

王世金 车彦军 著

山地冰川与旅游可持续发展

MOUNTAIN GLACIER AND
SUSTAINABLE
TOURISM DEVELOPMENT



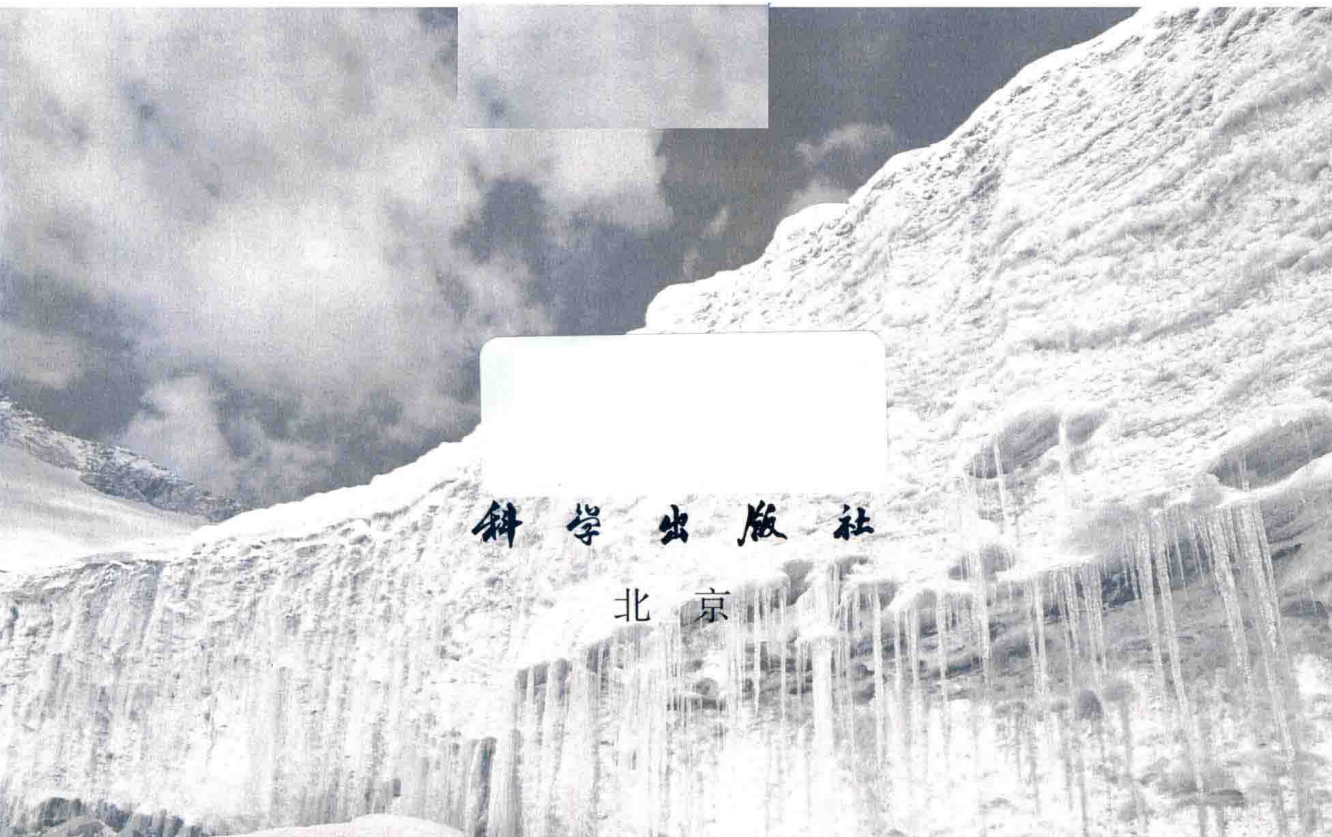
科学出版社

山地冰川与旅游可持续发展

王世金 车彦军 著

科学出版社

北京



内 容 简 介

本书旨在综合考虑气候变化、山地冰川变化和旅游可持续发展三者的关系,以玉龙雪山和达古雪山典型冰川旅游目的地为主要研究对象,深度分析典型冰川的发育条件和冰川旅游的发展进程。在此基础上,系统分析在气候变暖的背景下典型冰川旅游目的地冰川的时空变化态势及冰川旅游发展的潜在风险。同时,揭示不同旅游发展阶段冰川旅游目的地客源市场时空结构特征及客源时空分布的主要影响因素。本书对在气候变暖背景下中国冰川旅游快速发展、客源市场时空结构优化具有一定的理论指导意义。

