

全国区域经济发展水平的灰色关联聚类分析

张荣艳, 孙贵玲

(黄河科技学院信息工程学院, 郑州 450006)

摘要:区域经济发展水平的不平衡是我国经济发展过程中面临的一个普遍性问题。缩小各区域经济发展差距,实现区域间的协调发展,具有重要的政治、经济和社会意义,也是我国整体经济步入新台阶的客观需要。为此,从人均 GDP、人均第一产值、人均第二产值、人均第三产值、居民消费水平、人均财政收入、人均邮电总量、人均进出口总额方面,用灰色关联度聚类分析法对我国 31 个省市的经济发展情况进行了分析。结果表明可分为 4 类,分类的结果基本符合我国的实际情况。

关键词:区域经济;灰色关联度;聚类分析

中图分类号:F207

文献标志码:A

引言

区域经济协调发展是我国国民经济发展所追求的一个重要战略目标,为此,国家从“九五”计划开始,把促进区域经济协调发展作为一项重要的国民经济发展方针,先后实施了西部大开发、振兴东北地区等老工业地、促进中部地区崛起、支持东部地区率先发展等重大区域发展战略,到 2013 年,共建“丝绸之路经济带”和“世纪海上丝绸之路”的战略构想(简称‘一带一路’)的提出,形成了以促进区域经济协调发展为导向的区域发展总体战略。

区域经济发展水平的不平衡是我国经济发展过程中面临的一个普遍性问题,缩小各区域经济发展差距,实现区域间的协调发展,不仅具有重要的政治、经济和社会意义,而且也是我国整体经济步入新台阶的客观需要。

本文应用灰色关联聚类分析方法,对我国 31 个区域的经济状况和差异类别进行综合评价,从中找出一些有用的信息,为我国经济如何协调快速发展提供有益的信息。

以往,人们对多因素的复杂系统进行多维综合评估分析,已作了大量的理论研究和实践探索,如系统聚类^[1,4],灰色聚类^[5-7],模糊聚类^[8-10]等。本文把灰关联分析和聚类思想方法进行融会、扩充,创立了“灰关联聚类方法”,既区别于关联分析,又非一般的聚类方法,它是把灰关联度演化成刻划待评对象之间的亲和度,进行聚类分析的新方法。该方法与一般的聚类方法相比,具简洁性、有效性、灵活性和普适性等特点^[11]。

门可佩^[12]等采用灰色关联聚类分析的方法对江苏省的 13 个省辖市区域的经济现状及其差异进行分析和评价,以 13 个省辖市区域为参考序列,用灰色关联度得到关联矩阵,然后应用关联矩阵直接进行分类,但并没有进行排序。本文,首先以我国 31 个区域以及基准序列^[11]为参考序列,用灰色关联度建立关联矩阵,然后根据关联度矩阵构建相似矩阵,最后根据相似矩阵,用最大树方法对我国的 31 个区域的经济状况和差异类别进行综合评价和聚类。基准序列构成了聚类分析的准绳,而聚类分析结果则反映了每一聚类组对基准序列的亲程度,因此,基准序列的作用不但使各评价对象具有有序性,而且也使各聚类组之间具有有序性。

收稿日期:2015-12-03

基金项目:河南省教育厅项目(16B110007)

作者简介:张荣艳(1982-),女,河南郑州人,讲师,硕士,主要从事灰色系统理论方面的研究,(E-mail)hebgydx2006@163.com

1 灰色关联聚类分析原理

1.1 灰色关联度

(1) 原始数据标准化

设待评系统对象 $S_i (i = 1, 2, \dots, m)$, 其特征指标序列 $T_i: T_i = (t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in})$ 。根据各特征指标的属性, 对参与分析的原始数据进行无量纲标准化, 将各分析数据压缩在 $[0, 1]$ 之间。

