

专题报告



形势与未来：烟草科技发展展望

谢剑平

中国烟草总公司郑州烟草研究院 郑州 450001

摘要：综述中国烟草过去几十年、特别是近十年重要科研突破，总结中式卷烟产品在关键技术领域取得的重要创新成果，分析了我国烟草科技发展的现状与形势，在此基础上，遵循科技发展一般规律，围绕卷烟产品这一核心和中式卷烟产品开发基本原则，研判提炼各领域技术创新的共同要素特征，提出并阐释了“烟叶生产精准化，卷烟加工智能化，产品设计数字化，降焦减害持续化”的“烟草科技四化”发展趋势。结合中国烟草发展实际，得出今后相当长时间内中式卷烟仍将是我国烟草消费主流形态的判断，而实现“烟草科技四化”是支撑中式卷烟品牌稳定发展的必然选择，是进一步巩固卷烟民族品牌的认同度和市场竞争力的有力保障。

关键词：烟草科技；烟叶生产精准化；卷烟加工智能化；产品设计数字化；降焦减害持续化

引用本文：谢剑平. 形势与未来：烟草科技发展展望 [J]. 中国烟草学报, 2017, 23 (3)

1 现状与形势

自1982年中国烟草总公司成立以来，中国烟草的科学研究和技术开发取得了长足的进步，在烟草工程科技各个领域形成了丰厚的积淀。2003年出台《中国卷烟科技发展纲要》，首次明确提出了“中式卷烟”的概念，明确了中国烟草科技发展的方向和目标。随后整个烟草行业科技工作始终围绕着卷烟产品这一核心，坚持产品开发“双高双低”原则，坚持科技创新，在关键技术领域取得了重大进展，尤其是在现代烟草农业发展、卷烟加工工艺、自主调香技术、降焦减害等方面取得了明显的突破。

烟草农业发展实现了由传统向现代的转变。烟叶种植规模始终稳定，支撑着中式卷烟发展。特色优质烟叶开发取得巨大成效。烟草育种取得了新突破，自育品种栽培面积已经超过80%。在种植技术方面，以精准施肥、科学采烤、精益生产为代表的先进烟草农业技术取得了长足发展。病虫害防治向综合防治转变，其中蚜茧蜂防治蚜虫覆盖率超过93%。烟草基因及生物学研究，开启了烟草农业的全新时代。

卷烟加工工艺进步显著。加工稳定性不断提升，批内焦油量和烟气烟碱量波动值不断降低。2013年以来，批内焦油量和烟气烟碱量波动值分别控制在0.9 mg/支和0.1 mg/支以内，已经和国际先进水平处在同一平台。卷烟生产单耗从2002年的37.7 kg/箱

降到2015年的33.9 kg/箱，降幅超过10%。

自主调香技术上升到了行业战略的高度。据2012年的统计数据，行业卷烟规格的82%、卷烟产量的86%已经实现了自主调香。

降焦减害取得显著成效。国产卷烟焦油量已从1983年的27.3 mg/支降到2015年的10.3 mg/支，降幅逾62%，平均每年下降0.53 mg/支。2009年启动卷烟减害技术重大专项，提出了“卷烟危害性指数”，建立了具有中式卷烟特色、有别于英美日等其他国家的卷烟危害性评价体系。危害性指数从2008年的10.0降到2015年的8.5，相应的焦油也从12.8 mg/支下降到10.3 mg/支。

回顾“十二五”期间，烟草行业全面贯彻实施《烟草行业中长期科技发展规划纲要（2006—2020年）》，坚持中式卷烟发展方向，加速推进科技创新。实现了中式传统卷烟品类构建，形成了中国卷烟特色和品类体系。中式卷烟技术水平全面提升，烟草科技成果丰硕，形成了与欧美并行，并且局部领跑的新局面。

2 烟草科技发展展望

“十三五”期间，行业发展已进入新常态，面临着机遇与挑战共存的新形势。综合判断，中国烟草面临的机遇有以下几个方面：第一，在相当长时间内中式卷烟仍将是我国烟草消费的主流形态；第二，全社会烟草消费支出还有持续扩大的潜力；第三，卷烟消

