网页搜索用户界面的演变——对谷歌搜索引擎结果页面的考古学分析

Bruno Oliveira 波尔图大学工程学院 葡萄牙波尔图 up201605516@edu.fe.up.pt

Carla Teixeira Lopes 波尔图大学工程学院及 INESC-TEC 葡萄牙波尔图 ctl@fe.up.pt

arXiv:2301.08613v1 [cs.IR] 20 Jan 2023

摘要

网页搜索引擎通过改变人们搜索和获取信息的方式，影响了每个人的生活。搜索引擎特别重视用户界面，尤其是搜索引擎结果页面（SERP）。广为人知的“10条蓝色链接”列表已演变为内容更丰富的界面，并且通常会根据搜索查询、用户及其他因素进行个性化定制。20多年过去了，相关文献仍未充分呈现这一发展历程。我们以 Google 搜索为案例，研究了过去二十年间搜索引擎结果页面界面的演变。我们使用每年搜索次数最多的查询，从互联网档案馆中提取了一组搜索引擎结果页面样本。基于这一数据集，我们分析了搜索引擎结果页面在内容、布局、设计（如配色方案、文本样式、图形）、导航和文件大小方面的演变。我们还分析了与搜索引擎结果页面元素相关的用户界面设计模式。我们发现，搜索引擎结果页面中的元素日益多样化，汇集了来自不同垂直搜索领域的内容，并纳入了更多能够提供直接答案的功能。这项系统性分析展现了搜索引擎用户界面乃至更广泛的网页设计的发展趋势。我们希望这项研究能推动其他更具体的研究，并使其能够利用我们的数据集。

CCS 概念

• **以人为中心的计算** → **交互设计过程与方法**；**人机交互（HCI）**；• **信息系统** → **用户与交互式检索**；**网页搜索引擎**。

关键词

搜索引擎、搜索引擎结果页功能、网络界面、网页设计、演变

ACM 引用格式：

Bruno Oliveira 和 Carla Teixeira Lopes。2023年。《网页搜索用户界面的演变——Google 搜索引擎结果页面的考古学分析》。载于*ACM SIGIR 人类信息交互与检索会议（CHIIR'23），2023年3月19日至23日，美国得克萨斯州奥斯汀。*ACM，纽约，美国，14页。https://doi.org/10.1145/3576840.3578320

允许出于个人或课堂用途免费制作本作品的部分或全部内容的数字副本或纸质副本，但不得为营利或商业利益制作或分发副本，且副本首页必须附上此声明和完整引文。本作品中第三方组件的版权必须得到尊重。其他用途请联系所有者/作者。*CHIIR'23，2023年3月19日至23日，美国得克萨斯州奥斯汀*© 2023年版权归所有者/作者所有。ACM ISBN 979-8-4007-0035-4/23/03。
https://doi.org/10.1145/3576840.3578320

1 引言

万维网上丰富的信息使搜索引擎成为当今不可或缺的工具 [1]。网页搜索引擎不断演进，其用户界面也不例外。在相关性越来越难以由用户评估、用户的感知也越来越受用户体验影响的情况下，网页搜索引擎的前端正变得日益重要 [5, p. 512]。

搜索界面支持从查询构思到选择和理解搜索结果的各项任务 [5, p. 26-40]。通常，网页搜索引擎的主页包含一个搜索输入框，用户可在其中输入查询。检索结果通常以纵向列表的形式显示在搜索引擎结果页面（SERP）上。鉴于这些页面内容丰富，我们的研究聚焦于此。搜索引擎结果页面最初只是简单的“10条蓝色链接”页面。尽管搜索引擎一直采用一致的格式呈现搜索结果，但搜索引擎结果页面中的信息早已远超这些链接。查询界面和检索结果展示的设计是一个活跃的研究与试验领域。虽然已有研究对搜索用户界面进行了深入分析，例如 Hearst 的研究 [22], ，但搜索引擎结果页面的时间演变仍未得到充分研究。

描绘搜索引擎结果页面的演变，有助于保存网页搜索用户界面的历史。此外，假设这些界面遵循网络用户界面的一般趋势，这也有助于整体研究网络界面。更广泛地说，这能够展现网页设计的发展趋势。这种演变分析也有助于交互式信息检索领域更好地理解搜索界面在内容、布局和导航方面的演变，并以此为基础开展进一步、更深入的分析。

本研究对 Google 搜索过去二十年间 Google 搜索引擎结果页面的演变进行了分析，考察了用户界面整体及其各项元素随时间的变化。我们选择谷歌，是因为它在网页搜索引擎领域广受欢迎。为开展这项分析，我们从互联网档案馆收集了 2000年 至 2020年间的 5,653 个 Google 搜索引擎结果页面。

本研究做出了几项贡献。首先，我们对搜索引擎结果页面中出现过或正在出现的元素进行了系统梳理，为每种元素下定义并提供视觉示例。这种系统梳理有助于未来以搜索引擎结果页面为研究重点的工作，也有助于建立通用术语。其次，我们分析了搜索引擎结果页面整体及各个元素的演变。第三，我们提出了一种方法论，可用于研究不同类型的网页搜索用户界面（例如移动端界面）或其他情境下的用户界面。第四，本文向学界提供了两项资源

：一个数据集[1]，其中包含屏幕截图以及与每个提取出的样本相关的文件；还有一个网站[2]，用于概述这项分析。这些资源也可作为进一步研究的输入，包括由不具备高级技术技能的研究人员开展的研究。

2 相关工作

关于搜索用户界面的研究主要关注其设计与评估，或从整体角度展开，或聚焦于查询构造、搜索结果呈现，乃至查询重构。还有一些研究侧重于个性化、信息可视化，或移动端、社交、多媒体等特定领域搜索界面。也有专门探讨这一主题的著作和专论 [22, 35, 43, 48, 61, 63]。尽管已有这些研究，鉴于本文的关注重点，我们只介绍分析搜索引擎结果页面结构及其演变的相关工作。本节不涵盖提出或评估搜索界面组件的研究。

Höchstötter 和 Lewandowski [23] 探讨了搜索引擎结果页面的构成，并统计了各种元素的出现情况。据我们所知，这是首篇分析搜索引擎结果页面整体结构的研究。此外，作者还考察了检索结果及其来源和类型（例如自然搜索结果、广告、快捷方式）。作者撰写这篇论文时，搜索引擎结果页面中的高级功能尚未普及；而 Moran 和 Goray [40] 研究其结构时，情况已非如此，他们还为搜索引擎结果页面元素定义了术语。Nielsen Norman Group 在多篇文章中使用了这些术语 [36, 40–42]。在《Search Patterns》一书中，Morville 和 Callender [43], 除了探讨搜索过程的结构及相关行为，也列举了交互设计的元素和原则，并通过许多实例展示了搜索网站中的用户界面设计模式。

据我们所知，尚无研究对搜索引擎结果页面界面进行长期、系统的收集和分析。

3 方法论

我们工作的第一阶段是构建一个长期的搜索引擎结果页面界面样本，这一过程将在第3.1节和第3.2节中介绍。收集完样本后，我们便着重对其进行分析和自动化处理，具体内容见第3.3节。

3.1 我们采集了哪些搜索引擎结果页面?

目前，Google 搜索的市场份额为 91.4% [10], ，其领先地位可追溯至 2002 [27, 46]。鉴于此，我们决定将分析重点放在这一搜索引擎上。本研究将探讨 2000年至2020年间 Google 搜索的桌面版。关于排名第二的搜索引擎 Microsoft Bing 的比较分析已在另一项研究中进行 [45]，相关内容可在本研究的网站上查阅。

互联网档案馆会长期保存网页快照及其对应的 HTML 版本。其收藏包含 5880 亿个网页 [3]。互联网档案馆提供 *Wayback CDX ServerAPI*，支持对网页快照进行复杂的查询、筛选和分析。按 URL 筛选时，可以在 URL 末尾使用通配符 (*)，将其指定为前缀，以获取位于该 URL 之后的条目（例如，*www.google.com/search?q=cookies**）。

通过 API，我们在二十年间发现了超过 19.5 万个 Google 搜索引擎结果页面的快照。如此庞大的搜索引擎结果页面数量以及现有的资源限制，促使我们设计了一种方法来识别规模较小的搜索引擎结果页面集合。为了更有可能找到包含多样化搜索引擎结果页面元素的页面，我们使用了过去 20 年中搜索量最高的 129 个查询，这些查询取自同一时期的 Google Trends。该集合[3] 包含每个可用类别中的第一个搜索查询，例如人物、健康或电子产品。这些查询包含用户经常搜索的相关词语，并会触发搜索引擎结果页面中的功能。因此，这些查询生成的搜索引擎结果页面界面很可能更加丰富，也就比随机搜索生成的界面更适合本研究。我们决定在向 API 提交这些查询时，在其后附加通配符“*”，以获取更多快照。

我们注意到，有些年份使用搜索量最高的查询未能获取任何快照，而这些年份恰好也是从 Google 搜索域名获取的快照较少的时期。因此，在这些年份，我们收集了所有可用的快照（表 1 中的全部 方法）。我们还注意到，最近两年的快照数量要多得多（>10 千个）。因此，在 2019年和 2020年，我们将提交给 API 的 URL 限定为仅包含长度少于 37 个字符的查询。考虑到一个英语单词平均约有五个字符， [44, 65], 37 个字符相当于 6 个单词及其间的空格，超过了查询通常包含的两到三个单词。 [6, 24, 25]这一限制排除了更具体的查询，这些查询对大多数界面可能用处较小。我们的样本包含 5,653 个快照。表 1 的最后一列按年份列出了快照数量。

表 1：用于收集网页存档截图的方法、查询（搜索 URL）的最大长度、屏幕截图的宽度，以及每年摘要的数量。

	方法	最大长度	宽度	每年截图数量
2000年 - 2002年	查询	-	800像素	200, 3, 23
2003	查询	-	1024像素	231
2004 - 2008年	all	-	1024像素	12, 0, 200, 0, 26
2009	查询	-	1024像素	11
2010	all	-	1024像素	78
2011	查询	-	1024像素	7
2012年 - 2018年	查询	-	1366像素	57, 975, 30, 89, 172, 192, 548
2019	查询	37 个字符	1366 像素	171
2020	查询	37 个字符	1920 像素	2628

3.2 我们如何捕获搜索引擎结果页面?

