

记忆提取抑制的认知与神经机制：行为与神经影像研究

堵松玮

西南大学心理学部, 重庆

收稿日期: 2026年3月5日; 录用日期: 2026年3月20日; 发布日期: 2026年4月3日

摘要

主动抑制不希望回忆的记忆提取被称为记忆提取抑制, 通常通过Think/No-Think (TNT)范式进行研究。围绕抑制诱导性遗忘(Suppression-Induced Forgetting, SIF)的产生机制, 目前主要存在抑制假说与干扰假说两种解释。本文综述了基于TNT范式的行为研究与神经影像证据。现有研究总体支持抑制假说, 即记忆提取抑制依赖执行控制系统对目标记忆表征的主动抑制。神经影像研究表明, 该过程涉及前额叶控制网络对海马自上而下的调控, 从而降低与记忆提取相关的海马体活动。未来研究应进一步探讨奖赏相关记忆中提取抑制的机制, 以及抑制控制网络与不同记忆表征系统之间的神经协调作用。

关键词

记忆提取抑制, Think/No-Think范式, 抑制假说, 背外侧前额叶, 海马

Cognitive and Neural Mechanisms of Retrieval Suppression: Evidence from Behavioral and Neuroimaging Studies

Songwei Du

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing

Received: March 5, 2026; accepted: March 20, 2026; published: April 3, 2026

Abstract

Memory retrieval suppression refers to the voluntary inhibition of unwanted memories from entering awareness, and it is commonly investigated using the Think/No-Think (TNT) paradigm. Two main theoretical accounts have been proposed to explain the mechanism underlying suppression-induced forgetting (SIF): the inhibition hypothesis and the interference hypothesis. This review

summarizes behavioral and neuroimaging evidence from studies using the TNT paradigm. Overall, existing findings tend to support the inhibition hypothesis, suggesting that memory retrieval suppression relies on executive control processes that actively suppress target memory representations. Neuroimaging studies further indicate that this process involves top-down regulation from the prefrontal control network to the hippocampus, which reduces hippocampal activity associated with memory retrieval. Future research should further examine the mechanisms of retrieval suppression in reward-related memories and the neural coordination between inhibitory control networks and different memory systems.

Keywords

Memory Retrieval Suppression, Think/No-Think Paradigm, Inhibition Hypothesis, Dorsal Lateral Prefrontal Cortex, Hippocampus

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

遗忘通常被视为记忆系统的失败，但大量研究表明，遗忘本身具有重要的适应性功能。经典的艾宾浩斯遗忘曲线描述了记忆随时间推移而逐渐衰退的自然过程。然而，从功能主义视角来看，遗忘不仅是被动的记忆衰减，还在认知和情绪调节中发挥关键作用。例如，遗忘可以通过减少负性记忆的持续激活促进情绪恢复，通过抽象化加工促进语义知识形成，并通过淘汰过时信息支持知识更新，从而维持认知系统的高效运作(Nørby, 2015)。

在此背景下，一个重要问题逐渐受到关注：个体是否能够主动遗忘不希望保留的记忆。现实生活中，人们常试图摆脱侵入性或干扰当前任务的记忆，例如创伤经历在特定线索出现时反复进入意识。研究表明，人类不仅可以通过调控记忆编码和巩固过程实现定向遗忘(Directed Forgetting)，还可以在记忆形成后通过主动抑制提取降低其可获得性。这种由主动抑制提取导致的遗忘被称为抑制诱导性遗忘(Suppression-Induced Forgetting, SIF)，也被视为一种重要的动机性遗忘机制(Anderson & Green, 2001; Anderson & Hanslmayr, 2014)。这种对记忆提取的主动控制在日常认知活动中十分普遍，并被认为对维持心理健康具有重要意义(Lu et al., 2023; Mamat & Anderson, 2023; Nardo & Anderson, 2024)。

为了系统研究记忆提取抑制过程，Anderson & Green (2001)在经典行为抑制范式 Go/No-Go 的基础上提出了 Think/No-Think (TNT)任务。该范式通常包括学习、TNT 和测试三个阶段。在学习阶段，被试记住若干线索 - 目标词对(如“蜜蜂 - 钢笔”)；在 TNT 阶段，部分线索被反复呈现，其中 Think 试次(T)要求被试回忆目标词，而 No-Think 试次(NT)则要求阻止目标词进入意识。未进入 TNT 阶段的词对在测试阶段作为基线条件(Baseline)进行比较，从而评估主动提取与主动抑制对记忆保持的影响。

随着研究的发展，TNT 任务的实验材料与测量方式不断扩展。实验刺激从最初的词对材料拓展至更具生态效度的刺激类型，如场景图片、情绪图片和面孔刺激等(Benoit et al., 2016; Gagnepain et al., 2017)。同时，记忆测量方法也更加多样化，包括迫选再认任务、快速识别范式以及模糊化再认任务等(Benoit et al., 2015; Gagnepain et al., 2014)，使研究者能够更加敏感地评估记忆表征的变化。

在 TNT 任务中，最核心的行为指标是记忆控制效应(Memory Control Effect)。该效应通常包括两个方面：一是提取增强效应(Think > Baseline)，反映反复提取对记忆保持的促进作用；二是抑制诱导性遗忘效

