

室外智能巡检机器人

技 术 说 明 书

版本：CBR007-A

日期：2026. 03. 05

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，聚焦电力行业室外巡检智能化需求，自主研发 CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人，专为变电站户外区域、输电线路塔基周边、露天工厂设备区等**室外复杂场景**设计，突破人工巡检在恶劣环境、复杂地形下的局限性，实现室外电气设备的无轨化、全自主、高精度巡检。

公司秉持**客户至上、以人为本、自主创新**的经营理念，融合 3D SLAM 导航定位、多传感器融合感知、无线安全加密通信、最优路径规划等核心技术，打造集“移动、感知、检测、传输、防护”于一体的室外智能巡检解决方案。机器人凭借全向四驱、智能避障、自主充电、断网续行等核心功能，实现室外设备巡检的效率提升、精度保障与安全升级，为电力系统室外设备的稳定运行提供全方位智能化支撑。

本技术说明书详细阐述机器人的产品概述、技术标准、核心技术、产品组成、功能描述、性能参数、接口协议及注意事项，旨在帮助使用者全面掌握产品技术特性，实现机器人的规范化、高效化使用与维护。

目录

前言	2
1 产品概述	4
1.1 适用场景	4
1.2 核心技术	4
1.3 产品价值	5
2 技术标准	6
3 技术术语	6
3.1 常用术语	6
3.2 关键技术	7
4 产品组成	8
4.1 产品外观	9
4.1.1 机器人本体外观	9
4.1.2 配套辅助设施外观	10
4.2 功能组件	11
4.2.1 机器人本体核心组件	11
4.2.2 配套辅助设施核心组件	12
5 功能描述	13
5.1 核心功能	13
5.2 巡检内容	15
6 性能参数	16
7 接口协议	19
7.1 物理接口	19
7.2 通信协议	19
8 注意事项	20
8.1 供电事项	20
8.2 通信事项	21
9 企业信息	21

1 产品概述

1.1 适用场景

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人针对**室外复杂地形与恶劣环境**设计，具备强地形适应、高防护、抗干扰的技术特性，核心适用于电力行业及工业露天场景的设备巡检，具体应用场景包括：

1. **变电站户外区域**：对露天高压电气设备、开关场、变压器区等区域的设备进行全维度巡检，覆盖各类户外变电设备的状态监测；
2. **输电线路塔基周边**：沿输电线路开展塔基、杆塔附属设备的巡检，适应线路周边野外地形；
3. **露天工厂设备区**：针对钢铁、化工、新能源等行业的露天生产设备、配电设备开展巡检，克服设备分散、空间开阔的巡检难点。

机器人可有效弥补人工巡检在复杂室外环境的巡检局限性，实现室外设备的 7×24 小时不间断巡检。

1.2 核心技术

机器人采用多技术融合架构，六大核心技术体系支撑室外复杂场景的稳定、高效巡检，技术模块协同运作，实现感知、移动、检测、传输、防护的全链路智能化：

1. **多模块协同技术**：云台、导航、控制、驱动、操作/指示、安全防护六大模块独立设计、紧密协作，各模块均达 IP55 防护等级，通过航空插头实现可靠连接，保障室外复杂环境下的设备运行稳定性；
2. **多传感器融合采集技术**：集成可见光相机、红外热像仪、深度相机等多类传感器，实现设备外观、温度的**多维度数据同步采集**，为设备状态评估提供全面、精准的原始数据；
3. **网络安全防护技术**：内置无线安全加密模块，对采集数据进行全程加密传输，同时对接入设备进行严格查验过滤，杜绝非法设备接入，保障巡检数据与网络系统的安全；

