

四足机器狗园区智慧巡检方案

1 项目目标

1.1 项目背景

根据数字化智慧化发展战略要求，针对园区当前整体安防保障存在的诸多问题提出行之有效的解决方案，提升园区智慧运维水平。

当前园区基础设施巡检、环境卫生巡检、现场临时巡视确认、现场应急指挥疏导、园区文明宣传播报、夜间安防消防巡检等工作内容主要依靠人工巡检巡视和分布式定点传感器和分布式定点摄像头进行监控保障。

当前环境监测传感器和摄像头侧重于重点区域监控部署，难以实现全方位监控；人工巡检频次相对较低难以实现较高频次的巡检要求；针对夜间巡检巡逻存在一定的人身安全风险，巡检质量主要依赖于巡检人员的工作责任心，且巡检人员纸质表格打勾确认及巡检数据记录难以及时线上存储同步，巡检工作难以量化。

故而需要一款通过性强、能够实现自主路径规划、自主定位导航、自有视角、可以多角度旋转查看视角、且能手动介入远程控制的机器狗，与传统人工巡逻形成协同互补，实现线下复杂数据线上化，并能对场景数据进行量化分析，完善园区智慧化巡检巡视安全运维保障工作。

1.2 总体目标

围绕园区智慧安全运维所涉及的基础设施巡检、环境卫生巡检、现场临时巡视确认、现场应急指挥疏导、园区文明宣传播报、夜间安防消防巡检、巡检工作内容线上化数字化等内容引入一整套基于机器狗的智慧巡检方案，用于补充日常巡检监控工作，强化监控手段和巡视颗粒度以及丰富监控内容维度，基于AI算法识别做出预警提示，降低园区安全事故风险，减少园区潜在隐患，提高整体的应急响应能力，提升园区智慧运维质量。配合相关人员进行远程全自动、半自动、手动巡检巡视工作，从而将巡检巡视人员从重复且繁琐的工作中解放出来，做更需要人为干预的工作，提高整体运维效率，降低运维成本。

1.3 整体使用方案规划

1) 针对周一到周五工作日时间，园区整体人员较多，机器狗主要进行园区安全文明宣传播报、将园区多维度视频画面实时回传监控中心（发现危险异常行为人员可进行远程喊话提醒）、远程监控中心直接控制机器人进行现场临时巡检巡视应急指挥、针对现场进行远程拍照录像取证。

2) 针对非工作日及夜晚时间，园区整体人员较少，机器狗主要进行园区安防巡逻检，基于红外热成像进行园区多维度烟火高温检测，发现异常进行远程告警提醒，并将数据信息上报至主控室单站系统，实现人机信息远程高效协同作业。

3) 特殊时间用户来访，可远程控制机器人进行迎宾接待、欢迎播报、和园区引导工作等场景语音交互。

4) 充电桩可设置在1楼展厅，机器人休息充电时间或用户访问时间可用于产品成果内容展示。

2. 整体技术方案

2.1 机器狗基础介绍

机器狗由电源控制系统、驱动控制系统、定位导航系统、安全防护系统、应用服务系统、后台监控管理系统组成。核心硬件包含伺服驱动电机、电源模块、激光雷达、应用服务主机、云台、可见光摄像机、热成像、麦克风、喇叭、环境传感器等。



2-1机器狗场景案例展示

2.2 机器狗系统业务架构

机器狗采用终端独立化完整设计，基于现有网络实现本地局域网无线访问监控；可在本地服务器搭建多机器狗综合管理平台，通过局域网实现多机器狗全方位综合监控管理工作。



图2-2方案流程架构图

2.3 机器狗导航行径方式

采用多线激光雷达自主定位导航技术，无需额外铺设磁条、磁钉、二维码等辅助定位装置，部署简单、操作方便、通过性强。

2.4 机器狗结构尺寸

考虑到车间通过性，机器狗尺寸1000mm×470mm×715mm，可通过80cm狭窄过道，可实现原地转弯。

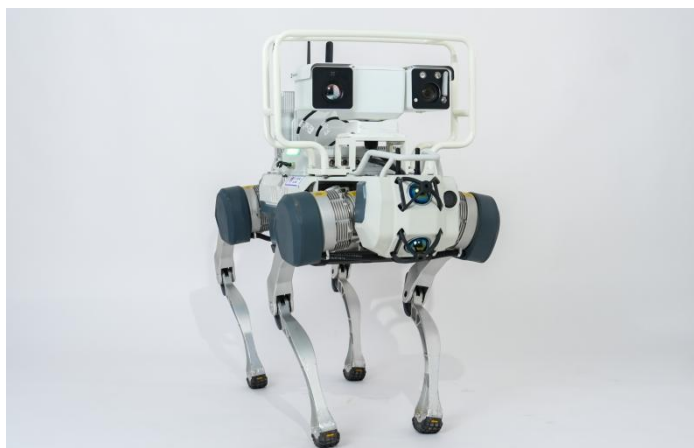


图2-3设备样图（外观以实际定制化需求为准）

2.5 机器狗巡视方式

- 1) 一键自动巡视：按照预先设定的线路动巡视，巡视人员远程观看。
- 2) 手动巡视：巡视人员远程控制机器狗行走移动、云台转动、视角切换等操作。
- 3) 计划巡检：按照预先设定的计划进行周期性自主巡检巡视，出现问题及时远程告警。