应(No-Think < Baseline)，即主动阻止提取导致的记忆下降(Levy & Anderson, 2008)。大量研究表明，SIF 效应具有稳定性和可重复性，例如随着抑制试次增加，遗忘效应逐渐增强；即使在测试阶段增强回忆动机，抑制诱导的遗忘仍然能够被观察到(Anderson & Green, 2001)。这些发现表明，人类能够通过主动控制机制降低既有记忆的可获得性。

尽管 SIF 效应已被大量研究重复验证，但其具体机制仍存在理论争议。目前主要有两种解释框架：抑制假说(Inhibition Hypothesis)与干扰假说(Interference Hypothesis)。前者认为，执行控制机制能够直接抑制目标记忆表征，从而降低其后续提取概率(Anderson et al., 2004; Levy & Anderson, 2002)；后者则认为遗忘主要源于替代信息对原始记忆的竞争或干扰。尽管两种理论均试图解释 SIF 现象，但现有研究在行为和神经层面的证据并不完全一致。

因此，系统梳理记忆提取抑制的认知机制与神经基础，对于理解动机性遗忘具有重要意义。本文基于 TNT 范式的研究，对记忆提取抑制领域的主要理论和实证证据进行综述。首先比较抑制假说与干扰假说，并总结支持两种理论的行为学证据；其次综述记忆提取抑制的神经机制研究，重点讨论前额叶—海马调控网络的作用；最后结合情绪记忆及情绪障碍研究，讨论记忆提取抑制在心理健康领域中的潜在意义，并提出未来研究方向。

2. 记忆提取抑制的理论解释：抑制假说与干扰假说

针对 TNT 任务中抑制诱导性遗忘(Suppression-Induced Forgetting, SIF)的产生机制，目前主要存在两种理论解释：抑制假说(Inhibition Hypothesis)与干扰假说(Interference Hypothesis)。两种理论在遗忘产生机制上存在根本分歧。

抑制假说认为，记忆提取抑制是一种依赖执行控制的主动调节过程，其机制与运动反应抑制(如 Go/No-Go 任务和 Stop-Signal 任务)具有高度相似性，两者均依赖部分重叠的认知控制网络(Anderson & Green, 2001; Anderson & Huddleston, 2012; Anderson & Hulbert, 2021)。当个体在 No-Think 条件下看到线索词时，需要主动阻止目标记忆进入意识，这一过程通过执行控制系统抑制记忆检索。随着抑制试次增加，目标记忆表征的激活水平逐渐下降，从而在后续测试中表现为提取困难或遗忘(Levy & Anderson, 2008)。神经影像研究进一步表明，参与运动抑制的前额叶控制网络，如前额叶皮质(PFC)、前扣带回(ACC)以及顶叶区域，在记忆提取抑制过程中同样被激活，并通过调节海马等记忆相关脑区的活动来抑制陈述性记忆的提取(Apšvalka et al., 2022; Bartholdy et al., 2019)。

相比之下，干扰假说认为，TNT 任务中的遗忘效应并非源于对记忆表征的直接抑制，而是由检索竞争或联结干扰所导致。在 No-Think 试次中，个体可能通过思维替换(Thought Substitution)将注意转向其他内容，而非直接压制目标记忆(Hertel & Calcaterra, 2005)。这种替代信息可能与线索形成新的联结，并在测试阶段与原始记忆产生竞争，从而降低目标记忆被成功提取的概率。此外，反复的 No-Think 试次还可能削弱线索与目标之间的联结强度，从而导致提取困难。

两种理论的关键区别在于对遗忘机制的解释：抑制假说认为遗忘源于执行控制系统对目标记忆表征的主动抑制；而干扰假说则认为遗忘主要来自线索层面的竞争或替代信息的干扰，因此通常表现为线索依赖性(Cue-Dependence)。据此，干扰假说预测在测试阶段更换提取线索时遗忘效应将显著减弱，而抑制假说则预测遗忘仍然存在。因此，许多研究通过操纵提取线索类型来检验两种理论的不同预测。

3. 抑制假说的行为学证据

大量行为研究为抑制假说提供了支持，其中最具代表性的证据包括线索独立性(Cue-Independent Forgetting)、抑制策略操控研究以及个体差异与发展研究。

3.1. 线索独立性证据

在最初的 TNT 研究中,研究者通过两种不同的记忆测试方法来检验遗忘效应的来源:同等探针测试(Same-Probe Test, SP)和独立探针测试(Independent-Probe Test, IP)。同等探针测试使用学习阶段的原始线索词作为提取提示,主要反映线索-目标联结的保持情况;而独立探针测试则使用与目标词语义相关但未在学习阶段出现的新线索进行提取,从而避免原始线索-目标联结的直接影响(Anderson, 2003; Anderson & Green, 2001)。

根据抑制假说,如果在 No-Think 阶段目标记忆表征本身受到抑制,那么无论使用原始线索还是新的语义线索,都应观察到稳定的遗忘效应,即 No-Think 项目的回忆率低于 Think 和 Baseline 条件,这种现象被称为线索独立性。相反,如果遗忘仅源于线索-目标联结的干扰或替代信息的竞争,则遗忘效应主要出现在同等探针测试中,而在独立探针测试中显著减弱。

