

滤棒质量指标均值控制域的统计分析

谭奇忠¹, 齐延鹏¹, 何蓉¹, 黎洪利¹, 黄治¹, 刘菊清², 刘华¹

(1. 川渝中烟 重庆烟草工业有限责任公司, 重庆 400060;

2. 重庆宏声集团 滤嘴材料厂, 重庆 400064)

摘要:为改善滤棒过程控制精度,在实验研究基础上,对测试数据分组后进行统计分析,确定滤棒质量指标的均值控制域.结果表明:采用数据分组的方法可有效降低随机效应的影响;利用CPK值和回归分析可以确定滤棒质量指标控制域;控制域范围内的滤棒质量显著优于滤棒质量的整体水平.

关键词:滤棒质量指标;控制域;统计分析

中图分类号:TS411.1 文献标志码:A DOI:10.3969/j.issn.2095-476X.2013.03.009

Statistical analysis of the average quality control domain of filter rod

TAN Qi-zhong¹, QI Yan-peng¹, HE Rong¹, LI Hong-li¹, HUANG Zhi¹, LIU Ju-qing², LIU Hua¹

(1. Chongqing Subsidiary Company of China Tobacco, Chuanyu Industrial Corporation, Chongqing 400060, China;

2. Filter Rods Company, Chongqing Hongsheng Corporation, Chongqing 400064, China)

Abstract: To improve the process control accuracy of filter rod, a large number of test data was obtained by experiments, statistical analysis was carried out after grouping test data and CPK value was introduced to define the quality control domain of filter rod. The results showed that the method using data packets could effectively reduce the random effects; CPK value and regression analysis could be used to determine the filter rod quality indicator control domain; The filter rod quality within control domain was significantly better than the overall level.

Key words: filter rod quality indicator; control domain; statistical analysis

0 引言

滤棒作为烟支卷制的重要材料,对卷烟内在质量、物理质量均影响显著^[1],滤棒压降、硬度的波动是影响卷烟焦油量波动和卷制质量的主要因素^[2].减少滤棒质量、圆周、压降、硬度的波动,提高滤棒质量稳定性是滤棒质量控制的关键.在传统滤棒质量的控制中,主要针对各个指标单独进行控制,而

忽视了滤棒各质量指标之间的相关性,且实际生产过程中,原料、设备、人员、环境多方面因素的影响使得滤棒质量指标之间的相关性变得极为模糊.本文拟通过统计大量实际生产过程中滤棒质量指标的数据,采用数据分组的方法,减少随机因素对指标相关关系的影响,确定滤棒指标相互影响的回归方程,从而确定滤棒质量、圆周、三醋酸甘油酯的控制域,优化滤棒质量的控制方法,以提高滤棒质量

收稿日期:2012-07-20;修回日期:2013-01-23

作者简介:谭奇忠(1968—),男,重庆市石柱县人,重庆烟草工业有限责任公司工程师,硕士,主要研究方向为卷烟工艺、质量管理.

通信作者:齐延鹏(1978—),男,山东省泰安市人,重庆烟草工业有限责任公司工程师,硕士,主要研究方向为卷烟工艺、质量管理.

稳定性.

1 实验

1.1 材料与设备

材料:重庆宏声集团滤嘴材料厂产 144 mm 醋酸纤维滤棒.

设备:德国 HOUNI KDF2 滤棒成型机,法国索定公司 D51 综合测试台,德国 Bingder 公司 KBF240 恒温恒湿箱,美国 METTLER PG503 电子天平,Agilent technologies 公司 6890N GC-MS.

1.2 方法

1.2.1 取样方法 相同操作人员,在同一台滤棒成型机上,待生产稳定后,每隔 10 min 在成型机出口取样,每次取样 200 支.取样后放入恒温恒湿箱按照文献[3]的方法平衡 48 h,平衡后抽取 50 支进行滤棒三醋酸甘油酯添加量的测定,另取 30 支进行滤棒物理指标的测定.

