

文章编号:1671-8879(2019)04-0118-09

# 面向游客出行需求的景区道路功能等级体系

韩跃杰<sup>1</sup>,王荣华<sup>2</sup>,茹 含<sup>1</sup>

(1. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室,陕西 西安 710064;

2. 北京工业大学 建筑工程学院,北京 100124)

**摘要:**为了建立中国景区道路功能等级体系,以国内外公路功能等级体系为参考,深入分析景区道路功能分类的原因,阐明景区道路功能的本质。针对景区道路交通特性、景点吸引度和游客需求,分析游客对景区道路功能的需求,提出面向游客出行需求的景区道路功能分类法,将景区道路功能分为景区直通线、景区疏通线、景区连通线 3 类。分析景区道路等级的影响因素,提取等级划分指标。以单日高峰游客接待量为指标,将景区道路划分为景区直通线 I 级、景区直通线 II 级、景区疏通线 I 级、景区疏通线 II 级、景区连通线 5 个等级,并确定了道路等级、单日高峰游客接待量和观光车限速之间的关系。研究表明:景区直通线 I、II 级道路对应的单日高峰游客接待量分别为大于 8 万人和 3.5 万~8 万人,设计速度分别为 60、50 km/h;景区疏通线 I、II 级道路对应的单日高峰游客接待量分别为大于 6 万人和 1 万~6 万人,设计速度分别为 40、30 km/h;景区连通线对应的单日高峰游客接待量为小于 3.5 万人,设计速度为 20 km/h。面向游客出行需求的景区道路功能等级体系可为景区道路规划提供重要参考。

**关键词:**交通工程;景区道路;道路功能等级;游客出行需求;交通特性

中图分类号:U491.1

文献标志码:A

DOI:10.19721/j.cnki.1671-8879.2019.04.014

## Scenic area road functional classification system based on tourist travel demand

HAN Yue-jie<sup>1</sup>, WANG Rong-hua<sup>2</sup>, RU Han<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University,

Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. College of Architecture and Civil Engineering,

Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:** In order to establish the functional classification system of scenic area road in China, the reasons of road functional classification and the nature of road function in scenic area were analyzed deeply, based on the reference of highway functional classification system in domestic and abroad. Focusing on traffic characteristics, scenic attraction and tourists demand, the demand of tourists for scenic road function was analyzed. Scenic area road functional classification system based on tourist travel demand was proposed, and scenic area road function was classified into three categories including scenic directional route, scenic distribution route and scenic connecting route. The influencing factors of scenic area road functional classification were

收稿日期:2019-01-18

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0802208);新疆交通科技项目(2014-02);青海交通科技项目(2016-03)

作者简介:韩跃杰(1978-),男,山东潍坊人,工学博士,E-mail:337931500@qq.com。

通讯作者:王荣华(1985-),女,陕西榆林人,讲师,工学博士,E-mail:wangrh@bjut.edu.cn。

analyzed, and the classification index was selected. Taking daily peak tourist reception as an index, scenic area road was classified into five classes including scenic directional route class I, scenic directional route class II, scenic distribution route class I, scenic distribution route class II and scenic connecting route. Meanwhile, the relationship among route class, daily peak tourist reception and the speed limit of sightseeing vehicles was established. The results show that the numbers of daily peak tourist reception of scenic directional route classes I and II are greater than  $8 \times 10^4$  and  $3.5 \times 10^4 \sim 8 \times 10^4$  people, and the design speeds are 60 and 50 km/h respectively. The numbers of daily peak tourist reception of scenic distribution route classes I and II are greater than  $6 \times 10^4$  and  $1 \times 10^4 \sim 6 \times 10^4$  people, and the design speeds are 40 and 30 km/h respectively. The number of daily peak tourist reception of scenic connecting route is less than  $3.5 \times 10^4$  people, and the design speed is 20 km/h. The scenic area road functional classification system based on tourist travel demand can provide the important reference to scenic area road planning. 7 tabs, 1 fig, 23 refs.

**Key words:** traffic engineering; scenic area road; road functional classification; tourist travel demand; traffic characteristic

## 0 引言

随着中国国民经济实力的日益强大,人民的收入水平逐年提高,对精神生活的追求也越来越高,旅游业在中国国民经济中的地位日益重要。交通作为旅游发展的必要条件,越来越受到重视,道路设计直接影响到景区的效益与可持续发展等问题。然而,景区道路功能与普通公路有明显的不同,在景区内道路功能没有明确分类的情况下,盲目套用公路工程技术标准规定的指标,显然存在功能与需求相脱节的问题。因此,功能划分是景区道路建设中亟需解决的问题。

