

文章编号:1005-0523(2011)04-0007-07

基于DPSIR模型的经济圈交通网络评价指标体系

张兵¹, 邓卫²

(1. 华东交通大学土木建筑学院, 江西 南昌 330013; 2. 东南大学交通学院, 江苏 南京 210096)

摘要:为表征经济圈交通网络与经济社会发展之间的关系,运用DPSIR分析模型,从驱动力—压力—状态—影响—响应5个方面分析构建经济圈交通网络评价指标体系。新构建的经济圈交通网络评价指标体系由3个准则层、20个指标构成。经济圈交通网络评价指标体系的建立对于客观评价经济圈交通网络的发展状态,制定科学的经济圈交通发展规划具有重要的意义。

关键词:交通网络;评价指标;DPSIR分析模型;经济圈

中图分类号:U412.1

文献标识码:A

当城市功能国际化进程不断加快,区域之间各城市联系越来越紧密,经济发展逐渐呈现区域的互补性与协同性时,经济圈作为经济发展的产物而出现。经济圈以发达的交通网络为依托,不断增强对周边城市与区域的吸引辐射力,促进经济圈经济快速发展。

经济圈交通网络综合评价涉及面广,考虑因素众多,在选取评价指标时,要满足对经济圈交通网络与经济发展之间的联系,即通过对经济圈经济特征和交通基础设施网络的研究,提出刻画经济圈交通网络系统表征关系的关键指标,研究经济圈交通网络系统的要素构成形式及相互联系。目前国内外常用的评价指标选取方法有聚类法、分析法、复合法、特征分类法以及目标层次分类展开法等^[1-2]。考虑到经济圈交通网络发展水平表征指标的代表性,本文采用DPSIR框架分析模型,能够科学的表征经济圈交通网络与社会、经济、环境等各种相关联因素之间的关系。

1 经济圈交通网络指标选取流程

由于当前对经济圈交通网络评价指标体系研究资料不多,而且缺少较全面的区域综合交通网络评价指标体系供参考,很难通过一种指标选取方法来找出表征经济圈交通网络发展水平的所有指标。考虑到经济圈交通网络系统的复杂性和关联性,经济圈交通网络系统与生态环境系统类似,都是一个复杂的宏观系统,系统内部影响因素较多,各种因素之间相互牵连,因此将生态环境科学领域中的DPSIR模型应用于经济圈交通网络指标选取,以对经济圈交通网络综合评价问题的外延及内涵做出合理分析,提炼出表征指标。

DPSIR模型最初运用于生态环境科学领域,根据环境系统内影响因子众多、层次关系复杂等特点,按照驱动力(driver forces)、压力(pressure)、状态(state)、影响(impact)和响应(response)5个部分的因果关系,描述人类活动和环境之间的联系^[3]。即人类活动对环境施加一定压力,导致环境状态发生变化;而社会对该变化作出的响应,又将直接作用于压力以恢复环境质量或防止环境退化,从而在一系列的因果关系中找出表征复杂系统的指标。按照DPSIR模型得到经济圈交通网络表征关系的指标是相当众多的,这些指标

收稿日期:2011-04-21

基金项目:国家高新技术研究发展计划(863计划)项目(2007AA11Z202)

作者简介:张兵(1981—),男,讲师,博士,研究方向为交通工程、交通管理规划。

表达的信息可能存在不同程度关联、重叠、冗余等。同时,为了减少众多指标在使用评价模型中的过多计算量问题,为体现指标体系科学性、综合性和代表性等原则,要对提取指标进行二次筛选形成最终的评价指标体系。

在指标筛选过程中,需要结合专家意见对初选指标体系进行科学性测验。首先对每个指标的可行性和正确性进行检验,可行性是指该指标的数值能否获得,那些无法或很难取得准确资料的指标是不可行的;正确性是要求指标的计算方法、计算范围以及计算内容应该正确。其次,还要通过定性分析判断指标体系是否全面地、毫无遗漏地反映最初描述的评价目的和任务并进行完整性分析。最后,采用分析法进一步按照逻辑分类提出相应的目标层和准则层,从而完整确定经济圈交通网络综合评价指标体系。评价指标选取流程如图1所示。

