

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2016.07.024

基于多源数据的货物空间运输联系 特征及形成机制

戢晓峰, 郝京京

(昆明理工大学 交通工程学院, 云南 昆明 650500)

摘要: 为了研究货物空间运输联系特征及形成机制, 在大数据分析的基础上, 采用空间分析的方法, 集成区域路网货车流量动态监测平台、交通行业综合统计信息管理平台及物流经济统计平台输出的多源数据, 构建了运输联系强度模型。进一步引入首位联系的概念, 利用 ArcGIS 进行空间分析, 提取了区域空间运输联系特征, 并从经济空间格局与资源空间分布差异两个方面揭示了其形成机制。以云南省公路货运为实例进行验证, 结果表明: 滇中经济圈一体化促使滇中地区空间运输联系的区域化; 运输基础设施的改善导致对外运输联系密切的城市向“交通廊道”沿线进一步集聚; 货运资源的空间分异推动城市与区域经济中心取得首位联系。

关键词: 运输经济; 空间运输联系特征; 多源数据分析; 区域物流; 首位联系

中图分类号: FS02

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268 (2016) 07-0153-06

Study on Freight Spatial Transport Connection Characteristics and Its Formation Mechanism Based on Multi-source Data

Ji Xiao-feng, Hao Jing-jing

(School of Traffic Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan 650500, China)

Abstract: In order to study freight spatial transport connection characteristics and its formation mechanism, based on big data analysis, integrating the multi-source data output from freight traffic dynamic monitoring platform, comprehensive statistics information management platform of transport industry and logistics economic statistics platform, the transport linkages strength model is constructed. By introducing the concept of first linkage, spatial analysis is conducted by ArcGIS software, the regional spatial transport connection characteristics is extracted, and its formation mechanism is revealed from the aspects of economic spatial pattern and resource spatial distribution difference. The road transport in Yunnan province is treated as a typical example. The result shows that (1) the integration of economic circle pushes the regionalization of spatial transport linkage in central Yunnan province; (2) the improvement of road transport infrastructure leads to the cities which close to external transport gathering to the transport corridor further; (1) the spatial distribution difference of freight transport resources promotes the cities make the first contact with regional economic center.

Key words: transport economy; spatial transport connection characteristics; multi-source data analysis; regional logistics; first contact

收稿日期: 2015-08-05

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41501174, 71563023); 云南省应用基础研究重点项目 (2015FA019); 云南省中青年学术和技术带头人培养项目 (2015HB027)

作者简介: 戢晓峰 (1982-), 男, 湖北随州人, 博士, 教授. (yiluxinshi@sina.com)

0 引言

空间运输联系能够反映区域经济的发展水平、区域内产业结构以及区域间差异等特征,是区域间经济联系的主要表征^[1]。空间运输联系作为研究区域空间结构特征和演化的重要方式,一直是运输经济学和交通地理学研究的核心内容。对空间运输联系的研究,是在承认既有运输网络的前提下,对客、货运输生成、演变、分布、交流在空间上反映的研究^[2]。现有研究对于空间运输联系特征的提取大致分为两种:一种是提出空间运输联系强度的概念,通过计算研究单元之间运输吸引潜力来衡量其空间运输联系强度,如李斌^[3]运用运输联系强度模型对河南省各县市的运输联系势能进行潜力分析,进一步确定公路客运空间联系模式;杨忠臣^[4]等构建了运输联系强度模型,通过分析3种交通方式支持的城市客流强度和方向,分析了山东省对外运输联系格局和区内各城市间的运输联系强度。另一种是基于“流”的概念,通过对研究单元间的实际运输交流数据进行分析,借用 ArcGIS 等软件平台进行可视化处理,辨识研究区域的空间运输联系特征,如李谭波^[5]等基于全国省际之间客货运量等数据,辨析了国家尺度下的空间运输联系特征。

