

基于主成分分析的云南省城市综合竞争力分析

张玲, 杨帆*, 毛旭北

云南民族大学数学与计算机科学学院, 云南 昆明

收稿日期: 2024年4月29日; 录用日期: 2024年5月22日; 发布日期: 2024年5月30日

摘要

城市竞争力是指一个城市在经济、社会、文化、科技、环境等方面相对于其他城市的综合实力和吸引力, 提升城市竞争力有助于增强城市的可持续发展。本文通过构建一个多维度的综合指标评价体系, 对云南省各城市(州)的城市规模、经济水平、生态环境、科技人才及对外开放五个维度运用主成分分析法和聚类分析将这些指标转化为综合竞争力指数, 以评估各城市的整体竞争力水平。研究结果表明, 云南省各城市(州)的综合竞争力水平存在显著差异, 总体呈现以昆明市为中心向边缘发散的特点, 最外围的城市发展较为缓慢, 有较大的发展空间。基于以上研究结果, 提出了一些建议, 以促进云南省各城市的综合竞争力提升。

关键词

云南省, 综合竞争力, 主成分分析, 聚类分析

Analysis of the Comprehensive Competitiveness of Yunnan Cities Based on Principal Component Analysis

Ling Zhang, Fan Yang*, Xubei Mao

School of Mathematics and Computer Science, Yunnan Minzu University, Kunming Yunnan

Received: Apr. 29th, 2024; accepted: May 22nd, 2024; published: May 30th, 2024

Abstract

Urban competitiveness refers to the comprehensive strength and attractiveness of a city compared with other cities in terms of economy, society, culture, science and technology, environment and other aspects. Enhancing urban competitiveness is helpful to enhancing the sustainable development of cities. In order to evaluate the overall competitiveness of each city in Yunnan Province, this

*通讯作者。

文章引用: 张玲, 杨帆, 毛旭北. 基于主成分分析的云南省城市综合竞争力分析[J]. 应用数学进展, 2024, 13(5): 2199-2208. DOI: 10.12677/aam.2024.135209

paper constructs a multi-dimensional comprehensive index evaluation system, and uses principal component analysis and cluster analysis to transform these indicators into a comprehensive competitiveness index in five dimensions of urban scale, economic level, ecological environment, scientific and technological talents, and opening up of each city (prefecture) in Yunnan Province. The results show that there are significant differences in the comprehensive competitiveness level of cities (prefectures) in Yunnan Province, and the overall characteristics are that Kunming is the center and diverges to the periphery, and the development of the outermost cities is relatively slow, and there is a large space for development. Based on the above research results, some suggestions are put forward to promote the comprehensive competitiveness of cities in Yunnan Province.

Keywords

Yunnan Province, Comprehensive Competitiveness, Principal Component Analysis, Cluster Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城市是现代社会的核心组成部分，承载着经济、文化、教育、政治等多个方面的功能和责任，对社会的发展起着至关重要的作用。城市具有集聚资源、促进创新和提升效率的功能。大量的企业、金融机构和人才汇聚于城市，形成了繁荣的经济活动，为国家和地区的经济发展提供了强大动力。

云南省作为中国西南地区的一个重要省份，是一个多民族、多文化、多语言的省份。一直以其独特的地理位置、丰富的自然资源和多元的文化风貌而备受瞩目。近年来，随着经济全球化和区域一体化的推进，云南省的竞争力逐渐成为学者们关注的焦点。本研究旨在从多个维度构建一个综合指标体系分析云南省城市的综合竞争力，以全面评估城市的竞争力水平。通过此项研究，深入了解云南省城市的竞争力表现，识别其优势和劣势，为政府决策者提供重要的参考和指导。

