数据修复

ATM Mizanur Rahman
计算机科学 伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校 伊利诺伊州尚佩恩，美国
amr12@illinois.edu

Syed Ishtiaque Ahmed 计算机科学 多伦多大学 安大略省多伦多，加拿大
ishtiaque@cs.toronto.edu

Sharifa Sultana 计算机科学 伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校 伊利诺伊州尚佩恩，美国
sharifas@illinois.edu

arXiv:2602.01517v1 [cs.HC] 2 Feb 2026

摘要

本文通过在孟加拉国开展为期六个月的民族志研究，探讨数据修复实践。我们对数据修复人员及相关利益相关者进行访谈和田野观察后发现，除了高精度机械设备稀缺、难以获取高级软件之外，数据修复工作还受到跨语言学习资源匮乏的制约；此外，当地同行之间在记录、整理和分享经验与知识时，也表现出保护性。转而求助于国外论坛和大语言模型等外部资源的维修人员，也讲述了令人沮丧的经历以及他们所遭遇的后殖民伦理张力。我们注意到，在为数据修复工作定价时，预期的技术劳动和数据的情感性都会被纳入考量，这也促成了他们的市场可持续性策略。结合维修、基础设施和数据贫困相关论述，我们认为，数据修复实践既是人机交互领域面临的一项关键挑战，也是推动全球数据公平努力的重要机遇。

CCS 概念

• **以人为中心的计算**；

关键词

数据恢复、非正式修复实践、修复伦理、盗版与访问、后殖民计算、数据的社会价值

ACM 引用格式：

ATM Mizanur Rahman、Syed Ishtiaque Ahmed 和 Sharifa Sultana。2026。数据修复。载于《*2026* 年 *CHI*计算系统中的人为因素会议论文集》（*CHI '26*），*2026*年*4*月*13*日至*17*日，西班牙巴塞罗那。ACM，纽约，NY，美国，15 页。https://doi.org/10.1145/3772318.3790962

1 引言

数据修复是指人们为重新获取丢失或无法访问的数据化材料而付出的努力。数据修复实践包括从故障介质中恢复文件，在忘记密码或遭遇黑客攻击后恢复账户，修复损坏或低分辨率图像，从受损的纸质副本中恢复图像和文档，以及转换格式，使重要的视频、音频和文档仍可使用。尽管修复长期以来一直是人机交互领域的重要主题，但相关研究大多聚焦于硬件和设备维护 [3, 30, 35]。相比之下，数据修复领域仍未得到充分探索，尤其是在全球南方。了解全球南方人群的数据修复实践，对人机交互和数据驱动系统设计至关重要，因为如果人们无法保存和维护代表他们的数据，我们就无法设计出反映其价值观和需求的适当工具与技术。此类失败不仅可能造成数据空白并加剧数据贫困，导致人工智能系统带有偏见且与当地文化格格不入 [34, 42],，人机交互领域对这类风险缺乏认识，也暴露出学术研究中令人担忧的知识鸿沟。这种持续存在的鸿沟造成了深刻的认识论盲点，加剧了结构性不平等，使得在塑造人机交互和全球技术发展的知识基础设施中，哪些人的数据、实践与未来能够被看见，变得愈发不均。

相关的数据恢复研究主要由账户恢复、密码重置以及围绕安全和隐私的关注构成 [7, 25, 68]。此外，我们对数据修复的关注还同时考虑从损坏的手机、受损的存储卡或破裂的屏幕中抢救信息的技术和社会层面；恢复对社交账户及其他平台账户的访问权限；数字文件的格式转换；以及从受损纸质副本中检索图像和文档。要全面了解这一生态系统，必须理解知识如何被生产、共享和整理，以及维修人员在资源限制、伦理模糊性方面面临的困境，还有根据客户的社会经济需求和价值观定制服务的必要性。为了在地方和全球层面制定适当的科技市场策略和经济政策，这些洞见至关重要；但目前它们以碎片化且认识论基础薄弱的形式存在，而这种不完整性又给政策制定、科技行业实践和人机交互研究中的决策过程引入了显著的认识论不透明性。

我们为期六个月的民族志研究通过考察孟加拉国达卡的数据修复生态系统，填补了这一知识空白。我们采用访谈和田野观察，记录了这一生态系统中的场所和人员、最常见的数据修复需求、维修人员的技能与实践，以及各种痛点。我们的研究问题如下：

> *RQ1*：数据修复生态系统中有哪些不同的参与实体和显著实践？*RQ2*：数据修复工作中会遇到哪些挑战？最常见和最不寻常的挑战是什么？在实践中如何应对这些挑战？*RQ3*：数据修复人员采用哪些策略来维持自身生存和数据修复市场的可持续性？*RQ4*：从数据修复实践中获得的洞见，对于人机交互如何缓解数据贫困有何启示

请使用 nonacm 选项或 ACM Engage 类以启用 CC 许可。此作品署名 4.0 国际许可协议授权。*CHI '26*，*2026*年*4*月*13*日至*17*日，西班牙巴塞罗那 © 2026 版权所有归所有者/作者所有。ACM ISBN 979-8-4007-2278-3/2026/04 https://doi.org/10.1145/3772318.3790962

孟加拉国民众及其他类似资源受限社群的关切？

我们的研究发现，数据修复市场已在计算机及相关设备维修市场中发展壮大并得以维持。除了缺乏高精度数据修复设备和软件价格昂贵之外，这一生态系统中的数据修复工作还面临跨语言学习材料，以及地方知识文档的整理和传播等挑战。我们注意到，维修人员会有选择地整理最常见但又至关重要的维修任务及其解决方案，以供日后使用，并用于培训徒弟。除了众所周知的问题外，还有一些情况无法通过他们整理的知识或同行集体协作来解决，因此他们转而求助于其他渠道，例如国外论坛和大语言模型。这些发现让我们的研究得以深入了解维修人员的挫败感，以及他们面临的伦理挑战。我们还注意到，他们在自身生存与市场增长之间面临着种种矛盾，涉及定价、客户关系和同行间的信任。

我们的研究作出了四项重要贡献。**首先**，我们详细呈现了孟加拉国达卡的数据修复实践民族志描述，展示这些实践如何借助人类专业知识、专用软件以及塑造这一领域的社会政治动态而开展。**其次**，我们梳理了维修知识如何在本地网络中产生、传播并受到有意限制，凸显了保密、非正式学习和受控访问等实践。**第**三，我们展示了全球南方"数据贫乏"社会如何尝试保留、管理和恢复其数据，并揭示其中的局限与政治因素。**第四**，我们探讨了在孟加拉国达卡发现的数据修复生态系统实践，如何构成全球推动数据公平的一项关键挑战。

2 文献综述

本文将数据修复 定义为一系列实践的集合，这些实践不仅包括传统的数据恢复，例如从损坏的手机和存储卡中恢复文件，或修复破裂的屏幕，也包括文件访问权限恢复和媒体转换等多种形式。此外，我们的数据修复概念还包括通过密码重置重新进入账户、恢复被黑客入侵的个人资料并重新获得完全控制权；还包括修复或增强数字制品，例如修复损坏文件、提高图片分辨率、将多媒体格式转换为可用形式，甚至从受损的纸质副本中以数字方式提取图像和文档。通过将这些技术、社会和体验层面纳入考量，我们的定义强调，数据修复并不局限于技术恢复，还涵盖了让数据重新变得可用所需的更广泛的社会物质实践。

2.1 人机交互与修复

维修长期以来一直是人机交互和科学技术研究中的一个研究主题，尽管其重要性常被设计与采纳研究所掩盖。Suchman对复印机维修的分析[74, 75] 展示了故障如何打乱正式规划，迫使人们采取情境行动并进行即兴应对。Orr对施乐技术人员的民族志研究表明，维修知识如何通过"维修轶事"和非正式启发式方法传播 [55]。这些见解推动了后续的人机交互学术研究，使其认识到，故障并非失败，而是社会技术系统中一种常见且能激发新可能的时刻 [34]。Jackson和Kang强调，故障、过时和再利用是技术生命的核心 [35],；而Rosner及其同事则研究了维修实践与性别、物质性和身份认同的交集 [62–64]。Houston等人强调，维修体现了关怀、责任和可持续性的价值 [29, 30], ，进一步彰显了维修在人机交互领域的伦理意义。

面向发展的人机交互（HCI4D）研究将修复置于资源匮乏的环境中，在这些环境里，获取新设备的机会有限，基础设施也十分脆弱。Jackson等人描述了纳米米比亚的修复"世界" [36, 37], Houston记录了乌干达富有创造性的基础设施 [28], Ahmed等人研究了达卡的手机维修[3], Wyche考察了内罗毕贫民窟中的非正式信息与通信技术（ICT）维修 [81]。总体而言，这些研究表明，修复具有协作性、情境性和基础设施属性，在无法进行替换的情况下维持人们获取资源的机会。然而，大多数研究都聚焦于硬件和基础设施故障。将关注范围扩展至数据修复，有助于揭示信息脆弱性与数据恢复如何同样构成人机交互参与韧性与数字正义的关键场域。这促使我们考察数据修复实践如何延伸并复杂化人机交互领域关于故障与维护的既有理论。

2.2 非正式性、学习与实践社群

维修往往得益于空间、培训和经济活动中的非正式性。Polanyi 的默会知识概念 [57], 、Sennett 对手工技艺的思考 [69], 以及 McCullough 对数字手工技艺的研究[49] ，凸显了技能如何根植于身体、源自经验，且往往无法编码。Suchman 和 Orr 强调了计划与情境化即兴实践之间的差距，以及故事在传递维修诀窍方面所发挥的作用 [55, 74]。Lave 和 Wenger 的 " 实践共同体 " 概念 [40, 41] 强调，学习与身份形成在专业和手工技艺传统中紧密相连。这些观点将维修视为一种在实践中共同培育的知识，而非孤立的技术工作。

全球南方关于维修与获取的研究揭示了**非正式性如何发挥基础设施的作用**。Rangaswamy 和 Nair 考察了印度贫民窟中的创业式维修 [60],Burrell 展示了西非的网吧如何成为即兴实践与批判的场所 [9], Simone 描述了非洲城市中的"人即基础设施" [70], de Bruijn 等人则追溯了非洲的移动接入如何由临时性实践所支持 [13]。非正式性也塑造着人们获取工具的方式。Sundaram 的《海盗现代性》 [76], 、Karaganis 对全球媒体盗版的分析 [38], 以及 Liang 对海盗形象的理论阐释 [45] ，都凸显了破解软件和盗版基础设施如何在受排斥的情境中大量涌现。关于韧性的研究还表明，在遭受冲击的情境中，社群会即兴构建基础设施并开展知识共享，进一步凸显了非正式性作为一种集体能力的作用，使人们得以在逆境中适应、维持并重新组织实践 [47, 48, 52, 72]。总体而言，这些文献揭示了非正式性是一套生存与知识传递体系，既支撑又限制着维修经济；这一观察促使我们进一步关注

