

# 通过过程系统技术与先进管理的 结合推进中药生产现代化

李 谦<sup>1</sup> 秦银靖<sup>2</sup> 华 贵<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学传热强化与过程节能教育部重点实验室, 广东 广州 510640;

2. 开封市第二人民医院, 河南 开封 475001)

**摘要:**对目前我国中药生产现状及存在的问题进行了分析, 阐明了过程系统技术与供应链理论在中药生产现代化过程中的重要性。通过先进管理与过程技术的结合, 可以大大提高中药企业的资源利用率和产品质量, 降低能耗、物耗, 推进中药产业的现代化、产业化和国际化进程。

**关键词:**中药现代化; 供应链管理; 过程系统技术

中图分类号: TQ021.8; R282.4

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2003)01-0005-04

## Promotion of TCM modernization by integration of process system technology and advanced management

LI Qian<sup>1</sup>, QIN Yin-jing<sup>2</sup>, HUA Ben<sup>1</sup>

(1. The Key Lab of Enhanced Heat Transfer and Energy Conservation, Ministry of Education, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2. The Second People's Hospital of Kaifeng, Kaifeng 475001, China)

**Abstract:** The situation of the production of Traditional Chinese Medicine (TCM) is analyzed; the importance of process system technology and supply chain management in the process of TCM modernization is also discussed. Based on these discussions, an integrated strategy of promoting TCM modernization process is proposed, which will surely bring about the high utilization rate of resources, and high quality of the production, reduce energy and material consumption, so as to push ahead with the proceeding of modernization, industrialization and internationalization of the TCM industry.

**Key words:** TCM modernization; supply chain; process system technology; management

随着国际社会对天然药物需求的增长和我国医药市场的急速开发, 中药产业将成为我国经济发展中极具活力的增长点。我国加入 WTO 后, 国内中药企业正面临国外中药制造厂商的巨大竞争压力。利用先进的管理与技术改造传统的中药产业, 实现中药制造的现代化、产业化、国际化已成为当务之急<sup>[1]</sup>。

## 1 中药现代化研究现状

所谓中药现代化, 就是运用现代科学技术, 研制、开发和生产现代中药, 实现能用现代科学技术阐明其药效物质和作用机理(现代化), 能进行大规模

工业生产(产业化), 产品为能被国际场所接受, 具有国际竞争力的中药制剂(国际化)<sup>[2]</sup>。

随着先进的分析手段如高效逆流色谱、超临界流体色谱、高效毛细管电泳等在中药研究领域的应用, 对传统中药有效成分的分析、确认工作已经取得了长足的进步; 对药效、药理的研究也取得了可喜的进展<sup>[2-4]</sup>。这些都为中药生产的标准化、科技化提供了良好的基础。然而目前对中药企业生产、管理现代化的研究尚存在明显的不足, 主要表现在:

(1) 物流管理手段落后

中药企业生产的特点在于产品与原料种类多, 产量小, 单位产品价值高, 市场不确定性因素多。为

了保证生产和供货的稳定,中药生产企业需储存大量的原材料与产品,占压了大笔资金,造成浪费。因此,如何应用先进的现代物流管理理论,通过优化的生产计划、销售计划、采购、储运计划等,最大程度地降低生产成本,压缩原料和产品库存,缩短提前期,减少资金占压,提高资金周转速度是中药企业亟待解决的重要课题。

(2)缺乏优化的生产调度

中药企业生产的特点是小批量、多品种、高附加值。同一套处理设备常常用于生产多种产品,不同的产品又可能共享同一设备或公用工程。如何根据市场和外界的变化,动态地协调安排时间、设备、中间储槽、劳动力、物资和能源的使用,以达到高效、低成本的运行,是一个复杂的系统工程问题<sup>[5]</sup>。目前中药企业生产主要靠人工调度,对简单的计划、排产问题尚可解决;对长周期(数周或更长)的生产计划、调度问题则无法实现优化。

(3)提取方法和生产工艺落后

目前,中药的提取主要采用传统的提取方法如浸渍法、煎煮法、渗漉法、水醇法等。这些方法存在的主要问题是有效成分损失多、产品纯度低、杂质含量高、能耗高。此外,落后的生产工艺还会导致环境污染问题。因此,开发高效、低能耗的提取工艺是改进中药生产的重要环节<sup>[2]</sup>。