本书可作为冰川学、地理学、旅游学、社会科学等相关领域科研人员 and 高等院校师生的参考书,也可供从事冰雪旅游目的地管理、运营、营销等工作的人员参考。

审图号:GS(2019)1861号

图书在版编目(CIP)数据

山地冰川与旅游可持续发展 / 王世金, 车彦军著. —北京: 科学出版社, 2019. 5

ISBN 978-7-03-061111-6

I. ①山… II. ①王… ②车… III. ①冰川—旅游业发展—研究—中国 IV. ①F592.68

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 080361 号

责任编辑: 周 杰 王勤勤 / 责任校对: 樊雅琼

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019 年 5 月第一次印刷 印张: 12 插页: 2

字数: 300 000

定价: 158.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

本书得到下列项目联合资助

国家自然科学基金重大项目“中国冰冻圈服务功能形成过程及其综合区划研究”第三课题“中国冰冻圈过程与人文服务功能评估”(41690143)

中国科学院 A 类战略性先导科技专项“地球大数据科学工程”项目七“时空三极环境”子课题“三极冰冻圈服务与功能”(XDA19070503)

中国科学院 A 类战略性先导科技专项“美丽中国生态文明建设科技工程”项目六“生态脆弱区绿色发展途径与区域综合示范”子课题“冰雪旅游资源的品质提升与示范”(XDA23060702)

国家自然科学基金项目“冰冻圈服务功能及其服务价值研究”(41671058)

国家自然科学基金创新群体项目“冰冻圈与全球变化”(41421061)

达古冰山风景名胜区管理局委托项目

玉龙雪山省级旅游开发区管理委员会委托项目

冰冻圈科学国家重点实验室自主课题 (SKLCS-ZZ-2018)

宜春学院博士科研启动经费项目

| 前 言 |

冰雪资源、海洋资源、森林资源被联合国世界旅游组织认定为未来重点开发的三大旅游资源。全球气候变暖，北极航道范围的扩大和通航时间的增加，使环北极旅游变得更加便利。经济和环境是旅游业发展的关键因素，全球主要经济体经济趋好，各国消费者信心指数持续升高，从根本上推动了全球旅游需求稳步增长。尤其是2016年3月，习近平总书记在全国两会期间强调，绿水青山是金山银山，黑龙江的冰天雪地也是金山银山，指出未来冰川旅游将成为一些冰雪资源丰富区的经济增长点。冰川作为地表景观的重要组成部分，其与社会的联动关系标志着当地或异地行动者归属、感知以及价值的认知过程。因此，冰川不仅是重要的自然资源，还有一些山地国家或地区赖以发展的重要经济资源，更是自然界与社会相互作用的重要介质。然而，山地冰川与旅游可持续发展之间还存在气候变化带来的不确定风险，进而为山地冰川与旅游可持续发展带来一定挑战，急需建立三者之间的联系及其适应性管理方案。

党的十九大报告提出，建设美丽中国，推动绿色发展，发展和生态是须臾不能松劲的两件大事。冰雪资源是中国西部的重要资源禀赋，也是未来发展的基础所在。西部冰川旅游将成为践行生态文明和生态发展的重要驱动因素手段，并有望得以快速发展。当前，中国玉龙雪山、贡嘎雪山、达古雪山、梅里雪山冰川旅游开发已具有一定的基础，这些区域为今后其他区域冰川旅游保护性开发起到了很好的试验示范作用。其中，达古雪山位于青藏高原最东缘现代山地冰川作用中心区，该区是中国纬度最高的季风海洋型冰川发育的代表性区域之一，也是中国季风气候与非季风气候的交界区域、热带季风气候向高原季风气候的过渡地带，同时也位于藏彝走廊农牧交错带。独特的地理位置和多样性的区域气候，使达古雪山冰雪、生态及其文化受全球变化和人类活动的影响极为显著。目前，达古雪山作为大九寨国际旅游区的重要景观组成部分，冰川是其垄断性景点，但开发程度较低，冰川旅游发展较慢，对外营销推介和向客源市场展现的冰川知识极少，急需开展一系列的冰川研究工作，特别是开展长期的冰川定位监测研究，以服务该区域未来冰川旅游开发。

