小麦白粉病预测模型研究

王跃强

(鹤壁职业技术学院农林系,河南 鹤壁 458030)

摘 要:建立了基于主分量分析的小麦白粉病BP神经网络模型。阐述了主分量分析法的原理与步骤,分析了河南中原地区 1990—2007年小麦白粉病病情及相关气象资料,得出影响其流行的主要分量,最后利用得到的主要分量作为BP神经网络的输入,对中原地区 2008—2010年小麦白粉病流行情况进行预测,并与未进行主分量分析而建立的全要素BP网络模型进行比较。研究结果表明,该模型可快速准确地预测小麦白粉病的流行程度,有效地减少小麦产量损失。

关键词:小麦白粉病;主分量分析;BP网络模型;预测

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1004-874X(2011)07-0166-02

小麦是河南中原地区的重要粮食作物,常年种植面积约 480 万 hm²^[1]。20 世纪 80 年代以来,小麦白粉病猖獗流行,80 年代每年发生面积都超过 66.7 万 hm²,其中有 6个年份超过 133.3 万 hm²,每年发生面积占小麦播种面积的 17%~60%,每年实际损失 4 万~44 万 t,占每年小麦总产量的 0.2%~2.6%,部分地区小麦因不能抽穗而颗粒无收,损失惨重^[2]。因此,建立小麦白粉病预测系统,准确预测小麦白粉病的发病及流行趋势,可指导农民有效防治,减少不必要的损失。然而,影响小麦白粉病流行的因素十分复杂,表现出高度的非线性和多时间尺度特性,小麦的品种、离源、气象条件等都是引发白粉病发生及流行的主要因素^[3]。如何从众多影响因子中选择主要因素从而达到降低维数、提高预测精度的目标。

1 材料与方法

1.1 试验材料

中原地区小麦白粉病病情及相关气象资料由河南省农业技术推广中心提供,其中包括每年10~12、1~5月的温度、湿度、降雨量、麦苗病叶数、感病品种比例等。其中麦苗采用慢步踏查的方法,记载单片病叶数,统计感病品种比例,成株期流行程度。

1.2 试验方法

主分量分析是将研究对象的多个相关变量化为少数 几个不相关变量的一种多元统计方法,而且这些不相关 的综合变量包含了原变量提供的大部分信息。其基本思 想是先利用主分量分析对多变量参数矩阵进行处理,由 于主分量分析的实质是空间的坐标旋转,并不改变样本 数据结构,得到的主分量是原始变量的线性组合,而且两 两不相关,能够最大程度地反映原变量所包含的信息。以 一定的标准选取几个较重要的主分量之后,原来的多维 问题大大简化^[5]。

1.2.1 原始数据归一化 为避免由于一些指标量纲不同,或是指标在数量级上差异很大,难于进行线性组合,因此

收稿日期:2010-11-27

基金项目:河南省科技厅科技攻关重点项目(092102110175) 作者简介:王跃强(1977-),男,硕士,讲师,E-mail;shemiao6789 @163.com 在进行主分量析之前,需对原始数据作归一化处理,把数据归一化为零均值和单位方差。用式(1)的归一化公式进行归一化处理。

$$x = \frac{x_i - \mu}{s^2}$$
, $i = 1, 2, 3, \dots, n$ (1)

式中, μ 和 δ^2 分别为原始数据的均值和方差。

1.2.2 相关系数矩阵计算 相关系数矩阵计算公式为:

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{pmatrix}$$
 (2)

式中, $r_{ij}(i=1,2,\cdots,p)$ 为原变量 x_i 与 x_j 的相关系数,其计算公式为:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_{kj} - \bar{x}_{i})(x_{kj} - \bar{x}_{j})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_{kj} - \bar{x}_{i})^{2} \sum_{j=1}^{n} x_{kj} - \bar{x}_{j})^{2}}}$$
(3)

式中, x_i 、 x_j 分别为第 i 个指标和第 j 个指标的平均值。 1.2.3 计算特征值与特征向量 令 $|R-\lambda_i|=0$ (4), 求出其特征根,并使其按大小顺序排列,即 $\lambda_1 \ge \lambda_2 \ge \cdots \ge \lambda_p$ 。最后

分别求出对应于特征根 λ_i 的特征向量 $u_i(i=1,2,\cdots,p)$,即

$$u_{1} = \begin{vmatrix} u_{11} \\ u_{21} \\ \vdots \\ u_{p1} \end{vmatrix}, \quad u_{2} = \begin{vmatrix} u_{12} \\ u_{22} \\ \vdots \\ u_{p2} \end{vmatrix}, \quad \cdots, \quad u_{p} = \begin{vmatrix} u_{1p} \\ u_{2p} \\ \vdots \\ u_{pp} \end{vmatrix}$$

$$(4)$$

1.2.4 计算主分量的贡献率及累计贡献率 第 k 个主分

量 y_k 的方差贡献率为 $a_k = \sqrt[\lambda_k]{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)}$,主分量 y_m 累计贡献率为 $\sum_{i=1}^k \lambda_i$ 。实际应用中, a_k 越大表示信息的能力越强,一

