

专题报告

基于改进 AHP 的烟草农业机械化水平评价*

王志斌^{1, 2}, 黄超¹, 王龙^{1*}

(1. 北京科技大学计算机与通信工程学院, 北京 100083;

2. 新疆兵团勘测设计院(集团)有限责任公司, 乌鲁木齐 830002)

摘要:【目的】建立科学的烟草农业机械化水平评价方法, 有利于进行烟草行业农机化宏观调控和微观指导, 提升烟草生产机械化水平。【方法】针对烟草农业机械化水平缺乏科学评价方法的实际问题, 文章通过对国内主要烟草产区机械化生产的实际调研, 提取可以表征烟草农业机械化水平的各项指标。改进的层次分析法具有判断矩阵的最大特征值最小和一致性指标最小的特点, 因此通过该方法确定的指标权重精度较高。该文通过改进的层次分析法确立了表征烟草机械化生产水平的各项指标的权重, 并结合产区特点确定了标准值, 构建了烟草农业机械化水平评价体系。【结果】通过对云南曲靖等 10 个烟草产区调研资料进行评价, 各区烟草农业机械化水平最大值为 85.79%, 最小值为 36.09%, 其中山东诸城产区机械化水平最高。【结论】通过真实调研数据验证, 该文所建立的烟草农业机械化水平评价方法有效地反映了各产区的基本情况, 证明了评价体系的科学性。

关键词: 烟草; 农业机械化水平; 评价体系; 改进的 AHP 方法

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20200109

0 引言

烟草是我国的重要经济作物^[1], 种植区域较为广泛^[2], 在云南省、贵州省、四川省、福建省、河南省、山东省、黑龙江省等地均有种植。烟草种植区域多为低山丘陵, 生产环节繁多, 机械化水平相对较低, 生产强度较大, 与近年烟区农村劳动力短缺的矛盾十分突出^[3-7]。大力改进烟叶生产方式, 推进烟草产业机械化作业, 不仅可以有效缓解烟区青壮年劳动力短缺的突出矛盾, 还有利于实现烟草技术规范统一、生产水平均衡^[7]和质量特色稳定^[8], 对提高烟草产业化发展水平具有重要意义。

要发挥机械化在现代烟草农业建设中的作用, 首先必需正确认识现阶段烟草农业机械化的发展水平。目前, 国内对烟草农业机械化评价研究较少^[9]。姜福东等^[10]研究了我国丘陵烟区烟草农业机械化的发展现状并进行了分析; 胡伟筠等^[11]研究了湘西烟区烟草农业机械化的现状, 探明了该区域烟草田间机械化的发展方向, 但以往研究均未对我

收稿日期: 2020-01-11

第一作者简介: 王志斌(1987—), 工程师。研究方向: 农业工程与信息化。Email: 715134756@qq.com

* 通信作者简介: 王龙(1988—), 博士、副教授。研究方向: 智慧农业。Email: lwang@ustb.edu.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC0810600); 国家自然科学基金(71801031); 北京市自然科学基金(9204028)

国烟草农业机械化水平进行更深入的科学评价，缺乏考虑我国主要烟草种植区的不同特点。

因此，建立一套科学的烟草农业机械化水平评价指标体系，制定相应的标准和评价方法，对评价不同区域的烟草生产机械化水平，实施我国烟草行业农机化宏观调控和微观指导，促进和提高烟草生产机械化的水平，具有十分重要的理论意义和现实意义。文章旨在通过产区调研建立烟草农业机械化水平的综合评价体系和方法。

1 建立评价指标体系

1.1 评价指标体系设计原则

面向实际生产需求，评价指标设计遵从以下原则。

(1) 体现烟草生产特性

根据烟叶生产在自然条件、种植制度、品种体系和经济条件等方面存在的差异，我国烟草种植区分为西南烟草种植区、东南烟草种植区、长江中上游烟草种植区、黄淮烟草种植区和北方烟草种植区等 5 个一级烟草种植区，各地在自然条件和经济条件方面差异较大，评价体系的建立必须符合所在烟区的特点。

