

基于激光分拣技术的烟草异物剔除系统

杨俊杰,陶文华

(江西中烟工业有限责任公司,江西 南昌 330096)

摘要:分析比较了目前国内卷烟企业剔除烟草异物所运用的技术,详细阐述了基于激光分拣技术异物剔除系统的原理和优点。从实际应用效果来看,其能够在较低误剔率的情况下对烟草物料中所含异物进行高效可靠地剔除,很好地满足卷烟企业有效净化烟草物料的使用需求。

关键词:烟草;激光分拣技术;异物剔除系统

中图分类号:TP278 文献标志码:B 文章编号:1671-5276(2019)06-0214-03

Tobacco Sorting System Based on Laser Sorting Technology

YANG Junjie, TAO Wenhua

(Jiangxi Tobacco Industry Co., Ltd., Nanchang 330096, China)

Abstract: The technology used in domestic cigarette factory to eliminate tobacco foreign objects is analyzed and compared, and the principle and advantages of the sorting system based on the laser sorting technology is expounded. From the practical application results, it can be used to effectively and reliably eliminate the foreign objects contained in the tobacco materials under the low false reject rate, and it well satisfies the demand for effectively purifying tobacco materials in the tobacco factor.

Keywords: tobacco; laser sorting technology; sorting system

0 引言

随着生活水平的提高,消费者对食品的安全和质量问题越来越关心,特别是卷烟产品,作为一种直接燃吸的消费品,某些异物直接燃烧后产生的异味和有害成分不仅影响卷烟品质,甚至会对消费者身体造成严重危害。因此,卷烟企业对异物剔除系统的效率和可靠性提出了更高的要求。

烟草中的异物主要有金属、麻绳、纸片、塑料薄膜、橡胶、羽毛、木头、霉变烟叶等。二〇〇〇年之前,国内绝大多数烟草企业剔除烟草异物除了采用人工挑选的方式外,也配置机械式除杂设备,如除麻机、金探器、风选机等,但这些方式均是针对某一特定异物进行剔除,无法做到涵盖烟草中的所有异物^[1]。随着科技进步,国内部分烟草企业从欧美国家引进了摄像除杂机,从使用效果来看,摄像除杂技术存在当异物的颜色与烟草相同或相似时无法识别出异物等缺点,而基于激光分拣技术的激光除杂系统则可剔除与烟草颜色相同或相似的异物^[2]。

1 国内卷烟企业异物剔除主要方式

目前,应用于烟草企业异物剔除的方式主要有摄像除杂技术和激光分拣技术等。这两种方式在检测原理上有所不同,剔除效果也各异,具有各自的优缺点,如表1所示。

表1 不同烟草异物剔除方式的比较

异物剔除方式	原理	优点	缺点
摄像除杂	利用烟草和异物在物理特性(主要是颜色)上的差异,采用高速彩色线阵扫描 CCD 相机实时扫描被照亮的物料流,系统对识别出来的异物予以剔除 ^[3]	颜色分拣精度高,系统可靠性较好	使用过程中因光源衰减和污染而必须频繁地修正标定,当异物的颜色与烟草物料相似或相同时,便无法准确识别出异物
激光分拣	根据烟草和异物对不同波长的激光所具有的选择性反射吸收特性、散射特性、荧光特性的差异进行分析处理,准确识别出异物及其所在的位置并予以剔除	分拣精度高,能进行颜色、结构、生物特性分拣;激光稳定,无需修正标定	设备一次性投资成本较高

2 激光除杂系统组成

激光除杂系统的组成示意图如图1所示。

该系统主要由5个部分组成^[4]:1)物料单层化处理装置;2)激光发生及扫描装置;3)物料信息采集系统;4)实时图像处理系统;5)异物剔除系统^[3]。

作者简介:杨俊杰(1983—),男,广东汕头人,工程师,硕士研究生,研究方向为卷烟工艺技术。

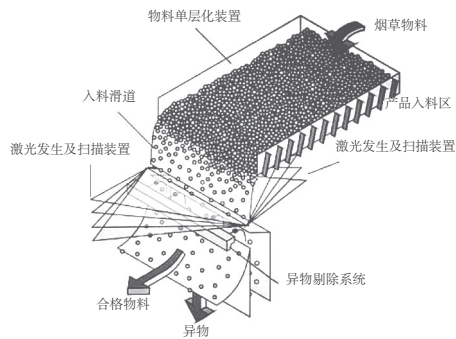


图 1 激光除杂系统的组成示意图

3 激光除杂系统技术实现

当激光束照射在物质上时会发生不同的物理现象,比如选择性吸收、反散射、荧光效应等,利用这些现象可以用来对产品进行颜色分拣、结构分拣以及荧光分拣,达到识别和剔除异物的目的。

3.1 颜色分拣

不同物质对不同波长单色光的反射和吸收强度是有差异的,而物质能够呈现不同的颜色,则是其对不同波长的单色光有选择地进行吸收而产生的。一束白光通过某种有色物质时,特定波长的单色光被物质吸收,而其他波长的光透过或反射,这时物质呈现的颜色取决于透过或反射的混合光的颜色,如复烤后的烟叶被白光照射时强烈吸收绿光,绿色和红色波长的光被吸收,而黄色波长的光被反射,这就是为什么烟叶对人们来说是黄色的原因^[2]。