2 DPSIR分析模型理论

DPSIR模型最初是由OECD(联合国经济合作开发署)建立的压力—状态—响应模型(PSR)发展起来的。但是PSR模型只是针对环境问题建立,在分析社会问题以及交通问题上存在一定的难度;同时,在模型中人类活动对环境的影响只能通过状态指标间接地反映出来,缺乏直接的描述指标。因此,欧洲环境署(EEA)对PSP模型进行了改进,增加了人类活动对环境的压力和影响分析,最终形成DPSIR模型^[3]。通常,DPSIR模型是在环境系统中广泛使用的评价指标体系概念模型,它是作为衡量环境及可持续发展的一种指标体系而开发出来的,从系统分析的角度看待人和环境的相互作用。它将表征一个自然系统的评价指标分成驱动力、压力、状态、影响和响应五种类型,每种类型中又分成若干种指标^[4]。DPSIR模型是一种基于因果关系组织信息及相关指标的框架,根据这一框架,存在着驱动力→压力→状态→影响→响应的因果关系链^[5],如图2所示。

通过DPSIR框架模型可以提供发现、解决交通问题的思路,从中可以分析出能反映经济圈交通网络与社会经济之间的表征关系,从而找到能表征经济圈交通网络与社会经济相关的指标^[6]。首先找出推动经济圈交通发展以及提高交通运行质量的间接因素,主要是社会经济、环境发展等方面的指标,即驱动力指标;其次,分析经济圈影响交通基础设施发展的直接因素,例如经济圈内交通发展所带来的排气排放、资源利用等人类活动对交通系统的直接压力,即经济圈压力指标;再次,分析在这种压力下,表现经济圈中交通网络系统各层面的状态或趋势,即状态指标;然后,分析表征整个交通系统对经济系统、环境系统所导致的结果,也就是状态导致结果的分析因素,即影响指标;最后,得到为促进交通网络系统与经济圈经济发展所采取的政策或对经济圈交通状态做出反应的相应方法及对策,即响应指标。

3 基于DPSIR分析模型的经济圈交通网络评价指标选取

分别按照DPSIR模型,从驱动力、压力、状态、影响和响应指标5个方面,将能反映经济圈交通网络系统性能的各种指标进行分析提取,构建经济圈交通网络评价指标体系,并根据研究重点选择研究范围为经济

