

# 长江经济带沿江地区绿色发展水平评价及其影响因素分析——基于沿江 11 省（市）2010-2014 年的相关统计数据<sup>\*1</sup>

李华旭 孔凡斌 陈胜东

（江西省社会科学院，江西南昌 330077）

**【摘要】：**为了对长江经济带沿江地区绿色发展水平进行科学评价，寻找制约长江经济带绿色发展的关键影响因素，本文设计了由 3 个一级指标 34 个基础性指标组成的绿色发展水平评价指标体系，基于沿江 11 省（市）2010-2014 年的相关统计数据，运用主成分分析法，对长江经济带沿江地区绿色发展指数进行定量评价与排序，运用回归模型方法，对影响沿江地区绿色发展水平的关键影响因素进行定量甄别。研究表明，长江经济带沿江地区绿色发展水平随着时间推移而呈现出稳步提高的总体趋势以及上中下游地区之间明显梯次分布的空间分异特征，经济因素对绿色发展水平产生不显著的正向影响，第二产业在产业结构中所占比重对绿色发展水平产生不显著的负向影响，技术创新能力、城镇化率、政府规制因素对绿色发展水平产生显著的正向影响。基于以上分析，提出了相关对策建议。

**【关键词】：**长江经济带；绿色发展；指数；影响因素

**【中图分类号】：**F124 **【文献标识码】：**A **【文章编号】：**1003-8477（2017）08-0068-09

## 一、研究意义与研究进展

建设长江经济带生态文明先行示范带，推动长江经济带绿色发展，是党中央、国务院主动适应把握引领经济发展新常态的新理念新思想新战略。长江经济带建设已经进入了绿色发展新阶段。<sup>[1] (p14-20)</sup> 为了对长江经济带沿江地区绿色发展现状、水平及发展进程进行科学研判，寻找制约绿色发展的关键因素，必须建立一套科学、完整、适用和操作性强的理论体系与评价方法，对绿色发展程度进行有效评估、监测及适时预警，以引导沿江地区领导干部形成正确的施政导向，是建立健全有利于推动绿色发展评价机制和政策优化机制，深入推进绿色长江经济带建设的必然要求。

绿色发展的概念最早起源于 20 世纪 60 年代，1989 年英国环境经济学家皮尔斯提出“绿色经济”，迄今为止绿色发展、绿色经济没有形成统一的概念界定，但是总的来说，关于绿色发展内涵的研究主要是以两条逻辑为主，一条是以在经济发展过程中注重资源环境保护为逻辑归宿（如 UNESCAP, 2010; UNEP, 2012），<sup>[2] [3]</sup> 另一条是以绿色发展作为经济增长的动力和新经济增

---

<sup>1</sup> **作者简介：**李华旭（1988—），女，江西省社会科学院城市经济研究所助理研究员；孔凡斌（1967—），男，博士，教授，博士生导师，江西省社会科学院副院长；陈胜东（1975—），男，博士，江西省社会科学院产业经济研究所助理研究员。

**基金项目：**国家社会科学基金重大项目“长江经济带建设战略下沿江地区经济发展路径研究”（2015YD16）；国家社会科学基金面上项目“绿色长江经济带生态环保一体化与政策协调机制研究”（16BJL073）；江西省社会科学院院级课题“长江中游城市群产业生态化升级和区域分工协作机制研究”（17QN13）。

---

长为逻辑归宿（如 Korea, 2010）。<sup>[4]</sup>

此前，学界对绿色经济发展水平评价理论和方法进行了初步探索。国内外关于绿色发展水平评价体系的建立，从大尺度上看，主要包括绿色国民经济核算、绿色发展多指标测度体系和绿色发展综合指数三大类。<sup>[5] (p142-152)</sup>在绿色国民经济核算中，联合国统计局 1993 年建立了绿色国民经济核算的基础理论框架—环境经济账户（SEEA），<sup>[6] (p33-49)</sup>德国以环境的压力—状态—反应为结构构建了环境经济核算体系（GEEA）；<sup>[7]</sup>在经济发展多指标测度体系中较为代表性的有经济合作与发展组织（OECD）建立了绿色增长检测指标体系、<sup>[8]</sup>联合国亚太经济与社会理事会（UNESCAP）建立的生态效率指标体系、<sup>[9]</sup>美国加州建立绿色创新测度体系；<sup>[10]</sup>在绿色发展综合指数中较有影响力的有耶鲁大学等提出的环境绩效指数（EPI）、<sup>[11]</sup>中科院可持续发展战略研究组提出的资源环境绩效指数（2006）、<sup>[12]</sup>北师大提出了中国绿色发展指数、北京工商大学提出绿色经济指数等。<sup>[13]</sup>从小尺度上看，主要从绿色工业、绿色转型、绿色城市等方面建立指标评价体系，以省份、城市群、城市、社区等为区域单元进行了系列实证研究。<sup>[14] (p84-89)</sup>关于绿色发展的评价方法，主要包括脱钩理论、主成分分析方法、熵权—TOPSIS 模型、多层次评价方法、锡尔指数分析、DEA 分析等。关于生态文明建设、可持续发展、低碳经济、生态经济、循环经济和清洁生产等评价指标体系的建立与完善，都在一定程度上直接或间接地体现了绿色发展的阶段特征与发展状态。<sup>[15] (p547-556)</sup>现有的理论研究和评价方法为进一步深化区域绿色发展水平与影响因素研究奠定了坚实的基础。但是，目前关于长江经济带绿色发展水平的评价研究仍属起步阶段，对衡量沿江地区绿色发展程度的探索尚待开启，基于定量分析的相关政策优化研究亟待深化。基于此，借鉴已有的绿色发展评价理论体系，结合长江经济带绿色发展的实际需求，运用定量分析模型和相关统计数据，对长江经济带沿江地区绿色发展水平和影响因素进行分析，具有重要的理论和现实指导价值。

