

# 基于图像处理技术的烤烟烟叶 质量检测研究

韩力群 周文

(北京工商大学信息工程学院 北京 100037)

**摘要** 本文研究应用图像处理技术提取与描述烟叶质量特征的方法。文中提出用视觉彩色模型 *HLS* 分析烟叶颜色特征的方法；给出用链码描述烟叶外形轮廓的思路及利用链码对若干烟叶样本外形特征值进行计算的结果。文中还提出对烟叶叶片结构与身份特征的综合提取与描述方法；最后给出采用人工神经网络建立烟叶成熟度数学模型的设计方案。

**关键词** 图象处理 烤烟烟叶 质量检测 成熟度

## 1 引言

烤烟烟叶质量的自动检测与分级是根据我国烟叶生产和购销的迫切需要提出的研究课题。

烟叶及其制品税率较高，是国家重要的财政收入之一。而烟叶分级是购销业务执行按质论价和烟厂生产不同档次烟制品的主要依据。烟叶分级是指对同一产区和品种的烟叶按生长部位和颜色进行分组，然后再按成熟度、叶片结构、身份、油分、色度、长度、残伤七个品质因素进行分级。长期以来，烟叶分组、分级以感官检测结果和专家经验为依据，这种落后的感官检测主观评定方式工作效率低、主观随意性强，远不能适应我国烟草专卖制度政策性强、法律严的特点。我国近年推行 40 级烟叶分级标准，在同一标准下，人工检验与分级的结果会出现很大差异。此外，随着烟制品质量的演变，烟叶质量观念亦逐渐改变，质量要求逐渐提高，当质量要求和标准改变时，烟叶分级人员很难从旧的质量观念中摆脱出来而适应新的质量标准，人工分级将越来越难于满足要求。因此，研究科学可靠的烟叶自动检测与分级技术已经势在必行。该研究对于制定科学的烟叶分级标准、提高烟叶分级的水平与效率、仲裁烟叶质量纠纷、保护烟农利益和国家利益，都具有非常重要的意义<sup>[1]</sup>。

本研究课题探索运用图像处理理论与技术实现烟叶质量自动检测的有效途径，从而为开发具有实用性和商业价值的烤烟烟叶自动检测提供理论与技术基础，为自动分级系统提供准确可靠的质量特征参数。国家标准中对烟叶质量规定了若干品质因素，其中对质量分级起决定作用的有 7 个因素，即：成熟度、叶片结构、身份、油分、色度、长度、残伤率。在人工分级中，油分因素的检测采用以目测为辅，以触摸为主的方法，其余六项因素则靠有经验的分级人员目测确定，因此，油分不在本研究范围内。烟叶质量的自动检测是通过对烟叶图像的自动采样与分析处理实现的。烟叶图像的采样系统可由摄像头或数码相机及标准灯箱构成，也可使用扫描仪。对采样得到的烟叶图

像进行噪声及背景去除后，即可进行各项品质特征的分析提取。

## 2 烟叶颜色的分析与特征提取

烟叶颜色在分级中起着非常重要的作用，其有关特征与分组、分级因素存密切关系。人眼对颜色的分辨有三个要素：色调、亮度和饱和度。为模拟人眼对烟叶颜色的感觉，选用了色度学系统中的 HLS 颜色模型。HLS 颜色模型定义在圆柱坐标系的双圆锥子集上，如图 1 所示。色调 H 表示为绕圆锥中心轴的角度；饱和度 S 为颜色点与中心轴的距离；而亮度 L 从下锥顶点的 0，逐渐变到上锥顶点的 1。

用 HLS 颜色模型对大量烟叶样本进行颜色分析，可得到各类样本颜色特征值的分布情况。其中样本的颜色特征值是根据样本图像的色调、饱和度及亮度的分布直方图计算出来的均值与方差。

