象某些人所想象的它只是昙花一现。

首先，东晋时发现岁差的虞喜(281—356年)“因宣夜之说作安天论，以为天高穷于无穷，地深测于不测。天确乎在上，有常安之形；地魄然在下，有居静之体。常相复冒，方则俱方，圆则俱圆，无方圆不同之义也。其光曜布列，各自运行，犹江海之有潮汐，万品之有行藏也。”① 在这里，虞喜关于天的论述都是对的，而关于地的看法几乎全错。“天高穷于无穷”，比宣夜说更明确地指出了宇宙的无限性。安天论还有一个很出色的见解，即认为日月星辰的运行是有规律的，如同海洋的潮汐，世间万物的秩序井然。这比宣夜说只笼统地说“由乎无所根系，故各异也”，在唯物主义的态度方面又进了一步。

安天论出现以后，立即引起道士葛洪(283—363年)的反对。据《晋书·天文志》记载：“葛洪闻而讥之曰：苟辰宿不丽于天，天为无用，便可言无，何必复云有之而不动乎？”葛洪的论点是完全站不住脚的。第一，他用的方法是实用主义的：对于人没有用的便是无。这正是唯心主义者认识事物的方法。第二，他混淆了两种不同的概念：宣夜说和安天论的“天”是无穷无尽的宇宙空间，而他所说的“天”是浑天说者所主张的“蛋壳”，把两种不同范畴的“天”来进行辩论，正是无的放矢。但是《晋书·天文志》的作者李淳风(602—670年)却肯定说：“稚川(即葛洪)可谓知言之选也。”从这里可以看出《晋书·天文志》对待宣夜说是

① 《晋书·天文志》。

持否定态度的。

“安天论”这个名词是有针对性的。宣夜说产生以后，有不少人认为，天上如果没有一个硬壳挂着日月星辰，这些天体就难免有一天要掉下来，唐代大诗人李白的诗句“杞国无事忧天倾”就是指的这件事。据东晋时张湛（公元四世纪）的描述：“杞国有人忧天地崩坠，身无所寄，废寝食者。又有忧彼之所忧者，因往晓之曰：‘天积气耳，无处无气，若屈伸呼吸，终日在天中行止，奈何忧崩坠乎？’其人曰：‘天果积气，日月星宿不当坠耶？’晓之者曰：‘日月星宿亦积气中之有光耀者。只使坠，亦不能有所中伤。’”（《列子·天瑞篇》）

《列子》中的这一段话，虽是寓言，但认为“天”是“积气”，不但虚空充满气，日月星辰也是气，只不过是发光的气，则是颇有见解的，这可以说是宣夜说的进一步发展。

《天瑞篇》中还进一步讨论了固体的地球会不会消灭的问题。结论是：“忧其坏者，诚为大远；言其不坏者，亦为未是。”这样，它既批判了杞人的忧天，又肯定了天体和大地的物质性，它们也都遵从物质世界的客观规律——既有生成之日，也有毁坏之时，不过天体和地球所经历的时间尺度非常之大，不必担忧罢了。

唐代著名的天文学家一行（俗名张遂，683—727年）不是宣夜说者，但他做了一件事情对宇宙无限论的发展很有贡献，那就是对“日影千里差一寸”的否定。从《周髀算经》（约公元前100年左右成书）以来，好几百年中间，我国不少天文学家花了很多功夫来推算天的大小，得出天高只有八万里。他们在推理的过程中应用了两条几何定理：一是直角三角形的勾方加股方等于弦方，一是相似三角形的对应边成比例。另外又用了一条假设：夏至之日，在地面上测量八尺高表的影长，则正南千里影短一寸，

正北千里影长一寸。这条假设是错误的，但几百年中间人们都把它当作了真理，只有极个别的人例如王充①和何承天②对它怀疑。隋仁寿四年(604年)刘焯(544—610年)认为"寸差千里，亦无典说，明为意断，事不可依"，建议实地测量一番，但是未能实现。唐开元十二年(725年)在一行的领导下，南宫说等人在河南平原上的滑县、浚仪(今开封)、扶沟、上蔡等四个地方不但测量了当地的北极高度(实际上即地理纬度)和夏至时的日影长度，而且用绳子在地面上量了这四个地方的距离。结果发现，从滑县到上蔡的距离是526.9里，但日影已差2.1寸。这样一来，就用科学实践证明了日影千里差一寸的传统假设是错误的。然而他们的贡献还不止于此。一行又把南宫说和其他的人在别的地方的观测结果相比较，进一步发现，影差和南北距离的关系根本不是常数。于是改用北极高度的差来计算，从而得出，地上南北相去251.27里，北极高度相差一度。这个数值虽然误差很大，但却是世界上的第一次子午线实测。

然而更重要的是一行从认识论上所得到的结论："古人所以恃勾股之术，谓其有征于近事。顾未知目视不能远，浸成微分之差，其差不已，遂与术错。"③对于近在身边事物的认识，是不应任意外推的。小范围内"微分之差"，在大范围内就会积累起来，酿成大错。正如列宁所说："任何真理，如果把它说得'过火'……加以夸大，把它运用到实际所能应用的范围以外去，便可以弄到荒谬绝伦的地步，而且在这种情形下，甚至必然会变成荒谬绝伦的东西。"(《列宁选集》第四卷，第217页)今天，在宇宙论范围内，西方

---

① 事见《论衡·说日篇》。

② 何承天(370—447年)，刘宋时的天文学家，无神论者。事见李淳风注：《周髀算经·卷上之二》。

③ 《旧唐书·天文志》。

世界，包括那个自命为社会主义的超级大国在内，混乱不堪，什么宇宙有限而膨胀啦，热寂说呀，奇性定理啦，各种唯心主义学说，甚嚣尘上。这些学说错误的原因之一，就是把小范围内得到的相对真理任意外推到无限宇宙中去了。**"历史的经验值得注意"**。回顾一下我国古代天文学家在宇宙有限论的道路上所走过的这段弯路，对于今天我们开展宇宙论的研究还是有益的。

一行以科学实践批判了前人计算天的大小的错误，质问"宇宙之广，岂若是乎？"刹住了计算宇宙大小的风气，并且对柳宗元发生了影响。柳宗元在和刘禹锡的通信中曾经讨论过一行的工作。

杰出的法家学者柳宗元在宣夜说的基础上，把宇宙无限论推向了一个新的高峰。自古以来所讨论的无限，都是以地球为中心向四面八方无限延伸的无限，这还不是真无限；柳宗元却提出了宇宙既没有边界也没有中心的真无限。他在《天对》中回答屈原所问的"九天之际，安放安属？"时说："无青、无黄，无赤、无黑，无中、无旁，乌际乎天则！"也就是说天既没有青、黄、赤、黑各种颜色之分，也没有中心和边缘之别，怎么能把它划分成几部分呢！

柳宗元不但深刻地揭示了宇宙的无限性，而且明确地指出："天地之无倪，阴阳之无穷，以颂洞繆繆（读洪同胶格）乎其中，或会或离，或吸或吹，如轮如机。"① 说明在无限的宇宙中，矛盾变化是无穷的，阴阳二气时而合在一起，时而又分离开来；有时互相吸引，有时互相排斥，就象旋转着的车轮或机械，时刻不停。这正如恩格斯所说："**一切运动的基本形式都是接近和分离、收缩和膨胀，——一句话，是吸引和排斥这一古老的两极对立。**"（《自然辩证法》）

到了宋代，唯物主义者张载（1020—1077年）更进一步认

① 《非国语·三川震》。

为，宇宙空间里充满了气，运动又是气的内在属性，运动的基本形式是聚集和扩散。因此，气不仅是生成万物的原始形式，而且还和具有形体的万物同时存在，一面生成，一面还原。原话是这样说的："太虚不能无气，气不能不聚而为万物，万物不能不散入太虚，循是出入，是皆不得已而然也。"① 在这里，张载既肯定了空间和物质具有不可分割的联系（"太虚不能无气"），又论证了宇宙在时间上的无限性，"气不能不聚而为万物，万物不能不散入太虚"，如是循环往复，以至无穷。

尽管张载的思想，还是有形的物质和无形的物质之间的简单循环，还不是螺旋式上升，还没有更深刻地掌握各种物质形态之间相互转化的辩证关系，但已引起了唯心主义者的极端仇视。反动的道学家程颐（1033—1107 年）立即反驳说："凡物之散，其气遂尽，无复归本原之理。天地之间如洪炉，虽生物销铄亦尽，况既散之气，岂又复在？天地造化，又焉用此既散之气？其造化者，自是生气。"②

针对程颐的气有生有灭的唯心主义观点（朱熹是这一观点的坚决拥护者），张载和王夫之又提出物质守恒的命题。张载说"气有聚散，并无生灭"。王夫之进一步研究，提供了许多生动的例证："车薪之火，一烈已烬，而为焰、为烟、为烬，木者仍归木，水者仍归水，土者仍归土，特希微而人不见尔。一甑之炊，湿热之气，蓬蓬勃勃，必有所归，若盦（读安）盖严密，则郁而不散。汞见火则飞，不知何往，而究归于地。有形者且然，况其絪缊不可象者乎！"③ 值得注意的是，王夫之在这里不仅以木柴、水蒸汽和汞为例，论证了一切有形的实物，而且还指出无形的元气也是不生

① 《正蒙·太和篇》。

② 《程氏遗书》卷 15，《伊川先生语一》。

③ 《张子正蒙注·太和篇》。

不灭。他并且又进一步质问程朱之流："倘如散尽无余之说，则太极浑沦之内，何处为其盦受消归之府乎？又云造化日新而不用其故，则此太虚之内，亦何从得此无尽之储，以终古趋于灭而不匮耶？"① 这就是说：如果客观存在的物质可以消灭，它转移到什么地方去了？如果物质能不断创生，它又从何而来？宇宙间哪里有这么多储藏所来供它不断地消耗而不匮竭呢？

在张载以后、王夫之以前，元明两代还有几本不著名的小书中，对宇宙无限论做了很好的论述，现在把它介绍一下，作为本文的结束。

首先，是那个和所谓"三教圣人"的朱熹针锋相对，自称"三教外人"（不信儒家、道家、佛家）的无神论者邓牧（1247—1306年）在《伯牙琴》一书中提出："天地大也，其在虚空中不过一粟耳。……谓天地之外无复天地焉，岂通论耶！"在这里，十分清楚地把我们观测所及的宇宙范围（"天地"）和无限宇宙（"虚空"）区别了开来，我们观测所及的宇宙范围尽管很大，但和无限宇宙来比，只不过沧海一粟。天外还有天，宇宙在空间上是无限的。

宇宙在空间上的无限性，必然包括无限多样的发展过程，具有无限发展的可能，因而在时间上也必然是无限的。恩格斯说："**无限时间内宇宙的永远重复的连续更替，不过是无限空间内无数宇宙同时并存的逻辑的补充**"。（《自然辩证法》）宇宙没有总的起源和消灭，因而在时间上是无限的。但宇宙间每个天体或天体系统都是有发生、发展和消亡的过程的，因而正如它们在空间方面有限一样，在时间上也是有限的。关于这个问题，元代的另一本小书《瑯环记》中作了一个有趣的类比，它说："姑射谪女问九天先生曰：天地毁乎？曰：天地亦物也，若物有毁，则天地焉独不毁乎？曰：既有毁也，何当复成？曰：人亡于此，焉知不生于彼？

① 《张子正蒙注·太和篇》。

天地毁于此，焉知不成于彼？曰：人有彼此，天地亦有彼此乎？曰：人物无穷，天地亦无穷也。譬如蛔居人腹，不知是人之外更有人也。人在天地腹，不知天地之外，更有天地也。故至人坐观天地，一成一毁，如林花之开谢耳，宁有既乎！"如果说这段话还有类比不当的缺点，那末，明代的《豢龙子》中说得更是概括了："或问天地有始乎？曰：无始也。天地无始乎？曰：有始也。未达。曰：自一元而言，有始也；自元元而言，无始也。"

《瑯环记》和《豢龙子》中的这两段话，内容十分丰富。第一，它肯定了世界的物质性："天地亦物也"。第二，肯定了物质世界的规律性：有成有毁。第三，作为物质存在形式的具体天体系统（"天地"）也要服从物质世界的普遍规律，有成有毁。第四，由无穷多的天体系统（"天地亦无穷也"）组成的宇宙（"元元"）则是无始无终的，而且宇宙的无始无终必须由具体天体系统的有始有终来保证。

*　　*　　*

恩格斯说："熟知人的思维的历史发展过程，熟知各个不同的时代所出现的关于外在世界的普遍联系的见解，这对理论自然科学来说是必要的，因为这为理论自然科学本身所建立起来的理论提供了一个准则。"又说："在希腊哲学的多种多样的形式中，差不多可以找到以后各种观点的胚胎、萌芽。因此，如果理论自然科学想要追溯自己今天的一般原理发生和发展的历史，它也不得不回到希腊人那里去。"（《自然辩证法》）牢记恩格斯的这些教导，回顾一下我国古代在宇宙有限还是无限问题上的斗争，再对比一下当前世界上宇宙论的现状，就会发现，今天在宇宙论范围内所争论的问题，例如宇宙是否无限，有没有中心，地球上所得到的物理规律能用到多大范围的天区，等等；这些问题就其

本质来说，我国古代都有。当然，具体内容不同了，随着科学的发展，唯物论和唯心论都在改变它的形式。今天，西方世界（包括苏修在内）宇宙论的现状是，尽管拥有许多先进的技术和观测工具，在具体学科的知识上，在材料的掌握上，比起写《伯牙琴》、《瑯环记》和《豢龙子》的时代，不知要高多少倍，但在一般的自然观上却走着回头路。我国历史上的各种唯心主义学派，今天在世界上都有它的代表者。例如，孟轲说"万物皆备于我"，今天就有人说："我们必须抛弃那种天真的观点：即认为有一个可称做'宇宙本身'的实体，认为宇宙会存在于心灵之外。"又如，邵雍、朱熹大搞宇宙循环论，以十二万九千六百年为一个周期，今天就有所谓"振荡模型派"，认为宇宙是爆炸、膨胀、收缩、崩溃、再爆炸这样一个循环圈。就连那个已被张载和王夫之批驳了的物质又生又灭论，现在也有新的翻版。因此，以马列主义和毛泽东思想为指导，总结我国历史上宇宙论领域中唯物论和唯心论、辩证法和形而上学的斗争经验，对于开展革命大批判和建立我们自己的学派，都是必要的。

光·合·作·用·问·题

论叶绿体在光反应中的作用

——关于光合作用催化电子理论与"双光说"的分析

上海植物生理研究所 范义积

〔提要〕 本文分析了"双光说"的错误；将化学物理的催化电子理论引入光合作用研究之中，并在这个理论的指导下，人工模拟叶绿体，实验成果超出了目前的国际水平。

植物的光合作用，是地球上唯一能大规模合成有机物质、放出氧气和贮存能量的自然过程，是人类所必需的食物的主要来源和能源的重要来源。人们研究光合作用的主要目的就是通过对光合作用机理的研究，促进作物高产，进而实现模拟光合作用，人工合成食物，以及探索新能源的来源。光合作用具体分为两种反应过程。一是光反应过程：叶绿体吸收光能后，把氧化型辅酶II还原成还原型辅酶II，把腺二磷和无机磷合成腺三磷。二是暗反应过程：利用光反应过程中产生的还原型辅酶II和腺三磷把二氧化碳转化为糖和淀粉等碳水化合物，这当中不需要光和叶绿体参加。关于暗反应，五十年代已经弄清了。关于光反应，至今还不太清楚。这个问题不搞清楚，就很难通过人工模拟叶绿体来获得还原型辅酶II和腺三磷，就很难实现人工利用光

能合成食物。因此，认识叶绿体在光反应过程中所起的作用，一直是世界各国的研究重点。

（一）

六十年代以前，世界上关于叶绿体在光反应中的作用问题众说纷纭。一九六〇年，世界上有三个实验室的权威们几乎同时提出了“两个光化学反应学说”（以下简称“双光说”）。既是权威，又是不约而同，所以“双光说”一问世就立即为大多数人接受，认为这个学说“可以说是归纳了几十年的工作”，“代表了六十年代的较普遍的思路”，是“大势所趋”，因而成为六十年代以来世界光合作用研究中的主流。无论是叶绿体在光反应中所起作用的理论研究或是人工模拟叶绿体的应用研究，基本上都没有超出这个学说设计的框架。

“反潮流是马列主义的一个原则”。我们自六三年从事光合作用研究以来，逐步认识到由国外那些权威们提出的这个“双光说”是大有问题的，它严重地阻碍着人们对叶绿体在光反应中所起作用认识的发展，必须用辩证唯物主义的观点对它进行批判。

首先，“双光说”的立足点就有问题。“双光说”渊源于美国人爱姆生对他本人双光实验所做的结论。这个结论说：“当波长较短时，量子效率（即叶绿体光合效率——笔者）是一常量，当波长超过某一值（爱姆生的实验为680毫微米）时，量子效率迅速降低，产生红降。当有一短波背景光时，开始产生红降的波长向长波方向移动，产生了增益效应（即叶绿体光合效率提高——笔者）”。为了进一步从理论上阐明这个实验结论，爱姆生、希尔等人提出了两个色素系统的假设，认为叶绿体内有一个专门吸收长波光和一个专门吸收短波光的两个色素系统，叶绿体如果单

独吸收长波光或短波光时，由于只能有一个色素系统起作用，所以光合效率低。只有叶绿体同时吸收一个长波光和一个短波光才能使两个色素系统同时起作用，光合效率才能提高。这两个色素系统的假设是“双光说”的理论核心。然而，作为两个色素系统假设立足点的爱姆生结论并没有全面地概括双光实验的结果。仔细研究这个实验的一系列数据可以发现：(1)叶绿体在吸收短波光时，其光合效率并非一个常量，而是一个变量，尽管它的变化要比吸收长波光时要小得多，但缓慢的变量和不变的常量毕竟是有着本质差别的。(2)当有一短波背景光时，长波部分的效率虽然提高了，但在有些条件下短波部分的效率却比原来降低了，产生了抑制效应。(3)叶绿体的光合效率不仅受背景光的影响，同时也受实验温度变化的影响，温度的变化可起与背景光同样的作用。不难看出，爱姆生实际是用孤立、静止、片面的观点对双光实验作出了一个形而上学的结论。而建立在这个结论上的“双光说”也只能解释增益效应，无法解释抑制效应；只能解释光的影响，无法解释温度的影响。从双光实验中产生出来的“双光说”，原来连这个实验本身都不能完全阐明。

从“双光说”引伸出来的一些推论也在后来的实验中碰了壁。“双光说”的一个推论认为，在光合磷酸化即合成腺三磷的过程中，叶绿体双光增益效应只能产生于非循环系统，而在循环系统中是不会产生的。而后来殷宏章等人的实验却证明：循环系统不仅发生了叶绿体双光增益效应，而且其增益效应比在非循环系统还大。“双光说”的另一个推论认为短波光只能联系还原反应，长波光只能联系氧化反应。而后来的实验则证明：氧化反应和还原反应之间并不存在不可逾越的鸿沟，在一定条件下是可以互相转化的，例如把气相中的氧换成氮或二氧化碳时，在长波光下，细胞色素就不是被氧化而是被还原了。“双光说”的再一个推

论是认为吸收光的色素系统只参与原初反应，对光合磷酸化没有影响。可后来梅镇安等人在实验中发现，在叶绿体具有不同成分时，不同的辅助因子的光合磷酸化的变化规律是不相同的，说明不能认为色素系统只起吸收光的作用。"双光说"的推论把循环系统和非循环系统割裂开来，把氧化反应和还原反应割裂开来，把原初反应和光合磷酸化割裂开来。这些推论也是形而上学的。

除了双光实验和检验推论的这些实验事实之外，"双光说"还有大量无法解释的现象。例如，它解释不了叶绿体的荧光、磷光规律，解释不了叶绿体的光电导性能，解释不了光诱导为什么能引起叶绿体体积和所在作用液 pH 值的变化。即使原来作为"双光说"一个实验依据的光色瞬变效应，随着研究工作的不断深入，也与"双光说"发生了矛盾。

"双光说"理论体系所暴露出来的这一系列严重矛盾，连支持这个学说的人也不能不承认。然而，面对这些矛盾，他们不去追查"双光说"的错误根源，不去重新审查它的正确性和可靠性，而是设法补漏洞，自圆其说。例如，"双光说"解释不了双光抑制效应，有人就假设了一个在远红光 730 毫微米处有一个专门影响抑制效应的未知色素系统加进去；"双光说"在光合磷酸化方面困难重重，有人就干脆把光合磷酸化作为又一个独立系统出现于"双光说"的理论体系之中。"双光说"解释不了温度对叶绿体光合效率的影响，那是不是要再加上一个专门控制温度的色素系统呢？然而，人们后来又发现，除了温度以外，背景光的光色和光强、光合磷酸化所用作用液的成分和浓度，都对叶绿体的效率有影响。照此看来，"双光说"要想自圆其说，就只能一个系统又一个系统地加下去，这同当年经院学派修补托勒密地心说的过程非常相似，地心说遇到一个矛盾，经院学派就给它增加一个本轮，一直搞了八十多个。地心说的本轮同"双光说"的系统都

说明了一个问题，它们增加得愈多，愈是说明了它们所依据的学说临近了崩溃的边缘。

（二）

研究叶绿体在光反应中的作用，归根结底就是要弄清光能是怎样通过叶绿体转化为化学能的，而要达到这个目的，关键在于认识叶绿体内部的真实结构。“双光说”的要害就在于它的两个色素系统是一种假设，没有反映叶绿体内部的真实结构，因而经不住实践的考验。

叶绿体内部真实结构究竟是怎样的呢？早在一九四九年，卡茨就从实验中得到了叶绿体具有半导体结构的看法。之后，阿诺德等人在一九五七年通过测量干叶绿体膜的热发光和电阻随温度变化的现象，托林等人在一九五八年通过研究绿色植物延迟发光对温度的依赖性，戈德希尔在一九六一年通过观察豆类叶片在叶绿素形成过程中的荧光和吸收，奥尔森在一九六四年通过电子显微镜的观察，都不断证实了卡茨的看法，都认为叶绿体是具有半导体结构的。

尽管有这么多人都获得了相同的看法，然而要把叶绿体具有半导体结构这一结论最后肯定下来也还有一个很大的障碍。这就是麦克克里在测量叶绿体光电导时，由于效率很低，特别是用电容法根本测不到光下电容的变化讯号后，于是便认为把叶绿体看成半导体是错误的。后来虽然有人驳斥过这种观点，但由于没有实验根据而缺乏说服力。

麦克克里的看法究竟对不对？在这个问题上我们有自己的实践体会。我们曾对电子束管荧光屏进行过一系列的研究工作，在这当中，对于某些典型半导体（例如某些硫化物）粉末荧光屏

用电容法测量它在电子束轰击下的电容变化时，也是往往测不到变化讯号的。因此，测不到电容变化讯号也并不能证明叶绿体不是半导体，麦克克里的观点是错误的。我们坚持认为，叶绿体具有半导体结构可以作为一个结论肯定下来。

叶绿体既然是一个具有半导体结构的晶体，那么，它在光反应中是如何起作用的呢？早在一九二七年鲍厄和纽维勒就提出过光合过程中叶绿体的作用有如氧化锌在光解水形成双氧水过程中的作用一样，但由于当时对半导体和半导体催化电子理论方面的知识都不成熟，因此这种提法没有引起人们的注意。一九六四年，我们根据在一系列的实验中观察到的现象，并考虑到典型的半导体如氧化亚铜、氧化锌等同时也是典型的催化剂，而叶绿体也是一种半导体，因此就把半导体催化电子理论引入光合作用研究中来。并于同年正式提出：光合作用中的光反应过程，就是在叶绿体这个半导体表面上进行的催化过程。

催化过程由吸附和脱附两个环节组成，先是反应物吸附在叶绿体表面进行反应，反应产物生成后脱附于叶绿体表面。在这当中，叶绿体晶格电子直接参加叶绿体表面上的化学过程，吸附的粒子和叶绿体晶格组成一个统一的量子力学系统。

吸附粒子的反应能力、反应速率决定于叶绿体表面费米能级的位置。费米能级位置的变化决定于叶绿体表面吸附情况及温度的变化。吸附的变化取决于叶绿体表面电子浓度和空穴浓度的变化。叶绿体表面电子和空穴浓度的变化受光及外加物理场等的影响。总之，吸附粒子的性质、光、温度、气相条件及其他一些物理场都将影响叶绿体表面费米能级的位置。

叶绿体在光反应中的具体催化过程是：当光照射到叶绿体这个半导体表面后，构成叶绿体的晶体吸收了光电活性频率的光，引起了表面电子浓度和空穴浓度的改变，造成了能带的弯

曲，使费米能级位置发生移动。而费米能级位置是整个催化过程的核心问题，反应的能力、速率以及反应类型都随着费米能级位置的变化而变化。

用光合作用催化电子理论的观点来看“双光说”所无法解释的那些现象，其实是都可以阐明的。例如，温度变化为什么会对叶绿体的光合效率有影响呢？因为温度的变化使费米能级的位置发生了移动，因而引起了反应能力、速率和类型的变化。除此而外，双光的增益和抑制效应、叶绿体的光电导性能以及光诱导引起的叶绿体体积和作用液 pH 值的变化、殷宏章和梅镇安等人的实验等等，都和吸附状况及费米能级位置的变化联系着，都可以用催化电子理论加以阐明，这里不加赘述。

一个自然科学理论能不能站得住脚，除了看它能不能解释现有的事实之外，更重要的是看它能不能预先推断出新的事实，并且经受得住实践的检验。

根据催化电子理论，叶绿体的催化能力是由它表面的费米能级的位置决定的。当叶绿体处于黑暗中时，按照量子力学的规律，叶绿体表面费米能级还是处于一定的位置，仍有一定的催化能力。由此便可以得出一个推论：叶绿体在黑暗中也有一定的催化能力。针对这个推论，我们进行了实验，以菠菜为材料，以磷酸化为指标，从比较叶绿体和线粒体二者的变化规律，确定了黑暗中形成的磷酸化的确是由叶绿体催化的，证实了这个推论。

根据催化电子理论，在电场、磁场、电磁场等外加物理场的影响下，将引起半导体表面能带的弯曲，形成势垒。这样势必引起半导体表面电子和空穴的浓度发生变化，费米能级位置将因外加物理场而发生移动，从此又可以得出一个推论：电磁场对叶绿体的催化能力有影响。对于这个推论，我们在一九六八年就初步观察到电磁场对大麦离体叶绿体希尔反应的能力有影响。

一九七二年，我们又重复了这一工作，经过实验确实证明了电磁场对叶绿体的催化能力有影响。

根据催化电子理论，还可以得出一个推论：在特定的条件下（指一定的作用液，一定的辅助因子及其浓度，一定的光强、光色等），弱光对叶绿体（包括载色体）的催化能力不仅不起促进作用，反而起抑制作用。抑制到催化能力比黑暗中还低。对于这个推论，我们也通过多次实验得到证实。

（三）

无论是“双光说”还是催化电子理论，都是为人工模拟叶绿体利用光能合成食物等服务的。因此，判断两个学说的正确和错误，光是停留在理论本身的范围内讨论显然是不够的，更重要的是看这两个理论在应用研究中取得的效果。

现在美、苏两国关于人工模拟叶绿体的研究，是以“双光说”为依据的。在美国，以王瑞骁为代表，用两个叶绿素光电池模拟两个光化学系统，虽获得了还原型辅酶II，但反应过程中必须用辅酶II的还原酶，没有脱离有机体。苏联以克拉斯诺夫斯基为代表，他们从一九六一年开始用无机半导体氧化锌、氧化钛和氧化钨模拟“双光说”的系统II，获得了还原醌和铁氰化钾。另外，在外加氢供体（抗坏血酸）和叶绿素存在的条件下获得了还原型辅酶I。还原型辅酶I虽和还原型辅酶II有些相似，但在光合作用中起作用的是还原型辅酶II，而不是还原型辅酶I。至于合成腺三磷的实验，附加的条件就更多了，有的要用叶绿体，有的要用高能的焦磷酸或偏磷酸盐，而焦磷酸必须加热到100°C，偏磷酸盐必须在强远紫外光下进行模拟反应。所以直到去年，克拉斯诺夫斯基还不得不承认在模拟光合磷酸化（即合成腺三磷）方面并未成功。

