基于平静技术的产品设计研究综述

彭圣芳，谭靖纬，刘再行
（广州美术学院，广州 510000）

摘要：目的 平静技术理论是以普适计算为前提，最初针对计算机领域的设计问题而提出的理论。而后，其对于智能家居、驾驶界面、教育及信息设备等领域的设计指导意义随即为研究者所注意。综合现有研究和应用成果，探索正在发展中的平静技术理论在设计领域具有普遍适用性的设计原则和方法。**方法** 通过梳理平静技术的国内外研究进展，分析平静技术的内涵及其扩展，从设计角度提出平静技术在产品交互设计中的应用方式，探讨理想的“人—物”关系。**结论** 平静技术理论建立在“中心—边缘”的注意力模型之上，主张充分考虑人的注意力规律，通过对“边缘事项”进行合理设计，从而在最小化注意力的情况下使产品融入整个环境。

关键词：平静技术；普适计算；注意力；边缘交互；产品设计
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2021)04-0054-07
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.04.006

Review of Product Design Reasearch Based on Calm Technology

PENG Sheng-fang, TAN Jing-wei, LIU Zai-xing
(Guangzhou Academy of Fine Arts, Guangzhou 510000, China)

ABSTRACT: The calm technology theory is based on ubiquitous computing, and it is a theory originally proposed for design problems in the computer field. Afterward, its design guidance significance for the fields of smart home, driving user interface, education, and information equipment is immediately noticed by researchers. Based on the existing research and application results, the work aims to explore the design principles and methods of the developing calming technology theory which has universal applicability in the design field. Through combing the research progress of calm technology at home and abroad, the connotation and expansion of calm technology were analyzed. The application of calm technology in product interaction design from a design perspective was proposed. And the ideal “human-things” relationship was discussesed. Calm technology theory is based on the “center-periphery” attention model. It advocates fully considering the law of human attention and rationally designing “periphery” so that the product can be integrated into the whole surroundings while minimizing attention.

KEY WORDS: calm technology; ubiquitous computing; attention; peripheral interaction; product design

平静技术是一种以普适计算为前提的设计理念，提倡产品充分考虑自然的人机交互环境，不以争夺用户注意力为目标进行设计，而是通过“无处不在的计算”得以平静地融入环境。尤其是当前，各种设备及其信息占据了人们的日常生活、娱乐和工作，产品在给人带来便利和乐趣的同时，不断牵引着人的注意力，各种信息（提醒、状态更新、广告等）也带来了一定程度上的打扰。尤其是工业产品信息化带来的并行、移动和多设备的环境，更使得注意力成为一种稀缺资源。对注意力的占据，往往成为产品交互设计的要义。然而，从伦理角度考虑，为争夺注意力的设计，会导致用户内在失序（错失焦虑、行为上瘾、碎片化、分心等），进而造成外在的问题。设计不应该在解决问题的同时，带来新的问题。平静技术理念主张在产

收稿日期：2020-12-05
基金项目：广东省文联重大专项课题（WL2019Z053）
作者简介：彭圣芳（1978—），女，湖北人，博士，广州美术学院教授，主要研究方向为设计理论和方法。

品设计中考虑用户注意力的投入方式，将产品以不打扰用户的方式融入整个环境，从而避免用户信息超载而带来的问题。

1　研究现状

1.1　平静技术的提出

1991 年，XPAR 中心的研究者 Mark Weiser 首次公开用“普适计算（Ubiquitous computing）”描述未来无处不在的计算机会以淡化不见的方式为人们服务[1]，并和 John Seely Brown 在 1995 年正式提出在普适计算背景下的平静技术设计理论[2]。Weiser 和 Brown 认为未来嵌入式微型处理机和互联网通信的发展会使人们进入普适计算的时代，人们运用信息计算技术应该如电和文字技术一样无处不在、游刃有余，但以硅为基础的信息计算技术还远未能让人感觉它成为了环境的一部分[3]。因此，需要设计一种平静的技术，让计算机和产品回归人的目的，最小化技术对人们注意力的干扰，最大化科技和人性美好的一面[4]。在对注意力规律的探讨中，研究者通过注意力范围观察的提出了注意力“边缘”对实现平静技术的重要性。

