

浅谈人工智能在烟草质量在线检测中的应用

于富戎

西南大学, 重庆 400715

DOI:10.61369/ETQM.2025100015

摘 要 : 烟草作为国家财政收入的重要来源, 随着时代的不断发展, 市场也对烟草质量提出了更高的要求。以前传统的检测技术因设备体积大、适应能力差、结果不准确而基本被淘汰。随着自动化综合检测系统出现, 在线检验也应运而生, 目前在线检测在烟草系统已普及十余年。本文介绍目前烟草质量检验中的在线检测手段现状, 分析目前在线检测手段的优势, 同时探讨未来人工智能在线检测的应用研究。

关 键 词 : 在线检测; 烟草质量; 人工智能

Application of Artificial Intelligence in Tobacco Quality Online Detection

Yu Furong

Southwest University, Chongqing 400715

Abstract : As an important source of national fiscal revenue, with the continuous development of the times, the market also puts forward higher requirements for the quality of tobacco. The previous traditional detection technology was basically eliminated due to the large volume of equipment, poor adaptability and inaccurate results. With the emergence of automated comprehensive detection system, online inspection also came into being. At present, online detection has been popularized in tobacco system for more than ten years. This paper introduces the current situation of online detection methods in tobacco quality inspection, analyzes the advantages of current online detection methods, and discusses the application research of artificial intelligence online detection in the future.

Keywords : online detection; tobacco quality; artificial intelligence

随着烟草行业对产品质量要求的不断提升以及生产自动化水平的持续推进, 传统烟草质量检测手段已难以满足实时、高效、精准的检测需求。在线检测技术凭借其实时监测、动态分析、智能化处理等优势, 正逐渐成为烟草质量控制的革新性手段^[1]。本研究聚焦目前在线检测在烟草质量中的应用, 旨在探索其面临的挑战, 为烟草行业构建智能化、高效化的质量检测体系提供理论与参考, 助力行业在质量竞争与技术创新中实现新的突破。

一、烟草质量检测的目的与意义

近年来, 随着人们对健康和环境问题的关注度不断提高, 烟草中的有害物质如一氧化碳、尼古丁等, 对人体健康有严重影响, 因此, 严格控制这些成分的含量是烟草行业和监管机构必须管控的, 此外, 烟草的物理指标如重量、圆周、长度、吸阻、通风率、含水率、端部落丝等, 也是衡量烟草质量的重要标准。因此, 烟草质量检验技术的提升, 在线检测技术的应用, 贯穿了烟草种植、生产、加工全过程的严格监控, 成为了业界广泛关注的焦点^[2]。

二、在线检测在烟草质量检验中的检验方式

(一) 均衡连续取样

烟草行业对检验取样有明确要求, 如随机取样、烟支分切后的俩部分烟支都需抽取、样本需具有代表性。传统人工取样受人员取样习惯、人员素质、测量操作、时间等因素影响, 实际很难满足均衡连续取样和标准化检验。目前, 均衡连续取样常见于取样器和综合测试台的组合中, 该组合安装与卷烟机烟支出口处, 取样器通常采用顶部取样法, 间隔30s在不断运行中储烟通道抽取一支烟自动传送中综合测试台进行质量、圆周、长度、吸阻、通

风率等指标进行物测。因此取样器和综合测试台的组合设备能满足烟草检验严格的取样过程要求且结果可靠无误，同时自动化设备的应用避免了人员的影响，固定间隔时间抽样使样本具有代表性，同时运行过程中可不间断抽样，全过程对烟支质量做到实时监控。

（二）短距离实时检验

烟支在输送烟支在输送过程中，与输送带、管道等接触，烟支受到机械力作用，可能导致烟丝破碎，增加含末率，影响烟支的燃烧质量和外观，可能因摩擦和挤压导致滤嘴泡皱、变形，甚至烟支破裂。同时传统人工取样，烟支收集后置于密封袋内做好标识需经过一段路程送检，期间烟支易褶皱和造碎，影响检测结果。而在线检测自动化成套装置就地安装固定。以取样器和综合测试台组合为例，安装于取样点出，极大限度缩短的取样路径，减少了路径对结果的影响，样品被抽取第一时间送入综合测试台进行检验，即时上传检测数据，整个过程公开透明，对于异常数据，工作人员能第一时间发现异常，防止不合格产品流入下一道工序，避免流入市场带来进一步的影响和损失^[9]。

三、在线检测在烟草质量检验中的应用

（一）综合测试台

目前采样的烟支、滤嘴检测综合测试台可检测烟支的重量、圆周、长度、吸阻、通风率吸阻、硬度、以及滤嘴的吸阻和硬度。重量单元采用高精度电子秤、自动化上料装置、控制系统、数据采集模块。圆周、长度单元利用激光扫描技术对烟支进行旋转扫描，通过选取测量若干个样本点，通过光电传感器中光信号的变化来确定烟支的圆周、长度。吸阻和通风率单元采用压力传感器、负压发生器、橡皮套管密封装置，测试过程中会将烟支的一端密封，另一端连接至气流控制系统，通过调节气流速度，测量烟支两端的压力差，通过公式从而计算通风率、吸阻值。硬度单元采样光电传感器和全压法，通过光信号变化测量加压下的烟支变形程度来测量烟支硬度。因目前采用的烟支综合测试台属于精密仪器，为保证数据的准确和仪器的正常工作，每天需要用标准件对各版块进行标定和验证，同时对仪器内部进行清洁维护，特别是精密部位和光学部位，分别用毛刷和洗耳球轻轻擦拭。