2. 文献综述

不同学者对城市的竞争力理解有所不同。倪鹏飞认为，城市竞争力应该分为硬分力和软分力，硬分力由劳动力、资本力、科技力、设施力、区位力、环境力、聚集力七个方面构成；软分力由秩序力、文化力、制度力、管理力、开放力五个方面共同组成[1]。于涛方等则认为，城市竞争力是综合反映了城市的生产能力、生活质量、社会全面进步及其对外的影响[2]。许多学者都对中国地区的竞争力进行了研究，为进一步理解云南省各城市的竞争力提供了参考。例如，程玉鸿等从城市网络入手，对2011年大珠三角11个城市的综合竞争力进行了实证分析，揭示了城市竞争力的主要来源[3]。张海永、余晓美对2013年滁州市的各个县、市、区的综合经济实力进行对比分析，得出不同的指标因素对综合经济的影响在不同分位点处具有不同的力度[4]。刘新静和张懿玮探讨了中国大都市的综合竞争力，从宏观、微观等不同方面对各大城市进行了比较分析[5]。

对于研究的方法，郭海湘、陈丽等人采用TOPSIS法对珠江三角洲城市群的竞争力进行分析排名，并提出了相关政策的建议[6]；岳朝龙、谢鹏、李丹丹运用熵值法对长三角地区的城市综合竞争力进行了评价与归类，得出区位优势对长三角地区城市发展的影响较大[7]；刘红卫等人基于层次分析法从经济、居民生活、文化教育、医疗卫生、政府收入等六个方面指标建立综合指标评价体系，并且进行专家赋权

对西藏地区城市综合竞争力进行评价[8]。

3. 研究方法

3.1. 主成分分析法

主成分分析法是一种将数据降维的方法。通过线性变换将原始数据转换为一组各维度之间都线性无关的新变量，这些新变量被称为主成分。

对某一事物的研究涉及 P 个指标，用 X_1, X_2, \dots, X_p 表示，这 P 个指标构成的 P 维随机向量为 $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)'$ 。设随机向量 X 的均值为 μ ，协方差矩阵为 Σ 。

则对 X 进行线性变换，将得到新的综合变量 Y ，即满足下式：

$$\begin{cases} Y_1 = \mu_{11}X_1 + \mu_{21}X_2 + \dots + \mu_{p1}X_p \\ Y_2 = \mu_{12}X_1 + \mu_{22}X_2 + \dots + \mu_{p2}X_p \\ \dots \\ Y_p = \mu_{1p}X_1 + \mu_{2p}X_2 + \dots + \mu_{pp}X_p \end{cases}$$

由于上述原始变量可以任意地进行线性变换，故得到的 Y 也不尽相同。当 $Y_i = \mu_i'X$ 的方差尽可能大且各 Y_i 之间相互独立时取得的效果较理想，故将线性变换约束在下面的原则之下：

- 1) $u_i' \mu_i = 1$ ($i=1, 2, \dots, p$)。
- 2) Y_i 与 Y_j 相互无关 ($i \neq j; i, j=1, 2, \dots, p$)。
- 3) Y_i 是 X_1, X_2, \dots, X_p 的一切满足原则(1)的线性组合中方差最大者。

Y_2 是与 Y_1 不相关的 X_1, X_2, \dots, X_p 所有线性组合中方差最大者； $\dots Y_p$ 是与 Y_1, Y_2, \dots, Y_{p-1} 都不相关的 X_1, X_2, \dots, X_p 的所有线性组合中方差最大者。

满足上述条件后的 Y_1, Y_2, \dots, Y_p 即为原始变量的第一……第 P 个主成分。由于 Y 在总方差中所占的比重依次递减。故在研究中通常选取前几个方差最大的主成分，从而达到简化研究问题的目的。

3.2. 聚类分析法

聚类分析旨在发现数据中的相似性结构，将数据划分为有意义的群组，使得同一类样本之间的相似性比其他类样本的更强，从而更好地理解数据、发现规律、做出决策。

4. 指标体系构建与数据来源

4.1. 指标体系的构建

评价指标的选取是研究城市综合竞争力的关键，选取时应该遵循科学性、目的性、可比性及可操作性原则[9]，本文通过查阅相关文献资料，并且结合云南省各州市发展的实际情况，从城市规模、经济水平、生态环境、科技人才、对外开放五个方面共选取 15 个指标构建一个多维度的指标体系研究云南省各城市的综合竞争力，以全面反映云南省各个城市在经济、生态、科技和对外开放等方面的综合表现。具体评价指标如表 1 所示：

