

预处理方法对再造烟叶中烟梗品质的影响

The research on tobacco stem pretreatment technology in the production of reconstituted tobacco

赵春雷¹ 苏瑶² 寇霄腾¹ 王静怡²

ZHAO Chun-lei¹ SU Yao² KOU Xiao-teng¹ WANG Jing-yi²

(1. 安徽中烟工业有限责任公司蚌埠卷烟厂, 安徽 蚌埠 233010;

2. 安徽中烟再造烟叶科技有限责任公司, 安徽 蚌埠 233010)

(1. Bengbu Cigarette Factory, Anhui Tobacco Industry Co., Ltd., Bengbu, Anhui 233010, China;

2. Anhui Tobacco Reconstituted Tobacco Technology Co., Ltd., Bengbu, Anhui 233010, China)

摘要:研究高压预处理、常规预处理两种工艺对烟梗理化特性、短梗萃取率及磨浆后浆料性质的影响。研究表明:高压预处理后烟梗的热水可溶物和乙醇可溶物含量均有一定程度的升高,提取效率提高,生产线效率得到提升;高压预处理及磨浆后烟梗产生的细小纤维量较少,有利于产品得率的提升;高压预处理后烟梗浆料动态滤水性能优于常规预处理烟梗,有利于浆料的抄造。

关键词:烟梗;高压蒸汽;预处理;理化特性;纤维

Abstract: The effects on physical characteristics, chemical characteristics of tobacco stem, tobacco stem extraction rate and pulp properties after high pressure steam and conventional pretreatment were investigated in this study. The results showed that the contents of hot water and ethanol soluble in the stem of the high pressure pretreatment increase to a certain extent, and the efficiencies of extraction and the production line were improved. The amount of fine fibers produced by the high pressure pretreatment after the defibrination was less, and this was beneficial to the improvement of the product yield. The dynamic filtration performance of the stem pulp after the high pressure pretreatment was better than that of the conventional pretreatment, which was good for paper making.

Keywords: tobacco stem; high pressure steam; pretreatment; physical and chemical characteristics; fiber

造纸法再造烟叶的生产以烟叶碎片、烟末和烟梗为主要原料,综合应用化工医药技术中浸提工艺和造纸技术中制浆、抄造等关键工艺,制备成再造烟叶,应用到卷烟生产中^[1]。

作者简介:赵春雷(1977—),男,安徽中烟蚌埠卷烟厂工程师。

E-mail:18056098118@163.com

收稿日期:2017-04-05

烟梗作为造纸法再造烟叶的骨架,是再造烟叶必不可少的原料。但是,烟梗中果胶木质素等大分子物质含量较高,不仅影响烟梗纤维的疏解,而且与片基的物理结构密切相关,进而影响再造烟叶的燃烧性能及产品品质^[2],因此有必要对烟梗进行一些预处理,以达到改善造纸法再造烟叶产品物理结构和化学组成,提高再造烟叶产品的品质^[3]。烟梗的预处理研究已有很多,除目前造纸法再造烟叶生产线普遍使用的常规洗梗预处理方式外,还开发了加酶萃取^[4]、微生物发酵^[5]、疏解萃取^[6]和蒸汽处理^[7]等,但这些预处理方式基本处于实验室水平,尚未得到大规模工业应用。再造烟叶生产线烟梗常规预处理方式与制丝生产线常规预处理工艺流程及加工设备相同,从实际使用情况来看,这种方式存在预处理后烟梗提取效率较低、提取时间较长的缺陷。针对这种缺陷,安徽中烟^[8]自主开发了高压预处理烟梗设备,目前该设备已在卷烟生产线上成功投用,但尚未在再造烟叶领域使用。

为评估高压预处理烟梗设备在造纸法再造烟叶生产线的适用性,本研究拟通过研究高压预处理和常压预处理对烟梗的物理、化学特性的影响,为烟梗的加工工艺、原料有效利用和产品品质提升提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料

烟梗:中部短梗,2011年产于云南昭通。

1.2 仪器与设备

洗梗机:WQ833A型,昆明船舶设备集团有限公司;

螺旋蒸梗机:WQ227型,昆明船舶设备集团有限公司;

压力润梗机:试验样机,安徽中烟与常州智思公司联合

开发;

