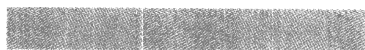


揭开 记忆 之谜



古希腊的神话故事说，记忆是神起的作用，有个叫尼库妮^妮的女神，是专管记忆的生灵，“记忆”一词就来自她的名字。

（一）记忆的本质和潜力



人们一直想知道，记忆的本质是什么？人们希望通过了解记忆的本质，来改善自己的记忆力。在“知识爆炸”的现代世界里，需要掌握的知识大量增长，学习负担不断加重，需要记忆的东西越来越多，我们的记忆到底有多大的潜力，这是我們都很关心的问题。因此，揭开记忆之谜是我们了解记忆的第一步。

古希腊的神话故事说，记忆是神起的作用，有个叫尼库妮娅的女神，是专管记忆的生灵；“记忆”一词就来自她的名字。其实，记忆是脑的功能。如果脑子睡着了，或麻醉后暂时失去意识，外界的一切事物也就无法感知、无法记忆了。近百年的研究证明，记忆是物质世界在大脑中的反映。识记和再现的基础乃是大脑皮质所发生的物质过程。当外界刺激作用于人的感觉器官时，大脑皮质相应部位的神经细胞便产生活动状态，产生一种特有的兴奋过程。这一过程能够使细胞发生变化，在外界刺激的作用停止以后，这种变化并不立刻消失，保存的痕迹就是记忆的生理基础。

根据巴甫洛夫学说，记忆的生理学基础是在大脑皮质建立了条件反射，形成了暂时联系。出生的孩子不知

道‘杯子’这个词的含义,当看到大人用杯子喝水,听到大人说这是杯子时,经过多次重复,小孩的大脑中对‘杯子’这个词和杯子的形状和用途之间,建立起暂时联系,也就是记住了。以后一听人说杯子,就知道指的是什么东西。到了学生时代学习外语时,老师把汉语‘杯子’和英语‘cup’多次结合,使这个孩子的大脑皮质在“杯子”和‘cup’之间形成了暂时联系,建立起条件反射。以后,学生一听到或见到“cup”这个词,就知道是‘杯子’了。

既然记忆是大脑的功能,那么,它到底把信息储藏在哪里呢?1951年,在加拿大蒙特利尔麦吉尔大学神经学研究所工作的著名神经外科医生彭菲尔特,在给一个癫痫病人做手术时,偶然刺激到病人右侧大脑半球的颞叶,病人突然回忆起以往曾经听到过的一个管弦乐队演奏的情景,对他重复刺激时,病人又听到了同样的音乐。后来,他给一个11岁的病儿做手术时,刺激了左侧颞叶,这个孩子也突然回忆起过去跟孩子们玩耍的情景。这些事实表明,大脑颞叶是重要的记忆中枢。此后,科学家相继发现,大脑边缘系统的许多区域,也与记忆有关。虽然,我们认为记忆主要储存在大脑颞叶,但实际上,各个神经细胞都不是独立存在的,没有一个神经细胞能脱离细胞群独自储存记忆信息,各神经细胞之间形成复杂的网络系统,共同对记忆产生影响。

记忆究竟以什么形式存在于头脑之中呢?这是科学家们十分关注的又一个记忆之谜。自20世纪60年代,人们就设想人脑细胞中可能有无数的记忆分子。最初提出这一见解的是美国密执安大学的心理学教授麦

戈尼尔。1962 年，他用涡虫做实验：在开灯的同时给予电击，多次重复后，涡虫一见灯光便蜷缩起来。未经训练的涡虫仍有趋光性，不会对灯光产生逃避反应。麦戈尼尔把训练过的涡虫磨碎，给未经训练的涡虫做饲料，结果这些涡虫也产生对光的逃避反应。由此看来，带有这一信息的记忆分子，已被输入未经训练的涡虫体内。

