

烟包中挥发性有机化合物的检测与控制

韩祥龙

《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的限量》的推行和实施 PS 版，充分表明了人们对烟包环保性的重视，烟包中挥发性有机化合物（VOC）的检测与控制也因此成为生产者和消费者共同关注的焦点。烟包印刷企业如何做到烟包的 VOC 含量不超标是本文讨论的中心话题。

国家烟草专卖局发布的烟草行业标准—《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的限量》对烟包 VOC 限量指标和判定规则做了明确的规定，卷烟生产厂家也强调要对 VOC 超标的烟包采取退货处理，这无疑加大了烟包印刷企业的压力。为适应当前形势，部分烟包印刷企业先后配备了检测仪器凹印，同时改进了生产工艺和油墨配方，加强了相关环节的检验与控制，目的是做到有效控制烟包中的 VOC 含量，以满足标准要求。

VOC 对卷烟产品的影响

卷烟是一种消费食品，不同品牌的卷烟具有其特有的香气、香味风格。但卷烟条与盒包装纸的印刷需要使用油墨凹印，而油墨中含有颜料、连结料和其他助剂等，在印制完成后至上机包装前，包装纸中的 VOC 尚未完全挥发，残留的 VOC 不仅仅影响卷烟产品的安全性，同时也可能改变卷烟产品特有的香味。

上光

1. 影响卷烟产品的安全性

一般而言字库，卷烟条与盒包装纸的印刷通常采用溶剂型油墨，该类油墨含有大量的有机溶剂，如苯、甲苯、二甲苯、异丙醇、乙酸乙酯、乙酸正丁酯等，其中，苯类溶剂对人的危害性最大 CTP 在中国，苯含量过多容易引起癌症，特别是血液系统疾病，比如溶血性贫血、粒细胞减少、再生障碍性贫血和白血病，所以苯对人的伤害是致命的。在《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的限量》中对苯的要求也最严格，允许的最大含量仅为 0.01mg/m²。

2. 影响卷烟产品的风格和感官评吸质量

由于烟丝和卷烟滤嘴具有一定的吸附性过度包装，卷烟条与盒包装纸中的部分 VOC 可转移到烟支中，而在卷烟的风味设计中并没有添加此类有机化合物，从而会造成卷烟异味，影响卷烟产品本身的风味。目前卷烟的包装材料所含有的 VOC 如乙酸乙酯、异丙醇、乙酸正丁酯等均具有较强的刺激性，并且在烟支燃烧过程中会很快挥发出来上海光华，形成刺、辣的感觉，使人口腔和喉部不适，影响卷烟的感官评吸质量。行业法规

接的影响，因此，对烟包 VOC 的控制是非常必要的。

烟包 VOC 的限量指标与判定规则

考虑到卷烟包装纸中 VOC 的安全特性术语，以及它对人体的危害和其对卷烟产品的影响，烟草行业标准《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的限量》中对 16 种 VOC 作出了限量规定。

1. 限量指标连线加工

类、酯类和醚类等五大类共 16 种 VOC 的限量指标（如表 1 所示）。各项物质的限量指标是以全国性较大规模的样品普查结果为基础，经行业内多方验证及对比，参照国际先进指标和国内相关标准，并结合化合物的毒性和嗅觉阈值及其对卷烟产品气味的影响而确定

的。

印刷工艺

表 1 卷烟条与盒包装纸中 VOC 的限量指标

包装贸易

与国外某些大烟草公司的残留溶剂限量指标（如表 2 所示）相比糊盒，国内规定的部分指标如乙酸乙酯、乙酸正丙酯、丙二醇甲醚等的含量基本接近，而苯、甲苯、乙酸丁酯等的含量则相对较高。总体来说，我国所规定的指标难度总体比国外的先进指标偏低。

投资采购

表 2 国外某些大烟草公司的 VOC 控制指标

软包装

2.判定规则

在我国，烟包样品检测结果出现下列情况之一者，则判该产品不合格：北人集团

(1)苯含量 $\geq 0.01\text{mg}/\text{m}^2$

(2)检测结果不符合下式要求

$$\sum (x_i/y_i - 1) < 15.0$$

i : 表 1 中的序号凹印, $i=1, 2, 3, \dots, 15$;

x_i : 测定值, “未检出”时取值为 0;

y_i : 指标值

$x_i/y_i - 1$: 超标比值, 当 $x_i/y_i - 1 < 0$ 时取值为 0。

3.判定规则论证

从上述判定规则可知当纳利，限量标准是采用分层次控制的方式进行的：①苯为单项否决，即采用一票否决制；②允许单项超标，但单项化合物超标值不得超过限量指标的 15 倍；③允许有多项化合物超标，但其他所有 15 项化合物超标比值之和不得超过限量指标的 15。

据有关资料显示，对全国 22 个省的 42 个烟包生产企业的 84 个卷烟牌号的 238 个卷烟包装纸样品进行抽样检查化妆品包装，若以每种化合物均为单项否决项的话，烟包产品的合格率仅为 40.25%；若以标准判定规则为依据，烟包产品的合格率为 85.46%，如表 3 所示。

