

## 第三章

### 它们相互之间——动物绝不孤单

我们人类生活在地球上，绝不是孤单的。作为家庭和社会中的一员，我们和地球上的其他“人”之间有着错综复杂的联系。如果将这张巨大的关系网中的我们换成一个个动物，我们会发现两者有惊人的相似之处。

绝大多数动物并不孤单，它们或多或少与其他个体有着千丝万缕的联系。个体之间能够模仿，产生短暂或持久的欢喜和悲伤；从同伴的角度去感知对方的痛苦，产生同情——我们称为共情……甚至还会吃醋；也会“教育”下一代，办理餐饮学校……

还有一些相互关系是根据个体和其他同伴的利益而定，例如：利他（忽略自己，帮助别人），互惠互利（既助人又助己），自私（只助己），漠不关心（谁也不管），等等。本章从动物复杂的“关系网”的角度，探讨它们之间的种种联系，以证实它们绝不孤单。



### 第三章 它们相互之间——绝不孤单

我们人类生活在地球上，绝不是孤单的。作为家庭和社会中的一员，我们和地球上的其他人之间有着错综复杂的联系。如果将这张巨大的关系网中的我们换成一个个动物，我们会发现两者有惊人的相似之处。

绝大多数动物并不孤单，它们或多或少与其它个体有着千丝万缕的联系。个体之间能够模仿，产生短暂或持久的欢喜和悲伤；从同伴的角度去感知对方的痛苦，产生同情——我们称为共情……甚至还会吃醋；也会“教育”下一代，办理餐饮学校……

还有一些相互关系是根据个体和其它同伴的利益而定，例如：利他（忽略自己，帮助别人），互利互惠（既助人又助己），自私（只助己），漠不关心（谁也管不着），等等。本章从动物复杂的“关系网”的角度，探讨它们之间绝不孤单的种种联系。

#### 1. 模仿一族

模仿多种多样，主要包括动作模仿和语音模仿。最常见的动作模仿是把所看见的其它个体的行为活动转化为自己的行为活动。

很多高等动物跻身模仿一族的行列，依靠模仿，它们省去很多时间和精力，避免陷入过多的“尝试—错误—再尝试”的尝试法学习。模仿使我们得以了解和揣摩别人的想法，及时反馈调整自己，以便在社会上更好地生存。

在我们脑内有一类细胞会在执行某项重要的社会任务，或看到同伴执行同样任务的时候活跃——表现为神经元电活动加强，这类细胞被称为“镜像神经元”，它们在动物之间的彼此模仿，或共情过程中，起着镜子一样的作用，是我们大脑中的“小镜子”。

当有些人脑中负责模仿的“小镜子”出现功能障碍，他们将变得不会根据别人的意见和态度，反馈调整自己的行为。于是，孤独症和其他一些情感障碍就产生了。



和游人一起看日出 （作者摄）

### 模仿秀

人类堪称最娴熟的模仿家，自然界中，还有很多动物也是“模仿秀”，现列举一二。

非人灵长类家族（除了人类以外的灵长类动物）是人类或自己同类忠实的“粉丝”，只要是对生存有利，或是好玩可以取悦于人而获得食物的事，它们都会极力模仿一把。

实验室出生的小猕猴茜茜很小的时候，养母——专门负责茜茜饮食起居的实验室的学生，把它抱在怀里，对它咂嘴。看着“母亲”咂嘴，茜茜也噘起小嘴，“啧啧”咂了几下；

“母亲”吐了吐舌头，它也腼腆地将小舌头伸出嘴唇边舔了舔，仿佛舔了糖块一样甜蜜。

无论向猕猴母亲学习，还是向人类母亲学习，这种模仿与身俱来。

出生不久的小猕猴以最快的速度向猕猴妈妈模仿“啧啧”咂嘴——咂嘴是猕猴社会交往中一项必不可少的手段，猕猴通过变换咂嘴的频率和幅度来表达一定的情绪。但这样的模仿只在小猴出生后一段非常短的敏感期内发生，随后，小猕猴将不再容易集中精力。因为猕猴婴儿开始每天短暂离开母亲一小会儿，它们将逐步独自面对外面的花花世界。人类婴儿和黑猩猩的新生儿也能够模仿母亲或他人的面部表情，它们模仿的敏感期要比猕猴婴儿的长一些，可维持 2—3 个月。超过敏感期后，模仿就变得没有那么高效。

不仅年幼时期向年长的动物模仿学习，成年的猩猩还喜欢模仿人类的很多活动，它能够像人一样给衣服涂抹肥皂，然后一番胡乱搓揉，再扔到盛清水的桶里，起劲地涮。动作虽笨拙，但态度颇认真，并且乐不知疲。当然它们并不清楚自己这样做的含义。

其它模仿之星：

20 世纪初，英国乡村牛奶配送时，配送员把牛奶瓶放在顾客家门口，那时，牛奶瓶没有盖子。不久，很多顾客拿到牛奶的时候会发现，牛奶变少了，显然是被别人提前享用了。那么，偷盗者是谁呢？调查结果让人震惊——原来是居住在附近的山雀和知更鸟。

于是，牛奶配送公司就把牛奶瓶上加封铝制的盖子。这样顾客便可以放心拿到完好无损的牛奶了。但是，到了 50 年代，某些山雀鸟居然学会用坚硬的喙啄刺穿铝制的牛奶瓶盖，继续偷享牛奶。令人惊异的是，该技术迅速在鸟群中传播，很快，全部山雀又开始享用免费的早餐奶。有趣的是，知更鸟却没有一只学会这一招，它们只能眼睁睁看着山雀偷享牛奶而无所作为。

生存的驱动力使得鸟儿偶尔获得刺穿牛奶瓶盖的技能，产生了充分条件，如果该鸟群有高度发达的模仿、学习能力，这项技能便可以在群体中迅速扩散。但是，如果该鸟没有较好的学习能力，比如知更鸟，就缺乏了必要条件，所以，同样是鸟类中的一员，知更鸟就不能享用山雀所能享受的牛奶。

宽吻海豚也颇具模仿秀的天赋，它们不仅能模仿同伴或人类的动作，还能模仿口哨声。也能够参照水下的显示屏幕，模仿显示器中人的行为。因而，宽吻海豚被誉为可以和人类媲美的模仿冠军。

黑猩猩看见人用手扭动螺栓，把门打开后，它们也会积极主动去模仿，把门打开。

当我们看到动物将模仿进行得惟妙惟肖时，是否可以下结论——它们和我们一样是技

艺高超的模仿秀呢？其实不然，让我们从模仿的细节上，考察两者之间细微的差别。

德国马普人类进化学研究所的约瑟夫·卡尔等给黑猩猩和 2 岁的人类儿童一根中空的管子，管子内装着糖果。黑猩猩和儿童被分做四个组，研究人员分别向他们演示下面操作中的一种：1）整个过程：扭动管子，把管子打开，将里面的糖果取出来；2）扭动管子，但是没有成功将管子打开；3）已经打开的管子，可以看见其中有一颗糖果；4）只给一根管子，什么也不演示。

第 1 和第 2 种演示蕴含社会性的活动，暗示了“动作”过程。第 3 和第 4 种是非社会性的活动，暗示了“结果”。

在看过上述 4 种演示之后，大多数人类儿童能够轻易模仿，将管子打开。其中看了第 1 和第 2 种演示的儿童，打开管子的成功率高于只看第 3 和第 4 种演示的儿童，说明他们更倾向于动作的模仿。

黑猩猩也会模仿将管子打开，但它们在 4 种情况下，成功打开管子的几率几乎是一样的。有趣的是，黑猩猩在操作过程中，总是很固执地运用自己的一套老方法，不大考虑模仿实验者演示的方法。黑猩猩更注重事情的结果——不管采用什么方法，只要打开管子，取到糖果，就可以了。而人类儿童却偏向模仿动作的整个过程。所以说黑猩猩的模仿只能称之为仿真（emulate），还不能算是成熟的模仿（imitate）。

因而，人类儿童对于社会性的模仿，也就是对动作的模仿，显然做得比对非社会性的模仿好。这就是人类和动物“模仿秀”的最大区别。

但是，一个有意思的现象是：人类随着年龄的增长，将把对整个动作过程的兴趣转移到对事物的结果上，因而他们长大后，在类似的测试中，可能反而会在模仿结果的任务中成绩更好，也就是说他们更期望很快得到结果，而不再关注动作的模仿。这样就带来一个问题：实验中选用的黑猩猩是成年的动物，而人类被试却是 2 岁的儿童。虽然通常认为：黑猩猩的智力相当于人类 2、3 岁的儿童，但我们有可能忽略一个事实：黑猩猩对于模仿的执行是否也像人类一样，随年龄的变化而变化。如果是这样，它们成年后是否也会像老人一样，将注意力转移到事情的结果上吗？如果是这样，我们该怎样设计实验呢？

答案

设计一组年龄幼小，和人类 2 岁儿童年龄相匹配的黑猩猩也许可以解决这个问题，但同时也存在一定的风险，那就是，黑猩猩幼小的时候，很可能难以从事复杂的打开管子的任务。我们或许可以设计一些较简单的任务给黑猩猩，但又不能使人类被试做起来太容易。

另一个思路是，给幼小的黑猩猩和幼小的人类设计不同难度的模仿任务，但难度应与各自的智力水平相当。

## 日本猴洗红薯

猕猴之间的“追星”在自然界中非常普遍。生活在日本的日本猕猴，喜欢玩石头和滚雪球，以擅长发明、模仿生活妙招而著称。

在日本宫崎县南端有一个小岛——幸岛（Koshima Island），这个岛小得在地图上找不到。从1948年冬天起，日本科学家今西锦司（Kinji Imanish）带着几个学生登上这个岛，因为岛上生活的日本猕猴吸引了他们。他们在岛上进行艰苦而持久的观察。

1953年的夏日的一天，他们惊奇地发现，一只一岁半的雌猴，很偶然地把红薯拿到水边洗了洗，然后放到嘴里吃，也许它这样做是为了好玩，却无意中发现红薯变干净了。以后它就总拿红薯到水边洗洗再吃。他们把这只猴子叫作 Imo，在日本语里 Imo 就是“土豆儿”（potato）的意思，“红薯”在英文中也即“甜的土豆儿”（sweet potato）。土豆儿出生于1952年，1972年去世。在土豆儿20年的生涯中，常有令人瞠目结舌的创举，不愧为猕猴中的“爱迪生”。

令人惊异的是，土豆儿的发明迅速传遍猴群，传播的途径主要有两条：一条是经由家庭、血缘关系，在家族成员之间互相学习；另一条途径是通过和玩友的嬉戏、相处，在家族外成员之间传播。日本猕猴学习这项发明的速度很快，5年内，绝大部分8岁以下的年轻日本猕猴都学会了讲卫生——吃红薯前先拿到水里洗一洗。但是，8岁以上年纪较大的日本猕猴却很保守，不爱“追星”，只有少数雌猴女士乐于接受新事物，而雄猴先生一只也没学会。看来，年老的男性猕猴更为固执，和人类颇类似。

几年后，这项生活妙招在幸岛的日本猕猴群体中得到稳定和巩固，并一代代相传。

虽然，水洗红薯在我们看来十分简单，我们吃水果前都要洗一洗，这是天经地义的事，可是仔细想想，为什么我们觉得它是天经地义的呢？是谁第一个发明了这项“妙招”？这项“妙招”又是怎样变成我们脑海里根深蒂固的“常识”？实际上，这项生活技巧应是在我们年幼的时候，从父辈的言行中自然地学会，并变成了我们固有的东西，然后，又传给下一代……但是，谁第一个发明了用水洗水果呢？

食蟹猴、南美猴也会在吃食物之前，到河边用水先将它洗洗。开创这个先河的往往是

一只名不经传的猴子。它用水清洗带沙土的果子，继而，其它猴子很快效仿。第一只猴子可能是模仿人类的行为，也可能是基于偶然的发现（比如食物落入水中）。其它猴子则有可能是模仿第一只猴，也可能是独立发展出这项技能，但前一种可能显然更经济，更节省能量。

让我们再来看幸岛的日本猕猴，这些聪明的日本猕猴还发展了另一项技巧：淘洗麦粒。

为研究需要，研究人员每天在沙滩上撒一些麦粒，供日本猕猴食用。开始时，日本猕猴在沙滩上一粒一粒地捡麦粒吃，这样做，既费时又费力，还会把沙子吃进嘴里。1957年的一天，仍然是雌猴土豆儿，突然发现如果把混有麦粒的沙子放到水里去，沙子便下沉，而麦粒则飘浮起来。经过这次偶然的惊喜后，土豆儿渐渐学会把麦粒拿到水里去漂一漂，这样吃起来要容易得多——无形中，日本猕猴掌握了人类的“淘金术”。

但是，这项技巧仍有它的缺点：麦粒很容易随波漂走。所以，善于改革的日本猕猴又改进了该技术，先在沙滩上挖一个坑，在坑内蓄一些水，然后把沙滩上的麦粒聚拢来放到坑里，这样就可以放心地慢慢享用食物啦。更有投机取巧者，把红薯也拿到这个坑里去洗。

虽然，这些技巧在我们看来，非常简单，也极为理所当然，但是能在短时间内，看到该技巧在日本猕猴中的萌芽、发展和传播，的确是件激动人心的事。仿佛回看我们人类的历史，人类的祖先大约也是这样无意中发现了一些生活技巧，经过实践证明行之有效后，便互相模仿，由家族或朋友传播开来。

日本北部冬天气候寒冷，四处积雪，气温通常只有零下摄氏度，生活在这里的日本猕猴，在厚厚的白雪中穿梭，嬉戏。它们甚至还喜欢玩雪球，因而也被称为雪猴。为了躲避严寒，雪猴想出一条绝招——终日泡在温泉里。我曾经看到这样一张照片：几只雪猴浸泡在一池冒着热气的温泉里，它们有的年老，有的年少，头顶无一例外都覆盖着晶莹剔透的雪花，冰冷的雪花和热气腾腾的温泉相映成趣。每当这时，我就想起迷恋泡温泉的人类，也是这么瑟瑟发抖地，在山间发现了温泉这块美妙之地，接着自己在城市中修建起类似的池子，将“温泉文化”发扬起来。和人类一样，泡温泉的妙招自发现后，便迅速传播。第一只雪猴为后来者充当了楷模。模仿再次起作用。

## 智能高级模仿

简单的行为动作很容易被模仿，当我们教孩子做体操，他们很快就学会了。然而，如果我们叫年幼的孩子模仿我们下棋，却是另一回事。孩子可以将单纯的摆棋子动作模仿得惟妙惟肖，但是，真正模仿如何下棋却要等他们长到一定年龄，智力发育到一定程度后才能实现。

除了在模仿内容的细节上更倾向于“结果”，动物之间的模仿究竟是不是纯粹的行为模仿呢？猕猴是否只模仿了另一只猕猴的动作而并不理解其中的含义呢？动物之间除了简单的行为模仿，能否进行更高级的认知技能模仿呢？

2004 年，在《科学》(Science) 杂志上报道了猕猴之间可以进行认知技能的模仿。来自哥伦比亚大学和杜克大学的研究人员，训练猕猴凭借一定的规则触摸电脑屏幕上的小图片。

这种触摸屏在展览馆和银行里很常见，只要手指一触碰屏幕上的标志或图形，就像鼠标按键一样，电脑便得到指令，开始执行命令。

在猕猴面前的屏幕上，摩托车、鸟、向日葵、石雕女人头像 4 个图片随机出现在不同位置，猕猴只有按照这样的顺序：石雕女人头像→向日葵→鸟→摩托车，触摸图片，方能得到一小块它们爱吃的零食。在一只训练过的、对奖励规则很熟知的猕猴(姑且称它为“专家”)的隔壁，安排另一只没有训练过的猕猴(称为“新手”)——它们中间隔了一层玻璃，两者可以互相看见。未训练过的猕猴新手一开始坐在那儿不明白是怎么回事，它东张西望，突然，看到隔壁的猕猴正勤力地玩一种游戏——触摸显示器上的图片，而且还不时得到好吃的东西。这引起了新手的注意。它开始隔着玻璃专心察看，接着，它发现自己面前也有一台同样的显示器，显示器上面也有图片。它犹豫着伸出手，开始像隔壁那位专家一样触摸图片。

……咦，事情似乎并不简单，触摸了半天也没见有什么食物奖励啊。它又扭头对着专家的行为仔细勘察，然后再回过头来尝试。过了一阵子，它终于得到第一个食物奖励。随后，它又连连失利。就在几乎绝望的时候，突然，它又得到一片小零食。慢慢地，它明白了。哦，原来是这么回事啊，要按照一定的顺序触摸图片！积极性一旦调动，它便开始勤奋地触摸显示器上的图片，以求获得更多的小零食。在隔壁富有经验的专家猕猴坐阵的情况下，初来乍到的猕猴新手学习这项游戏的速度要快得多。如果不给新手观看其它专家如何操作，让它们自己摸索上路，那么，它们在成为高手之前要充当很长时间的菜鸟。

问题



猕猴之间的模仿行为并不稀奇，早在上个世纪就已被证实，为什么这样一项工作，可发表在最近的世界顶级科学杂志上呢？实验中的“模仿”和通常我们说的模仿有什么不同？

答案

通常我们观察到的猕猴之间的模仿大多是动作模仿，而该实验中的“模仿”是基于动物对认知技能的模仿，并非简单的动作模仿。也就是说，如果猕猴单纯模仿另一只猕猴的动作，只是胡乱触摸图片的话，它将得不到零食。只有它模仿专家触摸图片的方法，也即先触摸哪个图片，后触摸哪个图片，按照一定的顺序，才能得到奖励。所以模仿游戏规则远比单纯模仿行为更难。

### **知道自己被模仿吗？**

我们通常考察的模仿是指 A 模仿 B，但是，B 知不知道自己正被模仿呢？这也是一个很有趣的问题。科学家认为，模仿他人比发现自己被模仿要难一些。当模仿他人时，首先要在被模仿者和自己之间建立一架桥梁，明白被模仿者在做什么，然后，调整、计划自己的行为，去和对方匹配，这其中还需要模仿者有意识地抑制自己原先的行为，去迎合被模仿者的行为。

而知道自己被模仿，只要求个体把自己的行为和所看到的他人的行为联系起来，互相比较。因而比模仿他人简单。

科学家们认为，黑猩猩能够知道自己被模仿，而人类也可以，14 个月以上的婴儿就能意识到自己被别人模仿。人类和黑猩猩已被公认为“模仿高手”。那么，同样是模仿高手的猕猴又如何呢？

2005 年，英国学者发现豚尾猴能够察觉自己被别人模仿。

实验采用测试人类被试的方法。两个实验员和一只豚尾猴坐在一张桌子两旁，人和猴子面对面。他们手里各拿了一块木制小魔方，魔方的各面有一个洞，刚好够手指头戳进去。

猴子手里拿着魔方，一会儿用手指头戳戳，一会儿用牙咬。

两个实验员中的一个开始模仿猴子的动作，猴子用牙咬魔方，他也马上咬；猴子用手指抠弄魔方上的小洞，实验员也赶快去抠。猴子做什么，他就立刻依葫芦画瓢，做到绝对“追星”。另一个实验员对猴子的动作却不闻不问，漠不关心，只顾自己在桌旁摆弄手中的魔方。

这时，豚尾猴不时停下手中的活计，盯着模仿它的实验员看，而对另一个实验员不感兴趣。

豚尾猴注视模仿者的时间显然长于看另一个实验员的时间，它们似乎很好奇，在心中琢磨：这个人的动作怎么像只猴子啊？好像和我的一样呢！

## 问题

有趣的是，科学家比较了实验员模仿豚尾猴用嘴咬和用手抠魔方的两种数值，发现豚尾猴对实验员模仿自己用嘴咬魔方似乎不甚关注，但对其用手抠魔方的手部动作的模仿却要感兴趣得多。为什么呢？

## 答案

也许，豚尾猴看不见自己是如何用嘴咬的，所以无从判断实验员是否和自己的动作一样。但对于手部运动，却是一目了然，所以它们很快就对忠实的“粉丝”产生好感。

## 小贴士

### 谜米

说到模仿，就不得不提前几年很时髦的一个词汇——谜米（meme）。这个词最早出现在1976年，理查德·道金斯出版的《自私的基因》（*The Selfish Gene*）一书中。后来他的学生苏珊·布莱克摩尔女士因疾病卧床休养，在卧病期间整日思索人类的文化拷贝等问题。终有一日茅塞顿开，病愈后一挥而就著作《谜米机器》。从此震撼了人类对文化文明传播的认识。

谜米的意思就是文化复制子。和它类似的是遗传复制子——基因（gene）。基因决定我们长得黑或白，高或矮。谜米则构建我们的文化和文明意识。

拥有同一种宗教的人群往往有很多相似之处，这就是谜米掌控的结果。谜米像是精神麻药，使得宗教思想在信奉者之间拷贝、流传，因而，宗教得以迅速传播，受到很多人追捧。所以，谜米从前也被翻译为“觅母”和“拟子”，意为子女寻找母亲，模拟母亲……

人类是社会性群居动物，彼此之间经常进行言语和行为的相互模仿。通过自觉或不自觉的模仿，他人的思想、习惯、歌曲、舞蹈、情绪，甚至流行时装、网络用语等等，如同

病毒一样传播、流行。这和我们的长相、身体是靠基因这个奇妙的遗传物质不一样，谜米的传播显然不需要物质的介导，它由模仿、教育和相互转告而完成。

子女从父母那里，我们从崇敬的人那里……无形中互相感染，在成长的过程中，各种观点挤进大脑，有的被淘汰，有的站稳脚跟，留下来，并传播开……谜米有优有劣。

并非只有好的思想或习惯能够流传，那些和生存攸关（包括和危险、食物、繁殖等相关）的信息引起我们注意，变成了谜米，如所向披靡的病毒一样，“感染”大片的人群。

并非只有人类之间才有谜米的传播，黑猩猩也有类似文化的传播，生活在不同地域内的黑猩猩也许会拥有不同的习惯，从而造成群体之间的文化差异。在本书第四章第七节中将有具体叙述。

和模仿一样，谜米由脑内的镜像神经元这些“小镜子”们负责传播。

## 2. 惺惺相惜

我经常听到这样的事：当亲人去世时，尽管不在他们身边，也会在某些地方，以梦境再现或情绪的突变而感觉到异样。当我母亲、女儿生重病时，我会觉得自己内心，甚至有时在身体上也有疼痛感。这就是心理学上所谓的“共情”。

共情（empathy），又称移情，是个体之间情感的互相感染，比如我们很熟悉的同情，即是共情中的一种。动物之间会不会共情——也即惺惺相惜呢？

产生共情的前提是动物能够从群体中区分自我，而不会把自己和其它动物混淆。镜像自我识别实验可用来检验动物是否具有自我意识，而成功通过该实验的动物，就意味着可能产生共情、利他和模仿等行为。几乎所有的类人猿动物（如黑猩猩、猩猩、倭黑猩猩、大猩猩），以及海豚、大象等动物成功完成了这样的实验。大象、猩猩能够对死者表示一定的悲哀，海豚有明显的利他倾向——它们经常救助落水者。似乎它们在具有可能的自我意识的同时，也具有共情和利他的行为。

但是对于其它没有通过镜像自我识别实验的动物，究竟我们能否否定论它们没有自我意识，从而没有共情、利他等行为呢？

啮齿类动物可以发出类似悲哀、警告的声音以警示同伴。在电视上曾看到这样一个故事：一个粮仓屡遭老鼠的偷袭。人们想尽办法毫无用处。粘鼠胶吧，开始时管用，可后来

老鼠根本就不上当了。用老鼠药吧，先前几只老鼠吃了药倒毙之后，其它鼠们就不会再冒险了。同伴临死前的惨状深深印在还活着的老鼠们脑海，它们可是不折不扣的学习高手啊。

一技不行，再施一技。粮仓主人捉来一只老鼠，用夹子、锤子等各种酷刑折磨它，使其发出恐怖的叫声，把这些声音灌录进磁带。然后拿到粮仓里去播放——于是，恐怖的声音终日回荡在粮仓，老鼠们听而却步，再不敢轻易进入粮仓了。显然，那不绝于耳的凄惨叫声起到了警示作用。

给大鼠听同伴痛苦的尖叫声后，大鼠脑内主管情绪的脑区开始剧烈活动，同伴声声凄厉的惨叫声唤醒了它们的恐惧。

2006年，加拿大麦基尔大学学者发现，在一个饲养笼内生活的小鼠，互相之间可以共情，而对于陌生的小鼠却无法共情。

实验人员将小鼠豢养在饲养笼内，每个笼内只养两只小鼠。将小鼠随机分成两批，一批给同笼内的两只动物都注射药物，使它们俩都觉得有点痛。另一批只给笼中的一只小鼠注射药物，因而，一只小鼠感到些许痛苦，另一只小鼠秋毫未损。结果，第一批动物比第二批动物表现得更痛苦。也就是说，两只动物都被注射药物后，它们的痛苦会互相传染，同病相怜使得整体痛苦水平升高。而这种现象只发生在同笼饲养的动物或是兄弟姐妹之间。当两只小鼠从来未曾谋面时，共情就变得淡漠。

为了知道这种共情是通过什么感觉通道实现的，嗅觉、听觉、触觉还是视觉？科学家又做了其他实验。结果发现，当小鼠闻不到东西（嗅觉丧失），听不见声音（听觉丧失），没有胡须（触觉丧失）之后，它们彼此之间对痛苦的共情还是存在。但失明（视觉丧失）的小鼠却缺乏共情。因而，小鼠的视觉是共情过程中必不可少的，小鼠必须看见对方的痛苦，自己才能感到痛苦。

也许，实验室中的致痛模型不及粮仓主人的方法残忍，所以，相对而言，在实验室中，只有视觉才是最主要的共情途径。而对于粮仓中残酷得多的哀叫声，小鼠只要听一听就足够胆寒了。

壁虎、蜥蜴等很多爬行类动物，在遇到危险或受到刺激的时候，会把尾巴舍弃，这称为自割。当把大鼠的坐骨神经丛损坏后，大鼠可能出现类似自割的现象——抓挠或咬噬后肢，直至后肢的指甲、脚趾等逐渐脱落。仿佛想把令它痛苦的根源尽快遗弃，自残也在所不惜。达尔文在《人和动物的感情表达》中关于动物的自割行为有这样的描述：“剧痛使动物想方设法逃离痛苦的根源，肢体受伤或受损时，常见想把伤肢甩掉的倾向，似乎这样可

以甩掉祸根”——可谓长痛不如短痛。

这种自割行为与动物对痛觉的敏感度，体质是否易感相关。基因型的不同导致大鼠有高自割和低自割两种类型，高自割类型的动物容易丢弃肢体。低自割类型的动物则恰恰相反，对身体的任何部位都敝帚自珍，不轻易遗弃。

当把这两种类型的大鼠分别饲养时，高自割类型比低自割类型动物更容易发生自割现象，这是合乎基因规律的。但是，如果把这两种大鼠混合饲养，低自割类型的大鼠也变得容易自割了。似乎它们从高自割者那里传染上痛苦，变得无法忍受，也开始频繁割舍自己伤残的肢体，以求解脱痛苦。

奇妙的是，即便把低自割大鼠的垫料换成是高自割大鼠的垫料，也可引起一半以上的低自割大鼠频频自割。垫料里蕴含痛苦气味的化学物质传染了大鼠，引起它们内心的共鸣。

而若混合的大鼠彼此陌生，从未谋面过，这种自割传染并不明显。可见，大鼠之间共情的交流除了动用眼睛之外，也源于化学物质的传递，而“亲人”之间的共情更为频繁。

目前在动物上研究的共情大多以痛觉为基础，但是并非所有动物均有痛觉，神经系统不发达的低等动物对疼痛不敏感。我们人类是对疼痛最为敏感的动物，只要我们的皮肤和内脏感觉到一点点异常，很可能就引发人一系列的反应，其中也包括痛不欲生的体验。由此，很多医院陆续开设了“伤痛科”，专门治疗因各种原因疼痛难耐的病人。

那么，动物要低等到哪个层次，才没有疼痛的感觉呢？它们不会像我们一样说话、哭泣，我们无从知道它们是否感到疼痛，但也许我们可以从它们的行为上窥见一斑？

从前，人们一直认为，脊椎动物普遍具备对痛的感觉，因为脊椎的出现，使得神经系统得到保护，所以感觉也就发达起来。但是，也有一种称为裸鼹鼠的哺乳动物痛觉异常，对辣椒和酸刺激麻木不仁（见第一章第九节）。

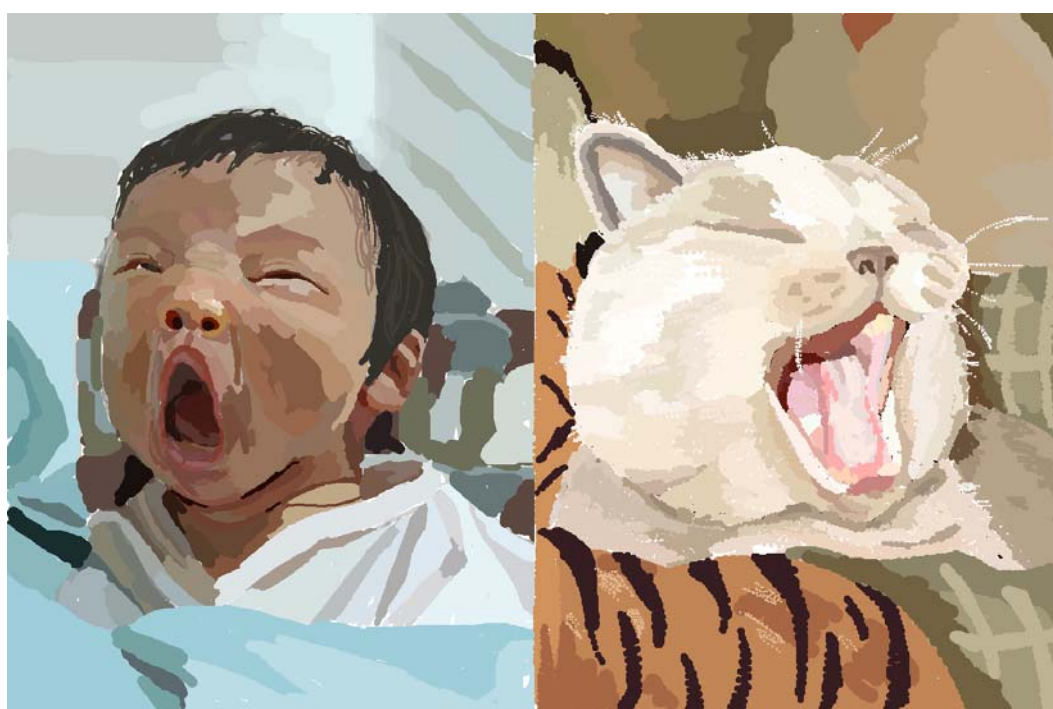
此外，令人不解的是，如果顽皮的小孩将盐或辣椒撒到小虾或蠕虫的身上，它们会蜷缩身体，极力扭动，仿佛想将令人不愉快的盐擦净似的。也许它们是因为有了痛的感觉而难受。如何用实验证明虾、昆虫是否有疼痛的感觉呢？

答案

最近，科研人员认同痛觉似乎存在于虾等无脊椎动物中。他们用醋酸抹在虾的触角上，虾会反复擦揉抹醋酸的地方，时间可长达5分多钟，表明，它们至少表现了一定的痛苦和恼怒情绪。

