

接装纸通风率数学模型在混合型卷烟设计中的应用

夏平宇¹, 王京武², 裴海波², 方国琳¹, 谭新良¹

1. 湖南中烟工业公司技术中心, 长沙市雨花区曙光南路108号 410007

2. 湖南中烟工业公司长沙卷烟厂, 长沙市雨花区曙光南路108号 410007

关键词: 通风率; 激光打孔; 接装纸; 焦油; 混合型卷烟

摘要: 为了得到不同焦油量的混合型卷烟产品, 考察和测试了一排、两排在线激光打孔条件下的卷烟总通风率、接装纸通风率、卷烟纸通风率三者之间的关系, 建立了接装纸通风率与焦油之间的数学模型。结果表明: ①在总通风率低的情况下, 卷烟纸的通风率起主要作用; 在总通风率高的情况下, 接装纸的通风率起主要作用, 而卷烟纸的通风率作用逐步减小; ②对于低焦油混合型卷烟产品, 特别是接装纸通风率稳定在45%左右的产品, 应采用两排在线激光打孔; 而接装纸通风率较低, 焦油量相对高的产品, 一般采用一排激光打孔; ③建立了接装纸通风率与焦油之间的数学模型, 通过该模型计算出接装纸通风率, 再调整在线激光打孔的技术参数, 可实现产品设计的技术要求。

中图分类号: TS761.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0861(2009)08-0010-04

Application of Mathematical Model for Ventilation Rate of Tipping Paper in Blended Cigarette Design

XIA PING-YU(1), WANG JING-WU(2), PEI HAI-BO(2), FANG GUO-LIN(1), and TAN XIN-LIANG(1)

1. Technology Center, Hunan Branch of China Tobacco Industry Corporation, Changsha 410007, China

2. Changsha Cigarette Factory, Hunan Branch of China Tobacco Industry Corporation, Changsha 410007, China

Keywords: Ventilation rate; Laser perforation; Tipping paper; Tar; Blended cigarette

Abstract: In order to obtain blended cigarette products with different tar deliveries, the relationship among the ventilation rates of cigarette, tipping paper and cigarette paper was investigated with single-line or two-line online laser perforation, and a mathematical model between the ventilation rate of tipping paper and tar delivery was established. The results showed that: 1) for cigarette of low ventilation rate, the ventilation rate of cigarette paper played a major role; while for cigarette of high ventilation rate, the ventilation rate of tipping paper played a major role; 2) for blended cigarette products of low tar delivery, especially those with the tipping paper of about 45% ventilation rate, two-line online laser perforation should be adopted; for blended cigarette products of relatively higher tar delivery with low ventilation tipping paper, single-line online laser perforation was generally adopted; 3) the parameters of online laser perforation could be adjusted according to the ventilation rate of tipping paper calculated with the mathematical model to meet the requirements of product design.

目前国内卷烟企业采用在线激光打孔系统, 降低

卷烟焦油。而在开发一个新的卷烟品牌时, 若采用在线激光打孔系统, 需反复地试验与修正, 才能生产出符合卷烟配方设计的产品。此过程工作量大、耗时长, 卷烟焦油波动大, 且不利于采用计算机模拟烟支设计^[1-3]。本文通过在线激光打孔技术的研究, 找到接装纸通风率是控制卷烟焦油量的核心指标, 获得了焦油设计值、接装纸通风率、以及激光打孔参数^[4-7]三者之间的关系, 并建立了数学模型。旨在为卷烟产品设计师能够便捷地研制出不同焦油量的混合型卷烟产品

基金项目: 湖南中烟工业公司资助项目“在线激光打孔研究及应用”(110200302028)。

作者简介: 夏平宇(1973-), 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事卷烟工艺研究。E-mail: xiapingyu@baisha.com

收稿日期: 2009-03-10

责任编辑: 周雅宁 E-mail: zyn0626@126.com

电话: 0371-67672778

提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料、设备与仪器

同一批次的某牌号混合型配方烟丝(约 400 kg);高透卷烟纸(60 CU,宽度:26.5 mm,牡丹江恒丰纸业股份有限公司);普通接装纸(宽度:60.0 mm,长沙鹤祥包装材料有限公司);高速接嘴胶(粘度 4000~8000 mPa·s,固体含量≥33.0%,pH 值 3.5~6.0,长沙市嘉沙实业发展公司);A 类搭口胶(粘度 500~800 mPa·s,固体含量 48.0%~55.0%,pH 值 4.0~6.0,长沙市嘉沙实业发展公司)。

