

IV. Технологии, материаловедение, энергоэффективность

For citation: Ai Di. Potato peeling machine structure design // Grand Altai Research & Education —
Выпуск 2 (25)'2022 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2025.02) — EDN: <https://elibrary.ru/NWDJLH>

UDK 658.5

POTATO PEELING MACHINE STRUCTURE DESIGN

Ai Di¹

¹ Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, School of Mechanical Engineering and Automation,
Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China
E-mail: 2904525894@qq.com

Abstract. The mechanization level of potato processing remains relatively low. Due to the irregular shape of potatoes, manual peeling suffers from low efficiency, high wastage, and high costs, making it difficult to meet the demands of large-scale industrial production. This paper designs a highly efficient, friction-based mechanical potato peeler that achieves complete peeling. Through analysis of potato physical properties and peeling processes, a core horizontal roller friction peeling mechanism was established, incorporating a water spray system, brush roller assembly, and mechanical transmission system. The transmission system, brush roller structure, and water spray cleaning mechanism were specifically engineered. The brushes on the peeling roll surface are wave-shaped, enabling effective peeling through friction as potatoes tumble during processing. The designed potato peeler operates smoothly, efficiently, and simply, making it suitable for small to medium-sized food processing enterprises. This design accommodates potatoes of irregular shapes and varying sizes.

Keywords: Potato Peeling Machine; Structural Design; Friction Peeling; Mechanical Transmission; Solidworks

马铃薯去皮机结构设计

艾迪¹

¹ 武汉纺织大学, 湖北省数字化纺织装备重点实验室, 机械工程与自动化学院, 中国武汉 430073
E-mail: 2904525894@qq.com

摘要: 马铃薯加工机械化程度较低, 由于马铃薯形状不规则, 人工去皮效率低, 损耗大, 成本高等问题, 难以满足大规模工业化生产需求. 本文设计了一种高效, 去皮完整的摩擦机械式马铃薯去皮机. 通过对马铃薯物理特性及去皮工艺的分析, 确定了以卧滚式摩擦去皮为核心的结构方案, 包括喷水装置, 毛刷辊装置, 机械传动装置. 并设计了传动系统, 毛刷辊结构及喷水清洁机构. 在去皮辊的表面的毛刷呈波浪形, 能够在马铃薯翻滚过程中利用摩擦原理可达到去皮的效果. 本课题设计的马铃薯去皮机机器运行平稳, 效率高, 操作起来简单, 适用于中小型食品加工企业. 该设计适合于形状不规则, 大小不一的马铃薯.

关键词: 结构设计; 摩擦去皮; 机械传动; SolidWorks

0 引言

马铃薯作为全球四大主要粮食作物之一, 是最广泛食用的一种蔬菜, 马铃薯制作的薯条, 薯片等食品深受广大消费者的喜爱 [1]. 马铃薯加工需去除其皮, 去皮环节是加工产业链中关键环节, 去皮效果直接影响后续加工的质量和效率 [2]. 由于马铃薯为不规则的球状体, 因此以往只能人工通过剥皮刀进行去皮, 其去皮效率低, 而且容易导致大量的马铃薯肉质被除, 造成不必要的浪费, 增加

生产成本, 难以满足大规模工业化生产需求 [3-4]. 当前, 马铃薯的去皮技术主要分为化学式去皮, 机械式去皮和蒸汽式去皮等三个种类 [5]. 目前马铃薯去皮主要还是用机械摩擦式另外两种方式对比, 更加无污染, 对材料的要求低, 操作更加简便. 因此设计一种高效, 稳定的马铃薯去皮结构具有重要现实意义.

考虑到中小型企业 (SMEs) 的要求, 本文设计了一种适合中国中小型马铃薯加工企业轻便, 高效的连续型去皮设备.

1 总体方案设计

1.1 总体工作流程设计

中小型企业马铃薯去皮机参数要求: 马铃薯去皮机采用电机驱动, 主要进行马铃薯, 红薯的去皮, 尺寸长宽高不大于 $1500\text{ mm} \times 1000\text{ mm} \times 1500\text{ mm}$, 生产率每小时 200 kg 左右.

