

全国造林方式及用途分析

摘要

全国各地在林业生产中，应该采用何种方式才能取得最佳的成果呢？这是一种涉及到多目标、多关系、多事件和多决策的综合性问题。在过去的林业生产中，人们经常凭着自己的经验对某一问题做出定论，这种定论存在着非常大的主观性和片面性。为了解决这些问题，在本文中，采用多目标灰色局势决策方法，将多个决策目标集为一体综合分析，使决策方案更加全面、科学、合理，从而对林种规划做出合理的建议。

关键词：林业生产 最佳成果 多目标灰色局势决策 林种规划

Analysis of The National Afforestation Method and Use

Abstract

All over the country in forestry production, what approach should be used in order to achieve the best results? This is related to a comprehensive multi event, many relationships, multi objectives and multi decision. In the past in forestry production, people are relying on their own experience to make the conclusion on the one hand, this conclusion is very subjective and one-sided. In order to solve these problems, in this paper, multi objective grey situation decision method using multiple target, multiple decision objectives set for comprehensive analysis, make the decision more comprehensive, scientific, reasonable, so as to make reasonable suggestions for forest planning.

Key Word:Forestry production;The best results;Multi objective grey situation decision;Forest planning

目录

1. 引言	1
1.1 本文研究背景.....	1
1.2 研究现状.....	1
1.3 研究思路.....	3
2. 聚类分析	4
2.1 聚类分析方法概述	4
2.2 指标选取.....	5
2.3 系统聚类法.....	5
3. 多目标灰色局势决策	9
3.1 多目标灰色局势决策的数学原理.....	9
3.1.1 灰色局势决策模型	9
3.1.2 关联熵法确定目标权重	9
3.2 运用多目标灰色局势决策对数据进行分析.....	11
3.2.1 样本选择	11
3.2.2 效果测度矩阵	11
3.2.3 灰色关联矩阵	14
3.2.4 目标熵值权重的确定	14
3.2.5 结论分析	14
4. 结论和建议	16
4.1 结论.....	16
4.2 建议.....	16
参考文献	18
致谢	19

1. 引言

1.1 本文研究背景

环境保护是当今社会最为关心的一个话题，随着全球工业科技的不断提升，对全球环境的污染也越来越严重。全球土壤沙漠化，气温逐渐升高，两极冰川消融等等，各种各样的环境变化使我们大家不得不重视。所以，植树造林也成为了当今社会极为提倡的一项工程。就我国近期环境而言，全国各省逐渐出现雾霾天气，并且在空气质量的检测中发现空气中存在对人体有害的物质。虽然我国的人均 GDP 处于不断增长的状态，但是我们国民生活的环境却在日渐衰败。因此必须高度重视环境保护，同时大力推进植树造林，还需引入正确的科学技术指导，森林分类经营、建立科学的绿化系统。林种的可持续经营是直接关系到我国经济可持续发展的关键，为此，本文将对我国各省的林种规划进行分析，希望能为我国的环境保护和经济发展起到帮助。

保护环境，人人有责。考虑到我国地域广阔，各省的环境条件又不一样，所以各省的主要林种也应当不同。本文的研究目的就是为我国各省制定出主营林木，对各省的林种规划提出有效的建议。将不同的林种区分开来，栽种在合适的土壤上，这不仅能让林木得到有效的成长，也对各地区的经济发展起到一定的帮助。只有采用科学的造林方式，才能使经济不浪费，资源不浪费，人力不浪费，做到人类生态的可持续发展。

1.2 研究现状

目前我国正在积极开展环保工作，绿化工程已经成为了我国环保工作中的一项重要任务。就我国造林现状来看，绿化思想的宣传做的非常到位，科学造林也成为了我国造林方面最重视的环节。关于绿化环保、造林规划方面的研究也很多，本人主要通过参考文献的阅读，归纳为四类：

一是对林业总产值的数据研究。黄丽芬（2012）对近年我国林业产业分析中表示：2001年，全国林业总产值为4090亿元；2006年达到了1.07万亿元；2010年突破2万亿元，达到了2.28万亿元；2011年则达到3.34万亿元。同时，我国造林面积平均每年都会达到50万公顷。据悉，我国林业产值达到1万亿元用了57年之久，而从1万亿元达到2万亿元用了4年的时间，从2万亿元达到3万亿元则仅仅只用了1年的时间，说明我国近年来在造林方面的科技不断提高，种植方法也在不断的完善^[1]。

二是造林方式及规划的理论研究。甘丽，史明昌等（2010）研究并设计了造林规划设计系统，该系统可以从两方面提高造林的效率：一方面是为造林设计人员提供造林地

分析、造林地立地类型划分、典型造林模式选择等功能服务，缩短工作的时间，提高效率；另一方面，能方便林业管理人员了解某一段时间内造林数目及其地理位置分布情况^[2]。祝江云（2010）指出造林规划是林业生态工程的重要环节^[3]。但是目前我国的造林规划还存在着弊端，比如：没有全面考虑造林规划的影响因素、建立的造林规划数学模型与实际不符。杨蓓莉（2011）对苏州市绿化造林方式、树种规划等方面进行了分析，研究表明：树种规划是决定造林绿化生态、景观效果和后续管理支出的重要因素^[4]。因此，树种规划必须尊重科学。

