

基于家畜单位环境承载力的农牧结合优化模型研究

白云峰,涂远璐,严少华,刘建

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,南京 210014)

摘要:通过分析种养子系统间废弃物利用的养分循环过程,确定作物秸秆到畜禽养殖和畜禽粪便到农田施用过程中对应的不同作物基于家畜单位的环境承载力,将其作为生态效益的量化指标与经济效益指标相结合,构建多目标农牧结合优化模型,并增加生态平衡约束,采用理想点法求解。结果表明,该模型能较好地耦合农牧系统,在经济效益最大化的同时,实现了废弃物资源利用的最大化和环境影响的最小化。

关键词:农牧结合;养分平衡;模式优化

中图分类号: S126

文献标识码: A

文章编码: 1672-6251(2011)09-0041-05

Research on the Optimal Model of Crop and Livestock Industry Integration System Based on Environmental Carrying Capacity with Livestock Unit

BAI Yunfeng, TU Yuanlu, YAN Shaohua, LIU Jian

(Institute of Agricultural Resources and Environmental Sciences Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014)

Abstract: In this paper, firstly an environmental carrying capacity standard of crops based on livestock unit was established by nutrient cycle process analysis, which was conducted on crop straws as roughage and livestock manure as fertilizer respectively. Then it was used as ecological benefit quantitative index and combined with benefit index to design the multi-objective optimal model of crop and livestock integration system. Finally the ideal point method was used to find the solution, the result had shown that this model had coupled the cropping and farming industry well, achieved the best benefit, meanwhile maximized the utilization of waste and minimized the pollution of environment.

Key words: crop and livestock integration industry; nutrient balance; model optimization

1 引言

近年来,由于片面追求经济效益,缺乏科学规划和对环境问题的重视。规模化养殖业的无序发展导致大量畜禽粪污排入水体和农田,而耕地却盲目施用化肥;另一方面,大量作物秸秆在农田焚烧,而养殖业在枯草期却面临粗料紧缺。这些现象都说明当前种养资源配置已严重脱节,资源循环利用效率低下,必须建立高效的种养平衡一体化生产模式^[1]。

然而实现种养平衡光靠经验是不够的,必须根据各类作物和畜禽的特点,科学配置种养资源^[2]。在以前的种养结合模式优化研究中^[3],往往以经济效益最高为目标,生态指标因其难于量化处理,常被置于约束条

件中,因而忽视了其生态效益,直接影响到系统的可持续发展。通过分析种养子系统之间废弃物利用的养分循环过程,根据养分供需平衡关系,确定秸秆到畜禽养殖和畜禽粪便到农田施用过程中对应的不同作物基于家畜单位的环境承载力,在此基础上进行种养结合模式优化研究,将作物的秸秆纳畜量和农田载畜量作为生态效益量化指标与纯收入最高的经济效益指标相结合,把种养结构优化作为多目标问题来处理,并增加了生态平衡约束,最大限度地满足环境可接受性及可行性。实践证明该模型能很好地耦合农牧系统,在经济利益最大化的同时提高耕地对畜禽粪便的承载力和耕地提供畜禽草料的承载力,实现废弃物资源利

基金项目:江苏省农业科技自主创新基金(编号 cx(10)227);国家支持计划(编号 2009BAC63B02)。

作者简介:白云峰(1974-),男,博士后,副研究员,研究方向:动力营养与农业信息化。

通信作者:严少华,研究员,博士生导师,研究方向:农业生态。

收稿日期:2011-08-26

用最大化的同时保证环境影响的最小化。

2 生态效益量化指标的建立

现代循环农业模式所产生的生态效益是不可忽视的,主要体现在减少化肥使用量、培肥耕地土壤、保护环境等方面。为了能够定量化衡量系统的生态效益,应以环境承载力作为衡量人类社会经济与环境协调程度的标尺。环境承载力是指维持人与自然环境之间和谐的前提下,环境所能够承受的人类活动的阈值。对于种养结合循环模式而言,环境承载力主要指以下两方面:一方面是农田系统能够消纳畜禽粪污的能力,另一方面是农田系统中作物秸秆所能提供畜禽草料的能力。从这两方面出发针对各类作物和畜禽的特点,定义了基于家畜单位标准的作物农田秸秆载畜量和作物农田纳畜量。