## 二、长江经济带沿江地区绿色发展水平评价指标体系和评价方法

### （一）长江经济带沿江地区绿色发展水平评价指标体系的构建。

以科学性、系统性、综合性、层次性以及动态性原则，借鉴中国绿色指数年度报告的研究方法，<sup>[13]</sup>建立包含 3 个一级指标、8 个二级指标和 34 个三级指标（基础指标）的长江经济带沿江地区绿色发展水平评价指标体系（见表 1）。

表 1 长江经济带沿江地区绿色发展水平评价指标体系

| 一级指标     | 二级指标   | 三级指标                  | 类型 |
|----------|--------|-----------------------|----|
| 经济增长绿色化度 | 绿色增长效率 | 人均地区生产总值 (X1)         | 正向 |
|          |        | 单位地区生产总值能耗 (X2)       | 逆向 |
|          |        | 单位地区生产总值二氧化硫排放量 (X3)  | 逆向 |
|          |        | 单位地区生产总值化学需氧量排放量 (X4) | 逆向 |
|          |        | 单位地区生产总值氮氧化物排放量 (X5)  | 逆向 |
|          |        | 单位地区生产总值氨氮排放量 (X6)    | 逆向 |
|          | 第一产业   | 第一产业劳动生产率 (X7)        | 正向 |
|          |        | 土地产出率 (X8)            | 正向 |
|          |        | 有效灌溉面积占耕地面积比重 (X9)    | 正向 |
|          | 第二产业   | 第二产业劳动生产率 (X10)       | 正向 |
|          |        | 单位工业增加值能耗 (X11)       | 逆向 |
|          |        | 工业固体废物综合利用率 (X12)     | 正向 |
|          | 第三产业   | 第三产业劳动生产率 (X13)       | 正向 |
|          |        | 第三产业增加值比重 (X14)       | 正向 |
|          |        | 第三产业就业人员比重 (X15)      | 正向 |
| 资源环境承载潜力 | 资源丰裕度  | 人均水资源量 (X16)          | 正向 |
|          |        | 人均森林面积 (X17)          | 正向 |
|          |        | 森林覆盖率 (X18)           | 正向 |
|          |        | 自然保护区面积占辖区面积比重 (X19)  | 正向 |
|          |        | 湿地面积占辖区面积比重 (X20)     | 正向 |
|          | 环境压力   | 单位土地面积二氧化硫排放量 (X21)   | 逆向 |
|          |        | 单位土地面积化学需氧量排放量 (X22)  | 逆向 |
|          |        | 单位土地面积氮氧化物排放量 (X23)   | 逆向 |
|          |        | 单位土地面积氨氮排放量 (X24)     | 逆向 |
|          |        | 单位耕地面积化肥施用量 (X25)     | 逆向 |

|           |        |                             |    |
|-----------|--------|-----------------------------|----|
| 政府绿色政策支持度 | 绿色政策支持 | 环境污染治理投资占地区生产总值比重 (X26)     | 正向 |
|           |        | 教育支出与地方一般公共预算支出比重 (X27)     | 正向 |
|           |        | 科学技术支出与地方一般公共预算支出比重 (X28)   | 正向 |
|           |        | 文化与传媒支出与地方一般公共预算支出比重 (X29)  | 正向 |
|           |        | R&D 经费内部支出所与固定资产投资额比重 (X30) | 正向 |
|           | 基础设施建设 | 人均公园绿地面积 (X31)              | 正向 |
|           |        | 建成区绿化覆盖率 (X32)              | 正向 |
|           |        | 建成区绿地率 (X33)                | 正向 |
|           |        | 农村累计已改水受益人口占农村总人口比重 (X34)   | 正向 |

注:基础指标根据其对长江经济带沿江地区绿色发展水平的作用分为正向和逆向指标,他们与绿色发展水平分别为正相关和负相关。

## (二) 长江经济带沿江地区绿色发展评价指标内涵说明及其数据来源<sup>①</sup>。

1. 经济增长绿化度。经济增长绿化度是对区域经济发展的绿色程度的综合评价指标。本文将经济增长绿化度作为一项一级指标,又分别选取了绿色增长效率、第一产业、第二产业和第三产业四个二级指标,以及 15 个基础指标进行测算分析。

绿色增长效率里面所包含的人均地区生产总值(数据来源于《中国统计年鉴》),是衡量一个区域经济发展水平的重要指标。单位地区生产总值能耗(数据来源于《中国统计年鉴》)反映的是地区生产能源消耗的强度,单位地区生产总值能耗越低,生产效率越高。社会生产,尤其是工业生产,往往伴随着污染物的产生以及排放,单位地区生产总值二氧化硫排放量、单位地区生产总值化学需氧量排放量、单位地区生产总值氮氧化物排放量、单位地区生产总值氨氮排放量(数据均来源于《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》)四个指标是环境污染强度指标,数值越大,说明生产对环境的破坏越严重。