1965 年，匈牙利出生的神经化学家安加用大白鼠做实验。他把大白鼠放在由暗室和亮室组成的间隔箱内，通常大白鼠都从亮室跑到暗室。可是，当暗室的电击装置使它们经受电击恐怖训练之后，大白鼠便不再到暗室去了。安加抽取大白鼠脑室内含有核糖核酸和蛋白质的脑脊液，注射到未经训练的大白鼠脑室内，后者也同受过训练的大白鼠一样‘弃暗投明’了。后来，美国得克萨斯州贝勒大学医学院的科学家，从 4 000 只经过上述训练的大白鼠脑内分离到一种多肽物质。这是由 14 个氨基酸组成的单链，称之为恐暗素。把这种恐暗素注射到未经训练的 3 000 只小白鼠的脑内，结果大多数小白鼠产生了逃避黑暗的反应。据此，他们认为，恐暗素把大白鼠害怕黑暗的信息带给了小白鼠。

蛋白质的合成是由细胞内的核糖核酸控制的，因而更多的科学家把探索的目光投向了核糖核酸。瑞典哥德堡大学的神经学家海登创造了一种能从脑中分离出单个神经元的技术，可以用来测定单个神经元的核糖核酸的含量。海登训练大白鼠学习平衡身体爬越绳索以取得食物，结果发现，学习后大白鼠脑细胞中核糖核酸的结构(碱基的比例)有明显变化，由此推测核糖核酸可

能是储存记忆信息的分子。

与记忆有关的究竟是蛋白质还是核糖核酸呢？美国宾夕法尼亚大学的弗来克司纳夫妇巧妙地设计了一个实验：在训练小白鼠学习走迷宫之前，运用一种注射后立即完全阻止蛋白质合成的药物，结果小白鼠没有忘记刚学会的走迷宫技巧，却忘记了过去已学会的技能。看来，长时间的记忆是与脑内蛋白质的合成密切有关的。不过，这个实验仍是间接的，核糖核酸和蛋白质是怎么在记忆中起作用的，仍是一个未解之谜。

人类关于记忆本质的认识已经取得了很大进展，这些都有助于我们了解记忆。

人脑记忆的潜力极大,终身使用不尽。

现代科学家用大脑能吸收多少信息量来说明记忆的潜力。人脑具有极其巨大的记忆储量。每个神经元(大脑皮质的脑细胞)相当于一个记忆元件,它有兴奋和抑制两种状态,就像一个双稳态继电器。因此,神经元记忆的信息可以用二进制数的单位‘比特’来计量。(信息量的单位是比特,用手盖住一枚硬币,让人猜是正面向上还是反面向上,这里所包含的信息量就是一比特。)大脑中的神经元,总数至少在 $1 \times 10^{10} \sim 14 \times 10^{10}$ 个,就是 100 亿到 1400 亿个之间。根据冯诺伊曼的估计,如果人的寿命用 60 岁来计算,神经元每秒钟接受的信息量是 14 比特(现代心理和生量学研究表明,最高可以到 25 比特),那么一个人毕生的总记忆储量到底有多大:正常人的记忆存储量高达 10^{15} 比特,记忆容量相当于 5 亿本书的知识总量,一个人的一生能储存 1000 万亿个

信息单位。利用它，一个人能够把 20 亿亿个复杂程度相当于乘法表（一张乘法表包含的信息量大约相当于 1 500 比特）的对象记住，或者还可以作个比较。美国国会图书馆是世界最大的图书馆之一，藏书近 2 000 万册。我们大脑的信息储量可以容下三四个美国国会图书馆。还有人计算，按每册图书所包含的平均信息量为 600 万比特计算，全世界图书馆藏书中所含的信息量为 46 000 万亿比特，和一个人的大脑可记忆的信息量大致相同。

人的记忆能力是非常强的。据科学家研究，一个正常人脑的这种能力，再好的计算机也比不过。一个孩子学习需要记忆的东西，只是使用大脑仓库的极小一部分。人脑之所以能有这么大的记忆容量，同它的精细结构有关。因此，一个人活到老学到老，也只占用了自己大脑信息储量的一丁点儿。所以，有人说：“我的脑子装满了，学不进去了。”这是不对的。永远不要埋怨自己的脑子不够用，不要自叹“我的脑子不好”。应该记住：任何时候你脑子中的大部分地方还是未开垦的处女地，只要勤于耕耘，何愁不结累累果实？

