

上海市粮食和物资储备局科技创新研究

结题评审材料

科技报告

课题名称：谷物干燥储藏保质高效智能实时运行系统

研发单位：上海荟蔚信息科技有限公司、
上海海洋大学、上海质科院

核心成员：韩志、庄佳程、郑贺、赵海鹏、袁训宏

日期：2024年11月13日

目 录

一、 研究背景及意义	1
1.1 项目研究背景	1
1.2 项目研究意义	1
二、 谷物干燥段数值模拟分析	1
2.1 CFD 数值模拟软件简介	1
2.2 仿真模型的假设条件	2
2.3 数学模型的建立	2
2.4 材料参数	3
2.5 初始条件与边界条件	3
2.5.1 流场初始条件与边界条件	3
2.5.2 温度场初始条件与边界条件	4
2.5.3 水分场初始条件与边界条件	4
2.6 网格划分与求解器设置	4
2.6.1 网格划分	4
2.6.2 求解器设置	5
2.6.3 网格无关性与求解精度检验	5
2.7 数值模拟与结果	5
2.7.1 速度场分析	5
2.7.2 压力场分析	7
2.7.3 结构优化分析-双侧进气变径角状管	7
三、 谷物干燥设备创新	8
3.1 一种节能使用的粮食烘干设备	8
3.1.1 技术背景	8
3.1.2 谷物烘干设备主要结构	8
3.1.3 节能粮食烘干设备实际应用方法	10
3.1.4 谷物烘干设备创新点	11
3.2 粮食干燥加工用高效分离设备	12
3.2.1 技术背景	12
3.2.2 粮食干燥加工高效分离设备主要结构	12
3.2.3 粮食干燥加工高效分离设备实际应用方法	14
3.2.4 粮食干燥加工高效分离设备创新点	14
四、 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统	15
4.1 系统操作手册	15
4.1.1 系统登陆	15
4.1.2 温湿度监测	15
4.1.3 精准调控	17
4.1.4 干燥工艺管理	18
4.1.5 数据记录与分析	20
4.1.6 设备管理	21
4.1.7 系统设置	22
4.1.8 用户权限	24

上海市粮食和物资储备局技术创新项目成果未经允许不得翻印

4.1.9 报警系统	25
4.1.10 维护与日志	26
4.2 系统源代码.....	28
4.3 数据采集.....	35
4.4 数据分析平台.....	35
4.4.1 软件开发	35
4.4.2 平台功能	36
五、总结与展望	36
5.1 结论.....	36
5.2 展望.....	37
成果展示.....	38

上海市粮食和物资储备科技创新研究项目成果未经允许不得翻印

一、研究背景及意义

1.1 项目研究背景

上海作为一座特大型粮食消费城市，需要建立以粮食收购、中转、储存、加工、销售于一体的粮源基地。着力发挥市场配置粮食资源的决定性作用，大力加强批发市场集散辐射作用。粮食干燥是保证国家粮食安全的最重要措施之一，我国年产粮食超 5 亿吨，但每年因干燥不及时或未达到储藏要求而造成霉变、发芽的粮食高达 5%。日本、美国等发达国家的粮食干燥机械化水平达加上先进的干燥储粮监测系统可实现 95%以上的机械化和系统化，我国粮食烘干机械化和系统化效率不足 10%，发展明显滞后。粮食烘干机械化水平低，传统的晾晒方式又无法满足现代化农业发展需要，导致我国粮食产后损失巨大。

1.2 项目研究意义

本项目着力于粮食安全保障、技术创新与效率提升，推动农业现代化发展。为提高烘干机械化和系统化效率，对粮食产后“质减量损”关键环节品质进行过程管控预警，优化谷物烘干工艺，加速谷物干燥全程机械化智能化控制，最大限度地减少储粮损失，是确保增产增收、稳定粮食总产量的重要途径之一，也直接影响谷物的等级和品质，进而影响到农民和粮食流通企业的经济效益，影响到粮农粮商的生产经营积极性和百姓的生活质量。

二、谷物干燥段数值模拟分析

团队依托 SolidWorks 与 FLUENT 软件建立谷物干燥段模型，调整不同进风参数，分析数值模拟结果，不断改进干燥段结构，研制出节能粮食烘干设备和粮食干燥加工用高效分离设备，同时开发智能化粮食干燥温湿度精准调控系统，精确调控干燥段参数，最大限度减少因干燥不达标而致霉变、发芽的谷物。

2.1 CFD 数值模拟软件简介

计算流体动力学（CFD）是采用相应的仿真软件对流体的热量传递、热传递传质等进行模拟的方法，其核心原理是数值求解控制流体流动的函数方程，因而得到流场在连续区域的离散分布，近似模拟流体流动的实际情况。通过该方法可将实际的流体实验转变为计算机虚拟实验，可为各装置的设计等提供参考，节约时间和成本。目前 CFD 广泛的应用于航空设计、汽车的设计、风机的设计、粮仓的通风干燥过程的模拟和换热器性能研究等多个领域。CFD 数值模拟的过程可分

为三大主要部分，即前处理、求解和后处理。

随着 CFD 技术的快速发展，出现了众多的商业应用软件，本文将选用 ANSYS2019R2 软件中的 Fluent 进行干燥段等的数值模拟分析。

2.2 仿真模型的假设条件

- (1) 假设空气流动为层流，因为多孔介质间隙的空气流速较低。
- (2) 简化试验装置外壁和角状盒为无厚度的壁面，忽略其对传热的影响。
- (3) 忽略稻谷籽粒干燥过程中的收缩变形，因为收缩变形的程度较小。
- (4) 忽略稻谷籽粒间的接触传热与稻谷籽粒内部的温度梯度。

2.3 数学模型的建立

结合谷物干燥机长方体的外形，将简化后的干燥段试验装置设计为 250mmx250mmx280mm 的长方体。在长方体内部还穿插两个五边形角状盒。五边形角装盒的五条边长分别为 40mm、45mm、45mm、40mm 和 57.85mm。

试验装置的三视图如图 2-1(a)(b)(c)所示。

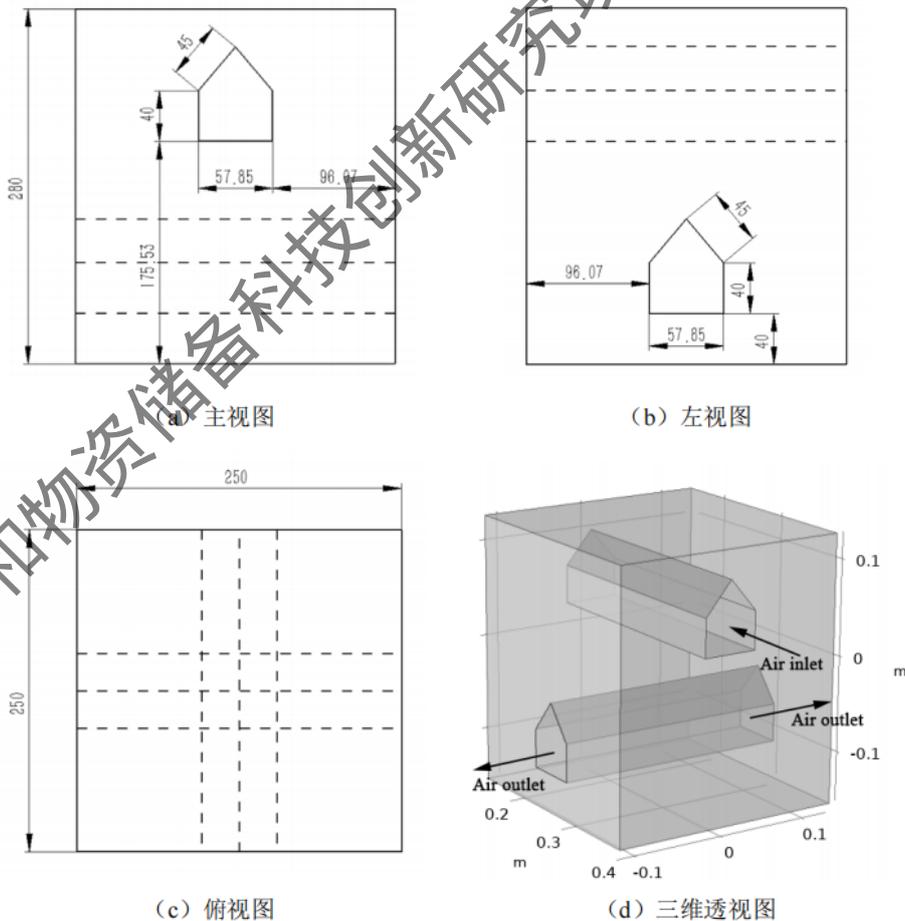


图 2-1 实验装置三视图及三位透视图

根据三视图在 SolidWorks 建模软件中建立模型，在模型建立完成后，还需要在 SolidWorks 建模软件中，将建立完毕的模型保存为 x_t 格式，这样就可以将模型导入到 fluent 中。模型导入到 fluent 后的三维透视图如图 2-1(d) 所示。

2.4 材料参数

材料参数设置中，需要设置空气材料参数和稻谷粮堆材料参数。空气的密度、比热容和导热系数等都随温度变化而明显变化，故需要将空气材料参数设置为空气温度的变量。在材料库中可以找到空气材料并且可以方便地将自变量设置为空气温度前人已经对稻谷参数进行了大量测量试验，本文以前人的测量数据为基础，对稻谷粮堆的材料参数进行设置。本文深床干燥中不考虑稻壳、麸和胚乳的密度差异，将三种密度按所占米粒体积的比例取平均值，可得 MohammadIzadifr 的密度取值。考虑到气压法测量孔隙率会将稻谷籽粒本身的孔隙率测量进去，从而造成结果偏大。稻谷籽粒本身的孔隙率在本文不被考虑，故孔隙率应小值选取。而且稻谷的装填方式也会显著影响稻谷粮堆的孔隙率，试验时为了填补稻谷自然下落堆积后，角状盒下方稻谷粮堆的凹陷，通过摇晃与振动试验装置将稻谷粮堆凹陷填平，这进一步减小了粮堆孔率。综上，稻谷粮堆孔隙率本文选取为 0.45。本文选择 3.45mm 作为稻谷的当量直径。

表 2-1 稻谷材料参数表

参数名称	参数符号	参数表达式
粮堆孔隙率	epsilon	0.45
当量直径	dp	3.45[mm]
密度	rho	$(1.029 \times (1456 + 705 \times M))$ [kg/m ³]
比热容	Cp	$(1180 + 3766 \times Mw)$ [J/(kg·K)]
导热系数	k_iso	$((0.0637 + 0.0958 \times M) / (0.656 - 0.475 \times Mw))$ [W/(m·K)]

注：Mw 为稻谷湿基含水率

2.5 初始条件与边界条件

2.5.1 流场初始条件与边界条件

流场的初始速度和初始压力均设置为 0。通过测量热风机出口热风流量和角状盒截面面积，可以换算出角状盒截面入口的平均热风风速。经过计算得到入口风速为 1.3m/s。出口压力设置为 0Pa。角状盒的四个面设置为无滑移内

壁，除了入口、出口和内壁以外，其余皆为外壁面。

2.5.2 温度场初始条件与边界条件

稻谷与热风初始值设置为 293.15K。试验装置外壁在冷空气自然对流影响会对稻谷温度与热风温度起到冷却作用，故为外壁设置一个热通量。热风机的温度设置为 60℃，所以热风的入口温度设置为 333.15K。除此之外，还需设置两个热源，一个为谷物吸收热量的热源，另一个为空气散发热量的热源，并且两个热源互为相反数。热源的大小由水分温度的变化与水分蒸发到空气中吸收潜热的变化，这两方面组成。

