

2004年烟草科研进展概况

中国烟草学会

摘要 为了进一步深入贯彻《中国卷烟科技发展纲要》精神和“坚持中式卷烟的发展方向，以培育名优品牌为基点，深入研究中式卷烟的理论内涵和技术关键，以降焦减害、降低生产成本为中心任务，进一步增强我国卷烟产品的竞争力”的工作思路，烟草行业提出了烟草育种、特色工艺、调香技术和降焦减害等领域战略性课题，以不断提高科技自主创新能力和核心竞争力。烟草工业科研方面，开展了中式卷烟关键技术的研究工作，不断推进中式卷烟特色工艺和核心技术研究，使中式卷烟特色工艺技术取得实质性进展；卷烟降焦减害技术的深入研究，使烟草行业的控焦保质能力进一步提高；中式卷烟香精香料核心技术研究工作全面启动，在理论上对烟草行业香精香料技术的发展进行了总结，使烟用香精香料技术的研究进入了一个新的高潮。烟草农业科研方面，在烟草育种、烟叶成熟度、替代进口烟、烟草种植区划等重大项目上取得阶段性进展；大力推广普及先进实用新技术，集约化育苗、三段式烘烤、平衡施肥等覆盖率持续上升，烟叶质量得到明显改善，可用性进一步提高，实现了烟叶生产的可持续稳定发展。

关键词 烟草 育种 特色工艺 降焦减害 调香技术

第一部分 烟草工业科研进展

一、烟草工艺及相关学科

(一) 制丝工艺技术水平分析及提高质量的技术

继续开展了卷烟生产制丝线工艺技术水平分析，以“提质控焦”为主要目标，研究如何提高卷烟生产企业卷烟产品质量水平、卷烟产品质量稳定性，以及如何缩小卷烟产品焦油波动范围（平均级差控制在1.8mg/支以内），同时提高企业技术、生产和管理人员的素质，最终达到提高卷烟企业经济效益、增强卷烟生产企业核心竞争力的目的。

制丝工艺技术水平分析及提高质量的技术，在楚雄、龙岩、常德、淮阴、哈尔滨等卷烟企业试点和上海、玉溪、长沙、曲靖、宁波、厦门、武汉等卷烟企业示范基地，2004年在南京、许昌、柳州、青岛、南昌、济南、成都、广州等卷烟企业进行了技术集成推广。重点开展了打叶复烤工艺参数优化技术、卷烟生产工序质量评价技术、自助烟加料与烘焙技术，“卷烟三纸一棒”降焦与控焦技术、提高CO₂膨胀烟丝质量技术、叶丝和梗丝在线膨胀技术等技术推广。

经过3年多实施，许多企业取得显著效果：12家试点企业和示范企业平均卷烟感官质量得分提高0.65分；卷烟烟支重量标准偏差下降了3mg/支左右；批内卷烟焦油波动值下降了1.1mg，达到0.84mg。

(二) 特色工艺应用技术

通过原料特性（感官特性、化学特性、加工特性）、原料分组基本原则、原料分组加料、关键工序控制因素、设备性能、相关技术等技术研究，建立一套较为科学、合理的卷烟原料及加工过程中感官质量评价内容、评价标准和结果表达的方法；提出主产区主要等级、部位烟叶在不同加工过程中质量变化趋势，提供

具有可操作性、可指导卷烟生产应用原料分组基本原则；提出不同质量缺陷卷烟原料所采用功能性料液及加料方式；提出分组加工的技术要求、质量控制模式；为工艺设备开发提供技术依据。卷烟企业应用特色工艺技术基础及共性技术研究成果，开展了烟片分组处理、烟片及叶丝分组处理研究。企业根据卷烟产品需要，对卷烟原料进行分组打叶处理，对叶片进行分组加工与加料处理，对叶丝进行分组加工处理，实施卷烟加工个性化、减量和减损，实现卷烟产品系统化设计、减损加工、智能化控制。