裁员

表 3 不同判定规则的普查产品合格率

PS 版

与盒包装纸中挥发性有机化合物的限量》中规定的判定规则合理，可操作性强出版印刷，更切合国内现实烟包实际情况。

4.应用实例德鲁巴

是否合格？表 4 为两组烟包的 VOC 检测结果，烟包 A 有 4 项超标，其超标比值之和为 21.45，大于限定倍数 15.0，判为不合格；烟包 B 有两项超标字库，其超标比值之和为 1.41，小于限定倍数 15，判为合格。

食品包装

表 4 A、B 两个烟包 VOC 检测结果实例

喷绘机

平版印刷

烟包的 VOC 检测

烟草行业标准 YC/T207—2006《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的测定顶空—气相色谱法》明确规定卷烟包装纸的具体检测方法。

1.检测原理与条件

对烟包的检测是采用顶空-气相色谱（HS-GC）分析来实现的。包装安全

顶空分析法是通过分析样品基质上方的气体组分来测定这些组分在样品中的含量。由于样品中的组分会溶解在基质中，因此对组分的平衡状态会产生影响，溶解度越大的组分印刷包装城，其影响也越明显。而影响组分的平衡状态主要有平衡温度和平衡时间两个因素，需要综合考虑不同平衡温度和平衡时间，标准中规定了合理的平衡温度 80℃和平衡时间 45min。实验室采用的是静态顶空法，也就是说，压力变化会影响组分的挥发量人民币，为此，实验确定了合理加压压力为 138kPa。

2.检测仪器

检测仪器为顶空仪和气相色谱仪。常用的是安捷伦 7694E 顶空仪和安捷伦 6890/7890 GC 工作站。

3.检测准备

《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的测定

顶空—气相色谱法》规定了标样配制方法、所用的仪器及条件、抽样方法、定性定量分析、精密度和准确度等。检测前必须准备 16 种有机化合物的分析纯标样以及基质校正剂，配制 5 个级别标准溶液，配备实验所需的有关辅助工具，更换 VOC 毛细管柱并老化处理商业印刷，设定仪器的运行条件或程序，进行标样定性定量分析等。

4.产品的 VOC 检测

按抽样方法和试样的制备要求，分别对硬盒包装纸、软盒包装纸和条包装纸截取相应面积的试样放入顶空瓶中，加入 1ml 三醋酸甘油酯密封进行检测。实验时由顶空仪自动进样，以确保进样的准确性和进样组分与样品瓶中组分的一致性；组分经毛细管柱分离后其他，经火焰离子检测器（FID）形成不同的信号峰，经数据分析得到不同 VOC 的实际含量值。顶空仪运行的总时间为 46.45min，气相色谱仪运行时间为 52min，实验全过程共运行 98.45min。

高保真印刷

5.检测操作注意事项

(1)产品试样制备应在常温、常压下进行，制样应快速准确 EFI，并确保样品不受污染。输纸

(2)实验室内不应摆放相关 VOC 溶剂或制品，实验人员应佩戴防护手套以保证安全。

(3)抽样时，平张的条、盒包装纸随机抽取一包，制备试样时应在低温、低湿和低风速的条件下进行，截取的样品应覆盖色彩丰富或色块较多的区域术语，且保证样品总面积不变。

(4)截取产品的试样卷成筒状，印刷面要朝里，试样不要卷得太紧，需要折叠时印刷面朝外，放入顶空瓶时中间位置要空出凹印，以便取样针插入。

(5)配制标准溶液时，先称挥发性较弱的 VOC，后称挥发性较强的 VOC，最后称量毒性较强、用量最少的苯系物。配制过程不能在通风较好的环境下进行。

(6)样品必须进行两次平行测定并取平均值，以避免由于异常测定结果而造成误判。

(7)长时间实验时发展史，会造成三醋酸甘油酯堵塞毛细管。因此，建议每检测十几个样品时，应插入一个清洗样对色谱柱管道进行清洗，以确保实验的准确性和有效性。通常选择乙醇作为清洗剂。若清洗后实验的重复性和再现性仍较差，建议老化色谱柱。

6.检测结果存在差异的影响因素

不同检测单位在检测同一产品的 VOC 残留时知识产权，所得检测结果可能存在一定差异，其主要受以下因素的影响。

(1)制定的标准溶液存在偏差（包括化学试剂的纯度、称量的精准度、操作误差等）； 出版印刷

(2)使用的色谱柱不同，或色谱柱使用的时间过长；

(3)定量分析存在差异；

(4)抽样方式和制备试样方法存在差异；

(5)实验条件不同。

卷烟包装纸的 VOC 控制方法

卷烟生产厂家对烟包的 VOC 要求较为严格色序，对交付使用的每批烟包产品都要进行抽样检测，若发现不合格则做出退货处理。因此，烟包印刷企业检测与控制烟包 VOC 的工作任重道远。影响烟包 VOC 含量的因素包括：印刷基材和其他辅料、油墨的组成与特性、印刷面积和墨量、印刷条件（如印刷速度、干燥温度等）与储存环境、储存时间等。制定烟包的 VOC 控制方法主要从以下因素着手。

