

The Inhibitory Control in Forgetting Process

Hongsheng Cheng^{1,2}, Wenjing Yang^{1,2}, Qinglin Zhang^{1,2}, Jiang Qiu^{1,2*}

¹Key Laboratory of Cognition and Personality (SWU), Ministry of Education, Chongqing

²School of Psychology, Southwest University (SWU), Chongqing

Email: [*qiu318@swu.edu.cn](mailto:qiu318@swu.edu.cn)

Received: Nov. 28th, 2014; revised: Dec. 8th, 2014; accepted: Dec. 17th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

Abstract

Although many evidences from overt behavioral control have already suggested that inhibitory control mechanism is important in this process, many recent researches show that this mechanism is also important in the internal memory control. Both retrieval-induced forgetting and intentional forgetting suggest that inhibitory control mechanism operates to serve the function of forgetting by route deactivation or item-suppression. However, there are still some differences of the inhibitory control mechanism in these paradigms, such as whether the inhibitory control mechanism is recruited intentionally or unintentionally, and the way in which inhibitory control mechanisms do. So, future research should pay more attention to the difference of inhibitory mechanism in the behavior and memory control, the factors which influence the mode action of the mechanism, the interaction of the emotion and the memory control, and the individual difference of the inhibitory control in the memory control.

Keywords

Forgetting, Inhibitory Control, Retrieval-Induced Forgetting, Directed Forgetting, Suppression Forgetting

遗忘过程中的抑制控制机制研究述评

程虹升^{1,2}, 杨文静^{1,2}, 张庆林^{1,2}, 邱江^{1,2*}

¹认知与人格教育部重点实验室, 重庆

²西南大学心理学部, 重庆

Email: [*qiu318@swu.edu.cn](mailto:qiu318@swu.edu.cn)

*通讯作者。

收稿日期：2014年11月28日；修回日期：2014年12月8日；录用日期：2014年12月17日

摘要

抑制控制在外显行为控制中的作用已被大量研究所证明，近年来的研究表明抑制控制在记忆内容的控制中也有重要作用。来自提取诱发遗忘和主动遗忘的证据表明，抑制控制机制会通过路线钝化或压抑项目表征等方式，排除无关记忆的干扰或阻止某些记忆的提取，最终导致它们的遗忘。不同的遗忘情景中，抑制控制所需的注意资源不同，抑制控制作用的方式也不同。未来的研究应重点关注行为抑制控制与记忆抑制控制的异同，影响记忆抑制控制作用方式的因素，情绪与抑制控制在遗忘过程中的关系，记忆抑制控制中的个体差异。

关键词

遗忘，抑制控制，提取诱发遗忘，定向遗忘，压抑遗忘

1. 引言

对于外显行为的抑制控制，已有较长研究历史。研究者们主要采用 stop-signal 或 go/no-go 范式对其认知过程和神经机制进行探索。当个体抑制某个优势反应(prepotent response)或输出更适合当前情景的弱势反应(weaker response)时就需要抑制控制的作用(Levy & Anderson, 2008)。近年来，很多研究发现抑制控制在遗忘过程中也发挥着重要作用。某些时候，很多记忆都与同一个线索(cue) (背景的，语义的或情绪线索)相联系，当人们需要根据一个线索提取某个目标记忆时，与这个线索相联系的非目标记忆会干扰这一提取过程，提取竞争对目标定向的记忆形成了挑战。如，朋友旧的电话号码会干扰你提取他现在的电话号码。某些时候，与一个线索相联系的是让人痛苦的记忆(如，一辆车可能会引发你回想一次车祸)，主动遗忘这些不好的记忆对保持心理健康有重要意义。人们能否主动控制干扰记忆的影响，选择性提取某些更符合当前情景的目标记忆呢？同时，人们又能否做到主动遗忘某些不想要的记忆呢？大量研究证明人们能有效利用抑制控制机制(inhibitory control mechanism)排除干扰信息，准确提取目标记忆并导致非目标记忆的遗忘，也能主动遗忘不想要的记忆。

抑制机制主要通过路线钝化(route deactivation)或项目抑制(item suppression)来选择性提取某些记忆或阻止提取某些记忆。路线钝化指抑制机制使得无关信息与线索间的联系变弱，当人们要根据线索对目标信息进行提取时，这些无关信息更不容易被提取出来；而项目抑制是指抑制控制影响了干扰信息本身的表征，最终导致了它们的提取失败(Anderson, 2003; Depue, 2012)。实验室研究中，来自提取诱发遗忘(retrieval-induced forgetting)和主动遗忘(intentional forgetting)的证据为遗忘过程中的抑制控制提供了实证支持。

