

北方农牧交错带沙尘源植被恢复潜力评价模型研究

陈英义^{1,2}, 李道亮^{1,2*}

(1. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083; 2. 现代精细农业系统集成研究教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 针对北方农牧交错带沙化土地植被恢复进程缓慢和沙尘源植被恢复潜力评价困难的问题, 该文采用模糊综合评判模型对北方农牧交错带沙尘源植被恢复能力进行潜力评价。该评价模型首先采用比例标度法对沙尘源影响因素打分, 再用改进的层次分析法确定沙尘源植被恢复影响因素的权重, 并通过综合指数反映植被恢复能力, 最后利用模糊隶属度对植被恢复能力进行分级。试验结果表明: 该模型能够确定北方农牧交错带沙尘源植被恢复潜力, 并为确定沙尘源植被恢复的优先顺序提供决策依据。

关键词: 农牧交错带; 植被恢复; 恢复潜力; 沙尘源; 模糊综合评判

中图分类号: Q141 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6819(2008)-3-0130-05

陈英义, 李道亮. 北方农牧交错带沙尘源植被恢复潜力评价模型研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 130-134.

Chen Yingyi, Li Daoliang. Evaluation model for revegetation potentiality of sand dust sources in the agro-pastoral ecotone in Northern China [J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(3): 130-134. (in Chinese with English abstract)

0 引言

北方农牧交错带的主体位于长城沿线的内蒙古东南部, 冀、晋、陕北部和鄂尔多斯地区是中国北方江河的发源地及上游地段, 具有防风固沙、涵养水源、净化江河、防止水土流失等特殊的生态作用。近几十年来, 这一地区的生态环境遭到了前所未有的破坏, 生态退化趋势日益严重^[1], 已成为中国土地沙漠化最为严重的地区之一。而植被覆盖是生态系统的指标, 大区域范围植被的退化与恢复体现了自然演变和人类活动对生态环境的作用, 在全球变化研究中充当着“指示器”的作用。加强北方农牧交错带的植被退化与恢复研究, 是进行全球变化研究的重要切入点和突破口^[2]。纵观中国北方农牧交错带生态退化的现状、原因、社会经济现状和需求, 恢复过程应该首先确定植被恢复顺序, 逐步改善中国北方农牧交错带生态、系统的运行状态, 使其向良性循环方向发展^[3,4]。

很多学者在农牧交错带沙尘源的治理方面做了大量的基础研究工作^[5-11], 主要集中在生态退化的现状和原因分析和生态环境恢复良性循环、区域经济可持续发展的总体思路与产业布局, 以及如何建立防沙型农牧业生态模

式、生态适应性旱作模式及综合治理模式与技术措施等方面。由于北方农牧交错带独特的气候特征、地貌性质的特殊性、土地贫瘠以及人为活动的严重干扰, 导致参数的选取和恢复潜力存在很大的差异。本文针对农牧交错带的区域特点, 结合气候、地形、土壤、人为活动等因素, 采用模糊综合评判方法对该地区的植被恢复能力进行分级, 建立植被恢复潜力评价模型, 为确定沙化土地植被恢复的优先顺序提供决策依据和手段。

1 评价指标和评价标准的建立

为了使沙尘源植被恢复指标体系更科学、客观、合理的反映植被恢复恢复能力。在评价指标的选取过程中, 评价因素的选择应遵循以下原则:

1) 直接性: 选择的因素对植被恢复应起直接作用。例如海拔和纬度均与温度有直接关系, 他们通过温度而间接影响植物的生长, 因此可以只选择温度作为植被恢复的影响因素。

2) 普遍性: 在植被恢复的过程中, 有些因素变化对于植被恢复的反应都是相同的。例如当日照时间变长时, 长日照植物能够适应, 而短日照植物也许不能很好的适应, 这种因素就不在考虑之中。

3) 可行性: 可能存在有多个指标都可以反映同一个因素, 如温度因素的指标包括平均气温、温差、积温、极端温度等, 因此在选择评价指标时, 应选择相对计算较简单的指标。

1.1 指标选取及其权重的确定

农牧交错带沙尘源是已经退化的或者正在退化的生态系统, 是一类“病态”的生态系统, 是人类合理干扰的一种结果。在实际恢复研究中必须确定生态系统“病

收稿日期: 2007-01-07 修订日期: 2007-12-30

基金项目: 教育部优秀青年教授资助计划项目“北京及周边沙尘源植被恢复决策支持系统的研究”(2003-125)

