

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2014.01.002

# 江西省科技投入与产业经济增长的灰色关联分析

刘 辉

(江西师范大学 软件学院, 江西 南昌 330022)

**摘 要:** 依据江西省 2004—2011 年的统计数据, 采用一种改进的灰色关联分析法, 对江西科技投入与产业经济增长的关联性进行实证分析, 结果表明: 科技人员投入、R & D 经费投入与江西省经济增长均有较强的正相关关系, 且与 R & D 经费投入关系更为密切; 从三大执行部门科技投入来看, 高校科技人员投入对江西第一、三产业经济增长的影响最大, 高校 R & D 经费投入对江西第二产业经济增长的作用最为显著。最后根据以上结论对江西省未来科技投入提出了一些建议。

**关键词:** 科技投入; 产业经济增长; 灰色关联分析

中图分类号: F223

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2014)01-0008-05

## Grey Correlation Analysis Between Science & Technology Input and Industrial Economic Growth of Jiangxi Province

Liu Hui

(School of Software, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China)

**Abstract:** Based on 2004—2011 statistics of Jiangxi Province, The relationship between science and technology (S & T) input and industrial economic growth is analyzed by applying improved gray correlation analysis. The results show that there is a positive correlativity between R&D investment, S & T personnel input and the economic growth of Jiangxi, and the R&D investment is more important to the economic growth of Jiangxi. In terms of the S & T input of three executive departments, S & T personnel in colleges and universities have the biggest impact on the primary and tertiary industrial economic growth, R & D funds in colleges and universities make the most of efficiency for the secondary Industry. According to the above conclusions, some suggestions for future S & T input of Jiangxi are put forward.

**Keywords:** S & T investment; industrial economic growth; gray correlation analysis

现代科学技术的突飞猛进, 有力地推动了经济和社会的发展。近年来, 我国科技事业迅速发展, 创新能力大幅提升, 在稳增长、调结构、转方式、惠民生中发挥了重要的支撑引领作用, 对我国经济增长作出了巨大贡献。许多学者对我国科技进步对经济增长的贡献率进行了测算, 但由于各学者所用方法和采集数据有所不一, 导致结果存在较大差异<sup>[1]</sup>。《中国科技统计年鉴》数据显示: 我国科技进步贡献率逐年上

升, 2011 年达 51.7%, 即将进入创新型国家行列。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》提出, 到 2020 年, 力争科技进步贡献率达到 60% 以上。科技的进步与发展离不开科技投入。对世界各国经济发展的研究表明, 当科技投入与经济发展进入良性循环时, 将会极大促进经济发展<sup>[2]</sup>。研究科技投入与经济增长之间的关系, 促进科技与经济的协调发展, 对经济欠发达的江西省来说具有重要现实意义。

收稿日期: 2013-10-23

作者简介: 刘 辉(1989-), 男, 湖南娄底人, 江西师范大学硕士生, 主要研究方向为金融管理与金融工程, E-mail: qthui6@163.com

国内很多学者对科技投入与经济增长的关系进行了相关研究。张明喜研究了我国区域科技投入与经济增长之间的关系,发现科技经费投入和科技活动人员投入对产业经济增长有显著作用,并采用聚类分析,将我国分为三类典型区域<sup>[3]</sup>。杨志江等对我国不同投入主体的科技投入与经济增长的关系进行了实证研究,发现政府和企业科技经费投入与经济增长之间均存在长期的均衡关系,且企业科技经费投入对经济增长的推动作用更明显<sup>[4]</sup>。王立成等对长江三角洲、珠江三角洲和环渤海三大经济区域科技投入对经济增长的贡献度做了分析与比较<sup>[5]</sup>。

一些学者也研究了地区科技投入与经济增长的关系。屠文娟对江苏省科技投入与经济增长的关系进行了实证研究<sup>[6]</sup>。王剑分析了科技投入与上海经济增长之间的关系<sup>[7]</sup>。马丽等研究了宁夏科技投入与经济增长之间的关系<sup>[8]</sup>。王丽娟等对科技投入与甘肃省经济增长之间的关系进行了分析<sup>[9]</sup>。荣梅对山东省科技投入与服务业经济增长进行了关系研究<sup>[2]</sup>。