（二）微波单元

微波单元安装用于烟条成型机出口末端，利用电磁谐振原理实时对烟支水分和密度（重量）进行监控，数据实时上传在卷烟机显示屏上即时显示，方便人员对于重量波动第一时间做出应对和调整。

（三）视觉图像系统

视觉图像系统是用于最广泛的在线检测系统，通常采用高分辨率相机拍摄烟支图像如 ccD 相机等，利用图像处理算法分析烟支的外观、尺寸等特征，判断是否存在缺陷。常见检测有烟支外观剔除检测、缺支检测、小盒外观检测、缺盒纸检测、散包检测、条盒拉带检测等。从烟丝到箱装烟条、从卷烟机到大箱机物流系统全过程皆有其工作运行。以散包检测为例，散包检测是检测烟包表面是否有透明纸以及透明纸是否热封平整均匀，对于无

透明纸和透明纸不平整均匀皆视为不合格品。当此类不合格品经过散包检测，高分辨率相机实时拍摄并与数据库中标准品进行对比，比对失败会触动检测头上红色二极管闪动一次，然后在后续相位的 CH 剔除口进行剔除，若有连续不合格品通过并被检测，散包检测会立即停机并报警，操作人员会第一时间排除故障，避免生产大量不合格品造成损失和浪费。以上图像检测技术原理皆以高速相机拍摄生产线上产品后与数据库标准品进行对比而判断是否剔除^[4]。

（四）其他检测系统

常见的其他检测系统还有，烟支漏气剔除检测、烟支重量剔除检测、光子剔除检测等。

漏气检测是通过给予烟支负压或正压，对于存在漏气的烟支进行剔除。重量剔除是通过重量控制系统，对过轻或过重的烟支进行剔除。对于光子剔除检测，通过记录人为制造缺陷产品通过记录光子检测的数据，同时记录合格品通过时的数据，将数据汇总，得到最终合格品通过时光子检测数据范围设置为通过，其余数据过高过低皆被剔除，常用于内部材料缺失检测如缺包检测、缺纸检测等。

（五）在线检测目前的缺点

目前，在线检测已广泛应用于烟草质量检验当中，剔除数据也能够及时上传，工作人员可针对某项剔除过多的问题进行及时整改，现代“智慧工厂”的时代潮流不可阻挡。但对于图像和光子等在线检测，如与更换牌号、材料、设备结构改进时，不及时更新数据库，有时会有错误剔除甚至罢工的风险。如何及时更新图像等在线检测的对比数据库，减少不合格品的生产以及材料的浪费和人工的过多干预成了目前烟草在线检测的一个难题。

四、人工智能与数据库融合创新方向与实践探索

近年来，随着人工智能技术的迅猛发展，数据库技术也在不断进步，两者正逐渐融合，在数据模型、数据管理、数据应用等方面实现全方位的结合。这种融合不仅提升了数据库的性能、易用性和可维护性，还为人工智能处理海量数据、训练模型提供了高效的支持。因此，当前的数据库技术与人工智能技术的结合促进了双方的协同创新与能力提升，主要表现在以下两个方面。

一方面，人工智能技术正在赋能数据库（AI for Database, AI for DB）。传统的数据库优化技术，如成本估算、连接顺序选择、参数调整、索引和视图顾问等，往往依赖于经验和规则，需要人工参与调整和维护。然而，面对大规模数据库实例和多样化的应用需求，这些传统方法难以满足高性能的要求。而借助人工智能技术，例如利用强化学习优化 Join 操作的顺序选择，使用深度强化学习自动配置数据库参数，可以有效解决这些问题^[5]。

另一方面，数据库技术也在赋能人工智能技术（Database for AI, DB for AI）。在实际应用中，人工智能的部署往往需要开发人员编写复杂的代码和训练模型，这增加了使用的复杂性。新兴的数据库技术可以简化这一过程，加速人工智能算法的实现，并在数据库内部提供人工智能能力。例如，数据库技术可以用于提高

数据质量，包括数据发现、清理、集成、标记和追溯，还能自动选择最优的模型参数，加速模型推理。

综上所述，数据库技术与人工智能的融合不仅提升了各自的技术能力，还为广泛的应用领域带来了创新和高效解决方案的可能，这种可能带来解决烟草质量在线检测搭建、优化、使用智能化数据库问题的契机。

五、人工智能与数据库融合的创新实践

目前，人工智能技术与数据库技术融合发展已经取得应用和实践，国内因人工智能技术和数据库技术融合目的是解决企业的实际业务和使用场景需要而重心在在 AI for DB 领域，，随着更多关键性的技术被攻克和解决，该融合技术落地和转化后，将形成更多的相关应用。