2.1 作物秸秆载畜量

作物秸秆作为粗饲料资源提供给养殖场,由养殖过程消纳角度考虑,作物秸秆提供量不能超过养殖场的承载力,一旦“超载”,过多的秸秆仍无法处理,田间焚烧仍会导致环境污染^[4]。为了衡量农田系统所能提供畜禽草料饲料的能力,考虑到不同作物秸秆的营养含量不同,基于作物秸秆营养含量和畜禽营养的需求,建立家畜单位标准的作物秸秆载畜量单位。

参照草地载畜量标准^[5],将作物的秸秆载畜量定义为:作物在单位农田种植面积下,周年内实际收获的作物副产品/废弃物(秸秆、藤、蔓等),能够满足家畜正常生长发育、繁殖情况下所能饲养家畜的最大数量。采用消化能为指标来评价作物的秸秆载畜量^[6],为了便于比较,通常将各种存栏家畜统一为标准羊单位。

根据畜禽生长养分需要量和作物秸秆养分提供量关系,定义作物的秸秆载畜量公式如下:

$$Z = \frac{w \times g}{G_s \times p} \quad (1)$$

式(1)中:

Z—单位面积农田,种植作物在生长周期内收获的作物副产品/废弃物,满足家畜正常生长发育、繁殖情况下所能饲养的羊单位数,单位为羊单位/公顷·年;

w—作物单位种植面积一季所能实际收获的秸秆量,单位为kg/公顷·季;

g—作物秸秆的消化能含量,单位为兆焦/kg;

G_s—标准羊的年均消化能需求量,单位为兆焦/头·年。

P—畜禽所需营养由秸秆提供的比例,%。

不同家畜单位之间可以进行换算^[7],建立统一的作物秸秆载畜量换算标准,以一头标准成年羊一年消化能的需求总量作为换算标准,即1标准羊当量,算出其他畜禽一年消化能的需求量与1标准羊一年消化能的需求量的比值,即为相应的作物秸秆载畜量转换系数,进一步算得作物秸秆载畜量当量。

2.2 作物农田纳畜量

畜禽粪便作为有机肥提供给种植业,从农田消纳的角度考虑,由于果园、稻田、菜地等对有机肥的需求量不同,为了得到其合理的粪使用量,就必须针对不同作物种植模式研究农田的畜禽粪便环境承载力,防止畜禽养殖场附近土壤严重“超载”、养分失调甚至污染^[8]。为了衡量农田消纳畜禽粪便的能力,基于作物养分需求和畜禽粪便养分排放量建立家畜单位标准的作物农田纳畜量单位。

定义作物的农田纳畜量为:作物在单位农田种植面积下,周年内所能消纳的畜禽粪便量对应的通常营养水平和饲养条件下承载家畜最大数量。考虑到中国土壤缺钾状况严重,仅考虑氮磷养分作为衡量农田纳畜量的指标,根据养分木桶效应,即作物最小的养分需求量决定畜禽粪便使用量的原则,选择基于作物氮磷养分需求比例的最大农田纳畜量,作为最终农田匹配的畜禽养殖规模^[9]。为了便于比较,同样将各种存栏家畜统一为标准羊单位。

参照畜禽粪便还田技术标准^[10]中在不具备田间试验和土肥分析化验条件下施肥量的确定方法,定义农田纳畜量的计算公式如下:

$$N = \frac{A \times p}{s \times r} \times f \quad (2)$$

式(2)中:

N—作物在单位农田种植面积下,周年内所能消纳的畜禽粪便量对应的中等营养水平和饲养条件下饲养家畜最大数量,单位为羊单位/公顷·年;

