

## 引言

正如哲学家们所说，要认识生活必须回顾，这是完全正确的。但是，他们忘了另一个命题：生活必须前瞻。

绥伦·克尔恺郭尔德（seren Kierkegaard）

所有具有复杂神经系统的机体都不时面临生活所提出的问题：下一步我该干什么？

休·萨维奇—伦堡（Sue Savage—Rugbllgh），

罗杰·卢因（Roger Lewin）

让·皮亚杰（JeanPiaget）曾说，智力是你不知怎么办时动用的东西（这是对我试图论述智力时所处情景的确切的描述）。如果你擅长于对生活提出的各种选择题找到正确的答案，那你的确能干。但是，富有智慧则有更多的涵义，这是一种创造性能力，凭借这种能力你会迅即想出新的主意，各种答案在你的大脑中接踵而至，一些比另一些更好。

每当我们看着冰箱中的残羹剩肴，思忖着为准备晚餐还需要从食品店添置些什么时，我们所表现的智力连最能干的猿都望尘莫及。一流的厨师会把各种配料有趣地组合起来而让我们目瞪口呆，因为我们从来不会想到这些配料竟然会混杂在一起。诗人特别善于词语的排列，这种排列所产生的富有感染力的涵义使人折服。我们大家每天也都在千百次地锤炼出新的表达方式，把词和手势加以重组以传达新的信息。每当你想说一句你以前从未说过的句子时，你所面临的创造性问题正如厨师和诗人所面临的一样——在你将它说出之前的最后一刻，你还在大脑中反复思忖。

近年来，我们对确定在脑中的什么位置处理语义的那些研究取得了不少进展。我们常常发现动词是在大脑额叶，而由于某种原因，专有名称似乎偏爱颞叶前端，而颜色和工具的概念则似乎见于左颞叶后部。但是智力是一种过程，而不是一个位置。它是一种有许多脑区参予的过程，通过这种过程我们探寻新的涵义，这常常是“有意识地”进行的。

对智力有经验的研究者，如智商（IQ）研究人员，避免用“意识”（consciousness）这个词。我的许多神经科学家同行同样也避免使用“意识”这词（倒是有些物理学家却一直乐于用初涉足者常犯的错误来填补真空）。一些临床大夫并非故意地轻视“意识”，他们把它重新定义为单纯的“唤醒”（arousability，虽然把脑子视为意识中枢，但实际上这就像是把开关和光混淆起来一样）。我们或者可以把“意识”重新定义为单纯的“觉察”（awareness），或是定义为选择性注意的“探照灯”。

这些理解都有助于对这一问题的探索，但它们都忽视了精神活动的主动性，正是通过这种主动性，你创造、修饰、再创造你自身。你的智力性精神活动是你内部和外部世界的反映，这种反映在不停地变化，它部分处于你的控制之下，部分则不为你的内省所察觉，甚至是变幻莫测的（在你每晚四五个睡梦阶段中，它几乎完全不受你的控制）。在本书中我试图阐述，当你驾驭你自己从一个主题转向另一个主题；当你建立和否定不同的可能性时，你的内部精神活动是如何一刻不停地发展的。这种阐述不仅基于心理学家对智力的研究，更多地来自行为学、进化生物学、语言学和神经科学。

曾有一些良好的理由来避免对意识和智慧作全面的讨论。在科学研究中有一种非常好的策略，那就是把问题分解为各个小块，当机械论的解释无助于你构建逼近一个含混的主题的研究途径时尤其如此。在某种意义上，人们一直在这么做。

第二个理由是对所有的人（除了圈内人外）掩饰真正的争议点以避免麻烦，用现代习语来说，就是保持否认的本领。有些词虽有日常涵义，但也具有仅为圈内人所使用的特殊的转义。每当我看到这些词时，我总会想起代号来。几个世纪以前，对精神作一种不加掩饰的机械论的类比会使你闯下大祸——甚至在比较宽容的西欧。

应该承认，朱利恩·拉曼特利（Julien Offroy de La Mettrie）在不经意中说的并不全错。这位法国医生（1709 — 1751）在 1747 年曾写过一本名为《人一机器》的小册子，在这本书中他把人的动机比喻为机器中释放能量的弹簧。

1746 年，拉曼特利已从法国逃亡到了阿姆斯特丹。他曾写了一本名为《灵魂的

自然历史》的书。巴黎议会极不喜欢那本书，命令悉数烧毁。

这一回，他谨慎地匿名出版了他的小册子《人一机器》。当时被公认为欧洲最为宽容的荷兰人居然震怒于此，并企图查明这本小册子的作者加以报复，他们几乎达到了目的。拉曼特利被迫再次逃亡，这次他逃到了柏林，4年后他在那里去世，终年42岁。

虽然拉曼特利走在了时代的前面，但他并非是将人比作机器的始作俑者。笛卡尔一个世纪之前在他的《人类》一书中早已为之。他亦曾从故乡法国迁往阿姆斯特丹，这在时间上与伽利略（Galileo）与梵蒂冈之间就科学方法本身的纠葛大致上差不多。有人会说，笛卡尔之所以不必像拉曼特利一样从荷兰出逃，是因为他谨慎地在安然死后若干年才出版那本书。

笛卡尔及其追随者并不想禁止所有关于精神的论述；事实上，他们特别关心的事情之一是想在大脑中准确地确定“灵魂的宿居处”的位置。这是学院派传统的继续，这种传统专注于充满脑脊液的脑室。500年前的宗教学者认为灵魂的各个部分处于这些空腔中：记忆居于其一；幻想、想象和常识居于其一；思维和判断又居于其一。在他们看来，脑室就像一只装了魔鬼的瓶子一样，是存放灵魂的容器。笛卡尔认为，松果腺是控制中心所处的较佳位置，其依据是，脑内不成对出现的结构甚少，而松果腺是其中之一。

现下正是千年之末。虽然还存在神权政治国家，在那些国家里使用隐晦的表述方式仍不失为一个好主意。但是总的来说，我们已不再为用机器来比喻精神而小磨。我们甚至能够对精神与机器之间的任何类比的原则性基础加以讨论。人们振振有词地论证说，精神是富有创造性、不可预测的，而我们知道机器缺乏想象力，但却是可靠的。因此，诸如数字计算机这样的机器乍看起来似乎是一种不合情理的类比。

说得对！但是笛卡尔只是说，在谈论脑时把它看作好象是一架机器是一种有用的方法。层层剥开洋葱，你就不断地取得了进展。即使真还有什么别的东西隐匿于其外层之下，科学家倾向于认为并不存在任何东西从根本上来说是不可知的，总是可以尝试作别的可能的解释。这种科学的策略——别与科学结论相混淆——在我们

对自身的认识中已经产生了一场革命。

对精神的机械论的研究方式长期以来一直缺少一种至关重要的机制，即自展机制。我们习惯于这样一种观点：即使是一件不错的人工制品，例如一块表，尚需要有一位高明的钟表设计师。这是一种常识，就像亚里士多德的机械唯物论一样，尽管它是错误的。

但是，甚至从达尔文以来，我们就知道精致的东西也可以从简单的初始物演化（自组织）而来。正如哲学家丹尼尔·丹尼特（Daniel Dennett）在《达尔文的危险思想》一书的序言中指出的，甚至受过高等教育的人也并不乐意接受这种自展性观点：

达尔文的自然选择进化论一直使我入迷，但是这些年来，我已经发现有各式各样伪思想家无法掩饰他们并不喜欢达尔文的伟大思想。这些人形形色色，从吹毛求疵的怀疑论者到公然表示敌意的都有。我还发现，不只是外行和宗教思想家，而且有在俗的哲学家、心理学家、物理学家，甚至生物学家，他们似乎倾向于认为达尔文是错的。

但是，这并非事情的全部。在 1859 年《物种起源》出版后仅 15 年，心理学家威廉·詹姆斯（William James）在给朋友的信中阐述了他的观点：在精神中有达尔文过程的参与。一个世纪之后，我们才刚开始用适当的脑机制为达尔文主义的这一观点赋予真实的内涵。几十年来，我们一直谈论着过量产生的突触的选择性存活问题，那只是达尔文主义的并不真实的版本而已，就像把一幅图案镌刻在木块上那样。现在我们也看到，大脑的布线可能是充分地按达尔文过程运转的，这种过程在意识的时间尺度上进行，自毫秒级至分钟级。

这是达尔文主义的一种表现方式，它使不甚确实的东西逐渐成形。它包括产生许多一定模式的大脑放电的拷贝，让这些拷贝出现某种变异，然后让那些变异体在一个工作空间范围内竞争以取得主导地位（就像马唐和六月禾一在我的后院草坪中竞争一样）。竞争的结局取决于那些放电的时空模式与“道路上的沟沟坎坎”（储存于突触强度中记忆的模式）相契合得有多好。正如你将看到的，这种达尔文机是我所热衷的主题，但是在转入主题之前，让我们先对智力是什么，又不是什么有一

些概念上的认识。

新闻记者们常用的提问内容是：“谁—什么—哪里—何时—为何—如何”。这对于探索智力的奥秘是一种有用的策略，这可以避免不成熟的定义。我将从智力由“什么”构成，何时需要智力开始——因为这词有众多的涵义，有时很容易被搞混（正如意识一词一样）。将智力一词略为狭义化，不把婴儿随洗澡水一起倒掉，是下一章的任务。然后，我将着手处理各种不同层次的解释，以及“意识”这个词引起的混淆。

在探索智力“如何”进化的问题时，尤其是在讨论人类的远祖的智力进化时，以考察冰河期的演化来作类比具有重要意义。阿拉斯加的海岸线是考察仍处于活动期的冰川的最佳场所。冰川湾长约 80 千米，200 年前它还被冰川填满，现在则挤满了引起交通阻塞的海豹、独木舟和游船，我将联系冰川湾的来龙去脉来说明“杂家”的能力是如何进化而来的，尽管从效率的角度而言，专家在某一领域中总是更高明。对这个问题是否有简单的答案呢？回答是：正是因为气候不断突然地、不可预期地改变，从而使效率不再是最关键的因素。

在第四章中，我将讨论解析具有句法的复杂句子所需的思维机构。许多观察者，包括我本人，都设想在人类进化过程中智力的大飞跃是由某些逻辑结构所产生的，这些结构是一种具有语法的语言所需要的，对其他作业也有用。黑猩猩和倭猩猩”（非洲侏儒黑猩猩是一种明显不同的猿，现在的英文名字是沿袭当地人所用）使我们能从某一重要的角度来判定语言在智力和意识中所起的作用。我们的祖先给我们留下的只有骨头和化石，但是我们可以从我们的远房表亲那里对我们祖先的行为有所了解。

第五章是从达尔文过程的角度来讨论收敛性和发散性思维问题。小型的神经生物学术会议，如我在蒙特里湾（Monterey Bay）参加的那个会议，肯定例示了收敛性思维——随着对记忆机制研究的深入，所有的专家都试图找到一个正确的答案。那些企图发现科学理论或想写诗的有创造性的人需要发散性思维，或者更普通的，为了弥补多选题考试中的出错也需要这种思维。每当神经生物学家对记忆贮存机制提出一种解释，听众中就会有人提出运用发散性思维对这一问题所作的几种不同的解

释。如何将新奇的构思上升为高质量的理论而又有异于用手把一团粘土塑造成一个陶罐呢？回答可能在第五章的标题中。达尔文进化过程在千万年的时间过程中形成新的物种，而在持续数周的免疫反应中产生新的抗体，同样也可以在思维和动作的时间尺度上形成思想。

在第六章中，我将把精神过程与其他已知的达尔文过程加以类比。我将说明我们的脑是如何（从生理学机械论的角度）对表象进行操作从而引起复制竞争，这种竞争可以是达尔文式的，能从杂乱无章中形成一种合理的猜测。把问题化解为大脑密码（就像苹果和橙子包装上用以表示实物的抽象的条型码）和大脑回路（尤其是皮层表层中用以处理“内部邮件”的回路），使我能对高级智力功能，如我们怎样猜测，说以前没说过的话，甚至展开比喻的翅膀，作迄今为止的最为成功的探索。

“达尔文机”的这个大脑版本在我看来将根本上改变我们关于人的概念。就像《爱丽丝漫游奇境》中的渡渡鸟所说的，解释一种游戏的最佳方法莫过于演示了，我将带你们漫步走过形成思维和决定的达尔文过程。我很高兴地说，描述意识并不见得像描述如何骑自行车那么难；而且，在对它的过程产生一种感觉而不仅仅是满足于抽象的评述之后，你将更好地理解它。（如果你跳过我所钟爱的这一章，你从第五章和第七章得到的将是抽象的论述。）

在最后一章里，我将对以前章节中所讨论的关于智力的各要素作一总结，主要是着重于对某些机制的讨论，如果一种外来的智能或人工智能要在广阔的范围内（从聪敏的猩猩到人类的音乐天才）进行运转就会需要这些机制。最后我将对任何向超人智力的过渡提出一些告诫，正如象棋红后对爱丽丝提出的关于“竞赛”的告诫那样：想要留在原地你必须不断奔跑。

一种理论把人描述成一架为外界压力所推动的感应机器，剥夺其所有的创造性和自发性。第二种理论赋予人“游戏空间”，创造各种思想，并进行尝试。认识世界，按第一种观点意味着受限于这个空间；按第二种观点，或，意味着在其中进行探险。

沃特金斯（J. W. N Watkins）

## 第一章 智力的本质

虽然先天的信息加工，本能的行为，内在的和谐协调的动机和动力，以及固为导向性的学习，都不失为动物认知的基本要素，但它们却不像是与思维、判断、决策等相关联的更深奥的精神活动王国的一部分。那么思维究竟为何物？我们又怎样认识其在其他生灵最为隐秘的器官——脑——里是如何工作的呢？一方面，我们习惯于相信真实思维贯穿于审美、道德及决策行为之中，另一方面，至少在某些动物，精致的编程能够建立似乎是思维的错觉。有什么行为准则能使我们将两者加以区别呢？是否像人工智能的鼓吹者所设想的，所有的——包括人类的——思维，都只是高明编程的结果呢？

詹姆斯·古尔德（James L. Gould）

卡罗尔·古尔德（Carol Grand Gould）

《动物的心智》

人们总是用十分狭窄的术语为智力设定框架，好像它是某种数字，可以指派于人。这个数字越大越好，就像棒球比赛中的“击球率”那样。智力总是用各种不同的指标来加以度量的，诸如空间能力、言辞理解力、词语表达的流畅性、数字能力、归纳推理、感知速度、演绎推理、机械性记忆力等等。近数十年来有一种趋势，就是把这些种类繁多的测试亚类视作“多重性智力”。确实，为什么要试图把智力一锅煮成单个数字而把这些能力混杂起来呢？

简短的回答是：单个数字似乎告诉我们一些新东西——虽然过于泛化会有害处，但是它提供了某些有趣的信息。为什么这么说呢？因为人对一种智力测试亚类做得出色决不预示他对另一亚类的测试做得一定糟糕；另一方面，一个人如果对其中一类测试做得不错，他对其他测试亚类的表现常常优于平均水平。

这就好像在做测试的能力方面存在某种共同的因子。所谓的“普通因子“g”表

示了不同测试亚类间这种有意思的相关。心理学家阿瑟·詹森（Arthur Jensen）指出，对 g 的两种最强的影响是速度（诸如你在固定时间内能回答多少问题）和你在头脑中能同时应付事项的数目。类比问题 A 之于 B 即如 C 之于（D, E, F），通常要在头脑中至少同时保持多个概念，并作比较。

所有这些都使智商很像是大批生产快餐的厨师的一种职业描述，他要同时应付制作 6 份不同的快餐，一小时接着一小时，一刻也不间断。因此，高智商对于大多数人那种平常的生活是没有意义的，而仅在要求迅捷、多能的场合才是重要的。要在复杂或多变的职业中（如当一名医生）干得出色，高智商通常是必需的；对从事中等复杂程度的职业（如当秘书或警察），它也是一种优点，但是对于仅需要按常规且不那么匆忙作出决定或解决简单问题的职业，高智商提供的长处十分有限。例如，对于职员或出纳员来说，其可靠性和交际能力可能远比其智力更重要。

智商肯定是智力的很使人着迷的一个侧面，但它并不把其他方面均囊括其中。我们不应该错误地把智力还原成评分标尺上一个简单的数字，那就像用一种统计数字（如传球成功的百分比）来表征一场足球比赛一样。不错，就足球联合会整体而言，取胜与该统计数字显著相关，但对足球来说远非成功的传球一项。有些球队赢了球正是因为有其他长处，他可能连一次成功的传球都没有。智商在许多情况下确与“取胜”有关，但这并非智力的全部，就像成功的传球并非足球的全部一样。

我把智力视作神经生理学的象牙塔尖，这是一个个体大脑组构众多侧面的集大成者，正是依靠这些，人们能做以前未做过的事情。我们虽然还不能解释它的全部辉煌，但是已经懂得了它的某些方面，如行为方面，神经生理学方面，以及以秒为单位运转的类似于进化的过程。我们甚至对自组织原理也有所了解，这些原理导致进化中质的突变和新的层次的形成，就像在范畴和比喻间进行竞争时所发生的那种情况。

关于智力的主要问题并不在于“谁”的智力更多，而在于智力是“什么”？



“何时”需要智力？智力又是“如何”运转的？智力的涵义包括聪颖、预见、速度、创造性，能同时应付多少事件，以及其他。

人类智力的产生是否是由于我们比其他动物拥有更多？如果只是像看甜瓜似地用尺寸的大小来衡量脑，那就有可能产生误导。脑只有外面那一层——大脑皮层——明显地与形成新的联想有关，而脑实体的大部分是绝缘物质。它们将联结大脑各部分的“导线”包裹起来：绝缘越好，信号传递越快。随着动物变得越来越大，“导线”越来越长，这就需要更好的绝缘来加速信号的传递，并保持较短的反应时。这种绝缘使脑白质的尺寸增加，即使皮层的神经元数保持不变。

甜橙皮只是甜橙的一小部分，而人的大脑皮层甚至比甜橙皮还薄，大约只有 2 毫米，仅相当于两枚 10 美分硬币的厚度。人的大脑皮层布满了绉褶，但是如果把它剥离下来并将它展平，它的面积大约相当于 4 张打印纸。黑猩猩的大脑皮层只有一张打印纸那么大；猴子的像明信片那么大；老鼠的只有邮票那么大。如果我们在展平的大脑皮层上布上细网格，我们会发现，在所有的皮层区，每一个小的四方网格中神经元数大抵相同（但初级视皮层例外，在所有的双眼动物中，这一区域有众多的其他小神经元）。因此，如果对于一种特定的功能需要更多的神经元，大脑皮层就需要更大的表面积。

我们认为，因为觅食对视觉有很高的要求，所以使猴在世代发育过程中视皮层（而不是听皮层）增大，这就是说，这一进化在这里产生一个凸起，尔后，当某种别的进化选择压力起作用时，也会在那里产生一个凸起。但是，是否任何非嗅觉性（如视觉）功能要求更多脑空间的自然选择导致对所有其他功能也会产生同样的要求？人们现在对此深表怀疑，因为从发育的角度来看，要使脑出现区域性的增大通常是困难的。因此，增大一个区也使所有区增大可能是普遍规则，而非例外。

如果说只有一种导致“免费的午餐”式的进化途径是不够的，那么这里还有一种途径：新的功能最初出现常常借助于在备用的时间内使用脑中某一预先存在的部分。从某种程度上来说，脑区是多功能性的，这就使我们无法在各区贴上标签。那么，何种已存在的功能与自猿到人的进化过程中发生的聪颖和预见能力方面的跃变

最有关系呢？大多数人会说是语言。在我看来，一种对语言和手的动作的协调共通的“基础性能力”（见诸于我们闲暇时的音乐和舞蹈中）比仅为语言功能的特殊能力更说明问题。

智力有时被描述为脑中参与求知区域的拼镶，是所有对期望十分敏感的感知机制的总和。这肯定是对的。但是，如果你对智力只是下这么个广泛的足以包含脑的大部分功能的定义，那么这样一种表达并不能推进你的认识，就像你把意识的涵义扩展到覆盖植物的生命所做的一样。一览表并非解释，不管它是多么有趣，也不管论题可能有多么需要包括在入门课程中。从智力的内涵中消除感知机制并非我的目的，我是想阐明猜测的基础，以及产生分层稳定性的那些自组织的层次。

西班牙医生胡安·瓦特（JuanHuarte）在 1575 年把智力定义为学习、作判断的能力和想象力。在现代文献中，智力常常指的是抽象思维的能力，推理的能力和把大量信息组织为有意义系统的能力。这不仅很像试图定义自身的学究，而且作为一种易于扩展至其他动物的定义，其立意太高。对于了解智力是什么，更好的出发点是有关动物行为的文献，在这些文献中对智力作出了良好的可操作的定义，这些定义均以在解决问题方面的多方面才能为出发点。

伯特兰·罗素（BertrandRussell）”曾经讽刺地评论道“美国人研究的动物四处狂奔，其匆忙以及精力令人难以置信，它们最后偶然地得到了它们想得到的结果。德国人所观察的动物静坐思考，而最后从其内在的意识中得到答案。”罗素在 1927 年所作的这番调侃，是对科学研究方式的一种英国式的评述，这段关于解题睿智的俏皮话也向我们例示了在洞察和随机性反复试验之间其实并不存在的歧见。洞察是智力行为，这毋须争辩。“纯随机性”在通常对问题的讨论中则不在此列，但我们因之而被误导。对此我们在以后将详作论述。

我喜欢皮亚杰所强调的，智力就是你不知怎么办时动用的东西，这抓住了新奇这个要素。智力就是无计可施，而惯常的做法不奏效时所需要的应付能力，所谓计上心来。试想一下爵士音乐的即兴创作，它不是那些精心构思的作品，如莫扎特或巴赫的协奏曲。智力是在举手投足的瞬间所作的即兴创作和完善的过程。

神经生物学家霍勒斯·巴洛（HoraceBarlow）把问题表达得更简洁，他向我们指明了智力中可用实验测试的那些方面。他说智力就是作猜测——当然不是旧的猜

测，而是在于发现一些新的、内在的秩序。“出色的猜测”清楚地把很多方面都包括进去了：找到问题的答案或者论点中的逻辑关系；碰巧想到一个合适的比喻；建立一种令人愉快的和谐关系或是作出机智的答复，或者预测即将发生的事。

确实，很多时候你会习惯地甚至是下意识地猜测下一步将要发生什么，例如在听故事或是听音乐时。让一个啼哭的孩子来填充每句歌词的最后一个字使孩子分心而使他停止啼哭，极为有效，许多不同文化传统的人们都使用这种方法。下意识的预测常常是为什么一句开玩笑的妙句或是巴赫名曲的突然变奏能让你发愣的原因——你下意识的预测和实际的不吻合令你感到意外。有点小小的偏差往往不失幽默，但是紊乱的环境令人不悦，就像如果某一天你的职业不稳，充斥噪音、或司机驾车老出错，或陌生人蜂拥而至，你预想的和实际发生的老是对不起来，你就会心烦意乱。

我又是怎样对付这种环境的不和谐呢？让我们把预测放回到一种较合适的水平，而不要全身心地沉溺于去预测什么必然会发生，而使自己烦躁不安。那样做，你可以使自己相信你还能胜任预测。或许那就是为什么在变幻莫测的环境中折腾了一天之后，你会在宗教仪式、音乐中或情景喜剧”中去寻找轻松——那时又能愉快地去不断猜测下一步会发生什么。

初涉足者常犯的错误之一是将智力与有目的复杂性行为等同起来。精致而复杂的行为本来可能是寻找智力标志的合理所在。毕竟，我们的语言和预见行为无疑是智力行为的某些方面，而且它们也是够复杂的。

但是动物的许多复杂行为是先天的，是与生俱来的，并不需要学习。这些行为不易变更，常难以随意演示。这些一成不变的动作模式就像计算机程序一样并不深究其目的，它们只是按序进行的。

无论是先天的还是学习得来的行为都可能是持续和复杂的。就拿一个白痴学者的行为为例，他能记住很多事情的细节，但是却缺乏把信息分解为有意义的部分加以重组，在一种新的情景下加以利用的能力。鲸的呼叫和昆虫的筑巢同样是非智力性的。

鲸和鸟的连贯的鸣叫也并非智力的表现。大多数无意识的行为往往是连贯的，

一个完成后引来下一个：鸟紧随求偶行为之后是筑巢、下蛋、孵化等复杂过程，然后则是各种定型的对后代的照料行为。实际上，行为越是复杂、“有目的”，它可能离智力行为就越远，这是因为自然选择已经确保其完成的途径，留下了很少的机遇。对于学习，通常只是对一些很简单的事情而言，并非对复杂的、呈连锁性的意义重大的行为。

我们并不那么理解我们的某些行为，如打呵欠，或拥抱和接吻的欲望（倭猩猩和黑猩猩也有这些行为），动物也不见得理解它们的行为。我们常喜欢刨根问底，就此而言，大多数动物在通常情况下并不那么渴求“了解”什么，它们也没有创新的企图，至多只是一些小小的变化和缓慢的学习过程。思维好像是一种备而不用东西，要在事物正常的进程中对此加以依靠那就太慢了，而且时常容易出错。

智力的最佳标志见于这样的情况：动物面临一些较简单但又不易预料的问题。对这些罕见而新奇的情况，进化并没有提供标准答案，动物必须即刻动用它的智力。虽然我们常用“智力”来指范围广泛的能力和实现这些能力的效率，但是其中也蕴涵灵活性和创造性。用行为学家古尔德夫妇（James and Carol Gould）的话来说，即“摆脱直觉的束缚，创造解决问题的新方法的能力。”这就大大局限了讨论的范围。

在收敛性思维的测试中，几乎总是只有一个结论或答案，这个答案被认为是唯一的，思维必须沿着该答案的方向汇聚或被控制……另一方面，在发散性思维中，思维则沿不同的方向进行探索。当问题没有唯一的答案时，这一火显得最明显。发散性思维的特性就在于不受约束。它允许思维自由地向各个方向发展…否定旧的答案，向别的方向探索是必要的，足智多谋的人更可能成功。

吉尔福德（J. P. Guilford）

在话题转向智力时，许多人会想到关于聪明的动物的故事。他们坚持说，狗肯定是有智力的。大多数这样的故事往往就是描述狗对语言的理解能力有多强，或它们是如何深知主人的意图。

行为学家和动物心理学家将耐心地回答，狗是非常社会化的动物。它们总是听命于主人，就像野狗听命于狗王一样，它们会问：“主人，有何吩咐？”或像孩子似地会寻求情绪上的爱抚，希望引起恩宠。对驯化狗说话也是诱导这些天生的倾向，虽然你的话本身并不携带信息。人们并没有认识到代理狗王（那就是你）的声调和

形体语言本身传送了多少信息。如果你对你的狗念今天报纸的标题，用的音调、目光、姿势和以往让它给你取拖鞋一样，它没准也能把你的拖鞋取来。

在很多情况下，事情并不太容易被混淆；环境本身（人、地点、情境、周围的物体）几乎为狗对命令作出恰当的反应提供了所有的信息。大多数狗能做的事很有限，对于它们来说不难猜到该做什么。训练一条狗按命令取 10 来种不同的东西，对狗来说是一种更困难的要求，这纯粹是因为狗很难猜出你的意图。如果你相信你的狗能懂人话，那么请让别人通过某些通讯设备从另一间房间对它说同样的话，这就排除了大部分的环境暗示。许多聪明的动物通不过这个需要理解力的对话的严格测验，甚至那些受过强化训练的能对图形符号作反应的黑猩猩也不行。但是在熟悉的环境中，按情景作出选择又十分明显的时候，狗确实多半能通过较容易的测验，演示一些指定的动作。能做多少种动作是衡量智力的一个重要因素。狗有许多本能的行为，诸如看管羊群，以吠声示警等；它们能够学会许多其他的东西。正如心理学家斯坦利·考伦（Stanley Coren）观察到的，在经过强化训练之后它们甚至能掌握数量相当可观的可资交流的信号。“我的宠物狗拥有总数为 90 个可接受的词汇量，其中约 65 个为词或词组，另外约 25 个为信号或手势。同时，它们可表达的词汇量约

60 个，其中约 25 个以声音表达，约 35 个以体态表达。但是它们对句法或语法却一窍

不通。如果拿它们与孩子相比，它们在语言习惯上相当于 18~20 个月的幼儿。已经学会一些手势语的倭猩猩的得分则大约相当于 30 个月的幼儿。”学习的速度也与智力有关。狗和海豚之所以在接受训练后能完成一整套动作，是因为它们通常比猫学得更快。因此，“智力”是由诸多东西组成的复合物，它与许多心智能力有关。也许智力正是把在智能行为中起作用的那些能力有效地组合起来。动物对恰当行为的选择可能是认识动物智力的关键所在。在许多有关“聪明动物”的故事里，动物只是按令行事而并非能自己思考。除非作滑稽动作闹着玩，皮亚杰创造性要素常常在面临模棱两可的任务时丧失殆尽。关于非人类智力的科学文献试图解决创新的问题，然而，因为大多数被认为有智力的动物的动作无法得以重复，因此这些文献难免有诸多的趣闻轶事（《马基雅弗利的智力》即为一本以猿类为主题的好书）。强调不

同种属间的比较，能够以某种方式减少轱辘式的证据对科学带来的危害。比如说，多数狗不能解开将其系于树上的皮带，但是黑猩猩没准能。在笼门上扣一个像系狗皮带一样的撒扣足以将大多数小猴子锁在里面了，即使它们够得着去拨弄那门扣也无济于事。但是类人猿则会设法弄开它，所以你必须用锁才行，而且不能把钥匙留在那里！猩猩会行使骗术，即猜测另一只猩猩可能在想什么，并加以利用，而大多数猴子似乎没有行骗的思维机构。

对许多人来说，智力的实质就是这种具有创造性的机敏。如果一个动物格外善于解决问题或作出创造性的举动，我们便会认为它特别聪明。但是人类的智力则是由另外一些附加的标准来判定的。

当我试以智力定义为“创造性聪明”求正于我的一位同事时，他环顾左右而言它，并开始引述一些有关聪明的例子。

当提及某人有多聪明，你会说，“呵，他是很聪明。”这时候，你是指他谈吐得体，应答灵敏，长于迅即随机应变。但是他并不能很好地完成他的计划，也缺乏作长远考虑的优点，如策略性，持之以恒和良好的判断。

是的，我同意，真正的聪明也要包括预见。但是从猩猩的行为来看，它们并不为明天多虑，它们顶多偶然作半小时之久的打算。

所以，对未来的设想可能是猿进化到人时智力上的一个发展。“智力也包括想象力”，我又补充说，并记起了我曾经对一群高智商的人作过一次餐后演讲。虽然每一位听众在智商测验中都得高分，但他们中的一位想象力之差实在令我惊诧。那时我突然意识到，以前我一直以为智商和想象力是并行的，但是想象力只是在形成某些高质量的东西时才对智力有所贡献。

幻想症患者都具有高度的想象力，但这并不使他们聪明。

其实智商只能度量那些被普遍理解为智力行为的某些方面。智商测验本质上并不包括对预作计划能力的测试。

如果说我有时会构思出独创性的观点，那是因为我一直极易把各种观点混淆起来……因为发现了旁人不会想到的不着边际的类比和关系！旁人很少会把这些混淆起来，他们借助细致的分析向前推进。

肯尼思·克雷克（Kenneth J. W. Craik），《解释的本质》

有足够量的各种各样构建单元可能是重要的。列举出感觉和运动的全套本领（如考伦对狗所作的那样）是有用的，只要不对刺激一反应的分叉性过于咬文嚼字。有时反应的出现无明显的诱发因素，这样的例子不胜枚举，比如猩猩漫无目的地把叶子从树枝上扒拉下来。刺激一反应的关系往往是不显现的；动物寻找刺激源本身就是形成其反应的一部分。注意到这些因素，让我们来考虑刺激一反应的若干经典的实例。