颜色分拣过程中,探测器探测的主要是红、绿、蓝激光照射物质后物质反射或透出的光,根据接收到的光信号强弱来识别颜色差异较大的合格产品和异物。图 2a) 中,红色的激光照射在红色物质上后,大部分的红光被物质反射至探测器,则系统探测到一个高电平的信号;而当红色激光照射到绿色物质上后,大部分的红光被物质吸收,探测器只能探测到较弱的低电平信号。图 2b) 中,绿色的激光照射在红色物质上后,大部分的绿光被物质吸收,探测器则探测到一个较弱的低电平信号;而当绿色激光照射到绿色物质上后,大部分的绿光被物质反射至探测器,则系统探测到一个高电平的信号。图 2c) 中,蓝色的激光照射在黄色物质上后,大部分的蓝光被物质吸收,探测器则探测到一个较弱的低电平信号;而当蓝色激光照射到蓝色物质上后,大部分的蓝光被物质反射至探测器,则系统探测到一个高电平的信号(因本刊为黑白印刷,如有疑问请咨询作者)。

通过探测到的信号强弱,并辅以一些算法,最终剔除颜色与合格产品有差异的异物。

3.2 结构分拣

结构分拣是基于被检测物料内部结构的疏密程度进行的分拣。如图 3 所示,当红外激光照射到物质上时,由于物质在结构上的差异会产生不同强度的散射光斑,探测器根据探测到的散射光强度的不同从而识别出异物。结

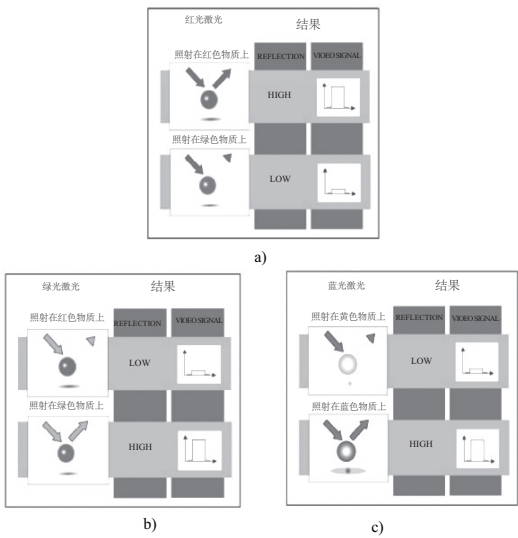


图 2 颜色分拣的技术实现原理图

构分拣就是利用这种原理来达到剔除结构与合格产品有差异的异物的目的。该技术的实现,需要在探测器前设置滤光元件,比如透光孔、透光环等,使得合格产品和异物表面散射强度的差异更加明显。如图 4 所示,针对散射光有两种探测方法,区别是所加的滤光元件不同,图 4a) 中滤光板的透光区域是一个环,环的外径略小于探测器探测区域尺寸,内径约为激光光斑直径的 1.5 倍左右,红外激光照射物料后物料反射的光透过环后由探测器接收。图 4b) 中滤光板的透光区域是一个小孔,小孔的直径远小于探测器探测区域尺寸,约为激光光斑直径的 1.5 倍左右,红外激光照射物料后物料反射的光透过小孔后由探测器接收^[5]。

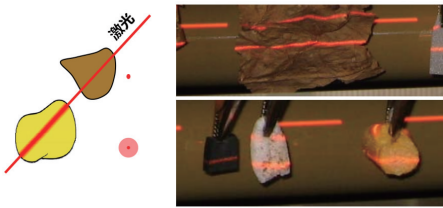


图 3 高密度与低密度物质的散射光斑

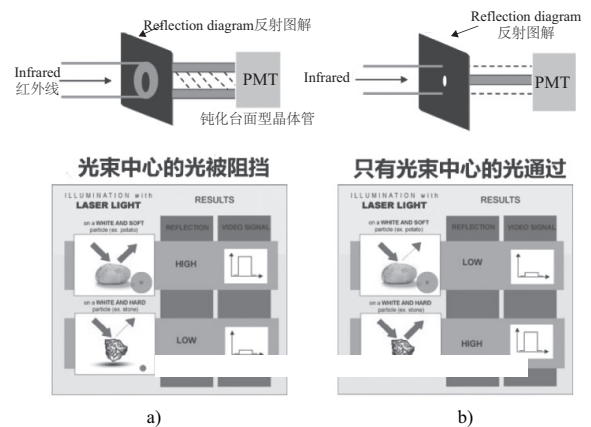


图 4 结构分拣的技术实现原理图

图 4a) 中,红外激光照射在结构疏松的物质上时,会在入射点光斑外围产生散射光晕,这些反射光透过滤光板中间的环后到达探测器,会探测到较多的光,得到高电平信号;而当入射光照射在结构紧密的物质上时,不易产生散射光晕,此时透过滤光板中间的环到达探测器的光较少,得到低电平信号。图 4b) 中,红外激光照射在结构疏松的物质上时,入射点光斑外围的散射光晕极少能通过滤光板中间的小孔到达探测器,探测器仅探测到光斑处的小部分反射光,从而得到低电平信号;而当入射光照射在结构紧密的物质上时,不易产生散射光晕,此时光斑处的反射光绝大部分透过滤光板中间的小孔到达探测器,得到高电平信号。

