

山东省交通软科学研究
成果选编
(2000 ~ 2001)

山东省交通厅编

目 录

山东省公路建设与社会经济适应性的研究·····	1
中国加入世界贸易组织对山东交通工业的影响及对策研究·····	57
机关工作考核体系研究与软件开发·····	85
山东省高速公路沿线建筑设施建设规模研究·····	101
山东省交通职业技术教育发展战略研究·····	127
交通工业质量体系建设的·····	171
我省沿海运输船舶能耗定额的研究和制·····	193
山东交通科技发展基本环境的研究·····	245
山东省客运市场对车辆技术需求的研究·····	271
我省高速公路收费与综合经济效益研究·····	285
交通行业所有制结构的研究·····	307
山东省国有大中型汽车运输企业百例调查和经营发展战略研究·····	371
加入 WTO 对我省交通运输行业的影响及对策·····	499

山东省公路建设与社会经济 适应性的研究

二〇〇〇年一月

完成单位：山东省交通科学研究所

主要完成人：许云飞 郝晓慧 伊大迈 王伟 马川生 朱东辉

鉴定时间：2000年1月8日

成果水平：国际先进

获奖情况：省科技进步二等奖

交通厅科技进步一等奖

主报告 山东省公路建设与社会经济适应性研究

1. 总论

1.1 研究的目的和意义

谁都明白,公路建设必须适应社会经济发展的需要。但什么是“适应”?什么是“不适应”?这是长期以来在理论和实践上没有明确解决的问题。具体讲,我省公路建设的最新规划目标,到2000年全省公路通车里程达70000公里,其中高速公路2000公里,一、二级公路15820公里。这一目标的量值是否适应我省社会经济发展的需要?适应程度如何?这都是我省公路建设目前迫切需要了解和解决的问题。本课题就为此而设立。

不言而喻,本研究课题的难度是相当大的。但本研究一旦胜利完成,知识经济的巨大效应也将立即显现出来。它不仅为我们描绘出山东公路建设的远景轮廓、发展趋势和运动轨迹,提高决策科学化的程度,又可在公路建设的各个时期甚至各个断点用适应度模型来测算公路建设和社会经济的适应情况,起监视和预警作用,从而大大提高管理科学化的程度。同时,本研究思路 and 模型具有普遍意义,在国内外均具有推广价值。由此可见,该课题的设立和研究对山东省和全国交通、尤其是公路交通的发展具有极为深远的意义。

本研究课题列1998年山东省交通厅科技计划,后又列入交通部联合课题攻关计划。

1.2 “公路建设与社会经济相适应”的内涵

“公路建设与社会经济相适应”的内涵可概括为以下6点:

1、一个区域公路及其网络的建设必须符合该区域交通区位线的等级及其分布。譬如说现有的济青、潍莱高速公路、京福高速公路山东段和济南绕城高速公路在我省的交通区位线分布上具有最高的等级,所以优先建设这几条高速公路是“适应”。

2、一个区域公路及其网络的建设必须符合该区域的资源分布状况,包括地表资源、地下资源和空间资源(如气象资源)等;必须与该区域人口的分布,城镇、农副业产业基地和大型厂矿的布局,经济带的趋向相适应。因此,按照我省德东、胶济、新石、京九四个产业带的布局,修建德州-滨州-东营-莱州-龙口-烟台的高等级公路,济南-聊城-馆陶高速公路,烟台-青岛-日照-曲阜-菏泽-东明高速公路就是“适应”。

3、一个区域公路及其网络的建设必须符合该区域社会和经济的发展战略,同时能引导生产力在地域上合理地展开和分布。因此,按照我省黄河三角洲开发和“海上山东”两个跨世纪工程的发展战略,修建东营港-东营-青州高速公路,滨州-淄博-莱芜高速公路,青岛环海高速公路,半岛环海高等级公路也是“适应”。

4、一个区域公路及其网络的建设必须与该区域社会经济发展的综合实力相适应,不仅使该地区的资金使用既可能又合理,还要使公路建设能有效地支持该地区社会经济的持续发展,因此,上述公路网的实现必须分阶段实施。

5、一个区域公路及其网络的建设必须和交通运输的功能特性相适应。譬如说,胜利油田需要外运的大量原油,依据运达地的位置和五种运输方式的功能特性,显然以管道运输比较适宜。相反,对于主要使用省内资源的油田建材,则宜用公路交通运输为主。

6、一个区域公路及其网络的建设必须与该区域其它交通运输方式很好地配合和衔接。机场、港口、码头,铁路站场等都是公路及其网络必须接通的地方,否则就是不适应。

由此可见,公路建设和社会经济发展适应的问题内涵是十分丰富的。有些同志总是认为公路的建设仅仅是起到疏通的作用,仅仅是为了使拥挤的道路不拥挤而已,他们形象地把交通和社会经济的关系比做人的机体和血管,“通则不痛,痛则不通”。这种认识正确的一面是他们已充分认识到交通和公路建设对社会经济的重要性,不过却忽略了这样一个基本事实:那就是人体中血管的分布经过几十万年的“天

造地作”，已是十分适应和合理了，需要的主要是维护和保养。而对中国和山东的公路建设来说，达到人体中血管和人体机能那样的“完全适应”差距还很大。在有限土地、有限资金的情况下，我们只能通过一步步地努力来逐步实现这个目标，同时在逐步实现这个目标的过程中，认识公路建设和社会经济相互适应的机制，从而科学地规划好路网建设的规模、结构、布局，安排好发展的各个阶段及各个阶段的发展速度，能动地去控制它、调整它。本研究课题将在这方面作出富有创造性的探索。

1.3 主要研究内容和基本思路

1.3.1 本课题研究的主要内容

“公路建设与社会经济相适应”的内涵已如前节所述，由山东的交通区位和社会经济发展战略所决定的部分我们将另立专题进行研究解决，本课题研究的重点将放在公路发展与社会经济发展应如何实时协调这一点上。我们将建立一套实实在在的、便于实际操作的公路建设与社会经济发展是否相适应的评判指标体系。使用者只要把一个地区的有关现状数值输入该体系，它就会输出一个具体的量值来，该量值能表征该地区的公路建设现状是否适应该地区的社会和经济的发展情况。使用者结合该地区的实际，即可对该地区的“适应性”作出比较符合实际的评判。

