

关于语言、学习和意识的若干问题

集智 AI 小组◇绝望的笨蛋

源起



◆在集智小组 6.19 日的由何永振主持的关于“记忆的脑机制”的学习讨论活动中，当时放了一个人关于超常记忆的短片，以及提到的在 神经科学 -- 探索脑这本书的 P712 中关于 S 的超常记忆例子

◆当时我和曹旭东从记忆本身的问题谈到关于语言和视觉图像如何存储问题，顺带就提到了关于我们日常交谈的问题。 Miner 提议专门主持一次。



目 录



- ◆1 语言的行为机制
- ◆2 语言的大脑模型
- ◆3 关于语言本身
- ◆4 学习和记忆的相关理论
- ◆5 问题的根源—意识

1 语言的行为模式



◆语言的行为模式是从上而下的

- 从阅读与听说、语言理解、语言表达三个方面的相关的认知神经心理学、计算认知科学一些理论、模型和假设，略有提及认识神经科学，该部分内容主要在下一章
- 详细内容见 AI_5 语言 .mm

◆问题：

- 从行为模式来看，大脑的整体行为机制？
 - 关于霍金斯的预测行为理论



2 语言的大脑模型



◆ 大脑皮层负责语言的两个主要区域

➤ Broca 区和 Wernicke 区

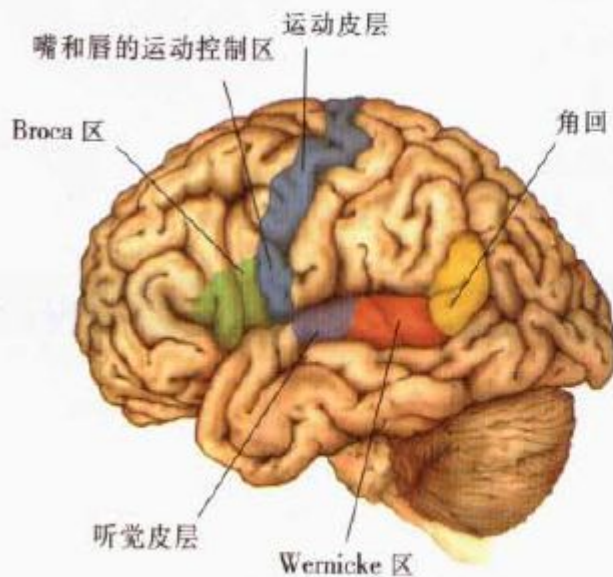


图 20.1 左半球语言系统的关键结构。Broca 区位于额叶，与控制嘴和唇的运动皮层临近。Wernicke 区位于听觉皮层和角回之间的颞叶表面的上部。

2 语言的大脑模型



◆ Broca 失语症

➤ 被称为 Broca 失语症的综合症有明显的语言表达困难，而听理解和阅读理解却可以正常，因此也被称为运行性失语或非流畅性失语 (P634 页) 和语法有关

◆ Wernicke 失语症

➤ 又称感受性失语，位于 Wernicke 氏区和听觉联络区，它与言语中枢联系中断后，阻碍了听觉性词“图象”的激活而致。特点为患者听觉正常，但不能听懂他人评议的意义，虽有说话能力，但词汇、语法错误紊乱，常答非所问，讲话内容无法使人真正了解，但常能正确模仿他人语言。(P637) 和语用有关

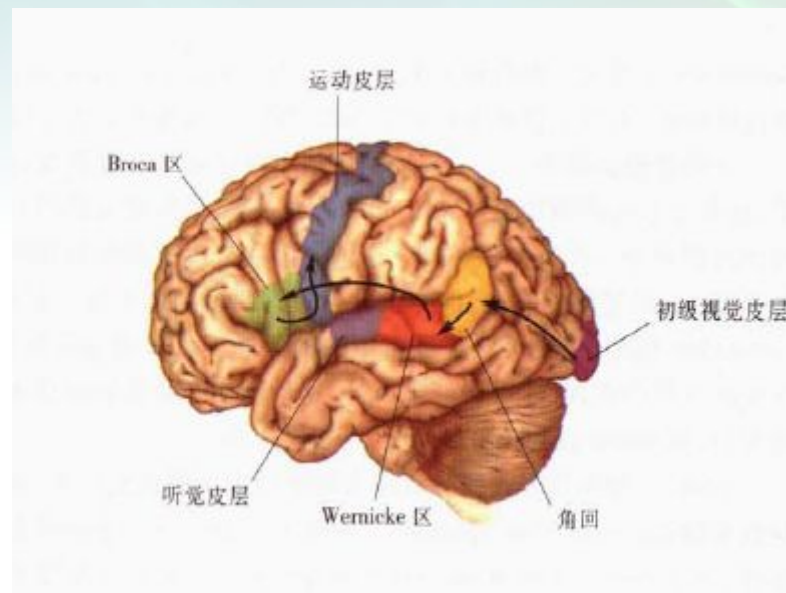
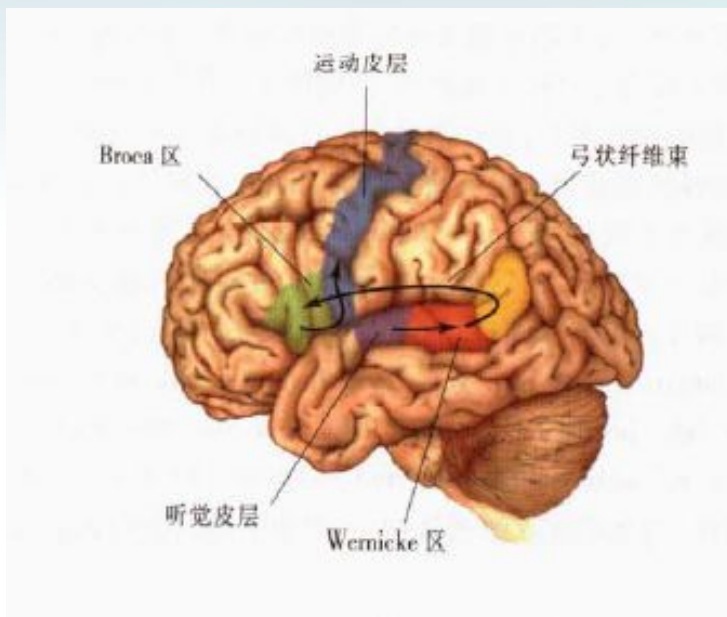


2 语言的大脑模型

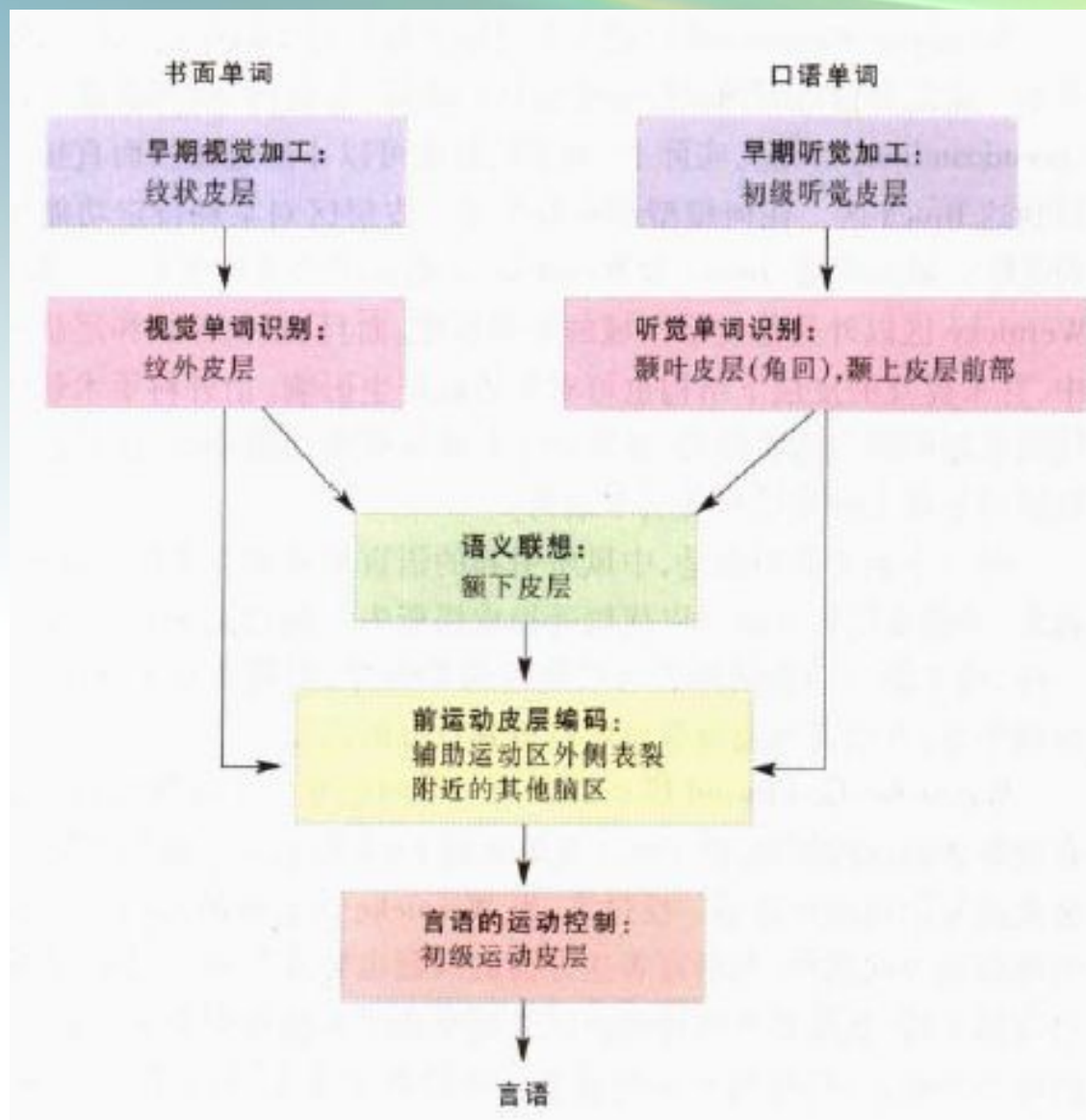


◆脑的语言加工模型 Wernicke—Geschwind

➤该模型较简单，还存在很多问题 (P639)



