
编号专用页

竞赛评阅编号（由竞赛评委会评阅前进行编号）：

评阅记录

评阅人						
评分						
备注						

裁剪线

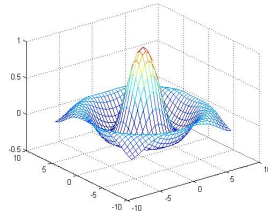
裁剪线

裁剪线

竞赛评阅编号（由竞赛评委会评阅前进行编号）：

参赛队伍的参赛号码：（请各参赛队提前填写好）：

2015 年第十二届五一数学建模联赛



题目 生态文明建设评价问题

摘要

本文针对于生态文明建设的评价问题,选取了评价生态建设文明的具有代表性的几个指标,并且通过建立城市生态文明建设指标预测模型,来判断地区生态文明建设程度。

对于第一问,针对我国现有的生态文明建设的评价指标问题,我们首先查阅了全国在省级生态文明建设评价方面较为权威的北京林业大学生态文明研究中心公布的中国省级生态文明建设评价报告,以及其他具体于各地区省市的生态文明建设的论文,在此基础上,列举出来了6大类,18个较为重要的评价指标。

对于第二问,我们首先根据罗列出的指标中的重要程度以及数据获取的可行性和权威性和反映大类指标程度选择了单位GDP能耗、单位GDP水耗和单位GDP废水、废气排放量、绿化覆盖率、人均公共图书藏书量。然后通过熵值法确定了各项指标权重,大致通过三个步骤,分别是原始数据矩阵归一化,定义熵,定义熵权。其次根据国际标准、欧美等发达国家的现状值确定了各项指标的具体度量标准,借助这些度量标准我们通过标准比值法,进一步确定了每一项指标的发展水平指数,最后通过建立的综合评价模型得到我们的最终结果,也就是生态文明建设发展水平指数。为了更好的反映每个省份的情况,我们根据系统发展水平指数得分范围将发展水平评价等级分为7个等级(A为最优,G为最差),更加将指标具体化。

对于第三问,首先我们综合考虑了各地区的生态活力,环境质量和经济发展水平,先将全国31个省(自治区、直辖市,不含港澳台)的生态文明建设归纳为5个类型,然后再加上地理条件的因素综合选择最终确定了河北、山西、山东、四川、北京、辽宁、甘肃、云南、福建和内蒙古十个省市自治区作为我们的研究对象,然后通过查阅统计年鉴以及登陆国家统计局下载等方式找到了各个地区从2009~2013的权威统计数据,最后带入我们建立的模型之中,通过计算得到了每个地区的生态文明建设发展水平指数。

对于第四问,我们首先根据问题三的评价结果,挑选出了生态文明建设相对落后并具有代表性的云南,在子系统层次,找出制约其生态文明建设的短板,有针对性地提出改进措施。在忽略重大自然突变和措施实施顺利的前提下,针对不同指标,利用灰色预测模型结合logistic的方法,外推出改进措施对各项指标的量化影响。将量化后的指标结果,代入到问题二建立的生态文明建设发展水平模型,检验措施实施后的效果。根据结果进一步完善生态文明建设的改进措施,并形成一份高效高可行性的生态文明建设政策建议。

我们建立的城市生态文明建设指标预测模型,与传统的评价相比,虽然在全面性上有所差距,但是简便易行,能够较好的反映地区的生态文明建设程度。

关键词 生态文明建设发展水平指数模型 熵值法 灰色预测模型 logistic

一、问题重述

1.1 背景分析

随着我国经济的迅速发展，生态文明越来越重要，生态文明建设被提到了一个前所未有的高度。党的十八大报告明确提出要大力推进生态文明建设，报告指出“建设生态文明，是关系人民福祉、关乎民族未来的长远大计。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，把生态文明建设放在突出地位，融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展”。党的十八届三中全会则进一步明确，建设生态文明，必须建立系统完整的生态文明制度体系。因此对生态文明建设评价体系的研究具有重要意义。

1.2 问题重述

1、请通过查阅相关文献，了解我国生态文明建设的评价指标和评价模型，列举现有的生态文明建设的评价指标。

2、对现有生态文明建设的评价指标进行分析，选择其中几个重要的、可行的评价指标，结合经济发展的情况，建立评价我国生态文明建设状况的数学模型。

3、由于我国地理位置和经济条件的差异，各省（市）生态文明建设水平各有高低，请利用最新的数据，选取最具有代表性的十个省（市），根据前面建立的数学模型对这十个省（市）生态文明建设的程度进行评价。

4、根据上述评价结果，对生态文明建设相对落后的省（市）提出改进措施，建立数学模型预测未来几年这些措施的实施效果，最后请结合预测的结果给有关部门写一份政策建议（1~2页）。

二、问题分析

2.1 对于问题一的分析

对于问题一，主要是让我们在了解现有的生态文明建设的评价指标和模型的基础上，首先列举出对于生态文明建设有影响的各种指标，以便于下面问题的分析。我们首先查阅了全国在省级生态文明建设评价方面较为权威的北京林业大学生态文明研究中心公布的中国省级生态文明建设评价报告，由于北林大生态文明研究中心承担了国家林业局“生态文明建设的评价体系与信息系统技术研究”项目，构建了中国省级生态文明建设评价指标体系（ECCI），它在评价指标和模型建立上有着很好的借鉴意义。除此之外，我们还查阅了具体于地区省市的生态文明建设的论文，在此基础上，列举出来了18个较为重要的指标。

2.2 对于问题二的分析

问题二要求我们选取其中的一些典型的指标，建立评价我国生态文明建设状况的数

学模型。首先我们需要选取最具有代表性的几个指标。由于在列举评价指标的时候我们已经对指标进行了初步的分类，所以我们对于每一大类，只在其子系统层中根据其重要程度以及数据的权威性选择了一个或多个指标来反映，我们选择了人均 GDP 来反映经济发展；选择城镇化率来反映社会进步；对于资源节约和环境控制，由于其较为重要，我们分别选取了单位 GDP 能耗、单位 GDP 水耗和单位 GDP 废水、废气排放量两项指标来反映；还选择了绿化覆盖率来反映生态环境；人均公共图书藏书量来反映生态文化。

在建立模型时，我们首先需要确定每个指标的权重，确定权重的方法中，较为常用的有熵值法和层次分析法，由于在此次的模型之中，我们的层次较为简单，而且我们的数据都是具体的值，层次分析法不仅增加了过多的计算过程，而且对于结果也可能产生不好的影响，所以我们选择了熵值法来确定权重，主要通过三个步骤，分别是原始数据矩阵归一化；定义熵；定义熵权。最终确定各项指标的权重。其次我们需要建立评价指标度量标准来对我们的结果进行具体的评价。我们查阅了大量的数据，根据国际标准、欧美等发达国家的现状值来确定各项指标的具体度量标准。通过这些度量标准我们通过标准比值法，进一步确定了每一项指标的发展水平指数，然后通过我们建立的综合评价模型最终得到我们的最终结果，也就是生态文明建设发展水平指数。为了更好的反映每个省份的情况，我们根据系统发展水平指数得分范围将发展水平评价等级分为 7 个等级(A 为最优，G 为最差)，更加将指标具体化。

