

人工智能技术在社区环境治理中的应用研究

——以北京市为例

黄天航 张碧青 韦结余 陈柳娅*

【摘要】 本文通过对北京市城市社区智能垃圾分类的深入调研发现，当前人工智能技术垃圾分类能够解决居民垃圾分类习惯养成难、人工看桶难、及时清运难、居民众多入户难等传统社区环境治理的顽疾。同时，人工智能技术在垃圾分类中的应用，依然存在应用和日常维护成本过高、隐私保护与数据监督难、使用率统计口径存在偏差、单向数据使用和反馈机制不健全、宣传推广不到位以及社区自身原有问题难以解决等六个方面的困境。这些困境的解决，需要从国家、企业和社区三个层面逐步引导，改进垃圾分类中人工智能技术的应用模式，助力城市精细化治理。

【关键词】 城市基层治理；社区环境治理；智能垃圾分类

一、引言

2020年3月，中共中央办公厅和国务院办公厅印发的《关于构建现代环境治理体系的指导意见》指出，要落实各类主体责任，提高市场主体和公众参与的积极性，形成导向清晰、决策科学、执行有力、激励有效、多元参与、良性互动的环境治理体系^①。党的十九大报告强调，要构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的环境治理体系^②。城市生活垃圾分类工作是当前中国推进城市环境治理的重要举措，也是构建现代环境治理体系和实施可持续发展战略的重要试验田^③。实行垃圾分类，关系广大人民群众的生活环境，关系节约使用资源和可持续发展。垃圾分类工作的落实体现了城市治理能力，在中国城市垃圾分类工作推广中，由于技术水平的提高，不少城

* 黄天航，中国科学院大学公共政策与管理学院副教授；张碧青，中国科学院大学中丹学院硕士研究生；韦结余，中国社会科学院助理研究员；陈柳娅，中国政法大学硕士研究生。本文系国家自然科学基金项目“基于城市管理视角的社会管理（治理）创新研究”（编号：13CGL103）、国家自然科学基金重点项目“新阶段我国城市化发展道路的选择及管理研究”（编号：71133003）阶段性成果。

① 《中共中央办公厅 国务院办公厅〈关于构建现代环境治理体系的指导意见〉》，中国政府网，http://www.gov.cn/zhengce/2020-03/03/content_5486380.htm，访问日期：2022年11月3日。

② 《习近平指出，加快生态文明体制改革，建设美丽中国》，中国政府网，http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/18/content_5232657.htm，访问日期：2022年11月3日。

③ 郭施宏、陆健：《城市环境治理共治机制构建——以垃圾分类为例》，《中国特色社会主义研究》2020年第Z1期。

市正在积极探索利用技术手段开展垃圾分类工作,为垃圾分类带来了新的方法和思路。

随着人工智能技术的发展,人工智能技术逐步嵌入城市基层治理中,城市社区垃圾分类已经从人工监督分类向智能分类的初期阶段发展。人工智能技术已经能够在很大程度上取代人工分类,并大幅降低垃圾分类需要的人力物力,如,通过人工智能技术助力的规范奖惩机制提高居民分类意识、减少人员督导、提高垃圾清运效率,并通过算法优化时间路线,通过智能分拣减轻分类处理的工作量,压缩人力成本。因此,人工智能技术有助于为垃圾分类治理提供强大助力,了解和掌握人工智能技术在垃圾分类治理中的应用现状和典型案例,分析其中存在的问题,找出进一步完善和优化人工智能赋能垃圾分类治理的路径,具有重要的理论和实践意义。

二、国家和北京市智能垃圾分类相关政策

2017年3月18日,国务院印发《生活垃圾分类制度实施方案》^①。方案指出,到2020年年底,基本建立垃圾分类相关法律法规和标准体系,形成可复制、可推广的生活垃圾分类模式,在实施生活垃圾强制分类的城市,生活垃圾回收利用率达到35%以上。2017年8月31日,北京市海淀区人民政府印发《海淀区推进生活垃圾分类工作方案》^②,指出按照“政府主导、社会参与、依法施行、多措并举、注重实效、逐步铺开”的原则,形成政府搭建平台、管理单位负责执行、社会组织和居民自觉参与的格局。同年11月10日,北京市人民政府发布的《关于加快推进生活垃圾分类工作的意见》^③提出,到2020年年底,全市垃圾分类制度覆盖范围达到90%以上,垃圾分类相关制度和标准体系基本建立。但是现有的人工分类方式无法满足相关指导政策提出的要求,亟须以人工智能技术为代表的数字化技术的赋能。