2.6 通讯方式

采用2.4G/5G双频WIFI无线通讯，可实现高效远程传输，不受空间距离限制。

2.7 供电方式

采用锂电池供电，设计续航可达2.5~4小时（**长续航可按需定制**），可完成自主巡视和自主无线充电，充电方式有直充和无线充电桩充电。

2.8 安全保障

- 1) 开机自检：开机后自动检测所有系统及传感器是否工作正常。
- 2) 机器狗前后配备多个避障传感器：保证行径过程中不会主动碰撞人或物；
- 3) 机器狗配备激光面阵：针对台阶坑洞，可自主实时检测，防止设备跌落；
- 4) 安全联动连锁：无论是自动巡视、人为手动操作巡视，检测到障碍物或则坑洞台阶后优先停止现行路径。

3. 核心功能

3.1 机器狗巡检状态监控

通过局域网实现对机器狗全方位综合监控管理，监控首页可查看机器狗当前基础信息（电池电量、工作状态、功耗负载等）、是否产生环境数据异常告警、机器狗当前所在地图位置及行走线路轨迹。

3.2 机器狗手动巡视控制

通过局域网或则外网进行单机器狗手动控制管理：

- 1) **运动控制**：通过监控管理页面选择动物房间，选择前往点位，机器狗可自主导航定位前往指定规划位置，到达指定位置后结合以下各种操作完成特定点位巡检巡视工作。

2) **云台控制**：控制云台左右360° 转动、上下90° 转动，以便调整云台上的摄像机角度，可实现一定高度任意位置任意角度的水平视野。

3) **视觉画面调整**：云台上的摄像机画面进行变倍、聚焦、拍照、录像操作。

4) **语音喊话**：在远程监控中心通过机器狗对现场进行语音喊话，指导现场工作。

3.3 巡视线路自定义

按照实际的巡视场景需求设定对应的巡视点位，针对每个点位给机器狗设定对应的动作，把每个巡检点位串在一起形成一条巡检路径，机器狗可按巡检路径自动导航、自动定位、自动执行预先设置的相应动作。

每个巡视点位可设定一个或多个动作，每个动作可包含：旋转云台、云台上球机变倍聚焦、巡视点位停留指定时间、拍照、测温、等功能，除此之外，可根据现场实际巡视需求，自定义多条不同需求的巡视线路。

3.4 夜晚烟火检测

机器狗配备红外热成像部件，在行走过程中可针对正前方可视范围及定点多角度楼层位置进行红外温度扫描测量，可有效检测出是否出现局部异常高温烟火风险，若出现问题及时远程告警。

3.5 环境异味监测

机器狗配备多种高精度传感器，可对现场温度、湿度、粉尘、甲醛、可燃气体、烟雾、TVOC异味，可实现数据异常超标远程自动告警。



3.6 计划巡检

按照预先设定的时间段及巡检路径周期性自主巡检、自主拍照、自主测温、自主检测环境温湿度、气体、噪音分贝、烟雾浓度数据，超标自动远程预警提醒。

3.7 一键自动巡视

巡视人员通过后台管理点击一键巡视按钮，机器狗按照**3.3**预先设定的巡视线路进行自主巡视，巡视人员远程观看实时视频画面即可。

针对异样或个别特殊内容，巡视人员可远程中断自主巡检，支持临时手动介入控制机器狗进行现场详细确认和查看，查看完成后，恢复自动巡视模式，机器狗继续执行未完成作业内容。

3.8 定点巡视

巡视人员通过后台管理直接下达定点巡视，机器狗自动前往指定的巡视点位，进行相应的巡视动作，并等待下一步操作或者返回指令。

3.9 语音喊话

使用后台管理系统通过机器狗进行现场语音喊话，便于交流沟通或现场指挥。

3.10 行径安全

自动巡检或手动巡检过程中，不能发生碰撞，不能发生跌落摔倒，遇障碍物可以自主绕开。

3.11 现场拍照

可远程控制机器狗实现手动拍照、也可以在自动巡检过程中按照需要设置进行自动变倍聚焦、自动拍照。

3.12 现场录像

可远程控制机器狗进行现场录像、也可以在自动巡检过程中按照需要设置进行自动变倍聚焦、自动录像。

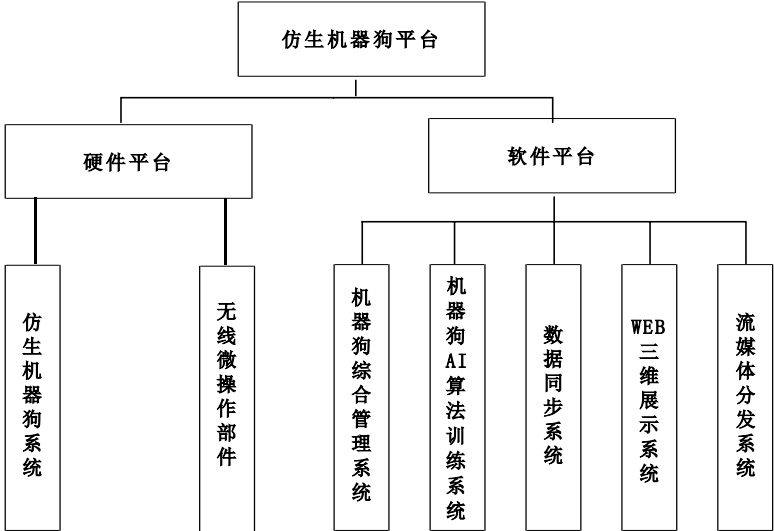
4 监控系统界面

4.1 系统整体介绍

仿生机器狗巡检系统主要包括系统硬件和软件两大部分，其中硬件系统包括仿生机器狗系统、微操作终端系统组成。软件系统包括仿生机器狗综合管理系统、仿生机器狗AI算法训练系统、数据同步系统、WEB三维展示系统、流媒体分发系统组成。