4. **3D SLAM 导航与建图技术**：搭载多线激光雷达，可直接适配站内统一三维建模成果共用，激光雷达核心用于机器人全程导航定位，结合 3D SLAM 定位算法实现室外**无轨自主导航**，配合智能运动规划算法完成避障、绕障、探沟，精准规划最优行进路线；
5. **可靠供电与四驱驱动技术**：采用 24V 磷酸铁锂电池供电，具备高安全性、长寿命、宽温适应特性；全向四驱无刷直流电机驱动，独立转向的四轮悬挂结构，保障机器人在室外复杂地形的动力与机动性；
6. **智能路径规划技术**：融合“搜索算法+神经元算法”，实现全局最优巡检路径规划，支持单向/双向行驶、禁止转向等属性配置，适配不同场景的巡检路径需求。

1.3 产品价值

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人通过智能化技术替代人工高频次、高危性室外巡检，为电力及工业用户实现**效率提升、质量保障、成本降低、安全升级**的核心价值，具体体现在：

1. **巡检效率跨越式提升**：基于自主构建/站内统一的三维地图与最优路径规划，机器人巡检速度达 1.5m/s，可 7×24 小时不间断作业，相比人工巡检，巡检周期缩短 60%以上，单台机器人可替代 3-5 名人工巡检人员；
2. **检测数据精准可靠**：多传感器同步采集+上送主站进行智能算法深度分析，表计读数误差 $\leq \pm 2\%$ ，温度测量误差 $\leq \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，可精准捕捉设备细微缺陷、温度异常等潜在问题，故障识别准确率达 98%以上；
3. **全流程网络安全保障**：从数据采集、传输到系统接入，实现全链路加密防护，有效防止数据泄露、非法接入，符合电力系统网络安全防护要求，保障巡检系统与主网的安全隔离；
4. **人力成本与安全风险双降低**：减少人工在高温、高寒、高压、野外等高危恶劣环境的巡检频次，降低人力投入成本，从根本上避免人工巡检面临的高空坠落、触电、交通事故等安全风险；
5. **设备监控与运维智能化升级**：实现室外设备巡检数据的**数字化、可视化、可追溯**管理，实时掌握设备运行状态，为设备状态检修、预防性维护提供精准数据支

撑，提升设备运维管理的智能化水平，保障电力及工业系统的稳定运行。

2 技术标准

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人的设计、生产、检测全流程严格遵循国家电力行业标准，完全满足以下规范要求：

- 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** 《变电站巡检机器人巡检技术规范》

同时，机器人的电磁兼容、防护等级、安全性能等指标均符合国家工业设备通用技术标准，确保产品在电力系统的兼容性与可靠性。

3 技术术语

3.1 常用术语

为规范产品使用与技术交流，明确本说明书中核心常用术语定义，所有术语均适配电力行业智能巡检相关标准：

术语名称	定义说明
室外四驱智能巡检机器人	即 CBR007-A 型产品，由全向四驱移动载体、多传感器检测设备、无线通信设备、智能控制系统等组成，采用全自动/半自主/人工遥控模式，用于室外电气设备巡检作业的智能移动巡检装置
机器人辅助设施	辅助机器人完成室外自动巡检的配套设施，主要包括机器人充电房、充电桩、无线通信基站、微型气象站等
巡视主机	部署在变电站/集控站，实现对机器人、摄像机、无人机等巡检终端的 统一接入、指令下发、数据接收、结果处理 的核心设备，可与上级系统交互，生成巡检报告并发送告警

智能巡检模式	以智能巡检机器人为核心巡检手段，结合视频监控、无人机等设备，实现室外设备全覆盖、无死角的巡检技术方案，适配不同电压等级、不同布置方式的室外设备区
三维点云模型	通过激光雷达扫描室外环境生成的高精度三维坐标点集，可直观、准确反映室外环境的地形、设备、障碍物分布，为机器人导航定位提供核心依据
巡检点位	根据室外设备巡检需求，在三维地图中预设的机器人检测位置，每个点位对应特定的设备检测目标，是机器人巡检的基本单元

