

高速公路服务系统 评价理论与方法

陈队永 杨永亮 赵 青 贾世东 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速公路服务系统评价 理论与方法

陈队永 杨永亮 赵 青 贾世东 编著

中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书运用系统工程分析方法对高速公路服务系统的基本概念、基本理论和基本方法进行了阐述。主要介绍了高速公路的交通特性、服务系统基础理论、服务质量理论、服务质量系统分析、服务系统评价体系、服务系统评价方法、服务系统评价标准、服务供给系统评价、需求满意度评价以及改善高速公路服务系统质量的措施。

本书可作为高速公路运营管理部门人员以及从事高速公路运营管理的相关人员的专业参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

高速公路服务系统评价理论与方法/陈队永等编著. —北京:
中国铁道出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-113-19064-4

I. ①高… II. ①陈… III. ①高速公路—服务建筑—系统
评价—研究 IV. ①TU248

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 188267 号

书 名: 高速公路服务系统评价理论与方法
作 者: 陈队永 杨永亮 赵青 贾世东

策 划: 江新锡
责任编辑: 冯海燕
封面设计: 郑春鹏
责任校对: 马 丽
责任印制: 郭向伟

编辑部电话: 010-51873371

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京市新魏印刷厂

版 次: 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 850 mm×1 168 mm 1/32 印张: 7.75 字数: 202 千

书 号: ISBN 978-7-113-19064-4

定 价: 25.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社读者服务部联系调换。

电话: (010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)51873659, 路电(021)73659, 传真(010)63549480

前 言

Preface

高速公路服务系统是交通运输系统的一个子系统,主要是由高速公路的线路主体设施、服务停靠设施、信息通信设施、运输车辆、运营管理、法律法规体系、交通参与人员以及交通环境等诸多要素所构成的有机整体。这些要素相互联系、相互作用、有机结合,目的是高效、安全、快捷、方便地实现人和货物的移动。

高速公路服务系统的目的以满足人和物的位移为核心,保证服务正常,车辆使用可靠,安全生产,达到最佳的材料用量和最低的劳动消耗,减少整个道路运输行业对环境的污染和人类的危害,实现空间和时间效益,取得最佳的经济效益。

随着我国高速公路建设步伐的加快,高速公路通车里程将日益增多,高速公路之间以及高速公路运输与其他运输方式之间的竞争日益激烈。因此,高起点加强高速公路服务系统质量管理具有重要意义。

本书运用系统工程分析方法对高速公路服务系统的基本概念、基本理论和基本方法进行了阐述。主要介绍了高速公路的交通特性、服务系统基础理论、服务质量理论、服务质量系统分析、服务系统评价体

系、服务系统评价方法、服务系统评价标准、服务供给系统评价、需求满意度评价以及改善高速公路服务系统质量的措施。

通过系统分析高速公路服务系统特性,从服务需求和供给不同的角度建立高速公路服务系统评价体系,将有助于提高高速公路服务评价的规范化、标准化,便于相关管理部门的行业管理,提高高速公路的竞争优势,更好发挥高速公路的功能特点及优越性。

本书第1章、第4章、第8章和第9章由石家庄铁道大学陈队永撰写;第2章和第5章由衡水市公路工程质量监督站杨永亮撰写;第3章和第6章由衡水市公路工程质量监督站赵青撰写;第7章和第10章由衡水市交通运输局贾世东撰写。全书由陈队永进行统稿。

书中参考了大量的相关文献和资料。由于所参考的文献和资料较多,只能将主要的文献列于书后。在此谨向所有文献和资料的作者表示衷心感谢和敬意。

限于时间和作者的水平,书中不妥和错漏之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

作者

2014年6月

目 录

Contents

第 1 章 高速公路交通特性分析	1
1.1 高速公路的功能与特点	1
1.2 高速公路的道路特征	6
1.3 高速公路交通流特性分析	8
1.4 高速公路通行能力分析	13
第 2 章 高速公路服务系统基础理论	21
2.1 基本理论	21
2.2 高速公路服务系统的定义	27
2.3 高速公路服务系统的内涵	28
2.4 高速公路服务系统的基本特征	30
2.5 高速公路服务系统的构成要素	33
第 3 章 公路服务质量理论	35
3.1 公路服务本质探讨	35
3.2 公路服务用户需求	46
3.3 公路服务生产与消费	58
3.4 公路服务质量本质探讨	66
第 4 章 高速公路服务质量系统分析	76
4.1 高速公路服务质量分析	76
4.2 高速公路服务质量与价值的关系	83