本文设计的马铃薯去皮机工作有: 人工上料进入机械, 毛刷辊摩擦转动与马铃薯接触去掉表皮, 清洁水管均匀出水, 在去皮中同时完成清洗工毛刷辊摩擦式去皮机凭借其适应性强, 果肉保护效果佳的特点, 成为主流选择. 拟定如图 1 的工作流程.

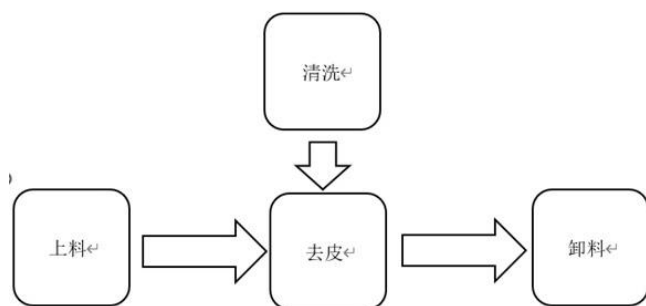


图 1 马铃薯去皮机工作流程图
Figure 1. Potato peeling machine workflow diagram

1.2 去皮机基本结构设计

依据马铃薯去皮机的工作流程, 设计出去皮设备的工作原理如图 2 所示. 本机械主要包括去皮系统, 清洗系统和传动系统等.

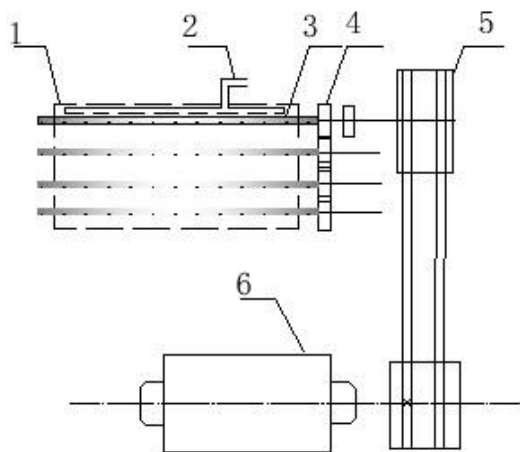


图 2 马铃薯去皮机工作原理图
1 – 放料桶; 2 – 清洗水管; 3 – 毛刷辊;
4 – 链传动; 5 – 带传动; 6 – 电动机

Figure 2. Working principle diagram
of Potato Peeler

1 – Feed Hopper; 2 – Cleaning Water Pipe;
3 – Bristle Brush Roller; 4 – Chain Drive;
5 – Belt Drive; 6 – Electric Motor

2 传动系统设计及电机选型

2.1 总传动方案设计

去皮刷辊的转速不高以及传动过程中动力传输的稳定性, 传动系统拟采用皮带和链条传动的方式, 在符合参数要求的基础上计算出了各传动环节具体参数. 传动系统的动力源拟采用普通三相异步电动机的形式. 如图 3 所示:

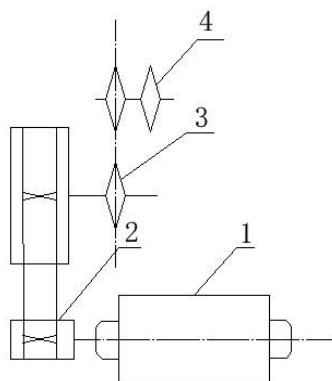


图 3 传动系统简图

1 – 电动机; 2 – V 带传动; 3 – 链传动; 4 – 双排链

Figure 3. Transmission system diagram

1 – Electric motor; 2 – V-belt drive;

3 – Chain drive; 4 – Double-row chain

2.2 去皮系统结构设计

去皮系统主要由刷辊, 带传动, 链传动系统和相关结构件组成. 马铃薯的规格大小形状不一, 硬毛刷的弹性有限, 因此本课题中的去皮系统设计为由 7 个毛刷辊组成, 均为 U 形, 在保证马铃薯不从去皮刷层掉落的情况下, 以确保在马铃薯桶的不同位置均匀去皮.

去皮系统简图如图 4.

