

室内智能巡检机器人

技 术 说 明 书

版本：CBR007-C

日期：2026. 03. 02

南京七宝机器人技术有限公司

Nanjing Chiebot Technologies Co., Ltd.

前言

南京七宝机器人技术有限公司深耕人工智能与智能装备研发领域，聚焦电力行业智能化运维需求，自主研发室内外智能巡检机器人、油样采集机器人、智能巡检系统及图像分析系统等核心产品。公司秉持**客户至上、以人为本、自主创新**的经营理念，依托计算机视觉、SLAM 导航、智能感知、AI 目标识别等前沿技术，攻克电力运维场景中人工巡检效率低、安全风险高、监测精度不足等痛点，为变电站、配电室等场景提供一体化智能巡检解决方案，持续为客户创造安全、高效、智能的运维价值。

本技术说明书详细阐述 CBR007-C 型室内智能巡检机器人的产品特性、技术参数、功能模块、接口协议及应用要求，确保产品应用与系统对接的专业性、规范性和可操作性。

目录

前言	2
1 产品概述	4
1.1 适用场景	4
1.2 核心技术体系	4
1.3 产品核心价值	4
2 技术标准与规范	5
3 技术术语定义	6
3.1 常用术语	6
3.2 关键技术	7
4 产品组成	8
4.1 产品整体外观	8
4.2 核心功能组件及作用	9
4.2.1 机器人本体核心组件	9
4.2.2 充电桩核心组件	10
5 产品功能与巡检内容	10
5.1 核心功能	10
5.2 核心巡检内容	11
6 技术参数	12
6.1 机器人本体技术参数	12
6.2 充电桩技术参数	13
7 接口协议	14
7.1 物理接口	14
7.2 通信协议	15
8 安装与使用注意事项	15
8.1 供电事项	15
8.2 通信事项	16
8.3 安装事项	16
8.4 操作与维护事项	16
9 售后服务与技术支持	17
9.1 售后服务	17
9.2 技术支持	17
10 企业信息	18

1 产品概述

1.1 适用场景

CBR007-C 型室内智能巡检机器人作为**电力室内场景专用智能巡检装备**，针对变电站配电室、开关室、保护小室、主控室等封闭/半封闭室内环境设计，可实现对室内屏柜、开关柜、保护装置等电力设备的全自动、无人化巡检，满足电力行业室内设备状态实时监测、缺陷早期预警、巡检数据数字化管理的核心需求。

1.2 核心技术体系

产品融合多传感器采集、智能导航定位、AI 目标识别、运动控制等多项核心技术，构建全自主巡检技术体系，核心技术如下：

1. **多源感知采集技术**：搭载高分辨率可见光相机，实现设备图像、环境参数的精准、同步采集；
2. **激光导航与地图构建技术**：搭载三维激光雷达辅助导航，导入预扫描的室内三维地图，完成坐标转换实现无轨自主导航，依柜面坐标自动精准执行拍照动作。
3. **智能运动控制技术**：结合最优路径规划与动态避障算法，实现复杂室内环境下的灵活移动、绕障与精准定位；
4. **感应式屏柜门开启技术**：基于无线通信技术实现屏柜门的自主感应开启，消除柜内巡检盲区，实现设备全维度巡检；
5. **光照自适应成像技术**：根据环境光照强度调节相机参数，保证昏暗、强光等复杂光照环境下的图像采集质量。

1.3 产品核心价值

1. **全维度巡检，消除运维盲区**：覆盖设备外观、状态识别、环境监测等全巡检维度，支持屏柜内深层巡检，解决人工巡检漏检、盲区等问题；
2. **全自主作业，提升运维效率**：实现自主建站、地图构建、路径规划、避障、充电、数据上传的全流程无人化作业，替代人工高频次巡检，大幅降低人力成本，提升巡检效率；

3. **高精度监测，实现早期预警：**通过高分辨率成像、精准定位与上送主站智能分析，实现设备缺陷的精准识别与早期预警，为设备状态检修提供数据支撑，提升电力系统运行可靠性；
4. **数据化管理，实现运维溯源：**巡检数据、图像、视频实现数字化存储与上传，支持历史数据追溯、趋势分析与报表生成，推动电力运维从“人工经验型”向“数据驱动型”转变；
5. **高适配集成，兼容现有系统：**无缝对接变电站现有远程智能巡视系统，支持多平台数据交互与智能联动，无需对现有运维体系进行大规模改造。

