

儿童执行功能 发展及促进

杨晓辉 著

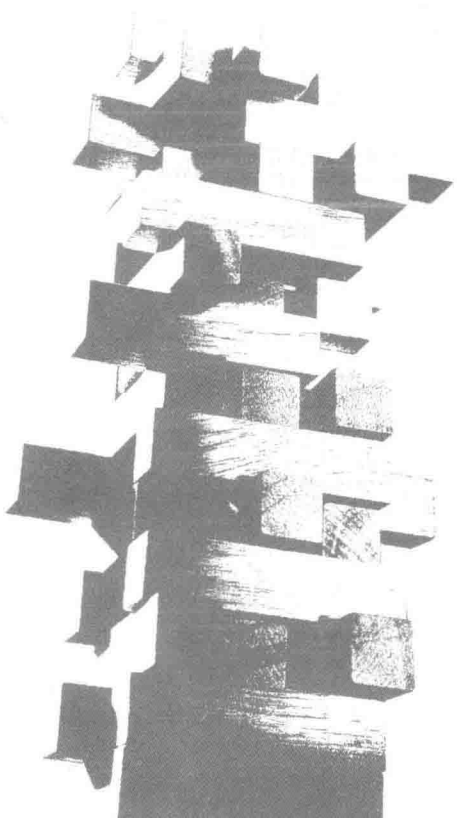


陕西师范大学出版总社

陕西师范大学优秀学术著作出版基金资助出版

儿童执行功能 发展及促进

杨晓辉 著



陕西师范大学出版总社

图书代号 ZZ17N1072

图书在版编目 (CIP) 数据

儿童执行功能发展及促进 / 杨晓辉著. — 西安 :
陕西师范大学出版总社有限公司, 2017.9

ISBN 978-7-5613-9518-9

I. ①儿… II. ①杨… III. ①儿童心理学—研究
IV. ①B844.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 232616 号

儿童执行功能发展及促进

ERTONG ZHIXING GONGNENG FAZHAN JI CUJIN

杨晓辉 著

责任编辑 曾学民

责任校对 钟 明

装帧设计 鼎新设计

出版发行 陕西师范大学出版总社
(西安市长安南路199号 邮编 710062)

网 址 <http://www.snupg.com>

经 销 新华书店

印 刷 兴平市博闻印务有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 13.5

字 数 350千

版 次 2017年9月第1版

印 次 2017年9月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5613-9518-9

定 价 36.00元

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题, 请与本社联系。

电 话: (029) 85307864 85303622 (传真)

执行功能是指个体克服优势反应或自动化反应，做出适应性行为的能力。英文 executive functions 使用复数表明执行功能是一组能力的集合。执行功能通常涉及注意、工作记忆、认知灵活性、抑制控制、计划、目标设定、决策、情绪调节等多种能力成分。这些能力使我们能够多角度地思考问题，迅速灵活地适应不断变换的环境，设定长期目标并制定短期规划，抵制不断出现的诱惑并保持注意力集中，迎接新的无法预期的各种挑战。执行功能的发展对于个体学习、工作、生活以及人际交往顺利、有效地进行具有重要的意义。执行功能的概念源于对前额叶皮层（prefrontal cortex, PFC）损伤后果的分析，对执行功能的研究多是从神经心理学角度出发的。如果执行功能出现障碍，必然引起神经心理方面的明显缺陷。20世纪80年代中期以来，发展心理学领域也出现了大量对执行功能的研究，并提出很多解释执行功能发展的理论，取得了丰硕的研究成果。本书采用发展的视角，总结了国内外关于执行功能发展领域的最新理论和研究，分别从执行功能的概念及理论、发展及影响因素、测量工具及干预措施等方面进行综合阐述。希望通过本书提供一些关于执行功能研究的不同视角，并且为家长和教师提供一些促进执行功能的促进策略，以帮助他们的孩子和学生更有效地生活和学习。

本书第一章总结了执行功能的概念和理论。这些理论从不同的视角对执行功能的结构、过程或者功能进行阐释。目前为止，还没有任何一个理论能够成为研究者的黄金标准，因此研究者和教育者需要依据自己的实际需要和研究目的选择最适合的理论观点来指导相应研究的开展。第二章涉及执行功能发展的生理基础以及不同阶段执行功能发展的特点规律，基本刻画了婴幼儿时期到青春期执行功能发展的轨迹。第三章详细介绍了执行功能测量的不同取向和方法。工欲善其事必先利其器。无论是科学研究，还是临床诊断，只有使用精良的研究工具，才能得出可靠的结果，做出准确的诊断。工具的选择和鉴别不是一项简单的工作，希望第三章的内容对未来的研究者能有