A—预期单位面积产量下作物需要吸收的营养元素的量,单位为kg/公顷;

s—标准羊单位每只存栏畜禽的粪便养分年产量,单位为kg/头·年;

p—由施肥创造的产量占总产量的比例,可参照文献[10]附录A中表A.2和A.3选取,%;

r—畜禽粪便养分的当季利用率,因土壤理化性状、通气性能、湿度、温度等条件不同,一般在25%

~30%范围内变化,故当季吸收率可在此范围内选取或通过田间试验确定, %;

f — 当地农业生产中,施于农田中的畜禽粪便的养分含量占施肥总量的比例, %。

其中 A 参数由以下公式确定:

$$A=y \times a \times 10^{-2} \quad (3)$$

式(3)中, y 为作物预期单位面积产量,单位为 kg/公顷; a 为作物形成 100kg 产量吸收的营养元素的量,单位为千克。主要作物 a 值参照标准^[9]附录 A 中表 A.1,不同作物、同种作物不同品种及地域因素等导致作物形成 100kg 产量吸收的营养元素量各不相同, a 值的选择应以地方农业管理、科研部门公布的数据为准。

3 种养结构优化模型的建立

3.1 决策变量的选取

本研究主要针对秸秆和畜禽粪便综合利用模式下的农牧结合系统种养结构优化。种植业以农田作物种植面积作为决策变量,养殖业结构则由各畜禽种类的存养量来确定。决策变量集公式为:

$$X = \{X_{1i}, X_{2j}\} \quad (i=1, \dots, n, j=1, \dots, m) \quad (4)$$

式(4)中: X_{1i} 和 X_{2j} 分别代表种植业和养殖业;

X_{1i} —种植业中第 i 种作物的种植面积, $i=1, \dots, n$;

X_{2j} —畜牧业中第 j 中畜禽的存养量, $j=1, \dots, m$, $m=m_1+m_2$ (m_1 为耗粮畜禽种类数, m_2 为节粮畜禽种类数)。

3.2 目标函数的确定

种养结合生态系统的设计模式应该多目标统筹兼顾,即要求经济效益、生态效益和社会效益的协调统一,总体效益最佳。因此在目标确定中,既要考虑各产业必须达到的经济效益,更要兼顾生态指标,为此分别设立经济目标函数和生态目标函数。

(1) 经济目标函数。该目标函数用各产业的经济纯收益之和表示,即单位面积净产值与总种植面积之积,因此有种植业和养殖业纯收入最高的目标函数为:

$$\text{MaxE}(X) = \sum_{i=1, \dots, n} (X_{1i} \times NM_{1i}) + \sum_{j=1, \dots, m} (X_{2j} \times NM_{2j}) \quad (5)$$

式(5)中, NM_{1i} 表示种植业中第 i 个决策变量的单位净产值, NM_{2j} 表示畜牧业中第 j 个决策变量的单位净产值。

(2) 生态目标函数。以环境承载力作为衡量人类社会与环境协调程度的标尺,不同的土地利用类型是决定环境承载力的最主要因素。在相同的土壤条

件下,不同类型的作物对养分的需求量不同,畜禽粪污的承载力也会有所不同;不同类型的作物秸秆的养分含量不同,提供畜禽草料的承载力也会有所不同。土地利用结构决定其畜禽粪污和畜禽草料承载力的大小,必须使得耕地能最大限度地消纳当地的畜禽粪便,同时提供尽可能多的秸秆饲料满足当地畜禽养殖需求,减少系统外部输入、节约成本。因此有作物的秸秆载畜量和农田纳畜量最大的目标函数:

$$\begin{aligned} \text{MaxZ}(X) &= \sum_{i=1, \dots, n} (X_{1i} * Z_{1i}) \\ \text{MaxN}(X) &= \sum_{i=1, \dots, n} (X_{1i} * N_{1i}) \end{aligned} \quad (6)$$

