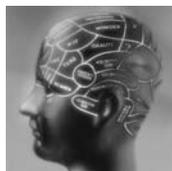


## 记忆功能是大脑建构的生理 结构连接模式激发及其特性的展现



### 第1节 大脑记忆功能的建构

#### 1. 大脑建构记忆功能与大脑内在性生理结构基础

为了给网络神经系统传输信号提供必需的能量，大脑本身具有很强的、高度不同的复杂的生物场域<sup>①</sup>，生物场域内有着各种不同形态的能量（包括化学能、电能、热能、热电效应、人体动能，还有线粒体提供的综合能量和血流量、耗氧量变化产生的能量，及它们之间转化发展过程产生的各种形式和体态的能量等），不同形态能量在不同生物场域内各自地存在，但更多的是彼此之间处于转化发展状态之中，简称生物场势<sup>②</sup>。这种生物场势可能与概率场最类似，随着大脑神经活动的变化，这种生物场势及其各种形态能量，永远处于随机涨落的态势。大脑生物场势也称作大脑级生物场势，是人身体生物场势的最重要组成部分。大脑级生物场势又由不同功能区、细胞柱、神经元等各级生物场势（简称大脑中各级生物场势）所构成，小的生物场势可以建立在脑细胞级（神经元）、突触结构水平之上。大脑凭借基因遗传所决定的生理结构和特性及其神经活动产生的大脑级生物场势和大脑中各级生物场势及其各种形态能量的支撑和供给，才能保障网络神经系统发生神经事件。

网络神经系统由中枢神经系统（包括脑和脊髓，二者占人体神经元90%以上）和周围神经系统构成。其中大脑是人身体神经活动的指挥中心，有100亿~150亿不同类型神经元（霍普金斯大学神经科学教授戴维·林登认为大脑约有1000亿个神经元，有的科学家认为有2000亿个神经元），分别或共同分布在大小不同的功能区内，与细胞柱、各种胶质细胞、多种突触、树突棘、神经纤维、不同受体与相关化学物质等，共同构成大脑生理结构组成部分。初生婴儿大脑生理结构组成部分具有许多特性，对主客观事物多种多样规定性与不断变化情境模式特征（以下简称情境模式）刺激需求具有迫切性、敏感性，同时产生可塑性、联

---

① 场域指置于相对同一空间的所有事物，把这一空间内、外事物转化、发展、联系的关系解开，就可以想象到所有事物在抽象空间的状态。

② 在所置的大脑和不同功能区、细胞柱（群）、神经元空间，把各种形态能量变化及相互转化关系解开，可以想象到在不同的抽象空间状态，各种不同形态的能量转化发展，称为生物场势。

合性、协同性等特性。在主客观事物情境模式刺激下,以大脑生理结构组成部分为主,包括相关脊髓、周围神经系统中不同的神经元等参与,与突触、受体、化学物质等共同建构巨大数量生理结构连接模式,不断使大脑庞大复杂网络神经系统得到质的建构和提升,于是“大脑神经系统里满是错综复杂的连接,这些连接产生了无穷尽的反应。”<sup>①</sup>只有大脑网络神经系统建构能力提升,大脑才能“以一定的神经活动动态模式对周遭环境作出应答”,<sup>②</sup>从而展现出记忆功能。

记忆是个体一生中大脑至少一次或多次重复某种事物经验而出现的表象或想象,反射在身体效应器上做出对应的言行表情。记忆是人的大脑最低层级,也是最基础的功能之一(人类大脑第一功能),也是维持人的生存必不可少的基础。记忆是大脑大量后天经验和理论知识的积累,并保存在生理结构连接模式建构过程中。在实践活动中,大脑对知识和经验不断地回想和反射,记忆功能是生理结构连接模式建构并激发表现出的一种特性及其展现出的能力。

记忆是建立在学习基础上的。学习是大脑经过不同感觉系统,各自不断地接受客观事物多种多样规定性及其变化过程的情境模式特征(简称情境模式,或者称作情境模式特征)刺激,建构大量各种各样生理结构连接模式,获得新的知识和经验的行为过程。任何情境模式都是通过个体感觉系统,对新生儿及其个体大脑终生产生刺激。情境模式刺激促使大脑相对应网络神经系统发生分化,大脑生理结构组成部分建构大量各种各样生理结构连接模式,这就是大脑学习的开始。“学习本质上是大脑生理结构受情境模式刺激,建构动态生理结构连接模式的存储过程,记忆则是从大脑存储的动态的生理结构连接模式库中开启、恢复的过程”。没有知识学习的保存过程,就没有记忆的开启、恢复过程。当然没有记忆开启,无法检验学习的效果及其存在的价值,二者对应统一。在大脑生物场势支撑基础上,大脑生理结构微观形态改变、重新塑造和建构,产生新特性并展现向功能转换的过程。

学习是建立在人的感觉系统及其对应的大脑本身生理结构和特性基础上,大脑建构新的生理结构连接模式及其特性的展现,才有生理结构功能转换活动过程发生。个体有五种感觉系统和本体感觉系统(主要是大脑本体感觉),各自有独特的或综合的生理结构及其神经连接传输方式,将感觉到的情境模式特征产生的刺激转换成信号,传输到中枢神经系统中相关功能区。不同感觉系统感觉器连接着对应的大脑中枢神经系统,连接和信号传输过程高度复杂。中枢神经系统多次选择、加工、淘汰或扬弃传来的信号,使大脑生理结构组成部分发生微观改变并且相互之间连接成一个整体,整体就是大脑建构的生理结构连接模式。需要身体效应器言行表情表达时,有关脑功能区和中枢神经首先将加工基本完成的生理结构连接模式激发,通过神经连接路径传输并反射到身体可以活动的肌体部分,即对应的效应器上,做出对应言行表情表达。大脑加工基本完成的神经结构连接模式,是动态活动的生理结构连接模式,使大脑有关生理结构组成部分和肌肉细胞之间组成序列的连接结构,构成了多种多样不规则,甚至是多形多态、多重多维循环反馈式的神经回路。其中神经元、突触、受体是感觉系统和神经回路中最重要的信号传输和转换的生理结构组成部分,在大脑记忆功能中起关键作用,也是神经系统遗传、结构及其具有的特性的功能的基本单位。

神经元通过其树突接收其他(一个或上千个)神经元轴突传来的神经冲动,然后神经

① [美]詹姆斯·卡特拉. 生物心理学[M]. 苏彦杰,译. 北京:人民邮电出版社:2011:58.

② [澳]约翰·C·埃克斯勒. 脑的进化——自我意识的创生[M]. 潘泓,译. 上海:上海科技教育出版社,2007:161.

元加工神经冲动信号并产生神经递质，再通过轴突传递到轴突末端，轴突末端与下一个神经元树突连接，形成突触的结构，突触通过多种方式释放神经激素，“以量子水平释放不同的神经递质。”<sup>①</sup>轴突与树突连接中间有一个微小间隙，信号到达轴突末端，由末端多种神经激素泡囊，根据不同神经事件释放不同的神经化合物递质，跃过间隙，到达下一个具有特异化功能的神经元树突并被接收，这是化学突触传递信号的方式。突触前的电脉冲可以直接传递到突触后部，称为电突触。电突触“是缝管连接（gap junction）样的桥状结构”，<sup>②</sup>是电突触传递方式。神经冲动信号将不断传递下去。可见突触的精巧微观结构对信号传递非常重要。神经元、突触的形态结构与其特性和功能有着密切的关系。神经元的形态决定树突、轴突的形状和结构。树突的形态多种多样，表现出不同神经元类型的主要特征，不同类型神经元是大脑建构不同记忆功能的关键因素之一。突触的分型导致其功能的不同，具有重要的意义。如电突触、化学突触、混合突触等，每种突触之间存在较大的结构、特性、功能的差异。

## 2. 大脑建构记忆功能过程与对应大脑生理结构和特性的反应

伦敦大学对刚出生的婴儿所做的一项试验证明，“最先使婴儿做出反应的刺激之一就是目光的接触。研究人员利用传感系统记录初生婴儿的脑部活动情况，他们发现婴儿从出生第二天开始，对接触他人目光很敏感。”他人目光对婴儿而言也是情境模式，其他科学家的研究也表明，比起其他刺激性情境模式，刚出生的婴儿更喜欢人的面孔（或者类似面孔的物体），不过这种对面孔的偏爱在1~2个月的时间内就会很快消失。还有科学家观察初生婴儿大脑，认为婴儿在睡眠时可通过声音情境模式刺激学习。对应声音情境模式刺激，大脑相关的生理结构组成部分之间发生微观形态改变并留下印迹，印迹相互建立联系路径，这正是大脑重新塑造的开始，建构对应声音的动态生理结构连接活动模式，这种模式建构证明婴儿大脑在学习这种声音并记住了对应的声音。

新生婴儿大脑重360克（有的资料介绍为390克），出生后大脑继续生长发育，包括神经纤维的迅速生长和神经元之间的突触增多，“出生后，最终控制走路、说话的神经网络将飞速生长”。<sup>③</sup>大脑生理结构和特性进一步分化并向成熟发展。初生婴儿大脑除少量遗传的生理活动天然连接模式，即几种本能反射功能外，华生（John B. Watson）和洛克（John Locke）认为“婴儿大脑是一张白纸，要由经验来书写”。所谓经验对大脑开始书写，就是情境模式对大脑刺激，使大脑生理结构组成部分开始重新塑造。重新塑造使大脑相关生理结构组成部分的结构发生微观形态改变并发生联系或连接，连接后形成某种动态活动生理结构模式，并产生某些新特性，这就是婴儿大脑建构大量新的生理结构连接模式的过程。出生婴儿本我即先天遗传的大脑生理结构和特性，从第一天开始，“言语的声音已能引发大脑左半球较多的电活动”，大脑生理结构和特性重新塑造。新建构的生理结构连接模式激发，展现许多新的特性，包括大脑形成表象产生的记忆功能。

刚出生的婴儿大脑因其遗传性而具有生理结构和特性，但功能几乎是一片纯真空白，或

① [美] 莱维坦 I B, 卡茨玛克 K L. 神经元：细胞和生物分子学 [M]. 北京：科学出版社，2003：127.

