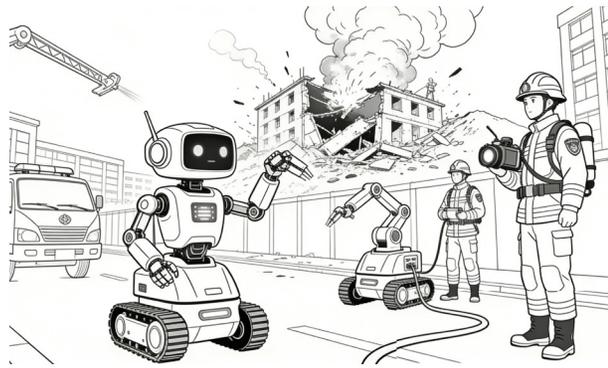


具身智能赋能应急管理产业高质量发展研究

文 | 刘川

具身智能技术在应急管理全链条中具有创新应用价值。在灾前预警、灾中响应、危险品处置、火灾扑救及灾后评估等环节，具身智能系统凭借多模态感知、自主决策及物理执行能力，显著提升了应急响应的时效性与精准性。具身智能正推动应急管理体系从“人力主导”向“机器为主、人机协同”转型，促进产业结构优化升级。然而，核心元器件技术瓶颈、高成本约束、法律规制滞后及人机协同机制不健全等问题制约了其产业化进程。建议强化国家战略顶层设计，构建国家级共性技术验证平台，深化“产学研用”协同创新，并培育多元化市场主体结构，以实现应急管理产业的高质量发展。



(配图由 AI 生成)

具身智能在应急管理中的典型应用场景

灾前预警与监测

具身智能系统依托集成化的高精度传感器阵列、环境感知模块及人工智能算法，在灾害风险预警与动态监测环节展现出显著的技术优势。其物理载体可部署于地质灾害高发区、森林火灾重点防控区域及城市基础设施脆弱节点，实现全天候、多维度的数据采集与实时分析。例如，配备红外成像仪、气体浓度检测器及微振动传感装置的具身机器人可在地震断裂带长期驻守，持续采集地壳形变信息，并结合边缘计算能力对异常信号进行初步识别与分类，从而提升灾害预测模型的准确性与时效性。基于大语言模型与多源异构数据融合的具身智能体能够整合气象、水文、地理信息系统等多维信息，构建动态化、空间化的灾害风险评估框架。具备自主移动能力的地下管网巡检机器人，可在强降雨事件发生前深入主干排水系统开展结构性健康诊断，识别管道堵塞与渗漏位置，辅助决策部门制定精准调度方案。

灾中响应与搜救

在灾害发生的黄金救援阶段，具身智能机器人凭借其强鲁棒性、自主导航能力及环境适应性，已成为现代应急救援体系的重要补充力量。特别是在地震、山体滑坡、建筑坍塌等结构复杂且存在次生危险的场景下，传统人力搜救面临作业效率低、安全风险高等问题，而具备运动控制、目标识别及路径规划能力的具身机器人则可快速进入受限空间执行生命探测任务，利用毫米波雷达与热成像技术定位被困人员的生命体征信号，同时通过无线通信链路将实时影像与空间坐标回传至指挥中心，支撑态势感知与资源调配决策。

危险品处置

针对危险化学品泄漏、放射性物质扩散等高风险事故场景，现场处置人员常面临严重的职业暴露威胁。具身智能系统凭借远程遥控操作、精准机械臂控制及抗干扰通信能力，为上述任务提供了一种安全、高效的替代解决方案。具身机器人通过虚拟现实遥操作系统接收指令，在无人员介入的情况下完成管道隔离作业，可以降低现场人员暴露风险。此类应用对系统的本体控制精度、力反馈感知能力及通信稳定性提出了较高要求。在核心技术层面，亟须突破包括高动态运动控制、六自由度力感知、电磁兼容通信在内的关键技术瓶颈。随着垂直领域大模型的应用深化，具身机器人有望实现更高层级的自主推理与决策，如依据化学品理化性质自动匹配防护策略与应急处理流程，进一步提升应急响应的专业化与智能化水平。

