

# 柠檬酸钾对造纸法烟草薄片纸基热解性能的影响

韩迎迎<sup>1</sup>, 李军<sup>1</sup>, 曾健<sup>1,2</sup>, 杨飞<sup>1</sup>, 陈克复<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学制浆造纸工程国家重点实验室, 广东广州 510640)

(2. 广东中烟工业有限责任公司技术中心, 广东广州 510145)

**摘要:** 采用热重分析法(TG)、微分热重(DTG)以及差示扫描量热法(DSC)对不同钾盐用量下的烟草薄片纸基的热解行为进行了研究, 结果表明钾盐的添加量从0.5%增加到2.5%, 烟草薄片纸基的最大失重起始温度点和最大失重峰温逐渐下降, 钾盐添加量为2.5%时, 烟草薄片纸基的最大失重起始温度点和最大失重峰温分别由290.1℃、346.3℃下降到262.4℃、328.2℃。同时, 添加不同钾盐含量的薄片纸基DSC曲线表明, 加入适量的钾盐, 使薄片纸基的热量分批释放, 降低燃烧的温度。

**关键词:** 造纸法烟草薄片; 柠檬酸钾; 热解; 热重分析法

文章编号: 1673-9078(2012)11-1488-1490

## Effect of Potassium Citrate on Thermal Performance of Reconstituted Tobacco Paper-base

HAN Ying-ying<sup>1</sup>, LI Jun<sup>1</sup>, ZENG Jian<sup>1,2</sup>, YANG Fei<sup>1</sup>, CHEN Ke-fu<sup>1</sup>

(1.State Key Lab of Pulp and Paper Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2.Technology Centre, China Tobacco Guangdong Industrial Co., Ltd, Guangzhou 510145, China)

**Abstract:** Reconstituted tobacco paper-base, with different dosage of citric acid potassium were characterized by thermogravimetry (TG), derivative thermogravimetry (DTG) and differential scanning calorimetry (DSC) thermal analysis technology. The result showed potassium dosage increased from 0.5% to 2.5%. The initial weight loss temperature of reconstituted tobacco paper-base and reconstituted tobacco paper-base temperature with maximum weight loss decreased gradually, when potassium dosage was 2.5%. The above two temperatures of reconstituted tobacco paper-base respectively decreased from 290.1℃, 346.3℃ to 262.4℃, 328.2℃, respectively. At the same time, the curves of DSC showed that addition of suitable amount of potassium caused partial release of the quantity of heat of the reconstituted tobacco paper-base and reduce the burning temperature.

**Key words:** paper-process reconstituted tobacco; potassium citrate; pyrolysis; thermogravimetry

在烟叶复烤及卷烟生产过程中, 会产生约占原烟料总量1/3的烟梗、烟末等<sup>[1]</sup>, 烟草薄片是利用烟草加工过程中产生的烟梗、烟末等烟草废料通过一定的加工工艺生产的再造烟叶<sup>[2]</sup>。烟草薄片的生产方法主要有辊压法、稠浆法、造纸法, 其中造纸法所生产的烟草薄片具有密度小、填充值高、机械性能好、焦油释放量低等优点, 是目前卷烟行业中应用最广泛的方法<sup>[3]</sup>。钾盐作为一种助燃剂, 添加在烟草中可以改善卷烟品质、降低卷烟燃烧有害物的释放量。戴亚等研究了某些钾盐对卷烟燃烧性、焦油产率的影响, 表明加入合

适量的钾盐能加速卷烟的燃烧<sup>[4]</sup>。王波等研究了钾盐在燃烧过程中的作用, 结果表明, K<sup>+</sup>的加入改变了烟草燃烧过程中物质的转化历程从而降低卷烟的燃烧温度<sup>[5]</sup>。目前, 钾盐在烟草薄片纸基方面的应用及研究鲜见报道, 本文利用热重分析仪来分析不同钾盐用量下的烟草薄片纸基的热解特性, 采用TG、DTG和DSC等表征方法来探讨钾盐在薄片纸基燃烧过程中的作用, 以为烟草薄片的生产提供一定的理论指导意义。

