

## 二氧化碳膨胀处理对烟丝物理结构的影响

徐峻, 邹鹏\*, 郭东锋, 牛勇, 舒俊生, 鲍穗, 戴魁

(安徽中烟工业有限责任公司技术中心, 合肥 230088)

**摘要:** 将34种单等级烟叶通过二氧化碳膨胀制成膨胀烟丝, 测量膨胀前后烟丝的整丝率、碎丝率和填充值, 研究膨胀前后烟丝各物理结构指标的变化规律, 并比较等级、部位等因素对于膨胀烟丝物理结构的影响。结果表明, 烟丝膨胀后, 整丝率显著性下降, 填充值显著性上升, 碎丝率变化不显著。不同等次和部位的烟丝膨胀前后结构指标变化存在一定差异, 下等烟、下部烟和上部烟的整丝率显著下降, 碎丝率增加较多, 而中部烟和中上等烟整丝率保持较好, 碎丝增加较少。

**关键词:** 膨胀烟丝; 整丝率; 填充值

中图分类号: TS452

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)04-0638-04

### Influence of dry-ice expansion on physical structure of cut tobacco

XU Jun, ZOU Peng, GUO Dongfeng, NIU Yong, SHU Junsheng, BAO Sui, DAI Kui

(Technology Center of China Tobacco Anhui Industrial Co., Ltd., Hefei 230088)

**Abstract:** Thirty-four tobacco leaf samples were expanded by means of dry-ice expansion. Some physical structure indices, such as proportion of long strands, proportion of broken strands, and filling power of cut tobacco, were tested and compared before and after the expansion. Subsequently, the influence of the expansion on physical structure of various stacks and grades was also compared. The results indicated that after expansion the proportion of long strands significantly decreased, while the filling power significantly increased, and the proportion of broken strands had no significant change. The change of physical structure indices of various cut tobacco showed a little difference. The proportion of long strands in low-grade tobacco, lower tobacco, and upper tobacco significantly declined, while the proportion of broken strands greatly increased. However, the proportion of long strands in middle-stack, middle-grade, and upper-grade tobacco remained stable, whereas the proportion of broken strands slightly increased.

**Key words:** expanded cut tobacco; proportion of long strands; filling power

二氧化碳膨胀烟丝是卷烟叶组配方的重要组成部分, 在卷烟中能起到降低焦油<sup>[1]</sup>、减少危害性成分释放量<sup>[2]</sup>和提升卷烟烟气透发性的功效<sup>[3]</sup>。这是因为烟丝经过二氧化碳膨胀后, 其细胞组织结构被膨胀开, 填充能力增加, 从而使得烟支中烟丝用量减少<sup>[4]</sup>。但是烟丝膨胀后, 会造成其结构破碎, 整丝率下降, 碎丝率上升, 整体可用性降低。因此需要综合研究烟丝膨胀前后填充值、整丝率、碎丝率等物理结构指标的变化, 从而制备出可用性更好的膨胀烟丝。崔伟等研究了膨胀温度对于配方烟丝填

充值和整丝率的影响<sup>[5-6]</sup>。张建勋等研究了膨胀温度、气体流量、膨胀前烟丝水分对于填充值、整丝率和碎丝率的影响, 并对膨胀处理工艺参数进行了优化<sup>[7]</sup>。康金岭等研究了工艺参数对于配方烟丝整丝率的影响<sup>[8]</sup>。而目前文献中针对单等级烟叶膨胀前后物理结构指标变化规律的研究还相对较少<sup>[9]</sup>。通过单等级膨胀烟丝物理结构变化规律研究, 将有利于选择适宜的原料制备膨胀烟丝, 使得膨胀烟丝填充能力提升的同时, 工艺造碎率得到控制, 从而提升其可用性。

收稿日期: 2015-03-03

基金项目: 中式卷烟增香保润重大专项子项目“通过加香加料提高膨胀烟丝使用价值”(110201201014 (BR-08) 资助。

作者简介: 徐峻, 工程师。E-mail: atrpraft@163.com

\* 通信作者: 邹鹏, 博士, 工程师。E-mail: zoupeng@mail.ustc.edu.cn

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

全国主要产区的 34 种单等级烟叶,按省份分包含安徽 4 种、福建 5 种、贵州 6 种、湖南 5 种、四川 5 种、云南 5 种和重庆 4 种;按部位分包含上部烟 14 种、中部烟 9 种和下部烟 11 种;按等次分包含上等烟 8 种、中等烟 21 种和下等烟 5 种。

