

文章编号: 1002-0268 (2008) 12-0093-04

山区双车道公路路线设计车型分类标准

魏道新

(长安大学, 陕西 西安 710064)

摘要: 为研究建立公路路线设计标准车型, 通过对西部山区双车道公路的实地交通调查, 并结合我国在用车型统计, 建立了各类营运车辆车型参数数据库; 在详细统计分析现有车型的尺寸、载质量和功率质量比分布规律的基础上, 以满足 85% 的车型外廓尺寸和载质量为标准, 采用双因素聚类分析方法对各种车型的功率质量比进行聚类分层计算, 根据外廓尺寸相近的原则进行归并后, 提出了山区公路路线设计车型的小型车、大型车外廓尺寸分类标准。在此分类基础上, 研究了用于公路纵断面设计的载重汽车动力性能标准, 通过大量实地观测资料 and 统计分析, 提出了载重汽车上坡动力性能曲线, 建立了速度折减量与坡度、坡长之间的关系曲线, 以速度折减量作为公路纵坡和坡长的设计关键指标。

关键词: 道路工程; 设计车型分类标准; 聚类分析; 山区双车道公路; 路线设计

中图分类号: U412.3

文献标识码: A

Design Vehicles Classification Criteria for Mountain Terrain Two-lane Highway Geometric Design

WEI Dao-xin

(Chang'an University, Xi'an Shaanxi 710064, China)

Abstract: On the purpose of determine the standard vehicle types for highway geometric design, the database of various commercial vehicle types was established based on the survey of two-lane mountain roads in western China and domestic servicing vehicle types. The distribution of vehicle dimension, load weight, and power-mass ratio were calculated in order to represent 85% of vehicle characteristics including dimension and load capacity. Vehicle powermass ratio cluster analysis was achieved applying two-factor cluster analysis method. Afterwards, the vehicle classification criterion of passenger cars and trucks for mountainous terrain highway geometric design was determined after combination of vehicle types based on similar dimension value rules. Accordingly, research on heavy goods vehicle dynamic performance criterion for vertical alignment design was made. Upgrading performance curve and relationship of gradient, slope length with speed reduction were also established. Speed reduction can be regarded as the critical measure for vertical grade and slope length design in the future.

Key words: road engineering; design vehicle classification criterion; cluster analysis; mountain terrain two-lane highway; highway geometric design

0 前言

汽车的物理特性以及行驶于公路上各种车辆的组成是公路几何线形设计中有重要意义的控制因素。在

公路设计过程中, 设计车型是一种虚拟的、选定的车辆, 其外廓尺寸、载质量和运行特征不仅是确定公路平、纵线形指标、交叉布置和几何形状的依据, 同时与公路系统的安全、高效运营关系密切^[1,2]。因此,

收稿日期: 2008-05-05

基金项目: 交通部西部交通建设科技资助项目 (200331822322)

作者简介: 魏道新 (1973-), 男, 湖北襄樊人, 博士研究生, 从事道路工程研究. (weidao@sohu.com)

正确选择设计车型是路线设计的首要条件。

设计车型的选择, 当前国际上的通用做法是出于经济和实用考虑, 设计车型并不是使用公路设施的最大尺寸和最大功率车辆, 而是按现有车型的尺寸、载质量和功率质量比进行统计后, 满足 85 % 以上车型的外廓尺寸和载质量作为设计标准^[3]。本论文研究通过对我国车型的调查, 按汽车功能对营运车辆进行分类, 在分类车型的基础上对其外形几何尺寸和载质量进行统计和分析; 然后从运行安全、路线设计要求与公路通行能力等方面, 在参考国外发达国家的标准和汽车发展趋势的同时, 选择出各车型分类和各代表车型作为山区双车道公路的设计车型, 以满足经济性、安全性的路线设计原则^[4]。

1 基于车辆保有量与交通组成的车型分类

对当前公路运输的主流车型进行调查, 同时兼顾今后若干年的汽车车型发展趋势以确定其最终的车型标准。车辆分类调查属于抽样调查, 主要调查内容是各类车型的外廓尺寸和车辆前悬、后悬、轴距、最小转弯半径等内部参数以及车辆动力性能等^[5,6], 这些参数是确定车辆外廓尺寸限值的重要基础资料。通过室内文献资料收集和外业实地交通调查, 将调查数据组成一个车辆资料数据库。该数据库共收录了各类车型 2 744 种, 基本涵盖了我国近 15 年所生产的绝大多数民用汽车和大部分进口汽车的车型技术参数。其中各类客车有 1 114 辆、各种货车有 1 208 辆、拖挂与集装箱车 422 辆。

