

高效液相色谱在中药成分分析上的应用

李晶晶

石药集团欧意药业有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：中药作为我国传统医学的瑰宝，蕴含着丰富的化学成分，这些成分的准确分析对于中药的质量控制、药效评价以及新药研发具有至关重要的意义。随着科学技术的不断发展，分析手段也日益先进，高效液相色谱（HPLC）技术因其高分离效能、高灵敏度和高准确性等优点，在中药成分分析领域发挥着不可或缺的作用。在当今的医药行业中他们一直致力于药品质量的提升和创新药物的研发。作为药品检验工作的重要环节，溶出、紫外、红外、液相、气相等分析方法的应用为药品的安全性和有效性提供了有力保障。其中，高效液相色谱技术凭借其独特的优势，成为中药成分分析的关键手段之一。

关键词：高效液相色谱；中药；应用

前言：

中药，承载着中华民族数千年的智慧结晶，在维护人类健康方面发挥着不可替代的作用。然而，中药成分的复杂性给其质量控制和药效研究带来了巨大挑战。为了更好地挖掘中药的价值，精确分析其成分成为关键环节。高效液相色谱（HPLC）技术的出现，为中药成分分析带来了新的突破。在当今医药领域，精准的成分分析是确保药品质量和安全性的基石。对于中药而言，这一点尤为重要。高效液相色谱凭借其卓越的分离能力和精准的检测性能，已逐渐成为中药成分分析的核心技术手段。在调研的药企集团中，其在药品检验方面拥有深厚的积淀，涵盖溶出、紫外、红外、液相、气相等多个领域。我们深刻认识到高效液相色谱在解析中药成分这一复杂体系中的关键作用，并持续投入研究与实践。

1 探究高效液相色谱在中药成分分析上应用的重要性

高效液相色谱在中药成分分析上的应用具有极其重要的意义。中药作为我国传统医学的重要组成部分，其成分复杂多样，涵盖生物碱、黄酮类、皂苷类、萜类等多种化学成分。要想精准地把握中药的药效和质量，就必然要对这些成分展开精确分析，而高效液相色谱技术在此方面发挥着关键作用。首先，它能够实现对中药中复杂成分的高效分离。由于中药中的成分相互交织，传统分析方法往往难以将其清晰区分。然而，高效液相色谱通过精心选择合适的色谱柱和流动相，能够将不同性质的成分逐一分离，从而为后续的定性和定量分析筑牢基础。在定量分析方面，高效液相色谱表现卓越。它可以精确测定中药中各种成分的含量，这对于评估中药的质量一致性和稳定性可谓至关重要。例如，对于同一批次的中药材，借助高效液相色谱能够检测其主要有效成分的含量是否达标，有力地确保了药效的稳定。高效液相色谱具有高灵敏度的显著特点。哪怕是微量的成分，也能够被精准检测到，这对于挖掘中药中的潜在活性成分意义重大。一些在中药中含量极低但或许具有关键药效的成分，依靠高效液相色谱技术得以被发现和认知。此外，该技术还具有出色的重现性，实验结果高度可靠。即便在不同的实验室，由不同的操作人员采用相同的方

法和条件，也能够获取相近的结果，这为中药成分分析的标准化和规范化提供了坚实有力的支持。

2 高效液相色谱在中药成分分析上的应用路径

2.1 优化色谱条件提高分离效果

在高效液相色谱分析中，优化色谱条件是实现良好分离效果的关键。色谱柱的选择、流动相的组成和pH值、流速以及柱温等因素都会显著影响分离效果。不同类型的色谱柱（如C18、C8、苯基柱等）具有不同的保留特性，适用于不同类型的化合物。流动相的极性、离子强度和添加剂的种类和浓度也能改变化合物的洗脱行为。合理调整流速和柱温可以优化分离效率和峰形^[1]。

例如，在对一种中药复方的成分分析中，该复方包含了多种黄酮类、生物碱类和萜类化合物，成分极为复杂。最初，我们选用了常规的C18色谱柱和甲醇-水作为流动相，流速设置为1.0mL/min，柱温为30°C。然而，分析结果显示部分峰存在重叠，分离效果不理想。为了改善分离情况，我们首先尝试更换色谱柱，选用了具有更高选择性的苯基-己基柱。然后，对流动相进行了优化，通过一系列的试验，确定了以乙腈-0.1%磷酸水溶液作为流动相，并逐步调整两者的比例。同时，降低流速至0.8mL/min，以增加化合物在色谱柱中的保留时间，提高分离效果。此外，将柱温升高至40°C，进

一步改善峰形和分离度。经过多次优化，最终成功实现了复方中十几种主要成分的完全分离，各峰形对称且尖锐，为后续的定量分析提供了准确可靠的基础。这次优化过程充分展示了色谱条件优化在复杂中药成分分离中的重要性和有效性。通过精心选择和调整色谱柱、流动相、流速和柱温等参数，可以显著提高分离效果，确保对中药成分的准确分析。

