arXiv:2305.00937v1 [cs.HC] 1 May 2023

自由形式模板：将自由形式策展与结构化模板相结合

Stephen MacNeil
stephen.
macneil@temple.edu 天普大学
美国宾夕法尼亚州费城

Ziheng Huang
z8huang@ucsd.edu 加利福尼亚大学圣迭戈分校 美国加利福尼亚州拉霍亚

Zijian Ding ding@umd.edu
马里兰大学学院公园分校 美国马里兰州西海厄茨维尔

Kenneth Chen
kechen@gatech.edu 佐治亚理工学院 美国佐治亚州亚特兰大

Alexander Yu
awy001@ucsd.edu 加利福尼亚大学圣迭戈分校 美国加利福尼亚州拉霍亚

Kendall Nakai
kendallnakai
@gmail.com Microsoft 美国华盛顿州雷德蒙德

Steven P. Dow
spdow@ucsd.edu 加州大学圣迭戈分校，加利福尼亚州拉霍亚，美国

摘要
在线白板正成为促进协作设计工作的流行方式，它提供了一个可自由发挥的环境，供人们策展创意。然而，随着模板越来越多地被用于为非专家设计师的贡献提供脚手架，了解模板对创作过程的影响至关重要。本文介绍了一项针对大型设计入门课程中114名学生开展的研究结果。我们的结果证实了以往研究的发现：模板能为学生提供起点、共享流程，以及访问自己先前步骤中作品的能力，从而使他们受益。尽管以往研究批评模板过于僵化，我们发现，在自由形式环境中使用模板，会形成自由形式策展的视觉模式，其中概念以空间方式组织、聚类、用颜色编码，并通过箭头和线条连接。我们提出“自由形式模板”这一概念，以阐明模板与自由形式策展如何产生协同作用。

关键词
数字白板、自由形式策展、设计模板、脚手架、创造力支持工具

ACM 参考文献格式：
Stephen MacNeil、Ziheng Huang、Zijian Ding、Kenneth Chen、Alexander Yu、Kendall Nakai 和 Steven P. Dow。2023。《自由形式模板：将自由形式策展与结构化模板相结合》。载于《创造力与认知》（*C&C '23*），*2023*年*6*月*19*日至*21*日，*GatherTown*。ACM，美国纽约州纽约市，11页。https://doi.org/10.1145/3591196.3593337

允许出于个人或课堂用途免费制作本作品全部或部分内容的电子或纸质副本，前提是不得为营利或商业利益制作或分发副本，并且副本首页须附上此声明及完整引文。对于本作品中归他人而非作者所有的组成部分，必须尊重其版权。注明出处后允许摘录。若要以其他方式复制、重新出版、发布到服务器或向列表重新分发，则须事先获得特定许可和/或支付费用。请向 permissions@acm.org 申请许可。*C&C '23*，*2023*年*6*月*19*日至*21*日，*GatherTown*© 2023 版权所有归所有者/作者所有。出版权已授权给 ACM。ACM ISBN 979-8-4007-0180-1/23/06...$15.00
https://doi.org/10.1145/3591196.3593337

1 引言
Miro、FigJam、Mural 和 Google JamBoard 等协作式数字白板平台，正逐渐成为在线环境中促进协作设计工作的流行方式。这些数字白板不仅被专业设计团队使用，也被非设计师用于课堂场景 [32, 34] 和社区设计工作坊 [63]，以协调设计活动。创造力研究者此前的工作主要关注白板如何通过提供灵活且不受限制的画布，供用户组织并不断重新诠释想法，从而支持创造性工作 [30, 35, 36]。这些行为被称为自由形式策展，可能带来自发、即兴且发散的创造过程 [30, 35, 36]。

尽管数字白板有助于开展创造性的设计工作，也让人们更容易在线协作，但它们在很大程度上只是复刻了现有实体白板的功能。数字白板的一项独特优势在于，可以使用模板为设计工作提供脚手架。研究表明，模板有助于新手完成各种设计任务，例如撰写问题陈述 [40], 撰写电子邮件 [25], 甚至设计实验 [48]。因此，研讨会主持人常常会使用或调整“活动模板”，为研讨会参与者的设计贡献提供脚手架。尽管这些模板能够帮助新手表现得更像专家，但它们也常因限制过多而受到批评 [3, 25, 40]。这引出了一个问题：是否可以在发挥模板支架式引导作用的同时，减轻其可能对创造性表达造成的抑制？

本文通过混合方法研究，探讨新手在自由形式数字白板环境中如何使用模板；研究内容是学生如何在一门大型设计课程中使用在线白板。在我们的研究中，设计专业学生（N =114）使用活动模板完成课程作业。活动模板为学生提供了说明和输入区域，以引导他们进行贡献。输入区域采用点状方框的形式，大小从小到大不等，旨在引导学生了解自己应贡献多少内容。我们通过

对访谈数据进行主题分析，并对各团队的白板进行内容分析，评估了学生的过程和成果。

我们的研究结果表明，学生广泛使用模板作为起点，以克服“空白页”带来的障碍，为协调设计活动建立“共同基础”，并为学生提供隐性提示，促使他们反思以往的工作。基于内容分析，我们还观察到“自由形式策展行为模式” [30, 36] 既出现在模板内部，也出现在模板外部。例如，学生利用输入区域内的大块空间，进一步组织、注释和关联自己的想法。同样，他们也利用模板外部的空间来增加灵活性，并思考计划活动之外的内容。

基于这些研究结果，我们提出了自由形式模板这一概念，用以描述数字白板所提供的灵活性如何帮助解决传统模板过于受限的问题 [3, 25, 40] ，同时还为用户提供添加额外结构的机会。我们讨论了对未来基于模板的创造力支持工具设计的启示：这类工具可以摆脱传统界面的束缚，并拥抱开放画布所带来的灵活性。

本文的贡献如下：

- 研究设计专业学生如何在自由形式的数字白板环境中使用模板，并揭示模板如何为学生提供起点、可遵循的流程，以及协调设计工作的共同基础。
- 研究发现，学生在提供的模板内外均会进行自由形式策展，这表明“自由形式模板”既能为学生提供结构指导，也能让他们灵活地策展自己的作品。

2 背景

设计工作坊是让群体参与协作设计活动的一种常见方式。这类工作坊通常以线下活动的形式举办，但数字白板让人们即使在线上也能开展丰富的协作设计活动。我们的工作借助数字白板和模板，为创意设计过程搭建脚手架，从而支持大规模的参与式工作。

2.1 数字白板支持在线环境中的协作设计

设计师和设计团队传统上会使用实体白板进行头脑风暴、构思、绘图和整理想法 [5, 18, 26, 42, 57]。设计师通过用记号笔书写、粘贴便签或绘图，将想法外化。白板为设计师提供了亟需的灵活性，因为内容可以借助橡皮擦和记号笔轻松添加、移除、重新排列和分组 [15]。白板尤其有助于团队成员协调设计活动，因为它们充当“边界物” [6, 54] ，促进沟通并帮助回忆进行中的工作。设计师通过浏览这些白板，可以将他人的贡献重新诠释为“现成物”，从而借鉴某个想法，赋予它新的背景，进而赋予它新的意义 [33, 35]。

在在线环境中，数字白板在很大程度上复现了实体白板所提供的功能。设计师可以在大型二维画布上添加便利贴、绘图和图像这些功能建立在数十年来对可缩放界面的研究之上，例如 PAD++ [4]、IdeaMache [30, 36], 和 LiquidText [58]。然而，与可以擦除和修改的实体白板不同，数字白板支持变更跟踪、版本管理和共享 [8, 20, 53]。保存和共享数字白板的能力，让设计师能够轻松记录设计过程，并返回到先前版本的作品。Miro [1]、FigJam [2] 和 Mural [3] 等数字白板平台还支持协作，使规模较小或极大的设计师团队能够同时处理设计的不同表征。在同步协作时，每位设计师的光标对其他所有协作者都可见——就像一种数字肢体语言。这种对他人行动的外围觉察，使人们能够了解其他人在做什么，以及他们将注意力集中在哪里。尽管人们可能在面对面时对周边设计活动有更好的觉察，但数字白板能够将活动扩展到数量多得多的同步或异步协作者。

