

烟草设备

向虎, 郭阁, 罗勇, 等. 卷烟机平准盘最佳凹槽深度研究[J]. 中国烟草学报, 2023, 29(5). XIANG Hu, GUO Ge, LUO Yong, et al. Study on the more suitable depth of ecreteur groove[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2023,29(5). doi:10.16472/j.chinatobacco.2022.058

卷烟机平准盘最佳凹槽深度研究

向虎¹, 郭阁¹, 罗勇¹, 邹玉胜¹, 王晓瑜², 孙学辉²,
张海超¹, 徐永康¹, 郭瑞¹, 王龙¹, 盛小贺¹, 何孝强^{1*}

1 红河烟草(集团)有限责任公司曲靖卷烟厂, 云南 曲靖 655001;

2 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 郑州高新技术开发区枫杨街2号, 河南 郑州 450001

摘要:【目的】为研究更加适宜的卷烟机平准盘凹槽深度, 提升卷烟产品质量品质。【方法】利用无凹槽平准盘对云南某牌号卷烟进行试验, 通过硬度、空头、端部落丝量等指标确定最佳紧头和中段密度, 根据经过平准盘后吸丝带下方烟丝束与成品烟条内相应部位烟丝含量相等, 推算出凹槽体积的计算方法, 最终确定卷烟机平准盘最佳凹槽深度并进行验证。【结果】(1) 试验卷烟的紧头与中段最佳密度比约为 1.17; (2) 深槽弧长为 18 mm, 浅槽弧长为 12 mm 时, 平准盘最佳紧头凹槽深度为 2.8~3.5 mm, 接嘴端凹槽深度为 1.5~2.0 mm; (3) 确定后的最佳平准盘投入使用后卷烟物理指标较好且质量稳定。【结论】通过该计算方法计算出的凹槽深度具有较好实用性, 可用于平准盘凹槽深度的快速优化。

关键词: 凹槽深度; 紧头密度; 中段密度; 凹槽体积计算方法

卷烟机平准盘凹槽规格直接影响烟支内烟丝分布情况, 与卷烟物理指标、烟气指标及燃烧锥掉落情况均有密切关系, 卷烟机平准盘的规格是影响卷烟质量、降低消耗的重要因素^[1-3], 但目前卷烟机型种类不一, 且同一规格的卷烟机存在多种规格平准盘。赵汉文、李金学等^[4-5]对比了三深三浅平准盘和三槽平准盘, 认为三深三浅平准器在卷烟物理指标、内在质量及质量稳定性更有优势。邹泉等^[6]通过调整三深三浅深槽浅槽的宽度和深度, 平准盘烟丝分布状态和空头率为相应指标, 确定了某一品牌烟丝的最佳平准盘规格。行业相关研究为卷烟机平准盘规格研究提供了一些基础, 但目前大多还是通过不断调整平准盘规格进行试验来确定较为适宜的平准盘规格, 缺乏针对最佳平准盘规格系统科学的计算依据和方法。因此, 对卷烟机三深三浅平准盘规格的凹槽深度这一关键参数进行研究, 旨在通过计算即可得到目标牌号卷烟的平准

盘最佳凹槽深度, 为老产品平准盘规格优化及新产品平准盘规格的选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 仪器、试剂与材料

云南某常规支品牌卷烟烟丝及辅材: ZJ17 型卷接机组(常德烟草机械有限责任公司); DT-5 型烟支物理指标综合测试台(美国 KC 自动化仪器公司); SBL-AV6519 型烟支水分与密度分布测量仪(中国电子科技集团公司第四十一研究所); YDX-II 型卷烟端部落丝测试仪(中国科学院安徽光学精密机械研究所); AE100 型电子天平(瑞士 METTLER 公司)。

1.2 实验方法和条件

通过无凹槽平准盘试验, 结合空头、端部落丝、烟支密度分度等指标确定合适的烟支紧头密度和中段密度, 检测按照参考文献[7-10]进行。调整卷烟单支目

基金项目: 云南中烟工业有限责任公司科技项目“云产中支卷烟加工技术体系构建及应用”(2021GY01)