台式离心机:TD5F型,湖南凯达科学仪器有限公司;
连续流动分析仪:AA3型,德国 Seal 公司;
动态保留率滤水性分析仪:DFR-05型,瑞典 BTG 公司;
纤维形态分析仪:code 912型,瑞典 L&W 公司;
高浓圆盘精浆机:K RK 2500型,日本 K RK 株式会社。

1.3 短梗预处理工艺参数

(1) 常规预处理:经水洗梗及螺旋蒸梗处理,其中水洗梗水温 60 ℃、水泵电机速度 30 Hz、网带电机速度 28 Hz,螺旋蒸梗工作蒸汽压力 0.2 MPa,处理时间 140 s。

(2) 高压预处理:常温水洗短梗,经高温高压蒸梗,蒸汽压力 0.3 MPa、蒸汽温度 140 ℃,处理时间 40 s。

经上述两种工艺处理后,烟梗含水率由 11.7% 升高至 29.7%。

1.4 检测方法

(1) 水溶性糖的测定:按 YC/T 159—2002《烟草及烟草制品水溶性糖的测定 连续流动法》执行。

(2) 总植物碱的测定:按 YC/T 160—2002《烟草及烟草制品总植物碱的测定 连续流动法》执行。

(3) 钾的测定:按 YC/T 217—2007《烟草及烟草制品钾的测定 连续流动法》执行。

(4) 氯的测定:按 YC/T 162—2011《烟草及烟草制品氯的测定 连续流动法》执行。

(5) 总氮的测定:按 YC/T 161—2002《烟草及烟草制品总氮的测定连续流动法》执行。

(6) 热水可溶物含量的测定:称取相当于绝干量 2.0 g 的样品,加入 120 mL 蒸馏水,加热沸腾回流 1 h,然后冷却过滤,称量过滤后滤纸上样品的重量,最后计算热水可溶物含量。

(7) 乙醇可溶物含量的测定:分别称取相当于绝干量 50 g 的 3 种样品(原梗、常规处理、高压处理),按固液质量比 1:10 置于 70% 乙醇中萃取 1 h,离心分离(2 000 r/min, 1 min),取 50 mL 提取液检测可溶物含量。

(8) 热水提取效率的测定:分别选取相当于绝干量 50 g 的常规处理、高压处理后烟梗 2 种样品,按固液质量比 1:10 置于 60 ℃ 热水中萃取 20 min,离心分离(2 000 r/min, 1 min),取 50 mL 提取液检测提取物含量。提取效率按式(1)计算:

$$\eta = \frac{V_1 \times m_1}{m_0 \times \omega \times 50} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

η ——提取效率,%;

V_1 ——提取液体积,mL;

m_1 ——50 mL 提取液可溶物含量,g;

m_0 ——样品的绝干量,g;

ω ——样品的热水可溶物,%。

(9) 纤维形态分析:使用纤维形态分析仪,取相当于绝干量 0.1 g 的浆料于仪器专用烧杯中,并加水至 300 mL,放置于取样器上;启动纤维分析仪程序检测所有浆料中纤维的

长度、宽度等物理指标,并通过计算得到纤维的平均长度、平均宽度等指标。

(10) 动态滤水性能的测定:使用 DFR-05 型滤水保留游离度测试仪,将滤液收集槽置于天平板上,倒入 1 000 mL 的浆料悬浮液至搅拌室,化学品从精密滴管进入,并放置在加入单元内,搅拌器搅拌速度区间设置为 200~1 500 r/min,锥体打开,预滤液流入预滤液收集杯,保留测试阀动作,滤液流入滤液收集槽,开始测量滤液的总浓度和填料/细小纤维的浓度,并产生过滤过程的图形(滤液的重量/时间)。测试使用的滤网规格为 18,24,40,50,60,100,150 目,使用锥体搅拌叶片和保留率测量搅拌叶片。

2 结果与讨论

2.1 热水可溶物含量

在再造烟叶的生产过程中,烟叶的热水可溶物作为再造烟叶涂布液的来源,对整体的再造烟叶品质起到至关重要的作用;而乙醇萃取作为热水萃取的进一步发展,其萃取得到的物质在感官质量等多方面均优于热水萃取,因而多用于针对高端原料的萃取使用。