4.3	高速公路服务质量影响因素确定	96
4.4	高速公路服务质量系统分析	99
第5章	高速公路服务系统评价体系	121
5.1	系统分析与评价指标综合的主要方法	121
5.2	高速公路服务系统评价分析	137
5.3	高速公路服务系统评价体系构建	143
第6章	高速公路服务系统评价方法	153
6.1	评价方法概述	153
6.2	评价方法的确定	162
6.3	模糊综合评价方法	163
第7章	高速公路服务系统评价标准	167
7.1	高速公路服务系统评价指标体系构成	167
7.2	高速公路服务系统具体评价指标	169
第8章	高速公路服务供给系统评价	188
8.1	案例概况	188
8.2	评价指标隶属度的确定	188
8.3	服务质量评价指标权重的确定	190
8.4	评价矩阵的确定	194
8.5	综合评价	197
8.6	存在问题分析	199
第9章	高速公路服务需求满意度评价	201
9.1	用户(需求)满意度分析	201
9.2	用户满意度评价体系	207
9.3	用户感知质量评价(案例)	220

9.4	用户满意度分析	226
9.5	用户差异分析	228
第 10 章	改善高速公路服务系统质量的措施	230
10.1	树立服务理念,提升服务意识	230
10.2	理顺管理体制,建立高效的高速公路 管理模式	230
10.3	引入管理新理念,建立服务质量管理体系	232
10.4	推行系统管理,解决服务中的关键缺陷	234
参考文献		237

第1章 高速公路交通特性分析

1.1 高速公路的功能与特点

1.1.1 高速公路的定义及功能特征

联合国欧洲经济委员会运输部对高速公路作了如下定义：“利用分离的车行道往返行驶交通的道路”。具体规定是具有分隔带，全部立交，禁止汽车以外的任何交通工具出入。根据我国《公路工程技术标准》(JTJ B01—2003)规定：高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路。其中四车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25 000~55 000 辆。

为保证行车安全，高速公路还设有必要的标志、标线、信号及照明设备，禁止行人和非机动车在高速公路上行驶，与铁路和其他公路相交时采取立体交叉，行人跨越则用跨线桥或地道通过。除具有普通公路的功能外，高速公路还具有其自身的功能特征。

1. 交通控制、汽车专用

高速公路不仅不允许出现混合交通，而且对进入的车辆和车速都有严格的要求和限制，以避免车辆混流。在通常情况下，高速公路规定：凡非机动车辆、由于车速较低可能形成危险的车辆和可能妨碍交通的车辆，如自行车、摩托车、拖拉机、农用车以及装载特别货物的车辆等，都不得进入高速公路。为防止车辆因车速差别过大而造成超车次数过多的情况，高速公路一般划分有行车道、超车道、快车道和慢车道，并对各类车辆在不同车道上行驶的速度加以限制，一般规定

速度低于每小时 60 km 的车辆不得上高速公路,最高时速不宜超过每小时 120 km,遇到冰雪、雨雾天气或灾害事故时,高速公路管理机构还要设置可变的信息提示标志,要求车辆按限定的速度行驶。

2. 分隔行驶

为保证安全,高速公路采取了不同于普通公路的分隔行驶的办法:一是在路面中央设立分隔带,实行车道分离、渠化,从而隔绝相向对行车辆的接触,避免车辆的擦挂或相撞;二是至少为同向行驶车辆设置两个以上车道,用划线的方法将车道分成主车道和超车道,或分为快车道和慢车道,以减少由于车速差别发生超车带来的干扰,避免事故的发生。同时,高速公路通常会在主车道和超车道之外设置紧急车道,供发生故障或特殊情况的车辆临时停靠或等待救援。一些地方还设置了加(减)速车道、辅助车道,以增加安全度。调查资料表明,有分隔带的四车道公路要比无分隔带的同样公路事故率降低 45%~65%。

3. 控制出入

为避免车辆混流造成的横向干扰,保证道路畅通和车辆高速行驶,高速公路实行严格控制车辆出入的办法,其方式主要是采取全封闭、全立交,使高速公路与周围环境隔离,从而限制非机动车、行人、牲畜的进入,通行车辆也只能从互通式立交匝道出入高速公路。全封闭主要采用护栏、高路堤、高架桥等措施,能有效地消除平面交叉带来的横向干扰,保证车辆高速行驶的安全。据国外资料反映,实行全封闭、全立交的高速公路的事故死亡率比不实行的普通公路减少 60%。

