

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2019.07.016

# 一种新型立式辊条玉米脱粒机的设计\*

张文斌<sup>1,2</sup>, 俞利宾<sup>1,2</sup>, 江洁<sup>1,2</sup>, 郭德伟<sup>1,2</sup>, 闵洁<sup>1,2</sup>

(1. 红河学院工学院, 云南蒙自 661199; 2. 云南省高校高原机械性能  
分析与优化重点实验室, 云南蒙自 661199)

**摘要:**针对传统的玉米脱粒机存在对玉米果穗的损伤大、破碎率高的问题,采用了安装在高速旋转的主轴上的冠状平板齿,通过对玉米果穗搅动和撞击来完成对其脱粒作业,研究了脱粒机构并对其进行了改进设计,设计了一种新型的立式辊条玉米脱粒机。该机采用了立式辊条方式对玉米进行脱粒,结合锥形笼芯和外筒形成的梯形内腔,使得玉米在脱粒筒内受力均匀,充分利用了玉米芯自身重力和辊条产生的向下轴向力,使其快速流出,实现了玉米粒和玉米芯的分离。研究表明:该机解决了常见玉米脱粒机易打碎玉米芯和玉米粒的问题,完全能够实现玉米果穗高脱净、低破碎、少碎芯、高效率的脱粒作业要求,满足国内设计标准。

**关键词:**立式辊条;玉米脱粒机;设计;新型;锥形笼芯

中图分类号:TH69;TH122

文献标志码:B

文章编号:1001-4551(2019)07-0740-04

## Design of novel vertical roll maize thresher

ZHANG Wen-bin<sup>1,2</sup>, YU Li-bin<sup>1,2</sup>, JIANG Jie<sup>1,2</sup>, GUO De-wei<sup>1,2</sup>, MIN Jie<sup>1,2</sup>

(1. College of Engineering, Honghe University, Mengzi 661199, China; 2. Key Laboratory of Mechanical Performance Analysis and Optimization of Plateau in Yunnan Province, Mengzi 661199, China)

**Abstract:** Aiming at the problem of high damage and breakage rate of maize ears in traditional maize thresher, the method of agitation and impact on maize ears by coronal flat teeth mounted on high-speed spindle in threshing operation was studied. The threshing mechanism was improved and designed, and a new type of vertical roller maize thresher was put forward. The vertical rollers was used to thresh maize, and the trapezoidal cavity formed by conical cage core and outer barrel were combined, which made the force of maize in the threshing barrel uniform, and made full use of the gravity of the corn cobs and the downward axial force produced by the rollers to flow out quickly, so the separation of corn kernels and corncobs could be realized. The results indicate that the machine solves the problem that common maize threshers are easy to break and kernels. It can fully meet the requirements of high-dedusting, low-breaking, less-broken cobs and high-efficiency threshing operation of maize ears. It meets the domestic design standards.

**Key words:** vertical roll; maize thresher; design; novel; conical cage core

## 0 引言

在世界各地,玉米为人们所广泛食用<sup>[1-2]</sup>。玉米生产设备一直受到人们的普遍关注。现有的玉米脱粒机有很多种,其中以钉齿式、搓挤式和滚筒式为主要形式<sup>[3]</sup>。钉齿式脱粒机,玉米在轴向流动的过程中被高

速旋转的钉齿撞击脱粒,这种玉米脱粒方式虽然效率高,但是破碎率也高,玉米芯不容易被排出机体外,已经脱粒的玉米芯仍然在机体里重复撞击而被撞碎;搓挤式玉米脱粒机靠轴流切线进行脱粒,其由脱粒滚筒、栅格式凹板和顶盖等组成,凹板和顶盖形成一个圆筒,把滚筒包围起来,脱粒时玉米从滚筒的入料口进入,随

收稿日期:2019-01-16

基金项目:云南省中青年学术和技术带头人后备人才项目(2014HB026);云南省高校重点实验室建设计划资助项目(2018ZD022)

作者简介:张文斌(1981-),男,云南建水人,博士,教授,主要从事机械创新设计方面的研究。E-mail:190322507@qq.com

着滚筒旋转,在螺旋导板的作用下,玉米在脱粒装置内作螺旋运动,在滚筒和凹板的打击和搓擦作用下,玉米粒被脱下,并通过栅格状凹板分离出来,而玉米芯则从滚筒的轴向一侧排出,这种脱粒方式的效率和脱粒效果不太明显;滚筒式玉米脱粒机是在一个圆筒上焊接3根细的圆柱作为脱粒的主轴,用排列整齐的细圆柱代替筛网孔,同时又起到给玉米脱粒的作用,相对前面两种脱粒方式,这种脱粒方式简单快捷,但其玉米脱粒不干净,还需要人工进行收残脱粒。