我们使用 Python 和 Selenium WebDriver 在线访问每个捕获页面，检查捕获是否有效，保存 HTML 版本，并

[1]网址：https://doi.org/10 765 2 25747991。/ g-f https://bedgarone.github.io/serpevolution/

[3]可通过 https://bedgarone.github.io/serpevolution/mostsearchedqueries 获取

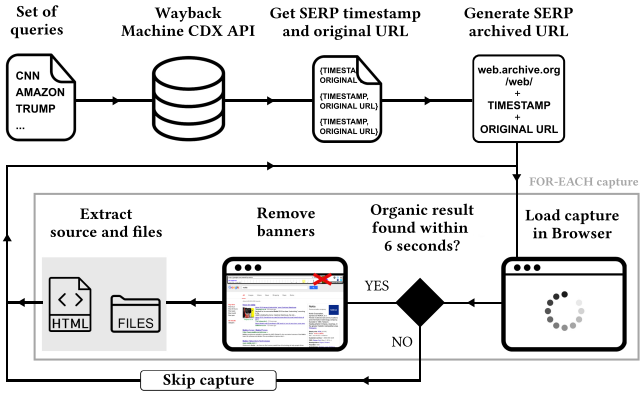


图1：捕获页面的提取流程

生成屏幕截图。捕获流程如图1所示。原始 *URL* 是原始搜索引擎结果页面的 URL（例如，google.com/ search?q=photography），而存档 *URL* 是其存档版本的 URL（例如，web.archive.org/web/20160125203434/www.google.com/search?q=photography）。

一些返回 HTTP OK 状态码的捕获页面并未被视为有效页面。有些页面并不存在，只显示一条自相矛盾的消息：未捕获该 *URL*；另一些则有缺陷（例如，界面不完整，缺少搜索结果）。为自动检查每个捕获页面的有效性，我们尝试查找结果条目——这是搜索引擎结果页面中不可或缺的元素。URL 中带有"tbm"标识、来自非通用首页搜索结果页面标签的捕获页面，因超出本研究范围而被舍弃。若等待 6 秒后仍未完成，我们便抛出超时异常；根据经验，我们认为这段时间足以在浏览器中加载捕获页面。在这种情况下，程序会跳过该页面。下载页面之前，我们还会移除互联网档案馆的图形元素，例如信息栏和捐赠栏。有些捕获页面还带有其他干扰性横幅和遮挡界面的内容，例如与 Cookie 同意相关的元素。我们移除了所有已识别的此类元素，并提取了来源及相关文件。

整个流程以生成完整高度的屏幕截图作为结束：这些截图是在另一个浏览器实例中以无头模式打开的每个 HTML 版本的屏幕截图。我们根据统计数据 [55]，按照截图时最常见的屏幕尺寸生成屏幕截图。我们只考虑宽度，如表 1 所示，因为搜索引擎结果页面的高度变化很大。包含所有提取出的采集结果的数据集可在线获取[4]。

3.3 我们如何分析搜索引擎结果页面?

如图2所示，分析过程包括两个主要阶段。首先，我们从主要数据集中摘要出一组屏幕截图，以识别搜索引擎结果页面元素。对于主要数据集中包含屏幕截图的每个月份，我们手动查看该月的屏幕截图，并选取功能最多的屏幕截图。最终，这组数据包含117张屏幕截图，我们据此通过视觉方式识别了搜索引擎结果页面元素。我们手动分析了每个元素的源代码，寻找标识符，以便在后续的

[4]https://doi.org/10.25747/991g-f765

自动化流程中定位该元素。元素标识符由 HTML 类、ID、标签，或通过 CSS 选择器组合而成（例如，*'.knowledge- panel'*、*'#tads'* 或 *'#newsbox'*）。所有遇到的标识符都已记录并列于网站[5]上。

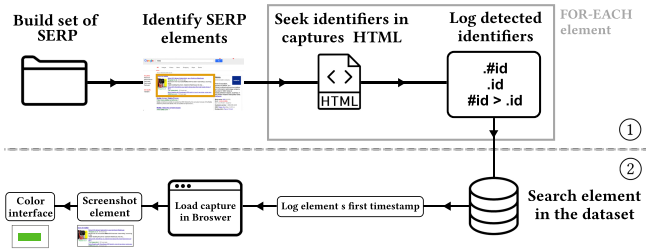


图2：元素检测与分析流程

在第二阶段，我们自动检测这些元素随时间的变化，从而能够探索更多案例。找到具有这些标识符的元素后，会触发一个函数，将该元素出现的日期存储在日志文件中。我们没有限制每月记录元素出现情况的采集次数，因为计算过程可以在可接受的时间内扫描完整个数据集。该函数还会接收元素左上角的坐标、宽度和高度，并生成其图像，保存到该元素的文件夹中。与元素的时间戳不同，为了缩短扫描时间并使其切实可行，我们限制了截图时每月的采集次数为 15 次。我们估计，每月采集 15 个样本足以捕捉元素可能发生的变化。

按照类似的流程，我们自动使用标识符检测网页中指定的区域并为其着色。我们使用 Python、Selenium WebDriver 和 BeautifulSoup 抓取每个 HTML 捕获，以识别各类元素，并为其生成带透明色彩的图像。我们在宽度为 1920 像素的无头浏览器中生成这些图像，不受捕获内容宽度的影响。这一简化不会影响最终结果，因为界面中的元素不会随着宽度增大或减小而动态移动。在此生成过程中，我们没有限制高度。由于数据集规模较大，我们将每月的元素数量限制为 15 个。

我们将每种元素类别在单次捕获中获得的所有图像叠加在一起，使叠加图能够突出显示最常见的区域，同时让其他区域几乎不显眼。叠加过程以左上角为图像对齐的基准。导航与用户输入 包括页脚内部及其附近的元素；由于页面高度不固定，这些位置的常见区域并不明显。在这种情况下，为了生成界面页脚并使其正确重叠，我们将页脚高度设为600像素，并从界面底部裁剪出相应部分。我们在目视分析搜索引擎结果页面后估算出600像素的高度，并留出一定误差范围，以确保涵盖所有研究中的元素。因此，图3中显示的橙色结果在中间进行了裁剪，并结合了这两个捕获步骤。我们将在

[5]https://bedgarone.github.io/serpevolution/elements

下一节分析每种元素类别的位置。该图中每个结果的动画版本均可在网站6上查看，从而使我们能够观察搜索引擎结果页面中各类元素的位置如何随时间变化。

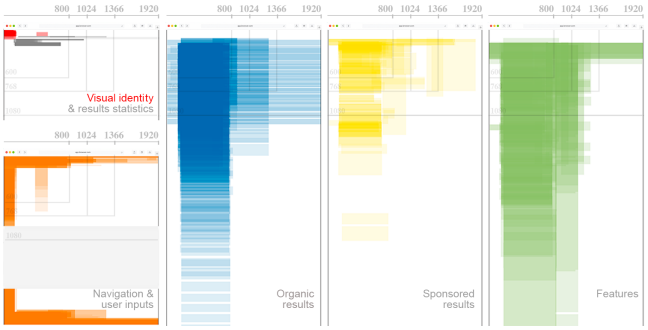


图3：各类别结果的透明度着色叠加图

4 搜索引擎结果页面元素的演变

我们介绍每个元素的描述，并分析其在搜索引擎结果页面中的出现时期和位置（也显示在网站[7]上）。此外，我们还分析每个元素在内容、图形、导航方面的演变，以及它们与用户界面设计模式的关系。这些模式以问题为导向，通常是界面与交互设计中针对可用性问题的可重复解决方案 [18, 57]。

4.1 视觉标识与搜索统计

从谷歌的视觉标识来看，各个版本的标志位置和尺寸基本保持不变，只有少数例外。图3以红色标出了标志的大致位置。有些界面是例外，左侧留白更大，标志和搜索统计信息则向右偏移。图3还以灰色显示，搜索统计信息始终出现在搜索查询栏或导航栏下方，可以左对齐、右对齐或两端对齐。在最初十年，统计信息包括每页显示的结果数。后来，谷歌删除了这项信息，只保留估算的结果数。有关标志演变的详情和搜索统计信息的内容，可在线查看[8]。

4.2 导航与用户输入

图4和图5展示了搜索框及其周边区域演变的主要阶段。左对齐的查询栏也固定在页面顶部。不过，在早期阶段，它也会出现在页面底部，如图5中2000年和2006年的屏幕截图所示。用户输入始终采用输入提示 设计模式。

我们注意到，2006年之后输入表单的宽度发生了变化，这可能意味着系统鼓励用户输入更长的查询 [6, 19]。这一变化与实验评估结果一致：在信息检索中，查询长度与有效性呈正相关

[6]https://bedgarone.github.io/serpevolution/layout [7]
https://bedgarone.github.io/serpevolution/elements [8]
https://bedgarone.github.io/serpevolution/design