4. 采用较高的技术标准

高速公路设计和施工以及后期管理都采用了较高的技术标准。由于高速公路路基、路面、桥梁、涵洞及相关设施采

用较高技术标准设计和施工,因而投资较大。高速公路在线形选择上也有独特的要求,既要避免长直线形的路段,又要防止转弯半径过小影响安全,一般采用大半径曲线形,根据地形以圆曲线或缓和曲线为主,既增加了线路的美观性,又有利于保证行车的舒适和安全。

5. 具有完善的交通工程设施和服务设施

高速公路不同于普通公路,除具有基本的道路使用功能外;还要满足驾乘人员较高层次的需求,如对优美环境、对车辆维护、救助的需求,以及食宿、娱乐、信息传递等方面的需要。因此除道路设施外,高速公路还设有不少交通工程和服务设施,典型的如服务区、加油站、提示标志标识等。这些设施为车辆的高速运行提供了技术上、物资上的供应和保障,使道路不仅具有车辆通行的功能,而且能够成为一个能源、信息传递的多功能载体。

1.1.2 高速公路的特点

高速公路的多功能作用促使公路交通运输业发生了质的变化,使之成为当今一种新型的、具有巨大发展活力的现代运输手段。高速公路与一般公路相比具有如下优越性:

(1)运行速度快、运输费用省。据调查,高速公路平均技术车速约为 $80\sim 100\text{ km/h}$,最高可达 $150\sim 200\text{ km/h}$,而一般公路只有 $20\sim 50\text{ km/h}$ 。由于车速的提高,可缩短运行时间,降低油耗、车耗和运输成本。

(2)通行能力大、运输效率高。通行能力是指单位时间内道路容许通过的车辆数,是反映道路处理交通数量多少的指标。一般双车道公路的最大通行能力约为 $5\ 000\sim 6\ 000\text{ pcu/d}$,而一条四车道的高速公路一般通行能力可达 $25\ 000\sim 55\ 000\text{ pcu/d}$,相当于 $7\sim 8$ 条普通公路的通行能力,六车道或八车道的高速公路可达 $70\ 000\sim 100\ 000\text{ pcu/d}$ 。

高速公路的建设,还有力地促进了汽车运输车辆的大型化(重型载货汽车)、拖挂化(汽车列车)、集装箱化、柴油化和专用化(如冷藏车等专用特种车辆)等。

(3)减少交通事故,增强可靠性。高速公路由于采取了控制出入、交通限制、分隔行驶、汽车专用、自动化控制管理系统等确保行车快速、安全的有效措施,使交通事故比一般公路大大减少。据国外统计,高速公路事故率为一般公路的 $1/10$,死亡率为一般公路的 $1/3$ 。另据我国公安部对道路交通事故万车死亡率统计,美国为 $2.5 \sim 3.3$,德国为 $3.6 \sim 5.6$,日本为 $2.8 \sim 3.2$,而我国 1990 年为 33.38,2000 年为 15.6,2005 年为 7.57,这其中的主要原因是高速公路的存在和发展。据统计,高速公路的事故率和死亡率只有一般公路的 $1/3 \sim 1/2$ 。高速公路每亿车公里的事故费用只有一般公路的 $1/4$ 左右。据推算,我国每年修建 5 000 km 高速公路,每年可减少 8 200 人死于交通事故,沈大高速公路交通事故死亡人数比建路前下降 83.3%,受伤人数下降 54.9%。

(4)缩短运输时间,提高社会效益。高速公路技术等级高、质量好、运输条件及设备齐全,不仅缩短运行时间,而且提高运输质量,增加了汽车容量,加快了车辆周转。据日本对全国 8 个部门货运时间的调查,各种运输方式,商品流通的平均时间分别是:铁路 46 h,海运 20.4 h,空运 17.8 h,而高速公路由于转装环节减少,平均仅为 7.9 h,加快了商品流通,减少了货物积压。高速公路的发展还有利于加快工业开发、改善工业布局、促进城乡交流、加速沿线经济发展、缓解城市交通、调整城市格局,使社会受益。

(5)提高了客货运输量。例如,意大利的高速公路仅占全国公路总里程的 2%,但其承担着全国公路 20% 和 68.7% 的客、货运输量;德国的高速公路仅占全国公路总里程的 1.73%,但其运量却占了公路总运量的 37%;美国高速公路