2019年6月17日,国家新一代人工智能治理专业委员会发布《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》^④,提出了人工智能治理的框架和行动指南。2021年9月25日,国家新一代人工智能治理专业委员会发布了《新一代人工智能伦理规范》^⑤,旨在将伦理道德融入人工智能全生命周期,为从事人工智能相关活动的自然人、法人和其他相关机构等提供伦理指引。《伦理规范》提出了增进人类福祉、促进公平公正、保护隐私安全、确保可控可信、强化责任担当、提升伦理素养6项基本伦理要求。同时,提出人工智能管理、研发、供应、使用等特定活动的18项具体伦理要求。这些政策措施的出台为人工智能技术在城市社区环境治理,特别是智能垃圾分类提供了指导和借鉴。北京市于2020年5月1日发布新版的《北京市生活垃圾管理条例》^⑥,强调支持

① 《国务院办公厅关于转发国家发展改革委 住房城乡建设部生活垃圾分类制度实施方案的通知》,北京市人民政府网, http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/201905/t20190522_60129.html, 访问日期:2022年11月3日。

② 《北京市海淀区人民政府办公室印发海淀区推进生活垃圾分类工作方案的通知》,海淀区人民政府网, http://zyk.bjhd.gov.cn/jbdt/auto10489_51767/zfwj_57152/201810/t20181003_3525301.shtml, 访问日期:2022年11月3日。

③ 《北京市人民政府办公厅关于加快推进生活垃圾分类工作的意见》,北京市人民政府网, http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/201905/t20190522_60749.html, 访问日期:2022年11月3日。

④ 《发展负责任的人工智能:新一代人工智能治理原则发布》,中国科技网, http://www.most.gov.cn/kjbgz/201906/t20190617_147107.html, 访问日期:2022年11月3日。

⑤ 《新一代人工智能伦理规范发布》,中国科技网, http://www.most.gov.cn/kjbgz/202109/t20210926_177063.html, 访问日期:2022年11月3日。

⑥ 《北京市生活垃圾管理条例》,北京市人民政府网, http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/201912/t20191218_1256860.html, 访问日期:2022年11月3日。

生活垃圾处理的科技创新,促进生活垃圾减量化、资源化、无害化先进技术、工艺的研究开发与转化应用,提高生活垃圾再利用和资源化的科技水平。全市各区积极贯彻落实,用科技为社区垃圾分类工作提供支持。

三、人工智能技术在北京市智能垃圾分类治理中的应用现状分析

本研究采用案例调研分析方法,联合北京市城市管理委员会固体废弃物管理处对北京市开展城市社区智能垃圾分类的重点示范试点HR区、TZ区、CY区、FT区、HD区、XC区进行了调研。北京市在不同地区分别采用了不同的智能技术助力提升了城市在垃圾分类方面的治理水平,物联网、大数据平台等互联网技术,计算机视觉、语音交互等人工智能技术在智能垃圾分类系统中进行了应用,效果较好,但是人脸识别技术应用则褒贬不一,同时各区也以相关技术为基础构建了多种自动化系统,提高了垃圾分类治理的质量和能。

HR区智能垃圾分类应用情况。HR区M城镇结合垃圾分类的实际情况,镇环境办经过长时间摸索,联合企业设计制作了以太阳能发电的垃圾地箱站智能投放系统和垃圾桶站智能投放系统。社区采用了多项以智能技术为基础的系统来解决当前存在的垃圾分类治理问题:一是安装了红外线智能自动开门系统和桶满自动锁门系统,解决了因桶脏居民无接触开盖问题,并减轻了垃圾分类指导员劳动强度;二是采用了紫外线灭菌、电击喷淋灭蚊蝇系统,物联网系统和烟感报警、自动喷淋系统,桶箱满后系统自动通知管理人员和环卫中心运输车队,优化了卫生水平、阻断了病菌传播途径,提高了运输效率,减少了运输成本^①。

