

静电吸附现象在烟叶复烤工艺中的应用

姚源黔, 杨正伟, 沈 威

贵州烟叶复烤有限责任公司, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年10月2日; 录用日期: 2023年11月2日; 发布日期: 2023年11月9日

摘 要

在烟叶复烤加工过程中, 烟叶中常常会掺杂一些细小的轻质非烟物质, 现有除杂工艺难以剔除, 进而影响加工烟叶品质。为此, 本文介绍了在打叶复烤加工工艺中, 利用静电吸附现象剔除烟叶中的轻质非烟物质(非金属)杂质, 以及影响吸附效果的因素及调节方法。

关键词

静电吸附, 烟叶复烤, 杂质, 吸附效果

Application of Electrostatic Adsorption in Tobacco Rebaking Process

Yuanqian Yao, Zhengwei Yang, Wei Shen

Guizhou Tobacco Redrying Co., Ltd., Guiyang Guizhou

Received: Oct. 2nd, 2023; accepted: Nov. 2nd, 2023; published: Nov. 9th, 2023

Abstract

In the process of recuring tobacco leaves, tobacco leaves are often doped with some fine light non-tobacco substances, which is difficult to remove by the existing impurity removal technology, and then affect the quality of processed tobacco leaves. To this end, this paper introduced the use of electrostatic adsorption to remove light non-smoking substances (non-metal) impurities in tobacco leaves in the process of rebaking, and the factors affecting the adsorption effect and adjustment methods.

Keywords

Electrostatic Adsorption, Tobacco Leaf Re-Roasting, Impurities, Adsorption Effect



1. 引言

早在 20 世纪 70 年代, 就有研究人员研制了一种高压静电拣梗机, 利用静电场力剔除掺杂在茶叶中的一些有害杂质[1]。20 世纪 80 年代, 研究人员基于电晕荷电在强静电场中电自由落体的特性, 进行了静电分选装置的试验研究, 用于葵花籽剥壳物料分选[2]。

如今, 静电吸附现象在许多领域被广泛应用来剔除影响产品质量的轻质(非金属)杂物。在干辣椒加工过程中, 研究人员设计了一种高压静电除杂机, 利用静电场产生的静电力与负压风力共同作用, 分离出干辣椒中粘附的杂质[3]。在茶叶加工过程中, 通过高压静电发生器产生静电, 使静电辊筒周围产生静电场, 从而使杂质发生极化反应被吸附除去[4]。在棉花采集过程中, 研究人员提出了一种基于静电吸附方法分级去除机采棉中残地膜的方法[5]。在卷烟烟丝回收过程中, 研究人员在现有除杂工艺上, 结合负压吸附与静电吸附原理, 研制一套无损智能除杂装置[6]。

2. 静电吸附原理

静电是一种处于静止状态的电荷或者说不流动的电荷。当电荷聚集在某个物体上时, 物体的表面就形成了静电, 而电荷又分为正电荷和负电荷两者, 从而静电也分为正静电和负静电。当正电荷聚集在某个物体上时就形成了正静电, 当负电荷聚集在某个物体上时就形成了负静电。

静电吸附现象是指一个带有静电的物体靠近另一个不带静电的物体时, 由于静电感应原理, 在没带静电的物体内部靠近带静电物体的一侧会聚集与带静电物体所携带的电荷极性相反的电荷(另外一侧则产生相同数量的同极性电荷), 由于异性电荷相吸[7], 则物体表面就会出现“吸附”的现象。

烟叶复烤工艺中剔除杂质的方法

在烟叶复烤加工工艺中, 保证烟叶的纯净度至关重要, 杂质分离、剔除是其实现的重要手段之一。目前在烟叶复烤工艺中常用的杂质剔除方法主要有以下几种:

1) 人工剔除: 此种方法劳动强度大, 效率低下, 已基本不采用;

2) 粘扣带除杂: 在烟叶输送线上安装粘扣带, 利用粘力将烟叶中的杂质剔除, 此种方法用于剔除烟叶中的微小杂质, 如棉线、麻丝等, 但隐藏在烟叶之间的杂质很难剔除且会将烟叶粘连在粘扣带上;

3) 光电除杂: 高速相机进行图像识别, 并用高压气嘴将烟叶中的杂质剔除, 此种方法只针对存在霉变或有油污的烟叶, 对棉线、麻丝等杂质不适用;

4) 风选除杂: 借助风力的作用, 利用烟叶和杂质的悬浮速度差, 主要用于去除灰尘等重量小或者石等重量大的杂质;