LASER 300S 在线激光打孔设备(德国 HAUNI 公司);PROTOS-70 卷烟机(德国 HAUNI 公司);特制放大 30 倍观察镜(德国 HAUNI 公司);QTM 综合测试台(英国斯茹林公司);RM20/CRS 型旋转式吸烟机(德国 Borgwaldt Technick 公司)。

1.2 烟支规格

烟支总长=烟支长度 59.0 mm+滤嘴长度 25.0 mm;烟支直径:7.72 mm±0.08 mm(圆周:24.25 mm±0.25 mm);滤棒规格:压降 2744 Pa,圆周 24.00 mm,长度 100 mm。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

将 LASER 300S 在线激光打孔设备安装在 PROTOS-70 卷烟机上,设定孔的数量及光的波长,对接装纸进行打孔,制得一排激光打孔 1#~12#样品和两排激光打孔 1#~10#样品(表 1 和表 2)。

1.3.2 检测方法

根据国标 GB/T 19610-2004^[8],采用 QTM 综合测试台,对烟支通风率进行检测。根据国标 GB/T 19609-2004^[9],采用 RM20/CRS 型旋转式吸烟机,对烟支焦油量进行检测。

2 结果与讨论

2.1 一排激光打孔卷烟总通风率与焦油的关系

一排激光打孔卷烟与总通风率及焦油的检测结果,见表 1。由表 1 可知:随着卷烟总通风率的增加,在保持烟支重量、圆周不变的条件下,卷烟平均吸阻、烟气烟碱量、焦油量、CO 总体呈下降趋势。对表 1 中的数据进行线性拟合,得出烟气烟碱量、焦油量、CO (y)与卷烟总通风率(x)的回归方程分别为:

$y_{nic} = -0.0114x + 1.3976 (R^2 = 0.9445)$

$y_{tar} = -0.1675x + 16.438 (R^2 = 0.9338)$

$y_{co} = -0.1845x + 15.413 (R^2 = 0.9506)$

采用特制放大 30 倍观察镜,对不同光波强度下烟支孔径外观进行观察发现:如果光波强度在 100 us 以上,则打出的激光孔明显偏大,且打孔过程中有一种烧糊的焦味,因此建议光波强度调为 80 us 以下,60 us 的效果最佳。

2.2 一排激光打孔卷烟各通风率之间的关系

考察了一排打孔卷烟总通风率与接装纸通风率、卷烟纸通风率之间的关系,结果如图 1 所示。由图 1 可以看出:在总通风率低的情况下,卷烟纸的通风率起主要作用;在总通风率高的情况下,接装纸的通风率起主要作用,而卷烟纸的通风率作用逐步减小。实际产品的卷烟总通风率为 26%~34%之间,接装纸与卷烟纸

表 1 单排打孔卷烟与总通风率及焦油的检测结果

样品	孔数 (个)	光波强度 (us)	总通风率 (%)	卷烟平均 重量(g/支)	卷烟平均 吸阻(Pa/支)	烟气烟碱 (mg/支)	焦油 (mg/支)	CO (mg/支)
1#	5	20	21.27	—	—	1.1	13.4	12.1
2#	8	20	26.07	0.94	1210	1.1	13.2	11.7
3#	10	20	27.76	0.95	1170	1.1	11.5	9.7
4#	10	30	29.65	0.93	1150	1.1	11.8	9.9
5#	10	35	31.16	0.93	1110	1.0	10.1	9.0
6#	10	40	33.42	0.93	1110	1.0	10.4	9.2
7#	10	45	34.90	0.93	1090	1.0	9.8	8.2
8#	10	60	39.22	0.94	1050	1.0	10.3	7.7
9#	10	80	44.40	0.95	980	0.9	8.7	7.3
10#	10	100	49.44	0.95	960	0.9	8.3	6.9
11#	10	150	59.43	0.95	870	0.7	6.7	4.8
12#	10	200	66.37	0.95	830	0.6	5.5	3.0