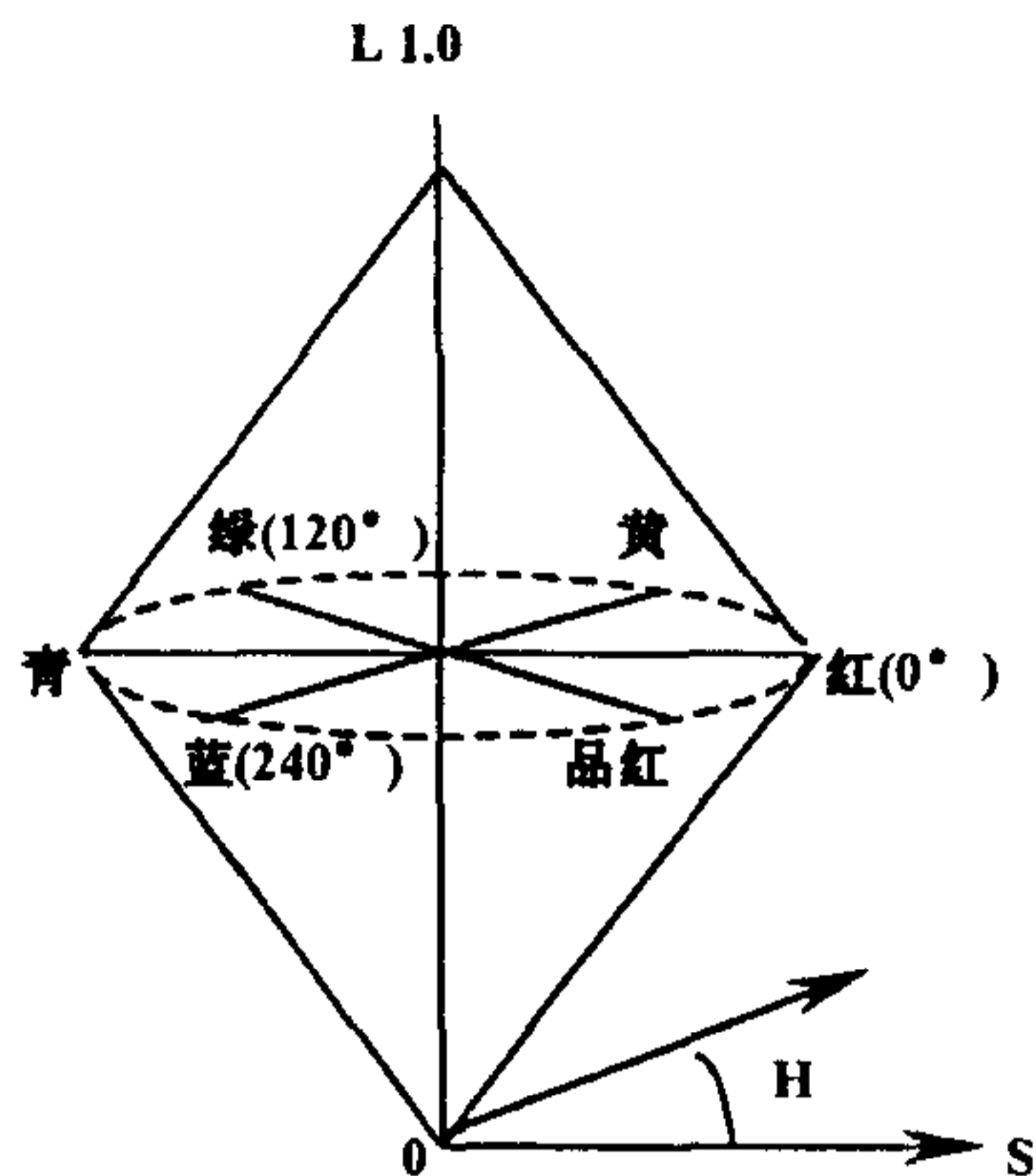
