

文章编号:2095-7386(2022)02-0092-05

DOI:10.3969/j.issn.2095-7386.2022.02.015

多功能粮食仓储作业装备设计与研究

尹强¹,古家鑫¹,张永林¹,余忠²,杨红军¹,魏昕¹

(1. 武汉轻工大学机械工程学院,武汉 430023;2. 荆州市宇中粮食机械有限公司,荆州 434000)

摘要:为了提高粮食入仓、平仓及翻仓的效率和安全性,本研究设计了一种用于粮仓的多功能仓储作业装备,实现了入仓、平仓及翻仓多功能一体化作业。本文详细论述了其系统方案和结构组成,并重点分析设计的关键部件,解决了当前粮食仓储工作劳动强度大、机械设备功能单一、自动化程度不高等问题,在粮食仓储企业具有广泛的应用前景。

关键词:入仓;平仓;翻仓;储粮;系统设计

中图分类号:TH 12

文献标识码:A

Design and research of multifunctional grain storage equipment

YIN Qiang¹, GU Jia-xin¹, ZHANG Yong-lin¹, YU Zhong², YANG Hong-jun¹, WEI Xin¹

(1. School of Mechanical Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2. Jingzhou Yuzhong Food Machinery Co. Ltd, Jingzhou 434000, China)

Abstract: In order to improve the efficiency and safety of grain warehousing, flattening and turning, a multi-functional warehousing operation equipment for granary is designed. It realizes the multi-functional integrated operation of grain warehousing, flattening and turning. This paper discusses its system scheme and structure in detail, and focuses on analyzing and designing key components. It solves the problems of high labor intensity, single function of mechanical equipment and low degree of automation in the current grain storage work, and has a wide application prospect in grain storage enterprises.

Key words: grain warehousing; grain flattening; grain turning; grain storage; system design

1 引言

我国人口总数多、地域广阔,是农作物生产和消费的大国,每年生产和进口的粮食总量巨大,因此粮食的存储工作十分关键,为此,国家建立了大批的粮食储备库。这些储备库以平房仓、立筒仓和浅圆仓为主,其中平房仓占大多数^[1]。平房仓具有空间面积大,储粮多的优点,但也因此在粮食入库时作业很

不方便,当采用人工进行出入仓等工作时,工作量十分巨大,且具有很大的意外风险^[2]。而出入仓在粮库进行经常的轮换过程中是必不可少的环节之一。目前即使部分操作实现了机械化,但由于仓储设备的功能单一,导致在粮食入仓、平仓、翻仓等作业时需要使用多个不同种类的设备进行拼接作业,需要经常改变胶带运输机和扒粮机等机械装置的位置和相互配合关系,工作效率低下,且需要大量工人在现

收稿日期:2022-03-07.

作者简介:尹强(1978-),男,副教授,博士,E-mail:yinqiang@whpu.edu.cn.

基金项目:武汉轻工大学校立科研项目(编号:2021Y23);湖北省揭榜制粮食科技项目(编号:2021kjcx-01).

场配合工作, 生产成本低^[3-4]。

目前国内的粮食储藏企业在工作时, 主要有以下几个问题: (1) 平房型储粮仓在粮食入库时大多使用的方法是: 采用胶带式输送机接续配合工作的方式将粮食从运粮车输送到储粮仓内, 然后由人工操作抛粮机和补仓机配合作业, 完成粮食的入库工作。这种方法在实施过程中需要大量人工配合工作, 特别是需要多次移动众多的胶带式输送机, 消耗大量的人力资源, 并且抛粮机的工作方式会导致粮食自动分级分布的现象, 造成入库粮食的质量不均匀; (2) 储粮平房仓在粮食进入粮仓后进行粮面平整工作时, 大多使用的方法是需大量人工同时进行操作, 但这种方式会消耗大量人力和物力, 并且完成平仓工作的时间长, 工作效率低; (3) 储粮平房仓的粮食进仓现场工作环境乱, 扬尘十分严重, 工人在此环境下长久作业对身体十分不好, 易得职业病; (4) 储粮平房仓粮食进仓现场常出现粮食面高低落差大的情况, 工人在这种粮面上作业的时候, 易跌倒和陷入粮食中, 存在巨大的安全隐患; (5) 储粮平房