作者简介: 向虎(1973—), 本科, 工程师, 烟草工艺, Tel: 13988941156, Email: 13988941156@139.com

通讯作者: 何孝强(1988—), 硕士, 工程师, 烟草工艺, Tel: 18087491866, Email: 785072922@qq.com

收稿日期: 2022-04-07; 网络出版日期: 2023-01-31

标重量, 试验过程中保持各项参数不变, 每次试验检测卷烟机出口烟支重量, 当达到目标重量后在卷烟机出口随机抽取成品烟支 500 支。挑选目标重量正负 0.005 g 范围内的样品, 检测样品空头率、物理指标及烟支密度。由硬度与密度的关系确定最佳中段密度, 通过卷烟空头、端部落丝量确定最佳紧头密度, 根据经过平准盘后吸丝带下方烟丝束与成品烟条内相应部位烟丝含量相等, 推算出凹槽体积的计算方法, 最终建立卷烟机平准盘最佳凹槽深度的计算方法, 并进行验证。

2 结果

2.1 采用无凹槽平准盘试验确定烟支点燃端紧头和中段烟支密度

以某云产代表性常规支卷烟为试验对象, 为避免烟支紧头密度对试验的干扰, 利用无凹槽平准盘, 每次调整卷烟单支目标重量进行试验, 试验计划表如表 1。试验过程中保持各项参数不变当达到目标重量后在卷烟机出口随机抽取成品烟支 500 支, 根据目标重量进行挑拣后, 检测样品空头率、物理指标及烟支密度。

表 1 无凹槽平准盘试验计划表
Tab.1 Ecreteur without groove experiment schedule

试验编号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
单支卷烟目标重量/(g/支)	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.04

2.1.1 物理指标检测结果和分析

为减少卷烟重量波动对试验结论的影响, 以试验目标重量为中心值, 挑选目标重量正负 0.005 g 范围内的烟支进行物理指标、端部落丝量、烟支密度检测,

并判定烟支空头率。物理指标检测结果如表 2, 可以看出挑选出的样品平均重量满足目标重量要求, 卷烟吸阻、通风率和硬度均与重量呈正相关关系。

表 2 物理指标检测结果
Tab.2 Results of physical indexes

目标重量/g	实际重量/g	长度/mm	圆周/mm	吸阻/Pa	通风率/%	纸通风/%	滤嘴通风/%	硬度/%
0.86	0.867	84.40	24.22	1049.1	10.69	7.91	18.6	63.27
0.88	0.888	84.41	24.25	1052.9	11.48	8.25	19.7	63.48
0.90	0.907	84.41	24.26	1094.4	11.40	9.08	20.5	66.73
0.92	0.924	84.36	24.28	1105.3	12.45	9.55	22.0	67.69
0.94	0.944	84.43	24.29	1125.6	12.64	10.11	22.8	68.24
0.96	0.962	84.30	24.36	1160.5	13.27	11.10	24.4	68.72
0.98	0.985	84.34	24.37	1180.6	13.85	12.10	26.0	69.44
1.00	1.006	84.31	24.41	1202.1	14.53	12.86	27.4	69.98
1.02	1.028	84.30	24.44	1231.1	14.65	14.07	28.7	71.34
1.04	1.044	84.30	24.48	1243.1	16.04	14.75	30.8	73.56

在实际卷制过程中发现, 当卷烟重量低于 0.92 g 时, 几乎所有样品都是空头, 判断意义不大, 因此从

样品重量为 0.92 g 开始进行空头判定, 当卷烟重量超过 0.92 g 时, 烟支空头率差别不大, 因此以烟支端面

空松情况代替空头进行判断，检测结果如表 3 并绘制图 1。从图 1 可以看出，随着烟支重量增加，空松率

逐渐降低，当卷烟重量超过 0.98 g 时，空松率逐渐趋于平缓。

表 3 烟支空头检测结果
Tab.3 Results of cigarette loose-end

卷烟平均重量 /g	空松烟支数量 /支	样品总数 /支	烟支空松率 /%
0.92	23	114	20.2
0.94	15	112	13.4
0.96	12	107	11.2
0.98	7	106	6.6
1.00	6	100	6.0
1.02	5	105	4.8
1.04	5	106	4.7