上述文献大多采用灰色邓氏关联度法,结果均表明地区科技投入与经济增长有正相关关系。本文以江西省为研究对象,与前述文献的不同之处有以下3点:上述文献研究了科技投入各指标对经济增长的不同影响程度,但很少涉及对不同产业经济增长

的分析比较,本文对此进行了较深入的探讨;上述文献大多仅对科技资金投入进行有关指标划分,本文对科技人力和财力投入进行相同指标划分,便于比较;上述文献大多采用了传统的灰色邓氏关联度分析法,该方法存在一些缺陷,本文采用了一种改进的灰色关联分析法,其结果更为可靠。

## 1 江西省科技投入情况分析

### 1.1 科技投入指标说明

科技投入主要是指全社会为支持科技活动而进行的经费、资源的社会配置。它包括财力、人力等的投入,研究和试验发展(R & D)经费投入又是整个财力投入的核心。借鉴前人的研究成果,同时结合江西省实际情况,根据数据的可获得性原则,笔者选取科技活动人员数作为科技人员投入指标,R & D经费内部支出为科技经费投入指标,科技投入的执行部门主要包括企业、科研机构、高等院校,江西省地区生产总值(GDP)三大产业值作为产业经济增长指标。各指标数据见表1和表2,数据来源于历年《江西省统计年鉴》。表1中,因2009年部分数据未搜集齐全,该年数据舍去,这样处理对灰色关联分析法结果影响不大。后文提及的数据均来源于《中国科技统计年鉴》。

表1 江西省2004—2011科技投入情况

Table 1 Science & technology input in Jiangxi province during 2004—2011

| 年份   | 科技活动人员 / 人 |        |       |        | R&D经费内部支出 / 万元 |         |        |        |
|------|------------|--------|-------|--------|----------------|---------|--------|--------|
|      | 总数         | 企业     | 科研机构  | 高校     | 总额             | 企业      | 科研机构   | 高校     |
| 2004 | 68 355     | 48 511 | 7 105 | 8 827  | 215 982        | 163 686 | 28 760 | 21 096 |
| 2005 | 71 892     | 50 650 | 7 165 | 10 236 | 288 244        | 219 157 | 34 437 | 32 253 |
| 2006 | 71 484     | 47 705 | 7 246 | 12 641 | 378 695        | 301 668 | 38 829 | 35 531 |
| 2007 | 72 650     | 49 993 | 7 251 | 11 569 | 489 274        | 391 593 | 52 445 | 42 566 |
| 2008 | 72 679     | 50 773 | 7 246 | 13 679 | 630 269        | 504 930 | 68 758 | 55 926 |
| 2010 | 102 626    | 54 608 | 7 366 | 30 121 | 871 527        | 681 517 | 93 819 | 74 108 |
| 2011 | 112 165    | 62 756 | 8 037 | 30 861 | 967 529        | 783 482 | 82 488 | 79 950 |

表2 江西省2004—2011GDP

Table 2 GDP in Jiangxi province from 2004 to 2011

| 年份   | GDP/亿元    | 第一产业 / 亿元 | 第二产业 / 亿元 | 第三产业 / 亿元 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2004 | 3 456.70  | 664.50    | 1 566.40  | 1 225.80  |
| 2005 | 4 056.76  | 727.37    | 1 917.47  | 1 411.92  |
| 2006 | 4 820.53  | 786.14    | 2 419.74  | 1 614.65  |
| 2007 | 5 800.25  | 905.77    | 2 975.53  | 1 918.95  |
| 2008 | 6 971.05  | 1 060.38  | 3 554.81  | 2 355.86  |
| 2009 | 7 655.18  | 1 098.66  | 3 919.45  | 2 637.07  |
| 2010 | 9 451.26  | 1 206.98  | 5 122.88  | 3 121.40  |
| 2011 | 11 702.82 | 1 391.07  | 6 390.55  | 3 921.20  |