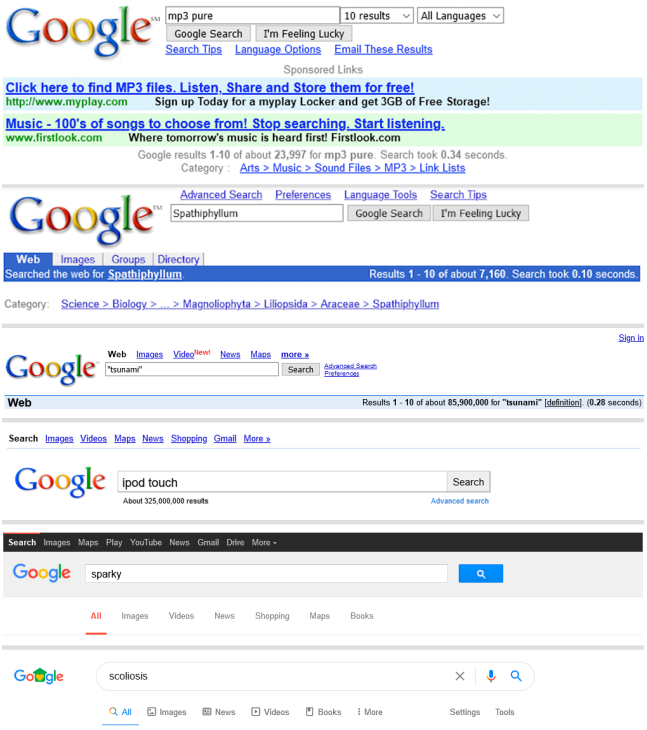


图4：2000年、2001年、2006年、2012年、2017年和2020年的搜索引擎结果页面页眉



图5：2000年、2006年、2012年、2017年和2020年的搜索引擎结果页面页脚

任务 [6, 14]。由于查询构造对有效性的影响大于算法因素 [14], , 鼓励用户这样做是有道理的。我们还可以注意到，一种指定

通过语音命令输入查询的方式出现在最新的屏幕截图中。这一现象与对话式搜索界面日益受到关注相一致 [2]。尽管有研究在将视觉元素融入查询构造方面取得了令人鼓舞的成果 [53], , 但 Google 搜索中并没有出现这类元素。

正如自2019年以来的建议，搜索框和当前查询始终对搜索者可见 [63], 。即使用户向下滚动，导致搜索引擎结果页面顶部不再可见时，也依然如此。在2019年之前，查询内容始终显示在搜索框中，但用户向下滚动时，搜索框就会消失。由于我们无法与过去版本的搜索引擎结果页面交互，因此无法分析自动补全或自动更正等交互功能。

如图4所示，2000年，该类别的主要按钮是“Google 搜索”和“手气不错”。用户可以直接在搜索框附近的下拉菜单中选择要显示的结果数量、结果所用的语言，以及通过电子邮件发送检索结果的选项。图4所示的2000年和2001年的屏幕截图中，还可以看到类别层级功能，它会显示一个或多个与查询相关的类别，这些类别可能来自 Google 网页目录。该功能一直提供到2004年，会使用面包屑导航将这些类别归入更宽泛的区域。面包屑导航是一种设计模式，用线性方式标明通往当前主题或页面的层级 [57, 58]。界面底部还提供了在结果中搜索的选项，以及用于在其他万维网搜索引擎上执行查询的链接。其他相关性较低的链接则指向搜索引擎结果页面体验相关功能（例如语言、搜索提示）。

虽然左侧导航栏曾有数年未出现，但从图3中可以看到，在搜索引擎结果页面的历史中，某些年份里它占据了显著位置，以橙色标出。这条橙色的左侧栏自然会在界面中间区域中断，并如第3.3节所述被裁切。

2001年，谷歌引入了标签栏，其形式为模块标签，用于内容可以分组且空间不足以容纳所有内容的情况。内容模块被划分为较小的选项卡区域，每次只显示一个，用户可以点击选项卡来显示其他模块 [57, 58]。选项卡不必是字面意义上的标签，也不必位于模块堆叠的顶部 [57]。这些模块包括万维网、图像、群组和目录。2002年，谷歌新增了新闻标签。2006年，选项卡被搜索查询上方的简单链接取代。这一年，视频、地图、*Froogle*和更多选项卡推出。2008年，标签栏移至页面最顶部，并加入了购物和 Gmail 标签。2010年，左侧边栏推出，为界面增添了其他选项卡和位置、结果筛选等信息。2012年，谷歌移除了底部查询栏。2013年，标签栏移至主查询栏下方，保留了一些链接，同时更换了其他链接。与此同时，左侧边栏中仅提供结果筛选选项；随后，谷歌于2014年移除了该边栏。最后，2015年，查询栏下方的标签栏成为唯一保留的标签栏。

屏幕右侧通常还会留出用于登录和用户账户信息的空间。在页面底部，有两个区域十分明显：分页位于结果容器中央，页脚则处于最底部，覆盖整个页面宽度。这些区域如图3所示。分页设计模式从搜索引擎结果页面诞生之初起，导航就一直采用这种设计模式。分页将冗长的结果列表拆分到不同的搜索引擎结果页面中，每次加载一个 [57]。

4.3 自然搜索结果

自然搜索结果根据文档内容和整体检索算法得出。就其位置而言，图3（蓝色）显示，在通常包含搜索结果的区域（下文称为结果容器）中，彩色框架的分布更为显著，且更加集中于可见区域。可见区域指无需滚动即可看到的界面区域。需要滚动才能查看的信息位于滚动区域。随着时间推移，可以明显看到，搜索引擎结果页面的高度有所增加，这是由于颜色强度垂直方向逐渐减弱，从而显示出页面较低区域的搜索结果。部分搜索结果略微向右偏移，这对应于左侧设有导航栏的界面。还可以观察到另外两组不太明显的情况：一组是搜索结果的位置更加居中，因为从2010年到2012年，界面会根据屏幕宽度和中轴线调整元素的位置，而非采用左对齐方式。一些框架覆盖了整个界面宽度，并非因为内容本身有那么宽，而是因为早期的 HTML 分区（*div*）通常会横跨整个视口宽度，这是因为文档对象模型（DOM）树的层级较浅。视口是指显示设备上界面的可见区域。

自然搜索结果可以是常规结果，也可以是增强结果。如图6所示，**常规结果**最初是一个基础信息块，包含页面标题、摘要，以及指向该结果的相似或/和缓存页面的URL链接。2013年，谷歌将这些链接隐藏在下拉菜单中，直到现在只有点击箭头图标才能看到。2018年，谷歌引入了用于翻译结果的链接。



图6：2003年（左）和2020年（右）的常规结果

如图7所示，**增强结果**是常规结果的变体，在标题、摘要和URL下方增加了额外元素，为用户提供更多信息。这些元素能获得更高的可见度，进而带来更高的点击率 [8, 21, 47]。增强结果于2008年首次出现，并沿用至今。其位置始终在结果容器的顶部。最初，额外内容包括两列站点链接，指向该结果域名下的子页面。这些称为快捷链接的链接是一种导航辅助方式，旨在帮助用户快速找到想要的内容 [8]。2009年，谷歌开始突出显示结构化数据，例如产品和服务的评论与评分；实验表明，用户认为这些新数据很有价值 [29]。2010年，谷歌为每个站点链接添加了简短说明。2016年，谷歌引入了搜索栏，用户可以直接从搜索引擎结果页面搜索该结果所在的网站。

自2006年起，普通结果和增强结果都采用了查询词加粗高亮，以提升搜索结果列表的易用性 [11, 32, 38]。主要颜色为：标题为蓝色，URL 为绿色，摘要为黑色/灰色。

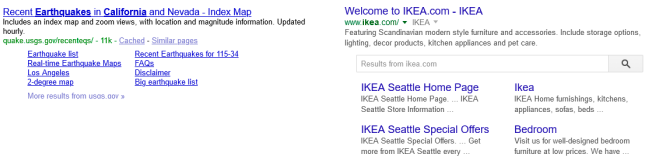


图7：2009年（左）和2016年（右）的增强结果

大约在2011年，URL 移到了摘要上方。谷歌一直为标题添加下划线，直到2014年。2020年，URL 的颜色改为灰色，并移到了标题上方。URL 的新位置可能受到 URL 和域名在评估结果可信度时的重要性影响 [34, 50]。2019年，URL 开始以面包屑导航的形式显示，这可能是受一项研究的启发；该研究得出结论，冗长而复杂的 URL 会对点击率产生负面影响 [11]。

这两种自然搜索结果的摘要长度没有明显变化，大多数摘要有两行，这一长度被认为适合向用户提供信息，同时也能在可见区域内尽可能多地展示结果 [63]。由于数据收集所用的大多数查询都与信息型任务有关，我们无法得出结论，判断谷歌是否会像现有研究所建议的那样，根据查询类型（例如信息型、导航型）调整摘要长度 [15]。

4.4 赞助结果

如图8所示，**文字广告**是与自然搜索结果一同出现的简短广告。这些条目侧重于商业意图，将相关性与收入相结合，通常由人工编写，这是广告行业的惯例 [16]。这一元素自搜索引擎结果页面出现之初便一直存在，延续至今。除最初以特定标签“赞助链接”标记外，这一元素的内容和演变与常规结果相同。2012年，部分结果开始包含快捷链接，不过不如增强结果醒目。直到2014年，这些元素一直通过不同的背景颜色与自然搜索结果区分开来。2017年偶尔出现的此类结果也带有彩色背景。2014年，标签“广告”取代了此前的标签，背景颜色为黄色；从2016年起则变为绿色。2020年，部分广告的形式可能与实际的增强结果相同。URL也改为灰色，并移到了标题上方。



图8：2002年（顶部）、2014年（左侧）和2020年（右侧）的文字广告

另一类广告对应购物内容，因此被称为**购物广告**，如图9所示。当查询具有商业性质时，这些广告就会被激活 [47]。它们非常醒目，列出有关每种产品的各种信息。这一元素首次出现于2013年，并一直沿用至今。它通常位于结果容器顶部，更常见的是位于该容器的右侧。购物广告过去专属于右侧边栏，以矩阵形式展示一到四条结果。2018年，每条结果都嵌入一个独立的卡片中。直到2019年，查询词都会以粗体突出显示。2020年，这一元素以卡片轮播的形式出现在结果容器中，卡片的宽度更大、高度更低。自2019年以来，卡片 设计模式一直应用于这一元素，而轮播 则自2020年起应用。卡片由相互区别的部分组成，通常围绕单一主题构成一个连贯的内容单元，旨在高效呈现信息 [56, 57]。卡片通常会与其他卡片一同出现，这些卡片承载相似的内容，但涉及不同的主题。轮播是一条由简单卡片组成的水平条带，用户可以水平滚动查看这些卡片，并促使其继续查看后续项目 [57, 58]。自该元素诞生之初，就一直应用缩略图网格，通过缩小原始图像，使用户能够快速浏览图像 [51, 57]。