1.2.2 测定方法 滤棒按照文献[3]规定的方法测定滤棒的质量、圆周、压降、硬度.按照文献[4]的方法测定滤棒三醋酸甘油酯含量.

2 结果与讨论

2.1 实验结果

按照上述方法,共进行 129 组滤棒取样,分别测定各组滤棒的质量、压降、圆周、硬度以及三醋酸甘油酯含量等质量指标,计算其平均值和标准偏差.为了寻找各质量指标之间的相互关系,按照文献[5]的方法利用 SPSS 软件对质量指标之间的相关性进行分析,结果见表 1.

表 1 滤棒质量指标间的相关性分析

编号	影响指标	受影响指标	相关性
1	质量	压降	$R=0.31$ 不相关
2	质量	硬度	$R=0.37$ 不相关
3	三醋酸甘油酯含量	压降	$R=0.14$ 不相关性
4	三醋酸甘油酯含量	硬度	$R=0.17$ 不相关
5	圆周	压降	$R=-0.40$ 不相关
6	圆周	硬度	$R=-0.14$ 不相关
7	质量、圆周	压降	$R^2=0.44$ 弱相关
8	质量、圆周	硬度	$R^2=0.24$ 不相关
9	质量、圆周	压降	$R^2=0.43$ 弱相关
10	质量、圆周	硬度	$R^2=0.21$ 不相关

以可控的滤棒质量、圆周、三醋酸甘油酯含量 3 个指标分别研究其对滤棒压降、硬度指标的影响,

发现仅有滤棒质量、圆周对滤棒压降有较弱的影响,进行回归分析和最小二乘分析,结果显示它们之间有一定的相关性,但是其相关性并不显著.而根据相关研究^[6],滤棒的质量对滤棒压降和硬度有较强的正相关关系,三醋酸甘油酯与滤棒硬度也有一定正相关关系^[7],滤棒圆周与滤棒压降也呈现显著负相关关系.本文系对实际生产过程中的大量测试数据的统计学分析,存在原料、设备、环境导致的随机性影响,这可能是导致与上述试验性结论产生一定差异的原因.因此下面采用数据分组的方法进行分析,探讨其真实的关系.

2.2 分组统计分析

2.2.1 数据分组 为降低系统随机性对统计数据的影响,使数据能够反映指标之间的相关关系,分别按照不同的质量目标值分组统计滤棒压降响应均值和滤棒吸阻响应均值,按照圆周中心值 ± 0.01 mm 统计滤棒压降响应均值,按照三醋酸甘油酯添加量中心值 ± 0.5 mg/支统计滤棒硬度响应均值,建立影响指标的中心值与相应指标均值的对应关系(见表 2),以减少随机性原因导致相关性关系的不确定性.

2.2.2 分组后数据相关性分析 通过对分组后的数据进行相关性分析(见表 3),发现各质量指标之间的相关性要显著好于分组前,表现出较明显的正相关或负相关关系.根据文献[6-7]的研究结论,在数据的研究范围内,可以认为滤棒质量与滤棒压降、三醋酸甘油酯含量与滤棒硬度、滤棒圆周与滤棒压降均为线性相关关系.因此可以利用线性回归分析确定线性回归方程来分析影响指标与受影响指标之间的数学关系,从而进一步确定影响指标的控制范围.

根据表 3 中各影响指标与受影响指标之间的相关关系,可以分析各影响因素对其他质量指标的影响程度,检验或确认各质量指标均值控制的中心值,并可以根据受影响指标设计值,按照过程能力指数 $CPK \geq 1.67$ 的要求,计算确定滤棒质量、圆周及三醋酸甘油酯含量的控制域.图 1 为滤棒质量对压降的影响,可以看出滤棒质量对压降的影响较为显著.图 2 为三醋酸甘油酯含量对滤棒硬度的影响,可以看出三醋酸甘油酯含量对硬度的影响程度相对较小,对滤棒硬度影响产生的极差约为 0.6%.