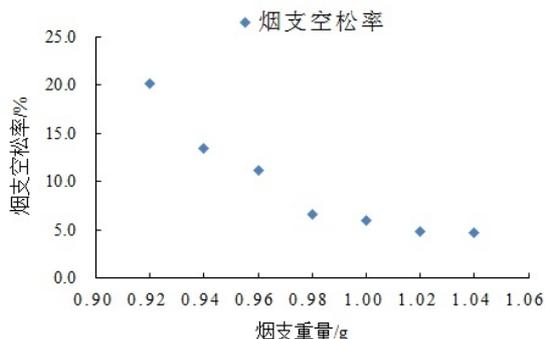


图 1 烟支重量与空松率关系

Fig.1 Relationship between cigarette weight and loose-end

端部落丝量检测结果表 4 并绘制图 2。可以看出，随着卷烟重量增加，端部落丝量逐渐减少，且当卷烟重量为 0.98 g 时，端部落丝量降低幅度明显，继续增加卷烟重量后端部落丝量变化幅度不大。

表 4 端部落丝量检测结果
Tab.4 Results of tobacco loss from cigarette

重量/g	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.04	1.06
端部落丝量/(mg/支)	16.2	15.6	14.6	15.0	12.9	7.2	6.8	6.5	5.9	5.7

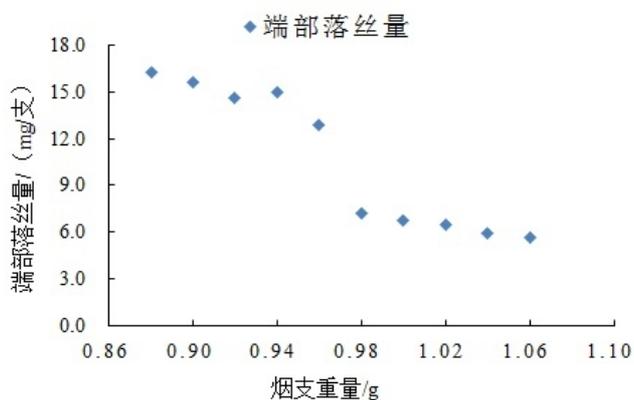


图 2 端部落丝量检测结果

Fig.2 Results of tobacco loss from cigarette

烟支密度检测结果如表 5，并绘制如图 3。从图 3 可以看出，各重量样品烟支端部烟丝掉落位置相近，均在 0~6 mm 段，主要由微波密度检测仪测量误差造成^[11]。

表 5 烟支密度检测结果
Tab.5 Results of cigarette density

卷烟平均重量/g	端部密度 / (mg/cm ³)	中段平均密度 / (mg/cm ³)
0.86	91.96	220.86
0.88	99.76	226.74
0.90	101.18	235.15
0.92	104.90	243.52
0.94	106.92	251.11
0.96	116.19	259.70
0.98	130.26	269.62
1.00	128.95	278.00
1.02	130.61	285.85
1.04	132.24	290.93

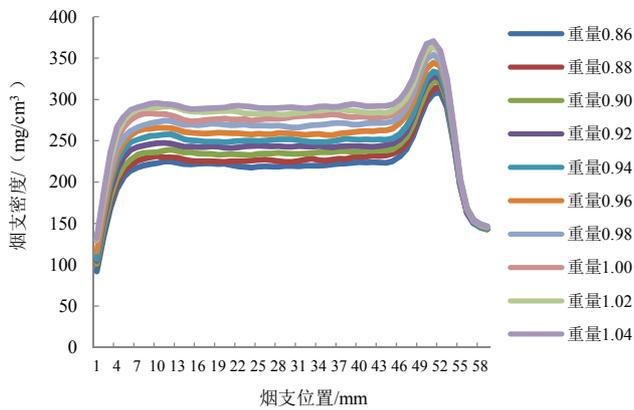


图3 各样品烟支密度分布情况
Fig.3 Density distribution of samples

2.1.2 确定烟支中段最佳密度 ρ_1

确定烟支中段最佳密度 ρ_1 。试验选取的试验卷烟其硬度标准中心值为65%，为找出该硬度下对应的烟支密度，根据无凹槽试验数据拟合了烟支密度和硬度的回归方程，拟合优度为0.92：

$$\text{硬度} = 0.126 \times \text{密度} + 36$$

根据回归方程，当硬度要求为65%时，密度约为230 g/mm³。经测量，该卷烟成品烟丝的填充值为4.4 cm³/g左右，回丝填充值为4.3 cm³/g左右，回丝填充值的倒数恰好与满足65%硬度的理论密度230 g/mm³一致，结合前期基于烟丝填充值的卷烟重量设计模型的研究^[12]发现烟支中段最佳密度约为回丝填充值的倒数。