第一产业劳动生产率(数据来源于《中国统计年鉴》)反应的是区域内第一产业的劳动生产率,土地产出率(数据来源于《中国统计年鉴》)是单位土地第一产业的产出情况,这两项指标一定程度上反映了地区第一产业的发展水平与效率问题。有效灌溉面积占耕地面积比重(数据来源于《中国统计年鉴》)反应的是地区耕地利用情况,有效灌溉面积占耕地面积比重指数越高,利用率越高。

第二产业劳动生产率(数据来源于《中国统计年鉴》)反映第二产业的劳动生产率。单位工业增加值能耗(数据来源于《中国统计年鉴》)是一项逆指标,数值越低,工业生产效率越高,工业发展水平也越高。工业固体废物综合利用率(数据来源于《中国环境统计年鉴》)为工业固体废物综合利用量与工业固体废物产生量和综合利用往年贮存量之和的比值,反映了工业固体废物的处理与资源回收再利用的水平,同时也是规制因素的一项重要指标。

第三产业劳动生产率、第三产业增加值比重、第三产业就业人员比重(数据均来源于《中国统计年鉴》)反应了一个地区第三产业的发展水平。第三产业的发展水平,与长江经济带沿江地区绿色发展水平密切相关联。

2. 资源环境承载潜力。长江经济带绿色发展必须要充分考虑资源环境承载潜力。资源环境承载潜力是衡量区域资源丰裕程度和环境压力对未来经济发展的承载能力。

长江经济带沿江地区的绿色发展，必然需要良好的生态资源基础。人均水资源量、人均森林面积、森林覆盖率、自然保护区面积占辖区面积比重以及湿地面积占辖区面积比重五个三级指标（数据均来源于《中国统计年鉴》），直观反映的是长江经济带沿江地区区域水资源、森林资源以及自然保护区等绿色资源的丰裕度。

单位土地面积二氧化硫排放量、单位土地面积化学需氧量排放量、单位土地面积氮氧化物排放量、单位土地面积氨氮排放量（数据来源于《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》），是整个地区生活以及生产所排放主要污染物的强度，二氧化硫、化学需氧量、氮氧化物、氨氮等作为水和大气的主要污染物，其排放强度越大，生态环境被破坏也越严重。单位耕地面积化肥施用量（数据来源于《中国统计年鉴》）是农业生产的过程中化肥的施用量情况，化肥使用不合理，同样也会对土壤以及水资源造成严重的污染。

1. 政府绿色政策支持度。政府支持度是对区域经济发展过程中政府所采取的绿色行动的综合评价指标。本文从绿色政策支持和基础设施建设两个角度进行分析。

环境污染治理投资占地区生产总值比重（数据来源于《中国环境统计年鉴》）是地区对环境污染治理的重视程度。教育支出与地方一般公共预算支出比重、科学技术支出与地方一般公共预算支出比重和文化与传媒支出与地方一般公共预算支出比重（数据来源于《中国统计年鉴》）是政府通过教育、科技、文化、传媒对绿色发展的投入。

人均公园绿地面积、建成区绿化覆盖率和建成区绿地率（数据来源于《中国环境统计年鉴》）反映了一个地区城市绿色发展的基础设施建设水平以及地区城市生态环境状况，农村累计已改水受益人口占农村总人口比重（数据来源于《中国环境统计年鉴》）则是地区政府在农村改水方面投入所产生的效用。

### （三）长江经济带沿江地区绿色发展水平定量评价方法与模型选择。

本文采用主成分分析法对长江经济带沿江地区经济绿色发展水平进行测算，在建立的评价指标体系的基础上，采用相应计算公式进行转换，将长江经济带沿江地区绿色发展水平转化为相对指数。本文先分别就单个三级指标设定指数得分区间，形成对应三级指标指数，接着将三级指标按照一定权重合成二级指标的指数，然后将二级指标按照一定权重合成一级指标的指数，最后将三个一级指标指数再按照一定权重合成长江经济带沿江各地区绿色发展水平指数。这一绿色发展水平指数不仅能反映同时期不同地区绿色发展的相对水平，也能反映长江经济带沿江各个地区绿色发展水平在时序变化中的动态趋势。本文提出的绿色发展水平指数既能够应用于同时期不同地区的截面比较，也可应用于同一地区的时序比较，还可应用于跨期多地区的比较。

长江经济带沿江地区绿色发展水平评价指标体系由 3 个一级指标、8 个二级指标和 34 个基础指标组成，各地区每个基础指标的指数反映的是各地区在绿色发展水平某一层面的相对水平。本文首先设定指标得分区间为[0, 1]，各指标得分最大值为 1，最小值为 0，然后通过计算公式将原始指标值转化为相对指数。如果基础指标为绿色发展水平正指标时，其指标得分为

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} ; \text{反之, 如果基础指标为绿色发展水平逆指标时, 其指标得分}$$
$$X' = \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}} . \text{其中 } X \text{ 为地区某一指标的原始值, } X_{\max} \text{ 和 } X_{\min} \text{ 为是各地区该指标相对应的原始数值中的最大值和最小值。}$$

绿色发展水平是一个抽象概念，绿色发展程度很难从经济理论或定性方面加以判断。为了避免随机因素或主观因素的干扰，本文运用主成分分析方法确定各个指标的权重，即各个指标的权重不是依据人的主观判断，而是根据数据的自身特点所确定的，在数据的处理上保持了客观性。本文运用 SPSS19.0 分析工具，对长江经济带沿江地区江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、四川、贵州、云南 9 个省以及上海、重庆 2 个直辖市的绿色发展水平进行主成分分析。考虑到数据统计和发布的滞后性以及数据的可获得性，本文采用的数据限定在 2010 年至 2014 年这五年的时间跨度。

