短视频削弱我们保持意图的能力：情境切换对前瞻记忆的影响

Francesco Chiossi
慕尼黑路德维希-马克西米利安大学，德国慕尼黑
francesco.chiossi@ifi.lmu.de

Luke Haliburton
慕尼黑路德维希-马克西米利安大学，德国慕尼黑
luke.haliburton@ifi.lmu.de

Changkun Ou
慕尼黑路德维希-马克西米利安大学，德国慕尼黑
research@changkun.de

Andreas Butz
慕尼黑路德维希-马克西米利安大学，德国慕尼黑
butz@ifi.lmu.de

Albrecht Schmidt
慕尼黑路德维希-马克西米利安大学，德国慕尼黑
albrecht.schmidt@ifi.lmu.de

arXiv:2302.03714v1 [cs.HC] 7 Feb 2023

摘要

社交媒体平台利用简短且极具吸引力的视频来吸引用户的注意。虽然 TikTok 推广的短视频信息流正迅速扩展到其他平台，但我们尚不了解其对认知功能的影响。我们开展了一项被试间实验（$N = 60$），研究参与者在执行前瞻记忆任务（即执行先前计划的行动）时使用 TikTok、Twitter 和 YouTube 所产生的影响。该研究要求参与者在经历中断期间记住意图。我们发现，TikTok 条件显著降低了用户在该任务中的表现。由于其他条件（Twitter、YouTube、无活动）均未产生类似影响，我们的结果表明，短视频与快速情境切换的结合会损害意图回忆与执行。我们量化分析了社交媒体信息流格式对前瞻记忆的影响，并阐述了媒体技术设计师应如何避免损害用户记忆和身心健康。

CCS 概念

• **以人为本的计算** → **普适计算与移动计算中的实证研究**；智能手机。

关键词

前瞻记忆、社交媒体、数字健康、TikTok

ACM 参考文献格式：

Francesco Chiossi、Luke Haliburton、Changkun Ou、Andreas Butz 和 Albrecht Schmidt。2023年。短视频会削弱我们保持意图的能力：情境切换对前瞻记忆的影响。载于《*2023*年*CHI*人机交互系统中的人为因素会议论文集》（*CHI '23*），*2023*年*4*月*23*日至*28*日，德国汉堡。ACM，14页。
https://doi.org/10.1145/3544548.3580778

允许以个人或课堂使用为目的，免费制作本作品全部或部分内容的数字版或纸质副本，但不得为营利或商业利益制作或分发副本，且副本必须保留本声明及首页的完整引文。作者以外的其他方拥有的本作品组件版权必须得到尊重。注明出处后可进行摘要引用。以其他方式复制、重新出版、发布到服务器或分发至列表，均须事先获得特定许可和／或支付费用。请向 permissions@acm.org 申请许可。*CHI '23*，*2023*年*4*月*23*日至*28*日，德国汉堡 ©2023 年版权归所有者／作者所有。出版权授权予 ACM。ACM ISBN 978-1-4503-9421-5/23/04...$15.00 https://doi.org/10.1145/3544548.3580778

1 引言

近年来，社交媒体迅速普及，目前全球超过一半的人口都在使用 [51]。通过社交媒体信息流，人们以前所未有的速度频繁接触新信息。随着 TikTok 和其他短视频平台日益流行，信息传递速度也持续加快；这些平台会推送由简短且极具吸引力的视频组成的信息流。尽管这种高信息密度可能因有利于某些应用，或能带来即时满足感而受到用户青睐，但也可能造成严重的负面后果。数字信息过载会引发慢性压力 [43]，而研究表明，社交媒体使用会对记忆表现产生不利影响 [96]。我们才刚刚开始揭示社交媒体对心理与认知功能影响的广度。

TikTok 采用简短且引人入胜的视频模式，使用户快速切换情境；这种模式正在社交媒体平台上蔓延（例如 Instagram Reels [48] 和 YouTube Shorts [49]）。这类视频格式的广泛使用已知会造成一些负面影响，包括频繁的干扰，尤其是在工作场所 [2]。在线中断在工作场所最为常见 [14]，并与工作负荷增加、慢性压力和心理疲劳有关 [81]。具体而言，这些源源不断的视频信息流持续填满我们的心理缓冲区，导致我们舍弃可能有用的信息，转而接受社交媒体信息流所提供的更肤浅或无关的信息。以工作场所为背景的既往研究表明，情境切换会对认知功能和任务表现产生不利影响 [65, 109]。然而，社交媒体中的情境切换所造成的影响尚未得到充分理解。Zheng [125] 发现，观看短视频会对视觉短时记忆产生负面影响，这表明我们应进一步了解并阐明不同社交媒体信息流形式对不同认知功能的影响。前瞻记忆（PM）是一项基础认知功能，指的是我们在执行无关任务时记住去完成一项计划行动的能力 [39]。前瞻记忆十分重要，因为它能够支持高效活动，使人们在知识工作中更加高效，并帮助人们完成日常任务（例如办事或记得参加会议）。因此，我们旨在探讨以下研究问题：

研究问题：不同的社交媒体信息流如何影响前瞻记忆？

本文探讨不同的社交媒体信息流中断如何影响前瞻记忆。我们开展了一项被试间研究，$N = 60$ 参与者在两个阶段中同时完成词汇判断（LD）任务和前瞻记忆任务，两阶段之间休息 10 分钟。休息期间，参与者根据实验条件进行四种活动之一：休息、*Twitter*、*YouTube*或*TikTok*。休息结束后，参与者继续同时完成 LD 和前瞻记忆任务，以评估休息对其前瞻记忆的影响。我们假设，由于 TikTok 具有多模态、高度吸引人的特点，并让用户接触到情境快速变化，因此它对前瞻记忆的负面影响最大。研究结果表明，与休息相比，*TikTok* 会显著降低前瞻记忆表现。另一方面，我们发现，*Twitter* 和*YouTube* 均未对表现产生显著影响。本文量化测量了三种社交媒体信息流形式对前瞻记忆的影响，并初步描述了哪种社交媒体信息流形式对表现的影响最显著。媒体技术设计者需要了解，让用户接触高度吸引人的情境快速切换会带来负面影响，因为前瞻记忆表现不佳可能会对用户的日常生活造成严重后果。

2 相关研究

本节概述前瞻记忆的运作方式及中断的影响。最后，我们报告社交媒体分心对与前瞻记忆相关的认知功能所产生的影响，这些影响促使我们开展本研究。

2.1 前瞻记忆

前瞻记忆（PM）被认为是"在从事另一项活动时，能够记住在准确的时刻或特定事件发生后执行先前计划的行动的能力" [39]。这是一种涉及多种认知过程的认知功能，即计划、注意、监控和工作记忆。个体在形成意图后，往往会参与多项持续任务；而在大多数日常情境中，无法将意图保留在注意焦点之中 [23]。

在 Einstein-McDaniel 提出的前瞻记忆范式中， [31], 参与者会被告知：在进行某项持续活动（如词汇判断任务）时，若出现特定目标线索，就应执行一项明确的动作，例如按下键盘上的某个特定按键。提取延迟意图需要一个由自下而上和自上而下过程介导的监控过程 [100]。然而，当我们必须保留多个意图时，就需要进入准备状态，并主动监控目标线索是否出现 [32, 107]。具体而言，监控需要分配注意资源来检测线索，并分配记忆资源来保持和复述待执行的意图 [41]。良好的前瞻记忆功能与生产力和安全密切相关 [27] ，因为它有助于按顺序完成各个步骤，例如编程 [94]、办公室工作 [53], ，或在适当的时间服用或提供药物 [93]。

不过，在介绍中断在前瞻记忆中的作用之前，重要的是要注意，与其他任何记忆任务不同，在前瞻记忆任务中，信息的回忆并非由他人明确要求而引发 [25] （例如情景记忆任务中），而必须由被试以自发的方式自主完成 [71]。因此，前瞻记忆任务不仅对注意提出要求，也对记忆提出要求，要求被试保持意图表征处于激活状态并提取它 [37, 108]。

然而，前瞻记忆活动的认知需求可能不只限于记住意图和监控线索。因此，本研究关注另一组可能参与前瞻记忆表现的过程，而这一问题迄今鲜少受到前瞻记忆研究者的关注：对进行中的活动和前瞻记忆任务造成的暂时中断的影响。

2.2 前瞻记忆中的中断

如前所述，前瞻记忆范式具有双任务性质：参与者在进行一项持续活动的同时，还需要在感知到特定目标线索时采取行动。然而，在实验室之外的情境中，延迟和中断往往会妨碍人们在提取出预定行动后将其付诸实施。中断在日常生活和工作中无处不在，但我们对这类干扰如何损害前瞻记忆的理解仍存在显著不足 [69]。具体而言，本文将重点关注外部中断。外部中断来源包括面对面会议 [80], 、即时通信聊天 [40], 、工作场所设计特征 [82] 等。这些外部中断的例子还因互动渠道（即直接互动或借助技术互动 [72]）、涉及的感觉通道 [60]或信息丰富度 [18]而有所不同。

多项研究表明，任务中断后，任务目标会从记忆中淡去，导致人们需要很长时间才能恢复并完成被中断任务，从而对绩效产生负面影响 [1, 6, 76]。中断对行为造成的不利影响，可以用目标记忆理论 [5],来解释，该理论侧重于被中断任务在记忆层面的失活；也可以用注意残留理论 [56], 来解释，即中断会在一定程度上持续占用用户的注意资源。归根结底，结果相似：中断会对当前任务的绩效产生负面影响 [57, 58]。这两种理论在本质上和功能上都与前瞻记忆的运作方式密切相关。中断会隐含地要求前瞻记忆过程参与其中，因为中断之后，我们必须提取自己正在进行的事情并继续执行 [28]。

当前瞻记忆过程受到中断时，我们会被要求恢复被中断的任务 [28]。随后，我们会分配残余注意资源来监控前瞻意图 [103], ，并在前瞻记忆线索出现时再次回忆并执行这些意图 [24]。这一反复过程可能伴随着预期记忆逐渐消退或注意资源减少，进而导致这些过程失败，使我们忘记暂停的工作 [69, 92]。总而言之，中断会带来认知负担，通常会影响遭遇中断者完成被中断任务的认知能力和效率。

2.3 社交媒体作为一种分心形式

分心是由打断目标导向行为的任务无关刺激引起的 [19]。社交媒体分心是指社交媒体线索将人们的注意从当前任务（如工作）上吸引开的过程。社交媒体中断

与工作场所中断有显著差异，因为社交媒体中断发生得更频繁（每天轻易超过 100 次）、更复杂，也更难预测 [29]。这种情况可能会因外部线索（如持续不断的通知）或内部线索（如尚未回复的消息）而频繁出现 [119]。与上述中断一样，社交媒体分心似乎也会影响记忆表现，自由回忆任务的结果便表明了这一点 [36, 99]。这些结果与以下观点一致：社交媒体诱发的分心可能损害记忆功能 [35]。这种有害影响或许可以用目标记忆和注意力残留理论来解释，因为注意脱离会干扰记忆编码 [45]。

以往的人机交互研究探讨了帮助用户更有意识地使用手机的方法（例如， [44, 111]），从而避免被社交媒体设计者引人入胜的策略吸引。然而，无意识地滚动浏览仍然是一个问题 [63], ，促使我们研究社交媒体信息流设计的影响。

近年来，社交媒体应用开始采用不同的设计策略，例如视频自动播放、下拉刷新、无限滚动和推荐，以最大化用户参与度和注意力捕获 [61]。这些设计通过展示根据用户主观偏好和兴趣进行个性化的内容，创造即时奖励循环 [123], ；这些偏好和兴趣基于以往的浏览历史和标记视频分类 [10, 17]。主题切换的快速节奏——短视频的播放时长通常为15至60秒——以及其往往带有情绪色彩的内容，会使社交媒体这一干扰源加剧注意脱离 [112, 120], ，因而损害我们及时、准确地恢复当前任务的能力。然而，关于问题性短视频观看习惯的研究仍然很少，部分原因在于短视频应用直到最近才开始广泛普及。