（二）记忆的过程



人脑具有记忆力的生化过程是怎么样的呢？

人类记忆有三个阶段，分属三种类型：

(1) 感官记忆(sensory memory)，指个体通过视觉、听觉、味觉、嗅觉等感觉器官,感应到刺激时所引起的短暂（一般按几分之一秒计算）记忆。

(2) 短期记忆(short-term memory,简称 STM),指感官记忆中经注意而能保存,但不超过 20 秒的记忆。

(3) 长期记忆(long-term memory ,简称 LTM),指能够长期甚至永久保存的记忆。

这三个阶段如图 1-1 所示：

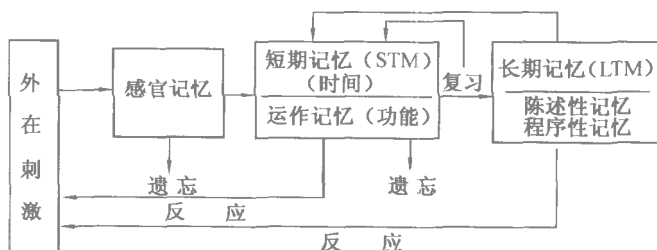


图 1-1 记忆的三个阶段示意图

感官记忆的典型例子是，我们为了给偶然联系的对象打电话，从电话簿上查找或向电话局查询到电话号码，随即记住去拨号。打完电话，那个号码一般就再也想不起来了。这种感官记忆和短期记忆的神经生理机制是，在进行记忆的时候，大脑里就建立起神经元模型或者同对象相对应的神经元模型就兴奋起来，建立起暂时的联系。等到事情办完，比如通话完毕，这些神经元模型就消失或停止兴奋，它们之间的联系也消失，电话号码就随之忘掉了。

我们平常所说的记忆，主要是指长期记忆来说的。茅盾在年逾八旬高龄，而且身有重病，亲笔撰写回忆录叙述过去 60 年的前尘影事，还是往事历历在目，描写得细致入微，读起来娓娓动人，这就是长期记忆的例子。长期记忆的神经生理机制就是某些神经元模型反反复复地接受刺激而连续兴奋，相互之间的联系变得很牢固。神经元是一种能被激动起来的细胞。一种经历或经验带来的刺激，可以引起它的电负荷的轻微变化，并且以电波的形式从神经元体向其周围支线，即“轴突”运动，从而刺激下一个神经元。神经元是通过电波来传递信息的。当神经元的电波到达周围神经元的轴突时，电波与轴突的相遇就产生出一种化学分子——神经递质。它们在突触处（神经元之间的结合点）对下面的神经元发挥效用，给它们以电刺激。由于神经元的这些特性，这就能够理解，一种经历或经验为什么能够在神经的经纬线上留下痕迹。从短期记忆过渡到长期记忆，即巩固已得到的信息，要求形成新的神经突触，或者使已有的突触稳定下来，不然它们就会被消除掉。

但是神经生理学家研究已表明，在脑细胞反复经受某个对象刺激而保持连续兴奋的时候，只有当这种刺激达到一定强度（称作“阈值”）之后，脑细胞里才会留下“记忆痕迹”，而且当这个对象刺激的频繁程度提高的时候，这个“阈值”就随着降低，也记忆得更牢固。例如，控制论创始人、著名美国数学家维纳的父亲是个杰出的语言学家，精通十几国语言。他在病重垂危的时候，神志已经不太清楚，可是他仍能准确无误地使用几种语言说

话,没有出现交叉混用的现象。

根据记忆的生化过程,我们可以把记忆分为三个互相衔接的步骤:识记,保持,再认或再现。

识记就是保持所获得的印象的过程。个人通过这个过程将外在刺激的物理特性(如声音、形状、颜色等等),转换成另一种抽象的形式,以便在记忆中存储并供以后取用。它是记忆的必要前提,不论是短期记忆还是长期记忆都离不开它。

