


烟用材料 化学分析

李中皓 牛佳佳 | 主编

Chemical
Analysis of
Material
for Tobacco
Products



 中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

烟用材料 化学分析

李中皓
牛佳佳 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

烟用材料化学分析/李中皓, 牛佳佳主编. --北京: 中国轻工业出版社, 2020. 5

ISBN 978-7-5184-2734-5

I. ①烟… II. ①李… ②牛… III. ①卷烟—材料—化学分析
IV. ①TS452

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 031262 号

责任编辑: 张 靛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 砚祥志远 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2020 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 18.75

字 数: 370 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-2734-5 定价: 78.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

190910K1X101ZBW

本书编写人员

主 编 李中皓 牛佳佳

副主编 范子彦 杨 飞 刘珊珊 邓惠敏

编 委 朱风鹏 杨 进 范多青 贺 琛

叶长文 陈 宸 王 源 王庆华

张建平 曹昌清 王 菲 张承明

边照阳 王 颖 赵 乐 王洪波

王加忠 焦 俊 罗 嘉 郭丽娟

主 审 唐纲岭

序言

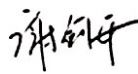
P R E F A C E

“提高烟草制品的质量”是《中华人民共和国烟草专卖法》的明确要求。作为卷烟不可或缺的重要组成部分，烟用材料的科技进步，在一定程度上体现了烟草科技的发展水平。自 20 世纪 90 年代开始，中国烟草行业就开始搭建烟用材料相关产品的烟草行业标准体系，旨在规范相关产品的技术要求，满足加工适应性和保障产品质量安全。

检验检测是烟用材料行政监管体系的重要依托。烟用材料检测是卷烟消费品质量安全控制、监督、评价的技术基础。当前，烟用材料质量检测是化学分析、物理分析和生物分析技术的有机统一，物理分析侧重于相关产品物理性能的测试，生物分析侧重于有害微生物的筛查和相关产品生物毒理学评价，化学分析侧重解决烟用材料安全卫生指标的检测，其中尤以有害化学污染物的分析为主要组成。

李中皓副研究员和牛佳佳高级工程师长期从事化学分析方法研究、分析方法标准制修订、标准物质研制、能力验证计划实施、实验室管理以及测试结果统计应用等工作。作者与其同事将这些经验与烟用材料化学分析这一主题联系起来，总结并撰写了该书。该书总结了烟用材料相关产品标准、介绍了化学分析方法验证与确认、实验室比对与能力验证、标准物质的基础知识，解读了 7 个典型的化学检测方法。其中该书采用了大量烟用材料化学检验的实例和原始数据，使该书具有很好的可读性、参考性和实践性。

该书的出版，有助于烟用材料乃至烟草制品领域的分析测试工作者、实验室管理人员、产品质量控制人员掌握烟用材料的标准要求，学习化学分析相关基础知识，了解与烟用材料能力验证与标准物质的评价技术，提升相关领域工作者的实践能力与管理水平。



中国工程院院士

2019 年 7 月

前言

P R E F A C E

烟用材料是指除烟草之外，在烟草制品加工和包装过程中所使用的材料。烟用材料是卷烟产品的重要组成部分和卷烟降焦减害技术的重要载体。烟用材料的检测是卷烟消费品质量和安全控制、监督、评价的技术基础，是贯彻执行烟用材料产品标准的保证。当前，烟用材料的质量检测是化学分析技术、物理分析技术的有机统一，物理分析侧重于相关产品物理性能的测试，化学分析则侧重解决烟用材料安全卫生指标的检测。随着检测分析仪器和科学技术的发展，色谱、质谱、光谱等分析技术在烟草检验领域应用日益广泛和成熟，所建立的相关检测方法为烟草行业的产品质量监督和风险预警防控工作提供了有力保证。

本书共分为五章。第一章分类介绍了主要烟用材料产品及其基本特点，梳理了相关产品标准与检测方法标准的变迁和要求；第二章介绍了化学分析方法验证与确认的基础知识与评价方式方法，并以烟用材料化学检验领域的实例进行了有针对性的解读和说明；第三章介绍了实验室比对与能力验证的基础知识，并着重介绍了相关评价的常用统计方法；第四章介绍了标准物质的相关概念和基础知识，并介绍了三种烟用材料化学分析用的国家标准物质；第五章对烟用材料现行的相关检测方法标准进行了释义解读，并介绍了七种烟用材料典型的化学检测方法。