(4)能量利用状况落后

中药制造业也与炼油、化工、轻工、冶金等工业一样,属于高能耗、高物耗(特别是水资源)的、以热加工过程为主的过程工业。据统计,中药企业的能耗费用约占总生产成本的 20% ~ 40%。而目前,中药生产企业往往对节能降耗不够重视,导致生产能耗居高不下,产品成本也随之增高。

为了弥补以上不足,提高我国中药生产企业的市场竞争力,就必需使用现代先进的管理理论和过程系统技术改造传统的中药产业,以推进中药生产的现代化进程。

2 中药企业的供应链管理

2.1 中药企业供应链管理面临的主要问题

(1)原料采购方面

①中药生产所需的原材料是季节性产品,不同季节、产地的原材料有效成分的含量也不同;②原料的价格常常有季节性波动;③原料的贮藏时间有限,对存储条件也有着严格的要求。

(2)生产方面

①原料可加工成中间产品以便运输和贮藏;②原料和中间产品可加工成不同的产品;③生产过程复杂,即使是同一种产品,剂型不同也会影响生产工艺。因此,要求生产过程有较高的柔性。

(3)产品供应方面

①产品有贮藏期的限制,对贮藏条件也有特殊的要求;②产品的剂型也会影响贮存时间与贮存条件;③中药是高附加值的产品,过多的库存会导致大量资金占压;④某些产品价格、需求量波动较大或具有季节性。

面对不断变化的国际、国内市场和对手的激烈竞争,如何对企业的采购、生产、储存、销售等环节进行科学计划、协调与控制,以提高生产的柔性,压缩库存,缩短生产周期和供货提前期,降低生产成本是关系到中药企业生存的重大课题。

2.2 中药企业供应链管理系统介绍

供应链理论是近年来得到迅速发展和广泛应用的一种管理理论。供应链管理就是利用供应链理论,对整个供应链系统进行计划、协调、操作、控制和优化,以扩大整个供应链的效益,见图 1<sup>[6-7]</sup>。

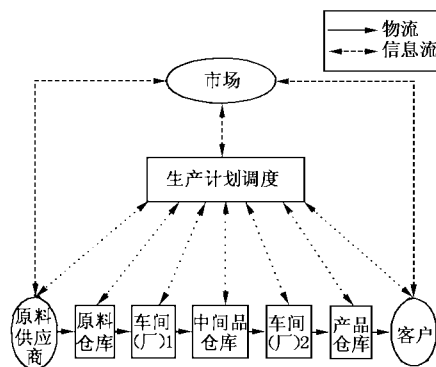


图 1 供应链结构示意图

供应链管理主要涉及到 4 个领域:供应、生产计划、物流和需求。供应链管理充分利用了现代信息技术与通讯技术,把原来相互分离的采购、运输、生产、销售环节有机地结合在一起,使企业可以面对不断变化的外部环境迅速作出反应,在减少劳动力的同时,降低库存,节约能源、原材料的需求,极大地改善了资源利用率,提高企业的竞争力。此外,供应链管理将传统的企业生产活动进行了前伸和后延,从产品的全生命周期出发而非仅仅是从企业的生产过程角度考虑,进行计划、存储、生产、销售各环节的整体规划、调整和优化,实现生产周期内企业经济利益与社会利益、环境效益的整体最优化。图 2 为中药

生产企业供应链的主要业务流程。

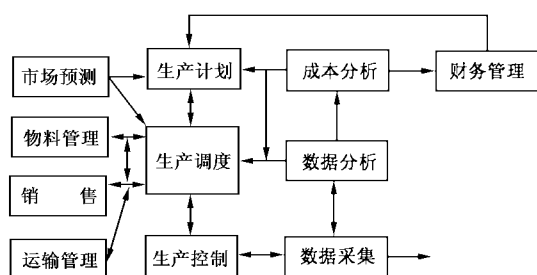


图2 中药生产企业供应链的主要业务流程

### 3 过程系统技术在中药现代化中的作用

#### 3.1 生产调度优化

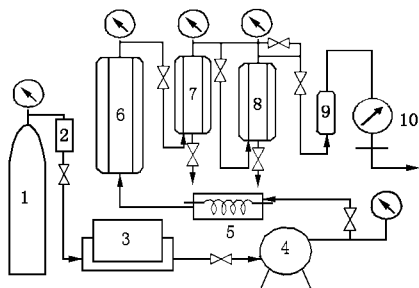
生产调度的目的在于通过协调安排时间、设备、中间储槽、劳动力、物资和能源的使用,达到最短生产周期、最小生产成本等目标。

