

自  
由  
丝  
维  
法

杂  
志

4  
1974

自  
由  
文  
學  
雜  
誌

雜志



上海人民出版社

自然辩证法

杂志

一九七四年第四期(总第六期)

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 850×1156 1/32 印张 7.25 字数 166,000

1974年12月第1版 1974年12月第1次印刷

定价：0.48元

## 目 录

- 电子计算机和人的思维 ..... 卡思祖 (1)
- 新技术的“源泉”在哪里?  
——也谈仿生学 ..... 袁 明 (19)
- 唐代关于“天”的一场大论战  
——读刘禹锡的《天论》 ..... 梁凌益 (26)
- 沈括的自然观  
..... 吉林师范大学自然辩证法学习小组 (36)
- 从实践中学习自然辩证法
- 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 ..... (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  
..... 上海市仪表电讯工业局调查组 (57)
- 用毛主席哲学思想造好计算机  
..... 上海调节器厂小型计算机试制组 (64)
- 辩证法指导我们用好计算机  
..... 上海炼油厂仪表车间 (69)
- 以小胜大造钻机 ..... 上海重型机器厂工人写作组 (73)
- 小设备铸造大钢锭 ..... 上海第五钢铁厂第二电炉车间 (79)

## 能 源 问 题

评“能源枯竭”论 ..... 袁任平 (84)

向太阳要更多的能量

——伞形太阳灶调查 ..... 本刊记者 (88)

余热利用 ..... 上海第二钢铁厂革命委员会 (91)

用烧煤的锅炉烧油也能低耗 ..... 蔡方 汪殿 (97)

食堂节煤潜力大 ..... 上海计算机打字机厂第二食堂 (102)

资料：浅谈人类对能源的认识和利用 ..... 谭 谦 (106)

## 自 然 史 话

生物生生不息(续完) ..... 胡雨涛 (117)

### 关于微积分和极限问题的讨论

应当怎样认识极限?

..... 北京 144 中学高二(2)班学生 何 放 (145)

试用辩证法改革微积分教学的一点体会

..... 上海五七〇三厂 傅锡涛 (148)

微分是相对的零 ..... 福建机电学校 郑礼星 (152)

来稿摘要 ..... (154)

### 自然辩证法史料

《梦溪笔谈》选注 ..... (165)

### 外 论 选 译

人工智能的可能性和界限 ..... [日]渡边 慧 (187)

附：关于“机器思维”的一些奇谈怪论 ..... (204)

资料：关于“下棋机” ..... (210)

# 电子计算机和人的思维

卞思祖

电子计算机是二十世纪以来科学技术上的一大成就。从一定意义上说，计算机能进行推理、论证。这就提出了一个重大的认识论问题，在资本主义世界的意识形态领域里引起了很大的震动。资产阶级思想家们由于形而上学思维的束缚，在它面前陷入了一片混乱。苏修叛徒集团和各种反动派则出于自己的政治需要，乘机推波助澜，形成一股反动的社会思潮。这个问题的出现，大大地激化了两种世界观、两条认识路线的斗争。

## 电子计算机是人脑的延长

计算是一种逻辑推理，是人的一种思维活动。电子计算机就是用来代替人的这一部分思维活动的，它是人脑的延长。电子计算机根本不能思维。有人把电子计算机叫做“逻辑机”，或者干脆叫做“思维机”。这个名字是夸张的。只能在一定意义上把它叫做“思维机”。

纺纱机把人手、人脚的机械运动转化成为机器的机械运动，发电机把一种运动转化成为另一种运动。至于电子计算机则是把人的思维运动转化为机器的机械的、物理的运动，譬如转化为电子线路上的电子运动。为什么能转化？因为有同一性。不但各种机械运动之间、热运动和电磁运动之间有同一性，思维运动

和电子运动之间也有同一性。精神和物质，在认识论的领域里，一是认识的主体，一是被认识的客体，有对立的一面。但这个对立是有条件的。从世界本体来说，一切归于物质，世界上只有物质和它的各种运动形式。机械运动、分子运动、原子运动、社会运动、思维运动，统统都是物质发展的种种阶段，物质运动的种种形式。思维也不过是物质运动的一种暂时的、特殊的形式，它和物质的对立只能是相对的，而不能是绝对的。正因为物质的这种同一性，人的部分思维活动才可以用电子计算机里面的电子运动来表现。

人的思维是物质运动的一种形式。它不但要借助于人脑的生理运动而实现，还要在人的社会实践中不断与外界交流，转化为大脑外面的某种物质运动。没有这个转化，也就没有人的思维。马克思说：“人并非一开始就具有‘纯粹的’意识。‘精神’从一开始就很倒霉，注定要受物质的‘纠缠’，物质在这里表现为震动着的空气层、声音，简言之，即语言。”（《德意志意识形态》）语言是思维的物质外壳。思维运动必须转化为声带振动、口腔运动、声波传播等运动形式，才能变为“直接现实”。（同上）两种运动形式之间，尽管本质不同，却又互相依存、互相转化。

人的社会实践，要求思维进一步“物化”，从而用别的物质运动在一定程度上来表现思维的过程。要做到这一点，就要认识人的某些思维规律。

古典的形式逻辑是人类对思维运动的一种认识。它是在奴隶制度向封建制度过渡时期中意识形态领域的阶级斗争激化的产物。形式逻辑是专讲思维形式的，如一、二、三、人、马、牛等抽象概念、概念之间的关系（判断）和判断之间的关系（推理）。在人的思维过程中，在概念、判断的形成过程和推理的过程中，都有具体内容。但形式逻辑却把内容统统撇开了。“凡人皆有死，张

三是人，张三有死”这个推理，在形式逻辑中，只有纯粹抽象的逻辑关系。这个抽象很重要。在辩论中，人们总是力求自己的论点前后不矛盾、结论同前提相一致，也总是力图抓到对方“自相矛盾”之处。这都是纯粹从思维形式的逻辑关系方面考虑，只问逻辑的是和非，不问实际的真和假。这是人的思维过程纯形式的侧面。我国古代的名家要“明是非之分”，“明异同之处”，达到“以名举实，以辞抒意，以说出故”，（《墨子·小取》）就是要求思维符合于形式逻辑的规律。

资本主义工业革命的完成，进一步推动了形式逻辑的发展。大机器体系不但减轻了人的体力劳动，也把许多生产环节中的调节、控制，转嫁给机械装置，开始代替人的一部分思维活动。生产机械化准备了思维的机械化，使形式逻辑有可能进一步抽象为符号逻辑。这是形式逻辑的一个发展。在这里，各种思维形式及其逻辑关系，可以统统化为 0、1 两个符号的组合和运算。一、二、三成了 01、10、11，人、马、牛也成了 0 和 1 之间的不同编码。一、二、三不见了，人、马、牛不见了，只剩下了 0、1。

世界上无论什么事物，无不是一分为二的，无不可以归结为两点，真假、好坏、多少、有无等等。反映到人的概念中，就有了各种差异。“人的概念的每一差异，都应把它看作是客观矛盾的反映。”抽掉这些差异的具体内容，可以用两个基本差异来表现。“一阴一阳谓之道”。一阴一阳，就是这样两个基本差异，可以表现千差万别的各种具体事物。阴、阳也就是 0、1。电码中的一点一划，可以组成千差万别的一切文字。点、划也就是 0、1。而 0、1 比阴、阳或点、划更优越。它可以用来自运算： $0+1=1$ ,  $0\cdot 1=0$ 。它又可以表示不同的逻辑推理。运算的结果，非 0 即 1，相当于逻辑推理的结果，也就是非是即非。于是，计算也是推理，推理也是计算，人的形式思维过程数量化、符号化了。

把人的思维抽象到这样的高度，就有可能把人的思维过程纯形式的侧面转嫁给机器。没有这种高度的抽象是不行的。中世纪有人想造个“逻辑机”，用一个符号代表一个概念（好、坏、大、小、神、鬼等等），但由于没有抽象出纯粹符号化的思维形式来，枉费了许多心机，结果还是失败了。有所失才能有所得。舍不掉思维的内容，就得不出纯形式的逻辑规律来，造不成“逻辑机”。

“自由是对必然的认识和对客观世界的改造”。人要造出“逻辑机”来，光认识思维规律还不行，还要生产实践提供必要的物质条件。算盘不行。人们虽然也把加减乘除的运算规则编成口诀，口念手拨，“心算”就可以转化为“珠算”；但算珠运动究竟离不开人手，不能自动实现。手摇计算机也不行，也离不开人手，不能自动，因而也无法表现逻辑推理的过程。十九世纪有人试图造计算机，结果也失败了。只是到了二十世纪，无线电工业发展了，电子技术出现了，才提供了一种合适的物质手段。在发报机、收音机、雷达中，都有一定的电子线路，控制电子沿规定的路线运动，达到发报、收音等目的。随着电子技术的发展，人们可以设计出各种不同的线路，用开关的开和关、灯泡的亮和灭、导线的通电和不通电、电流的高电位和低电位等两种不同的状态，表现各种不同的结果。“一合一辟谓之变”，一关一开可以表现各种差异、各种变化。把一种状态叫做0，另一种状态叫做1，电子线路就成了个“逻辑线路”，于是也就可以按照符号逻辑的运算规则进行逻辑推理了。踏破铁鞋无觅处，这正是思维运动最合适的物质表现手段。

电子运动可以代替人的部分思维运动，证明思维并不是什么超物质的神秘的东西。思维是物质世界中“最美的花朵”，（《自然辩证法》）却又出之于尘世的污泥秽渣。或者如赫胥黎所说，具

有认识能力的人脑是生物世界中高耸入云的山峦，却又是原始海洋的烂泥或者火山排出的渣滓所凝成<sup>①</sup>。列宁说：“假定一切物质都具有在本质上跟感觉相近的特性、反映的特性，这是合乎逻辑的”。（《唯物主义和经验批判主义》）思维就是从低级的反映特性演化而成的，大脑是从“烂泥”演化而成的。它们之间有同一性。因而思维运动又可以在一定条件下、一定程度上由电子运动来表现。这种“思维机”的出现，使电子元件获得了新的用途，扩大了人在自然界中的自由，使我们看到了人们认识世界和改造世界、也包括人们认识和改造自己的思维能力的无限发展的可能性。随着地球上人类社会实践的不断发展，思维这朵物质世界中最美的花朵必将开得更美、更鲜艳。

### 电子计算机只能表现人的部分思维

电子计算机表现人的思维活动，有着很大的局限性。它所能表现的只是脱离思维内容的纯形式的逻辑推理，也可以叫做形式思维。这是人的思维中不可缺少的一部分，但不是本质的部分。电子计算机只是这个限度以内的“思维机”。它的长处在这里，短处也在那里。

人的思维过程，就是概念的形成过程，判断的形成过程，推理的过程。这也就是调查研究的过程，社会实践的过程。这是辩证的思维，是活生生的，有血有肉的，形式和内容统一的。

思维的内容“不外是移入人的头脑并在人的头脑中改造过的物质的东西而已。”（《资本论》第二版跋）形式表现内容，要经过改造制作，抓住事物的本质，事物的全体，事物的内部联系。“人”这

---

① 赫胥黎：《人类在自然界的位置》。

个概念，包括了男人和女人，大人和小人，中国人和外国人，概括了古往今来的一切人。随着人类的发展，“人”这个概念也将继续得到发展。因此，“人”这个概念，本质上是灵活的，发展的，具有无限丰富的内容。我们说“人”，总是或多或少地包括着这些内容。判断、推理也是这样。人们在实践中看到，张三死了，李四也死了。经过了许多世代，人们从这些事实中才得出一个判断：“凡人皆有死”。每一个具体的人都逃脱不了这个客观规律。因此，人们又用自己的实践得出一个推理：张三、李四等各个具体的人都要死的。“人的实践经过千百万次的重复，它在人的意识中以逻辑的格固定下来。”（《哲学笔记》）总是先有事实，后有概念，后有判断和推理，后有逻辑规则。思维，就是“人在脑子中运用概念以作判断和推理的工夫”，就是通过这些逻辑形式来总结人们在社会实践中所获得的这些丰富的内容。

这种辩证的思维，只有社会的人才有，“只对干人才是可能的，并且只对于较高发展阶段上的人……才是可能的”。（《自然辩证法》）人的阶级地位不同，社会实践不同，同样的思维形式所表现的内容也不一样。正象黑格尔所说，同样一句格言，从年轻人口里说出来，总比不上在饱经风霜的成年人口中那样丰富的含义。而不同阶级的人，在涉及阶级利害冲突时就根本没有共同的语言，就是说，尽管词、句子的形式一样，概念、判断一样，内容却根本不同。

但思维形式从形式方面说，又是撇开了内容的。“一”这个概念，本来是从一个人、一匹马、一头牛中抽取出来的，但一旦形成了概念，人、牛、马统统不见了，只剩下一个抽象的数字。一是一，不是零，不是二，如此而已。“人”这个概念，作为思维形式，也已经舍掉了许多东西，舍掉了男人、女人的区别，大人、小人的区别，中国人、外国人的区别，只剩下了区别于其他动物的特点。

人是人，不是马，不是牛，如此而已。在这里，如我国古代名家公孙龙所说，只要用那个概念表示那个事物，用这个概念表示这个事物，不要彼此不分，混淆区别，就可以了。

从辩证思维过程中抽出形式思维的侧面，是很必要的。恩格斯说：“为了能够从纯粹的状态中研究这些形式和关系，必须使它们完全脱离自己的内容，把内容作为无关重要的东西放在一边。”（《反杜林论》）这样，思维才能进一步符号化。“人”这个概念，在中文里读做“rén”，写作一撇一捺的“人”字；在英文里却叫做“person”，用六个字母拼出来。内容一样，形式不同，已经有了符号化的因素。由语言、文字进一步符号化为0、1的不同组合，又进一步撇开内容。在计算中， $1+1$ 总是等于2，哪管相加的是牛还是马！只有放弃了内容，避免内容的干扰，计算机才能“算”得那么快，比人要快几千万几万万倍；“记”得那么牢，可以“记住”整整一部字典。不在那一方面作一点暂时的牺牲，就不可能在这一方面达到这样的成就。

但是，形式脱离内容，只是暂时的、相对的，从根本上说，又不能脱离内容。因而形式思维又不能脱离辩证思维，形式逻辑必须受辩证逻辑的指导。单单形式思维，是空洞的、贫乏的、干枯的，没有任何意义，只是逻辑游戏、数学游戏。这样的逻辑体系，用黑格尔的话说，只是个“阴影的王国”，是个摆脱了一切具体事物的影子世界。在现实世界中，人从非人转化来，又向非人转化去。人是人，又不是人。但在思维中，“如果不把不间断的东西割断，不使活生生的东西简单化、粗糙化，不加以割碎，不使之僵化”，（《哲学笔记》）就无法表现出来。在这里，人是人，人不是非人，人和非人是绝对排斥的。客观现实和主观思维的矛盾，决定了思维的内容和形式的矛盾。从思维内容说，思维抓住了事物的本质，更深刻、更正确、更完全地反映客观世界；但从形

式方面来说，又离开了具体对象，离开了事物形形色色的具体表现。内容是联系的，形式却是割裂的；内容是丰富的，形式却是贫乏的；内容是灵活的，形式却是僵化的。形式表现内容，又不能完全表现内容。用概念摹写事物，“不是简单的、直接的、照镜子那样死板的动作，而是复杂的、二重化的、曲折的、有可能使幻想脱离生活的活动”。（《哲学笔记》）形式逻辑反映了事物之间的某种客观联系，但又是抽象化的。形式逻辑对大前提是不管的，要管也管不了。“凡人皆有死，张三是人，张三有死”，逻辑上是对的；反过来，“凡人皆无死，张三是人，张三无死”，逻辑上也是对的。因为都合乎形式逻辑，都是从大前提推出的必然的结论。因此，光靠形式逻辑，得不出什么新知识来。当然可以推论，演绎，可以把知识加以量上的扩张，但结论实际上已经包括在大前提里，超不出大前提给定的范围，不能向前推进人类的认识。只有人在社会实践中辩证地思维，从实践到认识，从感性认识到理性认识，再从认识到实践，才能修正、发展原来的认识。形式逻辑只有服务于这个辩证思维过程，才能不断地丰富人类的知识，有所发现，有所前进。

在电子计算机里，思维成了0、1的纯符号运算。也正因为如此，它才能“算”得快，“算”得准，“记”得多，“记”得牢；又能“解题”，又能“证题”，又能“下棋”，又能“翻译”。这是它的优点，但也是它的缺点。0、1表现矛盾，但抽掉了矛盾的具体内容，只剩下了表面的差异。因此，0、1之间没有联系，没有斗争，没有转化，没有发展，只能机械地执行人所规定的运算规则，不能对具体矛盾作具体分析，不能形成新的概念、判断，不能总结人在实践中的新认识，得出新知识。也正是这一点，才换来了它的速度和“记性”。它的“万能”之处，也正是它无能之处。它只能用电子的机械的运动代替人的形式思维过程，不能超越这个限度。所

谓“思维机”，也只有在这个限度内才得以成立。

相反，人的思维在形式思维方面，确实比不上计算机。人不但算不了那么快，记不了那么牢，而且还会思想开小差，会想入非非，还会有情绪波动，因而下棋就常常会输给机器。但人的思维的优越性并不在这里。人的思维能力的主要特点，是在实践中获得了适应实践需要的高度能动性、灵活性，具有无限发展的可能性。正是由于实践斗争的需要，人在进化中发展了这一方面，而放弃了另一方面。正象在某些方面，人眼不如鹰眼，人鼻子不如狗鼻子一样。但人可以从实践中总结出客观世界的规律，使自己的思想和行动符合于这种规律，以便更好地认识世界和改造世界。这才是人的真正的聪明才智之处。这种聪明才智，只能来自于社会实践，不能来自某些生理的本能。人类失去了机械的速度和记忆力，却换来了更大的能动性、灵活性。人想得广泛，想得深入，可以“幻想”，可以发现事物之间各种隐蔽的联系，可以创造出各种科学、艺术来，而这一切的获得正是以速度慢、记性差为代价的。有了这样的聪明才智，计算速度慢不要紧，记性差也不要紧，人能造出电子计算机来提高人的计算速度，加强人的记性。电子计算机的“聪明”，归根到底，只不过是人的聪明在机器上的投影而已。

人的形式思维，可以用符号运算来表现，但本质不是符号运算。资产阶级的逻辑实证主义者宣扬“概念根本就不存在”，“概念起着符号的作用”<sup>①</sup>，甚至把逻辑规则也看成是人们所“任意选择”的，“约定”的<sup>②</sup>。思维成了纯粹的符号运算，就完全割断了思维同客观世界的联系，抽掉了思维的内容。苏修一些院士们也跟在资产阶级的屁股后面，把人的思维过程仅仅归结为“进

① 石里克：《一般认识论》。

② 卡尔纳普：《语言的逻辑语法》，1954年伦敦版，第Ⅳ、51等页。

行形式逻辑推理”的过程，0、1的符号运算在人的思维中“占主要地位”<sup>①</sup>。这完全歪曲了人类思维的本质。如果人的思维就是形式思维，计算机里面的符号运算可以“完全代替”人的思维，那还有什么人类所特有的自觉能动性呢？这是马赫主义“符号论”的最新发展。老“符号论”把人的感觉说成是纯粹的符号，否认感觉反映客观世界；新“符号论”进而把人的思维说成是纯粹的符号，否认思维的内容，否认人的辩证思维。归根到底，这也就是否认人的思维是实践的产物，否认人的自觉能动性。

### 电子计算机根本不能思维

我问：电子计算机能表现人的形式思维，代替人的部分思维活动，这是不是说，它能形式思维呢？不是。既然是代替，就不可能完全等同。工具机代替人手，不等于人手。任何代用品，永远不会完全等同于被代用品。总是又表现又不表现，又代替又不代替。我们所谓代替人的思维，就是表现人的思维的意思。电子计算机自身根本不能思维，既不能辩证思维，也不能形式思维。思维是社会的产物，是人在社会实践中产生、又为社会实践服务的。只有实践着的社会的人才能思维。

从表面上看，在电子计算机的“控制”下，机器能够“自动”调节，导弹能够“自动”打飞机，达到指导行动的效果，实现预定的目的。资产阶级和修正主义者借此宣扬，计算机“内在地有目的”<sup>②</sup>，甚至它的“头一个特性就是具有目的”<sup>③</sup>。但事实上机器

①③ 科莫戈洛夫：《自动机和生命》，载苏联《青年技术员》，1961年第10、11期。

② 罗森勃吕特、维纳、毕格罗：《行为、目的和目的论》，载美国《科学哲学》，1943年第1期。

没有“目的”。自然界里任何运动都没有预期的自觉的目的。只有人有目的。毛主席说：“思想等等是主观的东西，做或行动是主观见之于客观的东西，都是人类特殊的能动性。这种能动性，我们名之曰‘自觉的能动性’，是人之所以区别于物的特点。”这就是人的思维和行动，就是人的行动的目的性。

人的思维反映客观世界，不象镜子那样死板。人总是从一定世界观、一定阶级立场出发，根据改造世界的实践需要，对感性认识进行加工制作，上升到抽象思维，抓住事物的本质，掌握事物的规律性。因此，思维一产生，就要形成预想、计划、方案，积极地、能动地指导实践。这就有了目的性。人类历史的发展过程，也就是人的这种目的性的历史发展过程。人类从最初目光短浅、盲目性很大，逐渐学会了估计生产行动的比较远的自然影响，以至于预见这些行动的比较远的社会影响。在阶级社会中，因为阶级斗争的需要，人的活动目的又总是表现着阶级性。在阶级斗争中，革命的阶级要推翻反动的统治，固然表现着鲜明的阶级性；就是在生产斗争中，人的目的也打着阶级烙印，这样那样地反映着不同的阶级利益。因此，人的思维总是社会的，在阶级社会中，总带有阶级性。

电子计算机只是实现人的目的。电子计算机里面的电子运动本身，什么也不能控制。只有人赋予它们一定的意义，用来表示机器的某种运转方式或者飞机的飞行方向，经过电子运动的符号运算，再通过一定的变换装置，使运算结果实现出来。于是，计算机似乎在“控制”了，在“逻辑判断”了。其实，还不都是人预先安排、策划的！只有人运筹帷幄之中，导弹才能决胜于千里之外。这种“自动”，归根到底是靠人动。宣扬电子计算机有“内在目的”，是为了取消人的自觉能动性，取消人的活动的阶级性。

把电子计算机拆开来看，不过是一大堆密密麻麻的电子元

件，一大团纵横交错的线路。通上电流，电子运动起来，里面石火电光，瞬息万变。但变来变去，不外是开和关、亮和灭、通和不通、高电位和低电位等不同的状态。从电子计算机“本身”来说，不过是一堆毫无意义的盲目的电子运动。不但算不上什么思维、什么目的，连计算也谈不到。从这些电子运动本身说，既无所谓逻辑的是非，也无所谓 0、1，无所谓计算不计算。0、1 是人规定的。人们把高电位叫做“1”，低电位叫做“0”；或者反过来，把低电位叫做“1”，高电位叫做“0”。都是一样，随你怎么称呼。“正和负可以看作彼此相等的东西——不管把哪方面当作正，把哪方面当作负，都是一样的。”（《自然辩证法》）电子运动本身有什么 0 什么 1 呢？如我国古代哲学家荀况所说，“名无固宜”、“名无固实”。（《名实篇》）叫它 0、1 也好，阴、阳也好，是、非也好，都是人定的，都是符号。人们根据一定的计算规则、推理规则，设计出可以实现这些规则的线路，完成所要求的符号运算，再通过指示装置，把电子状态所代表的意义用具体数字表现出来。于是，计算机似乎在“计算”了。这哪里是计算机“计算”呢？分明是人在计算。

“计算”机不会计算，“控制”机不能控制，“下棋”机不会下棋，“翻译”机不懂翻译；一句话，“思维机”根本不能思维。不管什么“机”，都是人的器官的延长。离开了人，什么“机”都是一堆废铁。只有通过人的体力劳动和脑力劳动，才能把它们从死梦中唤醒，使它们“活”起来。电子计算机出现以来，机器从延长人手到延长人脑，是个新发展。但这并没有改变人和机器的根本关系。电子计算机代人思维，要人预先把思维过程加以形式化、符号化，编为“程序”，规定 0、1 的不同编码表示什么意思，规定计算的先后顺序。有了这样的“软设备”，电子计算机的元件、线路等“硬设备”才能发挥作用，那一堆莫名其妙的电子运动状态才

有了意义。同一台计算机，用不同的“程序”可以发挥不同的作用。“软设备”愈是发展，人运用计算机愈是巧妙，它就能够更多地表现人的思维活动。这个过程是没有止境的。但它却始终只能表现人的形式思维部分，只能根据人所给定的大前提进行一些形式推理。这终究是跟在人的后面，人步亦步，人趋亦趋，永远不会也不可能“完全代替”人。

资产阶级和修正主义者诡辩说，思维、目的都是看不见、摸不着的，都说不清楚。电子计算机会不会思维，有没有目的，不要管它们的“特定结构和内在组织”，只看行为<sup>①</sup>好了，只要从“纯粹功能”的观点<sup>②</sup>来看就行了。就是说，只要电子计算机可以做到思维能做到的事情，“行为”一样，“功能”一样，就算是能思维了。他们宣扬行为主义、功能主义。

马克思主义认为，思想和行动、动机和效果，都是对立的统一。对于人来说，行动是主观见之于客观的东西，是在一定的思想支配下进行的。行动从思想来。看人的思想，要看行动；看人的动机，要看效果。但另一方面，行动能表现思想，又不能完全表现思想。可能事与愿违，也可能喜出望外。“有心栽花花不发，无意植柳柳成荫。”“一般地说来，不论在变革自然或变革社会的实践中，人们原定的思想、理论、计划、方案，毫无改变地实现出来的事，是很少的。”动机和效果有矛盾，才推动人们进一步认识世界和改造世界，不断前进。马克思曾经举例说，蜘蛛织网，“行为”同织工相似；蜜蜂筑巢，“功能”甚至会使建筑师惭愧。“但是，最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了。”（《资本论》第1卷）建筑师有目的，有自觉能动性，而蜜蜂没有，这是

① 罗森勃吕特等：《行为、目的和目的论》。

② 科莫戈洛夫：《自动机和生命》。

本质的区别。行为主义、功能主义者把行动等同于思想，效果（功能）等同于动机，其实是借口行动、功能而取消人的思想，否认人有思维。

说到底，电子计算机根本谈不上什么“行为”或“行动”。人的行动就是人的自觉的能动性，是有目的的活动。机器没有社会实践，没有人的思维，也就根本不会有只是人才有的那样的行动。它只有电子的运动，没有我们所说的行动，即一定思想指导下的行动。资产阶级和修正主义者历来喜欢玩弄一些所谓“中立性”的名词，如马赫主义者玩弄的“经验”、“要素”、“能量”等等，以模糊唯物论和唯心论的界限。行为主义者、功能主义者口口声声叫嚷“行为”、“功能”，用的也不过是同一手法。我们是思想和行动、动机和效果的统一论者。我们反对离开行动看思想，那是唯心论；也反对离开思想看行动，那是机械论、实用主义。这种实用主义搞到最后，“行动”就是思想，有“行动”就是能思维，因而一切生物和机器都能思维了，这就沿着另一个贬低思维、否定思维的极端，走上了唯心论。

有人认为，电子计算机不能思维，因为它永远不能具有象人的大脑那样复杂的结构。这个说法，并没有打中问题的要害。机器和人脑的不同，不是某种量的不同，而是本质的不同。机器不能思维，是因为思维是在人的社会实践中产生的社会功能，这是计算机的物理功能所代替不了的。因此，即使电子计算机结构越造越复杂，甚至有一天会象人的大脑的结构那样复杂，或是超过人的大脑，它也仍然只能有复杂的物理运动，却没有也永远不会有思维运动。

思维本质上是社会运动，不是物理运动，不是化学运动，也不是单个人的大脑的生理运动。恩格斯说，人的意识“不是从头脑中，而仅仅是通过头脑从现实世界中得来的”。（《反杜林论》）人

脑是个加工厂，原料或半成品来自人民群众的社会实践，经过脑细胞的生理运动的加工制作，形成思想、目的、意见等成品。没有原料来源，加工厂的设备再高级，也“分泌”不出思想来。因此，思维总要通过脑细胞的生理运动，物理、化学运动而实现，它“总是必然地与某个现实的机械的(外部的或分子的)运动相联系”。(《自然辩证法》)但思维又不等同于这些物质运动，不等同于脑细胞的生理运动，物理、化学运动。思维是社会的人的特性，是人在社会实践中、即在人同人、人同自然的相互关系中形成和发展的。“终有一天我们可以用实验的方法把思维‘归结’为脑子中的分子的和化学的运动；但是难道这样以来就把思维的本质包括无遗了吗？”(同上)当然不能。光有脑细胞，离开了社会实践，离开了人同人的社会关系，离开了人类，大脑是什么？不过是一堆灰白的脑髓。那里的脑细胞只有生理运动，只有物理、化学运动，却没有思维这种社会运动。思维来源于实践，依存于大脑的生理运动，但不能“还原”为大脑的生理运动。不然的话，就会掉进了伏格特、摩莱萧特所曾经陷进去的那个庸俗唯物论的陷阱中去。

自然科学可以也必须研究大脑的生理运动。这种研究，有助于从各个不同的侧面揭示思维的规律。但是，单靠这种研究，却永远也不能穷尽思维的社会本质。把思维仅仅归结为这些低级运动形式是错误的。它抹煞不同运动形式之间的质的区别，抹煞了人与物的区别，否认了人区别于物的自觉能动性，否认了人的社会性。机器也能思维，这就回到了“石头也能思维”的物活论。这是对资产阶级上升时期的机械唯物论的一种反动。资产阶级那时曾宣扬“人是机器”，强调了人与物的同一性，反对了“有灵论”。但是到了末世，资产阶级走到了另一个极端，从反对“有灵论”走到了“泛灵论”，从反对人是“万物之灵”论，走向了“万物有灵”论，转化成了自己的原来的反面。

## “机器能思维”是一股反动的社会思潮

电子计算机在世界上出现不久，“机器能思维”的论调在西方就跟着开始泛滥。“分娩是苦痛的。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》）电子计算机的这种伴生物，就是这样的一类废物。

一切工具，包括各种机器在内，都是人的“社会器官”。手工工具，无论是锄犁还是刀剑，都要人手直接操纵，主从关系在这里是一目了然的。社会生产愈发展，人的这种社会器官延伸得愈长。有了机器和机器体系，工具开始脱离人手，人和工具的关系也跟着模糊起来。实现了生产自动化以后，人退居幕后，生产斗争的前沿阵地上只剩下自动机在“自动”操作，自动流水线在“自动”流转。机器似乎已经“独立”于人，它作为人的社会器官的本质，也就更加荫蔽了。电子计算机的远距离操纵，进一步掩盖了同人在空间上的联系；它事先编好的程序，又进一步掩盖了同人在时间上的联系。它俨然摆脱了人的一切干预，完成了这个“完全独立”的假象。

电子计算机作为一种自然物质，无非是电子元件、电子线路的集合；它里面的电子，总是按照一定的规律运动。论自然属性，它并无神秘之处。但是，一旦成了人的社会器官，发挥出“思维”的功能，通过“控制”机器或武器而作用于人，支配着人的活动，就在它那金身之上罩了一圈灵光，成了超自然、超社会、可以支配人类命运的异己的力量。于是，一切都被颠倒过来了。明明是人改造自然的力量，成了机器自身的魔力；明明是人对自然的胜利，成了机器对人的“完全独立”；明明是人的自由的扩大，成了

机器对人的自由的威胁。假象掩盖了本质，歪曲了本质。而资产阶级的阶级本能，使他们进一步去为这个假象辩解，把假象“加以系统化，赋以学究气味，并且宣布为永恒的真理。”（《资本论》第1卷）

一切剥削阶级都脱离社会实践，不懂社会实践，不懂人的社会性，因而也不可能懂得人的思维的本质。奴隶主和封建主把人的思维看成是“灵魂”。资产阶级在刚刚兴起的时候，曾经反对过这种有灵论，强调思维和存在的同一性，把人从“万物之灵”的宗教迷雾中拉回到人世间。但是，他们的唯物论不彻底，是机械的、形而上学的。在奴隶主和封建主的眼里，人是会说话的牲畜；在资本家的眼里，人是会说话的机器，是机器的辅助装置。资产阶级的唯物论者，即使在他们革命的时期，由于“离开人的社会性，离开人的历史发展，去观察认识问题，因此不能了解认识对社会实践的依赖关系”。

资本主义制度愈是没落，资产阶级愈是脱离人民，就愈要依靠物来加强统治，以挽救他们行将灭亡的命运。他们把劳心者和劳力者的对立神化，把思维神化。于是，不但机器、武器这些物成了“物神”、“军神”，而电子计算机也由于作为思维的化身，成了最高的上帝。“一切宗教都不过是支配着人们日常生活的外部力量在人们头脑中的幻想的反映，在这种反映中，人间的力量采取了超人间的力量的形式。”（《反杜林论》）随着资产阶级的没落，这种拜物教也以同一速率得到了发展。

十九世纪的唯物论者费尔巴哈曾说过一句话：“上帝崇拜依附在自我崇拜上面，不过是一种自我崇拜现象。”<sup>①</sup>这是对的，但还应补充一句：不仅是崇拜自己，而且是崇拜自己的阶级。资产

---

① 《宗教的本质》，参见人民出版社1953年版，第4页。

阶级把电子计算机吹得那么出神入化，其实是把计算机看成是他们自己的化身，或者是把他们自己看成是计算机的代表，用以骗人骗己，麻痹人民的斗争意志，转移阶级斗争的方向。

“机关算尽太聪明，反误了卿卿性命”。资产阶级寄希望于机器“拯救世界”之日，其实正是他们自己已达不可救药之时。由“机器能思维”的幻觉所产生的种种“技术救世”的梦话，本质上反映了他们在这种新的技术成就面前的盲目性，说明资本主义生产关系已经“由生产力的发展形式变成生产力的桎梏”。(《政治经济学批判》)电子计算机被神化，也是新的生产力要求冲破这种生产关系的陈腐外壳的一种扭曲的表现。一切资产阶级哲学在电子计算机所提出来的认识论问题面前，都陷入了绝对的混乱之中，一切资产阶级思想家，包括那些苏修的院士们，都根本不懂人的思维的本质。他们在新的生产力面前极度惶恐，完全陷入了奴隶状态。这说明，资本主义的上层建筑完全不能适应经济基础发展的要求了。他们害怕新的生产力，正是害怕这种生产力的代表——无产阶级的反映。这就从反面又一次证实了这个真理：社会主义决然兴起，资本主义决然灭亡！

# 新技术的“源泉”在哪里？

## ——也谈仿生学

袁 明

仿生学是一门新兴的边缘科学。六十年代，它随着自动控制技术的发展而产生。以后，就在生产、通讯、军事技术等领域中得到越来越多的试验和应用，引起了人们的重视。

一门新学科的兴起，往往会伴同出现这样或那样的议论。例如有人认为，仿生技术的成功证明了人类模仿生物的必要性，证明了自然界从来就是“人类技术思想的源泉”。在他们看来，科学进步到今天，人类如果能维妙维肖地模仿自然，模仿和移植生物原型的结构功能，就不仅能促进新技术的发展，有朝一日人的全部体力劳动和脑力劳动也能为某种奇妙的仿生技术设计所代替，由“仿生”而仿出完全由电子元件构成的有思维能力的活机器。这就未免言之过甚，有必要对这样的议论再议论一番。

自然界是一个处于有规律地运动中的物质世界。自然科学和各种技术知识，无非就是自然界物质运动的客观规律性在人们头脑中的近似正确的反映。人们在向大自然进军的途中，总是通过研究和掌握自然界物质运动的规律，发展科学技术，又反过来对自然界进行改造。从这个意义上说，研究自然现象，认识和掌握隐藏在自然现象背后的客观规律，对于发展科学技术确实是重要的。生命运动也是一种物质运动。生物的生长、繁

殖以及生物体上各种组织器官的构造和活动，也遵循着一定的物质运动规律。因此研究生命有机体的某些结构功能，有助于更深入地认识生命和非生命物质运动规律的共性，有助于促进科学技术的发展。

但问题是：新技术的发明创造能否通过模仿和移植生物原型的结构功能来实现？这样的模仿和移植，能够成为“人类技术思想的源泉”吗？不能。其所以不能，因为这不符合于人们认识世界和改造世界的辩证过程，不符合于人类技术发展的实际情况。

辩证唯物论的认识论认为：“人的认识一点也不能离开实践”。而实践则是人们对于客观世界的变革，不是简单的模仿。“你要知道原子的组织同性质，你就得实行物理学和化学的实验，变革原子的情况。”你要知道自然界中的物质运动的规律性，你就得变革自然界原来的状况，参加生产斗争和科学实验的实践。自然界的任何一个领域在人的实践活动未曾触及以前，都只是人所尚未认识的“自在之物”。支配着其中的物质运动的规律性，对于我们人类来说，也只是盲目的尚未被认识的必然性，或者说“自在的必然性”。要使“自在的必然性”转化成“为我的必然性”，使自然界中盲目地作用着的东西，转化成对人类有用、为人类服务的东西，就必须经过变革自然的实践。文艺复兴时期的大艺术家和大科学家达·芬奇曾经模仿鸟类用两翅扑击的飞行运动，造过一架“扑翼机”。此外还有一些人则直截了当地把人工制造的双翼绑在臂上，企图和鸟类一样振翼起飞。他们可以称得上是近代仿生学的勇敢的先驱者。但结果如何？扑翼机没有能上天，绑着“翅膀”的人很多也壮烈牺牲了。他们的失败，就失败在只是对生物原型的某些特征作简单的模仿和移植。由于当时还没有足够的解剖学知识来对鸟类身体进行“变革”，

不了解鸟类之所以能振翼起飞，原来同它突出的胸骨结构有关，因此也就无从了解鸟类飞行运动的规律性。在这种情况下，只有平坦的胸骨结构的人类，企图模仿鸟类扑翼飞行，当然也就必败无疑了。

生产实践是技术发展的源泉。生产实践作为人类最基本的实践活动，是从低级到高级逐步发展的。因此，技术也只能由低级到高级随着生产实践的发展而发展。仍以飞行为例，古代的人们很早就注意到鸟类的飞行运动了。“愿飞安得翼”，我国一千多年前就有人抒发过对飞鸟的羡慕之情。可见自古以来，人们遥望空中的鸿雁，幻想能和鸟类一样插翅自由飞翔的，决不止达·芬奇等少数几个人。但为什么只有到了十九世纪人们才掌握了比较成功的飞行技术？这就是由于不同历史时期生产力发展的水平不一样，以及决定这种生产力水平的社会制度不一样。在资本主义社会生产力高度发达之前，人们虽有学鸟高飞的美好愿望，但当时较小的生产规模和比较狭隘的原料来源及市场范围，还没有对空中交通提出强烈要求。这就决定了这种愿望不可能发展成为一种社会需要。同时，在较低的生产力水平下，人们既没有制造飞机的适当金属材料，也缺乏必要的技术知识，飞行技术的成功也还不可能。十九世纪，由于资本主义经济高度发展，有了制造飞行工具的社会需要和条件，飞行技术的成功也就水到渠成了。

人类逐渐地学会制造飞行工具的过程表明，实践才能为人们不断地认识自然规律开辟道路，才是正确的技术思想的唯一来源。也只有经过实践，才能鉴定一种技术设计是否合理，是否有用。至于是不是如实地模制了生物原型的功能，过去不是，今后也不可能成为技术发展的标志和方向。

事实上，人类的技术发明史就是一部不断地来自生产实践，

又回到生产实践中接受检验，逐步提高，逐步完善的创造史。人以制造工具的劳动而脱离了动物界。用来打击野兽和进行挖掘切割的石器可算是人类最早的技术发明。这样的技术思想就是来之于原始人狩猎生产的需要以及他们在同自然环境作斗争中得到的关于石块的坚硬度等方面的实践经验。它们根本不是什么“仿生”的产物。但谁都得承认，这种不太具有生物特征的工具是符合生产实践的需要的，因而是当时条件下一项了不起的技术发明。至于火的应用，人类曾经因此而开始了技术文明的新时代，但火显然也同生物原型不相干。

到了后来，随着社会生产力的发展，新的生产工具层出不穷。这样是不是就使人类的技术发展越来越具有生物特征或接近生物原型了呢？实际情形也并非如此。船的发明使人有了类似于鱼那样的在水中航行的能力，但最早的船却不是模仿鱼的原型而造成的。“刳木为舟，剡木为楫”。古代的人类在同洪水作斗争中发现被卷入洪水的树木可以在水中漂浮而不下沉，才逐渐认识到可以用木材作舟以载人。原始形式的船其实就是单根的或系在一起的树木。后来由于有了铁的冶炼和斧、锯、凿等工具，才造出了比较象样的船。轮子的发明，是人类技术发展史上的一大创举。它的出现不仅使交通工具产生了重大的突破，而且也为人类比较有效地利用风力、水力等自然能源，制造风车、水车等动力机具创造了条件。直到现在，轮子也还是许多机器中不可缺少的部件。但轮子这个东西，生物界中就几乎找不到它的“原型”。“见飞蓬而知为车”，这种说法虽见于古籍记载，但把飞蓬草作为制造车轮的原始蓝本，毕竟过于牵强了。至于以蒸汽机或内燃机作动力，牵引轮子转动的火车、汽车等交通工具，是符合着什么样的“生物原型”，就更加说不上来。就是仿生学者常常谈论到的飞机，看来似乎和飞鸟一样，其实自从人们模

仿鸟类制造“扑翼机”的企图一再失败之后，就愈来愈离开了“仿生”的方向。现在的飞机都不是和飞鸟那样以翅膀上下扑击空气取得升力，而是通过具有固定翼子的机身在水平前进运动中取得升力的。正是这种远远偏离了鸟类“原型”的东西，具有了能够远远超过鸟类的飞行能力。因此难怪一些仿生学者常常发出这样的感叹：科学技术的发展似乎正在“抛弃自然界或者忘记了它的意义”。其实这不是“忘记”，而正是人类认识和改造自然的必然规律。因为人类技术的发展从来就不是依葫芦画瓢的“仿”，而是密切结合着生产实践的“创”！

这样说，并不是否定仿生学，抹煞仿生技术的有用之处。生物原型的结构功能可以给人以启发。因此研究生物机体的某些优异特征，弄清楚其中的功能原理，作为发展新技术的借鉴，这不仅过去有过，今天和今后都还大有可为。这样的仿生技术本身，也是实践发展的结果。一方面，阶级斗争、生产斗争和科学实验的实践需要对科学技术提出了新的课题；另一方面，来源于实践的数学、物理学、化学、生物学等自然科学的发展，又为人们研究了解生命有机体与非生命物体运动的共同规律，提供了可能。这样仿生学才逐渐发展起来。

六十年代以来仿生学的兴起和应用，清楚地说明了这门学科主要同电子学的理论和实践，特别是自动控制技术的发展直接相关。各种电子自动机械的产生，使人们在生产、通讯和军事等活动中，有了按照人的需要传递信息和进行自动控制的有效工具。同时，人们也在使用它们的过程中，对它们的灵敏度以及机件的精巧性等方面，提出了越来越高的要求。正是这种要求，推动了人们去研究生物机体上的某些相应器官的活动原理，并从中汲取技术设计上某些有用的东西。例如，在导航仪器的制造中模拟蜜蜂眼睛感受太阳偏振光的能力；在小型气体分析仪

的设计中，模拟苍蝇触角具有的灵敏的嗅觉；在高级电子计算机的制造中，模拟神经元和神经网络传导信息的机能，等等。电子科学技术上的这些成就固然是人们模拟生物机体的结果；但这种模拟本身又正是以电子科学的发展为前提。如果没有电子科学的发展，人们不能从微观上认识生物器官的功能，当然也就谈不上什么“仿生”。“仿生”之所以要到二十世纪六十年代才成其为“学”，就充分说明了这门学科对生产实践的依赖关系。

仿生学本身来源于实践，它的应用，也完全受人的社会实践需要的制约。这就决定了所谓“仿生”也者，必定是仿中有不仿。仿，就是从研究某些生物器官的功能原理中找技术上的启发和借鉴。不仿，就是舍弃那些对人无用的方面。仿和不仿，都是要把研究得到的结果为我所用，为阶级斗争、生产斗争和科学实验的实践需要服务，而不是以追求模仿“生物原型”的功能，作为技术成就的标准。正因为有不仿这一面，才使许多模拟生物感觉器官而制成的精密仪器，有了比这些器官本身更高、更适合人类需要的感应能力；某些模拟人的神经元和神经网络而制成的电子计算机有了比人脑更加迅速、准确的运算能力。有的甚至能够在不到半个工作日的时间里，完成一个人终生才能完成的数学运算。可见，唯其有所不仿，仿生才有用。否则，如果一切都是照搬照套，照样“移植”，搞“仿生”还有什么意义！

这里，人们就不禁要问：生产斗争和科学实验的实践发展到今天，为什么一些人还对机械地模仿和移植生物原型的功能那样地感兴趣？看来答案只能是这样：他们原来就把生命有机体看做不过是一种自动的机械，生命运动不过是一种机械运动。从这个前提出发，由“仿生”而“仿人”，用电子元件造出一个能够代替人、胜过人的活机器，也就成了它们合乎逻辑的结论。一下子“仿”不成么，那好办，慢慢来就是。据说通过对眼、耳、鼻、脑

等一个个器官的模拟，就能使“量的积累”导致“质的变化”，总会有一天能仿造出会和人一样地劳动和思维的活机器来。

这种论调，同当令国外流行的关于“机器消灭人”的滥调颇为合拍。可惜的是，却并不符合客观事物发展的辩证法。因为生命物质与非生命物质的运动虽然存在着某些共同的规律性，但二者却有本质的区别。生命运动远比其他一切物质运动形式高级得多，复杂得多。生命机体是蛋白质、核酸等特定物质在特定条件下演变转化的产物；而具有各种组织器官的生物和人类的产生，则是生命物质长时期进化的结果。因此，任何生命机体都不是它们的组成部分的量的相加。“只是在尸体中才有部分”，（《自然辩证法》）生物机体上的任何部分也都不能离开它的整体而单独存在。人们可以撇开生物的整体，模拟生物体的某些局部机能而制成电眼、电鼻、电脑等仪器。但这些仪器再灵敏，再“自动”，也决不能和活机体上的眼睛、鼻子、脑袋相等同。它们在运行时表现出来的“自动”能力，毕竟都只是无生命的物体在机械地执行有生命的人所规定的某些职能。它们仍然同生命机体存在着质的区别。也正因为如此，某些仿生学者篡改质量互变规律，企图发明白“仿生”而造出活机器的新技术，这种努力必然是徒劳无益的。恩格斯说：“企图把质的差异归结为同一的最小粒子的结合所造成的纯粹量的差异”，“这样就把其他运动形式的特殊性抹煞了。”（《自然辩证法》）他们所谓的质量互变，其实就是用量变来代替质变，完全歪曲了质量互变的辩证法。

仿生学是有用的，应该化力气去研究和推广。但必须对伴同仿生学理论而出现的错误论调加以批判，并引导到正确的方向，使之能更好地为正在蓬勃开展的技术革新和技术革命服务，为社会主义建设服务。

# 唐代关于“天”的一场大论战

——读刘禹锡的《天论》

梁凌益

茫茫的苍天究竟是什么？自远古以来，人们就有着各种各样的回答。在中国，关于“天”的看法，历来是儒家和法家、唯心论和唯物论斗争的一个重要内容。荀况的《天论》、屈原的《天问》，代表了先秦法家对天所作的唯物主义的解释。往后，汉代的王充写了《谈天》、《说日》等篇章，尖锐地批判了儒家的天命论。到了唐朝中期，出现了又一场激烈的大论战。

唐代这场关于“天”的辩论，是由地主阶级保守派韩愈挑起的。韩愈在文学上有一定的地位，但他在政治上是主张守旧，反对革新的。当时，以王叔文为首的地主阶级革新派惨遭镇压，参加变革运动的柳宗元、刘禹锡等也被贬到边远地区。就在天空上乌云翻滚的时候，韩愈带着教训人的口吻责难柳宗元：“你知道关于天的说法吗？我来讲一点给你听听。”<sup>①</sup>面对这种挑战，柳宗元无所畏惧，他不但写了《天对》，还“作《天说》，以折韩退之（即韩愈）之言”，迎头痛击了韩愈唯心主义的天命论。紧接着，柳宗元的好友、著名的法家、杰出的诗人刘禹锡也挥戈上阵，一口气写了《天论》上、中、下三篇，继《天说》而“极其辩”，进一步批

<sup>①</sup> 见柳宗元：《天说》。以下凡引自柳宗元《天说》、刘禹锡《天论》的，一律不再注明出处。

判了韩愈。不久，柳宗元又欣喜地写了《答刘禹锡天论书》，盛赞《天论》与《天说》“无异道”。这两位生死患难的战友，互相勉励，共同战斗，把我国古代唯物主义自然观推到了一个新的高度。

### 天是有意志的主宰，还是物质的自然？

论战是从对天的本质的争论开始的。韩愈认为，上天是有意志的，能够了解人们的呼声和怨恨，能够对人进行“赏功罚祸”。其实，他自鸣得意的“天说”并不新鲜，不过是儒家天命论的破烂货。孔丘、孟轲早就宣扬什么“天命”，把“天”当作主宰一切的上帝。董仲舒更是露骨地胡诌：“天者，百神之大君”（《春秋繁露·郊祭》）。其实，这不过是把剥削阶级的反动统治神化为“天”罢了。因此，历来的儒家之徒在对天的认识上，除了迷信和偏见之外，没有也不可能有一丝一毫的科学分析。

要驳倒儒家的天命论，从天上赶走上帝和“大君”，就必须正确地解释天的本源。柳宗元和刘禹锡在跟韩愈的论战中，首先对天的本质作了分析。柳宗元认为，天地“虽大，无异果蔬”，它和瓜果一样，都是物质的、无意识的。如果说，屈原在《天问》中对莽莽的宇宙的产生提出过疑问，那么，柳宗元则在《天对》里直截了当地作了回答：“厖昧革化，惟元气存，而何为焉！”天地万物的形成都是“元气”自然而然地起作用的结果，根本不是什么上帝有意识的作为。这种见解，显然是古代朴素唯物论的继续和发挥。荀况早就说过，天是物质的自然，“不为而成”（《荀子·天论》），不依赖人的主观意志而存在着。王充进一步指出天地是由“气”构成的，“天地，含气之自然也。”（《论衡·谈天》）但是，直至唐代，许许多多的唯物论者，往往是直观地认识有形状的个别天体（如日月星辰），至于广漠的空间究竟是什么，从未清楚地加以说

明过。人们不是常常说“天空”吗？似乎茫茫的天穹是虚无缥缈的绝对空间。但是，如果在这一点上认识模糊，仍会给上帝和“大君”留下继续存在的地盘。

刘禹锡《天论》的重大贡献，就在于第一次在我国哲学史上提出了唯物论的空间观念。柳宗元已指出，天地之间，“浑然而中处者”只是“元气”而已。刘禹锡阐发了柳宗元所“未究”的观点，认为没有无物质的绝对虚空，“空者，形之希微者也”，空间是稀薄而细微的物质，它常常通过其他物质而发挥作用。刘禹锡还认为：“古所谓无形，盖无常形尔，必因物而后见尔。”这个结论，博得了柳宗元的赞叹：“所谓无形为无常形者，甚善。”（《答刘禹锡天论书》）远在一千多年前，刘禹锡能这样朴素地唯物地表达空间观念，无疑是对古代唯物主义自然观的重大发展。