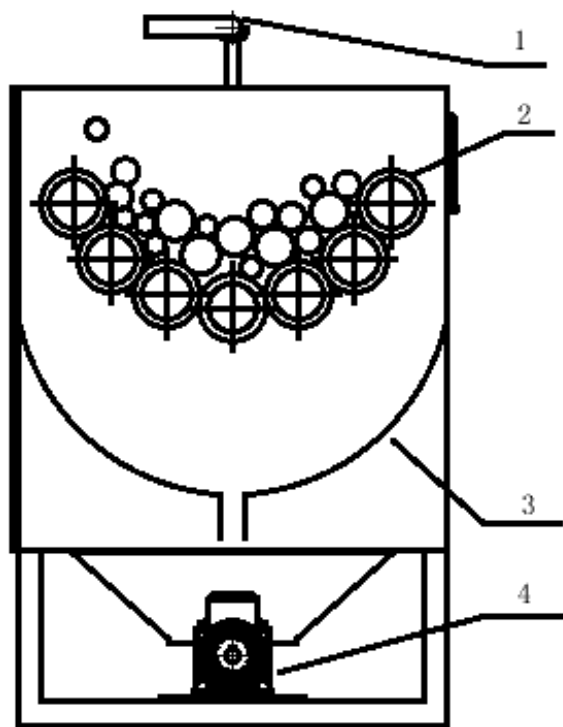


图 4 去皮系统简图

1 – 清洁水管; 2 – 去皮毛刷辊;

3 – 废渣漏网; 4 – 驱动电机

Figure 4. Schematic diagram of the peeling system

1 – Clean water pipes; 2 – De-scaling brush roll;

3 – Residue strainer; 4 – Drive motor

2.3 电动机选型

根据要求和工作条件,并考虑到电机所需的功率和同步速度,设备的电机采用了电压为 380 V 的 Y 系列标准三相异步电动机. Y 系列三相异步电机主要用于对气动动力,速度控制等无特殊要求的场合.

本课题选择 Y112L1-6 电机,具体的设计尺寸如下表 1 和表 2.

表 1 电机参数

Table 1. Motor Parameters

电机	额定功率/Kw	同步转速 (r/min)	满载转速 (r/min)
Y112L1-6	2.2	1000	940

表 2 电机尺寸

Table 2 Motor Dimensions

中心高 H	外形尺寸 L×HD	安装尺寸 A×B	K	轴伸尺寸 D×E	平键尺寸 F×G	AC	AD
112	400×185	190×140	12	28×60	8×24	240	190

3 去皮毛刷结构设计

3.1 毛刷辊布局设计

为了使马铃薯在去皮过程中能够充分的与毛刷相互接触摩擦,将 7 根毛刷辊沿物料输送方向呈 U 型对称分布,在马铃薯放入料筒里,马铃薯在 U 型区域内翻滚摩擦,能够被多方向毛刷包裹摩擦,去皮效果更完全. 相邻的毛刷辊中心距为 115mm,毛滚刷直径为 80mm,通过计算可得相邻毛刷辊之间的间隙为 35mm,毛刷长度在 7~17mm,毛刷辊马铃薯常规尺寸在 50~100mm,可确保马铃薯在去皮清洗过程中不会掉落. 实现了马铃薯的高效去皮.

马铃薯去皮毛刷辊的结构布置形式如图 5 所示.

