

基于机械手技术的自动中药抓药机

摘要：目前的中医药市场里，人工抓药是抓的主流方式。人工抓药有着劳动强度大，与机械化相比效率低、误差大，存在粉尘污染、人手对药物的二次污染等等缺点。目前国内中医药行业飞速发展，而人工抓药的这诸多缺点已成为制约中药发展的因素之一。受国内外药房抓药模式的启发，以及基于自动化专业知识对机械手的了解，本文提出此种中药抓药机的设计思路。本文设计的这种基于机械手技术的自动中药抓药机由压力传感器(型号)、单片机、串行显示器、ADC 模数转换器等构成重量检测与控制系统，以基于 windows 系统的软件为数据系统，以机械手技术为核心，构建自动中药抓药机基本设计思路。这种抓药机将在一定水平上节省人力物力，并可实现远程控制和统一控制。

关键词：机械手，自动重量检测，智能控制，传感器

作品背景：

中华民族历史悠久，中医药学源远流长。我国中医药学有文字记载的历史长达 5000 多年，历代使用过的和正在使用着的中药品种不计其数^[1]。传统的抓药方式以“手抓戥称”（就是按医生处方手工抓药、过秤、分包）的方法为主，俗语所说“一天不出门，通县打来回”，抓药虽为室内工作，然而在药柜前往返奔走，其过程既要求精细又要求效率，故而药剂师的工作强度非常大。

目前，各大中小医院以及中药铺中医诊所等仍然在采用古老的手工抓取中药的方式。现代社会是高效的社会，自动化设备已经深深进入人民群众的生活中。现代化科技解放了大量劳动力，使人民的生产和生活更加高效便利。然而延续了几千年历史的中药依然靠人力抓取，人工抓药强大的工作强度、抓取误差、粉尘污染以及对药品的二次污染等等对于中医中药的发展都存在巨大的阻碍作用。

作品核心创意：

3.1 创意产生过程

3.1.1 我国研发自动抓药机的历史

上个世纪 70 年代，曾有以自动售米机为模板的自动抓药机昙花一现于历史

的洪流之中。其操作时，只需在一开关板上调节所取各中药的剂量旋钮和剂数旋钮，并按下电源开关，由电动机驱动药斗中的搅拌器和叶轮将中药饮片注入天平秤盘，通过调节剂量旋钮以调节电磁继电器吸力大小作为天平可变砝码，称中药剂量，通过调节多组单位电路的通断作为剂数旋钮以调节中药剂数，并通过磁铁对天平秤盘的吸合将已称量中药倒入传出通道^[2]。然而，理论上成立的设备在实践上屡屡败绩，最终因为这种抓药机称量误差较大以及造成严重的粉尘污染等缺点无法克服，中药房不得不回归手工抓药的时代。

3.1.2 德国研究的以机械手为核心的自动化西药房

近 20 年间在德国本土自动化西药房兴起。1993 年，德国 ROWA 公司开始形成有关的设计理念，ROWA 公司的自动化药房的专利技术就是机械手的技术。使机械手在一个三维的空间平台里根据管理软件的指令自动运作，可以从送药的窗口取药仓储，然后转 360 度，取药送往出药口^[3]。2006 年 10 月 30 日，位于上海南京路的上海市第一医药商店引进并启用该公司的自动化药房系统，据介绍，顾客告诉店员要买的药品名称后，电脑上就会出现该药品的厂址、规格、用途等信息，店员只要操作电脑，库房的主机便马上下达指令，机械手会迅速搜寻出药品，放进出药管道。

基于现在人工抓药劳动强度大，与机械化设备相比效率低，人力抓取过程中存在误差，粉尘污染，人手对药物存在二次污染等缺点，以及目前国内中医药行业飞速发展的形势，我受前两种案例启发以及基于自动化专业知识对机械手的了解，想要设计此种中药抓药机。这种设备将在一定水平上节省人力物力，并可实现远程控制和统一控制。本项目力求另辟蹊径深入浅出，以当前可实现的技术解决当前未能解决的问题。