大量研究支持抑制假说的预测。研究发现,无论采用同等探针还是独立探针测试,都可以观察到由停止提取引起的记忆下降(Anderson et al., 2004; Levy & Anderson, 2012)。一项元分析整合了 32 项研究(约 1600 名被试采用同等探针测试,约 800 名被试采用独立探针测试),结果显示抑制诱导性遗忘在同等探针测试中的平均效应约为 8%,在独立探针测试中仍可达到约 6%,表明遗忘效应并不依赖于提取线索类型。

3.2. 抑制策略操控研究

除了操纵提取线索类型外,一些研究还通过操控被试在 No-Think 阶段采用的策略来检验抑制机制。例如,在传统 TNT 任务中设置抑制策略组与替代策略组,并同时采用同等探针和独立探针两种测试方法(Bergström et al., 2009)。结果发现,在同等探针测试条件下,两组被试均表现出低于基线水平的记忆成绩;然而在独立探针测试条件下,记忆抑制效应仅存在于抑制策略组,而在替代策略组中消失。该结果表明,单纯的替代策略难以解释跨线索的遗忘效应,而主动抑制目标记忆表征更可能是产生 SIF 效应的关键机制。

3.3. 个体差异与发展证据

抑制假说还得到个体差异和发展研究的支持。大量研究表明,抑制控制能力在个体发展过程中呈现显著变化:该能力在青春期和成年早期逐渐成熟,并在认知老化过程中逐渐下降(Crone & Dahl, 2012; Fosco et al., 2019)。如果记忆提取抑制依赖于执行控制机制,其行为表现应随抑制控制能力的发展变化而改变。

相关研究确实观察到了类似模式。例如,比较 8~12 岁儿童与 18~30 岁成人的研究发现,虽然两组均表现出一定程度的记忆抑制效应,但年龄较小的儿童更难通过停止提取降低记忆可获得性;在儿童样本中,年龄与负性控制效应呈显著相关,即提取抑制能力随年龄增长而增强(Paz-Alonso et al., 2009, 2013)。相反,在老年群体中,由于执行控制功能下降,记忆提取抑制效应通常弱于年轻成人(Anderson et al., 2011; Murray et al., 2015)。

总体而言,这些来自线索操控、策略操控以及个体发展差异的行为证据表明,记忆提取抑制并非简单的联结干扰现象,而更可能依赖于执行控制系统对记忆表征的主动抑制,从而为抑制假说提供了重要支持。

4. 干扰假说的行为学证据

尽管大量研究支持抑制假说,但仍有研究者提出,TNT 任务中的遗忘效应可能并非源于对记忆表征的直接抑制,而是由检索过程中的干扰机制所导致。相关行为证据主要集中在思维替换策略研究以及记忆恢复干扰模型两个方面。

4.1. 思维替换策略研究

干扰假说最早基于思维替换(Thought Substitution)策略提出。在 TNT 任务中,研究者将被试随机分为抑制组与替换组:抑制组按照传统指令在 No-Think 试次中避免回忆目标词,而替换组则被提供替代词,并被鼓励通过思考这些替代内容来避免想起原始目标词。研究发现,替换组以及在抑制组中自发频繁使用替换策略的被试均表现出显著的记忆抑制效应。该结果表明,通过引入新的替代信息同样可能降低目标记忆的提取概率,因此抑制诱导性遗忘并不一定完全依赖于对记忆表征的直接抑制(Hertel & Calcaterra, 2005)。

4.2. 记忆恢复干扰模型(SAM-RI)

为了进一步解释独立探针测试中仍然出现的遗忘现象,两阶段干扰模型(Search of Associative Memory with Recovery Interference, SAM-RI)提出,记忆提取通常包括采样阶段(Sampling)和恢复阶段(Recovery)。在线索出现后,目标记忆首先在采样阶段被激活,但这一表征往往是不完整的;随后在恢复阶段,个体尝试进一步恢复完整记忆。如果在这一过程中存在竞争性活动或新形成的联结,则可能干扰目标记忆的恢复过程(Tomlinson et al., 2009)。

根据该模型,在 No-Think 试次中,当个体看到线索时,除了目标记忆外,还可能激活与任务相关的其他认知活动(例如执行“No-Think”操作的意图)。这些活动可能逐渐与目标记忆形成新的联结,并在恢复阶段与目标记忆产生竞争,从而降低最终的回忆成功率(Huber et al., 2015; Tomlinson et al., 2009)。