更复杂的模型



大脑的不对称性



- 大脑的左右半球是通过胼胝体进行连接的，通过手术切断连接以后，发现了左右半脑的功能不对称性。P643、P646 的实验都说明了这一点。
- 两侧半球都可以独立的工作，左半球具有语言优势

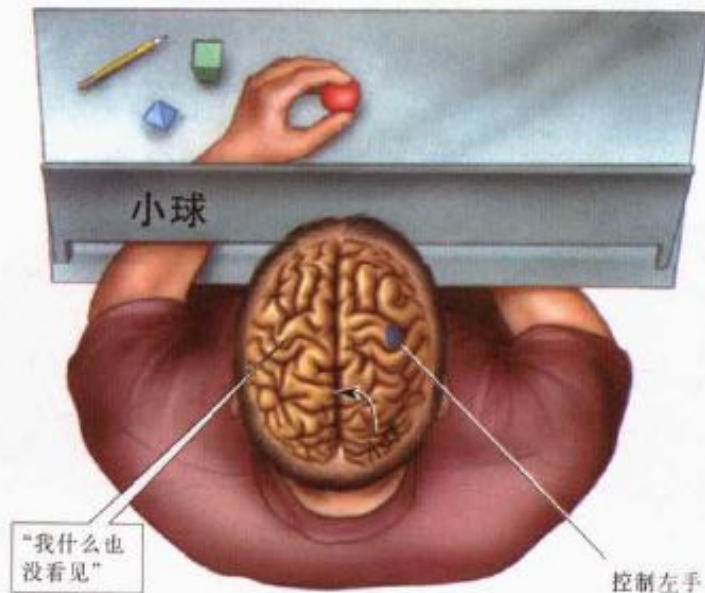
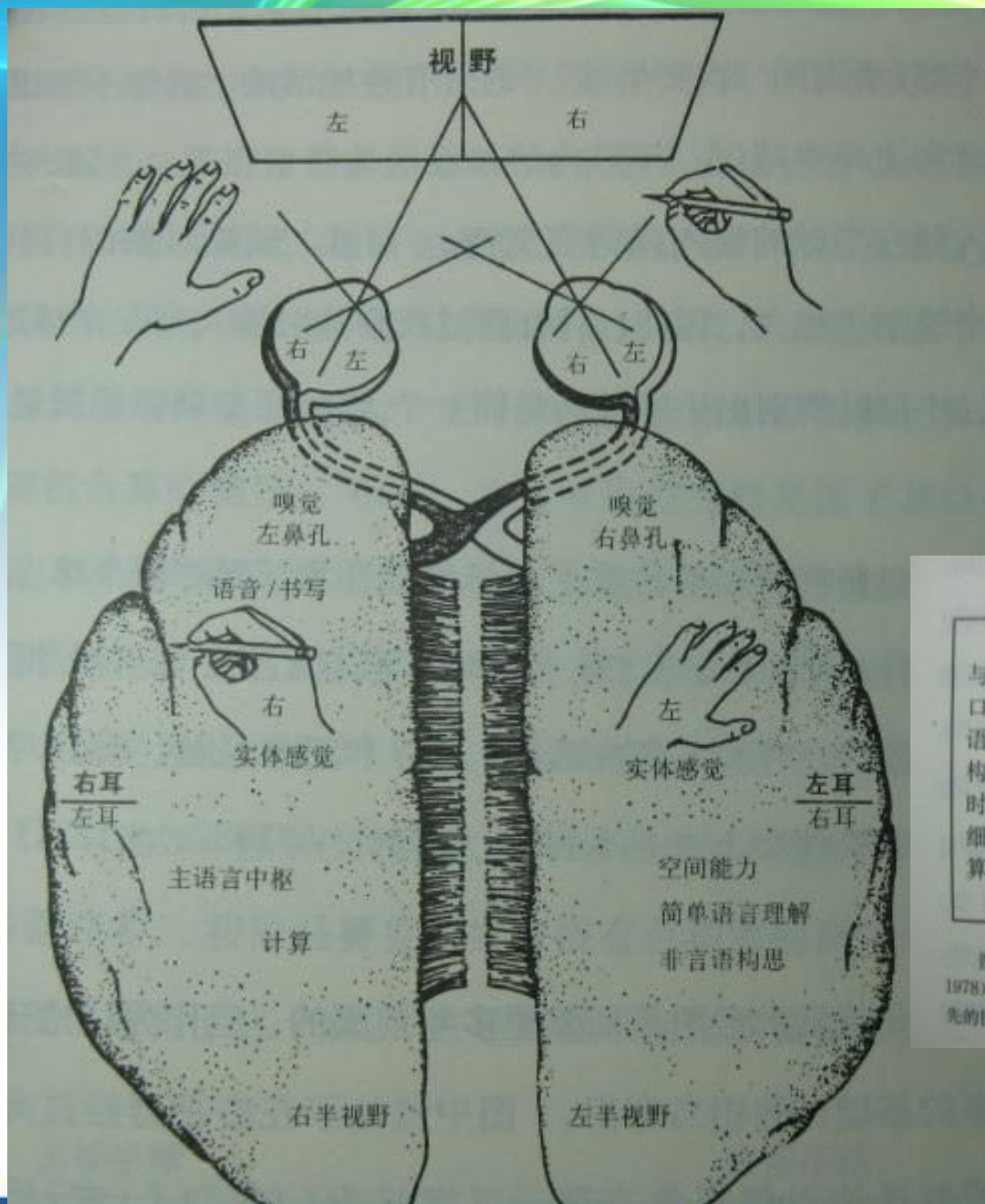


图 20.9 图示右半球对语言的理解。如果一个裂脑人在左侧视野见到一个单词，他会说什么也没看见。这是因为通常用来控制言语的左半球并没有看见这个单词，而看到这个单词的右半球又不会说话。但是，由右半球控制的左手却仅凭触觉就可以挑出与这个单词意思相匹配的物体。



主导半球	次要半球
<p>与自我意识的联系</p> <p>口头语言</p> <p>语言描述</p> <p>构思/概念相似性</p> <p>时序分析</p> <p>细节分析</p> <p>算术和类似计算机运算的操作</p>	<p>与意识的联系</p> <p>几乎和口头语言无关</p> <p>音乐</p> <p>图像和图形官能/视觉相似性</p> <p>时序综合</p> <p>整体—图像</p> <p>几何和空间运作</p>

图 9.7 按利维-阿格雷蒂和斯佩里 (Levy-Agresti and Sperry, 1968) 以及利维 (Levy, 1978) 所取得的概念上的新进展, 列出的主导半球和次要半球的各种特定功能特性。对他们先前的图表略有增补。

2 语言的大脑模型—脑的相关进化



◆Stephan 定义的尺寸对比指数

◆人大脑的进化发育中，新新皮层的进化最快，相反，嗅球在退化，小脑、间脑、纹状体进化也很快。

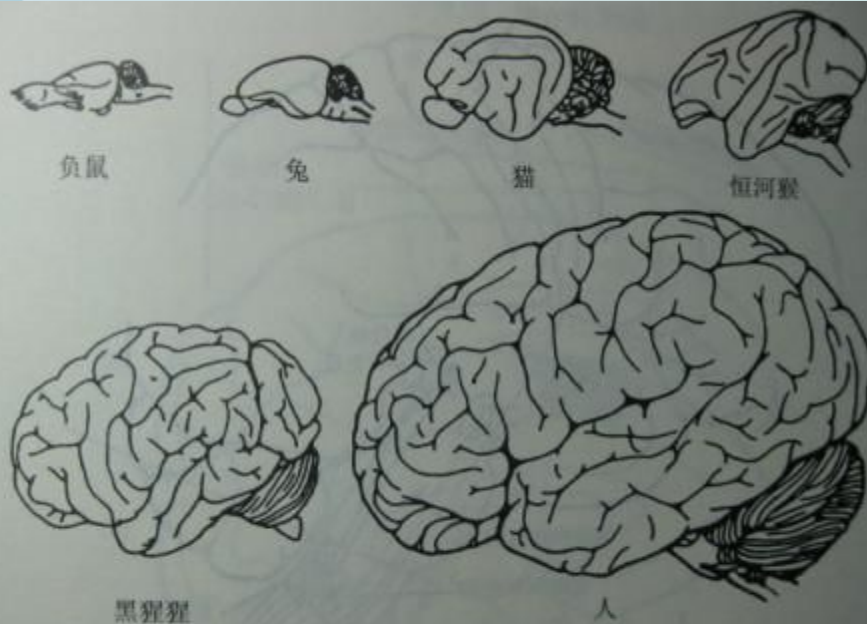


图 3.1 六种哺乳动物大脑的同一尺度略图。 [承蒙扬森(J. Jansen)教授的帮助]