达古雪山现存冰川以小型悬冰川、冰斗冰川和坡面冰川为主。冰川平均坡度为 28° ，朝向以西和西北方向为主，平均海拔为4920m，冰川厚度最大为60m，冰储量约为 0.16km^3 。20世纪中期以来，全球变暖为特征的气候变化极为显著。受此影响，达古雪山地区1961~2017年增温率为 $0.27^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。气温变暖使达古雪山地区的冰川出现快速消融、退缩，甚至消失现象。目前，达古雪山地区分布冰川11条，相比第一次冰川编目消失了4条。达古雪山冰川面积从1975年的 6.84km^2 缩减到2017年的 1.75km^2 ，冰川面积缩减了近75%。如此惊人的缩减速率，对未来达古冰川旅游构成了巨大的潜在影响。全球冰川旅游是一个极具潜力的旅游类型，但全球气候变暖却严重影响冰川旅游环境。事实证明，气候变暖已导致冰川快速消融和退缩，对经济社会系统产生了巨大影响。事实也表明，一些山地冰川景观美感或吸引力在下降，面临持续消退甚至消失风险，这不仅影响山区居民的冰雪文化崇拜或信仰，而且还导致冰川可达性和冰川体验性难度增加，甚至使部分冰川旅游目的地面临冰川灾害的潜在危害。特别是，对于主要依赖冰雪资源发展旅游业的地区而言，冰川快速消退的最显著影响是冰川旅游目的地游客数量的大幅度减少和当地旅游收入的大幅度缩减。当前，急需未雨绸缪，提前适应全球气候变化带来的综合影响。

在本书的撰写过程中，中国科学院寒区旱区环境与工程研究所苏珍研究员在达古雪山冰川形成条件方面提供了许多建议，郭万钦博士提供了第二次冰川编目数据，魏彦强博士解译了达古雪山冰川遥感影像，硕士生齐翠姗、周蓝月参与了冰川旅游目的地客源市场调研及其数据统计，硕士生孙振丕对本书文字进行了校稿，在此一并表示衷心感谢。同时，本书的出版也得到了达古冰山风景名胜区管理局、玉龙雪山省级旅游开发区管理委员会等地方政府部门的大力支持，在此一并致以诚挚的谢意！

本书因遥感影像来源不同、资料及数据来源各异，故存在部分数据不一致现象，但这并不影响对当前冰川整体快速退缩现状和对未来山地冰川旅游发展部署的认识。本书中海洋性冰川与海洋型冰川等同，是按冰川物理特性（冰温）划分的。本书是山地冰川与旅游研究的尝试性结合，处于初探阶段，加之我们所掌握知识和对问题理解深度的限制，本书难免存在不妥之处，望读者指正。在后期的研究中，我们将不断改进，使之更为完善。

王世金 车彦军

2018年10月金秋于金城兰州

| 目 录 |

前言

第一章 引言	1
第一节 冰川旅游内涵	1
第二节 冰川旅游研究的价值与意义	7
一、冰冻圈服务功能研究的典型场所	7
二、青藏高原东缘冰冻圈综合观测研究的理想基地	8
三、致力于解决海洋型冰川观测的瓶颈	9
四、冰川旅游是西部生态文明建设的重要切入点和实施途径	9
第二章 山地冰川与冰川旅游研究进展	11
第一节 冰川变化研究进展	11
一、国外冰川研究进展	11
二、国内冰川研究进展	14
三、冰川变化研究述评	18
第二节 气候变化对冰川旅游的影响	20
一、对冰川自然景观的影响	21
二、对冰川文化价值的影响	22
三、对冰川旅游需求的影响	23
四、对冰川旅游活动和行为的影响	24
五、对冰川旅游者安全的影响	26
第三节 冰川旅游研究进展	27
一、冰川旅游内涵	27
二、冰川旅游开发模式	28
三、冰川旅游行为偏好	29
第四节 旅游目的地客源结构研究进展	30