目前，特色工艺技术研究正在烟草行业逐步实施。企业正在围绕着原料来源状况和产品具体特点，开展“分组加工和加料处理技术”等研究工作，部分企业已初步实现“卷烟原料分组加工技术”。通过原料分组加工（包括工艺参数加料处理技术以及不同干燥方式组合使用，提高了原料使用效率，使原料价值最大化，提升了产品质量，降低了原料成本。

[附] 国外状况

叶丝干燥新技术(HDT)解由德国 HAUNI 公司研发，指高湿叶丝在较高温气流输送干燥塔中进行快速脱水，使叶丝膨胀与干燥。目前德国、印尼、俄罗斯、也门、中国大陆和台湾省已投入使用。应用结果表明，该项技术具有一定特点：①可提高叶丝填充能力、减少卷烟中烟丝用量、降低卷烟生产成本；②可降低卷烟焦油量；③加大了调整卷烟配方设计余地；④由于采用气流干燥技术使干燥加快，减少了干头干尾烟丝量等。

二、烟草化学及相关学科

(一) 应用近红外检测技术快速测定烟叶主要化学成分 (20 项指标)

近红外光谱技术是近年来迅速发展起来的一种方便、高效、低成本绿色分析技术^[1-3]。郑州烟草研究院、云南烟草科学研究所、上海烟草(集团)公司、长沙卷烟厂、昆明卷烟厂 5 家单位根据近红外优势和检测要求，选择水溶性总糖、还原糖、总氮等 20 项指标作为研究内容，2004 年已完成云南、贵州等 17 个省区 700 余个烤烟、白肋烟和香料烟烟叶样品 20 项指标测定，根据分析结果建立了 17 项指标烤烟型近红外定量分析模型，并通过模型验证和评价对模型进行优化。结果表明，对上述 17 项指标均能建立稳定近红外预测模型。可以预见，随着烟草行业研究环境深入，近红外光谱技术将凭借其独特技术优势在烟草品质监测和控制方面发挥巨大作用。

(二) 环境烟草烟气对室内空气质量影响的研究

环境烟草烟气对室内空气质量影响是目前国际烟草研究的一个热点话题^[4-9]。2004 年郑州烟草研究院建立了国内首个环境烟草烟气实验舱。该实验舱达到美国联邦标准 100 级要求。实验舱温湿度在湿度 35%~85%±5%、温度 15~40℃±2℃范围内可以控制，实验舱新风换气次数控制在 3~15 次/h 范围之内。通过研究建立了环境烟草烟气中主要有害成分和污染指标物分析测定方法，分析了 ETS 中 RSP、一氧化碳等 47 种有害成分，确立了适当可行收集分析方法；同时在环境烟草烟气实验室内对国内外主要牌号卷烟产生 ETS 中 47 种有害成分进行了测定。结果表明，绝大部分有害成分与指标物之间比例关系比较稳定，卷烟类型、牌号、焦油量对这种比例关系影响比较小。另外，对典型室内环境(会议室等) ETS 状况进行了测量，并对卷烟产生 ETS 对室内空气中有害成分所占比例进行评估。结果表明：在大部分室内环境中，吸烟对室内空气质量影响都不超过 30%，采用有效通风可以明显地消除 ETS 对室内空气质量影响。

(三) 国内外主要品牌卷烟主流烟气中部分有害成分(芳香胺、挥发性羰基化合物、挥发酚)的对比研究

对国内外 36 种卷烟主流烟气中部分有害成分(芳香胺、主要挥发性羰基化合物、挥发酚)^[10-12]进行了分析，对比了国内外各种类型卷烟差别。结果表明：卷烟主流烟气中芳香胺化合物含量在 4.41~33.2ng/支之间，混合型卷烟烟气中含量明显高于烤烟型卷烟烟气，同一类型国内外卷烟在芳香胺含量上差别并不明显，基本趋势是随着焦油量降低而减少；卷烟主流烟气中羰基化合物含量在 193~1536μg/支之间，国内烤烟型卷烟主流烟气中羰基化合物含量高于混合型卷烟，但在较高焦油混合型产品烟气中，羰基化合物含量也相当高，国内低焦油混合型产品烟气中羰基化合物含量是最低的。国内卷烟烟气中酚类成分总量范围在 68.35~286.85μg/支之间，卷烟烟气中酚类成分范围在 68.35~286.85μg/支之间，卷烟烟气焦油量存