② 张自立，彭永康. 现代生命科学进展 [M]. 北京：科学出版社，2007：266.

③ 戴维·迈尔斯. 心理学精要 [M]. 黄希庭，译. 北京：人民邮电出版社，2009：74.

者说一片混沌(表现在脑电波维度不同程度的混沌)。混沌状态的脑细胞,处于被把握和被重塑(主动接收信号刺激)的待激状态,能够随时接收情境模式刺激传来的信号并做出反应。接受情境模式刺激是神经系统的本质需求。这种待激状态,是大脑生理结构中十分重要的特性之一。情境模式微弱的信号刺激,就会使大脑有关脑功能区信息量大增,从而促使大脑功能区、功能细胞柱(亦称细胞群,以下称细胞柱)、神经元、突触、树突棘、神经纤维等发生微观形态改变。其中“树突棘是树突表面的芽状或刺状小突起”等,“树突在信息传递过程同时改变自身形状”。<sup>①</sup>“功能细胞柱概念的建立,使人们对大脑皮质功能研究从区的水平提高到‘柱’的水平和细胞水平。”<sup>②</sup>

当婴儿第一次看见他人的脸形,即接受他人脸形情境模式刺激,通过复杂视觉感受器加工,包括两种感光器参与,首先扫视他人脸上具有强刺激特征的眼睛图形和眼光,接受眼睛图形和眼光情境模式刺激并转为信号,又将信号通过对应类型神经细胞转成电脉冲,神经细胞以百万分之几到千分之几电子伏特电脉冲形式传输,使接受电脉冲的细胞感应并发生自身特异化,激化后释放神经激素或递质,通过该细胞轴突前端形成的突触释放,传递给大脑有关细胞柱中下游不同类型神经元,它们接受并激化,分泌激素,同时传递给其他一个或几个脑功能区中不同类型神经元,它们同时接受并激化。如此“接力”传输下去,是程序化、有选择性的传输。传输的过程同时建构为视觉路径,视觉路径包括大脑枕叶纹区皮质优势柱(它们是视野内某点的代表区)中所有不同类型神经元、突触,其中大部分发生了微观(或超微观)形态改变,还有神经元、突触的空间生物场势同时发生调整(包括血液和脑脊液的增多等)。20世纪50年代杰勒德R.就提出“神经纤维也因传导冲动而稍微增强”,这一现象只能持续几分钟到几小时。神经元、突触、树突棘、受体和化学物质发生微观形态变化,生物场势调整,神经纤维活动稍微增强,是不同客观事物情境模式刺激使其生理结构改变后留下的印迹。

纽约科尔德斯普林实验室神经科学家卡雷尔·斯沃博达早先发现,老鼠大脑内40%的突触在几周的时间内发生了改变。老鼠仍保留了早些时候的记忆,只是科学家不知道怎么回事。神经元之间突触因传输信息而发生形态改变是学习和记忆的基础。美国莱维坦I. B.和卡茨玛克L. K.合著的《神经元:细胞和分子生物学》对突触“长时程增强”(long term potentiation, LTP)这种现象提出看法,“它出现在几种不同的中枢神经和周围神经的突触中,但研究得最多的是海马。”<sup>③</sup>经过短暂的强直性刺激,突触强度增加可持续数周。上述所有观察和研究说明,通过人体感觉系统接受情境模式刺激,在大脑生理结构组成部分(尤其神经元、突触等之间)具有联合性与协同性等特性的基础上,上述有关的生理结构组成部分形态改变留下的印迹之间彼此因传输信号过程发生联系,因此留下的印迹之间建立高度复杂的连接路径,称作印迹路径。大脑接受情境模式刺激后,有关的生理结构组成部分之间都会建立印迹路径的联系。更多的印迹路径的建立,是大脑新建构的生理结构连接模式的基础。从情境模式刺激到大脑有关生理结构和特性,建构的生理结构连接模式相对基本完成,这一过程称为神经事件。参与神经事件的多数神经元、突触、树突棘微观形态发生改变并相互连接,同时有相关

① 周加仙. 学习与脑可塑性的研究进展及其教育意义[J]. 心理科学, 2008(1): 152.

② 朱长庚. 神经解剖学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 665-666.

③ 莱维坦I. B., 卡茨玛克L. K. 神经元: 细胞和分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 347.

受体和化学物质参与,生物场势调整过程发生,尤其突触(目前对突触研究比其他大脑生理结构组成部分研究更容易)改变最为明显。

其实,目前科学水平已经能观察相关的神经元、突触,包括相关肌肉细胞局部的微观空间,在电信号或化学信号的强直性刺激下,神经事件多数参与者要发生微观形态改变。“已有报道发现,在 LTP(长时程增强)出现后几分钟,神经元发生了超微结构改变,树突棘数量增多,以及树突棘和树突干突触增多”等。

从生物学角度看,生物体任何局部的形态改变,主要是微观或超微观的形态改变,是生物体局部、微观的生理结构组成部分发生了物质重组的结果。物质重组就是重新塑造,印迹路径正是物质重组结构最简单的基础性产物,最终大脑建构的是生理结构连接模式。建构生理结构模式时,对应大脑级或大脑中不同级生物场势同时发生调整(二者也受神经激素生理调控)。情境模式对个体感觉系统产生刺激,通过感觉系统细胞表面分布的不同种类受体(据报道科学家估计仅 G 蛋白偶联受体就有 1000 种,对光线、味道、气味以及肾上腺素等化学物质十分敏感),相应的神经元局部发生微观物质变化,目前已经可以确认突触囊泡数量和密度的变化、线粒体密度、突触终末面积和长度的变化、突触之间连接界面曲率变化等,突触可塑性就是对外界信号的回应,尤其是树突的侧棘对外界反映更具可塑性。“近 50 年来已有大量证据证明神经系统有较大可塑性,这种可塑性表现在神经系统某部位神经元和胶质细胞的排列方式、神经元树突数量、突触连接神经元的受体与功能方面。”<sup>①</sup>还有因电信号或化学信号的参与和刺激,神经元冲动,突触囊泡释放神经激素或递质,与突触后细胞的特异受体结合,因化学分子弥漫,突触后细胞引起一系列分子级化学反应。突触是电信号或化学信号传递的关键,“如突触囊泡、突触膜和突触间隙随着神经系统的活动发生一定的变化,说明突触不是固定静止的,其结构和功能可以发生变化。”<sup>②</sup>

卡雷尔·斯沃博达观察的老鼠大脑 40% 的突触在几周内发生的改变,是老鼠在情境模式刺激下发生微观形态改变而留下的印迹,说明同突触 LTP 形态改变已保存在大脑有关神经元生理结构当中。老鼠仍然保留早些时候的记忆,与早些时候突触发生的形态变化有着相对应的关系。“实验证明,对视觉和听觉路径几分钟的刺激便可使其突触形态发生变化,同样在学习过程中也可以引起其结构和功能的改变。”<sup>③</sup>味觉、嗅觉和触觉及其他感觉系统受到的情境模式刺激,与眼睛看见情境模式受到刺激的机理大致相同。突触以及神经元形态的变化,尤其是突触形态长期改变留下的印迹路径,似乎成为信号(不止一种信号)传递专用的印迹路径资源。这些印迹路径资源,还包括增加树突长度、增加或减少树突棘(spine)的密度、突触的形成、增加胶质细胞的活动等。因神经事件而留下的种种印迹路径,是大脑产生生理活动的反映和学习记忆的基础。

人的眼睛图形和眼光是外在性客观事物情境模式,不同结构部分的光亮度反射频率不同,刺激婴儿视感觉器时,会引起婴儿视神经不同频率的冲动,以电信号或化学信号传递到大脑有关突触、神经元、细胞柱、大小功能区。“目前已知大脑皮质中有 16 个脑功能区与视

① 朱长庚. 神经解剖学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 644.

② 朱长庚. 神经解剖学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 230.

③ 朱长庚. 神经解剖学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 231.