2.5.3 水分场初始条件与边界条件

稻谷含水率初始值设置为干基含水率 33%，热风空气含湿量初始值设定 0.0078。热风入口设置流入边界条件，将含湿量设置为 0.0078。在对出口设置出口边界条件后，还需设置一个质量源项。含湿量与质量源项也可转换为其它单位，例如使用 $\text{mol}/(\text{m}^3\text{s})$ 进行计算。计算完成后，在后处理中再将数据处理成单位为 kg/kg 的含湿量。将空气中的水蒸汽扩散系数设置为 $2.6 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ 。当空气相对湿度无限接近 1 时，平衡含水率就会失去物理意义。为了消除极端情况下的不合理取值，本文设置空气相对湿度大于 0.97 时，其值就等于 0.97，平衡含水率大于 0.29 时，其值就等于 0.29。现将初始条件汇总成表 2-2 初始条件参数表。

表 2-2 初始条件汇总表

参数名称	入风口速度	入风口温度	入风口含湿量	稻谷温度	稻谷含水率
参数符号	V_0	T_{a0}	Y_{a0}	T_{g0}	M_0
参数单位	m/s	K	kg/kg	K	kg/kg(d.b.)
参数大小	1.3	333.15	0.0078	293.15	0.33

2.6 网格划分与求解器设置

2.6.1 网格划分

网格是求解域物理离散的结果，是求解域数值离散的具体表现，更是偏微分方程求解的前提。Fluent 默认的三维网格划分形式为自由四面体网格划分，它是适用性最好的网格划分方法。本文采用物理场控制网格划分后，使用用户控制网

格进行调整的方法。

2.6.2 求解器设置

因为热风从入口流动到出口的过程中，所需时间与整个干燥时间 5h 相比很小，所以作为整个模拟的基础，求解流场时可以忽略干燥开始热风从入口流到出口的过程，只计算其稳态场。这个简化不仅是合理的，还能大幅减化计算过程。Fluent 中只需在研究中先设置稳态求解，再设置瞬态求解，就可以实现以稳态求解的结果为基础，进行后续各个物理场的瞬态求解了。在瞬态求解中，前 10min 设置时间步长为 1min，之后 290min 设置时间步长为 10min，计算范围为 0~300min。相对容差设置为 0.001。

2.6.3 网格无关性与求解精度检验

网格总数约为 23 万，在模型求解完成后，为了排除网格大小对计算结果的影响，将网格细化到 49 万。计算时间增长为原来的 3 倍多。对比稻谷平均干基含水率，计算结果在 300min 相差最大，但是差值只占比 3.4%。同理，减小相对容差到 0.0001，对比稻谷平均干基含水率，计算结果在 300min 差值占比约 0.21%。综上，在保证计算结果精度的情况下，使用 23 万左右的网格，设置相对容差为 0.001 可以尽量节省计算时间。

2.7 数值模拟与结果

在稻谷干燥时，干燥段内稻谷区域中的流场的速度、压力和稻谷层的温度等分布因素是影响稻谷干燥品质的关键因素，分析干燥过程中各个物理参数的流场等分布情况，对于提高稻谷干燥效率和干燥后品质非常重要。

2.7.1 速度场分析

热介质由进气角状管进入后，角状管内部进口端处风速最大，沿着角状管纵向方向，风速逐渐降低。

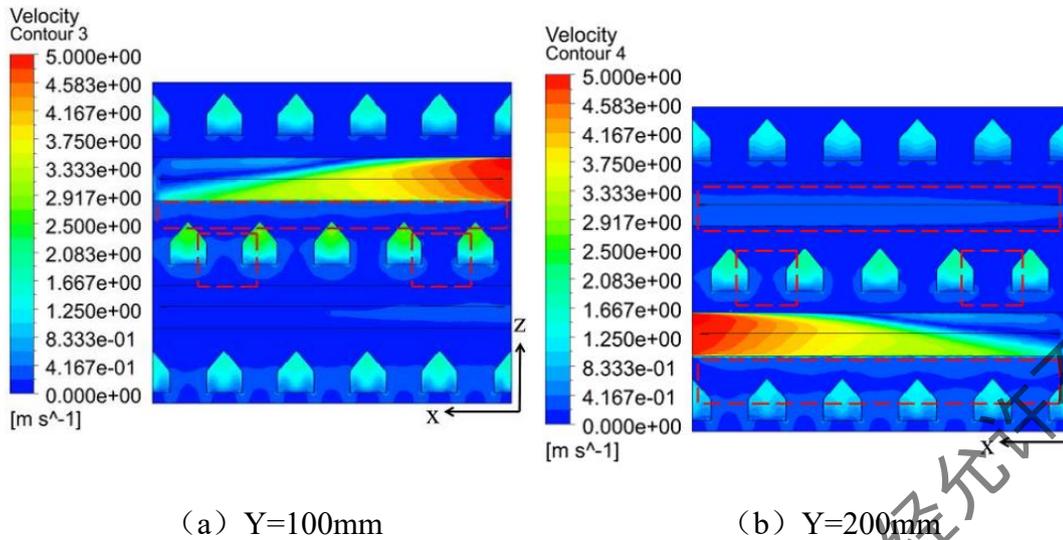


图 2-2 X-Z 截面速度场分布

由图 2-2 可知，由于热介质在流动过程中会受到粮层阻力影响，因此干燥段内部会出现风速值不一致的现象。未优化的干燥段内进气角状管下方多孔介质风速分布明显不均，随着 x 轴方向距离的增加，同一速度值范围内的区域逐渐增大，同一层相邻的两个角状管之间多孔介质区域速度差异较大。当粮流经过各区域时，由于各区域的粮层表现风速差异，会导致稻谷出现干燥不均匀现象，不利于稻谷的保质干燥。

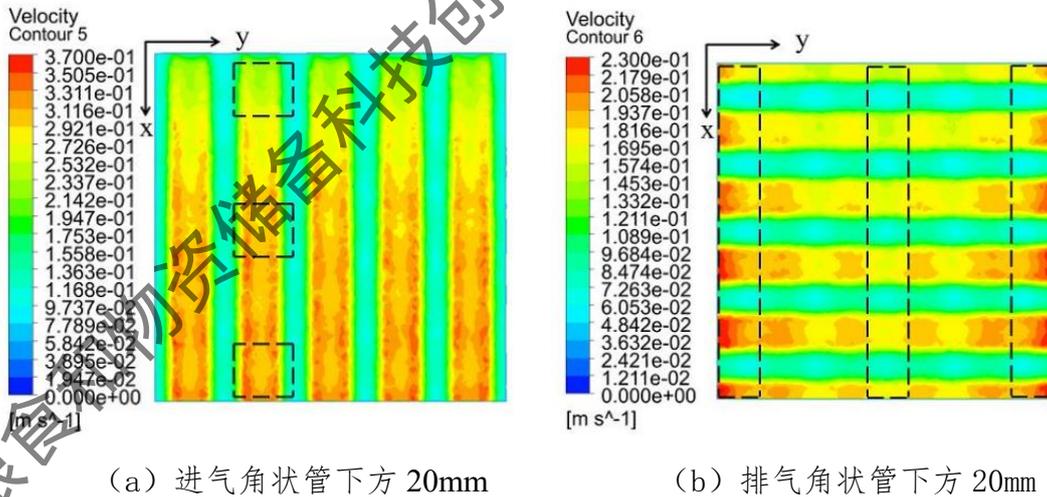


图 2-3 X-Y 截面速度场分布

由图 2-3 可知干燥段在进气角状管下方的风速分布不均匀，从 x 轴方向看，靠近进气端口处一侧的风速值小。进气角状管正下方区域稻谷层的风速值最大约为 0.36m/s，最小为 0.19m/s，差异较大；干燥段截面还出现了 x 轴方向的风场分布差异现象，这是因为其进气角状管采用单向进气导致的。

2.7.2 压力场分析

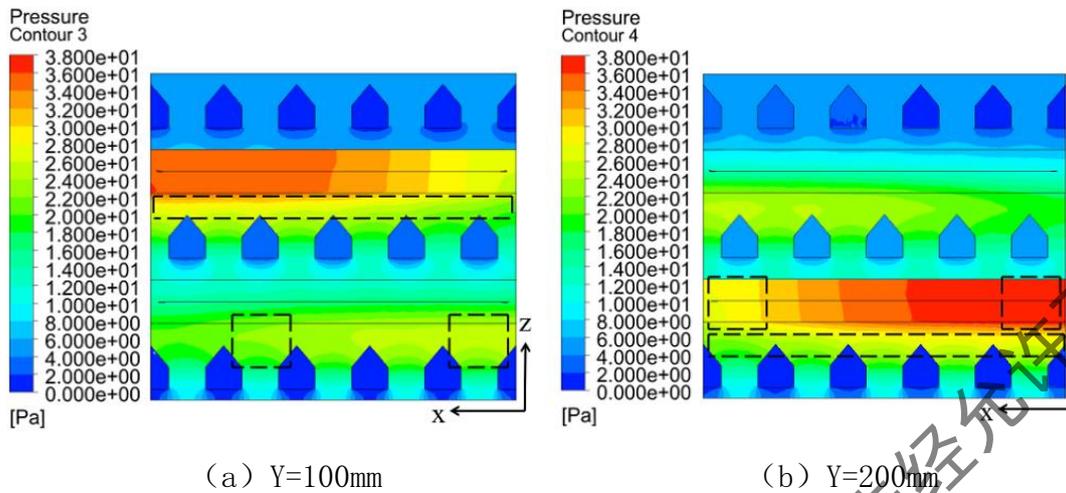


图 2-4 X-Z 截面压力场分布

由图 2-4 可知，热介质在稻谷层内扩散过程中会受到粮层阻力影响，因此粮层内产生了压力差。由图 (a) 可知，进气角状管的进口端压力最小，沿着角状管纵向方向，角状管内部压力逐渐增加，最大值为 37.68pa。干燥段内进气角状管下方的稻谷存在压力分布不均现象，远离热介质进口处的压力大。

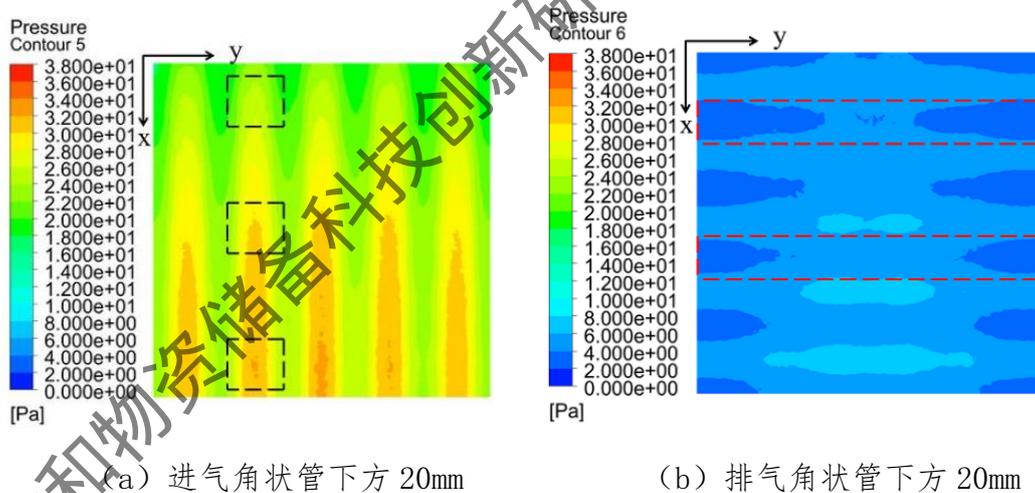


图 2-5 X-Y 截面压力场分布

由图 2-5 可知，如图 (a) 所示，其截面位于进气角状管下方，靠近进气端口处的压力值相对较低，随着离进气角状管的进气端口处距离的增加，稻谷层局部压力开始增加。干燥段在进气角状管正下方区域沿 x 轴方向的压力分布变化很大，最大压力值约为 34pa，最小压值约为 23pa，压力差值为 11pa。