火灾扑救辅助

在高层建筑、地下空间及石油化工设施等复杂火灾场景中，高温、浓烟、缺氧及结构失稳等因素严重制约消防员的作战效能。具身智能机器人作为前置侦察与初期干预单元，可在火情发展阶段抵近火源区域，获取温度场分布、氧气浓度、可燃气体含量等关键参数，并基于 SLAM 技术生成三维火场态势图，为指挥决策提供数据支撑。前沿研究则聚焦于双足或多足形态机器人，以增强其在楼梯、斜坡、瓦砾等地形中的通过能力。部分地区智能产业发展措施亦强调推动智能机器人在商业社区服务与安全应急领域的深度融合，鼓励企业参与示范项目建设。此类装备不仅减轻一线消防员体力负荷，也为科学制定灭火战术提供实时数据支持，是构建“感

知—决策—执行”闭环的智慧消防体系的关键节点。

灾后评估与重建

灾后环境普遍存在余震、滑坡、结构失稳等次生灾害风险，亟须高效、安全地完成受损基础设施的评估工作，以指导后续重建规划。具身智能机器人可搭载激光雷达、高清摄像机及结构健康监测仪器，深入损毁建筑物、桥梁隧道等高危区域开展精细化勘察。其所采集的点云数据可通过算法自动生成三维数字孪生模型，精确识别裂缝宽度、沉降量、承重构件损伤等情况，相较传统人工巡查更具安全性与数据完整性。在洪涝灾害过后，两栖型具身平台还可执行涉水作业，评估堤坝稳定性、涵洞通畅性及排水系统运行状况。未来，具身智能将在“感知—评估—规划—施工”的全链条重建过程中发挥更大作用，助力构建具备自适应能力的韧性城乡体系。

推动应急管理产业高质量发展的路径

基于具身智能的闭环响应机制构建

具身智能技术的引入为提升应急响应的时效性与精准性提供了关键技术支撑。传统应急救援体系长期面临信息传递延迟、现场态势感知不足及人力资源调配低效等结构性难题，制约了灾害应对的整体效能。而具身智能系统通过集成多模态感知模块、自主决策算法及物理执行单元，能够在复杂非结构化环境中实现“感知—决策—行动”一体化闭环控制，显著压缩从灾情识别到干预实施的时间窗口。在地震、建筑坍塌等典型灾害场景中，搭载高精度传感器与视觉识别系统的具身机器人可率先进入高危区域，实时采集并回传建筑物结构稳定性、生命体征信号及有害气体浓度等关键参数，为指挥中心提供第一手情报支持。大模型技术在国内快速发展，显著增强了具身智能体的认知推理能力，使其能够依据动态环境变化自适应调整搜救路径与任务优先级，有效避免重复搜索或关键区域遗漏。

人机协同下的高危任务替代机制

在化工厂爆炸、核泄漏等极端灾害情境下，消防员与专业救援人员常面临高温、有毒物质暴露、电离辐射等多重生命威胁，一线人员的安全保障成为应急管理的关键挑战。具身智能设备作为人类能力的延伸载体，可在高危环境中替代人工执行高风险操作，显著减少了救援人员的直接暴露概率。《具身智能产业高质量发展若干政策措施》明确提出对六维力矩传感器、电子皮肤等核心传感组件的技术攻关予以重点扶持，旨在提升机器人在复杂工况下的精细操作能力与环境适应性，进而胜任更高难度的应急处置作业。我国智能化装备被纳入国家应急物资储备体系，逐步推动应急救援模式由“人力主导”向“机器为主、人力为辅”的新型范式转

