

一 目的篇

思维和思维效率

思维是当今世界上被人们认识的物质运动的仅有的一种形式，这种物质运动能够转化为精神的运动。这种物质运动是在大脑中进行的，不仅是物理的，而且是化学的。这种精神活动包括意识、认识、记忆、回忆、联想等。说到底，人脑是思维的器官，思维是人脑的机能。

关于思维同脑中的生物的、化学的、物理的运动的联系与区别，恩格斯写道：“有机的生命没有机械的、分子的、化学的、热的、电的等等的变化是不可能的。但是，这些次要形态的存在并不能把所考察的每一情况下的主要形态的本质包括无遗。终有一天，我们一定可以用实验的方法把思维‘归结’为脑子中的分子的和化学的运动，但是难道这样一来就把思维的本质包括无遗了吗？”事实上，恩格斯在谋求对思维作出唯物主义的解释的同时，还反对把思维等同于脑的生

理过程。

关于思维是脑的机能却并不等同于脑的生理过程，恩格斯进一步指出：“生理学当然是有生命的物体的物理学，特别是它的化学，但同时它又不再是专门的化学。因为一方面它的活动范围被限制了；另一方面它在这里又升到更高的阶段。”现在，不仅有了脑电图、脑血流图，而且有了测试脑声、脑光、脑磁、脑机械波的仪器，甚至，可以取得与某种思维活动（比如，听音乐或解数学题）同时空的物理信息；这测得的数据并不是思维。

近几十年来，不少哲学家、心理学家和神经生理学家对思维与脑的关系问题进行了讨论和研究，提出了不少新见解，在探讨思维与脑的相互作用方面，取得了不少进展。例如，学习、记忆活动引起脑内物质的变化，就是颇有说服力的证据。

关于思维的定义，不少人发表了许多很好的见解，然而，我认为：最为现实、最易把握的定义，应该首推从信息论的观点提出的定义。这个定义是：

“思维是人接受信息、存贮信息、加工信息以及输出信息的全过程。”

接受信息，就是人对客体或人自身的感知过程，通过眼、耳、鼻、舌、身和各种技术手段，

使人直接或间接与客体发生联系，从而接受客体发出的信息，这一信息传输到大脑而形成表象，就是思维的开端。例如，看书是用眼去接受以书本为载体的信息；听声，则是用耳去接受以声波为载体的信息；用手去捏物体，物体给手一个反作用力，这个反作用力作用在手上也可看作是我们从物体接受的一个信息。人练气功时，默念字句，大脑自身就从大脑的某一局部接受信息。而观察、实验等手段则可以说是人们开拓接受信息源泉的措施。

存贮信息，就是对信息进行记忆。接受的信息传输到大脑后，此信息就会形成一种表象而存贮在大脑中。经过加工而得到深化了的知识，也能作为信息存贮在大脑中。

加工信息，这里之所以用“加工”二字，是因为思维活动是能动的，它可以创造出新的信息。加工信息，就是大脑对所接收到的信息进行识别、分类、分析、综合，以及运用概念进行推理、判断等的过程。在这个过程中，总是把所接受的信息和大脑原已存贮的知识相联系，从而作出自己的判断。

输出信息就是在接受信息，对信息进行加工并产生自己的判断之后，把这种判断用文字的，或语言的，或某种行为姿态的形式表达出来。一般说来，输出的信息也在自身大脑中进行存贮。

总之，人的思维活动是由接受信息、存贮信息、加工信息、输出信息四个环节有机地组成的一个整体。

然而，人的思维并不总是围绕一定的目标，为了解决一定的问题而进行的。我们说“思维效率”时所说的“思维”，不是一般的思维，它是有明确的目标的。

思维效率的高低，依达到一定目标所需时间的短长而定。以同样的时间达到既定的目标，思维效率的高低则依其目标的深与浅、大与小、创新与保守而定。

射门

在足球场上，“头球”、“铲球”、“传球”、“过人”都是为了“射门”；在篮球场上，“断球”、“传球”、“运球”都是为了“投篮”。同样，在进行思维活动时，也有一个紧抓目标、注意力集中的问题。这是十分重要的。