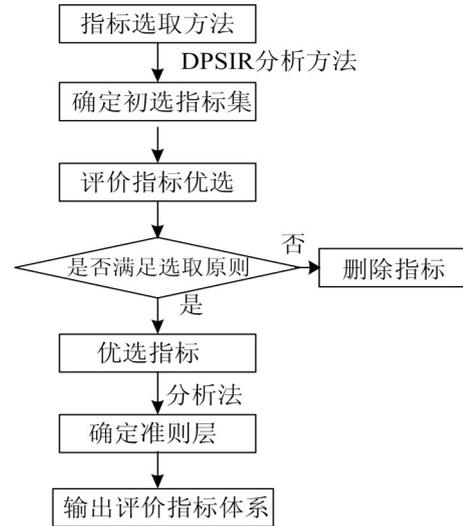


图1 评价指标选取流程

Fig.1 Selection process of evaluating index

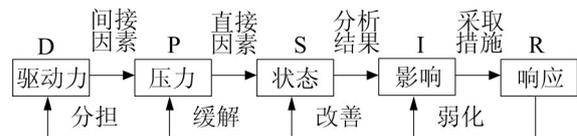


图2 DPSIR指标分析模型

Fig.2 DPSIR analyzing model

圈公路交通以及轨道交通,暂且不考虑航道、管道以及航空网络等。

3.1 驱动力指标

经济圈交通网络发展的驱动力,主要来源于经济圈人口增长、经济发展的活跃程度以及科学技术进步的推动等。通常,经济圈内常驻人口及流动人口的数量决定着基本出行需求的大小,同时人口结构的差异又直接影响着出行方式的不同。而经济的快速发展,使经济圈内居民收入不断增加,促进居民出行需求进一步提高,导致交通频率增加以及交通出行模式的变化,例如对珠三角经济圈的调查表明,高收入人群在区域间的交通多选择小汽车交通,而普通收入人群则多倾向于乘坐轨道交通。而第三产业的比重可以用来表征区域经济的活跃度。当第三产业比重高时,服务业相对比较繁荣,交通运输业伴随着第三产业的繁荣也将会活跃起来,公众对出行的要求也相对较高。同时,随着经济的快速发展与交通网络的持续建设,许多城市郊区的农村逐步改造为城市郊区,城市各种配套设施及资源得到充分发展,经济圈内城市化水平得到进一步提高。城市化水平的提高不仅扩大城市面积和增加城市人口,而且城市规模及人口的膨胀推动了经济圈内交通网络的进一步建设及改造。为了应对日益增长的城市人口和城市规模的扩张,城市交通网络需要不断改善和维护,这就需要为经济圈交通网络建设进行不断投资,交通投资比重则表现出地方政府对交通完善的期待,这种投资转换为促进交通网络完善的动力,也成为驱动力因素之一。最后,经济圈交通网络建设在国家社会经济建设投资中占有较大的比重,应该在合理配置国家资源的基础上,从国家和社会的整体角度对经济圈交通网络的经济驱动因素进行分析,相应的评价因素应包括经济内部收益率、经济效益净现值、经济效益费用比以及经济投资回收期等,尤其是经济效益费用比,促进了经济圈当地政府对交通网络进行投资及建设的积极性。

3.2 压力指标

经济圈交通网络系统的压力因素繁芜复杂,除了机动车数量快速增长、交通出行费用高涨等来源于社会经济层面的常规压力外,来源于生态环境层面的压力因素对交通系统的压力也日益显著。尾气排放、噪声和振动的产生、土地资源紧张、能源危机等,各种压力都对经济圈交通网络的发展提出了更高的要求。首先,日益增长的机动车数量对已经拥挤的经济圈交通网络产生很大压力,而当前经济圈交通网络的建设速度远远落后于机动车保有量的增长,使交通网络更加拥挤,交通负荷度不断增加。拥挤的交通网络不仅给出行者带来经济上的直接损失,而且这种压力直接影响着经济圈经济的健康持续发展。其次,交通安全也严重制约着经济发展,不仅给人民生命安全和财产带来重大损失,而且对交通网络的建设提出了更高的要求,所以经济圈交通网络的交通安全性是一个重要的评价指标。再次,经济圈内经济活跃带动了区域内大量的人流与物流的大量流动,这种流动性的表征则是经济圈内公路交通客货运交通量、经济圈交通客货运交通周转量以及经济圈轨道交通客货运周转量等指标。最后,经济圈可持续发展,必须对交通环境容量予以充分考虑,尽量在最低限度的污染下实现最高限度的交通容量,因此,机动车尾气、交通噪音等压力指标对交通网络的建设与发展布局等提出了更高的要求。

3.3 状态指标

状态指标是经济圈交通网络系统在驱动力和压力影响下维持现状的直接反映,主要表现在经济圈内交通网络的建设状况,包括交通网络的密度是否达标、交通网络是否分布均衡、交通网络是否通畅等;除此之外,还应考虑到经济圈内交通出行中的便利性以及经济圈交通网络沿线的经济含量等情况的表征,指标的选取需突出反映经济圈交通网络系统运行状态的特点。而且,由于经济圈内高科技产业要比其它地区相对较多,主要产品是具有高附加值、高科技含量、很强时效性的精密产品,产品的运输需要尽可能地减小运输途中的颠簸以及节省运输时间,这样对经济圈交通网络的行驶舒适性以及可达性的要求就比非经济圈区域要高。因此,在表征经济圈交通网络状态的指标中,还应该包括交通网络的可达性以及交通网络的覆盖程度等指标。