其它无脊椎动物，对伤害性的刺激也会有一定的反应。如果给小果蝇的腹部照射一道具热度的红外激光，它会扭动身体，试图躲避光源。当我用热蜡给蜜蜂的背脊上粘一个小纸条时，溶化的蜡水令蜜蜂十分不舒服，它们振翅、颤抖，将小手反过来抓挠背脊。可是一旦碰到热蜡，马上就缩回去。甚至更低等的线虫也会对热、化学、物理性刺激产生回避反应。但我们不能武断地说它们的确具有痛觉，然而同时也不能否认它们可能确实能感觉到痛

### 3. 呵欠传染



打哈欠 （周穆如 13 岁画）

请读者在看这一节的时候，留意一下自己打哈欠的次数是否增多。

从前，我家的猫“妙儿”，总是懒懒地吃了就睡，睡了又吃。当它从睡梦中醒来时，常常伸直四肢，张大嘴，旁若无人地打呵欠。那模样简直舒服极了。实验室内的小猕猴茜茜，也常躺在它的小窝里，满意地打着呵欠。

其实，呵欠并不只人类才有，大多数脊椎动物都会打呵欠。呵欠在我们刚起床和临上床睡觉之前最多，被公认为是机体的一种“天生释放机制”。

有趣的是，呵欠还会传染。很多人都有这样的体会，身边有人在打呵欠，你就禁不住也打起呵欠来了。的确，当我们看见、听见、想到别人打呵欠，甚至读到“哈欠”这两个

字时，我们有可能就抑制不住，扯开嘴，打着大大的呵欠了。并不是我们刻意这样做，“传染”是在下意识中进行的。1986年起，美国科学家对呵欠会传染就有报道。他们和后来的一些科研人员发现，在人类，呵欠的传染率可高达 40%—60%。这种无意识的传染和共情有关，并且需要伴随自我意识。只有意识到自己和他人不同，才具备传染他人行为的条件。而如若缺乏以他人的角度去感知他人情绪的能力，将不会传染呵欠。孤独症儿童和正常儿童相比，不容易被别人的呵欠传染。这类儿童缺乏共情能力，所以无法感知别人，因而不易传染呵欠。此外，如果有精神分裂型人格的人，呵欠传染率也很低，因为这类人的自我意识比较淡漠。

日本专门从事灵长类研究的科学家松泽哲郎（Tetsuro Matsuzawa），在 2004 年率领同事研究黑猩猩打呵欠，他们给黑猩猩看一些其它黑猩猩打呵欠的录像，然后记录黑猩猩看录像期间及看过录像之后，打呵欠的次数和开始打第一个呵欠的时间。不出所料，这些黑猩猩看着看着录像就打起了呵欠，传染率是 30%左右，比人类的稍低，虽然这样，也足以证明黑猩猩之间也会传染呵欠。

3 只黑猩猩幼子也随母亲一同观看了打呵欠录像，母亲跟着打起了呵欠，孩子却没有被传染。该现象在人类中也有发现，5 岁以下的小孩不容易被传染打呵欠。种种迹象表明，受别人感染打呵欠需要一定条件，当脑结构发育到一定程度，出现了自我意识和共情以后，传染哈欠才成为可能。

人类和黑猩猩会呵欠传染，我们可以这样解释：因为他们都曾通过了镜像自我识别实验，具备一定的自我意识和共情能力。那么，对于不具备自我意识的其它动物，是不是就没有呵欠传染的可能呢？

红面猴是一种面颊鲜红的猕猴。年轻的时候，它们的脸活像是涂了油彩唱京剧的关羽。

红面猴不仅脸色绚丽，每天睡醒后会拉直身躯，张开大嘴，尽情打呵欠。而后，这种哈欠可贯穿一整天。地位高的红面猴比地位低的猴子呵欠打得更惬意，维持时间也较长。仿佛功成名就的将领，自然比下属生活更悠闲，情绪也更为放松，因而更能较多地享受打呵欠以及舒适地伸展四肢带来的快感。

2006 年，英国科学家检测了 22 只红面猴，发现它们和黑猩猩类似，在观看打呵欠的录像期间，以及看过哈欠录像之后，打呵欠的次数普遍增多。而若只给它们看单纯张嘴的录像，却不引起哈欠的传染。

如果说传染呵欠是一项简单的模仿，当被传染后打呵欠时，脑内与模仿相关的镜像神经元将会很活跃，然而事实却不是这样，镜像神经元很沉默，说明呵欠传染不是简单的模

仿。而没有通过镜像红点实验的动物也能够呵欠传染，说明呵欠传染也许并不需要自我意识，或者，没有通过镜像红点实验并不表示没有自我意识。

婴儿在母亲子宫里就会打哈欠，但笑却是在出生 3、4 个月后才被发现。人类的笑也可以互相传染，但和呵欠相比，笑的感染似乎更需要大脑高级功能的参与。首先，要先判断别人笑的原因是否令自己产生共鸣，然后才决定是否开始笑。即便是因看见别人的笑脸而短时间内呈现笑靥，也可能只是一个面孔表情的模仿过程。呵欠却完全能够在不可控制，或还来不及意识到的情况下发生。因而，笑的传播是自主的，而呵欠的传染是不自主的。

### 问题 1

研究是否被别人的呵欠传染，在实验上需要如何设计对照组？以区分是真地打呵欠，而不是简单地张开嘴，因为张张嘴可看做是对呵欠的肤浅模仿？

### 答案

在给被试看打呵欠的录像时，同时也给他们看一组张嘴的录像，在这组录像中，只有简单的张嘴过程。对于动物，如果它们看到录像中的动物张嘴，它们会觉得受到威胁，有可能也会张开嘴以示对峙。若是人类被试，可让录像中的人张嘴并将舌头在嘴内顶着面颊，因而从外表看，这人的面颊一侧鼓起来，是不对称的。于是张嘴和呵欠就被区分开来。然后，我们记录被试观看两组录像的情况。如果被试看了呵欠的录像后，打哈欠的次数多，而看了单纯张嘴动作后，打哈欠的次数少，便可以判断他们是受了传染而打呵欠，并非简单地模仿张嘴这一动作。

此外，仔细观察，可见打呵欠和张嘴是可以区分的，呵欠的持续时间长于单纯张一下嘴的时间，而且有一个较为缓慢的启动阶段，有时还可能伴有声音的发出，最后以一段深深的吐气结束。张嘴则是嘴部迅速张大，旋即闭合的过程，没有剧烈的呼吸变化。

### 问题 2

人和人之间，猕猴和猕猴之间存在呵欠传染，人和猕猴是近亲，那么，人和猕猴之间是不是也存在哈欠传染？

### 答案



一次我看着论文上猴子打呵欠的系列照片，从启动一直到结束，一共有几张连续的黑白照片，突然我张开嘴，不可抑制地打了一个大大的呵欠。有时，我故意去想这几张照片，还有一个我喜爱的画家方力钧画的“打呵欠的人”的油画。当他们——无论是猕猴还是人打呵欠的情形出现在我脑海的时候，我总是抑制不住想打呵欠。

新年的午后，我女儿抱着猕猴小茜茜坐在沙发上，小茜茜一躺到人身上就很惬意，不一会儿，它打了一个大哈欠，这时，我看见女儿马上也跟着打了一个长长的大呵欠。

读者不妨回忆一下，看这一节文字的时候，是否比看其它章节多打了几个哈欠？



柬埔寨的食蟹猴打呵欠 （作者摄）

#### 4. 动物也会吃醋

面对一碗没有端平的水，动物能够意识到不公平吗？它们会在自己的利益不受影响或者受损的情况下帮助同伴吗？对于这些问题的探讨，将有助于我们了解合作，利他行为的起源和进化的意义。

平时，我总是会听到有关宠物狗嫉妒新来者的故事——包括主人新领来的宠物甚至主人家新添的小婴儿……看来，有些动物也会吃醋。

我们的猕猴住在猴房的单个铁笼子内，上下左右彼此靠近。当我拿着香蕉和花生去喂

其中一只猕猴时，总会引起其它猕猴的剧烈骚动。它们或起劲地摇晃猴笼，或发出阵阵尖叫，以示强烈不满和烦躁。隔壁的猕猴还会伸出手来抓那个得到食物的幸运儿，有的猕猴甚至转而愤怒地伸手打我。在这里，我看到了最原始的嫉妒和对不公平待遇发出的愤怒。

2003 年美国科学家萨拉·布鲁斯南等用实验证明，卷尾猴似乎具有公平的意识。它们会拒绝不公平的待遇。实验人员训练卷尾猴用筹码交换食物。筹码是一小片花岗岩石，当卷尾猴将石片递到实验人员的手心时，它可以得到食物作为回报。如果两只猴子同时用筹码换来的都是一片黄瓜或一颗葡萄，那么，在这种公平待遇下，两只猴子均没有意见。

但是，当情况发生变化，一只猴子用花岗岩石片换来的总是葡萄，而另一只卷尾猴却只能换来黄瓜，很快，得到黄瓜的那只猴子就会拒绝下一次交易。因为，葡萄显然比黄瓜好吃，同样的筹码，别的猴子能得到葡萄，为什么自己却得不到——当然会觉得委屈，甚至愤慨。如果换成我们人类，也会觉得实验员偏心，不愿继续合作。

这种吃醋的情况在雌性卷尾猴女士中尤为突出，雄性卷尾猴先生则很大度，依然用花岗岩石片交换黄瓜，而无所谓其它猴子得到的是葡萄。所以猴女士对所遭受的待遇，或服务态度比卷尾猴先生更为关注。无独有偶，人类社会中，女性往往比男性更关注自己的遭遇，更容易对不公平的待遇表示愤怒。

三年后，布鲁斯南等又训练黑猩猩用 PVC 管子作为筹码做类似的交换实验。结果和卷尾猴类似。当黑猩猩只得到黄瓜，而看到同伙得到葡萄，它们不交出筹码，也拒不接受食物，或干脆把筹码和水果都扔开。此时，如果再重新给它们葡萄，而不给同伴奖励，它们又可恢复交换行为。

实验人员还发觉，关系较亲近的黑猩猩，与关系陌生的黑猩猩，在交换实验中表现出包涵度不同，究竟哪类黑猩猩更有宽容之心呢？（见答案）

次年，德国科研人员在黑猩猩、猩猩、倭黑猩猩和大猩猩上重复类似的公平实验。结果，这些类人猿很少拒绝实验员直接递来的黄瓜，尽管它们看到同伴得到的是葡萄。此外，猩猩们会在实验员面前延长等待的时间，以获得和同伴一样好的食物。猩猩们在看到同伴得到葡萄后，会强烈乞求实验员，主动要求也得到葡萄。德国科学家认为，类人猿的公平意识很肤浅，仅只基于对食物的强烈渴求。但要注意的是，在他们的实验中，动物无需通过交换筹码来获得食物奖励，而使用筹码来交换食物是一个需要学习的过程，因而，这类实验避免了学习过程给动物带来的干扰。

另外，人们也发现，地位高的类人猿在看到比它地位低的同伙得到葡萄时，更容易拒

绝自己的黄瓜片，似乎在它们心目中，它们应该享有比“下人”更好的待遇。

不仅在灵长类动物上，在大鼠和鸽子上也发现了类似的吃醋现象。

#### 问题 1

在布鲁斯南实验中，关系好的黑猩猩和关系淡漠的黑猩猩面对不公平待遇的时候，表现怎样？

#### 答案

关系融洽的黑猩猩之间更能容忍不公平的待遇。它们一边吃黄瓜，一边似乎在对身边的朋友说：嘿！老兄，你就尽情地吃葡萄吧，我不在乎，咱俩谁跟谁啊？

这点和人类一样，在亲戚好友中，我们往往较少计较自己的得失，变得宽容和满不在乎。但是对待外人或陌生人，我们却更苛刻。

#### 问题 2

有的科研人员认为，卷尾猴面对不平等待遇表现的愤怒拒绝行为并不说明它们真正具有公平意识。也许它们是因为对黄瓜这类不足启齿的小奖励产生了沮丧情绪，而拒绝再次奖励。如何设计实验证明呢？

#### 答案

取消筹码交换，在卷尾猴面前放上它们心仪的葡萄和香蕉，却让它们拿不到。只能看不能吃——的确很痛苦。然后，只给它们吃黄瓜，渐渐的，卷尾猴失去了耐心和兴趣，变得沮丧不堪，最后干脆不再理睬实验人员。这个现象证明，卷尾猴拒绝执行任务不完全源于内心感到不公平，也可能源于情绪沮丧，因为此时，并没有其它卷尾猴在一旁作类比。它即便不用嫉妒，也会因为沮丧而罢工。

### 5. 自私的合作

在我将小鸟黑灵从粘鼠胶中拯救出来的过程中，我分明感觉到黑灵与我之间的合作，它从开始的惊惶抗拒到后来与我共同对付身上的粘胶，有一个转变过程。它渐渐意识到只

有和我协同一致，才能使它从死亡中逃生。

自然界动物之间也可能有合作的经历，它们合作捕食，合作躲避天敌，合作保卫领土，合作养育后代……在这些过程中，它们是否感受到合作的快乐？

其实，合作有自私的合作和互惠互利的合作之分。两个人共同得到一个西瓜，一人独享是自私的合作，一人一半西瓜是互惠互利的合作。不幸的是，动物们似乎并不喜欢互惠互利，因而在自然界中的合作多是自私、不快乐的。它们共同捕食只是为了得到自己那一份。但并非完全没有互惠互利的合作，偶尔，非人灵长类动物也会因为血缘关系而“无私”几把。

然而，互惠互利的合作在人类却很普遍。那么，人类彼此之间的“利他”行为是从哪儿起源的呢？实际上，这种“利他”的合作最根本的目的还是使自己受惠，但是需要把眼光放长远，忽略暂时的损失。这就需要个体在自身利益暂时蒙受损失和对将来是否有回报的评估中做一判断及权衡。所以这种“利他”行为只在大脑高度发育的动物上才具备。

## **分享并不快乐**

自古以来，我们人类有分享的习惯，我们习惯和亲人分享食物，和朋友分享快乐……分享使我们与周围社会融洽。不愿分享被称作“自私”。与人分享的“无私者”比自私者更受欢迎，有更好的生存空间。

当你有了 5 个苹果，如果你和另外 4 个朋友一起分享，除了快乐之外，你或许在将来会得到朋友们作为回报给你的更多的苹果、梨，甚至西瓜……

与人分享思维，也会换来别样的喜悦——另一种或更多的新思维……

当然，你也可能什么都得不到。因而，分享是有风险的投资，即便如此，分享最终还是在进化上被保留下来，而且到了人类社会，发展得登峰造极。究其原因，分享并不是简单的给予，它往往最后以自己的更大收获为结果——无论是在物质还是在精神上。分享的过程是一个无法预料回收分红的冒险投资循环，投入越多，分享越多，回收的可能性越大。

但动物们永远也无法明白这一点，它们总是在叫嚣：独享最快乐！

我所接触的猕猴和实验鼠，除了在哺乳期，大部分母亲无偿贡献乳汁以外——这个过程往往被说成是本能，我几乎没有见过它们和同伴之间的食物分享。大多数情况下，它们为了食物和同伴厮杀争斗，不惜抛头颅洒热血。有一次，我的猕猴“得得”在野外，捡了

一块泥土津津有味地啃，这时，另一只猕猴冲了过来，伸手去抢它手中的泥土。得得敏捷一跳，将手中的“蛋糕”迅速保护在怀里，旋即一个劲儿冲同伴呲牙咧嘴。那脸上分明写着：谢绝分享！



猕猴得得 （作者摄）

是分享不能带来快乐吗？为什么动物们如此热衷于独享？对此，我们只能怪罪基因是自私的。但是，奇怪的是，分享在漫长的进化中，到了人类被很好地发扬光大。也许，这其中和教育不无关系。通过教育，孩子们学会了要分享，不要自私，因而建立并巩固社会关系——这样的社会关系对于社会性的人类来说必不可少。那么，在人类，乃至动物的本性中，分享到底占有多少基因呢？我们不得而知，但是从动物中寻找“分享”的痕迹，将有助于我们了解这一良好品德的起源。

某些鱼、吸血蝠和灵长类动物有食物共享的现象。最近，科学家观察到野生黑猩猩在有限的条件下让其它黑猩猩与之共享食物。请注意，这种分享是在有限的条件下。

一只雄性黑猩猩大哥采到约 1 公斤重的成熟水果，它带着水果满意地转移到一棵树上，以便好好享受口福。这时，一只雌性黑猩猩跟了过来，它伸出手，发出低鸣，乞求雄黑猩猩给它一点食物。它的腹部还挂着一个小幼猴。但是，雄黑猩猩不仅对它不理睬，为了摆脱它，还开始声东击西，四处转移。雌黑猩猩仍不甘心，继续尾随雄黑猩猩，一边胆怯地哀求。10 多分钟的持久战之后，雌黑猩猩斗胆伸手到雄黑猩猩的嘴边，捡到了两小块食物残渣。雄黑



猩猩把最后一块较大的水果塞进自己的嘴里，雌黑猩猩发出更加绝望而急切的哀嚎，这时，雄黑猩猩大哥终于动了隐恻之心，允许雌黑猩猩从它的嘴里再掏出一小块新鲜的水果——尽管雌黑猩猩取到的水果只有大拇指指头那么大，但已是很了不起的进步了，足以说明黑猩猩终于可以和其它同伴共享食物了。

心情好时，地位较低的雄性黑猩猩先生还会把到嘴的食物拿出来递给另一只雌黑猩猩小姐，讨好它，因为这个雌黑猩猩正在被地位较高的雄黑猩猩追求。这种行为很像人类的谄媚——对皇帝的宠妃献殷勤，也就是对皇上的间接献媚。

野外生活的成年黑猩猩之间很少发生食物共享，即便有，也相当有限，且大多局限在肉类食物上，对于植物类食物，黑猩猩得之不易，哪儿还会跟人家分享呢？

那么在母亲和后代之间，是否可以见到食物共享的现象呢？在人类，母亲甘愿自己不吃也要给孩子吃。黑猩猩是怎样的呢？首先，我们需要考察一下黑猩猩的孩子出生后是否和母亲亲密接触？

黑猩猩小宝宝自从生下来后，便随时挂在母亲的腹部，紧紧地抓着母亲，寸步不离，这种状况在幼儿出生后，至少持续3—4个月。人类的婴儿出生后立即就可以和母亲分开，他们体内的脂肪约占身体的20%，高于黑猩猩幼儿（4%）。较高的脂肪可以保温，使体温容易恒定，也是为了出生后可以马上与母亲分离，以适应温度不稳定的陆地生活而进化出来的。为了弥补脂肪少的不足，黑猩猩身上覆盖了毛发，即便这样，它们也显得比人类更弱不禁风，随时要挂在母亲的身上。也就是说，黑猩猩出生后和母亲的亲密接触要强于人类。

黑猩猩幼儿断奶的时间也远远比人类晚，幼儿4—5岁时，还在继续吃奶。6个月大时，偶尔可以吃点硬的食物。黑猩猩幼儿和母亲持久而亲密的关系使得它们之间分享食物成为可能和必需。但是，在野外，由于观察的局限，人们很难看到黑猩猩和幼子共享食物。目前，普遍公认的是在自然界中，黑猩猩有时会把食物分给幼小的黑猩猩，但大多是不太好的食物。

那么，实验室中又是怎样的呢？日本科学家松泽哲郎等在2004年，在实验室里验证了黑猩猩母与子特殊的食物分享关系。

参加实验的是三对母子，其中有明星“艾”和它的儿子“步”(Ayumu)，克洛伊(Chloe)和女儿柯蕾欧(Cleo)，潘(Pan)和女儿帕尔(Pal)。其时，小黑猩猩都在两岁之内。松泽哲郎把黑猩猩熟悉的和不熟悉的水果分别递给黑猩猩母亲，看它们是否与子女分享水果。

通常可能出现三种情况：1) 母亲主动给子女水果；2) 子女主动向母亲要水果；3) 母亲和子女同时想分享食物。结果，松泽哲郎发现，黑猩猩幼子向母亲主动索要水果的比例远远高于母亲主动把食物给孩子的比例，尽管幼子冒着被拒绝的危险（这个比例高达 72%），但是，经过不懈的努力，它们最终还是能从母亲那里得到一瓢羹。

黑猩猩母亲有慈善的一面，看起来它们很愿意把水果分给孩子，也许它们对幼子不断的“骚扰”很厌烦，因而想：给孩子一小块水果，让它们去吃吧，以便换来我片刻安宁，好更快、更好地享受剩下的水果。何乐而不为呢？

偶尔，黑猩猩母亲也会主动给孩子分点水果，但是它们表现得很不地道——总是把水果皮，水果茎梗或花萼等不好吃的部分扔给孩子，从来不把好吃的果肉慷慨让给孩子，除非它们不停地来要。黑猩猩幼童也不傻，它们对于好吃的水果果肉的主动要求远高于对不可食部分的要求。

对待熟悉和不熟悉食物，黑猩猩的表现也各有千秋。幼童中只有艾的儿子“步”对从来没有见过的水果有很强的好奇心，它向母亲请求更多的新奇水果。而黑猩猩母亲则无所谓，它们对陌生或不陌生的水果一视同仁，都不愿把好吃的部分给孩子，但经不住孩子的恳求，它们就分一点点毛皮给孩子。

在艰难的分享过程中，幼童黑猩猩煞费苦心发展了一些小伎俩——它们或呲牙咧嘴，或做苦相状，费尽心机扮演种种可能感动甚或厌烦母亲的表情，再配以苦苦哀求之声，最终的目的就是有可能获得一小块水果。

看来，黑猩猩在实验室的情况和在自然状况下的情况是一样的。

和人类相比，黑猩猩的食物分享缺乏人类所拥有的双向性，人类的婴儿得到母亲给予的食物后，有时还会把食物返回递到母亲的嘴边，在母亲和孩子之间存在双向的互动。而黑猩猩幼子总是向母亲索要食物，却不会将食物返回给母亲，所以是单向的食物分享。

美国哈佛大学和耶鲁大学的研究人员发现，灵长类中的棉顶狨（cotton-top tamarin）对与同伴共享食物漠不关心，但有时它也给同伴一点食物，却只倾向于给那些可能会返回食物的猴子。看来，它们的利他行为并不盲目，却带有一定的功利性。

与有限的给予食物相比，索食显得更为普遍，很多动物热衷于乞讨食物，虽屡遭失败却孜孜不倦。

野外成年猕猴得到食物后，首先想到的是将自己的颊囊填得满满的，即便还有剩余的食物，也要想尽办法，用手或脚，将食物带走。大获丰收的猕猴，对身边苦苦央求的幼猴冷嘴冷脸，不予理睬。如果小猴不停地央求，老猴还会动起嘴来，把小猴咬走。这样的行

为貌似残忍，但长远看来，可以训练幼猴的生存能力，逼迫小猴迅速自食其力。

年幼的卷尾猴会把脸蹭到年长的正在吃食的猴子脸上，或用手去触碰年长者的脸，仿佛哀求：给我一点水果吧！它们还会紧紧地盯着吃食的年长猴，可怜巴巴地看着它们把食物吃完。在动物上“自私”、“独享”的重演使我们开始思索这些行为的起源。

有些卷尾猴也会和其它同类分享食物。当然它们这样做有一个前提，就是当分享不影响它们的所得时。另外，在彼此关系很亲近时，也会食物共享。这和人类社会很相似，越是亲近的同伴，特别是亲戚之间，分享越普遍，越大方。

对于食物，大多数动物很吝啬，但是对于工具，它们远没有那么计较。有些鸟，以及狢猴，能够把工具无偿地提供给不相干的接受者，而不要求食物回报。然而，人类对于工具和食物的评价应该是同等的，也许，工具比食物更具诱惑力，因为一旦得到工具，就意味着可以长久地得到食物。

### **助人为乐吗？**

我们常常在电视节目中看到：犀牛鸟跟随犀牛为它们清理虱子；剔牙鸟在鳄鱼的大嘴间忙碌，勤力地为它们剔牙；小丑鱼在毒爪张舞的海葵间穿梭……这些清洁工冒着生命的危险帮助凶猛的异类，它们真的乐于助人吗？

其实，这些动物之间是一种共栖关系。也就是说清洁工和犀牛、鳄鱼、海葵之间相互适应，共同生活在一起。清洁工并不是出于帮助犀牛或鳄鱼才肯出生入死，它们巧妙地借用了犀牛或鳄鱼相对安全的环境——与这类动物相伴，天敌会大大减少。同时，它们也依靠于犀牛背上的虱子，鳄鱼牙间残留的食物生存下去。而犀牛或鳄鱼也获得了某些好处，所以对它们听之任之。

这是一种互相适应的典范，和我们所说的助人为乐有很大区别。

在自然界中，助人为乐存在于动物之间吗？当“分享”的存在尚相当困难时，助人为乐的出现尤显得异常苛刻。

黑猩猩有时会安慰斗争中的牺牲者或受伤者，表现出一定的同情。它们还会拒绝一些在它们看来不公平的交易。然而至今，仍没有证据表明，黑猩猩能够运用它所谓的“公平观”，来处理一些合作的问题。在一些公平测试实验中，黑猩猩几乎对其它黑猩猩是否也能得到奖励毫不在乎，它的行为准则不是以其它黑猩猩为重，而是一切视自己是否获益而定。



也就是说，它们不会助人为乐。

美国的乔恩·索尔克等给黑猩猩玩一个装置，借用这个装置，黑猩猩可以把食物拉到自己这边吃掉。这个装置同时还可以给另一只黑猩猩提供食物。所以，黑猩猩总是面临两个选择：1) 在它得到食物的同时，另一只黑猩猩也会得到一样的食物奖励；2) 它可以得到食物奖励，但是，另一只黑猩猩将得不到食物。

如果黑猩猩具备互利互惠的利他行为，或以他人的利益为指导，那么它将在任务测试中多选择 1，因为这样的话，黑猩猩自己和同伴均可获得食物，何乐而不为呢？但结果令人失望，无论被测试的黑猩猩身边是否有其它黑猩猩，它们选择 1 的比例基本相同。也就是说，当其它黑猩猩在一旁时，它的同伴并没有倾向于多选择可以让同伴也能享受食物的机会。黑猩猩并不关心同伴能否和自己一样获得食物奖励。在整个实验中，它只自私地关心自己是否获得食物。

## 问题 1

美食前的动物们是否仅满足于自身的快乐，是否会把有关美食的信息，如地理位置，数量的多少等等，及时传递给同伴呢？

## 答案

自然界中，存在着很多这样的动物，它们会将与食物相关的信息无私地告诉其它个体，以号召同胞共同奔赴充足的食源。这些动物包括：蜜蜂、蝙蝠、裸鼯鼠，一些鸟和灵长类动物……这种传递信息的方式叫做“食物召唤”(food call)。与食物分享不同，如果把到嘴的食物分给同伴，才是真正的大公无私。

## 需要耐心

旁听中学生“希望之星”英语大赛现场，我总是听到一个词“Team work”(团队精神)。现代人在各方面都已经开始重视“团队精神”的必要性。

2008 年，英国学者发现鸟儿偶尔也有团队精神，将喙借它鸟一用——这次的主角仍是鸚科鸟类。当一个盛了虫子和熟蛋黄的食盘，必须通过同时拉扯两根间隔很宽的线，才拉得过来时，经过一番挣扎，两只鸚表现了合作的决心。它们齐心协力，共同用喙喙，一

边拉一根线，将食盘拉了过来。如果是一只鸦，只拉其中一根线，将无法自行把食盘拉过来。

鸦科鸟类和黑猩猩有限的团队精神不同，黑猩猩更耐心，它们会耐心地等待，察看，然后“恍然大悟”，通力合作将食物拿到手。而鸟类一开始时，往往显得很急躁，它们一冲上来，就迫不及待地想得到食物，用嘴喙或用爪子急切地拉扯，不管另一只鸟的反应。所以，它们有限的合作缺乏耐心等待和仔细琢磨。但最终，它们还是可以共同携手，完成合作。

耐心在合作关系中至关重要。

2007年，日本研究人员报道，黑猩猩可以耐心地等待合作伙伴，待和对方协调后，齐心将食物拉过来。当然，一开始时，它们并不明白整个过程，所以需要一段时间的琢磨和突然的顿悟。

当合作伙伴是人时，黑猩猩还会运用平时和人交往的方式，比如看着人的脸，发出友好的声音，去拉人的手……来促使合作的成功。但是，如果合作伙伴也是黑猩猩，它们之间的交流就没有这么丰富，也许，在黑猩猩，沉默的表情之下有更多的“心有灵犀一点通”。

如果需要两只黑猩猩同时搬动盒子才能拿到食物，它们一开始时稀里糊涂，当经实验人员演示教会后，它们就很容易掌握合作的技巧。一个黑猩猩办不到的事，两个黑猩猩就能办到。

## 齐心协力

蜜蜂是社会性非常强的昆虫。不同年龄的蜜蜂不仅有详细的分工，当出现意外时，它们还会群力合作，共同解决问题。夏日的一个下午，炎热的阳光照在蜂箱上，在蜂箱出口处，几十只蜜蜂紧紧地贴在蜂箱壁上，它们在干什么呢？我凑近一看，小蜜蜂们全都在拼命地振翅！不仔细看几乎看不见那煽动频率极快的小翅膀。我想起书上说的，蜜蜂对温度非常敏感，如果温度过高，它们就会集体煽翅，用“人工风扇”来降温。相反，如果蜂巢温度低了，它们会在蜂巢内加强活动以提高整个蜂箱的温度。

可是，是谁第一个发现温度异常，又是谁发出了降温或升温的号令，使得蜜蜂开始集体行动呢？

最近，希腊科学家勘察到蜜蜂会集体统战，把入侵的大黄蜂活活憋死。窍门在于蜜蜂

采取层层挤压战术，把大黄蜂的气孔堵住，使得敌人呼吸丧失，飞快毙命。

更为惨烈的是，一旦发现入侵者，蜜蜂就会蜂拥而上，把敌人团团围住，向敌人身上发射自己的尾刺，其结果是和入侵者同归于尽。有时候，尾刺的末端扎在敌人身上，另一端却挂出蜜蜂的内脏，拉扯着。蜜蜂仿佛线那一端的风筝，飞啊飞，却飞不出去。所有蜜蜂都不惜牺牲自己，骁勇作战，场面惊心动魄。

路边的蚂蚁也是最常见的极具团队精神的模范。我们不难发现它们时常集体出动，把一块面包屑搬回家。小时候，我父母家住的那栋楼楼底有一个巨大的蚂蚁窝。从小，我就看着母亲和蚂蚁持久地战斗，直到我们搬走为止。母亲想尽办法来消灭源源不断爬到我家六楼的蚂蚁，但最终还是不得不看着浩浩蚂蚁大军而屈服——那情景真的令人叹奇。

蚂蚁袭击了我家几乎所有可食用的东西，它们尤其喜爱甜腻的糕点。我母亲在地上凡是蚂蚁可能经过的地方用药物粉笔左一道右一道画满——只要蚂蚁一接触到这样的粉笔，就一命呜呼。然后我母亲将月饼高高悬吊在挂衣服的细铁丝上，以为这样便高枕无忧。不料，第二天，我们就看到浩浩荡荡的蚂蚁大军改变了行军路线，它们从窗台迁回到铁丝悬挂的准确位置，像踩钢丝一样，无畏而坚定地顺着铁丝漫爬，直捣月饼中心。自己吃饱之后，将月饼咬成碎屑，高高举起，在铁丝上往回走。那种气势，回肠荡气，令我们瞠目结舌。