一、客源市场结构分析	30
二、客源市场影响因素研究	31
三、客源市场细分研究	32
四、旅游客源市场预估研究	33
第三章 中国冰川资源空间分布与变化	34
第一节 冰川内涵及其特点	34
第二节 冰川景观类型	35
一、冰盖与山地冰川景观	35
二、冰川类型划分	36
三、山地冰川形态特征	40
第三节 冰川遗迹景观	42
一、冰蚀地貌景观	43
二、冰碛地貌景观	45
三、冰水堆积地貌景观	46
四、冰川遗迹地貌的空间组合特征	47
第四节 世界冰川资源空间分布	47
第五节 中国冰川资源空间分布	50
一、不同类型冰川空间分布	51
二、不同山系空间分布	53
三、不同流域冰川空间分布	54
四、不同省区冰川空间分布	56
第六节 横断山冰川资源	56
第七节 中国不同区域冰川变化趋势	58
第四章 达古雪山冰川发育条件及空间分布	65
第一节 区位交通	65
第二节 地形地貌	66
第三节 气候与冰雪资源	67
第四节 现代冰川发育条件	69
一、冰川发育的地形条件	70
二、冰川发育的气候条件	71

第五节 冰川的主要物理特性	74
一、成冰作用	74
二、冰川补给类型	74
三、冰温特征	75
四、冰川运动特征	75
第六节 冰川分布及其变化趋势	76
一、冰川数量和形态类型	76
二、冰川分布	78
三、冰川变化	79
第七节 与中国海洋型冰川其他区域对比	90
第五章 不同旅游发展阶段冰川旅游目的地客源结构对比	93
第一节 调查问卷与数据来源	93
一、客源市场内涵	93
二、调查问卷设计	94
三、数据来源	95
第二节 旅游客源市场时空结构理论	96
一、客源市场时间结构	96
二、客源市场空间结构	97
三、客源市场时空结构影响因素	98
第三节 游客人口学结构特征分析	100
一、游客性别结构特征分析	100
二、游客文化结构特征分析	101
三、游客职业结构特征分析	101
四、游客年龄结构特征分析	102
第四节 游客消费行为结构特征分析	103
一、游客出行方式分析	103
二、游客出行时间分析	104
三、游客消费结构分析	104
四、游客信息获取途径	105
五、游客满意度分析	106

第五节 客源市场时间结构特征对比分析	107
一、年际变化特征	107
二、客源市场季节变化特征分析	110
第六节 客源市场空间结构特征影响因素分析	112
一、客源市场集中度分析	112
二、客源吸引半径	112
三、空间使用曲线分析	113
四、客源市场划分	114
五、客源市场空间结构影响因素	116
第六章 达古雪山冰川旅游可持续性风险与客源市场结构问题	118
第一节 达古冰川旅游概况	118
第二节 达古冰川旅游发展生命周期	119
第三节 同质景区概况	121
一、国外同质景区	121
二、国内同质景区	128
第四节 未来冰川旅游可持续性风险分析	135
一、冰川景观消退风险	136
二、冰川旅游产品结构单一	138
三、景区形象定位模糊，科普体系不完善	138
四、客源时空分布不均，稳定性差	139
第七章 冰川旅游可持续发展保障机制	140
第一节 旅游可持续发展内涵	140
一、旅游可持续发展理论	140
二、气候变化与冰川旅游可持续发展	142
三、冰川旅游与联合国 2030 年可持续发展目标	143
第二节 冰川旅游可持续发展的必然性	147
一、历史必然性	147
二、旅游可持续性发展的必然要求	148
第三节 冰川旅游可持续发展原则	149
一、保护性开发原则	149

二、特色突出原则	150
三、市场导向原则	150
四、生态、经济和社会效益并重原则	151
第四节 冰川旅游可持续发展保障机制	151
一、完善旅游规划体系，践行生态保护与开发并重理念	151
二、加强科研、科普研究，提升公众环保意识	152
三、采取立体防护措施，维护景区生态环境	155
四、整合资源，区域协作，向冰川旅游组团式开发转变	156
五、推进典型冰川旅游开发模式的试验示范	158
六、明确形象定位，强化宣传，优化冰川旅游客源市场结构	159
七、发掘特色产品，打造深层次专项冰川旅游	162
八、以国家公园管理理念，全面落实“五位一体”战略布局	163
参考文献	165
附图	181

