

板齿摘脱滚筒梳脱过程的计算机仿真*

陈树人 张际先 李耀明

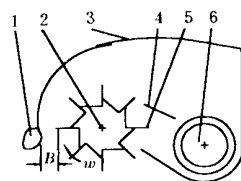
(江苏理工大学)

摘 要 运用AutoCAD (R 14) 版本的绘图软件和图解分析功能对割前脱粒联合收割机摘脱割台板齿、摘脱滚筒梳刷作物的过程进行了计算机仿真研究, 并图解有关割台工作参数, 为割前脱粒联合收割机摘脱割台的运动与结构参数的合理确定提供了依据。编制的程序软件在4LGT-130型自走式稻麦联合收割机割台设计中得到应用。

关键词 联合收割机 摘脱 割台 计算机仿真

所谓割前脱粒联合收割机, 其收获工艺是机器工作时, 利用高速旋转的梳穗元件, 将谷粒在田间直接脱下来, 然后再进一步复脱、分离和清选, 脱掉谷粒后的茎秆仍留在田间或割倒铺放在田间。这种新型联合收割机与传统联合收割机相比, 具有结构简单、功耗低、生产率高、使用可靠、损失少、湿脱湿分能力强, 对高矮作物适应好等优点。其割台结构如图1。主要由压禾鼻、摘脱滚筒、护罩、梳齿、割台输送搅龙组成。研究其工作过程, 确定其最佳工作参数对设计性能良好的割前脱粒联合收割机具有重要的意义。

本文用AutoCAD (R 14) 版本的绘图和图解分析功能对摘脱滚筒对作物的梳刷脱粒过程进行了仿真, 并图解有关参数, 为割前脱粒联合收割机的运动和结构参数确定提供依据。



1. 压禾鼻 2. 摘脱滚筒
3. 护罩 4. 挡板
5. 梳齿 6. 割台输送搅龙

图1 摘脱割台装置示意图

Fig. 1 Schematic view of stripping header

1 程序简述

1.1 程序简述

摘脱滚筒梳齿对禾秆的梳刷脱粒过程和参数图解程序采用AutoCAD (R 14) 内嵌的AutoLisp语言编写。程序主要由输入模块、主控模块和输出模块组成。屏幕显示充分利用VGA显示屏的色彩, 用不同的颜色表示不同的梳齿, 程序可由使用者控制, 分别在不同的参数下运行多次, 以研究运动和结构参数与工作质量的关系。

为了程序运行方便, 首先根据摘脱滚筒的结构参数绘出其图样, 再用AutoCAD块定义(BLOCK)命令和写入块(WBLOCK)命令将摘脱滚筒作为一个块保留起来, 需要时用块插入(INSERT)命令在规定的位上画出摘脱滚筒。

该程序的特点是: 1) 根据摘脱滚筒的运动规律来描述整个梳齿的工作过程; 2) 相邻梳齿作用的禾秆数、梳齿上任意点在任何时刻的速度、梳齿的开始梳刷角度和终止梳刷角度、单个梳齿作用的籽粒数都可由计算机图解求得。

收稿日期: 1998-08-10

* 江苏省应用基础基金资助项目(BJ97059)

陈树人, 讲师, 镇江市 江苏理工大学机械工程学院, 212013

1.2 程序流程

该仿真程序主要由设置工作环境模块、输入参数模块、计算与仿真模块、输出仿真结果模块等几大模块组成,程序流程示意图如图 2。

2 梳齿上任一点的运动方程

摘脱割台工作时,梳齿一方面随联合收割机作直线运动,另一方面,绕滚筒中心作回转运动,所以梳齿上任一点的运动是上述二种运动的合成,其运动轨迹为余摆线。为研究问题的方便,设 x 轴与机组前进方向一致向右, y 轴方向垂直向上。因此梳齿上任一点的在某一时刻的位移可用参数方程表示为

$$\begin{cases} x(t) = v_m t + R \cdot \cos(\omega t) \\ y(t) = H + R \cdot \sin(\omega t) \end{cases}$$

式中 ω ——为摘脱滚筒转速; H ——摘脱滚筒中心安装高度; v_m ——联合收割机前进速度; R ——梳齿上任一点的回转半径。

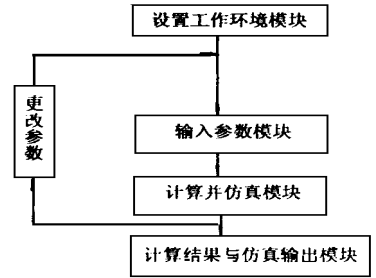


图 2 摘脱过程仿真程序流程示意图

Fig 2 Schematic view of stripping process simulation program

3 摘脱滚筒梳脱过程描述

输入摘脱滚筒的结构和运动参数: 摘脱滚筒半径 R 、摘脱滚筒中心安装高度 H 、机组的前进速度 v_m 和速比 λ (梳齿端点的回转线速度与机组前进速度之比)。先在选定的坐标系内画出起始状态 $t=0$ 时摘脱滚筒的位置。设 $t=0$ 时摘脱滚筒的回转中心位于坐标原点, 机组的前进方向为 x 轴正向, y 轴正方向垂直向上。当机组工作时, 摘脱滚筒的回转中心以速度 v_m 沿 x 轴正向向前移动, 同时摘脱滚筒上梳齿绕滚筒中心以 ω 的角速度作回转运动, 据此可以在屏幕上显示出任意时刻摘脱滚筒与梳齿的位置和状态。