### 三、长江经济带沿江地区绿色发展水平评价结果与分析

(一) 主成分分析步骤及数据处理结果。

#### 1. 确定主成分个数。

主成分分析提取对应特征值大于 1 且其累积贡献率大于 85% 的前  $m$  个主成分，通过主成分分析，得到成份矩阵（见表 2）和解释的总方差（见表 3）。从表 2 可知，各个指标在主成分上的载荷不同，部分指标在第一主成分上有较高载荷，说明第一主成分基本反映了它们的信息。同理，部分指标在第二主成分上有较高载荷，说明第二主成分基本反映了这些指标的信息，以下类推。表 3 显示，7 个主成分累积方差贡献率达到 90.688%，因此，本文用 7 个新变量替代原来的 34 个变量。

表 2 基于主成分分析的成份矩阵

| 二级指标                  | 成 份  |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 人均地区生产总值 (X1)         | .879 | .029  | .038  | .155  | .084  | .068  | .198  |
| 单位地区生产总值能耗 (X2)       | .620 | .743  | -.088 | .106  | .065  | -.028 | .004  |
| 单位地区生产总值二氧化硫排放量 (X3)  | .593 | .646  | -.144 | .164  | -.030 | -.313 | .010  |
| 单位地区生产总值化学需氧量排放量 (X4) | .532 | -.210 | .401  | -.438 | .530  | -.092 | .057  |
| 单位地区生产总值氮氧化物排放量 (X5)  | .615 | .480  | -.223 | .267  | -.035 | -.298 | .375  |
| 单位地区生产总值氨氮排放量 (X6)    | .401 | -.227 | .416  | -.472 | .582  | -.145 | .013  |
| 第一产业劳动生产率 (X7)        | .782 | .370  | .271  | .224  | .070  | .016  | .212  |
| 土地产出率 (X8)            | .891 | -.341 | -.215 | .043  | .068  | .123  | -.125 |
| 有效灌溉面积占耕地面积比重 (X9)    | .834 | .236  | .212  | .193  | -.028 | -.052 | -.300 |
| 第二产业劳动生产率 (X10)       | .654 | -.253 | -.324 | -.074 | -.233 | .110  | .482  |
| 单位工业增加值能耗 (X11)       | .527 | .816  | -.071 | .022  | .031  | -.148 | -.058 |
| 工业固体废物综合利用率 (X12)     | .780 | .174  | .395  | -.264 | -.169 | .029  | .090  |
| 第三产业劳动生产率 (X13)       | .881 | -.202 | .111  | .145  | .072  | .202  | .271  |
| 第三产业增加值比重 (X14)       | .717 | -.545 | .060  | .125  | .119  | .230  | .255  |

|                            |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第三产业就业人员比重 (X15)           | .903  | .118  | -.322 | -.073 | .021  | -.019 | -.139 |
| 人均水资源量 (X16)               | -.737 | .083  | -.317 | .377  | .327  | .030  | -.053 |
| 人均森林面积 (X17)               | -.710 | -.077 | -.326 | .293  | .373  | .052  | .028  |
| 森林覆盖率 (X18)                | -.582 | .343  | -.033 | .361  | .413  | .119  | .047  |
| 自然保护区面积占辖区面积比重 (X19)       | .288  | -.285 | -.693 | -.003 | .238  | -.255 | .012  |
| 湿地面积占辖区面积比重 (X20)          | .923  | -.251 | -.140 | .047  | .054  | .085  | -.149 |
| 单位土地面积二氧化硫排放量 (X21)        | -.827 | .364  | .139  | .105  | -.077 | -.109 | .121  |
| 单位土地面积化学需氧量排放量 (X22)       | -.849 | .185  | .204  | -.162 | .124  | -.198 | .072  |
| 单位土地面积氮氧化物排放量 (X23)        | -.880 | .329  | .156  | .031  | -.057 | -.097 | .185  |
| 单位土地面积氨氮排放量 (X24)          | -.825 | .256  | .244  | -.150 | .065  | -.195 | .088  |
| 单位耕地面积化肥施用量 (X25)          | -.654 | -.402 | -.168 | .061  | .346  | .340  | .132  |
| 环境污染治理投资占地区生产总值比重(X26)     | -.245 | .459  | -.105 | -.397 | -.184 | .573  | -.191 |
| 教育支出与地方一般公共预算支出比重 (X27)    | -.180 | .317  | .511  | .581  | -.030 | .380  | -.002 |
| 科学技术支出与地方一般公共预算支出比重 (X28)  | .921  | -.053 | .269  | .101  | .047  | .092  | -.076 |
| 文化与传媒支出与地方一般公共预算支出比重 (X29) | .338  | .146  | .557  | .438  | .117  | -.065 | -.121 |

|                             |       |       |       |       |      |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| R&D 经费内部支出所与固定资产投资额比重 (X30) | .937  | -.270 | -.108 | .089  | .065 | .037  | -.091 |
| 人均公园绿地面积 (X31)              | -.194 | .715  | -.028 | -.389 | .024 | .281  | .372  |
| 建成区绿化覆盖率 (X32)              | .195  | .851  | -.217 | -.118 | .197 | .213  | -.124 |
| 建成区绿地率 (X33)                | .157  | .854  | -.220 | -.127 | .227 | .235  | -.068 |
| 农村累计已改水受益人口占农村总人口比重 (X34)   | .593  | .665  | -.132 | -.214 | .090 | -.098 | -.036 |