许多动物有感觉的模板，它们用这种模板来选择看到的東西的大小（和形状），像孩子用不同的糕点切割器来比试焙烤的各种圣诞糕点，看看是否有哪一个与某一特定的糕点相配。比如说小鸟会在鹰飞过时将身体蜷缩起来，就好像它们脑子里关于鹰的形象是与生俱来的。事实并非如此。最初它们在任何鸟飞过都将身体蜷缩起来，后来它们能认出某些常见的鸟了；当形象熟悉了，它们便不再躲避。由于这种习性，它们最后只有在不常见的、模样奇特的鸟及掠食者（如鹰）飞过才躲避——这些鸟不常见是因为居于食物链顶端的动物并不多。

所以，躲避是对新奇东西的反应，而不是对一种固定的“警示性”搜索图象的反应。那就好像孩子发现一块形状古怪的糕点，与哪一个糕点切割器都不配，那会使他很不高兴。

作曲家们注意到，纯粹的泛音（如长笛产生的）比较柔和，而杂乱的泛音（重金属音乐或某些歌手，如迈克·杰克逊刺耳的嗓音）似乎是威胁性或警示性信号。我一直在想，由神经损伤所产生的失调的感觉常因同样的理由使人感知为痛苦，而并非单纯的无意义。

除了对熟识的景物和声音有感觉模板外，动物也有许多动作模式可作挑选。鸳鸯能决定是下水巡弋去搜索食物，还是飞到另一个池塘去，或是伸开翅膀将其晾干（它们不像鸭子的羽毛那样富含油脂），抑或只是站在那里——这取决于它翅膀有多重，胃有多饱满，是否有性冲动等等。所有的动物都会作决定；那是一种对感觉和欲望作出的权衡，之后便在由环境修饰的行为库中选择一种标准行为。

当然，人们在选择餐馆时情形也相似，得综合考虑它的菜谱、停车场、价钱、花在路上的时间和等候的时间，以及它的气氛——将所有这些和其他餐馆作比较。虽然这样的权衡似乎是有意识地进行的，但选择本身并不蕴涵太多的智力，不同于

我们在选择“下一步做什么”的清单上添上新项目所伴随的智力活动（“没想一下，如城里有越南餐馆，则如何？”

出于好奇，我从兜里掏出一支铅笔去碰一缕蜘蛛网。蜘蛛立刻作出了反应。那张网，受到它的挑衅者的拨弄，开始颤动直到变得模糊。任何带毛爪或翅膀的动物碰上了这张神奇的网都会整个儿陷进去。当颤动缓慢下来之后，我可以看到网的主人在它的网上修补挣扎的痕迹。铅笔尖是这个世界不曾经历过的侵犯。蜘蛛拘囿于蜘蛛的观念；它的世界只是蜘蛛世界。所有的外部世界都是不合理的，与它无关的，对蜘蛛至多是原材料。当我像一个巨大、虚幻的影子一样沿溪谷走去时，我意识到，在蜘蛛的世界里我是不存在的。

洛伦·艾斯利（Loren Eiseley），《明星投手》

有时动物在玩耍时尝试了一种搜索图象和动作的新组合，尔后又发现这种组合的用处。所以，或许我们应该将玩耍也包括到智力的属性中去。

然而，许多动物只是像孩童似地贪玩——成年人就不那么贪玩，他们得养家糊口而没有时间或兴致去傻玩。像猪和人所拥有的长长的童年，由于有用的组合的积累有助于才能的发展。一些进化的趋势，包括动物的驯化，趋向于将童性带进成年，那也许有助于增长才干。

你不光从你自己的经历中学习，你也模仿别人，就像日本报会模仿富有创造性的女性把沙子从食物中洗去一样。你也许会躲避那些会吓着别人的事情，即使你自己并没有被吓着过，但是这样的“迷信行为”是可以传递的。“不要踩在人行道的裂缝上”的初始理由也许已被遗忘，但是文化的传递却是一代代地沿袭了下来，这就够了。

如果有一大套下棋的“妙着”烂熟于心，当然会使预见变得容易得多。预见初看起来是简单的，简单得几乎不需要高智力，但那是因为我们把预见和动物种属特异的季节性行为混淆起来了。

松鼠为过冬而储存硬壳果似乎是动物王国里超前计划的标准例子。现在我们知道这是怎么回事了。由松果体在天黑时分泌的激素——褪黑素预告冬天将来临。渐渐变长的黑夜每周都会导致褪黑素分泌的增加，这触发了食物储存行为和皮毛生长。作这种“计划”并不需要动用太多的脑力。



当然也有一些其他行为是由脑中先天的布线所建立的，用来提前几个月对某些事作准备。交配行为在一定的延迟后产生后代。季节性的迁徙也许是本能，也许是对学会而在成年后期成为一种自然的程式。当然，那谈不上是计划——季节显然是可预测的，而千万年来，植物和动物已在进化过程中形成了某种内在的机制来感觉冬天的来临：当白天变短时把硬壳果储存起来可能会“感觉良好”，很像在空气中弥漫的性外激素的梯度导致的感觉一样。

作为时几分钟的计划也见诸于不同情形中，但是你将看到，它们也许都不能被称为作计划。记住一套动作的程式，比如当关在笼子中的猴子看到食物藏于何处，在 20 分钟以后被放出笼子后能找到食物。这有时被称为“计划”，但是这会不会只是记忆？另一个受到质疑的证据是关于空间行为。如果把蜜蜂装入一无富的容器中，带到千里之外的陌生地方放出，它们很快会找到一条最佳的途径追逐它们未曾见过的所喜爱的食物源。这到底是计划还是对地形的参考性记忆？它们首先飞几圈以辨认方向，然后向着正确的方向飞去。它们可能是从对地形的勘察中得到了线索。

也许我们应该说，作计划涉及到一些新的东西，其方式与我们拖延事情的方式相似：确定什么事能推迟到明天（或干脆避免它）。我保留这个术语是因为某些行为是在动作以前就预先把多个阶段的动作组合好，而不是在初始动作启动后再组织后阶段动作的那些行为，那是目标+反馈的工作方式能够完成的。

关于类人猿这种多阶段计划的证据实在是少得可怜，甚至在其频繁发生的行为中。正像雅各布·勃洛诺夫斯基（JaCbBronowski）曾经指出的那样，没有一头黑猩猩会“彻夜”徘徊为明天备下足够量的供养。虽然野猩猩常常在果实成熟时走近远处的果树，其中有多少成分是由于迁移程式使然，又有多少成分是由于事先作路径选择的计划呢？

对于你的大多数的动作，诸如举起咖啡杯将其送到嘴边，有时间和半途作即兴调整。如果杯子比记忆中的要轻，你能调整它的轨迹以免让它撞上你的鼻尖。因此实际上并不需要一个事先的完备的计划；目标加一点点修正就足够了。你由大致的方向开始，然后略作调整，就像登月火箭那样。多数关于动物作计划的故事就是这种类型的。

多阶段的计划在一种高级的群体智力中得到最佳体现：对他者的思维模式作一

模型，然后加以利用。一头猩猩会在没有食物的地方大喊“食物”，然后悄悄地穿过茂密的森林绕回到它实际上看见食物的地方。当别的猩猩在所谓有食物的灌木丛里搜索时，它则独享所有食物，毋需与别的猩猩分享。

真正困难的是对独特的情况作详细的预先的计划，就像面对冰箱中的残羹剩肴你决定怎么办一样。无论你是一名猎人策划逼近一头鹿的各种方法，或者是一名未来学家周旋于3种不同设想间以勾勒出一工业在10年后会发展成什么样，都需要设

想多种方案。较之于猿，我们所做的要多得多：我们有时甚至能留神埃德蒙·伯克（Edmund Burke）\*在18世纪所作的警告，“公众利益要求现在做的，正是聪明而善

良的人们希望在5至10年内做到的事情。”

因此，对于新情况的多阶段计划肯定是智力的一个方面。确实，那似乎是自猿胞向人脑过渡中被大大增强的一个方面。但是我想，学问本是寻常事，不足为奇。

当然，多才多艺、预见和创造性需要的一个基础是现存的知识。不掌握足够的词汇不可能成为诗人或科学家，但若是对智力的定义强调的是知识或记忆的突触机制，那确实把这个标志给丢了——那就成了错误的还原论，这种强调将事情还原到基本组成的观点，就现下所述而言，走得太远了点。这个错误是从事意识研究的物理学家常犯的，我将在下一章中解释。

例如，莎士比亚所用的词汇并非全是他发明的，他只是重新组合那些词，尤其是使用比喻使得在某个层次上的关系转竟至另一个层次。同样，智力行为往往是旧东西的新组合所组成的。

演绎逻辑是关于智力是什么的另一个方面，至少对人类是这样。我以为，哲学家和物理学家对人类逻辑推理的能力评价过高。按巴洛的观点，逻辑性是由对事物的内在秩序的猜测所组成的——但只是当确实有一种明确无误的内在顺序可作猜测时（数学即是佳例）。位数多的除法所需的猜测过程是一种逐步逼近的方式，这种类型的方式能下意识地运转得相当快，以致像是一种向所完成的“逻辑性”产物的跃变。是否有这样的可能：逻辑是论题的一种属性而非精神过程的属性，也即猜测不论在心算中还是在创造思维中都是最本质的东西？

关于什么的一览表能够既对“是什么”，又对“不是什么”作进一步的扩展，但是我将主要讨论巴洛的观点，即在对次序作猜测的这个方面，更一般地，将专注于皮亚杰提出的问题：当没有明确的选择时怎么作决定。我知道这将把智力一词的某些用法排除在外，就像当我们谈论智力设计或军事智力时那样，但是对次序作猜测的这个侧面使智力的含义涵盖这么广阔的范围，倘若我们能避免关于意识的混淆和不合适的解释层次的话，那么围绕于此进行分析是值得的。

由激素驱动的侵犯、性欲和权欲、欺骗和捣乱、友谊和怨恨、善意和恶意的玩笑等等的混合都在振动相似的弦。我们需要假设灵长类（特别是黑猩猩）对它们正在做的和企图做的懂得很多，就其对同伴的意图和态度而言，它们所作的推论几乎与人类相似。只有这样，才能为这些动物的许多行为作出合理的解释。

古尔德夫妇，《动物的心智》

图书在线扫校

亦凡公益图书馆(Shuku.net)

下一章 回目录

## 第二章 意识和智力

人类的意识大概是最后的未解之奥秘了。之所以称之为奥秘，是因为人们要解开它但却无从着手。当然还有其他一些重大的奥秘：诸如宇宙的起源，生命与繁殖，见之于大自然中的奇妙现象，时间、空间、重力等等之谜。对于这些奥秘，人们在科学上曾一无所知，并为之迷惑和惊叹不已。对于那些关于宇宙学和粒子物理、分子遗传和进化理论等问题，我们至今尚未找到所有的答案，但我们知道该怎么办。

.....而对意识，我们至今如坠五里云雾中。时至今日，意识是唯一常常使最睿智的思想家张口结舌、思绪混乱的论题。与过去所遇到过的所有奥秘一样，不少人坚持认为——并且希望——意识将永远是一个不解之谜。

丹尼特，《意识的解释》

查尔斯·明格斯（CharfesMingus）谈到爵士音乐时曾说过，你不能从无开始作即兴创作，总得有点基础。罗马人的说法是，我们不可能作无米之炊（Exnibuloni hilfit）。因此，构思一个新的行动计划必须从某处起步，然后使之完善。在行动的创造性方面有两个最突出的例子，即物种进化和免疫反应。两者均利用达尔文过程使粗糙的原始材料成形为某种优质的东西。但是，当我们试图把达尔文主义应用于我们的精神活动时，关于意识的混淆（不必提及关于其机制的层次方面的混淆）常使我们误入歧途。那可能是为什么一个多世纪以来在精神达尔文主义理论方面进展甚微的原因。

在前一章中，我讨论了智力是什么，又不是什么。在本章中，我试图对意识作同样的讨论，希望避免重复已经偏离詹姆斯观点的那些论据。在意识和智力的涵义之间有相当的重复，虽然意识倾向于指处于觉醒状态的精神活动，而智力倾向于指我们精神活动的想象力或效率。我们需要牢记在心的是：高级的智力行为实际上可能需要有意识和下意识的加工。

我们应该怎样来着手解释未知的事物呢？应该总是牢记总体战略，特别是当哲学家欧文·弗拉纳根（OwenFlanagan）称之为“新神秘主义者——的那些人提供吸引人的捷径作为解释时。采用丹尼特对“奥秘”所作的精辟的定义，让我们不妨先考虑一下那些从事意识研究的物理学家，他们正在探索量子力学如何有可能在意识中起作用，以及如何提供“自由意志”，经由在亚细胞水平（在通常簇集于突触近旁的纤细的微管中）进行的量子力学过程，来摆脱“决定论”的阴影。

我在此不拟占用更多的篇幅来评判他们颇为畅销的论据（或者，更准确地说他们畅销书中的论据），但是当你看到他们并没有涉及（更不要说解释）意识和智力所蕴含的广泛的涵义时，你可能会感到（正如我一样），他们不过是“徒劳无功”的又一个实例而已。

此外，正如对混沌”“和复杂性的研究已经告诉我们的那样，决定论实际上并

非争议点，它仅适用于在鸡尾酒会上作为话题，而并不需要以量子力学为遁辞。除了某些突出的例外（我将称他们为埃克尔斯派神经科学家——用著名的澳大利亚神经生理学家约翰·埃克尔斯（John C. Eccles）”的名字来称呼，神经科学家们很少有以这种方式来谈论问题的。说真的，我们很少卷入任何形式的有关意识的文字游戏。

这并非因为缺乏兴趣，大脑是如何工作的毕竟是我们主要关心的事情。也许在一天紧张的神经生物学会议结束之后，我们会边喝着啤酒边说，虽然我们仍未找到普遍意义上的解释，但我们确实知道哪些做法是行不通的。文字游戏产生更多的是热而不是光，单纯地用一种奥秘代替另一种奥秘的所谓“解释”也是如此。

神经科学家知道，对于我们内部精神世界的一种有用的科学解释，必须是“解释”而不只是提供一份精神活动能力的目录；它也必须解释所忽视的特有的精神活动的误差——错觉引起的畸变，幻觉的创造性，妄想的陷阱，记忆的不可靠性，以及罕见于其他动物的我们对精神疾患及其侵袭的担忧。一种解释必须与一个世纪来脑研究的许多事实相一致，与我们从关于睡眠、中风和精神疾患的研究中得到的对意识的了解相一致。我们有许多方法来摒除那些蛊惑人心的观点。从事脑研究 30 年来我听到不少这样的观点。

对我们的精神活动这块蛋糕可以有多种切法。在《大脑交响乐》一书中，我曾试图专注于对意识的论述。此后我之所以避免对意识进行讨论，而注重于智力的基础的论述，是因为对意识的论述其直接后果是以一位被动观察者作为终点，而不是一位在这个世界中的探索者和探险者。在词典中你能够看到“意识”一词有多种释义：自我感觉到、能思想、有知觉的，有意志的，充分了解情况的，清醒的，故意的，敏感的等”。哲学家保罗·丘吉兰德（Paul M. Churchland）最近制作了一张更有用的一览表，指出“意识”是：

- 采用短期记忆的（有时称为工作记忆）；
- 不依赖于感觉输入，也即我们能思考并不存在的东西和想象非真实的东西；
- 表现出可驾驭的注意力；
- 有能力对复杂或模棱两可的资料作出各种解释；

- 在深睡时消失；
- 在梦中重新出现；
- 在单次统一的经验中能包容若干感觉模态的内容。

这张一览表关注的焦点也是集中在被动观察者而非探索者，但是我们看到皮亚杰关于智力的观点已在上列的“各种解释”一栏中得到了考虑。

在科学家中存在一种趋势，即用“意识”来指“觉察”和“辨认”。例如弗朗西斯·克里克（FrancisCrick）和克里斯多夫·科克

（ChristofKoch）在论述物体辨认和回忆中的一联结问题”时采用意识这个词。但是正因为英语中一个词用来标注如此广泛的精神能力，因此这并不意味着它们具有同样的神经机制。别的语言常用不同的词来分别表达上面所说的“意识”的这些意思。克里克的丘脑皮层理论在思考物体辨认问题时极为有用，但是完全没有涉及预测或决策，而这些正是他所使用的词“意识”的言中之义。正是通过你所选择的词，很易作出过头的一般性推论。这并非是批评，在我们对机制还没有更清楚的认识之前，别无好的选择。现在，读者们可以得出合理的结论：意识的涵义是某种智力测验，可以考察一个人在混沌的世界中漫游的能力。关于意识的争论往往将这些涵义混为一谈，争论者们似乎相信存在着一种共同的作为基础的实体——“头脑中的小人”，它看到一切。为避免作这种假设，我们能用不同的英语词汇来表达“意识”的不同的涵义，如我们使用 aware（察觉），而避免用 conscious（意识到）。

我通常力图这样去做，但是当你使用不同词时也存在陷阱，那是因为所谓的“回译”。例如，医生力图避免“意识”这个词，而是说病人的唤醒（arousal）水平，对这种水平的了解能通过叫唤和刺戳病人来获得，如昏迷、木僵、清醒、有充分的定时和定位力。这一般来说是可行的，但是当某人试图将之译回“意识”类的术语时候出现了问题。不错，处于昏迷中的人是无意识的，但是要是说“意识”处于唤醒标尺的另一端，就有可能引起严重的误导。更糟糕的是，把有意识的（conscious）等同于可唤醒的（arous-able），这意味着把意识赋予任何一种具有刺激感受性（应激性）的有机体。鉴于应激性是所有活组织的一种基本特征，植物和动物均有，这就把意识扩展到除了石头之外的几乎所有的东西。虽然这对某些人来说有吸引力，而另一些人却为之震惊，这在科学上肯定是一种糟糕的策略。如果你把所有东西都一

锅煮的话，那么你不可能真正了解意识的含义。

在英语中关于意识有许多同义词（aware, senskive, awake, arousable, deliberate 等等），面对这么多的同义词，你就能理解为什么每当论及意识的真正涵义时人们总有点不知所云。人们常常听到在同一次的讨论过程中词义的转换。如果这是发生在词“lift”，一个发言者指的是“搭便车”，另一位指的是“电梯”，我们常会哈哈大笑。但是当谈论意识时，我们常不去注意词义的转换，而争论双方往往利用这种词义含混来计分或把论证叉开去。

更有甚者，至少在科学界中，意识的涵义通常包括精神活动的以下方面：诸如集中注意力、警觉、思想上的复述、自主行为、潜意识刺激、你不知道你所知者、意象、理解、思考、作决定、意识的不同状态、儿童心目不断改变的自我的概念，等等——所有速变为下意识者，以及所有那些我们的“意识解说员”可能不注意的无意识的侧面。

许多人认为我们醒时或梦中对自己诉说的一切也许就构成了我们的意识。叙说是我们感觉自我的一个重要部分，而且不仅仅在自叙性的意义上。当我们扮演一个角色时，就像4岁的孩子在玩假扮游戏时扮成“医生”和在“玩家家”树一样，我们必须暂时摆脱自己，把自己想象为处于另一个人的位置，授那个人的举止来行动。（这种能力是对自我感觉的一种更有用的定义。）

但是，叙说是我们日常生活中有切肤之感的一部分，是非意识性的。大约从三四岁开始，我们将大部分事情编织成故事。句法常常是叙说在幼年时的一种表现方式：在一句话中，“午餐”这个词驱使我们去寻找与动词“吃”意义相近的词，寻找食物、地点和在场的人。动词（如“给”）让我们去寻找3个起不同作用的名词：主语、直接宾语、间接宾语。存在许多标准的关系，而角色对扮演者来说又是熟悉的，这样我们便能按前后情景来猜测没有填满的空隙中需要填上什么。我们常常猜测得不错，但是在梦中会出现见于记忆紊乱病人的同型的虚构症，这种病人在无意中会作一些莫明其妙的猜测。最近人们常说：“感知可以看作主要是对一种预期的修饰。”它总是一种主动过程，受我们的期望制约，又与环境相适应。与其谈论我们看到和了解了什么，倒不如去讨论我们看到和注意到了什么。只有当我们要寻找什么，我们才注意到；只有当某种失衡（即我们的期望和接受的信息间的差异）引

起我们的注意时，我们才留意。我们不能接受我们在一个房间所看到的一切，但是如果有什么发生了变化我们就会注意到。冈布里奇（E. M. Gombrich），《艺术和幻想》一般认为自我感觉是与精细的精神活动相伴随的，因此让我简要地论述一种共同的观念：自我意识有复杂的“智力性”精神结构的参与。二当你想模仿别人的动作（比方说，吐舌头）时，你怎么知道该动，哪块肌肉？你是否需要先在镜子里看看你自己，将你所看到的和模仿这个动作所需的对肌肉的指令联系起来？不。实际上，婴儿也能模仿他们见到的脸部表情而毋需任何经验。这提示我们在脑中存在某种先天的接线，把至少是某些感觉模板和相应的动作指令之间联系起来了，以致对于某种程度的模仿，脑中的接线是先天布好的。这种接线可以解释为什么有些动物能从镜子里认出它们自己，而另一些则把镜中的形象当作另一个动物而觉得好玩或可怕。黑猩猩、倭猩猩和长臂猿能从镜里认出自己，有的当即就行，有的则需几天时间；而非洲猩猩、狒狒，和大多数别的灵长类动物不能。僧帽猴“是新大陆猴（阔鼻猴）中最聪明的，很会使用工具。若在其笼内放置一面穿衣镜，它们会在几周内不停地威胁“另一头动物”。通常的情况下，在短时间后一头动物会打退堂鼓，屈服于“另一头动物”。但是在镜中猴的情况，不会有结果；即使那头僧帽猴想要屈服，（另一头即镜中像）也会屈服。最终那头猴子开始对这种没有结局的冲突表现得极为沮丧，致使实验者必须拿走镜子。

什么可能参与了自我辨认呢？从某种动作可以预期会引起何种感觉输入（所谓的传出拷贝”），因此，如果这些感觉上的预期与来自你皮肤、肌肉在小幅运动过程中的输入信号完全吻合，便会使你在镜中辨认出自己。对大多数野生动物来说，这种联象的运动与内在的预测的完美吻合，就脸部动作而言，肯定是不寻常的，因为它们很少见到自己的脸。

在动物研究的文献中关于自我意识的争议所围绕的问题可能相当简单，如对脸部表情预期的注意问题，那肯定是关于意识的考虑之一，但几乎不是其重点。自我辨认无疑既有巴洛所论述的猜测过程的参与，也有皮亚杰所论述的深奥的探索过程的参与，但是我不把它列入“木属智力”的一览表中。不过，自我辨认肯定是要比量子场更切题。

充满奥秘的量子力学与我们精神活动的这些意识方面有什么关系吗？或者说，



是否在对意识的讨论中援引量子力学只是另一种错误的情况，误认为一个深蕴着神秘效应（混沌、自组织自动机、分形——、经济学和天气）的领域可能与另一个同样神秘的领域有关系？大多数这样的关联肯定是把不相干的东西混杂起来了。当两个领域处于光谱形展开的神秘现象的相反两极时，论证尤其值得怀疑。

将事情还原为其本原不失为科学上的一种良策（这是物理学家所擅长的），但前提是，这些本原必须处于一定合适的组构层次。而在还原论的热情的驱使下，从事意识研究的物理学家似乎忘了一个普遍的科学概念：解释的层次（常与机制的层次有关）。认知科学家道格拉斯·霍夫施塔特（Douglas Hofstadter）关于解释的层次举过一个很好的例子指出，不可能在一辆汽车或其部件的层次上说明交通阻塞的导因。交通阻塞是自组织的一个例子。走走停停是准稳定性的极端形式，在这种情况下其自组织的特点看得更清楚。当然某个部件的故障可能成为一次偶然的交通阻塞的原因。但“火花塞故障”一词显然不足以用来分析交通阻塞，与其他原因，诸如车道的交汇、合适的车距、交通灯的设置，以及上坡时未加速等相比，这并非一个很高明的分析层次。

在更基本层次上的解释多半与交通阻塞无关，除非它能提供有启发的类比。诚然，组装原理、表面积一体积比、混沌，以及分形等也存在于多重组构中，但这并非说明这些构成了一种跨层次的机制：类比并不形成机制。

准稳定层次使自组织更易被把握，特别是当构建单元（如晶体）出现时。鉴于我们正在探寻某些有用的类比来帮助解释我们的精神活动，因此值得考察一下解释的层次在别处是如何运作的。随机的组合不时地形成了某种较高形式的组构。有些形式是短生的，比如在燕麦片粥对形成的蜂窝状单元，只要一搅便被破坏了。有些形式（如晶体）则会在达到有序状态后建起一种自我保护机制以防止其退化到“无序”状态。晶体是这些准稳定形式中人们最熟知的，分子构型也属此类。甚至有可能存在中间层次的准稳定形式，如微管的量子态，这种形式正是从事意识研究的物理学家希望起作用的状态。分层的稳定性指的就是把这种准稳定的层次总和起来。组成生命的各种形式是最复杂的；它们不时地象纸屋一样倒塌，较高的组构形式也就随之解体（这也是解释死亡的方式之一）。

在量子力学与意识之间，也许存在 10 来个组构层次：化学键。分子及其自组织、

分子生物学、遗传学、生物化学、膜及其离子通道、突触及其神经递质、神经元本身、神经回路、皮层柱和模块、大规模皮层的动态活动等等。因为在相邻层次上工作的神经科学家之间有着强烈的竞争，因此在神经科学研究中人们总是意识到这些层次的。

偶然的意识变化与某些类型的突触活动的广泛性停止有关。但对意识的探究更为合理的层次似应在与感知和作计划层次相毗邻的组构层次，如（依我的观点）大脑皮层回路以及不断变化的邮票大小的皮层区域间有放电模式参与的动态自组织层次。“意识”纵有多种涵义，也不能在低层次的化学水平上或甚至是更低层次的物理水平上来加以解释。我把这种自量子力学这个下层地下室向意识阁楼的跳跃的企图称作“司阍之梦”。

用量子力学来解释意识，无异于用晶体来解释收音机；用火花塞来解释交通阻塞。它虽然必要，但不充分。其本身当然是有意思的，但这个主题与我们的精神活动的关系太远了。

精神似乎不同于纯物质，这就使很多人仍然认为需要有某种不可思议的东西来解释它。然而精神应视为晶体似的东西——像其他所有东西一样由相同的物质和能量组成，只是暂时以某种复杂的形式组织起来。这种观念并不新鲜，19 世纪初叶雪莱（PercyByssheShelley）曾指出：

极大多数人都已相信，感觉及思想（与物质相反）就其本性而言对分割、衰变不那么敏感，即便身体被肢解，赋予其生命的本原也是永恒不变的。但是，被我们称为思想的那种东西，可能并不像组成世界其余部分的物质那样是一种真实的存在，它只是无穷变化的物质世界的某些部分之间的关系而已，一旦那些部分改变了其相互位置，它也就不复存在了。

大脑中信息流动的模式远比车辆移动的模式复杂。所幸的是，它和音乐倒是有某些相似之处，我们可以用后者来进行类比。对意识和智力的认识将需要恰当的比喻和实际的机理。而不该倒退到玩文字游戏，或某种不可思议的东西上去。

幽灵是不可思议物质的另一种说法。对于我们所作的创造性精神活动的分析来说，值得想一想这个概念系何所指。幽灵例示了精神的另一个本质的方面，即记忆的作用。

在大多数语言中都存在“幽灵”一词，正是这一事实提示人们需要用它来描述他们所见所闻而无法解释的事物。为什么有这么多人认为真的有幽灵存在呢？这是关于无形体的精神世界观念的起始点吗？

现在我们知道幽灵之所以存在是由于大脑所犯的误差；有些是微不足道的日常的误差，有些则出自于睡梦中的异常；也有些是由轻微的癫痫发作或是精神病的病理过程引起的。我们称之为幻觉；其中幻听往往多于幻视。幻想中的人或宠物常会乱作一团，就像他们在我们的梦魇中乱糟糟地出现一样。

请记住，你在正常情况下看到的实际上是你所构建的一种思维模式。你的目光实际上是在到处乱扫，所产生的景物的视网膜映象就像一位业余的摄影师拍的录象片那样跳个不停。某些你以为你看到的其实是由记忆来充填的。在幻觉中，这种思维模式被带至极端。贮存在你大脑中的记忆被解释为现时的感觉输入。这有时发生在你挣扎着想要醒来之际，那时瘫痪的肌肉尚未很快恢复常态。你看着真实的人在卧室中走动，而梦的成分会重叠其上。或者，你可能听见一个已故的亲戚对你说一句熟悉的话。脑子醒了一半而另一半仍在梦游。幸运的是，你意识到了这点并不想再作什么幻想。其实我们都曾在夜间睡梦中经验过痴呆症、谵妄症和幻想症的一些症状，只是我们已习以为常而不把它当回事而已。

然而，幻觉在夜间睡前或白天工作时也会产生。我觉得这些“幽灵”有许多只是简单的认知性误差，就像我最近经历的那样：我听见厨房里响起一声清晰的吱嘎声，不一会那声音重又响起。哦！我一边继续打字同时在想，那只猫终于吃它的猫食了。两秒钟之后我突然醒悟过来，“等会儿，让我再想想。”哦，天哪，那只猫早在数月之前就因长期进食不良而死。我恍惚听到的只不过是冰箱自动化霜的声音，它比制冰器产生的噪声微轻些，而我尚未把事情想个明白便对我听到的声音习惯性地作出了猜测。

当我们只是隐约听见什么时，我们总是用猜测把细节填满。在风中吱吱作响的窗户，听起来也挺像你的小狗在向你发出要食的哀鸣，从而使你以为听到小狗的叫声。一旦这种记忆被唤醒，真实的声音可能很难重现——由记忆填满的细节变成了所感知的现实。这并非不寻常，正如詹姆斯在一个世纪前指出的，我们总是在这么做的。

当我们听到一个人说话或读一页印刷物时，我们认为，新看到或听到的有许多来自我{1}的记忆。虽然我们看到印刷错误，但我们会把它们忽略，而想象正确的字

母；当我们去国外的剧场，我们会意识到实际上听清的少得可怜，在那里更使我们烦恼的并不是不能理解演员们说的，而是不能听清他们的台词。事实上，在国内相似的环境下，我们听清的也很少，只是因为我们的头脑充满着英语言词上的关联，从而为理解提供了必需的素材，尽管听觉上的线索很不足道。

这种来自记忆的填充是称之为范畴性感知（categorical perception）的一部分，当我们不知道是什么触发了它时，我们就管它叫幻觉。除非声音重复出现，否则我们不能把我们对声音的这种填充性感知与原始的声音相比较；幸好，如果是视觉现象，我们常常能再看第二眼，在沉溺于“幽灵出现”之前发现错误。

我们现在知道，暗示（甚至毋需催眠）和应激（甚至毋需悲痛）可以增强我们急于作出结论的自然倾向，使记忆更易于被误作目前的现实。如果已经对某种东西有了先入为主的概念，我可能就不会去寻找别的解释，也不会及时走进厨房去发现真正的原因。此后，每当想起曾“听见”那只死猫的叫声，我也许会陷入常见的非科学的解释：“那是幽灵！”或“我一定是丢了魂了！可能是得了老年痴呆症！”这两种说法都够吓人的，而这都是不可能的。但是如果这是你能得到的唯一解释，你会觉得很不高兴。

科学的解释是否已把幽灵从我们的文化中驱除了？至少对于受教育水平不高的人来说，幽灵这种概念还挺能吓唬人。（由于完全同样的理由恐龙很受孩子们的欢迎：在潜在的意义上恐龙具有三重特点，它们既大，又吓人，而且已经灭绝，所以是安全。）颞叶癫痫患者在医生对幻觉加以解释之前，一点都不以为幻觉有多可笑。伤心的亲戚在回忆时会说，如果当时有人曾给予他们一些这方面的知识就好了。

这个实例说明，对于受过科学教育的人来说，科学能够驱除那种一度使人惊恐的神秘的东西。科学不仅仅通过播种更先进的技术使人类更强大；它首先帮助我们避免麻烦。知识好像疫苗一样，使人具有免疫力来对抗人为的惊恐和“败着”。