硬件系统中仿生机器狗系统主要是机器狗本体和加装部件模块。

软件系统中仿生机器狗综合管理系统主要完成机器狗的基础功能配置、检测算法参数设置、计划任务安排、任务下达、实时监控，数据统计等综合管理功能。AI算法训练系统是基于WEB端的远程模型训练系统，用户可以针对不同模型的历史数据，进行标注后，通过网络上传到远程服务器端进行深度学习，获取最终的算法推理模型。仿生机器狗自身带有边缘计算主机，可以不依赖外部资源独立进行各种计算，同时具备数据库和文件同步程序，再将各类运维数据存入自身数据库和文件系统同时，利用自身数据同步程序将运维数据（包括数据库数据、视频数据、图片数据、声音数据等）同步存入云端或服务器端系统；系统自带流媒体分发服务器，可以将机器狗上视频流通过推流技术转化为可以让手机、PAD、PC自由无插件访问的流媒体模式，方便各类应用集成。具体如下图所示。



仿生机器狗运维平台组成

4.2 监控总览

通过监控首页可实时监控机器狗自身状态信息（当前工作、性能消耗、剩余电量等内容）、运维异常声光告警提示信息、仿生机器狗人所在位置信息，



监控总览界面图

4.3 巡视监控

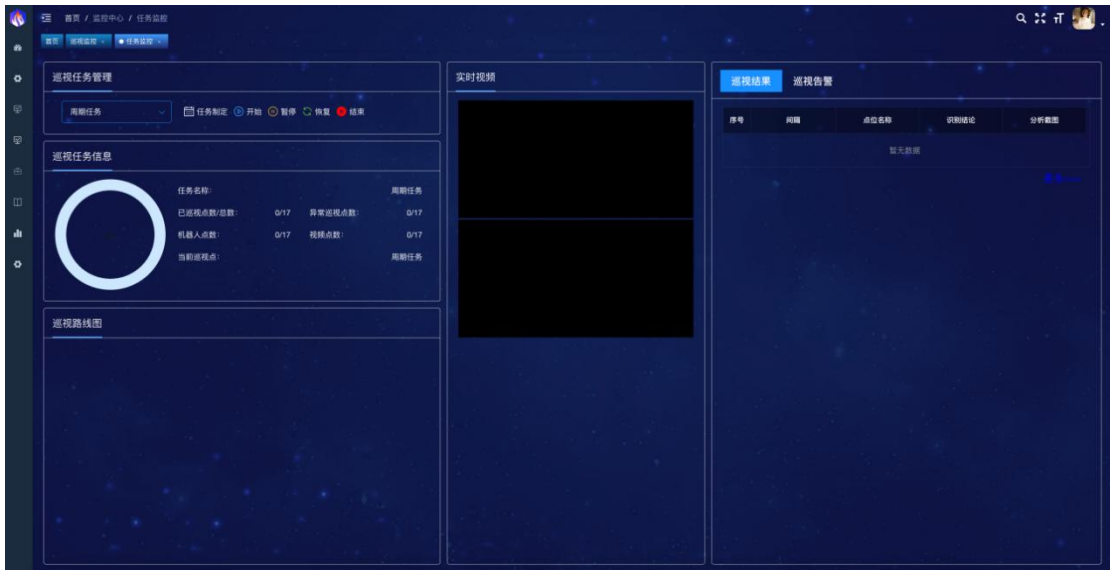
可在获取机器狗控制权之后对机器狗本体进行操作，手动控制机器狗前后左右移动到指定位置，一键返航以及系统自检、远方复位、雨刷等功能；还可以控制云台相机转动、实现多视角画面切换；可实现现场二次确认查看并按需进行相机变倍、聚焦、拍照、录像操作；可通过语音对讲与机器狗现场进行双向语音通讯指导现场工作。