这些效应背后的机制仍未得到充分理解。不过，近期研究表明，快速的信息传递速率可能与双任务情境 [113] 和工作记忆情境 [29, 125]下的认知表现受损有关。双任务情境和工作记忆与前瞻记忆密切相关，因为前瞻记忆涉及执行多项任务，并要求在头脑中持续更新信息。鉴于新型社交媒体内容在日常生活中日益普及且广受欢迎，有必要进一步研究其与执行功能之间的关系 [51, 67]。在本研究中，我们考察了不同社交媒体信息流中断对双任务情境下执行预先计划意图的影响。

3 方法

我们采用被试间设计开展了一项实验室研究，设置了四种中断条件：休息、*Twitter*、*YouTube*或*TikTok*。这四种条件包括三个热门社交媒体平台，它们的投入方式和媒体格式各不相同；此外还设置了一个对照条件（休息），在此条件下，参与者需避免使用任何社交媒体，也不进行其他活动。我们选择了信息流格式差异较大的三个社交媒体平台。*TikTok* 和 *Twitter* 要求用户快速切换情境，而*YouTube* 通常以较长的视频为主，因此情境切换较少。媒体格式也因平台而异。三个平台的媒体格式各不相同。*TikTok* 和*YouTube* 均以视频为主，而 *Twitter* 主要以文字为主（也包含一些照片）。本研究未纳入 Instagram 或 Facebook，因为它们的信息流与*TikTok* 和*Twitter*的差异不够明显（即它们都包含视频、图片和文字）。

3.1 参与者

我们通过大学邮件列表和社交媒体招募了 $N = 60$ 名参与者（女性35名，男性25名，年龄19–34岁， $M = 24.80$， $SD = 3.40$）。所有参与者均能流利使用德语（欧洲共同语言参考标准C2级 [1]），这是完成LD任务所必需的；他们报告视力正常或矫正后正常，且无神经系统或精神疾病病史。所有参与者均接受过高中或更高程度的教育，并报告每周平均屏幕使用时间为2.04小时（$SD = 3.37$），对应休息条件；*TikTok* 条件为5.57小时（$SD = 2.25$），*YouTube* 条件为6.75小时（$SD = 2.49$），*Twitter* 条件为5.51小时（$SD = 2.45$）。此外，我们还收集了参与者所分配条件对应的屏幕使用时间。具体而言，分配至*TikTok* 条件的参与者每周平均使用该应用1小时46分钟（$SD = .81$）。*YouTube*条件的参与者在YouTube上的平均屏幕使用时间为1小时44分钟（$SD = 1.94$）；而*Twitter* 条件的参与者在参与研究前一周平均使用Twitter社交媒体应用55分钟（$SD = .52$）。参与者被随机分配至一个包含其日常生活中经常使用的平台的条件。我们将参与者随机分配至前一周屏幕使用时间最长的应用，或休息条件。采用这种分配方法，是为了确保所有参与者在所分配条件的平台上都能获得个性化信息流。我们没有试图控制各信息流的内容，因为这很可能会导致部分参与者对内容不感兴趣；相反，我们选择了这种更贴近实际情境的方法。唯一的例外是YouTube条件：我们让参与者从十个选项中选择一个视频。这样既能控制视频时长，又能让参与者从多种内容类型中进行选择，例如教育、音乐和娱乐。

3.2 任务

我们要求参与者同时进行词汇判断（LD）任务和前瞻记忆（PM）任务，依据 Cona 等人的研究 [22]。大量研究表明，这种任务组合适用于监控前瞻记忆过程 [22, 33, 98]。两项任务均通过电脑显示器（Acer Predator XB241YU，23.8 英寸，165 Hz，2560 x 1440 像素）配合鼠标和键盘完成。我们遮住了键盘上的所有按键，仅留下实验中使用的按键（*Q*、*W*、*E*、*N*、*M* 和 空格键）。实验使用 PsychoPy [83] 创建。

任务包括两个不同区块（中断前和中断后）中的160个LD试次和16个PM试次（占LD试次的10%），总计320个LD试次和32个PM试次。每个实验区块开始时，屏幕中央会显示一个注视十字（+），其持续时间为伪随机时长（1250、1500或1750毫秒）。随后，一个字母串作为刺激物呈现，最长持续3000毫秒。刺激间隔

[1] https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/level-descriptions

设为1000毫秒。在LD任务中，我们在显示器上呈现字母序列，参与者需要判断每个序列是否为有效单词。对于单词，他们用右手食指按下N；对于非单词，则用右手中指按下M。我们在参与者之间对按键与反应的对应关系进行了平衡。单词刺激物取自SUBTLEX-DE 数据库 [16],，长度为六至八个字母。各实验阶段在平均长度、词频等心理语言学属性上保持匹配 [15]。非单词是由所用单词改变一两个字母后生成的伪词刺激物。参与者需要尽可能快速、准确地对单词刺激物作出反应。前瞻记忆任务见图1。

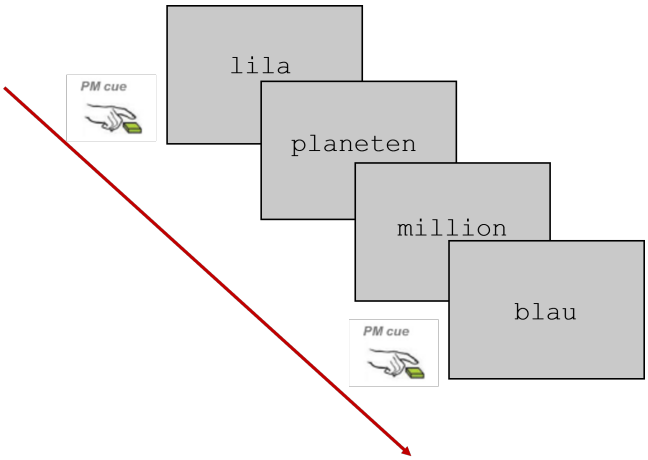


图 1：前瞻记忆范式。参与者完成了一项词汇判断任务，即判断当前呈现的词是词语还是非词语；同时还完成了一项前瞻记忆任务，要求他们在出现前瞻记忆提示词（“blau”“lila”和“grün”）时按下特定按钮。

在前瞻记忆任务中，参与者被告知要记住并执行与三个不同前瞻记忆词相关的三种不同意图。我们要求参与者在屏幕上出现三个关键词之一时按下专用按键，而不是按下用于 LD任务的按键。当出现 'Blau'（蓝色）时，他们需要按下Q；出现 'Lila'（紫色）时按下W；出现 'Grün'（绿色）时按下E。每个前瞻记忆词出现之前，至少会呈现 10 个 LD试次；每对前瞻记忆线索之间至少会呈现 8 个 LD试次。实验开始时，参与者会先完成一个仅包含 LD任务的练习区块（五次词语/非词语判断）。在间歇任务中，参与者使用自己的移动设备和耳机。我们使用 Google 表单创建了所有调查。

3.3 中断条件

每位参与者完成了两轮同时进行的 LD 和前瞻记忆任务，中间有 10 分钟的中断；中断内容因其所属实验条件而异。中断的四种条件如下：

休息：参与者在没有任何输入的情况下休息。我们要求他们不要看手机或任何其他屏幕。

Twitter：我们要求参与者在整个中断期间浏览自己的 Twitter 动态。Twitter 动态由简短文字组成，偶尔附有照片。动态内容会快速切换情境，但不包含引人入胜的视频内容。

YouTube：我们提前准备了一个播放列表，内含来自娱乐、教育等不同主题的 10 分钟 YouTube 视频（例如 TED 演讲）。我们告诉参与者选择自己最感兴趣的视频，并在整个中断期间观看。虽然参与者观看的不是个性化的 YouTube 动态，但这种方法让我们能够控制视频长度，同时仍让他们对内容有一定的选择权。YouTube 体验通常以时长较长、制作质量较高的视频为主。将用户限制为观看单个视频，可以避免他们在中断期间切换情境。

TikTok：我们要求参与者在整个中断期间观看自己 *TikTok* 动态中的视频。*TikTok* 动态由带声音的短视频组成。这类动态极具吸引力，且会快速切换情境。

3.4 流程

介绍研究并取得知情同意后，每位参与者依次完成开始调查问卷、四个实验步骤，最后完成结束调查问卷，如图 2所示。

在开始调查问卷中，我们询问参与者使用哪些社交媒体平台，以及相应的屏幕使用时间。根据这些信息，我们将参与者分配到不同的研究条件（休息、*Twitter*、*YouTube*或*TikTok*）。

首先，在训练阶段，参与者完成了 10 轮结合 LD 与前瞻记忆任务的练习。此阶段旨在确保参与者理解要求，然后再进行正式测量任务。在 TaskPre 阶段，参与者完成了 176 轮结合 LD 与前瞻记忆任务。TaskPre 结束后，参与者进入为期 10 分钟的休息条件。根据分配到的条件，参与者或者浏览社交媒体信息流，或者不使用手机休息。休息条件结束后，实验人员提示参与者返回电脑前，再完成 160 轮 LD 任务和 16 轮前瞻记忆任务（TaskPost）。最后，参与者完成结束调查问卷，报告其总体屏幕使用时间。

3.5 测量

我们测量了行为数据，并收集了开始调查问卷和结束调查问卷的回答。这些数据来源各自需要采用不同的分析方法。问卷收录于补充材料中。

在开始调查问卷中，我们记录了每位参与者使用哪些社交媒体平台（“您使用 Twitter、TikTok 和 YouTube 中的哪些平台？”）。具体而言，我们请参与者报告他们在这三个社交媒体

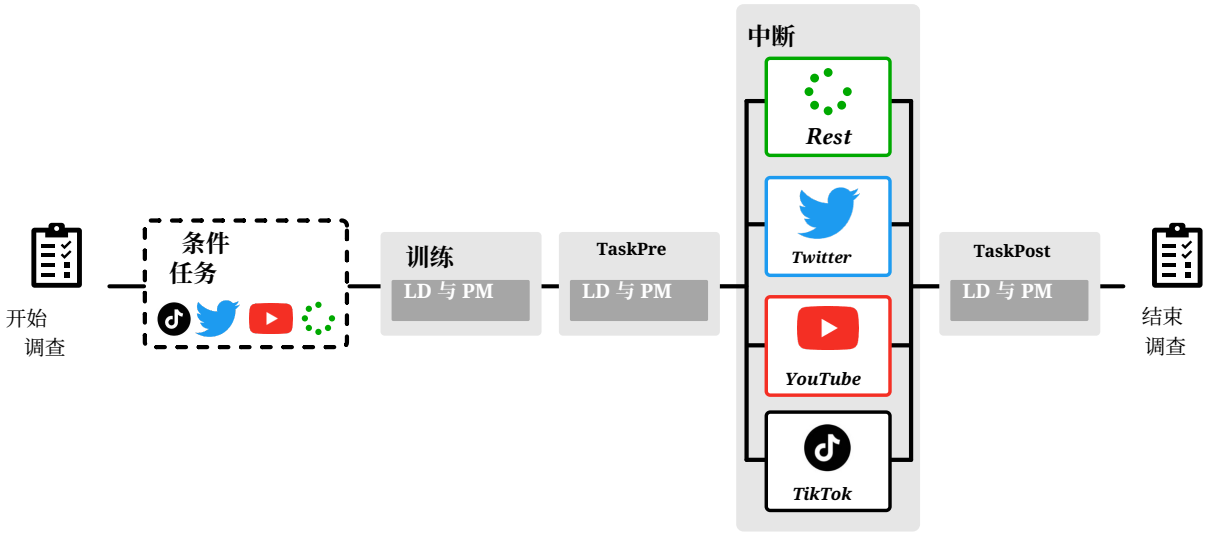


图 2：实验时间线概览。参与者完成开始调查问卷后，会被分配到 4 种条件之一。训练阶段结束后，参与者先在 TaskPre 中完成 LD 和前瞻记忆任务，随后根据所分配的条件进行中断（休息、*Twitter*、*YouTube* 或 *TikTok*）。最后，参与者在 TaskPost 中再次完成 LD 和前瞻记忆任务，并完成结束调查问卷。