3.2 关键技术

机器人的核心性能由七大关键技术支撑，各技术模块相互协同，构成室外智能巡检的技术核心，也是产品适配复杂室外场景的核心竞争力：

3.2.1 3D SLAM 导航定位算法

根据室外大场景**三维点云地图**，结合 3D SLAM 定位算法，实现机器人的厘米级无轨自主导航，定位误差 $\leq 20\text{mm}$ ，精准识别自身位置与周边环境，适配室外开阔场景的导航需求。

3.2.2 ROS 开源框架

基于机器人操作系统（ROS）进行开发，借助其分布式通信机制、丰富的工具库和开源算法，实现机器人各模块的高效协同与灵活扩展，降低系统开发与维护成本，提升设备的兼容性与可升级性。

3.2.3 全局最优路径规划

融合“搜索算法+神经元算法”，根据室外设备分布、地形条件、巡检需求，自主规划**全局最优巡检路径**，支持单向/双向行驶、禁止转向、区域避障等属性配置，有效提升巡检效率，减少无效移动。

3.2.4 伺服机器视觉技术

通过机器视觉反馈实时检测机器人的位置与姿态偏差，并进行自动补偿，确保机器人在复杂地形下的移动安全，同时保障相机对检测目标的精准对焦与拍摄，提升巡检图像的质量。

3.2.5 模块化设计技术

机器人分为云台、导航、控制、驱动、操作/指示、安全防护六大独立模块，各模块均达到 **IP55 防护等级**，模块间通过航空插头实现快速连接，大幅提升设备的组装、维护便捷性，以及部件连接的可靠性。

3.2.6 光照自适应技术

机器人可实时感知室外环境光照强度，**自动调节相机曝光、白平衡等参数**，确保在强光、逆光、弱光等不同光照条件下，均能拍摄到清晰、稳定的设备图像，保障检测数据的有效性。

3.2.7 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，模式间可自由切换，适配不同巡检场景需求：

- 全自主模式：支持例行巡检、特殊巡检、自定义巡检，机器人全程自主完成路径规划、检测、数据上传；
- 半自主模式：人工在地图中选定目标坐标，机器人自行到达指定位置，人工遥控云台完成检测；
- 人工遥控模式：通过手持终端/监控后台全程控制机器人移动与检测，适配应急巡检、特殊区域巡检需求。

4 产品组成

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人为**模块化集成设计**，整体由**机器人本体**与**配套辅助设施**两部分组成，本体集成检测、导航、驱动、控制等核心功能，辅助设施为机

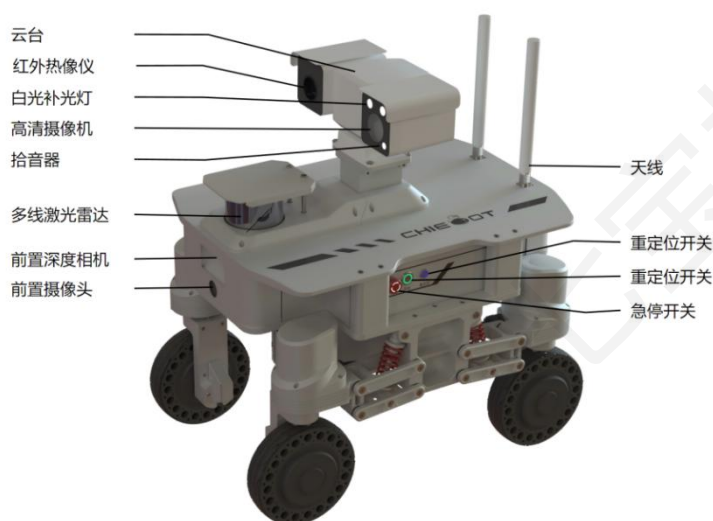
器人提供充电、通信、环境感知等支撑，全套设备适配室外复杂场景的安装与使用需求。

4.1 产品外观

4.1.1 机器人本体外观

机器人本体采用紧凑型四驱结构设计，主体材质为防腐处理的不锈钢与铝合金，具备抗腐蚀、抗冲击特性，防护等级 $\geq$ IP55。本体上部为云台检测模块，中部为控制与通信模块，下部为四驱驱动与导航模块，布局合理，适配室外复杂地形的通行需求。