我们在一九七四年把光合作用催化电子理论应用于人工模拟叶绿体的研究。用氧化锌、氧化钛这些无机半导体模拟叶绿体作为催化剂，在光照下进行把氧化型辅酶II还原成还原型辅酶II的实验，经过几十次反复实验，于同年第四季度获得成功。今年二季度又以无机半导体模拟叶绿体，把腺二磷和无机磷在近紫外光下合成腺三磷，也取得成功。这两项研究成果，完全摆脱了对有机体及高能焦磷酸或偏磷酸盐、强远紫外光等条件的依赖，超出了国际水平，为人工合成食物开辟了一条新途径。同时，由于简单无机半导体要比有机体在反应过程中容易控制、观察，从而为深入揭示光合作用机理创造了有利条件。另外，地球处于还原状态时，近紫外光较强，地球表面可能存在这些无机半导体，因此，对于研究生命起源也具有重要意义。

我们人工模拟叶绿体的实验成功之后，再回过头来看美、苏的研究，发现他们人工模拟叶绿体之所以要附加那么多的条件，完全是受“双光说”束缚的结果。王瑞骁实验用的叶绿素光电池，实际就是在光电池上涂了一层叶绿素，没有这层叶绿素也同样可以起反应，但他一定要涂，而且要用二个，因为“双光说”规定了两个色素系统。克拉斯诺夫斯基只敢用无机半导体模拟系统II，不敢去碰系统I，也同样是受“双光说”的束缚。这又一次说明，不破不立，不打破腐朽的禁锢人们头脑的旧的理论体系，自然科学就很难向前发展。

目前，光合作用催化电子理论还在逐步完善过程中，用无机半导体模拟叶绿体的光合效率还比叶绿体要低。但最近，在上海人民化工厂的支持下，用了他们生产的半导体材料，在磷酸化方面的效率已比原来提高了三到四倍。所以，我们坚信，只要不断用马列主义、毛泽东思想武装头脑，把这一工作坚持下去，一定会取得新的更大的成果。

试谈光合作用研究的意义

曾 健 刚

在我们的地球上，生存、繁衍着三十多万种植物。每年，这些千姿万态的植物吸取二氧化碳和水，利用太阳光能，合成上千亿吨的糖、淀粉等碳水化合物，积累了上千亿亿大卡的能量，同时又释放出上千亿吨的氧气。植物的这种光合作用，是现在地球上唯一的大规模地把无机物转化为有机物、把太阳能转化为贮存化学能和把二氧化碳转化为新鲜氧气的过程。揭示并掌握光合作用的原理，对于我们认识自然界物质转化和能量转化的辩证规律，夺取农业高产、保护自然环境、利用太阳能源，有着重大的意义。

一

植物通过光合作用为动物界提供了植物性食物，为人类提供了粮食、蔬果、药材等丰富的生产和生活资料。动物吃了植物，又把植物光合作用合成的有机物转化为人类生活所需的肉、蛋、乳等营养品。这样，植物的光合作用在无机界与有机界之间架起了一条由此达彼的桥梁，使空气、水分和土壤中的矿物质等无生命的物质，转化为草木花卉、飞禽走兽和人类生命有机体的物质。从这个意义上说，地球上除个别具有光合功能的微生物以外，所有的生命活动都依赖于植物的光合作用。

从人类生产实践活动来说，光合作用与农业生产有直接关系。农业生产，实质上就是大范围地利用绿色植物的光合作用形成有机物的过程。人们在土、肥、水、种、密、保、管、工各方面采取的增产措施，实质上也都是直接或间接地创造有利于光合作用的条件，来增加作物体内有机物的积累。因此，进一步研究和利用光合作用原理，以最大限度地实现无机物向有机物的转化，是实现农作物增产的一条重要途径。

光照是促成作物把无机物转化为有机物的重要条件。我国全年光照最高地区是西藏高原，当地群众利用这个优越条件，大干苦干，近年来大面积种植冬小麦，获得普遍高产，出现了不少亩产超过千斤的田块。当然，植物对光照的利用是受到种种限制的，但不少地区实行合理密植和间作套种，不断改善光照条件，使作物捕获更多的光，产量就有新的增长。然而，发挥作物利用光能实现增产的潜力，还不限于此。目前产量较高的农田，对照射到作物上的全部光能的利用，也不过百分之一至二。我国科学工作者曾作过一个推算，在我国平均纬度的地方，一年里照射在一亩地上的日光能，相当于合成九十四万斤碳水化合物的能量。除去阴雨天和其他作物不能利用光能的因素之后，剩余的光能仍可使每亩地年产七万八千斤有机物。可见，通过提高光能利用率以促使农业增产的余地还大得很。

作物只有在外界无机物的充分供给的情况下，才能充分利用光能积累丰富的有机物。因此，为作物这个合成有机物的“化工厂”提供充分的无机“原料”，也是利用光合作用获取丰产的重要环节。二氧化碳则是其中最主要的“原料”。一株作物的干重量，绝大部分是通过光合作用由二氧化碳转化成的有机碳化物，从根部吸收的养料转化来的仅占百分之五到十。我国不少地方在开展光能利用的科学实验中，对覆盖着透明薄膜的农作物施

加二氧化碳，显著提高了有机物的合成，获得了增产效果。

农业生产是“露天工厂”，人工大范围地为作物生长提供充足的二氧化碳是有困难的。因而，提高作物合成有机物的效率，不仅要改善光合作用的外界条件，而且要从品种改革入手，改善作物内部的光合作用功能。植物在光合作用中吸收二氧化碳，放出新鲜氧气，又在呼吸作用中吸进氧气，放出二氧化碳。这种光照下的呼吸，叫光呼吸。它在光合作用形成碳水化合物的中间阶段，就将碳加以氧化，消耗的碳化物达三分之一以上。然而，起着“减产”作用的光呼吸，却蕴藏着作物增产的潜力。因为，如果设法把光呼吸量降低了，那就等于增高了有机物的合成量。事实上这也是可以办到的。“物之不齐”是绝对的。同是植物，不同种的光呼吸也有强弱之分。一些起源于热带的“四碳”植物，如甘蔗、玉米、高粱等，光呼吸弱，叶片结构也不同，能吸取空气中含量很低的二氧化碳，同一时期内生产的干重，比小麦、水稻、大豆等“三碳”植物高两倍。但是，三碳植物与四碳植物光合作用能力之间的界限，也不是固定不变的。即便同是三碳植物，不同的个体光呼吸程度也有差异。目前，我国有的农业科研单位已选育出光呼吸低的稻种，具有出叶快、叶色深和粒重增加的明显特点。这就有可能通过人工杂交、辐射诱变的方法，把光合功能低的作物品种改造成光合功能强的高产作物品种。

植物在光合作用过程中与外部自然界发生着的相互联系是多方面的。水分，是作物光合作用必不可少的基本原料，有充足的水分供应，作物叶片才能放开气孔，吸收更多的二氧化碳。光合作用也少不了肥料的供应。作物吸收了必要的氮肥，才能增加叶绿素，提高合成有机物的效率。另外，改良土壤、防治害虫、田间管理以及工具改革，都是保证作物有效地进行光合作用的基本措施。如果人们更深入地认识和掌握光合作用过程中物质

转化的外部条件和内在过程，更自觉地贯彻农业八字宪法，必能从自然界的阳光、空气、水分等无机物中索取更多的粮食，农作物增产的前景是不可限量的。

二

植物的光合作用，通过吸进二氧化碳，放出氧气，为生物界提供了生存的环境；动物和植物本身的呼吸活动，以及微生物分解植物的枯枝败叶和动物尸体的发酵活动，消耗着大气中的氧，又释放出二氧化碳回到大气中去，为植物光合作用提供了原料。这样，二氧化碳和氧之间不断地流动转换，形成生物与环境之间一定的平衡关系。

然而，人类的生产实践活动，又改变着自然环境。近代工业兴起以来，冶炼、发电、运输等过程中，燃烧大大加剧，消耗了大气中的氧，增加了二氧化碳。有人测算大气中的二氧化碳，目前每年大致以它现有含量的千分之二左右的速度增加。据此，资本主义国家的一些学者就耸人听闻地喧嚷：大气层中二氧化碳年复一年地增加，其中相当一部分不能进入生态循环，将会引起地球表面气温的上升，两极冰川溶化，上涨的海水将吞没陆地……。在他们看来，生物、人类与环境的平衡是绝对的、万古不变的。一旦这个平衡有所变化，那将灾难临头，导致人类和生物界的覆灭。

其实，自从地球上有了生物以来，生物界与环境之间从未有过什么固定不易的平衡关系。天地间一切皆流，一切皆变。现在大气层中氧的含量是百分之二十一，二氧化碳的含量是百分之零点零三。这个含量并非从来如此，而是在自然界的长期变化发展中建立起来的。当生命在原始地球上刚出现的时候，大气

层中没有什么氧气。后来出现了低等的绿色植物，通过光合作用才产生了氧气。生命活动冲破了旧的平衡，引起了环境的变化，大气层由还原性转变为氧化性。地理状况也跟着发生改变。环境的变迁，又为生物的进化提供了条件：一方面，氧气逐渐积累，一些原来处于厌氧状态的单细胞低等生物，产生了有氧呼吸的机能，发展成形态上非常复杂、庞大的高等生物；另方面，积累起来的氧，其中一部分转化为大气上层的臭氧层，象一道屏障，阻挡了一部分太阳紫外线等射线的辐射，原来生活在水层下的生物便有可能出海上陆，在陆地上繁衍发展。光合作用在地球自然发展史上的作用，表明了生物与环境之间的平衡是相对的，不平衡则是绝对的。不打破旧的平衡，就没有新事物的诞生，就没有发展，没有前进，也就没有今天的生物界和人类社会。

人类的生产实践活动打破了旧的生态平衡，但也可以为重新建立新的生态平衡创造条件。工业燃烧毫无节制地排放二氧化碳，污染大气层，会危害生物和人类，这是坏事。但任何事情都有两重性。二氧化碳又是植物光合作用所需的原料。人们利用植物光合作用，就能把二氧化碳转化成有机物，化害为利，变成好事。绿色植物群是庞大的天然氧气制造厂。人们通过大力发展农林事业，给大地铺缀上更多的绿色地毯，利用植物的光合作用来调节、控制大气中二氧化碳与氧的含量。当然，工业燃烧不仅产生二氧化碳，而且也排出其他有害气体，危害植物的生长，破坏光合作用的正常进行。但自然界里有不少绿色植物又是天然的消毒所，能吸收一部分毒烟、毒气，正常地进行光合作用。因此，具体结合环境保护工作，研究不同种类植物的光合作用的机理，因地制宜，因时制宜，大搞绿化，是能够使大气中增加的二氧化碳及有害气体得到控制的。此外，光合作用对控制水源污染也大有作用。水中藻类植物光合作用产生氧，能促进微生物分解

污水中的有机废物。可见，人们利用光合作用来净化环境，是大有可为的。

自然界事物之间的相互转化，不是在封闭的圈子里周而复始的循环过程，而是不断打破旧的平衡又不断建立新的平衡的发展过程。在社会主义制度下，工业的发展必将逐步控制和减少三废的产生，即使是增加了一些二氧化碳之类的三废，只要通盘规划，认真处理，是不难解决的。

三

太阳，给地球带来了光明和温暖，送来了非常巨大的能量。除了原子能的利用以外，**“现在在地球上起作用的全部能量，都是从太阳热转化来的。”**（《自然辩证法》）譬如，海水在日照下蒸腾为云，云化为雨，雨注入江河，江河奔流入海，提供了水力；大气受太阳热不均匀，寒、暖气流往返，由此产生了风力。但是，流水疾风倏忽即逝，能量不能贮存。植物的光合作用则不然。它在默默无闻地把无机物合成有机物的物质转化过程中，进行着把太阳能变为化学能的能量转化，并把能量贮存在有机物里。这种积蓄太阳能的特点，使光合作用担当了为地球上生命活动和人类生产活动提供能量的重要角色。动物和人吃了食物，都是直接地或间接地从植物中贮藏的太阳能获取生命活动的能量。古代，人们伐薪烧炭，燃火炼铁，实质上是利用植物体里储藏的太阳能。当前人类使用的煤、石油、天然气，其实都是远古时代由于地壳变迁而埋入地下的植物和动物变成的。也就是说，人们今天使用的能源，主要还是亿万年前古植物光合作用所积蓄的太阳能。

随着现代工业的发展，特别是资本主义掠夺式的采掘和大

量浪费，矿物燃料开采量不断上升。于是，帝国主义、社会帝国主义又喧嚷什么人类面临着世界“能源枯竭”的灾难。

自然界的能源真的会枯竭吗？否。就是蕴藏在地下的远古时代的太阳能，目前发现和利用的也还为量不多。况且现在太阳每天向地球倾泻下的巨大能量，还远远没有好好利用起来。有人计算过，一年里，太阳光透过地球大气层投射到地面上的能量，相当于七十亿亿度电能，其中植物光合作用所固定的太阳能相当于三百万亿度电能。而现在全世界每年消耗的能量仅为照到地球上的太阳能总量的万分之一左右，为植物光合作用所固定的太阳能总量的五分之一。目前，人们对太阳能的利用，还局限在小范围内，不能象植物光合作用那样经济有效地、大规模地把太阳能储存起来。研究植物光合作用原理，采取人工方法把光能以容易转化和利用的形式贮藏起来，则是大规模利用太阳能的重要途径之一。植物的光合作用过程，是由光能变为电能，由电能变为活跃化学能，再变为贮存化学能的一系列能量转化过程。它能利用光能把吸收的水分解为氢和氧。氢和氧则可以用来燃烧产生热能，而且燃烧后化合为水，没有污染之患。如果把光合作用原理研究清楚，有可能采取人工方法来利用太阳光能分解水分子，从中提取氢。这样，我们就能利用阳光和水这些取之不尽的能源来满足人类生活和生产活动的需要。

植物的光合作用，作为地球上物质能量转化的一个重要环节，同其他多种多样事物所发生的联系和产生的影响，从一个侧面反映了自然界一切事物的对立面，都是可以在一定条件下相互转化的，没有任何东西是僵死不动的和凝固不变的。“**转化过程是一个伟大的基本过程，对自然的全部认识都综合于对这个过程的认识中。**”(《反杜林论》)人们认识和掌握了自然界发展的辩证规律，就能够自觉地促成事物的转化，达到改造世界的目的。

毛主席指出过："只有现在的和历史上的反动的统治阶级以及为他们服务的形而上学，不是把对立的事物当作生动的、有条件的、可变动的、互相转化的东西去看，而是当作死的、凝固的东西去看，并且把这种错误的看法到处宣传，迷惑人民群众，以达其继续统治的目的。"帝国主义和社会帝国主义就是这种僵死的形而上学自然观的鼓吹者，他们散布"粮食危机"、"环境危机"、"能源危机"等悲观论调，不过是为了掩盖他们残酷的剥削和贪婪的掠夺造成劳动人民的饥饿、公害的四处蔓延和自然资源被滥用浪费的罪恶，掩盖他们的腐朽制度日益加深的政治经济危机。实际上，不是什么粮食和能源枯竭了，而是他们腐朽的社会制度枯竭了，不是什么"生态层正被推向崩溃"，而是帝国主义和社会帝国主义制度总崩溃的日子已经为期不远了。

"沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春"。在毛主席无产阶级革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命锻炼的我国广大劳动人民和科技工作者，正焕发出改造自然的伟大创造力，必将掌握和应用包括光合作用在内的愈来愈多的自然规律，以阶级斗争为纲，不断地向生产的深度和广度进军，把我们伟大的社会主义祖国建设得更加繁荣昌盛。

光能利用与作物高产

北京市农业科学院 于沪宁

“春种一粒粟，秋收万颗籽”。农业生产是农作物的光合生产。农作物从种子的萌发到结出丰硕的籽实，作物体内积累的大量有机物质，其干重的百分之九十以上是作物利用太阳光能通过光合作用同化二氧化碳的结果。因此，努力提高农作物对太阳光能的利用率，对于获得农作物高产有着很大意义。在“农业学大寨”运动中，北京市平谷县许家务大队，认真贯彻执行毛主席制定的农业“八字宪法”，以合理密植为中心，采取不同作物间套复种等耕作栽培措施，提高了作物的光能利用率，使单位面积产量连年迅速得到较大幅度的提高，一九六九年粮食亩产过“长江”，一九七一年超千斤，一九七四年达一千二百六十斤。一九七五年又大大向前跨进了一步，亩产超过一千五百斤，高产地的间套作物亩产接近双千斤。

作物的光合作用，是依靠作物体内的叶绿素吸收太阳光，在矿物质肥料的参与下把二氧化碳和水转化为有机物质。由于绿叶是作物光合作用的主要器官，因此，许家务大队种的小麦实行密植，增大田间作物群体吸收太阳光照的叶面积，对提高单位面积产量起了重要作用。相反，如果稀植的话，田块里作物群体的光合叶面积很小，不仅大部分阳光漏射在地面上不能充分利用，而且照射在叶面上的阳光，由于叶面的反射和透射而浪费掉了百分之二十。这样，无法利用的光量大约占总光量的百分之五十以上，自然要造成作物低产。

但是，任何事情都有个限度。密植，也不是愈密愈好。绿色植物的生理过程是由光合作用和呼吸作用组成的。光合作用，是吸收太阳能，把二氧化碳变为有机物的过程，起同化作用。它在光照强度高的条件下就会增强，反之则减弱。呼吸作用，是分解作物的有机物质，放出二氧化碳的过程，起异化作用。它在气温高的条件下就会增强，反之则减弱。当同化超过异化时，作物便积累有机物，生长发育；当异化超过同化时，作物消耗有机物，黄萎死亡。密植程度过高，植株相互遮荫挡风，造成田间通风透光不良。这样，一方面，群体外部和上层叶片拦截了大部分直射光，群体内部和中下层叶片只吸收到微弱的光，处于"光饥饿"状态，抑制了光合作用，阻滞了同化活动；另方面，农田作物层内的热量不能散发，株间气温升高，助长了呼吸作用，使异化活动加快。结果导致作物减产。因此，掌握一个合理的密度，对于发挥密植的增产作用，是十分重要的。许家务大队高产麦田返青后到抽穗期，最大叶面积指数①在六左右，通风透光尚好，只有轻微倒伏。而叶面积指数在七以上的麦田则群体下部郁闭严重，高温高湿下植株生长细弱，遇大风雨天气，就出现不同程度的倒伏现象。而要控制枝叶生长的密度，就必须把"密"与"管"结合起来：返青后生长初期以促为主，促使叶面积迅速而稳定地增长；生长中期要适当地控制，以免植株陡长，叶面积过度增大；生长后期防止叶片早衰，保持一定的绿叶面积，延长光合作用时间，增强后期同化作用。我们认为，如果做到作物生长盛期最大叶面积指数在六左右，整个生长期叶面积指数平均在四上下，相当于光合势十六至十八万平方米·日②，平均光合生产率③在八至九克/平

① 叶面积指数，就是单位面积土地上叶面积的倍数。

② 光合势表示作物生长期总共有多少平方米·日的叶面积进行光合生产。

③ 光合生产率，即单位叶面积的生产力。

方米·日，那么，可使北京郊区小麦亩产在千斤以上。

然而，单作田由于单一作物株形大致类似，生长速度基本一致，不可能既要最大限度地增加种植密度，又要田间充分通风透光。许家务大队巧妙地利用高秆与矮秆、宽叶与窄叶、喜光和耐荫、生长期不同的作物的差异性，实行间套复种，就解决了这个矛盾。他们在小麦垅里套种玉米，麦收后再套种高粱、谷子、豆薯类等作物，变单一群体为复合群体。这样，间套作田在下茬作物未套进前，种下茬作物的田垅就成了通风透光的渠道。有利必有弊。高矮秆作物间套作，高的占了通风透光的优势，对矮秆作物却带来了遮荫窝风的后果。然而，这个弊处也并非不可减小的。许家务大队采取适当加大高秆作物之间的距离，在高秆作物拔节抽穗前喷施矮壮素的办法，适当控制高秆作物的植株高度，就使矮秆作物改善了通风透光的条件。他们把合理密植与间作套种结合起来，缩小株距，加大行距，栽培的作物密中有稀，高中有低，使大田作物全天分层分时，交替轮流得到光照，变单一作物的平面用光为复合作物的立体用光，充分利用光照增多有机物的合成。间作套种，不仅能使作物充分吸收全天的光照，而且还能充分吸收全年太阳光照。科学研究告诉我们，光合作用速度随着光强增加而增加，但到一定的光照强度时，光强再增加，光合作用速度就不增加了。这叫做作物的光饱和。在接近光饱和的强光下，光合作用生产的有机物质最多。作物在从封垅到灌浆的生长盛期光饱和点很高，能充分利用光能。而生长盛期前后，作物对光的要求较低，不能充分利用光能。如果采取生长期“春旺”、“夏旺”、“秋旺”的作物交替套种，则田间终年有光饱和点很高、生长旺盛的作物群体，这就等于在单位面积土地上拉长了“生长旺期”，能充分吸收全年太阳光来进行光合生产。

光合作用过程中，作物与自然环境发生着多方面的复杂联系。因此，提高光能利用率，也不能孤立地抓光照这一方面。尤其是合理密植和间作套种改善了作物的光照条件，从而也相应提高了单位叶面积同化二氧化碳的能力。这时，如果二氧化碳供应不足，光能就不能充分用到光合作用上去，实际上就降低了光能利用率。大田作物光合生产需要的二氧化碳，来自土壤呼吸（也就是土壤中微生物在分解有机肥料的发酵过程中吸进氧气，呼出二氧化碳）和高层空气。一般在晴天白昼，作物光合作用需要的二氧化碳约为土壤呼吸的二十倍。因此，作物需要的二氧化碳主要来自高层空气。现在，空气中二氧化碳的浓度约万分之三。在标准情况下，每立方米空气中只有零点六克二氧化碳。而生长盛期每日每平方米农田的作物叶面需要一百克以上的二氧化碳，就要消耗高达一百五十米以上空气中的二氧化碳。科学研究表明，田间空气中二氧化碳浓度下降到常量的百分之八十时，光合作用效率有明显的降低。如果空气中二氧化碳经作物吸收后浓度低于常量的一半时，对二氧化碳浓度要求较高的小麦、水稻等作物光合作用就濒于停止。大田作物间的二氧化碳是通过空气的流动输送的。间套田块虽然在一定程度上改善了田间通风的条件，有利于二氧化碳的输送，但目前我们发现北京郊区高产田在生长盛期的光照强度高的情况下，株间二氧化碳的浓度常在万分之二左右。因此，二氧化碳供应仍不充裕，限制了作物光能利用率的进一步提高。当然，在目前的自然条件下，增加和保持田间有较高的二氧化碳浓度还有一定困难，但人们正在积极研究试用喷洒矿物质肥料碳酸盐、撒固体二氧化碳等方法增加二氧化碳浓度。现在，不是有人说工业生产中燃烧产生的二氧化碳日益增多而无法治理吗？如果创造一定的条件，这些二氧化碳正好可以收集来满足农作物光合生产的需要，

收到工业治废和农业增产一举两得的效果。另外，我国传统的施用有机肥料，也是提高土壤呼吸作用，增加田间二氧化碳浓度，提高光能利用率，实现农业增产的有效办法。

从以上几方面可以看出，在大田形成终年种植密度高、通风透光好，能够充分利用太阳光能和大量同化二氧化碳的群体作物结构，是夺得高产的重要条件。但是，群体是由个体组成的，个体的性状对于群体的结构有着很大关系。要进一步发挥密植间套在光能利用上的增产潜力，应继续选育适合密植的品种。矮秆品种就是其中之一。它株形紧凑，叶片短直而着生角度小，群体叶片相互遮荫少，通风透风好。它生育期短，形成最大叶面积快，叶面的绿色素含率高，生长盛期又有较多的光合功能绿叶。因而，它各个生长时期特别是生长盛期光合作用旺盛，单位面积产量高。同时，还要创育个体光合能力强的新品种，进一步实现高产稳产。

我国是世界上太阳年总辐射量比较丰富的国家之一。科学研究告诉我们，在最适宜的条件下，作物的光能利用率可达百分之二十五到三十五。但是长江、黄河流域亩产千斤的水稻、小麦生育期平均光能利用率也只有百分之一至二。因此，如何认真贯彻执行农业"八字宪法"，进一步提高作物的光能利用率，发挥农业增产的潜力，前面还有大量研究课题需要我们去解决，我们专业科技人员决心在群众性的大搞科学种田的活动中发挥积极作用，为实现全国农业学大寨会议提出的伟大战斗任务努力作出贡献，"用我们的双手艰苦奋斗，改变我们的世界，将我们现在还很落后的乡村建设成为一个繁荣昌盛的乐园。"

对光合作用认识的发展

殷 宏 章

植物的光合作用，不仅是现今地球上唯一能大规模地把太阳能贮存起来的自然过程，也是唯一能大规模地利用二氧化碳和水来合成有机物质并放出氧气的自然过程。迄今为止，它几乎为人类提供了全部食物和能源。因此，深入揭示植物的光合作用的内在机理，不仅对促进农作物增产有着直接的现实意义，也是实现大规模人工利用和贮存太阳能的一条有希望的途径。

远在古代，劳动人民在农业生产实践中，已经认识到植物的生长发育同阳光、空气和水分有着密切关系。《齐民要术》中就总结了一条经验："榆性扇地，其阴下五谷不植"。人们对植物的光合作用进行实验研究，则是在十八世纪七十年代开始的。当时，欧洲资本主义生产的发展，推动了人们对物理学、化学和生物学的研究，特别是气体化学的研究正处在活跃阶段。人们对空气的化学组成和物理性质及其与燃烧和呼吸的关系，进行了广泛的实验分析。一七七一年，英国科学家普利斯特利在研究空气和燃烧的关系时发现，植物可以恢复为蜡烛燃烧所损坏了的空气。他还做了一个实验，把一只老鼠放在一个密闭的玻璃罩里，老鼠很快就死了；如果把一株薄荷同时放进罩里，老鼠就可以活得久些。由此，他得出了植物能改善空气并使坏空气变好的结论。但是，也有人在重复他的实验时得到了相反的结果：植物不仅不能使坏空气变好，而且同动物一样，能使好空气变坏。

两年以后，这个矛盾的实验结果才被弄清楚。荷兰医生英根豪斯的实验证实，“植物有使坏空气解毒的能力”，不过“这种惊人的作用并不是由于植物的生长，而是由于照射植物的太阳光的影响”。并且发现，这种作用是由植物的绿色叶片和枝条进行的。它们在阳光照射下，不断放出氧气，使空气净化变好；相反，在暗中及夜间，则同动物一样，能使空气变坏。他的这项工作发表于一七七九年。

十八世纪末，许多人都对植物与改善空气的关系问题进行了探索。一七八二年，瑞士牧师悉尼比尔发现，在这个过程中，还有一个重要因素即二氧化碳的参与。他说：“植物在太阳光下放出的气体，是植物利用太阳光转化固定空气（即二氧化碳）的产物。”后来又有人发现除二氧化碳外，水也参与了这个过程。

经过一系列实验，英根豪斯把人们对植物与光、空气（氧、二氧化碳）和水的关系的认识，概括成一个公式：

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{绿色植物}]{\text{光}} O_2 + (CH_2O)$$

这个公式用化学的语言说明：植物的绿色部分，在太阳光照射下，吸收二氧化碳和水，合成碳水化合物等有机物质，同时放出氧气。这就是植物的光合作用。这个科学的抽象，初步反映出这个自然过程各个侧面之间的联系，在认识上实现了一次从分析到综合的飞跃。

如果在这个基础上，继续深入下去，把理论研究与生产实践联系起来，对光合作用的认识就会迅速发展。但是在整个十九世纪，对光合作用的认识并没有取得重大突破，甚至光合作用这个名称，也是到十九世纪末才正式提出来的。究其原因，固然在于这种研究远离了当时的农业生产实践，得不到社会需要的强大推动，但形而上学思想方法的束缚，也是研究工作进展的严重障碍。

当时，光合作用研究者的主要着眼点是寻找植物光合作用最合适的环境条件。这些“条件”本来是相互联系、相互制约的，为了考察各个条件与光合作用的相互关系，不仅允许、而且必须首先把某个因素“孤立”起来，撇开它同其他因素的联系和相互作用去进行实验分析，但是把这种“孤立”绝对化，忘掉了各个因素之间的联系，就必然会陷进形而上学的死胡同。在光合作用的研究中，许多人用单因子分析的方法，做了大量实验，也积累了不少资料，但是只见树木，不见森林，实验结果混乱，相互矛盾，甚至同一个人的工作也前后不一。造成这种混乱状况固然与技术条件有关，但主要是形而上学的思想方法和研究方法造成的恶果，即用孤立的、静止的、片面的观点去分析问题，孤立地强调光强、温度和二氧化碳等单个因子的数据，忽视各个因子之间的联系，结果只能是如堕烟海，抓不住主要矛盾，也就无从发现解决问题的途径。