3.2 核心思路描述

3.2.1 硬件系统介绍

这种中药抓药机硬件部分由五大部分组成：机械手，药品铲，捣药罐，药斗拉出装置。

(1) 机械手：

机械手可运用当前技术已比较成熟的三自由度自动取料机械手。采用的是步进电机来驱动，这样是从为更好的保证机械手的可靠性和安全性等方面考虑。

该种机械手主要由 x 轴(水平)驱动系统、y 轴(竖直)驱动系统、手指驱动系统、单片机称重与显示系统、PLC 控制系统构成。x 轴驱动系统实现机械手的水平往复运动，通过 PLC 控制方向阀和两位两通阀的协调动作，实现多级速度调节；y 轴驱动系统实现机械手的竖直往复运动，通过 PLC、编码器、光电开关、接近开关和高速开关阀实现机械手竖直往复运动的开环与闭环控制，满足速度和精度要求；机械手手指驱动系统实现机械手抓料和卸料运动；单片机应用系统实现机械手抓取物料重量的自动计量和显示。^[4]简略结构如图 1。

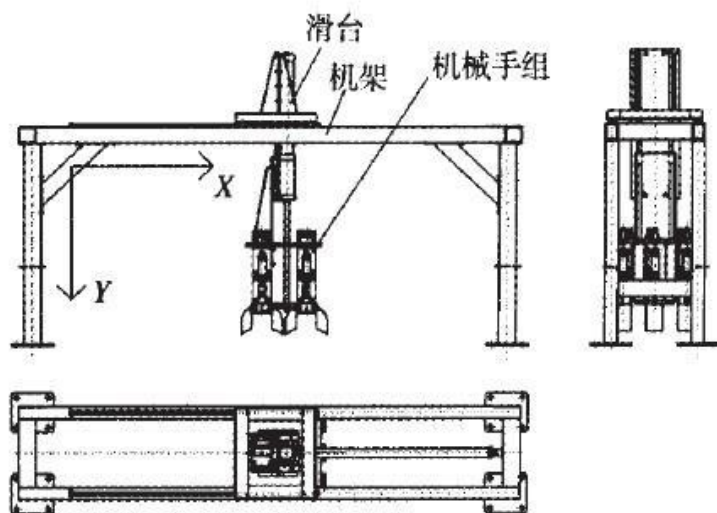


图 1

(2) 药品铲：

使机械手与药品铲受同一系统控制，使用机械手时药品铲可变形隐藏，二者具备同样功能并可自由切换，其区别仅为取料方式差异。

(3) 捣药罐：

使捣药罐固定于机械手及药品铲运动范围内，由 y 轴（竖直）驱动系统控制使捣药锤可沿 y 轴方向上下往复运动，利用单片机使其具有可调节力度大小的功能。捣药罐内置激光扫描系统，激光扫描结果反馈于数据系统，可由数据系统控制药品粉碎程度，并于粉碎程度达标时进行药品倾倒。

(4) 药斗拉出装置

考虑到机械手爪具有重量检测功能，故其为精密装置不应作为主要受力装置。所以考虑在机械手臂上安装药斗拉出装置作为辅助装置，药斗拉出为 x 轴方向直线运动，由 x 轴（竖直）驱动系统实现动作，并由数据系统控制药斗拉出深度等数据信息。

3.2.2 数据系统介绍

开发基于计算机 windows 系统专门软件作为数据系统，采取计算机软件为操作平台具有以下优点：

- 1、可靠性高；
- 2、可以储存多种动作模式以供选择；
- 3、软件升级与系统修复便捷；
- 4、节省了单独的中药抓药机数据系统设备的空间；
- 5、降低了硬件系统的经费
- 6、根据硬件系统的改进增删储存更新动作模式更加便捷。

在输入系统中以中药柜左下角为坐标系建立三维空间直角坐标系，为每一味药设定固定的坐标点。采用扫描技术，将药柜药品排列信息扫描入信息系统。对应每一个坐标点设立以药品物理属性为基准的操作方法，例如：使用机械手，使用药品铲，使用捣药罐。（草本植物药品及体积较大块状矿物质药品有机械手抓取完成，粉末状及颗粒状药品由药品铲收取完成。体积较大块状矿物质药品抓取之后送入捣药罐捣碎。）