2. 提取诱发遗忘过程中的抑制控制

情景记忆的一个重要特点是提取竞争(retrieval competition)，它意味着某一线索还与目标记忆外的其它信息相联系，甚至某些干扰信息与该线索的联系强于目标信息。由这一线索提取目标记忆时，与线索相联系的记忆内容就会互相竞争，正常情况下可能占优势的记忆最容易被提取(Levy & Anderson, 2008)。但人们能否克服竞争信息的干扰，提取出目标记忆呢？研究者在实验室中采用了提取诱发遗忘(retrieval-induced forgetting)范式来研究这一问题。结果发现，抑制控制机制能够排除干扰记忆，选择性的

提取出更适合当前情景的目标记忆，并且最终导致了干扰记忆的遗忘。

2.1. 提取诱发遗忘范式

提取诱发遗忘是指提取回忆部分记忆材料会导致对其它相关且未提取练习的记忆材料的抑制，从而使相关记忆材料的回忆成绩降低(Anderson & Spellman, 1995)。提取诱发遗忘范式，主要包括四个阶段：学习、提取练习、干扰任务和最终测验。在学习阶段，被试先学习不同语义类别的项目，这些项目以“类别名称-样例”的形式依次呈现(如“insect-bee”、“fruit-orange”等)；然后，在提取练习阶段进行反复的提取练习任务：从全部类别中选取一半类别，再从所选类别组成的“类别名称-样例”词对中选出一半进行线索回忆，提取练习时仍以词对的形式向被试呈现，但其中样例词只给出开始的两个字母，如“fruit-or”等，要求被试根据这些线索回忆出完整的样例单词，同时，在学习阶段还有部分单词不经过提取练习，即基线类别。提取练习阶段后是一项干扰任务；在最终测验阶段，向被试呈现所有类别名称，要求被试回忆出在学习阶段见过的所有样例单词。这三类材料表现出不同的回忆成绩，由于经过提取练习，提取练习项目的回忆成绩会高于基线水平，而未提取练习的项目的成绩低于基线水平，即表现出提取诱发遗忘(慕德芳，宋耀武，陈英和，2008；杨红升，朱莹，2004；Anderson & Spellman, 1995)。

2.2. 抑制控制在提取诱发遗忘中的作用

抑制假说(inhibitory account)将提取诱发遗忘归因于提取练习某些项目时，抑制控制影响了未被提取练习项目的表征，从而最终导致了遗忘。在提取练习阶段，与某一类别线索相联系的未被提取练习的项目会与练习项目进行竞争，从而对目标信息的提取产生干扰，为了减少这种竞争干扰，抑制控制机制通过抑制干扰项目的表征，最终导致了这些未被提取练习项目的遗忘，因此，提取竞争是提取诱发遗忘的一个前提条件。同时，只有未被练习的项目与提取练习了的项目与同一个语义、情景、或情绪背景线索相联系的时候，才会出现未被提取练习项目因提取竞争被抑制而最终遗忘(Anderson & Spellman, 1995)。但是，对于提取诱发遗忘现象也存在非抑制说。该理论认为提取练习只是简单的加强了提取练习项目与类别线索间的联系，而遗忘是由于未被提取练习的项目与线索间的提取通道受损导致的(Anderson & Spellman, 1995)。根据非抑制说，只有用提取练习时的线索作为最后回忆测验的线索时，才会出现提取诱发遗忘现象。但是很多研究在独立线索探测任务(cue-independent task)中也发现了提取诱发遗忘现象，这表明非抑制说并不能解释这一遗忘现象(Anderson, Green, & McCulloch, 2000; Aslan, Bäuml, & Pastötter, 2007; Camp, Pecher, & Schmidt, 2007)。此外，在再认测试中是否发现提取诱发遗忘是检验单个项目的表征是否被压抑的有利证据，因为再认判断可以将被试对于项目的主动回忆(recollection)和熟悉性(familiarity)分离，如果未被提取练习的项目无论在主动回忆还是熟悉性任务判断上都与提取练习过的项目有显著差异，那么说明导致未被练习项目遗忘的原因是它们受到了抑制。基于这一理论假设，研究者们再认测试中也发现了提取诱发遗忘效应(Hicks & Starns, 2004; Spitzer & Buml, 2007; Verde, 2004)，再次为提取诱发遗忘中抑制机制的存在提供了证据。