三是对造林质量的重大会议概述。张漫宇（2002）记录了在我国召开的全国营造林质量工作会议中提出了“严管林、慎用钱、质为先”的重要思想^[5]。该会议指出要全面贯彻落实“三个代表”的重要思想，全面开展造林质量工作的新局面，扎扎实实地推进造林业的发展。焦玉海（2012）提出在1981年时在邓小平的倡导下，全国人大通过了《关于开展全民义务植树活动的决议》，而在2011年时确定了将在10年后达到的造林工作目标，森林面积要达到2.23亿公顷^[6]。周力军（2013）提到全国绿化委员会、国家林业局发出《关于做好2013年春季造林绿化工作的通知》，要求各地、各部门要做好科学造林的工作，坚持科学造林知识的理论指导，大力宣传科学造林知识，提高造林绿化的成效^[7]。以“深入开展造林绿化、大力推进生态文明建设”为主题，采用多种形式，加大造林绿化宣传力度，营造全社会崇尚生态文明、关心支持造林绿化事业的良好氛围。

四是林种规划的研究方法。徐维坤，陈建军，徐友祥（1994）利用线性目标规划及其辅助模型，研究分析县级区域性林种的结构调整^[8]。文章应用层次分析法对各林种进行重要性排序，宏观上把握各林种的数量；再采用灰色系统G（1，1）模型进行外推预测，简历确切的模型参数；最后应用线性目标规划，通过不同的权重系数，求解最接近目标的一组解，使得县级区域林种的结构更为科学合理。范文杰（1987）利用多目标灰色局势决策方法，研究林种规划问题^[9]。研究表明：（1）各地的林种规划按照其地区自然环境不同，发展不一，这是符合实际的；（2）灰色局势决策方法研究过程从定性到定量变化，减少了决策中主观因素的作用，保证了结果的优良性；（3）多目标决策考虑了更多的决策信息，确保了决策依据的可行性和充分性。

总体上从造林方式及用途的研究分析较少，所以对我国各省的造林方式及用途分析显得尤为重要。本文将通过具体分析，制定出一项合理的林种规划，为我国的林业生产起到一定帮助。

1.3 研究思路

通过对大量参考文献的阅读，让我学习到在林种规划中运用多目标灰色局势决策的重要性。因为多目标灰色局势决策可以将林业生产上的定性研究引到定量研究，并且可以减少在决策过程中的主观因素，使得分析较为客观，结论较为合理。全国各地情况不一，所以在林业建设中当然也不能千篇一律，运用多目标灰色局势决策便可以将各地的情况加以分析，选择出对各地有利的建设模式。

本文的主要研究手法就是多目标灰色局势决策。首先对我国各省造林情况进行初步的聚类分析，然后在聚类分析的每个大类中选择具有代表性的省份进行灰色决策手法做出决策分析，选出最优模型，最后对结果进行总结并对我国各省林种规划提出合理建议。

2. 聚类分析

2.1 聚类分析方法概述

表 1 数据表 单位：公顷

省份 林种	用材林	经济林	防护林	薪炭林	特种用途林
北 京	0	574	34090	0	1088
天 津	984	976	3397	0	0
河 北	28806	31267	251258	402	627
山 西	1733	61739	226194	13185	0
内 蒙 古	9820	13300	756364	2133	0
辽 宁	13362	17851	215423	0	31
吉 林	4135	300	23731	0	0
黑 龙 江	13891	4052	142708	46	1602
上 海	0	155	1013	0	0
江 苏	10116	10015	36824	0	386
浙 江	5327	11209	25783	435	1169
安 徽	10022	5842	27449	154	319
福 建	57402	11758	23249	0	5633
江 西	66682	32379	37853	545	1186
山 东	25178	49195	122277	0	1306
河 南	45506	34538	147818	0	430
湖 北	67624	45534	84343	217	860
湖 南	125068	48051	230908	0	212
广 东	27786	6050	72617	0	1059
广 西	99553	20785	26965	0	1575
海 南	2520	11052	3113	0	1049
重 庆	43561	32934	124768	3338	1614
四 川	26829	18940	66390	0	0
贵 州	22529	48989	70352	4911	923
云 南	53697	404887	84407	1195	280
西 藏	3042	2823	65092	1475	0
陕 西	4856	80827	234604	0	0
甘 肃	0	28233	141076	1200	6821
青 海	0	1567	125477	8600	0
宁 夏	0	9006	85808	0	0
新 疆	4369	56225	146158	3309	183

在自然科学的领域中，需要使用到客观的分类方法时，研究者们都需要从一个多维

的观测角度来寻找某种“自然”结构。这时，最常用到的手法便是聚类分析。聚类分析可以将对象分类，使得同一类中的对象之间的相似性比其他类别的对象的相似性更强。

系统聚类法：首先，将 n 个样品看成 n 类，然后将其中性质最为相近的两个样品归为一个新类，得到 $n-1$ 类，再从这 $n-1$ 类中找出最为相近的两类合并成一个新类，得到 $n-2$ 类，如此下去，最后所有的样品最终都会归为一类，将上述过程画成一幅聚类图便可决定应该分几类，每类应该有哪些样品。

本文主要运用系统聚类法中的最长距离法对样本进行分析。

最长距离法 (farthest neighbor) :

$$D_k(p,q)=\max \{d_{jl}|j \in G_p, l \in G_q\}$$

最长距离法使两类合并后与其他类的距离是原来两个类中的距离最大者，加大了合并后的类与其他类的距离，使得方法的灵敏度提高。

2.2 指标选取

本文选取了 2013 年《中国统计年鉴》中全国 31 个省份在造林方面的数据。

首先确定五项指标分别为 X1：用材林面积（公顷），X2：经济林面积（公顷），X3：防护林面积（公顷），X4：薪炭林面积（公顷），X5：特殊用途林面积（公顷）。根据这 5 个指标可以对各个省份林种情况进行分析，从而将林种经营情况类似的省份进行归纳。