### 1.2 科技投入情况

#### 1.2.1 科技人员投入

科技活动人员指的是直接从事或参与科技活动以及专门从事科技活动管理和为科技活动提供直接服务的人员,是科技要素中最为活跃的要素,具有较强的流动性,周边省市对江西省人才流动的影响不容忽视。从表1可看出,近年来江西省科技人员投入总体呈缓慢上升趋势,仅2006年出现了小幅下降,2004—2008年的年均增长率为1.57%,远低于9.3%的全国年均增长率,2011年增幅最大,达到9.27%。

2004—2011年间科技人员投入增加了64.09%，说明江西切实加大了科技人员投入力度，但力度不够，与全国的差距越来越大。三大执行部门中，2004—2008年高等院校科技人员投入增长最快，年均增长率达12.3%；科研机构年均增长率最小，仅为0.49%；企业年均增长率为1.24%。2011年企业投入增幅最大，为14.92%，高等院校最小为2.46%，科研机构为9.11%。高校科技人员投入增速明显放缓，而企业在科技投入占主体地位，并对科技人员的投入力度进一步加大。

### 1.2.2 江西省R & D经费投入

表1中数据显示，江西省R & D经费支出逐年增加，2004—2008年间年均增长率达30.71%，高于全国23.78%的年均增长率，但2011年增长率为11.02%，远低于全国增长率的23%。按照国际惯例，R & D经费支出的增长率应当高于同期经济增长率，科技发展的后劲和实力才能长期保持和不断加强，2004—2008年间江西省GDP年均增长率为19.17%，2011年增长率为23.82%。近年江西省R & D经费投入不足，对其重视不够，将影响江西省科技和经济的可持续发展。江西省R & D经费支出占地区生产总值的比重（即R & D经费投入强度，是国际上通用的反映一个国家或地区自主创新能力的指标）总体上呈增长趋势，但未曾突破1%，且远低于同期全国平均水平。2011年出现较大幅度下滑，仅为0.83%，而全国平均水平为1.84%，世界发达国家普遍高于2%。江西省创新能力缺乏，处于支撑技术引进、仿制为主的经济落后阶段。三大执行部门企业、科研机构以及高等院校2004—2008年间R & D经费投入年均增长率分别为32.57%，24.67%以及28.56%，2011年科研机构经费支出出现负增长，下降幅度达12.08%，而企业和高校R & D经费支出增幅也极大减小，分别为14.96%和7.88%。

## 2 科技投入与经济增长的关联分析

### 2.1 研究方法理论

灰色关联理论经过30多年的发展和完善，已经被广泛应用于经济、社会等各个领域。灰色关联分析是灰色系统理论的重要内容之一，其基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断其联系是否紧密，曲线越接近，相应序列之间的关联度就越大，序列之间的相关关系也就越紧密，反之则小。灰色关联度的算法有邓式关联度、T型关联度、B型关联度和广义关联度等，其中广义关联度又分为绝对关联度、相对关联度和综合关联度。本文参考文献中大多采用了邓氏关联度，其计算步骤如下。

1) 确定需要分析的数据序列。

2) 对原始数据无量纲化处理。常见的方法有均值化和初值化法，本文采用初值化法进行处理。

3) 求关联系数。设 $x_0=(x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$ 为参考新数列， $x_i=(x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$ 为被比较新数列，关联系数为

$$\xi_i(k) = \frac{\min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k |x_0(k) - x_i(k)|},$$

式中分辨系数 $\rho \in (0, 1)$ ，通常取 $\rho = 0.5$ 。

4) 计算关联度： $r_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$ 。

5) 关联度排序。按照关联度大小进行排序，确定各项指标对产业经济增长的不同影响。

该灰色邓氏关联度方法存在不足之处，如不满足灰色关联四公理中的规范性和一致性， $\rho$ 值的主观确定可能对结果造成一定影响等。本文采用参考文献[10]中的一种改进灰色相对关联度法，它从两序列摆动的对称程度和摆动幅度来反映其分别相对于始点变化速率的相近关系，从面积和距离两个角度来度量两序列的接近程度，较原方法更为科学合理，其计算步骤详见参考文献[10]。

将上述无量纲化后的新数列 $x_i=(x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$ （ $i=0$ 时表示参考新数列）中各数据均减去第一个数据即始点零化，得到新数列 $x'_i=(x'_i(1), x'_i(2), \dots, x'_i(n))$ ，则改进的灰色相对关联度为

$$r_{0i} = \frac{1}{2} \times \frac{1 + |s'_0| + |s'_i|}{1 + |s'_0| + |s'_i| + |s'_0 - s'_i|} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{1 + d_{0i}},$$