3.4 影响指标

影响指标是经济圈交通网络系统状态所导致结果的直观表现,是状态指标的变化对整个系统造成的

影响。影响指标的选取需要参考状态指标,使它们相互对应,以突出交通网络在经济圈经济发展中的重要性。经济圈交通网络系统的发展状态直接影响着经济圈交通网络的服务水平等,而经济圈交通网络平均车速以及交通网络的服务能力与交通运输的成本有着直接关系,从而对经济圈经济的影响比较大。而轨道交通出行率的高低,可以决定区域经济的影响力度,通常发达国家的轨道交通出行率很高,例如日本东京都市圈,整个都市圈范围内的通勤交通 60%以上利用铁路系统,市区部分轨道交通出行率超过 70%,副都心区域则超过 80%,都心区域甚至在 90%以上^[7]。其它指标例如交通网络平均延误、交通网络复杂度以及交通网络智能化水平等,都对经济圈交通网络的正常运转起着重要的影响作用,在经济圈交通网络综合分析中给予充分考虑。

3.5 响应指标

响应指标反映了人的主观能动性,是对经济圈交通网络发展状态所做出的响应以及采取的政策措施。响应指标的选取原则是需要能够预防或减少经济圈交通网络系统压力,改善经济圈交通网络系统发展状态限制,以及能够补救或减少系统的不利影响。例如在交通资源配置和交通网络发展、促进交通网络有效运作以及技术进步、安全、环境、社会公平性等方面,交通政策都扮演了极其重要的角色,而只有保证交通网络建设与经济圈可持续发展政策的协调性,才能促进经济圈的良性发展。交通运输政策所要调整的重要关系之一就是资源的有效配置,而对经济圈经济发展相适配的交通政策能对区域经济发展发挥其补充和引导作用。而且,经济圈是由若干行政相对独立的区域组成,交通政策的贯彻力相当重要,因此交通政策的贯彻力对交通政策的实施有着重要的表征作用,没有贯彻力的交通政策就不能发挥决策作用,也就很难对交通网络发展起到促进作用。

通过以上分析可以看出,驱动力、压力、状态、影响与响应各因素之间相互作用、相互影响,共同组成经济圈交通网络系统可持续性发展不可缺失的部分。根据上述 DPSIR 模型分析,提出经济圈交通网络表征关系如图 3 所示。