1.2　平静技术在设计中的应用

平静技术针对计算机领域的设计问题而提出，随后在设计领域产生了广泛的响应。以“平静技术”为关键词在中国知网进行主题检索，相关中英文文献共有 76 篇，涉及包括人机交互、智能家居、物联网、服务设计等领域。检索发现，关于“平静技术”的文献在中国知网上收录并不完整。Satyanarayanan 于 2001 年创立了普适计算在 IEEE 上的专栏，用于发表研究技术和设计方面实现计算机最小化注意力的研究成果[5]。产品设计领域，“平静技术”较多应用在人机交互、智能家居环境、智能设备，如 Kjetil[6]考虑用户的在复杂的海洋环境下注意力的边缘范围，将实体操纵杆和屏幕用户图形界面一体化，降低了驾驶轮船的认知难度；Edwards[7]总结了普适计算时代下智能之家面临的七个挑战；也有研究结合教育和服务等方面，如 Bakker[8]运用现实世界注意力边缘范围的特点，通过设计帮助学生记录时间、协助教室拍照等功能的产品[9]，来探究边缘交互与日常习惯之间如何相互影响；Tugui[10]基于平静技术的特性，探讨数字教育中出现的去文化化和依赖数字科技等问题；Stankov[11]总结了平静技术在信息通信技术上运用的特点，并收集了在酒店场景下最小化干扰用户的信息技术服务设计案例，提出在旅游、酒店服务行业的信息化服务流程上运用平静技术对用户体验产生的影响[12]。随着信息技术的不断进步，处理器越来越微型甚至于可以在物理形式上消失不见，人在心理上也由于长期习惯而视其为自然，“平静技术”提出的将设备自然融入日常生活的设计理念也被越来越多的研究者重视。也有研究者讨论过平静技术和其他正在发展的技术之间的关系，如 Satya[13]认为作为平静技术条件的普适计算，它和物联网在传感、计算和通信等技术在研究内容上很多是一致的，随即他认为 Weiser 提出平静技术的愿景是站在人的视角，普适计算可以囊括如今热门的物联网。可以说，以普适计算为条件的平静技术几乎适用于人机交互的任何情景，是在用户的注意力规律层面下考虑如何处理“人—物”关系的产品设计原则。在越来越多的研究及应用中，平静技术可作为产品设计一般性原则的特性逐渐凸显，鉴于此，Amber Case 甚至建议可以使用更易为设计领域理解的“平静交互”和“平静设计”概念。

2　“中心—边缘”注意力模型下的认知与行为

2.1　“中心—边缘”注意力模型

Weiser 和 Brown 将处于注意力边缘范围的任务称为“边缘（periphery）”[14]，它并不因称呼而指代不重要的事情，此类任务这一刻处在边缘范围，下一刻可能成为重要的事情而移至注意力的中心。因此，瞬时的注意力呈现为“中心—边缘”模式，见图 1。

在此基础上，Amber Case 进一步完善此注意力模型，将注意力分为主要、次要和第三级注意力，并对吸引注意力的信息清晰度进行高低划分，见表 1。视线中央的事物一般占据主要注意力的感知地位，能够清晰地被感知；越往视线两侧的事物，注意力的感知地位越低，被感知的清晰度就越低，但仍能看到形状、颜色、动作等；同时，感知不局限于视觉，还包括听觉、触觉、嗅觉、味觉等其他感官。Case 认为占据高清晰度空间的信息最耗费时间、精力和耐心，产品提示信息需要完全占据用户的主要注意力会导致用户分心，并对次要和第三级注意力造成削弱或阻断，见表 2—3，分别列出开车和手机触摸屏造成开车的影响的注意力模型；相反，低清晰度的信息处于注意范围的边缘，可以传达提醒而不需用户专注。