巡视监控界面图

4.4 任务监控

从任务维度来监控实时任务数据以及告警数据，可实时对当前在线任务进行监视。



任务监控界面图

4.5 任务制定

通过巡检点位设置巡检任务，可分为立即执行、定期执行、周期执行、间隔执行4中类型任务，任务设置完之后下发给机器狗去执行。



任务制定界面图

4.6 任务展示

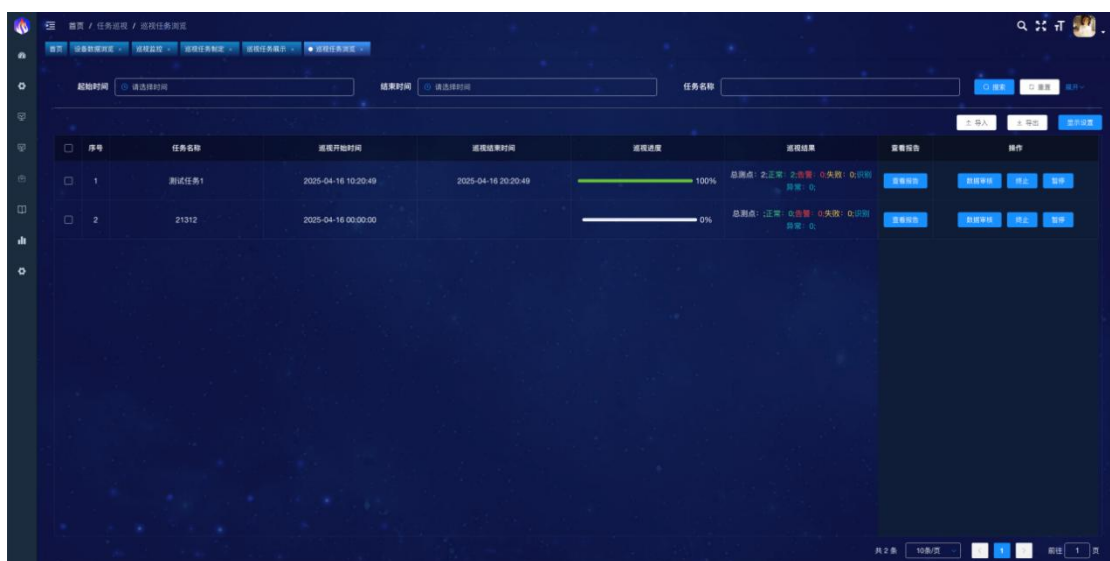
展示月度任务数据，可选择单日或日期删选选择多日进行任务查看和结束任务。



任务展示界面

4.7 任务浏览

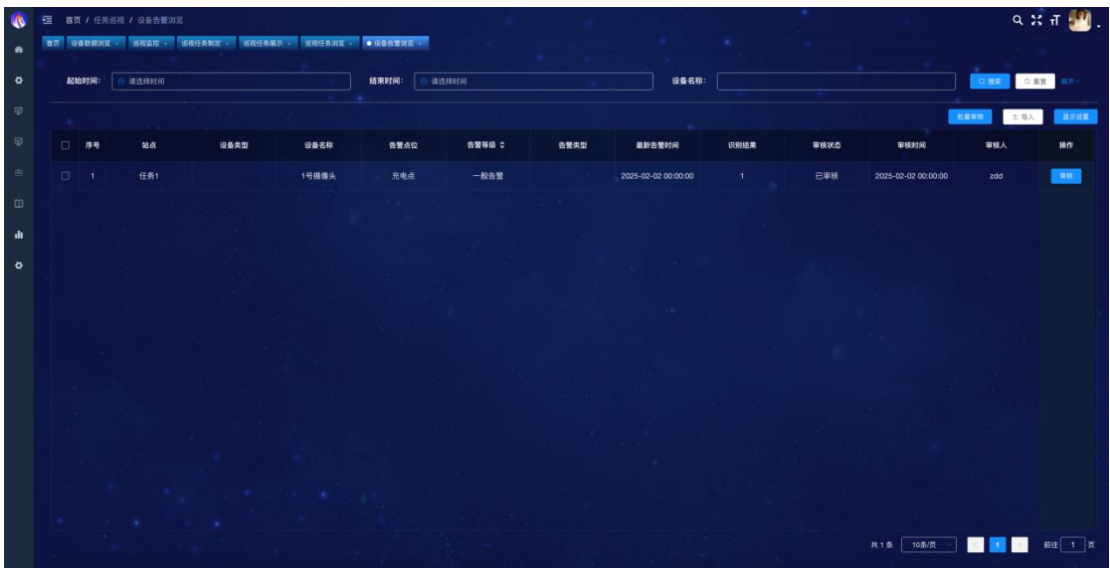
展示所有进行中任务列表，并且可以对单个任务进行报告查看和数据审核，及时了解任务执行情况和可视化数据。



系统监控界面

4.8 设备告警浏览

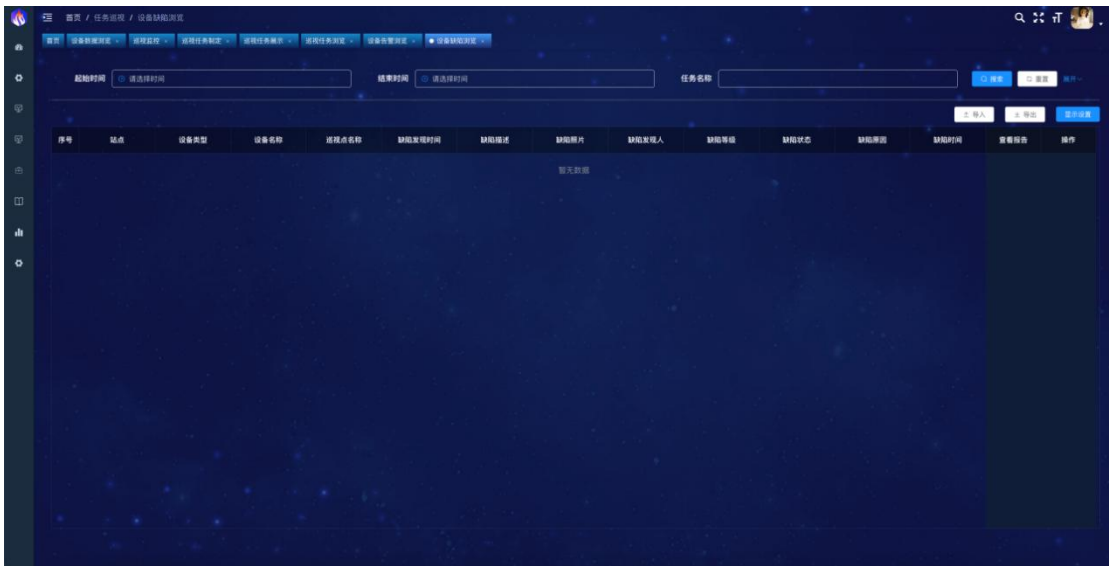
机器狗巡检的设备异常结果展示，通过人工审核判定点位是否存在异常，便于及时进行设备异常情况确认，排查相关异常，消除设备的安全隐患。