在图3中，可以识别出搜索引擎结果页面中的两个主要广告区域：顶部广告和右侧广告，它们遵循典型的搜索结果页布局 [5,p. 489]. 随着时间推移，右侧边栏中的元素会水平移动，因为某些界面会根据屏幕宽度调整该边栏，使其具有响应式。顶部广告是最常见的广告位置，垂直方向上的变化较为轻微。较早的界面会将广告放置在一个全彩色 div 上，该 div 几乎占据整个视口宽度，原因与第4.3节所述相同。与常规结果和其他功能相比，我们可以从图3中看到，赞助结果更多地集中在可见区域，这可能是因为搜索者很少滚动页面 [63]。

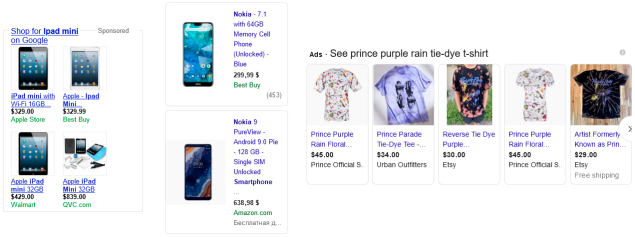


图9：2013年（左侧）、2019年（中间）和2020年（右侧）的购物广告

4.5 功能

搜索引擎结果页面功能补充了自然结果和赞助结果，旨在直接回答查询，而不仅仅是指向可能提供相关信息的网站。

图3以绿色显示了分布在界面各处的功能，主要位于可见区域和滚动区域的上半部分。许多功能与常规结果相似，但高度更为显著。这些功能也与广告一样出现在侧边栏中，而且近来出现得比广告更频繁。高度值较大的大多数框架都对应于广为人知的知识面板。此外，还可以看到一块水平区域，通常分配给轮播和轮播网格。

受篇幅限制，我们根据功能的持续时间和独特性选取了部分功能进行详细分析。由于视频信息包与图片包相似，因此不予考虑。直接答案结果、本地包、“其他人也在问”、轮播、轮播网格、食谱卡片、*Twitter* 信息包、类别层级和新冠疫情左侧面板也因出现时间较短而不予考虑。有关这些功能的更多信息，请参阅另一篇论文 [45] 及在线资料[9]。

精选摘要（见图10）是谷歌根据从网页中获取的信息，针对与问题相关的查询作出回应的答案框 [59]。这一元素于2016年首次出现，并沿用至今。它始终位于结果容器顶部。尽管这些摘要与增强结果相似，但额外内容的类型和位置有所不同。在精选摘要中，附加内容出现在结果标题之前，而不像增强结果那样出现在标题之后。精选摘要最初由一段简短的回答信息构成。后来，它演变为沿用至今的一般布局：较长的段落、右上角的缩略图，以及信息来源的标题和链接，用户可以通过链接访问来源。答案也开始以有序列表或表格的形式呈现。除了缩略图，还可能附有视频或图像轮播。2018年，谷歌开始在信息段落之后显示来源的发布日期（如有）。标题的下划线样式于2017年移除，绿色 URL 于2020年改为灰色面包屑导航 URL，与自然搜索结果和赞助结果中的样式一致。段落和标题均使用文本样式，以粗体突出相关词语。研究发现，当这些摘要包含正确信息时，有助于用户做出更准确的决策 [7]。

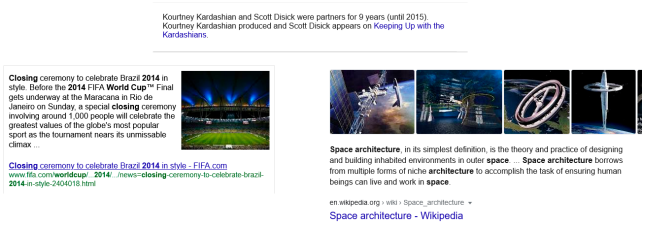


图10：2016年（上）、2017年（左）和2020年（右）的精选摘要

图11所示的**知识面板**或许是搜索引擎结果页功能中的亮点。它是一项动态功能，可在同一面板中以多种形式直接提供信息，并指向相关内容。内容涵盖文本、图像、评分、社交资料、事实信息以及类似的搜索主题 [47]，帮助用户快速了解特定主题，并进行更深入的搜索 [17]。这一元素于2014年首次出现，并沿用至今。它始终位于结果容器的右侧。其基本结构包括一个面板，顶部是主题的缩略图，下方依次为标题、适用时显示的网站链接、通常由维基百科提供的摘要段落、结构化的直接信息列表，以及一个

人们还会搜索板块。在随后的几年里，谷歌引入了更多内容，其内容高度依赖搜索主题，覆盖范围和质量也各不相同 [37]。面板中常常会显示维基百科的信息 [60]。随着谷歌界面设计的改进，这一元素的图形表现长期保持稳定。自出现之初，便采用了等号网格 和缩略图网格 设计模式。等号网格是一种以网格或矩阵显示项目的模式，每个项目都遵循标准模板，并链接到相应页面 [58]。2018年，这一元素采用了卡片、轮播和模块标签 设计模式。

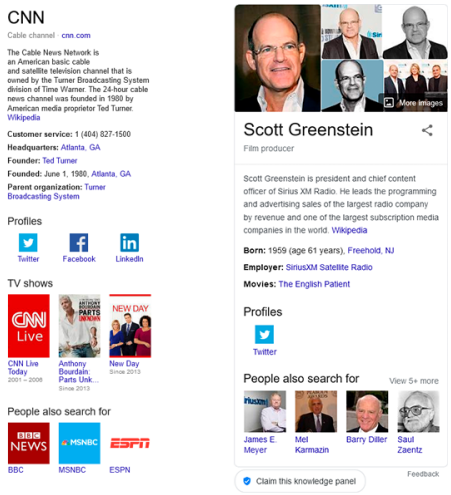


图11：2016年（左）和2018年（右）的知识面板

图12所示的**图片包**会在视觉内容具有价值的搜索中，呈现一组取自谷歌索引中不同来源的图像 [59]。这一元素首次出现于2006年，但直到2010年后才开始频繁出现，并沿用至今。它在结果容器中的位置变化很大。大多数情况下，其内容包括一个将图像与搜索查询关联起来的标题，以及一组图像缩略图。2014年，谷歌加入了“更多图像”链接和图片举报链接。2019年，谷歌引入了图片类别栏。类别栏可以是简单的按钮，也可以是带有对应类别缩略图的按钮。图形最初大量采用蓝色，这是谷歌早期界面的典型风格，当时图像带有蓝色边框。2014年，谷歌移除了这一边框，但主要变化发生在2019年：图像开始以轮播形式展示。2018年，矩阵布局首次出现。这些变化使该元素在过去两年中占据的区域增大。2020年，该元素的标题和大多数元素一样，变成了深灰色。图片类别轮播则改为一行，并通过可折叠面板 设计模式，逐步展开为矩阵。自2018年以来，该元素一直采用等号网格 设计模式；而缩略图网格设计模式则从一开始就已采用，这也十分自然。Arguello 等人 [4]研究了聚合搜索中的图像等垂直结果。他们发现，在较复杂的任务中，这些结果获得的点击更多；对于垂直搜索展示，用户的偏好则各不相同。

[9]https://bedgarone.github.io/serpevolution/elements

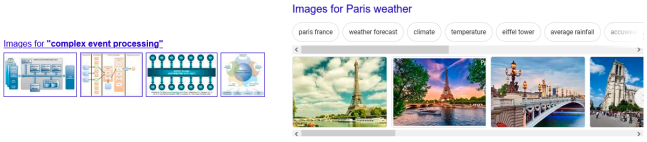


图12：2010年（左）和2020年（右）的图片包

图13所示的**头条新闻**是由三条或更多与查询相关的近期新闻组成的区块，最近开始以轮播形式呈现 [47]。现在，每条新闻均配有缩略图、发布者和时间戳。这一元素首次出现于2004年，但直到2011年后才开始频繁出现，并沿用至今。它主要位于结果容器的可见区域内。该元素最初采用垂直列表，最多包含四条新闻标题，每条标题下方都标注来源名称和发布时间。2006年，列表左侧加入了报刊图标，并新增了"今日头条新闻"链接。2013年，图标被替换为第一条新闻结果的缩略图，使其成为该元素中最重要的新闻。随后又为这条新闻添加了摘要，其余内容则保持不变。2020年，该元素的图形样式发生了重大变化，以卡片轮播的形式展示结果，其占用区域也因此大幅增加。不过，内容经过简化，每条结果仅显示缩略图、标题、来源和发布时间。配色方案一向以蓝色为主，并带有蓝色边框和下划线。2020年后，这些设计被移除，附加信息改用更柔和的灰色，但标题仍为蓝色。该元素从一开始就采用信息流 设计模式。这种模式用于按时间顺序列出时效性内容，并将不同来源整合在一处 [58]。然而，在这一元素中，与查询的关联似乎比发布时间更重要，因为如今已无法观察到任何时间顺序。自2020年以来，该元素采用了卡片 和轮播 设计模式。