围绕着这一系统工程，课题组将展开如下系列的研究工作：

1、确定被评价对象；对被评价对象进行特性分解，针对被评价特性确定相应的评价指标和评判方法。

2、结合公路建设问题，采用聚类分析的方法，寻找可以进行类比的国家。对可以进行类比的国家进行关联分析，得出公路里程对国内生产总值的弹性系数、公路基础设施投资占国内生产总值的比例、高速公路占公路总里程的比例三个参数，运用这些参数计算出各有关时段的具体数值。

3、先用可测度类比法得出中国公路总里程、高速公路总里程、干线公路总里程的饱和里程。再通过比重法得出山东省的公路总里程、高速公路总里程和干线公路总里程的饱和里程。

4、用生长曲线模型对中国、山东的公路发展轨迹进行模拟，探索中国、山东公路发展的轨迹，描绘出中国和山东公路发展缓慢期、快速发展期和饱和期的大致年限、发展速度。

5、综合2、3、4步成果，为公路适应性评判指标体系设置好标准值。

6、通过评判指标体系，计算出公路对国民经济的适应度，以此为基础对山东的公路建设进行评价。并基于评价结果提出建议。

1.3.2 本课题研究的基本思路

本课题的研究思路见图1所示：

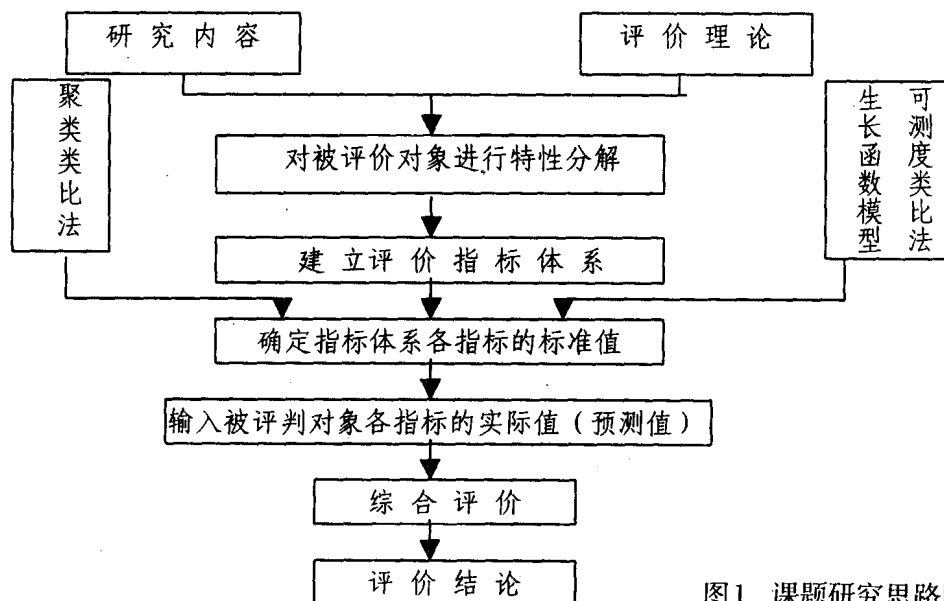


图1. 课题研究思路图

1.4 结论和成果

1.4.1 结论

1、现阶段中国的公路建设环境与 34 年前的美国、24 年前的日本、14 年前的韩国的公路建设环境相似，从国内看山东省的公路建设环境，则位居前列。

2、山东的公路建设经用生长函数模拟，公路总里程的饱和里程，二级以上公路、高速公路的饱和里程分别是：24.8 万公里、5.332 万公里和 3834 公里；它们到达饱和里程的时间则分别大约是：2059 年、2046 年和 2027 年；他们的最快发展时间分别在 2015 年、2011 年和 2002 年左右；快速发展时期的跨度分别是 41 年、31 年和 23 年，这就是说：公路总里程建设从 1996 年开始进入快速发展期，到 2015 年达到最快，然后发展速度开始减缓，2037 年进入缓慢发展，直到 2059 年时进入饱和。二级以上公路建设从 1997 年开始进入快速发展期，到 2011 年达到最快，然后发展速度开始减缓，2028 年进入缓慢发展，直到 2046 年时进入饱和。高速公路建设从 1992 年开始进入快速发展期，到 2002 年达到最快，然后发展速度开始减缓，2015 年进入缓慢发展，直到 2027 年时进入饱和。

3、对山东 95 ~ 98 年的公路建设进行了“公路与社会经济适应度”的评价计算，计算结果是：1995 年适应度 $SYD=0.6185$ （其值“1”为适应，下同），属不适应，因为滞后较严重。主要是建设投资和高速公路里程严重不足；1996 年适应度 $SYD=0.5799$ ，仍属不适应，滞后较严重，主要是该年的公路建设投资不仅没有增长，反而比 1995 年略有下降所致。1997 年适应度 $SYD=0.6790$ ，属欠适应，因为滞后还较明显，这还是因为投资和高速公路严重不足。1998 年由于投资和高速公路的增量很大。所以，适应度 $SYD=1.0295$ ，产生了飞跃，从滞后较明显一跃为基本适应，甚至略微有点超前了（1 为最佳，0.95 ~ 1.02 为非常适应，0.85 ~ 0.95 和 1.02 ~ 1.06 均为基本适应，详见本报告 4.2.2 节），若投资能保持这样的势头，山东公路发展对社会和经济的拉动作用将会更充分地展现出来。

1.4.2 成果

- 1、提供山东公路建设和社会经济适应性评价的指标体系；
- 2、提供 1995 年 ~ 2015 年时段每一年山东公路建设投资、公路建设总里程、二级以上公路里程和高速公路里程的测算模型；
- 3、提供山东公路建设总里程、二级以上公路里程和高速公路里程的生长曲线和数学模型；
- 4、提供山东公路建设和社会经济适应性评价的计算机软件。

2 评价指标体系和评价指标体系的建立

2.1 评价指标体系应具备的品质

- 1、最小冗余性；即独立指标个数最少。
- 2、备性；即所有的特性都有独立指标或由独立指标所导出的指标来描述。
- 3、信息资源利用的最优性；即辨识标准值和进行适应性评价所需的资料应基于我国的统计指标的法定系统，不仅易于获得，而且获得的信息或资料具有权威性。
- 4、可操作性；即只要依评价指标体系的指标，输入相应的“现状值”，通过软件的计算，就可得到明确的评价结论。