作者简介: 陈英义(1980-), 男, 山东巨野人, 博士生, 研究方向为信息技术在植被恢复中的应用。北京 中国农业大学信息与电气工程学院, 100083。Email: chyingyi@126.com

*通讯作者: 李道亮(1971-), 男, 山东东营人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事信息技术在农业中的应用。北京 中国农业大学信息与电气工程学院, 100083。Email: li_daoliang@yahoo.com

痛”发生的部位，即哪些因子已经退化或出现不利于系统正常发展的病态现象。从植被恢复的基本理论可以了解到，植被恢复是以植物的生长、发育来实现生态系统的修复，所以确定植物与环境之间的互相影响因素是植被恢复的关键。在所有植物与环境的影响因素中，这些因素类型多种多样，分类方法也不统一。简单和传统的方法是分为生物因子和非生物因子。前者包括物种内和种间的相互关系；后者则包括气候、土壤、地形、人为等因子^[12-16]。在植被恢复初期，非生物因子对于植物的生长影响较大。因此，本文侧重于分析非生物因子与植物生长的关系。根据植被恢复自身特点和农牧交错带特殊的人文和地理现象，经分析得到影响该农牧交错带沙尘源植物生长的主要影响因子共 5 类。根据植被恢复能力的概念，综合考虑农牧交错带沙尘源的区域特点，听取专家意见，从以上 5 类影响因子中选取了 12 个评价指标（见图 1）。

指标的权重确定采用了层次分析法^[17]。通过求解判断矩阵的最大特征根及相对应的特征向量，从而得到指标权重，然后逐层判断，按照所属关系得到土壤、气候、地形、人为活动、植被现状等相对于植被恢复能力的权重为： $W_1=\{0.32,0.16,0.11,0.24,0.17\}$ ，评价指标对于各自所属上一级因素的权重集合为： $W_2=\{\{0.19,0.22,0.33,0.26\},\{1.00\},\{0.62,0.24\},\{0.14\},\{1.00\}\},\{0.47,0.21,0.32\}\}$ ，进一步得到评价指标对于植被恢复潜力的权重 $W=W_1 \cdot W_2$ ，结果见图 1。

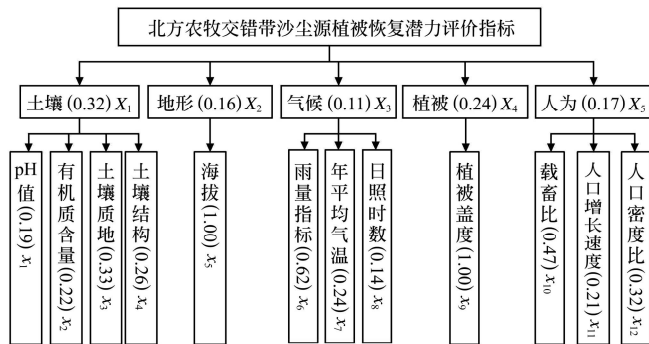


图 1 北方农牧交错带沙尘源植被恢复潜力评价指标

Fig. 1 Revegetation potentiality evaluation indexes for sand dust sources in the farming-pastoral ecotone in Northern China

指标描述如下：

载畜比：研究区实际载畜量和草地最大载畜量之比。

人口增长速度：研究区人口年平均增长速度。

人口密度比：研究区生理密度（适于土地的单位面积上的人口数）与实际人口密度的比值。

pH 值：土壤的 pH 值。

有机质含量：土壤的有机质含量。

土壤质地：分为砂土、壤土、黏壤和黏土 4 组共 22 种质地（中国制）。

土壤结构：土壤团聚体的总称。各种自然土壤和农业土壤除质地为纯砂者外，各级土粒很少以单粒状态存在。土壤结构直接影响土壤的松紧和孔限状况，影响土壤耕作和农作物幼苗出土、扎根的难易程度。

海拔：海拔高度，超出海水面的高度。

雨量指标：年降雨量（mm）与年平均温度（℃）的比值。

年平均气温：12 个月的月平均气温累加后除以 12。

日照时数：年实际日照时数。

植被盖度：单位面积的植被覆盖率。

1.2 评价标准

地形、气候等条件决定了植被生长的先天条件的满足程度，而土壤、人为影响等因素决定了植被生长后天条件的满足程度。如果植被生长的条件满足得较好，则认为植被是容易生长的，植被恢复潜力较大。本文把农牧交错带沙尘源植被恢复能力分为 5 个等级（见表 1）。