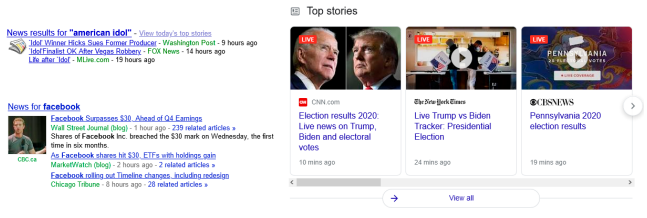


图13：2006年（左上）、2013年（左下）和2020年（右）的头条新闻

相关搜索（见图14）是搜索引擎结果页面上很早就出现的常见元素，用于提供相关搜索建议，即以某种方式与当前查询相关、适合作为后续查询的查询。这些建议有助于支持探索，或提供以不同方式表达信息需求的查询语句 [62]。通常，这些建议根据搜索日志数据生成：要么选取经常接在当前查询之后的查询 [28]，要么根据结果的点击行为对查询进行聚类 [13]。每个链接都会将用户带到相应的搜索引擎结果页面。该元素首次出现于2008年，并一直沿用至今，2010年除外。它始终位于结果容器底部。其内容在建议数量和布局方面有所变化。每条搜索建议都是指向相应搜索引擎结果页面的超链接标题。最初，这些建议以矩阵形式分列排列。2011年，谷歌将这一布局改为两列；对于文本较长的建议，也可以只显示为一列。直到2020年年中，建议均为蓝色；直到2014年，建议还带有下划线。2020年，谷歌为每个条目添加了搜索图标。之后的新版本更改了图形样式，将每个条目设计为按钮，配有纯灰色背景、搜索图标和黑色标题。后一次更改使该元素的平均面积近期有所增加。

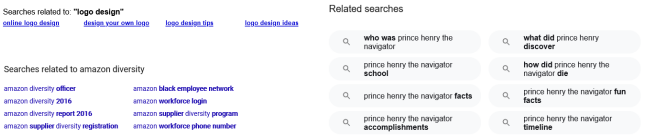


图14：2008年（左上）、2017年（左下）和2020年（右）的相关搜索

5 汇总分析

本节从整体视角分析搜索引擎结果页面的演变。

5.1 元素生命周期

如第 4 节所述，搜索引擎结果页面始终包含种类繁多的元素，每种元素都有其演变过程和活跃时期。根据 Wilson 提出的框架，第 4.2 节分析了 [63], 输入 功能，其中搜索框是主要功能。为了支持控制，除了输入功能外，我们还识别了相关搜索 功能。其他所有分析过的功能均为信息型。需要注意的是，鉴于本研究的性质，我们无法分析交互式查询等动态功能或可个性化功能。

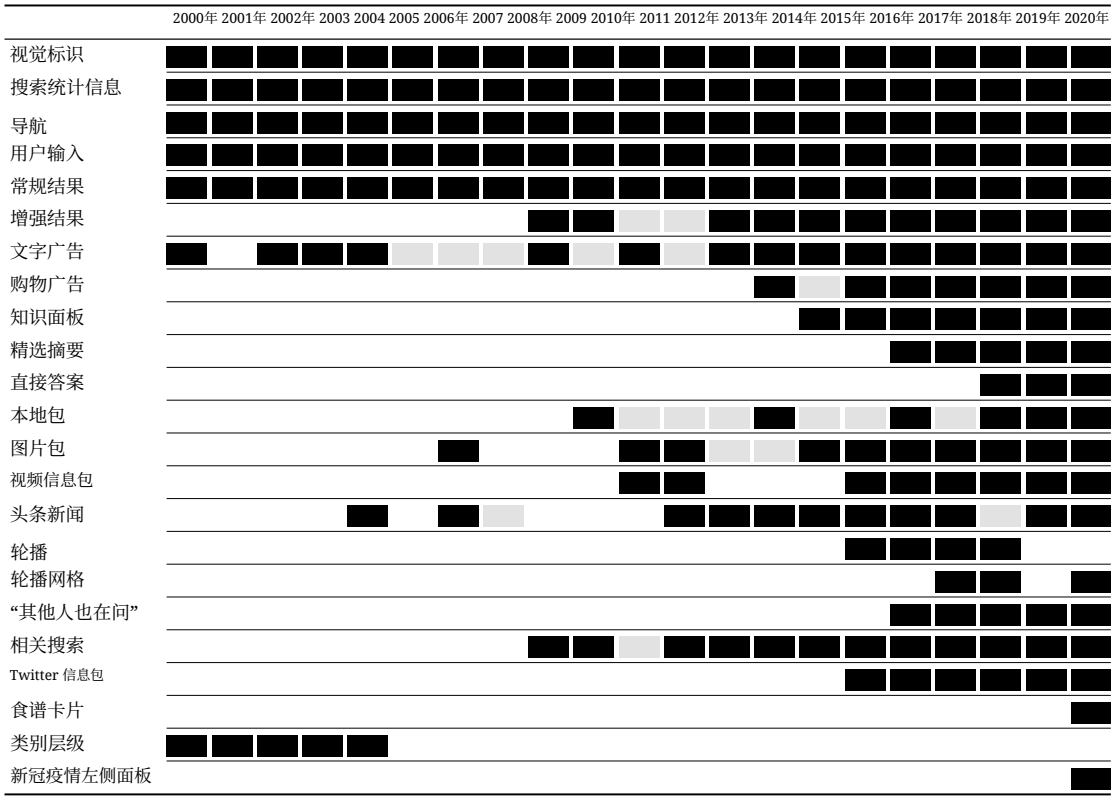
表2中的黑色单元格标示出我们在数据集中检测到元素的年份。对于黑色单元格之间的所有年份，我们都在其他来源进行了人工搜索，以避免假阴性。在这些情况下，我们搜索了特定网站[10]，以查找这些年份中存在相应元素的证据。如果找到证据，我们就将单元格标为灰色。值得注意的是，搜索引擎结果页功能在过去十年中不断涌现，使得矩阵近年来包含了丰富多样的元素。几乎每种搜索引擎结果页面元素都包含广为人知的设计模式。网上提供了这些元素出现在搜索引擎结果页面中的可视化时间线及屏幕截图[11]。

5.2 设计模式的应用

表3将各元素与Tidwell等人提出的设计模式对应起来 [57], , 并列出这些元素的起始日期。较早出现的搜索引擎结果页面元素在之后会采用设计模式，以逐项改进。相比之下，一些当代元素可能已经出现

[10]https://searchengineland.com, https://googlesystem.blogspot.com 和互联网档案馆[11]https://bedgarone.github.io/serpevolution/timeline/2010

表2：2000年至2020年搜索引擎结果页面元素的出现情况。黑色表示该元素在我们的数据集中出现的年份，灰色表示其他资料中记载该元素存在的年份。



从需要采用设计模式解决方案开始，该元素自出现之初便留下了明显的痕迹。该网站[12] 列出了各种设计模式，并配有图像和使用这些模式的元素。

5.3 主要发现

我们在图15和图16中指出了搜索引擎结果页面二十年时间线中上半部分最相关的变化。这些变化对应于新元素的出现，或输入和导航选项的重大变化。这条变化时间线也可在线查看13，并附有图像，还可筛选条目以查看导航变化或元素新增情况。

如前所述，分析的第一阶段采用了从数据集中按月抽样后进行视觉筛选的方法。图15和图16还在下半部分展示了谷歌搜索引擎结果页面界面在设计方面的演变。在这些时间线中，我们根据重大变化纳入了搜索引擎结果页面界面的主要版本。除了整体界面的视觉演变外，网站[14]上还提供了有关视觉标识、搜索统计信息和导航的类似时间线。

谷歌早期界面的 HTML 文档对象模型层级较少。2000年可追溯到的第一种界面设计，以彩色背景区分赞助结果。第二个搜索查询栏位于页面底部，用户可以更改显示的结果数量。谷歌在之后的界面中移除了此栏。2000年至2004年间的界面显示右侧有一块专属赞助结果的区域。这标志着首个带有选项卡的栏首次出现，用户可通过它前往其他类型的内容（例如图像和新闻）。2010年至2012年间可追溯到的第四种界面设计并非左对齐，而是会根据屏幕宽度以间隔式布局调整。它在左侧新增了一个侧边栏，内含用于管理结果的选项卡，但由于第 4.2 节提到的导航栏标签栏，其中一些选项卡重复出现。

2012年发生了显著的审美变化。第五种界面设计与知识图谱的推出有关，右侧栏由知识图谱和赞助结果共同占据。在这些年间，数据集中更早出现了一些修改，即第六种界面设计。然而，接近当前版本的设计始于2018年年底，即第七种界面设计。正如一些元素的图形所示，这种界面着重于使线条更具现代感。

5.4 用户界面面积

我们计算了数据集中所有屏幕截图的面积，以分析其随时间的演变。图17展示了每月（圆点）和每年（折线）的界面面积变化，单位为像素。图表中的每个数据点对应于所有

[12]https://bedgarone.github.io/serpevolution/patterns [13] https://bedgarone.github.io/serpevolution/timeline [14] https://bedgarone.github.io/serpevolution/design

表3：设计模式及其应用于搜索引擎结果页面元素的时间。年份后没有连字符的单元格表示单一年份。

	组织导航		布局				列表				输入
	流和信息源	面包屑导航	网格等于	模块 Tabs	手风琴式 dion	可折叠 ble 面板	卡片	缩略图 nail Grid	轮播	页面 tion	输入提示词
视觉标识											
搜索统计信息											
导航										2000—2020年	
用户输入											2000—2020年
常规结果		2019年起									
增强结果		2020年起									
文字广告											
购物广告							2019年起		2020年起		
知识面板			2014年起	2018			2018	2016年起	2016年起		
精选摘要								2016年起	2020年起		
直接答案		2018年起									
本地包											
图片包			2018年起			2019年起		2006年起	2019年起		
视频信息包							2015年起		2015年起		
头条新闻	2004年起						2020年起		2020年起		
轮播		2013年起					2016年起	2015年起	2015年起		
轮播网格		2017年起	2017年起				2017年起				
“其他人也在问”					2016年起						
相关搜索											
Twitter 信息包							2017年起		2017年起		
食谱卡片						2020年起	2020年起				
类别层级		2000年-2024年									
新冠疫情左侧面板											

