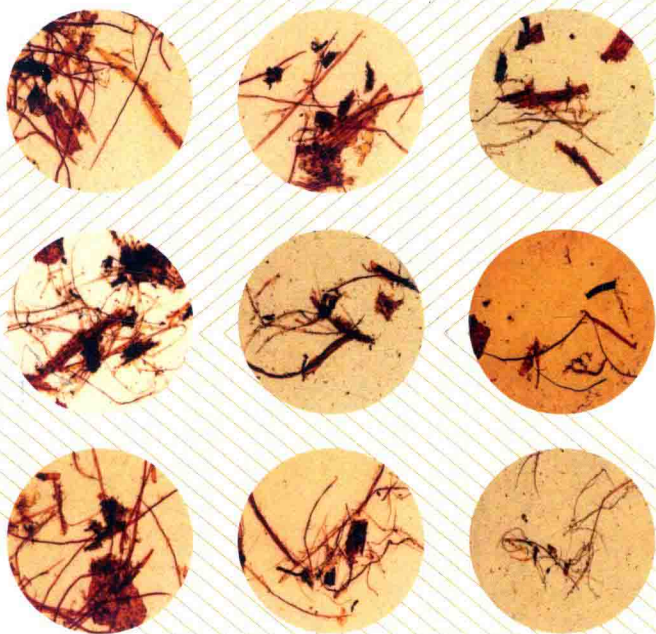


Stable Quality of
Reconstituted Tobacco
Technology

再造烟叶 质量稳定技术

■ 王文领 李华雨 主编



化学工业出版社

Stable Quality of
Reconstituted Tobacco
Technology

再造烟叶 质量稳定技术

■ 王文领 李华雨 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

造纸法再造烟叶在减害降焦、调控卷烟化学成分等方面具有天然烟叶不可比拟的优势,是目前国内外烟草行业研究和关注的重点。本书系统介绍了实现再造烟叶产品质量稳定、可控的整套技术,包括原料预处理及均匀混配技术、提取液和浓缩液物理质量稳定控制技术、再造烟叶重要化学成分在生产中的传递、制浆稳定性影响因素分析、抄造稳定性影响因素分析、涂布稳定性影响因素分析、DCS系统控制技术、技术集成应用等内容。

本书可供烟草行业的研究开发人员、生产技术人员以及再造烟叶从业人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

再造烟叶质量稳定技术/王文领,李华雨主编. —北京:
化学工业出版社, 2016.4

ISBN 978-7-122-26310-0

I. ①再… II. ①王…②李… III. ①烟叶-产品质量-
研究 IV. ①TS47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 031832 号

责任编辑:傅聪智

责任校对:王 静

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京京华虎彩印刷有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张20 $\frac{3}{4}$ 字数395千字 2016年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:150.00 元

版权所有 违者必究

造纸法再造烟叶在减害降焦、调控卷烟化学成分等方面具有天然烟叶不可比拟的优势，是目前国内外烟草行业研究和关注的重点。国家烟草专卖局于2012年将造纸法再造烟叶技术升级列入烟草行业重大科技专项进行研究。提高产品质量稳定性技术是再造烟叶行业的重要核心技术，也是造纸法再造烟叶技术升级重大专项的重要研究内容之一。

提高产品质量稳定性技术研究涉及造纸工艺学、有机化学、分析化学、有机化工、烟草工艺学、天然产物分离学等多个学科，是一个多学科交叉的研究方向。为进一步促进再造烟叶产品质量稳定的基础研究、应用研究、成果推广等工作，河南卷烟工业烟草薄片有限公司根据国家烟草专卖局的整体安排，在提高产品质量稳定性工艺技术研究项目基础上，编撰了《再造烟叶质量稳定技术》一书。全书共分9章，包括绪论、原料预处理及均匀混配技术、提取液和浓缩液物理质量稳定控制技术、再造烟叶重要化学成分在生产中的传递、制浆稳定性的影响因素分析、抄造稳定性影响因素分析、涂布稳定性影响因素分析、DCS系统控制技术、技术集成应用等内容，可为烟草行业的从业人员提供实用参考。

各章撰稿人：第1章，李华雨；第2章，卫青、樊新顺、刘维涓、宁夏；第3章，王小飞、田晓辉、张利涛；第4章，李华雨、田泱源、常岭、杨海健；第5章，严新龙、李新生、宋成剑；第6章，王文领、王宁、杨锋；第7、第8章，傅源峰、李正勇、周兵；第9章，王文领、李华雨、尚峰。全书由李华雨、王文领主编和统稿。