### 1 材料和方法

#### 1.1 实验原料

实验用烟梗、烟末由广东中烟工业有限责任公司提供, 取回后在4℃条件下冷藏, 装袋平衡水分备用。

#### 1.2 实验方法

##### 1.2.1 烟草薄片纸基的抄造

先用电热蒸煮锅(普通型)ZT1-00/15L(兴平市中

收稿日期: 2012-07-02

基金项目: 广东中烟工业有限责任公司技术中心项目(粤烟工 05XM-QK

【2010】034)

作者简介: 韩迎迎(1990-), 女, 硕士, 主要从事烟草植物资源高值化利用技术的研究

通讯作者: 曾健, 男, 博士后, 主要从事烟草植物资源高值化利用技术研究

通试验装备有限公司生产)对烟梗、烟末进行浸渍提取,然后采用KRK-2500 II高浓磨浆机(日本KRK公司生产)对烟梗、烟末进行三段磨浆,磨浆浓度为20%,最后用PTI快速抄片器(奥地利产)进行抄造70 g/m<sup>2</sup>烟草薄片纸基,用Perkin-Elmer 3100型原子吸收光谱测定烟草薄片纸基样品中钾离子的含量为:0.0318 mg/kg。

### 1.2.2 热重样品的制备

将用量为0.5% (相对于烟草薄片纸基绝干量,下同),1.0%、1.5%、2.0%、2.5%的柠檬酸钾配制的水溶液,均匀地喷洒在烟草薄片纸基上(空白对照样不喷洒),自然风干后待用。

### 1.2.3 热力学性能分析

采用Netzsch STA 449 C TG/DSC同步热分析仪对薄片纸基样品进行热力学性能分析:称取约20 mg左右的样品置于氧化铝坩埚中进行热分析,载气为空气,流速40 mL/min,氧化铝为参比物,升温速率为10 °C/min,升温至1000 °C,实验过程可同时得到样品的TG、DTG和DSC曲线。

## 2 结果与讨论

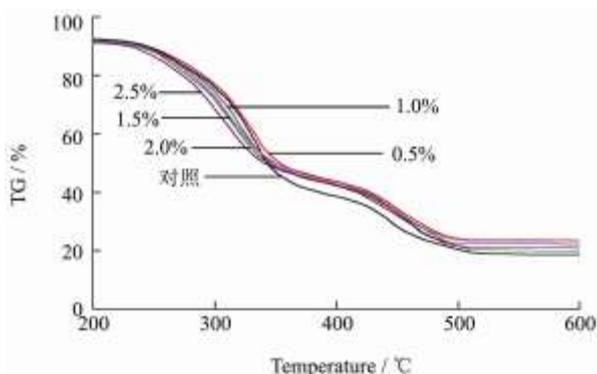


图1 不同钾盐用量下烟草薄片纸基的热重曲线

Fig.1 TG curves of reconstituted tobacco paper-base of different potassium salt dosage

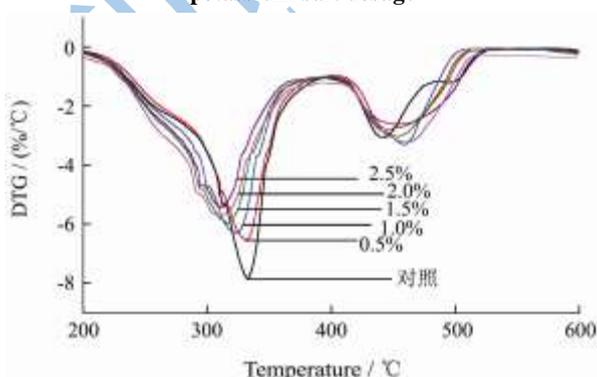


图2 不同钾盐用量下烟草薄片纸基的微分热重曲线

Fig.2 DTG curves of reconstituted tobacco paper-base of different potassium salt dosage

