

一种粮食水分迁移检测装置

□山东金钟科技集团股份有限公司 段荣华

【摘要】本系统由水分迁移称量筒计量系统、水分迁移高精度计量平衡系统、通风检测系统、风量供应系统、集中控制系统等模块组成，配备了高精度检测传感器、高灵敏度的称重指示器，保障了粮食通风水分迁移检测装置整个系统的灵敏度，同时采用模块化设计，快速满足不同试验的需求。系统整体结构合理、操作维护方便，具有计量准确度高，速度快、功能完备、可靠性高等特点。

【关键词】水分迁移；通风；检测；模块化

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）01-0030-04

Grain Moisture Migration Detection Device

Abstract: This system is composed of moisture migration weighing cylinder metering system, moisture migration high-precision metering balance system, ventilation detection system, air supply system, centralized control system and other modules, which is equipped with the high-precision detection sensor and high-sensitivity weighing indicator to ensure the sensitivity of the whole grain ventilation and moisture migration detection system, and adopts the modular design to quickly meet the needs of different tests. The system is reasonable in overall structure, convenient in operation and maintenance, and characterized by high measurement accuracy, fast speed, complete functions, high reliability, etc.

Keywords: moisture migration, ventilation, detection, modularization

引言

粮食是国民经济和社会发展最重要的战略物资，其数量、质量、安全备受关注。粮食水分既是粮食的一个主要品质指标，又是影响粮食储藏安全的一个重要因素。粮食水分高处理不当，就容易发热、霉变；粮食水分低处理不当，转运时容易粮食破碎、粮食品质变差。中国作为粮食消费大国，为保证粮食的安全，国家建立了众多的国家和地方粮食储备库，粮食处理的效率和能耗，关系到粮食储藏安全和经济性。现今，对于不同水分的粮食的通风处理，只是进行了定性的分析，没有进行定量研究，在何种环境下进行通风，使用何种风速、风量进行处理，需要进行具体的试验，确定最优储藏通风模式，因此，对粮食通风水分迁移检测进行定量建模研究迫在眉睫。

我公司根据国家粮食通风水分迁移研究的相关需求，专门设计了粮食通风水分迁移检测装置及检测系统。系统由水分迁移称量筒计量系统、水分迁移高精度计量平衡系统、通风检测系统、风量供应系统、集中控制系统等模块组成，配备了高精度检测传感器、高灵敏度的称重指示器，保障了粮食通风水分迁移检测装置整个系统的灵敏度，同时采用模块化设计，快速满足不同试验的需求。系统整体结构合理、操作维护方便，具有计量准确度高、速度快、功能完备、可靠性高等特点。

1 产品组成

粮食通风水分迁移检测装置系统，主要由水分迁移称量筒计量系统、水分迁移高精度计量平衡系统、通风检测系统、风量供应系统、集中控制系统等五个系统组成。系统工作布置示意图如图1所示。