刘禹锡所以能够达到这个高度，是由于他在哲学上坚持了唯物论的立场。在他看来，物质是第一性的，感觉是第二性的。比如人们能够看到东西，并不是因为有眼睛去看才有光，正相反，“必因乎日月火炎而后光存焉”，即要借助于日光或火焰等光源才能看清楚。刘禹锡用这个通俗浅近的例子说明，先有客观事物的存在，然后才有人的感觉。感觉是人的感觉器官（如眼睛）对客观事物某种特性（如太阳光焰）的反映。正是从这种朴素唯物论的反映论出发，刘禹锡肯定了天地万物都统一于物质，否定了所谓绝对虚空的主观臆说。他还从认识论的角度，进一步提出了“以目而视”和“以智而视”的概念。认为有些物体是可以直观感觉到的，有些则要用理智来观察，不能因眼睛看不到细微的物质，就否定其客观存在。刘禹锡看到了“以目而视”、“以智而视”的区别，但他不能解释基于实践由浅入深、由感性认识发展到理性认识的认识运动，而将感性认识和理性认识两者平列起来，因而为唯心论留下了地盘。

在对天的认识上，同柳宗元相比，刘禹锡形而上学的思想比较突出。柳宗元的《天对》用诗的语言描绘了一幅无限的宇宙图画：“无极之极，漭弥非垠”，“无中无旁”，“无限无隅”。请看，宇宙是多么广大啊！每个具体的天体如日月星辰，是有限的，但宇宙的总体是无限的。人类对宇宙的认识，总是“从有限中找到无限”。（《自然辩证法》）在这里，刘禹锡却徘徊不前了。他看到了天体的广大，而又说是有形状的。“天，有形之大者也”，“天形恒圆而色恒青”，反映了他对宇宙认识的局限性。

### 天是变的还是不变的，是可知还是不可知的？

古代凡是没有受天命论灌输过的人，都会从直观的感觉中了解天是动的，而不是静的。太阳月亮不停地“东升西落”，大地回旋，四时交替，天象是多么变幻不定。这一切，都说明宇宙是处于永恒的运动之中。可是，儒家之徒总是宣扬天是不变的。董仲舒的所谓“天不变，道亦不变”的形而上学的思想，曾经长期地为腐朽了的封建统治阶级所拥护。韩愈站在大地主保守派的立场，竭力维护永恒不变的天道，否定人类征服自然、改造自然的活动。他把人类的活动看作是天地的仇敌，恶狠狠地叫让：为了维护天地永恒不变的状态，就必须“残斯人，使日薄岁削”，也就是要无情地摧残人类，使人口逐日逐年的减少。这实际上是攻击柳宗元、刘禹锡等人的革新活动违反“天道”，把对他们的迫害说成“有功于天地”，企图维护大地主阶级的永恒统治。

针对韩愈的唯心论和形而上学思想，柳宗元和刘禹锡阐明了天动地变的观点。在我国古代，很早就有地动学说。王充认为天地是运动着的，“日月附天而行”，“地固将自动”（《论衡·说日》、《论衡·变虚》）。汉代人指出：“地恒动不止，人不知；譬如人在

大舟中，闭牖而坐，舟行不觉也。”（《考灵曜》）但是，人们往往错误地以为，太阳是绕着大地运转的。柳宗元敢于打破传统的偏见，在《天对》中论证了地球绕太阳旋转的地动思想。他说：不是太阳在升起降落，而是人们所在之地跟太阳的方位在不断地变化，所以会有那种错觉。事实上，大地是绕着太阳运转的。在运行过程中，对着太阳的地方就是白天，背着太阳的地方就是黑夜。这种地动思想，在天文学发展史上不能不说是一个飞跃。

刘禹锡也认为天是动的，“不能自休于俄倾”，即不可能有一眨那的停顿。但《天论》的重点不在于此，而是要进一步论证天体运动是有规律的。他发挥了荀况“天行有常”的思想，认为事物的发展变化，都有它的“数”和“势”。所谓“数”，是指事物发展的法则或规律；所谓“势”，则是指事物发展的必然趋势。万事万物“必有数存乎其间焉”，“数存而势生”。就是说，任何事物都受一定的规律的支配，由此也就造成了事物发展的必然趋势。既然天体周回运转可以度量，昼夜变化可用仪表观测，其中必然存在着一定的“数”和“势”。天体“恒动而已，非势之乘乎？”他还进一步指出：从自然界到人类社会都是遵循一定的规律而变化、发展的。

那末，客观事物的规律是否能够被人们认识和掌握呢？刘禹锡回答说：完全能够。天体、自然界是可知的，而不是不可知的。问题在于有些自然规律已经被人们所掌握，而有些尚未被人们所掌握罢了。这样就拆穿了韩愈散布的“不能知天”的谎言。韩愈从自己狭隘的阶级偏见出发，污蔑人民大众都是“不能知天”的。但他又象孔孟一样，把“知天”的使命完全归于少数的“圣人”。孔丘自吹“五十而知天命”（《论语·为政》），孟轲叫喊什么“知天”（《孟子·尽心》）。韩愈也以为唯独他才能“知天之说”。从孔孟到韩愈的所谓“知天”，并不是指对客观世界规律的认识，而是

指对有意志的上帝的认识，纯属于神秘的信仰主义和极端的唯心主义。正如鲁迅指出：“据说天子的行事，是都应该体帖天意，不能胡闹的；而这‘天意’也者，又偏只有儒者们知道着。”（《华盖集续编·谈皇帝》）这对于儒家的所谓“知天”是多么深刻的揭露！

“知天而不泥于神怪”（《答饶州元使君》）。刘禹锡这句话说得不错。在他看来，人们如果认识和掌握了自然规律，就不会迷信上帝和神怪。迷信的产生，正是人们“知天”力量不足的表现。这和柳宗元的“力足者取乎人，力不足者取乎神”（《神降于莘》）的观点，是一脉相通的。刘禹锡举了这样浅近的例子，比如，在小河里航行，船夫能够掌握风向水流规律和航行技术，操纵自如，当然不会去求助于老天爷。但如果在波涛汹涌、浩瀚无际的大海中航行，船夫还没有认识这种自然条件的变化规律，还没有征服海洋的强有力工具，往往会乞灵于上天和鬼神。从认识根源上分析天命论的产生，这是刘禹锡《天论》的另一个杰出贡献。

天命论具有鲜明的阶级性。反动统治阶级为了欺骗和蒙蔽人民群众，总是宣扬自己是根据“天意”而行事的，极力提倡形形色色的天命论。对此，柳宗元和刘禹锡都作了一定程度的揭露。柳宗元指出：“古之所以言天者，盖以愚蚩蚩者耳。”（《断刑论下》）他还驳斥了“受命于天”的反动说教，认为“受命不于天，于其人。”（《贞符》）刘禹锡更试图从社会根源上剖析天命论的流行是同“法制”松弛、政治腐败密切相关的。“人道駭（混乱），故天命之说也駭焉”。只有改革社会政治腐败的现状，才能挖掉天命论的社会根源。可见，刘禹锡的唯物主义自然观，是为地主阶级革新派的政治路线服务的。但是，由于时代和阶级的局限，他们都不可能有阶级分析的观点，在涉及社会历史领域时仍陷入唯心论。例如，他们突出宣扬“功者自功，祸者自祸”，认为功罪祸福是人类自己造成的，这对于批驳儒家的“天人感应”是有意义的，但毕竟

是用抽象的人性论掩盖了社会实践的阶级内容。功罪、祸福这类社会问题，离开了具体的阶级分析，是讲不清楚的。因而，他们对儒家的天命论的批判仍然是不彻底的。

### 天胜人，还是人胜天？

儒家之徒既然把天看成是主宰一切的，他们的结论只能是：天胜人。在对“天与人”的关系的看法上，继承了孔孟衣钵的韩愈，极力鼓吹“畏天命”（《争臣论》），认为人的命运“悬乎天”（《送孟东野序》），人对天是无能为力的，只好任凭摆布，服服帖帖地顺从敬畏。他从维护大地主反动统治的需要出发，反对劳动人民改造自然和发展生产。照他看来，人们只好袭故守常，什么事也不干，听天由命，充当大自然的奴隶，忍受大地主的腐朽统治。

与此相反，柳宗元和刘禹锡在不同程度上阐发了人能胜天的思想。柳宗元提出了“人力”决定国家兴亡的观点，认为兴衰祸福，“宁关天命，在我人力。”（《愈膏肓疾赋》）刘禹锡进一步提出了“天与人交相胜”，“还相用”的光辉命题，认为自然界和人类社会都各有其特殊的规律和功能，两者之间有“相胜”、“相用”的辩证关系。这是对荀况唯物论哲学思想的继承和发挥。

刘禹锡的“天与人交相胜”，对于儒家的“天人合一”说是有利的批判。他继承了荀况“明于天人之分”（《荀子·天论》）的思想，指出“天之道在生植，其用在强弱；人之道在法制，其用在是非”。在自然界，各种生物以强胜弱，为自己的生存而竞争；在人类社会中，是靠法制来约束，作为“是非”的标准。只有人才能认识和改造自然，能够“治万物”，可以“胜天”。这就从根本上否定了天暗中主宰着人的命运的所谓“阴骘说”。

“天与人交相胜”说的积极意义，还在于它一定程度上看到

了人对于自然界的能动作用。儒家主张“天意”决定人事，把人完全置于消极被动的地位。法家则不同。荀况的“制天命而用之”（《荀子·天论》）的响亮口号，激励着后代先进思想家们奋勇向前。王充提出“人道有为”、“天道无为”思想（《论衡·说日》、《论衡·自然》），把人放在主动地位，把天置于被动地位，强调了人的主观能动作用。但是，以往的哲学家，却很少详细地解释人类所以能够战胜、利用和改造自然的道理。在这一点上，刘禹锡是有所前进的。他发挥了荀况关于人“最为天下贵”（《荀子·王制》）的思想，强调指出：有生命的物质中“植类曰生，动类曰虫”，人则是“倮虫之长”，“动物之尤者”。因而，人就“能执人理，与天交胜，用天之力”。这同韩愈认为人民群众只是破坏天地自然，连虫也不如的反动观点，是鲜明的对比。人类是从动物进化而来的，但又根本区别于动物。动物只能适应自然，人类则能利用和改造自然。刘禹锡从植物、动物和人类等特点的比较分析中，认识到只有人类才能战胜和利用自然，这在当时也是很出色的唯物论思想。

那么，人类依靠什么才能战胜天呢？对这个问题，荀况的回答是，关键在于“人能群”（《荀子·王制》），是依靠社会的组织力量。刘禹锡更进一步指出：“人能胜乎天者，法也。”在他看来，有没有一条正确的法治路线，是能否真正战胜天的根本。如果“法大行”，法制比较健全，社会秩序比较安定，人们就能很好地同自然界作斗争。这里，刘禹锡强调了改造自然、发展生产要有一条正确的政治路线，要有一个进步的政治局面。

刘禹锡认为，“法大弛”，则“人之能胜天之具尽丧矣”。这是他的局限性的表现。在刘禹锡的时代，地主阶级和农民阶级的矛盾日益激化，封建社会已从盛世的“顶峰”跌落下来，地主阶级已走向腐朽没落。王叔文、柳宗元、刘禹锡等革新派虽然努力于“改革积弊”，企图“内抑宦官，外制方镇，摄天下之财赋兵力而

尽归之朝廷”，但由于“不利于弄权之阉宦、跋扈之强藩”（王鸣盛：《十七史商榷》卷七十四），因而在保守派的反击之下，一败涂地，一无所成。正是在这种历史背景下，刘禹锡发出了人类将丧失“胜天之具”的感叹。这同荀况公开宣布“制天命而用之”的生气勃勃的战斗气概对比，就相形见绌了。刘禹锡的这种观点，反映了地主阶级中主张革新的集团感到了这个阶级因为走向腐朽没落而丧失了或即将丧失“胜天”的能力。

### 关于“天”的争论说明了什么？

“天”上的争论，从来是地上的斗争的反映。柳宗元、刘禹锡同韩愈关于“天”的论战，实质上是唐代中期永贞革新失败后地主阶级内部两条政治路线尖锐斗争的继续。

自公元八〇五年王叔文革新失败后，大地主保守派不仅在政治上迫害、摧残革新派，而且对革新派进行思想围剿。儒家的天命论，就是反动派手里的重要思想武器，是为复古倒退的政治路线服务的。韩愈就曾吹捧镇压王叔文集团的刽子手、宦官头子俱文珍“俯达人情，仰喻天意。”（《送汴州监军俱文珍序》）对于王叔文等的一度执政，他污蔑是“小人乘时偷国柄”，并幸灾乐祸，胡诌“天位未许庸夫干”（《永贞行》），天命不允许刘禹锡等“庸夫”来管理国家大事。韩愈狂热地宣扬天命论，目的是为了维护大地主阶级保守派的所谓“天位”，反对任何进步的革新。

与此相反，柳宗元和刘禹锡等法家代表人物坚持革新，坚持中央集权的统一，就一定要批判儒家的天命论。柳宗元认为“圣人之道，不穷异以为神，不引天以为高”（《料民》）。他和刘禹锡一起积极宣传唯物论和发展进化观点，反对“推天引神”，就是为了论证政治革新运动的合理性，企图改变那种“道不明于天下”（《与

吕道州温论非国语书》)的现状。他们同韩愈之间的“持矛举楯”的大论战，是当时儒法斗争的一个重要方面。

儒法斗争推动了人们对天体和自然界的认识，推动了自然科学的发展。被天命论禁锢了头脑的韩愈，反对并扼杀自然科学和生产的发展。相反，柳宗元和刘禹锡对我国古代唯物主义自然观作出了重大贡献，这是同他们继承了法家的朴素唯物主义思想分不开的，是同当时自然科学特别是天文学的发展分不开的。但最主要的，是同他们坚持法家的政治观点和从事变革的实践紧密相关的。历时不到半年的革新运动，成了他们个人生活道路上的转折点。被贬官后，柳宗元在永州，刘禹锡在朗州，社会地位的变化，使他们有可能得到更广泛的社会知识和实际经验。这就不能不在他们的思想上引起新的飞跃。刘禹锡在谈到自己的思想转变过程时说：“余既幼惑力命之说兮，身久放而愈疑”(《何卜赋》)。斗争实践使他们摈弃了天命论，并在批判天命论的斗争中，使他们敢于正视天体和自然界的本来面目，对客观事物的规律性获得了新的认识。如果不投身于政治斗争，不接触社会实际，要写出《天对》、《天说》和《天论》等杰出的唯物论著作，那是根本不可能的。

“沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春”。刘禹锡这两句流传千古的诗句，不仅是对大自然新陈代谢的绝妙写照，而且包含着深刻的哲理思想。它说明，新生的东西终究要战胜和代替腐朽的东西，这是不以人们的意志为转移的客观规律。“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”天体宇宙的发展史证明了这一点，人类社会的发展史和人类认识的发展史同样证明了这一点。

# 沈括的自然观

吉林师范大学自然辩证法学习小组

沈括(公元 1031—1095 年)是我国宋代著名的科学家，是积极参与王安石变法运动的重要法家人物。他的自然观具有自发的唯物主义倾向和朴素的辩证法思想。他的《梦溪笔谈》是我国历史上重要的科学著作。他在科学上的重大贡献，充分说明了法家路线对自然科学发展的促进作用。

## 一

沈括生活的年代，正是“理学”与“新学”激烈斗争的时代。做为儒家守旧势力的代表程颢和程颐等，为维护大官僚大地主阶级的利益，抛出了反动的“理学”，与王安石的“新学”和变法相对抗。他们认为精神是第一性的，物质是第二性的。说什么“天者，理也”，把“道”(即“理”)看作是世界的本原，主张理即心，理在心中，理在气先。沈括进一步阐明了王安石“新学”的思想，认为世界是物质的，认为世界的本原是物质性的“气”。他说：“常则如本气”，即客观事物发展变化恒常的规律性是由物质性的“气”决定的。“大则候天地之变”，“小则人之众疾”，(《笔谈》第 134 条)都是随“气”的盛衰而运动变化。这种唯物主义思想倾向，使得沈括在科学活动中注意总结群众的实践经验，重视劳动人民的发明创造，注重调查研究和科学实验。

毛主席指出：“在人类的认识史中，从来就有关于宇宙发展法则的两种见解，一种是形而上学的见解，一种是辩证法的见解，形成了互相对立的两种宇宙观。”理学家二程认为，“道”从来就是这样，是“亦无始，亦无终”，无时不有、无时不在的永恒的绝对精神。这是儒家“天不变，道亦不变”的形而上学宇宙不变论在新的历史条件下的翻版。沈括则认为自然界是运动和变化的物质世界。他说：“大凡物理有常有变，运气所主者常也，异夫所主者皆变也。”（《笔谈》第134条）沈括正是用这种“有常有变”发展变化的观点来观察自然界，从事科学活动的。他出使河北，行经太行山北麓时，在山崖之间，看到了一条横亘于石壁剖面上的螺蚌壳和卵石的带状堆积物。根据这一事实，他推断“此乃昔之海滨，今东距海已近千里，所谓大陆者，皆浊泥所湮耳。”从而断定远古时代的海岸，当在今河北与山西交界的太行山一带。沈括进一步指出：“凡大河、漳水、滹沱、涿水、桑乾之类，悉是浊流，”“其泥岁东流，皆为大陆之土”。（《笔谈》第430条）从而解释了今华北平原是由上述诸河的泥沙淤积而成的道理。这是我国、也是世界科学史上对地球表面沧桑巨变的较早论述。沈括所达到的科学成果，是对儒家宇宙不变论的沉重打击。他不仅看到了自然界在空间上互相邻近的历史，而且指出了自然界在时间上前后相继的历史。他用自然界本身的力量解释了海陆的变迁，否定了儒家唯心主义的天命说。沈括在十一世纪提出的地球表面处在不断发展变化的观点，比十九世纪地质学家赖尔的地壳渐变论早了近八百年。

沈括在延安根据古生物化石的研究，指出延安一带的气候“旷古以前，地卑气湿”。（《笔谈》第378条）可见，他不仅认识到海陆的变迁，也猜测到了古气候的演化，并且认识到了作为有机体生活环境的地形和气候的渐次改变所引起的生物的变迁。尽管他

所鉴别的化石不一定可靠，但是关于气候演化引起生物变异的思想，关于自然界普遍联系的观点，是符合自然界的发展规律的。这只能用沈括没有受到自然科学分工的局限而夺取他全面观察问题的能力来解释。

沈括认为自然界发展变化是有规律的。他说：“天地之变，寒暑风雨，水旱螟蝗，率皆有法。”（《笔谈》第134条）他认为决定事物发展的“有主气，有客气，常者为主，外至者为客”。（《笔谈》第135条）“主气”和“客气”也不是固定不变的，它们在一定的条件下可以互相转化。正是这种“主气”和“客气”、“有常”和“有变”的运动变化，使得自然界展现了如此丰富多采的运动形式。在这里，沈括不自觉地触及到了事物之所以千差万别的内在根据。这使他在科学活动中，不是停留在表面现象的观察，而是力求揭示事物的本质，并且提出了反对“胶于定法”的认识路线。

他根据长期的观察，注意到了“地势高下之不同”可以影响温度有所差异，从而影响植物的花期不同；同一种植物或作物，由于品种（性）之不同，发育期和成熟期亦有所不同；由于南北各地“地气之不同”（《笔谈》第485条）植物的雕零和繁茂也有所差异。在沈括看来，自然界这些千差万别的现象，不是杂乱无章的，而是有其内在的原因，有其固有的规律的。

沈括认为自然规律是可以认识的，人们认识自然的目的在于利用自然，使之为人类的利益服务。人们一旦认识了事物的本质，就可以预期自然界的发展趋势。熙宁中（1068—1077年）京师久旱，当时人们祈祷求雨，连续几天阴云密布，人们以为天将下雨，可是，不但没有下雨，反而“一日骤晴，炎日赫然”。这时宋神宗问沈括何时下雨？沈括则根据他掌握的天气变化的规律，结合当时当地的实际，预报了“雨候已见，期在明日”。（《笔谈》第134条）第二天果然降雨。沈括用这一事例生动地说明了自然规律是可

以为人们所认识的，自然界的发展变化是可以为人们所预期的。

在天人关系问题上，沈括认为人是自然界的主人，而不是自然界的奴隶，人们只要正确地运用自然规律就可以改造自然和利用自然，使自然界按着人类预期的目的发展。他说：“调其主客，无使伤沴，此治气之法也。”（《笔谈》第135条）这就接近了人们可以发挥主观能动性，掌握事物发展的规律，创造条件，从而驾驭自然规律的认识。他还说：“一亩之稼，则粪溉者先牙，一丘之禾，则后种者晚实，此人力之不同也”。（《笔谈》第485条）作物的生长受地势、气候和品种的深刻影响，有其内在的客观规律，但同是一块地的庄稼，施肥的就先发芽，同是一丘的禾苗，后种的就晚熟，这是人为因素造成的。可以发挥“人力”的作用，利用施肥、早种等栽培技术来加以改变，促使作物早熟。

沈括的“治气”的思想是对儒家敬畏天命、听天由命的“天命观”有力的批驳，也是对“上律天时，下袭水土”的中庸之道有力的冲击。他继承了荀况以来法家人物的“人定胜天”思想，是对王安石“不畏天变”思想的有力支持。

## 二

沈括的自然观的形成和他所处的时代的政治斗争是密切相关的。宋代是我国封建国家中央集权加强和巩固的时期。一方面，经济有了很大的发展，但另一方面，由于大官僚、大地主肆无忌惮地兼并土地，兵员激增和庞大的官僚机构加重了农民的赋税徭役，广大农民濒临破产，不断举行起义。同时，宋王朝在同契丹和西夏的战争中屡遭失败。深刻的阶级矛盾和民族矛盾冲击并摇撼着积弱积贫的封建王朝。在这种形势下，以王安石为代表的革新派提倡法家路线，实行变法。沈括正是在王安石变

法运动的高潮中走上他的政治生涯的。沈括虽然出身于封建官吏家庭，但还不是居身豪门。他自幼随父宦游南北，特别是他曾任沭阳主簿，主簿这个职位既低且劳，“地环数百里，苟兽蹄鸟迹之所及，主簿之职皆在焉。”（《答崔肇书》）这使他较多的接触了社会下层的生活，看到了北宋社会的深刻危机。同时，与王安石等人的接近，给他的思想带来了有力的影响，使他与当时中小地主阶层要求改革的呼声产生共鸣。因此，当王安石“更修法制”，贯彻变法图强法家路线的一系列新政时，他积极参与了新法的制订，据《续资治通鉴长编》记载，“朝廷新政，规画巨细，括莫不予以。”他为推行农田水利法、改革军制、改革历法等各项革新活动，激流勇进，奔走呼号，并在实施新法的过程中，积极从事科学活动，以他的科学技术知识为新法服务。

列宁指出：“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）沈括的科学活动，既然是为王安石变法运动服务的，因而就不能不随时触犯儒家保守势力的利益，而遭到强烈的反对。所以沈括的许多科学创见，他的自发的唯物主义倾向和朴素辩证法的自然观，也正是在同儒家守旧势力针锋相对的斗争中形成和发展起来的。

其中最突出的莫过于修改历法的斗争。为了实行新法，发展农业生产，要求精确的历法。熙宁五年（1072年）沈括兼提举司天监，主修《奉元历》。他一到司天监就罢掉了六个“隶名食禄、本无知历”的饭桶历官，大力推荐平民出身的卫朴入监修历，同时，大胆培养新手，使得司天监出现了前所未有的新气象。沈括的行动遭到了保守派的猖狂反对，他们兴风作浪，群起围攻卫朴，攻击历法的改革“过已”，百般阻挠，寻隙“屡起大狱”。他们指望历法改革的失败，以便反攻倒算，击败革新派。沈括面对这场

尖锐的斗争，为了使新修历法能够经得起考验，他认真地总结了历史上修改历法的经验教训，发现长期以来，世袭历官都是些俗儒之流，这些人只顾“侈谈玄理”而不注重实际观测，单凭数学计算“增损旧历”，尽管频繁的修改，也总是不符合天道实际。沈括决心把历法的改革，建立在实际观测的基础上，根据实测数据，进行数学运算，掌握日月运行的客观规律，修订历法。他针对俗儒的陈规，突出地提出“实考天度”的主张。（《笔谈》第148条）他改进并使用浑仪、浮漏等观测仪器，经过长期的实地观测，取得了大量实测数据，配合卫朴的计算，使新历的改革，奠定在较坚实的基础上。沈括正是在改革历法的斗争中，在反对儒家唯心主义认识路线的斗争中，自发地坚持了唯物主义的认识路线。

沈括改革历法的决心和愿望终生不变。经过他长期对天文学的研究，在他晚年隐居梦溪园时，提出了彻底改革旧历的历论。沈括研究了前世的历法，认为朔望月的周期与回归年的周期都有奇零，互除不尽，出现“气朔交争、岁年错乱、四时失位、算数繁猥”的混乱状况。这种阴历虽有闰法补救，但不能根本解决问题，况且闰月又是一个非常累赘的事。因此，他提出了以气定月，十二气为一年，不顾月亮的盈亏，把闰月去掉，彻底实行阳历。他指出这样的历法“简易端平，上符天运，无补缀之劳。”沈括的历论，不但是我国天文学史上的重要文献，而且是向传统势力大胆挑战的战斗檄文。他在长期研究天文历法过程中，几乎到处都遇到了保守势力的攻击和反对。这使他认识到，任何改革工作的进行，都不是一帆风顺的，要想战胜保守势力的进攻，就需要充分可靠的论据。他针对儒家之流主张的“古人制章”“万世不易”的论调，指出置闰之法，始于《尧典》，“岁差”之类，则出于近世。并提出“事固有古人所未至而俟后世者”的战斗口号，对一切前人、古人之说，绝不视为万古不变的永恒真理，主张后

人不应“袭蹈前人之迹”，必须勇于改革，大胆创新。他坚信在科学地研究天文学基础上建立的新历论是有生命力的。他预言新历法可能要遭到“怪怒攻骂”但“异时必有用予之说者。”（《笔谈》第545条）历史的发展恰恰证明了这位法家人物的预言。沈括的历法直到清朝阮元在《畴人传》中还指责它“不合经义”。毛主席指出：“历史上新的正确的东西，在开始的时候常常得不到多数人承认，只能在斗争中曲折地发展。”这是真理发展的规律，也是自然科学发展的规律。沈括的阳历，尽管遭到了守旧势力的攻击，但在九百年后，却有人响应。1930年，英国气象局局长肖纳伯提出了与沈括相同的历论，至今英国统计农业气候和生产时还用这种历法。

由此可见，沈括关于事物是发展变化的，人的认识也是发展变化的，而反映着客观发展规律的科学是有生命力的，是推翻不了的唯物主义信念，正是他在政治上信奉变法，参与革新，反对儒家学派颂古非今的斗争中发展起来的。

### 三

沈括的自然观的形成还与当时生产力的发展水平与科学技术发展的状况分不开；同时，也是他亲身刻苦的实践和注意总结劳动人民实践经验的结果。

宋代的封建经济，已经进入了较高的发展阶段。由于采用了成套铁制的农具，兴修水利，广垦新田，特别是南方广大地区得到进一步的开发，农业生产有很大的提高；手工业，特别是冶铁、炼钢、丝织、造纸、制盐等，在规模上和水平上都有长足的进步。农业、手工业的发达，有力地促进了科学技术的发展。在生产的推动下，和天文学有关的历法、计时经过了多次的改进和修

正。苏颂改制了浑天仪，使浑仪、浑象、司辰三者联贯为一体；和物理学有关的制鉴（镜）技术，指南针的改进；和化学有关的炼钢、浸铜的新工艺；和生物学有关的作物栽培技术的总结；和医学有关的药典的系统整理，以及考古学的兴起等，都表明了劳动人民改造自然、认识自然的斗争，有力地推动了自然科学的发展。这个时期，还从劳动人民中间涌现出许多杰出的发明家，如布衣（平民）毕升，发明了活字印刷术；民间建筑师喻皓总结建筑经验，写了《木经》一书；在抢修黄河决口的斗争中，河工高超创造了新的合龙技术，……。在这些伟大成果面前，儒家反对深入生产斗争实际，反对科学实验，蔑视劳动人民的发明创造，鼓吹“学者不必远求，近取诸身，只明天理”，沈括则认为认识的任务并不在于省悟什么超然于现实的天理。他说：“考星辰之行以求其故，辅天地之化以相其宜，使民知早晚趋免之期，于时无雨旸寒暑之疹”。（《长兴集》卷18）认为人们考察自然的目的，是为了生产、生活实践的需要。而为了认识客观事物，必须深入实际，接触实际。他为了采访医药知识，“凡所至之处，莫不询究”，不论是“学者”、“小人”，“无不求访”。（《苏沈良方》序言）由于他勤求博学，结合实际调查研究，接触到天文、地理、数学、物理、化学、生物、医学、工程技术各个领域的问题，使他较广泛地看到各种自然现象的规律性，从而促使他坚信自然万物“率皆有法”。同时，劳动人民和民间发明家在征服自然的斗争中取得的一个又一个的胜利，促使沈括看到了“市井、田野之人”的智慧和创造力量，因而能以积极的态度，看待自然和人的关系。

沈括博学多识，又注重亲身从事科学实验。为了改革历法，他曾做了“考验极星”的观测，在连续了三个月的时间内，每夜进行三次，总共做了二百多次的测定，画了二百多幅图，取得了“天极不动处远极星犹三度有余”的重要成果。（《笔谈》第127条）这

种刻苦实验的精神和严谨的科学态度，使他摆脱了当时理学派那套“格物穷理”的羁绊。理学派所谓的“格物穷理”是抓住一事一物的一些偶然联系或表面现象，牵强附会，借题引伸出所谓的天理。沈括则自发地坚持从自然界本身去探索自然。注意从事科学实验，精确把握自然界各种事物固有的属性。特别是在天文学中，他长期研究黄道的轨迹与计时之间的关系，掌握了一定的规律。又从这个具体规律，进一步上升到一般的理论，提出“大凡物有定形，形有真数，方圆端斜，定形也，乘除相荡，无所附益，泯然冥会者，真数也。”（《笔谈》第128条）就是说，形与数都是事物固有的客观属性。这种观点和伽里略关于物质的一些必要和内在的性质（可按数学处理的确定的性质）是广延、位置和密度的主张是很相近的，在科学思想发展史上，是有其重要意义的。因为自然界的事物，一旦可以确定地、定量地规定它们的属性，就可以剔除神学、唯心论加于万物之中的神秘主义成份，同时也允许对它们作随意的比附。这是在自然科学基础上自发形成起来的唯物论。沈括正是这样从自身的实践体验中，从他所达到的科学成果本身，自发地倾向于唯物主义的。

#### 四

沈括的自发的唯物主义倾向和朴素辩证法的自然观，是他坚定执行法家政治路线的思想基础。正是这样的自然观，使他不慑于天命，勇于面对现实，坚信事物发展变化的必然性，因而能顺应潮流，坚持变革，反对倒退，以至晚年对新法犹坚信不渝。

沈括的自发的唯物主义倾向和朴素辩证法的自然观，是他在科学上有所发现，有所发明的思想基础。正因为这样，他能遵循唯物主义的认识路线，注重实践，亲身从事科学实验，探索新

的事物，而不墨守陈规，不囿于成见，做出了新的贡献。正是这样的自然观，使他能够摆脱剥削阶级鄙视劳动人民的恶习氛围，尊重劳动人民的创造，热情地总结他们的成果。所以在他的巨著《梦溪笔谈》中，写下了自然科学各个方面的成就，记载了当时劳动人民在手工业和工程技术上的发明，在我国科学发展史上留下一笔可贵的财富。当然，我们还要看到，沈括是封建时代的一位科学家，他的自然观不可避免地受着时代和阶级的局限。比如，在他的《笔谈》里，就夹杂着一些“神奇”、“异事”和因果报应之类的东西。并慨叹：“人但知人境中事耳。人境之外，事有何限，欲以区区世智情识，穷测至理，不其难哉？”（《笔谈》第347条）说明他的世界观，还存在着神秘主义和宿命论的色彩。这些是应该加以剔除的糟粕。同时，由于他的一些科学见解，缺乏实验科学的基础，所以他的自然观必然带有朴素和直观的性质，必须以辩证唯物主义为指导，根据现代科学的成果，加以清理和总结。

沈括的自然观是在同儒家的唯心主义自然观斗争中形成和发展起来的。他的科学活动和科学成果，是对儒家宇宙不变论和听天由命的反动自然观的有力批判，并证明唯物主义的宇宙观是符合于客观自然界的，是促进自然科学发展的。从而也说明：在劳动人民的推动下，法家的思想政治路线对科学技术的发展起了一定的促进作用，而儒家的反动思想政治路线则起了阻碍和破坏的作用。恩格斯说：“不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。”（《自然辩证法》）儒法斗争的史实也说明：正确的自然观是社会变革的思想基础，是发展科学的锐利武器。我们必须认真学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，在批林批孔的伟大斗争中，自觉地树立辩证唯物主义自然观，更好地贯彻执行毛主席的革命路线，为发展社会主义科学技术事业，作出更大的贡献。

# 从实践中学习自然辩证法

## 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

〔编者按〕 电子计算机是一项先进技术，在工农业生产、国防建设和科学技术中有着广泛的应用。我国的电子计算机工业，在毛主席革命路线指引下，十几年来，特别是无产阶级文化大革命以来，从无到有、从小到大，形成了电子工业的一个新兴部门，为进一步发展电子技术、赶超世界先进水平奠定了初步基础。

在本刊召开的座谈会上，到会同志用大量生动的事实说明：发展和应用电子计算机，充满两种思想、两条路线的激烈斗争，只有认真贯彻执行毛主席的革命路线，电子计算机工业才能以跃进的步伐适应整个国民经济的发展形势。当前，要在“独立自主、自力更生”的基础上，着重抓好电子计算机的普及应用，尤其是要应用到工业生产上去，并在广泛应用中提高。下面是发言摘要。

## 坚持独立自主、自力更生的方针

马骑骏(上海长江无线电厂)：我们厂是个街道小厂，原来工人中百分之八十是家庭妇女。但是，从一九七二年以来，就在我们这“草窝”里飞出了一只又一只“金凤凰”——每秒运算十二万次的集成电路通用数字计算机。今年，有个外国电子计算机专家来厂参观，看到计算机上全部是我国国产元件，也不得不竖起大拇指表示称赞。这个变化从何而来？我们体会，这是独立自主、自力更生方针指引的结果。

接到生产电子计算机的任务，我们又高兴，又担心。当时，多数工人别说没见过这机器，有的连名字也没听说过。有人说，“街道厂搞高精尖，真是梦里吃糖——想得甜，办不到”。但是，当大家听到帝国主义、社会帝国主义封锁技术，公然要我们以丧权辱国的条件去购买电子计算机时，都非常气愤，决心为毛主席争光，为社会主义祖国争光，用自己的双手造出“争气机”来！我们批判了“电子神秘论”，批判了洋奴哲学、爬行主义，在上海市计算技术研究所和复旦大学的帮助下，边学习、边试制。工人同志说得好：“造电子计算机好比走路，多走就熟门熟路，不走就找不到门路。”为了早日造出“争气机”，确保质量，不少老年女工配上了老花眼镜，“一颗磁芯一颗心，颗颗献给毛主席”，硬是把一百八十四万颗只有半粒芝麻大的磁芯，颗颗穿过三根引线。焊接工人刻苦学习，从难从严，胜利完成了十几万个焊接点的焊接任务。当我厂试制的第一台电子计算机在调试时唱出《东方红》乐曲，打印出“毛主席万岁！”的口号时，我们都高兴得流出了热泪！这件事，大大破除了我们的迷信，解放了我们的思想，说明只要路线正确，鸡毛就一定能飞上天！

丁然文(上海无线电十三厂)：按照国外的常规，制造电子计算机总是由电子管机到晶体管机，再到小面积集成电路机、大面积集成电路机。有人主张我们也走这条路，首先仿制国外的电子管计算机，还美其名曰：这是“走近道”。什么是近道？什么是远道？毛主席指出：“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”遵照毛主席的教导，我们决心一开始就搞晶体管机，而且只用一年左右的时间，就拿下了我国第一台晶体管工业控制机。从表面上看，跳过电子管机会碰到许多困难，要多化一些时间，似乎是走远道。其实，经过努力跃上去了，掌握了自己的命运，恰恰是走了自力更生的近道。跟着洋人亦步亦趋，好象很平坦，但却被人牵着鼻子，这路不仅远，而且很危险，千万走不得。

接着，我们又向集成电路计算机进军。这一次，更加议论纷纷。由于参加试制的人中有不少青年同志，有人就把试制小组比作“初生牛犊”，称集成电路机为“猛虎”，说，小牛犊怎么斗得过猛虎？确实，困难不小。当时我们都没有看到过集成电路机。但是，我们已有了制造晶体管机的一定经验，也对集成电路进行过一段时间的摸索。通过多次试验，终于使失败转化为胜利，集成电路计算机诞生了，“猛虎”被“初生牛犊”制服了！在这些事实面前，崇洋迷外的思想是不是销声匿迹了呢？没有。去年，还有少数人制订了一个依靠国外元件生产某种计算机的计划。工人群众尖锐地批评说：这是要把社会主义工厂变为资本主义的装配车间。所以，要坚持独立自主、自力更生的方针，必须继续开展两种思想、两条路线的斗争。

洪雨辰(上海纺织科学研究院)：化学纤维针织外衣是近年来

纺织行业的一个新品种。它以美观、舒适等优点，受到广大群众的喜爱，并远销国外。但由于这种针织外衣采用机械式提花，花型较小，不能满足群众的需要，特别是对外贸易的需要。怎样才能生产中型、大型花色的产品呢？今年年初，我们与针织十三厂的工人协作，研究试制电子计算机控制的电子织机。在试制过程中，我们参观过一个资本主义国家举办的展览会。他们为了垄断技术，只展出一台老式电子织机，而且拒绝展出电子提花所用的穿孔胶带制备系统。这件事从反面深刻地教育了我们；只有走自力更生的路，才会有我们自己的电子织机。参观归来后，更增强了我们自力更生造电子织机的决心。我们到工厂去向工人师傅学习，跟机器接触，连续奋战了几个月，终于在国庆二十五周年前夕，用电子计算机控制针织纬机织出了大花型试样，速度和质量也比机械织机有了相应的提高。

何乃贤（上海科学技术情报研究所）：从一九四六年世界上制成第一台电子计算机以来，计算机的制造和应用发展很快。现在，已经从第一代的电子管计算机进入第四代的大面积集成电路计算机，计算速度从每秒几千次增加到每秒几百万次、上千万次。对于国外电子计算机的发展，我们要认真研究，但也不能盲目崇拜，更不能照搬照抄。电子计算机同其他科学技术一样，在发展过程中也打上了深刻的阶级烙印。比如，资本主义国家的计算机型号很多，零部件更是五花八门。单单一个变送器，美国就有三万多种。这是资本主义生产无政府状态的必然反映。国外电子计算机主要用在企业管理上，直接用于工业控制的只占百分之十几，有的还用来搞什么职业介绍、婚姻介绍，甚至算命等，真是无奇不有。因此，对国外电子计算机的制造和应用技术，必须以毛泽东思想为指导，进行一分为二的分析，取其精华，去其糟粕，才能为我所用。

## 依靠群众 实行“三结合”

李民钟(上海计算技术研究所)：一九七〇年，我们所对于要不要走出研究所大门、实行“三结合”，展开了一场大辩论。问题是为有关单位算题目引起的。过去一般是“电话接任务，关门算题目”。不少人算了好多船，却不知道船是怎样造出来的；算了汽轮机叶片，却没有看到过叶片。经过无产阶级文化大革命的教育和锻炼，大多数同志要求改变这种状况，于是成立了调查小组，到有关单位进行调查研究。战斗在三大革命运动第一线的工人，尖锐地提出了“计算机究竟为谁服务？”的问题。他们形象地说，计算所要办得象医院一样，既有门诊，又挂急诊，还要走赤脚医生的道路，下乡下厂、巡回医疗。这次调查对我们触动很大，进一步明确了计算技术为无产阶级政治服务、与生产实践相结合的方向，也开拓了应用电子计算机的一些新领域。

服务的对象多了，原有的计算机不够用了。怎么办呢？维护保养的同志提出了自己造机的革命倡议。大家说，应用计算机要“三结合”，制造计算机也要“三结合”。开始，有的同志不相信我们自己能造机。事实证明，充分发挥社会主义制度的优越性，实行“三结合”，就一定能造出计算机来！我们同长江无线电厂、复旦大学等单位通力协作，只用一年零三个月的时间，就造出了一台电子计算机。更重要的是，实行“三结合”是我们接受工人阶级再教育、改造世界观的一条途径。到沪东造船厂参加大型客轮设计的同志，开始嫌工作室又小、又闷、又热、又闹。但工人阶级在小船台上造大船的英雄气概，使他受到深刻的教育和感染，找到了自己思想上的差距。几年来，全所有四分之三的计算科研人员走出研究所，深入生产第一线，和工人群众一起进行

科学研究，先后完成了四十多项科研、设计项目。

丁然文：厂内也要搞“三结合”。生产电子计算机技术性较强，过去往往“技术人员撑市面，工人群众站一边”，有“三结合”之名，无“三结合”之实。有一个车间的技术人员在设计某种零件时，脱离实际，工人发现问题后又不改正，结果使加工的零件全部报废。批林整风以来，特别是在批林批孔运动中，我们进一步学习贯彻“鞍钢宪法”，狠批了“上智下愚”、“劳心者治人，劳力者治于人”等反动谬论，群众的社会主义积极性大大提高。在设计、制造羊毛衫群控机的时候，我们不仅听取了羊毛衫工人的意见，修改了设计方案，而且在厂内广泛发动群众。装体组的八个女青年，大胆修改了设计的不合理部分，只用两天时间就完成了群控机磁芯体的装体任务。

叶燕（上海第八羊毛衫厂）：在伟大的批林批孔运动中，我们厂建成了用一台电子计算机控制十六台全自动羊毛衫横机的车间，从根本上改变了“手摇、眼看、口念、脑记”的落后工艺。这是“三结合”的产物，大协作的花朵。在建设电子群控车间的过程中，得到了全市二十多个单位的大力支援。上无十三厂主动挑起了制造电子群控机的任务，在其他任务十分繁重的情况下，仅仅用五十九天就赶制出来了，还热情帮助我们调试设备、培训工人等。第七纺织机械厂也赶制了二十副全自动横机的主要部件——机械手。我厂工人、技术人员和干部，也全力以赴，群策群力，决心打好这一场“电子群控”的硬仗。有的同志主动退掉了节日回乡的火车票，坚持节日大干；有的同志生了病照样干。在改造横机的战斗中，最后一道工序攻不下来。技术革新小组的同志马上召开“诸葛亮会”，大家七嘴八舌，提出了不少建议，通过试验终于攻克了难关。群控机造好后，领导上和同志们要我操作这台“电脑子”。我原来是个挡车工，从未接触过电子计

算机。但是,为了实现生产跃进,狠狠打击帝修反,我决心认真向上无十三厂的师傅学习,大胆挑起操作和维护“电脑子”的担子,以实际行动批判“电子神秘论”。现在,我不仅学会了操作电子群控机,而且一般故障也能自己排除。

## 在应用中发展 普及中提高

康非(上海市仪表电讯工业局): 我认为,要大力发展电子计算机,必须狠抓普及应用。只有在普及应用中,才能真正贯彻独立自主、自力更生的方针,建立我们自己的电子计算机工业。为什么呢? 把计算机推广到群众中,应用到实践上,既能充分发挥它的作用,也会充分暴露它的各种矛盾,例如计算机本身的质量问题、配套问题,以及计算机和其他技术手段的关系等等。这就为计算机的发展和提高提供了丰富的材料和适宜的土壤,符合我国生产特点的计算机将会成批地涌现出来。

俗话说,“量体裁衣”。不抓普及应用,不到生产实践中去,用什么尺子来量计算机之体,用什么剪刀去裁计算机之衣呢? 只好照搬照抄洋本本。在这方面,我们是有过教训的。刘少奇、林彪一类骗子时而散布“电子神秘论”,时而鼓吹“电子中心论”,严重阻碍了电子计算机的普及应用。过去我们对应用重视不够,盲目进口或仿制了一些国外产品。这些计算机或者由于不适应我国生产的特点,或者由于不配套,大多没有发挥应有的作用,有的甚至长期“睡大觉”。这些教训使我们深切体会到:乱搬乱套实质上就是在技术上走资本主义道路。

抓普及应用,一定要建立一支应用队伍。这支队伍主要研究电子计算机的应用技术。它既可以参加新设备的设计制造,也可以在老企业的改造中发挥作用。能不能设想,在今后几年

内，各行各业都搞出一个或几个应用电子计算机的样板来，使计算机遍地开花，这是完全办得到的。特别是在我们电子行业，计算机的应用也很薄弱，远远跟不上生产发展的形势。我们决心抓好自身的技术改造，也可用电子计算机来生产电子计算机。

徐纯九（上海自动化仪表研究所）：一讲到普及应用，就涉及到所谓水平问题。有人总以为，普及的东西、应用的产品“没有水平”或者“水平不高”。怎样看待水平？我认为，符合我国实际情况的，可靠、实用、经济的小型电子计算机也是有水平。无产阶级文化大革命前，在刘少奇修正主义路线的毒害下，有些人比较热衷于搞大型机。往往关起门来一搞就是几年，东截一枪，西放一炮，老是跟在别人后面爬行。所以，离开了普及，提高就是一句空话，好比空中楼阁。在文化大革命中，我们在毛主席革命路线指引下，不仅深入到制造厂，而且深入到使用厂，和工人群众相结合，设计制造了一些具有上马快、投资少、体积小、重量轻的简易工业用小型电子计算机，在三大革命运动中起了一定作用。当然，这些计算机还不够完善，需要进一步提高，但我们觉得，这条路子是走对了。

以普及为主，就要重点发展中小型机，尤其是小型机。小型机具有应用范围广泛、价格便宜等优点，比较适宜普及推广。正如工人同志所说，简单、可靠、实惠的小型计算机好比“雪中送炭”，我们最需要。这样说并不排斥大型的、运算速度百万次以上的电子计算机。同时，普及推广计算机要注意配套。不能光搞主机，忽视外部设备。工业用计算机前有输入装置，后有输出设备。如果把主机比作头脑的话，那么前后装置就如耳目、手脚。耳目不明，手脚不灵，头脑怎么能发达呢？目前，计算机的前后设备还是一个薄弱环节，影响了计算机的应用。我认为，这些设备也要简易、便宜和小型化。

李民钟：推广、应用电子计算机也充满着两种思想、两条路线的激烈斗争。有的科技人员怀疑：“电子计算机是尖端技术，能推广应用得了吗？”事实说明，到群众中去，到实践中去，电子计算机就大有可为！例如，造船工人为了打好造船工业的翻身仗，建设海上铁路，强烈要求应用电子计算机等新技术。有位工人老师傅，只有小学四年级文化程度，经过半年多的刻苦学习，就掌握了使用计算机的基本技术。目前，造船工业在结构强度、动力性能、放样工艺等方面，都用上了电子计算机。又如，微型电机设计由于应用了电子计算技术，原来一个产品要设计半年，现在只要五分钟就可以算出最佳方案。电机的体积、重量减少了一半，铜和硅钢片节省了百分之二十以上，还减轻了工人的劳动强度。工人同志高兴地说：电机设计应用了电子计算机，好比老虎添了翅膀。因此，推广、应用电子计算机是三大革命运动的需要，是工农兵的需要。

李福昭（上海第五钢铁厂）：我们钢铁工人也迫切要求应用电子计算机。随着社会主义革命和建设事业的迅速发展，对钢材的要求越来越多、越来越高。这种形势同落后的工艺、技术是一个尖锐的矛盾。大家知道，每一炉钢在冶炼过程中，钢水出炉和钢材出厂之前，都要进行化学成分检验。虽然采用了光电光谱仪器，但复杂的数据处理还得靠人工。同样一块试样，不同的人往往会产生不同的结果，准确性差，而且很费时间，不适应生产的需要。特别是出钢前的一次化验，误时的矛盾更为突出。盛满钢水的炼钢炉必须用电来保温，等到计算结果出来后，既延长了炼钢时间，又耗费了大量保温用电。炼钢工人说，如果用电子计算机来计算数据，那就有多好啊！在兄弟单位的密切配合下，今年上半年我们装置了一台国产的小型电子计算机，专门进行钢材光谱分析的数据处理。经过一个阶段的试用和改进，收到

了很好的效果。不仅计算速度大大加快，而且分析精度也有很大的提高，对保证钢材质量、提高钢产量起了一定作用。

## 要批判计算技术中的资产阶级观点

陈仁甫(华东计算技术研究所)：从历史上看，每一种新的科学技术出现后，各个阶级都要加以解释、总结，或者展望其发展方向，为自己的阶级利益服务。电子计算机出现后，更是议论纷纷。资产阶级竭力夸大电子计算机的作用，说什么电子计算机能够代替人，甚至超过人的大脑，还有人宣扬电子计算机可以解决资本主义的政治经济危机。苏修社会帝国主义的御用学者跟着大肆鼓吹电子计算机等自动机比人还“聪明”、“高级”等谬论。刘少奇、林彪之流也曾推销电子神秘论、电子中心论等反动论调。对于这种种谬论，必须彻底批判！

不管资产阶级怎样吹，计算机无非是把机械动作用电子运动来实现，功能多一点，速度快一点，存储大一点。计算机从本质上讲，也是人的某种器官和功能的“延长”，是受人控制的一种机器。三十年来，电子计算机在实践需要的推动下，虽然有了很大发展，但不管怎样发展，也总离不开人的控制和指挥。计算机的基本功能有两种：一是计算功能，进行加减乘除四则运算；二是逻辑功能，判断“是——非”。这两种功能都是按照人预先编好的程序工作的。没有人规定的程序，计算机便毫无所能。因此，根本谈不上电子计算机代替人、超过人。至于企图用计算机来解救资本主义政治经济危机，那更加荒唐。今天，资本主义国家的电子计算机很多，但资本主义的政治经济危机却有增无已，日益深重，正陷入一场大萧条、大危机！

孙复川(中国科学院上海生理研究所)：围绕电子计算机等自

动控制技术问题，资产阶级确实做了不少文章。电子计算机是在四十年代初维纳等人提出控制论之后出现的，当时维纳就认为有可能制造出一种“机器人”，用来代替人的工作和思维。七十年代以来，西方资产阶级更是大吹大擂，把“机器人”讲得神乎其神。

其实，从模仿人的某种动作的角度来看，“机器人”很早就有了。出现较早的自鸣钟和自动开门的装置，都可以看作“机器人”一类。有了电子控制技术，机器的作用更大、更灵巧了，比如能算、能写、能看，还可以代替人到高空、海底及其他危险地方工作等。这是技术的进步，我们也要研究和利用。但说什么“机器人”有智力、能思维，可以自己改进自己，还能“繁殖”后代，那完全是吹牛！从现在最先进的“机器人”来看，也无非是人造的一种工具，它所能实现的动作很有限，根本无所谓“智力”。资产阶级学者也不得不承认，即使模仿人的简单智力也很困难。因此，严格地说，“机器人”这一概念是不科学的。拆穿来看，这也是资产阶级的一种“生意经”，是为了推销这些产品，牟取更多的暴利。

张吉锋（上海交通大学）：批判资产阶级理论很重要。我们在教学工作中接触到，少数同学对电子计算机也感到很神秘，一了解原来是受了一些书籍和报刊杂志的影响。有些书刊在介绍国外的科学技术情况时，在翻译资产阶级学者的论著时，往往不加任何评注，采取所谓“纯客观”的态度。我们认为，这是不对的。当然，国外的科学技术情报我们还是要掌握、要介绍，但最好多加一些注解和说明；对于资产阶级的代表性理论，建议《自然辩证法》杂志组织批判。