操作时，药剂师只需在操作区输入药品名称及所需质量，如有特殊可手动设置抓

取方法。

3. 2, 3 重量检测与控制系统分析

在机械手及药品铲部分配置了抓取物重量检测与控制系统, 实现了与送料同步的自动计量。中药处方中每贴中药的各味药的重量及总重量的相对误差均应控制在 5%以内^[5]。设定相关称量量程, 称重精度, 完成一次采集和显示的时间限制。由压力传感器(型号)、单片机、串行显示器、ADC 模数转换器等构成单片机抓取物重量检测与控制系统, 其结构见图 1。

- (1) 机械手和药品铲的结构特点和称重传感器的安装方式, 使得称重传感器输出的重量信号是机械手自身重量和所抓药品重量之和。为保证控制精度要求的分辨率, 需要设计一个减法电路将机械手和药品铲自身重量信号剔除;
- (2) 剔除机械手自重电压信号后, 与包装物重量相对应的电压信号很弱, 因此在减去电路之后配置缓冲电路, 提高信号输入电阻, 以降低电压信号损失。信号缓冲后, 传感器输出电压为毫伏数量级, 配置放大电路对信号进行必要的放大;
- (3) 选择合适的串行显示驱动器, 可以节省集成芯片;
- (4) 通过串行通信, 实现对机械手和药品铲抓取药品过程的控制。^[6]

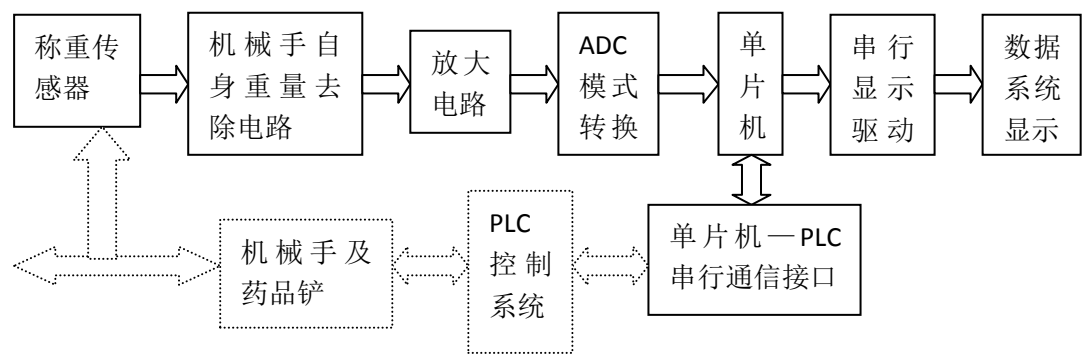


图 2

创意可行性分析:

4. 1 相关技术分析

4. 1. 1 传感器的选择

电阻应变式称重传感器用于静态、动态条件下测力或称重, 在我国工业生产过程检测与控制、自动计量等领域已大量应用^[7]。其结构简单, 线性和动态特性较好。调试简单, 因而本系选用电阻应变式称重传感器。

4. 1. 2 解决“藕断丝连”问题

由于中药材形状不一致、质量不均匀, 因此在机械手上安装传感器实现净重称量。x 轴驱动系统和 y 轴驱动系统的运动要求平稳、快速、冲击小, 因此采用标准滑轨机构构成运动副。采用适当的观测与控制, 确保满足时间要求。由于要求 y 轴运动定位误差在一定范围内, 因此采用能够观测目标位置变化的目标位置自适应型 PLC 电气伺服系统控制 y 轴驱动系统的运动。这样的设计能一定程度避免或减少中药材“藕断丝连”现象。