2.3 系统聚类法

根据所选出的指标使用最长距离法进行聚类分析，通过 SPSS 软件得出所需要的聚类表。

表 2 聚类表

阶	群集组合		系数	首次出现阶群集		下一阶
	群集 1	群集 2		群集 1	群集 2	
1	2	9	0.001	0	0	3
2	10	12	0.013	0	0	7
3	2	7	0.043	1	0	7
4	11	21	0.063	0	0	5
5	1	11	0.080	0	4	14
6	14	17	0.202	0	0	17
7	2	10	0.251	3	2	9
8	26	30	0.300	0	0	9
9	2	26	0.480	7	8	14
10	3	6	0.512	0	0	16
11	19	23	0.513	0	0	13

12	8	15	0.583	0	0	18
13	16	19	0.931	0	11	18
14	1	2	0.938	5	9	22
15	22	24	1.149	0	0	24
16	3	27	1.259	10	0	19
17	14	20	1.542	6	0	25
18	8	16	1.779	12	13	20
19	3	31	2.385	16	0	20
20	3	8	3.426	19	18	22
21	4	29	3.745	0	0	27
22	1	3	4.390	14	20	24
23	13	28	4.868	0	0	28
24	1	22	5.355	22	15	26
25	14	18	5.830	17	0	26
26	1	14	18.989	24	25	28
27	4	5	29.446	21	0	29
28	1	13	35.106	26	23	29
29	1	4	43.602	28	27	30
30	1	25	54.738	29	0	0

表 2 为聚类表，这个表可以将所有省份在各个指标下的聚类情况全部反应出来。通过聚类表可以进行下一步分析，得出各个类别的具体情况。将聚类表中的聚合系数提取到 EXCEL 中，以聚合系数为 Y 轴，以分类数为 X 轴，制作出聚合系数随分类数变化的曲线，得到了图 1