2.2 数字白板支持自由形式策展

策展是有意识地选择和组织信息或物件，以传达特定见解或视角的过程 [61]。策展常见于艺术和博物馆展览领域，专业策展人通过精心挑选制品来讲述故事。设计师会借助概念图 [47], 、亲和图 [21], 、用户画像和优先级矩阵 [19] 等工具，对复杂的设计问题进行梳理，并策展其设计产出物和想法。在组织和重新组织设计想法的过程中，设计师能够发现创意关联，实现“创造性飞跃”，并深化对设计情境的理解。

数字白板提供了灵活的二维画布，设计师可以通过策展设计构想和设计产出物来进行意义建构。Linder、Kerne 及其研究团队创造了“自由形式策展”这一术语，用来描述这样一种过程：在数字白板上收集、组合、注释并展示概念，从而形成一个视觉语义整体 [30, 32]。后续研究进一步展示了自由形式策展过程如何帮助学生发现概念之间的关系 [30] ，并识别出策展人在自由形式策展过程中组织概念时自然涌现的视觉模式 [36]。例如，空间排列（形态）和元素分组（组）可能促使策展人创造性地探索并关联概念，从而形成新的理解。策展人推理各元素时不受限制的路径，可能会引发发散式探索，通向意想不到的空间（路径）。信息分层可能有助于策展人创建视觉层级，并在不同抽象层次上进行策展（重叠）。

这些对元素进行的视觉组织可以带来新的想法和联想，但它们依赖偶然性，也依赖策展人形成联想、创建抽象层次并找出探索路径的能力。这些自由形式的空间不仅依赖于

[1] https://www.miro.com [2] https://www.figma.com/figjam/ [3] https://mural.com

策展人对所见内容进行迭代式理解的能力，还要求策展人一开始就将概念放到画布上。填写空白页颇具挑战，尤其是对非专家而言。在经历设计过程时，新手也很容易忽略设计构思中的关键方面，例如利益相关者、后果和目标 [40]。基于这些原因，可能需要额外的支架式引导，尤其是对于非专家而言。

2.3 模板以牺牲灵活性为代价帮助新手

尽管数字白板为设计师提供了不受限制的画布，便于他们自由形式地策展设计工作，但模板也有诸多优点，尤其对非专家而言。在设计领域，模板已得到广泛研究 [3, 12, 25, 40, 48, 64]。模板有助于将注意力集中在重要的设计方面 [25, 40]，并引导用户遵循预先设定的流程 [48]。这些概念性和程序性支架对无法依靠自身专业知识来引导行动的非专家尤其有帮助。然而，研究人员也一再指出模板的弊端：它们过于僵化，缺乏灵活性 [25, 40]。

目前，大多数商业在线白板都提供某种形式的模板，这些模板要么由平台提供，要么来自其终端用户社区。尽管数字白板的模板十分普遍，却很少有研究者对其进行明确研究。例如，Yarmand 等人使用模板来支持研讨会参与者，但并未明确评估模板的使用情况 [63]。其他研究者研究了数字白板，但主要关注创作者在没有模板的情况下如何进行设计工作 [30, 32, 35]。本研究阐明了模板如何在自由形式的白板环境中用于支持协作设计工作。

3 自由形式在线白板中的模板使用研究

我们在加利福尼亚大学圣迭戈分校的一门设计入门课程中举办了为期数周的设计工作坊。本研究旨在更深入地了解在线协作白板的潜力，尤其是如何在自由形式环境中使用结构化模板来支持设计工作。我们重点关注两个方面：1）对数字白板进行内容分析；2）通过后续调查了解参与者的看法。

3.1 背景与参与者

我们招募了加利福尼亚大学圣迭戈分校（UCSD）的一名教职人员，在2021年春季的入门设计课程中使用在线协作白板。该课程共有114名学生，重点是通过以人为中心的设计过程（如需求探寻、原型制作和用户测试）开发交互体验。为支持学生的设计工作，我们开发了一项学习活动，引导他们完成课程中的设计工作。每位学生在参与活动前均填写了同意书，并在完成后续调查后获得一分奖励。本研究已获得UCSD机构审查委员会（IRB）的批准。

3.2 研讨会概述

本研讨会旨在支持学生完成为期两周的设计冲刺。研讨会通过Miro开展；Miro是一个在线白板平台，为学生提供二维画布，以便添加便利贴和文本。Miro支持添加、移动和删除便利贴，还提供评论功能，以及显示协作者光标在画布上位置的协作功能。在课堂内外，3至4名学生组成的团队都使用Miro平台开展设计活动。在四次课堂课时中，各团队进入Zoom分组讨论室，按照提供的活动模板完成不同阶段的活动。图1展示了一个由团队填写完成的模板示例。

3.3 研讨会模板设计

班上大多数学生此前的设计经验有限，因此本次研讨会旨在为他们提供一个与课程内容相符、可供遵循的结构化流程。为了确保研讨会符合学生的经验水平，并实现课程预期的学习成果，我们与授课教师共同设计了模板。我们的目标是将教师的专业知识融入模板中，从而提供一套非专家也能遵循、且只需教师进行有限引导的专业设计流程。

该活动模板引导学生生成设计产出物（用户研究洞察、用户画像、问题陈述、故事板和访谈协议）。学生根据这些设计产出物和最终演示获得评分，但不要求学生使用在线协作白板和提供的模板。

该模板由一系列并排横向排列的纵向面板组成，每个面板内纵向排列着设计活动（如图 1 所示）。每节课上，学生通过从面板顶部向下移动，在单个面板中完成一系列相关的设计活动。每个面板涵盖设计思维过程的不同部分。除了空白模板外，模板下方还提供了一个填写完整的示例，其中填入了不同主题的内容。面板中的每项活动都包含一个标题（例如：“头脑风暴与创意生成”）、相应的指导（例如：“创意很容易产生，所以尽可能多地想出点子。先别急着爱上这些点子，它们还只是想法！”），以及关于预期贡献的说明（例如：“针对每个问题提出几个解决方案（15 分钟）”）。这种支架式引导旨在指导学生开展设计活动。

该模板包含一些点状方框，我们称之为输入框，学生可以在其中添加自己的设计贡献。设置不同大小的框架，其设计目标是以隐含的方式提示学生应贡献多少内容，以便他们知道如何分配精力。例如，头脑风暴输入区域被设计得更大，以容纳更多想法。尽管我们原本预计学生只会做出模板脚手架所引导的那类贡献，但研究结果将表明，学生常常会重新利用这些较大的区域，开展额外的自由形式策展，超出模板脚手架所引导的贡献范围。