数字数据维修如何组织并再生产。受到这些研究的启发，我们进一步探讨非正式基础设施如何塑造全球南方城市市场中的学习、知识流通与维修工作。

2.3 隐私、伦理与后殖民计算

维修也会引发严峻的隐私与伦理问题。Nissenbaum的情境完整性框架 [51] 和可用隐私研究[66] 指出，信息披露可能导致尴尬、后悔或伤害。然而，与医学（HIPAA） [4] 或法律（律师—当事人保密特权） [59], 不同，维修并无制度性保护。信息与通信技术促进发展领域的研究记录了这些脆弱性。Ahmed等人展示了达卡的维修人员如何处理敏感个人记录 [3], ，而Houston则描述了乌干达维修人员面对私人内容的情形[28]。用户往往依赖非正式信任和保密，而非可强制执行的保护措施，因此风险始终未得到解决。后殖民计算的批判性视角强调，权力与排斥如何构成这类动态。Irani等人认为，以西方为中心的技术模式会边缘化全球南方的实践[33]。Sundaram [76], 、Liang [45],和Simone [71] 将盗版描述为获取与抵抗的基础设施，尽管它也使合法性与伦理问题变得复杂。这些研究表明，若脱离财产、劳动与信任方面的全球不对称，就无法理解维修实践。将数据修复置于这些讨论之中，有助于阐明隐私与盗版如何交织，并由此不仅塑造个体的脆弱性体验，也塑造集体的技术生存策略。这促使我们开展研究，探讨维修人员如何在后殖民数字经济中应对围绕隐私、信任与获取所产生的伦理张力。

2.4 维修、价值观与可持续性

维修也是价值与可持续性得以践行的领域。Friedman和Nissenbaum关于设计中的价值的研究[19, 21–24] 指出，技术蕴含着道德与政治后果。Houston等人的《维修中的价值》 [30] 进一步表明，维修是一种关怀与责任的伦理实践。可持续人机交互强调维修、再利用和改作他用，以此对抗消费主义丢弃逻辑 [6, 14, 16, 46],；与此同时，崩溃信息学将故障重新诠释为实现韧性的契机[73, 78]。Lepawsky对电子废弃物再利用的分析 [43, 44], 、Rifat等人对达卡bhangari回收者的民族志研究 [61], ，以及Kim等人针对淘汰电子产品提出的再利用框架 [39] ，进一步凸显了维修在可持续性与正义方面的作用。关于数字耐用性和手机生命周期的研究拓展了这一视角，从Odom关于维持个人数字制品的研究 [54] ，到Huang对手机更换、处置和可持续实践的调查 [31, 32]。Graham和Thrift对维护的理论阐释[27] 进一步凸显了维修在可持续性与正义方面的作用。这些见解表明，维修不只是技术恢复，也是价值协商之所在；这种协商体现在服务定价、优先恢复具有情感意义的数据，或建立长期信任等方面。保密和选择性培训实践也可被视为市场生存策略，它们将可持续性与生计联系起来，正如它们与生态目标相连一样。从这个意义上说，数据修复凸显了关怀、责任和可持续性等价值如何在实践中得到具体体现，这促使我们

研究脆弱的维修经济如何维系数据与社区。这也促使我们提出研究问题：价值与可持续性如何通过数字数据修复工作得到具体体现。

3 方法

我们的民族志研究历时六个月，于2024年12月-2025年1月及2025年5月-2025年8月在达卡开展。我们走访了两类数据修复场所：11家低保真社区维修店，以及位于大型市场内的10家高保真实验室维修店。社区店铺维修人员负责修复物理损坏的照片和官方文件、解锁手机，并协助处理社交媒体账号恢复和一次性密码问题；高保真实验室的实验室专家则专攻专业硬件与软件维修。我们还与负责接待客户并将设备转交给数据修复实验室专家的中介进行了交流。低保真维修店分布于米尔普尔、丹蒙迪、巴达、卡塔尔巴甘和古利斯坦等社区。高保真数据修复店位于六个市场：MultiplanCenter、Suvastu Arcade（ICTBhaban）、IDB Bhaban Mirpur、Motalib Plaza、古利斯坦维修市场和Eastern Plus Shopping Complex。

3.1 参与者招募

我们通过发放传单并直接联系他们来招募参与者。我们说明了这项研究，并寻求观察其工作及对其进行访谈的机会。我们通过直接前往其店铺接触社区店铺维修人员来招募他们。对市场的初次走访帮助我们与中介沟通；这些中介通常是寻求维修的客户的第一联系人，随后会将设备送往专业实验室。这些中介也参与了本研究，并将我们介绍给维修实验室专家，从而便于进入原本封闭的工作空间。此外，参与者经常推荐其他可能适合本研究的人 [26]。所有参与者均为18岁或以上，并至少拥有六个月的数据修复相关经验（例如，数据修复实验室专家、中介、社区维修店主）。参与者的人口统计信息见表1。我们没有发现任何女性维修人员。这是因为维修人员工作的场所（见图1）在文化上看似不适合且对女性不安全，而且旁观者在我们观察期间表示，这一职业本身并不被认为对女性有利可图。更多说明见第4.2小节。

3.2 观察

我们的观察环节在六个市场的十一家低保真社区维修店和十家高保真实验室维修店进行。对于社区维修店的观察，我们提前安排了时间，并在营业时间观察他们的工作。进行高保真维修观察时，我们先走访并观察市场中介的柜台，然后前往数据修复专家的专业实验室。店主和中介应我们的请求，帮助我们进入这些场所。根据具体情况和所需的专业知识，中介会与一位或多位实验室专家协调。他们为我们安排了合适的时间，并介绍我们认识数据修复实验室专家。

参与者总数：	28（女性：0，男性：28）
参与者角色	
数据修复实验室专家：9（女性：0，男性：9）	
中介：	8（女性：0，男性：8）
社区修复者：11（女性：0，男性：11）	
年龄范围（岁）	
全部：19–45，	中位数 28
男性：19–45，	中位数 28
女性：	不适用，中位数不适用
数据恢复经验年限	
数据修复实验室专家：	2–11年，中位数7
中介：1–8年，中位数4	
社区修复者：	1–8年，中位数4
教育	
小学：6（女性：0，男性：6）	
高中：4（女性：0，男性：4）	
中学毕业证书：	5（女性：0，男性：5）
高中毕业证书：	7（女性：0，男性：7）
技术文凭：5（女性：0，男性：5）	
学士学位：	1（女性：0，男性：1）

表 1：参与者的人口统计信息

在我们说明这项工作的目标后，参与者要求我们进一步解释，随后才同意接受观察。我们进行了 16 次、每次持续三至四小时的观察（总计近 50 小时），以了解他们的维修流程、所用的工具和软件，以及他们与客户互动的方式。观察期间，我们在笔记本中做了详细记录；经参与者许可，还拍摄了他们工作空间和维修设备的照片。

3.3 半结构式访谈

我们进行了 28 次半结构式访谈 [65]。所有访谈均使用孟加拉语进行，这是参与者和研究人员的母语。每次访谈开始时，我们都会说明研究目的并征求知情同意。访谈期间，我们询问参与者如何开始从事数据修复、塑造其发展历程的社会条件、他们培养和分享技能的方式、他们面对挑战的经历，以及他们为应对或抵制这些挑战而采取的策略。每次访谈持续 45 至 60 分钟，并根据参与者的时间安排。所有访谈均在维修场所面对面进行。我们做了详细记录。23 位参与者同意我们对访谈进行录音。之后，我们将这些材料转录并翻译，以进行开放式编码和主题分析 [8, 18]。

3.4 数据收集与分析

我们收集了约150页田野笔记、200多张图片和18小时的录音。我们将录音转录成访谈转录稿，从孟加拉语翻译成英语，并在开展开放式编码和主题分析之前移除了身份标识符 [8, 18]。研究团队的两名成员分别审阅了访谈转录稿，以熟悉其中的内容。在开放式编码过程中，我们允许编码归纳式地涌现，捕捉参与者对其工作的反思、故事和批评以及维修生态系统。初始编码包括软件障碍、未记录的维修难题以及社区知识共享等主题。随后，我们根据概念上的相似性，以及这些模式在参与者的叙述中反复共同出现的情况，将相关编码归为更高层次的主题。这些主题通过研究团队内部多轮比较和讨论，自然而然地从数据中涌现出来（参见补充材料中的编码手册）。这些主题将在下一节中介绍。

3.5 伦理问题与研究者立场

本研究经本校机构审查委员会（IRB）审查并批准。所有参与者均提供了知情同意，并获保证其信息将得到保密。作为研究者，我们的立场塑造了本研究：所有作者均为孟加拉国人，与参与者有共同的语言和文化背景，这有助于建立信任。我们承认，自己的学术和社会经济地位与参与者有所不同，并努力通过长期参与和反思性分析来缓解这些不平衡。

所有作者均为孟加拉语使用者和孟加拉国人，在孟加拉国出生并长大，对维修工作的文化、语言和社会背景十分熟悉。我们长期参与以社区为中心的研究和基础设施研究，为本研究奠定了基础，其中多位作者拥有十余年的民族志研究经验。这种共同背景使我们能够与参与者建立信任，同时我们也持续反思自身学术地位与参与者生活现实之间的差异。

4 达卡的数据修复生态系统

达卡的数据修复生态系统既包括社区中的低保真维修店，也包括大型市场中的高保真实验室维修店及与之相关的人员。本节将详细介绍这些维修场所、相关人员、所用设备以及提供的服务。

4.1 数据修复场所

达卡的社区中有数不胜数的**低保真维修店**，可能每半平方英里就有一家。它们最常接到的维修需求包括修复照片和官方文件（如受损的证书、土地契约等；见图2）实体副本的分辨率、提升其清晰度和可视度，以及恢复那些陈旧、破损、遭水浸或褪色副本的质量。密码遗忘时，它们还会帮助客户解锁手机或社交媒体账户，并解决一次性密码（OTP）问题。诸如从损坏或故障的手机、存储卡、平板电脑或硬盘中找回受损、损坏或已删除的文件，或从网络空间找回丢失文件等复杂任务，通常超出了它们的能力范围。社区修复者通常会将这些客户转介至高保真维修店。

高保真维修网点有两种分布式工作站：客户接待店和维修实验室。在众多电脑或手机销售维修店中，只有少数店铺设有一处柜台，由一两名销售人员坐镇，负责接待数据修复业务并招揽客户。因此，**客户接待店**位于



