

制造技术

制丝关键工序对细支卷烟燃烧温度及主流烟气成分的影响

田忠¹, 陈闯¹, 许宗保¹, 周顺^{1, 2}, 王孝峰¹, 张亚平¹, 何庆^{1, 2}

1 安徽中烟工业有限责任公司技术中心, 合肥 230088;

2 烟草化学安徽省重点实验室(安徽中烟工业有限责任公司), 合肥 230088

摘要: 为探索制丝关键工序与细支卷烟品质的关系, 分析了切丝宽度以及烘丝工艺对于细支卷烟燃烧温度、烟气成分以及感官质量的影响, 并对主流烟气成分释放与细支卷烟燃烧温度的关系做了探讨。结果表明, KLD 薄板烘丝较 HXD 气流烘丝的感官质量更好; 此外, 低切丝宽度会导致细支卷烟产品燃烧锥温度、焦油、以及危害性指数的上升, 但同时也会增加烟气香味成分含量, 提高卷烟香气量和满足感。

关键词: 切丝宽度; 烘丝工艺; 细支卷烟; 燃烧温度; 主流烟气

引用本文: 田忠, 陈闯, 许宗保, 等. 制丝关键工序对细支卷烟燃烧温度及主流烟气成分的影响 [J]. 中国烟草学报, 2015, 21 (6)

近年来细支卷烟市场规模迅速扩大, 发展势头非常强劲。2011–2013 年, 国产细支卷烟规格数年增长近 10 个; 且每年总销量增幅超过 50% 以上^[1]。因此, 细支卷烟作为卷烟市场中新崛起的一个细分品类, 众多卷烟工业企业已将其列为新一轮品牌扩张过程中的焦点产品, 同时加大了对其的技术研究。

卷烟生产包括制丝、卷接、包装等步骤, 其中切丝工序是卷烟制丝生产过程中的关键工序之一。研究表明^[2], 在一定范围内, 切丝宽度小, 卷烟烟气透发性提高, 烟气细腻度增加, 但容易造碎。同时, 对烟气有害成分研究发现^[3–6], 降低切丝宽度, 有利于降低主流烟气中的 NH_3 , 但会增加烟气中的苯酚和 HCN 含量。因此, 在卷烟产品分组加工过程中, 应根据配方模块和原料质量选择合适的切丝宽度。

叶丝干燥工序对于卷烟品质同样十分重要^[5], 目前国内外主流叶丝干燥设备有薄板滚筒干燥和气流干燥两种类型, 各卷烟工业企业针对各自的原料和产品对叶丝干燥工序进行了大量的研究, 取得了较多的研究成果^[7–9], 主要集中于不同干燥工艺对物理指标、化学成分以及感官质量等方面的影响。丁乃红等^[10]针对都宝品牌研究了不同干燥模式对混合型卷烟感官质量的影响, 结果表明, 对于三种模块烟叶, 薄板烘丝均较气流烘丝干燥卷烟感官品质更好。此外, 研究表明^[11], 薄板滚筒式烘丝低沸点成分的减少较气流

式烘丝多, 高沸点成分损失较少, 更适于高档烟叶的加工。

然而, 工艺处理技术对于卷烟燃烧性, 特别是对于细支卷烟等新型产品的燃烧温度以及烟气成分的影响, 目前鲜有报道。因此, 拟通过研究切丝宽度、烘丝工序这两个制丝关键工序对于细支卷烟的燃烧温度及主流烟气成分的影响, 为细支卷烟工艺设计参数的优化选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

烟叶原料取自 2012 年湖南郴州 C2F 单等级烟叶。

乙腈、二氯甲烷、甲醇(色谱纯, 美国 Tedia 试剂公司)。香味物质标样: 乙酸苯乙酯(内标, IS)、糠醛、糠醇、2-环戊烯-1,4-二酮、2-乙酰呋喃、苯甲醛、6-甲基-5-庚烯-2-酮、甲基环戊烯醇酮、苯甲醇、2-乙酰基-5-甲基呋喃、苯乙醛、2-乙酰基吡咯、芳樟醇、苯乙醇、5-羟甲基糠醛、大马酮、 β -二氢大马酮、香叶基丙酮(含 35% 的橙花基丙酮)、 β -紫罗兰酮、法尼醇、法尼基丙酮(含 2 种异构体)、棕榈酸甲酯(纯度均大于 98%, 美国百灵威或阿法埃莎化学有限公司)。

七种 Hoffmann 成分标样: CO 标准气体(国家标准气体研究中心); 水中 NH_4^+ 、 CN^- 标准溶液(分析

基金项目: 安徽中烟工业有限责任公司科技项目“黄山“焦甜香”细长支卷烟产品的研制开发”(2014107)