费结构还有持续提升的空间；第四，烟草科技长期积累已经形成坚实的发展基础。但是同时也面临着巨大的挑战，包括来自控烟的压力、税利增长的压力、供给侧结构性改革的压力。行业内部发展动力也有待进一步激发，包括创新机制亟需完善，科技投入整体偏低，人才队伍有待加强，重大突破稍显欠缺等。

新形势下要想进一步推动烟草科技全面发展，推动产业技术体系创新，创造发展优势，就必须以巩固中式卷烟民族品牌的认同度和市场竞争力为主要目标，以中国烟草与欧美烟草之间的差距和现存的问题为导向，以提高中式卷烟产品质量和技术水平为主攻任务，继续高举降焦减害的旗帜，继续坚持培育中式卷烟核心技术和中式卷烟产品。

可以预计，未来5-10年，大数据技术、信息技术、生物技术、人工智能等将极大地推动科技创新走向纵深，大力促进传统产业技术改造与升级。烟草行业在“十二五”以及以往的十多年已经有比较好的科技发展基础和积累，在此基础上融合大数据技术、信息技术、生物技术和人工智能，将进一步促进烟草科技的全面发展，实现中式卷烟核心技术大跨越。

为了实现中式卷烟核心技术以及品类构建的跨越式发展，烟草科技要着重在烟叶生产、卷烟加工、产品设计、降焦减害四个方面精准发力，实现“烟草科技四化”，即烟叶生产精准化、卷烟加工智能化、产品设计数字化、降焦减害持续化。

2.1 烟叶生产精准化

烟叶生产精准化重要的标志是融合大数据技术和生物技术，促进现代农业向后现代农业发展，在烟草育种、精准化种植、病虫害绿色防控、智能施肥等领域产生深远影响。

精准育种将推动烟草育种技术从传统育种向现代分子育种转变，通过精准技术实现特色品种定向改良，从而改善品质，增强抗性、提高产量。精准种植则是随着3S(遥感技术(RS)，地理信息信息系统(GIS)，全球定位系统(GPS))技术、物联网、云计算等现代信息技术发展起来的未来农业发展趋势。比如在作物生长信息精准化获取上，可以将地面遥感技术和作物生理生化分析技术相结合，建立基于冠层反射光谱的实时监测模型^[1-3]；利用遥感、光学技术等建立烟叶生长、养分监测尤其成熟度判断^[4-5]；在水肥管理方面可以实现精准化水肥管理的尝试^[6-8]等等。烟草精准种植还可以借鉴目前在小麦、水稻、棉花等大田作物上已有的成功经验，通过构建烟草生长模拟模型、烟草形态建成模拟模型和专家决策系统，实现对烟草

生长发育过程及其与环境关系的定量描述和预测^[9-13]。在土壤的生态修复方面，可以借鉴水稻种植中应用多项技术有机组合的土壤重金属修复技术，如长株潭地区水稻种植针对镉污染土壤采用以VIP为核心的综合降镉技术体系，包括选用低镉水稻品种、优化的水管理、良好的土壤pH管理等技术，已经实现了包括镉在内的重金属含量有效降低，显示出良好的应用前景。

物联网、大数据和移动互联网在内的相关技术也为烟草病虫害的实时预测预警和精准防控提供了可靠手段。21世纪初，国外相继开发了依赖于互联网、移动互联网的病虫害预测预报系统并得到应用^[14-17]。我国相关研究人员也开展了相关研究，并取得了一批研究成果^[18-24]。烟草行业现在对病虫害的预测预报系统已经基本健全，覆盖了17个植烟省份。与此同时，基因组等相关组学研究的逐步深入和基因编辑技术的飞速发展将使生物定向改造变得指日可待。诸如通过对目标病菌和害虫的基因改造实现对其种群进行控制^[25]；针对病原菌靶标基因设计药物并制定有效病害管理方案^[26]；对作物进行定向改造^[27]或对病虫害天敌的定向基因改造以提高相关抗性^[28-30]等等。

精准调制也是烟叶生产精准化的重要内容。目前，烟叶烘烤智能控制系统已能在无人值守或少人值守的环境下实时监控和采集烟叶烘烤过程中烤房的温度、湿度及气味参数，并可以通过视频监控设备实时观察和记录烟叶的图像（包括颜色和形状），按照对应的烟叶烘烤工艺参数进行烘烤^[31,32]。随着计算机视觉技术在生物图像分析方面日益发展并广泛应用于农产品品质检测和分级，新鲜烟叶素质快速判断与烘烤过程中信息提取技术正成为新的研究热点^[33,34]。在未来一段时间，基于现代光学技术的新鲜烟叶烘烤特性判别技术、烘烤烟叶图像采集及信息提取技术、烘烤工艺实施算法研究等将有望取得明显进展，从而实现从鲜烟自动化分类到烤后烟叶自动化分级的烟叶精准调制。