图 3 表示了摘脱滚筒在速比 $\lambda=18$ 时摘脱滚筒梳刷禾秆的过程。此时机组前进速度为 3.6 km/h , 摘脱滚筒转速为 640 r/min 。当梳齿顶端位于最低点, 滚筒中心位于 x 轴上。从图 3 上可以看出梳齿上任一点近似作圆周运动, 梳齿对禾秆的梳脱过程是先作用在禾秆接穗的底部, 然后才作用在禾秆接穗的中部和顶部。而且摘脱滚筒上梳齿在梳刷作物的过程中同时有三排梳齿作用在禾秆区。因为速比 λ 值较大, 梳齿的运动轨迹余摆线扣环较大, 梳齿上任一点都具有向后的水平分速度, 因此禾秆上籽粒大多数都能在梳齿的作用下都能向后抛送, 落入割台输送搅龙, 这样能减少割台的飞溅损失。从图 3 中还能看出梳齿的进距 s 很小, 单个梳齿作用禾秆的范围很小, 说明单个梳齿作用的籽粒数很少, 割台单位时间的喂入量较小。并且从图 3 中还能确定滚筒中心的安装高度 H , H 值的最低点必须保证梳齿作用在禾秆上时, 梳齿上任一点低于禾秆接穗部的最低点位置, 才不至于出现脱不净损失。

4 摘脱滚筒运动参数对梳脱过程的影响

摘脱割台的运动参数包括机组前进速度 v_m 和摘脱滚筒的转速 ω 的大小, 其中 v_m 必须在一定范围内选择, 因此研究运动参数对梳脱过程的影响主要是研究 λ 值的影响。

1) $\lambda=0.8$ 和 $\lambda=1$

当 $\lambda=0.8$ 和 $\lambda=1$ 时值, 摘脱滚筒梳齿上任一点运动轨迹, 为长余摆线不能形成余摆线扣环, 梳齿上任一点没有向后的水平分速度, 籽粒在梳齿的作用下作前抛运动, 这样将加大籽

粒的前抛损失量, 即割台飞溅损失增多。显然 $\lambda < 1$, 摘脱割台不能正常工作。

2) $\lambda = 5$

随着 λ 值的增加, 由梳齿的运动轨迹余摆线所形成的扣环增大, 梳齿具有向后的水平分速度, 从仿真过程中可以看出梳齿开始作用的籽粒运动方向是向前抛的, 当梳齿运动到一定位置时, 籽粒在梳齿的作用下才向后抛, 但由于摘脱滚筒高速旋转, 在摘脱滚筒与压禾鼻之间的喂入口处形成一定负压, 对前抛籽粒具有吸附作用, 这样可减少割台的飞溅损失量。此时相邻两梳齿先后作用的禾秆量 S 增加, 单个梳齿作用的禾秆量相应增加, 割台单位时间的喂入量也相应增加。

3) $\lambda = 18$

随着 λ 值的继续增加, 通过屏幕观察可知, 余摆线扣环也相应增大, 单个梳齿作用的禾秆量逐渐减少。当 λ 值过大, 在梳齿半径不变的条件下, 摘脱滚筒的转速要增加, 前进速度减少, 这必将导致功耗增加, 工作效率下降, 断、短茎秆增多, 而且籽粒的破损量也相应要增加, 加重了复脱、清选的负荷。

因此 λ 值的确定, 一要考虑在保证正常工作的前提下, λ 值应尽量小, 以减少功耗和籽粒的破损量; 二要考虑摘脱滚筒必须具有一定转速才能在梳齿与护罩之间形成气流场效应, 使摘脱后的籽粒能在气流作用下向后抛送, 以减少回带和落粒损失。

实际工作时 λ 值的确定, 可先测定不同工况下的损失率, 然后再确定其最低转速, 再根据其结构参数定出机组合适的前进速度范围。

在 4L GT-130 型稻麦联合收割机的割台设计中, λ 值的取值范围在 14~ 18, 摘脱滚筒转速为 578~ 640 r/min, 此时割台损失能控制在 1 % ~ 2 % 的范围。

5 参数图解

按给定的参数画出摘脱滚筒的工作过程后, 根据前面描述的梳齿上任一点运动方程, 用计算机可描述梳齿上任一点的运动轨迹 (如图 4), 来图解以下参数: 单个梳齿进距 S 、单个梳齿梳脱籽粒数、梳齿上任一点的速度, 来表征其工作质量。

