

供需匹配的铁路网趋稳模型

韩采华

(北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

摘要: 从铁路运输供需匹配的角度出发, 选择合理的铁路网供给和需求参数, 基于趋于平衡的主要发达国家的铁路供需情况, 运用多变量生产函数模型, 建立基于供需匹配的铁路网趋稳模型及其修订模型, 通过相关参数的合理假设, 测算得出我国铁路网趋稳营业里程约为 2.8×10^5 km, 研究表明, 在较大地域范围内该方法的预测精度较高。

关键词: 路网规划; 铁路网规模; 供需匹配
中图分类号: U29-3

文献标志码: A

Stabilization Model of Railway Network Based on Supply and Demand Matching

HAN Caihua

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: From the perspective of railway transportation supply-demand matching, the multi-variable production function model was adopted with the reasonable supply and demand parameters corresponding to the railway network. Referred to the current stabilization status of railway network in the developed countries, the stable model of the railway network was proposed with its revision. On account of the reasonable hypothesis, the stabilization scale of railway network for our whole country, about 0.28 million kilometer, is estimated when we are in high developed countries, which provides a valuable reference for our construction of railway. The scale result is discussed subsequently, which shows that the prediction accuracy of this method is higher in a large geographical area.

Key words: planning of railway network; scale of railway network; supply-demand matching

方式创新上投入了大量的人力、物力、财力。铁路方面, 我国分别于 2004 年、2008 年先后发布《中长期铁路网规划》(下称《规划》), 规划我国铁路到不同时间节点的建成情况, 现阶段已经基本实现 2008 年调整的《规划》中铁路建设目标。接着 2016 年出台了调整后的《规划》, 规划到 2030 年铁路建成情况。就我国铁路发展而言, 到底应该建成到哪种程度才能符合国家经济发展和人们出行的需要, 仍是未知的。

一个国家的铁路总规模, 相对于其工业化进程、经济总量、人民生活水平和人口总量等各种社会经济指标, 应有一个合理的额度。合理的铁路网规模, 对于国土资源的合理利用、确立铁路在综合交通运输体系中的地位和作用具有重大影响, 对铁路规划和建设有着重要的指导作用。

铁路网规划主要解决铁路设施规模和布局问题。确定铁路网规模时, 按合理布局、合理经济结构以及合理运输负荷的要求, 当前主要采用路网间距法、路网密度法、路网强度法、线网负荷法^[1]和节点数量法^[2]等, 不足之处是对运输需求的响应较低, 规模结果的准确性随之降低, 不适用于铁路网规模的远期预测, 即趋于平稳的铁路网规模预测。

铁路网趋稳规模测定宜转换角度, 站在人们期望的高水平生活要求上, 寻找出不同经济发展阶段影响铁路网规模的关键因素, 包括反映铁路网运营组织管理水平的直接需求因素、反映人民生活水平的间接需求因素, 参照发达国家当前趋于平稳的铁路运输供给关系, 基于供需匹配构建铁路网趋稳模型, 为我国的铁路发展建设提供有价值的参考。

1 我国铁路运输供需状况

我国正积极探索并构建综合交通运输体系, 在基础设施建设、运输设备研发、网路布局优化和管理

铁路运输供给是保证铁路完成运输需求的基础, 研究铁路运输供给需求匹配关系, 考虑供需总量

收稿日期: 2017-05-19

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(71390332)

第一作者: 韩采华(1984—), 男, 博士生, 主要研究方向为综合交通运输规划。E-mail: 14114214@bjtu.edu.cn

平衡下铁路基础设施建设情况,以制定运营计划、编制供给方案和进行运输生产,满足铁路运输需求,协调运输供给需求的同步增长,促进铁路运输发展。

1.1 铁路运输供给概况

一般而言,运输供给必备条件为:运输生产者出售运输服务的愿望和提供运输服务的能力。对铁路运输而言,可将铁路运输供给定义为在一定的时间和空间内,在保证一定服务质量的前提下,铁路运输生产者愿意且能提供的运输产品或服务的能力^[3]。