2.1.3 确定烟支紧头最佳密度 ρ_2

根据烟支空松率和端部落丝量检测结果，当卷烟重量为0.98 g时，均出现了拐点，低于0.98 g时空松率和端部落丝量都较大，高于0.98 g时，空松率和端部落丝量变化不明显。同时从不同重量卷烟对应的端部密度可以看出，当卷烟重量为0.98 g时，端部密度变化趋于平缓，因此可以认为0.98 g的卷烟重量对应的烟支密度为最佳紧头密度，除了掉落区域外该重量对应的烟支密度为270 g/mm³。

此时烟支紧头密度与中段密度的比值为270 ÷ 230 = 1.17，可以认为该密度比为最佳密度比，该密度比是在保证卷烟硬度和端部紧实度的前提下紧头和中段的最小密度比，既能满足烟支所需烟丝量、避免卷烟空头产生，又能尽量减少紧头与中段烟丝量的差异，

最大程度降低卷烟燃烧锥掉落概率，减少不必要的烟丝消耗。

2.2 确定卷烟机平准盘最佳凹槽深度

根据平准盘削减后进入烟枪前的烟丝束（烟丝束为长方体）两端的密度与烟丝束中段的密度相同但体积不同的原理得到： $(V + \frac{l}{2}wh)\rho = \rho_2 \frac{l}{2}\pi r^2$ 。

根据成品烟支（成品烟支为圆柱体）的两端的紧头与成品烟支中段的体积相同但密度不同的原理得到： $lwh\rho = \rho_1 l\pi r^2$ 。

由于紧头是在平准盘削减吸丝带上的烟丝束形成的，根据吸丝带下方烟丝束与成品烟条内相应部位烟丝含量相等及上述公式，可推算出：

$$\text{平准盘凹槽体积 } V = \frac{(\rho_2 - \rho_1)l}{2\rho_1} wh。$$

根据 $V = 0.48 \times r \times 1 \times d$ 可计算出平准盘凹槽的理想深度。

ρ 为平准盘削减后进入烟枪前的烟丝束密度， ρ_1 为中段密度， ρ_2 为紧头密度，单位为 g/cm³， w 为吸丝带导轨的宽度，单位为 mm， l 为平准盘凹槽外槽弧长，单位为 mm， h 为卷烟样品为中段密度为 ρ_1 时吸丝带下方烟丝束高度，单位为 mm。

平准盘凹槽径深 r 为吸丝带导轨宽度的一半。通过测量，ZJ17 常规烟支导轨宽度为 9 mm，因此平准盘凹槽的径深为 4.5 mm。

试验卷烟卷烟机平准盘凹槽深槽弧长为 18 mm，浅槽弧长为 12 mm。

结合烟丝束高度和吸丝带宽度就可以计算出平准盘点燃端最佳凹槽深度约为 2.8 mm。由于烟支接嘴端切割工序离滤嘴接装工序较近，该过程端部的烟丝掉落量较小，因此接嘴端凹槽体积略微高于中段。按照接嘴端紧头无凹槽试验方法，调整烟支重量，观察接嘴端漏气情况，如表 6 和图 4。可以看出当重量为 0.94 g 时基本不再出现漏气，从表 5 中烟支重量与烟支密度对应关系表中找出烟支重量为 0.94 g 对应的烟支密度为 251.11 mg/cm³，同样利用上述凹槽体积计算公式，得出接嘴端浅槽槽深约为 1.5 mm。综合设备误差、平准盘加工误差及来料波动，故将试验平准盘凹槽槽深确定在深槽深度为 2.8~3.5 mm，浅槽深度为 1.5~2.0 mm。

表 6 烟支漏气检测结果
Tab.6 Results of cigarette leakage

卷烟平均重量 /g	漏气烟支数量 /支	样品总数 /支	烟支漏气率 /%
0.90	17	100	17.0
0.92	8	100	8.0
0.94	0	100	0
0.96	0	100	0
0.98	0	100	0