对于指标属性越大越好的指标:

$$x_{ij} = t_{ij} / \max_j t_{ij} \quad (1)$$

对于指标属性越小越好的指标:

$$x_{ij} = \min_j t_{ij} / t_{ij} \quad (2)$$

从而得到特征指标序列 T_i 的标准化数据

$$X_i: X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$$

在原始数据标准化后, 根据分析问题的实质建立基准特征指标序列 X_0 :

$$X_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n})$$

其中, x_{0j} 一般情况下为 $\max_i X_{ij}$ 。

(2) 关联系数

X_i 对 X_0 在第 k 点的关联系数为:

$$\xi_{ik} = \frac{\min_i \min_k |x_{0k} - x_{ik}| + \sigma \max_i \max_k |x_{0k} - x_{ik}|}{|x_{0k} - x_{ik}| + \sigma \max_i \max_k |x_{0k} - x_{ik}|} \quad (3)$$

其中, σ 为分辨系数, 一般在 0 到 1 之间选取。

(3) 关联度

X_i 对 X_0 的关联度为:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{ik} \quad (4)$$

全集 r_i 值构成关联度集 $r = (r_1, r_2, \dots, r_m)$, 依据 r_i 的值由大到小构成 S_i 的优劣序。

1.2 聚类分析

(1) 灰色关联度矩阵

分别以 $X_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 为参考数列, 均以 X_1, X_2, \dots, X_m 为比较序列, 计算关联度矩阵 R :

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mm} \end{pmatrix}$$

其中, r_{ij} 是以第 i 个评估对象的指标序列为参考序列, 以第 j 个评估对象的指标序列为比较序列的关联度。

(2) 灰色相似矩阵

灰色相似矩阵 G :

$$G = \begin{pmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1m} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mm} \end{pmatrix}$$

其中,

$$g_{ij} = \frac{r_{ij} + r_{ji}}{2}$$

矩阵 G 中的元素显然满足: 自反性: $g_{ii} = 1$; 对称性: $g_{ij} = g_{ji}$ 。

(3) 聚类(最大树法)

灰色相似关系矩阵 G 反映了分析域 S 中各元素(待评对象)互相的亲疏关系, 以按 G 直接进行聚类或由 G 建立等价关系进行聚类。若由 G 直接进行聚类, 可应用最大树方法。聚类的基础是关联度分析, 而关联分析又与基准序列相关。基准序列就构成聚类分析的准绳, 而聚类分析结果则反映了分析域 S 中每一聚类组对基准序列的亲疏程度, 因此, 基准序列的作用不但使分析域 S 中各元素具有有序性, 而且也使各聚类组之间具有有序性。

2 我国区域经济发展水平的灰色关联聚类分析

2.1 指标体系的构建

指标体系的构建应考虑以下 3 个原则:

(1) 指标体系的整体性: 既要反映区域经济发展水平, 又能反映地区发展的潜力即可持续水平。

(2) 指标的代表性: 由于反映一个地区的经济发展状况的指标很多, 而分析时只能考虑有限个指标对经济发展的影响情况, 因此, 所选的指标不仅要有明确的社会和经济意义, 而且能比较显著地反映地区经济发展水平。

(3) 指标的可得性: 有些指标在评价区域的发展水平时具有重要意义, 但指标数值不可得, 这时可选择相近指标来代替。

基于上面 3 个方面的考虑, 选用《中国统计年鉴》中较能反映一个区域经济发展总体水平的综合部分, 财政、金融和保险部分, 人民生活部分, 运输、邮电部分, 对外经济与旅游等 5 部分中的人均 GDP、人均第一产值、人均第二产值、人均第三产值、居民消费水平、人均财政收入、人均邮电业务总量、人均进出口总额^[13] 8 项指标构建本文分析区域经济发展水平的指标体系:

$$T_i = (t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{i8}) (i = 1, 2, \dots, 31)$$