本书内容丰富、全面，技术说明详尽、细致，具有较强的科学性、知识性、实用性和参考性。应用大量烟用材料化学检验领域的实例对国家标准和实验室认可等系列文件进行解读，是本书编写的一大亮点。

本书可作为烟用材料化学检验基础知识的科普性教材和工具书。

本书在编写过程中得到了国家烟草质量监督检验中心、中国烟草标准化研究中心、郑州烟草研究院、上海烟草集团有限责任公司、云南中烟、福建中烟、河南中烟、贵州中烟、湖南中烟等单位专家和技术人员的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！本书在编写过程中查阅参考了大量的国内外相



关领域的标准、论文、论著和研究成果，在此谨表谢意。

由于时间仓促及编者水平的限制，本书难免有不当之处，恳请读者给予批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

第一章 烟用材料及其产品标准 / 1

第一节 概述 / 1

第二节 卷烟纸 / 2

一、定义 / 2

二、产品简介 / 2

三、产品标准 / 4

四、产品检验 / 6

第三节 滤棒成型纸 / 7

一、定义 / 7

二、产品简介 / 7

三、产品标准 / 8

四、产品检验 / 9

第四节 烟用接装纸 / 11

一、定义 / 11

二、产品简介 / 12

三、产品标准 / 13

四、产品检验 / 15

第五节 烟用内衬纸 / 16

一、定义 / 16

二、产品简介 / 16

三、产品标准 / 19

四、产品检验 / 21

第六节 烟用框架纸 / 22



- 一、定义 / 22
- 二、产品简介 / 22
- 三、主要技术指标 / 23
- 四、产品检验 / 24
- 第七节 卷烟条与盒包装纸 / 25
 - 一、定义 / 25
 - 二、产品简介 / 25
 - 三、产品标准 / 30
 - 四、产品检验 / 33
- 第八节 烟用封签纸 / 35
 - 一、定义 / 35
 - 二、产品简介 / 35
 - 三、主要技术指标 / 36
 - 四、产品检验 / 36
- 第九节 烟用拉线 / 37
 - 一、定义 / 37
 - 二、产品简介 / 37
 - 三、产品标准 / 38
 - 四、产品检验 / 39
- 第十节 瓦楞纸箱 / 41
 - 一、定义 / 41
 - 二、产品简介 / 41
 - 三、产品标准 / 43
 - 四、产品检验 / 44
- 第十一节 烟用胶 / 46
 - 一、定义 / 46
 - 二、产品简介 / 47
 - 三、水基胶 / 48
 - 四、热熔胶 / 55
 - 五、淀粉胶 / 59
- 第十二节 烟用三乙酸甘油酯 / 65

- 一、定义 / 65
- 二、产品简介 / 65
- 三、产品标准 / 68
- 四、产品检验 / 70
- 第十三节 香精香料 / 71
 - 一、定义 / 71
 - 二、产品简介 / 72
 - 三、产品标准 / 73
 - 四、产品检验 / 75
- 第十四节 烟用丝束 / 75
 - 一、定义 / 75
 - 二、产品简介 / 76
 - 三、产品标准 / 81
 - 四、产品检验 / 82
- 第十五节 相关标准索引 / 83
 - 参考文献 / 87

.....

第二章 化学分析方法验证确认 / 90

- 第一节 概述 / 90
- 第二节 灵敏度 / 90
 - 一、定义 / 90
 - 二、灵敏度的评价 / 91
- 第三节 检出限和定量限 / 93
 - 一、定义 / 93
 - 二、检出限和定量限的评价 / 93
 - 三、易混淆的两组概念 / 99
- 第四节 线性和校准曲线 / 99
 - 一、定义 / 99
 - 二、线性和工作范围的评价 / 100
 - 三、校准直线函数的估计 / 100



- 四、基质效应的评价 / 103
- 第五节 回收率 / 108
 - 一、定义 / 108
 - 二、回收率评价 / 108
 - 三、回收率评估的三点注意事项 / 111
- 第六节 准确度 / 112
 - 一、定义 / 112
 - 二、准确度概念的理解 / 113
 - 三、精密度的评价 / 114
 - 四、正确度的评价 / 121
- 第七节 选择性 / 123
 - 一、定义 / 123
 - 二、选择性的评价 / 123
- 第八节 稳定性 / 126
 - 一、定义 / 126
 - 二、稳定性试验设计 / 126
 - 三、稳定性的统计检验 / 127
- 第九节 耐用性 / 129
 - 一、定义 / 129
 - 二、耐用性试验的因素 / 130
 - 三、耐用性试验设计 / 131
 - 四、耐用性试验结果的计算与评价^[32] / 132
- 第十节 测量不确定度 / 134
 - 一、定义 / 134
 - 二、测量不确定度评定方法介绍 / 134
 - 三、GUM 法 / 135
 - 四、精密度法 / 143
- 第十一节 确认验证方法特性参数的选择 / 146
 - 一、方法确认的典型特性参数 / 146
 - 二、方法验证的典型特性参数 / 147
- 参考文献 / 148