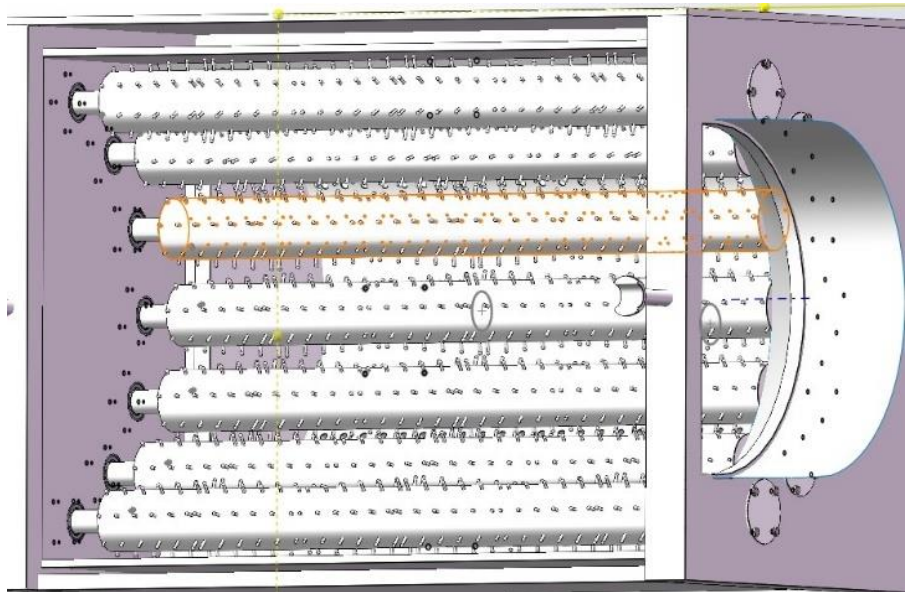


图 5 马铃薯去皮毛刷辊布局设计图
Figure 5. Potato peeling brush roll layout design drawing

3.2 毛刷辊刷毛设计

马铃薯表面常有不规则凹陷和芽眼, 波浪形毛刷的起伏结构能紧密贴合这些区域, 实现 360 度无死角清洗和去皮, 显著减少表皮残留. 传统直毛刷因刷毛垂直排列, 难以覆盖复杂表面, 无法有效处理马铃薯凹陷部位, 残留表皮较多, 导致去皮不均. 波浪形毛刷的尼龙材质柔韧性强, 摩擦力度适中, 既能去除表皮, 又避免削去过多果肉.

毛刷辊波浪形毛刷局部建模如图 6.

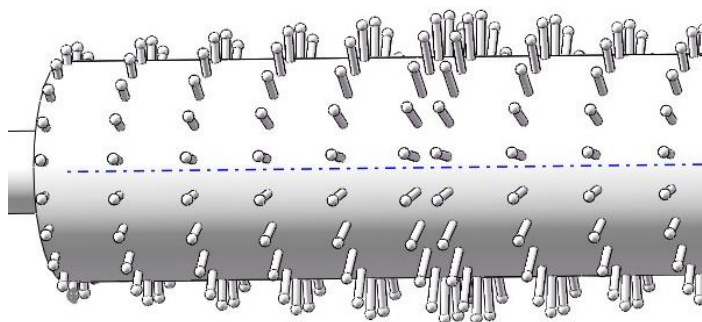


图 6 毛刷辊建模局部图

Figure 6. Partial view of brush roll modeling

4 去皮机清洁部件设计

根据工艺流程设计, 马铃薯在完成毛刷辊摩擦去皮后, 需立即进入清洗环节, 以去除表面残留的薯皮碎屑, 泥沙及摩擦产生的淀粉颗粒. 清洗系统作为去皮工序的配套模块, 其核心目标在于实现高效清洁, 节水环保, 均匀覆盖及自动化控制. 本方案将清洗系统集成于去皮料筒上方, 通过优化喷淋布局与水流动力学设计, 确保清洗效果与生产效率的平衡.

排污箱体由不锈钢制成, 无腐蚀性, 干净卫生. 整个箱体设计成可抽出的形式, 方便收集废渣. 底部设有排渣孔, 以便水冲洗系统能连续冲洗并将渣排入储渣器.

具体设计布置如下图 7 及图 8 所示.