国外对道路功能划分十分明确,提出国家公路设计哲学是要将道路融入与社会与环境当中的交通系统<sup>[1-2]</sup>。同时,还对特殊地区具有特殊功能的道路进行了专门规定,对国家公园道路、风景道路的研究也早已开展。美国学者提出建立国家公园道路设计和建设规范,将公园道路分为5类<sup>[3]</sup>。随后通过学者深入研究,对公园道路标准进行了不断的修订<sup>[4-5]</sup>。纳利国家公园提出了加强景区内车辆的管理,为游客提供舒适、愉悦、安全的游览条件,提出了游客的需求也是公园道路研究的重点<sup>[6]</sup>。针对不同的游客需求,旅游承载能力作为公园景区道路管理的核心问题,受到了广大学者的高度重视,通过建立国家公园景区道路的仿真模型,制定指标体系和评价标准等多种方式对景区道路的承载能力及其评价进行研究<sup>[7-9]</sup>。美国为建立具有独特风景、历史、文化、自然、娱乐休闲、考古特征的风景区道路,对风景道

路的建设需要进行特殊设计考虑,发布了多个报告为风景道路提供系统设计和信息评价流程,并指出提升风景道路走廊带的观景体验也尤为重要<sup>[10-11]</sup>。美国学者对爱达荷州的蛇河谷景观道路沿途的风景资源和风景道的现状进行分析,表明标志信息的设计可以为景区的交通、行人和停车提供安全保障<sup>[12]</sup>。与美国不同的是,欧洲国家对公路的建设更综合考虑整条走廊带的社会需求、环境、景观美学等问题,通过速度管理和美学设计将公路融入到社会环境中<sup>[13]</sup>。在公路项目发展阶段更加有效地引用了美国国家环境政策法(national environmental policy act, NEPA),并结合当地政府进行环境影响研究(environmental impact studies, EIS),识别公路项目各个阶段出现的问题,找到切合实际的解决方案<sup>[14]</sup>。国外发达国家的公路设计理念和设计方法的发展都较为成熟,并且通过风景道路项目、国家公园项目不断完善道路设计体系。

近年来,随着中国公路“以人为本、保护环境、和谐发展”的建设理念被广为重视,中国学者关注点开始集中于道路景观的评价。王建军等应用公路景观三元论,从美学、环境、功能3个方面对公路景观的功能进行评价<sup>[15]</sup>。刘滨谊等提出了构成景观的3大要素,并对道路景观进行系统整合与整体评价<sup>[16]</sup>。针对道路景观评价指标体系的构建,李昆仑结合城市道路的景观特点,提出了其评价指标体系,并通过层次分析法对各指标在评价体系中所占的权重进行了具体分析<sup>[17]</sup>。刘昶等提出了层次分析法、专家评分、语义学标度和模糊数学结合的景区道路

评价体系<sup>[18]</sup>。王军锋从公路和城市道路两方面选取评价指标,构建道路景观评价指标体系<sup>[19]</sup>。薛峰建立了多级模糊综合评价体系并确定了道路的景观等级,对景区道路指标框架的构建和等级划分提供了参考<sup>[20]</sup>。这些研究对景区道路评价体系指标框架的构建具有启发意义,但缺少针对修建在风景区内部供各种观光车及游客通行的基础设施的功能分类体系。

中国目前仍然缺乏以游客、观光车为服务对象的景区道路功能分类体系。本文对比国内外公路或道路功能分类体系,深入分析了景区道路功能分类的原因,分析了游客对景区道路功能的需求,并对景区道路进行了分类,最后研究了景区道路等级的影响因素,提取等级划分指标,建立了景区道路等级体系。

## 1 面向游客出行需求的景区道路功能分类

### 1.1 景区道路功能本质及概念界定

道路的功能,即为道路的作用。国内外公路或道路功能分类框架都以美国公路功能划分框架为基础。基于公路的预期作用,学者们根据道路使用者的出行类型、驾驶人情况、公路在整个公路系统内的作用,将公路功能划分为连接功能、集散功能、出入功能,如图1所示<sup>[21]</sup>。道路功能是确定技术等级和技术指标的依据,只有确定了景区道路的具体功能,以功能为导向,选择相应等级的技术指标体系,才可充分发挥道路在景区中的作用,使道路建设与安全、环境保护相协调。

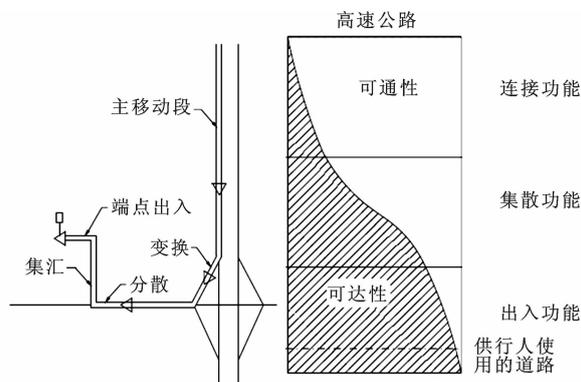


图1 公路功能分类

Fig.1 Highway functional classification

景区内所有设施都是在保护景区生态环境、景观资源基础上,为游客提供服务。景区道路作为景区基础工程规划之一,连接风景区内的景点景群、游

览设施、景区服务设施,方便游客接近风景、观赏游览,为景区管理者提供途径,保护、管理景区资源。景区道路功能分类(scenic area road functional classification, SARFC)是依据景区道路提供的服务类型及特征,将道路进行归类或对道路系统进行分类的过程。