作者简介: 田忠(1984—), 硕士, 工程师, 主要从事卷烟产品设计及技术研究工作, Email: tianzhong-1984@163.com

通讯作者: 何庆(1986—), 硕士, 工程师, 主要从事烟草燃烧化学、烟草香精香料等工作, Email: qing_he0421@163.com

收稿日期: 2015-03-10

纯,中国计量科学研究院);烟碱(郑州烟草研究院);巴豆醛、苯酚、苯并芘(BaP)、苯并芘-d12、NNK、N-戊基-(3-甲基吡啶基)亚硝胺(分析纯,美国百灵威公司)。

SQ35 型切丝机(昆明船舶设备集团有限公司),KLD 薄板式烘丝机(德国 HAUNI 公司),HXD 气流式烘丝机(英国 Dickinson 公司),SUPER 9 卷烟机改造(英国莫林斯公司),ZB-42 型包装机(天津华一有限责任公司)。

7890A 气相色谱仪和 6890-5975 气相色谱/质谱联用仪(美国 Agilent 公司);Acquity 型高效液相色谱仪(美国 Waters 公司),配备荧光/PDA 检测器;4000 Q Trap 质谱仪(美国 AB 公司);离子色谱仪(美国戴安公司);AL204-1C 电子天平(感量 0.0001g,瑞士 Mettler Toledo 公司);Milli-Q 纯水仪(美国 Millipore 公司)。

1.2 方法

1.2.1 烟丝处理与样品卷制

在保持叶丝干燥出口含水率为 12.5%,出口温度 55℃ 情况下,采用 0.6、0.8、1.0mm 三种切丝宽度;HXD 气流烘丝、KLD 薄板烘丝两种干燥工艺进行烟丝处理。在同一机台将烘后叶丝按同一烟支重量卷制细支卷烟(烟支长度:97mm、圆周:17mm)。其他参数均按生产标准制丝、卷制(安徽中烟工业有限责任公司)。合格烟支在温度(22±1)℃ 和相对湿度(60±2)% 条件下平衡 48h。

不同处理工艺烟丝卷制样品的物理检测结果见表 1,由表 1 可知六个样品的平均烟支重量、圆周无显著差别,随着切丝宽度的降低,烟支的吸阻和总通风率呈上升趋势。

表 1 六种细支卷烟样品的物理检测结果

Tab.1 Physical properties of the six slim cigarette samples

样品名称	重量 /g	圆周 /mm	开式吸阻 /Pa	总通风率 /%	硬度 /%
0.6mm HXD	0.51a	16.96a	1800a	46.8a	63.4a
0.6mm KLD	0.52a	16.90a	1780ab	43.0b	62.4a
0.8mm HXD	0.50a	16.98a	1760b	43.3b	62.2ab
0.8mm KLD	0.51a	16.95a	1750b	41.2bc	61.6ab
1.0mm HXD	0.50a	17.01a	1680c	40.2c	59.2b
1.0mm KLD	0.50a	16.92a	1700c	39.0c	59.6b

注:1.表中检测数据为三次样品检测的平均值。2.同列不标有相同小写字母表示组间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

1.2.2 卷燃烧锥温度测定

参照前人研究^[12],采用红外热成像对卷烟抽吸第三口时的燃烧锥温度进行测量,红外探头的测温范围为 300-1500℃,精确度为 ±2℃,抽吸燃烧锥最高温度均为 10 次测试结果平均值。

1.2.3 常规烟气成分和烟气香味成分测定

分别采用 GB/T 19609-2004《卷烟常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油》、GB/T23355-2009《卷烟总粒相物中烟碱的测定气相色谱法》测定主流烟气中 TPM、焦油和烟碱的释放量。

按照 ISO 抽吸方法,抽吸 20 支卷烟,滤片用 50mL 含乙酸苯乙酯内标(29.0575μg/mL)的二氯甲烷溶液震荡萃取 35min,静置 5min,取 2mL 萃取液,过 0.45μm 的有机滤膜后,加入少量的无水 Na₂SO₄ 干燥后,进样进行 GC/MS 分析,测定香味成分。

GC/MS 分析条件:毛细管柱:HP-5MS(60m × 0.25mm, 0.25μm);进样口温度:250℃;载气:He;流速:1mL/min;进样量:1μL;分流比 10:1;电离方式:EI;离子源温度:230℃;电离能量:70eV;传输线温度:280℃;四极杆温度:150℃;电子倍增器(EM)电压:1812 V;隔垫吹扫流量:3mL/min;扫描方式:全扫描及选择离子监测(SIM)模式;扫描范围:50 ~ 350amu;溶剂延迟 5min;升温程序:初始温度 70℃,以 5℃/min 升到 100℃,然后以 0.5℃/min 升到 104℃,最后以 5℃/min 升到 250℃,保持 15min。

采用 Nist 质谱数据库检索,以匹配度 ≥ 85% 定性,内标法定量。有标样的香味成分采用内标法标准曲线进行定量;没有标样的,采用目标物与内标峰面积比值进行相对定量。