2.2 卷烟加工智能化

随着大数据技术、人工智能技术的快速发展，在卷烟加工方面实现智能化成为可能。智能制造技术是在现代传感技术、网络技术、自动化技术以及人工智能的基础上，通过感知、人机交互、决策、执行和反馈，实现产品设计过程、制造过程和企业管理及服务的智能化，是信息技术与制造技术的深度融合与集成。智能化和自动化的最大区别在于知识的含量。智能制造是基于科学而非仅凭经验的制造，科学知识是智能化的基础。因此，智能制造包含物质的和非物质的处

理过程，不仅具有完善和快捷响应的物料供应链，还需要有稳定且强有力的知识供应链和产学研联盟，源源不断地提供高素质人才和工业需要的创新成果，发展高附加值的新产品，促进产业不断转型升级。

卷烟加工智能化的实现，首先要实现基于大数据的卷烟生产过程智能化管控技术。卷烟生产过程管控智能化就是要集成卷烟生产全产业链、全过程各环节的数据，全面、深入地分析数据，重点是数据的获取、分析建模以及基于数据的卷烟生产过程模拟预测、性能监测、异常诊断、系统优化等智能化技术研究与应用，指导卷烟生产的操作和优化。比如针对生产过程环境温湿度变化且不易控制，通过统计回归、深度学习神经网络模型以及支持向量回归，构建融合城市天气预报的制丝环境温湿度预测模型，对工厂生产过程的环境温湿度进行预测；基于性能指标方差的控制系统性能评估，可以对系统存在的性能问题提供早期识别和诊断，在不干扰生产过程前提下，对控制性能进行评价，及时发现是否存在控制性能变差的问题，并通过输入输出数据自动确定导致性能变化的原因；基于历史数据的操作模式优化，是从实际生产积累的大量工业运行数据中挖掘出优化操作模式，并根据当前工业运行状态从优化操作模式库中寻找与当前工况最匹配的操作模式；基于经验知识的异常工况诊断，则是通过模式提取方法从历史故障数据中获得故障特征，建立故障特征模式集，形成故障诊断系统知识库，进而根据报警信息及故障征兆进行故障特征匹配和专家推理，得出故障诊断结果。诸如此类的生产过程智能化管控技术将有效促进卷烟生产过程工艺管理由粗放型向精益化转变。

卷烟加工智能化的实现，其次要实现打叶复烤技术升级。打叶复烤是烟叶从农产品转变为卷烟工业原料的必要加工过程。打叶复烤关键工艺技术与装备水平的提升，成为保障卷烟工业企业质优量稳的烟叶原料供应需求、促进卷烟品牌规模化持续健康发展、最终实现卷烟加工智能化的关键。目前烟草行业打叶复烤尚存在配方模块比较小、生产周期比较集中、配方精度比较低、均质化不足和信息化相对滞后等问题。烟草行业有望通过“十三五”期间“打叶复烤技术升级”重大专项的实施实现规模化、均质化、纯净化、信息化和提质保香。具体而言，包括原烟仓库、加工特性和模块配方的规模化，实现打叶复烤过程水分、片烟结构、均匀混配的均质化，杂物控制、智能分选和含梗控制的纯净化，实现数据平台、指标体系、质量追溯的信息化，以及低温慢烤、直接干燥和复烤加

料实现提质保香，最终形成品牌专属的打叶复烤工艺技术体系。

2.3 产品设计数字化

中式卷烟产品设计的核心内容包括两个方面：一是围绕“双高双低”的原则，即高香气、高品质、低焦油、低危害；二是继续高举降焦减害旗帜，稳住上限标准，形成梯次结构，扩大中档比重，实现总体降焦。要坚持“双高双低”原则并坚持降焦减害，就必须实现产品设计数字化。产品设计数字化主要涵盖三方面内容：一是配方技术数字化，二是辅材技术数字化，三是调香技术数字化。