### 1.2 游客对景区道路功能的需求

在研究需求问题之前,需建立一个符合客观事实的基本假设,即需求的主体是具有完整的自然属性和社会属性的人。需求是人类一切活动的最终动力,游客游览景区具有放松、休闲、欣赏美景、调查、科研、收集资料等需求,这些需求以游客游览景区的活动方式客观呈现,反映游客的基本心理现象,客观表达和主观体验体现了需求的双重特征。景区道路是实现游客需求的载体,景区道路通过自体功能满足、实现游客主体需求。

景区道路功能需求的主体为游客,通过从出发点到达目的地移动的过程实现游览景区活动的目的。游客在景区内游览行为的过程特征,包含游览目的、游览方式和游览路径选择等一系列活动,都与景区旅游道路设置密不可分。分析景区内的旅游道路和交通规划层次,可总结出游客游览的行为特征规律:

(1)游览目的,游客购票结束后通过景区游客集散中心,乘坐景区内的交通工具抵达景源,当有饮食、休息、购物、住宿等基本需求时,搭乘交通工具抵达游客服务中心。

(2)游览方式,即游客选择步行、小型观光车、中型观光车、大型观光车等。

(3)游览路径,即游客在景源、购物、饮食、住宿、游客集散中心换乘站点之间的游览顺序,游客参观游览所经过的路线组成游览路径(行动轨迹)。

### 1.3 景区道路功能分类及属性

景区道路的功能主要是满足游客交通、游览的出行需求。景区道路不同于一般公路,需充分考虑、运用地形条件,为游客提供优美的观赏路线,而非快速抵达各个景点。依据游客在景区内的交通需求和游览需求,可将景区道路分为景区直通线、景区疏通线和景区连通线3种功能。

#### 1.3.1 景区直通线

景区直通线承担景区内中长距离较为快速的交通服务功能,具有良好的畅通性,主要连接服务中心与游客集散中心。景区直通线路侧不分布具体景点、景群,不直接连接景点、景群,游客需抵达集散中

心后,选择乘观光车或步行抵达景源观光游览。景区直通线的观光客车行驶速度相对较高,运输游客量大,一般不允许游客在景区直通线路侧步行;若景区直通线路侧需要设置行人步道时,应采用分隔带将行人步道与行车道隔离开,保障游客安全。

### 1.3.2 景区疏通线

景区疏通线承担景区内中长距离的交通,具有集散游客、观景服务功能,有一定的畅通性。景区疏通线路侧亦分布着具体的景点、景群,主要连接游客集散中心、游客服务中心(餐饮、购物、住宿服务设施)、等级较高的景源。游客在停靠站下车可通过搭乘小型观光车或者步行的方式抵达其他景源,也可沿着景区疏通线欣赏路侧景点或在具体景点下车游览。景区疏通线路侧观景行人步道需与行车道隔离开,保障游客安全。

### 1.3.3 景区连通线

景区连通线解决短距离交通,为高等级景源与低等级景源、景源与景区疏通线之间的连接线,以观景功能为主。景区连通线不直接连接景区服务中心和游客集散中心,景区连通线路侧还可设置步道,游客亦可选择步行方式沿途游览。

## 2 景区道路等级划分

### 2.1 景区道路等级划分指标及属性

为满足游客对景区道路的交通、观景、服务功能的需求,基于景区道路等级划分影响因素的分析,选取单日高峰游客接待量作为划分景区道路等级的指标。为反映该指标对景区道路等级的影响,需对景区道路观光车限速展开调查,研究单日高峰游客接待量和观光车限速之间的关系。

景区的交通量主要由游客量产生,根据景区游客量统计数据,即使同为5A级风景名胜,由于地域、经济、政治、文化等差异,导致游客接待量也存在较大的差异。九寨沟景区2013年1月~9月,游客接待量突破200万人次,单日最大游客接待量为4.1万人次,而六安市天堂寨景区2013年游客接待量为94.82万人次,黄金周的游客接待量为17.62万人次。最佳游客容量和游客接待量也存在较大的差异性,九寨沟单日最佳承载量为2.3万人次,而实际单日最大接待游客量超过最佳容量的78%。为确保景区道路能满足高峰时期游客接待量所产生的交通需求,应以近两年各景区单日高峰游客接待量作为交通量映射指标。

景区道路等级的划分需基于实际道路的建设情

况,因此主要通过网络、电话、访谈等多种方式,调查现有5A级风景区(例如九寨沟景区、黄帝陵景区、法门寺佛文化景区等)内单日高峰游客接待量和观光车的限制速度,收集景区道路样本信息,如表1所示,其中单日高峰游客接待量介于0.8万~14万人,道路限速介于20~60 km/h。

表1 景区道路特征信息

Tab. 1 Information of road characteristics in scenic area zone

道路编号	单日高峰游客接待量/人	景区道路限速/( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	道路编号	单日高峰游客接待量/人	景区道路限速/( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )
1	80 000	40	19	43 000	30
2	66 000	40	20	31 000	20
3	130 000	40	21	42 000	50
4	100 000	60	22	120 000	60
5	39 000	50	23	75 000	50
6	12 000	20	24	100 000	40
7	33 000	30	25	14 000	30
8	51 000	30	26	8 000	20
9	15 000	20	27	41 000	30
10	28 000	20	28	11 000	20
11	68 000	50	29	52 000	30
12	82 000	40	30	95 000	60
13	79 000	60	31	67 000	50
14	57 000	30	32	61 000	40
15	69 000	40	33	29 000	20
16	49 000	30	34	28 000	30
17	22 000	30	35	18 000	20
18	82 000	40	36	76 000	40