第一章 | 引言

冰雪资源、海洋资源、森林资源被联合国世界旅游组织（World Tourism Organization, UNWTO）认定为未来重点开发的三大旅游资源。2016年3月，习近平总书记在全国两会期间指出，绿水青山是金山银山，黑龙江的冰天雪地也是金山银山。在此背景下，当前持续的气候变暖为中国冰川旅游快速发展提供了前所未有的机遇。然而，当前持续的气候变暖也使冰川旅游目的地冰川景观退缩极为严重，急需将冰川监测及其科学研究提上议事日程，为未来冰川保护性开发提供技术支撑，以降低气候变化对冰川旅游目的地的影响程度。

第一节 冰川旅游内涵

冰川作为冰冻圈的重要组成部分，深受气候波动影响，常被作为气候变化的天然指示器。深入开展冰川变化过程和机理研究，将冰川监测与模型结合，是目前冰川学研究的热点和前沿领域，也是解决冰川旅游乃至冰川变化引发的水资源、生态等问题的基础。冰川指陆地表面由雪或其他固态降水积累演化（通过压缩、重结晶、融化、再冻结等）而形成的、在自身重力作用下通过内部应变变形或者沿底部界面滑动等方式运动着的多年存在的巨大冰体。在气候变化进程中，冰冻圈与大气圈、生物圈、岩石圈以及水圈之间相互作用。长期以来，冰冻圈作为各大圈层相互作用的关键枢纽，发挥着不可替代的作用。冰川是气候的产物，也是冰冻圈最核心的主体之一。由于冰川对气候变化的响应十分敏感，在全球气候变化评估中，常以冰川波动反映气候变化，冰川也被认为是气候变化的良好天然指示器。因具有独特而壮观的景观、景象以及敏感的气候环境意义，一些山地冰川（mountain glacier）已被列为世界遗产和世界生物圈保护区的一部分加以保护性开发。

根据规模不同,通常将冰川分为山地冰川(简称冰川)和冰盖(ice sheet)(秦大河,2017)。冰川景观是在漫长地质时期受地球内外动力作用形成、发展并遗留下来的自然资源(张国庆等,2009),是陆地的重要组成部分,广泛分布于全球各大洲。全球冰川总面积虽大,但在各洲分布并不均匀,其中面积最大的冰盖分布在南极洲和格陵兰。山地冰川积累区粒雪盆、冰川下端季节性冰瀑布、冰川流动过程中形成的柱状冰塔林,以及冰川作用过程中形成的金字塔形的角峰、刃脊、环形冰斗(常为多级冰斗,为古雪线的标志)、冰川槽谷壁上的擦痕、羊背石(冰川磨蚀而成)、“U”形谷(冰川流动过程中侵蚀形成)、古冰川堰塞湖(位于冰川末端与终碛垄之间,其底部为颗粒较细、层理分明的冰水沉积物,可用来重建古气候变化)、侧碛、终碛垄(冰退过程中形成的垄状冰碛物,分布于冰川末端,常用来确定各次冰川作用所到达的下限)、冰水扇、冰水平原(由冰川流动过程中携带的冰碛物组成)等现代冰川景观与第四纪冰川地貌记录了山地冰川与气候之间的耦合关系(明庆忠,1990;明庆忠和景才瑞,1991;李铁松,1999)。特别地,海洋型冰川对气候变化响应更为敏感,被称为“地球气温计”。海洋型冰川变化(Oerlemans,1994,2005;He et al.,2003;Hock and Holmgren,2005;刘巧等,2011;Wang et al.,2014;Guo et al.,2014;Arendt et al.,2012,2014,2015;Brun et al.,2017;Che et al.,2017)、冰川地貌(Fahey and Thompson,1973;Evans and Clague,1994;Benn and Evans,1998)、冰芯环境记录(He et al.,2003)、冰川水文过程(范弢,2008;Pu et al.,2013;Zhu et al.,2015)、高山垂直植物带(Stöcklin and Bäumler,1996;Robbins and Matthews,2010;Chang et al.,2014)等方面的研究,对理解气候变化具有重要意义,同时,对大众冰川科普教育也有所裨益(Fischer et al.,2011;王世金,2015)。除此以外,各类冰川及其地貌具有极高的观赏价值、文化价值、科研科普价值和环境教育价值,是大自然赋予的宝贵财富。