(2) 具有可计算性

指标体系中的指标应有现有的统计数据作支撑，指标中的变量应是烟草农业生产中已有统计数据或通过科学方法换算得来，其次，指标计算应尽量简单，便于推广、使用。

(3) 具有综合性和前瞻性

烟草种植是综合的系统工程，农机作业是基础，合作社、基地单位等为农机使用提供了保障，因此对烟草农业机械化水平的研究应从农机作业程度、保障能力、综合效益等三方面考虑。其次，为了实现烟草种植全程机械化的目标，指标体系应能体现出目前烟草种植过程中机械化薄弱环节，针对性地研发和推广农机。

1.2 指标设定及权重

(1) 指标设定

综合考虑各产区烟草种植的实际特点和现阶段农机发展情况与未来发展趋势，参考标准 NY/T1408.1-2007《农业机械化水平评价第 1 部分种植业》，筛选出体现调研区烟草农业机械化共性特点的若干个指标，从烟草农业机械化作业程度、烟草农业机械化综合保障能力、烟草农业机械化综合效益 3 个方面，设立了全国烟草典型种植区农业机械化评价指标，如图 1 所示。

(2) 改进的层次分析法

传统层次分析法多采用 1~9 尺度法，其级别差别较大。据调查^[12]，人们对于“稍强”、“强”、“明显的强”、“绝对的强”、“极强”的期望值为 1、1.30、1.77、2.40 和 3.63，用 1~9 尺度不能满足相对完善的指标赋权，故采用改进的层次分析法。相关专家创建了改进的层次分析法^[13-14]，也称为三尺度法。利用改进的层次分析法获取各评价指标权重步骤主要包括：①领域专家对同一一级指标下的二级指标进行两两比较，建立判断矩阵；②基于判断矩阵，通过层次单排序，获取各二级指标权重；③对一级指标采取相同

2020年2月

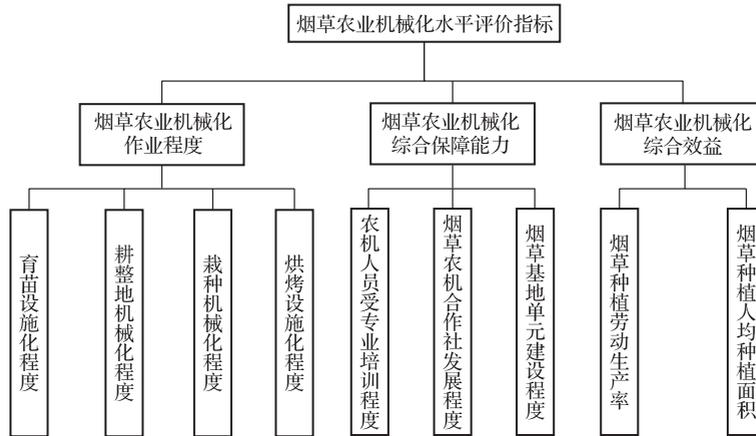


图1 烟草农业机械化水平评价指标

Fig. 1 Tobacco agricultural mechanization index

方法，获取一级指标权重。其中，两两比较只需对比两指标间的相对重要程度，大大减少了对比尺度数量，改进的层次分析使判断矩阵的最大特征值最小，一致性指标最小，指标权重的精度最好。利用改进的层次分析法，可以通过专家评判，得到较为精确的烟草农业机械化水平指标权重值，克服了传统层次分析法的缺点。

建立判断矩阵 K ：

①建立比较矩阵 U

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & u_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式(1)中， u_{ij} 为图1中同一一级指标下第*i*个二级指标与第*j*个二级指标相对比的重要性，且有 $u_{ii}=1$ ， n 为该一级指标下的二级指标个数。

$$u_{ij} = \begin{cases} 2 & \text{第 } i \text{ 个元素比第 } j \text{ 个元素重要} \\ 1 & \text{第 } i \text{ 个元素和第 } j \text{ 个元素同等重要} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 个元素没有第 } j \text{ 个元素重要} \end{cases}$$