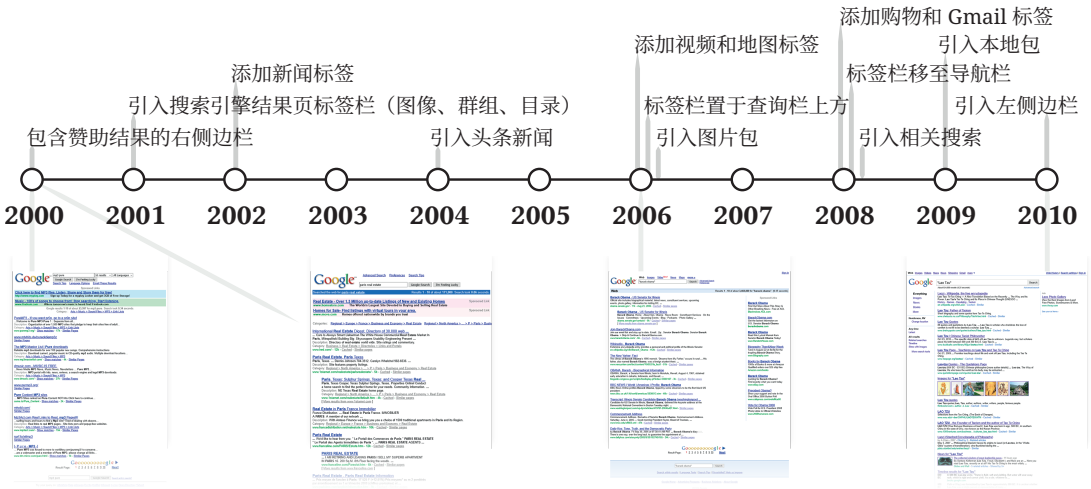


图15：Highli 搜索引擎结果页面整体演变（上）和界面视觉演变（下）的高度，时间跨度为2000年至20 10

数据集中采集结果的月平均面积。没有数值的月份表示该月没有采集结果，如表 1 所示。结果显示，

由于搜索引擎结果页面功能的出现，搜索引擎结果页面中增加了额外内容，因此其规模近乎呈指数级增长

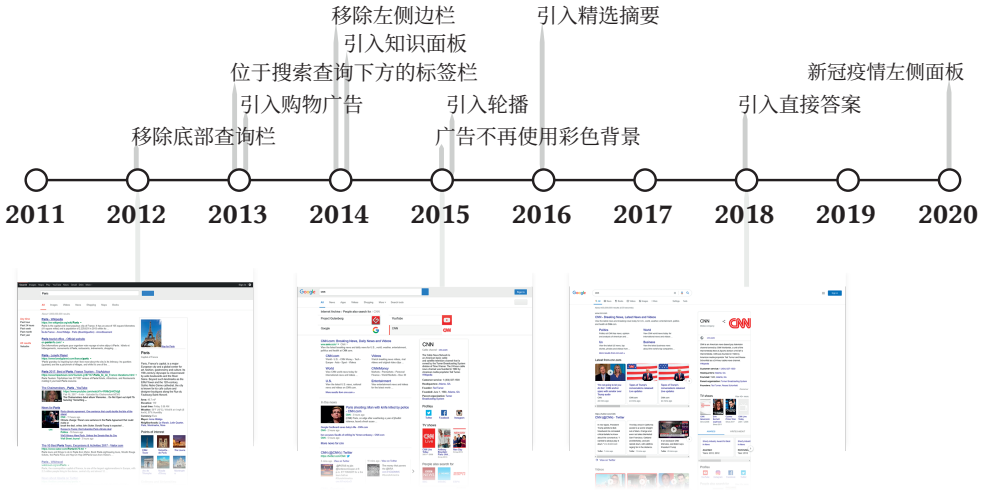


图16：重点标注的高亮部分，时间跨度为2011年至20

随着时间推移，这些页面变得更加庞大。我们还可以从网站[15]上元素的动态叠加中观察到这一演变。

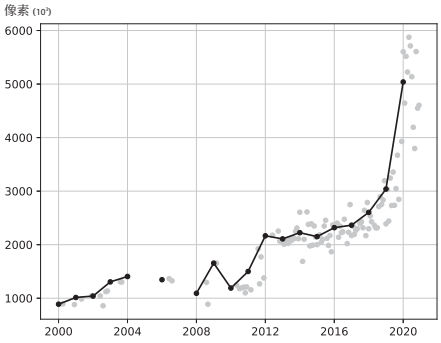


图17：界面面积的演变，以平方像素单位测量

5.5 文件大小和数量

我们采用了类似的方法，研究整个数据集中文件大小的变化。图18展示了搜索引擎结果页捕获件的文件大小变化，以及其文件夹中的文件数量。对于每个捕获件，我们将每个关联文件的大小相加，并按月计算平均值，再据此按年计算平均值。我们没有考虑HTML 中嵌入的文件，而只统计通过关联文件文件夹链接的文件。

结果大小随着界面面积的发展而变化，如图17所示，近几年呈现出急剧增长。这一增长不能归因于关联文件的激增，因为后期数值与搜索引擎结果页面问世初期的数值相近。尽管如此，结果表明，搜索引擎结果页面曾试图减少相关文件的数量，并在最初十年间实现了这一目标。随着界面的演进，这一数量又开始上升

[15]可访问：https://bedgarone.github.io/serpevolution/layout

，并且需要更多图像和图形，这会增加加载搜索引擎结果页面所需的文件数量。此外，HTTP 管线化或 SPDY 等协议的改进，也可能促成了这些关联资源的增加。

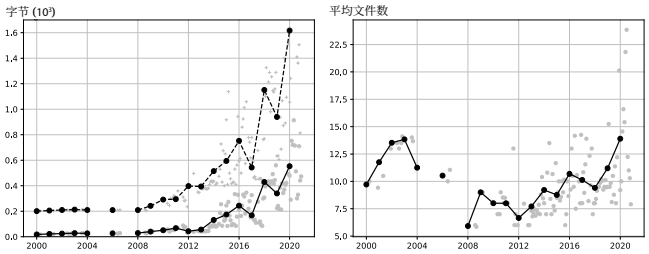


图18：源代码大小（左侧——实线——圆圈）、源代码 + 文件夹大小（左侧——虚线——加号）以及关联文件的平均数量（右侧）随时间的变化

6 讨论

搜索引擎结果页面早已不再是只有“10条蓝色链接”的页面。我们已经表明，搜索引擎结果页面元素的范围一直在不断扩大，而且近几年增长更为迅猛。尽管这种增长可能会导致页面变得杂乱，陷入“多即是少”的陷阱，但我们预计搜索引擎结果页面仍将继续快速演变 [5, 第 512]页。正如设计模式被定期采用所展现的那样，界面一直紧跟着万维网的发展而演变。

类别层级是早期几年中唯一使用、后来又被弃用的功能。网络目录日渐式微或许是导致这一变化的原因。

尽管自然搜索结果的格式一直相对稳定，搜索引擎结果页面却随着时间推移变得更加多样化，并提供了日益先进的导航辅助工具，以提升对结果的解读、相关性评估和用户满意度 [8, 21, 54]。

这些功能补充了自然搜索结果和赞助结果，并试图推断用户的需求，迅速满足这些需求，即使用户没有在搜索查询中明确提及 [8]，这体现了“通用搜索”的愿景 [39]。如图所示，大多数搜索引擎结果页面元素都具有信息性，会提供与搜索结果相关的信息。

搜索引擎结果页面元素的增长几乎呈指数级扩大了界面面积，因为现代页面需要占用更多垂直空间。这些页面变得越来越庞大。令人惊讶的是，鉴于当前有许多功能使用非文本内容，文件平均数量并没有比2000年多出太多。不过，我们注意到，近年来文件平均数量的离散程度更高，如图18所示。

从异构来源（即垂直搜索）聚合结果，并在单一界面中呈现（即聚合搜索），已成为标准做法 [66]。我们可以在图片包、视频信息包、本地包和头条新闻 这些功能中看到这一点。精选摘要等其他功能 则会将从单一来源提取的信息，以不同格式汇集呈现。自2020年以来，万维网上的信息数量和多样性都大幅增加。如今，视频比本世纪初流行得多；来自定位技术（例如 Google 地图）或社交媒体（例如 Twitter）等新平台的内容也已涌现。这一演变自然影响了搜索引擎结果页面元素的变更需求。图形信息先于文本信息得到处理这一事实 [23]，或许也能解释为何图像和视频频繁出现在各类功能中。另一方面，搜索引擎结果页面的演变也深受用户搜索行为的影响。用户很少查看最前面的几个结果之外的内容 [26]；如果在列表顶部找不到有希望的结果，他们往往会改写查询 [20]。他们很少在各自的搜索引擎结果页面“选项卡”中查看视频或新闻等结果 [52]。这种行为也可能促使搜索引擎聚合其他类型的结果 [23],，并非为了丰富多样性，因为大多数用户不会浏览第一页之外的内容。

搜索引擎结果页面也会受到搜索引擎提供商自身利益的影响。这些提供商不仅会向用户提供相关结果，也会提供符合自身利益的结果。欧盟委员会认定，谷歌通过呈现赞助结果的方式滥用其市场支配地位，这一现实因此受到广泛关注 [12]。尽管本文的分析重点并不在此，但我们经常会看到谷歌展示地图服务的结果、在视频容器中展示 YouTube 结果、通过购物广告服务展示购物结果，还模糊了自然结果与赞助结果之间的界限。这些决策对搜索引擎知识较少的用户影响更大，因为他们更可能信任并使用谷歌 [49]。

搜索引擎结果页功能通常允许用户直接在搜索引擎结果页面中与网页内容互动 [21, 43]。这会蚕食点击量 [9]，也可能意味着用户无需点击搜索结果便已获得满足；Li 等人将这种现象定义为“良性放弃” [33]。研究发现，提供直接答案的功能可以提升用户在搜索引擎结果页面上的参与度、减少用户付出并提高用户满意度 [64]。除了提升用户满意度，这些功能还会促进用户参与度，从而增加收入 [21, 31]。

