

椰青在线连续切削成型设备设计

Design of the on-line continuous cutting equipment for young coconut

张 聪

ZHANG Cong

(广东水利电力职业技术学院, 广东 广州 510630)

(Guangdong Technical College of Water Resources and Electric Engineering, Guangzhou, Guangdong 510630, China)

摘要: 采用在线连续切削技术设计自动化加工设备。该设备可对椰青定间距列队输送, 在运行过程中实现果体外皮圆柱面和圆锥顶的同步切削, 以及端部切割分离, 最终实现产品成型。在试验中, 采用横径 $\varphi 150 \sim 160$ mm 的椰青原果作为处理对象, 加工成柱面直径为 $\varphi 130$ mm、高 140 mm 的成型产品, 设备单通道加工速率达 90 个/min, 切削成型效果良好。该设备设计集多工序多功能于一体, 可有效提高生产效率和产品质量。

关键词: 椰青; 连续; 切削; 设备; 设计

Abstract: The young coconut cutting technology was studied and the new automatic processing equipment was designed. The equipment could transport young coconuts with fixed spacing. In the process of operation, realized the synchronous cutting of the cylindrical surface and the conical top of the fruit and the cutting and separating of the ends. Finally the product was formed. The design scheme, key structural and technical principle of this device was also detailed. In the experiment, the young coconut with transverse diameter of $\varphi 150 \sim 160$ mm was used as the processing object, and the products with cylindrical diameter of 130 mm and height of 140 mm were processed. The single channel processing speed of the equipment reached 90 min^{-1} , and the cutting effect was good. The equipment design integrated multiple processes and functions, which could effectively improved production efficiency and product quality.

Keywords: young coconut; continuous; cutting; equipment; design

椰青采摘后, 在成为商品销售前, 为方便包装和储运, 需要切削绿色的外皮, 加工成露出白色内皮的形状规

格统一的“圆形屋”状。

传统的椰青切削成型, 主要依靠大量的人工劳动实现。生产时, 工人们手工完成切削外圆柱面、切削圆锥顶、砍平底部等一系列工作, 劳动强度大, 工作繁重且具有一定的危险性。

现有的果蔬去皮技术及设备有多种形式, 对于外形比较大的瓜果类如哈密瓜、冬瓜、菠萝等, 一般是通过人工上料方式, 单果装夹, 果体旋转, 移动仿形刀削皮^[1-3]; 至于一些小水果如苹果、脐橙等, 则采用单果进料, 多工位间歇转盘式的去皮设备, 借鉴轴类零件车削加工的方法进行削皮^[4-6]。由于椰青不但需要切削外皮, 还要加工成特定的形状, 因此上述技术和设备均不适用于椰青的自动化切削成型加工。

为解决椰青切削成型的难题, 近年出现了一些半自动机械, 结构简单, 基本原理仿照电动台钻的形式; 改装的钻头部位插进椰青端部, 带动果体旋转; 首先, 侧面布置的刨削刀与椰青接触进行圆柱面切削; 然后, 椰青与下方布置的锥面刨削刀接触进行锥顶切削; 最后, 取下椰青, 用铡刀切平其端部。整个加工过程中都需要人工辅助, 逐个加工。这些半自动机械的应用, 只是稍微减轻了工人的劳动量。

采用手工操作外加半自动机械工具进行椰青加工, 是目前普遍的生产现状。至今还未发现有相关的自动化加工技术及设备的研究。本研究拟设计开发出椰青在线连续切削成型设备, 使椰青切削加工成型实现全流程自动化。

1 椰青切削成型工艺流程

椰青切削成型过程如图 1 所示。

要实现自动化生产, 需要解决多个技术难题, 包括椰青的连续定位输送, 在线运行过程切削外圆柱面和顶部圆锥面, 以及底端部切割分离等, 最终才能形成“圆形屋”状产品。

确定椰青切削成型工艺流程如图 2 所示。

基金项目: 广东省普通高校特色创新项目 (编号: 2017GKTSX031)