表 3 基于主成分分析的总方差解释

| 主成分 | 特征值    | 方差 (%) | 累积方差 (%) |
|-----|--------|--------|----------|
| 1   | 15.846 | 46.607 | 46.607   |
| 2   | 6.307  | 18.551 | 65.158   |
| 3   | 2.625  | 7.721  | 72.879   |
| 4   | 2.112  | 6.213  | 79.092   |
| 5   | 1.526  | 4.488  | 83.580   |
| 6   | 1.348  | 3.966  | 87.546   |
| 7   | 1.068  | 3.142  | 90.688   |

2. 计算主成分得分。

$$a_{ih} = \frac{r_{ih}}{\sqrt{F_h}}$$

各个指标的主成分系数  $a_{ih}$ ，其中  $r_{ih}$  为第  $i$  个指标在第  $h$  个主成分上的载荷， $\sqrt{F_h}$  为第  $h$  个主成分的特征值 ( $i=0, 1, 2, \dots, 34, h=0, 1, \dots, 7$ )。将各指标指数值乘以各自对应的系数，即为各个主成分得分，计算公式为

$$Y_h=\sum_{i=1}^{34}a_{ih}\cdot X_i。$$

3. 计算指标综合权重。

$$\theta_i=\frac{\sum_{h=1}^7a_{ih}\cdot\alpha_h}{\sum_{h=1}^7\alpha_h}$$

指标综合权重，其中α<sub>h</sub>为第h个主成分对应的特征值的方差贡献率，计算结果见表4。

表 4 基于主成分分析的指标综合权重

| 二级指标                      | 综合权重   | 标准化后的<br>指标权重 | 二级指标                       | 综合权重    | 标准化后的<br>指标权重 |
|---------------------------|--------|---------------|----------------------------|---------|---------------|
| 人均地区生产总值 (x1)             | 0.1378 | 0.0745        | 森林覆盖率 (x18)                | -0.0093 | -0.0050       |
| 单位地区生产总值能耗 (x2)           | 0.1426 | 0.0771        | 自然保护区面积占辖区面积比重<br>(x19)    | -0.0222 | -0.0120       |
| 单位地区生产总值二氧化硫排放量<br>(x3)   | 0.1167 | 0.0631        | 湿地面积占辖区面积比重 (x20)          | 0.0939  | 0.0508        |
| 单位地区生产总值化学需氧量排放<br>量 (x4) | 0.0717 | 0.0388        | 单位土地面积二氧化硫排放量 (x21)        | -0.0679 | -0.0367       |
| 单位地区生产总值氮氧化物排放量<br>(x5)   | 0.1193 | 0.0645        | 单位土地面积化学需氧量排放量<br>(x22)    | -0.0915 | -0.0495       |
| 单位地区生产总值氨氮排放量 (x6)        | 0.0513 | 0.0277        | 单位土地面积氮氧化物排放量 (x23)        | -0.0770 | -0.0416       |
| 第一产业劳动生产率 (x7)            | 0.1664 | 0.0900        | 单位土地面积氨氮排放量 (x24)          | -0.0817 | -0.0442       |
| 土地产出率 (x8)                | 0.0812 | 0.0439        | 单位耕地面积化肥施用量 (x25)          | -0.0920 | -0.0498       |
| 有效灌溉面积占耕地面积比重 (x9)        | 0.1340 | 0.0724        | 环境污染治理投资占地区生产总值<br>比重(x26) | -0.0108 | -0.0058       |

|                   |         |         |                             |        |        |
|-------------------|---------|---------|-----------------------------|--------|--------|
| 第二产业劳动生产率 (X10)   | 0.0543  | 0.0294  | 教育支出与地方一般公共预算支出比重 (X27)     | 0.0698 | 0.0377 |
| 单位工业增加值能耗 (X11)   | 0.1256  | 0.0679  | 科学技术支出与地方一般公共预算支出比重 (X28)   | 0.1363 | 0.0737 |
| 工业固体废物综合利用率 (X12) | 0.1205  | 0.0651  | 文化与传媒支出与地方一般公共预算支出比重 (X29)  | 0.1037 | 0.0560 |
| 第三产业劳动生产率 (X13)   | 0.1296  | 0.0701  | R&D 经费内部支出所与固定资产投资额比重 (X30) | 0.0984 | 0.0532 |
| 第三产业增加值比重 (X14)   | 0.0792  | 0.0428  | 人均公园绿地面积 (X31)              | 0.0374 | 0.0202 |
| 第三产业就业人员比重 (X15)  | 0.1012  | 0.0547  | 建成区绿化覆盖率 (X32)              | 0.0892 | 0.0482 |
| 人均水资源量 (X16)      | -0.0747 | -0.0404 | 建成区绿地率 (X33)                | 0.0879 | 0.0475 |
| 人均森林面积 (X17)      | -0.0834 | -0.0451 | 农村累计已改水受益人口占农村总人口比重 (X34)   | 0.1125 | 0.0608 |