核心外观标识：后置深度相机、调试窗口、手动充电口、自动充电机构、转向关节、状态指示灯、急停开关。

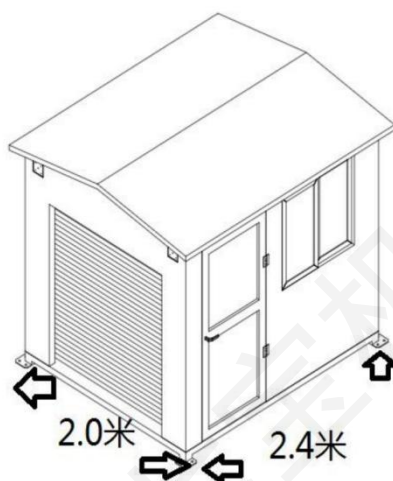


4.1.2 配套辅助设施外观

充电桩：采用浮动插接式设计，具备自动对接、过压过流保护功能，与机器人自动充电机构精准配合，实现全自主充电；



室外充电房：为机器人提供全天候充电与存放空间，集成温控设备（空调、加热器）、安防设备，适配-20℃~55℃的宽温环境，尺寸适配机器人本体存放与操作；



4.2 功能组件

机器人本体与配套设施的所有功能组件均采用**工业级设计**，满足室外多粉尘、强电磁干扰、宽温环境的工作要求，各组件功能明确、性能可靠，核心功能组件及作用如下：

4.2.1 机器人本体核心组件

组件名称	核心功能与技术特性
全向四驱云台	水平 360°、垂直 $\pm 90^\circ$ 无限旋转，搭载所有检测传感器，旋转精度高，运行稳定，可实现检测目标的无死角拍摄
白光补光灯	提供 15 米远距离可见光照射，支持自动/手动开启，配合可见光相机实现夜间/弱光环境下的清晰成像
红外热像仪	分辨率 640*480，热灵敏度 $< 0.08^\circ\text{C}$ （30°C 时），精准采集设备表面温度分布，检测设备过热隐患
可见光相机	分辨率 1920*1080，具备光照自适应功能，采集设备外观高清图片与视频，捕捉细微外观缺陷
镜头雨刷器	自动/手动清除可见光相机镜头表面的雨水、灰尘、异物，保障镜头清洁，确保成像质量
安全触边	机器人防撞保护组件，接触障碍物后立即触发停机指令，防止机器人与设备碰撞受损
深度相机	实现障碍物检测、沟壑探测，配合激光雷达完成双重避障，提升机器人在复杂地形的通行安全性
多线三维激光雷达	核心导航与建图组件，既能实现三维点云地图构建、也用于无轨导航定位、避障探沟，为机器人移动提供核心依据

无线网桥	工业级无线通信组件，实现机器人与巡视主机/监控后台的加密无线通信，通信距离 $\geq 1\text{km}$
急停开关	物理紧急停机按钮，按下后立即暂停机器人所有运动动作并保持任务状态，故障排除后可恢复作业
四驱驱动轮	全向四驱动力轮，独立转向的四轮悬挂结构，越障能力 $\geq 5\text{cm}$ ，爬坡能力 $\geq 15^\circ$ ，适配室外复杂地形
系统/状态指示灯	系统开关实现机器人整机上电/断电；状态指示灯实时显示机器人运行、充电状态
充电机构/接口	自动充电触片与充电桩精准对接实现自主充电；手动充电口实现应急人工充电，双重充电保障
24V 磷酸铁锂电池组	机器人核心供电单元，续航时间 $\geq 8\text{h}$ ，具备高安全性、长寿命、宽温适应（ $-20^\circ\text{C}\sim 55^\circ\text{C}$ ）特性
紧急重定位模块	实现机器人一键重新定位，解决复杂环境下的定位偏差问题，确保导航定位的连续性与准确性