应用上花费的时间。我们利用这些信息将参与者分配到合适的条件，即他们花费时间最多的社交媒体应用，并收集人口统计信息。关于行为表现，我们测量了延迟意向（LD）任务和前瞻记忆任务的准确率与反应时（RTs）。最后，我们根据原始文档分析了问卷中的标准量表（用于评估社交媒体成瘾的社交媒体成瘾量表（BSMAS [75],）和用于评估心不在焉地使用手机的 SUQ-A [66]）。此外，我们还收集了关于投入度的李克特量表回答，并通过结束调查问卷收集屏幕使用时间数据（“请输入您上周的日均屏幕使用时间（在 iPhone 上搜索‘屏幕使用时间’，或在 Android 上打开‘数字健康’）”）。

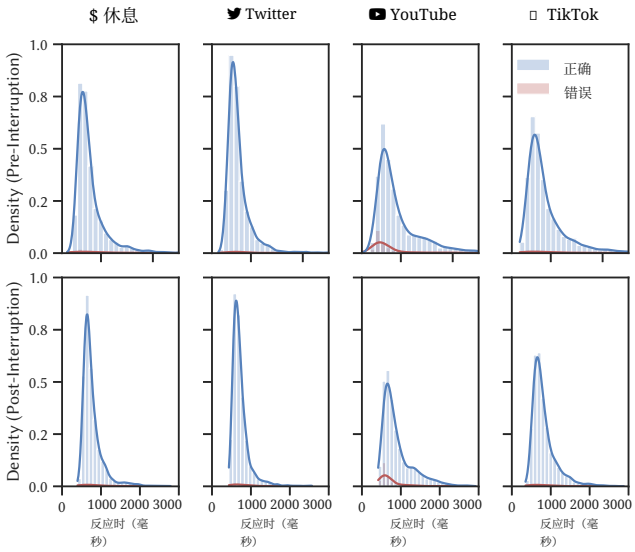
3.6 分析表现权衡

我们将正确反应和错误反应的反应时分布作为两个不同的分布进行分析 [12]。为了量化正确反应与错误反应之间的行为差异，我们采用了漂移扩散模型 （DDM） [86], 。该模型已被用于《认知科学》 [46] 和计算机图形学 [30] ， 以模拟知觉决策。也有研究建议使用漂移扩散模型来模拟LD和前瞻记忆任务中的选择 与非选择 [11, 20, 115] 。我们选择这种建模方法，是因为它有助于揭示与前瞻记忆相关的不同加工成分。传统分析方法分别考察反应时和任务准确率，只利用了可用数据中的一部分；而扩散模型则对反应时和准确率数据的联合分布进行分析。漂移扩散模型能够将反应时和准确率分解为一组潜在参数，以表征潜在的认知过程，例如任务负荷 [7], 、证据积累 [106], 以及认知能力下降 [110]。漂移扩散模型假设，决策是通过维纳过程作出的：该过程随时间从起点开始积累认知证据，直至到达两个反应边界之一。

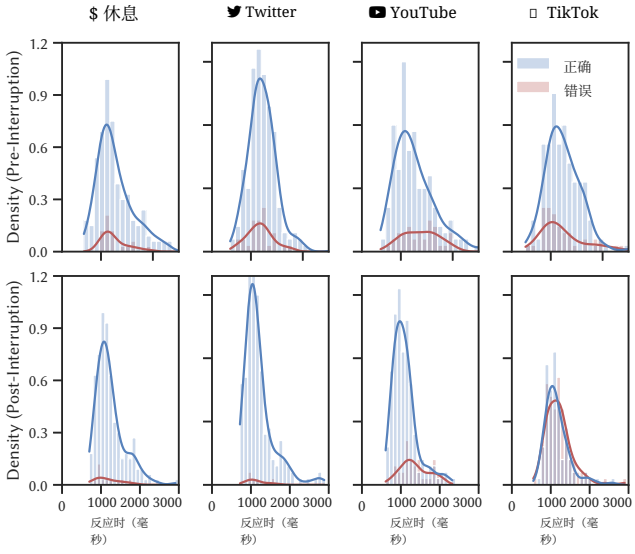
漂移扩散模型包含4个参数：漂移率（μ）、决策边界（B）、非决策时间（t）和方差成分（σ）。从解释角度而言，漂移率反映信息积累的速度和方向。漂移率可被视为主观任务难度的测量：漂移率的绝对值越高，表明任务要求越低。其次，决策边界反映作出决策所需的时间；决策边界越大，预计形成决策所需的努力越多。在此，较小的值意味着信息摄取时间较短，错误反应增多。第三，非决策时间反映用于刺激加工、但与决策无关的时间，例如对目标刺激的感知、反应执行以及刺激编码时间。最后，方差成分用于模拟决策过程中的不确定性，因此，呈现PM刺激时，方差增大可能导致作出决策所需的反应时更加多样。多项研究已验证这些参数对不同实验操控具有敏感性，从而为其有效性提供了依据 [3, 116, 117]。

4 结果

本节首先采用线性混合模型（LMM）分析行为准确率。其次，我们使用广义线性混合模型（GLMM）考察反应时间分布的差异。最后，根据 Shapiro-Wilk 检验 [88], 评估的正态性，我们报告拟合的漂移扩散模型参数分析的双因素混合方差分析结果，或针对非参数数据的对齐秩变换方差分析 [121]。为分析从投入度、SUQ-A 和 BSMARS问卷中收集的主观反应，我们针对中断效应进行了混合方差分析；如果结果不显著，则进一步进行贝叶斯因子方差分析。



(a) 词汇判断任务



(b) 前瞻记忆任务

图3：按词汇判断任务和前瞻记忆任务中的正确反应与错误反应分类的反应时间分布概览。上排（中断前）显示中断前的反应时。图中所示差异源于随机分配，与条件无关。下排（中断后）显示参与者经历不同条件后中断之后的反应时。蓝色分布表示与正确反应相关的反应时，红色分布表示与错误反应相关的反应时。在<TikTok 中断后前瞻记忆试次中，可以看到错误反应大幅增加（右下图）。

4.1 行为结果

为概览反应时间分布，我们将不同中断条件下 LD 和前瞻记忆任务中的正确反应与错误反应分布进行了可视化（见图3）。在*TikTok* 中断后的前瞻记忆试次（右下图）中，错误反应已明显增加。下文报告此前所述的这些分布的统计分析结果。

4.1.1 行为准确率。 如图 4所示，我们检查了参与者的反应准确率（正确按键总数除以按键总数）[2]。

词汇判断任务。 我们采用线性混合模型（$R^2 = 0.67$）来预测中断条件下的准确率（公式：accuracy ~ interrupt+(1|user_id)），并使用限制性最大似然和nloptwrap 优化器以及BIC 准则 [8, 84]进行指导。模型截距对应于 *Tik-Tok* 中断后（$CI_{95\%} = [0.92, 1.04]$, $t_{114} = 30.42$, $p < .001$）。与其他中断条件相比，我们未发现显著性：休息 （$\beta = -.001$, $CI_{95\%} = [-0.09, 0.09]$, $p = t_{114} = -0.03$, .975 $\beta = .005$ $CI_{95} = [-0.09, 0.10]$ $t_{114} = 0.11$ $p = .913$ ）、Twitter（, %, , ）以及*YouTube*（$\beta = -0.07$, $CI_{95\%} = [-0.16, 0.02]$, $p = t_{114} = -1.47$, .144 ）中断条件。这些结果表明，所考察的任何中断条件都不会影响词汇判断任务中的行为准确率。

前瞻记忆任务。同样，对于前瞻记忆任务，我们拟合了一个线性混合模型（$R^2 = 0.67$），以预测准确率，模型中包含中断条件和测量（公式：准确率 ~ 中断 * 测量 + 中断 + 测量 + （1|用户_ID））。与 TikTok 帖子（$CI_{95}\% = [0.40, 0.58], t_{110} = 10.94, p < .001$）中断条件下的准确率进行比较时，我们发现休息（$\beta = 0.46, CI_{95}\% = [0.33, 0.58], t_{110} = 7.25, p < .001$）、Twitter（$\beta = 0.49, CI_{95}\% = [0.36, 0.61], t_{110} = 7.77, p < .001$）、YouTube（$\beta = 0.34, CI_{95}\% = [0.22, 0.47], t_{110} = 5.42, p < .001$）以及中断前条件（$\beta = 0.31,$ CI_{95} $t_{110} =$ % 6.70 $p < .001$ $= [0.22, 0.41]$, , ）的结果均显著为正。因此，我们报告称，在前瞻记忆任务中，中断后行为准确率仅在 TikTok 条件下显著下降，而在其他条件下保持稳定。

*LD*任务与前瞻记忆任务的行为准确率比较。最后，我们拟合了一个线性混合模型（$R^2 = 0.38$），以使用中断和任务预测准确率（公式：accuracy ~ interrupt * task + interrupt + task +(1|user_id)）。我们发现，与LD任务（$CI_{95\%} = [0.92, 1.04]$, $t_{230} = 31.80$, $p < .001$）及其他前瞻记忆任务（Twitter: $\beta = -0.005,$ CI_{95} $t_{230} =$ % -0.10 $p = .923$ $\beta = -0.03$ CI_{95} $= [-0.13, 0.08]$ $= [-0.11, 0.10]$, ; YouTube: , %, $t_{230} =$, ）相比，仅 -0.46 $p = .648$ TikTok中断条件下的前瞻记忆任务具有统计学显著的负向结果（$\beta = -0.28$, $CI_{95\%} = [-0.39, -0.17]$, $t_{230} = -5.01$, $p < .001$）。

总之，上述结果表明，在*TikTok*中断后试次中，参与者在前瞻记忆任务中出现的错误显著更多，而词汇判断任务中的准确率则保持稳定。

[2]我们进一步采用二项回归分析逐试次准确率反应，并纳入项目和参与者层面的效应。结果与针对前瞻记忆和词汇判断任务拟合的线性混合模型结果完全一致。这项补充分析的结果见补充材料。

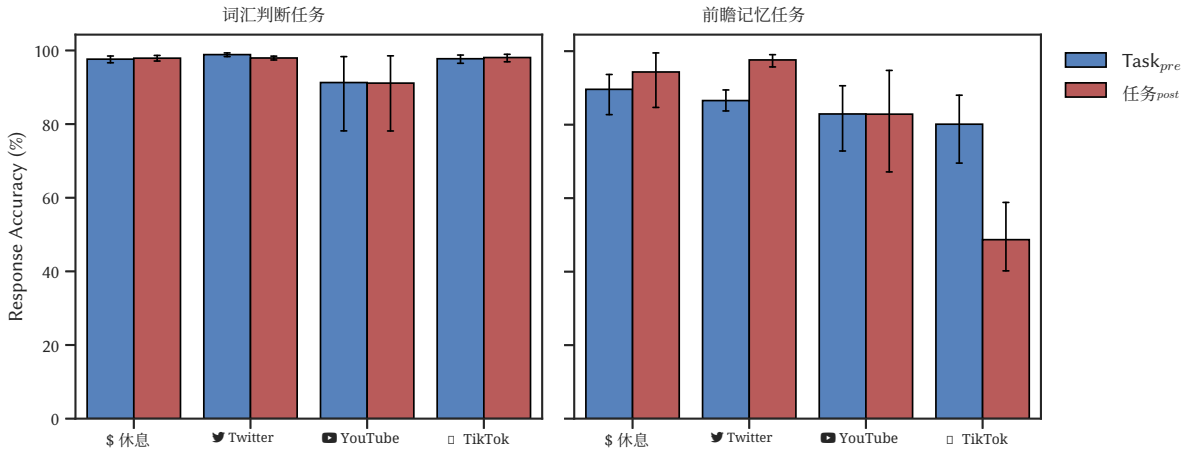


图3：反应准确率比较。左图展示了词汇判断任务在不同中断条件下中断前后的情况；右图展示了前瞻记忆任务的情况。反应准确率几乎没有变化（请注意纵轴刻度），而在*TikTok*中断条件下，前瞻记忆任务的准确率则大幅下降。

4.1.2 反应时。

词汇判断任务。 在词汇判断任务中，我们使用限制性最大似然和 nloptwrap 优化器，对原始反应时拟合了一个 GLMM，并将 中断 作为固定效应，将参与者和刺激项目（词语刺激）作为随机效应。我们对中断前和中断后 中断阶段的反应时均进行了此项分析。我们选择的公式为 `rt ~interrupt * measure +interrupt + measure + (1|user_id)+ (1|stimulus)` 用于采用 Gamma 对数链接函数的 GLMM， [59], 并以 BIC 准则为依据 [8, 84]。然而，我们没有报告任何显著结果（见补充材料或 第 7 节）。