表 3.1 大脑主要脑区相对于无尾獭的尺寸指数

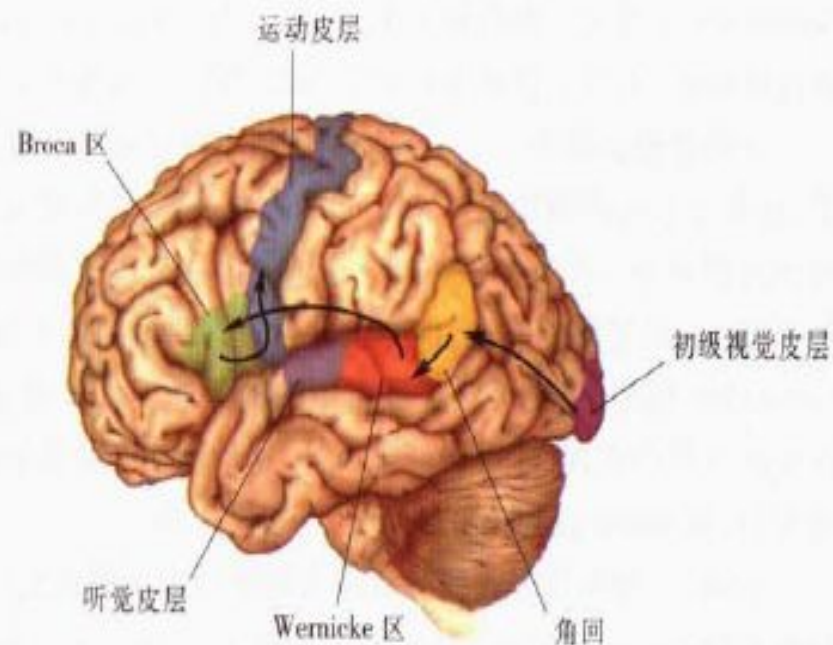
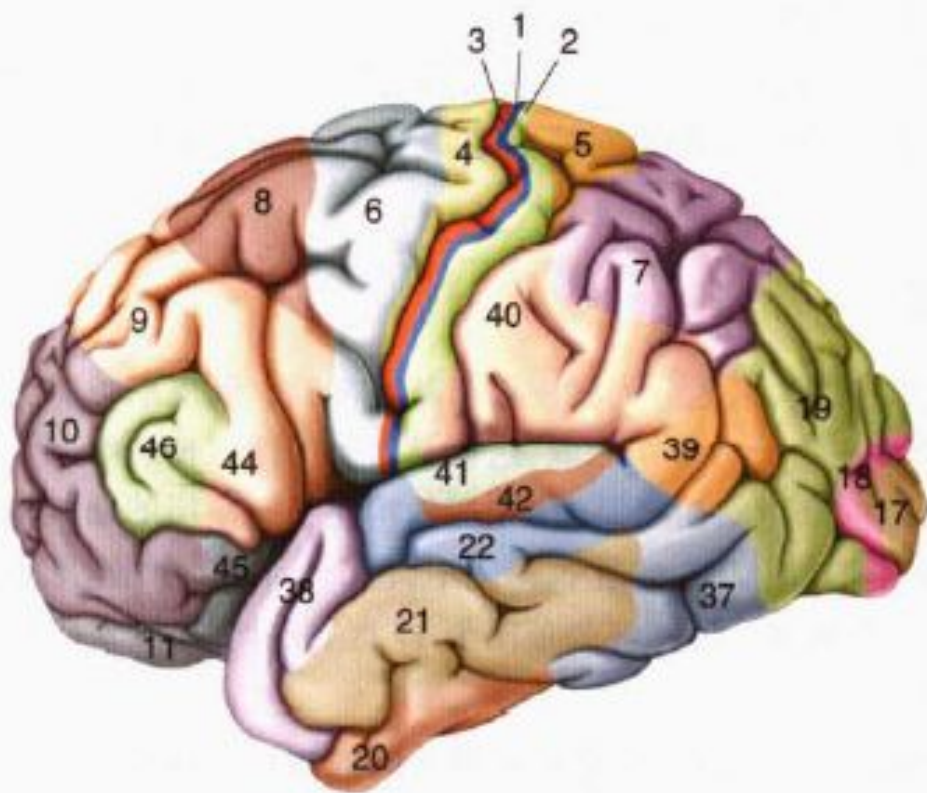
	无尾獭 (N=4)	食虫类 哺乳动物 (N=50)	原猴类 哺乳动物 (N=18)	猴 (N=23)	类人猿 (N=3)	人 (N=1)
延髓	1.00	1.27	1.56	1.87	1.61	2.09
中脑	1.00	1.31	2.71	3.40	2.86	5.16
小脑	1.00	1.64	4.64	6.20	8.81	21.75
间脑	1.00	1.56	5.56	8.00	8.57	14.76
嗅球	1.00	0.81	0.52	0.08	0.06	0.03
嗅皮层 (RB, PRPI, TOL)	1.00	0.94	0.65	0.34	0.31	<0.3
杏仁核	1.00	1.10	1.73	2.24	1.85	4.48
中隔核	1.00	1.22	1.91	2.09	2.16	5.45
海马回	1.00	1.75	2.91	2.64	2.99	4.87
裂脑(Schizocortex)	1.00	1.68	2.80	2.23	2.38	4.43
纹状体	1.00	1.80	5.99	10.12	11.78	21.98
新皮层	1.00	2.65	20.37	48.41	61.88	196.41
大脑化指数	1.00	1.43	4.24	8.12	11.19	33.73

(引自与斯蒂芬等人的私人通信, 1988。)

大脑的髓鞘化发生图



- 控制诵读的神经通路，先由视觉视觉脑区 (17、18、19) 投射到 39 区 (角回)。
- 下一步 Wernicke 脑区对读到的内容进行语义解释，然后弓束体投射到 Broca 区再一步变换为运动发声