表 1 植被恢复潜力描述

Table 1 Description of revegetation potentiality

潜力	潜力描述
很强	生态系统基本正常，能够满足植被的基本生活条件，不需要人工促进和特殊的措施去恢复
强	生态系统遭到人为的一些破坏，但是生态系统破坏不太严重，可在自然状态下恢复
中	生态系统遭到一定程度的破坏，植被的生活环境已经有了一些改变；但是在导入一些当地相对资源丰富的影响因子（如水、肥料、种子等）情况下，并进行相应的植被恢复工作，比较容易恢复
弱	生态系统遭到了相对严重的破坏，当前的生活环境不能满足曾经生长在该区域的植物的正常生长条件。但目前的生态环境满足其它植被的生长条件，可以在一定的引导下建设一个新的生态系统
很弱	目前的生态系统遭到了非常严重的破坏，基本上不存在恢复的可能性

根据北方农牧交错带沙尘源植被恢复能力分级体系以及层级分析法的体系结构，植被恢复潜力和植被恢复影响因子分为 5 个等级，分别用 I，II，III，IV，V 等代表不同等级（见表 2）。

表 2 植被恢复评价对象和评价标准

Table 2 Evaluation objects and grades for revegetation

	I	II	III	IV	V
人为活动 V_1	正常(8~10) v_{11}	稍微(6~8) v_{12}	明显(4~6) v_{13}	强烈(2~4) v_{14}	极端(0~2) v_{15}
土壤 V_2	正常(8~10) v_{21}	较差(6~8) v_{22}	差(4~6) v_{23}	很差(2~4) v_{24}	非常差(0~2) v_{25}
地形 V_3	正常(8~10) v_{31}	较差(6~8) v_{32}	差(4~6) v_{33}	很差(2~4) v_{34}	非常差(0~2) v_{35}
气候 V_4	正常(8~10) v_{41}	较差(6~8) v_{42}	差(4~6) v_{43}	很差(2~4) v_{44}	非常差(0~2) v_{45}
植被 V_5	正常(8~10) v_{51}	较低(6~8) v_{52}	低(4~6) v_{53}	很低(2~4) v_{54}	非常低(0~2) v_{55}
综合恢复能力 V	很强(8~10) v_1	强(6~8) v_1	中(4~6) v_1	弱(2~4) v_1	很弱(0~2) v_1

2 模糊综合评价模型

在 1.1 中, 采用层次分析法得到了指标的权重集 W , 对权重集 W 归一化处理, 得到权重集 \bar{W} 。

根据北方农牧交错带沙尘源植被恢复潜力评价指标选取结果, 得到沙尘源植被恢复评价因素集为: $X_1 = \{x_1, x_2, x_3\}$, $X_2 = \{x_4, x_5, x_6, x_7\}$, $X_3 = \{x_8\}$, $X_4 = \{x_9, x_{10}, x_{11}\}$, $X_5 = \{x_{12}\}$, $Z = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$ 。在实地调研与专家商讨的基础上, 得到沙尘源植被恢复潜力评价指标区间 (见表 3)。

表 3 植被恢复潜力评价指标区间
Table 3 Range of indexes for the revegetation potentiality evaluation model

		I	II	III	IV	V
X_1	x_1	>0.8	0.6~0.8	0.4~0.6	0.2~0.4	0~0.2
	$x_2/\%$	1.5	1.5~4	4~7	7~10	>10
	x_3	<0.5	0.5~1	1~1.5	1.5~2	>2
X_2	x_4	6~8	5~6.8~9	3.5~5, 9~11	0~3.5, 11~14	0~3.5, 11~14
	x_5 /g · kg ⁻¹	≥4.0	3.0~4.0	2.0~3.0	1.0~2.0	≤1.0
	x_6	壤土 (8~10)	轻黏土, 轻砂土 (6~8)	中砂土, 中黏土 (4~6)	重砂土, 重黏土 (2~4)	极重砂土, 极重黏土 (0~2)
	x_7 /mm	团粒结构 (2~3)	团粒结构 (1<2,3~5)	团粒结构 (<1.5~10)	非团粒结构 (1~5)	非团粒结构 <1, >5
X_3	x_8/m	0~200	200~400	400~800	800~1500	>1500
X_4	x_9 /mm · °C ⁻¹	≥300	200~300	100~200	50~100	≤50
	$x_{10}/°C$	1.0~2.0	0.5~1.0, 2.0~2.5	-0.5~0.5, 3.5~5	-2~-0.5, 5~8	≤-2, ≥8
	x_{11} /h · a ⁻¹	1800~2400	2400~2600, 1800~1600	2600~2800, 1600~1400	2800~3000, 1400~1200	≥3000, ≤1200
X_5	$x_{12}/\%$	≥80	60~80	40~60	20~40	≤20