作者简介: 张聪 (1967—), 男, 广东水利电力职业技术学院教授级高级工程师。E-mail: zcoz@163.com

收稿日期: 2018-09-06

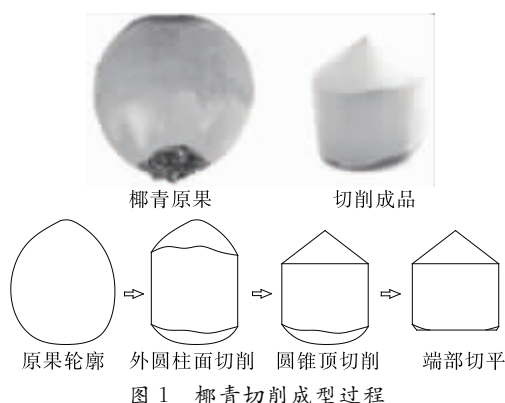


Figure 1 The process of cutting young coconut

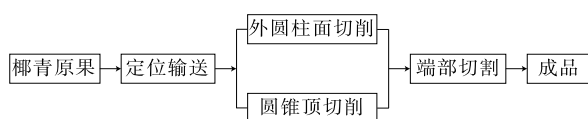


图 2 椰青切削成型工艺流程图

Figure 2 Process flow chart of young coconut cutting

2 设备总体设计

椰青果实外形为卵球状,因自然生长而大小不一,在进入自动化设备切削加工前,首先需要进行分级,才能提高生产效率和产品质量。实际生产中,需将椰青原果按横径尺寸以 10 mm 为级差分成若干级别,每一个级别对应一套切削系统。按前述工艺流程,进行设备总体设计,可采取 2 种结构形式,其一,回转式多工序加工机型;其二,直线式多工序加工机型。由于生产时,要求多级别原果同时加工,因此需配置多级别的切削系统。从生产线布局上考虑,直线式机型因结构紧凑,可并列排放并直接对应衔接分级通道出口,因此视为首选。

切削成型设备可设计为多通道并联的形式,每一个通道为一个独立的切削系统,对应一个尺寸级别的椰青原果。只要分别调整各个通道的切削参数,即可同时加工出相应级别的成型产品。

按工艺流程,综合分析各因素,形成本设备的总体设计。图 3 为一个级别通道的切削加工系统,系统中各部分组合成一条连续自动化生产线。椰青原料自右至左直线运动,经历 5 个区间,最终被加工成圆形屋状产品^[7-8]。

3 设备关键装置的结构及原理

椰青切削成型设备的关键装置包括:椰青定位输送

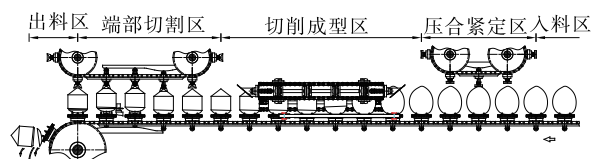


图 3 设备总体结构简图

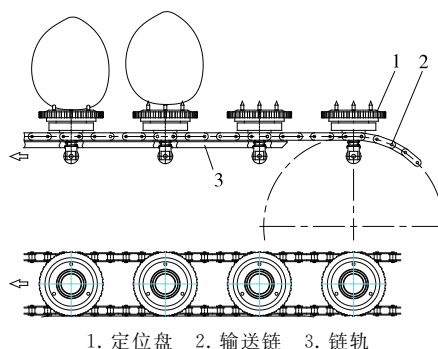
Figure 3 Overall structure diagram of equipment

装置、同步运行果体切削成型装置、椰青端部切割分离装置。

3.1 椰青定位输送装置

要实现椰青连续在线自动加工,首先需要解决椰青的输送问题,也就是需要设计一套输送装置,确保椰青进入生产线后,能够定间距及稳定地列队行进,以方便其后的自动化加工处理。

3.1.1 椰青定位输送装置结构设计 装置设计如图 4 所示,主要由定位盘 1、输送链 2、链轨 3 及相关的链轮传动机构和动力源等组成。定位盘 1 等间距安装在 2 条平行输送链 2 上^[9]。