t_{i1} : 人均 GDP, 用其反映区域经济发展的一般水平。

t_{12} : 人均第一产业产值,用其反映区域农业发展水平。

t_{13} : 人均第二产业产值,用其反映区域工业化水平。

t_{14} : 人均第三产业产值,用其反映区域服务业和城镇化水平。

t_{15} : 居民消费水平,用其反映区域内居民的生活水平和购买能力。

t_{16} : 人均财政收入,用其反映区域经济实力与公益

设施建设能力。

t_{17} : 人均邮电业务总量,用其反映区域内信息产业和高新技术产业发展水平。

t_{18} : 人均进出口总额,用其反映区域对外贸易的发展水平与商业竞争能力。

本文根据《中国统计年鉴(2014)》,得到 2013 年我国 31 个地区的各项经济指标,具体见表 1。

表 1 2013 年全国各省市经济指标

| 地 区 | 人均 GDP t_{11} /元 | 人均第一产业 产值 t_{12} /元 | 人均第二产业 产值 t_{13} /元 | 人均第三产业 产值 t_{14} /元 | 居民消费 水平 t_{15} /元 | 人均财政 收入 t_{16} /元 | 人均邮电业务 总量 t_{17} /元 | 人均进出口 总额 t_{18} /美元 |
|-------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 北 京 | 93213 | 765.23 | 20580.20 | 70864.53 | 33337 | 17311.85 | 3579.70 | 20285.41 |
| 天 津 | 99607 | 1280.05 | 49426.92 | 46902.48 | 26261 | 14122.11 | 1447.38 | 8728.50 |
| 河 北 | 38716 | 4773.77 | 20132.12 | 13690.75 | 11557 | 3130.70 | 993.81 | 748.87 |
| 山 西 | 34813 | 2131.83 | 18713.65 | 13873.35 | 12078 | 4687.92 | 1080.68 | 435.04 |
| 内 蒙 古 | 67498 | 6403.76 | 36371.53 | 24618.66 | 17168 | 6890.52 | 1246.10 | 480.24 |
| 辽 宁 | 61686 | 5288.45 | 32504.46 | 23887.38 | 20156 | 7616.88 | 1326.23 | 2607.70 |
| 吉 林 | 47191 | 5485.96 | 24927.42 | 16769.98 | 13676 | 4205.18 | 1073.92 | 938.90 |
| 黑 龙 江 | 37509 | 6562.65 | 15432.04 | 15509.49 | 12978 | 3330.87 | 983.94 | 1013.79 |
| 上 海 | 90092 | 535.29 | 33239.22 | 55669.71 | 39223 | 17015.54 | 3278.53 | 18270.84 |
| 江 苏 | 74607 | 4592.34 | 36644.71 | 33278.76 | 23585 | 8273.16 | 1766.86 | 6937.50 |
| 浙 江 | 68462 | 3245.94 | 33551.56 | 31533.68 | 24771 | 6906.01 | 2334.52 | 6107.47 |
| 安 徽 | 31684 | 3894.14 | 17254.24 | 10426.25 | 11618 | 3441.37 | 885.57 | 754.90 |
| 福 建 | 57856 | 5130.66 | 29982.25 | 22543.80 | 17115 | 5615.91 | 1956.67 | 4486.51 |
| 江 西 | 31771 | 3618.83 | 16964.01 | 11124.42 | 11910 | 3585.10 | 838.61 | 812.59 |
| 山 东 | 56323 | 4872.54 | 28173.61 | 23136.06 | 16728 | 4684.85 | 1092.97 | 2738.32 |
| 河 南 | 34174 | 4311.94 | 18916.10 | 10931.80 | 11782 | 2565.98 | 890.05 | 636.93 |
| 湖 北 | 42613 | 5342.58 | 20989.07 | 16207.57 | 13912 | 3778.62 | 1052.19 | 627.35 |
| 湖 南 | 36763 | 4632.22 | 17214.23 | 14774.59 | 12920 | 3035.42 | 889.74 | 376.28 |
| 广 东 | 58540 | 2863.12 | 27647.02 | 27892.68 | 23739 | 6653.01 | 2600.61 | 10255.37 |
| 广 西 | 30588 | 4966.24 | 14543.42 | 10958.66 | 11710 | 2792.12 | 922.36 | 695.65 |
| 海 南 | 35317 | 8449.54 | 9732.04 | 16963.41 | 11712 | 5372.78 | 1412.13 | 1673.83 |
| 重 庆 | 42795 | 3423.37 | 21541.82 | 17649.93 | 15270 | 5701.16 | 1204.01 | 2312.87 |
| 四 川 | 32454 | 4225.50 | 16749.76 | 11417.45 | 12485 | 3434.19 | 1039.64 | 796.53 |
| 贵 州 | 22922 | 2938.28 | 9261.84 | 10661.92 | 9541 | 3444.71 | 947.31 | 236.71 |
| 云 南 | 25083 | 4044.17 | 10514.70 | 10450.54 | 11224 | 3438.09 | 966.06 | 539.91 |
| 西 藏 | 26068 | 2782.34 | 9387.26 | 13713.95 | 6275 | 3045.24 | 1337.57 | 1063.78 |
| 陕 西 | 42692 | 4054.33 | 23675.98 | 14897.77 | 13206 | 4644.87 | 1269.49 | 534.75 |
| 甘 肃 | 24296 | 3405.53 | 10925.03 | 9943.54 | 9616 | 2351.78 | 924.45 | 396.41 |
| 青 海 | 36510 | 3592.83 | 20843.39 | 11927.34 | 12070 | 3874.39 | 1167.64 | 242.78 |
| 宁 夏 | 39420 | 3408.49 | 19336.28 | 16464.94 | 13537 | 4713.27 | 1229.45 | 491.86 |
| 新 疆 | 37181 | 6484.52 | 16631.94 | 13805.50 | 11401 | 4983.83 | 1400.29 | 1217.21 |