二氧化碳膨胀烟丝线(北京达特烟草成套设备技术开发有限责任公司,  $1140 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ); BF540 型恒温恒湿箱(德国 Binder 公司); ABS204-S 型电子天平(瑞士 Mettler Toledo 公司, 感量:  $0.0001\text{g}$ ); YDZ430 型填充值测定仪(郑州嘉德机电科技有限公司); YQ-2 型烟丝振动分选筛(郑州烟草研究院)。

### 1.2 方 法

将 34 种单等级烟叶分别通过二氧化碳膨胀制成膨胀烟丝。烟丝膨胀过程中的浸渍时间为 60 s, 膨胀温度为  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 蒸汽流量为  $400 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

按照行标方法测量烟丝的整丝率、碎丝率和填充值等物理结构指标。膨胀前后烟丝整丝率、碎丝率的测定方法采用行业标准 YC/T 178-2003, 膨胀前后烟丝填充值的测定方法采用行业标准 YC/T

152-2001。

数据分析由 Minitab 和 Excel 等软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 膨胀前后烟丝结构指标的描述性统计

通常将烟丝中长度大于等于  $2.50 \text{ mm}$  的烟丝质量占总质量的比率定义为整丝率, 烟丝长度小于  $1.00 \text{ mm}$  的烟丝质量比例定义为碎丝率, 将烟丝长度介于  $1.00\sim 2.50 \text{ mm}$  的烟丝称为短丝, 其质量比定义为短丝率。表 1 为烟丝膨胀前后整丝率、碎丝率、短丝率和填充值的描述性统计结果。从均值来看, 烟丝膨胀后整丝率从  $74.19\%$  下降到  $66.30\%$ , 下降幅度为  $10.63\%$ ; 碎丝率均值从  $4.44\%$  提升到  $4.76\%$ , 增加幅度为  $7.21\%$ ; 短丝率均值从  $21.37\%$  提升至  $28.95\%$ , 增加  $35.47\%$ ; 填充值均值从  $4.35 \text{ cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$  提升至  $7.12 \text{ cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$ , 增加  $63.68\%$ 。可见烟丝膨胀后, 填充值提升的同时, 造成了烟丝整丝率明显下降, 碎丝率有所增加, 短丝率大幅提升。从峰度和偏度来看, 除了膨胀后碎丝率以外, 其他指标的峰度和偏度均在  $\pm 1$  以内, 说明膨胀烟丝各项物理指标的数据值较为集中。从变异系数来看, 烟丝碎丝率的变异系数较高, 说明不同等次、不同部位烟丝的碎丝率指标之间差异较大。

表 1 膨胀烟丝整丝率、碎丝率、短丝率和填充值等指标的描述性统计结果

Table 1 Descriptive statistics of the filling power and the proportion of long strands, broken strands and short strands of cut tobacco before and after expansion

指标 Index	均值/(*) Mean	标准差 SD	最小值 Minimum	最大值 Maximum	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis	变异系数/% CV
整丝率(前)/% Proportion of long strands (before)	74.19	6.26	58.92	89.48	-0.26	0.88	8.44
整丝率(后) Proportion of long strands (after)	66.30	4.91	54.52	74.79	-0.54	-0.26	7.41
碎丝率(前)/% Proportion of broken strands (before)	4.44	1.50	1.43	8.14	0.66	0.59	33.79
碎丝率(后)/% Proportion of broken strands (after)	4.76	1.72	2.57	10.61	1.75	3.80	36.16
短丝率(前)/% Proportion of short strands (before)	21.37	5.36	9.09	33.59	0.25	0.49	25.08
短丝率(后) Proportion of short strands (after)	28.95	4.04	20.96	38.90	0.56	0.02	13.95
填充值(前)/ $\text{cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$ Filling power (before)	4.35	0.73	3.30	6.20	0.52	-0.42	16.86
填充值(后)/ $\text{cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$ Filling power (after)	7.12	1.06	5.10	8.90	-0.17	-0.90	14.86