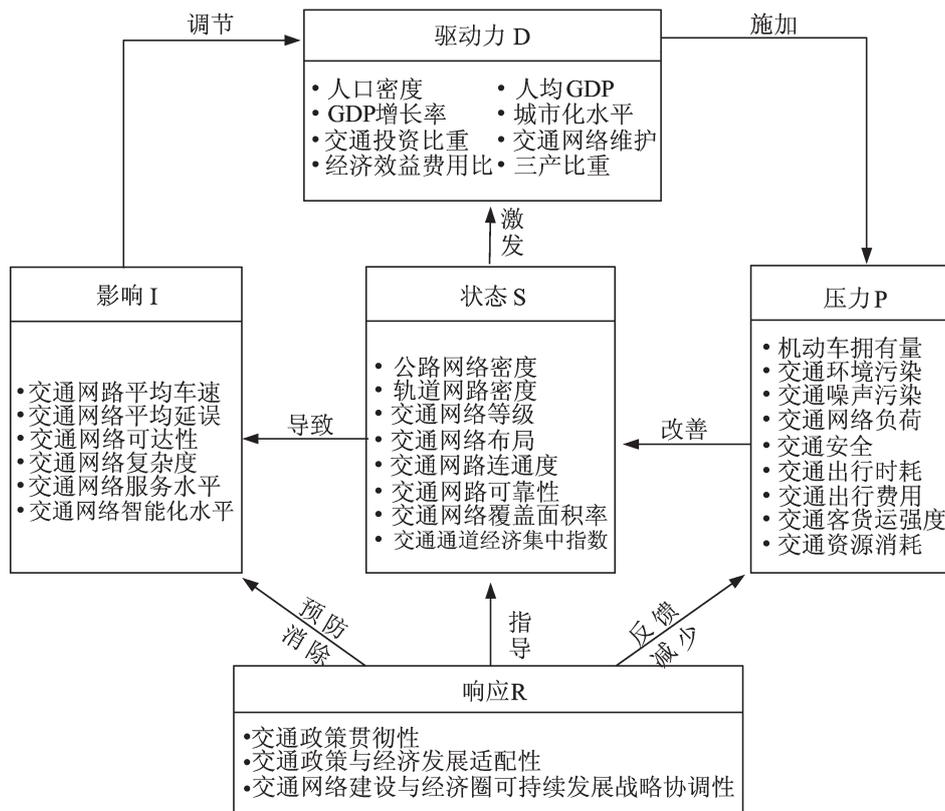


图3 基于DPSIR模型的经济圈交通网络表征关系图

Fig.3 Relationship of transportation network in economic circle based on DPSIR

综上所述,通过对经济圈交通网络系统进行DPSIR模型分析,从各关联因素中初选出表征经济圈交通网络发展水平的40个评价指标如表1所示。

表1 基于DPSIR模型的经济圈交通网络系统初选指标

Tab.1 Initial indicators of transportation network in economic circle based on DPSIR

| 指标类型 | 评价指标 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 驱动力指标 | 人口密度 C_1 ; 人均GDP C_2 ; GDP增长率 C_3 ; 第三产业比重 C_4 ; 城市化水平 C_5 ; 交通网络投资比重 C_6 ; 交通网络维护费用 C_7 |
| 压力指标 | 万人机动车拥有量 C_8 ; 交通网络客运经济强度 C_9 ; 交通网络货运经济强度 C_{10} ; 交通网络平均负荷度 C_{11} ; 交通出行平均耗时 C_{12} ; 交通事故数 C_{13} ; 交通出行费用指数 C_{14} ; 交通环境污染指数 C_{15} ; 交通网络噪声指数 C_{16} ; 交通资源消耗指数 C_{17} |
| 状态指标 | 公路网络密度 C_{18} ; 轨道网络密度 C_{19} ; 公路网高等级道路比重 C_{20} ; 交通网络综合技术等级 C_{21} ; 交通网络布局均衡度 C_{22} ; 交通网络连通度 C_{23} ; 交通网络可靠性 C_{24} ; 交通网非直线系数 C_{25} ; 交通网络换乘系数 C_{26} ; 公路网理想规模接近度 C_{27} ; 公路网中位点吻合度 C_{28} ; 交通网络覆盖面积率 C_{29} ; 交通通道覆盖区经济集中指数 C_{30} |
| 影响指标 | 交通网络平均车速 C_{31} ; 交通网络平均延误 C_{32} ; 交通网络复杂度 C_{33} ; 轨道交通出行率 C_{34} ; 交通网络可达性 C_{35} ; 交通网络服务水平 C_{36} ; 交通网络智能化水平 C_{37} |
| 响应指标 | 交通政策贯彻性 C_{38} ; 交通政策与经济发展适配性 C_{39} ; 交通网络建设与经济圈可持续发展战略协调性 C_{40} |