目前,我国的多数中药企业生产批量较小,产品品种多,如何通过合理的计划调度,提高设备利用率、降低能耗物耗、缩短产品提前期,是企业十分关心的问题。一般来说,该类调度问题是一个复杂的多目标优化问题,求解比较困难。常用的求解方法有:Monte-Carlo 优化法、线性规划法、分支界限法、切平面法、外部逼近法等<sup>[8-11]</sup>。遗传算法是近年来受到广泛关注的一种新的优化方法,在求解不可微、非连续、非线性、非凸问题优化中显示了很好的优越性,是求解复杂调度问题较好的优化方法<sup>[5,12-13]</sup>。

#### 3.2 先进制备工艺的研究

##### 3.2.1 先进单元技术

###### (1)超临界流体萃取技术



1—CO<sub>2</sub>钢瓶;2—过滤器;3—冷机;4—高压计量泵;5—换热器;  
6—萃取器;7、8—分离器;9—转子流量计;10—累计流量计

图3 超临界CO<sub>2</sub>萃取装置流程图

该技术是近年来发展起来的一项新的提取技术,具有许多独特的优势。由于在超临界状态下的

流体具有极高的渗透性和溶解性,因而可以大大提高中药中有效成分的提取率;分离过程也十分简单,只需通过减压使萃取剂气化,便可实现萃取物的高纯度分离;同时,由于该方法在低温下操作,也减少了对有效活性成分的破坏。该方法目前已应用于中药有效成分的提取<sup>[2,15-16]</sup>,图3为超临界萃取装置的流程图。

###### (2)微波萃取技术

微波萃取主要是利用微波强烈的热效应。微波加热可同时作用于内部和外部的介质分子,被加热物质的极性分子在微波场中快速转向及定向排列、撕裂和相互摩擦产生强烈的热效应。即保证了能量的快速传导和充分利用,又具有高效、均匀、快速的优点<sup>[17]</sup>。

###### (3)超声提取法

该法也是一种高效强化提取方法,适当频率、强度的超声可以大大增加有效成分的提取率,在从黄连中提取小檗碱浸泡工艺中,与碱性浸泡法相比较,超声提取30 min 所得小檗碱提出率比碱性浸泡24 h 高50%以上<sup>[18]</sup>;超声强化条件下某些苷类的提取率比对照组高出60%~110%,且工艺简单,提取过程快速<sup>[19]</sup>。

先进单元技术还包括膜分离、旋流提取、树脂法等<sup>[2,17]</sup>。除提取技术外,浓缩、干燥等技术的研究对改进中药生产过程也十分重要。已得到应用的有低温结晶浓缩、冷冻干燥、高效喷雾干燥等<sup>[2,17,19]</sup>。通过先进单元技术的应用,可以大大提高中药产品的质量和产率,降低能耗,减轻对环境的影响。

##### 3.2.2 工艺路线的优选

如何选择合适的单元操作及其联接关系组成生产系统,以达到最小的总费用、最小的环境污染、最大收益等目标,这是过程系统合成研究的核心内容。常用的方法有夹点分析法、模拟优化法、分层决策法等。随着当前对环境的要求越来越严格,考虑环境影响最小化的产品生命周期法受到了更多的重视<sup>[20-22]</sup>。

#### 3.3 运用过程能量综合优化技术提高能量利用率

中药制造业属于高能耗、高物耗的,以热加工过程为主的过程工业。目前我国中药生产多数企业基本不考虑能量回收利用问题,导致大量可利用能量被白白排弃,造成浪费,对环境造成了影响。因此,开展中药生产过程的能量综合优化研究,大幅度降低生产过程能源消耗,对降低产品成本、提高企业的

市场竞争力具有重要意义。华南理工大学华贲教授提出了过程系统能量优化的“三环节”理论与方法。通过对生产过程能量转换、利用、回收环节的集成建模与综合优化,可以大大提高过程系统的能量利用效率,降低能量消耗<sup>[23]</sup>。