2.2.3 滤棒质量均值控制域的确定 根据滤棒压降、硬度的设计值,由表 3 的回归方程可以计算出滤棒质量、圆周和三醋酸甘油酯含量的控制中心值;根

表2 滤棒质量指标分组数据相关性分析

质量影响			圆周影响		三醋酸甘油酯影响	
质量域中心值/mg	压降响应/Pa	硬度响应/%	圆周域中心值/mm	压降响应/Pa	添加域中心值/(mg·支 ⁻¹)	硬度响应/%
778	3 373	88.7	23.84	3 815	47	89.2
787	3 550	88.0	23.86	3 825	49	89.5
791	3 481	87.8	23.92	3 550	50	89.7
799	3 619	90.1	23.99	3 677	51	89.2
800	3 638	87.9	24.00	3 658	52	89.5
801	3 589	88.7	24.01	3 619	53	89.3
802	3 599	90.3	24.02	3 658	54	89.1
803	3 530	88.5	24.03	3 579	55	89.2
804	3 570	89.6	24.04	3 619	56	89.5
805	3 599	89.6	24.05	3 619	57	89.8
806	3 589	89.4	24.06	3 658	58	89.9
807	3 599	89.3	24.07	3 599	59	89.9
808	3 619	89.2	24.08	3 609	60	89.8
809	3 628	89.5	24.09	3 570		
810	3 619	89.7	24.1	3 589		
811	3 599	89.3	24.11	3 560		
812	3 638	89.8	24.12	3 628		
813	3 628	89.4	24.13	3 570		
814	3 638	89.7	24.14	3 560		
815	3 638	89.8	24.16	3 570		
816	3 628	89.3				
821	3 589	90.3				
823	3 550	89.8				
825	3 697	90.7				

表3 滤棒质量指标相关关系及回归方程

编号	影响指标	受影响指标	相关系数	回归方程
1	质量	压降	$R = 0.72$	$Y = 4.188 2X + 213.515 3$
2	质量	硬度	$R = 0.68$	$Y = 0.015 42X + 76.823 45$
3	圆周	压降	$R = -0.77$	$Y = -664.033X + 19 590.4$
4	三醋酸甘油酯含量	硬度	$R = 0.60$	$Y = 0.042 16X + 87.229 93$

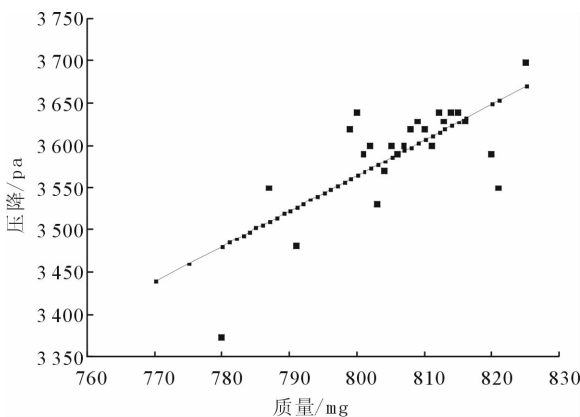


图1 滤棒质量对压降的影响

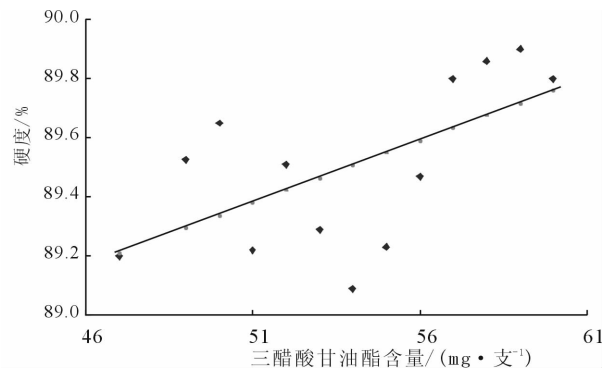


图2 三醋酸甘油酯对滤棒硬度的影响

据滤棒压降、硬度的允差值和实际标准偏差,按过程能力指数 $CPK \geq 1.67$ (过程能力达到优)的要求,可以计算出允许压降和硬度产生的最大中心偏移值;根据表3的回归方程的斜率,可以计算出滤棒质量、圆周、三醋酸甘油酯含量的控制允差值(见表4).此中心值和允差值即该项指标均值最大控制域.而实际控制域应考虑各因素的同时影响,如滤棒压降受滤棒质量和滤棒圆周的共同影响,假设实际生产过程中按照50%的比例进行分配,相应质

