

基于灰色统计的打叶复烤片烟结构稳定性评价

何结望¹ 王 满² 谢 豪¹ 吴风光¹ 闫铁军¹ 毛福利² 许自成²

(1. 湖北中烟工业有限公司技术中心 湖北 武汉 430052; 2. 河南农业大学 烟草学院 河南 郑州 450002)

摘要: 为探索打叶复烤片烟结构的稳定性, 选取全国 20 家打叶复烤企业的成品片烟样品共 295 份, 运用灰色统计法研究了片烟样品的 11 项结构指标, 结果表明: 中片率和小片率最易偏离指标要求, 属不稳定指标; 含末率、粗梗率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率和 >3.18 mm 叶片率稍易偏离指标要求, 属稍稳定指标; 含水率、大片率、碎片率和叶含梗率不易偏离指标要求, 属稳定的指标。运用方差分析对统计系数进行检测, 验证了指标值域选择的合理性。打叶复烤企业和卷烟工业企业在进行过程稳定控制和打叶质量评价时要及时提高中片率, 降低小片率, 兼顾稍稳定指标, 保持稳定的指标。

关键词: 打叶复烤; 片烟结构; 稳定性; 灰色统计分析

中图分类号: S572 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)增刊-0328-05

Evaluation on Stability of Threshing and Redrying Lamina Structure Based on Grey Statistic Analysis

HE Jie-wang¹, WANG Man², XIE Hao¹, WU Feng-guang¹,
YAN Tie-jun¹, MAO Fu-li², XU Zi-chen²

(1. China Tobacco Hubei Industrial LLC, Wuhan 430052, China; 2. College of Tobacco Science, Henan Agricultural University Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to explore the stability of lamina structure of threshing and redrying, eleven structure indexes of 295 samples from twenty tobacco redrying factories were analyzed by grey statistic analysis method. The results showed that percentage of middle lamina (12.7 - 25.4 mm) and percentage of small lamina (6.35-12.7 mm) belonged to unstable indexes, which most deviated from the target requirement. Dust rate and crude stem rate and the content of long particle (>12.7 mm) and the percentage of lamina (>6.35 mm) and the percentage of lamina (>3.18 mm) belonged to slightly stable indexes and more deviated from the target requirement. The variation of moisture content and percentage of large lamina (>25.4 mm) and fine particle content (1 - 6.35 mm) and stem content in lamina were stable, which accorded with requirements. The grey statistical coefficient was tested by Variance Analysis, thus the indexes threshold value should be reasonable. The percentage of middle lamina should be improved and percentage of small lamina should be decreased mainly and the slightly stable indexes should be paid attention to and the stable indexes should be continued for quality evaluation and process control.

Key words: Threshing and redrying; Lamina structure; Stability; Grey statistic analysis

打叶复烤是将烟叶从农业产品转变为工业生产原料的一个整理和准备性的加工过程, 片烟结构指打叶复烤后叶片的片型结构, 片烟结构质量关系到卷烟工业的制丝等环节, 片型结构与整丝率及卷烟质量密切相关, 是卷烟产品保持风格特征和质量的重要条件, 且随着中式卷烟对卷烟工艺要求的提高, 必然要

求打叶复烤成品叶片结构要适应卷烟工艺需求。片烟结构质量的稳定性是卷烟工业企业较为关注的问题。以往对烟叶质量指标的研究多集中在化学成分^[1-5]上, 对打叶复烤片烟结构指标的研究常局限在含梗率^[6], 含水率^[7], 造碎^[6, 8]等单个指标上。已有研究对打叶复烤的过程稳定性和影响稳定的因素做了分析^[9, 11], 而对打叶复烤后的成品片烟结构的稳

收稿日期: 2010-06-30

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目(2008B017; 110200801019)