我们的研究结果进一步表明，必须根据当今的搜索引擎结果页面，重新审视仅以“10条蓝色链接”列表为基础的评估指标。聚合异构垂直领域的结果并在搜索引擎结果页面中加入提供直接答案的功能，这种标准做法会影响用户与搜索系统的交互方式，进而影响对搜索系统的评估。点击被分流，因此评估时需要考虑用户与搜索引擎结果页面之间的其他互动类型。在探索用户反馈的方式上也面临挑战，无论是通过用户研究显式收集反馈，还是通过网络日志隐式分析反馈。目前已有研究尝试在聚合搜索页面 [66] 和良性放弃场景 [30]的背景下重新思考评估方式。

7 结论与未来工作

我们以谷歌为案例研究，考察了搜索引擎结果页面用户界面在二十年间的演变。现有研究依赖于这些界面的实际状态，而我们从演变的视角更新并改进了分析，探讨了新旧元素、它们的位置、大小和模式。我们提取并提供了一个包含 5,000+ 个搜索引擎结果页捕获件的数据集，其中包括 HTML 版本和屏幕截图。

我们发现，搜索引擎结果页面中的元素日趋多样，汇集了来自不同垂直搜索领域的内容，并纳入了更多可提供直接答案的功能。这些变化影响了用户行为：用户更常在获得满意结果后离开页面，这种现象被称为“良性放弃”。

未来，我们希望分析其他网页搜索引擎的搜索引擎结果页面并比较结果。我们也希望探讨移动环境下搜索引擎结果页面的演变。我们想了解，本研究发现的搜索引擎结果页面面积扩大，是否会导致桌面端与移动端用户界面之间出现更显著的差异。如前所述，由于我们从互联网档案馆获取的页面捕获件不支持交互，因此本研究未分析需要与搜索引擎结果页面交互的功能。鉴于这类功能的重要性，我们希望探讨当前版本的搜索引擎结果页面中的此类功能。按查询类型（例如信息型、导航型）分析搜索引擎结果页面特征的研究，以及比较旧版与当代搜索引擎结果页面的用户研究，也将很有意义。

致谢

信息学与计算机工程硕士课程以及波尔图大学工程学院信息学工程系通过资助注册费支持了这项工作。

参考文献

[1] Khalil Amjad 和 Fadi Alrub。2013年。搜索引擎功能与机制的比较。高级数据库系统 2131-8070580-sec1（2013年12月），1–8。[2] Avishek Anand、Lawrence Cavedon、Hideo Joho、Mark Sanderson 和 Benno Stein。2020年。对话式搜索（Dagstuhl研讨会19461）。*Dagstuhl Reports* 9, 11 2020 34 83 10 4230 9 11 34 （），–。[3] https://doi.org/。/DagRep.2021。。互联网档案馆。。Wayback Machine 的首次抓取（1996年）。https: //archive.org/details/wayback-machine-1996。[4] Jaime Arguello、Wan-Ching Wu、Diane Kelly 和 Ashlee Edwards。2012年。聚合搜索中的任务复杂度、垂直领域展示与用户交互。载于第*35*届 *ACM SIGIR* 信息检索研究与发展国际会议论文集 （美国俄勒冈州波特兰）（*(SIGIR '12)*）。计算机协会，美国纽约州纽约市，435–444。https: //doi.org/ 10 1145 2348283 2348343 。/。[5] Ricardo Baeza-Yates 和 Berthier Ribeiro-Neto。[n.d.]。现代信息检索：搜索背后的概念与技术 （第2版）。Addison-Wesley出版公司，美国。

[6] N. J. Belkin、D. Kelly、G. Kim、J.-Y. Kim、H.-J. Lee、G. Muresan、M.-C. Tang、X.-J. Yuan 和 C. Cool。2003年。交互式信息检索中的查询长度。载于第26届 ACM SIGIR 信息检索研究与发展国际年会论文集（加拿大多伦多）（SIGIR '03）。计算机协会，美国纽约州纽约市，205–212。https://doi.org/10. 1145/860435.860474[7] Markus Bink、Steven Zimmerman 和 David Elsweiler。2022年。精选摘要及其对用户可信度判断的影响。载于 ACM SIGIR 人类信息交互与检索会议（德国雷根斯堡）（CHIIR '22）。计算机协会，美国纽约州纽约市，113–122。https: //doi.org/ 10 1145 3498366 3505766 。/。Deepayan Chakrabarti、Ravi Kumar 和 [8] Kunal Punera。2009年。导航型查询结果的快速链接选择。载于第18届万维网国际会议论文集（西班牙马德里）（WWW '09）。计算机协-会，美国纽约州纽约市， 391 400 10 1145 1526709 1526762 –。 [9] 2011 https://doi.org/。/。Lydia B. Chilton 和 Jaime Teevan。。在网页搜索结果页中直接满足人们的信息需求。载于第20届万维网国际会议论文集（印度海得拉巴）（WWW ' 11）。计算机协会，美国纽约州纽约市，27–36。https://doi.org/10.1145/ 1963405.1963413[10] Alex Chris。2020年。全球十大搜索引擎（2021年更新）。 https: //www.reliablesoft.net/top-10-search-engines-in-the-world/。[11] Charles L. A. Clarke、Eugene Agichtein、Susan Dumais 和 Ryen W. White。2007年。标题特征对网页搜索点击模式的影响。载于第30届 ACM SIGIR 信息检索研究与发展国际年会论文集（荷兰阿姆斯特丹）（SIGIR '07）。计算机协会，美国纽约州纽约市，135–142。https: //doi.org/ 10 1145 1277741 1277767 。/。欧盟委员会。。反垄断: [12] 2017 欧盟委员会因谷歌滥用搜索引擎市场支配地位、非法偏袒自有比价购物服务，对其处以24.2亿欧元罚款。https://ec.europa.eu/commission/presscorner/ detail/en/IP 17 1784。[13] Nick Craswell 和 Martin Szummer。2007年。点击图上的随机游走。载于第30届 ACM SIGIR 信息检索研究与发展国际年会论文集（荷兰阿姆斯特丹）（SIGIR '07）。计算机协会，美国纽约州纽约市，239–246。https: // doi.org/ 10 1145 1277741 1277784 。/。J. Shane Culpepper、Guglielmo [14] Faggioli、Nicola Ferro 和 Oren Kurland。2021年。主题难度：集合与查询构造效应。ACM 信息系统汇刊 40, 1, 19 2021 36 10 1145 3470563 Article（sep），[15] 2007 页码。https://doi.org。/。Edward Cutrell 和 Zhiwei Guan。。你在寻找什么？网页搜索中信息使用的眼动追踪研究。载于 SIGCHI 人机交互系统中的人为因素会议论文集（美国加利福尼亚州圣何塞）（CHI '07）。计算机协会，美国纽约州纽约市，407–416。https://doi.org/ 10 1145 1240624 1240690 。/。Cristian [16] Danescu-Niculescu-Mizil、Andrei Z. Broder、Evgeniy Gabrilovich、Vanja Josifovski 和 Bo Pang。2010年。争夺用户注意力：自然搜索结果与赞助搜索结果之间的互动。载于第19届万维网国际会议论文集（美国北卡罗来纳州罗利）（WWW '10）。计算机协会，美国纽约州纽约市，291–300。https://doi.org/ 10 1145 1772690 1772721 。/。Danny Sullivan。。谷歌的知识图谱与 [17] 2020 知识面板。https:// blog.google/products/search/about-knowledge-graph-and-knowledge-panels/。[18] Eelke。2012年。交互设计模式。https://www.interaction-design. org/literature/book/the-glossary-of-human-computer-interaction/interaction-design-patterns。[19] Kristofer Franzén 和 Jussi Karlgren。2000年。冗长程度与界面设计。技术报告。人机交互与语言工程实验室。[20] Zhiwei Guan 和 Edward Cutrell。2007年。目标排名影响网页搜索的眼动追踪研究。载于 SIGCHI 人机交互系统中的人为因素会议论文集（美国加利福尼亚州圣何塞）（CHI '07）。计算机协会，美国纽约州纽约市，417–420。https://doi.org/10. 1145/1240624.1240691[21] Kevin Haas、Peter Mika、Paul Tarjan 和 Roi Blanco。2011年。网页搜索的增强型结果。载于第34届 ACM SIGIR 信息检索研究与发展国际会议论文集（中国北京）（SIGIR ' 11）。计算机协会，美国纽约州纽约市，725–734。https: //doi.org/ 10 1145 2009916 2010014 。/。Marti A. Hearst。。搜索用户界面（第1版）。 [22] 2009 剑桥大学出版社，美国。[23] Nadine Höchstötter 和 Dirk Lewandowski。2009年。用户看到了什么——搜索引擎结果页中的结构。《信息科学》179，12（2009年），1796–1812。https://doi.org/ 10 1016 2009 01 028 。/j.ins.。。 [24] Bernard J. Jansen、Amanda Spink 和 Sherry Koshman。2007年。网页搜索用户与 Dogpile.com 元搜索引擎的交互。《美国信息科学与技术学会杂志》58，5（2007年3月），744–755。[25] Bernard J. Jansen、Amanda Spink 和 Jan Pedersen。2005年。AltaVista 网页搜索的时间比较。《美国信息科学学会杂志》与技术 56, 6 (2005), 559–570。https://doi.org/10.1002/asi.20145[26] Thorsten Joachims、Laura Granka、Bing Pan、Helene Hembrooke 和 Geri Gay。2005。将点击数据准确解读为隐式反馈。载于第 28 届 ACM 信息检索研究与发展国际年会论文集（巴西萨尔瓦多）（SIGIR '05）。计算机协会，纽约，美国，154–161。https: //doi.org/ 10 1145 1076034 1076063 . / . Joseph Johnson。 . 搜索引擎全球市场份额，2010-2022 年。 [27] 2022 https://www.statista.com/statistics/216573/worldwide-market-share-of-search-engines/。[28] Rosie Jones、Benjamin Rey、Omid Madani 和 Wiley Greiner。2006。生成查询替换。载于第 15 届万维网国际会议论文集（苏格兰爱丁堡）（WWW '06）。计算机协会，纽约，美国， 387 396 10 1145 1135777 1135835 – . https://doi.org/ . / . [29] 2009 Othar Hansson Kavi Goel、Ramanathan V. Guha。. 介绍富摘要。 https://developers.google.com/search/blog/2009/05/introducing-rich-snippets。访问日期: 2022-10-04。[30] Madian Khabsa、Aidan Crook、Ahmed Hassan Awadallah、Imed Zitouni、Tasos Anastasakos 和 Kyle Williams。2016。学习在搜索成功指标中考虑良性放弃。载于第 25 届 ACM 国际信息与知识管理会议论文集（印第安纳州印第安纳波利斯，美国）（CIKM '16）。计算机协会，纽约，美国， 1893 1896 10 1145 2983323 2983867 – . https://doi.org/ . / . Ron Kohavi、 [31] Alex Deng、Brian Frasca、Toby Walker、Ya Xu 和 Nils Pohlmann。2013。大规模在线对照实验。载于第 19 届 ACM SIGKDD知识发现与数据挖掘国际会议论文集（伊利诺伊州芝加哥，美国）（KDD ' 13）。计算机协会，纽约，美国， 1168 1176 10 1145 2487575 2488217 – . https://doi.org/ . / . Michael Lesk。 . 实用数字图书馆：书籍、字节与金钱。Morgan Kaufmann [32] 1997 Publishers Inc.，美国加利福尼亚州旧金山。[33] Jane Li、Scott Huffman 和 Akihito Tokuda。2009。移动端和个人电脑互联网搜索中的良性放弃。载于第 32 届 ACM信息检索研究与发展国际会议论文集（美国马萨诸塞州波士顿）（SIGIR '09）。计算机协会，纽约，美国， 43 50 10 1145 1571941 1571951 – . https://doi.org/ . / . Eric Lin、Saul Greenberg、 [34] Eileah Trotter、David Ma 和 John Aycock。2011。域名突出显示能帮助人们识别钓鱼网站吗？载于 SIGCHI 人机交互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）。计算机协会，纽约，美国， 2075 2084 10 1145 1978942 1979244 – . https://doi.org/ . / . Chang Liu、Ying-Hsang Liu、Jingjing Liu 和 Ralf Bierig。2021。搜索界面设计与评估。《信息检索基础与趋势》15, 3-4 (2021 243 416 10 1561 1500000073), – . https://doi.org/ . / [35] Feifei Liu。. 信息寻求过程中搜索引擎如何影响视线模式：谷歌与百度。 [36] 2020 https://web.archive.org/web/20220511211235/https: // www.nngroup.com/articles/google-baidu-serp-comparison/。[37] Emma Lurie 和 Eni Mustafaraj。2018。探究谷歌搜索引擎结果页对评估在线新闻来源可信度的影响。载于第 10 届 ACM网络科学会议论文集（荷兰阿姆斯特丹）（WebSci '18）。计算机协会，纽约，美国，107–116。https://doi.org/ 10 1145 3201064 3201095 . / . Gary Marchionini。 . 电子环境中的信息寻求。剑桥大学 [38] 1995 出版社，美国。[39] Marissa Mayer。2017。通用搜索：最佳答案仍然是最佳答案。 https://googleblog.blogspot.com/2007/05/universal-search-best-answer-is-still.html。访问日期: 2022-10-04。[40] Kate Moran 和 Cami Goray。2019。搜索结果页剖析。 https://web.archive.org/web/20220511210638/https://www.nngroup.com/articles/anatomy-search-results-page/。[41] Kate Moran 和 Cami Goray。2020。搜索结果页上的良性放弃。 https://web.archive.org/web/20220511211722/https://www.nngroup.com/articles/good-abandonment/。[42] Kate Moran 和 Cami Goray。2020。三种关键搜索引擎结果页功能：精选摘要、“其他人也在问”和知识面板。 https://web.archive.org/web/20220511203205/https://www.nngroup.com/articles/key-serp-features/。[43] Peter Morville 和 Jeffery Callender。2010。《搜索模式：为发现而设计》（第 1 版）。O'Reilly Media, Inc.，美国。[44] Peter Norvig。2012。英语字母频率统计：重新审视 Mayzner。http: //norvig.com/mayzner.html。[45] Bruno Oliveira 和 Carla Teixeira Lopes。2023。从 10条蓝色链接的页面到功能丰富的搜索引擎结果页——搜索引擎结果页功能的时间演变分析。载于 2023 年人类信息交互与检索会议论文集（美国得克萨斯州奥斯汀）（CHIIR '23）。计算机协会，纽约，美国。https://doi.org/ 10 1145 3576840 3578307 . / . James Reynolds。 . 购买链接简史——SEO 链接买家终极指南（2022）。 [46] 2022 https://seosherpa.com/buy-backlinks/。[47] Larisa Rosu。2020。2020 年谷歌搜索结果页剖析 - Advanced Web Ranking。https://www.advancedwebranking.com/serp/。

