

景区游客



潮流分布

戈 鹏 任 佩 瑜 著

JINGQU YOUKE
CHAOLIU FENBU



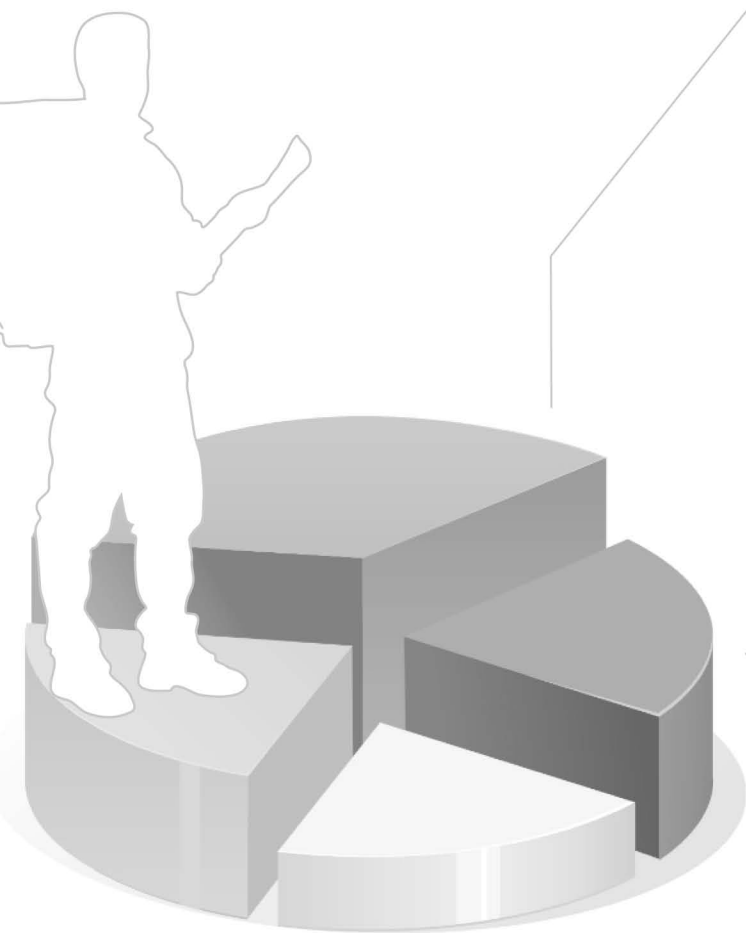
四川大学出版社

景区游客



潮流分布

戈 鹏 任 佩 瑜 著



JINGQU YOUKE
CHAOLIU FENBU



四川大学出版社

责任编辑:段悟吾
责任校对:唐 飞
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

景区游客潮流分布 / 戈鹏, 任佩瑜著. —成都:
四川大学出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-5614-9645-9

I. ①景… II. ①戈… ②任 III. ①风景区—旅游
客源—管理 IV. ①F590.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 148895 号

书名 景区游客潮流分布

著 者	戈 鹏 任佩瑜
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-9645-9
印 刷	四川胜翔数码印务设计有限公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	9.75
字 数	233 千字
版 次	2016 年 6 月第 1 版
印 次	2016 年 6 月第 1 次印刷
定 价	36.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
◆网址:<http://www.scupress.net>

版权所有◆侵权必究

前 言

旅游产业在国民经济中占有重要比重，对国民经济的拉动效应显著。然而，旅游规模扩大给景区生态环境带来的压力也越来越大，旅游经济发展与景区生态环境保护成为一对矛盾，并在旅游高峰期显得尤为突出。高峰期的游客分流管理已成为景区，甚至是地方政府的一项重要工作内容。如何使景区游客分流更科学、更有预见性和更敏捷，已成为景区管理者迫切需要解决的问题。

值得注意的是，随着互联网技术、物联网技术、定位技术、移动图像识别技术以及智能手机技术的快速发展，在过去景区游客分流管理工作中非常重要但又很难动态获取的信息，例如“游客在景区中是如何分布的”“一个承载区域有多少游客”“某个游客去过哪里、逗留了多长时间、现在在什么区域”“景区观光车都处于什么位置”，等等，已经具有获取的可能性。

为景区旅游高峰期游客分流管理提供理论依据和技术方法支撑是本书的重点工作。本书的读者主要是那些每当旅游高峰期便会忙得焦头烂额的景区管理者，以及景区管理方向的研究生，当然也可以为那些想推动景区游客分流管理系统进步的技术人员提供一个理论基础。

本书的目标是“控制景区游客潮流分布，实现景区高峰期游客流动受控、有序，提高景区动态承载能力”，从而缓解旅游高峰期游客对景区环境造成的压力。尽管书中有大量的数学模型，不过所要表达思想和原理却很简单。本质上就是把整个景区划分成 N 个连通的承载区域，这 N 个承载区域的游客数量构成一个 N 维空间的点（或称向量）——本书称之为“游客潮流分布”，然后研究这个点在 N 维空间的运动规律及其影响因素。具体包括建立景区的时空网络结构模型、游客潮流分布预测模型与算法、游客潮流分布秩序的评价模型、游客潮流分布系统控制方法，以及游客潮流分布优化控制信息技术支撑平台。

