

# 马铃薯自动分级机研究现状

梁巨荣, 黄彪, 田海江, 杨涛, 严兰, 宋聚斌

贵州理工学院, 贵州 贵阳

Email: 862326592@qq.com

收稿日期: 2021年1月22日; 录用日期: 2021年2月17日; 发布日期: 2021年2月24日

## 摘要

本文我们主要讨论的是马铃薯分级之前的各个过程和分级机类型。马铃薯在需要播种的时候需要先对马铃薯块先进行分类, 挑选出好的品种, 到了丰收的季也要对不同形状不同品种的马铃薯进行挑选。目前, 按工作部件的工作原理, 马铃薯分级机可分为滚筒式马铃薯分级机、网眼式马铃薯分级机、拨辊推送式马铃薯分级机等三大类型。下面我们挑选了三种马铃薯分级机的类型来进行阐述, 分别从他们的工作原理、工作效率、经济效益几个方面来说明。

## 关键词

马铃薯, 机械化, 研究进展, 参数优化

# The Status Quo of Potato Automatic Grading Machine Research

Jurong Liang, Biao Huang, Haijiang Tian, Tao Yang, Lan Yan, Jubing Song

Guizhou Institute of Technology, Guiyang Guizhou

Email: 862326592@qq.com

Received: Jan. 22<sup>nd</sup>, 2021; accepted: Feb. 17<sup>th</sup>, 2021; published: Feb. 24<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

In this paper, we focus on the various processes and types of grader before potato grading. Potatoes need to be sorted first when they need to be sown, good varieties are selected, and different varieties of potatoes of different shapes are selected during the harvest season. At present, according to the working parts of the working principle, potato grading machine can be divided into roller-type potato grading machine, mesh-type potato grading machine, roll-pushing potato grading machine and other three types. Below we have selected three types of potato grading

machine to explain, respectively, from their working principle, work efficiency, economic benefits to explain.

## Keywords

Potato, Mechanization, Research Progress, Parameter Optimization

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

马铃薯是我国的四大主粮之一，中国的马铃薯产量也是位居世界第一，随着马铃薯的主粮化，无论是生产丰收还是耕种作业都很重要。目前我国的马铃薯的栽植和收获大都实现了机械化，马铃薯自动分级机便是将马铃薯按要求挑选分类不可或缺的机械。

## 2. 马铃薯自动分级机的研究

### 2.1. 研究意义

贵州在地貌上是一个以高原、山地为主的地区，高原、山原、山地约占全省总面积的 87%，丘陵占 10%，盆地、河流阶地和河谷平原仅占 3% [1]。高原多由夷平面组成，大部分是岩溶作用造成，少数由剥蚀作用形成。山原是贵州分布面积较大的地貌类型之一，山地是贵州分布面积最大的地貌类型(喀斯特地貌)。喀斯特地貌形成除具有可溶性碳酸盐岩外，还受构造运动、表生地质作用的影响[2]。这种环境之下马铃薯的栽植也相对比较合适，因为马铃薯易存活，并且储存时间长、营养价值高。马铃薯是在水稻、玉米、小麦之后的第四大粮食作物，享有“地下苹果”“第二面包”之名[3]。但是我国马铃薯几乎都是自己食用，很少可以出售到国外，因为我们的马铃薯分级方式大多数都是采用传统的人工捡拾分级，人工进行筛选费时费力；而且经过漫长的筛选以后可能部分马铃薯因为时间过程而发芽，发芽将会导致有毒(龙葵素)，坏的马铃薯又只有马上处理掉，这也会让经济效应有所降低。

目前，我国相对落后的产后技术已经严重制约了我国马铃薯产业的发展，其中如何对马铃薯进行高效、快速、无损的分级是制约马铃薯产业发展的一大重要难题[4]。我国农业部现在主要研究的方向是如何对马铃薯进行快速高效的分级。由于栽植面积的不提高和产量的增长，新型分级机能否及时出现，对于我国马铃薯相关科研机构人员来说利弊共存，既是一个机会，也是一个挑战。

### 2.2. 国内外分级机的发展现状

目前，我国马铃薯分级方式主要有两种，一种是采用人工分级的方式，另一种是采用机械震动方式进行分级。采用人工分级方式不仅耗时耗力，而且分选效率低下。而采用机械震动式分级也同样存在诸多问题，它需要有一定的震动力，这就容易在分级过程中造成二次损伤，而且操作人员的安全也会受到威胁。

国内在农产品品质检测研究上相对于国外开展的比较晚，且大部分都是停留在理论研究阶段，不过近几年，随着人们对农产品的品质要求的提高以及计算机技术的发展，国内在农产品品质检测方面研究逐渐加强，并且部分研究已经投入生产商品化[5]。同样，在关于马铃薯自动分级方面，也属农产品的自