般取 m(m < p)个主分量,且使累计贡献率达到 85%以上,这时 m个主分量代替 p 个变量,不会损失太多信息[6]。

1.2.5 主分量计算 由第(4)步计算出来主分量 y_m 和特征向量得出主分量如下:

$$\begin{aligned} y_1 &= u_{11}x_1 + u_{12}x_2 + \dots + u_{1p}x_p \\ y_2 &= u_{21}x_1 + u_{22}x_2 + \dots + u_{2p}x_p \\ &\vdots &\vdots &\vdots \\ y_m &= u_{m1}x_1 + u^{m2}x_2 + \dots + u_{mp}x_p \end{aligned}$$
(5)

1.2.6 主分量载荷计算及得分 其计算公式为:

$$L_{ij}=p(z_{ij}x_{j})=\sqrt{\lambda_{i}e_{ij}} (i, j=1,2,\cdots)$$
 (6)

得到各主分量的载荷以后,还可以按照式(7)进一步 计算^[7],得到各主分量的得分:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdots & Z_{1m} \\ Z_{21} & Z_{22} & \cdots & Z_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \cdots & Z_{nm} \end{bmatrix}$$
 (7)

2 结果与分析

2.1 影响中原地区小麦白粉病流行的主分量选择

本研究以中原地区 1990—2007 年小麦白粉病的发生 及流行原始数据为例,对其影响因素进行主分量分析,以 期达到降维、提高预测精度的目标。由原始数据可知,影响中原地区小麦白粉病的发生及流行的因素包括:10~12、1~5月的空气湿度、温度、降雨量、小麦品种、病菌寄生性、种植方式、光照强度、过冬条件、地理因素、麦苗密度、施肥和灌溉条件共12个原始变量、分别记作x1、x2、····x20。

按主分量分析计算步骤,首先对 12 个影响因素的数据 $x_{i=}(x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{ii2})'$ $(i=1,2,\cdots,18)$ 进行归一化处理,归一化后的数据记为 $X_{i=}(X_{i1}, X_{i2}, \cdots, X_{ii2})'$ $(i=1,2,\cdots,18)$ 。 其次,归一化后数据的相关系数矩阵 R 如表 1 所示。然后,求出相关矩阵 R 的各特征值 λ_i 及相应的正交单位化特征向量 u_i ,由此可求出贡献率和累计贡献率^[8]。特征值、贡献率和累计贡献率如表 2 所示,主分量对应的正交化特征向量如表 3 所示。

表 1 原始数据相关系数

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	<i>x</i> ₉	x_{10}	x_{11}	x_{12}
x ₁	1	0.7186	-0.1244	0.0056	0.2653	-0.0230	0.0024	0.3171	0.2281	0.4314	0.5811	0.3111
x_2	-0.2350	1	0.0816	0.2025	-0.1080	0.1158	0.1971	0.1012	-0.2110	-0.1020	-0.2490	-0.1760
x_3	0.1244	0.0816	1	-0.1780	0.0463	0.1850	-0.1000	0.2617	-0.0190	-0.1490	0.1394	-0.0540
x_4	0.0056	0.2025	-0.1780	1	-0.3510	0.3844	0.1887	0.0390	-0.0790	0.0370	0.1980	0.2385
x_5	0.2653	-0.1080	0.0463	-0.3510	1	-0.2500	-0.0700	0.2200	-0.0200	0.1460	-0.1000	-0.2000
x_6	-0.0230	0.1158	-0.1850	0.3844	-0.2500	1	0.2818	-0.1840	0.1183	0.1821	0.2634	0.3838
x7	0.0024	0.1971	-0.1000	0.1887	-0.0700	0.2818	1	0.3721	0.1365	0.4159	0.2449	0.1090
x_8	0.3171	0.1012	0.2617	-0.0390	0.2200	-0.1840	0.3721	1	0.2755	0.4159	0.1289	0.1003
x_9	0.2281	-0.2110	-0.0190	-0.0790	-0.0200	0.1183	0.1365	0.2755	1	0.7459	0.4211	0.2494
x_{10}	0.4314	-0.1020	-0.1490	-0.0370	0.1460	0.1821	0.2360	0.4159	0.7459	1	0.5239	0.6442
x_{11}	0.5811	-0.2490	0.1394	0.1980	-0.1000	0.2634	0.2449	0.1289	0.4211	0.5239	1	0.5328
x_{12}	0.3111	-0.1760	-0.0540	0.2385	-0.2000	0.3838	0.1090	0.1003	0.6739	0.6442	0.5328	1