4.2.2 配套辅助设施核心组件

组件名称	核心功能与技术特性
浮动插接式充电桩	为机器人提供自主充电电源，具备过压、过流、过温保护，自动对接成功率 100%，充电效率高
室外充电房	机器人存放与充电的防护空间，集成温控、安防设备，保障机器人非工作状态的设备安全
微型气象站	采集室外风速、温度、湿度、降雨量等环境数据，为机器人巡

	检路径规划与作业策略调整提供依据
无线通信基站	增强机器人无线通信信号，扩大通信覆盖范围，保障室外开阔场景下的通信稳定性
温控设备（空调/加热器）	调节充电房内环境温度，确保机器人在极端高温/低温环境下的存放与充电安全

5 功能描述

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人具备 **11 项核心功能**，覆盖室外巡检的“移动、检测、传输、防护、应急”全流程，同时可实现设备外观、表计、开关状态三大类巡检内容的全覆盖，满足室外设备精细化巡检需求。

5.1 核心功能

机器人的核心功能围绕“自主化、智能化、高可靠、强适配”设计，适配室外复杂场景的巡检需求，所有功能均可通过巡视主机/监控后台实现远程控制与状态监控：

5.1.1 无轨化自主运动

基于多线三维激光雷达与 3D SLAM 导航定位算法，实现**室外大场景无轨化自主移动**，无需预设磁轨、导轨，可自主构建三维点云地图，精准定位自身位置，适配室外设备区的灵活巡检需求。

5.1.2 全向云台检测

搭载水平 360°、垂直±90°旋转云台，可实现检测目标的无死角拍摄，支持高清照片拍摄、音视频同步录制，云台旋转精准、运行稳定，保障检测数据的全面性。

5.1.3 全自动自主充电

具备**电量低自动返航、任务完成自动返航、一键返航**三种充电触发模式，机器人可自主规划返航路径，与充电桩精准对接实现全自动充电，充电完成后可自主返回巡检点

位继续作业，无需人工干预。

5.1.4 全局最优路径规划

融合“搜索算法+神经元算法”，根据室外设备分布、地形条件、巡检点位，自主规划全局最优巡检路径，支持单向/双向行驶、禁止转向、区域避障等属性配置，有效提升巡检效率。

5.1.5 无线加密通信

采用工业级无线网桥实现机器人与巡视主机的无线通信，通信距离 $\geq 1\text{km}$ ，内置安全加密模块，对所有巡检数据（图片、视频、温度、声音）进行**全程加密传输**，保障数据传输安全。

5.1.6 智能避障与探沟

通过**多线三维激光雷达+深度相机**双重感知，实现障碍物检测、沟壑探测，支持“停障”与“绕障”两种模式自由切换：遇到障碍物可立即停止，障碍物移除后继续巡检；或自主规划绕障路径，避免巡检中断。

5.1.7 多模式人工遥控

支持手持终端、本地监控、集控后台三种遥控方式，可远程控制机器人的移动、云台旋转、图像抓拍、视频录制、音频采集，同时可实时查看机器人巡检视频与运行状态，适配应急巡检需求。

5.1.8 断网自主运行

具备**断网续行**功能，网络中断时机器人可独立完成预设巡检任务，将采集的图片、视频、声音等数据本地存储；网络恢复后，自动将本地存储数据上传至巡视主机，确保巡检数据不丢失。

5.1.9 全天候辅助功能

配备夜间照明灯、镜头雨刷器、光照自适应相机，实现**7×24小时全天候巡检**：夜间照明灯满足夜间巡检照明需求；雨刷器清除镜头异物；光照自适应确保不同光照条件

下的成像质量。

5.1.10 多模式巡检切换

支持**全自主、半自主、人工遥控**三种巡检模式，模式间可无缝自由切换：全自主模式实现无人化巡检；半自主模式实现人工指定点位的精准巡检；人工遥控模式实现应急场景的灵活巡检。

