

# Matching Degree of Water Resources Status and Social-Economic Development in the Jialing River

Wenjie Li\*, Li Rong

Upper Changjiang River Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Changjiang River Water Resources Commission, Chongqing  
Email: \*240520383@qq.com

Received: Aug. 7<sup>th</sup>, 2017; accepted: Aug. 19<sup>th</sup>, 2017; published: Aug. 29<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

This paper introduced the Lorenz curve and the Gene coefficient to analyze the matching degree of water resources status and social-economic development of the Jialing River, which can provide technical support for the strategy of the Yangtze River Economic Belt. The results showed that in Jialing River Basin, the water resources with the population, cultivated land and livelihood industry are presented absolute average matching level, and with urban population, the effective irrigated farmland and GDP are presented relative average matching level. In general, the water resources and social-economic development of the basin are presented a relatively matched status; however there still has space for improvement of the matching degree between them.

## Keywords

Water Resources, Lorenz Curve, Gene Coefficient, Jialing River

---

# 嘉陵江水资源现状与社会经济发展匹配程度浅析

李文杰\*, 荣立

长江水利委员会长江上游水文水资源勘测局, 重庆  
Email: \*240520383@qq.com

---

作者简介: 李文杰, 助理工程师, 重庆人, 主要从事水文水资源方面的工作。  
\*通讯作者。

收稿日期：2017年8月7日；录用日期：2017年8月19日；发布日期：2017年8月29日

## 摘要

引入洛伦兹曲线和基尼系数，分析嘉陵江流域水资源现状与各社会经济发展指标的匹配程度，为长江经济带发展战略提供技术支撑。结果表明：嘉陵江水资源与人口、耕地和畜牧业呈现绝对平均的匹配水平，与城镇人口、有效灌溉农田和GDP呈现相对平均的匹配水平。总的来看，流域水资源与经济社会发展呈现相对匹配的局面，然而两者的匹配程度仍有上升的空间。

## 关键词

水资源，洛伦兹曲线，基尼系数，嘉陵江

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 概述

水是人类的生命之源，同时也是社会发展的经济资源和重要战略资源。我国水资源时空分布不均，部分地区的水资源短缺问题十分严重，水资源已经成为制约现今社会发展的重要因素[1]。近三十年来，我国经济发展迅速，但大部分产业都属于高消耗性产业，对资源的需求十分巨大。党的十八大以来，调整经济结构和促进产业优化，成为推动我国社会经济发展的新动力。区域社会经济发展与水资源现状的匹配评价，作为优化经济结构的前提和基础，是十分必要的[2] [3]。

嘉陵江是长江上游主要支流，是长江流域重要的水源来源，支撑着长江经济带的发展[4]。嘉陵江流域属于经济较发达地区，水资源开发利用程度相对较高，研究分析该流域的水资源现状与社会经济发展匹配程度，可为实施长江经济带战略和推动长江经济带产业转型升级提供现实基础，具有重要的意义。

## 2. 研究区域概况

嘉陵江发源于秦岭山脉代王山南侧东峪沟，干流全长 1120 km，全流域(包括涪江、渠江)集水面积约 16 万 km<sup>2</sup>，天然落差约 2300 m，是长江水系流域面积最大的一条支流[5]。嘉陵江流域广阔，中、上游东侧及渠江上游为大巴山暴雨区。西侧及涪江上游为鹿头山、龙门山暴雨区。渠江和涪江在距嘉陵江汇入长江的汇口以上近 100 km 处重庆市合川区汇入干流。嘉、涪、渠三江水系如扇状分布，洪水遭遇频繁，是川江洪水的主要来源之一。

嘉陵江流域根据行政区域划分，涉及四川省、甘肃省、陕西省和重庆直辖市共 4 个省级行政区。根据《全国水资源三级分区》，嘉陵江流域分为：广元昭化以上、广元昭化以下干流、涪江、渠江。

## 3. 方法与数据

### 3.1. 研究方法

为定量分析嘉陵江流域水资源现状与社会经济发展匹配程度，本文引入洛伦兹曲线和基尼系数，基于 2011 年嘉陵江三级水资源区的社会经济数据及水资源量，统计水资源量和各社会经济指标的洛伦兹曲线及基尼指数。