记忆分为无意识记忆和有意识记忆两种。一个人毕生的记忆,大量的是通过无意识获得的。没有目的,不作任何努力,也不讲究什么方法,每个人阅历深了以后,都会记下浩如烟海的东西。唐代文学家韩愈说:“濡耳染目,不学以能”,大概就是这个意思。值得指出的是,这种记忆有一个特点,就是第一次往往就会产生强烈印象,有时候哪怕只有一次,也会终生难忘。

奥地利物理学家马赫,晚年在自传里回忆起他五岁的时候,一次在保姆的陪同下外出看到隆隆作响的风车,从此,一直深刻地印在他的脑海里,影响到他后来的科学工作。我们可以把首次强烈印象有助于记忆的这个规律加以利用,作为有意识识记的一种方法。有意识识记主要表现在学习上,我们的目标正是要提高这种识记的能力。这种识记又可以分为机械识记和意义识记。机械识记就是用重复的方法来巩固对识记对象的印象。意义识记是以建立新材料和记忆者已有知识之间的意义联系,以及新材料各部分之间的意义联系为基本的。

实际上，机械识记和意义识记这两种记忆方法往往可以结合起来运用。许多东西都要通过机械识记来记忆，比如语词、符号、字母、数字、地名、公式、人名、年代等。这种识记的一种有效方法是想方设法抓住对象的特征，把它记住。这种特征不见得反映对象本身的实质，而只是一种便于识记的提示。比如，识记三角学中的公式，可以利用它们的对称性。当然，这只能熟能生巧，没有一定法则可循。意义识记的特点是识记能力依赖于记忆者的知识积累，记忆者掌握知识越多，就越容易识记。博闻强记这个成语可说是道出了这样的“秘诀”。

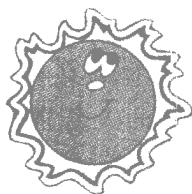
有助于意义识记的方法很多，各人可以根据自己的特点进行创造。这里举几种常用的方法，从梗概和总体着手，再进入细节记忆。这个方法尤其适合背记诗文。利用记忆对象各部分之间意义上的逻辑联系，也是一种好方法。例如，我们为了记住正负整数、正负分数、零、有理数、无理数和实数等全部实数概念，就可以抓住它们在数轴上的点相对应而构成整个数轴这条线索的特点，顺藤摸瓜地记忆。再如，提纲、表格和图表等都有助于识记。背记文章借助提纲，掌握外语语法利用表格，记忆地理事物运用地图，这些都是大家熟知的经验之谈。

记忆的第二个步骤是保持。它是指将识记的信息保存在记忆中，以备必要时检索，也就是把识记获得的记忆转变成长期记忆并且使它巩固起来。首先，保持是为了避免遗忘。对付遗忘的手段是复习。德国心理学

家艾宾浩斯研究出来的著名的“遗忘曲线”表明：遗忘的规律是，刚熟记不久的时候遗忘得很快，后来遗忘的速度就逐渐减慢下来。因此，为了保持记忆，学习后必须马上进行复习，并且要反复地进行。“学而时习之”实在是至理名言。复习也要讲究方法。争论和讨论就是有助于保持记忆的有效方法。有意识地寻找错误，比如做改错的习题，也是一种良好的复习方法。保持记忆的另一个重要方法是运用。实际上，争论和改错也是运用。关于记忆和保持的一些规律，我们将在后面重点展开讨论。

记忆过程的最后一环是再现或再认。再现是识记和保持的结果，同时又是评判它们的效果的标准。再现分无意识再认和有意识再认两种。前者是无目的地由于自然联想而重现的表象，后者才是有目的的回忆。回忆中尤其重要的是要努力克服困难的所谓追忆。记忆能力在追忆上表现最为鲜明。追忆的方法有些同识记和保持的方法相同。例如，借助对象的特征、梗概和总体，利用表格、图表、提纲等。追忆，最重要的方法是利用联想。再认，是指在重新遇见记忆对象的时候发生的恢复过程，情形同再现相像。