在进行计算之前, 首先对于一些有区域性的值, 选取区域范围的平均值, 判断其平均值所在的评价指标等级区间, 比如年降雨量在 400~450 mm 之间, 这里取其平均值 425 mm, 年降雨量在第 3 个等级 (III); 然后要对评价指标进行无量纲化处理, 一般来讲, 评价指标的属性指标有以下 3 种, 我们分别对其进行规格化处理。

1) “越大越优型” (例如: 人口密度比、植被盖度)

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & x'_{ij} \geq x'_{ij \max} \\ \frac{x'_{ij} - x'_{ij \min}}{x'_{ij \max} - x'_{ij \min}} & x'_{ij \min} < x'_{ij} < x'_{ij \max} \\ 0 & x'_{ij} \leq x'_{ij \min} \end{cases} \quad (1)$$

2) “越小越优型” (例如: 载畜比、人口增长速度、)

$$x_{ij} = \begin{cases} 0 & x'_{ij} \geq x'_{ij \max} \\ \frac{x'_{ij \max} - x'_{ij}}{x'_{ij \max} - x'_{ij \min}} & x'_{ij \min} < x'_{ij} < x'_{ij \max} \\ 1 & x'_{ij} \leq x'_{ij \min} \end{cases} \quad (2)$$

3) “适当型” (例如: pH 值、有机质含量、土壤质

地、土壤结构、海拔、年平均气温、雨量指标、日照时数)

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{|x'_{ij} - y_i|}{|x'_{ij} - y_i|_{\max}} & x'_{ij \min} < x'_{ij} < x'_{ij \max} \\ 0 & x'_{ij} \leq x'_{ij \min}, x'_{ij} \geq x'_{ij \max} \end{cases} \quad (3)$$

式中 x_{ij} ——评价指标的无量纲化处理结果; x'_{ij} ——评价指标的实际值; y_i ——评价指标的平均值; i ——第 i 个评价指标; j ——第 i 个评价指标的第 j 个实测值。

在本模型中, 雨量指标和所有需要打分的指标属于“越大越优型”, pH 值、年平均气温属于“适当型”。通过对评价指标集合 $X_1 \cdots X_5 Z$ 规格化得到 $\bar{X}_1 \cdots \bar{X}_5, \bar{Z}$ 。

在评价因素集和权重集 \bar{W} 确定的基础上, 建立沙尘源植被恢复潜力评价式 (3) [18], 得到结果 G 。

$$G = \sum \bar{W}_{6i} \cdot \bar{X}_i, \quad i = 1, 2, \dots, 5 \quad (4)$$

式中 \bar{W}_{6i} ——评价指标 $X_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$ 的权重集合。

最后采用模糊数学的“择近原则”, 对 G 进行识别。

$$N(y_i, G) = \sqrt[k=1]{N(y_k, G)} \quad (5)$$

如果式 (5) 成立, 则 G 与 y_i 最贴近, 故可以判定 G 与 y_i 最“相似”, 从而判定 G 归属于 y_i 这个等级。

3 案例分析

浑善达克沙地是环北京风沙带的主要组成部分, 是距离北京最近的沙地, 是对北京影响最严重的沙尘暴的重要策源地。研究区位于正镶白旗伊和淖尔苏木柴达木嘎查, 属中温带半干旱大陆性气候, 研究区内天然植被为沙地草场类型。土壤以风沙土为主, 丘间低地有草甸土、盐土分布。多年平均气温 1.9~2.7°C, 极端最高气温 37°C (1999 年), 极端最低气温 -35.9°C (1961 年)。多年平均降水量 311 mm, 平均蒸发量 1932 mm。全年无霜期 124 d, 日照时数 2889 h, ≥10°C 的有效积温 1997~2350°C, 年平均风速 4 m/s, 全年大风日数 78 d, 主害风为西北风 [5, 6]。