2.3 对于问题三的分析

问题三中要求选取最具有代表性的十个省（市），根据前面建立的数学模型对这十个省（市）生态文明建设的程度进行评价。首先要保证选择的十个省（市）具有一定的代表性，能够反映全国的情况，我们依据综合考虑了各地区的地区生态活力，环境质量和各地区的经济发展水平，先将全国 31 个省（自治区、直辖市，不含港澳台）的生态文明建设归纳为 5 个类型，然后再加上地理条件的因素综合选择最终确定了河北、山西、山东、四川、北京、辽宁、甘肃、云南、福建和内蒙古十个省市自治区作为我们的研究对象，然后通过查阅统计年鉴以及登陆国家统计局下载等方式找到了各个地区从 2009~2013 的权威统计数据，然后带入我们建立的模型之中，通过计算得到了每个地区的生态文明建设发展水平指数。

2.4 对于问题四的分析

问题四要求我们对于落后的省份提出改进措施，然后建立数学模型预测未来几年这些措施的实施效果。我们首先根据问题三的评价结果，我们可以挑选出生态文明建设相对落后的省（市），在子系统层次，找出制约其生态文明建设的短板，有针对性地提出改进措施。在忽略重大自然突变和措施实施顺利的前提下，针对不同指标，利用灰色预测模型结合 logistic 的方法，外推出改进措施对各项指标的量化影响。将量化后的指标结果，代入到问题二建立的生态文明建设发展水平模型，检验措施实施后的效果显著性。根据结果进一步完善生态文明建设的改进措施，并形成一份高效高可行性的生态文明建设政策建议。

三、模型假设

1. 假设评价生态文明建设各指标之间相互作用关系忽略不计；
2. 假设在预测模型中，未来几年没有重大自然突变；
3. 假设从官方获取的各个省份的指标的统计数据信息真实可靠；
4. 假设各个省市按照原有进程和规律对生态文明进行建设和发展；
5. 假设不受资源环境约束，未来 15 年内各省区生态文明建设按照当前趋势发展，各城市增长率保持相应的速度，考虑到随着高能耗高污染的企业减少，未来资源节约和污染控制各项指标效率难度不断加大的趋势；

四、符号说明

为了便于问题的求解，我们给出以下符号说明：

C_i ：第 i 项指标

c'_i ：第 i 项指标的观测值

c_i ：第 i 项指标的度量标准值

Lc_i ：评价指标发展水平指数

Lb_k ：子系统发展水平指数

w_{ci} ：指标在系统中的权重

La ：系统综合发展水平指数

w_{bk} ：子系统在所属系统中的权重

x_{ij} ：熵值算法中第 j 项指标值

x_{\max} ：第 j 项指标的最大值

x_{\min} ：第 j 项指标的最小值

x_i ：第 j 项指标的阈值

x'_{ij} ： x_{ij} 的标准化值

五、模型的建立与求解

经过以上的分析和准备，我们将逐步建立以下数学模型，进一步阐述模型的实际建

立过程。

5.1 问题一的模型建立与求解

5.1.1 我国现有评价体系构建

5.1.1.1 生态文明建设评价体系设计分析

生态文明建设是一个复杂的系统,按照生态文明的内涵,在设计城市群生态文明建设评价指标体系的过程中,需要考虑以下几个方面:

1.经济发展。经济发展不仅意味着国民经济规模的扩大,更意味着经济和社会生活素质的提高。一般来说,经济发展包括三层含义:①经济量的增长,即一个地区产品和劳务的增加,它构成了经济发展的物质基础;②经济结构的改进和优化,即一个地区的技术结构、产业结构、收入分配结构等经济结构的变化;③经济质量的改善和提高,即一个地区经济效益的提高、经济稳定程度的改善。反映地区的经济发展指标很多,常见的如地区 GDP、GDP 增长率、三次产业结构、地方财政收入等。

2.社会进步。社会进步所包含的内容丰富,广义上不同的社会文明如生态文明,也是社会进步的表现形式,这里认为是社会事业发展,其定义为:社会生产和居民生活提供公共服务的物质工程设施的不断完善;居民的实际收入水平、消费水平和消费结构;劳动的社会条件和生产条件、社会服务的发达程度、闲暇时间的占有量和结构、卫生保健和等均不断提高或完善。

3.资源节约。资源就是指自然界和人类社会中一种可以用以创造物质财富和精神财富的具有一定量的积累的客观存在形态,如土地资源、矿产资源、森林资源、海洋资源、石油资源、人力资源、信息资源等。资源节约程度同生产力发展水平和生产技术条件密切相关,通常经济发达、生产技术水平较高的国家,资源综合开发利用程度也较高。

4.污染控制。污染物是指进入环境后能够直接或者间接危害人类的物质,按污染物的形态可分为气体污染物、液体污染物和固体废物。气体污染物主要分为有害气体(二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、碳氢化物、光化学烟雾和卤族元素等)及颗粒物(粉尘和酸雾、气溶胶等);造成水体污染的主要来源有工业废水、生活污水和农业污水;此外,固体废物如不加妥善收集、利用和处理处置将会污染大气、水体和土壤,危害人体健康。固体废物按来源大致可分为生活垃圾、一般工业固体废物和危险废物三种。

5.生态环境。生态环境主要有三大作用:提供人类活动所需的自然资源,对人类活动产生的废弃物的吸收,提供人类生存的舒适环境;因此不同土地类型生态价值、森林面积大小、生物多样性等都反映了地区的生态环境好坏。此外,环境质量也是反映城市生态环境的一个重要指标,如空气质量好,受污染小的地区越适宜人类居住。

6.生态文化。生态文化是新的文化,通过传统文化和生态文化的对比,提高人们对生态文化的兴趣,有利于资源的开发,保护生态环境良性循环,促进经济发展,造福于子孙。加强文化基础设施,推动绿化文化产业发展,提高大众生态文化素质都是推动生态文化的重要内容。

此外,生态政策也是生态文明建设评价的重要内容,但由于这方面的信息难以收集和量化,其建设结果也可以视为在上述 6 大子系统中发展水平中得到具体反映,因此没有设计相关的指标内容。