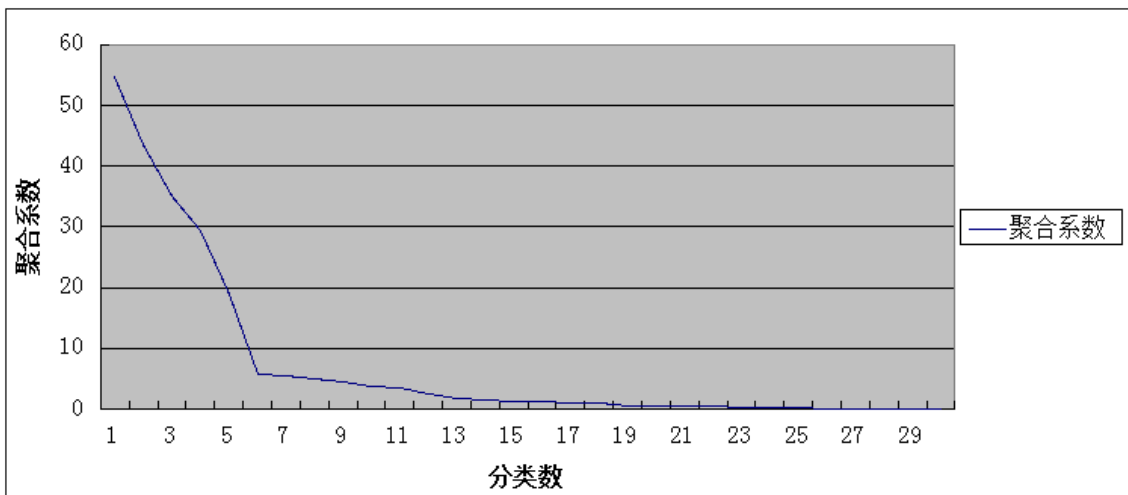


图 1 聚合系数图

从图 1 可以看出，当分类为 6 类或者 7 类时，曲线变得比较平缓，这个分类数便会符合所需要的分类目的，所以这里则选择 6 类为最终的分类结果。

接下来需要通过树状聚类图还对分类进行确定。

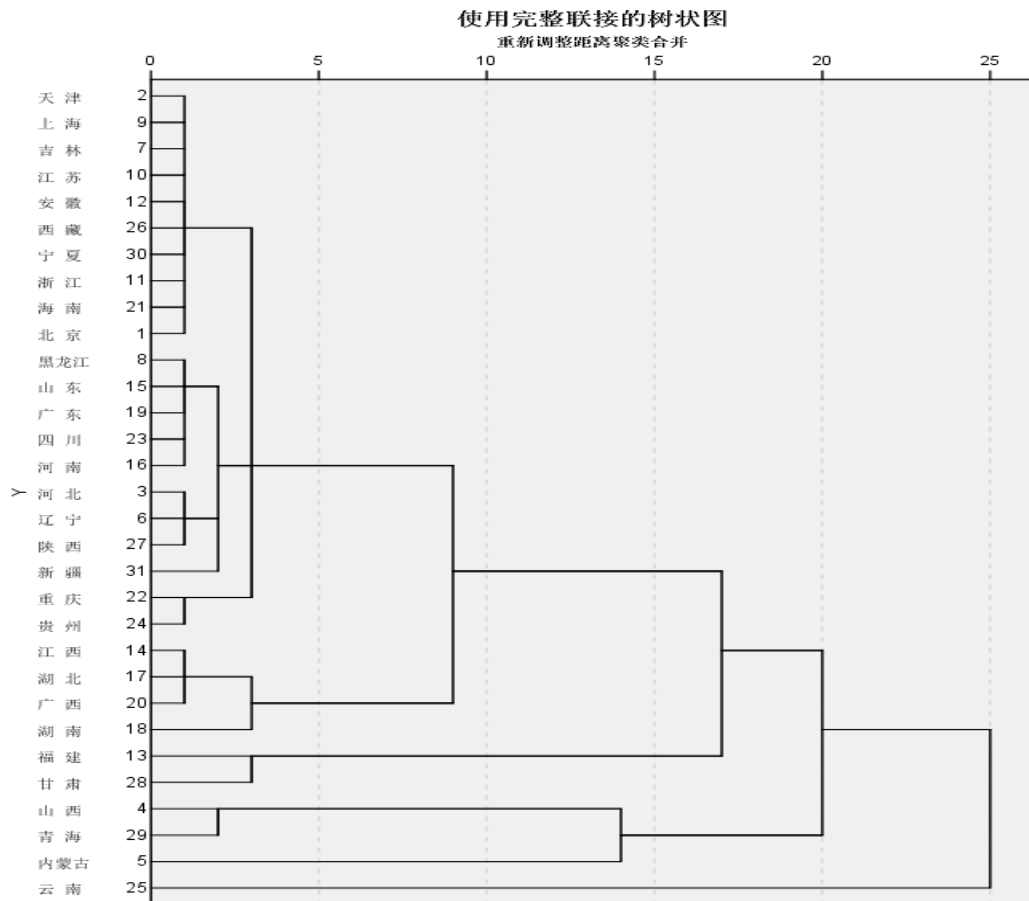


图 2 树状聚类图

图 2 便是树状聚类图，下面便可以用先前确定的 6 个分类在图中进行选取，也就是差不多从距离为 8 的地方向下切，得出最终的分类结果。

根据分析所得到的分类结果为：{1.云南}；{2.内蒙古}；{3.山西，青海}；{4.福建，甘肃}；{5.江西，湖北，广西，湖南}；{6.天津，上海，吉林，江苏，安徽，西藏，宁夏，浙江，海南，北京，黑龙江，山东，广东，四川，河南，河北，辽宁，陕西，新疆，重庆，贵州}

将全国 31 个省份分成以上 6 类，虽然分类方式可能有一点不足，但是这个分类结果还是科学、客观的。可以知道在这 6 类中，每一类之中的省份都有个某种相似点，而这 6 大类相互之间也有着明显的不同点。所以每一类的样品都具有很强烈的代表性。

通过先前的聚类分析结果已经成功的将 31 个省份分成了 6 个大类，而且也是知道这个 6 个大类之间存在着不同点，而每一类中的样本也是相互关联的。当然，如果对 31 个

省份全部的进行详细的分析，不仅工作量会太大了，而且过程比较繁琐。所以，通过聚类分析将 31 个省份进行了归类，在这 6 大类中选择出比较具有代表性的几个省份进行接下来的重点分析。因为每一类中的省份之间都存在相似性，所以这种选取重点省份分析的做法并不是没有科学所言。

在聚类分析的科学原理下，选择出 { 云南，内蒙古，山西，甘肃，江西，重庆，贵州 } 这几个省份为接下来分析的重点省份，因为第 6 类中的省份过多，所以在选择重点省份时选出了 2 个省份，第 1 到 5 类都是随机选取 1 个省份在下一章中的多目标灰色局势决策中进行重点分析。

3. 多目标灰色局势决策

3.1 多目标灰色局势决策的数学原理

3.1.1 灰色局势决策模型

灰色局势决策是一种在多目标、多事件、多属性决策中的重要决策方法。决策模型主要是以矩阵的形式。

设方案集合为 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, 对策集合为 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$, 局势集 $S = \{s_{ij} = (a_i, b_j) | a_i \in A, b_j \in B\}$, $u_{ij}^{(k)} (i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m)$ 为局势 $s_{ij} \in S$ 在 k 目标下得出的效果样本值。为了达到消除量纲和增大可比性的效果, 可以对效果样本分别做以下的两种变换:

a. 对于效益型的模型, 可以采用上限效果测度

$$r_{ij}^{(k)} = \frac{u_{ij}^{(k)}}{\max_i \max_j \{u_{ij}^{(k)}\}}$$

b. 对于成本型的模型, 可以采用下限效果测度

$$r_{ij}^{(k)} = \frac{\min_i \min_j \{u_{ij}^{(k)}\}}{u_{ij}^{(k)}}$$

效果测度 $r_{ij}^{(k)} (i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m)$ 满足条件: $r_{ij}^{(k)} \in [0, 1]$; 无量纲; 效果越理想, $r_{ij}^{(k)}$ 越大。

局势集 S 在 k 目标下的一致效果测度矩阵为

$$R^{(k)} = \begin{bmatrix} r_{11}^k & r_{12}^k & \cdots & r_{1m}^k \\ r_{21}^k & r_{22}^k & \cdots & r_{2m}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1}^k & r_{n2}^k & \cdots & r_{nm}^k \end{bmatrix}。$$

3.1.2 关联熵法确定目标权重

设 $\eta_k (k=1, 2, \dots, s)$ 为 k 目标的决策权重 $\sum_{k=1}^s \eta_k = 1$ 。在传统的局势决策中, 都是采用等权处理的思想对各个目标的权重进行赋值, 这种方式对各个目标的评价都不具备客观性, 对所有目标体现出的重要性也无法表示出来。因此, 在这种情况下, 采用关联熵法的思想可以克服各目标的冲突性, 得出各个目标的客观权重。

定义 1 $S = \{s_{ij} = (a_i, b_j) | a_i \in A, b_j \in B\}$ 为局势集, $u_{i0j0} = \{u_{i0j0}^1, u_{i0j0}^2, \dots, u_{i0j0}^s\}$ 为理想效果向量, 所对应的局势则称为理想效果局势。

a. 对于效益型模型, 所希望的效果值为越大越好, 则

$$u^{(k)}_{i_0j_0} = \max_{i,j} \{u_{ij}^{(k)}\}$$

b. 对于成本型模型，所希望的效果值为越小越好，则

$$u^{(k)}_{i_0j_0} = \min_{i,j} \{u_{ij}^{(k)}\}$$

参考指标序列为所选出的最理想的效果向量，比较指标序列为局势中每一对策关于所有目标的效果向量。将参考序列与比较序列进行对比，得出灰色关联系数：

$$\xi_{ij}^k = \frac{\Delta_{\min} + \lambda \Delta_{\max}}{\Delta_{ij}^k + \lambda \Delta_{\max}}$$