本书在编撰过程中，得到了国家烟草专卖局、广东省金叶烟草薄片技术开发有限公司、云南瑞升烟草技术（集团）有限公司、上海烟草集团太仓海烟烟草薄片有限责任公司的大力支持，河南卷烟工业烟草薄片有限公司技术中心的青年科技人员为本书的编写工作提供了大量的数据，在此表示衷心的感谢。

限于笔者的水平，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编者

2016年1月

第1章 绪论 001

1.1 再造烟叶质量稳定技术背景	001
1.2 国内外再造烟叶的研究进展	002
1.2.1 再造烟叶原料均匀性	003
1.2.2 再造烟叶化学质量	003
1.2.3 再造烟叶物理性能控制技术	005

第2章 原料预处理及均匀混配技术 009

2.1 原料抽样方法	009
2.1.1 再造烟叶原料抽样设计和方案	009
2.1.2 再造烟叶原料抽样量规律分析和抽样方法确定	023
2.2 单等级原料现状及均匀性判定方法	026
2.2.1 材料与方法	026
2.2.2 单等级烟梗原料长度均匀性较差	027
2.2.3 单等级烟末原料外观指标均匀性较差	027
2.2.4 单等级烟末原料化学指标均匀性较低	028
2.2.5 单等级原料均匀性判定指标和方法	031
2.3 原料预处理技术	031
2.3.1 原料系统分类应用技术	031
2.3.2 原料预混处理技术	035
2.4 再造烟叶原料上料现状及批次间配方原料均匀性	035
2.4.1 材料与方法	035
2.4.2 运行现状及结果与分析	037
2.4.3 原料混配设备开发与应用	041
2.4.4 配方原料对比	043
2.5 混配投料集成技术	045
2.6 本章总结	045

第3章 提取液、浓缩液物理质量稳定控制技术 046

3.1 提取液、浓缩液物理质量稳定性影响因素分析	046
--------------------------------	-----

3.1.1	提取液物理质量稳定性分析	046
3.1.2	浓缩液物理质量影响因素分析	049
3.2	关键因素调控技术	055
3.2.1	固液分离效率稳定控制技术	055
3.2.2	提取液净化技术	057
3.2.3	提取液、浓缩液物理质量控制集成技术	066
3.3	控制技术在生产过程中的应用	066
3.3.1	提取液物理质量稳定性情况	066
3.3.2	浓缩液物理质量稳定性情况	069
3.4	本章总结	070

第4章 再造烟叶重要化学成分在生产中的传递

071

4.1	主要生产工序中烟草重要成分的检测方法	071
4.1.1	常规化学成分的检测方法	071
4.1.2	挥发性/半挥发性成分 GC-MS 和 GC-FID 检测方法的建立	073
4.1.3	挥发性/半挥发性成分 GC-TOFMS 检测条件	078
4.1.4	胶黏物质含量的检测方法	078
4.2	提取工艺参数对重要成分提取量及稳定性的影响	081
4.2.1	烟梗提取条件对钾氯比的影响	081
4.2.2	洗梗工序与常规化学成分	085
4.2.3	提取条件对提取率和挥发性/半挥发性成分的影响	091
4.2.4	提取液储存条件对烟草重要成分稳定性的影响	106
4.3	浓缩工艺参数对产品质量和重要成分稳定性的影响	129
4.3.1	浓缩工艺参数对产品质量的影响	129
4.3.2	浓缩液储存条件对烟草重要成分稳定性的影响	141
4.4	生产主要工序中重要成分的传递	162
4.4.1	提取、浓缩等主要工序中常规化学成分的传递	162
4.4.2	提取、浓缩等主要工序中挥发性/半挥发性成分的传递	163
4.4.3	基片、涂布、烘箱等主要工序中常规化学成分的传递	179
4.4.4	基片、涂布、烘箱等主要工序中挥发性/半挥发性成分的传递	180
4.4.5	主要工序液体物质中胶黏物质传递的研究	194
4.5	技术在生产中的应用	195
4.5.1	提取液中挥发性/半挥发性成分含量和稳定性分析	195
4.5.2	浓缩液的挥发性/半挥发性成分含量和稳定性分析	212
4.6	本章总结	224

5.1 不同种类原料制浆的性能	225
5.2 制浆工艺方式的选择	228
5.2.1 不同制浆工艺方式对比分析	228
5.2.2 原料配比制浆控制技术	232
5.3 制浆稳定性控制技术	234
5.3.1 烟梗解纤控制技术	235
5.3.2 梗末混合制浆控制技术	235
5.4 本章总结	243