这种混乱状况，直到二十世纪初，才有所改变。一九〇五年，英国植物生理学家勃莱克曼综合了前人的研究成果，对影响光合作用速度的各种环境因素之间的相互联系和相互影响，进行了具体分析，发现了限制因子定律。他指出：“当一个过程的速度受若干不同的因子影响时，它的具体速度是受其中最慢的因子的步伐限制的”。例如，在弱光下，光合作用的速度受光的限制，必须提高光的强度，才能提高光合作用的速度；当光的强度提高到一定程度以后，二氧化碳浓度就显得不够了，成了限制因子，必须提高二氧化碳浓度，才能提高光合作用的速度。总之，所谓最适合的光强、最适合的温度、最适合的二氧化碳浓度等等，都是相对的，不是绝对的，不是一成不变的，而是随着其他有关因素的变化而变化的。自然界本身的辩证法冲破了人们头脑中的形而上学，使人类对光合作用的认识向前迈进了一步。但

是，资产阶级自然科学家们，包括勃莱克曼在内，单纯通过科学实验是不可能自觉地同形而上学世界观彻底决裂的。他们的阶级性决定了他们在科学实验中继续因袭旧传统，把单因子分析的方法看成绝对的。至今这种旧传统还束缚着许多人的头脑，妨碍着自然科学理论研究的顺利发展。

本世纪二十年代，人类对光合作用的认识，开始从外部联系深入到对内部机理的探讨。这时，人们还没有办法把光合作用这个"黑箱子"打开，只能从外部联系出发，来探索内部机理。这就需要新的实验技术条件，原来那种形而上学的单因子分析方法，也显然不中用了。

1919年，德国生物化学家华勃创制了华氏呼吸器。这种仪器能灵敏地测量出气体交换情况，它比原有的测量仪器灵敏得多（从以毫升计算，提高到以微升计算），测量时间从几小时缩短到几分种，避免了细胞生长和其他代谢活动对实验观测的干扰，为认识上突破前人界限提供了新的工具。实验证明，温度对光合速度的影响是随光强而变化的。在强光下，温度系数大（Q_{10}*≥2），光合速度受温度的影响大，在一定范围内，随温度提高而加速；在弱光下，温度系数小（Q_{10} 约等于1），光合速度不受温度的影响，从而发展了限制因子定律，证实了华勃等人的推论，即光合作用至少包含两个步骤：一个是"光化学反应"，需要光；一个是"暗反应"，与温度有关；两者交替进行。在强光下，光化学反应很快，整个光合速度受暗反应的限制，因而随温度增高而加快。在弱光下，整个光合速度受光化学反应的限制，所以不受温度的影响。后来的间断照光实验和闪光实验，进一步证实了这个推论。

华勃等人的工作开创了探索光合机理的新阶段，对现代光合作用研究产生了深远的影响。但是，也使后来的工作相对地

* 指温度增加10℃时，反应速度增加的倍数。

忽视了植物生理生态以及整体与群体方面的研究，离开生产实践就更远了。

同时，华氏呼吸器的广泛应用，也使人们只注意氧的释放，是否放氧就成了光合作用的标志。这本来是合理的，但把放氧绝对化，合理的变成不合理的，结果对光合机理的探索起了阻碍作用。

三十年代初，荷兰生物学家范·尼尔发现，有些细菌能在无机培养剂中生长，需要二氧化碳、硫化氢和光，但是不放氧。这个过程和绿色植物的光合作用很相似，唯一的不同是不用水做氢的来源，而用其他氢供体，并且不放氧。当时，华勃已经成为光合作用研究的权威，在植物生理学界影响很大。他坚持以放氧作为光合作用的关键标志。这些细菌在光照下既然不放氧，他就不考虑对细菌光合作用进行研究。许多迷信权威的人，也随声附和，对细菌光合作用表示怀疑和否定。直到一九四〇年，人们进一步发现细菌光合作用和植物光合作用可以相互转化以后，细菌光合作用才得到公认。现在已经弄清楚，这两种光合作用的内在机理大部分是相同的。在生物进化过程中，细菌光合作用是原始的低级形式，植物光合作用则是较高级的形式。这说明光合作用也有一个从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。

细菌光合作用的发现和深入研究，同样是光合作用认识史上的一次重大突破。它扩大了光合作用研究的领域，开辟了比较研究的新途径。有比较，有鉴别，才有发展。细菌光合作用本身，就是比较研究的产物，就是在呼吸作用和发酵作用等代谢过程的本质的启发下发现的。当时，对这些过程的研究已经取得很大进展，并分为两个学派：一派注重氧的活化，另一派着重氢的转移。范·尼尔就属于后一派。因此，他偏重从氢的转移这个方面来探索光合机理。现在已经研究清楚，这些代谢过程，本质上都是一系列氧化还原反应的组合，都可以看作一个氢转移

的过程。发现这种同一性，对于进一步探索光合机理是有重要意义的。四十年来，通过比较研究，无论在色素的结构与功能方面，在光合器即叶绿体的结构和功能方面，以及各个部分反应的顺序和机理方面，都取得了显著进展。

事实上，光合作用中氢的转移和氧的活化，是同一个过程的矛盾着的两个方面，二者的对立统一才是真理，执着一个方面把它绝对化，排斥其他方面必然导致谬误。华勃片面强调氧的活化，反对有所谓细菌光合作用，妨碍了新生事物的成长。但是，前车之覆，并没有促使后车引为鉴戒。当细菌光合作用理论经过斗争改变了受压抑的地位，赢得公认以后，在植物生理学界又出现了新的片面性，把注意的中心转向二氧化碳的同化。一九三九年，英国生物化学家希尔发现：离体叶绿体光下能放氧，但不能还原二氧化碳。对此，那些二氧化碳同化论者根本不重视，结果这个发现被冷落、压制了十多年之久，直到进一步发现希尔反应在一定条件下，可以还原二氧化碳时，才受到人们应有的重视。

希尔反应的发现，打开了光合作用的“黑箱子”，把叶绿体从细胞中分离出来，在细胞外进行光合作用的研究，这就摆脱了其他生命活动的干扰，使光合机理的探索从生理领域进入生化领域，为进一步深入到分子水平进行实验分析开辟了道路。同时，现代科学技术的迅速发展，也为探索光合机理创造了许多新的认识工具。光合碳循环就是利用新的实验技术，对光合作用的暗反应进行精密实验分析所取得的重大成果。四十年代，人们同时采用同位素示踪和纸谱层析实验技术，对光合作用的暗反应部分进行了深入细致的研究，分离出同化二氧化碳过程中的十几种中间产物，排出了它们出现的次序，综合出一个碳循环过程。以至又有人认为，碳同化的问题已经完全解决，再也没有什么重要问题可以研究了，最多是填漏补缺而已。其实，真理是过程，人

的认识是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。科学认识的每个终点，只能是踏上新的认识的起点。列宁说："**认识是思维对客体的永远的、没有止境的接近。自然界在人的思想中的反映，应当了解为不是'僵死的'，不是'抽象的'，不是没有运动的，不是没有矛盾的，而是处在运动的永恒过程中，处在矛盾的产生和解决的永恒过程中的。**"（《列宁全集》第38卷，第208页）六十年代，人们又发现了某些植物（如玉米、甘蔗等）有新型碳循环——四碳双羧酸循环。这个新发现证明，那种认为在光合碳循环方面再也没有什么重要问题可以研究的看法，是形而上学的、停滞的、无所作为的观点。五十年代期中，人们又发现了光合磷酸化反应，它发生在同化二氧化碳以前和光解水放氧之后，是光合作用的中间步骤。它同希尔反应和碳循环联在一起，构成了一个完整的光合作用过程。

至此，人类对光合作用的认识是否已经完成了呢？没有，远远没有。这种认识有待于深化，有待于揭示新的、更深刻的本质。

六十年代以来，人们利用现代科学技术发明创造的各种新的认识工具和精密的测试技术，诸如有很高分辨率的电子显微镜和其他精密光学技术及各种现代生化技术，使人们对光合器叶绿体的结构和功能的认识进一步深化了。人们发现，叶绿体一般有两种膜：一种是把叶绿体同细胞其他部分分开的外膜，另一种是在叶绿体内部的片层膜，与叶绿体的能量转化功能有密切联系。光能被叶绿体吸收后，就是通过片层膜，一步一步地转化为电能和化学能，并贮存在有机物的化学键里的。这个能量转化过程的机理，也有待于人们进一步加以探索。关于光化学反应的机理，同样有待于人们进一步加以探索。五十年代末，人们发现，叶绿体单独吸收长波光或短波光时，光合效率都很低，如果同时吸收长波光和短波光，光合效率就显著增加。这就是

双光增益效应。同时又发现，植物的色素有不同的性能，有些在短波光照射下还原，而在长波光照射下氧化，从而在六十年代初人们提出了两个光化学系统和两个色素系统的假说。现在，这个假说已经成为概括光合作用的总图式和进一步探索光合机理的占主导地位的学说。但是，它毕竟是以有限数量的事实和观察为基础的。新的实验事实必将推动这个学说进一步发展，或者被新的理论所代替。现在，人们已经能在分子水平以至电子水平上去探索光合作用的内在机理了。随着科学实验的发展，人们必将更深刻地认识光合作用的本质及其规律。

二百年来，对光合作用的认识，是沿着一条错综复杂的曲线发展的。在这样曲折、复杂的认识过程中，人们依据某些实验事实所提出的各种理论、学说，往往难免会有各种各样的片面性。因此，对这些理论和学说，不论是学术权威提出的，还是小人物提出的，都必须进行具体分析；盲目地崇拜国外名流，不加分析地肯定一切或否定一切都是错误的。在人类认识光合作用的历史上，不少新发现和新理论，开始的时候，常常受到压抑，得不到多数人的承认，必须在斗争中曲折地发展。因此，在科学工作中认真贯彻百家争鸣的方针，提倡不同学派之间的自由争论，支持新生力量，支持科学上有创造性的新思想、新理论参加争鸣，对促进科学的发展是很重要的。

我们搞自然科学理论研究的，一定要认真学习马克思主义，逐步学会在科学研究工作中自觉地运用唯物辩证法，对具体问题作具体分析，力戒片面性，力求全面性，既要看到问题的正面，又要看到问题的反面，在注意到一种主要倾向的时候，也要注意可能掩盖着的另一种倾向，破除迷信，解放思想，在唯物辩证法这个认识上的显微镜和望远镜的指引下，形成自己的学派，更好、更快地赶超世界先进水平，争取对人类作出较大贡献！

·调查报告·

正在前进，继续前进！

——农业机械化调查札记

上海县革命委员会调查组

近年来，上海县的农业机械化发展得比较快。全县的耕地、灌溉、植保、稻麦脱粒、农副产品加工、水陆中途和长途运输，都已基本上实现了机械化和半机械化。在解决“四弯腰”方面，也取得了很可喜的进展。一九七四年，全县因采用农业机械而节约的劳动时间，相当于八万一千五百个劳动力，换句话说，全县的农村劳动力等于增加了三分之一。

农业的根本出路在于机械化。农业机械的采用，劳动力的解放，就有可能更好地向生产的深度和广度进军。耕作制度和耕作技术的改革开展了，过去无力举办的多种经营逐步办起来了。由于实行了机械化，从一九七〇年以来，全县十八万亩粮田全部改种了三熟制，从一九七三年起连续两年粮食常年亩产翻《纲要》。一九七四年全县人民公社包括工业在内的多种经营收入，达到一亿四千八百多万元，比一九七〇年增加了一点三五倍。社员群众深有体会地说：“听毛主席的话，搞了机械化，才有三熟制，才有粮食大增产和多种经营的大发展。不然，劳力很紧张，不要说一年种三熟，就是连两熟也种不好，更不要说象现在那样抽出六万多劳动力开展多种经营了。”

用农机的人造农机

上海县的农业机械化，是在国家的支援下，依靠群众，自己动手，由小到大干出来的，是与刘少奇修正主义路线斗出来的。实现机械化的过程，充满了两条路线的斗争。

早在人民公社化初期，在毛主席革命路线指引下，广大农村基层干部和社员群众，自己动手，自力更生，开展了轰轰烈烈的农机具改革运动，试制了不少半机械化的新式农具。而刘少奇一伙却搞什么“国家出钱，农民种田”，用进口洋机器破坏自力更生办农机的群众运动。一九五九年，作为农业机械化试点单位之一的上海县七一公社，在一个多星期里竟调进了大型拖拉机、康拜因联合收割机、脱粒机等价值二十多万元的农业机械。这些洋机械根本不适应当地水田耕作条件，零件坏了也配不到，结果变成了“受气机”。马桥公社也被强迫购入大批仿洋的农业机械，一夜就运来每台价值一千元的脱粒机七十三台，不仅价格高，而且根本不能使用，最后也成了一批摆设。但是，他们却倒打一耙，污蔑贫下中农说，“拖拉机，买不起，用不了，管不好。”并乘机大砍县、社自力更生办起来的农机修造工业。在这条修正主义路线影响下，全县十八个社办农具厂一下子被砍掉了十一个。马桥公社农具厂制造了一百四十台手扶插秧机，也被下令全部拆掉，而且宣布工人每拆一台“赏”洋三角。人民公社初期出现的机动插秧机、机动拔秧机等许多种大有希望的农业机械的雏型，有的被判处死刑，有的被打入冷宫。

在无产阶级文化大革命中，全县广大干部和群众批判了刘少奇推行的修正主义路线，进一步激发了自力更生办农业机械的积极性，他们激动地说：“我们不能等、靠、要，我们要自力更生

干、闯、造！”

群众行动起来，掀起了轰轰烈烈大办农业机械的热潮。群众出题目，群众搞科研，专业人员与群众一起设计制造，试验提高。插秧机手看到稻田开沟要花很多劳力，就开动脑筋想办法，在插秧机的底板下装了一只船式挖沟器，使插秧机能边插秧边开沟。服装厂的老职工，在踏缝纫机时，看到机头下压布齿轮“哒哒”地将布送向前，联想到拔秧机可以仿照这个原理输送秧苗，于是绘制了草图，送到县农机研究所。……全县农机研究项目从原来小改小革发展到三十多个重要项目，七十四个品种，其中已经成批生产的有小底盘割晒机、小底盘盖麦机、电动泥浆泵、链齿式开沟犁、黑光灭虫器、链型脱粒机、电动吸泥船、小苗带土移栽机等八种。

这两种经历，生动地说明了一个真理，在修正主义路线毒害下，光袖手等，不动手干，就一事无成。等到了洋农机，也派不了用场，下了田，得“前面给它开路，后面给它擦污”，忙了半天，翻坏了土地，受尽了气。自己动手，自力更生，情况就完全不同。“一颗红心两只手，自力更生样样有。”造出来的农机，不仅能较好地适应当地自然条件和耕作习惯，充分发挥农机的优越性；而且可以从需要出发，分清轻重缓急，把力量用在刀口上。在这个过程中，还可以形成一支土生土长的农机制造和修理的技术骨干队伍。即使再出现象三年自然灾害时期硬把农机从公社夺走的修正主义领导，只要有创造农机的群众在，有自力更生的传统在，就会有新农机，而这些是永远也夺不走的。

抓主要环节

列宁指出：“你要抓住整条链子，就必须抓住主要环节”。

(《俄共(布)第十一次代表大会》)农业机械化这一项艰巨而伟大的事业，是由许多环节组成的。为了把整个链条带动起来，就要抓住它的主要环节。什么是农业机械化的主要环节呢？就是看它是不是能使党关于农业机械化的路线、方针得到很好的贯彻。根据上海县的实践，在当前，主要环节就是发展社队工业。发展了社队工业，农机制造以地方为主的精神才能落实。现在，全县已有四十二个县、社、队企业能够制造中小型农机具。我县农村使用的四十七种主要农业机械中，有三十四种(占百分之七十二)是县、社、队企业自行设计和制造的。这些农机，都是中、小型的，适合当前农村经济水平和制造水平，易于推广，见效也快。新泾公社农机厂从广大社员对摆脱肩挑的迫切愿望出发，走自力更生的道路，试制成功了一种电动泥浆泵，可以抽水，也可以抽粪、抽泥浆，既适用于蔬菜地区，也适用于粮棉地区；既适用于农村，也适用于城市。经反复研究提高，现已正式列入国家定型产品的生产计划，年产两千台左右，除本市外，还供应兄弟省、市一部分，支援第三世界的一些国家。

发展了社队工业，为社、队积累了资金，购置农业机械以集体为主的精神也得到了落实。全县农业机械化的资金绝大部分是集体自己提供的，其中社队工业的积累起了重要作用。十年来全县农业机械化资金来源的变化，就很能说明问题。一九六五年，全县各大队基本上还没有办工业，对农业机械化的投资，平均每个大队仅一百五十元左右，只够买六只人力喷雾器；而到一九七四年，由于队办工业的迅速发展，大队一级经济进一步壮大，对农业机械化的投资也大大增加，平均每个大队达到七千多元，可买三台手扶拖拉机，这还不包括社办工业对大队的支援。

有人不相信发展社队工业对于促进农业机械化有着重大意义，认为一些资本主义国家的农业机械化都是靠的大工业。他

们不懂得无产阶级在处理各项政治、经济问题时，有着自己独特的方法，**“我们使用资本主义社会根本不会使用的方法来解决问题！”**（列宁：《俄共（布）第九次代表大会》）资本主义、现代修正主义的农业机械化，是掠夺农民，把大批农民残暴地从土地上赶走，他们当然不会象我们这样依靠广大农民群众，自己动手，建立中小工业，在大工业的支援下发展农业机械化。实践证明，抓了社队工业，农业机械化步伐就快；不抓社队工业，办农业机械就步履迟缓，即使搞了点农业机械，也是背着沉重的包袱。诸翟公社红星大队，因为工业办得比较差，这两年购买农业机械，主要靠国家支援和向公社借贷。与此相反，杜行公社亭子大队，队办工业搞得好，一九七〇年以来积累资金二十八万余元，购买了中、小型拖拉机十台，插秧、收割、脱粒、喷雾等农业机械二十多台，还完成了许多项农田基本建设，使农业生产大幅度上升。社员们称赞说：“社队工业为农业机械化装上了翅膀。抓社队工业，算是抓到发展农业机械化的关节上了。”

新农机也要不断革新

农业机械被创造出来以后，不是它的运动过程的终点。随着广大社员群众社会主义积极性的日益提高，农业生产从品种到农艺都在日新月异地发展着，变化着，因而农业机械也要不断革新，以适应这种变化了的情况。在上海县，有的农活，几年前就已经实现了机械化，但现在这种机械化程度又不能满足要求了。如灌溉，是各项农活中最早实现机械化的，这几年来，随着三熟制面积的扩大，提出了多灌水、快灌水、日灌夜排（或夜灌日排）以调节田间温度的要求，而现在的灌溉设备，灌一次就要两三天，很不适应。有些农业机械早已定型，用之有效，但由于农

艺的要求发展了，“有效”就变得不够有效了。如大拖拉机，当它代替牛犁时，是“杀”出了威风的。今天，根据许多高产单位的经验，需要深耕八寸到一尺，而大拖拉机只能耕五寸到六寸，为了保证高产，有的生产队就干脆撂下拖拉机，又改用人力垄。全县的粮食高产单位之一马桥公社俞塘大队，近年来在“三秋”中用人力垄的面积都在三分之一以上。还有另一类农业机械，虽然刚刚诞生，而农艺发展得很快，新产品又跟不上了。如适宜于插小苗的东风1.7型插秧机，由于现在对秧苗长度的要求有了改变，就全部用不上，只得返厂改制。

以上三种情况说明，不论是新产品、定型的老产品还是已经完全机械化了的农活，都不能一劳永逸，都要不断革新。如果停止下来，不再革新，就会发生如同从拖拉机耕地到用人力垄的那种暂时的倒退现象。因此，当我们在肯定农业机械化的迅速发展，肯定新的农业机械正在日益促进农业生产发展的这一面时，也要看到它还存在着与农业发展不适应、有待进一步发展的另一面。在肯定的事物中包含着自己否定的因素，这是唯物辩证法的正确理解。

从专用农机到一机多用

随着集体经济的发展，农业机械日益由少到多。一个生产大队，大大小小的农机有几十种，摆起来一大片，走起来一长串，这是很动人的。但是，由此也产生了新的矛盾，它们占了许多房屋、资金和农机人员，对于进一步发展农业机械化是不利的。现实提出了一个迫切问题：让农业机械来一次由多到少的变化，这就是改革农机，从专用农机到一机多用，使一种农机能担负起几种不同农机的使命。过去，由没有农机到有农机，由农机较少到

农机较多，是一个艰苦的革命过程；今天，农机由单用到多用，是一个更困难的任务。一机多用，在构造上是由简到繁，在品种上是由繁到简，在机械化的程度上是由普及到提高。一机多用，是农业机械化水平进一步提高的表现，它对于农机的制造水平、维修水平、操作水平都提出了新要求。现在，一些农业机械化发展较快的地区，正在开始解决农作物从种到收的各种机械配套问题。在上海县，三麦从种到收以及出售，共需要十七种机械，已经制造成功或基本成功尚待改进的有十一种，半解决的两种，还未解决的是四种：播种、条播麦田的中耕、烘干、装袋进仓。水稻作物方面需要配套的机械共十五种，已经制造成功或基本成功尚待改进的九种，半解决的两种，未解决的是四种：育秧、拔秧、耘耕、装袋进仓。蔬菜生产共需九种机械，已基本上制造成功的有六种，未解决的是三种：移栽、播种、收摘。养猪机械共需六种，已制造成功的有四种，半解决的一种，未解决的一种：喂料。当然，某一种机械的制造成功还不等于某一项农活已实现机械化，这里还有一个推广普及的问题。在继续试制缺门农机时，如果不及时提出一机多用问题，势将出现单机大量增加，社队经济负担日益加重的情况，对发展农业机械化是不利的。对于那些使用时间很少的机械，如盖麦机、压麦机，虽然是必需的，但是一年中只用两、三天，利用率很低，尤其需要实行一机多用。

最近闭幕的全国农业学大寨会议，使广大干部和社员受到极大鼓舞。他们纷纷表示，要认真学好无产阶级专政理论，坚持党的基本路线，大干快上，努力提高农业机械化的水平，争取象大寨那样，为国家做出更多的贡献。

机械化促进了农副两旺

——薛家厍生产队的调查

莘 农 文

有些同志担心，地少人多的地方，实行机械化以后，解放出来的大批劳动力没有出路。其实，出路广得很。请听听薛家厍生产队社员们的回答吧："只有实现机械化，才是农业的根本出路！只有通过机械化把大批劳动力解放出来，才能更好地向生产的深度和广度进军，农、牧、副业全面发展。"

薛家厍是上海县新泾公社天山大队的一个生产队，同市区天山新村相毗邻。全队一百六十六户，五百六十六人，三百二十八个劳动力，三百零一亩集体耕地，每人只有五分三厘地。这个人多地少的生产队，农业机械化水平在全县是数一数二的。一九七四年，全队有手扶拖拉机、插秧机、植保机、泥浆泵等各种动力机械十四种，三十六台、件，喷雾器、劳动拖车等非动力机械一百十三件。不但机耕与电力灌溉面积已分别达到耕地总面积的百分之九十五和百分之一百，追肥、浇水、田间运输、稻麦脱粒、粮菜植保、饲料加工等，也都基本上实现了机械化或半机械化。实行机械化，大批劳动力得到解放。以一九七四年为例，各种机械操作所提高的劳动效率，与机械化以前相比，共计节约了三万七千工。按全队整劳力和半劳力平均出工日计算，等于增加了一百四十五个劳动力，超过劳力总数的五分之二。然而，这个

生产队的劳动力不仅没有过剩，而且还嫌不足。那么多的劳力投放到哪里去了呢？

精耕细作，向土地索取更多的财富

劳动力解放出来以后，就能更好地改革农艺，精耕细作，增加复种指数，提高产量，扩大蔬菜品种，使地少相对地变为地多。拿种黄瓜来说，过去因劳力不足，农艺简单，一般只是排秧、移栽、搭棚，最后浇浇水就算数了，每亩投放四十工左右，亩产量不过三十担上下。现在一部分劳力解放出来了，除了原来的那些措施外，就可以增加河泥育秧、拉稀（一棚秧苗拉成三棚）、塑料布覆盖等措施，亩产量达到六十多担，而且能提早上市，这就等于把一亩地变成了二亩。过去蔬菜田里插种很少，农业机械化大发展以后，插种逐年增多。连一向不插种的春土豆、秋土豆以及春花菜田，也全部插种上蓬蒿、鸡毛菜和生菜，提高了土地的利用率。一九六五年，蔬菜复种指数为三点五次，一九七四年提高到四点五次。也就是说，仅这一项，就相当于增加了四分之一的菜地。

城市人民希望能吃到较多品种的蔬菜，更欢迎质优价廉的细品种蔬菜。但多品种、细品种都很费人工，没有足够的劳动力是办不到的。这个生产队种植捂芹的过程，就是生动的一例。一九六九年，只种了十五亩，下种七、八天后，每天要花三十个人工浇水催芽，当时抽不出这么多劳动力，就有三分之一的芹苗没有出土。长到三十天左右，要花三百个人工捂土，当时又抽不出这么多劳动力，结果捂芹没有长好。一九七四年，他们种了三十五亩捂芹，因劳动力充足，精心管理，亩产达八千八百多斤，质量也很好，受到城市居民的欢迎。细品种蔬菜的播种面积，一九六五年只有九十二亩，一九七四年则扩大到一百六十五亩。蔬菜品种，也

由一九六五年的三十四个增加到一九七四年的四十四个。品种增加了，平均常年亩产也在增加，一九七四年达到一百三十三担。

为了少吃国家统销粮，在保证蔬菜产量、品种的基础上，从一九六四年起，他们划出三十九亩菜地，改种粮食。从来没有种过粮食的十几名社员，边学边干，一九七四年的常年亩产达到了二千一百多斤。

解放出了更多的劳动力以后，还为开展群众性的科学实验创造了条件。一九七〇年以来，这个生产队成立了十七个人的蔬菜科学实验小组。这个小组有土地十五亩，苗棚一百间，冬天以培育蔬菜秧苗为主，春天以实现早熟高产为主。一九七五年春，科学实验小组种三亩番茄，亩产量八十多担；三亩黄瓜，亩产量八十担，都比大田高四分之一。

为发展多种经营创造了有利的条件

踏上通往薛家厍的路，一排排整齐的猪棚映入眼帘，从南到北共二十排、一百九十三间，只只棚内都是肥壮的猪猡。公猪和母猪也是自己喂养。一九七四年，全队饲养生猪二千四百四十六头，平均一亩地达到八点一头，上市一千一百头。今年饲养量接近三千头，预计可上市一千五百头。一九七四年，共积猪粪七万担，平均每亩施二百四十担。以有机质肥料当家，常年有余，土地越种越肥。

一年养三千头猪，该要多少饲养员？如果全部靠人工，起码要七、八十人。可是，薛家厍的饲养员总共只有二十人，平均每人饲养量，连同公母猪在内为一百二十二头。一个饲养员能养这么多猪，主要靠的是机械化。三千头猪，每天要吃青饲料三百多担，若用人工粉碎，至少需要四十个强劳动力。现在使用三台切

割机，三个劳动力花三个小时就行了。煮饲料也是如此，若用锅烧，至少需要三十个劳动力。现在有了蒸汽锅炉，只要两个饲养员管炉子，三小时左右就能把饲料全部蒸好。

养这许多猪，饲料那里来？薛家厍生产队干部和社员的体会是，坐在家里等不到，自己动手找就用不完。他们的办法是自力更生。农业机械化也使他们有力量广泛开辟饲料来源。队里每天收菜上市，发动群众将田里菜皮拾净，平均每天可获菜皮五十担；到市区三个菜场搜集菜皮，平均每天可收一百五十担；到市区工厂拉泔脚，平均每天可拉回五十担左右。加上利用水面放养的青饲料，基本上解决了饲料不足的困难。有了那么多饲料，国家分配的精料就大大节省了。一九七四年，国家分配给这个队九百头肉猪的精料十六万二千斤。由于广开料源，合理用料，结果节省精料五万多斤，多养了三百多头肉猪。饲料充足了，猪也长得快，一般养七个多月就可上市，平均头重在一百八十斤以上。