2 技术标准与规范

本产品设计、生产、检测均严格遵循国家、行业及企业相关技术标准与规范，完全满足以下标准要求：

1. Q/GDW 11514-2021 《变电站智能机器人巡检系统检测规范》
2. DL/T 2239-2021 《变电站巡检机器人检测技术规范》
3. 国网湖北省电力有限公司《变电简易机器人技术规范（2025 版）》
4. GB/T 28448-2019 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》
5. 电力行业《变电站远程智能巡视系统技术要求》（国网设备部设备监控(2024)57号）

3 技术术语定义

3.1 常用术语

术语名称	定义说明
室内智能巡检机器人	由移动底盘、通信模块、激光雷达、高清相机等组成，无轨式设计，可通过自主/远程遥控方式在变电站室内场景完成设备巡视的智能装备，简称“巡检机器人/机器人”
变电站远程智能巡视系统	面向变电设备的一体化智能巡视平台，由巡视主机、分析主机、巡检机器人、摄像机等终端组成，实现数据采集、分析、任务管理、智能联动等功能，简称“智巡系统”
巡视主机	分为集控站区域巡视主机、变电站站端巡视主机，实现对巡检机器人等巡视终端的统一接入、控制、数据接收与分析，与上级系统交互的核心设备
分析主机	接收巡视主机的图像/视频数据，基于 AI 算法完成目标识别与缺陷分析，输出分析结果至巡视主机的专用分析设备
简易机器人机站	由充电桩、通信模块组成，实现与巡视主机的安全通信、机器人指令下发、巡检数据打包上传的配套装置，简称“机站”
巡视点位	根据巡检任务预设的设备监测特定区域，机器人采集的单张/拼接设备图像对应一个巡视点位，为巡检数据的最小管理单元
巡视子点位	巡视点位下的细粒度监测目标，为算法标定后的设备关键特征区域（如仪表、开关、指示灯）
屏柜底图	机器人基于初始任务采集并拼接生成的屏柜全景图像，为巡视点位划分与命名的基础图像

三维模型	由激光雷达采集的变电站室内环境高精度三维坐标点集，精准反映室内结构、设备与障碍物分布，为机器人导航与路径规划提供依据
二维模型	三维模型的地面投影矢量图（SVG 格式），反映室内布局与柜体俯视图，用于智巡系统地图展示与检修区域设置
鄂电慧图软件	变电站三维建模与巡检航线规划专用软件，可生成三维模型（LAS）、坐标模型（Excel）、路径模型（XML）、二维模型（SVG），为机器人与智巡系统提供数据支撑

3.2 关键技术

- 互补型导航定位技术：**以激光雷达为核心，实现实时导航与精准定位，部署便捷、场景适应性强，无需铺设任何导航定位标志，定位误差不大于 20mm；
- 全局最优路径规划技术：**融合“搜索算法+神经元算法”，实现巡检路径的智能规划，适配复杂室内布局；
- 多模式巡检切换技术：**支持**全自主、半自主、人工遥控**三种巡检模式，模式间可无缝切换；全自主模式支持例行巡检、特殊巡检、自定义巡检，半自主模式支持人工定点导航与手动操作巡检；
- 伺服机器视觉技术：**通过机器视觉实时反馈机器人位置与姿态偏差，并进行动态补偿，确保机器人对监测目标的精准成像，提升图像采集质量；
- 异构系统整合技术：**支持变电站现有辅助监控设备的全接入，兼容主流电力运维平台协议，实现与异构平台的无缝对接与数据交互；
- 模块化设计技术：**机器人采用相机、导航、控制、驱动、操作指示、安全防护六大功能模块设计，模块间通过防松连接器连接，组装维护便捷，连接可靠性高；
- 功能灵活组合技术：**产品架构具备高扩展性，新功能、新组件可灵活添加与组合，各模块间无耦合，满足客户个性化巡检需求；
- 断网续传技术：**机器人支持断网状态下的独立作业，巡检数据本地存储，网络恢复后自动补传至后台系统，确保巡检数据不丢失。

4 产品组成

4.1 产品整体外观

CBR007-C 型室内智能巡检机器人由**机器人本体**与**配套充电桩**两部分组成，整体采用紧凑型设计，适配变电站室内狭窄通道运行需求，外观布局如下图所示：