综上分析可知,本文将研发一种新型高效的玉米脱粒机,解决目前玉米脱粒不干净、脱粒效率不高的问题。

## 1 设计方案选择

根据脱粒辊条的放置方式,本文初步拟定了两种方案,选择较为合理的方案运用在新型玉米脱粒机中<sup>[4]</sup>。

### 1.1 横向辊条轴式

由左右两个相等的圆环和8根辊条焊接而成,用轴承座固定两端于一个滤网状的机体里,通过电机的高速旋转,将从右上方的进口下来的玉米棒子撞击碎,扭曲的滚条高速旋转实现一边脱粒,一边把已经脱粒的玉米芯排出左边的机体外。

横向辊条轴式如图1所示。

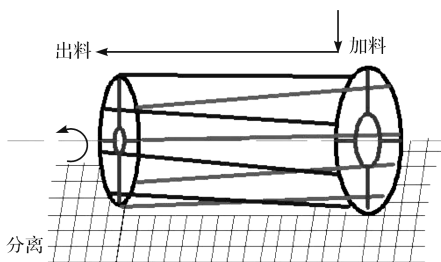


图1 横向辊条轴式

相比现有的玉米脱粒机,此处将辊条稍微的相对扭曲,有更好的轴向力,使得已经脱粒完成的玉米芯能很快的排出机体外,玉米芯几乎不会碎,脱粒效率高。

### 1.2 立式辊条轴式

由上下两个大小不等的圆盘和8根相对于轴线扭曲的辊条焊接而成,由电机带动带轮高速旋转。

立式辊条轴式如图2所示。

当梯形脱粒轴旋转起来时,玉米从上面放入,玉米在脱粒过程中向下流动,由于梯形的脱粒轴作用,使得相对空间被收紧变小,实现玉米更干净的脱粒。

综合分析可知:第2种方案所采用的梯形脱粒空间,能提高玉米的脱粒效率,作为新型玉米脱粒机的脱粒方式。

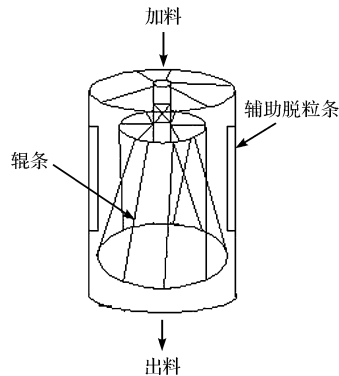


图2 立式辊条轴式

## 2 系统关键零部件设计

### 2.1 电机的选择

查阅相关资料可知<sup>[5]</sup>:立式辊条脱粒机转速设计为1400 r/min左右为宜,本设计采用交流电机,通过V带传动实现脱粒滚筒的转动。

电机性能参数如表1所示。

表1 电机性能参数

功率/ kW	同步转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	满载转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	效率/ (%)	功率因素	重量/ kg
5.5	3 000	2 900	85.5	0.88	64

考虑到玉米脱粒机的整体设计的质量与脱粒强度等问题,并结合所采用的带传动的传动比等因素,最终选择了Y132S1-2的交流电机。

### 2.2 锥形笼芯的设计

锥形笼芯由上下两个圆环、8根钢辊条、轴心和上下轴承组成。其中,轴心采用直径为60 mm的钢管在两头焊接实心轴头构成,用于安装上轴承。下轴头有两个阶梯,用于安装下轴承,轴头用于安装带轮。为了选材方便,上下圆环和8根钢条均采用直径为15 mm的麻花钢筋。

锥形笼芯三维结构图如图3所示。

### 2.3 外筒的设计

立柱也采用直径为10 mm圆形钢筋,且上下圆环直径均为340 mm。此处在内部设置立柱有两个作用,一是起到增强外筒受挤压的强度,另一个是起到辅助脱粒的作用。外筒做好之后外形是一个上下相等的圆柱桶,而锥形笼芯旋转起来是一个梯形锥体结构。