卷烟配方中的叶丝、膨胀叶丝、膨胀梗丝、薄片等组分对卷烟燃烧特性以及香味成分与有害成分的递送起着主导作用。而卷烟辅材则是通过卷烟纸、接装纸、成型纸和滤棒（三纸一棒）对烟气成分转移、前体成分转化和滤嘴截留起到重要影响作用。目前，卷烟烟气形成理论已较为完整，已有研究对烟气形成过程进行了系统阐述^[35-37]。辅材设计对于卷烟烟气的影响在国际范围内也一直是烟草科技关注的热点之一，并已经取得了大量研究成果^[38-47]。我国烟草科技工作者近年来通过减害技术、特色工艺、增香保润等行业重大专项研究，积累了大量关于烟气化学成分、感官成分、有害成分方面的数据。配方技术数字化就是要以卷烟烟气化学成分中感官相关关键成分和有害成分为导向，通过数据挖掘，构建配方设计模型，数字化调控烟丝香味成分、前体成分和燃烧特性，以实现卷烟燃吸过程的轻松感、舒适感和满足感。类似的，辅材技术数字化则是通过构建辅助材料设计模型，数字化调控烟丝成分的迁移率、转化率和截留率。综合配方技术数字化和辅材设计数字化，才能实现卷烟感官品质和危害性的精准调控。

调香技术数字化是产品设计数字化中关键的一环。在长期的调香实践中，发现了大量具有不同香味特征的烟草和烟气成分^[48,49]，积累了丰富的烟草特征香味与阈值数据，例如，具有烟熏气息的愈创木酚，具有焦甜香的麦芽酚，具有花香或果香的大马酮、大马烯酮、巨豆三烯酮等，并将这些香料分子应用于烟草调香。并且也有成功地改造香料分子和修饰分子的实例，比如从香兰素和麦芽酚结构出发，经过优化得到的乙基香兰素和乙基麦芽酚，其香气阈值均低于它们的母体化合物^[50]。1991年 Richard Axel 和 Linda Buck 首先发现并克隆嗅觉受体基因超家族^[51]，此后系列研究充分阐释了嗅觉受体结构^[52,53]。得益于此，同时借鉴药物定向设计的成功经验，使得探索实现切

合嗅觉受体结构的烟草香料分子定向设计成为可能。此外, 调香技术数字化的实现还必须借助数字化调香技术平台的构建和应用, 充分掌握香精香料相关信息, 结合对卷烟信息, 包括叶组、辅材、香味特征等信息充分把握, 利用数据技术、挖掘技术、模型模拟构建技术, 从而构建数字化调香技术的平台, 实现辨香、仿香、创香一体化的数字化调香。

2.4 降焦减害持续化

降焦减害是中式卷烟必须长期高举的一面旗帜。对比发达国家卷烟焦油量水平的发展变化, 中式卷烟降焦还有很大的空间。英国卷烟焦油量水平在上世纪60年代以前基本维持在30 mg/支, 此后至1973年进入快速降低阶段, 迅速从31 mg/支下降至19.1 mg/支, 年均下降0.92 mg/支。此后至上世纪90年代末期, 每年下降近0.5 mg/支。2002年以来, 因遵循《欧盟烟草制品导则》, 焦油量一直控制在10 mg/支以内, 并着重提高控制精度。根据《欧盟烟草制品导则》, 英国卷烟焦油量必须实行单边控制, 即不得超过10 mg/支。日本卷烟焦油量从1967年的23.7 mg/支降至1997年8.4 mg/支, 降幅接近65%, 之后稳定下降至2008年的6.6 mg/支, 近年来一直维持在6.9 mg/支水平^[54]。

相较于英国和日本两个代表性国家卷烟焦油量水平变化情况, 中式卷烟焦油释放量从1983年的27.3 mg/支降到2015年的10.3 mg/支, 总降幅超过62%, 年均降幅达0.53 mg/支。说明中式卷烟降焦减害不但仍然有比较大的空间, 而且是一项必须长期坚持的重要任务。