图 4-1 机器人本体外观布局



图 4-2 充电桩外观布局

4.2 核心功能组件及作用

机器人本体与充电桩的核心功能组件均采用工业级设计，满足电力室内场景的可靠性与稳定性要求，各组件功能如下：

4.2.1 机器人本体核心组件

组件名称	核心作用
智能补光灯	提供 1 米范围可见光补光，配合相机实现昏暗环境下的清晰成像，支持自动开启/关闭
高清/广角相机	4 组 1600 万像素超清相机+1 组广角相机，实现设备全视角图像/视频采集，支持拍照、录像、实时视频流传输
备用相机	相机模块冗余设计，保障采集功能连续性，提升设备容错性
三维激光雷达	实现地图构建、导航定位、动态避障，为机器人运动控制提供核心空间数据
无线 WiFi 天线	实现机器人与机站、智巡系统的无线通信，支持图像、数据、指令的实时传输
系统开关	机器人整机电源控制，带防误触设计
底盘急停按钮	紧急情况下一键暂停机器人运动，保持任务状态，排除故障后可恢复作业
充电触头	与充电桩精准对接，实现机器人自主充电，具备防接触不良、过流保护功能
驱动轮/万向轮	两驱五轮差速设计，驱动轮提供动力，万向轮辅助转向，适配狭窄通道原地转向

锂电池组	24V 磷酸铁锂电池，为整机提供动力，具备过充、过放、过温、欠压保护功能
------	--------------------------------------

4.2.2 充电桩核心组件

组件名称	核心作用
充电接口	与机器人充电触头对接，实现电能传输，具备防反接、过压保护功能
通信模块	实现充电桩与机器人、智巡系统的通信，传输充电状态、机器人指令等数据
状态指示灯	实时显示充电桩供电、充电、通信等状态，便于现场运维查看
无螺钉固定底座	采用无螺钉、无胶水设计，安装便捷、固定牢固，适配变电站室内多种安装场景

5 产品功能与巡检内容

5.1 核心功能

CBR007-C 型室内智能巡检机器人具备**全自主、高可靠、高智能**的核心特性，覆盖巡检全流程功能需求，具体功能如下：

- 无轨自主运动功能：**基于激光 SLAM 导航技术，实现陌生场景自主建站、地图构建、无轨化移动，转弯半径不大于车身长度，适配室内狭窄通道运行；
- 智能图像采集功能：**搭载多组高清相机，支持拍照、录像、实时视频流传输，光照自适应调节，保证复杂光照环境下的成像质量，图像分辨率达 4608*3456；
- 自动补光功能：**根据环境光照强度自动开启/关闭补光灯，无需人工干预，确保昏暗环境下的采集质量稳定；
- 实时监控与远程控制功能：**机器人工况实时上传至智巡系统，支持网络视频流实

时查看；可通过手持终端、本地/集控后台实现机器人移动、抓拍、录像等远程控制；

5. **自主充电功能**：巡检任务完成、剩余电量不足或接收“一键返航”指令时，机器人自动返回充电桩，精准对接实现自主充电，充电完成后自动进入待机状态；
6. **无线通信功能**：采用工业级无线 WiFi 通信，实现图像、数据、指令的高速、稳定、安全传输，支持 100m 以上通信距离，多机器人同场作业无干扰；
7. **动态避障功能**：通过激光雷达实时检测障碍物，遇到障碍及时停止移动，可自动重新规划路径绕障或障碍移除后继续巡检，停止距离障碍物不小于 10cm；
8. **感应式屏柜门开启功能**：基于无线通信技术实现屏柜门自主感应开启，消除柜内巡检盲区，实现保护屏柜内设备的全面巡检；
9. **断网独立运行功能**：支持断网状态下的本地独立作业，巡检数据本地存储，网络恢复后自动补传至后台，确保巡检过程不中断、数据不丢失；
10. **多模式巡检功能**：支持全自主、半自主、人工遥控三种巡检模式，模式间无缝切换，满足不同巡检场景与应急处理需求；
11. **数据上传与分析功能**：巡检采集的图像数据实时上传至智巡系统，支持与分析主机联动实现 AI 智能识别与缺陷分析。

5.2 核心巡检内容

机器人针对变电站室内电力设备的运维需求，实现**设备状态、环境参数**的全维度巡检，具体巡检内容如下：

1. **设备外观检查**：识别设备外壳、柜体、引线等部位的破损、变形、污渍、锈蚀等外观缺陷；
2. **开关/刀闸状态识别**：自动识别断路器、隔离开关等设备的分/合状态，判断是否与运行要求一致；
3. **指示灯状态识别**：识别设备运行、故障、告警等指示灯的亮灭状态与颜色，实现异常状态自动预警；
4. **压板位置识别**：识别保护装置压板的投入/退出位置，确保压板位置与运行方式匹

