

# 圆锥滚筒式水稻种子清选机设计毕业设计说明书（机械CAD 图纸）

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828



## 目 录

### 摘要

.....	1
关键词 .....	1
1 前言 .....	2
1.1 研究的背景、目的和意义 .....	2
1.2 国内外研究现状 .....	3
2 总体方案的确定 .....	4
2.1 初步设计方案 .....	42.2
结构及工作原理 .....	4
2.2.1 基本结构 .....	4
2.2.2 工作原理 .....	4

2.2.3传动系统	5 3
设计适合分选的圆锥窝眼滚筒	5
3.1 初选分选筒参数	5
本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828	
3.2籽粒在圆锥滚筒的初步运动分析	5
3.3确定分选筒参数	7 4
籽粒在圆锥滚筒中的动力学分析	7
4.1 分选筒内长粒种子动力学分析	7
4.1.1长粒种子径向动力学分析	7
4.1.2长粒种子轴向动力学分析	8
4.2 短粒种子动力学分析	10
4.2.1分选筒内短粒种子径向动力学分析	10
4.2.2承种槽内短粒种子轴向动力学分析	11
4.3结论	12
5主要技术参数	12
6 主要零部件工作参数	13
6.1电动机的选择	13
6.2传动装置的运动和动力参数	13
6.3传动的设计	14
6.3.1主轴V带传动的设计	14
6.3.2 圆锥滚筒V带传动的设计	16

6. 4轴的设计校核 .....	17
6. 4. 1轴1的设计校核 .....	17

6.4.2 轴2的设计校核	17
6.4.3 主轴的设计校核	17
6.5 输送机构结构设计	18
6.5.1	18
水稻种子输送体积流量计算	18
6.5.2	18
漏斗容积的计算	18
6.5.3螺旋叶片的设计	18
6.6轴的结构设计	20
6.7滚动轴承的选择及校核计算	21
6.8进料斗的设计	22
7 总结	22

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

参考文献

..... 22 致谢

..... 错误~未定义书签。

附录

..... 24

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

圆锥滚筒式水稻种子清选机设计

摘

要:杂交水稻工程化制种改变了以前杂交水稻母本于父本间行种植的方式,采用母本与

父本混合种植的方式,这就造成了收获后的种子既有母本又有父本;通过实验研究分析可得,母本

籽粒的长度约6mm左右，而父本籽粒大约11-12mm，根据两种籽粒的长度的特性的不同，拟设计以

窝眼滚轮筒为主要工作部件的清洗机来清选出所需要的母本籽粒。本设计根据当前社会发展需要，

自行设计了圆锥窝眼滚筒，介绍了窝眼滚轮筒国内外研究情况和研究意义。本窝眼滚轮筒重点对分

选筒内籽的运动动力学分析，得出了影响籽粒分选的主要因素窝眼分选筒的直径、角速度及圆锥倾

角，设计计算了各主要部件所需参数并进行了校核，完成了装配图及各主要零件的图纸绘制。

关键词:清洗机;窝眼滚筒;籽粒

The Design of Conus Shaped Rice Seed Cleaning Machine

Hybrid Rice Seed Production of Hybrid Rice changed the previous inter-row cultivation Abstract:

of the female parent in the way male, female and male parent by way of mixed cultivation, which resulted in the seeds after harvest have both male female parent;analysis can be obtained through experiment, the grain length of about 6mm female parent, while the male seed of about 11-12mm, according to the characteristics of the two grains of different length, to be designed to nest eye roller tube as the main working parts of the washing machine required to settle the election of the female parent grain.The design based on the current social development, to design a roller tube eye socket, eye socket roller tube introduced the situation and significance of domestic and international research. The

roller tube nest eyes focus on the movement of seed tube sorting dynamic analysis of grains obtained the main factor separating the eye socket diameter tube sorting, angular and cone angle, design and calculation of the major components required parameters were checked, completed the plans of assembly and major parts drawings.