1.2.4 烟气七种 Hoffmann 成分测定

分别采用 GB/T 23356-2009《卷烟烟气气相中一氧化碳的测定非散射红外法》、GB/T21130-2007《卷烟烟气总粒相物中苯并[a]芘的测定》、YC/T 253-2008《卷烟主流烟气中氰化氢的测定连续流动法》、YC/T 377-2010《卷烟主流烟气中氨的测定离子色谱法》、YC/T 255-2008《卷烟主流烟气中主要酚类化合物的测定高效液相色谱法》、YC/T 254-2008《卷烟主流烟气中主要羰基化合物的测定高效液相色谱法》以及 GB/T 23228-2008《卷烟主流烟气总粒相物中烟草特有 N-亚硝胺的测定气相色谱-热能分析联用法》测定主流烟气中的 CO、B[a]P、HCN、NH₃、苯酚、巴豆醛和 NNK 的释放量,卷烟危害性指数 H 值按照国烟科[2009]211 号文件规定计算。

1.2.5 统计方法

采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 17.0 进行数据处理和统计分析。

2 结果与讨论

2.1 不同制丝关键工序对细支卷烟燃烧锥温度的影响

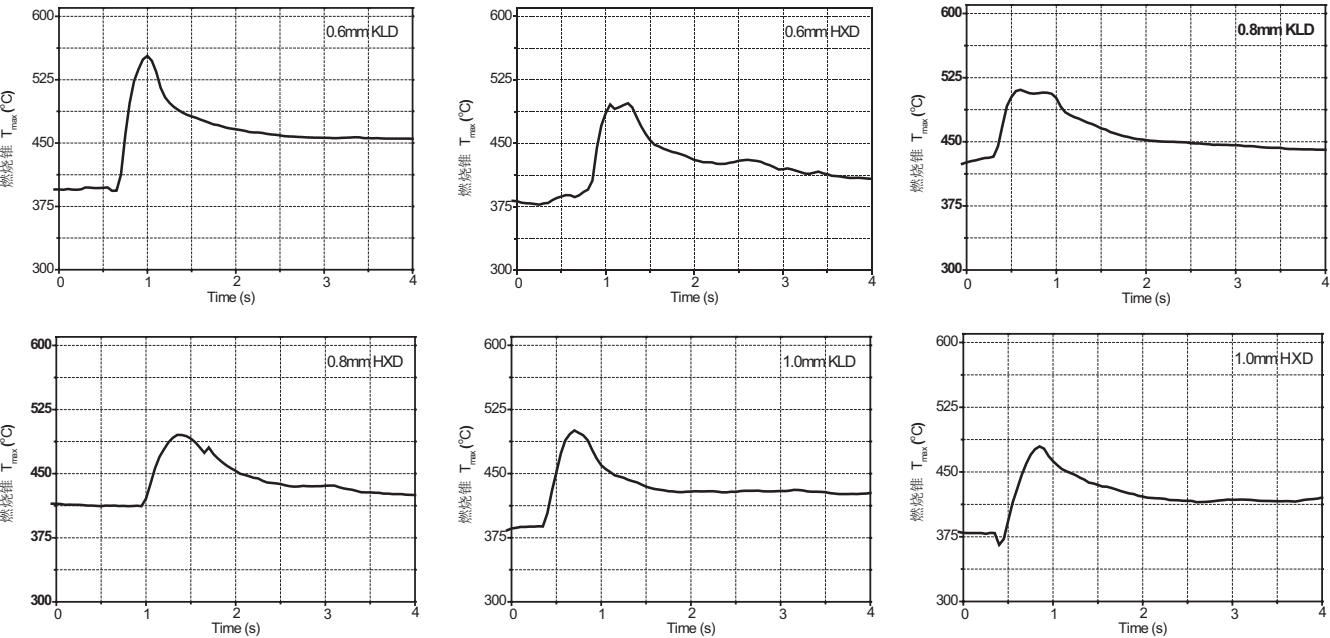
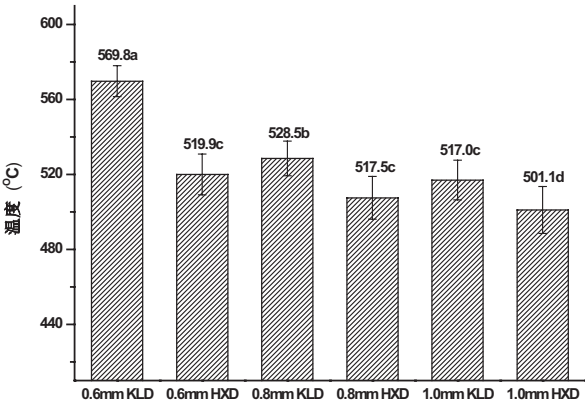