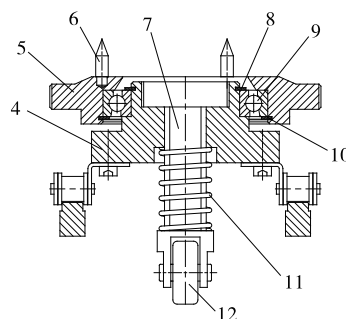


1. 定位盘 2. 输送链 3. 链轨

图 4 椰青定位输送装置

Figure 4 Young coconut positioning and conveying device

定位盘是主要部件,其安装截面图如图 5 所示。定位盘主要由基座 4、轮盘 5、针锥 6、滑动顶杆 7、弹簧 11 和滚轮 12 组成。



4. 基座 5. 轮盘 6. 针锥 7. 滑动顶杆 8. 轴用挡圈 9. 轴承 10. 孔用挡圈 11. 弹簧 12. 滚轮

图 5 定位盘安装截面图

Figure 5 Section diagram of position plate installation

基座 4 底部为方座,方座中心有圆柱凸台,凸台柱面与轴承 10 内圈配合。基座中心加工有三级通孔,上下为圆孔,中部为方孔。

轮盘 5 为环形盘状结构,轮外圆周面加工有均匀细密的直条纹,如齿轮一般。轮盘的上表面,圆周均布 3 支针锥 6,针锥尖端向上,底端紧定在轮盘环面上。

轮盘的内孔与轴承外圈配合安装,因此轮盘可绕基座凸台中心自由旋转。

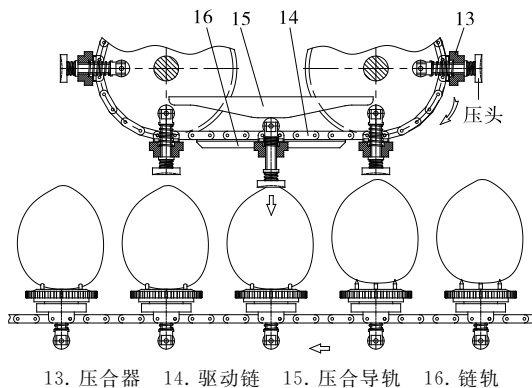
基座中心方孔与滑动顶杆 7 配合。滑动顶杆 7 的上端是圆盘体,下端轮座装配有一个滚轮 12。向上推动滚轮,可使滑动顶杆 7 克服弹簧力上升。

定位盘的基座两侧各有 2 个安装螺孔,通过螺钉固定在两侧输送链的链板支座上。

3.1.2 椰青定位输送运行原理 两条平行输送链在链轮驱动下往复循环运行时,即可带动定位盘自右往左直线运行。

椰青进入本设备前,需排列送进,并且保证其蒂部方向一致,在椰青抵达上料位置时通过机械手抓取,依次放置在定位盘上方,由 3 支针锥定位。其后,只要对椰青施加一定的向下压力,致使针锥插入椰青皮内,即可把椰青紧定在定位盘上。

在入料区域,采用一套连续式果体压合紧定装置^[10],如图 6 所示。装置安装于定位盘输送链上方,由驱动链带动若干个压合器 13,对应定位盘同步运行。压合器 13 是一个带压头的伸缩机构,运行过程受压合导轨 15 曲线的影响,迫使压头产生自上而下的压合动作,把进入区域的椰青果体逐一压紧在定位盘上表面,以致针锥刺穿并深入椰青表皮内。



13. 压合器 14. 驱动链 15. 压合导轨 16. 链轨

图 6 连续式果体压合紧定装置

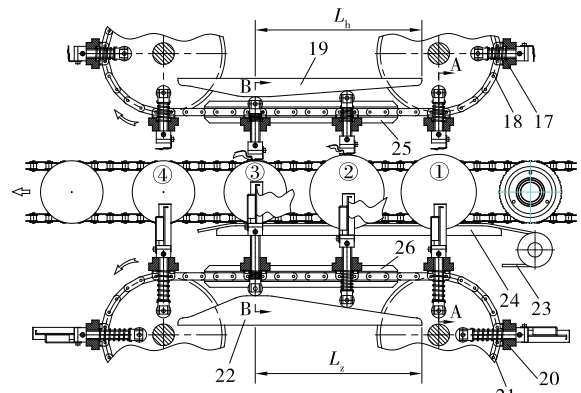
Figure 6 Continuous pressing tightening device for fruit