冰川旅游是以现代冰川、冰川遗迹资源作为主要吸引物而开展的集观光性、体验性、健身性、科考性、科普性与刺激性于一体的高山带旅游活动或项目,是一项回归自然、挑战自我,具有健身强体、休闲娱乐、科普教育和陶冶性情功能的高山户外活动(王世金,2015)。冰川旅游作为一项新兴并具有巨大发展潜力的旅游类型,为全球已开发地区带来了巨大的经济效益。虽然冰川旅游资源具有独特的景观价值和一定的垄断性旅游价值,但相对于城市、森林、草地、沙漠和湿地等地带,

因早期交通不便、技术和经济落后等原因,再加上冰川的可进入性极差,甚至威胁访问者的生命安全,导致冰川旅游开发晚于其他旅游类型。当然,随着基础设施的改善、人们休闲时间的增加和旅游需求的上升,冰川旅游资源又具有独特的垄断性旅游价值,使冰川游客数量迅速增加,产生了可观的社会经济收益。

当前,冰川旅游已成为山地国家旅游发展的重要项目。由于交通条件和旅游市场的限制,早期冰川旅游活动主要起源于阿尔卑斯山、比利牛斯山脉、落基山脉和新西兰南岛等的低纬度地区。随着基础设施的改善和休闲时间的增加,冰川旅游目的地已拓展至南北极高纬度地区。因具有巨大的景观吸引力,世界上许多冰川旅游目的地已得到成功的开发和运营,并取得良好的商业经济效益,同时也给当地人们带来了可观的经济收入,并带动了当地经济增长。例如,2007年,新西兰约有70万游客前往西海岸冰川地区旅游(Purdie, 2013),该年冰川旅游直接经济贡献超过0.8亿美元(Tourism Resource Consultants, 2007)。2008年5~9月,美国阿拉斯加州冰川湾国家公园(Glacier Bay National Park)吸引游客高达40万人次(Pirhalla et al., 2014)。2014年,美国蒙大拿州西北地区冰川国家公园的230万游客在公园附近社区花费了1.93亿美元,这一支出为当地提供了3405个就业机会;2017年冰川国家公园的游客涨至331万人次(The Statistics Portal, 2017)。冰岛瓦特纳冰川国家公园(Vatnajökull National Park)成立于2008年,是欧洲第二大国家公园,其面积近14 000km²,覆盖了冰岛整个领土面积的1/7,这一地区的一半以上被巨大的瓦特纳冰川覆盖,是冰岛最大冰帽(ice cap),也是欧洲第三大冰帽。在冰岛,冰川景观是最受欢迎的徒步旅行和观光旅游的景点类型之一。统计数据显示,2015~2016年,在冰岛大多数旅游目的地中,前往瓦特纳冰川国家公园的游客占比为25%,冰岛至今共开发4条冰川,冰川游客数量占冰岛游客总数量的一半(Icelandic Tourist Board, 2014, 2017)。除此之外,南北极也是冰川旅游的重要目的地。统计数据(IAATO, 2018)显示,自20世纪80年代西方国家兴起前往南极洲旅游的风潮后,南极洲游客数量直线上升,虽然在2012~2014年游客数量有些许下降,但近几年游客数量在逐渐增长,2016年游客数量达到4.5万人次,2017年游客数量增至5.8万人次。其中,早期以美国、德国、英国和澳大利亚等国家游客为主。2011年起,中国游客数量位居前十,并且近几年游客数量增长十分迅速。2017年,中国游客数量高达8219人次,占全球南极洲游客总数量的14%(IAATO, 2018)。截至2007年,北极游客数量已超过24万人次,近年来,北极地区海冰逐

渐减少。2018 年夏季, 北极海冰最小范围在有记录以来并列第六 (Arctic Council, 2009; National Snow & Ice Data Center, 2018), 这意味着北极地区的可进入性大大增强, 前往北极旅游的人数将会迅速增加。