图 1 六种细支卷烟样品的燃烧锥温度变化图

Fig.1 Changes in burning temperature of the six slim cigarette samples

图 1 为六种细支卷烟的燃烧锥温度实时变化曲线，可以看出，在阴燃状态下，六个样品的燃烧锥温度差异不大，均在 390℃ -400℃ 之间；然而，在抽吸状态下，不同工序处理的细支卷烟表现了不同的燃烧温度。从图 2 可以看出，六种细支卷烟样品燃烧锥温度均小于 600℃，明显低于传统卷烟的燃烧温度^[8]（800-1000℃）。相同切丝宽度下，KLD 薄板烘丝工艺较 HXD 气流烘丝处理卷烟样品燃烧锥温度高；而在相同烘丝条件下，降低切丝宽度也会导致燃烧锥温度的升高。其中，0.6mm KLD 薄板烘丝样品燃烧温度明显高于其他样品，而 1.0mm HXD 样品的燃烧温度最低。



注：图中不标有相同小写字母表示组间差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）， $n=10$ 。

图 2 六种细支卷烟样品抽吸时的燃烧锥最高温度对比

Fig.2 Difference in highest burning temperature during smoking of the six slim cigarette samples

2.2 不同制丝关键工序对细支卷烟烟气成分的影响

2.2.1 烟气常规

不同处理工艺烟丝卷制样品的烟气检测结果见表 2，由表 2 可知，不同处理工艺对于烟气总粒相物和焦油影响显著。相同干燥工序下，随着切丝宽度的减

小，卷制样品的总粒相物、焦油以及烟气烟碱含量均呈上升趋势，这与样品的燃烧温度有较好的一致性。不同处理工艺的烟丝卷制细支卷烟时，烟丝的填充性能不同，影响了烟丝的燃烧程度和燃烧温度，导致了总粒相物和焦油含量的差异。

表 2 六种细支卷烟样品的烟气常规成分结果
Tab.2 Routine test data in mainstream smoke of the six slim cigarette samples

样品名称	总粒相物 / (mg/ 支)	烟气烟碱 / (mg/ 支)	烟气水份 / (mg/ 支)	焦油 / (mg/ 支)	抽吸口数 / (口 / 支)	单口焦油量 / (mg/ 口)
0.6mm HXD	9.41a	0.74a	1.17a	7.5a	5.7a	1.3b
0.6mm KLD	9.04b	0.68ab	1.10ab	7.3b	5.1b	1.4a
0.8mm HXD	8.71c	0.67ab	1.09ab	6.9d	5.3ab	1.3b
0.8mm KLD	8.90b	0.69ab	1.12ab	7.1c	5.5ab	1.3bc
1.0mm HXD	8.12e	0.62b	1.04b	6.4f	5.4ab	1.2c
1.0mm KLD	8.51d	0.66b	1.13ab	6.7e	5.4ab	1.2bc

注：1. 表中检测数据为三次样品检测的平均值。2. 同列不标有相同小写字母表示组间差异具有统计学意义（P < 0.05）。

2.2.2 烟气香味成分

通过 GC-MS 分析，得到各卷烟样品烟气粒相物中主要香味成分的含量，结果见表 3。可以得知，从香味成分总量来看，不同工艺处理烟丝卷烟样品差异不显著。但值得注意的是，0.6mm 切丝宽度下，KLD 薄板工艺的香味成分总量要高于 HXD 气流烘丝样品，特

别是 KLD 烘丝工序样品烟气的糠醛、糠醇、5- 羟甲基糠醛等呋喃杂环香味成分的含量明显高于 HXD 样品。这可能与 0.6mmKLD 样品的高燃烧温度有关，烟草中糖类物质裂解的更加充分，有利于生成糠醛、糠醇等杂环类物质。这些杂环类物质能够增加卷烟烟气的烘烤气息，影响感官质量。

表 3 六种细支卷烟产品的烟气香味成分结果
Tab.3 Flavor constituents in mainstream smoke of the six slim cigarette samples μ g/cig

序号	化合物名称	样品名称					
		0.6mm KLD	0.6mm HXD	0.8mm KLD	0.8mm HXD	1.0mm KLD	1.0mm HXD
1	糠醛	2.69a	2.27b	2.07b	2.00b	1.94b	2.01b
2	糠醇	5.09a	3.98b	3.85b	3.96b	3.74b	3.65b
3	2- 环戊烯 -1,4- 二酮	0.24a	0.18ab	0.14b	0.18ab	0.17b	0.17b
4	2- 乙酰呋喃	0.56a	0.50a	0.40a	0.48a	0.47a	0.47a
5	苯甲醛	0.35a	0.32a	0.33a	0.30a	0.31a	0.33a
6	6- 甲基 -5- 庚烯 -2- 酮	0.47a	0.76b	0.42a	0.48a	0.37a	0.38a