②计算重要性排序指数 r

$$r_i = \sum_{j=1}^n u_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式(2)中， r_i 为 U 中第*i*行元素的总和，并设 $r_{\max} = \max \{ r_i \}$ ， $r_{\min} = \min \{ r_i \}$ 。

③计算判断矩阵 K 的元素 k_{ij}

$$k_{ij} = \begin{cases} \frac{r_i - r_j}{r_{\max} - r_{\min}} \left(\frac{r_{\max}}{r_{\min}} - 1 \right) + 1 = \frac{r_i - r_j + r_{\min}}{r_{\min}} & r_i \geq r_j \\ \left[\frac{r_i - r_j}{r_{\max} - r_{\min}} \left(\frac{r_{\max}}{r_{\min}} - 1 \right) + 1 \right]^{-1} = \frac{r_{\min}}{r_j - r_i + r_{\min}} & r_i \leq r_j \end{cases} \quad (3)$$

层次单排序 w ：

①计算判断矩阵 K 的传递矩阵 P

由公式 $p_{ij} = \lg k_{ij}$ 得

$$p_{ij} = \begin{cases} \lg(r_i - r_j + r_{\min}) - \lg r_{\min} & r_i \geq r_j (i, j = 1, 2, \dots, n) \\ \lg r_{\min} - \lg(r_i - r_j + r_{\min}) & r_i \leq r_j (i, j = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (4)$$

以图 1 中烟草农业机械化作业水平各二级指标为例，则 n 为 4，式 (4) 中传递矩阵 P 的大小为 4×4 。

②求 P 最优传递阵 Q 的元素 q_{ij}

$$q_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [p_{ik} - p_{jk}] \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

③求判断矩阵 K 的拟优一致阵 K' 的元素 k'_{ij}

$$k'_{ij} = 10^{q_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

④求 k'_{ij} 的特征向量 (方根法)

计算 K' 的每一行元素的乘积，其公式为：

$$M_i = \prod_{j=1}^n k'_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

计算 M_i 的 n 次方根，其公式为：

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{M_i} \quad (8)$$

对向量 $\bar{w}_i = [\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n]^T$ 做归一化处理，即：

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i} \quad (9)$$

式 (9) 中，计算出的 w_i 即为各二级指标的权重，其总和为 1。

则每组单排序的结果为：

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T \quad (10)$$

(3) 权重计算

以一级指标烟草农业机械化作业水平下各二级指标权重计算为例，为了使指标权重更具代表性，选取云南省、贵州省、四川省、山东省、河南省、福建省、黑龙江省等 7 个省份有关专家 15 位，按照三标度的方法，构建了 15 个比较矩阵。由式 (2) 至 (3) 得 $A-A_i$ 的判断矩阵 K ，由式 (4) 得 $A-A_i$ 判断矩阵 K 传递阵 P ，由式 (5) 得传递矩阵 P 的最优传递阵 Q ，由式 (6) 得判断矩阵 K 的拟优一致阵 K' ，由式 (7) 至 (9)，对单排序结果进行算术平均，得各二级指标权重

$$W_{AA_i} = [0.18, 0.47, 0.19, 0.16]^T \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (11)$$

以同样的方法可得到其余五项二级指标权重和各一级指标权重，

$$W_{BB_i} = [0.36, 0.30, 0.34]^T \quad i = 1, 2, 3 \quad (12)$$

$$W_{CC_i} = [0.69, 0.31]^T \quad i = 1, 2 \quad (13)$$

2020年2月

$$W_L = [0.6, 0.2, 0.2]^T \quad (14)$$

最终得到烟草农业机械化水平评价指标及权重, 如表 1 所示。

表 1 烟草农业机械化水平评价指标及权重
Table1 Tobacco agricultural mechanization indexes and weightiness

