

DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2025.06.018

ZJ118A 型卷接机组烟条成形系统结构优化与试验研究

包军¹, 覃仕辉¹, 陈文²

(1. 常德烟草机械有限责任公司, 湖南 常德 415006; 2. 中烟机械技术中心有限责任公司, 上海 201206)

摘 要: 烟条成形系统为卷接机组的重要部分, 直接影响烟支成形外观、圆周和圆度等质量指标。相较于进口 PROTOS 型卷接机组烟条成形系统结构, 提出国产 ZJ118A 型对应结构优化方法; 设计烟支成形质量评估试验, 对不同成型试验工况下双倍长烟支质量指标进行研究。结果表明: 烟枪入口成形曲面压缩量对烟支成形质量影响显著, 烟支最佳成形压缩量受烟支直径规格影响。该研究为卷烟设备设计和烟支质量提升提供了理论和试验依据。

关键词: 卷接机组; 烟条成形系统; 烟枪; 压缩比; 成形曲面; 结构优化; 试验研究

中图分类号: TS43 **文献标志码:** B **文章编号:** 1671-5276(2025)06-0100-05

Research on Structural Optimization and Testing of Cigarette Forming System of ZJ118A Cigarette Making Machine

BAO Jun¹, QIN Shihui¹, CHEN Wen²(1. Changde Tobacco Machinery Co., Ltd., Changde 415006, China;
2. China Tobacco Machinery Technology Center Co., Ltd., Shanghai 201206, China)

Abstract: The cigarette forming system, as an important part of the cigarette maker, has a direct influence on the quality criteria including appearance, circumference and roundness of cigarettes. By comparing the working principle of the cigarette forming system of the imported PROTOS series winder unit, the paper proposes an method for optimizing the corresponding structure of the domestically produced ZJ118 cigarette forming system, designs evaluating tests for the cigarette forming quality and looks into the quality criteria of double-length cigarette formation under different forming tests. The results show that the amount of compression of the bong mouth forming surface has a significant effect on the cigarette quality. The optimal compression amount for the cigarette forming quality is affected by the cigarette diameter. The research results provide the theoretical and experimental basis for cigarette equipment design and cigarette quality improvement.

Keywords: cigarette making machine; cigarette forming system; bong; compression ratio; forming surface; structure optimization; experimental study

0 引言

PROTOS 系列卷接机组是国内卷烟行业进口的主要机型, 国产卷接机组如 ZJ17、ZJ112 和 ZJ116 等是引进消化其技术后的再创新产品^[1-3]。目前国产卷接机组的烟条成形系统主要采用 PROTOS 系列卷接机组的技术。随着细支烟市场空间的迅速扩大, 国内相继推出了多款细支卷烟设备, 如 ZJ17D、ZJ118A 和 ZJ116B 等。PROTOS 系列卷接机组主要生产常规直径的卷烟, 故没有现成技术可用于开发国产细支烟卷烟设备^[4-5]。卷烟设备的研发力度不够, 核心技术积累和储备不足。研发设备用于实际生产中, 出现烟支圆周粗细不均匀、质量偏差大、圆度差和表面布带纹等

问题^[6-8]。研究发现烟条成形系统直接影响烟支外观、直径和圆度等质量指标, 这是引起机器停机的主要故障点。ZJ118 型卷接机组在生产 $\phi 7.8$ mm 常规烟支时, 烟枪入口曲面按照压缩量 $\Delta\phi = 6.47$ mm 设计时烟支的质量指标均满足要求。生产 $\phi 5.4$ mm 细烟支时, 烟支质量指标和设备稳定性等均有所降低。研究发现, 烟丝压缩量随着烟支直径规格改变而相应调整, 即烟丝应以固定压缩比进行压缩成形, 以保证烟支的成形质量。

1 烟条成形系统工作原理

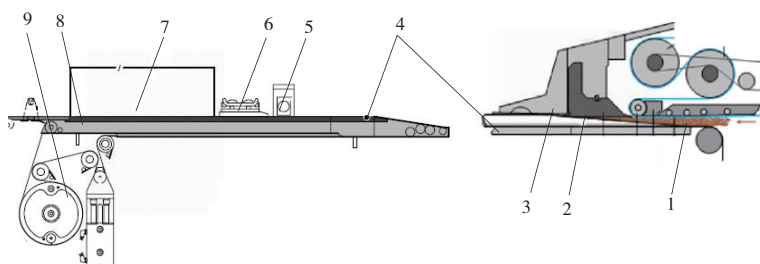
卷接机组烟条成形系统主要由烟枪、布带轮及其张紧装置、上胶装置、电烙铁和打条器等组成, 其主要完成对烟丝条的卷制成条工作。烟条