1

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

: Cleaning machine;Nest eye drum;Grain Keywords

## 1 前言

### 1.1 研究的背景、目的和意义

近几年农业种植结构调整和加入WTO都对我国农业机械化产生了较大的影响,我国农业机械产品的升级换代和产品结构调整势在必行,农业机械化进入了一个调整发展的新时期。现代农业和人类生活越来越注重种子和粮食的加工品质,收获后的种子或粮食中有许多不需要的掺杂物如杂草种子、秸秆石子、其他作物籽粒以及未成熟的、破碎的、退化的、病害损伤的、机械损伤的种子或粮食。种子或粮食经过清选机的清选加工处理去除掉不需要的掺杂物,并对种子进行分级,不但可以使种子或粮食籽粒均匀饱满且容重、千粒质重、净度、种子发芽率等有较大提高,从而提高种子和粮食质量,节约种子,而且有利于粮食或种子的储藏运输及机械化作业。因此清选机产品对农业结构的调整和农民收入的增加有着十分重要的作用。

我国农业生产需要种子125亿千克，而目前我国种子的年加工量只有20亿千克，不到供种量的20%左右，大部分仍是粗加工，加工能力和加工质量远远满足不了农业生产的需要。从对南方各省市调研情况来看，目前使用的单机最多的是甘肃酒泉的1.3吨/小时(以小麦计)复式清选机，这种机型虽然使用效果、性能较好，但存在着产地远，零配件与服务跟不上，生产率偏低等缺点。为解决水稻种子加工的实际问题，促进南方稻产区水稻种子加工业的发展，加快我国南、北方种子产业化的进程，尽快的开发出适合南方水稻产地的种子加工机械有着重大意义。

杂交水稻制种过程中，种子的纯度对制种至关重要。传统方法在收获籽粒时，多采用人工收获方式，对不同组合中的父、母本进行单独分收，以便保证父、母本种子的纯度。这种分收方式，增加收获难度，也降低生产效率。为加快现代杂交水稻制种的进程，农学育种专家们提出了适合工程化生产的混播制种，将父母本种子一次性收获，并将收获后的种子进行清选分级。即将父、母本种子按照一定的比例均匀混合，一次性插入田间，父、母本在田间随机分布，在扬花授粉期，父本周围是母本，母本周围是父本，这样有利于授粉率；同时，成熟后，父、母本采用机械化一次性收获。大大降低了生产成本，提高了制种的产量。

杂交稻工程化制种改变了以前杂交稻母本与父本间行种植的方式，采用母本与父本混合种植的方式，这就造成了收获后的种子既有母本又有父本；通过实验研究分析可得，母本籽粒的长度约6mm左右，而根据父本种粒品种的不同，籽粒平均为11-12mm，根据

## 2

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

两种籽粒的长度特性的不同，我们设计以窝眼滚筒为主要工作部件的清选机来清选出所需要的母本籽粒，并可针对分选不同长度的父本籽粒调节适应的种槽角度和滚筒转速

，已达到最佳的分选效果。试验验证，这种窝眼滚筒清选机作用可靠、耗能小、分离率高，为杂交水稻混合制种提供了有力的保障。

## 1.2 国内外研究现状

我国对粮食清选机械的研究、生产起步较晚。20

世纪50年代引进首批样机，最早的产品是手动风车、溜筛，生产率低、清选效果不佳；60

年代的产品是电动扬场机，虽提高了生产效率，但清选效果仍不理想。70年代开始了对粮食振动分选机、滚筒筛选机的研制；80年代进入了新的发展阶段，在引进消化国外清选机械先进技术的基础上，研制出了具有一定先进水平的粮食清选加工机械；进入90

代，新技术、新产品、新工艺不断涌现为粮食清选加工业的发展提供了技术保证。

经过半个多世纪的发展，基本形成了具有我国特色、适应我国广大用户需要、品种规格较齐全、自行研究和生产的加工体系。比较好的产品有石家庄市绿炬种子厂生产的5X-3 风筛式种子清选机、青岛亚诺机械工程有限公司生产的5XD-3.0 风筛式清选机、佳木斯联丰农业机械有限公司生产的5XF-15 复式清选机、石家庄三立谷物精选机械有限公司生产的5XZC-3A 种子清选机、石家庄市科星清选机械有限公司生产的5XZC-5 种子清选机、河北省种业集团种子机械有限公司生产的5XZ-3 种子清选机。