铁路运输供给受路网固定设施、移动设备、运营计划和运输生产的影响。宏观层面的铁路运输供给水平是以路网为基础的,包含了路网中不同区域、不同线路的整体供给水平,包括对路网基础设施、移动设备、运营计划和运输生产水平的考察,侧重于从基础设施的配置水平上来反映运输供给的水平^[4]。

从路网基础设施方面,对我国铁路运输供给现状进行分析。我国铁路1980—2015年的路网密度(数据来源于《中国统计年鉴2016》)如表1所示。近年我国正积极开展客货分流,以满足旅客出行、物资运输速度为目标的线路建设和改造处于快速增长阶段,一定程度上反映路网密度对铁路供给能力的基础决定作用。

表1 1980—2015年我国铁路营业里程及铁路网密度

Tab.1 Railway operating mileage and density in China from 1980—2015

年份	铁路营业里程/km	密度/(km·10 ⁻⁴ km ⁻²)
1980	53 300	55.5
1985	55 220	57.5
1990	57 899	60.3
1995	62 389	65.0
2000	68 700	71.6
2005	75 437	78.6
2010	91 178	95.0
2015	121 000	126.0

1.2 铁路运输需求概况

铁路运输需求是研究铁路网供需的主体。运输需求是指国民经济发展客观需要的具有实现位移愿望且具备支付能力的运输量,是社会经济活动在人和货物位移方面所提出的需要。铁路运输需求是在一定时期内经济或社会活动产生的空间位移需要里经由铁路运输承担的部分,包括对铁路旅客运输和货物运输的需求。

铁路运输需求可以分为有效运输需求和潜在运输需求。有效运输需求是指在一定铁路网运输能力供给条件下,运输需求中能够实现的部分,也称为铁路运输量,是现有运输供给水平下所实现的运输需

求^[4]。使用客、货运量和客、货运周转量来说明有效运输需求(量)。从1980年以来,我国铁路有效运量如表2所示(数据来源于《中国统计年鉴2016》)。

表2 我国近年有效运输量

Tab.2 Effective transportation capacity in China over the years

年份	客运量/ 万人	货运量/ 10 ⁴ t	客运周转量/ (亿人·km)	货运周转量/ (10 ⁸ t·km)
1980	92 204	111 279	1 383.2	5 717.5
1985	112 110	130 709	2 416.1	8 125.7
1990	95 712	150 681	2 612.6	10 622.4
1995	102 745	165 982	3 545.7	13 049.5
2000	105 073	178 581	4 532.6	13 770.5
2005	115 583	269 296	6 062.0	20 726.0
2010	167 609	364 271	8 762.2	27 644.1
2015	253 484	335 801	11 960.6	23 754.3

2 铁路网趋稳模型

2.1 铁路网趋稳规模

铁路网趋稳规模是指国家或地区的铁路经历较长时间的发展进入到成熟阶段后趋于相对稳定的铁路网总规模。在该阶段,铁路线网布局更为完备合理,不再依靠大幅扩建线路来带动供给能力的快速提升,线路里程趋于相对稳定。依托更为完备的路网布局和线路结构、更为先进的移动设备和更有效率的运输组织技术等,铁路能提供足量运输供给能力,以满足社会经济发展和人民生活质量提高而客观产生的可由铁路承担的运输需求。在铁路网里程到达趋稳规模时,提高移动设备的单位运力和增强运输组织技术,是提升铁路运输供给能力的主要手段。

2.2 趋稳规模存在的说明

纵观世界铁路发展历史,大致经历了铁路产生、起步、快速增长、达到顶峰后又逐渐消退至规模相对稳定的发展历程^[5-8]。其中尤以美国最为典型。美国铁路产生于1830年,其后筑路规模逐步扩大,至1916年,铁路营业里程达到历史上最高峰408 745 km,此后由于其他运输方式迅速发展等原因,不断拆除和封闭线路,铁路一度缩减,至今稳定在 2.2×10^5 km^[7]。近年来美国经济、人口和铁路运量稳定增长,铁路规模稳定,经济发展和铁路呈现较稳定的关系^[9]。同样,以英国为例,英国于1825年开始第一条铁路的正式运营,至1830年运营铁路里程约为470 km,到19世纪末20世纪初,铁路里程达到峰值,约 3.3×10^4 km,而后铁路里程逐渐缩减至现阶段的约 1.6×10^4 km。法国、德国和日本等已经完成工业