2.2 建立评价指标体系的思路

在深入研究建立评价指标体系理论，综合各种理论真知灼见的基础上，我们确立了建立评价指标体系的思路。它们是：

- 1、确定被评价对象及对被评价对象进行特性分解
- 2、针对被评价特性确定相应的评价指标
- 3、确定评价指标的标准值
- 4、确定综合评判的方法及测度

2.3 评价指标体系的建立

2.3.1 被评价对象的特性分解

图 2 是被评价对象的特性分解图。

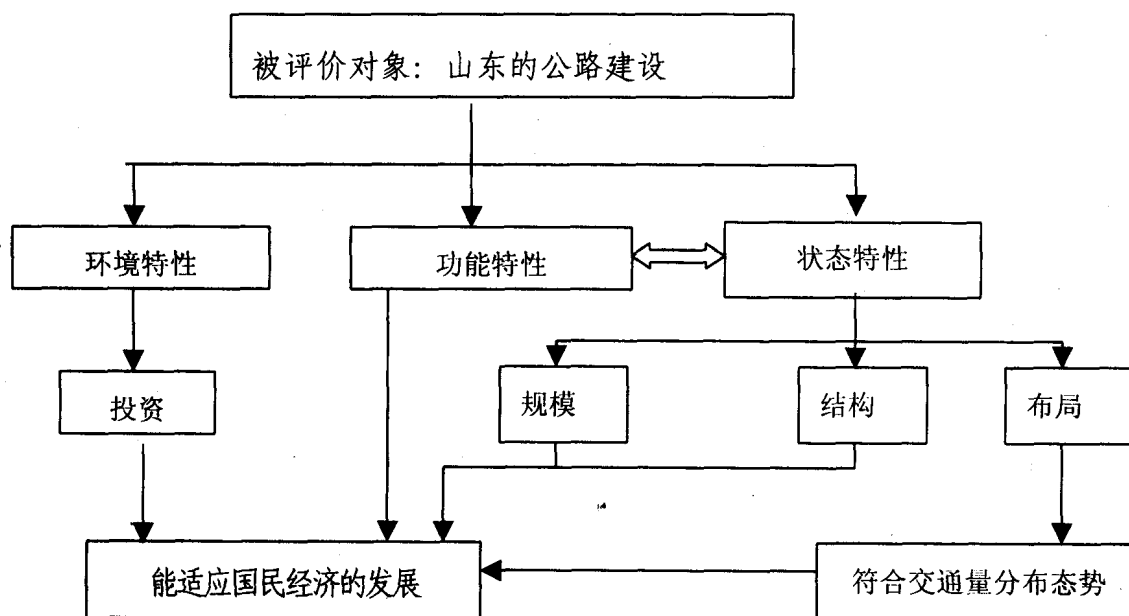


图 2：被评价对象的特性分解图

2.3.2 评价指标介绍

公路建设与社会经济是否适应的评价指标体系依据科学、明了和易用的原则经再三比选确定为系统环境、系统功能、系统状态三个层次 6 个指标的结构，其 6 个指标分别为：

ZB1：投资额。公路建设是投资密集型基础工程，公路建设要适应社会和经济的发展必须有资金的保障。但交通投资也不是越多就越好，因为对有限的资金来说交通投资的增加意味着社会经济其他方面的投资将相应地减少，这可用图 4 形象地来说明。图 4 表明公路建设和社会经济都需要投资，投资额中有一块是各自性质和特性决定的，另一块则是互相重叠的。显然，重叠的部分过大和过小都不好，寻找其“最佳值”就是投资公路建设的科学和艺术所在，且是最高层次的决策。公路建设投资额指的是公路自身性质和特性决定部分和这一最佳值相加之和，即图 4 中的阴影部分。

ZB2：车流量平衡度 PINGHD。系指某地域各种等级公路所提供的年通行能力总和，与实际的车流周转量之比值。他是公路网通行能力满足社会经济发展需求程度的测度。

计算公式为：

$$\text{PINGHD} = \frac{365 \times \sum_{i=0}^d (L_i \times H_i)}{((\eta \times ZK \div SK + ZH \div SH) \div \gamma) \times \xi} \quad (1)$$

式中：

PINGHD——公路网车流周转量平衡度。

L_i —— i 技术等级公路的里程。单位：公里。

H_i —— i 技术等级公路的设计通过能力。单位：(辆/日)。其中： $i=0、1_2、2_2、1、2、3、4、d$ 分

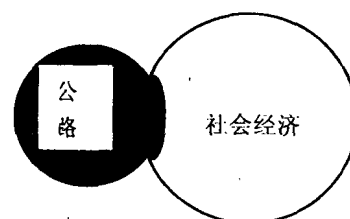


图 3

别代表高速公路,一级专用公路,二级专用公路,一级公路,二级公路,三级公路,四级公路,等外公路。

这里需要注意,就是交通部《公路工程技术标准》已经有好几个版本。由于各年的统计资料均和当时的标准一致,所以运用该公式时,其 L 和 H 取值必须按照当时的统计口径采用不同的标准进行计算。即 97 年前的,根据 JTJ01-88 交通部《公路工程技术标准》中各等级公路的分级标准,我们依据标准第 1.0.2 条的规定,按取上下限中值的原则和 2 辆小车折 1 辆中型货车的通常做法,选定各等级公路按中型车计的通过能力 H_0 (高速公路) 为 1.25 万辆/日, H_1 (一级汽车专用公路) 为 0.875 万辆/日, H_2 (二级汽车专用公路) 为 0.45 万辆/日, H_2 (二级公路) 为 0.35 万辆/日, H_3 (三级公路) 为 0.2 万辆/日, H_4 (四级公路) 为 0.02 万辆/日, H_5 (等外级路) 为 0.01 万辆/日。1997 年交通部颁布的 JTJ001-97《公路工程技术标准》中各等级公路的分级标准与前一标准已有重大区别,经对比分析后,我们依据新标准第 1.0.2 条的规定,按取下限值的的原则和 2 辆小车折 1 辆中型货车的通常做法,选定各等级公路按中型车计的通过能力 H_0 (高速公路) 为 1.25 万辆/日, H_1 (一级公路) 为 0.75 万辆/日, H_2 (二级公路) 为 0.3 万辆/日, H_3 (三级公路) 为 0.1 万辆/日, H_4 (四级公路) 为 0.085 万辆/日, H_5 (等外级路) 为 0.01 万辆/日。