2.7.3 结构优化分析-双侧进气变径角状管

由于各稻谷层流场相对稳定，当同一层的稻谷先后通过角状管下方同一位置

的截面后，将各区域风速值进行叠加，稻谷流经干燥段后整体风速都较为均衡。干燥段同一截面风速分布差异较大，部分稻谷会先经过截面的高风速区域，在经过下一稻谷层截面的低风速区域，而另一部分稻谷流经风速区域则与之相反。因此，在此过程中就会产生干燥速率差异，易导致稻谷干燥发生干燥不均现象。若选择双侧进气变径角状管，干燥段同一截面各区域的速度分布情况几乎相同，这样就可以保证各区域的稻谷干燥速率保持一致，有利于提高稻谷干燥均匀性。

随着离进气角状管的进气端口处距离的增加，稻谷层局部压力开始增加。干燥段在进气角状管正下方区域沿 x 轴方向的压力分布变化很大，干燥段内进气角状管下方的稻谷存在压力分布不均现象，远离热介质进口处的压力大。若选择双侧进气变径角状管，干燥段内位于角状管下方稻谷层压力不均匀区域有所减小，靠近进气端口处的压力值略微低于中心处，压力分布差异显著降低。排气角状管下方的稻谷层，靠近排气端口处的压力偏低，由两侧向中心位置逐渐增加，实现均匀分布。

三、谷物干燥设备创新

3.1 一种节能使用的粮食烘干设备

3.1.1 技术背景

粮食在收割之后为了保证存储质量，需要对其进行烘干处理，传统的烘干方式主要是人工晾晒，但这种方式在大规模粮食收割后很难有足够的地方进行晾晒，从而影响烘干效果和效率，这便需要一种粮食烘干设备，实现粮食的自动化烘干操作，从而提高加工效率。

现有的粮食烘干设备包括除杂箱、烘干筒和加热风机，通过除杂箱将粮食内的杂质去除，然后通过提升装置将粮食转运到烘干筒内，随后加热风机对进入烘干筒的粮食进行烘干处理，整个装置采用传统能源驱动，能耗较高，并且加热风机的烘干方式使得部分粮食存在烘干死角，从而影响烘干效率，为了保证烘干质量，需要进行循环的上下料，这种方式使得装置的能耗较高，这便需要一种节能使用的粮食烘干设备。

3.1.2 谷物烘干设备主要结构

节能粮食烘干设备，包括除杂机构和烘干机构，烘干机构包括烘干箱，烘干箱侧壁均匀设有多个加热风机，除杂机构位于烘干箱上方设置，除杂机构包括除

杂箱，除杂箱与烘干箱之间连通设有锥形导料管，除杂箱一侧外壁固定连通设有鼓风机，除杂箱另一侧外壁固定连通设有集尘箱，除杂箱顶面连通设有上料口，烘干箱内均匀设有多个倾斜导料板，烘干箱一侧外壁底端连通设有配合最底端倾斜导料板的下料口，烘干箱顶面设有位于除杂机构一侧的设备箱，设备箱内设有储能电池和控制器，设备箱顶面设有太阳能机构，太阳能机构包括太阳能板，设备箱内设有与太阳能板和储能电池配合的逆变器。

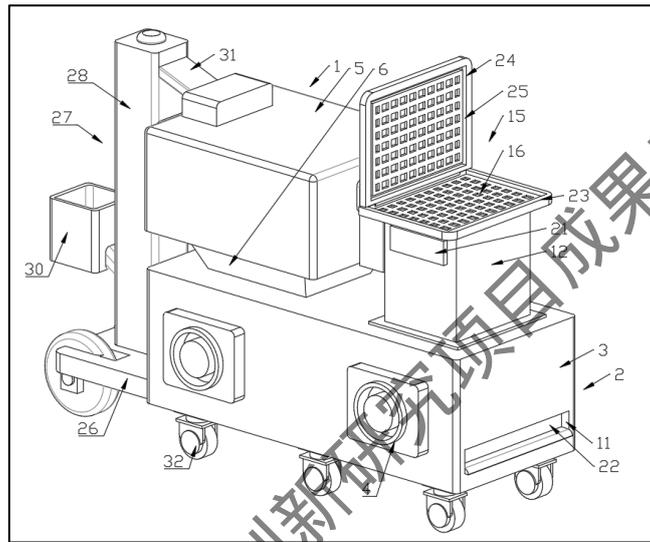


图 3-1 节能粮食烘干设备模型第一立体图

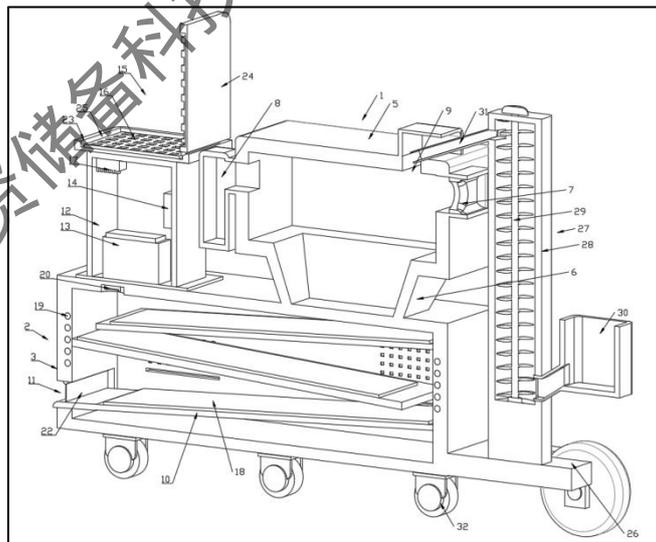


图 3-2 节能粮食烘干设备剖面立体图

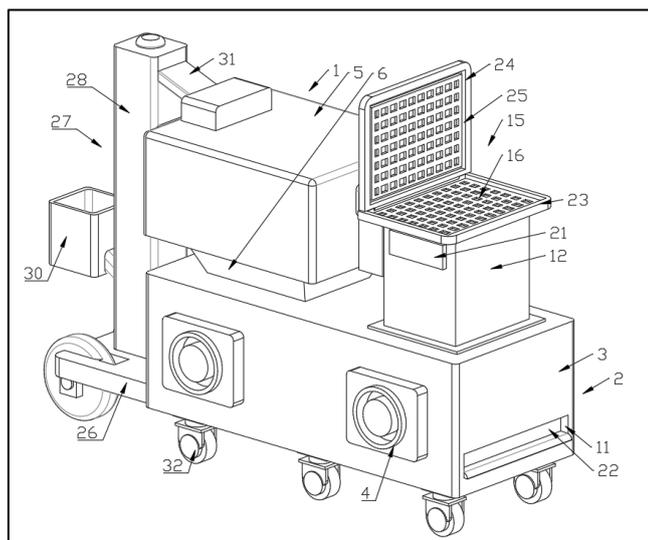


图 3-3 节能粮食烘干设备模型第一立体图

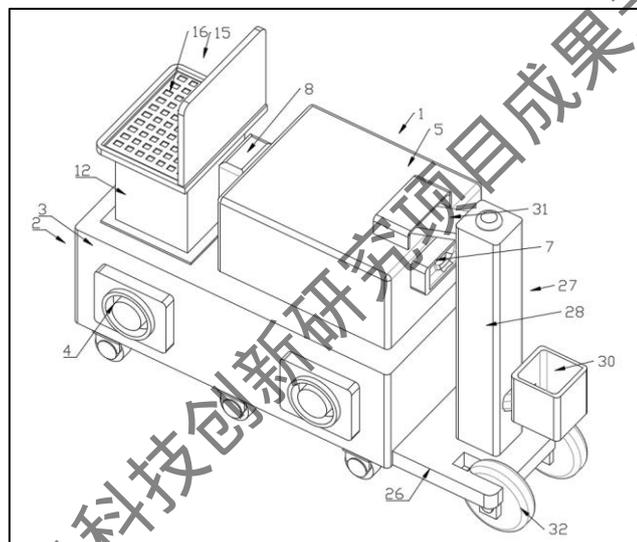


图 3-4 节能粮食烘干设备模型第一立体图

1、除杂机构；2、烘干机构；3、烘干箱；4、加热风机；5、除杂箱；6、锥形导料管；7、鼓风机；8、集尘箱；9、上料口；10、倾斜导料板；11、下料口；12、设备箱；13、储能电池；14、控制器；15、太阳能机构；16、太阳能板；17、逆变器；18、加热板；19、加热线圈；20、温度传感器；21、温度调节器；22、拨料板；23、底框；24、顶框；25、凹槽；26、承重板；27、上料机构；28、上料框；29、螺旋上料杆；30、粮食框；31、上料管；32、移动轮。

3.1.3 节能粮食烘干设备实际应用方法

将节能粮食烘干设备通过移动轮移动至方便使用位置，将需要烘干的粮食放入粮食框内，粮食框内的粮食不断进入上料框内，通过螺旋上料杆的转动将粮食不断向上输送，粮食最终通过上料管进入上料口，开启鼓风机，鼓风机对

进入除杂箱内的粮食进行风选处理，较轻的灰尘等杂质被吹向集尘箱内进行收集，除杂之后的粮食通过锥形导料管自动进入烘干箱内，依次落到倾斜导料板上，烘干箱内的加热风机工作，配合加热板和加热线圈，对倾斜导料板上的粮食进行加热烘干，在温度传感器和温度调节器的配合下调整烘干温度，烘干之后粮食落入最底端的倾斜导料板上，拨料板间歇式转动实现下料口的打开，从而烘干处理的粮食被释放排出，实现粮食的高效节能加工处理。

设备箱顶面设有太阳能机构，太阳能机构包括太阳能板，设备箱内设有与太阳能板和储能电池配合的逆变器，设备箱顶面设有底框，底框顶面铰接设有顶框，顶框通过电力驱动转动一定角度，底框和顶框相互靠近一侧整体均设有凹槽，太阳能板位于凹槽内螺栓固定设置；

在装置使用时顶框转动倾斜一定的角度，凹槽内的太阳能板工作吸收太阳能转换成电能，并在逆变器的作用下存储在储能电池中，需要时通过控制器配合逆变器进行太阳能的使用，在不使用时顶框被控制转动至紧贴底框，对太阳能板进行收纳防护，降低损坏风险。

节能粮食烘干设备使用时，首先将设备通过移动轮移动至方便使用位置，顶框转动倾斜一定的角度，凹槽内的太阳能板工作吸收太阳能转换成电能，并在逆变器的作用下存储在储能电池中，需要时通过控制器配合逆变器进行太阳能的使用；