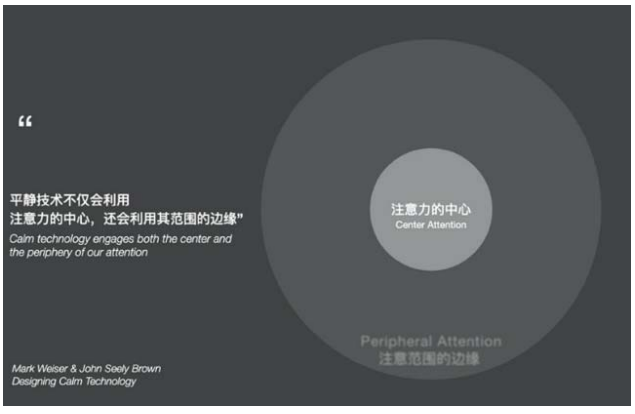


图 1　注意力的中心与边缘范围
Fig.1　Center and periphery of attention

表 1 Amber Case 的注意力模型
Tab.1 Amber Case′s attention model

注意力中心	注意力的边缘范围
主要注意力	次要、第三级注意力
视线中央	视线两侧、声音、触摸物
高清晰度	低清晰度
有限，耗费时间、精力和耐心	大脑能同时容纳海量次要信息

表 2 开车时的注意力模型
Tab.2 Attention model while driving

主要注意力	次要注意力	第三级注意力
前窗和对车辆所处位置的一般性意识	后视镜、侧面车窗、刹车及加速踏板	收音机按钮，与车上乘客的谈话

表 3 开车时使用手机的注意力模型
Tab.3 Attention model using mobile phone while driving

主要注意力	次要注意力	第三级注意力
屏幕及触摸式导航系统；被阻断：前窗和对车辆所处位置的一般性意识	被阻断：后视镜、侧面车窗；被削弱：刹车及加速踏板、路灯	被阻断或削弱：谈话及整个外部世界

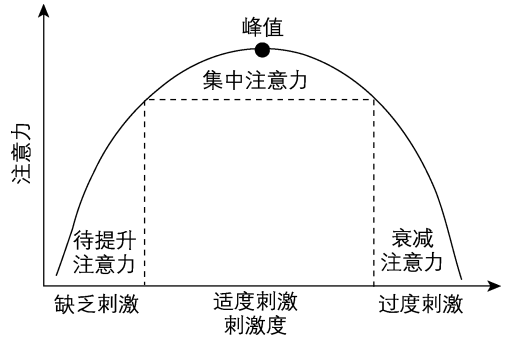


图 2 刺激度—注意力倒 U 形曲线
Fig.2 Stimulus-attention inverted U-shaped curve

另外，刺激度与注意力呈倒 U 型关系，缺乏或过度刺激都无法使人集中注意力[15]，见图 2；注意力还与事物的突显性（Salience）及用户对事物的预期性（Expectancy）、努力（Effort）和价值性（Value）有关[16]，见表 4。白仲航等人[17]利用刺激度—注意力倒 U 型曲线和 SEEV 注意力类型评估模型，构建感官交互物质—场模型，帮助分析产品面向注意力的问题和提出设计解决方案。

2.2 注意力范围边缘的认知与交互行为

利用注意力中心与注意力范围边缘所对应的特性，合理分配投入的注意力是人类认知活动的天性。而且，通常用户的注意力边缘范围与中心之间来回切换，当这些任务不需要被注意时会处于边缘范围，在需要处理的时候才以适当的方式引起人的关注。利用边缘注意力的认知是构成平静的基础，其认知活动的运行机制在于：（1）人类的大脑能够将海量事物淡入背景里，如在陌生复杂的森林里漫步仍会感到内心平静，将大量暂不紧要的信息置于边缘范围使人们便于协调掌控，“边缘交互”能够传达信息又不造成信息过载；（2）如果“边缘交互”不可以被过滤，一直没有处理会令人们感到隐约不安，拥有能够从边缘范围切换到中心的能力，也可以集中精力处理原本的“边缘交互”。