### 2.2 膨胀前后烟丝结构指标的方差分析

对 34 种单等级烟叶膨胀前后各项物理指标变化进行方差分析, 比较其差异性, 结果如表 2 所示。从 Sig. 值可以看出, 烟丝膨胀前后其整丝率、短丝率和填充值存在 1% 显著水平上的极显著差异, 而

碎丝率并不存在显著性差异。

烟丝膨胀后, 其填充值指标极显著性上升, 说明二氧化碳膨胀能很好的提升烟丝的填充性能。但是整丝率极显著性下降, 说明填充值上升的同时, 会造成烟丝造碎, 其物理可用性有所下降。此外,

烟丝碎丝率没有显著性上升，而短丝率极显著性上升，说明烟丝经过二氧化碳膨胀后，碎丝虽然有所增加但并不显著，较多的尺寸大于 2.50 mm 的整丝破碎成尺寸在 1.00~2.50 mm 范围的短丝。

### 2.3 不同等级、部位烟丝膨胀前后部分物理指标比较

不同等次、不同部位的烟丝由于耐加工性能的不同，经过二氧化碳膨胀后，其烟丝物理结构变化也存在一定的差异。

图 1 为不同部位和等次的烟丝膨胀前后填充值的比较。从部位来看，各部位烟丝膨胀后填充值均

大幅提升，上部烟和下部烟填充值膨胀前后均高于中部烟。从等次来看，下等烟膨胀前后填充值均最高，中等烟其次，上等烟稍小。Davis 等指出，下部烟叶中纤维素等骨架性物质较多，叶片较薄，叶片结构疏松，其填充能力最强，中部烟内含物较多，烟丝弹性好，其填充性质最低，上部烟烟丝填充性能居中<sup>[10]</sup>。从图 1 中可得到相似的结论，由于下部烟和下等烟其烟丝骨架性物质多、弹性差，因此其膨胀前后填充值均相对较高。从填充值指标来看，下部烟、下等烟是适宜的膨胀烟丝原料。

表 2 烟丝膨胀前后的整丝率、碎丝率、短丝率和填充值等指标的方差分析结果

Table 2 Variance analysis of the filling power and the proportion of long strands, broken strands and short strands of cut tobacco before and after expansion

指标 Index	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F	Sig.
整丝率 Proportion of long strands	0.11	1	0.11	33.46	0.00
碎丝率 Proportion of broken strands	0.00	1	0.00	0.67	0.42
短丝率 Proportion of short strands	0.10	1	0.10	43.32	0.00
填充值 Filling Power	130.50	1	130.50	157.51	0.00

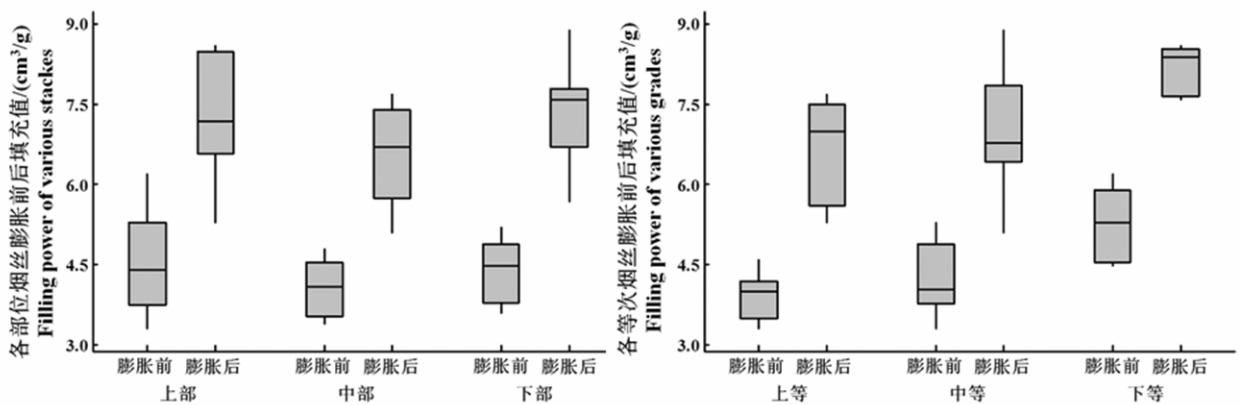


图 1 各部位、等次烟丝膨胀前后填充值比较

Figure 1 The filling power of cut tobacco from various stacks and grades before and after expansion