将需要烘干的粮食放入粮食框内，粮食框内的粮食不断进入上料框内，通过螺旋上料杆的转动将粮食不断向上输送，粮食最终通过上料管进入上料口，开启鼓风机，鼓风机对进入除杂箱内的粮食进行风选处理，较轻的灰尘等杂质被吹向集尘箱内进行收集，除杂之后的粮食通过锥形导料管自动进入烘干箱内，依次落到倾斜导料板上，烘干箱内的加热风机工作，配合加热板和加热线圈，对倾斜导料板上的粮食进行加热烘干，在温度传感器和温度调节器的配合下调整烘干温度，之后烘干之后粮食落入最底端的倾斜导料板上，拨料板间歇式转动实现下料口的打开，从而烘干处理的粮食被释放排出，实现粮食的高效节能加工处理。

3.1.4 谷物烘干设备创新点

(1) 精准加热烘干，降低能耗。

倾斜导料板顶面设有加热板，烘干箱壁体内嵌入设有加热线圈，烘干箱顶端内壁设有温度传感器，设备箱上设有与加热线圈、加热板和加热风机电性连接的温度调节器，多个温度可控的加热组件配合温度传感器可以实现对粮食的精确加热，提高粮食的干燥效果和生产效率，配合太阳能机构提高能源利用效率。

(2) 利用太阳能储电，减少对传统能源的依赖，提高能源利用效率。

设备箱顶面设有底框，底框顶面铰接设有顶框，顶框通过电力驱动转动一定角度，底框和顶框相互靠近一侧壁体均设有凹槽，太阳能板位于凹槽内螺栓固定设置，方便实现太阳能板的收纳，并且可以调整太阳能板的角度，实现太阳能的充分利用。

(3) 调整上料速度，避免上料过多影响粮食烘干的效率。

烘干箱远离下料口一侧外壁底端固定设有承重板，承重板顶面设有上料机构，上料机构包括位于承重板顶面的上料框，上料框内转动设有螺旋上料杆，上料框底端固定连通设有粮食框，上料框顶端连通设有延伸至上料口内的上料管，实现粮食的匀速上料，可以通过控制螺旋上料杆的转速调整上料速度，避免上料过多影响粮食烘干的效率。

3.2 粮食干燥加工用高效分离设备

3.2.1 技术背景

现有的粮食干燥加工用的分离设备包括分离机构，将待处理的粮食通过进料口送入分离机构内，分离机构内的振动筛对粮食进行过滤处理，去除大颗粒杂质、石子等，但是在粮食分离过程中由于振动筛的晃动，使得粉尘四溢，影响加工环境的同时还会对粮食的品质造成影响，需要额外的粉尘去除单元，这便会降低加工效率，并且振动筛在长时间的使用之后不可避免会因为杂质发生堵塞现象，从而影响分离效率，这便需要一种粮食干燥加工用高效分离设备。

粮食干燥加工高效分离设备是一种用于粮食加工过程中的设备，主要作用是将粮食中的杂质分离出来，以达到净化的目的，从而提高粮食干燥之后的品质。

3.2.2 粮食干燥加工高效分离设备主要结构

一种粮食干燥加工用高效分离设备，包括分离机构和分离振动电机，分离

机构包括粮食箱体，粮食箱体顶面设有锥形管，锥形管底端延伸至粮食箱体内部设置，锥形管内设有过滤筛，锥形管上方依次设有多个过滤框，过滤框内设置过滤筛，锥形管和过滤框顶面均设有安装凹槽，过滤框底面设有延伸至安装凹槽内的限位板，锥形管和过滤框外壁均设有多个定位板，定位板上贯穿设有定位通孔，定位通孔上共同贯穿设有定位杆，定位杆底端外壁设有定位螺纹槽，定位螺纹槽上配套螺纹连接设有紧贴定位板底面的定位螺帽，粮食箱体顶面螺栓连接设有位于过滤框四周的透明框，透明框上贯穿设有上料管，透明框上对称设有一组吸尘风机。

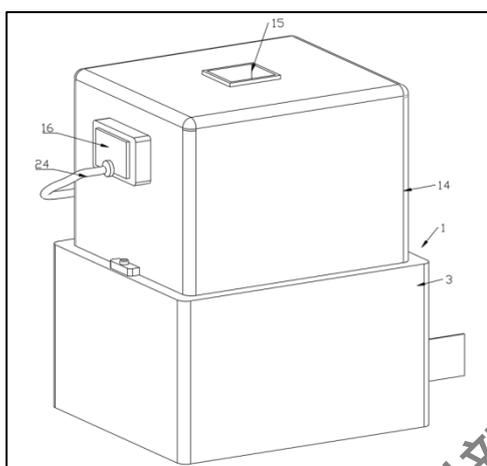


图 3-5 设备立体图

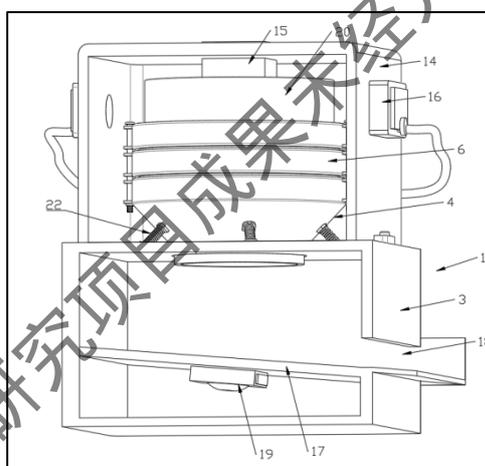


图 3-6 设备剖面立体图

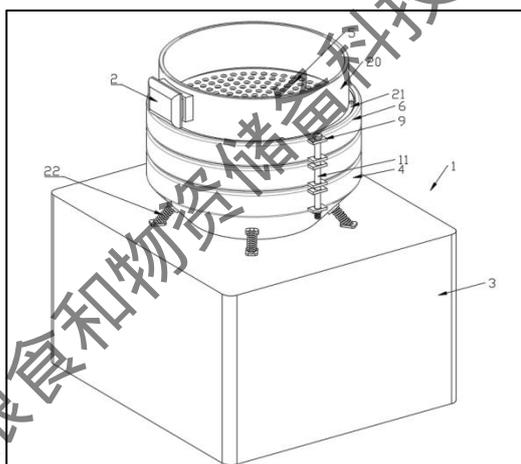


图 3-7 设备分离机构立体图

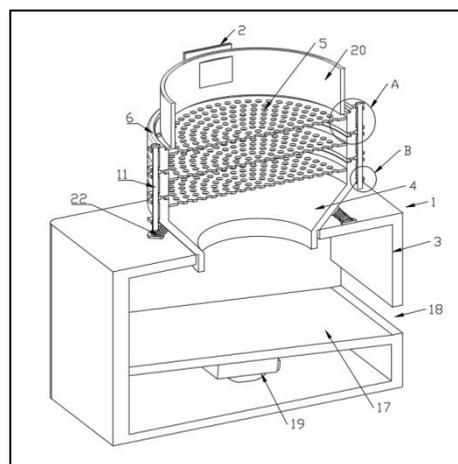


图 3-8 设备分离机构剖面立体图

1、分离机构；2、分离振动电机；3、粮食箱体；4、锥形管；5、过滤筛；6、过滤框；7、安装凹槽；8、限位板；9、定位板；10、定位通孔；11、定位杆；12、定位螺纹槽；13、定位螺帽；14、透明框；15、上料管；16、吸尘风机；17、倾斜排料板；18、排料口；19、下料振动电机；20、导料管；21、安装板；22、复位弹簧；23、集尘箱；24、输尘管；25、排风管。

3.2.3 粮食干燥加工高效分离设备实际应用方法

粮食干燥加工用高效分离设备包括分离机构和分离振动电机,分离机构包括粮食箱体,粮食箱体顶面设有锥形管,锥形管底端延伸至粮食箱体内设置,锥形管内设有过滤筛,锥形管上方依次设有多个过滤框,过滤框内设置过滤筛,锥形管和过滤框顶面均设有安装凹槽,过滤框上方设有导料管,导料管上设有位于安装凹槽内的安装板,分离振动电机位于导料管外壁固定设置,安装板与安装凹槽螺栓连接,锥形管外壁均匀设有多个复位弹簧,复位弹簧另一端与粮食箱体顶面固定连接,粮食箱体内设有倾斜排料板,粮食箱体侧壁设有配合倾斜排料板的排料口,倾斜排料板底面设有下料振动电机,粮食箱体顶面螺栓连接设有位于过滤框四周的透明框,透明框上贯穿设有上料管,透明框上对称设有一组吸尘风机,透明框一侧外壁固定设有集尘箱,吸尘风机与集尘箱之间连接设有输尘管,集尘箱内设置隔尘板,输尘管与集尘箱连通位置位于隔尘板下方,集尘箱顶面连通设有排风管。

将导料管通过安装板与安装凹槽螺栓连接将透明框放置在过滤框四周,对透明框进行螺栓固定,通过上料管均匀往分离机构内上料,粮食通过导料管依次进入过滤框内,分离振动电机振动使得分离机构振动,复位弹簧配合振筛工作的顺利进行,从而使得粮食进行振筛工作,石子等杂质留在过滤框内的过滤筛上,通过分离处理之后的粮食通过锥形管进入粮食箱体内,并在倾斜排料板的配合下将粮食通过排料口释放,下料振动电机的工作可以使得粮食的下料更加顺利,在分离过程中,吸尘风机将粉尘通过输尘管输送到集尘箱内,集尘箱内的隔尘板将粉尘隔离在集尘箱内部底端,空气通过排风管释放。

过滤框底面设有延伸至安装凹槽内的限位板,锥形管和过滤框外壁均设有多个定位板,定位板上贯穿设有定位通孔,定位通孔上共同贯穿设有定位杆,定位杆底端外壁设有定位螺纹槽,定位螺纹槽上配套螺纹连接设有紧贴定位板底面的定位螺帽。定期将定位螺帽取下,取出定位杆,之后将过滤框依次取下进行清理,清理之后将过滤框依次放置,使得限位板进入安装凹槽内,将定位杆从上至下依次贯穿定位板的定位通孔,使用定位螺栓与定位螺纹槽螺纹连接直至紧贴定位板底面,完成过滤框的清理安装操作,保证分离效率。

3.2.4 粮食干燥加工高效分离设备创新点

(1) 过滤框可拆卸方便过滤筛的清理操作，保证分离效率降低堵塞风险。

粮食箱体内部设有倾斜排料板，粮食箱体侧壁设有配合倾斜排料板的排料口，倾斜排料板底面设有下料振动电机，方便分离处理之后的粮食充分下料。锥形管外壁均匀设有多个复位弹簧，复位弹簧另一端与粮食箱体顶面固定连接，可以配合分离振动电机的振筛工作。过滤框上方设有导料管，导料管上设有位于安装凹槽内的安装板，分离振动电机位于导料管外壁固定设置，安装板与安装凹槽螺栓连接，方便对粮食进行导料，降低粮食在振筛过程中溢出的风险。

(2) 充分收集分离的粉尘，降低分离的负担，提高粮食分离的效率。

透明框一侧外壁固定设有集尘箱，吸尘风机与集尘箱之间连接设有输尘管，集尘箱内设置隔尘板，输尘管与集尘箱连通位置位于隔尘板下方，集尘箱顶面连通设有排风管，方便将粉尘进行充分收集。

