

基于化学分析的油料馏程快速鉴定方法研究 及经济效果分析

段宇恒 管 亮 蔡运雄^[通讯作者](陆军勤务学院, 重庆 400000)

摘要: 本文聚焦油料馏程快速鉴定方法, 对传统和基于化学分析的新型鉴定方法进行深入研究, 对比各自特性。详细阐述新型方法的原理、实验步骤、仪器选择等内容, 并从成本、效率等多方面进行经济效果分析。研究表明, 基于化学分析的快速鉴定方法在成本控制和效率提升上具有显著优势, 为油料行业的发展提供有力的技术支持。

关键词: 油料馏程; 化学分析; 快速鉴定方法; 经济效果

在传统的油料生产和使用过程中, 准确测定油料馏程对于确保产品质量、优化生产工艺以及保障设备正常运行起着不可或缺的作用。随着现代工业的快速发展, 对油料的需求不断增加, 同时对油料质量的要求也日益严格。传统的油料馏程鉴定方法在准确性和可靠性方面虽然有一定保障, 但存在检测时间长、操作复杂等问题, 难以满足现代工业生产对快速检测的需求。因此, 开发一种快速、准确的油料馏程鉴定方法具有重要的现实意义。

1 油料馏程鉴定方法概述

1.1 恩氏蒸馏法

恩氏蒸馏法是一种较为经典的油料馏程测定方法, 其原理是将一定量的油料样品放入特定的蒸馏装置中, 按照规定的加热速率进行加热, 使油料逐步蒸发。在蒸馏过程中, 记录不同馏出体积对应的蒸馏温度, 从而绘制出馏程曲线。该方法操作相对简单, 设备成本较低, 在过去很长一段时间内被广泛应用。然而, 恩氏蒸馏法存在明显的局限性。首先, 它是一种间歇式的蒸馏方法, 测定过程较为缓慢, 每次测定需要耗费较长时间。其次, 该方法的测定结果受人为因素影响较大, 例如加热速率的控制、馏出体积的读取等环节, 容易产生误差, 导致测定结果的准确性和重复性较差^[1]。

1.2 气相色谱法

气相色谱法是利用不同物质在固定相和流动相之间的分配系数差异, 对混合物进行分离和分析的一种方法。在油料馏程测定中, 将油料样品注入气相色谱仪, 结合色谱柱的分离作用, 使不同馏分在不同时间出峰, 根据保留时间和峰面积来确定馏分的组成和含

量, 进而推算出油料的馏程。气相色谱法具有分离效率高、分析速度快、准确性好等优点, 对油料中的复杂成分进行精确分析。但是, 气相色谱法也存在一些不足之处。一方面, 气相色谱仪设备昂贵, 维护成本高, 对操作人员的技术要求也较高。另一方面, 样品前处理过程较为复杂, 需要对油料进行适当的稀释、萃取等操作, 增加分析时间和工作量。

2 基于化学分析的新型油料馏程快速鉴定方法

2.1 原理

基于化学分析的新型油料馏程快速鉴定方法, 主要是利用油料中不同组分与特定化学试剂之间的化学反应特性, 检测化学反应的进程和产物来推断油料的馏程。例如, 某些化学试剂能够与油料中的轻组分优先发生反应, 且反应速率与轻组分的含量和挥发性密切相关。监测反应过程中化学试剂的浓度变化、反应产物的生成量或反应体系的物理性质变化等参数, 建立起这些参数与油料馏程之间的数学模型, 从而实现对油料馏程的快速鉴定。

2.2 实验步骤

准确称取一定量的油料样品, 根据样品的性质和分析要求, 选择合适的溶剂进行稀释或溶解处理, 确保样品能够均匀地参与化学反应; 向处理后的样品中加入适量的特定化学试剂, 试剂的用量和添加顺序应严格按照实验方案进行控制, 以保证化学反应的顺利进行和实验结果的准确性; 在反应过程中, 利用各种分析仪器(如分光光度计、电化学分析仪等)实时监测反应体系的相关参数变化, 如吸光度、电位、电流等; 将监测得到的数据进行记录和整理, 运用数学方法和统计分析软件对数据进行处理和分析, 建立起反应参