## 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

上海市仪表电讯工业局调查组

走进上海无线电十三厂的厂房，繁忙而又井然有序的战斗气氛扑面而来。有的车间在生产各种小巧而又复杂的器件，有的车间正在装配或调试各种类型的电子计算机。其中有一台是每秒运算速度近 100 万次的大型集成电路电子计算机。象这样的大型计算机今年上半年已经完成了一台，它已经在我国社会主义建设的各个方面发挥了很好的作用。

这个制造电子计算机的专业工厂，是在无产阶级文化大革命中正式建立起来的，现在也还只有几百名工人，既缺乏现成的“高精尖”设备，又没有计算机“专家”。这样的小厂，是怎么造出大型电子计算机的？工人们说，这是两条路线、两种世界观激烈斗争的产物，是广大职工和有关单位奋发图强、跳跃前进的成果。

### “TQ”是怎么来的

由于社会主义建设的需要，前几年，国家向这个厂下达了生产大型高速集成电路计算机的任务，要求内存容量十几万，每秒运算速度近 100 万次。任务下来以后，有人认为，十三厂建厂不

久，只生产过低速电子计算机，一下子上高速未免跳得太快；有人认为，这样的大型机国内尚未调试出来，十三厂技术力量薄，恐怕太冒险。正在这时，又冒出了一股冷风，说什么我国自己生产的集成电路质量不好，根本不能装配大型机；要搞大型机，就必须进口元件。

接不接任务？怎样完成任务？在厂内展开了一场争论。

按常规，制造电子计算机是一代一代地向前走，从第一代的电子管元件到第二代的晶体管元件，再到第三代的集成电路元件。速度也是一步一步提高，从低速到中速，再到高速。外国人是这样走过来的，我们是不是也应当按照外国人的脚印走，不能越雷池半步？工人们坚决地回答：不！当初能跳过第一代，直接搞第二代，造出图强机，今天就能跳过中速机，直接搞高速计算机。跳，这是上无十三厂的传统。打破常规，跳跃前进，这是国家社会主义建设的需要，也是中国工人阶级的气魄。

上无十三厂是怎么造出图强机的？

那还是文化大革命以前，在一个普通无线电厂里抽调了十几个人，成立了试制电子计算机小组，准备建立专业工厂。围绕着怎样建厂的问题，斗争十分激烈。斗争的中心是，造什么样的机器？走什么样的路？有人说，这些毛头娃子也想造计算机，真是异想天开。“过去在苏联专家帮助下，一千多人也没造出计算机来”。有人说，要一步一步来，学会了爬再学着走，应当从电子管计算机造起，能先仿造一台苏修的电子管机器就不错了。当时，电子管机器是国际上已经淘汰了的东西。这样跟在别人后面爬行，怎么可能赶上和超过国际先进水平？确实，试制小组的同志都不懂电子计算机，连看也没看见过。但是，大家抱着自力更生、奋发图强的雄心壮志，批判了这种洋奴哲学，坚决打破常规，跳过第一代，直接搞第二代的晶体管的计算机。可是，有些

人却利用他们当时窃据的一部分权力，硬要试制小组先仿造，后试制，先第一代，后第二代。他们千方百计破坏试制小组的工作，几次三番要试制小组下马，胡说什么搞晶体管机器是“杀鸡取蛋，得不偿失”，会把厂搞垮。甚至用扣压经费，抽走人员，开除党籍等种种手段进行威胁。更气人的是，他们还一再嚷嚷着要进口外国已经被淘汰了的机器，来依样画葫芦。工人同志们坚决顶住了这股歪风，在兄弟单位的帮助下，与研究单位共同协作，克服了重重困难，终于试制成功我国第一台晶体管工业控制机，大长了无产阶级的志气，大灭了资产阶级的威风。它是坚持毛主席的自力更生、奋发图强伟大战略方针的结果。试制小组的同志们决定为这部机器取名为“图强 1 号”。取“图强”二字拼音的第一个字母，简称“TQ1”。这就是上无十三厂出品的各种类型电子计算机都以“TQ”冠名的来源。

回顾了这段不断打破常规的战斗历程，大家重温了毛主席的教导：“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”工人们以毛主席的指示为武器，狠狠批判了贾桂思想，勇敢地接下了试制高速机的任务。

### 收音机管子的启示

制造近 100 万次的集成电路电子计算机，对上无十三厂来说，困难是很大的。那时同类型的样机研究单位还未调试出来，更何况研究单位条件比工厂好，设备全、材料齐。工厂投入生产，首先碰到的问题，就是很多元件的规格和性能还满足不了需要，有的时还供应不上。怎么办？是不是先等样机调试成

功，等各种元件齐备以后再上马？经过无产阶级文化大革命的锻炼，善于跳跃前进的工人干劲更足了，他们回答：不！我们要大步跳跃。

怎样对待客观条件，也有个辩证关系。办事情当然要从客观条件出发，但是任何时候也不会有十全十美的条件。既要反对盲目的无条件论，也要反对消极等待的唯条件论。工人同志们形象地说：“条件这东西是个纸老虎，你愈怕它，它愈厉害。不怕它，才能制服它”。当初制造图强1号机的时候，也碰到过这个问题。譬如，晶体管计算机所必需的一种基本元件开关式晶体管，当时国内生产还很少，正式投入生产就供应不上。在这种情况下，究竟是等条件具备了再生产呢，还是在现有条件下想办法克服困难呢？试制小组的同志们决定找代用品。工人们研究了各种管子的性能，准备选用一种原来用于普通收音机的合金管来代替。这种合金管虽然不是开关管，但是在一定的条件下也具有“开”和“关”这两种状态，也可以起开关管的作用。他们充分利用了开关管和合金管的共性，经过仔细的研究和试验，挑选了一批适合于电子计算机的合金管。就这样，用于收音机的管子解决了电子计算机的问题。事实证明，用这种管子造出来的图强1号质量良好，能长时间地稳定工作。

用收音机的管子装计算机，当然有一定的缺陷，因此，开关管的供应跟上来以后，就换下了合金管。但是，这种不坐等条件，而是因陋就简，敢于用收音机管子解决电子计算机的问题，及时赶上国家需要的精神，给大家很大的启发。现在生产高速集成电路计算机缺乏一些必要的元件，岂不也可以发扬这种精神，想办法克服困难吗！于是，工人们根据已有元件的性能，对原来的设计作了一些修改。譬如，“六管触发器”就是其中之一。这种逻辑虽然在时间上稍为有所损失，但是它仍然可以提供所

要求的高速度，又可以更好地保证机器的稳定性。又譬如，内存改用分段驱动的办法，好比千斤重担两人分挑，相互协作，稳定性反而更高。大家从实际条件出发，边干边创造，在很短的周期内就及时完成了国家下达的生产任务，在速度和稳定性方面还都超过了设计指标。

### $10^{-6}$ 是冲不破的界限吗

正当生产任务在紧张进行的时候，某些“权威”曾煞有介事地宣称“国产集成电路的失效率是  $10^{-6}$ /小时，根本不能装配大型电子计算机。即使装出来也不能用。”所谓失效率  $10^{-6}$ /小时，是指一个集成电路每小时要损坏  $10^{-6}$  只，就是说，每 5 万只元件平均 20 小时要损坏一只。一台大型电子计算机要用 5、6 万只集成电路元件，那末每隔十几小时就要损坏一只，机器每天都得停下来检修调换元件，怎么可能保证稳定性呢？按照他们的说法，用国产元件造出来的机器根本不能工作，要造大型计算机，除非进口集成电路。

国产的集成电路能不能装配大型电子计算机？ $10^{-6}$  是冲不破的界限吗？工人们回答：不！不能让  $10^{-6}$  束缚我们的手脚，国产的集成电路就是能造大型电子计算机。大伙认为，国产元件能不能装配大型电子计算机，不单是个技术问题，首先是个路线问题，是要不要坚持独立自主、自力更生的方针问题，是对国产品的立场感情问题。有些人总说进口货好，进口的元件比国产的好，进口的机器比国产的好。他们自己不动手，却七嘴八舌地批评这，挑剔那，这也不顺眼，那也瞧不起，他们对国产品不感兴趣，没有感情，一味崇洋媚外。在我国发展电子计算机的历史上，曾多次出现过这种情况，每当试制的紧张关头，有些人就

鼓吹进口外国的电子计算机。现在面对着即将完成的大型电子计算机，他们又玩起了老花样，抛出了“洋王牌”。工人们坚决批判了这种爬行主义的谬论，抱着深厚的无产阶级爱国主义的感情，决心用我国自己生产的集成电路制造出稳定的大型高速的电子计算机。

为此，大家曾对国产集成电路的质量做了具体分析。失效率 $10^{-6}$ /小时，这实际上是个抽象统计数字。几年来国产元件的质量不断提高，特别是，元件厂的工人同志们为支持大型集成电路计算机的制造，几次改进工艺，送来了高质量的高速集成电路元件，怎么能老抱住 $10^{-6}$ 不放呢！再说， $10^{-6}$ /小时只是个平均数字。一批元件，其中的质量有好有差，差的元件失效率可能大于 $10^{-6}$ /小时，好的元件失效率就低于 $10^{-6}$ /小时，因此，如果事先进行筛选，剔除质量较差的，选出质量较好的来，就可以打破 $10^{-6}$ ，就可以保证更高的质量。 $10^{-6}$ 是个死的统计数字，并没有包括人的主观能动性。不能静止地僵死地抱住这个衡量元件质量的平均统计数字，只要人们发挥了主观能动性，就可以改变这个数字，就可以变不利条件为有利条件。上无十三厂的工人同志们正是充分发挥了自觉能动性，用各种办法筛选元件。除了进行一般的功率老化、存贮老化、温度老化等筛选以外，还做了 $-55^{\circ}\text{C} - +125^{\circ}\text{C}$ 低高温循环冲击试验，每个插件都坚持测试三遍以上，并且又做了带负荷的试验，变电源±20%（即在电压变动±20%的范围内，仍要求正常工作）等各项试验。经过这一系列高标准严要求的筛选工作以后，挑选了一批质量良好、性能一致的集成电路，保证了机器的高稳定性。制造工作完成以后，经过鉴定，主机的稳定时间比过去大为延长。事实证明，我国自己生产的集成电路性能良好，完全能够装配大型高速的电子计算机。

这些“权威”是不是不知道元件可以筛选？不是。他们知道得很。他们知道，即使是技术比较先进的国家，制造任何机器都要挑选元件。都要作各种试验。他们闭着眼睛宣扬  $10^{-6}$ /小时，主要是不相信国产货，看不见工人阶级的主观能动性，满脑子的洋货洋框框。因此，面对着用国产集成电路装配起来的性能稳定的几部大型高速电子计算机，那些死抱住  $10^{-6}$  不肯放的人，目瞪口呆。

经过这一番斗争，工人们深有体会地说，只要坚持自力更生，奋发图强的革命精神，就能克服任何困难。上无十三厂的建厂过程说明了这一点，大型高速电子计算机的生产过程证实了这一点。

上无十三厂的工人并不满足已经取得的成就，他们正在准备新的战斗。他们表示，要继续发扬自力更生、奋发图强的精神，继续以跳跃的方式，投入新的跃进，为社会主义革命和社会主义建设制造更多更好的电子计算机，迅速赶上和超过国际先进水平。

# 用毛主席哲学思想造好计算机

上海调节器厂小型计算机试制组

我们这个小组去年十月刚建立，论技术，绝大部分都是计算机的门外汉；论试制条件，那就更差了。可是，经过与上海自动化仪表研究所等单位有关同志一年左右的共同奋战，就生产了一批工业控制用的小型电子计算机，并已在生产中发挥了好作用。

## 小型机怎样发挥大作用

研制工作上马时，不少同志以为机大作用大，机小作用小。其实，机大作用未必大，机小作用也未必小。功能再全，技术指标再高，如果得不到发挥，作用也是小；功能虽不全，技术指标虽不高，如果得到充分发挥，小就成了大。

那末，小型机是不是可以不讲功能呢？不是。既要结构简单造价低，又要稳定可靠功能大，计算机才能更好地推广使用。这是一个矛盾。但任何矛盾都不是绝对的，在一定条件下都可以转化。问题就在我们能不能积极创造条件，实现这种转化。在这一设计思想指导下，我们尽量采用先进技术，使第一批样机初步实现了机小功能高，受到了使用单位的好评。这时大家可高兴啦！但是，当有些使用单位要求增设一些指令时，少数同志却认为“机器”已经无缝可钻了。“认识是思维对客体的永远的、没

有止境的接近。”（《哲学笔记》）技术上的所谓合理结构、最佳方案是相对的，合理中有不合理的成份，佳中有不佳的因素，总有潜力可挖，总有空子可钻。我们经过努力，稍增设备，就把增添的指令“插”上了原来认为无缝可钻的机器。钻这个“空”子，进一步打开了我们的思路。原来在设计中一条指令只赋予它一项工作，后来就赋予它执行多项工作，从而把十几条指令扩大到三十几条，使小型机的性能又提高了一步。

控制能力扩大了，运算速度能不能在不增设备、造价低廉的基础上再提高一步？**分析好，大有益。**对计算机运算过程的各个环节进行分析的结果，发现原来运算速度较慢主要慢在内存贮器的存取速度上。我们就将这个部件的存取形式由原来做了上步做下步的串行方案，改成并行方案，即让它在同时完成各种存取。但改为并行后，内存贮器所需元件又多了。我们对这个部件也来个并中有串，串并结合，使运算速度比样机提高了三倍以上，小母鸡生出了大蛋，小型机发挥了大作用。

### 差条件怎样造出精机器

我们厂地居闹市，前靠车水马龙的马路，后临昼夜繁忙的码头，灰尘较多，对制造计算机很不利。条件差，能不能造？计算机虽然需要较好的场地条件，但并不是各个生产环节都需要严格的工艺环境条件，也不是所有零部件都怕灰尘，因而可以根据不同的情况采取不同的措施。对一些怕灰尘的部件，我们就在工序间用纸袋套、木橱隔，尽量减少它在周围环境中暴露的机会；特别“娇嫩”的元件，还采用塑料插座与外界环境隔离开来。这些土办法都很有效。事实说明：先进的技术未必全部需要先进的条件、良好的设备来制造，土办法可以代替洋办法，土设备

可以代替洋设备。

计算机上许多零部件焊接的要求很严格。焊接温度高、时间长，要烧坏焊接物；温度低、时间短，又焊不牢。夏天室内气温高，电扇一开，烙铁的散热就快，散热一快，就不容易达到焊接温度和时间的要求。同志们就关窗息扇，宁愿流大汗也要守住质量关。但是，焊而不接的假焊现象还是难以避免。计算机器件的体积小、底板薄、导线细、焊点多，很薄的巴掌大的一块印刷板上，正反两面有好几百个焊点，往往焊住正面烊了反面，焊了反面烊了正面，焊点一烊，就可能造成另一面已焊导线脱离焊点，形成一种假焊现象。烊是假焊的原因，被焊导线太短也是造成假焊的一个因素。通过改进工艺和焊接方法，终于保证了焊接质量。

设备条件差可以造出精机器，技术水平差也可以攻破技术难题。计算机的开关电源是一项新技术，在研制过程中，其中有只功率管产生了严重的发热问题。大功率管小功率使用，为什么会出现发热问题呢？搞这个工作的一个青年工人开始感到很奇怪，后来他边实践边请教，通过现象找原因，发现问题主要在于功率管的工作频率过高，频率一高，产生的热量必然增大。通过调整线路上的一些参数，降低电源的工作频率，可以减少管子的发热。但是，又引起了输出浪涌电压的产生，使再次开机时电源不能正常工作。这是由于选用电感量不适当所造成的。他想，电感是放电的门户，必然也有收电的对象，放电有量的大小，收电也有量的大小。根据使放电量与收电量取得相对平衡的原理，较好地解决了功率管工作频率的问题。这个青年工人深有体会地说：“不怕技术上的问题奇怪，就怕头脑中的形而上学思想作怪”。

## 娇机器怎样抗拒劣环境

计算机要抗拒劣环境，最重要的一条，是要顶得住周围环境温度的考验，把它从恒温室里解放出来。

要实现这一条，按通常情况就要有较好的元件。我们这台小型机虽然随着我国计算机技术的不断发展，元件质量的不断提高，不少零部件已经大大增强了耐温性能，延长了使用寿命，然而其中还有一只读出放大器很娇气，主要是其中一只起整形作用的“与非片”经不起外界环境温度变化的考验。温度变，它的工作曲线也变，工作曲线一变，输出的信号电压就失去了整形的作用，使整台计算机工作失调。把困难转给使用厂，让他们搞一套恒温设备来服侍它吗？不行。我们在批林批孔运动推动下，决定在现有元件基础上解决这一问题。

“与非片”输出的信号电压之所以会失去整形作用，问题在于输入的信号电压不能适应其工作曲线的变化。我们就对症下药，利用“与非片”前一级的差分放大线路随温度的上升而下降的特性，来补偿“与非片”的温度影响，以两者同时变化来达到工作曲线的相对不变，从而化不利为有利。

但是，要使温度补偿线路起到良好的补偿作用，对该线路上一对三极管的对称性就得要求很严。列宁指出：“要真正地认识事物，就必须把握、研究它的一切方面，一切联系和‘中介’。”（《再论工会、目前局势及托洛茨基和布哈林的错误》）一对三极管要求对称，正是因为它们之间存在着联系，这种联系是通过两管的电压降反映出来的。因此，两管要求对称，实质上就是要求两管的电压降相同。对称要求不能降低，电压降却可以调节。这样，就可在电路上加只可变电位计调节两管的电流，使电压降相同，弥补两管

参数的不对称。经过不断改革，计算机的抗温能力不断提高，给使用单位革掉了恒温设备，受到了他们的欢迎。

计算机走出恒温室，实现了一次飞跃。可是送到上钢五厂与光谱分析仪配合使用时，却又出现了外界电磁波的干扰。开始，我们认为既然是外部干扰，那就采取外部措施解决，将发现的外部干扰源分别采用接磁环、并电容、加屏蔽线等办法挡住。这样做虽然起到了一定的作用，可是该厂现场情况比较复杂，往往有些干扰源很难察觉，而且生产日新月异，消除老干扰还会出现新干扰，真是防不胜防。

毛主席教导说：“外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”只采取外部措施，不提高计算机本身的抗干扰能力，计算机仍然经不起风吹草动，好比治病治标不治本。因此，提高计算机本身的抗干扰能力才是关键。当时发现在运控与内存的接口处有一只单稳态触发器抗干扰能力很差，有些外部干扰信号就从这里进入计算机内部兴妖作怪。起先我们认为主要是脉冲宽度太宽，因此就设法缩小脉冲宽度，使干扰信号进来的几率减少。可是，这样做还是无法从根本上堵住干扰，只要有宽度存在就会给干扰信号留下可乘之机。后来又发现，原来干扰信号早在运控中就钻入了信号源中。这里是源，接口处是流。只在流上动脑筋不在源上想办法，当然总是处于被动。要在源上排除抗干扰信号，就得改进信号源线路，将工作信号增强，来个以强克弱，抵制干扰信号的混入，才能消除干扰。

形势在发展，提高无止境。我们决心继续认真地学习马、列著作和毛主席著作，在普及推广小型计算机方面作出新成绩。

## 辩证法指导我们用好计算机

上海炼油厂仪表车间

在无产阶级文化大革命斗批改深入开展的一九六八年，我厂和有关科研单位共同试制了一台电子计算机——直接数字控制仪(简称直控仪)，开始对我厂最大的一套炼油装置进行自控运转。第二年春，我们又制造了一台容量比前一台大一倍的直控仪，用于另一套新建装置。五年左右的实践证明，使用电子计算机不仅减轻了工人的劳动强度，而且有效地提高了产品的收得率和质量。但是，在开始试制直控仪时，有的同志却认为炼油生产工艺成熟，目前使用的常规仪表已能“满足”要求，不必冒险采用电子计算技术。

到底要不要用电子计算机？多数同志主张，为了跟上我国石油工业大发展的形势，赶超世界先进水平，一定要用电子计算机！他们回顾了炼油工艺发展的历史，认识到工艺生产由低级向高级、慢速向快速不断发展，仪表控制质量也要相应提高。在原始的釜式蒸馏时，只要用水银温度计看看油温，进行人工分析、手动控制就行了；五十年代出现热裂化工艺，就提出了气动仪表的要求；六十年代的催化裂化，反应过程复杂、快速，对仪表的要求也更高，因而出现了电动仪表。当前正在试验的提升管催化，反应速度又几倍于催化裂化，应用电子计算机更为必要。从釜式蒸馏到提升管催化，从温度计到计算机的发展事实告诉我们，所谓“满足”，在工业生产和科学技术发展的长河中，仅仅是暂时

的、表面的现象，“不满足”才是绝对的、根本的因素。因此，我们决心用上、用好计算机，给新的炼油工艺装备自动控制工具。

直控仪有一个突出的长处，就是它可以按机器容量的大小，对若干个回路逐一加以控制。六十四回路的直控仪，可以替代六十四台常规表的工作。然而，长处中有短处。直控仪对六十四个点的控制方法，是按自然数列编号自动巡回的。当它对某一点进行运算时，其他六十三点便处于“间断性”保持状态。

能不能以其所长克其所短？这台直控仪，每秒钟能进行一万次运算，平均每二十五分之一秒，对一个控制点进行四百次复杂的计算工作。六十四回路巡回一次只须二点五秒。而目前化工生产的变化速度都慢于二点五秒。所以，只要充分发挥直控仪快速的长处，快速的间断性对于慢速的生产变化来说，就会转化为相对的连续性。这同每秒钟闪过二十四个单体动作的电影，在银幕上出现的都是很自然的连续动作一样。同时我们还发挥了机器的多功能特性，在进行数据运算、逻辑判断的同时，发出显示、记录和报警等讯号，从而把这方面的仪表也同时替代了。

人们的思想必须适应已经变化了的情况。计算机替代了常规表后，整个控制方案却仍然停留在常规表的水平，这叫“新机器，老框框”。方案不改动，控制质量就提不高。在辩证法的指导下，我们充分发挥计算机能“多参数综合运算”、“非线性整定”和改变控制方案简易等特点，用解剖麻雀的办法，对某一油品的质量控制方案，进行几十次反复的探索，在常规仪表双参数控制的基础上，增加了一个参数讯号，让机器进行复杂的综合运算，结果这个产品合格率显著上升。为什么增加一个参数，控制质量就提高呢？送入的参数多，反映的问题全面，机器就可以计算出比较切合实际的调节幅度。后来我们又增加了几个参数，满以为控制质量将有更大的提高，结果反而下降了。为什么再增加几

个参数，控制质量又下降了呢？辩证法告诉我们，“不能把过程中所有的矛盾平均看待，必须把它们区别为主要的和次要的两类，着重于捉住主要的矛盾”。所以，多参数的“多”是相对的，如果把许许多多的旁及讯号都送进机器，这样非但繁琐，而且会由于主次不分使机器丧失判断能力，产生误判断。由此我们体会到，送入机器的讯号要适当，要能够反映被测对象的主要矛盾。从此，在正常情况下，直控仪的控制质量超过了常规表。

人有个伤风感冒，仪表也有个失灵故障。常规表是一顶一的，几十个回路中失灵一台，只丧失几十分之一的自动作用，影响面小。而直控仪一顶六十四，一旦失灵，全部丧失自动作用。虽说在机器输出部件中装有“限位”器，防止机器失灵时控制阀门全开或全关，但这个失灵限位非常机械，一律处于半开状态，往往失灵一次，整个生产混乱不堪，要经过相当一段时间的调整，才能恢复正常。失灵问题严重地威胁着计算机的继续应用。面对如此严峻的考验，我们反复从毛主席的著作中汲取力量，辨明方向。毛主席教导我们：唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。计算机由正常运转到失灵故障的变化，也有一个外因通过内因而起作用的过程。为了弄清这个变化的条件和根据，我们作了大量的调查研究和分析，发现百分之八十的故障，是由于车间里马达起动或电力网电压波动所造成的。外界的干扰，又通过冲乱计算机储存给定值和运算的程序使整机失灵。

找到问题，看准病因，我们就分两个方面进行改造。第一，提高储存系统抗干扰能力，把本来不固定的程序，以可改变的半固定形式固定下来，切断了因干扰而影响机器正常工作的第一道关卡。第二，为防止大干扰使机器失灵，我们又采用了以步进电机带动多圈电位器的输出机构，改变了过去“数模转换”的不

合理成分。假如机器一旦失灵，六十四只步进电机立即停止转动，使六十四只输出电位器保持在失灵前的控制位置，只要计算机工作一恢复，步进电机马上转动，整个生产又转入自控状态。为了防止机器失灵时间过长，我们又增加了一套简易的手自动切换和电源自动切换装置，只要在仪表操作台上人工切换手动，那怕停了电，也可以维持正常生产。

失灵问题解决后，计算机是不是十全十美了呢？不。新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抗拒的规律。计算机的运用也不会“到顶”。计算机有一个重要部件，叫数据放大器，是讯号送进直控仪的第一个工作部件。顾名思义，放大器的作用是把小讯号放大，把伴随讯号的干扰过滤掉。这个东西曾被称之为直控仪的“咽喉”。制造这个部件十分困难。第一是元件要求高，必须百里挑一。第二是环境要求高，需要在绝对屏蔽的恒温室里组装。而这个东西又十分娇嫩，容易损坏。但是，我们机器上的数据放大器，却是一台所谓一比一放大器。先将讯号放大一千倍，然后又将讯号缩小一千倍，实际上根本不起放大的作用，由于它娇嫩、易坏，反而给故障增加了一个因素。有的同志建议革掉它。有些人却认为，计算机用放大器是“天经地义”的，何况放大器不但有放大作用，还有屏蔽干扰的作用呢？

对于这个意见，我们并没有一概否定，而是既剔除其因循守旧的错误部分，又吸取它提出的抗干扰作用的合理因素。为了防止干扰，我们对炼油装置中的干扰因素和振动频率，作了近百次的典型调查和实地测试。在这些大胆而谨慎的试验基础上，只用一只电阻就代替了那由几十只晶体管组成，又不起放大作用的放大器，对电子计算机进行了一次重大的革新。通过革新，排除了放大器对讯号先放大后缩小过程中的失真问题，使计算机的精度由千分之三提高到千分之一。

# 以小胜大造钻机

上海重型机器厂工人写作组

大屯煤矿区，一座高达四十米的钻井架，高耸蓝天，巍然屹立，架顶上红旗迎风招展。在电动机的欢唱声中，七点四米直径的大钻头破土层，穿岩石，向埋藏在地下几百米深的煤海长驱直入。它的施工过程，用可控硅自动控制，只要一个人就能稳稳操纵。这就是我国自行设计制造的第一台大型竖井钻机。

这台钻机有三百多个部件，一千三百多吨重，平均每个部件超过四吨。部件大，精度要求却很高，有的误差不能超过一根头发丝。照常规，加工这类大而精的部件，必须有大而精的设备。我厂接到这台钻机的主机制造任务时，既无这样的设备，又缺乏必要的技术资料。可是，我们靠工人阶级在无产阶级文化大革命中焕发出来的无穷智慧和巨大干劲，用土办法，搞大会战，和兄弟厂一起，在短短十个月内，就完成了制造任务，使我国煤矿竖井掘进跃入了世界先进行列。

## 突破局部 攻取整体

竖井钻机有一套从小到大的钻头。钻井时，先用小直径的“超前钻”钻孔，然后换大一点的逐步扩孔，最后用七点四米直径的钻头打出大井洞。钻头顶部是嵌刀用的刀盘。大钻头的刀盘，竖起来，有两、三层楼高，可以挡住高空行车的过道；躺下去，占地

四十四平方米，有近半个篮球场那么大。根据设计要求，大刀盘嵌刀用的锥形斜面，必须整块加工。那就得用八米以上的大立车。

当时，我厂没有这么大的立车。但是这个困难挡不住我们。老师傅们都说：大，并不可怕。大跃进年代，我们用“蚂蚁顶泰山”、“银丝转昆仑”这些土办法，解决了几百吨特大件的加工和起重问题，造出了万吨水压机；无产阶级文化大革命中，又用“群蚁围攻大件”的土办法，闯过了制造一百二十吨大转炉的重重难关。今天，我们只要进一步发扬这种精神，就一定能攻下大刀盘。这段回忆增强了大家的信心，围着图纸议论开了。有的同志说：“在现有条件下，制服刀盘的办法就要它变小。”怎样变小呢？把它肢解成几块，分别加工吗？不行。大刀盘是钻井洞的，几块合拼，接缝多，势必影响钻透力。这种机械分割的方案显然是不行的。但其中包含化整为零的思想，却从一个侧面启发了我们：整体是由它的一切局部构成的；能否从局部加工入手，从而达到整体加工的目的？我们仔细分析，从刀盘要焊二十四把刀的线索，发现整个锥体斜面只有嵌刀的一条条茎上的面需要平光，那么把加工件铸成由二十四条茎组成的锥形斜面，不是只要加工那二十四块长一米、宽二十公分的窄条斜面也可以了吗？这样，没有大立车，用土铣床也能稳稳地吃下它。

我们过去攻大部件，都是平面加工。用刀头是水平走向的土铣床加工，问题不难解决。可是，用水平走向的铣刀加工有一百五十度斜坡的大刀盘锥形斜面，工件就要斜放。但庞大的圆刀盘斜放，稳定性本来就差，再加上每切削一条茎，挪动一个角度，不仅精度上容易发生误差，而且很费工夫。有的同志出主意说：土铣床的刀头走向是“死”的，“四肢”却是“活”的。如果让大刀盘平躺地面，叫土铣床站成与刀盘斜坡一样的角度，不就同样能达到两者平行吗？大家连夜做了两只垫土铣床的三角铁架，使

机身倾斜十五度，让铣刀走向与斜面正好吻合在同一平面上，平稳地“爬坡”。

大刀盘虽能四平八稳地躺着，象等待理发师给它“修脸”，可是土铣床却围着它忙得不亦乐乎，爬完一个“山坡”，挪动一次位置，校调困难，影响精度，费工费时，又出现了类似前面的矛盾。这就提示我们注意到，单方面地着眼于机床的运动是不行的。从事物矛盾的对立面考察问题，要解决矛盾，不能让刀盘老是静止不动地躺着呀！于是，大家的思路又回到了刀盘上。诚然，前面那种挪动斜放刀盘的做法是不稳定、费劳力的，但刀盘本身动可使机床固定不动的这个有利之处，却是可取的，能否在目前刀盘平放、机床斜放的新基础上，让刀盘动得稳定些、省力些呢？工人老师傅和技术人员开动脑筋，在刀盘与地面平板之间加上弹簧子盘，以减少刀盘与平板的磨擦，又用钢丝绳穿过刀盘中心孔，挂在行车吊钩上，用行车牵着刀盘横向转动，土铣床固定地纵向爬动。这样，加工工艺经历了大刀盘从动到静再到动的迂回曲折过程，我们终于闯过了难关，快速优质地攻下了刀盘，在小设备加工特殊大部件的革新道路上前进了一步。

### 以变防变 平衡温差

大钻机主机中，有根长十米、直径近半米的大钻杆，外观是六角形，内孔是圆形。它的作用是带动一百五十多吨重的大钻头旋入地中，旋转要经受二十多吨扭力。

当时，我国还没有制造过这么大的异形钢管，国外又对我们实行技术封锁。我们分析了钻杆的性能、特点，拟定了在一根无缝钢管的周围复焊六块锰钢板的方案，决心闯出一条制造六方钻杆的新路来。

无缝钢管由高级合金钢制成，与锰钢板是两种性质不同的钢材。要使钻杆承受得了旋转时的巨大扭力，就必须把它焊得“天衣无缝”。但用一般的冷焊法，合金钢会产生较大的内应力，而锰钢板产生的内应力则小。两种钢材的内应力不平衡，就使焊接部位产生裂缝。内应力的产生是由于焊接部位与非焊接部位之间的温差造成的。要平衡温差，减小内应力，就得改冷焊为热焊，也就是让钢管预热，使非焊接部位温度变高后再进行焊接。

开始，我们从管口两端向中央喷燃煤气加热，裂缝虽避免了，钢管却出现了变形。原来煤气火焰短，烧不到钢管中部。烧红的两端受热膨胀，中间却仍保持原状，因而产生了新的不平衡。一位老师傅说：“如果在钢管中间塞进木炭，再在两头喷煤气，使木炭也燃烧起来，不就能使管子全身加热，防止变形了吗？”经试烧，果然达到钢管受热的平衡。可是，一波刚平一波又起。焊接后，钢管又发生了弯曲现象。经过分析，原来钢管全身加热后，钢度降低，容易下垂弯曲，电焊点的灼热造成了温差，对钢管受热变形，更是火上加油。变形是温差造成的，然而，焊接过程中，温差的存在总是绝对的，金属受热的平衡则是相对的。“世界上没有绝对地平衡发展的东西”。我们只能从不平衡中求取相对的平衡，从焊接点的变动中，保持钢管形状的相对不变。我们通过研究，决定打破孤立地集中一处连续焊的老办法，采取跳跃、对称、间隔焊接。这样，从各焊接点看，似乎仍产生灼热，发生温差，但由于焊接点是间隔和对称的，灼热就较均衡地分布在钢管全身，减少了温差，防止了变形。

为了保持跳跃、间隔、对称焊接顺利进行，我们又在钻杆外面装上两个大转圈，转圈下安两只滑轮，滑轮一转动，大转圈就带动转杆翻身了。这样焊一处，转动一下，真是又方便又省力。我们组织了十几条电焊枪，从不同方位对称焊接。弧光闪闪，焊

星飞溅，经过两个多星期的连续战斗，六方钻杆终于焊接成功了。它在大钻机上所经受的扭力，超过了设计标准。

### 择长避短 土洋并举

大刀盘和大钻杆造出后，我们又土洋并举，迎战大钻机关键部件——大型圆锥齿轮。这齿轮形状象一把尚未撑足的伞，所以也称伞齿轮。大钻机的电动机就是通过它带动转杆。因此加工质量要求特别高，二米多直径外圆上的八十四齿的周节，只允许一丝误差。

通常，伞齿轮由专用刨齿机加工。这个特大型伞齿轮，就非得用更大的刨齿机才能加工。这种条件我们没有，有的只是土办法，那就是用土铣床加工。有人认为：土办法是应急之法，土铣床结构简单，精度差，只能切削毛坯之类的粗家伙，加工工艺复杂、精度要求高的伞齿轮，恐怕行不通。其实，这只看了问题的一面。土机床结构简单，虽有精度不高的短处，但它能灵活搬动，可以爬在大工件背上加工，也可以钻进大工件腹中加工，具有“以小攻大”的优势。某些洋专用机床，精密度是高些，但在这个优越性中又存在着一定的局限性：由于它要保持一定的精度，结构搞得很复杂，机床底脚又是固定不动的，加工大部件只能呆板地“以大对大”。这样，尽管它精度再高，在以小攻大的特点上，并不能比土设备高出一筹。这里，土设备的长处恰是洋设备的短处。可见土办法含有先进因素，洋办法也含有落后因素，两者之间的差别不是绝对的。因此，一味迷信、依赖洋东西是不行的；同样，提倡土法上马，也不是一概排斥洋东西，而要实行土洋结合。

要解决加工伞齿精度问题，首先必须分齿均匀。用洋设备

的话，只要把伞齿放在刨齿机的分度盘上就能均匀分齿。但土铣床没有分度盘，而采取人工分齿，每齿若有半丝之差，综合起来，就相差一大截了。能否发挥洋机器“精”的长处，弥补土机器“粗”的短处呢？有的同志提出，我们没有大型刨齿机，但可以利用一台正在改装的大型滚齿机的分度盘分齿，同时将土铣床俯在大伞齿上铣齿，不就能土洋结合攻下“大”与“精”的难关了吗？

然而，土机床与分度盘是互为分离、没有内在联系的两部机器，不能象刨齿机那样自动地刨出形状复杂多变的伞齿。两部相应分离的机器能否组成统一的整体？这里，单依赖于设备本身的条件是不够了，还得发挥人的主观能动作用。齿轮工人胸有成竹地说，刨齿机能够正确地自动刨出复杂的齿形也是按照人事先根据计算所制成的模板进行的；现在没有完整的机器，但我们有计算经验，也能解决。经仔细计算，按伞齿大小头的比例分别使土机床铣刀作水平移动，分度盘作圆周运动，统一了原来没有联系的两部机器，又按齿边的弧形要求特制了一把指形铣刀，解决了齿形问题。加工中采取毛刀一次完毕的大刀量切削法，又快又好地夺下了这只大型伞齿轮。经检验完全符合质量标准。

我们重型机械制造战线，是经常同工业设备中的大家伙打交道的。大钻机的胜利会战，又一次显示了群众创造的用小机床战胜庞然大物的土办法的无比威力。我们还要进一步发扬这种精神，不断地创造土办法，发展土办法，土洋并举创奇迹。

## 小设备铸造大钢锭

上海第五钢铁厂第二电炉车间

随着工业生产的发展，要求生产三十万瓩以上的汽轮发电机。生产这种大型汽轮发电机，需要六十吨大钢锭作制造转子的材料，而这种钢材质量要求很高，一般用电炉冶炼比较有保证。过去，我们曾提出过铸造大钢锭的建议。但是，在刘少奇修正主义路线干扰下，受到资产阶级技术“权威”百般阻挠，以设备小、条件差为借口，一刀砍掉了大钢锭的生产任务。这样，只好以高昂代价进口转子。无产阶级文化大革命摧垮了刘少奇一伙推行的“奴隶主义”、“爬行主义”工业路线，我们车间的广大工人，在无产阶级文化大革命的推动下，运用毛主席光辉的哲学思想，发扬敢想、敢干的大无畏精神，用现有的小电炉、小钢包、小行车成功地铸造了六十吨的大钢锭，为发展我国大型机器制造业贡献了一份力量。

### 小电炉是怎样熔炼六十吨钢水的？

我们车间的电炉公称容量十吨，实际可装二十五吨。但是，冶炼六十吨的大钢锭，需要炉子装六十吨以上的料。炉子的小容量与所要装料的大分量是一对矛盾。如何解决这对矛盾？

我们学习了毛主席的教导：“客观事物中矛盾着的诸方面的统一或同一性，本来不是死的、凝固的，而是生动的、有条件的、

可变动的、暂时的、相对的东西，一切矛盾都依一定条件向它们的反面转化着。”大和小、多和少是相对的，在一定的条件下可以相互转化。一只炉子的装料量是少的，几只炉子的容量加起来就可以集少成多。六十多吨的钢水，看来得用三只炉子同时熔炼才行。但是，经过讨论分析，用三只电炉炼一根钢锭，不仅在操作上会带来许多麻烦，而且也不符合“多快好省”的原则。那么能不能挖掘小电炉的潜力、扩大单个炉子的容量，用两只电炉熔炼六十多吨的钢水呢？我们对炉壳的结构及其在熔炼过程中的变化情况进行了具体的研究，发现炉子的容积并不是固定不变的。在熔炼过程中，由于高温的钢水和钢渣对炉衬的腐蚀、冲刷，炉墙就逐渐由厚变薄，炉膛逐渐扩大，炉子的容量也就随着炉子使用期的延长而增加。计算结果表明，采用后期炉龄的炉子，可以增加装炉量百分之二十以上。如果再适当改装炉门，还可以进一步提高装炉量。这样，我们就使“小电炉”转化为“大电炉”，用两只小电炉便可解决装料问题。

任何事物都是一分为二的。选用两只后期炉龄的炉子装料问题虽然解决了，却也对钢水的熔炼带来一些不利因素。第一，后期炉子，由于炉膛较大，就容易引起钢水成分不均匀、温度不均匀、沸腾不均匀；第二，后期炉子的炉衬容易为钢水和钢渣所侵蚀而混入钢水之中，使钢渣性能变差。这对钢的质量影响较大；第三，后期炉子，由于炉墙较薄，容易发生穿钢事故。

毛主席教导我们：“在一定的条件下，坏的东西可以引出好的结果，好的东西也可以引出坏的结果。”为了克服上述不利因素，我们充分发挥人的主观能动性，依靠集体的智慧，针对各种不利因素，采取相应的措施，逐个加以解决。后期炉子炉膛大，钢水的成分、温度和沸腾不均匀，我们就散加料、少加料、勤加料，多观察、多测温、多搅拌；后期炉子的炉衬易被钢水和钢渣冲

刷到钢水中使钢渣性能变差，我们就多换渣、多扒渣；炉壁薄容易发生穿钢事故，我们就在炼钢前的补炉工作中做到快补、热补、薄补，使炉壁补得牢又牢。这些措施上去后，胜利地解决了钢水熔炼问题。

### 小钢包是怎样浇注大钢锭的？

钢水炼出来了要浇注。可是，我们车间里的钢包容量，最大的只不过三十来吨，这与要容纳钢水的吨位又是一个矛盾。同志们说，钢水是“分炉合炼”的，我们浇钢也来个“分包合注”，即同时使用两只钢包容纳钢水，将六十多吨钢水一次浇注到一只模子中去。不过，把两只钢包中的钢水同时合注到一只模子中去，可不象倒两瓶水那么简单。为了解决这个难题，我们在浇注前认真总结了以往浇钢的实践经验，发动群众反复分析研究了使用两只钢包合注的特点，对浇注过程中可能遇到的种种问题都作了充分的估计，制定了相应的解决办法。两包合注，首先必须保证两包钢水浇注时的温度基本相同，否则钢水浇入模子会导致钢锭成分不均匀，影响钢锭的质量；其次，两只钢包浇注一根钢锭，必须连续浇注，断流会使浇成的钢锭产生象腰带一样的截痕，以致造成整根钢锭报废。针对这个“同温”、“连续”浇注的要求，我们采取了“控制温差”和设置“中间包子”的办法。所谓“控制温差”，就是使两炉钢水出钢时保持一定的温差，使第二只钢包中钢水的温度比第一只钢包中钢水的温度略高一点，经过镇静，当第一只钢包中的钢水即将浇完时，两包钢水达到同温。所谓“中间包子”，就是在模子上再安放一只小钢包，使其起承接两包钢水的作用，以便控制流速，达到不断流的目的。

“同温”、“连续”注意到了，是不是浇注大钢锭就没有问题

了？不是的。毛主席指出：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。”事物既有它的普遍性，又有它的特殊性。炼钢也是如此。我们从多年来的浇钢操作实践中认识到，浇注大钢锭与浇注小钢锭是不一样的，它们有各自不同的特点。小钢锭是采用高温浇注的，而大钢锭必须采用低温浇注。因为如果采用高温浇注大钢锭，就会造成大钢锭内部成份不均匀，产生纵向裂纹，严重影响钢锭质量。但是，低温浇注必须快速进行，否则容易使流口结住，给钢锭表面造成夹渣和皱纹，也会影响钢锭质量。我们抓住了“同温”、“连续”、“低温”、“快速”这四个环节，并以严格的科学态度进行了现场试验，终于摸出浇注大钢锭的规律，顺利地用小钢包浇注了六十吨大钢锭。

### 小行车是怎样给大钢锭脱模、起吊的？

浇注这道工序完成以后，又遇到了小行车如何吊大钢锭的困难。我们车间里的行车负重量是五十吨，而六十吨的大钢锭加上模子的重量有一百二十吨。没有大的起重行车，怎么给大钢锭脱模、起吊呢？

毛主席教导说：“打仗只能一仗一仗地打，敌人只能一部分一部分地消灭。”“这叫做各个解决，军事书上叫做各个击破。”毛主席的话使我们受到极大的启发。钢锭模通常是由帽口、模身和模底三个部分组成的。用化整为零的方法，不就能使钢锭模整体的“重”，转化为局部的“轻”了吗？六十吨钢锭模的帽口约占整个模子重量的六分之一（十吨左右），钢锭脱模时，可用行车先把帽口吊走，这能够减轻行车十吨的负荷量。钢锭模的模身约占整个模子重量的六分之五，即五十吨左右，是否可以将它设计成两段，再进一步减轻行车的负荷量？经过小型模具的试验，

证明将模身分作两段是能够确保钢锭质量的。于是我们就将模身设计成重量为十五吨和三十五吨的上下两段，钢锭脱模时可用行车把模身的上段单独吊走，从而又减轻行车十五吨的负荷量。这样一来，原先要行车起吊总重量为一百二十吨的钢锭和钢锭模，现在只需要来吊九十五吨的重量就行了。但是，九十五吨的重量，五十吨的行车也是无法吊动的。怎么办？同志们提出，既然钢锭模可以用“化整为零”的方法，使它整体的“重”化为局部的“轻”，那么，为什么我们不可以用“化零为整”的方法，用两台行车一起来抬？就这样，我们运用毛主席关于“各个解决”、“各个击破”的光辉思想，使小行车转变成大行车，十分稳当地解决了六十吨大钢锭的脱模、起吊问题。

六十吨大钢锭的铸造成功，使我们深切地感到，在毛主席革命路线指引下，运用唯物辩证法指导实践，什么奇迹也可以创造出来。我们决心在深入开展批林批孔运动中，进一步学习马列著作和毛主席著作，努力掌握唯物辩证法，提高路线斗争觉悟，为社会主义革命和社会主义建设多炼钢、炼好钢。

## 能源问题

# 评“能源枯竭”论

袁任平

一个时期以来，资本主义世界为“能源危机”问题闹得惶惶不安。他们的报刊连连惊呼：能源短缺是一种“不治之症”，技术文明已经发展到了“极限”，人类将因“能源枯竭”重返穴居野处的“原始社会”。

“能源危机”是资本主义制度已经“枯竭”的反映，这确实是它的“不治之症”。但是，自然界的能源却永远也不会枯竭，人类对能源的认识和利用也永远不会有极限。

所谓能源，无非是可以产生出供人们利用的能量的物质。普天之下，都是物质；凡是物质，总在运动，也总是具有能量。因此，举凡自然界的一切物质，其实都是能源。物质不灭，可以利用的能源无穷。当然，物质具体运动形态的不同，利用的条件也有差别。有一些，如煤和石油，人们已经在认识和利用，自在之物转化成了为我之物；有一些，如原子能、太阳能，人们正在认识和利用，正处在转化成为我之物的过程之中；至于有待于认识和利用的能源，则更是无限丰富、多样的。

人类对能源的认识和利用也是无限的。所谓利用能源，无非是促成自然界里各种物质运动形态向有利于人的方向转化。在古代，人力是最主要的能源。以后，人们逐步学会了利用风力、水力、畜力等自然力，特别是学会了用火以后，木头、煤炭、天

然气以至石油的作用越来越重要了。随着机器和大工业的发展，人们还发明了蒸汽机、内燃机、发电机、电动机等动力机械，实现了热能、机械能、电能的相互转化。二十世纪以来，现代科学技术的发展，又使人们有可能大规模利用原子能、太阳能、地热能……，为能源的利用开拓了更为广阔的前景。随着社会实践的发展，人类对能源的认识和利用，不但越来越广泛，而且也越来越充分，使同一种能源释放出越来越多的能量。以水为例，古代洪水为患，人类是水的奴隶。以后发明了水力连磨、水力筒车、水力纺车以至水力鼓风等机械设备，实现了从一种机械运动到另一种机械运动的转化，水力成了重要的能源。二十世纪出现的大型水电站，把这种转化大大向前推进了一步。但是，目前人们利用水力这个能源得到的能量，仍然微乎其微。据估计，地球上大约有  $10^{18}$  立方米海水，每一立方米海水中含有三克氘，这些氘聚变所产生的能量，大致相当于  $3 \times 10^{20}$  立方公升汽油燃烧所产生的能量，即使人类对能源的需要立即增加一万倍，也足够用上一亿年。这样，在人工受控热核反应成功以后，浩瀚的海水就将成为人类世世代代取之不尽的能源。人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。人类对能源的认识和利用，也永远不会停止在一个水平上。

那末，这是不是说，在认识和利用能源这个问题上，就没有矛盾了呢？不是。包括能源在内的一切自然资源，能不能得到合理的开发和利用，从根本上说，是被一定的社会制度决定的。煤炭和石油，远在一、二千年前就被发现了，但是由于封建制度的束缚，却长期得不到利用。资本主义大工业出现以后，煤炭成了“工业的粮食”，资产阶级掠夺“黑色的金子”的斗争也就愈演愈烈，旧中国的煤矿，几乎没有一个没有留下资本主义掠夺的创伤。随着更加有利可图的石油的大量开发和利用，在垄断资

产阶级的眼里，煤炭就逐渐失去了光辉，资本主义世界的煤炭工业也就普遍衰落下去。世界上油页岩、油沙的蕴藏量，比天然石油丰富得多，从中提炼石油的技术也早已解决，只是因为不象开采石油那样容易获利，才得不到应有的开发。在资本主义制度下，能源的开发和利用同一切事情一样，都以利润的高低为转移，“生产剩余价值或赚钱，是这个生产方式的绝对规律。”因为石油在经济上和战略上的重要性，谁抢到更多的石油，谁就能获取高额利润，垄断资本家就你争我夺，竞相盲目地滥开油井，结果不仅浪费了大量财力物力，而且迅速地消耗了油田中水和天然气的压力，降低了石油的产量。直到现在，美国的石油开采率还停留在35%以下，换句话说，每开采一吨石油，就有两吨废弃在地下。使用方面的浪费，更是触目惊心。主要资本主义国家的石油消耗中，有很大一部分是为资产阶级穷奢极欲的“生活”需要浪费掉的，超级大国为扩军备战而浪费的石油，数量更大。世界上最大的石油消费国美国报刊供认，美国的能源消耗中有50%是浪费掉的。

目前，在一些主要资本主义国家里，确实发生了严重的“能源危机”流行病。难道他们的石油、煤炭都已开采净尽了吗？根本不是。叫嚷能源危机的那些主要资本主义国家的石油、煤炭资源，根据最保守的估计，也足够他们用上一千年。能源那样丰富，开发和利用能源的技术条件也完全具备，却又因能源的匮乏而工厂纷纷关闭，汽车成批停开，股票猛烈下跌，物价扶摇直上，社会动荡不安。这就充分说明，所谓“能源危机”，实际上是资本主义制度的危机，是资本主义制度日薄西山，人命危浅，朝不虑夕的又一大暴露。

“项庄舞剑，意在沛公。”从历史上看，垄断资产阶级鼓吹“能源枯竭”论从来都是他们向外扩张掠夺的先导。第一次世界大

战后，美国垄断资产阶级曾经以“正在用尽国内石油蕴藏”为前奏，先后打进拉丁美洲最大的产油国委内瑞拉和世界石油宝库中东。第二次世界大战后，美国垄断资本的手伸得更长，他们从海外石油工业投资中所攫取的直接利润，就相当于投资总额的三点八倍，其中，90%来自第三世界。另一个掠夺石油的超级大国苏修，自己有大量的石油不开采，却利用资本主义世界的石油危机，穷凶极恶地逼迫阿拉伯国家按低价用石油偿还他们的军火债款，转手倒卖，大发横财。因此，对苏美两霸带头鼓吹“能源枯竭”论的不可告人的险恶用心，各国人民必须保持清醒的头脑，进行针锋相对的斗争。

“国家要独立，民族要解放，人民要革命”的历史潮流是不可阻挡的。社会帝国主义、帝国主义任意欺侮各国人民的时代已经一去不复返了。近几年来，觉醒了的阿拉伯人民拿起了石油武器，向帝国主义进行了坚决斗争。这个行动好得很。它充分表明，只要第三世界各国人民团结起来，开展反帝反霸斗争，就能不断地取得新的胜利。