动筛选方面的研究也在逐步加强，也取得了越来越多的成果，但是在效率，安全因素等等方面也存在许多的欠缺，这些也便是我们研究的方向。

### 3. 马铃薯三大类型分级机

#### 3.1. 基于视觉马铃薯分选机

马铃薯分级机的检测主要是根据不同软件识别然后筛选，目前使用最多的为 Matlab，对基于图像处理的马铃薯计数的方法进行仿真[6]。让我们可以更清晰更容易的识别出不同种类不同损坏程度的马铃薯。仿真过程一般使用的是 Proteus 软件，分别仿真的是马铃薯的主控制系统和执行过程部分，此软件可以精确的表现出机器的实用性和科学性。

国内所研究马铃薯分级机第一部分一般先使用爬坡辊轴输送机进行运输到指定位置，然后再用刷子除去马铃薯表面的泥土，泥土基本去除以后在进入一个封闭区域，使用 Matlab 软件对马铃薯进行识别，并用已创建的相关公式让其可以更精准的检测出产优品，然后在对图像进行灰度化、滤波、去噪、阈值分割等处理[7]。检测过程中边缘总是存在两个不同灰度值的区域，这是因为图像灰度值不连续的一种表现，为了解决这一问题，将改进使用梯度边缘检测，梯度的方向是在图像灰度值最大变化率上，典型的图像梯度算子是 Canny 算子[8]，根据实验表明 Canny 算子梯度边缘检测过程中，为了能更好的得到马铃薯图像最好最精确的边缘阈值都设为[0.02, 0.05] [9]。识别检测完毕以后基本上检测也就完成了。

著名研究学者 Y. Tao 等人研究了一个机器视觉自动检测系统用于马铃薯的形状分选，采用傅里叶变换的形状分类方法进行马铃薯形状的分级，为提取马铃薯的形状特征参数，研究了物体的形状和它在频域边界频谱值的关系，给出了用于估计物体伸长率的新的快速方法，此方法使用了“Green”理论和边沿傅里叶系数，实验表明分选器对不同形状的分选是有效的，所开发的机器视觉系统对协助人类进行马铃薯自动分级具有较大的应用潜力[10]。

#### 3.2. 网眼式马铃薯分级机

网眼式马铃薯分级机的使用主要是在国外，以德国 Grimmer 为主的马铃薯清洗分选机械起步早[11] [12]，然后在基于视觉分级机的图像识别改进才出现了现在的 Grimmer Web Grader WG 900 收获机。如下图 1 所示。



图片来源于论文马铃薯分级机的研究现状及发展趋势

Figure 1. German Grimmer Web Grader WG 900 Harvester

图 1. 德国 Grimmer Web Grader WG 900 收获机

网眼式马铃薯分级机的优势在于他的分级强度可以调整, 并且还和多种不同的设备相互连接, 清洗分级一体化。机器的筛选总会使马铃薯表面的周皮受损, 周皮受损以后马铃薯容易受感染和脱水, 如果没有周皮的保护则会使马铃薯内部损伤, 引起组织褐化, 最终形成黑斑[13]。所以在设计之初为了减小对马铃薯的破坏, 其主要工作部件采用网眼的橡胶带, 来减轻损坏。这样的结构选择既可以加快效率, 又可以减少马铃薯损坏一举两得, 使广大农民的经济效应得到了提高。

### 3.3. 拨辊推送式马铃薯分级机

辊式马铃薯分级机可将马铃薯分大、中、小 3 个等级。其结构主要包括大薯输送带、传动装置、圆柱蜗杆减速器、提升手臂、差动分级导轨、辊轮安装板、小薯输送带、中薯输送带等[14]; 辊式马铃薯分级机可以提升分级精度, 3 种级别分级尺寸改变容易, 可使马铃薯在最短轴与辊子平行时下落, 不会产生网眼式分级装置容易造成的堵塞、影响分级效率的问题。最为关键是辊轮两端摩擦带动辊轴自转, 传动链条来向前运动, 传动的速度尤为重要如果辊子转速过小, 达不到分级效率的要求, 因此最终考虑到整机结构尺寸以及关键部件材料特性, 马铃薯收获后直接进行分级时, 参照 4U-2 型马铃薯收获机, 马铃薯从输送带落入分级辊上的线速度为 1.3~1.6 m/s 时最佳[15] [16]。

此款分级机的筛选是根据辊轴之间的距离改变, 使不同大小的马铃薯随重力的作用下落进入第 2 级, 第 2 级的筛选过程和第 1 级几乎一样, 第 2 级筛选完毕后, 剩余的优质马铃薯传送到第 3 级然后根据形状在进行分类。如下图 2 所示。