仓在粮食进仓后会根据粮食的保存情况不定期的进行翻仓作业, 此项工作大多采用人工进行, 人工费用高而且工作质量难以保障, 不稳定; (6) 储粮平房仓在粮食入仓后也有少数使用机械进行翻仓作业的企业, 但这些机械仍需要人工来操作和搬入搬出, 耗费人力且完成翻仓工作的时间较长, 效率不高^[5-11]。因此, 基于粮食仓储作业的系统设计思想, 本文设计一种新型粮食仓储多功能设备, 将粮食出入库作业中的多种工序集成在一个机械系统中完成, 将大大改善前面所述的 6 种现状。

2 总体设计系统和工作原理

本系统主要由粮食输送系统、平仓翻仓系统、智能控制系统组成。该系统主要用于大型粮食平房仓的入仓, 平仓和翻仓作业, 将粮仓内多个工序系统有机结合形成多功能一体机, 不仅可以提高作业效率, 而且降低生产成本, 多功能粮食仓储作业装备设计一体化系统整体示意图如图 1 所示。

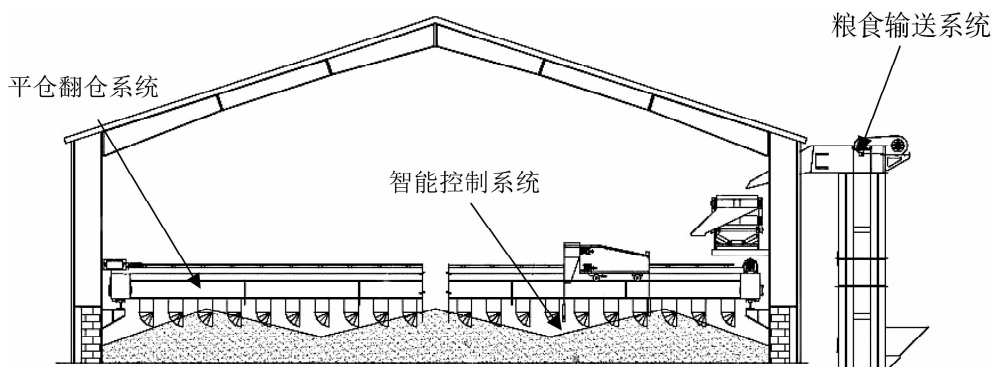


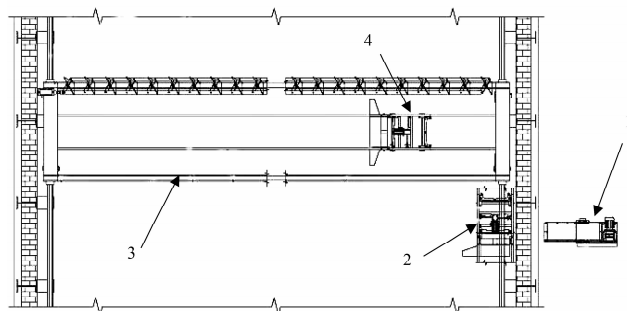
图 1 多功能粮食仓储作业装备设计一体化系统整体示意图

粮食输送系统负责将粮食从粮仓外运输到粮仓内, 并且尽可能地减少粮面之间的高低差, 粮食在仓外的进口固定, 这样方便运粮车卸载粮食, 相对以往在工作时需要工人频繁移动大量胶带输送机、扒粮机等设备调整入库的地点, 节省了大量人力物力, 并且避免了使用抛粮机, 防止出现粮食自动分级的现象, 使入库粮食质量更为均匀。平仓翻仓系统, 使用智能机械化设备代替人工进行劳动强度大、有安全隐患的平仓和翻仓作业, 不仅作业效率高, 且工作效果更佳。另外, 通过智能控制系统使粮食输送系统和平仓翻仓系统有机联动, 避免工人在扬尘严重的工作场合工作。

2.1 粮食输送系统的设计

粮食输送系统主要由仓外进料机、卸粮输送机、

双梁行车平台、信号控制系统等组成, 如图 2 所示。



1. 仓外进料机; 2.1 号卸粮输送机; 3. 双梁行车平台; 4. 2 号卸粮输送机

图 2 整体结构俯视图

粮食从运粮车直接卸载入移动胶带输送机, 通过胶带输送机将粮食送入仓外进料机, 该仓外进料

机的位置是固定不动的,避免了移动输送机的频繁移动,降低了劳动强度,提高了粮食转运的效率。进入粮仓内部后,通过由 PLC 智能系统控制的两台行走卸粮输送机相互配合的形式进行工作,PLC 结合众多传感器、伺服电机控制器等器件,控制两台卸粮输送机的行走方向和速度,使其能够按照设计标准实现粮食的均匀入仓和补仓,尽可能地缩小粮面的高低波动,为之后的平仓工作打好基础,减轻后续平仓的工作强度,从而提高平仓的工作效率,卸粮运输机结构如图 3 所示。