目前在欧美发达国家已形成多种系列化的种子清选机，其有清选净度高、分级效果好、工艺精良、性能稳定、可靠性强、噪音相对较低的特点，除传统的机械调节外，现已开发出液压调节系统，操作更加灵敏。比较著名的比重式清选机生产厂家有奥地利的HEI平共处D公司、丹麦的WESTRUP公司、德国的PETKUS公司、美国OLIVER公司、LMC公司和CRIPPEN公司。

20 世纪70

年代以来，种子加工业的兴起使风筛式清选机在一些发达国家有了较快的发展。其中，西欧、北美的一些国家，如丹麦、瑞典、奥地利、瑞士、意大利、德国、美国等在生产和使用方面均居领先地位。目前，制造风筛式清选机的厂家很多，其中以美国的布朗特(BLOUNT)公司、德国的勒贝尔(ROBOR)公司、丹麦的达马斯(DAMAS)公司、意大利的巴拉里尼(BALLARINI)公司历史较为悠久，它们生产风筛式清选机已有100

多年，其产品经久耐用、性能可靠。这些公司的产品除满足国内需要外，还远销世界各地。它们在技术上各有发展，产品也各有特点。

纵观以上机型，均存在整体水平相对较低，价格偏高，用户难以接受。局限性较大，而且大多数都只用于面粉加工中去除小麦所含芥子、草籽、燕麦及其他杂质，同时还存

3

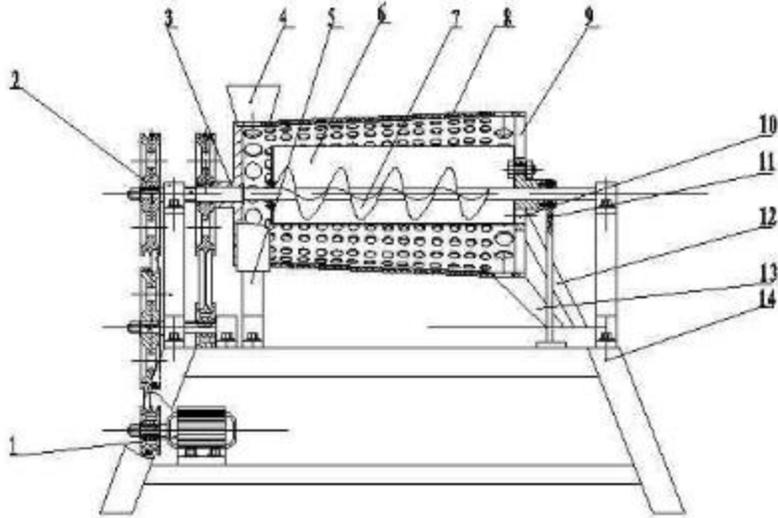
本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

在分选精度、清选清洁度等达不到国家标准，且针对杂交水稻籽粒的分选机械不多，为此有必要进行进一步的研究适合杂交水稻工程化制种中的父母本分选、清选设备。 2 总体方案的确定 2.1 初步设计方案

杂交水稻分选机主要是用于杂交水稻种子的父母本分离、分选。而杂交水稻中父母本的长度不一样，母本长度大概是6mm，而父本大于11mm。所以根据这一长度差异提出利用窝眼分选。在此过程中设计窝眼滚筒直径大小8mm，窝眼深4mm。 2.2 结构及工作原理

2.2.1 总体结构

电机1窝眼筒式分选机主要由、带轮2、滚筒法兰盘3、进料斗4、防漏衬套支架5、承种槽6、推料螺旋7、窝眼滚筒8、端盘9、小籽粒出料口10、支架11、小谷粒出料筒12、长谷粒出料筒13、机架14等部分组成，总体结构如图1所示。