目 录

第 1 章 引 论	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.2 潮流研究简史	(2)
1.3 基本概念	(3)
1.3.1 旅游高峰期	(3)
1.3.2 景区旅游承载力	(3)
1.3.3 游客潮流分布	(4)
1.3.4 时空网络	(4)
1.3.5 系统秩序	(4)
1.4 本书简介	(5)
第 2 章 游客潮流分布特性及影响因素	(7)
2.1 游客潮流分布特性	(7)
2.2 游客规模影响因素分析	(9)
2.2.1 游客规模时间尺度特性分析	(9)
2.2.2 游客规模影响因素分析	(11)
2.3 游客潮流分布影响因素分析	(13)
第 3 章 景区时空网络建模与应用	(17)
3.1 时空网络的要素	(17)
3.1.1 时空点与时空链	(17)
3.1.2 时空比率	(18)
3.2 时空网络的构成	(19)
3.3 时空网络的特性	(23)
3.3.1 时空特性	(23)
3.3.2 递阶层次特性/多分辨率特性	(24)
3.3.3 动态小世界特性	(25)
3.3.4 有权重无标度特性	(25)
3.4 时空网络的多分辨率建模	(26)
3.4.1 多分辨率建模概念	(26)
3.4.2 多分辨率建模方法	(27)
3.4.3 DEVS 描述基础	(28)
3.5 基于 DEVS 的多分辨率时空网络模型	(29)

3.5.1	多分辨率模型系	(29)
3.5.2	基于 DEVS 的多分辨率时空网络模型	(29)
第4章	景区时空网络游客潮流分布预测	(34)
4.1	预测模型概述	(34)
4.1.1	支持向量回归预测模型	(34)
4.1.2	状态空间预测模型	(39)
4.1.3	时间序列预测模型	(43)
4.2	基于推理系统的游客到达分布预测	(46)
4.2.1	游客到达分布识别	(47)
4.2.2	游客到达分布预测	(51)
4.3	基于 SVR 的游客潮流预测	(52)
4.4	基于日相似特征的游客潮流预测	(55)
4.4.1	景点游客数据采集方法	(58)
4.4.2	模型与算法	(59)
4.4.3	算例分析	(66)
第5章	景区时空网络游客潮流调度预案	(73)
5.1	路径规划	(73)
5.2	分流预案模型	(74)
5.3	旅游路径规划	(77)
5.3.1	规划原则	(78)
5.3.2	规划过程	(79)
5.4	分流预案构建	(82)
5.4.1	旅游路径优化	(83)
5.4.2	预案状态描述	(87)
5.5	本章小结	(89)
第6章	游客潮流分布系统秩序评价	(91)
6.1	潮流分布系统秩序的内涵	(91)
6.1.1	序的内涵	(91)
6.1.2	系统秩序的研究历程	(91)
6.1.3	潮流分布系统秩序的含义	(93)
6.2	潮流分布系统秩序评价模型	(93)
6.2.1	潮流分布系统相关参数说明	(93)
6.2.2	景点的负荷率与 λ 均衡	(93)
6.2.3	景点承载力相同的潮流分布系统秩序评价模型	(94)
6.2.4	景点承载力不相同的潮流分布系统秩序评价模型	(97)
6.2.5	数值仿真	(101)
6.3	基于管理熵的游客潮流分布系统演化	(102)
6.3.1	管理熵理论	(102)

6.3.2 游客潮流分布系统状态演化	(103)
6.3.3 管理熵与游客潮流分布系统演化	(104)
6.4 潮流分布系统控制图	(105)
6.4.1 控制图概述	(105)
6.4.2 潮流分布系统单个景点控制图	(106)
6.4.3 潮流分布系统控制图	(107)
6.5 本章小结	(110)
第7章 景区游客潮流分布系统控制	(111)
7.1 潮流分布系统的主要特性	(111)
7.1.1 随机性	(111)
7.1.2 时滞性	(111)
7.2 潮流系统控制	(111)
7.2.1 预测控制	(112)
7.2.2 景区潮流分布预测控制模型	(114)
7.3 景区多分辨率递阶层次	(115)
7.3.1 多分辨率结构	(117)
7.3.2 景区层次模型	(117)
7.4 潮流系统多分辨率分层算法	(119)
7.4.1 确定生长点	(119)
7.4.2 生长规则	(120)
7.4.3 瞬时分流结构	(123)
7.5 控制变量	(126)
第8章 潮流分布优化控制信息技术支撑平台	(131)
8.1 系统开发原则	(131)
8.2 系统总体结构设计	(132)
8.2.1 开发工具及数据库的选择	(132)
8.2.2 系统结构选择	(133)
8.2.3 系统开发的关键技术	(134)
8.2.4 系统总体结构设计	(136)
8.2.5 系统功能设计	(139)
8.3 系统界面设计	(141)
8.4 游客潮流分布原型系统	(143)
8.5 本研究成果在旅游景区中的应用	(144)
致 谢	(146)

