

人工智能技术在灾后恢复重建中的应用研究

本文通过分析灾后恢复重建中的问题特征，探讨人工智能技术在这一工作领域的应用方向：以动态评估与智能决策的融合框架应对灾损评估的动态复杂性；以数据治理和异构融合应对数据碎片化与孤岛效应；以社会心理干预的长效机制完善社区重建；以技术融合平衡隐私保护与公共安全的冲突。

文 | 刘川 中共辽宁省委党校

引言

灾后恢复重建工作事关人民福祉，受到党和国家的高度重视，我国对灾后恢复重建的要求是：灾区生产生活条件和经济社会发展得以恢复，达到或超过灾前水平，实现人口、产业与资源环境协调发展。灾后恢复重建的本质是复杂系统在极端扰动下的再平衡过程。随着我国城乡经济的高速发展，更加复杂的系统重建对技术能力提出了更高要求。人工智能作为新质生产力的代表可以在灾后恢复重建中发挥重要作用。

人工智能技术和灾害治理的结合经验与局限

结合经验：从效率工具到系统重构

人工智能技术最初在灾害治理领域作为效率工具被应用。在地震后的早期救援阶段，无人机搭载人工智能图像识别系统能够快速对受灾区域进行勘查。传统的人工勘查方式可能需要数天才能完成对一个中等规模受灾区域的初步勘查，而无人机结合人工智能技术可以在数小时内完成相同范围的勘查，大大提高了救援的响应速度。随着人工智能技术的进步，其在灾害治理中的应用逐渐从单纯的效率提升走向系统重构。在洪水灾害管理中，人工智能算法被应用于洪水预测模型的构建。通过分析大量的历史气象数据、地形数据以及河流流量数据等，人工智能系统能够构建出更为精确的洪水预测模型。这不仅改变了传



赛迪网官方微信



数字经济官方微信

统依赖经验公式的预测方式，而且在整个灾害管理系统中，使得相关部门能够提前做好防洪准备工作，如合理安排人员疏散、物资调配等。社会重建阶段是灾害治理的长期任务，涉及基础设施修复、居民安置以及社区恢复等多个方面。传统上，这一过程往往由政府或专业机构主导，公众参与程度有限。人工智能技术的进步使基于生成对抗网络（GAN）的方法被用于生成多样化的灾后安置方案。这些方案涵盖了不同类型的土地使用规划、建筑设计以及公共服务设施布局，为决策者提供了丰富的选择。

结合局限：复杂系统的适配困境

在灾害治理中，数据质量是人工智能技术应用的核心环节。然而，在极端环境下，数据采集和处理往往面临诸多挑战。长尾数据缺失也是一个重要问题。罕见场景如桥梁完全坍塌的数据样本不足，导致数字技术分析模型的误报率上升。这类问题不仅限制了模型的泛化能力，还可能导致资源浪费或错误部署。在构建人工智能系统时，只有保障数据的多样性和代表性，才能确保模型能够应对各种复杂情况。算法泛化能力的不足也是制约人工智能技术在灾害治理中广泛应用的因素。由此引发的跨场景迁移失效较为普遍。不同地区的地质条件、建筑结构和社会经济背景等因素会对人工智能模型的表现产生重大影响。基于日本地震数据训练的损伤识别模型在秘鲁山区因地质差异导致准确率下降。由于这种局限性，人工智能技术目前在灾害风险预测方面的应用较多，而在灾后

恢复重建工作中仍然存在较大的应用空间。随着近年来人工智能技术的突破进展，其也将在复杂的系统适配问题上有所突破，可以更有效地应对灾后恢复重建中的现实问题。

灾后恢复重建中现实问题的特征

灾损评估的动态复杂性

灾损评估在灾后恢复重建中具有至关重要的地位，然而其动态复杂性给相关工作带来了诸多挑战。第一，灾害本身的发展过程是动态的。例如，地震发生后，余震可能会持续一段时间，这期间新的建筑物损坏、基础设施的进一步破坏以及人员伤亡数量的增加都会改变灾损的程度。在某些地震频发地区，余震造成的二次损失可能占到总损失的20%~30%。第二，受灾区域的环境也是动态变化的。洪水灾害中，洪水的淹没范围会随着时间推移而改变，受到上游来水、堤坝决口、排水系统运行等多种因素的影响。洪水淹没区域内的财产损失、农作物受灾情况以及对生态环境的破坏程度也随之处于动态变化之中。例如，在一些河流中下游地区的洪水灾害中，洪水淹没时间每延长一天，农作物的绝收比例可能会增加5%~10%。第三，灾损评估的标准也难以保持静态。不同阶段对于灾损的评估侧重点有所不同。在灾害初期，可能更关注人员伤亡和基本生活设施的破坏情况，以便及时进行救援和应急安置；而到了后期的重建阶段，则会更多地考虑长期的经济损失恢复、生态修复等方面。这种随着时间推移、