5.1.1.2 指标的选择方法

选择有可持续观测数据支持的指标是建立具有可持续性指标体系的关键,与发达国家相比,我国对传统统计数据积累明显不足;特别是我国提出的生态文明建设时间较短,

其有关数据资料基础比较薄弱,因此如何选择指标,建立有效可行的指标体系就显的尤其重要,本文主要采用理论分析法和频度统计法来实现对一般体系指标的建立。理论分析法主要对生态文明建设的内涵、目标、特征、问题进行比较、分析、综合,选择具有针对性的指标;频度分析法主要是对目前有关生态文明评价的研究报告、论文进行频度统计,从中选择使用频度较高的指标。在建立一般体系指标之后,还需要对指标进行筛选,从而确定具体体系指标,主要从3个方面考虑。首先是根据被评价区域的生态文明建设发展状况,以及指标数据的可得性,对无数据支持的指标进行删除或替换;其次,还需要对具体指标体系相关性分析,尽量选择内涵丰富又比较独立的指标;最后,对一些反映同一现象的多个属性指标,可通过公式或模型建立综合性指标来反映。

5.1.2 生态文明建设评价指标

根据上述生态文明建设系统相关要素分析,建立评价指标体系的目的、作用、基本原则及指标选择方法,提出了生态文明评价指标体系。该体系以生态文明建设协调发展为目标层;以经济发展、社会进步、资源节约、污染控制、生态环境、生态文化为子系统层各分目标层;设立了18个指标作为指标层,具体的反映了生态文明建设的各个方面。

表 5-1 生态文明建设评价指标罗列

目标层 A	子系统层 B	指标层 C	指标性质	反映特征
生态文明建设协调发展	经济发展 B_1	人均 GDP	正	衡量经济总量
		二三产业产值占 GDP 比重	正	衡量经济结构
		人均地方财政收入	正	衡量经济质量
	社会进步 (B_2)	城镇化率	正	衡量社会组织程度和管理水平
		城镇居民人均可支配收入	正	反映生活水平、城乡收入差距
		农村居民人均纯收入	正	
	资源节约 (B_3)	万元 GDP 水耗	负	反映资源节约强度
		万元 GDP 能耗	负	
		人均城市建成区面积	负	
	污染控制 (B_4)	万元 GDP 废水排放量	负	反映污染减排强度
		万元 GDP SO ₂ 排放量	负	
		单位产值工业固体废弃物产生量	负	
	生态环境 (B_5)	城市空气污染指数	负	反映生态改善强度
		森林覆盖率	正	
		单位生态系统服务价值量	正	
	生态文化 (B_6)	文化产业占 GDP 比重	正	反映生态文化发展
		人均公共图书藏书量	正	
		高中阶段毛入学率	正	

5.2 问题二的模型建立与求解

5.2.1 选择其中重要的、可行的评价指标

对于选择评价指标，我们充分考虑子系统对于系统的影响程度，兼顾到我们所能找到的数据，我们所选择的指标如下：

表 5-2 选取指标

经济发展	人均 GDP (元/人)
社会进步	城镇化率 (%)
资源节约	单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)
	单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)
污染控制	单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)
	单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)
生态环境	绿化覆盖率 (%)
生态文化	人均公共图书藏书量 (/册)

5.2.2 熵值法确定权重

4.2.2.1 熵值法的计算方法及步骤

熵,英文为 **entropy**, 是德国物理学家克劳修斯 1850 年创造的一个术语, 它用来表示一种能量在空间中分布的均匀程度。应用在系统论中, 熵越大说明系统越混乱, 携带的信息越少, 熵越小说明系统越有序, 携带的信息越多。信息越少, 熵越小说明系统越有序, 携带的信息越多。熵值法是一种客观赋权方法, 它通过计算指标的信息熵, 根据指标的相对变化程度对系统整体的影响来决定指标的权重, 相对变化程度大的指标具有较大的权重, 指标具有较大的权重。其具体步骤如下:

1.数据标准化处理。假定评价指标体系包括 n 个指标,由 m 个样本组成。由于各指标的量纲、数量级均有差异, 所以为消除因量纲不同对评价结果的影响, 需要对各指标进行标准化处理。数据标准化处理有多种方式, 本研究采用极值法处理:

$$\text{当为正向指标时, 或为阈值指标, 且 } x_{\max} \leq x_i \text{ 时: } x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

$$\text{当为逆向指标时, 或为阈值指标, 且 } x_{\max} \geq x_i \text{ 时: } x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

式中, x_{ij} 为第 j 项指标值, x_{\max} 为第 j 项指标的最大值, x_{\min} 为第 j 项指标的最小值, x_i 为第 j 项指标的阈值, x'_{ij} 为 x_{ij} 的标准化值; 为了使标准化值不能为 0, 当 $x_{ij}=0$ 时, $x_{ij} = x_{ij} + \Delta$ (Δ 为极小数,于数值精度有关)。

2.计算 x_{ij} 在第 j 项指标的比重:

$$S_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} (0 \leq s_{ij} \leq 1)$$

由此,可以建立数据的比重矩阵 $S = \{s_{ij}\}_{m \times n}$

3.计算第 j 项指标信息熵值

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m s_{ij} \ln s_{ij}$$

式中, K 为常数, $K=1/\ln m$ 。

4.计算第 j 项指标的信息效用度

$$d_j = 1 - e_j$$

指标的信息效用价值取决于该指标的信息熵值与 1 之间的差值,它的值直接影响权重的大小,信息效用值越大,对评价的重要性就越大,权重也就越大。

5.计算第 j 项评价指标权重

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^m d_j}$$

利用熵值法估算各指标的权重,其本质是利用信息熵值估算各指标的权重,指标信息的价值系数来计算,其价值系数越高,指标信息的价值系数来计算,其价值系数越高,对评价的重要性就越大。

5.2.3 评价指标度量标准

评价指标的度量标准是评价生态文明建设在某一方面达到何种程度的重要依据。本研究根据国际标准、欧美等发达国家的现状值来确定各项指标的具体度量标准。

表 5-3 生态文明建设评价体系指标度量标准

指标	单位	度量指标	标准依据
人均 GDP	元/人	80000	参考按世界银行各国贫富程度的标准
城镇化率	%	80	参考发达国家现状值
单位 GDP 能耗	t 标准煤/万元	0.3	参考美国现状值
单位 GDP 水耗	立方米/万元	30	参考发达国家平均水平
单位 GDP 废水排放量	t/万元	4	参考发达国家现状值
单位 GDP 废气排放量	Kg/万元	1.1	参考美国现状值
绿化覆盖率	%	29	高等收入国家,资料来源:世界银行
均公共图书藏书量	册	2.5	国际图联标准则

5.2.4 生态文明建设发展水平指数模型

运用综合评价的方法,可以将生态文明建设发展评价体系转化为一个三级的综合评价模型。综合评价是按照由指标到总目标的顺序逐层聚合:第一级评价为指标体系的具

体指标评价；第二级评价从具体的指标聚合到子系统层各分目标；第三级评价从分目标聚合到总目标。

5.2.4.1 评价指标发展水平指数 (Lc)

