

# 中药提取生产过程与自动化控制

陈志超

发泰(天津)科技有限公司 天津 300400

**【摘要】**：随着科学技术的飞速发展，中药生产工艺也显著改进，取得令人瞩目的成果。尽管传统的提取和生产技术依旧具备一定的效果，但是它们的多样性却无法满足当今日益增长的需求，因此，为了提升中药的生产效率，应把自动化控制技术应用到整个生产流程，以便更好地掌握各个环节的运作情况。通过使用这种方法，不仅可以提升生产效率，降低人为错误，而且可以获得更多的经济收益。

**【关键词】**：中药提取；生产过程；自动化控制

DOI:10.12417/2705-0998.23.13.024

## Traditional Chinese Medicine Extraction Production Process and Automation Control

Zhichao Chen

Fatai (Tianjin) Technology Co., Ltd. Tianjin 300400

**Abstract:** With the rapid development of science and technology, the production process of traditional Chinese medicine has also significantly improved, achieving remarkable results. Although traditional extraction and production technologies still have certain effects, their diversity cannot meet the growing demand today. Therefore, in order to improve the production efficiency of traditional Chinese medicine, automation control technology should be applied to the entire production process to better grasp the operation of each link. By using this method, we can not only improve production efficiency, reduce Human error, but also gain more economic benefits.

**Keywords:** Traditional Chinese medicine extraction; Production process; Automation control

### 引言

我国的中药提取生产过程中，采用独立运行的自控系统，不仅能够有效地改善传统的生产工艺，而且还能够有效地实施精细的控制，极大地提高生产效率，保障安全，减少人为失误及批次差异的发生。但尽管当前我国的中药提取生产过程已然在实施自动化控制，但仍然存在着诸多问题，其中最突出的就是控制程序的单一性，仅当需要更换新的产品时，才能调整程序，因此，当自控元件发生故障时，就很难实现自动识别并及时处理问题。因此，通过加强中药提取生产过程和自动化控制研究，可以有效地解决存在的问题，优化控制程序，提高生产效率，为未来的中药提取工艺发展提供有力参考。

### 1 传统中药提取工艺简述

煎煮法、渗漉法、浸渍法、连续回流提取法与回流提取法等方法是我国传统中药提取方法。当前，煎煮和回流提取法是最常用的方法。煎煮法是一种常见的方法，用于处理那些具有较高湿热稳定性并且可以溶解在水中的药材。然而，由于这种方法会产生大量的脂溶性物质和杂质，因此在精制过程中会遇到困难。多能提取罐在生产过程中被广泛使用，它具有灵活的调节温度和压力的特性，可以在室温、室压、高温加压或低温减压的环境下进行提取，从而实现醇提、水提、蒸制、回收溶剂等多种工艺的有效利用。通过使用单一或混合溶剂在水浴中加热回流装置，可以实现有效的回流提取技术，从而获得高质量的产物。该技术为热提取，其提取效率明显优于冷浸，能够

大大减少提取时间，但是由于杂质含量较高，而且对于那些热不稳定、易挥发的成分，则不建议采用该方式。通过对原有方法的改良，新的连续回流提取技术拥有更低的溶剂消耗、更加方便的操作和更高的提取效率，因而得到了普遍采纳。在实验室中，索氏提取器和连续回流装置是常用的设备，而在生产过程中，索氏提取浓缩机组则是一种高效、节能的中药萃取设备。传统的萃取方法具有广泛的应用前景，从共煎、分煎、溶媒等几个角度来考虑，是目前产业化的主要内容。然而，仍然存在一些挑战，如溶剂消耗过多、能源浪费严重、操作时间过长、有效成分损失严重以及转移率较低等，基于此，许多新的中药提取技术应运而生。

### 2 新型中药提取工艺简述

当前，许多新的提取技术正在被广泛应用，包括超声波、微波、半仿生提取、酶提取、动态逆流提取和减压沸腾提取等。

#### 2.1 超声提取法

超声波提取技术具有萃取速度快，能耗低，萃取效率高等特点。该方法不需要任何的加热步骤，可以避免由于温度过高而引起的药效物质的变化，适合于对温度敏感的活性物质的提取。经过研究发现超声提取法能够提取出川陈皮素中的大部分有效成分。在这种方法中，川陈皮素的平均含量为0.458%，而索氏提取法的平均含量为0.200%。这表明，超声提取法比索氏提取法更加有效，能够更好地提取出陈皮中的黄酮类成分。

## 2.2 微波提取法

微波提取技术的特点是：设备简单，溶剂用量少，对活性成分的选择性高，萃取速度快，得率高。目前已被广泛用于生物碱和黄酮类化合物的提取。经过单因素实验，可以发现微波提取法和热水浸提法在提取云芝液体发酵菌丝胞内糖肽时，具有相似的理化性质和官能团特征，而且它们的提取效果也都很好。通过比较两种提取方法在不同干燥法制备菌丝体时的效果，得知微波提取法的提取率更高，而且它们的主要成分也都符合国家质量标准。