3.3 荧光分拣

常温物质被某种波长的入射光照射后,吸收光子能量进入激发态并立即被触发,辐射出比入射光波长更长的出射光(通常出射光的波长在可见光波段);而且入射光一旦停止照射,发光现象也会立即消失,这种出射光就被称为荧光^[6]。

对于绿色植物来说,部分被叶绿素吸收的光是作为荧光重发射的,这是因为吸收的光通常用于开启光合作用,而未被用于光合作用的光则会消退。使用激光照射激发物质时,叶绿素含量不同时能够得到不同的荧光光谱,如图 5 所示。激光照射到烟叶与异物(塑料、橡胶、羽毛等不含叶绿素物质)时,探测器能探测到烟叶发出的较强荧光而得到较强的电平信号,而异物不能发出荧光(因不含叶绿素),所以探测器不能探测到荧光。荧光分拣正是利用这个原理来实现对绿色植物中不含叶绿素异物的剔除。

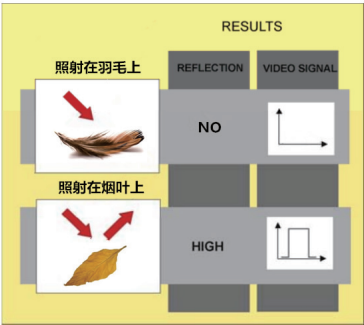


图 5 荧光分拣的技术实现原理图

4 应用效果

为测试激光除杂系统实际应用效果,根据菲利普莫里斯国际、英美烟草、帝国烟草集团、日本烟草集团和 Von Eicken 在烟草行业指引中所定的评估烟草光学分选机效率的方法^[7]对某卷烟企业的摄像除杂系统及激光除杂系统的除杂率和误剔率进行对比测试,结果见表 2。

由表 2 可见,两个系统的误剔率基本相同,但是激光除杂系统 96.33% 的剔除率远高于摄像除杂系统 85.67% 的剔除率。后者剔除率偏低是由于其对褐色茧状物、黄色绝缘泡沫及黄褐色纸板等与烟叶颜色相同或相似异物的剔除率较低造成的。

表 2 除杂系统应用效果测试结果对比

异物名称	投入数/件	摄像除杂系统剔除数量/件			激光除杂系统剔除数量/件		
		1	2	3	1	2	3
羽毛	10	8	9	9	9	10	8
透明塑料膜	10	8	9	6	10	10	10
塑料带	10	10	9	9	10	10	10
黑色橡胶	10	9	10	9	10	9	9
褐色茧状物	10	8	8	8	10	10	10
黄色绝缘泡沫	10	7	7	6	9	9	9
线绳	10	10	9	10	10	10	10
铝箔	10	10	9	10	10	9	10
木材	10	9	10	9	10	10	9
黄褐色纸板	10	7	7	8	9	10	10
合计	100	86	87	84	97	97	95
剔除率/(%)		86	87	84	97	97	95
平均剔除率/(%)		85.67			96.33		
误剔率/(%)		0.35			0.33		

4 结语

从实际应用效果来看,基于激光分拣技术的烟草异物除杂系统利用选择性吸收、反散射和荧光效应等激光与物质相互作用产生的物理现象,具有除颜色分拣之外的结构分拣和荧光分拣功能,在较低误剔率情况下剔除率达到 96% 以上,有着其他异物剔除技术无法比拟的优势。但该系统一次性投资成本较大,有待国内异物剔除设备研发制造企业在消化吸收国外技术的基础上开发出具有自主知识产权的产品,降低采购及使用成本。

参考文献:

[1] 陈文涛,钟先信,李志敏,等. 烟草在线异物剔除系统中的关键技术[J]. 测控技术,2003,22(5):29-32.
[2] 叶莉华,王文轩,吕聪生,等. 激光分拣系统的设计和改进[J]. 红外与激光工程,2014,43(9):2878-2882.
[3] 刘军. 烟草在线异物实时识别与自动剔除系统研究[D]. 重庆:重庆大学,2003.
[4] LEITH D, LICHT W. Tobacco Scan ES 6000 operator's manual (Software)[R]. [S.I.]: EL-BICON Institute,1995.
[5] 王文轩. 基于激光扫描的异物分拣装置设计和搭建[D]. 南京:东南大学,2013.
[6] MEULEBROECK W, THIENPONT H. Optical detection techniques for laser sorting machines [J]. SPIE, 2006, 6189: 61891F1-61891F7.
[7] VALENINE J, ZENTGRARF T. Method for evaluating the efficiency of tobacco optical sorters[R]. [S.I.]: The PMI, BAT, ITG, JTG & Von Eicken,2011.

收稿日期:2018-08-28