所帮助。第四章进一步分析总结了影响执行功能发展的环境因素。长久以来，研究者多关注执行功能的生理基础，而忽略了影响其发展的环境因素。本章通过对文化、家庭环境以及新兴电子媒体对儿童执行功能发展影响的总结和实证研究，希望推动未来更多的研究者关注环境因素对个体执行功能发展的影响，最终为儿童和青少年执行功能发展提供良好的环境基础。第五章总结了执行功能与其他心理及行为发展的关系，包括执行功能与学业成功、智力以及情绪和社会行为发展之间的关系，进一步表明执行功能对个体发展的重要意义。第六章介绍了提升执行功能的方法、途径、机制及原则。执行功能可以通过多种途径得以提升，包括干预目标定位精准的执行功能训练和执行功能提升课程，以及全面提升个体身心发展的有氧运动和身体运动等。这些干预措施有些需要实验室的训练，有些则完全可以在日常生活中开展，比如有氧运动和情绪-社会问题解决能力培养。鉴于执行功能对于个人发展和社会的重要性，因此即使只有个体一小步的进步，小的方面可以给个体的生活带来改观，大的方面很有可能带来整个国家在健康、财富和犯罪率方面巨大的进步。未来的研究还需更多地致力于如何更好地帮助执行功能困难的儿童，使他们和他们的家庭以及整个社会更加美好。

本书的出版受到了“陕西师范大学优秀学术著作出版基金”和“陕西师范大学心理学科建设经费”的支持。陕西师范大学心理学院王振宏教授对书稿的整体思路和写作框架提出了宝贵的建议。在整个书稿完成的过程中，王振宏教授给予我很大的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。本书部分章节来源于我的博士学位论文，在此对我的博士生导师中科院心理所朱莉琪研究员表示感谢。陕西师范大学心理学院硕士研究生刘丹霓和张悦文在本书的文字校对和文献查阅方面做了大量工作，为她们付出的辛苦表示感谢！本书的内容参阅了大量国内外研究文献，在此对相关领域的研究者深表感谢。本书的出版也得到陕西师范大学出版总社的大力支持，一并表示感谢！

