

# PROTOS70 Technical Reform and Benefit Analysis of the Rolling System of Winder

Fangping Hu Zhikun Guo Kejin Chen

Jiangxi Zhongyan Jingtangshan Cigarette Factory, Ji'an, Jiangxi, 343000, China

## Abstract

The purpose of this paper is to discuss the causes and technical improvement solutions of the rolling quality problems in PROTOS70 winding unit. As the main equipment of cigarette production in domestic tobacco industry, PROTOS70 winding unit has been widely recognized in tobacco production enterprises. However, the problem of bonding quality has been restricting the improvement of product quality. In this paper, the reasons for the deterioration of the bonding quality are analyzed, and the corresponding technical improvement measures are put forward.

## Keywords

PROTOS70 winding unit; rolling quality; technical improvement

# PROTOS70 卷接机搓接系统技术改造与收益分析

胡芳平 郭志琨 陈可金

江西中烟井冈山卷烟厂，中国·江西吉安 343000

## 摘要

论文旨在探讨PROTOS70卷接机组中搓接质量问题的成因及技术改进解决方案。PROTOS70卷接机组作为国内烟草行业卷烟生产的主要设备，已在烟草生产企业中得到广泛认可。然而，搓接质量问题一直制约着产品质量的提升。论文分析了搓接质量下降的原因，并提出了针对性的技术改进措施。

## 关键词

PROTOS70卷接机组；搓接质量；技术改进

## 1 引言

PROTOS 系列卷接机组是目前国内烟草行业卷烟生产的主要卷接设备。由于运行可靠、有效作业率高，得到烟草生产企业的一致认可，中国由常德烟草机械有限责任公司根据虹霓 (HAUNI) 公司授权制造。虹霓公司制造的卷烟设备，由于其本身具有的优良品质，受到各烟草生产大国的青睐，生产的高速卷烟设备已经被各大烟草生产大国所引入，其生产的烟草设备几乎占到全世界 70% 的比例<sup>[1,2]</sup>。虹霓公司所设计研发的 PROTOS70 型卷烟机整体全套生产机组，由于出色稳定且极为高效的生产运行能力，因此该种卷烟机在全球的销售量非常优异。因为其设计能力为 7000 支 /MIN (8000 支 /MIN)，故称为 PROTOS70/80<sup>[3]</sup>。

PROTOS70 由卷烟机和接装机组成。其中卷烟机又分

成供料成条机和卷制成形机两大部分。卷烟机供料成条机的功用是把送丝系统送来的烟丝松散和去除铁、杂、签、梗块后制成符合烟支单位长度重量一致的烟丝条送到卷制成形机部分，卷制成形机部分把烟丝条裹上卷烟纸后上胶、封口、烘干、切割成双倍长度烟支，再由蜘蛛手机构传送给接装机的进烟鼓轮。接装机将双倍长度烟支一切二并分离，在两支烟之间放入滤嘴段，包上水松纸粘合，再切成两支符合规格长度的滤嘴烟支，由调头鼓轮把双排滤嘴烟支并成滤嘴方向一致的单排滤嘴烟支，经检测鼓轮检测后，剔除不合格烟支，最后将成品滤嘴烟支输出接装机，传送给装盘机，完成了滤嘴烟支生产的卷接工艺。卷接机组速度高，整体布局紧凑合理，造型美观，自控功能齐全，噪声较低，而且配有完善的在线检测系统，能有效地控制烟支重量<sup>[4]</sup>。

但由于烟支的搓接质量与其他卷烟生产设备机型相比存在差异，一直影响着产品质量的再提高，如何提高烟支的搓接质量成为该机型的主要难点。张玮<sup>[5]</sup>提出了一种新型的滤嘴接装机烟支搓接装置，能够有效解决烟支搓接过程不

【作者简介】胡芳平 (1983-)，男，中国江西吉安人，硕士，工程师，从事卷烟工艺设备研究。

够流畅的问题。谢崇全<sup>[6]</sup>等人对 ZJ17 滤嘴接装机烟支搓接系统进行改造,提升了烟支搓接质量。因此,对搓接系统的优化和改进对于提高卷烟生产线的整体性能具有重要意义。本研究以“提质降耗、保护人身安全、降低操作工劳动强度”为目的,对 PROTOS70 搓接系统进行分析与改进,目的是提高备件的使用寿命和设备的有效作业率,降低操作工的劳动强度。