对于指标 C_i ， c'_i 为第 i 项指标的观测值， c_i 为第 i 项指标的度量标准值， Lc_i 为评价指标发展水平指数，则：

$$\text{当 } C_i \text{ 为正向指标时： } Lc_i = \frac{c'_i}{c_i}$$

$$\text{当 } C_i \text{ 为负向指标时： } Lc_i = \frac{c_i}{c'_i}$$

$$\text{当 } C_i \text{ 为阈值指标时：如果 } c'_i < c_i, \text{ 则 } Lc_i = \frac{c'_i}{c_i}, \text{ 如果 } c'_i \geq c_i, \text{ 则 } Lc_i = (2c_i - c'_i) / c'_i。$$

5.2.4.2 子系统发展水平指数(Lb_k)

第 k 子系统有 i 个评价指标，其指标在所属子系统内的权重为 w_{ci} 子系统发展水平指数， Lb_k 为 k 子系统发展水平指数，则：

$$Lb_k = \sum_{i=1}^n (w_{ci} \times Lc_i)$$

其中， Lc_i 为第 i 指标发展水平指数值。各子系统包括指标如下：

经济发展 (B_1): 人均 GDP (C_1)

社会进步 (B_2): 城镇化率 (C_2)

资源节约 (B_3): 单位 GDP 能耗 (C_3), 单位 GDP 水耗 (C_4)

污染控制 (B_4): 单位 GDP 废水排放量 (C_5), 单位 GDP 废气排放量 (C_6)

生态环境 (B_5): 绿化覆盖率 (C_7)

生态文化 (B_6): 人均公共图书藏书量 (C_8)

5.2.4.3 系统综合发展水平指数 (La)

评价系统由 6 个子系统构成，其子系统在所属系统中的权重为 w_{bk} ， La 为评价系统的综合发展水平指数，则：

$$La = \sum_{i=1}^6 (w_{bk} \times Lb_k)$$

5.2.4.4 发展水平评价等级及分类

根据系统发展水平指数值得分范围,可将发展水平评价等级分为7个等级(A为最优,G为最差),其等级的划分如表:

表 5-4 生态文明建设发展水平评价等级及分类

等级	A	B	C	D	E	F	G
得分	>80	65~80	55~65	45~55	35~45	20~35	<20
L 分类	优质发展	良好发展	中级发展	初级发展	轻度落后	一般落后	严重落后

5.3 问题三的模型建立与求解

5.3.1 选取最具有代表性的十个省（市）

充分考虑到我国地理位置和经济条件的差异,各省(市)生态文明建设水平各有高低,我们通过分析,综合考虑了各地区的地区生态活力,环境质量和各地区的经济发展水平,将全国31个省(自治区、直辖市,不含港澳台)的生态文明建设归纳为均衡发展型、社会发达型、生态优势型、相对均衡型和低度均衡型5种类型,再充分考虑到地域因素。我们分别选取了5种类型中北方社会发达型的北京,南方均衡发展型的福建,西南地区生态优势型的四川,相对均衡型中处于东北的辽宁,位于西南深处的云南,在中原大地的山东,在低度均衡型中选取了生态脆弱的内蒙古,西北的甘肃,鉴于山西和河北在生态文明建设中长期处于落后状态,有很好的代表性,也为了更好地对当地的生态情况进行分析和指导,我们选择了这两个省。

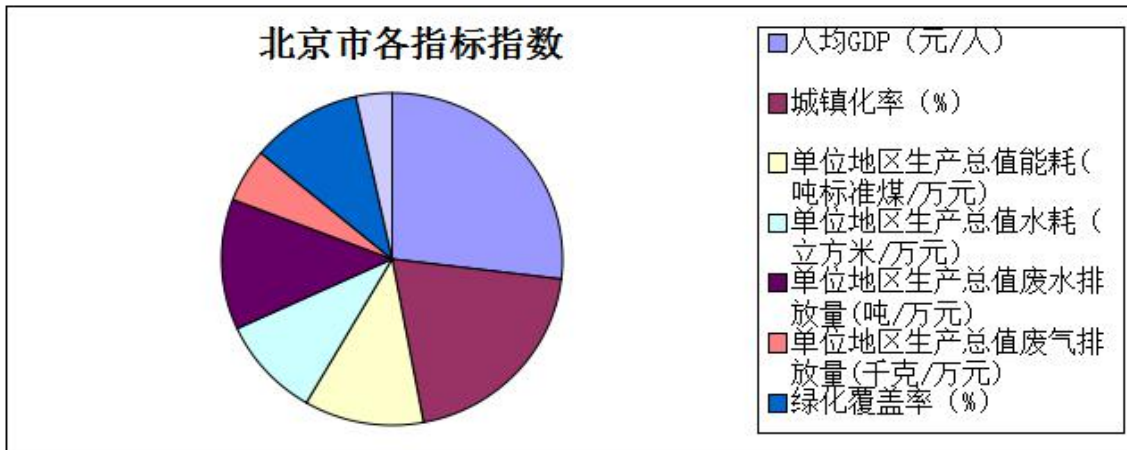
总结我们最终确定了河北、山西、山东、四川、北京、辽宁、甘肃、云南、福建和内蒙古十个省市自治区作为我们的研究对象。

5.3.2 各省生态文明建设程度及其评价

5.3.2.1 北京生态文明建设程度的评价

北京	2013	权重	分数	指数
人均 GDP (元/人)	94648	0.22	0.85	0.19
城镇化率 (%)	0.86	0.15	0.93	0.14
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	0.46	0.12	0.65	0.08
单位地区生产总值水耗(立方米/万元)	18.37	0.11	0.61	0.07
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	7.30	0.16	0.55	0.09
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	0.44	0.09	0.40	0.04
绿化覆盖率 (%)	35.80	0.09	0.81	0.07
人均公共图书藏书量(/册)	0.98	0.06	0.39	0.02
总评				0.69

图 5-1 北京生态文明建设程度的评价指标



从最终的生态文明建设发展水平指数我们可以看出北京处于 B,也就是良好发展阶段。

从各项指标的得分来看,由于 GDP 的强势,在所有的有关于单位地区生产总值的指标中都很好的得分,说明其在单位 GDP 对于生态的影响来看是较为有利的,其中的废气排放与世界的标准还差很多,尤其其中的人文指标中的图书藏书量还是较为落后于指标的先进值,作为我们中国的首都和生态文明建设的基地,北京虽然在全国看来是较为先进的,但是与世界先进相差还较远,还有很长的路要走。

5.3.2.2 辽宁生态文明建设程度的评价

辽宁	2013	权重	分数	指数
人均 GDP (元/人)	61996	0.20	0.77	0.15
城镇化率 (%)	0.66	0.17	0.83	0.14
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.10	0.13	0.27	0.04
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	52.23	0.10	0.57	0.06
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	8.62	0.14	0.46	0.06
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	3.77	0.11	0.29	0.03
绿化覆盖率 (%)	38.20	0.10	0.76	0.08
人均公共图书藏书量 (/册)	0.76	0.05	0.30	0.02
				0.58