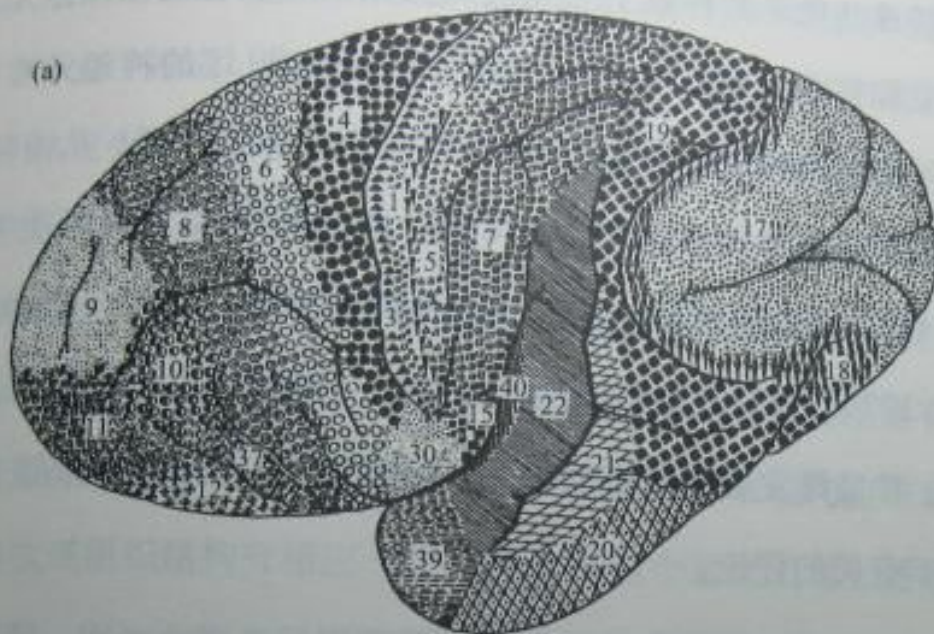


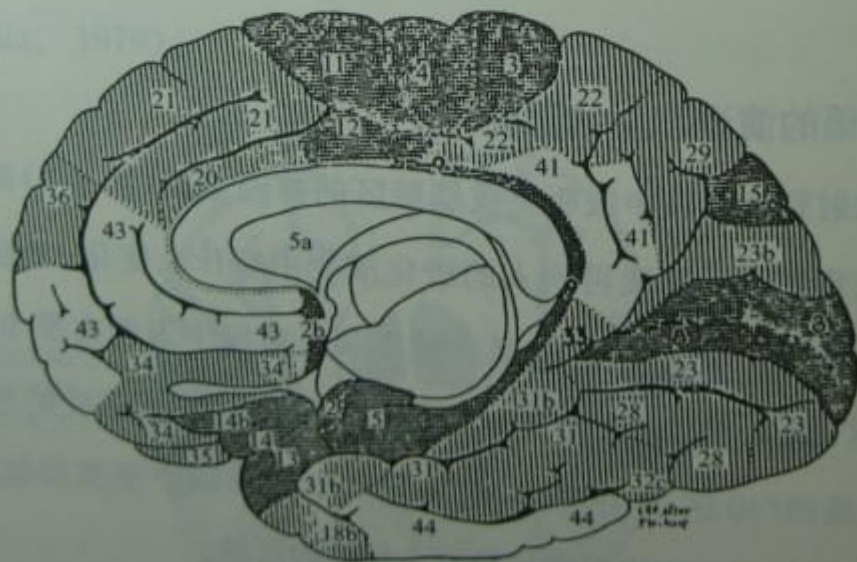
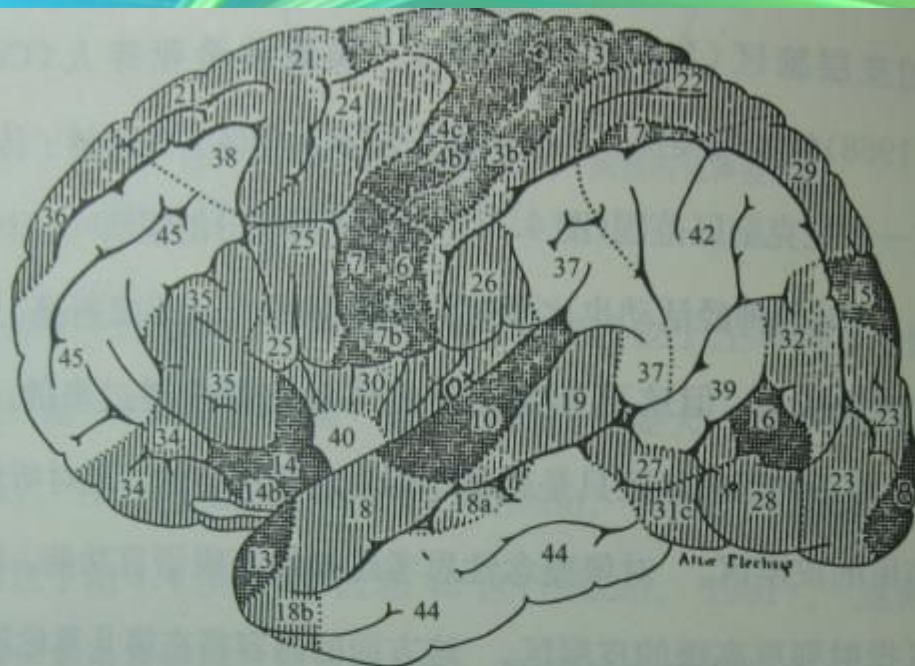
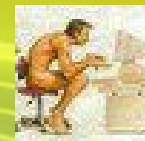
图 4.5 以与图 4.4 相同惯例。按细胞结构划分的猩猩的脑分区图。
(Mauss, 1911.)

◆广义的 Wernicke 区包括 39 40 21 22 的后部及 37 的一部分，广义的 Broca 区包括 44 和 45 区

◆在黑猩猩脑区中，至多只有 21 区和 22 区的后部，Broca 区完全不存在

◆由于进化导致两种以上感觉会聚到同一功能区如 39 区，从而产生一致性信号，进而导致事物的客观实体化

集智 AI 小组



◆39 区和 40 区的神经元是大脑皮层表面所有脑区里面最晚髓鞘化的，其部分神经细胞的成熟化要到童年晚期以后才完成

◆39 和 40 区的发展速度很快，以强有力的进化“压力”将视觉脑区推向脑后部

◆幼儿左半脑的语言脑区受损以后，其右半脑的语言功能会得以发育而取代，随着年龄的增长，替代能力不存在

◆语言脑区的进化在现代
人种进化差异之前，儿童
可以学会任何语言

2 语言的大脑模型—结论与问题



◆大脑皮层具有左右不对称性，脑的语言功能主要在左半球，但右半球也具有补偿机制

◆大脑的语言区发育成熟最晚，髓鞘化最晚

◆从进化来看，人类大脑在初级感觉区和运动区并不占优势，但额叶中关于情感，愿望、意图等皮层具有优势

◆语言是人独有的功能

◆问题：

- 语言的独有性体现在何处？
- 不通过发声器官，聋哑人和黑猩猩手语的区别所在？
- 我们的陈述性记忆是语言化存储的吗？



3 关于语言本身



◆语言是什么

- Harley 把语言定义为 “一种能使我们进行交流的符号和规则系统”，包括

◆Whorf 假说

- 语言决定或者影响思维，三个版本 决定：影响知觉，影响记忆
- 不同语言的对人影响区别
 - ❑ 菲律宾的 Hanuxoo 人对各种类型的稻米取了 92 种不同的名字
 - ❑ 亚马逊丛林中的某种土著对于各种蘑菇有数十种不同的名称
 - ❑ 英语和汉语的语法特点
 - ❑ 左写型语言和右写型语言



语言的四种层次



◆Karl Popper 提出的语言的四个层次

➤语言的每个层次又为较低层次所渗透

功能	价值	说明
(4) 辩论性功能	正确性 / 不正确性	批判，逻辑，高层抽象
(3) 描述性功能	虚假 / 真实	绝大部分的人际交流
(2) 通报性功能	有效性 / 无效性	发布与交流，恐吓，鸟通知鸟群，狼群
(1) 表情性功能	显现 / 非显现	哭泣、欢笑



人类语言的习得



表 4.1 儿童的运动和语言发育的对应关系

年龄(岁)	运动能力大事记	语言能力大事记
0.5	用手支撑着坐起来；单手够物	从咕咕作声到用辅音哼呀学语
1	站立；单手搀扶着步行	单音节重复；有迹象表明能理解某些词汇；经常性地用特定的发声指明一定的人和物，也即婴儿最初的词汇
1.5	完全把握了抓和放的动作；自我推进的步态；倒爬下楼梯	能用 3—50 个词汇，但不能联成短语；能用连串的发声加语调来模仿谈话声；在语言理解上多有进步
2	能跑(也经常摔倒)；单腿向前跨步上楼梯	能用 50 个以上的词汇；常使用双词短语；对口头交流愈加感兴趣；不再呀呀自语
2.5	能双脚跳跃；能单脚站立 1 秒钟；能搭 6 块积木高的积木楼	每天能学新词汇；能说多于 3 个词的短语；看上去能理解所有对他说的话；但仍犯许多语法错误
3	能用脚尖走 3 码(2.7 米)远；能两腿交替跨步上楼梯；能跳跃 0.9 米远	词汇量达 1000 以上；能领悟 80%；说话语法接近于成年人口语；各种造句法错误，且自成一体，并可预见
4.5	能跳绳；单脚跳；直线行走	说话已较流利；语法不妥之处限于不常用的句法结构或高深的谈话内容

◆语言的最初发育是实用性的，用原始母语支配周围人，索要东西，引发互动

◆婴儿在头一年中努力的进行自我实现和自我表达的过程，精神发育和语言发育有着正反馈的互动关系

◆语言作为天赋习性和对天赋的敏感性是有遗传基因作为基础的

教黑猩猩学语言



◆ Garners 夫妇教猩猩 Washoe 学习语言

- 学习的过程中从完全的发育过程开始的，Garners 将 Washoe 当成自己的女儿进行教育，有自己的房间，玩具，醒时总有人陪伴
- 一岁半以内，猩猩对语言的学习能力超过人，两岁时候，人类婴儿词汇量超过黑猩猩
- 最终有 130 个手语词汇，最多能用 4 个词
- 不会使用语言的次序排列

◆ 结论

- 黑猩猩能够学会使用代表事物和行动的各种手势
- 黑猩猩能用手语这种符号体系作来工具，进行食物索要，表达情感
- 没有证据表明，能够使用手语做描述性语言
- 聋哑儿童能够很容易学会手语进行描述性语言