第四章 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统

4.1 系统操作手册

4.1.1 系统登陆

在 Chrome 浏览器地址栏中输入系统的访问地址，即可进入登录界面。您需要输入正确的用户名和密码，然后单击[登录]按钮即可登录本系统。系统登录界面如图所示：

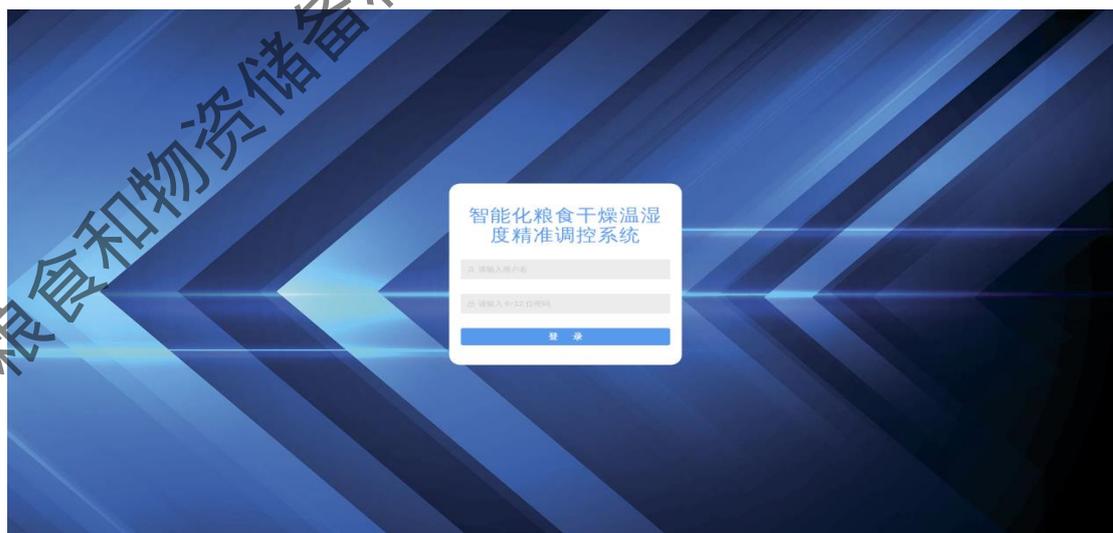


图 4-1 系统登陆页面

4.1.2 温湿度监测

点击菜单“温湿度监测”进入温湿度监测界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮，添加新的温湿度监测操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面，如图 4.2 所示。

在新增页面中可以输入温度、湿度、传感器编号、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个温湿度监测信息的操作流程如下，点击想要修改的温湿度监测列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动温度、湿度、传感器编号、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除温湿度监测的操作流程如下，可以选中多条温湿度监测列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除，如图 4-3 所示。



图 4-2 温湿度监测页面

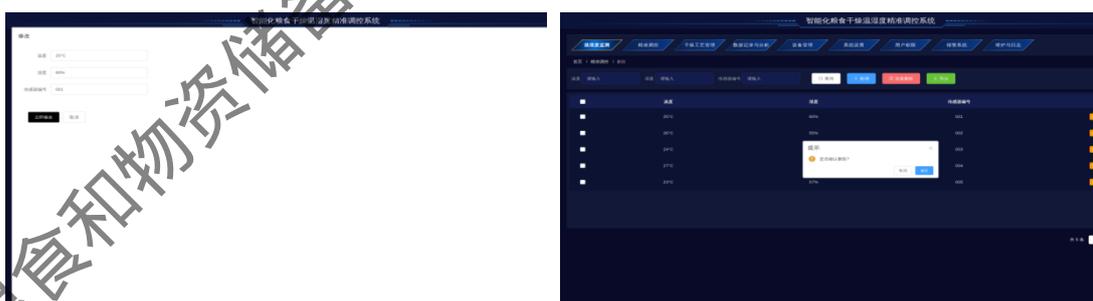


图 4-3 温湿度修改页面

输入查询条件，例如温度、湿度、传感器编号、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示，如图 4-4 所示。

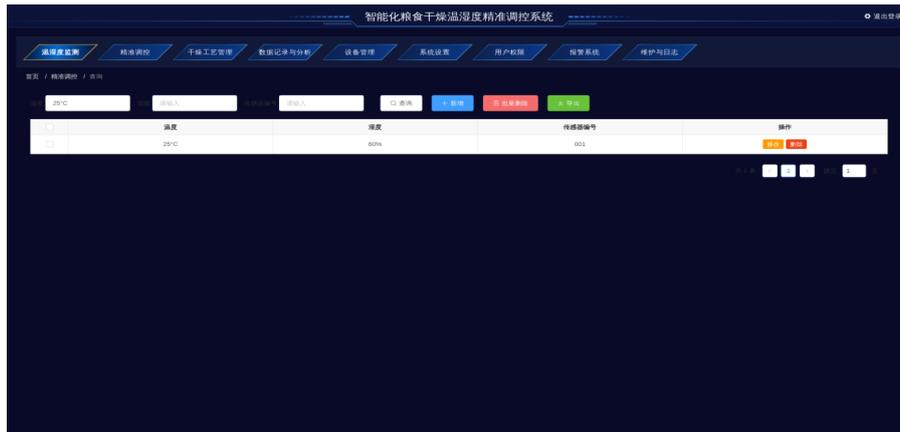


图 4-4 温湿度查询页面

4.1.3 精准调控

点击菜单“精准调控”进入精准调控界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的精准调控操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入设定温度、设定湿度、控制方式、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个精准调控信息的操作流程如下，点击想要修改的精准调控列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动设定温度、设定湿度、控制方式、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除精准调控的操作流程如下，可以选中多条精准调控列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-5 精准调控页面



图 4-6 精准调控新增页面

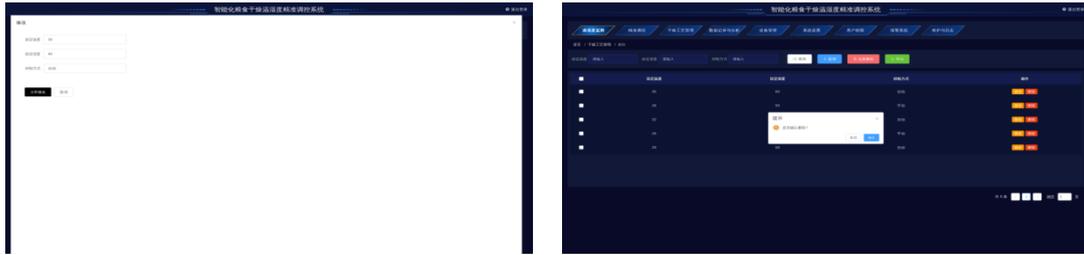


图 4-7 精准调控修改页面

输入查询条件，例如设定温度、设定湿度、控制方式、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。



图 4-8 精准调控查询页面

4.1.4 干燥工艺管理

点击菜单“干燥工艺管理”进入干燥工艺管理界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的干燥工艺操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入干燥时间、干燥温度、干燥湿度、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个干燥工艺信息的操作流程如下，点击想要修改的干燥工艺列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动干燥时间、干燥温度、干燥湿度、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除干燥工艺的操作流程如下，可以选中多条干燥工艺列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击

其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-9 干燥工艺管理页面



图 4-10 干燥工艺管理新增页面



图 4-11 干燥工艺管理修改页面



图 4-12 干燥工艺管理删除页面

输入查询条件，例如干燥时间、干燥温度、干燥湿度、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。

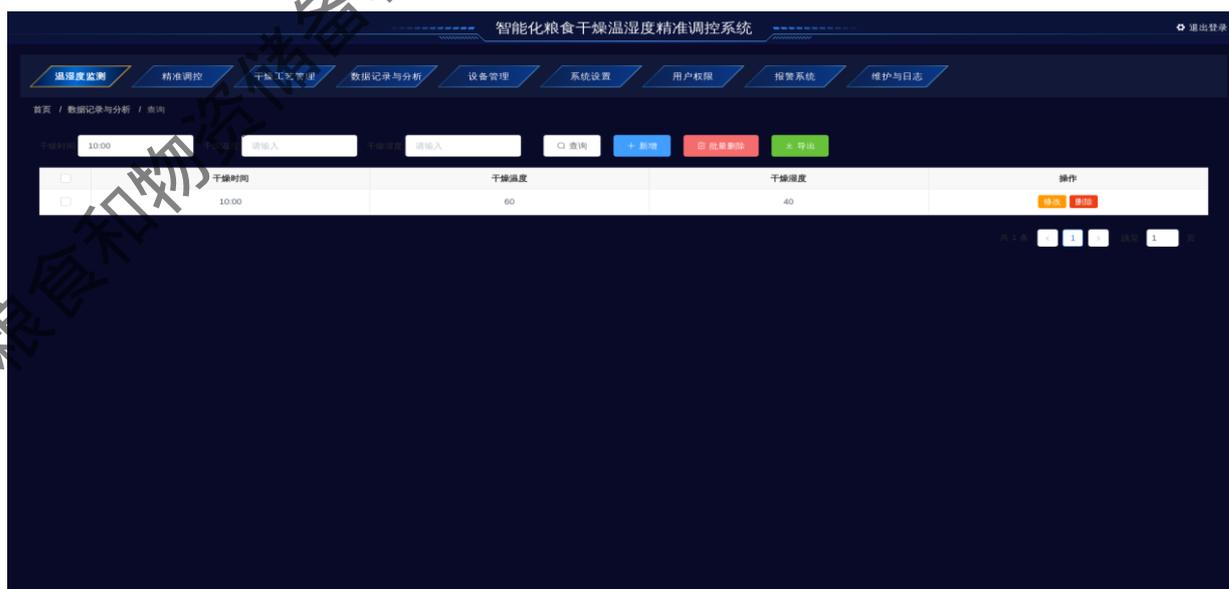


图 4-13 干燥工艺管理查询页面

4.1.5 数据记录与分析

点击菜单“数据记录与分析”进入数据记录与分析界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的数据记录与分析操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入记录时间、温度数据、湿度数据、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个数据记录与分析信息的操作流程如下，点击想要修改的数据记录与分析列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动记录时间、温度数据、湿度数据、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除数据记录与分析的操作流程如下，可以选中多条数据记录与分析列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。

c

图 4-14 数据记录与分析页面

图 4-15 数据记录与分析新增页面



图 4-16 数据记录与分析修改页面



图 4-17 数据记录与分析删除页面

输入查询条件，例如记录时间、温度数据、湿度数据、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。

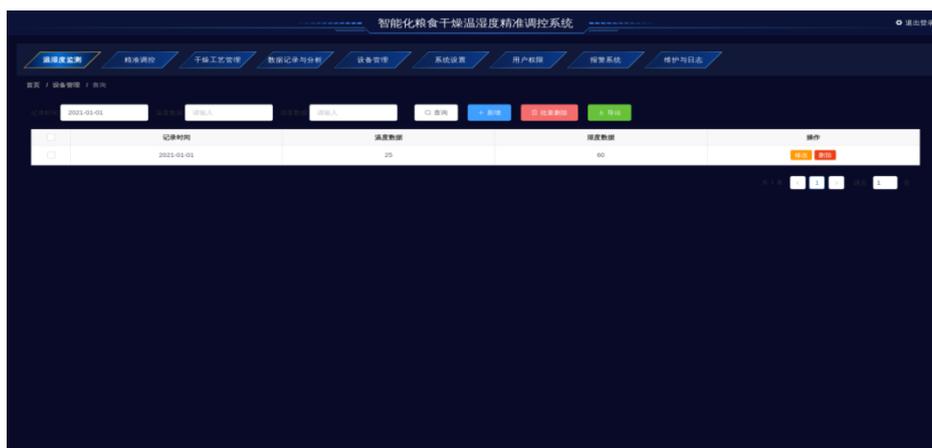


图 4-18 数据记录与分析查询页面

4.1.6 设备管理

点击菜单“设备管理”进入设备管理界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的设备操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入设备编号、设备状态、设备位置、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个设备信息的操作流程如下，点击想要修改的设备列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动设备编号、设备状态、设备位置、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除设备的操作流程如下，可以选中多条设备列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-19 设备管理页面