ZK ——被评判地域的客运周转量。单位:万人公里。

η ——客货周转量换算系数;在这里我们去 $\eta=0.1$, 即 10 人公里=1 吨公里。

ZH ——被评判地域的货运周转量。单位:万吨公里。

SK ——被评判地域的客运实载率。

SH ——被评判地域的货运实载率。

γ ——中型车换算系数;在这里我们取 $\gamma=4$, 即认为中型货车载重为 4 吨。

ξ ——误差系数。这是由于目前存在的种种原因使公路运输周转量的统计值误差相当大,抽样调查的结果表明,周转量的统计值只占实际值的 50% 左右。这里取其倒数 2 作为 ξ 的值。

ZB3: 公路网分布满足度 β : 指公路网中实际公路的分布向量满足标准公路分布向量的程度。他是公路网各种等级公路的布局是否适应该地域国民经济发展需要的测度。依照图 4 可有定义式:

$$\begin{cases} Y = Y' + D, & D \cdot X^0 = 0; \\ Y' = \alpha X^0 \end{cases}$$

式中: Y ——实际公路的分布向量。

X^0 ——适应经济发展需要分布的公路向量。

Y' 和 D —— Y 分布向量的两个分向量。

依此,可定义 β 的计算公式:

$$\beta = \frac{\|\alpha X^0\|}{\|Y\|}$$

式中: β ——满足度。

该式的意义是满意向量 $\alpha \cdot X^0$ 两与 Y 向量个向量长度的比值,其几何意义是直角三角形中邻边和斜边的比值,即向量 Y 和向量 X^0 夹角的余弦。由此可见 Y 越靠近 X^0 越好,如夹角 $\theta = 0$ 就表示满足度等于 1。

β 的计算公式见公式(2)、(3)所示,完整的推导过程请阅本报告的附件 1:《公路网满足度计算公式及其推导过程》。

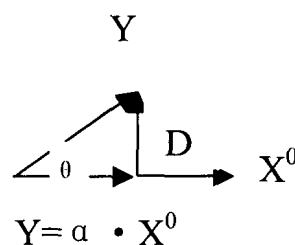


图 4

$$\beta = \frac{\alpha \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i^0)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i)^2}} \quad (2)$$

$$\text{式中: } \alpha = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \times X_i^0}{\sum_{i=1}^n (X_i^0)^2} \quad (3)$$

Y_i —— 17 市地中 i 市、地二级和二级以上公路的实际里程;

X_i^0 —— 17 市地中 i 市、地二级和二级以上公路的标准里程。该值可通过各市、地的人口、面积、GDP 在全省人口、面积、GDP 中所占的比重而从全省二级及二级以上公路里程的标准值中分离出来。

i —— $i=1, 2, \dots, 17$, 分别代表 17 市、地。

ZB4: 公路网总里程 (单位: 万公里)。公路网总里程系指全省公路通车里程总和。

ZB5: 高速公路总里程 (单位: 万公里)。关于高速公路里程的计量范围目前有不同的统计法, 在本研究报告中, 山东的值采用山东省交通厅编制的《山东省地方交通统计资料》中的数值, 全国的采用交通部编制的《交通部交通统计资料》中的数值。

ZB6: 二级和二级以上公路总里程 (单位: 万公里)。指二级和二级以上的各等级公路里程的总和。

2.3.3 标体系与特性的对应关系

通过对评价对象的特性分解我们建立了评价指标体系, 反之, 评价指标体系反映了被评价对象的特性。指标体系与特性的这种对应关系见图 5 所示

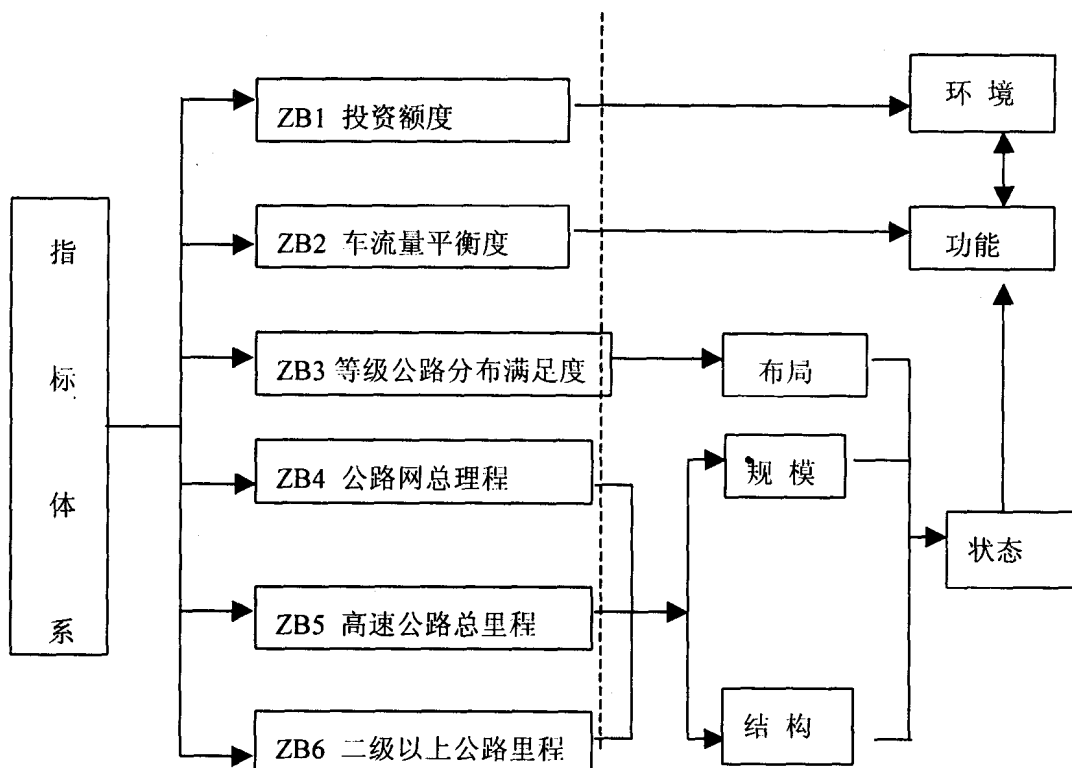


图 5

2.4 指标体系的品质分析

由上述对评价指标体系意义的描述和图 5 指标体系与特性的对应关系的展示,我们不难看出该指标体系的品质是比较好的。这首先表现在指标的独立性上,三个指标里程指标 ZB4、ZB5、ZB6 虽然有包含,但个性鲜明;其次是完备性,三个里程指标 ZB4、ZB5、ZB6 既是规模的测度又是结构的映射,它们与反映路网布局指向性能的满足度指标 ZB3 一起揭示了公路网的状态;反映路网总体供需平衡的平衡度指标 ZB2 则反映了路网通过运输,服务于社会经济发展的功能特性;环境指标投资额 ZB1 则集中地表明了公路建设对外部环境的要求,表征了外部环境与公路建设协调与适应的基础条件。第三点是本指标体系计算时所需的各种原始数据在常见的统计资料上都能得到,具备了信息资源利用的最优性和可操作性。