TZ区的智能垃圾分类应用情况。当前TZ区利用智能技术,已搭建了较为完整的生活垃圾精细化管理平台,分管理主平台和居民应用端。在垃圾分类前端,区内的垃圾回收车辆安装了计量称重系统及图像识别系统,实现厨余垃圾和其他垃圾从源头进行质量判别并上传具体数据。分类质量不到位时将拒绝清运,图像直接推送管理责任主体端,线上督促整改,同时车辆路线实时定位确保各点位垃圾有效及时清运,保障作业效率。区级综合排放精细化管理平台可实时监控城区21座密闭清洁站、3座垃圾末端处理设施和2个居住小区的垃圾分类投放效果,并对每个小区相关数据实时分析,提供科学决策。就居民应用端而言,使用的是TZ区城市管理委推出的垃圾分类小程序,它实现了一户一认证,其中各类垃圾分类投放可积分、大件垃圾可预约、问题建议可反馈、公共设施可查询等功能,旨在增加市民分类积极性。后台对每类垃圾来源进行追溯,并应用大数据分析收集、运输、处理全过程相关数据,为科学管理提供支撑^②。同时,分类管理责任人可通过系统查询收运状态,预约增加作业频次,投诉作业单位服务质量,接收问题整改通知等服务。

CY区、FT区智能垃圾分类应用则是以各街道实际为重点,推行了不同的技术来落实相关条例的实施。(1)CY区的应用情况。CY区不少街道与再生资源智能回收交易平台“小黄狗”合作,引入了“小黄狗互联网+垃圾分类”智能回收站,该设备配备了摄像头和人脸识别系统,可识别居民

^① 《庙城镇“升级”启动智能垃圾箱》,北京市怀柔区人民政府网,http://www.bjhr.gov.cn/zt/cjqgwmq/lbt/202105/t20210517_2391176.html,访问日期:2022年11月3日。

^② 《通州区:积分换礼、预约大件清运、举报垃圾混装……帮你来实现》,首都文明网,http://www.bjwmb.gov.cn/xxgk/xcyj/t20200720_991350.htm,访问日期:2022年11月3日。

信息，监督居民自觉分类投放，助力垃圾分类工作向前推进^①。同时，CY区一些街道正在逐步推广智能化垃圾分类设备，这一设备也在部分小区付诸了实践，其在桶站安装了智能语音提示和视频监控系統，监督引导居民自觉分类投放^②。（2）FT区的应用情况。FT区L街道搭建了“人防+技防”智能化监督体系，将人防与技防、宣传与监督相结合，在个别小区试点安装了24个太阳能供电云监控摄像头^③。摄像头识别到居民进入投放区后会自动开启监控，播放语音提示信息，并提示居民错误投放将依法依规进行处罚。社区和物业工作人员可在手机app端获取居民投放视频，对违反规定的居民给予警告。XC区个别社区设置了智能垃圾分类投放设备，用户通过人脸识别、IC卡、二维码扫码和按键等方式均可进行垃圾投放和积分，之后反馈到垃圾终端管理系统以实现垃圾分类信息的收集和统计^④。

HD区智能垃圾分类工作中表现较好的典型案例是HD区D镇。D镇在智能垃圾分类治理中，与企业合作，购买了街道垃圾分类服务项目的运维服务，包括智能化桶站和智能管理平台^⑤。W社区则通过采用人工智能技术，在桶站上方安装智能探头并在社区办公室设中控室，实现了在垃圾投放过程中垃圾投放点的全程监管、垃圾投放过程中的语音智能提醒、智能检测垃圾箱违规丢放和满溢并报警的功能^⑥。