该方法以下述假设作为前提：人类社会发展过程中，产生的生产总值(人口、耕地等)与水资源的消耗，两者的匹配关系在空间上相对是均衡的。

洛伦兹曲线，是经济学和统计学中常用的指标，主要用来描述收入分配的不均等程度，现在也广泛用在描述和衡量分布不均匀性和集中性[6]。在本文研究中，将各三级水资源区的某一经济指标进行百分比计算后，以累积水资源量百分比作为横坐标轴，以经济指标的累积百分比作为纵坐标轴，绘制其对应关系曲线，即为洛伦兹曲线，其数学表达式为：

$$L(y) = \frac{\int_0^y x dF(x)}{\mu} \quad (1)$$

式中： $F(x)$ 为水资源区的累积分布函数； $\mu$ 为均值。

一般而言，洛伦兹曲线的弯曲程度越大，表明两种变量的分配不均，而越接近对角线(绝对平均线)，表明两种变量的分配均匀，匹配程度高。

为进一步定量描述洛伦兹曲线，基尼在洛伦兹曲线的基础上，将实际洛伦兹曲线与绝对平均线所包围的面积占绝对平均线与绝对不平均线之间的面积的比，定义为基尼系数[7]。

在计算基尼系数前，将洛伦兹曲线先进行回归，以消除计算误差，再利用回归曲线计算基尼系数[8]。最终得到的基尼系数，按照国际公认标准[8]进行评价，见表1。

### 3.2. 数据来源

文中的水资源数据来源于《长江流域及西南诸河水资源公报(2011年)》，社会经济指标来源于流域各省2011年统计年鉴。对部分跨水资源三级区的行政区，其经济数据按面积比例进行分割，得到各水资源三级区的社会经济数据。

## 4. 水资源现状与社会经济发展匹配分析

根据洛伦兹曲线相关原理，构建了嘉陵江流域水资源与表征当地社会经济发展一系列指标(人口、农业用地、GDP和畜牧业)的分析模型，进行分析描述，最终计算得到的基尼系数，用于量化水资源与社会经济发展指标的匹配程度。

### 4.1. 水资源与人口

从水资源量与人口的洛伦兹曲线(图1)可以看出水资源量-人口洛伦兹曲线呈现微弱弯曲现象，偏离绝对平均线较小。通过计算，基尼系数为0.10，为绝对平均的水平。嘉陵江流域的水资源与人口处于绝对平均的匹配程度，表明流域内较少出现人多水少或人少水多的现象。

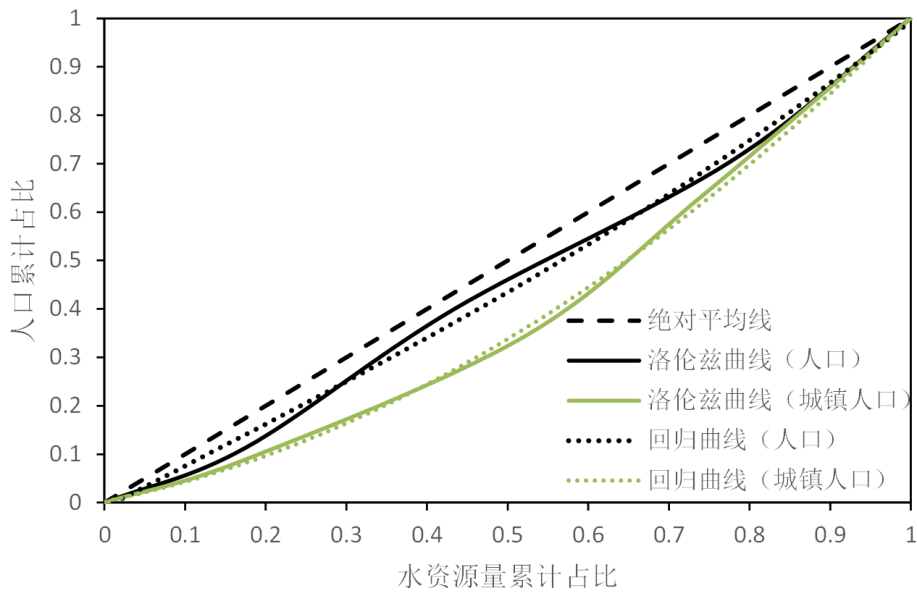
水资源量-城镇人口的洛伦兹曲线，相对于人口，弯曲现象较为明显，偏离绝对平均线较大。通过计算，基尼系数为0.21，为相对平均的水平。嘉陵江流域的水资源与城镇人口处于相对平均的匹配程度，匹配程度不如水资源量与人口。例如在广元昭化以上流域，17.5%的水资源分别匹配11.4%的人口和8.9%的城镇人口，该区域属于经济欠发达地区，尽管拥有较多的水资源，但人口仅占全流域总人口的11.4%。更为明显的是，该区域城镇化发展较为滞后，没有大型中心城市，城镇人口只占全流域城镇人口的8.9%。与之形成对比的是广元昭化以下流域，由于重庆的存在，25.8%的水资源对应了36.5%的城镇人口。