同时, 在陕西、四川、云南等地区各选择了几十条双车道公路进行了实地交通调查, 统计出部分省市主要山区双车道公路的车型数据, 见表 1, 充实和完善了车辆资料数据库。

表 1 山区各省份平均交通组成比例统计表 (单位: %)

Tab 1 Statistics of average traffic composition in mountain terrain (unit: %)

省份	小货	中货	大货	小客	大客	拖挂
广西	12.8	15.1	9.8	47.7	12.3	2.3
陕西	14.7	16.5	20.7	32.8	9.2	6.2
甘肃	17.2	21.8	15.9	33.6	8.7	2.8
四川	16.2	15.3	11.3	43.1	13.1	1.0
贵州	15.6	13.9	15.8	41.9	11.8	1.2
云南	17.4	18.5	11.8	43.1	8.1	1.0
平均值	14.5	19.5	15.3	37.3	10.0	3.2

数据分析表明, 山区双车道公路由于坡陡弯急、线形指标低, 所以公路运输采用的货运车辆以中型载重货车为主, 大型货车所占比例不足 20%, 而且拖

挂车的比重更低, 仅占 5% 左右。

综合分析, 为满足目前及今后一段时期内的运输需要, 山区双车道公路用于几何设计的标准车型应宜从小客车和大、中型货车中选择, 而爬坡性能差、转弯半径要求高的拖挂车因其比例不足 5%, 故从工程经济性考虑, 不宜作为设计控制用车型。

2 基于功率质量比和外廓尺寸的车型分类

功率质量比是汽车性能的一项指标, 对同类型车辆而言, 功率质量比越大, 汽车的动力性能越好^[7]; 外廓尺寸是汽车几何尺寸的一项综合指标, 与路线设计参数密切相关, 因此, 采用功率质量比和外廓尺寸双因素进行聚类分析。

聚类分析是统计学中研究“物以类聚”问题的多元统计分析方法。它能够将一批样本数据根据其诸多特征, 按照在性质上的亲疏程度在没有先验知识的情况下进行自动分类, 产生多个分类结果。同类内部的个体在特征上具有相似性, 不同类间个体特征的差异性较大。

度量聚类分析中的“亲疏程度”, 引入欧氏距离 (Euclidean distance) 概念。两个体 (x, y) 间的欧式距离是两个体 k 个变量值差的平方和的平方根, 数学定义为:

$$EUCLID(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

计算每一样本与聚类中心的距离, 如果该距离在特定距离 L 之内, 则将这些样本与聚类中心归为一类, 否则将样本作为一个新类的中心, 如此循环, 则可以完成对总体 N 实现各类之间距离大于 L 的分类。

基于功率质量比和外廓尺寸的车型聚类分析首先将数据库中原有的各类车型合并为小客、中客、大客、小货、中货、大货、特大型车 7 类。利用 SPSS 统计分析方法中的层次聚类, 对数据库中的车型进行聚类分析。车辆数作为总体, 以车的功率质量比作为初始聚类中心, 以车型外形特征作为辅助分类指标, 经多次叠加后计算新的聚类中心, 在中心附近的平均车长为各类车型的代表车长。根据分层分析, 最终车型划分简化为 3 种, 各车型所占的比例如表 2 所示。

表 2 聚类层次分析法结果

Tab 2 Result of cluster analysis

序号	1	2	3
聚类中心	36.80	9.78	6.75
外廓尺寸/m	4.9×1.74×2.4	9.71×2.47×3.55	16×2.5×3.55
车辆数/辆	1 378	1 049	317

从最后的分类结果看, 即使近年车型更新较快, 轴距也有逐年加长的趋势, 但所有的小型车的外形尺寸都没有超出现《公路工程技术标准》的规定值 6 m, 说明现有小型车的外形尺寸的规定是合理的。对于单体货车或客车, 所用汽车底盘大都相同, 统计结果也证明二者的外形尺寸基本相同, 故可以按一种车型进行外廓尺寸的规定^[8]。为提高运输效率, 车辆的长度有向长的方向发展趋势, 设计车型应有一定的超前性, 故仍需采用标准规定的 6、12 m 车长作为设计控制的车辆长度。