还有另一个神经科学中有关的幽灵故事：哲学家吉尔伯特·赖尔（Gilbert Ryle）的可爱的短语“机器中的幽灵”和我们用“脑内的小人”来描述大脑中的“我们”

一样有异曲同工之妙。它已经导致某些研究者去讨论“精神”和大脑间以及在不可知和可知之间的“接口”。这是由新神秘主义者用现代服装打扮起来的吗？

现在我们正在取得良好的进展以用更恰当的生理学类比来取代这种伪精神，在某些情况下，甚至是用实际的大脑机制来代替它。就像上一代科学家有益地排除了外在的幽灵一样，我们对于精神代用品的日益更新的认识，将有助于人们更清晰地认识自身，更可靠地解释自身的经验，并将帮助精神病学家解释精神疾患的症状。

从事意识研究的物理学家试图探寻问题的答案，他们肯定不打算再讲述另一个幽灵的故事。他们只是在作泛泛的臆测。试想一下，如果让神经科学家——即使上过几堂量子力学课的——来揣测物理学的奥秘会有多么荒谬。但是当涉足于距他们专业好几个组构层次的领域时，这些物理学家为何如此认真呢？专门化本身也许是答案的一部分，而它也显示了智力的一种危害。

科学上的专门化就是提出可能回答的问题，要求专注于细节，这将需要大量时间和精力。就像大学生们对科学上某些重大问题进行辩论时的情况一样，我们中间没有人真正想放弃自己的主张。我们曾关心那些问题，正是那些问题把我们吸引进科学的领域。它们不像幽灵那么背时，但是科学家们在智力问题上得到的进展有时令我想起当运河水闸垂直升降时所发生的情况。

至少在西雅图，就好像是在一个巨大的澡盆中，能看到滨海区，鱼梯、山峦和游人。当闸门被打开后，你的船立即下沉，而你的注意力则被在水闸附近形成的使船颠簸的旋涡所吸引。它们确实很迷人。如果你把桨插入一个旋涡中，便会产生大量继发性的旋涡。自身相似性理论暗示了它们本身，向分形的转化也就这样开始。

如果你搁下实验，摆脱你在这个巨大澡盆中的理论构思向上看，视野中只有一块长方形的天空。现在你从一个巨大的湿淋淋的箱子中向外望去（这箱子的墙有 1 2 层楼高），在箱子的北墙上的阳光中有站在了墙上人的阴影。就像在柏拉图洞穴“中一样，你开始琢磨墙上的阴影的涵义，盲目地猜测外界所发生的事情。起初看似是两人在彼此殴斗的画面，继而转化成一个人站在另一人面前，边谈话边手舞足蹈。专门化可能就是这样一幅有限的画面，你很难看到全景，除非你偶尔露出水面欣赏景色。

作为科学进步的代价，常使人们对与其专业毗邻的层次外的其他组构层次并不熟悉（化学家也许懂一些生物化学，一些量子力学，但是不会懂很多神经解剖学）。当你除了通过你自己的精神活动提供的资料之外再没有别的资料时，你容易只对着墙上的阴影作离奇的猜测。有时你只能这么做，柏拉图和笛卡尔当时就做得很出色。

可是如果你能做得更好，你为什么要满足于对着墙上手舞足蹈的阴影呢？为什么还要玩文字游戏呢？人们最终会意识到，一个词本身只是对其所表达的过程很不高明的一种近似。希望在读完这本薄薄的书之后，读者将能想象出某些可能导致意识的过程，这些过程能运转得足够迅速以构成敏捷的思维。

描述我们的精神生活是一个众所周知的大难题，这难免陷入古老的主观性的泥淖。还有另外两个旋涡也是我们在驾驭我们的思路时需要避开的。

一种思路是作为仁立于感觉和动作间对精神过程内部进行分析的被动观察者，这是一种会陷入各种不必要的哲学上的麻烦的观点。这部分是因为感觉只是这个圆圈的一半，我们因此忽视了感觉在动作准备中的作用。感觉和动作间某些更精巧的关联被称为“皮层反射”，但我们也需要了解当我们探索一种新动作的过程时，思想是如何通过一种巧妙的方式与动作相关联的。忽略精神过程内部（就如行为心理学家在半个世纪前所做的）并不是一种有长远意义的方式。神经科学家常常把注意力集中于运动的准备上，这使我们更接近于思想过程。

我们常把精神活动区分为感觉相、思维相和行动相，但这又会引来麻烦，因为事件很少是发生在时间和空间的某一点上的。脑中的使人感兴趣的活动都有细胞活动的时空模式参与，这有点像一种音乐的旋律（在这种情况下空间是键盘或音阶）。我们所有的感觉，例如准备将书翻到下一页时你手指的感觉，都是散布于时间和空间中的模式。同样，我们所有的运动也是有不同肌肉在不同时间参与的时空模式。当你翻这一页书时，你所激活的肌肉就像你弹奏钢琴时那么多（除非你的精确的定时使各种肌肉活动，否则你就不能把下一页与其他书页分开）。进而我们在了解精神活动时，还常把它们看作是发生在一个地方、一个瞬间。

但是在精神内部存在的也是一种时空模式（各个神经元的放电），我们不应该指望它会汇聚至空间的一点（如一个特定的神经元）；会在一个瞬间作出决定（如那个神经元产生一个脉冲的时刻），就好像一种感知或一种思想不应是一次弹奏一

个音符。据我所知，在脊椎动物中这只发生在鱼的逃避反射中（有时自然界会做出这种安排使神经生理学家研究起来更方便），在这种情况下，时空模式最终汇聚至脑干的一个大的神经元，它的放电引起鱼有力的甩尾。但是高级功能不可避免地有大群重重叠叠的细胞参与，其活动在时间上是分散的。那是一个更难描述的概念。了解高级的智力功能，要求我们分析脑的时空模式，也就是大脑皮层的那些旋律。

除了航行中旋涡的危险性，我们还将需要仔细地挑选构筑单元，以避免只是简单地用一种奥秘来代替另一种奥秘。在挑选构筑单元时最显而易见的危险是过早地把“门”关上，不再去探寻可能的机制，这正是求助于灵魂或量子场来解释智力时发生的情况。

我们还必须意识到，在对付一种“解释”的终极状态时必须处理的若干危险：一种是新时代变种的“万事皆相关”论，另一种是在不适当的组构层次作还原论的解释（恕我直言，这正是从事意识研究的物理学家们和埃克尔斯学派的神经科学家们所为）。

解释精神活动是一个庞大的任务。你可能已注意到本书的篇幅并不大，我将试图从不同的角度来切蛋糕，专注于对我们精神活动与智力相关联的那些侧面的论述，而不去进一步探讨意识的内涵。这无非是建立一套内容广泛的行为，即适应各种情况的“妙着”。专注于智力所涵盖的范围与专注于意识所涵盖的范围是相同的，但是前者避免了许多航行中陷入旋涡的危险。最重要的是，这套“妙着”所导致的终点与被动的沉思甚不相同。与试图谈论动物的意识所产生的思想紊乱相比，对智力这个主题的论述，肯定更易使我们发现自身与其他动物间的连贯性。因此，下一个任务是从进化的角度来看一看出色的猜测可能是从哪里来的。

关于意识的体论——一个人越清醒，就有越多层的处理过程将其隔离于世界——和自然中众多其他事物一样，是一种交易。渐渐远离于外部世界只是对认识世界所付的代价。我们对世界的认识越深、越广，我们为获得那种意识所必需处理的层次就越复杂。

德里克·比克顿（Derek Rckerto），《语言和物种》

亦凡公益图书馆(Shuku.net)

下一章 回目录

### 第三章 动物智力的进化

我知道猿类每时每刻的行为都表明它们似乎有心智，与人类的心智很相似。它们可能没有我们想得那么多、那么深，不如我们那么能作超前计划。猿在捕食猎物的过程中能制作工具，协调其动作，猴子也能。但是没有一只猴子已被观察到能足够超前作计划，以及为了一个总的目的把工具制作的技能和捕食结合起来，而这类活动在早期人类的生活中是至关重要的。作为一个人，我所拥有的这些更高的技能是为什么我能营造我的栖身处，挣我的工资，并遵守法律的原因。这些技能使我的举止像一个文明人，但这并不意味着我能思维而猿只能作出反应。

萨维奇一伦堡

回答了“如何”也就几乎回答了“为什么”。只是请记住，有关“如何”的问题又分化成两种极端的形式，有时分别称之直接的和终极的因果关系。行家们有时甚至也会搞糊涂，发现令他们一直争执不下的只不过是同一事情的不同侧面，因此我想需要在这里就其背景作些介绍。

当你问“那是如何进行的？”，你有时是在一种短期、机械的意义上使用“如何”一词——在某人手里，现下是如何处理某事的。但有时你是在一种长期的、变化的意义上用“如何”一词——包括在物种进化过程中一系列动物群体发生的变化。智力行为的生理学机制是直接的“如何”；而使脑进化成现代形式的远古机制是终极的“如何”。你有时能在一种意义上作出某种“解释”，而甚至并不涉及另一种意义的“如何”。这样一种虚假意义上的完全性当然是一种良好的障眼法。



进而，生理上“如何”的问题可以从不同的组构层次上去考察。意识和智力都是精神的至高形式，但它们经常被混同于一些更初级的精神过程，诸如用于认出一个朋友或者系鞋带等的精神过程。当然，这些较简单的神经机制很可能是我们进行逻辑思维和作比喻能力的基础。

进化上“如何”的问题也有不同层次的解释，简单地将其归于“突变所致”恐怕不足以说明由整个群体参与的进化。生理上和进化上不同层次的解释都有助于我们细致地了解人类的智力，甚至还会有助于我们评估人工智能或外来智能是如何进化的，这种评估不同于通过自上而下（top-down）设计”所进行的评估。

当游船驶过处于温哥华岛和哥伦比亚之间的乔治亚（Georgia）海峡尽头的狭窄的通道时，我们中的每个人都会对秃鹰赞叹一番。我们发现一个接一个的鹰巢，鹰正忙着喂嗷嗷待哺的小鹰，也有些鹰闲散地栖息于枝头。

我则凝视着渡鸦，它发现了一个蚌，正试图打开其外壳以得到里面的肉，而那只蚌则紧闭着它的壳。渡鸦用嘴将蚌叼起，飞至数层楼之高，然后将蚌甩至岸边的乱石上。我瞧见它这么干了3次，然后才从被摔碎的外壳中取出它的美餐。

那是一种本能行为，还是向别的同伴学来的？或是通过不断的试验偶而取得成功所学得的？那是一种智力上的创新吗？渡鸦的某些祖先曾想过如何来食取蚌肉的问题，然后得到了答案？我们很难多到在“作出反应”和“思考”之间存在的中间阶段，但是我们也有一种未加验证的信念，即“多多益善”——有更多的行为上的选择总比少好。

大自然中不乏在某一方面很在行的专家。就像一名特色演员，只演一种角色，决不演成套节目。大多数动物都是专家；比方说大猩猩，每天都能处理掉20千克左右的各种新鲜植物。大熊猫在这方面也同样在行。

就觅食而言，大猩猩和大熊猫都不如马那么潇洒。它们的祖先也许生活在不同的生态环境中，需要为觅食而动点脑筋，但它们现在却已休想在一个不需要太多智力的生态环境中。在阿拉斯加游船上看到的海洋哺乳动物也是这样，它们现在的生活方式一如那些低智能的鱼一样，以食用其他鱼为生。

相比之下，黑猩猩的食谱要丰富得多：水果、小虫、树叶，甚至小猴、小猪等（如果有幸逮着的话人所以黑猩猩总是到处走动，这就意味着需要动脑筋。但是什

么促成了它们广泛的捕食才能？有许多动作程序是与生俱来的，另有许多是后天学的，也有些是对已有的程序作重组，使一些新的行为突然出现。杂食动物，如章鱼、乌鸦、熊和黑猩猩，有更多的“妙着”，就是因为它们的祖先必须变换各种食物源。它们也需要更多的感觉模板，即它们搜寻捕食对象的图象和声音。

积累新的行为的另一种途径是通过群居生活和玩耍，在那些情况下能发现新的组合。长寿一定有助于习得的和新建立的行为的积累，而这正是无脊椎动物中最出色的章鱼所缺乏的，虽然在某些方面章鱼的聪明程度和大鼠不相上下。脊椎动物的各类种属中都不乏聪明动物——一鸟类中的渡鸦，还有海洋哺乳动物、熊、灵长类。

如果说专门化在大多数情况下是最要紧的东西，那么是什么使动物多种才能得以发展起来呢？一种回答是：变幻无常的环境。这种回答强调了环境因素在自然选择中的作用。但是让我先从对智能的发展有贡献的另一个主要因素，即群居生活本身开始谈起，它包含自然选择中的性选择这个侧面。

群居智力是智力的另一侧面。我并不是指单纯的模仿，而是指群居生活所提出的挑战，这种挑战要求创新性的处理问题的能力。例如，英国心理学家尼古拉斯·汉弗莱（Nichol. SHumphrey）认为，群居的相互影响（而不是工具的使用）在人类进化中起举足轻重的作用。

群居生活无疑是行动套数扩展的催化剂。有些动物并不和其同类呆在一起，无从通过互相观察来学习。除了短暂的交情，成年长臂猿少有机会见到它的成年同类，因为它们的食物散得很开，得有很大一片区域才足以供养一只成年长臂猿。一对母子（女）往往构成最大的群体（除了青春期的长臂猿形成的短暂的联姻外），所以智力传播的机会并不多。

群居生活，除了促进新技能的传播，也充满个体间有待解决的矛盾（如啄序）。一头动物也许需要把食物藏在兽王看不见的地方，以将其独自享用。你需要很多的感觉模板以避免将不同的个体混淆起来，也需要更多的记忆来记住过去与你的同伴中每一个的交往。群居生活远比离群索居的长臂猿通常面临的环境对生存和繁衍的影响更富有挑战性。所以，群居生活对于“妙着”的积累确是至关重要的——虽然我想一条群居的狗的潜在的智力不见得会优于一头独居的长臂猿。

群居智力的自然选择并不包含在适应论的论证中通常强调的维持生命的因素。群居智力的优点主要是通过被达尔文称之为性选择表现出来的。并非所有成年动物都有机会传递它们的基因。在一雄多雌的交配系统中，只有几只雄性动物在显示出自己的出类拔萃或在征服其同类后才有机会交配。在雌性选择的交配系统中，是否被接受为群居伴侣可能对雄性动物来说是重要的。例如，它们需要擅长打扮，乐于被分享其食物等等。有些雄性动物能比其他雄性“三好地探寻雌性行将到来的动情周期，并能使雌性动物离开其他雌性乖乖地与它进入灌木丛寻欢。这些动物传递其基因的机会要多得多，甚至在性乱交的交配系统中。（这种雌性选择自展机制可能改善的不只是智力，我在别处提到过，如果一位女性坚持男性的语言能力至少要与她自己一样好，那么雌性选择对于改善语言能力可能是一种极好的机制。）

灵长类群居正是它们建立并保持作为有计谋的生物系统本身的性质所要求的；它们必须能估测自身行为的后果，估测别的同伴可能的行为，估测得失的平衡，而所有这些都处于某种整体背景之中，在这种背景中其估测所依据的证据是瞬间出现的，模棱两可，又变化无常，丝毫不是其自身行为的后果。在这样一种情况下，“群居技能”与智力并肩而行，最终其所需的智慧能力是最高级的。群居的计谋和反计谋的游戏不能仅在积累知识的基础上进行……我认为，它要求的智力水平是任何以其他方式生存的动物无法比拟的。

汉弗莱，《意识的回复》

可能驱动自然选择的环境压力在温带发生得最频繁；那每年都会有一个为期数月的植物休眠期。草类甚至在休眠期还是有营养的，因此，食草不失为过冬的一种策略；另一种自然选择需要更复杂的神经机制，这包括食用那些食草动物。现存的野生猿均生活在濒临赤道的地区，它们并没有冬天资源匮乏的问题，但是它们可能得适应旱季。

气候变化是第二种最为常见的压力，甚至在热带也存在：每年的天气都变化为一种新模式。多年的干旱是人们熟知的一个例子，但是有时会持续几个世纪，甚至几千年。在某些情况下气候的模式因地制宜。我们在朱诺（Juneau）西部的冰川湾看到一个实例。当 200 年前探险者通过冰川湾的湾口时，他们曾报道那里满是冰川。

现在，冰川几乎后撤了约 100 千米，冰川湾重又融入大海了。在侧谷里，还留有一系

列大冰川。当我们的游船穿行其间时与冰山保持着一定的距离，那冰山已逐渐融入大海，甚至在我们注视时也有大块冰碎裂并坠落至海中。

当我在船上和一位地理学家谈论冰川时，我得知这儿有些冰川还在增大（就是那些我们将要去看的），但另一些则在消退。增与消的过程居然能在同一地点、同一气候下同时进行，这到底是怎么回事？我问道。

一个冰川能处于“增长期”长达几百或几千年，纵然其时气候转冷。例如炎热的夏季所产生的冰山融水能流入冰川之下，并消蚀其与基岩陡峭的连接，冰川因此下滑（即使融化已停止）。当发生撞击时，转而导致冰的断裂，这样就形成更多的垂直裂缝。冰川表面上由融化下来的水也能流至基岩，进一步起润滑作用，加速冰川下滑进程。冰山从边缘裂开而开始崩溃。最后你可以看见冰川涌动，每月数千米，但是在冰川湾，冰山大块地融入大海，随后又漂至暖和的地带而融化。

在那次旅行的晚些时候；我们看到了哈伯德（Hubbard）冰川，那是一个 5000 米

长，比我们的船还高的冰崖。被波涛冲得疏松的大冰块会周期性碎落，掉入海中。在育加塔（Yukatat）湾的右侧，向后望去我们可以看到罗素（Russell）峡湾。仅仅在 10 年之前，那峡湾的入口尚为哈伯德冰川中漂浮的冰所阻塞。冰川的推进速度比波涛把它凿碎后带走的速度更快，以致它漂至峡湾的入口，把它堵塞住。水开始从冰坝后面上涨，随着海水越来越为融化的淡水所稀释，开始威胁被围困的海洋哺乳动物的生存。当湖面超出海平面约两层楼高时，冰坝倒塌了。

我们对位于华盛顿州的冰川涌动了如指掌，因为它们在 13000 年之前至少曾 59 次

阻塞了哥伦比亚河。每次冰坝倒塌，大量的水就会冲入华盛顿州的中部，把土地冲得坑坑洼洼，然后涌入大海。也许震天动地的咆哮曾成了对那些试图在河谷里捕捉蹲鱼的人们所发出的警告，而把他们驱往丘陵地带。

把一个峡湾堵住可能会有更严重的后果。峡湾常常为冰川的冰块所分割开，就像山崩形成的碎石坝会把山谷暂时地隔离起来一样。但是被堵住的峡湾起着天然淡

水蓄水池的作用，当冰坝终于倒塌时，大量淡水便流向附近海域，半年的事竟在一日内竣。淡水留在海洋的浅层，只是不久后才与海水混合起来。遗憾的是，海洋表层水的淡水化在格陵兰峡湾可能已产生严重的后果：它阻断了好几个世纪来使欧洲气候变暖的北大西洋暖流。我将在以后再简短地回到这一论题上来。

我说这些是为了指出冰川的形成和其融化是极不对称的；这和冰箱冰格里冰的冻结和融化时的能量交换不是一回事。冰川在冻结时新的降雪会充填裂隙中，大大减小了下滑冰块의 润滑。其融化形式则更像由纸牌搭成的房子慢慢地倒塌。

对冰川的“运作方式”我们是熟悉的，空调设备的“致冷—风扇—致冷”即为示例。不仅冰川有运作方式，洋流和大陆气候也是如此，也许在某些情况下，其运作甚至还是由远处的冰川漂移所引发的。有时一年中温度和降雨量的变化是如此之快，以至它们成了影响进化过程的主要因素，使渡鸦这样聪明的动物与其平庸的竞争者相比显示出真正的优势。这正是本章所要阐述的：进化的曲柄如何被旋转到某个关键位置，从而使我們多方面的能力——内容广泛的行为库和出色的猜测能力，从一系列气候的不稳定性中获得了一种特殊的推动力。

古气象学家已发现，地球的许多地区受气候突然变化的影响。数 10 年的干旱是一个例子，而且对撒哈拉沙漠扩大和缩小的 30 年周期我们现在已有所了解。平均周期约 6 年的厄尔尼诺现象（El Niños）“现在似乎是影响北美降雨的重要因素。

在地球的历史上有过好几十个时期，由于温度的骤降和降雨量的骤减使森林在几十年中消失；然后在几个世纪以后，温度和降雨量又骤然恢复，虽然欧洲上一次的类西伯利亚气候曾持续了千余年才转回去。

80 年代，当发现有关这些突然的气候变化确切的证据时，我们曾以为这是冰川期的特点。（在过去 250 万年間冰层不断消长，主要的融化约每 10 万年发生一次。）在过去一万年中还没有出现过突然变冷期。

看来我们现在正处于无突然气候变化的冰川间歇期。自上次主要的冰川融化期（13 万年前）后的温暖期，与现下的冰川间歇期相比是相当动荡的；早先的那次持续一万年的温暖期中穿插了两个突然的寒冷期，一个持续了 70 年，另一个持续了

0 年。在这两个寒冷期之间德国的松树林为灌木丛和草本植物所取代，而这些是现在中西伯利亚地区所特有的。

我们至今已远离了这种威胁文明的时期。从气候上讲，我们一直生活在出奇稳定的时期。

气候的反复无常导致果树的消失，这对许多种猴的某些区域中的群体来说是灾难性的。虽然其他杂食动物也会受到影响，但它们可以以别的食物为代用品，而且由于留下与之竞争的动物很少，其后代的群体会在危机过后又增长起来。

在这样的增长期中，短时间内会有足够的资源使大多数的后代得以存活至育龄期，甚至包括那些由于基因改组而引起异常却又产生精子和卵子的变种。在通常情况下，这些变种在幼年时就死去了。但是在增长期，它们面临很少的竞争，好象通常的竞争规则暂时地搁置起来了。当下一次危机来；临时，有些变种也许有更强的应付能力，能以残留的食物果腹。传统上，达尔文过程的主题是适者生存，但是在这儿我们看到，进化具有创造性的方面，正是艰难时期之后的反弹促进了这种创造性。

在 400 万年前人科动物的直立姿势逐渐确立，那时非洲正变凉、变干，但脑的大小并没有很大变化。至今为止，没有任何证据说明在过去的 30 万年至 26 万年间的非洲气候变迁过程中脑有任何增大，而那段时期非洲出现了不少哺乳类新种。这里不拟对参与人类进化的所有因素进行广泛讨论，但是重要的是应当注意到，人科动物脑在 250 万年前至 200 万年前之间开始增大，其大脑皮层继续增大，惊人地超过了猿的 4 倍。这一时期是冰川期，虽然非洲并非冰川发生的主要地区，但随着洋流的重组，可能经历了气候变化剧烈的波动。这一次冰川期并不限于北半球；安第斯（Andes）山脉的冰川也同时发生变化。

有关大西洋浮冰的第一个主要事件发生在 251 — 237 万年之前，浮冰漂至的纬度

相当于英国所处的纬度。从那以后，南极、格陵兰、北欧和北美的冰层相继形成，虽然不时有所融化——称为冰 II！间歇期（我们现在正处于其中之一，它开始于约一百万年前）。冰的消长有一个缓慢的节律，这个节律与地轴倾斜和地球绕太阳运转的轨道的变化相关联。

地球与太阳最接近的季节（近日点）是变化的，现在是一月份的第一周；它随日历缓慢变化，在 19000 年至 26000 年后（依其他行星的位置而定）回到一月份。

其

他行星的位形约每 40 万年重复出现（约每 10 万年太阳与地球接近一次）。太阳引力使地球轨道的形状从近似圆形变为椭圆形（在七月我们离太阳要远 3%，接收的热量

要少 7%）。此外，地球的倾角则变化于 22.0 度和 24.6 度之间，其变化周期为 41000 年（上一次最大的倾角发生在 9100 年前，目前是 23.4 度，并正在减小）。这 3 种节

律组合起来导致每 10 万年发生一次较大的冰川融化，一般是当地球倾角为最大，且近日点在六月时，这会在具有大多数冰原的局北纬地区引起特别炎热的夏季。

叠加于缓慢的冰川期之上的是前述的突然变冷和回暖期。第一次发生在 13000 年

前，那时所有对地球绕太阳运行轨道有影响的因子综合起来在北半球产生炎热的夏季，使地球上半的积冰融化了。这种称为近德律阿斯期（Younger Dryas）的突然变冷现象（按一种北极植物（Dryas）来命名，这种植物的花粉见于丹麦古湖泊底的地层中起始得相当突然。对取自格陵兰冰层中的冰芯的研究表明，它发生得就像一次干旱一样突然。年降雨量减少，冬天暴风雪剧增，欧洲的平均温度降低至摄氏 7n y。所有这一切发生在几十年中。这突然的寒冷持续了 1000 多年，直到暖雨期的突然

回归。（谈到固温室效应所引起的全球气候变暖，请注意前次发生的突然变冷期，那是在一次主要的全球渐变暖期之中）。

格陵兰冰山内芯形成于长达 250 万年的更新世冰川期中最后的十分之一时期内，

也就是说现在尚存在于格陵兰的冰川是在该期最后 25 万年内形成的，这也许是由于倒数第三次的融化致使所有基岩裸露。冰川内芯确实记载了最后两次的主要融化，一次是在 13 万年前，最近一次始于 15000 年前，结束于 8000 年前。最重要的是，内芯

记载了整个 25 万年中的冰川的全部增消过程；你可以看到最近几千年里形成的“年轮”，由此计算年代，对其氧同位素取样，并推出大西洋中部海水蒸发（其后又冰凝成雪降落在格陵兰）时海洋的表面温度。

古气象学家现在能够看到，在过去的 13 万年中叠加于缓慢的冰川期——甚至发生在温暖期中，有几十次突发事件。大的冰川漂移可能是原因之一，就像我曾在《智力的追溯》一书中所讨论的，这只是因为大量淡水在混合前漂浮在海洋表面可能使洋流发生重要改变，这一洋流将大量热量带入北大西洋，并有助于使欧洲的气候在冬天保持温暖。那就是为什么我担忧一次冰川涌动会在格陵兰峡湾产生一个巨大的淡水湖，当冰坝最终塌陷时，它可能在一日之内倾库而出的原因。上一回当我飞越格陵兰东海岸广惠的峡湾区时，我惊骇地看到，峡湾虽还开口于海，但已显示下洼蓄水库的澡盆似的模样。在现在的海岸线上伸展着一条无冰的地带，到处似乎都是相同的高度。这提示，自上次冰川期后某个时候曾形成过一个巨大的淡水湖，它对冰原作了匀称的修剪。

要是再来一次温度骤降可能对欧洲的农业及其所供养的 5 亿人口来说是毁灭性的。

近德律阿斯冷却期效应在全球到处可见，甚至在澳大利亚和南加利福尼亚也能见到。虽然它会威胁人类文明，但过去的几次在人类从其类人猿祖先进化而来的过程中可能起了重要的作用，这是因为其发生得非常迅速。

不能指望一个圆形的人能立刻嵌入一个方孔。他必须要有时间去修整他的外形。

马克·吐温

在动物的一生中多种才能是否重要取决于时间尺度：无论是对现代旅行者还是对进化中的猿都是如此；取决于天气变得有多快和旅行持续多久。当乌干达黑猩猩



到达果树林里，它们常常发现可吃的果子早已被那些能干的当地猴子抢劫一空。虽然猩猩们能捉小虫，或是逮只猴子把它吃了，但实际上这种竞争使它们的种群受到极大限制，尽管它们的脑体积是其在行的对手的两倍也无济于事。

多种才能并不见得总是优点，并非总是越多越好。常坐飞机的旅客知道，当那些带着 3 只大衣箱的旅客还在等行李的时候，只带手提行李的旅客已经坐上了出租车。

另一方面，如果天气是那么变幻莫测和好走极端，以致每个旅行者都得带上从泳装到滑雪衫等所有服装，那么“杂家”一定比单打一的“专家”要强。行为上的多种才能的情况也如此，它使一种动物能在瞬息间从“圆”的变成“方”的。

才能的多样性可能很需要一个更大的脑。但是你需要寻找一些讲得过去的理由来抵消一个大尺寸的脑的短处。正如语言学家史蒂文·平克（Steven Pinker）指出的：

为什么进化已经选择了一个尺寸大、呈球茎状、代谢很高的脑呢？具有大尺寸脑的生物所经受的生活综合了多种不利，就像将西瓜不偏不倚置于扫帚柄上所产生的那些危险……以及让妇女每几年排出一颗硕大的肾结石所引起的痛苦。对脑的大小的任何选择本身肯定会特殊照顾脑小者。对更强有力的计算能力（语言，知觉，推理等）的选择一定已经给了我什 1 一个大尺寸的脑作为副产品，舍此无它。

事情变化得有多快对智力的递增积累模式是至关重要的，不管参与这个过程的是脑变得更大还是只是脑的重组。在任何单一气候下，一个专门家最后能进化而胜过负荷过重的通才。然而，解剖方面的适应则比冰川时期气候频繁的变化要慢得多，这就使适应难以跟随气候的变化。确实，气候的突然变化发生在单个个体的一生中，这个个体可以有在困境中生存所需要的储备能力，也可以不具有。

上述的这种论证对许多杂食动物都适用，而不仅仅是对人类的祖先。但是在最近的几百万年里，脑增大约 4 倍的情况并无任何其他的例子，所以一种不稳定的气候

本身并不是导致脑袋变大的确凿理由。还有一些别的因素同时在发生，而气候的突然变化可能放大了这些因素的重要性，从而防止了那些平庸的竞争者在竞争中超过“杂家”而取胜。

这些其他因素是什么，每个人都有他钟爱的理论。我的观点是：必须在狩猎时投掷得准，通过吃其他食草动物而安然过冬。但是大多数人则认为是语言，尤其是句法。

（对语言的理解）涉及智力的许多方面：辨词，断义，按语法分割意群，将意群组合成句，推测各段陈述间的联系，在处理后面的内容时依旧记着前面的内容，推测作者或演讲者的意图，总结出段落大意，以及在回答关于某段落所提问题时记忆的检索……（读者）对所叙述的情景和情节在构建一种思维上的表象…读者倾向于记住他们构建的有关原文的思维模式，而不是原文本身。

戈登·鲍尔（Gordon H. Bower）

丹尼尔·莫罗（Daniel G. Morrow）

我常常发现，一部小说，甚至一部写得很出色的引人入胜的小说，在我读完后马上会变得模模糊糊。我完全回忆得起读时的感觉和情绪，但是我对它所叙述的细节却不那么肯定。正如路德维希·维林根斯坦（Ludwig Wittgenstein）论及他的命题时所说，那几乎像是一架待攀登的扶梯，在服务于其目的后将弃之不用。

斯文·伯克茨（Sven Birkerts）

《谷登堡的挽歌》

图书在线扫校

亦凡公益图书馆(Shuku.net)

下一章 回目录

## 第四章 句法——智力的基础

难以想象没有语言的生灵会怎样思考，但是人们可能猜想，没有语言的世界在某种意义上会和没有货币的世界差不多——在没有货币的世界里，用作交换的是实际的物品，而不是代表它们价值的金属符或纸符。在这种情况下，最简单的交易尚且慢而麻烦，稍复杂的交易谈何容易！

比克顿

与现存的猿中我们的“至亲”相比（它们也具有我们所具有的相当一部分能力，如群居智力，安抚性的触摸及行骗的能力等），人类具有某些突出的能力。我们有符合句法的语言，通过这种语言，我们能作比喻和类比推理。我们总是超前计划，为未来构思远景，然后把各种偶发事件放在一起考虑作出选择。我们甚至有音乐和舞蹈。在从黑猩猩类的生物进化为人类的过程中存在哪些阶段？那对我们人类来说是一个中心问题。

无疑，句法是人类智力的主要标志，如果没有句法，人就好比黑猩猩高明不了多少。奥立弗·萨克（Oliver Sack）以一个在没有手势语的情况下度过了 10 年的 11 岁失聪男孩为例，描述了没有句法的生活会是什么样的：