图1：(a) 达卡多层购物中心内一群小型电脑店中的一家高保真维修网点。店外有一块小小的黄色孟加拉语招牌，写着“维修与数据恢复”。客户在浏览时常常偶然发现这类店铺，并因数据恢复需求而上门。在这一场景中，一名身穿蓝衬衫的中间人正在店外与客户洽谈，并接收他们的设备以进行数据恢复。(b) 一条通往公寓楼的狭窄小巷，实际的数据恢复工作在此进行。一名数据修复专家在三楼租下一套公寓开展数据恢复任务，地点距主要市场不远。(c) 一间狭小拥挤、设于公寓内的实验室，实验室专家及其团队在此处理与数据修复相关的设备和工具。(d) 另一处进行数据恢复的实验室入口，鞋子被留在门外，因为室内不允许穿鞋。

人潮拥挤的大型电脑或手机市场内，因此更容易被发现。设有柜台供数据修复人员的接待者（以下简称中间人）驻守的店铺，会摆放招牌或海报，说明店内也提供数据修复和数据恢复支持（见图 1(a)）。中间人与客户交谈、检查设备、协商价格，并记录电话号码、客户的国民身份证（NID）等信息。这些店铺会接收维修工单，并在修好设备后将其交还。要找到数据修复点，最简单的方法就是在电脑和手机市场里打听，店主通常会指引你前往这些专门的店铺。这些店铺的营业时间与市场的开放时间一致，通常为上午 10 点至晚上 8 点。

另一方面，实际进行维修工作的**维修实验室**很难找到，因为它们并不位于市场内。我们走访了六家维修实验室，它们距离主要市场步行约10至20分钟，中介们就在这些市场里。中介每天晚上都会将一批待修设备送到实验室。所有实验室都设在租赁公寓或小型建筑内（见图1(b)）。这些实验室配备了数据修复所需的电脑、维修工具和软件。由于工具价格昂贵、技术精密且易损，这些实验室都维护得非常完善。房间里装有空调，窗户从不打开，以防灰尘进入。实验室内不允许穿鞋（见图1(d)）。客户和其他人也不得进入。我们反复前往进行民族志观察，逐渐与他们建立了融洽关系，因此才获准进入实验室进行短暂观察。

4.2 数据修复从业者

低保真维修人员 及社区店铺是达卡维修领域中最常见的从业者。我们采访的店铺



图 2：典型低保真邻里照片修复店的工作站。修复师坐在电脑屏幕前，屏幕后方的墙上挂着店铺的广告传单，上面附有他的联系方式，并介绍了他提供的服务，包括修复受损照片。拍摄这张照片时，修复师正在从一张受损的纸质副本中修复一张护照照片。这张受损照片上是客户已故的母亲，但客户仍需要用它办理手续。

维修人员都没有接受过正规技术培训，最多只有五人取得了高中毕业证书。其中七人最初通过销售手机配件、提供简单的手机维修服务，或经营复印和打印摊位开始职业生涯。例如，P14 解释说，他起初在自己的小店里打印证件照和文件，但客户经常也请他修复受损照片。于是，他开始尝试使用基础编辑软件，并逐渐积累了这方面的技能。同样，P7 曾在一家手机维修店工作，如今他在自己的新店里提供手机维修服务，还帮助客户解锁因忘记密码而无法使用的手机。这些不同的经历为他们从事数据修复工作提供了切入点。

高保真数据修复工作由两个群体分担：数据修复实验室专家和中介。**数据修复实验室专家** 是负责从受损或无法访问的设备中实际恢复信息的技术人员。四位实验室专家表示，他们进入这一领域时具备一定的技术背景。例如，参与者 P9 解释说，在从事这项工作之前，他经营着自己的 IT业务。他过去常安装闭路电视（CCTV）系统、专用自动交换机（PABX）线路以及其他 IT 服务。他第一次接触数据恢复，是因为一位客户问他能否也从硬盘中恢复数据。起初，他对此所知不多，但随着询问的人越来越多，他的好奇心也不断增长，于是开始研究相关工具。这份好奇心逐渐引领他进入数据恢复领域。另有三位专家是因个人经历而进入这一领域的。参与者 P1 分享说，2008年，他父亲办公室的电脑发生故障，五年的档案数据因此丢失。他

记得自己当时感到无助，因为那时孟加拉国没有人能提供这类服务。这份挫败感一直萦绕在他心头，促使他学习数据恢复，避免其他人遭遇同样的问题。尽管进入这一领域的途径各不相同，但该领域几乎完全由男性主导。在我们的研究中，没有遇到任何一位女性维修人员。这种缺席反映了孟加拉国更广泛的性别差距：维修技能被视为男性的工作，市场环境在社会层面上并不欢迎女性，而家庭则鼓励女性选择更为正规的职业。对于那些加入这一行业的人来说，培训是必不可少的一步。大多数专家向 SEI、MRT 或 DFL 实验室等官方供应商学习，这些供应商既销售数据恢复工具，也提供收费培训。培训费用高昂，一些资深技术人员也会提供非正式培训，不过收费非常高。例如，参与者 P17 表示，直接向他学习的费用最高可达孟加拉塔卡 500,000（约合美元 4000）。

另一方面，**中介**是在拥挤的市场中客户接待店铺里的工作人员。他们与客户交谈、检查设备、协商数据恢复的最低价格，并记录电话号码或国民身份证等信息。中介充当了可见的店铺与隐蔽的实验室之间的桥梁。我们遇到的所有中介此前都曾在购物中心内经营普通店铺多年，因此是当地市场中广为人知的人物。数据修复实验室专家通过固定协议与这些中介合作。

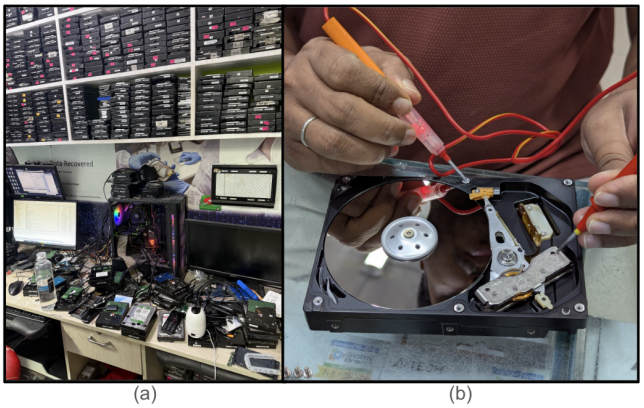


图 3：（a）在一间数据恢复实验室内，架子上摆满了数百块贴有标签的硬盘，作为恢复数据所需的供体部件。工作台上，多块待处理硬盘通过适配器、电源线和工具连接到一台恢复工作站，旁边还有一台 USB显微镜。左侧有两台电脑正在运行：上方屏幕用于诊断和克隆，下方屏幕则显示恢复的文件，以供验证和传输。（b）专家正在用测试灯检测已打开硬盘的连接点上的电流。亮起的红灯表明电路导通，帮助他找出故障。

4.3 数据修复社区

九位实验室专家都向我们介绍了他们在 Telegram 频道上的**社区聊天群组**。这些群组不受地域限制，更专注于任务。因此，来自达卡乃至孟加拉国各地的维修人员都会通过 Telegram 频道加入社区。他们会发布帖子，寻求解决那些他们认为可能很常见、但自己难以解决的维修问题的方法；询问并了解新的软件和硬件；分享他们发现并认为可能对其他同行有用的在线资源；并通过展示自己的专长来打造个人品牌，即便是在维修社区中，这种专长也独树一帜。这种个人品牌塑造和产品宣传往往有助于其他维修人员找到具备特定情境所需技能的同行，并借助合适的工具和技术解决问题。多位维修人员告诉我们，这些频道上的交流曾多次促成创新解决方案，推动了孟加拉国数据修复社区的发展。

这些群组受到保护，仅限受邀者加入，没有开放的加入或邀请链接供人自行加入。人们通过同伴联系和介绍加入社区。虽然他们没有告诉我们确切名称，但提到了一个与之相近的化名；我们据此推断，至少有四个这样的 Telegram 社区，供他们通过同伴交流积累知识。

4.4 软件和硬件

低保真维修人员在社区维修店使用各种工具。修复物理受损照片时，他们使用扫描仪进行数字化处理，使用 Adobe Photoshop [2] 进行核心编辑，并使用 ScanT- ailor Advanced [67] 清理文档。最近，一些维修人员也开始在数据恢- 复工作中使用 Topaz Photo AI [79]。解锁设备时，最常提到的工具是 Octoplus [53] 和 ChimeraTool [10]。对于社交媒体密码恢复或一次性密码相关问题，他们通常遵循 Facebook 或 Instagram 提供的官方指南，这些指南不要求使用任何专用软件。维修人员从本地供应商处获取所需硬件，并从官方网站购买软件订阅以开展工作。

维修实验室专家需要同时具备软件和硬件方面的专业知识。**软件** 包括一系列专用工具，可帮助技术人员诊断问题并恢复数据。常被提及的软件包括 PC-3000、Victoria、Disk Drill、EaseUS、DMDE 和 R-Studio [1, 12, 15, 17, 58, 80]。这些工具的获取方式各不相同。一些维修人员会从官方供应商处购买，但许多人依赖通过仅限数据恢复人员加入的封闭 Telegram 群组分享的盗版版本。盗版版本价格更低，但不稳定，更新后往往会失效。学习使用这些工具并非易事。正式的供应商课程可能持续数周，但只有经过长期练习才能真正熟练掌握。正如 P16 所指出的，完成数据恢复所需的时间取决于具体情况：简单问题可能只需数小时，但复杂问题或设备严重损坏时，则可能需要数天甚至数周。此外，维修人员的技能也会影响所需时间。

硬件方面同样至关重要，因为数据恢复往往需要将物理干预与软件结合起来。维修人员的实验室里通常备有台式电脑、笔记本电脑、供拆件用的硬盘、焊接工具套件和芯片编程器。这些物品在本地市场上很常见，技术人员会用它们执行精细操作，例如焊接电路、更换受损的硬盘磁头，或修复损坏的连接器。除了这些标准工具，维修人员也会使用更专业的硬件，例如 Spider 板 [77]，，它们可以直接访问芯片中的数据。通过官方供应商购买时，这些板卡通常会附带授权软件，但许多技术人员会转向非正式渠道，以更低的价格进口

这些渠道能降低成本，但也存在供应不稳定、零件造假或缺乏售后支持等风险。由于这些维修做法与常见的手机和电脑维修有所重叠，许多技术人员会运用以往积累的技术经验，或直接向附近的维修店学习。因此，硬件技能在市场的日常维修文化中更加根深蒂固。通过将这些物理干预与基于软件的工具相结合，技术人员能够处理仅靠软件无法解决的情况。