前瞻记忆任务。 采用类似的方法，我们使用与前瞻记忆任务相似的设置，对中断前后原始反应时进行线性混合模型分析中断。此处的结果与词汇判断任务相似，我们未发现任何显著差异（参见补充材料或第7节）。正确和错误反应的反应时分布见图3。

4.1.3 漂移扩散模型。 这些观察到的行为准确率结果促使我们进一步使用漂移扩散模型考察参与者在词汇判断和前瞻记忆任务中的决策行为，以作进一步解释。我们使用 Py- DDM [101] 对每位参与者在词汇判断和前瞻记忆任务中的反应进行拟合。总之，方差分析未能发现词汇判断任务的任何模型参数存在显著差异。然而，对于前瞻记忆任务，方差分析显示，不同中断条件下漂移率、方差和决策边界存在显著差异；中断前后方差和非决策时间也存在显著差异。详细结果见表1。

由于词汇判断任务的结果不显著，我们仅对前瞻记忆任务进行了对齐秩变换方差分析事后比较。图 5 展示了这些比较的可视化结果。我们发现，TikTok中断前后对比的μ前瞻记忆存在显著差异（$df = 56$, $SE = 8.456$, $t = -4.683$, $p < .001$）；不同中断条件下的μ前瞻记忆也存在显著差异：*TikTok*与休息（$df = 91.45$, $SE = 11.66$, $t = 4.18$, $p = .002$）、*TikTok*与*Twitter*（$df = 11.66$, $SE = 91.45$, $t = -4.67$, $p < .001$）、*TikTok*与*YouTube*（$df = 91.45$, $SE = 11.66$, $t = -3.54$, $p = .014$）。对于σ前瞻记忆，我们还发现 Twitter 存在显著差异（$df = 56$, $t =$, $SE = 10.184$, , ）, -3.283 $p = .044$ t YouTube 的前瞻记忆也存在显著差异（$df = 56$, $SE = 8.470$, $t = -3.487$, $p = .014$）。在不同中断条件下，我们发现σ前瞻记忆存在显著差异：TikTok 与休息（$df = 106.93$, $SE = 11.52$, $t = -3.72$, $p = .009$）、TikTok 与 Twitter（$df = 106.93$, $SE = 11.52$, $t = 4.08$, $p = .002$）、TikTok 与 YouTube（$df = 106.93$, $SE = 11.52$, $t = 3.58$, $p = .014$），以及决策边界 B上的 TikTok 与休息（$df = 112$, $SE = 12.04$, $t = 4.14$, $p = .002$）。

为了更仔细地考察*TikTok* 条件，我们将所有15位参与者在中断前后的漂移扩散模型可视化（见图6）。中断前，参与者的错误率为20.00%；拟合的漂移扩散模型（总损失：457.13）显示，漂移率为$\mu = 1.46$，方差为 $\sigma = 1.89$，决策边界为 $B = 1.94$，非决策时间为 $t = 461$毫秒。中断后，参与者的错误率总计为50.98%；拟合的漂移扩散模型（总损失：461.46）的漂移率为 $\mu = 0.000$，方差为 $\sigma = 2.35$，决策边界为 $B = 1.71$，非决策时间为 $t = 681$毫秒。这些结果表明，参与者在$\mu = 1.46$之前更倾向于给出正确反应（$\mu = 1.46$）。然而，在*TikTok*中断后，参与者在作出决策时，正确反应和错误反应的决策倾向相同（$\mu = 0.000$）。此外，非决策时间从461毫秒（中断前）增加到681毫秒（中断后），方差从1.89（中断前）增加到2.35（中断后），决策边界则从1.94（中断前）降低到1.71（中断后）。

4.2 主观结果

我们分别呈现参与度自我报告、SUQ-A 和 BSMARS 的主观结果。我们还使用贝叶斯因子（BFs）补充经典统计推断。这样做是为了确认中断在某些因变量上的等效性，这也可视为对零假设的验证性检验 [114]。

表1：使用双因素方差分析对拟合的漂移扩散模型参数进行分析的结果概览。显著结果以粗体标出。就中断而言，结果显示，前瞻记忆任务中的漂移率 μ、方差 σ和决策边界 B 存在显著差异，而LD任务中则未达到显著水平。就中断前后而言，方差 σ 和非决策时间 t 在前瞻记忆任务中存在显著差异，而LD任务中则未达到显著水平。

	中断					中断前后					中断 × 中断前后				
	f	df	F	p	ω^2/η^2	f	df	F	p	ω^2/η^2	f	df	F	p	ω^2/η^2
μ_{PM}	3	56	4.078	**.011**	0.133	1	56	2.420	.125	0.024	3	56	6.466	**.001**	0.215
σ_{PM}	3	56	4.233	**.009**	0.139	1	56	12.593	**.001**	0.167	3	56	4.712	**.005**	0.157
B_{PM}	3	56	3.020	**.037**	0.092	1	56	0.025	.874	−0.017	3	56	2.385	.079	0.065
t_{PM}	3	56	1.695	.179	0.034	1	56	15.851	**<.001**	0.204	3	56	2.692	.055	0.078
μ_{LD}	3	56	2.520	.067	0.119	1	56	1.033	.314	0.018	3	56	0.785	.508	0.040
σ_{LD}	3	56	1.615	.196	0.03	1	56	1.591	.212	0.010	3	56	0.697	.558	−0.015
B_{LD}	3	56	1.812	.155	0.039	1	56	0.069	.794	−0.016	3	56	0.398	.755	−0.031
t_{LD}	3	56	1.517	.220	0.025	1	56	0.607	.439	−0.007	3	56	0.636	.595	−0.019

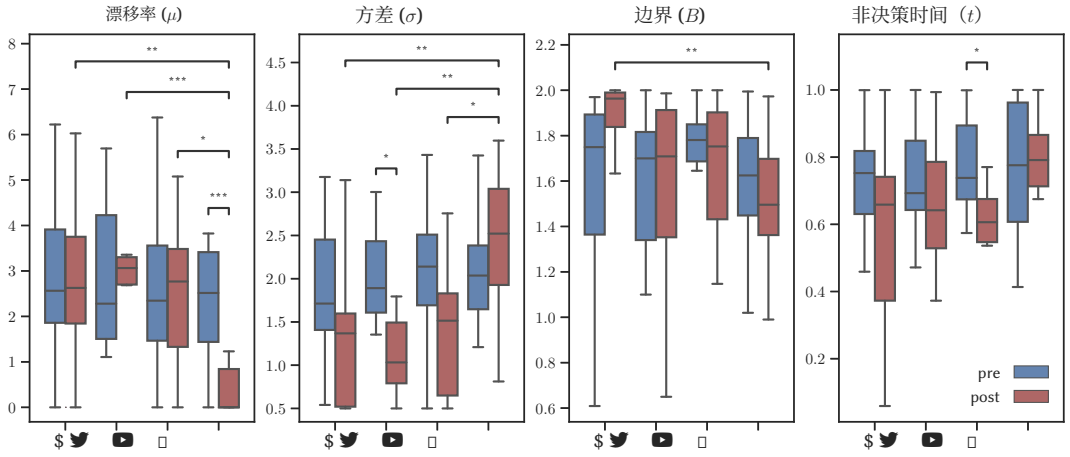


图 5：前瞻记忆任务中拟合的漂移扩散模型参数的事后比较。漂移率 μ 越大，表示决策越倾向于正确反应；方差 σ 越大，表示决策的不确定性越高；边界 B 越大，形成决策所需的努力越多。非决策时间越长，启动决策的效率越低。

4.2.1 投入度。 我们对各条件下主观报告的投入度进行了混合单因素方差分析。我们未发现 中断 条件之间存在显著差异（$F_{3,\ 56} = 2.59$，$p = .062$）。因此，我们进一步针对零假设进行了贝叶斯因子方差分析。结果具体显示 $BF_{01} = 0.893$，这意味着 H1 发生的可能性仅为 H0 的 1.12 倍。该结果表明，关于不同条件 [114]下投入度存在差异的证据不足。

4.2.2 SUQ-A 和 *BSMARS*。我们对报告的 SUQ-A 数值进行了混合单因素方差分析，但未发现不同中断条件之间存在显著差异（$F_{3,\ 56} = 2.267$，$p = .091$）。随后进行的贝叶斯因子分析得出 $BF_{01} = 1.213$，这意味着 H0 比 H1 的可能性高 1.213 倍。同样，对报告的 BSMARS 进行了混合单因素方差分析，也未发现不同中断条件之间存在显著差异（$F_{3,\ 56} = 1.065$, $p = .371$）。随后得出的贝叶斯因子为 $BF_{01} = 3.903$，这意味着 H0 比 H1 [114] 的可能性高 3.903 倍。

5 讨论

我们评估了不同社交媒体信息流模态对前瞻记忆表现和反应时的影响。在本研究中，我们要求参与者同时执行一项 LD 任务和一项前瞻记忆任务，并在实验条件（休息、*Twitter*、*YouTube*或*TikTok*）所规定的中断期间继续完成任务。我们这样做是为了了解不同的社交媒体信息流设计，凭借不同的媒体模态和情境切换频率，是否以及如何影响前瞻记忆方面的认知表现。我们将首先概述研究结果，然后结合有关前瞻记忆运作方式及其与中断关系的文献来讨论这些发现。最后，我们将总结研究结果对媒体技术设计者可能产生的影响，并指出该领域未来的研究方向。

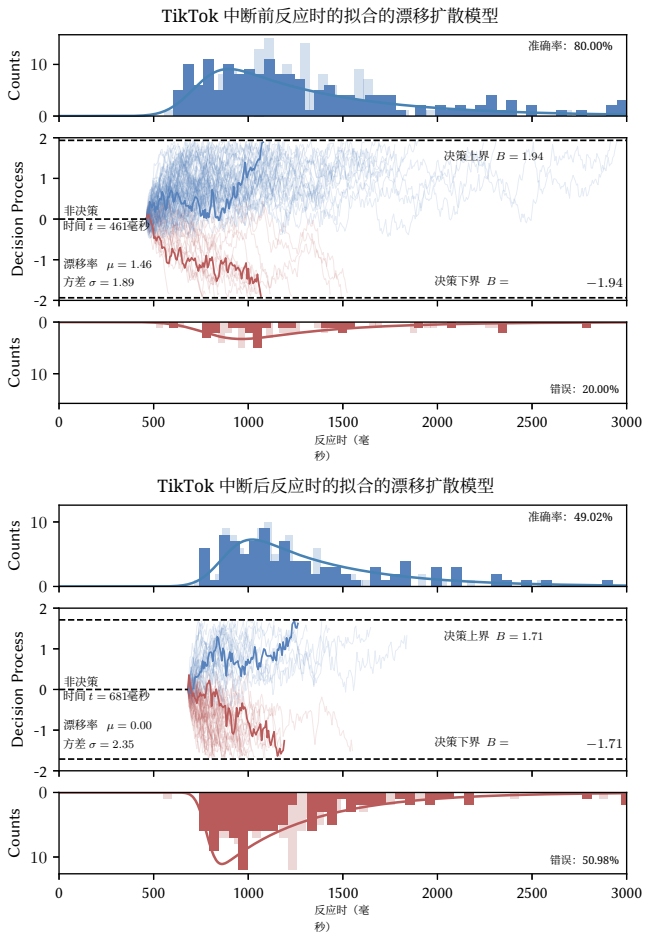


图6：中断前（左）和*TikTok* 中断后的速度—准确性权衡漂移扩散模型可视化。上方的蓝色直方图显示正确反应的分布，下方的红色直方图显示错误反应的分布。粗体直方图表示正确和错误反应，半透明直方图则表示漂移扩散模型模拟结果。中间的图展示了漂移扩散模型模拟的决策过程。在*TikTok*中断前，测得的反应准确率为80.00%，漂移率为 $\mu = 1.46$，倾向于正确反应。在*Tiktok*中断后，测得的反应准确率降至49.02%，拟合的漂移扩散模型的漂移率为零。*TikTok*中断后，对正确反应和错误反应的倾向相同。