6.1 抄造稳定性影响因素	244
6.1.1 脱水速率的影响	244
6.1.2 上浆浓度对基片匀度的影响	245
6.1.3 压榨压力对基片松厚度的影响	247
6.1.4 烘干温度对基片松厚度的影响	249
6.2 抄造工艺稳定性控制技术	251
6.2.1 抄造工艺技术集成	251
6.2.2 抄造工艺参数控制	251
6.2.3 工艺设备结构	252
6.2.4 抄造控制在生产中的运用	255
6.3 本章总结	256

7.1 影响再造烟叶产品涂布率的因素剖析	257
7.1.1 实验室正交试验	258
7.1.2 施胶辊间隙与涂布率之间的关系	260
7.1.3 涂布过程中涂布液黏度与时间的关系	261
7.1.4 涂布液黏度逐渐增大的因素剖析	261
7.2 涂布率稳定控制技术	265
7.2.1 基片性能对涂布率稳定的控制	265
7.2.2 涂布辊间隙稳定涂布率的控制技术	266
7.2.3 涂布液回流技术控制涂布液质量的稳定	268
7.3 涂布液质量稳定性控制技术生产线运用	273
7.4 本章总结	275

第 8 章 DCS 系统控制技术

276

8.1 提取工段自动化控制体系建立	276
8.1.1 确定控制点位	276
8.1.2 控制逻辑及程序设计	278
8.1.3 提取浓度控制	279
8.1.4 提取时间控制	281
8.1.5 提取温度控制	282
8.1.6 DCS 系统的应用设计	282
8.1.7 SPC 分析控制软件的接入	285
8.2 涂布关键控制技术	290
8.2.1 技术路线	290
8.2.2 高精度控制技术	291
8.3 本章总结	297

第 9 章 技术集成应用

298

9.1 影响产品质量稳定性的关键控制参数	298
9.2 生产线成果验证	299
9.2.1 提取液可调可控	299
9.2.2 高精度高涂布率工艺效果验证	300
9.2.3 涂布率可调可控效果验证	300
9.2.4 产品质量验证	302

参考文献

320

1

第 1 章 绪论

目前烟草行业提出“卷烟上水平”的重大任务，积极实施减害降焦战略，在减害降焦技术上取得新突破是行业产品发展和科研工作的重要内容。造纸法再造烟叶在减害降焦、调控卷烟化学成分等方面具有天然烟叶不可比拟的优势，是目前国内外烟草行业研究和关注的重点，国家烟草专卖局于 2012 年将造纸法再造烟叶技术升级列入烟草行业重大科技专项进行专项研究。随着烟草行业“卷烟上水平”工作的深入推进，特别是品牌发展上水平和技术创新上水平的实施，对提升卷烟品牌价值、减害降焦、产品质量安全等提出了更高的要求，造纸法再造烟叶作为解决这些问题的重要手段之一，被赋予了更高的责任和使命。

1.1 再造烟叶质量稳定技术背景

国内自 20 世纪 90 年代后期开始工业化的造纸法再造烟叶技术的研究与开发，国产造纸法再造烟叶生产技术从无到有，首先形成了广东金叶烟草薄片技术开发有限公司、杭州利群环保纸业有限公司、云南瑞升烟草技术（集团）有限公司三家研发基地，建成了三条中试线。各中试线在生产工艺上做了大胆尝试和深入研究，其成果应用于生产实践，形成了各有特色的工艺路线和设备配置，在此基础上，实现了快速发展、深度开发，形成了年产 9 万吨的规模，车速由 70m/min 到 120m/min，再造烟叶质量得到了整体提升并规模化应用。2010 年，国产造纸法再造烟叶使用量已达 7.94 万吨，按照 4708 万箱卷烟总量计算，在卷烟叶组配方中的平均应用比例达到 5.6%。

卷烟工业企业对造纸法再造烟叶的应用水平进一步提升，国产造纸法再造烟叶在卷烟产品中的应用范围不断拓宽，逐步从低档四、五类卷烟应用到高档一、

二类卷烟,配方比例逐步加大。特别是2009年以来,行业提出要加快培育以“高香气、高品质、低焦油、低危害”为主导的品牌体系,到2015年要实现“卷烟盒标焦油不高于10mg/支,卷烟危害性指数不高于9.0”的目标,进一步推动了造纸法再造烟叶的应用。