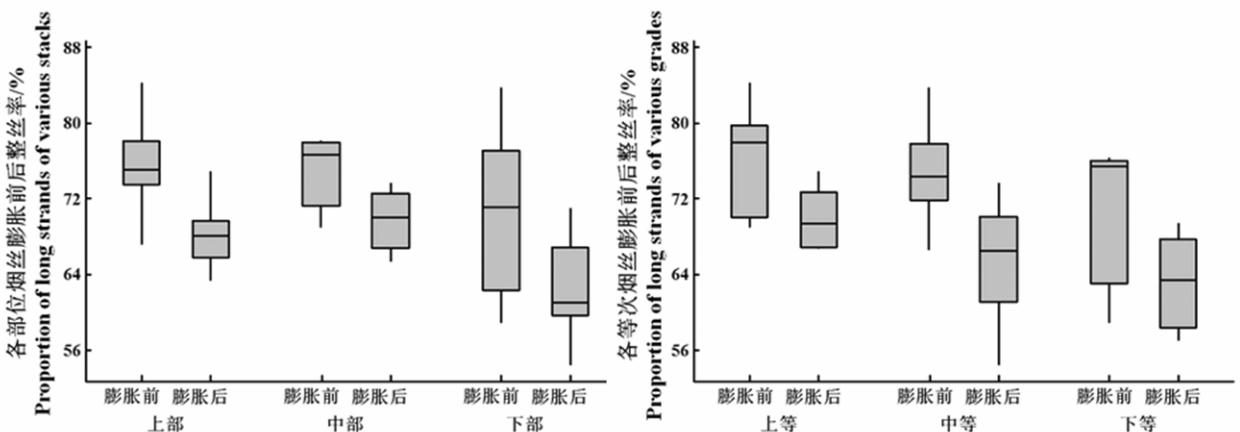


图 2 各部位、等次烟丝膨胀前后整丝率比较

Figure 2 The proportion of long strands of cut tobacco from various stacks and grades before and after expansion

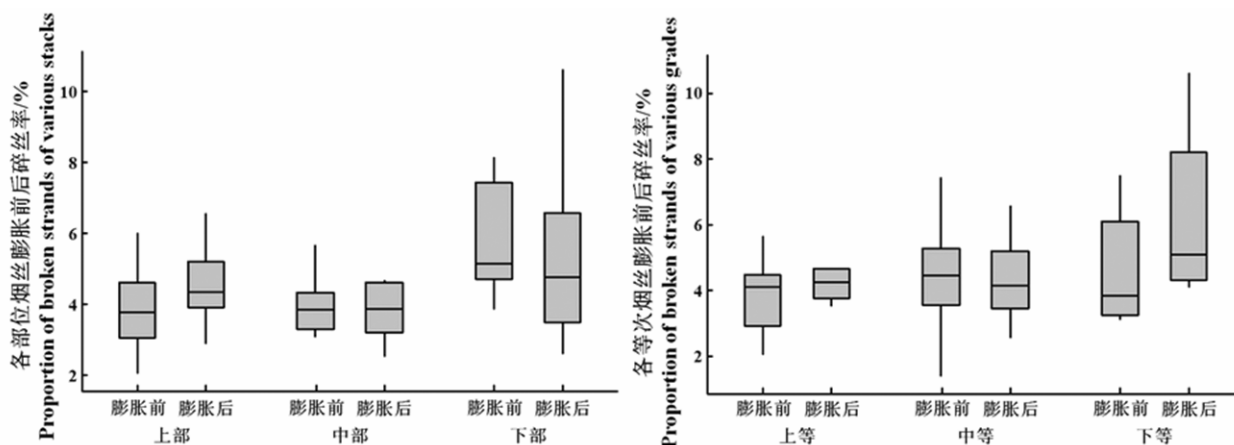


图 3 各部位、等次烟丝膨胀前后碎丝率比较

Figure 3 The proportion of broken strands of cut tobacco from various stacks and grades before and after expansion