5.1 结果解读

TikTok 显著降低了前瞻记忆表现，表现为正确反应与错误反应之间的差异。事实上，在*TikTok* 条件下，参与者在中断之后的表现仅略好于随机猜测。因此，我们可以得出结论：*TikTok* 条件对前瞻记忆产生了显著的负面影响，而*Twitter* 和*YouTube* 均未产生任何可观察到的影响。我们最初假设，由于*TikTok* 极具吸引力，它对前瞻记忆的负面影响会大于其他社交媒体形式。然而，我们研究发现，各条件之间的主观参与度评分均无显著差异，因此，这一效应似乎并非由参与者对*TikTok* 信息流投入度更高所致。此外，我们还考察了视频格式或情境快速变化是否会影响前瞻记忆功能。然而，由于*YouTube* 和*Twitter* 都未导致前瞻记忆表现下降，这一结果似乎表明，如*TikTok* 中断所示，这两种特征的结合会产生有害影响。不过，这一结果也可能由其他因素造成。总之，我们发现*Tik-Tok* 会显著降低前瞻记忆表现，但仍需进一步研究，以了解这一效应背后的确切机制。

此外，我们量化了参与者的社交媒体成瘾程度（BSMARS）和心不在焉的智能手机使用情况（SUQ-A），以调查前瞻记忆的变化是否受到样本群体差异的影响。然而，这两项测量在各中断条件下均未显示显著差异。因此，根据这三项结果，*TikTok* 条件下的表现并未受到所测量的参与者个体差异影响，而是取决于信息流本身的特征。从理论上说，特定应用程序（例如*TikTok*）的用户可能具有某些共同特征或认知行为，例如使用社交媒体的方式不同，而这可能会对心理和认知特征产生不同程度的影响 [78, 102]。尽管我们未发现 SUQ-A 或 BSMARS 差异所产生的影响，但不能排除存在尚未发现的中介变量，例如日常负面情绪 [99]。因此，未来有必要研究特定应用程序的陌生用户受到的中断效应。这将进一步探讨前瞻记忆与特定社交媒体形式之间的关系，并有助于揭示社交媒体导致前瞻记忆退化的机制。

5.2 社交媒体对前瞻记忆的影响

本研究让参与者接触不同格式的社交媒体信息流。我们的主要目标是确定社交媒体中断是否会影响前瞻记忆提取和监控，以识别技术设计中的关键问题，并管理社交媒体中断带来的不利影响。短视频代表着多模态情绪刺激，其内容通常会根据消费者的特点进行定制 [26]。它们是显著的中断，会迅速转移注意。因此，当一项前瞻记忆任务受到中断时，人们可能没有足够的时间，或因分心过度而无法明确地继续执行意图。这是因为，在观看视频时，这些动态的视觉和听觉特征需要集中注意力，才能有效地进行信息加工 [74]。然而，视频格式所需的这类注意资源已被证明会影响参与者识别前瞻记忆线索以触发意图执行的能力，或将前瞻记忆意图保持在活跃状态的能力。

在前瞻记忆任务中，我们报告了三个有趣的结果，印证了我们对短视频有害影响的解读。首先，用户被短视频中断后，前瞻记忆线索检测准确率下降了近 40%。在*TikTok* 中断之后，参与者试图提取意图，但由于中断带来的注意需求，这一目标可能转瞬即逝。即使参与者意识到需要提取意图，他们也无法将前瞻记忆线索词与需要按下的对应按钮联系起来。这一解读

与先前研究的结果一致：注意分散会损害前瞻记忆表现 [34, 73] 和视觉工作记忆表现 [125]。此外，由于中断占用了注意资源，中断时长不足以让参与者提取意图并成功恢复执行。参与者容易受到中断影响，且尚未做好恢复任务的准备，因为他们的认知资源正投入于中断之中。这一结果与早期研究相符：即使中断时间较短，提取意图的参与者有时仍会忘记执行该意图 [28, 70]。

其次，漂移扩散模型参数分析使我们能够考察中断的成本和干扰效应。漂移扩散模型将两种通常相互补偿的行为特征（即准确率和反应速度）整合为具有心理学意义的过程参数 [87]。通过这种方法提取的第一个参数——漂移率——与我们在中断后测得的行为准确率结果相似。漂移率反映加工效率，因此会受到参与者所面临的任务要求的选择性影响 [91]。在我们的研究中，短视频增加了参与者的记忆需求，使他们更难处理每个备选项，从而降低了决策时的证据积累速度。TikTok中断占用了原本可分配给前瞻记忆任务的资源，进而降低了加工效率 [104, 105]。这一解释还得到了以下事实的有力支持：在分析LD任务中的漂移扩散模型参数时，我们没有发现任何显著差异。

与漂移率类似，方差参数也呈现出与漂移率相同的结果。参与者对于应执行哪些意图（即按下哪个相关按钮）表现出更高的不确定性。这可以从注意能力降低的角度来理解。注意理论认为，资源分配与准备性反应及处理速度提升相关 [55]。积累证据并作出决策所需的时间会受到分配给该任务的注意影响。因此，短视频消费与这些资源发生竞争，导致前瞻记忆任务中的证据积累减少 [9]。漂移率和方差的结果与相互重叠的注意和记忆需求相一致；这些需求会通过前瞻记忆注意失误期间更长的反应时，影响准确率和反应时变异性 [47]。

最后，我们发现，与对照条件（休息）相比，短视频条件下的决策边界降低。这表明参与者选择了更宽松的反应标准，因此在<TikTok 中断后，他们只需较少的证据便会作出反应。结果，参与者未能提取该意图，因而作出了信息不足的决策，准确率也受到损害。由于记忆负荷过重，他们尚未准备好监控前瞻记忆线索并作出有意识的决策 [11]。总而言之，这些结果表明，前瞻记忆容易受到情境切换的影响，尤其是在参与短视频活动的情况下。

5.3 对媒体技术设计师的启示

我们的研究结果在两个主要方面具有重要意义：减轻短视频对前瞻记忆的不利影响，以及有意利用与之相关的前瞻记忆衰退。

5.3.1 减轻短视频对前瞻记忆的不利影响。我们发现，短视频（例如但不限于*TikTok*）造成的中断会显著损害中断后的前瞻记忆，这意味着用户返回主要任务时，表现可能会下降。前瞻记忆是日常生活的重要组成部分，也容易受到中断的影响。因此，我们认为，会对现实世界中的认知表现产生负面影响的社交媒体信息流通常是不受欢迎的，并且可能被归类为暗黑模式。Gray 等人 [38] 概述了暗黑模式的五种策略：唠叨、阻碍、隐蔽操作、界面干扰和强制操作。在现实世界中损害认知表现并不属于上述任何类别，但或许值得单独归类。最近，多个平台开始引入受*TikTok* 信息流启发的功能（例如 Instagram Reels 和 YouTube Shorts）。随着这种暗黑模式在社交媒体领域越来越普遍，社交媒体设计者可能会影响更广泛受众的前瞻记忆表现。我们还需要开展更多研究，以了解如何应对这一影响，但可以提出一些合乎逻辑的初步方法。以往的人机交互研究采用数字提醒 [118] 和其他记忆辅助工具 [97] 来改善前瞻记忆表现。此外，研究表明，数字提醒系统有助于用户排练具体明确的意图 [13], , 例如记住在超市购买某件特定商品。类似的提醒方法或许能帮助用户在生产力情境下受到社交媒体中断后记起待办任务。或者，主动提醒系统 [122] 或数字自控工具 [64] 可以预判用户何时会浏览社交媒体信息流，并建议积极且更健康的中断方式 [95]。这首先有助于提升数字提醒在任务管理中的整体效率，其次也能克服支持前瞻记忆时面临的挑战，因为意图通常由特定事件或时间触发 [50]。然而，与以往关于正念式智能手机使用的研究 [62, 111],一致，我们强调，用户必须保有自主权，并能够按照自身需求和价值观使用智能手机和社交媒体信息流。

最后，由于我们只在*TikTok*条件下观察到前瞻记忆退化，因此，在短视频信息流中穿插其他媒体格式可能会减轻这一影响。从实践角度来看，研究如何通过干预防止这种干扰并普遍提升前瞻记忆十分重要 [68] ，而且可能有助于提升一代互联网用户的认知表现和幸福感。

5.3.2 利用短视频的影响，有意让用户忘记信息。除了避免负面影响之外，技术设计者还可以在策略性场景中有意将短视频作为中断，以利用前瞻记忆的衰退。这类中断可用于帮助用户忘记信息。例如，在电子游戏中，设计者可以通过干扰玩家记住待完成任务的能力来增加挑战。分心是一种推荐的游戏设计技巧，可增强沉浸感或提升意外场景的冲击力 [90], , 但也可能增加难度。为实现这一点，游戏设计者可以策略性地插入简短的过场动画，分散玩家对某项任务的注意力，而玩家本应记住自己需要

去完成这项任务。这种有意制造的分心既能增加难度，也能通过引人入胜的场景娱乐用户。

这种方法还可以用于治疗，帮助用户忘却不愉快的回忆。通过媒体（例如电子游戏）来分散注意力，已有效应用于心理健康康复领域 [21]。在实践中，可以将这种方法与情感计算范式结合起来，监测用户何时感到不快，并通过短视频进行干预，以打断其回忆。不过，还需要进一步研究，以确定短视频能否用于此类应用。

最后，设计者可以利用短视频帮助用户将注意力转移到新任务上。关于任务切换的研究表明，由于用户仍会对已不再相关的特征保持残留注意力，初始任务会干扰第二项任务 [89]。具体做法可以是在用户将注意力切换到新任务时播放一系列短视频，这或许能减少用户对先前任务的残留注意力，从而缩短其充分专注于新任务所需的时间。未来还需要开展更多研究，以确定短视频能否用于减轻残留注意力带来的负面影响。

5.4 局限性与未来工作

解读我们的结果时，必须考虑到一些局限性，下面将对此进行探讨。

我们并未评估所有社交媒体平台，不过选择了目前最普及的三个平台，它们的信息流格式差异较大。其他主要社交媒体平台要么与我们已选的平台非常相似（例如，Mastodon 几乎具备 Twitter 的所有信息流功能），要么由我们所选平台的功能组合而成（例如，Instagram 和 Facebook 都有"Reels"，即用户生成的、类似 TikTok 的短视频；Facebook 信息流还包含类似 YouTube 的长视频；两者也都有长度不一的文字和图片帖子，类似 Twitter）。

其次，在*YouTube*条件下，用户浏览的并非自己的信息流，而是从预先设定的选项列表中自由选择视频。采用这种方法是为了控制视频时长，并使中断时长保持一致，因为研究表明，中断时长不同会对信息编码和提取产生不同影响 [4, 77, 79]，因此需要在时间要求与内容偏好之间取得平衡。未来的研究将探讨长视频对前瞻记忆的影响，以及用户自行选择内容和不同时长时产生的影响。

此外，我们的情境化实验设计呈现了混杂变量。我们选择了三种流行的社交媒体信息流，它们在媒体内容方面各不相同。*Twitter* 主要依赖文本内容，偶尔配有图片；*Youtube* 以中等时长的视频内容为主（~ 11.7 分钟）[3]；而 *TikTok* 也采用视频内容，但时长较短（15 秒至 3 分钟）。这些社交媒体信息流在所呈现内容的节奏上也有所不同，即情境切换和媒体格式。在我们的研究中，我们并未尝试量化每种信息流特征（情境切换次数和媒体格式）分别对前瞻记忆退化的影响。因此，我们没有设置一种结合 Twitter 的文本内容和 *YouTube* 不发生情境切换的条件，例如，中断一次 *10* 分钟的阅读文章。不过，研究表明，媒体模态会根据文本或视觉刺激的不同，对记忆加工产生不同影响 [54]，也会在这类内容组合在一起时产生影响 [124]，干扰自动加工与控制加工 [85]。因此，既然我们的研究已发现不同的社交媒体信息流对前瞻记忆的影响各异，这就促使未来研究从更精细的层面探究这一效应。我们提出开展一项未来实验，系统地改变情境切换的节奏以及媒体模态的类型。