约瑟夫（Joseph）会看，会辨认，会归类，也会运用；他在感知归类和泛化方面完全没有问题，但他的能力似乎仅限于此，他没有掌握抽象概念的能力，没有反射，也不能玩耍、作计划。他似乎毫无想象力——不能把玩意象，不知何为假设，也不能推测可能性，进入不了想象或比喻的王国……他似乎像一头动物，或一个婴儿，拘囿于现在，限于直接而刻板的感知，虽然他所运用的意识非婴儿所能企及。

类似的病例说明，对语言的任何内禀的倾向肯定是由幼年期的练习而发展起来的。约瑟夫在他的幼年的关键岁月里丧失了观察句法如何运作的机会：他听不见别人说话，也不知道手势语的句法是怎么回事。

可能存在一种生物学程序，有时称之为通用语法。它并非思维语法本身（每种方言毕竟都有不同的思维语法），而是从其周围多种可能的语法规则中去发现特定的语法规则的天性。为了理解人类何以如此聪明，我们得了解我们的祖先如何对猿的整套符号进行重建，并通过句法的创造而使之提高。

遗憾的是，在过去 400 万年中我们祖先留下的唯有石头和骨头，而不是它们的高

级智能。另一些物种沿此途径分叉出去了，但是它们已不再存在供我们测试。我们必须退到 600 万年前，那时还不存在与我们有共同祖先的物种：非人类的分支本身在

300 万年前分叉成两支——黑猩猩和少得多的倭猩猩。如果我们想对祖先的行为有所

了解，倭猩猩是我们最佳的选择，它们具有与人类更多的行为上的相似性，对于研究语言来说，它们也比黑猩猩要好得多；对黑猩猩语言的研究在 60 和 70 年代多若繁星。

语言学家们有一个坏习惯，他们认为缺少句法的东西都不是语言。那就等于说，格列高利圣咏并非音乐，因为它缺少巴赫所使用的密接和应的对位技术、平行声部进行和主题镜式转位。因为语言学将其自身限制于“巴赫及巴赫之后”，那就使得与句法出现前的那些问题打交道主要落在人类学家、行为学家和比较心理学家这样一些“音乐学家”的头上。语言学家传统上把所有这种研究都置之不顾（所谓“你知道，这实际上并非语言！”）是一种古怪的范畴上的错误，因为这种研究的对象便是认识句法所提供的强有力的构建功能的先行事件。

人们有时能从个体发育对种系发生过程的再现中得到一些帮助，但是人类语言在幼年期的习得是如此之快，以致我怀疑将其一体化会完全遮掩任何初始的阶段，这很像因有了公路而将旧时的驿道完全忘却一样。随着音素界线划分的发育，语言学习在婴儿期开始走上快车道：原始音素成为“磁铁”，把诸多的异体都俘获过来。之后，在第二年中明显地吸收更多新词，在第三年获得推出同型的能力（孩子突然开始使用过去时（-ed）和复数（-s），毋需作多次练习便能使句子前后保持一致，到第五年习得叙事和遐想。对我们来说，幸运的是黑猩猩和倭猩猩缺乏这种快车道式的发育，因此，它给了我们一个机会来研究在它们的发育中先于我们很强的句法能力的那些中间阶段。

野生的黑长尾猴能用 4 种不同的叫唤声，来对它们不同的主要的掠食者作出报警。

它们也用别的叫声来召集同群或对另一群猴的靠近作出报警。野生黑猩猩大约有三

四十个不同的叫声来表达约三四十个不同的意思，每一种叫声都像黑长尾猴的那样有其自身的意义。黑猩猩大声吼叫“哇”表示反抗和生气，柔和的咳嗽般的叫声，使人惊奇的是表示一种威胁。“呜啦”混杂着害怕和好奇（“这个古怪的东西！”），柔和的“呼”表示奇怪，但并无敌意（“这是什么东西？”）

如果一声“哇一鸣拉一呼”的叫声指的是某种不同于“呼一鸣拉一哇”的意思，那么黑猩猩必须忽略每声叫唤本身的标准涵义，直至在整串声音都听全并作出分析之后才作出判断。实际情况并非如此。这些叫唤组合起来并不用来表示特别的涵义。

人类也有约 30—40 个发声单元，称为音素，但是它们均是无意义的。甚至大多数音节，如“ba”和“ga”，也是无意义的，除非与其他音素组合起来形成有意义的词，像“bat”（蝙蝠）或“galaxy”（星系）。在进化的某一阶段，我们的祖先使这些发声本身的意义完全消失。只有它们的组合才有意义：我们把无意义的声音串在一起组成有意义的词。在动物界中这是独一无二的。

进而，可以把语符列”再串起来——例如用词和短解组成一句句子——好象同一原理又在另一个组构层次上被重复。猴和猪可能以重复发声来强化它想表达的意思（许多人类语言，如波利尼西亚语”，就是这样做的），但是至今还没有发现野生的非人类动物会把不同的声音率在一起来建立全新的意义。

至今尚没有人能解释我们的祖先是怎样越过用无意义的音素的有序组合来代替一声一义的障碍，但这可能是在由猿向人的进化过程中发生的最重要的事件之一。

至少在一个简单的协调系统的涵义上，蜜蜂似乎已经把一符一义的模式打破了。蜜蜂在返回蜂房时所跳的 8 字形的“摇摆舞”，把关于它所发现的食物位置等信息传递给同伴。8 字形轴之指向为食物所在的方向。舞蹈所持续的时间和离蜂房的距离

成比例，例如，至少接这一故事的传统版本，意大利蜜蜂跳三圈 8 字形舞意味着它发

现的食物距蜂房约 60 米（对德国蜜蜂来说则意味着 150 米，这主要取决于基因而非饲

育其中的那个群体人语言学家对蜜蜂的这种行为评价不高，比克顿在其《语言和物

种》一书中论述道：

所有其他的动物只能就对其具有进化意义的事情进行交流，但是人类能就任何事进行交流……动物的叫喊和动作在结构上是整体性的，并不能像语言那样被分解成基本组分，…尽管构成语言的声音本身并无意义，但它们可以按不问方式组合而形成数千个词，每个词各有其意义……同样地，有报的词—…能组成数量无限的句子。动物的交流不可与此同日而语。

经过足够的训练，许多动物能学到大量调、符号，或人作姿势一旦是你必须将理解与进行交流的能力小心地加以区分，它们并不一定是并肩而行的。

如我在前曾述及的，一位心理学家驯养的狗能理解大约 90 个信号；其产生的 BO 个信号与其能接收的大多在意义上不相重叠。海狮能学会理解 190 种人体姿势，但它不能用姿势表达任何意义。侯猩猩甚至能掌握更多词汇符号，并能结合姿势来表达它们的需求。鹦鹉能在 10 年左右的时间里掌握 70 个词汇，包括 30 个物体名称，7 种颜色，5 种形状，以及各种其他“词汇”，并能用其中某些来表达需求。

所有这些聪明的动物都不能告诉你谁对谁做了什么，它们甚至不能谈论天气。但是很明显，我们的“至亲”黑猩猩和倭猩猩，在有经验的善于调教它们的教师的帮助下，对语言的理解力能达到相当可观的水平。最有才能的倭猩猩在萨维奇一伦堡的调教下能理解它从来没有听见过的句子，当听到“康莱（Kanzi）”，到办公室去把那红球取来”时，它能做得像一个两岁半的孩子一样好。无论倭猩猩还是两岁半的孩子都不能造这样的句子，但他们的行为表明他们能理解。理解在先，表达在后，就像儿童的语言发育一样。

我常想知道，在猿的语言研究方面所取得的有限的成功中，究竟有多少单纯是由于调教不足；也许教师必须要足够律才能取代幼童正常的自发的习得语言的特性。如果一头倭猩猩在其生后两年中能被调教得以接近同龄儿童具有的速度理解新词，那么那头倭猩猩随后有可能以学得句法前儿童的那种方式来发现词的组型吗？但是，

这一过程是否发生得太快了，以致使我们无法看到先于掌握正规句法的那些不同的阶段（这些阶段已为目前人类基因组所提供的一体化“公路”所遮掩）？

所有这些动物的交流能力都令人赞叹不已，但这是否就是语言呢？就大多数人而言，语言一词的用法实在是不怎么严格的。首先，它是指某些特定的语种，诸如英语，弗里斯兰语”，荷兰语（以及千年前的德语，上述语言均由此演化而来，再往前追溯是原始的印欧语）。但是语言也用来指一些精巧的交流系统的总体范畴。蜜蜂的研究者用语言这个词来描述他们所看到的蜜蜂的行为，黑猩猩的研究者也是这样。那么，在进化的哪一阶段动物的符号性的交流能力变成人类的语言呢？

没有明显的答案。韦伯斯特（Webster）大学辞典用“约定俗成的，涵义明了的动作、声音、手势，或符号来进行思想或感情交流的一种系统化手段”作为语言的一种定义。那就涵盖了以上所举的例子。萨维奇一伦堡认为语言的本质是“告诉另一个个体他或她以前不知道的某些东西的能力”，这当然就意味着接受的个体必须使用某种皮亚杰式的进行正确猜测的智力来构建一种意义。

那么人类的语言又如何呢？语言学家会立即说“啊，那有规则！”他们将开始谈论思维语法所蕴涵的规则，并会对非人类语言是否有规则提出质疑。即使有些训练有素的动物，如康茨，能将词按顺序组合表示其要求，他们也不在意。语言学家雷·杰肯道夫（Ray Jackendoff）说得比大多数人更委婉，但其看法并无二致：

大家都就猿是否有语言进行争论，都引用正反两方面的定义来支持自己的观点。我认为这是一种无谓的争论，常常是由于有人热衷于缩短人和动物之间的距离，而有人又力图保持这种距离，双方都不惜代价所致。为了不尚空谈，试问：猿是否能成功地交流？毫无疑问，能。它们甚至能用符号进行交流，令人赞叹不已。但是，除此以外，它们似乎缺乏一种用思维语法将这些符号有条理地组合起来的能力（它们也许有那么一点这样的能力，但无法和人的能力相提并论）。总之，通用语法，甚至和它略相近的东西，似乎仅为人类所特有。

这种关于真正的语言的争论到底与智力有何干系？从语言学家所发现的思维结构和猿语言学家所发现的关于倭猩猩发明的规则来看，确实很有关系。让我们从简单的例子开始吧。

有些表达很简单，并不需要用复杂的规则来分析其组分，大多数的请求即是如

此，如“香蕉”，“给”，不管按怎样的顺序都传达同样的信息。简单的关联就足够了。但是如果在一个句子中同时出现两个名词和一个动词“狗，男孩，咬”，那如何将这些词联系起来呢？这也不需要多少思维语法，因为男孩通常不会咬狗。但是“男孩，女孩，触摸”就模棱两可了，在这种情况下得借助于一些规则来帮助你区别哪个名词是主体哪个是受体。

借助一种简单的规则便能对此作出判断，如大多数的英语陈述句（狗咬男孩）的主一谓一宾（SVO）结构或日语中的主一宾一谓（SOV）结构。在简短的句子中，这简化为第一个名词即为主体——康茨可能已从萨维奇一伦堡通常提出要求时的成句方式中（如“把球碰那香蕉”）习得了这一规则。

你也可以把词分成主语和宾语以区分它们在句子中的作用，或者按常规的屈折变化，或者用特殊的形式（称为判例标记），就像当我们说 **he**（他），要表达的是那人是主语，而说 **him**（**h** 的宾格）来表示他是动词或介词的宾语。英语曾有许多格

的变化，如用 **ye**（你）表示主语，而用 **you**（你）表示宾语，但是它们现在大多只在

自身代词中出现，还有 **who / whom** 谁（主格） / 谁（宾格）等。特殊的词尾也有助于

辨别其在句子中的作用，如由 **-ly** 结尾的词 **softly**（柔软地）用于修饰动词而不是名词。在高度屈折变化的语言里，这样的判例标记用得很多，这就使词序在确定某词在构建有关各方联系的思维模式中所起的作用变得不太重要。

为了使我们能说和听懂新的句子，我们的头脑中必须贮存的不光是我们语言的词汇，而且还得有我们所用语言的可能句型。这些句型所描述的，不仅是词的组合形式，而且也是词组的组合形式。语言学家认为这些形式是记忆中贮存语言规则的。人们把所有这些规则的组合称为语言的思维语法，或简称语法。

杰肯道夫，《思维的模式》

用较为简单的方法把词聚合起来，如洋泾浜英语（或我旅游时用的德语），被语言学家比克顿称作原始语。它们并不利用许多思维规则，词的组合（男孩。狗，



咬)，借助于习惯性的词序，诸如 SVO，足可传递信息。语言学家也许会把孩在语言上的成就（理解和表达）归类为原始语。

儿童通过听（聋孩通过观察手势语）来学习语法。他们在学习新词的同时也学习词的组合，而一套复杂的组合则构成特乌语言的语法。从约 18 个月起，儿童开始学习局部性语言规则，并开始将其用于他们自己的句子中。他们也许不能描述言语的各个部分，或图解一个句子，但是他们的“语言机”在有了一年的经验之后似乎对此所知甚详。

这种发现序列和加以模仿的生物学本能是如此强，以至聋孩在没有合适样板可供模仿的情况下会创造出自己的带有屈折变化的手势语（“家用手势”）。比克顿曾指出，儿童能从他们移民的父母所说的洋泾浜原始语中创造出新的语言——克里奥尔混合语（Creole）。洋泾浜语是不会一种真正语言的商贩、旅游者、“客座工作者”（以及旧时的奴隶）用于交流的。由于所有这些麻烦，通常得做许多手势，花很多时间，却只能表达一点点意思。

在一门有许多规则（语法）真正的语言中，你可以用一个简短的句子来说明许多意思。克里奥尔混合语确实是真正的语言：说洋泾浜语言者的孩子使用他们听见的词汇，并为之创造某些规则（语法）。这些规则并不一定是他们从其父母的母语中同时学得的规则。这样，当孩子们急匆匆地描述谁对谁做了什么时，从他们嘴里出现了一种新的语言。

语言的哪些方面是容易习得的，哪些方面是很难习得的呢？泛泛的归类也许是最容易的，就像孩子把四条腿的动物都称作“狗”，或把成年男子都称为“爸爸”那样。由一般进入特殊就比较困难了。但是，正如我们已看到的，有些动物最终都能学会数百种符号性表示。

更为重要的争议点可能是新的范畴是否能从旧的范畴中脱胎而出。比较心理学家杜安·伦堡（Duane Rumbaugh）注意到，原猴亚目的猴（懒猴、丛猴等）和小猴常常为最初教它们的分辨规则所局限，而不像恒河猴和猿那样能学习与旧规则相悖的新规则。我们

也能把一种新的范畴叠加于旧的之上，但有时很困难；范畴性感知（以前谈及

幻听时曾粗略提到)是为什么有些日本人在区别英语中的 L 音和 R 音时觉得那么困难的原因。

在日语中有一个发音介于英语 L 和 R 之间的音素,这两个英语音素便被错误地当作只是该日语音素的变音来处理。因为被传统的范畴所“俘获”,那些听不出这种差别的日本人,也将不能清晰地发出这两个音素。

将词和手势结合在一起比一词一义更复杂些,而将几个词联成有特别涵义的语符列则困难得多。当你舍此即不能区分哪个名词是主体而哪个是受体时,基本的词序有助于辨析涵义上的模糊。英语中的 SVO 陈述句只是 6 种排列方式之一,每一种方式见于某种语言,这就说明这是一种文化习俗,按通用语法所设想的方式来看,它并非生物学规则。

用于指示时间的词(“明天”或是“以前”)需要更高级的能力才可掌握,那些对信息提出疑问的词(“什么”或“有没有”)及关于可能性的词(“可能”或“可以”)也一样。值得注意一下洋没换原始语的缺陷:它不用不定冠词(a)或定冠词(the)来区分某个名词到底是指一个特定的物体还只是泛指。它并不使用屈折变化(-s, 如等)或从句结构,还常漏掉动词,而是从上下文来推测涵义。

纵然得花很多时间学习词汇和基本词序,但它们其实还是比语言的另一一些规则所约束的部分更容易掌握。确实,贾奎琳·约翰逊(Jacqueline S. Johnson)和埃利萨·纽波特(Elissa L. Newport)的研究表明,成年后开始学英语的亚裔移民往往能成功地掌握词汇和句子的基本词序,却在其他对未成年移民而言不成问题的方面遇到很大困难。至少在英语中,“谁—什么—哪里—何时—为何—如何”这样的词的排列是与基本词序相偏离的,“What did John give to Betty?”(约翰给了贝蒂什么?)是常见的用法。除了在答问比赛节目中所提的问题采用基本的词序和强调的方式: John gave “what” to Betty? (约翰把“什么”给了贝蒂?)。英语中的非基本词序对于成年之后才成为移民的人来说是困难的,其他存在相隔很远的依从关系的句子对他们来说也很困难,如名词复数必须与动词复数相匹配,不管其间有多少

个形容调。成年移民者不仅会犯这些语法错误，而且他们在听到这些错误时也无法察觉。例如，英语的屈折变化系统：名词复数改变调尾（The boy ate three cookies）。（那男孩吃了三块饼干），这是不是恰当的英语表达？或动词过去式的变化（Yesterday the girl petted a dog）。（昨天那女孩养了一条狗）是否正确？人那些初抵美国时年龄不足 7 岁的移民所犯这样的错误要少于成年后的移居者。对于学习英语的年龄始于 7—15 岁的人，他们所犯的成人犯的错误随开始学习时的年龄不断增高，15 岁

时达到成人犯错的水平（我应该强调，在所有情况下，语言学家所测试的移民们在英语世界里均生活了 10 年；他们通常在词汇和解释基本词序的句子方面得分正常）。

到了 2—3 岁，孩子学会名词的复数规则：加一 s。在那之前，他们把所有名词都

当作不规则名词。但是，即使他们已学会说“mice”，一旦他们学了复数规则，他们会将 mouse 的复数说成“mouses”。最后，他们学会把不规则名词和动词当作特殊情况（规则的例外）来处理。孩子在刚满周岁时有学习这些规则的欲望，在学龄期这个机会之窗似乎逐渐关闭。对成人来讲，学习这些规则也并非不可能，但是完全生活在英语世界里对 2—7 岁的孩子很起作用，但对成年人却作用不大。

无论你把这称为生物程序或是通用语法，学习语言的最难的这一方面似乎由于儿童时代的一种可习得性而变得较为容易，这种可习得性就像学习直立行走一样，具有生物学基础。也许这种习得性是特异地针对语言的，也许它仅仅是寻找复杂的声象模式进而模仿之。就我们所知，经常观看象棋比赛的聋孩（如约瑟夫），发现的是象棋模式。从许多方面来看，这种寻找模式的生物程序看来

是人类智力水平的一个重要基础。

词典中把语法定义为（1）词法（词形与词尾）；（2）句法（源自希腊语“排列在一起”，意为把词排列成词组和句子）；（3）语音学（语音及其排列）。但是正如我们经常泛泛地用“语法”来指社会通用的、正确的用法，语言学家有时却走向另一个极端，他们使用过分狭窄的定义，而不是过分宽松的定义。他们常用这个词来特指思维语法的一小部分。所有那些有助于传递相对位置信息的不起眼的词，

诸如 **near**（在一附近），**above**（在...上方），**into**（...之内），不管你把它们称作什么，它们在我们对智力的分析中也是相当重要的。

首先这些语法项能表达的关系包括相对位置 **above**（在...上方），**below**（在...下方），**in**（在...之中），**on**（在...之上），**at**（在...之处），**next to**（毗邻于...）；相对方向 **to**（至...），**from**（从...），**through**（通过...），**left**（左），**right**（右），**up**（上），**down**（下）；此外还有表示相对时间 **before**（在...之前），**after**（在...之后），**while**（在一之时），以及反映时态；相对数量 **many**（许多），**few**（少），**some**（有些），复数后面加的一 **s**；冠词表达相对熟悉程度，定冠词 **the** 用于有者认为听者能明白的事物，不定冠词“**a**”或“**an**”用于听者不能明白的事物；在比克顿的一览表中的其他语法项表示相对可能性 **can**（能），**may**（可以），**might**（有可能的虚拟语态）及相对偶然性 **unless**（除非），**although**（虽然），**until**（直至），**because**（因为）以及种种关系，诸如拥有 **of**（一的），所有格 **'s**，**have**（有）；媒介出（借助）；目的 [**for**（为...）；必要性（**must**（必定），**have to**（必须），清任（**should**（应该），**ought to**（必须）；存在 [**be**（是）]；不存在（**no**（不），**none**（没有一个），**not**（不是对）；词首 **no**（非一刀等等。某些语言则用动词变化来指明一个陈述是基于其亲身经历还是间接信息。

因此，合乎语法的词有助于在关于相互关系的思维图上勾划出物体之间、事件之间的相对位置。因为相互关系（“更大”、“更快”等）是类比通常所比较的（如“越大就越快”），因此，语法中确定词位的这一方面也可能有助于智力的提高。

句法是在你对事物的思维模式中一种关于相互关系的树型结构，它远远超过通常的词序或前述的语法的“定位”作用。有了句法，言者能够把关于谁对谁做了什么的一种思维模式迅速地传递给听者。这些关系可用一个倒的树型结构最好地表现出来——这并不是我高中时代的那一种“句子图解”，而是现代的称为 X 一杯短语结构。因为目前在这方面已有了一些出色的普及读物，在此我就不加赘述。

树型结构在从句中最明显，就像那首关于杰克（Jack）造房子的儿歌（This is the farmer sowing the corn / That kept the cock crowing in the morn / ... That lay in the ho

usethatJackbuilt)”。比克顿解释说,这样的套嵌结构之所以可能是因为: .....

短语并非如它们看起来那样珠子般地挨个地串在一起。短语就像中国式箱一样,一个套一个。这一观点的重要性怎样估计都不会过高。许多关心人类语言的起源,关心所谓的动物语言能力的人,在一个错误假设的基础上,对语言如何出现提们总体上过于简单化的假设。他们认为调按序连成短语,短语按序连成句子,就像步子连起来就成为行走一样.....这离真理何止千里.....下面的一个短语清晰地显示了这一点: thecowwlthcrumpledhornthatFarmerGueshkes (农夫贾尔斯所喜欢的弯牛角的母牛)。虽然在这个短语中没有一个词是模棱两可的,但是整个短语却是,因为我们不知道农夫贾尔斯喜欢的到底是牛角还是母牛。

除了“短语结构”,还有“语义结构”,这在猜测不同名词在句中起何作用时尤为有用。如果你看到一个不及物动词,如“睡觉”,你能肯定只有一个名词和它有关,即主体。在任何语言中睡觉这个词的情况都是如此。类似地,如果一种语言有涵义为“打”的动词,则肯定有两个名词与其相关,一个主体和一个受体(或许还有作为工具的第三个名词——用什么来打)。动词“给”必须有3个与之相关的名词,因为它总需要有一个东西给予受体。所以任何关于“给”的思维组构图都得有3个空位置必须适当地加以填充,然后你才能正确地理解整个句子,并继续进行下一个作业。有时名词被隐含了,如祈使句“给!”——在这种情况下我们自动地填补上“钱”和“给我”。

正比如克顿指出那样,一句句子就像.....一出小戏或一个小故事,每个词都在其中扮演其特定的角色,角色的数量很有限。这些角色到底包括些什么,并非所有的语言学家都持相同的观点,但是它们大多数(即使不是全部)会包括主体(“约翰”煮饭),受体或施及老(约翰煮“饭”),目标(我把它给了玛丽),来源(我从弗雷特那里买的),工具(皮尔用“刀”割的),受惠者(我为“你”买的),以及时间和地点。

没有任何野生动物的语言具有这样的结构特征。野生动物的语言有几十种叫声和与之有关的强调方式(通常是重复,就像蜜蜂摇摆舞的圆圈,灵长类动物的反复惊叫报警),叫声的组合很少用来传递新的信息。经训练,有些动物能理解固定词

序的涵义并对其作出正确的反应，如“康茨，用球去碰一下香蕉”——这样的句子中词序用来区别主体和受体。

可是语言学家不愿意把这种对句子的理解列入语言的范畴。在动物实验中，他们希望看到合乎语法的造句，而不仅是理解；他们坚持认为，仅是理解太简单了。虽然猜测意义对理解来说常常已足够了，但造出和说出一个独特的句子马上就能显示你是否会很好地运用规则来避免意义含糊。

但是有关造句的测验与其说是测试语言学习者的优秀程度，不如说是测试科学家的优秀程度更为妥贴。儿童最先具有的能力毕竟是理解。教黑猩猩聋哑人的手势语其原始想法也包括教它们如何做所要求的动作；对手势表达的意义的理解，即使有也发生得更晚。既然对猿的语言的研究最终已经回答了颇有争议的理解问题，那么似乎造句方面的障碍要比任何人想象的更多，但是一旦动物越过了这些障碍，自发的造句便增加了。

语言学家对比真正的语法规则更简单的东西并不太感兴趣，而行为学家和比较心理学家、发育心理学家却对此感兴趣。有时，为示公允，我们会谈及语言的多重涵义，从合乎规则的交流的意义上来加以论述，也涉及使用高级句法的精英们的语言。所有这些都有益于多方面才能的增长，使人变得更敏捷，也因此有益于智力的增长。虽然词法和语音学也有助于我们对认知过程的了解，但短语结构、语义结构和表示相对位置的词尤有意义，因为它们所具有的构建性涵义将使我们深入了解作出“正确猜测”的智力所具有的思维结构。

理解需要一种主动的智力过程，在听人说话时，按一串短促的声音，以及他人的涵义和意图未尝试作出推测——而其涵义和意图用语言来传递总不完全。相反，造句是简单的。我们知道我们想什么，希望表达什么。我们毋需去猜出“我们指的是什么”，只是如何把它说出来。与上面相对照，当我们听别人说时，我们不仅必须确定那人在说什么，也必须确定他或她所说的确切含义，却又不知道说话者所言的内情。

萨维奇一伦堡

人类的语言能力有多少是先天的？不错，通过模仿来学习新词的内驱力可能是先天的，而学习算术的内驱力并非如此。别的动物通过模仿学习各种姿势，但是学

龄前儿童每天能学会 10 个新词。就模仿而言，显然非动物可同日而语。英国神经心理学家理查德·格雷戈里（Richard Gregory）强调说，干活用的正确工具把智力赋予其使用者——词语就是社会性工具。因此，单是这种内驱力可能就解释了人类的智力为什么显著高于猿。

学龄前儿童也有掌握组合规则的内驱力，我们把这些规则称为思维语法。这并不是通常意义上的智力作业，因为甚至智力偏低的儿童通过听似乎也能不费力地掌握句法。这不是通过明显的尝试—错误的渐进方式掌握的，因为儿童似乎很快地过渡到符合句法的结构上去。学习显然是起作用的，但是语法的某些僵硬性提示存在先天的布线。如比克顿曾指出的，我们表达关系的方式是

不能增加的（如所有那些上 / 下的词），虽说你总是能加上更多的名词。由于儿童在学习说话时发生的“错误”在不同的语言之间具有的规律性；由于语法的各个侧面随语言而变的方式（SVO 用前置词，如“勿 bus”，而 SOV 把介词后置，如“baby”）；由于那些成年亚裔移民；也由于在任何已知语言中存在着某些似乎是禁用的构成方式；由于所有这些，有些语言学家，如诺姆·乔姆斯基（Noam Chomsky）猜

测，在这种普遍性的背后可能存在某种生物性的东西参与其中，也即人脑天生就作好布线，为句法需要的树形结构所用，就像作好布线为直立行走所用一样；正常的说话大部分充斥着片断、开始时说错、缩合方式，以及作为其基础的理想化形式发生的走样。尽管如此...。儿童所习得的是作为其基础的理想化形式。这是一个值得注意的事实。我们也必须记住，儿童构建这种理想化形式毋需接受明晰的传授，他获得这种知识是当他还不能在许多其他领域从事复杂的智力活动之时，这方面的成功相对地独立于智力.....确实，脑中存在着一个“语言模块”，它位于大多数人左耳上方的油区中，“通用语法”可能在出生时便布线其中。猴缺少这个左外侧语言区，它们的叫声（以及人类情绪激动时的叫喊）利用的是讲服体上方的更原始的皮层语言区。至今，无人知道猿是否有外侧语言区或相似的组构。如果一只幼倭猩猩或黑猩猩有人类幼儿所具有的两种内驱力；学习新词和发现规则，在脑发育的合适时候又达到足够的量，那么在它们的皮层中是否会自行组织成像我们一样的一个语言区，并用它来从词的混合中结晶出一套规则？或者，虽然脑中的神经布线是先天

的，但失去了内驱力或机会，就没有相关的经验，也根本就不再用这些布线了？在我看来，这两种可能性都是和乔姆斯基的观点相一致的，他认为，“通用语法”可能是自组织规则“结晶”的结果，就像“电路自动断续装置”和“滑行装置”由蜂窝状自动装置产生一样。

你实验性地把独特的人的先天布线与信号输入所驱动的结晶化加以区分，你这样做是试图以聪明的动机执意地把词汇和句子强加在出色的猿类学生头上，并以这种模式来取代儿童的非传授的可获得性。我以为；幸好猿是处于语言学家谓之的真正的语言的边缘，因此借助于研究它们的奋斗经历，我们才最终有可能得以了解思维语法的功能基础。在人类的进化过程中，这垫脚石可能已经铺设好，只是已为超结构所窒息，被一体化得无法辨认了。

个体发育有时再现种系发生（婴儿试图站起来再现了四足行走向二足行走的种系发生过程；婴儿第一年中喉的下倾部分再现了从猿到人的变化）。然而，发育发生得如此迅速，以致你不能看到进化过程的再现。不过，如果我们能从倭猩猩看到向更精致的构建的演变，我们便可能发现何种学习能增强句法能力；何种别的作业会有竞争作用从而妨碍语言的发展；与人类相比，猩猩的哪些脑区在用脑血流成象技术观察时看起来会“发亮”“。除了对我们理解人类是多么独特有重要意义外，对猴的语言基础的认识可能也有助于对语言受损者的教育，甚至揭示可望增强语言学习或获得更佳猜测的方法。只有通过倭猩猩这位合格的教师的努力，我们才有可能回答关于垫脚石的问题。

你正是用句法来构筑更巧妙的思维模式，这些模式包括谁对谁做了什么，为什么，何时，用什么方式等。如果你想传递这样一种精雕细琢的认识，至少你必须把对于这些关系你所具有的思维模式转译为语言的思维语法规则，这种规则将告诉你如何对词加以排列或作屈折变化，从而使听者能重建你的思维模式。当然，更容易的是首先“用句法来思维。”在这种意义上，我们可期望句法能力的增强会导致进行正确猜测的智力的大幅度提高。

最重要的是在听者的头脑中重建你的思维模式。为了把一串词解码为与你本意近似相同的精神上的理解，对你的信息的接受

者将需要知道相同的思维语法。因此，句法就是在你所使用的思维模式中建立



各语法项（通常是词）之间的结构上的关系，而并非事物的表现情况，如 SVO 或屈折

变化，这些仅仅是线索而已。你作为一位听者的任务，就是确定何种树形图可以贴切地与你所听到的那单词相吻合。打一个比喻，就好像给你一张空白表格和一组数值，然后让你猜测把这些数值相关起来的公式。一种可能的工作方式是，你先试一种简单的配列（主体动作、受体、修饰词），可以先把一个词留下。你再试另一种树形图，发现有一些未填的但必须填上的空位。然后你利用复数和动词所提供的关于树形图的线索（如你知道动词“给”要求有接受者和所给予的东西）。如果没有词（明说的或暗指的）可填充需填的空位，你就把那树形图勾去，继续作另一种尝试。你可以同时试几种不同的树形图，而不是一个一个来，因为理解（即为那串词找到一种足够好的解释）能以使人目眩的高速度来进行。最后，几种树形图都可能符合要求，而不留下任何词，因而你必须作出判断，在你所处的情况，哪一种解释最合理，那时你就大功告成了。这就是理解——至少以我的版本的语言学家模型来看，当然这个版本肯定是过于简化了。让我们来看看单人纸牌游戏，在这种游戏中一直要到你成功地把所有面朝下的牌都翻过来，你才算是大功告成，虽然遵循递减的顺序和交替的颜色的规则在洗了几回牌后你实际上是不可能成功的。你输了那盘，洗牌后再来。对于某些词的组合来说，不管你对给定的词作何种配列，都不能发现一组有意义的关系，那么你就无法构成一个故事，描述谁对谁做了什么。如果某些人对你说了这么一串模棱两可的词，那么他们就未能通过一种重要的语言能力的测试。对于一个能胜任语言的人所造的大多数句子，你碰到相反的问题，你能构建多种场景，以不同的方式来理解句中的词串。一般来说，其中的一种会比另一些更好地满足于语言的惯例或当时的情景，那么那串词就变成了那次交流所传达的“涵义”。句子中的某些词和词组按上下文可以产生确切的涵义，省得言者说更多的话（代词就提供了这样一种捷径）。