5.1.11 设备状态实时监控

机器人可实时采集自身运行状态（电量、位置、速度、通信状态、传感器状态），并上传至巡视主机，运维人员可通过后台实时监控机器人运行状态，出现故障时立即发送告警，实现机器人的智能化管理。

5.2 巡检内容

CBR007-A 型机器人通过多传感器融合采集，可实现室外电气设备**三大类、上百项**巡检内容的全覆盖，涵盖设备外观缺陷、表计读数、开关状态，检测数据精准、可追溯，为设备状态评估提供全面依据。

5.2.1 设备缺陷类

通过可见光相机、红外热像仪采集，可识别室外设备的各类外观缺陷与异常状态，核心包括：

- 设备外观异常：变形、断裂、导线断股、倾斜、绝缘子破裂、金属锈蚀、表面污秽、部件油污、箱门闭合异常、盖板破损/缺失；
- 油位与密封异常：油位指示计异常、油位状态油封异常、呼吸器油封破损、呼吸器硅胶变色、地面油污；
- 环境与异物异常：小动物闯入、异物入侵、挂空悬浮物、鸟巢、火灾烟雾、人员聚集/徘徊、越线闯入、吸烟、未穿安全帽/工装；
- 其他异常：表计表盘模糊/破损/外壳破损、膨胀器冲顶、电容器鼓肚、室内地面积水。

5.2.2 表计读数类

通过可见光相机+智能识别算法，可实现室外各类仪表的自动读数与误差分析，表计读数误差 $\leq \pm 2\%$ ，核心包括：

油位表、电压表、电流表、功率表、温度表、压力表、泄漏电流表等电力系统常用仪表。

5.2.3 开关状态类

通过可见光相机+智能识别算法，可精准识别室外设备的各类开关、指示装置状态，核心包括：

指示灯状态、断路器状态、接地刀闸状态、压板状态（分/合）、隔离刀闸状态、切换开关状态、分合指示器状态等。

6 性能参数

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人的所有性能参数均经过严格的工业检测，符合电力行业室外巡检机器人技术标准，核心性能参数如下表所示，为产品选型、安装、使用提供精准技术依据：

6.1 本体基本参数

序号	规格项	技术参数
1	外形尺寸（长×宽×高）	715×500×770mm
2	设备重量	< 50kg
3	车体材质	防腐处理不锈钢+铝合金
4	防护等级	$\geq IP55$
5	运动方式	全向四驱，无轨化激光定位导航

6	控制方式	全自动/半自主/人工遥控
7	定位误差	≤20mm

6.2 移动性能参数

序号	规格项	技术参数
8	最大行驶速度	1.5m/s (平整水平硬地)
9	常规行进速度	0~1m/s (双向, 可无级设置)
10	刹车距离	≤0.5m (速度 1m/s 时)
11	最小转弯半径	≤车体长度 (可原地转向)
12	越障能力	≥5cm
13	涉水能力	≥10cm
14	爬坡能力	≥15°
15	避障能力	停障/绕障 (可自由设置)

6.3 检测性能参数

序号	规格项	技术参数
16	云台运动范围	水平 360°无限旋转, 垂直±90°旋转
17	图像分辨率	可见光相机: 1920 * 1080; 红外热像仪: 640 * 480

18	表计读数误差	$\leq \pm 2\%$
19	温度测量误差	$\leq \pm 2^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 2\%$ (取最大值)
20	红外热灵敏度	$< 0.08^{\circ}\text{C}$ (环境温度 30°C 时)
21	补光照明距离	白光补光灯: $\geq 15\text{m}$

6.4 供电与续航参数

序号	规格项	技术参数
22	工作电压	DC24V
23	供电方式	24V 磷酸铁锂电池组
24	充电方式	全自动自主充电/人工手动充电
25	续航时间	$\geq 8\text{h}$ (连续巡检状态)

6.5 通信性能参数

序号	规格项	技术参数
26	通讯方式	工业级无线 WiFi (无线网桥)
27	通讯距离	$\geq 1\text{km}$ (无遮挡环境)
28	通信加密	内置安全加密模块, 全程加密传输