2.2 灰色关联度矩阵与灰色相似矩阵

首先,由式(1)、式(2)将 T_i 标准化为序列 X_i ,见表 2。

表 2 2013 年全国各省市经济指标的标准值

| 地 区 | x_{i1} | x_{i2} | x_{i3} | x_{i4} | x_{i5} | x_{i6} | x_{i7} | x_{i8} |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 北 京 | 0.93581 | 0.090565 | 0.41638 | 1 | 0.84993 | 1 | 1 | 1 |
| 天 津 | 1 | 0.15149 | 1 | 0.66186 | 0.66953 | 0.81575 | 0.40433 | 0.43028 |
| 河 北 | 0.38869 | 0.56497 | 0.40731 | 0.1932 | 0.29465 | 0.18084 | 0.27762 | 0.036917 |

| | | | | | | | | |
|------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 山西 | 0.3495 | 0.2523 | 0.37861 | 0.19577 | 0.30793 | 0.27079 | 0.30189 | 0.021446 |
| 内蒙古 | 0.67764 | 0.75788 | 0.73586 | 0.3474 | 0.4377 | 0.39802 | 0.3481 | 0.023674 |
| 辽宁 | 0.61929 | 0.62589 | 0.65763 | 0.33709 | 0.51388 | 0.43998 | 0.37049 | 0.12855 |
| 吉林 | 0.47377 | 0.64926 | 0.50433 | 0.23665 | 0.34867 | 0.24291 | 0.3 | 0.046284 |
| 黑龙江 | 0.37657 | 0.77669 | 0.31222 | 0.21886 | 0.33088 | 0.1924 | 0.27487 | 0.049976 |
| 上海 | 0.90447 | 0.063351 | 0.67249 | 0.78558 | 1 | 0.98288 | 0.91587 | 0.90069 |
| 江苏 | 0.74901 | 0.5435 | 0.74139 | 0.46961 | 0.60131 | 0.47789 | 0.49358 | 0.34199 |
| 浙江 | 0.68732 | 0.38416 | 0.67881 | 0.44499 | 0.63154 | 0.39892 | 0.65216 | 0.30108 |
| 安徽 | 0.31809 | 0.46087 | 0.34909 | 0.14713 | 0.2962 | 0.19879 | 0.24739 | 0.037214 |
| 福建 | 0.58084 | 0.60721 | 0.6066 | 0.31813 | 0.43635 | 0.3244 | 0.5466 | 0.22117 |
| 江西 | 0.31896 | 0.42829 | 0.34321 | 0.15698 | 0.30365 | 0.20709 | 0.23427 | 0.040058 |
| 山东 | 0.56545 | 0.57666 | 0.57001 | 0.32648 | 0.42648 | 0.27062 | 0.30532 | 0.13499 |
| 河南 | 0.34309 | 0.51032 | 0.38271 | 0.15426 | 0.30038 | 0.14822 | 0.24864 | 0.031398 |
| 湖北 | 0.42781 | 0.63229 | 0.42465 | 0.22871 | 0.35469 | 0.21827 | 0.29393 | 0.030926 |