化,对铁路依赖较大的国家大都经历了类似的铁路发展历程,如表 3 中铁路里程数据所示.特别地,资本主义国家经历经济危机之后,经济增速放缓,在当前全球互联网经济下,经济增速又相对提高,在此过程中,铁路作为运输基础设施,其里程波动是相对较小的(波动最大值为法国,约 10%).据此,铁路发展到一定阶段,里程数是趋于相对稳定的,即铁路网趋稳规模是存在的.铁路网趋稳模型是测算铁路网趋稳规模的方法之一.

表 3 各国铁路里程数

Tab.3 Railway mileage of main country 10³ km

年份	英国	美国	法国	德国	日本
1830	0.470	0.037	0.031	0.008	
1860		49.300	9.600	5.600	
1890	33.000	262.800	33.300	41.800	0.9
1920	32.700	406.800	38.200	55.400	10.9
1950	31.300	360.100	41.300	36.900	19.8
1980	17.600	265.800	34.400		22.2
2000	16.000	159.800	29.400	40.000	20.2
2015	16.100	228.200	30.000	33.300	16.7

注:数据来源于《主要资本主义国家经济简史》(人民出版社,1973 版)、世界银行公开数据(1980—2015).

2.3 趋稳模型供需变量选择

铁路供需的匹配关系,是铁路运输供需两大系统的连接口.就铁路运输供给而言,为表征铁路供给水平,已经有相关定量化研究得出衡量指标^[3],即路网密度、车辆平均旅行速度和到达准点率.研究结果相对可取.考虑总量平衡下铁路基础设施建设对运输需求的供给,选用路网密度作为运输供给的主要指标,反映路网基础设施决定的供给能力.

铁路运输需求是国家的工业化进程、经济发展水平、人口总量和人民生活水平等多个因素共同影响的结果.一定时期内人民物质和精神的生活水平要求是社会经济、交通运输发展的客观需求,国民经济水平、人口规模、居民消费水平、旅游业发展程度等都是影响客运需求的因素,经济发展水平、人口分布、产业结构、发展政策等都是影响货运需求的因素.现总结影响运输需求的指标及结构如表 4 所示.

为衡量我国的运输需求,并测算我国的铁路供给,收集了我国 1980—2015 年的上述各要素指标数据.由于指标和数据收集的可得性,剔除掉人均收入、乡村人口、主要食品和耐用品消耗、人均旅游支

表 4 铁路运输需求影响因素

Tab.4 Determinant of railway transportation demand

直接影响/ (10 ⁴ 人·km· km ⁻¹)			间接影响										
客运 密度	货运 密度	国民经济水平/单位货币			产业结构/单位货币			人口分布		人民生活水平/单位货币			
		人均 GDP	人均 收入	社会消 费品零 售总额	第一 产业 人均 产值	第二 产业 人均 产值	第三 产业 人均 产值	城镇 人口/ 万人	乡村 人口/ 万人	人口 密度/ (人· km ⁻²)	主要食 品和耐 用品 消耗	居民 消费 水平	人均 旅游 支出

出、城镇居民人均可支配收入和农村居民人均纯收入 6 个指标,在余下指标中,可得数据来源于《中国统计年鉴 2016》,客、货运密度分别由客、货运周转量除以运输线路长度所得,人口密度由人口总量除以国土面积所得,三大产业人均产值分别由三大产业产值除以三大产业从业人数所得.