评估标准的转变，也增加了灾损评估的动态复杂性。

数据碎片化与孤岛效应

灾后恢复重建工作需要大量的数据支持，但数据碎片化和孤岛效应严重阻碍了工作的有效开展。在灾害发生时，不同部门、不同组织以及不同地区各自收集数据，这些数据缺乏统一的标准和规范。救援队伍可能侧重于收集受灾群众的位置和健康状况数据，而基础设施部门则关注道路、桥梁等设施的损坏数据，这些数据在格式、精度等方面存在差异。以某沿海地区遭受台风灾害为例，气象部门收集的是台风路径、风力等气象数据，民政部门收集的是受灾群众的家庭受灾情况和救助需求数据，这些数据之间没有有效的整合机制，难以形成全面准确的灾害情况画像。数据孤岛效应也不容忽视。各部门之间由于数据安全、部门利益等因素，数据共享程度低。不同的政府部门、非政府组织和企业之间的数据难以流通，形成了一个孤立的数据岛屿。例如，保险公司拥有受灾客户的保险理赔相关数据，但由于数据保密等原因，这些数据无法与政府部门进行共享，导致政府在制定灾后重建补贴政策时无法充分考虑保险理赔情况，可能造成资源的重复分配或者分配不足。

社会心理与社区重建的长期性

社会心理的恢复和社区重建是灾后恢复重建中具有长期性的问题。从社会心理层面来看，灾害给人们带来的心理创伤是深远的。例如，在经历大型地震或者严重洪水灾害的地区，许多居民会

出现创伤后应激障碍（PTSD），症状包括噩梦、焦虑、对灾害场景的反复回忆等，严重影响了居民的正常生活和心理健康。社区重建同样面临长期挑战。社区的社会关系网络在灾害中遭到破坏，重建这种关系网络并非一蹴而就。以一些山区遭受泥石流灾害后的村庄为例，原本紧密的邻里关系被打乱，村民们分散安置在不同的临时住所。在社区重建过程中，重新建立信任、合作等关系需要较长时间。而且社区的文化遗产也可能受到冲击，如一些古老的民俗文化、传统手工艺等在灾害后可能面临失传的风险，恢复和传承这些文化需要长期的投入与努力。社区的基础设施重建只是第一步，后续的社区凝聚力培养、社区认同感的重新建立等都需要长时间的积累与发展。

隐私保护与公共安全的冲突

在灾后恢复重建过程中，隐私保护与公共安全之间的冲突逐渐凸显。公共安全要求对受灾地区进行全面的监控和管理。例如，在传染病疫情爆发后的灾后重建阶段，为了防止疫情的二次传播，政府需要掌握居民的健康状况、出行轨迹等信息，以便及时采取隔离、消毒等防控措施。这些措施可能涉及大量个人隐私数据的收集和使用。隐私保护是公民的基本权利。受灾群众的个人信息，如身份信息、家庭财产信息等都属于隐私范畴。在灾后重建中，一些援助机构或者施工队伍可能需要进入受灾群众家中进行评估施工，如果这些机构对隐私保护不当，可能会导致群众的个人信息泄露。这种隐私保护与公共安全之间的

矛盾需要在灾后恢复重建中谨慎平衡，以确保既保障公共安全，又尊重公民的隐私权益。

人工智能技术在灾后恢复重建的应用探索

动态评估与智能决策的融合框架

在灾后恢复重建的进程中，动态评估与智能决策的融合框架至关重要。

传统的评估方式难以实时、全面地把握地震余震、洪水浸泡造成的破坏性变化。人工智能技术中的机器学习算法（如深度学习中的卷积神经网络）可以对卫星图像、无人机拍摄的影像进行快速分析。通过对不同时段的卫星图像进行分析，能够精确识别出倒塌建筑数量的变化、道路裂缝的延伸情况等。这种动态评估的数据可以为智能决策提供有力的支持。

智能决策系统可以根据动态评估的结果，综合考虑各种资源的分配。当发现某一区域的临时避难所需求在不断增加时，系统可以决策调配更多的救灾帐篷、食品和医疗资源到该区域。基于人工智能的预测模型，可以对未来可能出现的灾害次生影响进行预测，提前规划应对措施。