配；

- 5. **空气开关/旋钮开关位置识别**：识别室内屏柜内空气开关、旋钮开关的通断/档位位置，判断是否正常；
- 6. **仪表读数识别**：自动识别电压表、电流表、功率表等模拟仪表的读数，实现数据数字化采集与对比分析；
- 7. **其他定制化巡检内容**：支持根据客户需求添加设备缺陷等定制化巡检功能，适配个性化运维需求。

6 技术参数

本产品技术参数均为工业级设计标准，经国家级/行业级检测机构检测验证，所有参数均满足电力室内场景的应用要求，具体参数分为**机器人本体技术参数**与**充电桩技术参数**两部分。

6.1 机器人本体技术参数

序号	项目	技术参数
1	外形尺寸（长×宽×高）	500×350×1750mm
2	整机重量	小于 30kg
3	移动方式	两驱五轮差速
4	导航方式	三维激光雷达
5	通信方式	工业级无线 WiFi
6	供电方式	24V 磷酸铁锂电池（工业级）
7	充电方式	自主充电/手动充电

8	充电时间	小于 3h (10%~100%)
9	移动速度	0~1m/s (双向可调, 可设置)
10	刹车距离	不大于 0.5m (额定速度 1m/s 时)
11	转弯半径	不大于车身长度 (支持原地转向)
12	越障能力	最大越障高度不低于 25mm
13	爬坡能力	最大爬坡角度不低于 20°
14	定位误差	不大于 20mm (激光导航定位)
15	图像采集	4608*3456, 1600w 像素 (4 组)
16	续航时间	连续巡检≥6h (额定负载、0.5m/s 速度)
17	工作环境温度	-10℃~50℃ (宽温适应, 满足室内极端温度)
18	工作环境相对湿度	5%~95% (无凝露)
19	防护等级	不低于 IP4X (防固体异物侵入, 适配室内多粉尘环境)
20	核心功能	自主导航、动态避障、自主充电、断网运行
21	巡检模式	全自主/半自主/人工遥控 (无缝切换)

6.2 充电桩技术参数

序号	项目	技术参数
----	----	------

1	外形尺寸（长×宽×高）	440×340×415mm
2	充电方式	插接式自主充电
3	固定方式	无螺钉、无胶水设计（安装便捷）
4	供电输入	AC 220V/50Hz（市电）
5	充电输出	DC 24V（与机器人电池匹配）
6	核心功能	通讯/充电一体化，支持充电状态实时反馈
7	保护功能	过压保护、过流保护、防反接保护
8	工作环境	与机器人本体一致
9	通信方式	无线 WiFi（与机器人、智巡系统对接）
10	状态指示	供电指示灯、充电指示灯

7 接口协议

CBR007-C 型室内智能巡检机器人采用**标准化、高安全、高性能**的接口协议设计，与智巡系统、机站的通信满足电力行业信息安全与实时性要求，分为物理接口与通信协议两部分，支持与现有电力运维平台的无缝对接。

7.1 物理接口

- 机器人与机站：**加密无线 WiFi/WAPI 接口**，无物理接线，部署便捷；
- 机器人与充电桩：**专用充电触头接口**（防松、防接触不良设计）+无线通信接口，实现充电与通信一体化；
- 充电桩与供电系统：**AC 220V/50Hz 市电接口**（工业级插头，带接地保护）；
- 充电桩与智巡系统：**加密 tcp 接口**，实现充电状态、设备指令的远程传输。

7.2 通信协议

产品采用电力行业主流标准化协议，兼顾传输实时性、安全性与兼容性，具体协议如下：

1. **指令下发协议**：采用 **GRPC 高性能实时传输协议**，实现机站对机器人的控制指令、巡检任务的高速、低延时下发，满足实时控制需求；
2. **数据上传协议**：采用 **MQTT 轻量级消息队列协议**，实现机器人状态、告警信息等轻量数据的稳定上传，支持海量数据并发传输；
3. **文件传输协议**：采用 **FTPS 安全文件传输协议**（基于 SSL/TLS 加密），实现机器人采集的可见光照片、视频、红外图谱等大文件的加密上传，保障数据传输安全；
4. **系统对接协议**：兼容电力行业标准 TCP/IP 协议，支持与变电站现有智巡系统等异构平台的无缝对接。