4.3. 实验操控研究与理论争议

为检验恢复干扰机制, Tomlinson et al. (2009)在传统 TNT 任务中加入按键反应条件,即部分线索出现时被试仅需快速按键而无需进行提取或抑制。结果显示,即使仅进行简单反应,目标词回忆率仍低于基线水平,研究者据此提出遗忘可能源于记忆恢复过程中的竞争,而并非一定依赖主动抑制。然而,后续研究对此解释提出质疑。例如,当在 TNT 阶段明确提供试次提示(如不同颜色区分 Think 与按键反应)时,简单按键并不会产生显著遗忘,而 No-Think 条件下的负性控制效应仍稳定存在(Van Schie et al., 2023),表明按键操作本身不足以解释遗忘效应。尽管如此,干扰机制在记忆提取抑制中的作用仍存在争议。近期研究发现,在不包含 Think 试次的 TNT 任务中,传统负性控制效应可能显著减弱甚至消失(Singer et al., 2024),提示提取练习可能在一定程度上放大 No-Think 与基线之间的差异。总体而言,虽然检索竞争和恢复干扰可能在特定条件下影响记忆表现,但现有证据仍不足以解释 TNT 任务中稳定出现的线索独立性遗忘效应,多数研究仍认为主动抑制是 SIF 产生的核心机制。

5. 记忆提取抑制的神经机制

由于情景记忆提取高度依赖海马系统(Tanaka et al., 2014; Yang & Naya, 2020),抑制假说预测,成功的记忆提取抑制应通过降低海马活动来实现(Anderson & Huddleston, 2012)。相反,如果遗忘主要源于替代信息引起的干扰,则抑制条件与提取条件之间的海马活动不应表现出系统性差异。因此,神经影像学研究为检验两种理论提供了关键证据。

5.1. 海马活动的抑制

功能磁共振成像(fMRI)研究一致发现,记忆提取抑制与海马活动的下降密切相关。在 TNT 任务中,与 Think 条件或注视点相比, No-Think 条件通常伴随海马活动显著降低。此外,被成功抑制的项目(No-Think 且最终遗忘)所引起的海马激活明显弱于抑制失败的项目(Anderson et al., 2004; Depue et al., 2007;

Levy & Anderson, 2012)。这一结果表明，海马活动的下调与抑制成功密切相关。

进一步研究比较不同策略条件下的神经活动模式发现，海马活动的下降主要出现在直接抑制策略中，而在替代策略条件下，提取与抑制之间的海马激活差异并不显著(Benoit & Anderson, 2012)。这一结果进一步支持了抑制假说，即记忆提取抑制涉及对海马活动的主动下调，而不仅仅是检索竞争所导致的间接效应。

5.2. 前额叶控制网络

如果记忆提取抑制依赖执行控制机制，那么参与行为抑制的前额叶控制网络也应参与这一过程。神经影像研究表明，在 TNT 任务中，与 Think 条件相比，No-Think 条件显著增强了前额叶控制区域的活动，尤其是背外侧前额叶皮质(DLPFC)、腹外侧前额叶皮质(VLPFC)以及前扣带回等区域(Anderson et al., 2004; Benoit et al., 2015; Hulbert et al., 2016)。

这些区域同样参与 Go/No-Go 和 Stop-signal 等行为抑制任务，一项元分析进一步证实，在不同抑制任务中均可观察到右侧 DLPFC 和 VLPFC 等关键控制区域的共同激活(Guo et al., 2018)。这些发现表明，停止提取并非简单的回忆失败，而是依赖于执行控制系统主动阻止记忆进入意识的过程。

5.3. 前额叶 - 海马的自上而下调控

进一步研究表明，记忆提取抑制可能依赖于前额叶对海马的自上而下调控机制(Anderson & Hulbert, 2021; Vlasceanu & Morais, 2019)。功能连接分析发现，在 No-Think 条件下，右侧 DLPFC 活动增强通常伴随海马活动下降，并且这种负相关关系在成功遗忘的个体中更为明显(Paz-Alonso et al., 2013)。

基于动态因果模型(Dynamic Causal Modelling, DCM)的研究进一步表明，在记忆抑制过程中，DLPFC 会对海马施加负向调控：当 DLPFC 活动增强时，海马活动受到抑制，而这一连接强度能够预测个体的抑制诱导性遗忘程度(Benoit et al., 2015; Yan et al., 2023)。这些发现共同支持了“前额叶控制 - 海马抑制”模型，即执行控制系统通过调节海马活动实现对记忆提取的主动抑制。

5.4. 神经递质机制

近年来的研究从神经递质层面进一步揭示了记忆提取抑制的生物学基础。例如，海马区域 γ -氨基丁酸(Gamma-Aminobutyric Acid, GABA)的静息浓度能够预测个体的提取抑制能力(Schmitz et al., 2017)。较高的海马 GABA 水平不仅与更好的记忆抑制表现相关，还与更强的前额叶-海马负耦合有关。这表明，作为主要的抑制性神经递质，GABA 可能通过调节海马神经元活动参与记忆抑制过程，从而促进所谓的“遗忘阴影”(Anderson & Subbulakshmi, 2024)。

5.5. 情绪记忆与临床研究证据

神经机制研究还扩展到情绪记忆与精神障碍领域。研究表明，停止提取不仅能够抑制中性信息，也能够降低对消极情绪记忆的提取，如负性词汇、战争场景以及自传体记忆(Lambert et al., 2010; Satish et al., 2022)。