表 4 SEEV 模型内容
Tab.4 Content of SEEV model

SEEV 模型	含义
突显性	信息所在的视觉位置、大小、色彩、形状、状态等
预期性	获得信息反馈的有效性和效率
努力程度	获得信息的认知的难易和受到的负荷大小
价值性	信息对用户的价值判断

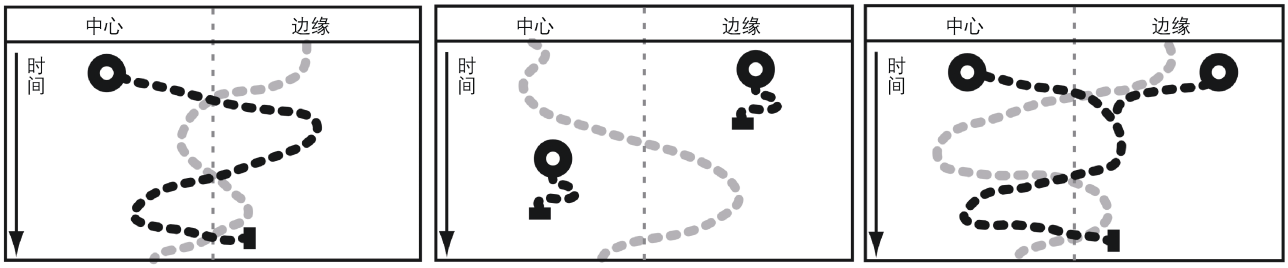
构建和分析用户的注意力“中心—边缘”模型，有助于在产品设计中了解哪里可加强边缘交互，以减少用户的必要注意力。Bakker 等人[18]通过对人们日常生活行为调研，认为边缘交互行为可分成四种情况。

1）作为主任务，可以熟练完成，见图 3a。如吃饭、洗澡、刷牙、烫熨斗和打扫等日常习惯，由于身体经验已经形成，人们会自动执行这些行为，而将注意力转移到如看电视、思考问题等与当前主任务无关的事情上。这类边缘交互往往刚开始需要集中注意力，由于身体记忆仅需少量注意力可以自动执行，在接下来的活动过程中在注意力“中心—边缘”来回。

2）作为自发的次任务，临时且过量伴随主任务执行，见图 3b。如在看书时转笔、煮菜时频繁洗手等自发无意识行为。这类情况中，有的用于辅助主任务，也有不具有清晰目标的习惯动作。这类边缘交互通常可以很快速完成，但是它们的执行频率都会超过正常需要；另外，也会短暂地在主任务分心时执行，即将注意力的中心从主任务转移到此类行为的次任务上。

3）作为环境引起的次任务，临时且顺带跟随主任务执行，见图 3b。如在打扫厨房时想起在包里的饭盒而顺带拿出来清洗、帮女儿洗澡时看到牙膏盖掉了捡起盖上等行为，这种情况的特点与上述第二点相似，同时也潜在表明在执行主任务时与主任务相关的事件会更容易引起用户的注意和执行。

4）作为次任务，伴随主任务进行，见图 3c。如在执行别的主任务时听歌或吃零食，这种边缘交互占据少量的注意力资源，可以由中心或边缘开始，如主动播放音乐或别的用户播放了音乐，同时这种边缘交互行为可以轻易在注意力“中心—边缘”来回。



a 身体记忆的主任务图示　　b 自发或环境引起的短暂、频繁次任务图示　　c 伴随性次任务图示

图 3　Bakker 总结边缘交互行为的四种情况
Fig.3　Four situations of peripheral interaction behavior summarized by Bakker

图 4　Case 的平静技术的理念原则
Fig.4　Principles of Case's calm technology

3　平静技术的设计理念、方法和策略

3.1　设计理念

通过科学的任务排序设计，使用户在最小化注意力之下自然地进行多任务处理是平静技术的设计理念。具体而言，Case 从八个方面进行了展开：（1）应该尽可能减少设备所需的注意力；（2）设备应该提供信息并创造平静生活；（3）设备应该有效利用注意范围的边缘；（4）设备应该放大自身及人类的优势；（5）设备可以交流但并不需要说话；（6）设备应该在出现问题时仍然可用；（7）应该使用所需的最低技术含量解决问题；（8）设备的使用应该遵守社会规范。具体内容见图 4。