本文通过实地调研分析，将人工智能技术在北京各区智能垃圾分类中的试点应用案例进行分类总结分析（表1）。

表1 北京市各区域垃圾分类设施应用技术

	人工智能技术	其他现代信息技术
HR区	智能感应系统、计算机视觉（图像识别系统）	红外光电传感技术、物联网技术
TZ区	计算机视觉（图像识别系统）	大数据、信息管理系统、自动化称重系统
CY区	计算机视觉（图像、人脸识别系统）	大数据、物联网技术
	语音提示系统	无
FT区	语音提示系统	无
XC区	计算机视觉（图像、人脸识别系统）	信息管理系统
HD区	语音提示系统、计算机视觉（图像识别系统）	无
	计算机视觉（图像识别系统）	大数据、信息管理系统、自动化称重系统

① 《崔各庄：智能垃圾回收屋社区“上岗”》，北京市朝阳区人民政府网，<http://www.bjchy.gov.cn/dynamic/news/8a24fe837330718b0173314860c40067.html>，访问日期：2022年11月3日。

② 《平安嘉苑小区居民垃圾分类参与率和准确投放率均达到95% 多方同发力养成分类好习惯》，北京日报，2021年4月21日，第4版。

③ 《卢沟桥街道厨余垃圾分出量提升近4成》，丰台报，2020年7月31日，第4版。

④ 《西城区新风街一号院科技助力“垃圾分类”新风尚》，首都文明网，http://www.bjwmb.gov.cn/xxgk/xcyj/t20200601_984137.htm，访问日期：2022年11月3日。

⑤ 《北京D镇垃圾分类AI运营监管》，八方互联科技官网，<http://www.5ihw.cn/4-1-1%E5%8C%97%E4%BA%AC%E5%B8%82%E4%B8%9C%E5%8D%87%E9%95%87%E8%A7%82%E6%9E%97%E5%9B%AD%E6%99%BA%E8%83%BD%E5%9E%83%E5%9C%BE%E5%88%86%E7%B1%BB%E9%A9%BF%E7%AB%99/>，访问日期：2022年11月3日。

⑥ 《这个社区垃圾分类桶站的探头会“说话”，满溢、遗留马上报警》，北京日报网，<http://ie.bjd.com.cn/5b165687a010550e5ddc0e6a/contentApp/5b1a1310e4b03aa54d764015/AP5f1ac280e4b04b10edba1db1?isshare=1&app=5c57d0f7e4b074b4aa9037cb&contentType=0&isBjh=0>，访问日期：2022年11月3日。

由表1可知, 各区配备的智能化垃圾投放设施, 大部分均设置了人工智能技术中的计算机视觉一类, 其在应用中的主要体现是图像识别系统, 除此之外, 语音提示系统在垃圾分类工作中也得到了广泛的应用。实际调查中发现, 人工智能技术, 如人脸识别技术, 由于涉及用户隐私, 存在一定的安全隐患, 可能会引发居民的抵触心理, 进而影响到实际垃圾分类工作的参与率, 在垃圾分类的实际应用中存在不小阻力, 如XC区在某小区设置了如IC卡、二维码等除人脸识别外的用户信息识别方式; HD区D镇也考虑到用户的抵触心理, 只是收集了用户的门牌号信息来进行刷卡识别, 并未采用人脸识别技术。这无疑说明人工智能安全是现有应用工作中的难点, 日后社区可通过调研进行可行性分析来确定某项人工智能技术的推广前景。

有些区域, 如HD区和TZ区, 甚至构建了更为复杂的信息管理系统和大数据平台, HD区D镇采用了正向激励机制, D镇通过用积分兑换奖品的方式, 得到居民的关注并提高其参与度; 而负面约束机制在TZ区、D镇等也有体现, 如D镇的智能设备可拍照识别, 进行违规自动取证工作, 并达到入户精准宣传的效果; TZ区在小程序居民应用端设置了居民反馈、举报机制, 让居民自发举报, 保护居民的监督权, 进而提高居民的参与度。

北京市上述实践旨在通过人工智能技术解决生活垃圾分类工作中存在的具有共性的治理难点问题, 但是解决的重点存在差异。本文根据调研情况, 将垃圾分类中存在且需要解决的共性问题总结为四大类: 居民垃圾分类习惯养成难、人工看桶难、及时清运难、居民众多入户难。北京市各区的实践案例通过人工智能技术所能解决的垃圾分类共性问题情况如表2所示。