4 经济圈交通网络评价指标二次筛选

按照上述DPSIR分析模型得到反映经济圈交通网络表征关系的初选指标。初选指标只是给出了综合评价指标体系的“指标可能全集”,但一般不是“充分必要的指标集合”,其表达的信息可能存在不同程度的关联、重叠、冗余等。经济圈交通网络评价是一项集复杂性、综合性和系统性的工作,为了减少众多指标在使用评价模型中的过多计算量问题,更好体现指标体系的科学、综合和代表性原则,对提取的指标进行了二次筛选。

为了使经济圈交通网络评价结构更具科学性和合理性,按照指标筛选原则(科学性、系统性、可比性、可行性、独立性和引导性6个原则),对初选指标进行强弱检验,并在对于涉及到反映同一对象的多个指标时,应排除指标的相容性,尽量选取更为通用的指标^[8]。而且在指标的选取过程中,充分考虑综合评价过程中定性分析与定量分析相结合的方法,若定性信息较多并难以量化时则会带来信息处理复杂、评价模型难以建模等问题,因此侧重选择可行性与可比性较高的指标。参照国内外有关研究成果和咨询专家的意见,对经济圈交通网络评价系统的40个评价指标在每一筛选原则中的强弱差别进行取舍,最终取舍结果见表2。

按照指标选取的分析法对指标进行分类,分别按照经济圈社会经济、政策、环境以及交通网络设施分为3个准则层——经济圈社会经济发展水平、经济圈交通政策与环境发展水平和经济圈交通网络设施发展水平。经济圈交通网络综合评价指标体系如表3所示。

表2 评价指标二次筛选

Tab.2 Secondary selection of evaluating indicators

| 评价指标 | 取舍 | 评价指标 | 取舍 | 评价指标 | 取舍 |
|---------------------|----|---------------------|----|-------------------------------|----|
| 人口密度 C_1 | 取 | 交通环境污染指数 C_{15} | 取 | 交通网络覆盖面积率 C_{29} | 舍 |
| 人均GDP C_2 | 取 | 交通网络噪声指数 C_{16} | 取 | 交通通道覆盖区经济集中指数 C_{30} | 舍 |
| GDP增长率 C_3 | 舍 | 交通资源消耗指数 C_{17} | 舍 | 交通网络平均车速 C_{31} | 取 |
| 第三产业比重 C_4 | 取 | 公路网络密度 C_{18} | 舍 | 交通网络平均延误 C_{32} | 舍 |
| 城市化水平 C_5 | 取 | 轨道网络密度 C_{19} | 舍 | 交通网络复杂度 C_{33} | 舍 |
| 交通网络投资比重 C_6 | 取 | 公路网高等级道路比重 C_{20} | 舍 | 轨道交通出行率 C_{34} | 取 |
| 交通网络维护费用 C_7 | 舍 | 交通网络综合技术等级 C_{21} | 取 | 交通网络可达性 C_{35} | 取 |
| 万人机动车拥有量 C_8 | 舍 | 交通网络布局均衡度 C_{22} | 舍 | 交通网络服务水平 C_{36} | 舍 |
| 交通网络客运经济强度 C_9 | 取 | 交通网络连通度 C_{23} | 取 | 交通网络智能化水平 C_{37} | 舍 |
| 交通网络货运经济强度 C_{10} | 取 | 交通网络可靠性 C_{24} | 取 | 交通政策贯彻性 C_{38} | 取 |
| 交通网络平均负荷度 C_{11} | 取 | 交通网非直线系数 C_{25} | 舍 | 交通政策与经济发展适配性 C_{39} | 取 |
| 交通出行平均时耗 C_{12} | 取 | 交通网络换乘系数 C_{26} | 舍 | 交通网络建设与经济圈可持续发展战略协调性 C_{40} | 舍 |
| 交通事故数 C_{13} | 舍 | 公路网理想规模接近度 C_{27} | 取 | | |
| 交通出行费用指数 C_{14} | 舍 | 公路网中位点吻合度 C_{28} | 舍 | | |

