

具有无限充电的变电站巡检机器人设计方案总纲

目录

- 一、 绪论.....1
 - 1.1 项目背景.....1
 - 1.2 使用条件及环境.....1
 - 1.3 主要结构和参数.....2
 - 1.4 主要功能及注意事项.....2
 - 1.1.1 巡检功能.....2
 - 1.1.2 检测功能.....2
 - 1.1.3 系统互联.....2
 - 1.1.4 机器人自检.....3
 - 1.1.5 报警功能.....3
 - 1.1.6 视频远传.....3
 - 1.1.7 集控模式.....3
- 二、 系统硬件组成.....3
- 三、 操作系统.....4
 - 3.1 ROS 简介4
 - 3.2 元操作系统.....4
 - 3.3 ROS 的目的5
 - 3.4 ROS 的组件.....5
- 四、 应用软件.....6
 - 4.1 Web 端机器人管理系统软件6
 - 4.2 识别软件.....6
 - 4.3 导航系统软件.....7
- 五、 无线充电.....7
- 六、 结束语.....7

一、绪论

1.1 项目背景

随着科技进步和电力体制改革的不断深入发展，电力系统自动化程度已有很大的提高，变电站值班也趋于无人化或少人化，但一定程度上都还存在着因无人到现场及时监视、巡视带来的一系列问题，甚至留下安全运行隐患。由于无法及时了解出现问题的变电站情况，失去优先安排处理的机会。因此，巡检工作在保证变电站正常生产、安全运行方面占有极其重要的地位。

近年来科技进步和两个一流建设的不断发展，人工智能技术的不断提高，以“信息化、数字化、自动化、互动化”为特征的智能电网建设逐渐深入，变电站智能巡检机器人列入《国家电网公司第一批重点推广新技术目录》，变电站智能巡检机器人进入了推广应用阶段，机器人巡检逐渐代替人工巡检成为检测变电站设备的主要技术手段。变电站智能巡检机器人系统能以自主或遥控的方式，在无人或少人值守的变电站对室外高压设备进行巡检，可及时发现电力设备的热缺陷、异物悬挂等设备异常情况。机器人在替代人工巡检时，不仅可以利用红外热成像仪对设备温度进行采集，还可以利用可见光摄像头对仪表、干燥剂等设备状态进行识别，并且，机器人完成巡检任务后需要返回充电房。

传统的机器人有限充电方式为接触式充电，具有产生火花与高压触电危险，无线充电为非接触式、封闭式充电，不仅可以避免火花与高压触电危险，而且可以在雨雪等恶劣天气环境中充电，占地面积小。因而可以采用无线充电的机器人充电方式代替以往的有线充电。

采用无线充电的智能机器人巡检，可以减轻巡检人员的劳动强度、并在恶劣天气中代替运行人员对部分设备完成巡检工作，可以实现巡检的标准统一和描述统一，提升系统的标准化、智能化水平。智能巡检机器人的非接触式检测与变电站综合自动化的接触式监控结合，真正形成全监控方式，将大大提供电力生产运行的自动化水平，为电力系统安全经济生产提供保障，减少停电时间，为各行各业提供可靠的电力能源，带来极大的经济效益。

1.2 使用条件及环境

该巡检机器人适用于变电站、核电站等电力场所线路、设备的自动巡检工作。

1.3 主要结构和参数

该巡检机器人主要结构分为系统硬件、操作系统、应用软件和无线充电四部分，详细介绍见第二、三、四、五章节。

1.4 主要功能及注意事项

1.1.1 巡检功能

系统支持全自主和遥控巡检模式。

全自主模式包括例行和特巡两种方式。例行方式下，系统根据预先设定的巡检内容、时间、周期、路线等参数，自主启动并完成巡检任务；特巡方式由操作人员选定巡视内容并手动启动巡视。

遥控巡检模式由操作人员在本地监控后台使用软件手动遥控机器人，完成巡视工作。

巡检内容包括：

- 1) 设备和接头的温度；
- 2) 断路器、隔离开关的分合状态；
- 3) 变压器、CT 等充油设备的油位计指示；
- 4) SF6 气体压力等表计指示；
- 5) 避雷器泄露电流指示；
- 6) 变压器、电抗器等噪声