1. 电机 2. 带轮 3. 滚筒法兰盘 4. 漏斗 5. 防漏衬套支架 6. 小谷粒槽 7. 搅龙  
 8. 窝眼滚筒 9. 端盘  
 10. 小籽粒出料口 11. 支架 12. 小谷粒出料筒 13. 长谷粒出料筒 14. 机架

图1 总体结构

Figure1 Overall structure 2.2.2 工作原理

待分选的籽粒通过进料斗喂入窝眼分选筒内并随分选筒一起转动。短粒种子直接

4

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

充入分选滚筒内壁的窝眼孔中并随分选滚筒一起转动，当被带到一定的高度后，籽粒脱出窝眼孔，直接掉入承种槽内，再由承种槽内推料螺旋推送经排种口排出。而长粒种子因不能进入窝眼孔，在分选筒内壁摩擦力的作用下被带到一定高度后下滑，同时因分选筒为圆锥滚筒，滚筒壁与轴向有一定的倾角，所有籽粒随重力分力的作用将会向轴向滑移，最终长籽粒随分选筒一起做复杂的螺旋线运动并沿分选筒轴线经排种口排出。这样就完成了父本与母本籽粒的分离清选。进料斗、窝眼分选筒、小谷粒槽、推料螺旋、排料口构成了短粒母本种子的输送路线；进料斗、窝眼分选筒、排料口构成了长粒父本种子的输送路线。

### 2.2.3 传动系统

本方案中窝眼滚筒和排料螺旋需要转动，而本机只采用一个电机提供动力，因此采用带轮并联方式传递动力。

调速电机传递出来的动力通过小带轮传递给一个大带轮，这个大带轮通过带传动将动力传递给主轴上大带轮，带动搅龙转动。与这个大带轮同轴的一个小带轮通过带传动传递给与滚筒外齿圈啮合另一大带轮，带动滚筒转动。

## 3 设计适合分选的圆锥窝眼滚筒

### 3.1 初选分选筒参数

圆锥窝眼滚筒是该机的主要部件之一，是根据作物种子长度的不同来分选的。其筒的尺寸、窝眼的尺寸、排列型式和后表面粗糙度，都决定种子的精选效果。

表1籽粒物理参数

Table1 Physical parameter of seed

材 料 平均粒宽/mm 平均粒长/mm

不育系171s 2.8 5.8

恢复系玉针香 2.4 12.6

由表5 中不育系171S 的相关参数，初步确定采用圆柱形窝眼孔，其孔径d 应比其长度方向尺寸稍长，但又不能大于恢复系中的最小长度尺寸，故孔径d=6, 7.5 mm之间。孔深为能够容纳下一粒不育系种子即可，故取孔深为3 mm。

### 3.2 籽粒在圆锥滚筒的初步分析

决定窝眼滚筒的技术参数主要有4个，即：滚筒直径D、长度L、锥度及滚筒转速。

5

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

根据设计经验，并考虑整机尺寸与工作效率，滚筒长度L取466mm。

依据窝眼型孔的分选原理，恢复系与不育系均在滚筒内随滚筒一起转动或与滚筒保持一定的相对运动，依据其长度的差异，短粒种子直接落入型孔中，随着滚筒的旋转而被带到一定的高度，并在重力的作用下落入窝眼筒中部的承种槽内，最后通过槽内的排料螺旋排出；没有进入窝眼孔的种子由筒底部排出，这样就完成了长度不一的籽粒的清选。现考察其中的一粒种子在滚筒内壁的运动动力学问题，暂不考虑窝眼型

F孔内壁对籽粒的作用，则其主要受到重力 $mg$ ，窝眼滚筒内壁对种子的支反力 $N$ ，和摩

擦力的作用。假设滚筒一直以角速度 $\omega$ 匀速转动，则应保证种子在图示3中的 $\phi$

$\phi = 0^\circ, 90^\circ$ 范围内时需随滚筒一起运动；在 $\phi = 90^\circ, 180^\circ$ 范围内必须脱离滚筒内壁