辽宁处于 C,也就是中级发展的阶段。

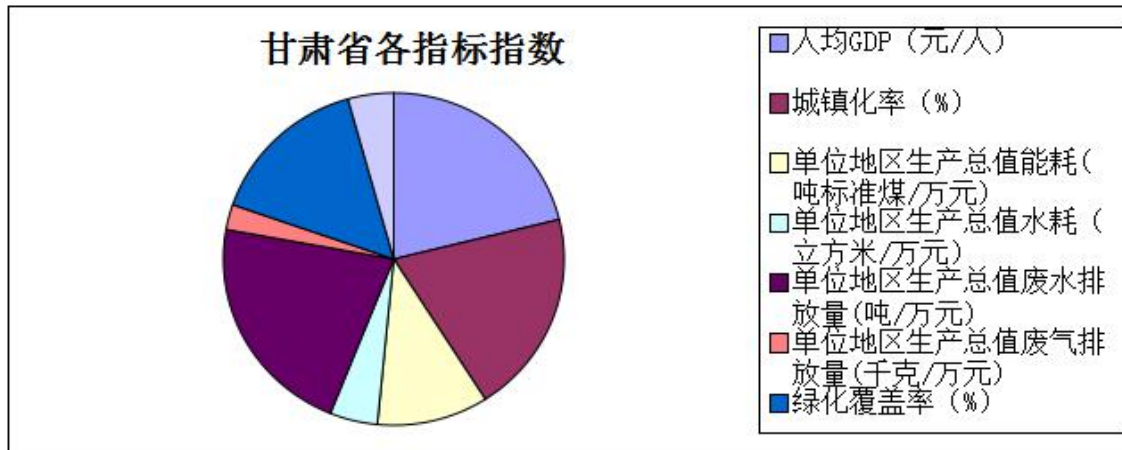
分析各项指标,我们可以看到辽宁在各方面的表现还是较为均衡的,符合我们的预期,也和它本身自己的相对均衡型的城市特点相适应。其中明显的短板是能耗和废气排放量不达标,这和其本身是东北的老工业基地,重工业和能源类的产业在 GDP 中的比例过高有很大的关系,这些在模型中都有很好的体现。在城镇化率和绿化覆盖率上还是领先于全国的,说明由于进入工业化很早,在辽宁地区的城镇人口很多,城市绿化也很好。在人均公共图书藏书量上,它和全国大部分的地区一样是属于较为落后的阶段,说明在生态文化的建设上还需要投入更多。

5.3.2.3 甘肃生态文明建设程度的评价

甘肃	2013	权重	分数	指数
人均 GDP (元/人)	24539	0.21	0.31	0.06
城镇化率 (%)	0.40	0.12	0.50	0.06
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.40	0.15	0.21	0.03

单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	217.8	0.10	0.14	0.01
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	10.26	0.17	0.39	0.07
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	8.88	0.06	0.12	0.01
绿化覆盖率 (%)	11.30	0.12	0.39	0.05
人均公共图书藏书量 (/册)	0.47	0.07	0.19	0.01
				0.30

图 5-3 甘肃生态文明建设程度的评价指标



甘肃的等级是 F，属于一般落后的省份。

这个排名与其本身经济在全国的排名很类似，说明这个地区的经济，社会，文化和环境等方面全面处于落后状态，这个状况可能与当地开发较晚，经济区位优势不明显，国家政策没有很好的照顾到有很大的关系，由于当地的资源优势不像周围的新疆那么明显，从指标分析来看，应该以先提高工业化水平为主，提高城镇化率，然后逐步提高文化建设资金，稳步提升生态环境和生态文化水平。

5.3.2.4 河北生态文明建设程度的评价

河北	2013	权重	分数	指数
人均 GDP (元/人)	28443	0.19	0.36	0.07
城镇化率 (%)	48.11	0.14	0.60	0.08
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.30	0.15	0.23	0.03
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	67.25	0.12	0.45	0.05
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	10.93	0.15	0.37	0.05
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	4.52	0.09	0.24	0.02
绿化覆盖率 (%)	23.40	0.08	0.81	0.06
人均公共图书藏书量 (/册)	0.26	0.08	0.10	0.01
				0.39

河北省从最终的结果来看属于 E，是轻度落后。

分析各项指标，我们发现其在城镇化率和绿化覆盖率上是较为不错的，说明其进入工业化较早，但是在其他指标上全面落后，说明其在产业比率上很不合理，在单位地区生产总值能耗，单位地区生产总值废气排放量上严重超标，说明污染企业较多，对于生态环境的破坏较为严重，是一种资源分配不合理的发展模式，需要改进，而且在公共图

书馆藏书量上在全国是倒数水平，我国的生态文化建设本就处于落后，河北的情况更加的严重，需要政府正确对待，帮助其尽快发展。

5.3.2.5 山西生态文明建设程度的评价

山西	2013			
人均 GDP (元/人)	34984	0.22	0.44	0.10
城镇化率 (%)	52.56	0.11	0.66	0.07
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.76	0.14	0.17	0.02
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	58.25	0.13	0.52	0.07
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	10.90	0.17	0.37	0.06
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	9.91	0.07	0.11	0.01
绿化覆盖率 (%)	18.00	0.09	0.62	0.06
人均公共图书藏书量 (/册)	0.40	0.07	0.16	0.01
				0.40

通过模型计算，我们发现按照世界发达国家标准，山西省生态文明建设水平处于轻度落后水平，其中单位 GDP 能耗、单位 GDP 水耗、人均公共图书藏书量为制约山西省生态文明建设水平发展的短板，均处于严重落后水平。又鉴于山西省是我国的能源产出大省，人均 GDP、城镇化率两项指标得分均较高，已达中级发展水平。而伴随着能源产业发展，缺水问题日益突出，使得山西省积极降低单位 GDP 水耗，其指标值已达世界发达国家初级发展水平。另外，近年来山西积极进行矿区生态恢复建设，增加绿化面积，已经初见成效，山西省绿化覆盖率已经处于世界发达国家中级发展水平。针对山西省未来的生态文明建设，应重点提升污染控制、生态文化两个子系统。

5.3.2.6 山东生态文明建设程度的评价

山东	2013			
人均 GDP (元/人)	56885	0.22	0.71	0.16
城镇化率 (%)	53.76	0.12	0.67	0.08
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	0.86	0.15	0.35	0.05
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	39.46	0.10	0.76	0.08
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	8.95	0.17	0.45	0.08
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	2.98	0.08	0.37	0.03
绿化覆盖率 (%)	16.70	0.08	0.58	0.05
人均公共图书藏书量 (/册)	0.45	0.08	0.18	0.01
				0.53