热水可溶物含量检测结果见表 1。

表 1 样品热水可溶物含量

样品	烟梗含水率	热水可溶物
原梗	12.02	58.96
常规处理	40.50	58.04
高压处理	34.24	61.44

由表 1 可知,原梗与常规处理短梗热水可溶物差异较小,经高压处理的短梗热水可溶物稍高于原梗及常压处理烟梗。

2.2 乙醇可溶物含量

乙醇可溶物含量检测结果见表 2。

表 2 样品乙醇可溶物含量

样品	提取液体积/ mL	可溶物含量/ (10^{-2} g · mL ⁻¹)	乙醇可溶物/ %
原梗	390	2.546	30.53
常规处理	385	1.960	26.00
高压处理	387	3.072	38.70

由表 2 可知,乙醇可溶物含量高压处理>原梗>常压处理。常压处理过程中乙醇可溶物有一定的损失;而高压处理过程中因非酶促棕色化反应的发生,乙醇可溶物含量提升。

2.3 热水提取效率

在再造烟叶的生产过程中,原料热水可溶物的萃取比例是衡量生产线萃取工段工艺能力的重要指标,在相同的条件

下若原料的热水提取效率越高则意味着在生产过程越容易完成萃取要求,将在一定程度上节约生产过程的电、水等多方面能耗。

由表 3 可知,高压处理提取效率高于常压处理效率。这主要因为高压处理后的烟梗结构较常压处理后烟梗疏松。

表 3 热水提取效率

Table 3 Hot water extraction efficiency

样品	提取液体积/ mL	可溶物含量/ ($10^{-2} \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	提取效率/%
常规处理	430	3.604	53.40
高压处理	435	4.252	60.02

2.4 常规化学成分

化学成分与感官品质密切相关。其中还原性糖在烟支燃吸时会产生酸性物质,抑制烟气中的碱性,降低刺激性;总糖与烟碱的比例常用来评价其劲头和舒适程度;总氮则包括各类含氮化合物,在燃吸过程中使烟气显碱性,给人辣、刺、苦的感觉;钾与再造烟叶的气味、燃烧、安全有较强的关联性。

由表 4 可知,经常压处理及高压处理后,烟梗中总糖、还原糖、总氮呈现下降趋势,总钾呈现上升趋势。因为在常压及高压条件下,烟梗中糖类物质有一定程度的降解。

由表 5 可知,与原梗样品相比,除氯以外,烟梗中常规化学成分无论用热水还是乙醇提取,高压处理烟梗中常规化学成分保留率均明显低于常压处理,即针对热水提取效率和乙醇提取效率两项指标,高压处理明显高于常压处理,同样与

表 4 烟梗常规化学成分检测结果

Table 4 Conventional chemical composition of stem %

样品名称	总糖	烟碱	总氮	还原糖	氯	钾
原梗	16.35	0.60	0.16	12.11	1.54	4.59
常规处理	15.44	0.59	0.17	11.42	1.50	4.75
高压处理	14.23	0.60	0.17	10.32	1.49	4.94
常规热水提取	9.79	0.40	0.15	7.61	0.46	3.04
高压热水提取	8.04	0.36	0.14	6.06	0.52	2.70
常规乙醇提取	12.71	0.39	0.16	9.39	0.74	3.22
高压乙醇提取	10.50	0.37	0.15	7.77	0.70	3.15

表 5 烟梗常规化学成分提取效率对比表

Table 5 Comparison of extraction efficiency of conventional chemical components in stem %

样品名称	总糖	烟碱	总氮	还原糖	氯	钾
常规处理热水提取	36.59	32.20	11.76	33.36	69.33	36.00
高压处理热水提取	43.50	40.00	17.65	41.28	65.10	45.34
常规处理乙醇提取	17.68	33.90	5.88	17.78	50.67	32.21
高压处理乙醇提取	26.21	38.33	11.76	24.71	53.02	36.23