3 评价指标的标准值

大量的实践表明,一套评判指标体系能否受大家欢迎,得到实用,十分重要的一点是该指标体系是否简便易行,是否把人为的干预降低到最低点。把评判体系编成软件,对每一个评判指标都预先置好动态的“标准值”,使用时只需由操作者输入工作时的环境状态值和可以从统计资料中取得的现状值,计算机就自动地会因时因地进行综合评判,并输出清晰的评判结果,是优秀评判指标体系的主要特征,也是本指标体系致力追求的目标。

实现上述目标,除了指标体系的设置必须科学和合理外,计算标准值和预埋模型是最重要的环节,也是最繁杂、最困难的地方。那么,本研究课题的评判指标体系的标准值是如何获取的呢?

质言之,就是定性和定量的结合。一方面,我们运用聚类分析找到可以类比的国家和这些国家可以和我们进行类比的对应时段,通过对这些国家这些时段中公路建设和社会经济之间有关量值的统计分析,得到了 1995 ~ 2015 年期间对中国和山东公路建设有重要参考价值的静态和动态参数。另一方面,通过对世界上发达国家公路建设历程的分析和用“生长曲线函数模拟”,找出其中规律性的东西;并通过“可测度类比法”构造出一个“样板中国”,据此求出中国公路建设的规模总量和结构,并通过比重法推算出山东公路建设的规模总量和结构。最后结合“聚类类比法”得到的 1995 ~ 2015 年期间山东公路建设的参考量值,拟合出山东公路建设中公路总里程、高速公路总里程、二级以上公路总里程三种公路的“生长曲线函数模型”。这样,我们不仅完成了对山东公路建设的现在和未来发展轨迹的描绘,而且,动态的提供了公路建设投资 ZB1,公路总里程 ZB4、高速公路总里程 ZB5、二级以上公路总里程 ZB6 这 4 个指标的“标准值”,再加上前述的车流量平衡度 ZB2 和等级公路分布满足度 ZB3 模型的计算值,我们就定量地解决了“标准值”的问题。由于“标准值”的设计和计算涉及到很多理论和计算问题,我们将通过两个专题报告向大家展示,在此就不再赘述,下面仅列出埋在软件中的其他有关模型,以供大家审阅和参考。

说明一点的是:各“标准值”并不一定和您输入的计算年的年份真正对应,而是和“影子年”对应的。所谓“影子年”,是和计算年 GDP 对应的“年份”,由于这种对应关系是依据我国和山东在世界上的定位,依据定位后对可类比国家公路建设与经济发展的关联分析、计算和综合后得到的,因此,这种对应关系在今后的发展中自然不可能完全一致,也就是说计算年实际的 GDP 所“对应”的年份可能不是计算年,或者说,某一计算的年份,其 GDP 的实际值不是我们预埋的对应关系所确定的 GDP 值。为了保证本研究成果不会因为出现这种情况而失去效能,我们引入了“影子年”的概念,即计算开始,先以实际的 GDP 通过“影子年”计算模型算出“影子年”,然后以这个“影子年”参加后续模型的计算。这样处理就保证了本成果具有优良的动态性能,又由于“影子年”只在程序内部起作用,所以这样做既不会让操作者感到不便,也不会影响评判。

3.1 “影子年”计算模型

$$NIANY = \frac{\text{Log}(GDP_t) - \text{Log}(GDP_0)}{\text{Log}(A)} + TT \quad \text{-----} \quad (4)$$

式中:NIAN-----“影子年”,即用以代入有关模型计算投资额和总里程、高速路里程、二级

以上公路里程标准值的年份;

GDP_t ----- 计算年 (NIAN) 的 GDP 值;

GDP₀ ----- 参照年的 GDP 值;

A ----- 参照年到计算年 GDP 的年增率;

TT ----- 参照年;

各参数取值如表 1 所示:

表 1: “影子年” 计算模型各参数取值表

	1995 ≤ NAIN ≤ 2000	2000 < NAIN ≤ 2010	2010 < NAIN ≤ 2020	NAIN ≥ 2020
GDP ₀	5002.3	8019.77	19336.95	NIANY=AIAN
A	1.099	1.096	1.072	
TT	1995	2000	2010	

3.2 公路网规模、结构标准值模型

3.2.1 山东省公路总里程标准值

$$GLZB_{NIAN} = \frac{26.1}{1 + 2108.97 \times e^{-0.0665651 \times (NIANY - 1900)}} \quad (5)$$

式中: GLZB——山东 NIAN 年公路总里程标准值, 单位: 万公里

NIANY——计算年 NIAN 的影子年

3.2.2 山东省高速公路里程标准值

$$GLGSB_{NIAN} = \frac{0.4038}{1 + 126344.05 \times e^{-0.1155988 \times (NIANY - 1900)}} \quad (6)$$

式中: GLZB_{NIAN}——山东 NIAN 年高速路里程标准值, 单位: 万公里

NIANY——计算年 NIAN 的影子年

3.2.3 山东省二级和二级以上公路里程标准值

$$AL012B_{NIAN} = \frac{5.61}{1 + 13693.43 \times e^{-0.085810 \times (NIANY - 1900)}} \quad (7)$$

式中: GL012B_{NIAN}——山东 NIAN 年二级和二级以上公路里程标准值, 单位: 万公里

NIANY——计算年 NIAN 的影子年

3.3 山东公路建设投资标准值模型

$$TOUZIB_{NIAN} = GDP_{NIAN} \times GTBL_{NIAN} \quad (8)$$

式中: TOUZIB_{NIAN}——山东 NIAN 年公路建设投资标准值, 单位: 亿元

GDP_{NIAN}——山东 NIAN 年 GDP, 单位: 亿元

GTBL_{NIAN}——山东 NIAN 年公路建设投资占当年 GDP 比例, 其取值为: 当 1995 ≤ NIAN ≤ 2000

时, GTBL=GDP*0.022;