### 4.2. 水资源与农业用地

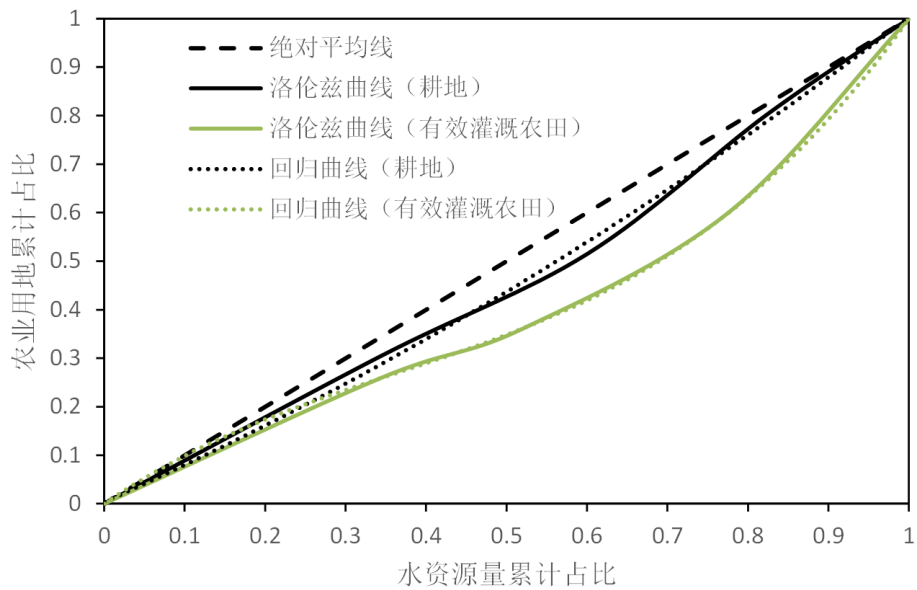
从水资源量与农业用地的洛伦兹曲线(图2)可以看出水资源量-耕地洛伦兹曲线呈现微弱弯曲现象，偏离绝对平均线较小。通过计算，基尼系数为0.08，为绝对平均的水平。嘉陵江流域的水资源与耕地处于绝对平均的