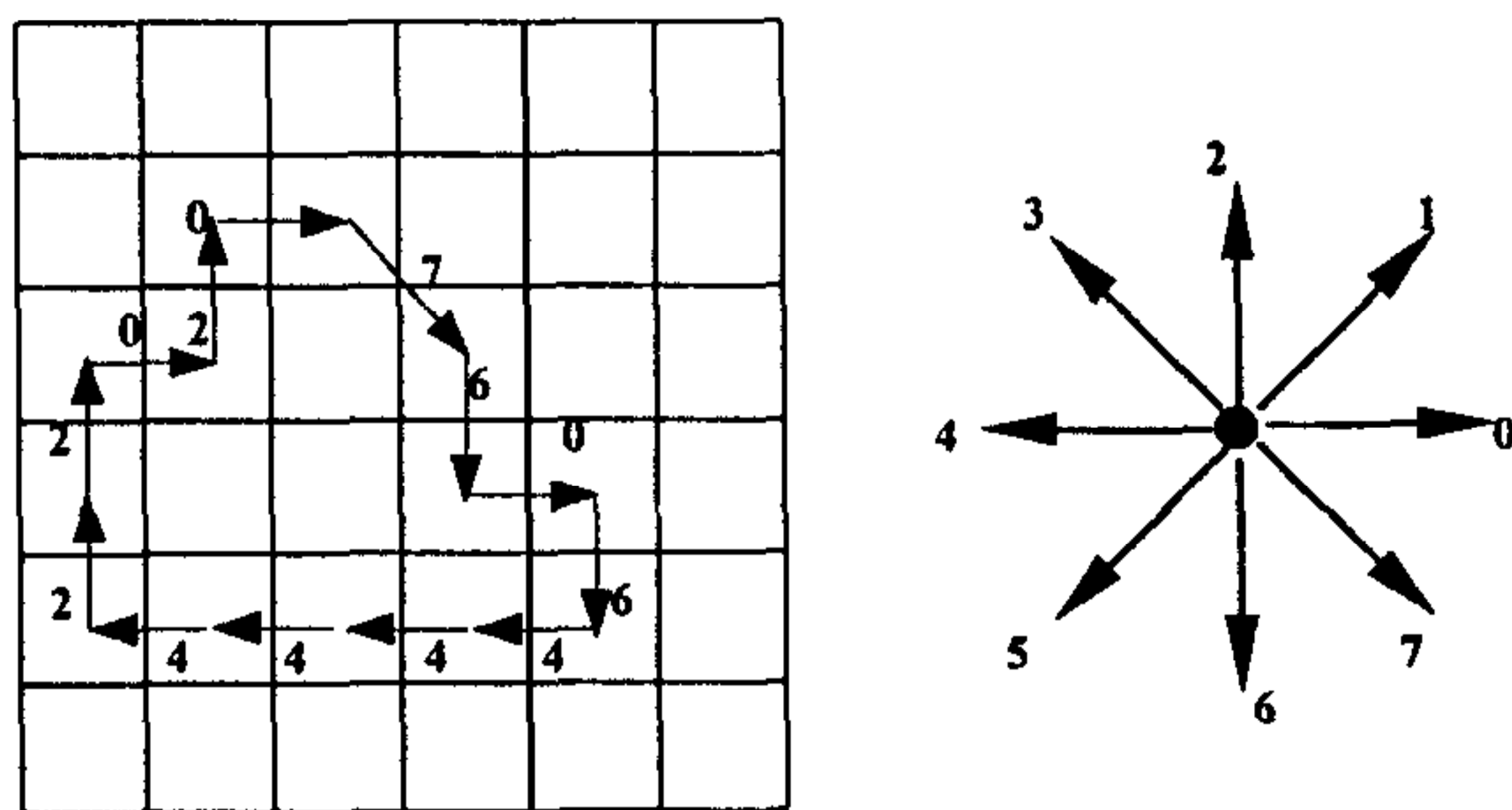