### 2.2 基于BP神经网络的景区道路等级划分

景区道路等级划分指标值会随着时间的推移发生变化,难以通过建立数学模型的方式找出指标与景区道路等级之间的关系。运用现有公路建设经验,分析景区道路特征信息,拟采用BP神经网络的方法,通过“自学习、自适应”的方式,探索景区限速与单日高峰游客接待量之间的关系,以此建立景区道路等级体系。BP神经网络结构简单、可操作性强、具有较好的自学习能力,是目前应用最广泛且被证明为最有效的神经网络模型之一<sup>[22]</sup>。目前,国内外学者从学习算法、激励函数等方面对标准BP神经网络进行改进<sup>[23]</sup>,使得BP神经网络在建立能够“自主学习”的模型,充分整合经验性,获取最佳解的同时,实现误差最小化。

#### 2.2.1 数据预处理

将景区道路样本信息按速度由高到低、等速内单日高峰游客接待量由高到低排序,通过观察发现:

单日游客接待量相同但景区道路限速不同;部分低限速道路的单日游客接待量高于高限速道路;游客量按限速“60~50 km/h”、“40~30 km/h”、“20 km/h”依次降低。为提高 BP 神经网络训练的有效性,减小训练误差,需将景区道路信息分 3 个区域进行数据预处理,构建网络模型进行训练。

为避免输入输出数据的数量级差别过大而造成网络预测误差较大,需对数据进行量纲一化预处理。单日高峰游客接待量采用常用的最大最小法,计算为

$$x'_k = (x_k - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$$

式中: $x_k$  为第  $k$  个单日高峰游客接待量, $x'_k$  为  $x_k$  量纲一化值; $x_{\max}$  为最大单日高峰游客接待量; $x_{\min}$  为最小单日高峰游客接待量。

对景区道路等级 BP 神经网络的期望输出值进行标识,道路限速分为 5 个等级,将速度按由高到低排序依次标识,“60”标识为[1 0 0 0 0],“50”标识为[0 1 0 0 0],“40”标识为[0 0 1 0 0],“30”标识为[0 0 0 1 0],“20”标识为[0 0 0 0 1];将景区道路样本信息分区域重新标号,按单日游客接待量由高到低排序,对指标值进行预处理,标识输出值,预处理结果如表 2 所示。

### 2.2.2 构建 BP 网络模型

根据人工神经网络的基本原理,运用表 1 收集的景区道路信息样本,建立景区道路等级的 BP 神经网络。景区道路等级 BP 神经网络中的输入层为单日高峰游客接待量,输入层有 1 个节点;输出层为道路限速,分 5 种限速,输出层有 5 个节点。景区道路等级 BP 神经网络中间层隐含节点数对神经网络预测精度有较大的影响,若节点数太少,网络自我学习能力较弱,需要增加训练次数,其训练精度受到影响;若节点数太多,训练时间增加,容易过度拟合。

### 2.2.3 网络学习训练

调用 MATLAB,采用变学习率的学习算法,调整网络的权值和阈值,按神经网络的训练过程开始训练样本数据。通过样本数据不断学习、修正建立起来的神经网络,获得网络实际输出模式,如表 3 所示。

每 1 条道路实际输出值中的最大值若位于(0.501,1),则最大值的位置则标识了该道路的速度属性,例如 2 区 12 景区道路实际输出值中 0.839 5 最大,位于第 4 位,则预测速度为“30”,与期望输出的“30”相一致。综合分析表 3 中实际输出值,由样本信息不断学习建立的神经网络模型,实际输出值与期望输出值基本吻合,可以较好地预测景区道路的限速。

表 2 样本数据预处理

Tab. 2 Preprocessing of sample data

道路编号	样本信息输入	样本期望输出	
1 区	1	1.000	[1 0 0 0 0]
	2	0.753	
	3	0.691	
	4	0.494	[0 1 0 0 0]
	5	0.444	
	6	0.358	
	7	0.346	
	8	0.037	
	9	0.000	[0 0 1 0 0]
2 区	1	1.000	
	2	0.741	
	3	0.586	
	4	0.586	
	5	0.569	
	6	0.534	
	7	0.474	
	8	0.448	
	9	0.405	
	10	0.371	
	11	0.328	
	12	0.319	
	13	0.302	
	14	0.250	
	15	0.233	
	16	0.164	
	17	0.121	
	18	0.069	
	19	0.000	[0 0 0 0 1]
3 区	1	1.000	
	2	0.913	
	3	0.870	
	4	0.435	
	5	0.304	
	6	0.174	
	7	0.130	
	8	0.000	