注:标准化后的指标综合权重数据,即各个指标的综合权重之和为 1。

4. 计算绿色发展水平综合分值。

$$F = \sum_{i=1}^{34} \theta_i \cdot X_i$$

根据以上结果,可得到长江经济带沿江地区绿色发展水平综合分值,最后对综合分值进行

$$F' = \frac{F - F_{\min}}{F_{\max} - F_{\min}}$$

转换,比较直观地反映长江经济带沿江各地区绿色发展相对水平。

(二) 长江经济带沿江地区绿色发展水平测算结果及排序。

按照长江经济带沿江地区绿色发展水平的定量测算方法,可以测得长江经济带沿江地区 9 个省份和 2 个直辖市 2010-2014 年的绿色发展水平指数(见表 5)。

表 5 2010–2014 年长江经济带沿江地区绿色发展水平指数

| 地区 | 2010 年  | 2011 年  | 2012 年  | 2013 年  | 2014 年  |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 上海 | 0.88444 | 0.97363 | 0.98298 | 0.99727 | 1.00000 |
| 江苏 | 0.65682 | 0.70381 | 0.74835 | 0.73530 | 0.81734 |
| 浙江 | 0.59752 | 0.61434 | 0.66226 | 0.68048 | 0.70281 |
| 安徽 | 0.39708 | 0.39233 | 0.42733 | 0.45509 | 0.48304 |
| 江西 | 0.35072 | 0.34941 | 0.39719 | 0.40178 | 0.43283 |
| 湖北 | 0.37630 | 0.37894 | 0.43480 | 0.44886 | 0.48559 |
| 湖南 | 0.35509 | 0.32137 | 0.37702 | 0.38706 | 0.43922 |
| 重庆 | 0.34342 | 0.35018 | 0.40635 | 0.42801 | 0.45491 |
| 四川 | 0.23122 | 0.24656 | 0.30876 | 0.32654 | 0.33408 |
| 贵州 | 0.00000 | 0.00607 | 0.11064 | 0.15677 | 0.21138 |
| 云南 | 0.13213 | 0.12586 | 0.19895 | 0.22006 | 0.21844 |

将长江经济带各年各地区的绿色发展水平指数从高到低排序（见表 6）。

表 6 2010–2014 年长江经济带沿江地区绿色发展水平排序

| 排序 | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | 上海     | 上海     | 上海     | 上海     | 上海     |
| 2  | 江苏     | 江苏     | 江苏     | 江苏     | 江苏     |
| 3  | 浙江     | 浙江     | 浙江     | 浙江     | 浙江     |
| 4  | 江西     | 重庆     | 重庆     | 重庆     | 重庆     |
| 5  | 重庆     | 江西     | 江西     | 安徽     | 安徽     |
| 6  | 安徽     | 安徽     | 安徽     | 江西     | 江西     |
| 7  | 湖北     | 湖北     | 湖北     | 湖北     | 湖北     |
| 8  | 湖南     | 湖南     | 湖南     | 湖南     | 湖南     |
| 9  | 四川     | 四川     | 四川     | 四川     | 四川     |
| 10 | 云南     | 云南     | 云南     | 云南     | 云南     |
| 11 | 贵州     | 贵州     | 贵州     | 贵州     | 贵州     |

分别结算 2010–2014 年长江经济带上游地区（重庆、四川、贵州、云南）、中游地区（安徽、江西、湖北、湖南）和上游地区（上海、江苏、浙江）绿色发展指数平均值，以此比较长江经济带上游、中游、下游绿色发展水平（见表 7）。

表 7 长江经济带三大流域区段绿色发展指数比较

| 地区   | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 下游地区 | 0.71293 | 0.76393 | 0.79786 | 0.80435 | 0.84005 |
| 中游地区 | 0.36980 | 0.36051 | 0.40909 | 0.42320 | 0.46017 |
| 上游地区 | 0.17669 | 0.18217 | 0.25618 | 0.28285 | 0.30470 |

### （三）长江经济带沿江地区绿色发展水平分析。

1. 从总体趋势上看，长江经济带沿江地区绿色发展水平稳步提高。长江经济带沿江 11 个省（市）2010-2014 年绿色发展水平整体呈现出上升趋势，沿江各个地区绿色发展指数都在不同程度上有所提高，长江经济带绿色发展指数平均值由 2010 年的 0.39316 上升到 2014 年的 0.50724。2010-2014 年长江经济带绿色发展水平指数在 0.5 之上的仅有上海、江苏、浙江，其他省份得分均在 0.5 以下。这说明长江经济带沿江地区绿色发展整体水平依然不高，大部分地区经济绿色转型发展依然处于起步阶段，在处理地区经济发展与生态建设的双重矛盾上仍然没有实质性突破。因此，长江经济带沿江地区应根据各自区域发展特点积极探索差异化的分区绿色发展路径。

2. 从空间结构上看，长江经济带沿江地区绿色发展水平梯次分布。从长江经济带绿色发展指数排名结果来看，2010-2014 年一直稳居前三位的是上海、江苏、浙江，一直高于整个长江经济带绿色发展平均水平。2010-2014 年四川、贵州、云南一直摆脱不了后三位的排名，且明显低于长江经济带绿色发展水平。总的来说，长江经济带下游地区绿色发展指数排名稳居前三位，长江经济带中游地区排名居中，长江经济带上游地区（除了重庆）整体排名靠后。从表 6 可以看，长江经济带三大流域绿色发展指数差别很大，长江经济带下游地区绿色发展指数平均值在 0.70-0.85 之间波动，中游地区在 0.35-0.47 之间波动，上游地区在 0.17-0.31 之间波动，长江经济带上游地区绿色发展水平有较高的升幅，但是由于基础薄弱，与下游地区差距依然较大。