通常，产品设计是按照产品本身承载的任务以时间单线程排序展开。面对并行、移动、多对象和多设备的任务环境，需要以人为本按照任务层次结构的主次，考虑不同的子任务和环境发生的情况列举对应计划[19]。文献[20]认为，对于系统信息的需求很大程度上与操作的内容有关，在操作时的大部分信息属于冗余信息，它们反而使工作空间混乱，造成用户干扰。Brod 等人从检测唾液压力荷尔蒙的实验得出如下结论，应激压力是因为人们无法理解信息和选项所致，人们在感觉到自己拥有掌控权后，会减轻这种压力。文献[21]认为平静技术理念设计的产品通过对环境中的信息进行分类和排序优先级，可以让用户高效使用产品，避免无意义的技术应激压力。

平静技术的设计理念还与直觉设计的可供性理论具有相通性。产品的功能可供性由 Gibson 提出并被 Norman 推广[22]，可供性描述了产品和人的能力范围、意图与感知之间的关系。可供性理论很少考虑去专门设计使用过程中的注意力方面。通过对产品的“边缘交互”合理设计，平静技术理念的设计利于让产品被用户直觉认知，就如淡然无痕地融入到环境中一样。从这一点上说，两者具有一致的主张。

3.2　充分考虑和利用边缘交互的设计方法

以“中心—边缘”注意力模型为前提，在产品或系统中科学设计边缘交互，合理匹配用户的感知和认知，是平静技术的核心。在充分考虑和利用边缘交互的基础上，Case 将常见的提升产品平静感的传递信息方式进行了归类[23]：可视状态指示器、状态音、触觉反馈、状态呼叫、环境知觉、情景通知、劝导技术，见表 5。

3.3　构建平静的设计策略

上述 Case 提出的产品传递信息的方式是多模态和多通道交互下的形式，其信息强度也各有差异，另外，在不同情景之下的实际效度仍有可能变化。在具体设计中，一些方法可能有助于通过产品构建和提升用户的“平静感”：

1）利用低清晰度反馈。根据平静技术的边缘交互，用户可以在注意力的边缘范围感知产品传递信息，以决定如何和何时处理信息。低清晰度反馈可以将判断任务紧急度的决定权交还用户，如在使用烤箱烘干清洁功能时需要打开箱门留出缝隙，烤箱结束自动清洁时，用腔内亮灯的弱打扰提醒方式取代一直发

表 5 Case 提出的平静技术的传递信息方式

Tab.5 Case's method of conveying information with calm technology

产品的提醒方式	含义	适用场景	案例
可视状态指示器	通过灯光亮暗或液体和颗粒多少来传递信息，对人的干扰较少；可通过多种颜色、亮度和闪动频率甚至少量符号传递更深层含义。	重要性不大、持续存在的状态信息	充电指示灯、炉子余温防烫指示灯、设备运作指示灯等
状态音	通过有效又平静的声音传递信息，让用户在有其他声音的背景下清楚听到，同时不与环境冲突。	单独或伴随状态指示灯使用，提醒用户状态变化；在与产品互动的过程中，调动用户的情绪	电脑的开机声、烤箱完成工作播放音乐、智能家电的运作状态提示等
触觉反馈	通过振动让身体感受到传递的信息，传递的内容详细度不高，普遍设计仅作为一元通知；触觉反馈不影响用户的视野，可以作为视觉和听觉的辅助信息。	目前主要作为辅助通知或第三级通知；只有用户自己收到提醒，不影响社交活动	信息提醒、游戏手柄、导航辅助等
状态呼叫	用于传递非常重要或具有时效性的信息，传递的信息十分明确，可使用语音、视觉和触觉方式；为了防止假报，要可被关掉；还需发生频率控制平静感。	发生特殊状态，让用户放弃对原来任务的专注，转而注意状态的提醒	烟雾探测器、应急车辆警笛、防空警报、课间铃声等
环境知觉	“边缘事项”的另一种表述，它是人们默认存在的一种通知，使得提供信息的同时不打断当前的主要任务，在设计时需考虑整个环境。	通过技术改变环境，让用户不需要不停检查状态是否发生变化	办公室内窗、可视状态灯、热水壶、水龙头开关、地面上带颜色的指路胶带
情景通知	由先决条件、通知状态和后置条件组成的情景触发通知，需确保功能参数容易设置，且有备用系统缓解用户遇到障碍的情绪。	需要根据外部的触发因素，动态改变状态和信息的场景	带贪睡功能的闹钟、根据地理位置的快递提醒、根据运动步数等锻炼目标发出的成就感提醒
劝导技术	通过手段将本来不可见的行为、决策和意想不到的后果变为可见，不一定对用户产生直接影响，但潜移默化劝导人们；需考虑尽量简化数据收集的步骤	隐式为用户改变不良习惯的场景	减重体秤、提供油耗信息的汽车反馈系统、根据健康影响而不同颜色的食物钳