表2 北京市各区通过人工智能技术解决垃圾分类共性问题情况

	社区	居民垃圾分类习惯养成难	人工看桶难	及时清运难	居民众多入户难
HR区	M镇	✓	✓	✓	
TZ区	全区	✓	✓	✓	
CY区	个别小区	✓	✓		
	个别小区	✓	✓		
FT区	个别小区	✓	✓	✓	✓
XC区	个别小区	✓	✓	✓	
HD区	个别社区		✓		
	D镇	✓	✓	✓	✓

在智能技术投入使用后各区的试点应用案例均实现了垃圾分类的相对高效运转。总体来看, 在智能垃圾系统与平台服务提供方式上, 各试点应用案例通过政府招标、外包或购买服务的方式, 引入垃圾分类专业公司进行运维, 以市场化的方式推进垃圾智能分类工作。在服务提供内容上, 采用智能分类设备的引入和平台化管理, 将智能收集终端、智能分类垃圾桶采集的数据通过物联网上传至平台端, 通过分析、统计和处理, 实现违规追溯、及时督导纠正。在服务实施效果上, 均在一定程度上利用人工智能的助力调动了居民参与垃圾分类的积极性, 生活垃圾分类覆盖率、参与率和准确率得到显著提高。从解决实际问题来看, 人工智能技术首先解决了垃圾分类中的人工看桶难问题, 其次是让居民养成了垃圾分类习惯, 但是在及时清运难, 特别是居民众多入户难问题上, 并不是所有的试点案例都能很好地解决。根据调研的总体情况来看, 智能垃圾分类投放设备的使用大幅改善了垃圾桶站的环境卫生情况, 提升了居民垃圾投放的便捷度和分类的积极性, 也提高了城市社区环境治理水平和治理能力。

四、人工智能技术在北京市垃圾智能分类中存在问题分析

北京市智能垃圾分类在实施过程中仍面临一些共性问题,主要有应用和日常维护成本过高、隐私保护与数据监督问题、使用率统计口径存在偏差、单向数据使用和反馈机制问题、宣传推广不到位、社区自身原有问题六个方面。

应用和日常维护成本过高。从长远上看,智能化设施的应用,有助于提升生活垃圾在投放、收集、运输、处理等各环节上精细化管理水平,实现数据源可追溯、过程效果可监督、物流能力可调节、问题预期可前瞻。但是智能化设施具有较高的购置成本和后期运行维护成本,短期内,在基础设施建设方面将大幅提升建设资金投入。比如,XC区2019—2022年DS街道垃圾分类试点项目,项目在采购系统平台建设和日常维护运营的总投入已经1100多万元。如果长期运行维护,相应配套资金数额庞大,仅靠北京市政府对应用试点的财政拨款是不足以支撑的,街道和社区又承担不了这么大的开支。

隐私保护与数据监督问题。在垃圾分类设备进行智能识别拍照时,由于疫情原因,投放垃圾的居民均戴有口罩,这样违规自动取证工作只能精确到户、无法精确到人,当居民扎堆投放时,甚至可能无法精确到户,使得负面约束的管理机制不够有效。通过实地调研,有社区考虑到居民对人脸识别存在的安全隐患有抵触心理,为了保护居民隐私,垃圾分类与投放的刷卡数据未加入任何方便身份识别的敏感信息,只记录居民所在的门牌号,即居民的户号。此外,入户的精准宣传工作就现有工作量来看,宣传力度还远远不够。而且,当前大数据平台以及信息管理平台的主要功能是帮助管理者采集数据,以便进行数据分析,对系统和实施效果进行进一步的优化,并未做到平台数据的公开化和透明化,平台应该定期(月、季)发布报告并向公众进行数据公示以保障居民的监督权。

使用率统计口径存在偏差。刷卡和垃圾称重仅以统计厨余垃圾为依据,并未计入其他垃圾和可回收垃圾等,导致刷卡率并不等同于使用率,实际投放率会比记录的刷卡率偏高。原因是该统计结果并未计入两类人群:一类是较少进行厨房作业但分类投放了其他垃圾的出租户人数,另一类是未刷卡但自动分类投放的居民人数。