近年来，神经影像学的研究更加清晰的显示抑制控制机制在提取诱发遗忘中的作用(Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, & Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Kahn, & Wagner, 2007; Wimber, Rutschmann, Greenlee, & Buml, 2009)。Johansson 等(2007)发现提取练习条件在额叶诱发了更大正波，研究者认为额叶正波反映了抑制控制机制对未被提取练习项目的抑制。Wimber 等(2009)采用 fMRI 技术，发现在提取阶段前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)和背侧前额叶(dorso-lateral prefrontal, DLPFC)的激活与后来的遗忘相联系，而 ACC 与 DLPFC 主要的功能就是抑制控制机制，证明了抑制控制机制在提取诱发遗忘过程中的作用。还有一些研究者考察了提取练习对最终记忆测试的影响(Spitzer, Hanslmayr, Opitz, Mecklinger, & Buml,

2009; Wimber et al., 2008)。Wimber 等(2008)在 fMRI 研究中发现未经历提取练习阶段的项目在测试阶段激活了左腹侧前额叶(the left anterior region of the, VLPFC), 研究者认为这代表了对未提取练习项目的抑制。

行为方面来自独立线索回忆任务和再认测试的证据表明, 抑制控制理论才是解释提取诱发遗忘的有利假说。而来自提取练习阶段的大脑机制研究表明, ACC 检测出来自未提取练习项目的干扰, 同时, DLPFC 和 VLPFC 通过抑制未提取练习项目的记忆和增强练习项目的记忆来解决这一冲突。而针对记忆测试阶段未被提取练习项目的研究表明, 未被提取练习项目的记忆被破坏了。

3. 主动遗忘过程中的抑制控制

前面综述了选择性记忆提取过程中抑制控制的作用, 但日常生活中很多时候希望主动停止对某些记忆的提取。例如一个线索出现了, 但与它连接的是让你很痛苦的记忆。此时, 我们就需要停止对这些记忆的提取, 甚至希望最终能遗忘它们。那么抑制机制能否达到上述目标呢? 如果能, 它又是如何实现的呢? 研究者们采用定向遗忘范式(directed forgetting)和压抑遗忘(suppression forgetting)范式来研究主动遗忘现象。

3.1. 定向遗忘与抑制控制

定向遗忘是指由主试的“忘记”指令引起的记忆内容受损现象(Anderson, 2003), 它是探讨人们能否主动控制记忆内容的重要范式。来自该范式的大量证据表明抑制控制在定向遗忘中起着重要的作用。

3.1.1. 定向遗忘范式

定向遗忘的实验流程分为两个阶段: 学习阶段和测试阶段。在学习阶段, 向被试呈现一些材料, 其中一些材料必须记住(to-be-remembered, TBR), 一些材料必须遗忘(to-be-forgotten, TBF)。遗忘和记住的指令是通过指示符(这些指示符引导被试做出遗忘或记住反应)呈现的。测试阶段, 考察被试对之前呈现的所有学习项目回忆或再认的成绩。结果显示, 指示符显著影响了记忆测验的成绩, 具体表现为 TBF 项目的回忆或再认成绩显著低于 TBR 项目, 即出现了定向遗忘效应。根据指示符呈现位置的不同, 该范式又分为两种: 即项目法(item method)和字表法(list method), 项目法是指每个项目呈现后立即给予指示符, 而字表法是在材料呈现一半(list1)后再给予一个指示符(记或忘), 接着呈现下一个字表(list2) (Basden, Basden, & Gargano, 1993; MacLeod, 1999)。

3.1.2. 抑制控制在定向遗忘中的作用

来自定向遗忘的大量证据表明人们能有效灵活地利用抑制控制机制, 遗忘某些记忆。定向遗忘的两种主要范式: 项目法和字表法中都有抑制控制的存在, 只是抑制控制作用的方式不同。注意抑制(attention inhibition)主要用来解释项目法定向遗忘。该理论认为如果接到的指令是 F, 被试就利用抑制机制来控制注意资源, 不对 TBF 项目进行精细编码, 最终导致了 TBR 项目和 TBF 项目在记忆成绩上的差异(Taylor & Ivanoff, 2003; Zacks, Radvansky, & Hasher, 1996)。由于回忆和再认测试中都发现了定向遗忘效应, 表明抑制控制是通过压抑单个项目的表征, 从而导致 TBF 与 TBR 项目记忆成绩上的差异(MacLeod, 1999; Taylor & Ivanoff, 2003; Zacks et al., 1996)。Zacks 等(1996)发现老年人很难遗忘 TBF 项目, 表现出了更小的定向遗忘效应, 研究者们认为是由于老年人在抑制控制能力上受损, 不能很好的进行注意控制造成的。提取抑制(retrieval inhibition)理论主要解释字表法中的遗忘现象。呈现第一个字表时, 被试不知道随后的指令是“记”还是“忘”, 因此对这些项目进行了同等程度的编码, 待接到指令后, 被试再利用路线钝化的方式, 阻断这一字表中项目的提取通道, 降低这些提取路线的激活, 最终导致“忘”条件下字表 1 的记