最后，囿于作者的能力所限，本书难免有疏漏和不足之处，敬请各位读者不吝批评指正。

杨晓辉

2017年7月于西安

第一章 执行功能概述 / 001

第一节 执行功能的界定和概念 / 001

第二节 执行功能的理论模型 / 005

第二章 执行功能的发展 / 035

第一节 执行功能发展概览 / 035

第二节 执行功能的生理基础 / 039

第三节 婴儿期执行功能的发展 / 047

第四节 学前幼儿执行功能的发展 / 049

第五节 学龄儿童和青少年执行功能的发展 / 052

第三章 执行功能的测量 / 063

第一节 执行功能测量概述 / 063

第二节 执行功能的测验 / 067

第三节 幼儿执行功能的测量 / 082

第四节 执行功能的行为量表测量 / 089

第四章 执行功能发展的影响因素 / 103

第一节 文化与执行功能的发展 / 103

第二节 家庭环境及教养方式与执行功能的发展 / 104

第三节 电子媒体使用对执行功能的影响 / 114

第四节 电子媒体使用对幼儿执行功能影响的实证研究 / 121

第五章 执行功能与其他心理行为发展的关系 / 145

第一节 执行功能与学业表现 / 145

第二节 执行功能与智力 / 151

第三节 执行功能与语言 / 156

第四节 执行功能与情绪和社会行为 / 160

第六章 促进儿童青少年执行功能的发展 / 173

第一节 执行功能可塑性 / 173

第二节 体育活动对执行功能的提升 / 180

第三节 认知训练对执行功能的提升 / 186

第四节 建立执行功能友好的课堂 / 191

第五节 在生活和学习中提高儿童和青少年的执行功能 / 196

第一章 执行功能概述

执行功能（executive functions）是一系列高级认知功能的总称，包括计划、工作记忆、注意、抑制控制、自我监控及自我调节等。最早的与执行功能有关的研究可以追溯到19世纪40年代，一个名叫Phineas Gage的铁路工人在施工的过程中不幸被一根铁杵击中并从左侧额叶穿透整个头骨。这次事故破坏了Gage几乎整个左侧前额叶。尽管他在这次事故中幸存下来，并接受了康复治疗，但是Gage的性格和行为方式完全改变了。他不能做出行为计划，不能控制自己的言行，也不关心自己行为的后果。Gage从一个铁路模范工人变成了反社会失业游民。如今，我们已经知道前额叶的严重损伤使Gage的大脑丧失了有效工作的能力。执行功能缺陷或者损害，也称为执行失调，是一种表现多样的障碍。一旦发生执行功能障碍，将会在神经心理方面产生一些缺陷，如注意能力、工作记忆、认知灵活性、计划能力、判断能力、决策能力、抑制能力、监控能力等降低。执行失调的患者通常会表现得感情淡漠、反应迟钝、冲动和动机缺失。他们可能会提出一些不合时宜或者让人尴尬的问题，说出一些伤害性的话语，不能很好地体会别人幽默的笑话，他们讲的玩笑也可能让人厌恶。这些患者通常不能考虑自己言行的后果，他们忽视社会规则和习俗的约束。因此，执行功能障碍病人的社交能力通常很差，他们也不能与他人建立并保持积极的社会关系。随着研究领域的不断拓展，研究者们发现执行功能和前额叶皮层并不是完全等同。执行功能主要由前额叶调节，但它不仅依赖于前额叶，还依赖于边缘系统等其他皮质区的协调活动。因此，对执行功能下定义时不能完全从额叶功能的角度出发，更不能将执行功能简单地定义为一系列基本的认知能力。

第一节 执行功能的界定和概念

一、执行功能界定的问题

自20世纪50年代开始，心理学家和神经科学家越来越关注前额叶皮层在复杂行为

中的作用。Broadbent^[1]最早对自动加工和控制加工过程进行了区分。Broadbent认为，来自外界的信息是大量的，但人的神经系统高级中枢的加工能力极其有限，于是出现瓶颈。为了避免系统超载，需要过滤器加以调节，选择一些信息进入高级分析阶段，而其余信息可能暂存于某种记忆之中，然后迅速衰退。通过过滤器的信息受到进一步的加工。这种过滤器类似波段开关，可以接通一个通道，使该通道的信息通过，而其余的通道则被阻断，信息不能通过。这种过滤器的作用体现出注意的控制功能，因此Broadbent的注意理论被称作注意的过滤器模型。Posner^[2]也在研究中提出“认知控制”这一概念，他认为在注意系统中存在一个单独的分支用来处理对环境的选择性注意。Posner认为个体的思维和情感的操作过程都需要认知控制，它可以使个体依据不同的环境做出目标性的适应行为。认知控制本质上体现了注意的选择性和抑制性。Shifrin和Schneider^[3]随后进一步深化了两种加工过程——自动加工和控制加工的区别。自动加工无须努力，过程迅速，没有意识的参与。自动化加工是通过训练和练习达成的。控制加工过程缓慢，需要努力与意识的参与，控制加工过程是在个体注意的控制之下形成的短暂的连接。通过反复的练习，控制化的加工过程可以变得相对自动化而不再需要那么多的资源来完成。Baddeley^[4]以此为基础提出的工作记忆模型认为存在一个中央执行系统来统一协调工作记忆中的信息处理过程。Shallice^[5]也认为注意是由更高级的以计划和意图为基础的监控系统控制的。随着研究的深入，研究者发现这个控制系统主要是由前额叶皮层的活动控制的。

Pribram^[6]是最开始使用“executive”这一术语来探讨前额叶皮层功能的研究者之一。“执行”既可以理解为管理、控制和发号施令，也可理解为对命令的实施、执行^[7]。最初，执行功能通常作为前额叶功能的代名词。但是随着神经心理学对认知、情绪、语言和动作行为的研究，以及在神经解剖层面对这些功能的脑区域定位和生理活动过程的研究，研究者意识到执行功能不仅仅是前额叶皮层的功能，因为前额叶皮层与其他皮层以及皮层下结构，基底核、杏仁核、边缘系统、小脑等结构区域有着广泛的联系。同样前额叶皮层的一些其他活动可能也并非属于执行功能的范畴，如一些自动的感觉-运动活动、语言、嗅觉识别等等。Berkley^[8]认为执行功能作为一个心理学学术语，应该在心理学的水平上来界定它的含义，而不应该参照它属于某一个脑区的功能来界定。因为只有准确界定执行功能概念之后，我们才能确定这种功能所涉及的脑区，否则在一个混乱不清的概念指导之下进行的神经生理水平的研究只怕更混乱。

目前，心理学界对执行功能还缺乏一个统一的定义，没有一个明确、清楚、有效

的操作性定义来确定个体的哪些心理功能属于执行功能，而哪一些功能却不是。关于执行功能概念界定不清的问题将会进一步导致研究者无法准确测量执行功能的问题。而很多执行功能的模型都是依据其测量结果建立的，这里研究者们陷入了另外一个循环论证的误区。这种自下而上建立的理论模型不仅可能存在测量方法偏差所带来的问题，还会因为上层概念和操作性定义不准确导致结果出现偏差。目前关于执行功能的理论和模型也很多，仍旧没有一个统一的理论框架。越来越多的构念被涵盖到执行功能之下，使执行功能的界定变得非常困难。McCloskey和Perkins^[9]认为执行功能包含23种不同的能力。很多研究者使用执行功能涵盖的成分来界定它的概念。Berkley认为执行功能的理论不仅仅是说明有哪些成分或结构，还应该包括机制，也就是不同成分之间的关系和作用方式。理论需要回答执行功能是如何运作的，是用来干什么的，也就是“功能”是什么。