问题



◆黑猩猩不把符号交流当成学习周围世界的手段，（人类三岁的儿童已经能够很熟练使用），手语对其只是一种适应性行为，只有在其它手段不易达到其实用目的才使用

➤能在一定程度上基于语义使用语言，没有证据表明能够有任务语法形式

◆人类原始的语言

➤从图腾，动物，植物

◆问题

➤黑猩猩有一定的自我意识，如镜子里的自我，但没有语言上的自我，为什么不能学会 3 4 层次的语言



4 学习和记忆的理论—三世界理论



◆整个人成长和认知的过程依赖于语言，而明显看来，动物认知过程受到其生物学限制的局限性，具有一定的行为意识，如黑猩猩搬箱子取香蕉，人和动物的学习意识，区别在哪里？

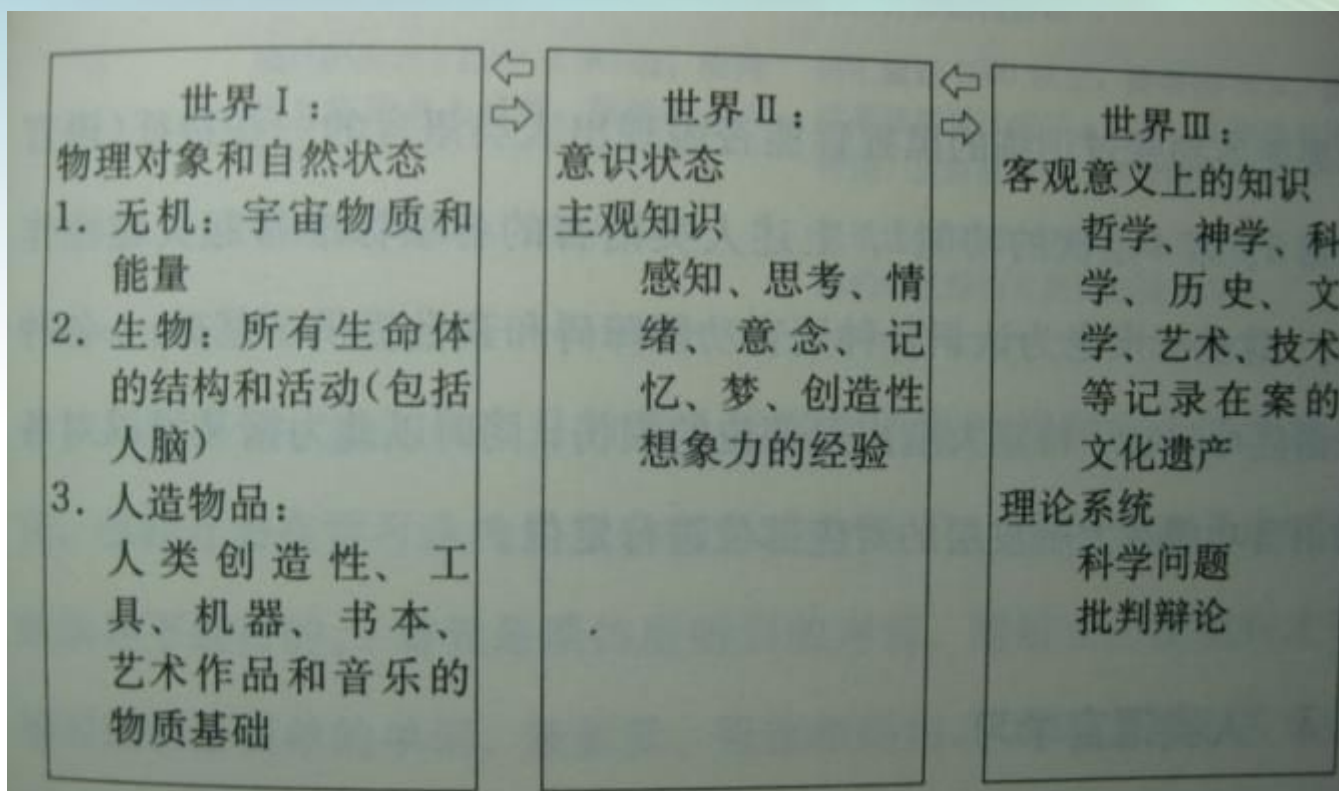


图 4.2 包含所有存在、所有经验的三个世界示意图。(Popper and Eccles, 1977)

关于心脑关系的一些观点



世界 I = 包括大脑在内的所有物质世界

世界 II = 所有主观或精神体验

物质世界 I_P = 不包括精神状态在内的所有物质世界

精神世界 I_M = 与精神状态有关的极小一部分物质世界

极端唯物主义: 世界 I = 物质世界 I_P ; 精神世界 $I_M = 0$; 世界 II = 0。

泛心灵论: 整个世界是世界 I 和世界 II, 世界 I 或世界 II 并不单独存在。

机械行为说: 世界 I = 物质世界 I_P + 精神世界 I_M ; 精神世界 $I_M \rightarrow$ 世界 II。

心脑同一论: 世界 I = 物质世界 I_P + 精神世界 I_M ;
精神世界 I_M = 物质世界 II (同一之所在)。

二元身心交互作用论: 物质世界 I = 物质世界 I_P + 精神世界 I_M ;
精神世界 $I_M \leftrightarrow$ 世界 II;
这种交互作用发生在联络脑区 (liaison brain),
 $LB =$ 精神世界 I_M 。
因此世界 I = 物质世界 I_P + 世界 I_{LB} ,
和世界 $I_{LB} \leftrightarrow$ 世界 II。