当 2000 < NIAN ≤ 2010 时, GTBL=GDP*0.0205;

当 2010 < NIAN ≤ 2020 时, GTBL=GDP*0.02;

当 NIAN > 2020 时, GTBL=GDP*0.018。

4 综合评判

4.1 层次几何平均法

综合评判的方法很多, 根据本研究课题的特点和要求, 经反复推敲和比选, 我们采用了层次几何平均法。

4.1.1 层次几何平均法的特点和选用此法的原因

关于层次几何平均法的理论性问题及有关推导和证明请详见本报告附件 2: 《层次平均法介绍》, 这

里仅就选用此法的原因、对其固有的缺陷采取预防的方法和在本课题中的具体运用等问题作一说明。

面对本评判指标体系的 6 个评判指标, 综合评判必须很好地解决这样三个问题: 第一是, 这 6 个指标显然不在一个层次。反映公路建设环境的“投资”居第一层次, 反映和国民经济需求平衡的“平衡度”居第二层次, 反映公路状态的“三个里程”显然只能居第三层次。“满足度”既是布局指标也包含有结构和规模的内容, 它处于二三层次之间。第二是“三个里程”指标既独立又包含, 比较特殊。第三是本课题的综合评判, 不仅要求评判出优劣, 还要求能判断出“超前”还是“滞后”, 这是一般的评判办法很难解决的。

针对本研究课题, 层次几何平均法的数学模型可表征为:

$$SYD = \sqrt[4]{\frac{ZB1}{ZB1_b} \times ZB2 \times ZB3 \times \sqrt[3]{\frac{ZB4 \times ZB5 \times ZB6}{ZB4_b \times ZB5_b \times ZB6_b}}} \quad \text{-----}(8)$$

式中: $ZB1/ZB1_b$ ——投资实际值和投资标准值的比值, 我们称之为“投资比差”(TOUZIBC)。显然, 该值无量纲, 其值大于等于 0, 可小于 1, 也可大于 1。

$$\sqrt[3]{\frac{ZB4 \times ZB5 \times ZB6}{ZB4_b \times ZB5_b \times ZB6_b}} \quad \text{——“三个里程”的实际值和其标准值的比值, 我们称之为“结构比差”}$$

(JIEGOUBC)。显然, 该值无量纲, 其值大于等于 0, 可小于 1, 也可大于 1。

$ZB2$ 、 $ZB1$ ——意义如前所述, 均无量纲, 其值大于 0。其中 $ZB2$ 可小于 1 也可大于 1, $ZB3$ 则不会大于 1。

按照这个模型, 对指标又经过这样的处理后, 根据附件 2 所述的“层次几何平均法”的性质, 其值 SYD 就具备了如下特点:

- 1、参加评判的指标都变成了无量纲的量, 所以 SYD 也无量纲;
- 2、指标以两个层次参加评判, 即投资、平衡度、满足度为第一个层次, “三个里程”为第二个层次, 降低了“三个里程”的权位, 增大了投资额等指标的权位(我们也曾单独把“投资”作为第一层次, 把“平衡度”、“满足度”作为第二层次, “三个里程”作为第三层次用本模型进行计算, 但其结果是“投资”的作用太大了, 所以退而改为两个层次。计算结果表明, 这样的安排是比较合理的)。
- 3、参加第一层次评判的 4 个指标中, 除了满足度的值在 0~1 之间外, 其余三个指标的值都有大于 1 和小于 1 情况, 因此, SYD 的值也有大于 1 和小于 1 情况, 这就是说, 适应度 SYD 既能反映“超前”也能反映“滞后”了。

综上所述, 层次几何平均法虽然简单, 却有其独到之处, 比较符合本课题的要求。

4.1.2 层次几何平均法的缺点及弥补的方法

由附件 2 所述的层次几何平均法的性质中, 我们知道该法有非对称性和半序性两个缺陷。非对称性就是该法对适应度 SYD 小于 1 的情况反映比较敏感, 对适应度 SYD 大于 1 的情况就比较迟钝; 半序性就是对于某个指标特别大, 同时另一个指标又特别小的情况会出现误判。即这种情况明明是“适应度不好”, 但 SYD 却可能会得出好的值来。

对这两个缺陷, 我们通过以下的办法进行弥补:

①是设置相对于 1 不对称的评判阈值。比如 SYD 小于 0.45 才是“严重滞后”, 而 SYD 大于 1.18 就已经是“严重超前”了。②是设置“一票否决”阈值。比如对“投资额”, 当投资比差超过 1.8 时, 我们就不考虑其它指标的情况如何, 直接令 SYD 为“严重超前”。

4.2 综合评判软件简介

综合评判的实际操作是通过计算机软件来实现的。软件框图见图 6 所示。由图 6 可知, 程序分为数据输入、数据处理和结果输出三大块。现分别作一简单介绍:

4.2.1 原始数据输入

欲运用本软件评判山东省公路与国民经济相适应的情况，需要准备和输入以下数据：

1、全省经济社会有关数据：

①人口；②GDP；③公路基础设施建设投资额；④客运周转量和实载率；⑤货运周转量和实载率。

2、全省公路网有关数据：

公路总里程和各种技术等级公路的里程。

3、计算年份：

4、十七市、地有关数据：

①人口；②GDP；③二级以上公路总里程

4.2.2 数据处理部分介绍：

数据处理部分是计算机自动进行的，从图 6 可以看到，数据处理的工作有这样几项：

1、依据输入的年份（NAIN）确定有关参数；

程序将根据操作者输入的被评判年的年份数值 NAIN 确定计算年公路技术等级的交通量标准，从而解决了几种不同标准和几种不同统计标准的统计资料不容易统一的问题；同时程序将按照 NAIN 的数值，确定计算年山东省和所属 17 市、地的土地面积 MIANJI(i)， $i=0\sim 17$ ，其中 MIANJI(0)是全省数据。这个数基本没有变化，所以我们事先就埋在软件里，如发生变化，可在源程序理进行修改。