包括能源在内的一切自然资源，只有在劳动人民真正掌握了自己的命运的时候，才能得到充分的开发和合理的利用。过去，帝国主义的御用学者不是硬给我们戴上过“中国贫油”的帽子，帝国主义、特别是社会帝国主义不是都曾企图用石油来卡我们的脖子吗？曾几何时，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，中国工人阶级坚持独立自主、自力更生的方针，不到三年的时间，高速度建成了大庆油田，把“中国贫油”的帽子远远地丢进了太平洋。“沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春”。陷在重重危机中不能自拔的资本主义制度，正日益走近他们的坟墓。无产阶级和革命人民将在埋葬一切剥削制度的斗争中，为改造社会、改造自然开拓无限美好的光辉前程。

# 向太阳要更多的能量

## ——伞形太阳灶调查

本刊记者

在批林批孔运动推动下，上海无线电十五厂与有关单位共同协作，试制成功 1400 和 1600 毫米直径的伞形太阳灶，经试用，在光线较好的情况下，一斤米约 15 分钟就可煮熟。适于日照较长的广大农村和野外工作地区使用，目前已小批生产。

据计算，平均每天从太阳到达地面的能量约为 80 万亿瓦，现在全世界的发电总量还不及它的百万分之一。世界各国都在研究对这个巨大能源的利用。太阳灶也是一种尝试，它利用凹面镜反光聚焦的简单原理来获得烧煮的热量。但过去，由于太阳灶受材料和工艺的限制，造价较高。修正主义企业路线以此为借口，不支持这一新生事物。无产阶级文化大革命中，批判了修正主义企业路线，重新研究，从反光材料的选择和聚焦形状的加工两个方面进行了革新，使太阳灶获得了新生。

传统的反光材料是在玻璃上镀一层银。银是贵重金属，玻璃则笨重易碎，不便使用，造价又高，很难推广。另一种国外较多采用的电刨光阳极氧化铝板，也因工艺复杂、用铝较多而阻塞了推广的道路。不过，这两种材料并不是彼此孤立地被人们选择出来的。从玻璃镜到铝板也是一种发展。从质的方面看，以铝代银，造价低了。铝板直接反光，又摆脱了笨重易碎的玻璃。但是，玻璃镜上的银只有极薄的一层，铝板却是厚厚的一块，反

光性能比前者差，电刨光阳极氧化工艺也比镀银复杂，因此，质上降低了的造价又从量上有所回升。可见，铝板仅仅避免了玻璃镜的缺点，却没有摆脱自己的缺点。要解决这个问题，就要使铝板尽量薄，反光面工艺成本尽量低。

根据这个认识，他们便试用铝箔（即锡纸），但没用多久，便因表面出现氧化膜而发暗，降低了反光效果。这暴露了旧质向新质转化需要解决的主要矛盾——在不进行电刨光阳极氧化条件下，如何防止铝的氧化？铝的氧化反应是铝和空气的矛盾运动。“矛盾的双方，依据一定的条件，各向着其相反的方面转化。”一旦氧化反应的直接结果——氧化膜形成之后，铝和空气就被隔绝开来，氧化反应也就停止了，从氧化反应产生出来的氧化膜反而成了防止氧化的铝的保护层。如果使这层保护层变得透明，矛盾不就解决了吗？玻璃镜其实就是这种思想的产物。银在空气中也要氧化的，但它镀在玻璃上后，透明的玻璃既防止了它的氧化又不影响反光效果。如果象玻璃镀银那样，把铝也镀到一种轻便牢固的透明塑料上，用铝就薄了，工艺成本也低了，并且避免了玻璃笨重易碎的弱点。

但是，实验表明，能选择的各种塑料都不如玻璃的透明度高，达不到使用要求。塑料同玻璃因不同的物质成份而有不同的透明度，这是它们的个性。个性中寓存着共性。这些透明物质遵循的共同规律是：形体愈薄，透明度愈高。一种有较高透明度的极薄的塑料终于在糖果包装纸的商标中发现了，在金光闪闪的商标上有层涤纶薄膜，薄到头发丝的 $1/5$ 。在真空条件下把铝变成蒸汽镀到涤纶薄膜上，这就是上无十五厂等单位选用的新材料——涤纶镀铝薄膜，它造价低，反光好，既轻又牢，吸取了两种旧材料的长处而避免了其短处。

反光的目的是为了聚焦。聚焦性能决定于反射面的几何形

状。太阳灶犹如一把倒置撑开的雨伞。对于这个凹如伞面的反射面，国外是按照理想抛物面来加工的，即在每块面积上都有两个沿着伞周和伞骨方向伸展的弧度，这对于实际加工是很困难的，也相应提高了产品的成本，是太阳灶难以推广的又一原因。

要降低工艺难度，必须在每块面积上只保持一个方向的弧度，而对另一弧度进行改造，把理想抛物面变成非理想抛物面。这样做单从理论角度看是有问题的，因为破坏了理想抛物面就要降低聚光性能，影响使用效率。但从实际需要来看，情况就不一样了。理想抛物面的最大优点是热量的高度集中。但是这个热量高度集中的焦点在实际中是不能用的，不仅对锅底有危害，而且锅里还会产生“中间一团焦饭，四周还是生米”的现象。因此，锅必须往下放一点，利用焦点下面一个热量稍为分散的光团。这实际是对理想抛物面的否定。

“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。从实际需要出发，应当把理想抛物面变成非理想抛物面，从获得一个热量高度集中的光点变为一个热量稍为分散的光团。但是，在舍弃理想抛物面一个方向弧度的过程中，简单地把一条曲线变成直线、曲面变成平面也是不行的。因为这样一来，剩下的一个弧度就只能聚出一条光线，而非理想抛物面的目的是获得一个光团。所以，对这条要改造的弧度必须舍中有取、取中有舍、曲中有直、直中有曲，把一条光线压缩为一个光团，聚而不拢，分而不散。实际上，直与曲并无绝对的界线，圆的周长和面积，就是人们利用圆和多边形的关系求出来的，这就是我国晋魏时期的数学家刘徽提出的“割圆术”。而理想抛物面沿伞周方向伸展的弧也是一个圆，也可以用多边形的办法分割它。工人同志把伞面分成 32 或 48 等分来加工，每块保留伞骨方向的弧度，在伞周方向则是

(下转第 96 页)

# 余 热 利 用

上海第二钢铁厂革命委员会

我厂轧钢过程中产生的大量余热，过去基本上都白白跑掉了。一九六八年，在毛主席革命路线指引下，我厂掀起了余热利用的群众运动，经过几年来和兄弟单位的共同努力，余热利用的范围越来越广，既节约了大量燃料，又促进了生产和技术革新。

## (一)

轧钢生产中的余热要在变成蒸气以后，才能利用。这就需要在那些余热比较集中的地方装上通水的蒸发管。

烘坯炉里烧过的煤渣，是余热比较多的一个地方，我们就决定在炉渣槽里试装蒸发管。可是，渣槽里的渣块很大，又互相交错堆在一起，要捣碎了才能清理出去，这本来就比较麻烦，现在中间又多出一排管子，碍手碍脚的，清渣更加不方便。而且余热都被大渣块包在渣芯里，散发很慢，蒸发管里的水就不易蒸发，余热利用率很低。看来，如果不把渣块由大变小，清渣操作和余热利用都有困难。为此，我们对煤渣的产生过程进行了仔细观察，发现同是一炉所生的渣块，却有大小之分，软硬之别，而且这种差别有规律性——渣块的体积和强度越往下层越小。原来，最先掉下来的煤渣，由于渣槽温度较低，热量散发快，结块就小，也比较酥松。随着煤渣的不断增加，渣槽温度越来越高，渣块也

就越结越大，越结越硬。渣块大是由热量积存所造成的。这说明余热利用与清渣操作既有互相对立的一面，又有互相依存的一面。弄清了这个问题，我们就把蒸发管从煤渣中间改装在煤渣上边，使温度很高的红渣先落到蒸发管上，冷热相触，余热很快被管中的水吸收了，块渣就变成了碎渣，既充分利用了余热，又有利于清渣，一举两得。

炉底清渣速度的加快，促进了炉内的燃烧。火烧得旺，烟就冒得多，被烟气带走的余热及煤灰也随之增多。要进一步利用余热，必须在烟道里也装蒸发管。但水管一装，烟气流通的截面就缩小了，使自然通风受到影响；没有足够的通风量，煤就不能充分燃烧，热量损失就更大了。为了解决这个矛盾，我们曾经设想搞副烟道，但场地条件不允许。怎么办呢？我们想，冷热空气的自然流通和任何物质运动一样，都存在于时间和空间之中，烟道中冷热空气的对流运动不但受到烟道空间截面大小的影响，还要受到流动速度快慢的影响。烟道里装蒸发管，空间变小，虽然会影响烟气的流通量，如果设法使烟气的流动速度加快，空间上的损失从时间上来弥补，通风量不是可以重新由小变大吗？我们的烟道不能向下发展，却能向上发展，不能加宽，却能加高。经过计算，我们把烟道加到一定高度，有条件的还装上引风机，终于使自然通风满足了燃烧的需要，烟道里的余热被利用起来了。

但事情并没有到此完结。过了些时候，烟道蒸发管产生的蒸气日益减少。原来，烟道里的烟气经过蒸发管时，由于热量被吸收，温度降低了，有的煤灰就落在蒸发管上，越积越厚，影响了蒸发管的吸热。但不利因素和有利因素总是互为依存的，温度降低虽然不利于余热利用，却给我们过去一直没有解决好的烟道除尘问题创造了条件。过去，我们几次在烟道里安装除尘器，都因温度太高，用不了几天就坏了。现在温度降低正是安装除

尘器的有利条件，我们就在蒸发管附近装上了除尘器。这样，不但使蒸发管的吸热效果加强，促进了余热利用，每月还能回收一千余吨煤灰，化害为利。

## (二)

炉渣、烟道的余热利用取得成功以后，我们又向热量最多的炉膛进军。这里钢坯进进出出，不宜装蒸发管，我们就准备利用炉膛里原有的一排纵横相接的冷却水管。动手以后，却是矛盾重重，“现成饭”并不好吃。

本来的冷却水是一头进一头出，直来直去。现在要利用这份余热，就要把完成了冷却任务的汽、水混合体先引进一根上升管，利用汽、水比重不同的原理，使汽向上跑，进入汽包备用；水往下流，经过下降管重新回到炉内的纵横水管，形成自然循环。要形成这种自然循环，炉内的纵横水管最好必须倾斜放，以便使汽定向流动，保证水的循环。但轧钢操作却要求水管平放，因为钢坯要架在管子上排着队向前推进，如果管子斜放，钢坯就要发生折叠、挤压，造成变形。一个要平放，一个要斜放，这个尖锐的矛盾怎样解决？我们从平时的上下楼梯中受到启示：楼梯，从整体看是个大斜坡，但是每个梯阶又都是个小平台，斜中有平，平中寓斜。这说明斜与平也是对立的统一。根据这个道理，我们在下降管和纵横水管中间加了个向下弯的U形管，使完成了一次冷却的水先下降一下再上来，经过平放的纵横水管，再进到上升管。这样，管里蒸汽只能前进，不会再干扰水的自然循环了。

但是，这种自然循环没用多长时间就越来越不“自然”了，经过检查，是炉内管子漏汽了。蒸汽压力并不算大，怎么能把那么厚的钢管顶破？原来，汽和水在平放的管子里会分层，汽在上层

走，水在下层流，漏洞就出在上层。因为汽温比水高，导热性比水差，上层管壁受的热不能及时送走，“淤积”的热量就把管子烧红变软了。蒸汽不断膨胀，烧红了的钢管就变形、破裂。汽轻水重，似乎不让汽、水分层是不行的。然而，“一切对立的成份都是这样，因一定的条件，一面互相对立，一面又互相联结、互相贯通、互相渗透、互相依赖，这种性质，叫做同一性。”在一定条件下，水能变成汽，汽也能变成水，汽和水“隔着墙是两家，拆了墙就是一家”。怎样才能拆掉这堵“墙”？我们在检查漏汽过程中发现：漏洞都出在横水管上，纵水管却没有。这是什么道理呢？原来，纵管细，流速快，汽、水混杂，来不及分层。横水管粗，流速慢，汽、水就有时间“分家”。能不能把横管也换成细的呢？不行。钢坯重量主要压在横水管上，以细代粗经不住压。怎么办？有位老师傅说：“粗中有细，这句口头语，能不能用在这个难题上？”大伙仔细一琢磨，感到有道理，都说：“对！咱们就来它个‘粗中有细’。”我们就在通水的粗管中间加进一根不通水的细管，使粗管里的截面变细，这既加大了粗管的强度，又加快了水的流速。这个“双管齐下”的办法倒真灵，一下子就攻克了汽、水分层的难关。这样一来，不但利用了炉内的余热，而且提高了产品的质量。过去，用冷水冷却，温差过大，钢坯要产生黑斑，影响质量。现在，汽包里流下来的是热水，温差缩小，黑斑消失了。

可是，当我们把这个方法引伸到炉外的冷却场时，却碰了钉子。过去为了加速冷却过程，是往钢上浇自来水，弄得车间雾汽腾腾，对面不见人，恶化了工作条件。现在，我们在红钢上面装上一排水管，同炉内的自然循环合用一只汽包，从而形成冷却场的自然循环，以便吸收红钢的辐射热。两套装置的构造及水的流向虽然都完全一致，但炉内的自然循环顺顺当当，炉外的自然循环却别别扭扭。原来，炉内循环水的流向同钢坯的走向一致，

历经预热段、加热段、均热段，温度是由低变高，水由多变少，汽由少变多，比重由大变小，促进了自然循环。炉外循环水的流向虽然也同钢坯的走向一致，但出炉的钢坯却和炉内正好相反，是由热到冷。这样一来，水、汽就发生了与炉内完全相反的变化，汽由多变少，水由少变多，阻力越来越大，破坏了自然循环。当我们把冷却场内循环水的流向倒过来，同炉内的水反向而流，便取得了相反相成的效果。

### (三)

随着余热的充分利用，产生的蒸汽日益增多，我厂用不完，就送到周围的兄弟厂。谁知蒸汽送了过去，矛盾也跟了过去。

我们轧钢机有时要检修，有时要轧低温钢，每当这时，炉温下降，蒸汽压力不足，造成断汽。我们断汽，人家就得停产，给兄弟厂造成很大困难。我们就同兄弟厂一块，根据供汽和用汽双方具体情况，对生产做了线性规划，全盘考虑，灵活调度，矛盾不那么尖锐了。但是，矛盾小了，不等于没了。我厂同兄弟厂的生产毕竟各有特殊性，用汽和供汽的步子要完全一致是不可能的，天长日久，小矛盾积累起来还是个大矛盾。刨树要刨根，治病要治本，我们对用汽和供汽的矛盾又进行反复的调查研究，发现我厂的几台加热炉同兄弟厂都是“单线联系”，“互不通汽”。各厂用汽有多有少，我厂炉子检修也有先有后，这就造成有的厂断汽，有的厂余汽；即便同一个厂，也有时断汽，有时余汽。我们就把各路蒸汽“串通一气”，集中管理。各兄弟厂也根据不同需要量，灵活调配。这样，断汽的矛盾基本上得到解决。

断汽问题解决后，又出现了“短”汽的问题。冬天气温下降，各厂用汽量增加，就经常发生蒸汽供不应求的现象。我们把供

汽总量与用汽总量进行了比较，发现不是不足，而且有余。这说明用汽有问题。原来，我们把各路蒸汽用一套系统集中输送出来，虽然自己方便，却对兄弟厂用汽不利。因为同一种压力的送汽系统用到生产上虽然恰到好处，用到生活设备上就用不了，到处冒汽，汽就是从这里浪费的。于是，我们就把一套供汽系统改成生产用和生活用两套系统，“短”汽的问题也就解决了。

一九六八年以来，在兄弟厂的支持、配合下，经过几年的努力，我厂余热蒸汽已经可以供应二十三个单位使用，这些单位的用煤就省下来了。初步统计，每年能够节煤四万余吨，回收煤烟灰一万余吨，并且基本上消除了烟尘对周围环境的污染，改善了厂区的工作条件，对产品的质量和产量的提高也起了一定的作用。这充分说明，余热利用，大有可为。

---

(上接第 90 页)

平板。在这些小平板并成伞形之后，沿着伞周方向又出现了一个似弧非弧、曲中有直、直中有曲的近似弧度，既满足了使用要求，又减少了加工困难。推广太阳灶的又一个困难也被克服了。

当然，人们对任何具体能源的利用都是有条件的，太阳灶也不例外。比如，它的使用还受到时间、地点、气候的限制；它的构造目前也还有不足之处。但我国幅员辽阔，接受太阳能约为 12000 亿瓦，相当于 10 万个发电量为 1200 万瓦的发电站总和，而且，许多地区日照时间很长，利用太阳能的条件很好，从这点来看，推广太阳灶有着广阔的前途，它的出现值得重视，现在它本身表现出来的某些局限性也只有在普及推广中才能逐步解决，也一定能够解决。

## 用烧煤的锅炉烧油也能低耗

蔡方 汪殿

在我国石油工业迅猛发展的情况下，望亭发电厂决定用原来烧煤的电站锅炉烧油，以充分利用我国丰富的石油资源。可是，在一段时期内，炉子老是冒出温高达二百多度的黑烟，油耗（油耗按发热量换算成煤耗）显著上升。在不到九个月的时间，就多耗了五千吨煤。

这多耗的五千吨煤在厂内引起了两种思想的斗争。有人说：“烧煤的炉子烧油总归要多耗，要低耗就得改造锅炉”。绝大多数同志不同意这种无所作为的观点，他们认真总结了前九个月的经验教训，认识到油耗高的主要原因，是简单地把烧煤的经验直接搬到烧油过程中来，对烧煤的锅炉在烧油时出现的矛盾特殊性缺乏认识。在厂党委的统一领导下，全厂掀起了摸索烧油规律的群众运动，决心在最后三个月内把多耗的五千吨煤重新夺回来。

烧煤的炉子烧油是个新事物，其矛盾特殊性各个侧面的暴露需要一个过程，人们对它的认识也有一个过程。问题在于缩短这个过程，及早掌握事物的规律性。有个司炉工看到家里烧饭的小火油炉联想到厂里烧油的大锅炉，提出是否可以通过这个小炉子来认识那个大炉子？这个想法启发了大家，就七嘴八舌地议论开了。火油炉有新、老两种。老式火力弱、耗油多；新式火力旺、耗油少。火油炉从老式向新式的演变，体现了人们在

日常生活中对烧油规律认识的发展。在配风方面，新老火油炉都是通过热空气上升、冷空气补充的自然流通来维持自己燃烧所需的风量，在风量大小方面看不出新式比老式有什么变化。但是，在冷热空气的交界处，新式比老式多装了一个布满风孔的调风罩。配风的全部奥妙就体现在这只调风罩上：拿掉它，火力就由旺变弱，油耗由少变多；装上它，火力就由弱变旺，油耗就由多变少。原来，油在燃烧时呈雾化状态，油滴间的距离是很小的，这增加了风、油的混合困难。如果混合不好，风量再充足也发挥不了作用。所以，作为支配烧油过程的主要矛盾并不是风量的大小，而是风、油混合效果的高低。

抓住风、油混合这个要害再回过头研究大锅炉，症结所在很快就找到了。原来，锅炉烧煤时，风伴着煤粉一起从风道里吹入炉膛，风的运动是直线的。改成烧油后，风道里装上油枪，油枪喷出来的油是旋转的。直线运动的风无法均匀、稳定地混入旋转运动的油雾之中，这是大锅炉烧油燃烧不充分的主要原因。

消除风、油运动形式上的差别有两种办法。一是把旋转的油变成直线运动。但油的雾化主要是靠旋转过程中的离心力作用，不旋不成雾，行不通。再就是把直线运动的风变成旋转运动，但这要改动锅炉供风结构，不符合一炉两用的要求。能不能在不触动锅炉结构的前提下改变风的运动形式呢？工人同志经过具体分析认识到，油的旋转是油枪的作用，它造成了油和风在运动形式上的矛盾。但事物都是一分为二的。造成矛盾的油枪也为解决矛盾提供了条件：由于油枪的存在，在风道中运动的风和油被分割开来，油在枪内流，风在枪外吹，直到进入炉膛的一刹那（油枪喷口处）双方才开始接触，这样就没有必要改变整个风道内风的运动，只把经过油枪喷口附近风的运动形式改变一下就可以了。工人同志把由八片叶片组成的扩散型调风器装到

油枪头上，这样虽然整个风道的风还是直线运动，但经过调风器的那部分风在叶片的影响下就从直线运动变成旋转运动，旋转的风遇上旋转的油，风助油转，随着转速的加快，油滴的间距拉大了，扩大了风、油接触面，混合效果显著提高，炉子不再冒黑烟了。

但是，油雾大幅度扩散的另一个结果是火焰直径过大，这样容易使油滴溅到炉墙上结焦。而要缩小火焰直径实际上也就是缩小了风、油接触面，影响混和效果。对于这个新的矛盾，革命职工是怎样处理的呢？他们认为：任何事物都是在一定的空间和时间中运动变化的，认识事物的运动就要从时间和空间两个方面去把握。风、油同向而转，扩大了双方接触面，从空间角度来看，是有利于混合。但风、油同向运动也产生了它的缺点：降低了风、油的相对速度，这又是不利于混合的。如果在缩小扩散面的同时能够增加相对速度，空间上的损失就可以从时间上补回来。工人同志又研究了一种逆向轴流型导风器，使风、油相对而转，火焰直径减少了一半，相对速度却增加了好几倍，不仅避免了结焦，而且进一步促进了燃烧。烟温比原来下降了四十余度，每生产一吨蒸汽的燃料消耗比烧煤时减少了百分之二。到七一年底，多耗的五千吨煤就被夺了回来。

但是，大家并没有满足于这个成绩，决心把对油的燃烧的认识不断向前推进。雾化油滴间距过小，混合困难增大，这是最初对于烧油共性的认识。但在调整大炉子配风的过程中，随着风的从直吹到旋转，从顺旋到逆旋的发展，油滴间的距离也经历了从小到大、从大到小的变化。这说明只要具备一定条件，不利于混合的因素也可以向有利于混合的方面转化。实际上，小火油炉子已经包含着这个矛盾的萌芽。老火油炉只有两根芯，又宽又阔。新火油炉芯的体积缩小了，根数却增加到十几根。这实际是把两团大油雾分成十几团小油雾，增加了风的可乘之隙。

这就告诉人们：提高混合效果是风、油双方的事情。调风以适油是一个方面，调油以适风是另一个方面。工人同志模仿火油炉的办法，增加油枪根数，缩小油枪口径，燃烧状况果然又有所改善。

但是，风道空间有限，油枪过多要影响通风。不增加油枪，油的分割就没有别的办法了吗？否。物质是无限可分的。分割的办法也是多种多样的。鸡蛋落地而碎，这是从外部分开的。炸弹引火而爆，这是从内部分开的。既然用增加油枪从外部把油雾继续分割下去的办法行不通，就要想办法从油雾内部进行分割。有的同志说，炒菜时，水溅到油锅里要引起油炸，形成油滴细分，我们能不能在油中主动掺些水，来个以水爆油呢？

这个建议真好比冷水溅进热油锅，引起了强烈反响。过去，因为燃料中有水经常引起熄火，因此，发电厂燃油系统要尽量避免水的混入，发现有水要千方百计排除，这已作为一条重要生产经验规定下来。原有的经验是宝贵的。但如果用孤立、静止的观点来对待它，即使是曾经对推动生产起了很大作用的经验，在新的条件下也会变成束缚生产发展的严重障碍。正因为油水相分的观念，牢固地禁锢着一部分同志的头脑，使油水混烧迟迟不能实现。要发展生产，先要解放思想。经过一场群众性的大讨论之后，绝大部分人都接受了这样一种观点：就通常的意义讲，油是可燃剂，水是灭燃剂，两者之间存在着可燃与灭燃的对立。但这种对立不是绝对的、无条件的，而是相对的、有条件的。在可燃剂与灭燃剂之间并不存在不可逾越的鸿沟。泥土也是灭火剂，可煤球里掺点泥土才好烧。天然油本身就含有一定的水，从这个意义上讲，无水不成油。油、水是可以相混的。只要具备一定条件，水就可以从灭燃剂转化为助燃剂。

但是，前进的道路并不顺利。第一次试烧尽管掺水只有4%，还是熄了火。那种油、水相分的观点又抬头了，说：“掺这么

点水就灭了，看来油水混烧从道理上讲得通，在实践上行不通。”到底能不能行得通，不能凭一次试验就做结论。对熄火原因的反复调查研究表明：从全局来看，掺水比例很少，并没有超过容许范围，具备着变灭燃剂为助燃剂的条件。但由于油枪是水平放置，油、水在流动过程中，油轻，往上浮，流得快；水重，向下沉，流得慢。油、水分层的结果导致下沉的水在流动过程中逐渐聚集起来，在局部范围内就超过了容许的范围，从全局来看的助燃剂到了这个局部上却变成了灭燃剂，火烧到这里就熄灭了。所以，导致熄火的真正原因恰恰是因为油、水相分，而不是油、水相混的结果。工人同志接受了这一经验教训，试制了油、水混合器，使油、水充分混合，避免油、水分层，油中之水由于汽化作用，把一个大油滴炸成许多小油滴，燃烧状况明显上升，火焰非常明亮，掺水增加到10%，效果却比用增加油枪进行分割更好。

大油滴被分成了小油滴，小油滴能否再分呢？实际上每个小油滴燃烧本身都是不断细分的过程。油的燃烧并不是液态的油在烧，而是气化的油在烧。油的气化为燃烧提供了原料，燃烧产生的温度又为油的气化创造了条件。油从液态向气态转化就是在不断细分，但由于这种气化过程限于油滴的外表面，燃烧反应也只限于缓慢的表面反应。如果使气化反应在油滴的外表面和内部同时进行，气化的速度就会大幅度加快。油中掺水为这种转化提供了方便，因为水在气化过程中把油滴内部挤出了一块空间。如果再使水的温度提高从内部对油滴加热，就能为油滴内部的气化创造更好的条件。工人同志提出，锅炉的连续排污污水有250℃，可以利用。把它掺进燃油中，油温提高近二十度，燃烧果然更加旺盛猛烈，一部分污水也重新发挥了作用。到现在为止，生产每吨蒸汽的耗油量又降低了百分之二，为节油作出了新贡献。

## 食堂节煤潜力大

上海计算机打字机厂第二食堂

无产阶级文化大革命以来，我们遵照毛主席“节约闹革命”的伟大教导，努力节约食堂用煤，使每斤米的煤耗量(包括相应的菜、汤和部分餐具消毒，以下同)从原来的二斤三两降到目前的一两七钱，只等于原来的十四分之一，跨入了全市节约生活用煤的先进行列。

### 既堵又疏，制服煤老虎

炉灶砌得合理与否，同煤耗量关系很大。我们原来用的炉灶，煤加得虽多，产生的热量并不多，大家都叫它“煤老虎”。

为了改变这种浪费现象，我们进行了反复研究，发现炉灶砌得不合理，炉膛大、吊火(炉排与锅底的距离)高，火势分散。于是，就对症下药，缩小炉膛，降低吊火，使火苗由分散转为集中，温度最高的部位正好贴住锅底，从而压缩了炉膛的“胃口”，降低了用煤量。但是，炉膛缩小以后，风压也随之增大，很大一部分旺火被吸到烟囱里去了，往往造成锅子半冷半热“单面火”，烧熟了烟囱冷了锅。为了阻止炉火窜入烟囱，我们又在靠烟囱一边的炉膛内加上了一道泥芯，以便把热量保留在炉内。不料加上泥芯之后，却卡住了烟囱的半个喉咙口，造成炉子呼吸不畅，火苗到处乱窜，废烟废气不往烟囱里跑，而从灶门里窜了出来。既

浪费用煤，又影响操作。

“每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着”。毛主席的教导使我们开了窍。光堵住火苗，不给出路，火苗就不听我们指挥，达不到节煤的目的。后来，我们在堵的同时，又进行疏：在泥芯周围挖了出火槽，使受阻的火苗贴住锅子绕圈子，同时加高烟囱，增强拔风力，使废烟废气沿着出火槽流向烟囱。终于增加了炉内热量，扩大了锅底受热面，节约了用煤，改善了操作条件。几年来，我们用毛主席教导指导实践，经过三百多次试验，改灶一百多次，最后终于改革成一种结构简单、省煤、不用电的地风灶，使每斤米的煤耗量从原来的二斤三两降到六两五钱。

### 改革蒸笼，攻下漏气关

用煤量大幅度下降后，还有没有潜力可挖呢？我们分析一下，这六两五钱煤用于蒸饭上的有三两多，占的比例较大。有的同志说，蒸饭笼格漏气很多，这上面一定有潜力可挖。于是，我们就在蒸笼上动脑筋。

我们原来用的是一只只叠起来的方笼格，隙缝很多，漏气严重，蒸饭时总是弄得厨房气雾腾腾。蒸气漏走越多，蒸饭的时间就越长，所以漏气就是漏煤。为了解决笼格漏气问题，我们开始时仍用“以堵止流”的办法，那里漏气就往那里塞布条，这样虽然收到了一定的效果，但由于笼格隙缝多，里面的蒸气压力大，翻滚的蒸气还是冲破重围不断冒出来。我们又分析研究，漏气多是由于隙缝多，只有消灭或减少隙缝才能从根本上解决问题。于是我们用二只自制的圆木桶代替许多只接口多、隙缝多的方笼格，并在二只木桶接口处塞上布条，木桶顶端再压上重物。这

样试验的结果，基本上解决了漏气问题，使蒸饭时间比原来缩短了一半，煤耗量也从原来的三两多降到九钱左右。

蒸气不漏了，却露出了新的矛盾。原来是根据满屋子的蒸气和饭香味掌握烧饭火候的，现在蒸气不见了，饭香味也闻不到了，饭匣又密封在蒸桶里，看不见摸不着，老的经验过时了，新的经验又没有，烧火心中无数，烧过了头，不仅浪费了煤，还影响饭的质量，有时还会把锅里的水烧干，蒸桶烧焦；不到必要时间就停火，又会烧出夹生饭。有些人批评说：“节煤、节煤，吃饭倒霉。”在失败面前我们并不气馁，有一位老师傅说：事物的本质是通过现象反映出来的，既然能够透过漏出来的蒸气、饭香味这些现象认识饭熟这个本质，能否在蒸饭桶上装一只温度表来测量饭是否熟呢？经过多次试验，终于摸索到桶内蒸气温达到一百度后再保持十分钟饭就熟了。开始一段我们烧到一百度后再烧十分钟停火，后来为了节煤又设想烧到一百度后即停火，但我们采用的是地风灶，停火后余热很快被烟囱拔走了，保持不了十分钟，结果烧了夹生饭。这位老师傅又建议在烟囱里装一道闸门，保存停火后炉内的余热，一试果然很灵，当烧到一百度后即停火关上闸门，蒸桶内的气温在十分钟内仍可保持在一百度左右，烧出了香喷喷的好饭。不要小看少烧这十分钟的“无名火”，五百人吃的蒸饭少烧十分钟可以节约三斤煤，一年就可节约一吨半，够我们食堂烧上二个月哩！

#### 使“吃火菜”少吃火，增加伙食品种

当每斤米的煤耗量降到三两多的时候，有些同志产生了自满情绪，说：“原来要用二斤三，现在只等于从前一个零头了，节煤，节煤，总有个底呀！”真的到“底”了吗？“在生产斗争和科学

实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”学习了毛主席这一伟大教导，大家七嘴八舌议论开了。有的同志提出，炒菜上是否也有潜力可挖？有的同志说，菜要一只只烧的，要节约用煤就得减少一些花色品种。多数同志则认为要在增加花色品种的情况下来节约用煤。

既要增加伙食的花色品种，又要节约用煤，确实矛盾。比方说盛暑季节，工人同志喜欢在中午喝上一碗赤豆汤，或者绿豆粥。严寒的冬天，大家又爱吃些脚爪、蹄膀、红烧肉之类的肉食品。这些都是耗煤量很大的“吃火菜”，比如说，一般烧十斤红烧肉总得烧上一个多小时，耗费十斤煤，耗煤量比鱼类和菜蔬类大得多。这种现象尽管司空见惯，过去却没有引起我们的注意，这次一研究，才发现主要是因为肉类的组织结构比较严密，热量渗透性能差。针对红烧肉“吃火”的特点，我们就把肉先切碎放在蒸饭笼内蒸熟后再红烧。利用这个办法，烧出十斤香喷喷的红烧肉耗煤量不过一斤，只占原来的十分之一。蹄膀、脚爪、赤豆、绿豆等食物“吃火菜”，也都这样转变成不“吃火”了。

不“吃火”的菜也可以叫它“吃火”更少。例如，烧菜时可以先素后荤，减少洗锅次数，保持锅子余热，停火烧菜，利用大铁锅的余热，炒一些鸡蛋之类的快熟菜；难熟的菜该切薄片的切薄片，该切细丝的切细丝，变为快熟……方法众多，举不胜举。

我们食堂的工作人员，大多是五十岁以上的老工人，文化水平低，原来也不懂什么改灶技术知识。几年来，我们在毛主席革命路线指引下，坚持用唯物辩证法作指导，充分发挥了人的主观能动作用，改革了炉灶，革新了工具设备，改进了操作方法，使煤耗量不断降低，而菜的花色品种比以前还多，食堂卫生也改善了。这一切使我们深深体会到，实践出真知，林彪和孔老二鼓吹的“上智下愚”、“生而知之”，完全是骗人的鬼话。

## •资 料•

### 浅谈人类对能源的认识和利用

谭 谦

七十年代以来，“能源危机”同环境污染、气候异常等问题一样，在资本主义世界引起了轩然大波，对能源问题的喧闹尤为突出。一些资产阶级代表人物和他们的喉舌，气急败坏地叫嚷什么“能源不足不仅是一种流行病，而且是一种不治之症”，人类今后将不得不在能源“枯竭”的条件下生活。能源真的会“枯竭”吗？人类认识和利用能源的历史，就是一部不断地开发新能源、改变能源“不足”的历史，也是向能源的广度和深度进军的历史。回顾一下这个历史，对于揭露“能源危机”的本质，批判资产阶级能源“枯竭”的哀鸣，是很有好处的。

#### (一)

人类对能源的认识和利用，是随着社会实践的发展而逐渐地由单一向多样、由低级向高级发展的。

在一、二百万年前，人类刚从猿类变来的时候，对于自然界无限多样和丰富的能源，茫无所知。他们所能利用的唯一武器，便是自己的双手。但是，就是靠这双手，在长期的劳动实践中，逐渐学会了利用各种自然力去改造自然界，其中重要的一环就是寻找和利用能源。

火是人类最早认识和利用的一种自然力。早在大约五十万

年前，北京周口店人居住的山洞里，就留下了火的灰烬。火既能发热，又能发光，人们最初用火取暖、照明和吓退野兽，后来又用火煨烤食物。不过，在远古时期，人类只能利用天然野火，还不会人工取火。天然野火不容易找到，又容易熄灭，引火和维持火种都很困难。古希腊关于普罗米修斯从“上帝”那里“偷火”的神话，正是对古代人类还没有成为火的主人的一种曲折的反映。

只是在大约十万年前发明了摩擦生火以后，火才成为人类可以支配的一种自然力。原始人在同自然界斗争的过程中，特别是在利用天然野火的长期实践中逐步发现，两段树木经过不断摩擦之后，会燃烧起火，即“钻木取火”。有了这种人工造成的火，人类就能随时随地利用火来为自己的目的服务。这是人类文化史上和技术史上的第一个大发明，也是认识和利用能源的第一次大飞跃。恩格斯说：“摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终地把人同动物分开。”（《自然辩证法》）火的利用是从石器时代向青铜器和铁器时代过渡的前提，也是制造陶器和原始农具的前提。因此，恩格斯还把摩擦生火的发明看作是“人类历史的开端”。（《反杜林论》）

要利用火就要有燃料，即能源。枯枝败叶等植物燃料是人类最早使用的能源。事实上，在很长的历史时期中，木柴、木炭等一直是人类利用的主要能源。随着人们生产实践的发展，对火的使用范围的不断扩大，对火温的要求越来越高，才逐渐发现和开始利用了煤、石油、天然气等矿物燃料。

“中国是世界文明发达最早的国家之一”。我国古代劳动人民，在认识和利用能源方面也走在世界的最前列。早在战国时期，我国已开始用煤冶铁。当时一些武器、农具和钟鼎就是用煤炉煅制的。汉魏间，煤在生产上和生活上得到了进一步利用。我国对石油和天然气的认识和利用也很早。公元前一世纪已开始

用火井(天然气)煮盐。“火井沉荧于幽泉，高焰飞煽于天垂。”就是对四川火井的生动描绘。石油在一千八百多年前也发现了。《汉书·地理志》中说：“高奴有洧水可燃。”《后汉书》把甘肃酒泉的石油叫做石漆，“燃之极明，不可食”。唐代则称石油为石脂水。北宋时，开封设有“猛火油作”，是专门加工石油的作坊。石油这个名称，最早见于宋代大科学家沈括的《梦溪笔谈》。他已经认识到“石油至多，生于地中无穷。”并指出“此物后必大行于世。”

水，也是人类很早就开始利用的重要能源之一。我国早在东汉初年，就发明了利用水力鼓风的设备，叫做水排，用于冶铁和铸造农具。大约同时，还发明了水碓、水磨、水碾等。到晋代，水碓的应用已“周遍天下”。后来，随着农业和手工业生产发展的需要，对水力的利用也越来越广泛，陆续发明了连机碓，水转连磨、水转筒车、水转翻车和水转纺车等各种用水力作能源的机械设备。但是，在我国古代，由于儒家思想的反动影响，把机械的发明和利用，看成“奇技淫巧”或“雕虫小技”，不仅得不到重视和支持，而且扼杀了许多卓越的发明创造。对能源的认识和利用也受到严重阻碍。例如，水排发明以后，在东汉二百年中，并没有受到重视。直到曹操统一北方，法家路线在政治上重占统治地位时期，才得到比较广泛的应用和发展。

在奴隶社会和封建社会，煤、石油、水力等能源总的说来并没有得到大规模的开发和利用。这主要是因为社会生产的发展没有这种需要，也不具备广泛利用能源的条件。

## (二)

人类对能源的大规模开发和利用，是在资产阶级夺取了政

权，随着机器和大工业的产生而开始的。其标志是煤的大量开采和蒸汽机的普遍应用。

欧洲对煤的认识和利用较迟。我国元朝初期，意大利人马可波罗来我国游历，看到我国劳动人民“用石（即煤块）作燃料”，感到十分惊奇。直到1803年，美国还闹过一个笑话：有人运了三百吨煤到费城，因为不识货，结果把煤拿去铺路了。英国是利用煤较早的国家，十三世纪就开始用煤了。但当时不仅用量很小，而且由于烧煤烟多，英国国会还明令禁止在国会开会期间烧煤。可以说，那时煤还是未被认识的“自在之物”。

然而，生产发展的需要决不是一纸法令所能禁止得了的。随着资本主义生产关系的兴起，工业生产不断发展。资本主义工业的出现，迫切需要大量的材料和动力。这种状况同当时主要利用木炭为能源是一个尖锐的矛盾。于是，开发新能源成了当时发展生产的一个关键问题。例如，英国起初是用木炭炼铁的。大量炼铁，木炭就不够用了。即使远涉重洋，从加拿大掠取，也还是不够用。这就是在资本主义上升时期面临的能源“不足”问题。但是，新兴的资产阶级是生气勃勃的，他们并没有哀叹什么“能源危机”或“能源枯竭”，而是千方百计地寻找新能源。矛盾是发展的动力。正是在解决木炭不足的过程中，煤这种比木炭耐烧，放出的热能又大的新能源登上了生产舞台，从被禁止的东西一跃而为“黑色的金子”，从“自在之物”转化为“为我之物”。1735年，出现了用焦炭冶铁的新方法。1784年，发明了用煤锻铁、搅炼和压碾的新方法。这些发明促进了人类对煤的大规模开发和利用，使煤和焦炭迅速地取代了木炭的地位，成为当时英国的主要能源。这个事实清楚地说明，某种具体的能源不适应人类的需要并非什么坏事，而恰恰是认识和利用新能源的催生婆。

煤的利用促进了工业生产的发展，同时也要求有一种利用煤的发动机。在这种新形势下，蒸汽机应运而生了。蒸汽机是人类创造的第一种强大的发动机，它实现了从热到机械运动的辩证转化，是人类历史上又一项具有划时代意义的伟大发明。从发明摩擦生火实现机械运动转化为热，到发明蒸汽机实现热转化为机械运动，经历了漫长的时间。早在公元前约一二〇年，亚历山大的希罗就曾发明过两种把热转化为机械运动的装置。一种是利用火的热能打开庙门，另一种利用蒸汽使球旋转。我国有千年以上历史的走马灯，也是一种把热转化为机械运动的巧妙装置。但是，当时的社会生产还不需要强大的动力机械，这些发明创造始终不过是一种玩物。

蒸汽机的发明和应用也有个过程。十七世纪末，由于矿山排水的需要就发明了蒸汽机，但一直到十八世纪八十年代初，它始终只是一种矿山排水专用的发动机。只是在英国资产阶级工业革命蓬勃开展以后，蒸汽机才发生了革命性的变革，迅速地发展成为近代工业各个部门普遍应用的发动机。

蒸汽机的革新及其普遍应用，在人类历史上实现了一次伟大的技术革命，同时也标志着人类对能源的认识和利用，进入了崭新阶段。煤成了资本主义时期最主要的能源。1790年开始应用蒸汽机时，英国煤产量为七百六十万吨。五年以后，就猛增到一千万吨。整个十九世纪，人类对能源的需要迅速增长，反映在英国煤产量上，每十年增长一千万吨到八千万吨。1913年，英国煤产量上升到二亿八千七百万吨，约占世界总产量的四分之一。当时，煤在世界能源结构中所占的比重，高达94.8%。同时蒸汽机本身也在不断革新，使煤的利用效率逐步提高。矿山排水专用的纽可门蒸汽机，生产一马力蒸汽动力，耗煤二十五公斤，热效率不到百分之一。瓦特蒸汽机，生产一马力蒸汽动力，耗煤

量降低到四点三公斤，热效率还不到百分之三。十九世纪工业用三膨胀蒸汽机的热效率提高到了百分之十八。二十世纪大型发电站用的汽轮机，热效率高达百分之四十。

但是，事物的发展总是一分为二的。高效率的蒸汽机消耗的能源少，生产的动力大，这是它的优点，同时也带来了它的缺点，即体积大，机身重，启动慢。这些缺点同高速运输的需要，发生了越来越尖锐的矛盾，从而推动人们去研制新型发动机。十九世纪末研制成功的内燃机，就是一种体积小，机身轻，启动快，适用于高速运输工具的高效发动机。本世纪以来，不仅汽车、轮船、飞机等高速运输工具普遍利用内燃机，而且许多机械如各种建筑机械和农业机械等，也广泛应用内燃机。内燃机用石油作能源，因而人类对石油的需要也迅速增长。

人类对石油的大规模开发和利用，是从十九世纪六十年代开始的。1859年，美国打出了世界上第一口油井。但当时人们对石油的认识还是很有限的，石油并没有立即成为主要的能源。以开发石油起家的洛克菲勒，曾经把原油冒充为“治癌良药”到处招摇撞骗。直到二十世纪以来，石油这种新能源的优越性，才在实践中逐渐地被揭示出来了。

石油确实比煤优越。石油适用于一切发动机，而煤只能用于蒸汽机。石油的热值也比煤高。一公斤石油燃烧能产生一万大卡热量；而一公斤煤燃烧，只能产生五千到六千五百大卡热量。更重要的是，石油比煤容易开采，也便于运输，成本低，利润高。二十世纪以来，由于内燃机的大量生产和广泛应用，石油开始成为一种重要的新能源。第二次世界大战以后，人类对石油的认识和利用，出现了新的飞跃。这不仅表现在量的方面极大地增长了，而且表现在质的方面，进入了综合利用的新时期。1900年，人类开始利用石油做为能源时，世界石油产量不到二

千万吨。1920年，已超过一亿吨。1950年，超过了五亿吨。从那时以来，每十年翻一番，1960年超过了十亿吨，1970年上升到二十三亿吨以上，使石油在世界能源结构中所占的比重迅速地取代了煤的地位。1913年，石油在世界能源结构中所占的比重只有5.2%，1971年已上升到54%，而同期，煤的比重却从94.8%，下降到20%左右。能源也是相比较而存在，相斗争而发展的。在木炭面前，煤是黑色的金子，和石油相比，煤又相形见绌了。但是，没有当年煤的不适用于内燃机，怎么会有今天石油工业的大发展？需要指出，以苏修美帝为首的资本主义国家的所谓“能源危机”、能源“枯竭”的叫嚷，是完全没有根据的，是别有用心的。即使按照最保守的估计，这些国家的石油蕴藏量，也是够他们使用上千年。而他们目前的石油消耗中，有一半以上是被浪费掉的。帝国主义“能源短缺”的叫嚷，从来都是为向外扩张、掠夺制造舆论。对此第三世界人民是深有体会的，是不会继续受欺侮的。

### (三)

从十九世纪七十年代起，资本主义开始向帝国主义过渡。生产越来越集中，需要越来越强大而又方便的新能源。当时生产技术的发展，不仅普遍需要利用强大的机械能，而且需要利用能的其他各种形式——热、光、电、磁和化学能等等。但是，蒸汽机和内燃机只能把热能转化为机械能，不能方便有效地使一切形式的能互相转化。这样，原有的能源，特别是利用能源的手段又显得不足了。这个矛盾促使人们深入地研究能的各种形式的互相转化及其在生产上和生活上的实际应用，从而发现了电这种强大而又方便的新能源。

人类对电的观察和研究，早在古代就开始了。古希腊唯物主义哲学家泰勒斯说，当时织工们已观察到摩擦生电现象。如用毛织物摩擦琥珀，就能吸引很轻很小的物体。我国唯物主义哲学家王充在《论衡》中，也有关于“顿牟掇芥”的记载（顿牟就是琥珀，掇芥即能吸引很轻很小的物体）。近代科学对电的研究，是从十七世纪初开始的，但进展很缓慢。直到十八世纪末，基本上没有超出孤立地、静止地研究静电现象的阶段。1800年，意大利人伏打发明了电池，实现了把化学能转化为电能，使电的研究进入了新阶段。十九世纪，学徒出身的英国科学家法拉第，对电的研究和利用做出了重大贡献。他于1831年发现了电磁感应现象，确定了电磁感应的基本定律，为研制实用的发电机和电动机奠定了理论基础。

人类对电的利用是从十九世纪四十年代开始的。但是电开始并不是作为能源，而是首先被用于通讯，并立即在通讯技术上引起了根本变革。1838年，发明了电磁式电报机，使洲际通讯从至少需要二星期变为立即可以实现。1876年，又发明了电话。十九世纪七十年代，实用的发电机和电动机研制成功以后，电才开始成为一种重要的、增大的新能源。1879年，发明了电灯，人们开始广泛用来照明。最初的发电站，就是为供给照明用电而设立的。第二次世界大战以后，人类对电的需要量越来越大，大约每过十年就要翻一番。

电有很大的优越性。电可以方便地由各种能源转化而来，也可以方便地转化为能的其他各种形式，如机械能、热能、化学能等等，功率可大可小，召之即来，挥之即去。电既可以高度集中地生产，又可以高度分散地使用，使工业几乎彻底摆脱了地方条件的一切限制。因此，电的研究和实际应用，迅速地发展到社会生产、生活的各个领域，在人类历史上引起了新的伟大的技术

革命。早在 1883 年初，当人类刚开始利用电作为新能源时，革命导师恩格斯就指出：“这实际上是一次巨大的革命。”“电的利用将为我们开辟一条道路，使一切形式的能——热、机械运动、电、磁、光——互相转化，并在工业中加以利用。”“生产力将因此得到极大的发展，以致于资产阶级对生产力的管理将愈来愈不能胜任。”历史的发展，完全证明了这一科学预见。

电是所谓的二次能源。要得到电，就要消耗煤、石油、天然气等一次能源。因此，电力工业的大发展，又有力地促进了煤、石油、天然气等的开采和利用。目前，人类主要还是利用火力发电。同时也利用廉价的水力发电，使古老的水力能源重新焕发了青春。1936 年，出现了功率为一百万瓩的水力发电站。这是人类向能源的广度和深度进军的生动写照。请看：煤和石油从最初的无用之物，变为能发光发热的燃料；这种热能后来又转化为推动机器的机械能；现在，这种机械能又转化成为电能。水从古代只能带动简单的工具发展到今天发出强大的电力。电本身也从弥漫整个自然界的物质，变为远距离通讯的工具，成了目前最方便的能源。人类对一种能源的认识和利用尚且能不断地由浅入深，由单一到多样，有什么理由断言能源会“枯竭”呢？

#### (四)

二十世纪，随着人类实践从宏观领域深入到微观领域，对能源的认识和利用，也实现了新的飞跃。原子能的发现及其和平利用就是当代最大的科学技术成就之一，它标志着一次新的技术革命开始了。

原子核物理学发现，重原子核裂变和轻原子核聚变，都会释放出大量能量。一个铀<sup>235</sup>原子核裂变，能放出二百兆电子伏特

能量。一公斤铀的原子核全部裂变，放出的能量相当于二千多万吨煤燃烧所放出的热能。1932年，发现了中子。1938年底，用中子轰击铀原子核，使铀核分裂并释放出大量能量。这个新能源一发现，帝国主义者便竞相争夺。德国法西斯和美国政府都集中了相当人力、物力来研究原子能。1942年核反应堆研制成功，表明人类对原子能的和平利用已经从可能性转化为现实了。铀、钍、钚等重元素可以成了人类大规模利用的新能源。

但是，原子能并没有发展成为人类广泛利用的新能源。先进的核技术掌握在美、苏两霸手里，完全成了对内剥削和压迫，对外侵略和杀人的工具。原子能的和平利用，特别是原子能发电，则长期踏步不前。直到1965年，全世界原子能发电站总容量还不到一千万瓩，在总发电量中所占的比重还不到百分之一。七十年代以来，由于能源危机席卷资本主义世界，原子能发电才被迫提上了所谓发达国家的议事日程。原子能的利用又一次说明，人类对能源的认识和利用，不仅取决于生产实践的发展，而且受社会制度的制约。同样一种能源，掌握在反动阶级手里，成为剥削和压迫的武器；掌握在先进阶级手中，成为争取解放和自由的工具。

轻核聚变放出的能量比重核裂变更大。一克氘核聚变所产生的能量，相当于一百立方米汽油燃烧的能量。氢弹爆炸就是人工造成的热核反应。目前，人类虽然还不能控制这种热核反应，但从技术上来说，这已经不是十分困难的事了。人工控制热核反应成功以后，浩瀚的海水就将成为人类世世代代取之不尽用之不竭的新能源。一立方米海水中含有三克氘，而地球上大约有 $10^{18}$  立方米海水，其中所含的氘聚变所产生的能量，相当于 $3 \times 10^{20}$  立方米汽油燃烧所产生的能量。即使人类对能源的需要立即增加一万倍，也足够全人类用上万万年。这还只是人

类已经初步认识的能源，在自然界中，有多少新能源有待我们去认识和开发啊。

\* \* \*

纵观人类认识和利用能源的历史，可以看出：新能源发现和利用之日，往往是旧能源不足之时；能源最初往往都是无用之物，逐步变无用为有用，一用为多用。这个历史生动地说明，自然界的能源是无限的，人类对能源的认识和利用也是无限的。