(三)保持与遗忘



1. 记忆保持的生理基础

记忆如何才能存在呢？一般认为，在感知、思维、情绪、动作等活动发生的时候，在神经组织的相应部位建立起暂时联系，联系形成后在神经组织中留下一定的影响或“痕迹”。这种痕迹的保持就是记忆。由于痕迹发生作用，联系得以恢复，就使旧经验以回忆、认知等形式表现出来。痕迹只是一种比喻的说法，不能把它理解得太形象化，像轨迹、踪迹那样。只能把它理解为原来的心理活动对机体本身的影响的遗留。对于痕迹，我们主要了解它的作用。

痕迹是一种什么性质的变化？一般认为，痕迹是暂时神经联系接通的难易的改变。学习使联系的接通由难变易，这种改变的保持就是记忆；联系的接通由易变难就是遗忘。

较长时间的记忆，涉及的神经组织比较复杂，范围更为扩大。许多实验研究证明，长期记忆和短期记忆可能涉及范围不完全相同的神经组织。例如，有人用墨鱼做过实验，使墨鱼学习不攻击带白色标志的小蟹，攻击时予以电击。正常的墨鱼很快就可以学会放弃攻击行

为，把墨鱼的脑神经节的腹部去掉，如两小时试验一次，它永远不能学会放弃攻击行为；但如改为五分钟试验一次，它又很快可以学会放弃攻击行为。这表明，去掉脑神经节的腹部，影响较长时的记忆而不影响短时的记忆。有些脑病伤的人特别是某些部位（如颞叶中海马区）受伤的人，短时的记忆常受影响，而利用旧经验解决问题或执行熟练技能操作，并不受影响。

许多病理观察材料证明，人的颞叶和长期记忆也有密切的关系。用电刺激颞叶往往能引起早年经验的回忆，这称为“诱发回忆”。脑电波的研究也表明，长期记忆与颞叶的活动有关。一种可能的情况是，瞬时和短时记忆涉及的神经组织范围较狭，而长期记忆涉及的神经组织范围较大。由于涉及了较大范围的神经组织，联系的范围也就随之扩大，经验在记忆中的各种变化也就容易发生了。

所以，对于我们来说，尽可能的扩大自己的知识视野，将有助于我们提高记忆的效率。我们常常看到，知识越丰富的人越容易记住新知识。这是因为，记忆的本质就是在大脑皮质建立暂时联系。知识越丰富，越容易进行联想，也就越容易建立暂时联系。一个有丰富化学知识的人，记住一项新的化学合成工艺过程比缺乏化学知识的人容易得多。一个掌握了一门外语的人，再学第二外语就比一点不懂外语的人容易得多。学会打篮球，再打排球就容易些。爱因斯坦对 24361 这个电话号码一下就记住了。他不是死背，而是应用已有的知识，把这个五位数联想为两打与 19 的平方。两打就是前两位

数字 24 (1 打为 12 个), 19 的平方正好是后三位数字 361。如果没有数学知识, 是不可能一下子就把这个号码记住的。

2. 记忆内容的变化

记忆是经验的保持, 但是这种保持不能理解为像在保险柜或冷藏库中那样的保存, 经验在记忆中还是发展变化的。几个人同时读一份材料, 如《水浒传》上的三打祝家庄, 要求每人尽量记得全面、准确, 过了一定时期, 要大家复述, 各人的复述都不会完全相同, 大同之中会有许多差异。这些差异既有量的差异, 也有质的差异。

在讨论回忆与定向时已经谈到, 回忆受任务、认识活动趋向等的影响, 致使回忆出来的和识记的材料会有一定差异。许多人曾用识记后根据回忆画出原图的方法研究图形的记忆, 结果表明, 根据回忆画出的图形和原来识记的总有一些差异。图形越复杂, 间隔时间越久, 重复次数越多, 变化越大。