因自动化数据库维护与性能优化、数据库安全与风险防控、智能化数据备份与恢复数据库容量规划与资源调度等多个方面共同作用，数据库的使用以及运行维护会更加智能、安全和效率高。同时，数据库本身系统较复杂，对自身稳定性有极高要求，便用人工智能算法和数据库进行不断匹配和不断调试，也至少需要几十天乃至更长的调试周期，因此调试匹配的周期严重制约了人工智能技术和数据库技术融合成果的转化和落地。

六、浅谈人工智能赋能烟草在线检测数据库

同目前烟草质量检验在线检验一样，传统的数据库设计与使用，还需要人工参与调整、维护、更新。人工智能技术的出现能够极大程度上，减少人工的参与和影响，同时人工智能技术与数据库技术融合，易实现数据库的健康监控、性能预测、发现敏感数据、访问控制等。

智能数据库配置优化，在数据库参数调优领域，现代数据库系统通常包含数百个可配置参数。传统 DBA 依赖经验进行人工调优，不仅耗时耗力，在面对海量数据库实例时更显得力不从心。基于深度学习的自动化参数优化技术，通过分析工作负载特征与性能指标间的复杂映射关系，能够实现参数的智能动态调整，显著提升大规模数据库集群的管理效率。

智能查询优化，传统 SQL 重写技术多采用固定策略（如自上而下的规则应用），在处理大规模数据时易产生性能疲软。深度强化学习为查询优化提供了新范式：通过建立查询计划与执行效能的反馈机制，智能优化器能够自主选择最优执行路径，动态消除冗余操作符，实现查询效率的阶跃式提升^[6]。

智能索引设计革新，传统索引结构（B-tree、Hash 等）依赖预定义规则与静态统计信息，难以适应动态数据分布。基于机器学习的学习索引技术开创了新的解决方案：采用神经网络、决策树等模型预测数据分布特征；根据查询模式动态选择最优索引结构；实现索引参数的在线自适应调整；支持查询结果的直接预测（Point Query）。

路径上，通过人工智能技术对数据库进行优化，作用于烟草质量在线检测。一方面，人工智能的强大计算能力和深度学习技术，使得烟草在线检测系统能够处理更为复杂的数据和分析任务。通过先进的图像识别算法，人工智能系统可以精准地识别烟叶的外观特征，如颜色、纹理、斑点等，从而自动判定烟叶的品质和等级。这不仅极大地提高了检测的精度，还将检测速度提升至前所未有的水平。传统的人工检测方法往往受限于人眼的主观判断和疲劳问题，而人工智能系统则能够持续不断地进行高效、精准的检测，大幅降低了人为误差。

另一方面，人工智能在烟草在线检测中的应用还延伸到了生产过程的监控与优化。智能监测系统能够实时采集和分析生产数据，对生产过程中的各种参数进行精确控制。通过对大量数据的挖掘和分析，人工智能系统可以预测设备可能出现的故障，提前进行维护和保养，从而避免因设备故障导致的生产中断。这种预测性维护不仅保障了生产线的稳定运行，还有效延长了设备的使用寿命，降低了企业的维修成本。

此外，人工智能技术还帮助烟草企业实现了智能化管理。通过对生产数据的深入分析，企业能够更好地了解生产过程中的瓶颈和优化空间，从而制定更科学的生产计划和策略。这不仅提高了生产效率，还减少了资源浪费，推动了烟草行业的绿色可持续发展^[7]。

七、总结

随着人工智能技术的迅猛发展，烟草行业正迎来一场技术革新。人工智能在烟草在线检测中的应用，不仅提升了检测精度与效率，还推动了整个产业链的智能化升级。通过先进的图像识别技术，人工智能系统能够自动识别烟叶的品质、等级及瑕疵，实现高效、精准的质量控制。此外，智能监测系统实时分析生产数据，预测和诊断设备故障，保障生产线的稳定运行。这些技术的应用，显著降低了人工成本，提高了生产效率，为烟草企业带来显著的经济效益。未来，随着人工智能技术的不断深化，烟草行业将进一步实现智能化、绿色化发展，增强国际竞争力，推动行业可持续发展。

参考文献

[1]朱静.在线检测在烟草质量检验中的实践思路构架浅谈[J].硅谷,2015,8(04):275-276.
[2]王宁.在线检测在烟草质量检验中的实践思路构架[J].科技创新与应用,2016,(15):127.
[3]顾天鸾,董一民.人工智能时代数据库技术创新态势研究[J].信息通信技术与政策,2024,50(06):17-22.
[4]李若海.基于人工智能机器视觉处理的在线检测算法实例研究[J].自动化应用,2025,66(10):43-45+49.
[5]李中杰,贾成举,巨鑫.基于人工智能方法的数据库智能诊断方法探讨[J].数字技术与应用,2023,41(09):52-54.
[6]张倩,杜丽肖.人工智能在计算机网络技术中的应用[J].无线互联科技,2022,19(06):112-113.
[7]党霞,王建民.在线检测在烟草质量检验中的应用分析[J].轻工标准与质量,2017,(06):56+60.