作者简介: 何结望(1974-), 男, 湖北人, 副研究员, 主要从事原料配方、质量相关研究和技术监督工作。

定性评价鲜见报道。以往对烟叶稳定性的评价方法,常是基于数理统计^[12-14](方差分析、统计假设检验、主成分分析等)要求样本数量大且呈典型分布。根据邓聚龙的灰色系统理论^[15],片烟的结构指标的稳定性可为信息部分清楚和部分不清楚的灰色系统,而灰色理论能够在一定程度上克服这种缺陷,避免出现量化结果与定性分析不符的现象,且对样本数量及分布特征没有要求。灰色统计可以对聚类指标从定量的角度进行划分归类^[16],该方法在烤烟化学成分^[5]、教学质量评价^[17]、企业知识产权^[18]、内容效度^[19]上有广泛应用。本研究利用灰色统计分析的方法建立片烟结构稳定性评价模型,旨在探索打叶复烤片烟结构指标的稳定性,为打叶复烤片烟质量稳定性评价提供一定的理论参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

试验样品为我国 20 家打叶复烤企业提供的 2006~2008 年打叶复烤成品片烟,20 家打叶复烤企业为:襄樊、林口、恩施、华环、诸城、邓州、三益、三友、毕节、遵义、三明、龙岩、哈尔滨、百色、韶关、陆良、云南省公司、文山、天合、楚雄。样品抽取时按照不同产地、不同等级、不同批次抽取,取样质量为(3000±300)g,每批次不同等级烟箱按照 2% 抽样,不足 100 箱按照 2 箱抽样,且要求两个箱号间隔在 20 以上,取出样品后,放入蒸汽调节箱中,烟片不允许露在外表,回潮 5 min 后,把回软的样品放在塑料袋中,紧紧封闭保留空气,30 min 以内进行叶片结构检验。共抽取片烟样品 295 份,用于各项指标的测定。

1.2 片烟结构指标测定方法

参考文献[20-21]中介绍的打叶复烤成品质量测定方法,测定样品的大片率(>25.4 mm 叶片率)、中片率(12.7~25.4 mm 叶片率)、小片率(6.35~12.7 mm 叶片率)、碎片率(1~6.35 mm 叶片率)、含末率(<1 mm 叶片率)、粗梗率、叶含梗率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率、>3.18 mm 叶片率、含水率,共 11 项指标,检测时保持室内温度的稳定,将样品倒在叶片振动分选机的喂料输送带上铺匀,开启振动 7.5 min,待叶片全部进入各接料筒后,按照叶片不同的规格分别称量,注意筛后样品总质量应不超过原始样品±50 g,若超出则实验作废,重新取样进行测试。

1.3 统计分析方法

采用灰色统计分析法^[16]进行数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 片烟结构统计对象、指标及灰类的确定

试验的统计对象为 295 份不同产地、不同等级、不同批次的打叶复烤片烟样品。统计指标为含水率、大片率、中片率、小片率、碎片率、含末率、粗梗率、叶含梗率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率、>3.18 mm 叶片率。根据各指标偏离企业要求的相对程度和相关专家意见将片烟结构指标划分为 3 个灰类, A 类稳定的指标,即指标取值最符合要求; B 类稍稳定的指标,即稍易偏离指标取值要求; C 类不稳定的指标,即最易偏离指标取值要求。

2.2 片烟结构灰类白化函数和值域的确定

根据卷烟工业企业对各项指标取值的要求,结合灰色理论,确定片烟结构指标各灰类白化函数(表 1)、相应的图示(图 1~3)和白化函数表达式。

表 1 片烟结构指标白化函数的选择

Tab. 1 White function for lamina structure

指标取值要求 Index requirement	指标 Index	灰类 Gray class		
		A 类(稳定) Class-A (stable)	B 类(稍稳定) Class-B (slightly stable)	C 类(不稳定) Class-C (unstable)
一定范围内尽量大的指标 As far as possible big in certain range	大片率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率、>3.18 mm 叶片率	白化函数 a	白化函数 b	白化函数 c
中间范围的指标 the medium range	含水率、中片率	白化函数 b	白化函数 a	白化函数 c
一定范围内尽量小的指标 As far as possible small in certain range	小片率、碎片率、含末率、粗梗率、叶含梗率	白化函数 c	白化函数 b	白化函数 a