## 四、长江经济带沿江地区绿色发展水平影响因素的分析

### （一）研究假设与影响因素指标选取。

借鉴已有研究成果，并考虑到研究的严谨性、一致性以及数据的可得性，本文选取五类指标分析长江经济带沿江地区绿色发展水平的影响因素（见表 8）。具体解释如下：

表 8 长江经济带沿江地区绿色发展水平影响因素的  
自变量一览表

| 影响因素     | 具体指标              | 符号  |
|----------|-------------------|-----|
| 经济发展水平因素 | 人均地区生产总值          | ED  |
| 产业结构因素   | 第二产业增加值与地区生产总值的比重 | IS  |
| 技术因素     | 技术市场成交额           | TE  |
| 城市规模因素   | 城镇人口比重            | CI  |
| 环境规制因素   | 工业固体废物综合利用率       | ISW |

一是经济发展水平因素。经济发展水平越高，绿色发展的物质基础越夯实，对长江经济带沿江地区的绿色发展具有极大的促进作用。人均地区生产总值在一定层面上可以反映地区的经济发展水平程度，由此提出假设一：人均地区生产总值与绿色发展水平指数呈正相关。

二是产业结构因素。我国正处于工业化的中期阶段，第二产业增加值比重的增加，意味着工业污染的强度增大，第二产业的发展对绿色发展具有一定的影响。由此提出假设二：第二产业增加值与地区生产总值的比重与绿色发展水平指数呈负相关。

三是技术因素。技术的进步，使得一定产出水平下资源消耗降低，污染物排放减少，以及对环境的破坏减轻。技术市场成交额在一定程度上反应了地区的技术水平，技术市场成交额越高，技术水平越高，对绿色发展起到了极大的促进作用。由此提出假设三：技术市场成交额与绿色发展水平呈正相关。

四是城市规模因素。城市规模是影响地区经济效率的一项重要因素，集聚效应和拥挤效应的相互作用会影响地区绿色发展水平。城镇人口比重可以有效反映城市的规模，因此提出假设四：城镇人口比重与绿色发展水平呈正相关。

五是环境规制因素。严格的环境规制对于长江经济带沿江地区绿色生产效率、绿色科技的进步以及绿色生产的发展水平都有着积极的意义。规制因素在一定程度上可以影响绿色发展水平，工业固体废物综合利用率正是政府规制因素所体现的一个重要方面。据此提出假设五：工业固体废物综合利用率与绿色发展水平呈正相关。

## （二）模型构建与数据来源。

根据以上分析，建立面板数据回归模型如下：

$$GD=\beta_0+\beta_1\cdot ED+\beta_2\cdot IS+\beta_3\cdot TE+\beta_4\cdot CI+\beta_5\cdot ISW+\varepsilon$$

其中，GD 为长江经济带绿色发展水平指数， $\beta_0$ 为截距项， $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、 $\beta_4$ 、 $\beta_5$ 为待估参数， $\varepsilon$  为随时间和样本而该表的干扰项。

本文采用面板数据回归模型分析影响长江经济带沿江地区绿色发展水平的影响因素，研究时限同样选取 2010-2014 年，截

面范围为上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、贵州以及云南，数据来源于 2011 年-2015 年《中国统计年鉴》。

### （三）回归结果与分析。

依据上文设计的模型，使用 SPSS 19.0 统计分析工具进行回归分析，结果见表 9、表 10 和表 11。

表 9 长江经济带沿江地区绿色发展水平影响因素

回归分析模型汇总

| 模型 | R    | R 方  | 调整 R 方 | 标准估计的误差        |
|----|------|------|--------|----------------|
| 1  | .966 | .933 | .926   | .0666218668263 |

表 10 长江经济带沿江地区绿色发展水平影响因素

回归分析 Anovab

| 模型 |    | 平方和   | df | 均方   | F       | Sig. |
|----|----|-------|----|------|---------|------|
| 1  | 回归 | 3.030 | 5  | .606 | 136.522 | .000 |
|    | 残差 | .217  | 49 | .004 |         |      |
|    | 总计 | 3.247 | 54 |      |         |      |

表 11 长江经济带沿江地区绿色发展水平影响因素回归分析系数表

| 模型 |      | 非标准化系数        |              | 标准系数          | t      | Sig. |
|----|------|---------------|--------------|---------------|--------|------|
|    |      | B             | 标准误差         | 试用版           |        |      |
| 1  | (常量) | -.33984770704 | .05590649545 |               | -6.079 | .000 |
|    | ED   | .00000170986  | .00000090302 | .15252347826  | 1.893  | .064 |
|    | IS   | -.00000026941 | .00000062737 | -.01611474675 | -.429  | .669 |
|    | TE   | .00000001816  | .00000000818 | .13102550163  | 2.220  | .031 |
|    | CI   | .00936166823  | .00182032902 | .55309025810  | 5.143  | .000 |
|    | ISW  | .00268601691  | .00079052715 | .20304812719  | 3.398  | .001 |

从表 9 可见，通过观察调整后的判定系数为 0.926，面板数据回归模型拟合优度较高，不被解释的变量较少。从表 10 可见，由回归方程显著性检验的概率为 0，小于显著性水平 0.05，则可以认为系数不同时为 0，绿色发展水平指数与五类指标全体的线性关系是显著的，可建立线性方程。

从表 11 回归系数的方向和显著性水平可以得出以下结论：

(1) 地区经济发展水平对长江经济带沿江地区绿色发展水平指数的影响系数为正,但没有通过显著性检验,这说明人均地区生产总值与绿色发展水平指数有着不显著的正向影响,拒绝原假设一。这意味着仅仅依靠粗放型经济的增长,无法实现长江经济带沿江地区绿色发展水平的提升,在提高经济增长的同时,需要兼顾资源的高效利用,减少对环境的污染。