最后，词汇判断任务是研究前瞻记忆时一种成熟的进行中任务 [31]，但它可能不是生态效度最高的选择。因此，未来的研究应致力于将我们的结果推广到现实世界的任务中，这或许能够揭示在实验室环境中尚未显现的其他影响。在这种更贴近现实的环境中，一个潜在的研究方向是设计能够抵消中断有害影响的提醒，而这一点已在其他情境中得到成功验证 [52]。因此，可以考虑比较编码提醒、无提醒条件以及允许参与者有充足时间进行编码的暂停条件所产生的影响。在前瞻记忆范式中，已有研究表明，某些提醒线索能够改善前瞻记忆表现，而另一些则不能 [42]。

6 结论

在本文中，我们考察了社交媒体对前瞻记忆的影响。我们开展了一项被试间研究，招募60名参与者，比较三种社交媒体信息流（*TikTok*、*Twitter*和*YouTube*）以及作为控制条件的休息条件。结果表明，*TikTok* 等短视频流会对前瞻记忆表现产生显著的负面影响。具体而言，与所有其他实验条件相比，用户表现出更差的速度—准确率权衡。其他平台则不会对表现产生显著影响。有趣的是，社交媒体成瘾、心不在焉地使用手机以及感知参与度，与各条件下的准确率均无关，也不会对其产生影响。这使我们能够将个体差异的影响与短视频对前瞻记忆的不利影响区分开来。我们为理解不同社交媒体信息流对前瞻记忆的影响提供了实证依据，并讨论了技术设计师如何在不对用户产生负面影响的情况下，创造出具有吸引力的使用体验。

7 开放科学

我们鼓励读者复现并拓展我们的研究结果和分析方法。因此，我们的实验设置、收集的数据集以及分析脚本均已发布在 GitHub [4]。

致谢

我们谨向 Martina Gluderer 致谢，感谢她在数据收集和本文投稿过程中给予的支持。Francesco Chiossi 获德国研究联合会（DFG）资助，项目编号 251654672-TRR 161。Luke Haliburton 获巴伐利亚研究联盟旗下 ForDigitHealth 资助。

[3] https://www.statista.com/statistics/1026923/youtube-video-category-average-length/

[4] https://github.com/mimuc/media-prospective-memory

参考文献

[1] Piotr D Adamczyk 和 Brian P Bailey。2004年。若不是现在，那是什么时候？中断发生在任务执行不同阶段的影响。载于《SIGCHI计算机系统中的人为因素会议论文集》。271–278。https: //doi.org/ 10 1145 985692 985727 . / 。Shamel Addas 和 Alain Pinsonneault。2018年。[2] 中断的多层次效应及通信技术作用的理论化。《信息系统协会期刊》19卷，11期（2018年11月）。https://aisel.aisnet.org/ jais/vol 19 11 2 /iss / Philip A Allen、Mei-Ching Lien、Eric Ruthruff 和 Andreas Voss。2014年。[3] 多任务处理与老化：老年人是否能从执行一项高度练习的任务中获益？《衰老实验研究》40卷，3期（2014年），280–307。https://doi.org/10.1080/ 0361073X.2014.896663[4] Erik M Altmann 和 Christian D Schunn。2019年。整合衰减与干扰：重新审视一种旧有交互作用。载于第二十四届认知科学学会年会论文集。Routledge，65–70。https://doi.org/ 10 4324 9781315782379 49 . / - Erik M Altmann 和 J Gregory Trafton。2002年。[5] 目标记忆：一种基于激活的模型。《认知科学》26卷，1期（2002年），39–83。https://doi.org/10.1207/ s 15516709 2601_2 cog Erik M Altmann、J Gregory Trafton 和 David Z Hambrick。2014年。[6] 瞬时中断会使思路脱轨。《Journal of Experimental Psychology: General》 143, 1 2014 215 10 1037 0030986 ( ), . https://doi.org/ . /a B Hunter Ball 和 Andrew J Aschenbrenner。2018。[7] 前瞻记忆中年龄相关差异的重要性：来自扩散模型分析的证据。《心理学通报与评论》25卷，3期（2018年），1114–1122。https://doi.org/10.3758/ s13423-017-1318-4[8] Dale J. Barr、Roger Levy、Christoph Scheepers 和 Harry J. Tily。2013年。用于验证性假设检验的随机效应结构：保持最大化。《记忆与语言杂志》68卷，3期（2013年），255–278。https://doi.org/10.1016/j.jml. 2012.11.001[9] Russell J Boag、Luke Strickland、Shayne Loft 和 Andrew Heathcote。2019年。策略性注意和决策控制在复杂双任务环境中支持前瞻记忆。《认知》191卷（2019年），103974。https://doi.org/10. 1016 2019 05 011 /j.cognition. . . Jesús Bobadilla、Fernando Ortega、Antonio Hernando 和 Abraham Gutiérrez。2013年。[10] 推荐系统调查。《基于知识的系统》46卷（2013年），109–132 10 1016 2013 03 012 。[11] 2012 https://doi.org/ttps://doi.org/ . /j.knosys. . . C Dennis Boywitt 和 Jan Rummel。. 前瞻记忆中任务干扰效应的扩散模型分析。《记忆与认知》40卷，1期（2012年），70 82 10 3758 13421 011 0128 6 –。https://doi.org/ . /s - - - Gene A Brewer。2011。[12] 分析反应时分布：对前瞻记忆研究者的方法论和理论建议。《心理学杂志》219卷，2期（2011年），117。https://doi.org/10.1027/ 2151-2604/a000056[13] R. N. Brewer、M. R. Morris 和 S. E. Lindley。2017年。如何记住该记住的内容：探索数字提醒系统的可能性。1卷，3期，文章 38 2017 20 10 1145 3130903 （sep），页数。https://doi.org/ . / Duncan P Brumby、Christian P Janssen 和 Gloria Mark。2019年。[14] 中断如何影响生产力？载于《重新思考软件工程中的生产力》。Springer，85–107。https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.11.003[15] Marc Brysbaert、Matthias Buchmeier、Markus Conrad、Arthur M Jacobs、Jens Bölte 和 Andrea Böhl。2011年。词频效应：近期进展及其对德语频率估计值选择的启示。《实验心理学》58卷，5期（2011年），412。https://doi.org/10.1027/1618-3169/ a000123[16] Jo hannes L Busch、Femke S Haeussler、Frank Domahs、Lars Timmermann、Immo Weber 和 Carina R Oehrn。2022年。283张动作图片和600个动作动词的德语命名潜伏期常模数据。《行为研究方法》54卷，2期（2022年），649–662。https://doi.org/10.3758/s13428-021-01647-w [17] Zhuang Chen、Qian He、Zhifei Mao、Hwei-Ming Chung 和 Sabita Maharjan。2019年。抖音短视频的特征研究及其对边缘缓存的启示。载于 ACM图灵诞辰纪念大会（中国）论文集。1 6 10 1145 3321408 3323082 –。https://doi.org/ . / . Jan Chong 和 Rosanne Siino。2006。[18] 软件团队中的中断：成对程序员与单人程序员的比较。载于2006年第20届周年纪念会议《计算机支持的协同工作》论文集。29–38。https: //doi.org/ 10 1145 1180875 1180882 . / . Wesley C Clapp 和 Adam Gazzaley。2012年。分心和中断对老化过程中工作记忆产生影响的不同机制。《衰老神经生物学》 33, 1 2012 134 148 10 1016 2010 01 012 ( ), –。https://doi.org/ . /j.neurobiolaging. . . Anna-Lisa Cohen 和 Jason L. Hicks。2017。[20] 前瞻记忆及相关过程的特征。Springer国际出版公司，Cham，41–60。https://doi.org/10.1007/978-3-319-68990-6_3[21] Michelle Colder Carras、Anna Kalbarczyk、Kurrie Wells、Jaime Banks、Rachel Kowert、Colleen Gillespie 和 Carl Latkin。2018年。联结、意义与分心：一项关于电子游戏及心理健康问题退伍军人心理健康康复的定性研究。《社会科学》 13 2018 https://doi.org/10.3390/ 10 3390/socsci7110216 。[22] Giorgia Cona、Francesco Chiossi、Silvia Di Tomasso、Giovanni Pellegrino、Francesco Piccione、Patrizia Bisiacchi 和 Giorgio Arcara。2020。θ和α振荡作为对延迟意图的内部与外部注意的标志：一项脑磁图（脑磁图）研究。NeuroImage 205（2020年1月），116295。https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116295[23] Giorgia Cona、Cristina Scarpazza、Giuseppe Sartori、Morris Moscovitch 和 Patrizia Silvia Bisiacchi。2015。前瞻记忆的神经基础：一项荟萃分析及"对延迟意图的注意"（AtoDI）模型。Neuroscience & Biobehavioral Reviews 52（2015年），21–37。https://doi.org/10.1016/j.neubiorev. 2015.02.007[24] Gabriel I Cook、J Thadeus Meeks、Arlo Clark-Foos、Paul S Merritt 和 Richard L Marsh。2014。中断和情境关联在延迟执行前瞻记忆中的作用。Applied Cognitive Psychology 28，1（2014年），91–103。https://doi.org/ 10 1002 2960 . /acp. Fergus I. M. Craik、Richard Govoni、Moshe Naveh-Benjamin 和 Nicole D. Anderson。1996。[25] 分散注意对人类记忆编码和提取过程的影响。Journal of Experimental Psychology: General 125，2 1996 159 180 10 1037 0096 3445 125 2 159 ( )，–。https://doi.org/ . / - . . .[26] James Davidson、Benjamin Liebald、Junning Liu、Palash Nandy、Taylor Van Vleet、Ullas Gargi、Sujoy Gupta、Yu He、Mike Lambert、Blake Livingston 等。2010。YouTube视频推荐系统。载于第四届ACM推荐系统会议论文集。293–296。https://doi.org/10.1145/1864708. 1864770[27] R Key Dismukes。2012。工作场所和日常情境中的前瞻记忆。Current Directions in Psychological Science 21，4（2012年），215–220。https://doi.org/ 10 1177 0963721412447621 . / Rahul M Dodhia 和 Robert K Dismukes。2009。[28] 中断会产生前瞻记忆任务。Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition 23，1（2009年），73–89。https://doi. org/ 10 1002 1441 . /acp. Elmira Zahmat Doost 和 Wei Zhang。2022。[29] 社交媒体中断期间不同办公室认知任务中的心理工作负荷变化。Ergonomics 0，0（2022年），1–17。https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2104381[30] Budmonde Duinkharjav、Praneeth Chakravarthula、Rachel Brown、Anjul Patney 和 Qi Sun。2022。图像特征影响反应时间：一种用于扫视潜伏期的学习型概率感知模型。ACM Trans. Graph. 41，4，文章 144 2022 15 10 1145 3528223 3530055 （jul），页码。https://doi.org/ . / . Gilles O Einstein 和 Mark A McDaniel。2005。[31] 前瞻记忆：多重提取过程。Current Directions in Psychological Science 14，6（2005年），286–290。https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00382.x[32] Gilles O Einstein、Mark A McDaniel、Ruthann Thomas、Sara Mayfield、Hilary Shank、Nova Morrisette 和 Jennifer Breneiser。2005。前瞻记忆提取中的多重过程：决定监控与自发提取的因素。Journal of Experimental Psychology: General 134，3（2005年），327。https://doi.org/ 10 1037 0096 3445 134 3 327 . / - . . . Gilles O. Einstein、Mark A. McDaniel、Ruthann Thomas、Sara Mayfield、Hilary Shank、Nova Morrisette 和 Jennifer Breneiser。2005。[33] 前瞻记忆提取中的多重过程：决定监控与自发提取的因素。Journal of Experimental Psychology: General 134，3（2005年），327 342 10 1037 0096 3445 134 3 327 –。https://doi.org/ . / - . . . Gilles O Einstein、Rebekah E Smith、Mark A McDaniel 和 Pat Shaw。1997。[34] 老化与前瞻记忆：编码和提取时任务要求增加的影响。Psychology and Aging 12，3（1997年），479。https://doi.org/ 10.1037/0882-7974.12.3.479[35] Annie Beth Fox、Jonathan Rosen 和 Mary Crawford。2009。分心，再分心：即时消息会影响大学生同时进行阅读理解任务的表现吗？CyberPsychology & Behavior 12，1（ 2009 51 53 10 1089 2008 0107 ），–。https://doi.org/ . /cpb. . Scott T Frein、Samantha L Jones 和 Jennifer E Gerow。2013。[36] 谈到Facebook，糟糕的记忆可能不只是多任务处理造成的。Computers in Human Behavior 29，6（2013年），2179–2182。https://doi.org/10.1016/j.chb.2013. 04.031[37] Brian A Gordon、Jill T Shelton、Julie M Bugg、Mark A McDaniel 和 Denise Head。2011 49，14 2011 3795 3800 10 1016 2011 09。前瞻记忆的结构相关因素。Neuropsychologia（），–。https://doi.org/ . / j.neuropsychologia. . . 035 Colin M. Gray、Yubo Kou、Bryan Battles、Joseph Hoggatt 和 Austin L. Toombs。2018。[38] 用户体验设计的暗黑（模式）面。在2018年CHI人机交互系统中的人为因素会议论文集（CHI '18）中。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，1–14。https://doi.org/10.1145/ 3173574.3174108[39] Yvonne C. T. Groot、Barbara A. Wilson、Jonathan Evans 和 Peter Watson。2002。脑损伤者与无脑损伤者的前瞻记忆功能。Journal of the International Neuropsychological Society 8，5（2002年7月），645–654。https://doi.org/ 10 1017 1355617702801321 . /S Ashish Gupta、Han Li 和 Ramesh Sharda。2013。[40] 我应该发送这条消息吗？了解中断、社会等级和感知任务复杂度对用户表现及感知工作负荷的影响