6.6 巡检与环境参数

序号	规格项	技术参数
29	最大巡检点数	≥10000 个
30	工作环境温度	-20℃ ~ +55℃
31	工作相对湿度	5% ~ 95% (无凝露)
32	最大耐受风速	27m/s
33	电磁兼容	工频磁场抗扰度 5 级；射频电磁场辐射抗扰度 3 级；静电放电抗扰度 4 级

7 接口协议

CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人与巡视主机/远程智能巡视系统的接口设计遵循“标准化、高可靠、高安全”原则，物理接口采用无线通信方式，通信协议采用电力行业通用的高性能、安全协议，确保设备的兼容性与数据传输的安全性。

7.1 物理接口

机器人与机器人主机之间采用**加密无线通信方式**实现数据交互与指令传输，无物理有线连接，适配室外开阔场景的通信需求，同时避免有线连接的布线复杂、易损坏问题。

- 机器人端：工业级无线网桥（发射端）；
- 主机端：工业级无线网桥（接收端/通信基站）；
- 通信介质：无线射频信号。

7.2 通信协议

机器人与机器人主机/巡视主机之间采用**多协议协同**的通信架构，不同类型的数据/指令采用适配的协议传输，确保传输的实时性、可靠性与安全性，核心通信协议如下：

1. **GRPC 高性能实时传输协议**：用于机器人主机向机器人下发**控制指令、巡检任务指令**，具备传输速度快、实时性高的特点，确保指令的快速、准确下达；
2. **MQTT 轻量级消息队列协议**：用于机器人向机器人主机上传**实时运行状态、巡检数据、告警信息**等轻量级数据，具备低带宽、高可靠的特点，适配室外无线通信的带宽需求；
3. **FTPS 安全文件传输协议**：用于机器人向机器人主机上传**高清图片、红外图谱、音视频文件**等大容量文件，具备全程加密、断点续传的特点，确保大容量文件传输的安全与完整。
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 注意事项

为确保 CBR007-A 型室外四驱智能巡检机器人的**安装安全、运行稳定、使用规范**，避免因操作不当、环境不适导致设备故障或巡检异常，特明确以下安装与使用注意事项，所有操作人员均需严格遵守。

8.1 供电事项

1. 机器人充电房安装场所需提供 **AC 220V/50Hz** 单相交流电源，为充电桩、无线网桥、卷帘门/自动开关门装置、微型气象站、温控设备等辅助设施供电；
2. 供电电源需具备**过压、过流、漏电保护**功能，确保供电安全，电源容量需满足所有辅助设施的同时运行需求；
3. 若现场无预留供电接口，需进行现场电缆线布线施工，布线需遵循《电力工程电缆设计标准》，采用阻燃、抗老化电缆，室外布线需做防水、防砸、防腐蚀处理；
4. 机器人锂电池充电时，需确保充电房内环境温度在 -20°C ~ 55°C 之间，禁止在高温、易燃、易爆环境下充电；
5. 手动充电时，需先关闭机器人系统开关，再连接充电线，避免带电插拔导致设备损坏。

8.2 通信事项

1. 无线网桥、微型气象站的通信模块采用**自适应以太网物理介质接口**，需接入变电站/集控站的工业控制网络，网络带宽需 $\geq 100\text{Mbps}$ ；
2. 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千兆/千兆交换机，具备抗电磁干扰、宽温适应特性；
3. 无线通信基站的安装位置需选择**视野开阔、无遮挡**的区域，确保机器人巡检区域的通信信号全覆盖，避免信号盲区；
4. 机器人与无线通信基站之间的通信距离不得超过 1km（无遮挡），若巡检区域超出通信范围，需增设无线通信基站进行信号中继；
5. 禁止将机器人接入非授权网络，确保巡检网络与办公网络、互联网的物理隔离，保障电力系统网络安全。

9 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。