式中： $|s'_i| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x'_i(k) + \frac{1}{2} x'_i(n) \right|$ （此处 $i$ 包括0）；

$$d_{0i} = \sum_{k=1}^n |x'_0(k) - x'_i(k)|$$

### 2.2 实证分析

出于以下两点考虑，笔者对灰色邓氏关联度也进行了计算：一是将两种方法所得结果进行比较，在一定程度上验证该改进方法的有效性；二是暂时难以对改进的灰色相对关联度法所得结果做出关联性强弱的评价，而传统灰色邓氏关联度法一般认为关联度在0.6以上就说明两者关系密切。

采用上述两种灰色关联分析法计算相应的关联度，结果见表3所示，由邓氏关联度结果可知江西省科技投入与其经济增长间的关联性较强。另外，两种方法所得结果存在一定差异，通过对表中各行的关联度大小进行排序后，对32组结果进行统计，发现18组位次相同，8组仅相差1位，4组相差2位，2

组相差3位,且其中多组有差异的相对应的邓氏关联度大小比较接近,说明该改进方法具有一定的有效性。为进一步比较两种方法结果的可靠性,选取了其中一对关联度结果:江西省科技活动人员及企业R&D经费投入分别与总体经济增长的关联度。选择其理由是两种方法求得的这一对关联度排序结果正好相反,具有典型性(注:表中还存在两对这样的数,但在后期不易直观地看出相应曲线几何形状

的相似程度);利用Excel工具做相关数据的折线图,见图1。为消除量纲影响,图中采用了初值化的数据,可直观地看出企业R&D经费支出与江西省经济增长曲线的几何形状更相似,故关联性更强。改进的关联度法结果与此相一致,一定程度上说明改进的关联度法较邓氏关联度法更为合理,下面将采用该方法对江西省科技投入与经济增长的关联性进行分析。

表3 江西省科技投入与经济增长关联度

Table 3 The correlation between science &amp; technology input and economic growth of Jiangxi

| 算法        | 项目   | 科技活动人员/人 |         |         |         | R&D经费内部支出/万元 |         |         |         |
|-----------|------|----------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|
|           |      | 总人员      | 企业      | 科研机构    | 高校      | 总经费          | 企业      | 科研机构    | 高校      |
| 未改进的邓氏关联度 | GDP  | 0.675 0  | 0.652 1 | 0.645 3 | 0.850 3 | 0.688 3      | 0.657 1 | 0.849 2 | 0.756 0 |
|           | 第一产业 | 0.852 8  | 0.805 0 | 0.792 3 | 0.810 7 | 0.627 6      | 0.608 2 | 0.758 5 | 0.657 6 |
|           | 第二产业 | 0.666 0  | 0.649 2 | 0.644 1 | 0.843 2 | 0.821 0      | 0.778 8 | 0.897 7 | 0.879 6 |
|           | 第三产业 | 0.688 4  | 0.662 1 | 0.654 8 | 0.821 6 | 0.645 0      | 0.617 2 | 0.823 4 | 0.700 9 |
| 改进后的相对关联度 | GDP  | 0.401 0  | 0.361 4 | 0.349 5 | 0.683 5 | 0.491 5      | 0.469 5 | 0.660 1 | 0.553 1 |
|           | 第一产业 | 0.554 5  | 0.458 8 | 0.432 0 | 0.501 4 | 0.389 0      | 0.378 7 | 0.475 3 | 0.414 5 |
|           | 第二产业 | 0.366 4  | 0.337 3 | 0.328 4 | 0.599 3 | 0.582 7      | 0.543 1 | 0.662 2 | 0.670 5 |
|           | 第三产业 | 0.419 4  | 0.373 9 | 0.360 2 | 0.648 9 | 0.465 8      | 0.447 3 | 0.622 8 | 0.515 4 |