忆成绩显著低于字表 2。由于抑制控制是采用路线钝化的方式抑制了提取遗忘项目的通道,那么这种遗忘只应该存在于回忆测试中,再认中不存在遗忘现象(Basden et al., 1993; MacLeod, 1999)。此外,研究者采用 R/K 判断范式区分了主动回忆和熟悉性判断过程,发现 TBR 和 TBF 项目在自由回忆上差异显著,但在熟悉性判断任务上差异不显著(Geisman, Bjork, & Fishman, 1983)。上述研究都证明在字表法中 TBF 项目的编码没有被抑制,只是提取通道被阻断了,使得 TBF 项目的记忆成绩显著低于 TBR 项目(Basden et al., 1993)。国内研究者还发现采用不同的实验材料,抑制机制作用的方式会不同(白学军,杨海波,沈德立,2004)。

脑机制的研究更清晰的展现了抑制控制机制发挥作用的方式(Bauml, Hanslmayr, Pastotter, & Klimesch, 2008; Hsieh, Hung, Tzeng, Lee, & Cheng, 2009; Ludwig et al., 2010; Nowicka, Marchewka, Jednorog, Tacikowski, & Brechmann, 2011; Ullsperger, Mecklinger, & Muller, 2000; Wylie, Foxe, & Taylor, 2008)。Paz-Caballero 和 Menor (1999)记录了指令呈现时的 ERP,发现 F 指令出现后的 200~300 及 300~800 毫秒分别在枕叶和额叶诱发了更大的正波。Paz-Caballero 等(1999)发现 F 指令诱发了早期的额叶和前额叶正波。研究者们认为这代表了 F 指令激活的抑制控制压抑了 TBF 项目的编码。Wylie 等(2008)采用 fMRI 发现与无意遗忘(unintentional forgetting)相比,有意遗忘(intentional forgetting)在海马及额上回(superior frontal gyrus)表现出了更大的激活,这一研究证明前额控制在定向遗忘中起着重要的作用。

行为和脑机制的研究都表明了抑制控制在定向遗忘中的重要作用。在项目法中,抑制控制机制主要对 TBF 项目进行注意抑制,通过压抑单个项目的表征,最终导致了遗忘。而对于字表法定向遗忘,抑制控制主要在提取阶段通过钝化遗忘词表的提取通道,从而造成遗忘。

3.2. 压抑遗忘与抑制控制

压抑遗忘即个体有意识地避免回想某一目标而导致遗忘的现象。来自 Go/No-Go 范式的研究表明人们能控制外显行为反应,研究者们开始思考在记忆领域人们能否主动控制记忆,最终导致遗忘呢?根据 Go/No-Go 任务,演变出了“Think/No-Think”(TNT)范式来研究压抑遗忘。

3.2.1. 压抑遗忘范式

该范式由学习、提取练习和测试三个阶段构成。学习阶段让被试学习一系列“线索-目标”词对(例如:ordeal-roach)。在提取练习阶段只给被试呈现线索词,但任务分为两组,一组让被试回想与之对应的目标词(think 组,简称为 T 组),另一组要求被试不想即阻止与之对应的目标词进入意识(no think 组,简称为 NT 组)。最后对学习过的所有词对进行测试。测试阶段仍给出线索词让被试回忆与之对应的目标词。研究者假设如果被试在提取练习阶段按照指导语采用了压抑策略来阻止与线索词对应的目标内容进去意识,那么在测试阶段这些目标内容被提取出来的可能性就会降低(Anderson & Green, 2001)。来自该范式的大量证据表明人们能有效利用抑制控制压抑不想要的记忆,最终导致它们的遗忘(Anderson & Levy, 2009; Benoit & Anderson, 2012; Depue, Burgess, & Willcutt, 2010; Gagnepain, Henson, & Anderson, 2014)。