第一作者简介: 包军 (1980—), 湖南常德人, 工程师, 本科, 研究方向为 PROTOS 卷烟机、国产卷烟机、智能烟机技术, qinsh@ccdtm.com。

成形系统将供料成条机和供纸印刷系统传送的烟丝条和卷烟纸卷制成合格圆周规格的烟支。

图 1 为烟条成形系统结构示意图。电机驱动布带轮 9 带动布带运转,布带牵引卷烟纸进入烟枪入口 4。供料成条机吸丝带上吸附的烟丝 1 到达烟枪入口 4 时,吸力消失,在铲刀 2 的作用下烟丝 1 落在运动的卷烟纸上,由布带带着向左运动。烟丝 1 首先在烟舌 3 和烟枪入口 4 组成的锥形通

道内进行压缩成形,在锥形通道内,卷烟纸包裹烟丝成 U 形;进入小压板后,烟丝在小压板与烟枪中底板组成的圆形通道内卷被包裹成近似 b 形;涂胶装置 5 对翘起的卷烟纸边涂抹胶水,进入大压板 6,烟丝在大压板 6 与烟枪中底板组成的圆形通道内进行包裹成形。经过封口器 7 后,接缝处的胶水被烫干,最终形成连续的烟条。



1—烟丝;2—铲刀;3—烟舌;4—烟枪入口;5—涂胶装置;
6—大压板;7—封口器;8—烟枪底座;9—布带轮。

图 1 烟条成形系统结构示意图

烟条成形过程在烟枪固定的成形通道内完成,卷制成形工艺如图 2 所示。烟丝条在卷制成形通道内经历了 3 次压缩、回胀,逐步压缩成形,

最后形成符合圆周规格要求的连续烟支。以烟条成形通道的第 1 段即锥形通道最为关键,相关成形零件主要有烟枪入口、前后翼板和烟舌(图 3)。

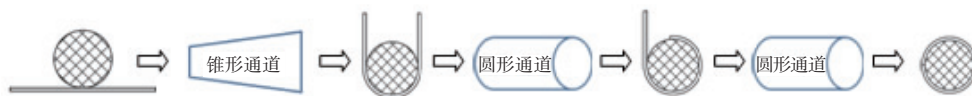
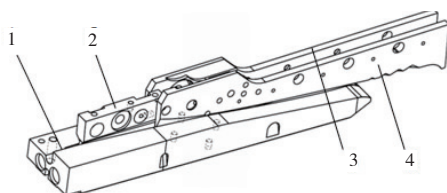


图 2 烟条成形工艺



1—烟枪入口;2—烟舌;3—后翼板;4—前翼板。

图 3 烟条成形通道入口

2 烟条成形系统结构

2.1 进口型 PROTOS70、90E

1) 烟枪入口

PROTOS 70、90E 烟枪入口曲面分别如图 4(a) 和 4(b) 所示。烟枪入口成形曲面均是在 258.75 mm 长度范围内由直线逐渐过渡到 U 形曲线而形成,如图 4(c) 所示。在成形过程中,PROTOS 70 烟枪入口曲面上任一截面底部的圆

弧直径 D 始终与基础直径 D_0 相等,两侧角度 α 由 0° 均匀增加至 90° 。相比于 PROTOS 70,PROTOS 90E 烟枪入口曲面上任一截面底部的圆弧直径 D 是由 D_1 均匀减小到 D_0 ,直径差 $\Delta\phi = 6.47$ mm,如图 4(d) 所示。PROTOS 90E 烟枪入口曲面任一截面的直径 D 与角度 α 以及整个烟丝成形过程的压缩半锥度 β 和压缩比 δ 计算公式如下:

$$\begin{cases} D = D_0 + (D_1 - D_0) \times \left(1 - \frac{L}{A}\right) \\ \alpha = 90 \times \frac{L}{A} \\ \beta = \arctan \frac{D_1 - D_0}{A} \\ \delta = \left(\frac{D_1}{D_0}\right)^2 \end{cases} \quad (1)$$