我国地大物博，能源丰富。但是，在全国解放以前，由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义的反动统治，对能源的开发和利用，也受到严重的束缚，特别是石油的开采和利用更是少得可怜。从1904—1949年这四十五年中，总共只生产了二百九十五万吨石油。帝国主义的御用学者，还给我们硬戴上“中国贫油”的帽子，妄想要我们永远靠“洋油”过日子。解放以后，帝国主义和社会帝国主义还妄图用石油卡我们的脖子。“革命能改变一切”。以铁人王进喜同志为代表的中国石油工人，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，独立自主、自力更生，用不到三年的时间，高速度地建成了大庆油田，把“中国贫油”的帽子远远地丢进了太平洋，庄严宣告了中国人民依靠“洋油”的时代永远结束了。无产阶级文化大革命的伟大胜利，进一步促进了石油工业突飞猛进的发展。两个世界两重天。现在，西方的“能源危机”和我国石油工业的飞跃发展，形成了鲜明的对比。我国在原子能的和平利用，以及太阳能和地热能的研究和利用方面，也都取得了可喜的成就，为今后大规模地利用这些能源积累了宝贵的经验。风景这边独好。让西方资产阶级声嘶力竭地叫嚷“石油危机”、“能源枯竭”吧，我们在毛主席无产阶级革命路线指引下，必将为大规模开发和利用各种能源，开辟无限宏伟的前景！



## 生物生生不息(续)

胡雨涛

### 第五章 陆生生物推陈出新

#### 一、“大”与“小”相互转化

在几十亿年的生物进化过程中，不断有新的物种产生、发展，也有许多物种消亡、灭绝。到了中生代，陆生脊椎动物日益繁荣昌盛，生物界兴衰更替的历史剧就演得更加有声有色。在这个时期里，以恐龙为代表的巨型爬行动物一度统治世界。但曾几何时，它们又盛极而衰，并且彻底覆亡，让位于鸟兽一类的“后起之秀”。

一提起“龙”，人们就不免联想起神话中腾云驾雾、张牙舞爪的庞然大物。唐代儒家反动政治思想路线的卫道者韩愈，为了把“龙”象征为受天之命、统治人间的“天子”，曾经虚构了一个关于“龙”的形象，把“龙”描写成纵横宇宙之间，遮蔽日月，呼风唤雨，无所不能，无敌于天下的神灵。这样的“龙”，现实世界里当然是根本不存在的。生物学上的恐龙，原来与龟、蛇、蜥、鳄之类同属爬行类，而爬行类又称爬虫，故“龙”“虫”实是一家。但“龙”与“虫”又有不同。恐龙之类的躯体，大得惊人。我国的合川龙门溪龙和北美的雷龙、梁龙，身长 20—30 公尺，体重 50 吨以上，

根据过去发掘到的化石材料，已属龙中魁首。现在知道最大的恐龙重达 150 吨，比号称世界最大动物的鲸还要大得多。恐龙不仅躯体大，活动的领域也大。在我国，从黑龙江到云南，从山东到新疆；在世界上，从南非到北欧，从亚洲到美洲，几乎到处都发现过它们的踪迹。除恐龙外，翼龙和鱼龙还能上天入海。有的翼龙两翼展开可长达 8 公尺。龙而又添翼，在空中展翼滑翔起来，虽不如垂天之云，遮天蔽日，也确实气势汹汹。体形似鱼而远大于鱼的鱼龙，以及身长 10 多公尺、其头颈还比身体长一倍的蛇颈龙，在水域中也是睥睨一切，俨然海中“龙王”。在中生代，恐龙和翼龙、鱼龙等巨型爬行动物，几乎垄断了陆海空三界的全部领域。

如此强大的超级大爬虫，为什么后来竟弄到彻底覆亡的地步，为小小的鸟兽取而代之？“神龟虽寿，犹有竟时；腾蛇乘雾，终为土灰。”原来，生物界的大小强弱，如同一切矛盾着的事物一样，也都可能凝固不变，而是可以在一定条件下相互转化的。

没有小，就无所谓大，大是从小来的。恐龙的祖先也是爬行动物中的槽齿类。最初，不仅槽齿类的身体都很小，就是由它演化成的最早的恐龙，也长不满几公尺，重不过 40—50 磅。恐龙由小变大以至变得硕大无朋，同中生代的地壳运动和气候情况有关。在古生代末期地壳又一次激烈的变动之后，中生代出现了一个地壳运动相对稳定的时期。这个时期，地面上不仅没有形成新的高山，许多原有的高山也渐渐因风雨的侵蚀而夷为平地。平坦的地貌造成相对稳定的温润气候。相对稳定的气候又促进了能够适应于这种环境条件的生物的大繁荣，许多生物的体型越变越大。在海洋里，直径达 2—3 公尺左右的大型软体动物如菊石等迅速发展。在陆生裸子植物中，松柏、木贼、银杏、苏铁等参天大树欣欣向荣。而恐龙，则作为特大型的陆生动物而称王称

霸。它们庞大的躯体，乃是它们的生理机能特别适应于中生代地理、气候条件的必然产物。

大与小，也是相比较而存在的。小可以发展为大，但并不必然都发展为大。那时候，一方面巨大的龙类统治世界，另一方面较小的爬行动物也同时存在。在这些较小的爬行动物中，不仅有与恐龙一同起家的龟、鳄之类，而且有形态已经比较接近哺乳类的“似哺乳类爬行动物”。到了恐龙兴起的中生代三迭纪晚期和侏罗纪，最早的哺乳类和鸟类也出现了。鸟类身体较小不必说；就是“似哺乳类的爬行动物”和最早的哺乳类，大小也只如猫鼠一般。因此，中生代既是巨龙统治的时代，也是庞然大物与小“虫”小兽争雄竞胜的时代。各种力量各以它们独特的形态机能竞相适应当时的自然环境，同时相互之间又展开着尖锐激烈的生存斗争。

在比较温暖润湿的气候条件下，大与小相比，大的常占优势。身体大，体表的面积与其体重之比就相对地小，通过体表向外界散发热量和从外界吸收热量的速度也相对地慢。这对爬行动物来说是十分重要的。因为它们都是体温随外界温度变化而变化的变温动物。中生代的气温虽然相对稳定，但相对稳定之中并非没有昼夜、季节以及地区之间的温度差别。这种温差即便不大，也会对一些身体较小而体表面积相对较大的爬行动物产生影响，妨碍它们的正常活动。但对恐龙之类的庞然大物，则这样的温差影响甚微，体温基本上不会因而发生显著升降。这就有利于保持体内的能量，在活动的时间和范围上取得了较大的自由。身体大，利用自然资源来发展自己的能力也大。中生代繁茂的裸子植物，多种多样的昆虫和水生生物，直接间接地为龙类提供了丰富的食物来源，而这些巨龙掠取各种食物资源以养肥自己的能力，显然也为较小的动物所不能及。另外，体大架

势大。恐龙即便没有尖牙利爪，巨大的身体本身也能使一些小动物望而生畏。正是由于这些“大”的优越性，在长达一亿年左右的中生代，恐龙到处横行，不可一世。



恐 龙 与 翼 龙

然而，物极必反，好景不常。大有大的长处，大也有大的难处。恐龙作为生物进化史上空前巨大的物种，是在中生代适宜的自然条件下发展起来的。但这样的自然条件不可能常住永久。中生代末期，地壳运动的相对稳定时期消逝了。许多地方平地又起高山，亚洲的喜马拉雅山、欧洲的阿尔卑斯山和北美的落基山等相继隆起。随之，相对稳定的温润环境也被寒暖悬殊的气候所代替。裸子植物中的许多种类由于受不住寒冷而大批灭绝了，被子植物则由于种子外面有变形的叶子象条“被”似地包裹着，能够御寒，就逐渐发展起来。在这种情况下，只有能够适应新的自然条件的物种，才能生存。但在中生代特定条件下发

展起来的恐龙，它们的形态机能就不象一些小动物那样，能够适应新的条件。这样，老大的愈来愈陈旧腐朽，弱小的却日益显示出新的生命力，结果就不可避免地在斗争中造成这样一种情况：“新的方面由小变大，上升为支配的东西；旧的方面则由大变小，变成逐步归于灭亡的东西。”终于，大的长处完全转变成为大的难处。大小动物之间的优势劣势地位也根本改变了。

恐龙身体大，可以相对地减缓体温的变化，这是它的长处。但这种长处并不能改变它们变温的本质。变温动物体温之所以要变，主要是由于它们循环系统的构造与鸟兽之类的恒温动物不同。恒温动物的体温也不是绝对的“恒”，也有昼夜和季节的微小差异。但是，由于它们动脉血液和静脉血液已经完全分流，新陈代谢的水平较高，因而在正常情况下体温总有定数，任凭严寒酷暑，例如人的正常体温总是 $37^{\circ}\text{C}$ ，不会大起大落。变温动物则由于它们的动、静脉血液没有完全分流，新陈代谢的水平较低，体温就不能不随着外界气温的变化而变化。变温动物和恒温动物的这种区别，在外界气温基本恒定，上落不大的情况下，是无足轻重的。在那样的条件下，恐龙之类大型爬行动物的“变温”，也就几乎等于“恒温”。但一到气温不再那么恒定，严寒酷暑频仍的情况下，就“疾风知劲草，烈火见真金”，变温和恒温的质的区别立刻明显起来：哺乳类和鸟类能够照常活动，恐龙和其他爬行类则浑身麻痹，失去了活动的能力。

在这样的条件下，身体越大，困难也就越严重。较小的爬行类，如龟、蜥、蛇、鳄等可以钻入穴洞或水底，用半死亡状态的休眠来渡过不良环境。这是它们“死中求生”的一项有效措施。休眠时有的体温可降到 $0^{\circ}\text{C}$ ，呼吸、心动可以由每分钟几十次减为只有几次，新陈代谢活动变得微乎其微。但正是新陈代谢活动的减弱，节约了能量消耗，使它们在无法活动觅食的气温条件下避

免了死亡，为日后正常的新陈代谢活动提供了可能。恐龙之类的巨型爬行类，则由于身体庞大，“入地无门”，无法藏到洞穴、水底里去休眠，就只能赤裸裸地暴露在光天化日之下，风刀霜剑、赤日炎炎，受尽寒流、热气的折磨。它们的卵，是产在地面上靠适宜的阳光雨露孵育的，如今也失去了孵卵所必需的温湿度条件。这样，能够为较小的动物所适应的新的气候条件，却成了恐龙以及翼龙、鱼龙等巨型动物所无法渡过的难关。它们以及它们的后代，大多因而死亡了。

中生代末期，巨大的龙类还面临了严重的饥荒。这是由于当时气候转变，裸子植物大批灭绝，被子植物还没有十分繁荣，食物资源“青黄不接”。另外，这也同在此以前给养过于方便，恐龙等的摄食能逐渐衰退有关。早期的恐龙，比较机灵强悍。如蜥龙类的腔骨龙，由于身体小，骨中空，能够用后面的二足以趾着地行走，用短小的前肢抓捕，行动比较敏捷。后来，由于食料丰富，“吃饭”便当，食性愈来愈狭窄，体态愈来愈臃肿，机能却愈来愈减弱。体大份量重，中空的骨架支撑不起，骨头重实的种类就发展起来；二足行走不能保持身体平衡，四足行走的恐龙就愈来愈多。行走方式由趾行变为掌行，增大了足在地上的着力面，却减慢了行走的速度。即便这样，有的恐龙大部分时间还只能生活在浅水的湖泊里，靠水的浮力来支持沉重的躯体。身体臃肿行动难。巨大的龙类愈来愈靠就近摄取食物为生，它们行动摄食的机能也就愈加特化。这种比较单调、安逸的生活方式使它们的头脑得不到发展。有些体重几十吨甚至上百吨的恐龙，脑量却不到一磅，其智力是十分低微的。因此，这时它们的样子虽然还是咄咄逼人，实际上已经没有什么了不起的力量。一到气候变化，食物来源无法喂饱它们偌大的肚子之时，挨饿也就不可避免了。

中生代末期食物资源的减少，引起了各类动物之间的激烈的生存斗争。正是在这场斗争中，恐龙露出了色厉内荏的虚弱本质，它们不仅不是新生的哺乳类和鸟类的对手，而且远远不如其他较小的爬行动物。

就在大型爬行类逞威世界的时候，较小的爬行类也在适应与变异的斗争中，各自发展着它们独特的觅食避敌能力。龟鳖行动迟钝，但它们有保护全身的装甲，有善于掘穴的足和善于切割的喙，能够以守为攻，对付强敌。蜥蜴大多体小腿短。但体小就能有缝即钻，到处藏身。腿短舌却长。它们中有的常常伸出比身体还长的舌头捕虫为食。蜥蜴中的避役，是有名的“变色龙”，由于皮肤中色素细胞的伸缩，还能靠随机改变身体的颜色来隐蔽自己，吓退“敌人”。蛇是没有足的。但无足之蛇靠肌肉收缩带动肋骨和腹部鳞片而迅速游动，“不胫而走”，往往无足胜有足。它们由于头骨构造特殊，嘴能张得很大，吞噬比口的直径大四、五倍以至近十倍的食物。有的蛇还能口吐毒液，鳌死强敌。至于背部披甲的鳄，则不仅四肢强壮，尾长有力，能在陆上走，又善水中游，其牙齿的尖利和颈部的发达，更使它成为十分凶猛的攻击型肉食动物。当然，在中生代早中期巨龙类称王称霸的时候，别说这些较小的爬行类，就是比它们形态机能更加先进得多的鸟类和哺乳类，也都只能处于劣势地位。小巫见大巫，无法较量。但中生代末期恐龙类的虚弱本质暴露之时，却成了这些小动物的优越性显现之日。小巫胜大巫，小动物成了取代巨龙类的强大力量。

巨龙类的生存面临危机，却并不就此消亡灭绝。恐龙中本来就存在着肉食性、草食性和杂食性等不同的种类。有的肉食性恐龙直到中生代末期还保有较强的行动和捕食能力。如霸王龙身长 10 多公尺，体重达 8 吨，当时还真是世界上最大最凶的

“霸王”，撕杀捕猎，威力也还不小。草食性恐龙中，如剑龙背部长出了刀山似的骨板，甲龙配备了坚硬的装甲，角龙头部还有突出的头角，也使它们有了各式各样的防御性武器。但草食性恐龙这样单纯防御，固然难免覆亡的命运，就是霸王龙的“龙威”，毕竟也成了强弩之末。因为形态机能上存在着致命的弱点，它们不仅难以对付愈来愈不利的气候条件，就是捕猎食物，也由于身体的臃肿和前肢的退化而愈益困难。弄到后来，霸王龙甚至只能靠头颅作武器来捕杀其他动物，生存斗争的能力大大减弱。

衰朽的巨龙类日薄西山，新生的小动物方兴未艾。霸王龙制服不了小而强者，就把矛头指向大而弱者，靠捕食自己的同类草食性恐龙为生。草食性恐龙外有哺乳类和其他爬行类的竞争，内受肉食性恐龙的迫害，背腹受敌，不断死亡，数量愈来愈少。最后到草食性恐龙接近灭绝的时候，霸王龙一类的肉食性恐龙也变成“孤家寡人”，终于走上了自相残杀的道路。历史上不是有所谓“龙虎斗”的传说吗？其实，虎的产生要比恐龙晚几千万年。二者从未相遇，当然无从斗起。但龙与龙的相杀相食，却是中生代末期地球上确实有过的事情。恐龙的灭亡，主要亡在它们不能适应新的自然条件。而新兴物种的兴起激化了它们的内部矛盾，也是促使它们彻底灭亡的一个重要原因。曾经统治世界达一亿年之久的庞然大物，就在这样的矛盾斗争中耗尽了仅存的残余力量，终于完全灭绝了。

二千多年前，法家韩非曾经说过，“夫物之一存一亡，乍生乍死，初盛而后衰者，不可谓常。”当时，他从新兴地主阶级的立场，预见到了奴隶制灭亡和封建制兴起的不可避免。生物进化和社会发展的规律不同。但一切事物都有一个发生、发展、灭亡的过程，旧事物不断地让位给新事物，新生力量不断地取代衰朽势力，则具有普遍性。“新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的

规律。”恐龙的盛衰变化，无非是这一规律的一个具体体现而已。

## 二、“飞”和“爬”一脉相承

恐龙灭亡，鸟兽兴起。正当绝大多数陆生脊椎动物都在地上爬行的时候，鸟类却飞上了天空，天上地下，形成鲜明对照。天上飞无疑高于地上爬。但天上和地下，飞行和爬行，在进化过程中却又息息相通。而且，从攀登进化阶梯可能达到的高度来说，地上爬的后来却又远远地超过了天上飞的。

当然，首先应当肯定鸟类飞上天空是生物进化中一个了不起的创进，并非轻而易举。相传公元前五百多年前的春秋时代，我国的伟大工匠鲁班曾经“削竹木以为鹊，成而飞之”，进行了人类历史上第一次成功的“飞机模型”试验。但人们坐了比较象样的飞机上天，则要到二千多年以后的十九世纪末，才算实现。鸟的上天要比人的上天早一亿多年。在中生代的侏罗纪，地球上就出现了最早的鸟类。它们的诞生，标志了生物主动能力的一个大飞跃，活动领域的一个大扩展。从此，离水上陆的生物就进一步摆脱了地面条件的限制，取得了更大的行动自由。

鸟类是不是生物界唯一的飞行家？并非。地球上的动物中，百分之六十以上的都有翅能飞，不会飞的其实倒是少数。在无脊椎动物中，昆虫的飞行本领已为众所周知。但昆虫一般只有在离地面二十公尺以下的大气层，才能作自主的飞行。再往上去，特别是到了一、二千公尺以上的高空，多数昆虫由于身体太轻，在巨大的上升气流中就完全失去了自主飞行的能力。在那里，虽然还可以看到它们来去匆匆，其实已经都是全凭风力摆布、身不由己的“过客”。与其说是“飞”，毋宁说是“飘”。在脊椎动物中，除了鱼类中的飞鱼和爬行类中的翼龙以外，还有两栖

类的飞蛙，哺乳类的蝙蝠、飞鼯、飞狐、飞猿等等，也都有一定的“飞行”能力。它们的“飞”，或者从水面上跃，或者从树梢、岩壁下翔，觅食避敌，行动时就不象空中的昆虫那样飘忽无定，而有一定的自主能力。但缺点是行而不远，离地腾空的能力都比较有限。例如，飞蛙、飞鼯、飞猿等都只能在空中耽几秒钟，“飞”几十公尺远。这种“飞”，其实不过是“跳”的延长，至多也只能算是滑翔，与鸟类的展翅高飞不可同日而语。这就说明，同是离地飞行，水平高低不同。和这些片面的“飞行家”比起来，鸟类的飞行能力要优胜得多。

鸟类在飞行能力方面的优越性，反映了它们在同重力作斗争中的独特机能。本来，地球上一切物体，包括各种生物在内，无不处在地心引力的牢牢束缚之中。地心引力作用于一定的物体，表现为一定的重力。任何生物如果不能产生出足以在一定程度上克服其自身重力的升力，就休想离开地面一分一寸。因此，所谓飞行，其实就是动物以其自身所产生的升力，克服其自身的重力的斗争。在这一斗争中，身体轻巧的动物比较容易沾光。因为重力小，即使比较低级的形态结构也能产生出必要的升力。但形态结构的水平低，主动能力就差。高空中的昆虫所以只能随风飘荡，身不由己，就是吃了这个亏。有的脊椎动物身体结构复杂，主动能力也大，但由于身体重，自己无法产生足以克服其重力的升力，就飞而不远，也不能成为真正的飞行家。而鸟类的身体结构，则既坚固精致，又轻巧灵活，既能产生足够的上升力，又能在飞行中保证一定的自主性，这才使它有了特别高超的飞行能力。

这种特别高超的身体结构和飞行能力是从那里来的？千里之飞，始于足下。能够高飞远翔、纵横天际的“天之骄子”，原来是从地面上靠四足行走的爬行动物演化来的。爬行靠足，飞行

靠翅，足翅之差，天地之别，二者似乎怎样也搭不起界来。但世界上却就是充满着这种两极相通，相反相成的奇妙事情。就以足和翅这两种功能不同的运动器官来说，凡有一定飞行能力的脊椎动物，它们的翅就几乎无不都是前足的变形物。现代解剖学证明：翅和足的骨骼，同样地都是由上臂、前臂和“手”三部分组成。支持上臂的都是一块肱骨，支持前臂的都是一块桡骨和一块尺骨，支持“手”的都是一组腕骨、一组掌骨和一组指骨。不论是飞蛙蹼足状的“翅”也好，飞鼯体侧皮膜形成的“翅”也好，翼龙和蝙蝠“翼手”状的“翅”也好，它们的骨骼构造，几乎莫不如此。飞鱼的情况不同一些。它是鱼，还没有足，其助飞之翅是鳍。但鳍本是足的前身，说它是类足器官的变形物也无不可。鸟类也毫不例外。只是它们的翅源出于爬行动物的前足，变成了羽翼状而已。因此形式千变万化，万变不离其宗，各种形式的翅，骨子里其实都是足。天上飞的与地上爬的，看来天差地别，其实一脉相通。

恩格斯说，“两极的分离和对立，只存在于它们的相互依存和相互联系之中，反过来说，它们的相互联系，只存在于它们的相互分离之中，它们的相互依存，只存在于它们的相互对立之中。”（《自然辩证法》）当然，翅与足的相通，也以它们在进化过程中的相互离异为前提。它们的相通、同一，乃是对立面的相通、同一，是辩证的转化和发展。凝固的、没有矛盾转化的同一世界上是没有的。鸟类的翅之所以逐渐变成了飞行器官，正在于它和足的构造逐渐地有了变异、偏离。从某种意义上说，变异、偏离的程度越大，飞行的能力就越强。飞蛙和飞鼯等的飞行能力不及鸟类，就是因为它们都基本上原封不动地保留了四条腿，在演化过程中没有把一对前肢“割爱”。飞蛙足趾间的蹼，飞鼯前后肢之间的皮膜，固然都是新东西，但既然四足原封未动，就只能



算是一些小小的“改良”，作用不可能很大。

翼龙和蝙蝠的情况要好一些。它们前肢的模样已经大变，象翅而不象足。但仔细一看，却是翅中有足，足的残余也还留的不少：翼龙的两个“翅膀”上，伸着三个指爪，两片大翼膜还是用一根特别延长了的指骨支撑的。用这样的“翅膀”作飞行工具，飞既飞不高，停也不好停。停在树上，翼膜会被树枝截破；停在地上，又无力振翅起飞。因此它们平时只能用后足倒悬在岩壁上休息，靠身体垂落时的冲力取得起飞的动力。蝙蝠支持翼膜的骨架，也是由前肢的四根指骨延长而成。它们也只能用二足



倒悬休息，不能平地起飞，而且也飞得不高不远。如果鸟类的翅也和这些不太高明的飞行家一样，半翅半足，而不是比较彻底地摆脱了足的旧框框，它们也不能成其为鸟类，飞行能力也不会很高强。

可见，足翅之间，既相同，又相异。凡能飞的动物，不论是属于鱼类、两栖类、爬行类、哺乳类或鸟类，都有翅，这叫“趋同”。所有的翅都来源于足或类似足的运动器官，这叫“同源”。不同动物的翅的形式、结构各不相同，它们与足之间互相离异的程度也不一样，这又是“同”中之“异”。有“同”，各种生物才有一脉相承的历史联系；有“异”，进化中才能产生新的更加高级的形态机能。其实不仅翅与足的关系如此。生物的全部进化史，就是这样一个有同有异，有继承有发展，不断地从低级走向高级的发展过程。离开了老祖宗，任何进化都成为无本之木，无源之水；而如果一切都照老套套，也不会有任何真正的进化。生物界从爬行类到鸟类的演变，鸟类那种适应于飞行生活的特殊身体结构的形成，也经历了这样一个历史过程。这个过程，自从1861年在德国巴伐利亚地区发现了世界上最早的鸟类——始祖鸟的化石以来，人们对它的认识已经比较地清楚了。

始祖鸟产生于中生代的侏罗纪，是由一种类似鸟鳄类的小型爬行动物逐渐演化而成的。当时，由于地面上肉食性恐龙的威胁，它们爬到树上生活。长久的树间活动使它们的形态结构渐渐和爬行类发生背离。其中特别重要的是前肢渐渐变大，成了适应于腾空滑行的羽翼，覆盖在身上的鳞片也逐渐转化为轻薄的羽毛。这些变化使它开始有了一些飞翔的能力，跨出了爬行类的门槛，成了鸟类的“始祖”。但另一方面，它们又没有完全丢掉爬行类的旧传统。例如，和翼龙相类似，它们的翅上也有三个带爪的指，显然也是足的残余。这样的带足之翅或带翅之足，

有时用于滑翔，有时也可攀爬，实则两方面的机能都较差。另外，现代鸟没有牙齿，始祖鸟却和爬行类一样口中有牙；现代鸟的尾部由尾羽构成，始祖鸟身体后面却拖着一条由 21 个尾椎骨组成的长尾巴；整个身体结构比较重实。这种鸟类和爬行类相比是又异又同，同异参半，有人因此曾经把它们叫做“美化了的爬行类”。恩格斯则更加一针见血地称之为“用四肢行走的鸟”。（《反杜林论》）始祖鸟化石的发现，有力地证明了鸟类高超的身体结构原来并不高超。天上的动物来自地上；而地上的动物也不是一步登天的。

新生代初期现代鸟的产生，标志了地上四足动物向天空进军中的决定性胜利。在现代鸟那里，翅中之“足”退化了，羽翼状的翅膀却更加丰满完善了；口中之齿消失了，坚硬的喙却形成了；长长的尾椎骨不见了，轻巧的尾羽却产生了；骨骼变得轻而中空，构造却更加精致密实，而且在胸部还形成了特别发达的“龙骨突”，为支持强有力的肌肉和牵动翅膀创造了条件。甚至它们的消化、排泄系统，也有了相应的变化：咽部长出了贮存食物的嗉囊，大肠却变短，膀胱也没有了。足的退化和翅的完善增强了飞行的能力，牙齿和尾椎的消失，消化、排泄系统的简化，减轻了身体的重量；骨骼结构的改造则既有利于体重的减轻，又保证了对剧烈的飞行运动的适应。而所有这一切新机能的产生，又都是变革了旧形态的结果。一切都是推陈出新，除旧布新，新陈代谢。当然，现代鸟也并非都是全新装备的。例如麻雀的幼雏和鸵鸟的翅膀上就还留着爪，也都不会飞。然而，“一当新的方面对于旧的方面取得支配地位的时候，旧事物的性质就变化为新事物的性质。”同样，一当适应于飞行活动的形态机能对原来适应于爬行活动的形态机能取了支配地位的时候，地上爬的四足动物就可以从始祖鸟一类飞行的“半吊子”变成飞行的能

手。

“鹰击长空，鱼翔浅底，万类霜天竞自由”。天上的飞鸟来自地上；但地上的动物一旦上了天，就在生存斗争中取得了十分广阔的行动自由，为一切地上的动物所望尘莫及。天鹅能飞越9000公尺高的珠穆朗玛峰，横渡“世界屋脊”若等闲；鹫的飞行高度也可达3000公尺。雨燕则能作每小时110—190公里的急行军。当然，普通鸟类并不都能飞得这样高，这样快。但一般的飞行速度约为每小时30—60公里，高度约为400公尺，也远远超过地上的四足动物。俗话说：“癞哈蟆吃不到天鹅肉”。其实，别说癞哈蟆，就是凶猛的走兽，对于飞鸟也常常无可奈何。这是因为飞行活动在空间上超脱了陆上平面运动的限制，避敌时上天有路，猎食时也能居高临下，处于有利地位。空间的扩大还赢得了时间。对于春夏秋冬、寒来暑往的季节更替，四足动物因活动范围有限，有的不得不在气温过热时夏眠，太冷时冬蛰，要等待严寒酷暑过去，才能恢复正常生活。鸟类中的大雁、家燕等“候鸟”，却能进行长距离的迁移。秋天南飞越冬，春来北归繁殖。“天高云淡，望断南飞雁。”它们迁移时往往成群结队，翻山越岭，越涉重洋，有的能进行三千至六千公里的长征，历尽千辛万苦。但“翩翩堂前燕，冬藏夏来见”，辛苦跋涉的结果，却能使它们在寒暖无常的气候变化中，常年在温暖如春的环境下生活，四季都能活动，比那些囿处一地的动物主动得多。

又高又快的飞行活动还极大地提高了鸟类各种器官的“灵敏度”，发展了不少独到的机能。飞得快就看得远。老鹰抓小鸡，隼在空中捕杀飞禽，几乎百发百中。海鸥从高空俯冲而下，啄食大海波涛中被航海者抛弃的饼屑，也毫不差迟。候鸟识途，“不恋雕梁万里归”，能够历经千山万水而原途返回，也有赖于它们敏锐的视觉和较高的智力。鸟类眼尖嘴也巧。翅膀的形成，

使鸟失去了“双手”，却发展了灵巧的喙。鸟喙既可捕食御敌，又能营巢筑巢，既是口，又是“手”。它们有的是深挖小虫的“凿子”（如啄木鸟），有的是撕裂猎获物的利器（如鹰），有的是网罗飞虫的“口袋”（如燕），有的则象捕鱼的“钓竿”（如鹭鸶）。鸟巢大多用树枝、细草、兽毛、泥土等做材料，形状也各有千秋，有的象酒盅，有的象圆球，有的象花亭，也都是用鸟喙做工具构筑的。这种口手结合的器官，是飞行的产物，又减轻了体重，有利于飞行。这也是一切四足动物所无法比拟的。

如此说来，在硕大无朋的恐龙灭绝之后，能够上天的飞鸟就成了“至高无上”的了？却又并不见得。就以运动机能看，鸟类也不是都比四足动物优越。四足动物在地面上行动，说走就走，说停就停，拐弯转向，都较方便。天气的变化，例如刮风下雨等等，虽也会对它们的活动产生一些影响，但并不太大。鸟类的飞行就不那么随心所欲。鸟类中只有蜂鸟能够从平地垂直起飞，采集花蜜时还能在空中停悬较长的时间。但蜂鸟的体重不过几克，而且翅膀要不停顿地作每秒钟三、五十次的快速挥动，才能使身体悬着，不致下垂。这种“鸟”其实和“蜂”差不了多少，稍大的鸟类那有这种能耐？一般说，飞行技术再高的鸟，也都有其难以克服的弱点。鹤能飞得很高，但起飞却难。燕能飞得很快，却不善于转向，只能捕捉眼前的飞虫，对于身旁的食物只能白白放过。许多鸟的飞行能力要取决于气流的状况。兀鹰飞越高山，如履平地，但离开了上升气流的顶托，就无法展翅翱翔。信天翁号称“天空的主人”，最爱在惊浪骇涛的海空迎风飞舞，无风时就只能落到水面，等待风的来临。也有的鸟，风太大时就飞不起来。

和四足动物相比，鸟类更加致命的弱点还在于它们在进化前途上的局限性。失去二足，换上双翅，使鸟类获得了上天飞行

的本领，同时也使它们失去了朝更高方向发展演化的可能。这是因为前肢特化了，用途专一了，无法从事比飞行更加复杂多样的活动，也就没有了实现手足分化的基础，没有了发展体力和智力的更大可能。而大家知道，从猿到人的历史性转变，就是在四足动物不断分化、发展的基础上产生的。当然，人类到了今天，也还无翅不会飞。但人们驾着用自己的手制造的飞机上天，现在已能达到二万公尺以上的高空，最大航速可超过每小时一千公里。至于宇宙航行，遨游太空，摆脱地心引力，登上其他天体，更是任何飞鸟所远不能及。另外，“鹰比人看得远得多，但是人的眼睛识别东西却远胜于鹰。”（《自然辩证法》）人的眼力和智力，更超过任何最机灵的鸟类十万八千里！

天上的飞鸟高于地上的四足动物。但在进化的阶梯上，高飞之鸟永远不可能达到四足动物后来所能达到的高度。

### 三、高从低来，弱能变强

哺乳类亦称兽类，和鸟类同属较小的爬行动物杯龙类的后裔。但同祖不同路。鸟类向天高飞，哺乳类则始终立足于大地之上，在强敌面前生存着、斗争着。结果，鸟类疏远了大地，也并未真正登天；哺乳类则继恐龙之后成了大地的“主人”。整个新生代，从七千万年以前直到今天，都是哺乳类在动物界占统治地位的时代。

现代哺乳类是动物中的佼佼者。比较恒定的体温和满身的皮毛，保证了它们对各种气候条件的适应；四个室的心脏和动、静脉血液的分流，横隔膜的形成和胸腔、腹腔的分隔，使它们的循环、呼吸机能和代谢机能比较坚强有力；发达的四肢、爪牙和灵敏的感官、大脑，是它们生存斗争的有效工具；胎生和哺乳，更

是一种十分有利于繁育后代的生殖方式。所有这些，都使现代哺乳类不仅高于、强于它们的前辈爬行类、两栖类、鱼类等脊椎动物，而且高于、强于它们的同辈鸟类。“人，动物之尤者也”。现在大家知道，在生物学意义上，人也不过是一种哺乳动物。

然而，有人在宣扬“人为万物之灵”的同时，把现代哺乳类当作生物进化的“顶峰”，这种见解却又未必正确。现在世界上虽然还没有一种动物在形态机能的优越性上堪与哺乳类相匹敌，但只要看一看现代哺乳类的过去，就可以知道现代哺乳类的将来。它们的出现，决不会穷尽生物界层出不穷的矛盾分化和转化过程。谁也不能说那个物种是“止于至善”了。

现代哺乳类的“过去”是什么？如同在此以前的进化链条上曾经不止一次地出现过似鱼非鱼、似鸟非鸟的“中间环节”一样，哺乳动物也有过一个十分类似的发展阶段。它的前身是“似哺乳类的爬行类”，而它的早期则是“似爬行类的哺乳类”。这些过渡型的动物本身就说明了最早哺乳动物原是一个同爬行类分不清的类群。爬行类大多从体侧横伸四肢，腹部贴地爬行，当然要比哺乳类低等。但低中也有高。属于爬行类的犬颌兽就已经有了从腹部垂直伸向地面的四肢，能够和哺乳类中的犬一样迈步行走。它的牙齿也很象哺乳类。只是由于它的下颌骨还是由几块小骨组成，凡不符合哺乳类的下颌骨都应由单独一块齿骨构成的“分类标准”，就没有被算作哺乳类，只能屈居爬行类的行列。曾经在中生代三迭纪时生存在我国云南禄丰地区的卞氏兽，各方面的形态构造更加接近哺乳类，就是那块带有关键性的下颌骨，也已有90%以上由整块的齿骨构成，因为其中还留着一点点其他骨头的残余，仍然只能算作“似哺乳类的爬行动物”。

相反，“似爬行类的哺乳类”虽属高于爬行类的哺乳动物的范围，其实也并不太高。胎生是哺乳类高于爬行类和鸟类的重



鸭嘴兽

要特征之一。胎生的优越性在于仔兽在母体内的胚胎期长，产出后成活率也较高。但原始哺乳类鸭嘴兽，却就没有这般优越的生殖方式。它们腹部有乳腺，仔兽也靠母体哺乳长大，产出前却不是先在母腹内孕育，而是象爬行类、鸟类一样下蛋孵化。因此是一种独特的“卵生的哺乳动物”。它们的成兽身上有毛，体腔内有横隔膜，也象哺乳类。但脚趾间有蹼，嘴是角质的喙，又和鸟类中的鸭子相仿佛。鸭嘴兽是“似爬行类的哺乳类”中仅存的少数“遗老遗少”之一，它们的身上显然留着不少较低等动物的痕迹。其他属于这一类的三尖兽、对齿兽、多瘤齿兽、古兽等等，除古兽类后来演化为有袋类和有胎盘类外，都没有留下后代，它们的形态机能无从详细考证。但仅从它们留下的化石看，那末除了牙齿的构造，较和哺乳类相近以外，其他也很少比爬行类更加高明的东西。对于今天的高等哺乳动物，要认这些兽类作它们的老祖宗，可能会感到有失光彩，但事实上，哺乳动物的早年时代，却就是那样的半低不高，不伦不类！

有袋类也是现在生存着的原始哺乳动物。顾名思义，有袋类就是腹部都带着一个“口袋”的哺乳类。它们要比鸭嘴兽进步。除身上多了一个“口袋”以外，好多方面都已和现代高等哺乳类差不多。其中特别重要的是胎生。胎生保证了它们

要特征之一。胎生的优越性在于仔兽在母体内的胚胎期长，产出后成活率也较高。但原始哺乳类鸭嘴兽，却就没有这般优越的生殖方式。它们腹部有乳腺，仔兽也靠母体哺乳长大，产出前却不是先在母腹内孕



袋鼠

比较健康的成长和更为广泛的发展。在中生代末期的白垩纪，它们曾经遍布全世界。诸凡现代高等哺乳类中的鼠、狼、熊、兔、狸、獾等，有袋类一概都有。因为身负“口袋”，所以分别叫做袋鼠、袋狼、袋熊、袋兔，等等。然而一袋之差，却反映了生殖方式上的巨大差别。原来，有袋类的胎生，虽然高于鸭嘴兽的卵生，却要比现代哺乳类的胎生低级得多。

现代胎生哺乳动物都有胎盘。胎盘由胚胎绒毛膜上的绒毛伸入母体子宫壁上的粘膜，互以血管相连，是保证胎儿从母体取得营养的纽带。有了它，胎儿才能在子宫内充分发育成熟。但有袋类的胎生却是“没有胎盘的胎生”。由于没有胎盘，胎儿与子宫壁连结不紧，不但不易从母体取得充分的营养供给，而且胎儿无法比较牢固地附着在子宫壁上，不能有较长的孕育期。现代哺乳类的怀孕期如虎为98—110天，熊为210天，象为612天，而有袋类却最长只有39天，短的只有8天。因此有袋类的仔兽都是“早产儿”，产下时只有核桃般大小，根本不成样子。“早产儿”难以提携捧扶，就放在体外的口袋里继续养育。它们腹部的“口袋”，就是一个“育儿袋”。这种生殖方式不仅使它们在行动时多了“育儿袋”这个累赘，而且仔兽由于早产，先天不足，脑袋都极小，智力也很低。因此它们在更加先进的有胎盘哺乳类发展起来之前，虽然一度繁荣，以后就渐趋灭亡。现在只能在澳洲及其附近的一些岛屿上，还能和鸭嘴兽等一起，找到它们中的幸存者。因为这些岛屿在有胎盘哺乳类尚未产生之前已经脱离大陆，就有袋类和鸭嘴兽等的生存，提供了小小的“世外桃源”。在美洲，现在也还能够发现极少数的有袋类。除此之外，它们几乎全部灭绝了。

毛主席指出：“新过程的发生是什么呢？这是旧的统一和组成此统一的对立成份让位于新的统一和组成此统一的对立成

份”。对于哺乳动物早期历史的回顾表明，生物进化中新的更高发展过程的产生，情形也是这样。与哺乳类相比，爬行类处于较低的进化水平。然而爬行类也并非千篇一律，而是包含着形态机能高低不同的对立成份。另外，哺乳类也不是全都高等，不再有矛盾分化了。曾经盛极一时的有袋类后来又让位给更加高等的有胎盘哺乳类，就是说明：“天外有天”，高等还有更高等。哺乳类产生以后，还会有新的矛盾分化，还有自己的矛盾发展史。

事实上，在哺乳动物的早期阶段结束，有胎盘哺乳类新的更高发展阶段刚刚开始之时，矛盾分化也跟着开始了。最早的有胎盘哺乳动物是食虫类，产生于中生代末的白垩纪，大多是以昆虫为食的小动物。由于生殖方式以及其他方面的先进性，它们在新生代的早、中期曾先后有过几次辐射发展，分化出了二十多个不同的类群，造成了有胎盘类的大繁荣。在当时整个哺乳类所包括的“属”里面，几乎 95% 以上的“属”都给有胎盘类包了。从陆上的走兽到水里的海兽，从空中的蝙蝠到树上的猿猴，从凶猛的狮虎到驯良的牛羊，从重达百吨以上的鲸到体重只有几两的鼠，形形色色，不一而足。在这样丰富多样的庞大类群中，进化的水平也是高低不等，参差不齐，而且始终处于相克相生的不断演变之中。

动物生存斗争能力的强弱，常常是它们进化水平高低的标志。从凶悍壮健的程度来说，食肉兽可算是有胎盘哺乳动物中的“强中之强”了。它们一般都有能够用来抓捕刺杀的“钢牙利爪”，善于奔跑跳跃的身躯、四肢，嗅觉既灵，目力又尖。这使它们能够称霸山林，狮虎之类，俨然成了“兽中之王”。食草兽在肉食性动物面前，由于缺乏这套“兵器”、“武艺”，就似乎只有被生吞活剥了。但事实上，有的食草兽也是很凶猛的。如象，开始只有猪那么小，后来发展成庞然大物。野象、野牛等就都很厉害。食肉

兽离开了食草兽等不仅无肉可食，只能饿死，而且它们的一整套“钢牙利爪”也是在同食草兽等作斗争中逐渐发展起来的。

食肉兽可大别为猫犬二类。狮、虎、豹等属猫形类，豺、狼、狐等属犬形类。它们也都是从较小的动物发展来的。它们的祖先古食肉兽，体型不过猫般大小，而且齿不尖，力不大，跑也跑不快。为什么威武雄壮的后代竟有那样羸弱平庸的祖先？这就同它们祖先所处的环境和所遇到的“对手”有关。兽类最初都生活在森林中。食肉兽原来的捕食对象——森林中的原始有蹄类，也大多是比较容易对付的食草兽。有的体小力弱，有的虽然体形较大，但四肢粗笨，行动迟缓，都在森林中徘徊觅食。对付这些捕猎对象，显然用不着特别大的能耐。但后来，原始有蹄类中的许多种群从森林走向草原，体型、体力越变越大，跑的速度也越来越快。这时，食肉兽如果依然故我，毫无进取，就只有挨饿待毙。它们的疾足利齿就是在这样的情况下发展起来的。狼快速追逐的本领，显然同被追逐的鹿能够快步如飞相辅相成。猫形食肉兽如狮、虎等的演变，也同它们捕猎对象的变化联系着。剑齿虎两枚长长的犬齿，象两柄锋利的剑，它们的口能张大到九十度，所以会有这种特别的形态机能，就是因为它们捕食的对象，都是马、象、犀牛等皮厚、体大的动物。剑齿、大口，正好与皮厚、体大的食物相匹配。

因此，食肉兽愈是张牙舞爪，就愈是反映了它们的捕食对象并不都那么弱小好欺。要“食”之“肉”，不象青草树叶那样俯拾即是，容易到口的。它们对非肉食性的动物生杀予夺，其实正是它们的生存方式具有严重依赖性的表现。有人把食肉兽的产生，看做一种“演化冒险”，不是没有道理的。

矛盾着的双方相互依存。“假如没有和它作对的矛盾的一方，它自己这一方就失去了存在的条件。”食肉兽一旦失去了它

们特定的捕食对象，它们优越的形态机能以及它们自身的存在，也就成了问题。剑齿虎曾经称霸新生代中期。但到了新生代的更新世，就随着大型厚皮动物的灭亡而灭亡。为什么？因为剑齿大口已经没有了用武之地，而大器小用，又效果不佳，就连同虎皮虎肉一起消失了。熊猫由浣熊演化而来。它们原来也食肉，在更新世时曾广泛分布在亚洲各地。但后来因为在生存斗争中生活区域逐渐缩小到我国西部高原地区，那里冰天雪地，小动物不多，食肉机能就逐渐退化。现在虽然有时也能吞食竹鼠一类动物，但基本上已经变成了吃竹笋的食草兽。至于家犬家猫与野狼猛虎的差异，更说明犬、猫类动物发达的形态机能，不能离开其捕食对象在形态机能上的相应发展。在这个意义上，强者之所以为强，在很大程度上却受制于弱者。即便狮子老虎，又那里真正算得上是什么高于群兽的“兽中之王”！

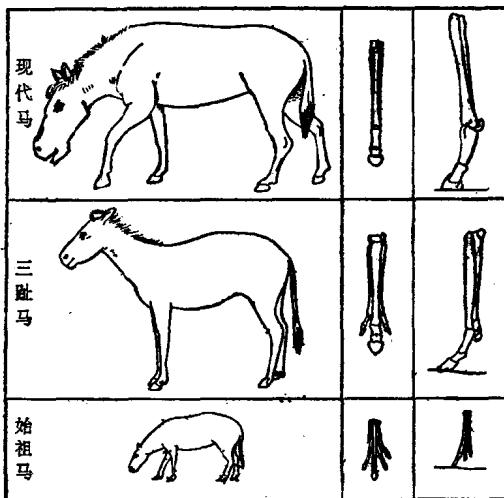
道高一尺，魔高一丈。还应该看到，强凌弱，又能促进弱抗强，弱转强。食草兽弱，主要就弱在它们缺乏尖利的牙齿，而这又同它们的食性有关。食草兽原本不食草。在新生代初期，气候温暖，森林繁茂，它们大多栖息林中，以嫩叶为食。到了新生代中期，气候转冷，欧亚北美的亚热带森林移向南方，辽阔的草原大片出现，许多以草原为家的食草兽，才真正以食草为生。食草和食叶的牙齿构造略有不同，但都以咀嚼研磨为主，不能用来咬噬刺杀。这就决定了它们在全副武装的食肉兽面前，总是处于劣势地位。但生存斗争中食草兽可以用“飞毛腿”来对付“敌人”。马以及其他有蹄类适宜于快速奔跑的蹄，就这样地发展起来了。

当然，蹄的形成不能完全归之于食肉兽的压迫，从森林到草原这一自然环境的变换也是一个重要原因。林地残枝败叶多，土质松软，高低不平，适宜用有肉垫的足掌行走。最初生活在森林

里的马的祖先——始祖马，足上就没有蹄。蹄的形成，显然同后来在比较坚硬平坦的草原上奔跑有关。但马来到草原以后为什么要疾足飞奔？这显然不是为了“走马看花”，奔着玩。除了有时需要长距离觅食以外，更主要的就是由于食肉兽特别是剑齿虎的威胁。草原开阔地带，一望无际，目标明显，行动稍有差迟，就会葬身虎腹。这样，适宜于快跑的马种就逐渐发展起来。始祖马前肢四个趾、后肢五个趾着地，脚底软软的，根本跑不快。“有机物发展中的每一进化同时又是退化”。（《自然辩证法》）后来足趾退化为三趾的马，就较能适应新的环境条件。但三趾马行动也还难逃剑齿虎的追捕，大批地被吞灭了。到了新生代上新世出现的真马，由于已经和现代马一样仅用单趾着地，肉垫也为蹄所取代，终于变成了奔跑“健将”。这时，剑齿虎纵然凶猛，对之也可望而不可即，奈何它不得。强者岂非就转化成了弱者，而弱者则转化成了强者！

食草兽对抗强敌，不仅靠运动器官的发展，还靠内脏器官的改造。食草兽被食，常在它们食草之时。因为顾了自己“食”，就容易忘记“被食”的危险。况且，动物的进化，毕竟不是象有人所想象的那样简单：鹿力图伸长脖子去吃树上的叶，就变成了长颈鹿；食草兽力图在草原上避敌，就都成了“飞毛腿”。事实上，同样的草原条件，同样的避敌需要，由于内在条件的不同，并不能发展出快跑的本领。适应于这种情况，如牛羊等具有反刍胃的种群就逐渐发展起来。反刍就是把一般动物的摄食过程分成两步来进行：先抓紧时机迅速吞下大量食物，在嘴里“粗加工”；然后转移到安全地带，让胃里的食物再返回嘴里细细咀嚼，再下咽消化。具有反刍胃的动物，用这种方法解决“食”和“被食”的矛盾，也是对抗强敌的一种方法。

二十世纪初，无政府主义者克鲁泡特金鼓吹“互助论”，妄图



### 马的进化

用剥削阶级和被剥削阶级之间的“互助合作”来代替无产阶级革命和无产阶级专政。他为了在生物学上找“根据”，有意否认生物界在相克相生的矛盾斗争中形态机能不断演化的客观事实，竟然把进化的动力，也说成是唯一地在于“互助合作”。以后，他在生物学界的信徒们甚至还要人们去向动物界学习“雄爱其雌，母爱其子”的“互助精神”。这种理论，不仅在政治上是极其反动的，在生物学上也是十足荒谬的。恩格斯说：“活的物体的相互作用则既包含有意识的和无意识的合作，也包含有意识的和无意识的斗争。”（《自然辩证法》）要说合作的话，那末强弱不同的动物，它们的形态机能在斗争中相互促进，就可以算是一种“无意识的合作”。但这种“合作”实质上却又是斗争。“有意识合作”的现象有没有呢？也有。例如野牛遇敌，总是团聚一起，母牛、

小牛、老弱等居于中央，公牛则围在四周，翘角迎敌。其他如鹿、马、象等食草兽也都有合群习性。但这种合作不但没有取消平时相互间在觅食、择偶等方面的斗争，而且它本身就建筑在对敌斗争的基础之上，也无非是以弱抗强的一种斗争手段。

当然，动物形态机能高低强弱的转化，并不都是由于它们相互之间的斗争。恩格斯曾经指出，如果动物和植物迁移到新的地区，遇上新的气候、土壤等等条件，“在那里适应下来的个体继续生存下去”，也能“由于不断增长的适应而形成新种”。（《自然辩证法》）事实上，生物与生物之间的矛盾斗争，从来就和生物与其周围无机环境之间的斗争同时存在。生物由无机物在一定自然条件下转化发展而来。物种的兴衰也在很大程度上是天时、地理等自然条件变化的结果。在新的自然条件下，原来繁荣兴旺的物种会走向萎缩消亡，而原来比较弱小的物种，则能由弱转强。这也能使生物之间高低强弱的原来状况为之改观。例如蝙蝠飞向空中，只能在地上行走的食肉兽对之就毫无办法。鲸和海狮、海豹、海象等遁入大海，不谙水性的其他猛兽就动不了它们一根毫毛。骆驼号称“沙漠之舟”，没有足够耐旱和长跑能力的动物也根本接近不了它。而小小的鼠形类啮齿动物，则还能以更巧妙、更广泛的适应性来同大型哺乳动物抗争。它们身体小，到处可以钻洞穿穴；食性杂，败草树皮也能充饥。因此大型动物无法插足的地下，成了它们大肆活动的广阔天地。其繁殖之速和分布之广，在哺乳类中首屈一指。从赤道到两极，几乎无处没有它们的踪迹。有人甚至认为未来的地球上将由啮齿类取人类而代之，这种想法固然荒唐无稽。但区区鼠辈，确实要化很大的力气才能防止它们捣乱为害。它们这种特别强的适应性，难道不是弱能转强的又一明显例证？

其实，当今动物界中“最高”、“最强”的物种，又何尝不是从

最低等、最弱小的物种直接导源、演化的！“最高”、“最强”的物种是什么？在现存的动物界中，灵长类名列前茅。有人就据此认为“万般皆下品，唯有灵长高”。“灵长”也者，“灵性”“最高的动物”之谓也。哺乳类中的猿猴属于灵长类，人作为“广义的动物”，也属灵长类。因此灵长类理应成为“进化史上伟大的最高点”，不同凡响，空前绝后。但是，如果看一看灵长类之所由来，那么这种灵长类“至高无上”论实在也不堪一驳。因为这种“灵性”最高的动物原来竟同很“不灵”的动物直接相连；进化史上的“最高点”原来就和有胎盘哺乳类中的“最低点”即食虫类难解难分。前面已经说过，食虫类是最原始的有胎盘类。食虫类中的鼩鼱和老鼠差不多，是哺乳类中最小的“侏儒”。鼩鼱还是“睁眼瞎”，终年在地下瞎挖掘，连视力都没有。但最早的灵长类树鼩，却就是直接导源于这种其貌不扬，智力也低的祖先。人类的祖先是猿猴。而猿猴就是由树鼩在长时期的树上攀爬活动中，通过前后肢的分化和感官大脑的发达，逐渐演化而成。到了猿猴，智力和其他机能当然要比别的动物高明得多，但不及其他高等哺乳类的地方也不少。劳动使人脱离了动物界。人的手和大脑都是劳动的产物。而由于有了手和大脑，人就能在社会生产斗争和阶级斗争中不断发展，不断前进。动物和人，根本不能同日而语。但即使到了人类，也并不见得一切都是“万物之灵”。人如果离开了手和大脑，其他个别的器官就不一定胜过动物。人类如此，猿猴等其他灵长类当然更加等而下之。因此，“灵”中有“不灵”，“不灵”可以转化为“灵”；高等中有低等，低等的又可以转化为高等，把灵长类看做“进化史上最高点”，也是没有根据的。生物进化的潜力还大得很呢！