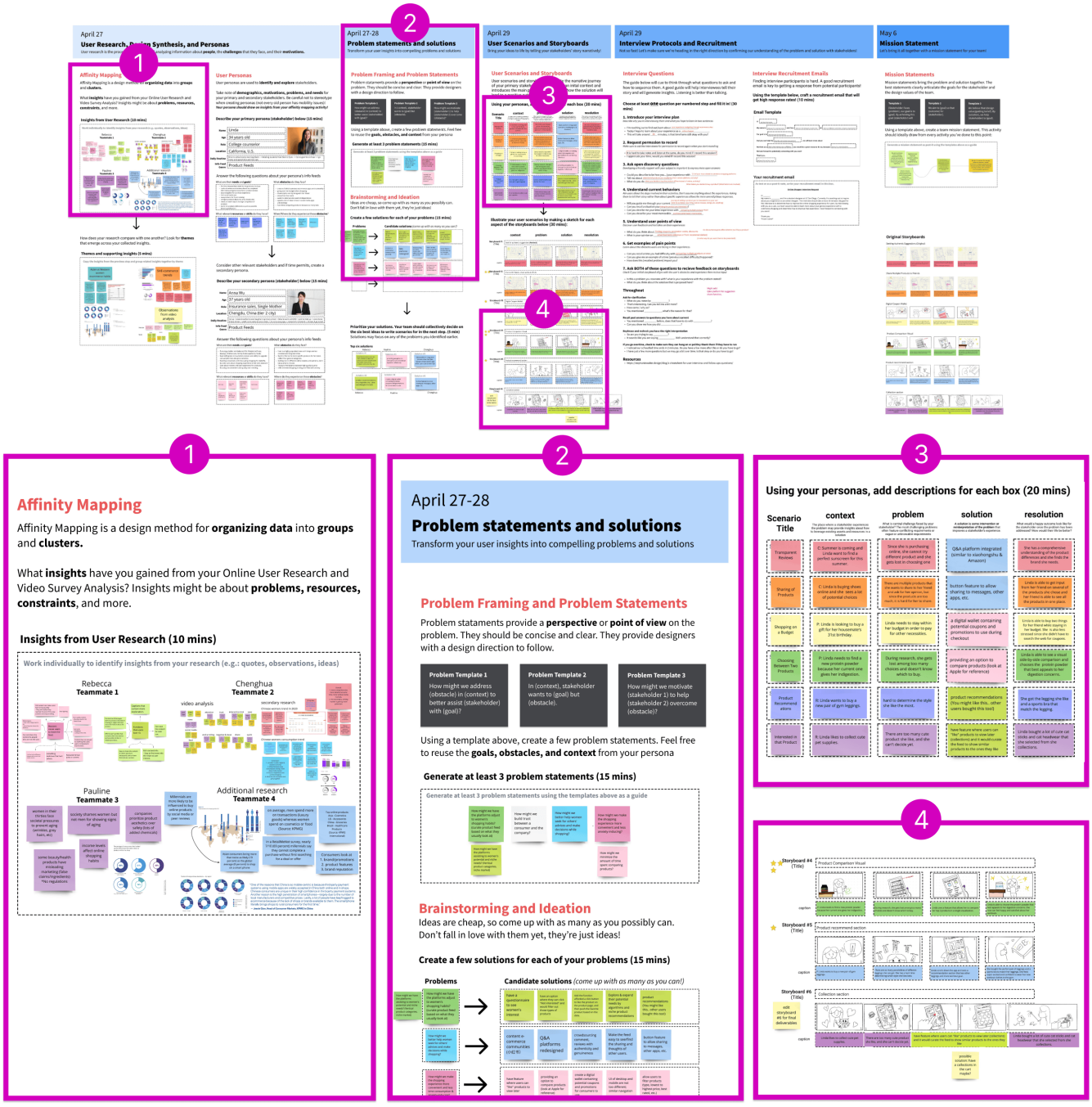


图1：一份来自入门设计课程的模板，其中填有学生添加的彩色便利贴、图像和文本。1）学生原本应添加并整理用户研究中的便利贴，但除了这一预期行为外，他们还添加了数据、文本和图像，并创建了思维导图。2）各面板聚焦于特定主题，并附有指导贡献内容的说明。学生还用颜色突出显示这些活动中的主题。3）较小的输入框限制了学生所能提交的内容。4）学生自发地用便利贴添加注释，并用星星表情符号为最喜欢的故事板投票。

图2展示了一个带有自由形式策展行为的输入框架示例。此外，我们预期，尽管模板之外的画布空间不受限制，学生仍会仅在这些点状区域内工作。

3.4 方法论

本研究旨在更好地了解数字白板的自由形式环境与模板如何影响参与者的设计过程及其最终设计成果（即设计产出物）。为了解参与者的过程与成果，我们收集了有关学生体验的调查数据，以及他们用于完成课程设计工作的数字白板图像。我们采用混合方法分析这些数据，将对白板的内容分析与对调查数据的主题分析相结合。

3.4.1 白板内容分析。为更好地了解学生的过程与成果，我们采用混合方法内容分析法分析了学生的白板。内容分析是分析设计过程成果（即设计产出物）的常用方法。不过，我们采用了一种改良的内容分析方法，其灵感来自设计考古学 [9]，这种方法使我们能够通过分析最终设计产出物来推断设计过程中的情况。这种设计考古学方法会考察制品的外观与功能、使用制品带来的预期和非预期后果，以及象征意义和制作背景等分析维度，从而了解设计师或用户的意图 [9]。例如，在我们的研究中，当学生在模板之外完成额外工作时，我们可以推断，他们曾暂时停止遵循模板所规定的设计过程。有时，我们还可以根据他们选择完成的工作类型，进一步推断模板提供的指导为何不足以满足该团队的需要。过去也曾使用类似的方法分析设计产出物和设计过程 [1, 13, 24]。例如，Do等人此前采用类似方法，通过分析设计师的草图来了解其意图 [13]。Hu等人分析了设计活动中的视频和音频录制内容，以识别发散性设计思维 [24]。Chang-Arana研究了从一系列需求探索访谈中推断用户想法和感受的能力 [1]。

在研究设计过程时，研究人员通常采用参与式观察方法，其中可以包括口语协议分析。这些方法通过观察设计师并收集有关其设计过程的口头和视觉数据，使研究人员能够理解设计过程。我们没有采用这种方法，因为我们的研究是在高度自然的环境中进行的，学生既在课堂时间内开展工作，也在家中完成工作，因此协议分析不太可行。

3.4.2 调查数据分析。在班级的114名学生中，我们收集了65份调查问卷回复，以及来自37个团队的Miro白板。我们对调查问卷回复和白板进行了归纳式主题分析，以探究一个核心问题：团队是否以及如何在在线协作白板的自由形式环境中使用静态模板。设计冲刺结束后的调查包含关于学生使用白板、模板和团队合作体验的封闭式问题。我们还加入了关于学生体验及所面临挑战的开放式问题。我们还对全部37个团队的白板进行了内容分析，并将其下载为矢量图像。两位研究人员采用归纳式编码方法 [50] 审阅这些白板，以探究各白板共有的总体结构和行为。我们还重点识别了白板的独特用法。

4 研究结果

在总共37个团队中，有34个使用了白板。未使用白板的3个团队截至本学期此时已经停止活动。对于其余使用白板的34个团队，我们的内容分析显示，他们全部都包含文本和学生发布的便签。3个团队使用自由手写功能在白板中输入文本。在以下小节中，我们将呈现学生调查回复中的引文，以及我们对这些白板模板进行的内容分析结果。

4.1 模板有效地为设计工作提供了脚手架，并促进了协作

4.1.1 模板为团队提供了一个起点。一些参与者强调，为创意工作找到一个起点很重要：

> “模板帮助我们启动了项目……对规划过程很有帮助。”（P37）

完整示例模板也很有帮助，它为参与者提供了如何完成活动的示例。P17说，他们的团队“经常参考这些示例，看看我们是否走在正确的道路上”。当他们遇到困难时，这些示例也能作为重新开始的起点：