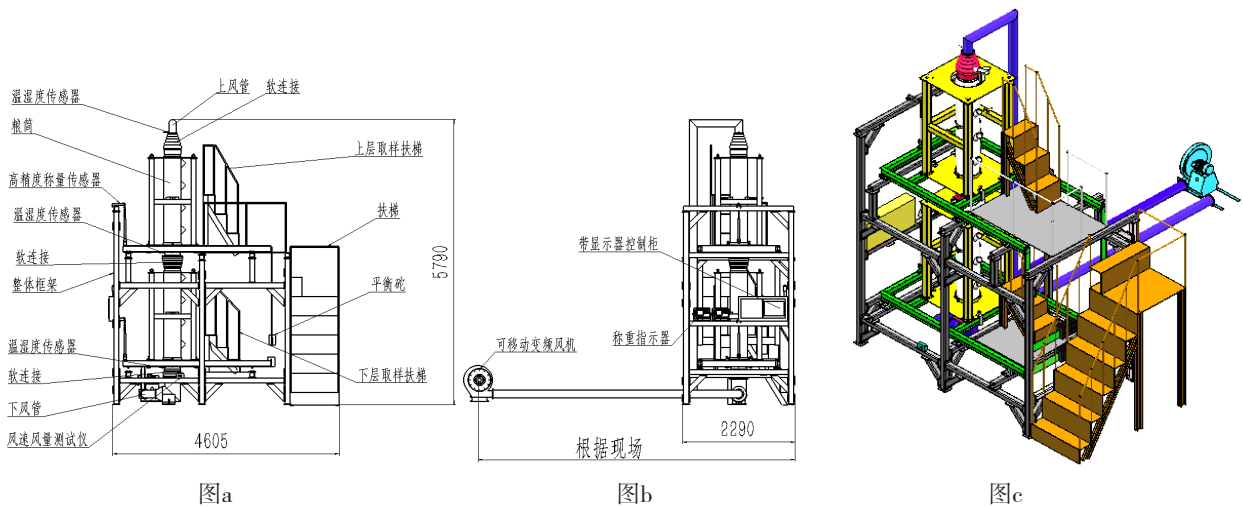


图1 系统工作布置示意图

主体占地面积2500mm×4600mm。整体高度6000mm以内，含上部风管。二层平台距离地面高度3000mm。

平台装粮方式：扶梯距离装粮簸箕1000（见图c），仪表安装位置高度1500，整体净重4600kg（4.6吨）。

粮筒：外径350mm，内径300mm，高度2000mm，最大放粮质量105kg（密度按照0.75）。

整体结构由整体钢结构框架、杠杆秤体、粮筒、粮筒固定架、软连接（红色位置，共三处）扶梯、仪表、风管等组成。风机安装位置与控制柜安装位置可调。

2 工作过程

系统每次使用前都需要进行粮食计量和水分迁移高精度计量平衡系统的校准，从试验前准备、试验中使用、试验后操作三个主要节点将工作过程进行详细说明：

2.1 试验前工作

2.1.1 试验粮食装填及计量

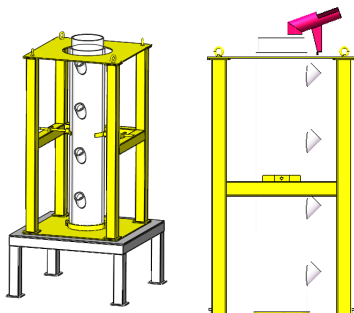


图2 装料工装

使用水分迁移称量筒计量系统对试验粮食进行初始重量计量。先称量皮重（称量筒、丝网及卡箍等的重量），并通过控制系统记下皮重数据。

在装料工装上向称量筒内加粮食，使粮食填充充实，称量筒下端由钛网封堵，如图2所示。

将填实粮食的称量筒放置到水分迁移称量筒计量系统上进行称量，通过控制系统记下毛重（粮食、称量筒、钛网及卡箍等的重量），并由集中控制系统计算试验的粮食的净重。

装填粮食建议试验前进行水分取样检测，确定参加试验的粮食水分情况。

称量筒共设置有两组，剩余一组重复上述过程，完成试验粮食装填及计量工作。

2.1.2 设备安装及校准

将计量完成的称量筒放入水分迁移高精度计量平衡系统上，并参照水分迁移称量筒计量系统的毛重（粮食、称量筒、钛及卡箍等的重量），调整平衡砣，完成初步平衡，水分迁移高精度计量平衡系统共设置有两组，剩余一组重复上述过程。

完成后将对三组软连接、温湿度检测传感器进行安装。

全部完成装配后，通过预通风检查管路密封情况。系统工作正常后，通过在设备上加载标准砝码重量，对高精度检测模块进行使用前校准。

2.2 试验中工作

2.2.1 试验参数设置

根据参与试验粮食品种、水分以及试验需要进行的通风作业情况，对试验时间、检测间隔、数据收集数量等参数在集中控制系统上进行设置，并由系统对工作进行提示。

2.2.2 通风试验

根据试验参数使用风量供应系统进行通风处理，通风过程中需要观察各连接位置是否出现漏风情况。

2.2.3 水分迁移检测

根据试验确定的检测间隔，停止风量供应系统通风动作。系统稳定后，由水分迁移高精度计量平衡系统进行称重计量，称重传感器将重量信号转化为模拟信号，进入称重指示器通过A/D转换，显示实时重量，集中控制系统记录数据。集中控制系统根据记录的数据进行重量变化数值计算，完成计量后再次启动风量供应系统继续执行通风处理。