在抑制情绪记忆时，除了前额叶对海马的调控外，还涉及对情绪加工关键区域杏仁核的抑制(Engen & Anderson, 2018; Gagnepain et al., 2017)。行为研究进一步发现，成功的记忆提取抑制不仅能够降低记忆提取概率，还能够减弱对负性情境的情绪反应，减少线索诱发的焦虑和抑郁体验(Mamat & Anderson, 2023; Nishiyama & Saito, 2022)。

与此同时，在创伤后应激障碍和抑郁症患者中普遍观察到记忆提取抑制能力受损，并伴随异常的前额叶 - 海马神经活动模式(Mary et al., 2020; Waldhauser et al., 2018)。这些发现提示，记忆控制网络的功能

异常可能与侵入性记忆等临床症状密切相关。

6. 挑战与研究局限

尽管 Think/No-Think 范式为研究记忆提取抑制提供了重要实验框架，但该范式在实验设计与测量方法上仍存在若干挑战。主要涉及需求特征、策略报告的可靠性、记忆测量方式的敏感性差异以及任务结构对抑制效应的影响。对这些问题的系统审视，对于准确解释抑制诱导性遗忘的机制具有重要意义。

6.1. 需求特征与策略异质性

TNT 任务通常要求被试在 No-Think 试次中主动阻止目标记忆进入意识，这种明确的指令可能引入需求特征。被试在执行任务时可能采用多种策略，如思维替换、注意转移或仅关注线索本身，而这些策略未必涉及对目标记忆表征的直接抑制(Hertel & Calcaterra, 2005)。这种策略异质性为 SIF 效应的机制解释带来挑战，因为观察到的遗忘可能源于替代信息的竞争或注意转移，而非真正的记忆抑制。为区分不同机制，一些研究通过实验操控直接抑制与替代策略，并发现二者在行为表现及神经活动模式上存在明显差异(Bergström et al., 2009)。

此外，许多研究依赖实验后的内省报告来评估被试在 TNT 阶段所采用的策略，但该方法容易受到回忆偏差和社会期望效应的影响。近年来，研究者逐渐通过脑电指标、功能磁共振成像以及行为反应模式等客观指标来识别抑制过程中的神经活动特征并推断认知策略，从而减少主观报告带来的偏差，并为理解记忆抑制的动态过程提供更可靠的证据。

6.2. 记忆测量方式的敏感性问题

TNT 研究中的另一项重要方法学问题涉及记忆测量方式。早期研究多采用自由回忆测试评估 SIF 效应，但不同测试对抑制效应的敏感性存在差异。例如，再认任务通常较回忆任务更容易完成，因此可能较难检测到记忆表征的细微变化。为提高测量敏感性，研究者提出了强迫选择再认、模糊化再认以及独立探针测试等方法，以在一定程度上区分联结层面变化与表征层面抑制。然而，不同研究在测量方式上的差异，也增加了结果比较与整合的复杂性。

此外，TNT 任务结构本身也可能影响 SIF 效应的大小。例如，当实验设计中不包含 Think 试次时，No-Think 与 Baseline 之间的差异可能显著减弱甚至消失(Singer et al., 2024)，提示 Think 试次所带来的提取练习可能在一定程度上放大抑制效应。因此，未来研究需要更加重视任务结构的标准化以及实验设计的可重复性。

7. 总结与展望

综上所述，大量行为研究与神经影像证据表明，人类能够通过主动控制机制抑制不希望回忆的记忆。基于 Think/No-Think (TNT) 范式的研究一致发现，停止提取能够稳定地诱导记忆遗忘，即抑制诱导性遗忘 (suppression-induced forgetting, SIF)。现有证据总体支持抑制假说：遗忘效应主要源于执行控制系统对记忆表征的主动抑制，而非单纯的联结干扰。神经影像研究进一步揭示，记忆提取抑制依赖于前额叶控制网络的参与，并通过前额叶 - 海马通路实现对记忆系统的自上而下调控，从而为理解动机性遗忘的认知和神经机制提供了重要证据。

尽管如此，该神经调控通路的具体实现机制仍有待进一步阐明。例如，外侧前额叶皮质(尤其是 DLPFC)并不直接投射至海马，因此自上而下的抑制信号可能需要通过中间结构实现。已有研究提出，前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)可能在这一调控过程中发挥关键作用(Anderson et al., 2016)。从解剖学角度看，ACC 同时与前额叶控制区域和内侧颞叶系统(包括海马和杏仁核)保持广泛连接，因此可能充