> “我们经常把模板用作参考，发现它很有用，因为它展示了我们的成果应该是什么样子。”（P8）

模板中的示例和说明，以及诸如点状输入区域大小之类的视觉提示，让学生明白他们的成果应达到什么要求，从而减少了困惑：

> “[这些模板] 为团队提供了工作要求方面的指引。”（P24）

学生们表示，模板不仅提供了一个起点，还帮助团队创建了可用于后续阶段的中间设计产物。参与者（5/65）表示，模板帮助他们将一个步骤与另一个步骤衔接起来。

> “我认为，一个好处是能够看清我们进行到了哪些步骤，以及每个步骤如何承接下一步。这让整个过程连贯起来，也更容易跟进。”（P33）

作为起点，多名学生（12/65）明确表示，模板让设计过程更适合初学者。不过，也有少数学生（5/65）提到可用性问题、难以发现的功能，或学习曲线。例如，

> “一开始，这些功能很难使用，因为我以前从未用过这个平台，不过摸索一番后，我就慢慢熟悉了。”（P33）

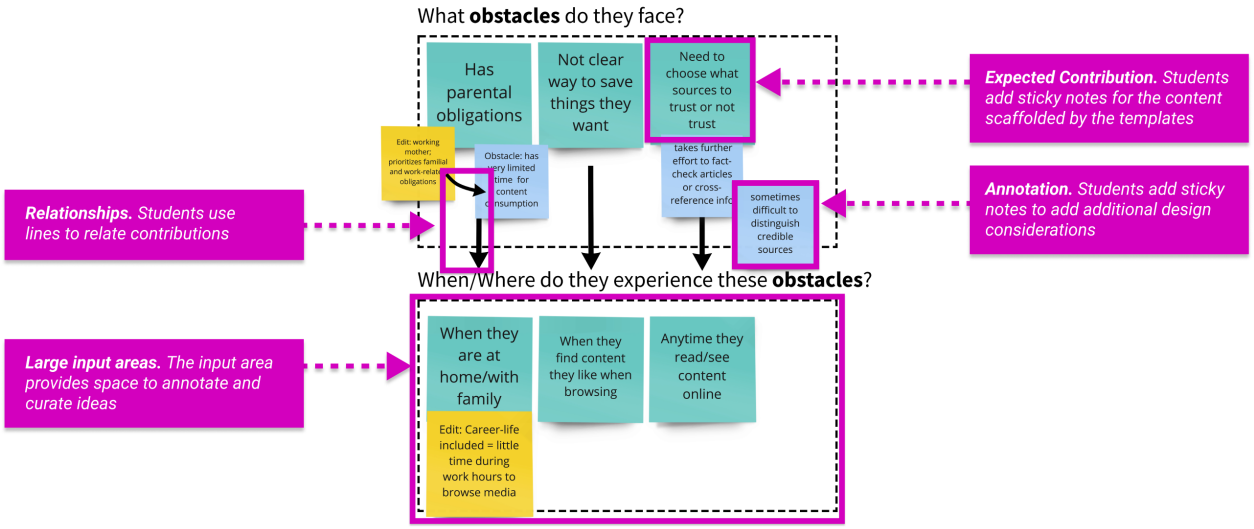


图 2：自由形式模板。这些模板包含大小不一的输入区域，旨在引导用户投入。在这个例子中，两个较大的输入区域都被重新利用，用于批注和关联各项贡献。这些自由形式策展行为发生在输入区域内外，因此我们在讨论中将这些模板称为"自由形式模板"。

4.1.2 模板帮助团队围绕共享流程协调协作。在被问及他们的体验时，许多学生（28/65）明确表示，模板为他们提供了一个必要的流程，让他们在整个研讨会期间有所遵循。例如，

> "这个模板让我很容易跟上项目的各个阶段。所有内容都被整理成不同的部分，各部分相互衔接。"（P46）

该模板提供了一个共享流程，使团队能够围绕各自的工作建立共同基础 [10, 16]。在与新成员或设计技能和经验各异的人合作时，这一点尤其有帮助：

> "[与我不认识的人合作时，白板和模板] 尤其有用，因为它提供了一个基础模板，让我们所有人都能遵循，而不受经验水平的影响。"（P13）

模板提供的流程有助于让参与者不偏离方向，并在研讨会中有效推进工作；此外，模板还充当了实时仪表板，帮助团队分配任务、跟踪每位团队成员的进度，并促使团队成员及时提供反馈。例如，P21 描述了他们的团队如何使用白板来跟踪每位团队成员的进度：

> "..... [我们] 实时了解了每位团队成员在做什么，因为我们当时都在一起工作。"（P21）

这种实时了解也让团队成员能够协调工作。正如 P31 所说："组织工作并为每位团队成员分配任务非常容易。" P24 描述了监看团队如何促使他提供反馈："[看到其他人写的内容真] 不错，这样我就能给出反馈"（P24）。P17 写道，模板有助于规划：

> "所有团队成员似乎都能轻松跟上进度，了解我们正在做什么，以及计划第二天做什么。"（P17）

最后，模板似乎为学生提供了他们的工作和进度的视觉摘要：

> "能够以连贯、直观的方式呈现我们的工作以及一路走来的步骤，确实很有帮助。我们很容易就能看出还有哪些工作要完成。"（P30）

4.1.3 参与者常常会参考前序步骤中的信息。参与者描述了白板如何在整个设计过程中始终充当参考点和资源：

> "在我们开始起草演示文稿之前，白板一直是我们开展项目工作的核心场所，因为之前的工作都集中在同一处，所以我们很容易在此基础上继续完善。模板让我们始终不偏离方向，也帮助我们理解项目中不同阶段如何相互作用、彼此影响。"（P48）

参与者经常回顾之前的步骤和设计贡献，以帮助他们开始后续步骤：

> "我也很喜欢我们在整个项目中都使用了 Miro，因为这样很容易追踪进度，也能在后续构思时回顾之前的步骤。"（P53）

三位参与者用"流程"来描述模板如何引导他们完成设计活动。例如，P34 说：

> "...我们能够回顾并查看之前的步骤
> 例如问题、解决方案、故事板等。白板帮助我们以清晰的方式整理信息
> 而且我们只需沿着流程进行即可。"（P34）

参与者（10/65）在回顾模板时提到的一项主要益处，是能够整理并串联想法：

> “同步查看彼此的内容很不错……这帮助我们将进展可视化，也更容易将彼此的想法连接起来。”（P28）

4.1.4 尽管模板具有诸多益处，但少数学生认为模板具有限制性。 模板是一个有用的脚手架，能够帮助团队启动工作，引导他们完成设计过程，并支持他们对先前活动进行反思和重新诠释。然而，一些参与者也指出了使用模板来构建设计工作坊的不足之处。例如，有几名学生（16/65）提到，模板较为僵化，而团队可能有自己偏好的设计过程开展方式，与所提供的模板有所不同。P24表示，研讨会模板“迫使用户遵循这一结构”。P48进一步阐述了这一观点，暗示了使用模板可能带来的利弊：

> “尽管该模板对这个特定项目很有用，但我可以想象，设置如此多的约束可能会限制人们使用白板的方式。”

4.2 参与者在模板内外创造了灵活性

我们在内容分析中观察到，参与者在模板内外以多种方式创造了额外的结构和灵活性。图3展示了参与者在模板框架内外进行操作的一些实例。以下小节将介绍内容分析的主要发现。

4.2.1 参与者进一步整理了输入框架中的贡献。在模板中，学生被要求添加便利贴。我们观察到，各团队通过将相关便利贴归类在一起（15/34）、对其进行颜色编码（31/34），或创建箭头来表示便利贴之间的关系，从而赋予内容更多含义。团队成员还使用颜色来区分自己与他人的贡献。这种行为可能体现了对贡献归属的需求，也可能是协调设计活动、同步协作所必需的方法。少数团队（2/34）还使用评论功能进行协调或提供反馈，例如，一名学生给团队成员留下了以下评论：

> “如果能加入一个具体主题，让这个情境更加具体，就会很有帮助已删节
>
> 名称 正在寻找 .”（第3组）

此外，三个团队使用便利贴作为评论，以元层面的方式交流设计工作。例如，第6组有一张便利贴给团队其他成员提出建议：“或许可以添加：用于分享建议的问答平台功能。”

4.2.2 参与者使用模板之外的区域进行临时设计工作。 Miro提供的大型二维画布，为学生在模板之外开展其他设计活动提供了充足空间。我们原本预期学生会明确地在模板内开展工作；然而，根据我们的内容分析，我们观察到，略少于一半的团队（16/34）在模板指定边界之外完成了设计工作。例如，一个团队在白板的空白区域创建了情绪板。另一个团队创建了优先级矩阵（见图3，第11组）。除了完成这些自我搭建脚手架的设计活动外，我们还观察到学生利用模板外的空间开展元设计工作。例如，学生使用 Miro 侧边栏、评论和便利贴来总结设计工作并分配任务。