从工程经济性考虑, 对于山区双车道公路, 当设计速度在 60 km/h 以下, 地形复杂、地质条件恶劣时, 设计车辆考虑小型车和大型车两种, 拖挂车和集装箱车不宜作为设计控制车型。典型车辆的外廓尺寸长度分为小型车 6.0 m×1.8 m×2.0 m、大型车 12.0 m×2.5 m×4.0 m。从考虑公路运输现状和今后 5 年汽车工业发展出发, 建议用于山区双车道公路设计的设计车型和外廓尺寸标准仍采用《标准》的规定值, 见表 3。

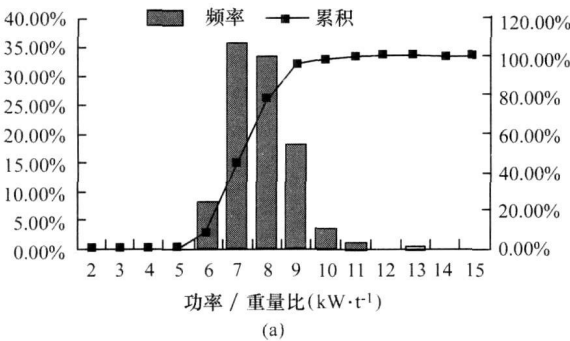


表 3 双车道公路设计车型分类

Tab 3 Design vehicles classification for two-lane highway

车型	车型说明
小型车 (6.0 m×1.8 m×2.0 m)	微型面包车及其改装车、越野吉普车、客货两用车、小轿车、轻型货车、中型面包车、多功能商务车等
大型车 (12.0 m×2.5 m×4.0 m)	载货汽车、大客车、重型载货汽车、半挂车等

3 设计车型的动力性能标准

在山区公路路线设计中, 载重汽车的动力性能对于公路使用性能和安全性能的影响很大^[11, 12], 且当前载重汽车的动力性能也发生了明显的变化, 为此, 需要明确用于公路纵断面设计的载重汽车动力性能标准, 以指导公路纵坡和坡长的设计。

为满足运输安全的需要, 用于公路纵断面设计的标准车型应宜从大型货车中选择, 根据载重吨位与功率比的累计分布曲线图 1, 确定公路纵断面设计的标准车型为功率质量比在 9 kW/t 至 10 kW/t 之间的载重车, 载重吨位在 8 t 左右。实际车型选择使用大型汽

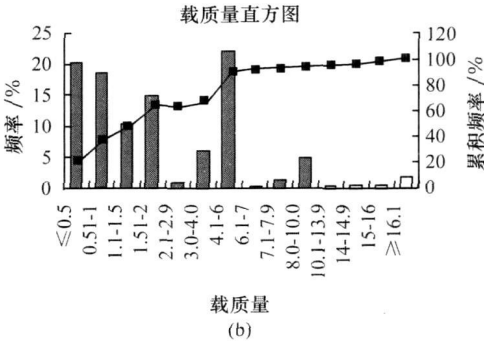


图 1 载重车功率比和载质量累计分布曲线

Fig 1 Power-mass ratio and load capacity cumulative distribution curves of heavy goods vehicle

车制造厂的车型, 如东风、解放系列车型。

根据对设计车型的上坡运行试验分析, 建立了设计车型的上坡动力性能曲线, 该曲线是山区双车道公路纵断面设计的基础^[9]。单独建立设计车型的动力性能曲线还不足以指导纵坡设计, 设计车型在坡道上的速度折减量与纵坡之间的关系是决定纵坡设计的关键依据^[10]。因此, 通过大量翔实的实地观测资料和深入细致的统计分析, 提出了载重汽车上坡动力性能曲线, 见图 2。建立了速度折减量与坡度、坡长之间的关系曲线, 见图 3。

4 结语

通过对我国在用车型的调查, 建立了各类营运车辆车型参数数据库, 利用统计学的聚类方法对各种车

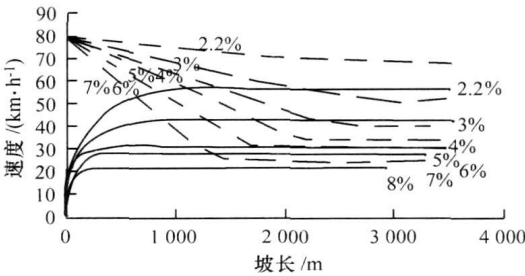


图 2 设计车型的速度-坡长曲线图

Fig 2 Speed-slope length curve for design vehicle

型的功率质量比进行聚类分层计算, 再根据外廓尺寸相近的原则进行归并后, 得出了合理的大、小车型两种类别。在此分类基础上, 以满足经济性、安全性的公路设计原则, 按现有车型的尺寸、载质量和功率质量比进行统计后, 分别选取满足 85% 以上车型的外