对余下的指标,以路网密度作为参考序列,使用灰色关联分析进行指标关联度测算.其中,使用算术平均法进行量纲一化处理,计算关联系数时,采用式(1):

$$\epsilon_i(k) = \frac{\min_k \Delta_i(k) + \rho \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_k \Delta_i(k)} \quad (1)$$

式中: $\epsilon_i(k)$ 为关联系数, $i=1, 2, \dots, 10$; $\Delta_i(k) = |y(k) - x_i(k)|$, y 为参考数列(路网密度值数列), $k=1$; ρ 为分辨系数,取 $\rho=0.5$.

测得各指标的关联度,从大到小依次为人口密

度(0.926 5)、客运密度(0.917 0)、货运密度(0.914 9)、城镇人口(0.901 9)、居民消费水平(0.715 6)、第一产业人均产值(0.713 5)、第二产业人均产值(0.712 8)、第三产业人均产值(0.708 9)、人均 GDP(0.691 2)、社会消费品零售总额(0.688 5).

铁路运输需求包括基于人民物质生活、精神生活客观需求产生的直接运输需求和潜在运输需求.此处选用铁路客运和货运密度 2 个因素作为直接需求因素,反映客货对铁路运输的直接需求.在间接影响要素中,选择间接需求因素标准如下:①关联度较高(关联度大于 0.7);②国民经济水平、产业结构、人口分布、人民生活水平,各部分至少选择一个需求因素.

综合上述标准,选择人口密度、居民消费水平、城镇人口、人均 GDP、第一产业人均产值、第二产业人均产值以及第三产业人均产值等 7 个因素作为间

接需求因素,反映人们在一定生活水平下客观产生的潜在运输需求。

2.4 供需变量选取的合理性

为研究我国的铁路网供需特征和趋稳的铁路网规模,从我国的铁路历史发展情况出发,进行指标选择和相关性分析。上述运输供给(路网密度)与运输需求(2个直接需求因素和7个间接需求因素)匹配的因素间的关系随着一个国家的社会经济发展阶段变化会有所不同,对于一个趋于稳定的铁路网规模,它们之间的关系是相对固定的。当然,不同国家或地区由于其地理位置、资源条件、文化习惯等方面的差异,会导致其具体的数量关系不同。

对于已经完成工业化进程、经济发展水平相对较高的发达国家而言,如美国、日本等,其铁路网的规模和铁路运输的需求基本匹配,趋于平稳状态。在此,借鉴这些发达国家的经验,综合其铁路网规模的

主要特征,运用其相对稳定的铁路网供需数据作为参考,研究趋于平稳状态的铁路运输供需情况,从而预测我国的铁路网趋稳规模。

之所以这样,是因为:①世界范围内交通运输是同质的;②经济全球化带动各地经济、文化交融,各地人民对于美好生活的向往是相同的,使得铁路运输需要承担的客观需求是近似的;③我国幅员辽阔,综合多个发达国家的情况对我国经济、运输的借鉴意义相对较大。

2.5 供需匹配的趋稳模型

而近年来,主要发达国家的铁路和客货运情况比较稳定,现以 2010 年和 2012 年(表 5 所示)这些国家铁路网密度与客运密度、货运密度、人口密度、居民消费水平、城镇人口、人均 GDP 及第一、二、三产业人均产值的关系来建立趋稳模型。

表 5 2010 年和 2012 年主要发达国家铁路运输供需基本情况

Tab.5 Basic situation of railway transportation supply and demand of major developed countries in 2010 and 2012