除了社会性昆虫，集体互助行为在黑猩猩中也有先例，英国和日本的科学家观察了几内亚一个村落附近的黑猩猩，他们发现：当黑猩猩横穿道路时，会表现出与人类类似的团队分工精神。它们往往让有经验的黑猩猩作马前卒，担当侦查和勘探的角色。等大部队过了道路后，便由年轻力壮的黑猩猩执行断后和压阵的任务。队伍中间往往是年老体弱或年幼的黑猩猩。虽然，这样的行为在人类，是几乎不用想，就能很自觉地做到的。小学低年级的新生放学回家，都要戴小黄帽，手牵手，由老师领着过马路，这是我们司空见惯的。然而在黑猩猩上出现这样的行为，确实令人深思，它们若没有意识到自己强大或病弱，需要负责任或被保护，它们又怎能形成一定的秩序，并按照秩序行事？

除此之外，它们中间还要主动出现勇于冒险的领头羊，当然，最后这个角色非经验丰富者莫属。但是，黑猩猩怎么知道谁是经验丰富而又胆大细心的最佳人选呢？那些年幼的夹在队伍中间的黑猩猩又是怎样想的呢？它们如何知道跟着有经验的长者走就安全呢？更有甚者，队伍还有断后的勇敢者，它们又是怎么知道前线危险，后方也同样危险呢？它们配合默契，讲究规律。规律——引起了我的好奇，它们应是有一定思想和推测，以及决策的吧，但究竟是什么决定了它们这样安排呢？——大脑。的确，可是，大脑是如何进化出

这样一项规则的呢？——由于生存。确实，如果一队没有章法的黑猩猩，横过道路时，乱七八糟，不按秩序，也许，这样的队伍早在车轮下或其它潜在的危险中消失，淘汰了。

因而，在我们无法找到合理的解释的时候，最安全的办法就是把一切归结为进化所致。

## 6. 为人师表

人的一生无时无刻不在学习，从幼儿园到大学毕业，一个人要花费几乎 20 年时间在学校，相当于生命的四分之一。如此高的代价有什么意义呢？

教育使后代避免很多不必要的模仿和学习，能够在短时期内迅速获得前人累积的大量知识，掌握解决问题的技巧。当然这个过程需要语言参与。在没有书面语言的土著人中，很多生存技能只能通过面对面的演示和口头语言，世代相传。缺乏语言的动物，是否也有学校、老师和学生，以及类似的教学呢？

### 猫鼬餐饮学校

在自然界，有的动物会把捕食的技能教给下一代，但也许我们还不能称其为教育，姑且称为教学吧。猫鼬是生活在非洲的一种非常机灵、贪玩的小动物。我在澳大利亚墨尔本动物园看到过这种乖巧可爱的动物。它们经常一小排直绷绷地站在岩石上，短小的双手耷拉在胸前。一排小脑袋一同朝着一个方向凝望，一会儿向左，一会儿向右，很整齐很警觉，也很严肃——也许它们是站岗的猫鼬。猫鼬常群居，自幼喜欢玩耍，经常互相打闹，因而需要有警卫站岗放哨。

有一只小猫鼬见我来了，赶紧从草丛里钻出来，跑到我跟前，当时我和它仅隔着一层玻璃。它仰起幼小的脸温柔认真地看着我，我直后悔口袋里没有一点吃的东西可以给它——但是，公园里四处都贴着警示：“禁止游客喂食动物”。说明它也许不是冲我要吃的才来吧，它莫非是好奇我这个异国他乡的客人？看着它柔弱的小脸，真让人怜爱和欢喜，直想把它抱在怀里。



猫鼬向右看 （作者摄）

柔弱的猫鼬最喜欢吃的食物却是骇人的蝎子，尽管蝎子有毒刺，但是猫鼬仍然对蝎子情有独钟。它们只要将蝎子腹部末端的毒刺拔掉，便可以美美地享受鲜嫩的蝎子肉了，因为它们知道蝎子的毒汁只集中在毒刺中。那么，一代代猫鼬是怎样学会熟练除去蝎子的毒刺呢？倘若稍不留神，蝎子的毒刺便可致猫鼬于死地。

原来，貌似安静的猫鼬群体中建有一所学校，在这个学校里，成年的猫鼬厨师向年幼的学生表演如何制做蝎子大餐，因而，这个学校又称为餐饮学校。

厨师逮到蝎子后，并不急着吃掉，它们会充当小猫鼬的教练——在小猫鼬面前把蝎子的毒刺拔掉，或把蝎子的头咬掉，杀死蝎子，迅速做出一道上佳肴。

令人惊讶的是，猫鼬教练会根据小猫鼬的年龄调整菜谱。当猫鼬年弱时，教练就耐心地将蝎子的毒刺拔掉，或直接杀死蝎子，以免小猫鼬受到伤害。

小猫鼬长到足够大时，猫鼬教练就不再麻烦，它们把活蝎子直接扔给小猫鼬，相信小猫鼬到了自己独自应付猎物的时候了。这仿佛是一场循序渐进的教育过程。

然而，是什么使得猫鼬教练决定何时要多布置作业，何时又可以少布置，甚至让学生自习呢？英国剑桥大学的阿列克斯·桑顿等发现，有时，猫鼬虽然看不见小猫鼬，但仍然

会扔些蝎子在地上。原来小猫鼬求食的声声叫唤很凄厉，即便很远，整个群体都能听得见。是不是小猫鼬叫喊“我饿啊！”的声音使得猫鼬教练决定如何处理蝎子呢？桑顿他们把年幼的 1 个月左右的小猫鼬和年长的 2 个多月的猫鼬的叫声录制下来，分别给猫鼬教练听。结果正如他们所料，听到年幼的小猫鼬的叫唤声后，猫鼬教练投喂的蝎子多是死的，而听到年长的猫鼬的叫声后，投递的多是活蝎子。说明，聆听不同年龄的猫鼬的叫声决定了教练布置什么样的作业。

当给年幼的猫鼬食物后，小猫鼬不知这是什么，而不打算去动它时，猫鼬教练会用手肘子多次触碰蝎子，仿佛在说：喂，小家伙，看这儿，这可是我们世代爱吃的美味呢！——直到引起小猫鼬的注意。一旦小猫鼬领会了教练的意图，就很容易试着把蝎子吃下去，让教练心满意足。

把处理过或没处理过的蝎子扔给小猫鼬，存在一定的风险。因为有些活着的蝎子趁小猫鼬不留神的时候逃跑了。猫鼬教练有时也会再把蝎子捉拿归案，但并非每次都成功，总是会有一些损失，那么这种损失和不教小猫鼬如何吃蝎子相比，哪个更划算呢？

桑顿等又做了这样一个实验，他们把活的蝎子扔给猫鼬教练，教练迅速把蝎子的毒刺拔掉，然后交给小猫鼬，13 只小猫鼬狼吞虎咽，立即把蝎子吃光。若是周围没有教练，直接由科研人员扔给小猫鼬已经被拔了毒刺的蝎子，7 只小猫鼬在美味面前无动于衷，不知道去吃蝎子。这就是教育的意义——虽然短期看，可能会有损失，会付出代价，但是从长远来看，显然具有深远意义。



猫鼬学校 （周穆如 13 岁画）

猫逮到老鼠后，也会把老鼠带到小猫咪面前，给它们做示范，让它们学会如何处理活的食物。很多野生食肉动物，包括印度豹，会将捕获的猎物带到巢里，如果它的豹仔很小的话，豹妈妈就当着小豹子的面，把猎物杀死。倘若小豹仔长大到一定年龄，豹子母亲就把猎物直接扔给孩子，由它们处置。有时因为猎物是活的，可能寻机逃跑，所以，这样的教育随时可能面临风险。

黑猩猩也会教孩子如何用石头做工具砸开坚果，若是小猩猩笨手笨脚，把坚果砸崩开了，大黑猩猩还会帮它重新把坚果放到石头砧板上去。

泰国的食蟹猴在炎热的环境中发展了一项绝活——刷牙。它们用的牙具是人类的头发或类似头发的细丝，它们把这些细丝当作牙线塞到牙缝中，来回拉扯，以清洁牙齿。某些做了母亲的食蟹猴，当孩子坐在面前观看时，使用牙线更为频繁，拉扯的时间更长，动作也更为夸张。不仅如此，在孩子面前，它们还经常把牙线取出来，煞有其事地拿在手上仔细察看，然后再放回嘴里——而没有婴儿在场的时候，它们可不这样虚张声势。不难看出，其目的是想教孩子如何使用牙线。而孩子也很争气，它们就呆呆地吃惊地盯着母亲看。长大后，自然而然也热衷于刷牙了。

鱼鹰也会教小鱼鹰如何钻到水里捉鱼。但这些行为并没有很强的教育意识，正如会唱歌的鸟需要向父亲学习唱歌，我们却不能倒过来说父鸟教小鸟唱歌，因为，父鸟唱歌的行

为和小鸟并没有直接的关联，即便小鸟不在，父鸟也会扯着嗓子高歌。鱼鹰每天都要扎进水里捉鱼吃。它们对后代的“教学”很可能是无意识的，并非主动的。这时，与其说是经验的教没经验的，不如说年幼的模仿年老的。这样的模仿缺乏互动。人类的教学需要三个因素参与：老师，学生和待教授的东西（知识或某种行为）。老师和学生之间互动，共同把注意力指向待教授之物。而黑猩猩几乎从来不提醒幼子注意，更别说手把手教，因而只存在两个因素：黑猩猩和坚果。小黑猩猩慢慢从母亲那儿学会生活技巧。更多的是一种单向的模仿，而非母亲有意识地“教”，可以说，这样的“教”是偶然的，不是通常意义上我们所说的教练那种有奖有罚的互动似的“教学”法。

## 问题

随着小猫鼬渐渐长大，教练在小猫鼬面前故意触碰猎物的次数是增多还是减少呢？

## 答案

减少。

## 耐心的蚂蚁老师

当我母亲在家里凡是蚂蚁可能经过的地方画上横七竖八的药用粉笔后，我们发现，对蚂蚁的杀伤往往只能维持很短时间。蚂蚁的先锋部队一旦触到粉笔屑，便立即抽搐，倒地毙命。奇怪的是，这样的死亡并不是大规模，无休无止的。粉笔圈过的地方只会有极小的伤亡。大部分蚂蚁好像对死亡之谷已有察觉，从而绕道而行，它们不会前仆后继地奔赴死亡之地。难道，蚂蚁中也存在着学校吗？而且还是随机应变的临时学校？

英国布里斯托尔大学的奈杰尔·弗兰克斯等在实验室验证了蚂蚁也会教学，揭示蚂蚁可能在“学校”中进行师生互动。这项研究刊登在 2006 年的《自然》（Nature）杂志上。

一种名字叫做 *Temnothorax albipennis* 的蚂蚁，发现食物在哪儿后，会带领巢内的新蚂蚁奔赴食源。它们一前一后地走，领路的蚂蚁——“老师”走在前，新蚂蚁——“学生”跟随在后。老师并不只顾自己走，只有走在后面的学生用触角触碰老师的腿或腹部，告诉它：“我准备好了，可以开拔啦”，老师才往前走。于是，师徒两人一前一后，忽而慢悠悠，忽而急匆匆朝目的地走去。有时，学生贪玩，走了一截，不走了，停下来，东看看西看看，



甚至偏离主路线，往旁边绕几个圈子，再回来。这时，老师就会耐心地等待，或放慢速度，直到学生又用触角碰碰它，说“我们可以走了”，它才又带着学生继续上路。

老师很容忍学生的不专心，也许它在想：要给学生充分认识路的时间，好让它牢牢记住沿途的路标，下次可是要靠它自己来了啊。

这样走走停停，老师到达食源的时间显然比预计的大大延长，超过它独行，不带学生走的时间的3倍。而学生却正好相反，奔赴食源的时候，沿途“欣赏”了美丽风光，当返回巢穴时，就直截了当多了，它不再像来的时候，东绕绕，西逛逛。却选择了近乎直线的路径，很快就返回巢穴。如果食源还很充分，学生回去后，摇身一变就成了老师，又带领新学生出发了。

所以，教育的过程虽然存在风险和代价，施教者无法预测教育的结果是否成功，但总的看来，大批蚂蚁的集体觅食要比单只蚂蚁觅食获利更胜。教育的成效远高于不教育的效果。

虽然，通常蚂蚁也借助跟踪信息素来寻找食源，但这样头跟脚的尾随式教学方法，确是新颖，于是，论文的作者提出：教学这一行为，并不需要一个很大的脑袋，小脑子的蚂蚁照样可以进化出教学。而且这种行为满足了教育需要师生双向反馈——也就是互动的要求。

## 问题

每一项发现都要经历考验，有些学者对该论断提出异议。他们认为教育的定义是：老师向学生传输一些定律、规则、技巧等等，教会学生如何运用各种方法解决问题，而不只是简单地传递知识给学生，告诉学生问题的答案。他们举例：如果你向路人询问一家餐馆的位置，路人告诉你餐馆的具体位置，他所做的只是“告诉”，而非“教”。这个情况与蚂蚁领路一样，蚂蚁只是“告诉”同伴食物在哪里（反方意见）。与此类似，蜜蜂找到蜜源之后，回蜂巢即刻跳舞，用舞蹈来使更多的蜜蜂前去采蜜。这只能说蜜蜂之间在交流，在互相“告诉”，却不能说是“教学”。

接着下来，也许会有这样几个问题：

1. 询问餐馆时，如果路人只告诉你餐馆在第几条街什么位置，那是“告诉”。如果他同时又告诉你如何走才能达到目的地，这是不是就蕴含了“教”的概念了呢？
2. 如果说，学校里的老师直接告诉学生数学题的答案，只是一个“告诉”的行为，而给学

生演示如何解答，即是“教”学生。那么，地理老师告诉学生某条河流在什么地方，外语老师告诉学生某个单词如何写，历史老师给学生讲述某项历史事件，这些究竟是“教”还是“告诉”呢？

3. 教育需要学生和老师之间有反馈和互动，蚂蚁一前一后寻食也有互动，当两者距离拉大时，老师会减慢速度，或干脆停下来等候。蜜蜂寻食后回巢跳舞，围观的蜜蜂也非常兴奋激动，不停地触碰带回消息的蜜蜂。这都是一些反馈。那么是否可以简单地说只要参与双方有互动，教育就成立了呢？

## 答案

教育蕴含了“告诉”和“教”，如果告诉之余，再做指引，那就是最好的“教”了。

显然，光有互动是不够的，比如歌星演唱会，台上台下也会一起互动，但并非“教”的过程。蜜蜂的舞蹈是一个“告诉”的过程，因为它们并没有手牵手地带领新的蜜蜂奔赴蜜源。不像蚂蚁，一前一后，互相协调，已出现了“教导”的迹象（正方意见）。

## 7. 狡猾乎？欺诈乎？

在童话故事中，可爱的动物互相帮助，邪恶的动物互相欺骗，动物具备人一样的性格，这是拟人化的结果。

欺骗和欺诈行为在人类社会中的确很普遍，这种行为在一定程度上反映了智能的水平。与对待其它智能一样，我们也很关注动物是否像在童话里一样，亦有欺诈行为。

一个研究人员给黑猩猩演示两个碗中哪个有水果，然后给两个碗盖上盖子，放在它们够不到的地方，之后出去了。接着，两个戴着面具（为什么？见问题）的实验员走了进来。他们可以拿到碗中的水果，但却不知道哪个碗里有水果。

这时，黑猩猩要想得到水果就必须暗示实验员——用眼睛示意或用手指盛有水果的碗，继而通过实验员拿到水果。两个实验员中有一个是慷慨友善的好伙伴，他根据黑猩猩的示意拿到了水果，并立即分了一半水果给提供线索的黑猩猩，结果皆大欢喜。另一个实验员却没有那么大方，他拿到水果后，只管自己收起来，一点也不分给黑猩猩。几次下来，4只黑猩猩一看到慷慨的实验员就赶快指给他看哪个碗里有水果。而对于小气的那位，却置之不理，也努力抑制自己不去巴望着看盛着水果的碗，以防不小心泄露天机。更有甚者，4

个黑猩猩中年纪较大的那个，还玩起了花招，使了个诈——它故意用手指指没有食物的那个碗，怂恿不地道的合作者上当受骗。虽然，看不出它黝黑的毛发下脸部的表情，但是，可以想见，它的心里会有多快乐！

看来，使诈还是要经验丰富的老黑猩猩来完成，姜还是老的辣啊。

在进化树上的另一个分支顶端——鸟类中也发现了欺诈行为。把窝巢筑在地面的鸟类，在进化中学会了欺骗天敌。它们会乔装受伤或制造声音，把天敌引开。这其中，绉科的鸟儿表演得最逼真。在天敌老鹰靠近绉鸟的巢时，它会跑到巢外数米处，发出“叽叽喳喳”的叫声，以吸引敌人的注意。如果此招不行，它就装作翅膀被折断了，一瘸一拐地向远离鸟巢的方向移动，一边看着老鹰是否跟随过来，这样做的目的是将老鹰引开，保护巢内的幼鸟。

这是一件很冒险，也很值得探讨的事例。我们可以认为这种鸟的行为仅仅是适应的结果，在进化的历程中，也许有一天，一次偶然的情况下，它发觉“装瘸”这个办法可以很有效地避免老鹰对小鸟的威胁，于是就将该方法一代代传下去。从这个角度看，该行为并没有任何欺骗因素，只是一个简单的适应。但是，如果绉鸟成功地把老鹰引开后，它立即恢复原先的健康状态，是否可以说明它知道自己是在故意欺骗老鹰？

猕猴在寻食过程中还会互相隐瞒，并且要为此付出代价。通常，猕猴在野外找到食物后，会大叫大喊，以通知同伴前来觅食。有的猕猴较为狡猾自私，它发现食物后，不张扬，自己悄悄独享。这时如果被别的同伙发现了，它就会很惨，很可能遭到它们的猛烈攻击。

面对美食，大方地呼朋唤友的雌猕猴通常吃的水果要比默不作声独自享食的猕猴吃得更多。可见，大公无私，乐于助人的猕猴最终受益更多。好施善于人的猕猴更有权堂而皇之享受更多美食，而惯于欺诈的猕猴，从长远来看，将得到它应有的报应——时常食不果腹。这和人类社会也很雷同，善良的人将“善有善报”。甚至，从社会的另一个阴暗面看，出手大方的行贿者往上爬的机会往往更多。

动物另一种常见的欺诈行为往往是为了威胁敌人，保护自己。很多有毛动物面临危险时，最容易做的事是竖立全身的毛发，以增大自身体积，企图在视觉上吓退敌人——这样做似乎很虚张声势，但在进化历程中，却是屡试不爽、行之有效的正当防卫。

我在悉尼动物园中看到一种奇特的蜥蜴，叫做斗篷蜥，也称折伞蜥。它是一种生活在澳洲北部干燥草原和灌木丛中的爬行动物。全身的鳞片呈水泥色，和周围灰色的碎石籽浑然一体。它的脸像个没牙的沧桑老头，嘴宽宽地向下瘪着，下巴悬挂着一排铁锈色的褶皱，

很像老人的胡子。这褶皱实际是一块由鳞片拼起来的斗篷，不仅在下巴处悬挂，也环绕整个头，几乎覆盖了前肢以上的身子。它的动作也很像垂朽的老人，僵硬而缓慢。斗篷蜥静静地呆在玻璃窗里面的生境圈内，直挺着上身，高昂着头，几乎比身子还要长的尾巴拖在地上，消失在身下的碎石粒中。



斗篷蜥 （作者摄）

突然，另一只诡异的爬行动物——澳洲中部蓝舌蜥蜴，缓缓地爬过来，它的丑陋非常骇人。蓝灰色的皮肤，一颗硕大的蛇形三角头颅占据身长几乎三分之一，身子不成比例地短小而狭细。它行踪诡秘无声。一开始我根本没看见它，发现它时它已经爬到斗篷蜥跟前。原本安静的斗篷蜥猛然激动起来，跌跌撞撞后退、跳跃，同时张大嘴，将红色的喉部充分暴露。

突然，斗篷蜥环绕头部的皮肤褶皱支楞起来，像旗帜一样“倏”地展开，它的头部顿时陡然增大好几倍，再加上露着红光的大嘴，确实有点吓人。这时，斗篷蜥已由最初的惊慌失措转变为斗志昂扬。入侵者蓝舌蜥蜴犹豫了，静悄悄地停止了前行。斗篷蜥依然高昂着头，支楞着巨大的铁锈色斗篷，示威式地不依不挠。直到最后，入侵者开始向后退步，



它才把张扬的“旗帜”渐渐收起来，这时它的头部复又变得不甚起眼、苍老。转眼，斗篷蜥爬到了生境园内的树枝上，依然固执地高昂着头颅，整个身子笔直地附着在树干上，不仔细看，还以为是一根枝条。一切又恢复了平静。



威武斗篷蜥 （作者摄）

自然界中很多动物在遇到危险时常有花样繁多的欺诈行为。跳羚在被虎豹追逐时，冷不丁将水平方向的奔跑换作垂直方向的跳跃，使追逐者大吃一惊。这种突然的迷惑往往能成功地甩掉敌人。角蜥的欺诈行为更为可怕，它在面临敌人威胁时，会从眼角向外喷射血

液，猩红的血柱瞬间可高达一米。连续喷射不到 6 次之后，敌人早就落荒而逃。

最近，美国宾夕法尼亚州的科学家发现北美灰松鼠在欺诈行为上更胜一筹。北美灰松鼠在冬天来临时会储备食物。有趣的是，它们在一生中会以很高的比例精心设计骗局，混淆视听。假装在某些地方刨一刨，挖个洞，使劲将一块石头或一堆乱枝条推进洞去，并用树枝、土盖起来。那种勤快认真的劲儿，简直和平时埋藏坚果一模一样。这样以假乱真的骗术可占它们埋藏行为总数的五分之一。如果它们察觉有其它松鼠，甚至人类在偷望自己的储食行为，这种骗局将随之增加。

问题

欺诈实验中，为什么研究人员要戴上面具去做黑猩猩的合伙人呢？

答案

为了不让黑猩猩看到合作者的表情，同时也为了避免黑猩猩看到熟悉的实验员的脸，而影响实验的公平性。

## 8. 报复并非恶意

复仇普遍存在于人类社会。把复仇的痛苦描写得淋漓尽致的非莎士比亚莫属，他的《哈姆雷特》将一个年轻的王子面对复仇的矛盾心理表现得深刻而生动。人类天生并非为了复仇，只有当自己受到莫大的伤害后，才会有复仇的冲动。

曾经在电视里看过这样的节目：远在西双版纳的热带雨林，野象因为人类侵占了家园而攻击人类，这种行为是不是出于报复呢？当人类捕猎了幼象，母象会循着幼象发出的次声波找到自己的骨肉，这时，母象可能会与人类发生冲突。但这是为了营救自己的孩子。一旦家园受到侵犯，成群的野象开始袭击人类，也许可以用它们企图夺回自己的领土来解释。即便不是人类，是另一群大象霸占了它们的家园，它们也会以同样的方式将侵略者赶出去。所以，这种攻击行为也许不能被称做是野象的复仇，用“愤怒的正当防卫”可能更为合适。

但是，任何生理，乃至心理过程，都会有一个进化的起源问题，人类不会平白无故独

创“复仇”，“复仇”一定和其它心理过程一样，有它的根源和进化脚步。

报复显然需要较高级的智商，首先要能够感受到自己受伤，然后做出决策、计划，再付诸行动。所以，我们需要在智力发展较为高等的动物中，设计巧妙的实验来窥探。

果然，我们发现复仇在黑猩猩中初见端倪。

德国马普人类进化学研究所的学者给黑猩猩安排了这样的场景：2只黑猩猩分别坐在2个临近的铁笼内。2个铁笼呈一夹角互相靠近，黑猩猩坐在自己的笼内彼此可观望对方。在两个笼子前有一张小桌子，桌子和平常的不一样，它只有三只脚，非常不稳定，而桌脚上拴着一根绳子，更增加了不稳定因素。只要轻轻一拉这根绳子，桌子立马就扑倒在地上。

桌子上的东西很有诱惑力，一个食盘，内有糖丸、葡萄干、杏仁和花生等黑猩猩爱吃的零食。

两只黑猩猩一看到食盘，就激动不已，但是，很不凑巧，只有一只黑猩猩能够拿到零食，因为食盘距它近，而另一只黑猩猩只能干瞪眼——它离食盘太远了，我们姑且称它为“干瞪眼”吧。

干瞪眼看见隔壁大叔可以吃到零食，自己却吃不到，它很生气。随后，它发现只要轻轻一拉系在桌腿上的绳子，三条腿的桌子立刻倾覆，食盘落地，于是，谁也吃不到零食了。这个发现很符合干瞪眼的心意，它开始频频重复这个动作。捣蛋成功率高达百分之五十。我们能否由此断定，干瞪眼是因为不愿意看到同伴吃到自己吃不到的美食，而情愿同归于尽？

下这个结论似乎为时过早，我们不能排除黑猩猩可能因为自身情绪不稳定而故意捣蛋。

接下来，科学家又设置了几组对照实验，此时，能够吃到零食的隔壁大叔不在场，只有干瞪眼一个坐在笼内。它会怎样做呢？

有以下3种场景：

1) 桌子上的食盘里只有一些塑料和竹制的小棍子，此时，干瞪眼将桌子弄翻的比率不高，是25%左右。因为它知道塑料和竹子不会好吃；

2) 食盘的位置靠近过来，干瞪眼伸手便可以拿到零食，它吃得兴致勃勃。此时，桌子倾覆的比率出奇的小。它珍惜每一次享受零食的机会，所以绝不主动弄翻桌子；

3) 零食在桌子上，但是干瞪眼依然够不到，吃不着，强烈的沮丧感使它不断掀翻桌子，桌子倾覆的次数与开始时看着隔壁大叔能吃而自己却不能吃的情况一样。

显然，黑猩猩似乎也有报复心理，见不得别人比自己好，宁愿玉碎也不愿瓦全，这种心理使得它们把食盘弄翻。但是，仔细思考一下也会发现，黑猩猩的报复心理并非恶意，几乎等同于它们的沮丧情绪（对照实验3）。它们把自己吃不到的零食打翻在地，并非完全

因为不想给隔壁大叔吃，也许因为它们太沮丧，当看到食盘落地，愤怒的情绪可转化为惬意。相对于人类的复仇心理，黑猩猩的要简单得多，只是报复心理的雏形而已。



## 第四章

### 它们的头脑——智慧非凡

认识到动物的聪明远比让我们承认它们有意识、有情感容易得多。的确，生活在地球上的动物大都具有卓越的智慧。但是，它们是否像我们一样有预测、计划或期待未来的头脑？能否像我们一样常常回忆往事？在偷窥者面前是否会采取“防盗”措施？会进行逻辑推理，做算术加减法吗？在旅行或睡觉时是否暗自参照“指南针”？它们是否也有左撇子、右撇子？睡眠期间会做梦吗？这些有趣的问题将在本章有所解答。



## 第四章 它们的头脑——智慧非凡

认识到动物的聪明远比让我们承认它们有意识、有情感容易得多。的确，生活在地球上的动物大都具有卓越的智慧。但是，它们是否像我们一样有预测、计划或期待未来的头脑？能否像我们一样常常回忆往事？在偷窥者面前是否会采取“防盗”措施？会进行逻辑推理，做算术加减法吗？在旅行或睡觉时是否暗自参照“指南针”？它们是否也有左撇子、右撇子？睡眠期间会做梦吗？……这些有趣的问题将在本章有所解答。

### 1. 未雨绸缪

人类在很小的时候就能够因为要得到更好的礼物而控制自己，放弃眼前的小礼物，耐心等待更好更大的礼物。动物能否在暂时的损失和对未来的预测中做出适当的评价？能否期盼未来？动物是否具备预测或回忆的能力？它们在丰衣足食的情况下，能否未雨绸缪，提前想到将来可能饥不果腹？或者吸取过去的经验教训，为了未来，适当调整当下的情况？

#### 期盼

##### 问题 1

给猕猴一个青苹果，它会怎样处理呢？马上吃掉？或把苹果藏起来等熟了以后再吃？——等苹果熟了以后，吃起来味道更好，但同时也意味着有一定的风险：也许在等待期间，苹果会被其它猕猴发现并吃掉，苹果会在未成熟前被细菌侵蚀而腐烂……在这里，猕猴就要对暂时的“亏损”和未来的结果做一个预测，你认为猕猴会怎样做呢？

##### 答案

猕猴会马上把苹果吃了。因为猕猴还没有进化出像人类一样高级的预测能力。在自然状态下，并不能保证随时都可以找到食物，大多数情况下“过了这村，就没那店”。因而，猕猴养成习惯，只对眼下利益感兴趣，及时享乐。

##### 问题 2

如果给猕猴两个箱子，一个箱子内有一个小苹果，另一个箱内有一个大苹果。箱外都有销子扣起来，只有把销子打开，才能拿到箱内的苹果。装小苹果的箱子很容易被打开，而大苹果箱则需要耐心等待一段时间，才能够被打开。猕猴会怎样做？

答案

一开始，猕猴没有耐心，也不知道要等待，所以它只能吃到小苹果，渐渐的，它明白了是怎么回事。最后，它会耐心地等待一段时间，然后把大苹果箱的销子打开，吃到大苹果。而对小苹果箱不再光顾。说明，当下有两种选择时，猕猴会进行比较，按耐自己，择优择大。

小小的蜜蜂对美好的生活也有期盼。

我在德国柏林自由大学访问的时候，参加了著名科学家门泽尔教授的一个博士生的毕业答辩。那个学生叫玛瑞安娜，她发现蜜蜂能够期待美好的未来——更多的糖水。

当蜜蜂面对不同体积的糖水奖励时，它们的行为有微妙的不同。

如果给蜜蜂一系列体积逐渐递增的糖水奖励（比如  $0.4 \rightarrow 1 \rightarrow 1.6$  微升），它们会更兴奋地长时间挥舞小触角，更快地伸出嘴喙，迟迟不肯缩回去。

另一组蜜蜂的待遇恰恰相反，糖水的体积在逐渐减少。虽然蜜蜂喝到糖水的总体积和刚才递增的实验是一样的（ $1.6 \rightarrow 1 \rightarrow 0.4$  微升，总量都是 3 微升），可怜的小蜜蜂仍然认为受到亏待，非常不高兴，挥舞触角和伸喙的时间都缩短。它们似乎很沮丧：每次越喝越少，情形极不乐观。

另外 3 个对照组蜜蜂则能够喝到 3 次同等体积的糖水，也即是 3 次 0.4 微升，或 3 次 1 微升，3 次 1.6 微升。结果它们的表现一般，介于兴奋和沮丧之间。此时，喝到糖水的总量分别是 1.2, 3, 4.8 微升，但可爱的小蜜蜂已经无所谓了，反正每次一样，没什么好激动的。

它们对变化更敏感，并且明显着迷于越变越好的“有盼头”的未来。从递增的糖水中，蜜蜂看到了希望，因而有更多热切的期盼。

说到期盼，就自然会想起“时间”这个概念。期盼中蕴藏了时间的含义。那么，昆虫会看钟表吗？它们能不能估计时间的长短？

这类实验的设计原则是：训练动物在规定的时间点上，做出一定的行为反应，便有食物奖励。如果动物在规定时间之外付诸行动，将没有食物奖励。这样的实验对于大鼠和鸽子似

乎不难。

黄蜂也有时间概念。我们给黄蜂提供不同的时间段（比如 6，12，24，36 秒），只有在 12 秒或 36 秒结束后黄蜂伸出嘴喙，才有糖水奖励。其它时间（6，24 秒）伸出嘴喙将徒劳无益。灯光一亮，即通知黄蜂开始计时。结果不出所料，大黄蜂具备很好的时间感觉。它们经过训练后，很快就知道什么时候伸喙才是最恰当的，于是就专心看着心中的钟表，计算时间，耐心等待糖水到来的那一刻。在时间快到的时候，黄蜂已经做好了准备，伸出嘴喙。

