

· 中药工业 ·

一种节能高效中药材提取系统的应用

冯玉田¹, 路朋飞^{2*}

[1. 华润三九(枣庄)药业有限公司, 山东 枣庄 277800; 2. 浙江大学药学院, 浙江 杭州 310058]

[摘要] **目的:** 中药提取是中药制药的关键过程。目前, 我国对于制药提取新技术的研究取得了一定成果, 但向制药企业的应用转化严重不足。因此, 节能高效的中药提取系统的开发研究对中药产业至关重要。**方法:** 本文介绍了华润三九(枣庄)药业有限公司研制的一种节能高效中药材提取系统。**结果:** 本系统的使用减少了制药过程传递环节及环境污染, 降低能耗及人力成本, 节约厂房面积, 缩短生产周期, 同时也提高了设备利用率、生产效率及产品内在质量。**结论:** 此中药提取系统显著增加了企业效益和社会效益, 在中药提取行业具有广泛的推广性和复制性。

[关键词] 中药; 中药提取; 提取系统; 节能高效

Application of An Energy-saving and High-efficiency Chinese Herbal Medicine Extraction System

FENG Yu-tian¹, LU Peng-fei^{2*}[1. China Resources Sanjiu(Zaozhuang) Pharmaceutical Co., Ltd., Zaozhuang 277800, China;
2. College of Pharmaceutical Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China]

[Abstract] **Objective:** The extraction of traditional Chinese medicine is the key process of traditional Chinese medicine pharmaceutical manufacturing. At present, some achievements in the research of new technology of pharmaceutical extraction have been achieved in China, but it is not enough to apply to pharmaceutical enterprises. Therefore, the development of energy-saving and efficient Chinese medicine extraction system is very crucial to the Chinese medicine industry. **Methods:** This paper introduces a kind of energy saving and efficient Chinese herbal medicine extraction system developed by China Resources Sanjiu(Zaozhuang) Pharmaceutical Co., Ltd. **Results:** The developed system reduces the transmission of pharmaceutical processes and environmental pollution, energy consumption and labor costs, saving plant area, shorten the production cycle, it also improves equipment utilization, production efficiency and product quality. **Conclusion:** This system significantly increased the enterprise efficiency and social benefits, and has a wide range of promotion and reproduction in the traditional Chinese medicine extraction industry.

[Keywords] Traditional Chinese medicine; traditional Chinese medicine extraction; extraction system; energy efficient
doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20170512001

1 引言

中药提取是中药制药的关键过程。目前, 我国对于制药提取新技术的研究取得了一定成果。有研究^[1-2]介绍了几种先进提取工艺及其应用。胡道德等^[3]提出了提取实验的设计与优化方法。有研究^[4-5]介绍了控制、测量系统等在中药提取过程中的应用。但大多数仅局限于基础研究或实验室研究上, 研究成果向制药企业的应用转化严重不足, 建立高效提取系统的制药企业少之又少, 未能从根本上改变传

统提取方法为主导的生产现状^[6]。

传统的中药提取系统为多环节传递的平面布局设计, 其传递环节多, 易污染, 占地面积大, 且料液需经自然沉降后进行浓缩, 造成沉淀时间长、料液易酸败; 加之常用的真空系统蒸发效率低, 冷凝过程耗能严重, 中药提取效率低。因此, 研制节能高效中药材提取系统是中药提取发展的趋势。

本文介绍了华润三九(枣庄)药业有限公司研制的一种节能高效中药材提取系统, 该系统已投入生产, 经企业生产验证, 该系统大大提高了企业的生

* [通信作者] 路朋飞, 硕士研究生在读, 研究方向: 中药制药工艺; E-mail: lupf019@zju.edu.cn

产效率。

2 系统简介

本提取系统立面流程图见图 1。

系统主要由提取罐、储液罐、双效浓缩器、醇沉罐、分离机、真空减压浓缩器几部分组成。

其工作过程和步骤为：中药材挑选清洗后，在

四楼投料区进行投料，根据工艺要求进行煎煮，煎煮结束后，药液通过管道自流到一楼的储液罐中，在二楼进行出渣，一楼储液罐中的药液通过泵将提取液转移到三层储液罐中。通过重力的作用自流到二楼的双效浓缩器中，药液在浓缩器中浓缩到规定的密度自流到一楼的储液罐中，再进入醇沉、离心等工艺步骤。