由表 2 可知,前 6 个数据归一化后的数据主分量累计 贡献率达 87.94%,从而可选定前 6 个成分作为影响中原 地区小麦白粉病发生及流行的主分量 γ_i (i=1,2,…,6)。

表 2 相关矩阵 P特征值的贡献率与累计贡献率

i	特征值	贡献率	累计贡献率	i	特征值	贡献率	累计贡献率
1	3.9612	0.2696	0.2696	7	0.6991	0.0476	0.9270
2	2.3251	0.1583	0.4279	8	0.5086	0.0346	0.9616
3	2.2213	0.1512	0.5809	9	0.2389	0.0163	0.9779
4	1.5672	0.1067	0.6876	10	0.1936	0.0132	0.9911
5	1.4531	0.0989	0.7865	11	0.0956	0.0065	0.9976
6	1.3651	0.0929	0.8794	12	0.0631	0.0024	1.0000

2.2 预测模型的建立与检验

用主分量分析法选出的主分量作为神经网络的输入,用标准化后的中原地区小麦白粉病流行程度作为输出,用1990—2007年中原地区小麦白粉病发生病情及流行程度作为训练数据,建立 BP 神经网络模型,对 2008—2010年该地区成株小麦白粉病流行程度进行预测。其中输出层的节点数为 3, 隐层的节点数为 6, 结点作用函数为Sigmoid 型函数,采用附加动量学习算法,选取的动量率为0.078,学习速率为0.15,系统误差为0.025^[9],预测结果如表 4 所示。

从 BP 神经网络主分量析法运行结果和全要素神经 网络结果比较(表 4)可以看出,BP 神经网络运行结果显

表 3 主分量的正交化特征向量

u_1	u_2	u_3	и4	u ₅	и ₆
-0.0004	-0.2880	+0.1838	+0.5003	-0.2010	+0.0013
+0.0055	-0.3750	+0.1068	+0.0222	+0.1053	+0.5024
-0.2190	-0.3980	-0.1740	-0.3830	-0.3460	+0.3551
+0.6553	+0.0378	+0.2495	+0.1030	-0.3870	+0.0830
-0.0520	+0.1979	+0.5078	+0.2013	+0.2961	+0.0660
-0.4470	+0.4260	+0.4133	-0.0610	-0.1230	-0.0380
-0.2810	+0.5335	+0.1011	-0.0980	-0.1040	+0.5159
+0.3501	+0.0021	-0.1120	+0.0518	+0.2595	+0.5279
+0.0214	+0.0009	-0.1970	-0.2680	+0.2631	-0.1180
-0.0450	-0.1320	+0.0882	+0.0632	+0.3894	+0.0074
-0.1310	-0.2070	+0.1661	+0.0318	-0.3020	-0.0570
+0.0357	-0.1650	-0.0860	-0.1150	-0.0040	-0.1860

示优于全要素神经网络模拟。对比表明,主分量神经网络模拟无论是从运行效率还是运行结果精度来讲,都明显优于全要素神经网络模拟。主分量分析法对于小麦白粉病的预测,具有很强的实用性^[10]。

3 结语

本研究采用主分量分析法,将原来影响小麦白粉病发生及流行的众多因素通过分析变换得到一组个数较少、彼此不相关的新的输入变量,从而达到了在基本不减少原始信息量的基础上实现降维的目的,进而为预测模型的建立成功奠定了基础,达到了提高预测精度、减少农业损失的

微型沼气发电系统的试验研究

时 玲¹, 冉国伟¹, 朱 云¹, 李建军¹, 张汝坤¹, 彭秀玲²

(1.云南农业大学工程技术学院,云南 昆明 650201;2.云南省陆良农业机械学校,云南 陆良 655600)

摘 要:根据沼气燃烧特性,对微型汽油发电机进行改装,增大了压缩比,选配、设计、加装了除尘器、脱硫器、稳压器和混合器等部件,构成了一套完整的微型沼气发电机系统。试验结果表明:改装的微型沼气发电机组能正常启动、运转平稳,各项指标符合发电机工作要求,发电功率能够满足一家一户日常用电需求。