你在中学时学到的正确写作的那些规范性法则，在日常谈话的不完整的表达中实际上无时无刻不在违反。但对日常谈话是足敷应用的，因为真正重要的在于你是否已把“谁对谁做了什么”的你的思维模式传递给了你的听者，按上下文，他们可以把漏掉的词填满。由于书面信息必须在没有多少上下文也没有反馈（如听者脸上

豁然开朗或疑惑不解的表情)的情况下让人明白,我们在书写时必须比在讲话时做得更完全,当然也更“累赘”;更充分地使用句法和语法规则。

语言学家想要了解句子是如何从一种类似机器的方式产生和被理解的,这种方式使我们对句子的理解可以达到令人目眩的高速度。我喜欢将其称之为“语言机”(linguamachina),当然,这堪与古典戏剧中的解围之神(denemachina)媲美,这是舞台上一个有轮的平台(神机器),神站立其上训示其它演员,现在常泛指剧情困难时杜撰的任何一种安排。在我们的“剧本写作”技术还没有臻于完善之前,我们对于理解句子的算法似乎也是杜撰的。

我将描述这样一架语言机怎样能把短语结构和语义结构以一种算法的形式结合起来进行运转的。语言学家可能会认为这个系统和别的图解式系统一样都太牵强附会。以下是我设计的“真空升降机装箱、传送系统”的若干要点,其中包含的过程就像装运部或生产线上的过程一样简单(见图4.1)。

假设我们刚听到或谈到一句完整的句子:“穿一只黑鞋的高个子金发男子,把另一只给了她。”我们怎样来构筑这个动作的思维模式呢?最初,我们需要把其中一些装箱,从介词短语起步值得一试:我们的机器认识所有的介词,并把与之相邻的名词(若句子是英语为后署名词,若是日语则为前置名词)放入相同的箱子。我将用圆角的箱子来装“穿一只黑鞋”和“给她”这样的短语。有时,为了正确地装箱,非语言性记忆签要起作用。例如,在那个模棱两可的组语“thecowwiththecorn”中,要是知道贾尔斯在壁炉上有一堆收藏的牛角,这会有助于你作出判断:“thatFarmerGileslikes”(农夫贾尔斯喜欢的)应和“cow”(母牛)装箱,还是和“corn”(牛角)装箱。

动词由于它们所起的特殊作用将有特别的箱子来装。如果有以“-ly”结尾的副词,或有一个如“必须”这样的助词,我会把它与动词一起装箱,即使它们并不相邻。然后我们把名词短语装箱,把所有修饰它们的介词短语的圆角箱都装进方箱内。如果有一个营句,对于下一级处理来说能把它看作是一个名词。现在我们把所有的都装起箱来了(至少有两箱,但通常更多)。

下一步,我们需要把它们作为一个整体“提升”起来,在想象中把这个最终理

解的混合物从工作地点运走。它会掉落在地上吗？在我的真空升降机上有几种不同类型的手柄，我们必须用的手柄取决于我们所确定的动词〔在这种情况下是“给”

（give）的过去式）。对于包含主语的名词短语箱有一台真空吸引器（我已把它画成一个小锥形）。不可能有一句既无主语又无动词的句子。如果主语缺失，在开口处空气将被吸入。不可能形成真空，包装箱升降机就不会将它提起。（那就是为什么我在这儿用的是吸收器而不是吊钩的理由，这使目标物成为强制性的。）

但是，正如我在先前指出的，“give”（给）这个动词有点特别，它需要的两个宾语（你不能说“Igavelober”或 IgaveIt”，因此这升降机手柄有两条附加的吸引线。可以有某些非真空型吸引线，即简单的带钩绳，用来传送许多可供选择的的名词短语和介词短语，只要该动词允许（见图 4. 2）。

有时需要对吸引口和可供选择的吊钩作某种引导，使之找到合适的目标，例如，SOV 可以帮助主语吸引口找到合适的名词短语（如可以是一种格的记号），如“he”（他）。其他的屈折变化也会起作用，例如动词和主语的性、数的一致。吸引口和吊钩可以带有小标签，如“受惠者”、“工具”、“否定”、“强制”、“目的”、“拥有”等等，仅和与这些范畴相应的词配对。在这架特定的语法机中正是以下的这些组分组成了对句子的识别：能拉起“动词”的手柄，把所有包装箱运走，一只也不留下，而且所有的吸引口均不闲置。如果一个吸引口没有找到合适的目标，那么当你拉起手柄时就不形成真空，你的构建物就不能被运走，也就不能算是大功告成。

如前指出，每个动词一旦为语言机所认定，就有一种特殊类型的手柄。例如，为不及物动词（如“睡觉”）的手柄仅有一个吸引主体的吸引口。但是它们有备用的吊钩为存在的任何有待运送的额外短语所使用：“睡觉”将成功地扮演可选角色，如时间（“在晚饭后”）和地点（“在沙发上”），但不是受动者。通常有一个真空吸引口是为“主动者”所用（虽然有时并没有主动者，如“冰融化了”），也许会有另一些扮演各种角色的真空吸引口，也有一些备用的吊钩供动词陈述的故事中其他可能的角色所用。

当然，相同的篇中之箱原理（允许一个介词短语起名词作用）允许我们有句中句，就像在从句中，或在“我想我看到了……”这样的句子中。

这就是我们装箱传送系统的简述。如果它似乎是值得小题大做，那么请记住他是进化的守护神”。设想在一间挤满了玩宾戈（Bingo）游戏”的人的屋子里那样，以平行的方式作多种尝试来解读句子，在不同原型句子的支架上重叠地放置着后选句子的许多拷贝，其中大多数因为有残留词和闲置的吸引口而不起作用。其中有一个拷贝，它的动词手柄把所有这些都提升起，这个拷贝便叫道“BingO / 游戏就此结束（当然除非出现平局）。

能够一件不漏地提升一句句子的所有部分是句子配置是否信当的一种试验。请注意，一旦成功，词序和屈折变化都不再是问题，因为角色已经被指定。这架语言机会把某些无意义的句子也提起来，如乔姆斯基著名的例子：“colorless green idears sleepfuriously”（无色的绿色想法气愤地睡觉），但是不会有这样的句子：“Colorlessgreen, deas sleep them。”（无色的绿色想法睡觉它们）（动词“睡觉”手柄并无为剩留的宾语的吊钩或吸引口所用。）

虽然对于各种关系建立一个有意义的思维模式可以是交流要达到的目标，不合语法的句子无法解读（除非通过简单的词间的关联），然而还是能使词的组均符合语法，这种结构与句号的要求相吻合，但并不具有与之相关联的任何合理的思维模式。语义又试验不同于语法试验。语义也是一种出现平分时的决赛，以决定同时有几个胜者时何人为决胜者，正如在拳击赛时未出现击倒而以点数决胜的情况一样。在猜测农夫贾尔斯可能喜欢的是什么（母牛还是牛角）时，我们也就是那么干的。

虽然每个句子都是一则小故事，但我们也组建一些远比句子更大的以语符列为基础的概念性结构。这些结构也要起到许多强制性和可选性作用。它们紧随语法之后出现，一如作家凯瑟琳·莫顿（KathrynMorton）所观察到的：

一个幼儿作为人而不是一头吵闹的宠物的第一个标志是，他开始叫得出这世界，并询问其各部分之间是什么关系。一旦他略知其然，他便会教他的玩具熊，把自己的世界观强加于沙地上的任其摆布者。他会一边玩耍，一边自言自语地叙述自己在做什么。他会讲述长大以后将于什么。他会注意观察别人的动作，一旦发现不懂流会询问照管他的人。他在临睡前想要听故事。

我们超前计划的能力就是从儿时的讲述发展而来的，这是作出道德上选择的重要基础：我们想象一个动作过程，想象其对别人的影响而决定做还是不做。

借用句法的思维结构来判断各种其他组合的可能行动，我们就能扩展超前计划的能力和智力。在某种程度上它是这样实现的：默默地自言自语，叙述下一步可能会发生的事情，然后应用与句法相似的组合规则来评估（又是用点数来作决定）某一情景是危险而又荒谬的？仅仅是荒谬？可能？很像？还是合乎逻辑的？但是我们动用智力的猜测并不限于语言这样的结构。当我们豁然顿悟某种组合的思维关系，但又难于在此后几周用言词来表达时，我们会叫出声来“我发现了！”“那么，是人脑中的什么使我们能如此擅长于猜测复杂的关系呢？

我们并不意识到我们的初始假设对我们的前瞻以及解释收集到的信息的方式的影响有多深。我们应该认识到，非人类的动物并不需要为了使自身具有那些值得严肃研究的特性符合关于人类的语言、工具使用、思维或意识的每一种新的定义。我们强调将人类与地球上所有生命区分开来的那些定义，已经做得太过头了。我们必须重新溶入我们由之产生的生命的洪流中去，努力地去看到在中间我们大家现在的家系和可能变成的家系。

萨维奇—伦堡

要是我们不完全理解语言是什么，以及它已为人类做了些什么，那么我们既不能了解自身，也不能了解世界。虽然正是语言创造了人类，创造了我们生存的世界，但它所释放的力量驱使我们去理解和控制我们的环境，而并非去拓展我们自身的能力。我们一直走的是这条控制和主导世界的道路，直至我们中最敢有所作为者也开始害怕它可能把我们导向哪里。现在，我们寻求力量和知识的引擎本身应该成为我们力图了解的对象。

比克顿

图书在线扫校

对现象的预见和驾驭能力依赖于对其序列的了解，而并非取决于我们对其起源或内在特性可能已形成的任何见解。

约翰·米尔（John Stuart Mill）”，《孔德一和实证主义》

一件事跟随着另一件事发生是一种相当简单的概念，许多动物都能掌握。确实，这就是大多数学习的主要内容；对于巴甫洛夫的狗来说，紧随铃声之后的是食物。

两件以上的事也可能成串发生；许多动物能产生复杂的鸣叫序列，更不要说那些千姿百态的行进序列（如步法）了。学得词汇，理解基本的词序，正如我们在前一章中所看到的，对人类和猿是较易完成的语言作业。

要是序列是如此的基本，那么为什么超前计划在动物界中却如此罕见（除了褪黑激素能有效控制对昼夜节律的预见之外，但这并不占重要地位）？为了对一种新的偶然性作好准备，还需要什么别的精神机构？（也许是语义结构，就像在那些提起动词的“手柄”中？）在没有确切的记忆作引导时，我们如何去做；或者甚至只是去想象那些我们以前从未做过的事情呢？

我们总是在说一些我们以前从未说过的话。在我们生活中，频繁地发出的另一种对新奇事物的预测是（虽然常常是下意识地进行的）：“下一步将发生什么？”我们在第一章中谈到因环境的不和谐所带来的幽默而又令人沮丧的作用时曾提及过。

也许预见的机制与在思维语法较复杂的方面所采用的机制是相似的，这些机制包含有长期的依从关系，就像标准词序为作“谁—什么—何时”的提问时交替的词序所替代一样。很可能，短语结构所使用的那些规则，或语义结构所蕴涵的所有那些强制性作用就是思维机制，这些机制就更一般的意义而言，对预见是有用的。

有些思维结构可能易于智力性猜测，而思维语法也许正是我们对这些思维结构所具有的最详尽的一整套见解。本章将考察以下三方面的问题：分团，排序和达尔文过程。

同时与多种东西打交道是多重选择题所测定的能力之一，特别是那些类比题：A 之于 B 相当于 C 之于 (D, E, F)。它也表现在我们记住很长的电话号码的能力上：

许多人能强记 7 位电话号码达 5—10 秒,但要是遇到外区号的号码或更长的国际电话

号码,就需要把它写下来。

这样的限制似乎并非位数本身,而是“团”数。我把伦敦的区号(71)记作单一的“团”,而非两位数。我将旧金山区号(415)也是作为单一“团”,而 451 这 3 位数对我是无意义的,我必须将它作为 3 个团,即 4, 5, 1 来记忆。“分团”指的是

把 4, 5, 1 化为 415 这个实体的过程。旧金山 10 位数的电话号码,如 4153326106,对

我来说仅仅是 8 团;当我们记下号码对,常用不拨号的分离符号,如(415) 332—6106 或 4153326106,其作用主要是帮助“分团”。因为我们已经习惯地把两位数字当作一个词(如“nineteen”(19)),巴黎电话采用的分离符号的方式 42—60—31—25,对记忆 8 位数字来说更容易。

你能强记住多少团呢?这因人而异,但典型的范围为“魔数 7 士 2”,这是心理学家乔治·米勒(George Miler)在 1956 年一篇著名论文的题目。头脑中的空间好像都是有限位数的,至少在用于即时记忆的工作空间是这样的情况。如果位数接近于你的极限,你会力图把若干位数化为一团,从而产生更多的空间。词首字母缩略词是分团的一种形式,即把许多词作成“一个词”。其实,许多新词均组来取代较长的短语,如有人想出“ambivalence”这个词,因此省去了一整段解释。一本辞典就是几个世纪以来分团的一册概要。分团与快言快语相结合,可使在短期记忆的短暂范围内包容许多涵义,这对同时能记忆尽可能多的信息肯定是重要的。

因此,关于工作记忆最初的诫条之一是:它似乎是~种有限的高速暂存存储器,较适合于记忆 5~6 项,要是翻了 2 倍,情况就更糟。这对智力(肯定对智商测试)可

能有某些意义。但是智力活动的关键特征是创造性发散思维,而非记忆本身。我们所需要的是一种将能作出良好猜测的过程。

语言和智力是如此强有力,以致我们通常认为多多益善。但是进化理论学家热衷于证明进化充满了盲端稳定性,这种稳定性防止那种直线式的“进步”,他们喜

欢指出有多种用途器官所参与的进化的间接途径。许多器官实际上是多用途的，随时间改变其功能的相对比重。〔充的气体交换器官（因其在平衡浮力中的作用，被称为“游泳气囊”）——鳃何时变成肺 \* 如果可以与计算机软件作类比的话，那么与任何其他的器官系统相比，脑变成多种用途要容易得多。脑的某些区域确实也是多种用途的。

因此，在探索预见或语言的神经机构是如何起动时，我们必须记住，其机制可能为多种功能服务，其中任何一种均能为自然选择所驱动，有时因此使其他功能受益。它们与建筑学家调之的基础设施（如复印机室，邮件收发室）很相似。例如，嘴是一种参与饮水、尝味、吸收、发声和情绪表达的多用途的“基础设施”；某些动物也用它来作呼吸、降温、角斗。付钱买一样东西，而无偿得到另一样东西，是一种耳熟能详的市场策略。人类的何种能力有可能是伴之而生，就像众所周知的付了饮料钱伴之可得一份“免费午餐”那样呢？特别是，句法或计划能力是否有可能只是因为它们能在闲暇时间使用一种“基础设施”（基础性能力），而与某种别的能力相伴而生呢？

我意识到，“免费午餐”的解释将伤害进化理论中严格的适应论学派的加尔文主义信徒”的情感，他们认为对每一个不起眼的特征都必须付出代价。但是斤两悬殊的核算并非总是最要紧的东西。正如以前所指出的（增大一个也增大所有的），哺乳动物大脑的增大并非零零碎碎的。“免费午餐”只是以另一种方式来考察最初的适应论者本身所强调的问题。达尔文在对适应作一般性强调时，提醒他的读者要注意功能的转换是“十分重要”的。

在功能转换的过程中（例如从鳃转换至肺），可能存在一个多功能时期（其实它可能持续至永久）。在这一时期中，在自然选择之下，原来是为实现某种功能的解剖特征，现在对某种新功能趋之若鹜，远远超出了迄今为止自然选择已对这种新功能所作的安排。肺的呼吸功能是从早先的漂浮功能转化而来的。那么，是什么样的脑功能带动了其他脑功能的发展呢？它能为我们对智力的认识提供某种启示吗？

我们肯定热衷于以结构化的方式把事物串在一起，这些方式远远超出了其他动物所建立的序列性。除了把词组成句，我们还把音符组成旋律，把步子组成舞蹈，把叙事以程序规则组成游戏。结构化的串连特性有可能是大脑用于语言、讲故事、



超前计划、游戏和伦理行为的一种普遍重要的能力吗？对于这些能力中的任一种的自然选择有可能增强共同的神经机构，从而使语法加以改进后用来扩展超前计划的能力吗？

在考虑器官的转换时，十分重要的是要记住自一种功能向另一种功能转换的可能性……

达尔文，《物种起源》

人类高于猿的某些能力（如音乐）颇令人困惑不解，因为很难想象环境会赋予音乐天才进化上的优越性，而不赋予那些五音不全者。在某种程度上，音乐和舞蹈肯定是某种神经机构的继发性功能，这种神经机构由更受自然选择影响的有结构的成串行为（如语言）所形成。

还有什么别的高于猿的能力也可能一直处于自然选择的强烈影响之下呢？乍一看来似乎并不可能，但对运动的预测也许已经推进了语言、音乐和智力的发展。猿具有若干基本的快速前肢运动形式，如捶击、棒击、投掷，这些运动人类都十分娴熟。人们能想象打猎和制造工具的景象，而在某些情况下，这些是对人科动物基本的聚集和收集食物策略的重要补充。如果相同的结构化的成串行为也像用于弹道运动一样用于嘴，那么语言上的改善也可能促进手的灵巧。反过来说也可以：准确的投掷就有可能经常吃到肉食，就能在温和地带安然过冬——这不妨说是一种偶然的得益，一顿“免费午餐”。

在各种手的运动间作选择，包含先找到一种候选的运动程序（可能是大脑皮层神经元的一种特有的放电模式），然后找到另一些程序。这在人脑中是如何发生的人们还所知甚少。一种简单的模型是：每种运动程序有几种拷贝，每一种拷贝在大脑中竞争空间。把手掌展开的程序可能比作 V 形手势或精细的挟指手势的程序更易制

作拷贝（见图 51）。

弹道运动（之所以这么命名是因为一旦发动了，就再没有机会修饰其指令），与大多数运动相比，需要的计划量大得惊人。它们也可能需要许多运动程序的拷贝。

对于持续时间少于约八分之一秒的突然肢体运动，因为反应时太长，反馈校正多半是无效的。神经传导得太慢，不可能以足够快的速度作出决定；如果目标尚未

逃逸，反馈可能有助于作出下一次的计划，但对现时并无帮助。持续八分之一秒的捶击、棒击、投掷和脚踢，大脑必须计划运动的每一个细节，然后一下子实现，很像寂然地在一架自动演奏钢琴上掠一下琴键，然后任其演奏“。

对于弹道运动来说，我们几乎需要在“准备期”内作好完全的提前计划，而不能依赖于反馈。捶击运动要求为几十块肌肉计划好严格的激活顺序。对于投掷运动来说，困难之处还有另一个原因：存在一个发动时限，即当抛射体被抛出而仍击中目标的时间范围 $\sim$ 。随着抛射体从速度递减的手上被抛出，松手正发生在手的运动速度达到极大值后不久。使这个极大速度恰在正确的时间和与水平方向成正确的角度发生，是一种技巧。

在存在发动时限问题的情况下，你能看到为什么对于人的弹道运动作计划是如此困难。发动时限的大小取决于目标有多远、多大。假如人在相当于一个平行泊车车位的空间距离之外，能在 10 次中有 8 次击中兔子般大小的目标，其发动时限为 11 毫

秒。在两倍远的距离以同样的命中率击中目标，就意味着在 1.4 毫秒的发动时限内松手，即缩小 8 倍。神经元就其定时的准确度而言并非原子钟；何时产生冲动多有变

异，如果是单个神经元控制球的松手的定时，那么，这种变异足以使人难以击中一个谷仓的宽阔的一边（见图 52）。

幸好，许多有噪音的神经元比只有几个神经元的情况要好，只要它们都各行其是，也犯它们自己的错误，这样能把噪音平均掉“。同样的原理也见于心脏的活动，它使心脏跳得更加规则。起搏细胞数增 64 倍可以使心搏颤动降低一半。为了使弹道运动松手定时上的颤动减少 8 倍，就需要对多至 64 倍的有噪音的神经元的输入进行平

均（这 64 倍是指相对于为原来投掷动作进行编程所需的神经元的倍数）。如果你想以 42% 的命中率在 3 倍距离之外击中同样的目标，你就需要招募许多帮手，因为你所

需要的神经元数将是你在标准的短距离投掷运动中使用的神经元数的 729 倍。这似乎

显得冗余，但这里谈及“冗余”是与每架大型飞机都有 3 种方式来降低其着陆速度的那种“冗余”是不同的。

这样，我们现在对复杂序列的大脑机制有了第三个见解：除了句法的那些树形结构和手柄，以及鼓励成团倾向的有限暂存存贮记忆外，我们看到，复杂的激活序列，如弹道运动，可能与其他复杂序列有相同的大脑机制；我们也看到，对于某些序列，精细的定时十分重要，它们需要的冗余度要高百倍。

你在对一个非标准距离的目标作投掷时，你并没有已存贮的运动计划（如掷标枪或篮球罚球时），那也需要许多作计划的空间。对于非标准投掷，你需要在两个标准程序间建立一组非标准的程序异体，并挑出一种异体使之与击中你的目标最为接近。即兴制作是需要空间的。一旦你选择了“最佳”的那一种异体，所有别的异体均发生变化与之协调，那么你就会有留在发动时限内所需的冗余度。猜想象有满满一房间的独唱演员，他们各唱各的调，然后汇合到他们能作合唱来唱的旋律。为了准确起见就要召集许多帮手，就像训练有素的唱诗班唱赞美诗时四听众召集起来一样。

一种专为结构化序列的基础性能力能解决许多问题。然而，它确实存在吗？如果它确实存在，我们有时就会看到相似运动之间的协同或拮抗。

达尔文是首先指出手一口协同的人之一。1872 年在一本关于情绪表达的书中，他写道：“当某人用一把剪刀剪任何东西时，你可以看到他的下颚与剪刀的刀刃是同时运动的。学写字的儿童常常在他们的手指移动时，以一种古怪的方式卷动其舌头。”

那么，我们所谈论的是何种序列呢？节律运动本身是普遍存在的：咀嚼、呼吸、行进等。它们能由脊髓水平的简单回路所实施。像简单的一件接着一件发生的事件序列似的学习一样，对于节律和其他序列来说，并不存在确定的大脑回路。但是对于新的序列呢？难就难在这里。如果对于较复杂的新运动存在一种共通的序列装置，那么它位于脑的何处呢？

序列化本身并不需要大脑皮层。在脑中许多运动的协调是在皮层下水平，即在基底神经节或小脑进行的，但新的运动倾向依赖于前运动皮层和前额皮层（在额叶的后三分之二处）。

大脑皮层的另一些区域也可能参与序列性活动。额叶的背外侧部分（如果你头上长着一对角，这些区域便正在角之下）对于延迟反应作业是关键性的。如你给猴看某种食物，允许它看着你把食物藏在哪里，但迫使它等待 20 分钟，再让它去寻找。额叶背外侧部分损伤的猴子将不能记住这个信息。它实际上并非是一种记忆不能，而是形成持续性意图方面有问题，也许甚至是形成“议事日程”有问题。

伟大的神经病学家亚历山大·卢里亚（Alexander Luria）广描述过一个病例。病人躺在床上，把手放在床单之下，卢里亚要他把手从床单下伸出来，但他做不到。然后要他在空中把手举起放下，他能做到。他的困难在于计划一种序列，使其避开床单的限制造成的障碍。左前额叶出了问题会使病人难以展开一种特有的动作序列，或者首先是难于对此作出计划。左前运动皮层损伤的病人不能把动作串连成一种流畅的运动，卢里亚把这种串连的过程称为动态旋律。

额叶底部（恰在眼的上方）生了肿瘤或中风也会影响序列活动，如购物。有一个著名的病例，病人是一位会计师，智商很高，对一系列神经心理学测试反应良好。但他在安排自己的生活上困惑不已；在 2 年内，他多次被解雇，濒于破产，在冲动之下结婚后又两次离婚。尽管智商很高，他却时常不能作出简单、迅速的决策，如买什么牙膏或买什么衣服。他会无休止地进行比较和对照，最终常常做不了什么决定，要么就纯粹胡乱地进行挑选。外出晚餐时，他会考虑每个可能的餐馆的座位布置、菜单、气氛和管理。他甚至会因之驾车去看一看一些餐馆有多忙碌，但还是犹豫不决，决定不了在哪里用晚餐。

有两类重要的证据提示外侧语言区在非语言序列化中起重要作用。加拿大神经心理学家多伦·基姆拉（Dorren Kimura）和她的同事们所进行的研究显示，左外侧脑中风病人有语言上的困难（失语症），在执行一种新的手、臂运动序列时也有相当大的困难（失用症），例如不能执行一种复杂的（虽并非新的）序列：从口袋里取出钥匙，找到所要的那枚，把它插入锁孔，转动钥匙，然后推门而入。

西雅图的神经外科医生乔治·奥杰曼在癫痫手术过程中用对脑的电刺激的方法证明，脑左外侧语言的专门化过程中有相当一部分参与听音序列。这些区域包括与勃洛加（Broca）区相邻的额叶，初级听皮层两侧额叶的顶部和感觉区背部顶叶的某

些部分〔西尔维厄斯 (Sylvian) 沟”周围区〕。使人特别惊讶的是，正是这些区域似乎也紧密地参与口—脸运动序列的产生，甚至参与非语言序列，如模仿一系列面部表情（见图 5.3）。

命名大脑的不同区域的危险之一是，我们指望称为语言皮层的区域完全和语言有关。但奥杰曼的资料表明，皮层专门化在本质上远更泛化，它与各种新的序列有关：手与口，感觉与运动，模仿与叙述。

许多种动物不仅能学会抽象的符号和一种简单的语言，而且有些显然能学会归类。确实，动物常常会泛化得过头，其发生的方式就像一个婴儿总有一个时期把所有成年男子都称为“爸爸”一样。有一些关系是能够学会的，如“是一个” (is-a) 或“...比...更大” (Is-farger -than)；一只香蕉是～种水果，一只香蕉比一个核桃大。

与智力更接近的是作类比、隐喻、明喻、寓言性比喻和产生思维模型的能力，它们包括对关系的比较。我们在 is 小 bigger-than (...比...更大) 和 is-faster-than (...比...更快) 之间作一种不完全的类比，推断出 bigger-is-faster (更大的的是更快的)，即是这种情况。

我们人类的思维能在～个人们所熟知的领域中运转（如把一个文件放入文件夹中或扔在废纸篓中），且能把这种关系带至人们不那么熟知的领域，如存入或删除计算机文件（可能借助于在屏幕上移动光标）。我们能在一个思维领域中作一种表示，在另一个领域中对它加以解释。所有这样的映射均在某处不再成立，用罗伯特·弗罗斯特 (Robert Frost) 的话来说，那就是我们必须了解我们能把～种比喻外延至多远，并且作出判断什么时候这种外延才是安全的。

让我们来考虑一下昂伯托·埃科 (Umberto Eco) 所建立的从一个领域向另一个领域的映射：

事实是，世界在苹果 (Macintosh) 计算机的用户和 MS-DOS”兼容的计算机用户之间分裂了。我坚持认为，苹果计算机是天主教徒，而 DOS 是新教徒。确实，苹果是反改革派，深受耶稣会会士的“教示”一的影响。它是亲切、友好、调和的，它

告诉其虔诚的信徒，他们必须一步一步前行，直至（如果不是天国的话）他《1 文件

被打印出来。它是问答式的；其启示的精髓是用简单的公式和华丽的光标来传授的。每一个人都得到拯救的权利。

DOS 是新教徒，或者甚至是加尔文教派的。它允许对《圣经》教旨作自由的解释，

要求作困难的个人决定，把对《圣经》隐晦的解释强加于用户，并理所当然地认为，不是所有人都能获得拯救。为使系统顺利运转，你得自己解释程序：它离巴罗克式的狂欢者乐园十分遥远，用户被封闭在他自身内心烦忧的孤寂之中。

你可能会反对说，随着视窗（Windows）“的引入，DOS 世界已经越来越相似于苹果机的反改革派的容忍态度。视窗表示一种圣公会式的分裂和在大教堂中的宏伟仪式，但是总是存在回到 DOS，按怪诞的决定改变事物的可能性...