表3 优选后的经济圈交通网络综合评价指标体系

Tab.3 Optimized indicator system of transportation network in economic circle

| 目标层A | 准则层B | 指标层D |
|-----------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 经济圈交通网络综合评价指标体系 | 经济圈社会经济发展水平 B_1 | 人口密度 D_1 ; 人均GDP D_2 ; 第三产业比重 D_3 ; 经济圈城市化水平 D_4 ; 交通网络投资比重 D_5 ; 交通通道覆盖区经济集中指数 D_6 |
| | 经济圈交通政策与环境发展水平 B_2 | 交通环境污染指数 D_7 ; 交通网络噪声指数 D_8 ; 交通政策贯彻性 D_9 ; 交通政策与经济发展适配性 D_{10} |
| | 经济圈交通网络设施发展水平 B_3 | 交通网络客运经济强度 D_{11} ; 交通网络货运经济强度 D_{12} ; 交通网络平均车速 D_{13} ; 交通网络平均负荷度 D_{14} ; 交通网络综合技术等级 D_{15} ; 轨道交通出行率 D_{16} ; 交通网络连通性 D_{17} ; 交通网络可达性 D_{18} ; 交通网络可靠性 D_{19} ; 公路网理想规模接近度 D_{20} |

5 结语

1) 建立经济圈交通网络评价指标体系是经济圈交通网络综合评价的前提,而经济圈交通网络各项评价指标要适应经济圈社会经济发展和交通需求的变化,运用DPSIR模型构建经济圈交通网络评价指标体系,可以科学、全方位地表征经济圈交通网络与社会经济发展之间的主要关联因素,评价指标具有代表性。

2) 由于目前经济圈交通网络评价还处于研究阶段,相应资料较少,没有现成的规范可依,而科学选取

评价指标是保证经济圈交通网络综合评价的关键,由于评价指标选取因素非常复杂,还需要进一步研究分析。后续研究中,通过对评价指标进行分级量化,以科学评价经济圈交通网络发展水平。

参考文献:

- [1] 朱泰英. 高速公路交通管理系统社会经济影响评价研究[D]. 长春: 吉林大学, 2004.
- [2] 朱顺应, 王红, 李关寿. 公路网规划评价指标选取[J]. 重庆交通学院学报, 2002, 21(2): 28-32.
- [3] 曹红军. 浅评DPSIR模型[J]. 环境科学与技术, 2005, 28(6): 110-111.
- [4] 郑茂坤, 骆永明, 赵其国, 等. 应用DPSIR体系解决长江、珠江三角洲地区环境问题的初步思考[J]. 土壤, 2006, 38(5): 662-666.
- [5] JAGOON K A, KANEKO S, FUJIKURA R, et al. Urbanization and subsurface environmental issues: an attempt at DPSIR model application in Asian cities[J]. Science of the Total Environment, 2009, 407(9): 3089-3104.
- [6] 姜玉梅, 郭怀成, 郁亚娟, 等. 城市生态交通系统综合评价方法框架浅析[J]. 城市问题, 2007(4): 72-75.
- [7] 朱照宏, 杨东援, 吴兵. 城市群交通规划[M]. 上海: 同济大学出版社, 2007.
- [8] 胡启洲. 城市常规公共交通系统评价方法研究[D]. 南京: 东南大学, 2008.

Indicators for Transportation Network in Economic Circle Based on DPSIR Model

Zhang Bing¹, Deng Wei²

(1. School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. School of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: To show the relationship between transportation network and social economic development in the economic circle, the indicator system of transportation network in economic circle is developed by using the DPSIR (Driving force-Pressure-Status-Impact-Response) approach as the framework of analysis. In this system, there are 3 criterion levels, and 20 indicators. Establishment of this system is significant to objectively evaluate developing status of transportation network, and scientifically make the developing plan of transportation network in economic circle.

Key words: transportation network; evaluation indicator; DPSIR model; economic circle