Table 1. Evaluation index system of urban competitiveness

表 1. 城市竞争力评价指标体系

一级指标	二级指标	单位
城市规模	城区人口(X1)	万人
	建城区面积(X2)	平方公里

续表

经济水平	人均 GDP(X3)	亿元
	GDP 生产总值(X4)	亿元
	公共预算收入(X5)	亿元
	公共预算支出(X6)	亿元
生态环境	城市(县城)污水处理率(X7)	%
	建成区绿化覆盖率(X8)	%
	水资源总量(X9)	亿立方米
科技人才	R&D 经费(X10)	亿元
	专利申请数(X11)	项
	从事自然科技活动人员数(X12)	人
对外开放	旅游总收入(X13)	亿元
	进出口总额(X14)	亿美元
	利用外商实际投资金额(X15)	亿美元

4.2. 数据的收集和处理

本文以云南省 16 个地级市(州)为研究对象,从云南省统计局《云南统计年鉴 2023》提取相关数据。并且考虑到各数据的量纲不同,下面对数据进行了标准化处理。

数据的标准化处理

对于收集到的数据,由于其单位和量纲不一样,故还需对数据进行标准化消除量纲差异对结果的影响。采用 Z-score 标准化对数据进行标准化,计算公式为:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

其中, X 是原始样本数据, μ 是均值, σ 是标准差。本文利用 SPSS27 软件对数据标准化后得到如下表 2、表 3 结果:

Table 2. Processing results after standardization of indicator data of Yunnan cities in 2022

表 2. 2022 年云南省各城市指标数据标准化后的处理结果

地区	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
昆明	3.54609	3.43787	1.41693	3.1719	3.51224	2.79258	0.3289
曲靖	0.54446	0.76532	0.36014	1.10267	0.49571	0.9452	0.30428
玉溪	-0.25169	-0.35369	2.54956	0.39342	0.23401	-0.47933	-1.43137
保山	-0.23557	-0.22238	-0.31476	-0.30282	-0.32651	-0.48369	1.16595
昭通	0.11224	0.06291	-1.35619	-0.14865	-0.15887	1.09432	0.26735
丽江	-0.49859	-0.55342	-0.44407	-0.65828	-0.47065	-0.79725	0.67356
普洱	-0.32206	-0.35481	-0.66686	-0.40767	-0.39756	-0.08701	-0.2435
临沧	-0.30498	-0.37041	-0.68841	-0.44792	-0.43632	-0.41261	-0.77281
楚雄	-0.18552	-0.10302	0.73176	-0.02558	-0.04421	-0.21671	-0.18811

续表

红河	0.27354	0.36402	0.28241	0.58297	0.37116	0.83061	0.74127
文山	-0.2866	-0.13273	-0.88093	-0.22371	-0.3013	0.19649	-1.13594
西双版纳	-0.55002	-0.55587	-0.18128	-0.60223	-0.50779	-0.88266	1.78142
大理	-0.08887	-0.02577	-0.36977	-0.06088	-0.11074	0.09072	-0.54508
德宏	-0.45829	-0.39692	-0.69776	-0.67653	-0.54221	-0.73427	0.0827
怒江	-0.60951	-0.8032	-0.65363	-0.86313	-0.66377	-0.99279	0.95668
迪庆	-0.68463	-0.7579	0.91285	-0.83356	-0.6532	-0.86361	-1.9853

Table 3. Processing results after standardization of indicator data of various cities in Yunnan Province in 2022 (continued table)

表 3. 2022 年云南省各城市指标数据标准化后的处理结果(续表)