那么，蕴涵于两种系统之下的机器密码（或者环境，如果你喜欢这样称呼的话）呢？呵！那可是和“旧约”类似的情况，含义神秘，是教条式的。——

大多数映射是较简单的，就像在定名时发生的情况：把物体与音素的序列关联起来。黑猩猩能通过某些努力学会简单的类比，如 A 之于 B 即如 C 之于 D。如果黑猩猩

可能把这种思维操作应用于其日常生活中的各种事件，而不是仅仅在测试仪器前使用它，那么它会是更能干的猿了。人类显然把映射保持至越来越抽象的领域，使分层稳定性能在几个层次上运转。

安全性是与尝试性组合有关的大问题，这些组合产生以前从未做过的行为。更大的并不总是更快的。甚至次序上简单的颠倒也能够产生危险的新奇性，就像发生在“Look after you leap”句中的问题。

1943 年，英国心理学家克雷克在《解释的本质》一书中指出：

神经系统是.....能够对外界事件模型化或类比的计算机器.....。果机体携带外界现实世界的一个“小规模模型”，并在其脑中拥有其自身可能动作的小模型，它就能尝试各种可能性，作出结论：哪种方案最佳，并在未来的情况出现之前作出反应，利用对过去的认识来与未来打交道，尽力以明显更充分、更安全、更胜任的方

式对它所面临的突发性事件作出反应。

人类能模拟动作的未来进程，并清除毫无意义的非主线动作，如哲学家卡尔·波浪（Karl Popper）所说，这“允许我们的假设来代替我们死亡”。创造性——这确实是智力和意识的最高形式，包含了塑造素质的一些思维游戏。

那么，需要什么样的思维机构来实现克雷克所提出的那种东西呢？

美国心理学家詹姆斯早在 19 世纪 70 年代就讨论过以达尔文方式运转的思维过程，

仅仅在达尔文发表《物种起源》一书之后十余年。尝试一误差（trial and error）的观点是苏格兰心理学家亚历山大·贝恩（Alexander Bain）早在 1855 年发展起来的，但詹姆斯进一步采用了进化的思维。

达尔文过程不仅在 200 万年中在没有陶艺大师那样的巧手的情况下塑造了一个更佳的脑，在脑中运转的另一种达尔文过程也可能在思维和动作的时间尺度上对一个问题形成一种更聪明的解答。机体的免疫反应似乎也是一种达尔文过程，在此过程中，经过长达几周的一系列世代更替过程，产生出越来越佳地与入侵分子相应的抗体。

达尔文过程倾向于从生物基本现象——繁殖开始。拷贝一直不断地产生着。有关如何作出决定的一种理论认为，你形成某些运动计划，如把手张开，做 V 形手势，或做精细的挟指运动，这些可能的运动计划彼此反复地竞争，直至有一个“取胜”为止。按这一理论，在开始任何动作之前需要有达到临界质量的指令拷贝。

然而，达尔文主义所要求的比繁殖和竞争多得多。当我试图从我们对物种进化和免疫反应的认识，来抽象出一种达尔文过程的本质特征时，一架达尔文机似乎必须拥有 6 个要素，所有这些要素对于一种有意义的过程都是必须存在的：

它包含一种模式。从经典上来说，这是一列 DNA 碱基，称为基因。如理查德·道

金斯（Richard Dawkins）在《自私的基因》一书中指出，模式也可能是智力上的，如一种旋律，而他通常杜撰术语“拟于”（meme），来表示这样的模式。它也可能是产生一种思维的脑模式。

复本以某种方式由这种模式组成。细胞会分裂，人们嘴里哼或用口哨吹他们听到过的曲调。确实，单位模式（即“拟子”）是由所复制的不全可信的复本来定义，例如，在减数分裂——中复制的是基因的 DNA 序列，而整个染色体或机体根本就没有被忠实地复制。

模式不时发生变化。宇宙射线引起的点突变一可能是了解得最清楚的变异，但更常见的是复制误差和重新组合（如在减数分裂中）。

复制竞争发生在为占据有限的环境空间时，正如六月未和马唐在我的后院竞争那样。

哪种模式的相对成功受多侧面环境的影响。对青草来说，那是营养物、水、阳光、修剪频度等等。我们有时说，环境“进行选择”，或说存在选择性繁殖或选择性存活。达尔文称之为“自然选择”。

下一代的基础是哪些种模式存活至能繁殖的年龄，并能找到配偶。幼年群的高度死亡率使其环境对它们来说要比成年群的环境重要得多。这意味着存活的模式是从一个变动的基盘上下其自身繁殖的赌注，而不是从想象的变异的中心下赌注（这即是达尔文的所谓继承原理）。在下一代，在现时成功模式的周围建立起各种新的模式。许多新的模式比其前一代平均水平更糟，但有些可能更“适合”于环境特征的总和。

从所有这些要素中，可以获得著名的达尔文漂移，即向似乎专为其环境设计的模式的漂移。（嘿！我实际上曾想把“聪明的设计”纳入到这本关于智力的书中；可能还存在对“军事性智力”的希望）”。

性（那是用两付“牌”混合起来使基因重新组合）对达尔文过程来说并非至关重要，两者均非气候变化，但它们为一种达尔文过程添加了趣味和速度，不管这种过程是在毫秒尺度上还是在千年尺度上运转的。加速达尔文过程的第三个因素是随之发生的断裂和隔离：达尔文过程在孤岛一中运转得比在大陆中更快。对于某些复杂的需要速度的达尔文过程（思维和动作的时间尺度肯定是这样），可以使断裂过程变得十分重要。一种减速的因素是形式繁多的稳定性，这种稳定性需要几经来回摇摆才能挣脱。最稳定的物种就是陷入了这些稳定性的陷阱之中。



人们总是把特定的部分，如“自然选择”和达尔文主义的整体混淆起来。但是没有哪一个部分单是其本身就足够了。没有所有 6 个要素达尔文过程将很快就完全停止。

人们也总是把达尔文过程的本质与生物学关联起来。例如，当流水带走了沙，留下了卵石，我们能看到选择性存活。把一部分误

以为是过程全部（“达尔文主义即选择性存活”）正是为什么耗费了一个世纪科学家才意识到思维模式可能也需要重复复制，而为了发展出一种智力性猜测，思维的拷贝可能需要在一系列精神的“气候变化”的过程中，与在“孤岛”上的另一些思维拷贝进行竞争。在探索适合于智力性进行猜测的脑机制中，我们现在已经有了作为语符列基础的句法套箱；有了语义结构及所有关于起可能作用的线索；有了指示相对位置的词，如“...附近”，“在...之中”，“在...之上”；有了有限的暂存存贮器式的记忆和由之产生的分团趋势；有了为复杂序列所共用的基础性能力，并十分需要用来产生弹道运动的额外的神经模式的拷贝。我们从达尔文过程得到的第六个启示似乎是一整套特征：清晰的模式、模式的复制、通过误差来建立模式的异体（大部分异体来自最成功的模式），竞争、通过多一侧面环境来影响复制竞争，进而这种环境似乎部分是记忆中的，部分是现时的。幸而，达尔文主义的思考和得自弹道运动的思考之间有某些重叠：达尔文的后院工作空间可能采用准备就绪的暂存存贮器，而达尔文复制过程有助于产生使颤动减小的运动指令的拷贝。其他还有什么可能相对应？特别是，在思维和动作的时间尺度上我们可能需要复制的这些模式是何许东西呢？思维是感觉和记忆的综合，或以另一种方式看，思维是尚未发生（可能决不会发生）的运动。它们一掠而过，大多数是短生的。我们由此能得到什么启示呢？脑借助于一系列传向肌肉的神经冲动而产生运动，这肌肉可以是胶体的，也可以是喉的。每块肌肉在有所不同的时刻被激活，激活通常只是短暂的；整个序列就像烟火表演最后一幕一样在时间上作了仔细的安排。对一种运动的计划就像是一页乐谱或弹奏一架自动演奏钢琴。在后一种情况下，计划覆盖 88 个输出通道和触击每个键的时间。弹道运动所涉及的肌肉几乎就像钢琴产生音符所需肌肉那么多。因此，一种运动便是一种时空模式，有点像一种音乐的迭句。它可以像行进动

作的节律一样一再重复，但也可能

在脑中的某些时空模式可能有资格称为大脑密码。虽然个别神经元对一种输入的某些特征比对另一些特征更加敏感，但没有任何单一神经元表示你祖母的脸。正是因为你对一种颜色的感觉是由来自视网膜的 3 条不同的视锥通路的相对活动所产生，

一种味觉仅能由约 4 种不同型味感受器的相对活动量来表示，因此，任何一种记忆可

能有一个神经元委员会参与。单一的神经元，如钢琴上的任一个键一样，可能在不同旋律中起着不同的作用（当然，最经常的情况是简单地保持安静——这又像钢琴的一个键）。

一种大脑密码可能是脑中表示一个物体、一个动作或一种抽象的活动（如一个想法）的时空模式，就像产品包装上的条形码用来表示不相似的东西一样。当我们看到一只香蕉，各种神经元为视觉所扰动：有些神经元对黄色产生特异反应，另一些对与香蕉曲线相切的短直线有强反应等等。根据加拿大心理学家唐纳德·赫布

（Donald O. Hebb）1949 年提出的细胞集群假设”，诱发一种记忆简单地就是重建这样一种模式。

这样，如果我们想象参与的神经元散落在音阶上，香蕉委员会就像一种旋律“。有些神经生理学家认为，参与的神经元都得同步放电（就像和弦时的情况），但是我认为，一种大脑密码更像由和弦和单个音符组成的短旋律。神经生物学家发现诠释和弦比诠释散在的单个音符更容易些。我们真正需要的是与词相关联的奇异吸引子”的群体，但那是另一本书的主题（《大脑密码》）！

音乐是我们藉以向我们自己解释大脑如何工作所作的努力。我们倾听巴赫的乐曲，并为之神往，这是因为我们在倾听一个人的思维。

刘易斯·托马斯（Lewis Thomas），《女妖美杜莎和蛇》

我们知道，长期记忆本可能是时空模式，因为它们甚至在脑的电活动大量熄灭后还存在，就像在癫痫发作或昏迷时那样。但是我们现在已经有许多例子表明，如何把一种空间模式转换为一种时空模式：音乐乐谱，自动钢琴，唱片——甚至在援板状道路上隆起的印记，等待一辆汽车驶过，重建一种生气勃勃的时空模式。

这就是赫布所谓的双重记忆痕迹：短期活动形式（时空模式）和长期的仅有空间上的形式，类似于一张乐谱或一张唱片上的密纹。

这些“人脑印记”中的某一些是永久性的，就像唱片密纹中的印记一样。本质上，它们是各种突触的强度，正是这些领先使大脑皮层倾向于产生一套时空模式，这很像脊髓中的连接强度已作好预置，使它产生行走、小跑、快跑、跑步等的时空模式。但是，短期记忆可能是活动的时空模式（可能即为心理学文献中所称的“工作记忆”），也可以是瞬态的只有空间上的模式。暂时的印记模写在永久的印记之上，但养不共鸣，它们在几分钟内便消退了。它们只是在特有的时空模式重复一、二次后留下的突触强度的改变（在神经生理学文献中称为“易化”和“长时程增强”）。

真正持续保存的印记是个体特异的，甚至对每个同卵双生者也是如此。如美国心理学家伊斯雷尔·罗森菲尔德（Israel Rosenfield）所解释的：

历史学家老是重写历史，重新解释（重组）过去时代的记录。当大脑连贯一致的反应成为记忆的一部分时也是这样的情况，它们被重新组织为意识结构的一部分。它们之所以成为记忆，正是因为它们变成了意识结构的一部分，因此形成自身感觉的一部分；我的经验肯定会回归于“我”——即拥有它们的个体，这正是我的自身感觉的由来。因此，对过去的感觉，历史的感受和记忆的感觉，其一部分便是自身的创造。

脑中的复制过程需要跨越很长的距离。像一部传真机那样，脑必须摄取模式，产生其远程拷贝（也许在脑的另一侧）。模式不可能以一个个字母的方式在物理上进行传输，因此，当视皮层想要告诉语言区看到了一只苹果时，远程复制可能是相当重要的。既然需要复制过程，也就提示，我们所寻求的模式就是工作记忆，即活动的时空模式。难以想象除此之外“印记”还能以其他方式远程复制自身。

一种思维的达尔文模型和我对投掷动作的分析提示，在局部上可能需要许多拷贝，而不只是在远处的几个拷贝。进而，正达尔文过程中，一种被激活的记忆必须以某种方式与其他这样的时空模式相竞争来占据一个工作空间。那么，另一个我们必须回答的问题是：是什么来决定一种“旋律”是否优于另一种呢？

假设在某一点借助于某些合适的“印记”产生了一种时空模式，这种模式能把同样的旋律诱导入另一个缺乏那些“印记”的皮层区域，但由于活动的复制过程，

这种模式还是在那里演示出来，即使它不可能持续下去（要是没有驱动模式的话，就像是跳队形舞没有舞步指挥者的口令会告吹一样）。如果一个相邻区域具有“足够接近”的印记，那么那旋律比另一种旋律可能更易生根，不易消退。因此，与一种被动记忆的共鸣可能正是多侧百环境中影响竞争的那个方激。

永久性印记以这种方式影响着这种竞争。但是，在同样的皮层区域，几分钟前的时空活动模式中那些正在消退着的模式情况也一样；对于该区域中来自别处的活动的突触输入（其本身多半太弱，不足以诱导一冲旋律）所发生的也是一样的情况。可能最重要循是 4 个主要弥散投射系统所分泌的神经调质（5 羟色胺、去甲肾上腺素、

多巴胺和乙酸胆碱）的背景水平。其他情绪性影响因家肯定来自杏仁体这样一些皮层下脑区至新皮层”的投射。丘脑和齿状回的输入可能在别处影响竞争，使你的注意从外环境转向记忆中的环境。因此，现时的实际环境以及对近、远期往昔环境的回忆，情绪状态和注意，都会改变共鸣的可能性，都可能对形成一种思想的竞争产生影响、而且它们毋需自己产生拷贝去竞争皮层中的领她便能做到这一点。

由这些理论上的考虑所推出的图象就像一条拼花被褥，由于一种密码复制得比另一种更成功，这条被褥的某些片放大了，而其部片缩小了。当你试图决定从水果篮中拿一个苹果还是一只香蕉对，那么接我的理论，苹果的大脑密码可能与香蕉的大脑密码进行着竞争。当一种密码具有足够活动的拷又来通过动作回路对，你能去拿那苹果。

但是香蕉密码并不一定消失，它们可能作为下意识的思想留在背景上，并不断发生变化。当你想要记起某人的名字而开始又没有成功后，替补的密码可能在后半个小时中不断地复制。突然，那个人的名字似乎一下子在你的头脑中蹦了出来。这是因为你对时空模式所作的变异最终产生了共鸣，并建立了达到临界质量的同一拷贝。我们有意识的思维可能仅仅是在复制竞争中现时占优势的模式，而其他许多模式也在竞争以获得优势，其中之一在稍晚的某一时刻将取胜，那正是你的思想似乎转移了焦点的时候。

达尔文过程很可能是认知这块蛋糕上的糖霜，只要照章办事就是了。但是，我们常常是以创造性的方式来处理新情况的，正像当你决定今夜的晚餐做点什么时发

生的那样，你会检查一下在冰箱里和在厨房的柜子里有些什么；你会想到可能必须从食品店里买别的一些什么东西。所有这些会在几秒钟内闪过你的脑际，那可能就是一种达尔文过程正在工作。同样，臆测明天可能会带来什么也是一种正在工作的达尔文过程。

我们建立代表我们肉体的和社交的世界某些有意义侧面的思维模式；当我们思考、筹划以及试图解释那个世界的事件时，我们操纵那些模式的各种组元。构建和操纵现实世界有价值的模式的能力，向人类提供了突出的适应上的优越性，这必须被认为是人类智力的至高无上的成就之一。

鲍尔，莫罗

表象的冲突是令人痛苦的，这可以有各种理由。在很实际的层次上，你拥有的现实模型与周围人的模型发生冲突是令人痛苦的。你周围的人马上会让你意识到这一点。但是，如果一个模型仅仅是一个模型，一种对我们每个人所建立的现实最佳的揣测，那么为什么这种冲突要使人担忧呢？因为没有一个人会那么去想。如果那模型是你能了解的唯一的现实，那么，那模型即是现实；而如果只存在一种现实，那么拥有不同模型的人必定是错误的。

比克顿

图书在线扫校

亦凡公益图书馆(Shuku.net)

下一章 回目录

## 第六章 大脑“达尔文机”的运作机制

我们的知性借先验图式的原理理解现象世界.....这是一种深蕴于人类心灵

中的技能，我们很难揣测自然界在此采用的秘诀。

伊曼纽尔·康德（Immanuel Kant），《纯粹理性批判》

“为什么”，渡渡鸟说，“要解释它最好是演示一下”。

刘易斯·卡罗尔（Lewis Carroll），《爱丽丝漫游奇境》

这一章是否确实是必需的？如果你能读完前一章又并不意识到有何缺失，那么，在这个意义上，这一章是多余的。

所有这一切取决于你对组构图的满意程度。有些人并不想了解得更多，我们说：“忽略掉细节，有一幅实施概图就可以了”。但是这一章并不是谈上一章所略去的细节，它是从一个不同的角度来写的，以“自下而上”的方式来阐述，而并非从推演出的原理出发。

遗憾的是，原理很像组构图——一种方便的图式化虚构。真实的组构是由一连串的信息和决策过程所组成的，单用箱子和符号并不能囊括其内涵。组构图未能考虑到“人”这样一个因素，以及他们怎样彼此交谈，也未能考虑到“惯常记忆”

（institutional memory）。对于诸如专门家怎样也能成为多面手；在一个层次上作出的决定怎样和在另一层次上作出的决定相互影响等问题，组构图也未加以考虑。对脑所做的任何图示式的解释都会有组构图的这些短处。“

对智力所作的这种阐述至今未能对神经无多加考虑，也没有充分考虑这些脑细胞如何彼此交换信息；它们怎样记忆往昔的事件；它们如何协同工作，在局部和区域性的尺度上作出决定。虽然对其中的一些过程尚无所知，但现在已有可能对不同的的大脑密码间的竞争勾画出一幅言之成理的概图。

在讨论科学问题时，一种行之有效的普遍规则是：举出一科特例，即使这只是一种可能的并非公认的机理。

这正是本章所讨论的问题。我将举出一个例子，说明我们的大脑皮层能够怎样作为一种达尔文机来实施功能；在这一过程中，又如何不断地转移我们的意识焦点（甚至那些不时地突然显现在脑际的下意识的想法）。这个例子显示，我们如何能在离线的的情况下去模拟现实世界中将要发生的动作，而我们认为这种能力是使智力作出正确预测的关键。

许多普通人，以及那些对“计算机有心智”这一点持有异议的人的心里总嘀咕

着的是，无法想象一种机制能产生心智。应用这一章所描述的构建单元，我能想象如何能构建一台思维机。你的标准可以不同，但这是你的选择。只要一个章节那么长的文字，你就可以看到一种“自下而上”的机械性实例，它能显示对于新奇和常规的事物我们的精神活动是如何在有意识和下意识的情况下运作的。

除非大脑已经死亡，脑的灰质实际上并不是灰色的。在活的大脑中，脑灰质有丰富的血液供应。试想一下在雷雨后河流呈现的略带红的灰褐色，你便能对活动中的“灰质”的色彩有正确的印象。

但是，脑的白质实际上呈瓷白色，这是它所具有的脂肪呈现的颜色，这种脂肪包裹着神经细胞纤长的突起部分使之绝缘。这突起部分被称为“较突”，和电线相似，把神经元的输出传送至近例或远处的目标。“髓磷脂”是脂肪绝缘物的专门名称、白质实际上是走向各处的神经纤维的集合，很像在电讯中心大楼的地下室所能见到的那样。脑的主体正是这些绝缘纤维，它们把实现重要功能的脑的各部分相互连接起来，而后者要小得多。

在轴突的一端是球形、膨大的神经元的细胞体，包含细胞核。细胞日常运转和维持所用的 DNA 模板即在其中。有许多树状分支从细胞体伸展出来，称为树突。

神经

元的这一部分没有白色的髓磷脂，因此它们大量集合起来便呈灰色。神经元轴突的另一端通常与一个下游神经元的树突相接触。（若用电子显微镜仔细看，你将看到在两个神经元间的窄小的缝隙，称为突触。）上游神经元释放微量的神经递质至突触这片“无人之境”，然后扩散至下游神经元的膜，打开某些膜上的通道（见图 61）。

（虽然也存在某些逆行性神经递质，但一个突触通常是单向交通，因此称为“上游”和“下游”神经元。）

从总体上来看，单个神经元看起来很像灌木或草本植物（如姜）的根须。它是典型的计算单元，能把几千个输入的影响综合起来，这些输入大部分是兴奋性的，有一些是抑制性的——很像银行帐号中的存款和取款，然后用一个声音对其成千上万的听者（下游神经元）说话。从这个“活期帐号”中送出的信息主要是关于其“帐号余额”的情况，以及余额递增得有多快。除非余款超过某一阈值，否则不会有信息送出。大的存款产生大的信息，就像付利息带着红利。但是，正如只有你敲

击钢琴键足够重，键才会发出声音一样，除非输入信号合适，皮层神经元通常是安静的，它们的输出则与它们为“帐号余额”所刺激的程度成正比。（过于简化的二进位模型通常把一个神经元当作拨弦古钢琴的键，有一个阈值，但敲击得更重时音量并无分级型变化。）

虽然短轴突的神经元的可能是较简单的，但轴突长于约 05 毫米的神经元总是采用一种信号放大装置；冲动，即一种标准大小的短暂的电压的变化（像拨弦古钢琴键的响度）。把冲动放大，并送入扬声器，听起来就是“咋”的一声，我们称之为神经元“放电”。为了避免标准大小变化的局限性，冲动常以与“帐号余额”成正比的速率重复。有时，特别是在大脑皮层，在成千上万的输入中只要有几个便能协同起来触发一个冲动。

真正有意思的是大脑皮层的灰质，因为大多数新奇的联想是在那里产生的，正是在那里，一把梳子的样子与你对手中一把梳子的感觉相匹配起来。大脑对于视觉和触觉的密码是不同的，但是在皮层中它们以某种方式关联起来，也和听到梳子这个读音或听到拨弄梳齿时所产生的声音的大脑密码相关联起来。不管是以上述形式中的哪一种出现，你总是能确定这是一把梳子。因此，已假设在皮层中可能有一些特化的部位，我们称之为联想性记忆汇聚区，来自不同感觉模态的信号在那里汇聚起来。在产生信号这一方，在发“梳子”这个词的音和用梳子梳理头发时，你也已经把这两者的大脑密码关联起来了。这样，在词“梳子”所引起的感觉和各种运动表现之间也就联系起来了，我们可以指望发现十几种与梳子关联的不同的皮层密码。

实现所有这些关联功能的皮层区域，是白质这块蛋糕上的薄薄的一层糖霜。大脑皮层只有 2 毫米厚，但它具有深深的皱褶。新皮层有极均匀的神经元密度（除了初级视皮层的一层外）。不管是语言皮层还是运动皮层，如果你在皮层表面做一个网格，每平方毫米的新皮层约有 148000 个神经元。但是，若从侧面看，在 2 毫米深度的各层，可见某些区域上的差异。

具有分层结构的并非白质这块蛋糕本身，而是蛋糕上的糖霜，这很像多层馅饼的那个由新月形片层组成的外壳。新皮层最深的几层像是个“发信箱”，其纤维自



皮层引出，走向远处的皮层下结构，如丘脑或脊髓。中层是一个“收信箱”，纤维由丘脑等处到达这里。浅表的几层很像部门间的联络信箱（“内部信箱”），与邻近区和远处的浅表各层形成连接。它们的轴突穿过济肌体至脑的另一侧，但大多数“内部信箱”的邮件是在几毫米的局部范围内分送的。这样的轴突分支向侧方伸展，而不是像较长的“U 形纤维”分支还回通过白质。

某些区域有大的“收信箱”和小的“发信箱”，就像在编辑部处理读者来信的书桌上所见的信箱一样。除了这种堆积的水平组构之外，还有一组很巧妙的纵向联系，就像是报纸上的纵栏。

如果尝试对大脑皮层中各种神经元作仔细的分析，我们会发现，具有相似功能的神经元倾向于在皮层中作垂直的排列，形成柱形结构，这被称为皮层柱，贯穿皮层的大多数层次。它几乎像一个俱乐部，在一次聚会上把人群中具有相同趣味的人自发组织起来。我们自然地给这些皮层俱乐部按上名字。其中有一些反映其大小，另一些反映其可能从事的专业（就我们所知）（见图 6、2）。

这些微型柱直径约 30 微米（如一根纤细的发丝，更接近于蜘蛛网丝）。最著名的例子是视皮层的朝向柱，其中的所有神经元似乎都偏爱具有以特定角度倾斜的线条或边缘的视物。在一个微型柱中的神经元对倾斜 35 度的边界有最佳反应，而在另一微型柱中的神经元将偏爱水平或垂直的边界，不一而足。

要是在显微镜下看一下即使神经解剖技术在这一个世纪中已取得重大进展，但还是很费工夫），你会看到一群皮层神经元捆在一起，像一束芹菜。它们具有细长的“顶树突”，从细胞体伸向皮层的表面。其细胞体常呈三角形，因此称为“锥体神经元”。这些锥体神经元的顶树突似乎是成束聚集的，相邻的束间隔 30 微米。环绕一束顶树突组织起来的微型柱内有 100 个神经元，而在任一水平，每一束可能仅见到

几十根顶树突。神经元成束聚集现象在视皮层之外的其他皮层区域是常见的，单从解剖上来看，微型柱似乎是皮层组构的一种普通的单元；但在别处，我们对微型柱中的神经元有何偏爱一无所知。

另一些“利益集团”要大得多，它们系由许多微型柱组成。这些所谓的大型柱直径约 0.4 — 1.0 毫米（相当于一根细的铅笔芯），有时更像拉长的窗帘卷，而不太

像个圆柱体。大型柱似乎是由于输入经过组织的结果，例如视皮层中来自左眼的输入每隔 0.4 毫米倾向于与来自右眼的输入相交替。来自其他皮层区的输入情况大致相同。以恰在胼胝体前方的皮层区为例，你可以看到，来自前额皮层的输入形成一个大型柱，而在其两侧是由双叶输入较集起来所形成的大型柱。

对颜色感兴趣的皮层神经元倾向于聚集在“小斑块”（blob）中（虽然并不完全）。与大型柱不同，小斑块并不穿过皮层的所有层次，仅见于与内部信息交换有关的浅表层中。它们并不是完全由“颜色专家”组成；在一个小斑块中可能只有 30% 的神经元对颜色敏感。小斑块之间的距离与大型柱间的距离相似（如果不是相同的话）。

下一个组构层次是什么样的呢？根据分层厚度的变化，在人脑的每侧半球有 52 个布劳德曼区，在这些区的边界上你会看到那些“收信箱”、“发信箱”、“内部信 V”的相对厚度的变化，就好像抵达的信件，寄出的信件，以及办公室之间的交换信件的相对量在相邻的“部门”之间各不相同。

布劳德曼 17 区常称为初级视皮层。但是，一般来说，在组构图上按部门对这些区域贴上功能作签的时机还不成熟（例如，19 区有 5—6 个功能分区）。一个布劳德曼区以非皱格的面积计平均为 21 平方厘米。如果视皮层的比例在别处也成立，在平均的皮层区的有 10000 个大型柱和 100 万个微型柱。

100 这个数一而再、再而三地出现。一个微型柱有 100 个神经元，一个大型柱有约 100 个微型柱，一个皮层区有 100X100 个大型柱（这使我想起我们疏漏了居间的组构——“超柱”或“微型区”，包含约 100 个大型柱），而在大脑两半球的皮层区的数目刚过 100。

我们能进一步扩展这个百倍的数字吗？它把我们置于社会组构的标尺中：100 个脑袋组成什么呢？那提示某些立法机构，如美国参议院，而联合国代表的国家为百余个。

了解脑组构一成不变的单元，如皮层区或微型柱，当然不错，但是我們也需要认识脑的那些短时的工作空间——更接近于自动暂存存贮器和缓冲器，这些工作空间可能叠加在更一成不变的解剖组构的形式之上。

为了能与新东西打交道，我们将需要某些经验型组构，临时使用一下，之后便消失了，就像你在煮燕麦粥时忘了搅拌而出现的那些六角形小蜂窝状结构。有时，早先形成的这些组构的某一方面对脑内相互联系强度的影响非常大，那么它们又会重新复苏，在这种情况下，经验型组构变为一种新的记忆或习惯。

我们特别需要了解大脑的密码（其不同的编码模式表示不同的涵义，如我们词汇中每一个词），以及它是如何建立的。乍一看来，我们似乎是在与一种四维的模式打交道：活动的神经元散布在三维的皮层中，而神经元的活动模式又是时间的函数。但是，主要是因为微型柱把所有具有相似功能的皮层各层组织起来，大多数与皮层打交道的人都把它看作是一种二维的薄片，很像视网膜。确实，视网膜厚约 0.3 毫米，分成好几层，但它所绘制的显然是一幅二维图象。

因此，我们有可能去考虑“二维+时间”的可能性，实际上，那就是我们理解电影屏幕或计算机终端的方式。也许当不同的皮层层次干不同的事时，这些透明的有图案的薄膜便似乎重叠在一起。设想一下像馅饼皮一样把皮层展平在四张打字纸上，其中发亮的小点就像展示板上的象素，那么当那个皮层看见一把梳子，听或说一个词，或发出指令让手去梳理头发，我们所观察到的是一种什么样的图案呢？

回忆可能就是建立一种神经元放电的时空序列，这种序列与记忆输入时所产生的序列相似，只是对记忆形成中无关紧要的某些枝蔓已作了修剪。这种回忆时建立起来的时空模式很像体育场中的展示板，许多小光点时明时灭，所建立的便是一幅图象。赫布型细胞集群的一种更有普遍章义的形式，应避免把那种时空模式镇定在特定的细胞上，就好像展示板是能够滚动的：图象始终表示同样的内容，尽管它是由不同的灯形成的。

虽然我们倾向于专注于亮着的灯，但那些老陪着的灯对图象的形成也是起作用的。如果这些暗灯突然被胡乱地打开，图象随即糊成一片。这与脑震荡时发生的情况似乎很相似。当一名因受伤而脑震荡的足球运动员被抬出场外时，他能够告诉你他们正在进行什么比赛，但是在 10 分钟之后，他再也记不起刚才发生的事情了。损

伤慢慢地引起许多神经元“发亮”了，图象因此变得模糊，就像在明亮的雾中的情况一样。登山者管这种一片发白的亮雾叫“乳白天空”。（请记住：眼前昏黑有时即起因于一片发白。）

表示某种涵义的最基本的模式是什么呢？在我看来，一条主要的线索似乎是需要模式复制，在脱氧核糖核酸（DNA）跃居显赫地位之前，遗传学家和分子生物学家

一直在寻找一种在细胞分裂中能可靠地被复制的分子结构。1953 年双螺旋结构为克里克和沃森“所发现时（在写这一段文字时我正客居剑桥大学，隔着院子正对着他们曾工作过的那座楼），人们极为满意，其理由之一是它借迹 DNA 碱基互补配对提供

了制造拷贝的一种途径（C 与 G 结合，A 与 T 配对）。把双螺旋的“拉练”解开成两半，

在一半“拉练”上每个 DNA 位置将立即与浮游在核酸“汤”所有松开的 DNA 中与其相反类型的另一半配对。这种复制原理为几年后了解遗传密码（那些 DNA 三联体如何

“表达”斯曾为一种蛋白质的氨基酸序列）铺平了道路。

是否存在大脑活动模式的相似复制机制来帮助我们鉴定最相关的赫布到细胞集群呢？那正是我们可恰当地称之为大脑密码的东西，因为它是表示某种东西（一个词的特定涵义或一个想象的物体等等）的最基本的方式。

我们还没有直接观察到复制过程，我们还缺乏具有足够的空间和时间分辨能力的工具（虽然我们正在逐渐逼近）。但是有 3 条理由使我感到可以放心地下这笔赌注。

存在复制过程最强有力的论据是达尔文过程本身，这本质上是一种复制竞争，而这种竞争又受多方面环境因素影响。这对于把事物从杂乱无章变为有条不紊确实是一种基本方法，要是脑不使用它，倒是会令人惊奇的。

复制过程对于精细的弹道运动，如投掷，也是必需的，为了在“发动时限”内作出投掷，需要成百个特异的运动指令模式。

在上一章中我们谈到关于人工传真的论据：在脑中的通讯需要模式的远程复制。

从 1991 年以来，对于一个能产生时空模式的拷贝的局部神经回路，我最倾向的

候选者一直是“内部信箱”层中的相互增强的回路。大脑皮层的这些表层的联线是很特别的，对于一名神经生理学家来说。几乎可以说是使人惊奇的。我考察这些回路，想要知道出错的活动如何得到驾驭，为什么癫痫发作和幻觉并不常见。这些相同的回路也有某些结晶化的倾向，它们一定特别擅长于复制时空模式。

在一个微型柱中的上百个神经元中，约有 39 个是表层锥体神经元（即其细胞体位于浅表层正和孤）。正是它们的回路独具特色。

像所有其他锥体神经元一样，它们释放一种兴奋性神经递质，通常是谷氨酸。谷氨酸本身并没有独特之处，它是一种氨基酸，更典型是用作肽和蛋白质的一种构建单元。谷氨酸扩散过突触，打开下游神经元跨膜的几类离子通道，其中一种是专门让钠离子通过的，因此使下游神经元的内部电压增高。

谷氨酸所激活的第二种下游通道称为 NMDA“通道”，它既允许钙离子，又允许一

些钾离子进入下游神经元。NMDA 通道特别使人感兴趣，因为它与长时程增强（long-term potentiation，简称 LTP）有关，所谓 LTP 是突触强度持续时间较长的一种变化，在新皮层中可持续几分钟。（几分钟实际上又接近于神经生理学上的“短时程”，但 LTP 有时在海马——进化上较古老的皮层区域可持续几天，“长时程”的名字正是源于此。）

LTP 产生于当几个输入几乎同步（在几十到几百毫秒内）到达下游神经元时，它只是简单地为那些输入信号把“音量控制”开关拧大几分钟。那些信号是一些“印记”，使在短时间内更易重新建立一种特定的时空模式。按目前我们所了解的，LTP 是短期记忆最佳的基础，这种记忆不因分心而被破坏，人们也认为 LTP 对于真正持久的突触结构变化的形成提供骨架，这些变化是永久性的“印记”，有助于长期不用的时空模式的重新建立。

那些“内部信箱”层正是大多数 NMDA 通道所处的部位，大多数新皮层中 LTP 发生

在那里。这些浅表层次有另外两个独特之处，均与表层锥体神经元彼此间形成的连

接有关。平均而言，一个皮层神经元在 0.3 毫米半径的范围内所接触的神经元少于总数的 10%，但是任何表层锥体神经元的兴奋突触中有约 70% 来自 0.3 毫米范围内的