薛家厍的养猪在全县挂头号，在全郊区也是先进的。也许有人会说：他们条件好，我们哪有这个条件？这个队的条件确实比较好，但是有这样条件的队在上海郊区并非就此一个。拿上海县来说，靠近市区、以菜为主的生产队有二百多个。养这么多猪的生产队却没有几个。上海县领导曾经向这些生产队提出一个问题：薛家厍能办到的事情，近郊的其他生产队是否也可以办到呢？一下子办不到，可不可以在一、二年或者二、三年内办到呢？先不要求每个生产队都象薛家厍那样，一年养猪三千头。即使只有人家的三分之一，养千头猪也行。如果做到了这一步，上海县近市郊二百多个生产队就可养猪二十万头，以上市一半计算，就是十万头，这个数字可不小啊！

同养猪场遥遥相对的一排排棚舍，是生产队的养鸡场，这是一九七〇年开始建造的。以前，劳力紧张，种地也来不及，哪有

人力去养鸡。机械化大发展，才有了这个可能。一九七四年共饲养出口鸡两万五千六百只。紧靠养猪场的西南角，还有一排蘑菇房，里面重重叠叠地种着一万五千平方尺的蘑菇。其他副业，还有不少种哩。这也都是机械化以后发展起来的。

给人们开拓了新的精神境界

象薛家厍生产队这样的机械化水平，是不是已经差不多了呢？不。社员们说，现在的机械化还是初步的，我们迫切希望有更多更好的农业机械。现在，蔬菜的播种、开沟、收获还都主要靠手工；水稻拔秧、耘耥和稻、麦收割，也还没有机械化；畜牧生产方面，费工很大的喂料更需要机械。如果这些方面也实行机械化，解放出更多的劳动力，就有可能把向生产的深度和广度进军推向一个新水平。

当然，随着机械化水平的提高，生产力的不断发展，必然会出现新的矛盾。突出的矛盾之一，就是生产队的规模和机械化耕作不相适应。薛家厍生产队干部和社员从发展机械化的实践中，已经开始看到了这种苗头。例如两台手扶拖拉机，因为地少，并没有充分发挥作用，虽也帮生产上跑点运输，仍然是用得少停得多。一台机动插秧机更是如此，全队三十九亩水稻，二、三天就够了，其余时间就变成“老母鸡”，成天孵在“鸡”房里，要用的生产队没机，有机的队不用。类似这样的问题，在机动植保机、电动脱粒机、电焊机上也表现了出来。要解决这些矛盾，生产队一级核算必须逐步向大队、公社一级过渡。这不仅有利于发展生产，而且有利于缩小工农差别和城乡差别，进一步巩固和加强无产阶级专政。干部和社员都说，我们应当以大寨为榜样，胸怀远大的革命理想，为建设社会主义的新农村做出更多的贡献。

从实践中学习自然辩证法

浦江淤泥化良田

上海航道局船队 苏俊功

黄浦江，是上海港的入海通道，也是我国最繁忙的港区之一，千船万轮，川流不息地在百里江面上停靠装卸。可是它的下游由于与长江口相通，长江中每年随流而下的亿万吨泥沙，就有一部分要在海潮的作用下进入黄浦江沉淀淤积。为了保证航道畅通，就得经常进行疏浚。但如何处置每年一千余万立方米的淤泥，一直是一个难题。随着我国造船和水运事业的飞速发展，在黄浦江进出和停靠的万吨级轮船日益增多，对航道和泊位深度的要求越来越高，疏浚航道和处理泥沙的矛盾更加尖锐。挖了浅处往深处抛吧，泥沙很快又会被水流推移到浅处，造成重新淤积；抛到吴淞口外吧，泥沙不仅要随海潮重新回到黄浦江，还会在长江口淤积下来，堵塞那里的航道。过去，我们也曾试着把泥沙从水下搬家改为岸上安家，可是黄浦江两岸，工厂林立，良田成片，可以安置泥沙的荒滩地很少。这样，大量的淤泥一时找不到妥善的出路，往往只能重新抛入江底。

既要保证航道畅通，又要给这大量的淤泥找到妥善的安身之处，这个矛盾怎么解决呢？“调查就是解决问题”。毛主席的教导使大家开了窍，我们改变了过去只在江面、江边上面打主意的做法，迈步进入沿江各公社进行调查研究。广泛深入的调查，打开了我们的狭窄眼界。上海地处东海之滨，一般地区高出海平面

只有四米左右，沿江两岸的地势更低，仍有不少低田洼地。这些田地不但容易受涝，而且被一些沟沟坑坑分成零星的碎块，无法进行机械耕作。近几年来，广大贫下中农学大寨，大搞农田基本建设，从远处挑土填平低洼地，从河里罱泥肥田改土，泥土显得十分宝贵。“生产排泄物（即生产上所说的废料）会在同一个产业部门或另一个产业部门再转化为新的生产要素。”（《资本论》）这就启发了我们，如果把浦江的淤泥吹到那些低洼地里，不仅解决了它们的处置问题，而且可以平沟填坑，改良土壤，使低田变高田，灾田变良田，扩大种植面积，有利于实现土地园田化和机械耕作。这样，原来认为无法处理的淤泥，就可以转化为支援农业生产的宝贵财富。

但是，如果把江底泥沙一古脑儿地吹到田里，不一定能达到预期的改土效果。土壤是农作物生长的基础，农作物对土壤的要求是疏松、柔软、肥沃、杂质少、蓄水性强等。而黄浦江淤泥的成分比较复杂，有的含沙量高，不利于保持水分；有的含有化学物质、工业垃圾，还会使庄稼受到损害，并不是挖上来的所有淤泥都能符合农业生产的需要。一次，我们为川沙县杨思公社吹泥，这批淤泥黑油油，亮晶晶，我们以为是一定能长好庄稼的肥土，谁知栽下的秧苗不久竟烂根死亡了。一化验，淤泥里夹有柏油。这个教训使我们认识到，要改良土质首先要熟悉土壤。土，在农业“八字宪法”中是首位，吹泥造田后土壤的好坏，关系到农业生产的百年大计。于是，我们对黄浦江底各种淤泥的分布情况及不同农作物对土质的不同要求，进行了详细的调查了解。

上海郊区以种植水稻为主，稻田土要求的是杂质少、肥分高、能保水的粘土。但这样的泥土在黄浦江里并不多，主要分布在中段一带的航道表层。而上段、下段及航道的下层，多半是沙夹泥和铁板沙，近码头边的淤泥则多杂质。这样，少量的航道泥

满足不了大面积造田的需要，而大量的其他泥沙又不适合改造农田的要求。为了解决这个矛盾，我们在贫下中农的指导下，再深入分析土壤的构造层次。一般农业土壤分成母质层、过渡层、活土层。植物的根部只伸展到0.3—0.5米深的表层，靠这里的熟土提供养料、水分。所以这一层的土质状况对庄稼影响最大，而下面的母质层就关系甚少了。我们吹填的农田都要比原来加高2—3米，因此，在吹泥的总量中，适合做活土层的淤泥其实只要一小部分就够了。于是，我们就采用分层吹泥法，把铁板沙、沙夹泥或含有杂质较多的土用来垫底，再把肥分较高的航道泥吹在表层。这样少量的航道泥也同样满足了大面积吹泥改田的需要。这种分层吹泥法受到了社员们的欢迎，他们把它比喻为"盖交饭"，高兴地说："盖交饭煮得香，地里庄稼长得壮"。川沙县东沟公社周桥大队，地势低洼，经常受涝。一九七二年以来，我们用这种方法改良了土地一千四百多亩，产量头年就猛增了百分之四十，农本也显著下降。

各种农作物对土质的要求，总是既有共同点，又有差异性。因此对具体情况应该做具体分析。含沙量较多的沙夹土，虽然蓄水性能差，不适宜种植水稻，但它具有土质疏松的优点，可以种植花生、土豆、芋艿等茎块作物，在一些蔬菜区仍有用武之地。码头泥肥分较高，就是杂质太多。仔细一分析，这些杂质主要是装卸中掉下的各种金属、木材和砖石，可以设法把它们分离出来。我们就在吸泥管口装上"过滤嘴"，减少了泥沙中的杂质，还回收了废钢铁等材料。就是那些又硬又僵的铁板沙，也并非一无是处。它渗水快，土质硬，造农田不适合，做厂房基地却是好材料。铺上后，雨天不会道路泥泞，晴天不致尘土飞扬，受到了有关工厂的欢迎。

要改良农田，不仅要注意土质问题，还要根据地形，掌握好

一定的标高，使吹造后的农田排灌方便。开始，我们只看到洼田地势低，容易受涝，以为要把低地变为高地，泥沙输送得越多越好，往往一下子把地面的标高从原来的2—3米增加到6—7米。结果，低洼地变成了高坡地，排涝是方便了，灌溉却发生了困难。高坡地的地下水位低，水分流失快，排除了涝情，又带来了旱情，农业生产仍要受到影响。后来，我们向贫下中农请教，了解到郊区一般农田的标高5—5.5米对抗旱排涝都较有利，我们就按这个标准造田。但一般中又有特殊。川沙县合庆公社向阳大队有块紧靠海边的滩地，含盐碱多，地势又低，晴天是白茫茫一片，每逢暴雨降临，海潮倒灌又大量积水。象这样的地方，我们吹泥时就有针对性地适当提高标高，这样压住了盐碱，又不影响排灌。对一块贴近海堤的地，我们还特别加得更高些，这就等于加厚了海堤，使它成了防汛防台中的一堵“铜墙铁壁”。

农田要求平整，但在吹泥过程中，由于泥浆的冲刷，地里经常出现一条条宽5—10米、深0.3—0.5米的泥槽，从进泥管口一直延展到地的尽头。泥槽内垃圾堆积，沙石沉淀，土质板结。吹好以后，要抽出大量劳力清理、平整。为了避免这种沟槽，我们曾试着放慢吹泥速度，以减少泥浆的冲刷力。这样泥槽是变浅变窄了，但由于泥浆水的流速减慢后，推力也小了，质量重的沙石在进泥管口附近就沉淀下来，质量轻的细土则跑到远处，出现了前后高低不一样，沙石细土两分家的情况。再加上泥塘本身形状凹凹凸凸，影响泥浆的均匀散布，更加使农田不平整不均匀。

既然造田的平整程度同泥浆水的运动有着密切的关系，我们就仔细观察和分析泥浆水在田里的运动规律。泥浆水有泥有水，泥随水流，水带泥走。但我们过去恰恰忽视了水的作用，吹泥进田后，就只想快点把水排掉，使田能早些干。泥浆中的含水量一少，也就渐渐丧失了活动的自由，尚未在整块田里周转回

旋，就停滞下来，使大田不容易平整。于是，我们适当调整排水时间，变连续排为间隔排，有时排排停停，甚至干脆闭闸关水，使水能充分带动泥沙在田里四处周转，左右徘徊。待水排掉泥沙沉淀时，整块地就平整得多了。同时，我们还经常变换进泥管口的方向，移动排水口的位置，使泥浆水的运动路线有所变化，不致于在一个地方长期冲刷，也减少了泥槽的形成。

为农服务，还要考虑到农业生产的季节性。上海郊区实行三熟制，茬口安排很紧，为了减少吹泥对当年农业生产的影响，我们根据农业的季节，认真安排。每年十一月到明年的四月间，气候比较寒冷，有霜期要占三个多月，只能种植一季三麦或油菜，在这段时间集中为各公社吹填低洼地，对农业生产影响较小。四月以后，农田繁忙，我们主要吹填江边滩地和工业用地，对于这期间需要吹填的农田，我们就集中力量打歼灭战，争取在二、三个月内完成，使另外两季能进行生产。

在唯物辩证法的指导下，几年来，我们比较正确地认识和处理了疏浚和造田过程中出现的一些矛盾，在促进水运事业发展的同时，也为发展农业生产做出了贡献。从一九六六年到一九七四年的八年中，我们共吹泥造田一万八千多亩，其中吹造和改良的农田要占百分之九十四。这些经过吹造改良的农田，土地肥沃，耕作方便，成了稳产高产田，并为实现农业机械化创造了有利条件。眼望着一片片绿洲良田，我们喜悦无比，斗志倍增。尤其最近，全国农业学大寨会议提出了全党动员，大办农业，普及大寨县的号召，广大社员正在改土治水。我们工业交通部门，都应该根据本部门的特点，为实现这个目标贡献力量。我们决心进一步发展吹泥造田工作，使黄浦江永远畅通无阻，两岸不断增添绿色新装。

苹 果 保 鲜

山东潍坊市蔬菜果品公司果品仓库 商品养护研究小组

近几年来，随着工农业生产的飞跃发展，我们果品仓库的苹果储存量，平均比文化大革命前增加了十倍多。为了减少储存过程中的腐烂，避免品质变坏，以延长食用期限，调剂市场供应，我们商品养护研究小组，同全仓库职工一起，以毛主席的哲学思想为指导，坚持实践第一的观点，试验成功了露天低温储存的方法，使苹果食用期限延长了两个月。腐烂率由原来的百分之十五降低到百分之五，既减少了国家损失，又保障了市场供应。

透过苹果腐烂现象 认识苹果腐烂原因

我们过去冬季储存苹果，是在果垛上盖六层草帘，一层棉被和一层篷布，以防苹果受寒变质。用工多，费料多，效果却不好。一九七一年冬季，因工作疏忽，有一垛二百筐苹果只盖了二层草帘一层篷布就过了冬。谁知来年春天一开垛，果质色泽很好，腐烂率也比其他垛少很多。大家分析，如果这种方法成功，会给国家减少许多损失，节省很大一批苫盖物料。这件事打开了我们小组的思路，便提出了一个扩大试验的方案。可是，方案一提出，有不少人反对。他们说："人冷了还穿棉衣，苹果水分大，不苫不盖，寒流一来，先冻后化，非成烂酱不可。"这种反对意见是有原因的。过去，我们储存苹果经历了两个阶段。一是加工储

存阶段：苹果一入库，首先打开果筐，去掉果纸，把运输中有碰压伤的挑选出来，然后将好苹果分三级装筐进仓，码成垛储存。但进仓后的苹果，很快开始腐烂，需要继续加工挑选。这样从入库到出库，不到五个月的时间，加工十四、五次，苹果烂没了，加工也就停止了，统算起来，腐烂率高达百分之十五。后来，改为原筐储存：苹果入库后，不开筐不去纸，原筐在院里码垛储存。为了过冬，就按上面说过的一九七一年的方法，苫盖大批物料。这种方法腐烂率虽然比前一种降低了百分之五，但绝对数量也相当大，一九七一年储存三百万斤苹果，就烂掉了近三十万斤。群众的议论，使我们认识到，不研究过去苹果大量腐烂的原因，新的试验就会走弯路，不回答群众提出的问题，新试验也不能搞下去。

那么，过去苹果为什么大批的腐烂呢？毛主席说："**我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导**"。为了抓住问题的实质，弄清苹果在储存期中的变化规律，我们小组走访了许多仓库老职工，掌握了苹果储存全过程中变化情况的大量材料，认真地进行了去粗取精，去伪存真，由表及里，由此及彼的分析研究工作，终于弄清，过去苹果之所以大批腐烂，是由它的内因外因两个方面造成的。作为内因，就是苹果的自身生活规律。储存中的苹果，虽然离开了植物体，但仍然活着，不断地呼吸，进行新陈代谢，使苹果发生失水皱皮，风味改变，由脆变面等一系列变化。由于呼吸作用，苹果中的养分逐渐消耗，完成它的后熟期。营养消耗愈多愈快，储存寿命就越短。这说明，在同样的条件下，苹果的质量好，储存的时间也就长。作为外因，就是苹果的生命活动所需要的外界条件，即温度、湿度和通风等。在一般情况下，温度越高，苹果的呼吸作用越强，所消耗的养分就越多，苹果的品质也越容易变坏。温度高，还会加速病菌的繁殖，使苹果容易发生病害，造成腐烂。防冻保暖储存法烂苹

果多，就是违背了它的生活规律造成的。例如，加工挑选时，手抓果碰，苹果外表的果粉、蜡质和果皮等天然保护层损坏严重；同时，尽管运输中的碰压伤挑出去了，但果纸一去，变硬了的果柄互相碰戳，又增加了许多新的碰伤、刺伤；另外，挑选中好果坏果用手一齐拿，无形中人手成了传染病菌的“媒介”。这些都不利于苹果的储存。苹果质量变坏了，又放在温度较高的环境中储存，促使苹果本身加大了新陈代谢的强度，病菌又很活跃，这就造成了苹果的大批腐烂。

大家明白了过去苹果腐烂的原因，都一致支持新的试验。许多老工人说：革命工作只讲苦不讲巧，为人民服务难做到，讲苦又讲巧，工作才能做得好。

掌握苹果生活规律　取得苹果储存自由

我们虽然通过分析苹果腐烂的原因认识到，露天低温储存苹果的效果，比保温防冻储存好，但在整个冬季露天储存期间，苹果有什么变化，谁也不知道。那么苹果在露天低温储存中的变化规律是什么？怎样做才能适应苹果的这种变化规律？为了找到这个答案，我们遵照毛主席关于“**你要有知识，你就得参加变革现实的实践**”的教导，在一九七二年冬季，进行了两种试验。

一种是对比试验。我们各取五种苹果二十筐，一半按照防冻保暖储存的要求，放在温度零上5—10℃的环境里；另一半按照露天低温储存的设想，放在温度零下5℃以内的环境里。四个月后进行检查，无论从那方面看，低温储存的效果都比较好。如腐烂率包括自然损耗在内，低温条件下的在百分之五以下，保暖储存的在百分之十以上。低温存放的储存期比原来延长了二至三个月。保鲜效果也有了明显提高，新平苹果保暖储存的变成

了“面瓜”，而低温储存的仍然保持着鲜脆状态。小国光苹果在低温对比试验的基础上，又延长了试验期，结果储存了四百二十天。实践使我们认识到，温度是储存好苹果诸因素中的主要因素。低温储存，可以迫使苹果维持其生命活动的最低要求，降低呼吸强度和新陈代谢，延长后熟过程。处在低温下的苹果病害，也失去了活动能力，有的则在低温下死亡，即便个别苹果有碰压伤，也不会引起大的腐烂。这个方法，为冬季储存闯出了一条简便易行的路子，打破了国内外认为苹果储存温度不能低于零下半度的框框。

根据露天低温储存苹果的道理，我们又设想，如果能在冬季的自然温度条件下储存，那不是更好吗？潍坊市冬季一般最低气温在零下十七度左右，偶而也出现过零下二十一度的情况，为了弄清苹果能不能适应这种低温，我们又进行了第二种试验。一九七二年一进入“三九”天，我们就把一百三十筐国光苹果堆放在仓库大院里，上面只盖一层篷布。垛内垛外分别放上温度计，白天黑夜，每隔一小时，检查一次温度。这年遇上了两次寒流，每次寒流侵袭时，自然气温降到了零下十七度，垛温降到了零下十四度。这时的苹果外表已冻成冰溜溜，用牙咬不动，用小刀割不开，用菜刀劈开后，里外全是冰冻。这时，我们拿出一些苹果，有的故意用手猛劲攥，有的故意放在手里加温，有的几个苹果互相碰撞，以便比较观察。寒流过后一检查，苹果不但没有冻死，而且风味、颜色和质量同未上冻的苹果完全一样。唯独我们故意攥、暖、碰过的苹果，一缓过来就开始变质腐烂。这是为什么？原来，苹果含有百分之八十以上的水分，其中多属细胞间的游离水分，细胞内的水分则是一种胶状体。当寒流侵袭时，游离水分比细胞内的水分比重小，先冻结，细胞内的水分后冻结。尽管最后全部冻结了，细胞组织却没有受到任何破坏，只是处于一种“休

克"或"假死"状态。当气温回升后，细胞解冻的时间早于游离水分，由于细胞组织冻结的晚，醒的早，仍然可以保持着生命力。这就证明，苹果的生命完全能适应这种冷冻环境。故意攥、暖、碰过的苹果缓过来就开始变质腐烂，这是因为苹果内冻结了的水分，呈有角有棱的结晶体，一攥一暖或一碰，冰晶体互相碰撞，破坏了苹果的生命组织，气温回升后就必然引起变质和腐烂。

实践使我们掌握了苹果低温冷冻时的生活变化规律，获得了储存苹果的自由。现在，冬季贮存苹果十分简便。秋后，苹果进了仓，按品种等级分好，根据篷布大小原筐露天码起垛。九、十月份，垛上盖上一两层苇席，防雨防晒，从十一月下旬开始，盖上一两层草帘，上面再盖上一层篷布即可。这样，不仅储存效果好，而且每年还为国家节省了一万五千多元的苫盖物资。

创造相对低温条件　做好春夏苹果贮存

世界上无论什么事物总是一分为二的。冬季贮存苹果的矛盾解决了，又遇上了春夏贮存的难题。过去，我们用防冻保暖的方法储存苹果，冬季大批腐烂，不到春末就脱销，门市部每年都有"空店"时间，群众称为"小春荒"。冬季低温冷冻储存苹果后，为春夏储存提供了大批货源。因此，能否使苹果渡过开始高温的春夏两季，对解决果品门市"空店"问题关系极大。

冬去春来，气温回升，不管人们乐意不乐意，气候总是按照自己的变化规律进行着。冬季睡眠中的苹果一遇着春风醒来，犹如初次问世的婴儿，生命力特别旺盛，强烈的呼吸运动加快了新陈代谢的过程，这也是不依人的意志为转移的。这两个不转移，就构成了春夏储存苹果的最大威胁。新的矛盾面前，又是毛主席的"一分为二"的辩证法，给我们指出了认识这个新课题

的方向。用一分为二的观点进行分析，我们也找到了有利条件。苹果经过整个冬季的低温冷冻贮存，休息得很好，身体强壮，要完成自己的后熟期，仍需要很长的过程。春夏气温回升尽管很快，但昼夜温差很大，只要充分发挥人的主观能动性，这个温差还可以利用。气温回升病菌虽然开始活跃，但不开果垛，也不至于大量感染蔓延。特别重要的一点，就是广大职工有了正反两方面的经验教训，已经逐步取得大量贮存苹果的自由。经过这样一分析，大家信心很足，决心继续实践，努力做好春夏的苹果储存。

为了取得这方面的自由，几年来我们又做了地仓、浮仓、露天、草棚四种环境春、夏储存苹果的实验。实践证明，草棚贮存效果最好。其原因是：白天太阳不能直接射在苹果垛上，棚内气温回升缓慢，相对地降低了储存温度。同时，草棚四周无墙，通风条件好，果垛内不易闷热。另外，我们还在果垛的向阳面遮盖了苇席，棚四周经常洒水，也相对降低了苹果内水分的蒸发，容易保持它的果鲜度。由于春夏贮存苹果的规律开始被我们所掌握，春夏储存的时间越来越长。一九七三年五月份，我们的苹果大批供应了市场，去年又大批供应到六月上旬。果品门市的“空店”已经开始得到解决。

几年来我们虽然做了不少工作，也取得了些成绩。但是，我们对苹果储存的认识，远远没有结束。目前苹果的腐烂率还没有降到最低限度，一些早熟、中熟品种的储存期还短，对解决市场供求矛盾还有距离，这就要求我们，必须继续实践、认识，再实践、再认识，把工作做得越来越好。

吊 装 新 歌

上海市工业设备安装公司

上海石油化工总厂的厂区里，建筑成群，塔罐林立，在白茫茫的大海和绿油油的农田辉映下，交织成一幅欣欣向荣的社会主义壮丽画卷。

两年前，有人听说我们承担的上百件大型化工设备的吊装任务要在今年上半年完成，很不相信。可是，在毛主席革命路线的指引下，我们安装工人狠批洋奴哲学、爬行主义，坚持自力更生，土法上马，只用一年不到的时间，就胜利完成了吊装任务。

吊装速度是怎样加快的

石油化工设备要经受高温、高压、腐蚀性物质的考验，因此，结构复杂，技术要求高，各个环节都需要严格保证质量。为了保证质量，有些大型设备在安装时都要求分成若干部件，逐一起吊拼装，这样就会带来大量高空作业，既不安全，又费时间。比如，由八百多根钢制梁柱拼装而成的裂解炉框架，有七层楼那么高，吊装后垂直倾斜度不得超过一厘米。如果按原来的设计方案，分散吊装，那就必须先搭好脚手架，再竖柱架梁，最后一根根地拼装斜撑钢杆，不仅高空作业很多，吊装时间也要长达六个月。

为了既快又好地起吊这只框架，工人老师傅依据丰富的实践经验，大胆地提出平地组装、整体吊装的方法。有的人却竭力

反对，理由是，这种方法在一些有着大量先进吊装设备的国家也只有失败的教训，没有成功的先例，还是分散吊装稳妥。安装工人却不信那一套，他们说：这个先例过去没有，现在为什么不能叫它有？国外没有，中国为什么不可以有？工人们懂得，要创造平地组装后整体吊装的成功先例，不仅要有敢于打破常规的革命精神，还要有能够打破常规的科学根据和技术措施。为此，大家分析了整体吊装这类框架之所以会失败的原因，道理也很简单，框架是由一根根钢杆构成的，体积庞大，又重又长。整体起吊时，当拎起框架头部时，搁在地上的尾部就受到一股很大的力，导致框架变形。由此看来，变形又是可以避免的，这就是头尾同时起吊，上升到一定高度以后，让尾部基本不动，头部继续往上吊，整个框架就在空中竖直了。这样一个简单的道理，眼睛"钉"在洋框框上的人却偏偏看不见。我们根据这个认识很快制订出平地组装的整体吊装方案，吊装获得成功。质量检验结果，偏差不到半厘米，大大超过设计要求，时间只有原计划的三分之一。

当然，也有一些设备因为受条件限制，整体吊装有困难。比如，有一只百米排气筒的塔架，拼装起来高达八十五米。这样大的塔架如果整体吊装，场地显然不够。要是按照国外提供的资料，采用散装法吊装，将四百多根钢管、角钢吊到空中拼装起来，时间需要四个月。怎么办呢？我们多次召开"诸葛亮"会进行分析研究，整个塔架虽然很长，却是由许多比较短的局部组成的。场地虽然不能组装整个塔体，却能组装局部塔体。如果把塔架分成几部分吊装，既可以解决场地小塔架长的矛盾，又可以减少空中作业，提高吊装速度。根据场地的许可，我们把整个塔架分成二部分吊装。分部分吊装，一般是自下而上，仍带有较多的高空作业，安装速度也比较慢。为了改变这种状况，我们反其道而

行之，把自下而上改为自上而下，先把排气筒塔架的上半部分组装起吊，吊到预定的位置，再拼装下半部分。这种吊装方法，把高空作业变成了低空作业，速度比原来快了一倍，质量完全达到了标准要求。

吊装方法是怎样闯新的

有些石油化工设备，不仅结构复杂，精密度要求也高，又不好拆开。按国外规定，起吊这种装置，必须有专门的吊具。然而，我们依靠集体的智慧，创造了许多新方法，用那些被某些人认为不合要求的土吊具，顺利地完成了吊装任务。

有一只反应塔，圆滚滚的象个“大胖子”，重达二百多吨。它的吊环装在塔体上端的两侧，而这副吊环只有在保证垂直拉力时，才能承受塔身的重量，如果受到太大的斜向拉力，吊环就会断裂，把反应塔摔坏。怎么办？如有大型龙门吊，从龙门架的横梁上垂下两根吊索，同时起吊就位，那是并不困难的。可是，当时我们没有这种现成的吊具，即使马上造起来，也至少要个把月，不但代价太大，时间也不允许。洋方法行不通，我们就在自己经常使用的把杆上做文章。但双杆抬吊的拉力是斜的，怎样使斜向拉力变成垂直拉力呢？有丰富实践经验的起吊工人分析后感到，机械力的运动方向是可以改变的。从一般重物体的起吊过程就可看出：当两根把杆同时给予起吊物两股大小相等的斜向拉力时，起吊物会沿垂直方向作向上运动。这是因为斜向拉力分解成水平方向和垂直方向的两个分力，而两根把杆的水平分力方向相反，相互抵消的缘故。正是这两个方向相反的水平分力的矛盾斗争导致运动方向的改变。而这个斗争结果又是通过起吊物的中介作用实现的，如果起吊物经不起如此“折磨”，就

会被拉成两爿，运动方向的改变也无从谈起。现在正是这种情况，吊环由于不能承受很大的水平分力，因而反应塔也就不能产生垂直向上的运动。如果能找到一样东西作为中介物，既能代替吊环经受住水平分力的作用，又能把由此所得到的垂直拉力传递给吊环，那就能达到安全起吊的目的。我们由此联想到，在日常生活中，用扁担挑东西，作用于被挑物上的力都是垂直拉力，如果给"大胖子"找一根经得起水平分力的"扁担"，在它的下面系上吊环，问题不就解决了吗？"你要知道梨子的滋味，你就得变革梨子，亲口吃一吃。"我们用钢丝绳当"扁担"，作了一次试验，果然有效。我们就采用这种新方法，将二百多吨的反应塔稳稳当当地吊装到预定的位置上。当时目睹这个场面的两位外国工程技术人员，翘起大拇指连声说："中国安装先生确实了不起！"