面对这种新形势、新任务和新要求,当前国产造纸法再造烟叶工艺技术水平 and 产品质量水平尚有明显不足。一是工艺技术方面,目前生产能力超过1万吨/年的生产线的平均生产车速为100m/min,平均原料利用率为65%,低于145m/min、78%的国际平均水平,且水耗和能耗明显偏高;二是产品质量方面,国产造纸法再造烟叶产品的产品质量稳定性有待加强,常规化学指标批内、批间波动平均在12%、16%左右,理化指标的调控能力明显不够;三是产品特性方面,CO释放量偏高,具有降焦减害、增香保润等特殊性能的功能性再造烟叶的开发不足,在一定程度上影响了产品在中式卷烟中的应用比例和应用档次。随着烟草行业对卷烟制品低焦、低害需求的不断加大^[1],再造烟叶作为卷烟降焦减害的重要措施之一,将会更大规模地应用到卷烟配方中^[2]。如何有效提高再造烟叶产品质量的稳定性,实现理化指标的可调可控是目前国产造纸法再造烟叶面临的一个重大课题。

造纸法再造烟叶加工工艺是按原料配方要求,将烟末、烟梗等原料用水浸泡萃取后,分解为可溶性物质和不溶性物质,不溶性物质以类似造纸的方法制成像纸一样的基片,然后在基片上加入经浓缩后的可溶性物质和添加剂,干燥后形成产品。因此,再造烟叶批次间原料的均匀性、生产过程关键工艺指标的稳定性及设备参数的可控性是决定再造烟叶产品批内、批间质量稳定性的关键因素。

本书通过表征再造烟叶各工序在制品质量的主要指标,阐述影响在制品质量稳定性的关键因素和控制参数,并通过有针对性的工艺优化,形成适宜的控制技术;同时,利用DCS分散控制系统对研究确定的控制参数进行优化处理,保证整体工艺系统的连续、稳定运行,实现再造烟叶产品质量的稳定、可控和卷烟品牌发展的要求,有力促进国家烟草专卖局“卷烟上水平”战略目标的实现。

1.2 国内外再造烟叶的研究进展

再造烟叶产品质量的稳定包括化学质量稳定和物理质量稳定两个方面。表征产品化学质量的指标有常规化学成分(糖、碱、氯、钾)、挥发性/半挥发性成分等;表征产品物理质量的指标有定量、厚度、抗张强度、燃烧速率等。国内外对这些指标的影响和控制进行了相关的研究。

1.2.1 再造烟叶原料均匀性

国内外对再造烟叶原料的研究多集中在烟草原料的成分分析评价方面,对原料均匀性和预处理技术方面的研究报道较少。张杰等^[1]研究了再造烟叶生产中原料输送、配方、收尘一体化的方法。郝建辉等^[2]用聚类分析的方法研究了造纸法再造烟叶的配方控制技术,对再造烟叶原料进行聚类分析研究,总结出影响再造烟叶原料的13种关键的挥发性成分,找出各种原料之间的相关性,为再造烟叶原料配方设计和原料替换作出了有益的探索。张碰元等^[3]研究了不同烟碎片制备的再造烟叶的致香成分的分析比较,探讨了不同碎烟片制备的再造烟叶在致香成分方面的差异。卫青等^[4]对云南30种烟末和碎烟片进行感官质量评价和常规化学成分测定,运用描述统计、简单相关分析和典型相关分析进行研究,认为总糖、还原糖的含量及两糖差、糖碱比在一定程度上基本能反映烟末和碎烟片的感官质量。

1.2.2 再造烟叶化学质量

烟叶中的化学成分是形成烟叶质量的基本因素,是决定烟气品质的主要影响因素^[5],烟叶化学成分与烟草质量关系的研究也一直是烟草化学家关注的主题。再造烟叶作为卷烟配方不可或缺的重要原料组成部分,开展其化学质量研究,分析适合其需要的化学成分具有重要意义。

烟叶的化学评价指标包括总植物碱、总氮、烟碱、还原糖、总糖、钾、氯、淀粉、总挥发酸、总挥发碱、石油醚提取物、蛋白质、糖碱比、氮碱比和钾氯比等15个指标^[5];行业标准通过常规化学指标(糖、碱、氯、钾)来评价再造烟叶(造纸法)产品化学质量的稳定^[6]。