具备巡检路线路径规划功能，通过本地监控后台在巡检过程中实时修改巡检点的功能；系统提供二维电子地图或三维电子地图功能，实时显示机器人在电子地图上的位置。

1.1.2 检测功能

机器人配备可见光摄像机、红外热成像仪等检测设备，并将所采集的图像、视频上传至本地监控后台。

1.1.3 系统互联

1) 提供与变电站综自系统、生产管理系统、消防系统、安防系统、视频系统等接口；

2) 与站内监控系统协同联动，在设备操作时能实时显示被操作设备的图像

信息；

3) 与顺序控制进行配合，通过图像自动识别系统判断断路器、隔离开关、和接地开关的分合状态；

4) 与消防、安防系统联动，发生报警时能紧急赶到报警位置。

1.1.4 信息交换与通信网络功能

1) 机器人与本地监控后台进行双向信息交互，本地监控后台与远程集控后台进行双向信息交互，信息交互内容包括检测数据和机器人状态数据；

2) 网络拓扑符合实际工程需求，采用点对点或星型结构；

3) 系统具有通信报警功能，在通信中断、接收的报文内容等异常情况下，上传报警信息至本地监控后台，监控后台可通过特定通信协议上传到其他系统；

4) 系统满足变电站有关信息安全的标准或文件要求。

1.1.5 机器人自检

1) 机器人具有自检功能，包括（电源、驱动、通信、和检测设备等）部件的工作状态，发生异常时能就在本地监控后台指示，并能上传故障信息。

2) 机器人上具有电源指示灯，故障指示灯，充电指示灯，网络指示灯和运行指示灯。

1.1.6 报警功能

具有设备检测数据的分析报警功能。报警发生时，本地监控后台立即发出报警信息，并伴有声光提示，并能人工退出/恢复；报警信号能远传。

1.1.7 视频远传

具有实时图像和视频传输功能，可实现就地或远程视频巡视和指导。

1.1.8 集控模式

后台支持远程集控模式，实现多个变电站机器人巡检系统的集控管理。

二、系统硬件组成

系统硬件主要由导航系统硬件和无线充电系统硬件两部分组成。导航系统硬件主要包括：红外热成像仪、可见光摄像仪、双仓中载云台、底盘、激光雷达、导航计算机、遥控器等。无线充电系统硬件主要由发射端硬件和接收端硬

件两部分组成。其中发射端硬件包括发射端控制器和发射端线圈，接收端硬件包括接收端控制器和接收端线圈。详细参数见第二册具有无线充电的变电站巡检机器人硬件组成。

三、操作系统

3.1 ROS 简介

巡检机器人操作系统采用 ros 操作系统，运行环境为 ubuntu 16.04。ROS 是一个开放源代码的机器人元操作系统。它提供了我们对操作系统期望的服务，包括硬件抽象、低级设备控制、常用功能的实现、进程之间的消息传递以及功能包管理。它还提供了用于在多台计算机之间获取、构建、编写和运行代码的工具和库。

3.2 元操作系统

ROS是一个元操作系统（Meta-Operating System）。元操作系统不是一个明确定义的术语，而是一个利用应用程序和分布式计算资源之间的虚拟化层，运用分布式计算资源来执行调度、加载、监视、错误处理等任务的系统。

ROS不是传统的操作系统，如Windows、Linux和Android，反而是在利用现有的操作系统。使用ROS前需要先安装诸如Ubuntu的Linux发行版操作系统，之后再安装ROS，以使用进程管理系统、文件系统、用户界面、程序实用程序（编译器、线程模型等）。此外，它还以库的形式提供了机器人应用程序所需的多数不同类型的硬件之间的数据传输/接收、调度和错误处理等功能。这个概念也被称为中间件（Middleware）或软件框架（Software framework）。

ROS开发、管理和提供基于元操作系统的各种用途的应用功能包，并拥有一个负责分享用户所开发的功能包的生态系统（Ecosystem）。ROS是在使用现有的传统操作系统的同时，通过使用硬件抽象概念来控制机器人应用程序所必需的机器人和传感器，同时也是开发用户的机器人应用程序的支持系统。

ROS数据通信可以在一个操作系统中进行，但也适用于使用多种硬件的机器人开发，因为可以在不同的操作系统、硬件和程序之间交换数据。不同操作系统或软件环境之间的ROS通信如下图3.1所示。