为避免人为主观因素对评价结果的影响,根据数据本身的分布范围对各灰类白化函数的值域进行适宜的选择,本研究白化函数值域的确定采用“平均值-标准差法”^[23],通过聚类指标的平均值和标准差得到相关值域(表 2)。

图 1~3 的白化函数表达式为:

白化函数 a

$$f_i^k(X) = \begin{cases} 1 & x \geq \bar{x} + \sigma \\ \frac{x - \bar{x}}{\sigma} & \bar{x} \leq x \leq \bar{x} + \sigma \\ 0 & x < \bar{x} \end{cases}$$

表 2 各片烟结构指标的值域

Tab.2 Range of lamina structure index

指标 Index	$\bar{x}/\%$	$\sigma/\%$	$\bar{x} - \sigma/\%$	$\bar{x} + \sigma/\%$
含水率 Moisture content	12.00	0.31	11.69	12.31
大片率 Percentage of large lamina	45.92	6.73	39.19	52.65
中片率 Percentage of middle lamina	36.62	5.79	30.83	42.42
小片率 Percentage of small lamina	14.74	2.40	12.33	17.14
碎片率 Fine particle content	2.16	1.00	1.16	3.16
含末率 Dust rate	0.54	0.27	0.27	0.81
粗梗率 Crude stem rate	0.17	0.10	0.07	0.27
叶含梗率 Stem content in lamina	1.66	0.38	1.29	2.04
>12.7 mm 叶片率 Content of long particle(>12.7mm)	82.56	2.99	79.57	85.55
>6.35 mm 叶片率 Percentage of lamina(>6.35mm)	97.30	1.17	96.12	98.47
>3.18 mm 叶片率 Percentage of lamina(>3.18mm)	99.46	0.27	99.19	99.72

注:在数据处理上根据统计需要,未区分 YT/C 147-2001^[22] 划分的上中下等烟叶指标。

Note: The lamina grades in YT/C 147-2001^[22] are not distinguished for data processing.

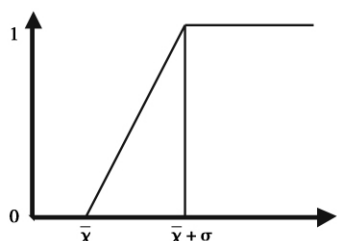


图 1 白化函数 a

Fig.1 White function a

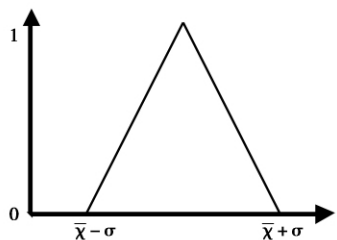


图 2 白化函数 b

Fig.2 White function b

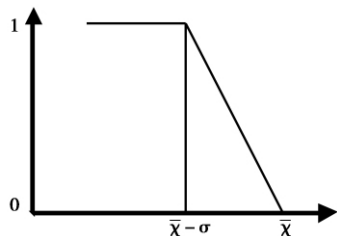


图 3 白化函数 c

Fig.3 White function c

白化函数 b

$$f_i^k(X) = \begin{cases} 1 & x = \bar{x} \\ \frac{x - (\bar{x} - \sigma)}{\sigma} & \bar{x} - \sigma < x < \bar{x} \\ \frac{(\bar{x} + \sigma) + x}{\sigma} & \bar{x} < x < \bar{x} + \sigma \\ 0 & x \leq \bar{x} - \sigma \text{ 或 } x \geq \bar{x} + \sigma \end{cases}$$

白化函数 c

$$f_i^k(X) = \begin{cases} 1 & x \leq \bar{x} - \sigma \\ \frac{\bar{x} - x}{\sigma} & \bar{x} - \sigma < x < \bar{x} \\ 0 & x \geq \bar{x} \end{cases}$$

2.3 片烟结构指标灰类统计系数和灰类的确定及检测

由于各个统计对象同等重要,故灰类统计系数的计算采用灰色等权统计系数公式^[16]:

$$\delta_i^k = \frac{\sum_{j=1}^m f^k(x_{ij})}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m f^k(x_{ij})}$$