3.2 同步运行果体切削成型装置

椰青经过压合紧定装置被固定在定位盘后,随输送链往前输送。下一工序即可进行表皮的切削,同步进行:其一是切削圆柱面,其二是切削圆锥顶。

同步运行果体切削成型装置的设计如图 7 所示。在定位盘输送链两侧,分别布置有一套柱面切削装置和一套锥面切削装置^[11-12]。

图 7 上部为柱面切削装置,是一套由链条 18 驱动柱面切削器 17 循环运行的装置。驱动链 18 全程范围按定间距依次安装多个柱面切削器 17,而且需确保其间距与定位盘 1 的安装间距一致。



17. 柱面切削器 18. 驱动链 19. 切削导轨 20. 锥面切削器
21. 驱动链 22. 切削导轨 23. 调速皮带 24. 压轨 25. 链轨
26. 链轨

图 7 同步运行果体切削成型装置

Figure 7 Synchronous running fruit cutting device

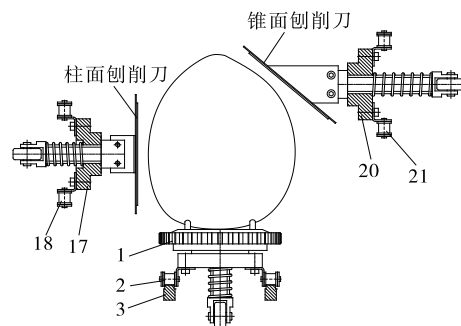
图 7 下部为锥面切削装置,安装形式与柱面切削装置相似。

柱面切削装置和锥面切削装置均与定位盘输送链同步运行,运动方向如图 7 箭头所示。

3.2.1 切削装置结构形式 如图 8 所示,柱面切削装置布置在定位盘输送链上方左侧,驱动链 18 上下各一,平行布置,在上下链条的链板支座装配柱面切削器 17;锥面切削装置布置在定位盘输送链上方右侧,驱动链 21 上下各一,平行布置,在上下链条的链板支座装配锥面切削器 20。

柱面切削器 17 与锥面切削器 20 结构相近,均由基座、中心滑杆、切削刀等组成。推动切削器中心滑杆端部的滚轮,可驱使中心滑杆水平左右移动,从而带动切削刀作进退运动。

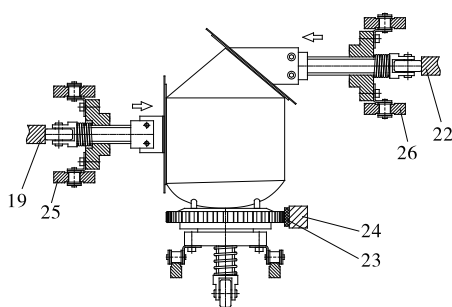
如图 9 所示,柱面切削器的滚轮沿导轨 19 滚动到高位,受导轨曲线轨迹的影响,驱使柱面切削刀由左至右推



1. 定位盘 2. 输送链 3. 链轨 17. 柱面切削器 18. 驱动链
20. 锥面切削器 21. 驱动链

图 8 同步运行果体切削成型装置 A-A 视图

Figure 8 Synchronous running fruit cutting device (A-A view)



19. 切削导轨 22. 切削导轨 23. 调速皮带 24. 压轨 25. 链轨 26. 链轨

图 9 同步运行果体切削成型装置 B-B 视图

Figure 9 Synchronous running fruit cutting device (B-B view)