当执行控制网络与记忆系统之间的重要接口。相关理论进一步提出两种可能机制：一是 ACC 通过调节内嗅皮层抑制性神经元活动影响海马信息流；二是通过丘脑核团这一内侧颞叶重要输入结构对海马相关网络产生间接调控。然而，这些假说主要基于灵长类动物研究中的解剖学证据提出，目前仍缺乏直接的人类神经机制证据。因此，未来研究需要结合人类神经影像技术与动物模型研究，以进一步揭示记忆提取抑制的具体神经通路及其作用机制。首先，在人类研究中，可以结合功能磁共振成像(fMRI)与因果干预方法(如经颅磁刺激, TMS)进行实验操控。例如，在 TNT 任务中对右侧 DLPFC 进行实时 TMS 干预，并同时记录海马活动变化，从而检验前额叶活动变化是否会因果性地影响海马抑制及抑制诱导性遗忘效应。如果 DLPFC 在记忆提取抑制中发挥关键控制作用，则对该区域的干预应当削弱 No-Think 条件下海马活动的下降，并降低行为层面的抑制诱导性遗忘效应。其次，动物模型研究可以为上述神经环路提供更高分辨率的机制证据。例如，可以在啮齿动物或非人灵长类动物中建立类似于 TNT 的记忆控制任务，并结合光遗传学或化学遗传学技术选择性操控前额叶—海马相关通路，以检验前额叶输入对海马活动以及记忆提取概率的直接影响。通过将动物实验中的神经环路操控结果与人类神经影像发现进行对照，可以更加系统地揭示记忆提取抑制的跨物种神经机制。

现有研究多聚焦于消极或创伤性记忆，这在一定程度上受到弗洛伊德压抑理论及创伤记忆研究传统的影响。然而，在现实生活中，人们同样需要控制具有趋近动机的奖赏相关记忆，例如与成瘾或食物奖赏相关的记忆表征。近年来已有研究开始关注这一问题。例如，在饮酒情境(López-Caneda et al., 2019)及食物线索(Bian et al., 2021; Cui et al., 2023; Yu et al., 2024; Zhang et al., 2020)的研究中，奖赏相关记忆同样可以在 TNT 任务中受到抑制。然而，目前关于奖赏记忆提取抑制的认知与神经机制仍缺乏系统研究。例如，其抑制过程是否依赖与情绪记忆相同的控制网络，是否涉及前额叶对纹状体等奖赏加工区域的调控，以及这种抑制是否进一步影响奖赏评价或动机行为，仍有待进一步探讨。

总体而言，记忆提取抑制研究不仅拓展了认知控制领域关于认知抑制(Cognitive Inhibition)的理论框架，也为理解侵入性记忆及相关精神障碍提供了重要线索。未来研究有必要整合行为实验、神经影像与神经调控技术，以系统揭示记忆抑制的多层次机制。同时，该过程所表现出的可塑性与内容特异性也为临床干预提供了潜在应用前景，例如用于缓解创伤记忆、调节情绪反应以及干预成瘾相关记忆(Mamat & Anderson, 2023)。

参考文献

- Anderson, M. (2003). Rethinking Interference Theory: Executive Control and the Mechanisms of Forgetting. *Journal of Memory and Language*, 49, 415-445. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2003.08.006>
- Anderson, M. C., & Green, C. (2001). Suppressing Unwanted Memories by Executive Control. *Nature*, 410, 366-369. <https://doi.org/10.1038/35066572>
- Anderson, M. C., & Hanslmayr, S. (2014). Neural Mechanisms of Motivated Forgetting. *Trends in Cognitive Sciences*, 18, 279-292. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.03.002>
- Anderson, M. C., & Huddleston, E. (2012). Towards a Cognitive and Neurobiological Model of Motivated Forgetting. In R. F. Belli (Ed.), *True and False Recovered Memories* (pp. 53-120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1195-6_3
- Anderson, M. C., & Hulbert, J. C. (2021). Active Forgetting: Adaptation of Memory by Prefrontal Control. *Annual Review of Psychology*, 72, 1-36. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-072720-094140>
- Anderson, M. C., & Subbulakshmi, S. (2024). Amnesia in Healthy People via Hippocampal Inhibition: A New Forgetting Mechanism. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 77, 1-13. <https://doi.org/10.1177/17470218231202728>
- Anderson, M. C., Bunce, J. G., & Barbas, H. (2016). Prefrontal-Hippocampal Pathways Underlying Inhibitory Control over Memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 134, 145-161. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2015.11.008>
- Anderson, M. C., Ochsner, K. N., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S. W. et al. (2004). Neural Systems Underlying the Suppression of Unwanted Memories. *Science*, 303, 232-235. <https://doi.org/10.1126/science.1089504>
- Anderson, M. C., Reinholz, J., Kuhl, B. A., & Mayr, U. (2011). Intentional Suppression of Unwanted Memories Grows More

