

文章编号: 1002-0268 (2007) 05-0154-05

半挂车承载轴偏斜角对车辆行驶性能影响及检测方法研究

刘元鹏¹, 苏建², 龚睿³, 刘凤勇⁴

(1. 交通部公路科学研究院, 北京 100088; 2. 吉林大学 交通学院, 吉林 长春 130025;
3. 浙江交通职业技术学院, 浙江 杭州 311120; 4. 吉林省桦甸市运输管理所, 吉林 桦甸 132400)

摘要: 半挂车承载轴偏斜会造成汽车的偏驶现象, 为保持半挂车具有良好的技术状况, 使其安全、低消耗的运行, 最有效办法就是定期对半挂车承载轴进行检测和维修。在分析了半挂车承载轴偏斜角产生的原因及其对车辆使用性能影响的基础上, 采用激光测距仪测出左右车轮边缘到半挂车铰接点的水平距离和光电编码器测出激光测距仪所转动的角度, 利用距离和角度关系, 建立了半挂车承载轴偏斜角的检测数学模型, 通过研究, 提出了承载轴偏斜角对车辆行驶性能评价的检测方法, 为进一步研究承载轴偏斜对半挂车性能的影响提供了理论依据。

关键词: 汽车工程; 半挂车; 承载轴偏斜角; 检测模型; 车辆行驶性能

中图分类号: U463.5

文献标识码: A

The Effect of Semi-trailer Axle Deflexion-angle on Vehicle Driving Performance and the Detection Method Study

LIU Yuan-peng¹, SU Jian², GONG Rui³, LIU Feng-yong⁴

(1. Highway Research Institute of the Ministry of Communications, Beijing 100088, China;
2. School of Transportation, Jilin University, Jilin Changchun 130025, China;
3. Zhejiang Institute of Communication, Zhejiang Hangzhou 311120, China;
4. Huadian Transportation Management Institute of Jilin Province, Jilin Huadian 132400, China)

Abstract: The causes and preventive measures are analyzed as for the deflection of semi-trailer which would result in off-tracking of the semi-trailer, based on experiment survey of the semi-trailer operation on road. Laser and optic-electric instruments are used to detect the deflection angle of the semi-trailer axle and its effect on the semi-trailer operation on road, and a mathematic model is developed based on the relations among the measured deflection angle and the deviated distance. The effect evaluation and the detection method of the deflection angle on the semi-trailer running performance are discussed for further theoretical study.

Key words: automotive engineering; semitrailer; deflexion-angle of carrying-axle; detection model; vehicle; running performance

0 引言

随着我国汽车工业和道路运输事业的发展, 半挂车的使用数量也越来越多, 半挂车在道路货物运输中已经占总数的 21.2%, 在道路货运中发挥着日益重要的作用。然而对于半挂汽车, 由于道路条件、车辆装载、车辆维修等各种原因, 易造成半挂车承载轴位置发生变动和偏移, 导致车辆的操纵稳定性、直线行驶性和

抗侧滑能力等方面的性能下降, 车辆行驶安全性降低。半挂车承载轴发生变动和偏移使得轮胎在行车中产生边滚动边滑动的现象, 也加剧了轮胎的磨损。

为保持半挂汽车具有良好的技术状况, 使其安全、低消耗地运行, 最有效的办法就是定期对半挂汽车承载轴进行检测和维修。目前我国对半挂车承载轴偏移的检测还处于比较落后的阶段, 因此, 开展对半挂车偏斜角的检测研究是非常必要和急需的。

收稿日期: 2006-07-25

作者简介: 刘元鹏 (1963-), 男, 吉林通化人, 高级工程师, 从事汽车维修与检测领域的研究. (yp.liu@rioh.cn)

1 承载轴偏斜对车辆使用性能的影响

1.1 承载轴偏斜角产生的原因

半挂车承载轴偏斜角是指半挂车在直线行驶状态下,半挂车承载轴线与车辆行驶直线不垂直的偏斜角。半挂车承载轴偏斜产生的原因有很多,据调查统计,主要有:

- (1) U形螺栓松旷导致车轴歪斜或前后窜动。
- (2) 钢板弹簧折断,尤其是第1片折断,使车轴向后偏斜。
- (3) 轮毂轴承松旷和承载轴轴套管呈水平弯曲,导致左、右两侧轴距不等。
- (4) 钢板弹簧座孔、钢板弹簧销及衬套严重磨损松旷,致使左、右两侧轴距不等。
- (5) 车架变形,使承载轴长期处于偏斜状态下工作。