还有一次，我们吊装一座铺设管道用的弓形桥架。它弓高相当于两层楼房，长五十二米。根据以往的经验，这类物件起吊点必须选择在它的中间重心部位，如果从低于重心的两端起吊，弓形桥架就会来个"侧身翻"。可是由于受当地吊装条件的限制，吊车吊不到理想部位，只能在两端起吊。这个矛盾怎么解决？我们和工人老师傅一起进行分析，桥架翻身是因为失去重心，如果掌握好它的重心，即使在低于重心的两端起吊也能成功。比如日常生活中人们搬一只又高又重的大橱，并不是在它的重心部位用力，而是把力用在低于重心的部位，只要有人在高于重心的部位轻轻扶一把，那橱就不会倒下。同样道理，只要有一股力扶住高于重心的桥架中间部位，即使在低于重心的两端起吊，它也能保持平衡，不会翻身。那末，这股"扶一把"的力从哪里来呢？我们在吊车的吊索上动脑筋：在桥架两端选定的吊点上带好吊索，在吊索高于桥架的部位系一根钢丝绳，另一头拉紧在桥架中

部的弓背上作为辅助吊索。起吊时桥架的两端因受力渐渐抬起，它的重心以上中间部位同时受到钢丝绳的拉力，因此无法左右摇晃，弓形桥架只好老老实实地就位了。这种吊装法，吊索的样子有点象丫叉，工人们就形象地称它为“丫叉吊”。

吊具是怎样充分发挥作用的

吊装离不开吊具，合理选择和使用吊具也是加快吊装速度的一个重要方面。

就拿把杆这种最常见的吊装设备来说，它与吊车相比，具有结构简单、起重能力强等优点，但是它也有弱点，不如吊车灵活。一根把杆树起后，为了使它立牢脚跟，必须四面拉上浪风(固定把杆用的钢丝绳)，死死地“钉”在那儿，拆装十分麻烦。有时为了立一根起吊超重物件的大把杆，需要先立小把杆，用它拎起中把杆，最后才能树起大把杆，装把杆的时间倒比吊装设备的时间还要长，这就影响了吊装速度。一个工作区域往往要吊一组塔群，如果吊一件树一次把杆，岂不费工误时。那末，能不能使固定不动的“死”把杆变成易于搬动的活把杆，使一根把杆发挥多次作用呢？过去经常有这种情况，当把杆立的位置不准时，放松一面的浪风，让把杆发生倾斜，然后把底脚往需要的方向挪一下，把杆回复到垂直，位置也挪好了。如果参照这个原理，向预定的方向连续移动，把杆就可以活动了。这有点象大烟囱搬家。当然，把杆和烟囱也有不同的地方：烟囱下粗上细份量重，不容易晃动，有利于垂直移动；把杆平时全靠浪风固定，只要有一面的浪风松了，它就会倒向另一面，垂直移动比大烟囱困难得多。但是不利的因素之中还隐藏着有利的一面。既然浪风松动会造成把杆倾斜，我们就以子之矛，攻子之盾，放松一面的浪风，让把杆

发生倾斜，然后把底脚往需要的方向挪一下，再回复到垂直，如此往复移动到所需要的位置。在这里，浪风既起了固定作用，又起了带动作用，合理运用，两全其美。为了加快移动速度，我们又在把杆的底脚下装块铁板，垫几根铁棍当轮子，利用“滚动磨擦”原理，减少前进中的阻力，这样，“死”把杆变成了行动自如的“土吊车”。靠这个方法，我们曾经在一个工作区域里树一次把杆多次移位，连续起吊相距五十米左右的四只大型化工塔，安装时间缩短了二十多天，劳动力节省了四百多工。

当然，移动把杆要受场地等条件的限制，而且作长距离移动，速度慢，危险性大。吊车却有其机动灵活之处。因此，我们在使用把杆吊装的同时，也充分发挥吊车的特长。比如吊一些较轻的设备就尽可能用吊车，一辆吊车吊不动，就采取两辆吊车抬吊的方法。有时碰到更重的设备时，两辆吊车抬吊也无能为力了，我们就把把杆和吊车的长处综合起来：树一根独脚把杆，利用它起重能力强的优点和吊车配合使用。这好比两个人扛东西，力气大的扛重头，力气小的就轻松了。这样既减少了一根把杆的拆装工作，又能保证吊装安全，还可以利用吊车帮助拆装把杆，进一步节省时间和劳力。

我们的吊装工作虽然已经取得了一些成绩，但是还有许多新的战斗在后头。为了多快好省地建设社会主义祖国，我们决心在毛主席革命路线的指引下，以抓革命、促生产的实际行动谱写新的胜利凯歌。

翠蓝工艺描新图

上海染料化工一厂

活性翠蓝是我厂的主要产品之一。用它染出的纺织品，色彩鲜艳，光泽明亮，是活性染料中的主要色谱。随着国民经济和对外贸易的发展，国际国内市场对活性翠蓝的需要量越来越大。但是，我厂的翠蓝生产却仍然是少、慢、费、毒(产量少、速度慢、浪费大、工艺有毒)，不仅拖了印染业的后腿，还有害于工人的健康。面临这种情况，我们决心大胆改革旧工艺，向技术革新要产量。在唯物辩证法思想指导下，经过几个月的努力，实现了少、慢、费、毒向其对立面多、快、省、无毒的转化，使翠蓝生产展现出崭新的景象。

少、慢是怎样转化为多、快的

化工生产，离不开化学运动的基本矛盾：化分和化合。一种化学产品的生产过程就是这对矛盾的运动过程。反映在工艺中，就是一系列的工序流程。现行的一些旧工艺流程，往往从现象出发，片面追求个别工序上的效果，而不注意各道工序之间的联系和转化，造成“面多了加水，水多了加面”的烦琐重复局面，结果是工序重迭，劳动强度大，三废也多，带来生产速度慢、产量少的后果。

我厂翠蓝生产的旧工艺，就是这样一个少、慢的典型。旧

工艺中，原料先在液态下生成翠蓝母体，然后经过加水稀释，再进行缩合反应制成“产品”。这时的“产品”，其实还是“杂品”，不仅含有翠蓝，而且还有没参加反应的剩余原料，以及稀释过程中被破坏了的染料等等。为了除去这些“废物”，旧工艺采用了称做“盐析过滤”的方法。这就是把大量食盐加入翠蓝原浆，使染料从中分离出来。这就好象做豆腐时，将石膏加入豆浆中，把豆腐“析”出来一样。然后还要把这些“豆腐”压滤成滤饼，经烘房烘干，再磨成粉，得到翠蓝成品。旧工艺的“慢”，就慢在这些道工序上。由于慢，产量也就“少”了。产量由少变多是我们的目的，但少变多的关键在于慢变快。因此，我们首先就抓住烘房干燥这道工序猛攻。烘房干燥速度慢，一般要用二十至三十小时才能将滤饼烘干。烘干以后，又要磨成粉。这不但劳动强度大，而且翠蓝粉末飞扬，工人一天干下来，都成了“彩色人”。通过逐步摸索发现，用喷雾干燥来代替烘房干燥是可以的。实践结果表明，原来的“液→干→粉”的过程，用“液→粉”的过程代替，是完全成功的，于是烘房这个“干”就被革掉了，大大缩短了生产时间。这一刀尽管砍的是一个局部，但慢已经向快转化了一大步，证明“慢”是可以变的，这不仅增强了我们的信心，它还进一步启发了我们：不通过盐析过滤，对原浆直接喷雾干燥来取得翠蓝成品，不就更快了吗？

想法是好的，但实现起来也并不简单。因为盐析过滤主要是解决“杂品”变“纯品”的问题。这样，要去掉盐析过滤，那一定要使杂品变纯品才行。因此，除去染料中的杂质，就成了慢转化为快的关键了。分析表明，翠蓝原浆中的杂质大多是反应中剩下来的原料和被破坏的染料，以及部分水解染料。饭要一口一口地吃，杂质也要一部分一部分地除去。我们先从“剩”做起，使剩转化为相对的不剩。化工生产，总是按原料的化学特性，来确

定不同原料的配比。例如“水”，就是由两个氢原子与一个氧原子组成的，按这个对立统一关系配比氢和氧，就能使氢氧全部转化为水。在复杂的有机化学反应中，化分化合这一对矛盾具体体现为不同原料的原子和原子基团的相互排斥和相互吸引运动，这不仅要把握化学反应的内部矛盾，还要创造化学反应的外界条件。为了具体了解翠蓝生产的不同原料反应的内部矛盾和外界条件，我们进行了反复多次实验，终于找到了新的原料配比，同时改变了外界条件，终于打破了旧工艺的框框，使剩转化为相对的不剩。与此同时，对水解染料这部分杂质也采取了措施。原来一部分水解染料主要是由于不合理的稀释过程造成的。改革了稀释过程，我们就去掉了盐析过滤。这时，使我们感到意外的是，由于去掉盐析过滤，一部分加盐造成的杂质也自然没有了。盐析过滤本来是变杂为纯，不料它本身也带来了杂。这件事，对那些一味迷信旧工艺洋框框的同志触动很大，对他们头脑中“非此即彼”的形而上学观点是一个有力的冲击。

杂质问题是生产过程由慢转化为快的主要矛盾，这个问题解决了，其他问题也就迎刃而解，顺利地实现了翠蓝原浆直接喷雾干燥制成成品的新工艺。结果工序从过去的十三道减少到现在的七道，大大减轻了劳动强度，使翠蓝的生产由慢转化为快，产量由少转化为多。并且成本降低了百分之十八点六，节省了大量的设备，每月还为国家节约将近一千吨精白盐，这也部分地实现了由费向省的转化。

既费又有毒是怎样转化为省而无毒的

综观整个活性翠蓝的生产，并不需要吡啶这种有毒的原料。但是旧工艺的生产中，总要用大量的吡啶。那末，旧工艺为什么

要加吡啶？我们的分析发现，这完全是洋框框的形而上学造成的恶果。旧工艺把每一步化分化合反应之间都看作是孤立的、没有任何联系的，在上一步反应时，只要得到中间体，根本不顾下一步反应而大量加入原料；到了下一步反应时，发现加料过了头了，就又加入大量有毒的吡啶来纠正。其实，类似这种做法在化工生产中也是屡见不鲜的。

因此，在有些人眼里，旧工艺加吡啶这样的剧毒品，是理所当然，无可非议的。但是，旧工艺是从洋框框里套出来的，在资本主义制度下，资本家为了榨取剩余价值，根本不顾工人死活，只要能增加利润，再毒的原料他们也会投进去的。可是，在社会主义制度下，这是不允许的。投入吡啶，不仅一方面直接毒害操作工人，而且排入下水道，造成“三废”污染，为害周围环境。无产阶级文化大革命以来，翠蓝工人批判了爬行主义、洋奴哲学，为降服吡啶作出了极大的努力，已经从国外同样每批量加二百公斤，减少到四点八公斤，基本上控制了吡啶所引起的毒害，也节省了成本，是一个很大的成绩。但这毕竟还是量变，还有毒。在成功地革掉盐析过滤的鼓舞下，我们决心更上一层楼，割掉四点八公斤这个尾巴，使量变达到质变，有毒转化为无毒。从何着手呢？起初，有人从外国文献上看到国外目前也在寻找吡啶的代用品。这看来也有理，找到其他无毒的东西来代用，有毒不也就变成无毒了吗！于是便跟着外国文献的路子走，花了三个多月的时间，试了许多种催化剂、助溶剂和扩散剂，都没有成功。这时，少数同志认为吡啶就是灵，一加下去就解决问题，要革掉吡啶看来不可能，况且“化学工业发达的外国，也没找到代用品嘛！”是搞爬行主义，等着外国人找到代用品，还是奋发图强，自力更生，打破外国的常规，大胆创新？我们决心走自己的路。

我们学习了毛主席的光辉哲学著作《矛盾论》，用辩证法思

想，分析了吡啶在整个工艺过程中的地位，它同前道工序与下道工序的联系。从联系中看个别，从全局中看部分，使我们对为什么加吡啶有了本质的认识。过去总以为吡啶是有毒原料，但它总还是起辅助作用的。其实这个认识是又对、又不对。孤立地从一道工序来看是对的，不加吡啶，反应就继续不下去。然而，从各道工序之间的联系来看，又是不对的。吡啶不仅不起什么辅助作用，而且是多余的，只能起"副作用"。加吡啶，实际上是因为前道工序过量投入另一种辅助原料的结果。我们对症下药，猛攻前道工序，经过两个星期试验，改变投料量，并适当调节反应条件，结果完全符合反应的要求。吡啶就这样被革掉了，有毒转化为无毒，解决了十几年来未能解决的问题。这样一来，费也就转化为省了。

目前，化工行业中的一些老工艺中，形而上学的东西还不少。有的同志只看到老工艺合理的一面，没有看到它不合理的一面。因此把它视为"金科玉律"，盲目迷信，不敢越雷池半步。翠蓝工艺改革成功的事实说明，旧工艺不是不能破，而是可以破，随着生产的发展也必须破，完全不要盲目迷信它。同时，翠蓝工艺改革也说明，破除洋框框、旧教条，要充分发挥富有实践经验的工人的作用。我们决心以唯物辩证法为指导，继续前进，创造出比老工艺更合理、更科学的新工艺，描出更新更美的画卷来。

宋应星《论气》选注

裴　震

《论气》是新近发现的宋应星的著作之一。宋应星是我国明朝末年的著名科学家。他所著的《天工开物》一书，详细地记载了我国古代农业生产上的丰富经验和手工业技术上的杰出成就，是世界上少有的科学技术典籍。不久以前，江西图书馆发现了宋应星写的《论气》等四篇一向没有人提到的学术论著。里面比较集中地反映了作者对自然界发展变化的看法，有不少自发唯物论和朴素辩证法的思想。在《论气》中，宋应星明确提出"天地间非形即气，非气即形"以及"由气而化形，形复返于气"的论断，用物质性的"气"和"形"概括了整个天地(自然界)，既承认"气"是世界的本原，又看到"气"和"形"的不断转化，并含有物质不灭的思想萌芽。他继承了张载的唯物主义思想，并比张载前进了一步。全篇以大量事实描绘了整个世界不断由"气"而"形"，又由"形"而"气"这样一幅"气"与"形"相互联系、相互转化的辩证图景，不失为研究我国哲学史和宋应星世界观的重要文献。文章中也有不完全正确和前后不相一致之处，有的论述往往停留在感性直观的阶段，这是由他所处的阶级地位和时代局限所决定了的。

天地间非形即气，非气即形①，杂于形与气之间者，水火是也。由气而化形，形复返于气②，百姓日习而不知也。气聚而不复化形者，日月是也；形成而不复化气者，土石是也。气从数万里而坠③，经历埃壒奇候④，融结而为形者，星陨为石是也⑤；气从数百仞而坠⑥，化为形而不能固者，雨雹是也；初由气化形人见之，卒由形化气人不见者⑦，草木与生人、禽兽、虫鱼之类是也。气从地下催腾一粒，种性小者为蓬，大者为蔽牛干霄之木，此一粒原本几何，其余则皆气所化也⑧。当其蓊然于深山⑨，蔚然于田野，人得而见之；即至斧斤伐之⑩，制为宫室器用，与充饮食炊爨⑪，人得而见之。及其得火而燃，积为灰烬，衡以向者之轻重，七十无一焉，量以多寡，五十无一焉；即枯枝、槁茎、落叶、凋芒殒坠溃腐而为涂泥者，失其生茂之形，不啻十之九，人犹见以为草木之形⑫。至灰烬与涂泥而止矣，不复化矣。焉不知灰烬枯败之归土与随流而入壑也，会毋炁于黄泉，朝元精于沍穴，经年之后，潜化为气，而未尝为土与泥，此人所不见也⑬。若灰烬涂泥究竟积为土⑭，生人岂复有卑处之域⑮，沧海不尽为桑田乎？人身食草木之实与禽兽之内，不居然形耶？强饭之人，有日噉豚肩与斗粟，而府藏燥结，甚至三日而通，量其所入，而度所出，百无一焉⑯。形之化气，只在昼夜之间，虽由人身火候，足以攒族五行，而原其始初，则缘所食之物皆气所化，故复返于气耳⑰。或曰："皆气所化，胡为不俱化而犹存一分滓秽耶⑱？此非形耶？"曰："粪田而后⑲，滓秽安在？"其旨与灰烬之潜化又何以异乎⑳？人身从空来，亦从空化。佛经以皮毛骨肉归土，精血涕汗归水，其亦见肤之义㉑。开数百年古墓而视之，石椁而外有剩土余骸否㉒？复载之间㉓，草木之朽烬，与血肉毛骨之委遗㉔，积月而得寸，积岁而得尺，积世而得寻㉕，积运、会而不知纪极㉖，非其还返虚无也，颛顼之丘陵，入土千仞矣㉗。是故草木

之由萌而修畅，人与禽兽虫鱼之自稚而壮强，其长也，无呼吸之候不长。此即离朱之善察，巧历之穷推，不能名状其分数，而况于凡民乎！故其消化而还虚，亦若是而已矣㉘。

附注：

① 形，指具体东西。气，指具体东西所以构成的原始物质。宋应星认为：宇宙间不是形就是气，不是气就是形，瑰丽多彩的自然界本身就是物质的。

② 两句意为：气生成自然万物，万物经生死变化又还为气。在这里，宋应星认为：气在它的运动过程中表现为自然界各种物质的具体形态，气又是组成世界万物的本源。

③ 坠(zhuì 缀)，落下。

④ 埃壒(ài 爱)，尘埃。奇候，特定的情况。

⑤ 陨(yǔn 允)，通"殒"，坠落。

⑥ 仞(rèn 认)，周代长度单位的名称，七尺(一说八尺)为一仞。

⑦ 卒，终于，与"初"相对。

⑧ 催，促使；腾，上升。催腾，促使发育成长。蔽，遮蔽。干，冲犯。五句意为：地气上升，促使一粒种子发芽成长，由于种子性质的不同，种性小的长得只如蓬草，种性大的可以长成荫足蔽牛、高可冲霄的大树，原来的一粒种子能有多大，其余都是由气转化而成的。在这里，宋应星阐述了植物由气而生的转化过程。

⑨ 蓊(wěng 翁上声)然，和后一句中的"蔚(wèi 卫)然"都是用来形容草木茂盛的样子。

⑩ 斧斤，斧头。伐，砍伐。

⑪ 炊爨(cuàn 窜)，烧火做饭。

⑫ 向，从前。楷(zi 自)茎，枯茎。凋芒，凋落的花芒或茎叶、果壳上小刺。渍(zi 自)腐，浸烂。涂泥，泥土。不啻(chì 翅)，不止。十句意为：等到植物遇火烧成灰烬时，论轻重已抵不上原来的七十分之一，论多少已抵不上原来的五十分之一；即使如枯枝落叶等等，当

它们浸烂成泥时，早先那种生意盎然、争荣竞长的形态也丧失掉十分之九以上，但人们还是可以看到原来草木的痕迹。

⑬ 焉，乃，就。壑(hè 贺)，坑谷。毋炁，毋为“母”之误，炁，同“气”；元精，天之精气。母气和元精，这里都指构成物体的原始物质。沍(hù 互)，冻结。七句意为：人们就不知道，当灰烬涂泥落到土里并随着流水冲到坑谷里，和原来存在于地下和寒穴中的元气聚合在一起，经年累月，又会不知不觉地转化为气，那已不再是原来的灰烬涂泥了，这是人们所看不见的变化。在这里，宋应星又阐述了植物复返于气的转化过程。

⑭ 究竟，到底。

⑮ 卑，位置低下。卑处，这里泛指人类居处的平地。

⑯ 内，疑为“肉”之误。强饭，食量大。啖，同啖，吃。豚(tún 屯)，小猪，也泛指猪。府藏，即腑脏。度(duó 夺)，估计，推测。九句意为：人食用了草木的果实和鸟兽的肉，还不就是这样成其为人了吗？食量大的人，有的一天能够吃掉一只豚肩和一斗谷子，而由于肠胃干燥，甚至过了三天才解大便，估计排泄量占其食量的百分之一也不到。宋应星在这里用极其生动的生活事例描绘了物质形态的转换果实、肉类吃掉了，人却长大了，推而至于一般情形，一物减少了，而他物则增多了，具有物质不灭的初步思想，反映了他的朴素的唯物主义自然观。

⑰ 火侯，原意是对火力大小、久暂的节制，这里指人的正常的生理功能。攒(cuán窜 阳平)族，聚积、集中。五行，指水、火、木、金、土五种物质，中医学常根据五行的属性，联系人体的脏腑器官来说明脏腑之间的生理现象。原，推求。七句意为：人吃下的食物转化成气，只是昼夜之间的事情，这固然是由于人体的生理功能足以集中地发挥五行的作用从而促进其内在物质不断产生这种转化，而推究其根本，还是因为人所吃的东西都是由气而生，所以才能够复返于气的。

⑱ 滓(zǐ 子)秽，污秽，借指人的粪便。

⑲ 粪田，用粪肥田。

⑳ 旨，这里作“道理”解。

㉑ 见肤，浅薄的见解。五句意为：人由气而生，也转化为气。佛经上只承认人死以后，皮毛骨肉化为土，精血涕汗化为水，既忽视了人们生前形气的转化，又没认识到“归土”和“归水”后进一步的“潜化”，这也是一种浅薄的观点。宋应星这里所说的“空”，指的是“气”。“人身从空来，亦从空化”，和佛教的生死轮回说所宣传的由无生有又由有到无的唯心主义思想有着鲜明的界限。

㉒ 椁(guǒ 果)，棺材外面的套棺。

㉓ 复载，天地的代称。

㉔ 委遗，丢弃遗置。

㉕ 世，古称三十年为一“世”。寻，古代长度单位的名称，八尺为一“寻”。

㉖ 运、会，古称十二世为一“运”，三十运为一“会”。纪极，终极。

㉗ 颛(zhuān 专)顼(xū 旭)，传说中的古代部落首领，号高阳氏，相传生于若水(今四川雅砻江)，居于帝丘(今河南濮阳)。丘陵，低矮的小山，借指坟墓。三句意为：如果草木的朽灰和遗弃的血肉毛骨不是不断地复返于气的话，那末颛顼的坟墓将因它们的长年堆积而被埋入千仞之深的地下了。这里的“虚无”就是上文的“空”，也就是“气”，和王阳明游心于绝对的虚无的唯心说法，有所不同。

㉘ 修畅，高大旺盛。离朱，古代传说中的人名；《慎子》：“离朱之明，察秋毫之末于百步之外。”巧历，指精于术数的人；钱起诗：“浮生竟何穷，巧历不能算。”十句意为：这样看来，花草树木从萌芽以至于高茂，人和鸟兽虫鱼从弱小以至于壮大，在发育长大的全过程中，无时无刻不都在成长，即使是善于观察的离朱、精于推算的巧历，也不可能及时而又准确地表达出它们所成长的程度，更何况一般的人们呢！由气化形是这样；相反，由形而复返于气，也是这样。从宋应星提出的“其长也，无呼吸之候不长”来看，他不但承认形与气间的运动转化，而且承认它们是处于永不停息的运动转化之中，这反映了在宋应星的唯物主义的思想里还包含有朴素的辩证法因素。

河外星云的距离和视向速度之间的关系

〔美〕埃德温·哈勃

埃德温·鲍威尔·哈勃(1889—1953)是美国天文学家。他长期从事天文观测工作。1929年，在研究了数千张照片的基础上，哈勃发表这篇论文，第一次提出河外星云的距离和视向速度之间存在一个比例关系。这就是著名的哈勃定律，现在通常写做

$$v = Hr,$$

其中v是天体的视向速度，r是距离，比例因子H称为哈勃常数。

哈勃在总结这个经验公式的时候比较谨慎。在这篇论文的最后，他强调指出："所得出的线性关系是表述有限距离范围的一个初级近似。"但由于视向速度是用天体的谱线位移来确定的，后来又发现大多数河外天体具有红移，于是哈勃定律在西方天文学界的影响日渐增大，并且在"速度红移"的框架下面，被利用来鼓吹宇宙膨胀论和大爆炸宇宙学。

注释是译者所加的。

——译　者

测定太阳相对于河外星云的运动，涉及一个有几百公里大

的K项①，它似乎是变动不定的。对这个佯谬，人们企图从视向速度和距离之间的关系求得解释，但至今还不能得到令人信服的结果。本文仅以那些一般认为十分可信的星云距离为根据，对这个问题作一次再考察。

河外星云的距离，归根到底取决于对星云中可以识别其类型的恒星所采用的绝对光度②判据。其中特别要包括发光星云物质中的造父变星、新星和蓝星。距离的数值取决于造父变星周光关系的零点③，其它判据则只用于检验距离的数量级。这个方法，只适用于少数用现有仪器即可很好地加以分辨的星云。对这些星云，以及对那些总能从中识别出一些恒星来的星云的研究，表明恒星的绝对光度至少在晚型旋涡星云和不规则星云中，可能具有近乎一致的上限，其数量级约在M(照相)$=-6.3$上下④。这种星云中最亮的恒星的视光度就是判据，这些判据虽然很粗略，应用时要慎重，但也提供了对所有河外星系距离的合理估计，即使在这些星系中只能探测到很少几个恒星。

最后，星云自身表现出它们都具有一定数量级的绝对光度，

① K表示太阳周围每种光谱型的恒星所组成的系统离开(或接近)太阳的平均速度，这种现象称为"K效应"。如把河外星系的谱线红移解释为远离太阳的运动所引起，则可把河外星系这种运动的平均速度称为"K项"。

② 恒星的光度即整个恒星表面每秒发出的总辐射能量。亮度和距离的平方成反比，因此可以根据星系中可识别其类型的恒星(如新星和超新星)的视星等和我们对这类恒星所采取的绝对星等相比较，推算出河外星云的距离。

③ 1912年，美国的勒维特对小麦哲伦星云内25个造父变星的周期(从2天—120天)和光度(视星等从5.5^m—12.5^m)的关系作了研究，发现它们的周期愈长，光度愈大，这就叫"周光关系"。1915年美国的沙普利得出了它们的平均视差，定出周光曲线的零点，这样就可以通过观测造父变星的周期定出表示其光度的绝对星等，再把这个绝对星等与观测到的视星等相比较来定出变星及其所属河外星系的距离。

④ 为了比较不同恒星的光度，设想把所有的恒星都移到某一标准距离(10秒差距，相当于32.59光年)上，然后比较它们的照相星等，称为绝对照相星等，以M(照相)或M_p表示。

其范围在平均值 M（目视）=15.2 上下 4 到 5 个星等。对个别的例子采用这种统计平均，不见得能恰到好处，但如果涉及很大的数目，特别是在各种星云团中，则星云本身的平均视光度就可提供对平均距离的可靠估计。

现在有 46 个河外星云的视向速度可供利用，但其中已对个别距离作出估计的，只有 24 个。还有一个 N.G.C.3521，本来有可能对它作出估计，但在威尔逊山上没有可用的照片。在表 1 中列出了数据。前七个的距离最为可靠，除了M31 的伴星系 M32 以外，都是对其中许多恒星作了广泛的研究而得出的。后十三个的距离取决于星体光度有统一上限的判据，因而有很大的或然性误差，但可以相信这仍然是目前可供利用的最合理的数值。最后四个天体看起来是在室女座星系团中。对这个星系团确定的距离为 2×10^6 秒差距，是从星云的光度分布以及某些晚型旋涡星云中恒星的光度推出来的，这同哈佛得出的一千万光年的估计有些出入。

表 1 中数据表明距离和速度之间存在着线性关系，不管这里的速度是直接取用的，还是按老的解对太阳运动作过校正的。这就对太阳运动提出了一个新的解，其中距离作为 K 项的系数而引入，就是说，假设速度直接随距离而变化，因此，K 表示单位距离上由这个效应引起的速度。条件方程就采取如下的形式

$$rK + X\cos\alpha\cos\delta + Y\sin\alpha\cos\delta + Z\sin\delta = v。①$$

① 在这里，v 是太阳相对于河外星系的视向速度，rK 是河外星系相对于银河系的视向速度，X、Y、Z 是太阳相对于河外星系群的空间速度 v。在日心赤道直角座标里的三个分量，α、δ 是每个河外星系的赤经、赤纬，所以后面这三项是太阳的空间速度在河外星系视线方向上的速度分量。如果和过去一样认为 v 和 r 无关，那末 K 项就是一个恒定值 K，但它事实上显得变动不定；现在哈勃认为 v 和 r 有关，K 项从观测得到的关系看应该和 r 成正比，为 Kr，这样就使 K 项的变动不定得到了粗略的说明。