出声响，可以让用户不焦虑于马上去关门，又能提示用户在看见亮灯时关上箱门。另外，用户在进行边缘交互时，最小化用户的输入，可以减少用户的交互完成成本，保持注意力在主任务上。如表单根据用户资料提供默认输入选项、Pinterest 图片收集插件根据最近使用置顶分类标签选项、苹果无线耳机 AirPods 放入耳机盒自动充电和 iWatch 通过降低手腕快速忽略通知等边缘交互设置，有助于快速完成次任务和过滤掉不重要的信息。谷歌 Wear OS 设计师夏悦认为，用户会使用手表过滤信息，并在拿出手机查看短信不合时宜的场合（如开会、宴席）用手表保持联系。因此，设置手表可以快速访问信息和执行操作，预设智能回复、语音输入和表情符号快速回复以减少多余的动作是比较好的解决方案[24]。

2）可高效唤醒的边缘交互。平静技术提倡将更多的信息通过注意力的边缘范围传递给用户，同时，用户也可以在适合的时候将边缘范围的任务转移到注意力中心处理。因此，边缘交互可以利用低清晰度过滤的同时，还应该可以被高效唤醒。这不仅意味着任务在边缘范围可以转移到中心，同时也需要将原本在注意力中心的任务转移到边缘范围。屏幕界面可以将人们的注意力吸引到产品本身，但是这种方式不利于让人们放下手中的事情；另外，用户将精力转移到屏幕上，亦需要在屏幕上经历导航、打开应用、应用内的导航等操作才能正式投入任务。Kjetil 为轮船驾驶界面设计的交互模式，考虑到用户图形界面花费在导航上的时间比实际操作的时间更久，大大降低了实际操作的效率，因此设计了在用户接触实体操纵杆时直接唤醒该操纵杆负责的参数界面的交互方式，并在松开操纵杆时保存参数并回到原来的主界面，通过将实体物理方式与用户图形一体化的方式减少了用户的信息负载[25]。

3）随时可以暂离。在将注意力中心和边缘范围转移的过程中要尽量减少用户的心理负担，使转移的过程流畅不突兀。如在用户使用手机填写表单时，中途退出或切换页面重置已填的内容，会造成用户的使

用负担，但是从别的地方粘贴信息又是常见的情况。由于用户的使用环境难以预测，在用户转移注意力之后要保留原本任务的进度，以便于用户在将注意力转移回来时更轻易回到原来的任务状态。以在微信上阅读文章为例，早期的阅读文章场景并不能切换页面，要回复消息只能关掉当前的文章页面，重新找到并打开文章来源已经打断了阅读的专注状态。后来微信加入文章浮窗的后台功能，点击浮窗即可自动回到页面并滑到用户之前阅读的进度，降低了用户重新查找进度的成本。

