

WxS882C-4030Z1

AI 智慧卫生间传感器

型号说明

WxS882C-4030Z1: LoRaWAN 边缘计算终端

(完全兼容 Polysense WxS8800 硬件平台、外壳、供电、LoRaWAN 协议栈及云平台系统)

产品核心定位

面向智慧公共卫生间的边缘 AI 多光谱融合感知终端

核心技术

AI 驱动双光谱被动红外热成像 + 高精度 4D 毫米波点云联合边缘计算

产品概述与核心价值

AI 智慧公厕智能传感器 (WxS882C-4030Z1 LoRaWAN 无线款) 是基于 Polysense WxS8800 软件定义物联网硬件平台打造的吸顶式一体化边缘 AI 感知终端。

产品搭载自研**双光谱边缘 AI 融合算法**, 融合被动长波红外热成像感知、高分辨率 4D 毫米波雷达点云感知; 所有目标识别、行为分析、多维交叉校验运算均在终端本地边缘芯片完成, 无需云端实时算力支持, 超低延迟、极低误报率。

解决传统公厕传感器检测维度单一、设备零散、误判率高、数据割裂的行业痛点。单台终端集成安全预警、物业数字化运营、空间节能自动控制三大业务体系, 覆盖商用公厕全部核心感知需求。

无可见光摄像头设计, 仅输出温度场光谱与雷达点云数据, 彻底规避人脸采集、隐私泄露风险, 完全符合公共空间隐私监管规范。

兼容 Polysense 全系列网关、PolySuite iView 云平台; 统一外壳结构、供电模块、MPI 多功能接口、远程 OTA 升级系统, 可无缝接入现有 Polysense 物联网落地项目。

产品核心亮点 (边缘 AI 融合独有优势)

1. 自研双光谱边缘 AI 融合核心技术

红外温度场、4D 毫米波点云两套独立感知通道, 边缘端实时坐标映射、时空同步交叉校验算法; 全部行为分析在本地主控芯片运行, 断网离线可正常工作, 相比单一维度传感器误报率降低 90% 以上。

2. 六合一原生边缘 AI 感知能力, 一台替代多款传统传感器

集成地面渗水预警、人员跌倒应急救助、分区有人联动、双向客流统计分析、实时空间人数统计、保洁行为智能识别六大核心功能, 省去多设备叠加部署, 降低施工与运维成本。

3. 软件定义边缘计算平台, 全远程智能调参

基于 iEdge4.0 嵌入式边缘操作系统，所有 AI 算法阈值、检测分区、统计规则、上报策略均支持远程 OTA 配置；整机差分 FOTA 固件迭代，边缘感知算法可远程升级，无需现场拆机。

4. 超低功耗原生边缘计算芯片架构

采用工业级超低功耗 Sub-GHz 边缘主控芯片，独立定时唤醒运算调度架构；深度 STOP2 休眠静态电流低于 1.5 微安，锂电池供电可稳定工作 5~10 年。

5. 全套硬件安全加密体系（与 WxS8800 平台标准一致）

内置硬件加密引擎 HCE，支持 AES-128/192/256 全链路数据加密、ECC 公钥加速器、闪存读写保护机制；LoRaWAN 通信密钥存储于加密安全区，防止数据篡改与泄露。

6. 多路智能输出联动控制

双通道开漏事件触发输出 + 3.3V 辅助电源接口；边缘 AI 识别事件可直接联动排风扇、照明、声光报警器、继电器，无需网关参与即可实现空间自主控制。

7. 零隐私风险被动感知方案

不采集可见光图像，仅非接触式温度场光谱、不可见毫米波点云数据，不存储人脸、人像信息，完全符合公共场所隐私管理法律法规。

8. 100% 兼容 Polysense WxS8800 生态

统一 IP67 工业外壳、全系列电源模块、MPI 通用多功能接口、LoRaWAN 1.0.4 协议栈、PC 配置工具、在线负载解析器；可无缝对接现有 Polysense 物联网项目，无需二次开发适配。