式中: D_0 为与烟支直径规格对应的烟枪基础直径; A 为烟枪入口成型曲面长度; D_1 为烟枪入口曲面

底部圆弧的起点直径; L 为该截面到曲面起始端的距离。

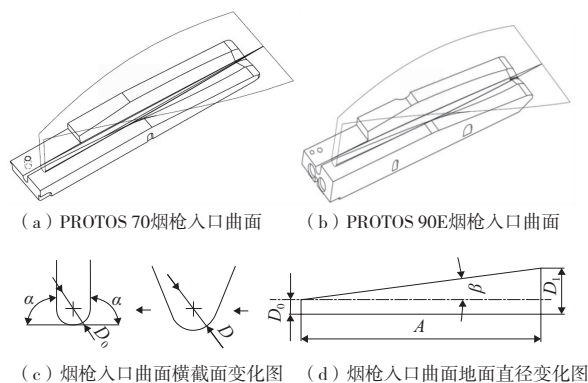


图4 PROTOS 70和90E烟枪入口成形原理

图5所示为PROTOS2-2的烟枪入口成形曲面及成形原理。前后烟道的成形曲面均由3个曲面合并而成(图5(c))。其中两个侧面成对称布置,其曲面由两条控制曲线扫描混合而成(图5(d))。底面与PROTOS 90E烟枪入口底面一样,为变直径的圆锥面(图4(d))。PROTOS M5/M8的烟枪入口成形曲面与PROTOS2-2结构基本相同,PROTOS2-2、M5/M8整个烟枪尺寸相同。差异在于:PROTOS M5/M8烟枪前底板尺寸比PROTOS2-2长(图5(b));中底板尺寸比PROTOS2-2短。

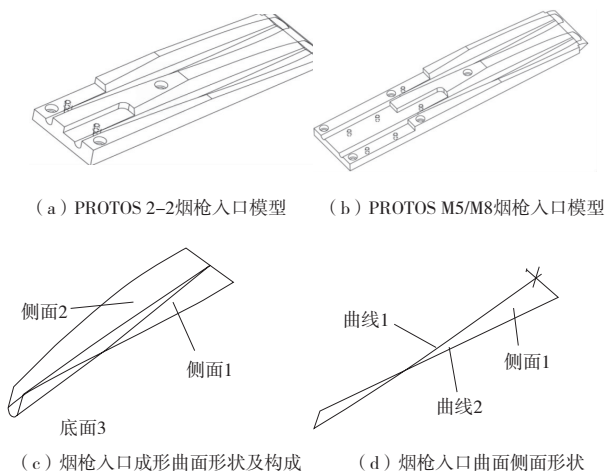


图5 PROTOS 2-2、M5/M8烟枪入口成形原理

侧面成形方程如下。

曲线1方程:

$$\begin{cases} X=t \times A \\ Y=(D_1-B \times t) \times [1-\cos(90 \times t)]/2 \\ Z=(D_1-B \times t) \times \sin(90 \times t)/2 \end{cases} \quad (2)$$

曲线2方程:

$$\begin{cases} X=t \times A \\ Y=[20-(D_1-B \times t) \times \pi \times t/4] \times \sin(90 \times t) + \\ (D_1-B \times t) \times [1-\cos(90 \times t)]/2 \\ Z=-[20-(D_1-B \times t) \times \pi \times t/4] \times \cos(90 \times t) - \\ (D_1-B \times t) \times \sin(90 \times t)/2 \end{cases} \quad (3)$$

式中: $A=258.75 \text{ mm}$; $B=D_1-D_0=6.47 \text{ mm}$; $t \in [0,1]$; D_1 和 D_0 分别为底面3的起点直径和终点直径,其对应值以及半锥度值 β 与PROTOS 90E相同。

2) 烟舌

如图6(a)所示,烟舌内轮廓为渐缩的圆柱面槽,接触挤压烟丝束。烟舌内轮廓与烟枪入口成型曲面组成烟条成形通道的第一段。内轮廓起点的圆弧半径和终点的圆弧半径相等,起点圆弧圆心 O_1 与终点圆弧圆心 O_2 之间的有一径向距离(图6(b))。