5) 强磁除杂: 利用磁力将烟叶中的金属杂质剔除;

以上几种剔除杂质的方法能够将烟叶中的较大部杂质剔除, 但对轻质非烟物质(非金属)杂质的剔除效果不佳, 随着卷烟企业对烟叶纯净度的要求提高, 轻质非烟物质(非金属)杂质的剔除刻不容缓, 研发一套专门针对此类杂质的剔除设备势在必行。

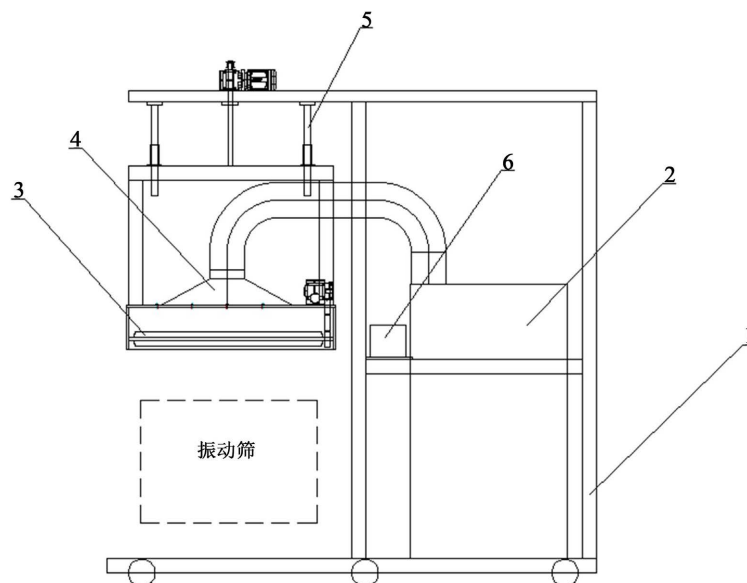
3. 杂质剔除设备的构思与设计

由于轻质非烟物质(非金属)杂质重量轻, 体积小, 采用静电吸附原理是一种很好的剔除方式[8]。

在烟叶复烤工艺过程中，其中有一项工艺是采用振动筛将堆积在一起的烟叶通过振动的方式使之松散，在这个过程中，夹杂在烟叶中的轻质非烟物质(非金属)杂质也刚好暴露出来，若在振动筛上部架设带有静电的物体，则暴露出来的杂质在静电感应下就会吸附到带有静电的物体上。

杂质吸附到带有静电的物体上后，可以每隔一段时间人工清除上面的杂质，也可以采用自动清除装置清除上面的杂质，本设备的采用的自动清除装置，节省人力的同时也能够将吸附的杂质及时清除，避免大量杂质的堆积后影响吸附效果。

基于以上的构思，整套剔除设备的设计如下图 1 所示：



注：1. 机架 2. 负压发生装置 3. 滚筒 4. 集风罩 5. 升降装置 6. 静电发生器。

Figure 1. Reject device design drawing

图 1. 剔除设备设计图

整套设备架设在振动筛上方，静电发生器与滚筒通过导线连接，静电发生器使滚筒表面产生大量静电，振动筛上暴露出来的杂质因为静电感应原理均被吸附到滚筒表面。随着滚筒的旋转，带有杂质的面旋转集风罩下部。因负压发生器的作用，整个集风罩及连接管道内部产生负压，进而把吸附在滚筒表面的杂质清除，并输送到杂质收集容器内。

由于滚筒的不断旋转，吸附、清除过程不断重复出现，从而实现了杂物的剔除和自动收集。

4. 影响杂质剔除效果的因素和调节方法

静电吸附现象其实是一个力的相互作用的过程，这个“力”可以称之为静电力，故影响力的大小因素决定了吸附效果的强弱，从而决定了杂物剔除效果的好与坏。

根据库伦定律，静电力的大小可以表达如下：

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1)$$

其中 F 为静电力， K 为静电力常量， q_1 为物体 A 上所带的电荷量， q_2 为物体 B 上所带的电荷量， r 为两个物体的距离。

从上述公式(1)中可以看出,两个物体上的电荷量大小和他们之间的静电力大小成正比,而两个物体间距离的远近则和他们之间的静电力大小成反比。

在应用静电吸附原理对烟叶中的杂质剔除的过程中,滚筒和烟叶(杂质)之间的静电力越大,则吸附效果越好,但如果两者之间的静电力太大的话则会把烟叶也一起吸附到静电滚筒上,不但没达到杂质剔除的效果,反而造成了烟叶的损失,故而合适大小的静电力对杂质的剔除至关重要。