降焦减害持续化应该以卷烟感官品质和危害性指数为导向, 系统集成增香保润技术、制丝工艺技术、利用特色优质烟叶原料, 达到降焦减害效果好、稳定性高、实用性强、应用成本低等四个要求, 而且要实现感官品质与降焦减害同步提升。降焦减害不仅要降得下, 还要稳得住, 而且要实现总体降。只有进一步挖掘烟叶原料、卷烟配方、辅助材料和加工工艺等关键影响因素和关键控制点的确定, 通过质量稳定性控制技术实现控制精度的不断提高, 实现卷烟焦油和有害成分“稳得住、总体降”。降焦减害是中国烟草的使命, 降焦减害也是打造责任烟草的重要途径, 所以我们要继续坚持。

3 结语

回顾中国烟草科技过去几十年、特别是近十年的发展历程, 科技创新是取得卓越成就的重要经验之一。

展望未来, 科技创新仍将是驱动中式卷烟实现新跨越的重要保障。科技创新必然遵循科学技术发展的规律, 基于对过去成功经验的总结以及对未来科技发展的展望可以预见: 大数据技术在烟叶生产、卷烟加工等领域将有广泛应用, 可能冲击传统生产模式, 促进传统生产模式的升级改造; 生物技术在烟叶生产、产品设计、降焦减害等领域具有广泛应用前景, 有望开辟新的技术领域, 产生突破性成果; 信息技术、人工智能技术将促进部分传统技术升级, 推动产业技术体系新跨越, 新技术的叠加应用和综合应用更加密集、普遍和系统化。此外, 综合我国烟草发展现状以及国情可以判断, 今后相当长时间内中式卷烟仍将是我国烟草消费的主流形态。坚持大力发展中式卷烟, 保持和发展中国卷烟特色, 坚持高举降焦减害旗帜, 进一步巩固卷烟工业民族品牌认同度和竞争力, 将是我国烟草行业未来很长一段时期内的重要发展方向。而“烟草科技四化”的实现则是支撑中式卷烟稳定发展的必然选择, 是进一步巩固卷烟民族品牌的认同度和市场竞争力的有力保障。

参考文献

- [1] Rischbeck P, Elsayed S, Mistele B, et al. Data fusion of spectral, thermal and canopy height parameters for improved yield prediction of drought stressed spring barley[J]. *European Journal of Agronomy*, 2016, 78: 44-59.
- [2] Yang X, Tang J, Mustard J F. Beyond leaf color: comparing camera-based phenological metrics with leaf biochemical, biophysical, and spectral properties throughout the growing season of a temperate deciduous forest[J]. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 2014, 119: 181-191.
- [3] Pittman J, Arnall D B, Interrante S M, et al. Bermudagrass, Wheat, and Tall Fescue Crude Protein Forage Estimation using Mobile-Platform, Active-Spectral and Canopy-Height Data[J]. *Crop Science*, 2016, 56(2): 870-881.
- [4] 刘国顺, 李向阳, 刘大双等. 利用冠层光谱估测烟草叶面积指数和地上生物量[J]. *生态学报*, 2007, 27(5): 1764-1771.
LIU Guoshun, LI Xiangyang, LIU Dashuang, et al. Estimation of tobacco leaf area index and aboveground biomass using canopy spectra[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(5): 1764-1771.
- [5] 刁航, 吴永明, 杨宇虹等. 田间原位光谱的鲜烟叶成熟度判别模型的研究[J]. *光谱学与光谱分析*, 2016, 36(6): 1826-1830.
DIAO Hang, WU Yongming, YANG Yuhong, et al. Study on the Determination of the Maturity Level of Tobacco Leaf