表1　从星云中恒星或从星系团的平均光度所估计的星云距离

天　体	m_s	r	v	m_t	M_t
S. Mag.	…	0.032	+170	1.5	−16.0
L. Mag.	…	0.034	+290	0.5	17.2
N. G. C. 6822	…	0.214	−130	9.0	12.7
598	…	0.263	− 70	7.0	15.1
221	…	0.275	−185	8.8	13.4
224	…	0.275	−220	5.0	17.2
5457	17.0	0.45	+200	9.9	13.3
4736	17.3	0.5	+290	8.4	15.1
5194	17.3	0.5	+270	7.4	16.1
4449	17.8	0.63	+200	9.5	14.5
4214	18.3	0.8	+300	11.3	13.2
3031	18.5	0.9	− 30	8.3	16.4
3627	18.5	0.9	+650	9.1	15.7
4826	18.5	0.9	+150	9.0	15.7
5236	18.5	0.9	+500	10.4	14.4
1068	18.7	1.0	+920	9.1	15.9
5055	19.0	1.1	+450	9.6	15.6
7331	19.0	1.1	+500	10.4	14.8
4258	19.5	1.4	+500	8.7	17.0
4151	20.0	1.7	+960	12.0	14.2
4382	…	2.0	+500	10.0	16.5
4472	…	2.0	+850	8.8	17.7
4486	…	2.0	+800	9.7	16.8
4649	…	2.0	+1090	9.5	17.0
平均					−15.5

m_s = 星云中最亮恒星的照相星等。

r = 距离。单位是10^6秒差距。前面的两个是沙普利的数值。

v = 测得的速度。单位是公里/秒。N.G.C. 6822,221,224和5457是最近赫马森测定的。

m_t = 由霍普曼校正后的霍莱契克目视星等。前面的三个天体并不是霍莱契克测定的，m_t 的值是作者根据可用的数据所作的估计。

M_t = 从m_t 和 r 计算的总目视绝对星等。

已经作出两个解，一个是各别地应用24个星云，另一个则把24个星云按方向和距离上互相靠近的情况，组成9个群。结果是

	24个天体	9个群
X	-65 ± 50	$+3\pm70$
Y	$+226\pm95$	$+230\pm120$
Z	-195 ± 40	-133 ± 170
K	$+465\pm50$	$+513\pm60$公里/秒·百万秒差距
A①	286°	269°
D	+160°	+ 33°
v_0	306公里/秒	247公里/秒

就材料如此贫乏，而数据分布又不好的情况来说，结果是相当肯定的。两个解的差异大都来自4个室女座星云，它们是最遥远的天体，都具有室女座星系团的本动，以致过分地影响了K值，并从而影响了v_0值。要减小这种本动效应，就需要这些更遥远的天体的新数据。同时，介于两个解中间的整数就表示了这些数值可能有的数量级。例如，令$A=277°$，$D=+36°$（银经=32°，银纬=+18°），$v_0=280$公里/秒，$K=+500$公里/秒·百万秒差距。要感谢斯特龙贝格先生，他把数据类集成不同的群，用它们的独立的解核对了上述数值大概的数量级。

我们发现引入这些方程中的一个常数项是小而负的。这似乎就使得我们不再要那老的常数K项了。龙德马克发表了这类的解，他用$k+lr+mr^2$代替老的K。他所得到的较为满意的解给出$k=513$，这对比以前数量级为700的数值，并没有提供多少好处。

上面给出的两个解的差值的平均是150和110公里/秒，各自代表个体星云和星云群的平均本动。为了把结果用图的形式

① A、D：太阳运动的向点，即太阳运动指向天球上的一点的赤道座标，A是赤经，D是赤纬。

表示出来，已经在所观测的速度中除去了太阳运动，而把余下来的距离项加上差值对距离作图。这些差值的情况几乎已达到了所能预期的最光滑的情况，一般说来这些解的形式看来还是很合适的。

那22个没有提供距离的星云，可以有两种处理方式。首先，可以把从平均视星等推得的星云群平均距离与作了太阳运动改正的平均速度进行比较。对$1.4\cdot10^6$秒差距的距离，其结果是745公里/秒。它落在前两个解之间，指明K值为530，而与建议的K值500公里/秒有所不同。

其次，假定距离与速度之间有前所确定的关系，就可以用来检验个体星云与这个关系弥散的情况。距离是由校正了太阳运动的速度来计算的，而绝对星等可以从视星等推出。所得的结果见表2，这可以和表1中星云的绝对星等的分布作比较，这些星云的距离是由其他判据推出的。N.G.C.404可以除外，这是因为它的观测速度是如此之小，它的本动与距离效应相比一定很大。然而，这个天体也并不一定就是例外，因为可以选定一个距离，使本动和绝对星等二者都在前所确定的范围之内。对于这样两组完全独立的数据来说，平均星等为－15.3和－15.5，范围在4.9和5.0星等，它们的频数分布极为相似，甚至平均星等中的细致差别也可以归因于室女座星系团中所选择的很亮的星云所引起。这种完全不是勉强的一致性极为明显地支持了这个速度-距离关系的有效性。最后，值得记录下来的是两个表中绝对星等的频数分布合在一起，可以和各种星系团中所发现的分布相比拟。

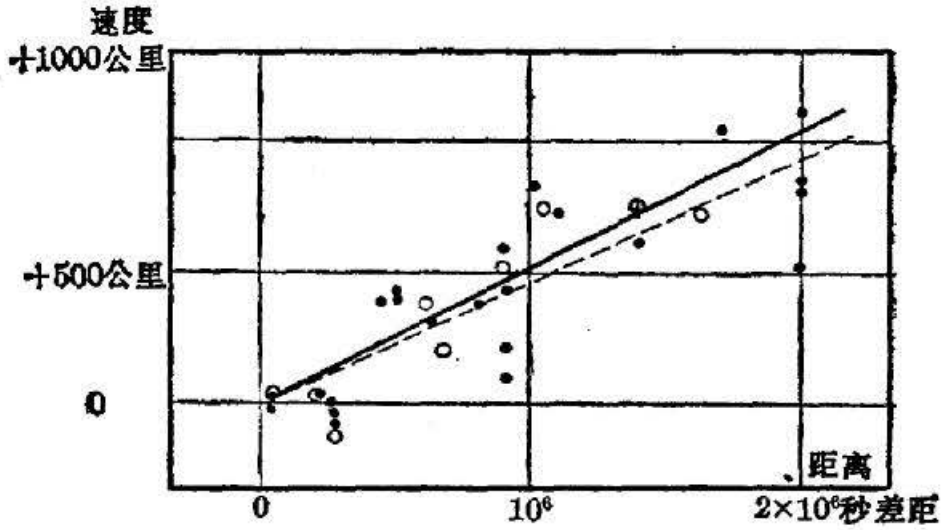
这些结果，在那些速度已经发表的星云中间建立了一个速度与距离之间的粗略的线性关系，而这种关系似乎支配着速度的分布。为了研究更大尺度上的情况，威尔逊山天文台的赫马

表2　从视向速度估计星云距离

天体	v	v_z	r	m_t	M_t
N.G.C. 278	+ 650	−110	1.52	12.0	−13.9
404	− 25	− 65	…	11.1	…
584	+1800	+ 75	3.45	10.9	16.8
936	+1300	+115	2.37	11.1	15.7
1023	+ 300	− 10	0.62	10.2	13.8
1700	+ 800	+220	1.16	12.5	12.8
2681	+ 700	− 10	1.42	10.7	15.0
2683	+ 400	+ 65	0.67	9.9	14.3
2841	+ 600	− 20	1.24	9.4	16.1
3034	+ 290	−105	0.79	9.0	15.5
3115	+ 600	+105	1.00	9.5	15.5
3368	+ 940	+ 70	1.74	10.0	16.2
3379	+ 810	+ 65	1.49	9.4	16.4
3489	+ 600	+ 50	1.10	11.2	14.0
3521	+ 730	+ 95	1.27	10.1	15.4
3623	+ 800	+ 35	1.53	9.9	16.0
4111	+ 800	− 95	1.79	10.1	16.1
4526	+ 580	− 20	1.20	11.1	14.3
4565	+1100	− 75	2.35	11.0	15.9
4594	+1140	+ 25	2.23	9.1	17.6
5005	+ 900	−130	2.06	11.1	15.5
5866	+ 650	−215	1.73	11.7	14.5
平均				10.5	−15.3

森已开始了一个确定那些能作出可靠观测的最遥远星云的速度的计划。当然，这一些是星云团中最亮的星云。第一个得出的确定结果是 N.G.C.7619 的 $v=+3779$ 公里/秒，这与目前的结论是完全相符的。对太阳运动作了校正后，这个速度是 + 3910。应用 $K=500$，相应的距离就是 7.8×10^6 秒差距。由于视星等是 11.8，在这样距离上的绝对星等就是 −17.65，对星云团中最亮的星云来说，数量级是正确的。从那个看来包括这星云为一成员的星云

团中独立地推出的初步距离，数量级为7×10^6秒差距。



对太阳运动作了校正后的视向速度对照距离作图，距离从所涉及的恒星和星系团中星云的平均光度求得。黑点和直线表示各别地应用星云对太阳运动的解；圆圈和虚线表示把星云结合成群的解；十字符号表示与距离不能个别测定的22个星云的平均距离相对应的平均速度。

在不久的将来，预期会有新的数据，或者，将使现在这个研究的意义有所改变；或者，如果得到肯定的结果，则将导致一个重要性大得多的解。因此，详细讨论现有结果的明显结论，看来还为时过早。例如，如果太阳相对于星系团的运动表示银河系的转动，那末这个运动可以从星云的结果中扣掉，余下来的即可表示银河系相对于河外星云的运动。

但是，值得注意的是，速度-距离关系有可能代表德西特效应①，因而可以把这些数据引入到关于空间一般曲率的讨论中

（下转第181页）

① 威廉·德西特(1872—1934)是荷兰天文学家。1917年他用广义相对论研究宇宙学，得出"宇宙膨胀"的模型。他又首先用相对论红移(引力红移)来解释B型星的红移现象。所以哈勃指出，在德西特宇宙论中，谱线移动来自两个原因，前者由于引力，后者则由于"宇宙膨胀"。

外论选译

星系天文学中的观测佯谬

——某些河外天体的证据，与通常关于红移、年龄和起源的假设相矛盾

〔美〕霍尔顿·阿尔普

西方天文学界对于红移问题，争论十分激烈。在1973年的两次国际天文会议上，表现得更为集中。最近还专门出了一本叫做《红移的论争》的文集。

当前，西方天文学界的"正统派"观点仍然认为，红移主要是"速度红移"，即天体的光谱线红移意味着天体离我们而去的退行速度。这样，那些红移量很大的类星体就只能是在"宇宙的边缘"上以快得象光那样的速度退行着。他们借助于这种速度红移的解释，鼓吹宇宙膨胀论和大爆炸宇宙学。

但也有不同意这种观点的。美国海尔天文台的霍尔顿·阿尔普，就是站出来向正统派挑战的一位天文学家。阿尔普坚持天体演化的观点，主张"非速度红移"，即天体在不同的演化阶段上会出现天体本身固有的而不单单由速度效应所引起的光谱线红移。

这里刊登的译文，在阿尔普1971年的《星系天文学中的观测佯谬》一文删节的基础上，补充了1974年他的《非速度红移的证据——新的证据和评论》和《非

速度红移的证据》两篇报告的有关内容，译者还加上一些天文学术语的注释。在这里，作者所列举的大量天文观测事实，都是速度红移所无法解释的，说明“正统派”“已走进了死胡同”。在速度红移的正统派观点广泛流行的情况下，听听这些反对派的意见，对于我们深入批判西方天文学领域中的唯心论和形而上学，不是也大有好处吗？

——译　者

按照目前天文学的宇宙图景，所有的星系都在大约10^{10}年以前从弥漫介质凝聚而来。这幅图景是从我们生活在一个膨胀宇宙中的总信念中产生的。在时间上向过去外推，就可以推论出所有的星系在开始的时期曾被压缩为某种热的气态介质。

相信膨胀宇宙，大约是从1922年左右开始的，当时发现，爱因斯坦广义相对论对宇宙的描述中有不稳定性，宇宙自然而然地要么膨胀，要么收缩。当时天文学家们发现，从光谱上测得的星系愈暗淡，它们的谱线一般说来就愈向光谱的红端移动。这个在星系红移与视星等①之间所观测到的关系，被解释成为一种速度-距离关系，最远的星系以最大的速度彼此退离着膨胀开去。

大望远镜提供了暗星系的红移与星等的数据，就有可能更精确地计算星系缩回到奇性原点②的时刻。这个所谓宇宙膨胀年龄，最近估计约为7×10^9到11×10^9年这一范围内。另外，我们银河系的年龄也可以测量。从最老的星的年龄推算，它的年

① 指用目视方法看到的天体亮度；视星等越大，亮度越小。

② 指整个宇宙极度收缩，物质的密度无限大，现有的物理规律都不能解释，成为奇点。

龄是11×10^9到13×10^9年。行星系中物质的铀-铅含量给出的年龄是7×10^9到12×10^9年。目前用这些彼此独立的方法所测得的年龄，数量级上相符合这一件事使人们获得深刻的印象，并且也支持认为宇宙从一个奇性阶段开始膨胀了10^{10}年数量级这样一种观点。

如果采纳了这幅“大爆炸”宇宙图景，当然就意味着彼此相隔很远的星系将以正比于它们之间距离的速度而彼此分开。

类星射电源

当那些与恒星相似的射电噪声源刚发现时，使这些“类星体”如此令人惊异的，就是它们具有极高红移的特征。从正常星系红移与距离之间的关系估计它们的距离，所得到的亮度在数量级上要比正常星系亮几百到几千倍。例如，视星等上最亮的类星体3C273，在这个基础上计算的结果，每秒钟将辐射10^{47}尔格，产生这样的一个总量就需要每年把1个太阳的质量全部转变为能量。在红移距离上，有些类星体甚至还要亮。而现在已知的产生能量的机构，效率当然要比从质量到能量的任何一种假设上的全部转换低得多。

还有一个困难，那就是所观测到的某些类星体在光学亮度和射电亮度上有变动。这个观测结果意味着，经历时间涨落的那部分能量一定是包含在这样的一个区域内，这个区域的最大直径在某些情况下不过几个光日。这个限制导致了极高的能量密度，并且导致了要光子不与电子作次数极多的碰撞而从天体中引出光子来的困难。

人们刚刚有可能建立一些同步加速产生能量的模型在这些限制条件下起作用，但是这些模型都要求非常特殊的假设。最

近对类星体3C279所作的甚长基线的射电观测①指出，有两个相等的射电发射源，如果我们假定这个类星体的红移距离是正确的话，它们就显得是以十倍于光速的速率相互分离。这里，又一次需要非常特殊的模型，在不怀疑光速之类被确定无疑接受的物理常数的意义下去解释这些结果。

天文学家们几乎从一开始就知道，如果类星体的距离比它们的红移所指示的来得近，这些能量上的要求就能有所降低，而那些特殊的要求也能有所放松。可是，应用已知物理原理来给出内禀红移——例如，引力红移——的模型，所起作用甚至更不能令人满意。结果，多数天文学家就宁愿维持类星体红移表明大距离的最初假设。

星 系 团

正常的星系是牢固地成协为星系群和星系团的。在对60个最近的星系的调查中，伏古勒发现只有8个星系不象是群的成员。其余的一些可以说是群的成员。总的说来，在全部星系中属于团的星系可能大大超过50%。事实上，里克天文台星云普查的结果是和认为所有星系都属于团的模型相一致的。许多天文学家相信，星系团是宇宙中的基本凝聚物。有一份著名的星系团表是阿贝尔编的，他登录了天空中2712个最丰富的星系团。这些星系团包括了数量级达几十万的星系，直至包括在视星等上暗到正常地具有红移$(\Delta\lambda/\lambda)=0.2$的星系。

伯比奇等人登录了11个红移为$(\Delta\lambda/\lambda)=0.2$或者更小的类星体。在$(\Delta\lambda/\lambda)\leqslant 0.2$的九个推测为真正的类星体中，没有

① 用干涉的方法可以观测天体的结构，作干涉测量的基线愈长，精确度就愈高。甚长基线的射电观测，可分辨天体的精细结构。

一个落在阿贝尔的星系团内。事实上，即使在把阿贝尔登录的星系团直径加倍以后，也“没有发现红移小于0.2的类星体落在丰富星系团的方向上”。另一些选出来的低红移类星体也曾研究过，距离一直远到最大望远镜照相所及，也没有显示出有成协星系的明显的团。

这样就出现了佯谬：如果类星体都是在它们的红移距离上，为什么它们不落在宇宙中质量主要集中的地方？为什么它们看起来象在“避开”同一红移距离上的星系团？

星系团中星系的种类

后发座星系团是最著名的丰富星系团之一。在多数丰富星系团中都有一两个为主的巨星系，这就是所谓cD星系，它们具有很大和很稀薄的外延，在曝光长的照片中星系看起来很大。采用较短的曝光时，这些表面亮度低的外部区域就不再记录下来，而最大的星系就在视尺度上缩小了。然而星系团中较小较暗的星系一般却比较致密（表面亮度较高），它们失去的视尺度就比较少。

这个观测结果对我的讨论起了这样的影响：有一类被称为致密星系，射电致密星系或者N星系（星系盘带有亮且锐的核）的各种各样星系，它们一般都有活动的核，显示出受激元素气体的发射谱线，有时是非热致发射，有时是变化的光发射和射电发射。多数天文学家都同意，从正常星系这样延伸很广而表面亮度颇低的天体，到致密星系，N星系和类似的几种星系，到很致密的（光学上不能分辨）和以非热为主的类星体①，都存在着物

① 许多天体的发射谱具有热致发射的特征。以非热为主的类星体，其发射谱的主要部分与热致发射谱不同，反映了它们的反射机制不同于热致发射。

理的连续性。问题在于：内禀光度①在这个序列上是怎样发展变化的？是内禀光度从巨星系到致密星系一直降低下来，象在星系团中所观测到的，并意味着类星体的内禀光度是低的呢？或者类星体这样一类天体的出现没有连续性，它们极为致密，但在光度上又是极大地超过巨 cD 星系的呢？后者就是假定类星体有宇宙距离而导致的佯谬结论。

类星体在天空中的分布

在北银球银道面以上所有暗淡的类星体（$m_v \geqslant 17.0$ 星等）不是均匀分布在高银纬的未受遮蔽的视场②中，象我们对很远的星系成员所预期的那样。相反，在赤经＝15 到17 小时的区域里几乎完全没有它们，而在赤经＝12 到 13 小时的区域里它们最为集中。然而，更令人惊异的是，这个暗淡类星体的特殊分布竟与亮星系在天空中的分布极为相似。$9.0 \leqslant m_{pg} \leqslant 11.0$ 的亮星系按天体上与类星体相同的特殊方式分布，也许只是更为狭窄一些，就象是类星体分布中的一个核一样。当然，那些亮星系中的大部分是在 10 到 100 百万秒差距（几亿光年数量级）距离处，并且形成为星系团的团集，即伏古勒所称的“本超星系团”。

成协的一个重要证明是类星体在亮星系的两边排成一直线，对正常射电星系的情况，一般都推测射电源是发射射电的等离子粒团③，并且一般都承认它们是从中心星系向相反方向抛射出来的。

---

① 指除掉外界引起的各种效应后，天体本身所固有的光度。

② 银河系里有许多暗星云和弥漫物质，它们会吸收从背后来的天体辐射，从而我们就观测不到这些天体，造成天区的“遮蔽”。未受遮蔽的视场指没有这种影响的天区。

③ 指具有等离子状态的气体粒子团。

最亮视星等的类星体($m_v \lesssim 16.2$ 等)情况怎么样呢?它们中的大部分正巧落在最接近 M31 的半个天空中，这个 M31 是我们本星系群中为主的星系。它们倾向于在属性上和对 M31 的位置上配成对，并且落在相离 40°到 80°的抛射距离处，就象它们是从离这个星系 0.5 到 2 百万秒差距处抛射出来的那样。最后还有两个类星体，当我们在天空中看到它们时，它们落在相对 150°处。它们都属于视星等最亮的类星体并具有几乎相同的红移。从我们的银河系沿相反方向抛射出来的天体中，它们是最有可能的候选者。G.K.米利最近的测量表明，这两个类星体具有类星体中最大的射电角结构，二者都均为 140 弧秒。

数据分析表明，类星体不和远的星系团成协，它们的分布也同远的星系不相象。相反还有证据表明，视星等最亮的类星体在天空中的分布是与本星系群成协的，而那些较暗的类星体的分布，也是与在本超星系团中更远、但还是相对地较近的星系成协的。

类星体在红移上的分布

类星体分布的非均匀和非各向同性问题，在其他论文中已经注意到了。斯特里马特等在 1966 年指出，最高红移的类星体集中在银极区域内。从我们这里提出的那些考虑看来，这个集中最有可能同集中在银极总区域中的邻近星系成协。米利最近指出，在星系北半球，有过量的具有大角度射电结构的类星体。在星系北半球比在南半球能观测到更多的相对邻近的类星体。

施米特和其他人计算过，如果假定类星体红移是类星体距离的量度，则类星体在空间的密度将在红移距离 $(\Delta\lambda/\lambda)=2$ 左右急剧地增加，然后又突然减少。密度的这一突然下降，蕴涵着

有一个类星体出世时间的函数，在我看来，它不象是对宇宙大范围的一个很合理的模型。

最初的研究表明，类星射电源与亮星系和特殊星系成协，这也包括我们所在的本星系群中的那些星系。后来伯比奇等人(1971年)指出，有4个亮(3CR)类星射电源与中等大小的旋涡星系非常接近(<7′)，这种情况出于偶然的几率是极小的。某些研究者推论，如果这些类星射电源与这些星系是物理上成协的，那末考虑更远距离上的成协，即较暗的类星射电源在较暗星系的周围成协，应该有可能发现更多的事例。所以，对射电较弱的类星射电源(帕克斯的2700兆赫巡天)对照较暗的星系(茨维基的星系与星系团表，星等一直达到 $m_{pg}=15.7$)作了考察。但并没有在这些较弱类星射电源和较暗星系之间发现有意义的成协。我们是否应该得出结论说，这个结果并不支持类星射电源与星系的成协呢？显然不能，因为最近布朗和麦克埃温(1973年)的研究指出，在暗星系的附近1.7′和2.1′之内发现了两个新的类星射电源。这里，偶然成协的几率只是5%。如果它成立的话，那末这个几率或许也只刚刚够得上有意义，而且只能是真正有意义的一个下限。

早期的文章曾指出，很高红移和很低红移的类星射电源与很邻近的星系成协，这包括以M31为主的本星系群(我们自己银河系落在靠近M31本星系群边缘的一个地方)。这些最近的类星射电源投影在离它们的发源星系大角距离处。所以我们能回答下面的问题：如果所有类星射电源都与邻近星系成协，那末为什么不是每一个类星射电源都与一个星系相接近？回答是，一些类星射电源是属于很近的星系的，但在天空中却投影在星系相当远的距离处。

来自星系的抛射

从1918年以来就知道有一个发光的喷流从室女座星系团中的巨球状星系M87的核延伸出来。这喷流是蓝的，有高的表面亮度，并且是由一串致密的凝聚物组成的，或许要用最大的望远镜才刚刚分辨得开。这些致密的凝聚物是偏振的，并显示一个毫无特征线的连续谱，通常假设是同步加速发射。（和类星体的情况一样，产生能量的模型是很复杂的，对于喷流中的凝聚物的情况，来自等离子体粒团的同步加速发射究竟是不是一种满意的解释还是有些疑问的。）由于凝聚物的光谱毫无特征，我们不能测得任何红移，但是除了这点以外，这些凝聚物的其他观测到的特性都是与类星体很相似的。

天文学家一般都相信M87中的喷流代表了物质的抛射，给人深刻印象的是，这个喷流为落在从NGC520伸出的一直线上的四个或五个类星体提供了很好的物理上的模拟。关于从星系抛射发光的物质和发光的天体，在最近几年里证据也已很强。

我从对星系抛射的观察结果中得出了四个结论，上面这个重要事例所具有的特征，就是它们的典型例子。这四个结论是：

1）星系抛射物质（抛射的物质可以具有多种多样的物理状态）。

2）大量的物质倾向于沿着近于相反的方向抛射出去。

3）当抛射的物质具有较小的伴星系形式时，伴星系倾向于有高表面亮度。

4）致密伴星系通常都具有比发射它们的星系更高的红移。

类星射电源与星系成协的证据

下面列出类星体靠近星系的4个最近的实例（不包括另外两个由布朗和麦克埃温报道的尚未研究过的实例）：

(1) PKS 2020-37 离开小旋涡星系 21″。

(2) 3C 455 离 NGC 7413 星系 23″。

(3) 马卡良 205 离 NGC 4319 星系 42″。

(4) PHL 1226 离 IC 1746星系 55″。

在第一个实例中类星射电源落在一个受到很大扭曲的旋臂很近的地方，这可以作为有相互作用的证明。在第二个实例中，星系的发光等光度线在类星射电源的总方向上有异常的扰动。在第三个实例中，马卡良 205 显示出有一个发光物连回到 NGC 4319。此外，研究 NGC 4319 的内部区域表明存在着内部等光度线的扰动。这似乎与 NGC 4319 的核在一个方向抛射射电源，而在另一个方向抛射马卡良 205 是成协的。这种抛射经计算得出大约发生在 10^7 年之前，以近于3000 公里/秒的速度进行的（应该指出 3000 公里/秒的抛射速度差不多是从中心天体通过分裂和抛射而构成星系团所必需的）。第四个实例中，有证据表明在IC 1746 与恰好落在星系东南边缘的类星体—特殊星系对之间存在着相互作用，那里看来还有一条发光纤维状物质连接着类星体和特殊星系。虽然星系的红移是不知道的，但是象这样很亮而又弥散的天体具有类星体的红移($Z=0.404$)，却是前所未有的。

我们现在可以来总结本节的讨论：在类星体离开亮星系最近的 4 个例子中，我们都看到类星体与星系之间存在着相互作用的证据。

伴 星 系

我们已经讨论了位于天体之间连线中心的巨型E星系和活动的瓦解星系。这些线看来与抛射过程成协，并且肯定了前面所给出的关于抛射的经验规律。然而，在所有这些情况中，成协的天体都可以归入伴星系这一类，我现在要问，伴星系作为一个普遍的类别，究竟是不是能起源于抛射过程。

对这个问题的一个令人惊异的肯定的回答，来自于霍姆伯格最近的一项研究。通过对邻近的旋涡星云周围的区域与许多度以外的控制视场①所作的比较，他能够证明，在这些邻近的星系的周围，存在着统计上过量的视小星系。② 没有预期到的是，这个统计上的过量，只出现在沿大星系投影的短轴的一个很宽的角锥内。霍姆伯格假设，这些伴星系都是从中心星系各向同性地抛射出来的，可是中心星系盘阻挡了它们沿投影的长轴方向出射。这个模型看来是对观测结果唯一可能的解释。

到现在为止，霍姆伯格的证据和从旋臂末端的伴星系得到的证据说明伴星系是从抛射起源的。如果旋臂与抛射径迹成协，它们就满足抛射一般是沿着相反的方向的规律。由于旋臂末端的伴星系与中心星系相比具有突出地高的表面亮度，它们就很好地满足了抛射物质的第3条规律。这个结果使我们进一步去检验第4条规律，这条规律预测伴星系的红移应当系统地比中心星系高。

---

① 指选定的天空区域。

② 指在较短时间的曝光下，照相上显示出尺度较小的星系。

伴星系的红移

在属于M31、M81和NGC 5128这些大星系的13个伴星系中有11个比它们的母星系有更高的红移。这些伴星系的过量红移，平均只在+70和+80公里/秒之间。但是，因为它们是这样地靠近，又是这样充分地研究过，所以这些红移是精确的，从而那些过量也是充分确定的。

在我们迄今为止所遇到的那些令人惊异的观测结果中，这一结果是最可惊异的。这是因为，不管这些伴星系是在轨道上绕着主星系转，还是仍然作为抛射的一个结果离它退行而去，我们都应当能预期看到，对于中心星系，平均起来有同样多的正速度和负速度。事实上，如果我们看到正红移占很大的优势，我们必定明白这是某种非速度红移的效应。

的确，在我的抛射图景中，伴星系都是从母星系核产生的第二代天体，而经过致密星系推溯到类星体，可推出一种物理上的连续性。然而，伴星系红移的小小的过量很可能是由恒星集合的光总加起来所引起的，对于这些恒星我们没有理由认为它们同主星系中的恒星会有很大的不同。