觉有关”,<sup>①</sup>有的资料认为大脑皮质中有32个脑功能区与视觉有关。用神经科学专业术语讲,传递冲动或叫传递信号,需要多个功能区之间建构印迹路径,它是大范围、结构复杂的印迹路径,神经科学称之为大回路,实质就是生理结构连接模式。各自功能区内、外之间建构的印迹路径数量更多,小范围相对短的印迹路径,称作小回路或微回路。大回路、小回路或微回路既分工又协同作用,甚至反馈式地传递与接收,构成了极端复杂的信息传递与加工过程。这个过程就是大脑生理结构组成部分连接的过程,建构的是不同复杂程度的生理结构连接模式,神经科学把它称作神经回路。

一次神经事件,或者说一次简单的情境模式刺激,大脑不同功能区有相当数量的不同类型神经元、突触、树突棘发生对应的形态改变。但是,神经元、突触、树突棘形态改变也不是神经事件对客观事物情境刺激反应的唯一表现形式,同时也会有神经元、突触以另外一种相对隐性(异突触LTP)改变形式参与。卡雷尔·斯沃博达文中提到,40%突触发生形态改变,还有60%的突触没有观察到形态改变,可以推想这60%突触以隐性形式参与:第一,大部分没有参与因对应的客观事物情境刺激而发生的神经事件;第二,有的突触参与神经事件,但“没有被激活的突触不会出现势差增长”,而不需要以形态改变的形式参与;第三,即使参与神经事件,肯定发生物质重组,但不知道是否通过电突触缝隙将神经激素以离子和小分子(最小量化分子水平)从一个神经元直接转移到另一个神经元,这是目前技术水平无法观察的;第四,“即突触后神经元接受突触前传来的冲动,仅有电位等级的变化,并没有发放(firing)发生。”<sup>②</sup>在大脑记忆机制中,就存在这种神经元膜的电位变化。上述情形除未参加神经事件外,所有未观察到的形态改变,称作隐性形式改变。

不管显性(同突触LTP)形态变化,还是隐性(异突触LTP)形式表现,它们都有个共同的特征,那就是物质(包括离子和小分子水平级)重组和必然的生物场势调整。尤其每个神经元都是一个由分子构成的控制系统,它们的物质结构改变会达到分子水平、量子水平(神经递质释放量子化),生物场势达到细胞级空间水平的调整,储存在极小的空间生物场域内的各种形态能量发生了调整,这时量子物理学过程就会起重要作用,并由此可能悄然地调整了局部结构的物质重组。例如,突触后细胞接受了突触传来(或弥散过来)的神经递质,突触后细胞肯定有分子水平化学物质反应,导致突触后细胞膜对某些离子通透性改变。不管发生形态,还是以另外形式表现的神经元、突触,只要参加神经事件,总是被电信号或化学信号作用过,或者说被情境模式刺激过。刺激使相应的神经元、突触和树突棘在几小时或几周内保持较高敏感性。第一次刺激就是第一次训练那些神经元、突触、树突棘等,有关细胞柱、功能区也有连带反应。第一次建构印迹路径时被刺激并发生过微观形态改变的神经元、突触、树突棘,以后即使微弱的相同情境模式刺激都会使微观形态重复改变,或加深改变,并使之进一步巩固加强。不论第一次还是以后多次,相同情境模式强直性刺激还是长时程刺激,通过神经元、突触、树突棘等进行物质重组和新的形态表达,但空间生物场势调整程度不同,后来多次调整比第一次建构消耗的各种形态能量要少并且供给迅速。

大脑经过神经事件产生神经回路,或者说建构生理结构连接模式,信号显性或隐性传导涉及肌细胞、神经元、突触、细胞柱、大脑功能区,其生理结构连接模式有多种形式,并分

① 张自立,彭永康.现代生命科学进展[M].北京:科学出版社,2007:276.

② 张自立,彭永康.现代生命科学进展[M].北京:科学出版社,2007:278.

布在不同脑功能区，主要是将不同类型神经元、不同种类突触、树突棘及有关大分子（如蛋白质，包括将情境模式信号转化为神经信号的那类 G 蛋白偶联受体和化学物质等）组合连接为一体，由大脑生理结构组成部分构成大集合体（集群）。大集合体实质是新的多套生理结构连接模式的建构。新的生理结构连接模式特性激发，展现出记忆功能，产生一定智力。“同样，智力活动也不是个别分子、神经元、离子通道、突触的行为，而是对不同层次关联而建立起来的复杂而精细的神经回路网络系统整合的行为。”<sup>①</sup>

生物学家和发展心理学家皮亚杰提出的建构学和图式观点认为，神经事件使大脑建构了印迹路径。印迹路径具有多种形式，以大脑生理结构组成部分之间的连接为基础。印迹路径在大脑空间以复杂的多种多样的形态分布，形成一种图式并保存。所以，印迹路径是一种图式，称作印迹路径图式。不同大小和复杂度的印迹路径图式，在大脑空间呈多种多样的形态分布。图式可理解为对印迹路径的形象描述，印迹路径产生的许多特性来源于图式，也可以理解图式专指情境模式刺激与印迹路径的中介；从神经系统信息传输路径观点出发，神经科学认为神经事件使大脑产生了神经回路，用澳大利亚诺贝尔奖获得者、生理学家约翰·埃克尔斯话说，使大脑产生了“设计精巧的神经回路”。神经回路同样在大脑空间中都呈复杂的多种多样的形态分布；约翰·埃克尔斯更关注的是，神经事件使大脑生理结构组成部分之间形成了生理结构连接模式，不同的生理结构连接模式，在大脑空间同样呈多种多样的形态分布。

印迹路径图式、神经回路与生理结构连接模式这三种称谓，是从不同学科角度提出的不同专业术语，意义大体上相同，可以说是同义词，都是在基因遗传决定的大脑生理结构和特性的基础上，通过不同感觉系统接受客观事物情境模式刺激，在大脑不同生理结构组成部分发生微观形态改变后，相互联系，彼此协同作用，联合互动，并超越临界点而建构的产物。

从生理结构学观点来讲，这种产物的结构在大脑空间可以从理论上分为不同层次，它们相互之间永远处于转化发展过程中，分别激发，展现出各自不同的特性和功能。所以，约翰·埃克尔斯提出大脑生理结构连接模式的概念，比印迹路径图式、神经回路更有意义。从大脑功能研究角度出发，皮亚杰的建构论观点认为生理结构连接模式是大脑自身建构完成的，是艰难的建构过程。因此，下面用建构、大脑生理结构连接模式（以下简称生理结构模式，以套计）概念，作为本书广泛应用的概念。

情境模式刺激，通过大脑中电信号或化学信号，使大脑结构组成部分发生相互联系，彼此协同作用，联合互动，转化发展，并超越临界点，这个过程称为建构。大脑建构完成的生理结构模式激发并展现，使大脑产生记忆功能。

大脑生理结构模式虽然在大脑空间呈多形态分布，如隐形墨汁在一张白纸勾画出淡淡的高度复杂的图形，在纸的不同部位之间有了印迹路径的联系，隐形墨汁干了以后，看似无痕，但生理结构模式建构基本完成，不激发时处于湮灭（静息）状态，有关仪器很难发现其存在。

### 3. 基因遗传的婴儿大脑“本我”是“自我”建构的起点

婴儿出生，基因遗传决定了大脑生理结构发育和空间分布，包括功能区、细胞柱、神经

<sup>①</sup> 郭爱克. 从研究脑的发育和可塑性来揭示脑与智力和创造性的关系 [J]. 生命科学, 2006 (1): 15.

元、胶质细胞、突触、树突棘、神经纤维及其各种受体和相关化学物质等,简称大脑生理结构组成部分。包括大脑在内的身体“本我”(不是弗洛伊德所指的“本我”),都是先天基因遗传决定、生来存在的“本我”。“本我”可以理解为由身体与大脑两部分构成,二者都具有生理结构和特性,但大脑“本我”的生理结构和特性尤其特殊。随着身体和大脑二者“本我”的生长发育,通过后天新陈代谢物质置换而不断地趋向生理成熟,身体和大脑都会向自我成熟方向发展。身体“自我”的大脑,是将来基本完成“自我”建构的寓所,也是“自我”的物质载体和展现的平台。美国心理学家 David R. Shaffer 在《发展心理学》中描述,“在生命的第一天,言语的声音已能引发婴儿大脑左半球较多的电活动”,从此大脑的“本我”(先天出生的大脑具有遗传决定的生理结构和特性)开始演进、分化,并逐步不断地发展升华,又被不同程度地扬弃,再演进,再分化。

遗传基因决定的不同种类神经元具有许多特异性,其中之一就是不断地接受其他神经元神经脉冲,汇聚到一个神经元的突触而激活该神经元。而该神经元选择性接受神经脉冲后,分泌不同种类神经激素或递质,紧接着发放一个神经脉冲,沿着轴突分支或出芽放射,激活下游几个或几百个神经元,从而使神经元之间形成冲动。接受神经脉冲的神经元及其突触,发放神经脉冲的神经元及其突触,都会发生微观形态改变,传递不同情境模式刺激信号(包括不同光波、味道等),是神经元、受体、相关化学物质特异化生理特性的具体展现。大脑生理结构组成部分具有联合性、协调性、可塑性等特性产生的生理学基础,使大脑生理结构组成部分重塑并建构生理结构模式。在建构生理结构模式过程中,大脑生理结构组成部分不断地被冲动并传递冲动,正是被选择、加工而参与建构的过程,有的被淘汰或被扬弃。其中一件神经事件,可以使神经元之间,甚至参与建构的每个神经元,通过突触与几百或上千神经元、突触连接,建构不同的生理结构模式时,建构过程使大脑本我不断被改造,从此本我的大脑及其生理结构组成部分,成为向自我建构转化发展的起点。以具体的“本我”为起点,建构巨大数量各不相同的生理结构模式以后,本我大脑最终转化发展为自我大脑。