常规化学成分含量是卷烟感官评吸质量的基础,其含量与中性致香成分、有机酸含量均有关系,影响着卷烟香气质、香气量、劲头、杂气、刺激等,国内烟草行业在这些方面开展了大量的研究^[7~11]。赵晓丹^[7]等开展了不同类型烟草常规化学成分与中性致香物质含量分析,结果表明:不同类型烟草的化学成分和中性致香物质的含量有很大的差异,且各化学成分类群所占的比例也不同,是构成不同类型烟草香气风格与吸食品质的主要因素。王超^[10]等对不同产区的烤烟常规化学成分与烟叶有机酸含量关系的研究表明,常规化学成分与有机酸之间存在较强的相关性,其中,钾离子属于与有机酸关系非常密切的指标;总氮、烟碱、还原糖、淀粉、总糖和石油醚提取物属于关系密切的指标。因此,研究再造烟叶生产过程中常规化学成分的变化规律,选择适宜的生产工艺,有利于突出产品特色,提升产品品质,稳定产品质量。

烟草中挥发性/半挥发性中性及酸性成分对烟草的香味有明显的影响作用,

国内烟草行业在这方面开展了大量的研究^[12~20]。其中,鹿洪亮^[12]等用全二维气相色谱飞行时间质谱(GC×GC-TOFMS)和GC-MS分析了同时蒸馏萃取得到的烤烟中性组分,建立了烟草挥发性、半挥发性中性成分分析的GC×GC-TOFMS方法。于建军^[14]等进行了烤烟中性致香物质与评吸结果关系研究,研究表明:中性致香物质对香气质、香气量和评吸总分的偏相关系数均达显著水平。李莉^[16]等采用全二维气相色谱-飞行时间质谱(GC×GC-TOFMS)法和GC-TOFMS定性分析了烟草中挥发性、半挥发性酸性物质。李海锋^[19]等采用全二维气相色谱-飞行时间质谱(GC×GC-TOFMS)方法对烤烟烟叶中的酸性成分进行了分析,共鉴定出143种有机酸,并认为全二维气相色谱飞行时间质谱的高分辨率非常适合于烟叶这类复杂体系的分离分析。从文献研究结果看出,可以采用全二维气相色谱-飞行时间质谱(GC×GC-TOFMS)法和GC-TOFMS对烟草中的挥发性/半挥发性中性物质、酸性物质进行分析。刘维涓等^[20]利用气相色谱和气-质联用分析鉴定技术,对国内外4种烤烟型造纸法再造烟叶中的有机酸性、半挥发性和挥发性香气成分进行了分析研究。结果表明,国外再造烟叶烟草特有香气成分的总量明显高于国内再造烟叶,国内再造烟叶的酸值高于国外再造烟叶约10%,半挥发性成分的总量国内再造烟叶与国外的差异不明显。

提取、浓缩工序是再造烟叶生产过程中的重要工序,该工序中浓缩液的化学质量决定着再造烟叶的化学质量。国内在造纸法再造烟叶提取工艺方面作了较多的研究,但是在浓缩液化学质量控制方面开展的研究较少,而其他行业在浓缩液工艺控制方面有较多的研究。常纪恒等^[21]对提取时间、提取温度、提取物料与水的比率、提取次数、脱水等影响提取效果的因素进行了实验室模拟试验,得出了提取次数、甩干脱水与提取率的关系。李成刚等^[22]对影响烟草浸膏提取率及感官质量的提取温度、时间和料液比等进行了研究。结果表明:不同的提取条件对烟草浸膏中性香气成分有较大的影响,对再造烟叶感官质量各项指标的影响也不相同。郑勤安等^[23]利用1种增香菌、1种活性干酵母和1种蛋白酶配置的烟草发酵增质剂对浓缩液进行了处理。结果表明,经过发酵处理生产的造纸法再造烟叶成品糖含量明显降低,蛋白质含量有所下降,糖碱比和糖氮比更趋于合理,同时明显提高再造烟叶整体香味质量。张立国等^[24]根据热力学关系确定浓缩过程中的理论压强,在线调节实际压强至理论值,有效避免浓缩时液泛、局部过热导致的活性组分的氧化、热分解等非稳态现象的发生,使中药浓缩过程处于稳定、可控状态。饶宾期等^[25]研究了一种新的浓缩技术,主要研究浓缩温度在20~60℃下,利用干空气具有容纳水蒸气的能力,在低温条件下进行浓缩,不损失也不破坏药物的有效成分。