图 8.1 各种有关心脑关系理论的示意图。详细描述见正文。

◆后三种理论都承认有心智或者精神的存在

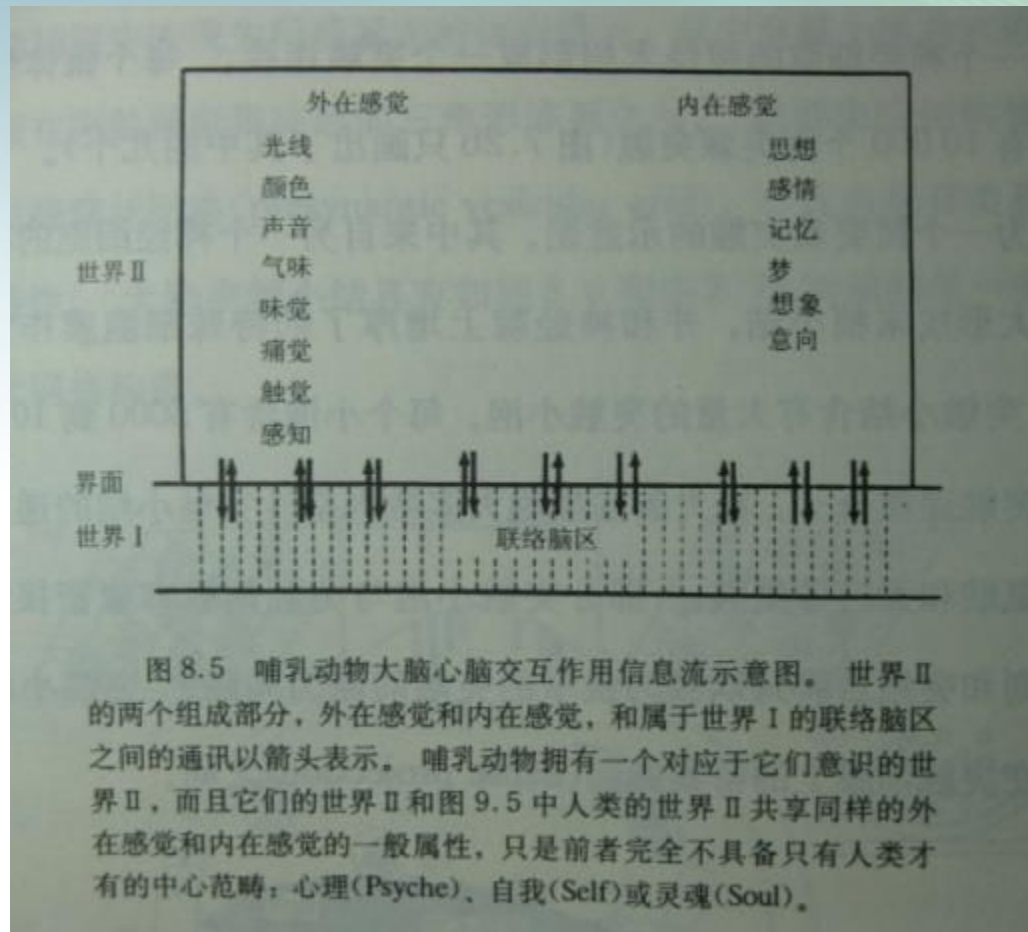
◆物质世界 I 是自主或是封闭的, 但关于世界 II 的边界没有定论

◆在世界 I 和世界 II 之间的交流可能是信息流而不是物质流, 即物质—能量世界不是完全封闭的

心脑交互使用论



◆二元心脑交互作用论的理论框架



世界 I 和 II 的交互假设 -- 量子微粒假设

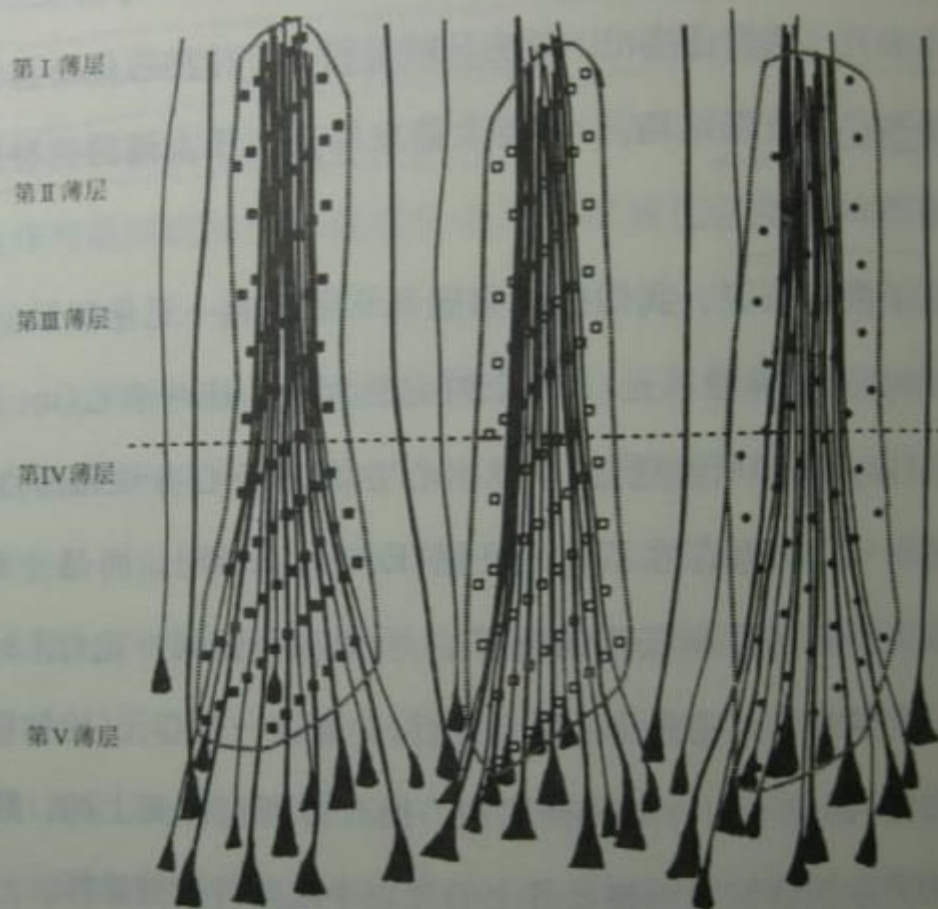


图 8.9 三个树突丛示意图：大、中锥体细胞的顶端树突在第IV薄层开始聚集起来上升攀缘，越接近皮层表面聚集得越紧，从而形成所谓的树突丛。少部分顶端树突没有聚集到树突丛内。本图中顶端树突终止在第I薄层内。实际上顶端树突在第I薄层内形成轴丛分叉而终止，但因过于复杂而没有绘在本图里。本示意图的另一个主要特征是重叠于每个树突丛上的心元，每个心元以不同的记号来区分(实心方块、空心方块和圆点)。新皮层含有大约 4000 万个树突丛，每个树突丛都和其心元相联而提供具有各自特色的一元化体验

存在的，存

精神意志以和
独递质，这个

的 chance ,
独，所以 0.01

微观神经事件

多突触前网格
联的心元按量
，这一成功被
整个小组世界 II

人的心脑交互作用示意图



◆ 自我意识的开端

- 机制和前面所提到的假设是一致的
- 来自对自我的认知 (8 万年前，尼安德特人创始的葬礼的习俗)

◆ 自我的统一性

- 于生俱来的自我心智是连续统一的，不断的体验在神经回路不断得到加强，从而固化在大脑皮层中形成记忆
- 高等动物具有一定程度的自我意识，处于从感知意识到内省意识的过



图 9.5 心脑交互作用信息流示意图。世界 II 由三个组成部分(外在感觉、内在感觉和心理或自我)及其之间的联结构成。世界 II 的三个组成部分和属于世界 I 的联络脑区之间的通讯以双向箭头表示。如图中所示,联络脑区按柱状结构排列,面积巨大,可能包含了 1000 多万个树突丛(本示意图里只画了 40 个)。记忆既存储在世界 II 的内在感觉部分里,也存储在属于世界 I 的

社会性的人



◆世界 III 是由人类的创造力建造起来的

- 人的成长是世界 II 和世界 III 的交互作用
- 遗传传递的是潜能，而成年人的行为取决于文化
- 从基于基因库的生物进化到基于文化库的世界 III 的进化

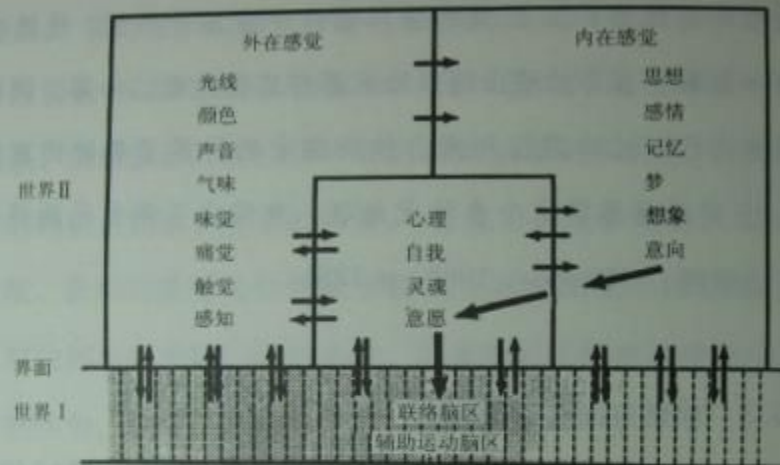


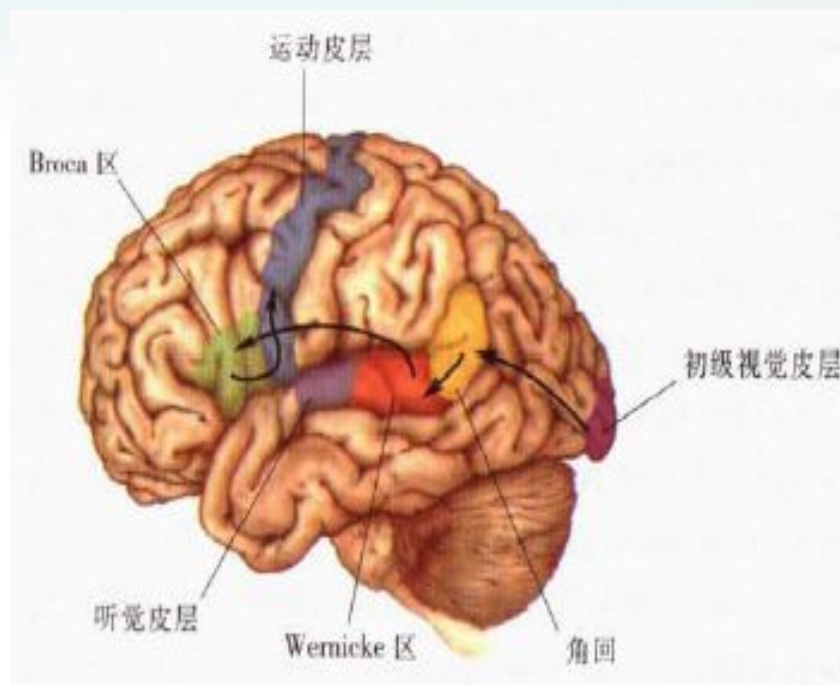
图 10.4 图 9.5 所示人脑的心脑交互作用信息流示意图。世界 II 由三个组成部分(外在感觉、内在感觉和心理或自我)以及用箭头标出的各组成部分之间的通讯联结构成。跨越世界 I 和世界 II 之间界线(即联络脑区和这些世界 II 组成部分之间)的通讯联结也用箭头标出。联络脑区按柱状结构排列(以垂直虚线表示),面积巨大,可能包含了 1000 多万个树突丛(本示意图里只画了数十个)。图中以三个粗箭头来提示辅助运动脑区(SMA)和来自世界 II 的意向之间的特殊关系,即如我们在正文里讨论过的那样。意向对 SMA 树突丛的潜在特定作用。图中把世界 II 放在世界 I 之上完全是出于示意目的,并不代表任何实际空间排列。世界 II 的实际空间位置应该是在其发挥作用的地方,即如箭头所示是在联络脑区的树突丛里。

4 学习和记忆的理论二：预测—记忆理论



◆一些核心的观点：

- 所有脑皮层的工作机制都是相似的，由基因决定的
- 幼儿时期，大脑皮层进行逐渐分化，大脑的区域是根据传入的信息种类而发展专门的功能
- 所有进入大脑皮层的输入信息基本是相同的，都是动作电位的传输，都是 6 层大脑按相似的方式处理的