当固定在外筒里的锥形笼芯由电机经过带轮带动高速旋转时,形成一个上面空间大、下面空间小的腔体,这样当玉米从上放入外筒和锥形笼芯间时,玉米就受到锥形笼芯辊条的高速撞击,在筒内来回碰撞,同时

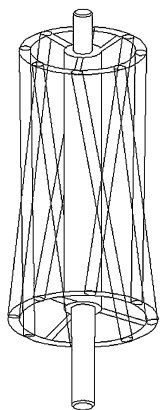


图3 锥形笼芯三维结构图

向下螺旋旋转。由于玉米粒伴随玉米芯高速旋转,同时又围绕锥形笼芯在外筒内高速碰撞旋转,这使得玉米棒受力非常均匀,保证脱粒效果。同时由于锥形笼芯采用立式结构,加入的玉米不仅受到自身重力的作用向下作自由落体运动,还受到锥形笼芯辊条向下的轴向力作用,这样就能使脱粒后的玉米芯在收紧的出口处快速流出,不至于堵塞出料口。

## 2.4 防尘罩的设计

防尘盖的设计既起到为轴承防尘的作用,又能防止玉米从锥形笼芯中掉下。

## 2.5 进料口的设计

进料口设计为漏斗形,入口的斜度为 $30^\circ$ 。为防止玉米粒飞溅出来伤人,本研究设计了小挡板。

## 2.6 整机结构及工作原理

该立式辊条玉米脱粒机主要由机架、电机、外筒和锥形笼芯等组成,其结构图如图4所示<sup>[6]</sup>。

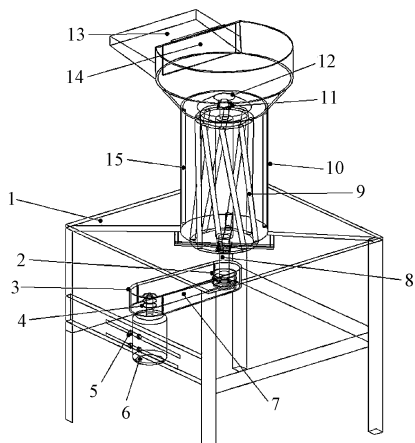


图4 新型立式辊条玉米脱粒机结构图

1—机架;2—大带轮;3—安全罩;4—小带轮;5—固定螺栓;6—电机;7—皮带;8—轴;9—辊条;10—外筒;11—轴承;12—防尘罩;13—进料口挡板;14—进料口;15—钢筋条

机架上有一个台板,外筒固定在台板上,锥形笼芯通过其轴安装在外筒内转动,锥形笼芯由上圆环、下圆环、辊条和轴构成,辊条倾斜着固定在上圆环和下圆环间,轴固定在上圆环和下圆环的辐条上,外筒上端和下端分别有辐条,辐条中央固定有轴承,锥形笼芯的轴安装在这些轴承上,锥形笼芯轴下端通过大小带轮和皮带与安装在机架上的电机连接传动。

工作原理:电机带动锥形笼芯转动,玉米棒子从料斗进入,经外筒的辐条间隙落入锥形笼芯与外筒的间隙中,在锥形笼芯与外筒间不断的研搓、挤压、刮剥等作用下,玉米粒从玉米棒芯上脱落,经外筒下端辐条间隙落到机架下方。脱干净的棒芯与玉米粒一起落下,经人工或者筛子隔除就实现了玉米粒与棒芯的分离。由于锥形笼芯上小下大,它与外筒间的间隙从上到下逐渐变小,搓剥力由小变大,棒子上的玉米粒就有充分的机会被剥离脱落,因而实现高效脱粒。

## 3 实验及结果分析

按照上述理论,本研究设计的立式辊条玉米脱粒机如图5所示。



图5 新型立式辊条玉米脱粒机实物图

根据《中华人民共和国机械行业标准(JB/T 10749—2007)》中给出的玉米脱粒机的性能指标,对于无分离、清选机型,其破碎率小于等于1%,总损失率小于等于2%,千瓦小时生产率在500 kg~900 kg之间<sup>[7-9]</sup>。

本文对该样机进行了玉米果穗脱粒试验,结果表明:采用立式变径变间距锥形笼芯进行玉米脱离作业,籽粒破碎率为0.45%~0.64%,脱粒损失率0.30%~0.53%,脱粒效率为810 kg/h,完全能够实现玉米果穗高脱净、低破碎、少碎芯、高效率的脱粒作业要求,满足国内设计标准。