在得到一件令人向往的礼物之前，如果需要等待一段难捱的时间，儿童往往会做点其它的事情，以分散注意力。与别的小朋友玩耍，唱歌，讲话，尽力不去看礼物，让等待的心情不至于太烦躁。在机场等待飞机的时候，我们最喜欢看杂志，看书，以消磨等待的时间。

显然，这是一件司空见惯的事，但是科学家要问：这样的行为是怎样进化来的呢？其它动物是否也有这样的能力？直到 2007 年，科学家才在黑猩猩上找到类似的现象——可见，科学的道路上，一直有很多已经存在但我们没有及时发现的未知，只要仔细观察，思考，设计巧妙的实验，便可能发掘并证实之。

美国乔治亚州立大学的研究人员，察觉黑猩猩和小孩一样，面临这样的选择——在短时间内，可得到较少的糖果，或在长时间内得到一大堆糖果时，它们会决定舍弃少量糖果，耐心等待，以获得更多糖果。在等待期间，它们会把身边的玩具拿过来玩，以分散自己的注意力，让时间过得快些，与人类所为不谋而合。因而，人类的类似“自欺欺人”的把戏，至少在黑猩猩中是存在的。

### **为未来做准备**

下周是父母的生日，你可能会提前做好准备，购买礼物，订做生日蛋糕。各种计划出现在我们生活的每个角落，其间，需要有两个心理过程的参与，一个是自我控制（Self-control），另一个是心理时间之旅（Mental time travel）。这两个过程在人类儿童 3-5 岁时几乎同时得到发展。自我控制使我们决定购买礼物的大小；而心理时间之旅则使我们动用情景记忆，回忆过去事件发生的地点、时间，上次生日晚会的情景，以便我们设计更

好更惊喜的生日晚会，同时我们也能够预测出这次晚会将会比上次更美妙……

虽然很多动物可以对一些事做适当的计划，黑猩猩会把石头收起来，以备下次敲碎坚果时使用。卷尾猴挑选出成熟的棕榈果后，用嘴把果实坚硬的外皮撕咬开，然后扔在地上曝晒。过一段时间，再拣起来敲开吃。同时，为了防止下次不会断货，它们如法炮制新鲜的棕榈果，以备后用。种种迹象显示某些高等动物具有一定的计划能力，但大部分动物所做的行为只是为了眼前的利益，并不像人有更深远的打算。

预测——这项卓越的能力是在7百万年前发展起来的，如果在类人猿上也发现有预测能力的话，那预测的起源将提前至14百万年以前。

2006年，德国马普人类进化学研究所的尼古拉斯·莫克利和约瑟夫·卡尔在5只倭黑猩猩和5只猩猩上测试了动物能否为了未来而提前储备工具。首先，他们在一个屋内设立一个食物装置，上面悬挂一串葡萄，或一瓶果汁。让猩猩们学会用一根管子作为工具，把吊在空中的葡萄解开，或用一个钩子，把悬吊的果汁瓶弄下来。待动物学会如何取下葡萄和果汁之后，实验员在屋内的食物装置面前，设置障碍，使猩猩只能看见食物，却无法靠近。

然后再在障碍物附近，猩猩能够自由到达的地方，放一些东西，其中包含2个合适的工具（管和钩子）和6个不合适的工具（盘子、碗、盖子，以及其它器皿），让猩猩在屋内待5分钟。之后，猩猩们被引到隔壁的休息室内玩耍。在休息室内，猩猩通过玻璃隔窗可以看见实验员在刚才那间有食物的屋内，把地上剩余的工具收走，并将障碍物撤离。1小时后，猩猩被再次引至吊着食物的屋内，这时它们可以径直走到食物装置处。如果猩猩手上有工具，不费吹灰之力便可取到食物；如果没有工具，就只好看着葡萄或饮料发呆。这个实验要求猩猩在第一次进入吊食物的屋内时，就要把合适的工具收集起来，并随身带到休息室。在休息室呆1小时后，再把工具从休息室内带出来，到食物装置面前……

开始时，猩猩不知道要随身携带工具，经过几次教训后，大部分猩猩都知道选择适当的工具，带在身边，以便机会来临时，用它们取到葡萄或饮料。当把间隔时间——也就是在休息室内停留时间，延长至14小时后，一些猩猩仍记得带上合适的工具出来，一旦接近食物装置，就不会因为没有工具而犯愁了。

在野外，有的黑猩猩也能够随身携带工具远足，以便随时砸碎坚果。但是也有人认为，它们这种行为并非是对未来的计划，而总是和当前的饥饿状态相关。真正的计划未来必须与当前的饥饿或当前的愿望分离。也即是，计划的内容需脱离现在的状况，是较长时间以后才会发生的一件事情。

让我们来看看发生在动物园内有预谋的一个案例。

2009年初有这样一篇报道：瑞典的一家动物园内，一只31岁的黑猩猩，在一年内某些时段，冷静而周全地储备石块。其目的不是用来取食——它们的食物饲养员早就准备好了——而是用来投掷那些它看不顺眼的游客。清晨，游人还没有入园的时候，它默默地将地上的小石块收集起来，或者从大的混凝土块上敲下小的石块。当石头大小正好合适手掌的抓握时，它就把它收藏起来，等待时机向游人抛掷。这样做，显然不是偶然的，似乎它很有心计，在游人未来之前就计划好，专等游人出现便付诸行动。

长久以来，人们一直以为只有人类才真正拥有预测和计划的绝技，情况确实如此吗？

其实，某些鸟类和啮齿类动物，也能够像人类和类人猿一样，出色地完成对现在和未来的评价，为未来可能发生的事做准备。星鸦和松鼠会在冬季来临之前把橡树果、松籽等坚果储存在各处，以备越冬时食用……

只有自然界中的观察是不够的。一个理论的最终成立需要经过多个实验的验证。

2007年，英国科学家设计精巧的实验，在实验室中证实松鸦可以计划未来。

松鸦是一种喜欢未雨绸缪的鸦科鸟类，拥有先天下人之忧而忧的性格，所以总是积极储备食物。于是，英国科学家在实验室内豢养了一群松鸦。待松鸦们习惯了实验室的生活之后，实验就开始了。

实验员让松鸦在两间屋子内自由飞行。其中一间屋子设有早点，另一间不提供早点——所谓早点就是只能即时吃却不能带走的碎松果。

当绝食一夜，饥肠辘辘的松鸦得以飞到两间屋子时，实验员给松鸦提供了另一份食物——可以储存的完整的松果。这时，松鸦会怎样做呢？毫无疑问，它们迅速把松果分别储存在两间屋子内，但同时它们也有所侧重：在原先没有早点的那间屋内储存的松果要多于原先提供早点的那间屋子。由此看来，松鸦表现出计划的天赋，它们知道次日早晨，在哪间屋子会没有早点，它们就在那间屋子多储备点食物，以备不测。

为了排除动物可能将饥饿与特定的环境相联系，研究人员又在两间屋内分别放不同的食物，一间屋内放面包屑，另一间屋内放花生。待松鸦习惯了在不同的屋子吃不同的食物后。将两个屋内的食物取走，而在第三间屋子内同时放置面包屑和花生。这时，松鸦可以自由在三间屋子内飞翔、储物。结果又是怎样的呢？

答案

聪明的松鸦在两个空屋内储藏食物以“多品种”为原则。在原先只提供面包屑的屋内，

储存的花生多于面包屑；而在只提供花生的屋内，储存的面包屑多于花生。也就是说，它们似乎有防患未然的先见之明。它们知道要在缺乏面包屑的地方更多地储备面包屑，在匮乏花生的地方更多地储备花生。以便在未来任何一种情况下，都能够吃到两种食物。

然而，令人惊奇的远不止这些。近几年，人们发现：除了能够计划未来，鸟类居然还会回忆过去。

## **回忆过去**

松鸦自幼培养了有备无患的品格，养成了储备食物的习惯，以便迎接下一个钟点兴许会来临的饥荒……

英国科学家继续豢养松鸦，给它们爱吃的坚果和新鲜的小虫，并在不同的地点放置空的小食盘。根据储物的习性，松鸦会将坚果和小虫分别藏在不同的食盘里。储备好食物后，松鸦被关回笼内。

五天之后，科学家再把松鸦放出来。松鸦便飞去寻找小盘里的食物。因为肉汁丰富的小虫是松鸦的最爱，所以它们先去找藏好的虫子。

一半的松鸦找到藏小虫的食盘后，发现盘里的小虫腐烂了。失望之余，它们继而飞去找装着坚果的食盘，发现坚果完好无损。

另一半松鸦待遇较好——它们“餐盘”内腐烂的小虫提前被研究人员换掉了，所以，当它们飞去时，盘里的小虫是新鲜的。它们很高兴地就餐，并认为藏好的小虫一直都能保鲜。

而后，研究人员做了两组测试：首先，让松鸦藏好食物后，当天就去找，所有松鸦都先去寻找小虫，因为小虫显然比坚果要美味得多。松鸦想：“时间还不长，小虫不至于腐烂呢。”

接着，科学家进行另一组测试：让松鸦藏好一批新的食物，这次过了五天后才允许它们去寻找。此时，松鸦的行为出现了差别。那些经历过小虫腐烂的松鸦，不再先找小虫，而是直接去找坚果，好像它们想起了上次藏食物五天后，找到的小虫都腐烂了。而另一半没有经历过小虫腐烂的松鸦却急急忙忙先去找小虫了——它们认为小虫是不会腐烂的。

可见，松鸦不仅可以记得事件的发生地点，时间和储藏的食物种类，还可以回想过去发生的事情，从经验中总结教训。

## 鸟儿防盗术

不仅能够预测未来，回忆过去，有些鸟还有预知食物是否被盗的能力。它们在储备食物时，会避免和那些偷盗成性的鸟儿一起藏坚果。因为它们知道，这些品行不端的鸟儿事后很可能会把自己埋藏的坚果偷掉，那样的话，到了冬天，自己便没有吃的了。

如果藏坚果时，不幸被其它鸟儿看见了。不久，这只松鸦就会飞回去，把坚果刨出来，再换个地方藏起来，以防不测。

松鸦的这种防盗行为还可细化到针对每个偷窥者。它们对每个偷窥者有很好的记性和辨别力，能够记住是哪只同伙看见它在什么地点，什么时候藏食物，所以，它会针对不同的偷窥者做出不同的反应。

英国剑桥大学专门从事实验心理学的尼科拉·克雷顿等给几只加利福尼亚松鸦，也称灌丛鸦（western scrub jays）一些储备食物的机会，但却安排另一只松鸦在旁边观看——也就是偷窥。偷窥的情况可能是以下三种中的一种：1）偷窥者比储物松鸦地位高；2）偷窥者比储物松鸦地位低；3）偷窥者是储物者的伴侣。还有一种情况，偷窥者和储物者之间彼此看不见，它们中间隔着一块不透明的隔板。这时，储物松鸦就不用担心被偷窥了。

待储物松鸦贮存好食物，让它去其它地方耍一耍，过段时间，再飞回刚才贮存食物的地方，这时它会如何做呢？

人类若是不得已在别人眼皮底下藏了自己的宝物，一旦有机会独自行动时，首先想到的是赶快把宝物刨出来，换个地方再藏，这样才安心。但如果被自己的伴侣看见了，就没有必要兴师动众了。

小小的松鸦居然和人想得一模一样。虽然硬着头皮在偷窥者面前贮存食物，但是一旦再次飞回来，它们当即见机行事。当发现偷窥它的鸟儿的地位比它高时，越倾向于转移宝物，重新储存。而且，它们喜欢在离偷窥者较远的地方储物。但当偷窥者是松鸦的伴侣或根本没有偷窥者时，松鸦便不再重新储物。

克雷顿他们又设计了另一组有趣的实验，他们先让偷窥者观看松鸦储藏食物，然后给后者提供重新储物的机会。和上一个实验略微不同的是，在松鸦重新藏食物时，也让其它鸟儿观看，一是让刚才的偷窥者看，二是让另一只陌生鸟儿观看。这时，令人惊奇的是，松鸦能够记得谁曾经偷窥过它，对于先前偷窥过的鸟儿，它毫不犹豫将储存的食物刨开进



行二次储藏——反正偷窥的鸟儿见自己一会儿藏这儿，一会儿藏那儿，八成会昏头的，而自己对储物的顺序却是不会混淆的。对于观看的陌生鸟，就没有必要更换储物地点了，那样不反倒成了“此地无银三百两”了吗？

这是人们首次发现拥有小小脑袋的鸟类，能够像人类一样防盗，并且见机行事。

年幼的鸟儿因为缺乏经验，分不清利害，所以胡乱储藏食物，它们要经历数次坚果被偷盗的痛苦后，才会逐渐学会慎密而有计划地储藏食物。

鸟类的这种行为在我们小时候看的童话书中屡屡出现，童话书中的动物都是拟人化的，具有和人一样的性格。然而，事实上，只有某些动物具备人类的某些特质，这些动物的种类，以及它们所具备的人类特质，都是相当有限的。松鸦是目前公认的能够预测并计划未来的鸟类之一，猩猩也有一定的计划能力，此外，人们发现大鼠和鸽子似乎也能够预测未来。

#### 问题 1

人类是否天生就具备预计未来，为未来做准备的能力？

#### 答案

儿童到了 2 岁左右，才开始明白什么是“未来”，从而将未来和现在相区分。到 4-5 岁时，才尝试为未来的事做一点计划。

#### 问题 2

每年十一月份左右，从西伯利亚飞来的红嘴鸥成群结队光临四季如春的昆明，降落在滇池和翠湖，直到整个冬天过去。大象会在干旱时节长途跋涉寻找水源，某些鱼类会在繁殖季节跨地球洄游。小小的蚂蚁在“嗅”到空气中的不稳定因素后，会在下雨和地震之前做出准备，以免灾难来临及时逃生。这些迹象是不是表明鸟儿、大象、蚂蚁也有预测能力呢？

#### 答案

当我们无法解释这些现象的时候，就把它们认作是动物的本能，在我们的心底，也许有着“大人类主义”思想在作祟吧。但是，某些动物确实具备人类所缺乏的特点，在嗅觉

灵敏度上，人类远不如狗和蜜蜂。但在较高层次的意识、认知范围内，人类却占了绝对优势。这也是人类虽属于动物，但又区别于动物的原因之一。

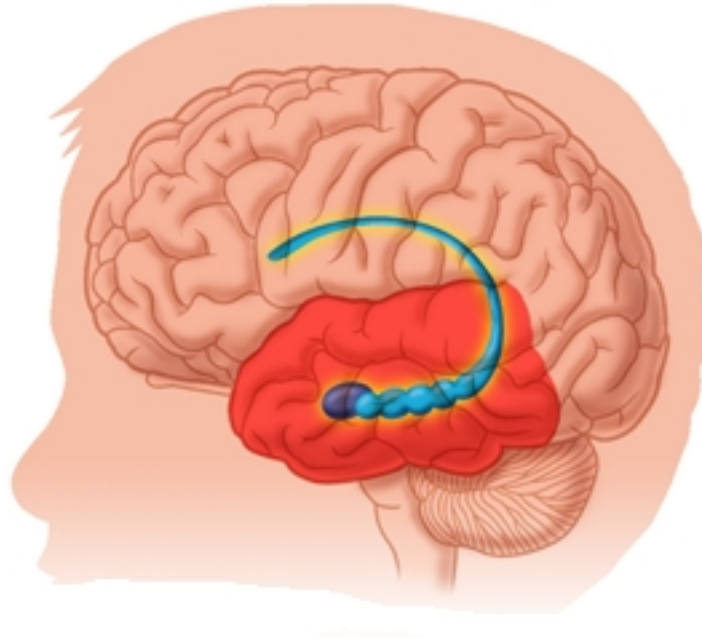
## 小贴士

### 海马与记忆

我们通常说的海马是海洋中的一种小动物，头部像匹陶瓷小马，身子弯曲呈倒S”，尾部狭细，活像一只只马头细尾的小精灵。我第一次在悉尼动物园看见这种小生灵时，就喜欢上了它。它们静悄悄地悬浮在水中，小巧而精致。平时我们见到的鱼都是横躺身子，在水中游，海马却是“站”在水中，微微上扬它小马一般的头，非常高雅娴静。

在我们大脑中，有一块脑结构形状有点像海洋中的小海马，所以被称为“海马”。1957年，美国一个病人患有慢性癫痫，经手术切除了包括海马在内的颞叶脑区。手术后，在这个病人身上出现了一系列奇特的变化：他再也记不住手术后听到或看到的新的信息，但是对很久以前的事情仍记忆犹新。他记得从前住过的地方，现在搬了家后却经常走错；记得童年时听过的故事，对现在反复讲给他的事情却总是第一次听说；记得父母的姓名，却记不住新认识人的名字。仿佛手术剪断了他的记忆之线，手术前的记忆尚储存在大脑中，保留完好，但是，新的记忆被卡在大脑外，再也进不来了。由此，科学家开始注意到，海马在学习记忆中必不可少。这个病人也成为日后著名的“H.M.”病人。

在进化历程中，海马这块脑区很保守，普遍存在于脊椎动物脑中，是一块“学习记忆的脑区”。此外，海马缺失使得人类对未来的计划缺乏想象力。



图示：环状部分为人类大脑的海马

### 什么是条件反射？

上大学期间，我父母在北戴河疗养，我趁暑假也到那里和他们会合。

在海边，我最喜欢做的一件事，就是用手指头去轻戳一朵朵小海葵。花儿一样的海葵爬满海边的石头，一半浸泡在水里，一半露出水面，在阳光下像晶莹剔透的薄瓷器。只要用手轻轻一碰，它们就迅速萎缩，无一例外地喷射出水柱。水柱很壮观，大有直冲云霄的势头，活像一把把埋在水下的小水枪在喷射。最令我高兴的是，这样的水枪屡试不爽。身躯娇小的海葵要把水柱送到空中六、七厘米的高度，确实需要很大的力量。它们这样做既是为了保护自我——把体内多余的水分排出，使身体瞬间“蒸发”；同时，也给入侵者一个惊吓。

憨厚可爱的小海葵绝对想不到，自己迅捷的排水反应正应了地球上几乎所有动物都会的——条件反射。

条件反射虽然自生命 40 亿年前出现时就已经存在，但是直到 1990 年初，俄国生理学家伊凡·巴甫洛夫（Ivan Pavlov, 1870—1932）才在实验室证实了这个现象，并把它命名为“条件反射”。

实验其实很简单。当我们把肉块扔给狗，狗会马上分泌唾液，以准备随时参与消化。如果在狗得到肉块的同时，给它听“嘀呤呤”的铃声作为条件刺激。多次之后，即便没有

肉块，只要一听到“嘀呤呤”的铃声，狗就会反射性地分泌唾液，它以为铃声一响起，肉块就来了。

巴甫洛夫做得最精彩的是用导管将狗分泌的唾液引出来，收集到一个小瓶内，于是获得唾液和铃声之间的定量数据。他发现狗把铃声和肉块两者相互联系，建立了条件反射。

这种条件反射称为经典条件反射，几乎所有学习记忆都以此为基础。巴甫洛夫在 1904 年获得诺贝尔奖。

还有一种条件反射是操作式条件反射。它比经典条件反射稍微复杂。它要求动物通过一定的努力，去做点什么，才能获得食物奖励。而不是仅仅听见铃声就可能得到肉这么简单。美国行为主义心理学家伯尔赫斯·弗雷德里克·斯金纳（*Burrhus Frederic Skinner*, 1904—1990）设计了有名的“斯金纳箱”。在箱内，大鼠必须用手爪按压某根横杆，鸽子必须用嘴喙啄击某处，才能得到食物。这个过程需要动物明白，只有付出劳动，才会有收获。

#### 问题 1

训练大鼠一旦用手爪去按压一根压杆，就可获得食物奖励。大鼠很快学会了，那么，大鼠主动去压杆，以获得更多的食物奖励，是否意味着它们有计划未来的能力呢？

#### 答案

大鼠只是为了即得的利益，才去压杆，它的行为是为了解决当前的饥饿，并非为未来做长久的打算。大鼠通过学习，将压杆这一行为和奖励联系在一起，建立了条件反射。一旦大鼠吃饱，就停止压杆。所以，这一行为并不表征大鼠具有预测和计划未来的能力。

#### 问题 2

如果让大鼠在一个箱子里，总是饥肠辘辘，没有食物吃。而在箱子之外的其它地方，却提供充足的饮食。如此反复多次，再将它们放回箱子内，这时在箱子里提供了丰富的食物。我们发现大鼠在箱子里吃的食物量要多于在其它地方吃的食量。提示：大鼠是不是可以预见：箱内有可能又像从前一样缺食短粮？所以才拼命多吃，以防万一？

#### 答案

并不能认为大鼠就有预见能力，有可能它们把箱子和饥饿的感觉联系在一起，形成了

条件反射。一旦进入箱子，就觉得饥饿，所以才要多吃。

## 2. 鱼儿会推理吗？

无论大堡礁的鱼类，还是鱼缸里的鱼儿，仿佛都过着一种与世无争的安静生活。我常常看着鱼缸里，悠然自得、飘逸地游着舞着的鱼儿，问自己：它们沉默不语的外表下面，是否藏着活跃的思想？它们会透过玻璃缸欣赏外面的风景吗？它们能否感到欢乐，抑或悲伤？

我也总回想起大堡礁那个黑暗神秘的世界……那是个绝不亚于陆地精彩的绮丽世界。作为其中生活的主角——鱼类，它们是否也像我们人类一样，拥有各种想法和出色的思维呢？

最能体现思维能力的是逻辑推理。我们在幼年时期，就会根据一些已有的现象或线索，做一些推理。比如小孩察觉爸爸听妈妈的，妈妈又听姥姥的，所以，他得出结论：全家人都得听姥姥的，因为“姥姥最有权威”——他也许并不知道自己已经开始运用思维的精粹——推理、推断能力了。

传递性推断能力（transitive inference）是指当你看到  $A > B$ ， $B > C$  时，很自然就可推导出  $A > C$ 。心理学家皮亚杰认为，7 岁以上的儿童开始具备传递性推断能力——随着社会的发展，这个年龄可能会提前。那么，动物呢？

人们惊讶地发现，具有传递性推断能力的动物包括：鸽子、蓝头松鸦（Pinyon jay）、大鼠、松鼠猴、猕猴、黑猩猩等。之所以称为推断，而非逻辑推理，是因为动物的这种能力很简单，也很低级。但尽管很肤浅，科学家也能够在这种初级的推断能力中探寻到人类逻辑推理能力的起源。

在动物上，通常可以这样设计：给它们呈现 A，B，C，D 和 E 等 5 种不同的食物奖励，奖励程度为： $A > B$ ， $B > C$ ， $C > D$ ， $D > E$ 。选择 A，将得到比 B 多的食物，选 B，将获得比 C 多的食物……以此类推，越往后，食物奖励逐渐递减。随后，再让它们比较 A 和 E，或 B 和 D，从中选出食物多的一方。

这个方法从 1981 年发展起来，可用于测试动物传递性推断。鱼、大鼠、鸟、黑猩猩都可以成功地完成这项任务。

社会性动物还会凭借传递性推断能力，确定彼此的地位卑尊，避免因确定地位而可能

发生的争斗，造成不必要的能量浪费。

几年前，美国科学家发现普兰色的蓝头松鸦可以察言观色同伴吃食时的神态，依靠传递性推断方法，给它们的地位依次排顺序。

地位弱的鸟和地位高的鸟在食盘的面前，行为明显不同。地位高的鸟往往直视对方，摆出一副居高临下的模样，誓死捍卫眼前食物，不准入侵者靠近一步。地位低的鸟诚惶诚恐，四处张望，眼睛不敢直视地位高的鸟，不时发出乞讨的叫声，总是像小偷一样，趁对方不注意，快速吃上一口。由于这项实验的前提是使鸟处于轻度饥饿状态，所以，在食盘面前，两只鸟的地位一目了然。

鸟儿们一对一对地在食盘面前比拼，科学家让另一只鸟——姑且称为时局观察员，在一旁看它们比赛。鸟观察员根据各只鸟的表现，能否断定它们地位的尊卑呢？结果令人兴奋，当观察员观摩完所有的比拼后，研究人员把观察员鸟和最强势的鸟放在一起，观察员马上表现得卑躬屈膝，唯唯诺诺，不敢上前取食。而一旦与失败者在一起，则趾高气扬，吃得多而且吃得放心。说明，作为观察员的鸟儿通过审视两两配对的鸟之间的神情，就能推断孰尊孰卑，以及时调整自己的态度，不必亲临战斗，避免了为彼此较量确定地位而浪费精力。

看来，鸟儿也象人类一样很“势利”。近来，科学家惊讶地发现，沉默的鱼儿也同样“势利”。

慈鲷（*Astatotilapia burtoni*）是一种来自非洲、领土意识很强的小鱼，雄鱼通过争斗来决定领土范围和食物拥有及交配权。斯坦福大学的研究人员为了研究这种小鱼是否有传递性推断能力，组织雄鱼观察员旁观了几场别开生面的决斗。决斗由 5 个队员组成，也就是 5 只雄性的从未谋过面的慈鲷，分别编号为 A, B, C, D, E。5 位选手在一个环形的水槽中两两比赛，观察鱼则被安排在环形水槽的中央，和比赛的选手之间用玻璃隔开，透过玻璃，它不可能漏过任何决斗场面。

比赛结果是 A 胜 B, B 胜 C, C 胜 D, D 胜 E，也即是  $A > B > C > D > E$ 。待观察鱼全盘观阵后，让这位旁观者和胜利者 A 鱼及失败者 E 鱼相处，这时，研究人员发现，旁观者多倾向于围着失败者 E 鱼打转——所有鱼都害怕强大的胜利的鱼，情愿与弱势鱼相处，因为冲突少些，会更安全。当让它与处于中间地位的鱼 B 和鱼 D 相处时，旁观者也更喜欢靠近地位更低的 D 鱼——人类也倾向于和比自己弱的人交往，因为感觉会更愉快、更轻松，而面对强势的人，人们总是把他们当作竞争对手而非朋友看待。

令人惊异的是，慈鲷鱼只观看了比赛，就记住谁是胜利者，谁是失败者，并将谁尊谁

劣依次排了名次，这确实需要一定的推断能力才能做到。

在鸽子和乌鸦上，也有类似的发现，当把 A, B, C, D, E 这 5 种不同的颜色和一定量的食物相匹配。比如，A—红色，此处有最多的食物；B—绿色，有比 A 较少的食物；C—黄色，有比 B 较少的食物，D—蓝色，食物比 C 处少……，如此类推，E 所代表的紫颜色有最少的食物。随机选取两种颜色和相应的食物匹配，训练鸽子或乌鸦，它们很快学会了  $A > B$ ,  $B > C$ ,  $C > D$ ,  $D > E$ 。即在“A 红色”和“B 绿色”之间首先选择红色，因为红色代表的食物多于 B 绿色代表的食物。在“B 绿色”和“C 黄色”之间选择 B 绿色……。待动物学会后，再给它们分别呈现不同的组合 A 和 C（红色和黄色），A 和 D（红色和蓝色）。最后，鸟儿们一致选择 A—红色，因为在红色那里有最多的食物。

#### 问题 1

动物学会辨别哪种颜色代表哪种食物后，给鸽子和乌鸦呈现 B 和 D（绿色和蓝色）时，它们的选择是怎样的呢？

#### 答案

鸟儿选择 B 绿色，因为它们知道  $B > D$ ，在 B 绿色处有比 D 蓝色更多的食物。

#### 问题 2

大脑内的海马对学习记忆负责，在传递性推断能力上它也有贡献吗？

#### 答案

实验表明，海马对传递性推断能力也非常关键。传递性推断能力要求大脑捕获新的不同片断的记忆，比如  $A > B$ ,  $B > C$ ,  $C > D$ ……，然后将它们整合成一条有逻辑线索的记忆路线  $A > B > C > D$ ……。如果记忆的部位——海马受到损伤，那么动物将无法进行学习、整合，更无从提取，所以将无法进行相应的传递性推断。

## 蜜蜂推理欠周全

脊椎动物有传递性推断能力，在无脊椎动物中又是怎样的呢？

蜜蜂是一种可爱而勤劳的无脊椎动物。我经常看到小蜜蜂在蜂箱的入口处忙忙碌碌，好像有一种巨大的力量在它们背后无形地驱使着，使它们马不停蹄向蜂巢搬运花粉和蜜汁。偶尔，蜂箱里出现了陌生的外来客，它们也不管，仍低头辛劳，仿佛这一生已经一次性上足了发条，没有动力的时候也就是垂暮之时。

偶尔光顾它们蜂巢的还有其它种群的蜜蜂，它们钻进蜂箱，偷吃完蜂蜜后，便饭饱酒足地离去。第二天，它们还会来。奇怪的是，小蜜蜂们丝毫没有察觉。如果是聪明的动物，它们可能会这样想：外来妹不劳而获，粮仓蒙受损失……。接下来可以推断：后代怎么办？难道让它们面临饥饿？我们不该把这些侵略者赶出家园吗？但事实上，蜜蜂听之任之，只要不危及蜂王的地位，小偷小吃似乎没有什么大惊小怪。更有甚者，当外来户发展到一定规模，蜂巢原来的户主还会主动和这些移民和睦相处，分国而治。

蜜蜂真的只会一根筋低头劳动吗？

法国专门从事蜜蜂认知研究的马丁·基沃珐很想知道蜜蜂是否有推理能力，他按这样的顺序训练蜜蜂： $A>B, B>C, C>D, D>E$ ，不出所料，蜜蜂很容易学会了。

在蜂巢不远处放置一个 Y 型迷宫——一条直线通道末端连通 2 个臂端，其中一个臂端内有一个盛了糖水的小碗，另一个臂端内什么也没有。通道中央向左向右各有一扇小门，蜜蜂可以从这些小门飞进臂端。

一步一步把蜜蜂引进迷宫后，它很快就会在 2 个臂之间做选择，糖水显然更具吸引力。但是，要给它提供什么样的线索，好使它知道哪个臂端内有糖水呢？——蜜蜂在通道内飞行时，看不见哪个臂端内有糖水。即便飞到那扇小门，也看不到里面，因为门内侧有块挡板，刚好挡住了它们的视线。研究人员在左右两扇小门处各贴了不同的图形，左侧是一个圆形，右臂处是一个方形。如果看见圆形，就飞进左边这扇小门，那么，在门后将有糖水等待。而通向右端的臂端什么也没有。

根据递推原理，当 Y 型迷宫分岔口分别贴有 A 和 B 不同的图形时，A 处通往的臂端有糖水，B 处没有；当贴着 B 和 C 图形时，B 图通向的地方有糖水，C 图没有糖水；以此类推，若是 C 和 D 图形，表示 C 有糖水，D 没有；D 和 E 图形时，D 图形通向的臂端有糖水，E 却没有。在四组训练结束时，蜜蜂很快就学会了分别飞向通往糖水的 A，B，C，D 图形的小门。



然后，基沃珐给蜜蜂变换游戏规则，这时，在迷宫分岔口处只给蜜蜂呈现 A 和 E，或 B 和 D 图形，让其做选择。结果，蜜蜂在第一组测试中，明显飞向 Y 型迷宫中的 A 图形，而忽略 E 图形，说明它们能够记住 A 处有糖水，而 E 图形后面总是没有奖励，这和训练时的情形是一样的。然而，在第二组测试，当 Y 型迷宫分岔口贴上 B 和 D 图形时，蜜蜂却无法区分两个图形中哪个图形通向的臂端有糖水。因而，它们飞向 B 和 D 小门的次数一样多。说明，它们的推理能力还不如鱼儿、鸟儿强，在它们看来，B 和 D 图形在训练时，有时有糖水，有时又没有。蜜蜂们对此很糊涂，理会不到其中的递减关系，便无从推理。