- Based on In-Situ Spectral Measurement[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2016, 36(6): 1826-1830.
- [6] 张云贵, 刘青丽, 李志宏等. 分散经营条件下烤烟精准养分管理研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(4): 726-736.
- ZHANG Yungui, LIU Qingli, LI Zhihong, et al. Research on the field-specific nutrient management of flue-cured tobacco in condition of decentralized operation[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2015, 21(4): 726-736.
- [7] 张云贵, 邱建军, 李志宏等. 基于施肥处方的烤烟变量施肥机设计及应用[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(3): 1066-1074.
- ZHANG Yungui, QIU Jianjun, LI Zhihong, et al. Design and testify of a self-manufactured fertilization machine for tobacco variable fertilization based on soil nutrient variation[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2014, 20(3): 1066-1074.
- [8] 曹淋海, 王昌全, 张毅等. 基于 RIA WebGIS 的区域烟草精准施肥管理决策系统设计与实现 - 以攀枝花烟区为例[J]. 中国烟草学报, 2015, 21(2): 94-99.
- CAO Linhai, WANG Changquan, ZHANG Yi, et al. Design and implementation of decision-making system for tobacco precision fertilization in Panzhihua tobacco growing area based on RIA WebGIS[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2015, 21(2): 94-99.
- [9] Wolday K, Hruy G. Review on: Performance Evaluation of Crop Simulation Model (APSIM) in Prediction Crop Growth, Development and Yield in Semi Arid Tropics[J]. Journal of Natural Sciences Research, 2015, 5(21): 34-39.
- [10] Marc C, Guillaume C, Samir M, et al. Performance and sensitivity of the DSSAT crop growth model in simulating maize yield under conservation agriculture[J]. European Journal of Agronomy, 2016, 76: 41-53.
- [11] Waston J, Challinor A J, Fricker T E, et al. Comparing the effects of calibration and climate errors on a statistical crop model and a process-based crop model[J]. Climatic Change, 2014, 132(1): 93-109.
- [12] Constantin J., Willaume M., Murgue C., et al. The soil-crop models STICS and AqYield predict yield and soil water content for irrigated crops equally well with limited data[J]. Agric. Forest Meteorol. 2015, 206: 55-68.
- [13] Holzworth D P, Snow V, Janssen S, et al. Agricultural production systems modelling and software: Current status and future prospects[J]. Environmental Modelling & software, 2015, (72): 276-286.
- [14] PhytoPRE+2000[DB/OL], <http://www.phytopre.ch/>.
- [15] G Bourgeois, N Beaudry, D Plouffe, et al. Forecasting pests in field crops using real-time weather information: the CIPRA network in Quebec[J]. Acta Horticulturae, 2005(674): 303-304.
- [16] Crop Protection Compendium[DB/OL], <http://www.cabi.org/cpc>.
- [17] Di@gnoplant Tobacco[DB/OL], http://ephytia.inra.fr/fr/CMS/76/Diagnoplant_Tobacco.
- [18] 黄伟锋等. 基于 GPS 和 GPRS 的果园喷雾嵌入式远程监测系统[J]. 农机化研究, 2007(8): 133-136.
- HUANG Weifeng, HONG Tiansheng, YU Long, et al. The Embedded Long-distance Monitoring System for Orchard Spray Based on GPS and GPRS[J]. Journal of Agriculture Mechanization Research, 2007(8): 133-136.
- [19] 黎俊荣. 肇庆地区主要作物病虫害辅助诊治系统的构建与应用[D]. 中国农业大学, 2006.
- [20] 赵国富, 赵朋. 基于 BP 网络的虫害预测预报系统的分析与实现[J]. 农化机研究, 2008(4): 14-17.
- ZHAO Guofu, ZHAO Peng. Analysis and Implementation of Insect Pests Forecasting System Based on BP Network[J]. Journal of Agriculture Mechanization Research, 2008(4): 14-17.
- [21] 徐建祥, 刘宇. 决策支持系统在植物保护上的应用[J]. 河南科技大学学报自然科学版, 2005, 26(3): 65-67.
- [22] 冒梓维, 张立平. “农业病虫害图文知识服务系统”的研发与应用[J]. 安徽农业科学, 2010(25): 13692-13694.
- MAO Ziwei, ZHANG Liping. Development and application of “Picture and Text Knowledge Service System of Agricultural Disease, Pest and Weed”[J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2010(25): 13692-13694.
- [23] 姜红花等. 基于 WebGIS 烟草病虫害发生动态预测及诊断系统的开发[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2010, 41(4): 632-635.
- JIANG Honghua, WANG Yujun, LIANG Yuancun, et al. The development of the dynamic forecast and diagnosis systems of tobacco pests and diseases based on WebGIS[J]. Journal of Shandong Agricultural University(Natural Science), 2010, 41(4): 632-635.
- [24] 尹湧华. 烟草病虫害管理决策支持系统的开发[D]. 西南大学, 2008.
- [25] A Deredec, A Burt, HC Godfray, The population genetics of using homing endonuclease genes in vector and pest management[J]. Genetics, 2008, 179(4): 2013-2026.
- [26] Kun Yan Zhu, Xin Zhang, Jianzhen Zhang, US patent, Double-stranded RNA-based nanoparticles for insect gene silencing[P]. USPTO Application #: #20130137747.
- [27] TJ Bruce, GI Aradottir, LE Smart, et al., The first crop plant genetically engineered to release an insect pheromone for defence[J]. Scientific Reports, 2015, 5, 11183., doi:10.1038/