两种处理后烟梗组织疏松的差异有关。

2.5 纤维形态分析

纤维形态为浆料经过磨浆后的长度、宽度等物理指标,其将决定着浆料在成型网部位留着情况以及浆料成纸后的各类相关物理指标。

分别选取相当于绝干量 100 g 的原梗、常规处理后烟梗、高压处理后烟梗按固液质量比 1:10 置于 60 °C 热水中萃取 1 h 后磨浆至打浆度 25°,对 3 种浆料的纤维形态进行检测,每组检测 5 次,显著性结果见表 6。

由表 6 可知,原梗、常压处理烟梗、高压处理烟梗三者相互之间的纤维长度、扭结角无显著性差异。原梗与常压处理后烟梗的纤维宽度、纤维长宽比、变形因子、长纤维比例、细小纤维比例无显著性差异,而原梗与高压处理烟梗、常压处理烟梗与高压处理烟梗的这几项指标均存在显著性差异。

由表 6、7 可知,高压处理烟梗较常压处理烟梗纤维宽 5.32 μm ,波动性也较小;高压处理烟梗较常压处理烟梗长纤维比例高 6.58%,细小纤维比例低 8.38%。

2.6 动态滤水性能

动态滤水性能标志着浆料在成型网部的整体脱水情况,其速率的快慢将影响出成型网部片基的含水率,进而影响其强度,同时决定生产是否可以正常进行,若动态滤水性较好可保障在相同工艺条件下出成型网部片基含水率相对较低,具有一定的抗张强度,满足生产。

使用磨浆后浆料,分别对两种形式处理后的烟梗浆料动态滤水性能进行检测,结果见图 1。

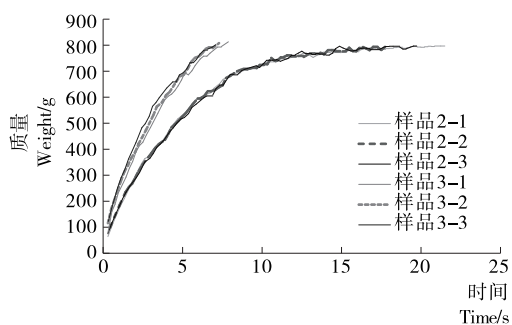


图 1 浆料动态滤水性能检测结果

Figure 1 Test results of dynamic filtration performance of pulp

由图 1 可知,高压处理烟梗(3-1、3-2、3-3)的动态滤水性能高于常规处理烟梗(2-1、2-2、2-3),其抄造性能较好。动态滤水性能的差异进一步验证了表 7 中两种样品纤维形态的差异。

3 结论

(1) 与烟梗常规处理相比,烟梗高压处理在产品品质 and 生产线效率等方面均有一定的优势。烟梗高压处理时的高温高压环境促进了烟梗非酶促棕色化反应的发生,烟梗热水可溶物、乙醇可溶物含量有所提升,对产品的感官品质有利;高压处理后的烟梗结构更为疏松,有利于提取效率的提升;