式中: δ_i^k 为灰类统计系数; i 为统计指标数 ($i = 1, 2, 3, \dots, 11$); j 为统计样本数 ($j = 1, 2, 3, \dots, 295$); k 表示灰类数 ($k = 1, 2, 3$); m 表示样本个数 ($m = 295$); n 表示灰类个数; x_{ij} 表示第 i 个样本的第 j 个指标。根据各指标白化函数和灰色统计系数计算统计系数。具体计算以含水率为例,首先确定白化函数: A 类(白化函数 b)

$$f_{11}^3(x) = \begin{cases} 1 & x = 12.00 \\ \frac{x - 11.69}{0.31} & 11.69 < x < 12.00 \\ \frac{12.31 - x}{0.31} & 12.00 < x < 12.31 \\ 0 & x \leq 11.69 \text{ 或 } x \geq 12.31 \end{cases}$$

B 类(白化函数 a)

$$f_{11}^3(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 12.31 \\ \frac{x - 12.00}{0.31} & 12.00 \leq x < 12.31 \\ 0 & x < 12.00 \end{cases}$$

C 类(白化函数 c)

$$f_{11}^1(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 11.69 \\ \frac{12.00 - x}{0.31} & 11.69 < x < 12.00 \\ 0 & x \geq 12.00 \end{cases}$$

其次 结合样品含水率测定数据再计算:

$$\sum_{j=1}^{295} f_{11}^1(x_{ij}) = f_{11}^1(11.88) + f_{11}^1(12.25) + f_{11}^1(12.3) + \dots$$

$$f_{11}^1(11.54) = (11.88 - 11.69) / 0.31 + (12.31 - 12.25) / 0.31 + (12.31 - 12.3) / 0.31 + \dots + 0 = 114.51$$

$$\sum_{j=1}^{295} f_{11}^2(x_{ij}) = f_{11}^2(11.88) + f_{11}^2(12.25) + f_{11}^2(12.3) + \dots$$

$$f_{11}^2(11.54) = 0 + (12.25 - 12.00) / 0.31 + (12.3 - 12.00) / 0.31 + \dots + 0 = 100.94$$

$$\sum_{j=1}^{295} f_{11}^3(x_{ij}) = f_{11}^3(11.88) + f_{11}^3(12.25) + f_{11}^3(12.3) + \dots$$

$$f_{11}^3(11.54) = (12.00 - 11.88) / 0.31 + 0 + 0 + \dots + 1 = 98.02$$

最后得出含水率各灰类的统计系数为:

$$\delta_{11}^1 = \frac{\sum_{j=1}^{295} f_{11}^1(x_{ij})}{\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{295} f_{11}^k(x_{ij})} = 114.51 / (98.02 + 100.94 + 114.51)$$

$$= 0.3653$$

$$\delta_{11}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{295} f_{11}^2(x_{ij})}{\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{295} f_{11}^k(x_{ij})} = 100.94 / (98.02 + 100.94 + 114.51)$$

$$= 0.3220$$

$$\delta_{11}^3 = \frac{\sum_{j=1}^{295} f_{11}^3(x_{ij})}{\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{295} f_{11}^k(x_{ij})} = 98.02 / (98.02 + 100.94 + 114.51)$$

$$= 0.3127$$

根据灰色系统原理^[10] 若 $\delta_i^{k^*} = \max_{1 \leq k \leq n} \{\delta_i^k\}$,则相应的指标 i 属于灰类 k^* 。以含水率为例: $\delta_i^{k^*} = \max_{1 \leq k \leq 3} \{\delta_i^k\} = \max(0.3653, 0.3220, 0.3127) = 0.3653 = \delta_i^1$,即含水率为 A 类指标。同理,可得到其他指标灰类统计系数及所属灰类(表 3)。

表 3 各指标灰类统计系数及显著性检测

Tab. 3 Gray class statistics coefficient and significance test of lamina structure index