在明显的相关性。

(四) 叶组配方质量稳定性化学指标控制研究

叶组配方质量及其稳定性将直接影响卷烟产品质量及其稳定性，如何对其进行科学评价，企业日常生产和配方替代过程中应遵循什么样的原则和要求，怎样实现对卷烟产品质量稳定性的控制，是生产企业非常关心和急待解决的问题。通过测定模拟叶组配方替代中烟叶的植物碱、还原糖等常规成分以及香味成分等化学成分变化，并结合感官评吸、运用化学计量学的方法，建立了叶组配方质量稳定性化学指标数学模型，并通过实际配方对模型进行了验证。结果显示，该模型与实际吻合率较高，具有较强实用性。

三、烟用香精香料及相关学科

(一) 香原料的开发应用

1、合成香料开发

针对低焦油卷烟香气补偿问题，研究合成了 3-羟基-1-(2, 6, 6-三甲基-3-环己烯基)-1-丁酮、乙基香兰素葡萄糖苷、烟用酚类碳酸薄荷酯等香料物质、环十六内酯、环十五内酯、环十四内酯和环十三内酯前体物等多种香料前体物和香料物质。

一些重要的烟草香味物质如二氢大马酮和降龙涎醚完成了中试合成，产品纯度及加香效果达到进口产品水平；多家单位开展了巨豆三烯酮合成研究。

2、天然香料开发

利用新技术进行天然香料的提取和分离已成为天然香料开发的一个重要领域。本行业开展了利用超临界二氧化碳萃取技术、微波技术、生物发酵技术、分子蒸馏技术制取天然香料的研究，开发出一批新型天然香原料。这些研究为今后国内天然香料的深加工及新型天然香料和中草药的开发应用提供了新的方法和思路。

(二) 香精分析及质量控制技术

1、香气分析技术

采用自动热脱附-气质法快速测定了烟用香气中挥发性化学成分；进行了自动化气态顶空-气相色谱-质谱和顶空-固相萃取-毛细管相色谱-质谱联用方法快速分析香气中痕量成分的研究，同时采用保留指数法对气相色谱数据进行进一步确认，以提高对挥发性成分定性分析的准确性。这些研究紧跟国际上比较先进的分析检测方法，针对烟用香气中特点，取得了较好的研究成果。

2、香气质量品控研究

利用色谱/质谱指纹图谱对烟用香气中质量控制和卷烟产品质量控制进行了分析。建立了香气特征组分确定方法，并进一步探讨了香气组份对吸味的影响，建立了香气质量控制方法，设计了烟用香气质量控制软件，对香气质量进行了自动判断。虽然目前这些方法还不十分成熟，但这些研究为今后形成一套较为科学的香气质量控制检测方法提供了很好的参考和借鉴。

(三) 调香技术

开展了“中式卷烟香气中核心技术研究”，进行了香料单体在卷烟中的作用评价方法、代表性香料单体转移率和低焦油卷烟香味补偿技术等方面研究，并在部分酯类单体在卷烟中转移行为研究方面取得了一定进展。

(四) 降焦减害及安全性

含中草药中式低害卷烟作为中式卷烟的重要分支，是最具有中国特色的。随着“含中草药中式低害卷烟”市场日趋成熟，现代化制造技术日新月异，其发展前景无比广阔。当前，含中草药中式低害卷烟的研制、生产方兴未艾，已成为行业的热点。

四、烟草标准检测及相关学科

(一) 制定、修订并清理了一批重要的标准

完成了卷烟国家标准修订和卷烟国家标准宣贯教材编写。清理了在用烟草各类标准 300 项、废止过时标准近 90 余项、发布行业标准 12 项，同时报批国家标准 9 项、进行 WTO/TBT 通报 1 项。

(二) 计量工作正常运转

2004 年计量相关器具 1500 余件，有效地开展了行业量值传递工作，保证了行业质检工作的科学性。

(三) 烟草制品的检验

(1) 对 36 个名优卷烟(含规格)及产量较大的非名优卷烟品牌进行了全项目统检和两次市场抽查。2004 年全国卷烟焦油含量加权平均值为 13.6mg，比 2003 年的 14.3mg 又降低 0.7mg/支。