### 2.2.4 道路等级划分

分析表 1 的景区道路特征信息,景区道路限速为 20 km/h 的最高单日游客接待量为 3.1 万人次,景区道路限速“60~50 km/h”区域的单日高峰游客接待量介于 3.9 万~12 万人次,限速“40~30 km/h”区域的单日高峰游客接待量介于 1.4 万~13 万人次,“60 km/h”和“50 km/h”之间、“40 km/h”和“30 km/h”之间的单日高峰游客接待量限值无法直观地从表 1 中获取。因此,需要设计限速“60~50

表 3 神经网络实际输出和期望输出

Tab. 3 Real output and desired output of neural networks

道路编号	实际输出						期望输出
1 区	1	0.863 4	0.001 2	0.002 1	0.002 2	0.001 6	[1 0 0 0 0]
	2	0.916 5	0.002 1	0.002 4	0.002 8	0.002 4	
	3	0.825 7	0.002 7	0.003 6	0.001 9	0.859 3	
	4	0.898 3	0.002 3	0.001 8	0.0008	0.002 6	
	5	0.003 6	0.856 3	0.004 3	0.001 6	0.002 5	[0 1 0 0 0]
	6	0.001 5	0.961 4	0.002 6	0.003 6	0.003 5	
	7	0.001 8	0.859 3	0.001 3	0.000 8	0.004 2	
	8	0.002 7	0.898 3	0.001 8	0.001 6	0.002 7	
	9	0.001 8	0.926 8	0.002 1	0.002 3	0.002 1	
2 区	1	0.000 8	0.002 5	0.956 7	0.000 8	0.003 3	[0 0 1 0 0]
	2	0.001 6	0.002 4	0.846 7	0.002 8	0.003 2	
	3	0.002 2	0.001 3	0.935 6	0.002 7	0.001 3	
	4	0.002 3	0.002 4	0.885 7	0.002 2	0.000 6	
	5	0.001 5	0.003 2	0.896 4	0.002 6	0.001 2	
	6	0.001 8	0.002 1	0.954 3	0.003 0	0.002 1	
	7	0.001 8	0.002 1	0.926 3	0.002 9	0.002 3	
	8	0.002 3	0.001 8	0.988 6	0.0008	0.002 6	
	9	0.002 7	0.001 7	0.898 3	0.001 9	0.004 2	
	10	0.001 6	0.002 3	0.003 5	0.896 2	0.000 6	[0 0 0 1 0]
	11	0.002 1	0.002 8	0.001 8	0.936 8	0.002 1	
	12	0.002 1	0.001 4	0.003 6	0.839 5	0.002 5	
	13	0.003 5	0.001 6	0.002 7	0.925 6	0.002 8	
	14	0.003 6	0.002 3	0.001 4	0.826 9	0.002 5	
	15	0.001 8	0.001 2	0.001 8	0.823 9	0.004 6	
	16	0.001 4	0.003 2	0.001 9	0.889 3	0.001 8	
	17	0.003 3	0.001 2	0.001 2	0.926 8	0.001 7	
	18	0.002 4	0.002 5	0.003 2	0.887 9	0.001 6	
	19	0.001 4	0.002 1	0.001 4	0.923 8	0.000 5	
3 区	1	0.003 5	0.002 4	0.001 5	0.001 8	0.872 1	[0 0 0 0 1]
	2	0.002 6	0.002 3	0.001 7	0.002 1	0.956 3	
	3	0.001 1	0.002 1	0.003 3	0.001 7	0.856 5	
	4	0.001 6	0.000 3	0.003 3	0.001 9	0.943 5	
	5	0.002 3	0.001 9	0.002 1	0.003 6	0.898 6	
	6	0.000 6	0.002 4	0.001 8	0.002 5	0.993 2	
	7	0.000 2	0.001 9	0.002 5	0.002 3	0.953 4	
	8	0.003 1	0.000 2	0.003 5	0.002 5	0.943 5	

km/h”区域和限速“40~30 km/h”区域的景区道路测试样本,运用已经训练好的神经网络预测景区道路测试样本信息的输出值,观察不同单日高峰游客接待量对应的速度属性,获取游客接待量界限值。

将表 1 中各区域单日高峰游客接待量最小值整化处理,以 0.5 万人单日游客接待量为基本单元依

次递增,直至涵盖同区域内单日高峰游客接待量最大值,涉及景区道路测试样本信息,例如限速“60~50 km/h”区域测试样本信息的单日高峰游客接待量介于 3.5 万~12 万人次。将测试样本信息数据进行量纲一化处理,输入到已经训练好的神经网络模型中,计算测试样本的实际输出值,用输出值中的最大值识别游客接待量对应的速度属性。若相邻样本的道路速度属性不同,即可识别出游客接待量分界线,如表 4、表 5 所示。

分析表 4、表 5 的预测结果,即可得出速度与游客接待量对应信息,如表 6 所示。

### 2.3 景区道路等级划分结果及选用

简化、归类由 BP 神经网络获得的预测结果,基于上文所述景区道路功能分类、属性,以及景区建设实际,参考城市道路设计速度的分配方式,建立景区道路等级体系。以灵活性设计理念为指导,修正各功能等级对应的设计速度,最终得出如表 7 所示的景区道路功能等级体系。