根据模型计算结果，山东省生态文明建设水平处于初级发展水平，接近中级发展水平。纵观山东省各项指标值，我们发现各指标指数两极分化严重，人均 GDP、城镇化率、单位地区生产总值水耗、绿化覆盖率均处于初级发展水平以上，其中单位地区生产总值水耗处于良好发展水平。反观人均公共图书藏书量、单位地区生产总值能耗、单位地区生产总值废气排放量等指标，普遍处于轻度落后及以下水平，其中人均公共图书藏书量处于严重落后水平。针对山东省未来的生态文明建设，应重点提升污染控制、生态文化两个子系统，在这两个子系统得到提升的情况下，山东省生态文明建设将稳步进入世界中级发展水平。

5.3.2.7 四川生态文明建设程度的评价

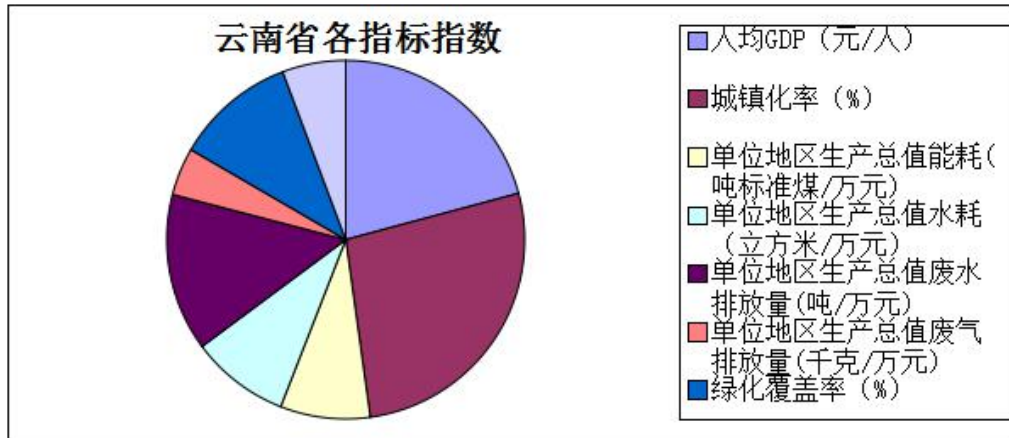
四川	2013			
人均 GDP (元/人)	32617	0.23	0.41	0.09
城镇化率 (%)	44.90	0.14	0.56	0.08
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.00	0.12	0.30	0.04
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	91.87	0.10	0.33	0.03
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	11.66	0.15	0.34	0.05
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	3.09	0.10	0.36	0.04
绿化覆盖率 (%)	35.20	0.08	0.82	0.07
人均公共图书藏书量 (/册)	0.38	0.08	0.15	0.01
				0.41

根据模型计算结果，四川省生态文明建设水平处于轻度落后水平，接近初级发展水平。研究其各项指标值发现，四川省绿化覆盖率得分明显优于其他各项，这表明四川省经济发展对资源环境的利用率较低，有较大的未开发绿地面积。同时，四川省单位 GDP 能耗、水耗、废气排放、废水排放得分均不占优势，均处于一般落后水平。同时，四川省也面临着与其他省份一样的问题，即人均公共图书藏书量过低，处于世界标准严重落后水平。针对山东省未来的生态文明建设，应重点促进经济发展和经济结构转型，继续强化资源节约、污染控制两个子系统。

5.3.2.8 云南生态文明建设程度的评价

云南	2013			
人均 GDP (元/人)	25322	0.21	0.32	0.07
城镇化率 (%)	40.47	0.17	0.51	0.09
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.16	0.10	0.26	0.03
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	126.5 ³	0.12	0.24	0.03
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	13.23	0.15	0.30	0.05
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	5.60	0.07	0.20	0.01
绿化覆盖率 (%)	50.00	0.06	0.58	0.03
人均公共图书藏书量 (/册)	0.38	0.12	0.15	0.02
				0.32

图 5-4 云南省生态文明建设程度的评价指标



可以看出，云南省生态文明建设发展水平指数为 0.32，在生态文明建设发展水平评价等级及分类中属于“一般落后”，经分析，在各子系统发展水平中，经济发展>生态环境>资源节约>社会进步>生态文化>污染控制，经济发展和资源节约个子系统发展滞后是影响云南省生态文明建设综合水平的最主要因素，在各项评价指标中，人均 GDP 成为了最大的制约因素，所以建议云南省以后在可持续发展的道路上，更加注重生态经济的提升，使生态文明建设在生态、环境、资源与经济之间更加协调发展。

5.3.2.9 福建生态文明建设程度的评价

福建	2013			
人均 GDP (元/人)	58145	0.21	0.73	0.15
城镇化率 (%)	60.76	0.12	0.76	0.09
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	0.64	0.14	0.47	0.07
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	93.66	0.11	0.32	0.04
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	6.32	0.17	0.63	0.11
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	1.65	0.09	0.67	0.06
绿化覆盖率 (%)	66.00	0.08	0.44	0.04
人均公共图书藏书量 (/册)	0.65	0.08	0.26	0.02
				0.57

福建省生态文明建设发展水平指数为 0.57，生态文明建设发展水平评价等级及分类为“中级发展”，其人均 GDP、城镇化率、单位地区生产总值能耗、水耗、绿化覆盖率等各个指标都处于中级水平，并没有明显的短板指标，在生态、环境、资源与经济之间的发展上较为协调，以后可以充分利用自己的地理位置以及资源经济优势，提高自身综合实力，逐渐向一线省域发展靠拢。

5.3.2.10 内蒙古生态文明建设程度的评价

内蒙古	2013			
人均 GDP (元/人)	67836	0.20	0.85	0.17
城镇化率 (%)	58.69	0.13	0.73	0.10
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.41	0.10	0.21	0.02
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	108.3	0.14	0.28	0.04
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	6.32	0.17	0.63	0.11

单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	8.03	0.11	0.14	0.02
绿化覆盖率(%)	21.00	0.05	0.72	0.04
人均公共图书藏书量(/册)	0.53	0.10	0.21	0.02
				0.51

内蒙古自治区地处中国中北部，降水量较少，植被破坏严重，绿化覆盖率低，但由于其资源丰富，经济发展较为迅速，人均 GDP 处于全国较高水平，对生态环境的滞后有一定的补偿，因而其生态文明建设发展水平评价等级及分类为“初级发展”，建议以后更加注重生态环境的修复与保护，走更加可持续发展的道路。

5.4 问题四的模型建立与求解

5.4.1 研究对象选取

根据第三个问题的评价结果，云南省在生态文明建设发展水平评价等级及分类中为“一般落后”水平，并且经过我们查找资料与分析了解到，云南省在生态文明建设发展过程中还面临诸多问题。主要问题包括：

1.云南省还处于工业化和城镇化发展初期，经济基础薄弱，面临着发展与保护的双重压力和任务。

2.生态意识不够强，体制机制建设滞后。目前，云南省公共文化教育基础设施不足，环境宣传教育活动、生态创建和绿色创建活动力度不够，尚未形成良好的社会氛围。

3.消费方式不当，浪费严重的现象难以禁绝，绿色消费、绿色采购、绿色信贷等尚未真正发挥促进环境保护的作用。

4.环境保护仍然以政府主导、以行政手段为主线，尚未转化为企业和公众的自觉行动。约束机制和监督机制也尚未完全建立。环境保护投入严重不足，环保欠账过多，环境治理明显滞后于经济发展