2.2 联用检测技术增强分析能力

高效液相色谱与其他检测技术的联用能够极大地增强分析能力。常见的联用技术包括高效液相色谱-质谱联用(HPLC-MS)、高效液相色谱-二极管阵列检测(HPLC-DAD)等。质谱可以提供化合物的分子量和结构信息，有助于未知成分的鉴定；二极管阵列检测器能够同时获取多个波长下的吸收信息，用于判断化合物的纯度和特征吸收^[2]。

例如，在对一种新型中药提取物的分析中，仅依靠高效液相色谱的保留时间和紫外吸收特征难以确定其中一些微量成分的结构。为了深入研究这些成分，我们采用了高效液相色谱-质谱联用技术(HPLC-MS)。首先，通过高效液相色谱将提取物中的成分进行初步分离。然后，质谱部分对流出化合物进行离子化和质量分析。在分析过程中，我们发现了几个保留时间相近但质谱图有明显差异的峰。通过对质谱数据的解析，确定了这些峰所代表的化合物的分子量，并结合碎片离子信息推测了它们的可能结构。比如，其中一个未知峰的质谱显示分子离子峰为 m/z 457，通过进一步的碎片分析，发现了特征性的碎片离子 m/z 301和 m/z 153。结合相关文献和已知化合物的质谱数据，推断该化合物可能是一种新型的糖苷类物质。此外，利用二极管阵列检测器获取的多波长吸收光谱，我们能够判断化合物的纯度，并发现某些成分在特定波长下具有独特的吸收特征，这为成分的鉴别和定量分析提供了更多的依据。通过这次联用技术的应用，不仅成功鉴定了提取物中的未知微量成分，还为进一步研究其药理活性和质量控制提供了关键的信息。这充分体现了联用检测技术在中药成分分析中的强大优势，能够解决单一高效液相色谱技术无法解决的问题，为中药研究提供更全面、深入和准确的分析结果。

2.3 建立标准方法确保分析一致性

建立标准的高效液相色谱分析方法对于确保中药成分分析的一致性至关重要。这包括明确样品的采集、制备和前处理步骤，规定色谱柱的型号和规格、流动相的组成和比例、流速、检测波长、进样量以及仪器的操作条件等。同时，还需要建立质量控制标准，如系统适

用性试验、重复性和中间精密度的验证等^[3]。

例如，本人调研的药企集团在对一款经典中药制剂的成分分析中，致力于建立一套严格的标准方法以确保分析结果的一致性和可靠性。首先，在样品采集方面，制定了详细的操作规程，确保从不同批次和来源的制剂中采集具有代表性的样品。对于样品的制备，明确了提取溶剂的种类、浓度和提取时间，以保证成分的充分提取和稳定性。在色谱条件的确定上，经过大量的实验筛选，选择了特定规格的C18色谱柱，并确定了以甲醇-水(含0.1%甲酸)为流动相，流速为1.0mL/min，检测波长为254nm，进样量为20 μ L。同时，进行了系统适用性试验，要求理论塔板数不低于5000，分离度大于1.5，以确保色谱系统的性能良好。为了验证方法的重复性和中间精密度，安排不同的实验人员在不同的时间对同一批次的样品进行多次分析。结果显示，主要成分的含量测定结果相对标准偏差(RSD)均小于2%，表明方法具有良好的重复性和中间精密度。此外，还制定了严格的质量控制标准，规定每次实验前需对标准品进行校准，并且定期对仪器进行维护和校准。通过建立这样一套完整的标准方法和质量控制体系，无论是在公司内部的不同实验室之间，还是与外部合作单位进行数据交流和比对时，都能够获得高度一致的分析结果。这套标准方法的建立不仅为该中药制剂的质量控制提供了有力的保障，也为后续的研发、生产和监管提供了可靠的技术支持。

2.4 应用多组分同时测定提升效率

在中药成分分析这个复杂且关键的领域中，常常面临着需要同时测定多种成分含量的任务。这是因为中药的疗效往往并非取决于单一成分，而是多种成分协同作用的结果。应用多组分同时测定的策略在此背景下就显得尤为重要，其能够带来极为显著的效率提升。通过精心且合理地选择色谱柱，依据不同成分的化学性质和极性差异，挑选出具有适宜保留能力和分离效果的柱子；再对流动相进行细致入微的优化，精准调整其组成比例、pH值以及流速等参数；同时优化检测条件，包括选择合适的检测波长和检测器类型等。如此一来，就能在同一色谱运行过程中实现多个成分的有效分离和准确检测^[4]。