表4 滤棒质量指标控制域的选择

目标指标	设计值	允差值	实测标准偏差	允许中心偏移值(CPK=1.67)	控制指标	最大控制域	
						中心值	允差值
压降/Pa	3 650	±200	66	±89	滤棒质量/mg	820	±21.4
					滤棒圆周/mm	24.00	±0.13
硬度/%	90	±3	1.14	±1.09	滤棒质量/mg	855	±70.7
					三醋酸甘油酯含量(mg·支 ⁻¹)	65.7	±25.8

量、压降2 指标允许中心偏移值变为最大值的1/2,实际控制域应选择滤棒质量均值控制在(820 ± 10.7) mg 范围内,圆周均值控制在(24.00 ± 0.07) mm范围内。

2.2.4 应用效果对比 根据各因素对滤棒质量的影响程度和实际控制水平,计算出一组指标实际控制域,分别是滤棒质量均值(820 ± 10.7) mg,圆周(24.00 ± 0.07) mm,三醋酸甘油酯含量(65 ± 5) mg/支。首先对统计的129 组实验数据,进行滤棒压降合格率和硬度合格率的筛选对比,结果表明处于控制域范围内的产品不合格率,较整体不合格率显著降低(见表5);在此基础上,再按照该控制域范围进行控制,抽取30 组产品进行实验验证,其产品不合格率同样较未应用控制域的有明显改善(见表6)。

表5 实验数据控制域应用效果对比情况 %

目标指标	不合格百分比	控制域内不合格率	改善情况
压降	2.36	0.86	-1.50
硬度	1.94	0.43	-1.51

表6 应用控制域进行过程控制前后产品不合格率对比情况

目标指标	均值	均值最大值	均值最小值	不合格比例/%	改善情况/%
压降	3 667 Pa	3 707 Pa	3 599 Pa	1.22	-1.14
硬度	89.92%	91.5%	89.2%	0.11	-1.83

3 结论

滤棒质量指标可以分为可控指标和受影响指

标2 类,这2 类指标之间存在着一定相关关系。在正常生产条件下,滤棒质量由于受到有些未知的随机效应的影响,2 类指标之间的相关性表现的不够明确。通过根据可控指标进行梯度分组,计算组内受影响指标均值,再根据此均值进行相关性分析和线性回归,可以确定2 类指标的相关关系和回归曲线,根据关注质量指标的设计值和允差,以及期望的CPK 值,由回归曲线可以计算出可控指标的控制域。实验验证表明,应用控制域进行过程控制的产品其不合格率较未采用控制域控制的产品不合格率显著降低。

参考文献:

- [1] 陈良元,王瑞华,李善莲. 2006—2007 年烟草工艺学科研究发展报告[J]. 中国烟草学报,2006,14(5):74.
- [2] 常纪恒,赵荣,余振华,等. 滤棒成型工艺参数与质量稳定性的关系[J]. 烟草科技,2007(1):5.
- [3] GB/T 22838,卷烟和滤棒物理性能的测定[S].
- [4] 王军,冯剑,杨俊,等. SPME-GC-MS-SIM 滤棒中三醋酸甘油酯的测定[J]. 安徽农学通报,2010,16(12):196.
- [5] 刘大海,李宁,晁阳. SPSS 15.0 统计分析从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [6] 刘诗健. 滤棒重量与压降、硬度的关系研究[J]. 企业技术开发,2000(10):8.
- [7] 李书芳,李浩亮,林继成,等. 不同甘油酯添加量对滤棒物理特性指标影响[J]. 硅谷,2010(24):24.