表 6 单因素方差分析表[†]
Table 6 Single factor analysis of variance

变量	样品	对照样品	平均差异	标准偏差	显著值	95%置信区间	
						下限	上限
长度	1	2	0.000 20	0.019 17	0.992	-0.041 6	0.042 0
		3	-0.003 00	0.019 17	0.878	-0.044 8	0.038 8
	2	1	-0.000 20	0.019 17	0.992	-0.042 0	0.041 6
		3	-0.003 20	0.019 17	0.870	-0.045 0	0.038 6
	3	1	0.003 00	0.019 17	0.878	-0.038 8	0.044 8
		2	0.003 20	0.019 17	0.870	-0.038 6	0.045 0
宽度	1	2	-0.140 00	0.396 65	0.730	-1.004 2	0.724 2
		3	-5.460 00	0.396 65	0.000	-6.324 2	-4.595 8
	2	1	0.140 00	0.396 65	0.730	-0.724 2	1.004 2
		3	-5.320 00	0.396 65	0.000	-6.184 2	-4.455 8
	3	1	5.460 00	0.396 65	0.000	4.595 8	6.324 2
		2	5.320 00	0.396 65	0.000	4.455 8	6.184 2
长宽比	1	2	0.076 00	0.452 76	0.869	0.910 5	1.062 5
		3	2.532 00	0.452 76	0.000	1.545 5	3.518 5
	2	1	-0.076 00	0.452 76	0.869	-1.062 5	0.910 5
		3	2.456 00	0.452 76	0.000	1.469 5	3.442 5
	3	1	-2.532 00	0.452 76	0.000	-3.518 5	-1.545 5
		2	-2.456 00	0.452 76	0.000	-3.442 5	-1.469 5
变形因子	1	2	0.000 00	0.231 80	1.000	-0.505 1	0.505 1
		3	1.620 00	0.231 80	0.000	1.114 9	2.125 1
	2	1	0.000 00	0.231 80	1.000	-0.505 1	0.505 1
		3	1.620 00	0.231 80	0.000	1.114 9	2.125 1
	3	1	-1.620 00	0.231 80	0.000	-2.125 1	-1.114 9
		2	-1.620 00	0.231 80	0.000	-2.125 1	-1.114 9
长纤维比例	1	2	0.500 00	0.611 88	0.430	-1.833 2	0.833 2
		3	-7.080 00	0.611 88	0.000	-8.413 2	-5.746 8
	2	1	0.500 00	0.611 88	0.430	-0.833 2	1.833 2
		3	-6.580 00	0.611 88	0.000	-7.913 2	-5.246 8
	3	1	7.080 00	0.611 88	0.000	5.746 8	8.413 2
		2	6.580 00	0.611 88	0.000	5.246 8	7.913 2
细小纤维比例	1	2	1.100 00	0.728 38	0.157	-0.487 0	2.687 0
		3	9.480 00	0.728 38	0.000	7.893 0	11.067 0
	2	1	-1.100 00	0.728 38	0.157	-2.687 0	0.487 0
		3	8.380 00	0.728 38	0.000	6.793 0	9.967 0
	3	1	-9.480 00	0.728 38	0.000	-11.067 0	-7.893 0
		2	-8.380 00	0.728 38	0.000	-9.967 0	-6.793 0
扭结角	1	2	1.300 00	2.361 47	0.592	-3.845 2	6.445 2
		3	-3.020 00	2.361 47	0.225	-8.165 2	2.125 2
	2	1	-1.300 00	2.361 47	0.592	-6.445 2	3.845 2
		3	-4.320 00	2.361 47	0.092	-9.465 2	0.825 2
	3	1	3.020 00	2.361 47	0.225	-2.125 2	8.165 2
		2	4.320 00	2.361 47	0.092	-0.825 2	9.465 2

[†] 变形因子指纤维投影长度除以实际长度。样品 1 为原梗, 样品 2 为常规处理烟梗, 样品 3 为高压处理烟梗。

表 7 纤维形态检测结果对比[†]

Table 7 Comparison of fiber morphology test results

样品	长度/mm	宽度/ μm	长宽比/%	变形因子/%	长纤维比例/%	细小纤维比例/%	扭结角/($^{\circ}$)
1	0.81 \pm 0.03	38.74 \pm 0.89	21.07 \pm 0.37	78.84 \pm 0.32	58.94 \pm 1.24	27.18 \pm 1.69	55.98 \pm 1.08
2	0.82 \pm 0.04	38.88 \pm 0.55	21.00 \pm 1.14	78.84 \pm 0.30	59.44 \pm 0.94	26.08 \pm 0.97	54.68 \pm 0.88
3	0.82 \pm 0.01	44.20 \pm 0.29	18.54 \pm 0.33	77.22 \pm 0.46	66.02 \pm 0.62	17.7 \pm 0.42	59.00 \pm 6.32

[†] 表中数据为均值 \pm 标准偏差。样品 1 为原梗,样品 2 为常规处理烟梗,样品 3 为高压处理烟梗。

同时,磨浆后长纤维比例上升、细小纤维比例降低,有利于提高生产线产品的得率。

(2) 高压处理烟梗在卷烟制丝生产线的主要优点在于感官品质和生产效率的提升,从试验数据来看,这两点在再造烟叶生产中也得到了体现;而目前造纸法再造烟叶行业提升抄造性能和得率主要着眼于磨浆、抄造等工序的优化调整,使用高压处理工艺则可以从烟梗预处理工序着手提升。

(3) 本项研究仅针对一种烟梗开展了研究。不同的烟梗经过高压处理后的表现可能存在差异,为进一步评估高压处理工艺的效果,在后期研究中,有必要针对重点产区不同年份的烟梗开展较全面的研究。

参考文献

[1] 缪应菊,刘维涓,刘刚,等.烟草薄片制备工艺的现状[J].中国

造纸,2009,28(2):55-59.

