

烟草智能制造中人工智能设备故障诊断技术

阳康 周锐杰 刘泳宏 (通讯作者)
四川中烟工业有限责任公司什邡卷烟厂

DOI:10.12238/jpm.v6i8.8348

[摘要] 烟草智能制造对生产效率和质量要求严苛，人工智能设备故障诊断技术至关重要。该技术能借助先进算法与模型，快速精准识别设备故障隐患，降低停机时间，提高生产稳定性。阐述其原理、应用及优势，对推动烟草智能制造发展，提升行业竞争力意义重大。

[关键词] 烟草智能制造；人工智能；设备故障诊断技术

Fault diagnosis technology for artificial intelligence equipment in tobacco intelligent manufacturing

Yang Kang Zhou Ruijie Liu Yonghong (corresponding author)

Sichuan Tobacco Industry Co., Ltd. Shifang Cigarette Factory Deyang City, Sichuan Province

[Abstract] Tobacco intelligent manufacturing has strict requirements for production efficiency and quality, and artificial intelligence equipment fault diagnosis technology is crucial. This technology can use advanced algorithms and models to quickly and accurately identify equipment failure hazards, reduce downtime, and improve production stability. Explaining its principles, applications, and advantages is of great significance for promoting the development of intelligent tobacco manufacturing and enhancing industry competitiveness.

[Key words] tobacco intelligent manufacturing; artificial intelligence; Equipment Fault Diagnosis Technology

引言：

随着烟草行业智能制造的推进，设备智能化程度不断提高。然而，设备故障频发影响生产进程。人工智能设备故障诊断技术应运而生，凭借其高效性与准确性，成为保障烟草生产设备稳定运行的关键，对其深入研究极具现实意义。

1. 烟草智能制造概述

1.1 烟草智能制造的概念与发展

烟草智能制造是将先进的制造技术与智能化技术深度融合，应用于烟草生产全流程的一种制造模式。它的发展是烟草行业顺应全球制造业变革趋势的必然结果。从传统的烟草生产方式逐步向智能化转变，早期是简单的自动化设备引入，而后随着信息技术的发展，开始向集成化、智能化迈进。如今，烟草智能制造涵盖了从烟叶种植、收购、加工到成品销售等各个环节。在这个过程中，利用物联网技术实现设备的互联互通，大数据技术进行生产数据的分析挖掘，人工智能技术优化生产决策等。这不仅提高了生产效率，还提升了产品质量，并且有助于烟草企业更好地适应市场需求的变化。

1.2 烟草智能制造的特点与需求

烟草智能制造具有高度自动化、信息化、集成化等特点。高度自动化体现在生产设备的自动运行和控制，减少了人工干预，提高了生产的稳定性和一致性。信息化则表现在生产过程中各类数据的采集、传输和分析，这些数据涵盖了设备运行参数、生产环境数据、产品质量数据等，为企业的管理和决策提供了依据。集成化是指将各个生产环节、不同的生产系统进行整合，实现资源的优化配置和协同作业。烟草智能制造的需求主要包括提升生产效率、确保产品质量、降低生产成本、满足个性化定制需求等。随着消费者需求的日益多样化，烟草企业需要能够快速调整生产策略，而智能制造能够通过精准的生产计划和高效的执行系统来满足这些需求。同时，严格的质量管控要求也促使企业采用智能化技术来实时监测和调整生产过程，以保证产品质量符合标准。

1.3 人工智能在烟草智能制造中的应用现状

目前，人工智能在烟草智能制造中的应用已经取得了一定的成果。在生产计划方面，人工智能算法可以根据市场需求预测、库存情况、设备产能等多因素进行综合分析，制定出最优的生产计划。在质量控制上，通过图像识别技术可以对烟叶的

外观质量、卷烟的包装质量等进行快速检测，识别出不合格产品。在设备管理领域，利用人工智能进行设备故障的预警和诊断。例如，基于机器学习算法对设备运行数据进行分析，能够提前发现设备可能出现的故障，以便及时进行维护。然而，人工智能在烟草智能制造中的应用还存在一些局限性，如部分算法的准确性有待提高，数据的采集和整合还不够完善等，需要进一步深入研究和发

2. 人工智能设备故障诊断技术原理

2.1 数据采集与预处理

数据采集是人工智能设备故障诊断技术的基础。在烟草生产设备中，需要采集多种类型的数据，包括设备运行时的温度、压力、转速、振动等物理参数，以及设备控制系统中的各类指令和反馈信号。这些数据来源广泛，采集频率也因设备的重要性和运行特性而异。采集到的数据往往存在噪声、数据缺失、数据异常等问题，因此需要进行预处理。预处理过程包括数据清洗，去除其中的噪声和异常值；数据补全，补充缺失的数据；数据标准化，将不同量级的数据转换为统一的标准，以便于后续的分析处理。只有经过准确的数据采集和有效的预处理，才能为故障诊断提供可靠的数据支持。