一般认为,空间运输联系是指为保障区域经济的正常运行,城市之间存在物质、能源、人员的交换和联系^[6]。空间运输联系是一项复杂的系统工程,必须从多维度进行研究,但运输数据的采集与生产是现有空间运输联系研究视角单一的主要制约因素。本文基于多源数据^[7]从运输吸引潜力及运输交流两个角度,研究城市对外运输联系总量和城市对之间运输联系强度的空间分异特征及城市的首位联系空间分布格局,提取区域空间运输联系特征,进一步从经济空间格局及资源空间分布差异两个方面揭示空间运输联系特征的形成机制。

1 数据源与研究方法

1.1 数据源

本文数据来源于集成路网货车流量动态监测平台、交通行业综合统计信息管理平台及区域物流经济统计平台输出的海量运输数据。路网货车流量动态监测平台能够输出区域内高速公路及等级公路网的运输车辆流量数据;交通行业综合统计信息管理平台主要提供运输相关指标数据,按年报、半年报、季报、月报和不定期报表的形式输出;物流经济统

计平台整合了物流市场数据及社会经济宏观数据。

1.2 研究方法

基于多源数据,从运输吸引潜力及运输交流两个角度提取货物空间运输联系特征。首先,从运输吸引潜力的视角,基于大数据平台输出的海量数据,借鉴城市流理论,构建运输联系强度模型。

$$I_{ij} = \frac{\sqrt{P_i \times V_i} \times \sqrt{P_j \times V_j}}{T_{ij}^2}, \quad (1)$$

式中, I_{ij} 为两个城市之间空间运输联系强度; P_i , P_j 分别为城市 i , j 的运输总量,采用交通行业综合统计信息管理平台输出的城市货运量数据; V_i , V_j 分别为城市 i , j 的运输流量,采用区域路网货车流量动态监测平台输出的货运车辆流量数据; T_{ij} 为两城市间的最短旅行时间。

采用网络分析方法^[8],对城市之间的最短旅行时间进行测定。根据《中华人民共和国公路工程技术标准》对不同等级的道路网速度进行标定,设定高速公路的速度为 100 km/h,国道的速度为 80 km/h,省道速度为 60 km/h,县道为 30 km/h。

首先,为更好地反映一个研究单元在所研究区域中所有研究单元空间运输相互作用中的地位,引入对外运输联系总量概念,计算公式为:

$$I_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n I_{ij}, \quad (2)$$

式中, I_i 为区域 i 对外运输联系总量; n 为区域数量。

其次,基于实际运输交流数据,引入首位联系概念,构建首位联系度模型。

$$P_{ij} = O_{ij} + D_{ij}, (j = 1, 2, \dots, n), \quad (3)$$

$$Z_{ik} = \max(\frac{P_{ij}}{O_i + D_i}), (j = 1, 2, \dots, n), \quad (4)$$

式中, P_{ij} 为城市 i 与城市 j 之间的运输流量; O_{ij} 为城市 i 流向城市 j 的运输量; D_{ij} 为城市 j 流向城市 i 的运输量; Z_{ik} 为城市 i 的首位联系度; k 为城市 i 的首位联系城市; n 为城市数量; O_i 为城市 i 的输出量; D_i 为城市 i 的输入量。

经济要素及资源禀赋是空间运输联系产生的基础和重要诱因,经济空间格局决定着货物空间运输联系的空间分异特征,资源的空间分布差异直接导致货物空间运输联系的形成。然而,货物资源空间分布的相关数据较难获取,仅能通过实地调查获得,一直是制约空间运输联系特征形成机制分析的瓶颈。本文从大数据平台获取了货物资源空间分布的多源