其中 $\lambda \in [0,1]$ ，一般 λ 取 0.5, $\Delta_{ij}^k = |u_{i_0j_0}^{(k)} - u_{ij}^{(k)}|$ ，

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_j \min_k |u_{i_0j_0}^{(k)} - u_{ij}^{(k)}|,$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_j \max_k |u_{i_0j_0}^{(k)} - u_{ij}^{(k)}|,$$

($i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m, k=1,2,\dots,s$),

可得到局势集 S 在 k 目标下的灰色关联矩阵：

$$R^{(k)} = \begin{bmatrix} \xi_{11}^k & \xi_{12}^k & \cdots & \xi_{1m}^k \\ \xi_{21}^k & \xi_{22}^k & \cdots & \xi_{2m}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \xi_{n1}^k & \xi_{n2}^k & \cdots & \xi_{nm}^k \end{bmatrix}.$$

定义 2 I_k 称为事件在 k 目标下的关联熵值。

$$I_k = -\beta \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \xi_{ij}^k \ln(\xi_{ij}^k), \text{ 其中 } \beta = \frac{1}{\ln(nmk)}.$$

定义 3 $\omega_k = I_k - 1$ ，称为 k 目标的权重。

对权重 ω_k 进行归一化计算可得到各目标的权重 η_k ，

$$\eta_k = \omega_k \left(\sum_{k=1}^s \omega_k \right)^{-1}, \text{ 且 } \sum_{k=1}^s \eta_k = 1$$

由此可以得局势 S_{ij} 的综合效果测度，仍记为 $r_{ij} = \sum_{k=1}^s \eta_k r_{ij}^{(k)}$ ，则可得到综合效果测度矩

阵为

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}.$$

若 $\max_{1 \leq j \leq m} \{r_{ij}\} = r_{ij_0}$, 则称对策 b_{j_0} 为事件 a_i 的最优对策, 同理, 若 $\max_{1 \leq i \leq n} \{r_{ij}\} = r_{i_0j}$, 则称事件 a_{i_0} 为与对策 b_j 对应的最优事件。

3.2 运用多目标灰色局势决策对数据进行分析

3.2.1 样本选择

首先需要确定事件集、对策集、局势集和目标集。本文是对林种规划和造林方式的分析, 因为这 2 个项目混合会互相干扰, 所以将这 2 个项目分开考虑。

对于林种规划的样本选择: 设事件集为 $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\} = \{\text{云南, 内蒙古, 山西, 甘肃, 江西, 重庆, 贵州}\}$, 对策集为 $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\} = \{\text{用材林, 经济林, 防护林, 薪炭林, 特种用途林}\}$, 局势集 $S = \{s_{ij} = (a_i, b_j) | a_i \in A, b_j \in B\}$, 目标集为 $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4\} = \{\text{各林种人均面积, 各林种总面积, 各林种所占总土地面积比重, 各林种占造林面积比重}\}$ 。

对于造林方式的样本选择: 设事件集为 $D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7\} = \{\text{云南, 内蒙古, 山西, 甘肃, 江西, 重庆, 贵州}\}$, 对策集为 $E = \{e_1, e_2, e_3\} = \{\text{人工造林, 飞播造林, 无林地和疏林地新封山育林}\}$, 局势集 $T = \{t_{ij} = (d_i, e_j) | d_i \in D, e_j \in E\}$, 目标集为 $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\} = \{\text{各造林方式人均面积, 各造林方式总面积, 各造林方式所占总土地面积比重, 各造林方式占造林面积比重}\}$ 。因为运算过程繁琐而且两种分析方式类似, 所以在对造林方式的分析中将省略过程, 直接写出结论。

3.2.2 效果测度矩阵

在对林种规划的分析中, 通过对各种资料的查询和收集得到了各目标的情况如下表:

表 3 各林种人均面积 单位: 平方米

省份林种	用材林	经济林	防护林	薪炭林	特种用途林
云 南	13813	104154	21713	307	72
内 蒙 古	4727	6402	364074	1027	0
山 西	575	20492	75078	4376	0
甘 肃	0	13127	65595	558	3172
江 西	17744	8616	10073	145	316
重 庆	17727	13403	50774	1358	657
贵 州	7750	16852	24200	1689	317

表 4 各林种总面积 单位：公顷

省份 林种	用材林	经济林	防护林	薪炭林	特种用途 林
云 南	53697	404887	84407	1195	280
内 蒙 古	9820	13300	756364	2133	0
山 西	1733	61739	226194	13185	0
甘 肃	0	28233	141076	1200	6821
江 西	66682	32379	37853	545	1186
重 庆	43561	32934	124768	3338	1614
贵 州	22529	48989	70352	4911	923

表 5 各林种所占总土地面积比重 单位：‰

省份 林种	用材林	经济林	防护林	薪炭林	特种用途 林
云 南	1.40	10.57	2.20	0.03	0.01
内 蒙 古	0.09	0.12	6.61	0.02	0.00
山 西	0.11	3.94	14.43	0.84	0.00
甘 肃	0.00	0.70	3.49	0.03	0.17
江 西	4.00	1.94	2.27	0.03	0.07
重 庆	5.29	4.00	15.17	0.41	0.20
贵 州	1.28	2.78	3.99	0.28	0.05