只占全国公路总里程的 1% 多,但其承担了全国公路总运量的 21% 以上;日本的高速公路只占全国公路总里程的 0.28%,但其承担了全国公路总运量的 25.6%。据国外评价,一条 4 车道的高速公路运量相当于 6 条单线铁路的运量,而公路土地占用只为 6 条铁路的 1/3。

(6)节省燃料,减少汽车损耗。由于高速公路路况好、时速高,可节省燃料和减少汽车轮胎及机件损耗。据美国政府测算,1956~1980 年高速公路上的汽车运输仅因减少在路口刹车、停车及加速而减少消耗汽油费就高达 58 亿美元。高级路面比中级路面可减少汽车轮胎及机件损耗一半。

(7)促进各国(或地区)经济发展,社会经济效益巨大。日本 1956 年修建名古屋到神户的高速公路,10 年内沿线 14 座互通立交附近增加了 800 多家企业,爱知县已经发展成为一个新兴工业城市。另据德国公路总署测算,每投资 1 美元高速公路,可给使用者带来 2.9 美元收益,即二者之间的比例为 1:2.9。建设高速公路不仅可从中获得巨大的社会经济效益,而且还可使国家的工农业、商贸业、旅游业等发展起来,促进高速公路沿线地区的产业化、城镇化和现代化。

(8)节省用地,提高土地利用率。修建高速公路用地比一般公路要多,但从用地的效益来看,实际是节省了用地。据测算,每建 100 km 高速公路,比修建担负同等交通量的一般公路可节省土地 600 亩(4 km 长高速公路)。修路占用土地的损失,可从整个公路运输的社会效益中得以补偿,并远远超过占用土地损失的经济效益。

(9)投资效益好,资金回收率高。高速公路多分布在工业及人口集中的地区,客、货流量大,运输效益高。如日本名神高速公路长 189 km,占日本公路总里程的 0.35%,而它所承担的货运量占公路总运量的 12.3%。

1.2 高速公路的道路特征

高速公路是在普通公路基础上发展起来的汽车专用公路。因此,其道路特征与普通公路相比有很大差别,设计考虑因素多,线形标准高,充分保证了道路功能的发挥。高速公路道路特征一般也称为线形几何设计,主要包括道路平面线形,纵断面线形,平、纵面线形组合及横断面组成。

1. 平面线形

平面线形是由直线、圆曲线、回旋线三种要素组成。在高速公路设计中,回旋线已不是缓和曲线的狭隘意义了,而是规定作为在视觉方面能得到平顺圆滑线形的条件,它与直线、圆曲线一样,或者更为频繁地被采用作为主要的线形要素。可以说高速公路采用的是以圆曲线及回旋线为主配以短直线或无直线的平面线形设计,这是与普通公路所不同的。这种以曲线为主的线形,容易适应自然地形,能做到与地形、地物、景物等的配合协调,而且线形圆滑平顺、美观、舒适。高速公路平面线形采取以曲线为主的设计,在路线满足行车动力要求条件下,要充分考虑交通工程心理学和美学上的要求,以保证汽车的高速、安全与舒适行驶。

2. 纵断面线形

纵断面线形由直线和竖曲线组成,在纵向变坡点必须设置竖曲线,以保证行车舒适和需要的视距,竖曲线大多采用二次抛物线。高速公路纵断面线形设计,不仅考虑行驶动力学和安全上的需要,而且在视觉舒适性及美感上都特别重视。因此,纵断面线形要采用连续的曲线线形设计,在整个路线上紧密配合平面线形,尽量采用平缓的纵坡,大半径的竖曲线,使路线与地形特点相适应,平、纵线形相协调,给驾驶员心理上由线形连贯舒畅的感觉,以保证汽车安全、舒适地高速运行。同时纵坡设计要做到不产生路面排水迟缓的

现象,对于不同的纵坡值,要考虑坡长限制。

3. 平、纵面线形组合

公路线形是由平面线形和纵断面线形组合而成的立体线形,它决定着公路建成后是否能发挥预定功能及经济效益的大小。高速公路的线形是汽车高速与安全行驶的基础,它要求平、纵面线形必须合理组合,因为这是高标准线形必然出现的问题和要求,组合不合理就将造成行车上的危险。对线形组合的技术要求一方面是力学上的,主要反映行车安全和顺适的条件;另一方面是视觉和心理上的,主要反映在驾驶员及乘客的舒适和愉快感。两者不可分割,互有影响,同时也都要讲求经济效果。

如何将平纵线形组合成平顺、美观、行车舒适的立体线形是高速公路线形设计的最终目的,这主要反映在:①线形的连续性,能够自然诱导驾驶员的视线;②平、竖曲线半径大小均衡;③与公路周围环境相协调。因此,线形设计时,要充分研究,精心考虑,才能确保良好的线形组合设计。