(2) 开展了对 2004 年国产、进口卷烟中农药残留量进行监督检测工作。

(3) 进一步完善了监测方法和检测手段，开展了烟用材料检验。先后开展了烟用丝束、烟用厂牌、卷烟纸、接装纸、香、香精等辅材料统检和市场抽检。检测结果显示，2004 年辅材料的质量比 2003 年有了提高，特别是烟用接装纸的质量水平有了较大提高。

(四) 持续提高实验室检验能力

进一步推进 GB/T15481 (idt ISO17025)《检测和校准实验室能力的通用要求》贯标工作。通过建立和完善质检站质量管理体系，进一步促进了烟草行业质检机构的质量管理水平提高。目前，行业内已经有 16 个省级烟草质检站、4 个企业质检站通过了中国实验室国家认可委员会的评审。

(五) 打击假冒伪劣烟草制品

依据《假冒伪劣卷烟鉴别检验规程》，不断完善检验手段，研究制定了《假冒伪劣烟草专用机械鉴别检验规程(试行)》，2000 年以来，行业省级质检站共鉴别检验卷烟 188 万批次，查获涉案总基数 9 亿条。2004 年对 4 批丝束、12 批厂牌和 3 批烟叶进行了真伪鉴别；还开展了假冒烟机鉴别检验，鉴别检验了 51 台(套)烟机和 4 个批次零配件。

(六) 积极参与烟草国际化活动及国际共同实验研究

(1) 完成了国际标准投票 10 次；正式启动了 WTO/TBT 工作站烟草行业联络工作；参加了第 25 届 ISOTCI26 会议，介绍了郑州烟草研究院负责制定 YC/T186—2004《卷烟烟丝水分测定方法》标准，为正式提出 ISO 标准做了准备。

(2) 通过“2004 年卷烟烟气分析、卷烟纸、烟用醋酸纤维丝束国际共同实验研究”，参加 CORESTA 常规分析分学组组织的化学连续流动分析、农用化学品分学组组织的农药残留实验室间比对和分析方法验证，以及卷烟点火特性共同实验和省级检测站交叉检验测试数据差异分析，有效地验证了各参试实验室的检验能力。

(执笔：谢剑平 刘朝贤 张晓兵 胡军 闪红光 王瑞华)

第二部分 烟草农业科研进展

一、烟草遗传育种及相关学科

(一) 新品种选育取得重要进展

在烟草遗传育种南、北中心和全国有关科研单位及大学广泛合作基础上，以常规育种方法为主，加强了杂种优势利用的研究工作，获得了一大批优异中间世代材料和新品种：中国烟草遗传育种研究(北方)中心以 MSK326 与中烟 98 杂交育成烤烟性不育一代杂交种中烟 201；中国烟草育种研究(南方)中心以 MS KX13 为母本，以 KX14 为父本选育烤烟雄性不育一代杂交种云烟 202，2004 年 12 月通过了全国烟草品种审定委员会的审定；中国烟叶公司和中国烟草遗传育种研究(北方)中心从巴西引进烤烟新品种 PVH09 通过认定；湖北省烟草公司建始县公司和中国烟草白肋烟试验站用 MSTn86 作母本、LAB21 作父本共

同选育白肋烟一代杂交种“烟 3 号；中国烟草白肋烟试验站和湖北省烟草科研所以 MsTn90 为母本、Ky14 为父本育成白肋烟一代杂交种“烟 4 号，由四川省烟草公司达州烟草科研所以 MSKY14 母本、达所 26 为父本育成白肋烟一代杂交种达白一号；2004 年 12 月通过全国烟草品种审定委员会认定。新育成品种不仅具有较好的产量、质量表现，在病害抗性方面都有所突破，并具有较好的适应性。新品种育成与推广应用，丰富了我国烟草品种遗传基因，并将为我国烟草品种合理布局 and 解决目前生产上关键问题发挥重要作用。