单向数据使用和反馈机制问题。智能管理平台系统中数据的使用是管理者而非居民,其功能主要是帮助管理者采集数据,相关数据的公开性和透明度远远不够。缺少定期的报告发布并向公众进行公示的机制,比如应该按月或者按季向公众公示各项数据,体现平台的运营情况和效果,加强正反馈。系统的反馈机制或举报机制只是单向从管理者到居民,在小程序应用端并未设置居民反馈机制或者举报机制,让居民自发举报,完善负反馈的收集机制,保护居民的监督权,切实提高居民参与度。

宣传推广不到位。部分已安装并启用桶站的小区居民参与度不高,刷卡率整体水平偏低,仅有极少数小区刷卡率达到了一半以上。经过实地走访调研发现,导致上述问题的原因包括有些社区前期宣传工作不到位,并未落实到户,或者宣传手段过于单一,导致宣传效果不佳,并未得到居民足够的重视。虽然部分社区推出了刷卡积分兑换奖品机制,但是目前一部分社区可兑换奖品种类极少甚至有些社区尚未确定可兑换的奖品种类,积分兑换制在有些社区还停留在名义上。

社区自身原有问题。(1)有些社区的物业、社区居委会和居民由于历史遗留因素等,导致信任度不够、缺乏配合。(2)回迁社区问题。比如部分小区为回迁小区,居民总体的文化素质不高,对政策的配合程度较低,政府推行的多项工作阻力都比较大。(3)老龄社区问题。老年人居多的社区,因为老年人对信息技术使用的学习能力较差,加上传统观念的影响,对智能技术的接受度普遍不高。

五、启示与建议

在人工智能技术在城市社区环境治理的趋势和背景下，针对目前垃圾分类智能化应用中存在的问题，应从国家、企业和社区三个层面逐步引导，改进垃圾分类中人工智能技术的应用模式，推动其健康、有序、可持续发展。

在国家层面，推广智能垃圾分类设备时，第一，应加快出台智能垃圾分类产品的技术规范，明确垃圾收集、清运、处理各环节智能设备的技术标准，基础性能要求、参数和测试方法等，推动技术资源和资金的高效配置。第二，应加快制定与智能垃圾分类相关的行业标准，推动相关术语、算法、参考框架的标准化，统一相关的技术要求、数据规范和管理办法，引导和约束企业及投资者行为，避免虚假宣传和投机行为，夯实科技监管基础。第三，应引导更多资金和技术资源流向智能垃圾分类领域，设立研发项目和专项基金，通过产业扶持计划、孵化器、税收优惠等政策，鼓励更多的企业投入智能垃圾分类设备研发，降低企业资金负担和研发风险。第四，应出台相应的政策和法律规范，保护个人隐私和个人信息安全。个人隐私保护和个人信息安全是人工智能应用的前提。由于智能垃圾分类设备中的人脸识别等功能涉及个人隐私，使用不当将引发人身和财产损失。当前，信息安全相关法律法规对智能垃圾分类领域的规定尚不完善，存在潜在信息安全风险。因此，应制定个人隐私保护技术规范和监管制度，规定算法和技术层面的隐私保护措施，通过知情同意、设置默认保护隐私等手段保护居民个人隐私^{①②}。同时，如需在社区使用人脸识别系统，必须向有关主管部门进行备案，并出台相关法律，对利用人脸识别技术进行违法犯罪的行为以及不法分子进行严惩。

在企业技术应用层面，应建立可持续的智能垃圾分类系统平台。一是通过技术创新解决使用率统计口径存在偏差问题。企业应加快关键技术和高度集成化的机器人等领域的研发，如机器视觉、智能感应、语音识别等关键技术，推动垃圾分类清运和处理环节的技术研发和应用，推动产品创新和专利开发以及智能机器人领域核心技术的发展，提升技术解决能力。二是通过系统开发解决单向数据使用和反馈机制问题。小区需要增加居民移动端软件，使居民可以到垃圾袋自动发放机上扫码自助领取二维码垃圾袋。督导员可在居民投放后通过扫码对居民投递的垃圾袋进行评价，居民端自动收到评价信息，并根据评价信息来修正自己的不正确分类行为。通过智能垃圾分类箱，可以利用物联网技术使系统可实时获取5W（即who谁、where哪里、when何时、what什么垃圾、weight重量）数据，为街道的垃圾分类精细化管理提供有效的数据支撑。三是现阶段需要简化人脸识别流程。小区建立的人脸识别智能垃圾分类投递系统，要简化人脸识别技术。居民只需行进至垃圾桶前，系统识别后可以自动打开分类投口，并根据所投垃圾为投放人进行积分，实现自动积分入账。这样可以减少垃圾袋码和人员现场积分的复杂流程，实现无人看管、自动积分、即时到账、精准溯源的目标，方便居民使用。