数据,从经济空间格局及空间分布差异两个方面,解析货物空间运输联系的形成机制,研究技术流程如图1所示。

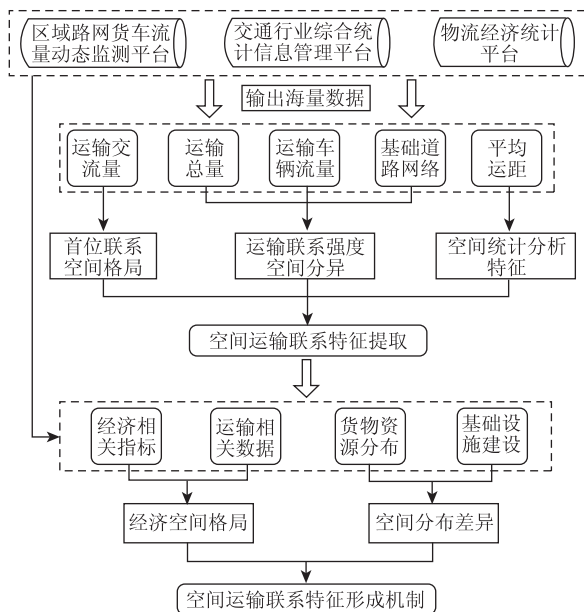


图1 研究技术流程

Fig.1 Technological process of research

2 云南省道路货运空间运输联系特征

云南省位于我国西南边陲,道路运输在其综合运输体系中占据主导地位,道路货物运输量占比一直在80%以上。基于大数据平台输出的多源数据,运用构建的技术流程以云南省道路货运为典型案例,提取道路货运空间运输联系特征并揭示其形成机制。

2.1 滇中地区空间运输联系的区域化特征显著

空间运输联系的区域化特征主要体现在两个方面:一方面是部分区域运输活动的高强度集聚,另一方面是区域内部运输比例高。从运输量、城市间运输联系强度和内部运输比例来看,货物空间运输联系的区域化态势率先在滇中地区显露,在滇西及滇东南地区正在发育形成。

滇中地区在云南经济发展中的主导地位不断增强,并进一步呈现强化的态势。滇中地区货运量所占比例由2009年的58.89%增长至2013年的61.20%,如图2所示。然而,从道路货运的平均运距来看,滇中地区平均运距处于最低位,为70.39 km,如图3所示。平均运距是区域化程度的重要衡量指标^[4],滇中地区货物运输的高强度聚集及逐年缩小的货运平均运距,表明滇中地区空间运输联系区域化特征显著。

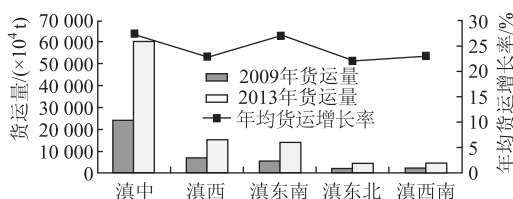


图2 2009年、2013年云南分区域货运量

Fig.2 Regional freight volumes of Yunnan in 2009 and 2013

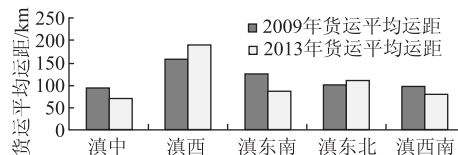


图3 2009年、2013年云南分区域货运平均运距

Fig.3 Regional average freight distances of Yunnan in 2009 and 2013

从云南城市对间的运输联系强度特征看,滇中、滇西及滇东南地区城市对间的联系强度高于其他区域,其中,滇中地区城市对间的运输联系最为密切,如图4所示。进一步分析区域内部运输联系比例(区域内部货运联系比例=区域内部城市对间运输联系强度/区域内部城市对外运输联系总量),滇中的内部联系比例高达80%,是区域内运输联系比例最高的地区,呈现明显的区域化特征;同时,滇西及滇东南地区次之,其内部联系比例超过50%,区域化特征也初步显现。