3.2.2. 抑制控制在压抑遗忘中的作用

研究者们认为 TNT 中的遗忘是由于抑制控制影响了 NT 项目的表征,而最终导致了遗忘。该范式与定向遗忘不同的是在 TNT 阶段之前要求被试对所有的词对进行学习,并且达到一定的正确率,这样的处理也更符合现实生活情景(Küpper et al., 2014)。TNT 阶段是该范式的关键阶段,研究者认为如果线索后出现的指令是 NT,被试就会利用抑制控制机制压抑与该线索配对的目标项目,遗忘的程度会随着 NT 次数的增加而增大。这一假设已经得到了很多研究的证明(Anderson & Green, 2001; Anderson et al., 2004; Depue, Banich, & Curran, 2006; Marx, Marshall, & Castro, 2008)。该范式中的遗忘 s 与提取诱发遗忘一样,无论是

采用回忆, 再认或独立线索探测任务(Anderson & Green, 2001; Anderson, et al., 2004; Depue et al., 2006; Marx et al., 2008) NT 项目的遗忘都会发生。此外, Marx 等(2008)在快速再认测验中也发现了 NT 项目的遗忘现象。这些研究结果都支持了 NT 项目的表征受到了损害, 从而导致了后来记忆成绩上的差异。

来自 ERP 和 fMRI 研究的证据为抑制控制机制在 TNT 范式中的作用提供了更有利的证据(Anderson et al., 2004; Bergstrom et al., 2007; Depue, Curran, & Banich, 2007; Hanslmayr, Leopold, Pasttner, & Buml, 2009; Mecklinger, Parra, & Waldhauser, 2009)。Bergstrom 等(2007)采用 ERP 技术, 发现相对于 T 试次, NT 试次诱发的左侧颞叶正波降低了, 研究者们认为这代表了抑制控制机制对 NT 项目进行抑制。Hanslmayr 等(2009)在 ERP 研究中同样发现指令呈现后的 500 毫秒, 相对于 T 试次, NT 试次在 LPC (late positive component)成分上波幅降低了, 同时在指令呈现后的 1600 毫秒发现一个正成分波幅的降低。研究者们认为 LPC 波幅的降低反应了抑制 NT 项目的主动回忆, 而持续晚期正成分的降低则反应了对 NT 项目的压抑, 最终引起了遗忘。Anderson 等(2004)采用 fMRI 技术发现 NT 试次导致了左右两侧背侧前额叶 DLPFC 激活的增加以及左右两侧海马激活的降低, 这预示着 DLPFC 对海马进行了抑制, 使得 NT 项目不出现在意识中。Depue 等(2007)同样在 NT 试次中发现了 PFC 激活的增加及海马激活的降低。从上面两个研究可以看出 TNT 中的压抑是被前额区域所调节的, 它通过自上而下的控制与记忆加工相关区域的激活, 从而阻止不想要的记忆进入意识。随后的研究中也证实了 DLPFC 对海马的自上而下的有向控制机制存在(Benoit & Anderson, 2012; Gagnepain et al., 2014)。

来自定向遗忘和压抑遗忘的证据都表明人们能主动利用抑制控制机制压抑不想要的记忆, 最终导致对它们的遗忘。但在不同范式中, 抑制控制发挥作用的途径、方式以及阶段都不同: 在项目法中抑制控制通过控制信息编码阶段的注意资源, 最终影响了项目的表征; 而字表法和 TNT 任务中信息已经编码完毕, 抑制控制则在提取阶段采用路线钝化的方式阻断遗忘项目的提取通道, 最终导致它们的遗忘。

4. 两种遗忘过程中抑制控制的比较

来自选择性提取和停止提取的研究为抑制控制在遗忘过程中的作用提供了重要证据。两者都表明遗忘并不是信息随着时间的流逝而自动消退的, 也不是由于储存新的相似信息干扰了原有目标信息的提取。相反, 遗忘是由于抑制控制主动采用各种途径对干扰信息进行抑制, 当信息还没编码时, 抑制控制通过注意抑制来干扰无关信息的表征, 当信息编码后, 抑制控制通过阻断它们的提取通道, 最终导致遗忘。它们都强调了遗忘是可以被认知系统控制的主动过程, 而从一定程度上补充了记忆领域一直认为遗忘是记忆的失败这一观点(Anderson, 2003)。但抑制控制在两种不同的遗忘情景中也存在不同。