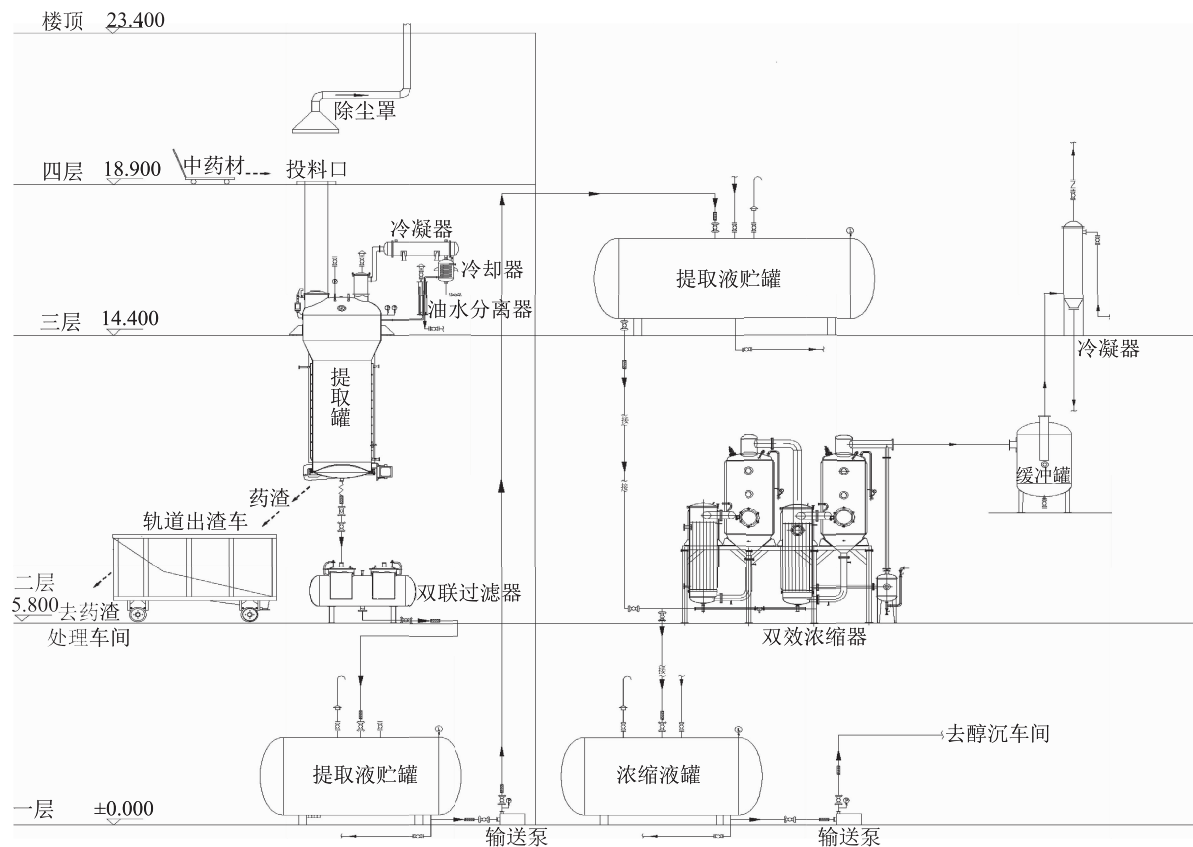


图 1 提取系统立面流程图

3 系统创新及实施方式

3.1 新型一泵传输立体流转系统的应用

本系统根据工艺流程对设备自上而下进行立体布局。料液由二层平面自流至一层平面料液储罐，由料液泵将料液输送至三层料液储罐，料液在负压的作用下被吸入双效浓缩器，浓缩液通过重力作用自流至二层平面浓缩液储罐，经高速分离后被吸入一效浓缩器，产出的浸膏在重力作用下自流至一层净化收膏间储罐，再根据工艺进入醇沉、离心等步骤。