同时,吸附到滚筒上杂质在达到集风罩下方时,集风罩内部的因负压产生的“吸力”要能够将吸附在静电滚筒上的杂质清除,故而集风罩内部的“吸力”要大于静电滚筒上的“吸附力”。

综上所述,静电力的大小和集风罩内部的“吸力”决定了杂质剔除设备的除杂效果。静电力的大小又和物体上的电荷量以及物体之间的距离有关。为此,我们做了以下实验。

实验一:保持滚筒和烟叶之间的距离不变,通过调整静电发生器的输出电压改变滚筒上的电荷量多少,通过调整负压发生器的频率来改变集风罩内部的“吸力”大小,来找到合适的参数以达到最佳的杂质吸附效果和最佳的杂质清除效果。实验数据记录见表 1:

Table 1. Experiment one data record sheet

表 1. 实验一数据记录表

序号	距离(MM)	电压(KV)	频率(HZ)	吸附效果	清除效果
1	140	25	40	烟叶与杂质多	差
2	140	20	35	烟叶与杂质较多	较差
3	140	15	30	烟叶一般杂质较多	一般
4	140	10	30	烟叶较少杂质较多	较好
5	140	5	30	烟叶较少杂质较少	较差

从上面的实验数据可以看出,在保持距离不变的情况下,当静电发生器的电压在 10 KV,负压发生器的频率在 30 HZ 时,滚筒上的杂质较多烟叶较少,且滚筒旋转集风罩下部时,杂质均被吸走,故电压 10 KV 和频率 30 HZ 是较为合适的参数。

在实验一得到的合适参数的基础上,我们在进行实验二,通过实验二以找到滚筒和烟叶之间合适的距离。实验数据记录见表 2:

Table 2. Experiment two data record sheet

表 2. 实验二数据记录表

序号	距离(MM)	电压(KV)	频率(HZ)	吸附效果	清除效果
1	160	10	30	烟叶无杂质一般	一般
2	150	10	30	烟叶无杂质较多	好
3	140	10	30	烟叶较少杂质较多	较好
4	130	10	30	烟叶一般杂质较多	一般

从上面的实验数据可以看出,当两者之间的距离为 150 MM 时大量杂质被吸附到滚筒上而烟叶几乎没有,故距离 150 MM 是较为合适的参数。

5. 结论

1) 在烟叶振动松散的过程中,进行杂质剔除,无疑是最佳时机。本文通过在振动筛上部架设一套集

静电吸附和负压吸附一体的剔除设备,多次实验发现静电发生器的电压、负压发生器的频率、滚筒和烟叶之间的距离均对烟叶中轻质非烟物质的吸附效果有着不同程度的影响。

2) 当静电发生器的电压为 10 KV, 负压发生器的频率为 30 HZ, 滚筒和烟叶之间的距离为 150 MM 时, 该装置杂质吸附在滚筒上的效果最好, 且杂质在滚筒上被清除的效果也最好。

参考文献

- [1] 邵阳市电子仪器厂技术情报室, 湖南省涟源茶厂茶叶审评室. 高压静电拣梗机[J]. 电子技术应用, 1976(1): 65-68.
- [2] 窦伟国, 乌力根代来, 石辛民, 等. 静电分选装置的试验研究[J]. 农业机械学报, 1987(4): 27-33.
- [3] 张维安, 王利斌, 于猛, 等. 高压静电除杂机设计[J]. 农业机械, 2006(12): 63.
- [4] 王军超, 杨永发, 李嘉彬, 等. 高压静电吸附除杂的试验研究[J]. 南方农机, 2021, 52(18): 35-38.
- [5] 王巧华, 翁富炯, 张洪洲, 等. 机采棉中残地膜静电吸附法分级去除[J]. 农业机械学报, 2019, 50(6): 140-147.
- [6] 唐军. 回收烟丝无损智能除杂装置研发[Z]. 昆明: 云南中烟工业有限责任公司技术中心, 2021.
- [7] 颜玉庆, 贾首星. 浅析机采籽棉残膜静电分离装置残膜吸附原理[J]. 机电信息, 2016(9): 117-118.
- [8] 秦建, 张腾健, 彭小冬, 等. 打叶复烤二次静电除杂工艺参数仿真与验证[J]. 福建工程学院学报, 2023, 21(1): 14-19.