式(6)中, Z_{1i} 表示种植业中第 i 种作物基于家畜单位的秸秆载畜量; N_{1i} 表示种植业中第 i 种作物基于家畜单位的农田纳畜量。

3.3 约束条件

(1) 资源约束。可利用种植总面积约束, M 为最大可利用种植面积,则

$$\sum_{i=1, \dots, n} X_{1i} \leq M \quad (7)$$

(2) 社会需求约束。考虑到社会 and 实际生产需求,需要对各类作物的种植面积及畜禽的年均存养量有一个约束下限或约束上限,则:

$$\begin{aligned} SL_{1i} &\leq X_{1i} \leq SH_{1i} \\ SL_{2j} &\leq X_{2j} \leq SH_{2j} \end{aligned} \quad (8)$$

(3) 生态平衡约束。在最大化耕地对畜禽粪便的承载力和耕地提供畜禽草料能力的同时,还必须保证生态平衡,最大限度地满足环境可接受性及可行性,保证粪便全部还田和秸秆全部饲喂畜禽,将它们作为约束条件,具体如下:

秸秆全部被草食畜禽养殖所消纳:

$$\sum_{i=1, \dots, n} (X_{1i} * Z_{1i}) \leq \sum_{j=1, \dots, m_2} (\delta_j X_{2j}) \quad (9)$$

畜禽粪便全部还田:

$$\sum_{i=1, \dots, n} (X_{1i} * N_{1i}) \geq \sum_{j=1, \dots, m} (\alpha_j X_{2j}) \quad (10)$$

其中, m 为养殖业畜禽种类数目, m_2 为其中的节粮畜禽种类数目,为节粮畜禽计算作物的秸秆载畜量时的家畜单位折算系数,则为计算作物的农田纳畜量时的家畜单位折算系数。

4 模型应用

将上述模型应用于江苏省农科院动物科学基地产业结构优化调整中。动物基地的主要内容是形成一个“肉用羊、生猪养殖—废弃物生产沼气—(沼气发

电——生产、加工)沼液、沼渣肥田—优质种植业产品生产—农作物秸秆喂羊”的物质能量大循环,从而构建起以科技为支撑的现代循环农业生产经营体系。

基地围绕肉用羊、生猪养殖确定种植业结构,将标准无公害特色作物种植从传统的稻、麦、油菜改为鲜食玉米或甘薯等经济效益高、饲料质量好的作物,同时考虑到蔬菜地复种指数高且每公顷每季的养分移动量高于大田作物地和园地,特设无公害设施蔬菜种植,以提高土地对粪肥的利用效率。基地还配套有特色农产品,种植业产生的初级农产品直接进入加工中心,大大减少了产品的损耗,实现了产品增值。目前,先有两条生产线已经启用,一条是即食玉米等软罐头生产线,另一条是速冻玉米棒等速冻产品生产线^[1]。

建立结构优化模型,考虑到设施蔬菜种类繁多,且种植种类多随着市场需求变动性较大,将其单独作为一个大类,假设每种作物种植模式对应的种植面积决策变量为 X_{1i} , 畜禽存养量决策变量为 X_{2j} , 首先需要获得目标函数中各项经济目标函数系数,具体如表1所示。

每种模式下单位面积土地提供畜禽草料能力的家畜标准单位如表2所示,设施蔬菜由于其秸秆产量低且难于收集,故暂不计算其秸秆载畜量。

每种模式下单位面积土地消纳畜禽粪便能力的家畜标准单位如表3所示,其中设施蔬菜按照1年2季估算。

建立优化模型的目标函数如下:

$$\text{Max} F_1(X) = (16500 + 14250)X_{11} + (6000 + 20000)X_{12} + (6000 + 12000)X_{13} + 75000X_{14} + 250X_{21} + 150X_{22}$$

$$\text{Max} F_2(X) = 103.5X_{11} + 70.5X_{12} + 73.5X_{13}$$

$$\text{Max} F_3(X) = 75.3X_{11} + 86.1X_{12} + 87.3X_{13} + 120X_{14} \quad (11)$$

根据基地建设的实际条件,建立约束条件:

(1) 基地初定100公顷标准无公害特色作物种植和30公顷无公害设施蔬菜种植,因此:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} \leq 100$$

$$X_{14} \leq 30$$

(2) 根据农产品加工厂对鲜食玉米加工的需求量确定玉米种植面积的下限约束为:

$$X_{11} \geq 30$$

(3) 根据农产品加工厂对鲜食甘薯加工的需求量确定甘薯种植面积的下限约束为:

$$X_{12} \geq 20$$

(4) 根据农产品加工厂对鲜食毛豆加工的需求量确定毛豆种植面积的下限约束为:

$$X_{13} \geq 10$$

(4) 根据最小社会需求量确定设施蔬菜种植面积的下限约束为:

$$X_{14} \geq 10$$

(5) 由规模化养殖对猪厂存栏量的约束确定猪只存养量的下限为:

$$X_{21} \geq 1000$$

(6) 由规模化养殖对羊厂存栏量的约束确定羊只存养量的下限为:

$$X_{22} \geq 1000$$

(7) 生态平衡约束:

基于家畜单位的作物秸秆载畜量要小于羊场规模,才能保证秸秆在养殖环节全部消纳。

$$103.5X_{11} + 70.5X_{12} + 73.5X_{13} \leq X_{22}$$

基于环境承载力考虑,家畜单位的作物农田纳畜量必须大于猪场和羊场存养总量才能保证畜禽粪便全部被农田消纳,考虑到猪单位与标准羊单位的折算,取一头猪等于1.5头羊,即折算系数为1.5。

$$75.3X_{11} + 86.1X_{12} + 87.3X_{13} + 120X_{14} \geq 1.5X_{21} + X_{22}$$

由此构建起农牧结合多目标优化模型,进一步求解。目前多目标规划模型解法主要有线性加权法、两阶段法和情景模型法,但都需要人的主观参与来确定目标的权重,不同的人将可能做出不同的决策^[12]。研究

表1 作物单位种植面积和畜禽单位养殖的净产值

作物种类	春玉米	秋玉米	小麦	甘薯	花生	设施蔬菜	畜禽种类	猪	羊
纯收入 R_i (元/公顷)	16500	14250	6000	20000	12000	75000	纯收入 (元/头)	250	150

表2 作物种植模式对应的秸秆载畜量 (羊单位/公顷)

种植模式	春玉米+秋玉米	小麦+甘薯	小麦+花生
秸秆载畜量	103.5	70.5	73.5

表3 作物种植模式对应的农田纳畜量 (羊单位/公顷)

种植模式	春玉米+秋玉米	小麦+甘薯	小麦+花生	设施蔬菜
农田纳畜量	75.3	86.1	87.3	120

采用基于理想点的一种新的多目标规划两阶段方法,首先分别以纯收入、秸秆载畜量、农田纳畜量为目标,求解三个单目标规划问题,得到三个单目标规划问题的最有目标值 F_1^*, F_2^*, F_3^* , 再构造如下单目标函数的规划问题,在同一约束条件下求解即可得到多目标优化的最优解。

$$\text{Min} ([F_1(X) - F_1^*]^2 + [F_2(X) - F_2^*]^2 + [F_3(X) - F_3^*]^2)$$

此规划模型中目标函数的意义为在约束条件下,使纯收入、秸秆载畜量、农田纳畜量目标分别尽可能地接近或达到最大目标函数值。

5 结果与讨论

用 Matlab 编写程序用理想点法求解上述多目标规划问题:

规划问题 1:

最优解为 $X_{11}=70, X_{12}=20, X_{13}=10, X_{14}=30, X_{21}=1384, X_{22}=9390$

最优值目标值(纯收入)为 6857000 元。此时秸秆载畜量为 9390 羊单位,农田纳畜量为 11466 羊单位。

规划问题 2:

最优解为 $X_{11}=70, X_{12}=20, X_{13}=10, X_{14}=30, X_{21}=1000, X_{22}=9390$

最优值目标值(秸秆载畜量) 9390 为羊单位。此时纯收入为 6761000 元,农田纳畜量为 11466 羊单位。

规划问题 3:

最优解为 $X_{11}=30, X_{12}=20, X_{13}=50, X_{14}=30, X_{21}=1000, X_{22}=8190$

最优值目标值(农田纳畜) 11946 为羊单位。此时纯收入为 6071000 元,秸秆载畜量为 8190 羊单位。

基于理想点的多目标规划求解方法的几何意义为三维欧氏空间,求 $(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{21}, X_{22})$ 使得对应点 (F_1, F_2, F_3) 与点 (F_1^*, F_2^*, F_3^*) 的距离最小。而距离的计算与坐标的刻度有关,纯收入的数量级为“百万”,而秸秆载畜量为“千”,农田纳畜量的数量级为“万”。因此在求解规划问题 4 时,将纯收入目标函数系数和目标值除以 10,统一到“万”数量级,得到结果如下:

规划问题 4:

最优解为 $X_{11}=66.27, X_{12}=22.06, X_{13}=11.67, X_{14}=30, X_{21}=1490.87, X_{22}=9271.96$

此时纯收入为 6834962 元,秸秆载畜量为 9272 羊单位,农田纳畜量为 11508 羊单位,模型优化结果

如表 4 所示。

表 4 模型优化结果及主要指标

种植模式	优化方案	指标	优化方案
春玉米+秋玉米	66	纯收入	6834962
小麦+甘薯	22	秸秆载畜量	9272
小麦+花生	12	农田纳畜量	11508
设施蔬菜	30		
猪	1491		
羊	9272		

经过结构优化可以看出,玉米为主的地位并未改变,适当增加甘薯和花生种植面积,不但具有较好的经济效益,而且能为基地羊场提供大量秸秆,解决枯草期草料缺乏困难。养殖业应该充分考虑农作物秸秆所能提供能量的最大羊存养量,增加羊的养殖数量,根据土地消纳畜禽粪便的环境承载力匹配猪的养殖数量。由模型运算结果可以看出三个目标函数的优化结果均较为理想,经济效益达到万元,实现了基地发展的经济规划目标。通过作物种植结构的优化配置,实现了耕地资源利用效率的最大化,实现用有限的耕地提供尽可能多的秸秆饲料、消纳尽可能多的畜禽粪便。与此同时,生态社会效益也得到了满足,系统内部种植业和养殖业协调发展,作物秸秆全部被羊场消纳,畜禽粪便全部还田,保证了农业的可持续发展以及基地生产的基本需要。

参考文献

- [1] 郑建初,陈留根,甄若宏,等.江苏省现代循环农业发展研究[J].江苏农业学报,2010,26(1):5-8.
- [2] 傅丽芳,葛家麒,孟军.农业产业结构调整优化模型研究[J].东北农业大学学报,2005,36(1):116-119.
- [3] 杨修.农业生态系统种养结合优化结构模式的研究[J].自然资源学报,1998,4(13):344-351.
- [4] 高德明,梅旭荣,陆建飞,等.晋东旱区农作物秸秆资源综合利用模式研究[J].自然资源学报,1999,3(14):258-264.
- [5] 中华人民共和国农业部.NY/T 635-2002 天然草地合理载畜量的计算[S].北京,2002.
- [6] 杜占池.采用不同指标评价牧地载畜力的比较研究[J].四川草原,2005,(9):1-4.
- [7] 刘玉杰,李向林,何峰.基于饲养标准的家畜单位折算方法[J].草地学报,2009,17(4):500-504.
- [8] 陈微,刘丹丽,刘继军,等.基于畜禽粪便养分含量的畜禽承载力研究[J].动物生产,2009,45(1):46-50.