对用户表现及感知工作负荷的影响。决策支持系统 55, 1 2013 135 145 10 1016 2012 12 035 （），–。[41] https://doi.org/ . /j.dss. . . Melissa J Guynn。基于事件的前瞻记忆中策略性监控的双过程模型：激活／提取模式与检查。International Journal of Psychology 38，4（2003年），245–256。https://doi.org/10.1080/ 00207590344000178[42] Melissa J. Guynn、Mark A. Mcdaniel 和 Gilles O. Einstein。1998。前瞻记忆：提醒失效时。记忆与认知 26，2（1998年3月），287–298。https://doi.org/ 10 3758 03201140 . /BF Dorothee Hefner 和 Peter Vorderer。2016。[43]数字压力：持续联网与多任务处理。载于《劳特利奇媒介使用与福祉手册：媒介积极影响理论与研究的国际视角》。Taylor & Francis, 484 10 4324 9781315714752 。[44] https://doi.org/ . / Alexis Hiniker、Sungsoo (Ray) Hong、Tadayoshi Kohno 和 Julie A. Kientz。2016。MyTime：为减少智能手机使用而设计并评估一项干预措施。载于2016年CHI人机交互系统中的人为因素会议论文集（CHI '16）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市， 4746 4757 10 1145 2858036 2858403 –。https://doi.org/ . / . [45] Yoolim Hong 和 Andrew Leber。注意脱离会抑制视觉长时记忆。《视觉杂志》16，12（2016年），1017–1017。https: //doi.org/ 10 1167 16 12 1017 . / . . Sebastian S Horn、Ute J Bayen 和 Rebekah E Smith。[46]2011。扩散模型能告诉我们什么关于前瞻记忆的信息？Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale 65，1（2011年）， 69 10 1037 0022808 。[47] https://doi.org/ . /a Andreas Ihle、Paolo Ghisletta 和 Matthias Kliegel。2017。成年期全生命周期样本中，前瞻记忆与进行中任务反应时的个体内变异：线索焦点性的作用。记忆 25，3（2017年），370–376。https://doi.org/ 10.1080/09658211.2016.1173705[48] Instagram。2020。推出Instagram Reels。https://about.instagram.com/blog/announcements/introducing-instagram-reels-announcement [49] Chris Jaffe。2020。在YouTube上打造YouTube Shorts：一种全新的观看与创作方式。https://blog.youtube/news-and-events/building-youtube-shorts/ [50] Theodor Jager 和 Matthias Kliegel。2008。成年期的基于时间和基于事件的前瞻记忆：潜在机制及其对进行中任务的不同成本。《普通心理学杂志》135，1（2008年），4–22。https://doi.org/ 10 3200 135 1 4 22 . /GENP. . . - Simon Kemp。数字领域：全球概览报告。[51] 2022 2022 https://datareportal. com/reports/digital-2022-global-overview-report [52] Dagmar Kern、Paul Marshall 和 Albrecht Schmidt。2010。Gazemarks：基于注视的视觉占位符，帮助注意切换。SIGCHI计算机系统中的人为因素会议论文集（2010年）。https://doi.org/10. 1145/1753326.1753646[53] Lia Kvavilashvili 和 Laura Fisher。2007。基于时间的前瞻记忆是否由自发复述介导？偶然线索、进行中活动、年龄和动机的作用。Journal of Experimental Psychology: General 136，1（2007年）， 112 10 1037 0096 3445 136 1 112 。https://doi.org/ . / - . . . Annie Lang、[54] Robert F Potter 和 Paul D Bolls。1999。免费的东西：视觉编码是自动发生的吗？《媒介心理学》1，2（1999年），145–163。https: //doi.org/10.1207/s1532785xmep0102_4[55] Robert Langner、Michael B Steinborn、Anjan Chatterjee、Walter Sturm 和 Klaus Willmes。2010。心理疲劳与简单反应时表现中的时间准备。《心理学学报》133，1（2010年），64–72。https://doi.org/10.1016/j. actpsy. 2009 10 001 . . Sophie Leroy。为什么我的工作这么难完成？在工作任务之间切换时注意残留所带来的挑战。[56] 2009 Organizational Behavior and Human Decision Processes 109，2（2009年），168–181。https://doi.org/10.1016/j. obhdp. 2009 04 002 . . Sophie Leroy 和 Theresa M Glomb。2018。被中断的任务：[57]预期恢复被中断任务时的时间压力如何造成注意残留、降低中断任务的表现，以及"准备恢复"计划如何减轻这些影响。《组织科学》29，3（2018年），380–397。https://doi. org/ 10 1287 2017 1184 . /orsc. . Sophie Leroy 和 Aaron M Schmidt。2016。[58]调节焦点对中断期间注意残留和表现的影响。Organizational Behavior and Human Decision Processes 137（2016年），218–235。https://doi.org/10. 1016 2016 07 006 /j.obhdp. . . Steson Lo 和 Sally Andrews。2015。是否进行转换：[59]使用广义线性混合模型分析反应时数据。《心理学前沿》6（2015年），1171。https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01171[60] Sara A Lu、Christopher D Wickens、Julie C Prinet、Shaun D Hutchins、Nadine Sarter 和 Angelia Sebok。2013。支持中断管理和多模态界面设计：关于任务表现与中断任务模态关系的三项荟萃分析。《人为因素》55，4（2013年），697–724。https://doi.org/10.1177/001872081347629 [61] Kai Lukoff、Ulrik Lyngs、Himanshu Zade、J Vera Liao、James Choi、Kaiyue Fan、Sean A Munson 和 Alexis Hiniker。2021。YouTube的设计如何影响用户能动感。载于《2021年CHI人机交互系统中的人为因素会议论文集》。1 17 10 1145 3411764 3445467 –。https://doi.org/ 。[62] 2018 / 。Kai Lukoff 、 Cissy Yu 、 Julie Kientz 和 Alexis Hiniker。 。什么使智能手机使用具有意义或毫无意义？2, 1（2018年）， 26。https://doi.org/10. 1145/3191754[63] L udmila Lupinacci。2020年。"漫不经心地刷着空无一物的内容"：社交媒体中的活跃性与强制性持续连接。《媒体、文化与社会》（2020年7月），0163443720939454。https://doi.org/10.1177/0163443720939454[64] Ulrik Lyngs、Kai Lukoff、Petr Slovak、Reuben Binns、Adam Slack、Michael Inzlicht、Max Van Kleek和Nigel Shadbolt。2019年。网络空间中的自我控制：将双系统理论应用于数字自控工具综述。载于2019年CHI人机交互系统中的人为因素会议论文集。1–18。https: //doi.org/ 10 1145 3290605 3300361 . / 。Gloria Mark、Daniela Gudith和Ulrich Klocke。[65] 2008年。被中断的工作的成本：更快的速度与更大的压力。 107 110 10 1145 1357054 1357072 – 。[66] https://doi.org/ 。 / 。Jeremy Marty-Dugas、Brandon Ralph、Jonathan Oakman和Daniel Smilek。2018年。智能手机使用与日常注意不集中之间的关系。《意识心理学：理论、研究与实践》5（2018年3月）。https://doi.org/ 10 1037 0000131 . / cns Bernard R McCoy。 。课堂中的数字干扰第二阶段：[67]学生在课堂上为非课堂相关目的使用数字设备。（2016年）。[68] Mark A. McDaniel和Gilles O. Einstein。2007年。前瞻记忆：新兴领域的概述与综合。SAGE Publications。https://doi.org/10.4135/9781452225913[69] Mark A McDaniel、Gilles O Einstein、Thomas Graham和Erica Rall。2004年。延迟执行意图：克服中断的成本。《Applied Cognitive Psychology：记忆与认知应用研究学会官方期刊》 18, 5 2004 533 547 10 1002 1002 ( )，–。[70] 2003 https://doi.org/ 。 /acp. Mark A McDaniel、Gilles O Einstein、Amy C Stout和Zack Morgan。 。老化与在延迟期间维持意图：要么去做，要么失去它。《Psychology and Aging》 18, 4 2003 823 10 1037 0882 7974 18 4 823 ( )，。[71] https://doi.org/ 。 / - 。 。 。Mark A. McDaniel、Melissa J. Guynn、Gilles O. Einstein和Jennifer Breneiser。2004年。前瞻记忆提取中的线索聚焦和反射—联想过程。《实验心理学杂志：学习、记忆与认知》 30, 3 2004 605 614 10 1037 0278 7393 30 3 605 ( )，–。https://doi.org/ 。[72] 2002 / - 。 。 。Daniel C McFarlane 和 Kara A Latorella。 。人机交互设计中人为中断的范围与重要性。《人机交互》 17, 1 2002 1 61 10 1207 15327051 1701_1 ( )，–。[73] 2002 https://doi.org/ 。 /S HCI Deborah Mcgann、Judi A Ellis和Alan Milne。 。前瞻记忆中的概念与知觉过程：注意资源的差异性影响。《记忆与认知》30, 7（2002年），1021–1032。https://doi.org/10.3758/ BF03194320[74] Xiongkuo Min、Guangtao Zhai、Jiantao Zhou、Xiao-Ping Zhang、Xiaokang Yang和Xinping Guan。2020年。适用于具有高视听对应性视频的多模态显著性模型。《IEEE图像处理汇刊》29（2020年）， 3805 3819 10 1109 2020 2966082 – 。https://doi.org/ 。 /TIP. 。[75] Lucia Monacis、Valeria de Palo、Mark D. Griffiths和Maria Sinatra。2017年。社交网络成瘾、依恋风格，以及卑尔根社交媒体成瘾量表意大利语版本的验证。《行为成瘾杂志》6, 2（ 2017 178 186 10 1556 2006 6 2017 023 年6月），–。[76] 2008 https://doi.org/ 。 / 。 。 。Christopher A Monk和David G Kidd。 。短暂中断对任务恢复的影响。载于《人因与工效学学会年会论文集》，第52卷。SAGE Publications Sage CA：加利福尼亚州洛杉矶，403–407。https://doi.org/ 10 1177 154193120805200443 . / Christopher A Monk、J Gregory Trafton和Deborah A Boehm-Davis。2008年。中断时长和要求对恢复暂停的目标的影响。《实验心理学杂志：应用》14, 4（2008年）， 299。https://doi.org/10. 1037/a0014402 [78] Christian Montag、Haibo Yang和Jon D Elhai。2021年。TikTok使用心理学：来自实证发现的初步一瞥。《公共卫生前沿》9（2021年），641673。https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.641673[79] Phillip L Morgan、John Patrick、Samuel M Waldron、Sophia L King和Tanya Patrick。2009年。中断后改善记忆：利用软约束并操控信息访问成本。《实验心理学杂志：应用》 15, 4 2009 291 10 1037 0018008 ( )，。https://doi.org/ 。 /a [80] 2015 Michael A Nees和Anjali Fortna。 。人为中断与虚拟中断的比较。《Ergonomics》58, 5（2015年），852–856。https://doi.org/10.1080/ 00140139.2014.990934[81] Brid O' Conaill和David Frohlich。1995年。工作场所的时空：应对中断。载于《人机交互系统中的人为因素会议论文集》。 262 263 10 1145 223355 223665 – 。[82] https://doi.org/ 。 / 。Greg R Oldham、Carol T Kulik和Lee P Stepina。 。物理环境与员工反应：刺激筛选技能和工作复杂性的影响。《管理学会杂志》34, 4（1991年）， 929–938。https://doi.org/10.5465/ 256397[83] Jonathan W Peirce。2007年。PsychoPy——Python中的心理物理学软件。《神经科学方法杂志》162, 1-2（2007年），8–13。https://doi.org/10.1016/j.jneumeth. 2006.11.017 1991