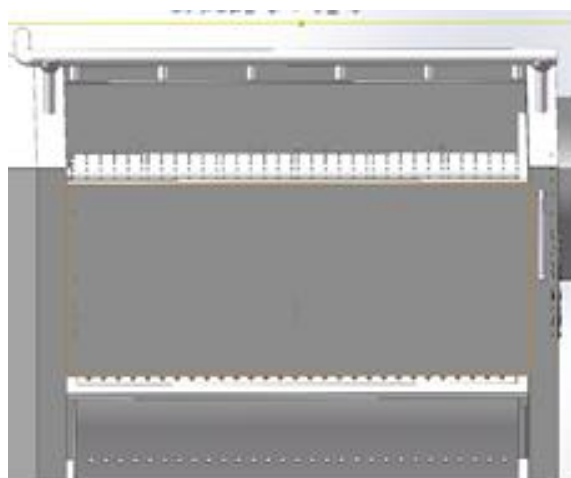


图 7 出水口布置建模图

Figure 7. Outlet arrangement modeling diagram

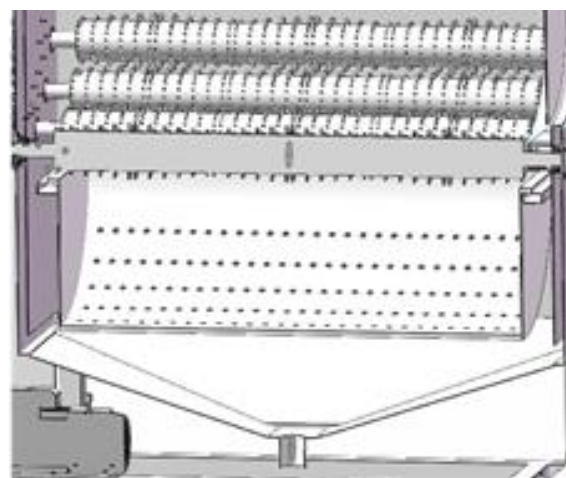


图 8 废渣漏网收集建模图

Figure 8. Modeling diagram for slag leakage collection

5 关键部件校核

校核参数

经过计算,对于毛刷轴的检验参数如下表表 3 轴的设计校核表.

表 3 轴的设计校核表
Table 3. Shaft Design Check Table

约束条件	要求值	实际值	验证结果
刚度 (挠度)	$\leq 1.82\text{ mm}$	0.049mm	满足
强度 (弯曲应力)	$\leq 205\text{MPa}$	1.13MPa	满足
抗扭强度	$\leq 102.5\text{MPa}$	1.39 MPa	满足
临界转速	$\geq 225\text{ rpm}$	$\approx 1120\text{rpm}$	满足
轴承负载	$\leq 14\text{kN}$ (6205 轴承)	250N	满足

由上表可得毛刷轴直径的设计满足强度和刚度要求,符合使用要求,并且安全裕度高.

6 结束语

本论文设计的马铃薯去皮清洗一体机主要针对于小型餐饮企业,去皮容量和去皮机规模按照小型餐饮企业需要所设计,能够完全满足小型餐饮的需求. 针对家庭,餐饮业及小型食品加工场景,以满足高效去皮,低破损率,操作便捷为核心目标,遵循模块化,节能化,适应性设计原则,构建紧凑型马铃薯去皮机结构. 小型马铃薯去皮机通过机械摩擦+水力冲洗的协同设计,实现了低成本,高效率的去皮作业. 另外,对于其他不同规模的企业需要或者家用需要,马铃薯去皮机在规模,板块,环保和节能的方面有非常大的提升空间.

参考文献

[1] 谢聪娇, 高静, 陈俊杰. 基于双仿射机制的中文马铃薯病虫害命名实体识别 [J]. 内蒙古农业大学学报 (自然科学版), 2025, 46(04):74-83.

[2] 杜培兵, 沈日敏, 张永福, 等. 山西马铃薯加工与贮藏现状分析 [J]. 农业技术与装备, 2024, (12):178-179+182.

[3] 王雅儒. 马铃薯机械化清洗技术研究现状及展望 [J]. 新疆农机化, 2024, (04):40-42+50.

[4] 曹建斌, 曹光鑫, 程跃胜, 等. 刀盘式马铃薯削皮装置设计与试验 [J]. 农业工程, 2020, 10(10):48-54.

[5] 李华廷. 山药全自动削皮机装置与控制系统研究 [D]. 青岛: 青岛理工大学, 2015.

References

[1] Xie Congjiao, Gao Jing, Chen Junjie, et al. Recognition of named entities of potato pests and diseases in Chinese based on bimimodal mechanism [J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition), 2025,46(04):74-83.

[2] Du Peibing, Shen Rimin, Zhang Yongfu, et al. Analysis of the current situation of potato processing and storage in Shanxi [J]. Agricultural Technology and Equipment, 2024, (12):178-179+182.

[3] Wang Yaru. Research status and prospect of potato mechanized cleaning technology [J]. Xinjiang Agricultural Mechanization, 2024, (04):40-42+50.

[4] Cao Jianbin, Cao Guangchu, Cheng Yuesheng, et al. Design and test of knife plate type potato peeling device [J]. Agricultural Engineering,2020,10(10):48-54.

[5] Li Huating. Research on device and control system of yam automatic peeling machine [D]. Qingdao: Qingdao University of Technology, 2015.