

紫外-可见分光光度法在化工产物定量分析中的应用

琚银锋¹、尚淑娜²

1、410324198209232815

2、410324198603293747

摘要：本文聚焦紫外-可见分光光度法在化工产物定量分析中的应用。该方法基于物质对紫外-可见光的选择性吸收特性，依据朗伯-比尔定律实现对化工产物浓度的精准测定。在化工领域，其广泛应用于各类产物的定量分析，如石油化工中油品成分及杂质检测、精细化工里产品纯度和添加剂含量测定等。此方法具有灵敏度高、分析速度快、操作简便、准确度较高等优势，能够快速、准确地获取化工产物的含量信息，为化工生产过程的质量控制、产品研发及工艺优化提供关键数据支持。

关键词：紫外-可见分光光度法；化工产物；定量分析；朗伯-比尔定律

一、引言

紫外-可见分光光度法作为一种高效的分析手段在化工产物定量分析中具有重要地位。其基于物质对特定波长光的吸收特性，通过朗伯-比尔定律实现对样品浓度的精确测定。此方法具备高灵敏度、快速及简便的操作流程等优点，适用于多种化工产物的分析检测。本文旨在探讨该方法在化工领域应用的深度与广度。首先介绍其基本原理和理论基础，为读者提供清晰的理解框架。然后，通过石油化工油品成分检测、精细化工产品纯度测定等案例，展示其实用价值。讨论其优势如提升生产效率、降低生产成本等，同时也评估误差来源及其应对策略。最终目标是相关从业者提供指导，推动紫外-可见分光光度法在化工产物定量分析中的更广泛应用与精准操作。

二、紫外-可见分光光度法的基本原理

2.1 物质对光的吸收特性

当紫外或可见光照射物质时，分子中的电子因吸收特定能量发生能级跃迁（如 $\pi \rightarrow \pi^*$ 、 $n \rightarrow \sigma^*$ ），形成特征吸收光谱。不同物质的分子结构差异导致其吸收光谱具有唯一性，如同“分子指纹”，为定性与定量分析提供依据。

2.2 朗伯-比尔定律

朗伯 - 比尔定律揭示了吸光度 (A) 与物质浓度 (c)、光程长度 (L) 的线性关系。通过测量样品在特定波长下的吸光度, 可反推其浓度。实际应用中需注意定律的适用条件, 如单色光、低浓度溶液等, 以避免非线性误差。

2.3 仪器结构与工作流程

UV-Vis 仪器主要由光源 (氘灯 / 钨灯)、单色器 (光栅 / 棱镜)、吸收池 (石英 / 玻璃)、检测器 (光电倍增管) 及信号处理系统组成。光源发射复合光, 经单色器分离出特定波长的单色光, 穿过样品池后由检测器转换为电信号, 最终通过软件计算吸光度值。

三、定量分析方法

3.1 标准曲线法

通过配制一系列已知浓度的标准溶液, 测定其吸光度并绘制标准曲线 (A - c 关系)。待测样品的浓度可通过其吸光度在曲线上直接读取。该方法操作简单, 但需注意标准溶液与样品基质的一致性, 避免基质效应干扰。

3.2 差分光谱法

针对复杂体系中背景干扰问题, 差分光谱法通过对比样品与参比溶液的吸收光谱, 消除非目标物质的干扰。例如, 在测定工业废水中的苯酚时, 可采用蒸馏水作为参比, 扣除浊度或其他杂质的影响。

3.3 多元光谱分析法

多元光谱分析法是利用多组分混合物中各组分对光谱的吸收不同, 通过数学方法对光谱进行解析, 从而确定各组分浓度的一种定量分析方法。在化工生产中, 很多产物是多组分混合物, 如石油产品中含有多种烃类化合物, 塑料原料中含有聚合物、添加剂等多种成分。这些多组分混合物的光谱往往相互重叠, 传统的单组分分析方法难以准确测定各组分的浓度。该方法的显著优点是能够同时测定多组分混合物中各组分的浓度, 大大提高了分析效率。但它也存在一些挑战, 需要采集大量的光谱数据来建立准确的数学模型, 数据采集过程耗时费力; 光谱解析过程复杂, 对数学方法的依赖性强, 需要专业的知识和技能进行操作和分析。