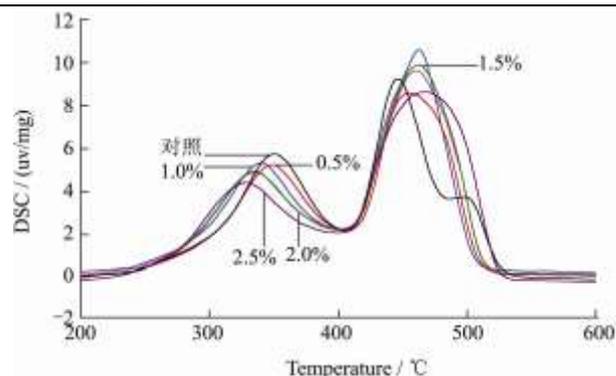


图3 不同钾盐用量下烟草薄片纸基的示差扫描量热曲线

Fig.3 DSC curves of reconstituted tobacco paper-base of different potassium salt dosage

图1、图2和图3分别为不同柠檬酸钾用量条件下薄片纸基的TG、DTG和DSC曲线(为了使曲线能明显的表示出变化趋势,故选取200~600 °C的温度区间)。TG曲线表示化合物的质量随温度变化的关系,由图1可见,200 °C~500 °C温度区间薄片纸基的热失重最为明显,是薄片纸基热解的主要阶段,薄片纸基的主要原料是纤维素,所以这一阶段主要是纤维素的热解,纤维素热解首先发生纤维素高分子链的部分断裂,引起纤维素聚合度下降,同时分子内或分子间的氢键发生断裂,析出水分,形成脱水纤维素,脱水纤维素进一步重整转化为焦炭和轻质气体,这就是 Brodio-Shafizadeh提出的活性纤维素形成过程<sup>[6]</sup>。DTG曲线表示重量随温度的变化率,峰顶为失重速率最大值,它与TG曲线的拐点相对应<sup>[7]</sup>,实验中不同烟草薄片的最大失重速率各自对应不同的温度点。

分析图1和图2还可以得出,随着温度升高,烟草薄片纸基的失重率增加,但添加不同含量钾盐的烟草薄片纸基质量下降的起始温度点各不相同,且钾盐的使用使得薄片纸基最大失重起始温度点均提前,对应DTG曲线峰的左移。含钾盐薄片纸基的DTG峰顶对应的温度点均有所提前,说明钾盐对薄片纸基的失重反应起到了催化作用。

从图3可以看出,在对照样的曲线中,大约在350 °C左右薄片纸基开始剧烈的放热反应,并有一个尖锐的峰形成,约在450 °C左右薄片纸基开始剧烈燃烧,并释放出大量的热。而在添加了钾盐的曲线中,在350 °C左右出现的放热峰峰值都小于对照组,结合表1数据看出,在350 °C左右的放热情况是:对照组大于添加钾盐的实验组,并且随着钾盐含量的增加,放热值呈减少的趋势;而在450 °C左右的放热情况是:对照组小于添加钾盐的实验组,并且随着钾盐的增加,放热值呈增加趋势。所以钾盐的加入是使得薄片纸基在燃烧过程中产生的热量分批释放,削弱了较低温度的热量释放,

而增加了较高温度时的热量释放,从而起到助燃的作用<sup>[8]</sup>。

草薄片在燃烧过程中发生一系列变化,不同钾盐用量条件下烟草薄片纸基的主要热力学数据如表1所示。

结合图1、图2和图3得出添加不同含量钾盐使得烟

表1 不同钾盐用量对烟草薄片纸基热失重的影响

Table 1 Effect of potassium salt dosage on TG of reconstituted tobacco paper-base

| 钾盐用量 /% | 最大失重起始温度点/°C | 最大失重率 /% | 最大失重速率 /(%/min) | 最大失重峰温/°C | 最大失重阶段放热量(J/g) | 第二放热阶段放热量(J/g) |
|---------|--------------|----------|-----------------|-----------|----------------|----------------|
| 0       | 298.7        | 54.45    | 7.87            | 349.9     | 2860           | 3456           |
| 0.5     | 290.1        | 49.63    | 6.55            | 346.3     | 2623           | 3360           |
| 1.0     | 280.9        | 50.02    | 6.31            | 340.0     | 2594           | 3548           |
| 1.5     | 270.9        | 50.17    | 5.91            | 334.8     | 2690           | 3868           |
| 2.0     | 269.6        | 49.02    | 5.58            | 335.3     | 2692           | 3774           |
| 2.5     | 262.4        | 49.22    | 5.52            | 328.2     | 2669           | 4298           |