2.2 故障特征提取方法

故障特征提取是从采集和预处理后的数据中挖掘出能够反映设备故障状态的关键信息的过程。对于烟草设备来说，常见的故障特征提取方法有多种。例如，基于时域分析的方法可以直接从振动信号的时间历程中提取特征，如峰值、均值、方差等统计特征，这些特征能够反映设备运行的平稳性。频域分析方法则将信号从时域转换到频域，通过分析频谱图中的频率成分、幅值等信息，找出与故障相关的频率特征。另外，时-频域分析方法，如小波分析，能够同时在时域和频域中对信号进行分析，对于非平稳信号具有很好的适应性，能够提取出更全面的故障特征。这些故障特征是构建故障诊断模型的重要依据。

2.3 故障诊断模型构建

故障诊断模型构建是人工智能设备故障诊断技术的核心环节。在烟草设备故障诊断中，常用的模型构建方法包括基于规则的诊断模型、基于人工神经网络的诊断模型、基于支持向量机的诊断模型等。基于规则的诊断模型是根据专家经验和设备的运行原理制定一系列的诊断规则，当设备运行数据满足某些规则时，就判定为相应的故障。这种模型简单直观，但对于复杂的故障情况可能存在局限性。人工神经网络模型具有很强的自学习和非线性映射能力，能够自动从大量的故障样本数据中学习故障特征与故障类型之间的关系。支持向量机模型则在

小样本数据情况下具有较好的分类性能。在构建故障诊断模型时，需要根据烟草设备的具体特点、故障类型以及数据的可用性等因素选择合适的模型构建方法，并通过大量的故障样本数据进行训练和优化，以提高模型的诊断准确性。

3. 故障诊断技术在烟草设备中的应用

3.1 制丝设备故障诊断

制丝设备是烟草生产中的关键环节，其运行状态直接影响到烟丝的质量。人工智能故障诊断技术在制丝设备中的应用具有重要意义。例如，在切丝机中，通过采集切丝刀的转速、切割力等数据，利用故障诊断技术可以及时发现切丝刀的磨损情况。如果切丝刀磨损过度，会导致切出的烟丝宽度不均匀，影响后续的加工和产品质量。在烘丝机方面，对烘丝过程中的温度、湿度、风速等参数进行实时监测，当这些参数出现异常波动时，故障诊断系统能够快速判断出是加热系统故障、通风系统故障还是控制系统故障等，并及时给出预警信息。这有助于减少因设备故障导致的烟丝质量下降，提高制丝生产的稳定性和效率。

3.2 卷接包设备故障诊断

卷接包设备是将烟丝加工成成品卷烟的重要设备。在卷接机中，人工智能故障诊断技术可以对卷烟纸的供给速度、烟丝的填充量、接嘴的质量等进行监测。例如，当卷烟纸供给速度不稳定时，可能会导致卷烟纸褶皱或者断裂，影响卷烟的成型质量。故障诊断系统通过分析相关数据，能够提前发现这种潜在的故障风险，调整卷烟纸的供给系统。在包装机方面，对包装材料的输送、卷烟的排列、包装的密封等进行检测。如果包装密封不好，会影响卷烟的保存期限和产品形象。通过故障诊断技术可以及时发现包装过程中的问题，提高包装质量和生产效率。

3.3 物流设备故障诊断

烟草生产中的物流设备包括输送设备、仓储设备等。在输送设备中，如皮带输送机，通过采集皮带的运行速度、电机的电流、物料的流量等数据，利用故障诊断技术可以判断皮带是否存在跑偏、打滑现象，电机是否存在过载或者故障等。对于仓储设备，如自动化立体仓库中的堆垛机，监测其运行位置、提升速度、货叉伸缩情况等数据，当出现故障时，能够快速定位故障原因是机械结构问题还是控制系统故障，及时进行维修，确保物流环节的顺畅，避免因物流设备故障导致生产中断或者库存管理混乱。

4. 技术优势与挑战

4.1 提高故障诊断效率

人工智能设备故障诊断技术能够显著提高故障诊断效率。

传统的故障诊断方法往往依赖于人工巡检和经验判断，这种方式不仅耗时费力，而且诊断结果容易受到人为因素的影响。而人工智能故障诊断技术可以实时监测设备的运行数据，一旦发现数据异常，能够立即进行分析和诊断。例如，在烟草生产线上，设备众多且运行复杂，人工智能故障诊断系统可以同时多台设备进行监测，快速准确地判断出故障设备及其故障类型。这大大缩短了故障发现和诊断的时间，减少了设备停机时间，提高了生产效率。