。

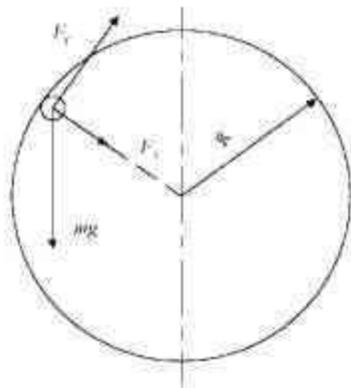


图2 籽粒在分选筒中的受力分析 Figure2 Sketch map of forces on seed

对图2 中种子沿半径方向列动力学方程

$$[1] F_f - mg \cos \phi = ma_r$$

$$2a_w R, \text{ 其中: } (1) \ n$$

$$2F_f - m\omega^2 R, \text{ 所以: } mg \cos \phi = N$$

$F_f = 0$  则籽粒不脱离滚筒的条件是  $N > 0$

ggw, R, 2Rw即或

依据经验有滚筒转速 $n=30, 50 \text{ r/min}$

$n, , 3.14 \sim 5.24w$ 即 (2) 30

$gR, , 0.35 \sim 0.99m$ 所以  $2w$

6

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828 3.3 确定分选筒参数

生产率与窝眼筒尺寸、转速密切相关。通常是窝眼筒直径越大、转速越高，生产率也就越高。但也不能无限制的加大直径和转速，否则会影响分选效果。

#### 1)圆锥滚筒长度L的确定

在保证必要脱粒质量指标的前提下，滚筒的长度应尽量取短些，根据设计所给的条件，取 $L=460\text{mm}$ 。

#### 2)圆锥滚筒锥角的确定

圆锥滚筒的锥角的大小对种子的清选效果有着很重要的影响，锥角太大不能够很好的分离不同种类的种子，分离效果差。锥角太小，长粒种子堆积在滚筒内，分离效

0, , 2.5果不好，而且生产效率低。根据设计要求，锥角

#### 3)滚筒直径D的确定

滚筒直径过小，容易缠绕作物，面积也相应减小。根据条件，圆锥滚筒大端的直径为 $190\text{mm}$ ，小端的直径 $162\text{mm}$ 。

### 4 籽粒在圆锥滚筒中的动力学分析

#### 4.1 分选筒内长粒种子动力学分析

由于长粒种子长度方向尺寸大于窝眼孔直径，一般不能落入到窝眼孔中，即使有极少部分落入到窝眼孔中，其重心位置也位于窝眼孔之外，故可认为长粒种子不受窝眼的约束，而在分选筒的内表面运动。当分选筒锥角为  $\theta$  并以匀角速度  $\omega$  转动时，籽粒受到分选筒内壁摩擦力的作用随分选筒一起做复杂的螺旋线运动。将该运动沿分选筒径向和轴向分解，则径向运动迫使长粒种子沿分选筒内壁爬升，轴向运动推动长粒种子向排料口排出。

#### 4.1.1 长粒种子径向动力学分析

当长粒种子在摩擦力作用下沿分选筒内壁径向爬升到某一高度时，长粒种子与分选筒内壁之间存在相对运动，但仍然沿分选筒内壁爬升，直到在分选筒内壁径向爬升到一定高度(极限高度)时，籽粒相对分选筒处于瞬时静止状态，随后，籽粒将开始下滑。现以长粒种子爬升极限高度位置处建立图7示坐标系，以籽粒重心处为坐标原点  $O$ ， $x$ 轴沿分选筒径向， $y$ 轴沿分选筒内壁切线方向。依据动力学关系式可知，此

时，长粒种子受到自身重力，离心惯性力，分选筒内壁支持力及切向摩擦力  $F$  的作用，受力图如图3所示。  $f$  依据图3示受力图，由达朗伯原理，可列平衡方程为：