## 2 搓接系统的现状分析

### 2.1 工作原理

卷烟机搓接系统是卷烟生产线中的一个关键部分,负责将一切二的短支烟与滤嘴紧密连接起来,形成成品烟支。搓接系统主要由搓板、搓烟轮和相应的驱动装置、检测装置等组成。

在卷烟机搓接过程中,短支烟和滤嘴首先通过传送装置输送到连接区域。之后搓板与搓烟轮之间的摩擦力作用在短支烟和滤嘴上,使它们紧密连接在一起。搓接过程需要精确控制搓板和搓烟轮的相对位置、压力以及速度,以保证烟支质量和生产效率。另外,搓板的位置可以经过手动调压,对于生产不同种类的烟支找到合适的尺寸通道,来保证烟支的搓接质量<sup>[7-9]</sup>。在 PROTOS70 搓接系统中,预先粘好水松纸片的双倍组合烟支经双端靠拢轮排列整齐后,传送到搓烟轮的承烟槽上,随着搓烟轮的转动组合烟到达七点位置时安装在搓板前端的启动规将组合烟从承烟槽中取出,进行滚卷完成组合烟的搓接(见图1)。

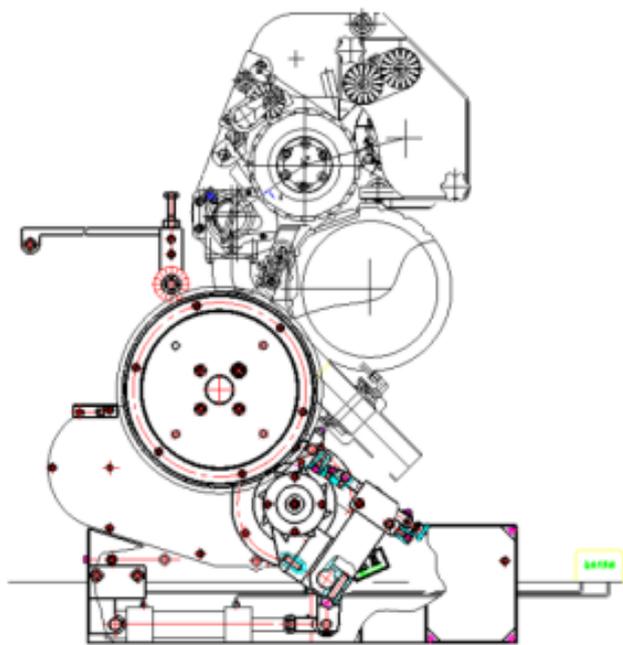


图1 原搓接系统工作原理

### 2.2 现状问题分析

设备改造前,烟支组在被启动规取出并抛入搓板滚卷时,会发生瞬间静止的现象,导致搓板后进烟卷堵塞,正常搓接功能停滞。时而发生烟丝被搓成一团的现象,导致检测系统中压力传感器通过重量异常识别到烟卷堵塞,自动停止机器运转。在这种情况下,只有人工来进行清除堵塞的烟卷才可恢复正常生产节奏。搓烟轮以负压将组合烟卷吸入,靠搓板和搓烟轮二者之间的摩擦力将烟卷进行搓接,如果搓板和搓烟轮的调整不够精确,就会出现组合烟滚卷瞬间停顿现象,这种停顿现象可能导致烟支搓接不稳定,进而导致组合烟卷褶皱、翘边,松纸与烟草结合部分产生空隙或者不平整的现象,从而使得烟支的外观质量和实际使用质量受到影响,因此需要在工艺设计上进行优化,以尝试减少或消除瞬间停顿现象的发生。

## 3 搓接系统的改进措施

### 3.1 改进思路

#### 3.1.1 搓接位置

由于组合烟在七点位置进行搓接,可能导致搓接过程不够顺畅,从而影响搓接质量,需要对搓接位置进行调整。合适的搓接位置可以确保烟支在搓接过程中受到恰当的摩擦力,使烟丝紧密结合,提高烟支搓接质量。在实际操作中,搓接位置可能因为设备的磨损、调整不精确等原因发生偏移,使得烟支在搓接过程中受力不均,无法实现理想的搓接效果。此外,搓接位置的偏移还可能导致烟丝在滚卷过程中更容易发生卡顿、褶皱和堵塞等现象,影响整个生产线的运行效率。