型，从根本上破解“以人换人”的被动局面。

应用场景驱动下的产业结构优化

具身智能在应急管理领域的深度渗透正成为牵引相关产业链向高端化、智能化演进的重要引擎。应急管理涵盖感知层、传输层、决策层及执行层四大功能模块，对高性能传感器、精密伺服电机、专用控制芯片、人工智能算法及特种工程材料提出严苛要求，客观上倒逼上下游企业加快技术创新节奏与产品迭代周期。在此基础上，面向应急管理专用的具身智能设备发展将进一步激发定制化需求，带动仿生多指灵巧手、高精度力控关节、轻量化机体结构等细分领域的技术突破。同时，公共服务平台建设也被提上议事日程，如鼓励龙头企业牵头建设评测适配中心、概念验证中心及数据采集中心，有助于降低中小企业研发门槛，加速科技成果的工程化转化进程。由典型应用场景牵引、政策引导及资本投入共同作用的发展机制，有利于重塑应急装备制造产业的价值链结构，推动其从传统的机械加工主导型产业向“软硬协同、智能驱动”的新质生产力形态跃迁。

数据融合与认知计算赋能应急指挥

科学高效的应急决策依赖于全面、准确且实时的信息整合与分析能力。具身智能系统不仅是末端执行单元，更可作为分布式智能节点深度融入应急指挥体系，提升整体决策的智能化水平。通过在灾区部署具身智能体集群，可实现对环境参数、受灾人群分布、基础设施损毁状况等要素的立体化、动态化感知，并将原始数据上传至云端进行多源融合处理。结合大语言模型与知识图谱技术，系统可自动生成灾情评估报告、资源调度建议及最优救援路径规划方案，辅助指挥人员在有限时间内做出科学判断。例如，在洪涝灾害响应中，具身无人机与地面机器人协同作业，可实时绘制动态淹没地图并预测水流演变趋势，为群众疏散路线制定提供数据支撑。

规范引领下的产业健康发展路径

随着具身智能技术在应急管理领域的加速落地，建立统一、协调、可扩展的技术标准与规范体系已成为保障其安全可靠运行、实现跨平台互操作的关键前提。当前，多地政府已在政策文件中明确提出加强标准体系建设的任务导向，鼓励龙头企业牵头组建产业创新联合体，促进整机制造商与核心零部件供应商之间的技术对接与生态协同，推动形成共识性强、适用性广的标准框架。此举有利于凝聚行业合力，加快制定涵盖本体设计、感知精度、运动控制、人机交互、信息安全等维度的团体标准乃至国家标准。唯有建立起覆盖研发设计、生产制造、检验检测、实际应用全生命周期的标准体系，才能真正实现从实验室原型到实战化装备的转化，为应急管理产业的可持续高质量发展奠定坚实的制度基础。

面临的挑战与制约因素

核心能力尚未实现全面突破

尽管具身智能在感知、决策及执行等关键环节已取得显著进展，其系统性技术架构仍面临多重瓶颈。当前多数系统依赖大规模人工智能模型进行高层认知推理，然而如何将抽象的认知能力有效映射至复杂物理环境中的具身化行为输出，仍是实现通用智能体的关键障碍。特别是在动态非结构化环境中完成高精度力控操作，对六维力矩传感器、高分辨率触觉反馈装置及仿生多指灵巧手等硬件组件提出了极高要求。目前我国在高能力力控传感器、柔性电子皮肤等核心元器件领域尚处于技术攻关阶段，产品稳定性与国外先进水平相比仍存在明显差距。在“感知—决策—行动”闭环系统中，环境建模效率与实时路径规划能力亦构成实际应用的重要制约。尤其在应急搜救等高动态、强不确定性场景下，机器人需在烟雾弥漫、光照剧烈变化及废墟覆盖等恶劣条件下快速构建三维空间表征并生成安全可行路径，这对多模态传感融合、边缘计算资源调度及低时延通信机制提出了严苛的技术需求。