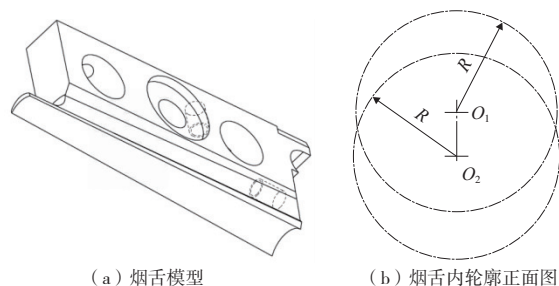


图6 烟舌

PROTOS 70和2-2烟舌的尺寸较PROTOS 90E长,PROTOS 90E和2-2内轮廓的收缩锥度角相同,且烟枪入口曲面的收缩锥度基本相等。烟舌内轮廓参数如表1所示。

表1 PROTOS系列烟舌内轮廓参数对比

机型	长度/ mm	径向距离/ mm	烟舌 锥角/(°)	烟枪入口 锥度/(°)
PROTOS 70	80.0	1.40	1.002	0
PROTOS 90E	68.7	1.60	1.334	1.4
PROTOS 2-2、M5/M8	81.5	1.90	1.334	1.4

3) 翼板

翼板安装在送料成条机风室内,烟道包含前、后两块翼板,翼板末端依次安装铲刀和烟舌。翼板底面与烟枪入口成型曲面的原理和形状相同,两曲面之间存在0.9 mm的固定间隙,布带和卷烟纸从间隙穿行。翼板及其截面如图7所示。

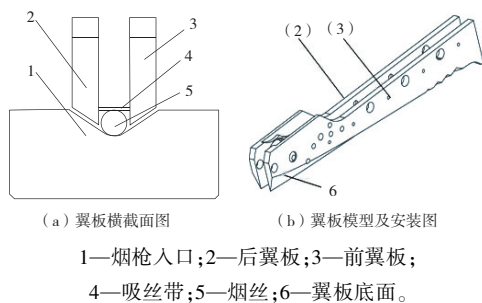


图7 翼板结构

2.2 国产型 ZJ118 机型

由式(1)计算得到 ZJ118 机型在生产 $\phi 7.8$ mm 常规烟支的烟丝压缩比为 $\delta = 3.27$, ZJ118A 机型生产 $\phi 5.4$ mm 细烟支的烟丝压缩比为 $\delta = 4.56$, 烟丝压缩比大于生产常规烟压缩比。

影响烟支外观质量的关键成形零件为烟枪、烟舌和翼板等,对其进行结构优化设计。具体调整为:烟枪前底板增长 97 mm,烟枪中底板缩短 97 mm;小压板和前边板安装在前底板上,装配精度更高;对于 $\phi 7.8$ mm 和 $\phi 5.4$ mm 两种规格直径烟支,分别设计 3 组不同压缩比的前底板、烟舌和翼板组件,探究烟丝压缩成形最优压缩比。

针对 $\phi 7.8$ mm 常规烟,分别设计压缩比为 2.80、3.27 和 4.56 三种前底板、烟舌和前后翼板,其压缩量分别为 $\Delta\phi = 5.4$ mm、 $\Delta\phi = 6.47$ mm 和 $\Delta\phi = 9.08$ mm。针对 $\phi 5.4$ mm 细支烟,分别设计压缩比为 2.80、3.27 和 4.56 三种前底板、烟舌和前后翼板,其压缩量分别为 $\Delta\phi = 3.86$ mm、 $\Delta\phi = 4.6$ mm 和 $\Delta\phi = 6.47$ mm。研究测试烟条在不同压缩比条件下的圆度、圆周和质量指标。

3 烟支成形试验与讨论

3.1 试验设计

试验采用白沙品牌烟丝,基于 HJY-PC1 型烟支质量综合测试仪,设计了 ZJ118 和 ZJ118A 型卷

接机组进行烟支成形质量评估试验。如图 8 所示,在 ZJ118 和 ZJ118A 型卷接机组分别安装 $\phi 7.8$ mm 常规烟和 $\phi 5.4$ mm 细支烟相应的成形试验组件。调整翼板、烟舌和烟枪入口的位置,可研究不同压缩量下的烟支成形质量。设备正常工作稳定运行 20 min 后,对每种工况下卷接机组生产的双倍长烟支进行多次取样,每次 30 支,并进行质量指标测试。