(二) 品种试验示范主要进展

1、烤烟品种试验进展

2004 年通过 12 个烤烟新品种(系)全国 25 个试验点的小区对比试验，筛选出 4 个优良品系升入生产试验。其中北方区为 9717、8504，南方区为云烟 97、CF209。

2004 年在南方区 11 省 13 个试点对 YH01、9601 和 K326，北方区 5 省 5 个试点对 CF986、6614 和 NC89 进行了生产对比试验，并进行了不同施肥水平及烘烤特性观察试验。试验结果表明：YH01 主要经济性状与对照品种 K326 相接近，在各点表现均较一致，适宜区较广；9601 在江西峡江、皖南宣城和广东南雄表现较突出，明显优于对照品种 K326，适宜于东南地区烤烟区种植；北方区 CF986 表现较为突出，各点的试验结果明显优于对照品种；6614 在河南襄县表现较好，其他各点与对照相近。

2、白肋烟品种试验进展

2004 年 7 个白肋烟新品系、8 个试验点的小区试验结果表明，参试品系 YNBS1、2009 和 2017 的产量、产值、均价、上中等烟率均较高；2009、YNBS2 评吸质量与对照相当，为中偏上，其余品系评吸质量为中等；按照区域试验程序，推荐 2009、YNBS1、50926 这 3 个品系下年度升入生产示范试验。

生产示范结果表明，EB4# 大田生长势强，产量、产值、均价分别比对照品种增加 11.8%、16.3%、4.2%；原烟颜色多为红黄色，叶面皱折，结构疏松，外观质量好。

(三) 烟草远缘体细胞杂交育种研究

采用不对称体细胞杂交技术，可以打破有性杂交的不亲和障碍，使远缘物种间的叶绿体基因组与线粒体基因组重新组合，创造新变异细胞质。获得了 33 株再生植株，经形态学、细胞学、同工酶分析和 RAPD 分析，确定再生植株具有普通烟草的细胞核。获得的全部细胞质杂种植株除表现雄性不育外，其他性状与 K326 一致，与普通烟草品种回交可正常结实。新细胞质雄性不育系选育为我国烟草雄性不育系和杂种优势研究增加了新细胞质来源，用于配制杂种一代在生产中应用的价值较大。

通过原生质体融合获得 *N.tabacum* (2n=48) 革新一号和粉蓝烟草 *N.glauca* (2n=24) 的种间体细胞杂种，获得的再生植株经形态学、育性、根尖染色体核型检测以及采用 RAPD 和 SCAR 双标记技术来分析杂种细胞核基因组组成，各项指标表明，该杂种含有双亲全部细胞核遗传组成，即为种间对称杂种。与通过双单倍体染色体加倍而获得的双二倍体杂种相比，该对称体细胞杂种具有一定自交育性，因而可以通过自交来加以保存。这就为研究在烟草属中不同来源染色体行为和进化提供了宝贵材料，同时它在远缘杂交研究中可充当桥梁亲本，有利于野生烟草的有益性状转移到普通烟草栽培品种。

二、烟草营养栽培及相关学科

(一) 烟草种植区划研究

在全国烟叶质量主要化学成分分析等“三大分析”工作的基础上，2004 年在全国 20 个左右的烟叶生产省份的种植区划研究工作已经全面展开，云南、山东等 7 个烟叶主产省的典型区划研究工作也已正式启动。全国烟草种植区划研究是目前各项研究的基础，也是发展中式卷烟和烟叶可持续发展基础。通过烟叶质量动态数据库的建立，可以为卷烟配方设计、加香加料、优化烟叶资源配置提供重要而丰富的基础信息。

(二) 以成熟度为中心，配套生产技术的试验、示范与推广

在中国烟叶公司组织协调下，由青州烟草所组织大专院校、科研院所开展以成熟度为中心的专项技术研究，其中包括生理生化指标体系的研究制定、配套生产技术试验示范和新技术、新产品开发等；同时在

云南等 14 个省 34 个县进行生产示范，示范面积达 1 万多 km²；通过生产示范，烟叶由上海等 19 个卷烟工业或中间商参与烟叶质量评价、配方验证和使用工作。