4.5 服务与价格

这种**定价实践**采用分级结构，体现了不同案例的复杂程度。在社区维修店，受损照片和文档的恢复费用取决于文件的物理状况，通常每张照片或每页文档收费200孟加拉塔卡（2美元）至1000孟加拉塔卡（8美元）。手机解锁通常约需3500孟加拉塔卡（30美元）。社交媒体账号恢复或一次性密码相关问题没有固定价格。这些案例的客户通常技术水平较低，维修人员往往仅收取极低的服务费（约1美元），有时甚至免费，因为处理这些问题不需要投入太多额外精力或时间。

高保真维修网点的情况则略有不同。中介通常会告知客户一个最低起步价，但也会解释，最终费用取决于设备的状况，而这一点无法仅凭初步查看完全确定。对于误删、格式化或文件系统损坏等简单案例，最低收费约为3500孟加拉塔卡（30美元）。如果硬盘可以正常运行，但存在坏扇区或轻微的印刷电路板（PCB）故障等电子问题，数据恢复费用通常从约7000孟加拉塔卡（60美元）起。U盘或小型存储卡的数据恢复费用约为6000孟加拉塔卡（50美元），而从数码单镜头反光相机（DSLR）、GoPro、无人机或RED摄影机存储卡中恢复视频，费用从10000孟加拉塔卡（80美元）起。最昂贵的案例涉及固态硬盘（SSD）或同时存在硬件和逻辑损坏的设备。以上报价均为中介向客户报出的最低价格。设备送达专业实验室后，专家会评估其实际状况，然后致电客户确认最终的数据恢复费用。此时由客户决定是否继续。如果客户同意，专家便开始数据恢复流程；如果不同意，专家会将设备退回中介，再由中介将未恢复数据的设备交还客户。

在民族志研究期间，我们观察到，中介不会从客户手中接过设备，除非客户确认自己至少有**所需的最低预算**。实际的数据恢复费用可能高于这一金额，但最低预算是受理的前提。中介解释说，只有客户同意支付最低费用，他们才会留下设备并进行检测；否则，客户就必须带着设备离开。

5 研究发现

我们的主题分析揭示了数据修复人员采用的不同专业策略，这些策略既用于解决他们在修复过程中遇到的挑战，也有助于他们在当前及长远维持市场经营。我们将在以下四个方面对这些策略进行分类和说明：子主题：利用软件和工具应对已知且有记录的挑战；利用软件和工具应对新颖且罕见的挑战；满足市场需求并评估数据的价值；以及通过集体协议维持数据修复市场。

5.1 借助软件和工具应对已知且有文档记录的挑战

维修人员处理的一些数据修复需求在社区中早已广为人知，因为这些问题在维修工作中频繁出现。随着时间推移，维修人员对这些反复出现的问题进行了调查，开发并记录了可靠的变通方案，还在同行之间传播。这种记录方式有助于数据修复领域以社区为中心的知识整理。

5.1.1 本地制造的手机面临的挑战。七位实验室专家提到，许多传统且享誉国际的修复软件都无法从本地制造的手机中恢复数据。本地公司 Walton 和 Symphony 生产价格实惠的手机，吸引了大量本地资源匮乏和低收入用户。尽管这些手机广受欢迎，但其内部结构与标准数据修复工具不兼容，给维修人员带来了重大挑战。实验室专家 P9 举例说，Walton Primo X5 等手机型号使用联发科芯片组和安全设置，阻碍维修人员尝试获取底层访问权限。与大多数将内部存储呈现为磁盘的其他手机不同，Walton Primo X5 手机使用媒体传输协议（MTP）传输文件，导致大多数标准数据恢复工具无法运行，因此维修时需要额外且更高级的专业操作。接着他的话题，同一实验室的同事 P10 向我们解释了数据修复工具与设备之间为何会出现这种不匹配。

> “为了让手机价格亲民，企业会在当地制造、生产和翻新手机。为了压低成本，许多组件要么缺失、数量减少，要么质量低劣。因此，数据恢复工具无法从这些设备中妥善恢复数据。此外，我们处理这些手机时必须格外小心，以免发生意外，确保数据恢复流程顺利进行。”（*P10*）

这一回答表明，本地制造的手机与软件之间不匹配，给数据修复带来了重大挑战。当我们询问实验室专家如何应对这些问题时，他们解释说，在大多数情况下，同业之间早已熟知解决办法。由于这类情况十分常见，其他维修人员很可能也曾遇到过，并摸索出了变通方案。P1分享了他如何通过社区文档来处理这些情况。

> “廉价手机的这些问题非常常见，这一点我们都知道。处理这类手机时，我们会使用服务模式或 *BootROM* 工作流程，加载合适的代理程序并读取数据。如果无法做到，我们就会拆下存储器读取芯片，并从手机中重建数据。然而，成功并无保证，因为低质量元件导致我们的失败率超过 *50%*。*”(P1)*

因此，人们会将应对常见任务级挑战的见解和经验转化为共享知识，并经常在**Telegram 频道上的社区聊天群组**中分享（更多内容见第 4.3 小节）。尽管不受支持的手机会反复带来障碍，维修人员已学会通过记录在案的解决方案和社区实践来应对。这样一来，社区便能帮助成员跟上进度并持续开展工作。

5.1.2 旧设备与软件的兼容性挑战。六位实验室专家表示，他们在处理过时的硬盘、存储卡和其他存储设备时经常面临挑战。在孟加拉国，许多低收入用户只要家人或朋友转赠的设备仍能正常使用，通常就不愿额外花钱购买新设备。然而，如果这些手机型号过时，使用它们进行数据修复工作就会面临挑战。维修人员告诉我们，旧设备通常与较旧版本的修复软件兼容，例如 PC INSPECTOR Smart Recovery v4.5、Lexar Image Rescue 3 等。不同代际的修复软件与同代及相近代际的硬件兼容。但这些较旧的软件版本也会带来问题，因为它们最初是为在 Windows XP 或 Windows 7 等旧版计算机操作系统（OS）上运行而设计的，这些系统在 2000 年代颇为流行。当维修人员尝试在较新版本的 Windows（Windows 10 及更高版本）上运行这些软件时，工具往往会因驱动程序不匹配或兼容性问题而无法运行。P16 用一个例子向我们解释了这一点，

> “我记得有一次，我拿到一张老款 *5 V SmartMedia*卡（这是一种较早出现的高电压固态闪存卡，在 *21* 世纪初颇为流行）进行数据恢复，但数据恢复工具无法使用。可能是因为这张卡的读卡器或驱动程序与 *Windows* 存在兼容性问题。我把这个问题发到群里后，他们建议我，既然这张卡的型号如此老旧，不妨在 *Windows 7*（*2010* 年代初至中期广受欢迎的电脑操作系统）上试试 *PC Inspector* 之类的老软件（这款软件在 *2000* 年代初至中期被广泛使用）。我用那款工具试了一下，结果运行得非常好。”（*P16*）

这个例子表明，维修人员在处理过时设备时会反复遇到障碍。为应对这类情况，维修人员形成了一种做法：保存并安装旧版电脑操作系统和较早版本的软件。正如实验室专家 P10 所说：

> “有时我们会收到过时型号的设备，需要对其进行数据恢复，所以我特意让一台电脑继续运行 *Windows 7*。旧设备需要旧工具，因此我们会确保把这些工具保存起来，这样我们当中任何人需要相关软件时，都可以下载并安装它，用来从过时设备中恢复数据。”（*P10*）

所有维修实验室专家都向我们介绍了这一策略。他们分享了通过互联网自动更新而意外升级这些操作系统和软件所带来的风险，这会加剧不兼容问题。五位实验室专家还提到，在他们的机器上运行这些过时的操作系统面临着重大挑战。正如 P4 所解释的：

> “驱动程序、浏览器、*USB* 固件和网络协议不断更新，而较新的版本往往无法在 *Windows 7* 上运行，因此我们会阻止这些更新。使用互联网也很困难，因为浏览器无法正常运行，许多网站因缺少安全支持而拒绝打开，而且还始终面临病毒风险。因此，我们通常尽量避免在这些机器上使用互联网，并让电脑完全离线。”（*P4*）

参与者告诉我们，这些更新也会给破解版本的软件带来问题。他们补充说，他们有意保留旧版操作系统的自动更新功能，并关闭了软件自动更新，以避免意外问题。所有数据修复人员都表示，他们专门记录了与旧版本操作系统和软件相关的分步解决方案。此外，他们还指出，在实验室里额外维护一台电脑，以便从较旧的设备中恢复数据，会带来经济和空间上的负担。

5.2 运用软件和工具应对新颖而特殊的挑战

维修人员经常会遇到同行平台上没有记录、也没有已知解决方案的新颖而特殊的维修问题。很多时候，这些尝试还会带来新的困难。本主题展示了维修人员如何应对未记录的挑战，以及在得不到社区支持时会采用哪些策略。

5.2.1 硬件加密和专有文件格式带来的挑战。有时，社区中没有相关问题的记录，实验室专家也不清楚该如何着手。这些情况新颖或罕见，即使向同行请教也找不到解决方案。在这种情况下，维修人员会尝试各种变通方案，但很多时候仍然无法解决问题，只能将设备退还。这些案例展现了共享知识的局限，以及社区尚无法提供解决方案的领域。正如 P18 所说，

> “我们经常会收到这样的设备：默认情况下，所有数据都由 *USB* 桥接板（这是一种电子电路板，充当转换器，使兼容 *USB* 的设备能够与采用不同数据协议的组件或设备通信）在硬件层面加密。如果 *USB–SATA* 桥接器（一种转换设备，可让硬盘驱动器（*HDD*）、固态硬盘（*SSD*）、*CD* 光盘、*DVD* 光盘或蓝光光盘连接到带有 *USB* 端口的设备并与之通信）烧坏，而你取出裸露的 *SATA* 磁盘，里面的内容就只会显示为密文。在我们的社区中，还没有人开发出能恢复这类数据的方法。唯一的选择就是把设备交还给所有者，因为没有其他解决方案。”（*P18*）

通俗地说，问题在于这块外置硬盘有一项特殊的内置秘密功能，会在保存数据时对所有数据进行加密。这种加密由硬盘外壳（即设备的物理外壳）内部电路板上的一颗微型芯片管理。使用 USB 桥接板后，解密密钥便会永久丢失。因此，数据修复专家也无能为力，因为根本无法找回

原来的密码组合。即使维修人员能够对硬盘进行映像，也无法在没有原装桥接板或密钥的情况下读取数据。由于社区没有可供借鉴的解决办法，这个案例最终以失败告终。五位实验室专家还表示，他们在数据恢复过程中也面临格式障碍。没有原始系统或厂商播放器，他们的标准工具就无法重建文件，而他们所在的社区也尚未找到绕过这一问题的办法。正如 P2 所说，