**Table 1.** Level standard of the Gene coefficient  
**表 1.** 基尼系数划分标准

基尼系数	不平均程度
0~0.2	绝对平均
0.2~0.3	相对平均
0.3~0.4	比较合理
0.4~0.5	差距过大
0.5 以上	高度不平均



**Figure 1.** Water resources-population Lorenz curve  
**图 1.** 水资源量 - 人口洛伦兹曲线



**Figure 2.** Water resources-farmland Lorenz curve  
**图 2.** 水资源量 - 农业用地洛伦兹曲线

匹配程度，表明流域内较少出现耕地多水少或耕地少水多的现象，耕地和水资源处于相对平衡的状态。

水资源量 - 有效灌溉农田的洛伦兹曲线，可以看出洛伦兹曲线相对耕地，弯曲现象较为明显，偏离绝对平均线较大。通过计算，基尼系数为 0.21，为相对平均的水平。嘉陵江流域的水资源与有效灌溉农田处于相对平均的匹配程度，匹配程度不如水资源量与耕地。例如在涪江流域，22.3%的水资源分别匹配 28.8%的耕地(1599.86 万亩)和 39.9%的有效灌溉农田(731.7 万亩)。广元昭化以上流域部分区域属欠发达地区，节水灌溉技术较低、农田水利设施陈旧，耕地主要以旱地为主，该流域 1093.07 万亩的耕地中，只有 185.1 万亩的有效灌溉农田。

### 4.3. 水资源与 GDP

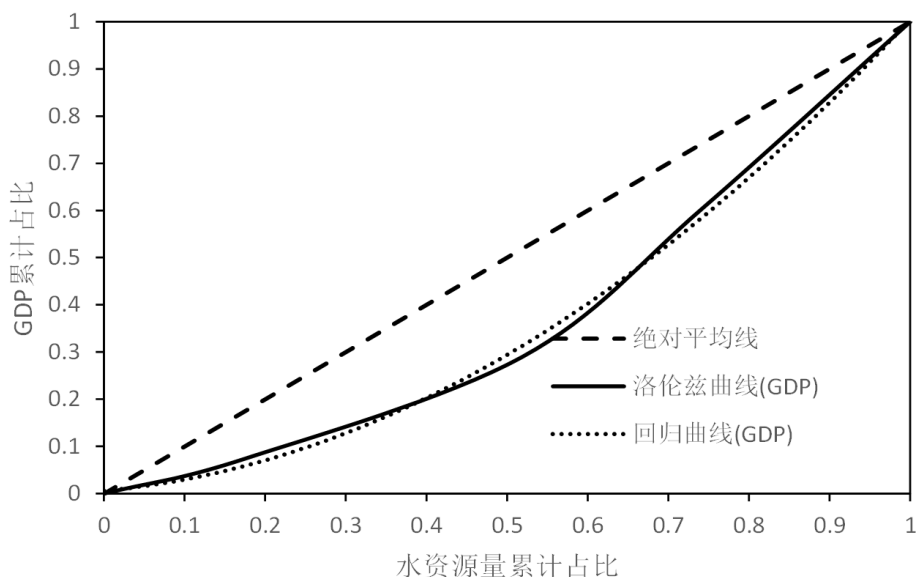
从水资源量与耕地的洛伦兹曲线(图 3)可以看出洛伦兹曲线弯曲明显，偏离绝对平均线较大。通过计算，基尼系数为 0.28，为相对平均的水平。嘉陵江流域的水资源与 GDP 处于相对平均的匹配程度，表明流域内 GDP 和水资源处于相对平衡的状态，但也偶有 GDP 多水少的情况发生，例如广元昭化以下流域处于经济较发达地区，25.8%的水资源对应产生了 40%的 GDP (3137.3 亿元)，而广元昭化以上流域，部分地区属于经济欠发达地区，2011 年所产生的 GDP 仅为 588.6 亿元。

### 4.4. 水资源与畜牧业

嘉陵江流域畜牧业较为发达，牲畜行业作为社会经济发展中的一个重要指标，由于其行业特性，对水资源的依赖程度较高。图 4 为水资源量与牲畜业的洛伦兹曲线，可以看出水资源量 - 大牲畜和水资源量 - 小牲畜的洛伦兹曲线弯曲均较为缓和，偏离绝对平均线较小。通过计算，前者的基尼系数为 0.18，为绝对平均的水平；后者的基尼系数为 0.13，也为绝对平均的水平。

嘉陵江流域的水资源与畜牧业处于绝对平均的匹配程度，表明流域内畜牧业和水资源处于绝对平衡的状态。但由于流域内各子流域的畜牧业发展模式的不同，仍存在局部的不平衡状态，也可以为进一步发展畜牧业提供参考，例如，广元昭化以上流域和渠江流域的大牲畜分别占全流域的 30.5%和 37.6%，相对于嘉陵江流域其他区域，比例明显偏高。