关于科学家能做到注意力高度集中的故事就有不少。著名的阿基米德测试王冠的轶事就说到他全神贯注于一个问题时，会完全忘却了周围环境。据说希伦王让首饰匠打了个金王冠，他怀疑王冠被工匠掺进了银子，便求教于阿基米德。有

一天，阿基米德在洗澡时，发现了流体静力学第一定律而解决了这个问题。据说，当时他连衣服也没有穿，就从浴室出来，跑到街上大喊：“我知道了！我知道了！”当叙拉古陷落被掠时，他正在专心考察沙盘上的几何图形；以致一个进行抢劫的罗马士兵进了他的家、走近他所画的几何图形时，他仍不明外边发生了什么事，怕图形被碰乱，就斥责那个罗马士兵，命他远离他的图形；这个抢劫者勃然大怒，就一枪刺死了这位老人。关于牛顿也有一个类似的故事。说的是：有一次，牛顿的朋友斯图克利博士请他吃鸡肉饭。牛顿出去了一会儿，但是，桌子上已经放好盖着的盘子，里面是烹调好的鸡肉。牛顿忘记吃饭这事，又搞开自己的研究了，因而超过了时间。斯图克利把鸡吃了，然后再把骨头放在盖着的盘子里。牛顿回来后，发现只剩下骨头了。他说：“亲爱的，我竟然忘了我们已经吃了饭。”

这些轶事笑闻里揭示了一个道理：注意力集中正是他们思维高效率的重要原因，甚至是根本原因。

这还可以通过对自己思维活动的反思来理解。试想：当我们的思维活动，像过眼云烟那样漂泊不定时，时间尽管长，也毫无收获；当我们的思维活动，专注地凝聚在一个问题上时，用不了多少时间，就会有进展。

一句话，在我们进行思维活动时，要像足球健将那样，紧紧地盯住一点：射门。

二 材料篇

感官为思维提供了什么

如果把思维理解为信息加工的过程，那么所加工的对象——信息——就是思维材料。

关于思维材料的来源必须从感觉说起。客观事物直接作用于人的感觉器官，引起神经冲动，由感觉神经传导到脑的相应部位，便产生感觉。因分析器的不同，感觉可分为视觉、听觉、嗅觉、味觉、肤觉等。每种感觉器官都分工执行不同的反映职能。感觉是人认识事物的第一步，为思维提供感性材料（确切些说，人的思维并不单纯地以感觉为材料。正因为如此，我们还要讲一讲“知觉”和“表象”）。

知觉是在感觉的基础上形成的，它是多种分析器分析综合活动的结果。由于知觉具有整体性、选择性和恒常性，所以，虽然客观事物通常只有部分直接作用于感官，人却能根据已有的知识和经验加以补充，对所感知的事物进行完整的

认识。

表象是对以前感知过而当时不在眼前的事物的形象的反映。换句话说，在记忆中保留下来的过去感知过的事物的映象叫表象。表象具有直观形象性和初步概括性的特征。

总之，感觉、知觉、表象都属于感性认识，都是思维的基本材料。

关于感觉有两点是必须注意的：第一，它受人这个生命体的感官的结构与功能的约束；第二，它对思维的作用至今没有被充分的认识。例如，人的视觉器官能分析光谱上390—770毫微米不同波长的光线，产生红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等各种彩色感觉；人的听觉分析器能感受每秒20—20000次振动的声波。这都既表明其能力，又表明其局限性。在谈到各种感官对思维的作用时，必须认识到：人类认识活动什么时候也不是只靠一种孤立的感觉形态如视觉、嗅觉、听觉、触觉、味觉来进行的。任何对象性知觉尤其是表象都是多种感觉形态活动的结果。当复合刺激物的各个成分同时或先后作用于各个不同的分析器时，在大脑皮层上就形成了各种分析器之间的联系，由复合刺激物的作用所引起的各分析的联合活动就产生了知觉。而由气味分子激起的嗅觉常能对记忆与回忆起极为突出的作用。