第1章 引 论

1.1 研究背景

旅游业是国民经济的战略性产业，资源消耗低，带动系数大，就业机会多，综合效益好。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》明确提出要“积极发展旅游业”。旅游业作为“有特色的优势产业”，受到国家和地方政府的广泛重视，取得了快速发展，行业规模逐年扩大。以西部旅游业为例，1999年至2010年，地区旅游总收入快速增长，达到10 234亿元，高于同期西部12省区市GDP增长率，旅游业已成为西部各省区市的支柱产业和先导产业（数据来自西部各省市统计公报）。然而，旅游业的快速发展在有效推动地区经济发展的同时，也给生态环境、社会文化带来较大的负面影响。对旅游资源的过度开发，景区的粗放式经营，环境质量急剧恶化等，都严重威胁着旅游业的可持续发展。这些问题在旅游高峰期尤为突出。

1999年，国务院修订了《全国年节及纪念日放假办法》，引发全国假日旅游热潮，使其中的几个长假成为全年旅游的高峰期，形成“旅游黄金周”。据统计，全国游客人数随着“黄金周”逐年增长。1999年国庆节全国游客人数为4 000万人次，到了2009年达到22 800万人次，10年增长超过5倍，2012年中秋节国庆节8天假日期间，全国共接待游客4.25亿人次，比2011年国庆“黄金周”增长40.9%。总体来看，“黄金周”旅游高峰期多在长假中期，时间短、爆发力强、游客集中度高。如九寨沟，最佳日容量为1.8万人，2011年国庆“黄金周”实际单日峰值游客人数超过4万，2012年国庆“黄金周”实际单日峰值游客人数超过5万，这种超负荷的运行对景区生态环境、景区安全造成巨大危害。游客规模的扩大导致景区负荷过载，已经使景区经济发展与生态环境保护成为一对尖锐矛盾^[1]。

笔者通过长期的景区实地调研发现，游客规模过大所造成的景区负荷过载可分为“结构性过载”和“功能性过载”两种类型。其中，结构性过载是景区全时空范围内负荷总量超过景区资源承载能力，源于景区承载能力的结构性不足，在不扩大景区规模的情况下，结构性过载必须通过限制旅游规模、倡导理性旅游才能彻底解决。功能性过载则源于景区的结构性矛盾，是游客人数未达到景区真实容量，但由于缺乏对游客过分集中现象进行科学地管控，导致某些景点（区域）短时负荷过大，造成局部拥堵，对这些区域的生态环境造成不可恢复的破坏，同时极大地降低游客的满意度。旅游高峰期景区游客管理所遇到的大部分问题属于后者。如何通过游客分流来解决旅游高峰期的景区超

载、拥堵问题已经成为一个研究热点^[1-6]。

目前,国内景区高峰期游客分流管理的共同特点是“基于定性分析、凭借经验、依靠行政措施、以应急方式实施管理”。而如何基于科学的理论,运用先进信息技术,实现游客分布信息的自动采集,并以此为基础,集成多学科,展开定量分析,建立科学的景区旅游高峰期游客实时分流管理模式,到目前为止,国内外还没有景区真正实现^[7]。

本书在国家“863”重大项目课题“基于时空分流导航管理模式的RFID技术在自然保护区和地震遗址的应用”(编号2008AA04A107)、国家自然科学基金重大国际合作交流项目“面向西部旅游经济与生态环境可持续发展的低碳景区集成管理模式研究”(编号71020107027)、国家自然科学基金面上项目“景区旅游高峰期游客潮流分布优化控制管理策略研究”(编号71371130)、中国博士后科学基金面上项目(编号:2012M521704)、四川省博士后(一等)特别项目和四川省教育厅人文社会科学重点项目“景区旅游高峰期拥挤传播机理及控制研究”(编号:LYB14-03)等基础上,综合运用复杂网络理论、复杂系统建模与控制理论、随机过程理论和数字信号处理方法揭示旅游高峰期景区游客潮流运动机理,从理论上研究解决游客潮流分布动态优化控制问题。本书将为旅游高峰期景区科学管理提供基础理论依据,缓解景区经济发展和生态环境保护的矛盾,促进旅游业的可持续发展。

1.2 潮流研究简史

海水在天体(主要是月球和太阳)引潮力作用下在垂直及水平两个方向上产生周期性的运动,在海洋学中,习惯于把海面垂直方向的涨落称为潮汐,而海水在水平方向的流动则称为潮流^[8]。根据潮流的流向变化可以将其分为旋转式潮流和往复式潮流两种类型。前者是指不同时刻在同一地点潮流流向出现旋转式变化,而后者是指在海峡、水道或狭窄的海湾内,由于受到地形的影响,潮流不能旋转,只能呈现往复式的变化形式。