#### 问题

慈鲷鱼观看了其它 5 条鱼的决赛后，主动和弱者亲近，是否完全是因为它记住了 5 条鱼的胜负顺序，而推理判断出哪条鱼是败者？还是因为胜者和败者在游泳的动作和神色上不同，从而使观望者一眼就能看出孰地位尊卑？

#### 答案

不能排除后者。刚刚战败时，失败的鱼在体色上不如胜利者光鲜，独自恢复一段时间后，两者的体色就一样了。败者和胜者的地位是相对而言的，在与其它鱼相处时，败者可能就上升为胜者，胜者可能降为败者。所以，地位并非一成不变。但是，当把观察鱼分别与胜利者鱼 A，或失败者鱼 E 放在一起，观察鱼与它们彼此之间从没有打过交道，按理，它们的地位需要重新决斗才能定下来。但观察鱼却采取避重就轻，明哲保身的策略，不能不说它聪明。同时我们也不能否认也许败者 E 鱼在很多鱼儿，包括观察鱼面前都有一副自卑的神态，所以观察鱼对它盛势凌人，这确实只有鱼儿自己才知道。

### 3. 因果关系

小学时，老师给学生造句最多的一个是：因为……所以……。“因为爸爸妈妈爱我，所以我要好好学习”，反过来，“我要好好学习”，原因却很多，爸爸妈妈爱我只是其中的一条。这样的因果关系存在双向性，但是方向的两端却不一定对等。

动物也有因果概念吗？它们能否从“因”联想到“果”，或者反过来，从“果”推出其中的一个“因”呢？

很多哺乳动物、鸟类和爬行类动物在某些目的的驱使下可以完成一定难度的任务，被称为目的指导的行为。例如大鼠压杆就可以获得它们喜欢的食物，它们一旦发现这个规律后，就会不停地压杆，以获得更多的食物。这是典型的由“目的”指导的行为。它们知道压杆将导致的结果。当然，这是一个操作式条件反射的过程。

鸽子也会努力通过劳动来换取食物奖励。但是，仅仅这样，能否就断定它们可以从“因”推导出“果”，或反之亦然呢？

动物可能会知道大的石头比小的石头更容易砸断树枝，但是，当它看见一块大石头压着一棵植物时，它绝不会像人类一样，推断这棵植物可能被石头压倒了。大多数情况下，黑猩猩没有人类这样的好奇心和勤于思考的习惯。它们和其它动物一样，整天只对食物感兴趣，凡是与食物相关的任务或情景，它们都能积极去执行或记忆。所以，有学者认为：动物与人类相仿的地方非常有限，因为它们的出发点只有简单的食欲这一项，而人类要求的显然远远大于动物所要求的，因而决定了人类拥有很多动物匮乏的较高等的能力，因果关系的推理能力就是其中之一。

#### 4. 活学活用

一些动物能从具体的事例中抽提出抽象的规律，再“活学活用”到以后的学习任务中。“活学活用”的本领是我们人类的特长，最常见的是，在语言学习中，我们需要掌握“主—谓—宾”等语法规律，将各种词汇按这些语法规则串联起来，组成一个个新的句子，表达自己所思所想。

2008年3月底，英国科研人员在《科学》杂志上披露，大鼠可以学会一些简单的规律，最令人惊叹的是，大鼠还可以将刚学会的规律运用到新的任务中，完成“通用规律转换”。

实验时，人们在大鼠置身的环境中，突然给它们“亮—暗—亮”，或“暗—亮—暗”的光照刺激，这时的光亮模式是XYX。如果是“亮—亮—暗”或“暗—暗—亮”，规律则变为XXY。与之类似，还有一种规律是YXX，即“暗—亮—亮”或“亮—暗—暗”。

科研人员训练动物学习3种规律中的1种，比如学会第一种规律“XYX”，就有食物奖励，而遇到其它两种规律时，就没有食物奖励。实验结果是：大鼠很快学会了掌握规律。只要碰到与食物相关的“XYX”规律，无论是“亮—暗—亮”，还是“暗—亮—暗”，都会把头伸出去等待享受美食。

这时，科学家们要转而检测动物是否具备“规律转换”的本领。

他们给大鼠换了一种刺激，将光亮信号换为不同频率的声音信号。使一组大鼠学会XYX规律，也即是听到“3.2千赫兹—9千赫兹—3.2千赫兹”声音时，即有食物奖励。待大鼠学会后，再给它们听“12.5千赫兹—17.5千赫兹—12.5千赫兹”声音。这时，虽然声音刺激的频率和上次不一样了，但是规律依然存在——仍是“XYX”。结果令人振奋：大鼠迅速从不同的声音顺序中找到规律，把头伸了出去等待美食降临。

可见，大鼠凭借其视觉和听觉的超强辨别能力，能快速学会某些规律，并将发现的规律灵活用于新的场合。在这个意义上，大鼠确实和人类一样聪明。

不仅大鼠，小蜜蜂也能够“活学活用”。给蜜蜂训练看一些图形，它们会在图形中归纳总结出线条的方向是垂直，还是倾斜，以及图形是否对称等信息，随后运用到新的图形辨别任务中。即便面对它们从来没有见过的图形，它们也会根据先前的经验，一眼将方向或对称性一致的图形辨别出来。

鸽子、啮齿类动物（如大小鼠）、非人灵长类动物（如猕猴）等脊椎动物能做的延缓配对作业，在蜜蜂上也可以顺利完成。并且，最惊奇的是，蜜蜂可以区分前后线索相同与否。也就是说它们有“相同”和“不同”的概念。然后将其用于新的任务中，解决新的问题。

这也就是我们常说的：活学活用，现蒸现卖。

蜜蜂还能够“先入为主”。

当给蜜蜂看两个分别凸现在一堆碎片上的图形，例如一个环形，一个实心圆，因为它们有立体效果，我们必须眯起眼睛才能看出浮在碎片上的环形或实心圆，否则，图形就隐藏在碎片中，根本看不出来——想必很多人都有看立体图形的经验。但是，蜜蜂能像我们一样眯起眼睛来看这类图片吗？答案显然是不能。然而，经过合理的训练，蜜蜂也能分辨立体图形。怎样训练呢？科学家先给蜜蜂看在空白干净背景上的环形和实心圆，待它们熟悉后，再让它们看藏在碎片中的环形和实心圆图形，这时候，蜜蜂就能很容易从碎片中找出图形了。这个现象在生物界被称为“自上而下”的调节，也就是说，在我们完成某项任务时，“先入为主”的经验很重要，我们先在脑中有了圆形和环形的“经验图”，待遇到新的任务时，大脑会调用这个“经验图”，套用到新任务中，从而把藏在碎片中的图形找出来。

有趣的是，当我给猕猴做类似的实验时，它们能很快区分白背景上的圆形和方块，一旦突然给它们看背景为黑色小碎片的圆形或方形时，它们反倒被吓着了，不敢伸手去选择。看来，智力的高度发展也带来了一个后果——小心谨慎。猕猴的谨小慎微是出了名的，尤其

当面临选择食物的时候。

相反，小蜜蜂要胆大得多。但是澳大利亚的朱老师也告诉我，小蜜蜂一开始也会被变化的图形吓到，它们兴冲冲飞到迷宫口，正准备按原计划钻入通道，去喝糖水。但是，突然发现路口的路标不再是原先的圆形，它“腾”地一个回闪，在空中停住，第一个念头是打道回府，但是天生不轻易放弃的性格又使它犹豫了，要不再冒险去前方看一看？盘旋几个回合之后，小蜜蜂终于经不住糖水的诱惑，它开始认真观察，于是发觉前方黑色小碎片底板上隐约浮现着先前见过的圆形，接着又联想到先前的圆形后面隐藏着甜蜜的糖水，所以，勇敢的小蜜蜂奋不顾身地冲着这个貌似可怕的图形飞了过去。最终，它如愿以偿地喝到了糖水。

### 问题 1

在光亮刺激的实验中，是否也有这样的可能——大鼠记住的是光亮刺激的先后顺序，而非规律？

### 答案

确实有这样的可能，所以，科学家又设计了第二个实验，即“规律转换”实验。用新的声音刺激将旧的光亮刺激替换，这时，大鼠原先掌握的光亮顺序已派不上用场。它们只有洞悉共同的规律，才能解决新的问题。

### 问题 2

小小的果蝇也有“活学活用”的能力，如果果蝇先前没有任何识图经验，不能从一堆颜色或形状各异的图形中找出我们需要它挑出来的蓝色三角形。也难怪它们，它们从来没有见过这个图形，如何让小小的果蝇知道我们需要什么呢？

### 答案

让我们事先训练它们，使它们熟悉蓝色的图形，无论形状是圆形或正方形，只要选择蓝色的图形，就给它们奖励。然后，再让它们到那堆五颜六色的图形中寻找，它们就会非常喜欢蓝色，迅速将蓝色三角形找出来。

## 5. 心中的“小算盘”

### 马戏揭秘

当我乘着渡船来到澳大利亚悉尼的塔朗加（Taronga）动物园时，正好赶上一场鸚鵡杂耍表演。那是一种生长在澳洲神奇土地上的巨大鸚鵡，全身披着洁白的羽毛，头顶上高傲地翘着一撮黄色羽毛，弧线形指向天空，如一顶尊贵的“皇冠”，仿佛画家最后的点睛之笔。它们拥有很好听的名字——美冠鸚鵡，葵花凤头鸚鵡。虽然外表高贵文雅，但它们行动起来如小鹰一般敏捷。

在驯兽员的指挥下，它们表演了几个精彩节目。有一个节目令我对美冠鸚鵡刮目相看。驯兽员向大家宣布，现在我们的鸚鵡要向大家展示一项绝活——验钞票！注意了，它只认大金额的钞票，对小额钞票将不屑一顾。请大家把钞票举起来。

观众中有人将不同金额的钞票举了起来，有五元，二十元，甚至五十元，有的还举起了硬币。美冠鸚鵡从驯兽员的手中放飞，盘旋在人群头顶，旋即俯冲下来，将五十元的钞票用嘴叼走。五十元的纸币没有了，它又开始叼二十元的钱币。陆陆续续，它把金额较大的钞票都收集到驯兽员那里，却留下五元的纸币和小额硬币。

我们看得瞠目结舌，无论如何不能将鸚鵡文静洁白的外表和内心的贪财联系在一起。

### 问题

难道美冠鸚鵡真的见钱眼开，能识别钞票上写的数字 5，20，50 吗？

### 答案

美冠鸚鵡根本不知道这些小纸片代表什么意思，更别说金额。原来，不同面值的钞票有不同的颜色和图案，所以，美冠鸚鵡能够区分哪些是五元，哪些是五十元。验钞表演之前的训练中，鸚鵡一旦叼回五十元、二十元纸币，就有美食等候；而如果叼到五元或硬币，将什么也得不到。几经训练之后，鸚鵡就只选择大面值的纸币了。条件反射再一次发挥作用。

在云南野生动物园和电视马戏团动物表演节目里，我也看到，驯兽员把一排写着数字的小木板放在鸟儿或马匹的面前，给它们吩咐几个难题，诸如“把数字 3 叼过来”或“6

减去 4 等于多少？”。然后让它们去小木板面前表演——这和学校里老师叫学生去黑板前解决数学问题没有什么两样。不管我们观众的心情如何紧张，结果往往令人激动，我看过的表演中，动物还没有出过错。

## 问题 1

难道动物真的会做小学生的算术题吗？

## 答案

答案令人失望，动物们也许能够辨别数字，但仅只因为各个数字的形状不一样。它们把数字当作一个个美妙的图案，却不能理解每个数字代表“多少”，更不能做算术题。那么，它们是怎样一次一次顺利闯关呢？

动物从一堆数字中把正确的答案挑出来其实也是一个条件反射过程，当鸟儿或小马拿到一个题目后——通常都是个位数相加减的简单算术题。一般情况下，它们在表演之前已经接受训练多次，对应某个式子，只有一个答案可以得到奖励。很快，它们就知道见到“1+3”这个图形时——注意不是数字，是图形——就要去叼那块画着“4”的牌子。在它们眼中，那些数字都是画在木板上的图形，而动物是图形分辨的专家。所以，这种“算术”能力实际上是图形辨别能力。一旦图形选择正确，就意味着可以享用美食，因而，动物很喜欢这种游戏。

## 问题 2

但是，我们总能够看到，驯兽员一般会让观众现场出题，以避免被怀疑与动物串通之嫌。这种时候，动物也往往能够出色完成任务。新出现的题目有可能是动物从前没有训练过的，那么，它们又是依靠什么来得满分的呢？

## 答案

其实，这其中还是脱离不了条件反射。

驯兽员平时和动物的接触使得他们和动物之间彼此有心领神会之沟通——动物能够敏锐地洞察驯兽员的手势、眼神。判断正确将导致食物的发放，反之，判断失误则一无所获。野生动物园的动物表演中，我看到鸟儿在回答问题时，不是一下子飞到正确答案那里，而是

顺着各个写着数字的小木板依次走过来。它突然停在正确数字的木板前，继而叼起板子，观众一片掌声。大家的注意力都集中在鸟儿的身上，没有注意到站在一旁的驯兽员。我猜测驯兽员做了观众察觉不到的手势，或用特殊的眼神指挥着动物，因而，动物才能出色解决从前没有经历过的题目。

另外，也不排除动物在表演之前接受的训练已经涵盖了观众所能想到的“难题”，因为个位数相加减的算式毕竟是有限的，所以它们有可能事先已经对这些题目耳熟能详。

那么，我们可否得到如下结论，动物不可能识别数字从而也不可能理解数字的含义了呢？

至少在动物表演中，我们否认了动物拥有这样的能力。但是，科学家不甘心，他们努力在实验中，企图发现动物认识数字的蛛丝马迹。情形很乐观，很多动物可以认识小范围的数字。

## 认识数字

人们认为语言和数字的起源有一定关联。文字使我们对数字有了定义，语法使我们将 1, 2, 3 等数字串成一系列算式。语言于是赋予数字生命。

很早以前，一些动物在进化这条长征路上，获得不同程度的语言能力（请见本书第六章），但是，动物对数字的识别，却一直被视为是最后一块贫瘠之地。究其原因，可能和动物粗浅的语言能力有关。当语言还未进化到可以辅助数字能力的时候，数字识别也将非常局限。

但奇怪的是，动物对于一个物体的形状、颜色、大小、明亮度、出现次数、持续时间等，具有很灵敏的辨别能力，原来这些信息攸关生存，是动物的必修课。但是，当面对数字时，它们则力不从心。相对图形，数字似乎不是生存所必需，仅仅只是选修课而已。

尽管如此，人们仍然发现，模糊的小算盘可能或多或少存在于某些动物心中。野外的狮子对 3 只狮子的咆哮显然要比对 1 只狮子的咆哮更为热情。

让我们先看看心中或许存在小算盘的动物。迄今为止，鸽子、鹦鹉、大鼠、海豚、猕猴、黑猩猩、蜜蜂和蜥蜴都在实验室中，被证明可以识别一定的数目。

通过训练，大鼠和鸽子还可以成为会计。例如，当我们要求大鼠在按压一个按钮 4 次



后，即可得到食物奖励，大鼠基本可以正确完成这样的操作。大多数情况下按压 4 次，少数徘徊在 3 次或 5 次。然而，如果要求它在按压按钮 24 次后才能得到食物奖励的话，通常它们的按压次数只在 20-30 次之间，处于不确定状态。说明，动物对大数字的认识只局限于“大约”这个概念，不能精确化，对较小数字的认识相对精确些，但只局限于 4 以下的数字。

黑猩猩的识数范围略大于鸽子和大鼠，它们可以识别数字 1-9。日本京都大学的灵长类研究所豢养的明星黑猩猩“艾”(Ai)，从 6 岁起，开始学基数。不久，它就能按照 1→9 的顺序，用手依次触摸电脑屏幕上的数字，成功完成游戏。不仅能做基数数字，它还能做序数（第一，第二……）。

艾要同时记住数字的递增顺序，这可难不倒它，它的理解力和排查能力都不弱，要不怎么是明星呢？令人头痛的游戏在后面。

艾像往常一样，在屏幕上找到数字“1”，用手指尖轻轻一碰。突然，屏幕上其它数字一下子都覆盖了一块块小饼干一样的白色方块。“饼干”把数字严严实实捂住。艾一下子慌了神——刚才那些数字藏到哪里去了呢？它迟疑片刻，定定神，开始仔细回忆屏幕上最初显示的数字的位置。“2”似乎是在这块饼干下面——用手轻轻一触，Yes!“2”从饼干下钻了出来。那么，“3”呢？这确实难坏了艾，它努力凭借记忆，将方块下面藏着数字，按照升序顺序，一个个摁出来……它不能将 9 个数字全部做对，实际上，当做到 5 个数字时，成功率就只有 65%了，而做到 4 个数字时，几乎可以全做对，正确率高达 95%。艾给 1-5 个数字排顺序的能力和人类学龄前的儿童差不多，或者比儿童更厉害一些。值得高兴的是青出于蓝胜于蓝，艾的儿子“步”后来者居上，认识数字的能力远远好于它的母亲。

更有甚者，最近，日本科学家松泽哲郎和同事发现，黑猩猩记忆数字的能力强于人类。还是用测试黑猩猩同样的方法，研究人员让黑猩猩和大学生看一台电脑屏幕，屏幕上闪现 1-9 数字，它们分别随机出现在屏幕的不同位置。五分之一秒后，当被试触摸第一个数字时，其它数字便霎时覆盖上白色的小方块。这时，黑猩猩和大学生被要求按照上升顺序，凭记忆将其它数字 2, 3, 4, 5……用手指依次点触出来。他们只有牢记刚才数字所处的位置，才能很好地完成这项任务。

“艾”的儿子——七岁的黑猩猩“步”，轻而易举做完 8 个数字的寻找任务，成功率达 80%，速度非常之快。而日本大学生却只有 40%的成功率，比黑猩猩笨多了。

可见，在某些智能测试中，受过高等教育的人类还不如凭直觉行事的黑猩猩。松泽哲郎认为，在人猿相揖别后，人类的大脑向着处理更高级的符号的方向发展，从而忽略了对

于简单符号的处理能力。因而，黑猩猩乘虚而入，终于盼来了胜过人类的时刻——在数字记忆上比人类略胜一筹。此外，在面孔识别能力上，黑猩猩也表现得比人类好，当把面孔照片头朝下倒置，黑猩猩对这些照片的辨认能力比人类强。

不仅如此，给黑猩猩看一些面孔，同时将各种声音分别和不同的面孔照片相匹配。如此训练黑猩猩数次后，让黑猩猩听其中一种声音，它们就能够准确地选出和声音相配对的脸孔照片。这说明黑猩猩对面孔的识别能力相当高。其实，面孔对于黑猩猩来说，也许是另一类图形，所以它们对此很敏感。快速识别图形是为了在自然界中快速寻找食物而发展起来。

问题（12岁半的女儿提出来的）

黑猩猩也许不是对数字以及数字的升序或降序敏感，而是把“1, 2, 3……”看作不同的图形，并记住它们的位置，因为人类的发展不需要这些能力，所以在进化中淘汰了这样的能力。但是，记住物体的形状和位置，对于黑猩猩在野外觅食求生很重要，所以它们运用这样的技巧变得比人类好。

答案

马戏团的动物们采取的就是这个办法，把数字当作图形，我们不能排除黑猩猩也可能使用了这个策略。但是，对于我们的近亲，我们还是期望它们能够更聪明一些，将数字和图形稍微有所区别。

## **追求更多的**

在银行里，我们很容易根据屏幕上的指令，通过触摸其上的图片，得到想要的信息。黑猩猩的手指也像人类一样，可以灵巧触摸屏幕上的图片。但并不是所有动物都能像黑猩猩一样手指灵巧，在屏幕上从事数字游戏。碰到这种情况，我们只能看动物在“多”和“少”两者之间如何选择，从而窥探它们心中的小算盘。动物是不是像我们人类一样也总是追求更多呢？

黑猩猩在实验员递给它两个食盘时，会从中挑选糖丸较多的那个食盘，但是，并非所有的“多”和“少”它们都能够鉴别，当两个食盘中的糖丸数目接近时，就没那么容易了。

对于我们人类，如果在两个无法用眼睛直接判断出多或少的食盘面前，我们能想到的方法是，数一数两个食盘里的糖丸数目，就可以知道孰多孰少了。然而，对于黑猩猩，这却是不可能的。那么，它们能辨别的最低底线是多少呢？

还是和数字 4 有关，4 仿佛是一道无情的分水岭，把小数目的精细计算和大数目的模糊计算断然分开，也将可分辨的比例区分开，更把动物梦想变得和人类一样聪明的希望断绝了。

在蜜蜂畅游的 Y 型迷宫，藏有糖水的入口处贴上数目不同的圆点，训练蜜蜂见到 2 个和 3 个圆点时，选择 3 个圆点的入口。然后再给入口处换上 3 个圆点和 4 个圆点的标志，结果小蜜蜂很精明地选择“多”数目的那一端，于是喝到美味的糖水。但是，如果将标志换成 4 个以上的圆点，比如 4 个和 6 个，5 个和 6 个，小蜜蜂就眼花缭乱，再也辨不清哪边是数目多的，哪边臂内有糖水了。

脊背火红的蜥蜴(*Plethodon cinereus*)，长得小巧漂亮，它们很喜欢畅游迷宫。迷宫两端各有一个透明的玻璃管，左管内飞翔着 3 只果蝇，右管内有 2 只果蝇。大多数蜥蜴毫不犹豫选择果蝇多的那一端。同样，当玻璃管内的果蝇数目多于 4 之后，比如左管内有 5 只果蝇，右管内有 7 只果蝇，它们就稀里糊涂，不知所措了。

亚洲象在判断数目多少上技高一筹。它们能够挑出哪个筐内的香蕉和西瓜多，而且将数目扩大到 6。除了可以区分 6 和 2，5 和 3，6 和 5 哪个多之外。它们还能在看不见的情况下，仅靠听声音来判断哪边水果多。

日本东京大学的学者将瓜一个一个往筐里扔。一旦往左边筐里扔瓜的“咚咚”声多于右边筐里的“咚咚”声，即便看不见筐里到底有多少水果，大象还是直奔“咚咚”声多的那个筐。它们居然可以听出 5 声“咚咚”和 3 声“咚咚”，甚至 6 声“咚咚”和 5 声“咚咚”的差别。可见，亚洲象还能在心中默算，比较哪个多哪个少。

新西兰有一种墨蓝色的知更鸟，仿佛长着一双透视镜，它们对树桩里的小虫明察秋毫。新西兰学者就在一段树桩上挖两个洞，在洞里放上不同数量的蠕虫，然后用树叶将洞盖起来。这种机灵的小鸟居然清楚地记得哪个洞里的虫子多，继而飞赴那个树洞。

所以，你可不要以为动物没有头脑，其实有时候它们和犹太人一样精明，在追求更多上，它们毫不含糊。

“追求更多”原则不仅在自然界动物中得到推广，在人类婴孩中也能发现。没有接受任何人的教育，婴儿天生就抱有“多占多得”的思想。

在 1 米开外的两个小桶内分别放 1 块饼干和 2 块饼干，或者 2 块饼干和 3 块饼干，让

小婴儿爬过去选择，10-12 个月的婴儿会直接爬到饼干多的那个桶边。但是，如果桶里放了 3 块饼干和 4 块饼干，他们就两个都想要了。人类贪心的根源就在这里。

此处，没有学习、训练的过程，婴儿和动物天然的数字辨别能力相当。倘若花费功夫训练动物，它们中的某些也可识别 4 以上的数字。但那是后天学习获得的，而不是天赋。

让猕猴蹲在几米之外看前方两个盒子。一个实验员把一块苹果放进其中一个盒子里，然后装模做样使劲朝盒子里看一看，再走开。另一个实验员把几块同样大小的苹果放进另一个盒子，同样，也佯装使劲看盒内的东西（为什么要这样做呢？见问题），随即走开。之后，让观看的猕猴走过来。它们通常早就等不及要冲过来，急切地把手伸到盒子里，它们会先光顾哪个盒子呢？

答案

在 2 个盒子内苹果数目低于 4 的范围内，猕猴几乎都能选择数量多的盒子。比如，它们会在盒内分别有一块、两块苹果（1:2），两块和三块苹果（2:3），三块和四块苹果（3:4）中，毫不犹豫选择后者——苹果多的那个盒子。但是，对于多于 4 的苹果比例，如 4:5，4:6，4:8，猕猴却难以取舍。

问题 2

在猕猴比较数目多少的实验中，实验员为什么要在放完食物后，使劲朝盒子里看呢？

答案

为了吸引猕猴的注意，让它们知道盒子里确实放有东西。猕猴很好奇，很快会走过来探究，并挑选。

问题 3

若在盒子里放一块石头，另一个盒子里放一块与石头同样大小的苹果，数目相等了，但东西不一样。猕猴如何选择呢？

答案

苹果。

#### 问题 4

让我们给儿童做一个游戏，在他们面前，伸出两只手，左手握 4 颗糖，右手持 1 颗糖，他们大多会选择左手，因为 4 颗糖显然比 1 颗糖更具吸引力。之后，我们变换游戏规则，当他们选左手时，我们给他们右手——意味只能得到 1 颗糖。只有他们选择握糖少的右手时，我们才给他们左手里的 4 颗糖。4 岁以上的小孩很快就发现了“反其道而行”的规律——选择少的，就会得到多的。孤独症和 4 岁以下的儿童始终无法理解。那么，黑猩猩、猕猴这些聪明的动物，它们能不能理解呢？

#### 答案

这实际上是一种“反向奖励”测试，遗憾的是，智力堪称“老大”的黑猩猩很难经得住诱惑，它们总是抑制不住贪心，要选择多糖果的那只手，结果得到的总是较少的糖果。同样令人失望的还有日本猕猴、松鼠猴等灵长类动物。目前为止，似乎还没有哪一种动物能够像 4 岁以上的人类，以暂时的损失，换取更大的利益。

但是，一旦我们不伸手让它们选择，而给它们看画着 1 颗糖和 4 颗糖的卡片，它们就很容易频频选择只画了 1 颗糖的卡片，以获取随后的 4 颗糖。因为它们知道此时选择“少”，即意味着得到“多”。当然，前提是这些糖都变成了符号。此时，它们更多地凭借图形来执行任务。卡片毕竟不同于实物，看不见实物，贪心的大脑就不会心猿意马，而会静下来寻找规律。一旦面对握着 1 颗糖和 4 颗糖的手，它们马上又控制不了自己，迅速探向 4 颗糖的手，结果可想而知。

#### **加减法运算**

动物可以识别一定的数字，区分一定的比例，它们能否做加法，甚至减法呢？如果可以，这样的实验在动物上又如何验证呢？

由于我们不懂动物的语言，就如同我们不知道它们看着镜子里的自己如何做想一样，我们也不清楚它们是否知道给它 1 个苹果，然后再给 1 个苹果，就意味着它总共有 2 个苹果。但是，我们可以设计一些实验，细察它们的表情，便可间接窥探动物究竟在心里是不是有一个小算盘。

让猕猴坐在电脑旁，屏幕上出现一系列图片，由盒子、香蕉构成。像小孩初学识字时使用的“看图识字”卡片一样，盒子、香蕉组成不同的算式图，其中有加法，也有减法。例如：在一个空盒子里放 1 个香蕉，结果盒子里就有了 1 个香蕉——图片这样表示：空盒子+1 个香蕉=含有 1 个香蕉的盒子。

猕猴对屏幕中出现的图片很感兴趣，它们会盯着看，但如果没有什么奇怪的，它们就很快把眼睛移开。毕竟是纸上画梅，没有什么实质奖励。

如果不细心观察，这个实验也许在这儿就走到了死胡同。但是，科学家的耐心再次显示作用。他们将屏幕上的图片做了改变，使一些算法出现错误。比如：往一个空盒子里放 1 个香蕉，结果盒子里突然出现 2 个香蕉！这显然是不可能的。猕猴这时的神态发生了微妙的变化，它愣住了，仿佛在想：这怎么可能？！

凭借这发愣的一瞬间，我们窥视到猕猴的思想。而时间也只有短短的一、两秒钟。

因而，科学中任何细微的差别都值得我们去探讨。对细微差别的忽略将可能导致我们错过发现的机会。

减法和加法相比，难度要大些。因为减法需要调用一定的想象能力，减去某样东西，意味着我们要想象那件东西消失了。人类学龄前儿童对于“ $1+1=1$ ”的好奇程度远远大于“ $2-1=2$ ”，因为他们对于加法更容易理解。智力有时等同于人类年幼儿童的猕猴又是怎样的呢？

事实上，猕猴心中的小算盘不仅能算加法，也能算减法。下面是一系列有趣的减法实验：

“ $1-1=0$ ”和“1”，哪个大？

在猕猴眼前不远处的两个碗内各放入 1 个李子，然后用盖子将碗盖起来。过一会儿，在猕猴注视的情况下，实验员伸出手将其中一个碗内的李子拿走，躲到一旁——这个过程一定要让猕猴清楚看到。之后，再让猕猴自己走到碗前挑选。这时，眼明手快的猕猴直接就奔着还有李子的那个碗去了。尽管它看不到那里是不是还有李子，但是根据推测，它确定另一个碗内的李子已经没有了，因为刚才有人将李子拿走。而眼前奔去的这个碗里的李子显然没有人动过，应该还在那儿。当比较“ $3-1=2$ ”和“1”时，猕猴也成功选择前者。

接下来，科学家要检查猕猴是否能够比较两个运算。

“ $2-1=1$ ”和“ $2-0=2$ ”哪个多呢？

碗内各有 2 个李子，猕猴眼巴巴看着实验员从一个碗内取走 1 个李子，实验员又绕到

另一个碗那里，同样打开碗盖，却空手而归。这时，让猕猴过来选择，它毫不犹豫地选择后者。类似地，猕猴可以顺利选择：“ $2-1=1$ ”而非“ $1-1=0$ ”，“ $3-1=2$ ”而非“ $2-1=1$ ”，“ $0+1=1$ ”而不是“ $1-1=0$ ”。

当我们给这类算数增加一点小的“诡计”时，猕猴似乎也相当清醒，不轻易上当。

两个碗里都有 1 个李子和 1 个金属球，实验员从一个碗里取走李子，从另一个碗里取走金属球。猕猴奔赴还有 1 个李子的那个碗，却不理睬还剩下金属球的碗。

当我们变换不同的玩法，从有 2 个李子的碗里取走 1 个李子，又从另一个盛有 1 个李子和 1 个金属球的碗中同样取走 1 个李子，猕猴钟情前者。

再做转换实验。从有 2 个李子的碗里取出 1 个李子，放到已经有 1 个李子的碗中，这样就变成“ $2-1=1$ ”和“ $1+1=2$ ”相比较。猕猴明智地选择后者。

由此看来，一些动物具有一定的数学能力，包括认识一些简单的数字，做一些简单的数学运算。但是，有些人不以为然，他们认为，和人类不同，动物往往是经过训练后才被发现具备这样的能力。并且，最关键的是，它们不能将这些数字扩充，创造新的数字组合，而人类却拥有这样的能力。另一方面，事实上我们还不知道动物究竟是把数字当作一种图形去辨别，还是真的理解数字的含义。因而，有关认识数字在动物中的起源，还在继续探讨。