第三章 实验室比对与能力验证 / 151
第一节 概述 / 151
第二节 能力验证 / 152
一、能力验证规则 / 152
二、能力验证物品的均匀性和稳定性 / 153
三、指定值 / 160
四、能力评定标准差 / 162
五、能力统计量 / 165
六、能力评定 / 167
七、能力验证结果的利用 ^[14] / 167
八、两个关系的理解 / 169
九、需要关注的问题 / 170
第三节 测量审核 / 171
一、测量审核的特点 / 171
二、测量审核结果的评定 / 171
第四节 实验室比对的其他统计评定方法 / 173
一、重复性限和再现性限 / 173
二、实验室内两组测量结果的比对 / 174
三、两个实验室内两组测量结果的比对 / 175
四、一个实验室结果与参照值的比对 / 177
五、多个实验室结果与参照值的比对 / 177
参考文献 / 178

第四章 烟用材料化学分析用标准物质 / 180
第一节 标准物质概述 / 180
一、标准物质的定义 / 180
二、标准物质在分析测试中的用途 / 182
三、我国标准物质的定级 / 183



- 四、标准物质证书 / 184
 - 第二节 三乙酸甘油酯中 21 种有机化合物溶液标准物质 / 185
 - 一、简介 / 185
 - 二、研制过程 / 185
 - 三、使用方法 / 187
 - 第三节 三乙酸甘油酯纯度标准物质 / 188
 - 一、简介 / 188
 - 二、研制过程 / 189
 - 三、使用方法 / 190
 - 第四节 邻苯二甲酸酯类混合溶液标准物质 / 190
 - 一、简介 / 190
 - 二、研制过程 / 191
 - 三、使用方法 / 194
 - 参考文献 / 194
-

第五章 烟用材料相关化学检测 / 196

- 第一节 概述 / 196
- 第二节 溶剂残留的测定 / 196
 - 一、简介 / 196
 - 二、顶空技术 / 197
 - 三、方法介绍 / 199
- 第三节 无机元素的测定 / 225
 - 一、简介 / 225
 - 二、样品前处理 / 227
 - 三、原子吸收光谱技术 / 229
 - 四、原子吸收光谱方法介绍 / 231
 - 五、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)技术 / 233
 - 六、ICP-MS 方法介绍 / 238
 - 七、石墨炉原子吸收光谱法介绍 / 241
- 第四节 烟用水基胶甲醛的测定 / 246



一、简介 /	246
二、原理概述 /	248
三、方法介绍 /	250
第五节 聚丙烯丝束滤棒中邻苯二甲酸酯的测定 /	255
一、简介 /	255
二、原理概述 /	256
三、方法介绍 /	256
第六节 烟用三乙酸甘油酯含量的测定 /	264
一、简介 /	264
二、原理概述 /	264
三、方法介绍 /	265
第七节 烟用三乙酸甘油酯酸度的测定 /	268
一、简介 /	268
二、常规酸碱滴定法 /	269
三、自动电位滴定法 /	271
第八节 烟用丝束残余丙酮含量的测定 /	277
一、简介 /	277
二、原理概述 /	277
三、方法介绍 /	278
参考文献 /	281

第一章

烟用材料及其产品标准

第一节 概述

烟用材料（Material for tobacco products）是指除烟草之外，在烟草制品加工和包装过程中所使用的材料。烟用材料是生产卷烟产品不可或缺的重要组成部分，在卷烟产品开发、产品结构调整、减害降焦等领域发挥着重要作用，同时，烟用材料的产品质量和生产成本直接影响着卷烟产品的质量和成本。

烟用材料的类别很多，按照不同的分类方式有不同的分类结果。按照大类来分，烟用材料可分为卷烟用纸、卷烟包装材料、烟用胶、烟用三乙酸甘油酯、烟草添加剂、烟用丝束等 6 个大类，每一大类又有不同的分支，共计 17 小类，具体见表 1-1。