## 4 结束语

本文完成了一种新型立式辊条玉米脱粒机的结构

设计,并进行了实际玉米脱粒测试。结果表明:该脱粒机脱粒效率为 810 kg/h,棒芯上的玉米残留率相对较低,如按照每人每小时手工脱粒 50 kg 玉米棒子计算,该脱粒机效率超过 16 个人的劳动力。该脱粒机有如下特点:

(1)脱粒的锥形笼芯为立式辊条设计,更好地利用了玉米的自重实现向下排出;

(2)锥形笼芯结构更有利于提高效率,逐渐收紧的搓剥腔体(间隙),完善了玉米自重不能达到的脱粒效果,避免了玉米芯被撞碎而混入脱好的玉米粒中,增加分离难度;

(3)立式锥形笼芯结构大大降低了制造成本。

### 参考文献(References):

[1] 百度资料. 中国的玉米产地[EB/OL]. [2009]. <http://baike.1688.com/doc/view-d3311652.html>.

- [2] 百度资料. 玉米的原产地[EB/OL]. [2009]. [http://wen-da.tianya.cn/question/45d29a7bc8819a07](http://wen.da.tianya.cn/question/45d29a7bc8819a07).
- [3] 吴多峰,许峰,袁长胜. 板齿式与钉齿式玉米脱粒机的性能比较[J]. 农机化研究,2006(10):78-80.
- [4] 温源龙. 立式辊条玉米脱粒机[D]. 蒙自:红河学院工学院,2014.
- [5] 吴宗泽,罗圣国. 机械设计课程设计手册[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [6] 俞利宾,温源龙,张文斌,等. 立式辊条玉米脱粒机[P]. 中国:201420420614.0,2014-12-03.
- [7] 王冰. 玉米脱粒机试验方法的编制[J]. 农机试验与推广,1997(3):25.
- [8] 李清龙. 打击式玉米脱粒机脱粒过程试验研究及仿真分析[D]. 长春:吉林大学生物与农业工程学院,2014.
- [9] JB/T 10749-2007. 玉米脱粒机[S]. 北京:机械工业出版社,2008.

[编辑:方越婷]

### 本文引用格式:

张文斌,俞利宾,江洁,等. 一种新型立式辊条玉米脱粒机的设计[J]. 机电工程,2019,36(7):740-743.

ZHANG Wen-bin, YU Li-bin, JIANG Jie, et al. Design of novel vertical roll maize thresher[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2019,36(7):740-743.

《机电工程》杂志;<http://www.meem.com.cn>

(上接第 735 页)

- [5] VOTH D. Nature's guide to robot design[J]. **IEEE Intelligent Systems**, 2002,17(6):4-6.
- [6] GARCÍA-LÓPEZ M C, GORROSTIETA-HURTADO E, VARGAS-SOTO E, et al. Kinematic analysis for trajectory generation in one leg of a hexapod robot [J]. **Procedia Technology**, 2012,3(1):342-350.
- [7] WANG Z, DING X, ROVETTA A, et al. Mobility analysis of the typical gait of a radial symmetrical six-legged robot [J]. **Mechatronics**, 2011,21(7):1133-1146.
- [8] XI F, SINATRA R. Inverse dynamics of hexapods using the natural orthogonal complement method [J]. **Journal of Manufacturing Systems**, 2002,21(2):73-82.
- [9] 程爱祥. 六足机器人非结构化地形下步态生成与腿部控制研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学机电工程学院,2014.

- [10] 宫赤坤,高丽丽. 仿人机器人的设计与实现[J]. 机械传动,2013,37(5):43-46.
- [11] 张陈曦,吴胜权,何永,等. 仿生步行机器人腿部八连杆机构轨迹优化[J]. 机械传动,2018,42(6):39-43.
- [12] 田兴华,高峰,陈先宝,等. 四足仿生机器人混联腿构型设计及比较[J]. 机械工程学报,2013,49(6):81-88.
- [13] 尹晓琳. 六足仿生机器人步态规划及其控制策略研究[D]. 哈尔滨工业大学机电工程学院,2013.
- [14] 谭云福,党培. 一种四足仿生机器人步态协调控制的策略[J]. 微计算机信息,2010,26(32):152-154.
- [15] 黄麟,韩宝玲,罗庆生,等. 仿生六足机器人步态规划策略实验研究[J]. 华中科技大学学报:自然科学版,2007,35(12):72-75.

[编辑:周昱晨]