设备告警浏览界面

4.9 设备缺陷浏览

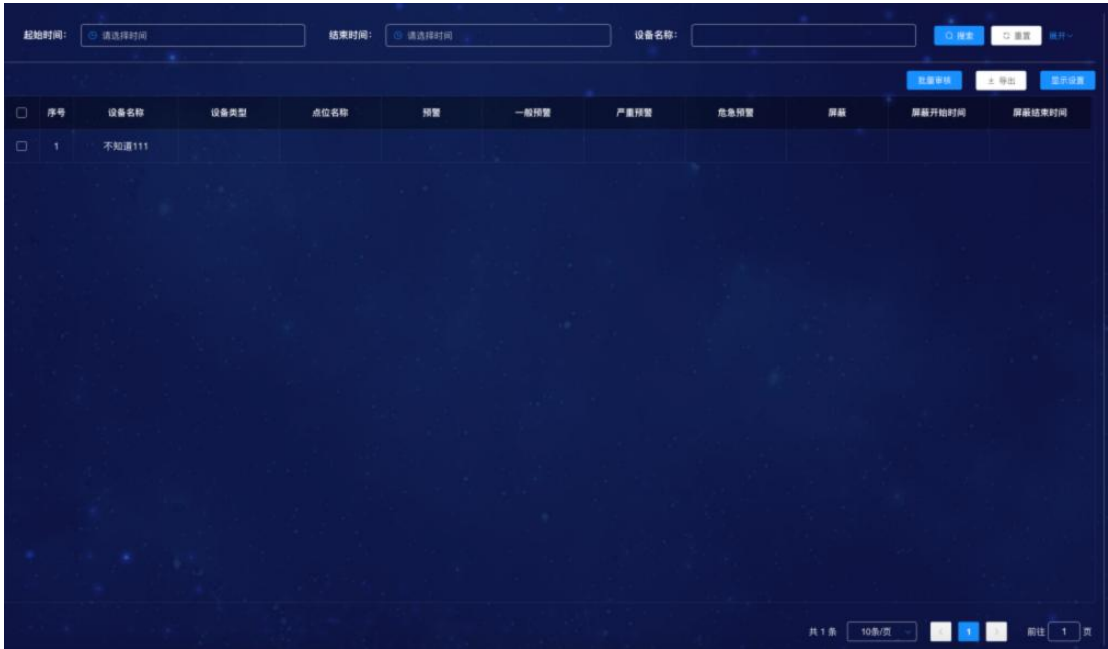
设备告警人工审核后确认为告警数据会流转进入缺陷，这里展示是确认后的实际缺陷数据，可以对真实缺陷进行定点排查处理。



运维管理配置系统界面

4.10 设备数据浏览

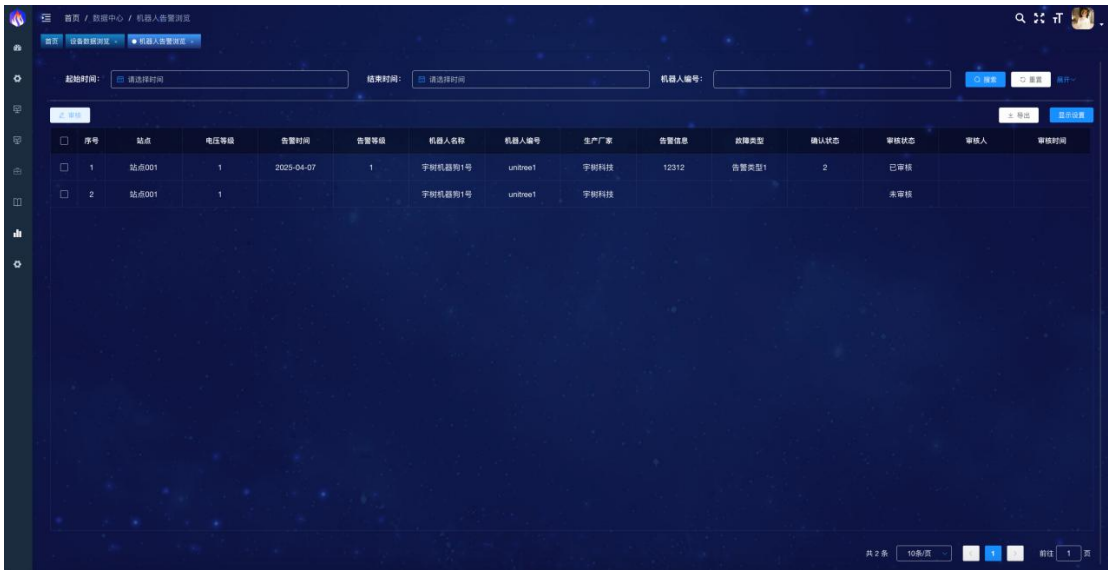
可以从设备点位维度查看设备的告警数据，可以对不同维度的点位进行横向与纵向的数据对比，直观地了解点位状态情况。