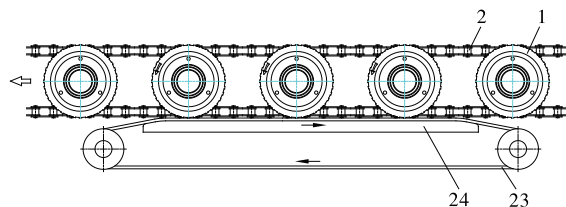
进,完成进刀行程;锥面切削器的滚轮沿导轨 22 滚动到高位,受导轨曲线轨迹的影响,驱使锥面切削刀由右至左推进,完成进刀行程。

3.2.2 定位盘旋转机构 图 7 所示,定位盘输送链在切削区域运行,在此范围内,需要进行椰青的切削。当采用固定的刀具对水果进行圆周切削时,水果必须要自转,才能达到理想的切削效果。因此,需要设计一套机构,使得进入切削区域的定位盘在直线运行过程实现自转,从而带动紧固其上的椰青自转。

定位盘旋转机构如图 10 所示,由调速皮带 23 和压轨 24 组成。调速皮带 23 是一套由辊筒带动运行的平皮带装置,通过独立电机驱动,可调速。调速皮带 23 平行安装在输送链 2 侧面,皮带内表面固定安装一条压轨 24。压轨 24 向外压紧皮带,使皮带外表面贴合定位盘 1 的轮盘。即皮带处于定位盘轮盘和压轨之间的压紧状态(图 9)。

3.2.3 在线连续切削工作原理 参照图 7,定位盘装载椰青由右至左运行进入切削区域后,其上的轮盘贴合调速皮带 23 表面,在摩擦力作用下滚动,形成直线运动过程的自转状态,自转方向如图 10 所示(逆时针)。

与此同时,调速皮带 23 在辊筒带动下如图 10 所示方向循环运行。皮带的运行,导致其上滚动的轮盘加速旋转。因此,只要调节皮带的运行线速,即可调整轮盘的



1. 定位盘 2. 输送链 23. 调速皮带 24. 压轨

图 10 调速皮带与定位盘配合图

Figure 10 Matching diagram of speed regulating belt and position plate

自转速度,从而,使紧固定位盘的椰青以合适的速度自转。

在切削区域,分布两侧的柱面切削装置和锥面切削装置与定位盘输送链同步运行,即每个椰青均与 1 个柱面切削器和 1 个锥面切削器对应并同步运行。

柱面切削器 17 运行经过切削导轨 19,锥面切削器 20 运行经过切削导轨 22,各自的滚轮分别沿接触的导轨轨迹运行。图 7 所示的①、②、③、④ 4 个位置点的工作状况如下:

(1) 第①位置点:定位盘进入调速皮带范围,开始带动椰青自转。柱面切削器 17 和锥面切削器 20 分别接近各自的导轨,柱面切削刀和锥面切削刀均保持原始位置状态,见图 8。

(2) 第②位置点:定位盘继续带动椰青自转。柱面切削器 17 和锥面切削器 20 已分别进入各自的导轨运行。柱面切削器 17 的滚轮受导轨 19 曲线轨迹的影响,推动其切削刀实现“进刀”动作,逐渐靠近并接触自转中的椰青,连续切削其侧面圆周的表皮;与此同时,锥面切削器 20 的滚轮受导轨 22 曲线轨迹的影响,推动其切削刀实现“进刀”动作,逐渐靠近并接触自转中的椰青,连续切削其顶部斜面的表皮。

(3) 第③位置点:定位盘继续带动椰青自转。柱面切削器 17 的滚轮运行至导轨 19 的曲线顶点,其切削刀被完全推出,即“进刀”至最终状态(进刀行程用 H_b 表示),把椰青切削成圆柱面;锥面切削器 20 的滚轮运行至导轨 22 的曲线顶点,其切削刀也被完全推出,即“进刀”至最终状态(进刀行程用 H_z 表示),把椰青顶部切削成圆锥面,如图 9 所示。

(4) 第④位置点:定位盘带动椰青离开调速皮带范围,停止自转。柱面切削器 17 和锥面切削器 20 分别离开各自的导轨,在弹簧力作用下带动各自的切削刀“退刀”至原始状态。