8 安装与使用注意事项

8.1 供电事项

1. 机器人机站（充电桩）安装场所需提供**稳定的 AC 220V/50Hz 交流电源**，并配置独立漏电保护开关，额定电流不小于 10A；
2. 供电线路需采用铜芯电缆，线径不小于 2.5mm²，布线需符合电力行业室内布线规范，远离高压设备与强电磁干扰区域；
3. 若现场无预留供电接口，需进行现场电缆布线施工，施工完成后需进行绝缘测试，测试合格后方可通电；
4. 机器人电池为磷酸铁锂电池，禁止私自拆卸、更换，禁止在高温、明火环境下充电，充电时需保证环境通风良好；
5. 机器人长时间不使用时，需将电池电量充至 50%~80%，并置于干燥、通风、常温环境下存放，每 3 个月补充充电一次。

8.2 通信事项

1. 机器人与机站的无线通信需保证现场**无强电磁干扰**，远离高压柜、变频器等强电磁辐射设备，通信距离内无大面积金属遮挡；
2. 现场需部署工业级无线网桥，网桥需通过**自适应以太网物理介质接口**通信，支持 IEEE 802.11b/g/n 协议；
3. 若现场无预留网络接口，需进行网线、交换机布线施工，交换机需采用工业级百兆/千兆交换机，支持 POE 供电优先；
4. 多台机器人同场作业时，需为每台机器人分配独立的 WiFi 信道与设备编号，避免通信干扰；
5. 无线通信网络需配置密码加密，采用 WPA2-PSK 加密方式，定期更换密码，保障通信安全。

8.3 安装事项

1. 机器人与充电桩安装位置需选择**平整、坚固的水泥地面**，地面承载力不小于 200kg/m^2 ，远离积水、油污、腐蚀性气体区域；
2. 充电桩安装位置需保证机器人返航对接空间，周围 1.5m 范围内无障碍物，机器人移动路径内无台阶、深坑等危险区域；
3. 机器人安装时需检查各模块连接是否牢固，相机、激光雷达等精密部件无磕碰、损坏，充电触头无氧化、变形；
4. 充电桩采用无螺钉、无胶水固定，安装时需保证底座与地面紧密贴合，固定牢固，防止机器人对接时发生位移。

8.4 操作与维护事项

1. 操作人员需经专业培训合格后方可操作机器人，熟悉操作流程与紧急处理措施，禁止无证操作；
2. 机器人运行前需进行系统自检，检查电池电量、通信状态、激光雷达、相机等部件是否正常，自检不合格禁止运行；

3. 机器人在狭窄通道运行时，需降低移动速度，避免与柜体、设备发生碰撞，禁止强行通过障碍物；
4. 定期对机器人进行维护保养，清洁相机镜头、激光雷达扫描面的灰尘、污渍，检查驱动轮、万向轮的磨损情况，及时更换磨损严重的部件；
5. 定期检查充电桩充电接口、通信模块的工作状态，清洁充电接口的灰尘，防止接触不良；
6. 机器人出现故障时，需立即停止运行，切断电源，联系专业技术人员进行维修，禁止私自拆卸、维修机器人核心部件。

9 售后服务与技术支持

9.1 售后服务

南京七宝机器人技术有限公司为产品提供**全方位、全周期**的售后服务，保障产品稳定运行：

1. 产品质保期：自产品交付验收合格之日起**1 年**，质保期内免费提供维修、更换零部件服务（人为损坏、不可抗力因素除外）；
2. 质保期后服务：提供终身技术支持与维修服务，仅收取零部件成本费与合理人工服务费；
3. 故障响应：接到客户故障报修后，**1 小时内**做出技术响应，远程指导解决；远程无法解决的，省内 24 小时、省外 48 小时内安排技术人员现场处理。

9.2 技术支持

1. 提供产品安装调试、操作使用、维护保养的**专业现场培训**，确保客户运维人员掌握产品操作与基本维护技能；
2. 提供产品技术说明书、产品使用手册等全套技术资料，支持电子版与纸质版；
3. 建立 7×24 小时技术支持热线，为客户提供实时技术咨询与问题解答；
4. 针对客户个性化需求，提供**定制化技术开发与系统集成服务**。

10 企业信息

企业名称：南京七宝机器人技术有限公司

企业地址：南京市江宁区吉印大道 2999 号吉印产业创新园 B2 栋 3 楼（江宁开发区）

官方网站：www.chiebot.com

技术支持热线：18502545578

商务合作热线：18502545578

电子邮箱：614960759@qq.com

本技术说明书的最终解释权归南京七宝机器人技术有限公司所有，产品技术参数与功能将持续优化，如有更新，恕不另行通知，以最新版技术说明书为准。