| 湖南 | 0.36908 | 0.54822 | 0.34828 | 0.20849 | 0.3294 | 0.17534 | 0.24855 | 0.018549 |
| 广东 | 0.58771 | 0.33885 | 0.55935 | 0.39361 | 0.60523 | 0.3843 | 0.72649 | 0.50555 |
| 广西 | 0.30709 | 0.58775 | 0.29424 | 0.15464 | 0.29855 | 0.16128 | 0.25766 | 0.034293 |
| 海南 | 0.35456 | 1 | 0.1969 | 0.23938 | 0.2986 | 0.31035 | 0.39448 | 0.082514 |
| 重庆 | 0.42964 | 0.40515 | 0.43583 | 0.24907 | 0.38931 | 0.32932 | 0.33634 | 0.11402 |
| 四川 | 0.32582 | 0.50009 | 0.33888 | 0.16112 | 0.31831 | 0.19837 | 0.29043 | 0.039266 |
| 贵州 | 0.23012 | 0.34774 | 0.18738 | 0.15045 | 0.24325 | 0.19898 | 0.26463 | 0.011669 |
| 云南 | 0.25182 | 0.47863 | 0.21273 | 0.14747 | 0.28616 | 0.1986 | 0.26987 | 0.026616 |
| 西藏 | 0.26171 | 0.32929 | 0.18992 | 0.19352 | 0.15998 | 0.1759 | 0.37365 | 0.052441 |
| 陕西 | 0.4286 | 0.47983 | 0.47901 | 0.21023 | 0.33669 | 0.26831 | 0.35464 | 0.026361 |
| 甘肃 | 0.24392 | 0.40304 | 0.22103 | 0.14032 | 0.24516 | 0.13585 | 0.25825 | 0.019542 |
| 青海 | 0.36654 | 0.42521 | 0.4217 | 0.16831 | 0.30773 | 0.2238 | 0.32618 | 0.011968 |
| 宁夏 | 0.39576 | 0.40339 | 0.39121 | 0.23234 | 0.34513 | 0.27226 | 0.34345 | 0.024247 |
| 新疆 | 0.37328 | 0.76744 | 0.3365 | 0.19482 | 0.29067 | 0.28789 | 0.39118 | 0.060004 |
| 基准序列 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

分别以 $X_1, X_2, \dots, X_{31}, X_0$ 为参考序列,均以这 32 个序列为比较序列,按灰色关联度分析方法(式(3)、式(4),分辨系数 $\sigma = 0.5$) 计算出关联矩阵 R , 根据矩阵 R 得灰色相似矩阵 G 。矩阵 G 中的第 32 行,即是以基准序列(X_0)为参考序列求得的关联序,按其值的大小,对评价对象排序:

- $1 > 0.8078 > 0.7632 > 0.6374 > 0.5041 > 0.4861 >$
- $0.4778 > 0.4754 > 0.4742 > 0.463 > 0.4552 >$
- $0.4431 > 0.4385 > 0.4366 > 0.4314 > 0.4301 >$
- $0.4260 > 0.4165 > 0.4163 > 0.4153 > 0.4126 >$
- $0.4120 > 0.4054 > 0.4053 > 0.4052 > 0.4018 >$
- $0.40 > 0.3983 > 0.3942 > 0.386 > 0.385 > 0.3842$

得到各评估对象优劣序(图 1):