成本约束与产业化落地难题

高昂的研发投入与制造成本严重制约了具身智能产品的规模化推广与商业化进程。以人形机器人为例，其集成了数十个高精度伺服驱动单元、多种异构传感器、专用控制芯片及复杂软件栈，单台原型机成本普遍超过百万元。地方政府虽出台扶持政策，反映出对缓解企业初始投入压力的关注，但也从侧面凸显出产业化的高门槛特征。应用场景的高度碎片化进一步加剧了标准化与平台化发展的困难。不同行业对功能属性的需求差异显著，例如，医疗救援机器人需具备无菌操作与生命体征监测能力，而危化品处置机器人则强调防爆性能与远程遥控可靠性。此类差异化需求导致难以形成统一的产品架构与技术标准体系，造成重复研发投入增加、共性技术沉淀困难等问题。

法律规制滞后与伦理治理缺口

现行法律体系尚未建立针对具身智能系统的完整监管框架，相关责任归属、伦理准则及安全标准存在明显制度空白。当具备较高自主性的机器人在无人干预状态下执行任务并引发财产损失或人身伤害事件时，责任主体应归属于制造商、运营方还是算法开发者，尚无明确法律界定。同时，数据隐私与信息安全风险日益凸显。具身智能系统在运行过程中持续采集周围环境的视觉、听觉乃至个体生物特征信息，若缺乏统一的数据加密、存储管理及使用授权规范，极易引发隐私泄露与滥用问题。尤其在养老照护、家庭助理等涉及个人隐私的敏感场景中，用户对数据安全的信任已成为影响技术采纳的关键因素。此外，标准化体系建设滞后亦制约了

产业协同发展。全国范围内仍缺乏统一的测试评估体系、通信协议及硬件接口标准，导致不同厂商设备间互操作性差，系统集成效率低下，限制了产业链上下游的高效协同。

人机协同机制尚不健全

当前具身智能系统与人类之间的协作模式仍处于初级阶段，尚未形成高效、自然且可信的人机共融生态。大多数机器人仍依赖预编程指令集或简单语音命令驱动，缺乏对人类意图的深层理解与上下文情境的动态感知能力。在应急救援等高压、高风险作业环境中，救援人员与机器人之间需要高度默契的协同配合，但现有系统常因响应延迟、动作僵硬或误判操作意图而导致协作失败。实现真正意义上的人机协同，不仅需要技术层面的持续优化，而且需同步推进组织管理模式变革、职业培训体系重构及公众认知引导。未来应探索更具柔性的分工机制，由机器人承担高危、重复性及高强度体力劳动，人类则专注于战略决策、创造性思维及情感交互等高阶职能，从而实现生产力跃升与人文价值回归的双重目标。

具身智能赋能应急管理产业高质量发展的策略建议

强化国家战略层面的顶层设计

具身智能作为人工智能、机器人学及感知—控制系统深度融合的前沿交叉领域，已被纳入国家未来产业培育体系的重要范畴。2025年政府工作报告首次明确提出“发展具身智能”，标志着该技术方向正式上升为国家战略部署。在此背景下，亟须构建系统性、协调性强的顶层制度设计，统筹技术研发路径、产业空间布局、标准体系建设及安全治理机制。应由中央主管部门牵头制定国家级具身智能发展战略规划，明确中长期发展目标、重点任务清单及实施路径图，建立跨部门协同推进机制，强化科技、工信、财政、教育等职能部门之间的政策联动与资源整合，推动形成全国统一、协同高效的产业生态系统。同时，需加快构建涵盖数据安全治理、伦理规范指引、法律责任认定等内容的法律法规框架，为技术演进与产业应用提供稳定的制度预期与法治保障。

构建国家级共性技术试验验证平台

为加速具身智能技术从实验室研发向实际应用场景转化，建设集研发测试、场景模拟、性能评估 i 标准验证于一体的国家级试验场具有关键意义。此类平台应具备多模态环境模拟能力，覆盖工业制造、城市应急管理、医疗护理、家庭服务等典型应用场景，支撑机器人系统在复杂动态环境下的感知—决策—执行闭环能力验证。在应急响应场景中，可通过构建地震废墟、火灾现场等非结构化仿真环境，检验搜救机器人在受限空间中的自主导航、障碍穿越及目标识别能

(下转第70页)