在电力系统中,发电站、变电站、配电站以及用户通过输电和配电线路连接起来形成巨大的电力网络系统,电能(通常用功率表示)在电源电势的驱动作用下流入千家万户(又称为负荷),分布于电网各处。在电力工程学中,研究者习惯于把电能电网中的分布称为电力潮流。电力系统潮流计算是电力系统稳定性分析和故障分析的基础。最初的电力系统潮流的计算算法是常规潮流算法,随着人工智能理论的发展,遗传算法、人工神经网络和模糊算法等被逐渐引入到电力系统潮流的计算过程中。然而,常规潮流算法不能够全面地考虑系统运行时的实际情况,同时选择不同的发电机阶段作为平衡节点也会使所得到的潮流结果存在差异。因此,近年来有学者提出了动态潮流算法。这种算法假定系统中所有节点都具有功率调节能力,当系统中出现注入停运后,所有节点都进行调节,共同承担出现的功率扰动,此时平衡节点只是系统电压的参考节点^[9]。

在人类的社会生活中,潮流还引申为一种社会变动或发展的趋势,如服装潮流、时尚潮流等。社会生活中的潮流由特征、走向和定位3个要素组成。所谓的特征是指潮流的状态是什么;走向是指趋势,即朝什么方向发展;而定位则是在潮流特征和走向分析

的基础上,根据所从事的行业和使用的工具,确定从哪个点进行研究。基于信号的强度连续性和持续性,又可以将这类潮流分为个人狂热、一时爱好和时尚3种类型;而基于时间特点,还可以将潮流分为昨天、今天、明天和未来。另外,潮流还可以基于观察领域的规模分为宏观趋势、社会文化趋势、技术趋势和微观趋势。

通过对潮流研究历史的梳理,可以发现其应用的领域不同,表征的现象和内涵也存在较大的差异。但是就本质而言,“潮流”这个词都用于表示“某种流动对象的变化趋势”。正是基于“潮流”的这种特性,本书提出“游客潮流”和“游客潮流分布”的概念,目的在于从宏观层面研究游客在景区内的运动过程,这有助于揭示游客运动的内在机理和规律,从而促进游客在景区内部的有序运动和均衡分布。

1.3 基本概念

本小节主要对本书中所涉及的几个重要概念进行界定,而对于它们的具体内涵和特征将在后面各个章节陆续介绍。

1.3.1 旅游高峰期

所谓的高峰期是指在某一个时期内,需求继续增加,但增加的势头逐渐减弱,并在此阶段的后期,需求开始出现减少的势头。而旅游高峰期则是指在一个特定的时期内,由于各种因素的影响,导致了旅游需求和游客规模继续增加,但增加的势头逐渐减弱,并在此阶段的后期,旅游需求和游客规模开始出现减少的势头。

我国实行的“黄金周”休假制度,使国内旅游业呈现出旅游需求爆发力强、游客高度集中等特点,进而催生了旅游高峰期。旅游高峰期的形成,可能引发游客滞留现象,造成游客安全隐患,并进一步激发景区工作人员与游客之间的矛盾,降低游客满意度。此外,在旅游高峰时期,若管理不善,可能导致游客在部分景点高度集中,给景区生态环境造成巨大威胁。这一系列问题给景区管理带来了巨大的挑战。

1.3.2 景区旅游承载力

景区旅游承载力的概念源于环境承载力,随着时代的发展,景区旅游承载力的内涵不断被深化。而由于景区旅游承载力不是简单的自然环境承载力或环境空间承载力,而是指一定时期内不会对景区的环境、文化、经济以及游客旅游感受等方面带来无法接受的不利影响的旅游规模最高限度,一般可以量化为旅游地接待的旅游人数最大值^[10]。Shelby 和 Heberlein^[11]依据影响参数类别的不同,将旅游容量定义为生态承载力、自然承载力、设施承载力、社会承载四类,分别以生态因子(植物、动物、土壤、水、空气受影响的程度)、空间因子(可使用面积可容纳的数量)、公共设施利用程度以及游客体验(游客满意度、拥挤感)作为评估参数,以此测定旅游承载力。本书将景区旅游承载力定义为:在一定时期内,不会对景区自然生态、基础设施、社会、经济、管理以及游客旅游感知等方面带来无法接受的不利影响的最高游客规模。

1.3.3 游客潮流分布

一个旅游系统在物理上可以视作是观光区（野外景点和室内展厅）、休憩地、就餐点等各种游客承载区通过栈道、缆车、公交道路等连接而成的网络。游客在旅游诉求的驱动下，在这个网络中流动。我们把游客在旅游系统中的流动称为游客潮流，游客对某个承载区 i 的压力称为游客潮流负荷，记为 x_i ，游客潮流负荷在旅游系统中的分布被称为游客潮流分布，记为 X ，则