图 4-20 设备管理新增页面



图 4-21 设备管理修改页面



图 4-22 设备管理删除页面

输入查询条件，例如设备编号、设备状态、设备位置、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。



图 4-23 数据记录与分析查询页面

4.1.7 系统设置

点击菜单“系统设置”进入系统设置界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的系统设置操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入系统语言、时间设置、报警设置、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个系统设置信息的操作流程如下，点击想要修改的系统设置列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动系统语言、时间设置、报警设置、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除系统设置的操作流程如下，可以选中多条系统设置列表信息，点击列表上方的“批量删除”

按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-24 系统设置页面



图 4-25 系统设置新增页面



图 4-26 系统设置修改页面

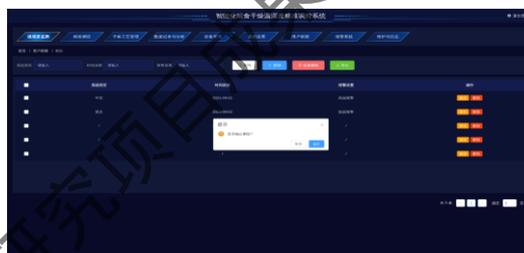


图 4-27 系统设置删除页面

输入查询条件，例如系统语言、时间设置、报警设置、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。

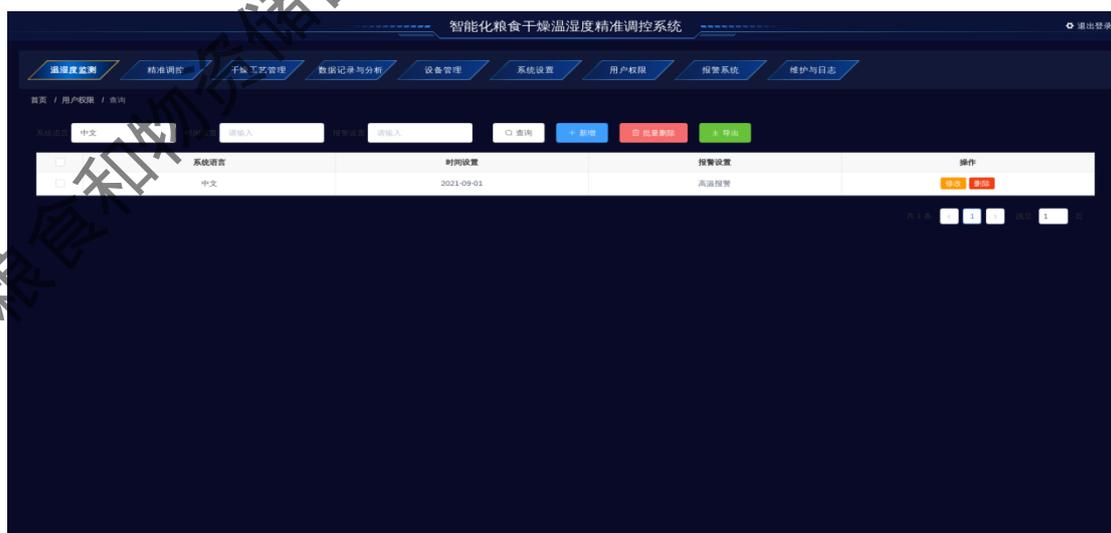


图 4-28 系统设置查询页面

4.1.8 用户权限

点击菜单“用户权限”进入用户权限界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的用户权限操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入用户名、密码、用户角色、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个用户权限信息的操作流程如下，点击想要修改的用户权限列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动用户名、密码、用户角色、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除用户权限的操作流程如下，可以选中多条用户权限列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-29 用户权限页面



图 4-30 用户权限新增页面



图 4-31 用户权限修改页面



图 4-32 用户权限删除页面

输入查询条件，例如用户名、密码、用户角色、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。

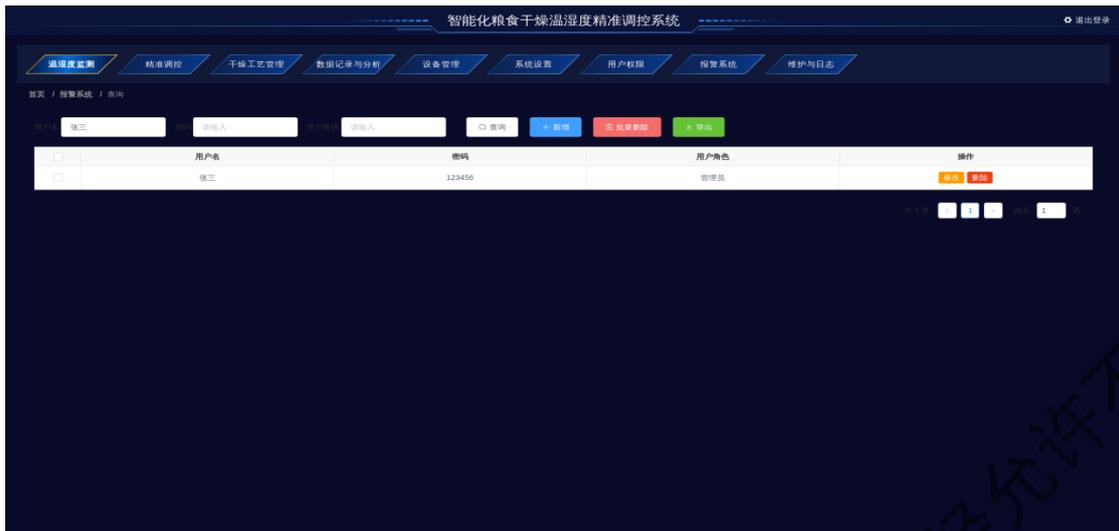


图 4-33 系统设置查询页面

4.1.9 报警系统

点击菜单“报警系统”进入报警系统界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮，如下图所示：添加新的报警系统操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入报警时间、报警类型、报警内容、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个报警系统信息的操作流程如下，点击想要修改的报警系统列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动报警时间、报警类型、报警内容、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除报警系统的操作流程如下，可以选中多条报警系统列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-34 报警系统页面



图 4-35 报警系统新增页面

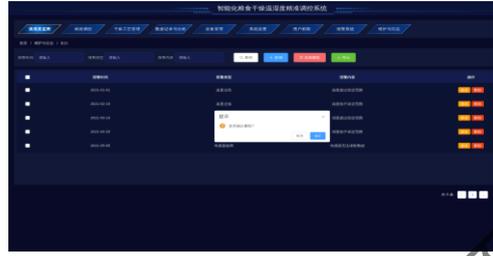


图 4-36 报警系统修改页面

图 4-37 报警系统删除页面

输入查询条件，例如报警时间、报警类型、报警内容、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。



图 4-38 系统设置查询页面

4.1.10 维护与日志

点击菜单“维护与日志”进入维护与日志界面。界面上有查询、新增、修改和删除等按钮。添加新的维护与日志操作流程如下，点击“新增”按钮，打开新增页面。在新增页面中可以输入维护人员、维护时间、维护内容、信息，点击“立即修改”按钮即可新增成功，也可点击取消按钮取消。修改单个维护与日志信息的操作流程如下，点击想要修改的维护与日志列表中的“修改”按钮打开修改页面。在修改页面中可以改动维护人员、维护时间、维护内容、信息，点击“立即修改”按钮即可修改成功，也可点击取消按钮取消。删除维护

与日志的操作流程如下，可以选中多条维护与日志列表信息，点击列表上方的“批量删除”按钮进行批量删除，也可以只选择某一条想要删除的信息，点击其对应行末尾的“删除”图标按钮发起删除操作。点击对话框中的“确定”按钮即可完成删除记录的操作，也可以点击“取消”按钮取消删除。