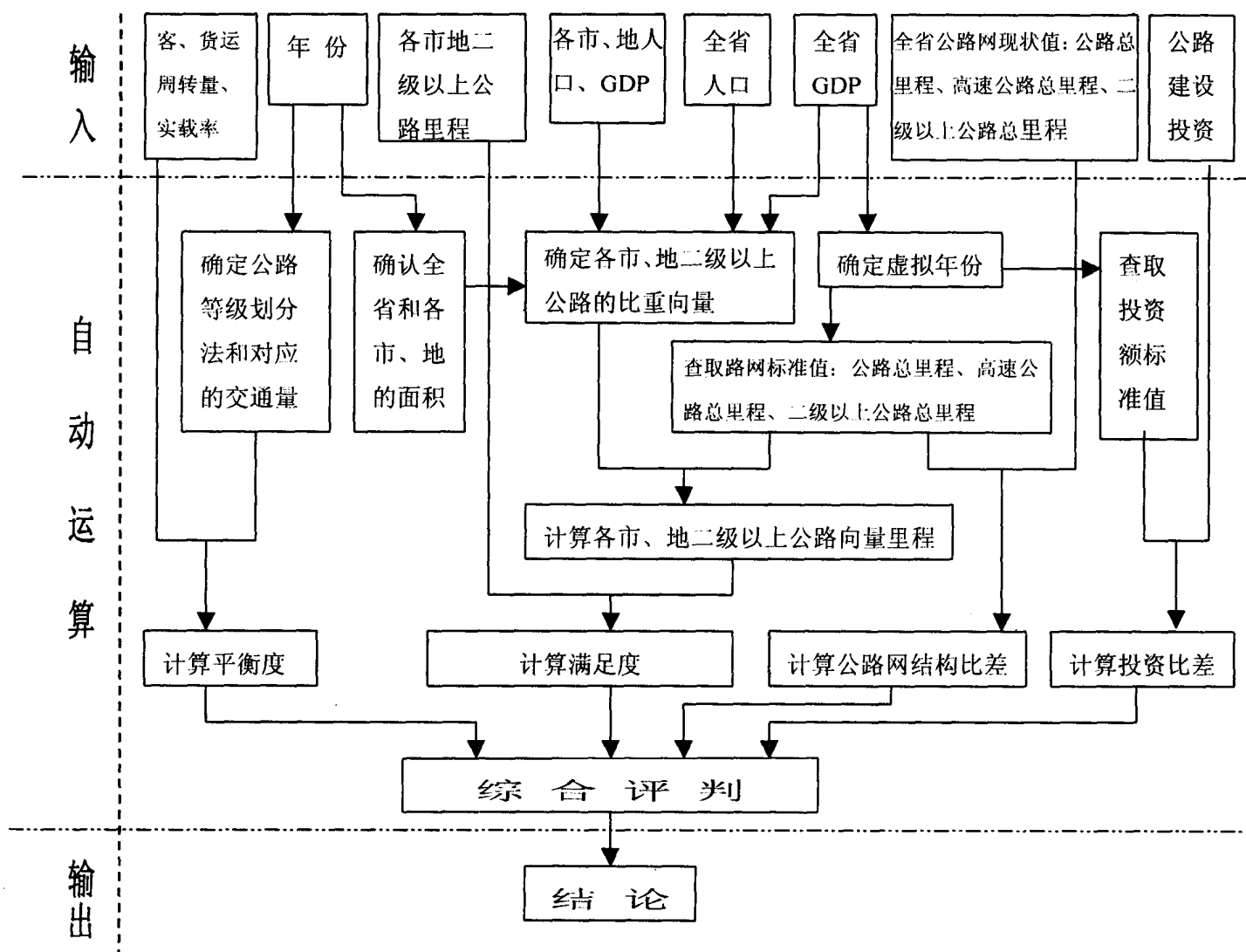


图 6：公路建设与国民经济适应性评价软件流程图

2、确定“影子年”和评判指标 ZB1、ZB4、ZB5、ZB6 的指标值 TOUZI、GLZ、GLGS、GL012B(0)。

程序将根据操作者输入的被评判年山东省的 GDP 的数值确定和这数值对应的“年份”，我们称之为“影子年”(NIANY)。这实际上是使随之通过模型确定的公路建设环境指标 ZB1 的指标值 TOUZI，路网指标 ZB4、ZB5、ZB6，即公路总里程、高速公路总里程、二级以上公路总里程指标值 GLZB、GLGSB、GL012B(0)是和该年的 GDP 的数值相对应的。这种设置能够较好地保证本研究软件和软件有高的动态功能，不会因国际、国内的风云变幻或政治、经济的需要使国民经济的发展产生较大的变化时，软件的效能失去。

3、确定各市、地二级以上公路的向量分配比例值 BLGL012(0)和向量里程 GL012B(i)。

程序将根据 MIANJI(i)和操作者输入的被评判年山东省和所属 17 地市的人口 RENKOU(i)、GDP(i)的数值确定各市、地二级以上公路的向量分配比例值 BLGL012B(0)，用它到全省二级以上公路向量里程即标准值 GL012B(0)中去分得各市地的二级以上公路向量里程 GL012B(i) (i=1~17)。计算模型见公式(9)、(10)。

$$BLGL012(i) = \sqrt[3]{\frac{MIANJI(i) \times RENKOU(i) \times GDP(i)}{MIANJI(0) \times RENKOU(0) \times GDP(0)}} \quad \text{----- (9)}$$

$$GL012B(i) = BLGL012(i) \times GL012B(0) \quad \text{----- (10)}$$

$i = 1, 2, \Lambda \Lambda, 17$

4、计算评判指标 ZB2 的指标值：平衡度 PINGHD；

程序将根据公式(1)，依据操作者输入的被评判年山东的公路运输客、货运周转量和客、货运车辆实载率，换算出全省因社会经济活动所实际发生的车流周转量，再按每车 4 吨折算成重型货车的车流量，这样就把社会经济对公路建设的需求找了出来；同时，通过全省各等级公路里程和其标定的日交通量相乘的累加和得到我省公路网所提供的通行能力；两者进行比较计算，就得到评判指标 ZB2 的指标值：平衡度 PINGHD。

5、计算评判指标 ZB3 的指标值满足度 BIT 即 β ；

程序将根据操作者输入的被评判年山东各市、地二级以上公路的实际里程和程序按公式(10)刚刚算好的各市、地二级以上公路向量里程的数值按公式(2)、(3)计算出评判指标 ZB3 的指标值：满足度 BIT 即 β 。

6、公路网规模、结构的特征值结构比差 JIEGOUBC 的计算；

公路网规模、结构的特征值结构比差 JIEGOUBC 的计算，我们采用几何平均法。模型见公式(11)：

$$JIEGOUBC = \sqrt[3]{\frac{GLZ \times GLGS \times GL012(0)}{GLZB \times GLGSB \times GL012B(0)}} \quad \text{----- (11)}$$