> “有时我会拿到从低成本数字视频录像机导出的 *CCTV* 监控录像片段，文件格式是 *.264*、*.h264* 或 *.dav*。这些文件通常没有 *H.264* 头信息和数字视频录像机自身的索引，所以我在 *VLC* 或 *FFmpeg* 中尝试播放时，看到的只有黑屏。除非我有原始数字视频录像机或厂商的播放器来重建这些头信息，否则没有什么办法让这些录像片段正常播放。”（*P2*）

这两个案例都凸显了尚未得到记录、且社区目前还没有解决方案的挑战。维修人员会尽力尝试，但与硬件绑定的加密以及缺失的专有视频结构，使他们无从继续。在这些情况下，他们会记录失败情况，告知客户，然后归还设备。这些尚未解决的案例标志着当前社区知识的边界，也表明仍需进一步调查的方向。

5.2.2 Web 搜索和大语言模型面临的挑战。当维修人员无法在社区中找到解决方案时，他们通常会尝试从网络上寻求帮助。他们首先使用孟加拉语和英语关键词在 Google 上搜索，也知道这个问题的存在。但他们往往无法输入真正的技术术语，而这些术语需要能够被 Google 理解或搜索到，才能获得适当的解决方案。他们还认为，像中国和俄罗斯这样拥有维修文化的国家可能会有相关资源，但中文和俄语的建议往往因为**语言障碍**而无法奏效。在了解到 ChatGPT 和 Gemini 等大语言模型可能对此有所帮助后，参与者分享了各自不同的经历。七位实验室专家告诉我们，在其他所有选项都失败后，他们至少尝试过一次 ChatGPT（他们将所有大语言模型都称为 ChatGPT；例如，Gemini 被称为“Google 的 ChatGPT”）。然而，这些尝试大多令人沮丧。五位实验室专家解释说，ChatGPT 经常给出错误或幻觉式的回答，这反而给他们带来了更多挑战。由于维修人员只有在没有其他可用解决方案时才会求助于 ChatGPT，因此在这一阶段得到错误答案的风险很高。对于已经受损的数据而言，这类错误可能会加重损坏、降低数据修复的可能性，甚至导致设备发生事故。正如 P13 所说：

> “有一次，我问 *ChatGPT* 如何恢复一张 *UFI Box* 无法识别的损坏 *San- Disk SD* 卡。它信誓旦旦地告诉我，要通过 *ISP* 引脚定义接线，并在设备管理器中启用‘虚拟驱动器’。但我的 *UFI* 设置中根本没有这些选项，我白白花了半个小时寻找相关设置。后来，我向社区确认，根本不存在这样的功能。从那以后，我只用它来处理非常基础的描述，不再问它技术性很强的问题。”（*P13*）

三位实验室专家也表示，虽然 ChatGPT 有时能胜任非常基础的任务，但它缺乏数据修复工作所需的深入而具体的知识。维修人员认为，由于他们对知识的分享严格保密，ChatGPT 缺少与数据修复相关的信息，因此给出的回答质量不高，正如 P10 所解释的：

> “在数据恢复工作中，我们主要通过彼此讨论、反复试验，以及在自己的圈子里分享知识来学习。我认为 *ChatGPT* 无法获取这类专业知识，因此往往不够了解这一领域，无法给出恰当的回答。所以，我建议同行不要在数据恢复工作中使用 *ChatGPT*。”（*P10*）

一些实验室专家在尝试使用 ChatGPT 处理未记录案例时，遇到了另一类问题。ChatGPT 一旦识别出**相关软件是破解或盗版的，就会立即停止回答**。它不会提供技术指导，而是**发出政策警告**。对于那些已经因找不到其他地方的相关文档而陷入困境的维修人员来说，这又增添了一道障碍，阻碍他们获得所需的帮助。正如实验室专家 P1 所描述的，

> “我当时正在处理一项任务，遇到瓶颈时就向 *ChatGPT* 求助。我提到了软件版本，以便 *ChatGPT* 能了解如何使用该软件解决问题。它一意识到该软件是破解的，就立即停止了回答，并说讨论这件事违反了他们的政策之类的。”（*P18*）

七位维修人员都遇到了类似的伦理冲突：ChatGPT 或其他大语言模型无法理解他们为何需要使用破解和盗版版本的软件，不仅拒绝提供帮助，还试图援引政策与伦理方面的规定来吓唬他们。

这些案例凸显了维修人员在走投无路时求助于大语言模型所面临的困境。这些挑战没有文档记录，社区中也没有现成的解决方案。维修人员寻找变通方案时，ChatGPT 往往会提供错误的指导，或是一发现破解工具或盗版工具便停止回应。这些拒绝遵循西方知识产权规范，却与全球南方维修工作的现实情况并不相符。这种脱节非但没有带来帮助，反而让维修人员陷入伦理冲突，迫使他们重新求助于同行，或依靠自己的尝试摸索解决办法。

5.3 遵循市场规则并重视数据价值

对维修人员来说，在市场中维持生计始终很困难，因为客户群有限，而客户也不太愿意在数据修复上花钱。如果维修人员把价格定得太高，大多数客户就会直接放弃，维修人员最终也会无工可做。因此，维修人员制定了谨慎的策略，根据数据类型调整收费。这些策略使他们能够在仍处于发展阶段的市场中生存下来。本主题展示了维修人员如何将策略性定价作为短期手段，以维持维修工作并在这一领域立足。

5.3.1 基于数据情感价值的定价。十四名维修人员表示，他们维持生计的策略之一，是根据客户的个人财务状况以及数据所承载的情感联系来调整价格。社区维修店维修人员 P20 表示，来自不同背景的人都会找他们进行数据修复，而这些人通常与数据有着深厚的情感联系，例如已故家人的纸质或数字副本老照片（见图2图注中的类似示例）、学历证书，或以旧格式保存的法律文件。维修人员有时会根据数据的价值调整价格。P14 解释了一个案例：他为一位客户免费完成了维修工作。

> “曾有一位中年人力车夫拿着一张破损褪色的父亲纸质照片来找我，希望我能修复它。照片状况很糟，而他没有足够的钱支付维修费用。他告诉我，前一天晚上他梦见了父亲，非常想念他。那张破损的照片是他唯一留存的关于父亲的记忆，如果照片丢失，他就什么也不剩了。他的话打动了我，因为我也失去了父亲，所以决定免费帮他修复。遇到这种情况时，我不会考虑钱，因为帮助别人或许能通过他们的推荐为我带来更多客户。”（*P14*）

这一回应表明，维修人员赋予数据很高的情感价值。虽然他们有时会降低维修费用，但他们的策略是：付少量费用的客户日后可能会为他们带来更多客户。然而，在某些情况下，如果维修人员发现客户经济条件不错，而且数据承载着很强的情感价值，他们也会提高价格。他们知道，如果数据中包含无法重现的记忆，客户往往愿意支付更多。实验室专家 P9 分享了一个这样的例子，

> “有一次，我拿到一张存储卡，里面有一对情侣的照片和视频。中间人告诉我，他们新婚不久，去科克斯巴扎尔海边度蜜月。他们的手机不小心掉进了水里，手机里的存储卡也损坏了。这张卡里存着他们所有的婚礼照片，蜜月期间拍的照片也都存在这张卡上。我明白这些照片有很高的情感价值，也知道无论我收多少钱，他们都会付。所以在那种情况下，我多要了一点钱来恢复数据，因为这些照片对客户有情感价值。”（*P9*）

这两个例子都表明，维修人员如何将数据的情感价值作为一种短期策略来维持工作。这种方法帮助他们生存下来，并通过仔细判断形势、理解他人损失或依恋的程度，把艰难的市场状况转化为机会。

5.3.2 基于顾客重复到访可能性的策略。十二位维修人员表示，他们会判断客户的背景和技术技能，并以此作为维持业务的一种策略。他们不依赖固定价格，而是试图了解客户的情况，了解他们如何使用待维修的手机或设备、如何维护这些设备、客户再次弄坏设备并再次上门的可能性有多大，以及能够与他们建立多大的信任。维修人员据此决定维修任务的收费，往往会向潜在的回头客提供**忠诚折扣**。实验室专家 P16 解释了他如何根据客户的教育背景来决定价格——

> “我会试着判断这位客户是否属于可能再次丢失数据的类型。受过教育的客户通常在丢失一次数据后就会做备份。他们从那次经历中吸取教训，知道如何存储和备份文件，所以他们通常是一次性客户。我知道他们大概不会再来，所以我会故意多收一点钱。另一方面，受教育程度较低的客户或不了解数据存储的人往往会再犯同样的错误。他们将来很有可能再来找我，所以我会故意少收一些，以鼓励他们回来。他们更有可能成为长期顾客。”（*P16*）

七位实验室专家维修人员指出，前来维修的大多数人技术技能有限、收入不高。他们认为，这为自己在市场上的业务提供了机会。正如 P17 所说，

> “我接触的大多数人甚至不知道云存储是什么。即使有些人知道，*15 GB* 的免费额度用完后，他们也不愿购买额外空间，因为订阅费用对普通人来说太高了。此外，购买存储空间需要信用卡，而我们国家的大多数人都没有信用卡。因此，他们把数据保存在自己的设备上；设备发生故障时，他们就会来找我们恢复数据，这也成了我们的收入来源。”（*P17*）

5.3.3 企业客户定价。七位实验室专家表示，涉及组织或办公室数据的维修案件收费更高。在孟加拉国，客户在个人数据维修任务的价格上往往会大力讨价还价；他们愿意牺牲服务质量，若觉得报价不合适，甚至会放弃维修。然而，企业客户则不同；对他们而言，修复数据并非可有可无，而且他们不会在质量上妥协。涉及官方数据的维修工作通常包括修复和恢复含有敏感信息的机密文件；若缺少这些文件，组织的运作就会停摆，项目也可能延误。维修人员知道，无论代价多高，公司都必须恢复数据，这给了他们提高报价的机会。正如参与者 P9 所解释的，与个人数据维修相比，这些工作需要投入更多精力，也伴随着更高风险：

> “每当组织或办公室把数据恢复工作交给我时，我总是把收费定得更高，因为这类数据高度敏感，通常对其日常运营至关重要。他们还要求提供适当的文档、签名和收据，并期望每个文件都能得到妥善恢复。这些工作风险更高、要求更严格，压力也大得多，所以我

对个人数据，我的收费通常会高出两到三倍。”（*P9*）

在这些情况下提高收费，维修人员可以在短期内赚取更多收入。然而，我们接触的所有数据修复人员都表示，接受组织数据修复任务意味着作出一项**保密承诺**；维护这一承诺是其**可信度**的体现，有助于提高他们从同一组织或类似组织获得更多此类数据修复项目的可能性。