续表 3

7	甲基环戊烯醇酮	0.29a	0.25a	0.22a	0.27a	0.32a	0.29a
8	2-乙酰基-5-甲基呋喃	0.29a	0.29a	0.32a	0.37a	0.30a	0.30a
9	苯甲醇	2.15a	2.03a	2.19a	2.10a	2.11a	2.10a
10	苯乙醛	1.26a	1.28a	1.22a	1.10b	1.29a	1.27a
11	2-乙酰吡咯 *	0.16a	0.18a	0.25b	0.21ab	0.21ab	0.23ab
12	愈创木酚 *	0.14a	0.15a	0.20a	0.17a	0.17a	0.19a
13	芳樟醇	0.65a	0.58a	0.47ab	0.52ab	0.51ab	0.41b
14	苯乙醇	1.64a	1.63a	1.67a	1.51a	1.56a	1.55a
15	氧化异佛尔酮 *	0.08a	0.02b	0.03b	0.05b	0.02b	0.02b
16	5-羟甲基糠醛	0.16a	0.09b	0.04b	0.06b	0.07b	0.06b
17	茄酮 *	0.62a	0.77a	0.71a	0.72a	0.76a	0.72a
18	大马酮	0.62a	0.61a	0.64a	0.61a	0.60a	0.62a
19	β -二氢大马酮	0.04a	0.02a	0.03a	0.03a	0.04a	0.04a
20	香叶基丙酮 1	0.25b	0.21b	0.35a	0.28ab	0.38b	0.19b
21	香叶基丙酮 2	0.07ab	0.04b	0.11a	0.08a	0.11a	0.08a
22	β -紫罗兰酮	0.03a	0.03a	0.04a	0.03a	0.03a	0.03a
23	二氢猕猴桃内酯 *	0.70a	0.63a	0.77a	0.77a	0.70a	0.71a
24	巨豆三烯酮 1*	0.95a	0.92a	1.15a	1.04a	1.08a	1.09a
25	巨豆三烯酮 2*	2.10b	2.12b	2.81a	2.22b	2.77a	2.77a
26	巨豆三烯酮 3*	0.83a	0.87a	1.05a	0.95a	1.00a	1.00a
27	巨豆三烯酮 4*	2.39b	2.33b	2.56ab	2.53ab	2.70a	2.69a
28	3-氧代- α -紫罗兰酮 *	1.46a	1.34a	1.29a	1.37a	1.42a	1.33a
29	法尼醇	0.83a	0.74a	0.84a	0.77a	0.82a	0.74a
30	新植二烯 *	7.81a	6.81b	7.40a	7.41a	7.66a	7.39a
31	法尼基丙酮 1	0.33a	0.45a	0.42a	0.39a	0.39a	0.38a
32	法尼基丙酮 2	0.50a	0.50a	0.56a	0.52a	0.52a	0.53a
33	棕榈酸甲酯	1.72a	1.56a	1.84a	1.70a	1.72a	1.68a
	总量	37.49a	34.48b	36.39ab	35.18ab	36.27ab	35.44ab

注：1.* 标注成分没有相应的标样，通过 NIST 谱库检索定性，采用目标物与内标峰面积比值进行相对定量。2. 表中检测数据为三次样品检测的平均值。3. 同行不标有相同小写字母表示组间差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。

2.2.3 烟气七种 Hoffmann 成分

表 4 六种细支卷烟样品的烟气七种 Hoffmann 成分结果

Tab.4 Seven Hoffmann constituents in mainstream smoke of the six slim cigarette samples

样品名称	CO/ (mg/ 支)	HCN/ (μ g/ 支)	NNK/ (ng/ 支)	NH3/ (μ g/ 支)	B[a]P / (ng/ 支)	苯酚 / (μ g/ 支)	巴豆醛 / (μ g/ 支)	危害性评价指 数 (H)
0.6mm HXD	5.6a	59.4b	4.7a	3.4a	5.5b	15.7a	13.8c	6.0a
0.6mm KLD	5.7a	68.6a	4.2a	3.4a	5.7a	15.0b	14.3ab	6.0a
0.8mm HXD	5.1c	61.2b	4.7a	3.5a	5.4bc	14.9b	14.1bc	5.9ab
0.8mm KLD	5.3b	60.1b	4.5a	3.5a	5.4b	14.7b	14.2b	5.9ab
1.0mm HXD	4.7e	53.0c	4.5a	3.5a	5.1c	13.5d	14.6a	5.4c
1.0mm KLD	4.9d	54.3c	4.4a	3.5a	5.3bc	14.1c	14.1bc	5.7b