设备告警浏览界面

4.11 机器人告警

查看机器人本体的告警结果，可实时查看机器人当前状态。



机器人告警浏览界面

4.12 机器人状态

查看机器人本体状态、运行数据、当前坐标、路线、气象数据、告警数据等。

序号	机器人名称	机器人编码	电池电量	通信状态	超声序簿	驱动状态	故障状态	运行状态	控制模式	控制状态	轮转状态
暂无数据											

序号	机器人名称	机器人编码	运行速度	行驶里程	电池电量
暂无数据					

序号	机器人名称	机器人编码	地图路径	任务路径坐标	时间	坐标度 (经纬度)	坐标度 (象点)
暂无数据							

序号	机器人名称	机器人编码	地图路径	任务路径坐标
暂无数据				

序号	时间	类型	值	单位
暂无数据				

机器人状态界面

4.13 机器人台账

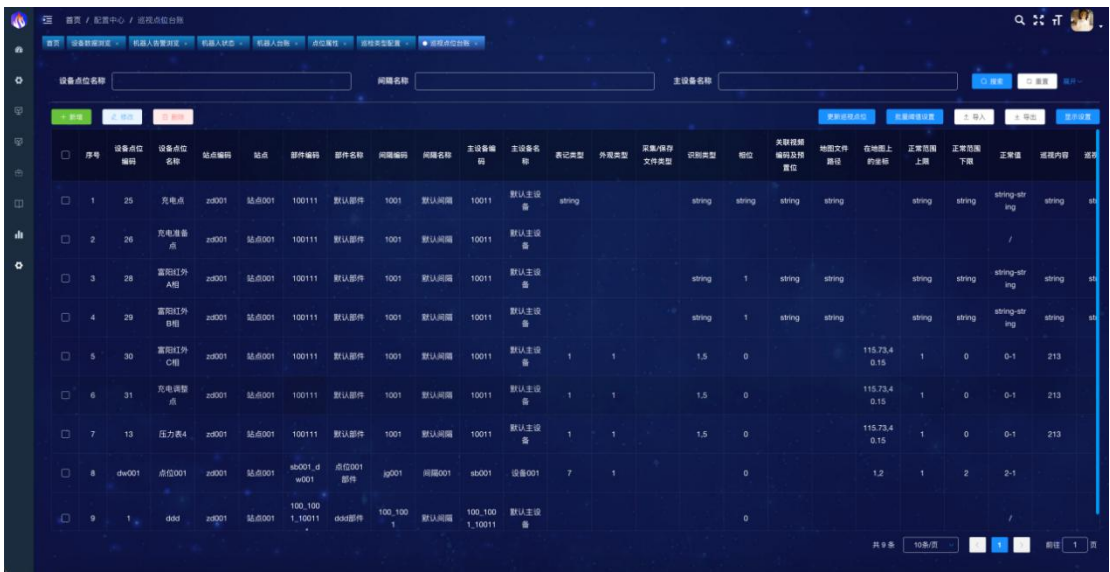
查看配置机器人台账数据等。

设备名称	设备IP	设备型号	设备编码	站点编码	生产厂家	使用单位	设备来源	生产日期	出厂编号	运行状态	报警状态	是否轮转	使用类型	地图文件路径	安装位置	设备类型	设备在地图上的坐标	备注信息	所属机器人	报警	报警	报警
宇树机器人1号	192.168.1.84	0001	unitree1	z0001	宇树科技	科大智能	宇树科技购买	2025-03-19	0001	正常	报警	不轮转	轮转	default	1,2,3	室内机器人	12345	54321	1112	报警	报警	报警
云深处2号		111	1111	z0001	云深处					异常	报警					移动机器人				报警	报警	报警
云深处机器人1号			001	z0001	2					离线	报警					高清视频				报警	报警	报警
2222			222	222	222					离线										报警	报警	报警
2222			21122	222	222					离线										报警	报警	报警
2222			211122	222	222					离线										报警	报警	报警
2222			1916762 7283043 20512	222	222					离线										报警	报警	报警

机器人台账界面

4.14 巡视点位台账

查看配置巡视点位信息。



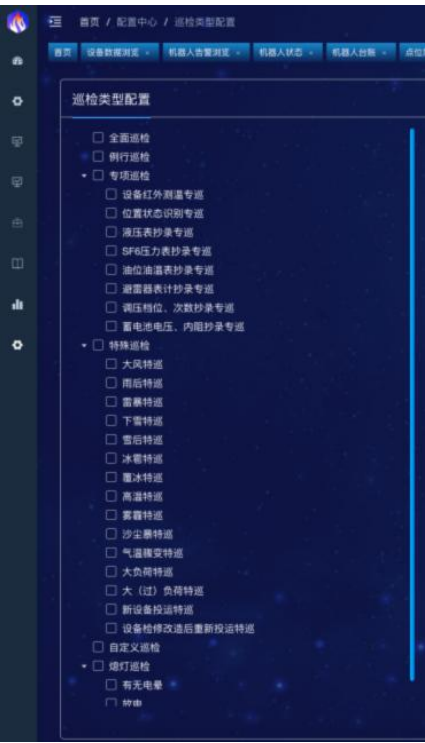
The screenshot displays the 'Patrol Point Register' (巡视点位台账) interface. It features a top navigation bar with tabs for 'Overview', 'Equipment Management', 'Patrol Point Management', 'Robot Status', 'Robot Register', 'Point Settings', and 'Patrol Point Register'. Below the navigation bar, there are search filters for 'Equipment Point Name', 'Network Name', and 'Main Equipment Name'. The main area contains a table with the following columns: 'Serial Number', 'Equipment Point Name', 'Equipment Point ID', 'Point ID', 'Part Number', 'Part Name', 'Network ID', 'Network Name', 'Main Equipment ID', 'Main Equipment Name', 'Record Type', 'External Type', 'Storage/Recording File Type', 'Record Type', 'Point', 'Associated Equipment ID and Name', 'Map File Path', 'Location on Map', 'Normal Range Upper', 'Normal Range Lower', 'Normal Value', 'Abnormal Content', and 'Status'. The table lists 9 items, including various types of charging points (充电桩) and pressure gauges (压力表).