比如在洪水灾害后，预测洪水退去后土壤的含水量变化可能导致山体滑坡的风险区域，从而提前安排人员疏散和加固工程。融合框架还能够整合多源数据，包括气象数据、地理信息数据等。在一些沿海地区遭受台风灾害后，将台风路径的气象数据与当地的地理信息（如海

拔、地形地貌等）相结合，可以更精准地评估哪些区域可能遭受海水倒灌、哪些堤坝最容易被冲毁，进而做出科学的决策，如加固特定堤坝、提前疏散危险区域居民等。

数据治理与异构融合的系统方案

灾后恢复重建面临的数据往往是复杂且异构的。不同部门和机构收集的数据在格式、标准、语义等方面存在差异。数据治理是保障人工智能系统运作准确率的关键。首先要建立统一的数据标准，对于各类数据的采集、存储、共享等环节进行规范。以某城市火灾后的重建为例，消防部门的火灾现场数据（如燃烧范围、火源位置等）、电力部门的电力设施损坏数据以及社区统计的受灾家庭数据，都应按照统一的标准进行整理。异构融合则需要借助数据挖掘和知识图谱等技术。通过数据挖掘，可以从海量的异构数据中提取有价值的信息。比如在洪水灾后，挖掘出淹没区域内不同类型建筑物的受损规律。将知识图谱融入人工智能系统能够将不同来源的数据建立起语义关联，如将地理信息中的河流走向与周边村庄的受灾情况关联起来，为全面了解灾害影响提供更深入的视角。在数据共享方面，要建立安全可靠的数据共享平台。这个平台可以采用区块链技术确保数据的真实性和不可篡改。

例如，在地震灾后重建过程中，各个救援队伍、政府部门和相关企业之间可以通过这个平台共享数据，建筑企业可以获取到准确的地质数据来进行安全的房屋重建，慈善组织能够依据受灾群众

的准确信息合理分配救援物资。

社会心理干预的长效机制构建

人工智能技术可以在社会心理干预的长效机制构建中发挥独特作用。情感计算筛查是一项前沿的人工智能技术，其核心在于通过语音和面部微表情的分析来识别个体的情感状态。在现代社会中，心理健康的关注度日益提升，尤其是在创伤后应激障碍（PTSD）等心理健康问题的早期干预中，情感计算筛查展现出了巨大的潜力。为了保障筛查工作的顺利开展，还需要建立一套完善的实施机制。可以通过搭建在线平台或移动应用程序，方便用户随时随地参与测试；还需配备专业人员对异常结果进行复核，避免误诊现象的发生。这种“技术+服务”的模式不仅可以提高工作效率，也可以增强用户的信任感。社区重建方面，可以利用人工智能技术进行社区韧性仿真探索。智能主体（Agent）建模（ABM）可以用于模拟复杂系统中的个体行为及其相互作用。通过将城市社区中的不同群体视为独立的 Agent，可以分析这些智能主体在面对自然灾害时的行为模式和适应能力。基于这种建模方式，研究人员能够深入理解社区在灾难后的恢复过程以及可能存在的脆弱点。这种建模允许研究者根据不同场景调整参数设置，从而评估多种干预措施的效果。在某些情况下，政府可能会优先修复关键交通线路以促进劳动力市场复苏；而在另一些情况下，则可能选择集中资源支持教育或医疗设施重建。通过反复测试这些假设情景，ABM 为优化资源配置提供了科

学依据。

隐私保护与公共利益的平衡路径

在技术层面，可以采用差分隐私技术（DP）。差分隐私是一种保护个人隐私的数学框架，旨在通过在数据处理过程中引入噪声，确保个体信息不会因数据分析而泄露。其核心思想是，在查询或统计分析结果中加入一定量的随机噪声，使得攻击者无法通过观察输出结果反推出具体某条记录的存在与否。这种技术为隐私保护提供了一种强大的理论保障，同时允许对数据集进行有效分析。该技术与现有的数据处理流程兼容性良好，易于集成到灾后恢复重建的人工智能系统中。将差分隐私与人工智能技术结合可以提供严格的数学安全保证，即使面对恶意攻击者，也能有效防止隐私泄露。这种技术结合适用于多种类型的数据分析任务，从简单的计数查询到复杂的机器学习模型训练均能发挥作用。此外，欧盟“EuCARE”项目可以作为借鉴，该项目基于 Hyperledger Fabric（开源分布式账本）构建了一个安全可靠的物资追踪系统，旨在解决跨境物流中物资流转信息不透明、不可追溯的问题。将这种区块链技术和灾后恢复与重建的人工智能系统结合，不仅可以提高物资流转的效率，还可以增强整个流程的透明度与可追溯性。

责任编辑：金桦 投稿邮箱 zhouhl@staff.ccidnet.com