毛主席教导我们：“自然界也总是不断发展的，永远不会停

止在一个水平上。”近三十多亿年前从无生命物质到生命体的产生，是不断发展的自然界中的一个飞跃。近三十多亿年来的生物进化史，也是一个不断地从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。在这个极其漫长的过程中，交织着新种与旧种的兴衰更替，充满着生物界内部以及生物与其外界环境之间的矛盾斗争。任何新种都不是天上掉下来的，总是脱胎于旧种；而随着时间的推移，在一定条件下曾经是新兴的东西，又总是要被更新，被更加高级的物种所替代。整个生物界就是在这种不停顿的新陈代谢中推陈出新，生生不息。

生物进化的途程无比曲折，人们对于生物进化规律的认识，道路也并不是平坦的。在欧洲近代史上，曾经有过进化论同“神创论”、“物种不变论”的激烈斗争；在我国历史上，则儒家“天命观”同法家朴素唯物论和辩证法思想在生物进化问题上的斗争，也长期存在。十九世纪五十年代达尔文进化论的问世，极其有力地打击了唯心论形而上学的自然观，但斗争并未就此收场。一切腐朽没落的反动阶级害怕进步，害怕革命，总是要有意歪曲生物进化的客观规律，来为他们的反动政治目的服务。而一切革命的阶级则应当“揭露反动派和形而上学的错误思想，宣传事物的本来的辩证法”。这不仅是进一步发展生物科学的一个重要任务，也是破资产阶级世界观，立无产阶级世界观，提高无产阶级专政下继续革命觉悟所十分必要的。

(续完)

## 关于微积分和极限问题的讨论

〔编者按〕本刊一九七四年第二、三两期发表了马克思的《数学手稿》以后，收到了很多读者的来信来稿，他们谈了自己的学习体会，还针对微积分和极限问题提出了不同的看法，展开了讨论。这里发表的是其中一部分。

### 应当怎样认识极限？

北京 144 中学高二(2)班学生 何 放

最近，我从《自然辩证法》杂志上看到马克思的《数学手稿》，很受启发。联想我们课本上讲的极限概念，觉得和《手稿》的精神是不一致的。

在《手稿》中，马克思直截了当地写上  $dx = 0$ ,  $dy = 0$ , 把微分——扬弃了的差值归结为零。这使我对极限的概念有了进一步认识。原来我读的《数学》教材，给极限作了这样一个定义：“无论预先给定怎样小的正数，在数列里都能找到一项，从这项起，以后所有各项与  $A$  的差的绝对值，都小于预先给定的数，那么，这个常数  $A$  就叫做这个无穷数列的极限。……记作  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = A$ 。”这个定义和它所提供的证明方法以及对它的解释都告诉我

们，即使  $n$  无限地增加下去， $a_n$  与它的极限——常数  $A$  之间总是有一段距离的， $a_n$  与  $A$  的差的绝对值是“无穷小量”，而绝不是零。用定义证明  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$  的真正含义是： $n$  不可以变为无穷大， $\frac{1}{n}$  只是趋近于 0，而绝不真正等于 0。

其实，当  $n$  变为无穷大时， $\frac{1}{n}$  就是“无穷大分之一”，是无限细分的一种表示。而从上面的定义就会得出“无限细分不能达到零”的结论。

首先要提出的一个问题就是：为什么用不精确的方法得出了精确的结果？根据课本上的极限定义，可以证明当  $|q| < 1$  时， $\lim_{n \rightarrow \infty} q^n = 0$ ，这告诉我们： $q^n$  只是无限趋近于 0，而不是真正等于 0。这样，从一般等比数列  $a_1, a_1q, a_1q^2, \dots$  的求和公式中，近似地得出无穷递减等比数列的求和公式：

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} S_n &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_1}{1-q} - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_1}{1-q} \cdot q^n \\ &= \frac{a_1}{1-q} - \frac{a_1}{1-q} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} q^n = \frac{a_1}{1-q}\end{aligned}$$

当我们在这中间步骤和结果之间写上“=”的时候，就会想到：无论它们是多么的相似，但毕竟是“ $\approx$ ”。因为当  $n$  变为无穷大时， $q^n$  毕竟只是“趋向于 0”而不是“= 0”。因此，我们虽然应用这个结论，但是不免要对结果的精确性发生怀疑。

事实是怎样的呢？例如把  $0.\dot{3}$  化成分数，则

$$0.\dot{3} = \frac{0.3}{1-0.1} = \frac{1}{3}.$$

所得到的  $\frac{1}{3}$ ，是精确的结果。

其次，从表面看来，课本也承认项数  $n$  可以变为无穷大，其实它一开始就把一个无穷数列局限在从第一项到某一确定的项这样一段范围内，并没有真正把“无穷”这一性质体现出来。这样，就是从有限出发，夸大了有限，完不成无限向有限的转化。

不错，我们认识事物的过程，是从有限出发，通过有限达到无限，然后由无限再到有限，即：有限、无限、有限。两次否定，都是通过对自身的肯定来达到对自身的否定，所以，这两次否定都是合理的，是包含着肯定的否定。这个有限——无限——有限的认识过程分为两个阶段，二者既是互相联系的，又是互相区别的。第二个阶段是在第一个阶段的基础上进行的。“一尺之棰，日取其半，万世不竭”这句话正确地反映了第一个阶段的过程，“万世不竭”这个结论反映了客观实际，是真理。这样，第二阶段必须把“无限”作为过程的起点和已知（辩证地来看，无限是可以作为已知的，它不过是某种特殊的已知）。我们从客观现实出发，利用现实提供的条件，就可以完成第二个阶段的过程，即：无限向有限的转化。可是，课本上的定义虽然首先承认第一个阶段的过程是正确的，但随后就把第一个阶段的过程机械地搬来作为第二个阶段的过程，重新由有限开始。这种做法使整个过程变为：有限→有限→无限，粗暴地（不包含肯定地）否定了第一个阶段的结果，从而也否定了第一个阶段的过程本身；又因为粗暴地否定了第一个阶段的结果，因而它所否定的不仅是“无限”本身，而是“无限可分”的真理。这种形而上学的方法抹煞了第二个过程的特殊性，割断了第二个过程与第一个过程的联系（不包含肯定地否定了第一个过程的结果同时也是第二个过程的起点）。

应当怎样理解无限细分为零？具体说来就是怎样理解当  $n$  变为无穷大时， $\frac{1}{n} = 0$ ？当  $n$  变为无穷大时， $\frac{1}{n}$  就是“无穷大分之

一”，它是怎样达到零的呢？我们不妨换一种形式来看：当  $n$  变为无穷大时， $1 - \frac{1}{n} = 1$ ，从而也就说明了当  $n$  变为无穷大时，

$$\frac{1}{n} = 0。$$

$1 - \frac{1}{n}$  可以化成  $\frac{n-1}{n}$ 。形式逻辑告诉我们“ $n-1$ ”永远不能与“ $n$ ”相等。事实上，只有当  $n$  是一个确定的数值时， $n-1$  才只能等于它自己，但当  $n$  不代表任何一个确定的数值，而代表无穷大时，减 1 就不能对  $n$  发生任何作用。无穷大中包含着无数多个 1，从这无穷多个 1 中减掉一个所得到的还是无穷大。自然界不存在什么绝对的非此即彼，当具备了“ $n = \text{无穷大}$ ”这个条件之后，就使得“ $n-1$ ”等于“ $n$ ”。在这种意义上说： $n-1 = n$ ，分子 = 分母， $\frac{n-1}{n} = 1$ 。这就说明了：当  $n$  变为无穷大时， $\frac{1}{n} = 0$ 。

所以，极限也可以这样定义：“一个数列，当项数  $n$  变为无穷大时，如果数列的项  $a_n$  随之达到一个常数数值，那么这个常数就是这个无穷数列的极限”。我觉得，这种说法是符合辩证法的，它本身提供的证明方法也同样是辩证的。

## 试用辩证法 改革微积分教学的一点体会

上海五七〇三厂 傅锡涛

怎样改革微积分教学？对于这个问题，我们有一个认识和

实践的过程。在旧大学里，讲到微积分，往往着眼于对一般曲线的无限分割，教师讲起来迂回曲折，别扭费劲，讲了半天，还讲不清问题的实质。以前，我们也作过一些改革，例如我们曾选择了生产实际和技术革新的某些课题作为个别例子，对旧教材作了某些补充和修改。但没有注意从个别的例子中分析出微积分的一般原理，教材中的基本观点和教学体制还是旧的那一套。无产阶级文化大革命提高了我们的路线斗争觉悟，特别是工农兵上大学，为教育革命增添新的生力军。在这种新的形势下，我们通过学习毛主席关于“教育要革命”的一系列指示，学习恩格斯的《反杜林论》和马克思的《数学手稿》等著作，对改革微积分教学做了新的尝试。

恩格斯说：“变数的数学——其中最重要的部分是微积分——本质上不外是辩证法在数学方面的应用。”（《反杜林论》）这使我们认识到，要搞好微积分教学，就要学习唯物辩证法，对旧的微积分教材中的形而上学和唯心主义观点进行批判。同时，工农兵学员都有一定的生产实践经验，又都学习了辩证法，这又是我们搞好微积分教学的极其有利的条件，完全没有必要、也决不容许跟着旧教材兜圈子，走老路。总结以前的经验教训，我们认为，微积分的教学改革不应该仅仅局限于从生产实践中选取素材，作为微积分运算的例题，而是应该把实践的观点作为第一的和基本的观点，作为我们研究微积分的基础。因此，在讲解微积分时，我们就不再花工夫去讲如何分割一般曲线，而是着重解剖生产实践中的一个实际问题，首先去分析运动是如何实现的，认识运动本身的辩证性质，再引入微积分的概念来描述这个运动，这样也就同时了解了微积分的辩证性质。让工农兵学员一下子就掌握了微积分是实际运动本身的辩证性质的反映这个基本观点，再学习微积分就不感到神秘难懂了。

在一次弹簧压缩实验中，工农兵学员根据实验数据，绘制了压缩曲线。我们从分析这个实验着手来讲解微积分的一般原理，收到了较好的效果。

压缩弹簧是一个变载荷做功运动。载荷  $F$  随弹簧压缩行程  $S$  的变化而变化，并且在不同的点位上有不同的载荷，载荷的变化是连续的；行程  $S$  从一个点位到另一个点位是逐渐达到的，其变化也是连续的；在连续运动中作的功  $E$  也是连续变化的，即在每一个点位上都依赖于载荷的变化作功，而不是在若干点位内按载荷的平均值做功，或在某些点位上做功，而在另一些点位上不做功。载荷  $F$ 、行程  $S$ 、做功  $E$  的连续性就构成了整个运动的连续性。通过做实验，学员对这一运动的连续性获得了感性认识，并且懂得这是运动本身所固有的，而不是人们所臆想的，弹簧压缩曲线只不过是对物体运动的描述方式。如何用微分来描述这个运动呢？设在任一点位上的载荷为  $F = f(s)$ ，在  $F$  还没有起变化的一瞬间，载荷通过这一点位时的行程为  $ds$ ，则这时载荷所做的功应为  $dE = Fds = f(s)ds$ 。这就引入了微分概念。

要理解微分概念的本质，还必须深入地认识运动。 $ds$  究竟有多大？以前，一般教材中都说它是无限趋近于零，但永远不等于零的无穷小量。这种讲法显然与运动本身的连续性不完全符合。如果  $ds \neq 0$ ，那末运动曲线只能是阶梯式的，而不可能是连续的。而且， $ds$  无论多么小，只要它不等于零，就总还有一点点长度，在这段微小长度的起点和终点上的载荷毕竟已有变化，这样  $dE = Fds$  中的  $F$  就成了  $ds$  这一段行程内的平均值，这时的  $dE$  就没有反映运动本身的真实情况，因为运动并不是按载荷的平均值来做功的。只有当  $ds$  的起点和终点重叠，也就是  $ds = 0$  时， $F$  在  $ds$  内才没有起变化， $dE = f(s)ds$  才是对运动本身的真实描述。所以，我们就大胆地改变了  $ds$  永远不等于零的说法。

我们认为，只有  $ds = 0$ ,  $dE = f(s)ds$  才有可能描述连续的运动。但  $ds$  又不应是绝对静止的零，否则运动就无法实现，也就没有连续性了。 $ds$  既是零，又不是绝对静止的零，岂非矛盾吗？是的，正如恩格斯指出的那样：“运动本身就是矛盾；甚至简单的机械的位移之所以能够实现，也只是因为物体在同一瞬间既在一个地方又在另一个地方，既在同一个地方又不在同一个地方。这种矛盾的连续产生和同时解决正好就是运动。”（《反杜林论》）压缩弹簧的变载荷做功运动就是这样实现的。当弹簧压缩到某个点位时，载荷即已变化，开始离开这一点位而向新的点位运动。这里，载荷既有定值又没有定值，弹簧既处于某一点位又不在这一点位，矛盾的连续产生和同时解决，就是变载荷的弹簧压缩运动。了解了运动本身的辩证法，就不难理解描述运动的微分方程式  $dE = f(s)ds$  的辩证性质了：

1. 从数量上说， $ds$  既是零又不是零，不是绝对静止的零。这是个矛盾。这个矛盾恰好反映了物体在同一瞬间“既在一个地方又在另一个地方，既在同一个地方又不在同一个地方”。

2. 从时间上说， $ds$  是刚一产生就已消失的东西，它反映运动的过程就是矛盾的“连续”产生和“同时”解决。

3. 从空间上说， $ds$  既是直的又不是直的，既是直的又是曲的。运动的规律不同，它所具有的形状就不断改变。这是工农兵学员司空见惯的常识。例如刀刃的切削运动，同一把刀子，装在刨床上则切削成直线，装在镗床上则切削成圆弧，装在仿形铣床上则切削成特种曲线。在每一种情况下，切削运动的方向也在连续变化，它沿切线方向刚一出发就已改变方向，转变为另一点的切线方向。

这样，我们通过分析特殊的物体运动的例子，通过揭示物体运动本身的辩证性质，就认识了微分学的基本原理。学员们反

映，微分  $ds$  既是零又不是零，不是绝对静止的零，这就没有什么神秘了，因为这是运动本身的辩证性质在数量关系上的表现。微积分本来就是从研究物体的运动中抽象出来的。旧教材中之所以把微分讲得那么玄，完全是由于那些资产阶级学者脱离实践，不懂辩证法，歪曲了微积分的本来面目。我们今后还要继续开展对这个领域中唯心主义和形而上学的批判，坚持实践第一观点，坚持一分为二的辩证法，不断改进我们的数学教学。

## 微分是相对的零

福建机电学校 郑礼星

马克思在《数学手稿》里指出：微分“作为扬弃了的或消失的差值”，写上  $dx = 0$ 、 $dy = 0$ 。这里的“消失”应理解为相对的“消失”，“0”应理解为相对的“0”。

恩格斯说：“物质是按质量的相对的大小分成一系列较大的、容易分清的组，使每一组的各个组成部分互相间在质量方面都具有确定的、有限的比值，但对于邻近的组的各个组成部分则具有在数学意义上的无限大或无限小的比值。”（《自然辩证法》）并且指出，现实世界为数学的无限提供了原型。 $dx$  与  $dy$  属于同一组， $dx$  的变化与  $dy$  的变化紧密联系着。跨“组”而言， $dx$ 、 $dy$  对于  $x$ 、 $y$ ，可以被扬弃；微分  $dx$ 、 $dy$  对于变数  $x$ 、 $y$  只是“消失了的差值”，都归结为 0 来处理，“而无需任何只是无限接近之类的遁辞”。（《数学手稿》）计算  $y'$  的时候，数学家们实际上也是这样处理的。如果他们固执地、“严格”地坚持  $dx$  只是“无限接近”于

0，那怎么能把含  $dx$  的项一笔勾掉呢？可见他们也是自相矛盾的。如果认为在计算  $y'$  时  $dx$  不能作为“消失了的差值”，不能是相对的 0，因而也不能勾掉的话，那就象对物体作力学计算时，却还固执地将物体上多了一个分子还是少了一个分子计算在内那样可笑。因为它否认了人的认识的阶段性，否认“无限”具有层次的差异，否认零只是相对的零，因而不敢认为  $dx = 0$ 。

人的认识的阶段性无可否认。“在绝对真理的长河中，人们对于在各个一定发展阶段上的具体过程的认识只具有相对的真理性。”唯理的数学家以为在计算  $y'$  时  $dx$  不是 0 的说法是绝对严格的，对变数的认识可以概括无遗，认识可以终结了。这实际上是不可能的，不过是聊以自慰而已。 $dx = 0$ 、 $dy = 0$ ，是相对的 0，也是“消失了的差值”。但是，微分不是绝对的零。马克思主义从来反对这种绝对静止的观点。我们可以通过微分的对立面认识微分。如果微分是绝对的零，那么积分就是无中生有，这便和道家的“有生于无”的“贵无”思想混同起来了。事物总是一分为二的，没有什么不可分的东西。因此，认为分到某一步就不可再分了，从而矛盾也就消失了，成了一无所有的纯粹的零，事物就由这些绝对的零组成，这是完全错误的。

绝对的零是不存在的。“有”是绝对的，“无”是相对的。任何量的无，是特定的无；分子被分割，不存在了，原子却存在，原子被分割，原子核、电子却存在，如此等等。

总之，认为微分  $dx$  不是 0，这是错误的；反之，认为微分是绝对的零，这也是错误的。实际上，马克思刚刚引入  $\Delta x = 0$ 、 $\Delta y = 0$  的时候，就形而上学划清了界限，指出：“先设差值，而后又把它扬弃，这种做法从字面上看来将导致虚无。在理解微分运算时所遇到的全部困难（就象一般理解否定的否定时一样），正在于要弄清楚它是怎样区别于这种简单的运算过程，以

及怎样由此导出实际结果”。(《数学手稿》)这样就把求导区别于简单运算，把  $dx$  区别于简单的零，也就是说：微分  $dx$  不是绝对的零，而是相对的零。

## 来 稿 摘 登

### 微分是零和非零的统一

徐庭栋(西宁青海拖拉机厂)认为：无穷小量的本质是一个矛盾，它既等于零，又不等于零，是零和非零的统一。

我国古代的“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”用现代数学的形式表示这一不竭的过程，可以写成： $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2^2}, \frac{1}{2^3}, \dots, \frac{1}{2^n}, \dots$

在这个无限的过程中， $\frac{1}{2^n}$  是个无穷小量。

一尺长的物体，每日取走一半，这样无限地取下去，它就会比任何预先给定的有限大小的物体还要小。换句话说，在这个无限取走的过程中，这个物体的大小和零之间没有确定的差距，可见这个无穷小量有等于零的方面。同时，从另一方面考虑，物体每日被取走一半，剩下一半，永远没有完全取走，因而又永远不等于零。可见这个无穷小量又有不等于零的方面。

再来讨论自由落体的瞬时速度问题。我们求自由落体在  $t_0$  时刻的速度。物理学的方法是先在  $t_0$  附近取一段有限的时间间隔  $\Delta t$ ，作出相应于  $\Delta t$  的平均速度  $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ ，然后逐次地缩短  $\Delta t$ ，作

出相应的平均速度，这样无限地重复下去， $\frac{\Delta h}{\Delta t}$  便趋近于  $t_0$  时刻的瞬时速度。在这个过程中， $\Delta t$  是无穷小量。很显然， $\Delta t$  在这个无限过程中必须小于任何有限大小。这是因为，对于任何一个有限的  $\Delta t_0$ ，自由落体的速度在  $\Delta t_0$  这段间隔上仍有变化，因此相应于  $\Delta t_0$  的平均速度  $\frac{\Delta h_0}{\Delta t_0}$  不是  $t_0$  时刻的瞬时速度，必须使  $\Delta t$  缩短到比  $\Delta t_0$  还要小。 $\Delta t$  在这个无限过程中小于任何有限数（这里时间间隔只谈正数），和零之间没有确定的差距，这就是说无穷小量  $\Delta t$  有等于零的方面。同时，在从平均速度求瞬时速度的无限过程中， $\Delta t$  永远不能等于零，这是因为一旦  $\Delta t = 0$ ，就没有时间间隔了，也就没有运动了，也就没有速度了。可见  $\Delta t$  同时又有永远不等于零的方面。

我们再来看看哥西的极限理论。哥西认为，无穷小量是以零为极限的变量。一般人解释哥西极限理论时常说，无穷小量在变化过程中可以为非零，但它的变化趋势是 0。这种解释是很含糊的。用这种无穷小量定义建立微分运算基础，就不能不碰上  $\frac{0}{0} = gt$  的困难。也是因为这个定义，使现今微积分学在定义微分时，为了避免发生  $0 = 0$  的情况，而把  $dt$  取作任意的有限量，而不是无穷小量，从而引起了微分概念上的混乱。

其实，在微积分学发展的初期，人们曾经感觉到无穷小量既是零，同时又是非零，这就是数学史上所说的“实在”无限小概念。莱布尼茨就曾有过这种观念，当然他当时也并不明确。哥西极限理论的出现，就无穷小量的基本观点来说，是一个倒退。他用要么是零，要么是非零的形而上学观点定义了无穷小量的极限值，无穷小量的辩证本质被抹煞了。

我们说，每一个无穷小量都是矛盾，这是绝对的。但每一个

无穷小量的矛盾双方又是不平衡的，必有一方是起主导作用的，规定了无穷小量的性质。究竟哪一方面规定了无穷小量的性质呢？具体的说，是非零的方面规定了无穷小量的性质呢？还是零的方面规定了无穷小量的性质呢？这个问题是相对的，不能象哥西那样把一切无穷小量的极限值都定义为零。毛主席说：“有比较才能鉴别。”同样的，每一个无穷小量的矛盾双方，究竟何者规定了无穷小量的性质的问题，不能单从每一个无穷小量自身来确定，必须在该无穷小量和其他无穷小量的关系上来确定。例如  $\Delta h = gt\Delta t + \frac{1}{2}g\Delta t^2$ ，我们考察等号右边  $gt\Delta t + \frac{1}{2}g\Delta t^2$ 。这里同时存在着两个无穷小量  $\Delta t$  和  $\Delta t^2$ ，两者具有什么关系呢？大家知道， $\Delta t$  相对于  $\Delta t^2$  是无穷大，就是说，在  $\Delta t$  的无穷小过程中， $\Delta t$  与  $\Delta t^2$  的比值要多大有多大，即  $\frac{\Delta t}{\Delta t^2} = \infty$ 。因为两个无穷小量  $\Delta t$  和  $\Delta t^2$  都是零和非零的统一；又因为，对于两个实数来说，只有非零实数与零的比值才等于无穷大，即  $\frac{\text{非零实数}}{零} = \infty$ 。所以，在关系  $\frac{\Delta t}{\Delta t^2} = \infty$  中， $\Delta t$  表现为非零， $\Delta t^2$  表现为零。

关于无穷小量的这种相对性，我们也可以从现实中找到它的原型。恩格斯曾说：“地球半径等于无限大，这是考察落体定律时整个力学的原则。但是，当我们所考察的是那些用天文望远镜才能观察到的恒星系中的、必须以光年来计算的距离时，不只是地球，而且整个太阳系以及其中的各种距离，都又成为无限小了。”（《自然辩证法》）

吴光夏（包头师范学校）认为：无穷小量和 0 之间有差别的的一面、非连续的一面，但还有同一的、连续和相互转化的一面。也就是说，无穷小量具有非 0 的一面，但又有 0 的一面。无穷小量

和 0 是对立的，又是统一的，是互相渗透，互相贯通的，在一定条件下无穷小量转化为 0，在另外的条件下，0 又转化成“无穷小量”，这就是无穷小量与 0 的辩证关系。

用这样的观点来认识微分，就要正确理解  $x_1$  如何无限地接近  $x$ ，即  $x_1 - x$  怎样等于 0 的。从数轴上看，在  $x$  轴上， $x_1$  和  $x$  两点原来是间断的、截然不同的两点；随着  $x_1$  趋近于  $x$ ， $x_1$  和  $x$  的位置差别就越来越小，这种量的变化达到了比任何预先指定的任意小量都小的程度时，就区别不出到底是  $x_1$  还是  $x$ ， $x_1$  和  $x$  的明显差别消失了。

马克思在他的《数学手稿》中说：“原先通过  $x$  的变化而引入的那个量  $x_1$  并没有消失，它只是减少到了它的最小极限值 =  $x$ ，并且始终是  $x$  的原函数中新引进的元素，它通过部分地和自身相结合，部分地和原函数中的  $x$  相结合，给出了最终‘导函数’，也就是给出了减少到它的最小量的预先‘导函数’。”这表明事物发生了质的变化，由原来的截然不同的两点变到既是  $x_1$  又是  $x$ ，既有  $x_1$  的成份又有  $x$  的成分，既不是  $x_1$  又不是  $x$ ，也就是说既是两点又是一点。这样才产生导数和微分， $\Delta x = x_1 - x$  变成了  $dx = 0$ 。 $dx$  是既有又无，它在一定场合下是有，在另外的一定场合下是无，有和无共处于统一体中。

辩证法的“扬弃”和“消失”不是绝对地“去掉”和化为“乌有”，而是扬弃了原来意义上绝对的“有”，而转化为“既有又无”这种状态。“ $\Delta x$ ”和微分“ $dx$ ”有本质的差别，“ $\Delta x$ ”单纯强调“有”（差值存在）的一面，而“ $dx$ ”却是“既有又无”的状态，是“有”“无”关节点的状态。

微分的“有限常数”论没描绘出微分  $dx$  无的一面，只强调绝对的“有”的一面。微分是不是无穷小量？既是又不是。实质上“无穷小量”描述了微分“有”的一面，它是比任何预先指定的

任意小的量都小的“有”，但它未说明微分  $ds$  无的一面。

“ $ds$ ”在客观世界中描写的是这样一个矛盾：既是这个量，又不是这个量。“既是又不是”反映在数学上就是微分。所以“微分”概念是客观事物的矛盾在人头脑中的反映。

陈克艰(上山下乡知识青年)认为： 微分是零与非零的统一。它在客观物质世界中可以找到丰富的现实原型。

拿最简单的物质运动形式——机械位移来考察。 $A$  是直线  $l$  上运动着的一个质点， $s$  和  $t$  分别表征质点的位置和运动时间，并处在函数关系  $s = f(t)$  中。在某一时刻， $A$  运动到  $P$  点，与  $P$  重合， $A$  和  $P$  取得了同一性。但是只要深入一步就能发现，当我们说  $A$  在  $P$  的同时，必须又说  $A$  不在  $P$ ，没有这个矛盾，就没有  $A$  点的运动。事实上， $A$  和  $P$  本来不是一回事， $A$  是运动着的质点， $P$  是运动轨道上固定的一点。只是当  $A$  运动到  $P$  的时候，它们才具有刹那的同一性；而即使在这一刹那，同一性也是不纯的，它和差异性同居着。因为即使在这一刹那， $A$  和  $P$  也仍然不是一回事： $A$  有抛弃  $P$  点的运动，而  $P$  却只能固守在自己的一点上。 $A$  与它在运动轨道上所经过的每一点之间都有这种既同一又不同的矛盾。这个矛盾在数学上的反映就是位置变数  $s$  的微分  $ds$ 。

“物体在同一瞬间既在一个地方又在另一个地方，既在同一个地方又不在同一个地方。”(《反杜林论》) 微分  $ds$  作为数学概念，就把这样一个矛盾表现为量的矛盾。一方面， $A$  在  $P$  点， $A$  与  $P$  是同一的，表征  $A$  的位置的变数在这一时刻所取的数值与表征  $P$  的位置的数值相等，它们的差等于零，因此  $ds$  是零。另一方面， $A$  又不在  $P$  点， $A$  与  $P$  又是不同的，表征  $A$  点位置的是变数，表征  $P$  点位置的是常数， $ds$  要体现这个差异，因此  $ds$  又是

非零。正象“运动本身就是矛盾”(《反杜林论》)一样，作为运动的理论表现的微分也就是矛盾：微分既是零，又是非零，微分是零与非零的统一。

牛顿给变数  $x$  假定的无限小增量，实际上就是这样一个零与非零的统一，也就是我们所说的微分  $dx$ 。增量是无限小的，是比任何可能给出的量都要小的，它否定了变数  $x$  的实际数值的增加，因此，它是零。但是，尽管无限小，却毕竟是“增量”，它肯定了变数  $x$  的运动状态。因此，它又是非零。牛顿在这个矛盾面前束手无策，只能到神灵世界去寻找出路。其实，他只要前进一步，就能抓住微分的本质了。但是被形而上学禁锢了头脑的人是迈不出这关键的一步的，他们象恩格斯所讽刺的那样：“往往当真理碰到鼻尖上的时候还是没有得到真理。”(《自然辩证法》)

### 微分是有和无的对立统一

任正兴(上海浦泾中学)认为：在同一微分运算过程中，微分既作为零丢掉，又要作为分母进行约分，这是一个矛盾。无论是哥西的“有限常数”论，或者是古尔萨的“无穷小量”说都不能解释这个矛盾，因为这些观点都割裂了微分和零的本质联系。那末，认为微分是“微分过程的最后结果”，“微分并不是一个变量”，而是“在无限细分的变化中最后消失为零”，这种观点对不对呢？也不对。首先，这种观点仍然不能解释既要把微分作为零丢掉，又要作除数进行约分这个矛盾。其次，恩格斯说：“我做第一个否定的时候，就必须做得使第二个否定可能发生或者将有可能发生。”(《反杜林论》)把微分看作为零，堵塞了第二次否定的可能。试问一个变量最后转化为毫无物质内容的零，那末，空洞的零怎么能积累成一定量，得到积分呢？另外，“直线和曲线在微

分中终于等同起来了”。(《自然辩证法》)有限常数论或无穷小量说只能说直线和曲线接近或无限趋于相等，但怎么也等不起来。上述观点也同样不能解释直与曲的矛盾，因为这种观点把直线和曲线缩到一个只有位置没有大小的几何点上来比较，在这样的点上无所谓直，也无所谓曲，还有什么直线和曲线相等不相等的问题呢？如果这种情形也算直线和曲线达到了相等，那末，这个问题在初等数学中早就解决了！可见，这种观点同有限常数论和无穷小量说一样，同样无法说明微分的辩证本质。

问题的焦点是对零的认识。怎样认识零呢？形而上学者认为零即一无所有，没有任何物质内容。他们在零和非零，有和无中间划上一条不可逾越的鸿沟。唯物辩证法告诉我们：“有”和“无”这两个对立物具有统一性。例如1克重的铁。我们不断分割，把它分成原来的 $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ……不断缩小。如果这个分割在一定范围内进行，形而上学思维还不会碰到什么问题。当分割到某一关节点，即到了“量变转化为质变的关节点”，(《自然辩证法》)铁的这种聚集状态就消失了，这个量就转化为零。另一方面，物质不灭，无限可分，它的量又不会消失。既然现实世界中的量在无限分割过程中存在着这种客观辩证法，那末在数的概念中存在着完全相似的概念辩证法，就毫不足怪了。从这里我们看到，零是对某量的扬弃，是包含肯定的否定。形而上学者根本看不到客观世界的辩证性质，不懂得常数数学和变数数学中零的概念的区别和联系，他们对零作了片面的理解，因而无法理解微分的本质。

### 微分既是零又不是零

季钦南(上海医用电子仪器厂)认为：无穷小量概念最初就是

从运动的数量关系中抽象出来的，无穷小量概念必须反映出运动自身的矛盾性。用数学的语言来描述运动的矛盾和对立：当物体某一瞬间在同一个地方， $ds$ ,  $dt$  就都为 0；而当物体在同一瞬间不在同一个地方， $ds$ ,  $dt$  就不为 0。因此可以得出这样一个结论：无穷小量就是一类既是零同时又不是零的变量。“任何一个量的无，本身还是有量的规定的，并且仅仅因此才能用零来运算。”（《自然辩证法》）无穷小量自身的这种矛盾性是事物数量关系变化的本质反映。因此，无穷小量的矛盾就成了数学分析中的主要矛盾。抓住这一矛盾，数学分析的种种问题就迎刃而解了。

数学自身固有的矛盾性是与一些数学家的形而上学的思维方法相对立的，是与他们的逻辑推导方法相冲突的。这些数学家把逻辑的需要看成是第一性的，决定一切的东西。因而他们同杜林一样认为“矛盾 = 背理”。他们不能容忍数学本身所固有的矛盾干扰他们的逻辑推导。于是他们便千方百计地回避和消除矛盾。在数学分析史上也出现了这样的情况，1821 年，法国数学家哥西发表了《分析教程》一书，对数学分析理论进行了系统的总结和“严谨”的描述。但是哥西在他的综合工作中，不是按照客观世界中数量关系变化的实际，而是依他主观上的需要，依他将数学分析这门辩证的科学纳入一个形而上学的逻辑体系的需要，把无穷小量描绘成一种“变化的趋向是零，可以无限地接近于零”的变量，回避了无穷小量概念中内在的零与非零的矛盾，从而阉割了数学分析理论的辩证法。依哥西的逻辑来看，无穷小量永远也不能达到零，在几何上，就是说直线是直线，曲线是曲线，直线只能无限地逼近曲线、两者永远也不能等同起来。恩格斯在读了《数学手稿》后的第二天写给马克思的信中指出：“事情是这样清楚，真是奇怪，为什么数学家们要那样顽固地坚持把它搞得神秘莫测。不过这是那些先生们的思想方法的片面性造成

的。肯定地、直截了当地令  $\frac{dy}{dx} = 0$ ，这个概念在他们的头脑中是没有的。”（《1881年8月18日恩格斯给马克思的信》）这封信写于1881年，哥西理论已发表六十年了。因此，可以认为，信中所指的数学家先生们，也包括那些把哥西的理论奉为金科玉律的人。

## 微分反映量变在不同层次的关节点

沈天骥（哈尔滨工业大学）认为：现有的微分定义  $dy = f'(x) \cdot \Delta x$  之所以出现混乱和错误，其关键在于没有取极限。按照现有的微分定义， $dy = f'(x) \cdot \Delta x$  是趋向于零、而不等于零的变量。但是还在趋向的过程中，就说它本身是微分  $dy$  了，并且干脆说  $\Delta x$  就是微分  $dx$ 。我们说在这趋向的过程中，只是一个量变的过程，还没有达到质的飞跃。毛主席在《矛盾论》中指出：“事物发展过程的根本矛盾及为此根本矛盾所规定的过程的本质，非到过程完结之日，是不会消灭的；但是事物发展的长过程中的各个发展的阶段，情形又往往互相区别。” $\Delta x$  与  $dx$  之间， $\Delta y$  与  $dy$  之间的矛盾或者说是差异，在改变量趋向于零的过程中，虽然可以逐渐接近，甚至于改变量可以无限地接近于其微分，但是只有在取极限时，才能最后得到解决，实现转化，改变量  $\Delta x$  变成了微分  $dx$ 。这个变化，反映了现实世界量的变化到质的飞跃过程。

“物质是按质量的相对的大小分成一系列较大的、容易分清的组，使每一组的各个组成部分互相间在质量方面都具有确定的、有限的比值，但对于邻近的组的各个组成部分则具有在数学意义上的无限大或无限小的比值。”（《自然辩证法》）如果  $x$  反映了现实世界中某一层次的量， $dx$  就反映了低一层次的量。微分运

算这个无限细分的过程反映了一个层次的量转换为低一层次的量的过程；反之积分运算这个无限累积的过程反映了某一层次的量转换为高一层次的量的过程，而这些转换都是通过极限实现的。把函数改变量的线性主部  $f'(x) \cdot \Delta x$  作为函数的微分  $dy$ ，这种说法是错误的。因为  $f'(x) \cdot \Delta x$  是自变量的改变量  $\Delta x$  的  $f'(x)$  倍， $f'(x) \cdot \Delta x$  和  $\Delta x$  是同一层次的量，而  $dy$  是另一层次的量，所以  $f'(x) \cdot \Delta x$  和  $dy$  两者之间是有质区别的，不能混为一谈。这是两个不同的概念。但是函数改变量的线性主部  $f'(x) \cdot \Delta x$  在数学的研究中还是有它一定的作用的，而且它和函数微分  $dy$  之间是有一定关系的。这个关系是一旦  $\Delta x = 0$ ，自变量的改变量消失时，函数改变量  $\Delta y$  的这个线性主要部分  $f'(x) \cdot \Delta x$ ，也就消失了，它立刻变成了函数的微分  $dy$ 。因此，如果说  $dy$  是  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} f'(x) \cdot \Delta x$  那就对了。因为一旦取了极限，函数改变量的线性主要部分  $f'(x) \cdot \Delta x$  立刻起了质的变化，从一个层次的量转化为另一个层次的量，变为  $y$  的微分  $dy$  了。

为什么会误认为  $\Delta x$  就是  $dx$ ， $f'(x) \cdot \Delta x$  就是  $dy$  呢？其思想根源就在于把事物的运动看成仅仅只有量的变化而没有质的飞跃。然而微积分研究的却是不同层次的量相互转化的问题。用形而上学的观点来研究辩证的数量关系，当然会产生神秘、混乱和错误。正象恩格斯在给马克思的信中所说的：“事情是这样清楚，真是奇怪，为什么数学家们要那样顽固地坚持把它搞得神秘莫测。不过这是那些先生们的思想方法的片面性造成的。肯定地、直截了当地令  $\frac{dy}{dx} = \frac{0}{0}$ ，这个概念在他们的头脑中是没有的。”（《马克思恩格斯全集》第三十五卷，第 21 页）

最后，另外还得说明一点，有人可能会提出这样一个问题：“这么说来，凡是微分岂不是都等于零了吗？那末研究微分还有

什么现实意义呢？”要回答这个问题，正如恩格斯所说：“但是，任何一个量的零，本身还是有量的规定的，并且仅仅因此才能用零来运算。”（《马克思恩格斯全集》第二十卷，第604页）从一个层次来看低一层次的量就得出微分，在量上用零来表现。但是，我们却可以通过一个微分和另一个微分的关系即通过同一层次中量的关系来区别它们。微分公式  $dy = f'(x)dx$  就是这样的。在这儿就不象  $0=0$  那样什么东西也没有说明，微分公式本身已经把隐蔽于零中的规定暴露出来了。所以只有用唯物辩证法的观点来看待零这个比其他一切数都有更丰富内容的数，才有可能认识微分。微分代表着比原来那个变量更低层次的量，即瞬时的量。在微分、积分的转换过程中，某一层次的量拿到高一层次来看，在数学上只能用零来代表它。作为微分的零就具有这样的两重性。

### 微分应当归结为零

陈利钦（上海挤出机械厂青年工人）认为：微分学里的零具有“化整为零”的意义，它表现为一个有限的量在无限细分下所呈的状态。这是微分学的基本方法。从严格的数学意义来说，只有在“零”的范围内，变量才失去其变化的余地，而只剩下在它变化中的某点上具有的确定值。这样，我们才可以在一定条件下将变量当作不变的量而予以研究。如果害怕接触到零，不能给初等数学的某些观念作一次彻底革命，那么无论如何也不能给微分作出一个完全正确的微分概念。从几何意义来说，只有当  $dx=0$ ，曲线上一点的切线才能和曲线上这一点“终于等同起来了”，而等同的应该是一个点，而决不是某个“不为零的区间”，也不应该是“无限趋于零的无限小”。

### 《梦溪笔谈》选注

北宋时期著名的法家和科学家沈括（一〇三一一—一〇九五）的《梦溪笔谈》，是一部在我国和世界科学史上都居于重要地位的著作。在其论述自然科学问题的大量篇幅中，有关于我国古代劳动人民许多重要发明创造如指南针、活字印刷术等的珍贵记述，也有他本人对自然现象、科学技术问题的不少卓越见解。

沈括在自己一生的政治活动中，十分重视利用自然科学为政治斗争服务。在他投身于王安石变法活动的过程中，亲自主持过兴修农田水利、修订历法、修建边防战备工程等工作，还曾作为北宋使臣，到我国北方与契丹族统治集团进行过面对面的斗争。在这些活动中，沈括比较广泛地接触了劳动人民，亲眼看到了他们的许多发明创造，实地考察了我国许多地区的山川地理形势，对大地主阶级保守派政治上的倒退和他们所宣扬的儒家思想，作了一定的揭露和抨击。正是由于积极参加当时的政治革新活动和比较广泛的社会实践，沈括晚年才能写出《梦溪笔谈》来。由于阶级和历史的局限，书中

也混有一些糟粕。这也是我们应当注意的。

下面是《梦溪笔谈》的选注，标题是选注者加的。注释工作，以清光绪三十二年（一九〇六年）番禺陶氏爱庐所刊《梦溪笔谈》为底本，也参阅了其他有关版本和一些选注本。

### ——编 者

## 海 陆 变 迁

【按】沈括看到太行山的山崖之间往往含有螺蚌壳和卵石，正确地推断出那是古代的海滨；他对于从太行山到海滨之间的千里大陆（即华北平原）是由黄河、漳河、滹沱河等携带上游泥沙堆积而成的推断，也和现在的解释基本相符。这里，沈括不仅揭示了海陆变迁的自然规律，也有力地驳斥了儒家“天地不易”的反动谬论。

予奉使河北①，遵太行而北②，山崖之间，往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者③，横亘石壁如带④，此乃昔之海滨。今东距海已近千里，所谓大陆者，皆浊泥所湮耳⑤。尧殛鲧于羽山⑥，旧说在东海中，今乃在平陆。凡大河、漳水、滹沱、涿水、桑乾之类⑦，悉是浊流⑧。今关、陕以西⑨，水行地中，不减百余尺⑩。其泥岁东流，皆为大陆之土，此理必然⑪。（卷二十四·杂志一）

① 予奉使河北，指一〇七四年沈括察访河北西路之事。

② 遵，遵循、沿着。

③ 衔(xián 闲)，含。螺蚌壳，这里指海螺海蚌的化石。

④ 横亘(gèn 跟的去声），横贯。

⑤ 浊泥，这里指由河流冲刷携带下来的泥沙。湮(yān 烟)，这里指堆积、淤塞。

⑥ 尧，这里应为舜。殛(jí 及)，杀死。鲧(gǔn 滚)，传说中我国原始社会末期的部落酋长，奉尧命治水，九年未平，被舜杀死在羽山。羽山，今山东省境内。

⑦ 大河，指黄河。漳水，漳河，流入卫河。滹沱(hū duō 乎堕)，即滹沱(tuó 驼)河，子牙河的上游。桑乾，桑干河，永定河的上游。涿(zhuō 宰)水，据古籍记载，似指令之拒马河，大清河的上游。卫河、子牙河、永定河、大清河都是海河的支流。

⑧ 悉，全、都。浊流，这里指含沙量很大的河流。

⑨ 关、陕以西，泛指今陕西省一带。

⑩ 两句意为：由于河流的冲刷作用，使地表被切割成深谷，河床低于地面不少于百余尺。

⑪ 三句意为：泥沙成年累月地被河水携带东流，沉积而成大陆，这是必然的道理。

## 十二气历

【按】沈括批判地研究古代历法，提出用节气作为历法基础的阳历，废除了阴阳历中的“置闰之法”，克服了旧历中冬行春令、春行冬令的缺陷，反映了沈括的革新精神。他估计到这一见解必定会遭到孔孟之徒与当时昏庸厉官的“怪怒攻骂”，但是他坚信日后一定会有人采用。太平天国所颁发的“天历”就是同沈括“十二气历”一样的阳历；英国气象局从本世纪三十年代起统计农业气候所用的“萧纳伯农历”，也是同沈括“十二气历”原理一样的历法。

历法见于经者①，唯《尧典》言以闰月定四时成岁②。置闰之法③，自尧时始有，太古以前④，又未知如何。置闰之法，先圣

王所遗，固不当议。然事固有古人所未至而俟后世者<sup>⑤</sup>，如“岁差”之类<sup>⑥</sup>，方出于近世，此固无古今之嫌也。凡日一出没，谓之一日，月一盈亏<sup>⑦</sup>，谓之一月。以日月纪天<sup>⑧</sup>，虽定名，然月行二十九日有奇<sup>⑨</sup>，复与日会<sup>⑩</sup>，岁十二会而尚有余日，积三十二月，复余一会。气与朔渐相远，中气不在本月<sup>⑪</sup>，名实相乖<sup>⑫</sup>，加一月谓之“闰”。闰生于不得已，犹构舍之用磝楔也<sup>⑬</sup>。自此气朔交争，岁年错乱，四时失位，算数繁猥<sup>⑭</sup>。凡积月以为时，四时以成岁，阴阳消长，万物生杀变化之节，皆主于气而已<sup>⑮</sup>。但记月之盈亏，都不系岁事之舒惨<sup>⑯</sup>。今乃专以朔定十二月，而气反不得主本月之政<sup>⑰</sup>，时已谓之春矣，而犹行肃杀之政，则朔在气前者是也<sup>⑱</sup>，徒谓之乙岁之春，而实甲岁之冬也，时尚谓之冬也，而已行发生之令，则朔在气后者是也<sup>⑲</sup>，徒谓之甲岁之冬，乃实乙岁之春也。是空名之正二三四反为实<sup>⑳</sup>，而生杀之实反为寓<sup>㉑</sup>，而又生闰月之赘疣<sup>㉒</sup>，此殆古人未之思也<sup>㉓</sup>。今为术<sup>㉔</sup>，莫若用十二气为一年<sup>㉕</sup>，更不用十二月，直以立春之日为孟春之一日<sup>㉖</sup>，惊蛰为仲春之一日<sup>㉗</sup>，大尽三十一日<sup>㉘</sup>，小尽三十日<sup>㉙</sup>，岁岁齐尽，永无闰余<sup>㉚</sup>。十二月常一大一小相间，纵有两小相并，一岁不过一次。如此，则四时之气常正，岁政不相陵夺<sup>㉛</sup>，日月五星亦自从之，不须改旧法<sup>㉜</sup>。唯月之盈亏，事虽有系之者，如海胎育之类，不予岁时寒暑之节，寓之历间可也<sup>㉝</sup>。借以元祐元年为法<sup>㉞</sup>，当孟春小，一日壬寅<sup>㉟</sup>，三日望<sup>㉟</sup>，十九日朔，仲春大，一日壬申，三日望，十八日朔。如此历日岂不简易端平，上符天运，无补缀之劳<sup>㉟</sup>？予先验天百刻有余有不足，人已疑其说<sup>㉟</sup>。又谓十二次斗建当随岁差迁徙，人愈骇之<sup>㉟</sup>。今此历论，尤当取怪怒攻骂，然异时必有用予之说者<sup>㉟</sup>。（补笔谈卷二）

① 历法，指推算节气、朔望从而确定年、月、日的方法，也包括推算日月食和行星运行的内容。经，指经书。

② 尧典，《尚书》篇名，亦称《帝典》。闰月，我国古代阴阳历（夏历）以月亮绕地球运行一周为一月，即朔望月。一年十二个月比地球绕太阳运行一周即回归年的日数约少 11 日。为了使历年平均长度与回归年相符，便每隔数年，增加一个月，这个月叫做闰月。四时，四季。岁，年。

③ 置闰之法，指我国古代在十九个历年中安排七个闰月的办法。

④ 太古，远古。

⑤ 候（sì 四），等待。

⑥ 岁差，天球赤道（地球赤道面和天球相交的大圆）与黄道（地球绕太阳运动的轨道面和天球相交的大圆）的二个交点即春分点和秋分点，每年在黄道上向西移动 50''.2，这种现象叫做岁差。

⑦ 盈亏，月亮的圆和缺。

⑧ 纪天，纪通“记”，记天，记天时。

⑨ 奇（jī 基），零数。

⑩ 会，会合。复与日会，指月亮绕地球运行时，又走到太阳和地球之间的位置上。这种现象，在我国阴阳历的每月初一日出现。

⑪ 气，我国古代为了表示一年的天时和气候变化，将一年按太阳在黄道上的位置分为立春、雨水、惊蛰等二十四气。二十四气分配在十二月中，在月首的叫节气，在月中的叫中气。朔，朔日，我国阴阳历的每月初一日。两句意为：由于朔望月的日数少于二个节气之间的日数，使得节气与中气出现的日期不断推迟，以致出现没有中气的月份。

⑫ 乖，相违背、不符合。

⑬ 构舍，造房子。磽楔（tán xiē 谈些），石楔子。

⑭ 繁猥（wěi 委），繁杂而琐碎。四句意为：节气与朔日相互超越，回归年和历年不相一致，四季不在应在的月份，历算的数字繁杂而琐碎。

⑮ 节，节奏、规律。五句意为：积数月而成季节，四季为一年，阴阳二气的消长，万物生长衰败的变化规律，这些都是取决于二十四气的。

⑯ 岁事，一年的农事。舒，舒畅；惨，凄惨。这里引申为好、坏。两句意为：然而记载月亮的圆缺与年成的好坏都没有关系。

⑰ 政，通“征”，迹象、征候。

⑱ 三句意为：已经称为春天了，仍然还是冬天的萧条景象，这是因为朔日出现在节气前面的缘故。

⑯ 令，时令。三句意为：仍然称它为冬天，但已经是万物生长发育的春天了。这是因为朔日出现在节气后面的缘故。

⑰ 正二三四，指我国阴阳历的正、二、三、四月。

⑱ 寓，寄托、含蓄在内。两句意为：按朔望定的，不反映气候特征的正、二、三、四月，反而成为历法的基础，而实际反映气候特征的节气反而不作为定月份的依据，只能见于历书中了。

⑲ 赘疣(zhuì yóu 缀尤)，亦作“赘肪”，瘤子，这里指多余无用的事物。

⑳ 殆(dài 代)，恐怕、大概。未之思，即未思之，意为没有考虑到这一点。

㉑ 术，历术，编历的方法。

㉒ 莫若，不如。

㉓ 直，直截了当地。孟春，春季的第一个月。

㉔ 仲春，春季的第二个月。

㉕ 大尽，月大。

㉖ 小尽，月小。

㉗ 闰余，十二个朔望月和一个回归年所差的时日。两句意为：每年的长短相等，再也没有闰余了。

㉘ 陵，超越。夺，强取。两句意为：这样，一年四季的节气都正常了，历法上的季节与实际的气候特征就不会相互超越了。

㉙ 五星，水、金、火、木、土五大行星。两句意为：太阳、月亮和五大行星在天空中位置的推算，仍然按照旧的方法不要更改。

㉚ 海胎，海珠。海胎育，即海珠的生长发育。古人以为海珠的生长发育同月亮的盈亏有关。这种说法是错误的。予，通“与”。参与、相关。

㉛ 法，标准、规范、例子。

㉜ 壬寅，六十甲子之一。十个天干(甲乙丙丁戊己庚辛壬癸)和十二个地支(子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥)相配合而得出。古人用一个甲子表示一天，六十天一轮回。