空间—时间模式



◆大脑本身没有任何的感觉，由于本身没有感觉器官，其中的任何信息都是作为轴突上的空间-时间模式进入的。

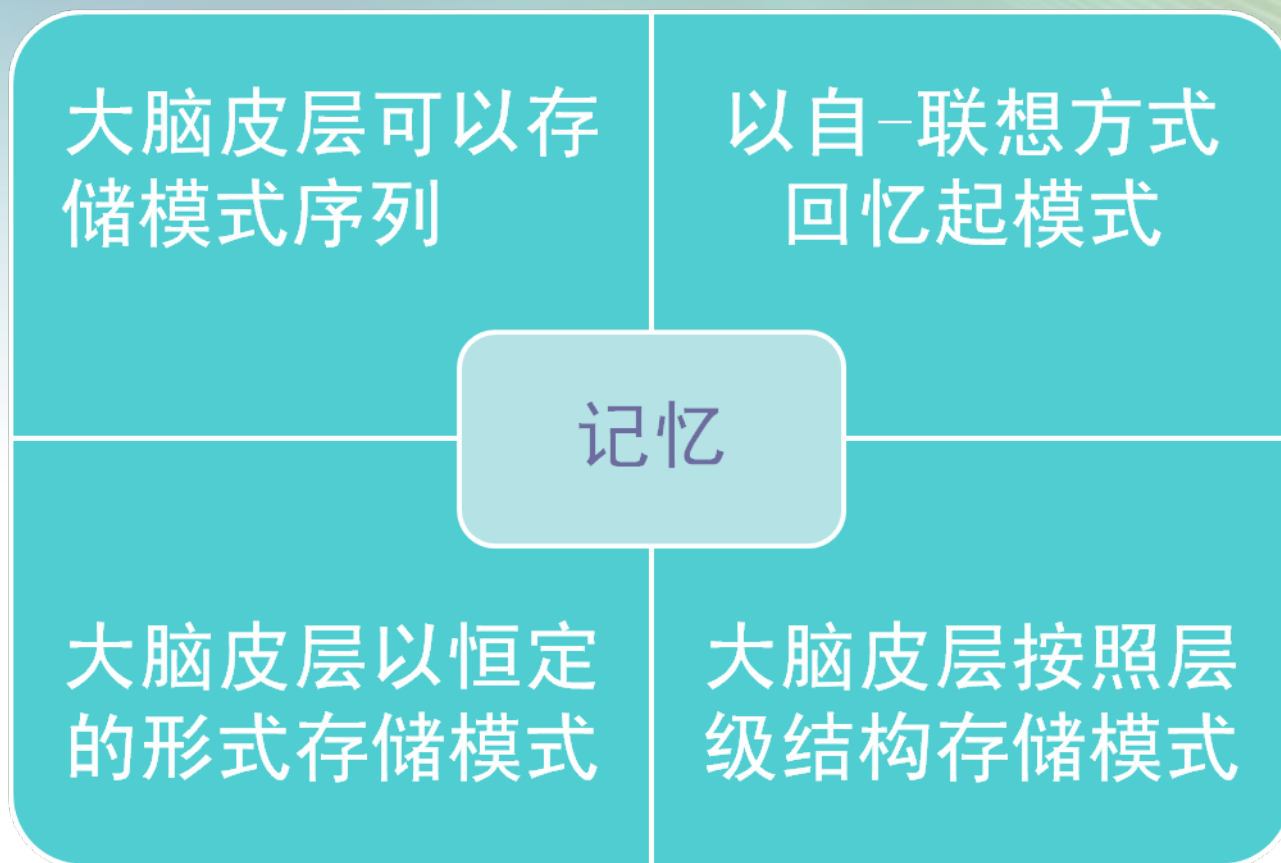
感觉	功能	空间	时间
视觉	影像	影像在视网膜上的投影	连续变化的图像持续性
听觉	声音	不同音频引发耳蜗中不同位置振动	音素的持续性
触觉	压力、温度、痛	接触的空间感觉	触觉的持续性变化
知觉	自身的关节和身体	身体的空间性	身体运动的连续变化



记忆 - 预测理论的记忆机制



◆该理论的基本记忆机制，基于四个根本点

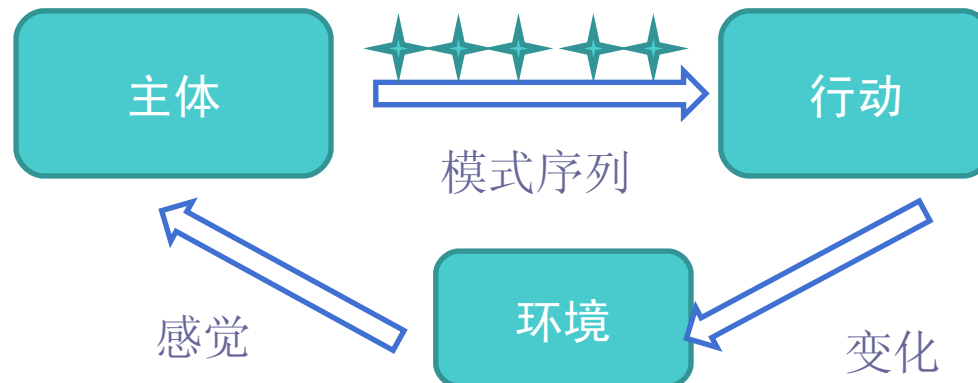


记忆—预测理论



◆我们的大脑在日常生活中（当不处在内省的时候），在不断的利用记忆对我们看到的、听到的、感觉到的东西进行预测。思维实验：“改变了的门”

- 视觉区对边缘、形状、物体和位置进行预测
- 听觉区对音调、声音的来源以及声音的模式做出预测
- 体觉区则对触摸、质地、轮廓以及温度进行预测
- 例如，打球，我们每次看到球，并不是从球的位置和速度以及自身的位置和速度进行计算并调整自身的状态。而是根据任意时刻获得的图像，从记忆中抽取相应的模式，进而直接控制身体





◆前面的例子是以低级的感觉信息为例的，其实在人来说，我们能够对更加抽象的模式和更长的时间模式做出判断。

- 如抽象概念的学习
- 智力测试本质上就是预测能力 的测试
- 科学本身就是一种预测练习，（不断的假想和实验，改进我们对世界的看法）

◆智能是通过记忆能力和对周围环境的预测能力来衡量的。



进化的角度



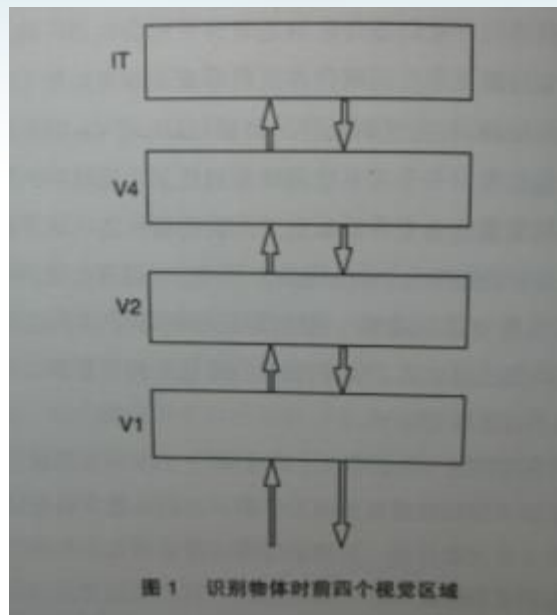
- ◆原始的爬行动物的“原始脑”“古脑”，这个控制着前面提到的世界 II 的外在感觉，产生如游泳、奔跑、隐藏、狩猎、伏击等行为
- ◆哺乳动物开始有新新皮层，即给原始脑增加了一个记忆系统，从而进行学习，具有预测机制（如老鼠走迷宫）
- ◆随着大脑皮层的不断进化，如前额叶主要区域负责高级策划和思维，以及计划等