图 1 HLS 颜色模型

## 3 烟叶形状特征的提取与描述

研究中采用轮廓跟踪算法对烟叶的蓝体图像外形轮廓进行提取，采用链码表示法进行描述。

轮廓跟踪算法的思路是，设二值图像中某一目标的轮廓由灰度为 1 的象素构成，则该轮廓上的象素可以用一个通路来遍历。链码表示法是一种矢量表示法，它对相互邻接的两个象素按照不同的邻接方向给定一个编码，边界链上的方向可以按照图 2 中的 8 连通链编码。先找出一起始点的坐标，第二个象素的编码表示它相对于起始点的方位。如此循环即可得到用一串符号表示的该边界的链码描述。



(a) 边界的链码表示

(b) 8 连通链码

图 2 轮廓的链码表示

在获取烟叶轮廓的链码表示之后，可以利用链码完成其他烟叶形状特征的计算（计算原理已于另文<sup>[2]</sup>阐述），如烟叶长度、宽度、长宽比、面积、密质度/圆度及残伤率等，计算结果见表 1。

## 4 叶片结构及身份特征提取

在烟叶分级标准中，叶片结构是指烟叶细胞排列的疏密程度；身份则指烟叶的厚度、细胞密度或单位面积的重量，以厚度表示。烟叶分级标准中的这两个品质特征的定义较为含糊，且叶片结构属于微观特征，无法用常规的视觉方法检测；厚度这一描

述, 因无法用人的视觉辨别, 从而也无法直接从计算机图像上提取<sup>[3]</sup>. 本研究尝试通过烟叶对光的透过特性对叶片结构和身份特征进行综合提取与描述. 对同一片烟叶采样时, 分别获取其反射图像和透射图像, 通过对比同一叶片的两种图像可计算其透光特性. 采用上述方法对烟叶样品进行实验, 实验数据表明, 烟叶叶片的透光特性既与其细胞排列的疏密相关, 又与其平均厚度相关, 因而可作为综合反映叶片结构和身份特征的特性指标.

## 5 成熟度的神经网络识别模型

在各国烤烟标准中, 成熟度是评定等级的中心因素, 成熟度的好坏直接关系到烟叶外观质量和内在质量<sup>[4]</sup>. 依据我国烟叶分级标准, 成熟度分为: 完熟、成熟、尚熟、欠熟及假熟五个档次. 烟叶外观因素随成熟度的不同发生变化, 如: 成熟度好叶片结构变