采用土壤混合样品采集方法, 对研究区的土壤样品进行了分析, 其中有机质的测定方法采用重铬酸钾容量法外加热法, pH 值的测定方法采用电位计法。土壤分析结果表明: 土壤质地以中砂土居多, 土壤结构以团矿颗粒为主, 土壤有机质含量 2.3%, 采用电位计法得到 pH 值 6.9。

根据研究区的情况, 模型需要输入的数据分别为: 土壤结构为团状颗粒 (颗粒直径 1~2 mm), 土壤质地为中砂土, 多年平均气温 1.9~2.7°C, 有机质含量 2.3%, pH 值 6.9, 日照时数 2889 h, 雨量指标 115~163 mm/°C, 植被盖度 56%, 海拔 300 m 左右。将以上试点的数据输

入本模型,即可得到该地区的植被恢复潜力评价结果(见表4),参照表2,可以得到研究区的植被恢复难易程度为“可自然恢复”。当地的天然植被为沙地草场,土壤、地形均能达到植被生长的要求,在气候条件适宜的条件下(比如降雨量在300 mm以上),草场的长势相对较好,计算结果有待在下一步工作中验证。

表4 浑善达克沙地植被恢复能力

Table 4 Results of revegetation potential evaluation in Hunshandak sand-sources

评价因子	评价价值	评价结果
土壤	6.72	一般
地形	7.53	一般
气候	7.24	一般
植被	4.23	差
人为活动	6.32	稍微影响
综合恢复能力	6.2412	中(可自然恢复)

从结果中还可以得到以下两点结论,并需要在下一步的研究中需要进一步的证实。

1) 在植被和人为活动较差的情况下,植被恢复潜力评价结果和土壤、地形和气候的评价结果保持一致,说明植被和人为活动对于沙尘源植被恢复能力的影响可以忽略不计。

2) 在土壤、气候和地形3方面都正常的情况下,而植被的覆盖程度却相对较差,表明过多的人为活动是导致植被覆盖度较低的直接原因。

4 结 论

在植被恢复潜力评价中,从5个影响因子中选取了12个评价指标。在用模糊数学进行恢复潜力等级划分时,克服了信息的模糊性,解决了植被恢复过程中,定量和定性指标的量化问题,初步建立了北方农牧交错带沙尘源植被恢复潜力评价模型。根据指定的北方农牧交错带的地形、气候、土壤,植被和人为活动5个方面的12个指标值,经过计算,可以分别输出对这5个方面优劣程度和植被恢复难易程度的总体评价,并可以在地图上根据不同的恢复难易程度进行分级显示,笔者将在以后的文章中陆续介绍。

[参 考 文 献]

[1] 刘正恩,葛剑平. 北方农牧交错带生态恢复与重建的原则及对策[J]. 干旱区研究, 2004, (3): 299-303.
 [2] 刘亚玲,潘志华,郑大玮. 北方农牧交错带植被退化与恢复研究[J]. 生态经济, 2004, (9): 51-53.
 [3] 李增建,刘东维,文奇. 农牧交错带生态系统恢复的科技支撑[J]. 内蒙古科技与经济, 2001, (4): 3-6.