烟草提取液中含有蛋白质、淀粉等大分子物质,这些大分子物质对再造烟叶的吸味有一定的影响^[26]。在大分子物质的研究方面,烟草行业也开展了较多的

工作^[26,27],并针对不同的 大分子物质建立了一系列检测方法^[28~30]。王凤兰等^[26]采用吸附澄清剂,结合碟式离心机和板式密闭过滤机串联使用的方法,使提取液的含渣量降至 0.5% 以下,蛋白质除去率达到 90% 以上,有效地提高了提取液的品质。何汉平等^[27]筛选出一种复合酶制剂并将其应用于造纸法再造烟叶提取浓缩液的降解,该复合酶制剂对浓缩液中的蛋白质、果胶等生物大分子具有明显的降解作用。将经酶处理过的浓缩液应用于现有的造纸法再造烟叶工艺后,发现再造烟叶的刺激性、香气和余味等方面具有明显的改善,分析表明 2-乙基呋喃、2-甲基-5-异丙基呋喃、2-戊基呋喃、 α -紫罗烯、茄尼酮、 β -突厥烯酮、 β -二氢突厥烯酮、香叶基丙酮、新植二烯、巨豆三烯酮等主要致香成分的含量均有不同程度的提高。

综上所述,当前国内再造烟叶在烟草化学方面已经开展了大量的研究。在提取、浓缩工序中可以借鉴再造烟叶生产过程中常规化学成分、挥发性/半挥发性成分和大分子物质的研究成果,找到其变化规律,优化工艺参数,达到再造烟叶生产过程中重要化学成分的 稳定传递。

1.2.3 再造烟叶物理性能控制技术

再造烟叶的生产工艺涉及到提取、浓缩、制浆、抄造、涂布等多个工序,每个工艺环节都显著影响产品物理质量的稳定性,由于国内再造烟叶起步较晚,相关研究主要集中在产品开发、过程控制、工艺优化等几个方面,从总体上控制再造烟叶物理性能的研究不多。因此,本节依据再造烟叶生产工序,对国内外再造烟叶半成品物理质量的稳定性控制情况进行简要分析。

(1) 提取液物理质量控制技术

再造烟叶原料来源复杂,有烟土、烟棒、碎烟片、烟梗等^[31],这些原料在提取过程中不可避免地引入灰尘、细末、无机盐等不利于提取液物理质量控制的物质。除此之外,烟草原料中一部分对感官质量起负面作用的果胶、淀粉等大分子黏性物质也会进入到提取液中,导致涂布过程中涂布液的黏度急剧增加,降低涂布液的渗透性,影响产品物理质量的稳定。

针对再造烟叶提取液中存在的这些杂质,目前国内外的研究主要集中在用絮凝、降解、离心、净化等物理方法减少其含量,以提升提取液的物理质量。由于物理方法基本不会显著改变浸提液中重要致香成分的化学性质,因此比较受再造烟叶研究者的关注。如孙德平等^[32]在烟草原料提取液中加入除杂专用吸附澄清剂(由天然维生素 E、聚乙二醇、柠檬酸和磷酸二氢钙混合调配而成),经过絮凝并离心分离后,取上层清液检测,发现对蛋白质、淀粉和果胶有较好的去除率;王凤兰等^[33]采用钙盐类的物理吸附原理和 S-2 型吸附澄清剂中羟基的架桥作用,使提取液中的蛋白质和果胶等可溶性大分子成分絮凝成大直径胶体,同

时,细小悬浮物等絮凝直径变大,有利于后续的离心沉降。除此之外,膜过滤技术具有较低的运行生产成本,也引起研究人员的关注,并尝试采用膜过滤技术来实现浸提液净化,如孙德平等采用分离孔径为5~10nm的超滤膜装置对提取液进行除杂,结果表明,超滤膜能够有效地截留提取液体系统中的蛋白质和果胶等大分子物质,所得的超滤液中影响再造烟叶感官品质的物质基本被去除。杜锐等^[34]采用微滤膜和超滤膜对烟末提取液和烟梗提取液进行过滤处理后,总氮含量下降了60%以上,果胶类大分子的去除率基本达到100%。凌秀菊等^[35]用膜技术对烟草原料提取液中的蛋白质、多糖等大分子物质进行分离,膜浓缩工艺的除杂效果明显。

国外关于烟草浸提液净化工艺研究发表的资料较少,Juan G. Nicholls^[36]、Harvey J. Young^[37,38]等提出采用离心分离等手段除去烟草提取浓缩液中的细小颗粒;Bruce T. Thompson^[39]采用泡沫分离法除去烟草溶液中的一些不溶性蛋白质等,由于缺乏更详细的研究报道,其对浸提液物理质量的提升效果尚不明确。

