

【创新洞见】

“创新洞见”栏目旨在呈现与传播全球交叉研究领域的前沿思考与实践成果，汇集国内外知名的交叉研究专家、校内相关职能部门负责人等对交叉学科建设、科研创新机制、未来科技发展趋势的见解与建议，推动交叉研究理念在校内外的传播与落地。

万容春：中药汤剂煎制数字化发展实践与思考

中药汤剂煎制是中医药服务体系中极具代表性的个性化生产模式。不同于中成药的批量化、标准化生产，汤剂以“一人一方”为基本特征，连接处方、饮片、煎制、包装、配送与服用反馈等环节，是中医药疗效实现的“最后一公里”。随着基层中医药服务能力建设和县域医共体发展的持续推进，如何以数字化、智能化手段提升汤剂煎制的质量、效率与可信度，成为传统中医药现代化的重要议题。

一、中药汤剂的产业定位

中药产业链横跨一产、二产与三产：前端包括中药材种植、养殖、采收与炮制，中端包括中成药和院内制剂等批量化生产，后端则面向个体化诊疗与服务。汤剂煎制处于这一链条的服务端，接收中医个性化处方，并将中药饮片煎制为患者可服用的药液。

这一环节既不同于中成药的批量生产，也不同于普通服务业的代加工。它一方面延续了中医因人、因时、因地制宜的个性化诊疗特点，另一方面也承担着为患者提供可服用汤剂的关键功能。因此，汤剂煎制可被视为中医药服务体系中连接诊疗、药物与患者的重要枢纽。

二、传统煎制的现实痛点

长期以来，汤剂煎制高度依赖人工操作。抓药称量、加水浸泡、煎煮、温度控制、

包装清洗等环节，容易受到经验差异、操作状态和管理水平影响，存在质量不稳定、过程不可追溯、患者信任不足等问题。

尤其在基层医疗机构和社会化代煎场景中，传统作坊式生产难以满足规模化、规范化服务需求。患者拿到药包后，往往难以了解饮片调剂是否准确、煎煮是否规范等。过程信息的不透明，不仅影响患者对中药汤剂的信任，也限制了中医药服务质量的持续改进。

三、智慧中药房的流程再造

智慧中药房的建设并非简单以机器替代人工，而是在“传承精华、守正创新”的指导思想下，对汤剂煎制生产过程进行继承与发展。其核心是将智能制造、物联网、大数据等现代技术融入处方流转、饮片调剂、加水浸泡、煎煮包装、清洗配送等生产环节，实现全过程自动化和数字化。

在工艺设计上，智慧中药房强调传承优良煎药工艺。例如，浸泡强调饮片与水充分接触，因此智能设备在设计上应避免布袋包裹对饮片浸泡的影响；针对“一人一方”的个性化特点，系统也尽量减少管路输送，以降低交叉污染风险。与此同时，生产过程中的处方信息、饮片图片、称量数据、加水量、煎煮时间、温度曲线、包装数量、配

送状态等应完整记录，形成可追溯的数据闭环。

四、数字化追溯的质量价值

数字化的关键价值，在于把过去不可见、难以复现的煎制过程转化为可呈现、可追溯、可分析的数据。通过智慧中药房系统，从处方进入平台到成品送达患者的全过程均可被记录，为质量管理提供了更坚实的依据。

这一闭环不仅服务于内部质量控制，也可面向患者开放。患者可通过扫码查看处方、饮片、煎制和配送信息，从而增强对中药服务过程的理解与信任。对于中医药而言，数字化的意义不只是提高效率，更在于把过去依赖经验的服务过程转化为可记录、可解释、可验证的数据体系。

五、人工智能赋能的应用场景

在智慧中药房基础设施逐步完善后，人工智能的应用可从三个方向展开。

第一是安全保障。安全问题可分为处方安全、饮片安全和服药安全三个层面。在处方安全方面，系统可围绕剂量超限、孕妇及儿童用药禁忌等内容展开智能提示。在饮片安全方面，系统可通过图像识别等方式进行正误识别、真伪识别，尤其针对高价值、易造假的饮片品类开展重点检测。在服药安全方面，系统可结合患者端系统，提示服用时间、注意事项及相关用药禁忌。

第二是工艺优化。汤剂生产最大难点在于高度个性化，每张处方组成不同，饮片吸水性、煎煮要求、先煎后下规则均有差异。如何快速确定加水量、煎煮时间和工艺路径，是典型的个性化优化问题。智慧中药房通过积累大量处方与煎制结果数据，未来可逐步形成面向个性化处方的智能工艺推荐。