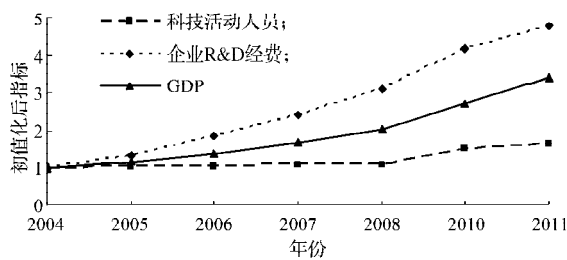


图1 初值化后的部分指标

Fig.1 Some initialized indices

从表3中可看出,R&D经费支出对江西省经济增长的影响大于科技人员投入。近年来,江西省科技人员投入增长缓慢对此有一定影响,政府有关部门和企业应充分利用科技人员流动性的特点,制订相关政策以及采取有效措施留住人才、用好人才、吸引人才,做好科技人员投入工作,促进江西省经济持续增长。从三大执行部门来看,不同执行部门的科技投入对江西省经济的影响也不同。科技人员投入方面,高等院校对江西省经济发展影响程度最大;R&D经费投入方面,企业以及科研机构的R&D经费投入与经济增长的相关性要强于其科技人员投入,但高校科技人员投入与经济增长的关系比其R&D经费投入更密切。

根据江西省科技投入各指标与产业经济增长的关联度计算结果可知,江西省科技人员投入与第一产业经济增长的关联性比R&D经费投入强,但与第二、三产业经济增长的相关关系较R&D经费投入弱,江西省是个农业大省,农业的发展需要相应

科技知识的推广和普及,也需要更多科技人员从事农业科技研究工作,江西省对农业科技人员投入力度大;三大执行部门科技投入与第一产业关联性最强的是高校科技人员投入,对第二产业影响程度最大的是高校R&D经费投入,与第三产业关系最为密切的是高校科技人员投入。江西省高等教育事业发展较落后,高校科技投入资源也远低于企业科技投入,但其有限的科技投入资源对于江西省经济增长的影响却不容忽视。今后江西省应加大对高校的科技投入力度,促进江西省教育事业的发展,同时对江西省经济增长也将做出不小的贡献。江西省企业科技投入资源多,但其增长慢,与江西省产业经济增长的关联性较弱。

### 3 结论与建议

从上述关联度计算结果来看,江西省科技投入与其经济增长呈现较强的相关关系,且R&D经费投入对江西省经济增长的影响要比科技人员投入大。另外,三大执行部门中高校科技投入对江西省三大产业经济增长的作用强于企业和科研机构。江西省要实现经济跨越式发展,就必须继续加大科技资源投入力度,采取有效措施,进一步提高科技投入对江西省经济增长的贡献。

第一,加大科技人员投入,扩大科研队伍,同时提高科技人员中科学家与工程师的比例。近几年,江西省科技人员投入增幅不大,对经济增长的作用不是

很明显,江西省今后应创造良好的科研环境,充分利用现有科技人员队伍,并吸引更多的优秀人才从事科研工作,近年来海外留学回国人数大幅上升,应牢牢抓住这一机遇,吸纳留学人才加入科研队伍,为江西省的经济建设服务,充分发挥科技人员对于江西经济发展的能动作用,促使江西经济又好又快发展。高校科技投入对江西经济增长影响较大,应继续加大对江西省高校的科技投入,加强和促进高校与企业与科研机构合作,充分利用高校人力资源优势,进一步发挥高校在经济发展和科技进步中的作用。

第二,加大 R & D 经费的投入力度,促使 R & D 经费投入强度接近全国平均水平,缩小与国内发达地区之间的差距。2011年,江西省 R & D 经费投入强度居全国第 21 位,中部六省中第 6 位,江西提高 R & D 经费的投入任重而道远。同时,需要保持合理的 R & D 经费投入结构。R & D 经费支出主要用于基础研究、应用研究及试验发展研究,基础研究经费支出所占比重是衡量一个国家或地区持续保持较高创新能力的重要指标,我国离一些发达国家还有很大差距。2011年江西省为 2.76%,远低于全国平均水平 4.7%,且呈现下降趋势,应着重优化经费支出的分配比例,增强江西省自主创新能力。