与传统单功能公厕传感器差异化对比

对比维度	传统接触式漏水传感器	普通单路 PIR 人体红外传感器	单维度毫米波雷达	本产品 边缘 AI 双光谱融合终端
检测维度	仅单点接触式漏水检测	仅移动红外光感知	仅雷达点云，无温度光谱校验	红外热成像 + 4D 雷达双维度边缘联合计算，双重校验所有目标
渗水预警	需布线接触感应，覆盖范围小，人体易造成误触发	无地面温度场检测能力，无法识别积水区域	无法区分地面冷热，无漏水预警逻辑	非接触全域地面温度扫描，边缘算法自动过滤人体干扰，无需布线即可识别微量慢渗
跌倒识别	不支持	无法区分蹲坐、弯腰与跌倒，静态人体极易丢失目标	仅单目标跟踪，拖把、垃圾桶易被误判为跌倒人员	多目标同步跟踪 + 红外活体热源校验，边缘过滤无热源低矮杂物，跌倒识别准确率 ≥90%
长时间静态人体捕捉	不支持	人体静止 30 秒后信号消失，易出现检测盲区	仅单人跟踪，多人遮挡时识别失效	雷达捕捉微弱呼吸微动 + 红外人体轮廓锁定，人体静止半小时也不会丢失
客流统计	不支持	无多目标计数能力	无法区分人体与障碍物，仅单向计数	自定义虚拟边界边缘算法，双光谱过滤非人体干扰，精准双向进出累计统计
保洁行为识别	不支持	不支持	仅粗略运动判断，无法区分拖地动作	边缘 AI 提取低温连续轨迹特征，结合人体运动约束，自动记录保洁时长与区域

离线运行能力	仅有线联动，离线无分析功能	本地仅简单开关量输出	仅雷达离线粗略判断	全套 AI 边缘计算逻辑本地运行，断网离线所有功能正常使用，无需网关 / 云端
隐私安全	无图像但功能单一，适用场景有限	易受可见光干扰，无光时失效	无图像但单维度误判严重	双被动感知无摄像头，不生成人像数据，完全合规隐私法规
部署成本	需多套设备叠加布线	多传感器组合才能覆盖全部功能	需额外搭配漏水传感器	单台终端覆盖六大核心功能，硬件与施工成本降低 60% 以上

六大原生边缘 AI 感知功能（完整工作原理与输出指标）

所有感知算法在本地边缘主控芯片运行，统一时序同步采集双光谱数据、时空坐标匹配融合运算、独立事件判定逻辑。

边缘 AI 地面渗水积水预警（核心运维功能 ★★★★★）

边缘计算工作原理

1. 被动长波红外热成像全域地面扫描，实时输出全域地面温度场分布数据；边缘 AI 分割算法自动提取水分蒸发形成的连续低温区域；
2. 内置自适应环境背景更新模型，自动抵消浴霸、昼夜温差带来的温度漂移，消除长期环境干扰；
3. 多帧时序稳定滤波逻辑：仅连续多帧稳定低温区域判定为疑似渗水，过滤水雾、冷空气瞬时降温等单帧干扰；
4. 4D 毫米波点云空间坐标匹配交叉校验：边缘算法对比低温区域与人体跟踪目标位置，若区域重叠则判定为人体腿部低温干扰，屏蔽告警；
5. 双光谱联合确认后，触发高优先级漏水预警事件上传。

核心输出数据

漏水告警标识、积水面积占比、积水地面坐标、持续低温时长数值

检测性能指标

最小可识别微渗漏面积：0.06 m²；抗干扰：自动过滤淋浴水雾、浴霸热风瞬时温度变化

边缘 AI 人员跌倒应急识别（核心安全功能 ★★★★★）

边缘计算工作原理

1. 4D 高分辨率毫米波雷达输出人体垂直高度、微运动幅度多维点云数据；边缘初步判定：人体高度持续低于安全阈值 + 长时间无独立微动，标记疑似跌倒目标；
2. 双光谱坐标同步映射：将疑似跌倒地面坐标映射至红外温度场图，边缘 AI 轮廓提取算法识别 30~37℃ 人体活体热源区域；
3. 联合判定规则：同时存在疑似跌倒目标 + 对应区域完整人体红外轮廓，才确认真实跌倒事件，推送高优先级确认告警；