5.重经济发展、轻环境保护，甚至以牺牲环境为代价换取经济发展的状况，仍在部分地区不同程度地存在。粗放型经济仍占主导，资源环境代价过大。

6.云南产业结构中高新技术产业和产品比重较小，行业集约化程度低，特别是依托矿产资源建立起来的有色金属、钢铁和化工等资源型产业，虽具备一定生产规模，但落后产能比重高，整体素质和技术水平较低，改造和提升传统工艺技术的任务十分艰巨。资源开采损失和浪费比较严重，矿产资源深度开发不足，有色金属采选与加工之比为1:5.4，远低于全国的1:27。

5.4.2 云南省生态文明建设改进措施

因此我们选取云南省作为研究对象，提出以下措施，并建立数学模型预测未来几年这些措施的实施效果。主要措施包括：

在维持生态、环境、资源与经济之间平衡的同时，加大生态经济的发展，优化产业结构，合理调整第一、二、三产业比重。

各城市建设应合理控制建设用地规模，加大城市内部各类基础设施和社会设施的投入，鼓励有条件的县级城市发展，鼓励人口向中、小城市集中，大力提高产业技术水平和服务能力，逐步提高城镇化水平。

3.加强控制环境污染,改善环境质量，加大环境宣传教育活动、生态创建和绿色创建

活动力度，努力提升民众生态意识。

4.降低资源损失和浪费，改造和提升传统工艺技术，降低单位产能消耗，并通过对其基础设施的建设和完善，减少单位产能的三废排放，缓解生态环境压力。

5.加强文化建设，全面提高民众科学文化素质，特别是农村地区，增加公共文化教育基础设施投入建设。

5.4.3 利用灰色预测结合 logistic 的方法预测措施效果

假设不受资源环境约束,未来15年内云南省生态文明建设按照当前趋势发展,各城市GDP增长率保持相应的速度,考虑到随着高能耗高污染的企业减少,未来资源节约和污染控制各项指标效率难度不断加大的趋势,采用灰色模型GM(1,1)和趋势外推法相结合的方法可以模拟未来城市生态文明建设各项指标的变化情况,各指标具体预测方法如下:

表 5-5 城市生态文明建设指标预测模型

指标	拟合方法	计算公式
人均 GDP (元/人)	线性相关	$C_1 = 0.2088 + 1.4542E - 7 \times 1.8824165 \times (1 + X\%)^t$
城镇化率 (%)	logistic	$C_2 = 1 / (0.01 + 0.00768 \times 0.958^t)$
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	灰色预测	$C_3 = 1.506e^{-0.0553t}$
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	灰色预测	$C_4 = 151.0548e^{-0.0605t}$
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	灰色预测	$C_5 = 23.6633e^{-0.0764t}$
单位地区生产总值废气排放量(吨/百万元)	灰色预测	$C_6 = 5.714e^{-0.053t}$
绿化覆盖率 (%)	灰色预测	$C_7 = 42.815e^{-0.01t}$
人均公共图书藏书量 (册)	灰色预测	$C_8 = 0.2513e^{0.0708t}$

将云南省各项指标数据代入上述模型，得到各指标的量化改善后各指标值如下：

云南省	2018	2023	2028	年增长率
人均 GDP (元/人)	44300	69230	104130	9.34%
城镇化率 (%)	43.69	49.61	55.53	2.60%
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	1.3	0.95	0.74	-5.07%
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	87.96	64.84	47.8	-5.78%
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	11.52	9.85	8.1	-4.36%
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	4.6	3.92	3.43	-4.74%

绿化覆盖率 (%)	57.98	61.88	66.04	1.33%
人均公共图书藏书量 (/册)	0.52	0.55	0.59	2.37%

5.4.4 实施效果分析评价

将以上结果代入问题二所建立的评价模型，分别得到措施实施 5、10、15 年后云南省各指标的生态文明建设发展指数，结果如下表：

云南省	2018	2023	2028
人均 GDP (元/人)	0.12	0.18	0.16
城镇化率 (%)	0.09	0.11	0.12
单位地区生产总值能耗(吨标准煤/万元)	0.02	0.03	0.04
单位地区生产总值水耗 (立方米/万元)	0.04	0.06	0.08
单位地区生产总值废水排放量(吨/万元)	0.05	0.06	0.07
单位地区生产总值废气排放量(千克/万元)	0.02	0.02	0.02
绿化覆盖率 (%)	0.03	0.03	0.03
人均公共图书藏书量 (/册)	0.02	0.03	0.03
总指数	0.39	0.52	0.55

通过以上结果，我们发现，在措施实施后，云南省的生态文明建设发展等级有了显著的提升，在 10 年内云南省由“严重落后”发展到“初级发展”，在 15 年内发展到“一般发展”。但也存在一定问题，即 2023-2028 年 5 年时间内，云南省生态文明建设发展指数并没有显著提升。我们在分析其原因后，改进了我们提出的措施，并形成了一份有效的政策建议。

5.4.5 政策发展建议

生态文明建设如果按照现有模式自然发展，到 2023 年，虽然综合发展水平有所提高，但系统的协调性仍存在问题，尤其是对资源环境的影响加剧；如能调整政策，采取相应的措施办法，达到科学调控情景中的控制目标，将有利于减少资源环境负面效应，实现协调发展。

1. 根据区位优势，调整产业结构

滇中各地区差异性客观存在的，尤其是在改革开放后，受地区经济发展不平衡的影响，各城市的地区差异性表现得更加突出。此外，地理环境差异和矿产资源分布差异对当地经济发展也带来不同程度的影响，因此，生态文明建设要求各城市应根据当地的具体情况出发，选取相适应的产业结构发展方式，积极创造各具特色的城市发展模式。

2. 适度城市发展，注重城市质量

城市聚集效应的有效发挥不只是人口和经济活动在城市的集中，而是城市生活所需的多种要素的适当集中和相互影响，城市适度性就是各种要素的适当集中和相互影响，各要素之间协调性的体现城市的发展必须考虑适度性，要看这个城市的发展速度是否与当地的经济社会、资源环境等相协调。

(1) 选择适度的城市发展速度

城市化发展速度应和经济发展阶段相适应的、与经济、就业、用地等因素的增长相

协调。城市发展滞后，即指城市化发展水平落后于工业化和经济发展水平，就制约了经济社会的发展。

(2)制定科学的城市发展规模

城市规模并不是越大越好，过大会超出城市资源与生态环境承载力，加大城市基础设施建设成本，浪费城市资源，最后会出现一系列城市病；过小则会限制城市发展潜力，制约城市辐射与扩散效应，无法发挥城市中心功能等。各城市建设应合理控制建设用地规模，加大城市内部各类基础设施和社会设施的投入，鼓励有条件的县级城市发展，鼓励人口向中、小城市集中；改变大量占用土地、大量消耗资源、大量排放污染的经济增长模式，大力提高产业技术水平和服务能力，提高城市参与区域竞争的层次和能力。