生物酶制剂由于具有较强的专一性,可根据原料特性选择性降解烟草浸提液中的一些黏性大分子物质,如淀粉、果胶等。因此,有部分研究学者尝试从该领域着手,提高浸提液的物理质量,如何汉平等^[40]、朱国成等^[41]和郑小噶等^[42]研究了复合酶对烟梗浸提液和烟末浸提液等的酶降解处理将黏性大分子物质转化分解;马东萍等^[43]将酸性蛋白酶、复合中性纤维素酶、中性脂肪酶和复合果胶酶配制成酶添加剂对烟梗浸提液中的蛋白质和果胶等大分子物质进行生物酶解和转化。这些研究结果表明,经过酶处理后的浸提液产品质量得到一定的改善,但由于酶制剂的反应速率较慢,对pH、温度、时间有较高的要求,其在再造烟叶浸提液中的使用也存在一定的局限性。

综上所述,虽然目前针对烟草提取液中的细小悬浮物、黏性大分子物质的去除技术进行了较多的研究,以期望能显著改善再造烟叶提取液的物理性能,但由于烟草浸提液的成分复杂,且对产品感官质量起决定性的影响,外部使用的添加剂等物质有一定的局限性,因此,国内大多数再造烟叶生产企业都采用离心、过滤等方式提高浸提液的物理性能。

(2) 涂布液物理质量及涂布工序稳定控制技术

涂布阶段被认为是决定造纸法再造烟叶内在品质最重要的环节之一^[44],目前针对涂布液物理质量的控制主要集中在降低黏度、改善其渗透性等方面。如王焰等^[45]发明了一种在线自动控制涂布液黏度的方法,解决了涂布液杂质较多、产品质量不稳定等问题。张玲珑等^[46]公开了一种造纸法再造烟叶涂布液净化系统及其净化工艺,该技术可最大程度地发挥各净化设备的净化作用,能连续高效地去除再造烟叶提取液及涂布液中的细小纤维及部分大分子物质,保证涂布液的品质稳定纯净,提高了净化的效率,保障了产品的稳定性;唐向兵等^[47]发明了

涂布液过滤系统来实现涂布液物理质量的稳定；刘攀等^[48]采用二次涂布并辅助进行声波或超声波处理，提高了涂布液的渗透性能；袁肖琴等^[49]通过调节浓缩液的浓度来控制涂布液的浓度，保证最终涂布液的均一稳定；胡嘉维等^[50]通过对再造烟叶涂布液流变性质的研究，确定了涂布液的波美度对体系黏度的影响最大。总的来说，再造烟叶生产企业涂布液物理质量（即黏度）的控制手段主要集中在除杂、净化和稀释等方面，其中离心净化工艺流程见图 1-1。



图 1-1 涂布液净化流程示意图

在控制涂布液物理质量的基础上，涂布工序稳定控制是实现产品质量稳定的保证，目前研究的重点主要集中在以下几个方面。首先，通过涂布系统的改进，可实现涂布率的控制，如王焰等^[51]运用信息控制技术对造纸法再造烟叶涂布系统进行控制，对涂布液的黏度、温度、液位、密度、水分进行精确控制，实现了涂布率的可调可控；孙德平等^[52]发明了一种提高再造烟叶基片涂布量的涂布装置，其结构简单，能有效提高和控制涂布率。其次，通过对基片的特殊处理以改善和提高涂布率的技术，如邱兴中等^[53]采用针刺无纺布技术，利用刺针在再造烟叶基片上穿刺大量微孔后，增加了基片与涂料的接触面积，提高和稳定了涂布率。王文领等^[54]利用涂布液回流和净化技术，去除涂布回流液中的胶黏物质，稳定了涂布液的黏度，提高了涂布液质量。

（3）基片物理性能稳定控制技术

再造烟叶基片的生产过程是将提取后的烟草浆经过适当的打浆后，添加填料进行抄造而获得的，其物理质量的性能受到原料、打浆工艺和抄造工艺等多方面因素的制约。烟草原料烟梗与烟末的物理状态有较大的差异，烟梗浆纤维微观组分呈细长带状，壁薄，胞腔径大；烟末浆为非纤维细胞组分，具有微观形态粗短，微观组分壁薄，胞腔径大，且杂组分含量高等特点^[55,56]，若未经过处理直接与烟末等混合制浆，可能会造成烟末的过度破碎，影响基片物理质量。因此，范运涛等^[57]利用脉碱法处理烟梗，使烟梗浆更容易疏解，提高造纸法再造烟叶的透气度。罗冲等^[58]对烟梗进行疏解后再提取、制浆，并添加漂白硫酸盐浆抄造，研究物理性能的变化；朱红琴等^[59]采用烟梗低浓打浆，再进行抄造，结果表明，在低浓状态下，烟梗的打浆度越高，基片的强度越好，但吸收性能越差，