经调查发现,景区内通行的小型观光车(燃油车、电瓶车)车速介于 15~30 km/h;道路里程较短、地势起伏不平的景区,多数中型客车车速低于 30 km/h;道路里程长、地势平坦的景区,部分路段的中型客车、大型客车车速低于 60 km/h。景区直通线的观光客车行驶速度相对较高,运输游客量大,设计速度可取 50~60 km/h;景区疏通线路侧分布着具体的景点、景群,游客可沿着景区疏通线欣赏路侧景点,或在具体景点下车游览,设计速度可取 30~40 km/h;景区连通线解决短距离交通,以观景功能为主,路侧可设置步道,游客亦可选择步行方式沿途游览,设计速度可取 20 km/h。

无论是新建还是改建景区道路,都需综合考虑景区整体规划、景区内地形条件以及景区拟采用的观光车类型等,经论证后确定合适的设计速度。在选择景区道路等级之前,首先确定拟建景区道路的功能,以功能为主导,结合预期游客接待量,选择合适的道路设计速度。当景区远景游客量多,但地形条件较为困难时,应选择低一等级的景区道路,以配合使用与地形环境相适合的技术指标值,再通过景区管理、控制客流量的方式降低游客量对道路运输的压力。相同功能下道路等级的选择,需满足景区游客接待量需求,若地形条件较为困难,可选择较低的设计速度,对景区客流量进行控制,降低游客量对道路运输的压力。

表4 区域1的测试样本的实际输出和期望输出

Tab.4 Real output and desired output of test samples in area 1

编号	输入信息	输入数据量纲一化处理	实际输出						期望输出
1区	1	35 000	0.000	0.001 2	0.952 6	0.002 3	0.001 3	0.000 5	[0 1 0 0 0]
	2	40 000	0.059	0.000 3	0.983 5	0.001 6	0.000 6	0.001 1	
	3	45 000	0.118	0.001 3	0.953 4	0.001 6	0.002 5	0.003 6	
	4	50 000	0.176	0.000 5	0.945 7	0.000 6	0.002 1	0.003 6	
	5	55 000	0.235	0.003 8	0.846 9	0.004 5	0.001 6	0.002 6	
	6	60 000	0.294	0.002 4	0.932 6	0.003 5	0.000 6	0.001 6	
	7	65 000	0.353	0.003 2	0.856 2	0.002 8	0.002 3	0.001 1	
	8	70 000	0.412	0.001 7	0.863 8	0.002 4	0.002 9	0.001 5	
	9	75 000	0.471	0.001 6	0.792 6	0.002 1	0.003 5	0.000 3	
	10	80 000	0.529	0.002 9	0.836 2	0.000 2	0.004 2	0.003 6	[1 0 0 0 0]
	11	85 000	0.588	0.865 7	0.003 1	0.002 5	0.002 2	0.001 8	
	12	90 000	0.647	0.926 3	0.001 6	0.002 3	0.001 4	0.003 3	
	13	95 000	0.706	0.963 1	0.000 8	0.001 2	0.002 1	0.001 9	
	14	100 000	0.765	0.856 4	0.002 2	0.000 8	0.002 1	0.002 5	
	15	105 000	0.824	0.869 1	0.002 6	0.003 1	0.002 5	0.001 7	
	16	110 000	0.882	0.836 2	0.002 3	0.003 6	0.003 4	0.002 6	
	17	115 000	0.941	0.875 2	0.001 5	0.003 4	0.001 9	0.000 2	
	18	120 000	1.000	0.923 1	0.002 3	0.001 8	0.002 4	0.001 3	

表5 区域2的测试样本的实际输出和期望输出

Tab.5 Real output and desired output of test samples in area 2

编号	输入信息	输入数据量纲一化处理	实际输出						期望输出
2区	1	10 000	0.000	0.001 8	0.001 5	0.002 4	0.935 4	0.001 6	[0 0 0 1 0]
	2	15 000	0.042	0.004 3	0.001 9	0.002 1	0.889 6	0.001 2	
	3	20 000	0.083	0.000 2	0.003 2	0.003 3	0.856 1	0.000 9	
	4	25 000	0.125	0.002 4	0.002 9	0.002 5	0.883 5	0.000 8	
	5	30 000	0.167	0.004 1	0.003 3	0.004 6	0.926 7	0.002 3	
	6	35 000	0.208	0.003 0	0.003 6	0.002 3	0.846 7	0.003 7	
	7	40 000	0.250	0.002 8	0.002 6	0.001 4	0.876 2	0.001 9	
	8	45 000	0.292	0.002 3	0.002 5	0.001 3	0.846 5	0.002 1	
	9	50 000	0.333	0.000 9	0.001 2	0.003 1	0.991 3	0.000 7	
	10	55 000	0.375	0.002 3	0.001 6	0.002 6	0.923 6	0.002 1	
	11	60 000	0.417	0.001 7	0.001 4	0.000 1	0.889 6	0.003 5	
	12	65 000	0.458	0.003 1	0.002 5	0.896 3	0.001 9	0.003 3	
	13	70 000	0.500	0.002 2	0.001 5	0.925 8	0.002 0	0.002 4	
	14	75 000	0.542	0.001 5	0.002 4	0.958 4	0.003 2	0.000 8	
	15	80 000	0.583	0.001 6	0.001 5	0.986 4	0.000 6	0.001 6	
	16	85 000	0.625	0.001 2	0.001 3	0.965 1	0.001 1	0.004 1	
	17	90 000	0.667	0.001 8	0.002 1	0.863 5	0.002 7	0.003 9	
	18	95 000	0.708	0.002 6	0.000 4	0.793 6	0.001 4	0.002 9	
	19	100 000	0.750	0.002 7	0.001 6	0.786 4	0.001 7	0.002 5	
	20	105 000	0.792	0.001 9	0.001 8	0.846 7	0.003 5	0.002 3	
	21	110 000	0.833	0.000 3	0.001 7	0.896 4	0.001 2	0.002 1	
	22	115 000	0.875	0.001 8	0.003 1	0.885 4	0.002 6	0.002 7	
	23	120 000	0.917	0.001 7	0.002 3	0.875 1	0.002 5	0.001 4	
	24	125 000	0.958	0.002 8	0.002 4	0.836 8	0.000 9	0.004 3	
	25	130 000	1.000	0.002 7	0.001 6	0.896 5	0.001 6	0.003 2	