4. 自动过滤拖把、垃圾桶、低矮洁具等无热源静态杂物，避免误触发紧急报警。

核心输出数据

跌倒应急告警标识、跌倒人员地面坐标、目标持续静止时长

识别性能指标

双光谱融合识别准确率 $\geq 90\%$ ，复杂卫生间环境下误报率低于 5%

边缘 AI 分区人体存在智能联动（节能核心功能 ★★★★★）

边缘计算工作原理

1. 毫米波微弱运动边缘算法捕捉人体胸腔呼吸微振动信号，解决传统红外传感器静态人体丢失问题；
2. 红外热成像预先划分淋浴区、干厕区、入口三大独立感知分区，边缘 AI 自动锁定人体所属区域；
3. 双光谱或逻辑判定有人：雷达捕捉人体微动 或 红外提取人体热源，即判定区域有人；
4. 双光谱连续 5 个周期无人判定锁定，触发 3 分钟延时计时；边缘本地驱动开漏控制输出，自动关闭分区照明、排风扇，无需云端指令即可自主节能控制。

核心输出数据

全域有人标识、各分区占用状态信号、事件触发联动开关控制信号

边缘 AI 双向客流统计分析（运营管理功能 ★★★★★）

边缘计算工作原理

1. 可通过远程 OTA 自定义虚拟检测边界，边缘实时跟踪人体跨边界运动矢量，区分进、出两个方向并分别累计计数；
2. 内置人员徘徊过滤算法，自动规避人员在门口来回踱步造成重复计数；
3. 红外热源二次过滤：边缘 AI 判断跨边界目标是否具备人体热源轮廓，消除拖把、推车、金属柜体反光造成的误计数；
4. RTC 实时时钟定时触发每小时客流累计数据周期上报，支持输出每日总客流汇总数据。

核心输出数据

每小时进入 / 离开客流、每日累计总客流

使用限制说明

无法穿透实体隔断墙体，仅可统计公共活动区域客流

边缘 AI 实时空间人数统计（空间调度功能 ★★★★★）

边缘计算工作原理

1. 毫米波多目标边缘跟踪算法输出覆盖范围内实时有效人体数量；
2. 红外热成像轮廓统计校准：边缘 AI 提取独立人体热源数量，采用自适应加权融合算法修正目标重叠、遮挡带来的计数误差；
3. 实时输出加权融合后的空间在场人数；当超出最大稳定跟踪目标上限时，自动标记空间拥挤状态标识。

核心输出数据

实时空间在场人数（0~8 人）、空间拥挤状态标识

使用限制说明

无法穿透隔断墙体，统计数据仅针对公共活动区域

边缘 AI 拖地保洁行为智能识别（物业数字化功能 ★★★★★）

边缘计算工作原理

1. 红外边缘特征提取：识别冷拖把在地面移动形成的长条连续低温轨迹，锁定拖地行为专属运动速度阈值区间；
2. 毫米波人体约束判定：空间内仅存在单个人体目标，且人体运动轨迹与低温长条区域高度重合；
3. 边缘时序连续判定：区分固定静态冷水区域（判定为渗水）与移动低温轨迹（判定为保洁作业）；
4. 自动记录保洁开始时间戳、结束时间戳、作业分区，输出保洁作业记录数据，用于物业考勤考核。

核心输出数据

保洁开始 / 结束事件标识、单次保洁时长、保洁作业分区编号

硬件架构与边缘计算平台

边缘计算平台核心优势

1. iEdge4.0 专用边缘操作系统，独立算法调度核心，感知数据处理、通信任务调度分开运行；
2. 全部 AI 融合算法固化于本地固件，断网离线可完整运行，无需与网关 / 云端实时交互；
3. 统一 500ms 固定运算周期，低功耗定时唤醒架构，运算间隙进入 STOP2 深度休眠；
4. 支持多维算法参数远程 OTA 动态修改，适配不同场景无需重新烧录固件。

规格参数表

参数	数值
传感器	
终端接口 MPI 接口（可自由组合）	模拟输入：0-20mA 电流、PT100 热电阻、0-10V/0-3.3V 电压输入 数字量：开关量输入 串行总线：Unibus、I2C、SPI*1、3.3V TTL 串口、RS485 控制接口：开漏输出 OD、辅助电源输出 PWR