记忆—预测理论的大脑机理



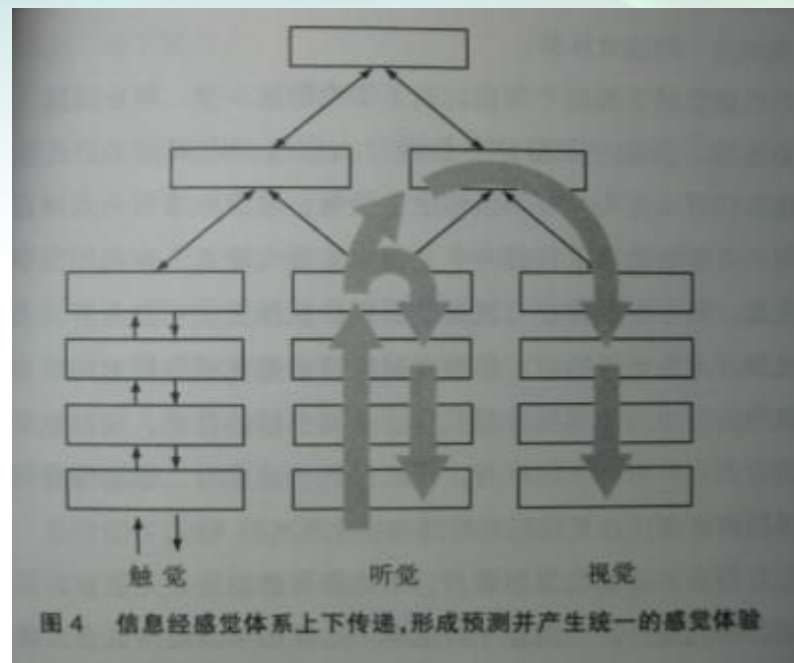
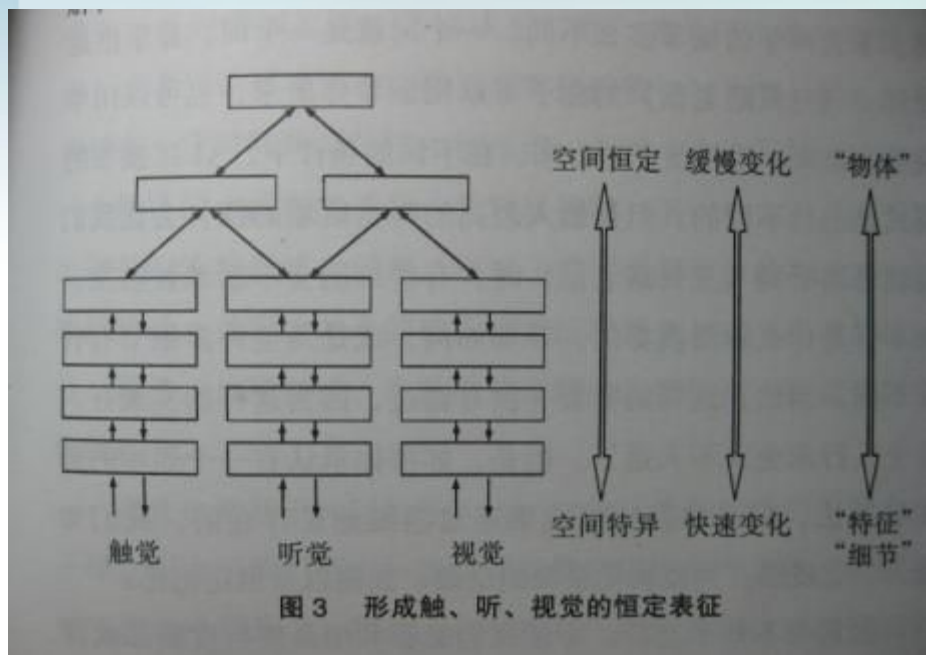
◆V1 区的任一细胞都只针对视网膜一极小部分的视觉输入做出反应，在从 V1 区到 IT 区的过程中，从飞速变化的、具有空间特异性的、能识别特征的细胞，转变成不断被触发、空间非特异性、能识别目标的细胞。





◆在涉及所有感觉的皮层都存在着同样的前馈、反馈过程。

◆联合区显示了多种感觉共同参与的预测，日常生活中我们都存在着各种的体验





- ◆对于连续多模式序列的预测，多联合区的感受，将会出现稳固的联接，出现“名字”，即大脑对于客体的实在化
- ◆多层级的模式将能够产生抽象概念，并存储在大脑皮层中

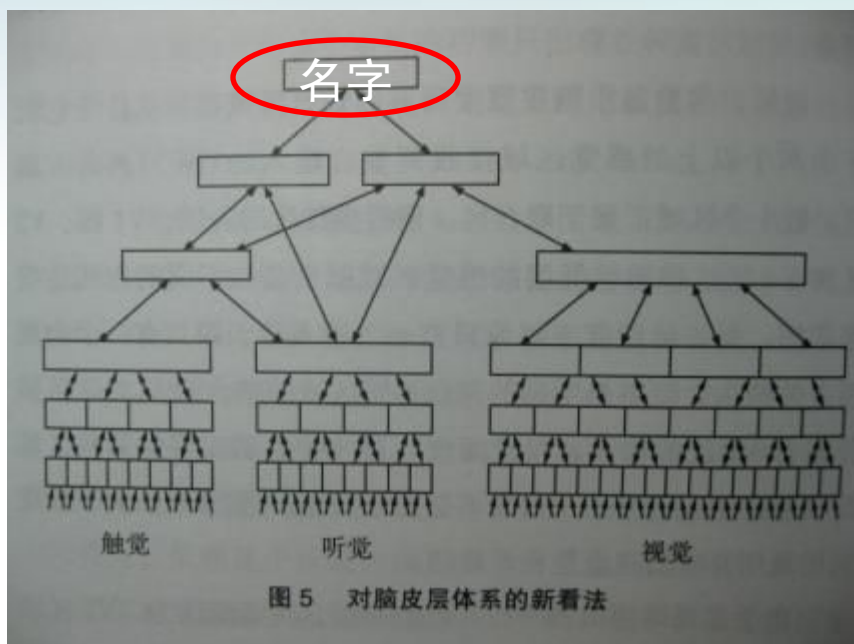
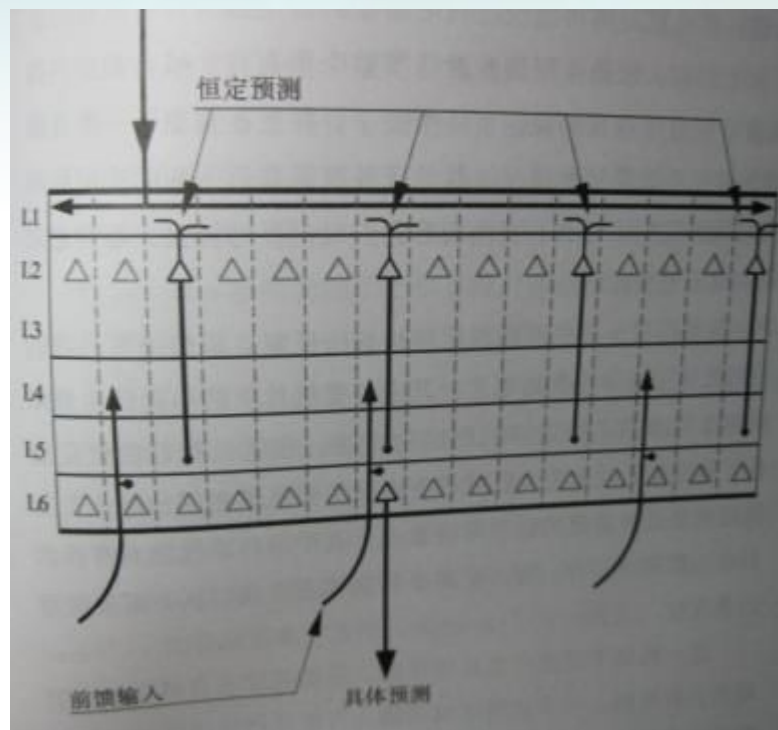
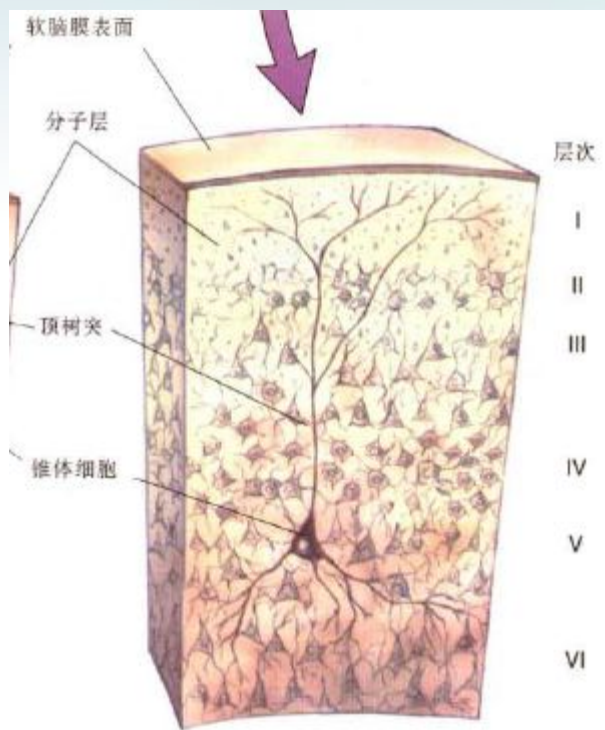


图5 对脑皮层体系的新看法

大脑皮层的传递机制



- ◆作者依据大脑皮层的 6 层结构提出了相应的传递机制
- ◆学习的两个基本要素就是形成对模式的分类和建立序列
 - 形成序列的基本过程就是将属于同一个事物的模式归为一组，如皮亚杰的发生认识论提到的，关于遮挡运动车子的学习过程，一旦建立了关于车子的时间和空间模式，将会产生预测





◆该理论的问题，该理论只对发生在我们的意识没有关注的模式下，例如骑自行车，一旦当我们的注意力集中到某个动作时，这种预测模式序列将被打破，没有就这个问题给出解答

5 问题的根源 -- 意识



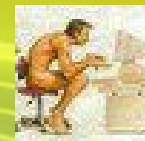
◆自我意识的观点

- 埃克尔斯自我意识的上帝论
- 彭罗斯的 CQG 理论

◆非心脑二元论的观点

- 霍金斯的心智观点
- Eric 的观点





◆参考书目

- 认知心理学
- 神经科学—探索脑
- 脑的进化—自我意识的创生
- 人工智能的未来
- 皇帝新脑
- 追寻记忆的痕迹
- 发生认识论
- 原始思维
- 野性的思维
- 认知神经语言学视野下的句子理解



The background is an abstract composition of light streaks and gradients. It features a color palette of teal, blue, and yellow-green. The streaks are dynamic, flowing from the bottom left towards the top right, creating a sense of movement and energy. The overall effect is a modern, high-tech aesthetic.

谢谢大家！

集智 AI 小组