在社区层面，应推广高效和可持续的智能应用模式。首先，社区应根据基层治理实际情况^③，与政府和企业主动达成合作，采取服务外包、采购等手段，有条件地普及和优化智能化垃圾分类设施和智能化管理平台，在投放、收集、运输、处理等垃圾分类的各环节上提高管理水平，不断提高

① 周冯琦、张文博：《垃圾分类领域人工智能应用的特征及其优化路径研究》，《新疆师范大学学报（哲学社会科学版）》2020年第4期。

② 李韬、李睿深、冯贺霞：《我国数字治理发展与展望》，《社会治理》2022年第3期。

③ 苏竣、魏钰明、黄萃：《基于场景生态的人工智能社会影响整合分析框架》，《科学学与科学技术管理》2021年第5期。

解决居民垃圾分类习惯养成难、人工看桶难、及时清运难和居民众多入户难等共性问题的治理水平。其次，社区应定期（如月、季）发布内含智能垃圾分类设施实施情况报告，在保护个人隐私的情况下向公众进行公示，比如，有的社区会把上个月抓拍到的居民投放行为进行梳理分类，制作社区垃圾分类活动“红黑榜”张贴在宣传栏内，将投放好的居民照片放在红榜，鼓励居民向其学习，将投放欠佳的居民照片隐去个人信息后放在黑榜以示提醒，安排工作人员上门跟“上黑榜”的居民沟通讲解，督促其自觉参与垃圾分类。同时，社区应采用正向激励机制和负面约束机制，通过用积分兑换产品方式，吸引居民的关注和参与，提高垃圾分类积极性，通过调研进行可行性分析来确定敏感技术的应用情况，利用智能技术对违规人群进行提示和警告，也可设置居民反馈机制或者举报机制，实现居民的自发举报和监督权的落实。最后，社区要形成可持续的智能垃圾桶站和系统平台裁撤机制。因为智能垃圾分类系统和桶站的应用和日常维护成本过高，街道需要根据智能系统平台统计各个社区居民的垃圾分类效率，根据调查分析，当某个社区的居民垃圾分类达到95%以上，代表这个社区的居民已经养成了自觉的垃圾分类习惯，因此可以裁撤这个社区的智能垃圾分类系统和桶站，将整个系统搬迁应用到其他社区，这样通过逐步更迭使用可以节约应用和日常维护成本，实现垃圾分类的可持续。

Application of Artificial Intelligence Technology in Community Environmental Governance: A Case Study of Beijing

HUANG Tianhang ZHANG Biqing WEI Jieyu CHEN Liuya

[Abstract] How to integrate artificial intelligence technology with urban governance is a practical problem that must be solved. This study adopts the case study analysis method, investigation with the Solid Waste Management Office of Beijing Municipal Commission of Urban Management, and takes the intelligent waste classification of Beijing urban communities as the research background to analyze in detail how the current urban grass-roots governance in Beijing solves the common governance difficulties in the domestic waste classification through artificial intelligence technology. The results summarize the six major problems of artificial intelligence technology in the application of intelligent waste classification, deeply analyzes the improvement mode of Beijing intelligent waste classification system for the problems of face recognition technology in practical application, discusses how to furtherly improve and optimize the development path of artificial intelligence technology application in the field of waste classification, and provides reference for the application of artificial intelligence technology in urban fine governance.

[Key words] Urban Grassroots Governance, Community Environmental Governance, Intelligent Waste Classification, Existing Problems, Improvement Mode

（责任编辑：杨婷）