- Difficult as We Age. *Psychology and Aging*, 26, 397-405. <https://doi.org/10.1037/a0022505>
- Apšvalka, D., Ferreira, C. S., Schmitz, T. W., Rowe, J. B., & Anderson, M. C. (2022). Dynamic Targeting Enables Domain-General Inhibitory Control over Action and Thought by the Prefrontal Cortex. *Nature Communications*, 13, Article No. 274. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27926-w>
- Bartholdy, S., O'Daly, O. G., Campbell, I. C., Banaschewski, T., Barker, G., Bokde, A. L. W. et al. (2019). Neural Correlates of Failed Inhibitory Control as an Early Marker of Disordered Eating in Adolescents. *Biological Psychiatry*, 85, 956-965. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2019.01.027>
- Benoit, R. G., & Anderson, M. C. (2012). Opposing Mechanisms Support the Voluntary Forgetting of Unwanted Memories. *Neuron*, 76, 450-460. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.07.025>
- Benoit, R. G., Davies, D. J., & Anderson, M. C. (2016). Reducing Future Fears by Suppressing the Brain Mechanisms Underlying Episodic Simulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, E8492-E8501. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606604114>
- Benoit, R. G., Hulbert, J. C., Huddleston, E., & Anderson, M. C. (2015). Adaptive Top-down Suppression of Hippocampal Activity and the Purging of Intrusive Memories from Consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27, 96-111. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00696
- Bergström, Z. M., de Fockert, J. W., & Richardson-Klavehn, A. (2009). ERP and Behavioural Evidence for Direct Suppression of Unwanted Memories. *NeuroImage*, 48, 726-737. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.06.051>
- Bian, Z., Yang, R., Yang, X., Liu, Y., Gao, X., & Chen, H. (2021). Influence of Negative Mood on Restrained Eaters' Memory Suppression of Food Cues: An Event-Related Potentials Study. *Appetite*, 164, Article ID: 105269. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105269>
- Crone, E. A., & Dahl, R. E. (2012). Understanding Adolescence as a Period of Social-Affective Engagement and Goal Flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*, 13, 636-650. <https://doi.org/10.1038/nrn3313>
- Cui, K., Zhao, J., Li, R., Gao, Y., & Gao, X. (2023). Higher Visceral Adipose Tissue Is Associated with Decreased Memory Suppression Ability on Food-Related Thoughts: A 1-Year Prospective ERP Study. *Appetite*, 191, Article ID: 107048. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.107048>
- Depue, B. E., Curran, T., & Banich, M. T. (2007). Prefrontal Regions Orchestrate Suppression of Emotional Memories via a Two-Phase Process. *Science*, 317, 215-219. <https://doi.org/10.1126/science.1139560>
- Engen, H. G., & Anderson, M. C. (2018). Memory Control: A Fundamental Mechanism of Emotion Regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 22, 982-995. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.07.015>
- Fosco, W. D., Hawk, L. W., Colder, C. R., Meisel, S. N., & Lengua, L. J. (2019). The Development of Inhibitory Control in Adolescence and Prospective Relations with Delinquency. *Journal of Adolescence*, 76, 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2019.08.008>
- Gagnepain, P., Henson, R. N., & Anderson, M. C. (2014). Suppressing Unwanted Memories Reduces Their Unconscious Influence via Targeted Cortical Inhibition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, E1310-E1319. <https://doi.org/10.1073/pnas.1311468111>
- Gagnepain, P., Hulbert, J., & Anderson, M. C. (2017). Parallel Regulation of Memory and Emotion Supports the Suppression of Intrusive Memories. *The Journal of Neuroscience*, 37, 6423-6441. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2732-16.2017>
- Guo, Y., Schmitz, T. W., Mur, M., Ferreira, C. S., & Anderson, M. C. (2018). A Supramodal Role of the Basal Ganglia in Memory and Motor Inhibition: Meta-Analytic Evidence. *Neuropsychologia*, 108, 117-134. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.11.033>
- Hertel, P. T., & Calcaterra, G. (2005). Intentional Forgetting Benefits from Thought Substitution. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 484-489. <https://doi.org/10.3758/bf03193792>
- Huber, D. E., Tomlinson, T. D., Jang, Y., & Hopper, W. J. (2015). The Search of Associative Memory with Recovery Interference (SAM-RI) Memory Model and Its Application to Retrieval Practice Paradigms. In J. G. W. Raaijmakers, R. Goldstone, M. Steyvers, A. Criss, & R. Nosofsky (Eds.), *Cognitive Modeling in Perception and Memory: A Festschrift for Richard M. Shiffrin* (pp. 81-98). Psychology Press.
- Hulbert, J. C., Henson, R. N., & Anderson, M. C. (2016). Inducing Amnesia through Systemic Suppression. *Nature Communications*, 7, Article No. 11003. <https://doi.org/10.1038/ncomms11003>
- Lambert, A. J., Good, K. S., & Kirk, I. J. (2010). Testing the Repression Hypothesis: Effects of Emotional Valence on Memory Suppression in the Think—No Think Task. *Consciousness and Cognition*, 19, 281-293. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2009.09.004>
- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2002). Inhibitory Processes and the Control of Memory Retrieval. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 299-305. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(02\)01923-x](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(02)01923-x)

- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2008). Individual Differences in the Suppression of Unwanted Memories: The Executive Deficit Hypothesis. *Acta Psychologica*, 127, 623-635. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2007.12.004>
- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2012). Purging of Memories from Conscious Awareness Tracked in the Human Brain. *The Journal of Neuroscience*, 32, 16785-16794. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2640-12.2012>
- López-Caneda, E., Crego, A., Campos, A. D., González-Villar, A., & Sampaio, A. (2019). The Think/No-Think Alcohol Task: A New Paradigm for Assessing Memory Suppression in Alcohol-Related Contexts. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 43, 36-47. <https://doi.org/10.1111/acer.13916>
- Lu, F., Yang, W., & Qiu, J. (2023). Neural Bases of Motivated Forgetting of Autobiographical Memories. *Cognitive Neuroscience*, 14, 15-24. <https://doi.org/10.1080/17588928.2022.2136150>
- Mamat, Z., & Anderson, M. C. (2023). Improving Mental Health by Training the Suppression of Unwanted Thoughts. *Science Advances*, 9, eadh5292. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh5292>
- Mary, A., Dayan, J., Leone, G., Postel, C., Fraise, F., Malle, C. et al. (2020). Resilience after Trauma: The Role of Memory Suppression. *Science*, 367, eaay8477. <https://doi.org/10.1126/science.aay8477>
- Murray, B. D., Anderson, M. C., & Kensinger, E. A. (2015). Older Adults Can Suppress Unwanted Memories When Given an Appropriate Strategy. *Psychology and Aging*, 30, 9-25. <https://doi.org/10.1037/a0038611>
- Nardo, D., & Anderson, M. C. (2024). Everything You Ever Wanted to Know about the Think/no-Think Task, but Forgot to Ask. *Behavior Research Methods*, 56, 3831-3860. <https://doi.org/10.3758/s13428-024-02349-9>
- Nishiyama, S., & Saito, S. (2022). Retrieval Stopping Can Reduce Distress from Aversive Memories. *Cognition and Emotion*, 36, 957-974. <https://doi.org/10.1080/02699931.2022.2071845>
- Nørby, S. (2015). Why Forget? on the Adaptive Value of Memory Loss. *Perspectives on Psychological Science*, 10, 551-578. <https://doi.org/10.1177/1745691615596787>
- Paz-Alonso, P. M., Bunge, S. A., Anderson, M. C., & Ghetti, S. (2013). Strength of Coupling within a Mnemonic Control Network Differentiates Those Who Can and Cannot Suppress Memory Retrieval. *The Journal of Neuroscience*, 33, 5017-5026. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3459-12.2013>
- Paz-Alonso, P. M., Ghetti, S., Matlen, B. J., Anderson, M. C., & Bunge, S. A. (2009). Memory Suppression Is an Active Process That Improves over Childhood. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, Article 2009. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.024.2009>
- Satish, A., Hellerstedt, R., Anderson, M. C., & Bergström, Z. M. (2022). EEG Evidence That Morally Relevant Autobiographical Memories Can Be Suppressed. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 22, 1290-1310. <https://doi.org/10.3758/s13415-022-01029-5>
- Schmitz, T. W., Correia, M. M., Ferreira, C. S., Prescott, A. P., & Anderson, M. C. (2017). Hippocampal GABA Enables Inhibitory Control over Unwanted Thoughts. *Nature Communications*, 8, Article No. 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00956-z>
- Singer, A., Darchi, S., Levy, D., & Sadeh, T. (2024). Intentional Forgetting Needs Intentional Remembering. *Journal of Experimental Psychology: General*, 153, 827-836. <https://doi.org/10.1037/xge0001536>
- Tanaka, K. Z., Pevzner, A., Hamidi, A. B., Nakazawa, Y., Graham, J., & Wiltgen, B. J. (2014). Cortical Representations Are Reinstated by the Hippocampus during Memory Retrieval. *Neuron*, 84, 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.09.037>
- Tomlinson, T. D., Huber, D. E., Rieth, C. A., & Davelaar, E. J. (2009). An Interference Account of Cue-Independent Forgetting in the No-Think Paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 15588-15593. <https://doi.org/10.1073/pnas.0813370106>
- van Schie, K., Fawcett, J. M., & Anderson, M. C. (2023). On the Role of Inhibition in Suppression-Induced Forgetting. *Scientific Reports*, 13, Article No. 4242. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31063-3>
- Vlasceanu, M., & Morais, M. J. (2019). A Possible Neural Mechanism of Intentional Forgetting. *The Journal of Neuroscience*, 39, 7642-7644. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0908-19.2019>
- Waldhauser, G. T., Dahl, M. J., Ruf-Leuschner, M., Müller-Bamouh, V., Schauer, M., Axmacher, N. et al. (2018). The Neural Dynamics of Deficient Memory Control in Heavily Traumatized Refugees. *Scientific Reports*, 8, Article No. 13132. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31400-x>
- Yan, Y., Hulbert, J. C., Zhuang, K., Liu, W., Wei, D., Qiu, J. et al. (2023). Reduced Hippocampal-Cortical Connectivity during Memory Suppression Predicts the Ability to Forget Unwanted Memories. *Cerebral Cortex*, 33, 4189-4201. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac336>
- Yang, C., & Naya, Y. (2020). Hippocampal Cells Integrate Past Memory and Present Perception for the Future. *PLOS Biology*, 18, e3000876. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000876>

- Yu, X., Ao, H., Liang, R., Li, O., & Gao, X. (2024). Memory Suppression Devalues Food Reward and Can Predict Long-Term Changes in Emotional Eating. *Food Quality and Preference*, *115*, Article ID: 105100. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105100>
- Zhang, R., Yang, X., Yang, R., Xu, Z., Sui, N., & Gao, X. (2020). Wanting to Eat Matters: Negative Affect and Emotional Eating Were Associated with Impaired Memory Suppression of Food Cues. *Appetite*, *150*, Article ID: 104660. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104660>