年份	国家	营业里程/度/km	密度/(km · 10 ⁻⁴ km ⁻²)	客运密度/(10 ⁴ 人 · km · km ⁻¹)	货运密度/(10 ⁴ t · km · km ⁻¹)	人口密度/(人 · km ⁻²)	居民消费水平/(10 ³ · 美元)	城镇人口/(10 ⁶ · 人)	人均GDP/(10 ³ · 美元)	第一产业人均产值/(10 ³ · 美元)	第二产业人均产值/(10 ³ · 美元)	第三产业人均产值/(10 ³ · 美元)
2010	美国	228 513	232.42	4.17	1 080.35	33.80	26.78	253.96	48.36	80.68	128.82	104.39
2012	美国	228 218	232.12	4.17	1 106.22	34.30	30.90	262.07	51.76	87.61	141.30	113.08
2010	日本	20 035	530.03	1 219.04	101.98	349.70	22.17	115.34	43.12	28.49	95.13	90.11
2012	日本	20 140	532.80	1 214.45	100.57	350.00	21.90	117.53	46.55	30.71	95.82	99.32
2010	德国	33 708	944.20	233.13	313.85	234.60	14.10	60.35	40.41	47.98	84.70	86.52
2012	德国	33 509	938.63	239.37	316.02	230.70	21.69	59.82	42.60	45.61	91.59	84.06
2010	英国	16 371	670.94	336.08	76.43	259.40	18.35	49.90	36.57	46.27	90.12	78.01
2012	英国	16 423	673.07	391.67	76.19	263.30	24.38	51.21	38.65	41.82	89.85	83.76
2010	法国	33 608	612.17	258.43	67.96	118.70	13.72	55.40	39.45	61.97	85.90	106.14
2012	法国	30 013	546.68	285.32	105.34	119.90	19.77	57.31	39.76	62.82	87.68	107.29
2010	加拿大	58 345	58.43	4.93	553.16	3.70	15.66	27.41	47.47	74.99	140.98	81.85
2012	加拿大	52 002	52.08	5.35	677.93	3.80	22.17	28.47	52.41	82.35	154.82	89.88

注:数据来源于国家统计局《2014 国际统计年鉴》、《2013 国际统计年鉴》

依据柯布-道格拉斯生产函数(Cobb-Douglas production function)基本函数模型,利用最小二乘法原理和多元分析建立铁路网密度与客运密度、货运密度、人口密度、居民消费水平、城镇人口、人均 GDP 及第一、二、三产业人均产值的趋稳模型如下:

$$Y_1 = 12\ 428.640\ 886 \cdot X_1^{-0.102\ 856} \cdot X_2^{0.040\ 744} \cdot X_3^{2.202\ 544} \cdot X_4^{0.012\ 815} \cdot X_5^{0.632\ 919} \cdot X_6^{-0.065\ 097} \cdot X_7^{0.871\ 664} \cdot X_8^{-2.961\ 553} \cdot X_9^{-0.850\ 416} \quad (2)$$

式中:Y₁为铁路网密度,km · 10⁻⁴ km⁻²;X₁为客运密度,10⁴人 · km · km⁻¹;X₂为货运密度,10⁴t · km · km⁻¹;X₃为人均GDP,10³美元;X₄为居民消费水平,10³美元;X₅为人口密度,人 · km⁻²;X₆为城镇人口,10⁶人;X₇为第一产业人均产值,10³美

元;X₈为第二产业人均产值,10³美元;X₉为第三产业人均产值,10³美元。由此得到,趋于平稳状态的铁路供需匹配的定量关系模型。

为了得到更精确的预测,兼顾多个不同国家的差异,可进一步参照文献[10]中的偏差修订法,计算出总修订系数,结合式(2)得到国家铁路网的趋稳修订模型为

$$Y = (1 + \zeta) Y_1 \quad (3)$$

式中:Y为修订后铁路网密度,km · 10⁻⁴ km⁻²;ζ为修订系数,-1 < ζ < 1。

3 趋稳模型应用示例

为了预测我国铁路趋于稳定状态的铁路网规

模情况,需要确定我国社会经济趋于稳定状态的前述参数值,运用趋稳关系模型进行预测,并对结果进行分析。

3.1 我国铁路网趋稳规模测算

目前,我国的铁路客货运密度分别约 1.3×10^7 人 \cdot km \cdot km⁻¹ 和 3.0×10^7 t \cdot km \cdot km⁻¹,且客运密度逐年递增,显示出我国铁路运输供需失衡的问题。在未来一段时期内,随着我国铁路基础设施的建设及铁路运输组织管理水平的进一步提高,会使客、货运密度逐步降低,达到相对稳定的水平。在此,以现有发达国家的客、货运密度的最大值进行测算,即参照日本,选择客运密度为 1.2×10^7 人 \cdot km \cdot km⁻¹,参照美国,选择货运密度是 1.1×10^7 t \cdot km \cdot km⁻¹。