表 1-1 烟用材料分类

类别	名称
卷烟用纸	卷烟纸
	滤棒成型纸
	烟用接装纸
卷烟包装材料	烟用内衬纸
	烟用框架纸
	卷烟条与盒包装纸
	烟用封签纸
	烟用包装膜
	烟用拉线
	瓦楞纸箱



续表

类别	名称
烟用胶	烟用水基胶
	烟用热熔胶
烟用三乙酸甘油酯	烟用三乙酸甘油酯
烟草添加剂	香精香料
	其他功能性添加剂
烟用丝束	二醋酸纤维丝束
	聚丙烯纤维丝束

第二节 卷烟纸

一、定义

根据 GB/T 18771.3—2015 《烟草术语 第3部分：烟用材料》^[1]，卷烟纸的定义如下：

卷烟纸 (cigarette paper) ——用于包裹烟丝成为卷烟烟支的专用纸。

机制雪茄烟纸 (cigar wrapper) ——用于卷制机制雪茄烟的卷烟纸。

低引燃倾向卷烟纸 (low ignition propensity cigarette paper) ——按一定方式添加阻燃材料，以便控制卷烟自由燃烧倾向且能满足引燃性能测试规定要求的卷烟纸。

低侧流烟气卷烟纸 (sidestream smoke reducing cigarette paper) ——含有某些特殊成分，能以吸附、分解等方式控制卷烟侧流烟气释放量的卷烟纸。

二、产品简介

1. 品类

卷烟纸是一种专供包卷烟草制作香烟的薄页型纸。卷烟纸纸质洁白（白度为 82%~87%），柔软细腻，不透明度高，具有较高的纵向抗张强度、一定的透气性和适宜的燃烧速度。卷烟纸的主要原料是漂白麻浆，也掺用部分漂白木浆或草浆，经高黏状打浆、加填（碳酸钙）和少量助燃剂（用以协调卷烟纸和烟草丝的燃烧速度），在长网造纸机上抄造后，切卷成盘。纸面上有罗



纹印记（由机上水印辊或机外干压辊压成），以增加透气度和改善外观。

通常按照卷烟纸的种类、定量、透气度、燃烧性、罗纹、原料、特殊要求等项目对卷烟纸品种进行分类，如表 1-2 所示。

序号	项目	内容
1	种类	机制用纸：按质量等级分为 A、B、C 三等 手工用纸：通常为平张卷烟纸
2	定量	24~47g/m ² ；国内常用 26.5~30g/m ²
3	透气度	25~200CU
4	燃烧性	按燃烧性能分为普通卷烟纸和快燃卷烟纸等
5	罗纹	按罗纹方式分为横罗纹、竖罗纹、斜罗纹、格罗纹、无罗纹等
6	原料	按原料组成为木浆（W）、麻浆（F）、混合浆（M）等
7	特殊要求	按卷烟个性品种要求，分为彩色、香味等

注：定量是指每一平方米纸或纸板的质量，以 g/m² 表示。

透气度是指物体或介质允许气体通过的程度，可以通过测量单位体积或截面在单位时间和特定压力下透气量的大小而获得数值。

除此之外，还有专供雪茄生产的机制雪茄烟纸，以及近年来出现的一些具有特殊功能的卷烟纸，如低引燃倾向卷烟纸和低侧流烟气卷烟纸。低引燃倾向卷烟纸是通过一定方式在纸基中添加阻燃材料，以便控制卷烟自由燃烧倾向但仍具备基本的引燃性能的卷烟纸。低引燃倾向卷烟纸是在低引燃倾向卷烟（Low Ignition Propensity cigarette，简称 LIP 卷烟）上使用的功能性卷烟纸。许多国家和地区（如加拿大、美国、澳大利亚、欧盟、南非、新西兰、韩国等）已经制定或正在制定 LIP 卷烟的相关法规，以求减少卷烟引燃其他物品的可能性^[2]。目前，低引燃卷烟纸生产采用的最广泛方法是在卷烟纸上涂布阻燃带（见图 1-1），通过减少氧气的传输来达到卷烟熄灭的目的。

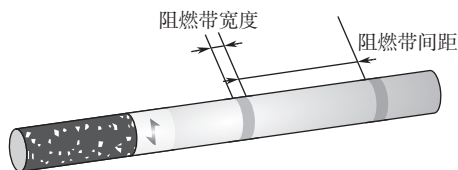


图 1-1 卷烟纸阻燃带示意图