高红移星系和低红移星系成协

至今最著名的红移不一致的例子是斯蒂芬五重星系。阿尔普曾提出整个斯蒂芬五重星系与亮的CZ=800公里/秒的旋涡星系NGC 7331成协，后者在五重星系东北约30′处。这意味着五重星系中红移在CZ=5700公里/秒和6700公里/秒之间的四个成员的实际距离比它们的红移所指示的要近8倍左右。现

在可以援引几条证明来支持这种图景：

(a) 五重星系的低红移成员(NGC 7320)和含有 HII 区域的高红移成员(NGC 7318)，所含 HII 区域的大小几乎完全一致。

(b) 五重星系的高、低红移成员之间存在相互作用。

(c) 在 NGC 7331 和五重星系之间存在过多数目的射电源。

(d) NGC 7331 和五重星系之间存在着很微弱的、发光的纤维状物质。

现在，海德曼用南赛射电望远镜测定氢，独立于 NGC 7319 的红移而得出了距离。它比起 NGC 7319的哈勃距离来(后者在 H = 55 公里/秒·百万秒差距时约为 120 百万秒差距)，更接近于低红移的 NGC 7331 和 NGC 7320 的距离(约 10 百万秒差距)。

此外，最近阿尔普指出，象斯蒂芬五重星系那样的其他体系(例如 VV 150 和 NGC 247 西北的伯比奇星链）特征性地出现在亮的、较低红移的星系附近。所以，我们认为，斯蒂芬五重星系并不是唯一的、孤立的现象，在多重相互作用的星系显现出具有强烈非速度红移成分的其他事例中，也会发生这种效应。

有一张照片表现了由桥或发光的纤维状物质把高红移星系和低红移星系连接起来的情况。红移为 CZ = 16900 公里秒$^{-1}$的一个特殊伴星系与CZ = 8800公里秒$^{-1}$ 的一个主星系 (CNC 7003)相连接。除了原有的这一对红移不协调的星系有物理成协的论据以外，我们现在又可以加上这个论据。论据现在变得简单而有力："如果高红移伴星系的作用并没有扰动中心星系，那末扰动它的究竟是什么作用呢？"

最后，我要讲的是，对个别高红移天体与已知距离或估计了距离的低红移天体成协的这种不协调红移的全部实例，表明一个天体的过量红移是如何与它的较低的绝对星等相联系的。我相信这表示一种演化次序，其中致密天体或类星体是从一个大

星系中抛出来的，最初它有高的内禀红移，但以后致密天体演化成致密星系，然后又演化成扰动的年轻的旋涡星系，然后又成为旋涡星系，最后演化成为松弛型星族II的体系。我认为内禀红移沿着演化次序的进程而衰减，最终只剩下由天体的空间运动引起的真正的多普勒红移。

我还要叙述一下约瑟夫·万普勒最近①的一个十分激动人心的发现。他发现两个相距5″的类星体，分别具有Z=1.90和Z=0.43的红移。在亮类星体的另一边，正好暗类星体的对过，存在一个发光的弥漫天体，而在星云状天体的同一边有一个射电源。这种三重构型，或者穿过一个亮天体的二头成对，在不协调红移和抛射现象中是很普通的。我除了认为这不可能是偶然地发现二个类星体在天空中靠得这样近以外，还要着重指出，更加不可能也是偶然地发现这种三重构型。

总之，正如前面讨论过的例子那样，我们只需要有关不协调红移的一个被确认的情况，足以在观测事实和宇宙论所依据的当代物理学之间形成决定性的对抗。

综述互不协调的证据

首先应当强调指出的是，虽然观测的结果与我们对星系的某些基本假设有矛盾，但是迄今为止这种矛盾还只涉及几类特殊的天体：即类星体，致密星系，特殊星系和抛射物。还没有证据显示最亮的成团的E星系或者在星系群中占主要地位的最大的Sb星系②是不正常的。没有理由要相信这两类星系不是在一个较早的时期凝聚的，而它们的红移是和红移与距离间的关系

① 指1974年。

② E星系是指椭圆星系，Sb星系是指一种旋涡星系。

完全符合的。如果我们要来理解关于那几种更年轻更致密的星系的佯谬性的观测结果，这种新的理解就可能在或大或小的程度上改变我们对宇宙膨胀率的估计。反之，可能有一个非速度红移的分量从属于一些特殊的天体而不用改变所有目前接受的膨胀率。

有了这个预先提出的保留，我将把关于我已讨论过的天体的互不协调的观测证据综述如下：

1）在丰富的星系团大抽样中，没有发现任何低红移类星体。类星体在天空中或在红移上的分布都不象我们对于遥远的星系成员所预期的那样分布。

2）类星体和致密天体与邻近的星系成协并具有中等的低光度。

3）有整个一类的天体，包括类星体，致密星系，空白视场①射电源，发光物质，成直线星系和伴星系，显得是从巨大的活动星系的核朝相反方向抛射出来的。

4）成直线星系和致密星系有证据只在较之通常接受的星系年龄小几百倍的时间尺度上才是稳定的，因此想象是很年轻的。

5）从类星体到致密星系再到伴星系，在物理特征上显现出一种连续性。类星体看来有最大的非速度红移，但伴星系看来也有非速度红移。伴星系的非速度红移虽然很小，但是是系统地正的，并且是很大一批不同种类伴星系的特征。

基本的佯谬

这些观测中出现的一个佯谬，是从别的星系的核中抛射出

① 指对应于某一星等，天空中看不到天体的区域。

星系的佯谬。一个正常的恒星集合显然是不能象雪球那样给抛来抛去的，因为在这样一个集合的成员之间没有把它们粘在一起的吸附力。因此，要末抛出的星系必定以一个致密的相干体①出现，以后再由它分化和分离出恒星来，要末是以某种弥漫的气态物质出现，在这样的时侯必定在所出现的气体内发生很迅速的恒星凝聚。从目前流行的关于现阶段的恒星是在星系外层相当平静的区域中形成的假设来看，这两个模型都显得非常奇怪。

另一个或许更基本的佯谬是：非速度红移的成因是什么？

当关于反常红移的这个结论进一步在观测上确立起来和被人们接受之前，作者认为对它作理论上的解释还为时过早。但是有一些小组现在已开始着手解释这里综述的那些效应。为了完整起见，我把这几种理论简单概括如下：

（1）引力红移。虽然我们对类星体并不能建立可取的引力红移模型，但是某些研究者仍然相信这样的红移是可能的。甚至还有少数人认为星系中反常红移可能是由于高的引力场所引起的。可是在星系中已分辨了的各个部分上，却没有观测到红移的变化，这一事实是对这种观点的有力反证。一种改变了形式的引力红移机制是引力透镜②的观点，认为高红移天体只是远处天体通过一个较近的引力透镜而看到的结果。

（2）至少有两个研究者断言，在宇宙间大的光年距离上坐标时和固有时③之间的差别将产生反常红移。格林贝格直接论证了这点，而西格尔通过从发展狭义相对论得到的所谓“时间几

① 这是一种尺度很小，密度很大，各部分有相互作用而相关变化的天体。

② 光经过大质量天体时，由于引力作用造成光线弯曲，出现光的聚焦，就象普通透镜一样，叫做引力透镜。同时，引力透镜还产生光谱线红移的效应。

③ 固有时是指当地的钟所走的节律；坐标时是指别个地方的钟拿到这个地方来，所走的节律一般要改变，从而造成坐标时和固有时之间的差别。

何学”也论证了这点。每个作者都声称他们的结论是从当前公认的物理学所得出的自然结果。这种理论究竟能否成立，我提不出意见。

(3)光子-光子散射。西斯特罗、基赖因、作者以及其他人曾尝试用光子由电子的散射来说明红移，这种尝试主要由于需要高得不能允许的电子质量而往往归于失败。佩克等人（1973年）则假设发出的光子由具有反常红移的天体所包含的光子海散射出来。他们曾经推广他们的预言来说明我们银河系中双星的反常红移，以及据说在先驱者6号经过太阳背面时（默雷特等，1973年）观测到的反常红移，给了人们深刻的印象。他们这种类型的反常红移一般随温度的 T^3 而增加。所以对这种解释的一个批判是，在可分辨的星系的不同部分，随着温度的变化，也应该预计到有反常红移的变化。从这里综述的反常红移的观测方面来看，最明显的意见是：很难把那些有高温环境的星系，同那些还很年轻的星系区分开来。我们应该预期年轻的星系一般由较热的天体组成，而这就使得光子-光子散射的解释和红移决定于宇宙中不同地方和不同创生年代（即有关星系的年龄）的物质基本结构上差异的解释，在现象上难以区分。

(4)我要指出的最后的解释是由霍伊尔和纳利卡提出的。他们假设宇宙中不同地点和不同年龄的物质，可能是由较小质量的粒子组成的。在里德堡常数① 中，较低的电子质量就会在通常的天体物理辐射跃迁中，给出较低频率（红移）的光子。这种解释同我早先提出的反常红移是星系年轻程度的函数的结论相符合，但这就要在宇宙间其他地方和其他时间引入新的物理学。

---

① 这是计算光谱频率公式中的一个常数，$R_\infty=\frac{2\pi^2me^4}{ch^3}$，它与电荷 e，电子质量 m，光速 c，以及普朗克常数 h 有关。

谁走下一步棋？

这里评述的大部分证据散在各处文献中，我之所以要在这里把它们收集到一起，并尝试超出纯技术的水平给以评价，是因为看来对于这些证据天文学已走进了死胡同，而考察为什么会是这样的以及如何才能把死胡同打通是很有意义的。

我在本文中始终强调，如果观测是正确的，那末我们的某一些基本假设就是错的。逃避这个结论的唯一办法是说不协调的红移与观测到的抛射现象之间的每个结合都是偶然的。例如，如果从爆炸星系跑出来的一串类星体不是偶然的，那末类星体就要比宇宙学的距离近，而它们的红移也就是由其他原因引起的。我试图把这些问题归结为几组判定——或者"是"，或者"否"，视观测事实而决定。许多天文学家，或者否认这些情况，说它们是"经过选择的"偶然事件，或者就采取一种漠不关心的态度。但是在我看来，证据的积累已经使人们很难再否认它或者抹杀它了。

有人可以争辩说每一种情况都有些不同——在成协中涉及的有时候是类星体，有时候是密致射电星系，有时候是伴星系。对这种争论的回答是，所有这些天体都是星系的各种不同类别，而在所有这些不同种类的河外天体的属性之间，存在着一种连续性。在这些成协的情况中，通常都是那些最极端、最特殊的天体具有最不协调的红移。这个观测结果实际上加强了关于成协是有意义的结论，因为如果是偶然性成协的话，那末在大多数情况下，它们应当涉及正常的天体，这些正常天体是最常观测到的，然而它们却倾向于涉及特殊的天体——这些天体却是最少可能被偶然涉及到的。在物理上我们对这些特殊的天体也知道

得最少，而存在新的未知的物理机制起着作用的这种先验的可能性倒是很大的。

无论如何最后我们大家都一定同意，科学的最终的判据是实验和观测。如果能够证明这里讨论的观测佯谬都是虚妄的或偶然的，我们就可以说这些佯谬已在我们现有知识的基础上解决了。而如果这些观测站得住，那我们就必须得出结论，某种具有极大重要性的新事物正在发生，我们应当投入到能发现更多新东西的令人鼓舞的工作中去。

（伍任编译自阿尔普：《星系天文学中的观测佯谬》，英国《科学》，1971年，第174卷，第4015号；《非速度红移的证据——新的证据和评论》，《国际天文协会会议集》，1974年，第58号；《非速度红移的证据》，《国际天文协会会议集》，1974年，第63号）

（上接第162页）

去。在德西特的宇宙论中，谱线位移来自两个原因：原子振动在表观上慢下来，以及物质质点普遍倾向于弥散。后者涉及加速度，从而引进时间因素。这两个效应的相对重要性将确定距离和观测速度关系的形式。关于这一点可以强调指出，现在讨论中所得出的线性关系是表述有限距离范围的一个初级近似。

（伍任译自《美国国家科学院院报》，1929年，第15卷，第168—173页）

·随　笔·

形象生动的街头学校

——科学技术画廊漫步

余　淮

繁华的南京路西藏路一带，车辆来往穿梭，行人川流不息。在这闹市区中心的人民公园东侧西藏路边，不论白天或晚上，却总有一长列背对着马路的人群，似乎身处闹市之外。是什么逗引得他们那样入神？你大概很少经过这里吧，那是科学技术画廊把他们吸引住了。你要是挤过去看的话，恐怕也会舍不得离开的。

瞧，那些灵巧的自动模型，展示的是老设备上开出了新花的电子技术。那清晰可辨的各色光点，是具有多种用途的激光新技术。一派丰收景象的田野映衬下的新颖农机模型，表明各行各业正为农业机械化大干快上。能够随光照强弱的变化而变化的变色玻璃，能使盲人重见光明的器材和手术照片，则是科技人员和工农群众相结合的硕果。这里还有气象知识、地震知识、防病保健等多方面的科普橱窗……。总之，通过一格格橱窗里各种实物、模型、照片、图表以及简要的文字说明，不仅能看到各条战线飞跃发展的新面貌，还能开拓科学技术知识的眼界，受到活生生的辩证唯物主义教育。难怪下了班的工人，放了学的红小兵，拄着拐杖的老人，都愿意到这里走一走，瞧一瞧。

科学技术历来都是在生产实践的推动下发展起来的。画廊能有那样丰富多彩的内容，并且不断更换，日新月异，是广大工农群众大干快上的成果。无产阶级文化大革命以来，在毛主席

革命路线的指引下，上海工农业生产迅速发展，有力地推动了科技工作的蓬勃开展。群众性的科技成果，犹如百花吐艳，竞相盛开。在反映激光技术新成就的橱窗前，我就听到了一个橱窗里外变化的故事。

两年前，这里办了个介绍激光技术的专栏，立刻引起人们的浓厚兴趣。一天，几位工人兴冲冲地赶到主办单位，询问一种激光导向仪的性能、用途。原来，他们是正在建造陈山码头的工人。陈山码头是我国第一座大型的外海岛式油轮码头，伸出海岸外五百多公尺，凌空飞架在几百根钢桩上。打桩是工程的关键。打桩先要定位，但用普通经纬仪定位十分麻烦，打桩船要靠岸上摇旗指挥，每定一次位总得四十分钟到一小时。如果桩位距离远了，困难更大。为了革新定位方法，他们走访了许多单位，走访途中，从科技画廊里的激光导向仪模型上得到了启发。既然单束激光能导向，两束激光在前方交会，不就能定点了吗？于是，他们从激光导向仪联想到能在海上定位的激光经纬仪。但是，海上白天背景光过强，太阳光的照耀、海面波浪的闪光，往往使激光信号显得十分微弱，很难分辨。工人同志对激光的特性做了研究分析。每一事物总有它自身的特异性，激光和阳光虽然都是可见光，它们的频率、变化规律却是有区别的。阳光比较恒定，激光可以成为交变光。根据这个特异性，他们设计了一种只对交变光起作用的光电接收靶，能够把激光和阳光分辨开来。激光经纬仪造出来了，大大加快了打桩的速度。

一石激起千层浪。一项新技术经过宣传、介绍，又会引起连锁反应，启发人们进行新的创造。激光经纬仪的产生，不仅为水上打桩开辟了一条新路，而且打开了造船工人技术革新的思路。船台和船体上经常要划直线，过去靠拉钢丝吊铅锤，质量差、速度慢，易受风雨寒暑影响。其实，划线也就是定点，有了点，就能

联成线。这样，激光经纬仪就从打桩定位发展到船台划线，激光束代替了钢丝铅锤。造船工业的蓬勃发展，为这一新技术的推广应用提供了广阔的前景。激光经纬仪很快又从划线发展到主轴定位、船体大合拢等工艺上去。接着，重型机械加工的精密测量、高层建筑等许多行业也用上了。两年来，全市搞激光应用的单位，已从三十多个发展到二百多个，取得了许多可喜的成果，并且形成了一支千余人的骨干队伍。有了普及，就能为进一步提高打下基础。看，在画廊里，最近又出现了激光手术刀、激光高速传真机等新成果的展品，而在画廊外，从机声隆隆的车间到宁静的无影灯下，一束束晶莹灿烂的激光，正在交织成一幅又一幅新图，鼓舞着我们向更先进的水平迈进！

实践出真知，实践出科学。富有实践经验的广大工农群众，在科学技术的发展中起着越来越重要的作用。画廊所介绍的滚梳式水稻拔秧机模型，就十分生动地说明了这个问题。水稻拔秧，几千年来一直是两手着地背朝天，既慢又费力。水稻插秧机推广以后，更需要拔秧机来配套成龙。人们曾设计了一种模仿人手的夹钳，但用力重了，就会把细嫩的秧苗夹断；用力轻了，又拔不起来。这就成了制造拔秧机的最大难关。能否从另一条途径来解决断秧问题呢？金山县山阳公社农机厂一位农民出身的老工人，根据平时干农活的经验联想到：先使根系与泥土松离了，拔起来就比较省力，可以避免伤秧。根据这个道理，一种先把泥土梳松，然后起秧的滚梳式拔秧机造出来了。打破一个缺口，会激励人们攻下更多的难关。据了解，到目前，郊区各级农机厂单是试制出的拔秧机，已不下十种。钳挟式几经改进，也已基本上解决了断秧问题。在我国农村，象滚梳式拔秧机设计者那样有经验有才干的劳动者，何止千万！我们希望通过这个画廊，能够看到农业机械化迅速发展的蓬勃景象。

在科技画廊里，我们还欣喜地看到了一些科学研究单位的部分成果。比如，硅酸盐研究所坚持开门搞科研，与制造、使用单位相结合，仅今年以来就攻下了十六项新材料、新器材。这里展出的一种光色玻璃，就是其中之一。光色玻璃在太阳光或紫外线的照射下能自动变色，照射停止后又会自行复原，在光存贮、显示技术、强光保护等方面有着很大的价值。从理论上说，他们知道具有光敏作用的溴化银，是使玻璃获得变色性能的重要成份。开始试制时，光色变化很不稳定。后来，他们与玻璃厂的工人一起，对原料的配方、溶化的温度做了细致分析。与工人同志一起边试制、边研究，工人的丰富实践经验，加快了研制过程。科研人员下了厂，还把原来分割开来的实验室试验、小批量试制、工厂生产等环节紧密地联系了起来，及时发现和解决大规模生产过程中的矛盾。如溶化玻璃要用白金或石英坩埚，这在实验室问题不大，大规模生产就不行了。工人同志在试制时就考虑到了这一点，提出改用一种石头做坩埚的建议。这种石头主要成份是硅酸盐，与玻璃成份相差无几，溶化时不会产生杂质，而成本下降了十几倍。现在，这种新型的玻璃已投入了生产，为我国的玻璃工业填补了一项空白。

一讲技术革新，改革老设备，努力实现自动化、电子化，有的人就叫我这里条件差，困难多。但是，画廊里不少具有相当水平的展品，却恰恰是在那些技术和设备条件都很差的单位搞出来的。看，那是一个百人小厂造出来的一百二十吨大型自升式吊塔的模型。那台真空吸砖机，则是上运三场工人同志应用真空技术的大胆创造。过去，装卸砖块、水泥等散装货物，主要靠体力，劳动强度很高。而这台真空吸砖机，两分钟内就能吊起四吨重的砖头，工作效率可以提高几十倍。更加令人兴奋的是，连一向被认为最落后而又难以进行技术改造的大饼油条行业、煤球

店和油酱店，也开始有了电子机械设备。迷信“等、靠、要”的同志，不该从这里得到一点有益的启示吗？

科技画廊在推广普及自然科学基础知识方面，也做了一些有益的尝试。例如，气象、地震等专栏，用生动的模型、简明的图象告诉观众，气候的变化、地震的发生，都是自然界本身的运动变化的反映，是有着一定规律的，人类掌握了它的规律，就可以战天斗地，取得更多的自由。这对增强人们改造自然界，利用自然力的自觉能动性，鼓舞人们加速建设社会主义的革命信心，是一件很有意义的事情。我们希望科技画廊在这方面能做更多的努力，希望有更多的宣传普及科学技术知识的阵地出现，使人们越来越多地掌握向自然界争取自由的武器，早日把我国建设成为现代化的社会主义强国。

我们有一次观赏画廊的时候，听到了两位红小兵的一段对话：“这个画廊真好，课本里哪有这么多东西。要是我们区里也有的话该多好。”“是啊，难道不能每个区都办上一两个吗？少年科技站也太少。我们想为革命学一点科学知识，可是管这种工作的人不大体会我们的心情。”“听爸爸说，工业展览会、新技术展览会里的学问更多，可就是不肯带我去。我还以为爸爸逗我哩，抢过票子一看，上面真有‘中小学生谢绝参观’八个字，你说这妥当吗？”旁边一位老工人似乎在和老相识讲自己的观后感：“展览馆我倒是不断去，可我往这里跑的更多，用不着领门票，只要有空，什么时间来都不会吃闭门羹。文化大革命前这里也有个科技画廊，我兴冲冲地跑来一看，大半是洋玩艺和趣味性的，真扫兴。现在面貌大变，好。不过，得提醒他们，要注意勤俭节约。你看那面几个活动模型，我估计没有三、五千元搞不成。搞技术革新，能少花钱，多办事；搞展览，也要体现这个精神。”

红小兵和老工人的话，是值得研究的。

·影　评·

竹林深处的“活化石”

——彩色科教片《熊猫》观后

史　戈

熊猫，又叫猫熊，是一种闻名世界的珍贵动物。箭竹丛中的熊猫，由于那黑白相间、别具一格的毛色，玩耍时笨拙而调皮的神态，使它成了动物园里的佼佼者，深受人们的喜爱。然而，你在观赏之余，是否曾经想到，熊猫还是生物界不可多得的“活化石”，从它身上可以看出生物与环境之间辩证发展的历史？科教片《熊猫》的主要优点之一，就在于它通过不少珍贵的镜头和比较丰富的资料，生动地揭示了熊猫随着外界环境的变化而兴衰的演变过程，给了人们一次形象的辩证唯物主义教育。

生物分布受着环境的影响。在今天的世界上，多数动物的分布范围很广。有些动物分布的区域性则较强。如长颈鹿，只产于非洲；袋鼠，则是澳洲的特产。熊猫的区域性更强，它只生长在我国四川、甘肃、陕西三省毗邻处的部分山区。不仅产地狭窄，数量也很少。一九六九年我国科学工作者曾对熊猫的故乡——四川省王朗保护区作了深入的调查，发现在总面积约二百七十七平方公里的地区里，也不过生活着二百来只熊猫，真可谓动物界的孤门细族。

但是，熊猫并非从来都是这样稀少的。它有过自己发生、发展的历史，也有过繁荣昌盛的时期。在新生代的第三纪末，最早的熊猫就已经出现了。到了更新世中期，在适宜的自然条件下，

熊猫体型逐渐增大，个体数量空前繁盛，成了一个兴旺发达的家族。它当时的分布范围也相当广泛。从现在发现的化石来看，北起我国的河北、山西，南到广东，甚至在南亚的不少地区，都有它的踪迹。然而，熊猫的兴盛时间并不太长。更新世晚期以后，熊猫个体日趋减少，分布范围也逐渐缩小。到全国解放前夕，在熊猫的故乡也已经难得见到熊猫了。以至有不少人惊呼，"熊猫势有绝种之虞"。解放以后，党和国家发动人民采取了一系列保护措施，情况很快有了改善。

那末，究竟是什么原因使熊猫由盛而衰、由多变少的呢？"**按照唯物辩证法的观点，自然界的变化，主要地是由于自然界内部矛盾的发展**"。熊猫的衰落，并不是偶然的。原来，更新世晚期以后，地球上冰期和间冰期交替出现，气候出现了较大的冷暖变化。与此同时，又发生了第四纪地壳振荡运动，导致了盆地和高山的形成。气候的变化使一些古生物不能适应，高山的形成又给它们的迁徙增加了困难。适者生存，不适者淘汰。与熊猫差不多同时的一些古生物如古象，就被淘汰了。熊猫是一种既怕炎热、又怕严寒的动物，它要求气温较低、温差较小、湿度较大的生活条件。环境发生了重大的变化，熊猫不能适应这种变化，也就逐渐从环境条件变化较大的地区消失了。

熊猫的由盛变衰、由多变少，也与它生殖能力差、幼仔成活率低有关。且看现在的熊猫，一般都是独往独来，独自生活，春季发情时才寻找配偶。它又有选择配偶的习性，对不满意的配偶甚至乱抓乱咬，在雄的熊猫身上常常可以看到因此而被抓伤的痕迹。这种习性限制了它的生殖能力。在正常情况下，雌熊猫一年也只产一胎，每胎只生一至二仔。胎儿大都发育较差。一般哺乳动物幼仔体重约为母体体重的百分之四、五，而二百多公斤重的大熊猫，产下的幼仔只有一百克（二市两）左右，还不到母

体的千分之一。幼仔的成熟期又很晚，从影片中一些难得的镜头可以看到，出生一、二个月的小熊猫，整天紧闭双眼，对外界几乎没有反应，站不起，走不动，只能张嘴待哺。长到三个月仍然走不了几步路，还时常要跌跤。五、六个月后，它才能自由活动。幼仔既小，成熟又晚，逃避敌害的能力也差，成活率低。这也是熊猫稀少的一个原因。熊猫的"表兄弟"——白熊、黑熊、棕熊就不一样了。它们生殖力强，幼仔成活率也高。黑熊的幼仔生下来就有一斤左右，一、二个月后就能独立生活了。它们对食性的要求比较宽，对抗敌害的能力也相当强，因此，至今还分布在世界各地。熊猫的这种特点，正如鲁迅所说："看生物，是一到专化，往往要灭亡的。未有人类以前的许多动植物，就因为太专化了，失其可变性，环境一改，无法应付，只好灭亡。"(《门外文谈》)

熊猫由盛变衰是历史的必然，但至今并没有灭绝。它的后代现在还生活在我国西南地区的一些高山上。这又是什么原因呢？恩格斯说过："**动物的正常生存，是由它们当时所居住和所适应的环境造成的**"。(《自然辩证法》)更新世晚期以后，地球上气候大变。但是，普遍性中有特殊性，大变中有小变，变中有不变。现在的熊猫故乡，相对地说变化就不大。那里地处秦岭山脉的南侧，北方南侵的冷空气被挡住了；印度洋的暖湿空气，则可以穿过横断山脉徐徐到达，使得冬夏温差不大。这里一月份的均温在零下七度左右，七月份的均温不过二十度。本来就不太大的温差，又因独特的地势条件而进一步接近了。这里，在同一个时间里，山南坡和山北坡，山下和山上，气温都不一样。南坡比北坡高，山下比山上高。从山麓到山巅，纬度虽然没有变，但从气温来说，高度、坡向的差别转化成了纬度，等于纬度起了变化。同一地区具有不同的气温条件，使得既怕炎热、又怕酷寒的熊猫，能方便地选择自己适宜的活动场所。人们发现，天气炎热

时，熊猫就爬到海拔四千米的高山上去避暑；天气寒冷时，则转到温暖的南坡晒太阳。这种得天独厚的自然条件，可以满足熊猫对气温变化较小的生活环境的要求。

这里不仅温度适宜，雨量也比较充沛，年降雨量在一千八百毫米以上。丰富的雨水使高山上终年云雾缭绕，山谷里溪流滚滚。湿润的气候又满足了熊猫湿度较大的要求。在海拔二千至四千米的地方，气候凉爽润湿，四季常青的箭竹，苍翠如海。漫山遍野的箭竹，不仅为熊猫提供了丰富的食料，也提供了良好的庇护所。据考察，王朗保护区的箭竹长得密密麻麻，平均一平方米有一、二百棵。一、二米以外，视线就被挡住了，使熊猫不容易被敌害发现。即使发现了，这么密的竹林，敌害也寸步难行，习惯于竹丛中生活的熊猫，则可以施展本领，逃之夭夭。别看熊猫在平地上走路慢慢腾腾，一到竹林，猎人要赶上它可不容易。更何况，竹林里还有紫云杉、冷杉等高大的树木，善于爬树的熊猫在无路可走的情况下，还可以爬上树顶，幽默地躺在枝条上打盹儿，一些不能爬树的敌人只好望"树"兴叹。正因为熊猫与箭竹的关系如此密切，熊猫几乎成天价在竹林中活动，只是偶而才到竹林边缘转一转。这种人迹罕到的深山竹林，形成了熊猫的比较适宜的栖身之所。因此，其他地方的熊猫都先后绝了迹，唯独这个地方，适应性不太强的熊猫至今还悠然自得地生活着。也正是由于熊猫的生活环境相对地说较少变化，今天的熊猫与它们更新世中期的祖先相比，变化也不大，身上有着许多古时的痕迹，这就成了我们研究古生物、古气候的不可多得的"活化石"。