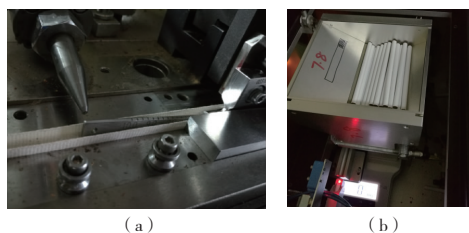


图8 烟支成形质量评估试验

3.2 烟支质量指标

本文对比分析了常规烟与细支烟在 3 种成型试验工况下生产的双倍长烟支质量指标。结果表明,烟枪入口成形曲面压缩比对烟支圆周和质量有的影响较大,但对烟支圆度的影响较小。生产同一直径规格烟支时,烟丝压缩比大小与烟支圆周和质量大小成反比。为探究不同压缩比对多组双倍长烟支质量指标的影响,进一步分析了常规烟和细支烟在 3 种压缩比成形试验工况下生产烟支的质量指标。

1) 质量

讨论了常规烟和细支烟的双倍长烟支质量,如图 9 所示。压缩比 $\delta = 2.80$ 工况下生产的双倍长烟支质量最大,压缩比 $\delta = 3.27$ 工况下生产的双倍长烟支质量次之,压缩比 $\delta = 4.56$ 工况下生产的双倍长烟支质量最小。成形压缩比越大,卷接机组生产双倍长烟支的质量越小。压缩比 $\delta = 3.27$ 工况下卷接机组生产的双倍长烟支质量与行业标准值的偏差最小。

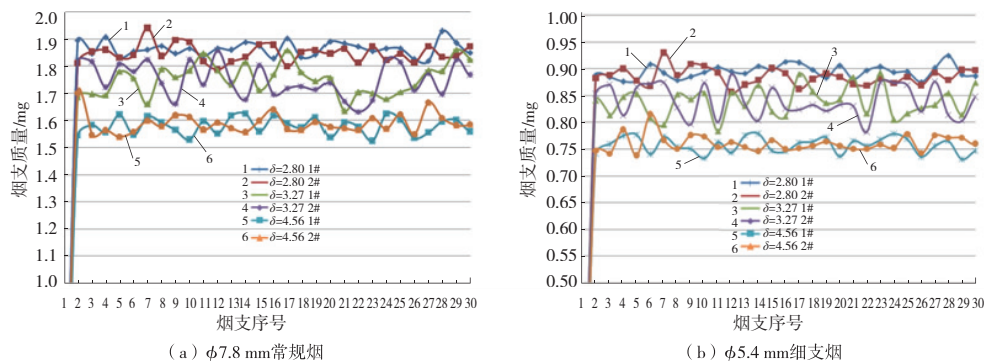


图9 质量对比(双倍长烟支)

2) 圆周

如图 10 所示,分析常规烟和细支烟的双倍长烟支圆周。压缩比 $\delta=2.80$ 工况下卷接机组生产的双倍长烟支圆周尺寸最大,压缩比 $\delta=3.27$ 工况

下圆周次之,压缩比 $\delta=4.56$ 工况下圆周尺寸最小。成形压缩比越大,双倍长烟支的圆周越小。压缩比 $\delta=3.27$ 工况下卷接机组生产双倍长烟支的圆周与行业标准值的偏差最小。

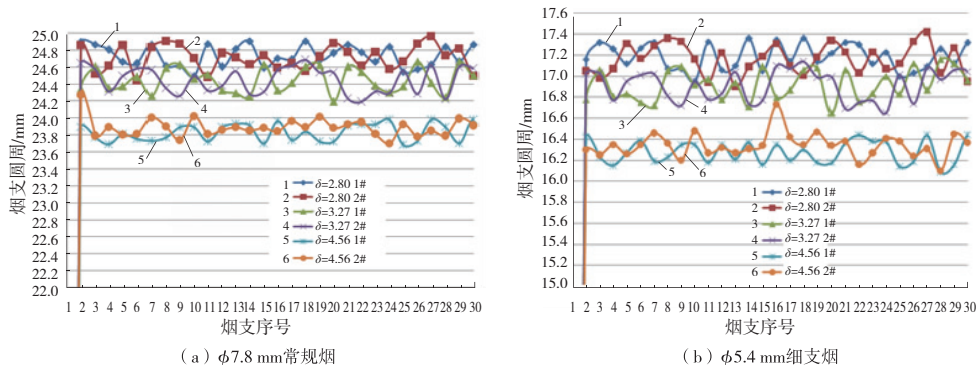


图 10 圆周对比(双倍长烟支)