一级指标	二级指标	权重系数
烟草农业机械化作业程度 A (0.6)	育苗设施化程度 A_1	0.18
	耕整地机械化程度 A_2	0.47
	栽种机械化程度 A_3	0.19
	烘烤设施化程度 A_4	0.16
烟草农业机械化综合保障能力 B (0.2)	农机人员受专业培训程度 B_1	0.36
	烟草农机合作社发展程度 B_2	0.30
	烟草基地单元建设程度 B_3	0.34
烟草农业机械化综合效益 C (0.2)	烟草种植劳动生产率 C_1	0.61
	烟草种植人均种植面积 C_2	0.31

2 指标计算方法及标准化

2.1 指标计算方法

(1) 烟草农业机械化水平

$$L = 0.6A + 0.2B + 0.2C \quad (15)$$

(2) 烟草农业机械化作业程度 A

$$A = 0.18A_1 + 0.47A_2 + 0.19A_3 + 0.16A_4 \quad (16)$$

式(16)中, A_1 为育苗设施化程度; A_2 为耕整地机械化程度; A_3 为栽种机械化程度; A_4 为烘烤设施化程度。 $A_1 \sim A_4$ 的单位均为 (%)。

①育苗设施化程度 A_1

育苗设施化程度是指当年使用育苗大棚(单体、连体)的烟草供苗面积占烟草种植总面积的比重。

$$A_1 = \frac{S_1}{S} \times 100\% \quad (17)$$

式(17)中, S_1 为育苗大棚供苗面积 (hm^2); S 为烟草种植总面积 (hm^2)。

②耕整地机械化程度 A_2

耕整地机械化程度是指当年内曾经利用拖拉机或其他动力机械(如机耕船)耕翻或旋耕、深松过的实有烟田面积占烟田总耕地面积的比重。在 1hm^2 耕地上, 当茬无论耕翻几次仍作 1hm^2 计算, 不重复计算。

$$A_2 = \frac{S_2}{S} \times 100\% \quad (18)$$

式(18)中, S_2 为机械耕整地面积 (hm^2); S 为烟草种植总面积 (hm^2)。

③栽种机械化程度 A_3

栽种机械化程度是指当年利用烟草移栽机械移栽烟草的作业面积占烟草种植总面积的比重。

$$A_3 = \frac{S_3}{S} \times 100\% \quad (19)$$

式(19)中, S_3 为机械移栽面积 (hm^2); S 为烟草种植总面积 (hm^2)。

④烘烤设施化程度 A_4

烘烤设施化程度是指当年利用密集型烤房烘烤的烟草重量占烟草收获重量的比重。

$$A_4 = \frac{N_1}{N} \times 100\% \quad (20)$$

式(20)中, N_1 为密集型烤房烘烤烟草重量 (t); N 为烟草收获重量 (t)。

(3) 烟草农业机械化综合保障能力 B

$$B = 0.36B_1 + 0.3B_2 + 0.34B_3 \quad (21)$$

式(21)中, B_1 为农机人员受专业培训程度; B_2 为烟草农机合作社发展程度; B_3 为烟草基地单元建设程度。 $B_1 \sim B_3$ 的单位均为 (%)。

①农机人员受专业培训程度 B_1

农机人员受专业培训程度是指烟草农机人员中受过专业培训的人员数占烟草农机人员总数的比重。

$$B_1 = \frac{L_1}{L} \times 100\% \quad (22)$$

式(22)中, L_1 为农机人员中受过专业培训的人员数 (人); L 为烟草农机人员总数 (人)。

②烟草农机合作社发展程度 B_2

烟草农机合作社发展程度是指烟草农机合作社所服务的烟草种植面积占烟草种植总面积的比重。

$$B_2 = \frac{S_4}{S} \times 100\% \quad (23)$$

式(23)中, S_4 为农机合作社服务面积 (hm^2); S 为烟草种植总面积 (hm^2)。

③烟草基地单元建设程度 B_3

烟草基地单元建设程度是指现代烟草基地单元所辐射的烟草种植面积占烟草种植总面积的比重。

$$B_3 = \frac{S_5}{S} \times 100\% \quad (24)$$

式(24)中, S_5 为基地单元辐射面积 (hm^2); S 为烟草种植总面积 (hm^2)。

(4) 烟草农业机械化综合效益 C

$$C = 0.61 \frac{C_1}{C_{1B}} \times 100\% + 0.39 \frac{C_2}{C_{2B}} \times 100\% \quad (25)$$