1.改进油墨配方与生产工艺

要控制好烟包中的 VOC 含量，首先应从油墨及其调配着手。因为油墨是烟包 VOC 的主要来源，做好此项工作是 VOC 控制的关键一步。胶印机

物的测定》行业标准实施前商业轮转在中国，对烟包产品中使用的油墨溶剂等的组分基本不作要求。标准实施后，对油墨溶剂等做出相应的要求。例如，原来使用苯类溶剂调配油墨，现改用无苯的醇酯溶型油墨。

改进油墨配方的最根本依据是限量指标。对于否决项的苯应拒绝使用，而限量严格的甲苯、乙苯、二甲苯等苯系物和酮类也应避免使用，应提倡使用醇酯型油墨和水基型油墨。使用溶剂调配油墨时，正丁醇、异丙醇以及丁酯等限量较低的溶剂要控制使用，应尽量使用限量较高的溶剂如乙醇、正丙酯等。

实际应用时，还可根据需要选择溶解性能和干燥速度等接近的溶剂来代替容易超标溶剂。同时改进印刷条件，如适当加大干燥温度和抽风量教育，加大生产环境的空气流通，以使产品的残留溶剂充分挥发。

对生产中使用的油墨或溶剂进行改进或替换时，都应对产品的 VOC 含量进行检测，了解各种组分的含量值，以便找到更适用的工艺配方。

2.全过程不同环节的监控

做好烟包中的 VOC 控制评奖，需要从原材料采购、入库至投入生产以至烟包产品出厂等全过程进行全面监控，包括对不同环节的产品和不同原辅材料进行检测和监控。制版

包装和仓储环节，但抽样检测的重点应放在印刷环节，对正在生产的产品进行抽样检测的目的是做到及时发现问题及时处理。对上述 3 个环节的产品检测结果进行数据分析，建立相应数据资料便于查索平装无线胶订联动线装机量调查，以掌握产品 VOC 的含量变化情况，建立各种产品不同环节所对应的 VOC 含量图，使整个过程的烟包 VOC 控制清晰有效。对于印刷环节检测超标的但经过检验包装及仓储环节后合格的产品，要清楚掌握其印刷时可允许的最大超标限值，以便有效地控制烟包的最终 VOC 含量。

实际检测发现烟包有超标情况时展会，应对烟包的组成色序进行逐一排查，对查出超标或容易超标的色序进行重点改进和监控。

(2)原材料监控。原材料监控主要包括纸张、油墨、溶剂以及助剂等的监控。通过检测和监控，避免不合格的原材投入使用，从源头上控制 VOC 含量，保证原材料满足使用要求。上海电气

造中使用表面涂层和复合胶裁员，因而纸张中或多或少地含有残留溶剂，实际检测时我们发现纸张中含有不同程度的苯类物质，它们会对烟包 VOC 的含量产生一定影响，因此对纸张进行监控不容忽视。

油墨是烟包中残留有机溶剂的主要来源，应列为 VOC 控制的重点。一般油墨的 VOC 检测方式大致分为两种：①检测印刷样品的溶剂残留量；②直接检测油墨的溶剂含量。油墨生产厂家通常采用前者数码印刷印后加工，而烟包印刷企业多用后者。无论采用何种方式，最终应以满足烟草行业标准为准则。

目前还没有关于油墨 VOC 的检测方法与限量指标的国家标准。烟包印刷企业应参照烟草行业限量指标标准，并结合本企业烟包 VOC 的检测情况，综合考虑和制定合理的油墨 VOC 控制方案与限量指标。标准的操作性要强，以便双方均能接受设备，否则，定得太严，油墨厂家不易接受；定得太宽，不利于烟包自身的 VOC 总体控制。要制定适用的油墨 VOC 限量指标，还得不断摸索 CTP，并与油墨企业交流合作，共同做好相关方面的工作。

3.合理安排生产，延长存放时间

我们对不同储存时间的烟包进行 VOC 检测，发现其含量随时间增长而减少的(如图 1 所示)。减少最明显的时间段是 1~11 天。因此应合理安排生产，尽可能使烟包存放时间超过 11 天上海光华，这样有利于残留溶剂的挥发，使烟包的 VOC 达到指标要求。

裁员

图 1 烟包 VOC 含量随时间变化走势版式设计

4.储存环境

应注意储存环境的温湿度，尽量保持低湿度并保持通风，这样有利于烟包残留溶剂的挥发，降低 VOC 含量。

总之地图印刷，烟包的 VOC 含量作为一项新的检验控制项目，是我们烟包印刷的新课题，也是烟包环保发展的需求。我们要从改良生产工艺，不断提高印刷技术水平出发，配合烟草行业各项标准的推行乳品包装，做好烟包的 VOC 检测与控制工作，这是烟包印刷企业的一项长期而艰巨的任务。