二、执行功能的概念

在执行功能研究领域被引用最多的一个概念应该来自Welsh和Pennington^[10]，他们将执行功能定义为个体将能够达成未来目标的合适的问题解决策略保持在头脑中的能力。他们认为执行功能的成分包括抑制反应的意图或者延迟反应使其在合适的时间表现，关于行动步骤的计划以及关于任务的心理表征。

Lezak^[11]认为执行功能由与意愿、计划、目的性行为以及高效的绩效表现有关的成分组成，每一个成分都与一系列的行为有关。

Reynolds和Horton^[12]认为执行功能与一般性知识不同。一般性知识只是对一些既定的程序或者信息的保存，而执行功能是制定计划、做出适应性行为的能力。执行功能使个体能够应对外部环境的要求做出新的适应性的行为反应。

Gioia等^[13]认为执行功能是对个体认知、情绪和行为功能的一系列控制和操作，尤其体现在主动的、新异的问题解决过程中。执行功能在许多相互关联的涉及目的性、目标导向和问题解决行为的一个总称。

Banich^[14]认为执行功能是个体在那些需要努力控制获取目标，尤其是在不熟悉的情景中获取目标的过程中所需要的一系列能力。这些能力包括制定行为的优先等级和次序，抑制熟悉和刻板的行为，识别与目标最相关的信息并将之保持在头脑中，对任务无关信息的抑制，在不同的任务目标之间的切换，使用相关信息做出决策、分类及概括，处理新的信息等。

Naglieri和Goldstein^[15]认为执行功能是一个统一的结构，它代表了个体在九个认知领

域中获取知识的效率和解决问题的效果，这九个领域是注意、情绪调节、灵活性、抑制控制、发起、组织、计划、自我监控和工作记忆。

Delis^[16]认为执行功能指个体为了达到预期目标而控制和调节自身行为的能力。某种单独的能力或者一个综合的定义都不能完整的描述执行功能的概念，执行功能是指多种高级的认知能力的协调以使个体能够适应复杂的心理社会环境。

Anderson^[17]认为与执行功能有关的认知过程有很多，但是主要的成分包括预期、目标选择、计划、活动的发起、自我调节、认知灵活性、注意的发展以及使用反馈。

Baron^[18]认为执行功能使个体能够依据自身的环境来感受信息、做出适应性的反应、灵活地转变方向、预期目标、考虑结果以及以一种整合的方式进行反应。

Best, Miller和Jones^[19]认为执行功能是前额叶皮层目标控制功能的总称。

Borkowski和Burke^[20]认为执行功能协调两个水平的认知操作，它通过监控和控制知识以及策略的使用以保持和元认知水平的协调。

Corbett等人^[21]认为执行功能是指身体、认知和情绪等方面自我控制的心理过程。

李红等人^[22]认为从整体上讲，执行功能指的是涉及对思想和动作进行意识控制的心理过程；它与多种能力的发展有关（如注意、规则运用、心理理论等），主要涉及三个方面：意识、思想控制和动作控制。然而，从这三个方面的任何一个方面看，其内在实质都很难用一个定义去界定明白。

McCloskey, Perkins和Van Divner^[23]从以下六个相关的概念层面来界定执行功能的操作性定义：①执行功能在本质上是复杂的（multiple），他们不是一个单独的（single）、统一的（unitary）特质；②执行功能在本质上是指导性的（directive），他们引导和引领其他心理观念；③执行功能的指导体现在四个不同的领域：感觉、情绪、认知和行为；④在四种不同条件下执行功能的表现会存在很大的差异，这四种条件是：个人头脑中（intrapersonal）、人际的（interpersonal）、环境（environment）以及符号系统（symbol system）；⑤执行功能在个体童年早期就开始发育，会持续发展到人生的第三个十年，甚至会持续终生；⑥执行功能体现了额叶不同区域神经网络的激活。

Rabbit^[24]将执行功能的特征概括为以下七点：①为完成新异任务所必需；②不仅仅关注当前的内在和外环境以构造对过去的解释，而且试图对将来产生主动的控制；③为启动新的行为系列、中断正在执行的反应所必需；④为阻止不恰当的行为反应所必需；⑤执行控制能够从一项任务迅速转向另一项任务；⑥为监控自己的表现、纠正错误、改变计划或意识到新的机会和可能性所必需；⑦执行控制使得注意能够长时间