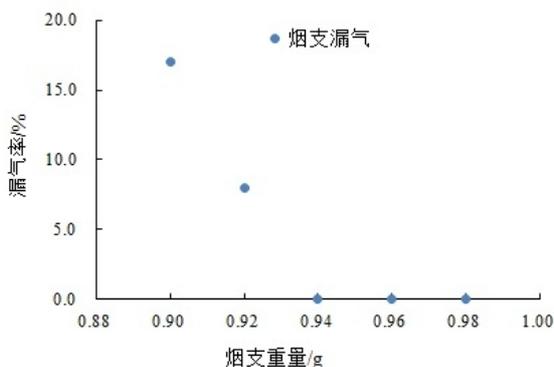


图 4 烟支重量与漏气关系

Fig.4 Relationship between cigarette weight and leakage

综上确定了试验卷烟在 ZJ17 卷烟机的最佳凹槽平准盘规格, 即深槽径深为 4.5 mm, 深槽弧长为 18 mm, 深槽深度为 2.8~3.5 mm, 浅槽径深为 4.5 mm, 浅槽弧长为 12 mm, 浅槽深度为 1.5~2.0 mm。

2.3 验证

按照优化后的平准盘规格参数, 即深槽、浅槽径深均为 4.5 mm, 深槽深度 2.8 mm, 弧长 18 mm, 浅槽深度 1.5 mm, 弧长 12 mm, 制作平准盘并投入试验牌号卷烟卷制使用, 并每周取样 1 次进行检测物理指标, 跟踪检测 1 个月的卷烟质量, 各指标数据均值如表 7。由表可见该平准盘的使用满足烟支物理指标要求且质量保持较为稳定, 端部落丝量和燃烧锥掉落率均维持在较好水平。

表 7 烟支质量检测结果
Tab.7 Results of cigarette quality

样品编号	空头率 /%	端部落丝量 /(mg/支)	燃烧锥掉落率 /%
1	0.5	3.58	1
2	0.8	4.12	2
3	0.4	4.09	0
4	0.6	3.97	1

3 结论

通过无凹槽平准盘试验及烟支密度分布、端部落丝、空头情况、燃烧锥掉落等物理指标, 确定最佳紧头密度和中段密度及紧头密度与中段密度最优比约为 1.17; 结合平准盘工作机理研究, 形成一种平准盘凹槽深度的计算方法, $V = \frac{(\rho_2 - \rho_1)l}{2\rho_1} wh$; $V = 0.48 \times r \times l \times d$, 从而计算出最佳平准盘的具体参数。确定的试验卷烟 ZJ17 卷烟机平准盘最佳深槽径深为 4.5 mm, 深槽弧长为 18 mm, 深槽深度为 2.8~3.5 mm, 浅槽径深为 4.5 mm, 浅槽弧长为 12 mm, 浅槽深度为 1.5~2.0 mm, 投入使用后试验卷烟卷制质量较好。

本研究不仅大大减少了不断调整平准盘规格参数而优化某一牌号的平准盘规格, 还为卷烟平准盘优化提供了一种参考方法。目前本研究对象为常规支卷烟机的凹槽深度, 针对凹槽形状、凹槽弧长及中细支卷烟卷烟机平准盘规格的计算方法还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 熊安言, 李春光, 许绍迅, 等. ZJ17 卷接机组不同规格平准器对烟支质量的影响[J]. 烟草科技, 2011(11): 14-18.
XIONG Anyan, LI Chunguang, XU Shaoxun, et al. Effects of ecreteur specifications on cigarette quality in ZJ17 cigarette maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2011(11): 14-18.
- [2] 戴永生, 姚文祥, 武凯, 等. 卷制过程中设备参数对烟支内烟丝分布的影响技术[J]. 烟草科技, 2012(4): 9-12.
DAI Yongsheng, YAO Wenxiang, WU Kai, et al. Effects of Cigarette Making Machine Setting on Cut Tobacco Distribution in Cigarette[J]. Tobacco Science & Technology, 2012(4): 9-12.
- [3] 云杰, 仇锦, 郭春雷, 等. 不同规格平准器对超细规格卷烟质量的影响[J]. 科技创新与应用, 2021(2): 76-78, 82.
YUN Jie, QIU Jin, GUO Chunlei, et al. Influence of ecreteur specifications on super slim cigarette quality[J]. Technology Innovation and Application, 2021(2): 76-78, 82.
- [4] 赵汉文, 赵晓梅. 卷烟机平准器对卷烟质量稳定性的影响[J]. 烟草科技, 2007(12): 22-23, 62.
ZHAO Hanwen, ZHAO Xiaomei. Influence of ecreteur disc in cigarette maker on cigarette quality stability. Tobacco Science & Technology, 2007(12): 22-23, 62.
- [5] 李学金, 高尊华, 杨帆, 等. 烟支内烟丝分布对卷烟质量的影响[J]. 烟草科技, 2011(8): 11-12, 15.
LI Xuejin, GAO Zunhua, YANG Fan, et al. Influence of shred distribution in tobacco rod on cigarette quality[J]. Tobacco Science & Technology, 2011(8): 11-12, 15.
- [6] 邹泉, 陈冉, 赵云川, 等. 细支卷烟烟丝分布表征方法及调控技术[J]. 烟草科技, 2019, 52(5): 87-93.
ZOU Quan, CHEN Ran, ZHAO Yunchuan, et al. Characterization method and control technique of cut tobacco distribution in slim cigarette[J]. Tobacco Science & Technology, 2019, 52(5): 87-93.
- [7] YC/T 151.2—2001/ISO 3550-2:1997 卷烟端部落烟丝的测定 第 2 部分: 旋转箱法[S].
YC/T 151.2-2001/ISO 3550-2:1997 Cigarettes—Determination of