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1-1)$$

其中， n 表示承载区的数量。显然， x_i 会随着时间的变化而发生变化，因此，又将 X 视为是 n 维空间中的一个随机过程，记为 $\{X(t), t \in T\}$ ，称 $X(t)$ 为 t 时刻潮流分布的状态，对任意 $t \in T$ ， $X(t)$ 所有可能取得值的集合称为潮流分布的状态空间。本书如果不作特别说明都认为 X 是时变的，因此，我们直接用 X 表示 $X(t)$ 。

导致游客潮流分布发生变化的因素有很多，如天气、海拔高度、景点的吸引力、拥挤程度以及游客的总体规模、年龄、性别、心情（心理期待），等等。我们把这些因素统称为旅游参数。

游客潮流分布理论就是研究在不同的旅游参数条件下，游客潮流分布的变化规律、控制方法以及支撑技术等。

1.3.4 时空网络

时空网络（Space-time Net，简称 STNet）是一个具有时间、空间特性的递阶层次网络模型。定义区域是层次网格，并且时空网络是一个没有回路的网络，即最小路。时空网络分为 m 层，由下向上分别为第 1 层，第 2 层，……，第 m 层，称第 m 层为最顶层，第 $m-1$ 层为次顶层，第 1 层为最底层。第 k 层的 n^k 个节点以及节点之间的边构成图 $G^k = \langle V^k, E^k \rangle$ （任意两个节点之间均存在链接），如图 1-1 所示。时空网络第 k 层中节点的集合为 $V^k = \{V_{k1}, V_{k2}, \dots, V_{kn^k}\}$ ，边的集合为 $E^k = \{V_{ki}V_{kj}\}$ ， $i \neq j$ 且 $i, j \in [1, n^k]$ 。游客在景区的游览过程中，各节点以及各节点之间的连接上均有游客流动。

1.3.5 系统秩序

系统有序是指系统结构或系统内部物质的运动是确定的、有规则的。系统无序是指系统结构或系统内部物质的运动是不确定的、无规则可循的。系统的序度是对系统有序程度的度量。

潮流分布系统有序是指潮流分布系统的结构及潮流分布系统内部游客的运动是确定的、有规则的。潮流分布系统无序是指潮流分布系统的结构或者潮流分布系统内部游客的运动是不确定的、无规则可循的。潮流分布系统的序度是对潮流分布系统有序程度的度量。

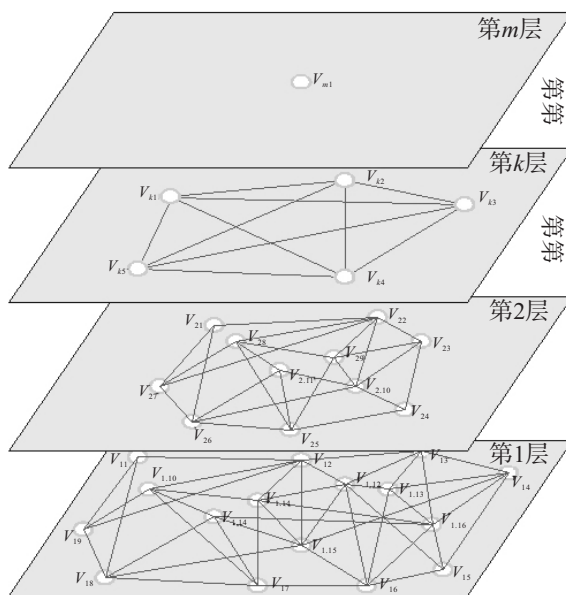


图 1-1 时空网络 (STNet) 模型

1.4 本书简介

本书致力于研究景区游客潮流分布，该研究具有很强的跨学科特色。本书其他各章的主要内容介绍如下：

第2章首先介绍游客潮流分布的特性，包括随机性、非线性、波动性、时滞性、空间相关性和时间相关性，之后介绍影响游客规模和游客潮流分布的因素。

第3章首先提出时空网络的概念，详细阐述时空网络的要素、构成及其特性，并在此基础上，将景区游客潮流混沌运动过程抽象为一个复杂的时空网络，探索游客在景区内的行迹规律；然后基于前期游客的行迹数据，以九寨沟为例，以各景点游客分流比率赋权构建景区游客潮流的时空网络模型，从本质上揭示该混沌系统的拓扑结构特性，进一步构造多分辨率模型，为解决高峰期游客拥堵问题提供指导。

第4章针对目标景点短时域内游客的负荷进行预测研究，介绍若干简便易行的游客数据采集方法，并提出以一种基于相似日的历史序列选择方法，在历史数据的基础上，采用前文中介绍的基于样本赋权的SVR预测算法对目标景点的游客负荷进行初始预测，并采用自适应指数平滑预测方法对该预测结果进行修正。

