

# 基于智能识别技术的巡检机器人在火力发电领域的应用探析

## Application Analysis of Inspection Robots Based on Intelligent Recognition Technology in the Field of Thermal Power Generation

王晓辉 王志国 张新 李洪生 张鑫

Xiaohui Wang Zhiguo Wang Xin Zhang Hongsheng Li Xin Zhang

京能（锡林郭勒）发电有限公司 中国·内蒙古 锡林郭勒 026299

Jingneng (Xilingol) Power Generation Co., Ltd., Xilingol, Inner Mongolia, 026299, China

**摘要：**论文研究和分析基于智能识别技术的巡检机器人在火力发电领域的应用。火力发电是目前全球主要的能源供应方式之一，保障其安全稳定运行对于社会发展至关重要。然而，传统的火力发电设备巡检存在人工操作耗时长、风险高以及准确率低的问题。智能识别技术结合机器人技术为巡检工作提供了新的解决方案。论文将研究智能识别技术的发展现状，探讨巡检机器人在火力发电领域的应用，分析其优势和挑战，并提出进一步改进和发展的方向。

**Abstract:** This paper studies and analyzes the application of inspection robots based on intelligent recognition technology in the field of thermal power generation. Thermal power generation is currently one of the main global energy supply methods, and ensuring its safe and stable operation is crucial for social development. However, traditional thermal power generation equipment inspection has the problems of long manual operation time, high risk, and low accuracy. The combination of intelligent recognition technology and robot technology provides new solutions for inspection work. This paper will study the current development status of intelligent recognition technology, explore the application of inspection robots in the field of thermal power generation, analyze their advantages and challenges, and propose further improvement and development directions.

**关键词：**智能识别技术；巡检机器人；火力发电

**Keywords:** intelligent recognition technology; inspection robot; thermal power

**DOI:** 10.12346/peti.v5i3.8436

## 1 引言

随着社会的发展和经济的快速增长，火力发电作为主要的能源供应方式在全球范围内扮演着重要角色。火力发电设备的正常运行对于供电稳定和社会发展至关重要。综述智能识别技术在火力发电设备巡检中的应用和研究成果<sup>[1]</sup>。具体包括智能图像识别技术在火力发电设备外观检查中的应用，语音识别技术在设备噪音和故障声音分析中的应用，以及数据分析技术在火力发电设备传感器数据解读和故障预测中的应用等。通过综述现有文献研究成果，我们可以了解目前智能识别技术在火力发电设备巡检领域的应用状况和发展趋势，不过传统的火力发电设备巡检方式还是存在一些问题，如巡检效率低、操作风险高、准确度不够等。为了解决

这些问题，基于智能识别技术的巡检机器人应运而生。论文主要探析基于智能识别技术的巡检机器人在火力发电领域的应用，通过开展这项研究为火力发电行业提供一种新的巡检方式和技术支持，能够提高火力发电设备运行的效能和可靠性。此外，本研究也为其他工业领域的巡检工作提供借鉴和参考，推动智能巡检技术在更广泛的应用场景中的发展。最终，论文的研究成果有望进一步提升火力发电行业的可持续发展和社会效益。

## 2 巡检机器人技术在火力发电领域的应用

### 2.1 火力发电设备巡检现状分析

在传统的火力发电领域，设备巡检通常由人工完成。这

【作者简介】王晓辉（1988-），男，中国内蒙古兴和人，本科，工程师。

种巡检方式存在以下一些问题：人力成本高，设备巡检需要大量的人力投入，尤其是对于大型火力发电厂而言，人工巡检成本相对较高。安全风险，火力发电设备通常运转在高压等危险环境下，人工巡检存在较大的安全风险。效率低，人工巡检速度较慢，不能快速覆盖所有区域，也难以实时监测设备状态。

## 2.2 巡检机器人技术及其应用案例介绍

巡检机器人是指配备了自主导航和传感器系统的机器人，能够在火力发电厂内自主巡检设备，收集数据，监测设备状态并执行维护任务。以下是一些巡检机器人技术及其应用案例：

①自主导航技术，巡检机器人通过激光雷达、摄像头、红外传感器等设备实现自主导航。它们可以根据预设的地图和路径规划，自主避开障碍物，快速到达目标位置。

②数据采集与分析，巡检机器人配备各种传感器，如振动传感器、温度传感器、涡流检测传感器等，可以实时采集设备运行数据。这些数据可以通过机器学习和人工智能技术进行分析，用于预测设备的健康状况和故障风险。

③缺陷识别和维护，巡检机器人配备高清摄像头和图像处理算法，可以对设备表面进行缺陷识别。一旦发现异常，机器人可以通过携带的维修工具或及时报警来执行维护任务<sup>[2]</sup>。