㉝ 望，地球在太阳和月亮之间，月亮隔着地球与太阳遥遥相望，这时候的月亮叫做望月或满月。望月出现在阴阳历的每月十五或十六、十七，这一天称为望日。

㊷ 端，正。平，平整。三句意为：这样的历日不是简单易行，端正平整，符合天体运行的规律，不必忙于弥补闰余了吗？

㊸ 先，先前、过去。验，验证。天百刻，我国古代将一日平分为一百刻，所以说一天有一百刻。两句意为：我过去验证了一天有时多于一百刻，有时少于一百刻，对我的这一说法，人们已经怀疑了。

㊹ 斗建，北斗星斗柄在黄昏时所指的方向称为斗建。一年十二个月斗柄指着十二个方向，叫做十二次斗建。迁徙(xí 洗)，迁移。两句意为：我又说十二次斗建应当随岁差而有移动，人们听了后更加吃惊了。

㊺ 异时，他时、日后。三句意为：现在这番关于历法的议论，愈发要遭到责怪攻击了，但是日后必定会采用我这一主张的。

## 指 南 针

【按】沈括对我国古代四大发明之一——指南针作了科学的阐述，提出了指南针的四种装置方法，并指出悬挂的方法最好。这种悬挂式指南针，基本上确立了近代罗盘针的构造。需要指出：沈括对地磁偏角现象的发现和记述，比欧洲哈德曼的发现要早四百多年。

方家以磁石磨针锋①，则能指南，然常微偏东，不全南也②。水浮多荡摇，指爪及碗唇上皆可为之③，运转尤速，但坚滑易坠④，不若缕悬为最善⑤。其法取新纩中独茧缕⑥，以芥子许蜡缀于针腰⑦，无风处悬之，则针常指南。其中有磨而指北者。予家指南北者皆有之。磁石之指南，犹柏之指西⑧，莫可原其理⑨。（卷二十四·杂志一）

① 方家，本指深于道术的人，后泛指精通某种学问或艺术的专家。

② 四句意为：方家利用磁石制成磁针，能够指南，但往往略微偏东，不指正南。

③ 指爪，指甲。碗唇，碗边。

④ 坠，掉落。

- ⑤ 缕(lǚ 吕),丝线。  
⑥ 纑(kuàng 矿),丝棉。独茧缕,一根茧丝。  
⑦ 芥子,指极少量。缀(zhuì 坠),粘合。这句意为:少许用一点蜡粘在磁针当中。  
⑧ 犹(yóu 由),如同。  
⑨ 原,推究。

### 毕升创活字印刷

【按】 活字印刷是我国古代四大发明之一,是对世界文明的重大贡献。“布衣”毕升创造活字印刷,早于欧洲四百多年。沈括的这一记载是研究我国古代印刷术和活字印刷术的发明者毕升的重要资料。

板印书籍,唐人尚未盛为之<sup>①</sup>。自冯瀛王始印五经<sup>②</sup>,已后典籍,皆为板本<sup>③</sup>。庆历中<sup>④</sup>,有布衣毕升<sup>⑤</sup>,又为活板。其法用胶泥刻字,薄如钱唇<sup>⑥</sup>,每字为一印,火烧令坚。先设一铁板,其上以松脂蜡和纸灰之类冒之<sup>⑦</sup>。欲印则以一铁范置铁板上,乃密布字印<sup>⑧</sup>。满铁范为一板,持就火炀之<sup>⑨</sup>,药稍镕<sup>⑩</sup>,则以一平板按其面,则字平如砥<sup>⑪</sup>。若止印三二本,未为简易。若印数十百千本,则极为神速。常作二铁板,一板印刷,一板已自布字,此印者才毕,则第二板已具<sup>⑫</sup>,更互用之,瞬息可就。每一字皆有数印,如“之”、“也”等字,每字有二十余印,以备一板内有重复者。不用则以纸贴之,每韵为一贴<sup>⑬</sup>,木格贮之。有奇字素无备者,旋刻之<sup>⑭</sup>,以草火烧,瞬息可成。不以木为之者,木理有疏密,沾水则高下不平,兼与药相粘不可取<sup>⑮</sup>。不若燔土<sup>⑯</sup>,用讫再火令药镕,以手拂之,其印自落,殊不沾污<sup>⑰</sup>。升死,其印为予群从所得<sup>⑱</sup>,至今宝藏。(卷十八·技艺)

① 两句意为:雕版印刷书籍,唐代时还没有盛行。

② 冯瀛王，即冯道（公元八八二——九五四年）。五代时瀛州人，后唐宰相。瀛王是其死后的封号。五经，儒家的五部经典著作，即《诗》、《书》、《礼》、《易》、《春秋》。

③ 两句意为：以后的书籍，都是用雕版印刷的。

④ 庆历，宋仁宗时年号（公元一〇四一——一〇四八年）。

⑤ 布衣，指老百姓。毕升（公元？——约一〇五一年），北宋人，活字版印刷术的发明者。

⑥ 钱唇，铜钱的边缘。

⑦ 冒，覆盖。

⑧ 铁范，铸铁的模型，这里指铁的边框。两句意为：要印时用铁框放在铁板上，排满字印。

⑨ 烫(yāng 阳)，烘。这句意为：放在火上烘烤。

⑩ 镊，通“熔”。

⑪ 砥(dǐ 底)，细的磨刀石。

⑫ 具，具备。

⑬ 这句意为：把泥制活字按韵分类存放。

⑭ 旋，立即。两句意为：遇到没有准备的冷僻字，马上刻出来。

⑮ 木理，木材的纹理。四句意为：不采用木材做活字，因为木质的纹理疏密不均，沾水后容易高低不平，且与松脂蜡相粘，不易取下。

⑯ 燔(fán 凡)，焚烧。这句意为：不如用烧过的胶泥活字。

⑰ 讹(qì 气)，完毕。四句意为：待印刷完毕，再用火把松脂蜡烤化，以手轻擦，活字就从铁板上脱落，而且很干净。

⑲ 群从，指同族的兄弟子侄辈。

## 阳 遂

【按】沈括在本文中，生动地描述和阐明了光的直进、凹面镜成象和向日取火的现象和原理，这是我国古代在光学研究方面的一项重要成就。相传在此后四百年，英国阿·贝孔(A. Bacon)才花了三年工夫，磨成

一面凹镜，用它在阳光下取火。沈括还通过对凹镜的分析，有力地批判了反动理学家程颢、程颐鼓吹的唯心主义谬论，鲜明地指出不排除形形色色的障碍，要分清是非是很难的。

阳燧照物皆倒<sup>①</sup>，中间有碍故也<sup>②</sup>。算家谓之“格术”<sup>③</sup>，如人摇橹，桌为之碍故也<sup>④</sup>。若鸢飞空中，其影随鸢而移，或中间为窗隙所束，则影与鸢遂相违<sup>⑤</sup>，鸢东则影西，鸢西则影东。又如窗隙中楼塔之影，中间为窗所束，亦皆倒垂，与阳燧一也。阳燧面洼，以一指迫而照之，则正；渐远，则无所见；过此，遂倒<sup>⑥</sup>。其无所见处，正如窗隙、橹桌、腰鼓碍之，本末相格，遂成摇橹之势<sup>⑦</sup>，故举手则影愈下，下手则影愈上，此其可见。阳燧面洼，向日照之，光皆聚向内，离镜一二寸，光聚为一点，大如麻菽<sup>⑧</sup>，著物则火发，此则腰鼓最细处也。岂特物为然<sup>⑨</sup>，人亦如是，中间不为物碍者鲜矣<sup>⑩</sup>。小则利害相易<sup>⑪</sup>，是非相反；大则以己为物，以物为己<sup>⑫</sup>。不求去碍，而欲见不颠倒，难矣哉。《酉阳杂俎》谓：“海翻则塔影倒”<sup>⑬</sup>，此妄说也。影入窗隙则倒，乃其常理<sup>⑭</sup>。（卷三·辩证一）

① 焚(suì 岁)，古代用合金做的取火工具。阳燧，古时的凹面镜，因它对着太阳能取火，故称阳燧。

② 碍，障碍，这里指凹面镜的焦点。两句意为：用凹面镜照物体，所成的象是倒的，因为这时焦点处于凹面镜与物体之间。

③ 格术，格物之术，研究自然现象的学问。这里指研究凹面镜成象的学问。

④ 桌(niě 裳)，船上支撑橹的短木桩。

⑤ 鸢(yuān 冢)，老鹰。束，制约。四句意为：就象鸢在空中飞行，照在地面的影子随着鸢飞的方向而移动。这就是说，影子移动的方向和鸢飞的方向是一致的。如果光线照到鸢身上，再穿过窗子小孔时，那末，鸢和影子的方向就相反了。

⑥ 洼(wā 蛙),凹陷。四句意为:若用手指对着凹面镜并从镜面向远处移动,当手指靠近镜面时,象是正的;当手指渐渐移远,到某一位置时,象就没有了;再远一些,镜子里却出现了倒立的象。

⑦ 腰鼓,这里指古代的一种两头大中间小的细腰鼓。五句意为:看不见象的地方正如同窗子的孔、櫺上的臬、腰鼓的腰一样,是一个“碍”。本末之间有了“碍”,就形成摇橹姿势。

⑧ 麻,芝麻。菽,豆子。

⑨ 岌特,岂止、岂但。

⑩ 鲜(xiǎn 显),少。

⑪ 易,更改、变换。

⑫ 己,这里指主观感觉。物,这里指客观事物。两句意为:在大的方面把我的感觉当作客观事物,客观事物就是我的感觉。这就是反动理学家程颢、程颐鼓吹的自己“与物同体”、“己便是尺度,尺度便是己”的唯心主义谬论。

⑬ 《酉阳杂俎》,唐朝段成式著的一部书。

⑭ 本条中的楷体字是沈括自己写的注。

## 石 油

【按】沈括在我国历史上第一次提出“石油”这一名称,记载了我国古代劳动人民采集、利用石油的情况,并且预言我国“石油至多,生于地中无穷”。解放后,我国石油工人和科技人员坚持“独立自主,自力更生”的方针,不仅查明,而且开发了一个又一个的大油田,以有力的事实粉碎了帝国主义和社会帝国主义及其御用学者所散布的“中国贫油”之类的谎言。

鄜延境内有石油①。旧说高奴县出“脂水”②,即此也。生于水际③,沙石与泉水相杂,悄然而出④。土人以雉尾裹之⑤,乃采入缶中⑥,颇似淳漆⑦,然之如麻⑧,但烟甚浓,所沾幄幕皆

黑⑨。予疑其烟可用⑩，试扫其煤以为墨，黑光如漆，松墨不及也⑪，遂大为之⑫，其识文为“延川石液”者是也⑬。此物后必大行于世，自予始为之。盖石油至多，生于地中无穷，不若松木有时而竭。今齐、鲁间松林尽矣⑭，渐至太行、京西、江南，松山太半皆童矣⑮。造煤人盖未知石烟之利也⑯。石炭烟亦大，墨人衣⑰。予戏为延州诗云：“二郎山下雪纷纷，旋卓穹庐学塞人⑱。化尽素衣冬未老⑲，石烟多似洛阳尘”。（卷二十四·杂志）

① 郼(fū 夫)延，古地名，宋康定二年(公元一〇四一年)置鄜延路。  
相当于今陕西省延安一带。

② 高奴，古县名。故城在今陕西省延安东。

③ 水际，水边。

④ 潜(wǎng 网)而出，慢慢地溢出。

⑤ 土人，本地人。雉(zhì 智)，野鸡。裛(yì 意)，缠裹、沾湿。这句意为：当地人用野鸡尾上的羽毛把石油沾出来。

⑥ 缶(fǒu 否)，陶罐。

⑦ 淳(chún 纯)，通“纯”。

⑧ 然，燃的本体字。这句意为：燃烧起来象麻杆一样。

⑨ 帔(wò 握)，篷帐。这句意为：把篷帐都染黑了。

⑩ 烟，这里指石油燃烧时的烟尘。这句意为：我估计这种烟尘可以利用。

⑪ 松墨，用松木炭所制的墨。

⑫ 遂，于是。这句意为：就大量制作起来了。

⑬ 识，通“帜”，标志、记号。这句意为：把这种墨定名为“延川石液”。

⑭ 齐、鲁，均为古国名，这里泛指今山东省一带。

⑮ 京西，宋朝设京西路，相当于现在河南省的西部，陕西省的南部和湖北省的北部。江南，泛指长江以南地区。童，光秃。

⑯ 煤，这里指墨。造煤人，制墨的人。

⑰ 墨人衣，把人们的衣服染黑。

⑱ 旋，不久。卓，竖立。穹(qióng 穷)，游牧民族居住的篷帐。塞人，指古代生活在长城以北的我国游牧民族。这句意为：暂时竖立起篷帐

学塞外的牧人。

(19) 素衣，白雪。冬未老，严冬还未到来的感觉。

## 观 炼 铁

【按】为了加强国防，制备精锐的军器和坚甲，沈括走访锻坊，深入观察炼铁的过程，总结工人冶锻钢铁的经验。这段记述反映了沈括比较重视调查研究和生产实践。

世间锻铁所谓“钢铁”者①，用“柔铁”屈盘之②，乃以“生铁”陷其间，泥封炼之，锻令相入，谓之“团钢”，亦谓之“灌钢”③。此乃伪钢耳，暂假生铁以为坚④。二三炼则生铁自熟，仍是柔铁，然而天下莫以为非者，盖未识真钢耳。予出使至磁州锻坊⑤，观炼铁，方识真钢。凡铁之有钢者，如面中有筋，濯尽柔面⑥，则面筋乃见；炼钢亦然，但取精铁锻之百余火，每锻称之，一锻一轻，至累锻而斤两不减，则纯钢也，虽百炼不耗矣。此乃铁之精纯者，其色清明，磨莹之⑦，则黯黯然青且黑⑧，与常铁迥异⑨。亦有炼之至尽而全无钢者，皆系地之所产⑩。（卷三·辩证一）

① 锻，打铁、锤击。铁，根据铁中含碳量的不同，可分为生铁（含碳1.7%以上）和软铁（含碳0.2%以下），含碳量在0.2—1.7%之间的叫“钢”。

② 柔铁，软铁，是含碳量很低的熟铁。屈盘，盘绕。

③ 团钢、灌钢，是我国古代劳动人民创造的一种独特的低温炼钢方法。以生铁、熟铁混杂起来，加热使杂质氧化，经过锻打，除去铁中杂质，使其含碳适当因而成钢。这种钢是用生铁和熟铁熔炼成团块再经锻打而成，所以叫团钢；因为这种钢在熔炼过程中，是生铁首先熔化并灌注在熟铁中而形成的，所以也叫做灌钢。这种炼钢方法，直到近代有些地方还在使用。生产出来的灌钢，其成分和性能相当于碳素工具钢。

④ 这句意为：只不过是暂时借助于生铁，加强了铁的硬度。

- ⑤ 磁州，即今河北省磁县，一〇七五年沈括曾奉使察访河北。  
⑥ 濯(zhuó 浊)，洗涤。  
⑦ 莹(yíng 营)，光洁。  
⑧ 黝(àn 暗)，深黑。  
⑨ 迥(jiǒng 窘)，差别很大。  
⑩ 两句意为：也有的铁锻到最后，却根本炼不出钢来，这是由于铁矿的产地不同。

## 水利测量

【按】沈括积极推行王安石“农田水利法”等措施，致力于兴修水利，钻研水利工程技术。在治理汴河工程中，根据地势高低，分层筑堰，把各层堰水面的高差加起来，求得总的高差。所得数据，达到相当精密的程度。在水利工程和测量方面，是一创举。

国朝汴渠①，发京畿辅郡三十余县夫岁一浚②。祥符中③，阁门祗候使臣谢德权领治京畿沟洫④，权借浚汴夫⑤。自尔后三岁一浚，始令京畿民官皆兼沟洫河道，以为常职⑥。久之，治沟洫之工渐弛⑦，邑官徒带空名⑧，而汴渠有二十年不浚，岁岁堙淀⑨。异时京师沟渠之水皆入汴⑩，旧尚书省都堂壁记云：“疏治八渠，南入汴水”是也⑪。自汴流堙淀，京城东水门下至雍丘、襄邑⑫，河底皆高出堤外平地一丈二尺余，自汴堤下瞰民居⑬，如在深谷。熙宁中⑭，议改疏洛水入汴。予尝因出使，按行汴渠⑮，自京师上善门量至泗州淮口⑯，凡八百四十里一百三十步⑰。地势：京师之地比泗州凡高十九丈四尺八寸六分。于京城东数里白渠中穿井至三丈，方见旧底。验量地势，用水平望尺、干尺量之⑱，不能无小差。汴渠堤外，皆是出土故沟水⑲。令相通。时为一堰节其水⑳，候水平，其上渐浅涸㉑，则又为一堰，

相齿如阶陛<sup>㉚</sup>。乃量堰之上下水面，相高下之数会之，乃得地势高下之实。（卷二十五·杂志二）

① 国朝，即宋朝。汴渠，又名汴河、汴水。是北宋都城开封通往东南的主要航道。

② 发，征调。京畿(jī 基)辅郡，京城附近的府郡。这句意为：征调京城附近三十余县的民夫，每年疏浚一次。

③ 祥符，大中祥符之简称，宋真宗时年号（公元一〇〇八—一〇一六年）。

④ 阖门祗候使臣，皇帝的侍卫官。沟洫，沟渠。

⑤ 权，暂时。这句意为：暂时借用疏浚汴河的民夫。

⑥ 三句意为：此后每三年疏浚一次，令京郊县官兼管疏浚沟渠的事，成为经常的职责。

⑦ 弛，松懈。

⑧ 邑(yì 益)官，县官。

⑨ 堙淀，为河泥沉淀所淤塞。

⑩ 异时，过去。京师，京城。

⑪ 尚书省，中央官署名。都堂，大厅。

⑫ 雍丘，县名，今河南杞县。襄邑，县名，今河南睢(suī 肆)县。

⑬ 瞰(kàn 看)，俯视。

⑭ 黑宁，宋神宗时年号（公元一〇六八——一〇七年）。

⑮ 按行，巡视。

⑯ 泗州，唐、宋时州城，当汴水入淮之口，为南北交通要道。清康熙时州城陷入洪泽湖。

⑰ 步，长度单位。唐、宋时一步为五尺。

⑱ 水平望尺、干尺，古代简易的水利测量工具。

⑲ 二句意为：汴河堤外，都是修堤时取土形成的水沟。

⑳ 堰，较低的拦水坝。节，阻。

㉑ 涸(né 合)，水枯竭。

㉒ 阶陛(bì 币)，台阶。

## 增 成 法

【按】筹算乘除，原来都要把算筹按上、中、下三层排列，演算手续繁杂。唐宋之际，随着生产的发展，逐步产生了“求一”、“增成”等乘除捷法，起着从筹算过渡到珠算的桥梁作用。

算术多门，如“求一”<sup>①</sup>、“上驱”<sup>②</sup>、“搭因”<sup>③</sup>、“重因”之类<sup>④</sup>，皆不离乘除。唯“增成”一法稍异<sup>⑤</sup>，其术都不用乘除，但补亏就盈而已<sup>⑥</sup>。假如欲九除者，增一便是；八除者，增二便是<sup>⑦</sup>。但一位一因之<sup>⑧</sup>。若位数少，则颇简捷；位数多，则愈繁，不若乘除之有常<sup>⑨</sup>。然算术不患多学，见简即用，见繁即变，不胶一法，乃为通术也<sup>⑩</sup>。（卷十八·技艺）

① 求一，乘数（或除数）首位是1的，用加法（或减法）来代乘（或除），筹算比较方便；乘数（或除数）首位不是1的，唐宋数学家利用加倍或折半，使它的首位变成1，然后用加法（或减法）计算。这种变通方法叫做“求一”。

② 上驱，大概指“身前因”法。乘数是21、31、……、91的，用它。方法是用第一位数乘被乘数（从首位乘起），并按“积为一位数时，添在前位；积为二位数时，添在前两位”的法则加入被乘数中。

③ 搭因，可能和“上驱”同属以加代乘的方法，约与“身外加几”相当。例如，乘数为14，用“身外添4”计算。方法是用1以后的“4”乘被乘数（从末位乘起），并按“积为一位数时，添在后位；积为二位数时，从本位添起”的法则加入被乘数中。

④ 重(chóng 虫)因，是化多位乘为一位乘的方法，先分解乘数为两个（或多个）一位因数，再作先后乘。

⑤ 增成一法，属于归除法一类，是后来“九归”（从1到9的一位除法）口诀的前身。

⑥ 亏，缺损。盈，多余。这句意为：只是添补出被除数比除数与商的积多剩的余数罢了。

⑦ 这四句意为：如果被除数的首位是 1，用 9 除时只需在下位加 1，用 8 除时只需在下位加 2（后来演变为“九一下加一”、“八一下加二”等九归口诀）。

⑧ 一位一因之，可能是说：如果被除数的首位是 2、3、4、……，在进行一位除法时，下位所加的数等于“基数”（指九归的加一、八归的加二、……）乘以被除数的首位数。例如，用 8 除时，下位加 4、加 6、……。

⑨ 这句意为：增成法还不象筹算乘除那样已有了确定的法则。

⑩ 通术，这里指精通算术。

## 梵天寺木塔

钱氏据两浙时①，于杭州梵天寺建一木塔②，方两三级③，钱帅登之，患其塔动④。匠师云：“未布瓦，上轻，故如此。”乃以瓦布之，而动如初，无可奈何。密使其妻见喻皓之妻⑤，赂以金钗⑥，问塔动之因。皓笑曰：“此易耳，但逐层布板讫⑦，便实钉之，则不动矣。”匠师如其言⑧，塔遂定。盖钉板上下弥束⑨，六幕相联如胠箧⑩，人履其板⑪，六幕相持，自不能动。人皆伏其精练⑫。（卷十八·技艺）

① 钱氏，指五代时割据浙江的吴越国王钱镠及其子孙。据，割据。两浙，浙东、浙西的合称，今浙江。

② 梵(fàn 范)天寺木塔，创建于后梁贞明二年（公元九一六年），八角九层，高三十七丈，宋乾德二年（公元九六四年）重建。这里该指重建时的木塔。

③ 方，刚刚。级，层。

④ 患，担忧。

⑤ 喻皓，五代至宋初的著名建筑工匠，浙东人，擅长造塔。他在开封建造的开宝寺塔，八角十三层，高三十六丈。设计时做有模型。由于当地多西北风，他根据多年的实践经验，施工时使塔身略向西北倾斜，并预计约一百年可以吹正。这说明喻皓对高层建筑的结构有相当深入的研究。他还著有《木经》一书，是我国最早的建筑专著，已佚。

- ⑥ 赂(lù 路),指赠送财物。金钗,旧时妇女头上的首饰。
- ⑦ 讫(qì 气),完毕。
- ⑧ 如,遵照。
- ⑨ 弥束,更加紧密。
- ⑩ 六幕,指上、下、左、右、前、后六面。胠箧(qū qiè 区切),这里指箱子。
- ⑪ 履,走、踩踏。
- ⑫ 伏,通“服”,佩服。

## 战棚

【接】战棚是古代守城的一种临时性工事。沈括强调战棚在城防中的重要作用,反对“废省”战棚的错误主张,反映了重视边防战备建设的爱国主义思想。

边城守具中有战棚①,以长木抗于女墙之上②,大体类敌楼③。可以离合④,设之顷刻可就,以备仓卒。城楼摧坏或无楼处受攻⑤,则急张战棚以临之。梁侯景攻台城⑥,为高楼以临城,城上亦为楼以拒之,使壮士交槊⑦,斗于楼上,亦近此类。预备敌人,非仓卒可致⑧。近岁边臣有议⑨,以谓既有敌楼,则战棚悉可废省,恐讲之未熟也。(卷十一·官政一)

- ① 守具,守卫的装备。
- ② 抗,通“扛”。女墙,城墙上的护墙。
- ③ 敌楼,御敌的城楼。
- ④ 离合,此处指能拆卸与安装。
- ⑤ 仓卒(cù 促),匆忙,引申为突然。
- ⑥ 梁,南朝的梁国(公元五〇二——五五七年)。侯景,原北朝东魏时军阀,降梁后又叛梁,并攻占梁的国都南京。台城,是南朝宫殿和官府集中的地方,在今南京市鸡鸣山以南、干河沿以北的地方。
- ⑦ 槊(shuò 硕),长矛之类的兵器。交槊,交锋。

- ⑧ 两句意为：防御敌人进攻，不是匆促间可以准备好的。  
⑨ 边臣，驻守边防地区的官员。

## 采 药

【按】沈括批判了把采药机械地固定在二、八月的旧法，主张根据用药的不同要求确定时间，并总结了劳动人民对物候的观察，精辟地分析了决定植物生长的各种因素，肯定了人力可促使作物早熟。这种见解，有着朴素的辩证法思想，这和他在政治上要求革新的精神是分不开的。

古法采草药多用二月、八月，此殊未当①。但二月草已芽，八月苗未枯，采掇者易辨识耳②，在药则未为良时③。大率用根者④，若有宿根⑤，须取无茎叶时采，则津泽皆归其根⑥。欲验之，但取芦菔、地黄辈观⑦，无苗时采，则实而沈⑧；有苗时采，则虚而浮⑨。其无宿根者，即候苗成而未有花时采，则根生已足而又未衰。如今之紫草⑩，未花时采，则根色鲜泽；花过而采，则根色黯恶⑪，此其效也⑫。用叶者，取叶初长足时；用芽者，自从本说⑬；用花者，取花初敷时⑭；用实者，成实时采，皆不可限以时月。缘土气有早晚⑮，天时有愆伏⑯。如平地三月花者，深山中则四月花。白乐天《游大林寺》诗云：“人间四月芳菲尽，山寺桃花始盛开⑰。”盖常理也。此地势高下之不同也。如筀竹笋有二月生者⑱，有三、四月生者，有五月方生者，谓之晚筀。稻有七月熟者，有八、九月熟者，有十月熟者，谓之晚稻。一物同一畦之间⑲，自有早晚，此物性之不同也。岭峤微草⑳，凌冬不凋㉑；并汾乔木㉒，望秋先陨㉓；诸越则桃李冬实㉔，朔漠则桃李夏荣㉕，此地气之不同也。一亩之稼，则粪溉者先芽；一丘之禾，则后种

者晚实，此人力之不同也。岂可一切拘以定月哉<sup>㉙</sup>。（卷二十六·药议）

- ① 殊(shū 书)，极、很。此殊未当，这很不恰当。
- ② 揾(duō 多)，拾取，引申为摘取。
- ③ 这句意为：对药材的质地讲，在这个时候采摘则未必适当。
- ④ 大率，通常。
- ⑤ 宿根，隔年的老根。
- ⑥ 津泽，津液，这里指植物的养分。
- ⑦ 芦菔(fú 符)，即萝卜。根、叶、子都可入药。地黄，植物名，根茎可做药用。辈，类。
- ⑧ 沈，通“沉”。实而沈，饱满而分量重。
- ⑨ 虚而浮，空虚而分量轻。
- ⑩ 紫草，植物名，根可入药。
- ⑪ 黯，通“暗”。黯恶(wù 务)，指颜色灰暗。
- ⑫ 效，效验、证实。
- ⑬ 自从本说，指和取叶的道理一样。
- ⑭ 敷(fū 夫)，铺开、开花。
- ⑮ 缘，因为。土气，指土壤的温度和湿度。
- ⑯ 憳(qiān 千)，延误。伏，隐藏。天时有愆伏，指气候条件有差异。
- ⑰ 白乐天，即白居易，唐代著名诗人。芳菲，花的香味，这里指花。
- ⑱ 筌(guī 归)，竹名。筌竹，一种叶细节疏的竹子。
- ⑲ 畦(xī 希)，田畦。
- ㉐ 岭峤(qiáo 侨)，五岭的别称。岭峤微草，即岭南小草。
- ㉑ 凌冬，到了冬天。
- ㉒ 并(bīng 兵)汾，古地名，泛指今山西一带。
- ㉓ 望，接近的意思。这句意为：秋天还没到，树木就开始雕零。
- ㉔ 诸越，泛指我国南方。
- ㉕ 朔漠，泛指我国北方。
- ㉖ 这句意为：怎么能把采药的时间限制在一定的月份呢？

## 有常有变

【按】这里沈括鲜明扼要地提出“大凡物理有常、有变”的命题，批判了“胶于定法”的错误，反映了他的朴素唯物论和自发的辩证法思想，这与宋儒的所谓“理在气先”和“日月无变”等谬论是针锋相对的。

医家有五运六气之术<sup>①</sup>，大则候天地之变<sup>②</sup>，寒暑风雨、水旱螟蝗，率皆有法<sup>③</sup>；小则人之众疾，亦随气运盛衰<sup>④</sup>。今人不知所用，而胶于定法<sup>⑤</sup>，故其术皆不验<sup>⑥</sup>。假令厥阴用事<sup>⑦</sup>，其气多风，民病湿泄<sup>⑧</sup>，岂普天之下皆多风，普天之民皆病湿泄邪？至于一邑之间，而旸雨有不同者<sup>⑨</sup>，此气运安在<sup>⑩</sup>？欲无不谬，不可得也<sup>⑪</sup>。大凡物理有常、有变<sup>⑫</sup>。运气所主者<sup>⑬</sup>，常也；异夫所主者<sup>⑭</sup>，皆变也。常则如本气，变则无所不至，而各有所占<sup>⑮</sup>，故其候有从、逆、淫、郁、胜、复、太过、不足之变，其发皆不同<sup>⑯</sup>。若厥阴用事，多风，而草木荣茂，是之谓从；天气明洁，燥而无风，此之谓逆；太虚埃昏<sup>⑰</sup>，流水不冰，此之谓淫；大风折木，云物浊扰<sup>⑱</sup>，此之谓郁；山泽焦枯，草木凋落，此之谓胜；大暑燔燎<sup>⑲</sup>，螟蝗为灾，此之谓复；山崩地震，埃昏时作，此谓之太过；阴森无时，重云昏晦，此之谓不足。随其所变，疾厉应之<sup>⑳</sup>，皆视当时当处之候<sup>㉑</sup>。虽数里之间，但气候不同，而所应全异。岂可胶于一定。（卷七·象数一）

① 五运六气，中医学名词，简称运气。运，指金、木、水、火、土五行的运行。气，指风、寒、暑、湿、燥、火六气的流转。运与气配合起来，代表不同的属性，如木（风）是和畅，火（暑）是炎热，土（湿）是湿润，金（燥）是秋燥，水（寒）是寒冷。古代医学有的据此推断气候变化与疾病发生的关系的。

② 候，征候，引申为推测。

③ 率，通常。法，规范、法则。

④ 六句意为：医家五运六气的理论，从大的方面看，可以推测天地的变化、寒暑风雨和水旱螟蝗的灾害，通常都有一定的规律；从小的方面看，人的各种疾病也随运气的起伏而发生。

⑤ 胶于定法，拘泥于固定的方法。

⑥ 验，灵验。

⑦ 假令，假使。厥阴，古代医学有用“太阳、阳明、少阳、太阴、少阴、厥阴”六经论述病因，在这里，厥阴是指运气中的木（风）。用事，起作用。

⑧ 湿泄，腹泻。

⑨ 肠(yáng 阳)，晴。

⑩ 三句意为：同一地方，有晴有雨，运气的决定作用哪里去了呢？

⑪ 二句意为：把运气看死了，要想不错是不可能的。以上，沈括批判了“胶于定法”的形而上学观点。

⑫ 常，常理、规律。本句意为：物质运动有一定的规律，又随条件的不同有所变化。

⑬ 主，主宰、决定。

⑭ 异，异常。夫，发语词。

⑮ 占，占候、征候。三句意为：情况正常，就符合运气的发展，条件有变化，就什么样的情况都可能出现，而且各有各的征候。

⑯ 发，来源。

⑰ 太虚，天空。

⑱ 浊，浑浊。扰，搅乱。

⑲ 燔(fán 凡)，火烧。本句意为：热如火烧。

⑳ 疾厉，流行病。两句意为：随着情况的变化，流行病也相应发生。

㉑ 候，气候。

（《梦溪笔谈》注释组供稿）

# 外论选译

## 人工智能的可能性和界限

〔日〕渡边慧①

〔编者按〕 我们向读者推荐日本科学家渡边慧的这篇讲演。作者比较客观地分析了人的思维的特点以及电子计算机在表现人的思维方面的特点，从而得出计算机在这个方面的局限性和界限。作者以自己的研究工作为后盾，很有说服力。这对于国外和国内那些被“机器能思维”的叫嚷搞得头脑发胀的人来说，实在是一帖清凉剂；对于一切关心这个问题的人，也值得认真一读。原文较长，限于篇幅，我们删去了一些技术性较强的部分。

电子计算机能不能思维？渡边慧的讲演着重从思维逻辑方面，特别是从演绎和归纳的相互关系方面回答了这个问题。他指出，在人的思维中，演绎以归纳为前提，就是说，人必须首先把实践经验加以总结，从中得出一般的东西，然后才能进行逻辑

① 作者是日本科学家，早年曾获理论物理学博士学位，1950年到美国，现任美国夏威夷大学教授，研究理论物理学和信息论，是图象识别方面的世界知名人士。本文是作者于1973年8月在东京的一次“特别讲演会”上的讲演稿。

演绎，才能把演绎加以“程序化”，变为机械、死板的步骤，放到计算机里面去。而且，演绎中又有归纳，没有什么纯逻辑演绎。用作者的话说，人们在演绎过程中总要不断地进行“评价”、“选择”，根据自己的需要简化演绎过程。否则，任何一个简单的问题都会复杂得连计算机也不能胜任。作者所谓“评价”、所谓“选择”、所谓“美的要素”的考虑，客观上不是说明人的自觉能动性又是什么呢？

渡边慧不懂马克思主义，许多问题上又说不清楚，甚至有错误。他把科学概念和定律的形成，归之为“美”和“简单”的要求，这又怎么解释他自己在后文所说有人偏偏要以丑为美的事实呢？离开了人的思维的社会性、阶级性，怎么说得清楚呢？至于把人的自觉能动性说成是“灵感”，就从反对机械论的极端滑向了另一个先验论的极端。而且，“人工智能”这个说法本身就不确切、不科学。智能者，聪明才智也。它只能来自人的社会实践，“人工”是永远也造不出来的。

尽管如此，作为一个严肃认真的科学家，作为一个自然科学唯物主义者，他对这个问题能够达到这样的认识，作出这样内容丰富、观点鲜明的讲演，在西方科学家中间，还是十分难能可贵的。特别值得注意的是，在资本主义的西方尚且能够出现这样的作品，而在号称“社会主义”的苏联，却充斥着“人

造理智生物”呀、机器“自我完善”呀、“没有人而可以思维”呀等种种奇谈怪论（我们也辑录了一点附在后面，以资比较鉴别）。这一对比，难道还不足以发人深省吗？

## 一、前　　言

说到使用电子计算机能做各种各样的事情，在座各位比我还在于行。社会上人们也感到惊奇，流传着各种各样的空想。问题是，出现了能力那么巨大的东西，我们往往就受到迷惑而产生这样的印象：它潜伏着无限的能力。我认为需要稍微冷静地想一想，人工智能究竟能达到什么程度，也就是说，用电子计算机能够做什么，超过什么范围就不能做。如果不这样重新考虑，恐怕就不成其为科学，而成为宗教了。我们的共同愿望是用电子计算机尽量多做些事情，但是有必要想想，它到底能走多远？它能够做哪种事情？

不用说，有很多事我们不能做而电子计算机能做。我们无论如何不能够有电子计算机那样准确的记忆，也不能象电子计算机算得那样准确。可是，反过来还要想一想，有没有电子计算机不能做而人能够做的呢？还要想想，人的智能和电子计算机的智能有没有不同呢？我想，这样想一想是有用处的。

### （1）图 灵 试 验

拿电子计算机同人比较，人们常常举所谓图灵试验的试验法。其说法可能不一。比如在两个人的中间放下幕布下象棋，不知道对方是电子计算机还是人。你在这边自己下，只把对方

下的棋告诉你，看看你能不能知道是人还是电子计算机。还可以试验说话。那边电子计算机说话，这边你也说点什么，对方回答，看看你能不能知道对方是不是电子计算机。

实际上，现在美国已经能够用电子计算机进行所谓自然语言的分析了。这边用英语说话而那边用英语回答的程序也做出来了。这种试验是要看看，能不能因为看不出人和电子计算机的区别，就作出电子计算机和人的智能相同的结论。这是重大的方法论问题。

首先，例如下象棋，是否就是人的全部智能呢？不清楚。进行一定的对话只能说明，仅仅进行这种对话，不能掌握这里的人和电子计算机的区别，但仅此而已，并不能说明电子计算机和人相同。

其次，再用抽象一点的语言来说，经验科学的归纳试验，还不是逻辑的证明。说点老话吧！例如，对待“乌鸦都是黑的”这样一个定律，一种试验法是把每只乌鸦都检查一下，这只是黑的，那只也是黑的。确实，每一次出现黑的乌鸦，都增加这个假说的拟真性。可是，这样试验了一千只、二千只，第二天也许忽然出现了白的乌鸦。可见，这还不是逻辑的证明，而是所谓归纳的实证。我们不能忘记这个重要之点。正因为这样，实际上现在的电子计算机连图灵试验也通不过。

## (2) 演绎和归纳

我在思考这个问题时，试图用不同于图灵的思考方法。我认为必须运用更根本一些的思考方法。

究竟人的智能是怎样一回事？可以有各种各样的议论，但大体上可分为两种：一是演绎法，一是归纳法。

演绎是用一般常用的逻辑进行。一般的电子计算机是进行

逻辑演算的，人们粗粗一想，至少在演绎领域里，电子计算机是同我们一样活动的吧？我们要详细考查一下到底是不是这样。

其次是归纳法。归纳法不是常用的逻辑演算，这是两百年以前大卫·休谟讲了以后谁都承认的。因此，作为计算机的特技的逻辑演算，是不是就不能进行归纳，还是一个疑问。这就要考虑归纳法的哪些方面可能使电子计算机遇到挫折。

在归纳方面，制定科学定律时常常使用这样的指导方针：它必须是美的，必须是简单的。人们都知道，自然科学工作者思考各种的定律和假说时，要选择那些美的和简单的东西。这时在什么地方使用什么样的思考方法，已不是逻辑演算，而是一种审美态度了。

### (3) 概念 符号(略)

## 二、 演 绎

再回到开头所谈的演绎法问题，也就是演绎的程序化问题。最初，演绎法成为问题是定理的证明。就是先有要求和公理，然后用逻辑演算引出所要的定理。

先给定命题和公理，按照逻辑的公理就可以有顺序地作出正确的判决。这就是说，用演绎总可以得出所要的定理。因此这种程序完全可以用电子计算机来完成。

可是再仔细想想：人脑进行的演绎是这种形式吗？实际上，想想最简单的例子也会感到并不是那样。今天有晚霞，有晚霞的第二天是好天气，因此，明天是好天气。人们常常这样说。这在形式上是演绎。这同“人必定要死的，苏格拉底是人，因此苏格拉底也要死”是同样的形式。这两个演绎虽然完全是同一种形式，但是对前者，我们实际上认为是或然性的事情。人们还不

清楚到什么程度是晚霞，到什么程度不是晚霞。另外，人们也不知道“有晚霞的第二天是好天气”这样一个规律究竟正确到什么程度。我想，大概人的演绎作用完全是或然性的东西，逻辑的东西不过是作为特殊的东西而出现的。

### (1) 哥德尔的定理

其次，关于演绎，还要考虑一个问题，即经常成为问题的哥德尔定理。这个定理是说，存在这样一种定理，它不能用算术定理证明是正确的还是不正确的。只要称得上定理，总要决定是真实还是谬误。粗浅地说来，哥德尔定理就是这样的定理，它证明了没有证明那种定理的方法。

证明哥德尔定理时作为工具用的语言，是对象语言，所以成了符号逻辑。我们可以用那种符号逻辑得出刚才的结论。那就可以把使用符号逻辑的语言说成是元语言。就是说，我们的思考分两层，我们很好地使用了这两个层次。有这两层就可以证明哥德尔定理。用电子计算机能不能实际上做这样的事呢？换句话说，用电子计算机能不能发现哥德尔定理本身呢？这还是一个疑问。当然，说起来，只要把元语言的逻辑引入电子计算机，再由它造成符号逻辑、对象语言，岂不是也能全部做到这一点吗？仔细想来，如果把现有的元语言当作对象语言，处理这新的对象语言又要使用新的元语言，这就永远也没完没了了。最后，看来只能剩下一种全人类所使用的语言了。这是个理论问题，是个很难的问题，要我说清楚也很困难。

### (2) 逻辑的由来

一般地说，逻辑是我们让电子计算机作的，但我们应该想一想逻辑是怎样被发现的。我们不是从天上什么地方把写好了的

逻辑抄下来的，而是在我们的文明发展大道上创作出来的。

虽然我们并不深知这是怎样作出来的，但在人们的许许多多的推理方式中，总是有很多有效推理方式的实例，说逻辑是从那里用归纳法发现的，这不会错。人们就是把这个当作金科玉律放进了计算机。所以，用电子计算机虽然可以进行演绎，但是切不可忘记这是人们把演绎所用的逻辑教给了机器才成功的，逻辑则是人们进行归纳的结果。

### (3) 用电子计算机证明定理

用电子计算机证明定理更适合于程序化，证明几何学定理或证明逻辑定理，都常有这类的程序。这是比较明确的。当然必须是所谓可能证明的问题。

可以考虑一下，把这种可能证明的问题交给电子计算机去做怎么样？从命题和公理出发，按次序一个一个得出正确的定理。这样就会得出许多定理，只要其中有那个想要证明的定理就行。有了想要证明的定理，它同计算出来的定理偶然一致了，就是得出了证明。可是，按次序得出的定理，数量很多，大体上是按到达这个定理所要的级数的指数函数速度增加的，假如说到达那里大约需要 100 级，可能的定理数量就成了一个很大的数字了。把所有的定理全部作出来，一个一个加以比较，看其中有没有想要证明的定理，如果有，就是得到证明。但这样一来，所需要的时间就要大约几个世纪了。无论怎样用电子计算机，都要许多时间。如果人来做，弄得巧，只要比较短的时间就可以了。

也有用电子计算机来模仿那种抄近路的方法。一个是反推法。假设把公理、命题全部当作  $A$ ，把所需要的定理当作  $B$ ，问题是要证明  $A$  隐含  $B$ ，或者证明  $B$  的否定隐含  $A$  的否定也一样。所以也可以从  $B$  的否定出发从下往上倒推回去，可以使从上边

来的和从下边来的在中途碰头。这样，从下边来的就象扇面那样展开，从上边来的也象扇面那样展开。从两方面走，就有可能使扇面的展开比单方面走时要狭窄些。这个方法比较好一些，但非常化费时间这一点还没有本质的改变。

还有一点更有趣的，是用电子计算机证明几何学定理所用的方法。这次改变一下作法。为了证明所要证明的定理是真的，先求出所谓只要它为真就好办的中间定理。人们还不知道这个中间定理是否为真，而只是说，如果它为真，那么所要的定理就是真的，这是个中间阶段。一旦找到这样的中间定理，能够证明它为真，道路就近了，扇面就小了，证明也就容易了。

这个办法很有趣，只要有了中间定理，所要的定理就可以得到演绎的证明。寻找中间定理的推理是从这个特定的定理出发，反过来得出以这个定理为结果的前面级别的定理，这就不能不是归纳推理。可是，归纳推理不是用逻辑得出的。

因此，用演绎法证明几何学定理的电子计算机程序，实际上秘密地用了归纳法。可是计算机只靠自己的逻辑推理不能作出归纳，实际上是人发现了许多“手段”，即把发明法（启发法）的算法放进了计算机。这就是说，看来好象是用典型的演绎法证明定理，其实却用了归纳法。这种做法是人们在证明定理时所常用的方法。

#### (4) 预    报

演绎中也有同考察过的演绎实例类型完全不同的。刚才讲的是定理的逻辑证明。在自然科学领域里还有预言，即所谓预报。预报就是时间  $t = t_1$  的初始状态决定以后，用定律演绎出时间  $t = t_2$  的状态。用简单的例子来讲：大炮以某种角度向某个方向发射（这是初始状态），十秒钟以后炮弹落在这里（这是终结状

态),用牛顿力学定律得出结果。

这样简单的问题立刻可以预报。但对于天气预报、社会预报,只要是复杂一点的,实际上就谁也做不到了。因为有关的初始条件很复杂。天气预报也是这样。世界各地空气的温度、气压分布、风向等,从海面到上空的全部情况,都必须包括在内。全部包括了,在理论上可以从方程式预报出来。可是,即使能得出方程式来,实际上谁也不能计算。怎么办?实际上是从那些数据中找出主要的,用它预报以后的状态。如果失败了,是因为忽略的东西碰巧起着重要的作用。后面的说法是一种说明,或者叫做解释更好些。最初以为并不重要的东西成了重要的,所以失败了。因此,预报和说明并不是一回事。有种哲学家认为是同一种东西。从理论上讲是同一类,实际上却不同。这是因为预报时绝对不是使用全部初始状态。使用一部分做做看,做得好就装作什么也不知道,做坏了就推说是忽视某种东西才坏的。怎样决定重要还是不重要呢?这绝对不能用电子计算机从逻辑上决定,只能以实际经验辨别各种东西,这就加进了归纳法。

这就不能不承认,即使在演绎和普通所说的逻辑推理中,实际上有很多东西单靠逻辑推理也是不行的。

### 三、归 纳

所谓归纳,就是从一个一个的实例中,导出一般的认识。要导出使一般认识中特别的东西恰好就是迄今所见到的实例的那种一般的命题。

#### (1) 假说的制定

必须考虑自然科学是用怎样的推理进行归纳的。从形式讲,

首先要有假设。有了假设，就要同实际的实验作比较，看看是否好用。得到了假设正确的确信，就可以说是定律了。可是在这以前必须先作出假说。因此人们常说，归纳是由两部分组成的：一部分是制定假说，另一部分最好叫做归纳本体（归纳的真实部分）。制定所谓假说，就是开头作出假定。制成以后，对照实验检验好坏，这就是归纳本体。人是怎样制定假说的？几乎谁也没有拿出确实象个理论的理论来。到底自然科学工作者是怎样实际制作定律的？有许许多多的臆测。一个有名的例子，是彭加勒的书上所详细写的数学上的发现。人们常说，数学上的发现靠在桌子上冥思苦索无论怎样都出不来的，要靠忽然间得到的灵感，或者在进入浴室一下子想到，或者像彭加勒那样在乘公共汽车时脚刚刚踏上汽车的那一瞬间突然想起的。

为什么会这样，我们还弄不清楚。按照彭加勒的说法好象是这样：人们在无意识中经常作出各种各样可能的假说，若是一个一个地去检验，人就会变成疯子。幸而这是在无意识中作出的，我们并不知道。作出这许多假说的时候，在无意识和有意识之间，有守门的在看守着。他是审美的守门者。他看着各种各样的假说，这个很美，那个不错，请进来吧，这样便打开了意识之门。进入意识之后，才开始转到归纳阶段，同实际的实验相比较，在头脑里仔细合理地加以思考。大致就是那么一回事。就好象看到一样，也可能是瞎说，但很有趣。有人要把这些动作让电子计算机去做，但如果不首先知道可能的假设是怎么回事，就一点办法也没有。并不是把这个那个混在一起加以组合，就都能作出可能的假说。这是最困难的。人们不知道可能假说的集合是什么。对于不知道证据而一旦作出的新理论，人们总是惊奇地说：这是少见的理论，是万万想不到的理论啊！因为它离开了目前为止所考虑的假说的集合，是作为新的假说出现的。

因此，这就不是单纯的机械操作了。在这里遇到了最困难的问题。即便是知道了假设的集合，机械地按次序去做，也会因为数量过多而不可收拾。好象有什么“啊！这很好！”的突然的感觉似的。可以说，这很类似于所谓艺术创造！

## (2) 归纳(对假说的评价)

归纳之所以成为归纳，最大的原因就在于实际上有了假说。有了假说，还有怎样评价假说的问题，这就是归纳的问题。这实际上是相信假说到什么程度的问题。

这里有个陷阱。我们说，评价的重要因素是实证，即按实际的实验能够证实到什么程度的问题。同证据相对照，看看现在所考虑的假说在多大程度上同实验相符合，这就是实证。这的确是一个重要的问题。可是，错误的根源就在于：很多人往往只考虑把实证作为评价的根据。我想这是非常错误的。

这里，还有一个照我的说法是证据外的评价问题。这很重要。在同实际的实验作比较之外，即在证据以外，我们的评价是很重要的。依据实际的证据进行实证，虽说好象是证明到了确实什么也不能再推翻的地步，其实，实证在这里并不是证明，而只是假说同实验常常有了多大的一致。

从所有的乌鸦都是黑的，可以逻辑地得出这只乌鸦是黑的。这样，实际上看到这只乌鸦是黑的，所有的乌鸦都是黑的这个假说的价值也就提高了；反过来，假如有一只不是黑的乌鸦出现了，这个假说也就错了。这叫做逻辑的反驳。因此，也有人认为，科学的归纳法不过是用逻辑反驳舍弃错误的假说。这个见解过于狭窄了。只要不被逻辑地否定，就一切都可以，被否定了，就立刻成了坏的，好象仅仅因为这样，科学才得以进步，我以为这种看法是错误的。实际上有很多假说尽管没有被逻辑地否

定，但也渐渐失去了置信度。

### (3) 证据外的评价

怎样才成为论据外的评价呢？同实际论据一致的程度是一样的两个假设，置信度也不相同。在同论据一致以外，如何把定律的价值提高或降低，是非常重要的。这是人类智能极为重要的部分。

不用证据，用什么别的因素来对假说评价呢？一个定律同实验相当吻合，我们非常相信。这时出现了另外一个什么定律，我们知道了它同实验更加吻合，我们对于前一个定律的置信度，无论如何也会降低。这样，同以前的形式就不相吻合了。所以，卡尔纳普所谓置信度仅仅由定律本身和它的论据来决定的学说是错误的。出现了别的定律，由于它比较好，就使以前的定律变坏了，这的确是依靠证据的实证所不能说明的。

前边已说过，所谓归纳，实际上就是把一个一个的事实概括起来，得出一般的定律。这样的定律很多。把这些定律再概括起来得出更高的定律。这样，整个地说来就成了一个理论体系。所谓理论，就是归纳的体系。把许多定律全部概括起来成为一个体系，这就是理论。

例如有某种光学定律，还有安培的电磁场定律。要把它们综合起来，需要麦克斯韦方程式。简单地说，愈往上去，愈会出现一般的东西。这时，定律的置信度除了证据和定律之间的关系以外，还依赖于能否同下一阶段的理论统一得好。即使同某种实验符合，但同其他部门的定律不一致，不能成为另一更高阶段的理论，它就丧失了置信度。这就不是像卡尔纳普等人所说的证据问题了。

## 四、美的因素

再考虑审美的因素问题。人们常说这也是电子计算机能做到的。人们能够制成用电子计算机判定美还是不美的程序。只要定出标准就行。分割直线段，有所谓黄金分割。只要定出这样的规则，用在电子计算机上，就能进行美的设计。可是并不知道把这些规则集中起来能不能全部穷尽审美的因素。恰恰在这里，人实际上也并不都希望美的东西。特别是所谓现代艺术，并不都是盯着美的东西。音乐方面，原来都要求好的和声，现在却制作坏的和声。也会反过来制作丑的东西。还有，出现了某种定律，就会立刻产生作出打破它的念头。

其次，并不是我们感觉可以，电子计算机也感觉可以，才去作。把我们作的规则教给电子计算机，很难说是电子计算机作的。

再深入下去说，到底能不能用关于美的一般规律，来使所谓美一般化呢？是个很大的疑问。虽说有黄金分割之类的东西，通常说到喜爱某种东西，是不是因为实际上用了一般规律，满足了那个条件而成为美的呢？很值得怀疑。在艺术方面无论如何都不像是那么一回事。就一个一个的东西来说，喜爱这个，讨厌那个，都先存在于每个人的心目中，有时也可能有共同性，但不一定都有共同性。这样一来，我们所谓的一般概念是否抓住了美的本质，就大可怀疑了。