无独有偶，2、3 个月的儿童也能质疑不可能的结果，桌上有 2 个漂亮的小木偶，我们用一块小木板将木偶挡起来，然后伸手从木板后面拿走 1 个小木偶。坐在桌前的儿童把这一切看在眼里。这时，再把木板移开，如果这时桌上只剩下 1 个木偶，小婴孩看了一眼没有什么反应。如果这时木板后依然是 2 个木偶，甚或更多，那么婴儿就会睁大眼睛，好奇地看个不停。与我们的近亲猕猴很类似，他们凝视“不可能”事件的时间要长于“可能”事件，迟疑的眼神透露了内心的疑问：怎么可能？

## 问题 1

当给猕猴两块大小不一样的香蕉，理所当然，它会选择大的香蕉。给猕猴 4 块大小不一的香蕉时，它也可以很快挑选出大的那块。但如果给它多于 4 块的香蕉后，它能否迅速挑出最大的那块呢？

## 答案

选择将出现困难。



## 问题 2

如何运用小鸡的印记记忆，检测它们是否会做加减法？

## 答案

小鸡一孵出来就给它一堆黄色的塑料小球——我们可以给它们 5 个这样的小球，陪伴小鸡吃饭、睡觉、玩耍。3 天后，小鸡的印记记忆形成——它们把那堆黄色的小球当作了母亲。黄色的小球滚到哪里，小鸡们就“唧唧喳喳”欢叫着跟到哪里——就像从前我家里的丫丫随时跟随我一样。

这时，我们就可以做实验了。把小鸡引到两个小屏风前，左边屏风背后藏有 4 个黄色小球，右边屏风后有 1 个小球。屏风这时是透明的，小鸡看得很清楚。之后，将小屏风变得不再透明。用手从左边的屏风后面拖出 2 个小球，滚到右面的屏风后面。这样，左屏风后就只有  $4-2=2$  个小球，而右屏风后有  $1+2=3$  个小球。

小鸡看得入了迷，因为黄色的小球就是妈妈。它看见两个“妈妈”从左边跑到了右边，虽然它已经看不见屏风后的妈妈各有几个。但是它知道小球数量越多越像妈妈。所以一旦可以自由奔跑，它就迫不及待地扑向理想中妈妈的怀抱——右屏风后的黄色小球。

## 小贴士

### **短时记忆的容量**

我曾经借科普教育周在小学校讲课时，给四、五年级的小学生快速呈现 10 个中文字，要求他们在短时间内记在心里。结果能完全记住 10 个字的学生寥寥无几，能记住 8、9 个字的学生最多。

确实，人类的短时记忆容量为  $7\pm 2$ ，也就是说，我们在短时间内能记住的东西的数量一般徘徊在 5-9 个之间。这些东西可以是文字，字母，数字或故事。很快，我们又将这些记忆擦除，在脑中不留任何痕迹。这很符合我们大脑的容量，它是有限的，不可能随时往里面无尽地塞东西。

动物是不是也有类似的记忆容量呢？

经过语言训练的黑猩猩，在短时间内可以记住 1-9 个数字，比如 1，5，3，8……，也

可以记住 5 个单词。黑猩猩短时记忆的容量和人的差不多，也是  $7\pm 2$ 。但黑猩猩短时记忆的容量和我们人类有明显的区别。那就是，它们只能同时记住单个的数字或单词——就像我测试小学生用的单个汉字一样。而我们人类却可以在短时间内记住 5 个句子，8 个故事或 9 串数字（267，1997，2005……）。显然，我们要记住的容量在广度上要多于黑猩猩，虽然在单位数量上几乎和黑猩猩一样。

## 6. 擅用工具

从前上学时，教科书上写到人和动物最主要的区别是：人会使用并制造工具，动物却不会。现在看来，情况并非如此。随着对动物智能越来越多的探讨和揭示，人类已不再是高高在上的“工具使用和制造”的佼佼者了。

海豚、鸟类、非人灵长类等动物都渐渐被归为擅用工具的队伍之列。因为拥有使用工具的妙招，使得它们在现实生活中面对一些难题能够迎刃而解。

海豚女士会从海洋底部扯一些海绵上来，用来捕食小鱼。

我们小时候都听过这样一个童话，口渴的乌鸦为了喝到瓶里的水，把石子一粒一粒叼起来，扔进瓶里，瓶里的水位渐渐升高，于是，乌鸦就很容易喝到水了。

在澳大利亚阿丽斯泉市的沙漠公园，我也亲眼见到鸟儿利用石头来解决生计的问题。戴着牛仔帽的女导游为我们展示野外鸟的生存技能。随着她的手势，我们看到一只白色的猫头鹰，仿佛刚睡醒的样子，懵懵懂懂，从一个树洞里钻出来，飞到一个树桩上，那里有事先放好的食物，它大快朵颐。

过了一会儿，女导游说，如果今天幸运的话，我们可以看到鸟儿用石头砸鸸鹋蛋——鸸鹋有点像鸵鸟，但比鸵鸟漂亮，尤其它的眼睛，泛着奇异的橘红色光泽。鸸鹋是澳大利亚特有的鸟，也是澳大利亚的国鸟。在该国国徽上有两种动物的图案，一种是袋鼠，另一种就是鸸鹋。



鸬鹚 （作者摄）

说着话时，女导游把一个蓝色的鸬鹚蛋放在地上。我们有点紧张地期待着。过了几分钟，突然，不知从哪儿“叭”地飞落一只冒冒失失的鸟，形似鹰类，羽毛蓬松凌乱，一副不修边幅的模样。它一出现就迫不及待地叼起一粒石子，对准鸬鹚蛋砸下去。观众席上传来一阵笑声。而这只叫做黑脯秃鹰的鸟一点不在乎看台上围观的人群，好像早已见怪不怪。它继续憨态可掬而又顽强地叼起石子，一仰头，再一甩头，狠劲地把石头向鸬鹚蛋砸下去。“嘭”地一声，石头从鸬鹚蛋上弹开，它匆忙捡起石头，接着砸。

一下，一下，又一下，鸬鹚蛋巍然不动，黑脯秃鹰丝毫不灰心，仿佛它知道这个蛋迟早属于自己似的。有一次，由于用力过猛，石子从鸬鹚蛋上蹦开，弹到旁边的草丛里不见了，这可急坏了黑脯秃鹰，它在原地转了几个圈，都没找到那颗被当作工具的石头。它那焦急的模样着实令人捧腹。

正在颓丧疑惑之际，突然，黑脯秃鹰一个健步蹿到草丛里，原来它发现了那颗石头！最后，它叼着这枚宝贵的工具，再次砸下去。功夫不负有心人，这次，鸬鹚蛋终于被砸开了。黑脯秃鹰急急忙忙掏出蛋内的食物，一边吃一边连蹦带跳地钻到草丛里不见了。



澳大利亚黑脯秃鹰用石头砸鸟蛋 （周穆如 12 岁画）

观众席上的我们都为这出可爱真实的喜剧欢欣不已。

女导游介绍说，这只鸟只有 18 个月大，还处于幼鸟阶段。没有人教它这样做，但它却知道用石头当锤子。世界上只有很少的几种鸟有这样的行为，澳大利亚的黑脯秃鹰就是一种，另外还有一种鸟也会用石头把蛋砸开，生活在非洲……

表演结束，我走近去看，只见地上的鹑鹑蛋其实是个假的，用石膏做的，壳很厚的一个蓝色椭圆形球。人要是用石头砸开这么厚实的一个蛋，尚有一定难度。

女导游又拿出一个真正的鹑鹑蛋，那是一个轻盈的，壳像鸡蛋一样薄的巨大的蛋，捧在手心，比巴掌还大。真正的蛋表皮呈漂亮的蓝色，间或渗透着细微的黑色斑点。如果让黑脯秃鹰用石子砸这样的蛋，第一下准能砸开，我们也就看不到秃鹰费尽九牛二虎之力的憨态了。真正的鹑鹑蛋内的东西比人造蛋多得多，黑脯秃鹰吃了会长得很肥胖，女导游说，为了不让鸟儿得肥胖症，所以用人造的蛋，一是难砸，二是内容物要少得多。





砸蛋成功的黑脯秃鹰幼鸟 （作者摄）



假鸛鹑蛋（左）和真鸛鹑蛋（右） （作者摄）

我还听说过这样的事：日本乌鸦喜欢吃坚果里的果仁，但坚果的壳很硬，不容易砸开。它们就想了一个办法，把坚果扔到马路上，让过往的车辆把坚果压碎，然后再飞过去吃果仁。这样做要冒一定危险：很可能会撞上急驶而来的车辆而丧命。于是，这些鸟又想出一

个妙招，它们观察到在斑马线处，红灯亮时，车辆会停留一段时间。此后，乌鸦干脆把坚果扔到斑马线上，等车轮碾压过后，红灯亮时，再飞过去，便可以悠哉悠哉地享用美食啦。

一次在电视上看到，卷尾猴双手高举比自己的头还要大的石头，狠劲地砸棕榈果吃。它们在固定的一块大石头上做这样的动作。这块大石头表面略微凹陷，就像一块巨大的砧板，方便固定圆形易滚动的棕榈果。此外，它们专门从很远的地方搬来圆滑的大卵石，当作锤子。当年长的卷尾猴一次次把石头举过头顶，经过奋力拼砸，吃到坚硬的棕榈果里的果肉，它们是绝不和其它小猴子分享的。所以，年幼的卷尾猴只有通过艰辛的模仿，自己尝试，才能学会这一套。当然，一开始，有的卷尾猴投机取巧，直接用大的棕榈果当锤子敲砸小的棕榈果，结果往往啥也吃不到。

卷尾猴敲砸的棕榈果都是经过太阳曝晒的，它们挑选棕榈果时还有自己的一套，不停地用手指头轻轻敲击棕榈果，就像我们挑西瓜用手拍瓜听声音一样。卷尾猴在乱七八糟散落一地的棕榈果上，左敲敲，右敲敲，蛮有经验地将成熟的果实挑出来。然后用牙把果实坚硬的外皮撕开，扔到太阳下曝晒，晒到一定时候，再把外皮脱落的果子拿到大石头砧板上去砸开。

更有甚者，坦桑尼亚的黑猩猩在大草原上，会用木棍收获埋藏在地下的甜薯，这是 2007 年一个很了不起的发现。从前我们观察到黑猩猩用石头砸坚果——那是可以看得见的食物。现在黑猩猩已经可以“预见”埋在地下的食物，并用木棍把它们挖掘出来，这就暗示，我们远古的祖先——原始人类，很可能在演化的历程中也有过类似的经历。食物于是从陆地上扩大到陆地下，取食范围的转换在人类进化过程中相当重要——食源扩充，许多药材因此被发现。

最近，科学家观察到，印尼的猩猩不知从哪儿学来，用树枝做成“长矛”捕鱼。我看见这样一张照片，一只猩猩在斑驳阳光下，悠然自得地挂在一棵向河面倾斜的树枝上。它一只手有力地攀在树上，整个身体悬吊在水面上，另一只手握着一根树枝做的长矛，双眼密切注视着水里的动静，一旦发现鱼，便将长矛投掷下去。运气好的时候，可以吃到美味的海鲜。

生活在印尼的长尾猕猴也会用手捕鱼吃，毕竟，美味无法拒绝。日本猕猴、某些狒狒和黑猩猩也喜欢海鲜，它们总是想方设法从河水中捕鱼。

作为非人灵长类动物的杰出代表，黑猩猩不仅在使用工具上胜人一筹，还会适时地改良工具。我们实验室同事配合中央电视台《走近科学》的拍摄时，在昆明圆通山动物园曾

拍到一段很精彩的录像。

一只黑猩猩在公园的铁笼内百无聊赖。游人向笼内扔花生，但是铁笼上细密的铁丝将花生挡住，花生纷纷落在铁笼外。黑猩猩漠然地看了半天，突然，心血来潮，它折断一根树枝，用手撸一撸，将树枝表面弄光滑。随后坐到笼边，把树枝从铁丝网伸到笼外，开始小心翼翼地将撒落在地上的花生米拨过来。花生足够靠近时，它细长的手指头就能穿过铁丝网的空隙，帮助枝条把花生转移到笼内。于是一眨眼功夫，花生奇迹般从笼外送到黑猩猩嘴里。

如果树枝不好使，它就慢悠悠地用牙咬，用手捋，直到树枝合适了，才又把树枝伸出去，拨弄地上的花生。做这一切的时候，它的脸上露着微微的笑意，在阳光下悠然又惬意，仿佛在说：终究是小菜一碟啊，地上这么多的花生米怎么着也是我的啦——哈哈！

日本科学家松泽哲郎把工具的使用分为 4 个水平。第一水平最简单，只需要动物知道两种物体的关系，即充当工具的物体和食物的关系。黑猩猩两岁时即可用自己加工的“鱼竿”——也就是去除树叶和分杈的树枝——伸进白蚁洞穴内，“钓”白蚁吃。它们还会把树叶变成碗，接水喝。这是第一水平。只有一种工具。

使用工具的第二水平稍微复杂些，动物需要明白三种物体的关系，其中两种是不同的工具组合。生活在西非的黑猩猩会选用一块石头做砧板，把坚果放在砧板上，再用另一块石头当锤子砸开坚果，吃里面的果仁。这里三个因素是：砧板，锤子和坚果。前二者属于工具范畴，表明工具的组合开始增多。

使用工具的第三水平涉及到四种物体的共同作用。黑猩猩 6 岁可以砸坚果的时候，往往在砧板旁边放几块小石头，作楔子以稳固砧板，然后挑选合适的石头作锤子砸开坚果。此处，它们需要明了四种物体的关系，分别是：楔子，砧板，锤子，和坚果。工具的组合已上升到 3 个部件。

工具使用的第四水平，也是最高水平，要求动物明确多于四种物体之间的关系。黑猩猩永远无法达到第四水平，而人类却可以轻而易举达到甚至超越第四水平。人类可以理解并利用大量物体之间的关系，设计复杂的工具，以达到自己的目的。中学生创新科技比赛中，将齿轮、滑轮做成组合工具，使一个小球从几米之外，历经上飞，下滑，回旋，跳跃等艰难历程，最终平安到达终点，是最好的例子。更有甚者，人类还可以采用工具来制造新的工具——汽车、飞机。这些发达的交通工具使我们生活的目的已远非获得食物这样简单，而是可以像动物一样不费吹灰之力，奔跑或飞翔到世界各地。

是不是只有高等动物才会使用工具呢？电视节目《动物世界——虫子的谋略》为我们

提供了线索。蜘蛛堪称织网高手，它们可以织出垂直的、水平的甚至立体的网，每张网均是飞虫的死亡之谷。从某种意义上看，它们的网就是一张张工具，静悄悄地等待猎物的到来。

大多数蜘蛛织下弥天大网，守株待兔。有的蜘蛛却颇为主动，它们积极运用手中的工具——蛛丝，来捕捉小虫。

撒网蛛，因长相难看，又称鬼面蛛。它们织出小型而厚实的网后，用四条前腿撑开，呈一个正方形的“渔网”。它们撑着这样的渔网，耐心地倒吊着，悬挂在地面上方。一旦猎物进入视线，便“呼”地跳将下去，用“渔网”将猎物牢牢罩在地上，很像人类用昆虫网捕蜻蜓，只不过它们更稳定，更隐蔽。

还有一种叫流星锤蛛的蜘蛛更为主动。它们并不均匀挥洒自己的蛛丝，而是将蛛丝末端做成一个小球，小球悬挂在一根细细的蛛丝上仿佛一颗铁球，晶莹剔透，但粘性十足，它被冠以一个好听的名字——流星球。流星球上奇异地散发着浓烈的飞蛾小姐的雌性荷尔蒙气味，诱使飞蛾先生们以为小球是漂亮的飞蛾小姐，纷纷扑过来。

眼下，流星锤蛛只要爬到蛛丝的上端，用爪子拽着蛛丝下的流星球，就静候猎物入瓮啦。当然它也要先热热身——像晃动溜溜球一样晃动着流星球，顺便营造一个动态的“飞蛾小姐”。

一只飞蛾满怀激情飞扑过来，它似乎很想探究那令人心荡神怡的气味来自何处。流星锤蛛更快地甩动溜溜球，旋即“啪”地打过去，不幸的飞蛾正好与粘球撞个正着。还没明白过来是怎么回事呢，飞蛾就被比它体型还小的蜘蛛五花大绑。三下五除二，成了蜘蛛的腹中餐。这小小的粘性十足的流星球在捕食过程中无疑于一个完美的工具。

其实，还有很多动物是使用工具的高手。松鸦和啄木鸟，均会用嘴喙叼着细木棍或细刺，就像我们手持细针一样，灵巧地将树洞里的蛀虫戳出来。松鸦还会老练地将脚爪和嘴喙当作刀子，修整树枝，使其又尖又细，适合塞到狭小的树洞里。

一些蝴蝶的幼虫能够散发蚂蚁幼虫的气味，冒充蚂蚁宝宝。蚂蚁在路上遇到这样的幼虫，还以为是自己的孩子。它们也不动脑筋想想，自己的孩子怎么会跑到外面来，何况体型还这样巨大。热心的蚂蚁不管三七二十一，就将冒充者拖回洞中抚养。更有甚者，黄蜂能够发现藏有蝴蝶幼虫的蚂蚁窝，它们爬进去，找到蚂蚁无法识别的蝴蝶卵，将自己的卵种在蝴蝶卵肥硕的躯体中。这下可热闹了，在蚂蚁的育婴室中，有蚂蚁孵出来，也有蝴蝶孵出来，还有大黄蜂孵出来。蝴蝶幼虫借气味做工具，诱骗蚂蚁。而黄蜂又借蝴蝶幼虫做工具，使自己的后代高枕无忧。可谓递次借用工具，一物降一物。



问题

近日，黑猩猩用树枝“钓”白蚁有了新的长进。经它们加工过的树枝比未经加工过的钓竿更有效，钓上的白蚁更多。你能猜想它们是怎么改进钓竿的吗？

答案

黑猩猩加工工具的步骤是这样的：折下树枝后，先用手撸一撸，将枝条上的叶子去除。此时，枝条表面光滑，但只是一根细杆。接下来便是黑猩猩的绝活：把枝条放到嘴里轻轻用牙咬，制造出表面凹凸不平，甚至像刷子一样的新款钓竿。这样的钓竿伸到蚁穴内，每一根细丝都可以爬满白蚁，不大丰收才怪！

## 7. 文化差异

地球上的人类由于生活的地域不同，沿袭的风俗不同，文化存在差异。比如各个国家在宗教，政治制度，社会风俗上都会不同。

在泰国曼谷参加神经科学暑期班上学时，一天吃饭的时候，走廊里只有我和一个印度学生波尔。吃到一半时，他突然丢开叉子，攥起手指伸向他的食盘。在饭里轻微搓揉片刻，撮起一团带着菜汁的饭，放到嘴里，途中没有漏下一颗米。我诧异地看着他，显然每天他不得不使用刀叉，已经憋坏了。用手吃饭对他来说既熟练又舒心。

我盯着他肤色发黑的手指头问：平时你们都这么用手吃饭吗？

他愉快地沉浸在从刀叉中解放的舒畅中，飞快地回答：在家里，都这么吃！

可是，这样，卫生吗？

当然卫生啦！我们要洗手的。这样吃起来带劲！——他依旧兴致勃勃用手往嘴里送饭。

那么，喝汤的时候，怎么办？

用勺，或者端起碗来喝！——一点也不难为情。

我笑了，看来，用手吃饭是印度人的一个习俗，但是，在异国公众场合下，他们还是和别人一样，使用刀叉，很好地抑制自己的传统，以使自己和大众相似，不至突兀。

但是，一旦回到自己的家乡，他们的风俗将自然流露。

动物界中还没有发展出明确的风俗文化，但是，不同群体中扩散的妙招的确有地域上的差异。用砧板和锤子砸坚果的专利权只归西非的黑猩猩。而且，几内亚比绍的黑猩猩只用石头做的砧板和锤子来砸开一种坚果。塔伊国家公园中的黑猩猩将专利进一步发展，锤子可由石块或木头制作，砧板的质地扩大到两种：石头或树根。坚果的种类也增加至三种。

令人困惑不解的是，东非的黑猩猩对这些专利充耳不闻，它们从来不用锤子和砧板砸开坚果。

此外，并非所有的黑猩猩都会用树枝“钩”白蚁吃，似乎这项专利并未得到有效的公开。在非洲西部的几内亚比绍和塔伊国家公园，黑猩猩沿袭了这项绝招，世代相传。而生活在东非乌干达、坦桑尼亚森林中的黑猩猩却始终学不会这招儿。

难道是食物环境差异引起的吗？这个推断似乎站不住脚，因为东、西非洲的原始大森林里，植被的地域差异没有这样明显。难道，是所谓的“文化差异”吗？

早在 1978 年，科学家就发现，在野外，有些群落的黑猩猩没事就坐下来，亲密无间地互相捋毛，而在 160 公里以外的另一个群体却罕见这样的亲密行为。如果相互理毛是黑猩猩基因遗传决定的，那么，它应该出现在所有黑猩猩中间。而事实并非如此，有的黑猩猩天生疏于理毛。当黑猩猩被捕获，经人工笼养时，情况又有所改变。捕获的黑猩猩由于彼此距离靠近，亲密度增加，相互捋毛的亲密行为有可能大幅度增加。文化传统于是发生了变迁。

野外的黑猩猩之间是否也存在文化的交流和传递呢？

理论上，雌性黑猩猩成年后，会迁到其它领域，组织新的家庭，无形中，它就把原来群体中的“文化习俗”带到其它地方。但事实并没有这么简单，黑猩猩的很多技能在成年动物上很难被拷贝。所以，文化的传播遇到了很大的困难。雄性黑猩猩与雌性相反，它们大多有浓厚的恋家情结，不愿意离家出走，去新世界闯荡。仿佛总是生活在童年时代，成年后的雄性黑猩猩先生非常留恋出生时所在的家园，活动范围不会离出生地太远，是不折不扣的“家乡宝”。无形中，阻碍了文化的跨地域传递。

黑猩猩的母系社会使得下一代的雌性小黑猩猩比雄性略胜一筹，当母亲聚精会神用石头砸开坚果坚硬的外壳时，围观的小黑猩猩中，总是雌性的姐妹们先学会，而淘气贪玩的雄性兄弟却甘于落后。种种因素，限制了黑猩猩群体之间的文化交流。

### 问题 1

怎样判断黑猩猩的某些习惯是由于基因差异引起，还是由于环境的作用——也就是后天学习获得？

### 答案

对不同群体的黑猩猩进行基因鉴定，再和它们的行为做比较，科学家发现，基因相同的黑猩猩，文化传统上却可能不一样。黑猩猩可能因为环境变迁，家庭成员之间相互学习，导致不同的群体有不同的文化差异。

### 问题 2

在柏林住了半年，我和房东玛蒂娜说话时，就常见她对我伸直了手掌，呈跳舞姿势，望定我，说：看着我的眼睛！我勉强抬了眼睛看定她的眼睛，那是一对散发着蓝灰色光泽的瞳仁，很温和，看不出任何表情。她这样做多了，我就意识到自己对别人说话时，是不看对方眼睛的——一般只看眼睛下方，鼻翼和嘴巴那块区域。无独有偶，我们给所里的年轻研究生看人物绘画图片，同时也在芬兰赫尔辛基大学给北欧的研究生看这些人物绘画，结果发现中国人看人物的眼睛位置稍微偏下，而北欧的学生看眼睛时却能正视。这是否也是文化差异呢？

### 答案

是的。中国人自古内敛儒雅的文化传统使得我们在面对别人时，尽量避免咄咄逼人。就仿佛猕猴彼此对视将引发战争一样，很多中国人倾向于不直视对方的眼睛。另外还有一个可能的原因是，中国人的眼睛瞳仁是黑色的，看起来就像一个熠熠闪光的黑球，很容易给人威慑的感觉，从而迫使对方逃避。而西方人的瞳孔，颜色各异。尤其蓝色的眼睛，脉络清晰，如一池透明的湖水，没有震慑人的反射光，只有平静清澈。这样的眼睛绝不会令人感到窘迫，甚或害怕。因而，他们更容易直视对方的眼仁。

## 8. 土偏方治病

很多野外生活的动物，会用令人惊奇的“土偏方”治病。由于在野外觅食，采到水果

树叶就直接吞吃下去，常常会将附着在树叶上的寄生虫一起吞到肚子里，引起肠胃道疾病。闹肚子的黑猩猩便开始吃一种粗糙有茸毛的叶子，这种叶子像毛刷子一样清除肠子内的寄生虫。在雨季时节黑猩猩会吞食更多的“刷子”，因为这时寄生虫大量增加。不仅可以利用植物的物理特性来治病，有的黑猩猩还知道某些植物的化学功效。发烧时，它们会吃一种三唇属植物的叶子，这种植物能够抵抗疟疾。狮子发冷，打寒战时，也会啃食金鸡纳树的树皮，因为这种树皮含有金鸡纳霜，在人类是用来治疗疟疾的良药。

埃塞俄比亚森林里的黑猩猩会服用几十种植物“中药”。不同的中药有不同的药效，其中大多数对肠胃的健康有好处。它们吃这些植物的时候，不嚼，只是卷起来吞下去。植物到了黑猩猩的肠胃后，可将肠道内的寄生虫刮掉。

生活在坦桑尼亚的红疣猴是灵长类中的英俊漂亮小生，身材纤细，披着锈红色毛发，走路来轻声轻语，温文而雅。不曾想，这些疣猴却有一个令当地人很头痛的坏毛病——偷拿他们烧好的木炭条。为什么呢？原来疣猴的主食是树叶，它们喜欢吃杏树和芒果树的叶子，可是这两种植物的叶子有毒，它们吃了常常闹肚子痛，自从发现木炭后，它们就可以放心大胆地吃这些叶子了。因为木炭可以吸附毒素，所以红疣猴有空就去当地人烧木炭的地方，伺机搬几块木炭回去，吃了木炭，再吃植物叶子，就再也不闹肚子痛了。看来，模样俊秀可爱的红疣猴早就发明了碳“吸附剂”。

从前我常带我的实验猕猴下楼去溜达，让它们晒晒太阳。几乎每一只猕猴一旦来到室外，就会跑到路旁，抓起一块土往嘴里塞。其中一只猕猴“得得”，总是一路走，一路捧着一块土疙瘩，仿佛擎着一块巧克力蛋糕，津津有味地品尝。如果我企图让它放弃土块，它就冲我呲牙咧嘴，以示抗议。

后来看书才知道，大多数以植物果实、树叶为食的脊椎动物，都会吃土。有的人也会吃土，这些喜欢吃土的动物均有“食土癖”。

鸚鵡、大象、长颈鹿、犀牛等都会把土疙瘩当作饭后甜点。因为土壤内含有丰富的矿物质，所以动物吃了土块可以补充矿物质。另一种解释认为，土壤进入肠道后，能帮助动物抵挡细菌分泌的毒素，保护它们的肠胃道。

秘鲁的蜘蛛猴喜欢在泥泞的沼泽里翻滚，把泥水涂满全身，同时大嚼粘土。这样肮脏的泥浴和粘土大餐貌似恐怖，实则对健康颇有好处，可以排除身体中的毒素。

野猪和鸚鵡，以及很多动物都喜欢在泥泞的池塘里逗留，嬉戏，给身体洗澡的同时，又给肠胃道洗了澡。

最近，科学家对乌干达黑猩猩的食土行为做了深入研究，他们发现，黑猩猩往往在吃

了某种药用植物之前或之后，会进食一些土壤。土壤中的矿物质使植物发挥抗疟疾的效果，还可以吸附毒素，抵抗痢疾。只有土壤和药用植物合并使用，才能最有效地抵御疾病，而如果只单独使用植物，治病效果则大大降低。

除了土偏方治病，很多动物还拥有其它一些生活妙招。

芳香疗法在人类很普遍，采用精油熏蒸或涂抹身体，可使人消除疲劳，安神镇静。无独有偶，人类的这种疗法在动物上也能找到。

棕鸟（Sparling）和黑鹰在孵蛋的时候会叼一些香草放到鸟巢内。散发着芳香气味的香草不仅驱除蚊虫，还将香味送进蛋内，使蛋内的小宝宝感到安全，免疫力大增。事先经过这样的植物熏过的幼鸟长大后，比没有经过熏蒸的小鸟飞得更远，也不容易患病死亡。

猫也喜欢一种芳香类植物。用这种植物蹭身上的毛发，可以驱虫杀菌。吃这种植物的花，还会有迷幻的感觉。

大部分动物对蚂蚁避之不及，白嘴鸦却总是故意招惹蚂蚁。它张开双翅，将蚂蚁引得满身都是。似乎它很享受这种侵犯，不停地抖动双翅，高兴地挑逗蚂蚁。蚂蚁在阵怒中将蚁酸喷射到鸟的羽毛上。白嘴鸦此时或许会想到人类在工厂制造杀虫剂，再把杀虫剂装到瓶中，然后喷射到虫子蔓延的地方……真够麻烦的。白嘴鸦暗自窃喜：本鸟儿直接利用蚂蚁喷射蚁酸驱虫，开创生物制虫法，比人类聪明多了！

白嘴鸦还会巧妙地废旧利用人类吸烟后剩下的烟蒂，来一个烟雾熏蒸。它展开双翅，罩在烟灰缸上，陶醉于烟雾向上熏蒸的感觉——白嘴鸦独创的烟熏桑拿法。

不只白嘴鸦对烟蒂一往情深，刺猬也对烟蒂心有独钟。趁人不注意的时候，刺猬最喜欢做的事是尽情大嚼香烟，而后和着唾沫，涂抹得全身都是，它尤其仔细涂抹背脊上的尖刺。有时刺猬还热衷舔有毒的油漆，弄得一身花里胡哨。这样做并不是因为它们犯傻，而是自有原因：香烟或油漆能够驱虫，清洁身体；将有毒物质武装到尖刺上，防卫或进攻时均有利，真是一举两得。

事实上，人们已经发现香烟中的尼古丁是一种天然的驱虫剂。而动物显然早已知道，并很好地运用于实践，它们是怎么知道的呢？也许源于一次偶然的发现，导致经验的积累，一代传一代……

问题

是不是有这样的可能：我们向动物学习，根据它们自行治病的“土偏方”，逆行追踪，

寻找治疗我们人类疾病的灵丹妙药？

答案

有这样的可能，实际上，人类已经在做这样谦虚的尝试了。

## 9. 奇妙指南针

地球的南极和北极之间发射着磁力线，使地球终日笼罩在巨大的磁场之中。指南针就是根据地球是个大磁场而设计的。无论在什么地方，指南针总是指向地球的南北极，就因为地球的磁场方向是永恒不变的。

地球上的生命在进化历程中，不断演变出各种节省能源的生存方法，有的动物进化出自己小型的指南针，暗藏体内，使自己不至于在长途跋涉中迷失方向。

对于惯于迁徙或总是要到离巢穴很远的地方取食的动物，这种特殊的指南针尤其重要。每年都要长途洄游的鲑鱼们在鼻窝内藏有指南针——磁性物质，迁徙的鸟类在眼窝和鼻腔内也存有磁性物质，使它们在远征之后仍能准确无误返回出发地。

深海海底远离阳光，非常黑暗，但是鲸鱼却游行自如，它们仿佛“看得见”磁力线在海底的分布，一条条磁力线构成海洋公路，仿佛我们在陆地上能够看见的街道，路标……依靠这样的隐性地图，鲸鱼在不见天日的海底潇洒自如。当磁力线的方向偶尔发生波动或偏差，隐性地图产生错误的导向，便可能引起鲸鱼的搁浅。