对比分析嘉陵江水资源与各社会经济发展指标的基尼系数，结果见表 2。嘉陵江流域水资源量与 GDP 的匹配程度最差，基尼系数为 0.28，处于相对平均的水平；水资源量与耕地的匹配程度最好，基尼系数为 0.08，达



Figutr 3. Water resources-GDP Lorenz curve

图 3. 水资源量-GDP 洛伦兹曲线

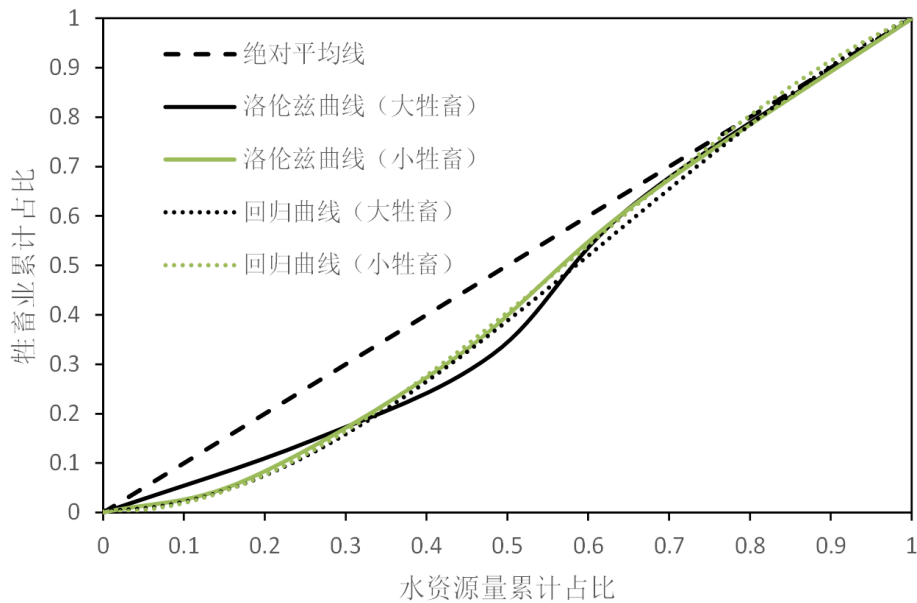


Figure 4. Water resources-livelihood industry Lorenz curve  
图 4. 水资源量 - 畜牧业洛伦兹曲线

Table 2. The Gene coefficient of water resources with various social-economic development indexes

表 2. 嘉陵江水资源现状与各项社会经济发展指标的基尼系数

匹配指标	水资源 - 人口(城镇人口)	水资源 - 耕地(有效灌溉农田)	水资源-GDP	水资源 - 大牲畜(小牲畜)
基尼系数	0.10 (0.21)	0.08 (0.21)	0.28	0.18 (0.13)

到绝对平均的水平。此外，水资源量与城镇人口和有效灌溉农田的匹配程度也仅为相对平均水平，略差于其他指标。

## 5. 结论与建议

本文引入洛伦兹曲线和基尼系数来分析嘉陵江流域水资源与社会经济发展的匹配程度，旨在为更好地揭示水资源与社会经济发展之间的相互关系。计算结果表明，嘉陵江流域的水资源与人口和城镇人口的基尼系数分别为 0.10 和 0.21；水资源与耕地和有效灌溉农田的基尼系数分别为 0.08 和 0.21；水资源与 GDP 的基尼系数为 0.28；水资源与大牲畜和小牲畜的基尼系数分别为 0.18 和 0.13。总的来看，流域水资源与经济社会发展呈现相对匹配的局面，然而两者的匹配程度仍有上升的空间。

嘉陵江流域水资源开发利用率为 12.5%，低于长江流域水资源开发利用率 17.3%，水资源开发利用程度不高。随着长江经济带发展战略的提出，该流域的经济发展对水资源的开发利用提出了更高的要求，这也对流域水资源与经济匹配的匹配程度提出了新的挑战。立足现状，面向未来，兼顾水资源开发利用与经济发展相协调的原则，建议如下：