地保持。

周晓林^[25]认为执行功能是指在完成复杂的认知任务时，对各种认知过程进行协调，以保证认知系统以灵活、优化的方式实行特定目标的一般性控制机制，其本质是对其他认知过程进行控制和调节，根本目的是为了产生协调有序、有目的性的行为。

陈天勇等^[26]认为执行功能是一种控制所有其他认知活动的元认知过程，具体包括警觉、处理新异信息，抑制任务无关信息、计划和策略的实施，行为监控，运用反馈对行为进行调节等。

关于执行功能的概念界定，不同的研究者提出了不同的观点，综合以上研究者的观点可以看出执行功能调节个体的目标导向行为，是一个高级的控制过程。执行功能使个体能够综合经验和知识、当下情境信息、未来目标预期并结合个体自身的价值取向和评价对个体认知、情感和思维过程及动作进行控制和协调，从而做出适应性的行为。执行功能使个体具有准备性、能动性、灵活性和坚持性。

第二节 执行功能的理论模型

执行功能作为一个复杂的心理学概念，代表了多种高级认知功能的协调。研究者提出了很多理论模型来解释执行功能及其发展，理论的发展对于执行功能的测量、临床及相关研究的开展具有重要的意义。本节总结了一些有代表性的执行功能的理论或模型。各个理论的着眼点不同，理论的基础和框架各异，有的模型关注在特定的执行功能领域，如工作记忆或自我调节；有的理论则以发展为导向；有的则是数据驱动或临床角度。早期的理论试图将执行功能建立在一个统一的模型中，如“中央执行功能”^[27]或“注意监控系统”^[28]，随后的研究表明执行功能是由相互独立且相关的不同成分构成的，因此使用一个统一的模型来解释是过于简单的，也有研究者对早期的模型做了相应调整以涵盖这些不同的成分。

一、注意监控系统理论（supervisory attentional system, SAS）

Norman和Shallice提出的注意监控系统^[28]理论来进行中央执行功能的研究。这一理论认为人的行为反应有两种方式：自动化反应和需要有意注意资源的反应。自动化行为不需要意识参与，无需注意就可以发起，并且不会干扰其他行为。个体面对需要有意注意资源的情景包括计划、决策、问题解决、克服习惯化反应、抵抗诱惑以及一些危险或比较困难的情景。Norman和Shallice提出了两个互相补充的过程：内容调度（contention scheduling）和SAS来应对以上两种不同情景。

内容调度用来处理自动化的反应，该过程通过调用一些与环境需求相匹配的图式来完成自动化的反应。过程中涉及图式的比较、选择和转换等，但是当个体面对新异或复杂的环境时，相匹配的图式通常不存在，这时就需要注意监控系统的作用。Shallice和Burgess^[29]后来对模型做了进一步扩展，他们认为SAS在整体上是一个整合的系统，通过不同子系统的活动完成对反应的调控。SAS系统包括三个阶段，每一个阶段都涉及前额叶皮层的活动。阶段一涉及个体面临新环境构建的新的“临时的”图式，这个阶段是策略（strategy）产生阶段。问题解决是一个产生新策略的常见方式。问题解决的过程包括问题定向、目标设定、制定解决方案并评估方案的有效性。阶段二涉及对产生的图式的启动。阶段三是对图式使用的监控和调整。整个监控系统涉及一系列广泛的次级系统活动，但是Shallice和Burgess认为监控系统是一个统一的系统，这些活动的最终目的是为了产生一个统一的功能。

Stuss等人^[30]进一步提出人类注意的监控模型，如下图1-2-1所示。当个体面对新异的环境，当已有的图式中沒有匹配相应环境的解决方案，当需要在多种图式之间进行选择，当需要抑制不合适的图式等情况时，监控系统就上线。监控系统包括五个不同的过程：图式的激活、图式的抑制、图式的调整、监控图式的活动以及根据监控系统的反馈执行的“if-then”逻辑过程。图式的激活（energizing schemata）指激活目标图式或者使图式保持激活状态。图式的抑制是指对不适宜的不需要的图式的抑制。相关联图式的调整指的是完成任务的过程中在不同图式之间激活模式的转换和联系。监控过程确保行为过程的适应性，监控错误、抑制无关图式并维持目标图式的激活水平。