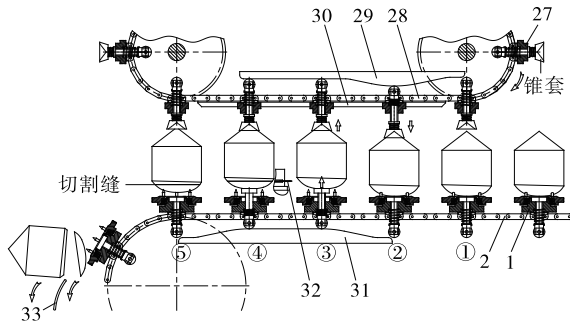
图 7 中, L_b 是柱面切削行程,在此过程柱面切削器 17 的滚轮自导轨 19 的曲线低点运行至顶点; L_z 是锥面切削行程,在此过程锥面切削器 20 的滚轮自导轨 22 曲线低点运行至顶点。由于柱面切削和锥面切削同步进行,因此设定 $L_b = L_z$ 。

3.3 果体端部连续切割分离装置

椰青经过上述外圆柱面切削和圆锥顶切削后,还需进行端部切平,才能完成最终产品成型。图 11 为果体端部连续切割分离装置结构图,该装置主要由 4 部分组成,包括定位盘及其输送链、链条驱动的顶压装置、电动锯齿刀 32、顶升导轨 31 等^[13-14]。

3.3.1 电动锯齿刀和顶升导轨的结构及安装形式 对椰青进行端部切割的执行机构采用一套独立动力的电动锯齿刀 32,其刀条在动力驱动下作直线式高频往复运动。电动锯齿刀固定安装在定位盘运行经过的位置,其刀刃

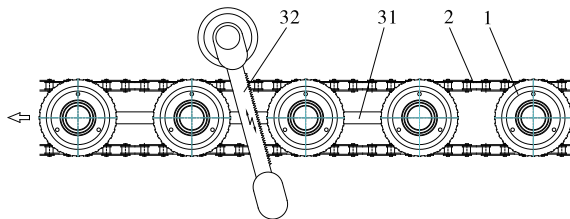
横跨输送链 2, 并与输送链前进方向形成一定的斜夹角(图 12)。电动锯齿刀 32 的高度位置可调节, 保证其刀刃的平面处于定位盘针锥上方合适的高度(图 11)。



1. 定位盘 2. 输送链 27. 顶压器 28. 驱动链 29. 顶压导轨
30. 链轨 31. 顶升导轨 32. 电动锯齿刀 33. 导板

图 11 果体端部连续切割分离装置

Figure 11 Continuous cutting and separating device for the end of fruit body



1. 定位盘 2. 输送链 31. 顶升导轨 32. 电动锯齿刀

图 12 电动锯齿刀安装形式

Figure 12 Installation form of electric sawtooth

在定位盘输送链下方, 沿输送链的运行方向, 固定安装一条顶升导轨 31。当定位盘经过顶升导轨的范围时, 其上的滚轮将贴合导轨曲线轨迹滚动。

3.3.2 顶压装置结构及安装形式 在定位盘输送链上方, 布置一套由链条驱动循环运行的顶压装置。该装置由顶压器 27、驱动链 28、顶压导轨 29、链轨 30 等组成。

顶压器 27 定间距安装在驱动链 28 上, 与定位盘上下一一对应。工作时顶压器 27 与定位盘 1 运行线速度保持一致, 同步运行。

顶压器 27 是 1 个带锥套的伸缩机构, 运行过程受顶压导轨 29 曲线的影响, 迫使锥套产生自上而下的压合动作, 压紧进入区域的椰青锥顶。

3.3.3 工作原理 当已被切削外柱面和圆锥顶的椰青随定位盘输送进入图 11 所示区域时, 上部的顶压器刚好运行至其上方, 一一对应椰青顶部, 一起同步运行。

在运行过程中, 顶压器 27 运行经过顶压导轨 29, 定位盘 1 运行经过顶升导轨 31, 各自的滚轮分别沿接触的导轨轨迹运行。图 11 中①、②、③、④、⑤ 5 个工作状况如下:

(1) ①—②位置: 定位盘 1 接近顶升导轨 31。在此

过程, 顶压器 27 进入导轨 29, 其上的滚轮贴合导轨滚动, 由导轨曲线最高点运行至最低点, 推动锥套向下运动, 压合椰青锥顶。

(2) ②—③位置: 定位盘 1 进入顶升导轨 31, 其滚轮贴合导轨滚动, 由曲线最低点运行至最高点的过程中, 形成一个向上的推动力, 迫使定位盘的滑动顶杆 7 克服弹簧力向上运动, 从而推动椰青脱离针锥上升。

与此同时, 顶压器 27 的滚轮由顶压导轨 29 的曲线最低点向最高点运行, 致使其上的锥套在弹簧力作用下向上移动。

定位盘滑动顶杆的上升运动, 与顶压器锥套的上升运动是同步进行的, 确保椰青在脱离针锥的上升过程, 始终被稳固地夹持在滑动顶杆和锥套之间。

(3) ③—④位置: 椰青被稳定地夹持在滑动顶杆和锥套之间, 保持固定的高度, 向前运行并经过电动锯齿刀 32, 其端部被横向布置的刀刃切割, 形成完全断裂的割缝。

(4) ④—⑤位置: 定位盘的滚轮沿顶升导轨曲线由高点运行至低点, 直至脱离轨道, 致使其上的滑动顶杆在弹簧力作用下, 带动椰青下降复位。与此同时, 顶压器的滚轮脱离导轨, 锥套复位。

(5) 位置点⑤之后: 定位盘进入链轮回转位, 装载其上的椰青向下跌落, 椰青的端部分离。通过导板 33 可分别卸出椰青成品和椰青端部。

4 设备关键技术参数的计算及设定

由上述可知, 椰青的圆柱面和圆锥顶切削, 以及最后的端部切割分离是加工中的关键工序, 特别是前者会影响产品最终成型质量。待处理的椰青是在直线运动和连续自转的过程中, 同时进行圆柱面和圆锥顶切削的, 其切削效果及效率受多个参数影响, 包括定位盘输送线速度 v_d 及其转速 n 、切削时间 t 、柱面刨削刀进给速度 v_h 和锥面刨削刀进给速度 v_z 等。

已知定位盘轮盘直径 D , 设定定位盘输送线速度 v_d 和调速皮带线速度 v_p , 则可求在切削成型区中定位盘转速 n , 如式(1)。

$$n = \frac{v_d + v_p}{\pi D}, \quad (1)$$

式中:

n ——定位盘转速, r/s;

v_d ——定位盘输送线速, mm/s;

v_p ——调速皮带线速, mm/s;

D ——定位盘轮盘直径, mm。

椰青的圆柱面和圆锥顶切削同步进行, 切削时间相同, 可由式(2)计算:

$$t_q = \frac{L_h}{v_d} = \frac{L_z}{v_d}, \quad (2)$$

式中:

t_q ——切削时间, s;

L_h ——柱面切削行程, mm;

L_z ——锥面切削行程, mm。

切削刀的进给速度计算:

$$v_h = \frac{H_h}{t_q} = \frac{H_h v_d}{L_h}, \quad (3)$$

式中:

v_h ——柱面切削刀进给速度, mm/s;

H_h ——柱面切削刀进刀行程, 即导轨 19 的切削行程段的曲线最低点至最高点的高度差值, mm。

$$v_z = \frac{H_z}{t_q} = \frac{H_z v_d}{L_z}, \quad (4)$$

式中:

v_z ——锥面切削刀进给速度, mm/s;

H_z ——锥面切削刀进刀行程, 即导轨 22 的切削行程段的曲线最低点至最高点的高度差值, mm。

由此确定切削刀的进给量, 即椰青每转一周, 切削刀切入外皮的深度。

$$f_h = \frac{v_h}{n}, \quad (5)$$

$$f_z = \frac{v_z}{n}, \quad (6)$$

式中:

f_h ——柱面切削刀进给量, mm/r;

f_z ——锥面切削刀进给量, mm/r。

最后, 可通过式(7)计算设备的加工速率。

$$Q = \frac{60 v_d}{P}, \quad (7)$$

式中:

Q ——设备加工速率(单通道), 个/min;

P ——定位盘间距, mm。

已知椰青原果需适当分级才能进行有效的切削加工, 在试验中, 采用横径 $\varphi 150 \sim 160$ mm 的椰青原果作为处理对象, 加工成柱面直径为 $\varphi 130$ mm、高 140 mm 的成型产品, 确定设备设计关键技术参数如表 1 所示。

5 结语

该设备的切削系统为直线式布置, 由定位输送装置、同步运行果体切削成型装置、端部连续切割分离装置三大核心部分组成, 相互之间通过传动系统实现同步运行。椰青原果经过分级后, 进入对应的切削通道, 依次经历多工序处理: 定间距排队输送、压合紧定于定位盘、柱面和锥面同步切削、端部切割分离, 最终实现产品成型。常见椰青原果的横径规格为 $140 \sim 180$ mm, 采用 4 通道并联切削系统对应 4 级别原果, 可满足实际生产需要。按单通道加工速率 90 个/min 计算, 4 通道机型可达 360 个/min, 可代替 80~100 台传统的手工辅助的半自动切削机。

该设备还需要进一步完善椰青原果入料的自动化设计, 拟采用机器视觉技术分辨椰青蒂部并自动定向排列,

表 1 设备设计关键参数

Table 1 Key design parameters of equipment

项目	单位	参数
定位盘输送线速	mm/s	300
定位盘转速	r/s	5
切削时间	s	5
柱面切削行程	mm	1 500
锥面切削行程	mm	1 500
柱面切削刀进刀行程	mm	25
锥面切削刀进刀行程	mm	50
柱面切削刀进给速度	mm/s	5
锥面切削刀进给速度	mm/s	10
柱面切削刀进给量	mm/r	1
锥面切削刀进给量	mm/r	2
设备加工速率(单通道)	个/min	90

以提高机械手的抓果速度和定位置放的准确度。

参考文献

- [1] 牛乃龙, 史建新. 哈密瓜削皮机的设计[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(2): 121-123, 127.
- [2] 邹杰, 刘晓婷, 杜二超, 等. 立式冬瓜削皮机结构设计[J]. 轻工机械, 2013, 31(3): 17-19.
- [3] 宋玲, 史勇. 菠萝去皮装置的研究现状及发展趋势[J]. 中国农机化学报, 2017, 38(6): 109-113.
- [4] 邓维克, 刘志辉. 脐橙自动去皮机的研制[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(5): 134-137.
- [5] 白雪宁. 全自动苹果削皮机传动系统设计[J]. 包装工程, 2012, 33(11): 81-83, 100.
- [6] 张鹏霞, 党凯锋, 何鹏, 等. 一种猕猴桃削皮和切片设备的研制[J]. 包装与食品机械, 2017, 35(5): 43-46, 68.
- [7] 张聪. 一种椰青在线连续切削成型设备: 中国, 201720803326.7[P]. 2018-01-05.
- [8] 张聪. 一种椰青在线连续切削成型设备及方法: 中国, 201710536805.1[P]. 2017-08-29.
- [9] 张聪. 椰青在线连续切削成型设备用的椰青定位装置: 中国, 201720803330.3[P]. 2018-01-05.
- [10] 张聪, 张广才. 椰青在线连续切削成型设备用的连续式果体压合紧定装置: 中国, 201720803329.0[P]. 2018-05-08.
- [11] 张聪. 椰青在线连续切削成型设备用的果体切削成型装置: 中国, 201720803328.6[P]. 2018-01-05.
- [12] 张聪. 椰青在线连续切削成型设备用的果体切削成型装置及方法: 中国, 201710537085.0[P]. 2017-09-15.
- [13] 张聪, 张广才. 椰青在线连续切削成型设备用的果体端部切割装置: 中国, 201720803327.1[P]. 2018-01-05.
- [14] 张聪, 张广才. 椰青在线连续切削成型设备用的果体端部切割装置及方法: 中国, 201710537029.7[P]. 2017-09-15.