5.4 保障数据修复市场可持续性的集体协议

为了在数据修复市场中长期生存，维修人员会记录并保护自己的知识，避免公开分享。这一主题展现了维修人员为保护社区并使其长久延续而制定的策略。

5.4.1 限制未充分培训的知识。四位实验室专家告诉我们，他们最担忧的问题之一是，未充分掌握的知识可能会造成危险。如果有人对这一领域只略知一二，便开始独自维修，就可能意外损坏设备，或彻底破坏数据。一旦发生这种情况，整个市场都会受到影响。如果数据完好无损，至少有一位受过培训的专家可以将其恢复，社区也会从中受益。但数据一旦被毁，就没有人能从中获利，客户也会对整个市场失去信任。因此，维修人员会仔细核查新学习者的背景，并避免培训那些可能无法完成整个学习过程的人。实验室专家 P1 描述了一起因随意分享知识而引发此类问题的案例：

> “有一次，我随口向一个人演示了几个数据恢复的基本步骤。他在我身边坐了几天，观察我如何工作。后来，他买了自己的工具，开始自称数据恢复专家。有一次，一位女士送来一块硬盘。我和她通电话时，她告诉我，在来找我之前，她已经找别人修过了。那位维修人员竟然就是我曾经半教过的那个人。但他试图用错误的方法进行数据恢复，结果把硬盘彻底弄坏了。等硬盘送到我这里时，我也已经无力修复了。”（*P1*）

这个例子表明，接受过不完整培训的人可能很快就会损害整个社区的声誉和收入。维修人员通过避免培训不完整，并限制知识的传播，来保护自己免受这些风险。对他们而言，保密不仅是为了保护技能，也是为了确保市场不会因缺乏经验且技能不足的修复人员而崩溃。

5.4.2 限制培训以控制市场准入。七位实验室专家表示，除非收取非常高的费用，否则他们不会培训新人。主要原因是，他们认为新维修人员进入市场会对自身构成直接威胁。由于孟加拉国的客户群本来就很小，每增加一名从业者，都会加剧竞争，并减少现有从业者的收入。因此，维修人员选择限制他人接受培训，以此维持专家人数较少的局面并保护自身地位。通过限制进入市场的人选，他们旨在确保自己在这个尚未发展起来的领域中实现长期可持续性。P17 解释道：

> “在孟加拉国，数据恢复对大多数客户来说仍然不重要。人们还没有完全依赖数字存储，因为他们仍在使用纸质文件，也会保存实体照片。由于数据恢复费用高昂，而客户群又很小，如果其他人进入这一领域，随着竞争加剧，我的市场价值就会下降。因此，我不会与他人分享我的知识，也不希望有新人进入这个行业。等一切都完全数字化后，我或许会改变想法，但目前我不希望如此。”（*P17*）

这个例子表明，保护知识并限制他人进入市场，也是确保长期生存的一种有意为之的策略。正如受访者所说，与低保真数据修复不同，对高保真、高价数据修复的需求尚不足以支撑众多专业人士，因此他们会谨慎保护自己的技能，并避免培训新的竞争者。

5.4.3 应对正式机构和专业领域竞争的韧性。五位实验室专家还告诉我们，有时警察和刑事调查局（CID）的警员也会向他们求助，协助刑事调查中的数据修复。尽管警员已经拥有自己的数据修复团队，但他们往往仍依赖独立维修人员。正如 P4 所解释的——

> “在这个领域，主要问题并非缺少工具或培训，而是遇到难题时，没有人能帮你找出下一步该怎么做。有些任务，例如硬盘固件故障、芯片拆卸转储和专有*DVR*视频，风险很高，因为往往不清楚如何安全地继续操作。警察（这里指警方实验室的技术人员）经常在处理这些案件时陷入困境，因而不敢继续操作，因为任何一步出错都可能导致不可逆数据丢失。这就是为什么警员不再冒险，而是把设备送到我们这里。”（*P4*）

然而，维修人员在分享自己的方法时表现出很强的韧性。他们经常替警员完成工作，但会确保不泄露自己的技术，即使警员提出要求也不例外。为了在市场中长期生存，他们把知识藏起来，以避免竞争。正如 P16 所说，

> “警察和刑事调查局的人员也会询问我们使用的方法，试图了解我们如何恢复数据。我们不会分享这些流程，因为如果他们知道了我们的技术，就可能开始自己做数据恢复工作，这样一来，他们就不再需要我们了。他们来找我们，我们因此获得收入；但如果他们能自己处理，就没有理由再把工作交给我们了。”（*P16*）

这些实践共同展现了维修人员如何保护自己的知识，以确保长期生存。他们的韧性使其技能始终不可或缺，即使面临来自正式机构的竞争也是如此。

6 讨论

本文考察了孟加拉国达卡的数据修复实践。我们的研究结果显示，维修人员通过积累非正式专业知识、使用盗版工具以及发展基于社区的知识，在这一生态系统中维持生计。我们还注意到数据修复实践中不同的道德层面。我们的研究结果通过揭示后殖民不平等、伦理冲突、数据估值和社区策展如何重塑数据修复与维护，为人机交互领域作出了贡献。这些发现与人机交互领域持续开展的讨论紧密相连，涉及后殖民计算、大数据与人工智能伦理、修复与维护、数据价值，以及围绕攫取主义的争论。通过将数据修复人员的日常实践置于这些更广泛的学术脉络中，我们的讨论将实证主题与设计、基础设施和政策相关问题联系起来。我们的研究以这些联系为基础，提出了对人机交互领域的启示，并为该领域设计与理论两方面的政策讨论提供参考。

6.1 设计启示

我们首先讨论一些可能的设计启示，以便立即回应该社区数据修复领域中正在发生的问题。**一项值得注意的发现**是，人们严重依赖盗版或破解的恢复工具，这使维修人员面临技术风险和法律 precariousness（见 4.4、5.2.2）。一种价值敏感设计 [20] 应对方案是开发轻量、价格实惠的开源数据修复平台，以及一套替代资源方案：既承认全球南方经济体的现实，也将隐私、透明度和知识产权方面的保障纳入其中。针对知识产权与开放获取之间的争论，一种设计应对方案可以是*Scientific ElectronicLibrary Online (SciELO)*。这是拉丁美洲的一项倡议，通过建立开放获取出版基础设施来绕过限制性的学术出版知识产权制度，从而确保人们无需盗版即可公平获取知识 [5, 56]。我们可以借鉴他们的经验和见解，并结合进一步的实地参与，为本地维修人员建立类似的安排。**我们注意到的第二个挑战**是维修知识流通受限：保密有助于保护生计，却也限制了更广泛的可持续性（见 5.4.1、5.4.2、5.4.3）。在这方面，设计可以支持由维修人员自行整理的社区主导档案库或合作存储库，用以记录遗留软件、修复脚本和情境知识，同时不剥夺社区的所有权。一种既能保护受限知识，又允许有限流通以实现长期保存的设计应对方案是*MukurtuCMS*：这是一个由社区推动的内容管理系统，最初与澳大利亚原住民社区共同开发，通过启用“文化规范”，让特定群体（例如长者、国家的高级成员）才能获取或分享知识，从而在尊重界限的同时支持保存 [11, 50]。我们主张借鉴其他边缘化群体保护其知识与实践的倡议。通过同时应对岌岌可危的工具和脆弱的知识基础设施，设计干预可以维护维修工作的尊严，并构建更公平的生态系统，以支持数字生活的延续。

6.2 对理论与政策制定的广泛启示

我们的研究通过展示后殖民不平等、过时化、伦理冲突、数据估值和社区整理如何重塑人们对修复与维护的关注，与人机交互领域建立联系；同时，我们也通过呼吁公平获取、遗产保存、情境敏感伦理、承认边缘化数据以及负责任的知识基础设施，为政策提供参考。下文将对此进行讨论。

6.2.1 数据修复获取与实践中的后殖民不对称性。我们的研究回应了后殖民计算领域持续关注的问题：全球南方的维修工作如何受到知识与资源获取不平等的影响。学者们指出，官方维护渠道（如手册、供应商认可的工具和正式支持网络）往往不向全球北方以外的技术人员开放 [33]。这种难以获取的状况反映了一种刻意的设计取向：以西方设备、操作系统和更新周期为中心，同时将全球南方的情境视为可有可无。我们的实地研究清楚地揭示了这种排斥：维修人员在尝试获取获授权的数据恢复解决方案时，屡屡遇到障碍（见5.1.1、5.1.2）。结果形成了一种局面：关键修复基础设施受到刻意限制，进一步加深了依赖与不平等。与此同时，数据修复实践在很大程度上依赖未经授权、临时拼凑的知识。达卡的维修人员依靠盗版软件、破解加密狗和未记录的方法来恢复丢失的文件（见5.2.2），这呼应了Sundaram提出的“海盗现代性”概念[76]，以及Karaganis将盗版界定为生存基础设施的观点[38]。这些专业知识鲜少被记录在官方乃至非正式的资料库中，却支撑着日常数字生活。广泛使用的本地制造的手机仍不受全球数据恢复工具支持（见5.1.1），这一事实本身便说明，数百万孟加拉国用户在技术上被设计成“不可读”。我们揭示了一种新型后殖民不平等：系统性地制造“**数据不可读性**”，使后殖民用户及其设备被排除在全球数据修复与恢复生态系统之外，并进一步加剧**数据空白**和**数据贫困**问题。通过凸显维修人员必须在无法获取的官方系统与脆弱的未授权工具之间周旋，我们表明，数据修复不仅是应对匮乏的权宜之计，也是一个场域：后殖民权力通过信息维护本身不断再生产并受到挑战。因此，我们不仅填补了人机交互领域关于全球南方数据贫困、数据空白，以及未来设计有偏见、错误且缺乏文化共鸣的人工智能与数据驱动系统所带来风险的知识鸿沟，也通过数据修复研究揭示了生存政治。我们还主张，**后殖民人机交互的设计与实践必须介入制造数据不可读性的结构性条件，并推进相应的设计策略；这些策略不应只是迁就全球南方用户，而应积极重新分配维护、保存和修复塑造其未来的数字痕迹的权力**。

6.2.2 反对过时化：保存维修知识。我们的研究还参与了人机交互和可持续性研究领域中的相关讨论，这些讨论批判了技术行业中不断更新和更换的文化

。Jackson和Kang [35]以及Dourish [16] 等学者指出，过时化被嵌入了偏重新颖性而非持久性的设计逻辑之中。这种导向削弱了维修，尤其是在全球南方，用户依赖旧硬件和过时软件来维持使用机会的地区。我们的研究表明，维修人员难以找到已被制造商弃用、但对于恢复有价值的数据仍不可或缺的驱动程序、协议和工具（见5.1.2）。保存旧机制和本地维修知识，对于防止与过时格式相连的数字生活被抹除至关重要。Lepawsky和Mather [44] 强调，来自北方的废弃材料如何在南方得到再利用，揭示了再利用经济中隐藏的可持续性。同样，数据修复需要访问遗留软件和维护协议，才能恢复脆弱档案（见5.1.2）。通过考察这些实践，我们的研究主张建立保存基础设施，将旧有维修知识视为维持数字接入公平所不可或缺的全球资源，而不是技术进步中可以丢弃的残余。我们认为，保存维修知识对于打断全球技术周期中固有的认识论抹除至关重要；将这种知识视为共享的基础设施资源，也要求人机交互领域设计具体的机制、政策和平台，积极抵制未来人工智能和数据驱动的生态系统中对全球南方用户的边缘化。