“if-then”逻辑是利用监控过程的结果对图式进行调整，保证相应图式的激活、抑制以及图式之间关联的调整。

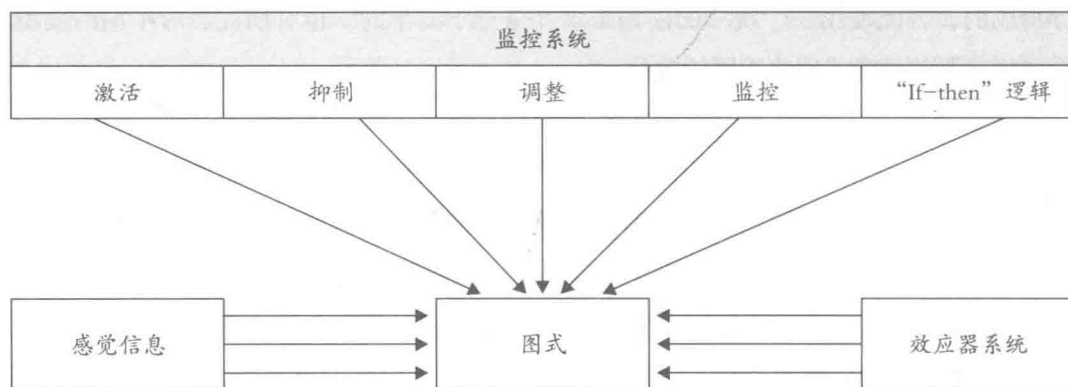


图1-2-1 人类注意的监控系统^[30]

尽管SAS理论模型涵盖了高水平的注意控制过程以及大部分涉及执行功能的认知过程，但是由于模型本身特点和测量方法等问题，模型很难应用到临床实践。

二、工作记忆模型

工作记忆是由Baddeley和Hitch在短时记忆研究基础上提出的一个概念^[31]，用于表示“个体进行复杂认知活动如理解、学习和推理，用于暂时存储并操作有用信息的资源有限的系统”^[32]。工作记忆包括三个独立的复杂系统：中央执行系统、语音回路和视觉空间模板，其中的中央执行系统是工作记忆中的核心成分，受到工作记忆容量以及存储速度等的影响^[31]。

中央执行系统负责总体信息的处理、注意资源的管理和策略的选择、长时记忆信息的提取等。Baddeley在工作记忆模型中结合了Shallice关于注意控制的模型。在这个模型中，许多认知加工由现行的图式启动，而这些图式的激活又依赖于内部建立的优先等级和环境中的线索。一旦这两者均满足条件，图式就自动激活。

语音回路负责声音信息的存储与提取，包含语音储存和发音控制两个部分。一部分是语音储存，能保持语音信息1至2秒，其中的项目均由语音结构来表征；另一部分是发声控制，类似于内部语言，能通过默读重新激活消退的语音表征，防止衰退，而且发音控制加工还可以将书面语言转换为语音代码存在“语音储存”中。语音回路的结构可以由语音相似效应和词长效应来证明。语音回路是记忆广度的基础。另外，语音回路对言语理解、词汇获得和语言学习还具有辅助作用。

视觉空间模板负责视觉空间信息的处理。视觉空间模板可能包含两个元素，一个视觉元素，与颜色形状有关；另一个是空间元素，与位置有关^[33]。脑成像研究发现视觉客体信息和视觉空间信息的工作记忆激活了各自独立的特殊脑区^[34]。这些研究表明，视觉工作记忆又可分为视觉客体工作记忆和视觉空间工作记忆。

工作记忆后期模型增加了一个新的子系统，即情境缓冲区，它是一个能用多种维度代码储存信息的系统，为语音回路、视觉空间面板和长时记忆之间提供了一个暂时信息整合的平台，将不同来源的信息整合成完整连贯的情境^[32,35]。因此情景缓冲器不仅具有记忆功能，而且还具有存贮和整合功能。

新模型^[32]（如图1-2-2）分为三个层次，第一层中央执行系统，完成最高级的控制过程；第二层是三类信息的暂时加工，包括视觉空间模板、情景缓冲器和语音回路三个辅助的子系统；第三层是长时记忆系统，包括视觉语义、情景长时记忆和语言。第一、二层属于流体系统（fluid systems），第三层属于晶体系统（crystallized systems）。

该模型强调工作记忆和长时记忆之间的联系以及各子系统信息整合的加工过程。情景缓冲器能够联结来自长时记忆和两个子系统的信息。但在两个子系统（视觉空间模板、语音回路）和缓冲器之间还没有箭头，Baddeley最初的假设信息的转换关键是在中央执行系统，所以这种连线暂时没有出现。