(2) 第二产业增加值与地区生产总值的比重对长江经济带沿江地区绿色发展水平指数的影响系数为负,但没有通过显著性检验,这说明第二产业增加值与地区生产总值的比重与绿色发展水平指数有着不显著的负向影响,拒绝原假设二。长江经济带产业结构的不合理,会抑制绿色发展水平的提升。长江经济带沿江地区必须优化产业结构,转变高污染和高耗能的传统产业增长方式,大力发展新型高效节能的绿色产业。

(3) 技术市场成交额与长江经济带沿江地区绿色发展水平指数呈显著正相关,与原假设三相符合。地区技术市场成交额越高,科技创新能力强,在一定产出水平下,资源消耗越低,污染排放强度越弱,对生态环境的破坏越小,地区绿色发展水平就越高。

(4) 城镇人口比重与长江经济带沿江地区绿色发展水平指数呈显著正相关,与假设四相符。在现阶段,城镇化率的提高一定程度上会促进地区经济绿色转型发展。长江经济带下游地区正是城镇化水平较高的地区,也是绿色发展水平较高的地区,城镇化水平提高会不同程度上促进第三产业发展,而第三产业比重增加对地区绿色发展水平提高有一定的促进作用。

(5) 工业固体废物综合利用率与长江经济带沿江地区绿色发展水平指数呈显著正相关,与假设五相符。说明政府的规制因素对地区绿色发展有着积极推动作用,政府对长江经济带各个地区的环境保护的支持力度越大、投入越多,能较大促进地区绿色转型发展,尤其是对于绿色发展水平较低的长江经济带中上游地区。

## 五、结论与简要讨论

2010-2014 年,长江经济带沿江地区绿色发展水平整体呈现上升态势,沿江地区绿色发展指数排名与经济发展水平大体一致,都是下游地区靠前、中游地区居中、上游地区落后,呈现明显的梯次分布。在分析长江经济带沿江地区绿色发展水平的影响因素中,经济因素对绿色发展水平有着不显著的正向影响;第二产业在产业结构中所占比重对绿色发展水平有着不显著的负向影响;技术创新能力对绿色发展水平有着显著的正相关性;城镇化率和政府规制因素对绿色发展水平都有显著正相关性。

长江经济带下游地区有良好的经济发展基础,从产业结构、技术创新能力、城镇化率上都要显著高于中游地区和上游地区,因此在长江经济带三大流域中,下游地区表现最为优异。长江经济带上游地区有着良好的资源禀赋,也是生态资源最为丰富、环境最为良好的区域,绿色发展承载空间较大,但是从绿色发展指数上看,却表现一直不理想,根本上来说,是上游地区经济发展基础薄弱,尚未把绿色资源、绿色生态培育成绿色生产力。长江经济带中游地区无论是在经济发展水平还是资源承载能力上,都处在三大流域的中等位置,资源承载能力要大于下游地区,经济发展基础要好于上游地区,但是中游地区的产业结构中第二产业比重较大,科技创新能力不强,工业污染对绿色发展产生了较大的负面影响,尤其这些区域在承接产业转移时出现了二次污染的现象,这就更需要充分发挥政府规制和调控影响,加强发展绿色产业、重视绿色治理,加快对绿色发展新动能与新生产力的培育。

### 参考文献:

[1]胡鞍钢,周绍杰.绿色发展:功能界定、机制分析与发展战略[J].中国人口·资源与环境,2014,(24).

[2]UNESCAP. Green Growth, Resources and Resilience: Environmental Sustainability in Asia and the Pacific [R]. 2010.

- 
- [3]UNEP.Green Economy Indicators–Brief Paper[R].2012.
- [4] Ministry of Government Legislation of Korea.Framework Act on Low Carbon, Green Growth [R].2010.
- [5]郑红霞, 王毅, 黄宝荣. 绿色发展评价指标体系研究综述[J].工业技术经济, 2013, (2) .
- [6]Bureau of Economic Analysis (BEA).Integrated Economic and Environmental Satellite Accounts[J].Survey of Current Business.1994, (4).
- [7]Federal Statistical Office.Waste accounting in Germany Possibilities and Limits [R].2011.
- [8]OECD.Towards Green Growth:Monitoring Progress OECD Indicator[R].2011 .
- [9]UNESCAP.Eco – efficiency Indicators:Measuring Resource–use Efficiency and the Impact of Economic Activities on the Environment [R].2009.
- [10]US Department of Commerce Economics and Statistics Administration (ESA) .Measuring the Green Economy[R].2010.
- [11]Yale Center for Environmental Law and Policy.EPI2012:Environmental Performance Index and Pilot Trend Environmental Performance Index [R].2012 .
- [12]中科院可持续发展战略研究组. 2006 中国可持续发展战略报告——建设资源节约型和环境友好型社会[M]. 北京:科学出版社, 2006.
- [13]北京师范大学科学发展观与经济可持续发展研究基地, 等. 2012 中国绿色指数年度报告——区域比较[M]. 北京:北京师范大学出版社, 2012.
- [14]胡鞍钢. 中国: 绿色发展与绿色 GDP (1970–2001 年度) [J]. 中国科学基金, 2005, (2) .
- [15]张欢, 成金华. 特大型城市生态文明建设评价指标体系及应用——以武汉市为例[J]. 生态学报, 2015, 35, (2)