4.2.3 参与者在模板中添加了指向外部作品的超链接。模板旨在为学生提供完成设计工作所需的支架式引导。我们观察到，少数团队（34组中的4组）至少在外部工具中完成了一项活动，并在白板中添加了指向该工具的链接。例如，一些学生选择使用带有故事板功能的专用工具制作故事板，而另一些学生则选择在 Google 文档中编写访谈问题，并将其链接添加到提供的模板中。这些行为表明，Miro 白板和模板起到了协作枢纽的作用。

5 讨论

在本研究中，我们考察了学生如何在 Miro 的自由形式在线协作白板上使用结构化设计模板。研究结果为我们深入了解学生如何在这一自由形式环境中使用模板提供了新见解。

5.1 数字白板模板为非专家带来重要益处

根据对白板内容的分析和学生调查数据，我们发现，模板为协作提供了不可或缺的起点，也能在协作重新开始时发挥作用。模板似乎能提供初始的创造性约束 [46, 55] ，帮助学生避免因白板的无限可能性和“空白页”效应 [28]而产生的固着。除了提供起点之外，模板还展示了一套易于遵循的专家流程，为团队沟通“奠定基础” [10, 16] ，即使团队中的设计师此前未曾合作，或设计经验水平各不相同，也能发挥这一作用。模板提供了“进度的可视化呈现”，并支持团队反思已完成的工作。

学生们谈到，他们会经常回顾和反思之前的工作，以此为未来步骤和设计活动提供参考。为学生提供在新情境中重新审视其工作的明确机会，可能会促进创造力重组 [60] 和反思。同样，学生们谈到，模板为他们提供了“进度的可视化呈现”以及已完成工作的“可视化呈现”。最后，学生们谈到，他们会使用模板下方的示例来帮助指导下一步行动。

与先前的研究 [25, 40],一致，我们发现模板具有一定的限制性，24.6%的学生提到，他们更希望使用不同的模板，或者模板以某种方式限制了他们 [25, 40]；然而，我们还了解到，参与者总体上对使用模板的体验持积极态度。我们观察到，参与者通过在模板内外开展工作，创造了额外的灵活性和结构。

参与者使用便利贴和评论，并在模板之外完成额外的设计工作，以获得更大的灵活性。在模板的输入区域内，参与者通过箭头创建额外的结构，将便利贴彼此关联起来

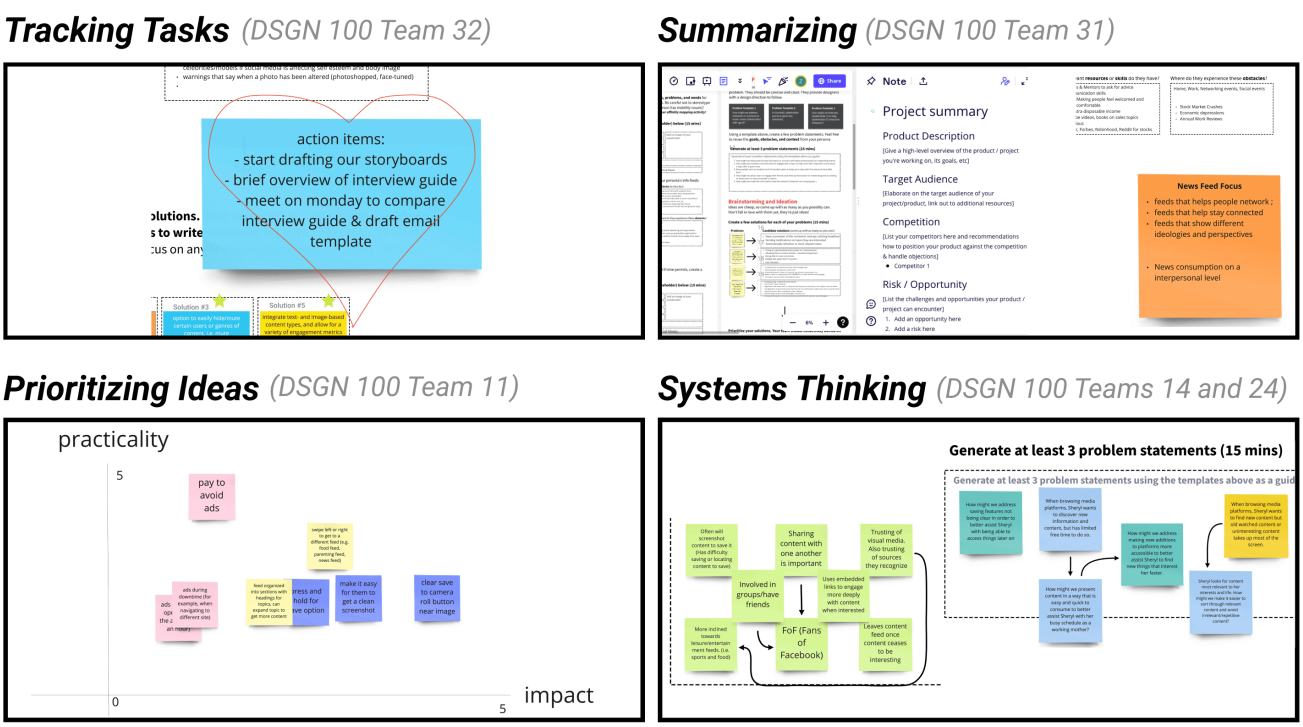


图3：内容分析展示了参与者如何在模板内外开展工作，以提供更多结构和灵活性。参与者使用便利贴跟踪任务，使用便利贴和侧边栏总结想法，并利用开放空间开展优先级矩阵等其他活动。他们还使用箭头、空间分组和便利贴颜色来传达更多含义。在上述每种情况下，团队的做法都超出了模板所提供的支架式引导。

。他们还使用颜色和空间分组，为自由形式输入区域增添更多含义和结构。我们的研究结果揭示了自由形式的在线白板如何让模板的使用体验不那么死板。这表明，模板与自由形式策展 [30, 32, 36] 可以相辅相成。

5.2 自由形式模板：结构化设计流程中的自由形式策展

先前研究已证明，自由形式策展有助于设计师发现新兴关系和设计概念的潜力 [30]。研究人员还发现，学生通过自由形式策展来组织想法时，会自然形成某些视觉思维模式 [36]。例如，学生会通过空间布局和元素分组，以富有创意的方式探索并联想概念，从而形成新的理解。在这些研究中，学生能够探索不同的路径，并通过叠加内容创建视觉层级，以多个抽象层次进行思考。然而，自由形式策展依赖偶然性，也依赖用户策展作品的能力。尽管模板可以提供引导，却因限制性过强而受到批评 [25, 40]。我们的研究结果表明，在自由形式环境中使用模板有望成为一种协同方法，在这两个此前相互分离的概念之间搭建桥梁。除了模板在我们的研究中提供的传统支架式引导益处外，我们还观察到，学生在模板内外工作时，会自行构建额外的结构，并为自己增添灵活性。

我们将*自由形式模板* 定义为在自由形式环境中使用、并包含较大输入区域以引导用户贡献的模板。这些模板既允许自由形式输入，也提供模板通常具有的结构和支架式引导。

5.2.1 模板内外的自由形式策展。 研究表明，模板有助于非专业设计师 [3, 25, 40]。然而，模板也因限制过多而受到批评，这可能不利于创造力。*自由形式模板* 在模板内提供宽敞且可缩放的贡献空间，允许自由形式输入。宽敞的开放区域为学生提供了创造性地组织和分组设计概念的机会，从而发现新的关系、含义和想法。学生还可以在模板之外利用不受限制的空间进行创造性探索。