1.2 承载轴偏斜对半挂车直线行驶性能的影响

如图1所示,根据运动学分析,在平直路面上,半挂车第1轴(即轴3)受到滚动阻力 F_1 的作用,第2轴(即轴4)受滚动阻力 F_2 的作用。轴3的滚动阻力 F_1 可分解为垂直于轴3的分力即轮胎切向滚动阻力 f_1' 和沿轴3方向上的轴向分力 f_1'' 。同理,轴4的滚动阻力 F_2 可分解为垂直于轴4的分力即轮胎切向滚动阻力 f_2' 和沿轴4方向上的轴向分力 f_2'' 。在稳态行驶过程中车辆受力的平衡条件为:(1)在车辆行驶 y 轴方向上,各分力 f_1', f_1'', f_2', f_2'' 的投影合力与牵引车的牵引力 F_y 相平衡;(2)在垂直于车辆行驶 x 方向上,其各分力在 x 轴的投影合力与牵引车的侧向力 F_x 相平衡;(3)轴3有顺时针方向运动的趋势,轴4有逆时针方向运动的趋势。各分力 f_1', f_1'', f_2', f_2'' 相对于牵引销力矩应平衡,由于各分力数值不同以及力点相对于牵引销的力臂不同,各力矩在车辆的行驶过程中达到平衡,形成挂车偏斜角 ψ 。这将使得车辆的直线行驶性能变差,车辆在受到侧向风、路面不平度、弯道的影响下,轮胎所受的侧向力合力将增加且不稳定,导致挂车侧向稳定性和弯道行驶性能变差。

1.3 承载轴偏斜对轮胎磨损的影响

汽车轴偏斜,使得汽车在行驶过程中始终要受到一个额外的侧偏附加力,即使有时汽车所受合侧偏力为零,但轮胎大部分时间将受到附加侧偏力的影响,使得轮胎要受到弹性变形。在交变载荷作用下,轮胎的磨损将增加,寿命将缩短。

1.4 承载轴偏斜对操纵稳定性的影响

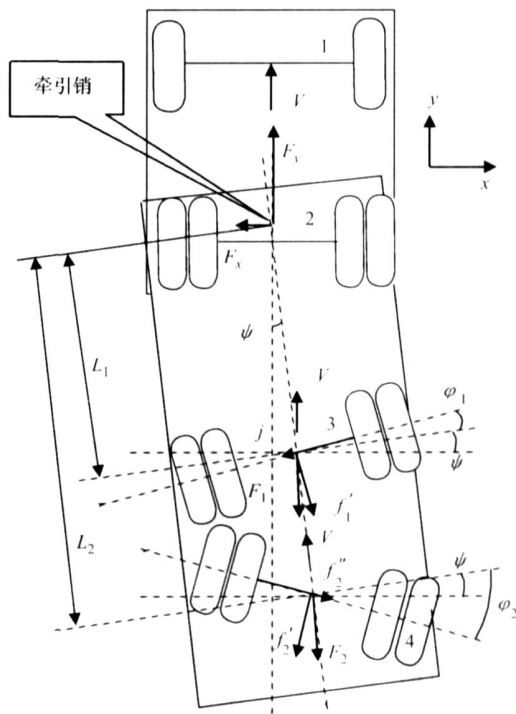


图1 承载轴偏斜的半挂车直线行驶受力分析

Fig. 1 The mechanics analyze of the semitrailer with deflexion of axles while running

汽车的操纵稳定性是汽车能遵循驾驶员通过转向系及转向车轮给定的方向行驶,且当遭遇外界干扰时,汽车能够抵抗干扰的能力。当汽车前后轴不平行度超过一定限度时,汽车若保持匀速直线行驶,轮胎将受一定的侧偏力,从而产生一定的侧偏角,其大小与汽车行驶阻力、轮胎侧偏刚度及后桥相对车架偏斜角大小有关。半挂车行驶时,如果承载轴存在一定偏斜角,显然会和前轴产生一定不平行度,轮胎的侧偏角将影响汽车的不足转向量,继而对汽车的稳态横摆角速度增益产生影响,轴偏角越大,影响越严重。