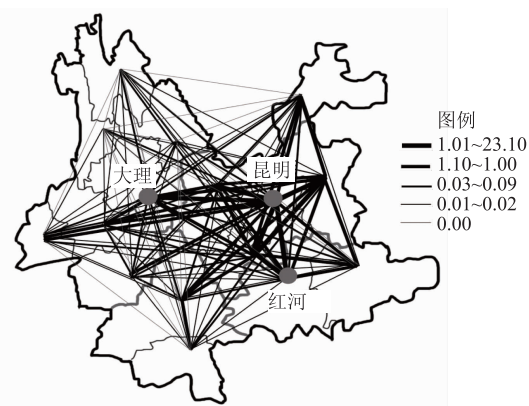


图4 城市对间运输联系强度的空间分布格局

Fig.4 Spatial distribution of interurban transport linkage strength

2.2 对外联系密切的城市分布在“交通廊道”沿线,城市对间主要联系方向呈现放射状

从对外运输联系总量来看,仅滇中地区对外运输联系总量高于全省平均水平,为 87.42×10^6 万吨·万辆/h²,如表1所示。其中,滇中地区对外运输联系强度较大的城市主要集中在昆玉高速、昆曲高速

及昆楚高速沿线。滇西和滇西南地区对外运输联系强度较大的城市主要得益于锁蒙高速及大丽高速等高速公路的开通。总的来看,昆玉、昆曲、昆楚、锁蒙及大丽等高速公路沿线城市对外运输联系强度比较大,城市对外运输联系呈现出明显的“廊道效应”,如图5所示。

表1 云南省对外联系总量前6位城市

Tab. 1 Top 6 cities of total external transport linkages in Yunnan Province

位序	城市	对外运输联系总量/(10^6 万吨·万辆·h $^{-2}$)
1	昆明	41.42
2	玉溪	27.71
3	曲靖	13.13
4	楚雄	5.16
5	红河	3.97
6	大理	2.72

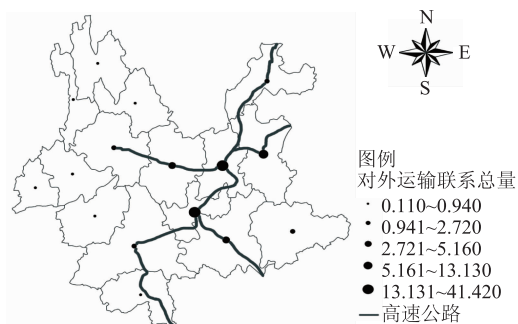


图5 云南对外运输联系总量的空间格局

Fig. 5 Spatial distribution of total external transport linkages in Yunnan Province

滇中地区作为云南省制造业中心和消费中心,面向产业链环节及流通环节的运输距离相对较短、物流成本相对较低,货物运输联系紧密,城市对间运输联系强度最大。云南各片区之间运输联系强度前6位依次为:滇中—滇中、滇中—滇东南、滇中—滇西、滇西—滇西、滇中—滇东北、滇中—滇西南,如表2所示。可以发现所有片区均趋向于与滇中地区产生运输联系,形成以滇中为核心,向外呈放射状的空间运输联系格局。

2.3 主要与区域经济中心取得首位联系

从首位联系空间分布特征分析,如图6所示,各城市趋向于与区域经济中心取得首位联系,滇西南、滇东南地区趋向于与昆明取得首位联系,滇西地区趋向于与大理取得首位联系,滇西南地区趋向于与红河取得首位联系;滇中地区仅玉溪和楚雄首位联系方向较为明显,均以昆明作为首位联系城市,然而,曲靖与其他城市的首位联系度较低。从首位

联系城市的数量分析,全省首位联系城市主要为昆

表2 云南各片区之间运输联系强度统计特征

(单位: 10^6 万吨·万辆/h 2)

Tab. 2 Statistical characteristics of transport linkage strength between regions in Yunnan Province (unit: 10^6 万吨·万辆/h 2)