在我们的研究中，当学生使用*自由形式模板*时，我们观察到自由形式策展模式 [30]：学生在提供的模板内外开展工作，以构建额外的结构并提升灵活性。在模板之外，学生会完成补充性的设计工作，例如制作情绪板和优先级矩阵。他们还添加评论和便利贴，作为元设计工作的一部分，以协调团队协作并反思

并总结他们的设计工作。在模板内，我们观察到学生如何用颜色标记便利贴、在空间上对其进行组织和分组，并添加箭头来探索设计概念之间的关系。

最后，我们观察到学生会在数字白板环境中链接到其他工具。通常，他们会用专门支持相应设计活动的外部工具，替代原有的支架式引导活动。这些观察与近期提出的呼吁相一致：打破围墙花园和信息孤岛，避免用户不得不在工具带中的不同工具之间切换 [7, 17]，或缝合所用平台之间的接缝 [56]。这些观察也为一场持续进行的讨论增添了新的见解：设计师有时需要扮演缝合者的角色，将较大的设计平台中零散的想法拼接起来 [11]。

5.2.2 自由形式模板在灵活性与引导性之间取得平衡。根据我们的研究，自由形式模板似乎既能提供灵活性，也能有效地在设计过程中为学生提供支架式引导。借用自由形式策展中的术语，模板本身为学生提供了一条可循的“路径”，但我们也观察到，有些学生会偏离既定路径，进入意想不到的领域。模板还通过呈现高层级设计活动及其低层级细节的“视觉层级”，帮助组织流程与细节。这条路径和视觉层级促使团队频繁回顾前序步骤中的信息，并在不同活动和输入区域之间建立概念关联。这表明，模板并未将不同输入区域彼此隔离，而是将它们连接成一个“视觉语义整体”，以支持模板内外的进一步构思。这些路径、层级，以及将作品视为视觉语义整体的做法，都是自由形式策展视觉模式的典型特征 [30]。

5.3 未来工作：自由形式模板捕获设计数据

以往研究者指出，记录设计过程会带来诸多挑战，包括增加设计师的工作量、占用设计工作时间，以及可能打断设计师的创意流 [2, 45, 59]。为减少记录所需的额外工作，研究者探索了“边做边记录” [45]的技术。然而，对于自由形式模板而言，“做”就是记录。模板既体现了不断演变的设计过程，也通过捕捉关键决策对其进行记录。例如，在我们的模板中，团队可以填写利益相关者、问题和解决方案。通过为这些白板增加基于事件的数据跟踪，或许可以收集各团队的设计决策，甚至生成报告，供参与者用于新团队成员的入职引导、回顾以往工作，以及与利益相关者沟通。

5.3.1 框架能够有效收集并标记数据。在我们的研究中，我们观察到了一些初步证据，表明自由形式模板能够有效地将参与者的设计贡献记录为结构化的**设计数据**。我们的模板包含较大的点状方框，我们称之为输入框，学生可以在其中添加自己的设计贡献。本研究中的参与者都正确地将便利贴放置在这些输入框内，只有一个例外：其中一位参与者将多张便利贴贴在输入框周围，因此只有框内的便利贴被记录下来。这些输入框使我们能够轻松地将白板上的设计数据收集并存储到数据库中，并使用与模板中收集该数据的输入框相对应的标签。这样，我们就能知道便利贴所指的是利益相关者、障碍、解决方案，还是其他某种设计数据类型。

5.3.2 设计数据的潜在用途。以往的创造力支持工具常利用带标签的数据提供个性化建议 [41, 52]，或在设计图库中支持分面搜索 [14, 22, 29, 31, 39, 43, 44, 51]。在以往的研究中，这通常需要投入大量人工：通过众包进行标注 [23, 29],，采用只能提取有限特征的算法方法 [39]，或通过识别视觉分组来推断含义 [27]。我们的研究表明，借助模板中的输入框，模板能够提供必要的上下文，从而实时准确地捕获异质设计数据。进一步的研究可以阐明创造力支持工具应如何有效利用这些设计数据。例如，向团队展示其自身及他人工作的自动摘要或许能带来价值，但如果缺少明确的指引或信息气味 [49] 来保留设计数据的上下文和溯源信息，数据就可能脱离原有语境。

最后，除了获取带标签的设计贡献外，输入框架还可以提供有关设计数据之间本体关系的额外背景信息。例如，框架可能收集特定的数据类型，例如 利益相关者、问题、目标、解决方案 以及其他设计信息。从理论上讲，这些数据类型可以通过本体关系彼此关联。例如，(*Stakeholder*) – [: *hasA*] – > (*Problem*)。这初步展现了利用设计数据构建设计数据模型的潜力。未来的工作可以探索创建底层设计数据的多种表征的机会。例如，WritLarge 系统展示了用户如何在等价的表征之间灵活转换——例如在手写与文本之间进行转换 [62]。在我们的案例中，这可能意味着在利益相关者、目标和障碍与包含这些信息的问题陈述之间进行转换。

6 结论

在本文中，我们开展了一项混合方法研究，探讨设计学生如何在自由形式数字白板环境中使用模板。我们展示了模板如何帮助学生完成设计过程：为他们提供起点、程序性指导，以及设计工作可视化呈现，从而帮助协调各团队的设计活动，并支持他们反思设计工作。我们还提出了自由形式模板 这一概念，它既为学生提供结构和支架式引导，又提供创意工作所必需、但传统模板通常缺乏的额外灵活性。我们讨论了这些自由形式模板对设计文档和设计数据收集的影响，同时指出它们仍具备模板一贯的传统优势。