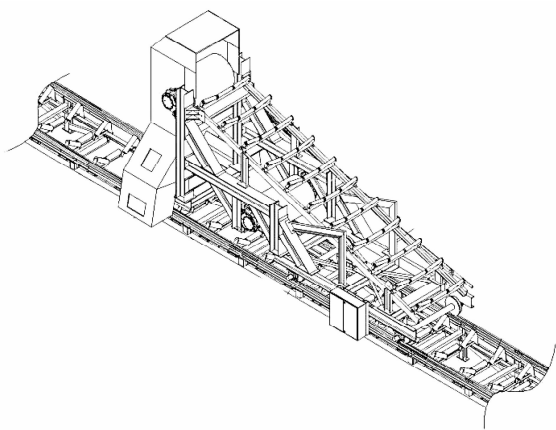


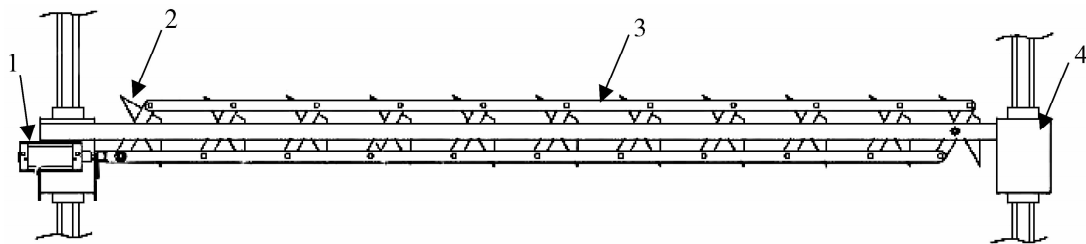
图 3 自动行走的卸粮输送机

其中 1 号行走卸粮输送机安装在入仓输送机平台上,2 号行走卸粮输送机安装在平仓结构的双梁行车平台上。在进行入仓、补仓时两台卸粮输送机处于同一水平线上,即 1 号输送机的卸粮口对准 2 号卸粮机的履带。粮食由仓外送料机进入仓内掉落在 1 号行走卸粮输送机的履带上,通过 1 号行走卸粮输送机的卸粮口进入 2 号行走卸粮输送机的履带上,输送到 2 号输送机内,并以靠近进料口端为起点,通过 2 号行走卸粮输送机移动小车上安装的仓满限位器发出信号,粮食达到设定高度,控制系统控制 2 号移动小车前进一段设定距离,直到把沿移动小车前进方向粮食布满,2 号移动小车的仓满传

感器发出信号,控制系统控制 1 号输送机移动小车和双梁行车同步行走设定的距离,保证两台卸粮输送机始终处于同一水平线上,即 1 号输送机的卸粮口对准 2 号卸粮机的履带,然后 2 号输送机移动小车再次开始由里到外运动一直到把沿移动小车前进方向粮食布满,然后 1 号输送机移动小车和双梁行车再次同步行走设定的距离,如此循环直到整栋仓库布满粮食。最后控制系统控制仓外进料系统停止进料。

2.2 平仓翻仓机构的设计

平仓翻仓机构由双梁行车机构、犁型拨料板、升降机、伺服电机、连杆转向装置等构成。平仓翻仓机构固定在双梁行车 1 号梁上。仓外进料系统停止进料后平仓机构开始工作,PLC 智能控制系统按照设定的平仓高度,通过两端伺服电机自动升降调节平仓机构的高度,若平仓机构在行进过程中粮食的阻力超过行进动力时,反馈给控制系统,将控制平仓装置升降机的平仓高度来降低阻力,并自动匹配往返循环多次达到最佳平仓效果。粮面的平整是使用犁型拨料板的侧面对粮面进行推刮来实现的,采用增加拨料板数量的方法提高工作效率,另外,将众多的拨料板采用连杆铰接的方式连接在平行四边形机构上,使用连杆转向装置推动平行四边形机构的平行杆,使平行四边形发生变形,即实现众多犁型拨料板的同步转动,从而可以调节所有犁型拨料板的角度,以便于满足不同粮面的刮平需要和功能转换的实现。在进行翻仓作业时,通过 PLC 控制两端的伺服电机调节翻仓机达到最佳粮面翻仓深度(300 mm - 600 mm),并通过伺服电机控制连接连杆转向装置可以同步调节所有拨料板的角,使其处于翻仓形态,然后 PLC 控制双梁行车机构的驱动电机对粮仓进行多次翻仓作业。翻仓机构还可以通过 PLC 智能控制系统与粮情监控系统配合进行翻仓工作。图 4 为平仓机构的结构示意图。