3) 圆度

研究了卷接机组生产常规烟和细支烟的双倍长烟支圆度,如图 11 所示。结果表明:3 种压缩

比($\delta=2.80, \delta=3.27, \delta=4.56$)工况下所生产的双倍长烟支圆度并没有明显的变化规律。由此可以推断出烟枪入口压缩比大小对烟支圆度的大小影响小。

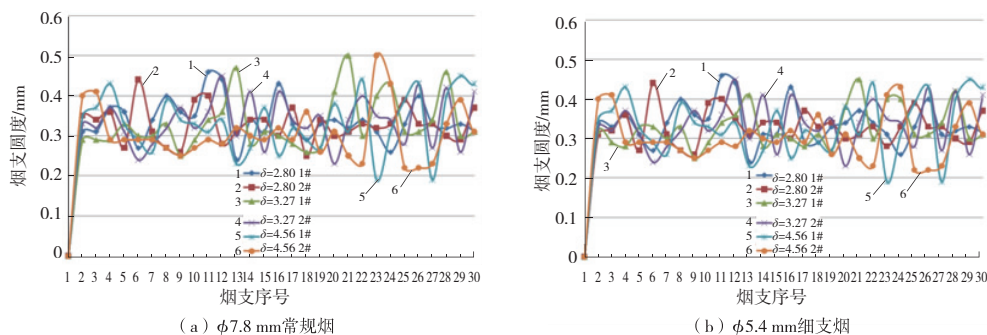


图 11 圆度对比(双倍长烟支)

4 结语

本文分析了 PROTOS 系列卷接机组烟条成形系统工作原理,研究影响烟支成形质量的因素,对烟条成形系统进行国产型结构优化,具体包括增加烟枪入口的成形距离;烟枪前底板安装小压板;调整烟枪入口曲面压缩量。

通过试验研究了改进卷接机组生产烟支成形质量指标。结果表明:在烟枪入口处,烟丝压缩比对烟支圆周和质量的影响较大,对烟支圆度影响较小。烟丝压缩比与烟支圆周和质量成反比。探究了压缩比对不同规格烟支成形质量的影响,烟支相对优化压缩比为 3.27。上述研究成果为国产细支卷烟设备自主研发和卷烟质量改善提供了理论和实验依据。

参考文献:

[1] YJ-YJ 卷接机组编写组. YJ17-YJ27 卷接机组[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001.

[2] 栗勇伟,张天州,黄全忠,等. PROTOS70 卷接机组烟条成型系统的改进[J]. 烟草科技,2008,41(4):28-29.
 [3] 陈荣林,陈杰,朱登科,等. ZJ118 卷接机组切纸轮负压控制系统的设计[J]. 烟草科技,2023,56(8):107-112.
 [4] 刘峰,陈晋礼. 新型 ZJ118 卷接机组流化床旋风式除尘系统设计[J]. 现代制造技术与装备,2024,60(3):119-121.
 [5] 张鸿强,毛小斌,陈岗,等. 不同卷烟纸拼接速度对卷烟生产损耗和烟支物理指标的影响[J]. 烟草科技,2023,56(7):92-98.
 [6] 王永峰,乔海波,赵红波,等. PASSIM 卷烟机烟枪导板和电烙铁的改进设计[J]. 机械工程师,2012(1):148-150.
 [7] 伍建忠. M8 超高速卷烟机的烟条成形技术创新及应用分析[J]. 机电工程技术,2013,42(3):83-86.
 [8] 杨健,唐海龙,杨鑫,等. 基于压丝轮初始位置的参数优化研究[J]. 设备管理与维修,2024(5):104-107.

收稿日期:2025-01-13