第5章根据游客在景区内的旅游活动特点，给定关键景点序列，将无向图的搜索转化为有向图的搜索，大大缩减了一次搜索的旅游路径数量，提高了旅游路径的生成效率。景区旅游路径规划是预测景点状态、构建分流预案的基础，根据事先统计的游客规模设定优化条件，筛选出符合限制条件的旅游路径集合，并为每条路径加载一定游客

量, 以此构建景区的分流预案。相对于景区以往所采用的经验式分流方案, 采用遍历搜索技术规划景区的旅游路径更为科学, 构建的景区分流预案可控性也更强。

第 6 章首先对各景点的承载力相同与不相同两种潮流分布系统分别构建了 α -Order 和 Order 秩序评价模型; 其次, 基于潮流分布系统秩序评价模型分析秩序与系统状态变化之间的关系; 再次, 根据秩序评价模型开发游客潮流分布系统的景点控制图和系统控制图; 最后, 对潮流分布系统进行仿真, 介绍 α -Order 与 Order 管理熵评价模型的效果。

第 7 章首先分析景区游客潮流分布系统的特征, 包括大规模、高维度, 随机性, 非线性, 时变性, 带有不同的时间或空间尺度; 然后从潮流系统控制方式、景区多分辨率结构分析及算法设计和控制变量等几个方面对游客潮流分布系统控制进行系统研究。

第 8 章以九寨沟自然风景区为研究对象, 设计开发一套游客潮流分布优化控制信息技术支撑平台和系统原型, 主要对九寨沟自然风景区的游客潮流进行预测控制、分布优化, 从而为景区管理人员提供游客分流控制、观光车辆调度的数据依据。该系统的设计开发采用 C/S 架构, 基于中间件技术实现了该系统与景区已有的信息系统的有效融合, 同时, 使得该系统的进一步完善和升级具有更大的灵活性和扩展性。

参考文献

- [1] 颜磊, 许学工, 章小平. 九寨沟世界遗产地旅游流时间特征分析 [J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2009, 45 (1): 171—177.
- [2] 黄潇婷. 基于时间地理学的景区旅游者时空行为模式研究——以北京颐和园为例 [J]. 旅游学刊, 2009, 24 (6): 82—87.
- [3] 冯刚, 任佩瑜, 肖维阳, 等. 基于 RFID 模式对景区生态保护的研究——以九寨沟诺日朗餐厅就餐分流为例 [J]. 西南民族大学学报: 人文社科版, 2009, 30 (11): 151—154.
- [4] 邱庆庆, 戈鹏, 任佩瑜. 基于九寨沟景点负荷均衡的时空分流导航研究 [J]. 资源科学, 2010, 32 (1): 118—123.
- [5] 邱庆庆, 戈鹏, 刘柱胜, 等. 基于复杂系统控制的景区游客时空分流导航管理研究 [J]. 软科学, 2011, 25 (9): 54—57.
- [6] 冯刚, 任佩瑜, 戈鹏, 等. 基于管理熵与 RFID 的九寨沟游客高峰期“时空分流”导航管理模式研究 [J]. 旅游科学, 2010, 24 (2): 7—17.
- [7] 冯刚. 基于管理熵与 RFID 的景区游客高峰期时空分流导航管理模式研究——以九寨沟为主的实证研究 [D]. 成都: 四川大学, 2010.
- [8] 黄祖柯, 黄磊. 潮汐原理与计算 [M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2005.
- [9] 秦桂芳. 电力系统动态潮流综述 [J]. 电气开关, 2014, 52 (4): 6—8.
- [10] 匡林. 论旅游业极限容量及其确定问题 [J]. 旅游经济, 1995 (4): 17—20.
- [11] Bo S, Heberlein T A. A conceptual framework for carrying capacity determination [J]. Leisure Sciences, 1984, 6 (4): 433—451.

第 2 章 游客潮流分布特性及影响因素

2.1 游客潮流分布特性

游客潮流分布表征游客潮流负荷在旅游系统中的分布状况，体现出了一定的特性，包括随机性、非线性、波动性、时滞性，此外还具有空间相关性和时间相关性。

(1) 随机性。

景点上游客负荷的波动具有随机性的特点。由于游客个体具有不同的偏好，游客在景区的游览过程中，所选择的游览线路和景点的先后顺序具有随机性；同时不同游客在相同景点上的逗留时间，以及由当前景点到达下一目标景点所花费的时间也是不相同的，受到所选择的交通方式、到达路径等的影响。因此，景点上游客负荷的变化表现出随机波动，且随着预测期的缩短，其随机性逐渐增强。

(2) 非线性。

目标景点上游客负荷的大小可看作是一个多输入系统的输出，其中该系统的输入有当日景区接待的游客规模、相邻景点游客负荷大小、游客的行为选择等，而该系统输出绝非是系统输入的线性叠加，如图 2-1 所示。