图片来源于论文辊式马铃薯分级机设计与试验

Figure 2. Roller potato grading machine

图 2. 辊式马铃薯分级机

## 4. 现有马铃薯分级机的劣势

根据对市面上现有的马铃薯分级机进行了解和分析, 基本上的机械都是通过传送和震动的方式将马铃薯按照大小分类开来, 并且劳动强度较大, 工作效率低, 性能不稳定, 容易出故障, 还有一点也比较重要, 在分离过程中容易对马铃薯造成损伤。使马铃薯表面的周皮受损, 周皮受损以后马铃薯容易受感染和脱水, 如果没有周皮的保护则会使马铃薯内部损伤, 引起组织褐化, 最终形成黑斑, 然后慢慢的使其内部损坏。如下图 3 所示。虽然现有的马铃薯分级机可以完成分级检测任务, 但是加入的视觉处理速度过慢, 满足不了工厂流水线的操作速度, 而且还会存在检测过程中出现多个同时判断和因为速度过快漏判现象[17], 则这一过程中还使需要加入人工来减少次品的出现, 所以现代化耕地机并没有准确的达到一体化。



图片摘取于论文马铃薯跌落损伤机理与防损伤装置研究

Figure 3. Map of potato damage

图3. 马铃薯损伤示意图

## 5. 总结

从文中三种马铃薯分级机来说，它们各有利弊，每一种分级机都是经过许多人的努力付出和艰苦创造得到的结果。现代科技的发展也标志着一个国家的进步，每一项科研成果的后面都包含了无数研究学者的辛苦付出和默默无闻的奉献。

我国马铃薯产量虽位居世界第一，但是对外销售量却是少之又少，并且我国现有的马铃薯筛选技术缓慢而且容易损伤马铃薯表面，所以我们还需要攻克不少技术性难关，这也将会是我们新一代研究学者的使命。成功没有捷径，需要一步一个脚印，通过自己的努力和付出才能慢慢将它实现。

## 基金项目

高层次人才启动项目(XJGC20190927)；贵州省科技计划项目(黔科合基础[2019]1152 号)；省级大学生创新创业训练计划项目(S202014440119)。

## 参考文献

- [1] 杨忍, 任志远. 贵州省粮食安全与耕地压力时空动态变化及驱动因素分析[J]. 农业系统科学与综合研究, 2009, 25(2): 158-162.
- [2] 李宗发. 贵州喀斯特地貌分区[J]. 贵州地质, 2011, 28(3): 177-181+234
- [3] 吕金庆. 马铃薯分级机的研究现状及发展趋势[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会、湖北省农业农村厅、恩施州人民政府. 马铃薯产业与健康消费. 中国作物学会马铃薯专业委员会、湖北省农业农村厅、恩施州人民政府, 2019: 6.
- [4] 周金龙. 马铃薯自动分级机的控制与计数系统设计[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏大学, 2018.
- [5] 黄懿. 基于机器视觉技术马铃薯自动分级系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- [6] 杨然兵, 杨红光, 尚书旗, 等. 拨辊推送式马铃薯收获机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2016, 47(7): 119-126.
- [7] 刘春晓, 朱臻阳, 伍敏, 赵锦威. 基于主色检测与灰度传播的彩色图像灰度化方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2016, 28(3): 433-442.
- [8] 王刚刚. 图片验证码的识别与研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京邮电大学, 2018.
- [9] 郝敏. 基于机器视觉的马铃薯外部品质检测技术研究[D]: [博士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2009.
- [10] 王泽京. 基于机器视觉的马铃薯自动检测分级研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011.
- [11] 刘少达, 李壮哲, 蔡晓玲, 等. 一种南方马铃薯分级装置的力学分析[J]. 农机化研究, 2015, 37(4): 48-50.
- [12] 熊平原, 袁继平, 肖军委, 等. 前冬种马铃薯构设计[J]. 仲恺农业工程学院学报, 2011, 24(2): 61-66.
- [13] 胡奔. 马铃薯跌落损伤机理与防损伤装置研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西华大学, 2018.
- [14] 吕金庆, 于佳钰, 冯雪, 李紫辉, 李季成, 刘中原. 辊式马铃薯分级机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2019, 50(2): 323-332.

- 
- [15] 桑永英, 张东兴, 张梅梅. 马铃薯碰撞损伤试验研究及有限元分析[J]. 中国农业大学学报, 2008, 13(1): 81-84.
- [16] 吕金庆, 田忠恩, 杨颖, 等. 4U2A 型双行马铃薯挖掘机的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2015, 31(6): 17-24.
- [17] 刘馨阳. 基于机器视觉的动态马铃薯外部品质无损检测研究[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏大学, 2018.