斑马鱼也能够利用磁场来导航，从而把精力节省下来，用在交友、觅食上。

在地下生活的鼯鼠，视力很差，无法看清道路。地下环境幽暗，隧道错综复杂，没有什么明显的路标。那么，它们靠什么来判断方位和方向呢？

依然是地球磁场！对于眼睛不好使的鼯鼠们，在地下辨别方位最省事的办法就是运用无所不在的磁力线。隧道越曲折盘旋，路途越长，鼯鼠们越多地使用地球磁场。鼯鼠脑内有一块很小的区域——上丘，专门负责察看指南针。

同样生活在黑暗环境下的蜜蜂和白蚁，除了依赖太阳光来定位，也依靠地球磁场来辨别方向。蜜蜂将磁性物质藏在腹部，不时抖动一下腹内的小型指南针，就可以成功辨认方位。

总是在黑夜里活动，视力不发达的蝙蝠亦投机取巧地利用地磁场来导航，再加上它们特有的回声定位系统，在黑夜中犹如猛虎添翼，难怪蝙蝠成为哺乳类动物中数目和种类仅次于啮齿类动物的一大家族。这也是生物和地球之间协同进化的结果吧。

每年大部分时间，北美星鸦都要为冬天的储粮辛勤忙碌。它们在森林里采集松籽等坚果，将几万粒坚果埋在二千多个不同的地方，等冬天来临食物短缺的时候，再飞到埋藏果实的地方，把松籽找出来，成功率高达一半以上。

人在森林里即便沿途在树上拴丝巾作标记，也很容易迷路，更别说准确无误记住藏松籽的上千个不同地方，那是一件几乎不可能的事。但是，鸟类却可以很轻松地完成这项工作。四季景物变迁很大，鸟儿是怎样记住众多藏食地点的呢？研究人员认为，除了鸟儿的空间记忆非常棒之外，一个可能原因是鸟儿怀揣指南针，因而，牢记几千个储松籽的地点，对于它们来说简直不费吹灰之力。

马和海豚也身怀辨识地磁的绝技。那么，对于其它体格较大的哺乳类动物，它们的感觉器官已经足够发达，凭借良好的视力，灵敏的嗅觉，足以应付觅食、寻路等与生存相关的需求，感应地磁对于它们来说是否有必要也成为一项生存技巧呢？

放过牧的人也许会对一件事情见怪不怪，那就是低头吃草的牛群或羊群总是头朝一定的方向。这是理所当然的啦，他们会想：因为风向和阳光的缘故吧。

牛群总是临风而立，好像喜欢劲风的肆意吹舞；而羊群却恰恰相反，它们弱不禁风，便避风而站，生怕迎了风就不堪一击。天冷的时候，牛羊群有一个共同点，就是将身体调整得与风向平行，便大大减少冷风带走的热量。另一个共同点是两者都喜好阳光。尤其在寒冷的冬天，珍贵的阳光使它们趋之若鹜。清晨，放牧人总会看到牛羊们使尽浑身解数，将自己最大面积的皮肤朝向太阳，以获得最大限度的温暖。

我们也许会问：有风有阳光的时候，牛羊群的站姿具备一定方向，可以理解。但是在没有风，没有阳光，而外界温度又很适宜的时候，牛羊群的站姿又是怎样的呢？

放牧人总会发现，在无风无太阳的时候，甚至夜晚牲畜们睡觉的时候，大部分牛羊群仍然固执地以一种朝向站立或休息，仿佛集体做操一般。为什么牛羊群会有这种集体行为呢？其中蕴含了怎样的生物学道理？

牧羊人的经验显然是探索的第一步，第二步需要用精准的实验来验证。

2008年9月，德国和捷克的科学家采用我们上网常用的“谷歌—地球（Google Earth）”，报道了牧羊人见怪不怪的，却令我们震惊的事实。

科学家们在不同的地点，不同的时间（包括晚上），甚至不同的天气条件下，用“谷歌—地球”记录了欧洲、美国等地农场内的牲畜站立吃草或休息的卫星图像，同时还分析了赤鹿和狍俯卧休憩时留在雪地里的痕迹的朝向。结果令人们十分惊异：大多数动物喜欢面朝一个方向吃草或休息，而这个方向与地球的磁场方向极为吻合——也就是南北朝向，地磁意义上的南北朝向。

### 问题 1

山洞里的蝙蝠，白天总是倒挂着睡觉，并且全体以某个方向悬吊，看起来非常整齐。难道它们在梦中也集体行动吗？

### 答案

中国的蝙蝠专家张树义研究员带领学生进行了这样的实验：首先把蝙蝠饲养在实验室，记录它们休憩时悬挂的朝向。然后在蝙蝠的休憩地罩上一个大磁场，人为改变磁场的方向，这时发现，蝙蝠睡觉时做操的方向和原先不同了。经过计算，磁场是改变蝙蝠睡姿的罪魁祸首。难怪在自然界，蝙蝠只钟情于一个方向的睡姿，因为地球这个大磁场只有一个朝向。

### 问题 2

如何通过实验证实蝙蝠身上携带指南针？

### 答案

美国普林斯顿大学的理查德·霍兰德等采用小型飞机，在蝙蝠身上安装无线发射器，跟踪蝙蝠回家。蝙蝠白天睡大觉，傍晚时分出来活动。科学家在它们傍晚活动的时段——日落前 45 分钟到日落后 45 分钟，把蝙蝠放在人为设定的磁场里，随后再放它们去寻找自己的巢穴，结果发现，顺时针磁场和逆时针磁场处理后的蝙蝠分别飞到了不同的地方，因为它们体内的指南针被人为的磁场拨错了方向，所以它们就犯糊涂了。

### 问题 3

放牧的牛羊群顺应磁场这一现象中，如何排除风向的干扰？如果牛羊总是顺着风向而站，那么，并不能说明动物是根据地球磁场来调整自己的姿势。



答案

科学家们也想到了这一点，所以同时也记录了风向，他们发现大部分风向是“东—西”或“西北—东南”走向。由于观察季节多在夏季，所以，大多数动物们不必因为御寒而选择和风向一致的方向而立。

在雪地里的鹿则更不用考虑风向的问题，因为它们的巢穴大多选择在森林避风的地方，即便有风，风也会因为树木的阻挡而减弱或迷失方向，因而不存在休息俯卧的方位受风向影响的可能。

问题 4

蜜蜂、蚂蚁等昆虫，以及迁徙的鸟儿们，除了利用磁场，也运用太阳光来定位。在有云的阴天，看不见太阳，它们仍可借助偏振光来定位太阳的位置，从而调整自己的航线。那么，牲畜们是否会把太阳光变为指南针呢？

答案

在 2008 年发表论文之前，德国和捷克的科学家就花了很多功夫做“谷歌—地球”的勘察，他们也仔细观察了太阳的方位是否影响牲畜们站立或休息的姿势。在夏天，牛羊们倾向于躲在树荫下食草或休憩。而在阳光最烈，树影最小的时候，太阳光的走向是“东—西”向，和动物“南—北”向的偏好位置不一致，足以证明太阳光不影响它们的偏好。

问题 5

如何在实验室证实啮齿类动物有感知地磁的能力？

答案

我们可以选择这样两种啮齿类动物——鼯鼠和 C57BL/6 小鼠。鼯鼠是常年生活在地下的小型啮齿类动物，而 C57BL/6 小鼠是一种眼睛又黑又亮，毛发黝黑，外表机灵活泼的小鼠，在实验室中经常可以见到。

我们给鼯鼠或 C57BL/6 小鼠搭建室内迷宫。使它们在迷宫里筑巢——有些鼯鼠喜欢在朝南的方向筑巢，而食物储备室则建在迷宫的另一端。很快，动物每天从巢穴出来，按照它们喜欢的路线来到食物跟前，然后再返回巢穴——这条路线很快就固定为最短路径。这时，我们将迷宫所处的磁场方向旋转一定角度，结果自然会发现，动物的行走路线发生了

变化，它们或许会迎合新的磁场方向，将每天固定走的路线走错。根据计算，我们就可以得知，它们是利用了地磁来作为导航的指南针。

## 10. 恍然大悟

我们很小的时候，大概都有这样的经历：做数学题百思不得其解，苦思冥想之后，突然在一刹那，解法蹦入脑海，于是我们禁不住直拍脑袋，大呼：哦，原来是这样啊！

这其实是一个顿悟的过程，和学习需要经历的过程“尝试—错误—再尝试……”不同，它是一个思维跳跃的过程，它不需要按部就班的学习，是一个忽然明白，幡然醒悟的过程。

当大猩猩屋内的天花板上吊着一串香蕉——它最爱的食物，大猩猩蹿上跳下，却无法用手够到香蕉时，它会怎么办呢？看着香蕉干着急？等着别人来帮助——那要等到啥时候啊？

大猩猩显然不会甘心，它折腾了半天后，意识到一切硬拼徒劳无益，于是坐下来开始思索。过了一会儿，它的眼光停留在屋子角落里那堆废弃的木箱上。不出几分钟，它就跑过去，把木箱抱起来，放在香蕉下方，然后跳到木箱上去，伸长了手臂去拿香蕉。哎呀，还差一点。它几乎有些丧气了，不过，转念一想，不是还有其它木箱吗？于是它跳下去，又抱来一个木箱，把它摞在刚才那个上，再跳上去，原来遥不可及的香蕉变得唾手可得。一切源于猛然间的恍然大悟——也就是顿悟。

几年前，我在训练沙土鼠学习主动逃避电击的实验中，也发现有这样的顿悟现象。

沙土鼠是一种灰不溜秋、浑身圆滚滚的啮齿类动物，冷眼看，像一只瘦身的松鼠，尾巴细细的。脊背上耸立的毛发干翘翘的，好像脱水的草。由于生活在沙漠，这种动物十分耐旱。每天它只要能吃上几片莲花白就很知足了，从来不用喝水。

沙土鼠的“健身房”是两间连在一起的小屋，中间有一道小门是开着的。

把沙土鼠放到其中一间小屋，几秒后，小屋内响起“叮铃铃”的铃声。如果它听到铃声，便迅速跑到对面那个小屋，它就可以免遭电击。但是，如果它听到铃声呆若木鸡，那它所处的小屋底部将有轻微电流通过，使它的脚底感到有点痛。

开始训练的几天，沙土鼠总是不明白怎么回事，它们在每天 5 次的训练中，大多要遭遇电击的痛苦。可是大约过了 3 天，突然一下子，它们几乎全学会了。分数从原先的不及

格，一下蹿到九十几。此后就一直保持不变。好像它们突然明白了铃声和电击的关系，顿悟了其中的奥妙，之后听见铃声便飞也似地逃跑，再不犯错误。

这种顿悟使得动物可能免去很多辛苦的探索，极大地提高学习效率。

经典的“尝试—错误—再尝试……”学习模式一般都有一个渐变的过程，也就是说，学习成绩逐渐升高，并在一个阶段后维持稳定。当停止学习一段时间后，先前的记忆很可能就被遗忘了，时间越长，遗忘得越干净。顿悟与经典学习模式不同，顿悟使得动物的学习成绩在某个时刻突飞猛进，甚至达到满分，并且一直保持不变。由顿悟获得的记忆，随时间遗忘的速度可能不如经典的学习快。大猩猩一旦顿悟了垒起箱子便可以拿到悬在房顶的香蕉，无论多长时间后，我想它再遇到同样的情形时，一定还记得如何取到香蕉吧。

当我们把“顿悟”在智力水平解释得很充分后，也可从意识的角度来对此探讨。“顿悟”在英文中被译为“insight”，也即“洞察力”。意指我们在面对问题时，通过观察，突然意识、领悟到事件之间的关系，于是将种种关系串联起来，答案“噌”地就钻出来了。如果缺乏突然意识到事件之间的联接，问题将无法迎刃而解。

## 11. 左撇子右撇子

在澳大利亚学习的时候，实验室老板是一个左撇子，时常看着他用左手歪歪斜斜地在纸片上写字，很奇怪的感觉，有点像螃蟹爬行。我问他：吃饭的时候，你用哪只手呢？他笑答：右手。然后补充：其实两只手都用，这样吃起来更快当。

在国外，排队登记或旅馆入住时，往往看见一只左手，从与平常的概念很不一样的方向伸过来，“唰唰唰”在一张纸上横过，于是一串字迹就斜斜地留下来。那种感觉真的很新鲜。

使用左手写字、打球、抽烟的人，在国外很多，但是在中国却很少，原因是父母觉得左撇子怪异，担心他们会受歧视，所以在其萌芽时期就极尽所能将其“纠正”了。中国人一向欣赏“统一”和“一致”，殊不知，硬性的扭转可能对孩子的心理造成一定伤害。

其实，我们使用自身器官很多时候并不履行“对称”的原则，也就是说，我们在使用脚、耳朵、甚至鼻孔的时候，会有轻微的用左多，或用右多的偏好。

有的人一只眼睛的视力可以达到最好，而另一只眼睛的视力却可能非常糟。

这是怎么回事呢？姑且让我们给这样的现象一个专业的定义——左右不对称。它来源

于大脑不对称性。自然界绝大多数动物的躯体是左右对称的，但在肢体上用左侧多一些还是用右侧多一些，却往往有差别。通常，大脑的左半球控制动物肢体的右侧，大脑右半球控制肢体的左侧。所以，我们说，左撇子是由于右脑的运动控制占了优势，反之亦然。

近年来，科学研究人员认为，大脑不对称性不仅只在人类才存在，事实上，这类现象普遍存在于脊椎动物。某些鱼、两爬类动物，用左眼来鉴别同伴，鉴定新异环境。鸟儿与绵羊也是如此。

### **斑马鱼的行动眼**

第一次看见斑马鱼是在香港中文大学，在一个实验室静谧的一角，有两个不起眼的玻璃小水缸，水缸里静静地游动着一群同样不起眼的小鱼。当我知道它们就是大名鼎鼎的斑马鱼时，大吃一惊。这些鱼远没有斑马的斑斓和绚丽，它们细小，灰不溜秋，身披淡淡的柠檬黄或橄榄绿色，静谧地在水缸中游来游去，极像水塘中的小马鱼。何谓“斑马”呢？仔细看就会发现它们从头到尾有横贯全身的深蓝色和银色相间的条纹，看起来还真有一点斑马样儿。

斑马鱼在水缸里忙碌地游来游去，看不出有什么特别，其实，它们拥有很多独特之处，近年来，从灰姑娘脱胎换骨，晋升为生物学界的大明星。

纤弱的斑马鱼在左右眼的使用上也有分工。它们通常用右眼确定猎物的位置，所以右眼可称为“捕食眼”或“行动眼”。右眼还可检测入侵者或其他危险的刺激物。当给斑马鱼递去一粒彩色的珠子，斑马鱼即用右眼来控制运动，迅速做出反应，张开嘴去咬彩色珠子。一旦它们知道彩珠并不会威胁自己，就换用左眼了。

斑马鱼的左眼对新异物体感兴趣，用于审视景物的新颖和熟悉度，可称为“探究眼”。当鱼缸里熟悉的景物发生了细微的变化，如颜色有所改变时，斑马鱼的右眼对此视而不见，倒是常常鼓着左眼对鱼缸内的变化探究不停，左眼因而总是透露出斑马鱼童稚未泯的好奇心。

有趣的是，给斑马鱼呈现一面镜子，斑马鱼更多地使用左眼这个“探究眼”来看镜子里的形象，也许它觉得镜子里的鱼很陌生。小蝌蚪也有和斑马鱼一样用左眼检测镜子中映像的喜好。其它鱼类，比如孔雀鱼，也喜欢把左眼留给陌生者，把右眼留给熟悉者。

其它脊椎动物也普遍在行动中把右眼作为“行动眼”，蟾蜍在捕捉飞虫的时候通常用右眼。

和成年鱼一样，幼鱼在遇到惊吓引起的逃离运动中，多向右侧游动。这就引出问题，斑马鱼的成年鱼具有左右分工，原因是否可追溯到斑马鱼的幼年？确实如此，只有 8 天的年幼斑马鱼，已经像成年鱼儿一样，分别在不同的场合下使用左右眼睛：左眼用于探究陌生环境，右眼用于调控运动。当我们再往下追踪时，就会发现，原来是基因决定了斑马鱼的左右不对称。

## 问题

用眼不对称是不是会造成一些不良影响呢？如人类若总是使用左眼或右眼，会导致两眼功能不平衡，在鱼类，这样的问题怎么解决呢？

## 答案

事实上，研究认为，鱼类到了新环境后，两眼不对称使用仅在检测的前 5 分钟最明显，之后，便逐渐均衡，两眼共用了。所以，鱼类有一个自动调节适应的系统，可以让它们在遇到危险的情况下，高效率专一处理应急事件，一旦处理完毕，大脑控制的眼睛就没有必要再处于警戒状态，于是，两眼涣散，迷茫，共同呈现悠闲状。

这样想来，在紧急状态下，鱼类通常使用一只眼睛来探究，用另一只眼睛来处理事件，其实对健康很有利，换用眼睛可以不至于使两只眼睛都很疲劳。另外，鱼类的眼睛各长在鱼头两侧，所以分别使用也更方便一些。

## 小鸡的左右眼

当我注视鸡在鸡棚里啄食时，它们会十分嫌弃地抬起头盯着我，如同一个市井小民一样，“咕咕”叫着：“这可没有你的份！”。很滑稽的是，如果它们要正视我，就得把头很厉害地偏斜，几乎摆成水平，才能使一只眼睛正对我。显然，它们也不知道该用哪只眼睛看我更合适，所以头一会儿向左倒伏，一会儿又向右倾斜，活像一个小丑，极具戏剧效果。

小鸡们似乎不太喜欢戏剧化，只是索性低着头跑。偶尔也有长得半大的小公鸡，突然

站住，把头直起来，歪斜着脑袋打量我。看到它一本正经的模样儿，总是令人忍俊不禁。

殊不知，家养的小鸡在幼年时，左右眼就开始不对称。它们在第 8 天时，通常用右眼，到了第 10-12 天，就换成用左眼。这样交替地使用双眼，也许对动物两只眼睛的发育均有好处，也使它们的行为变得很滑稽。

小鸡的右眼，能出色辨别图形、颜色等物体的细节特征，负责根据这些线索对刺激物分类。而左眼则在空间定位上表现很优秀。

当鸽子归巢的时候，使用右眼的频率要远大于使用左眼的频率，表明鸽子把寻找巢穴的任务交给了左脑半球。欧洲知更鸟利用磁场辨别方向时，也多使用右眼左脑。由此看来，在鸟类中，左脑在空间方位辨别上颇具优势。

### **右撇子人类和黑猩猩**

人类大约 90% 都习惯用右手吃饭、写字、打羽毛球，因而是右利手民族。

不仅如此，人们在决定往右转时也要比往左转来得更快，更容易。

从前我们做过这样一个实验，在一块平地上画了一个约 7 米长，4 米宽的长方形框。我们约集一些年龄相仿，男女各半，教育程度差不多的人，一个个依次站在长方形框的中央，然后给他们快速看一张地图。地图就是根据这个长方形框描绘的一些简单的路线图，用向左和向右的箭头，指示被试需要行走的路线。

我们给测试的人安排了两种任务，一是要求被试拿到地图后，马上按照地图上箭头所指的方向行走——称为“跟随地图法”，这个测试中他们手里可以拿着地图，边走边看。另一个任务是让他们看几秒钟地图，记住路线，而后再走——称为“记忆地图法”，在这个过程中，他们手中没有地图参照，只能凭记忆走。

实验结果很有意思，第一种拿了地图马上行走的人，碰到向左转的路线时，走得非常困难，要么走错，要么花费较长时间考虑。而对待地图中右转箭头的路线，被试几乎毫不犹豫就能走对。与之相反，如果让被试凭记忆来走地图，无论方向是向左还是向右，他们完成得都很好。

更有趣的是，女性在两种测试中，执行向左转的任务时，明显要比男性表现出更多的困难，而向右转的任务与男性差不多出色。

当然，在行走上表现的左右偏好，是和大脑的不对称，以及性别相关的。

那么，人类的近亲呢？其实，人们对非人灵长类动物是否也左右不对称一直很感兴趣。但在不同的物种上，研究的结果很不一致。普遍认为，类人猿和人类一样是右撇子。

大多数被捕获的黑猩猩，长久以来一直被人们鉴定为和人类一样，拿东西，吃食物，使用工具，砸开坚果时，习惯右手为主导。甚至在黑猩猩的手势中，也出现了右手优势，比如上下击掌时，右手在上，左手在下，右手向下击左掌掌心。这种手势在黑猩猩互相玩耍的时候经常出现，当黑猩猩想吸引人的注意，获得食物时，它们也这样热烈击掌。

野外生存的黑猩猩，情况稍有不同。它们也有左右偏好，但是这种偏好并非一成不变。用石头砸开坚果时，管用的是右手。用“鱼竿”钓白蚁时，则偏爱左手，右手腾出来捡白蚁。在其它诸如把木材嚼烂，蘸水放到嘴里喝时，黑猩猩则是个不折不扣的右撇子。

左右手偏好是可以遗传到下一代的，总的来说，黑猩猩中具有利手和不具利手的比例是 2:1，也即在 3 个黑猩猩中，有 2 个左利手或右利手，另一个左右手兼用。这和人类相比，相差甚远，10 个人中间有 8-9 个使用右手。

左右偏好在黑猩猩中还有性别差异，在用双手吃食物时，雄性黑猩猩较多使用左手，而雌性黑猩猩则多使用右手。

年幼的黑猩猩在用手拿食物送到嘴里时，也偏爱右手。

在我们和猕猴交往——给它们安排各种认知实验，我们并未发现猕猴有明显的利手现象，它们取食时，一会儿用左手，一会儿用右手，有时两手并用。也许我们观察的猕猴数量还不够，没有达到统计水平。

对于低等灵长类动物，大部分人认为它们没有左右偏好，但具有一定的偏好趋势。它们往往在用惯了一只手后，就总是用那只手。来自美国的 55 只猕猴的研究报道认为，猕猴有右利手偏好，他们给猕猴一根塑料管，管子里装着食物，猕猴需要一只手握着管子，用另一只手把食物弄出来，这个过程中，总是右手为主导。而 4-11 个月的年幼的猕猴在完成类似的需要双手合作的任务中，左手占优势。因而，科学家推测，动物早期，猕猴的右半球大脑优先发育。但这种情况与任务类型有关，在触觉任务中，成年猕猴又显示出左手偏好。所以，对于猕猴，不同的任务，也许会有不同的左右手偏好，或者都不偏好……

人类在做某些涉及到体感的任务时，左手的成绩优于右手。拎着一兜水果，估量重量时，左手的灵敏度要高于右手。在猕猴上也证实，左撇子在用左手触觉辨别物体的任务中是个专家，而右撇子只是业余选手而已。

问题

右手偏好表明左脑半球占优势，而左脑半球在人类是负责语言的脑半球。那么，当类人猿（猩猩等）开始出现和人类一样的右利手时，你能否推论这和语言的发生有什么关系呢？

答案

右利手是左右大脑半球分工的一个标志，表明左半球功能已得到优化，而位于这个脑半球上的语言功能也开始萌芽。在类人猿，真正的语音语言还没有发展起来，但是已发现肢体语言——手势中也出现了右利手，它们在用手势表达“要食物”、“需要帮助”等信息时，多以右手为主。值得注意的是，在这些类人猿试图发出某种声音的时候，这种手势右侧偏好尤其明显。也就是说，待发展的语言和手势语言已相伴存在，语言在左半球大脑开始悄悄构建。

### **左右胡须**

街上人人喊打的老鼠可谓人类生活中的常旅伴侣之一了，但你可曾注意到，这些小东西也有自己的左右手偏好？

1930年起，科学家就对啮齿类动物是否有左右手偏好很感兴趣，他们发展了一种很简单的方法来测试大鼠的利手行为。给大鼠适当节食一段时间后，把它们放到一个特殊的供食瓶面前。食物在瓶内，瓶上有一个狭窄的细缝，缝隙很细，大鼠只能用一个前爪才能把食物弄出来，两个爪子共用将徒劳无益。

开始时，大鼠总是两只爪子交替使用，一会儿左手，一会儿右手。渐渐的，在多次取食成功之后，它们的利手偏好就显露出来。但是，各种报道却不统一。有的报道认为，大鼠更多使用左手成功取食，在取食前的热身运动中，也是左手活动比右手多。而早期的研究中，认为大鼠多使用右手，和人类相似，是右撇子，不过它们的左撇子比人类的多。

此外，啮齿类动物在 T 型迷宫，转圈测试，将尾部悬吊倒置时，均可见它们有明显的右侧偏好。一般情况下，如果大鼠是右利手，将它们悬吊尾部倒挂时，10 只有 8 只会偏向右侧。

一些啮齿类动物，譬如形如花生豆大小，可以和世界最小的动物比拼的鼯鼠在捕食猎



物时，惯用右手。

啮齿类动物除了使用手足来取食，还经常动用天生的探测器件——胡须来探索世界。这和我们用手指抚摸，确定物体的质地和形状时是一样的。

啮齿类动物脑中，和胡须相对应的脑区面积非常大，与身体其它部分对应的脑区相比，极不成比例。在这类动物中，相当多信息是经由胡须来获得，一旦失去胡须，啮齿类动物将丧失很多生存技能，包括探路，觅食等，生命将面临危险。

既然胡须这样重要，在大鼠使用手爪取食时，是否也动用了胡须呢？换句话说，在手爪出现偏好的同时，是否也存在胡须的偏好——因为胡须在动物的脸颊上的分布和手很类似，也是左右对称的。

科研人员将大鼠面部一侧胡须剃去，一组大鼠剃去的是和它们利手偏好同侧的胡须，也即是如果是右撇子大鼠，就将脸部右侧的胡须剃干净；如果是左撇子大鼠，就将脸部左侧胡须剃净。另一组大鼠剃去的胡须和它们的偏好方位正好相反，右撇子剃光左侧的胡须，左撇子剪去右侧胡须。接着，让这些理过胡须的“时髦”大鼠们做一项需要依靠胡须辨别的任务。

任务是这样的：让大鼠站在一个类似跳水台的平台上，在该平台的前方分别有两个同样悬空的平台。两个平台下沿，正对大鼠处，各有一块挡板，一块挡板的表面是粗糙的，另一块是光滑的。这两个平台中的一个挡板后面藏着一块巧克力，另一个平台后面没有任何东西。

由于整个实验处于黑暗中，大鼠无法看见两个平台是什么样的。空中弥漫了丁香油的气味，掩盖了巧克力的味道。所以，它们的鼻子也不管用了。它们必须把头从跳水平台伸过去，用胡须触碰另外两个平台的挡板，凭借胡须的“触摸”得知挡板的质地。如果躁面挡板的平台后藏有食物，几次训练之后，大鼠一旦在黑暗中碰到粗糙的平台，就一跃而上，前去品尝巧克力了。如果碰到的是光滑的平台挡板，它则将头缩回，不再探前。因为大鼠的胡须有很好的辨别能力，所以，这样的任务对于大鼠来说简直就是小菜一碟。

当把大鼠不同部位的胡须剃除之后，再进行该任务的训练。结果发现，没有右侧胡须的右撇子大鼠，吃到的巧克力比平时少，而若是没有左侧胡须，影响不大。同样，左撇子大鼠也有类似的情况，它们更需要左侧的胡须来探物，否则就晕头转向了。由此可见，大鼠对胡须的使用有偏好，而胡须的偏侧化和手足的偏侧化是一致的，根本控制区来自对侧大脑半球。

在空间记忆任务中，大鼠偏向于使用右侧胡须——左脑系统。在 8-臂迷宫中寻找新的

储食物地点时，大鼠只使用右侧胡须找到的食物要多于只使用左脸胡须时。而在以自我为坐标的向左向右转的任务中，右脑则更好用一些。

### **蜜蜂触角右撇子**

当我们把小蜜蜂用胶条绑在小管子里，只露出它的头，便可以看到每只小蜜蜂有两根棒槌般的触角，一旦闻到特殊的气味，小棒槌就前前后后热烈地挥舞，如同两只跳踢踏舞的小脚。它们急切地想知道那气味里面究竟隐藏着什么好吃的。在显微镜下看，每根小触角都有 10 个小节，每个小节上遍布数百个感受味道的嗅觉小窝。

就像我们大多数人喜欢使用右手一样，小蜜蜂也有左右偏好。如果在显微镜下数一数左右触角上的感受小窝数目，就会发现在右触角上的感觉气味的小窝比左触角的要多。

如果用特殊的材料将小蜜蜂的左右触角分别“蒙”起来，使其左触角或右触角无法感受到空气中的气味。右触角被蒙起来的蜜蜂，学习成绩下降很多，而左触角蒙起来的蜜蜂，学习成绩也下降，但下降幅度不如蒙了右触角的蜜蜂。因而，蜜蜂在日常生活中，更多地使用右触角，像人类一样，它们也是右撇子。

在脊椎动物中，大脑左半球主管并处理与生存相关的信息，因而对应的右手就占优势。蜜蜂是非脊椎动物，但也被发现有一定的右侧偏好，与脊椎动物不谋而合。

蜜蜂触角不仅有左右偏好，在上下区域也有区别，触角基部感受气味的灵敏度要高于触角顶部。

就连蜜蜂的眼睛也有优势和劣势之分，若将蜜蜂的左眼或右眼，分别蒙起来，再给它们呈现一系列的图形刺激，检验它们认识图形的能力。结果与触角上的发现一样，蜜蜂也表现了右眼优势，这无不体现了蜜蜂要秉承“右侧才是王道”的传统。

## **12. 裂脑人**

人类在婴儿早期，就已表现出一系列的不对称性，不仅在身体上，在情绪上也出现了左右大脑半球的分工。

人类大脑的左半球是“理性的脑”，主要负责：语言（包括说话和书写），数学运算能力，逻辑推理能力。右半球则是“感性的脑”，负责：空间能力、面孔识别、视觉成像、音

乐、艺术。

同时，大脑半球的不对称也影响到情绪，左半球大脑负责感受快乐，它的兴奋将使人情绪很愉悦。而右半球则是消极的、负性的，悲观沮丧的情绪都由它营造。

我组同事有一个亲戚，右半球受过脑伤，这个病人时常用手捂着嘴，笑个不停，他自己很惊讶，却无法控制，也许他的悲伤半球被损坏了，只剩下愉快的左半球在工作，因而他总是处于难于言述的快乐之中。

人类是怎样发现大脑半球的不对称性呢？在大脑不对称研究中最著名的裂脑人又是什么样的人呢？

### 言行不一

从 1961 年开始，美国加利福尼亚大学生物系教授罗杰·斯佩里和迈克尔·葛詹尼加发现一些特殊的病人。这些病人因为严重的癫痫病，被医生切断了两个大脑半球之间的连接——胼胝体，手术后，病人的癫痫得到治愈，但是病人的精神出现了分裂，好像脑内有两个不相干的人，有两种精神，如同脑袋里魔鬼与上帝并存。这类病人就称为“裂脑人”。

原来，胼胝体是连接两个大脑半球的神经纤维，其中，2 亿多条纤维将两半球连通，如同一座沟通的桥梁，使两个半球之间的信息随时交流。机体在一个完整的大脑控制下，协调一致地行动。一旦把这些纤维切断，两个脑半球之间的联系就消失了。这时，两个大脑半球分别控制一个人，仿佛脑内有两个小人，各自发号施令，互相不通气，因而出现“言行不一致”的情况。这种人就叫“裂脑人”。他们在思维和活动上出现了“分裂”的现象。