指标 Index	δ_{11}^1	δ_{11}^2	δ_{11}^3	灰类 Gray class	方差分析显著性 Variance analysis F(0.01)
	A 类	B 类	C 类		
含水率 Moisture content	0.3653	0.3220	0.3127	A 类(稳定)	ABC
中片率 Percentage of middle lamina	0.2689	0.3575	0.3735	C 类(不稳定)	AAB
小片率 Percentage of small lamina	0.2861	0.3345	0.3795	C 类(不稳定)	ABC
碎片率 Fine particle content	0.3460	0.3094	0.3447	A 类(稳定)	ABC
含末率 Dust rate	0.2914	0.5098	0.1988	B 类(稍稳定)	ABC
粗梗率 Crude stem rate	0.3042	0.4464	0.2494	B 类(稍稳定)	ABC
叶含梗率 Stem content in lamina	0.3491	0.3064	0.3445	A 类(稳定)	ABC
大片率 Percentage of large lamina	0.3619	0.3096	0.3285	A 类(稳定)	ABC
>12.7mm 叶片率 Content of long particle(>12.7 mm)	0.3016	0.5278	0.1706	B 类(稍稳定)	ABC
>6.35mm 叶片率 Percentage of lamina(>6.35 mm)	0.3340	0.4221	0.2439	B 类(稍稳定)	ABC
>3.18mm 叶片率 Percentage of lamina(>3.18 mm)	0.3151	0.4075	0.2773	B 类(稍稳定)	ABC

由表 3 可知属于 A 类指标的有含水率、大片率、碎片率和叶含梗率;属于 B 类指标的有含末率、粗梗率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率和 >3.18 mm 叶片率;属于 C 类指标的有中片率、小片率。根据灰类划分依据,A 类指标含水率、大片率、碎片率和叶含梗率比较稳定,比较符合指标要求;B 类指标含末率、粗梗率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率和 >3.18 mm 叶片率稍稳定,稍符合指标要求,稳定性仅次于 A 类;C 类指标中片率和小片率最偏离指标要求,最不稳定。

各指标灰类统计系数在进行方差分析检测时,由于组内没有重复,构建组内重复,且使组内离差平方和为 0(表 3),由表 3 可知,片烟结构指标的灰类统计系数差异大多达 0.01 极显著水平。

3 结论与讨论

依据烟草行业标准^[22]对打叶复烤片烟成品质量的技术要求,含水率、粗梗率、叶含梗率、>12.7 mm 叶片率、>6.35 mm 叶片率和 >3.18 mm 叶片率的平均值均在标准之内,但指标稳定性比较模糊笼统,通过灰色统计分析,进一步明确了各指标稳定性的相对程度。从定性的角度对卷烟产品来说,>12.7 mm 叶片率是相对重要的指标,影响卷烟切丝质量和效果,是决定卷烟经济性质的重要因素,>12.7 mm 叶片率的平均值虽然达标准要求,但此指标属 B 类稍稳定性指标,最接近期望要求的 A 类灰色统计系数比例较低(0.3016),B 类较高,因此,要适当提高 >12.7 mm 叶片率的比例。在仓储醇化过程,片烟含水率是影响醇化和仓储养护安全的重要

要因素,经分析含水率是A类稳定性指标。

灰色统计是灰色系统决策的方法之一^[24]。本文应用灰色统计法定量的对片烟结构指标的稳定性进行了分析。在提出改善片烟质量稳定性决策时,可结合各指标的相对稳定性采取适宜的措施。在打叶复烤过程中可根据烟叶物理特性调整相关工艺参数(打辊转速、框栏尺寸匹配、风分风速等),适当提高中片率,降低小片率,同时不可忽视B类稍稳定指标,其中含末率和粗梗率稍偏大,>12.7 mm叶片率、>6.35 mm叶片率和>3.18 mm叶片率稍偏小。A类指标含水率、大片率、碎片率和叶含梗率最符合指标要求,说明这些指标在打叶复烤时过程控制和稳定性比较好,要继续确保A类指标的稳定性。各指标的灰类统计系数间基本上都达到了极显著,说明各指标白化函数值域的划分是合理的。采用平均值标准差法确定白化函数值域可以避免人为经验等主观因素的影响,使结果更趋于合理化。