第三是质量控制。中成药可通过批次标准进行检验，而个性化汤剂“一方一品”，难以简单套用批量生产标准。数字化系统可

从过程控制转向趋势判断，通过时间、温度、颜色、光谱、出液量等多维数据识别质量波动，并探索个性化汤剂的物理特性标准。

六、饮片识别的实践探索

饮片图像识别是当前较具可操作性的人工智能应用场景之一。系统在调剂过程中对每味饮片落入煎药锅的状态进行拍照，并通过图像识别辅助复核，判断饮片是否与处方一致。

这一过程面临光照不一致、饮片交叠、纹理相近等技术难题。实践中，可通过图像预处理统一背景与亮度，再采用超像素分割区分饮片区域，并结合纹理、灰度等特征判断区域内是否为单一饮片，最终再进行分类识别。目前相关技术已在部分项目中试点应用，准确率达到较高水平，可有效提升人工复核效率和质量。

需要指出的是，现阶段饮片识别主要用于判断调剂过程中是否抓错药，尚不能全面承担饮片真伪鉴别和等级评价功能。对于高价值或高风险饮片，真伪鉴别和等级评价更适合前置到入库环节，通过专项检测，并结合红外、光谱等多模态技术提高识别可靠性。

七、面向未来的创新路径

汤剂煎制数字化的更深层价值，在于为中医药研究提供新的数据基础。中医诊疗强调因人、因时、因地制宜，疗效往往与医师经验、患者体质、处方配伍、剂量变化和煎煮工艺等因素相关。过去这些环节难以被系统记录，导致中医药经验传承和疗效评价面临数据闭环不足的问题。

如果未来能够将诊疗端的舌象、面象、脉象、症状反馈，处方端的配伍与剂量，生产端的煎制数据，以及患者端的服药反馈连接起来，就有可能构建从诊疗到制剂再到疗效评价的闭环数据体系。人工智能由此不仅

能提高生产效率，还可能帮助识别名老中医经验、优化经典验方工艺、探索剂量精准化路径，并推动中医药知识从经验传承走向数据支撑。

中药汤剂煎制数字化并不是对传统中医

药的简单工业化改造，而是在尊重个性化诊疗特征的基础上，以智能制造和数据技术重构服务流程。它既回应了基层中医药服务能力提升的现实需求，也为中医药标准化、可信化和现代化提供了新的实践路径。

马光荣：财税大数据及其在经济学当中的应用

一、财政研究的天然优势——数据

财政学研究的一个独特优势是数据。财政学，简而言之就是研究政府在经济运行中的作用，核心是分析政府的税收征管与财政支出行为，而这些行为所产生的影响，天生具备可量化性。无论是财政收入还是财政支出，每一笔资金的来龙去脉均有清晰且规范的记录，这为经济学量化研究提供了天然的优质素材，也为大数据与经济学的交叉研究奠定了坚实的基础。

二、经济学量化研究的三次升级

过去二十多年，经济学量化研究经历了三次较为明显的升级，发展脉络清晰可循：

1. 1.0版本（2005年—2010年）：从宏观地区数据起步

早期研究主要依托省级、市级、县级的宏观面板数据。以省级数据为例，全国31个省份结合数十年的观测值，样本总量仅在900个左右。随着研究深入，样本量不足的问题逐渐显现，研究者遂逐步向市级、县级数据拓展。但即便到了县级层面，十年间积累的样本也只有3万个。而且这些数据的变量很单一，研究选题很快被挖空，只能做地区层面的宏观关联分析。

2. 2.0版本（2010年后）：转向微观主体数据

2010年之后，宏观数据的局限性日益突出，研究重心逐步转向企业、家庭及个人层

面的微观数据，比如上市公司的财务数据、规模以上工业企业的数据，还有各高校做的家庭调查数据。这些数据比宏观数据颗粒度更细，能更精准地研究政府收支对单个企业、单个家庭的影响，但样本规模和指标维度还存在不少局限。

3. 3.0版本（2020年前后）：政务公开大数据成为主流

2020年前后，随着政务信息公开政策的推进，我们能获取到的政务数据越来越多，而且都是千万级、亿级样本的精细化数据。这种数据颗粒度极细、信息维度也丰富，慢慢成为当前经济学的核心支撑，也标志着量化研究进入了3.0时代。

三、财税大数据：从来源到实际应用

谈及财税大数据，大家可能会关注它的来源与应用场景。目前我们用的这些数据均来源于政务公开渠道，主要分为7类，且每一类都有实际的研究应用价值：

1. 中国财政预决算数据库

自2014年开始，各级政府均要求公开预决算信息，这些数据分散于各地政府官网。我们团队近年来持续开展数据整理工作，目前已经完成2014年到2023年市县的数据归集，但数据整理过程中存在诸多难点，例如各地公开的数据口径不统一，部分数据以扫描形式呈现，识别难度大。我们尝试采用AI