数据上报模式	阈值越限即时上报 + 周期定时上报；阈值、上报周期均可自定义
数据采样	支持高密度采样取平均值，提升数据精度
无线	
ISM 频段	LoRa 联盟认证协议栈 V1.0.4（支持 A/C 两类设备） AS923、AU915、CN470、CN779、EU433、EU868、IN865、KR920、RU864、US915
LoRa 射频芯片	集成 SX1262x 射频，支持 LoRa/(G) FSK/(G) MSK/BPSK 调制
最大链接量	168dB
接收灵敏度	-148dBm（扩频因子 SF12、带宽 125kHz，速率约 293bps）
距离	非视距（NLOS）达 5km；视距（LOS）达 18km
天线	集成内置天线或外置 1/2 波长鞭状天线（SMA）
机械	
尺寸	WxS8800 4.0 壳体，尺寸 $\phi 140 \times 82 \times 40 \text{mm}$ ，最高 IP68 防护；整机 IP67，气室组件 IP30
工作温度	-40°C ~ +85°C
整机重量	150~250 克
电力	
供电	DC5V
电流指标	边缘计算平均工作电流：150mA LoRa 发射峰值电流：最大 300mA STOP2 深度休眠静态电流：2 μ A
认证	
认证合规	LoRaWAN 1.0.4 Class A/C 北美 FCC：2A07W-WXS8000 加拿大 IC：23701-WXS8000 欧盟 CE：B1810246 欧盟 RoHS：R2BJ180927F0664E

数据上传策略与标准 LoRaWAN 上行数据包定义

边缘操作系统三类上报机制

1. 周期循环上报（固定 500ms 运算周期）

上传实时空间人数、全域及分区有人状态数据；

2. 事件触发高优先级即时上报

渗水预警、人员跌倒告警、保洁起止记录，边缘 AI 确认事件后立即推送；

3. RTC 时钟定时周期上报

每小时双向客流累计统计、每日客流汇总数据整点上传。

标准 16 字节二进制上行数据包（统一 Polysense 解析规范）

字节偏移	字段名称	数据类型说明
0 号字节	上报类型标识码	8 位无符号整数：0 = 周期数据 /1 = 漏水告警 /2 = 跌倒告警 /3 = 保洁记录 /4 = 小时客流统计

1 号字节	实时空间在场人数	8 位无符号整数（范围 0~8）
2 号字节	积水告警标识	8 位无符号整数：0 = 无告警 /1 = 确认渗水
3 号字节	跌倒应急告警标识	8 位无符号整数：0 = 无告警 /1 = 触发跌倒事件
4~5 号字节	每日累计进入客流	16 位无符号大端整数
6~7 号字节	每日累计离开客流	16 位无符号大端整数
8~15 号字节	预留扩展字段	存储保洁时长、分区编号、设备故障诊断码等扩展数据

数据包解析工具资源

- 配置工具下载：
<https://OTA.polysense.online/wincc/ConfigurationTool.rar>
<https://Github.com/Polysense/ConfigurationTool>
- 在线负载解析器：
<https://www.polysense.online/decode/index.html>
- 数据包解析开源文档：
<https://github.com/Polysense/SensorDecoders>

远程 OTA 智能管理与边缘算法迭代

- OTA 下行远程配置功能
支持远程修改全部边缘 AI 核心参数：感知灵敏度、虚拟检测边界坐标、温度阈值、上报周期、LoRaWAN 通信参数、分区划分规则，无需现场拆机。
- FOTA 整机差分固件升级
增量固件包传输、断点续传；升级后原有配置参数自动保留，支持边缘 AI 融合算法远程迭代更新。
- 本地 PC 离线配置工具
下载地址：<https://OTA.polysense.online/wincc/ConfigurationTool.rar>
可实现本地设备参数校准、固件烧录、算法调试。

安装规范与适用场景

标准安装要求

- 安装高度：卫生间天花板居中 2.4m~2.8m；
- 避障要求：远离大型金属横梁、浴霸出风口，防止信号屏蔽干扰；
- 虚拟边界适配：默认边界参数适配标准卫生间门宽，特殊尺寸门可通过 OTA 远程调整。

适用场景推荐部署

医院病房卫生间、养老机构公厕、写字楼公共洗手间、政府办公楼卫生间、景区公共厕所、工业园区员工洗手间

产品外观

- 壳体尺寸： $\phi 140 \times 82 \times 40\text{mm}$ ，最高 IP68 防护等级
- 安装方式：可固定于任意平整硬质平面
- 配套螺丝规格：M4 $\times$ 25mm 自攻螺丝