表 6 各林种所占造林面积比重 单位：%

省份 林种	用材林	经济林	防护林	薪炭林	特种用途 林
云 南	9.86	74.36	15.50	0.22	0.05
内 蒙 古	1.26	1.70	96.77	0.27	0.00
山 西	0.57	20.39	74.69	4.35	0.00
甘 肃	0.00	15.92	79.56	0.68	3.85
江 西	48.10	23.35	27.30	0.39	0.86
重 庆	21.12	15.97	60.50	1.62	0.78
贵 州	15.25	33.17	47.63	3.32	0.62

因为对上面四个目标说，都是希望所得的效果值会越大越好，所以采用上限效果测

度 $r_{ij}^{(k)} = \frac{u_{ij}^{(k)}}{\max_i \max_j \{u_{ij}^{(k)}\}}$ ，于是，得到效果测度矩阵为：

人均面积效果测度矩阵：

$$R^{(1)} = \begin{bmatrix} 0.0379 & 0.2861 & 0.0596 & 0.0008 & 0.0002 \\ 0.0130 & 0.0176 & 1.0000 & 0.0028 & 0.0000 \\ 0.0016 & 0.0563 & 0.2062 & 0.0120 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0361 & 0.1802 & 0.0015 & 0.0087 \\ 0.0487 & 0.0237 & 0.0277 & 0.0004 & 0.0009 \\ 0.0487 & 0.0368 & 0.1395 & 0.0037 & 0.0018 \\ 0.0213 & 0.0463 & 0.0665 & 0.0046 & 0.0009 \end{bmatrix}$$

总面积效果测度矩阵：

$$R^{(2)} = \begin{bmatrix} 0.0710 & 0.5353 & 0.1116 & 0.0016 & 0.0004 \\ 0.0130 & 0.0176 & 1.0000 & 0.0028 & 0.0000 \\ 0.0023 & 0.0816 & 0.2991 & 0.0174 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0373 & 0.1865 & 0.0016 & 0.0090 \\ 0.0882 & 0.0428 & 0.0500 & 0.0007 & 0.0016 \\ 0.0576 & 0.0435 & 0.1650 & 0.0044 & 0.0021 \\ 0.0298 & 0.0648 & 0.0930 & 0.0065 & 0.0012 \end{bmatrix}$$

占总土地面积比重效果测度矩阵：

$$R^{(3)} = \begin{bmatrix} 0.0923 & 0.6968 & 0.1450 & 0.0020 & 0.0007 \\ 0.0059 & 0.0079 & 0.4357 & 0.0013 & 0.0000 \\ 0.0073 & 0.2597 & 0.9512 & 0.0554 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0461 & 0.2301 & 0.0020 & 0.0112 \\ 0.2637 & 0.1279 & 0.1496 & 0.0020 & 0.0046 \\ 0.3487 & 0.2637 & 1.0000 & 0.0270 & 0.0132 \\ 0.0844 & 0.1833 & 0.2630 & 0.0185 & 0.0033 \end{bmatrix}$$

占造林面积比重效果测度矩阵：

$$R^{(4)} = \begin{bmatrix} 0.1019 & 0.7684 & 0.1602 & 0.0023 & 0.0005 \\ 0.0130 & 0.0176 & 1.0000 & 0.0028 & 0.0000 \\ 0.0059 & 0.2107 & 0.7718 & 0.0450 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.1645 & 0.8222 & 0.0070 & 0.0398 \\ 0.4971 & 0.2413 & 0.2821 & 0.0040 & 0.0089 \\ 0.2182 & 0.1650 & 0.6252 & 0.0167 & 0.0081 \\ 0.1576 & 0.3428 & 0.4922 & 0.0343 & 0.0064 \end{bmatrix}$$

以上的4个测度矩阵是通过表3, 表4, 表5, 表6的数据进行规范化处理, 得出各个数据的效果值。这4个矩阵作为分析所选取省份对应期望林种的指标, 通过4个矩阵之间的相互关系, 判断出各个矩阵之间的关联程度, 再从关联程度中进行细致的分析。

3.2.3 灰色关联矩阵

通过选择参考序列, 计算出灰色关联系数 $\xi_{ij}^k = \frac{\Delta_{\min} + \lambda\Delta_{\max}}{\Delta_{ij}^k + \lambda\Delta_{\max}}$, 确定灰色关联矩阵。得

到灰色关联矩阵为:

$$R^{(1)} = \begin{bmatrix} 0.3420 & 0.4119 & 0.3471 & 0.3335 & 0.3334 \\ 0.3362 & 0.3373 & 1.0000 & 0.3340 & 0.3333 \\ 0.3337 & 0.3463 & 0.3865 & 0.3360 & 0.3333 \\ 0.3333 & 0.3415 & 0.3788 & 0.3337 & 0.3353 \\ 0.3445 & 0.3387 & 0.3396 & 0.3334 & 0.3335 \\ 0.3445 & 0.3417 & 0.3675 & 0.3342 & 0.3337 \\ 0.3381 & 0.3439 & 0.3488 & 0.3344 & 0.3335 \end{bmatrix} \quad R^{(2)} = \begin{bmatrix} 0.3499 & 0.5183 & 0.3601 & 0.3337 & 0.3334 \\ 0.3362 & 0.3373 & 1.0000 & 0.3340 & 0.3333 \\ 0.3338 & 0.3525 & 0.4163 & 0.3373 & 0.3333 \\ 0.3333 & 0.3418 & 0.3807 & 0.3337 & 0.3353 \\ 0.3541 & 0.3431 & 0.3448 & 0.3335 & 0.3337 \\ 0.3466 & 0.3433 & 0.3745 & 0.3343 & 0.3338 \\ 0.3401 & 0.3484 & 0.3554 & 0.3348 & 0.3336 \end{bmatrix}$$