- srep 11183.
- [28] Yamamoto-Tamura, M Ohno, T Fujii, et al., Assessment of the effects of genetically modified *Pseudomonas* spp. Expressing chitinase on the soil microbial community in the cucumber rhizosphere[J]. Japan Agricultural Research Quarterly, 2012, 45(4):377-383.
- [29] LS Ryder, BD Harris, DM Soanes, et al., Saprotrophic competitiveness and biocontrol fitness of a genetically modified strain of the plant-growth-promoting fungus *Trichoderma reesei* GD12[J]. Microbiology, 2012, 158, 84-97.
- [30] M Bonaldi, X Chen, A Kunova, et al., Colonization of lettuce rhizosphere and roots by tagged *Streptomyces*[J]. Frontiers in Microbiology, 2015, 6:25.
- [31] Wu J, Yang S X, Tian F C., A novel intelligent control system for flue-curing barns based on real-time image features[J]. Biosystems Engineering, 2014, 123 (7) :77-90.
- [32] Zhang H, Jiang X P, Chen S B., Intelligent Tobacco Curing Control Based on Color Recognition[J]. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 2013, 5(8): 2509-2513.
- [33] Jian T, Deng M L, He Z T, et al. Extraction of Tobacco Leaves Color Features Based on HSI Color Space[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 651: 2424-2429.
- [34] Guru D S, Mallikarjuna P B., Spots and color based ripeness evaluation of tobacco leaves for automatic harvesting[C]. IITM '10 Proceedings of the First International Conference on Intelligent Interactive Technologies and Multimedia 2010, 198-202.
- [35] Baker, R.R., Smoke generation inside a burning cigarette: modifying combustion to develop cigarettes that may be less hazardous to health[J]. Progress in Energy & Combustion Science, 2006, 32(4):373-385.
- [36] Baker, R.R. Tobacco Combustion – The Last Ten Years. [C], Recent Advances in Tobacco Science, Vol. 16, 44th TCRC, 1990.
- [37] Baker, R.R. Mechanisms of Smoke Formation and Delivery. [C], Recent Advances in Tobacco Science, Vol. 6, 34th TCRC, 1980.
- [38] 郑州烟草研究院. 原辅材料降低卷烟危害性指数规律研究 [R]. 国烟科鉴字 [2016] 第 25 号.
- [39] Winter D., Coleman M., Warren N. The effect of cigarette design variables on assays of interest to the tobacco industry: 3) Tobacco blend styles[C]. CORESTA, 2005.
- [40] 郑州烟草研究院. 卷烟配方设计对主流烟气 7 种有害成分的规律研究 [R]. 国烟科鉴字 [2016] 第 23 号.
- [41] CASE P.D., LOUREAU J.M, BASKEVITCH N. Systematic studies on cigarette paper. The influence of natural permeability, added permeability and burn additive on paper properties and mainstream ISO yields[C]. CORESTA, 2003, ST 27.
- [42] CASE P.D., LOUREAU J.M, BASKEVITCH N. Systematic studies on cigarette paper. The influence of filler, fibre and natural permeability on paper properties and mainstream ISO yields[C]. CORESTA. 2003, ST28.
- [43] Christophe L M., Lang L B., Gilles L B., etc, Influence of cigarette paper and filter ventilation on Hoffmann analytes [C]. 58th TSRC, 2004.
- [44] Case P.D., Branton P.J., Baker R.R., et al. The effect of cigarette design variables on assays of interest to the Tobacco Industry[C]. CORESTA 2005.
- [45] 郑州烟草研究院. 卷烟辅助材料参数对主流烟气 HOFFMANN 分析物的影响研究 [R]. 国烟科鉴字 [2011] 第 06 号.
- [46] LUO W, YIN D H, DING D, et al. Effect of pore structure of cigarette paper on the yield of carbon monoxide in mainstream smoke during cigarette burning[J]. Beitrage Zur Tabakforschung International, 2015, 26(6): 284-293.
- [47] Yong Jin, Saibo Yu, Qi Liu, etc. Application of Triethyl Citrate to Filters in Virginia Type Cigarettes[J]. Contributions to Tobacco Research, 2014, (4): 176-182.
- [48] Roberts D. L., Natural tobacco flavor[J]. Recent Advance of Tobacco Science, 1988, 14: 49-81.
- [49] Davis D. L., Nielsen M. T. Tobacco: Production, chemistry and technology[M]. Blackwell Science, Oxford, 1999.
- [50] 张建勋(译), 香味化学与工艺学 [M]. 中国科学出版社, 北京, 2012.
- ZHANG Jianxun(translator), Flavor Chemistry and Technology[M]. Press of University of Science and Technology of China, Beijing, 2012.
- [51] Linda Buck and Richard Axel, A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition[J]. Cell, 1991, 65, 1, 175-187.
- [52] Richard Axel, The Molecular Logic of Smell[J]. Scientific American, 1995, 273(4), 154-159.
- [53] Wu C S, Wang L J, Zhou J, et al, The progress of olfactory transduction and biomimetic olfactory—based biosensors[J]. Science Bulletin., 2007, 52: 1886-1896.
- [54] International Smoking Statistics[DB/OL], <http://www.pnlee.co.uk/ISS.htm>.