如果说,自然界客观事物结构和特性可以称为资源,将自然资源转化为人类的需要的东西,必须经过人类不断地转化加工,改造形态,细致雕琢,重新组建,为满足人类物质和精神生活需要而展现其新功能,世界才会如此多姿多彩!基因遗传决定的婴儿大脑生理结构组成部分,尤其是神经元、突触、受体等具有的特异化特性,包括对情境模式刺激需求的迫切性、敏感性、可塑性、联合性和协同性等,是高度复杂的具有生命特征的人类最宝贵资源。同自然界客观事物一样,经过自然发展、生命进化、选择造就等,成为本我大脑宝贵的生理结构资源。通过感觉系统接受情境模式刺激,自然信号在大脑转化使其宝贵资源的结构微观形态改变,将宝贵的本我的大脑生理结构和特性资源,重新塑造并建构为具有新特性的生理结构模式,从而形成新的资源并具有某种功能,这是大脑本我转化为自我的开始。如铁的结构和铁的延展性、导电性、坚韧性和抗压力等特性的存在,并不等于铁具有了这些功能本身,只有经过人为加工和改造,制造成导线、铁皮、钢筋、钢管、轨道等各种形态以后,新的形态具有各自新的特性,各种特性展现是对应的各种新功能产生的基础和根据。同样,大脑生理结构和特性,必须通过刺激、信号传输、转化发展即加工改造,发生微观形态改变和重塑,改变后新的形态之间再连接,联合协同,大脑才能建构新的生理结构模式。新建构的生理结构模式特性展现,才是大脑具有相对记忆功能的基础和根据。从情境模式刺激到感觉系统接收信号,信号传输到大脑相关生理结构组成部分,相关生理结构发生形态改变和重

塑，建构新的生理结构模式，这是一个完整的建构过程。所以从建构学意义上讲，大脑重新建构的生理结构模式，产生记忆功能，是大脑本我向自我转化的开始。

总之，生理结构模式建构过程，说明本我不能自行转化发展为自我，它依赖于以下因素：第一必须在基因遗传基础上，婴儿大脑生理结构和特性的存在是建构生理结构模式的内在性根据；第二必须有情境模式刺激，这是大脑建构生理结构模式的外在性根据；第三通过感觉系统接受不同情境模式特征刺激，对大脑生理结构组成部分选择性地加工，或淘汰，或扬弃，再加工等多次中介改造过程，才能转化为自我。其中本我的大脑生理结构和特性是基因遗传的产物，但大脑自我的各种功能是后天大脑本身建构的产物，不是基因遗传的直接产物，因此自我大脑的各种不同功能（包括记忆以及后来建构的思维、意识等）不能遗传，只能自身建构。

#### 4. 大脑生理结构、特性发生转化发展的过程是建构记忆功能的根据

从哲学角度看，任何客观事物情境模式都具有结构和特性，特性展现产生对应功能。经过人类大脑适当合理地把握和改造，使其发生形态改变，产生新的结构和特性，新的特性展现产生对应的新功能。这一原理也适用于人类大脑，美国认知科学家 Michel S. Gazzaniga 说：“功能基于结构，这是生物学的一个核心原理。”<sup>①</sup> 基因遗传决定的大脑生理结构和特性，经过可塑性改造，大脑建构新的生理结构模式。新生理结构模式产生新的形态，新的形态具有许多新特性，新特性展现产生新的功能即记忆功能。整个过程都是在大脑生理结构和特性发生转化发展过程中完成的。

大脑功能区、细胞柱、神经元、胶质细胞、突触、树突棘、受体、相关化学物质、神经纤维等，都是基因遗传决定的大脑生理结构组成部分，都是具有生命的物质，这些生命物质各自具有生理结构和特性。这些特性由不同类型神经元及分布在细胞表面不同受体决定，“一些受体分布在鼻子、舌头和眼睛当中，让我们具有嗅觉、味觉和视觉。”人体有多种不同类型的受体，仅 G 蛋白偶联之类受体就有 1000 种，受体还有助于加强细胞之间的联络。这些具有生理结构和特性的生命物质，受到具有物理信号的情境模式刺激，大脑通过不同的感觉系统接受不同的物理信号，并转化发展为生物信号，传输到大脑相关中枢神经系统，中枢神经系统会感受到不同情境模式的刺激。例如，“我们如何感受气味呢？研究发现鼻腔黏膜分布的嗅细胞上存在能与气味特异性结合的膜蛋白，叫做嗅受体。嗅受体结合了气味分子后能够通过胞体内信号转导激活一种环式核苷酸门控阳离子通道，后者介导的阳离子流能够引起嗅细胞兴奋。兴奋的嗅细胞神经末梢能分泌一种信使分子，叫神经递质。神经递质通过突触释放，下游神经元接受并激活相应配体门控离子通道引导阳离子流，导致下游神经元兴奋。”这样由兴奋——胞外信使——兴奋的交替“接力”，<sup>②</sup> 导致大脑建构与气味对应的完全崭新的生理结构模式。在相同情境模式即相同气味刺激下，由物理信号转化发展为生物信号，使大脑已基本完成的新建构的生理结构连接模式激发，大脑立即展现对应情境模式，即相同气味的感受性表象。又例如，情境模式中光或声音的刺激，眼睛和耳朵复杂感受器分别接受光或声音的刺激后，经过各自复杂的感受器层层加工，将物理信号转化为神经信号，通过对应神经通道，又将神经信号传导给多个相关脑功能区，脑功能区存在对应的化学物质与传导来的神

① [美] Michel S Gazzaniga. 认知神经科学 [M]. 北京：中国轻工业出版社，2011：51.

② 梅岩艾. 生理学原理 [M]. 北京：高等教育出版社，2011：26.

经信号反应,产生新的信号。新信号被对应受体接受转化为生物信号,传输到对应神经元胞体内。神经元之间以生物信号传导并相互“接力”传递,使相关神经元之间连接,并建构崭新的、含有对应光或声音特征因素要求的生理结构模式。大脑建构的生理结构模式激发,大脑产生对应光或声音表象。大脑内在性表象展现,证明新建构的生理结构模式激发,具有对应情境模式的记忆功能。大脑建构的生理结构模式内在性激发产生记忆功能,终归以大脑生理结构和特性发生、转化、发展的过程为根据。如照相机与人的眼睛感受器一样,照相机功能最终展现在内装的胶卷上,而人的眼睛功能最终反映在大脑建构的生理结构模式上。所以科学家说,人用眼睛接受刺激,究竟看到了什么样的情境模式,取决于大脑是否建构了与情境模式对应的生理结构模式。

首先,因基因遗传决定大脑生理结构组成部分,生理结构高度复杂又多种多样。尤其人类大脑,由弓形束连接的布罗卡(Broca)区和韦尔尼克(Wernike)区及其所属小区,是人类大脑产生语言功能的特殊功能区。语言功能区对人类大脑建构语言记忆模式有特殊作用。因为基因遗传决定的大脑生理结构组成部分有很多重要特性:接受相对情境模式(通过感觉系统传递过来的信号)刺激本质需求的迫切性和敏感性、生理结构之间永不停歇地转化发展的特性、产生信息传导性(包括导电性)、被把握和被改造后的可塑性、相互之间协同性(cooperativity)和联合性(associativity)、神经元系统中存在很多不同的发散或聚合的联系方式等。由于这些特性的存在,大脑相对应不同的生理结构组成成分分别接受不同的情境模式刺激,才能建构不同的生理结构连接模式并内在性激发,展现不同的记忆功能。不同的生理结构模式在大脑空间呈多形态分布。另一方面从哲学角度看问题,“整体事物由各级它事物构成,由精确平衡、特殊定量的、运动发展的它事物构成。”<sup>①</sup>说明不同生理结构模式建构需要大脑相关生理结构组成部分参与,不同功能区、不同类型神经元、胶质细胞、不同种类突触和受体是主要参与者。参与者的数量、质量、程度不同,会有不同深刻程度、不同记忆及不同生理结构模式建构。参与者的多样性是建构不同整体性、系统性的生理结构连接模式的基础,也是其在大脑呈多形态分布的根据。参与者多样性,是建构整体性生理结构连接模式的它事物,或者说,分别是生理结构连接模式建构的不可或缺的环节。在情境模式刺激下,所有它事物或环节各自发生物质形态改变,尤其是参与者中不同类型的神经元、不同种类突触、树突棘形态改变最为明显。多数参与者发生形态改变(物质重组),经过多次精确平衡地联系,建立特殊定量关系,建构具有新的生理结构和特性的连接模式。

大脑生理结构组成部分参与者及其微观形态改变,成为整体性生理结构连接模式建构所需要的它事物。大脑在情境模式刺激以前,即生理结构组成部分在相互联系以前,各自保持着自我特性。产生联系,协同作用,联合互动,建构生理结构模式,其中参与的有关脑功能区、细胞柱、神经元、突触、树突棘、神经纤维、信号和化学信号生理活动发生协同性质变,这种质变要符合生理结构连接模式整体联合性功能展现的要求。

相同情境模式多次重复刺激,大脑生理结构连接模式建构基本完成,相对完善,生理结构连接模式建构达到相对稳定化,这样大脑相关的生理结构组成部分之间,相互联系常态化,彼此作用的路径固定化,生理结构连接模式会产生系统性、整体性、物理实在性、信号

<sup>①</sup> 席有. 事物论[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2005:18.