1.5 承载轴偏斜对制动性能的影响

如图2所示,其中 v 为半挂车行驶方向。假设 G 为挂车质心位置,在整车制动时,质心处有挂车的惯性力 F ,从而产生挂车绕牵引销逆时针转动的惯性力矩,使得挂车有牵引销逆时针旋转的趋势。这样,

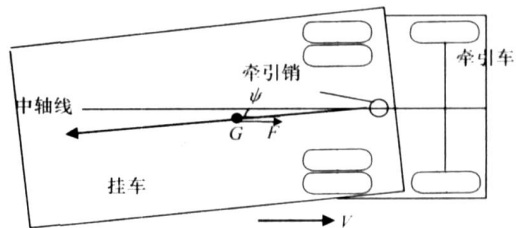


图2 制动时的受力分析

Fig. 2 The mechanics analysis of the semitrailer braking

使得汽车列车很容易跑偏。

2 检测模型与方法

2.1 检测方案

如图3所示,对半挂车承载轴偏斜角检测原理是,采用激光测距仪的激光测出左右车轮边缘到半挂车铰接点的水平距离,并利用光电编码器测出激光测距仪所转动的角度,综合距离和角度关系,通过计算得出承载轴偏斜的角度。

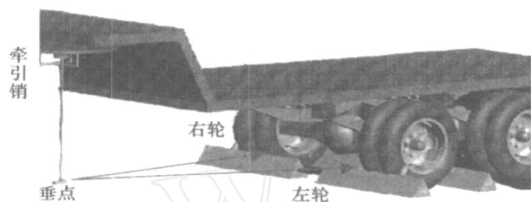


图3 检测方案示意图

Fig. 3 The sketch map of the inspection

2.2 检测参数

由于半挂车在使用过程中,牵引销和车箱可能因为各种原因,会出现向左右某侧倾斜的情况如图4所示,这样会引起测量基准的偏差,需要对它进行必要的处理,修正出现的偏差。而且检测的激光测距仪又必须在水平面内转动,这就使得要有必要的调整和锁紧装置。

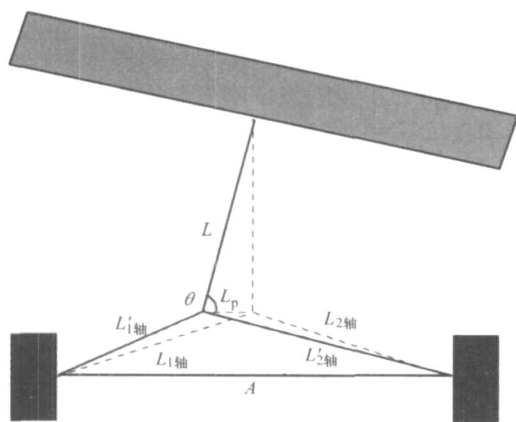


图4 实际检测图

Fig. 4 The actual inspection

图4中, L 为检测支架长度; A 为激光测距仪测量点到铰接点的水平距离; θ 为因为车身倾斜引起的支架倾斜与水平面的夹角; $L_{1'}$ 为实际检测的激光测距仪到承载轴左轴的距离; $L_{2'}$ 为实际检测的激光测距仪到承载轴右轴的距离; $L_{1轴}$ 为除去因车厢偏斜造成的误差后激光测距仪到承载轴左轴的距离; $L_{2轴}$ 为除去因车厢偏斜造成的误差后激光测距仪到承载轴右轴的距离; L_p

为激光测距仪测量点到铰接点的水平距离。

因此,由于车身倾斜而带来的水平方向上的测量基准偏移为:

$$L_p = L \cos \theta. \quad (1)$$

单独对半挂车进行研究,需检测出的距离关系如图5所示。

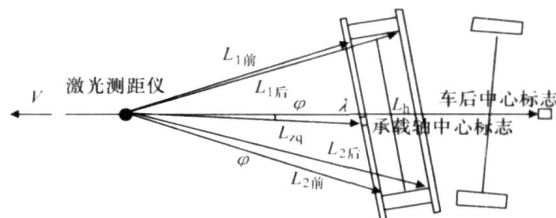


图5 检测距离关系示意图

Fig. 5 The sketch map of the relationship of the detected distances

图5中, $L_{1前}$ 为激光测距仪测得的牵引销到承载轴左轮前端水平距离; $L_{2前}$ 为激光测距仪测得的牵引销到承载轴右轮前端水平距离; $L_{1后}$ 为激光测距仪测得的牵引销到承载轴左轮后端水平距离; $L_{2后}$ 为激光测距仪测得的牵引销到承载轴右轮后端水平距离; L_h 为激光测距仪测得的牵引销到车后中心标志的水平距离; L_{zq} 为激光测距仪测得的牵引销到承载轴中心标志的水平距离。