通过 1 年来试验研究，取得以下几个方面进展：初步确立了全国协作集体攻关，农、工、商于一体科研课题组；进一步研讨落实了科研计划和生产技术推广应用方案；围绕烟叶成熟度这一影响烟叶质量关键因素，针对不同产区、不同品种、不同卷烟企业对烟叶原料质量不同要求，进行不同专题研究，取得了许多对生产具有指导意义研究成果；着手建立生产信息咨询系统，研究录制技术推广音像制品，建立和完善推广体系和推广队伍，使科研成果和新技术能够及时落实到位，为今后工作奠定了坚实基础。

（三）部分替代进口烟叶生产示范和工业验证

部分替代进口烟叶生产示范和工业验证项目，以提高成熟度为核心，突出不同产地烟叶香气风格特征，增加香气量和香气浓度，改善烟叶化学成分，批量生产具有津巴布韦烟叶质量水平品种，有计划有步骤地解决进口烟叶部分替代问题，以满足名优卷烟生产对优质原料日益增长的需求。针对示范点烟叶质量与进口烟质量差距，确立实施方案，并进行了“高香气、中烟碱、低焦油优良品种筛选”、“成熟度量化指标和烤香技术研究”、“土壤改良试验”、“生态增温地膜试验”、“烟叶成熟采收模式试验”和“烘烤关键温湿度和烘烤工艺试验”等相关专题试验研究与烟叶验证工作^[13-15]。

三、物保护及相关学科

（一）烟草病虫害预测预报

2004 年进一步完善了烟草主要病虫害测报调查技术，形成了初步技术规范，并在有关烟区推广应用。完善了全国 16 个省预测预报站点建设，按照烟草生态区域布局进行相关调整，使预测预报站点布局更为合理、运转更为有效。在湖南、云南、湖北 3 个省区进行了烟草病虫害预测预报和综合防治示范，进行统一测报、统一防治，将烟草病虫害预测预报与综合防治有机地结合起来，提高了综合防治效果，并起到较好示范作用。

（二）病虫害综合防治技术

“我国烟草主要病虫害综合治理技术集成与示范推广”已在山东临沂、贵州遵义、云南大理 3 个科研示范基地及福建长汀、广西靖西、江西石城、河南三门峡、云南弥勒、四川会理、黑龙江宾县 7 个烟叶标准化示范县全面展开。各地根据本地生态、社会、经济条件，结合本地病虫害发生为害实际情况，开展了烟草病虫害综合防治技术集成与示范推广，示范面积近 1500hm²。建设了较为标准病虫害综合防治示范区，建立了技术支撑和保障体系、技术实施体系、效果评价体系等 3 个体系；形成了烟草病虫害综合防治技术规范、烟草病虫害预测预报技术和工作规范、烟草农药合理使用技术规范等 3 个技术规范；基本达到了 3 个技术经济指标，一是病虫害造成经济损失控制在 10%左右，二是防治成本低于当地平均水平、烟叶效益明显增加、投入产出比增高，三是烟叶农药残留量低于国内有关标准。

（三）病毒病有效控制技术

通过对我国主要产烟省份（黑龙江、辽宁、山东、河南等 4 省）烟草主要病毒种类及株系调查，已基本明确各地主要病毒病种类和株系分布。中国农科院植物保护研究所开展了快速病毒检测技术研究，并已成功研制用地高辛标记探针检测 TMV、CMV 和 PVY 等 3 种烟草上病毒病检测试剂盒，并提供给研究单位应用。沈阳农业大学开展抗病毒复配剂研究，已成功研制克 Y 特灵和博联生物菌两个对病毒病有较好防效抗病毒剂，特别是克 Y 特灵对马铃薯 Y 病毒病有比较理想防治效果。青州烟草研究所开展了烟草种质资源抗主要病毒种类（TMV、CMV、PVY 等）筛选和利用研究；针对主要病毒种类进行抗病毒品种选育研究，并已初步选育几个抗病毒病较好烟草品系^[16-17]。