注：1. 表中检测数据为三次样品检测的平均值。2. 同列不标有相同小写字母表示组间差异具有统计学意义（P < 0.05）。

从表 4 中可以得出，降低切丝宽度会导致细支卷烟烟气危害性评价指数 H 值的升高，而不同烘丝工艺对于 H 值影响不显著。烟气七种成分中 NNK、NH₃ 含量随切丝宽度降低变化不显著，CO、HCN、苯酚以及 B[a]P 含量随切丝宽度的降低均有不同幅度的增加，这与前人对于常规卷烟的研究结果^[3,13]较为一致。其中 CO 和 B[a]P 含量增幅较为显著，并且与燃烧锥温度顺序取得较好的一致性。这可能与低切丝宽度下样品的燃烧锥温度较高有关，在高燃烧温度下，卷烟纸透气度降低，限制了氧气的进入，同时烟气中 CO₂ 在高温下被还原为 CO 的可能性增加^[14]，而稠环芳烃在高温下生成的量更大^[15]。

2.3 不同制丝关键工序对细支卷烟感官质量的影响

不同处理工艺烟丝卷制样品的感官评价结果见表 4、图 3，由表 4 可见卷烟样品感官得分排序为 0.6mm KLD > 0.8mm KLD>1.0mm KLD >1.0mm HXD>0.8mm HXD>0.6mm HXD。从感官得分排序可见 KLD 干燥工艺，

随着切丝宽度的减小，样品的整体感官质量呈上升趋势；HXD 干燥工艺，随着切丝宽度的减小，样品的整体感官质量呈下降趋势。从图 3 可见，相同切丝宽度，KLD 干燥工艺较 HXD 干燥工艺样品的香气指标、烟气指标、口感指标均呈上升趋势，这与传统卷烟的结果^[6]相一致。相同 HXD 气流烘丝工艺，随着切丝宽度的减小，样品的香气质、细腻柔和等 2 项指标呈上升趋势，但成团性、浓度、劲头、干燥感呈下降趋势；相同 KLD 薄板烘丝工艺，随着切丝宽度的减小，样品的香气质、香气量、杂气、细腻柔和、成团性、浓度、劲头、余味等 8 项指标呈上升趋势。

综合分析感官评价结果与烟气香味成分结果具有较好的一致性，不同切丝宽度、干燥工艺对烟丝的烟气香味成分有一定的影响，香味成分与卷烟感官质量具有一定的正相关关系，因此感官评价结果结合烟气香味成分为细支卷烟烟丝处理的关键工序，从化学的角度提供参考。

表 5 六种细支卷烟产品的感官评价结果

Tab. 5 Sensory quality of the six slim cigarette samples

样品名称	香气指标			烟气指标				口感指标			总分
	香气质	香气量	杂气	细腻柔和	成团性	浓度	劲头	干燥感	刺激	余味	
1.0mm KLD	6.50	6.07	5.93	5.57	5.93	6.00	5.93	6.00	6.00	6.00	59.93
1.0mm HXD	6.07	6.00	5.64	5.50	5.86	5.86	5.86	5.93	5.86	6.00	58.58
0.8mm KLD	6.50	6.14	6.00	5.71	5.93	6.14	5.93	6.00	6.00	6.00	60.35
0.8mm HXD	6.14	6.00	5.86	5.93	5.71	5.64	5.71	5.71	5.93	5.86	58.49
0.6mm KLD	6.71	6.29	6.00	5.86	6.14	6.14	6.00	6.00	6.00	6.14	61.28
0.6mm HXD	6.14	5.93	5.64	6.00	5.57	5.71	5.71	5.64	5.86	5.93	58.13

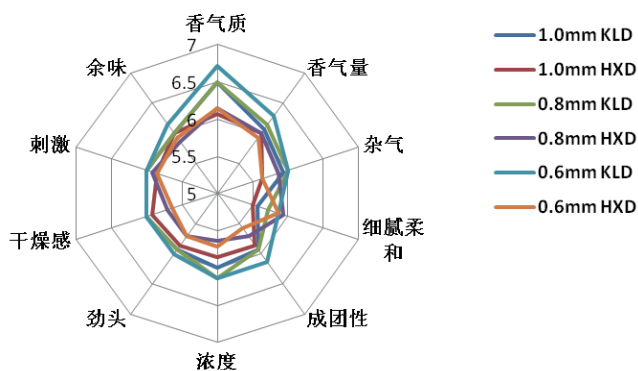


图3 六种细支卷烟产品的感官评价结果雷达图

Fig.3 Radar chart of sensory quality of the six slim cigarette samples

3 结论

本研究分析了切丝宽度、烘丝方式这两个工艺处理关键工序对细支卷烟的燃烧温度及卷烟主流烟气成分的影响, 结果表明:

(1) 细支卷烟燃烧锥温度明显低于常规卷烟, 其燃烧温度随着切丝宽度的降低而升高, 同时 KLD 薄板烘丝工艺较 HXD 气流烘丝处理样品燃烧温度高。

(2) 不同处理工艺对于烟气总粒相物和焦油影响显著。相同干燥工序下, 随着切丝宽度的减小, 卷制样品的总粒相物、焦油以及烟气烟碱含量均呈上升趋势, 这与样品的燃烧温度有较好的一致性。