其他锥体神经元，因此表层锥体神经元可以说具有一种异常强烈的相互兴奋的倾向。对于神经生理学家来说，这种情况使他们心里直发毛，因为这是一种极不稳定、易于产生强烈振荡的装置，除非加以小心的调节。

也存在这些表层的“回归兴奋性”连接所独具的特殊模式，而并未见于其他更深的层次。那就是，一个表层锥体神经元的轴突向旁侧伸展一段距离，并不与其他神经元形成任何突触，然后这支轴突产生一丛密集的末梢。像一列快车一样，它跳过中间的车站。在猴的初级视皮层中，细胞体至末梢丛中心的距离约为 0.43 毫米；在邻近的次级视区为 0.65 毫米；在感觉区为 0.73 毫米；在运动皮层为 0.85 毫米。为方便起见，让我将它们统称为“0.5 毫米”。这支轴突可以继续伸展同样的距离，再形成一个末梢丛。这种儿童“造房子”游戏式的模式可延续几个毫米。

综观皮层神经解剖学研究的编年史，这种跳跃式空间配置模式是绝无仅有的。我们对它的功能尚不知晓，但这肯定会使你想，以 0.5 毫米相间隔的皮层区有时可能干着同样的事情，其活动模式是重复的，就像墙纸重复的图案一样。

你可能已经注意到，这跳跃式的空间配置与大型柱之间的距离一样都是 0.5 毫米左右。色小斑块彼此间分隔也差不多那么远，但是也有差别。

离第一个 0.2 毫米远的第二个表层锥体神经元本身也有轴突，但有不同的快车的“车站”，它们还是以 0.5 毫米的间隔形成末梢丛，但每个丛离第一个神经元的末梢丛 0.2 毫米。在我念大学时代，芝加哥捷运当局正是有这样的 A 列和 B 列车系统，一列停偶数站，另一列停奇数站，为了换车方便，有几个站对两列车是共同的。当然，任何一个地铁车站有时伸展到超过一个街区；同样，我们的表层锥体神经元也并不位于同一点，其树突丛从细胞体向旁侧散开，常常伸展 0.2 毫米或更多。

试将此与大型柱作对比。至此为止，大型柱一直被看作是一片具有共同输入源

的领地，好像你能围绕一群具有共同通讯名单的微型柱筑一道篱笆一样。色小斑块有共同的输出靶（专司颜色的次级皮层区）。我们这里不再谈具有旁侧走向兴奋性轴突分支的大型柱，虽然跳跃空间配置也许是处于相邻组构层次的大型柱的原因（或结果）。请想象这样的情况：在一片树枝犬牙交错的树林中，每颗树都有一根电话线引出，与远处的一颗树相接触，不仅绕过介于中间的树，而且还跳过分隔该树林的有共同输入的篱笆。

在真实的神经网络中，旁侧“回归性”连接是很普通的。例抑制是 1961 年诺贝尔奖得主乔治·冯·贝克西（Georg von Békésy）和 1967 年诺贝尔奖得主凯夫·哈特兰（H. Kuffler and Hartline）的研究主题。它倾向于使一个空间图案模糊的边界变得更加清晰（虽然它们对模糊光学可能有补偿，但也产生一些副作用，如某些视错觉）。但是表层锥体神经元相互之间都是兴奋性的，这提示，除非抑制性神经元把此倾向对抗掉，否则活动能像灌木林着火似地在彼此间播散。这是怎么回事呢？这就是当抑制性神经元疲乏时大脑皮层如此易于癫痫发作的原因吗？

进而，标准跳跃间距意味着有可能作往返传输，这是早期神经生理学家所假设的那种回响式回路。两个间隔 0.5 毫米的神经元能相互维持活动的持续进行。神经元在一次冲动后有一个称为不应期的死区，不应期持续 1—2 毫秒，在这一时间内几乎不可能引发另一次冲动。0.5 毫米所需的传导时间约为 1 毫秒，然后突触延搁再使传递慢半个毫秒。这样，如果在两个神经元之间的连接足够强，你能想象，第二个神经元的冲动退回第一个神经元的时间，大抵与它恢复其产生另一冲动的的时间相近。但是，神经元间的连接通常并不足够强，因此这样快速的放电（即使启动了）也不能保持下去（但对于心脏，相邻细胞间的连接强度确实足够强，当损伤减慢了传导时间时，循环性的重复兴奋是一种重要的病理现象）。

如果皮层的标准跳跃间距的涵义不是一个冲动追逐其尾，那么这又有何种意义呢？看来，其意义很可能是导致同步化的产生。

如果你参加合唱，你是通过听别人唱来与大家同步的——要是听自己的声音，不是迟了就是早了。你当然也影响别人。即使听到每个人唱有点费力，但由于那种

反馈，你很快就能与别人同步起来。

你在那支合唱队中的位置很像新皮层中一个表层锥体神经元所处的位置，这种神经元从四周的邻近神经元接收兴奋性输入。像这样的网络已经得到了广泛的研究，即使还没有对表层新皮层本身进行足够的研究。这种网络甚至只具有少量的反馈，也会发生同步化（这就是为什么我假设你有点重听，仅此而已）两个相同的钟摆如果靠得很近会趋于同步，这正是由于它们所产生的空气和架子的震动所致。据说在女宿舍里月经周期也会趋于同步。虽然像钟摆那样的谐波振荡器需要一点时间进入同步，但非线性系统（如神经元中脉冲的产生）能很快同步起来，即使相互连接强度比较弱。

这种同步化倾向一定与时空模式的复制有什么关系吗？这完全是一种简单的几何问题，这种几何问题古希腊人早在注视其浴室地板的瓷砖镶嵌时就发现了，我们中间许多人在墙纸图案中重新发现了它。

让我们设想一个“香蕉委员会”正在形成，各种神经元散见于初级视皮层的各处，它们对你所看见的香蕉的这种或那种特征有反应。香蕉外形的轮廓线对某些神经元是一种特别有效的刺激，这些神经元是专门检测边界及其朝向的。在色小斑块中有喜欢黄色的神经元。

鉴于它们倾向于彼此兴奋（假设其轴突末梢丛的跳跃间距为 0.5 毫米），它们将会有一种同步化的趋势——并不是在那个神经元（我将称为“黄 1 号”）中的所有冲动将与“黄 2 号”中的同步化，但有一定的百分比会在几毫秒内发生同步化。

现在设想有另一个离“黄 1 号”和“黄 2 号”等距（0.5 毫米）的表层锥体神经元。也许它仅接收微弱的黄色输入，因此它的表示黄色的放电并不活跃。但是这“黄 3 号”兼从“黄 1 号”和“黄 2 号”接收输入。进而，从“黄 1 号”和“黄 2 号”这两个同步神经元来的某些输入，因有同样的传输距离，将一起到达“黄 3 号”的树突。这正是高保真音响迷所谓的“坐在热点上”，即坐在离安放在等边三角形顶点的两个扬声器等距点，略向一侧移动，立体声错觉即被破坏，你听到的是更近的扬声器的单声道音。在皮层接近“黄 3 号”的热点上，两个突触输入是相加的，即  $2+2=4$ （近似）。但是因为“黄 3 号”的冲动发放阈值可能是 10，因此它仍然保持安静（见图 6.3）。



这意思并不很大。但这些突触是皮层浅表层中的谷氨酸突触，它 01 具有 NMDA 通道，可使钠、钾进入下游神经元。这本身也不是那么重要。

我暂时还没有告诉你，为什么神经生理学家发现 NMDA 通道与所有其他突触通道

相比是如此令人神往；它们不仅对到达的谷氨酸敏感，也对预先存在的跨突触后膜的电压敏感。要是升高电压，那么下一个到达的谷氨酸将引起一个更大的效应，有时两倍于标准量。这是因为在正常情况下许多跨膜 NMDA 通道的中央嵌有一个镁离子，

起着塞子的作用，电压增高将把这个塞子冲出，使在下一回谷氨酸打开闸门时原来被阻遏的钠和钙流入树突。

所有这一切的后果是重要的：它意味着同步到达的冲动比  $2+2$  所预期的更有效，

其总和可以是 6 或 8（非线性）。两输入的重复的近似同步化甚至更加有效，因为它正好是清除了彼此通道中的镁塞子。很快，来自“黄 1 号”和“黄 2 号”的重复同步输入有可能触发“黄 3 号”产生一个冲动。

标准间距相互再兴奋和 NMDA 突触强度的增高配合得天衣无缝，这都是因为存在

同步化趋势。新出现的特性常常来自这种似乎无关事件的组合。

现在我们有 3 个活动的神经元，形成一个等边三角形的三个角。但还可以有第

四个，位于离“黄 1 号”和“黄 2 号”另一侧 05 毫米处。单个表层锥体神经元有多少轴突分支尚无许多资料，但是从顶上往下看、在一个用染料灌注作染色的表层锥体神经元再用计算机作仔细的重构，显示在许多方向上都有分支。因此，离该神经元约 0.5 毫米处必定有一个面包圈似的兴奋环。两个这样的环，其中心间隔 0.5 毫米，

离“黄 1 号”和“黄 2 号”也是 05 毫米，它们有两个交叉点，就像在平面几何中做线段平分练习时那样。

因此，如果“黄 1 号”和“黄 2 号”一旦协同作用，并相互同步，会把“黄 3 号”和“黄 4 号”都招募进来，那是不足为奇的。与“黄 1 号”和“黄 3 号”这一对等距的“热点”上还有其他神经元：也许有一个“黄 5 号”也将参加合唱，如果它有足够的其他输入从而使成对的输入达到其阈值范围的话。如你所见，存在一种由常常同步的神经无形成一种三角形阵列的趋势，它能沿皮层表面扩展几个毫米。

因为一个神经元可为 6 个其他的神经元所包围，所有这 6 个神经元都会在某一刻放电，我们因此具有了误差校正机制：即使有一个神经元想干些别的，它也会被迫回到那为其执拗的邻居已建立的协同模式中来。就其本质而言，这是一种误差校正程序，正是人工传真所需要的——要是纤长的皮层间的轴突终末干局部的终末所干的该有多好：以扇形展开成间隔为 0.5 毫米的小片，而不是终止在一点上（见图 6.4）。

在右半球，它们确实以分片的形式展开为扇形的。

关于联想记忆的“汇聚区”的观点所产生的问题是：需要使一种时空密码在皮层内的长距离传输过程中（例如经过胼胝体从左脑传至右脑）保持同一。因缺乏精细的拓扑映射（轴突终末总是呈扇形展开的，不是终止在单一点）而产生的时空模式的畸变，或在时间上的参差（传导速度并不均一），对于单向的信息流也许并不重要，在那种情况下，只是在通路中一种任意的密码为另一种任意的密码所取代而已。

但是，因为在相隔较远的皮层区域之间的连接常常（7 条通路中有 6 条）是交互性的，在前向传输中初始时空放电模式的任何畸变都需要在反向通路上得到补偿，从而使特有的时空模式始终能作为一种感觉或运动图式的局部密码。你可以用一种逆变换校正这种畸变，就像把一个压缩的卷宗松开；也可以用前述误差校正机制来作出修正。你也可以与木同的密码相安无事，只要它们在局部范围内具有相同的涵义（像真名和浑名）。这被称为退化密码，6 个不同的 DNA 三联体均编码为亮氨酸便

是一例。我以前曾想，哪一种都比一种误差校正模式更有可能，但当时我并没有意

识到，从与回归性兴奋和同步敏感的 NMDA 通道必然相伴的结晶化所产生误差校正会  
有多么简单。

现在想象一下，有一个光导纤维阵列把一个皮层区与另一侧的相应区连接起来。真实的光纤把一幅象分解成许多点，然后忠实地将点作长距离传输；要是在光纤的那头观察，你会看到亮点组成的与前端相同的输入图案。

轴突并非光纤，因为在每一端都有许多细芽。真实的轴突并不终止于一点，而是展开于大型柱那么宽。真实的轴突束也不像一根相干的光纤束，与相邻的互不干扰，它们可以彼此交混起来从而使一个点走入叉路，其在另一端的终止位置发生偏移。真实的轴突的传导速度也会改变，一起开始的冲动可以在不同时间到达，使时空模式发生畸变。

但是局部误差校正特性提示，所有这些在一束皮层间纤维的远端都无甚干系。由于那些三角形阵列的存在，所送出的是一种有冗余度的时空模式。在远端的每一点所接收的不仅可以有来自信在目标上的轴突的输入，还叠加有来自离该点 0.5 毫米多达 6 根轴突的返回输入。是的，其中有些迷路了，有些到达迟了，但是接收神经元倾向于注意那些反复同步的输入，也许为了复制与起源点相同的放电模式，有几个输入就可以了，对“散兵游勇”则弃之不顾。

一旦时空模式的一个小区域在远端重又形成，就像我已解释过的那样，它能扩展为一个较大的区域。就这样，同步的三角形阵列使零乱的布线有可能在皮层内把时空模式作长距离传送——倘若在开始时的时空模式在空间上有 10 余个拷贝，而在远端终结时有足够范围的相同的模式。

一个阵列会变得多大？如果跳跃间距在边界处发生改变，这阵列可能局限在其原来的布劳德曼区。例如，在猴的初级视皮层，跳跃间距为 0.43 毫米；在其邻近的次级视区为 0.65 毫米，这就不大可能发生跨越界线的神经元的募集，但这是一个经验

性问题，我们将必须对此进行考察。募集更多神经元进入该三角形阵列需要有对该香蕉已有一定兴趣的候选者。

因此，“黄色”的三角形阵列可能不比接收黄香蕉象的视皮层大很多。对线段朝向敏感的神经元平的可能也是同一回事：几个神经元进入同步，参加已定调的合唱，从而形成其中心在另处的一个 0.5 毫米的三角形阵列；对于香蕉的每一种独立地被察觉的特征，可能会存在一个不同的三角形阵列，它不一定在皮层上跨越相同的距离。俯视被展平的皮层，假设当一个冲动发放时一个微型柱会发亮，我们将会看到一群闪烁的光点。

如果我们把视野局限于 0.5 毫米的一个圆圈，我们不太会看到多少同步活动，有一个对“黄色”敏感的神经元每秒放电几次，另一个对“线”敏感的神经元每秒放电十几次，等等。但是如果把我们的视野增宽至几个毫米，那我们一忽儿看到几个点发亮，过一忽儿又是另一些点发亮。每一群发亮的点本身会形成一个三角形阵列。总起来看，各种阵列组成一个“香蕉委员会”。

请注意，在神经元的募集开始满员之前，原先的“黄色和线段委员会”的范围可能会大于 0.5 毫米。即使原先的“委员会”散见于凡是毫米的范围内，三角形阵列也会尽力建立一个小得多的单元模式（这种模式在需要恢复时可能更易重建）。我们已经把密码压缩到比最初所占据的更小的空间之内，也复制了多余的拷贝。这有一些有趣的涵义。

这是一种与香蕉的表象有关的时空模式，但是，它是香蕉的皮层密码吗？我将把这种不忽略任何重要信息的最小的模式称为基本模式，“线段”、“黄色”三角形阵列能通过这些模式得以重建。

如果我们缩小视野来看闪烁的微型柱，那么在什么范围内我们便不再能找到同步化的微型柱呢？是的，大约是 0.5 毫米，但不是 0.5 毫米的圆圈，而是，一个其平行面间距为 0.5 毫米的六角形。这是一个简单的几何学问题：六角形瓷砖的相应点（如有上角）形成三角形阵列。任何大于该六角形的将开始把一些多余的点包括进来，而这些点已经由其三角形阵列的另一些点来表示。因此在我们局限的视野中有时会看到两个同步的点。

基本模式通常不会充满该六角形（我想象在此六角形中，百多个微型柱中有十余个是活动的，但是其余的必定要保持安静，否则会使图象模糊）。我们无法看到边界被勾划出来，以致当在复制一片区域过程中俯视皮层表面时，我们不会看到一种蜂窝状结构。确实，当墙纸设计者构建一种重复图案时，他们经常要注意使图案单元的边界不易看出，从而使它总体上看起来天衣无缝、虽然是三角形阵列进行募集和建立密集的模式，但看上去好像六角形在不断地被复制着”。

这种三角形同步活动不一定持续很久，它是组构的一种短生形式，可能在伴有皮层兴奋性降低的 EEG（脑电）节律的某个相位被擦洗掉。如果我们想要重建一种已经消失的时空模式，我们能从两个相邻的六角形小片开始。当然，可以从扩展的香蕉形镶嵌原先覆盖的任何两个相邻的六角形开始，它不必一定是原先的那一对。记忆痕迹——对重新唤起该时空模式至关重要的“印记”——可能只有两个相邻六角形中的回路那么小。这种极小模式的重复复制可能控制一个区域，就像是一块晶体生长起来，或者墙纸重复一种基本图案一样。如果这种“旋律”在其终止之前“重奏”足够多次，LTP 有可能以某种方式滞留下去，使那种时空模式易于在这个或那个位置重新产生。

如果这种空间模式较稀疏，几个大脑密码（如“苹果”和“柑橘”的密码）能够重叠起来使你形成一个范畴（如“水果”）。如果你试图把点阵打印机打印的几个字母重叠起来，你所得到的是一个墨团。但是，如果矩阵点子稀疏，你有可能把一个字母复原起来，因为它们每一个都产生十分清晰可辨的时空模式。因此，这类密码也能方便地用来形成能分解成若干单元的各种范畴，正像叠加的旋律常常能单个听出来一样。由于这种远程复制的特点，你能形成多模范畴，如“梳子”的所有内涵。

我的朋友唐·迈克尔（DonMichael）认为，默念可能相应于通过诗文一建立一种无意义的密码的镶嵌，这种密码并无明显的共鸣或关联。如果你维持默念足够久，从而把烦恼和执念洗擦干净，让那些短时程的印记消退，它可能给予你一个新的起点来走近长期的记忆印记，而不再系于短期的兴趣之上。

（默念的）沉浸于自身的无忧状态近乎完美，但遗憾的是并不长久。它易为内

心所放动。犹如无根之木，情绪、感觉、渴念、烦化，甚至思想，都是以一种无意义杂乱的方式油然而生的，无法自制。它们越是牵强，越是荒谬，它们与人的意识集中的关系也就越少，它们也越顽强地挥之不去……使这种扰动恫效的唯一途径是保持安静和漠然的呼吸状态，沉浸于与环境中的任何东西的友善的关系之中，习惯于它，平静地看它，最终生倦，不再看它。

龙根·赫里格（Eugen Herrigel），《射箭术中的禅》

通过对表层锥体神经元的这种分析所产生的想法有一些吸引人的特征。已故的赫布会垂青于此，因为这显示了短期和长期记忆的某些最使人困惑的特征，可以怎样用细胞集群来加以解释。这些特征包括；记忆痕迹是以分布的方式存贮的，并没有一个位点对于它的复苏是关键的关键等等。格式塔心理学家”也会喜欢这种分析方式，因为这样就有可能借助于会超出物体界线的三角形阵列来对图形和背景加以比较，而形成这种比较的时空模式所代表的并不是单独的图形或背景，而是两者的综合。

精神活动包含有多侧面环境所影响的复制竞争，我想，达尔文和詹姆斯会欣赏这种精神活动展示的前景。西格蒙特·弗洛伊德（Sigmund Freud）”可能会被下意识的联想如何不时突现在意识的前景之中的机制所吸引。

虽然我认为发散式思维是新皮层的达尔文机最重要的应用，但让我先来解释一下它可以怎样应用于收敛式思维问题。假设有某种东西嗖地一下子从你身旁穿过，并立即消失在椅子下。你猜想它是圆的，可能是橙色或黄色的，但是它运动的速度很快，已经超出你的视界，你不可能再看第二眼。那是什么？如果答案不是显而易见的，那你作怎样的猜测？你首先需要列出几种可能性，然后加以比较，看哪一种可能性更大。

幸好复制竞争能够做到这一点。对于那个物体假定有一种大脑密码，它是由所有被激活的特征检测器所形成的：颜色、形状、运动，可能还有碰击地板时发出的声音。不妨说，这种时空模式开始招募其同类（见图 65）。

它是否得在其毗邻处建立它的翻版取决于毗邻处是否发生共鸣，这种共鸣的基础是由毗邻皮层的突触强度的模式以及其他可能的活动状态所确定的。如果你在以前已多次看到过这样的物体，那么可能会有完全的共鸣，但是你并没有。不过，假定的大脑密码有“圆”、“黄”、“快”等成分，网球就有这些属性，你由此引起

了共鸣，两相邻的皮层区也和着“网球”的旋律（混沌吸引子的一个很起作用的特征是，它能抓住附近相吻合的东西，将之转换为特有的模式）。如果共鸣不佳，就会丢失某些成分，因此，也许你的“柑橘”共鸣在皮层的另一区俘获一个不同的模式，尽管颜色并不完全对。

复制竞争又怎么样呢？在这里已经谈到了我们有“未知”、“网球”、“柑橘”等大脑密码的翻版。也许“苹果”也会突然蹦出来：如唱歌人在几分钟之前看到一个人在吃苹果，通过为那种模式增强的 NMDA 突触形成“苹果”这样暂时的印记。但是，“苹果”模式即为“柑橘”模式所超越。在“未知”模式眼下占据领地的另一侧，“网球”模式正干得不错，最终征服并取代了“未知”模式，甚至侵入了“柑橘”的领地。正是在这个时候，你会说：“我想我看到的是一只网球。”这是因为在“网球”这一“合唱”中，最终已经有了足够的“和声”，从而把一种连贯一致的信息经过皮层间通路从枕叶传送到颞叶，再传送到你的左侧的语言皮层。

现在又有什么发生了：一种新的时空模式开始在工作空间复制拷贝；这一回你看到了很熟识的东西（椅子），很快就建立起一种关于“椅子”的有决定性意义的“合唱”，并没有任何真正的竞争，因为那种感觉时空模式赶在任何其他模式之前已立即激起了共鸣。然而，在“网球”和“柑橘”模式中所使用的 NMDA 突触仍然相当活泼，在之后 5 分钟左右的时间里，在它们原来所占据的那部分工作空间要重建其中任一时空模式将比通常更加容易。也许，“柑橘”不断复制拷贝，错误地激起“橙色水果”的共鸣，以致一分钟后，你会怀疑你对网球的判断是否错了。

那就是复制竞争可能是如何发生的，以及我是如何想象我们的下意识过程有时会晚半小时后才想起的缘由。模式共鸣有点像我们想象在脊髓中“运动”是怎样的一种过程：在各种神经元之间存在着不同的突触连接强度，在一定的初始条件下，你能突然发生与实施“行走”的时空模式的共鸣。当初始条件不同时，你则可能与其他吸引子发生共鸣，如“慢跑”、“跨大步”、“跑步”或“造房子（式跳跃运动）”等。

在感觉皮层中，你可能突然闯入“橙”或“柑橘”的范畴，即使你所看到的水果并不是“橙”或一柑橘”。如我在第四章中已谈到的，那就是为什么对英语 L 和 R

两个发育日本人会有如此麻烦，因为他们对一个特定的日语音素的思维范畴会俘获这两个声音。现实很快为思维模式所取代，正如亨利·梭罗（HenryDavidThoreau）’所说：“我们仅仅听到和理解我们已经知道一半的东西。”

皮层能够很快学会新的模式，不管是感觉的还是运动的，也能使之产生变异。这些变异使竞争成为可能，它决定什么模式能最佳地与连接特性发生共鸣，而皮层的连接特性常常为许多感觉输入和情感上的驱使所影响。

关系也能用时空模式来编码，就如感觉或运动的图式能被编码一样好。把密码组合起来产生一种新的任意模式，就如左手的节律能被叠加在右手的旋律上一样。

第四章的语言机提供了某些特例，以说明在一个句子中可以包涵多么精巧的关系：所有强制和非强制性的角色。一个动词（如“给”）的强制性语义是与关系相关的，当一种强制性角色未被充填时便引起认知上的别扭。嘿，这正如广告代理商已经发现的，“给他”这样的广告迫使你再去读广告牌，以发现你所疏漏的，你因此把该广告记得更牢”。

那么，一个句子是否就是一种在与其他的句子密码的竞争中复制出来的大型时空模式呢？那并不一定。为了作出一个决定，我们并不需要复制竞争，如果没有包含特别新的东西，简单的评估系统应该是足够了。请回忆一下第一章中关于鸳鸯的论述：评估系统在其作决定时将起作用，因为这些选择游水、潜水、晾干翅膀、飞走、再看一会儿周围等，在世代进化中已经定型了。一旦你对其标准的涵义有很深的理解之后，你会发现可复制图式并不是包揽一切的。

许多灵长类在其皮层的浅表层中有标准跳跃间距的接线，这种接线预示存在短生的三角形陈列。人们不知道任何动物有多么经常地用它来复制墙纸似的六角形图案；也许它仅仅短暂地发生在出生前的发育过程中，作为一件测试模式来引导那些依赖于使用的连接，之后再也不发生。也许，皮层的某些区域完全用于实施专门化功能，决不复制短生的模式，而另一些区域常常支持旁路复制，变成为以达尔文成型过程所用的可擦拭的工作空间。鉴于运动指令的拷贝对投掷动作特别有用（因为这些指令能减少定时上的颤抖），因而也许在人类投掷准确性的进化过程中存在某种自然选择，从而使之具有较大的工作空间。所有这些都是经验性问题；一旦我们的记录技术的分辨能力得到改进，我们将一定能看到六角形拷贝位于这一系列可能



性的某一位置。

但是，要满足达尔文机的必要条件就需要某种与这类复制竞争很相近的东西——那就是我为什么引导读者穿过这个大脑迷津的真实理由。在这里，我们至少有了一个清晰的模式；有了复制、变异；有了为工作空间发生的可能的竞争；有了影响竞争的多侧面环境（现时的和记忆中的），以及有了下一代更可能具有由最大领地的拷贝所建立的模式异体（大的领地具有更长的周界线，正是这些界线上模式异体能摆脱误差校正倾向，并开始复制新的模式）。

在一本篇幅更长的关于新皮层达尔文机的书（《大脑的密码》）中，我将解释所有你从性、孤岛和气候变化的大脑同源物中所得到的趣味和速度。如果大脑中的达尔文过程快到能向我们提供进行正确猜测的智力，那么速度正是我们所需要的。

我们一直试图把大脑皮层分解为一些专门化的“专家”模块。对于探索专门化功能，这是一种上佳的研究策略。但是我并不很认真地把它看作是有关联合皮层是如何工作的一种概述。我们需要某些可擦拭的工作空间，需要能募集帮手来实施困难的作业。这提示，任何专家模块也应是通才，就像在紧急情况下，一位神经外科大夫也能取代家庭医生一样。我之所以偏爱短生性六角形镶嵌的理由之一，是它对专家一通才作谬提出了一种解答，即甚至一片具有专门性长期印记的皮层区，也能用作工作空间，以覆盖其上的短期（TJ 记来影响竞争）。

这样一种镶嵌也提示了一种下意识思想可能进行的方式，它有时会把往昔的某种相关事实推入你的意识之流。特别重要的是，因为模式的异体本身能进行复制达到短时的成功，因此这条“拼花被褥”是有创造性的——它能够将一些不起眼的原始素材塑造成某种像样的东西。甚至更高形式的关系，如隐喻，似乎也有可能产生，这是因为大脑密码是任意的，能够形成新的组合。谁知道呢？也许现在你甚至已经习得了埃科的关于苹果 PC 计算机类比的大脑密码。

同步化三角形阵列对达尔文复制竞争有一些使人感兴趣的意义，这些阵列对复杂的语言也有其意义，这有可能从另一方向有力地推进智力的发展。

从原始语到完全成熟的有句法的语言之间存在相当大的飞跃，语言学者们怀疑两者之间存在着某种中间形式。原始语即使有丰富的词汇，但只有很少的结构，它主要是依赖于在几个词之间的简单的语境的关联来传递信息。结构的加入则大不

相同了。

循环性嵌入结构（如句中句：I think is a whm leavetogohome.（我想我看到了他离开回家了）的脑机制被认为对于“通用语法”是至关重要的。语言学家还需要的是相隔较远的两个词之间的依从关系，包括代词和它所指代的对象间的关系。这种结合需要比局部范围更大的联系；此外，循环性嵌入结构需要构建这些联系的等级阶梯。在我们知道“梳子”的视觉涵意存贮在视皮层附近，其听觉涵义存贮在听皮层附近等等的情况下，大脑皮层不相邻的区域可能参与许多尝试性的关联之中。

皮层间轴突束要比非相干光纤束精得多，它们不存在邻居关系。随着每根轴突终末的分支展开，可能会失去点对点的映射，这有点像手电筒光束的辐射。尽管存在杂乱和污迹所致的非相干性，某些发生畸变的图形，通过经验还是可能在远端辨认出来，此时所采用的是与范畴性感知相似的类簇状分析（cluster—analysis 刁 t he）机制”。这必然使那些具有良好实践的特殊情景的传送成为可能，这相似于海员使用的信号旗——也许一次只能发几种旗语，因而限制了在皮层区之间可能传送的新的关联。嵌入结构可能局限于常用的句子。这种皮层间非相干性的能力一定能胜任原始语的处理。

但是，误差校正机制提供了将任意时空模式沿皮层间轴突束传送并一次成功的可能性，因此传送便不再限于某些特殊情况下的图形，这些图形虽在空间和时间上发生“畸变”，但已为目标皮层识别为有意义的信息。这种皮层间相干性意味着新的关联是可能得到传送的；目标皮层能以相似的误差校正把它送回，让它在起源皮层中被自动识别，而毋需对一种发生两次畸变的图形进行调整，然后构建与原始时空放电模式等价的模式。

采用相同密码的返回性投射意味着，你能有一种分布式的和声，远处的合唱队员以此使群体保持在临界大小之上。返回投射的歌声并不需要有充分的特征来帮助整个合唱，它可能更像那种跟唱技术，即一个人单调地教唱一句，听众在音乐上加以揣摩，重复地跟唱。返回投射也提供了能分辨模糊不清的检查跟踪系统。如有了能保持句子结构的关联，嵌入结构就有可能成立，即不再存在这样的危险：“thet allblondmanwithhoneblackshoe”（穿着一只黑鞋的高个子金发男人几个词混合的思维模式被打乱为“ablondblackmanwithonetallshoe”（穿着一只高高的鞋的金发黑

人)。

因此，皮层间的精细性本身是从原始语言向真正语言飞跃的一个候选者（虽然你仍然需要语义结构层次上的许多小规则）。诚然，向任意密码传送的转换可能同时使用“通用语法”的两个主要创新点——嵌入结构和远程联系。这样，我们现在有了几个候选对象，即达尔文机和相干的皮层间投射等，它们可能已经推进了智力和语言的发展，使不经常作出创新的直立人文化，在约 25 万年前进化为人类不断变化的文化。

在我们所有的研究终结时，我们必须再一次试图把人的灵魂视作灵魂，而不是一群营营作响的生物电信号；人有所欲，而不只是激素的涌动；人的心脏并非是一种纤维性粘滞的泵浦，而是隐喻的知性的器官。我们并不需要把它们视作是超自然的实体，它们是活生生的，有血有肉的。但是，我们必须相信它”1 确是实体，不是被分解的断片，而是完整的。之所以完整，是因为我们通过对它们的思索；通过我们在谈论它们时所用的词语；通过我们把它们转化为言语的方式；已经使之成为真实。即使它们已在我们的眼前被剖析，但我们还是对它们的无懈可击而敬畏不已。

梅尔文·扎纳（MJvlnKonne）

图书在线扫校

亦凡公益图书馆(Shuku.net)

下一章 回目录

## 第七章 超人智力的展望

当然，如果我的“自我”只是一捆对已知数字和确切维数的直觉，那么，

让我把它干净利落地捆扎起来，并最佳地利用它。但是，如果这种隐蔽的个性，带有一种不寻常的、使人满足的愿望，以及复萌、争斗和永恒的风格，并非一架齿轮出现故障，又有限定最大马力的机器，而是一种有生命的东西，无限可变、总是视情况而重新调整，并能取得不可估量的成就，也能诱致可悲的卑鄙，在某种意义上是其命运主宰的一种活的东西；如果其自由驰骋不是一种错觉，而其具有超自然经验的可能性又并非谎言，那么，我们必须防止我们自己坠入机械唯物论者古老的错误的泥淖中去。