同时可针对此现象改进机械手的设计, 使其手部完全张开时, 两支手爪垂直于备料器中的物料平面, 手爪在进入物料和机械手闭合的过程中, 手指能顺利插

入中药材之间，克服物料间“藕断丝连”象；机械手闭合时，手指之间有一定限度的交叉，有效的防止物料的泄漏。

4.2 预计技术难点

针对形状材质不同的中药材，机械手如何实现快速准确的抓取。

三自由度机械手普遍体积较大，怎样优化装置使其在保证操作空间的情况下缩小硬件占用空间。

原理上讲单片机将确定的药品重量数据信息传递给 PLC，PLC 根据要求调节机械手的运动，使抓取的药品重量符合要求。但是在误差范围内准确称重仍需反复调试。

创意应用前景：

5.1 应用场景

- (1) 各大医院中药部药房
- (2) 中医药诊所药房
- (3) 同仁堂等中医药店药房

5.2 市场需求分析

建国以来，我国已建立一批中医药研究机构及一大批中医药高等院校。截止到 2004 年，全国共建有国家级中医药研究机构 10 个，省级中医药科研机构 51 个，地市级中医药科研机构 36 个，从业人员达到 12901 多人；建立高等中医院校 42 个，另有 54 所高等西医院校和 74 所高等非医药院校招收中医、中药专业本科生，全国设中医中药专业的中等院校更多达 516 所。以上这些中医药科研单位和高等院校为我国培养了一大批中药科研人员，形成了具有较高水平的科技队伍，中药的学科建设已具备一定规模。同时国家也给予三代老中医名誉及补贴。

中医中药行业正在逐步的受到特殊重视，古老的文化三千年来保卫着中华民族的健康，随着中外医药交流更加频繁、深入和广泛，同时也将继往开来取得更加辉煌的成就。很多现代新技术、新方法正在中药研究开发过程中逐步得到应用。而中药的手工抓药方式也越来越不符合现代化发展，在准确性和效益上均远远比不上机械化。

当今各中药房均采用人工抓药的方式，自动中药抓药机能克服手工抓药的诸多弊端。这不仅可降低医务人员的劳动强度，还可缩短患者的等待时间，为改善医患关系、提高医院知名度和扩大病源提供有利条件。

由此可见，自动中药抓药机的前景无比广阔。

5.3 推广模式

将产品首先应用于中医药研究领域，若发现问题及时修改；经过不断修正改进之后，将其推广到各大小中医药药房进入使用。

参考文献：

- 【1】 田丽娟，黄泰康，中药发展史研究 Research of Traditional Chinese Medicine Phylogeny, 2007, 25 (4)
- 【2】 刘晓慧 昙花一现的自动抓药机，CAPITAL MEDICINE, 2010, 11

- 【3】 维信网, 自动化药房现身上海“机械手”抓药, 2006, 11, 3
- 【4】 陈宝江 1, 李磊 1, 唐伯雁 1, 关思伟 2, 一种短小丝条状物连续包装自动充填与计量机械手的研究, (1. 北京建筑工程学院, 北京 100044; 2. 黑龙江省伊春市朗乡林业局, 伊春 152519) 2006, 27(6), 包装工程, PACKAGING ENGINEERING, 2006, 27(6)
- 【5】 董嘉德, 王天祥, 中药调配剂量误差大的原因及解决办法——《中药材》1993 年 08 期
- 【6】 陈宝江, 李磊, 米佳, 陈杨, 一种包装机械手充填重量的单片机检测系统, 2007. 02. 12
- 【7】 廉晓霞, 电阻应变式称重传感器的原理及故障分析, 工业计量, INDUSTRIAL MEASUREMENT
- 【8】 张敏, 石秀华, 杜向党, 贾锐, 三自由度机械手运动学分析, 机械与电子, MACHINERY & ELECTRONICS, 2005(1)
- 【9】 刘芳, 中药自动分药机的构想, 医疗卫生装备, CHINESE MEDICAL EQUIPMENT JOURNAL, 2004, 25(5)
- 【10】 王慧东 1, 杨冬英 2, 机械手爪的单片机控制系统设计, (1. 山西兰花煤化工有限责任公司 2. 山西大学商务学院) 自动化与信息工程, AUTOMATION & INFORMATION ENGINEERING, 2010, 31(1)
- 【11】 李坚雄, 基于 PLC 的机械手爪控制系统设计, 机电技术, MECHANICAL & ELECTRICAL TECHNOLOGY