3.建立有效机制，厉行集约节约

城市化、工业化快速发展，以及居民收入增长后的消费升级，对水资源、能源资源和土地资源等需求将快速增加；因此，城市生态文明建设必须走资源集约利用、城镇布局集中的节约型城市。具体包括：开源与节流并重，建立节水型城市，有效配置水资源开采量，实行用水总量控制，发挥经济杠杆作用，制定科学合水价，有针对性开展集约节约用水，合理调配区域水资源节约；采用多种方式，建立节能型城市，改变经济结构，实现产业节能，改变生活方式，实现消费节能，科学技术创新，提高能源利用效率，制定节能奖励措施，提升企业和居民的参与度；厉行集约节约，建设节地型城市，配合地区产业升级战略，合理进行土地规划，盘活存量土地，提高城市容积率，优化市场配置，完善土地储备。

4 控制环境污染,改善环境质量

以循环经济为途径，实现污染物循环利用。大力发展循环经济，改变过去“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式，以“减量化、再利用、资源化”为原则，以低消耗、低排放、高效率为基本特征，实现废物减量化、资源化和无害化。效仿美、德等发达国家，明确生产者责任，制定经济激励措施；促进生产商回收产品包装，甚至在产品使用寿命结束时回收产品；大力开展在废弃物产生环节中的综合利用，循环利用再生资源产生环节中产生的各种废旧资源在社会消费环节；要大力提倡绿色消费，使经济系统和自然生态系统的物质和谐循环，维护自然生态平衡，是以资源的高效利用和循环利用为核心。

5.保护生态环境,发展生态文化

按照不同生态功能区，开展生态保护与建设。根据滇中城市群生态环境特点、生态敏感性及生态服务功能划定不同类型功能区，并针对性开展不同保护措施。完善绿地系统，打造适宜人居环境。外延环境保护概念，突出生态文化。自然生态环境平衡是人类可持续发展的最基本保证，而历史文化和民族文化则是人类发展的灵魂和生命力所在。

6.确保社会公平,发扬生态民主

加强社会公平，缩小城乡差距。公平正义不仅是社会生活的基本准则，同时也是社会的理想追求。目前云南地区城市之间、城乡之间社会经济发展差距依然较大。因此需要不断促进发展农村经济，提高农民收入，缩小城乡间居民收入差距。发扬生态民主，促进生态公平。罗宾艾克斯利认为生态民主作为一种薪新的民主视域，是大家所熟悉的民主概念的生态扩展，其新颖之处和生态意蕴在于风险性决策中的参与或被适当代表机会应该扩大至所有受到影响的群体，包括阶级、地理区域、民族和物种。

7.加强区域协调,促进和谐发展

云南省各城市并不是相互独立的单元,彼此相互作用,相互影响。因此,在开展生态文明建设过程中,应加强城市与城市间的协调性,在区域性产业布局、重大基础设施、生态环境保护等方面统一规划、统一布局、统一建设、统一经营,形成共同发展,整体

提升的共同体，不断提升区域生态文明建设的协调性。

六、模型的评价与改进

6.1 模型的评价

6.1.1 模型的优点

(1) 模型一能比较准确的计算各省区生态文明建设指标值的权重及生态文明建设发展水平指数，且模型思想简单，通俗易懂，形式简洁能被大多数人所理解。利用熵值法估算各指标的权重,其本质是利用信息熵值估算各指标的权重, 指标信息的价值系数来计算，其价值系数越高,对评价的重要性就越大。

(2) 模型二根据各省区各指标的历史数据计算出各指标的增长率，结合灰色预测与 logistic 能够比较准确具体的模拟出各指标 N 年之后的数值，并运用模型一预测出 N 年后生态文明建设发展水平指数，建立的模型方法简单易行，且易中应用于现实生活。

6.1.2 模型的缺点

(1) 反映生态文明建设情况的指标很多，不同的学者有不同的理解和认识，对指标的选择和指标权重设置也各有侧重，往往这些差异会产生不同的评价结果。

(2) 受数据来源的限制，特别是要求数据具有时续性，一些反映生态文明建设的重要指标(如基尼系数、恩格尔系数)并没有纳入体系中。

(3) 本研究以发达国家当前发展水平做为指标度量标准，显然与实际发展有所出入，但导向是符合“实现协调”这一最终目标的。因此，如何依据区域发展实际，分区域分阶段建立指标度量标准，使系统协调性评价更趋合理性和公平性，也是今后需要研究的方向。

6.2 模型的改进

(1) 出于题目要求和解题的方便,我们只选取了少量项的指标进行评价，模型进一步完善就要选取尽可能多的指标，使整个评价体系更加全面，更加具有信服力，消除由于选取指标不同所带来的差异。

(2) 我们受数据来源的限制，所用数据最新只到 2013 年，模型的进一步完善需要整合更多的更新的数据，使评价体系和预测更加具有说服力。

七、模型的推广

本文选取了评价生态建设文明的具有代表性的几个指标，并且通过建立城市生态文明建设指标预测模型，为评价省、市、地区的生态文明建设提供了一种行之有效而且简便的方法，与传统的评价相比，虽然在全面性上有所差距，但是还是能够较好的反映地区的生态文明建设程度，而且与世界接轨，可以明确看到我们和世界先进水平的差距，具有较好的推荐意义。

八、参考文献

- [1] 黄晓园 滇中城市生态文明建设评价与预测研究 昆明理工大学博士论文, 2013,52-55。
- [2] 李国柱 中国经济增长与环境协调发展的计量分析[D] 辽宁大学博士学位论文,2007, 32-34。
- [3] 过孝民, 於方, 赵越 环境污染成本评估理论与方法[M] 北京:中国环境科学工作者出版社, 2009。
- [4] 程士富, 刘倩 .绿色 GDP 的核算与验证[J]. 统计与决策, 2010, (24): 7-10。
- [5] 刘衍君, 张保华, 曹建荣等, 省域生态文明评价体系的构建——以山东省为例[J] 安徽农业科学, 2010, (7): 3676-3678。
- [6] 关琰珠, 郑建华, 庄世坚 生态文明指标体系研究[J] 中国发展, 2007, 7(2): 21-27
- [7] 李勇 武汉市社会、经济、资源、环境协调发展的评价与预测建模研究[D] 华中科技大学, 2006
- [8] 张贻民,梁明 数学建模的几种基本预测方法的探讨[J] 茂名学院学报, 2006, 16(6): 39-42, 45
- [9] 刘思峰, 党耀国, 方志耕等 .灰色系统理论及其应用(第五版)[M] .北京:科学出版社, 2010