查尔斯·雷文（Charles E. Raven），《造物主的精神》

我们有精神生活，那是因为我们思维活动是动态的达尔文过程，以致我们能创造——每天重新创造我们自身。那种精神生活（本书开始时描述的一种紊乱），现在也许能想象为一种达尔文过程，这种过程是高层次的，几乎达到分层稳定性那些层次顶端，能够实现雷文所论述的自我感觉。这样的深度和多方面的能力的产生，可能源自大脑密码的不断复制，与别的大脑密码相竞争，以及产生新的变异。

那不是一架计算机，至少不是通常意义上被看作能忠实地重复其动作的可信赖的那种机器。对于大多数人来说，在机械论的王国中，它是某种新东西，完全找不到良好的类比——除了其他已知的达尔文过程之外。但是，你对它可能是什么能获得一种感觉；俯视皮层的表面（实际上是展平的表面）看到的好像是一种镶嵌——一条拼花被褥，哪一片都不处于静息状态。再仔细一看，每一片都像是重复的墙纸图案，但每个单元的图案都是动态的，是一种闪动的时空模式，而非传统的静态模式。在被褥相邻的片之间的界线有时是稳定的，有时像一条战线一样推进。有时单元图案会从一个区域消退，三角形的阵列不再使同类点同步化；过一会儿，另一种单元图案可能很快占领杂乱无章的领土，而并未遭遇抵抗。

这种复制竞争的当时的赢家，也就是具有最多和声，从而赢得输出通路注意力的那种模式，看来像是我们称之为意识的良好候选者。我们转移注意力可能意味着另一类拷贝模式走到了台前。我们的下意识可能是当时不起主导作用的其他活动的模式。皮层中没有任何特定的部位会长时间作为“意识中枢”，不久另一个区就会接替过去。

变化的镶嵌似乎也为智力提供了一个良好的候选者。对新的运动的指令包含在

能成形的空间模式之中。鉴于时空模式能改变以找到新的共鸣，这种变化的镶嵌能够发现巴洛式的新的次序。鉴于在长期记忆和现时感觉输入的共鸣的基础上，能对一种运动程式的大脑密码作出判断，于是，它们能在现实世界中控克雷克方式模拟动作。在某些情况下，下一步该干什么并非显而易见，它们在处理这些情况时具有皮亚杰特征。

这些镶嵌具有我们精神活动不羁的一面，我们可以创造出新的层次的复杂性，像填字游戏式体现新的意义层次的复合符号（写诗时就是这种情况）。因为大脑密码能表示的不仅是感觉和运动图式，也能表示思想，因此，我们甚至能够想象高质量的隐喻怎样出现，而当我们进入一个小说的想象王国时，能想象科尔里奇（Coleridge）的“对不信的有意悬置”如何能发生。

大脑密码和达尔文过程正是我在本书开始时提到的，那时我曾说，读到这本书的结尾时，读者有可能去想象能导致意识的一种过程，这种过程能运转得足够快来产生敏捷的智力，且会长于揣测。这最后的一章就是讨论增强我们的大脑和建立其人工的近似所具有的涵义。但是，首先让我们先叉开一点，看一下解释本身具有的竞争性。

衡量解释的金科玉律——所有科学都热望于此，是抽象化和数学描述。当某人能以一组定义和公理展示一系列不断推进的推论，肯定会给人以深刻的印象。从柏拉图的理想国开始，笛卡尔和康德都试图了解精神是如何用数学的方式运作的。我们最终似乎是处于回答某些这样的问题的门槛上。

但是，长期以来一直存在着对整个科学界的挑战，当科学试图去解释人的精神时，挑战将会再一次强烈地表现出来。对真理的神秘主义和非理性主义观点来自精神启示，而并非来自演绎；这些观点认为，与纯粹的沉思所获得的相比较而言，科学真理是非上乘的、急功近利的。第二种挑战来自教条。伽利略之所以遇到麻烦，并非是他的天文学研究，而是因为他的不断挑战和修正的科学方法威胁了宗教曾用来建立其似乎是永恒的和内部和谐一致的世界观的真理。还存在着一种被文学批评家乔治·斯坦纳（George Steiner）称之为“浪漫的存在主义神学论辩”的挑战——例如尼采“的较之于徒劳的演绎对本能性睿智的偏爱或布莱克”“对于牛顿对虹的

光学分析的批评。第四种挑战以为隐秘不明的动机无处不在，或声称真理是依附于政治观点的。

从根本上来说，这些是来自科学传统之外的挑战；它们的现代拥护者将肯定会抓住我们日常科学上的混乱，并试图以基督教基安主义”“攻击进化生物学本身的方式来利用它们。这些类型的解释长久以来与科学竞争，虽然也有几次短期的获胜（如对拉曼特利的流放），但多以长期的失败告终。今天，所有这各种挑战的脉络均可见于理性时代的落伍者所发起的运动之中。

因此，我们必须努力清晰地陈述我们的科学解释，而不要试图去建立虚假的对立面——像有关进化是因遗传突变还是自然选择那次假想的争执那样。那场无谓的争论持续了几十年，直至本世纪 40 年代才为“现代综合论”所消弭我们必须避免使用数学概念而使人头晕目眩，而应该给人以启迪。我们必须摒弃“想象所需要的证明”，而当我们在作结论，说是除了我们已找到的答案外不存在别的可能时，同样必须摒弃妄自尊大或急躁。特别是当把我们的理论设定在机械论解释的恰当层次上时，我们必须谨慎。

因此，为大脑和精神提供的现代时髦图象的神经元层次上的描述，仅仅是细胞骨架更深层次上的影子——正是在这个更深的层次上，我们必须去寻求精神的物理基础！

罗杰·彭罗斯《精神的影子》

我敢肯定，有些研究意识的物理学家或埃克尔斯学派神经科学家会说，在这架机器中仍然必须要有一个幽灵，它跳跃过分层稳定性的许多中间层次，从而引导神秘的量子力学至神经元的细胞骨架的微管之中，在那里非物质的精神能与大脑的生物学机制交换信息。实际上，这样的理论家通常避免“精神”这个词，而谈论鼻子场论”。我将很高兴采用丹尼诗的定义在“奥秘”这个问题上作妥协；奥秘是指一种人们不知如何去思考的现象。研究意识的物理学家们所做的一切，是用一种奥秘来代替另一种奥秘。迄今为止，在他们的解释中还不存在将其组合起来就能解释别的事物的片言只语。

即使他们在其组合上有所改进，同步他微管产生的任何效应只能为我们意识经验的整体特性提供另一位候选者。这种解释将必须与在别的层次上的解释结合起来

完善其机械论上的细节，必须与其他可能的解释进行竞争取得地盘。至今为止，达尔文过程似乎能恰到好处地来解释意识的一些重要侧面的成功和失常。

我想，我们将会继续看到，在那些令人厌倦的辩论中，在争论“机器到底能否真正认识一切；机器是否能具有人所拥有的意识”“时，一个哲学家企图把另一个哲学家逼入困境（至少是费尽口舌；欲将对方通过墙角杳见）。遗憾的是，即使所有科学家和哲学家都承认精神是大脑产生的，论题的复杂性仍然会引起大多数人应用某种比想象更简单的概念（如“灵魂”）来对该种复杂性加以抽象化。也许感觉像是一个书评家，他咬文嚼字地问：“数字计算机是否如许多理论家所认为的，只是人脑的一种更简单的翻版？要是真是这样，其涵义太可怕了。”

可怕么？以我个人来看，我发现无知才真的可怕。在这方面可谓是源远流长，从用“看了魔”来“解释”精神疾患到巫师的装神弄鬼。我们极需要一种比量子力学的奥秘更有用的隐喻；我们需要种隐喻，它能够成功地架设起一座越过在我们感知的精神活动和其内在的神经机制之间鸿沟的桥梁。

迄今为止，我们实际上需要两种隐喻：一种是自上而下的隐喻，把思想映射于神经元群上；另一种是自下而上的隐喻，用来解释思想如何由那些看起来是杂乱无章的神经元集群产生的。但是，新皮层的达尔文机可以在这两方面都干得不错——如果它确实是其中的创造性机制的话。

对我来说，新皮层的达尔文机理论似乎是处在恰到好处的解释层次；它并不降到突触或细胞骨架的层次，而是上升至有成千上万个神经元参与的动力学的层次，它们产生的时空模式是运动的前提，即大脑之外世界中的行为的前提。此外，这一理论与一个世纪以来脑研究的许多现象是一致的，随着脑活动成像技术和微电极阵列技术的空间和时间分辨率的某种改善，也可以对这一理论加以检验。

达尔文过程的核心，至少在生物学家中，广泛地被理解为一种创造性机制。无规则的变异在成千上万年成型为特性，而我们经过了一个多世纪才意识到这样的复制竞争是多么的强有力。在最近几十年里，我们已经能看到同样的过程也在几天或几周的时间尺度上运转，例如免疫反应形成一种更适合的抗体。这种新皮层的达尔文机在毫秒至分的范围内运转只是再一次改变时间尺度而已；我们应该有能力把对这种过程所能完成的任务的认识从进化生物学和免疫学扩展到思想和行为所实现

的时间尺度。

在我看来，我们早就该接受詹姆斯关于我们精神活动的观点。但是，许多人，包括科学家在内，仍然对达尔文主义持有一种非真实的观点，认为它仅仅是选择性生存。在这一点上，达尔文也起了一点推波助澜的作用。他把他的理论命名为 6 要素

中的第五点，即自然选择。我希望在本书中我所做的，是把达尔文过程的所有 6 个要素

和其中加速性的那些方面汇集在一起，然后描述能在灵长类新皮层中利用这样的过程的一种特殊的神经机制。因为是机制而并非改进的隐喻，在这一点上，对我的新皮层达尔文权的最有力的支持是，皮层神经解剖学和拖拽振荡子原理与达尔文过程的那 6 个要素和加速性因素很相吻合。

这是不是最重要的过程，或者是不是还有另一种过程主导意识和揣测，还很难说；在生物学或计算机科学中，这可能是没有先例的——没有先发现某些居间的隐喻，我们还不能想象这样的过程。说真的，我怀疑，为了避免焦躁不安或停止不前，“管理”复制竞争的那种过程将需要其自身描述的中间层次，我并不是在“管理”这个术语的通常意义上来使用这个词的，而是有点像全球气候模式受急流或厄尔尼诺现象影响的方式。用心理学术语来说，这种“管理”可能像雷文所说的“隐蔽的个性，有其不寻常、使人满足的愿望、复萌和争斗”。

由达尔文复制竞争所形成的复合大脑密码能解释我们精神活动的许多东西。它提示为什么人类能完成比其他动物多得多的新行为（我们具有非标准运动模式的非主线进化）；它也提示我们如何能进行各种类比推理（关系本身能有会竞争的密码）。因为大脑密码能由小片形成，你能想象一只独角兽，且形成对它的记忆（印记能再激活与独角兽相应的时空密码）。尤其重要的是，达尔文过程是一台产生隐喻的机器：你能对各种关系间的关系进行编码，并把它们成形为某种特性。

对智力性意识的这样一种解释为我们洞察想象王国中的隐喻和动作提供了启示。

它必须告诉我们在思想与其他精神活动之间的同类性。在我提出的解释中，弹道运动和音乐本质上是与思想和语言相关的。我们已经看到，对新的序列的强调有可能



产生非语言性自然选择，这种选择使语言得益，反之亦然。在口一脸序列和手一臂序列间的重叠，提示两者均采用相同的神经结构。

达尔文机的重要的辅助性用途可能是对于行将发生的运动（而不是弹道运动）在秒、时、日、一生的时间尺度上进行策划。它将有可能尝试各种综合方式，判断它们有什么问题，使它们变得更精确等等。那些擅长此道者可谓之聪明人。

任何对智力的解释，也必须为我们洞察不同于地球上的生命的智力所循途径提供启示。简言之，它必须对人工智能（AI），对增强动物和人类智力提供启示，这也许会有助于发现来自地球外智能的信号。对于“地球外的智能”问题能说的还木多，但让我尝试从行为学的角度作一点展望，这可能会有助于我们思考人工智能和智能的增强。

一种摆脱了觅食和避敌必需的智能，像人工智能一样，可能毋需再运动。正因为如此，就会缺乏人类智能所具有的对下一步将要发生的所进行的思考。我们先解决运动问题，只有在稍后，在系统和个体发生上，才逐渐提出更抽象的问题，通过对前景的揣测来前瞻未来。

为了达到高度的智能也可能有其他的途径，但自运动开始向上发展是我们所知道的范例。有意思的是，在心理学中或人工智能中很少提到这一范例。虽然在脑研究中有一条很长的思维线，它强调“从运动开始向上发展”，但是更常见的是在对认知功能的讨论中强调一个运用智力对感觉世界进行分析的被动观察者。对世界的沉思仍然主导着大多数对精神的研究，其本身可能是完全误导的。对人的世界的探索伴有始终不断的猜测和断断续续地对下一步做什么作出决定，这些特点必须包括在我们理智地勾划出争议点的方式之中。

难以估计高级智能会如何频繁地出现在地球和宇宙别处的进化系统中，主要的限制是我们现在对如何克服自然界中的盲端（即容易陷于平衡而一成不变）一无所知，正是这种限制使大多数的猜测变得毫无意义。此外，还有对连续性的要求，要求物种在其进化过程中的每一步都保持足够的稳定而不自行解体，并且具有足够的竞争力，从而不至于在与一位一体化的专家的较量中败北。

列出智能一览表，如果做得足够充分，可能要比以一种测试人的智商的方法来测试其他物种（或计算机）略强一点。但是，对是何种生理机制会帮助脑作出正确

的猜测和发现新的次序，我们现在已有所了解。

我们能对两种有希望的物种（人工创造或增强图式）加以评估，看看它们各自能设法装配多少个智能的构建单元，或它们能设法躲开多少绊脚石。我目前的评估一览表会强调：

- 内容广泛的一整套运动、概念（如言词）和其他工具。但是，即使具有一套在漫长的一生中由文化素养所积累的庞大词汇，高级智能也仍然需要附加的单元来形成新颖的高质量的综合。

- 对创造性紊乱的宽容性。这种紊乱使个体有时能摆脱旧的范畴，建立新的范畴。

- 每个个体有 6 个以上的同时工作空间（“窗”），足以在不同的类似物中进行挑选；但是工作空间又不能太多，从而会消除了分团和以此建立新词汇的倾向。

- 在这些工作空间的概念之间建立新关系的方式。这种关系比许多动物都能掌握的“是一个...（is-a）”和“比...更大”（is-larger-than）更精致。树形关系对我们这样的语言结构来说似乎特别重要。我们比较两种关系的能力（类比）使运算能在隐喻的空间中进行。

- 在现实世界中起作用之前的离线成型的能力。这是一种以某种方式与达尔文 6 要素结合起来的成型过程投 p 模式，它们能复制、变化和竞争，由多侧面的环境来作判断；较成功的模式成为下一轮的模式异体的中心）。这一过程也和某些加速因子（等价于重组、气候变化、孤岛）结合起来，它具有一条捷径，使达尔文过程能在思想而非运动的层次上运转。

- 形成长期战略和短期策略的能力，通过实行居间的一些步骤以有助于为未来的技艺设立舞台。要是能推定日程表，并监视那些战略和策略的进展情况，甚至会更有帮助。

黑猩猩和倭猩猩可能缺失若干要素，但它们干得比现在这代的人工智能程序更好。

我的达尔文理论的另一层涵义是，即使具有所有的要素，我们将预期在智能上的变异相当可观，这是因为在许多方面都存在个体差异：在采用捷径上；在采用类

比时找到合适的抽象层次上；在速度的处理上；在坚韧不拔的精神上（并非越多越好，厌倦可能给较好的模式异体以发展的机会）。

“是啊！在我们的国家里”，爱丽丝微喘着气说道：“如果你像我什 1 现在一样跑得那么快，跑一阵子后你会跑到另一个地方。”

“慢吞吞的国家！”象棋红后说道：“在这里，你瞧，为了留在原地，你必须尽力跑。如果你想到达别处，你必须跑得快一倍！”

卡罗尔，《镜中世界》

为什么没有更多的物种具有复杂的思维能力？当然，连环漫画渲染的荒诞不经的故事说昆虫也有沉默不语的智慧。但是，要是连甚至只有我们十分之一的预先作出计划的思维能力，它们就会构成对非洲很大的威胁。之所以不存在较高智力的物种，我怀疑是因为需要跨越一种障碍。那并不只是一种脑的大小的卢比孔河（Rubicon）“，不是一种使你能模仿别人的身体意象，也不是见诸于猿之后的人科动物其他 10 多种的进步。有一点智能可以是一种危险的东西——不管这是一种外星球的、

人工的，或是人类的智能。超越猿的智能必定是经常在两种孪生的危险之间航行，就像古代的航海家必须与锡拉（Scylla）岩礁和卡律布狄斯（Charybdis）旋涡周旋一样”“。危险的创新的涡流是更显而易见的危险。岩礁引起的危险更微妙：因循守旧的保守主义忽略了象棋红后对爱丽丝关于要留在原地必须尽力奔跑所作的解释。

例如，当你行驶在急流中时，要是不能在主航道中保持你的速度，你往往会撞到岩礁上去。智力也是和其自身的副产品在赛跑。预见是我们跑步的特殊形式，这种对于智慧的航行家来说是至关紧要的素质，它对更长时期的生存来说是必需的。正如进化生物学家古尔德所告诫的：“智能和发展是进化中的一次辉煌的偶然事件。借助于它的威力，我们已经成为地球上生命延续性的管理者。我们并不曾要求扮演这个角色，但我们不能拒绝它。我们可能并不称职，但我们已经就职。”在谈论其他智能物种时，我们自己可创造出来的又是怎样的东西呢？包埋在硅芯片中的人的思维是对脑的精细结构的复制品，这种可能性已经引起一定的注意。我觉得这样一种“不朽的机器”把一个人的脑化解为一台软件通用型计算机，可能并不那么行得通。

即使神经科学家最终会如某些物理学家和计算机科学家们贸然假设的那样解决“读出”问题，我想，除非那些工作线路都调谐得很好，并且保持那种状态，否则很可能出现痴呆、精神变态、癫痫发作。只要想一下那些有偏执和强迫症状的人：当在精神病院的羁留是无时限的，不再为人的一生所限，那么“陷入一个无休止的怪圈”就会有新的意义。谁想打这种荒唐的赌呢？”

我想，去认识基因和拟于在连续发代中复制的基本特性运佳于此。道金斯在《自私的基因》一书中清楚地看到了这些复制的关系。我的朋友，未来学家托马斯·曼德尔（Thomas F Mand, 1）也看到了这些。他身患肺癌，前景日益暗淡，但是在回答他的研究空间控制论的朋友时，他说道：

在开辟这个课题时我有另一个动机。说真的，自从在我的癌症被确诊以来的 5 个  
月中，这个动机达观地几乎贯穿在我所做的一切之中。

我曾想，像别的所有人一样，我的肉体本身不会永远生存下去，我猜测我留下的时间要比保险精算师所划归的更少，但是，如果我能伸展出去，触摸每一个我所认识的……我能献出自我所有的以及组成托马斯·曼德尔的特异模式，那么当我的肉体死去时，我不会真正地离去。……我的主体会在这里，成为这个新空间的一部分。

这并不是一种原始创新的想法，但不管怎样，值得一试。也许有一天某人能以某种曼德尔的元件来修复所有的碎片，而我可能是傲慢的后执的，温柔亲切的，富有同情心的，以及你们大家似乎感觉到我可能是的其他的一切。

人工智能的特定程式也可能产生有智能的机器人。但是我想，借助于神经科学中已发现的原理，我们能够建造一台软件通用型计算机，它能像人一样谈话，像我们的宠物一样可亲，能够想象隐喻，在几个不同的抽象水平上思考。

初级软件通用型计算机最低限度要会推理、归类和理解言语。我想，甚至初级软件通用型计算机将公认是“有意识的”，像我们一样以自我为中心。我并不是指意识的那些不甚重要的侧面，诸如觉察、醒悟、敏感、可激动。我并不是指自我意识，这似乎并不重要。我认为，自我中心的意识将是容易达到的；使它对智力有所贡献才是更困难的。

在我看来，逐渐更新换代的软件通用型计算机将会获得智力性意识，如可驾驭的注意力，心中复述，符合句法的语言产生，想象，下意识信息处理，对未来的策划，战略上的决策，特别是我们人类在觉醒或睡梦中的自言自语。虽然这种软件通用型计算机所运行的原理与我们的脑所采用的原理十分相似，但设计制作得相当仔细，从而在发生困难时能得以补救。我已经能够看到实现这种设计的一种方式，那就是采用那些达尔文要素和皮层接线的模式，从而产生三角形阵列以及随后的在模式异体间的六角形复制竞争。与我们自己的以毫秒级运转的脑相比，这些功能能以高得多的速度运转，就此而言，我们已经看到了源自“软件通用型计算机”的“超人智能”的一个侧面。如果软件通用型计算机能够达到新的组构层次（超隐喻（meta-metaphor）），那么它有可能为帮助人类迈出相同的一步，应在教育方面作些什么努力指明途径。但是，这是容易的一个方面，只是计算机技术、人工智能、神经心理学及对人脑的神经生物学的已有趋势的外推。从知识中来提炼智慧当然要比从资料中提炼知识需要更长的时间。然而，至少还存在 3 个难点。第一个难点是要肯

定这种软件通用型计算机确实与各种动物（如我们人类）组成的生态系统相顺应。特别是与人类的生态系统相顺应，那是因为在紧密相关联的物种之间竞争最剧烈，这就是为什么我们的同类南方古猿和直立猿人皆不复存在的原因，也是为什么仅有两种杂食性猿一直生存至今（其余皆为素食动物，其肠子极长，从而从大量的食物中吸取卡路里）的原因。如果不是气候变化本身作祟的话，那么，我们更直接的先辈可能把别的猿和类人猿都作为竞争者清除掉了。未来的世界将是一场要求更高的斗争，以对抗我们智力的极限，而不是一张我们能舒服地躺在那里等候我们的机器人奴仆伺候的软吊床。

诺伯特·维纳

奥尔多·利奥波德（Aldo Leopold）“”在 1948 年说过：“保持每一个轮和齿是聪明的修补匠最要当心的。”把一种强有力的新物种引入生态系统决非轻而易举。

当自动化重新布局发生得慢到没有一个人挨饿时，常常是有益的。以前，每个人都收集或寻觅其自己的食物，但在工业化国家里，农业技术的发展已经逐渐把农业人口的百分比降低到约 3%。这就使许多人能腾出时间来干其他事情。这些“职业”

的相对比例是随时间而变的，在近几十年中，许多人从制造行业转向服务行业。一个世纪前，在发达国家中最大的两个职业群是农场工人和家庭仆人，而现在他们仅占一小部分。

然而，软件通用型计算机甚至将取代某些受过更高教育的工作人员。没有受到良好教育或智力低于平均水平的人的前景比他们现在的情况更加凄惨，但是人类也会明显地受益。想象一下，如果有一台超人教学机作为助教，它会与学生进行真实的交谈；对与学生操练从不厌倦，总是记得向学生提供必要的多种多样的东西使他们不觉腻味；能够按学生特定的需要修改课程；能够进行常规审视，以发现一种发育失调的征象（如诵读困难或注意力持续时间不长），你便会有同感。

硅质超人也能应用这些才能来教下一代超人，仅通过变异和选择就能进化出更有智慧的超人：最终，其中的明星硅人能被复制。之后，每个后代所受的教育都有所不同。按经验的不同，有些可能具有所期望的特征和价值（如社交能力或对人类繁荣的关心）。我们又能选择其中的明星加以复制。鉴于复制过程包括对时间的记忆（那是硅性智能除能作补救之外的另一个优点），经验会逐渐积累，真正是拉马克“式的：后代毋需重复前辈的错误。

第二个难点是价值问题；什么是公认的价值？如何在硅芯片中实施它们呢？

初级软件通用型计算机将是非道德性的，就像我们的宠物或幼童一样，只有不成熟的智能和言语能力。它们甚至不具备某些与生俱来的素质，而正是这些素质使我们的宠物安全地存在着。我们人类倾向于被我们的宠物视作它们的母亲（对猫来说）或它们一群的首领（对狗来说）；它们听从我们。对其角色的这种认知上的混乱使我们人类得益于其天生的社会行为。我们可能会希望我们的智能机器有某些相似的东西，但是由于它们在干坏事方面比宠物要能干得多，我们将可能需要现实的防卫，比犬的口套、系狗的皮带和篱笆更有效的东西。

我们如何建立那种抽象的防卫？就像艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）的机器人定律？我的猜测是，它将需要作多次明星硅人的复制，这有点像狗的驯养。这种经历许多代超人的逐渐的进化有可能部分取代生而有之的生物学遗传，这也许使硅质超人对社会有害的倾向减少到最低限度，并能限制其间祸行为。

如果确系如此，为了从只具有不成熟的智能的初级软件通用型计算机发展为一

种安全的、毋需不断指导的超人将需要好几十年。早期的模型可能是灵巧而健谈的，而不是谨慎或机智的，这是一种充满危险性的综合，蕴涵着对社会有害的可能性。它们会具有顶尖的能力，却并没有以其能力经过良好考验的进化上的先辈为基础。

昭示往昔，诊断现在，预示未来。

希波克拉底（Hippocrates）

《对医生的忠告》

第三个难点是如何缓和人类对这种感受到的挑战的反应。正像你的免疫系统那样，对一种刺激的过于热情的反应，能通过变态反应和自身免疫疾病使你受到伤害一样（也许由于过敏性休克会使你丧生）。人类对硅质超人的反应也能在我们现时的文明中造成巨大的紧张。一旦软件通用型计算机已经在经济中起着一种显著的作用，对此所作出的一种严重反应有可能毁坏现存的社会体制，也即使农民养活其余97%人口的体制瓦解。请记住，饥荒之所以死人是因为分配体系的失灵，而并非因为世界某地没有足够的食物。

但是，21世纪的勒德分子“和破坏者将会得到人类行为的某些根基本特征的帮助，这些特征在19世纪欧洲并没有起多少作用。群体试图把自身与别的群体区分开来，尽管受惠于一种共同的语言，但历史上的大多数部落总是夸大与相邻部落间语言上的差异，以致敌友不分。能肯定图林试验（Turing Test）”将被经常使用，人们将试图了解在电话线的另一端是否是一个真人。为了减弱这种焦虑，可以要求机器以特别的嗓音来说话，但这不足以防止我们和它们怕的紧张。

软件通用型计算机和超人也可能而限于一定的职业。它们进入其他领域属于一种评估过程，这种过程在一个真实的人类社会的样本的背景上对一种新模型作仔细的考察。如果出现严重的副作用的潜在可能性是如此巨大，引进的速度又可能是如此快，我们就会得到劝告，采取与美国食品和药物管理局（FDA）测试新药物、新

医疗仪器的有效性、安全性和副作用相似的程序。这与其说减缓了技术的发展，倒不如说减慢了它的广泛使用，并有可能暂作退却，以防止依赖性发展太甚。

软件通用型计算机可以局限于有限的相互作用的范围之内；为了使用交互网络或电话网络，它们可能需要严格的批准。对于只有新手执照的超人来说，对其输出

可能会采取“延迟一天”规则，以避免某些“程序交易”的危险。对一些新手我们可能需要某种计算机遏制装置，类似于我们遏制致命病毒的生物危害。

对真理的探寻是掠夺性的，它确确实实是一种狩猎，一种征服。在《共和国》一书中描述了一个典型的时刻，那时苏格拉底”和他的同伴在争论一个抽象的真理。他们叫喊着，就像那些发现追捕猎物的猎人……（即使禁止科学上的探寻）在某个地方，某个时候也总有那些对绝对思想的毒药上了痛的人，或者是单枪匹马，或者是成群结队，在努力试图建立生物组织，确定遗传的特性，在云雾室中产生夸克——的踪迹。并非是为了名声，不是为了人类的利益，不是以社会正义或社会利益的名义，而是因为一种内驱力，这种内驱力比爱更强烈，甚至比恨也更强烈，是它使人类对某些东西感兴趣。因为其本身神秘的缘故，因为它存在在那里。

乔治·斯坦纳（George Steiner）

这就开始提出了以下问题：“什么是这个社会该做的正事呢？”是打碎枷锁，优化培育，使人类变得无所不能？还是制造比人类更高明的计算机？很可能我们能兼而为之（就像那些教师的助手一样）。但是，在我们轻率地蜂拥而至产生超人的过程中，我们需要保护人性，这是一种重要的补救形式。

然而，我们能够引导人谨慎从事的途径受各种冲动的制约，正是这些冲动把我们引导到这种智能的转折：

好奇心是我们自身的初始动机——智力是如何产生的？这肯定也是许多计算机科学家的初始动机。但是，即使好奇心因其本身的原因有点破足（就像各种宗教试图做的那样），其他冲动也把我们引导至相同的方向。

象棋红后效应的技术版本。如果我们不改进技术，别的人会这样做。从历史上来看，技术上的竞赛的失败常常意味着被你的竞争者所取代（或消灭）——以国家而言，而不只是公司。从最近几十年在数字计算机中速度和信息量以每 18 个月增加一倍的增长曲线来看，世界的其他部分不会减慢速度，即使大部分国家决定这样做。就生物技术来说，情况也一样。

对文明的严重的环境威胁要求庞大的计算机资源尽快地发展，因为我们气候通过洋流的重组在约几年之内就“变换排挡”。这样的突然变动（全球变暖似乎使这种变动更可能发生）现在会引发第三次世界大战，因为每个人（不只是欧洲人）都



在为生存空间而斗争。为了我们自身的生存，我们的一个迫切任务是学会如何推迟这些气候的变动。为模拟全球气候所需要的大型计算机与模拟脑的工作过程所需的计算机十分相似。

我并不知道有任何设法延迟作出决定的现实的途径，使这种向超人的转折以一种更审慎的速度推进。因此，在今后的几十年中，我们将需要面临超智能机的问题，这不会由于减慢技术进步本身而有所推迟。

确实，我们的文明将在终极的意义上“与造物主比赛”：它正在进化一种比地球上现存的更高明的智能。对于我们来说，有必要变成为一个思虑缜密的造物主，明智地对待世界及其脆弱的本性，敏感地注意到为了站稳脚跟需要做些什么，从而来有效地防止倒退，使我们称之为文明的木屋不至于崩溃。

仅仅在 2 个世纪之前，我们用纯粹理性能对每一件事都作出各种解释，而现在大多数精心构制的和谐结构都在我们眼前土崩瓦解了。我们说不出话来……我们已经发现公。何提出重要的问题，现在我们紧迫地需要某些答案。我们现在意识到，我们再不能通过探寻我们的精神来做到这一点了，因为在那里并没有足够的东西可供我们搜寻；我们也不能通过揣测或者为我们自己编制故事来发现真理。我们不能停留在我们现在所处的位置，耽于今日的认识水平，我们更不能倒退。我不认为在这方面我们会有任何真正的选择，因为我们能看到的仅有一条路伸向前方。我们需要科学，需要更多、更好的科学，不是为了技术，不是为了消遣，甚至不是为了健康和长寿，而是为了充满睿智的希望，我们的文明要存在下去必须获得这种希望。

托马斯

图书在线扫校

## 下一章 回目录

### 译者后记

随着作者的笔端，我们走完了“如何思维”的历程。当我们翻过最后一页，合上书时，在我们的头脑中不禁浮现出作者所论述的“时空模式”在大脑中通过达尔文过程竞争工作空间的情景来。

本书的书名《大脑如何思维》已经明白无误地点明了书的主题。在这本中等篇幅的科普作品中，进化生物学家、理论神经科学家威廉·卡尔文（William H. Calvin）教授以生动的笔触论述了多少年来科学家们为之魂萦梦牵的关于人类智力的重大问题：什么是智力的本质？动物的智力如何向人类智力进化？思维是如何进行的？

对超人智力能作何展