的通风率基本起到相同的作用。对图 1 中的数据进行加权相加处理,可以得出卷烟总通风率与接装纸通风率和卷烟纸通风率的关系:

$$V_{总} = 0.9872 V_{接装纸} + 0.9742 V_{卷烟纸}$$

2.3 两排激光打孔总通风率与焦油的关系

两排激光打孔与一排激光打孔一样,随着卷烟总的通风率增加,在保持烟支重量不变的条件下,卷烟平均吸阻、烟气烟碱量、焦油量、CO 总体呈下降趋势,见表 2。对表 2 中的数据进行线性拟合,得出烟气烟碱量、焦油量、CO(y)与卷烟总通风率(x)的回归方程分别为:

$$y_{nic} = -0.0154x + 1.4948 (R^2 = 0.936)$$

$$y_{tar} = -0.1535x + 16.157 (R^2 = 0.9326)$$

$$y_{CO} = -9.8733x + 1445.2 (R^2 = 0.9741)$$

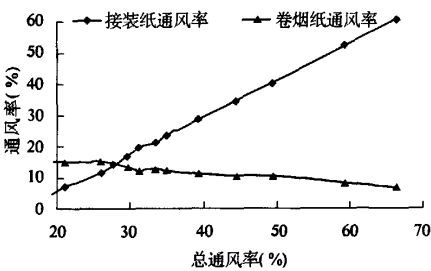


图 1 一排激光打孔卷烟总通风率与接装纸通风率和卷烟纸通风率的关系

表 2 两排打孔卷烟与总通风率及焦油的检测结果

样品	孔数 (个)	光波强度 (us)	总通风率 (%)	卷烟平均 重量(g/支)	卷烟平均 吸阻(Pa/支)	烟气烟碱 (mg/支)	焦油 (mg/支)	CO (mg/支)
1#	5 × 2	20	21.65	0.94	1260	1.3	12.0	11.1
2#	10 × 2	20	25.80	0.98	1190	1.0	11.4	10.3
3#	10 × 2	30	28.22	0.93	1120	1.0	11.6	10.5
4#	10 × 2	40	36.97	0.93	1130	1.0	11.3	8.8
5#	10 × 2	50	38.03	0.94	1040	0.9	11.1	8.4
6#	10 × 2	60	42.85	0.93	1030	0.8	10.2	7.9
7#	10 × 2	80	49.47	0.94	950	0.7	8.9	6.9
8#	10 × 2	100	55.56	0.94	890	0.6	8.3	5.2
9#	10 × 2	150	66.17	0.94	780	0.5	5.4	3.0
10#	10 × 2	200	73.01	0.93	740	0.4	4.2	3.2

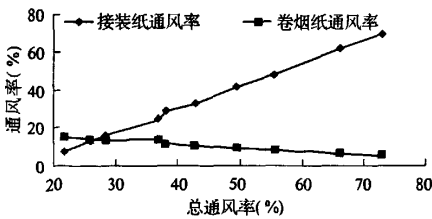


图 2 两排激光打孔卷烟总通风率与接装纸通风率和卷烟纸通风率的关系

2.4 两排激光打孔时卷烟各通风率之间的关系

考察了两排激光打孔时卷烟总通风率与接装纸通风率、卷烟纸通风率之间的关系,结果如图 2 所示。由图 2 可以看出:两排激光打孔与一排激光打孔比较,总通风率、卷烟纸通风率、接装纸通风率三者之间的作用相似。实际产品的卷烟总通风率为 22%~38% 之间,接装纸与卷烟纸的通风率基本起到相同的作用。在卷烟设计中,对于不同焦油量的产品,采用在线激光打孔时,必须考虑接装纸与卷烟纸对总通风率贡献大小,而设计不同规格与型号的接装纸与卷烟纸。对图 2 中的数据进行加权相加处理,可以得出卷烟总通风率与接装纸通风率和卷烟纸通风率的关系为:

$$V_{总} = 0.9879 V_{接装纸} + 0.9613 V_{卷烟纸}$$

2.5 一排、两排激光打孔的应用范围

通过对比表 1 与表 2 中的数据,以及光波强度对产品质量的影响(光波强度过大,会产生烧焦的味道,影响烟支吸味;光波强度过小,不能保证所有光束穿透接装纸与成型纸,引起接装纸通风率的波动),分析可以得出:两排在线激光打孔易采用在低焦油卷烟产品上,特别是接装纸通风率稳定性在 45% 以上的产品;而接装纸通风率较低,焦油量相对高的产品,一般采用一排激光打孔。

激光孔需均匀分布在单个烟支上,根据烟支圆周大小的限制,总孔数为 10 以下,适合采用单排孔;总孔数如在 10 以上,则适合采用双排孔。

2.6 接装纸通风率与焦油的数学模型

根据卷烟焦油量与烟支总通风率的线性关系: $y_{tar} = -0.1675x + 16.438 (R^2 = 0.9338)$,及卷烟总通风率与接装纸通风率、卷烟纸通风率的关系: $V_{总} = 0.9872 V_{接装纸} + 0.9742 V_{卷烟纸}$ 可知,将卷烟纸固定后,接装纸通风率与焦油成线性关系。选择一排激光打孔(孔数为 10)样品