3.2 高速离心分离系统的应用

中成药传统的固液分离工艺为：提取药材后药材提取液先自然沉淀，将料液中的部分杂质沉淀出

来，提取药液自然沉降 24 h 左右(与外界温度有关)，再此过程中提取液温度下降到 30 ~ 40 ℃。

本系统增加高速分离技术后，先对料液进行浓缩，再对浓缩液进行分离，可以达到与自然沉淀相同的效果，同时减少了中间自然沉淀的时间，大大缩短了生产周期。减少生产过程中的能量损耗。此过程中充分利用了提取液刚从提取罐放出后所带的热量，大大减少了浓缩升温过程中的热量损耗并且缩短了生产周期。

3.3 预升温系统的应用

传统提取用水温度为 20 ℃，本系统通过换热装置，利用生产过程中排放的热量，将提取用水由 20 ℃预先升温至 60 ℃，可使后续提取过程省时约

30 min, 实现了节能, 提高提取罐生产效率约 10%。

3.4 新型真空浓缩系统的应用

系统采用本公司研制的一种新型中药药液用浓缩系统专利产品(ZL 201420867206. X), 其运用罐内水喷淋进行气体冷却, 水从罐上端向下喷洒, 蒸汽从底部向上运动, 通过对流使气体和水充分换热、冷却, 形成冷凝水进行回收利用; 同时罐的底端架在 10 m 以上的高空, 水在下落过程中会形成真空, 从而保证好的真空效果; 罐顶部连接水环真空泵以维持整个系统的真空, 水环真空泵耗能低, 真空效果好。

同传统使用换热器对蒸汽进行冷凝的真空浓缩系统相比, 本系统真空度高达 50% 以上, 浓缩效率提高一倍以上; 同时, 在不增加蒸汽耗量的前提下, 本系统每蒸发 1 m³ 水耗电仅为 3 kw, 同传统每蒸发 1 m³ 水耗电 12 kw 相比, 耗能降低 75%。

4 系统应用效果

本系统共配置 42 台提取罐, 投入使用后, 一次性减少设备和厂房投资 2729 万元, 每年节约电费 2 084.53 万元。

4.1 新型一泵传输立体流转系统的应用

本系统使用后, 由于重力的作用减少了周转泵的使用次数 4 次, 每年节约电费约 5 万元, 在 42 台提取罐的配置下, 减少周转泵 71 台, 节约设备使用资金 80 万元。

4.2 高速离心分离系统的应用

料液吸收的热量 Q 定义:

$$Q = CM_{\Delta t} = C\rho V_{\Delta t} \quad (1)$$

式中: C 是水的比热, 取为 $C = 4.18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$; ρ 是水的密度, 取为 $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; V 是料液的体积, 每罐料液为 12 m³, 3.5 轮/罐/天, 每年运行 300 d; Δt 是料液升高的温度, 本系统中料液温度由传统的 35 °C 升至 75 °C。

所需蒸汽量 q 定义:

$$q = Q/h \quad (2)$$

式中: Q 是料液吸收的热量, 由(1)式计算得到; h 是水的比焓, 本系统工作压力为 0.3 Mpa, 蒸汽焓值取为 $h = 2\,728.5 \text{ KJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

企业每年节约费用 A 定义为

$$A = aq \quad (3)$$

式中: a 是生产每吨蒸汽所需费用, 取为 $a = 220 \text{ 元/吨}$; q 是蒸汽量, 由(2)式计算得到。

综上所述, 经计算得到:

料液吸收的热量为 $Q = 88\,482\,240 \times 10^3 \text{ KJ}$;

需要的蒸汽量为: $q = 32\,428.9 \text{ t}$;

每年节约费用为: $A = 713.44 \text{ 万元}$ 。

4.3 预升温系统的应用

4.3.1 节约蒸汽费用 料液吸收的热量 Q 、所需蒸汽量 q 、企业每年节约费用 A 的定义同(1)、(2)、(3)式。其中, 料液吸收热量的温升 Δt 为 20 °C 升至 60 °C, 其余参数值的选取同 4.2。

经计算得到:

料液吸收的热量为 $Q = 88\,482\,240 \times 10^3 \text{ KJ}$;

需要的蒸汽量为: $q = 32\,428.9 \text{ t}$;

每年节约费用为: $A = 713.44 \text{ 万元}$ 。

4.3.2 节约设备投资费用 减少了系统核心设备提取罐的等待时间, 使传统的出投比由 2.6 轮/罐/天, 提高至 3.5 轮/罐/天, 使原来提取罐的使用效率提高了约 35%, 节省提取罐 15 个, 每个提取罐单价为 30 万元, 减少设备投资 450 万元。