四、在化工产物定量分析中的应用案例

4.1 石油化工产品分析

在石油开采和加工过程中，准确测定石油产品中的各种成分含量至关重要。紫外 - 可见分光光度法在这一领域有着广泛应用。例如，在原油的分析中，通过测量原油在特定波长下的吸光度，可以对原油中的含油量进行快速测定。原油中的芳烃化合物在紫外光区有特征吸收，带有苯环的芳香族化合物主要吸收波长为 250 - 260nm，带有共轭双键的化合物主要吸收波长为 215 - 230nm，一般原油的两个吸收波长为 225nm 及 256nm。在实际分析时，可根据原油的具体性质选择合适的波长进行测量，如对于原油和重质油，常选择 256nm 波长；对于轻质油及炼油厂的油，多选择 225nm 波长。通过配制一系列已知含油量的标准原油样品，绘制标准曲线，再测量未知样品的吸光度，即可从标准曲线上得出未知原油样品的含油量。

4.2 精细化工产品分析

在药物合成中，UV-Vis 常用于中间体纯度检测。例如，阿司匹林合成过程中，水杨酸的残留可通过其在 303 nm 处的特征吸收定量。染料行业中，偶氮类化合物的最大吸收波长与其颜色直接相关，通过光谱分析可精准控制产品色度。

4.3 化工原料分析

化工原料的质量直接关系到后续化工产品的质量和性能，紫外 - 可见分光光度法在化工原料中杂质的定量分析方面发挥着重要作用。

在金属离子杂质分析方面，以化工生产中常用的硫酸原料为例，其中可能含有铁、铜等金属离子杂质。对于铁离子的检测，可利用其与邻二氮菲形成红色配合物的特性，该配合物在 510nm 波长处有最大吸收。通过将硫酸样品进行适当处理，使其中的铁离子释放出来并与邻二氮菲反应，然后用紫外 - 可见分光光度计测量溶液在 510nm 波长下的吸光度。根据标准曲线法，配制一系列已知浓度的铁离子标准溶液，使其与邻二氮菲反应后测量吸光度并绘制标准曲线。通过测量样品溶液的吸光度，从标准曲线上即可查得硫酸样品中铁离子的含量。准确控制硫酸中金属离子杂质的含量，能够避免其对后续化学反应的催化或干扰作用，保证化工产品的质量。

五、优势与局限性

5.1 优势分析

紫外 - 可见分光光度法在化工产物定量分析中展现出诸多显著优势。首先，应用广泛，几乎化学元素周期表上的所有元素（除少数放射性元素和惰性元素之外）均可采用此法，在化工领域，无论是有机化合物还是无机化合物，都能利用该方法进行分析。例如在塑料生产中，对塑料原料中的添加剂、杂质等成分的分析；在橡胶工业中，对橡胶制品中防老剂、硫化剂等含量的测定，都可以借助紫外 - 可见分光光度法实现。

其次，灵敏度高，能够检测到 ppm（百万分之一）级别的物质，对于微量组分的测定具有明显优势。这使得在化工生产中，即使是含量极低的杂质或添加剂，也能被准确检测出来。例如在高纯度试剂的生产中，通过该方法可以精确检测出其中微量的金属离子杂质，确保试剂的质量。

5.2 局限性探讨

尽管紫外 - 可见分光光度法具有众多优势，但也存在一定的局限性。从光学因素来看，实际应用中难以获得真正的单色光，仪器所提供的入射光通常是由一定波长范围的复合光组成。非单色光会导致吸光度与浓度之间的线性关系偏离朗伯 - 比尔定律，使得测量结果出现误差。例如，当使用带宽较宽的光源时，不同波长的光在样品中的吸收程度不同，从而影响吸光度的准确测量。

参考文献

[1] 蔡冰.紫外-可见分光光度法在水产养殖分析检验中的应用[J].饲料博览（技术版）,2008(6):21-23

[2] 翟晓霏.紫外可见分光光度法在食品检测中的应用研究进展[J].山东化工,2021,50(7):76-7880