(下转第 59 页)

户)自由选择。图书馆则应选择全年订费和合订本订费。这样做有几方面的优势:一是资料齐全,不会因个期丢失而影响读者利用;二是由期刊编辑部定点印刷厂装订,装订质量上有保障;三是图书馆无需下架期刊、打包,不会因下架、装订期刊影响读者利用;四是合订本是按订单数印刷,不会出现多印或少印的情况。

3.4 文献传递

图书馆订购期刊或数据库的目的是要满足读者对知识、文献资料的需求。由于各个图书馆的读者规模、专业特色、服务对象存在差异,不可能每个图书馆都订购相同的期刊和数据库,这就需要通过文献传递来满足读者在本馆找不到的文献。

“珠江三角洲数字图书馆联盟”^[6]是一个面向全国,完全免费提供图书、期刊、报纸、学位论文、会议论文、专利、标准和视频(包括中文文献和外文文献)的资源共享平台,每天通过这个平台请求文献的申请较多。这个平台由广东省中山图书馆牵头建设,于2010年4月20日正式开通。珠江三角洲数字图书馆联盟是广东省公共图书馆、高校图书馆和科研图书馆联合建立的公益性资源共享服务平台,没有IP限制,所有读者可以通过互联网方便地检索文献数据库,全部数字资源向全社会免费开放服务。2011年广东省中心图书馆委员会联合公共图书馆、高校图书馆和科研图书馆积极开展推广服务,让数字图书馆走进千家万户,让公益性服务惠及全民。

珠江三角洲数字图书馆联盟联合目录不仅覆盖了广东省主要图书馆的馆藏数据库,而且通过互联网搜索引擎技术建立了超大规模的元数据仓储,覆盖了国内外著名图书馆的馆藏。其中,学术数据索引2.7亿条、中文图书310万种、中文期刊5800万篇、开放

学术资源3700万篇。珠江三角洲数字图书馆联盟操作简便,可实现跨库检索,并能通过Email快速高效地免费为读者提供远程文献传递服务。只要用户填写申请表,系统将在2小时内把文献发送到读者的邮箱中。

珠江三角洲数字图书馆联盟突破了传统图书馆的局限,把检索范围从一个图书馆的馆藏扩展到全球主要的图书馆馆藏,同时建立了文献资源共享机制,使文献传递的保障率大幅提升,其中中文文献的满足率达到96%,外文文献的满足率达到85%。

为了使文献资源快速到达用户手中,广东省中心图书馆委员会特招聘了一些外语基础好、数据库利用水平高的兼职人员从事文献传递工作。这些人通过各种途径获取外文文献并传递给用户,中心图书馆则以每传递1篇外文文献奖励人民币1元的方式给予补贴,同时接受各图书馆的文献传递员申请,将本馆的资源无偿提供给文献申请用户,真正实现文献资源的免费服务。

参考文献

- [1] 2010年中国新闻出版产业分析[EB/OL].<http://www.askci.com/freereports/2011/07/2616334125607.shtml>,2011-07-26.
- [2] 中国国家图书馆·馆藏简介[EB/OL].<http://www.nlc.gov.cn/newqk/>.2011-08-26.
- [3] 中国学术文献网出版总库期刊导航[EB/OL].http://acad.cnki.net/Kns55/oldnavi/n_Navi.aspx?NaviID=1.2011-08-26.
- [4] 杨莹.全面质量管理体系框架下电子文献资源建设的质量控制[J].图书馆建设,2011,(7):23-25.
- [5] 童敏.网络环境下高校图书馆期刊工作发展策略研究[J].农业网络信息,2011,(7):46-48.
- [6] 珠江三角洲数字图书馆联盟[EB/OL].<http://dlib.gdlink.net.cn/>.

(上接第45页)

- [9] 沈根祥,钱晓雅,梁丹涛,等.基于氮磷养分管理的畜禽场粪便匹配农田面积[J].农业工程学报,2007,22(增刊2):268-271.
- [10] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 25246-2010 畜禽粪便还田技术规范[S].北京,2010.

- [11] 刘春泉.江苏省农业科学院六合竹镇基地循环农业的实践与思考[J].江苏农业科学,2009,(6):442-446.
- [12] 贾仁安,王翠霞,涂国平,等.规模种养生态能源工程反馈动态复杂性分析[M].北京:科学出版社,2007.