(3) 切丝宽度是影响细支卷烟危害性指数 H 值的主要因素, 降低切丝宽度会导致 H 值的升高, 其中 CO 和 B[a]P 含量增幅显著, 它可能与低切丝宽度下样品的燃烧锥温度较高有关。

(4) 在烟气香味成分总量上, 不同工艺处理烟丝卷烟样品差异不显著。在 0.6mm 低切丝宽度下, 薄板烘丝较气流烘丝的烟气香味成分含量高; 同时, 香气指标、烟气指标、口感指标均有不同程度优势。

(5) 总体来说, 细支烟烟气各指标与燃烧温度均有一定程度的相关, 这为细支烟设计提供了一个新的着入点和思路。

参考文献

- [1] 王斌. 国产细支烟发展思路探讨——以江苏中烟为例 [J]. 现代商贸工业, 2015,2:4-5.
- [2] 于存峰, 杨雷, 于录. 复合式切丝宽度对卷烟质量的影响 [C]. 中国烟草学会工业专业委员会工艺学术研讨会论文集, 2010,19-22.
- [3] 邱玉春, 林志平, 黄朝章, 等. 切丝宽度对卷烟主流烟气 7 种 Hoffmann 成分释放量的影响 [J]. 郑州轻工业学院学报 (自然科学版), 2013,28: 9-13.

QIU Yuchun, LIN Zhiping, HUANG Chaozhang, et al. Effects of cutting width of tobacco on 7 kinds of Hoffmann components of mainstream smoke [J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry (Nature Science), 2013,28: 9-13.(in Chinese)

- [4] 薛芳, 李东亮, 陈昆燕, 等. 卷烟加工重点工序工艺参数与卷烟主流烟气中苯酚释放量的关系研究 [J]. 江西农业大学学报, 2010,32:1307-1310.
XUE Fang, LI DONGliang, CHEN Kunyan, et al. A study on effects of processing parameters on cigarette mainstream smoke[J]. Acta Agriculture Universitatis Jiangxiensis, 2010,32:1307-1310. (in Chinese)
- [5] 胡建军, 周冀衡, 熊燕, 等. 烘丝工艺参数对烘后叶丝质量影响的研究 [J]. 中国烟草学报, 2007,6: 24-29.
HU Jianjun, ZHOU Jiheng, XIONG Yan, et al. Effects of drying parameters on quality of cut tobacco[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2007,6: 24-29. (in Chinese)
- [6] 赖伟玲, 刘江生, 蔡国华, 等. 卷烟加工关键工序烟草碱、中性香味成分变化研究 [J]. 分析测试学报, 2004,9:272-273.
LAI Weiling, LIU Jiangsheng, CAI Guohua, et al. Study on the variety of alkalis and neutral components during key cigarette process[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2004,9:272-273. (in Chinese)
- [7] 于涛, 翟玉俊, 蒋志刚, 等. 高温管式叶丝在线膨胀对卷烟综合质量的影响分析 [C]. 中国烟草学会工业专业委员会烟草工艺学术研讨会论文集, 2009,1-6.
- [8] 何蓉, 刘华, 李飞宇, 等. 管板式烘丝机工艺参数对叶丝物理特性的影响 [C]. 中国烟草学会工业专业委员会烟草工艺学术研讨会论文集, 2009,7-10.
- [9] 乔学义, 姚光明, 申玉军, 等. 气流干燥工序对烤烟烟叶感官特性的影响研究 [C]. 中国烟草学会工业专业委员会烟草工艺学术研讨会论文集, 2010,95-98.
- [10] 丁乃红, 严志景, 查勇. 干燥模式对混合型卷烟感官质量的影响 [J]. 烟草科技, 2012,7:13-16.
DING Naihong, YAN Zhijing, ZHA Yong. Effects of Drying Means on Sensory Quality of Blended Type Cigarette[J]. Tobacco Science & Technology, 2012,7:13-16.
- [11] 邵强. 中式卷烟特色工艺技术对烟草化学成分影响规律研究 [D]. 华东理工大学博士学位论文, 2012.
GAO Qiang. Study on the Influence of the Characteristic Processing Techniques of Chinese Style Cigarettes on Tobacco Chemical Components [D]. East China University of Science and Technology, 2012(in Chinese)
- [12] 郑赛晶, 顾文博, 张建平, 等. 利用红外测温技术测定卷烟的燃烧温度 [J]. 烟草科技, 2006,7:5-10.
ZHENG Saijing, GU Wenbo, ZHANG Jianping, et al. Solid-phase temperature measuring of burning cigarette with infrared camera [J]. Tobacco Science & Technology, 2006,7:5-10. (in Chinese)
- [13] 唐士军, 陈昆燕, 曾建, 等. 重点工序工艺参数与主流烟气中 CO 量的关系研究 [J]. 郑州轻工业学院学报: 自

然科学版, 2010, 25(4): 20-22.