4.3.3 节约厂房及消防设施费用 提取罐设计面积为 193 m²/台, 15 台提取罐需设计厂房面积 2895 m², 含消防设施每平方米按 2000 元计, 可节约 579 万元。

4.4 新型真空浓缩系统的应用

根据提取罐的投料量和浓缩器容量参数, 在使用新型真空系统情况下, 本系统共配置 27 台双效浓缩器。

4.4.1 节约电费 耗电量 N 定义: $N = nWt$ (4)

式中: n 是设备数量; W 是设备功率; t 是设备使用时间, 按每天 24 h, 每年 300 d 使用计算。

使用新型真空浓缩系统节约耗电量 B 定义:

$$B = N_1 - N_2 \quad (5)$$

式中: N_1 是传统射流浓缩系统耗电量; N_2 是新型真空浓缩系统耗电量。

传统浓缩系统与新型浓缩系统参数见表 1。

表 1 传统浓缩系统与新型浓缩系统参数对比

设备名称	传统射流系统		新型真空浓缩系统		
	射流泵	冷却泵	冷却水泵	真空泵	冷却泵
数量(台)	27	4	7	4	4
功率/KW	37	11	37	15	11

节约电费 D 定义为:

$$D = dB \quad (6)$$

式中: d 是电费单价, 取为 $d = 0.85$ 元/度; B 是使用新型真空浓缩系统节约的耗电量, 由(5)式计算得到。

综上所述, 经计算得到:

使用新型真空浓缩系统节约耗电量为: $B = 4\,896\,000$ 度;

节约电费为: $D = 416.16$ 万元。

4.4.2 节约设备投资费用 在此系统使用后, 蒸发效率提高了一倍, 使原来 54 个双效浓缩器减少为 27 台, 每台双效浓缩器约 40 万元, 减少设备投资 1080 万元。

4.4.3 节约厂房及消防设施费用 双效浓缩器设计厂房面积为 100 m^2 /台, 27 台共需设计厂房面积 2700 m^2 ,

含消防设施每平方米按 2000 元计, 减少厂房投资 540 万元。

4.5 节约人力成本

该系统 42 台提取罐投入运行, 共减少提取工序操作人员 40 人, 设备维护人员 3 人, 按人力成本 5.5 万元/人年计, 每年可节约人力成本 236.5 万元。

5 结论

本系统的应用优化了中药生产工艺流程, 减少

了制药过程传递环节及污染, 设备易清洁; 减少了固定资产投资, 缩短生产周期, 提高设备利用率、生产效率及产品内在质量, 节约能源, 降低人力成本。

本系统提供了科学可行的规范化中药提取生产工艺, 在中药提取行业具有广泛的推广性和复制性。除华润三九外, 合肥神鹿、本溪三药、淮北金蟾、临清华威等制药企业也在推广使用。实践证明, 本系统显著增加了企业效益和社会效益, 在促进中药事业发展的同时, 更好地为人民健康服务。

参考文献

- [1] 廖华军. 中药提取新技术研究进展[J]. 福建分析测试, 2008, 17(1): 25-30.
- [2] 晏芸, 黄小梅, 肖国民, 等. 新技术在中药提取中的应用研究[J]. 化工时刊, 2012, 26(1): 49-53.
- [3] 胡道德, 顾磊, 姚慧娟, 等. 中药提取及优化的研究进展[J]. 药学进展, 2009, 28(1): 80-83.
- [4] 刘庆阁, 唐晓彬, 高斌, 等. 中药提取数字化控制系统[C]. //中国仪器仪表学会东北过程自动化设计专业委员会第二十次年会暨 2010 年学术会议论文集. 哈尔滨: 中国船舶重工集团 703 研究所, 2010.
- [5] 齐岩磊, 陈娟, 杨洋. 中药提取软测量系统的设计与实现[J]. 北京化工大学学报, 2011, 38(5): 130-135.
- [6] 王赛君, 伍振峰, 杨明, 等. 中药提取新技术及其在国内的转化应用研究[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(8): 1360-1366.

(收稿日期 2017-05-12)