图 4-39 维护与日志页面



图 4-40 维护与日志新增页面



图 4-41 维护与日志修改页面

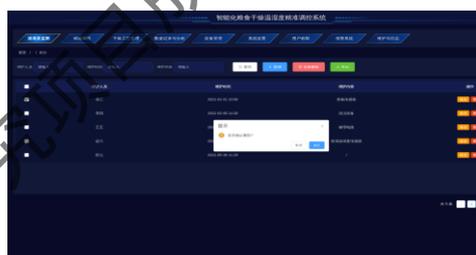


图 4-42 维护与日志删除页面

输入查询条件，例如维护人员、维护时间、维护内容、，然后点击“查询”按钮，查询结果会显示在列表中。

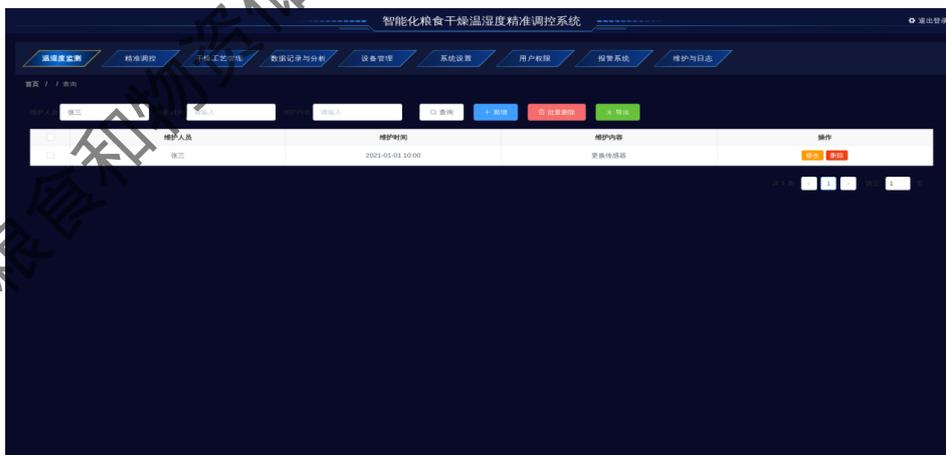


图 4-43 维护与日志查询页面

4.2 系统源代码

智能化粮食干燥温湿度精准调控系统部分功能模块源代码如下图 4-44 所示。

```
智能化粮食干燥温湿度精准调控系统 V1.0 1
# 精准调控功能模块
<template>
  <view>
    <input class="space searchInput" placeholder="精准调控搜索" />
    <button size="mini" class="space searchButton">搜索</button>
    <button size="mini" class="space createButton" @click="navToCreate">创建</button>
  >
  <uni-table class="space" border stripe emptyText="暂无更多数据">
    <uni-tr>
      <uni-th align="center">设定温度</uni-th>
      <uni-th align="center">设定湿度</uni-th>
      <uni-th align="center">控制方式</uni-th>
    </uni-tr>
    <uni-tr @click="navToEdit">
      <uni-td><uni-icons class="deletelcon" type="trash"></uni-icons></uni-td>
    </uni-tr>
  </uni-table>
</view>
</template>
<script>
  export default {
    data() {
      return {
        tableData: []
      }
    },
    methods: {
      navToCreate() {
        uni.navigateTo({
          url: "/pages/tableView/create"
        })
      },
      navToEdit() {
        uni.navigateTo({
          url: "/pages/tableView/edit"
        })
      }
    }
  }
</script>
<style>
  .space {
    margin: 24px;
  }
  .searchInput {}
  .searchButton {
    background-color: white;
  }
  .createButton {
    background-color: cornflowerblue;
  }
</style>
```

```
serializer.is_valid(raise_exception=True)
self.perform_update(serializer)
if getattr(instance, "_prefetched_objects_cache", None):
    instance._prefetched_objects_cache = {}
return Response(serializer.data)
def partial_update(self, request, *args, **kwargs):
    kwargs["partial"] = True
    return self.update(request, *args, **kwargs)
def retrieve(self, request, *args, **kwargs):
    instance = self.get_object()
    serializer = self.get_serializer(instance)
    return Response(serializer.data)
def destroy(self, request, *args, **kwargs):
    instance = self.get_object()
    self.perform_destroy(instance)
    return Response(status=status.HTTP_204_NO_CONTENT)
# 报警系统模块的密码加密方法
class ModelFormMetaClass(DeclarativeFieldsMetaClass):
    def __new__(mcs, name, bases, attrs):
        new_class = super().__new__(mcs, name, bases, attrs)
        if bases == (BaseModelForm,):
            return new_class
        opts = new_class._meta = ModelFormOptions(getattr(new_class, "Meta", None))
    def __init__(self, model):
        for opt in ["fields", "exclude", "localized_fields"]:
            value = getattr(self, opt)
            if isinstance(value, str) and value != ALL_FIELDS:
                msg = (
                    "%(model)s.Meta.%(opt)s cannot be a string. Did you mean to
                    type: '%(value)s'?"
                    % {"model": new_class.__name__, "opt": opt, "value": value}
                )
                raise TypeError(msg)
        if self.model:
            if self.fields is None and self.exclude is None:
                raise ImproperlyConfigured(
                    "Creating a ModelForm without either the 'fields' attribute
                    or the 'exclude' attribute is prohibited; form %s needs updating."
                    % name
                )
            if self.fields != ALL_FIELDS:
                self.fields = None
            fields = fields_for_model(
                self.model,
                self.fields,
                self.exclude,
                self.widgets,
                self.formfield_callback,
                self.localized_fields,
                self.labels,
```

```

    opts.help_texts,
    opts.error_messages,
    opts.field_classes,
    apply_limit_choices_to=False,
    form_declared_fields=new_class.declared_fields,
)
none_model_fields = {k for (k, v) in fields.items() if not v}
missing_fields = none_model_fields.difference(new_class.declared_fie
lds)
if missing_fields:
    message = "Unknown field(s) (%s) specified for %s"
    message %= ("", ".join(missing_fields), opts.model.__name__)
    raise FieldError(message)
fields.update(new_class.declared_fields)
else:
    fields = new_class.declared_fields
new_class.base_fields = fields
return new_class

# 用户权限功能模块
<template>
  <view>
    <input class="space searchInput" placeholder="用户权限搜索" />
    <button size="mini" class="space searchButton">搜索</button>
    <button size="mini" class="space createButton" @click="navToCreate">创建</button>
  >
    <uni-table class="space" border stripe emptyText="暂无更多数据">
      <uni-tr>
        <uni-th align="center">用户名</uni-th>
        <uni-th align="center">密码</uni-th>
        <uni-th align="center">用户角色</uni-th>
      </uni-tr>
      <uni-tr @click="navToEdit">
        <uni-td><uni-icons class="deleteIcon" type="trash"></uni-icons></uni-td>
      </uni-tr>
    </uni-table>
  </view>
</template>
<script>
  export default {
    data() {
      return {
        tableData: []
      }
    },
    methods: {
      navToCreate() {
        uni.navigateTo({
          url: "/pages/tableView/create"
        })
      }
    }
  }
}

```

```
    },
    navToEdit() {
      uni.navigateTo({
        url: "/pages/tableView/edit"
      })
    }
  }
}
</script>
<style>
  .space {
    margin: 24rpx;
  }
  .searchInput {}
  .searchButton {
    background-color: white;
  }
  .createButton {
    background-color: cornflowerblue;
  }
  .deletelcon {
    color: #F53F3F;
  }
</style>
// 用户权限模块的 easyPieChart 方法
var path = require('path')var utils = require('./utils')
var webpack = require('webpack')
var config = require('./config')
var merge = require('webpack-merge')
var baseWebpackConfig = require('./webpack.base.conf')
var CopyWebpackPlugin = require('copy-webpack-plugin')
var HtmlWebpackPlugin = require('html-webpack-plugin')
var ExtractTextPlugin = require('extract-text-webpack-plugin')
var OptimizeCSSPlugin = require('optimize-css-assets-webpack-plugin')
var env = config.build.process.env.env_config+'Env'
function resolveApp(relativePath) {
  return path.resolve(relativePath);
}
var webpackConfig = merge(baseWebpackConfig, {
  module: {
    rules: utils.styleLoaders({
      sourceMap: config.build.productionSourceMap,
      extract: true
    })
  },
  devtool: config.build.productionSourceMap ? '#source-map' : false,
  output: {
    path: config.build.assetsRoot,
    filename: utils.assetsPath('js/[name].[chunkhash].js'),
    chunkFilename: utils.assetsPath('js/[id].[chunkhash].js'),
```

```
publicPath: config.build.assetsPublicPath
},
plugins: [
  new webpack.DefinePlugin({
    'process.env': env
  }),
  new webpack.optimize.UglifyJsPlugin({
    compress: {
      warnings: false
    },
    sourceMap: true
  }),
  new ExtractTextPlugin({
    filename: utils.assetsPath('css/[name].[contenthash].css')
  }),
  new OptimizeCSSPlugin(),
  new HtmlWebpackPlugin({
    filename: 'index.html',
    template: 'index.html',
    inject: true,
    favicon: resolveApp('favicon.ico'),
    minify: {
      removeComments: true,
      collapseWhitespace: true,
      removeRedundantAttributes: true,
      useShortDoctype: true,
      removeEmptyAttributes: true,
      removeStyleLinkTypeAttributes: true,
      keepClosingSlash: true,
      minifyJS: true,
      minifyCSS: true,
      minifyURLs: true
    },
    path: config.build.assetsPublicPath + config.build.assetsSubDirectory,
    chunksSortMode: 'dependency'
  }),
  new webpack.HashedModuleIdsPlugin(),
  new webpack.optimize.CommonsChunkPlugin({
    name: 'vendor',
    minChunks: function (module, count) {
      return (
        module.resource &&
        /\.js$/ .test(module.resource) &&
        module.resource.indexOf(
          path.join(__dirname, './node_modules')
        ) === 0
      )
    }
  }),
  new webpack.optimize.CommonsChunkPlugin({
```

```
    assert gr.Textbox(type="email").get_config().get("max_lines") == 1
    assert gr.Textbox(type="text").get_config().get("max_lines") == 20
    assert gr.Textbox().get_config().get("max_lines") == 20
// 表格显示模块数据方法
<template>
<div class="execution">
  <basic-container>
    <avue-crud :data="data" :option="option"/>
  </basic-container>
</div>
</template>
<script>
import request from '@/router/axios'
export default {
  data() {
    return {
      obj: {},
      data: [],
      option: {
        menu: false,
        page: false,
        addBtn: false,
        align: 'center',
        menuAlign: 'center',
        column: [
          {
            label: "",
            prop: 'model'
          },
          {
            label: "",
            prop: 'uniqueKey'
          },
          {
            label: "",
            prop: 'ipAddress'
          },
          {
            label: "",
            prop: 'channelName'
          }
        ]
      }
    },
    created() {
      request({
        url: '/tx/admin/onlines',
        method: 'get'
      }).then((resp) => {
```

```

    if getattr(instance, "_prefetched_objects_cache", None):
        instance._prefetched_objects_cache = {}
    return Response(serializer.data)
def partial_update(self, request, *args, **kwargs):
    kwargs["partial"] = True
    return self.update(request, *args, **kwargs)
def retrieve(self, request, *args, **kwargs):
    instance = self.get_object()
    serializer = self.get_serializer(instance)
    return Response(serializer.data)
def destroy(self, request, *args, **kwargs):
    instance = self.get_object()
    self.perform_destroy(instance)
    return Response(status=status.HTTP_204_NO_CONTENT)
# 设备管理模块的密码哈希加密方法
@register.tag
def widthratio(parser, token):
    bits = token.split_contents()
    if len(bits) == 4:
        (tag, this_value_expr, max_value_expr, max_width) = bits
        asvar = None
    elif len(bits) == 6:
        (tag, this_value_expr, max_value_expr, max_width, as_, asvar) = bits
        if as_ != "as":
            raise TemplateSyntaxError(
                "Invalid syntax in widthratio tag. Expecting 'as' keyword"
            )
    else:
        raise TemplateSyntaxError("widthratio takes at least three arguments")
    return WidthRatioNode(
        parser.compile_filter(this_value_expr),
        parser.compile_filter(max_value_expr),
        parser.compile_filter(max_width),
        asvar=asvar,
    )
// 返回数据类型方法
<template> *div</div>
</template>
<script>
export default {
  data() {
    return {};
  },
};
</script>
<style scoped>
</style>
# 数据记录与分析功能模块
class Datarecordingandanalysis(models.Model):
    record_time = models.DateTimeField(null=True, blank=True, verbose_name='记录时间')

```

图 4-44 精准调控系统部分功能模块源代码

4.3 数据采集

该部分由计算机、移动设备和控制软件组成，移动设备具有 IP 地址，可接入网络，实现与监测终端的 GPRS 通信。控制软件则用来显示通过 GPRS 收到的监测数据，并对这些数据进行统一管理。

数据采集模块由前端采集系统(温湿度传感器)和采集控制系统两部分构成，主要采集温湿度参数。传感器把数据给控制板，控制板上传给云平台，控制板物联网卡的 4G 信号将数据传输到远程服务器的数据库中，数据传输原理如图 2-7 所示。

使用无线通信方式将数据上传至云平台，通过手机或 PC 访问云平台实时查看检测数据，快速了解设备当前运行状态。

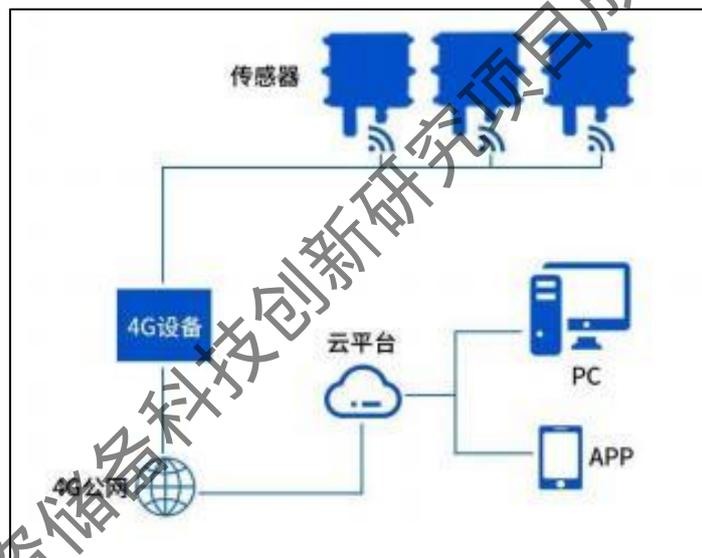


图 4-45 数据传输模式

4.4 数据分析平台

4.4.1 软件开发

团队成员自主设计的软件平台有以下特色：1) 多端支持，跨平台 2) 组件化发开，易扩展 3) 深度学习，分析预测。主要采用小程序作为用户使用软件，预计后期可扩展为 app 或桌面应用，客户端采用网页形式进行后台管理。业务编程使用 Java 语言、SSM 框架；使用云服务器和 MySQL 数据库，采用 redis 作为缓存；数据处理分析采用深度学习，对收集到的数据进行分析预测；采用 Pytorch