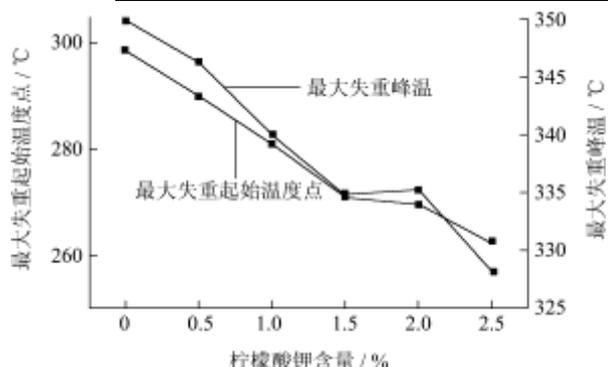


图4 钾盐对烟草薄片纸基最大失重温度点及最大失重峰温的影响

Fig.4 Effect of potassium salt dosage on temperature of maximum weight loss and temperature of maximum weight loss of reconstituted tobacco paper-base

从表1和图4可以看出所有钾盐处理过的薄片纸基样品,最大失重起始温度点都低于对照样品,最大失重起始温度点的高低依次是:对照样>柠檬酸钾0.5%>柠檬酸钾1.0%>柠檬酸钾1.5%>柠檬酸钾2.0%>柠檬酸钾2.5%。可见,含钾量越高,TG曲线中玻璃化转化阶段提前完成的时间越早,主反应初始阶段即TG曲线上肩部提前出现的时间与烟草薄片纸基中钾含量的关系说明钾盐催化了热裂解初期活性纤维素生成的反应。从图4还可以看出,随着钾盐含量的增加,薄片纸基的最大失重峰温呈降低的趋势,原因是钾盐的加入加速了低燃点物质的燃烧,所以最大失重峰温逐渐降低<sup>[9]</sup>。

### 3 结论

3.1 对添加不同钾盐含量的烟草薄片纸基进行热重分析,与对照相比,钾盐的使用使得烟草薄片纸基的起始温度均提前,未添加钾盐的对照组起始温度是

298.7 °C,而当钾盐含量添加到2%时,起始温度降低到269.6 °C,说明钾盐薄片纸基的失重反应起到了催化作用。

3.2 添加不同钾盐含量的薄片纸基最大失重速率和最大失重速率温度点各不相同。钾盐含量越高,最大失重速率越小,最大失重速率温度点越提前。

3.3 在烟草薄片纸基中加入适量钾盐,使薄片纸基产生的热量分批释放,降低燃烧温度。

### 参考文献

- [1] 韩卿,张美云,吴养育,等.造纸法烟草薄片制造工艺的研究[J].西北轻工业学院学报,2002,20(1):19-22
- [2] Yong Joo Sung, Yung Bum Seo. Thermogravimetric study on stem biomass of *Nicotiana tabacum* [J]. *Thermochimica Acta*, 2009, 486: 1-4
- [3] 陈超,田英姿.甘草渣在造纸法烟草薄片纸基中的应用研究[J].现代食品科技,2011,27(9):1130-1133
- [4] 戴亚,黄瑞,刘少民,等.外加钾盐对卷烟焦油释放量的影响[J].烟草科技,1998(1):11-12
- [5] 汪波,屠兢,俞寿明,等.钾盐在烟草燃烧过程中的作用[J].中国科学技术大学学报,2002(8):433-439
- [6] 刘倩,王琦,王健,等.纤维素热解过程中活性纤维素的生成研究[J].工程热物理学报,2007,28(5):897-899
- [7] 胡卫兵,冯骝,刘红霞.新型香料 3,3,6,6-四苄基-1,2,4,5-四硫环己烷的合成及热分析研究[J].现代食品科技,2007,23(3):39-41
- [8] 王建民,闫克玉,姚光明,等.卷烟燃烧性与助燃剂用量间的关系研究[J].烟草科技,2000,6:10-11
- [9] 彭建新,李姗姗,梁桐,等.四种有机酸钾盐对卷烟纸热重及卷烟常规烟气的影响[J].应用化工,2011,40(1):91-94