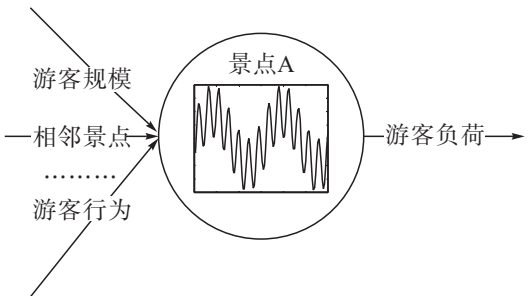


图 2-1 景点游客负荷非线性关系示意图

(3) 波动性。

若将景点游客负荷看作是一个振子在某范围内震动所产生的振幅，则该振幅在时间维度构建出一个波形，在相似的游客规模、天气情况等条件下，不同的运营日内同一景点上的游客负荷波具有近似的频率、周期、相位等特征。而不同景点上游客负荷波的不恰当同步，使得不同景点上负荷波耦合关系增强，进而可能导致波峰叠加引发景区多处

景点出现周期性的负荷过载，以及波谷叠加造成多处景点出现周期性的负荷不足。

(4) 时滞性。

时滞 (Time-delay) 是指信号传输的延迟，从频率特性上讲，它是指相频特性对频率导数的负值。时滞是控制系统中广泛存在的一种现象。通常所说的时滞一般是指纯滞后，纯滞后经常用作描述理想地传送过程中的滞后现象和惯性作用等导致的滞后现象。

纯滞后定义：当输入一个信号后输出不立即响应，而是经过一定的时间后才响应，而且输入和输出在数值上并无不同，仅是在时间上有一定的滞后，这段时间称为纯滞后时间，常以 τ 表示，纯滞后环节的动态特性如图 2-2 所示。图 2-2 (a) 表示阶跃信号的输入响应，图 2-2 (b) 表示任意函数的输入响应。

按照不同的分类标准，时滞系统可以分成不同的类型。例如，单时滞和 multi 时滞系统，控制（输入）时滞和状态时滞系统等。对于不同的类型可以用不同的表达方式来描述时滞系统。

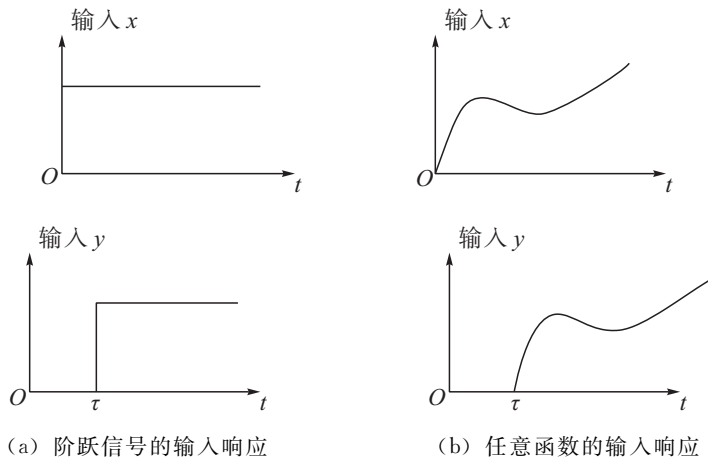


图 2-2 纯滞后环节特性

潮流分布系统的时滞性主要体现在一旦发现某个节点出现拥堵或其他紧急事件，系统不能够立即响应，而是采取相应解决措施，在一定的时间后发生作用。

(5) 空间相关性。

目标景点上游客的负荷受到相邻景点游客负荷的影响，相邻景点游客负荷的相互作用表现为相邻景点之间游客负荷的相互转移。特别地，对处于某些特殊位置上的景点，其游客负荷转移的方法及其比率甚至是确定的。

(6) 时间相关性。

目标景点游客负荷的大小与自身历史负荷有显著相关性。由于游客在景点的游览过程中需要花费一定的时间，而在游览的时间范围内，该游客一直对该景点的负荷产生贡献。同时，目标景点游客负荷的大小也与相邻景点历史负荷具有相关性。

2.2 游客规模影响因素分析

2.2.1 游客规模时间尺度特性分析

景区游客规模具有显著的时间尺度特性，在不同的时间尺度上，游客规模的变化波动反映出不同的特征规律。游客规模的时间尺度特征可从以下几个方面进行分析：日变化特征、周变化特征、月变化特征、季节变化特征和年变化特征。

(1) 日变化特征。

从长期来看，游客规模的日变化特征通常呈锯齿状波动，如图 2—3 给出了九寨沟自然保护区从 2010 年 1 月 1 日至 2012 年 12 月 31 日每日游客规模数据。一般而言，当日游客规模与近期游客规模具有较高程度的相关性，并且受到节假日和气象等因素的显著影响。同时，每一日游客规模达到峰值的时间因景区性质不同而具有一定的差异。以九寨沟自然保护区为例，由于该景区包含景点较多，地理分布较广，一般在每日的早 9 点至 11 点游客规模达到峰值，如图 2—4 所示，在下午 4 时左右游客规模逐渐减少。