$F, OF, P, mg\cos\theta, 0, xN$

7

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

$F, OF, mg\sin\theta, 0, yf$

[2] , (3)  $F, fF, f, tg, f1N$

化简后

$\rho, \sin(\theta), 2, P, mR, mg \sin(\theta)$ ,

即  $2R \sin(\theta) = \arcsin(\frac{P}{mg})$  (4)

图3 长粒种子径向运动受力分析

Fig.3 Dynamic analysis of radius to long seeds

式中： $\alpha$ ：长粒种子在分选筒极限高度的位置角，rad； $f$ ：摩擦系数； $R$ ：分选

筒半径，m； $g$ ：重力加速度， $g$ ； $\phi$ ：摩擦角，rad；

$n$ ：分选筒转速，rpm； $\omega$ ，角速度，rad/s。

由式(4)可知，当分选筒外形尺寸及材料确定后， $\phi$ 为定值，在保证正常工作的条件下，极限高度位置角 $\alpha$ 随角速度 $\omega$ 的增大而增大。只要保证当水稻种子在圆锥滚筒最大半径时，长粒种子能够在分选筒内低于承种槽开口位置的高度下滑，即可实现籽粒的分选，一般 $\alpha$ 取 $0, \pi/2$ ，以确保其达到可靠的分选效果。 4.1.2

#### 长粒种子轴向动力学分析

分选筒内长粒种子轴向移动的外力来源于两部分，一是物料流的侧压力，使籽粒发生侧塌位移；二是由于圆锥滚筒的圆锥斜角，重力沿分选筒轴线方向的分力，使籽粒沿轴向流动。由于窝眼分选筒是低速运转，产生的物料堆积层很薄，故忽略物料流

[13]的侧压力，只考虑籽粒重力沿分选筒轴线方向的分力。

当长粒种子在摩擦力的作用下沿分选筒内壁径向爬升到一定高度(极限高度) $F$

1

后，籽粒相对分选筒处于瞬时静止状态，随后籽粒开始下滑并沿轴向移动，最后从排料口2排出。现以长粒种子爬升极限高度位置处建立图4示坐标系，以籽粒重心处为坐标原点 $o$ ， $x$ 轴沿分选筒径向， $y$ 轴沿分选筒内壁切线方向， $z$ 轴沿分选筒轴线方向，

8

分选筒斜置，其轴线与水平轴夹角为  $\theta$ 。依据动力学关系式可知，此时长粒种子受到自身重力，离心惯性力，分选筒内壁支持力  $F_{N2}$  以及轴向摩擦力  $F$  的作用， $mgPF21$