4. 横断面组成

道路的横断面是指中线上各点的法向切面,它是由横断面设计线和地面线所构成。这里讨论的横断面只限于与行车直接有关的那一部分。横断面包括中间带(中央分隔带、路缘)、行车道、紧急停车带、路肩等部分。横断面对车速的影响主要是其各组成部分宽度对车速的影响。另外,车道的位置也对车速有一定的影响。

(1)行车道:指以标线划分的若干条车道及宽度。分道行驶的高速公路每一方向至少有2个车道,分为行车道和超车道,以便于超车。决定行车道宽度的因素主要有交通量、车速和安全性等方面。根据国内外对道路宽度影响通行能力的实际观测认为,当车道宽度达到某一数值时通过量能达到理论上的最大值,当车道宽度小于该值时,则通行能力降

低。不同国家对这个数值有不同的规定。美国公路通行能力手册规定该宽度为 3.65 m, 日本公路技术标准规定为 3.5 m, 我国规定为 3.75 m。我国高速公路行车道宽度规定见表 1-1。

表 1-1 高速公路行车道宽度

公路等级	高速公路					
计算行车速度(km/h)	120			100	80	60
车道数	8	6	4	4	4	4
行车道宽度(m)	2×15.0	2×11.25	2×7.5	2×7.5	2×7.5	2×7.0

(2)中间带:由两条内侧路缘带和中间分隔带组成。中间分隔带主要用来分隔往返车流,防止车辆驶入对向行车道。高速公路的中间分隔带应设置必要的安全和防眩目、导向设施。内侧路缘带起着诱导视线及增加侧向余宽的作用,以提高行车速度和行车的安全舒适感。中间分隔带宽度按道路等级、用地条件分别选用,一般为 2.0~3.0 m。中间分隔带宽度各国使用标准不一,主要依据本国的用地情况而定。日本采用 3 m,欧洲多数国家采用 4~5 m,美国分隔带宽度变化较大,从 4.5~25.5 m 或更宽。

(3)路肩:公路两侧由路面边缘到路基边缘的部分,由外侧路缘带、硬路肩和保护性路肩组成。它与行车道连接在一起,作为路面的横向支撑,也供紧急情况下停车,并为设置标志牌、安全护栏提供侧向净空,还起行车安全感的作用。路肩的宽度根据行车速度有不同的要求。路肩宽度一般不小于 3 m,美国、日本采用 3~4 m,欧洲国家多采用 4 m。外侧路缘带的宽度和作用与内侧相同。

1.3 高速公路交通流特性分析

高速公路是唯一能够提供完全不间断交通流的公路设

施类型。对交通流没有信号灯或停车管制的交叉口那样的外部干扰,车辆进、出设施只有经过匝道。匝道一般设计成可以高速驾驶进行合流与分流,因而最大程度地减少对主线交通的干扰。由于高速公路具有这些特点,因此车辆运行情况主要受交通流中车辆间的相互作用以及高速公路几何特征的影响。此外,车辆运行也受到环境条件的影响。例如,气候条件、路面状况以及是否发生交通事故等。

1.3.1 高速公路车辆运行特征

驾驶人根据自己的技能水平、车辆性能与道路条件等,综合决定自由行驶时的期望车速。具体对于某车辆在道路上的运行状态可分为以下几种情况。

1. 匀速行驶

当前导车车速高于跟踪车车速或前导车与跟踪车车头间距远大于最小车头间距时,车辆处于匀速行驶状态。

2. 车辆的跟驰行驶

跟驰是指车辆在无法超车的单一车道上车辆列队行驶时,后车跟随前车的行驶状态。跟驰状态行驶的车队具有制约性、延迟性、传递性。具体如下:

(1)制约性。在一队汽车之中,驾驶员总不愿意落后,而紧随前车前进。这就是“紧随要求”。同时,后车的车速不能长时间的大于前车车速,只能在前车车速附近波动,否则会发生碰撞。这是“车速条件”。此外,前后车之间必须保持一定的安全距离,在前车制动后,两车之间有足够的距离,从而有足够的时间供后车驾驶人作出反应,便于采取制动措施。这是“间距条件”。紧随要求、车速条件和间距条件构成了一队汽车跟车行驶的制约性。即前车车速制约着后车车速和两车间距。

(2)延迟性。从跟驰车队的制约性可知,前车改变运行