	滇中	滇西	滇东南	滇东北	滇西南
滇中	77.69	3.55	4.33	1.04	1.01
滇西		1.46	0.22	0.08	0.12
滇东南			0.44	0.08	0.11
滇东北				0	0.03
滇西南					0.56

明、大理及红河3个城市,仅占全省城市总数的18.75%,其中以昆明为首位联系城市的数量为7个,以大理为首位联系城市的数量为5个,以红河为首位联系城市的数量为1个,这表明各城市更趋向于与少数区域经济中心城市取得首位联系。

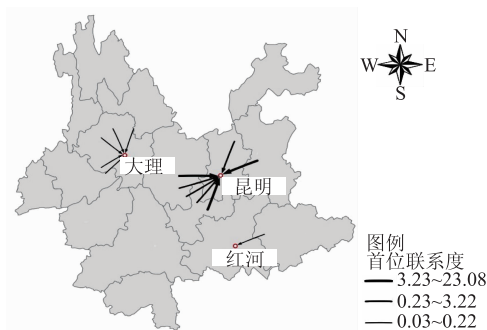


图6 城市首位联系空间分布格局

Fig. 6 Spatial distribution of city first linkages

3 云南省道路货运空间运输联系特征的形成机制

3.1 滇中经济圈一体化促使滇中地区空间运输联系区域化特征的形成

空间运输联系是区域经济联系的主要表征,区域经济的空间格局分布决定了空间运输联系的空间分异特征。引入货物生成密度及货物强度的概念,以平均值为基准,运用二元分析方法,可以将云南省物流经济空间格局分为以下6种类型:(1)高产值高密度低强度:红河;(2)高产值低密度低强度:昆明、曲靖、玉溪、大理;(3)低产值高密度高强度:迪庆;(4)低产值高密度低强度:昭通、德宏;(5)低产值低密度高强度:保山;(6)低产值低密度低强度:丽江、普洱、临沧、楚雄、文山、西双版纳、怒江。其中,滇中地区的昆明、曲靖、玉溪及滇西地区的大理属于高产值低密度低强度类型。可以看出,滇中地区是全省的经济发展重地,拥有

较高层次的经济发展水平,全省形成了滇中经济圈一体化的经济空间格局。物流经济发展的格局是交通资源布局的重要依据,发达的经济格局促使全省交通资源向滇中地区聚集。便捷的公路网络及道路货运枢纽等交通要素资源是区域化形成的关键,滇中地区内部发达的运输网络,进一步推进了滇中地区空间运输联系区域化的趋势。

3.2 基础设施的改善导致对外运输联系密切城市集聚于“交通廊道”沿线

从区域层面看,当区域经济发展到一定阶段,交通运输网络的改善会引发运输成本降低,从而导致产业扩散效应,即在更大的空间范畴形成关联性很强的经济活动区域^[7]。近年来,滇中地区内部及对外的在高速公路及等级公路网的建设,大大降低了区域的运输成本,运输走廊沿线逐渐成为产业集聚的重要选择。2000年以来,云南省加快道路运输基础设施的建设,先后建成了昆玉高速、昆曲高速、昆楚高速等高速公路。高速公路的建成通车,大大缩短了沿线城市对外的运输时间,提升了其可达性^[9],如图7所示。可达性的提升大大降低了区域运输成本,导致对外运输联系密切的城市向“交通廊道”沿线集聚。