第三,合理配置科技投入资源,提高科技投入使用效率。本文研究结果表明,江西省科技人员投入、R & D 经费投入对不同产业经济增长发挥的作用不同,因此,江西在进行科技投入时,应结合不同投入要素对不同产业经济增长的影响程度的差异性,有针对性地安排科技投入资源。如在科技人员投入安排上,应优先考虑第一和第三产业,且重点是企业和高校科技人员投入,而在 R & D 经费投入安排上则应优先安排第二、第三产业,且重点是科研机构 and 高校。为确保科技投入资源的合理配置,政府应积极推进相应的财政政策、税收政策,来引导科技投入的科学流向,提高江西省科技投入的效率。

#### 参考文献:

- [1] 周绍森,胡德龙. 科技进步对经济增长贡献率研究[J]. 中国软科学, 2010(2): 34-39.  
Zhou Shaosen, Hu Delong. Research on Contribution Rate of Science and Technology Progress to Economy Growth [J]. China Soft Science, 2010(2): 34-39.
- [2] 荣梅. 基于灰色关联分析的山东省科技投入与服务行业经济增长关系研究[J]. 科技进步与对策, 2011, 28(7): 57-60.  
Rong Mei. Research on the Relationship Between Science & Technology Input and Service Industry Growth of Shandong Province Based on Gray Correlation Analysis[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2011, 28(7): 57-60.
- [3] 张明喜. 区域科技投入与经济增长关系的实证分析[J]. 经济理论与经济管理, 2009(12): 66-71.  
Zhang Mingxi. Empirical Analysis of Relationship Between Regional Science and Technology Input and Economic Growth[J]. Economic Theory and Business Management, 2009(12): 66-71.
- [4] 杨志江, 罗掌华. 我国科技经费投入与经济增长的协整分析[J]. 科学管理研究, 2010, 28(4): 98-101.  
Yang Zhijiang, Luo Zhanghua. An Analysis on the Input for Science & Technology and Economic Growth Based on the Co-Integration[J]. Scientific Management Research, 2010, 28(4): 98-101.
- [5] 王立成, 牛勇平. 科技投入与经济增长: 基于我国沿海三大经济区域的实证分析[J]. 中国软科学, 2010(8): 169-177.  
Wang Licheng, Niu Yongping. Science & Technology Input and Economic Growth: An Empirical Analysis Based on the Three Major Coastal Economic Regions of China[J]. China Soft Science, 2010(8): 169-177.
- [6] 屠文娟. 基于灰色关联分析的江苏省科技投入与经济增长实证研究[J]. 企业经济, 2008(1): 133-135.  
Tu Wenjuan. Empirical Research on the Relationship Between Science & Technology Input and Economic Growth of Shandong Province Based on Gray Correlation Analysis [J]. Enterprise Economy, 2008(1): 133-135.
- [7] 王剑. 科技投入与上海经济增长的灰色关联分析[J]. 科技管理研究, 2008(3): 91-94.  
Wang Jian. The Grey Correlation Analysis of the Relationship Between the Science and Technology Input and the Economic Growth of Shanghai[J]. Science and Technology Management Research, 2008(3): 91-94.
- [8] 马丽, 张前进. 宁夏科技投入与经济增长: 基于灰色关联分析的实证研究[J]. 商业研究, 2009(9): 100-102.  
Ma Li, Zhang Qianjin. Relationship Between S & T Investment and Economic Growth of Ningxia-Empirical Analysis Based on Grey Incidence Analysis[J]. Commercial Research, 2009(9): 100-102.
- [9] 王丽娟, 刘世达. 基于灰色关联分析的甘肃科技投入与经济增长关系研究[J]. 科技管理研究, 2011(12): 48-51.  
Wang Lijuan, Liu Shida. Study on Relationship Between Science & Technology Investment and Economic Growth of Gansu Based on Gray Relevance Analysis[J]. Science and Technology Management Research, 2011(12): 48-51.
- [10] 唐建桥, 王慈光. 基于一种改进灰色关联分析模型的区域货运结构优化[J]. 公路交通科技, 2012, 29(12): 153-158.  
Tang Jianqiao, Wang Ciguang. Optimization of Regional Freight Structure Based on an Improved Analytical Model of Grey Correlation[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2012, 29(12): 153-158.

(责任编辑: 申剑)