需检测出的角度关系如图6。

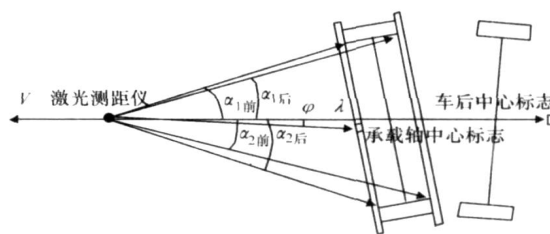


图6 检测角度关系示意图

Fig. 6 The sketch map of the relationship of the detected angle

图6中, $\alpha_{1前}$ 为光电编码器测得的铰接点到车后中心标志牌的直线与到左轮前端的直线的夹角; $\alpha_{2前}$ 为光电编码器测得的铰接点到车后中心标志牌的直线与到右轮前端的直线的夹角; $\alpha_{1后}$ 为光电编码器测得的铰接点到车后中心标志牌的直线与到左轮后端的直线的夹角; $\alpha_{2后}$ 为光电编码器测得的铰接点到车后中心标志牌的直线与到右轮后端的直线的夹角; ϕ 为光电编码器测得的铰接点到中心标志牌的直线与车后中心标志牌的夹角。

2.3 检测数学模型的建立

以半挂车第1轴左侧检测为例, 实际检测时, 激光测距仪到承载轴两端的距离不易测出, 采用测夹轮胎前后两部求平均值的方法, 因此:

$$L_{1轴} = \frac{L_{1前} + L_{1后}}{2}, \quad (2)$$

式中, $L_{1前}$ 为除去因车厢偏斜造成的误差后激光测距仪到检测轴左轮前部的距离; $L_{1后}$ 为除去因车厢偏斜造成的误差后激光测距仪到检测轴左轮后部的距离。

以图7车箱右侧逆时针偏转时为例, 承载轴左轮前部除去因车厢偏斜造成的误差后激光测距仪到承载轴左轴的距离 $L_{1前}^2$ 为

$$L_{1前}^2 = L_p^2 + L_{1前}^2 - 2L_p L_{1前} \cos(\alpha_{1前} + \beta), \quad (3)$$

式中, β 为实际检测时激光测距仪到车后中心标志的直线与垂直于车身中轴线的直线的夹角; L_h 为实际检测时激光测距仪到车后中心标志的直线距离; $\phi_{1前}$ 为承载轴与 $L_{1前}$ 所成夹角; $\gamma_{1前}$ 为轮胎前侧所测得的承载轴偏斜角; λ 为承载轴中心到轮胎检测沿的距离。

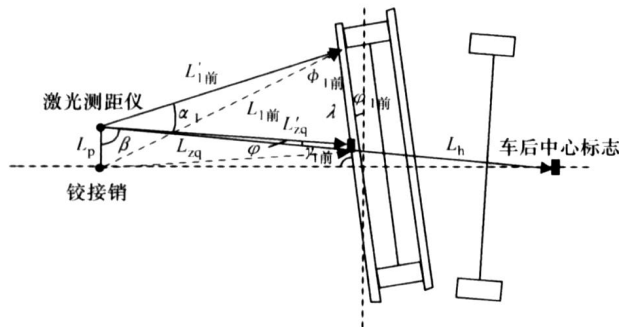


图7 左侧承载轴前部检测示意图

Fig. 7 The inspection sketch map of the left-front carrying-axle

$$\text{而} \quad \beta = \arccos \frac{L_p}{L_h}, \quad (4)$$

因此, 能够得到:

$$L_{1前}^2 = L^2 \cos^2 \theta + L_{1前}^2 - 2L \cos \theta L_{1前} \cos \left(\alpha_{1前} + \arccos \frac{L_p}{L_h} \right),$$

$$L_{1前} = \sqrt{L^2 \cos^2 \theta + L_{1前}^2 - 2L \cos \theta L_{1前} \cos \left(\alpha_{1前} + \arccos \frac{L_p}{L_h} \right)}, \quad (5)$$