[4] 李增建,文奇,刘东维. 农牧交错带生态系统恢复科技发展规划[J]. 中国科技论坛, 2002, (1): 16-21.
 [5] 王美芬,钮芳,孔庆伟,等. 锡林郭勒盟正镶白旗生态环境现状及治理措施[J]. 内蒙古草业, 2005, (3): 55-59.
 [6] 包雪源,阎培君. 浑善达克沙地植被建设途径探讨——以内蒙古正镶白旗为例[J]. 内蒙古林业科技, 2004, (4): 31-36.
 [7] 魏建群,张克斌,杨俊杰,等. 封育对北方农牧交错带荒漠化地区植被恢复作用的研究——以宁夏盐池县为例[J]. 水土保持研究, 2007, (1): 208-210, 214.
 [8] 赫晓慧,常庆瑞,温仲明,等. 农牧交错带不同人工植被下荒漠化土壤肥力的变化[J]. 中国沙漠, 2006, (6): 915-919.
 [9] 王鹤,张跃,马君. 乌兰察布市后山风蚀沙化区(农牧交错带)植被保护与建设模式的分析与探讨[J]. 内蒙古草业, 2005, (4): 19-22.
 [10] 张汉雄,邵明安,张兴昌. 东北农牧交错带生态环境恢复与持续发展战略[J]. 干旱区资源与环境, 2004, (1): 129-134.
 [11] 彭珂珊. 草地与农牧交错带退化生态系统重建及防治途径[J]. 世界科技研究与发展, 2003, (5): 67-73.
 [12] 王莹,李道亮. 煤矿废弃地植被恢复潜力评价模型[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10 (2): 88-92.
 [13] Hamza Abdel-Salam H A, Abdelgawad Nagat M K, Arafa Bahaa A. Effect of desert environmental conditions on the flashover voltage of insulators[J]. Energy Conversion and Management, 2002, 43 (17): 2437-2442.
 [14] Chung Yong-seung, Kim Hak-sung, Dulam Jugder, et al. On heavy dust fall observed with explosive sandstorms in Chongwon-Chongju[J]. Korea in 2002 Atmospheric Environment, 2003, 37 (24): 3425-3433.
 [15] 刘全友,童依平. 农牧交错带土地利用变化与土壤养分的关系——以内蒙古自治区多伦县为例[J]. 第四纪研究, 2005, (1) 120-121.
 [16] 胡静,杨树华,杨礼攀. 宫胁法的原理、步骤及其在滇西北地区植被恢复中的应用[J]. 云南林业科技, 2003, (2): 35-38.
 [17] 郭均鹏,吴育华,李汶华. 基于标准化区间权重向量的层次分析法研究[J]. 系统工程与电子技术, 2004, (7) 42-44, 86.
 [18] 白继增,张永安,朱爱云. 新综合指数法评价大气环境质量[J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 1998, (3) 17-19.

Evaluation model for revegetation potentiality of sand dust sources in farming-pastoral ecotone in Northern China

Chen Yingyi^{1,2}, Li Daoliang^{1,2*}

(1. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Key Laboratory of Modern Precision Agriculture System Integration, Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract: The revegetation progress was slow and there are no methods to evaluate revegetation potentiality of sand sources in the farming-pastoral ecotone in Northern China. This paper describes a evaluation model for revegetation potentiality of sand-sources from the farming-pastoral ecotone in Northern China. First of all, Proportion Criteria is used to assess the values for the factors such as soil quality, climate, landform, vegetation and human activities of the region, which are involved in this model. Improved analytic hierarchy process(AHP) was developed as the primary algorithm in this model. Finally, according to Subordinate Function, the grade of the revegetation potentiality was given. The result shows that this model can be used to identify the difficulties and the priority of rehabilitation for different regions.

Key words: faming-pastoral ecotone; revegetation; revegetation potentiality; sand dust sources; multi-layer fuzzy synthetic judgment

2008 中国设施园艺工程学术年会预备通知（第一轮）

由中国农业工程学会设施园艺工程专业委员会主办，中国农业大学农学与生物技术学院和上海交通大学农业与生物学院承办，多家单位协办的“2008 中国设施园艺工程学术年会”拟定于 2008 年 10 月中旬（会期暂定 2 天）在北京召开。本次年会将从设施园艺工程领域的工程结构及自动控制、环境及模型模拟（保温节能）、设施栽培理论及新技术等方面举行专题报告与学术交流。

本次会议所征集的学术论文的范围涉及设施园艺各领域的研究内容，论文经评审后在上海交通大学学报（农业科学版）（2008 年第 5 期）发表。来稿注意事项如下：

1、论文撰写格式及注意事项参见“上海交通大学学报稿约”（见附件，本刊略）。每篇论文的篇幅为 4—5 页（参考样文，本刊略）。

2、为了确保刊登论文的质量，先由专委会评审，然后提交学报编辑部按照学报通常的盲评程序决定稿件的录用与否。

3、学报录用论文每篇收取出版评审费 600 元。

4、学报未录用论文将另行编印成册，每篇收取印刷评审费 100 元。

5、论文提交截止日期为 2008 年 6 月 30 日。

大会会务组设在中国农业大学农学与生物技术学院。大会联系人如下：

陈青云（13260170293, chenqingyun@cau.edu.cn）

张振贤（13661237866, zhangzx@cau.edu.cn）

高丽红（13601350829, gaolh@cau.edu.cn）

欢迎大家踊跃投稿！论文请用电子邮件发到上述任一电子邮箱均可。请大家抓紧时间，并请严格按照“稿约”及样文格式撰写。由于时间较紧，评审小组只能根据论文水平进行取舍，不可能有太多时间供作者修改。

中国农业工程学会设施园艺工程专委会

2008 年 3 月 16 日