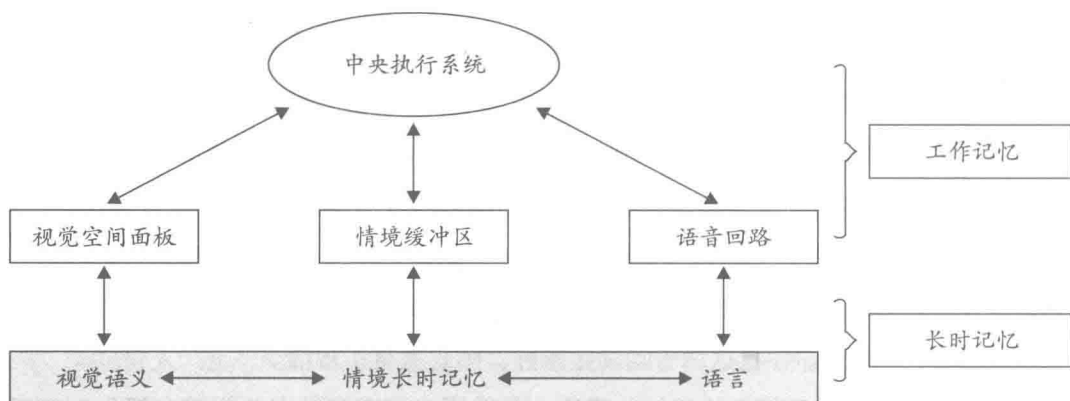


图1-2-2 工作记忆的结构图（引自Baddeley^[32]）

注：图中阴影部分代表晶态认知系统，非阴影部分代表液态认知系统工作记忆四个成分。

卡特尔把智力的构成区分为流体智力和晶体智力两大类。流体智力以神经生理发展为基础，随着神经系统的成熟而发展，它与个体通过遗传获得的学习和解决问题的能力有联系。流体智力是一个人生来就能进行智力活动的能力，是人的一种潜在智力，相对不受文化教育因素的影响，如知觉的整合能力、机械记忆、思维敏捷性、分类、图形关系、反应速度、运算能力和推理等。而晶体智力主要是后天通过社会文化知识经验而获得的，受文化背景影响很大，与知识经验的积累有密切关系，是流体智力运用在不同文化环境中的产物。例如，词汇、知识、计算、言语理解和常识等方面的能力，它包括大量的知识和技能，与学习能力有着密切联系。视觉空间模板、情景缓冲器和语音回路表示流体智力系统，它们本身不能直接通过学习而改变；而视觉语义、长时情景记忆和语言这些阴影的部分则表示晶体认知系统，它能够积累长时知识。新的工作记忆模型表明学习可以通过晶体系统间接地对流体智力部分产生影响，而流体系统也会对晶体智力产生影响，两者之间是相互作用和影响的。

Baddeley^[35-36]认为中央执行系统具有四个主要的功能：选择性注意、多任务操作、认知灵活性以及从长时记忆中提取必要的信息。行为科学和神经心理学等方面的大量研究支持了Baddeley的工作记忆模型。对儿童和青少年研究的因素分析表明简单的只需

要信息保持的任务和复杂的同时需要信息更新和操作的任务负载在不同的因子上^[37]。神经影像学的研究也支持工作记忆结构分离的特点，需要信息存储和对信息的操作激活的脑区表现出不同的模式^[38]。信息的保持和存储激活的是背侧脑区，复述则与额叶脑区如布洛卡区相联系^[35,39]。那些需要更新和对信息进行操作的任务方可激活与注意控制有关的脑区，尤其是前部扣带回和背外侧前额叶皮层^[38]。但是该模型的中央执行系统并未涵盖所有的执行功能，如目标设置、选择、推理和计划等。

三、自我调节功能模型

自我调节是执行功能的一个重要成分。Barkley^[40]提出自我调节是“意图改变未来发生的行为、结果或目标的一系列的自主行为反应”。Barkley认为自我调节涵盖了执行功能的主要成分，包括目标定向行为、计划制定、使用内部语言和冲动抑制等等。执行过程或自我调节过程的前提条件和重要基础是行为抑制。行为抑制可以为执行过程提供一个必要的延迟阶段。行为抑制包含三个相互关联的过程：①抑制优势反应；②停止旧的反应模式以便做出新的反应；③干扰抑制。行为抑制不仅对于执行过程非常必须，它同样对动作系统（如动作控制、流畅性、语法）具有控制性的影响力。与其他的执行功能模型不同的是，Barkley认为行为抑制是一个比执行过程层次水平更高级的系统（或者说行为抑制是执行功能的前提基础）。

Barkley的自我调节模型是基于Bronowski^[41]的语言模型和Fuster^[42-43]的前额叶功能而构建的，该模型包括四个主要的执行领域（domains）：工作记忆，情绪、动机、唤醒的自我调节，内部言语和重构。行为抑制通过影响工作记忆，情绪、动机、唤醒的自我调节，内部言语和重构这四个主要的执行成分达到对动作系统的控制。