以同种方法检测右侧车轮最终当 $L_{1前} < L_{2前}$ 时承载轴的偏斜角 ϕ 为:

$$\phi = \beta +$$

$$\alpha_{1前} + \alpha_{2后} + \arcsin \frac{L_{中1} \sin \alpha_{1前}}{\sqrt{L_{1前}^2 + L_{中1}^2 - 2L_{1前} L_{中1} \cos \alpha_{1前}}} +$$

$$\arcsin \frac{L_{中2} \sin \alpha_{2后}}{\sqrt{L_{2后}^2 + L_{中2}^2 - 2L_{2后} L_{中2} \cos \alpha_{2后}}} - 180^\circ,$$

当 $L_{1前} > L_{2前}$ 时:

$$\phi = \beta +$$

$$\alpha_{2前} + \alpha_{2后} + \arcsin \frac{L_{中1} \sin \alpha_{2前}}{\sqrt{L_{2前}^2 + L_{中1}^2 - 2L_{2前} L_{中1} \cos \alpha_{2前}}} +$$

$$\arcsin \frac{L_{中2} \sin \alpha_{2后}}{\sqrt{L_{2后}^2 + L_{中2}^2 - 2L_{2后} L_{中2} \cos \alpha_{2后}}} - 180^\circ. \quad (6)$$

在空载检测的情况下, 车身后方向会倾斜, 如图8所示, 前轴通过传力拉杆绕 O_1 摆动, 后轴通过传力拉杆绕 O_2 摆动, 虽然摆角不同会引起轴距变化, 但由于左右两侧同步升降, 却不会诱发轴偏角的变化。对于半挂车左右纵向载荷不同时, 车身左右倾斜, 左右传力拉杆摆角不同, 确会诱发轴偏角的变化。而现在本文所讨论的检测是在空载条件下进行的, 故可忽略载荷对轴偏角的影响。

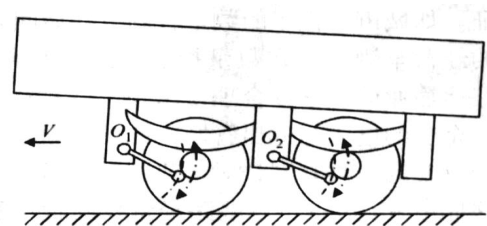


图8 前后载荷不同对承载轴的影响

Fig. 8 The effect of different front-rear axle load

2.4 承载轴偏斜角对车辆行驶影响的分析评价

半挂车保持向前匀速行驶时, 由于承载轴的偏斜, 挂车车身会有一定偏角, 根据图1车身纵向轴线与速度方向的夹角 Ψ 与偏斜角 ϕ_1 、 ϕ_2 的关系, 此时挂车所受的力在牵引销 O 点平衡。利用力学平衡原理建立其数学模型。

$$\sum X = 0, \quad \sum Y = 0, \quad \sum M = 0,$$

即

$$\begin{cases} -F_x - f_1'' \cos(\phi_1 + \Psi) + f_1' \sin(\phi_1 + \Psi) - \\ f_2' \sin(\phi_2 - \Psi) + f_2'' \cos(\phi_2 - \Psi) = 0 \\ F_y - f_1'' \sin(\phi_1 + \Psi) - f_1' \cos(\phi_1 + \Psi) - \\ f_2'' \sin(\phi_2 - \Psi) - f_2' \cos(\phi_2 - \Psi) = 0 \\ f_1' L_1 \sin \phi_1 - f_1' L_1 \cos \phi_1 - f_2' L_2 \sin \phi_2 + f_2' L_2 \cos \phi_2 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

利用装于地平面之下的可测纵向力和测向力的试验台, 检测半挂车各轴的切向滚动阻力和测向力, 通

过计算解出车身纵向轴线偏斜角。

3 结论

半挂车承载轴偏斜就会造成半挂车的偏驶现象, 对其行车安全性、燃料经济性以及轮胎异常磨损有着重要的影响, 不容忽视。本文建立的半挂车承载轴偏斜角的检测模型, 为开展在用半挂车的检测提供了一种方法, 也可在此基础上研发相应的检测仪器, 以解决半挂车轴偏角检测难的问题。