2.3 聚类分析

按 G 集的排列结果构造其一棵最大树, 结合灰色相似矩阵 G , 给图 1 赋权得图 2(如 $S_1 - S_9$ 的 0.8297 称为权,由 G 矩阵查得), 权表示各评论对象之间的亲疏关系, 权大则亲, 权小则疏。

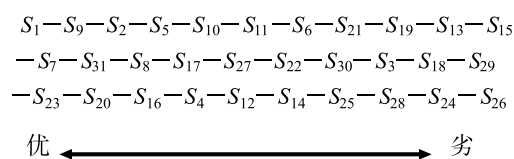


图 1 优劣序

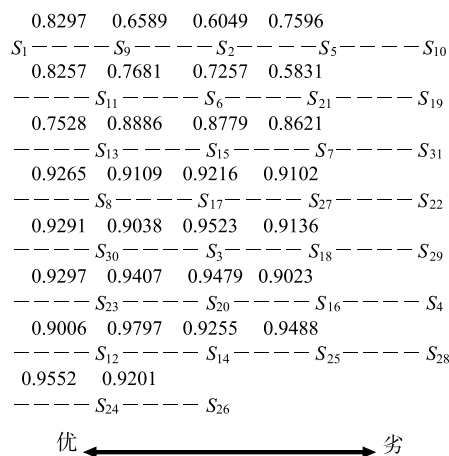


图 2 最大树图

根据图 2 任取实数 $\lambda \in [0,1]$, 砍断权重小于 λ 的枝即得到一个不连通的树, 而其连通分枝就构成了在 λ 水平上的聚类。在全体 λ 水平上分类的集合则构成了灰色聚类图 3。

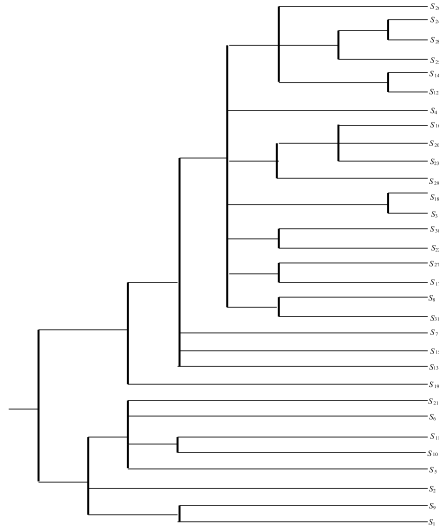


图 3 灰色聚类图

根据图 3, 如果将 31 个地区的经济发展总体水平分为: 优、良、中、差 4 类, 则可取 $\lambda = 0.6$, 聚类最终分类结果见表 3。

3 区域经济发展水平的灰色聚类结果分析

根据 31 个地区经济发展水平的关联度排序结果 (图 1) 和聚类结果 (表 3), 将 31 个地区分为 4 类。

(1) 第 1 类包括 2 个地区: 北京和上海, 它们的各项经济指标均位于全国首位, 属于我国经济发达地区。

(2) 第 2 类只包括天津, 它是我国经济高速发展地区, 具有很强的发展潜力。

(3) 第 3 类包括内蒙古、江苏、浙江、辽宁和海南, 该类地区的经济发展水平一般, 但发展潜力很大。这类区域多为我国主要的沿海开放地区, 吸引了我国主要的外资, 并在其区域内形成了一些特色产业。

(4) 余下的 23 个地区为第 4 类。这类区域经济发展水平较低, 属于经济欠发达地区。这些区域相对底子薄、人口多, 虽然自然资源相对较为丰富, 但由于处于内

表 3 聚类最终分类结果

| 分类 | x_{i1} | x_{i2} | x_{i3} | x_{i4} | x_{i5} | x_{i6} | x_{i7} | x_{i8} | 地 区 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| 优 | 91652.5 | 650.3 | 26909.7 | 63267.1 | 36280.0 | 17163.7 | 3429.1 | 19278.1 | 北京, 上海 |
| 良 | 99607 | 1280.0 | 49426.9 | 46902.5 | 26261 | 14122.1 | 1447.4 | 8728.5 | 天津 |
| 中 | 61514.0 | 5596.0 | 29760.9 | 26056.4 | 19478.4 | 7011.9 | 1617.2 | 3561.3 | 内蒙古, 江苏, 浙江, 辽宁, 海南 |
| 差 | 37737.4 | 4215.0 | 18685.1 | 14729.2 | 12884.7 | 3962.5 | 1162.9 | 1406.7 | 其余 23 个地区 |