序号	设备点位名称	设备点位ID	站点ID	部件编号	部件名称	网络ID	网络名称	主设备ID	主设备名称	记录类型	外观类型	采集/保存文件类型	识别类型	点位	关联设备编号及名称	地图文件路径	在地面上的坐标	正常范围上限	正常范围下限	正常值	异常内容	备注
1	充电桩	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备	string			string	string	string	string		string	string	string-string	string	string
2	充电桩	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备											/		
3	富阳红外A相	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备				string	1	string	string		string	string	string-string	string	string
4	富阳红外B相	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备				string	1	string	string		string	string	string-string	string	string
5	富阳红外C相	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备	1	1		1.5	0			115.73.40.15	1	0	0-1	213	
6	充电桩	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备	1	1		1.5	0			115.73.40.15	1	0	0-1	213	
7	压力表4	zs001	站点001	100111	默认部件	1001	默认网络	10011	默认主设备	1	1		1.5	0			115.73.40.15	1	0	0-1	213	
8	点位001	zs001	站点001	ss001_点位001	部件	js001	网络001	ss001	设备001	7	1			0			1.2	1	2	2-1		
9	点位001	zs001	站点001	100_100_1_10011	osd部件	100_100_1	默认网络	100_100_1_10011	默认主设备					0						/		

点位台账界面

4.15 巡检类型配置

通过预设各巡检点类型，可以帮助任务配置时快速创建各类型巡检任务。



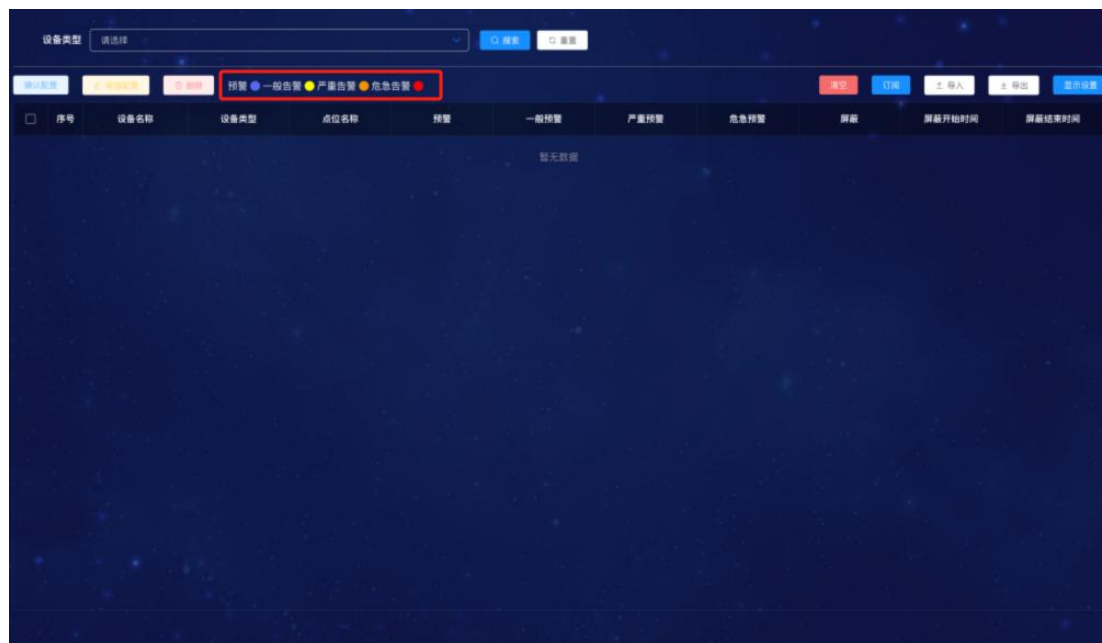
The screenshot displays the 'Patrol Type Configuration' (巡检类型配置) interface. It features a top navigation bar with tabs for 'Overview', 'Equipment Management', 'Patrol Point Management', 'Robot Status', 'Robot Register', 'Point Settings', and 'Patrol Type Configuration'. The main area contains a list of preset patrol types, each with a checkbox and a description. The types are categorized into 'General Patrol' (全面巡检), 'Special Patrol' (专项巡检), 'Special Patrol' (特殊巡检), and 'Custom Patrol' (自定义巡检). The 'Special Patrol' category includes various types of equipment and environmental monitoring.

- ☐ 全面巡检
- ☒ 例行巡检
- ☐ 专项巡检
 - ☐ 设备红外测温专项
 - ☐ 位置状态识别专项
 - ☐ 液压表抄录专项
 - ☐ SF6压力表抄录专项
 - ☐ 油位温度表抄录专项
 - ☐ 湿度表计抄录专项
 - ☐ 调压档位、次数抄录专项
 - ☐ 蓄电池电压、内阻抄录专项
- ☐ 特殊巡检
 - ☐ 大风特巡
 - ☐ 雨后特巡
 - ☐ 雾霾特巡
 - ☐ 下雪特巡
 - ☐ 雪后特巡
 - ☐ 冰雪特巡
 - ☐ 覆冰特巡
 - ☐ 高温特巡
 - ☐ 雾霾特巡
 - ☐ 沙尘暴特巡
 - ☐ 气温骤变特巡
 - ☐ 大风特巡
 - ☐ 大（过）负荷特巡
 - ☐ 新设备投运特巡
 - ☐ 设备检修改造后重新投运特巡
- ☐ 自定义巡检
 - ☐ 路灯巡检
 - ☐ 有无电量
 - ☐ 异常