表6 速度与游客接待量关系

Tab. 6 Relationships between speed and tourist reception capacity

速度/(km·h <sup>-1</sup> )	60	50	40	30	20
单日高峰游客接待量/万人	>8.0	3.5~8.0	>6.0	1.0~6.0	<3.5

表7 景区道路功能等级

Tab. 7 Scenic area road functional classification

景区道路功能	景区道路等级	单日高峰游客接待量/万人	设计速度/(km·h <sup>-1</sup> )	修正设计速度/(km·h <sup>-1</sup> )
景区直通线	景区直通线 I	>8.0	60	60,50
	景区直通线 II	3.5~8.0	50	50,40
景区疏通线	景区疏通线 I	>6.0	40	40,30
	景区疏通线 II	1.0~6.0	30	30,20
景区连通线	景区连通线	<3.5	20	20

选定了景区道路的等级及相应设计速度,依据总体规划及景区道路网规划,基本可确定出景区道路网内各游线的长度。较多的游客量需要较高等级的景区道路服务,但不能以牺牲景区生态环境的方式修建高等级的道路以满足游客的需求。景区道路等级及游线长度一旦确定,其可间接成为景区游客容量的一个限定条件,可更好地保护景区自然、生态环境,为游客提供良好的游览、休闲空间,保障风景名胜区的可持续发展。

### 3 结 语

(1)以国内外公路功能等级体系为参考,深入分析了景区道路功能分类的原因,阐明了景区道路功能的本质,并对其概念进行界定,丰富和发展了公路功能等级理论和方法。以游客需求为主导提出了面向游客需求的景区道路功能分类体系,将景区道路功能分为景区直通线、景区疏通线、景区连通线3类,并确定功能属性。

(2)提取景区道路等级划分指标,以单日高峰游客接待量为指标,运用人工神经网络建立等级划分网络模型,将景区道路划分为景区直通线 I 级、景区直通线 II 级、景区疏通线 I 级、景区疏通线 II 级、景区连通线 5 个等级。

(3)景区直通线 I、II 级道路对应的单日高峰游客接待量分别为大于 8 万人和 3.5 万~8 万人,设计速度分别为 60、50 km/h;景区疏通线 I、II 级道路对应的单日高峰游客接待量分别为大于 6 万人和

1 万~6 万人,设计速度分别为 40、30 km/h;景区连通线对应的单日高峰游客接待量为小于 3.5 万人,设计速度为 20 km/h。

(4)本文所得到的景区道路功能等级体系可为风景区道路规划提供重要的参考。由于景区道路所处环境具有生态多样性和环境敏感性,景区道路功能等级涉及多方面因素,本文仅提出面向游客需求的景区道路功能等级体系。

### 参考文献:

#### References:

- [1] JOHANSSON K, LUNDBERG C. The 1994 international consensus conference on dementia and driving: A brief report[J]. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 1997, 11(S1): 62-69.
- [2] HERRSTEDT L, KJEMTRUP K, BORGES P, et al. An improved traffic environment, a catalogue of ideas [M]. Roskilde: Danish Road Institute, 1993.
- [3] National Park Service of United States. Park road standards 1968[M]. Los Angeles: University of California Libraries, 1968.
- [4] National Park Service of United States. Park road standards 1984[M]. Los Angeles: University of California Libraries, 1984.
- [5] DAVIS T, CROTEAUT A, MARSTON C H. Documenting America's national park roads and parkways [M]. Washington DC: Johns Hopkins University Press, 2004.
- [6] National Park Service, Interior. Denali Park road final vehicle management plan and EIS[R]. Ventura: National Park Service, Interior, 2012.
- [7] HALLO J C, MANNING R E. Analysis of the social carrying capacity of a national park scenic road[J]. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2010, 4(2): 75-94.
- [8] WEI J H, WANG E D. An evaluation method of tourism carrying capacity based on visitor experience utility[J]. *Tourism Tribune*, 2015, 30(4): 105-114.
- [9] WANG E D, WEI J H, LU H Y. Valuing natural and non-natural attributes for a national forest park using a choice experiment method[J]. *Tourism Economics*, 2014, 20(6): 1199-1213.
- [10] BRIGANTI C M, HOEL L A. Transportation system design and information requirements for travel and tourism needs on scenic byways[R]. Charlottesville: Virginia Transportation Research Council, 1994.
- [11] 刘世栋, 高峻. 岛屿型旅游目的地旅游环境承载力研究——以上海崇明岛为例[J]. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2014, 42(3): 85-90.