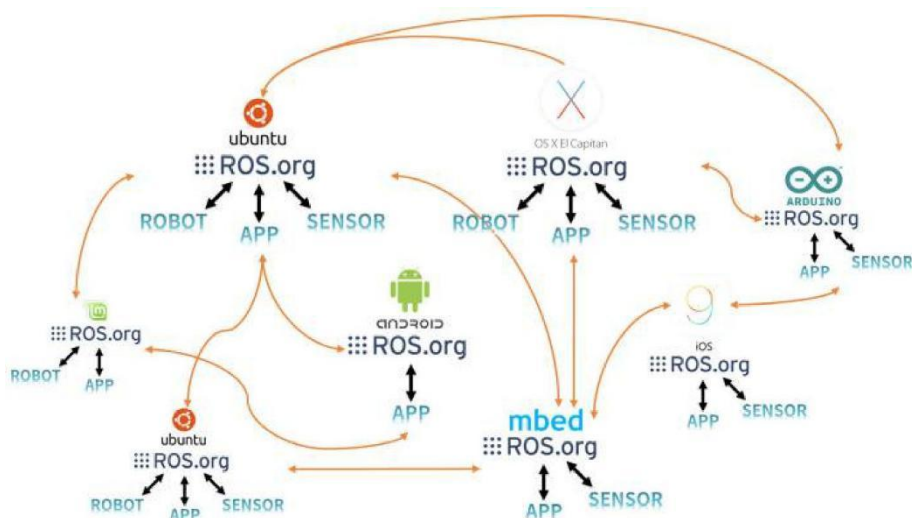


图3.1不同操作系统之间的ROS通信

3.3 ROS 的目的

ROS的目标是“建立一个在全球范围内协作开发机器人软件的环境！” ROS致力于将机器人研究和开发中的代码重用做到最大化，而不是做所谓的机器人软件平台、中间件和框架。为了支持这个，ROS具有以下特征。

- 1) 分布式进程：ROS以可执行进程的最小单位（节点，Node）的形式进行编程，每个进程独立运行，并有机地收发数据。
- 2) 功能包单位管理：由于ROS以功能包的形式管理着多个具有相同目的的进程，所以开发和使用起来很容易，并且很容易共享、修改和重新发布。
- 3) 公共存储库：每个功能包都将其功能包公开给开发人员首选的公共存储库（例如Github），并标识许可证。
- 4) API类型：使用ROS开发程序时，ROS被设计为可以简单地通过调用API将其加载到其使用的代码中。
- 5) 支持多种编程语言：ROS程序提供客户端库（Client Library）以支持各种语言。它可以用于如JAVA、C#和Ruby等语言，也可以用于机器人中常用的编程语言，如Python、C++和Lisp。可以使用熟悉的语言开发ROS程序。

3.4 ROS 的组件

ROS由支持多种编程语言的客户端库、用于控制硬件的硬件接口、数据通信通道、帮助编写各种机器人应用程序的机器人应用框架（Robotics Application Framework）、基于此框架的服务应用程序Robotics Application、在虚拟空间

中控制机器人的仿真（Simulation）工具和软件开发工具（Software Development Tool）等组成。ROS组件如下图3.2所示。



图3.2 ROS的组件

四、应用软件

4.1 Web 端机器人管理系统软件

Web 端的机器人管理系统软件是用户进行登录，对机器人进行管理的软件。使用前后端分离的技术，基于 react+php+nginx 的技术栈进行开发。系统主要分为 7 个模块：机器人管理、任务管理、实时监控、巡检结果、巡检结果分析、用户设置、机器人系统调试维护。机器人管理模块包括实时信息，设备告警信息，系统告警信息，机器人基本信息查看等功能。任务管理模块包含全面巡检、例行巡检、专项巡检，特殊巡检、自定义任务、地图选点、任务展示，并且任务具有查询，保存重置，导入，删除等功能，并能够对各种巡检任务进行的精确化管理。实时监控模块包含巡检视频、红外监控，可以方便地进行监控管理。巡检结果模块具有设备告警信息、巡检结果浏览、巡检报告生成等功能，可以方便对巡检结果进行操作管理。巡检结果分析模块提供了对比分析、生成报表等功能。用户设置模块用于对告警设置、权限设置、点位设置、检修区域设置等系统级操作。机器人系统调试维护模块包含了巡检地图设置、软件设置、机器人设置、机器人信息查询等功能。

4.2 识别软件

红外、可见光识别软件基于 Qt 进行开发，主要用于识别红外温度，读取表盘数据，并将数据储存至 MySQL 数据库以供机器人管理系统进行调用显示。

4.3 导航系统软件

导航系统软件分为上位机软件和地图生成工具。上位机软件是对导航计算机进行配置、操作、监控的客户端软件，使用 Python 语言编写。地图生成工具是针对建图生成的 2D 栅格地图，对机器人行驶轨迹、不可形势区域、导航点等信息进行标记和生成的工具，使用 Python 语言编写。

五、无线充电

相比于传统的有线充电技术，无线充电具有以下优势：

- 1) 无线充电系统为非接触式充电，可以避免火花与高压触电危险；
- 2) 无线充电系统为封闭式充电，可以在雨雪等恶劣天气环境中充电，占地面积小。
- 3) 解决了用电侧与供电侧直连问题，火花发生时可以有效阻隔火势蔓延；
- 4) 有助于充电接口标准化与统一化，节约社会成本；
- 5) 通过无线充电系统对用电信息进行采集，能够为“泛在电力物联网”提供感知层的硬件和数据支撑。

主要内容分为五个部分：硬件设计、软件设计、上位机软件、系统调试和系统运行。

六、结束语

本文档是具有无线充电的变电站巡检机器人设计方案的总纲，是无线充电巡检机器人资料的第一册。从总体上描述了无线充电巡检机器人各部分组成，具体详细资料见其余 2-5 册，文档不足之处恳请指正。