巡检类型配置界面

4.16 点位告警配置

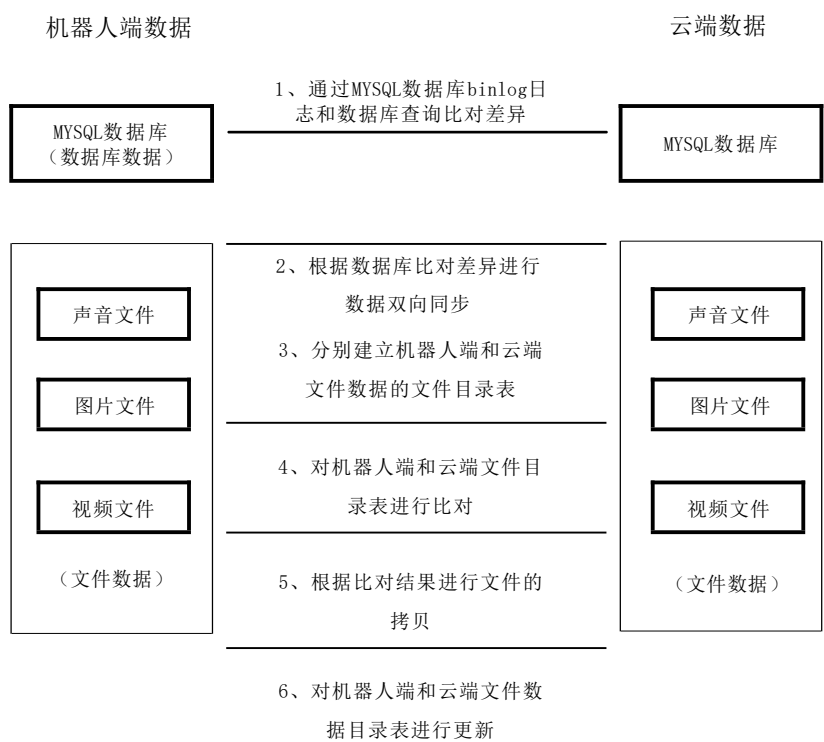
预设告警等级来帮助机器人识别判定设备告警等级。



点位告警配置界面

4.17 数据同步功能

仿生机器狗内部边缘计算主机内安装有MYSQL数据库和文件存储服务器，可以存储相应的结构化数据、图片、视频、音频文件，为了实现机器狗平台运维数据的长期存储和与其它数据平台的数据交互，已与预设了数据同步服务，当服务程序监测到有新的数据或文件生成，即可根据需要进行实时的数据传送或定期的数据同步，也可以实现数据的共享、容灾备份、异地备份等任务。具体的实现方法、流程、步骤如下图所示



数据同步实现方法、流程、步骤图

5技术规格参数

5.1核心功能清单

序号	功能名称	功能描述
1	手动巡视控制	通过局域网或外网进行单机器狗手动控制管理： 1) 运动控制：控制机器狗前后左右移动。 2) 云台控制：控制升降杆上的云台左右360° 转动、上下90° 转动，以便调整云台上的摄像机角度。 3) 视觉画面调整：云台上的摄像机画面进行变倍、聚焦、拍照、录像操作。 4) 语音喊话：使用后台管理通过机器狗进行现场语音喊话，便于交流沟通或现场指挥。
2	巡视线路自定义	按照实际的巡视场景需求设定对应的巡视点位，针对每个点位给机器狗设定对应的动作，把每个巡检点位串在一起形成一条巡检路径，机器狗可按巡检路径自动导航、自动定位、自动执行预先设置的相应动作。每个巡视点位可设定一个或多个动作，每个动作可包含：伸缩升降杆、旋转云台、云台上球机变倍聚焦、巡视点位停留指定时间等功能。可根据现场实际巡视需求，自定义多条不同线路。

3	一键自动巡视	巡视人员通过后台管理点击一键巡视按钮，机器狗按照预先设定的巡视线路进行自主巡视，巡视人员远程观看即可。
4	定点巡视	巡视人员通过后台管理直接下达定点巡视，机器狗自动前往指定的巡视点位，执行指定的巡视动作，并等待下一步操作或返回指令。
5	语音喊话	使用后台管理通过机器狗进行现场语音喊话，便于交流沟通或现场指挥。
6	计划巡检	按预先规划的巡检线路进行周期性自助巡检。
7	巡检拍照	根据实际需求进行拍照巡检。
8	温湿度检测	多点位按需采集环境温度湿度数据。
9	区域测温	冷藏柜柜体体表、关键设备走线表面温度检测。
10	气体检测	CO2、PM2.5、PM10、甲醛、TVOC有害气体以及可燃气体，通过有害气体成分含量综合分析烟雾提前预警。
11	现场确认	任何时间、任何地点皆可通过机器狗远程现场查看，二次故障告警确认。
12	自主避障	配备6组超声波避障传感器，可实现不同高度障碍物检测，自主避障提醒。
13	防止跌落	配备激光面阵传感器，可实现行径方向地面落差高度检测，精确识别台阶坑洞，并进行告警提醒。
14	自带后台系统	机器狗自带后台监控管理系统，无需外部网络，无需额外部署服务器，即可进行巡检工作；通过笔记本直连机器狗路由器，即可实现远程监控及手动控制功能。

5.2 机器狗规格参数清单

序号	项目	指标
1	包装方式	专用包装箱
2	报警方式	语音报警、远程Web界面状态报警
3	避障方式	激光避障
4	趴地尺寸（长×宽×高）	1130mm×470mm×285mm
5	站立尺寸（长×宽×高）	1000mm×470mm×715mm

6	车体重量	59KG
7	充电方式	腹部自动充电
8	充电器输入	200V~240V
9	充电器输出	84V/8A
10	充电时长	2.5h~3h
11	导航方式	激光SLAM导航
12	导航精度	误差小于0.05m
13	电池规格	22.4Ah（25℃环境下测得的理想数据）
14	定位方式	激光定位
15	防水等级	IP67
16	工控主机	Linux系统cpu: intel i7-11代
17	工作温度范围	-20℃~55℃
18	控制方式	默认软件自动控制，亦可手动遥控控制
19	通讯方式	Ethernet, WiFi, USB2.0, USB3.0
20	硬件保护	配置开机启动按钮、急停按钮
21	最大爬坡度	±30°
22	空载续航时间	4h
23	有效负载续航时间	2.5h
24	最快行进速度	4.95m/s
25	有效负载	20kg
26	最大负载	85kg（极限测试数据）
27	可攀爬台阶最大角度	±35°