4.1. 抑制控制所需的注意资源不同

定向遗忘和压抑遗忘都属于目标导向的认知作业, 这种任务对个体的注意资源是有要求的, 在外在“忘”指令的作用下, 被试主动利用抑制控制来抑制项目的表征或阻断其提取通道, 最终导致它们的遗忘(Anderson & Spellman, 1995)。例如, 研究表明, 在定向遗忘中, 如果在编码词表 2 时分配注意资源去做其它事情, 最终将导致遗忘的降低(Conway & Fthenaki, 2003)。同样, 注意控制能力有缺陷的群体, 如老人、儿童及前额叶受损伤的个体在定向遗忘程度上都会降低(Conway & Fthenaki, 2003; Zacks et al., 1996)。这些证据都表明定向遗忘中的抑制机制是需要一定注意资源的。

然而, 选择性提取导致遗忘(提取诱发遗忘)中的抑制控制过程并不需要额外的注意资源。该范式中, 没有外在“遗忘”指令, 由于提取相关材料而自动激活了抑制控制机制, 对竞争项目的表征产生了影响, 最终导致了遗忘。因此这种遗忘过程中不需要被试额外赋予注意资源去操作抑制控制机制的活动。研究者在老年人中依然发现了提取诱发遗忘现象(Moulin et al., 2002), 同时, Conway 和 Fthenaki (2003)发现前

额叶受损的病人虽然定向遗忘效应减少了，但是丝毫没有影响提取诱发遗忘效应。这些结果都说明提取诱发遗忘中的抑制控制并不需要额外的注意资源。

4.2. 抑制控制作用的方式不同

抑制控制发挥作用的方式主要有路线钝化和项目压抑。提取诱发遗忘中，来自再认测试和独立线索探测任务的证据表明，抑制控制破坏了非提取练习项目的表征，而最终导致了遗忘。而在压抑遗忘中，“不想”的指令激活了抑制控制机制，破坏了 NT 项目的表征，最终导致了遗忘。因此，上述两个范式中抑制控制都通过压抑项目表征的方式达到了遗忘效果。而字表法定向遗忘中，大量的证据表明遗忘的指令引起的抑制控制并不影响无关信息本身的表征，而是影响了这些信息与线索间的联系，通过路线钝化的方式导致了遗忘。

由上述不同点可以看出，两种遗忘情景中虽然都有抑制控制机制的作用，但不同范式中抑制控制仍具有各自的特点，说明遗忘过程中的抑制控制是相当灵活的。从注意资源上的不同可以看出，即使没有外在指令，抑制控制机制也会自动激活，通过不同方式达到遗忘目的。这提示意识与抑制控制有着复杂的关系，在今后的研究中，把意识状态作为一个自变量，也许可以探讨这一问题。从作用方式来看，抑制控制会根据不同的情景采用不同的方式达到遗忘的效果。它可以直接对记忆信息的编码造成破坏，也可以通道阻断目标信息的提取通道，最终导致遗忘的效果。但何时采用哪种方式，决定因素又是什么，这也有待解决。

5. 展望

有效的记忆系统必须排除干扰记忆信息，选择性提取某些记忆或主动遗忘一些记忆。上述三种遗忘范式的研究表明，抑制机制在这些范式中有着重要的作用，但这一领域还有很多问题有待进一步研究。

首先，研究者们用外显行为的抑制控制类比内在记忆的控制。对于行为领域的抑制控制机制已有大量的研究证据，但对于记忆领域抑制控制的研究才刚兴起，这两种控制有什么相同和不同，它们的认知过程和大脑机制是否完全一样，影响行为抑制的因素是否会影响记忆控制呢？这些问题有利于进一步探讨抑制控制的一般认知意义。

第二，从以往研究可以看出，抑制控制机制在内在记忆的控制上是非常灵活的，它能根据干扰信息的特征(如，是否与目标信息具有较大的相关性)或外在指令的不同来调节不同抑制控制策略和作用方式，最终导致了干扰信息的遗忘。因此可以推测，并非单一而一般的机制在排除干扰信息的影响过程中起作用，而是不同的情景下个体会采用不同的抑制控制策略。那么未来研究应该着重探讨干扰信息的哪些特征对抑制控制机制的作用方式有影响，从而为记忆控制提供更多的信息。