传递快速准确的特性、开放性等。由于大脑建构的新的生理结构模式具有许多新的特性，从而应对情境模式刺激，生理结构模式本身会产生相应的灵敏快速的“应激特性”。生理结构模式产生的“应激特性”，正如大脑生理结构组成部分混沌待激状态，随时瞬间可以再次接受情境模式刺激，所以生理结构模式对情境模式刺激需求，更具迫切性、敏感性等。生理结构模式是动态的具有新质的、特异的生理结构建构模式。

整体性生理结构模式结构和特性，大脑有关生理结构组成部分、生理结构特性和功能，都发生较大变化。自身产生相应的变化，被整体性生理结构模式部分地选择、接纳、利用，并发挥各自功能性作用。这就是高度复杂神经网络系统“自组织”行为必然产生的缘由。

其次，“除了乙酰胆碱与单胺类神经元，目前又发现几十种神经肽及氨基酸类神经元”。有科学家估计，人的大脑有上万种类型的神经元。不同的感觉系统、不同的受体、不同种类的神经元对不同的情境模式刺激，可以分别或者相互共同综合性地接受不同信号的刺激，促使大脑生理结构和特性转化发展，基本完成生理结构连接模式建构，成为大脑记忆功能产生的基础。任何一种感觉系统及其对应大脑生理结构组成的每一细小部分，各有不同的特异性，如视网膜上的两类感受器细胞（视锥细胞和视杆细胞）也不一样，按接收长、中、短波长光波的不同，又分为三类功能不同的视锥细胞。例如“Hubel 和 Wiesel（1979 年）发现初级视觉皮质的感受野中存在两种不同的神经元，即简单细胞和复杂细胞。”<sup>①</sup> 它们分别被一定朝向的刺激和几个相同朝向偏好所控制等。因此“Zeki（1992，1993）提出了一个功能特化理论（functional specification theory），视觉皮层的各个部分分别负责不同的视觉能力。”<sup>②</sup> 不同的生理结构模式建构，要求不同种类的神经元参与，建构的生理结构模式具有不同新的特性。大脑以多种形式生理结构模式建构分别传输特殊信号的特性，是建构完整的与其他生理结构模式不同但又有联系的开放模式的基础。开放的生理结构模式具有灵活自主性和彼此之间相互联系的有机相对稳定性。灵活自主性表现为：根据不同情境模式刺激，在大脑不同空间建构不同的生理结构模式，并自主对应激发或关闭（湮灭或者叫静息）。激发也好，关闭也罢，都是指情境模式刺激下生理结构模式呈现的主动性、自觉性。一旦客观事物情境刺激出现时，这一生理结构模式立即激发，产生对应情境模式表象；如果情境模式刺激消失了，这一生理结构模式也就关闭或湮灭（不是消失而是静息），有关功能区、细胞柱、神经元、突触立即恢复到原初状态，并且为建构其他新的生理结构模式做好了准备；有机相对稳定性指大脑是人的身体有机整体的一部分，大脑生物场势也与全身生物场势处于随机涨落转化过程当中。生理结构模式与生物场势紧密地互相联系，调控人体“三大”调节系统（免疫—神经—内分泌“三大”系统相互联系和彼此影响），保障生理结构模式和生物场势达到自稳平衡状态，保证了生理结构模式的保存和运行，同时能与其他生理结构模式建构连接关系并共同展现功能。

再次，大脑建构的生理结构模式，对应的大脑生理结构组成部分，都具有生命活力，并具有可塑性的特性，这是生理结构和特性转化发展的重要基础。生理结构模式建构使大脑原初神经网络神经系统增加了新的结构，新的结构成为神经网络系统中重要的构成部分，并产生新的特性，这是促进婴儿大脑尽快分化的基本途径之一。其中产生的相对“应激特性”，是由神经元、

① [英] 艾克尔 M.W. 认知心理学 [M]. 高定国, 译. 5 版. 上海: 华东师范大学出版社, 2009: 43.

② [英] 艾克尔 M.W. 认知心理学 [M]. 高定国, 译. 5 版. 上海: 华东师范大学出版社, 2009: 44.

突触、树突棘之间的相互联系、彼此作用而产生的特性。这一特性不仅可以敏锐地接受情境模式刺激，通过生理结构模式建构达到认识对应情境模式的目的。“应激特性”具有控制生物场势运转的功能，促进大脑其他相关的生理结构组成部分活跃起来，有利于大脑接受其他情境模式刺激，以便建构其他生理结构模式。生理结构模式由许多不同类型神经元参与，如果某个神经元某一突触 LTP 产生作用，就会引起其他生理结构模式建构并激发。不管关闭还是正在激发，因其他情境模式刺激，大脑还可以建构其他大量的生理结构模式并展现其对应功能。新的生理结构模式建构，不但不受已建构旧有生理结构模式保存、激发或关闭的影响，而且新、旧生理结构模式之间，部分生理结构组成部分可能成为共同路径，起到新、旧生理结构模式相互联系，甚至彼此交互激发或断裂的桥梁作用。新、旧生理结构模式建构是网络神经系统重要组成部分，新、旧生理结构模式可以广泛地与其他生理结构模式相联系，于是“神经系统里充满错综复杂的连接”，说明网络神经系统具有很强的开放性和广泛的联系性。

最后，对应情境模式刺激，大脑建构生理结构模式，如果建构基本完成、相对稳定并在大脑中保存，以后第二次或第  $n$  次接受相同情境模式刺激（人一生中无数次面对相同情境模式刺激），该套生理结构模式立即激发（即皮亚杰所称的套用），在相应的神经元、突触、树突棘（尤其神经元）的协同性和联合性支配下，重复选择原来参与建构的生理结构组成部分，从而重复加深同一套生理结构连接模式建构，不需要在不同功能区、不同神经元之间建构另一套新的生理结构模式。同一套生理结构模式重复加深建构并激发，使人认识相同的情境模式，这是婴儿大脑牢记妈妈整体形象的基础。重复建构的生理结构模式稳定后，在大脑基本完成，即婴儿大脑建构好的妈妈形象的那套生理结构模式激发（或者叫同一记忆模式开启），通过套用同一套生理结构模式并激发，认识妈妈的整体形象。如果婴儿受他人整体形象情境模式刺激，婴儿大脑会建构新的生理结构模式，婴儿就是通过新、旧两套生理结构模式，通过大脑本体感觉对比，将妈妈与他人区分开。套用是同一套旧有已基本完成的生理结构模式并激发，对比主要是通过新建构的，包括旧有多套生理结构模式联合激发，任何个体识别情境模式都是以内在性新、旧生理结构模式为基础。面对相似情境模式刺激，大脑会通过修改、调整已建构的生理结构模式，建构相似的生理结构模式。面对相差较大的情境模式刺激，大脑在激发相同的生理结构模式的同时，也会建构对应的完全不同的新的生理结构模式，新、旧不同的生理结构模式综合激发，进行全方位套用与对比，即可进入分类认识情境模式（详见第3章）。这就是人类个体识别不同情境模式的基本原理。

神经元的协同性与联合性，与不同种类神经元（含乙酰胆碱与单胺类、几十种神经肽及氨基酸类等神经元）有密切关系。不同种类神经元在各个脑区广泛分布，不同脑区除了含主要种类神经元，也有其他种类神经元的广泛分布，而不同种类神经元结构、特性、分泌神经激素或递质不同，接受外界情境模式刺激（包括信息强度、频率等）不同，产生的功能也不同，这就为大脑接受某种特定情境模式刺激，在大脑有关脑区之间建构对应的不同生理结构连接模式，提供了生物学基础和根据。有关神经事件产生某种生理结构连接模式的论述，是一种理论性的设想。

## 5. 记忆功能原本是大脑不同类型神经元、突触、受体等之间建构的生理结构连接模式激发和特性的展现

他人的眼睛图形和眼光情境模式，第一次对婴儿产生刺激时，婴儿通过视觉系统接受，

再经过复杂的感受器（眼睛）加工，将物理信号转化为一种神经信号，再通过对应神经通道将神经信号传输到有关大脑功能区及其相关的神经元群、突触群、树突棘和受体等，使其发生微观形态改变，释放和传输相关的神经激素或递质，使接受神经激素和递质的下游神经元、突触等同样发生微观形态改变，并释放和传输神经激素或递质，相关的神经元群、突触群、树突棘之间依次程序化形成（程式）“接力”并传输下去，相互联系，协同性彼此作用，联合互动，转化发展并超越临界点，大量相关生理结构组成部分参与，在大脑中建构一套新的整体性的对应他人眼睛图形和眼光的生理结构连接模式，见图 1-1。获得诺贝尔奖的澳大利亚神经生理学家约翰·埃克尔斯，用神经科学概念神经回路来描述，不过他更关注生理结构连接模式的概念。用神经科学家鲍姆·加特纳的话来讲：“以一定的神经活动动态模式对周遭环境作出应答。”德国马普学会人类认识和脑科学研究所的专家同样认为，“脑活动有不同的空间分布模式，如果看不同的事物，人脑不同区域有不同的活动模式。”

大脑生理结构连接模式建构，通常需要多次重复建构，生理结构连接模式建构达到相对稳定化程度，才能算作基本完成，相对完善。大脑通过接受情境模式刺激建构的生理结构连接模式，在大脑空间是实体存在的生理结构模式建构，只要激发，通过核磁共振成像技术，可以观察到相关神经元群形成的生理结构连接模式的激发状态及其所在大脑区域的位置，并观察到其所在脑区相对的血流量增加或耗氧量增加时的图像。

不同的情境模式具有多种多样规定性特征，包括不同的外表形态特征、内部结构形态特征、特性和功能形态特征和时空特征。对个体而言，他人也是情境模式刺激，他人对个体最先产生情境模式刺激的是他人的眼睛图形和眼光模式组合展现的形态。他人的眼睛同样具有多种多样规定性及其变化的特征。婴儿最早接受他人眼睛情境模式刺激，是通过大脑本身生理结构组成部分微观形态改变，建构与他人眼睛对应的生理结构连接模式。他人眼睛情境模式多次重复刺激，婴儿大脑相对应的生理结构组成部分多次重复发生微观形态改变，婴儿大脑建构的生理结构连接模式基本完成，相对完善，并在大脑中存储。大脑中存储的实体性生理结构连接模式，只要受到相同或相似眼睛情境模式刺激，立即在个体大脑激发，他人眼睛图形和眼光的情境模式形态瞬间展现，大脑出现他人眼睛的表象（见图 1-1（a）），这说明大脑建构的新的生理结构连接模式具有记忆功能，并成为大脑的内在性情境模式。