## 2.3 动态逆流提取法

相比传统提取方法，动态逆流提取技术具有显著的优势，如产出率更高、有效成分含量更丰富、生产成本更低、应用范围更加广泛、持续作业时间更长等。经过对比，连续逆流萃取法具有显著的优势，它不仅可以在设备尺寸较小、提取剂使用量较少的情况下，获得更高的提取率，而且还能有效减少废水排放量，从而节约运行成本。

## 2.4 半仿生提取法

通过半仿生提取技术可提取“活性混合体”，充分发挥中药的多种功效，实现多靶点的综合作用，进而更好地控制提取物的质量，同时也符合药物在体内的代谢和药效的发挥规律。对于那些物质基础尚不明确但疗效显著的中药，半仿生提取技术可以更准确地反映出其真正作用机制。以干浸膏、苦杏仁苷、芍药苷、肉桂酸、总多糖、茯苓酸等为研究对象，利用半仿生提取法和水提取法，并对其活性成分进行检测。经过研究可以发现半仿生提取法比水提取法更适用于提取桂枝茯苓丸中的有效成分。

## 2.5 酶法提取

采用特殊的酶，可以有效地降低中药材的细胞壁组分，例如胶、纤维素和半纤维素，从而实现局部破坏、溶解及疏松，从而获得有价值的物质，这种技术就是所谓的酶法提取。其具有优良的稳定性、低成本、高提取效率和环保节能等特点。通过这种方法，可以有效地提取石斛多糖、黄酮、苷类、生物碱、有机酸、挥发油和萜类等有效成分，而且，与传统水提法和酶法相比提取效果有显著差异，并且通过正交试验可以准确评估它们的提取率。结果表明，采用水提法提取的多糖的平均含量高达 12.07%。然而，当使用 4% 的酶进行酶解时，多糖的含量增加了 119%，这正是因为使用了 pH 值为 6 和 40℃ 的水温进行酶解。所以说，采用酶法制得的铁皮石斛多糖的提取效果较好。

## 2.6 减压沸腾提取

采用减压沸腾提取技术，不仅可以实现翻腾效果，而且还可以有效地降低温度，同时还能在真空缺氧的环境下有效地保护热敏性和易氧化的物质，从而大幅提升了中药的提取效

率。经过比较，通过减压处理，白藜芦的浸出率明显降低，但是它的醇收率、透明度、可溶性糖、蛋白质的含量都有所改善，DPPH 自由基清除率也有所增加。因此，可以得出结论：通过减压沸腾提取法，白藜芦浸出物的提取率显著提高，醇的提取率也有所提升，透光率也有所改善，而且可溶性糖和蛋白质等杂质的含量也大大降低，DPPH 自由基的清除率也显著提升。

## 3 中药提取生产过程中运用自动控制技术的必要性

### 3.1 自动化控制技术

采用全自动化控制技术，可以大大提高生产效率，改善产品质量，降低成本，并且有效地利用原材料和能源，从而有效地避免人工操作带来的不确定性，使得参数更容易被控制和调整，达到预期的生产目标。随着工业的发展，它的重要性日益凸显，已经成为不可或缺的一部分。随着全球经济的日益复杂，人们对自动控制技术的需求也在增长。因此，必须推广更加开放、高效、环保的技术，并实现远程监测和控制。这就需要不断改进和开发自动控制的技术，改进机器的可控性，提升控制系统的性能，通过实时监测和分析，实现对整个工作流程的自动化控制，及早发现和任何潜在的危险，确保系统的高效稳定运行。

### 3.2 中药生产与自动控制技术

通常来说，中药的生产流程包括多个步骤，如提取、过滤、浓缩、醇沉、吸附、洗脱、收膏、干燥、制剂和溶剂回收。在这些工序中，提取、浓缩、醇沉和干燥都是一个复杂的、具有多种变量和巨大扰动的非线性系统。因而，实施有效的自动化控制，以确保提取、浓缩、醇沉和干燥等步骤的高效运作。通过实施中药生产自动化控制，可以有效地监测和控制影响中药产品质量的关键工艺参数，如压力、温度、液位、流量、体积、密度、时间、PH 值等，从而实现实时反馈，从而有效地提升中药产品的质量。而实施中药生产自动化控制的关键在于提高制药设备的效率和质量。采用先进的制药装备，可以有效地保障中药产品的安全性、有效性和经济性，使中药制药企业能够更加稳定地发展壮大，进一步实现中药现代化和国际化的目标。采用先进的自动控制技术，中药制药行业的生产工艺和设备水平大大提高，实现对中药生产的精确、可靠、科学的监督，达成中药的持续性、自动化目标，大大提高了生产效率，保障了产品的安全性，同时也大大降低了成本，完美地满足 GMP 的标准。