6.2.3 人工智能阴影下的修复伦理。我们的研究回应了有关维修伦理维度的持续讨论，尤其是在涉及敏感个人数据的情境中。Nissenbaum的情境完整性理论 [51] 强调，隐私因文化而异；信息与通信技术促进发展研究也表明，维修人员经常需要在缺乏机构保障的情况下应对复杂的伦理期待 [3, 28]。在达卡，维修人员在处理私人档案时努力建立信任并谨慎行事，同时兼顾职业生存与社区问责（见5.3.1、5.3.3、5.4.1、5.4.3）。然而，大语言模型等全球性技术正日益挑战这些植根于具体情境的伦理观。向大语言模型咨询时，它们经常拒绝为涉及破解工具或加密数据的任务提供指导，理由是要遵循普遍的知识产权规范（见5.2.2）。这种立场凌驾于维修人员形成的情境伦理之上，也损害了其社区的实际需求。在全球南方的其他地区也观察到了类似的矛盾：当地实践遭到全球标准的否定 [37]。为应对这些冲突，我们建议OpenAI及类似科技公司提高透明度，说明区域和国际知识产权考量如何影响其数据实践。对于在资源受限环境中依赖这些工具的维修人员而言，这种透明度以及更公平的信息获取至关重要。当前系统在涉及破解工具、受限格式或加密数据时往往采取限制性回应；但全球性技术不应只限制访问，还应探索能够释放区域政策语境潜力的方法。在尊重法律和伦理边界的同时，它们也必须关注全球南方的需求。通过凸显这些冲突，我们的研究指出，数据修复揭示了普遍主义伦理框架的局限，并呼吁采取多元方法，尊重并纳入本地和区域价值观以及责任观念上的差异。

6.2.4 弥合数据估值中的不公平。我们的研究也回应了全球数字经济中数据估值不均的问题。人机交互和HCI4D领域的研究表明，边缘化用户的数字实践常常被忽视，或被视为无关紧要 [3, 81]。官方服务中心经常驳回低收入用户恢复个人文件的请求，认为这些文件与企业或机构数据相比无足轻重。我们的研究记录了本地维修人员如何以不同方式看待这些材料，认可其情感和文化分量，并格外谨慎地处理婚礼照片、纪念视频或教育文件（见5.3.1、5.3.3）。研究结果表明，情感估值与客户的数字素养和脆弱处境密切相关。维修人员指出，对技术不太熟悉的客户往往会得到特别关照，但由于技术知识有限，他们也变得更加依赖维修人员（见5.3.1）。与此同时，维修人员会在定价决策中策略性地利用情感价值——例如，知道客户对数据感情深厚时便收取更高费用（见5.3.1）。这些情况形成了持久却往往缺乏体恤、容易出错的社会纽带，进一步加深了客户对维修人员的依赖。总体而言，这些动态展现了定价实践如何影响维修生态系统中的公平、信任与依赖。这些定价实践（包括忠诚折扣，见5.3.2）会影响长期信任、回访行为以及非正规客户—服务提供者关系；这些正是人机交互研究非正规市场中的用户参与和服务设计时关注的核心问题。Jackson和Kang [35] 提醒我们，维修不仅出于实用目的，也源于爱、记忆与责任。数据修复使这些价值变得具体可感，尤其是对那些数据常被贬低的社区而言（见5.3.1、5.3.2、5.3.3）。通过揭示数据的情感、社会和文化估值如何超越全球系统内嵌的狭隘经济逻辑，我们的研究主张，人机交互领域必须直面那些使穷人的数据沦为可随意丢弃之物的结构性不公平，并设计出将所有数据都视为具有社会意义且值得保存的基础设施。因此，人机交互研究者需要开发相关框架和保存基础设施，认可这些源于生活经验的意义，而不是再现偏袒企业和机构数据的等级秩序。

6.2.5 反对攫取主义的社区托管。最后，我们的研究还探讨了维修实践中的知识策展与社区资本。Lave和Wenger关于实践共同体的研究 [41]，以及Ahmed等人对达卡维修者的民族志研究 [3]，展示了专业知识如何通过学徒制、保密和选择性获取得以传承。我们的发现表明，维修人员整理并限制其知识，不仅是为了维持经济生存，也为了在社区内部建立信任与声誉（见5.4.1、5.4.2、5.4.3）。与此同时，我们迫切需要在更大范围内保存并推广这些维修知识。Rosner和Ames [63] 提出，故障基础设施可以成为创新场所，但前提是不能在缺乏互惠的情况下攫取知识。后殖民批判警示我们，攫取主义会将地方知识从其语境中剥离，并将其商品化以谋取外部利益 [33]。我们将维修知识视为地方资产，也是全球所需，据此主张建立可问责基础设施，在保存维修知识的同时，增强全球南方维修社区的力量，

确保这些社区得到认可，不再被视为边缘劳动力，而是公平数据未来的核心托管者。即使这篇报告我们更广泛项目部分成果的论文，也可能未能充分体现我们对攫取主义的立场；通过长期民族志和协同设计，与维修社区及其他利益相关方开展广泛合作，是建立可问责数据修复生态系统的关键。这需要人机交互领域与地方政府携手合作，将以社区为中心的数据与人工智能整理及维修实践制度化，从而确保数据驱动的未来更加公平、更具代表性。

6.3 局限性与未来工作

我们的研究存在若干局限。首先，我们在达卡开展了民族志研究。尽管这为我们提供了丰富深入的洞见，但研究结果无法全面反映孟加拉国或全球南方其他地区数据修复实践的异质性。其次，为保护隐私，我们有意不接触修复后数据的实际内容。这在伦理上至关重要，但也限制了我们分析不同数据类型如何影响修复策略的能力。第三，由于我们关注维修人员的视角，因此对他们的声音给予了更多关注，而较少探讨客户、政策制定者或工具开发者的观点。这一视角突显了维修人员的现实经历，但其他互补观点仍未得到充分探究。

未来可从两个方面拓展数据修复研究的范围。首先，需要在全球南方不同地区开展跨情境研究，以了解文化、基础设施和经济差异如何影响维修生态系统，并找出共同困境与独特的适应方式。其次，未来研究应开展原型设计，探索设计和政策干预，例如用于数据修复的开源社区主导平台，以检验价值敏感设计如何在维护地方自主性和知识的同时减少对盗版的依赖。第三，为构建负责任的基础设施并更好地管理本地社区的数据，我们未来的工作将通过民族志研究和与本地维修社区共同开展协同设计，确定并制定基准，确保与社区价值观相契合。总之，这些方向能够拓展本研究的理论与实践影响，助力构建更加公平、可持续的全球数据修复生态系统。

7 结论

本文将数据修复引入人机交互领域，指出它是一个关键却常被忽视的维度，并以对达卡维修生态系统的民族志研究为基础。通过记录受限知识、盗版工具、伦理张力以及数据的社会价值评估之间的相互作用，我们表明，维修人员的实践既维系着脆弱的数字生活，也揭示了全球技术基础设施中的不平等。我们的分析将维修研究拓展至信息领域，推进了人机交互理论，并凸显数据修复是后殖民斗争、市场生存与社区策展的重要场域。对于设计与政策，我们呼吁建设能够支持公平获取、保存传统知识、尊重地方伦理，并认可边缘化群体的数据在构建公正数据未来中的价值的基础设施。

参考资料

[1] ACE Laboratory。2025。PC-3000 UDMA 专业系统。https://www.acelab. eu.com/pc3000.udma.php [2] Adobe Inc.。2025。Adobe Photoshop。https://www.adobe.com/products/photoshop. html[3] Syed Ishtiaque Ahmed、Steven J Jackson 和 Md Rashidujjaman Rifat。2015。《学会修理：孟加拉国达卡的知识、协作与手机维修》。载于第七届信息与通信技术及发展国际会议论文集。1–10。[4] George J Annas。2003。《HIPAA法规——医疗记录隐私的新时代？》，第1486–1490页。[5] Dominique Babini 和 Juan D Machin-Mastromatteo。2015。《拉丁美洲科学旨在实现开放获取：倡议与当前挑战》。《信息发展》31，5（2015），477–481。[6] Eli Blevis。2007。《可持续交互设计：发明与处置、更新与再利用》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。503–512。[7] Joseph Bonneau、Elie Bursztein、Ilan Caron、Rob Jackson 和 Mike Williamson。2015。《秘密、谎言与账户恢复：Google使用个人知识问题的经验教训》。载于第24届万维网国际会议论文集。141–150。[8] Richard E Boyatzis。1998。《转化定性信息：主题分析与编码开发》。Sage。[9] J enna Burrell。2008。《问题重重的赋权：西非互联网诈骗作为策略性误导》。《信息技术与国际发展》4，4（2008），第15页。[10] ChimeraTool。2025。ChimeraTool：专业服务软件。https:// chimeratool.com/[11] Kimberly A Christen。2012。《信息真的想要自由吗？原住民知识体系与开放性问题》。《国际传播杂志》6（2012），24。[12] CleverFiles, LLC。2025。Disk Drill 数据恢复软件。https://www.cleverfiles.com/lp/data-recovery-software.html [13] Mirjam De Bruijn。2014。《移动社群中的连接：非洲案例研究》。《媒体、文化与社会》36，3（2014），319–335。[14] Carl DiSalvo、Phoebe Sengers 和 Hrönn Brynjarsdóttir。2010。《绘制可持续人机交互的图景》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。ACM，1975–1984。[15] DMDE Software。2025。DMDE：DM磁盘编辑器与数据恢复软件。https://dmde.com/ [16] Paul Dourish。2010。《人机交互与环境可持续性：设计的政治与政治的设计》。载于第八届ACM交互系统设计会议论文集。ACM，1–10。[17] EaseUS。2025。EaseUS 数据恢复向导。https://www.easeus.com/data- recovery-software/ [18] Jennifer Fereday 和 Eimear Muir-Cochrane。2006。《运用主题分析展示严谨性：归纳与演绎编码及主题开发的混合方法》。《国际定性方法杂志》5，1（2006），80–92。[19] Batya Friedman。1990。《社会议题与学校实践：对学校计算机使用社会背景的民族志调查》。（1990）。[20] Batya Friedman。1996。《价值敏感设计》。《Interactions》3，6（1996），16–23。[21] Batya Friedman 和 Peter H Kahn Jr.。2007。《人类价值观、伦理与设计》。载于《人机交互手册》。CRC出版社，1267–1292。[22] Batya Friedman、Peter H Kahn Jr、Alan Borning 和 Alina Huldtgren。2013。《价值敏感设计与信息系统》。载于《早期参与与新技术：开放实验室》。Springer，55–95。[23] Batya Friedman 和 Helen Nissenbaum。1996。《计算机系统偏见》。《ACM信息系统汇刊（TOIS）》14，3（1996），330–347。[24] Batya Friedman 和 Helen Nissenbaum。1997。《软件代理与用户自主性》。载于第一届自主代理国际会议论文集。466–469。[25] Eva Gerlitz、Maximilian Häring、Charlotte Theresa Mädler、Matthew Smith 和 Christian Tiefenau。2023。《数据恢复之旅：当第二因素丢失时，测试热门网站的账户恢复功能》。载于第十九届可用隐私与安全研讨会（SOUPS 2023）。227–243。[26] Leo A Goodman。1961。《滚雪球抽样》。《数学统计年刊》（1961），148–170。[27] Stephen Graham 和 Nigel Thrift。2007。《失序：理解修复与维护》。《理论、文化与社会》24，3（2007），1–25。[28] Lara Houston。2013。《创造性基础设施：探索乌干达坎帕拉的手机“维修”文化》。博士论文。兰开斯特大学。[29] Lara Houston 和 Steven J Jackson。2016。《关爱“下一个十亿”部手机：通过维修工作打破专有封闭性》。载于第八届信息与通信技术及发展国际会议论文集。1–11。