地区	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
昆明	0.49509	-0.93993	2.43948	3.69332	3.51639	3.68955	3.66927	3.72054
曲靖	-0.03509	-0.12488	1.52068	0.17327	0.11647	-0.36541	-0.23213	0.13955
玉溪	-2.43646	-1.37242	1.19804	0.10191	-0.34435	-0.38023	-0.27846	-0.21254
保山	0.55746	0.13099	0.62291	-0.28259	-0.19163	-0.21022	-0.30107	-0.26407
昭通	-0.07667	-0.15686	-0.48527	-0.31148	-0.21752	-0.34623	-0.42289	-0.35853
丽江	-0.4717	-0.90706	-0.51332	-0.37871	0.14901	-0.32531	-0.41853	-0.20395
普洱	1.45148	2.38584	-0.72373	-0.35984	-0.22805	-0.3009	-0.1907	-0.35853
临沧	1.34753	-0.11244	-0.71672	-0.32505	-0.55175	-0.32967	-0.34372	-0.27265
楚雄	1.45148	-1.15156	-0.48527	-0.09152	-0.2933	-0.21981	-0.1531	-0.18678
红河	-0.21181	0.83108	0.67201	-0.18587	0.25611	0.03389	0.24574	-0.21254
文山	-0.2326	0.6143	0.08285	-0.22538	-0.32115	-0.33926	-0.41472	-0.34135
西双版纳	0.54707	-0.40047	-0.73075	-0.34097	0.02716	0.28847	-0.12203	-0.31559
大理	-0.7108	-0.64124	-0.48527	-0.259	0.31449	-0.1954	-0.37724	-0.14384
德宏	-0.19102	0.1612	-0.80089	-0.40525	-0.64285	-0.21458	0.18605	-0.34994
怒江	-0.41972	1.62889	-0.8079	-0.40407	-0.86541	-0.39506	-0.42139	-0.3757
迪庆	-1.06425	0.05458	-0.78686	-0.39876	-0.72361	-0.38982	-0.42507	-0.26407

5. 城市竞争力的评价分析

5.1. 适应性检验

用 SPSS27 对数据进行分析, 得到 KMO 的值大于 0.6, 显著性的值小于 0.05, 表明各因素之间的关联性较高, 效果比较理想, 适合运用主成分分析法进行研究分析。具体结果如表 4 所示。

Table 4. Results of KMO and Bartlett tests

表 4. KMO 和巴特利特检验结果

	KMO 值	0.697
Bartlett 球形度检验	近似卡方	413.
	自由度	105
	显著性	<0.001

5.2. 主成分提取

运用主成分分析对数据降维后,提取两个主成分时共占全部方差的 82.388%,能够较好的保留原始数据的信息,如下表 5。并且结合其载荷矩阵可知:

1) 第一主成分主要由城区人口(X1)、建城区面积(X2)、GDP 生产总值(X4)、公共预算收入(X5)、公共预算支出(X6)、R&D 经费(X10)、专利申请数(X11)、从事自然科技活动人员数(X12)、旅游总收入(X13)、进出口总额(X14)、利用外商实际投资金额(X15)多项指标构成,该主成分既体现了经济水平方面,又体现了城市规模、科技人才以及对外开放方面。

2) 第二主成分主要由城市(县城)污水处理率(X7)、建成区绿化覆盖率(X8)和水资源总量(X9)构成,主要体现在生态环境方面。

Table 5. Total variance interpretation

表 5. 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积%	总计	方差百分比	累积%
1	10.272	68.481	68.481	10.272	68.481	68.481
2	2.086	13.907	82.388	2.086	13.907	82.388
3	0.834	5.558	87.946			
4	0.676	4.505	92.451			
5	0.513	3.418	95.869			
6	0.425	2.834	98.703			
7	0.092	0.611	99.313			
8	0.05	0.331	99.645			
9	0.025	0.168	99.813			
10	0.015	0.1	99.913			
11	0.006	0.041	99.954			
12	0.005	0.031	99.984			
13	0.002	0.011	99.995			
14	0.001	0.003	99.998			
15	0	0.002	100			