第三，三种范式中，研究者大多采用语词作为实验材料，这更多的是对语义记忆进行的研究，采用其他实验材料所做的研究还比较少，但情景记忆、程序性记忆也是记忆系统的重要组成部分。因此，以后的研究应该采用非语词的材料来研究抑制控制在记忆控制中的作用，进一步探索抑制控制在解释提取诱发遗忘和主动遗忘现象上的正确性，是否因为实验材料不同，抑制机制作用的方式，目标及认知控制的程度会不同呢？这都有待进一步的研究。

第四，生活中希望忘记的多是带有情绪色彩的记忆，那么情绪是否会干扰抑制控制的作用呢？如果会，那么是情绪状态还是事件本身的情绪性会干扰抑制控制呢？这些问题的探讨都有利于进一步解释抑制控制机制在遗忘过程中的作用，同时，对于临床上具有心理疾病个体的治疗也具有更大的意义。

第五，有些人能很快控制让人痛苦的记忆，而有些人却不能做到这点，更有甚者，因痛苦的记忆反复闪回，最终导致身心上的疾病，这两类个体在抑制控制机制上是否有差异呢？是由于这些个体抑制控

制本身不同,还是在调用抑制控制机制上受到其它因素的影响而导致了不同的控制水平呢?这些问题都有待进一步的研究。

参考文献 (References)

- 白学军, 杨海波, 沈德立(2004). 材料性质对有意遗忘影响的实验研究. *应用心理学*, 4 期, 8-12.
- 慕德芳, 宋耀武, 陈英和(2008). 提取诱发遗忘的研究现状与展望. *心理科学进展*, 6 期, 855-861.
- 杨红升, 朱莹(2004). 自我与提取诱发遗忘现象. *心理学报*, 2 期, 154-159.
- Anderson, M. C., Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (1994). Remembering can cause forgetting: *Retrieval dynamics in long-term memory. Learning, Memory*, 20, 1063-1087.
- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language*, 49, 415-445.
- Anderson, M. C., & Green, C. (2001). Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, 410, 366-369.
- Anderson, M. C., Green, C., & McCulloch, K. C. (2000). Similarity and inhibition in long-term memory: Evidence for a two-factor theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, 1141-1159.
- 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.
- Anderson, M. C., & Spellman, B. A. (1995). On the status of inhibitory mechanisms in cognition: Memory retrieval as a model case. *Psychological Review*, 102, 68-100.
- Aslan, A., Bäuml, K. H., & Pastötter, B. (2007). No inhibitory deficit in older adults' episodic memory. *Psychological Science*, 18, 72-78.
- Basden, B. H., Basden, D. R., & Gargano, G. J. (1993). Directed forgetting in implicit and explicit memory tests: A comparison of methods. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 603-616.
- Bauml, K. H., Hanslmayr, S., Pastötter, B., & Klimesch, W. (2008). Oscillatory correlates of intentional updating in episodic memory. *NeuroImage*, 41, 596-604.
- Bergstrom, Z. M., Velmans, M., de Fockert, J., & Richardson-Klavehn, A. (2007). ERP evidence for successful voluntary avoidance of conscious recollection. *Brain Research*, 1151, 119-133.
- Benoit, R. G., & Anderson, M. C. (2012). Opposing mechanisms support the voluntary forgetting of unwanted memories. *Neuron*, 76, 450-460.
- Camp, G., Pecher, D., & Schmidt, H. G. (2007). No retrieval-induced forgetting using item-specific independent cues: Evidence against a general inhibitory account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 950-958.
- Conway, M. A., & Fthenaki, A. (2003). Disruption of inhibitory control of memory following lesions to the frontal and temporal lobes. *Cortex*, 39, 667-686.
- Depue, B. E., Banich, M. T., & Curran, T. (2006). Suppression of emotional and nonemotional content in memory—Effects of repetition on cognitive control. *Psychological Science*, 17, 441-447.
- 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.
- Depue, B., Burgess, G., Willcutt, E., Ruzic, L., & Banich, M. T. (2010). Inhibitory control of memory retrieval and motor processing associated with the right lateral prefrontal cortex: Evidence from deficits in individuals with ADHD. *Neuropsychologia*, 48, 3909-3917.
- Depue, B. E. (2012). A neuroanatomical model of prefrontal inhibitory modulation of memory retrieval. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36, 1382-1399.
- Geiselman, R. E., Bjork, R. A., & Fishman, D. L. (1983). Disrupted retrieval in directed forgetting: A link with posthypnotic amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 58-72.
- 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.
- Hanslmayr, S., Leopold, P., Pastötter, B., & Bäuml, K. H. (2009). Anticipatory signatures of voluntary memory suppression. *The Journal of Neuroscience*, 29, 2742.
- Hicks, J. L., & Starns, J. J. (2004). Retrieval-induced forgetting occurs in tests of item recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 125-130.