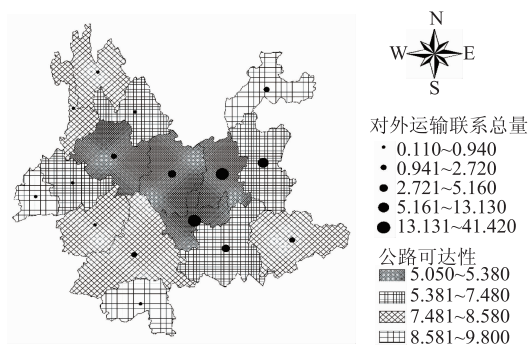


图7 云南省可达性空间格局

Fig. 7 Spatial pattern of accessibility in Yunnan Province

3.3 地域分布差异推动城市主要与区域经济中心取得首位联系

资源的空间分布差异是空间运输联系产生的直接原因。运用分布比^[10]指标衡量云南省道路货物资源的分布情况。结果显示:(1) 昆明的分布比为0.28,居全省最高,表明昆明作为全省的经济发展中心,是全省货运资源集聚重地,全省多数城市主要以昆明市作为首位联系城市;依据新经济地理学“中心-外围”模型,滇东北及滇西南地区紧邻滇中地区,处于其辐射能力的边缘,逐渐成为滇中地区的腹地。因此滇东北的昭通,滇西南的西双版纳及

普洱均以昆明作为首位联系城市。(2) 大理货物资源分布比为0.06,高于滇西其他城市;红河的分比为0.08,高于同处滇东南的文山州;同时,滇西、滇东南地区空间运输联系初步呈现区域化的特征。因此滇西地区主要与大理取得首位联系,滇东南地区主要与红河取得首位联系。

4 结论

基于多源数据测度空间运输联系特征,能够弥补单一数据源提取空间运输联系特征对影响因子定量分析的不足。以云南省道路货运为案例,基于多源数据分析云南省道路货运空间运输联系特征及形成机制,具体结论包括:

(1) 滇中经济圈一体化的经济空间格局促使全省交通资源向滇中地区聚集,滇中地区内部发达的运输网络,进一步推进了滇中地区空间运输联系区域化的趋势。

(2) 道路运输基础设施的改善提升了沿线城市的可达性,降低了区域运输成本,导致对外运输联系密切的城市集聚在“交通廊道”沿线。

(3) 空间分布的差异是空间运输联系产生的直接原因,地域分布差异推动城市主要与区域经济中心取得首位联系。

参考文献:

References:

- [1] 于江霞. 中国公路交通与经济发展空间差异及相关性分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2015, 15(1): 11-16.
YU Jiang-xia. The Spatial Difference and Correlation Analysis of Highway Development and Economic Development in China [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2015, 15(1): 11-16.
- [2] 张文尝, 金凤君. 空间运输联系: 理论研究·实证分析·预测方法[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1992.
ZHANG Wen-chang, JIN Feng-jun. Spatial Transport Linkage: Theoretical Research, Empirical Analysis and Forecasting Methods [M]. Beijing: China Railway Press, 1992.
- [3] 李斌, 许立民, 秦奋, 等. 基于重力模型的河南省公路客流空间运输联系[J]. 经济地理, 2010, 30(6): 955-959.
LI Bin, XU Li-min, QIN Fen, et al. Gravity Modelling of the Spatial Transport Linkages in Henan Province Using Highway Passenger Flows [J]. Economic Geography, 2010, 30(6): 955-959.