随着经济发展、人们生活水平的提高, 国家相继出台了《国民旅游休闲纲要 (2013—2020 年)》和《国务院关于促进旅游业改革发展的若干意见》, 人们工作时间和休假时间更加灵活, 带薪休假日益常见, 收入和时间的富余让人们对生活品质的要求越来越高, 旅游已成为休假必然的行为, 且专项旅游已成为旅游发展的必然结果。冰川作为特殊的旅游资源, 是高寒地区特有的自然景观, 形态各异的地貌、晶莹剔透的外形、独特的生态环境以及极低的可达性使冰川具有很高的观赏性、研究科普价值和神秘感, 成为大众向往的旅游目的地。冰川旅游作为一种以冰川资源为载体的特殊旅游类型, 属于生态旅游的一种, 其发展前期受到封建迷信和当时客观条件 (山区交通可达性差, 没有便捷通道, 如索道) 的限制, 发展起点晚于沙漠、海洋、草原、湖泊等其他类型的生态旅游。科学合理地发展冰川旅游, 一方面可以增加游客的冰川知识, 增强其生态保护意识; 另一方面可以促进当地经济发展, 提供大量就业机会。对于在冰川区开展旅游活动的利弊这一问题, 数位冰川学者及旅游学专家论证认为, 如果在旅游开发过程中采取恰当措施, 冰川旅游不仅可以带动当地经济的发展, 而且在保护层面可以加强对生态环境的保护, 提高游客的生态保护意识 (院玲玲等, 2008; 王世金等, 2008)。国外冰川旅游开始于 19 世纪, 20 世纪的大众旅游使其得到较大发展, 80 年代最为流行。我国冰川旅游历史悠久, 因冰川发育环境恶劣, 对冰川的早期了解主要来源于登山探险、贸易、科学考察等活动, 20 世纪 80 年代初伴随着中国旅游业的发展, 冰川作为专项旅游资源开始从少数人的探险、考察逐步向大众旅游过渡。近年来, 冰川旅游作为一种以冰川资源为载体的专项旅游, 受到越来越多的关注。中国冰川资源丰富, 是世界上中低纬度冰川资源最为富集的国家, 冰川面积约为 5.18 万 km^2 , 冰川储量为 $0.43 \text{ 万} \sim 0.47 \text{ 万 km}^3$, 约占世界冰川 (不包括南极冰盖和格陵兰冰盖) 面积的 7.10% ^①, 约占中国国土面积的 0.54% (刘时银等, 2015)。其中, 海洋型冰川距离人类活动区较近, 气候适宜, 水热条件良好, 人文旅游资源丰富, 可进入性强, 成为冰川旅游的最佳选择。2008 年, 玉龙雪山冰川旅游活动创造了超过 5 亿元的直接旅游收入,

^① 世界冰川 (不包括南极冰盖和格陵兰冰盖) 面积按照政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 第五次评估报告的 72.6 万 km^2 计算。

较1994年增幅达2168倍(王世金等,2008)。2016年,玉龙雪山冰川游客高达384万人次,其旅游收益达到18亿元,其中直接由玉龙雪山冰川带来的经济收益为4.0亿元。海螺沟冰川森林公园被“2017年第二届博鳌国际旅游传播论坛”评为“年度最佳旅游目的地”,其中,作为“中国最美六大冰川”之一的海螺沟冰川则是该景区的垄断性景点。据统计,截至2012年10月,海螺沟冰川森林公园接待游客达到271万人次,旅游总收入达到134 041万元,门票总收入达到8695万元,冰川旅游带来的效益已经成为当地社区居民主要的经济来源之一(朱智等,2016)。近年来,达古冰川已逐渐发展为我国第三大冰川旅游目的地。2018年3月,四川达古冰山地质公园被国土资源部列为国家地质公园。同年1~5月,达古冰川风景名胜区分区接待游客2.77万人次,门票收入达197.05万元,较2017年同期分别增长1.13%和28.0%(阿坝藏族羌族自治州旅游发展委员会,2018)。2007年5月,西藏米堆冰川景区正式运营,截至2007年底共接待游客1万多人次,2009年接待游客达到2.5万人次,占波密县游客总数的15%(赵佩燕等,2016)。其他冰川景区包括横断山区明永冰川和雪宝顶冰川、念青唐古拉山东段来古冰川以及祁连山七一冰川和透明梦珂冰川。尽管中国冰川旅游人数呈井喷式增长,但旅游目的地基础设施、服务水平并未与之匹配。总体上,中国冰川旅游开发仍处于初级阶段,且各类冰川旅游目的地的开发程度参差不齐,发展成熟的冰川景区相对较少。