2020年2月

式(25)中, C_1 为烟草种植劳动生产率, 单位为元每人(元/人); C_2 为烟草种植人均种植面积, 单位为公顷每人(hm^2 /人); C_1, C_2 实际值大于标准值时, 按标准值计算; C_{1B} 为烟草种植劳动生产率标准值, 单位为元每人(元/人); C_{2B} 为烟草种植人均种植面积标准值, 单位为公顷每人(hm^2 /人)。

①烟草种植劳动生产率 C_1

烟草种植劳动生产率是指平均每个烟草种植劳动力所创造的烟草种植产值。

$$C_1 = \frac{Z}{L_0} \times 100\% \quad (26)$$

式(26)中, Z 为烟草种植总产值(元); L_0 为烟草种植劳动力数(人)。

②烟草种植人均种植面积 C_2

烟草种植人均种植面积是指平均每个烟草种植劳动力所种植的烟草面积。

$$C_2 = \frac{S}{L_0} \times 100\% \quad (27)$$

式(27)中, S 为烟草种植总面积(hm^2); L_0 为烟草种植劳动力数(人)。

2.2 评价指标的标准化

根据农业农业部制定的评价全国农业机械化发展水平时用的评价标准(NY/T1408.1-2007《农业机械化水平评价第1部分: 种植业》), 结合各省烟叶种植的实际情况, 确定烟草农业机械化评价指标体系中各指标应达到的基本标准值, 如表2所示。

表2 烟草农业机械化水平评价指标标准值
Table 2 Tobacco agricultural mechanization evaluation standard

指标名称	单位	标准值
育苗设施化程度 A_1	%	100
耕整地机械化程度 A_2	%	100
栽种机械化程度 A_3	%	100
烘烤设施化程度 A_4	%	100
农机人员受专业培训程度 B_1	%	100
烟草农机合作社发展程度 B_2	%	100
烟草基地单元建设程度 B_3	%	100
烟草种植劳动生产率 C_1	元/人	14 000
烟草种植人均种植面积 C_2	hm^2 /人	0.4

3 各产区烟草农业机械化水平综合评价

3.1 指标计算

根据上文建立的烟草农业机械化水平评价体系和计算方法, 对云南曲靖, 贵州遵义、毕节, 河南平顶山、伊川, 山东诸城, 福建建阳、泰宁, 黑龙江绥化、肇庆等地 2010 年

烟叶种植过程中的烟草农业机械化作业程度，烟草农业机械化综合保障能力，烟草农业机械化综合效益中的各项指标进行计算，结果如表 3、表 4 所示。

表 3 各地区烟草农业机械化水平二级指标值
Table 3 Values of tobacco agricultural mechanization indexes

指标名称	云南 曲靖	贵州 遵义	贵州 毕节	河南 平顶山	河南 伊川
育苗设施化程度 A_1 (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
耕整地机械化程度 A_2 (%)	85.00	28.57	31.36	99.58	100.00
栽种机械化程度 A_3 (%)	5.00	0.20	0.15	17.22	0.02
烘烤设施化程度 A_4 (%)	26.17	0.71	27.43	100.00	36.75
烟草农业机械化作业程度 A (%)	63.09	31.58	37.16	84.08	70.88
农机人员受专业培训程度 B_1 (%)	99.24	52.17	17.03	32.09	100.00
烟草农机合作社发展程度 B_2 (%)	58.77	70.00	96.71	16.39	0
烟草基地单元建设程度 B_3 (%)	25.19	12.14	4.88	35.49	0
烟草农业机械化综合保障能力 B (%)	61.92	43.91	36.80	28.54	36.00
烟草种植劳动生产率 C_1 (元/人)	13 577.78	5 818.18	5 617.53	10 645.49	5 619.55
烟草种植人均种植面积 C_2 (hm^2 /人)	0.40	0.21	0.19	0.27	0.24
烟草农业机械化综合效益 C (%)	90.16	41.79	39.55	67.63	42.89
烟草农业机械化水平 L (%)	68.27	36.09	37.57	69.68	58.31