致谢

我们谨向加州大学圣迭戈分校入门设计课程的学生和教学团队致谢。我们也感谢审稿人提供的反馈，这些反馈帮助我们改进了论文的最终版本。

参考文献

[1] 2020. 读懂用户的心思：设计师在推断与设计相关的想法和感受方面表现出很高的准确性。《国际设计工程技术会议与计算机和信息工程会议论文集》，第8卷：第32届设计理论与方法学国际会议（DTM）。https://doi.org/10.1115/DETC2020-22245 arXiv:https://asmedigitalcollection.asme.org/IDETC-CIE/proceedings-pdf/IDETC-CIE2020/83976/V008T08A029/6586489/v008t08a029-detc2020-22245.pdf V008T08A029。[2] Jeffrey Bardzell、Shaowen Bardzell、Peter Dalsgaard、Shad Gross 和 Kim Halskov。2016。记录通过设计进行研究的过程。载于*2016*年*ACM*交互系统设计会议论文集（澳大利亚昆士兰州布里斯班）（*DIS '16*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，96–107。https://doi.org/10 1145 2901790 2901859 。/。Jared S. Bauer 和 Julie A. Kientz。。[3] 2013. DesignLibs：一种用于构思的基于情景的设计方法。载于*SIGCHI*计算系统中的人为因素会议论文集（法国巴黎）（*CHI '13*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，1955 1958 10 1145 2470654 2466258 –。[4] 1994. https://doi.org/。/。Benjamin B Bederson 和 James D Hollan。。Pad：用于探索不同界面物理特性的缩放图形界面。载于第*7*届*ACM*用户界面软件与技术年度研讨会论文集。17–26。[5] Rachel Bellamy、Michael Desmond、Jacquelyn Martino、Paul Matchen、Harold Ossher、John Richards 和 Cal Swart。2011。构思草图工具（NIER专题）。载于第*33*届国际软件工程会议论文集（美国夏威夷州檀香山威基基）（*ICSE '11*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，808 811 10 1145 1985793 1985909 –。[6] 1994. https://doi.org/。/。Susanne Bødker 和 Ellen Christiansen。。情景作为计算机支持的协同工作设计的起点。*DAIMI*报告系列488（1994）。[7] Marcel Borowski、Luke Murray、Rolf Bagge、Janus Bager Kristensen、Arvind Satyanarayan 和 Clemens Nylandsted Klokmose。2022。Varv：作为声明式数据结构的可重新编程交互软件。载于*2022*年*CHI*计算系统中的人为因素会议论文集。1–20。[8] Stacy Branham、Gene Golovchinsky、Scott Carter 和 Jacob T. Biehl。2010。让我们离开白板：通过白板捕获与再利用支持工作过渡。载于*SIGCHI*计算系统中的人为因素会议论文集（美国佐治亚州亚特兰大）（*CHI '10*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，75 84 10 1145 1753326 1753338 –。[9] 2019. https://doi.org/。/。Leona Chandra Kruse、Stefan Seidel 和 Jan vom Brocke。。设计考古：从现实世界的人工制品设计中生成设计知识。载于拓展设计科学理论与实践的边界：第*14*届信息系统与技术设计科学研究国际会议（*DESRIST 2019*），美国马萨诸塞州伍斯特，*2019*年*6*月*4*日至*6*日，论文集*14*。施普林格，32–45。[10] Herbert H Clark 和 Susan E Brennan。1991。传播中的共同基础。（1991）。[11] Dharma Dailey 和 Kate Starbird。2017。社交媒体缝合者：将平台与受众编织进本地危机基础设施。载于*2017*年*ACM*计算机支持的协同工作与社交计算会议论文集。1277–1289。[12] Ryan Deschamps、Nick Ruest、Jimmy Lin、Samantha Fritz 和 Ian Milligan。2019。Archives Unleashed笔记本：用于启动网络档案学术探索的Madlibs。载于*2019*年*ACM/IEEE*数字图书馆联合会议（*JCDL*）。IEEE，337–338。[13] Ellen Yi-Luen Do、Mark D Gross、Bennett Neiman 和 Craig Zimring。2000。设计图中的意图及其相互关系。《设计研究》21，5（2000），483–503。[14] Volodymyr Dziubak 和 Andrea Bunt。2018。Prism：通过交互式搜索轨迹增强平面设计师的视觉研究。载于*2018*年交互系统设计会议论文集。1283–1294。[15] Katherine M. Everitt、Scott R. Klemmer、Robert Lee 和 James A. Landay。2003。两个截然不同的世界：弥合分布式设计协作中实体与虚拟媒介之间的鸿沟。载于*SIGCHI*计算系统中的人为因素会议论文集（美国佛罗里达州劳德代尔堡）（*CHI '03*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，553–560。https: //doi.org/10 1145 642611 642707 。/。Gerhard Fischer 和 Jonathan Ostwald。2005。设计社群中的知识传播。载于计算机媒介知识传播中的障碍与偏见。施普林格，213–242。[16] Amy Rae Fox、Philip Guo、Clemens Nylandsted Klokmose、Peter Dalsgaard、Arvind Satyanarayan、Haijun Xia 和 James D. Hollan。2020。迈向动态多尺度个人信息空间：超越以应用程序和文档为中心的信息视图。载于第四届艺术、科学与编程工程国际会议伴随论文集（葡萄牙波尔图）（Programming '20）。计算机协会，纽约，美国，136 143 10 1145 3397537 3397542 –。https://doi.org/。/。[17] 2015. Florian Geyer、Jochen Budzinski 和 Harald Reiterer。2012。IdeaVis：用于基于纸张的协作式草图绘制会议的混合工作空间与交互式可视化。载于第七届北欧人机交互会议论文集：通过设计理解（丹麦哥本哈根）（NordiCHI '12）。计算机协会，纽约，美国，331 340 10 1145 2399016 2399069 –。[18] 2002. https://doi.org/。/。Jonathan Grudin 和 John Pruitt。。用户画像、参与式设计与产品开发：参与基础设施。载于 PDC 论文集，第 2 卷。144–152。[19] Raja Gumienny、Lutz Gericke、Matthias Wenzel 和 Christoph Meinel。2013。支持全球分布式公司的创造性协作。载于 2013 年计算机支持的协同工作会议论文集（美国得克萨斯州圣安东尼奥）（CSCW '13）。计算机协会，纽约，美国，995 1007 10 1145 2441776 2441890 –。[20] 2015. https://doi.org/。/。Gunnar Harboe 和 Elaine M Huang。。真实情境中的亲和图绘制实践：弥合纸质与数字化鸿沟。载于第 33 届 ACM 人机交互年度会议论文集。95–104。[21] Scarlett R Herring、Chia-Chen Chang、Jesse Krantzler 和 Brian P Bailey。2009。获得灵感！理解示例在创意设计实践中的使用方式及原因。载于 SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。87–96。[22] Tom Hope、Joel Chan、Aniket Kittur 和 Dafna Shahaf。2017。通过类比挖掘加速创新。载于第 23 届 ACM SIGKDD知识发现与数据挖掘国际会议论文集（加拿大新斯科舍省哈利法克斯）（KDD '17）。计算机协会，纽约，美国，235 243 10 1145 3097983 3098038 –。https://doi.org/。/。Ying Hu、Xing Du、Nick Bryan-Kinns 和 Yinman Guo。2019。通过服务设计新手的可观察行为识别发散性设计思维。《技术与设计教育国际期刊》29（2019 年 11 月）。https://doi.org/10 1007 10798 018 9479 7 。/s - - - Julie S Hui、Darren Gergle 和 Elizabeth M Gerber。2018。Introassist：一款支持撰写入门性求助请求的工具。载于 2018 年 CHI计算系统中的人为因素会议论文集。1–13。[23] Nanna Inie 和 Peter Dalsgaard。2020。交互设计师如何使用工具管理创意。《ACM人机交互会议论文集》27，2，文章 7（2020 年 3 月），26 页。https://doi.org/10.1145/3365104[24] Ajit Jain、Andruid Kerne、Nic Lupfer、Gabriel Britain、Aaron Perrine、Yoonsuck Choe、John Keyser 和 Ruihong Huang。2021。识别创意视觉设计：自由形式网页策展文档中的多尺度设计特征。载于第 21 届 ACM文档工程研讨会论文集（爱尔兰利默里克）（DocEng '21）。计算机协会，纽约，美国，文章 18, 10 10 1145 3469096 3469869 页。[25] 2009. https://doi.org/。/。Caneel K Joyce。。空白页：约束对创造力的影响。加利福尼亚大学伯克利分校。[26] Hyeonsu B. Kang、Gabriel Amoako、Neil Sengupta 和 Steven P. Dow。2018。Paragon：一个利用视觉示例增强设计反馈的在线画廊。计算机协会，纽约，美国，1–13。https://doi.org/10.1145/3173574.3174180[27] Andruid Kerne、Nic Lupfer、Rhema Linder、Yin Qu、Alyssa Valdez、Ajit Jain、Kade Keith、Matthew Carrasco、Jorge Vanegas 和 Andrew Billingsley。2017。自由形式网页策展策略：通过既有作品进行创造性参与的过程。载于 2017 年 ACM SIGCHI创造力与认知会议论文集。380–392。[28] Brian Lee、Savil Srivastava、Ranjitha Kumar、Ronen Brafman 和 Scott R Klemmer。2010。使用交互式示例画廊进行设计。载于 SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。2257–2266。[29] Rhema Linder、Nic Lupfer、Andruid Kerne、Andrew M Webb、Cameron Hill、Yin Qu、Kade Keith、Matthew Carrasco 和 Elizabeth Kellogg。2015。超越幻灯片软件：自由形式演示媒介如何激发课堂中的自由形式思维。载于 2015 年 ACM SIGCHI创造力与认知会议论文集。285–294。[30] Lucy R. Lippard。1971。《艺术中的达达》，Lucy R. Lippard 编。Prentice-Hall，恩格尔伍德克利夫斯，新泽西州。xii，178 页。[31] Nic Lupfer、Andruid Kerne、Rhema Linder、Hannah Fowler、Vijay Rajanna、Matthew Carrasco 和 Alyssa Valdez。2019。多尺度设计策展：支持计算机科学学生进行迭代式与反思式创造过程。载于 2019 年创造力与认知会议论文集（美国加利福尼亚州圣迭戈）（C&C '19）。计算机协会，纽约，美国，233–245。https://doi.org/10 1145 3325480 3325483 。/。Nic Lupfer、Andruid Kerne、Andrew M. Webb 和 Rhema Linder。2016。自由形式策展模式：利用网页内容进行视觉思维。载于第 24 届 ACM多媒体国际会议论文集（荷兰阿姆斯特丹）（MM '16）。计算机协会，纽约，美国，12–21。[35]