斯佩里和葛詹尼加对这些裂脑人进行了仔细研究，为大脑半球不对称性做出巨大贡献。斯佩里因此在 1981 年获得诺贝尔奖。

他们对裂脑人研究的最著名最经典的案例有如下两个：

第一，让裂脑人坐在桌前，在他的前方有一块屏幕，屏幕中央有一个黑色圆点，被试必须用眼睛盯着这个圆点。在圆点的左侧或右侧将有图片快速闪现，这种仪器称为速示器。由于图片飞快闪现，圆点右侧的图案将进入裂脑人的右眼，继而投射到大脑左半球；圆点左侧的图案将被大脑右半球捕获。

1) 在圆点的右侧快速闪现一把勺子的图片，要求裂脑人说出看到了什么？

答案：因为被试的左脑接受了勺子的信号，而左脑主管语言，所以他说出了“勺子”两个

字。

2) 在圆点的左侧快速闪现勺子的图片，要求裂脑人说出看到了什么？

答案：被试说：什么也没有看见。——虽然勺子的图像成功进入右侧半球，但右侧半球与语言无缘，所以，被试无法说出看见了什么。而左半球什么也没有看见，因而左半球回答：什么也没有看见。

3) 在圆点的左侧快速闪现勺子的图片，要求裂脑人用左手在一堆物品中将所看到的物件挑出来。

答案：被试成功挑出勺子。——勺子的图像进入右侧半球，虽然右半球说不出话，但是右半球控制左手，将“看见”的勺子挑了出来。

如果，大脑两半球是互相联系的，它们之间将沟通，判断，无论哪个半球看见什么，都会及时通知对侧大脑，绝不会出现这样的“看见了说不出”的奇怪分裂现象。

第二，依然使用速示器，这次以圆点为中心，快速闪现一张脸。圆点的左半侧是一张女人的半截脸，右侧是一张男人的半截脸，两张半边脸拼起来是一张完整的脸，如果是正常人，一眼就能看出这是一张“阴阳脸”。

1) 要求裂脑人说出他看到什么样的脸。

答案：被试说看见了男人脸。——左半球看见了男人脸，并能够说出来。而虽然右半球看见了女人脸，却说不出话来。

2) 要求裂脑人在一堆图片中挑出看见的相似的面孔。

答案：被试往往挑出一张女人脸的图片。——因为右脑看见了女人那半截脸，而右脑负责处理面孔识别，所以，被试就把左半球看见的男人脸忽略了，以为自己只看见了女人脸。即便是嘴里说着“男人脸”，他也会挑出一张女人脸的图片。

这真是很离奇的事啊。裂脑人脑内两个独立的脑——两个小人，总是在各说各，各做各。裂脑人说的话和实际行动不符合，真正做到了言行不一。

## 问题 1

如果裂脑病人是一个左撇子，在他眼前屏幕上中央圆点的左侧出现一个花盆，问他看

见了什么，他如何回答？然后，请他将看见的东西画下来，他画下什么呢？

答案

他回答：“什么也没有看见。”，但是闭上眼睛，他将一个花盆画在纸上。

问题 2

在这个左撇子裂脑病人面前，呈现一辆小汽车在中央圆点左侧，而在右侧则是一个轮胎。问他看见了什么，并把看见的东西画下来，他会如何做？

答案

回答：看见了轮胎。但是用手画出一辆小汽车。

问题 3

在学校读书时，常发现理科很好的男生，语文一般或特别差。而女孩子正好相反，她们往往在语文学习上不费吹灰之力，却在数理化上颇显吃力。由此得出“男生偏理科，女生偏文科”的说法。难道男生天生就擅长理科，女生天生就喜欢语文？这在生物学上是否有依据呢？

答案

男女学科偏差的确有生物学依据，罪魁祸首是大脑不对称性。这种不对称与性别相关，受激素调控。俗话说，左脑行科学，右脑行艺术。男孩子左脑半球优势要胜过女生，因而在逻辑、抽象思维、数学推理等能力上较强。反之，女生经营右脑半球的能力优于男生，包括音乐、美术、形象思维等。当我们了解到并非因为女孩子笨，才学不好数学，错就错在她们的半球不对称，我们对她们的偏科将有所理解。其实，并非全面发展才是最好，当大脑两半球中有一侧具明显的优势时，正确的做法是充分发挥它的功能，塑造擅长某方面的天才。而非强迫孩子接受训练，使两个大脑半球发展均衡。因为，如果我们这样做了，有可能就抑制了原先的优势半球，使本来可以发展成天才的能量分流到另一侧大脑半球，天赋就在刚刚启蒙的时候无声无息地消失了。

## 荷尔蒙与智力

圣诞来临之际，我收到朋友发来的短信：祝福大家在新的一年里，女人更像女人，男人更像男人。

有一个现象却不容忽视，即偏向女性化的男人，比单纯的只有男子气的男人更易成功；类似的，有点男性化的女人，比单纯的只有女人味的女人更聪明。男女自古有别，是依赖了激素。难道，激素不仅调控性别，还左右人类的智力吗？

的确，激素，也称荷尔蒙，虽然含量微弱，却无时无刻不控制着生物体。激素的功能首先是负责完成繁衍——生命中最至关重要的一环；其次在生存中帮助机体应付刺激，避免伤害。我们的行为和情绪均受激素直接或间接操控。

由于激素的作用，有的男性偏向女性化，有的女性偏向男性化，虽然男子气和女人味少了一些，但是也使他们获得特殊的优势。因为含有对方的激素多了一点，使得他们无论在男性还是女性群体中，都能够找到共同之处，有更多共同语言。最适生存的环境无形中被扩大。在女性中，这很好理解，很多成功的女性被冠以“女强人”之称呼，言下之意她们像男人一样强悍。殊不知，很多成功的男人，也掺杂了女性的气质，使得他们聚两者之长，如虎添翼，卓有建树。

女性激素水平在每个月都规律变化，因而，在空间记忆能力上，成绩会随着激素水平的变化而起伏，语言能力也会因激素的波动而时好时坏。当发现自己突然有段时间词语贫乏，原先伶俐的口齿变得笨拙，权当作激素在作祟吧（这时雌激素可能大大降低）。

四季的变化源于光照的长短，光照的长短也调节了动物及人的激素分泌。

记得住在柏林时，冬天下午 3、4 点时天就全黑了，像昆明夜晚的 10 点。傍晚刚过，我就呼呼大睡，长眠不醒。而到了夏天，晚上 10 点的时候，天空还亮堂堂的像在下午一般。次日清晨 4 点之前，整个天又大放亮了。害得我一夜里睡不了几个小时。所以，欧洲地区的光照变化随季节有很明显的改变。无形中也影响了生活在其中的人们。

欧洲和北美的男性，雄性激素在秋天高于夏天，早上高于晚上。雄性激素越高，空间记忆能力越好，因而他们的空间记忆也有时间、季节的差别。

## 问题

左撇子的人右脑占优势，和大多数右撇子左脑半球占优势正好相反。左撇子人的语言功能区是否还和右利手者一样，也集中在左半球呢？

答案

无论左撇子还是右撇子，人类的语言中枢均位于大脑左半球。现有的调查表明，在 95% 右利手人中，左半球执行语言功能，而在左撇子中，60-70% 的左撇子依然侧重用左脑来讲话和书写。左撇子同时使用两侧半球的能力似乎强于右撇子，因而左撇子似乎更聪明。

### 13. 梦境中的学习

人的一生中，有三分之一的时间在睡觉，几乎没有人不曾做过梦。

动物呢？它们也会睡觉。我们不期望它们像人类一样，时常梦得“咯咯”发笑——但是，它们做梦吗？

答案是肯定的。但是，脑进化、发育到一定程度时，睡眠和做梦才出现。

### 千姿睡眠

食草动物由于随时面临被捕杀的危险，需要时刻保持警觉，以便遇到险情及时逃跑，所以进化出较短的睡眠时间，马、牛、大象每天只睡 3、4 个小时或更少。长颈鹿睡眠时间最短，每天才几十分钟。而食肉动物相对来说较为强壮，便高枕无忧，所以睡眠时间也延长，狮子、狼等每天要睡 10 多个小时。

生活在隐蔽的山洞顶部的蝙蝠可谓睡眠冠军，每天睡 10 多个小时以上，有的还能睡到 20 小时。水生哺乳类动物，如海豚、鲸等睡眠时间则非常少，可能是由于它们在海洋中无处藏身的缘故吧。另外，不时需要从海底游到海面上，露出鼻孔呼吸空气，也时常打断它们的睡眠。

无脊椎动物是否有睡眠呢？答案似是而非，蛞蝓这类软体动物有类似睡眠的休息状态，但还不能算是真正的睡眠。那么，昆虫呢？科学家倾向于认为果蝇和蜜蜂都有与哺乳动物睡眠类似的休息期——拟睡眠，因而可望被用来解开睡眠之谜。他们还在这些小小的昆虫头上安装精细的电极，通过记录脑电波来监控拟睡眠的过程。

在德国柏林自由大学伦道夫·门泽尔教授的实验室，有一个学生专门研究蜜蜂的睡眠。我问她如何知道蜜蜂是在睡觉，她说蜜蜂在蜂箱里持续 5 分钟不动，就可认为它们在睡觉。

了——当然，这种睡眠有时也不被当作是真正的睡眠，而被人称为“拟睡眠”。蜂箱里密密麻麻的蜜蜂爬上爬下，蜜蜂要保持很长时间不动是很困难的。然而它们在夜晚来临时也会间歇进入梦乡，打盹的睡眠样状态可以持续 9—15 个小时。为什么说是“间歇”呢？因为它们并不像人类一样可以持续睡眠。实际上它们睡睡醒醒，一直没有安稳觉。难怪一开始，人们并不认为蜜蜂能睡眠，他们认为蜜蜂夜晚的静止是一种间歇发作的僵硬症。

蜜蜂也有一段时间睡眠质量较高——类似人类的深度睡眠。那是在晚上 11 点后，一直到次日凌晨 5、6 点。这段时间是它们集中精力睡觉的最佳时段，每小时将近一半都在呼呼大睡。

门泽尔教授的学生还采用一种类似摇椅的小装置，将蜜蜂装在一个玻璃小管中，再把小管子放在摇椅上面。这个摇椅不停地摇晃、倾斜，小管子就跟着不停地滚动，使得里面的蜜蜂即便昏昏欲睡，也无法入眠。门泽尔教授的学生发现无法睡觉的蜜蜂找不到平日常常光顾的蜜源了，有些蜜蜂飞出去后连回家的路也找不见了——它们因为得不到睡眠，头脑已经变得晕晕乎乎了。

除了摇椅，还可以给想睡觉的蜜蜂不停地喷气，使其难以入睡。这看上去有点“残忍”，不过，这种睡眠剥夺时间很短暂，实验结束后小蜜蜂们即可呼呼大睡，补够甜美的梦。这时，它们会出现和其它动物一样的“睡眠反弹”。也就是睡眠时间大大延长，以弥补损失掉的睡眠。就像人一样，熬了几天夜之后，便会狂补几天的觉，只有睡眠补够了，人的精力才又充沛起来。当然，这是一个极不健康的恶性循环。

动物的睡姿各有千秋，总的看来颇为随意。马、大象、长颈鹿站着或趴着睡；蝙蝠倒挂着，头朝下睡；鱼则漂在水中，睁着眼睛睡；海豚一边游泳一边睡；雨燕甚至在飞翔时忙里偷闲地睡。人类的睡眠可没有这么多姿多彩。

动物会睡觉，但并非所有动物都有梦境。爬行类动物不会做梦，鸟类会做一点点梦，而几乎所有哺乳类动物都会做梦。我们不知道它们都梦到了什么，但不排除它们梦见自己真正聪明起来，超过了人类。

## 问题 1

果蝇的睡眠既然不是真正的睡眠，研究它有什么意义呢？

答案



和蜜蜂一样，严格地说，果蝇的睡眠只能算作拟睡眠。它们的睡眠尚与真正意义上的睡眠有差距。正是因为这一特性，也许暗示我们，果蝇的拟睡眠是睡眠的初始阶段，对果蝇睡眠的研究也许可以帮助揭示睡眠的起源、进化等问题。此外，人们还发现某种基因缺陷的果蝇，睡眠比正常果蝇大为减少，只有野生果蝇睡眠时间的三分之一。无独有偶，人类有一种睡眠疾病，这种病患者每天的睡眠时间只需 3-4 小时。而我们正常人每天要睡 7-8 小时才够。所以，果蝇的睡眠障碍就被当作人类的疾病模型，用来研究人类的睡眠紊乱。

## 问题 2

蜜蜂睡觉的时候，两只小触角像白天一样活泼舞动呢，还是静止不动？

## 答案

在夜晚进入梦乡时，小蜜蜂的触角往往一个缓慢向前，一个缓慢向后倒——仿佛白天时候的慢镜头版。就像人类进入深度睡眠时，两个眼球不由自主地漂移一样，蜜蜂的触角也显得“身不由己”，各自向相反方向漂移。当这种反向移动持续 2 分钟以上时，就被称为“不对称运动”。在夜晚的时候，这种不对称运动要远远多于在白天时。渐渐的，触角不再动的时候，蜜蜂就真正进入深度睡眠了。

当睡眠剥夺后，蜜蜂在其后的补偿睡眠过程中，触角静止的次数和时间会增多。也就是说，蜜蜂会提高睡眠质量以达到快速补偿睡眠的目的。

对于大动物包括人的睡眠，我们可以用 EEG 脑电记录来检测睡眠。因为不同的睡眠时段有不同的脑电波。但是蜜蜂的脑袋实在太小了，要记录 EEG 非常困难。然而，第一次发现蜜蜂有类似哺乳类动物的睡眠也是基于电生理学上的发现。1983 年，德国学者沃尔特·凯撒记录了蜜蜂脑内主管视觉运动的神经元的活动。白天，当蜜蜂看见某个物体在眼前一晃而过，这些神经元便活跃起来。但是夜晚时分，这些神经元就没有白天那么容易激动了，似乎总是懒洋洋地小憩。另外，凯撒发现蜜蜂在夜晚，视觉神经元的电活动和蜷伏睡觉的猫的视觉皮层的电活动很相似，因而，他断定蜜蜂也有和哺乳类动物类似的睡眠。

## 梦之睡眠

相信很多人曾有过这样的经历：一觉醒来，发现自己躺到了地板上，抑或是盖得好好的

被子掉到床底。究竟是精灵作怪，还是我们自己在睡觉时不安分造成？

事实上，在睡眠时，我们的肢体会不时翻动，入睡时的姿势很快就会被各种新的姿势所替代。

此外，我们的眼球在睡眠时也极不安分。女儿小的时候，我常看她眨眼间就呼呼大睡。有时我好奇地看她熟睡的脸。那时她还未上幼儿园，四仰八叉地睡。即便是中午，也睡得天昏地暗。她的眼睛并没有完全闭合，留着一条很宽的缝隙，几乎是半睁着眼。我吃惊地看见她眼球，如同一只润滑的玻璃球，在眼眶里来回移动——那是一种神奇的漂移，很茫然很缓慢地游弋在潮湿的眼眶中，好像浮在水面上的钟摆，又似一片不知方向的孤岛，以极慢的速度，漂到左，又漂向右……随后再荡回来……似乎不受意识的控制，却又很有韵味。

除了肢体、眼球，我们在睡眠中运动最剧烈的当属我们的大脑。大脑仿佛一个大机器，在貌似安静的睡眠中，无时无刻不运转着。这种活动可以被我们的脑电记录仪记录下来。

睡眠中的脑电（EEG）大致有两种，一种是频率较高的快波，另一种则是频率较低的慢波。睡眠也由此分为两种——快波睡眠和慢波睡眠。这两种睡眠在整个睡眠过程中交替出现。

根据脑电记录，把陷入快波睡眠的人唤醒，往往发现他们正在做梦。90%的梦境都出现在快波睡眠期间，因而认为，做梦一般发生在快波睡眠。

在这段做梦的睡眠期间，入睡者的大脑并没有休息，脑电波和清醒时一样。眼睛也没有闲着，虽然是闭合的，但两个眼球在眼眶里来回漂移，仿佛在看无声的电影——梦中的情景……。所以，这段梦之睡眠也被称为“快速眼动睡眠”（REM）。

在这段睡眠中，还有一个显著的特征是动物浑身瘫软，肌肉极度松弛，和正在紧张活跃着的大脑截然相悖。也许因为大脑正在值班，所以肌肉就放心地松弛了。

马、大象、长颈鹿站着睡觉时，睡眠多为慢波睡眠，当它们趴在地上睡觉时，导致肌肉放松的梦之睡眠就占了上风。牛和羊在慢波睡眠时还可以继续开夜车——在胃里反刍食物，而当梦之睡眠来临，反刍就停止了——肌肉失去了收缩的能力。

海狮的单侧脑半球在进行慢波睡眠——少梦的睡眠时，清醒的那侧脑半球指挥尾鳍拍击水，以使自己的鼻孔露出水面。在快速眼动睡眠——梦之睡眠时，由于肌肉松弛，尾鳍将不再拍水。与此类似，水獭在少梦的睡眠期间，尚可把头露出水面，但在梦之睡眠时，头就一直沉在水里，抬不起来。

鸟在梦之睡眠期间也会因为肌肉松弛而把头逐渐垂落在地上，翅膀滑落两侧。

梦之睡眠在进化历程中出现较晚，到了鸟类，才开始出现梦境生辉的奇异景象，它似乎比慢波睡眠更令人沉醉。但是，直到目前为止，我们只知道人类做了什么梦，却无从知晓动物究竟在睡觉时做了什么美梦。

人类对于睡眠一直保持着高度的好奇心，但直到 1953 年，人们才明确将梦之睡眠定义为快速眼动睡眠，可见，很多长期以来一直存在的现象，也是人类在不久前才揭示的。而事实上，还有无数的未知在某个角落耐心等待着我们去发掘，也许每天都与它们擦肩而过，却浑然不知。只有细微地观察，才能及时捕捉它们的痕迹，机遇总是垂青细心留意周边事物的人。

实验室中，大白鼠和小白鼠的睡眠与人类 7 个月的婴儿相似，显示短暂的睡眠和觉醒。尽管每天睡眠长达 10 多个小时，但是睡眠周期短，呈现“醒醒又睡睡”的间歇睡眠状况。大鼠梦之睡眠占总睡眠 10%~20%，其间，大鼠眼球抖动（但不是明确的眼动），胡须乱颤，四肢阵发性痉挛。

猫每天睡 10 多个小时，酣睡中不时可见胡须颤抖，脚爪蠕动，尾巴抽搐，好像在和假想的老鼠对峙。如果损毁猫脑干上与觉醒有关的蓝斑，解除其运动抑制，猫在睡眠期间会出现抬头、理毛、弓背、寻找、抓握假想的猎物等姿势，仿佛再现梦中的情景。说明它们是会做梦的，只不过睡觉时运动受到大脑的抑制，所以它们像人一样梦见跑步时只会稍微动一动甚至丝毫不动。



小猫做美梦 （周穆如 12 岁画）

狗在睡眠中也会四肢呈现跑步的姿势，摇摆尾巴，发出呜咽声，仿佛看见了猎物一般。

做梦也和年龄有关。人在婴儿时期，睡眠时间很长，其中，做梦的快速眼动睡眠可达 8 小时，占整个睡眠的一半时间。随着年龄的增长，花在睡眠上时间减少，稳定在全天 7-8 小时左右，此时，做梦的时间只固定在 2 小时之内（占 20%左右）。到了晚年，睡眠再度减少，快速眼动睡眠更大为缩短，所以我们常常听到老人抱怨，睡不好，睡不踏实——原因是他们黑暗的世界失去了七彩的故事——缺乏梦境的睡眠。

脑发育到较高程度的动物会做梦，而有梦的睡眠质量更高，所以，相对来说处于优势的食肉动物常常要比处于被捕食地位的动物更易做梦。但是，动物的梦究竟与我们人类做的梦一样吗？是否有美梦也有恶梦？是否也是一些场景图片或电影似的回放？这些仍是未解之谜。

为什么人类乃至动物每天要花很长时间来睡觉做梦呢？这样做的代价是很高的，对于人类，生命的三分之一花费了；对于动物，陷入毫无防备的状态使生存变得更加充满危险性。

睡眠和做梦，仅仅是为了恢复体力和精力吗？那么，为什么非要通过彻底丧失意识才行呢？

最简单也是最直接的解释是：睡眠是进化的结果。日照和昼夜节律使大多数动物的生存竞争集中在白天，夜晚不便掠食。为了防止因看不见而被捕杀或落入悬崖，就发展成夜晚休息睡眠的习惯。还有一个有趣的解释：当你在晚上碰上掠食者，你最快的反应就是一动不动，尽量让对方察觉不到你。然后在你闲得无聊的时候，便睡着了，于是，睡眠就此产生。

而为什么要做梦呢？做梦是防止机体进入深度睡眠乃至昏迷不醒而进化出来的一种方式。在睡眠中，适当地给大脑一些刺激，使它保持一定的活跃度，便于及时清醒。做梦期间眼球的转动、肢体小范围的活动均显示大脑此时处于半觉醒状态，随时可以一跃而起，以应付突发的危险。这是进化的结果。

纵观人类对自然界的探索过程，我们对“如何”这个问题容易得到答案，但对于“为什么”却不易解释。虽然对睡眠的研究很多，但睡眠和做梦的机制至今仍是一个谜。

## 问题 1

不让动物睡觉或做梦，会导致怎样的结果呢？动物会死亡吗？

答案

当大鼠的全部睡眠被剥夺，2-3 周后死亡。允许大鼠睡觉但是不让它做梦，5 周后大鼠死亡。不让动物睡觉或做梦，对动物来说是一种很强的应激刺激，往往使它们陷入剧烈的紧张状态不能自拔，同时也降低动物的运动能力，却增强它们的好斗性。最重要的是缺乏睡眠会大大破坏动物的免疫力，使其抵御疾病的能力急剧下降。最后，一次轻微的感冒就可能夺去它们的性命。当然，这是相当残忍的。所以，当别人睡觉时，最好别去打扰他！

问题 2

睡眠障碍普遍发生在我们人类，既然动物能睡觉能做梦，那么它们是否也和人一样有睡眠障碍呢？

答案

的确，动物也会有睡眠障碍。它们会失眠，强烈的光照使鸟儿不能入睡，即便躺在柔软的席梦思上，它们也不得不一直唱到天亮。马匹来到一个新地方，因为不习惯环境而紧张得难以入眠。夜深人静时，它们还在马槽里不停地小声抱怨……但它会像人一样，在其后的睡眠中把缺失的觉补回来。

动物也患嗜睡症。人的嗜睡症表现为在不能预知的情况下，突然进入睡眠。比如在马路上走着走着，和别人说着话，就突然倒地睡过去。有趣的是，狗、马、牛也患有这种与基因相关的疾病。

狗也患睡眠呼吸暂停症，家有宠物的人，都会有听见猫狗打呼噜的经历吧。

**一边做梦，一边记忆**

一日，你在梦中梦见自己的考试成绩奇差，于是沮丧到极点，最后忍不住惊醒过来，才发现：“还好，只是一场梦！”

猫、狗、大象、鸟儿也会做类似的梦吗？它们自然不用因考试而困扰，但是，鸟儿的确能够在夜晚入睡时，“回放”白天学习鸣唱的情况，可以解释为它们在“温习”功课，也可解释为它们担心唱得不够好听，所以不自觉要“加加班”，以便夺取“快乐鸟声”的冠军。

当然，鸟儿们不能告诉我们它们到底梦见了什么，科学家只能根据鸣禽在睡觉时，某些负责学唱的脑区的电活动与白天学唱时一致，猜测鸟儿在睡觉做梦的同时，也进行学习记忆。

在啮齿类实验动物上也得到类似的结果，美国麻省理工大的马修·威尔逊一直致力于睡眠的研究，他发现：当大白鼠白天学习游迷宫后，入睡时它们大脑海马的活动和白天的模式是一样的。由于海马是哺乳类动物执行学习记忆的关键脑结构，暗示海马在夜晚“回放”白天所学情景——看来它们还真够勤奋的。

但是威尔逊不能确定，大鼠是不是在脑中像看电影似地“看到”了生动的图像——记忆的电影。所以他同时又记录了与视觉相关的大脑皮层的电活动，并相应地变换迷宫，增添更多的视觉刺激。结果，与海马一样，主管视觉的脑区也会在睡眠中呈现与白天走迷宫时一样的电活动。似乎大鼠在睡觉的同时，既动用海马来进行记忆加工，又运用视觉皮层调动了视觉信息。说明大鼠在睡眠时对记忆的“离线”处理可能是和“看电影”同时进行的。

人也同样，入睡前记忆单词，会发觉记得更牢。也许，睡眠的时候不自觉地温习了单词，虽然察觉不到，但也许，我们确实“一边睡觉，做梦，一边学习，记忆。”

目前研究认为，少梦的慢波睡眠与多梦的快速眼动睡眠均参与了学习记忆过程，它们对记忆的巩固一样重要，但是对于不同的学习记忆任务，两者的贡献略有差异。



小鸟做梦温习功课 （周穆如 12 岁画）

发现 DNA 双螺旋结构的弗朗西斯·克里克等则认为在梦中进行的学习记忆是有选择的，

实际上是在进行“反转学习”(reverse learning),即特定地“擦除”存在于大脑神经网络中的一些无需记住的,甚或是不愉快的信息的连接,从而达到遗忘无关信息的目的。似乎在大脑中有一个自我保护的筛选系统,对该保留的信息进行储存,对不利的信息,厌恶性的刺激就主动遗忘,这样做可以及时剔除伤害性的记忆,使大脑处于积极乐观的状态,有利于更好地生存。

从前,我们做过这样一个实验:给大鼠做一项训练——任务是让它们学会躲避电击。待学会之后,将大鼠分成两组。第一组被放到水面上的小平台上,小平台很小,仅高于水面一厘米。大鼠一旦进入梦之睡眠,颈部肌肉就会松弛,头部下垂,鼻尖触水,或是直接掉到水里而惊醒,所以这组动物缺乏梦之睡眠,但允许有少梦的睡眠——慢波睡眠。第二组大鼠被放到一个同样位于水环境的大平台上,由于平台很大,大鼠即便睡着了也不会掉到水里,这组动物可以进行包括快速眼动睡眠和慢波睡眠在内的全部睡眠。24 小时后,再把动物从平台上拿起,在先前的学习任务中检测它们是否记得头天学到的信息,情况如何呢?

答案

因为大鼠学习的任务是避开电击,所以对于它们来说,电击是令人厌恶的记忆。根据克里克的理论,大鼠可能会利用梦之睡眠,动用脑袋里的橡皮擦,将这段不良记忆擦除,实验结果应证了这一可能。第一组没有梦之睡眠的动物头脑很清楚,仍然记得被电击的疼痛,很执着地躲避着电击。而第二组进行了全睡眠的动物却相反,因为可以做梦,它们大多忘记了头天学到的东西,作为代价,再次遭受电击之苦。这个实验说明对于躲避电击这样令人痛苦的记忆,动物倾向于在梦中把它删除掉。所以克里克说:“我们做梦,为了更好地遗忘”。

问题 2

睡觉和做梦是为了温故而知新,巩固白天学到的知识,同时也在遗忘对机体不利的信息。但是为什么梦中的内容往往和我们实际想记忆的、想遗忘的或所向往的东西并不相符合呢?

答案

梦的含义其实很复杂。弗洛伊德《梦的解析》掀起了人类认识梦的渴望,同时也让我

们充分认识到梦的神秘和不确定性。在梦中，可以学习记忆，也可以遗忘。白天被意识故意排挤在外的潜意识心理，会在梦中悄然而至，令人无法忽视……梦像黑夜里的精灵，犀利地剖析你不愿面对的，甚至感觉不到的想法，它在大脑深处自由游弋……成为黑夜世界里另一个跳动的主角。

## **轮流睡眠**

在夜晚来临时，人类可以高枕无忧，让两个大脑半球充分享受睡眠的乐趣。大部分动物睡眠时，也能将整个大脑推入睡眠之门，但是在自然界中，由于生存环境险恶，它们怎样做才能既保证睡眠，又防止突如而来的紧急事件呢？原来，一部分动物总是用单侧脑半球忙里偷闲睡觉，另一侧大脑半球则腾出来做警卫值班，使它们不致因为贪睡而丧失性命。海洋动物和鸟便有这样的睡眠绝技。

但是并非睡眠的两个部分都能在单侧脑半球出现。当动物进行单侧脑半球睡眠时，只可能存在少梦的慢波睡眠。而进入梦之快速眼动睡眠时，必须两个大脑半球均处于睡眠状态。也就是说，少梦的睡眠可以在单侧或双侧脑半球出现，但是梦之睡眠却只能在双侧脑半球中同时存在。

进行单侧睡眠的鸟儿将缺乏梦之睡眠，因而在空中飞行时，它们甚至会紧闭双眼，来一段“无人驾驶”，这时，考察周围的环境对它们而言不再必需。但毕竟它们的技艺远不及自动驾驶飞机，极有可能会偏离航线，所以自动飞行时间只能很短暂。为了弥补遗憾，在陆地上休憩时，它们会美美地睡上一大觉。

陆地上坐着睡觉的野鸭，位于群体中央的个体较为安全，因而有较多的双侧脑睡眠，处于边缘地带的野鸭则没有这么幸运，它们只能“睁一只眼闭一只眼”，为那些位于中央的幸运儿当保镖。它们单侧脑睡眠的比例远高于双侧。而且，闭着的眼睛总是面向鸭群，睁开的眼睛总是向着鸭群外的世界，以随时准备看见、发现潜在的危险。

海豚则相反，当它们在水中群体睡眠时，睁开的眼睛总是朝向其它海豚，以调整与其它海豚的方向和距离，做到不即不离，既睡足了，又没有落队，更不会追尾。

小鸡在睡觉的时候，左眼和右眼也经常交替值班。当一只眼睁着的时候，它所对应的那侧脑半球便处于活跃的状态，用脑电检测，就会发现和清醒时候的脑电波一样。而闭着的那只眼睛对应的脑半球则相反，脑电 EEG 是和睡眠状态类似。过一段时间，睁着的眼睛就变成闭着的，而刚才闭着的眼睛则变为睁着的——这样的休息方式的确很讲效率。



当然，小鸡睡眠的时候，也有两只眼睛同时闭起来的时候，这时它的两个大脑半球就都进入迷糊状态，发出睡眠的慢波脑电，并出现伴随做梦的快速眼动睡眠。当家养的鸡禽越来越少地遇到天敌时，这样的情况可能会越来越普遍。

科学家也用小鸡来研究睡眠中哪个半球和哪些任务相关，先给小鸡安排一个学习任务，然后让它们睡觉，这时，观察小鸡睡觉的时候是哪只眼睛睁开或闭合得多，由此判断，它们学习的任务是和哪个脑半球相关。

### 问题 1

如果小鸡在睡觉时，左眼闭合时间大大长于右眼，说明小鸡白天的学习任务是与哪个脑半球相关呢？

### 答案

由于左眼是由右脑控制，右脑在白天学习中很忙碌，太累了，夜晚时理所当然要休假。所以可以推断，白天的学习任务多是由右脑负责并执行的。

### 问题 2

如果让小鸡辨别红色和绿色，红色的盒子内有碎米粒，而绿色的却没有。小鸡很快就知道选择红色小盒即可得到碎米粒。如此训练几十次后，让小鸡熟睡 2 小时。由于小鸡的左半球对颜色负责，你预计小鸡在睡眠中，哪只眼睛闭合的时间长？

### 答案

右眼闭合的时间长，也就是左半球在睡觉。因为在训练和学习的时候，左半球过于操劳，所以休息的时候，左半球获得小憩优先权。