陆地区, 交通运输、外贸条件相对较差, 造成了该类区域第一产业产值在 GDP 中所占比重大, 二、三产业的发展相对落后。

上述分析结果基本符合我国当前的实际情况。因此, 在深化改革的基础上应加大政策扶持力度, 充分调动各方面发展经济的积极性和创造性, 鼓励和引导发挥区域比较优势、区域资源优势, 形成特色经济, 有效促进我国经济发展水平的整体稳步提高。

参 考 文 献:

[1] 廖筠, 赵真真. 中国经济增长质量的区域比较研究[J]. 北京工商大学学报: 社会科学版, 2015(4): 119-126.
 [2] 奥布力·塔力普, 汪慧玲, 阿里木江·卡斯木. 基于系统聚类分析的西部地区环境污染程度评价[J]. 冰川冻土, 2015, 37(1): 266-270.
 [3] 杨桂红, 张颖, 毛宇飞. 人力资本对林业生态经济增长的影响——基于我国 31 个省区系统聚类分析

[J]. 陕西师范大学学报: 哲学社会科学版, 2015, 44(5): 167-175.
 [4] 陈爽英, 唐小我, 邵云飞. 中国区域城市循环经济发展的聚类实证分析[J]. 中国软科学, 2007(10): 118-125.
 [5] 张云海, 马雁军, 孙财涛, 等. 灰色聚类评价在经济区大气环境质量评价中的应用[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(6E): 426-428.
 [6] 孙晓利, 董春, 李青元. 灰色聚类法在区域经济发展水平综合评价中的应用[J]. 测绘科学, 2008, 33(6): 160-162.
 [7] 许乃中, 曾维华, 薛鹏丽, 等. 工业园区循环经济绩效评价方法研究[J]. 中国人口. 资源与环境, 2010, 20(3): 44-49.
 [8] 熊鹰, 王克林, 蒋凌燕. 湖南省生态经济分区及其发展研究[J]. 经济地理, 2003, 23(6): 826-830.

- [9] 张彬,姚娜,刘学敏.基于模糊聚类的中国分省碳排放初步研究[J].中国人口资源与环境,2011,21(1):53-56.
- [10] 税常峰,董焰.交通视角下中国区域划分的模糊聚类分析[J].北京交通大学学报,2012,36(6):107-111.
- [11] 段利忠,刘思峰.灰色聚类分析法评价城市创新能力[J].北京工业大学学报,2003,29(4):508-512.
- [12] 门可佩,周丽.江苏区域经济发展水平的灰色关联聚类分析[J].安徽农业科学,2007,35(20):6243-6244.
- [13] 罗姗,朱国会.全国区域经济发展水平的聚类分析[J].重庆交通学院学报,2005(4):78-81.

Gray Relational Grade Cluster Analysis of the Regional Economic Development in China

ZHANG Rongyan, SUN Guiling

(School of Information Engineering, Huanghe Science and Technology College, Zhengzhou 450063, China)

Abstract: The imbalance of regional economic development is a common problem in the process of economic development in China. The gap of regional economic development is narrowed, and realizing the regional coordinated development is not only important significant of political, economic and social, but also the objective requirement of the overall economy into an entirely new stage. The economic development situation of China's 31 provinces have been analyzed by the method of gray relational grade cluster analysis from average GDP, first production rate, second production rate, service production rate, consumption rate, financial income, post total, export total per person. The analyzed results can be classified into four kinds, and almost match the actual conditions of our country.

Key words: regional economy; gray relational grade; cluster analysis