关键词:微型沼气发电机;沼气发电系统;试验研究

中图分类号:TM923

文献标识码:A

随着沼气技术的迅速发展,农村沼气池越来越普及,工艺也日趋完善,这为农村沼气发电系统的应用提供了有利条件。结合农村的实际情况,普通家庭只需 0.1~0.2 kW 左右用电量,甚至更小 [1]。在一个标准大气压(0.1 MPa)、0℃的情况下,每立方米沼气的理论发热量为 23~27 MJ,能使 1 kW 的内燃机工作 1.5 h,能发电约 1.25 kW·h,相当于 0.6~0.7 kg 汽油或 0.83 kg 标准煤的发电量[1-2]。微型沼气发电系统具有适用装机容量小、投资少的特点,适于一家一户使用,可解决边远山区人民用电难的问题。其应用不但能解决边远山区人民用电难问题,而且也可为缓解商品电能供应不足提供了一条有效途径。

1 沼气发电机组的结构改装

1.1 沼气的理化特性

沼气是由多种气体组成的混合气体,其主要成分为甲烷和 CO_2 ,甲烷约占 60%~70%, CO_2 约占 30%~40%。沼气中还含有少量的硫化氢、氮、氧、氢等气体,约占总含量的 5%。甲烷在空气中遇火燃烧,转变成 CO_2 和水,并放出 890 kJ/m³ 热量。在 273 K、101.3 kPa 标准状态下,沼气对空气的相对密度为 0.94 左右 [3-5]。甲烷的着火温度较高 (905.3 K),燃烧速度较慢(37.3 cm/s),沼气中大量存在 CO_2

收稿日期:2010-12-30

基金项目:云南农业大学实验与发展基金(2002014)

作者简介:时玲(1964-),女,硕士,副教授,E-mail:shiling64@yahoo.com.cn

文章编号:1004-874X(2011)07-0168-04

对燃烧具有强烈的抑制作用,所以沼气的燃烧速度更慢 (23 cm/s) [6]。沼气用于发动机时,易产生后燃等不正常燃烧现象,一般可通过快速燃烧技术,提高压缩比,加强混合气的气体扰动,提高点火能量来解决[46]。

1.2 沼气发动机发电机组的系统组成

沼气发电机组系统布置见图 1。从图 1 可以看出,沼 气由储气柜输送到稳压筒经稳压后,在混合器中与空气 形成可燃混合气,进人气缸燃烧。为防止进气管回火引起 管路燃烧。在管路中增加了阻火器和防爆阀^[9]。

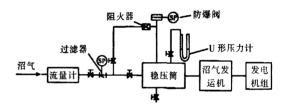


图 1 沼气发电机组系统布置

1.3 微型汽油发电机的结构改装

由于沼气的主要成分甲烷着火温度高,燃烧速度慢,再加上 CO₂ 的阻燃作用使其在汽油发电机组上燃烧出现后燃严重,不能正常燃烧,功率下降等现象,因此在利用汽油发电机组改烧沼气时,必须对原 ZSQF1.0 汽油发电机组进行进气系统的改装,加装沼气-空气混合器,且还需增加压缩比以及调整点火提前角^[10]。

*	A	初	SENI	4±	æ

年份	实际流 行程度	主分量 预测	准确率 (%)	全要素 预测	准确率 (%)
2008	0.0685	0.0647	94.45	0.0487	71.09
2009	0.7356	0.6352	86.35	0.3765	51.18
2010	0.3286	0.3038	92.45	0.2463	74.95

效果。然而采用主分量分析必然会损耗掉一部分信息量,如何在实现成功降维的同时将信息量的损失也降低为最低,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 凌中南,杨景涛.河南省小麦白粉病发生防治现状及治理对策[J].植保技术与推广,1999,19(6):15-16.
- [2] 王海燕.张忠山.河南省小麦白粉病流行原因和减灾对策[J].自

然灾害学报,1993,2(3):62-66.

- [3] 王锡锋.河南省小麦白粉病发生特点及防治对策[J].河南农业科学,1991,19(12):15-16.
- [4] 王耀领,胡邦辉,杨玉震,等.主分量分析在热带气旋强度客观预 报中的试用[J].气象科学.2010,30(2):179-184.
- [5] 李子强.概率论与数理统计[M].北京:科学出版社,2004.
- [6] 徐洪涛,王跃钢.基于相空间重构和主分量分析的遥测信号噪声 消除[J].计算机应用,2010,28(3):793-795.
- [7] 贾莹,段玉波,基于主分量特征与独立分量特征的人脸识别[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版),2010,28(2):180-182.
- [8] 何柯峰,高隽,胡良梅,等.一种基于主分量分析的融合识别方法[J].仪器仪表学报,2010,20(2):167-169.
- [9] 罗斌,顾伟,吕皖丽,等.基于主分量分析的矢量量化数字水印算法[J].计算机工程,2009,30(2):366-367.
- [10] 王进,赵拥军,王志刚,等.基于主分量分析的宽带 DOA 估计自 聚焦算法[J],计算机工程与设计,2008,29(2):5751-5754.