On the development prospects of tobacco science and technology in China

XIE Jianping

Zhengzhou Tobacco Research Institute, China National Tobacco Corporation, Zhengzhou 450001, China

Abstract: The important scientific breakthroughs of China tobacco in the past few decades, especially in the last ten years, were reviewed. Innovations and present situation in key field of Chinese style cigarette products were summarized and analyzed. On this basis, four tobacco technology development trends of precise leaf tobacco production, intelligent cigarette processing, digitized product design and harm reduction and less tar delivery were put forward and explained. Given the development situation of China tobacco, it is concluded that Chinese style cigarette will continue to dominate domestic consumption in the foreseeable future. The four development trends of tobacco technology are an inevitably choice to support sustained development of Chinese style cigarette brand, and to ensure consumer recognition and market competitiveness of national brand.

Keywords: tobacco science and technology; precision leaf tobacco production; intelligent cigarette processing; digitized product design; continued efforts to reduce harm and tar delivery

Citation: XIE Jianping. On the development prospects of tobacco science and technology in China[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2017,23(3)

*Corresponding author. Email: xiejp@ztri.com.cn

《烟草科技》2017年第5期目次

• 烟草农学

- 豫中烟区土壤微生物特性及其与土壤理化性质的关系
..... 陈丽燕, 戴华鑫, 陈江华, 等
- 土壤改良剂对黔西北两种植烟土壤氮矿化的影响
..... 潘金华, 庄舜尧, 黄化刚, 等
- 汉中烟区烟蚜发生动态及烟蚜茧蜂防控效果分析
..... 李晓宇, 成巨龙, 张家韬, 等
- 湘西州植烟土壤 pH 和中微量元素分布及其相关关系
..... 邓小华, 张 瑶, 田 峰, 等
- 黄砂、石粉替代漂浮育苗基质对烟苗生长发育的影响
..... 任 亚, 刘 峰, 林 宁, 等

• 烟草化学

- 不同结构烟草纤维素的燃烧热解特性
..... 杨 滢, 周 顺, 王孝峰, 等
- 纤维素纸沟槽滤嘴选择性降低卷烟烟气中有害成分
..... 谢兰英, 钟科军, 刘 琦, 等
- UPLC-HRMS 法定量分析小鼠组织中的 6- 氧 - 甲基鸟嘌呤

- 李琛, 王荣浩, 毛健, 等
- 苔清致香成分柔扁枝衣酸乙酯的合成
..... 朱龙杰, 朱怀远, 庄亚东, 等

• 烟草工艺

- 全国烤烟烟叶特征香韵地理分布及变化
..... 乔学义, 王 兵, 熊 斌, 等
- 基于 CFD 模拟卷烟烟气扩散过程的影响因素
..... 余其昌, 吴君章, 黄翼飞, 等

• 设备与仪器

- 基于 AGAST 角点域特征的条烟快速识别算法
..... 涂勇涛, 张 莹, 邵 豪, 等
- 外部因素对 TM710e 水分仪检测结果的影响
..... 罗志雪, 周文滨, 林水艇, 等
- TOBSPIN 切丝机气动反吹式烟叶回收单元的设计
..... 李立勋, 焦 阳, 许仁杰, 等