5.1 单个梳齿进距 S

用鼠标搜索 A 点与 B 点, 用 AutoCAD 求距离命令 (DISTANCE) 求得表征单个梳齿进距 S (摘脱滚筒旋转一周梳齿沿前进方向的位移)。摘脱割台的喂入量主要由 S 值的大小决定, S 值的最大值应小于摘脱割台的喂入口水平开度 B (梳齿上的最前点与压禾鼻最低点的水平距离) 见图 1, 才不至增大飞溅损失。

5.2 单个梳齿梳脱籽粒数 N

选择由结点 KABK 所构成的边界线实体, 用 AutoCAD 求面积命令 (AREA) 可求得

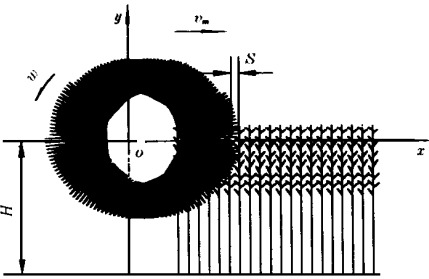


图 3 $\lambda = 18$ 时摘脱滚筒梳脱过程示意图
Fig 3 Schematic view of stripping process when $\lambda = 18$

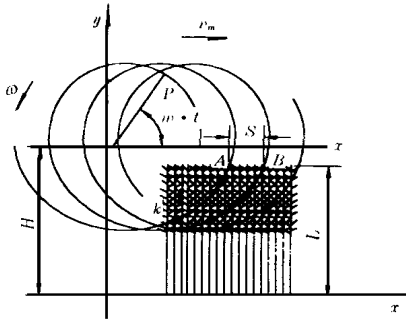


图 4 部分工作参数图解示意图
Fig 4 Schematic view of working parameters diagram analysis

KABK 所包围的面积, 若已知单位面积内的籽粒数, 就可求出相邻两个梳齿所作用的籽粒数。在此基础上可进一步求出单个梳齿所消耗的功率。

5.3 梳齿上任一点的速度

梳齿上任意一点 P 在任何时候的绝对速度可按下述步骤图解:

- 1) 画出该点的运动轨迹曲线;
- 2) 取一绘图比例尺, 在所求的位置上画出该点的牵连速度 v_e 值, 其方向与机组前进方向相同, 再画出该点轨迹曲线的切线, 按比例尺取其长度等于 $r\omega$ (r 为 P 点的回转半径, ω 为摘脱滚筒的转速), 它为该点的相对速度;
- 3) 运用平行四边形法则, 即可得该点的绝对速度。

6 结 论

- 1) 对割前脱粒联合收割机影响割台工作性能的主要运动和结构参数是摘脱滚筒速比、摘脱滚筒中心安装高度。
- 2) 保证割台正常工作的必要条件是 $\lambda > 1$, λ 取值的理想范围在 14~18 之间, 一般地, λ 越大, 单个梳齿作用的作物范围越小, 相应作用的籽粒数越少, 单位时间的喂入量也越少。
- 3) 摘脱滚筒要正常工作, 其中心安装高度必须随作物高度的变化而变化, 而且梳齿工作时, 梳齿上任一点应低于禾秆接穗的最低点。其高度调节范围一般在 0.4~0.6 m 之间。
- 4) 要减少割台损失, 单个梳齿的进距 S 必须小于割台喂入口水平开度 B 。

参 考 文 献

- 1 W. E. Kliner et al A New Concept in Combine Harvester Headers Agriculture Engineer Res, 1987 (38): 37~45
- 2 吴守一等 农业机械学(下). 北京: 机械工业出版社, 1987
- 3 袁建宁等 梳脱收获机设计理论的研究 农业机械学报, 1998(3): 33~37
- 4 蒋亦元等 摘脱后切割茎秆的搂成条铺的稻(麦)联合收割机 农业工程学报, 1997, 13(1): 51~56
- 5 陈翠英等 潜土逆转旋耕刀切土过程的计算机图解分析 农业机械学报, 1996, 10(增刊): (5~9)
- 6 苏鸿根等 怎么使用AutoCAD 教程 北京 清华大学出版社, 1995

Process Simulation on Stripping Rotor With Triangle Plate Teeth

Chen Shuren Zhang Jixian Li Yaoming

(Jiangsu University of Science & Technology, Zhenjiang)

Abstract In this paper the drawing and diagram analysis function of AutoCAD (R14) were utilized for describing the stripping straw process, and the computer simulations were given and the relevant working parameters were explained through diagrams. It can provide evidence for determining the working parameters and construction parameters of stripped header for threshing prior to reaping combine. The program compiled by author has been applied to designing header of 4LGT-130 combine for rice and wheat.

Key words combine, stripping, header, computer simulation