4　平静技术的设计适用范围

大部分产品的用途并不需要用户完全专注在产品上。因此，平静技术适用于只需要让人们留意而不紧急的情况。有一些产品因需要提醒人们警惕或需要保持投入而不适使用平静设计。

1）警报提醒。警报的作用是提醒用户发生特殊状况，为了用户或设备的安全而需要让用户放弃对原来任务的专注，转而注意到特殊的状况，因此需要紧急将用户的注意力转移到信息提醒上。

2）需谨慎和不可出错的步骤[26]。如在付款和修改密码的行为上，需要用户谨慎输入，以防止造成损失，这一类步骤往往提供严肃的步骤和仪式提醒用户。平静技术的注意力边缘会减弱用户的思考空间，而容易造成风险。

3）沉浸式产品。电子游戏或沉浸式的多媒体设备（如 VR 眼镜）为用户在感官互动上提供极致的体验，需要充分调动用户的各个感官，用户使用的目的往往就是体验产品本身。在使用沉浸式产品时次要的注意力感知也会受阻断或削，Brown JNA 认为 Mihaly Csikszentmihalyi 所描述的高度专注的“心流”现象会减弱对注意边缘的感知，因此心流不利于平静技术发挥作用[27]。

平静技术主要从用户的注意力资源瓶颈和避免信息过载的角度考虑来整体、系统地考虑设计问题，最终达到让产品融入环境、让用户自然交互、让人类优雅生活的目标。尽管平静技术最初是针对计算机领域的设计问题而提出，但平静技术作为一种理念，不止适用于信息化和智能化产品。正如半个世纪前的 Dieter Rams 就说，设计产品应当像英国男管家一样，平时不张扬，但当需要他时，他都很得力。因此，平静技术的设计理念既适用于 APP、网页等信息化产品，也适用于实体的物质产品。

5　结语

平静技术的设计实现也面临一些包括技术和非技术的困难。技术方面，不但感知用户准确的意图的方法和技术待提升，而且在测量数据上也很难定义用户是否分心。非技术的因素更复杂。例如，广告作为主流的商业模式本质上干扰用户，破坏边缘设计。又如，平静技术提倡用户的注意力可以轻易在任务间转移，意味着产品之间的信息可以流畅传输，用户可以随时无缝地从一个平台转移到另一个平台上。以苹果公司的产品为例，在任意设备上（电脑、手机、平板等）拷贝的内容，可以在另一台设备上直接粘贴；手表可以播放正在操作的设备的音乐；传输文件可以通过 AirDrop 隔空投放；AirPods 可以通过语音唤醒 Siri 语音助手和家里的智能家居。这种自然衔接可以让用户得到更流畅的体验，自然可以减少额外的注意力投入。但由于隐私、信任和商业原因，不同企业的产品生态链暂时无法互联，也就为实现平静交互增加了难度。尽管如此，从人的角度考虑，产品设计应当基于平静技术展开，为用户创造更好的心流体验。在技术提供的可能性下，理想的设计是一种考虑使用场景，以用户为中心的设计。

参考文献：

[1] MARK Weiser. The Computer for the 21st Century[J]. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 1991, 3(3): 1.

[2] MARK Weiser. Designing Calm Technology[J]. Xerox PARC, 1995(1): 22-29.

[3] MARK Weiser, JOHN Seely Brown. The Coming Age of Calm Technology[M]. New York: Springer, 1996.

[4] AMBER Case. 交互设计的未来：物联网时代设计原则[M]. 北京：人民邮电出版社, 2017.
Amber Case. Calm Technology: Principles and Patterns for Non-intrusive Design[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2017.

[5] EBLING M. Satya Revisits “Pervasive Computing: Vision and Challenges”[J]. IEEE Pervasive Computing, 2017, 16(3): 20-23.

[6] KJETIL Nordby. Designing Calm Technology and Peripheral Interaction for Offshore Service Vessels[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2016, 20(4): 67-90.

[7] KEITH Edwards, REBECCA E. At Home with Ubiquitous Computing: Seven Challenges[J]. Interacting with Computers, 2001(1): 78-90.

[8] BAKKER S. Acting by hand: Informing Interaction Design for the Periphery of People′s Attention[J]. Interacting with Computers, 2010(3): 119-130.