四、技术推广与普及

烟草品种布局进一步优化，自育品种种植面积接近 60%，一些风格较为突出品种种植面积有所扩大。

集约化、商品化育苗面积大幅度增加, 2004年漂浮育苗面积达到约50万hm², 同比增加约18万hm², 达到种植总面积的51%; 三段式烘烤工艺应用面积约100万hm², 普及率达到97%; 平衡施肥技术得到进一步普及, 推广面积约53万hm², 占植烟总面积的53%; 全国病虫害测报网覆盖面积达到约80万hm², 占种植面积79%, 其中统防统治面积约42万hm², 占42%, 在提高烟叶质量、降低病虫害损失方面产生了明显效果。各地在推广以控氮控碱为重点的平衡施肥技术的同时, 科学地调整专用肥配方, 注重烟水配套、以水调肥, 满足了烟叶生长的需要; 推广应用集约化、自动化新型调制设备于生产, 提高了生产效率, 降低了劳动强度。

参考文献

- [1] 刘国珍, 陈祖刚, 李丹, 刘扬, 庞代文. 近红外光谱分析技术进展及其在烟草行业中的应用 [J]. 烟草科技, 2001 (11): 15~17.
- [2] 王家俊, 罗丽萍, 李辉, 杨勇. FT-NIR 光谱法同时测定烟草根、茎、叶中的氮、磷、氯和钾 [J]. 烟草科技. 2004 (12): 24~27.
- [3] 付秋娟, 束茹欣. 近红外光谱仪在卷烟厂的重要应用 [J]. 上海烟业, 2003 (3): 8~10.
- [4] 田海英, 谢复炜, 吴鸣. 环境烟草烟气中 VOCs 的分析方法综述 [J]. 烟草科技, 2005 (3): 29~32.
- [5] Benner, C. L., Bayona, J. M., Caka, F. M.. Chemical composition of environmental tobacco smoke [J]. 2. Particulate-phase compounds. Envi-ron. Sci. Technol., 1989, 23 (6): 688~699.
- [6] Conner, J. M., Oldaker, G. B., III, & Murphy, J. J. Method for assessing the contribution of environmental tobacco smoke to respirable suspended particles in indoor environments. Environ[J]. Technol., 1990 (11): 189~196.
- [7] Heavner, D. L., Morgan, W. T., & Ogden, M. W. Determination of volatile organic compounds and respirable suspended particulate matter in New Jersey and Pennsylvania homes and workplaces [J]. Environ. Int., 1996 (22): 159~183.
- [8] Ogden, M. W., Maiolo, K. C. Comparison of GC and LC for determining solanesol in environmental tobacco smoke [J]. LC-GC, 1992 (10): 459~462.
- [9] Phillips, K., Bentley, M. C. Assessment of environmental tobacco smoke and respirable suspended particle exposures for nonsmokers in Kuala Lumpur using personal monitoring [J]. J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol., 1998(8): 519~541.
- [10] 谢复炜, 赵明月, 王昇, 刘克建, 苏庆德. 卷烟主流、侧流烟气中酚类化合物的高效液相色谱测定 [J]. 烟草科技, 2004 (5): 6~10.
- [11] 吴鸣, 李栋, 赵明月. 气相色谱法分析卷烟烟气中的醛类化合物 [J]. 中国烟草学报, 2000 (4): 1~6.
- [12] 黄海涛, 王保兴, 刘巍. 固相萃取-高效液相色谱法测定烟草中的几种芳香胺 [J]. 云南烟草, 2003 (3): 35~38.
- [13] 陈江华等. 中国烟叶学术论文集 [C]. 北京: 科学技术文献出版社, 2004.
- [14] 中国农业科学院烟草研究所. 2004年度科技工作年报.
- [15] 刘国顺等. 不同钾肥施用量对烟叶香起气成分含量的影响 [J]. 中国烟草科学, 2004 (4): 1~4.
- [16] 王刚. 我国烟草病虫害预测预报工作进展与展望 [J]. 中国烟草科学, 2004 (1): 44~45.
- [17] 李义强等. 山东、河南烟草病毒病发生种类、发生规律研究 [J]. 中国烟草学报, 2004 (3): 7~13.

(执笔: 谢剑平 王元英 张忠锋 许立峰 王凤龙 梁洪波 罗成刚)