框架搭建神经网络，进行训练处理。

4.4.2 平台功能

1) 检测数据：加工处理底层数据，将相关数据转化为可视化的图表。

2) 远程控制：可控制谷物干燥设备的工作状态，提供自动化和用户规划两种控制模式。对于检测器，养殖户可设定检测时间，温湿度传感器采集不同位点的水质数据。对于反馈调控设备，控制系统根据监测到的谷物干燥信息控制设备工作状态，进而更加实时、精准地调控干燥条件。

3) 预警：当设备出现异常或谷物含水量变化超出阈值时，软件平台发出预警，提示工作人员前往现场进行人工调控、检查设备。

4) 调控策略：通过对谷物干燥设备所在仓库的面积、谷物种类等干燥相关信息的整合，提供最优化干燥方案。在数据量和进风参数类别足够多的前提下，还可通过深度学习的预测模型提前预测部分谷物数据（如温湿度、含水量），提供未来一段时间内（2-6h）的干燥建议，实现预防调控，大大降低因干燥异常引发的粮食损失。

养殖户可通过我们自主研发的移动端（小程序）和 Windows 终端实时监控谷物干燥情况，及时获取异常情况的提醒及警报，帮助现场工作人员快速有效地采取应对措施。

第五章 总结与展望

5.1 结论

本研究建立干燥段数学模型，使用 SolidWorks 和 Fluent 软件对干燥段内稻谷的流动特性和干燥段内流场等分布情况进行了仿真研究，对数值模拟结果进行分析得出：

(1) 速度场：稻谷流经干燥段后整体风速都较为均衡。干燥段同一截面风速分布差异较大，部分稻谷会先经过截面的高风速区域，在经过下一稻谷层截面的低风速区域，而另一部分稻谷流经风速区域则与之相反。在此过程中就会产生干燥速率差异，易导致稻谷干燥发生干燥不均现象。

(2) 压力场：热介质在稻谷层内扩散过程中会受到粮层阻力影响，粮层内产生了压力差。进气角状管的进口端压力最小，沿着角状管纵向方向，内部压力逐渐增加，干燥段在进气角状管正下方区域沿 x 轴方向的压力分布变化很大，干

燥段内进气角状管下方的稻谷存在压力分布不均现象。

(3) 结构优化分析：选择双侧进气变径角状管，干燥段同一截面各区域的速度分布情况几乎相同，这就可以保证各区域的稻谷干燥速率保持一致，有利于提高稻谷干燥均匀性。位于角状管下方稻谷层压力不均匀区域有所减小，靠近进气端口处的压力值略微低于中心处，压力分布差异显著降低，实现均匀分布。

5.2 展望

本项目旨在提高谷物干燥储藏的效率和质量，确保粮食的安全储存，符合国家粮食安全和农业现代化的战略方向。考虑到我国粮食干燥机械化和系统化效率不足的现状，以及每年因干燥不及时或未达到储藏要求而造成的粮食损失，本项目的研究具有很强的适应性。它适应了我国粮食产业发展的需求，对改善传统晾晒方式无法满足现代化农业发展需要的问题具有重要意义。项目研究团队具备丰富的农产品加工及贮藏、计算机仿真、人工环境控制等领域的研究经验和实力。研究团队已主持和参与过多项国家级、省部级科研项目，并取得了显著的科研成果。此外，上海海洋大学和上海质科院具备开展实验需求的软硬件条件，保证了项目的顺利实施。本项目提出了谷物干燥储藏保质高效智能实时运行系统的研究，通过建立系统的干燥数学模型，运用数值模拟软件对气流组织进行模拟，研究实时智能运行时的节能方案。这种将计算机数值模拟技术应用于谷物干燥储藏领域的方法具有创新性，能为谷物干燥储藏领域的技术进步提供有力支持。

成果展示

专利一：节能粮食烘干设备（专利内容，参见支撑材料文件）



国家知识产权局

100080

北京市海淀区花园东路15号7层2703 北京智汇一专利代理事务所（普通合伙）
王亮(17601168269)

发文日：

2024年11月07日



申请号：202422713794.8

发文序号：2024110700089930

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第43条、第44条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下：

申请号：2024227137948

申请日：2024年11月07日

申请人：上海荟蔚信息科技有限公司

发明人：郑贺,赵海鹏,袁训宏,周云俊,陈超,庄佳得,韩志

发明创造名称：一种节能使用的粮食烘干设备

经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：

权利要求书 1份 1页,权利要求项数 1 项

说明书 1份 4页

说明书附图 1份 4页

说明书摘要 1份 1页

实用新型专利请求书 1份 5页

专利代理委托书 1份 2页

申请方案卷号：1572984849194877523

提示：

1.申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。

2.申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员：自动受理

联系电话：010-62356655

审查部门：初审及流程管理部



2001.01
2023.03

纸件申请，回函请寄：100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处收
电子申请，应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

专利二：粮食干燥加工用高效分离设备（专利内容，参见支撑材料文件）



国家知识产权局

100080 北京市海淀区花园东路 15 号 7 层 2703 北京京智汇一专利代理事务 所（普通合伙） 王亮(17601168269)	发文日： 2024 年 11 月 07 日
	
申请号：202422713791.4	发文序号：2024110700989750

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 43 条、第 44 条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下：

申请号：202422713791.4
申请日：2024 年 11 月 07 日
申请人：上海荟蔚信息科技有限公司
发明人：庄佳程,赵海鹏,袁训宏,周云俊,郑贺,陈超,韩志
发明创造名称：一种粮食干燥加工用高效分离设备
经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：
权利要求书 1 份 1 页,权利要求项数 5 项
说明书 1 份 4 页
说明书附图 1 份 7 页
说明书摘要 1 份 1 页
专利代理委托书 1 份 2 页
实用新型专利请求书 1 份 5 页
申请方案卷号：172984683631673169

提示：

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员：自动受理
联系电话：010-62356655



2001.01 2023.03 纸质申请，回函请寄：100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局专利局受理处收
电子申请，应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

论文撰写:

谷物干燥过程数值模拟研究及设备创新

韩志¹ 庄佳程² 郑贺² 张柔佳² 赵海鹏³

(1. 上海荟蔚信息科技有限公司, 上海200235; 2. 江苏大学, 镇江212013; 3. 上海市质量监督检验技术研究院, 上海200050)

摘要: 本研究旨在解决我国粮食干燥机械化水平低、产后损失大的问题, 通过数值模拟计算(CFD), 对谷物干燥储藏保质高效智能实时运行系统进行研究, 提高粮食干燥效率和储藏安全性。本研究以热泵型谷物干燥机为对象, 建立了干燥数学模型, 用于预测谷物及干燥介质的温度、湿度变化, 并通过SolidWorks与FLUENT软件模拟气流组织, 探索节能方案。研究证明, 该系统能量利用率较传统技术提升50%以上, 实现环保节能, 且干燥效率高、质量好。该系统预期将在谷物加工与储存领域得到广泛应用, 对提升粮食质量和附加值具有重要意义。

关键词: 粮食干燥; 数值模拟计算(CFD); 热泵型谷物干燥机; SolidWorks; FLUENT

Research on Numerical Simulation of Grain Drying Process and Equipment Innovation

Han Zhi¹ Zhuang Jiacheng² Zheng He² Zhang Roujia² Zhao Haipeng³

(1. Shanghai Huiwei Information Technology Co., Ltd., Shanghai 200235; 2. Jiangsu University, Zhenjiang 212013;

3. Shanghai Institute Of Quality Inspection and Technical Research, Shanghai 200050)

Abstract: This study aims to address the issues of low mechanization levels in grain drying and significant post-harvest losses in China. Through computational fluid dynamics (CFD) simulations, research was conducted on an intelligent, real-time, high-efficiency grain drying and storage system to enhance drying efficiency and storage safety. Focusing on a heat pump-type grain dryer, a drying mathematical model was established to predict the temperature and humidity changes of grains and the drying medium. Additionally, airflow distribution was simulated using SolidWorks and FLUENT software to explore energy-saving solutions. The research demonstrates that this system achieves over 50% improvement in energy efficiency compared to traditional technologies, while also being environmentally friendly and providing high-quality drying. This system is expected to find wide application in the grain processing and storage sectors, significantly enhancing grain quality and added value.

Key word: Grain Drying; Computational Fluid Dynamics (CFD); Heat Pump-Type Grain Dryer; SolidWorks; FLUENT

0 引言

粮食干燥是保证国家粮食安全的最重要措施之一, 我国年产粮食超5亿吨, 但每年因干燥不及时或未达到储藏要求而造成霉变、发芽的粮食高达5%。日本、美国等发达国家的粮食干燥机械化水平加上先进的干燥储粮监测系统可实现95%以上的机械化和系统化, 我国粮食烘干机械化和系统化效率不足10%, 发展明显滞后。粮食烘干机械化水平低, 传统的晾晒方式又无法满足现代化农业发展需要, 导致我国粮食产后损失巨大。

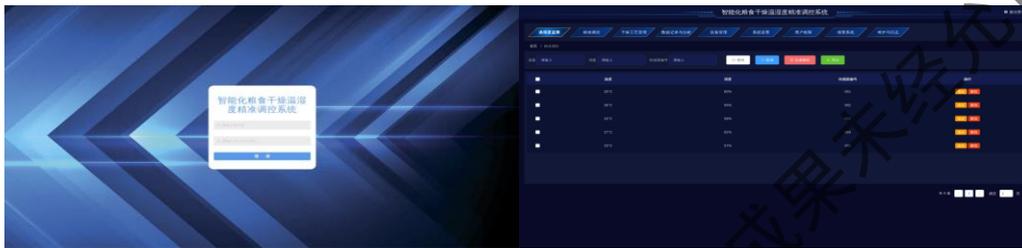
着力于粮食安全保障、技术创新与效率提升、推动农业现代化发展。为提高烘干机械化和系统化效率, 对粮食产后“质减量损”关键环节品质进行过程管控预警, 优化谷物烘干工艺, 加速谷物干燥全程机械化智能化控制, 最大限度地减少储粮损失, 是确保增产增收、稳定粮食总产量的重要途径之一, 也直接影响谷物的等级和品质, 进而影响到农民和粮食流通企业的经济效益, 影响到粮农粮商的生产经营积极性和百姓的生活质量。团队依托SolidWorks与FLUENT软件建立谷物干燥

软件设计（正提交申报软件著作权）：

a. 申报材料

名称	修改日期
 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统_采集表	2024/11/1 14:36
 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统_操作手册	2024/11/1 14:36
 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统_操作手册	2024/11/1 14:36
 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统_源代码	2024/11/1 14:36
 智能化粮食干燥温湿度精准调控系统_源代码	2024/11/1 14:36

b. 界面截图



c. 操作手册（共 26 页，另附支撑材料文件）



d. 源代码（共 60 页，另附支撑材料文件）