为获得物理质量优异的基片，建议打浆度在 $16 \sim 18^{\circ}\text{SR}$ 。

再造烟叶在生产过程中，添加的纤维、填料、助剂等对基片物理质量有显著的影响。如曾健等^[60]在抄造过程中添加不同比例的木浆，分析木浆添加量对造纸法再造烟叶基片物理性能、渗透性能和微观结构的影响。结果表明，木浆的添加量从 3% 增加至 15%，基片的抗张指数、撕裂指数、透气度得到明显改善，基片表面的孔隙率逐渐增加，内部结构变得疏松，吸液性能和渗透性能得到明显改善。李文昱等^[61]研究了 5%~10% 蔗渣纤维对再造烟叶产品质量的影响；李成刚^[62]研究不同比例的碳酸钙对造纸法再造烟叶物理质量的影响，结果表明，随着碳酸钙加入量的增加，抗张强度、紧度降低，疏松度、厚度增加。戴路等^[63]对国产和进口碳酸钙在造纸法再造烟叶的应用进行了研究，优化了填料的用量，探讨了添加碳酸钙对再造烟叶基片填料留着率、抗张强度、松厚度和透气度的影响，结果表明，产品的抗张强度、松厚度和透气度随着碳酸钙添加比例的增加呈先增大后减少的趋势。张钰等^[64]利用正交试验研究助剂（壳聚糖、瓜尔胶）对再造烟叶基片的抗张强度和松厚度的影响，发现助剂降低了基片的抗张强度，但会提高其松厚度。

总的来说，对基片物理性能的控制技术主要集中在原料处理、打浆方式、填料、助剂使用等几个方面，国内再造烟叶生产企业一般根据产品设计、设备特点等几个方面选择满足自身需要的基片控制方案。

针对国内外的研究现状，本书主要通过表征再造烟叶各工序在制品质量的主要指标，找出影响在制品质量稳定性的关键因素和控制参数，并通过有针对性的工艺优化，形成适宜的控制技术。同时，利用 DCS 分散控制系统对控制参数的优化处理，保证整体工艺系统的连续、稳定运行，实现再造烟叶产品质量的稳定、可控。各章主要从原料预处理及均匀混配、物理质量稳定控制技术、烟草重要成分在再造烟叶生产中的传递、制浆技术、抄造技术、涂布技术和 DCS 系统控制技术等方面进行阐述。

2

第 2 章

原料预处理及均匀混配技术

目前造纸法再造烟叶生产用原料来源广泛、成分复杂、均一性差、受控难度大,容易造成再造烟叶产品理化指标的波动和质量的不稳定,一定程度上制约了产品质量的进一步提升和在卷烟中的规模化应用。本章根据再造烟叶所用碎片、烟末、烟梗等原料的特性,建立原料抽样方法;针对再造烟叶原料外观、化学指标波动大等问题,确定单等级原料均匀性判定指标和判定方法,并对单等级原料的预处理技术进行阐述;通过对再造烟叶上料现状及批次间配方原料均匀性的分析,探讨原料混配投料工艺及关键设备,形成原料预处理及均匀混配投料集成技术。

2.1 原料抽样方法

为避免质量波动较大的原料进入配方对再造烟叶产品质量的稳定性产生影响,需要建立原料抽样方法和成批原料的一致性判定方法。

2.1.1 再造烟叶原料抽样设计和方案

抽样调查的目的是通过有限的样本指标来估计总体的参数,由于用样本来估计总体,所以人们期望样本能如实地反映总体,代表总体,一种观点认为样本的代表性指的是样本与总体在结构上相似的程度,如果一个样本在结构上与总体越相似,那么其代表性就越大,否则就越小。因此,在抽样调查中应该力争获得与总体在结构上尽可能相似的样本,并认为只有这样的样本才能提供关于总体目标量的较为精确可靠的估计;另一种颇为普遍的理解是,抽样估计就是用样本平均数 y 来估计总体平均数,即如果 y 与总体均值 Y 很接近,这个样本就好,它对