工作记忆领域包含众多的成分。它涉及提取与当前任务相关的信息，并保持那些根据已有的信息总结出的对未来目标有用的新的信息。表征行动计划，使适宜的行为能够依序进行，直到未来目标地达成。换句话说，对于目标和意图的存储、计划的产生、目标行为的发生都需要工作记忆的参与。另外，由于工作记忆可以将动作或者事件按照时间顺序表征，因此工作记忆对于时间的感知也非常重要，时间感对于复杂的动作和行为计划非常重要。工作记忆依赖于行为抑制，因为后者可以将干扰工作记忆过程的外部 and 内部干扰进行抑制，从而保证目标和计划的顺利执行。第二个功能领域是情绪、动机、唤醒的自我调节（self-regulation of affect, motivation, arousal）。为了有效地完成目标行为，对于情绪水平、唤醒水平以及动机强度的调节也至关重要。内部言语能够显著地影响个体行为，自我言语或内部言语是一种内省、描述事件或情感、

• 儿童执行功能发展及促进 •

自我质疑和监控、形成规则和计划的重要方法。因此，内部言语能够帮助问题解决，研究也表明，内部语言能够显著地影响自我控制。重构（reconstitution）包括两个部分：分析和综合。分析就是将问题情境或目标行为分解成不同的组成部分。综合则是将这些不同的成分合成新的解决问题的方案或者方法。

实际上，Barkley提出自我调节模型用来解释与ADHD（attention deficit hyperactivity disorder）有关的行为和认知缺陷，因此这个模型的验证也大多是在ADHD群体中进行的。另外，模型不同成分和层级之间的关系也需进一步验证，比如行为抑制中不同领域功能之间的关系程度，四种不同成分之间是否存在层级关系？四种成分之间是独立的还是相互依赖的？他们代表了一个统一的执行系统吗？等等。另外，在其他研究者的模型中，行为抑制通常是执行功能的一个过程或成分，而不像Barkley提出的行为抑制是执行功能的先决条件。

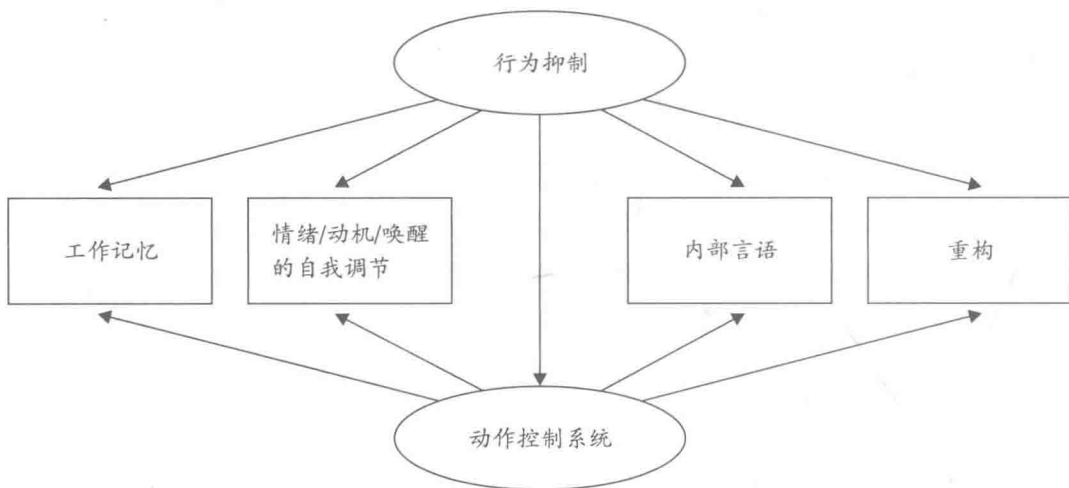


图1-2-3 自我调节的神经心理模型（引自Barkley^[40]）

四、认知复杂性与控制理论（cognitive complexity and control theory，简称CCC理论）

认知复杂性与控制理论是由Zelazo等人^[44]提出的。执行功能不是机制或认知结构，而是一种功能，应该根据其结果“实现了什么”来定义概念，研究者需要做的是抓住执行功能所包含的复杂过程的多样性，并描述这些复杂过程的特征，而不仅仅是列举这些过程。执行功能的结果是经过深思熟虑的问题解决，因此要描述执行功能的概念，需要以问题解决为中心，把问题解决的不同亚功能阶段有机地结合起来，这些阶段就是执行功能的过程，这些阶段所涵盖的内涵就是执行功能的定义。Zelazo等人^[44]认