表 4 各地区烟草农业机械化水平二级指标值
Table 4 Values of tobacco agricultural mechanization indexes

指标名称	山东 诸城	福建 建阳	福建 泰宁	黑龙江 绥化	黑龙江 肇州
育苗设施化程度 A_1 (%)	100.00	100.00	0	100.00	0
耕整地机械化程度 A_2 (%)	100.00	100.00	31.28	100.00	100.00
栽种机械化程度 A_3 (%)	37.62	0.01	0.00	0.01	0.01
烘烤设施化程度 A_4 (%)	93.55	98.88	97.62	28.56	9.83
烟草农业机械化作业程度 A (%)	87.11	80.82	30.32	69.57	48.57
农机人员受专业培训程度 B_1 (%)	100.00	48.03	28.03	100.00	63.80
烟草农机合作社发展程度 B_2 (%)	100.00	84.62	33.33	11.11	23.70
烟草基地单元建设程度 B_3 (%)	94.04	100.00	100.00	0	0
烟草农业机械化综合保障能力 B (%)	97.97	76.67	54.09	39.33	30.08
烟草种植劳动生产率 C_1 (元/人)	11 250.00	14 360.39	6 758.13	6 222.22	5 553.50
烟草种植人均种植面积 C_2 (hm^2 /人)	0.27	0.53	0.30	0.19	0.15
烟草农业机械化综合效益 C (%)	69.62	93.57	52.97	41.81	36.07
烟草农业机械化水平 L (%)	85.79	82.54	39.60	57.97	42.37

2020年2月

3.2 结果分析

由表3、表4的评价结果可以看出, 尽管各地在实现烟草农机化过程中呈现出不同的特点, 但就总体情况而言, 各地农机使用中也呈现出一些共性的特征。

(1) 通用机耕和整地机械化程度较高

烟草种植过程中的耕地环节和大农业相同, 一些成熟的耕地机械可以在烟草种植中使用, 从而使耕地环节的机械化程度高于其它别的环节。调研区域的烟草机耕和整地机械化程度都达到了28%以上, 在一些土地平整且地块面积较大的地区, 这一程度更高, 比如山东诸城市的耕地机械化程度已经达到100%。起垄环节, 只需根据垄高、垄宽, 调整机械, 便可使用现有的起垄机械, 这也使起垄环节有着较高的机械化程度。

(2) 烟草特色的生产环节机械化整体处于起步阶段

综合分析调研区烟草种植各环节机械化水平, 可发现烟草种植特有农艺环节的机械化水平并不高, 这与专用机械技术不成熟有着密切的联系。单就移栽这一费工费时的环节而言, 除诸城外, 各地的移栽机械化程度均18%以下, 福建泰宁更是全部为人工操作。总体而言, 烟草专用农机正处于研发推广的初级阶段。

4 结论与建议

该文针对烟草农业机械化缺少科学评价方法的问题, 建立了烟草农业机械化水平评价体系。运用改进的层次分析法, 对体系中3个一级指标和9个二级指标赋予了权重, 并结合调研数据, 给出了各指标的标准值。通过对云南曲靖、贵州遵义等10个产区的烟草农业机械化水平进行评价, 有效地反映了各产区的基本情况, 充分说明了评价体系的科学性。但是, 由于确定指标权重过程中需要领域专家参与评价, 指标间相对重要性比较受专家个人判断影响, 带来了一定的主观性, 以后的研究可以利用数据驱动方法, 从统计数据中自动获取各指标权重, 使评价标准更加客观。