- loss tobacco from the ends—Part2: Method using a rotating cubic box(sismelatophore) [S].
- [8] YC/T 558—2018 卷烟燃烧锥落头倾向的测试[S].
YC/T 558-2018 Cigarettes—Determination of combustion coal fallout propensity of buring cigarettes[S].
- [9] YC/T 22838.9—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定[S].
YC/T 22838.9-2009 Determination of physical characteristics for cigarettes and filter rods[S].
- [10] YC/T 476—2013 烟支烟丝密度测定 微波法[S].
YC/T 476-2013 Determination of denisity of cut tobacco in cigarette—Microwave method[S].
- [11] 刘民昌, 刘洋, 温若愚, 等. 微波烟支密度分布检测仪测量特性分析[J]. 食品与机械, 2016, 32(8): 35-37, 64.
LIU Minchang, LIU Yang, WEN Ruoyu, et al. Measurement characteristics analysis of microwave cigarette density distribution detector[J]. Food & Machinery, 2016, 32(8): 35-37, 64.
- [12] 向虎, 何孝强, 刘戈弋, 等. 基于烟丝填充值的卷烟重量设计模型研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(10): 190-193.
XIANG Hu, HE Xiaoliang, LIU Geyi, et al. Designing model for cigarette weight based on filling power of cut tobacco[J]. Food & Machinery, 2017, 33 (10) : 190-193.

Study on the optimal depth of groove of leveling plate of cigarette making machine

XIANG Hu¹, GUO Ge¹, LUO Yong¹, ZOU Yusheng¹, WANG Xiaoyu², SUN Xuehui², ZHANG Haichao¹,
XU Yongkang¹, GUO Rui¹, WANG Long¹, SHENG Xiaohe¹, HE Xiaoqiang^{1*}

1 HongyunHonghe Tobacco(Group) Co., Ltd., Qujing 655001, China;

2 Zhengzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Zhengzhou 450001, China

Abstract: [Background] This study aims to investigate the optimal depth of groove of leveling plate of cigarette making machine and improve the quality of cigarettes. [Methods] The experiment of certain brand of Yunnan cigarette was carried out by using the leveling plate without groove. The density of dense-end and middle section could be determined through indicators such as hardness, short, end band silk amount. After passing through the leveling plate, according to the tobacco bundle under the ribbon and the corresponding part of the finished cigarette strip, calculate the groove volume, finally determine and verify the optimal groove depth of the leveling plate of cigarette making machine. [Results] Test data show: 1) the optimal ratio of dense-end density to middle section density is around 1.17; 2) when the deep groove width is 18mm, the shallow groove width is 12 mm, the optimal depth of deep groove is 2.8-3.5 mm and that of shallow groove is 1.5-2 mm; 3) the physical index of cigarette is better and the quality is stable after the optimal leveling plate is put into use. [Conclusion] The groove depth calculated by this method has good practicability and can be used for the rapid optimization of the groove depth of the leveling plate.

Keywords: depth of groove; density of dense-end; density of middle section; calculation method of groove volume

*Corresponding author. Email: 785072922@qq.com