人类的眼光不能和鹞鹰比远，但是人类发明

了望远镜，能够观察到远方的情况；发明了显微镜，能够见到极微细的东西。人类的听觉不能和猫比灵，但是他发明了留声机、无线电。于是人类低劣的视觉和听觉都得了补救，使任何动物都望尘莫及。

例如，除折射望远镜、反射望远镜、双目望远镜外，还有用以接收和测量天体无线电辐射的射电望远镜；我们还可以利用无线电收音机听到发自遥远的地方的声音。——这些都是我们感官的延伸。

显然，要为思维提供材料，主要靠的是我们的感官和感官的延伸。

知觉与经验

在讲知觉与经验的关系之前，先得讲讲诸感觉，因为知觉只不过是感觉的整体化，感觉只不过是知觉的局部化、单项化。

视觉是辨别外界物体明暗和颜色特性的感觉。由光源直射或物体反射的光线作用于眼球的视网膜，引起其中感觉细胞的兴奋，再经视神经传入大脑皮层枕叶产生视觉。视觉是整个视分析器活动的结果。人类视网膜中的视杆细胞对弱光有高度感受性，是夜视的感觉器官；视椎细胞是

昼视和色觉的感受器，能分析光谱上390—770毫微米不同波长的光线，产生红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等各种彩色感觉。视觉在对物体空间属性如大小、远近等的区分上，起着重要的作用。我们的视角也有一定的限制，视角指的是：从物体两端引出的两条光线在眼的光心交叉而成的夹角；正常视力能看清的最小物体所形成的夹角为 $1'$ 。

听觉是辨别外界物体声音特性的感觉。物体因振动而产生的空气波动（声波），从外耳传入，作用于耳鼓膜，进而通过中耳听小骨的振动引起耳蜗内感觉细胞的兴奋，再经听神经传入大脑皮层听区（颞叶），产生听觉。听觉是整个听分析器活动的结果。人类听分析器能感受每秒20—20000次振动的声波，能分辨两个差别很细微的声音，还能辨别声源的方位。

味觉是辨别外界物体味道的感觉。由溶解于水或唾液中的化学物质作用于舌面和口腔粘膜上的味觉细胞（味蕾），产生兴奋，再传入大脑皮层，引起味觉。味觉是整个味分析器统一活动的结果。基本味觉有甜、酸、苦、咸四种，其余都是混合味觉。味觉同其他感觉，特别同嗅觉、肤觉相联系。辣觉是热觉、痛觉和基本味觉的混合。

嗅觉是辨别外界物体气味的感觉。由物体发

散于空气中的物质微粒作用于鼻腔上部嗅觉细胞，产生兴奋，再传入大脑皮层，引起嗅觉。嗅觉是整个嗅分析器统一活动的结果。嗅觉同其他感觉，特别同味觉相联系。

肤觉是辨别物体的机械特性和温度特性的感觉。由触、压的机械刺激和冷、热的温度刺激作用于皮肤的相应感受器，传入大脑皮层，引起肤觉。肤觉是有关的整个分析器统一活动的结果。分触觉、温度觉和痛觉三类。触觉又包括：狭义的触觉、压觉和振动觉。温度觉是辨别冷热的感觉。由温度刺激作用于皮肤温度感受器，产生兴奋，传入大脑皮层而引起。刺激温度高于皮肤温度时引起热觉，低于皮肤温度时引起冷觉。皮肤温度常被视为温度觉的“生理零度”。但生理零度能随皮肤血管膨胀或收缩而变化，因而同一温度刺激在生理零度变化前和变化后所引起的温度觉有所不同。温度觉同其他感觉常发生联系，如颜色或声音可成为引起温度觉的信号。痛觉是辨别伤害机体各种刺激强度的感觉。由皮下游离神经末梢受到刺激，产生兴奋，传入大脑皮层，引起痛觉。中枢神经系统的许多部位都和痛觉有关。大脑皮层对痛觉可起调节作用。当刺激达到一定强度时，往往有痛反应。