各产区自然、社会、经济条件千差万别, 在统一的标准之上, 下一步研究中应结合不同产区烟叶种植的区别, 针对不同产区, 增添一些评价指标来反应当地烟草农业机械化的现状和存在的问题, 使评价指标更有针对性, 这样既能在全国范围内横向比较, 又能反应出不同省份的特点。

参考文献

- [1] 李建平, 冯吉, 陈振国, 等. 智慧烟叶气象服务平台的设计. 中国农业信息, 2019, 31(5): 90-97.
- [2] 王晓磊. 现代烟草农业机械化技术体系构建策略分析. 现代农业研究, 2019(7): 31-32.
- [3] 王旭. 发展现代烟草农业的实践研究. 农村经济与科技, 2019, 30(16): 16+19.
- [4] 程昊. 现代烟草农业机械化技术分析. 轻工科技, 2016, 32(4): 34-35.
- [5] 王宾刚, 李东阳, 程朝晖. 烟草农业机械化推广保障体系构建及其成效. 现代农业科技, 2016(23): 170.
- [6] 李薇, 张斌, 张宇. 机械化种植模式对烟草栽植的影响分析. 现代农业科技, 2016(12): 81-83.
- [7] 朱尊权. 中国烟叶生产科研现状与展望. 中国烟草学报, 2008, 14(6): 70-72.
- [8] 王志琴, 任树梅, 王龙, 等. 我国烤烟生产机械化现状调查分析. 农业机械, 2013(4): 111-113.
- [9] 李光雷, 孙光军, 陈风雷, 等. 烟叶生产管理信息化探索与思考. 中国烟草学报, 2019, 25(3): 104-109.
- [10] 姜福东, 陈德鑫. 我国丘陵烟区烟草农业机械化发展现状及对策. 畜牧与饲料科学, 2009, 30(2): 97-99.

- [11] 胡伟筠, 朱列书, 傅淋. 湘西地区烟草田间机械化现状与发展方向. 作物研究, 2015(29): 901-905.
- [12] 中国系统工程学会决策科学专业委员会. 决策科学理论与方法. 北京: 海洋出版社, 2001.
- [13] Li Fengwei, Phoon Kok Kwang, Du Xiuli, et al. Improved AHP Method and Its Application in Risk Identification. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2013, 139(3): 312-320.
- [14] Hu X, Sun B, Chen X. Double Quantitative Fuzzy Rough Set-Based Improved AHP Method and Application to Supplier Selection Decision Making. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 2020, 11(1): 153-167.

Evaluation of tobacco agricultural mechanization level based on the improved AHP method

Wang Zhibin^{1, 2}, Huang Chao¹, Wang Long^{1*}

(1. School of Computer Science and Communication Engineering, University of Science and Technology, Beijing 100083, China; 2. XPCC Surveying & Designing Institute (Group) Co., Ltd., Urumqi 830002, China)

Abstract: [**Purpose**] An scientific evaluation of tobacco agricultural mechanization level is beneficial to the macro regulation and micro guidance. Meanwhile, it helps to improve the tobacco agricultural mechanization level. [**Method**] Due to lack of scientific evaluation method of tobacco agricultural mechanization level, and according to the actual situation of the tobacco production research, this paper has chosen the indexes to evaluate the level of agricultural mechanization, and applied an improved AHP to analyze the smallest characteristic value of judgment matrix and consistency index to determine the index weight with a high precision. By using the improved AHP, this paper established the weight of each indicator to reflect tobacco agricultural mechanization level, and combined the characteristics of production to determine the standard value, and further constructed the tobacco agricultural mechanization level evaluation system. [**Result**] The proposed method is applied to evaluating the agricultural mechanization level of 10 production areas across China. The results indicate that the highest mechanization level is 85.79% while the lowest is 36.09%. The production area of Zhucheng, Shandong has achieved the highest mechanization level. [**Conclusion**] The proposed method effectively reflects the actual production status of each production area by using the real data collected from fields. Thus, the scientific value of the proposed method is validated.

Key words: tobacco; agricultural mechanization level; evaluation system; improved AHP