注：由于通风中振动及风量影响，因此，水分迁移高精度计量平衡系统对重量检测无法在通风中进行。

2.3 试验后工作

2.3.1 试验参数收集

根据试验参数收集各项检测参数，并对检测参数进行初步人工审核，检查数据是否齐全，是否存在明显问题。

2.3.2 试验设备恢复

试验完成后，需要对试验设备进行恢复，水分迁移高精度计量平衡系统先将称重传感器连接拆除，为保障设备的稳定性，装置不进行试验时不要进行任何承载，计量筒试验完成后都需要从设备上拆卸下来。

2.3.3 试验粮食计量及卸载

使用水分迁移称量筒计量系统对试验完成的粮食进行结束重量计量。先称量毛重（粮食、称量筒、钛网及卡箍等的重量），并通过集中控制系统记下毛重数据。

不锈钢钛网罩由两部分组成，拆除连接于大圆网罩上的内部小圆形网罩，粮食从称量筒内流出，粮食卸载要全面，不要有残留，如图3所示。

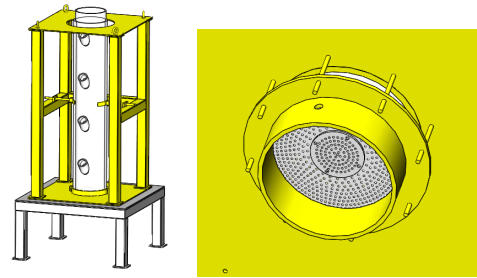


图3 不锈钢钛网罩

将卸载后的称量筒放置到水分迁移称量筒计量系统上进行称量，通过控制系统记下皮重（称量筒、钛网及卡箍等的重量），并由集中控制系统计算试验的粮食的净重。

装填粮食建议试验后也进行水分取样检测，确定试验后的粮食水分情况。

称量筒共设置有两组，剩余一组重复上述过程，完成试验粮食卸载及计量工作。

3 产品优势及特点

系统为机械、电气自动化、软件一体的系统产品，在设计上采用模块化设计，可根据用户需求采用不同容量的称量筒。装料工装方便现场装料，可做到粮食填满。针对模拟仓房粮食通风，称量筒设计2个2000mm称量筒串联的方式，形成4000mm粮食通道。同时在下端装量筒进气端设置风量测量装置，为解决连接对计量的影响，各处连接均采用了软连接方式，设置有温湿度检测传感器，收集温湿度参数信息。

由于粮食通风试验时粮食的重量比较大，而通风过程中的变化非常缓慢，相当于大皮重值、小称量，通用衡器不能准确分辨的质量变化。因此，系统采用了水分迁移称量筒计量系统、水分迁移高精度计量平衡系统两种计量方式分别进行计量。水分迁移高精度计量平衡系统采用平衡原理，使用金钟公司自主研发生产的B-XG-10D称重传感器、XK3102D1高精度称重指示器。系统稳定可靠，提高了系统的灵敏度，能及时分辨粮食水分迁移的质量变化，高精度称重指示器支持多段校准（最大10段校准）、网络远程监控，自动进行故障诊断等功能。

4 系统组成及作用

粮食通风水分迁移检测装置系统，主要由水分

迁移称量筒计量系统、水分迁移高精度计量平衡系统、通风检测系统、风量供应系统、集中控制系统等五个系统组成,见下表所示。

表 粮食通风水分迁移检测装置系统

序号	主要组成	作用
1	水分迁移称量筒计量系统	用于对参与水分迁移测试的粮食进行初始和最终的重量进行称重计量
2	水分迁移高精度计量平衡系统	用于对参数水分迁移测试的粮食进行变化重量的高精度计量,检测出水分迁移的重量数据
3	通风检测系统	用于水分迁移试验中通风风量以及通风空气的温湿度检测
4	风量供应系统	用于水分迁移试验中提供风源
5	集中控制系统	用于水分迁移试验中的供电、接线以及数据收集及汇总

4.1 水分迁移称量筒计量系统

水分迁移称量筒计量系统,用于对参与水分迁移测试的粮食进行初始和最终的重量进行称重计量。采用金钟自主研发生产的静态计量衡器,型号为TCS-150A-J11,最大称量150kg,数量1台。

采用XK3103D 称重指示器,具有RS232 接口,可与上位机进行通信,在初始和结束试验进行称量筒计量时将重量数据传给上位系统。设计有安装支架,方便称量计量,确保计量准确。

4.2 水分迁移高精度计量平衡系统

水分迁移高精度计量平衡系统,用于对参与水分迁移测试的粮食进行变化重量的高精度计量,检测出水分迁移的重量数据。系统由两台FSG-3 平衡计量器组成,每台设备主要由秤体、传感器组件、校验砝码、称重指示器、转料工装等组成。