1) **提高流域调蓄能力，改善水资源时空分布不均的局面。**嘉陵江流域是洪涝旱灾并存多发地区，洪枯矛盾突出。区域内水利工程的水资源调节能力有限，汛期洪水资源利用困难，以丰补枯的措施不够完善，水资源的有效利用率相对较低。亟需通过工程与非工程措施，解决因水资源的时空分布不均所造成得水资源与社会经济发展空间匹配不均衡的问题，例如 2014 年在干流广元市境内建成的亭子口水利枢纽，为解决流域水资源供需矛盾发挥了重要作用。

2) **加强节水宣传，提高节水意识。**由于地处水资源量比较丰沛地区，节水意识有待提高，城市、工业企业、



农田灌溉等节水工艺落后,不利于提高水资源的利用效率。通过舆论宣传和政策引导来提高城镇居民节水意识和加强城镇节水管理,可以有效改善水资源与城镇人口的匹配程度;升级城镇工业企业生产工艺,提高水资源与 GDP 的匹配程度;发展节水灌溉技术,加强水资源与灌溉农田的匹配。

**3) 更新并维护老旧供水设施,提高供水能力。**流域大部分水利工程是在 1958 年大跃进时期兴建,配套设施不完善。工程存在老化问题,病害多,防渗差,输水损失大,供水能力不足,不能充分发挥工程应有的灌溉效益。更新维护老旧供水设施,尤其是农田灌溉设施,可以有效缓解水资源与灌溉农田的不匹配程度。

## 参考文献 (References)

- [1] 王俊. 加强水资源研究——为水资源科学管理提供技术支撑[J]. 人民长江, 2008, 39(17): 1-2.  
WANG Jun. Strengthen water resources research to provide technical support for scientific management of water resources. Journal of Yangtze River, 2008, 39(17): 1-2. (in Chinese)
- [2] 左其亭, 赵衡, 马军霞, 等. 水资源利用与经济社会发展匹配度计算方法及应用[J]. 水利水电科技进展, 2014, 34(6): 1-6.  
ZUO Qiting, ZHAO Heng, MA Junxia, et al. Computational method of matching degree of water resources utilization with social and economical development and its application. Journal of Advances in Science and Technology of Water Resources, 2014, 34(6): 1-6. (in Chinese)
- [3] 张晓涛, 于法稳. 黄河流域经济发展与水资源匹配状况分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10): 3-8.  
ZHANG Xiaotao, YU Fawen. Analysis in matching status quo of economical development with water resources in Yellow River basin. China Population Resources and Environment, 2012, 22(10): 3-8. (in Chinese)
- [4] 李威. 基于 GIS 和 SWAT 模型的嘉陵江降雨径流模拟研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆师范大学, 2015.  
LI Wei. Simulation on rainfall and runoff for Jialing River based on GIS and SWAT models. Doctor's Thesis. Chongqing Normal University, 2015. (in Chinese)
- [5] 秦智伟, 李中平, 叶志华. 嘉陵江流域水资源量及开发利用现状分析[J]. 人民长江, 2008, 39(17): 88-89.  
QIN Zhiwei, LI Zhongping and YE Zhihua. Analysis on water resources quantity and its development and utilization status in Jialing River basin. Journal of Yangtze River, 2008, 39(17): 88-89. (in Chinese)
- [6] LORENZ, M. O. Methods of measuring the Concentration of wealth. Journal of the American Statistical Association, 1905, 9(70): 209-219.
- [7] DORFMAN, R. A formula for the Gini coefficient. Review of Economics & Statistics, 1979, 61(1): 146-149.
- [8] 徐映梅, 张学新. 中国基尼系数警戒线的一个估计[J]. 统计研究, 2011, 28(1): 80-83.  
XU Yinmei, Zhang Xuexing. An estimation of GINI coefficient. Warning Line for China. Statistical Research, 2011, 28(1): 80-83. (in Chinese)