式中：

JIEGOUBC ——公路网结构比差

GLZ、GLGS、GL012(0)——三个总里程指标的实际值

GLZB、GLGSB、GL012(0)B——三个总里程指标的标准值

2、差系数 TOUZIBC；

评判指标 ZB1：投资额度，是以投资比差的形态参加综合评判的。程序根据操作者输入的被评判年山东的实际或规划的公路建设投资额 TOUZI 与投资额指标 ZB1 的标准值 TOUZIB 来计算得到投资比差 TOUZIBC 的。计算模型见公式(12)：

$$TOUZIBC = \frac{TOUZI}{TOUZIB} \quad \text{----- (12)}$$

3、综合评判；

程序计算至此，我们已经按照 6 个评判指标计算出 4 个重要的参量，他们是投资比差 TOUZIBC，平衡度 PINGHD，满足度 BIT(β)，结构比差 JIEGOUBC。程序采用由模型(8)而得到的模型(13)来计算适应度(syd)的值，并按表 2 的原则进行评判：

$$SYD = \sqrt[4]{TOUZIBC \times PINGHD \times BIT \times JIEGOUBC} \quad \text{----- (13)}$$

“山东省公路建设与社会经济适应性的研究”课题

表：SYD 判定原则

SYD 值范围	0.95~1.02	0.85~0.95 1.02~1.06	0.75~0.85 1.06~1.10	0.65~0.75 1.10~1.14	0.45~0.65 1.14~1.18	≤0.45 ≥1.18
适应程度	非常适应	略微滞后	已滞后	滞后	滞后较严重	严重滞后
		基本适应	还适应	欠适应	不适应	很不适应
		略微超前	已超前	超前	超前较严重	严重超前

4.2.3 输出结果;

软件计算结束后将会输出清晰、整齐和完善的书面文档，其中有计算年的原始数据（包括操作者人机对话送的数据和软件预埋的），有六个评判指标的实际值，和借以比较的“标准值”，还有计算的最后结果 SYD，即适应度的数值。最后还打印出中文的结论，告诉您：通过本软件的计算和分析认为，计算年公路建设和社会经济是适应还是不适应，是超前还是滞后。

5 山东公路和国民经济适应度计算和评价

为了验证本研究成果和软件的使用性能，我们分别用 1995~1998 年的数据进行计算，这里列出 95、98 两年的详细计算过程，供大家审阅和理解，其余年份的计算过程略。

5.1 输入数据

表 1：全省数据（一）

计算年份	GDP	人 口	公路网 总里程	公路建 设投资	客 运 周转量	客 运 实载率	货 运 周转量	货 运 实载率
公元后	亿元	万人	公里	亿元	万人公里	%	万吨公里	%
1995	5002	8701.2	54243	19.07	1767933	44.2	2639696	63.3
1998	7162	8838.7	64145	155.36	2678594	52.6	3428518	59.7

表 2：全省数据（二）

高速公路	一级汽专	二级汽专	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路	等外公路
公里	公里	公里	公里	公里	公里	公里	公里
95	220	1548	222		11546	14313	25950
98	913.6			1838.4	16109.7	16381.9	28685.5

表 3-1：1995 年 17 市、地数据

类别	GDP	人 口	高速公路	一级汽专	二级汽专	一级公路	二级公路
市地	亿元	人	公里	公里	公里	公里	公里
济南	481.52	5421248	51.2	89.8	14.8		630.4
青岛	642.03	6846346	0	276.4	0		787.9
淄博	404.54	3939388	51.1	101.5	0		451.9
枣庄	169.59	3450265	0	61.7	0		376.5
东营	229.26	1641145	0	180.3	0		470.1
烟台	575.7	6348796		238.7	39.4		1373.8
潍坊	530.00	8208074	89	223.8	17		1234.4
济宁	368.18	7617413	0	97	18.3		826.3
泰安	205.15	5266065	0	97	0		499.1
威海	336.72	2430043	0	47.9	80		495.4

类别 市地	GDP 亿元	人 口 人	高速公路 公里	一级汽专 公里	二级汽专 公里	一级公路 公里	二级公路 公里
日照	114.15	2684671	0	0	0		478.5
莱芜	69.15	1191717	0	29.8	0		188.9
临沂	311.76	9664406	0	76	23.7		977.7
德州	184.39	5178164	0	0	29.2		729.1
滨州	151.83	3522408	25.4	23.2	0		673.8
聊城	164.45	5449890	0	0	0		783.8
菏泽	168.52	8151982	0	0	0		599.9

表 3-2: 1998 年 17 市、地数据

类别 市地	GDP 亿元	人 口 万人	二级以上公路 公里	类别 市地	GDP 亿元	人 口 人	二级以上公路 公里
济南	821.16	553.5	899.8	青岛	888.39	699.6	1642.3
淄博	536	403.7	949.9	枣庄	233.75	354.5	557.3
东营	315.67	169.2	789.4	烟台	740	643.4	2137.3
潍坊	774	835.8	1926.6	济宁	515.51	779.1	1189.9
泰安	344.34	535.9	1191.9	威海	530.7	245.8	770.4
日照	175.02	273.8	783.1	莱芜	106.32	121.9	253.1
临沂	458.82	988.2	1805.8	德州	305.34	527.5	1144.1
滨州	223.11	356.9	974	聊城	235.39	550.8	1004.5
菏泽	207.43	832.1	839.3	山东省	7162	8838.7	18861.7

5.2 计算过程

5.2.1 中间指标计算

1、“影子年”:

$$NIANY_{95} = \frac{\log(GDP_T) - \log(GDP_0)}{\log(A)} + TT = \frac{\log(5002) - \log(5002)}{\log(1.099)} + 1995 = 1995$$

$$NIANY_{98} = \frac{\log(GDP_T) - \log(GDP_0)}{\log(A)} + TT = \frac{\log(7162) - \log(5002)}{\log(1.099)} + 1995 = 1999$$

2、公路总里程标准里程:

$$GLZB_{95} = \frac{26.1}{1 + 2108.87 \times e^{-0.0665651 \times (1995 - 1900)}} = 5.4581 (\text{万公里})$$

$$GLZB_{98} = \frac{26.1}{1 + 2108.87 \times e^{-0.0665651 \times (1999 - 1900)}} = 6.6960 (\text{万公里})$$