[2] 苏振华.湿部阴离子垃圾问题及其对策[J].中华纸业,2005,26(7):37-39.

[3] 杨彦明,王晶,唐自文,等.烟梗处理降低蛋白质含量的研究[J].烟草科技,2008,41(3):10-12.

[4] 吴亦集,沈光林,陶红,等.造纸法再造烟叶原料的加酶萃取[J].烟草化学,2011(7):34-36.

[5] 张勃,贾玉红,端李祥,等.微生物发酵烟梗水提物的制备及其在再造烟叶中的应用[J].河南农业科学,2012,41(3):56-60.

[6] 李文显,廖元杰,车靖,等.造纸法再造烟叶中烟梗疏解提取与常规提取的比较[J].纸和造纸,2011,30(12):45-46.

[7] 关平,余红涛,刘维涓,等.一种再造烟叶预处理工艺:中国,102499442A [P].2012-06-20.

[8] 赵春雷,丁乃红,张胜军,等.高压润梗装备设计与开发[C]//中国烟草学会工业专业委员会 2010 年烟草工艺学术研讨会论文集.青岛:中国烟草学会,2010:131-133.

(上接第 127 页)

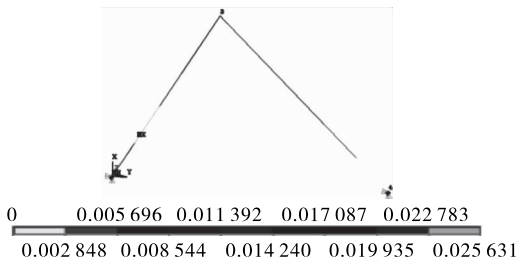


图 9 优化后的一阶振型

Figure 9 First vibration mode after optimizing

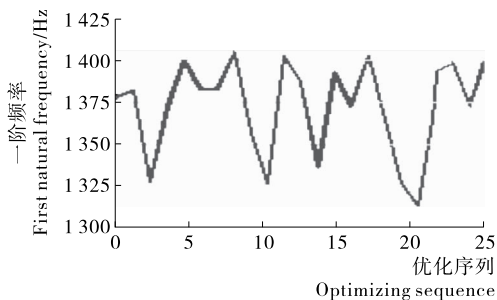


图 10 一阶固有频率优化曲线

Figur 10 Optimize curve of first natural frequency

提高了 96.1 Hz。由动力学理论可知,基频越高机构的抗振性能越强,可见,动力学优化效果明显,曲柄—摇杆机构的动态特性得到了明显改进。

4 结论

相对于传统设计方法,以现代 CAD/CAE 技术为核心的动态仿真设计在精度和效率方面具有显著优势。通过曲柄—摇杆机构的运动学仿真、有限元建模、静动态特性分析及动力学优化,验证了平面四连杆机构在动态仿真与优化设计方面的思路,实现了曲柄—摇杆机构设计过程的数字化驱动,有利于增强食品加工机械的设计精度与可塑性,并为同类平面连杆机构的动态仿真设计提供了重要技术参考。

参考文献

[1] 潘金坤.平面连杆机构的 6 σ 稳健优化设计[J].机械传动,2011,35(8):40-43.

[2] 陈赛克,凌轩.基于 Solidworks 齿轮连杆机构的运动仿真[J].食品与机械,2012,28(6):177-179.

[3] 郭惠昕,岳文辉.含间隙平面连杆机构运动精度的稳健优化设计[J].机械工程学报,2012,48(3):75-81.

[4] 成大先.机械设计手册单行本[M].4版.北京:化学工业出版社,2004:68-74.

[5] 安培文,黄茂林.平面连杆机构的自调及其允差的分析研究[J].中国机械工程,2002,13(23):2 040-2 044.

[6] 朱伯芳.有限单元法原理与应用[M].3版.北京:中国水利水电出版社,知识产权出版社,2009:112-113.

[7] 刘志刚.基于 MATLAB 的曲柄摇杆机构优化分析[J].食品与机械,2014,30(2):114-117.