不同功能区的多个相同或不同种类神经元相互联系、彼此作用构成的神经元群（以下简称神经元）和突触群（以下简称突触）、不同受体及相关化学物质之间相互协同联系，彼此作用，联合互动，转化发展，超越临界点之后，从本质上讲，在不同外在性情境模式形态特征刺激下，大脑建构的生理结构模式，是建立经验和学习的存储过程，是物理实在情境模式直接刺激，或者说直观条件反射刺激，大脑产生物理实在的具有记忆功能的生理结构模式的过程。以后在相同的主客观事物情境模式刺激下，大脑第一次基本完成建构的生理结构模式被激发，在大脑立即展现对应的情境模式形态表象，证明这套生理结构连接模式具有记忆功能。这套具有记忆功能的生理结构模式，称作记忆模式。大脑因受不同直观情境模式刺激，会建构不同的对应的生理结构模式，即大脑会建构大量不同的物理实在记忆模式。

他人眼睛图形和眼光情境模式再次刺激，大脑第一次基本完成建构的那套生理结构模式被激发，大脑出现他人眼睛表象。具体地讲，是第一次参与建构的相关的大脑功能区、各种类型神经元和胶质细胞、突触、树突棘、受体、相关化学物质等生理结构组成部分相互连

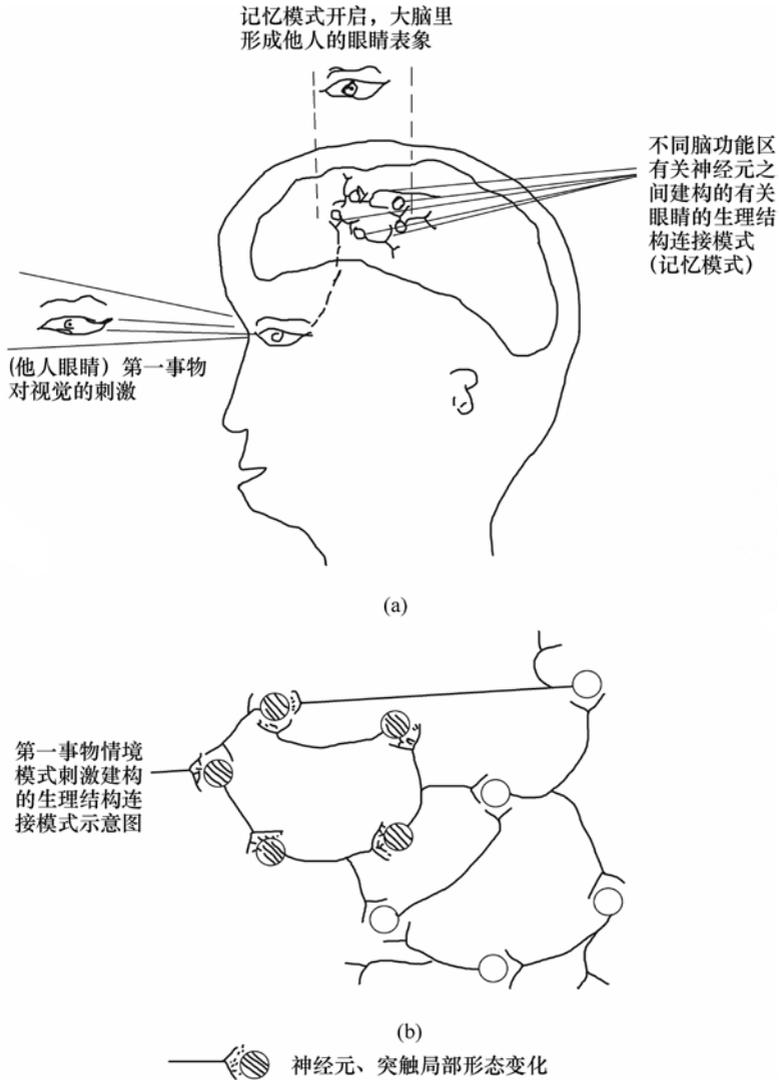


图 1-1 受事物刺激的有关神经元、突触之间相互联系、彼此作用、互动转化建构的初级记忆模式示意图

接，共同活跃，使整体性生理结构模式激发，成为一种脑电活动模式，也是生物场势相关的各种形态能量活跃展现的模式，大脑展现对应情境模式表象。

激发的生理结构模式，也是脑电活动或其他生物场势某种形态能量的综合活动模式，成为大脑产生表象的基础，大脑因此具有记忆功能。生理结构模式激发或被激发，产生记忆功能，有两个重要标志：一是只要大脑相关生理结构组成部分之间，建构基本完成，相对完善，生理结构模式之间建构达到相对稳定化，就成为大脑内在性自我建构的生理结构模式，是整体性建构。以后在任何时间和地点，建构的那一套生理结构模式受相似或相关外在性情境模式刺激而激发，或者大脑建构的内在性情境模式（想到的）激发，大脑展现出与情境模式刺激对应的表象（图 1-1（a））。个体大脑因他人眼睛图形再刺激而激发的一套生理结构模式，正是他人眼睛情境模式刺激时建构的那套生理结构模式，二者是同一套生理结构模式。“神经心理学研究为表象（展现）和知觉（记忆模式建构，作者注）有共同加工过程提供

了最可信的证据。”<sup>①</sup> 不论建构基本完成，还是形成表象时，相关脑区及其相关神经元的血流量或耗氧量会相对增加，通过核磁共振成像技术，完全可以测试。表象的展现是大脑建构的内在性虚拟实在情境模式的展现，是大脑具有记忆、想象能力的重要标志之一。二是生理结构模式被情境模式刺激激发，无论通过表象形式展现与否，都会与大脑相关功能区建构的其他生理结构模式，包括在辅助运动脑区建构的生理结构模式直接联动，综合反射在身体效应器上并做出言行表情，言行表情是外在性情境模式展现，属物理经验实在的模式展现。其中“辅助运动脑区许多神经元（参与建构生理结构模式的神经元，作者注）会在运动皮质神经元发放脉冲，导致运动动作之前发放脉冲。辅助运动神经元电位比运动肌肉动作电位发放要早 250 毫秒。”<sup>②</sup> 说明大脑建构的生理结构模式，或者说内在性建构的记忆模式首先开启并整体性发放脉冲，才能产生反射并导致人体效应器做出外在性运动，展现言行表情模式。言行表情模式展现是证明建构的生理结构模式具有记忆功能的又一重要标志。例如，大脑建构的眼睛相关的生理结构模式，经韦尔尼克区（及其相关小区）诠释其含义，并传输给布罗卡区和颜回区，这一通路同样是相关生理结构模式建构与激发路径，颜回区开启发音系统器官（嘴、唇、舌、咽）活动模式及其喉部肌肉使用模式，最终以表象形式在大脑中展现，同时嘴里可以发出“眼睛”二字的语音模式。从他人眼睛刺激大脑到建构多套生理结构模式再到激发，又到反射在本人身体效应器（嘴）上讲出“眼睛”二字，这一过程就是大脑建构相对他人眼睛的全套动态生理结构模式的展现过程。动态的生理结构模式激发，大脑出现表象或已有相关建构的其他生理结构模式，心理学讲的大脑提取信息过程就是记忆。记忆与个体大脑内在性建构的具有记忆功能的生理结构模式激发有着必然的一致性对应联系。

大脑建构的生理结构模式，不是外在性情境模式本身，似乎是外在性情境模式在大脑中建构的专门代理者。相似情境模式刺激下，生理结构模式这个代理者被激发，通过各种形态能量转化发展并产生反射作用，反射在大脑本身，大脑立即展现出上述情境模式表象，或反射在效应器，展现对应言行表情模式，上述两个重要特征标志展现，证明大脑深刻建构的对应的生理结构模式具有了记忆功能。把具有记忆功能的生理结构模式（以套计），称作记忆模式（以单元计）。前者生理结构模式是反映内在性建构实体及其在大脑空间存在与分布的形态，记忆模式是前者实体形态激发后展现的具体功能，二者具有前后因果关系产生的完全的统一性，某种程度上可以理解为同义词，具有相同意思。本书生理结构模式与记忆模式两个名词具有同等的含义，但“套”与“单元”不同量词的使用，反映的是前后不同过程的发生和真正意义上的差别。

大脑建构的生理结构模式激发形成表象，即大脑建构的记忆模式开启形成的表象。哲学家弗雷格认为表象有四种特征：一是表象不能被感知；二是表象可以被拥有；三是表象需要一个承载者；四是每一个表象只有一个承载者。<sup>③</sup> 这里应该这样理解：一是表象不能被任何感觉系统感知，但大脑可以产生想象；二是表象可以被大脑建构的生理结构模式本身所拥有；三是表象必须由大脑建构的具体生理结构模式来承载；四是各自的表象由各自的生理结构模式所承载，各自的生理结构模式之间存在公共拥有的神经元及其公共路径，因此，表象

① [美] Michael S Gazzaniga. 认知神经科学 [M]. 北京：中国轻工业出版社，2011：216.

② [澳] 约翰·C·埃克斯。脑的进化——自我意识的创生 [M]. 潘泓，译。上海：上海科学技术出版社，2007：209.

③ 王路。没有超越的“超越” [J]. 哲学研究，2013（3）：75.