无论根据回忆画出的图形, 还是再认时误认的图形, 和识记的图形比较, 表现出来的变化, 大致可以分为下列各类: 第一类, 简略、概括。原来图形中的有些细节, 特别是不甚重要的细节趋于消失, 重画的或误认的图形和识记的图形比较, 一般更为简略、概括。第二类, 完整、合理。重画的图形, 常较识记的图形更为完整、均衡, 更为合理, 更有意义。再认图形时也有选择这样图形的趋向。第三类, 详细、具体。和简略概括的趋向相反, 在有的重画的图画中增添了识记图形中所没有的细

节,使图形更为详细,更接近具体事物。再认图形时,也有时表现同样的趋向。第四类,夸张、突出。和完整合理的趋向相反,在重画的图形中或再认时误认的图形中,可能把原来识记的图形的某些特点突出、夸大,使它更具有特色。

对语文材料特别是情节复杂的描述文字的记忆,隔一定时间以后,根据回忆复述,往往表现同样的趋向。产生这些变化的原因,可能是记忆中的映象受了新旧经验的影响,又形成了新联系,使记忆中的经验的某些部分占了优势,得以突显出来;也可能是由于在记忆中发生了泛化,记忆的内容就更加概括简略了。

经验在记忆中发生的量的变化,最显著的是遗忘,即记忆的内容随着时间间隔的延长而越来越少。但短时间内在一定条件下,也有例外的情况,即所谓记忆恢复现象。有人在实验中要儿童受试者识记诗歌、故事,学习终了时检查记忆情况,过了一天或两天再检查一次,结果发现许多儿童过了一两天后记忆诗歌和故事的内容比识记后还要多。许多人重复做了这类的实验,得到同样的结果。证明儿童过了一两天的记忆成绩有时比学习后立刻的记忆成绩好。这是记忆的恢复或增长,它不是由于在间隔时间内复习或学习其他材料所致(这些在实验中加以控制了)。记忆恢复的现象,儿童比成人较为普遍,学习较难的材料比学习容易的材料,学习程度较低比学习纯熟,更易看到。一般认为,识记恢复现象所以发生是由于在识记时有积累的抑制,影响识记后的记忆成绩,过了一定时间,抑制解除,记忆成绩可能

增高。也可能是由于记忆在识记之后需要有一段巩固发展的过程,以致在识记后某一时间间隔内记忆成绩最好。

(1) 遗忘和遗忘曲线。对于识记过的事物,不能回忆,称为遗忘;不能回忆的有时还可能认知,既不能回忆又不能认知,一般称为完全遗忘,虽然以前学习的影响还可能表现在重学或其他方面。

艾宾浩斯首先对遗忘现象做了系统的研究。他把实验室实验方法引进学习、记忆和遗忘中的研究。他详尽地研究了学习、记忆和学习材料的性质、组织、数量等条件的关系,以及学习巩固程度、学习后时间间隔对记忆和遗忘的影响等问题。为了使学习和记忆尽量少受旧有的和日常工作经验的影响,他应用了无意义音节作为学习、记忆的材料。他以自己做受试者,把识记材料学到恰能成诵,过了一定时间间隔,再行重学,以重学时节约的诵读时间或次数,作为记忆的指标。他一般以 10~36 个音节,作为一个字表,在七八年间先后学了几千个字表。遗忘曲线是他的实验结果中的一例(图 1-2),其中横轴代

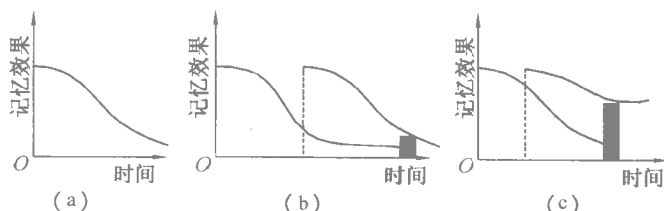


图 1-2 艾宾浩斯的遗忘曲线