2018年全球平均温度比1981~2010年平均值高出 0.38°C ,较工业化前水平(1850~1900年平均值)高出约 1.0°C 。受全球变暖影响,1901~2018年,亚洲陆地表面平均气温上升了 1.61°C ,中国地表年平均气温也呈显著上升趋势(上升了 1.24°C),并伴随明显的年代际波动。期间,1951~2018年亚洲陆地表面平均气温升温速率为 $0.23^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,而中国地表平均气温升温速率为 $0.24^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,近20年是20世纪初以来的最暖时期(中国气象局气候变化中心,2019)。其中,青藏高原的升温速率为 $0.3\sim 0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,约是全球同期升温速率的2倍,而冬季升温更为显著。总体来看,青藏高原及其周边地区大部分冰川处于退缩、变薄状态,喜马拉雅山及藏东南地区冰川退缩幅度最大,而帕米尔高原及喀喇昆仑山地区有一定数量的冰川则处于稳定或前进状态。其中,以卫星遥感影像资料为主的冰川变化对比分析研究,主要集中于天山、喀喇昆仑山、念青唐古拉山、喜马拉雅山北坡、祁连山等地区,对青藏高原东缘地区的冰川变化研究则相对较少。当前,中国冰川资源仅有10余处得以零星开发。同时,由于各冰川旅游景点受开发时间、投入力度、发展速

度以及营销战略不同的影响,已开发冰川旅游景点发展程度参差不齐,发展成熟的景区相对较少,部分冰川旅游目的地处于半瘫痪状态,游客数量极少,旅游基础设施建设及冰川保护搁置。当然,对冰川资源较丰富的中国来说,冰川旅游仍有很大的上升空间。中国冰川旅游急需冰川基础研究的支持,其将为冰川旅游的可持续发展和管理决策提供科学依据(王世金等,2008,2012a,2012b;王世金和赵井东,2011;王世金,2015)。然而,目前中国关于冰川旅游方面的理论研究相对较少,局限于冰川旅游开发模式(徐金发等,2000;黄楚兴和陈晓平,2003;张敏和李忠魁,2005;伍光和和沈永平,2007;王世金等,2012b)、发展潜力评估(王世金和赵井东,2011)、冰川旅游对气候环境变化的影响(郑本兴,1996;院玲玲等,2008)、气候变化对冰川旅游的影响(王世金,2009;Wang et al.,2010;Wang and Jiao,2012a,2012b;Blundell and Pendleton,2015;Stewart et al.,2016)、冰川旅游游憩价值(Yuan and Wang,2018)等方面。冰川旅游目的地客源市场结构可以反映游客需求、客源地分布现状和存在的问题,其研究是管理者有针对性制订宣传营销策略,进一步提升冰川旅游目的地竞争力和增加游客数量的基础。然而,国内关于冰川旅游目的地客源市场结构的研究极少,且仅限于冰川景区客源数据的简单统计分析(朱智和李梅,2016)。

本书以达古雪山冰川旅游目的地为典型案例,系统分析冰川与旅游可持续发展之间的关系。本书基于地形图、Landsat TM/ETM+、ALOS/PRISM 影像以及 DEM 等多源数据,获取 20 世纪 70 年代以来达古雪山冰川面积、高程以及体积变化,并利用 23 景 ALOS/PALSAR 和 Envisat/ASAR 数据提取 2003~2010 年研究区冰川表面的流速信息,综合分析研究区冰川受气候变化影响的动态特征及影响因素,为进一步研究区域内冰川物质平衡状态与冰储量的遥感监测提供科学支持。研究显示,达古雪山冰川退缩较其他区域更为显著,如此惊人的消退速率对未来达古雪山冰川旅游构成了巨大的潜在影响。在当前全球冰川快速退缩的背景下,急需加强典型冰川旅游目的地冰川与环境综合观测研究工作,以支撑未来冰川旅游保护性开发模式的设计和运行,最大化发挥冰川旅游目的地的生态收益、社会收益、经济收益。本书借助实地观测、问卷调查和深度问询的方式,通过冰川变化与旅游客源的深度分析,明晰达古雪山冰川发育条件及其多年来的物质变化情况。基于达古雪山冰川旅游发展历程的基础研究,与玉龙雪山冰川旅游进行对比分析,详细揭示不同旅游发展阶段的冰川旅游目的地客源市场时空特征,进而对两景区冰川