## 4 在中药提取生产过程中自动化控制技术的具体应用

### 4.1 提取工序

在中药提取生产过程中，自控操作是一个关键步骤，其中最重要的一环便是对提取罐的自动化控制，主要内容如下：自检控制，通过对进水阀门、转子流量计的精确监测与控制，实

现高效的自动化漏水检测系统；定量添加煤炭，并使用自动化控制将水加至预先设定的值；通过手动操作，按照提供的信息进行投料，并在完成投料之后按下相应的按钮；采用先进的蒸汽流量调节阀和直通阀，实现精确的升温控制，有效地将温度控制在规定的标准范围之内，一旦发生温度异常，系统将会自动调节升温 and 降温，并且能够实现恒温定时功能；恒温定时控制调节阀的开度，使料液温度保持在 1℃ 以内，并且在达到预设的时间点之前，才能继续进行后续的操作；定时循环，按照预先设定的指令，可以自动调节系统的启动和停止时间，维持恒温状态；定期搅拌和控制排料，实现自动化的出料方式；通过酒精回流和芳香油回收，操作人员可以根据操作箱的提示，按下排渣按钮，实现对残渣的有效处理，达到净化环境的目的；通过执行命令控制，将提取罐底盖打开，启动清洗水泵，控制清洗阀门，调节清洗时间，最后关闭底盖，以实现反吹控制和蒸汽控制的目的；将水加入煮罐中，然后断开蒸汽，进行排水处理；当系统出现任何异常情况，例如温度偏高、水流量变大等，将会触发报警机制，向值班人员发出提醒，迅速采取措施，确保安全，防止发生更大的灾难；当冷却水流量没有被监控时，系统将自动触发警报，并立即停止加热。此外，若料液没有被完全排出，将禁止打开排渣阀，而若排渣阀已经关闭，将禁止添加任何燃烧物质。

#### 4.2 浓缩工序操作

当浓缩器的真空度达到预定值时，应立即启动，并将其与外界的阀门连接起来，以便继续完成药液的吸收任务。当进入的液位达到一定值时，应立即关闭进料阀门，并打开蒸汽阀门，以确保浓缩系统处于最佳的运行状态，实现自动化的控制与管理。在真空浓缩过程中，应该特别重视防止药物发泡的问题，因此，应该对系统的泡沫控制程序进行优化，使其具有更高的可靠性和灵敏度，一旦发现这种情况，应立即采取措施，如停止操作、进行消泡等，以确保药物的质量。在此进程中，蒸发器、加热器、分离器等组成了整个系统的核心，它们共同构成了整个流程的基础，具体体现在：其一，通过自动化控制，实现对进料路径的精确监控，并且能够实时追踪进料批号，有效

地控制传输操作；其二，为了确保三效装填的准备工作能够顺利完成，应定期检查真空泵和阀门的运行状态，并采用先进的自动化控制技术，以实现进料路径的精确调节，一旦达到预设的标准，就会自动关闭进料阀，以防止输料路径的堵塞；其三，通过加热器蒸汽压力控制，实现对液位、冷凝水排放、清洗和消泡等过程的自动化控制，在达到设定值后立即停止蒸发，最终提高工作效率。

#### 4.3 调醇自动化控制

当系统收到出药要求时，它将立即调整进料口的大小，精准控制进料的数量，一旦药剂被充分混合，它将立即关闭进料口，启动搅拌器，同时打开冷却循环水阀和乙醇阀，以达到最优的冷却效果。当乙醇的浓度达到预定标准时，系统会自动关闭进口的阀门，从而实现对整个调节过程的智能监控。

#### 4.4 热回流自动化控制

在现场操作中，加药完毕后，将升温转换开关调节至煮沸温度，并计算出所需的药量，当达到预定的时间时，关闭加热阀门，将升温阀门调节至切除档，同时自动打开冷却水阀门，将温度降至预定的值。

#### 4.5 中控室远程控制

在现场操作端选择远程控制时，所有操作全部都在中控室进行操作，整个系统架构采用 C/S（客户端/服务器）架构，所有控制全部基于控制间两台冗余服务器以及两台冗余 CPU 进行控制，任何一台故障断掉，另外一台会在 30ms 内切换为正常工作状态。

### 5 结语

综上所述，中药提取生产是一项极具挑战的、复杂的系统化任务，需要经历众多的步骤，如果只依靠传统的人工操作，不但会降低效率，还可能导致各种问题，严重影响最终的产品质量。采用将过程控制系统与生产管理信息系统相结合的方式，可以有效地优化生产流程，实现自动化控制，从而大幅提升中药生产企业的生产效率，同时降低成本投入。

#### 参考文献：

- [1] 饶凯.中药低温提取工艺过程及其装备系统虚拟仿真的研究[D].武汉工程大学,2018.
- [2] 于秋来.探究中药生产技术与工艺工程化[J].中国处方药,2018,16(01):25-26.
- [3] 熊皓舒,田埂,刘朋,赵万顺,李晨鸣,朱永宏,叶正良,章顺楠,闫凯境.中药生产过程质量控制关键技术研究进展[J].中草药,2020,51(16):4331-4337.
- [4] 成筑丽.制药设备运行中自动化技术的运用研究[J].湖北农机化,2020(06):77.