[48] Tony Russell-Rose 和 Tyler Tate。2012。设计搜索体验：发现的信息架构（第 1 版）。Morgan Kaufmann Publishers Inc.，美国加利福尼亚州旧金山。[49] Sebastian Schultheiß 和 Dirk Lewandowski。0。信任错置？信任、识别受商业影响的结果的能力与搜索引擎偏好之间的关系。《信息科学杂志》0, 0 (0), 01655515211014157。https://doi.org/ 10 1177 01655515211014157 . / [50] Julia Schwarz 和 Meredith Morris。 . 增强网页和搜索结果以支持可信度评估。载于 *SIGCHI* 人机交互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)*。计算机协会，纽约，美国，1245–1254。https: //doi.org/ 10 1145 1978942 1979127 . / . Bongwon Suh、Haibin Ling、Benjamin B. [51] Bederson 和 David W. Jacobs。2003。自动缩略图裁剪及其有效性。载于第 *16* 届 *ACM* 用户界面软件与技术研讨会年会论文集（加拿大温哥华）*(UIST '03)*。计算机协会，纽约，美国， 95 104 10 1145 964696 964707 – . https://doi.org/ . / . [52] Danny Sullivan。 . 使用隐形标签页进行搜索。 2003 https://www.searchenginewatch.com/2003/12/02/searching-with-invisible-tabs/。[53] Tanja Svarre 和 Tony Russell-Rose。2022。跳出搜索框思考：视觉式与基于表单的查询构建器比较研究。https://doi.org/10. 48550/ARXIV.2205.04212[54] Jaime Teevan、Edward Cutrell、Danyel Fisher、Steven M. Drucker、Gonzalo Ramos、Paul André 和 Chang Hu。2009。视觉摘要：为搜索和再次访问概括网页。载于 *SIGCHI* 人机交互系统中的人为因素会议论文集（美国马萨诸塞州波士顿）*(CHI '09)*。计算机协会，纽约，美国，2023–2032。https://doi.org/10.1145/1518701. 1519008[55] Teoalida。2019。屏幕分辨率统计。 https://www.teoalida.com/webdesign/screen-resolution/。[56] Paul Thomas、Alistair Moffat、Peter Bailey、Falk Scholer 和 Nick Craswell。2018。针对搜索引擎结果页、卡片和排名的更佳效果指标。载于第 *23* 届澳大拉西亚文档计算研讨会论文集（新西兰达尼丁） *(ADCS '18)*。计算机协会，美国纽约州纽约市，文章 1, 8 10 1145 3291992 3292002 页。https://doi.org/ 。 / 。 Jenifer Tidwell、[57] Charles Brewer 和 Aynne Valencia-Brooks。2020年。《设计界面》，第*3*版。O'Reilly Media, Inc, 美国。500页。https://learning. oreilly.co m/library/view/designing-interfaces-3rd/9781492051954/ [58] Anders Toxboe。2022年。设计模式。 http://ui-patterns.com/patterns。[59] Kristen Vaughn。2019年。2019年搜索引擎结果页功能：完整指南 | KoMarketing。https://komarketing.com/blog/serp-features/。[60] Nicholas Vincent 和 Brent Hecht。2021年。深入探究维基百科链接对搜索引擎结果的重要性。《*ACM*人机交互论文集》 5, 1, 4 2021 15 10 1145 3449078 CSCW 文章（4月），页数。[61] https://doi.org/ 。 / Ryen White 和 Resa Roth。。《探索式搜索：超越查询—响应范式》。Morgan & Claypool Publishers，美国。[62] Ryen W. White。2016年。《与搜索系统的交互》。剑桥大学出版社，剑桥。https://doi.org/ 10 1017 9781139525305 。/CBO Max L. [63] Wilson。。搜索用户界面设计。《信息概念、检索与服务综合讲座》3，3（2011年），1–143。 2011 https://doi.org/10. 2200/S00371ED1V01Y201111ICR020[64] Zhijing Wu、Mark Sanderson、B. Barla Cambazoglu、W. Bruce Croft 和 Falk Scholer。2020年。在搜索结果中提供直接答案：一项用户行为研究。载于第*29*届*ACM*信息与知识管理国际会议论文集（线上活动，爱尔兰）*(CIKM '20)*。计算机协会，美国纽约州纽约市，1635–1644。https://doi.org/10.1145/ 3340531.3412017[65] Ann Wylie。 2021年。在线文字的最佳长度是多少？ https://web.archive. o r g/ w e b/ 20221012095143/https://www.wyliecomm.com/2021/11/whats-the-best-length-of-a-word-online/。[66] Ke Zhou、Ronan Cummins、Mounia Lalmas 和 Joemon M. Jose。2012年。评估聚合搜索页面。载于第*35*届*ACM*信息检索研究与发展国际会议论文集（美国俄勒冈州波特兰）*(SIGIR '12)*。计算机协会，美国纽约州纽约市，115–124。https://doi.org/10.1145/2348283.2348302