1. 连杆转向装置 ; 2. 犁型拨料板 ; 3. 平行四边形机构; 4. 升降机

图 4 平仓机构的结构示意图

2.3 智能控制系统

本装置的智能控制系统由料位传感器、限位器等众多传感器、声光结合报警器、伺服电机控制器及 PLC 系统等组成。智能控制系统在整体系统中起联合作用, 使众多机构之间实现有机联动。智能控制系统控制粮食输送系统和平仓翻仓系统, 以及二者之间的配合。当系统内的设备发生故障或发生急停操作时, 控制系统自动发出信号控制安装在粮仓外的声光结合报警器, 提示工作人员及附近人员, 帮助工作人员或附近人员及时发现和排除故障。

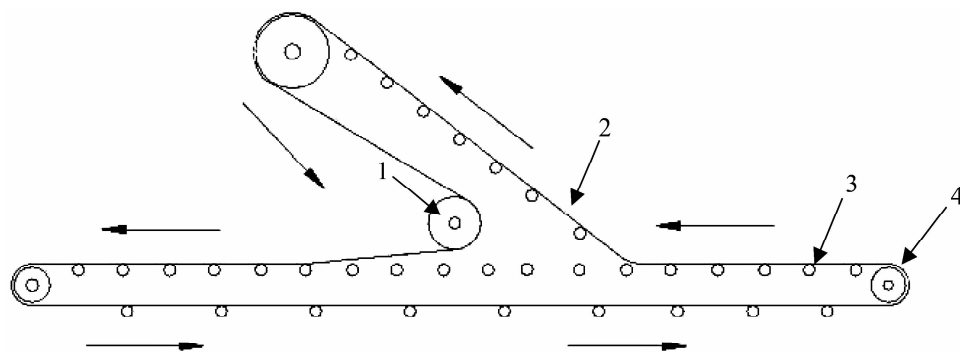
3 关键技术研究

3.1 卸粮传送带布置

在本多功能一体化装置中, 自动行走卸粮输送

机的主要作用是运输粮食, 让粮食在仓内进行移动, 运动到规定位置, 然后释放。要使粮食在仓内移动, 且在中途从传送带上卸下, 对此, 我们着重对传送带的布置结构和卸粮车进行了研究和设计。

通过设置传动辊的方式, 使得在不拆卸履带的情况下, 卸粮车可在运行轨道上移动, 传动皮带基本呈 Y 字形, 支架上的传动皮带可以源源不断地将粮食向卸粮车上输送, 输送带上的粮食在卸粮车的作用下完成卸粮, 随后传动皮带滚过卸粮车, 完成周而复始的传动输送, 整个工作过程实现了自动化作业, 不再需要大量工人经常性的移动众多胶带式输送机, 降低了劳动的强度, 提高了工作的效率。图 5 为传送带结构示意图。



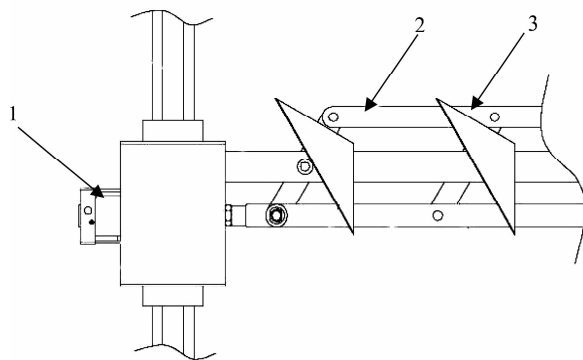
1. 压紧折弯辊 ; 2. Y 字形传动皮带 ; 3. 传动托辊 ; 4. 主动辊