## 2.3 巡检机器人在火力发电领域的优势和不足

### 2.3.1 优势

①提高安全性：巡检机器人可以代替人工进入危险环境，减少人员伤亡风险。

②提高效率：机器人能够实现全天候、全时段巡检，比人工巡检更快速和全面。

③数据精准性：机器人传感器采集的数据更加准确、客观，有助于预测设备故障和优化维护计划。

④降低成本：尽管巡检机器人的投资较高，但从长远来看，可以减少人力成本和设备维护成本。

### 2.3.2 不足

①资金投入：引入巡检机器人需要较大的资金投入，对于一些小型火力发电厂可能存在经济压力。

②技术限制：目前的巡检机器人技术尚不完善，可能在复杂环境下遇到困难，比如狭小空间、复杂布局等情况。

③人员适应：尽管机器人可以自主巡检，但需要专业人员进行监控和控制，要求相关人员具备一定的技术培训。

④维护和更新：巡检机器人的维护也需要投入一定的人力和物力，同时随着技术的更新，可能需要频繁更新设备。

总体来说，巡检机器人在火力发电领域的应用前景是非常广阔的。随着技术的不断进步，其优势会进一步凸显，而相关的不足之处也将逐渐得到改进和解决。在未来，巡检机器人有望成为火力发电设备巡检的重要工具，为火力发电厂提供更高效、更安全、更可靠的运维服务<sup>[3]</sup>。

## 3 基于智能识别技术的巡检机器人系统设计

### 3.1 巡检任务分析与需求定义

在设计基于智能识别技术的巡检机器人系统之前，首先需要进行巡检任务分析和需求定义。这包括以下几个步骤：

①巡检目标：明确需要巡检的设备或区域，如火力发电设备的各种部件、管道、电缆等。

②巡检频率：确定巡检的时间间隔，根据设备的特性和运行状况来制定合理的巡检频率。

③数据采集要求：明确需要采集哪些数据，如振动数据、温度数据、图像数据等，以便后续的智能识别分析。

④异常识别指标：定义设备运行中可能出现的异常情况，并建立相应的识别模型。

⑤环境适应性：考虑机器人在不同环境下的适应性，包括光照、温度、湿度等因素。

### 3.2 智能识别模型的构建与训练

基于智能识别技术的巡检机器人需要建立识别模型，以便对采集的数据进行分析和判断。图 1 是构建与训练模型的一般步骤。



图 1 构建与训练模型的一般步骤

### 3.3 巡检机器人系统的硬件平台设计

巡检机器人的硬件平台设计是实现智能识别任务的重要基础。图 2 是硬件平台设计的主要组成部分。

硬件平台设计图将展示了巡检机器人的整体结构和组成部分。底盘部分包括轮子和电机，用于机器人的移动。底盘上搭载导航系统，包括激光雷达和摄像头，用于实现自主导航和避障。机器人的顶部配备数据采集系统，包括各种传感器，用于采集设备状态数据。控制系统位于底盘内部，用于控制机器人的运动和数据采集。机器人搭载通信模块，通过无线通信与中控系统进行数据交互。在机器人的顶部或侧面可以配备机械臂或维修工具，用于执行维修任务。