据测算,到我国第二个“一百年”目标建成时期,我国将有望达中等发达国家发展水平,人口预计在14亿左右,城镇化水平进一步提升^[1]。参照上述测算数据合理假设:以我国建设成为发达国家时为目标,到那时人口总量约14.5亿人,即人口密度约为150人 \cdot km⁻²,落实国家的城镇化政策后,城镇人口达10亿人(70%左右的城镇化率);国家的生产制造与创新能力大幅提高,人均国内生产总值约2.0万美元,居民消费水平约1.0万美元;落实国家产业发展政策后,产能过剩问题得以极大程度化解,创新性产业发展带动制造能力、服务能力大幅提高,三产业人均产值分别可达到约2.5万美元、6.0万美元、5.0万美元。当然,这时我国的铁路网供需应当趋于平稳状态,满足人民物质生活、精神生活客观产生的铁路运输需求。

基于前述参数假定,运用趋稳模型测算得到我国到发达国家水平时,趋于稳定状态的铁路网密度约为 $290 \text{ km} \cdot 10^{-4} \text{ km}^{-2}$,即全国铁路营业里程约 $2.8 \times 10^5 \text{ km}$ 。

3.2 铁路网趋稳规模数值说明

在建立趋稳模型时,铁路网密度是基于统计年鉴中关于“运输线路长度”统计数据计算得来的,由此趋稳模型的测算数值为全国铁路营业里程,涵盖国家铁路、地方铁路、合资铁路、专用铁路等,包括干线铁路、城际铁路、城郊铁路,包含客运专线铁路、客货共线铁路和货运专线铁路在内。

值得一提的是,随国家战略蓝图的铺展,“一带一路”下中欧班列、为“中巴经济走廊”助力的中巴铁路和贯通欧亚的泛亚铁路等,属于对国家战略意义强、对经济发展有重要贡献的铁路。此类已开行

或即将开通的国际运输铁路,承担着较大的进出口贸易量。在我国的铁路趋稳规模中,包含此类铁路的境内主要干线里程长度,其具体长度可视将来的经贸往来情况另行研究,同时,也可根据经贸往来情况,通过偏差修订研究其对我国铁路趋稳规模的影响。

3.3 趋稳规模的测算结果分析

由于我国的人口、国土面积、地理环境、经济发展等与其他发达国家不同,趋稳模型测算结果与其他发达国家相比差值较大。

(1) 运输技术和组织管理的影响。前述结果的假设是参照发达国家现有相对平均的铁路技术和管理水平,随着社会经济的发展,更为先进的铁路技术和组织管理得到运用,使铁路运输技术水平提高,带来单位里程运力的上升,对以增加运输线路来满足运输需求的状况会产生冲击,也对预测结果产生影响,使路网趋稳规模值轻微降低。之所以如此,因为经济社会发展要求更高的铁路运输技术和更为完善的路网布局,运输线路建设和运输技术增强是齐头并进的,完善的路网是运输技术得以灵活运用的前提,因此铁路运输技术的提高,不会很大程度破坏运输线路的稳定增长,对基于运输供需的趋稳规模的影响是轻微的。

(2) 经济形态的影响。历经三次工业革命,各国铁路得到快速发展。在全球实体经济环境下,主要发达国家的铁路已趋于平稳状态,步入全球互联网经济后,各国铁路运输呈现不同变化,发达国家铁路趋稳规模或增或减,但都围绕平稳状态进行较小幅度波动。铁路的实体运输特征在互联网经济形态下仍然不变。在我国经济发展进入互联网经济新常态之后,前述国民经济水平和产业结构的假设参数值仍是相对有效的,即趋稳规模是相对有效的。

再者,前述假设参数值在一定条件下发生变化,甚至不适用了,也可以根据当时的情况进行重新设定,以获得更有参考价值的铁路网趋稳规模预测结果。针对当时的铁路网建设,需要根据当时的经济、社会发展情况,选择与之对应的国家的供需匹配指标和数据,藉由上述分析步骤进行分析,得出可供参考的趋稳模型和铁路网规模。