数与油料馏程之间的定量关系模型；根据建立的数学模型，输入反应监测得到的参数值，计算出油料的馏程数据，包括初馏点、终馏点以及不同馏出体积百分比对应的温度。

2.3 所需仪器与试剂

在仪器方面，仪器主要包括分光光度计、电化学分析仪、恒温反应装置、电子天平、移液管等。分光光度计用于测量反应体系在特定波长下的吸光度变化，以监测化学反应的进程；电化学分析仪可用于检测反应体系中的电位、电流等电化学参数；恒温反应装置用于控制反应温度，确保化学反应在恒定的条件下进行；电子天平用于准确称取油料样品和化学试剂的质量；移液管用于精确移取试剂和样品溶液；在试剂方面，根据不同的化学反应原理，选择相应的化学试剂。对于基于氧化还原反应的油料馏程鉴定方法，常用的试剂有高锰酸钾、重铬酸钾等氧化剂；对于基于酸碱中和反应的方法，常用的试剂有盐酸、氢氧化钠等酸碱试剂。

3 新型鉴定方法的研究与优化

3.1 实验条件优化

3.1.1 反应温度的影响

反应温度是影响化学反应速率和反应平衡的重要因素之一。在基于化学分析的油料馏程快速鉴定方法中，反应温度对检测结果的准确性和检测时间有显著影响。为了确定最佳的反应温度，进行了一系列的实验研究。实验结果表明，在30–70℃范围内，随着反应温度的升高，化学反应速率加快，检测时间缩短。当温度从30℃升高到50℃时，检测时间从40分钟缩短至25分钟。然而，当反应温度超过60℃时，副反应开始明显增加，检测结果的相对误差从3%上升到8%。通过对不同温度下的实验数据进行分析和比较，确定了该方法的最佳反应温度范围为45–55℃，在此温度范围内，既能保证化学反应的快速进行，又能确保检测结果的可靠性。

3.1.2 反应时间的优化

反应时间也是影响油料馏程鉴定结果的关键因素之一。反应时间过短，化学反应可能不完全，导致检测结果不准确；反应时间过长，则会增加检测成本，降低检测效率。为了优化反应时间，在不同的反应条件下进行了多组实验，记录不同反应时间下的反应参数和检测结果。对实验数据的分析，发现当反应时间达到20分钟时，化学反应基本达到平衡，检测结果趋于稳定。继续延长

反应时间，检测结果的变化幅度小于1%。

3.1.3 试剂浓度的调整

试剂浓度对化学反应的速率和方向也有重要影响。在油料馏程快速鉴定方法中，合适的试剂浓度能够保证化学反应的顺利进行，提高检测结果的准确性。为了确定最佳的试剂浓度，进行了试剂浓度对检测结果影响的实验研究。实验结果表明，当试剂浓度低于0.1mol/L时，化学反应速率较慢，检测时间延长至30分钟以上。当试剂浓度高于0.5mol/L时，化学反应过于剧烈，检测结果的相对误差超过5%。通过对不同试剂浓度下的实验数据进行分析和比较，确定了最佳的试剂浓度范围为0.2–0.3mol/L，在此浓度范围内，能够获得较为准确和稳定的检测结果。

3.2 数据分析与模型建立

3.2.1 数据采集与整理

在实验过程中，对50个不同油料样品进行3次重复检测，记录大量的反应参数数据，包括吸光度、电位、反应时间等。同时，对每个样品的实际馏程数据也进行准确测定，作为建立数学模型的参考依据。为保证数据的可靠性和有效性，对采集到的数据进行严格的筛选和整理。剔除了10个明显异常的数据点，并对数据进行归一化处理，以消除不同实验条件和测量误差对数据的影响。

3.2.2 数学模型的建立与验证

运用多元线性回归、人工神经网络等数学方法，对整理后的数据进行分析和建模。通过对不同数学模型的比较和评估，选择了人工神经网络模型来描述反应参数与油料馏程之间的关系。在建立数学模型后，对模型进行了严格的验证。采用交叉验证的方法，将实验数据分为训练集（40个样品数据）和测试集（10个样品数据），用训练集数据对模型进行训练，然后用测试集数据对模型的预测性能进行评估。验证结果表明，所建立的人工神经网络模型预测的馏程数据与实际值的平均相对误差为2.5%，具有较高的准确性和可靠性，能够较好地预测油料的馏程。

4 经济效果分析

4.1 成本节约分析

4.1.1 设备采购成本节约

在油料馏程鉴定中，设备采购成本是重要的支出部分。传统的气相色谱法设备成本高昂，一套中等配置的气相色谱仪价格通常在50万元左右，还可能需要额外配置辅助设备，这对许多企业，尤其是小型企

业来说是较大的资金压力。而基于化学分析的新型快速鉴定方法，所需设备主要包括分光光度计、电化学分析仪、恒温反应装置以及电子天平等，这些设备的总价约为 20 万元。相比之下，新型鉴定方法在设备采购上可节约 30 万元。这一成本优势使得企业在初期设备投入上大幅降低，减少了资金占用，企业可将节省的资金用于原材料采购、技术研发等其他关键环节，提升企业的运营活力和竞争力。