#### 4 “入世”后我国中药生产企业应对策略的思考

“入世”对我国的广大中药生产企业来说,机遇与挑战并存。随着全球经济一体化进程的加快,中国医药市场将进一步融入国际医药大市场,迎战强大跨国医药集团的激烈竞争。中药现代化是一个复杂系统问题,需要集成多学科的研究成果共同促进我国中药生产的现代化进程。应进一步加强以现代分析技术、生物技术、药性药理研究等为代表的中医药基础理论研究;大力开展以现代过程技术和和管理理论为核心的中药生产、管理的工程化、现代化研究。后者是长期以来被忽视的,其主要内容包括:

①利用现代计算机技术、通信技术促进中药企业的信息化进程;

②利用现代供应链管理技术优化中药企业内、外部物流、资金流的配置、运行;

③运用先进的过程技术进行生产工艺的优化设计;

④运用能量系统集成优化技术大幅度降低生产能耗;

⑤根据中药的生产特点,运用集成的计划与调度最大限度提高生产效率。

#### 参考文献

[1] 徐镜人.[J].中成药,2000,22(1):376-378.

[2] 罗国安,王义明,饶毅.[J].中成药,2000,22(1):71-79.

[3] 王升启.[J].世界科学技术,2000,12(1):28-31.

[4] 李峰,付红波,安道昌,等.[J].医学与哲学,1998,19(8):414-417.

[5] 袁一,郭佩俊.[J].齐齐哈尔轻工学院学报,1995,11(4):14-22.

[6] 冯俊文.[J].科技进步与对策,2000,17(9):61-63.

[7] 马士华,林勇,陈志祥.供应链管理[M].北京:机械工业出版社,2000.

[8] 王保国,王春艳,许锡恩.[J].精细化工,1997,14:26-30.

[9] 刘斐.[J].洛阳工学院学报,1998,19(2):76-80.

[10] Christodoulos A Floudas.[J].J Process Control,2000,10(2-3):125-134.

[11] Papageorgiou L G, Rotstein G E.[J].Ind Eng Chem Res,2001,40(1):275-286.

[12] Badell M, Puigjaner L.[J].Computers & Chem Eng,2001,25(4-6):517-538.

[13] 秦宏启,王克峰,袁一.[J].大连理工大学学报,1997,37(6):653-656.

[14] 姚志红,韩兵,马殿光.[J].上海交通大学学报,1999,33(12):1533-1536.

[15] 陈浩,田景振,牛波.[J].山东医学杂志,1999,18(11):501-511.

[16] 张大鹏,苏瑞强,姜倩倩.[J].时珍国医国药,2000,11(5):476.

[17] 王炜,罗杰英,杜方麓.[J].湖南中医学院学报,1996,16(4):69-71.

[18] 郭孝武.[J].中国医药杂志,1998,29(2):51-54.

[19] 黄保民.[J].中医研究,1998,11(5):56-58.

[20] 杨友麒.[J].化工生产与技术,1998(3):8-11.

[21] 杨友麒.[J].化工生产与技术,1998(4):8-12.

[22] 郑国文,许锡恩.[J].高校化学工程学报,1995,19(3):252-258.

[23] 华贲.工艺过程用能分析及综合[M].北京:轻工业出版社,1989. ■

(上接第 4 页)

重组为两大石油石化公司,总之要实现产业更高度的集中,以举国之力与跨国公司抗衡,以此提高国内石油石化企业的市场控制力和国际竞争力。

#### 7 我国的反垄断法应适应新形势的要求

我国的反垄断法已经酝酿十几年了,这期间国际国内的经济环境发生了极大的变化,特别是我国入世后,面对超级跨国公司,国内的特大型企业变成了中小型企业,市场开放将使国内竞争不足的痼疾不治而愈,国内企业滥用市场支配地位不公平地阻

止新进入者和利用垄断地位损害消费者利益的可能性也越来越小。今天再讨论反垄断法,市场环境变了,竞争对手变了,问题的主要矛盾变了,当初的某些立意也就需要重新考虑,包括已有反垄断法的国家,实际上也会考虑修改或在执行上变通。国内市场国际化,市场竞争国家化,这要求制定国内反垄断法时要充分考虑到“入世”后国内石油石化领域竞争的新情况,要以国际竞争为出发点,以有利于提高“国家队”的国际竞争力为前提,以克制行政垄断和地区垄断封锁为重点,要防范跨国公司在我国市场形成垄断,而不要对有益的产业重组设置障碍。 ■