5.3. 求解主成分得分和综合得分

提取主成分后根据方差最大对因子进行旋转便得到因子载荷矩阵,再将其矩阵表中的第列的每个元素分别除以第 i 个特征根的平方根,便可得到主成分的系数矩阵。其结果如下表 6 所示:

Table 6. Coefficient matrix of principal components

表 6. 主成分的系数矩阵

	y1	y2
城区人口(X1)	0.3089	0.0658
建城区面积(X2)	0.3070	0.0699
人均 GDP(X3)	0.1488	-0.5117

续表

GDP 生产总值(X4)	0.3020	-0.0499
公共预算收入(X5)	0.3111	-0.0201
公共预算支出(X6)	0.2693	0.1025
城市(县城)污水处理率(X7)	0.0315	0.4410
建成区绿化覆盖率(X8)	0.0250	0.5553
水资源总量(X9)	-0.1055	0.3926
R&D 经费(X10)	0.2562	-0.1835
专利申请数(X11)	0.3061	0.0007
从事自然科技活动人员数(X12)	0.3002	0.0755
旅游总收入(X13)	0.2936	0.1011
进出口总额(X14)	0.2958	0.0865
利用外商实际投资金额(X15)	0.3030	0.0353

根据上述主成分系数表, 可计算出两个主成分得分 y_1 和 y_2 以及各城市的综合得分 y 。

第一主成分得分:

$$y_1 = 0.3089x_1 + 0.3070x_2 + 0.1488x_3 + 0.3020x_4 + 0.3111x_5 + 0.2693x_6 + 0.0315x_7 + 0.0250x_8 - 0.1055x_9 + 0.2562x_{10} + 0.3061x_{11} + 0.3002x_{12} + 0.2936x_{13} + 0.2958x_{14} + 0.3030x_{15}$$

第二主成分得分:

$$y_2 = 0.0658x_1 + 0.0699x_2 - 0.5117x_3 - 0.0499x_4 - 0.0201x_5 + 0.1025x_6 + 0.4410x_7 + 0.5553x_8 + 0.3926x_9 - 0.1835x_{10} + 0.0007x_{11} + 0.0755x_{12} + 0.1011x_{13} + 0.0865x_{14} + 0.0353x_{15}$$

综合得分:

$$y = 0.6848y_1 + 0.1390y_2$$

计算结果如下表 7 所示:

Table 7. Comprehensive scores of urban competitiveness in Yunnan Province
表 7. 云南省城市竞争力综合得分

	y_1	y_2	y	排名
昆明	11.39	0.5	7.87	1
曲靖	1.56	-0.32	1.03	2
玉溪	0.27	-4.26	-0.41	8
保山	-0.69	0.79	-0.36	6
昭通	-0.54	0.83	-0.26	5
丽江	-1.33	-0.18	-0.93	13
普洱	-1.42	2.01	-0.69	11
临沧	-1.4	0.68	-0.87	12
楚雄	-0.31	-0.12	-0.23	4
红河	0.89	0.4	0.67	3

续表

文山	-0.95	-0.05	-0.65	9
西双版纳	-1.16	1.04	-0.65	10
大理	-0.41	-0.64	-0.37	7
德宏	-1.59	0.34	-1.04	14
怒江	-2.36	1.01	-1.48	15
迪庆	-1.95	-2.04	-1.62	16

据表 7 可知, 云南省各城市之间的综合竞争力差距较大。

1) 在城市规模、经济水平、科技人才以及对外开放方面: 昆明市远远领先于其他城市, 得分最高; 曲靖、玉溪、红河得分均为正值, 发展快速; 保山、昭通、楚雄、文山、大理得分都在-1 之前, 发展速度一般; 丽江、普洱、临沧、西双版纳、德宏、迪庆得分均在-2 之前, 发展较为缓慢; 怒江在-3 之前, 发展最缓慢。