4.2 降低维护成本

通过人工智能设备故障诊断技术，可以实现精准的故障定位和预测性维护，从而降低维护成本。在传统的维护模式下，往往是定期对设备进行全面维护，这种方式可能会导致过度维护或者维护不足。过度维护会浪费人力、物力和财力，而维护不足则可能会引发设备故障，造成更大的损失。人工智能故障诊断技术可以根据设备的实际运行状况和故障风险，有针对性地进行维护。例如，对于故障风险较低的设备，可以适当延长维护周期；对于故障风险较高的设备，则提前进行维护，更换可能出现故障的部件。这样既保证了设备的正常运行，又避免了不必要的维护成本。

4.3 面临的数据安全与算法优化挑战

在人工智能设备故障诊断技术的应用中，面临着数据安全和算法优化的挑战。数据安全方面，烟草设备运行数据包含了企业的生产工艺、设备参数等敏感信息，如果数据泄露，可能会给企业带来严重的损失。因此，需要采取有效的数据加密、访问控制等措施来保护数据安全。在算法优化方面，虽然现有的人工智能算法在故障诊断中取得了一定的成果，但仍然存在一些问题。例如，对于复杂的故障情况，算法的诊断准确性还有待提高；算法的计算效率可能较低，无法满足实时诊断的要求等。需要不断地对算法进行改进和优化，如采用新的特征提取方法、优化模型结构等，以提高算法的性能。

5. 技术发展趋势

5.1 与大数据、物联网融合

人工智能设备故障诊断技术与大数据、物联网的融合是未来的重要发展趋势。随着烟草生产设备的智能化程度不断提高，物联网技术将设备连接成一个庞大的网络，使得设备运行数据能够实时传输和共享。大数据技术则可以对海量的设备运行数据进行存储、管理和分析，挖掘出更多有价值的信息。人工智能技术可以利用大数据提供的丰富数据资源进行故障诊断模型的训练和优化，提高诊断的准确性和效率。例如，通过物联网收集到的烟草制丝设备在不同地区、不同工况下的运行数据，利用大数据技术进行整合和分析，再借助人工智能算法

构建更加通用和准确的故障诊断模型，从而实现对制丝设备更全面、更精准的故障诊断。

5.2 智能化诊断系统升级

智能化诊断系统的升级也是技术发展的必然趋势。未来的智能化诊断系统将更加智能化、人性化。在智能化方面，系统将具备更强的自学习能力，能够根据新的故障样本自动更新故障诊断模型，提高对新故障类型的诊断能力。在人性化方面，诊断系统将提供更加直观、易懂的故障诊断结果和解决方案，方便操作人员和维护人员使用。例如，通过可视化界面展示设备的故障部位、故障原因以及维修建议，即使是非专业人员也能够快速了解设备的故障情况并采取相应的措施。

5.3 故障预测与预防性维护

故障预测与预防性维护是人工智能设备故障诊断技术的一个重要发展方向。目前的故障诊断技术主要侧重于对已经发生的故障进行诊断，而未来将更加关注故障的预测。通过对设备运行数据的长期监测和分析，利用人工智能算法预测设备可能发生的故障及其发生时间。这样企业可以提前采取预防性维护措施，这一举措意义重大。对于即将损坏的部件，企业能够及时发现并进行更换。例如，在一些大型生产设备中，像关键的传动部件，如果检测到其磨损已接近临界值，就可以提前换上新的部件。同时，企业还可以调整设备运行参数，依据设备的运行状况和生产要求，将参数优化到最佳状态。

结束语：

人工智能设备故障诊断技术在烟草智能制造中已展现出显著优势，有效提升了设备可靠性与生产效率。未来，需不断攻克技术难题，加强技术融合创新，以更好地适应烟草行业智能制造发展需求，推动烟草产业迈向新高度。

[参考文献]

- [1]何华,马维维,仲崇凯,等.某卷烟厂制丝智能制造系统的研究与实现[J].智能制造,2024,(05): 25-31.
- [2]王运华.智能制造技术在烟草行业生产过程中的应用与实践[C]//冶金工业教育资源开发中心,中国钢协职业培训中心.第13届钢铁行业职业教育培训优秀多媒体课件活动系列研讨会——电力工程与技术创新论文集.河北白沙烟草有限责任公司保定卷烟厂,2024: 366-368.
- [3]郭亮,王国良,毕思强,等.基于RFID的智能制造技术在烟草生产中的应用[J].科学技术创新,2021,(15): 154-155.
- [4]王历斌.智能制造在烟草企业技术改造中的应用探索[J].科技经济市场,2020,(04): 1-2.
- [5]高洁,栾松年,马相女.智能制造背景下的烟草企业计量管理探索[J].中国计量,2019,(08): 43-45.