参考文献:

[1] 张建俊. 汽车诊断与检测技术 [M]. 北京: 人民交通出版社,

(上接第146页)

商税赋获得的。因此解决之一问题的出路不在于限制过低的运价, 而在于杜绝偷漏税费行为。最根本的, 就是要约束不守法企业的进入。

产品或服务的数量管制: 此类管制往往发生在生产型产业内, 在道路运输服务业, 也存在进行数量管制的例证。如城市出租车的数量管制。在城间公路客运线路的经营车辆也存在数量控制。对于此类控制, 我国道路运输业应该继续合理使用。

营运企业的进入与退出管制: 此类管制是经济性管制中最重要的一类管制, 对于我国道路运输业而言尤其是这样。我国客运中的线路经营权的管理实际也是一种进入的管制, 对于货运中的危险品货物运输也有政府的管制, 在我国道路运输业中最突出的问题是货物运输企业的市场进入问题。虽然几年来政府与整个行业都在强调规范和严格控制运输市场的准入, 但至今也未找出可行并有效的方案。所以对我国道路运输行业实行经济性管制的中心和重点就在于营运企业的进入与退出管制。

行业的经济性管制还包括投资管制和产品或服务的质量管制。由于篇幅的关系就不再赘述了。

(3) 行业管理方针确定后政策取向的确定

在确定了道路运输行业的管理方针后, 我国道路运输的行业管理政策的取向就可基本明了了。

业内人士在如下问题早已取得共识, 即, 行业内当前最为重要和最为急迫的问题就是市场的进入与退出问题。此问题在行业中的主要表现就是经营主体结构失衡的问题, 而此问题的根源就在于行业管理政策的不到位。所以我国道路运输行业当前政策的取向或重点就在于行业主管部门如何适当地利用经济性管制

1999.

- [2] 苏建. 车辆智能化检测系统 [D]. 吉林: 吉林大学, 2001.
- [3] 余志生. 汽车理论 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [4] 庄继德. 汽车系统工程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [5] 王祖德. 我国专用汽车的现状、问题与发展 [N]. 2004: 3 - 11.
- [6] 周国青. 汽车性能与使用技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
- [7] RICHARD WALTERL. Custom Test Instrument Created with Personal Computer Surpass Capabilities of Conventional Instruments [J]. SAE, 92057: 5 - 6.
- [8] SHANE H RACHEDI. Development of Diagnostic tools in Automotive Electronics [J]. SAE, 971582: 9 - 13.

控制运输市场内部的无序竞争, 强有力地改善经营主体结构, 提纲挈领地解决阻碍我国道路运输发展的主要障碍^[8]。

既然把道路运输行业定义为公用事业, 那么对此行业进行经济性和社会性管制就是顺理成章的政策取向了。而进行经济性管制和社会性管制是政府的当然职责。根据我国当前把道路运输行业视为一般服务行业的做法、我国道路运输业市场竞争不完全和运管部门管理缺乏力度的现状, 必须加强政府对道路运输行业的管理。为此建议目前的各级道路运输管理部门经过改组后成为政府交通主管部门的正式机构; 改变目前以征收运输管理费维持运管队伍的营运体制, 由各级政府的财政保证道路运输管理所需要的经费。而这也是解决“收费养人、养人收费”弊端的根本出路。

参考文献:

- [1] 郗恩崇. 公路运输技术经济学 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [2] 张维迎. 产权、政府与信誉 [M]. 上海: 三联书店出版社, 2001.
- [3] 胡鞍钢, 王绍光. 政府与市场 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2000.
- [4] (美) W KIP VISCUSI, 等. 反垄断与管制经济学 (第3版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [5] 王俊豪. 政府管制经济学导论——基本理论及其在政府管制实践中的应用 [M]. 北京: 商务印书馆, 2001.
- [6] 张昕竹, 等. 中国规则与竞争: 理论和政策 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2000.
- [7] (美) JOHN J COYLE, 等. 运输管理 (第5版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [8] 谢明. 公共政策导论 [M]. 北京: 人民出版社, 2004.