$$R^{(3)} = \begin{bmatrix} 0.3552 & 0.6225 & 0.3690 & 0.3338 & 0.3335 \\ 0.3347 & 0.3351 & 0.4698 & 0.3336 & 0.3333 \\ 0.3350 & 0.4031 & 0.9111 & 0.3461 & 0.3333 \\ 0.3333 & 0.3439 & 0.3937 & 0.3338 & 0.3358 \\ 0.4044 & 0.3644 & 0.3703 & 0.3338 & 0.3344 \\ 0.4343 & 0.4044 & 1.0000 & 0.3394 & 0.3363 \\ 0.3532 & 0.3797 & 0.4042 & 0.3375 & 0.3341 \end{bmatrix} \quad R^{(4)} = \begin{bmatrix} 0.3576 & 0.6835 & 0.3732 & 0.3338 & 0.3334 \\ 0.3363 & 0.3373 & 1.0000 & 0.3340 & 0.3333 \\ 0.3346 & 0.3878 & 0.6867 & 0.3436 & 0.3333 \\ 0.3333 & 0.3744 & 0.7376 & 0.3349 & 0.3424 \\ 0.4985 & 0.3972 & 0.4105 & 0.3342 & 0.3353 \\ 0.3901 & 0.3745 & 0.5716 & 0.3371 & 0.3351 \\ 0.3725 & 0.4321 & 0.4961 & 0.3411 & 0.3348 \end{bmatrix}$$

在灰色关联矩阵中可以看出各个矩阵之间的关联程度, 接下来便是要对各个矩阵赋予权值。通过权值的确定便可以知道矩阵之间的影响。

3.2.4 目标熵值权重的确定

根据公式 $I_k = -\beta \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \xi_{ij}^k \ln(\xi_{ij}^k)$, 其中 $\beta = \frac{1}{\ln(nmk)}$ 。计算得出各目标关联熵为:

$$I_1=2.5226, I_2=2.5178, I_3=2.4480, I_4=2.4327$$

计算目标下权重为:

$$\omega_1=1.5226, \omega_2=1.5178, \omega_3=1.4480, \omega_4=1.4327$$

归一化计算各目标的权值为：

$$\eta_1=0.2571, \eta_2=0.2563, \eta_3=0.2445, \eta_4=0.2420$$

在权值确定了的情况下便可以看出以上矩阵之间的关联程度，得出最终确定的综合效果测度矩阵，可以将之前的 4 个矩阵的信息归结在一起，达到结论统一的效果。

3.2.5 结论分析

根据所得到的各目标下的权值，通过公式 $r_{ij} = \sum_{k=1}^s \eta_k r_{ij}^{(k)}$ ，得到综合效果测度矩阵为：

$$R = \begin{bmatrix} 0.0752 & 0.5671 & 0.1182 & 0.0017 & 0.0004 \\ 0.0113 & 0.0152 & 0.8619 & 0.0024 & 0.0000 \\ 0.0042 & 0.1499 & 0.5490 & 0.0320 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0699 & 0.3493 & 0.0030 & 0.0169 \\ 0.2199 & 0.1067 & 0.1248 & 0.0017 & 0.0039 \\ 0.1654 & 0.1250 & 0.4739 & 0.0127 & 0.0062 \\ 0.0719 & 0.1563 & 0.2243 & 0.0157 & 0.0029 \end{bmatrix}$$

确定最优的局势为：

$$\max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{1j}\} = r_{12} = 0.5671, \max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{2j}\} = r_{23} = 0.8619, \max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{3j}\} = r_{33} = 0.5490,$$

$$\max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{4j}\} = r_{43} = 0.3493, \max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{5j}\} = r_{51} = 0.2199, \max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{6j}\} = r_{63} = 0.4739,$$

$$\max_{1 \leq j \leq 5} \{r_{7j}\} = r_{73} = 0.2243$$

根据灰色局势决策准则测得出，在所选地区的林钟规划中，云南侧重发展的林木为经济林，内蒙古侧重发展的林木为防护林，山西侧重发展的林木为防护林，甘肃侧重发展的林木为防护林，江西侧重发展的林木为用材林，重庆侧重发展的林木为防护林，贵州侧重发展的林木为防护林。

在对所选地区的造林方式的分析中得出，云南侧重使用的造林方式为人工造林，内蒙古侧重使用的造林方式为无林地和疏林地新封山育林，山西侧重使用的造林方式为人工造林，甘肃侧重使用的造林方式为人工造林，江西侧重使用的造林方式为人工造林，重庆侧重使用的造林方式为人工造林，贵州侧重使用的造林方式为无林地和疏林地新封山育林。

4. 结论和建议

4.1 结论

本文通过聚类分析、多目标灰色局势决策方法，对全国 31 个省的造林方式及用途进行分析，并得出以下结论：

(1) 聚类分析表明全国造林方式及用途存在很大的差异。本文利用五项指标：用材林面积、经济林面积、防护林面积、薪炭林面积、特殊用途林面积。将全国 31 个省分为六类：{1.云南}；{2.内蒙古}；{3.山西，青海}；{4.福建，甘肃}；{5.江西，湖北，广西，湖南}；{6.其他}。整体来看前五类省份所占比例较少，说明小部分省份之间造林方式及用途存在较大的差异；第六类所占的省份较多，说明大部分省份之间造林方式及用途存在的差异较小。

(2) 我国造林方式以人工造林和无林地和疏林地新封山育林为主，飞播造林为辅。在所选的重点省份中，通过灰色局势决策分析法分析得出：云南、山西、甘肃、江西、重庆侧重使用的造林方式为人工造林；内蒙古和贵州侧重使用的造林方式为无林地和疏林地新封山育林。