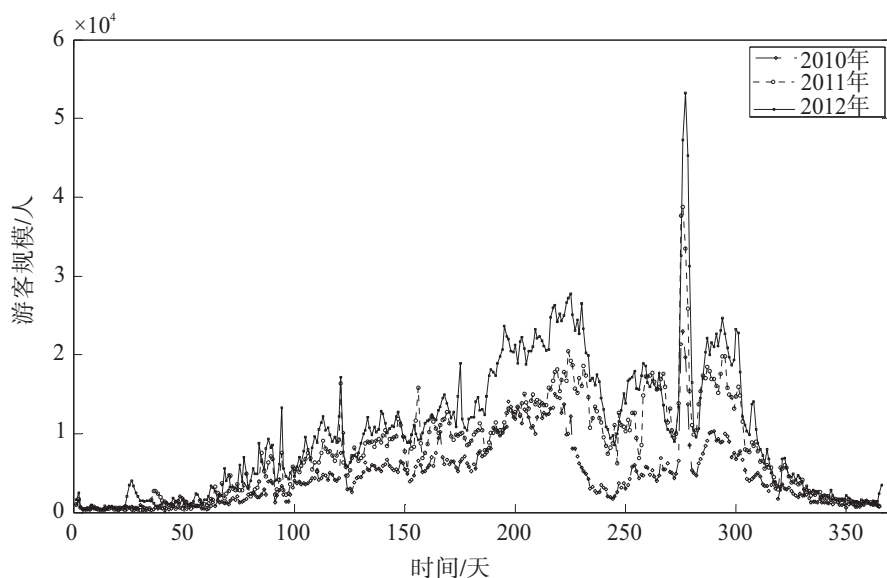


图 2—3 2010—2012 年九寨沟自然保护区每日游客规模

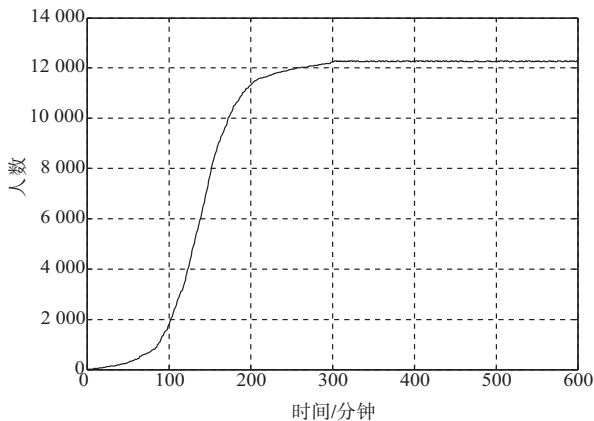


图 2—4 九寨沟自然风景区 2010 年 8 月 3 日游客规模累计曲线

(2) 周变化特征。

游客规模的周变化特征主要体现在周内变化和周际变化两个方面：周内变化主要表现为工作日和周末所接待的游客规模具有显著的差异，并且具有一定的周期性规律，因此周内变化的特征具有较大的可变性；周际变化规律主要是受到节假日因素的影响，特别是受到“黄金周”的影响较显著，如图 2—5 所示，2010 年至 2012 年国庆“黄金周”期间，九寨沟自然风景区所接待游客规模占全年接待游客总量比重大。据统计，2013 年“黄金周”期间，游客规模总量达到 27.04 万，占全年游客总量的 9%^①。

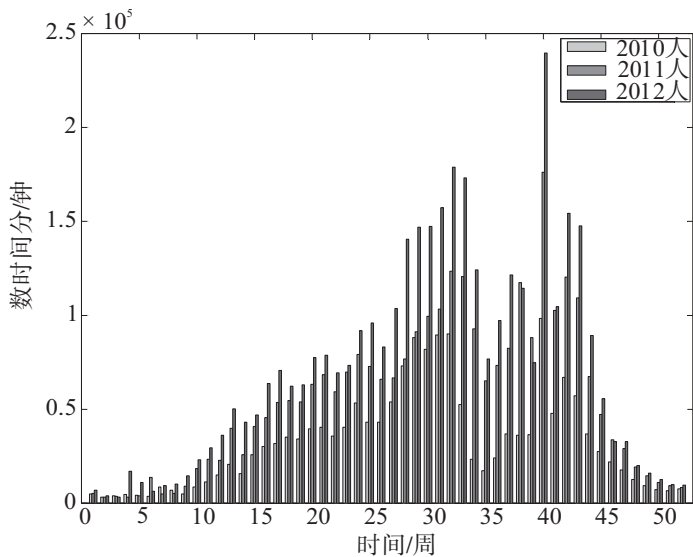


图 2—5 2010—2012 年九寨沟自然风景区每周接待游客规模

① <http://www.cntour2.com/viewnews/2013/10/11/BrtBJY4sewqwTtuEBMYW0.shtml>。