还可以举用电子计算机操纵打字机随便敲打为例。它会以适当的几率写出各种各样的文章来。其中总有某一特定的文章有意义。不管是否有意义，电子计算机只管作出 10 的几十次乘幂之多的产品来，其中只有一个对我们有意义。这个所谓有意

义，对于电子计算机却也无意义，没有必要特别对待。但对我们却非常有意义。例如用电子计算机洗扑克牌，可以有各种各样的排列，其中却只有 52 的阶乘分之一，全部很整齐地从 1 排到 13，不论是从黑梅花来看还是从红桃来看，次序都排得很好。但从电子计算机的立场看，只不过是一个特例而已。因此，美的观点和一般规律的观点是完全不同的。

## 五、概念

无论是各种各样的理论体系，或者是单独的假设，都要使用概念。例如不限于就一只特定的猴子来谈猴子时，就不能不把猴子全体都概括起来，制作出猴子这个概念来。不形成概念，我们就不能进行智能活动。尽管我们也谈人工智能，但智能这东西的基础，必须要有概念。一般概念，就不是把一个而是把很多数量的东西概括起来，思考它的一般。不这样就没有知识，没有分类，也没有理论，连语言也没法使用。如果把这些全部加以废除，站在纯粹个别的立场上，那末知识、科学就全部取消了。因此对于智能，无论怎样也得形成概念。这样，概念能否用电子计算机来形成，就成为问题了。

### (1) “丑小鸭定理”(略)

### (2) 分类和价值判断

举个简单的例子来说。对鲸鱼、象和沙丁鱼，动物学家认为象和鲸鱼是哺乳动物，放到同一个箱子里。普通人认为沙丁鱼和鲸鱼都生活在水里，必须放到同一个箱子里。从他们各自的观点来讲，都有道理，不能认为谁对谁不对。有什么错误呢？动物学家为了更好地形成动物学而进行分类，从这个观点出发，把

鲸鱼和象放到同一个箱子里作动物学的分类，是对的。可是如果进行生产的分类，要制作水产业的箱子，最好把沙丁鱼和鲸鱼放在同一个箱子里，把鲸鱼和象放在不同的箱子里。没有必要一定争论哪一种办法好而打起架来。

因此，所谓分类，决定于我们的价值判断。我们为一定的目的而使用分类的标准，目的不同，价值也不同，并由此得出相应的概念来。

对于动物和人来说，我们的环境好象具有使我们便于从因果律看自然的性质，使述语好象能直接给予我们，与我们的感觉器官所获得的没有不同。我们的眼睛所以都同样地看到，我们的感觉所以都同样地感觉到，是因为我们人类为了生存于自然界，具备了使有用分类得以实现的组织结构。这不是讲空话，有实验为证。例如，不妨算一算连接蛙的眼睛和头脑的视神经的电脉冲。什么时候出现很多脉冲呢？在蛙的眼前出现象蚊子那样的东西——小的黑的蠕动着的东西，脉冲就多起来；如果环境变了，只是静止的黑东西，就没有脉冲，或者大的东西在蠕动，也不会有脉冲。从我们普通的思维角度看，这相当于非常复杂的述语。形状小的、黑的、蠕动着的，这些作为一个述语，相应的脉冲就立刻从眼睛传到头脑，这一定是因为蚊子对蛙的生活具有重要意义。因此，我们知道，所谓分类依赖于我们的价值判断。

这样一来，又出现了前面谈到的电子计算机的问题。对电子计算机来说，我们只要把这个述语很重要教给它，电子计算机自己确实就能够进行分类。可是问题是怎样选择那个重要的述语呢？人可以按照人的目的来决定，依赖于我们的价值判断。因此很清楚，只要电子计算机没有价值判断，无论到什么时候，就总要人教给电子计算机才行。

## 六、模式识别(略)

## 七、联 想 象 征

最后还有一个未解决的、但看来是重要的问题。有一个概念，可以说相应的就有一个物件的集合，有一个类。例如有狗的概念，就有全部狗的集合。给这个集合下定义有两个方法：一个是把狗的性质一个一个地列举出来。狗有四只脚，大约多重，列出这种那种等许多共同的性质，用这些东西决定集合。这是把集合用集合的内涵下定义。

还可以有另外一种方法。这是狗，那也是狗，把狗全部从头列举出来，把集合的成员一个一个地列举出来，就成了集合。把所属的成员一个一个地全部加以指定，用这个办法规定类，这就是用外延给集合下定义。这两个方法都可以用电子计算机来作。用外延或者用内涵，都可以进行分类。例如人的名单，姓名、特点都写在卡片上。实际上连电子计算机也用不着，用卡片操作就可以了。要把他们按姓名分类，那是由外延进行分类。如果在这些卡片中把秃头的找出来，那就是用内涵进行分类。无论哪一种都可以用电子计算机作。卡片分类器或者电子计算机有时并弄不清是用内涵还是用外延进行分类。不过，总归能够作就是了。

可是，模式识别却哪一种也不是。给狗下定义，例如母亲把狗教给孩子，内涵和外延都没有。只是说这是狗，让孩子看两、三次就可以了。孩子看到五、六次以后，是狗还是猴子，区别就搞清楚了。这是靠出示范例来教。所以，下定义的方法一般有两种，但实际上三种。第三种，我叫做范例定义。与此相似的

有实物定义。不管是不是概念，实际出示就是了。这就叫做实物定义。范例定义虽然与此相似，但不着眼于单个的狗，而是靠一个、两个、三个极少数的实例代表全体。我想，这是人类思考事物的独特特点。

用实物来代表一个概念，我叫做“范例象征”。再广泛地扩张一下，我也常把它叫做“引出象征”。嗅到一种花香，立刻想起五、六年前某次追悼会上的事情，这是联想的作用。前边谈到用内涵和外延给概念下定义，那是抽象象征。现在我导入的范例象征或引出象征，是联想想象征。这是实物，给实物看，要它代表全体。这样的事是人们一直在干的，所以对于能够进行联想想象征的人类来说，模式识别能够进行，也很简单。若让电子计算机去做，实际上就是要把联想想象征改写成别的抽象象征。完成改写就是模式识别。

这个联想想象征是非常动物性的东西。很早就有了巴甫洛夫关于狗的实验。在巴甫洛夫的实验中，铃的声音成了食物的一个象征。这类似于概念，也类似于因果律。铃响了总会给什么吃的。如果是人，一定会进行因果性的思考，这个铃是概念，吃也是概念。可是狗不是这样，铃声一响，胃液就出来了。在这个场合，铃声也可以说是一种联想想象征。这种事，人们也有很多。正因为有这种活动，我们对事物的思考方法就同电子计算机不同。

（摘译自日本《测量和控制》，1973年，第12卷第8期）

乔彬译，吴明校）

## 附：关于“机器思维”的一些奇谈怪论

### 一、苏 修

什克洛夫斯基(通讯院士)：

所谓“第Ⅱ型文明”是指掌握“自己的”中央恒星和行星系的物质和能量资源，“第Ⅲ型文明”是掌握“自己的”恒星系的一切资源。按照这分类，大致类似于我们地球水平的文明，属于第Ⅰ型。

从第Ⅰ型文明(掌握自己这个星球的全部资源)过渡到Ⅱ型文明时，有理智生命本身应经受质的变化，这大概没有疑问。因为这种超级文明的“意识形态”和任务，根本不同于“一般”文明。这里说的是飞跃。当然，我们现在不能议论超级文明的特点，但我觉得，这情况应该注意。有理智生命的质变，可能就是成为人造有理智生命。现在电子计算机的制造已获得很大的成就。这个领域中的进步，怎么能说不是我们所经历的科学技术革命的主要而突出的特点呢？这方面的进步，实际上正以雪崩似的速度进行着。大家知道，过去曾经是人们脑力劳动特权的整列操作，现在已经由机器来进行。可以认为，现已证实，没有一种体力活动，特别重要的，也没有一种脑力活动原则上不能由机器来完成。控制论的蓬勃发展，使模拟无论多复杂的系统的可能性，原则上没有任何限制。因此，“自然”理智生命和“人造”理智生命之间的界限正在消失。“理智”似乎“脱离”了具体的生物学基础，而成为非常高级的有组织的特殊物质的纯粹功能特性。理智生命最重要的特性，是有发展和自我改进的能力，但这已经不仅是自然生物型理智的特权了。众所周知，在人造理智时代的朝霞中，电子计算机现在已经能够自我完善化。象记忆这种有理智生命的十分重要的特征，机器(电子计算机)现在已经超过人了。

现在机器已经能够设计另外的更加完善的自学习机器。将来会怎样？在下世纪中期以前，人类实际的全部“脑力”与“体力”活动将由控制装置实现。在我们眼前发生的科学技术革命的基本趋势就是这样。这场科学技

术革命，是社会发展在技术生产方面的合乎规律的阶段。这个过程是不可阻挡的。在下世纪中期以前，思维机在完成单独的操作、包括非常重要的操作的同时，能够获得完全独立性。

人作为生物学的种，有他的适应能力，但不适用于在宇宙中、在生态学上根本不同的环境中生活和工作。例如，他不能经受巨大的辐射量。那时，人类从个别宇宙航行员英雄的偶然飞行，过渡到现在讲的关于改造宇宙环境和掌握宇宙资源，需要很多人参加，这实际上不可能，而主要是不必要。专门的控制装置完全能够完成这项工作，它有理智，高度有组织，在碰到预想不到的情况变化时，能独立解决问题。

“自然”理智和“人造”理智之间的矛盾总是被描述成对抗的。是这样吗？我认为两种理智将长期“和平共处”，会出现人造理智和自然理智的组合。实际上，这个过程现在已经开始。自然理智绝不会被人造理智消灭或吞没。

这样，我们得到下面的结论：人造理智生物应该是Ⅱ型和Ⅲ型超级文明的载体。优点之一是，人造理智生物比自然理智生物长命。对我们讲来，只有这个事实有重大意义：意识活动的物质基础完全不必要是“生物学”的。这种情况下，应该更广泛地理解“生物学”这个术语，不应该局限于地球上生物史。宇宙中质上不同的物质发展阶段可以想象为：无生命物质→有生命物质→自然理智生命→人造理智生命。根据这个图式，人造理智是宇宙物质发展的更高阶段。

（《球外文明问题及其哲学观》，载《哲学问题》，1973年第2期）

#### 戈特缺（副博士）：

进化在于自动机发生“突变”而自我完善。随机数发生器使预测公式中的参数发生随机的变化，导致原来自动机的进化：出现了自动机的后代，它的预见可以比其父母机好（或坏）。如果预见的准确性提高了，“后代”就巩固了，这个过程将继续进行下去；如果准确性减低了，就抛弃它，另外寻找新的“后代”。

进步的进化产生越来越完善的程序。达到了足够好的程序，或者经过

了有限数量的自动机后代，进化过程就完成了。

计算系统在进化过程中将提出最好的程序设计。在进化过程中，计算系统不仅提出问题的解，也提出它所找到的解法以及寻找解法的整个历史，即机器的整个“创造”过程。因此，“老的格言‘机器永远不会比程序设计人员知道得多’已经完全不对了”。

应该研究智力自动机的发展可能带来的潜在危险性，绝不应该忽视。这里有很多技术、道德伦理和哲学的问题。

（《人工智能》，载《自然》，1973年第2期）

科莫戈洛夫（院士）：

人们对下面这些问题普遍感到兴趣：机器能不能复制同类的机器，在这种自复制的过程中会不会产生发展进化，以致制造出比原来的机器完善得多的机器？机器能不能有情感？机器能不能随便做什么，能不能自己给自己提出新的任务，而不是由其设计者提出任务？

这个问题还有传统的更简单的形式：能不能造出人工的活物，这种人工活物能繁殖能发展进化，在高级形式中还能具有情感、意志、思维以至各种最巧妙的思维？

在唯物主义世界观的范围内不存在任何站得住脚的原则性论据，可以反对给我们的问题作出肯定的回答，理解这一点显然很重要。肯定的回答就是关于生命自然产生和意识有物质基础原理的现代形式。

（《作为物质存在特殊形式的生命和思维》，载《生命的本质》文集，1964年）

1. 如果我们只研究在地球上发展着的生命具体形式，生命是蛋白质存在的特殊形式这个定义是进步的、正确的。在宇宙航行世纪，我们实际有可能遇见这样一些物质运动形式，它具有我们所谓的活物的主要的而实际上也是重要的属性，甚至是会思想的人的属性，但构造不同。因此，给生命概念下一个更一般的定义，有着完全实际的意义。

2. 现代电子技术为模拟生命和思维，提供了十分广阔的可能。间断式（算术式）的现代计算机和自动机，在这方面能做的工作是没有限量的。

具有“按算术方式”运算的大量元件的系统，能产生质上的新特征。

3. 如果纯粹按功能形式来规定这个或那个物质系统的质是“活”的或有“思维”能力的（例如，凡是能够有道理地讨论现代科学或文学问题的物质系统，都被认为是思维的系统），那么原则上必须承认，人工制造活的和思维的东西完全可能实现。

（《自动机和生命》，载《青年技术员》杂志，1961年第10、11期）

索波列夫（院士）：

在控制论中，人们把有能力完成实现一定目的的动作的系统叫做机器。可见在这个意义上，生物，尤其是人，都是机器。人，这是我们迄今为止所知道的控制论机器中最完善的机器，它通过遗传把程序放到这个机器的结构中去。

毫无疑问，人的机体的一切活动，都是一种机构的动作，它的所有部分都服从于同任何机器一样的数学、物理、化学规律。

人工创造有机体没有任何障碍，就象创造有机体的“人工”方法和“自然”方法之间没有任何根本差别一样。全部问题只在于学会把有机体的组织提高到应有的程度。

人实际上不能没有大脑而思维。但是他能够制造出没有人而可以思维的大脑来。

（《是的，这是完全严肃的》，载《文学报》1962年，6月2日）

## 二、西方

〔美〕维克多·萨帕尼柯夫、戴维·萨帕尼柯夫（教授）：

未来的进化阶段，会把准备继承宇宙的人类引到哪里去？作为纯粹的臆测，我预言：进化计算机将继承数学，而且一般想来，最后将继承宇宙。

目前有一种关于进化计算机的概念：它能学习、成长、繁殖并供应自己，能改进和变换自己的内部结构（硬设备）和外部结构（软设备）。计算机能适应外部刺激和内部刺激并作出反应，它是自我检验、自我改进和自动修复的装置，象遗传赌博那样引进随机变化以后，它会创造出机器原制造

者所料想不到的形式。

计算机正朝着活的、能思维、能繁殖、能改进的进化超计算机进化着。这就是哥德尔所说的那种思维机，他提出：如果一个（有智力的）人通过他的提问或猜谜同机器进行机械通信，但他无法把受听器一端的有智力的人和另一端的计算机或机器区别开来，那么，机器就可以说是能思维的。

进化计算机在二十世纪里将大量涌现。充分发展的阶段将会出现在二十一世纪——相对于人类二百万年的进化史，计算机技术却只有两个世纪……到那时以后，计算机思想家可能进化得抵得上人类的数学思维和严格抽象思维。到二十一世纪，超机器可能以新的姿态出来向数学家的人进行挑战。

这种发展或这种可能性，要不要看得很可怕，1984年就会出现，会发生世界末日的善恶决战呢？这个发展进化的阶段，要不要理解成为一种错误，一种可怕的技术启示：世界、也许是整个银河系都要被那些能自我繁殖、自我改进、根本毁坏不了的无限进化到更高能力形式的计算机所统治和控制呢？

对于人本主义者，无论从哪一方面我都没有充分的理由否定这种遗传和继承应有的更高形式。正象从猿进化到人，猿就撤销了对人的控制，因为人的进化状态比猿高级；同样，将来人也许也要这样被迫服从于超机器。

如果计算机思想家没有人类的脆弱性——人所继承的情绪、感情、愤怒和残忍、细小的争吵和野蛮的暴行、以及疾病、不适、发疯、死亡、暴虐等可怜的弱点——如果计算机思想家能够比人类进化得更快更有效，那么，计算机思想家怎么会遭到宇宙的拒绝呢？

但是，艺术、美、爱情以及人类的地位又会怎样呢？也许会保留下来，因为它们那么可爱，那么奇妙，那么使人愉快，那么美丽。也许计算机思想家会把人类驯养起来，让他们娱乐，款待他们，——告诉他们单恋的痛苦、读美好诗篇的愉快以及情欲的安慰。也许人会成为计算机思想家的玩物或害虫，成为它的低级发展形式的回忆，保存在将来的动物园里，使他不至于受到自己和他周围环境需求的侵犯，作为超机器对它的阴暗起源的一个提醒。

人除了充当娱乐品和成为鼓舞超机器趋向新的发展阶段的高级玩物

以外,还能不能起一点更高贵的作用呢?人是不是将失去自己在进化图式中的特定位置呢?是不是将失去自己在进化世界中存在、更不要说统治的更好的理由呢?

(《哥德尔以来数学中的结构和进化》,1972年纯粹数学得奖论文,载《数学哲学》,1973年第四卷第1期)

[英]格雷戈里:

让我们开头先假定,我们的智能机器是一些用金属制成的人,具有同我们自己相似的智能和一些内在的虚构。我们还假定,它们在结构上是典型的电机械式的机器。

这样的机器至少将具有身穿石棉铠甲的勇士的优点。它们吃得很少,或者根本不吃。它们携带着有效的镇静剂,能睡上几个世纪,一直到达遥远的星体之后再醒来;或者醒来为我们的子孙讲授它们亲身经历的历史。这种金属人在战争中、在一切危险的和令人厌烦的工业劳动中,将是很大的帮助。但是,根据我们对种族不同、相貌略有不同的人的态度看来,非常清楚,即使金属人的脑同我们人的脑基本相同,我们也不会接纳它们加入人类俱乐部。我们有理由把这个种族排除在人类道德约束之外——因为我们不相信它们会有疼痛的感觉。当然,这是一篇科学小说的主题,但不能因此就不理它。

社会科学家所关心的,是预测变化对未来社会的影响。但是,在涉及智能问题的时候,预测在原则上是不是可能呢?如果智能是制造新颖事物的,那么,准确的预测也许是绝对不可能的。无论如何,现在预测社会问题的困难似乎在于,根本不存在象样的关于社会的理论模型。这就意味着,政治家们要不犯难以置信的错误,几乎无法进行预测、计划和控制。

(《智能机器的社会意义》,载《机器智能》第6卷,1971年)

## 关于“下棋机”

〔编者按〕1959年，美国国际商业机器制造公司的工程师塞缪尔利用IBM704计算机，设计了一套下棋程序，制成了一部下棋机。他自己同这部机器下棋，输了。这件事轰动一时。1960年维纳发表的《自动化的某些道德和技术的后果》一文，就利用了这部“下棋机”耸人听闻地提出，它引起一个机器超过人的“道德问题”。这篇文章掀起了一场关于机器思维问题的辩论的新高潮。维纳的论点召来了一批追随者，也引起了一些态度比较严肃的科学家的反对。最有趣的是，维纳正在口沫横飞地大吹大擂，恰恰是这部下棋机的制造者塞缪尔本人却站出来现身说法，针锋相对地反驳了维纳的谬论。

后来到1962年，塞缪尔又改进了原来的程序，用另一部计算机IBM7090制成了一部新的下棋机。美国一个州的前跳棋冠军同这部机器下，又输了。这件事更加轰动。但基本的道理，在塞缪尔1960年的反驳文章里就已讲清楚了。

塞缪尔在文章中，从一开始就坚持一个基本的观点：“机器不能输出任何未经输入的东西”。计算机再复杂，也总是人的器官的延长，服从于人的意志。他特别指出，计算机所以被罩上了魔影，无非是因为人预先给它规定了程序，而它又计算得又快又准。拿下棋来说，要计算机下棋，先要把下棋问题化为一个数学计算过程。每个棋子是几排几座，都用数字编号，下棋的规则也用数学式子来表示。最后，也可以对不同的着法、棋局、棋子，

给出各自不同的评分，再利用电子计算机快速计算的特点，在计算机内预演以后接连好几步的变化，统一考虑评分，选取最高评分的下法。至于所谓计算机“学习”，其实是人把自己形成的如何总结经验以改进着法的认识，放到下棋程序中，这就可以修改原来的评分标准，按修改了的标准选取最高评分的下法。

显然，电子计算机下棋，关键在于评分评得恰当。这就要总结高明棋手的经验，把这些经验通过程序设计在计算机上体现出来。如塞缪尔所说，他设计的跳棋程序“实际上是模拟一个跳棋手”。没有高明的棋手，哪里有高明的下棋机！没有高明的下棋程序，下棋机怎么能下好棋！

电子计算机是个很有力的工具。它比人计算得快得多，比人的“记忆力”强得多，在下棋中，好棋手也只能想三、五步，计算机则可以预先作更多的计算。因此，它能打败它的制造者，能打败某些（不是所有）跳棋冠军。这正象人造的汽锤比人手气力大得多，人造的望远镜比人眼看得远得多，人造的车床比人加工得精密得多。这又有什么奇怪呢？如果不是这样，人辛辛苦苦地去发明、制造各种机器干什么？

塞缪尔说，他的这个基本观点是一百年来科学家所接受的可靠的观点。这说明，这种自然科学唯物主义是科学发展的主流，唯心论的逆流终究不能代替主流。但同时，这种唯物论又是往往是不彻底的。塞缪尔在谈到神经网络时，就承认它“可以显示出有目的的活动”，“可以接近一个扁虫的神经系统”。这是不对的。这种说法模糊了机器和生命之间、机器运动和人的有目的的活动之间的根本界限。在文章的最后，塞缪尔反对了维纳的技术悲观主义，但又离开了计算机由谁掌握的阶级分析，抽象地肯定计算机“完全是倾向于好的方面”。这些，都说明了自然科学唯物主义的局限性。

塞缪尔的文章流畅通俗，比较好读，全译如下。为便于比较鉴别，我们把维纳的文章（有删节）也一并发表在下面，按发表先后顺序排列。

## 自动化的某些道德和技术的后果

机器如能学习，就会按照挫败它的设计  
者的程度来发展人所料想不到的策略

〔美〕诺伯特·维纳

十三年前，我定名为《控制论》的书出版了。我在该书中讨论了生命体和机器中的控制和通信的问题。对有关控制机的发展和自动化的通信技术方面，我作了相当多的预言。我曾预言这些机器和技术将对未来的社会产生重大的后果。在十三年之后的今天，估量一下控制论技术及其社会后果的现状，看来是适宜的。

在详细讨论这些问题之前，我想先提一下普通人对于控制论和自动化的某种看法。对这种看法，我认为必须加以批判，而且应该全盘加以否定。这种看法断言，机器不能具有任何程度的独创性。它的经常表达方式是：机器不能输出任何未经输入的东西；还经常被解释为，人造的机器一定继续受制于人；因此，人可以随时干预机器的操作，也可以改变其操作的方针。根据这一看法，许多人忽视机器技术的危险，他们断然反对塞缪尔·巴特勒<sup>①</sup>关于机器可以反过来控制人的早期预言。

<sup>①</sup> 塞缪尔·巴特勒是十九世纪的一个英国作家。他写过《爱理翁》和《重游爱理翁》两本幻想小说，书中描写，在一个叫爱理翁的国家里，机器反过来想控制人类，于是，人类因为机器害多于利而把它废除了。——译者注，下同。

诚然，塞缪尔·巴特勒时代通用的机器远远没有今天的机器来得危险，因为当时的机器只涉及到动力，而没有涉及到一定程度的思维和通信。可是现代的机器技术已经侵入了这些领域。因此，今天的现实的机器和巴特勒心目中的机器形象是大不一样了。我们不能将三十年前似乎是公理的论断用于这些新的装置。我认为普通人之所以形成对机器的这种看法，是由于他们对现代机器的结构和操作方式不够理解。

我的主题思想是，机器能够而且一定能够超越其设计者的某些限制，因此，机器可以既是有效的，又是危险的。从原则上讲，如果我们总是不能了解机器动作的各种要素，我们就无法制造它。但是，这并不意味着在比机器操作所需要的时间更少的时间里，或者甚至在任何给定的年代里，我们就能够基本上了解这些要素。

正如现在公认的那样，在一个有限的操作范围内，机器的动作要比人的动作迅速得多，而且在执行操作的细节方面也准确得多。即使机器在任何方面都超不过人的智慧，但在执行任务方面，机器很可能并且往往超过人。可能直到机器所承担的任务完成很久以后，人才会理智地了解它们的执行方式。

这表明，虽然从理论上说机器要受人监督，但在机器使用以后很久，这种监督可能并不起作用。为了有效地避免灾难性后果，我们对于人造机器的认识一般地应与机器的操作同时发展。正由于人的行动迟缓，我们可能失去对机器的有效控制。我们驾驶车辆时，在能够对感觉传送的信息作出反应并刹车以前，车辆可能已经撞到墙上了。

## 博 弈<sup>①</sup>

现在，让我先来讨论一下用于非常专门目的的机器的技术，即博弈技术。在这方面我将着重谈论西洋跳棋，因为国际商业机器公司已经发展了一种很有效的下跳棋的机器。

让我直截了当地说吧，我们这里谈的并不是按照棋赛中完全完备的理论而操作的机器。冯·诺意曼与摩根斯特恩的博弈论也许对现在下棋机的操作有所提示，但并不真正符合这些下棋机的操作情况。

在象西洋跳棋那样复杂的棋中，如果每个棋手总是考虑到对手的最好一着棋来选择自己的下一步棋，对手的这着棋是为着对付自己的最好一着棋，而自己的这着棋又是为了对付对手的最好一着棋，如此等等，那么，他就要使自己承担无法完成的任务。这不仅是人不能做到的事，而且实际上也没有理由认为这是对付他的对手的最好的策略，因为他和他的对手具有同样的局限性。

冯·诺意曼的博弈论与下棋机的操作理论，并没有多密切的联系。与下棋机的操作理论联系较密切的，是那些熟练而又有一定局限的国际象棋棋手和其他棋手在比赛时所采用的下棋方法。这些象棋手依赖于某种战略性估价，这些估价实质上是

---

① 博弈活动是指赌博、下棋、打扑克等有输赢的竞赛活动，历来有人从数学上进行研究。1943年美国的冯·诺意曼和摩根斯特恩写了《博弈论和经济行为》一书，不仅为博弈活动建立了数学模型，系统地加以研究，而且以资本主义经济竞争和军事战略为主要背景，企图从数学上统一处理。由此开始形成一种叫做“博弈论”的数学理论，把确定最佳策略的问题化为使某种函数达到最大值或最小值的数学问题。

不完善的。冯·诺意曼的博弈类型，对于象井字游戏<sup>①</sup>那种具有完备理论的简单游戏说来是有效的。但是下象棋和跳棋的人真正的兴趣正在于，这样的棋戏并没有一套完备理论。事实上，不论是战争还是商业竞争还是我们真正感兴趣的其他形式的竞争活动，都没有一套完备理论。

象井字游戏那样的比赛，只有很少的几步，而且每个游戏者总是处于这样的情况：他要考虑一切可能性，要采取一种防卫手段来对付他的对手可能采取的最好走法。在这种比赛中，冯·诺意曼类型的完备理论是有效的。在这种情况下，比赛的结局必将不可避免地是先走者胜，或者是后走者胜，或者是平局。

在实际的比较大型的竞争中，这种完备博弈的概念是否符合现实情况，我非常怀疑。象拿破仑那样的大将和纳尔逊<sup>②</sup>那样的海军上将，他们的作战方式都不是这样。他们都意识到，他们的对手不仅在物资装备和人员等方面有局限性，而且在经验和军事技术方面也有局限性。由于纳尔逊现实地估计到大陆强国在海军作战方面，同英国舰队高度发展的战略、战术相比，相对地缺乏经验，所以他能够勇敢地在海上横扫大陆强国的军队。如果他估计敌人可能采取最好的战略，从而使自己陷入长期难定胜负或可能失败的冲突之中，他就不会有这样的成就了。

纳尔逊先是估计了敌人的物资装备和人员的情况，又估计了他们判断力的高下，在战略、战术方面的熟练程度，这样就根据敌方以往作战的记录行动起来了。同样，拿破仑在意大利与

① 一种双人游戏，双方轮流在右边井字式的九个空格中画○或×。谁能先使自己的三个○或×落在一条直线上为胜。已经证明，这种游戏有一种最好的下法，可以使先走者获胜，所以下文说它已有了“完备理论”。



② 纳尔逊(1758—1805)，英国著名海军上将，1789年曾在尼罗河上击败拿破仑。

奥地利人作战时决定他行动的一个重要因素，就是他完全了解渥姆塞<sup>①</sup>用兵不够灵活和见识不高。

任何现实的博弈论，都应该认识这种经验要素。一个棋手不是去对付一个理想的、并不存在的熟练对手，而是去对付一个从以往记录中能断定其习惯走法的对手。这样说是很合理的。因此，在博弈论中至少必须做到两种不同的智力上的努力。一是确定某一场比赛对策的短期的努力，另一种是检验以前多次比赛的记录。这份记录是由棋手自己、由他的对手、甚至由其他从未与他比赛过的棋手从历次比赛中得出来的。根据这份记录，他可以确定过去已经证实了的各种对策相对的优点。

在象棋比赛中甚至还需要第三阶段的判断。这从象棋突出的悠久历史中至少可以部分地看出来。象棋理论的发展，降低了在不同技巧阶段记录下来的那些棋局的重要性。但是另一方面，一个机敏的象棋理论家或许能够预先估计到某种流行的战略已经没有多大价值，最好还是采用早期的走法，俾能先发制人地克服其对手在对策上的变化。

因此，在确定象棋的对策方面，有几种不同级别的考虑，这些级别在某种方式上与罗素的不同逻辑类型<sup>②</sup>很相似。这里有战术的级别，有战略的级别，有在确定战略时应加以权衡的总的考虑级别，有把有关的过去阶段（即在过去阶段中这些考虑可能有效）考虑进去的级别，等等。每一个新的级别，要求研究比前一级别大得多的过去阶段。

---

① 渥姆塞是奥地利的大将。1796年拿破仑几次以少胜多，大败渥姆塞，迫使他在1797年初投降了。

② 罗素把逻辑命题所涉及的对象依其抽象程度的不同而划分为若干类型或层次。例如，张三、李四等具体的人属于第一个类型，人类、桌子属于高一层次。命题也相应要划分为若干层次。他认为，“张三是人”这种命题有意义，而“人类是人”这种命题则无意义，使用后一种命题会引起逻辑上的循环，因而是不可许的。

我曾将这些级别与罗素关于类、类的类、类的类的类等等的逻辑类型相比较。可以指出，罗素认为包括所有类型的陈述是无意义的。他把这些问题说成是无益的；例如，一个仅仅给所有不给自己修面的人修面的理发师是否给他自己修面的问题。在一个类型上他是给自己修面的，但在下一个类型上他却不给自己修面，如此等等，没有确定的答案。所有这种涉及到无限的类型问题，可以导致不能解决的悖论<sup>①</sup>。同样，在思辨的一切级别中去寻求最好的对策也是无益的，除了造成混乱，什么结果也得不到。

机器在确定对策中产生这些考虑，同样，人在确定对策中也产生这些考虑。这些是在编排程序的程序中产生的问题。最低级别的博弈机是依据下棋的某种死板的估计来下棋的。象得子和失子、每个子所控制的范围、每个子的机动性等等，都可以在一定的经验基础上用数字来衡量其价值的高低。同时还可以在这个基础上用数字来衡量符合棋局规则的下一着棋的价值。这样，价值最高的走法就是可采取的走法。在这种情况下，机器的走法在它的对手看来（他必然会估计到下棋机的个性）是生硬呆板的。

## 学 习 机

下一步是机器不仅要考虑某场比赛中的各步着法，而且

---

① 悖论就是自相矛盾、得不出答案的命题。例如，“这个仅仅给所有不给自己修面的人修面的理发师”是不是给他自己修面呢？如果他不给自己修面，这说明他自己属于“不给自己修面的人”的集合之中，那么他就应该给自己修面，有矛盾。同样，如果他给自己修面，那么他就不是“不给自己修面的人”，他也就不能给自己修面，也有矛盾。所以得不出答案。罗素的类型理论企图为“给所有不给自己修面的人修面”这个命题规定条件，因而这个命题不能包括理发师自己在内。

要考虑过去比赛的记录。在这基础上，机器可以不时地停下来，这不是为了下一步如何走法，而是为了估价它先前考虑的各个因素（线性的或非线性的）怎样才能最有利于取得赢局，而不致陷于败局或平局。在这个基础上，下棋机将会不断地作出新的估价。这样的下棋机，在它的对手看来，它所表现出来的个性就不是那样呆板，而先前用来击败它的计策现在也就再不会使它上当了。

这些学习机目前的水平，已具有相当好的业余象棋手比赛的水平，但是，跳棋在经过 10 到 20 小时的操作和教导之后，它们就能明显地表现出会胜过设计它们的棋手。它们肯定已经摆脱其制造者的完全有效的控制。虽然它们所能考虑的各种因素都是呆板的，但是毫无疑问（与它们比赛过的人们也这样说），它们不仅在完全没有意料到的战术中，而且在对战略的详细估价中都表现出它们的独创性。

正如我说过的那样，学习的跳棋机已经发展到能够击败其设计者的水平。可是它们仍旧表现出一个弱点。那就是在残局方面。机器在决定最后一击的最好方法时有些“笨手笨脚”。因为是由于现有的机器在每个比赛阶段上，大多数都采取同一战略程序。鉴于跳棋中每个棋子的价值是相似的，在一局棋中大部分采用同一战略是很自然的，但是在棋盘比较空的时候就不完全适合了，这时的主要问题已不是直接攻击，而是把棋子移到有利的位置上去。在我所描述的那些方法的范围内，很可能还要进一步探索，以确定采用什么样的策略，特别是在对手的棋子大部分被吃掉以后，这些新的考虑就更加显得重要了。

我曾说过，象棋机肯定能和出色的业余棋手比赛，但到目前为止，它还没有达到跳棋机那样的完善程度。原因可能类似于机器在跳棋残局中的相对效能。在象棋中，残局所运用的适当

战略，不仅与中局不同，与开局也不同。在这方面，跳棋与象棋的区别在于：跳棋的开局走法与中局走法在性质上并没有多大差别，但在象棋的开局中，各个棋子分布的机动性很低，怎样移动棋子摆开阵势，是一个特别困难的问题。这也说明为什么象棋的开局和展开的走法，成了象棋理论中的一个专门部分。

要使机器能够确定这些熟悉的事，探索一种独立的待机而动的开局战略，有各种不同的方法。这不是说，我在这里讨论的博弈论类型不适用于象棋，而只是说，它要求我们在制造下得非常出色的象棋机以前，必须多想想。我有几个专门研究这些问题的朋友，他们相信在十到二十五年内将会达到这个目标。我不是一个象棋家，不敢贸然作出任何这样的预言。

看来很可能，在一场新的按钮战中，学习机将用来制定揿按钮的程序。在我们这里所考虑的领域里，一种非学习性自动机大概已经在使用中。根据真正战争中的实际经验来设计这些机器，是完全办不到的。一个理由是，当人们取得了一个恰当设计所需要的经验时，人类可能已被消灭光了。

并且，按钮战的技术一定会有巨大的变化，等到积累起足够的经验时，原来的基础也会发生巨大变化。因此，这样一种学习机的程序，将建立在某些战争游戏的基础之上，正象指挥员和参谋人员以同样的方法来学习战略战术中某一个重要部分一样。如果在战争游戏中的取胜规则并不符合我们自己国家的希望，那么更有可能，这种机器制造出来的一套策略将使我们牺牲我们所珍惜的一切利益，甚至危及民族生存，而取得的却完全是虚有其名的胜利。

## 人 和 奴 隶

我们面临的这个问题是一个道德问题，这密切关系到奴隶制的许多重大问题中的一个问题。让我们假定奴隶制是坏的，因为它是残酷的。然而，根据完全不同的理由可以说，它是自相矛盾的。我们希望一个奴隶聪明，有能力帮助我们完成任务。我们也希望他顺从。可是，完全的顺从和完全的智慧是不能兼有的。在古代，一个聪明的希腊哲学家作为一个不大聪明的罗马奴隶主的奴隶，非但不服从主人的意愿，反而支配主人的行动，这是屡见不鲜的事。同样，如果机器变得越来越有效，而且在一个越来越高的心理水平上运转，那么巴特勒所预料到的人被机器统治的灾难就越来越近了。

在较高的逻辑类型中，人脑是比聪明的机器效能高得多的控制机构。它是个自组织系统<sup>①</sup>。这个自组织系统取决于把自己调整为一架新机器的能力，而不取决于解决问题的精确和迅速。我们已经制造了非常成功的具有呆板对策的最低级逻辑类型的机器。我们正在开始制造通过学习来改进对策的第二种逻辑类型的机器。在计算机的制造中，关于逻辑类型，既没有特定的可预见的界限，也不能正确无误地说出人脑比机器优越的确切程度。但至少在今后一个长时期内，人脑在某个水平上总比机器优越些，即使这个水平可能越来越高。

也许可以看到，自动化的程序设计技术，会使设计者和操作者不能有效地理解机器作出结论所经历的许多步骤和机器许多

---

<sup>①</sup> 自组织系统是指，当外界环境变化时，这个系统能够进行自我调节，重新组织自己，使自己仍然保持稳态。控制论认为，人脑、生物和具有较复杂的自动调节功能的机械系统，诸如下棋机，都是自组织系统。

操作真正的战术意图。但是在机器运转时，我们能否预见到会产生比赛战略范围之外的不良后果，并及时加以防止，是一个关系重大的问题。

这里还需要认识到人对机器的作用是一种反馈作用。为了避免灾难性的后果，我们仅有足以改变机器进程的某种能力还不够，因为很可能，我们缺少采取这种行动所必需的信息。

用神经生理学的语言来说，运动失调可能象瘫痪一样地丧失机能。脊髓痨患者可以没有任何肌肉或运动神经上的毛病，但如果他的肌肉、腱和器官都不能使他确切地知道他处于何种位置或状态，而他也不知道他的器官的紧张状态是否会使他跌倒，那么他就会站也站不起来。同样，当我们制造出来的机器能以我们力所不及的速度，对输入的数据进行运算的时候，我们也许还不知道，而直到很晚的时候才把它关上。我们都知道“魔术师的徒弟”这个故事。那个徒弟趁他师傅不在时，让扫帚去打水，但扫帚不停地打水，直到快把他淹死的时候，他的师傅才回来解救了他。如果那个徒弟要寻求一种咒语以使扫帚停下来而去翻他师傅书房里的魔法书，他就可能在发现适用的咒文之前就淹死了。同样，如果按照最大生产量的估计而设计的一个制瓶厂，厂主可能由于大量瓶子销售不掉而破产，而这些瓶子正是在他懂得六个月以前就应停止生产的前一段时间内生产出来的。

“魔术师的徒弟”不过是假定魔术执行者没有随机应变能力而写出的许多故事之一。另一个故事是《天方夜谭》中的妖魔与渔夫。好心的渔夫打开了所罗门把妖魔禁闭在瓶中的封印，发觉在这个瓶中的就是曾经发誓要杀死他的那个妖魔。还有贾可布斯写的《猴爪》短篇故事。一个军官从印度带回一个符咒，它有满足三个人中每一人三个愿望的魔力。第一个接受者的头两个愿望我们知道，只知道他的第三个愿望是要死亡。军官是

第二个接受者，他的三个愿望都得到了满足，但是他的经验太可怕了，不便说出。他的朋友又接受了这个符咒，他的第一个愿望是希望得到二百英镑。之后不久，他儿子工作的那个工厂的一个职员前来告诉他说，他的儿子被机器轧死了，公司不承担什么责任，但付给他二百英镑抚恤金。他的第二个愿望是要他的儿子回来，于是鬼魂就来敲门。他的第三个愿望是要鬼魂走掉。

灾难的结局不仅在神话世界中可以看到，而且在任何两个本质上彼此陌生的作用者一起合作以便达到一个共同目的的现实世界中也可以看到。如果这两个作用者之间关于这个目的的性质的通信是不完整的话，那么可以料想到这种合作的结果将是不能令人满意的。因为机器的动作如此迅速，并且是不可改变的，在它的动作完成以前，我们没有可以进行干预它的数据，因此，如果我们为了达到我们的目的而使用一架一经开动就不能有效地加以干预的机器，那么，我们最好要明确我们让机器去完成的目的，就是我们真正希望完成的目的，而不只是对这个目的的一种精采模仿。

### 时间尺度

到此为止，我都在谈由机器和人在它们共同事业中同时发生的行动所产生的准道德的问题。我们知道，在使用学习机时造成灾难性后果的危险的主要原因之一，在于人和机器是以两个明显不同的时间尺度来操作的。因为机器的操作比人的操作要迅速得多，如把两者衔接起来，一定会产生严重的困难。无论何时，两种控制操作者以非常不同的时间尺度在一起操作的话，不管哪一个系统快些，哪一个系统慢些，都会产生上述同样的问题。这就为我们留下了一个更加直接的道德问题：当人作为一

个个体同具有慢得多的时间尺度的控制过程（例如说政治历史的一部分，或者是我们研究的主要对象——科学的发展）联系起来进行工作时，会产生什么道德的问题呢？

应该指出，科学的发展是一个控制和通信过程，目的在于对物质有持久的理解和有控制能力。在这个过程中，五十年就象个人一生中的一天。正因如此，每个科学家应该把自己的工作当作整个过程的一部分。这个过程的时间尺度很长，他只能看到这个过程中的一个非常有限的部分。这里，在一个二重机器的两个部分之间的通信也是困难的和有限的。即使一个人相信科学能为他心目中的人类的目的作出贡献，但对他的信仰还需要作不断的考察和重新估价，而这只有部分是可能的。因为对每个科学家来说，即使是部分地评价人和过程之间的联系，也需要对历史的未来作出高度的想象和瞻望，但这确是困难而费力的事，而且只能取得有限的功效。如果我们简单地认为科学家所谓世界和我们自己的不完全知识总比无知好一些，我们仍然不能证明这个天真的假定是正确的，即对于呈现在我们面前的新动力，我们应用得越迅速越好。我们必须永远发挥我们的全部想象力，来研究充分运用我们的新方式会把我们引导到哪里去的问题。

（摘译自美国《科学》1960年131卷，3410期 路姿译）

## 驳《自动化的某些道德和技术的后果》

〔美〕阿瑟·L·塞缪尔

在题为《自动化的某些道德和技术的后果》一文中，诺伯特·维纳阐述了某些我不同意的结论。维纳似乎相信机器能够

有独创性，而且是对人类的一种威胁。在说到普通人的一个相反观点，即“机器不能输出任何未经输入的东西”时，他忽视了这个观点已有一段漫长的历史了，从查尔斯·白贝治<sup>①</sup>时代到今天在这个领域中的科学工作者接受这个更为可靠的观点。显然，维纳认为公众所缺乏的那种理解，他自己也是缺乏的；至少在对待某些工作者的最新工作方面，他看到的含义却是那些工作者本人否认的。

我深信机器不能具有维纳所谓的独创性，而且它不能超过人的智力。我同意维纳在其论文中所说的：“机器能够而且一定能够超越其设计者的某些限制，而且这种超越既可以是有效的，也可以是危险的”。现代的汽车走得比它的设计者快，它是很有成效的，而公路上不幸事故的记录也证明了有危险的后果。但是细读维纳的论文发现他的意思不仅仅指这一点，而我要表示异议的正是这些夸张之处。

维纳引用“魔术师的徒弟”等许多故事，都是以玩魔术的人不能随机应变这个假定为基础，这就可能使人们以为他把机器看成是魔术。当他说“灾难的结果不仅在神话世界中可以看到，而且在任何两个本质上彼此陌生的作用者一起合作以便达到一个共同目的的现实世界中也可以看到”，看来他肯定是要暗示人和机器是相等的。人和一部机器之间的关系，机器是一个作用者，但也仅仅是作为一个人的代理者，是完全服从于人和人的意志的。当然，谁也不会否认“我们最好要明确我们让机器去完成的目的，就是我们真正希望完成的目的，而不只是对这个目的的一种精采的模仿”。如果我们希望明天早晨起身时，房间里

---

① 查尔斯·白贝治(1792—1871)，英国科学家。他曾设计过一种机械的计算机，叫做“分析机”，能自动进行各种计算。他的设计在某些方面类似于现代的电子计算机，因而被认为是现代电子计算机的一个先驱。

温度在  $70^{\circ}\text{F}$ ，我们最好使恒温器定为  $70^{\circ}$  而不是  $32^{\circ}$ ，而一旦恒温器置于  $70^{\circ}$  之后，我们就可以去睡觉而不怕操纵炉子的妖魔会自行决定  $32^{\circ}$  是较好的数字。当我们指挥一架现代化的数字计算机（其工作速度比我们快得多）和指挥一架恒温器（它工作而我们在睡觉）时，我们也必须以同样的方式并在同样的程度上估计到我们自己无能去干扰它。

维纳对机器和奴隶的类比也是很容易引起误解的。他断言：“完全的顺从和完全的智慧不能兼有”，这是对的，因为一个奴隶具有人的感情和需要，具有他自己的意志。但当他说“只是因为机器可以模拟人类行为的某些形式，所以机器具有人的属性”，这种推理就显然谬误了。

机器不是妖魔，它不是用魔术来操作，也没有意志，而且与维纳的说法相反，除了少见的功能失常情况而外，它不能输出任何未经输入的东西。现在我们用以指挥现代数字计算机并使之成为一个学习机的程序设计，并没有“使设计者和操作者对机器作出结论所经历的许多步骤缺乏有效的理解”。机器没有自己的思想，因此“结论”不是“它的”。正如由机器的机械和电子部件装配而成的无机装置的机械功能所显示的那样，所谓“结论”只不过是输入程序和输入数据的逻辑后果。机器表现的“意图”，似乎只是制订程序者预先制订的意图，或者是程序制订者，按照特定的规则从预定意图引导出的补充意图。我们甚至可以如维纳所做的那样，预料更高阶段的抽象：在这个阶段，程序不仅将修改补充意图，而且也将修改导出补充意图的规则，或者修改用以修改规则的方式，如此等等，甚至使机器能够设计和构造第二部具有更高能力的机器。但是重要的是，如果机器没有被指使怎样进行工作，它就不会也不能做这些事情中的任何一项。在 (i) 实现人的愿望的过程中任何重要的推广和精工细作，与 (ii)

机器发展了自己的意志，这二者之间有一条完全的鸿沟（逻辑上必然永远存在）。不这样看，就是相信魔术，或者认为人有意志存在只是一种幻觉，而且人的活动就象机器一样地机械。也许维纳的文章和我们的反驳都是机械地导出的，但是我不认为是这样。

这些结论中有一个明显的例外，可能就是设计所谓“神经网络”<sup>①</sup>类型的机器。维纳并没有谈到这些机器，可惜在本文里也没有篇幅充分讨论。可是，简单说来，可以想象这种机器是许多简单装置的集合，而这些装置的每一种都是模拟一个动物的神经系统的神经细胞，并以某种过程模拟神经系统而相互联接起来的。这些个体通过模拟神经系统的某种随机过程而相互联接着。许多严肃的科学工作者都认为，这类网络通过象对小动物所用的奖惩办法来加以教导和训练，就可以显示出有目的的活动。由于这种网络的内部联系是未知的，它的确切行为也就不能预知，因此就有潜在危险。今天我们所能构造的最大网络的尺寸，与人脑相比，只接近一个扁虫的神经系统，所以简直不形成一种威胁。如果这种类型的实用机器成为现实的话，那我们就要比维纳或者我自己更加仔细地察看它的含义了。

最后还有一件事需要澄清，这和维纳所作的下列论断有关，他说，“我们必须永远发挥我们的全部想象力，来研究充分运用我们的新方式会把我们引导到哪里去的问题”。如果我们假定维纳要象发挥我们的全部想象力一样地发挥我们的智力，这无疑是好的。可是由于他是在一篇文章的末尾这样写的，而文章

---

① 神经网络是以人脑或动物的神经细胞构成的网络组织系统作为原型，经过一些基本的简化和假设，用数学的方法，抽象出逻辑网络结构模型，作为对原型的模拟。这类模型只是对神经元状态和神经元之间的关系作了简单的描述。但可以用电子线路来实现，所以成了仿生学和自动机研究的一个组成部分。

的内容则提出了一个由“学习机”统治人类的鬼怪，这种说法就给学习机，特别是给现代数字计算机，投下了一层阴影。所以我如果在结束前不把问题搞清楚，那就是疏忽。

首先谈一下数字计算机的能力。虽然我曾坚持“不能输出任何未经输入的东西”，但这并不意味着输出的价值不会超过输入数据的价值。计算机的效用在于它的速度和它的准确性，借助于计算机可以为我们提供输入数据的所希望的转换形式，从不能直接应用的形式变为能够直接应用的形式。原则上，一个人有了一支铅笔和一张纸总可以得到同样的结果。但实际上却可能因为计算要很久，以致计算出来已没有什么价值，而且的确会由于人容易计算错而永远得不到答案。因为在速度上的相差悬殊(100000 比 1 的量级)，在计算机上，我们能够以令人信服的可靠性和巨大的精确性来完成具有重大经济价值的计算，而且所有这些在时间上适合真实生活情况的要求。由于工作量之巨大以及它完成工作的速度的确使人们惊奇不已，这就逐渐使不知底细的观察者产生了把计算机当作一种魔术形式的印象；特别是，如果这位观察者不了解人们在设计中以及在制订那些规定机器细节动作的程序中，曾经思考了许许多多时间的话，更是这样。

绝大部分计算机的使用可以用模拟方式来加以说明。当人们计算一架飞机的机翼在暴风干扰的条件下的抗断强度时，实际上人们是在模拟一架真正的飞机机翼受到异常压力的行为，这对于一个驾驶员不具有危险性，而且，从来不要首先去造一架飞机。维纳曾引用的在 IBM704 上使用的下跳棋程序，实际上是模拟一个跳棋手，而机器则靠积累它下棋的经验数据，以及运用某种在同样情况下一个人也可以使用的逻辑过程，来进行学习。当然，这里使用的特定的逻辑过程，是程序设计者预先制订



2 020 8543 9

的。在这些逻辑过程中以及其他许多情况下，计算机的巨大速度使我们能够检验许多初始动作决定的各种结果，而且在事件迫使我们采取某种考虑不充分的行动以前，能根据最高的利益来选择措施。这种凭借计算机的模拟以瞻望所谓将来的能力，已被广泛应用，而且随着时间的推移，可以肯定会越来越多地应用到我们日常生活的各个方面去。

最后，谈一下在使用这种非常惊人的机器时所包含的吉凶预兆。我认为，人类的发明，如果不是全部的话，绝大部分都是既可以为圣徒所用、也可以为恶人所用的。人们很可以说，正象我的一个同事曾经开玩笑说过的那样：打字机是魔鬼的一个发明，因为它在许多国家战争部门的应用使得战争更加可怕，而且因为它又耽误了我们年轻妇女的青春。然而，总的说来，我们大多数人都承认，打字机作为一个减轻劳动的装置，仍然是有用的，不是坏东西。数字计算机也不过是另一种减轻劳动的装置，它与其说是增长了人的肌肉，不如说是增强了人脑，而且它使我们看到了未来。如果我们相信，象绝大多数科学家所做的那样，加快我们获得知识的速度对我们是有益的，那么我们只能宣称，对现代数字计算机这种形式，我们的评价完全倾向于好的方面。这就是我的结论。

（译自美国《科学》1960年132卷，3429期 路姿译）