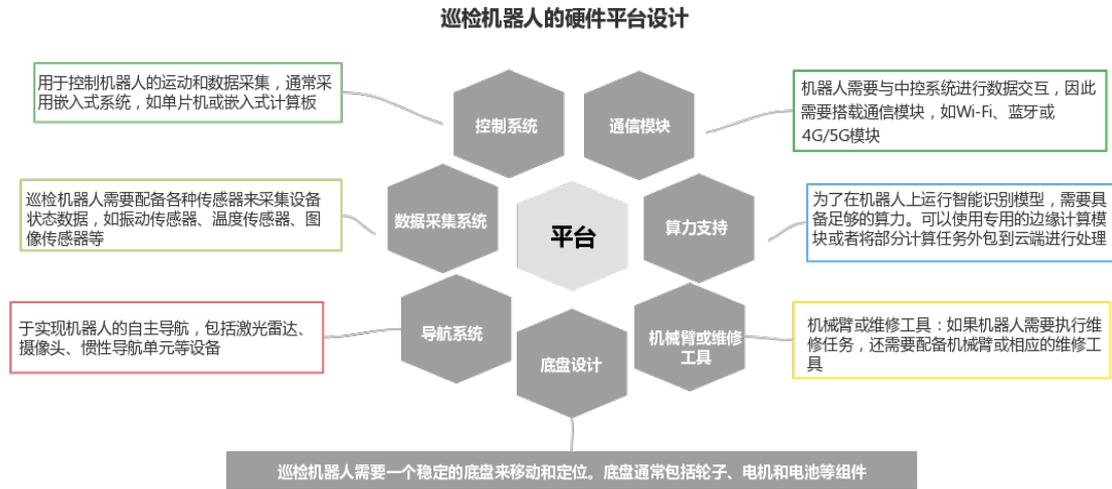


图2 硬件平台设计的主要组成部分

## 4 实验与结果分析

### 4.1 实验设计

在火力发电领域应用基于智能识别技术的巡检机器人，我们可以进行一系列实验来评估其性能和效果。

①实验目标：评估巡检机器人在火力发电厂内的巡检任务中的表现，包括识别问题和数据处理能力。

②实验步骤。

**数据采集：**收集火力发电厂内的图像和视频数据，包括设备、管道、电缆等各种设施和构件。这些数据可以是实时数据，也可以是历史数据。

**数据标注：**对收集到的数据进行标注，标注出设备的正常状态和可能存在的故障或异常情况。例如，标注出设备的型号、状态、工作温度、液位等信息。

**算法训练：**使用标注数据训练智能识别算法，使其能够识别出正常状态和异常状态，并对异常状态进行分类，如设备故障、损坏等。

**巡检任务模拟：**模拟真实的巡检任务场景，让巡检机器人在火力发电厂内进行自主巡检。

**性能评估：**记录巡检机器人在执行巡检任务时的表现，包括正确识别的设备数量、误判数量、漏判数量等。

**结果分析：**分析实验结果，评估巡检机器人的准确性、效率和稳定性，比较不同算法的性能。

### 4.2 实验数据收集与处理

在实验中，数据收集是关键的一步。需要收集大量的火力发电厂内的图像和视频数据，涵盖不同设备和场景的样本，以覆盖尽可能多的故障和异常情况。同时，还需要获取这些数据的标注信息，即设备的正常状态和异常状态，作为算法训练的标签。数据处理方面，需要对收集到的数据进行预处理，包括图像降噪、尺寸统一化、数据增强等，以提高算法的鲁棒性和泛化能力。

### 4.3 性能评估和结果分析

性能评估是衡量巡检机器人效果的关键步骤，可以使用

以下指标来评估性能：

**准确率：**巡检机器人正确识别设备状态（正常或异常）的比例。

**误报率：**巡检机器人将正常设备错误识别为异常的比例。

**漏报率：**巡检机器人将异常设备错误识别为正常的比例。

**平均检测时间：**巡检机器人完成对一个设备状态判定所需的平均时间。

结果分析方面，可以针对不同的巡检任务场景、不同设备类型和不同算法进行对比分析。根据实验结果，我们可以得出结论并对巡检机器人的性能进行改进和优化，以更好地适应火力发电厂内复杂多变的巡检需求。同时，还可以根据性能评估结果，与传统的人工巡检方式进行对比，评估巡检机器人在火力发电领域的实际应用价值。

## 5 挑战与改进方向

### 5.1 当前技术面临的挑战

虽然基于智能识别技术的巡检机器人在火力发电领域有着巨大的潜力，但目前还面临一些挑战，火力发电厂内设备繁多，场景复杂，不同设备状态可能呈现出多样性。当前的智能识别技术在应对复杂场景时可能表现不稳定，需要更加准确和鲁棒的算法来处理这些情况。火力发电厂是一个高效、高产的工作环境，需要巡检机器人具备快速响应和高效执行巡检任务的能力。目前的算法和硬件可能还无法满足实时性和效率方面的要求。在巡检过程中，机器人可能会收集大量的敏感数据，如设备状态信息和厂内结构。保障数据的隐私和安全是一个重要挑战，需要加强数据加密和访问控制手段。火力发电厂内的环境可能受到温度、湿度、灰尘等因素的影响，这些因素可能影响机器人的传感器和执行器的性能和寿命。

### 5.2 未来发展方向

为了克服当前技术面临的挑战，基于智能识别技术的巡检机器人可以朝着以下方向进行改进和发展，引入更先进的

深度强化学习算法，让机器人能够通过不断的自主学习和实践来优化巡检策略和决策过程，逐步提高性能和适应性。整合多种传感器，如视觉、声音、振动等，来增强机器人对设备状态的感知能力。多模态信息的融合可以提高识别准确性和对复杂场景的理解。将部分计算任务从云端转移到边缘设备，如机器人本身或边缘服务器，以降低延迟和提高实时性。

## 6 结论

智能识别技术在火力发电领域的巡检应用具有潜在的优势。通过使用深度学习和计算机视觉技术，巡检机器人能够对火力发电厂内的设备和构件进行自主识别和分类，从而实现自主巡检任务。基于智能识别技术的巡检机器人在火力发电领域具备广阔的应用前景。尽管当前仍面临一些挑战，

但通过不断的改进和创新，结合其他相关技术手段，巡检机器人有望在提高火力发电厂巡检效率、减少人力成本、提升设备维护质量等方面发挥重要作用。随着技术的进一步发展和完善，智能巡检机器人将在工业领域发挥越来越重要的作用。

## 参考文献

- [1] 张伟,周平,李明.基于深度学习的巡检机器人智能识别技术研究[J].电子技术与软件工程,2022,32(3):128-132.
- [2] 姜宇,杨超,韩丽娟.基于机器视觉的智能巡检机器人识别算法研究[J].硅谷,2021(14):82-86.
- [3] 赵立新,张云飞,韩宇婷.基于智能识别技术的火力发电设备巡检应用研究[J].电力科学与工程,2021,37(2):63-67.