总之,在改善打叶复烤片烟质量时候,相关企业可酌情提高中片率,降低小片率;适当降低含末率和粗梗率,提高>12.7 mm叶片率、>6.35 mm叶片率和>3.18 mm叶片率;继续保持含水率、大片率、碎片率和叶含梗率。

参考文献:

- [1] 陈景云,胡建军. 烟叶化学成分一品质综合评价物元模型的建立与应用[J]. 烟草科技, 2003(10): 31-34.
- [2] 杜文,苏庆德,谭新良,等. 用烟叶化学成分进行烟叶质量评价[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 25-31.
- [3] 李东亮. 基于化学成分的烟草质量评价方法研究与应[D]. 郑州: 河南农业大学烟草学院, 2009.
- [4] 李东亮,许自成. 烤烟化学成分指标的灰色关联聚类分析[J]. 农业系统科学与综合研究, 2007, 23(4): 411-414.
- [5] 李东亮,许自成,胡军,等. 基于灰色统计的烤烟化学成分指标的相对重要性评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 2007, 23(3): 351-355.
- [6] 罗海燕,方文青,董海云,等. 叶中含梗率与相关打叶质量指标的关系[J]. 烟草科技, 2005(7): 11-13.
- [7] 李跃锋,姜焕元,刘志平,等. 烟叶温度和含水率与打叶质量的关系[J]. 烟草科技, 2005(2): 5-6.
- [8] 李兴波,姚光明,邢优诚,等. 制丝过程中筛净率对烟叶造碎的影响[J]. 烟草科技, 2000(3): 12-14.
- [9] 邓斌,范梅,刘洪. SPC技术在烟叶打叶复烤质量管理中的应用[J]. 湖南农业科学, 2006(6): 96-98, 101.
- [10] 向虎,李绍臣,刘戈弋,等. 叶片复烤工艺参数优化技术的应用研究[J]. 烟草科学研究, 2007(3).
- [11] CN 201142927. 烟叶均匀混合柜[S].
- [12] CN 1959571A. 卷烟卷制质量稳定性检测方法[S].
- [13] 石怀彬,甘学文,陈晶波,等. 利用主成分分析计算方法定量描述卷烟内在质量稳定性的初步探索[A]. 中国烟草学会2006年学术年会论文集.
- [14] 甘学文,惠康进,郝喜良,等. 近红外光谱技术在卷烟质量稳定性控制中的应用研究[A]. 中国烟草学会工业专业委员会工艺学组2008年学术研讨会论文集.
- [15] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990: 33-85.
- [16] 雷铁栓,郭瑞林,王新海. 灰色系统理论在农业上的应用[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1996.
- [17] 金升灿. 灰色统计分析在教学质量评价中的应用[J]. 牡丹江师范学院学报, 2005(2): 48-49.
- [18] 徐建中,任嘉嵩. 基于灰色统计的企业知识产权管理绩效重要影响因子研究[J]. 华东经济管理, 2008, 22(8): 149-152.
- [19] 刘喜华,仲红,沙新华. 基于灰色统计模型的试题内容效度测量方法研究[J]. 2008, 38(8): 16-24.
- [20] 胡清源,刘彤,崔文品,等. YF/C 136-1998 打叶烟叶叶中含梗率的测定[S].
- [21] 周尚勇,李晓红,冯茜,等. YF/C 146-2001 打叶烟叶质量检验[S].
- [22] 周尚勇,王彦亭,李晓红,等. YF/C 147-2001 打叶烟叶质量检验[S].
- [23] 唐其环. 灰色聚类灰类白化函数确定方法的探讨[J]. 四川兵工学报, 1996, 17(4): 4-6.
- [24] 雷铁栓,张国彦,路水先. 农业预测与决策[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 283-290.