当然，"活化石"也仅仅是从比喻的意义上说的。宇宙间的万事万物，一切皆流，一切皆变，都处于无休止的运动和变化之中。变是绝对的，不变是相对的，绝对不变的事物是没有的。化石本身也在变，更何况是"活化石"。古代的熊猫是经历了许多变化才

演变成今天的熊猫的。就拿熊猫的食性来说吧，它最爱吃的食物是箭竹。熊猫离不开竹，所以内行的画家画熊猫时，总要在画面上勾勒几片清秀的竹叶。有些人根据熊猫现在吃竹的习性，把它当成了食草动物。其实，早期的熊猫并不是食草动物，而是道道地地的食肉动物。今天的熊猫身上，还有食肉动物的痕迹。它的胃是纺锤形的，比一般食草动物简单；它的肠子粗而短，很象食肉动物；它有发达的犬齿和尖锐的脚爪，说明它古代曾以肉食为主。尖牙利爪是食肉动物的一个重要标志。现在的熊猫仍然保留着一些它祖先吃肉的习惯。熊猫产地的猎人都知道，熊猫喜欢吃竹鼠。当它听到竹鼠在地下嚓嚓地咬着竹根时，它就放下正在吃着的竹子，仔细寻找竹鼠的洞口。找到后就向洞口喷着白气，并用前爪拍打洞面，竹鼠受惊逃出洞口，熊猫就会一把抓住吃掉。

食肉动物以肉为食，食草动物以草为食，两者是截然不同的。但是，这个不同并不是凝固不变的。**"自然界和社会中的一切界限都是有条件的和可变动的，没有任何一种现象不能在一定条件下转化为自己的对立面。"**（列宁：《论尤尼乌斯的小册子》）食肉动物和食草动物也是可以变化的。熊猫就是由食肉动物向食草动物转化的例子。为什么会有这种变化？这是由古代熊猫的生活条件造成的。那时的熊猫虽然吃肉，但偶而也吃一点箭竹之类的植物。后来，气候的变化，相应地引起了生物的变化。熊猫原来能吃到的一些弱小动物，或者渐渐绝了迹，或者由弱变强。箭竹却依然郁郁苍苍，取之不尽，用之不竭。原先能吃到的动物要末吃不到，要末吃不得，在这种情况下，熊猫只好靠山吃山，靠水吃水，从少吃箭竹转而多吃箭竹。经过漫长岁月的适应，箭竹就成了它的主食。

恩格斯曾经指出：**"在此时或此地是结果，在彼时或彼地就成了原因"**。（《反杜林论》）食性的变化引起了食量的变化。今天的

熊猫，胃口可真不小，一昼夜竟能吃下三、四十斤青竹。常常走到哪里，就吃到哪里。它吃箭竹简直是狼吞虎咽，消化过程相当粗糙。在影片里，我们可以看到熊猫的粪便中，还有大量未消化的竹叶和竹片。牛羊一类食草动物，不仅有发达的胃，吃东西也是细嚼慢咽，能比较充分地消化植物性纤维，吸收其营养。熊猫的消化力比不上牛羊，这说明它吃竹的历史还不很长，既有适应的一面，还有不很适应的一面。箭竹较难消化，营养也不多，吃得少了，又怎么能维持它的生存需要呢？在一定条件下量可以转化为质。熊猫的食物在质上的下降，由于数量的增加得到了某种程度的补偿。

食性的改变也使熊猫的器官和习性发生了相应的变化。"**形态和机能是互相制约的**"。(《自然辩证法》)长期吃竹，它的犬齿渐渐退化了，比起老虎一类食肉动物的犬齿来，要小得多。与此相应，它的臼齿变得大而平宽，齿尖较钝，形成了宽阔的咀嚼面。食竹的习惯使牙齿结构发生了变异，这种变异又反过来促使了食竹习性的形成。吃竹以后，用不到整天价为猎获食物扑腾厮杀，利爪尖牙也就逐渐由进攻性的武器变化成采集食物、保护自身的"工具"。另外，它的故乡，竹林遍布，俯首即是，用不到奔走寻觅。箭竹密度大，看不远，使它的眼睛日益退化，视觉迟钝，以致猎人到了它身边，还常常不能及时觉察。食性的改变还引起了它习性的变化。食竹以后，熊猫变得比较温驯，一般不主动攻击人，与食肉动物凶猛勇悍的习性迥然不同。杂技团的驯兽演员也夸奖它的脾气比较好。

斑竹一枝千滴泪。从更新世以来，熊猫家族历经坎坷，日渐衰微。虽然人们称它为活化石，但是它的生活圈在变，食性在变，习性也在变。现在，这个变化还在继续着。人们对熊猫的认识也在不断深化。经过我国饲养工人和科学工作者的不断摸索，

对熊猫的习性有了越来越多的了解。过去，人们总以为对熊猫的成活率低是无能为力的，今天，已能使它在动物园里繁殖后代；过去，人们总以为熊猫对生活环境的要求比较苛刻，今天它已能在气候条件大不相同的动物园里生活，甚至还能远渡重洋，在异国安家；过去，熊猫只是在动物园的熊猫山上和它的爱好者见面，现在，已能在陌生的杂技场里演出精彩的节目。但是，人们对熊猫的认识并没有完，还有许多问题需要人们去探索、去研究。

影片《熊猫》与观众见面了，很好。祝愿它为丰富人民的文化生活、普及自然科学知识、增进我国与各国人民的友谊作出有益的贡献。同时，也希望有关部门把步子迈得更大一些，拍摄出更多更好的科教片。

（上接第196页）

大家认为，为了进一步开展遗传学基本理论问题的讨论和研究，要认真贯彻**百家争鸣**的方针，对于学术上的不同观点，要通过充分的讨论和认真的实践去解决。现在摆在我们面前的，不仅有实践中提出的许多新课题，而且有胚胎发育与系统发育等基本理论问题，用现有的遗传学理论都还不能很好地作出回答。许多同志说，对于外国人的东西，不论是米丘林学派，还是摩尔根学派，都要采取分析批判的态度。对的可吸收利用，错的要加以批判，决不能停留在这些学派旧有的水平上，更不能盲目迷信，跟着洋人兜圈子。到会的不少同志都说，无产阶级文化大革命的伟大胜利，为发展我国的科学研究工作开拓了极为广阔的道路，也提出了更高的要求。我们应该在毛主席无产阶级革命路线指引下，以辩证唯物主义为指导，认真总结群众丰富的实践经验，走自己的发展道路，创立中国的新学派，以便更加迅速地提高我国遗传学研究的科学水平，对人类作出较大的贡献。

学术动态

需要进一步开展对遗传学问题的研究和讨论

——本刊举行遗传学问题座谈会纪要

本刊第三期关于遗传学问题的一组文章发表以后，引起了不少读者的关注。最近，我们邀请农业、医学、高校、科研等方面的有关同志，结合生产和研究工作的实践，对当前遗传学上存在的不同观点以及如何进一步开展遗传学的讨论、研究等问题，进行了座谈。许多同志热烈发言，交流了各自的看法。

大家认为，随着分子生物学的发展，对遗传现象的认识已经深入了一大步。但在一些有关遗传学的基本理论问题上确实还存在着许多不同的观点，需要根据党的百家争鸣的方针，展开充分的讨论，以期提高认识，推动这门学科的进一步发展。例如，关于遗传的物质基础问题，会上就提出了不同的看法。复旦大学遗传研究所刘祖洞、盛祖嘉等同志认为，分子生物学提供的大量事实证明：脱氧核糖核酸(DNA)是遗传的物质基础，蛋白质又是遗传性状的表现者。DNA 的遗传信息，通过核糖核酸(RNA)的传递，决定蛋白质的合成，并表现出一定的遗传性状。七十年代反向转录酶的发现，虽然说明了 RNA 对 DNA 也有反作用，但要说蛋白质可以反过来决定 DNA 的遗传信息，则至今没有事实可资证明。他们认为，DNA→RNA→蛋白质这个"中心教义"所

反映的遗传机理还是有效的，不能否认的；把蛋白质也当作遗传的物质基础，这只是一种设想，缺乏科学根据。另一些同志认为，蛋白质的遗传信息并不是DNA赋予的，而是生物在同环境的相互作用中，在蛋白质出现的适应性状中产生并转递给核酸的。特别是近年来发现了RNA的遗传信息传递给DNA的反向转录以后，更预示了"中心教义"可以被推翻，蛋白质对于核酸的反作用将得到证明的前景。上海生物化学研究所李载平等同志则认为，虽然不能脱离环境，孤立地强调基因(DNA)的作用，但基因是物质的，并且是遗传的主要物质载体，则是一个事实。人们可以根据不同的世界观对之作出不同的解释，唯心论者甚至可以把基因与上帝挂钩，但不能因此简单地认为基因论就是唯心论。另外，对于用基因学说解释遗传现象是否就是预成论的问题，也有不同看法。许多同志指出，所有这些关于遗传的物质基础的争论，根本上是反映了对生物在同环境作斗争中获得的性状能不能遗传，对遗传的内因与外因的问题存在不同的认识。上海实验生物研究所匡达人同志说，遗传学发展史上，一些学派或者片面地固执事物的内因一面，或者片面地强调事物的外因一面，都不免走向形而上学的歧路。今天，我们在争论中，应当坚持以辩证唯物主义为指导，科学地分析问题，避免走历史上前人走过的弯路，才能更好地把遗传学理论研究推向前进。

许多来自农、医、工战线的同志都感到，开展遗传学问题的讨论研究，是发展社会主义工农业生产和医疗卫生事业的需要。青浦县农业科学研究所张令诚同志谈到，遗传学与农作物育种关系很大。现在培育出的优良品种，很多都是从作物自然发生变异的个体中选择出来的。但自然变异中产生良种的几率很低，满足不了农业上扩大三熟制，增加复种指数对新品种的需要。用人工杂交、辐射诱变的方法引起品种变异的几率，虽然比自

然变异要高些，但这些品种的后代，符合选种目标的个体极少，最后都不能象自然变异的品种那样代代遗传。因此，广大贫下中农迫切需要遗传学理论指导解决这方面的许多实际问题。可是，看看遗传学的书，对果蝇、花木之类讲得不少，而对农作物的遗传育种则讲得不多。上海第一医学院许由恩、静安区中心医院孟荟等同志说，医学与遗传学的关系很密切，如癌症上RNA分子反向转录以及胎儿畸形发育、痴呆症、血友病、人工肾脏移植等，都涉及到遗传学理论。医疗实践和医学教学上很需要这方面的理论知识能有进一步的普及和提高。有的同志指出，现在由于遗传学知识不够普及，有人听到"遗传病"就害怕。其实，就是得了遗传病，遗传的性状也要在一定的环境条件下才表现出来。如果我们控制了环境条件，就能使遗传性状不表现，避免遗传病的发生。在这些方面，都有许多工作要做。

生产和医学方面的实践需要科学的遗传学理论；遗传学理论的发展，许多不同观点的争论，也只有同实践相结合才能得到解决。对遗传学理论的研究讨论必须结合实践这个问题，与会的不少同志深有感触。上海植物生理研究所刘涤同志说，青浦县农科所同志提出的农作物育种栽培中的一些遗传问题，我们就不能很好作出解释，这说明我们搞科研联系实际还很不够。现在，我国广大贫下中农和育种工作者创造了不少新品种，如玉米与水稻远缘杂交，过去不敢想象，现在玉米稻的培育已取得成功。因此，我们一定不能轻视群众的实践成果，一定要在总结实践经验的基础上，加强基本理论研究，这样才能使遗传学得到发展。上海工业微生物研究所雷肇祖同志，还联系他们培育新菌种制造味精的研究工作，谈了对遗传的内因与外因问题的看法，认为象这样一些理论问题，只有结合实际才能使讨论不断深入，愈辩愈明。

（下转第193页）

小辞典

叶绿体　是植物的光合器。它存在于植物的绿色细胞中，是一类很重要的绿色色素。叶绿体一般有两种膜：一是外膜，把叶绿体同细胞的其他部分分隔开来，对各种物质的渗透有选择性；另一种是片层膜，在叶绿体内部，有复杂的、折叠的片层结构，与叶绿体的能量转化功能有密切联系。

腺三磷(ATP)　有机化合物腺嘌呤核苷三磷酸的简称，是生物体内能量转化和能量贮存的物质载体。它有三个相连的磷酸根，末端两个焦磷酸键形成和分解时，有较大的能量变化。

腺二磷(ADP)　腺嘌呤核苷二磷酸的简称。腺三磷失去末端一个磷酸根的产物。

辅酶　酶催化作用中所必需的小分子有机物。许多辅酶是维生素的衍生物。

光合磷酸化　植物的叶绿体和细菌的载色体加腺二磷和磷酸，在光照下，能产生腺三磷，这个反应就叫做光合磷酸化。它是光合作用的中间步骤，发生在光解水放氧之后和同化二氧化碳之前。

光合碳循环　植物的光合作用中同化二氧化碳的过程。这个过程的主要步骤是，二氧化碳被植物吸收以后，首先同一个五碳糖（二磷酸核酮糖）结合，被还原辅酶Ⅱ和高能腺三磷还原为两个磷酸甘油醛，再通过一系列酶触反应，又转化成二磷酸核酮糖，同时还原一个二氧化碳。这样循环六次，产生一个六碳糖。

双光增益效应　叶绿体单独吸收短波光或长波光时，光合效率都很低，如果同时吸收短波光和长波光，光合效率就显著提高。这种现象就叫

做双光增益效应，它是两个光化学系统和两个色素系统假说的重要依据之一。

希尔反应　英国生物学家希尔于一九三九年发现，叶绿体从细胞中分离出来以后，在光照下能放氧，后来又发现，它也能还原辅酶Ⅱ。植物生理学界，一般把这个反应叫做希尔反应。

多普勒红移　一八四二年，奥地利物理学家多普勒提出，波源运动将引起观测频率的变化，如果波源向观测者趋近，那末观测到的频率就增大；如果波源远离观测者而去，那末观测到的频率就减小。这就是多普勒效应。它最早是从观测声源的运动中总结出来的。因为光和声都具有波动性，所以多普勒认为，光源的运动也将引起观测到的光波频率的变化，这种变化表现为光源颜色的改变。光源向我们而来，光色会因频率减小而移向光谱长波区域的紫端，即为紫移；光源远离我们而去，光色就会移向光谱短波区域的红端，即为红移。但多普勒当时认为，星体的发光都是一样的，观察到的星光颜色是由于星体接近或远离运动而引起的。如蓝星是因为接近我们而来，红星是因为远离我们而去。这是错误的。后来，法国的斐索指出，光速很大，星体的运动相对光速来说，一般是很小的，所以这种运动只能引起星球光谱谱线上极小的位移（即光谱线频率的改变）。以后人们把这种由于光源运动引起的光谱红移就称为多普勒红移。

引力红移　按照广义相对论，在任一引力场中进行的任何周期过程，如时钟的走动，原子振动和光的振动等，由于受到引力势的作用，将引起观测频率的变小，这就是引力红移。引力红移在天体的光谱中是普遍存在的，但一般红移量很小，只在精密的分光仪中才能观察到。

内禀红移　也称固有红移、本征红移，指星体在所处的条件下，由于星体内部的运动状态所引起的光谱红移。

本刊1973年第1期至1975年第4期（总1期至总10期）目录

（题目后面括弧里的数字分别为年份、期数、页码）

马克思的《数学手稿》

导函数的概念……(74·2·1)
论微分……(74·2·14)
微分演算的历史发展过程…(74·3·1)
初稿……(74·3·10)
续稿……(74·3·23)
达兰贝尔方法分析……(74·3·28)

学习马克思《数学手稿》

怎样认识微分
——学习马克思《数学手稿》
札记之一……(74·2·46)
怎样认识极限
——学习马克思《数学手稿》
札记之二……(74.3.35)
微分的二重性……(75·3·167)
微分是相对的零……(74·4·152)
微分是零和非零的统一
……(三篇)(74·4·154)
微分是有和无的对立统一…(74·4·159)
微分既是零又不是零……(74·4·160)
微分反映量变在不同层次的关
节点……(74·4·162)
微分应当归结为零……(74·4·164)
试用辩证法改革微积分教学的
一点体会……(74·4·148)
评柯西微积分理论……(75·3·181)
应当怎样认识极限？……(74·4·145)
谈谈预先导函数$\frac{\Delta y}{\Delta x}$和导函数
$\frac{dy}{dx}$的辩证关系……(75·3·174)

儒法斗争与自然科学

论先秦儒法两家在自然观上的
斗争……(74·3·74)
唐代关于"天"的一场大论战
——读刘禹锡的《天论》…(74·4·26)
法家路线和秦汉农业科学技术
的发展……(75·1·32)
沈括的自然观……(74·4·36)
我国医学史上反天命与尊天命
的斗争……(74·3·84)
从化石看儒家天命观的反动性
——参观自然博物馆有感(74·3·93)

自然辩证法理论研究

宇宙是无限和有限的统一…(73·1·60)
3°K微波辐射的发现说明了什么？
——兼评"大爆炸宇宙学"
……(73·1·80)
"红移"现象说明了什么？
——再评"大爆炸宇宙学"(75·4·34)
天文学从社会实践中来……(73·1·97)
河外天体红移是可以认识的
……(75·4·53)
运动是不能消灭的
——试评黑洞学说……(73·2·87)
宣夜说的形成和发展
——中国古代的宇宙无限论
……(75·4·70)
论运动的守恒和不守恒
——兼评热力学第一定律和
第二定律……(75·2·1)

物质是无限可分的……(73·2·56)
评爱因斯坦的世界观……(74·3·55)
相对论批判……(75·2·23)
核物理学从社会实践中来…(73·2·74)
热的本性是什么？ ……(73·2·197)
怎样认识热现象的本质？
——来信来稿及座谈会发言综述……(74·2·212)
电子计算机和人的思维……(74·4·1)
新技术的"源泉"在哪里？
——也谈仿生学……(74·4·19)
人类起源问题的一些新认识(74.1.41)
意识来源于社会实践……(74·2·70)
实践提高了对脑功能的认识(74·2·80)
生理能赋予人才智吗？ ……(74·2·95)
《核移植——新的可能性》批注……(74·2·103)
评大脑生理学中的唯心论倾向……(75·1·11)
针刺麻醉中的辩证法……(74·1·62)
人类对数的认识的发展……(74·2·31)
人类对形的认识的发展……(74·3·43)
"数学"唯心主义必须批判
——学习《唯物主义和经验批判主义》的体会…(74·2·56)
论钢管矫直机辊形的改造…(75·2·21)
论叶绿体在光反应中的作用(75·4·86)
试谈光合作用研究的意义…(75·4·95)
光能利用与作物高产……(75·4·103)
对光合作用认识的发展……(75·4·108)
土壤肥力是能够不断提高的
——从上海市郊区土壤肥力调查看"土壤肥力递减论"的破产……(75·1·1)
自然科学和阶级斗争
——读马克思恩格斯关于达尔文进化论的书信…(74·1·54)

从实践中学习自然辩证法

用辩证法改造发电机……(73·2·104)
"螺蛳壳"里天地大……(73·2·112)
沉船起浮……(73·2·118)
厚纸是怎样变薄的……(73·2·123)
丝杠加工……(73·2·127)
炼渣炉里炼出钢来……(73·2·132)
万匹机的诞生……(74·3·97)
水泥也能造大型水压机机架……(74·3·105)
沸腾炉是怎样沸腾起来的？ (74·3·112)
独立自主、自力更生大力发展电子计算机
——关于电子计算机座谈会纪要……(74·4·46)
奋发图强　跳跃前进
——记上海无线电十三厂制造大型电子计算机的进程…(74·4·57)
用毛主席哲学思想造好计算机……(74·4·64)
辩证法指导我们用好计算机(74·4·69)
以小胜大造钻机……(74·4·73)
小设备铸造大钢锭……(74·4·79)
访"龙"记
——上海几家工厂改造老设备实现生产连续化、自动化见闻……(75·2·83)
向生产的深度和广度进军
——记上海化工战线技术革新的几个片断……(75·2·98)
大型电站转子是怎样攻下来的……(75·2·107)
发展异型钢管品种的辩证法(75·2·113)
谁说"秕芝麻"榨不出"油"来
——兼谈挖掘生产潜力要打破洋框框……(75·3·15)

碧水环流
——上海部分工厂挖掘工业
用水潜力侧记……(75·3·21)
让老设备焕发青春
——记上钢二厂一车间线材
生产的技术改造……(75·3·28)
翠蓝工艺描新图……(75·4·145)
影片染印闯新路……(75·3·32)
征服杂菌夺高产……(74·2·177)
多快好省研制井岗霉素……(75·1·77)
地下顶管……(73·1·112)
苏州河上巧运水泥管……(73·1·118)
潮水为我装卸忙……(74·3·118)
闯进禁区
——开辟万吨油轮长江航
线……(74·3·123)
吊装新歌……(75·4·139)
正在前进，继续前进！
——农业机械化调查札记(75·4·116)
机械化促进了农副两旺
——薛家厍生产队的调查(75·4·123)
这个公社实现了插秧机械化
——崇明县堡镇公社的调
查……(75·2·93)
我们是怎样取得棉花高产的？
……(74·2·153)
三麦高产的辩证法……(74·2·158)
稻田灭蚊……(74·2·163)
治虫要知虫……(74·2·166)
测虫、报虫和治虫……(74·2·172)
人工育珠放新彩……(74·2·181)
努力赢得种田的自由……(75·1·69)
土地少也能多种经营……(75·1·83)
低产鱼塘是怎样实现高产的(75·1·87)
看鱼下网……(73·1·123)
水上也能种花生……(73·1·126)
河蟹为什么又多起来了……(75·1·94)
苹果保鲜……(75·4·133)
战胜连阴雨　三麦超纲要…(75·3·1)
青饲料养猪潜力大……(75·3·8)
浦江淤泥化良田……(75·4·128)
报风和乘风……(73·1·105)
动物园里有哲学……(75·1·99)
全角膜白斑盲人重见光明…(74·1·123)
治好严重腰腿痛的启示……(74·1·131)
揭开"红眼病"病因之谜……(74·1·138)
从蕹菜到蕹菜素……(74·1·144)
毛主席的军事思想指挥我们战斗
——一位严重挤压伤病员是
怎样抢救过来的？…(75·1·105)
农基课要与农业生产相结合(75·2·176)
在针刺医疗实践中上好卫生
课……(75·2·180)
开门办学中的三堂课……(75·2·185)
数学课也要在生产实践中上(75·2·190)

坚持无产阶级科研方针

在三大革命实践中取得真知(75·2·153)
科学研究要与生产劳动相结合
……(75·2·160)
把医疗器械研究的重点放到农
村去……(75·2·165)

科技工作者笔谈

坚持走理论联系实际的路…(75·1·113)
走出实验室的小天地……(75·2·171)
为解决种田"三弯腰"大胆闯新
……(75·3·161)

广阔天地　大有作为

喜看沃土育新苗……(75·1·42)
利用变异规律培育水稻良种(75·1·46)
喝令盐碱荒滩献粮棉……(75·1·50)
我们也种出了丰产棉……(75·1·54)
新型喷雾器的诞生……(75·1·59)

猪栅里面有学问……(75·1·62)
大田接种"五四〇六"菌肥的体
会……(75·1·65)
盐渍地变成了丰产田……(75·3·147)
当好农业生产的参谋……(75·3·153)
把知识和青春献给新农村…(75·3·158)
"赤脚"红心干革命……(75·3·142)

自然(科学)史话

天体的来龙去脉……(73·1·1)
(73·2·30)
生物生生不息……(74·1·91)
(74·2·186)
(74·3·194)
(74·4·117)
人类的继往开来……(75·2·134)
(75·3·37)
(75·4·1)
燃素说的兴衰……(75·1·119)

气候问题

人类在战胜异常气候中前进(73·2·1)
异常的气候，异常的措施
——我们是怎样夺得油菜高
产的……(73·2·7)
调节田间小气候……(73·2·13)
气候异常问题浅说……(73·2·19)

能源问题

评"能源枯竭"论……(74·4·84)
向太阳要更多的能量
——伞形太阳灶调查……(74·4·88)
余热利用……(74·4·91)
用烧煤的锅炉烧油也能低耗(74·4·97)
食堂节煤潜力大……(74·4·102)
资料：浅谈人类对能源的认识
和利用……(74·4·106)

化害为利　保护环境

评环境污染……(74·1·1)
联合治废展新图……(74·1·7)
变废为宝无止境……(74·1·14)
废气变银丝……(74·1·20)
认识垃圾　利用垃圾……(74·1·25)
环境污染的由来和发展……(74·1·29)

地震问题

地震的规律是可以认识的…(75·2·58)
地震与儒法论争……(75·2·68)
资料：国外关于地震成因的几
种假说……(75·2·75)

遗传学问题

谈生物进化的内因和外因…(75·3·63)
谈变异的偶然性和必然性…(75·3·86)
基因学说是预成论的翻版…(75·3·102)
对遗传物质——核酸的认识(75·3·119)
近年来国内关于遗传学问题讨
论综述……(75·3·137)
需要进一步开展对遗传学问题
的研究和讨论……(75·4·194)

癌症可知　癌症可治

癌症是可以征服的……(74·2·117)
癌症可知　癌症可治
——肿瘤问题座谈会纪要(74·2·122)
银针也能攻癌症……(74·2·136)
征服急性白血病的第一步…(75·2·120)
肝癌诊断的难与易……(75·2·128)
癌症患者谈与癌症作斗争的体
会(六篇)……(74·2·142)

用辩证法指导中西医结合

认真坚持中西医结合的方针(74·3·129)
用辩证法指导中西医结合
——中西医结合问题座谈会
发言摘要……(74·3·133)
治疗心肌梗塞的宽广道路…(74·3·149)

针刺治癌中运用切脉的体会(74·3·158)
功血病的正确诊断由何而来(74·3·166)
放射诊断的中西医结合……(74·3·171)

科学动态和理论介绍

关于地壳结构的一种新理论
——板块构造假说……(73·1·286)
天文学中的一些新发现……(73·1·298)
引力理论的历史和现状……(73·2·178)
地球上最早的人
——东非人类化石材料简介……(74·1·80)

自然辩证法史料

《天问》《天对》选注……(73·1·148)
布鲁诺《论无限、宇宙和世界》(节译)……(73·1·171)
附：亚里士多德《天论》(节译)
《荀子·天论》评注……(73·2·135)
巴斯卡：人在宇宙中不相称(73·2·150)
《内经》选注……(74·3·175)
《梦溪笔谈》选注……(74·4·165)
《齐民要术》选注……(75·1·143)
《墨经》选注……(75·3·188)
宋应星《论气》选注……(75·4·150)
海克尔论变异和遗传的矛盾(75·1·158)
河外星云的距离和视向速度之间的关系……(75·4·155)

外论选译

论证等级式宇宙学……(73·1·129)
大爆炸宇宙学的哲学……(73·1·142)
星系天文学中的观测佯谬…(75·4·163)
自然辩证法和现代物理学…(73·2·158)
生物学是不是一门独特的科学？
㊀生物科学最初始的假定(74·1·151)
㊁两次生物学革命……(74·1·160)
人工智能的可能性和界限…(74·4·187)
附：关于"机器思维"的一些奇谈怪论……(74·4·204)
资料：关于"下棋机"……(74·4·210)
意识经验和记忆……(75·1·194)
分割大脑与自由意志……(75·1·200)
偶然性和必然性(节译)……(75·3·209)

科学家介绍

哥白尼……(73·2·191)
达尔文和他的进化学说……(74·1·179)
瓦特和蒸汽机……(74·2·204)
李时珍和《本草纲目》……(74·3·221)
北宋时期的著名科学家——沈括……(75·1·181)
不屈的战士布鲁诺……(75·2·193)

其　他

影评：到自然界中去找辩证法
——科教片《无限风光在险峰》观后……(73·1·207)
影评：枯树开新花
——科技影片《电子控制织羊毛衫》观后……(74·3·215)
影评：竹林深处的"活化石"
——彩色科教片《熊猫》观后……(75·4·187)
书评：宇宙有没有"谜底"？
——评海克尔的《宇宙之谜》……(74·1·169)
书评：薛定谔的"捷径"通向何处？
——评《生命是什么》一书(75·1·23)
随笔：沙漠归来……(75·1·169)
随笔：形象生动的街头学校
——科学技术画廊漫步…(75·4·182)
杂文：岂止是"客套"！……(74·1·191)