(3) 我国在林种用途规划上，以用材林，经济林，防护林为主。在所选的重点省份中，通过灰色局势决策分析法分析得出：

在选取第一经营林种的情况下，江西侧重发展的林种为用材林；云南在林种用途规划上主要为经济林；内蒙古、山西、甘肃、重庆、贵州主要规划的林种为防护林。

当然，林种选择应该做到多种多样，在大量种植第一经营林种的同时也需要稍微加入一些第二经营林种和第三经营林种。

对第二经营林种的选取情况为，江西、内蒙古、山西、甘肃选取经济林；云南、重庆、贵州选取用材林。

对第三经营林种的选取情况为，云南选取防护林；内蒙古选取用材林；山西、甘肃

选取薪炭林；江西、重庆、贵州选择经济林。

4.2 建议

从对林种规划的一级林种，二级林种，三级林种的选择上看，我国各省之间还是存在着一些联系的，以上得出的结论可以在今后的植树造林上作为参考。当然，现实操作中也会存在着各种各样的因素，具体情况还需要具体分析，在林种的选择上还是需要借助理论成果并且联系实际才能取得良好的效果。随着我国科技的不断发展，我们更加需要增强我们的环保意识，每个人都应该为绿化进一份力，并且呼吁身边的人们保护环境。希望在今后的日子里能加强绿化的力度，并且能根据我国各地的实际情况对林种规划上做出正确的选择。本文通过对此提出以下几点具体建议：

（1）加强省际联系，降低造林成本。

我国整体的造林工程发展很好，但是从造林方式和用途来看，省际之间存在的差异还是很大的。这与每个省份的气候、资源环境息息相关。因此省际之间应该加强联系，汲取经验，更好的林种的选择上发挥各自的优势，寻找更适合自己的林种，充分的提高造林的质量。同时，省际之间加强合作关系，共同依靠科技进步和管理升级，不断地降低造林的成本，实现效益、利润最大化。

（2）因地制宜，合理规划林种。

各地应该了解自身的自然环境和经济资源，结合社会需求，做到适地适树。因地制宜的确定所需要种植的林种，有计划的实施造林工程。根据实际情况，合理的规划造林的布局和林种的选择，更好的发展我国造林工程。

（3）培养林业造林基层员工，提高造林队伍的整体素质。

造林工程基层工作人员是推动我国林业管理工作有序进行的不可或缺的劳动力资源，但是当前的造林基层员工整体的素质还存在不足，缺少先进的造林工程发展理论指导，在造林工作中没有科学的管理经验作为指导，并且我国的造林基层员工的整体素质也不能与国家林业工程的发展形势相适应。因此，提升我国林业工程基层员工的素质势在必行，改变林业工程造林管理的传统思路，同时不断提升本身在造林技术方面的能力，掌握并灵活使用造林技术，提升造林管理基层员工的工作效率，为我国的林业工程造林管理工作打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 黄丽芬. 林业资源分析与林业造林方法探讨[J]. 科技致富向导,2012,36:271-285.
- [2] 甘丽,史明昌,黎昭咏,郑国柱,徐静. 造林规划设计系统研究与设计[J]. 安徽农业科学,2010,21:11634-11636.
- [3] 祝江云. 浅谈造林规划设计[J]. 农家之友(理论版),2010,02:48-49.
- [4] 杨蓓莉. 浅析绿化造林规划设计及树种合理配置[J]. 上海农业科技,2011,02:77.
- [5] 张漫宇,韦荣华. 全面提升营造林质量 扎实推进跨越式发展[N]. 中国绿色时报,2002-10-24001.
- [6] 焦玉海. 加快造林绿化 促进绿色增长[N]. 中国绿色时报,2012-03-12001.
- [7] 周力军. 深入开展造林绿化 大力推进生态文明建设[N]. 中国绿色时报,2013-02-05A01.
- [8] 徐维坤,陈建军,徐友祥. 线性目标规划及其辅助模型在县级区域性林种结构调整中的应用[J]. 浙江林业科技,1994,06:49-53.
- [9] 范文杰. 多目标灰色局势决策与林种规划[J]. 中南林业调查规划,1987,04:13-17.
- [10] 何崇有. 基于造林地不同的立地条件分析造林对苗木的要求[J]. 现代园艺,2013,22:140.
- [11] 张大梅. 分析提高植树造林质量的综合措施[J]. 农业与技术,2013,11:98-108.
- [12] 贺万才,高德志,毛世新,范文磊,刘召发. 对林区营林整地与造林技术措施分析[J]. 内蒙古林业调查设计,2013,04:64-66.
- [13] 周晗. 掀起植树造林新高潮[N]. 扬州日报,2009-02-13A01.
- [14] 王树力,国庆喜,宋日清. 大兴安岭林区土地资源优化与林种结构调整[J]. 东北林业大学学报,2005,06:23-24.
- [15] 勾六零. 创新植树造林方式 推进森林大理建设[N]. 大理日报(汉),2010-05-29A01.
- [16] 周宇,范云秋,薛文利,李为军,赵殿洲. 不规范方式造林效果分析[J]. 防护林科技,2013,11:36-38.
- [17] 李玉水. 实施复合经营造林和林参间作造林方式的探讨[J]. 现代经济信息,2013,22:376-377.
- [18] 王立,邵殿坤,王晓萍,张英楠. 改变人工林造林方式初探[J]. 林业科技情报,2013,02:18-20.
- [19] 王定富. 加快林种结构调整 建立经济林基地[J]. 经济林研究,1996,S2:103-106.
- [20] 刘尚久. 调整林种结构 促进分类经营[J]. 江西林业科技,1997,06:18-20.
- [21] 孟宪宇,励龙昌. 区域森林资源林种结构调整的研究[J]. 北京林业大学学报,2001,03:16-19.
- [22] 周玲,罗党. 多目标灰色局势决策方法研究[J]. 华北水利水电学院学报,2010,04:150-153.
- [23] 罗党,王霞. 一类多目标灰色局势决策方法[J]. 华北水利水电学院学报,2010,06:140-142-148.