中孔分布均匀、孔径基本呈圆形的 S1# ~ S6#样品 (表 3),分析其接装纸通风率、焦油量与光谱波长的关系可知:随着光谱波长的增强,接装纸通风率逐渐增大,而焦油量平稳降低。对表 3 中的数据进行回归分析,得到接装纸通风率(y)与焦油(x)的线性回归方程为:

$$y = -7.3729x + 104.38 (R^2 = 0.986)$$

由此可知,产品设计师提出焦油设计值,可以通过焦油与接装纸通风率的数学模型,计算出接装纸通风率,得出在线激光打孔的设备参数,用现场 QTM

表 3 卷烟物理指标测定数据

检测值	S1#	S2#	S3#	S4#	S5#	S6#
光谱波长(μm)	35	45	60	80	100	150
V _{接装纸} (%)	14.63	20.93	30.14	39.73	47.20	59.28
焦油量(mg/支)	12.1	11.0	10.2	9.2	7.8	5.9

表 4 接装纸通风率的检测结果^①

检测值	1#	2#	3#	4#	5#	6#	平均值
V _{接装纸} (%)	46.18	44.32	48.25	43.69	45.08	49.56	46.18
焦油量(mg/支)	8.3	7.9	8.1	8.1	8.1	7.9	8.1

3 结论

通过对混合型卷烟烟支在一排、两排在线激光打孔条件下的实验,建立起接装纸通风率与焦油之间的数学模型,得出以下结论:

(1)在总通风率低的情况下,卷烟纸的通风率起主要作用;在总通风率高的情况下,接装纸的通风率起主要作用,而卷烟纸的通风率作用逐步减小。

(2)在低焦油混合型卷烟产品上,采用两排在线激光打孔,特别是接装纸通风率稳定性在 45% 以上的产品;而接装纸通风率较低,焦油量相对高的产品,一般采用一排在线激光打孔。

(3)建立了接装纸通风率与焦油之间的数学模型。卷烟产品设计师通过该模型,计算出接装纸通风率,再调整在线激光打孔的技术参数,可便捷实现产品设计的技术要求。

参考文献

[1] 韩要轩,陈培锋,周卓尤,等.接装纸激光打孔技术[J].

对烟支的接装纸通风率检测,完成设备参数的修正,实现产品设计。

2.7 在线激光打孔在混合型卷烟中的应用

由接装纸通风率与焦油的回归方程可知,若生产 8 mg 的混合型卷烟,则接装纸通风率为 45.3968%。对数据修约,即接装纸通风率为 45%。考虑一排激光打孔与两排激光打孔的应用范围,及光波强度对卷烟内在质量的影响,选定参数为:双排孔,每排 20 孔;光波强度调为 60 us;接装纸通风率为 45% ± 10% (接装纸通风率的检测作为过程控制指标);打孔位置为距滤嘴头端 12 ~ 15 mm 处。

该批次混合型卷烟的接装纸通风率和焦油的检测结果见表 4,由表 4 中结果可知:如果接装纸通风率控制稳定,则焦油量的目标值基本符合产品设计要求;通过接装纸通风率与焦油的数学模型,进行理论计算,能够实现产品设计。

激光技术,2002,26(5):330-335.

[2] 王晓东,赵学民,汪盛烈,等.激光动态高速打孔系统的研究[J].激光技术,2002,27(6):563-566.

[3] 卞飞,萧泽新.提高激光打孔质量的理论分析与工艺优化的研究[J].中国激光,2004,3(增刊):355-358.

[4] 曹晓华,蔡月明.触摸屏和 PLC 在烟支激光打孔中的应用[J].工业控制计算机,2001,14(7):57-59.

[5] 金闻博,戴亚.烟草化学[M].北京:清华大学出版社,1994.

[6] 孙英达,徐文琴.接装纸双盘激光打孔机[J].机械工程师,2004(6):58-59.

[7] 莫远烈,代建文.LASER300S 在线激光打孔参数的选择[J].烟草科技,2006(10):10-15.

[8] GB/T19610-2004/ISO 9512:2002 卷烟 通风的测定 定义和测量原理[S].

[9] GB/T19609-2004 卷烟 用常规分析用吸烟机测定总颗粒物 and 焦油[S].