[30] Lara Houston、Steven J Jackson、Daniela K Rosner、Syed Ishtiaque Ahmed、Meg Young 和 Laewoo Kang。2016。《维修中的价值》。载于2016年CHI计算系统中的人为因素会议论文集。1403–1414。[31] Elaine M Huang 和 Khai N Truong。2008。《打破一次性技术范式：为手机可持续交互设计创造机遇》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。323–332。[32] Elaine M Huang、Koji Yatani、Khai N Truong、Julie A Kientz 和 Shwetak N Patel。2009。《理解手机的情境化可持续性：地方限制与实践对可转移性的影响》。《IEEE普适计算》8，01（2009），46–53。[33] Lilly Irani、Janet Vertesi、Paul Dourish、Kavita Philip 和 Rebecca E. Grinter。2010。《后殖民计算：审视设计与发展的一种视角》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。ACM，1311–1320。[34] Steven J Jackson。2014。《重新思考维修》。《媒体技术：关于传播、物质性与社会的论文集》（2014），221–39。[35] Steven J Jackson 和 Laewoo Kang。2014。《故障、过时化与再利用：人机交互与维修艺术》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。449–458。[36] Steven J Jackson、Alex Pompe 和 Gabriel Krieshok。2011。《万物皆会消逝：纳米比亚农村地区教育计划中的维护、维修与技术》。载于2011年iConference论文集。83–90。[37] Steven J Jackson、Alex Pompe 和 Gabriel Krieshok。2012。《维修世界：纳米比亚农村地区的维护、维修与信息通信技术促进发展》。载于ACM 2012年计算机支持的协同工作会议论文集。107–116。[38] Joe Karaganis。2011。《新兴经济体的媒体盗版》。Lulu.com。[39] Sunyoung Kim 和 Eric Paulos。2011。《电子废弃物创造性再利用实践》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。2395–2404。[40] Jean Lave。2019。《批判性民族志实践中的学徒制》。芝加哥大学出版社。[41] Jean Lave 和 Etienne Wenger。1991。《情境学习：合法的边缘性参与》。剑桥大学出版社。[42] Mathias Leidig 和 Richard M Teeuw。2015。《量化并绘制全球数据贫困状况》。《PLoS ONE》10，11（2015），e0142076。[43] Josh Lepawsky 和 Mostaem Billah。2011。《构建（解构）万物的链条：废弃物—价值关系与孟加拉废旧电子产业》。《地理年鉴：B辑，人文地理》93，2（2011），121–139。[44] Josh Lepawsky 和 Charles Mather。2011。《从起点和终点到边界与边缘：通过电子废弃物重新思考流通与交换》。《区域》43，3（2011），242–249。[45] Lawrence Liang。2010。《超越再现：海盗形象》。na。[46] Jennifer C Mankoff、Eli Blevis、Alan Borning、Batya Friedman、Susan R Fussell、Jay Hasbrouck、Allison Woodruff 和 Phoebe Sengers。2007。《环境可持续性与交互》。载于CHI'07计算系统中的人为因素扩展摘要。2121–2124。[47] Gloria Mark 和 Bryan Semaan。2008。《协作中的韧性：技术作为新行动模式的资源》。载于2008年ACM计算机支持的协同工作会议论文集。137–146。[48] Gloria J Mark、Ban Al-Ani 和 Bryan Semaan。2009。《通过技术采纳实现韧性：伊拉克的新旧融合》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。689–698。[49] Malcolm McCullough。1998。《抽象化手工技艺：实践中的数字之手》。麻省理工学院出版社。[50] Mukurtu CMS。2025。《关于》。 | Mukurtu CMS。https://mukurtu.org/about/ [51] Helen Nissenbaum。2004。《作为情境完整性的隐私》。《华盛顿法律评论》79（2004），119。[52] Fran H Norris、Susan P Stevens、Betty Pfefferbaum、Karen F Wyche 和 Rose L Pfefferbaum。2008。《社区韧性：作为隐喻、理论、能力集合与灾害准备策略》。《美国社区心理学杂志》41，1（2008），127–150。[53] Octoplus Box Team。2025。Octoplus Box：软件维修与解锁。https: //octoplusbox.com/ [54] William Odom、James Pierce、Erik Stolterman 和 Eli Blevis。2009。《理解交互设计背景下我们为何珍藏某些物品、丢弃另一些物品》。载于SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集。1053–1062。[55] Julian E Orr。1990。《谈论机器：现代职业的民族志》。康奈尔大学。[56] Abel L Packer。2009。《SciELO开放获取：来自南方的黄金之路》。《加拿大高等教育杂志》39，3（2009），111–126。[57] Michael Polanyi。2009。《默会维度》。载于《组织中的知识》。劳特利奇出版社，135–146。[58] R-Tools Technology Inc.。2025。R-Studio 数据恢复软件。https://www.r- studio.com/ [59] William J Raleigh。1988。《律师—委托人特权》。《律师》15（1988），49。

[60] Nimmi Rangaswamy 和 Sumitra Nair。2012年。印度城市贫民窟中的个人电脑：信息通信技术促进发展 2.0 中的企业与创业。《发展中的信息技术》18卷2期（2012年），163–180页。[61] Mohammad Rashidujjaman Rifat、Hasan Mahmud Prottoy 和 Syed Ishtiaque Ahmed。2019年。破损的双手：孟加拉国一名电子废弃物工人的技能、照护与手部苦痛。载于《2019年CHI计算系统中的人为因素会议论文集》，1–14页。[62] Daniela K Rosner。2014年。塑造公民，重组设备：论北加利福尼亚当代公共维修场所的发展与性别。《公共文化》26卷1期（2014年），51–77页。[63] Daniela K Rosner 和 Morgan Ames。2014年。为维修而设计？基础设施与故障的物质性。载于《第17届ACM计算机支持的协同工作与社交计算会议论文集》，319–331页。[64] Daniela K Rosner 和 Alex S Taylor。2011年。古籍修复的启示：将图书修复作为设计资源。载于《SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集》，2665–2668页。[65] Ruslin Ruslin、Saepudin Mashuri、Muhammad Sarib Abdul Rasak、Firdiansyah Alhabsyi 和 Hijrah Syam。2022年。半结构式访谈：定性研究工具在教育研究中的开发方法论反思。《IOSR教育研究与方法期刊》（IOSR-JRME）12卷1期（2022年），22–29页。[66] Norman Sadeh、Jason Hong、Lorrie Cranor、Ian Fette、Patrick Kelley、Madhu Prabaker 和 Jinghai Rao。2009年。理解并捕捉移动社交网络应用中的用户隐私政策。《个人与普适计算》13卷6期（2009年），401–412页。[67] ScanTailor Advanced项目。2025年。ScanTailor Advanced。https://scantailor.org/ [68] Stuart Schechter、AJ Bernheim Brush 和 Serge Egelman。2009年。这并非秘密：衡量通过“秘密”问题进行身份验证的安全性与可靠性。载于《2009年第30届IEEE安全与隐私研讨会论文集》，IEEE，375–390页。[69] Richard Sennett。2008年。《匠人》。耶鲁大学出版社。[70] AbdouMaliq Simone。2004年。《未来之城：非洲四座城市中的生活变迁》。杜克大学出版社，北卡罗来纳州达勒姆。[71] AbdouMaliq Simone。2006年。海盗城镇：在约翰内斯堡和杜阿拉重塑社会与象征性基础设施。《城市研究》43卷2期（2006年），357–370页。[72] Robert Soden、Nama Budhathoki 和 Leysia Palen。2014年。韧性建设与危机信息学议程：从开放城市加德满都汲取的经验教训。载于《ISCRAM》，339–348页。[73] Kate Starbird 和 Leysia Palen。2013年。虚拟“灾害工作台”的运作与维系。载于《2013年计算机支持的协同工作会议论文集》，ACM，491–502页。[74] Lucille Alice Suchman。1987年。《计划与情境行动：人机通信问题》。剑桥大学出版社。[75] Lucille Alice Suchman。2007年。《人机重构：计划与情境行动》。剑桥大学出版社。[76] Ravi Sundaram。2009年。《海盗现代性：德里的媒体城市主义》。劳特利奇出版社，纽约。[77] Teel Technologies Canada。2025年。ACELab Spider板适配器。https: //teeltechcanada.com/acelab-products/acelab-spider-board-adapter/ [78] Bill Tomlinson、M. Six Silberman、Donald Patterson、Yue Pan 和 Eli Blevis。2012年。崩溃信息学：拓展人机交互领域关于可持续性与信息通信技术促进发展的论述。载于《SIGCHI计算系统中的人为因素会议论文集》，ACM，655–664页。[79] Topaz Labs。2025年。Topaz Photo AI。https://www.topazlabs.com/topaz-photo-ai [80] Victoria HDD/SSD。2025年。Victoria HDD/SSD官方网站。https://victoria- ssd-hdd.en.softonic.com/ [81] Susan Wyche。2015年。探索内罗毕贫民窟中的手机与社交媒体使用：信息通信技术促进发展领域设计替代方法的案例。载于《第七届信息与通信技术及发展国际会议论文集》，1–8页。