[84] Heng Peng和Ying Lu。2012年。线性混合效应模型中的模型选择。《多元分析杂志》109（2012年），109–129。https://doi.org/10.1016/j. jmva. 2012 02 005 . 。[85] Thomas E Powell、Hajo G Boomgaarden、Knut De Swert和Claes H de Vreese。2019年。快与慢的框架：多模态框架效应的双重加工解释。《媒介心理学》22, 4（2019年），572–600。https://doi.org/10.1080/15213269. 2018.1476891[86] Roger Ratcliff。1978年。记忆提取理论。《心理学评论》85（ 1978 59 108 10 1037 0033 295 85 2 59 ），–。https://doi.org/ 。 / - X. 。 。[87] Roger Ratcliff。 。2013扩散模型中的参数变异性与分布假设。《心理学评论》120, 1（2013年），281。https://doi.org/10. 1037/a0030775[88] Nornadiah Mohd Razali、Yap Bee Wah等。2011年。Shapiro-Wilk、Kolmogorov-Smirnov、Lilliefors和Anderson-Darling检验的效能比较。《统计建模与分析杂志》2, 1（2011年），21–33。[89] Franziska R. Richter和Nick Yeung。2012年。任务切换中的记忆与认知控制。《心理科学》23, 10（2012年10月），1256–1263。https: // doi.org/10.1177/0956797612444613 出版者：SAGE Publications Inc. [90] Scott Rogers。2014年。升级！优秀电子游戏设计指南。John Wiley & Sons。Google-Books-ID: UT5jAwAAQBAJ。[91] Jan Rummel、Beatrice G Kuhlmann和Dayna R Touron。2013年。表现预测影响事件型前瞻记忆的注意过程。《意识与认知》22, 3（2013年），729–741。https://doi.org/10.1016/j. concog. 2013 04 012 . 。Jan Rummel、Ann-Katrin Wesslein和Thorsten Meiser。2017年。行动协调在前瞻记忆中的作用：任务中断要求影响意图实现。《实验心理学杂志：学习、记忆与认知》[92] 43, 5 2017 717 10 1037 0000334 ( ), 。https://doi.org/ 。/xlm Penelope M Sanderson 和 Tobias Grundgeiger。 。2015中断如何影响医疗保健中的临床医师表现？在寻求答案时协商忠实度、控制与潜在可推广性。《国际人机研究杂志》79（2015年），85–96。https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014. 11.003[93] Premjit K Sanjram和Khan Azizuddin。2010年。前瞻记忆中的注意与程序员特征：对程序员多任务处理中习惯侵入错误的研究。载于《第28届欧洲认知工效学年会论文集》。[94] 307 310 10 1145 1962300 1962365 – 。https://doi.org/ 。 / 。Farzan Sasangohar、Birsen Donmez、Patricia Trbovich和Anthony C Easty。2012年。并非所有中断都生而平等：医疗保健中的积极性中断。载于《人因与工效学学会年会论文集》，第56卷。SAGE Publications Sage CA：加利福尼亚州洛杉矶，824–828。https://doi.org/ 10.1177/10711813125611[95][96] Daniel L. Schacter。2012年。建构性记忆：过去与未来。《临床神经科学对话》14, 1（2012年3月），7–18。https://doi.org/10.31887/DCNS. 2012.14.1/dschacter[97] Hendrik Schulze。2003年。MEMOS：用于前瞻记忆缺陷补偿的交互式辅助系统——架构与功能。载于《第六届ACM SIGACCESS计算机与无障碍国际会议论文集》（Assets '04）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，79–85。https://doi.org/ 10 1145 1028630 1028645 . / 。Michael K. Scullin、Mark A. McDaniel、Jill T. Shelton和Ji Hae Lee。2010年。前瞻记忆中的焦点/非焦点线索效应：监控难度还是不同的提取过程？《实验心理学杂志：学习、记忆与认知》[98] 36, 3 2010 736 749 10 1037 0018971 ( ), – 。https://doi.org/ 。 /a Neika Sharifian和Laura B Zahodne。 。2021社交媒体使用与记忆失败之间的日常关联：负性情感的中介作用。《普通心理学杂志》148, 1（2021年），67–83。https://doi.org/10.1080/ 00221309.2020.1743228[99][100] Jill Talley Shelton、Michael K Scullin和Jessica Y Hacker。2019年。多过程框架：历史背景及其"动态"扩展。载于《前瞻记忆》。Routledge, 10 26 10 4324 9781351000154 – 。https://doi.org/ 。 / Maxwell Shinn、Norman H Lam和John D Murray。 。2020用于模拟和拟合广义漂移扩散模型的灵活框架。《ELife》9（2020年），e 56938 10 7554 56938 。https://doi.org/ 。 /eLife. Cornelia Sindermann、Jon D Elhai和Christian Montag。2020年。预测Facebook社交媒体平台使用失调的倾向：人格、冲动性和社交焦虑的作用。《精神病学研究》[101][102] 285 2020 112793 10 1016 2020 112793 ( ), 。https://doi.org/ 。/j.psychres. 。Rebekah E Smith。 。2003事件型前瞻记忆中记得去记忆的成本：探究延迟意图执行的容量需求。《实验心理学杂志：学习、记忆与认知》[103] 29, 3 2003 347 10 1037 0278 7393 29 3 347 ( ), 。https://doi.org/ 。 / - 。 。 。Rebekah E Smith。 。2008连接过去与未来：注意、记忆与延迟意图。（ 2008 年）。[104][105] Rebekah E Smith。2010年。成本揭示了什么以及超越成本争论：对Einstein和McDaniel（ 2010 2010 10 1037 0019183 ）的回复。（ ）。https://doi.org/ 。 /a Rebekah E Smith、Sebastian S Horn和Ute J Bayen。 。2012年轻人与老年人的前瞻记忆：持续任务负荷的影响。《老化、神经心理学与认知》19, 4（2012年），495–514。https://doi.org/10.1080/13825585。[106] 2013.827150[107] Rebekah E Smith、R Reed Hunt、Jennifer C McVay 和 Melissa D McConnell。2007年。事件型前瞻记忆的代价：显著目标事件。《实验心理学杂志：学习、记忆与认知》33卷4期（2007年），734。https://doi.org/ 10 1037 0278 7393 33 4 734 。/ - . . . Rebekah E Smith 和 Shayne Loft。2014探究与前瞻记忆任务要求无关的持续任务所付出的代价。《意识与认知》27（2014年），1–13。[108][109] J. B. Spira 和 J. B. Feintuch。2005年。注意力不集中的代价：中断如何影响知识工作者生产力。美国纽约州：Basex。技术报告。Basex Inc，纽约州纽约市。21页。http://iorgforum.org/wp-content/uploads/2011/06/CostOfNotPayingAttention.BasexReport1.pdf[110] Luke Strickland、Shayne Loft 和 Andrew Heathcote。2019年。事件型前瞻记忆的证据积累建模。载于《前瞻记忆》。Routledge，78–94。[111] Nađa Terzimehić、Luke Haliburton、Philipp Greiner、Albrecht Schmidt、Heinrich Hussmann 和 Ville Mäkelä。2022年。MindPhone：解锁时的正念反思可减少心不在焉的智能手机使用。载于交互系统设计会议（DIS '22）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，[112] 1818 1830 10 1145 3532106 3533575 –。https://doi.org/。/。Esther Thorson 和 Annie Lang。. 视频复杂度对电视信息记忆的影响。国际传播协会，美国路易斯安那州新奥尔良（1988年）。[113] Melina R Uncapher、Lin Lin、Larry D Rosen、Heather L Kirkorian、Naomi S Baron、Kira Bailey、Joanne Cantor、David L Strayer、Thomas D Parsons 和 Anthony D Wagner。2017年。媒体多任务处理与认知、心理、神经及学习差异。《儿科学》140卷增刊_2（2017年），S62–S66。https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758D[114] Don van Ravenzwaaij、Rei Monden、Jorge N Tendeiro 和 John Ioannidis。2019年。用于优效性、非劣效性和等效性设计的贝叶斯因子。《BMC医学研究方法学》19卷1期（2019年），1–12。https://doi.org/10.1186/s12874- 019-0699-7[115] Mikkel C. Vinding、Jonas Kristoffer Lindeløv、Yahui Xiao、Raymond C. K. Chan 和 Thomas Alrik Sørensen。2021年。前瞻记忆中的意志：反驳自由目标事件与固定目标事件存在差异的证据。《意识与认知》[116] 94 2021 103175 10 1016 2021 103175 （9月），。https://doi.org/。/j.concog.。Andreas Voss 和 Jochen Voss。. 一种用于估计扩散模型参数的快速数值算法。《数学心理学杂志》52卷1期（2008 1 9 10 1016 2007 09 005 ），–。https://doi.org/。/j.jmp.。。Eric-Jan Wagenmakers、Roger Ratcliff、Pablo Gomez 和 Gail McKoon。2008年。一种解释词汇判断任务中判断标准转移的扩散模型。《记忆与语言杂志》58卷1期（2008年），140–159。https://doi.org/10.1016/j.jml. 2007.04.006[117][118] Yao Wang 和 Manuel A. Pérez-Quiñones。2014年。探究前瞻记忆在基于位置的提醒中的作用。载于《2014年ACM普适与泛在计算国际联合会议论文集：附属出版物》（UbiComp '14 Adjunct）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，[119] 1373 1380 10 1145 2638728 2641718 –。https://doi.org/。/。Henry H Wilmer、Lauren E Sherman 和 Jason M Chein。. 智能手机与认知：探讨移动技术使用习惯与认知功能之间联系的研究综述。《心理学前沿》8（2017年），605。https://doi.org/ 10 3389 2017 00605 。/fpsyg.。Lisa Wirz 和 Lars Schwabe。. 优先注意加工：急性压力、记忆和刺激情绪性促进注意脱离。Neuropsychologia 138（2020年），107334。https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia. 2020.107334[120][121] Jacob O. Wobbrock、Leah Findlater、Darren Gergle 和 James J. Higgins。2011年。仅使用方差分析程序进行非参数析因分析的对齐秩变换。载于《SIGCHI计算机系统中的人为因素会议论文集》（加拿大不列颠哥伦比亚省温哥华）（CHI '11）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，143–146。https://doi.org/ 10 1145 1978942 1978963 。/。Neil Yorke-Smith、Shahin Saadati、Karen L Myers 和 David N Morley。2009年。像一位直觉且有礼貌的管家：用于任务管理的主动式个人代理。载于《第8届自主代理与多智能体系统国际会议论文集》第1卷。337–344。https://doi.org/10.5555/ 1558013.1558059[122][123] Jing Zeng、Chrystal Abidin 和 Mike S Schäfer。2021年。TikTok及其传承应用的研究视角：引言。《国际传播杂志》15 2021 3161 3172 10 5167 205427 （），–。https://doi.org/。/uzh- Jie Zhang、Tongtong Xue、Shaobo Liu 和 Zhijie Zhang。2022年。重度和轻度媒体多任务者在前瞻记忆任务中采用不同的神经认知策略：ERP研究。Computers in Human Behavior 135（2022年），107379。https://doi.org/ 10 1016 2022 107379 。/j.chb.。Mengyu Zheng。. 短视频观看行为对视觉短时记忆的影响。Atlantis Press，1855–1859。https://doi.org/10.2991/assehr. k.211220.314[124][125]