2) 在生态环境方面: 普洱、西双版纳、怒江表现最佳, 得分均在 1 以上, 生态环境优美; 昆明、保山、昭通、临沧、红河、德宏等城市得分均为正值, 生态环境良好; 曲靖、玉溪、丽江、楚雄、文山、大理、迪庆得分为负值, 生态环境一般, 其中玉溪得分最低, 需努力加强。

3) 从综合竞争力来看: 昆明、曲靖、红河得分都为正值, 综合实力较强; 楚雄、昭通、保山、大理、玉溪、文山、丽江、普洱、西双版纳、临沧得分均在-1 之前, 综合发展程度一般; 德宏、怒江、迪庆得分在-2 之前, 综合发展较为缓慢。

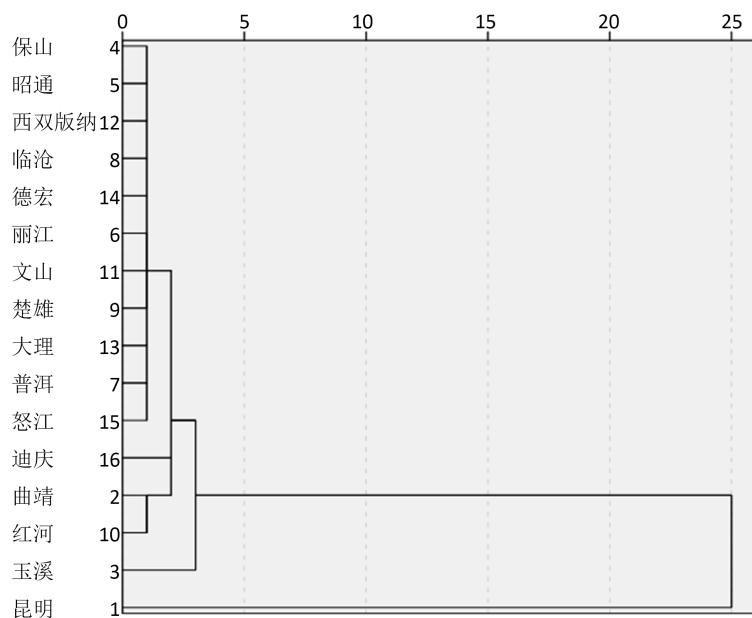


Figure 1. Clustering results of comprehensive competitiveness of cities in Yunnan Province

图 1. 云南省城市综合竞争力聚类结果

6. 聚类分析

基于上文提取的两个主成分和最终的综合得分, 下面对云南省十六个城市(州)进行聚类分析, 得到的结果如图 1 所示。

由聚类结果可知, 可以将云南省 16 个城市的综合竞争力分为五类: 第一类是昆明市, 综合实力最强,

是最为发达的城市，为高速发展区；第二类是玉溪市，其特点是综合经济发展快速，但是在生态环境方面相对于其他城市得分较低，应该着重提升生态环境方面的竞争力；第三类为曲靖市、红河州，各方面发展均衡，属于快速发展区；第四类为保山市、昭通市、西双版纳州、临沧市、德宏州、丽江市等 11 个城市，发展速率一般，为中速发展区；第五类为迪庆州，发展较为缓慢，为低速发展区。

7. 结论与建议

本文选取云南省 2022 年的各城市数据。从城市规模、经济水平、生态环境、科技人才及对外开放五个方面选取不同指标，对云南省 16 个城市的综合竞争力采用主成分分析法和聚类分析法进行分析，评估结果如下：

一、云南省区域发展极不平衡。昆明市综合竞争力相比于其他城市差距太大。总体呈现以昆明市为中心向边缘发散的特点。最外围的城市发展较为缓慢。

二、城市在不同方面发展不平衡，昆明市在城市规模、经济水平、对外开放，科技人才方面遥遥领先其他城市，环境优美；玉溪市在环境方面相较于其他城市竞争力较低；在城市规模、经济水平、科技人才、对外开放方面竞争力较强。