从趋稳模型的数值关系角度,该趋稳模型可为正在发展铁路运输的国家或地区提供有价值的参考。诚然,同样的方法,更大范围内的预测准确度会相对高一些,因为其中不同部分的此消彼长可以减少预测误差,运用趋稳修订模型可以获得更佳的准

确性。

4 结语

基于当今主要发达国家铁路建设与运营趋于平稳状态的事实,合理选择反映铁路网需求和供给的因素指标,运用多变量生产函数模型,结合定量、定性分析2个方面,得到了基于供需匹配的铁路网趋稳模型及修订模型。通过测算,在相关条件不变的情况下,我国发展成为发达国家时铁路网趋稳营业里程约为 2.8×10^5 km。通过对趋稳规模结果进行说明与分析,提供了铁路网规模宏观测度的一般思路和方法,可为平衡铁路供需、支持铁路发展建设提供参考。

参考文献:

- [1] 余巧凤. 铁路网规模比较研究[J]. 铁道经济研究, 2007, 14(2):32.
YU Qiaofeng. Comparative study on railway network scale [J]. Railway Economics Research, 2007, 14(2):32.
- [2] 张华钧. 湖北省铁路网布局研究[J]. 铁道工程学报, 2009, 26(12):12.
ZHANG Huajun. Research on the railway network plan for Hubei province[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2009, 26(12):12.
- [3] 陈维. 既有铁路运输供给评价研究[D]. 成都:西南交通大学, 2010.
CHEN Wei. Research on the existing railway transport supply evaluation[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2010.
- [4] 纪丽君. 铁路网货物运输能力供给与运输需求适应性研究[D]. 北京:北京交通大学, 2013.
JI Lijun. Research on adaptability between capacity supply and demand in railway freight network [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2013.
- [5] 中国铁路总公司档案史志中心. 中国铁道年鉴[M]. 北京:中国铁道出版社, 2012.
China Railway Reference Center. China railway yearbook[M]. Beijing: China Railway Press, 2012.
- [6] 谭克虎, 邵宁荃. 德国铁路股份公司运营模式研究[J]. 铁道运输与经济, 2015, 37(5):94.
TAN Kehu, SHAO Ningquan. Study on operation mode of Deutsche Bahn AG (DB AG) [J]. Railway Transport and Economy, 2015, 37(5):94.
- [7] 孙强, 王庆云. 美国铁路发展对我国铁路基础设施发展的启示[J]. 综合运输, 2009, 31(7):25.
SUN Qiang, WANG Qingyun. The enlightenment of American railway development on the development of railway infrastructure in China [J]. China Transportation Review, 2009, 31(7):25.
- [8] 刘冰, 程文毅, 诸葛恒英. 日本铁路货运发展现状分析[J]. 铁道货运, 2013, 31(12):36.
LIU Bin, CHEN Wenyi, ZHUGE Hengying. Analysis on the development of railway freight transport in Japan [J]. Railway Freight Transport, 2013, 31(12):36.
- [9] 马欣然, 崔艳萍. 美国铁路集装箱运输发展趋势研究[J]. 中国铁路, 2015, 46(4):115.
MA Xinran, CUI Yanpin. Research on the development trend of American railway container transportation [J]. Chinese Railway, 2015, 46(4):115.
- [10] 孙根年. 国家铁路网密度与人口密度、人均 GNP 关系的统计分析[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2000, 28(4):98.
SUN Gennian. Statistic analyses on the relationship between national railway density with population density and percapita GNP [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2000, 28(4):98.
- [11] 张涵. 结构和谐是未来人口战略的调整方向——访中国人民大学社会与人口学院院长、中国人口学会会长翟振武[J]. 中国国情国力, 2015, 24(5):8.
ZHANG Han. Structural harmony is the adjustment direction of future population strategy: An interview with Zhai Zhenwu, deans of School of Social and Demography, Renmin University of China, President of the China Population Association [J]. China National Conditions and Strength, 2015, 24(5):8.