图 5 传送带结构示意图

3.2 平仓翻仓装置设计

粮食入库后, 在平仓和翻仓作业时工作的强度大, 且环境较差, 使用人工作业时存在安全隐患, 并且使用人工作业时, 工作效率低, 完成时间长, 作业效果也不是很好。目前市面上的翻仓设备, 仍需要人工操作该机械设备, 且需要工人将机器搬入粮仓内, 人工扶持或遥控作业, 完成后再将其搬出, 增加了劳动强度, 且效率不高。

本方案中设计的平仓翻仓装置可以解决上述的问题, 设备在平仓和翻仓作业时为自动化运作, 无需人工去辅助操作, 设计采用犁型拨料板进行平仓 and 翻仓。为满足大型粮仓的需要, 采用平行四边形结构连接多个犁形拨料板共同作业, 且通过伺服电机带动连杆转向装置, 从而带动平行四边形结构转动, 调节犁型拨料板的角, 以便于满足不同粮面的刮平需要和功能转换的实现。另外通过升降机来控制装置的高度, 调节犁型拨料板与粮面的相对位置, 以达到最佳水平。图 6 为平仓翻仓机构的局部示意图。



1. 连杆转向装置 ; 2. 平行四边形机构 ; 3. 犁型拨料板

图 6 平仓翻仓机构的局部示意图

4 结论

与其他的入仓、补仓、平仓、翻仓方法和设备相比, 本装置提供了一种新型的、多功能的粮仓设备, 主要创新点如下:

(1) 本装置采用 PLC 智能控制粮食入仓、补仓、

平仓、翻仓多功能一体集约工艺和系统。一次性完成粮食入仓工作,给粮食收储企业节省大量人力、物力,节约大量入仓时间,大大提高工作的效率,并且该装备的结构设计合理、操作和维护时比较方便,自动化程度高,大幅度地降低了对工人健康和安全的危害,且平仓、翻仓的工作效果好。

(2)本装置采用双梁行车,把犁型拨料板装置和进仓、补仓行走卸粮输送机充分整合、合理利用空间,有效的提高了设备的利用率。

(3)本装置采用独特的犁型拨料板结构翻仓装置,实现高效、快速、智能翻仓。犁型拨料板可以通过角度的变换实现功能的转换,节约生产成本,另外翻仓机构还可以通过 PLC 智能控制系统与粮情监控系统联网配合进行翻仓工作。

(4)本装置配备了 PLC 智能控制系统,操作方便快捷,核心参数自动匹配,达到效果最佳。通过 PLC 智能控制系统,料位器、伺服升降电机、行车电机、移动小车电机之间进行自动调节,从而达到最佳的入仓、补仓、平仓、翻仓效果。

参考文献:

- [1] 尹强,童铭行,胡凹,伍骏波,杨红军,严清华,张永林.复合式平粮机器人系统方案设计与关键技术研究[J].武汉轻工大学学报,2019,38(4):82-86.
- [2] 汪文忠.简述粮食储藏过程中的危险因素与安全防护对策[J].粮食问题研究,2017(5):41-43.
- [3] 王丹.基于路径规划的粮食物流输送控制系统设计[J].制造业自动化,2021,43(2):6-9,20.
- [4] 曹新华,彭峥,赵巧义,宁有才,张晓亚.粮食移动输送设备的合理完善[J].现代食品,2016(1):59-60.
- [5] 陈开军,肖有光,李玉成,杨支维.一种高效率平仓装置的设计与使用[J].粮油仓储科技通讯,2018,34(2):39,51.
- [6] 辛烁军,郭井涛,高兰,随赛.机械化平房仓刮平机的研发[J].现代食品,2016(2):53-61.
- [7] 王少英,王明旭,李永祥,翟中阳.畚斗式抛粮机的设计[J].农机化研究,2017,39(5):163-166.
- [8] 李博昕.翻仓机器人结构设计及其仿真研究[D].武汉:武汉轻工大学,2021.
- [9] 于素华.一种稻谷翻仓机的多角度翻转机构[P].安徽省:CN111846992B,2021-12-07.
- [10] 李博,乔印虎.一种高效平仓机执行机构[P].安徽省:CN214399062U,2021-10-15.
- [11] 田立勇,李志垚,付治国,李国威.一种粮库粮面平仓机[P].辽宁省:CN112193863A,2021-01-08.