- 2010, 30 (6): 955-959.
- [4] 杨忠臣, 陆玉麟. 基于客流的山东省城市对外交通便捷度与联系格局分析 [J]. 经济地理, 2014, 34 (9): 63-67, 136.
YANG Zhong-chen, LU Yu-lin. Analysis of Shandong City's Transportation and Connection Pattern Based on Passenger Flow [J]. Economic Geography, 2014, 34 (9): 63-67, 136.
- [5] 李谭波, 全波. 国家尺度空间运输联系特征与区域发展趋势 [J]. 城市交通, 2014, 12 (3): 6-14.
LI Tan-bo, QUAN Bo. Nationwide Spatial Transportation Connection Characteristics and Regional Development Tendencies [J]. Urban Transport of China, 2014, 12 (3): 6-14.
- [6] 王娇娥, 焦敬娟, 金凤君. 高速铁路对中国城市空间相互作用强度的影响 [J]. 地理学报, 2014, 69 (12): 1833-1846.
WANG Jiao-e, JIAO Jing-juan, JIN Feng-jun. Spatial Effects of High-speed Rails on Interurban Economic Linkages in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69 (12): 1833-1846.
- [7] 李瑞敏, 陈熙怡. 多源数据融合的道路旅行时间估计方法研究 [J]. 公路交通科技, 2014, 31 (2): 99-103.
LI Rui-min, CHEN Xi-yi. Study on Methods of Travel Time Estimation Based on Multi-source Data Fusion [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2014, 31 (2): 99-103.
- [8] GUTERREZJ, GONZALEZ R, GOMEZ G. The European High-speed Train Network: Predicted Effects on Accessibility Patterns [J]. Journal of Transport Geography, 1996, 4 (4): 227-238.
- [9] 戢晓峰, 郝京京, 陈方. 综合运输可达性与物流经济的空间分异及耦合 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2015, 15 (5): 24-31.
JI Xiao-feng, HAO Jing-jing, CHEN Fang. Spatial Differentiation and Coupling between Integrated Transport Accessibility and Logistics Economy [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2015, 15 (5): 24-31.
- [10] 马定国, 吴连霞. 江西省空间运输联系演化特征 [J]. 地域研究与开发, 2010, 29 (1): 55-59.
MA Ding-guo, WU Lian-xia. Analysis on Evolutive Characteristics of Spatial Transportation Linkage in Jiangxi Province [J]. Areal Research and Development, 2010, 29 (1): 55-59.

(上接第 152 页)

- [5] PYJMAK B I. Simulation of Electric Power Steering Armature Inertia Effects on Vehicle System Handling Response Using BondGraph Technology [EB/OL]. [2015-06-20]. <http://papers.sae.org/851639/>.
- [6] MCCANN R, PUJARA L R, LIEH J. Influence of Motor Drive Parameters on the Robust Stability of Electric Power Steering Systems [C] // Power Electronics in Transportation. Dearborn, MI: IEEE, 1998: 103-108.
- [7] 赵万忠, 施国标, 林逸, 等. 基于遗传算法的 EPS 系统参数优化 [J]. 吉林大学学报: 工学版, 2009, 39 (2): 286-290.
ZHAO Wan-zhong, SHI Guo-biao, LIN Yi, et al. Parameter Optimization of EPS System Based on Genetic Algorithm [J]. Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition, 2009, 39 (2): 286-290.
- [8] 陈慧鹏, 陈立平, 王君明, 等. 电动助力转向系统性能优化及参数研究 [J]. 机械科学与技术, 2010, 29 (2): 146-152.
CHEN Hui-peng, CHEN Li-ping, WANG Jun-ming, et al. Optimization of the Parameters and Performance of an Electric Power Steering System [J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2010, 29 (2): 146-152.
- [9] 王伟, 云浩. 电动助力转向系统参数研究及优化设计 [J]. 中国工程机械学报, 2014, 12 (1): 28-33.
WANG Wei, YUN Hao. Parametric Study and Optimal Design on Electric Power Steering Systems [J]. Chinese Journal of Construction Machinery, 2014, 12 (1): 28-33.
- [10] 宋冠英, 李海楠, 邹玉静. 一种基于 Pareto 解集的无约束条件的多目标粒子群算法 [J]. 制造业信息化, 2008 (5): 141-143.
SONG Guan-ying, LI Hai-nan, ZOU Yu-jing. A Multi-objective PSO Algorithm without Constraint Conditions Based on Pareto Optima Set [J]. Mechanical Engineer, 2008 (5): 141-143.
- [11] MIMURO T, OHSAKI M, YASUNAGA H, et al. Four Parameter Evaluation Method of Lateral Transient Response [EB/OL]. [2015-06-20]. <http://papers.sae.org/901734/>.
- [12] BAXTER J. Analysis of Stiffness and Feel for a Power-assisted Rack and Pinion Steering Gear [C] // SAE International Congress & Exposition. Detroit: SAE, 1988: 827-833.