与表象之间可以相互转化发展。表象实质是大脑内在性虚拟实在情境模式的存在。

这里提出大脑具有记忆功能，以一种记忆模式概念代替，其中模式用来指代任何一种与时空相分离的没有出场的事物中具体的情境及其模态化形态，也指代同时空范畴内分别具有某种特殊象征意义或价值的事物中的具体情境，以区别其他事物中具体情境。既指代客观事物具体情境，又指代个体大脑建构的主观具体情境（如大脑新建构的生理结构模式及其激发后形成的表象），并指代客观事物具体情境之间、主观事物具体情境之间、主客观事物具体情境之间转化发展过程和程序，及其产生的新情境等，也可以理解具体情境由模式构成，任何具体情境形态都是由模式指代。所以，大脑记忆功能本身展现各种具体情境与形态，以各种各样生理结构模式来指代记忆，称为记忆模式，相对合理。

情境模式特征，这一概念是一个笼统而抽象的提法。其实每一情境模式（形态）都很复杂，都是由部分情境模式特征构成。根据其外表形态特征、内部结构形态特征、特性和功能形态特征、时空特征等复杂程度不同，每一部分情境模式可以分为相对初级、中级、高级情境模式。例如，从外表形态上可以相对分为大眼睛、普通眼睛、小眼睛。不同等级情境模式刺激，大脑会分别建构比较复杂的生理结构模式、复杂的生理结构模式、高度复杂的生理结构模式，称作不同复杂的生理结构模式。对应初级、中级、高级情境模式特征刺激，大脑建构的不同复杂程度的生理结构模式，可以分别称作初级记忆模式、中级记忆模式和高级记忆模式，反映的是情境模式不同特征刺激，所以又称作不同种类记忆模式。更重要的是情境模式不同等级特征之间不断地转化发展，包括不断由相对初级复杂特征向中级或高级复杂特征发展等。大脑建构的初级记忆模式在其情境模式刺激下，也会不断地转化发展为中级记忆模式，甚至是高级记忆模式。其中初级记忆模式是大脑建构中级和高级记忆模式的基础性资源。另一方面，人类个体大脑在情境模式刺激下，还可以直接建构中级记忆模式或高级记忆模式。不论哪级记忆模式建构，基本完成，相对完善，生理结构模式建构达到稳定化以后，都是整体性建构，在大脑中以整体性存储，开启或被开启都会以整体性形态展现，会产生许多新的特性。同样道理，不同种类的记忆模式在情境模式进一步刺激下，会不断地转化发展为思维模式和意识模型（见第2章、第3章）。思维模式建构和意识模型产生也会出现许多新的特性和功能，其基础来源于不同种类记忆模式建构产生的新特性。大脑建构不同种类的记忆模式，其特性和功能对个体大脑不同梯级功能性建构而言，具有基础而关键的价值，具有长期、深远的影响。

因情境模式刺激大脑建构记忆模式过程的同时，有关功能区、神经元、突触等生物场势不同形态能量同时进行着不同的调整过程。

## 6. 大脑相关生理结构组成部分是程式模态化地参与记忆模式建构

因大脑网络神经系统还未很好地分化，婴儿对他人眼睛图式和眼光情境模式刺激建构的记忆模式，不会因一次情境模式刺激就完成建构。一次情境模式刺激只能建构比较复杂的生理结构模式，常常也不够完善，需要第二次或多次相同情境模式刺激，才能基本完成、相对稳定、完善建构比较复杂的生理结构模式。他人的眼睛图形和眼光第二次刺激婴儿大脑（人的一辈子会遇到无数次相同情境模式反复刺激）时，同样转变为相同的电信号和化学信号，再次经过那套第一次没有完成建构的生理结构模式，即基本印迹路径传递（重现第一次的经验）。凡是曾经正式参与过第一次基本印迹路径的神经元、突触（甚至树突棘），再次发生相

同或相近形态微观改变，都会在第一次相关大脑局部空间未完成建构的生理结构模式基础上，发生第二次生理结构模式重复建构，重复建构具有加强生理结构模式建构的作用。如果第二次建构速度与第一次建构速度相当，就是记忆模式重复再建构。如果生理结构模式达到稳定化，第二次建构比第一次建构要快而准确，实质是套用第一次建构已经基本完成的生理结构模式激发，即开启记忆模式，不是重复再建构。不管是记忆模式重复建构，还是套用激发，都是第一次建构的生理结构模式再次被程序化（最大限度程序式地展开）地建构。程序化形式（简称程式）建构，就是所有不同脑功能区的有关神经元、突触、树突棘、受体、相关化学物质等参与者，又一次按照程序，产生相互联系、协同性彼此作用，联合互动，转化发展并超越临界点，重复建构或激发第一次的生理结构模式，第一次建构的生理结构模式得到加强和巩固。这种程序化建构的生理结构模式，只要重复建构过程发生一次，记忆模式建构过程就会加深一次。这一过程不仅记住了情境模式曾发生过的刺激，重要的是大脑建构记忆模式的过程得到加强，重复记住了相关情境刺激产生的结果，即重复记住了他人的眼睛。

同一情境模式不同特征发生变化，大脑建构的生理结构模式也随之发生变化，参与建构生理结构模式的，相关大脑的生理结构组成部分有所调整和修改。例如，第一次接受情境模式刺激，通常是情境模式几何形状主要特征刺激，当然也有相关特征参与刺激。第二次在几何形状特征基础上，又发现情境模式颜色特征变化产生刺激，同样有相关其他特征参与刺激。虽然两次是同一情境模式刺激，但大脑里前后两次建构的生理结构模式存在几何形状和颜色的差异。第一次建构的生理结构模式相关情境模式基本几何形状特征的生理结构组成部分，大部分参与者的神经元、受体、相关化学物质等，不论从类型还是数量来看，不会有大的变化，它们之间联系和建构达到稳定化后，成为生理结构模式建构的基本路径。但是，后一次建构生理结构模式，会有一些数量与不同颜色相关的神经元、受体、化学物质参与建构，在第一次建构的生理结构模式基础上，参与第二次建构的生理结构模式的生理结构组成部分会发生变化和调整。具体表现在，第一次参与建构有关几何形状的不同类型神经元、受体、相关化学物质等，有的继续参与建构，有的被淘汰或被扬弃，或者相同类型神经元在数量上有所调整，与颜色相关的神经元、突触、受体等得到加强。总的来说，前后两次建构的生理结构模式，会有不同程度的变化。以后多次重复建构，虽然情境模式相同，但特征有变化等，不同的生理结构组成部分都会发生不同程度的变化或调整，不仅仅是神经元的变化，其他生理结构组成部分如突触、受体等，都有可能发生不同程度的变化。说明随着情境模式特征刺激的变化，生理结构组成部分参与生理结构模式建构的过程是模态化参与的建构过程。就是在相同或相似情境模式刺激时，情境模式不同特征刺激都有可能发生变化，大脑生理结构组成部分参与生理结构模式建构，同样存在变化调整，是必然性、偶然性、或然性和可能性地参与。其中的必然性、偶然性、或然性和可能性等属哲学范畴，理解为动态的模式化，称作模态化。所以，因情境模式特征变化的刺激，大脑不同生理结构组成部分，参与生理结构模式建构，始终存在必然性、偶然性、或然性、可能性的参与，即模态化的参与。例如，一个人喜怒哀乐时眼神的变化（即不同表情），个体大脑生理结构模式建构的参与者，主要包括不同的功能区、不同种类神经元、不同种突触、树突棘及其数量、受体和相关化学物质，都是必然性、偶然性、或然性和可能性地模态化地参与。

不管哪种生理结构模式建构，只要是相似或相近情境模式刺激，大部分主要的神经元、突触、树突棘、受体等不会发生改变，是必然性地参与，成为生理结构模式中基本路径建

构的主要参与者。情境模式刺激虽然具有相似性,但情境模式中某些特征总是有一定的变化,这样又有生理结构模式中非基本路径建构部分存在。有的大脑生理结构组成部分第一次眼睛情境模式刺激时没有被选择,在第二次相似情境模式特征变化刺激时被选择;有的第一次被选择、加工,第二次被淘汰或扬弃;在第三次相似情境刺激又被选择、加工等。说明相似的情境模式刺激,大脑建构相似的对应生理结构模式,参与的神经元、突触、树突棘类型,总是存在确定和不确定性两种情形。这个模态化过程的发生不仅仅是不同类型神经元、不同种类突触等反复选择、加工、淘汰或扬弃的结果,还包括同类型不同数量神经元、不同程度地多次选择、加工、淘汰或扬弃的过程。神经元、突触等参与的数量多少,能证明情境模式刺激的深刻程度,也能说明生理结构模式建构的深刻程度。从记忆模式建构的参与者种类、数量、程度,建构的记忆模式的功能效果,可以判断大脑记忆是短期记忆,还是长期记忆。

大脑记忆模式模态化的建构过程是大脑多次学习的过程。大脑生理结构基本路径参与者是必然性参与,更多的大脑生理结构参与非基本路径建构,是偶然性、或然性和可能性地参与。这样个体大脑建构的关于眼睛的生理结构模式,既有不变的基本路径建构,如眼光和孔状眼睛图形,人与人大体上相同。又有不断调整和重新匹配的非基本路径建构,如眼光亮度、眼睛大小和睫毛长短等,人与人有较大变化。因此,婴儿才能对许多人各不相同的眼睛情境模式刺激,建构对应不同眼睛的相关记忆模式。大脑生理结构参与者既稳定又不断地调整建构的记忆模式,大脑生理结构不断调整,对应不同的记忆模式开启,大脑才能认识许多人的眼睛。其实婴幼儿识别任何言行举止的动作,其大脑建构的所有记忆模式都要经过这样模态化建构过程。例如,婴幼儿大脑(包括小脑)建构的高度复杂的记忆模式,反射在身体运动上,产生坐、爬、抓、拿等行为动作,大脑和小脑建构的记忆模式过程不是一次完成的,不是一次建构就能使爬、坐、抓、拿等动作准确到位,是大脑和小脑模态化建构有关行为动作运动记忆模式的过程,“小脑对运动的控制也属于一个学习过程。”<sup>①</sup>多次重复练习动作的过程,正是与动作相关的大脑与小脑生理结构模式多次模态化建构的过程,是建构记忆模式一般(也是基本)的过程,多次模态化建构,婴幼儿捉拿东西才能相对准确到位。这就是婴幼儿第一次或多次拿东西不准确,经过反复训练后才能准确到位的大脑内在性根据。人们学习各种知识、技能等都会有这个模态化过程发生,只不过不同的人对不同情境模式刺激,模态化过程发生次数和程度有所不同而已。