表 1 烟叶形状特征参数表

级别代码	编号	长度 (cm)	宽度 (cm)	长宽比	面积 (cm <sup>2</sup> )	圆度	残伤 (%)	级别代码	编号	长度 (cm)	宽度 (cm)	长宽比	面积 (cm <sup>2</sup> )	圆度	残伤 (%)
X1L	1	60.36	28.137	0.531	884.451	2.269	0	C3L	1	55.469	27.399	0.506	837.500	2.94	0
	2	57.484	28.137	0.510	794.301	2.365	2		2	59.767	29.413	0.507	976.473	2.50	0
	3	60.237	29.682	0.507	926.351	2.594	0		3	53.992	21.153	0.608	673.93	2.305	0
X2L	1	40.427	23.34	0.430	525.985	2.139	1	C2F	1	67.288	22.966	0.658	880.812	2.469	1
	2	45.463	20.885	0.540	520.122	2.127	0		2	58.626	28.204	0.518	904.38	2.682	1
	3	50.500	25.585	0.493	724.856	2.129	0			59.230	25.384	0.571	933.856	2.11	1
X3L	1	43.986	24.444	0.444	576.733	2.209	0	C3F	2	65.610	20.616	0.685	750.746	2.884	0
	2	39.419	20.683	0.475	494.299	1.848	0		3	57.685	30.891	0.464	1017.886	2.246	0
X4L	1	32.838	14.371	0.562	269.286	2.287	1		4	63.125	23.638	0.625	843.25	2.358	1
	2	32.234	14.438	0.552	239.476	2.283	0		B1L	1	62.050	21.489	0.653	723.318	2.673
	4	34.47	14.774	0.566	263.612	2.396	1	2		54.798	19.340	0.647	529.755	2.867	3
X1F	1	59.700	21.422	0.641	691.700	2.916	0	3		52.179	16.452	0.684	397.123	3.791	1
	2	60.909	29.145	0.521	952.530	2.676	1	B2L	1	46.672	17.728	0.620	459.164	2.764	0
	3	54.596	19.474	0.643	549.170	3.204	1		2	52.649	15.647	0.702	434.171	3.097	0
X2F	1	46.672	20.213	0.566	507.26	2.149	0	B3L	1	47.8	13.296	0.717	359.138	3.25	1
	2	48.821	18.937	0.612	516.230	2.279	0		2	46.941	15.579	0.668	404.159	2.665	0
	3	42.710	18.333	0.570	486.259	1.845	0		3	40.830	13.766	0.662	306.13	2.782	0
X3F	1	42.710	20.347	0.523	462.186	2.834	2	B4L	1	41.300	13.095	0.682	296.344	2.686	0
	2	39.285	17.258	0.560	384.397	2.356	1		2	44.456	13.968	0.685	324.75	3.246	0
	3	37.203	18.198	0.510	362.412	2.150	0		3	42.844	12.20	0.719	276.817	3.332	0
X4F	1	32.99	13.632	0.575	252.135	2.182	0	B1F		51.104	17.258	0.663	521.002	3.035	0
	2	35.524	16.251	0.542	307.32	3.090	0		1	51.440	18.736	0.635	523.766	2.840	0
C2L	1	62.722	25.182	0.598	870.877	2.473	0		2	55.268	14.908	0.730	465.293	4.056	0
	2	61.379	25.48	0.591	838.551	2.707	0	3							

疏松, 成熟度差则变紧密; 成熟度好颜色加深、色泽浓; 欠熟的烟叶其叶片较厚, 随着成熟度的增加, 叶片由厚逐渐变薄, 等等. 在人工分级时, 对成熟度的判断既取决

于对叶片结构、色度及身份(厚度)等因素的综合观察结果,又依赖于技术人员的丰富经验.从数学角度看,成熟度是叶片结构、色度及厚度等特征量的函数,且该函数具有非线性和模糊性等特点,无法用常规数学方法建立模型.

理论与实践均表明,人工神经网络方法与传统模式识别方法相比,具有非常显著的优越性.研究中采用 BP 神经网络对烟叶成熟度与其他因素的关系建立数学模型.

成熟度判别神经网络的输入特征向量由颜色分析中提取的烟叶颜色的平均色度、色度方差、平均饱和度、平均亮度及透光性能等 5 个分量构成.网络的输出向量按成熟度不同由完熟、成熟、尚熟、欠熟和假熟 5 个分量构成.对 BP 神经网络反复设计训练并不断优化其结构,最终得到网络的隐层结点数为 7,整个网络的结构为 5-7-5.

实验结果表明,用该方法进行成熟度判定,其结果与人工专家判定结果一致.

### 参 考 文 献

1. 任民,郭文生.现代烟草高新科学技术.北京:中国农业科技出版社,1997
2. 周文,韩力群.计算机图像处理技术在烤烟烟叶形状特征提取中的应用.烟草科技,2000(1):12~13
3. 荣廷玉.烤烟叶片单位面积重量和质量的关系.中国烟草,1983(2)
4. 汪廷录等.烤烟叶片成熟度与内外观质量关系研究.安徽烟草科技通讯,1988(2)

**韩力群** 1953年生,1985年获中科院计算所硕士学位,1992-1993年赴英国做访问研究,现为北京工商大学信息工程学院副院长,副教授,发表学术论文40篇,完成省部级以上科研教研项目6项.目前研究领域是智能控制、图像处理和模式识别.

**周 文** 1976年生,北京工商大学信息工程学院硕士研究生.