2

受力图如图4所示。

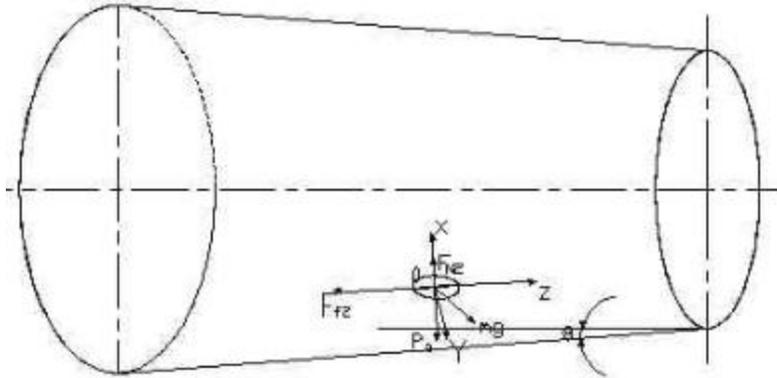


图4 长粒种子轴向运动受力图

Fig4 Dynamic analysis of axis to long seeds

由于滚筒转速慢，籽粒上升高度低，科氏加速度小，近似认为绝对加速度等于牵

[1]2连加速度。故可得其离心惯性力。  $P, mR, 21$

将重力  $m1g$  沿图示坐标轴方向分解

$F, 0x$

$F, mg\cos, y1$

$F, mg\sin, z1$

若使长粒种子沿轴向运动，必须有  $F, Fzf2$

沿轴列平衡方程有：

$F, 0P, F, 0, x2N2$

可得： $P, F2N2$

而  $F, fF, f, tg, f2N2$

2所以:  $m g \sin \theta$ ,  $m$ ,  $R_f$ , 011

2  $\theta$ ,  $\arcsin(R_f/g)$

式中： $\theta$ ：圆锥滚筒锥角  $\theta$ ，rad； $f$ ：摩擦系数； $R$ ：分选筒半径，m； $g$ ：重力加速度， $2m/s^2$ ； $\phi$ ：摩擦角，rad； $\omega$ ，角速度，rad/s。

由上式可知，当分选筒外形尺寸及材料确定后， $\phi$  为定值，分选筒锥角  $\theta$  的选择范围由角速度  $\omega$  和圆锥的最大半径  $R$  决定。

9

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828

20, 40.19tan15, 20 由, , ()=arcsinarcsin/2.5Rtg, , , , , , 310, , ,

4, 0.190其中, , , 15Rm, , 0.095wrads/23

0取锥筒锥度为，籽粒在最大半径能满足条件，则在滚筒其他地方也满足条件。  
。 , , 2.5

#### 4.2 短粒种子动力学分析

由于短粒种子长度方向的尺寸小于窝眼直径，故可落入到窝眼孔中，籽粒在窝眼孔中受到窝眼的约束，随分选筒一起运动；当短粒种子转动到一定高度（极限高度）时将脱离窝眼孔，斜抛至承种槽中，并受承种槽中螺旋推送器的推动沿轴向运动到排料口10排出。

##### [13]4.2.1 分选筒内短粒种子径向动力学分析

短粒种子受到窝眼的约束随分选筒运动到一定高度（极限高度）时，相对分选筒处于瞬时静止状态，随后籽粒将脱离窝眼的约束，以一定的初速度斜抛入承种槽内。通过运动分析可知，由于短粒种子运动过程中受到窝眼的约束，其极限高度位置角  $\beta$  应在  $\pi/2, \pi$  的范围内。

， $x$ 现以短粒种子位于极限高度处建立图5示坐标系，以籽粒重心处为坐标原点  $o$ 轴沿分选筒内壁切线方向， $y$ 轴沿分选筒径向。依据动力学关系式可知，此时短粒种子

受到自身重力，离心惯性力，分选筒内壁支持力及窝眼切向摩擦力的作用，受力图如图5所示。

图5 短粒种子在分选筒径向运动受力图

Fig5 Dynamic analysis of radius to short seeds in the cylinder

依据图5示受力图，由达朗伯原理，可列平衡方程：

$$\begin{aligned}
 &F_c = m\omega^2 R \cos(\beta/2), F_f = fF_N \\
 &F_g = mg \sin(\beta/2), F_N = P, \quad (5)
 \end{aligned}$$

10

本科机械毕业设计论文CAD图纸 QQ 401339828 代入得

$$2R \cos(\beta/2) \sin(\beta/2) = g \sin(\beta/2)$$

化简后

$$2 \cos(\beta/2) = \arcsin(g/2\omega^2 R)$$

式中： $\beta$ ：短粒种子在分选筒内极限高度的位置角，rad； $f$ ：摩擦系数； $R$ ：分选筒半径，m； $g$ ：重力加速度， $m/s^2$ ； $\phi$ ：摩擦角，rad； $\omega$ ，角速度，rad/s。

当分选筒外形尺寸及材料确定后， $R$ 、 $\phi$ 均为定值，在保证正常工作的条件下，极限高度的位置角 $\beta$ 与角速度 $\omega$ 应满足上面所示的关系。

#### 4.2.2 承种槽内短粒种子轴向动力学分析

承种槽内短粒种子轴向运动的外力主要来源于推料螺旋的推力。籽粒脱离窝眼的约束后落入承种槽，受到螺旋叶片法向推力的作用，在该推力轴向分力的作用下籽粒

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。  
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/215101201323011340>