4.2.1 秤体

秤体是计量器具的主体,其中称量筒采用亚克力材质,支架主体、平衡砣、刀承采用碳钢材质。配套提供钛钢丝网,用来封堵称量筒,确保既通风又防止粮食撒漏。

4.2.2 称重传感器组件

传感器组件完成物料重量信号的采集,确保良好的称重性能。每台平衡计量器由1 只传感器和连接组件等组成。称重传感器选用金钟公司生产的B-XG-10D 称重传感器,称重传感器主要参数:

型号: B-XG-10D

最大称量: 10kg

准确度等级: C3

综合误差: 0.02%F.S.

使用温度范围: -30℃~+70℃

4.2.3 校验砝码

标准砝码用于计量器具使用时的校准。为保证系统检验精度,系统配备了一定规格的砝码,砝码采用不锈钢材质, M1 等级,满足安装调试和日常校验的需要。砝码方便放置于秤体上,方便地实现在检定周期内随时检验秤体的计量精度。校验使用时,人工放置实现砝码的加载和卸载,进行检验系统的计量精度。

4.2.4 装料工装

装料工装(如图2 所示)用于试验时粮食装填工作。使用时将装料工装用2-M5 螺钉固定于称量筒安装框架平台上部。往称量筒内加粮食至凸出,用锤子敲打装量工装,使粮食振实,再拆卸装料工装。

4.3 通风检测系统

通风检测系统,用于通风过程中对于通风风量、通风空气的温度、湿度检测。系统在进入试验称量筒前端配置一套通风风量检测,并在称量筒前端(1 处)称量筒之间(1 处)称量筒尾端(1 处)共设置三套通风空气的温度、湿度检测。

4.3.1 通风风量检测装置

通风风量检测装置,用于对参与试验的通风量数据进行检测,采用文丘里管流量计。文丘里管是

根据文丘里效应研制开发的一种节流式流量传感器，是一种标准节流装置，如图4所示。设备具有准确度高、重复性好、压损小、所需前直管道短等优点，还具备自身装置小、防堵的优点。可用于两相流，混相流，低流速、大管径，异型管道等复杂流量问题的测量。

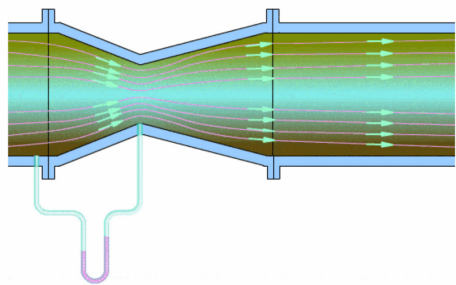


图4 文丘里管

4.3.2 通风空气温度、湿度检测装置

通风空气温度、湿度检测装置，用于对试验过程中系统内部空气的温度、湿度检测，检测位置设置在粮食外侧，各计量筒的前后位置。采用粮食行业通用温湿度传感器，工作稳定、可靠。

4.4 风量供应系统

风量供应系统为整个粮食水分迁移过程提供通风风量，针对粮食水分迁移试验设备配套选择通风风机，风机选择粮食行业通用设备，确保仿真实际通风过程。

4.5 集中控制系统

上位系统可与风量测量装置、温湿度传感器、称重指示器及台秤进行通信连接，可实现对称重数据的储存和管理。

5 结语

本检测装置，用于对不同水分、不同品种粮食采用不同的通风温度、风速条件下粮食水分变化速度的量化。试验开始和结束时采用水分迁移称量筒计量系统对进行试验的粮食进行初始和结束重量及水分检测。试验过程中风量供应系统模拟进行各种风速条件下的通风作业，通风检测系统对风量、温度、湿度进行检测，水分迁移高精度计量平衡系统对试验粮食重量变化情况进行准确计量。集中控制系统收集不同的通风条件下产生的各项检测参数。通过收集汇总统计通风过程中的各项数据，用于分析粮食重量变化与时间的关系研究、节点水分变化情况以及建立数学模型。

参考文献

刘恒立 董娜. 粮食、油料水分不同测定方法的研究与比较. 粮食与食品工业, 2024.

作者简介

段荣华（1985年9月—），男，山东济南，工程师，硕士研究生，机械工程专业。