[9] BAKKER S. Peripheral Interaction: Characteristics and Considerations[J]. Personal & Ubiquitous Computing, 2015, 19(1): 239-254.

[10] ALEXANDRU Tugui. Calm Technologies: a New Trend for Educational Technologies[J]. World Future Review, 2011, 3(1): 10-19.

[11] UGLJEŠA Stankov. Calm ICT Design in Hotels: a Critical Review of Applications and Implications[J]. Inter-

national Journal of Hospitality Management, 2019(1): 82.

[12] UGLJEŠA Stankov, VIACHASLAU Filimonau. Reviving Calm Technology in the E-tourism Context[J]. The Service Industries Journal, 2019, 39(5/6): 78-90.

[13] EBLING M R. Satya Revisits “Pervasive Computing: Vision and Challenges”[J]. IEEE Pervasive Computing, 2017, 16(3): 20-23.

[14] MARK Weiser. The Computer for the 21st Century[J]. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 1991, 3(3).

[15] WEISER M, BROWN J S. Designing Calm Technology[J]. PowerGrid Journal, 1996(1): 75-85.

[16] 白仲航, 刘雅男. 面向注意力的感官交互物质-场产品创新设计方法[J]. 机械设计, 2019, 36(10): 133-139.
BAI Zhong-hang, LIU Ya-nan. Sensory Interaction Su-field Product Innovation Design Method Oriented to Attention[J]. Journal of Machine Design, 2019, 26(10): 133-139.

[17] 徐娟芳. 基于 SEEV 注意力模型的汽车仪表界面设计[J]. 机械设计, 2016, 33(12): 115-118.
XU Juan-fang. Car Dashboard Interface Design Based on SEEV Attention Model[J]. Journal of Machine Design, 2016, 33(12): 115-118.

[18] 白仲航, 刘雅男, 丁满. 面向注意力的感官交互物质—场产品创新设计方法[J]. 机械设计, 2019, 36(10): 133-139.
BAI Zhong-hang, LIU Ya-nan, DING Man. Sensory Interaction Su-field Product Innovation Design Method Oriented to Attention[J]. Journal of Machine Design, 2019, 26(10): 133-139.

[19] BAKKER S. Informing Interaction Design for the Periphery of People’s Attention[J]. Interacting with Computers, 2009(1): 119-130.

[20] 葛列众, 许为. 用户体验: 理论与实践[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2020.
GE Lie-zhong, XU Wei. User Experience: Theory and Practice[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2020.

[21] KJETIL Nordby, ANDREW David Morrison. Designing Calm Technology and Peripheral Interaction for Offshore Service Vessels[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2016, 20(4): 12-39.

[22] BROWN J. “Just the Place for a Snark!”: an Introduction to Calm Technology[C]// Building an Intuitive Multimodal Interface for a Smart Home, Springer International Publishing, 2017.

[23] WEISER M. Designing Calm Technology[J]. PowerGrid Journal, 1996(1): 75-85.

[24] AMBER Case. 交互设计的未来: 物联网时代设计原则[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017.
AMBER Case. Calm Technology: Principles and Patterns for Non-intrusive Design[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2017.

[25] 夏悦. 借助 Wear OS by Google 为小屏幕设备进行设计[EB/OL]. [2019-09-17]. https://www.bilibili.com/video/BV1LJ411w7QA.
XIA Yue. Design for Small Screen Devices with Wear OS by Google[EB/OL]. [2019-09-17]. https://www.bilibili. com/video/BV1LJ411w7QA.

[26] KJETIL Nordby. Designing Calm Technology and Peripheral Interaction for Offshore Service Vessels[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2016, 20(4): 12-13.

[27] BAKKER S. Peripheral Interaction: Characteristics and Considerations[J]. Personal & Ubiquitous Computing, 2015, 19(1): 239-254.

[28] BROWN J. A Measure of Calm[C]// Peripheral Interaction: Shaping the Research and Design Space, CHI 2014 Workshop, 2014.