- LIU Shi-dong, GAO Jun. Research on tourism environmental carrying capacity of island tourist destination—A case study of Shanghai Chongming Island [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2014, 42(3): 85-90.
- [12] Idaho Department of Commerce-Tourism Development. Snake River canyon scenic byway[R]. Boise: Idaho Department of Commerce-Tourism Development, 2009.
- [13] GREIBE P, NILSSON P. Speed management, national practice and experience in Denmark, the Netherlands and in the United Kingdom[R]. Copenhagen: Danish Road Directorate, 1999.
- [14] JIM B, JOHN G, RAY K, et al. Geometric design practices for European roads[R]. Washington DC: Federal Highway Administration, 2001.
- [15] 王建军, 严宝杰, 陈宽民. 公路建设项目景观分析评价[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2004, 24(6): 47-50.  
WANG Jian-jun, YAN Bao-jie, CHEN Kuan-min. Analysis and evaluation on highway landscaping[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2004, 24(6): 47-50.
- [16] 刘滨谊, 王敏. 城市道路景观规划设计的系统整合[J]. 新建筑, 2005(2): 6-9.  
LIU Bin-yi, WANG Min. Study on the systematic integration in landscape planning and design of urban road[J]. New Architecture, 2005(2): 6-9.
- [17] 李昆仑. 层次分析法在城市道路景观评价中的运用[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2005, 38(1): 143-148.  
LI Kun-lun. Using analytic hierarchy process in urban road landscape evaluation[J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2005, 38(1): 143-148.
- [18] 刘昶, 胡昂. 旅游景区道路景观综合评价体系研究——以成都市三圣花乡旅游景区道路景观为例[J]. 四川建筑科学研究, 2014, 40(1): 290-293.  
LIU Chang, HU Ang. Study on the comprehensive evaluation system of road landscape in tourist attractions—A case study of the road landscape in Sanshenghua township tourist attractions in Chengdu[J]. Sichuan Building Science, 2014, 40(1): 290-293.
- [19] 王军锋. 道路景观评价指标体系研究[D]. 西安: 长安大学, 2005.  
WANG Jun-feng. Research on the indicator set of road landscape evaluation[D]. Xi'an: Chang'an University, 2005.
- [20] 薛峰. 城市道路相关设施设计要则研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2003.  
XUE Feng. Study on important point of landscape design of relevant facilities in urban road[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2003.
- [21] American Association of State. A policy on geometric design of highways and streets[M]. Washington DC: Highway and Transportation Officials, 2011.
- [22] 周政. BP神经网络的发展现状综述[J]. 山西电子技术, 2008(2): 90-92.  
ZHOU Zheng. Survey of current progress in BP neural network[J]. Shanxi Electronic Technology, 2008(2): 90-92.
- [23] BHAYA A, KASZKUREWICZ E. Steepest descent with momentum for quadratic functions is a version of the conjugate gradient method[J]. Neural Networks, 2004, 17(1): 65-71.
- (上接第 117 页)
- [17] 罗勇, 李玉文, 袁家伟, 等. 高速公路隧道运营安全风险评估研究[J]. 现代隧道技术, 2016, 53(6): 25-30.  
LUO Yong, LI Yu-wen, YUAN Jia-wei, et al. Study on risk assessment of highway tunnel operational safety[J]. Modern Tunnelling Technology, 2016, 53(6): 25-30.
- [18] 孙鑫. 基于突变理论的高速公路交通安全风险耦合研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.  
SUN Xin. Research on risk coupling of highway traffic safety based on catastrophe theory[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2015.
- [19] 尹宏程. 侧风对大跨度桥梁行车安全的影响机理及管控方法研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017.  
YIN Hong-cheng. The research on the influence mechanism and control method of crosswind effects on long-span bridge traffic safety [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2017.
- [20] POPP K, SCHIEHLEN W. Ground vehicle dynamics [M]. Berlin: Springer, 2010.
- [21] 张义, 高建平, 贾海燕. 降雨对高速公路行车安全的影响及对策[J]. 西部交通科技, 2008(2): 21-22.  
ZHANG Yi, GAO Jian-ping, JIA Hai-yan. The influence of showery rain on the expressway driving and its countermeasures[J]. Western China Communications Science & Technology, 2008(2): 21-22.
- [22] 李莉萍. 雪灾涉及的物理问题[J]. 物理教学探讨, 2008, 26(11): 1-3.  
LI Li-ping. Physical problems involved in snow disaster [J]. Journal of Physics Teaching, 2008, 26(11): 1-3.