图 2 是对各部位、等次烟丝膨胀前后整丝率的比较。从部位来看, 膨胀前上部烟和中部烟整丝率较高, 均值在 75% 左右, 而下部烟整丝率相对较低, 均值在 70% 左右, 膨胀后中部烟整丝率相对较高, 上部烟整丝率其次, 下部烟整丝率最低。膨胀前后比较, 上部烟和下部烟整丝率下降较为明显, 而中部烟整丝率下降相对较少。从等次来看, 上等烟整丝率下降相对较少, 而中等烟和下等烟整丝率下降明显。从整丝率指标来看, 上等烟、中等烟或中部烟是较为适宜的膨胀烟丝原料。

图 3 为各部位、等次烟丝膨胀前后碎丝率的比较。从部位来看, 中部烟碎丝率基本没有变化, 上部烟碎丝率稍有增加, 下部烟碎丝率膨胀前后均较高。从等次来看, 上等烟和中等烟膨胀前后碎丝率基本保持不变, 而下等烟碎丝率增加较多。从碎丝率指标来看, 下等烟不适宜作为膨胀烟丝原料, 而中部烟、中上等烟是较为适宜的膨胀烟丝原料。

图 1 结果显示, 经过干冰膨胀后, 各类型烟丝的填充值均有较大幅度的提高, 因此其他的物理指标如整丝率和碎丝率将很大程度上决定膨胀烟丝的可用性。因为在卷烟生产过程中, 膨胀烟丝作为掺配物加入到加料后的烟丝中。在加香前, 会使用振槽筛除掉细碎烟末, 而筛除掉的烟末长度通常在 1.0 mm 以下, 与碎丝率指标界定范围较为接近, 因此碎丝等尺寸较小的烟丝并不能加入到卷烟中, 其可用性较差。故碎丝率较低、整丝率较高的膨胀烟丝配方可用性更好。综合图 2 和图 3 可得, 中部烟和中上等烟是较为适宜的膨胀烟丝原料。

### 3 小结与讨论

经过二氧化碳膨胀后, 烟丝各物理结构指标发

生较大程度的变化, 填充值显著性增加, 整丝率显著性下降, 中等长度烟丝比率显著性增加, 碎丝率没有显著性变化。

从填充值指标来看, 烟丝膨胀后, 下部烟和下等烟的膨胀后的填充值相对最高, 而其他部位和等次烟丝填充值也有较大幅度的提升。

从整丝率和碎丝率指标来看, 烟丝膨胀后, 下等烟、下部烟和上部烟的整丝率显著下降, 碎丝率增加较多, 而中部烟和中上等烟整丝率保持较好, 碎丝增加较少, 故其可用性更好。

### 参考文献:

- [1] 刘立全, 周雅宁, 龚安达. 烟草工业减害研究进展[J]. 烟草科技, 2011(2): 25-34.
- [2] 彭斌, 李旭华, 赵乐, 等. “三丝”掺兑量对卷烟主流烟有害成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2011(11): 40-43.
- [3] 王兵, 马永亮, 申玉军, 等. “三丝”对卷烟烟特性及感官质量的影响[J]. 烟草科技, 2004(8): 13-15.
- [4] 杨国荣, 李忠任, 许健, 等. 卷烟减害降焦技术的研究进展[J]. 云南化工, 2009, 36(2): 44-47.
- [5] 崔伟, 刘德虎, 崔宁, 等. CO<sub>2</sub> 膨胀温度对不同等级烟叶加工质量的影响[J]. 食品与机械, 2014, 30(2): 223-225.
- [6] 崔伟, 李洪涛, 王海滨, 等. 提高 CO<sub>2</sub> 膨胀烟丝内在质量的技术研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 216-219.
- [7] 张建勋, 王镇增, 熊安言. 改善 CO<sub>2</sub> 膨胀烟丝结构的探讨[J]. 烟草科技, 2000(12): 3-4.
- [8] 康金岭, 范燕玲. 干冰膨胀工艺参数对膨胀烟丝整丝率的影响[J]. 食品与机械, 2013, 29(3): 246-249.
- [9] 资文华, 王慧, 番绍军, 等. 干冰膨胀烟丝加工过程参数优化研究[J]. 烟草科技, 2008(1): 8-11.
- [10] Davis D L, Nielsen M T. 烟草——生产, 化学和技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 331-380.