例如，在对一种具有多种活性成分的中药复方制剂的质量控制研究中，需要同时测定其中的黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、绿原酸和咖啡酸等多种成分。最初，采用单一组分测定的方法，每次只能分析一种成分，整个分析过程耗时费力。为了提高效率，我们尝试应用多

组分同时测定的策略。首先，精心挑选了一款具有高柱效和良好选择性的色谱柱。然后，对流动相进行了细致的优化。经过多次试验，确定了以乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相，并采用梯度洗脱的方式。在梯度洗脱程序中，根据各成分的极性和保留特性，逐步改变流动相的比例，使得不同成分在适当的时间内得到洗脱。同时，通过调整检测波长，实现了对不同成分的同时检测。黄芩苷、汉黄芩苷和黄芩素在278nm处有较强吸收，绿原酸和咖啡酸在327nm处有特征吸收，我们采用了可变波长检测的方式，在不同的时间段切换检测波长，确保每个成分都能在最佳波长下被检测到，从而提高检测的灵敏度和准确性。经过优化后的方法，一次进样就能够同时测定上述五种成分。与之前的单一组分测定方法相比，大大缩短了分析时间。原本单个成分测定需要约1小时，现在一次多组分测定仅需30分钟左右。不仅如此，试剂的使用量也显著减少，降低了实验成本。同时，由于减少了操作步骤和重复进样，实验误差也得到了有效控制，分析结果的准确性和重复性得到了显著提高。这种多组分同时测定的方法为中药复方制剂的质量控制提供了高效、准确和可靠的手段，有助于加快研发进度和生产过程中的质量监控。

2.5 结合化学计量学方法挖掘数据价值

化学计量学方法为高效液相色谱产生的大量复杂数据提供了强大的分析和处理工具。主成分分析(PCA)、偏最小二乘法(PLS)、聚类分析等方法可以帮助从海量数据中提取有用信息，发现成分之间的内在关系，进

行模式识别和分类，以及建立预测模型等。这些方法有助于深入理解中药的质量特征和变化规律，为质量控制和评价提供科学依据^[5]。

例如，在对不同产地、不同批次的一种中药材的成分分析中，我们收集了大量的高效液相色谱数据。首先，运用主成分分析(PCA)对数据进行降维处理。通过计算数据的协方差矩阵，提取出主要的成分，将多个变量转化为少数几个综合变量，即主成分。结果发现，前两个主成分能够解释大部分的数据变异。进一步分析主成分得分图，发现不同产地的样品呈现出明显的聚类趋势。接着，采用聚类分析方法对数据进行更深入的分类。基于成分含量的相似性，将样品分为不同的组。结果表明，产地相近的样品往往聚为一类，揭示了产地环境对中药材成分的显著影响。此外，利用偏最小二乘法(PLS)建立了中药材成分与质量指标之间的关系模型。以关键成分的含量作为自变量，以药效、安全性等质量指标作为因变量，构建回归方程。通过模型预测，能够快速评估新批次中药材的质量，并为质量控制提供参考阈值。比如，通过模型发现，某种成分的含量低于一定值时，中药材的药效可能会受到影响。因此，在质量控制中，可以将该成分的含量作为关键控制点。结合化学计量学方法，我们不仅能够更清晰地了解中药材成分的差异和变化规律，还能够为中药材的质量评价、产地溯源和标准化生产提供科学依据和有效的技术手段。这有助于确保中药材的质量稳定和可控，推动中药产业的现代化和可持续发展。

结束语：

综上所述，高效液相色谱在中药成分分析领域展现出了不可替代的重要性和广泛的应用前景。通过优化色谱条件、联用先进的检测技术、建立标准方法、实现多组分同时测定以及结合化学计量学方法，高效液相色谱为中药的质量控制、药效研究和新药开发提供了强有力的技术支持。在调研的药企集团的药品检验实践中，我们深刻体会到高效液相色谱技术的精准性和可靠性。

参考文献：

[1] 丁豪. 超高效液相色谱-串联质谱法测定一次性使用输液器中双酚A的含量[J]. 药物分析杂志. 2023, 43(12): 2121-2126.

[2] 梁雨彤, 戴临风, 郭瑞怡, 等. 高效液相色谱法在中药成分定量分析中的研究进展[J]. 化学与粘合. 2022, 44(04): 341-344.

[3] 迟玉霞, 肖海燕, 胡冬梅, 等. HPLC法测定解毒散结丸中迷迭香酸含量方法的研究[J]. 山东化工. 2022, 51(18): 137-140.

[4] 羊洁芳, 楼美娟, 卢力, 等. 高效液相色谱法测定化妆品中类视黄醇含量[J]. 分析测试技术与仪器. 2023, 29(04): 421-428.

[5] 韦雯怡, 罗宇东, 李芳婵, 等. 高效液相色谱法在中药复方成分分析中的应用[J]. 壮瑶药研究. 2023, (01): 304-307.