#### 3.1.2 搓接板

搓接板上的横纹和合金需要重新设计。搓板上设计有细而密的横纹,原本是为搓接烟卷时提供摩擦力。而实际过程中,横纹易刮蹭烟卷中的胶液,胶液在长年累月的生产过程中积累于搓板横纹表面,引起组合烟卷在滚卷过程中发生运动轨迹的变化。运动轨迹的变化可能导致搓接不均匀,同时,胶液在搓板横纹中堆积也会导致烟卷在搓接过程中受到的摩擦力不均衡,可能使搓板与烟卷之间的摩擦系数发生变化,使得搓接过程不稳定,影响烟卷质量,导致废品率升高。胶液堆积还可能使烟卷在滚卷过程中更容易粘连,从而导致滚卷困难,增加生产过程中的故障风险。胶液在搓板横纹中的堆积可能使得清洁和维护工作变得更加困难,增加了设备维护的成本和周期。从工艺设计角度上,可以通过优化搓板的设计,如减少横纹的数量、改变横纹形状等,可以降低胶液在搓板上的堆积程度,提高搓接质量。

搓板中间镶有合金的二次启动规,加剧了胶垢的堆积。合金二次启动规的表面粗糙度可能导致胶垢更容易附着,同时,合金二次启动规可能加速热量传导,导致胶料更容易变干、硬化,从而附着在设备表面,形成胶垢,从而加速胶垢的堆积。胶垢堆积过多可能导致烟卷在搓板上的运动受阻,从而影响烟支的搓接质量。此外,合金材质在与烟支滚卷过程中可能会在烟支表面产生刮痕,这会对烟支的外观产生不良影响。

### 3.1.3 检测系统

检测系统在生产中发挥着重要作用,可以在第一时间发现生产异常,从而使操作人员迅速采取纠正措施,减少不合格产品的产生,并能实时监测和控制生产过程中的关键参数,有助于降低原材料浪费、减少设备故障和维修成本,从而降低生产成本。搓板堵塞的检测系统不够灵敏,导致设备在出现堵塞时无法及时发现并采取相应措施,并且检测面较窄,有些堵塞问题无法被准确检测,搓板升降机构调整不方便。导致设备在生产过程中难以实现精确的搓接高度调整,从而影响烟支搓接质量。此外,搓板升降机构的调整困难也可能增加设备维护和调试的时间成本。

## 3.2 改进方案实施

为解决上述问题,论文实施的改进方案主要包含4部分:①搓接位置的改动;②搓接板和搓烟轮的改动;③启动规的改动;④检测系统的改动。

### 3.2.1 搓接位置的改动

原先的设计采用七点位搓接,现将其调整为五点位搓接,通过调整搓接位置,使得烟支在搓接过程中的顺畅性得到提高。在5点位,重力对于搓接摩擦力的垂直方向上的分力方向相反,不利于烟卷顺着搓接摩擦力运动,搓板和搓烟轮必须调整好二者的相对位置,从而使烟卷在受到自身重力和搓接摩擦力时,能够受到恰到好处的合力并向上运动完成搓接,这就要求搓板和搓烟轮的位置调整必须非常精确,而搓烟轮又经常有胶垢堆积,需要拆卸清洁,在重装时必须重新调整与搓板之间的精度,提高了生产成本。相较于5点位,烟卷在7点位进行搓接的时候所受重力和搓接的摩擦力两力间夹角较小,重力和搓接摩擦力在垂直方向的分力是相同的方向,天然有助于搓接过程的流畅性,使烟支在搓接时更加平稳,减少烟支受损的风险(见图2、图3)。

### 3.2.2 搓接板和搓烟轮的改动

为解决搓板表面胶迹堆积问题和提高滚卷顺畅性,我们对搓板纹理和结构进行了改进,包括搓纹、搓板结构和归位区的三个部分的调整。原先的横细搓纹改为两边宽而深的竖搓纹,有助于减少胶迹在搓板表面的堆积,同时增强烟支组在搓接过程中的稳定性,宽而深的竖搓纹设计使得烟支在

滚卷过程中运动轨迹更加稳定,提高了搓接效果。针对搓板结构的优化,将搓板中间的滤嘴装纸搓接区域改为光滑面,宽度与接装纸相适应。这一设计有助于提高接装纸在搓接过程中的稳定性,进一步提高烟支搓接质量。为适应厂家频繁更改水松纸规格的需求,将搓板的五个归位区改为四个归位区。这一调整提高了设备的灵活性,使其能够更好地适应不同规格的水松纸,提高生产效率(见图4、图5)。