知觉是不同类感觉相互联系和综合的结果。然而，仅仅这样说是不够的，对人类来说，还有

一种更加重要的知觉，即言语知觉。目前人们已经知道：言语信号是一种有复合结构的、不断变化的声学模式；看来这种声学模式是对音位信息的一种“编码”，而且从音位到声音和从声音到音位存在着复合的反映关系。

当今的论点是：知觉，部分是先天的，部分是习得的。思维科学工作者对知觉的先天一后天的争论应该予以密切的关注，这是因为：研究什么是习得的，什么是先天的，也就是在研究可塑性（即有机体适应于环境的程度），可塑性的最适宜的时期及其持久性；而这些都是对提高思维效率很重要的事情。

确切地说，对于每一种知觉和每一种知觉的不同侧面都存在一个敏感期。人这个有机体生命在这个时期，特别需要该类型的刺激作用；过了这个时期再给予这类刺激，就很难“唤醒”这种知觉了。

以视觉系统为例来说明知觉与经验的关系颇有便利之处。现已设计出从完整脑的单个神经元记录电活动的技术，这对了解视觉系统如何探查、认识形状的功能，看来是一个令人兴奋的突破。通常一系列精致的研究证明：在视觉系统中的单个细胞以高度有组织的形式发挥作用，觉察环境中像圆形，线条，边界及角这样的具体特征。整个视觉系统的细胞能以视网膜刺激的模式

来描述；这被称做视觉系统细胞的“感受野”。在视觉系统的每个层次上，细胞都是对特别的刺激成分作出反应，而且在每个相继的层次上，这些成分又被综合起来，使得可被觉察到的特征的复杂性越来越大。极度复杂的感受野被认为是来自复杂细胞、来自简单细胞的复杂感受野，以及来自外侧膝状细胞组成的简单感受野的各种输入的综合所决定的。在这里，起作用的有大神经元，也有微神经元。通常公认：大神经元的结构和功能受遗传制约，而微神经元的发展则不受遗传控制。对外源刺激作出反应，为有机体提供由于经验的变化而出现的可塑性的，正是微神经元。

知觉是取得经验的根据，而经验又常给知觉以促进和约束。充分地认识到它们的这种关系，将有助于我们发挥大脑的潜力。

甜不甜

新生儿就能对甜还是不甜做出正确判断，并与酸、咸、苦等其它味觉相区别。这是因为在人的舌表面存在味觉细胞，味觉细胞上的甜觉受体，能将甜的刺激通过面神经传入中枢。人们对味觉的化学基础的最早研究始于公元前350年。

现在，我们已知道在许多甜剂的化学结构中，都具有糖环或苯环这样的环状结构。

某种甜剂的“相对甜度”，需要专门的测量机构测定。我们有以蔗糖为标准来衡量甜度的相对指标。天然糖的甜度是很低的，相同分子数目的糖精等超甜物质，比蔗糖要甜约 100 000 倍。然而，这并不是说，我们人类的感觉能分辨出这种巨大的差别。首先，必须将糖精这类超甜物质稀释到与 0.1—1.0M 蔗糖相同的甜度，然后再确定其“相对甜度”。蔗糖溶液甜度的饱和量在 1.0—2.0M 之间，如果浓度再增加，就超出了人所能分辨的程度。

不同人群对甜度分辨的差异性，尚无资料可查。但是，某些疾病、头部外伤、缺锌都能引起味觉丧失。如果体内缺锌，二至四个月的补充治疗就可使味觉恢复，其中甜觉恢复得最快。

目前，解释物质产生甜味的理论有许多，其中，沙伦伯格的氢链理论最引人注目。这种理论认为，生甜团是甜剂分子具有的共同结构，它使机体产生甜觉。其本质是一种 AH, B 结构。事实上是：甜剂分子中的 AH, B 结构与受体上的相同结构互补，形成一种双重氢键结构。