https://doi.org/ 10 1145 2964284 2964303 。/。[36] Nic Lupfer、Andruid Kerne、Andrew M Webb 和 Rhema Linder。2016。自由形式策展模式：利用网页内容进行视觉思维。载于第 *24* 届 *ACM*多媒体国际会议论文集。12–21。[37] Stephen MacNeil、Sarah Abdellahi、Mary Lou Maher、Jin Goog Kim、Mohammad Mahzoon 和 Kazjon Grace。2018。与大众共同设计并为大众设计：NatureNet 设计过程的认知研究。载于设计计算与认知。Springer International Publishing，55–73。[38] Stephen MacNeil、Zijian Ding、Ashley Boone、Anthony Bryce Grubbs 和 Steven P. Dow。2021。在设计空间中找到位置：大规模支持社区设计工作的挑战。*ACM*人机交互会议论文集5，CSCW1，文章 172（2021 年 4 月），30 页。https://doi.org/10.1145/3449246 [39] Stephen MacNeil、Zijian Ding、Kexin Quan、Ziheng Huang、Kenneth Chen 和 Steven P. Dow。2021。ProbMap：通过特征提取和语义聚类自动构建设计图库。载于第 *34* 届 *ACM*用户界面软件与技术年度研讨会伴随论文集（美国线上活动）*(UIST '21 Adjunct)*。计算机协会，纽约，美国，134–136。https://doi.org/10.1145/3474349.3480203[40] Stephen MacNeil、Zijian Ding、Kexin Quan、Thomas j Parashos、Yajie Sun 和 Steven P. Dow。2021。构建创意工作框架：通过交互式支架式引导帮助新手更好地界定问题。载于创造力与认知（意大利线上活动）*(C&C '21)*。计算机协会，纽约，美国，文章 30, 10 10 1145 3450741 3465261 页。[41] https://doi.org/。/。Mary Lou Maher 和 Kazjon Grace。。在基于案例的推理和推荐系统中激发好奇心。载于国际案例推理会议。施普林格，3–15。[42] Nicolas Mangano、Thomas D. LaToza、Marian Petre 和 André van der Hoek。2014。利用交互式白板支持非正式设计。载于*SIGCHI*计算系统中的人为因素会议论文集（加拿大安大略省多伦多市）*(CHI '14)*。计算机协会，纽约，美国，331 340 10 1145 2556288 2557411 –。https://doi.org/。/。[43] Dimitri Masson、Alexandre Demeure、Zeina Abu-Aisheh、Gaëlle Calvary 和 Gilles Bisson。2014。网页设计图库：给我一些类似风格！关于真实值数据集的主张。载于第八届北欧人机交互会议论文集：有趣、快速、基础。357–360。[44] Philip Mendels、Joep Frens 和 Kees Overbeeke。2011。Freed：一种在设计过程中为数字馆藏创建多个视图的系统。载于*SIGCHI*计算系统中的人为因素会议论文集。1481–1490。[45] Iván Sánchez Milara、Georgi V Georgiev、Jani Ylioja、Onnur Özüduru 和 Jukka Riekki。2019。“边做边记录”：一款用于创客空间环境的文档工具。《设计期刊》22（2019），2019–2030。[46] C Page Moreau 和 Darren W Dahl。2005。设计解决方案：约束对消费者创造力的影响。《消费者研究杂志》32，1（2005），13–22。[47] Joseph D Novak 和 Alberto J Cañas。2006。概念图背后的理论及其构建方法。佛罗里达人机认知研究所1，1 2006 1 31( )，–。[48] Vineet Pandey、Justine Debelius、Embriette R Hyde、Tomasz Kosciolek、Rob Knight 和 Scott Klemmer。2018。Docent：通过内容学习和过程训练，将个人直觉转化为科学假设。载于论文集第五届 *ACM* 规模化学习年度会议. 1–10. [49] Peter Pirolli、Stuart K Card 和 Mija M Van Der Wege。2000。信息气味对信息搜索的影响：大型树结构的可视化。载于高级可视化界面工作会议论文集。161–172。[50] Johnny Saldaña。2015。定性研究人员编码手册。Sage。[51] Pao Siangliulue、Joel Chan、Steven P Dow 和 Krzysztof Z Gajos。2016。Idea-Hound：借助众包实时语义建模，改进大规模协作构思。载于第*29*届用户界面软件与技术年度研讨会论文集。609–624。[52] George A Sielis、Christos Mettouris、George A Papadopoulos、Aimilia Tzanavari、Roger MG Dols 和 Quintin Siebers。2011。面向创造力支持工具的情境感知推荐系统。《通用计算机科学杂志》17，12（2011），1743–1763。[53] Vikram Singh。2020。如今研讨会必须远程举办：这是一件坏事吗? *Interactions* 27，4（2020），52–54。[54] Susan Leigh Star 和 James R Griesemer。1989。制度生态学、“翻译”与边界物：伯克利脊椎动物学博物馆中的业余爱好者与专业人士，1907—39年。《科学社会研究》19，3（1989），387–420。[55] Robert J Sternberg 和 Todd I Lubart。1999。创造力的概念：前景与范式。《创造力手册》1，3-15（1999）。[56] Tamara Sumner 和 Markus Stolze。1997。演进而非革命：工具带时代的参与式设计。麻省理工学院出版社，马萨诸塞州剑桥。[57] Anthony Tang、Joel Lanir、Saul Greenberg 和 Sidney Fels。2009。支持工作中的过渡：通过理解白板使用情况为大型显示应用设计提供参考。载于*ACM 2009*年支持群体协作国际会议论文集（美国佛罗里达州萨尼贝尔岛）*(GROUP '09)*。计算机协会，美国纽约州纽约市，149–158。https: //doi.org/ 10 1145 1531674 1531697 . / 。Craig S Tashman 和 W Keith Edwards。2011。LiquidText：支持主动阅读的灵活多点触控环境。载于*SIGCHI*计算系统中的人为因素会议论文集。3285–3294。[59] Tiffany Tseng、Maria Yang 和 Stephen Ruthmann。2014。记录仍在进行：在线呈现设计过程面临的挑战。载于国际设计工程技术会议暨计算机与信息工程会议，第46346卷。美国机械工程师学会。[60] Merryl J Wilkenfeld 和 Thomas B Ward。2001。概念组合中的相似性与涌现。《记忆与语言杂志》45，1（2001），21–38。[61] Annika Wolff 和 Paul Mulholland。2013。策展、策展、策展。载于第三届叙事与超文本研讨会论文集。1–5。[62] Haijun Xia、Ken Hinckley、Michel Pahud、Xiao Tu 和 Bill Buxton。2017。WritLarge：借助统一范围、动作与缩放，释放墨迹的力量。载于*2017*年*CHI*计算机系统中的人为因素会议论文集（美国科罗拉多州丹佛）*(CHI '17)*。计算机协会，美国纽约州纽约市，3227 3240 10 1145 3025453 3025664 – 。[63] https://doi.org/ 。Matin Yarmand、Chen Chen、Danilo Gasques、James D Murphy 和 Nadir Weibel。2021。促进医疗保健领域的远程设计思维研讨会：放射肿瘤学中勾画的案例。载于*2021*年*CHI*计算机系统中的人为因素会议扩展摘要。1–5。[64] Licheng Yu、Eunbyung Park、Alexander C Berg 和 Tamara L Berg。2015。视觉填空：填空式描述生成与问答。载于*IEEE*国际计算机视觉会议论文集。2461–2469。