图2 搓接位置



图3 搓烟轮

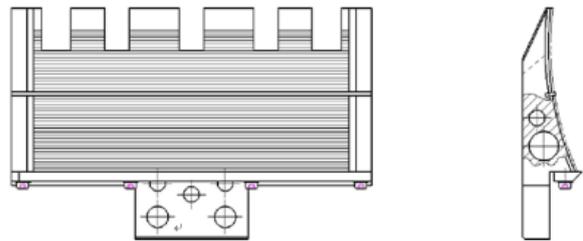


图4 搓板改进前示意图



图5 搓板改进后示意图

为提高搓接质量和稳定性，我们也同时对搓烟轮进行了优化设计，对搓烟轮表面进行重新设计，采用喷涂陶瓷的处理方式。这种处理方法可以提高搓烟轮表面的耐磨性和抗粘性，降低胶垢在搓烟轮表面的粘附，提高搓接质量。同时加装搓烟轮清洁机构，可以有效地清除搓烟轮表面的胶垢，保持搓烟轮表面的清洁。这有助于降低胶垢对搓接质量的影响，提高搓接稳定性。

### 3.2.3 启动规的改动

为解决烟支组瞬间停顿现象，我们对启动规进行了改进。将初始的启动规设计由单边倾斜角度改为双边倾斜角度。这一调整使烟支组在启动时进入搓板滚卷过程更加平稳，减轻了对烟支组的冲击力。同时也降低了烟支在搓接过程中受损的风险。

为减少搓板胶垢的堆积并提高搓接效果，移除了搓板中间原先镶有合金的二次启动规。通过取消该部分，减少了胶垢的堆积，搓板结构变得更加简单。这样的设计有助于减少搓板上的胶垢堆积，降低搓板清洁维护的难度。

### 3.2.4 光电检测设计

通过试验发现，烟丝容易堆积部位为斜槽的左端和右端，由于旧有的机械式搓板堵塞检测的可靠性稳定性较差，我们改为采用光电传感器非接触方式检测，并将原先的点检测改为烟草机械优先采用的区域检测，更高的灵敏度和准确性，能够广泛应用于不同环境。通过优化检测方式，

我们提高了设备的检测能力和稳定性，为高效生产提供了保障。同时，将搓板升降机构前置，符合人性化设计准则，使调整过程更加简单方便。这一设计改进有助于提高设备操作效率，降低设备维护难度和成本。

## 4 方案改进效果分析

在方案实施前后，从机器卡顿次数和废品率两方面设计了两组监测指标来整体评估技术改动带来的效果。数据监测共持续了9个月，1—4月数据为旧有工艺的数据用作对比，5月进入方案实施并在6月中旬完成，7—10月份为方案实施后持续监测的结果数据。

### 4.1 卡顿次数监测

卷烟机搓接系统的日常卡顿次数会受到多种因素的影响，如设备的技术水平、操作员的技能、原材料质量和设备维护状况等。因此，不同厂家和生产线的卡顿次数可能会有所差异。本次监测仅关注 PROTOS70 卷接机组的搓接系统引发的卡顿现象，卡顿可能是由于设备调整不准确，搓板和搓烟轮的位置调整不够精确从而导致卷烟瞬间停顿，进而引发卡顿，也可能是因为搓板与搓烟轮表面积垢累积，影响烟支的滚动，导致卡顿现象。根据每次卡顿人工处理的实际情况，按上述原因将卡顿分为以下表格中的两类：搓接位置造成卡顿和胶垢积累造成卡顿。

卡顿次数监测统计见表1。

表1 卡顿次数监测统计

月份	搓接位置造成 卡顿(次数)	胶垢积累造成 卡顿(次数)	总卡顿 (次数)
1月	7	5	12
2月	9	4	11
3月	8	3	11
4月	10	4	14
1—4月均	8.5	4	12
7月	5	4	9
8月	3	2	5
9月	3	3	6
10月	4	4	8
7—10月均	3.8	3.2	7

从优化方案实施前后的卡顿次数对比来看,旧有的搓接系统的月均卡顿次数约为12次,方案实施后月均卡顿次数降低为7次,降低了近33%。从卡顿类别上来看,旧有搓接系统因搓接位置造成的月均卡顿次数约为9次,方案实施后月均卡顿次数降低至近4次/月,降低了55%,说明搓接位置从7点位改为5点位的设计在减少卡顿上贡献较大;因胶垢累积造成的月均卡顿次数约为4次,方案实施后月均卡顿次数降低至近3.2次/月,降低了20%,表明以减少胶垢积累为目的针对搓接板和搓烟轮的技术改造有一定效果,然而胶垢依然会发生一定程度的积累,依然还有改造的空间。