- Hsieh, L. T., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., Lee, J. R., & Cheng, S. K. (2009). An event-related potential investigation of the processing of remember/forget cues and item encoding in item-method directed forgetting. *Brain Research, 1250*, 190-201.
- Johansson, M., Aslan, A., Buml, K. H., Gabel, A., & Mecklinger, A. (2007). When remembering causes forgetting: Electrophysiological correlates of retrieval-induced forgetting. *Cerebral Cortex, 17*, 1335-1341.
- Kuhl, B. A., Dudukovic, N. M., Kahn, I., & Wagner, A. D. (2007). Decreased demands on cognitive control reveal the neural processing benefits of forgetting. *Nature Neuroscience, 10*, 908-914.
- Küpper, C. S., Benoit, R. G., Dalgleish, T., & Anderson, M. C. (2014). Direct suppression as a mechanism for controlling unpleasant memories in daily life. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*, 1443-1449.
- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2008). Individual differences in the suppression of unwanted memories: The executive deficit hypothesis. *Acta Psychologica, 127*, 623-635.
- Ludowig, E., Möller, J., Bien, C. G., Münte, T. F., Elger, C. E., & Rosburg, T. (2010). Active suppression in the mediotemporal lobe during directed forgetting. *Neurobiology of Learning and Memory, 93*, 352-361.
- MacLeod, C. M. (1999). The item and list methods of directed forgetting: Test differences and the role of demand characteristics. *Psychonomic Bulletin & Review, 6*, 123-129.
- Marx, B. P., Marshall, P. J., & Castro, F. (2008). The moderating effects of stimulus valence and arousal on memory suppression. *Emotion, 8*, 199-207.
- Mecklinger, A., Parra, M., & Waldhauser, G. T. (2009). ERP correlates of intentional forgetting. *Brain Research, 1255*, 132-147.
- Moulin, C. J. A., Perfect, T. J., Conway, M. A., North, A. S., Jones, R. W., & James, N. (2002). Retrieval-induced forgetting in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia, 40*, 862-867.
- Nowicka, A., Marchewka, A., Jednorog, K., Tacikowski, P., & Brechmann, A. (2011). Forgetting of emotional information is hard: An fMRI study of directed forgetting. *Cerebral Cortex, 21*, 539-549.
- Paz-Caballero, M. D., & Menor, J. (1999). ERP correlates of directed forgetting effects in direct and indirect memory tests. *European Journal of Cognitive Psychology, 11*, 239-260.
- Spitzer, B., & Buml, K. H. (2007). Retrieval-induced forgetting in item recognition: Evidence for a reduction in general memory strength. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*, 863-875.
- Spitzer, B., Hanslmayr, S., Opitz, B., Mecklinger, A., & Buml, K. H. (2009). Oscillatory correlates of retrieval-induced forgetting in recognition memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 21*, 976-990.
- Taylor, T. L., & Ivanoff, J. (2003). The interplay of stop signal inhibition and inhibition of return. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 56*, 1349-1371.
- Ullsperger, M., Mecklinger, A., & Müller, U. (2000). An electrophysiological test of directed forgetting: The role of retrieval inhibition. *Journal of Cognitive Neuroscience, 12*, 924-940.
- Verde, M. F. (2004). The retrieval practice effect in associative recognition. *Memory & Cognition, 32*, 1265-1272.
- Wimber, M., Bäuml, K. H., Bergström, Z., Markopoulos, G., Heinze, H. J., & Richardson-Klavehn, A. (2008). Neural markers of inhibition in human memory retrieval. *The Journal of Neuroscience, 28*, 13419.
- Wimber, M., Rutschmann, R. M., Greenlee, M. W., & Buml, K. H. (2009). Retrieval from episodic memory: Neural mechanisms of interference resolution. *Journal of Cognitive Neuroscience, 21*, 538-549.
- Wylie, G. R., Foxe, J. J., & Taylor, T. L. (2008). Forgetting as an active process: An fMRI investigation of item-method-directed forgetting. *Cerebral Cortex, 18*, 670-682.
- Zacks, R. T., Radvansky, G., & Hasher, L. (1996). Studies of directed forgetting in older adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 22*, 143-156.