甜觉产生的机理，可能是由于甜剂分子通过物体的 AH, B 系统与味觉细胞表面的受体产生连接，引起离子内流。随着动作电位的产生，脉冲

就从味觉细胞传到大脑。

人类舌表面的味蕾在出生时最多，随着年龄的增加其数目逐渐减少。值得我们深思的是：

- (1)使味蕾增多或减少的生理原因究竟是什么？
- (2)有没有什么办法能够使味蕾保持一定的数量或放慢减少的速度？
- (3)使味蕾保持一定的数量对于延长寿命有什么意义？

目前，用非甜味的味觉调节物加强、减轻、消除或产生甜觉，已经有了一些办法。然而，这么做对人这个生命体的整体功能究竟起什么作用，还不得而知。不过，可以肯定的是：在这里也有一条通向思维的途径。

鼻子为我们开路

食物和饮料中的味道至少有四分之三不是靠味觉而是靠嗅觉感触到的，胡椒或薄荷的挥发性香味是通过从口腔后部开口的通道吸入后传送到鼻腔上部的嗅觉神经末梢上。

气味通过鼻子和口腔后部进入鼻腔，盘旋而上，到达鼻腔顶部，遇上数以百万计微小的嗅觉神经细胞浸在粘液中的纤毛，气味分子引起特定的神经感受器产生反应并且把信号输入嗅觉小球。信号是在小球中被破译出来的，于是你就意

识到你嗅到了某样东西，但还说不出是什么东西。这个信息接着被送到嗅觉皮层上，由后者，由后者给嗅到的气味打上标记（“这是荷花，池”）。这一信息从嗅觉皮层分两路往下传，一路传到丘脑区 and 大脑皮层，在此处将眼前的景象与气味进行比较（“我闻到了荷花的气味。可我是在内蒙古草原，这是为什么？”）；另一路传到扁桃体和海马区，这个地方是处理情绪和记忆的，就是在这个部位，你可以回想起一个与某种气味有关的经历来（“这是四十年前夏天清华园中的荷花池……”）。

气味引起回忆这一神奇的方式不仅使研究神经的科学家们感兴趣，也使小说家们着迷。普鲁斯特说过酸橙花茶和马德琳甜饼的香味使他创作出不朽的《追忆似水年华》一书。吉卜林在他的诗歌《利赫滕堡》中写道，浸透了雨水的合欢花的辛辣气味能使他想起故乡。与景象、声音和触感相比，气味是能够持久的信息；爆竹闪出火花炸响之后，燃烧后的火药味久久不散。

嗅觉是一种最原始、最能唤起记忆，也是最深入体内的感觉。在你说出气味的成份之前，必须先把它吸入体内。触觉似乎只存在于被触及的物体上，而气味好像不在被触及的物体上，而是在人的感官里。换句话说，大脑是在鼻子里直接接触并且试图辨别外部世界。也就是说，在其它

感觉器官还无能为力的时候，是鼻子首先站到了自己的岗位上。因此，说鼻子为我们开路，也不为过。

神经物理学家沃尔特·弗里曼关于嗅觉的机制作过一个有趣的实验。他在兔子嗅一种气味时测量了从兔子的嗅觉小球发出的脑电波。他通过研究表明：在让兔子第一次嗅某种气味时，它的嗅觉小球发出的脑电波相当杂乱无章；嗅过几次之后，脑电波便出现有规律的图形；此后，那种气味总能使神经细胞的活动产生这一图形——这就是认知的标记。他的基本思想是：嗅觉神经细胞——也许所有的感觉神经细胞——只要一受刺激，就会即兴地奏出一个脑电波的曲子；以后一有这个提示，便奏出这一主旋律。

迈克尔·拉塞尔关于婴儿嗅觉记忆也做过一个有意思的实验。他通过实验表明：虽然一个出生两天的婴儿对在其母亲乳罩里放了三个小时的一块棉垫毫无反应，但是大多数出生六个星期的受试婴儿嗅到在自己的母亲身上放过的棉垫时就会做吮吸动作，而对放在一个陌生的哺乳妇女身上的棉垫却毫无反应。

我们不常追寻气味，而只是记忆气味。气味与记忆之间的密切关系并非巧合，没有这层关系，气味会变得毫无意义。你辨别不出从没有闻过的气味，就象认不出从没见过的面孔一样。值