TANG Shijun, CHEN Zhiyan, ZENG Jian, et al. Study on the relationship between important processing parameters and CO in cigarette mainstream smoke [J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry(Nature Science), 2010, 25(4): 20-22. (in Chinese)

- [14] 张优茂, 李旭华, 黄翼飞, 等. 卷烟燃烧峰值温度对主流烟气 CO 释放量的影响 [J]. 中国造纸, 2011, 9:39-43. ZHANG You-mao, Li Xu-hua, HUANG Yi-fei, et

al. The Influence of Cigarette Burning Peak Temperature on the CO Content in Mainstream Smoke [J]. China Pulp & Paper, 2011, 9:39-43.

- [15] 邵强, 郑赛晶, 刘百战, 等. 热解温度对烟草稠环芳烃产生量的影响 [J]. 烟草科技, 2010, 1:27-31. GAO Qiang, ZHENG Sai-jing, LIU Bai-zhan, et al. Effects of pyrolytic temperature on yields of PAHs in tobacco [J]. Tobacco Science & Technology, 2010, 1:27-31.

Effects of key process steps on burning temperature and chemical components in mainstream smoke of slim cigarettes

TIAN Zhong¹, CHEN Chuang¹, XU Zongbao¹, ZHOU Shun^{1,2}, WANG Xiaofeng¹, ZHANG Yaping¹, HE Qing^{1,2}

1. Technology Center, China Tobacco Anhui Industrial Co., Ltd., Hefei 230088, China;

2. Anhui Key Laboratory of Tobacco Chemistry (China Tobacco Anhui Industrial Co., Ltd.), Hefei 230088, China

Abstract: Effects of cutting width and drying process on burning temperature, mainstream smoke (MMS) and sensory quality of slim cigarettes were investigated. Relationship between chemical components in MMS and burning temperature was discussed. Results showed that steam-heated cylinder drier (KLD) was better as for sensory quality than high expansion lamina dryer (HXD). Small cutting width resulted in a rise in burning temperature, tar and hazard index, as well as an increase in the aroma quantity and sensory satisfaction.

Keywords: cutting width, drying process, slim cigarette, burning temperature, mainstream smoke

Citation: TIAN Zhong, CHEN Chuang, XU Zongbao, et al. Effects of key process steps on burning temperature and chemical components in mainstream smoke of slim cigarettes [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2015, 21(6)

《烟草科技》2015 年第 11 期目次

• 烟草农学

烟草绿原酸合成关键基因 *NiHQT1* 的克隆及表达分析
..... 武明珠, 许亚龙, 李 锋, 等
无致病力青枯菌株对烟草青枯病的控制作用
..... 陈国康, 周帮菊, 周丹妮, 等
m 型硫氧还蛋白对马铃薯 Y 病毒侵染烟草的影响
..... 贾蒙鹭, 张荣春, 商胜华, 等
喀斯特山区不同种植方式下烟田土壤微生物特征分析
..... 黄化刚, 肖谋良, 梁士楚, 等

• 烟草化学

干酪乳杆菌发酵废弃烟梗制备 L-乳酸操作参数的优化
..... 朱大恒, 杨增光, 张可可, 等
磷酸氢二铵对卷烟烟气游离烟碱释放量及感官品质的影响
..... 张 红, 刘志华, 司晓喜, 等
利用顶空 -GC/MS 法对比新型卷烟和传统卷烟的挥发性成分
..... 杨 继, 汤建国, 尚善斋, 等
电感耦合等离子体质谱法测定烟草中 6 种元素的不确定度
..... 陈 丹, 李 冬, 彭丽娟, 等
单一和复配微生物固态发酵对卷烟叶组主要化学成分的影响
..... 王 颖, 马玲玲, 吕 欣, 等

微波膨胀梗丝对卷烟 7 种烟气有害成分释放量及危害性指数的影响
..... 赵云川, 廖晓祥, 陈 冉, 等

• 烟草工艺

微波膨胀梗丝二次切丝工艺参数研究
..... 邹 泉, 廖晓祥, 赵云川, 等
基于图像处理的烟片加料均匀性评价方法
..... 郑 飞, 李 媛, 刘德强, 等

• 设备与仪器

滚筒干燥中烟丝停留时间预测模型
..... 李 朋, 刘朝贤, 王 乐, 等
热熔压敏胶涂胶系统在 YB29 自粘软盒包装机上的应用
..... 徐 峰
烤烟活动箱式装烟框及提升装置的设计与应用
..... 付继刚, 陈 杰, 张辉全, 等

• 综述

无烟气烟草制品的发展现状和趋势
..... 孙学辉, 赵 乐, 王宜鹏, 等