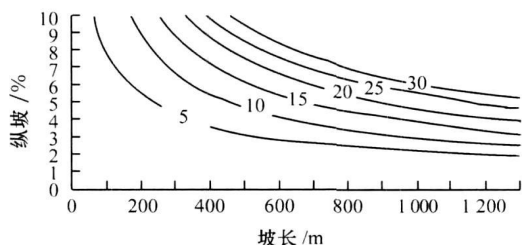


图3 速度折减量与坡长关系曲线图 (单位: km/h)

Fig 3 Speed reduction-slope length curve (unit: km/h)

廓尺寸、载质量和功率质量比作为山区双车道公路几何线形设计车型的关键控制指标, 选定了山区双车道公路设计车型。

参考文献:

References:

- [1] JTG D20-2006, 公路路线设计规范 [S].
JTG D20-2006, Design Specification for Highway Alignment [S].
- [2] JTJ001-2003, 公路工程技术标准 [S].
JTJ001-2003, Technical Standard of Highway Engineering [S].
- [3] AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets [M]. Washington D C U.S.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004.
- [4] 交通部公路科学研究院. 山区双车道公路路线设计参数的研究 [R]. 北京: 交通部公路科学研究院, 2006.
Research Institute of Highway, Ministry of Communications Study on Elements of Geometry Design for Two-lane Mountain Terrain Highways [R]. Beijing: Research Institute of Highway, Ministry of communications, 2006.
- [5] GB 1589-2004, 道路车辆外廓尺寸、轴载及质量限值 [S].

GB 1589-2004, Limits of Dimensions, Axle Load and Masses for Road Vehicles [S].

- [6] GB/T 3730.1-2001, 汽车和挂车类型的术语和定义 [S].
GB/T 3730.1-2001, Motor Vehicles and Trailers-Types: Terms and Definitions [S].
- [7] 余志生. 汽车理论 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.
YU Zhi-sheng. Vehicle Theory [M]. Beijing: China Machine Press, 1990.
- [8] 熊烈强, 李杰. 车辆折算系数的分类及算法 [J]. 公路交通科技, 2005, 22 (7): 128-130.
XIONG Lie-qiang, LI Jie. Classification and Calculation Method of Passenger Car Equivalent [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22 (7): 128-130.
- [9] HARDWOOD D W, J M MASON, GLAUS W D, et al. Truck Characteristics for Use in Highway Design and Operation [M]. McLean Virginia U.S.: Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1990.
- [10] 周荣贵, 江立生, 孙家风. 公路纵坡坡度和坡长限制指标的确定 [J]. 公路交通科技, 2004, 21 (7): 1-4.
ZHOU Rong-gui, JIANG Li-sheng, SUN Jia-feng. The Study of Highway Gradient and Grade Length Limit [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2004, 21 (7): 1-4.
- [11] AUSTROADS. A Guide to the Geometric Design of Rural Roads [M]. Sydney: AUSTROADS, 2003.
- [12] FHWA-IP-88-105. Grade Severity Rating System (GSRS) [M]. McLean Virginia U.S.: Department of Transportation Federal Highway Administration, 1989.

(上接第92页)

- [10] MEEGODAL J N. Detection of Surface Segregation Using LASER [C] //TRB 2003 Annual Meeting. Washington D C: Transportation Research Board, 2003.
- [11] 尹如军, 伍石生. 热拌沥青混合料密度的确定和测定方法 [J]. 长安大学学报 (自然科学版), 2004, 24 (1): 17-20.
YIN Ru-jun, WU Shi-sheng. Specifying Density and Its Measuring Methods of Hot Asphalt Mixture [J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2004, 24 (1):

17-20.

- [12] 李自光, 张巍, 何志勇, 等. 沥青混合料离析率仿真方法及转运车模型试验研究 [J]. 长沙理工大学学报 (自然科学版), 2004, 1 (1): 48-53.
LI Zi-guang, ZHANG Wei, HE Zhi-yong, et al. Simulation Method of Asphalt Mixture and Experimental Investigations of the Asphalt Conveyor Model [J]. Journal of Changsha University of Science and Technology (Natural Science), 2004, 1 (1): 48-53.