4.1.2 试剂消耗成本节约

试剂消耗成本在长期的检测过程中也是一笔不可忽视的开支。气相色谱法使用的是特定的色谱柱和专用试剂，每次检测的试剂成本约为 50–100 元。若企业每年进行 1000 次检测，气相色谱法的试剂消耗成本每年约为 5–10 万元。新型快速鉴定方法所使用的化学试剂相对常见且价格低廉，每次检测试剂成本仅需 5–20 元，同样以每年 1000 次检测计算，每年的试剂消耗成本约为 0.5–2 万元。经对比，新型方法每年可节约试剂消耗成本 3–8 万元。这些节约下来的资金可用于企业的技术升级，如购买更先进的检测耗材，提升检测的准确性和稳定性。

4.2 效率提升带来的经济效益

4.2.1 生产周期缩短

检测效率的提升直接影响企业的生产周期。以某油料生产企业为例，采用气相色谱法检测时，每次检测需要 45 分钟，每天最多能够检测 8 次，这意味着企业每天需要花费 6 小时用于检测工作。一旦检测结果出现问题，调整生产工艺可能导致生产延误数小时甚至数天。采用新型快速鉴定方法后，每次检测仅需 20 分钟，每天可检测 18 次，每天用于检测的时间缩短至 6 小时以内。由于检测结果反馈及时，企业能够快速调整生产工艺，避免因质量问题导致的生产延误。假设每次生产延误造成的经济损失为 1 万元，以每年可能出现 10 次生产延误计算，采用新型方法后，企业每年可避免因生产延误造成的经济损失 10 万元。生产周期的缩短还能使企业更快地将产品推向市场，抢占市场份额，增加销售收入。

4.2.2 产能增加

新型鉴定方法检测效率的大幅提升，使企业在相同时间内能够进行更多次的油料馏程检测。通过更频繁的检测，企业可以及时发现生产过程中的质量问题，并采取相应措施进行调整，从而减少次品率，提高产品的合格率。假设某企业在采用新型鉴定方法前，每

月产量为 1000 吨，次品率为 5%，采用新型方法后，通过更有效的质量控制，次品率降低至 2%。同时，由于检测效率提高，每月可增加产量 50 吨。以每吨产品利润 1000 元计算，每月因次品率降低可增加利润 3 万元 ($1000 \times (5\%-2\%) \times 1000$)，每月因产量增加可增加利润 5 万元 (50×1000)，每月总共可增加收益 8 万元，每年可增加收益 96 万元。这不仅为企业带来了直接的经济效益，还提升了企业的品牌形象，增强了市场竞争力。

4.3 综合经济效益评估

综合来看，采用基于化学分析的新型快速鉴定方法，企业在成本节约和效率提升方面都取得了显著的经济效益。在成本方面，每年可节约设备采购成本 30 万元（一次性投入节约）、试剂消耗成本 3–8 万元以及人工成本 14.4 万元。在效率提升方面，每年可因避免生产延误减少经济损失 10 万元左右，同时因产量增加和次品率降低增加收益 96 万元。总体而言，采用新型鉴定方法后，企业每年可获得超过 100 万元的经济利益。这对于企业的可持续发展具有重要意义，不仅增强了企业的盈利能力，还为企业在激烈的市场竞争中赢得了优势，随着技术的不断完善和应用规模的扩大，其经济效益有望进一步提升。

综上所述，本文对基于化学分析的油料馏程快速鉴定方法的经济效果进行分析。结果表明，该新型方法在成本节约和效率提升上成果显著。在成本方面，设备采购成本比传统气相色谱法节约 30 万元，试剂消耗和人工成本每年也分别能节省 3–8 万元和 14.4 万元。在效率提升上，每年可避免约 10 万元的生产延误损失，还因产量增加和次品率降低增收 96 万元。综合来看，企业每年可获超百万的经济利益。这不仅增强了企业盈利能力，还提升了市场竞争力，对企业可持续发展意义重大。未来随着技术完善，其经济效益将更突出，有望推动油料行业的技术革新。

参考文献：

- [1] 姜敏, 王浩庆, 余彬彬. 汽油馏程项目需测数据点推导詳解 [J]. 石化技术, 2020, 27(12):66–67.

作者简介：

段宇恒 (1995-)，男，汉族，重庆人，助教，硕士，主要研究方向：仪器科学与技术。

通讯作者：

蔡运雄 (1995-)，男，汉族，湖北孝感人，讲师，博士，主要研究方向：油气安全与防护技术。