#### 4.2 废品率检测

卷烟废品是指在卷烟生产过程中产生的不符合质量标准、无法作为成品销售的烟支。主要是由于生产过程中的各类设备故障、操作失误、原材料质量问题等因素导致的。常见的卷烟废品类型有烟支长度不合格、烟支重量不合格、烟支搓接不良、烟支破损与外观缺陷、烟支烟气流量不合格。本次测试只关注烟支搓接不良导致的废品,主要分为以下四种情况:烟体翘边,搓接松散,圆周异常和胶垢溢出,随机抽样经过搓接系统的烟支,样本容量为每月800支(见表2)。

从优化方案实施前后的卡顿次数对比来看,旧有搓接系统的整体废品率为1.36%,改进方案实施后,搓接系统的整体废品率下降了0.53%,为0.83%,降幅为旧有搓接系统的整体废品率的39%,表面技术改进方案效果明显。

按照车间7月份产量7532.8箱,8月13071.6箱,9月12969.4箱,10月份11234.6箱计算。4个月总产量为44808.4箱。产生的经济效益为 $44808.4 \times 0.53\% = 237.48$ 箱。按照每条含税调拨价122.19元计算,直接经济效益为 $237.48 \times 5 \times 50 \times 122.19 = 725.4420.3$ 万元。

### 5 讨论与总结

作为国内烟草行业卷烟生产的核心设备,PROTOS70卷烟机组在烟草生产企业中已获得广泛认可与应用。尽管如此,搓接质量问题仍然制约着卷烟产品质量的进一步提升。论文对搓接质量下降的原因进行了系统性分析,阐明了诸多可能影响搓接质量的因素。在此基础上提出了一系列旨在改善搓接系统的性能和稳定性的技术改进措施,进而提高卷烟产品的整体质量。

对此,论文借鉴目前国际最新技术对搓接系统作出搓接位置、搓接板和搓接烟轮、启动规和检测装置四个方面的优化调整。针对搓接位置,将现在的七点位搓接改为五点位搓接;针对搓接板和搓烟轮,将搓板的横细搓纹改为两边宽而深的竖搓纹,对搓烟轮采用孔轴定位并加装搓烟轮清洁机构;针对启动规,将现有的搓板的启动规由原先单边倾斜的角度改为双边倾斜的角度,并取消搓板中间的二次启动规,减少了胶垢的堆积;针对检测装置,取消可靠性能稳定性差的机械式搓板堵塞检测,改为光电传感器非接触方式检测。

表2 废品率检测统计

月份	烟体翘边率	搓接松散率	圆周异常率	胶垢溢出率	整体废品率
1月	0.15%	0.40%	0.26%	0.51%	1.32%
2月	0.18%	0.32%	0.29%	0.48%	1.27%
3月	0.13%	0.48%	0.35%	0.43%	1.39%
4月	0.21%	0.5%	0.17%	0.58%	1.46%
1—4月均	0.17%	0.43%	0.26%	0.50%	1.36%
7月	0.18%	0.21%	0.11%	0.3%	0.78%
8月	0.11%	0.27%	0.14%	0.17%	0.69%
9月	0.16%	0.3%	0.19%	0.16%	0.81%
10月	0.19%	0.33%	0.17%	0.32%	1.01%
7—10月均	0.16%	0.28%	0.15%	0.24%	0.83%

从结果来看,月均卡顿次数降低了近33%;搓接系统的整体废品率下降了旧有搓接系统的整体废品率的39%,论文的技术改进方案不仅有助于解决现有的搓接质量问题,也能够为卷烟机组的持续优化与创新开拓出有益的思路和空间。

### 参考文献

- [1] 孙岩.烟草机械自动化技术的发展历程及方向[J].中国电子商务,2013(14):119.
- [2] 崔燕黎.PROTOS70、ZJ112、PROTOSM5供丝工艺原理及分析比较[J].装备制造,2010(5):186-187.
- [3] 储国海.卷烟机械[M].北京:中国轻工业出版社,2005.
- [4] 王振声.PROTOS70/80卷接机PLC控制系统的设计[D].广州:华南理工大学,2010.
- [5] 张玮.新型滤嘴接装机烟支搓接装置[J].改造技术推广,2015(9):89-90.
- [6] 谢崇全,王安宽,彭永刚,等.ZJ17滤嘴接装机烟支搓接系统的改造[J].轻工标准与质量,2014(1):59-61.
- [7] 伍政文,刘志勇.PROTOS-MAX70R接装机烟支输出装置的改进[J].郑州轻工业学院学报,2013,28(4):37-39.
- [8] 熊克林.鼓轮堆栈式烟支输出装置的设计[J].电气与自动化,2016(5):216-218.
- [9] 王玉芳,高卫军.PASSIM卷接机组水松纸夹沫问题的改进方法探讨[J].安阳学院学报,2011(13).