三、此外，曲靖、红河在综合竞争力上表现较好，具有较高的竞争力。为其提供了较大的发展空间和潜力。迪庆综合竞争力水平相对较弱。

根据上述的研究结论，对提升云南省各城市的竞争力，有以下的建议：

(一) 昆明市作为云南省的省会城市，具有一定的带动作用 and 示范效应，可以通过一些措施来带动其他城市的发展：

1) 产业合作与协同发展。昆明市可以与其他城市开展产业合作，形成产业链、价值链的衔接，实现互利共赢。比如，昆明可以发展高新技术产业和科技创新，与其他城市合作发展相关产业，形成产业集聚效应。

2) 建立交通枢纽和物流中心。作为区域中心城市，可加强与其他城市之间的交通基础设施建设，打造交通枢纽和物流中心，提升与各城市的物流效率和连通性，促进区域经济一体化发展。

3) 人才培养与吸引。加大对人才的培养和引进力度，吸引高素质人才在昆明就业创业，同时推动人才在周边城市的流动，促进区域人才资源的共享和配置。

4) 文化旅游推广。昆明作为云南省的文化和旅游中心，可以通过举办文化活动、推广旅游资源等方式，吸引游客和投资者到访，带动其他城市的旅游业和相关产业发展。

(二) 云南省地处中国西南边陲，与缅甸、老挝、越南等国家接壤，具有独特的地理位置和区位优势。所以可以充分利用自身边陲地理位置和区位优势，促进与邻国的合作与交流，推动对外开放，实现云南与周边国家的互利共赢，为地区经济社会发展注入新的活力。

(三) 大力发展特色产业：如昆明、大理、丽江等，在旅游业、文化产业、生态环境等方面具有独特的优势。吸引了大量国内外游客，有助于提升当地的经济实力和竞争力。

(四) 弘扬民族文化：云南省有着丰富多样的民族文化，各城市可以通过文化活动、传统节日等方式弘扬民族文化，增强城市的文化软实力。

(五) 保护生态环境：云南省以其丰富的自然风光而闻名，因此各城市应重视生态环境保护工作，合理利用资源，推动绿色发展，避免过度开发所带来的环境问题。

参考文献

- [1] 倪鹏飞. 《中国城市竞争力理论研究 with 实证分析》摘要[J]. 城市, 2001(1): 21-24.

- [2] 于涛方, 顾朝林, 涂英时. 新时期的城市和城市竞争力[J]. 城市规划刊, 2001(4): 12-14+17-79.
- [3] 程玉鸿, 程灵云. 基于城市竞合视角的城市竞争力来源分析——以大珠三角地区为例[J]. 城市问题, 2014(12): 25-31.
- [4] 张海永, 余晓美. 基于贝叶斯分位数回归的地方综合经济实力比较研究[J]. 滁州学院学报, 2015, 17(2): 23-27.
- [5] 刘新静, 张懿玮. 中国大都市城市竞争力评价分析——基于因子分析法[J]. 同济大学学报(社会科学版), 2016, 27(1): 69-77.
- [6] 郭海湘, 陈丽, 刘龙辉, 等. 基于 TOPSIS 法的城市竞争力比较研究——以珠江三角洲城市群为例[J]. 华东经济管理, 2013, 27(1): 69-74.
- [7] 岳朝龙, 谢鹏, 李丹丹. 基于熵值法的长三角地区城市综合竞争力评价[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2018, 35(3): 287-294.
- [8] 刘红卫, 李春玉, 安博文. 西藏地区城市综合实力的评价研究——基于层次分析法[J]. 经济视角, 2020(3): 58-69.
- [9] 郝寿义, 倪鹏飞. 中国城市竞争力研究——以若干城市为案例[J]. 经济科学, 1998(3): 50-56.
<https://doi.org/10.19523/j.jjlx.1998.03.007>