

无源物联网典型场景 白皮书

2023

发布单位：中移智库

编制单位：中国移动通信研究院



前言

PREFACE

无源物联网具备低成本、低功耗、易部署和免维护等优势，通过架构创新、算法创新和能力创新，将解决现有方案性能受限、场景受限和自动化程度低等问题，能够实现标识对象全要素、全流程和全生命周期的可视化、自动化和智能化（即“三全三化”）管理，进而实现万物智联。本白皮书聚焦无源物联网典型应用场景，根据标识对象全生命周期的特点和能力要求对场景进行分类，并详细阐述每个场景的业务痛点和无源物联网在该场景的适用性及价值，为推动无源物联网技术方案研究及产业发展提供参考。

本白皮书的版权归中国移动所有，未经授权，任何单位或个人不得复制或拷贝本建议之部分或全部内容。

目 录

1. 无源物联网概述	1
1.1 发展现状及趋势	1
1.2 应用场景分类	3
2. 无源物联网典型场景	4
2.1 区域盘点“一码定识”	4
2.1.1 大型仓储管理	4
2.1.2 办公资产管理	6
2.1.3 行业设备监测	7
2.1.4 家庭物品管理	8
2.1.5 小结	10
2.2 广域追踪“一码追寻”	10
2.2.1 人员物品追踪	10
2.2.2 交通车辆监管	11
2.2.3 流动资产监管	12
2.2.4 小结	13
2.3 全域管理“一码到底”	13
2.3.1 生产流程管理	13
2.3.2 快递物流管理	15
2.3.3 冷链物品管理	16
2.3.4 商品供应链管理	17
2.3.5 小结	18
3. 总结与展望	19
缩略语列表	20
参考文献	21
参编单位及人员	22

1. 无源物联网概述

1.1 发展现状及趋势

产业数字化蓬勃发展，行业对各类对象的全要素、全流程和全生命周期管理需求日益迫切。现有技术在终端连接数量、感知规模和应用成本等方面面临挑战，产业呼唤物联网新技术和新产品。无源物联是通过采集环境能量，将周围可利用的无线电波能量、热能、振动能和机械能等转化为可驱动自身电路的电能，同时利用以反向散射为代表的通信模式，实现向目标节点传递信息的低功耗通信技术。其最显著的特征是不依赖传统电池供电，能够很好地解决功耗瓶颈问题，是下一代物联网发展的关键技术。根据产业现状、市场需求及技术演进趋势，无源物联技术发展可划分为无源 1.0、无源 2.0 和无源 3.0 三个阶段（如图 1）。



图 1. 无源物联技术发展三阶段

无源 1.0 采用单点式架构，以超高频 RFID 为代表，包含无源标签、读写器及管理平台三部分。其工作原理是读写器发射射频激励信号以激活无源标签，标签利用反向散射技术将自身信息调制到该射频信号上，读写器接收标签反向散射的信号并进行解调，并将采集到的信息上传到后端管理平台，实现信息的读取与传输。由于读写器端存在较为严重的信号自干扰和读写器间干扰，导致读写器和标签之间的通信距离受限。目前产业重点针对读写器及标签性能进行优化，提升点对点识别和近距离通信能力。

无源 2.0 采用组网式架构，将 RFID 读写器从单点式的收发一体分为激励器和接收器两个设备。在应用中，管理平台负责启动业务流程、统一调度接收器以及数据的分析展示，接收器负责下发指令信号并对激励器进行管理控制，激励器负责向无源标签转发指令信号并为其供能以激活标签，被激活的标签向外界反向散射^[1]传输自身数据，并由接收器接收数据并上报，以完成信息读取。无源 2.0 通过收发功能分离实现了前向链路和反向链路的解耦，有效降低了读写一体机的自干扰问题，从而提升了接收器对无源标签反向散射信号的接收灵敏度，扩展了系统覆盖范围^[2]，同时支持组网部署，优化系统效率，可实现几十米到百余米的区域级覆盖。

无源 3.0 采用全新的蜂窝式架构和协议，将利用基站或终端设备实现对标签的激励和信息采集，借助蜂窝网络上下行干扰抑制、自适应编码调制方式、灵活资源调度、多天线多节点联合传输和移动性管理等优势，实现中远距离传输和规模化覆盖，提供“全程全网”的连接能力。3GPP 目前已经开展无源物联网的标准化研究，根据 3GPP 相关标准定义，无源物联网支持 A 类、B 类和 C 类三种类型的标签。标签技术特性如表 1 所示，系统可根据不同的业务需求，灵活选择标签类型，进一步提升了无源物联网在不同场景的适用性。同时，无源物联中支持其他网络架构或协议的标签也可参照上述能力特点进行分类。

表 1. 三类无源物联网标签的特性

	A 类标签	B 类标签	C 类标签
特点	反向散射通信，无独立信号生成和放大能力	反向散射通信，有储能，无独立信号生成能力，支持标签反向信号放大	有储能，支持独立信号生成
功耗	微瓦级功耗	介于 A 类与 C 类之间	毫瓦级功耗

无源 1.0 能够支持局域范围内的点对点识别，在鞋服快消品零售、小型仓储物资盘点等场景已经形成了长期应用，但受限于下行链路预算，其覆盖距离不足 10 米（链路余量约 59dB），多用于小范围近距离盘点，难以满足大规模资产管理、定位追踪、出入库等全流程业务自动化需求。无源 2.0 的标签反向识别距离可超过 100 米，具有良好的识别准确率，并且基于组网覆盖，在盘点、出入库业务能力基础上进一步拓展天线级、库位级和米级低成本定位能力，已经实现了落地应用，在大型仓储、资产管理等场景中的单/多道口区域部署，可实现货物的

自动化、大规模和高效盘点，正在持续发挥巨大价值。同时，无源 2.0 无需对标签进行改动，可复用现有产业能力和资源，能够支持与单点式的无缝对接及业务快速升级。

未来，无源物联网可以充分利用蜂窝网络基础设施和授权频谱，一是在通信距离、可靠性和安全性等通信性能上将有大幅提升，支持长距离传输、轻量级身份鉴权和多传感融合等重要能力；二是支持跨域标签管理，能够实现端到端全业务流程的打通，消除信息孤岛，实现全程全网全生命周期的综合管理；三是复用蜂窝基站站址，降低读写设备成本及业务部署的难度，利用蜂窝网络实现“一网多能”。基于上述能力优势，无源物联网将实现对各类对象的“三全三化”管理，即全要素、全流程和全生命周期的可视化、自动化和智能化，实现万物“可感、可连”，全流程“可管、可控”，全生命周期数据贯通，进而打造万物互联数字化基座，有效满足产业数字化新需求，将助力物联网连接规模实现千亿级乃至万亿级突破，打造万物互联新业态，促进行业提质、降本、增效、绿色化和安全化，赋能企业生产、人民生活和社会可持续发展。

1.2 应用场景分类

随着物联网技术在各行各业的深入应用，面对更加灵活多变的应用场景，无源物联网凭借其较低的部署及维护成本、无需传统电池供能等优势，正成为实现“千亿级乃至万亿级物联”愿景的关键使能技术。如图 2 所示，根据标签在其全生命周期所涉及的业务环节和应用特点，可将无源物联网的典型场景分为区域盘点、广域追踪和全域管理类。



图 2. 无源物联网应用场景分类及典型场景示例