这个模态化建构过程说明大脑建构的是具有记忆功能的生理结构模式,其建构和发展过程相对并不稳定。程式模态化的重复建构过程使生理结构模式中基本路径建构得到进一步巩固,另一方面因相似或相近情境模式特征变化刺激,生理结构模式中某些参与非基本路径的生理结构组成部分发生修改和关系的调整,以便生理结构模式建构更好地适应事物情境模式不同特征的变化。在巩固基本路径时,其生理结构组成部分建构的生理结构模式既具有相对的稳定性,同时又有生理结构组成部分参与者随着情境模式特征刺激发生小的变化,使生理结构建构既有记忆功能,又有相对适应环境变化的自主灵活性。

在大脑建构的生理结构模式中,有的生理结构组成部分始终参与建构过程,保障生理结

① [澳]约翰·C·埃克斯。脑的进化——自我意识的创生[M]。上海:上海世纪出版社,2007:184。

构模式基本路径稳定性；根据情境模式变化，有的生理结构组成部分需要调整修改，在大脑不同功能区建立新的联系，构成不同的生理结构模式，才是保障生理结构模式具有自主灵活性的内在性根据。所以大脑建构的生理结构模式，不完全是固定的、僵化的，而是变化的、发展的，通过生理结构模式模态化建构来适应环境的变化。

大脑建构的生理结构模式，在大脑中呈多形多态的分布，说明生理结构模式对应情境模式特征刺激，由不同功能区，尤其由不同类型神经元、不同突触、不同受体及相关化学物质等承载。反过来讲，生理结构模式中不同生理结构的复杂组成部分，分别呈现情境模式的不同特征（因素）。这一点很重要，只有大脑生理结构组成部分能自主灵活地参与生理结构模式建构，才能使人类对情境模式变化具有更广泛的适应性，对主观事物情境（如想象等情境模式）刺激同样具有适应性。

情境模式不仅具有多种多样规定性特征，还有不断变化的特征，因此情境模式刺激具有不确定性，经常会有相似的又是变化的情境模式特征刺激的发生，因其刺激程度和方式不同，参与基本路径的神经元、突触等也会有所调整，甚至多数神经元、突触等都处于模态化建构过程中，这说明基本路径也是一个相对的概念。基本路径模态化过程，不仅涉及不同数量、不同类型神经元、不同种类突触等参与者的调整，而且涉及不同的脑功能区的调整。参与者的加入与退出，随着情境模式刺激变化调整。如婴幼儿认识不同的情境模式，因其大脑极度地分化，大脑建构的记忆模式丰富多样，到成年甚至老年，相同的客观事物情境模式刺激，有的发生根本性变化，婴幼儿时建构基本路径的不同的神经元、突触、树突棘等不是可能、偶然、或然性地参与，而是被更替或重新建构，从更大范畴灵活地、必然地参与不断变化的生理结构模式的建构过程，人的一生会有多次生理结构模式彻底颠覆性的模态化程式建构过程发生。人的大脑模态化程式建构生理结构模式的过程终身都会发生，模态化程式建构过程发生的程度和能力，是人类个体大脑终身适应客观事物情境模式变化的反应能力产生的内在性根据。

对他人眼睛情境模式刺激，婴儿在大脑建构相对眼睛图形和眼光的内在性生理结构模式。该生理结构模式激发并出现表象，即记忆模式开启，属大脑内在性建构的情境模式，是婴儿大脑形成他人眼睛和眼光图式内在性表象的基础，见图 1-1（a）。婴儿大脑中建构了相对情境模式的特定的生理结构模式，基本完成、相对完善的生理结构模式建构并达到稳定化，婴儿才记住了产生刺激的相对的情境模式。以后，相对情境模式再次在婴儿眼前出现并发生刺激，婴儿通过眼睛接受刺激，第二次看见他人眼睛，记忆模式整体性被快速准确开启，形成表象，这才算作记忆模式基本完成，相对完善，达到稳定化程度，才算认识他人眼睛。记忆模式开启和生理结构模式激发，是生理结构模式整体性、系统性激发，不会再有生理结构模式建构过程重复发生（注意：这一点很重要），所以形成的表象比第一次建构过程要快而且准确，这就是相对完善的生理结构模式建构稳定化的意义。

记忆模式建构基本完成，相对完善，生理结构模式建构达到稳定化后，即使没有看见他人眼睛，建构的记忆模式内在性开启（如想象妈妈的眼睛），即表象在大脑转化为内在性情境模式并产生刺激，记忆模式也会自行整体性开启，大脑中同样会出现妈妈眼睛的表象，这个表象同样是妈妈眼睛图式和眼光在大脑中再现。时空分离的外性情境模式不再直接产生刺激，个体大脑中也有表象的展现，证明记忆模式建构基本完成，而且表象展现会加深记忆模式建构程度。同样说明，大脑建构的生理结构模式也会产生刺激，属大脑内在性情境模式刺激。

对大脑建构的生理结构模式而言,既是相关生物场势各种形态能量转化发展的载体,也是具有记忆功能的载体,前者激发,才有后者记忆功能结果的产生;反过来讲,记忆模式功能展现本身就是大脑建构的生理结构模式激发。每个神经活动模式在大脑不同的多个功能区之间联系,又会展现出多样性的特性,所以大脑具有高度复杂的生理结构和特性,“大脑几乎有无数种不同的神经活动模式”,“神经活动(模式)的这种极端多样性”,<sup>①</sup> 是任何记忆模式建构的基础,可能需要多个或更多功能区、不同类型神经元成百上千或者上万地参与,生理结构模式之间信号联系复杂,甚至反复循环传输,图 1-1 中几个神经元是不能基本完成相对完善的生理结构模式建构的。尤其是认知心理学中称作认知记忆模式(思维模式转化而来,见第 2 章)建构,比直观条件反射建构的物理记忆模式更复杂。例如“顶叶和颞叶的感觉联合区,综合了来自触觉、听觉和视觉的刺激输入,对认知记忆起关键的作用。首先感觉联合区和颞叶皮层有着紧密的双向联系。第二感觉联合区有重要的神经通路下行到边缘系统的海马回和其他结构。从边缘系统又经正中背侧丘脑核的神经通路投射到额叶皮层。”“作为条件作用持续刺激,除了上述同突触 TLP 外,也存在其他突触的 TLP(异突触长时程增强)参与”<sup>②</sup>,建构如此复杂路径,绝不是简单的几个神经元、突触连接的生理结构模式所能完成的。

记忆模式可以说是大脑生理结构组成部分发生形态变化建构的生理结构模式。生理结构模式是一种能说明大脑生理、反映记忆功能的指标性模式,从中寻找可以进行分析和研究并且反映大脑记忆功能最低复杂度的简约生理活动模式。

客观事物情境模式刺激,大脑直接建构的记忆模式也是直观条件反射建构的记忆模式,不论初级、中级和高级记忆模式,统称为物理实在记忆模式(有别于第 2 章思维模式转化发展的虚拟实在认知记忆模式)。物理实在记忆模式反映在大脑里,保存的是实体性的不同复杂的生理结构模式,不同复杂的生理结构模式激发形成表象却是虚拟的图像。科学家通过对动物嗅觉系统的实验证实,“当动物吸入熟悉的气味时,脑电波变得更为有序,形成一种特殊的空间模式。当没有气味输入时,嗅球系统的脑电波就表现出低维混沌状态。”<sup>③</sup> 人的大脑各种感觉系统(包括视觉系统)接受相同情境模式刺激,有关生理结构组成部分之间发生联系,在大脑会建构多种形态的有序而特殊的空间生理结构模式,建构的正是记忆模式,其空间脑电波相对有序。在建构大量记忆功能生理结构模式之前,婴儿大脑功能几乎空白,脑电波总是处于不同程度混沌状态。如上文所述,混沌状态正是随时准备接受刺激的待激状态,随着年龄增加,建构的记忆模式越来越多,建构不同复杂度的生理结构模式越来越多,网络神经系统结构发育越来越复杂,“神经系统里充满错综复杂的连接,这些连接会有无穷尽的反应。”各种信息传输通道建立趋向完善,大脑电波也趋向规律,频率升高。

大脑记忆模式建构、开启和展现,即生理结构模式激发,通过脑电图可以记录其大脑电波活动,检查出情境模式刺激对应建构的大脑生理结构模式多形态分布区域,即大脑中有相关的神经活动模式、相对的图像及其所在区域;通过多功能磁共振成像技术,同样可以显示与记忆模式有关的脑部区域及其神经元联系活动图像;还有热感机、红外线光谱仪也可以记录记忆模式相关脑部神经元活动的图像。目前这些技术只能对记录记忆模式的相关脑部区域

① [澳]约翰·C·埃克斯。脑的进化——自我意识的创生[M]。潘泓,译。上海:上海世纪出版社,2007:241。

② [澳]约翰·C·埃克斯。脑的进化——自我意识的创生[M]。潘泓,译。上海:上海世纪出版社,2007:178-179。

③ 宋健。现代科学技术基础知识[M]。北京:中共中央党校出版社,1994:126。