

基于生态足迹理论的长白山自然保护区生态结构优化

王秋菲,张舒涵,唐冰洁

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

摘 要:以长白山自然保护区为研究对象,结合生态足迹理论,运用定量分析和定性分析方法计算了长白山自然保护区的生态足迹,发现长白山自然保护区正处于生态赤字状态,针对此情况提出了合理布局基础设施、优化景区管理模式以及逐步实现协同管理的优化方式,为长白山自然保护区后续发展提供了借鉴和参考。

关键词:旅游可持续发展;旅游生态足迹;生态盈亏;长白山旅游

中图分类号:F590.1 **文献标志码:**A

人民生活水平的提高带动了中国旅游行业的繁荣发展。然而,繁荣发展的背后也面临着生态环境恶化的风险。中国旅游业发展必须遵循自然生态规律,处理好区域旅游经济与生态之间的关系,实现旅游业可持续发展。因此,越来越多的学者开始研究生态补偿理论,并对其在森林、农业、流域、草原等不同领域及区域的应用进行了研究。席建超等^[1]首次将生态足迹理论与旅游领域相结合,通过对不同旅游消费行为占用不同生态资源的比例进行分析,提出了生态占用计量模型;章锦河等^[2]对土地进行了简单分类,将其划分为建成地、林地、草地、耕地、水域和化石能源地6个类别,同时,将旅游生态足迹划分为住宿、交通、餐饮、娱乐、购物、观光6个部分,为后续研究指标的选取提供了参考;谢文亭等^[3]运用生态足迹模型理论对吉林省旅游业可持续发展情况进行了研究,发现吉林省当前处于生态盈余状态,但人均生态

足迹不断下降,生态环境发展不容乐观;陈琦莹等^[4]基于生态足迹理论,运用定量和定性方法研究了天津市水资源可持续利用情况,并针对发现的问题提出了改进建议;樊毅斌等^[5]分析了之前学者关于高寒草原圣域区的生态承载力研究,在此基础上提出了计算该地区生态足迹应考虑的新因素,完善了高寒地区生态环境的衡量方法。

针对旅游区建设必不可少的旅游设施,各国学者也进行了大量研究。曼纽尔·鲍德等^[6]对旅游设施设计和分类方法进行了详细介绍,同时强调了发展和保护之间的关系,认为在环境相对脆弱的地区不应将游览设施设置得过于分散,应集中布置在某一地区,以保持该地区生态环境容量的合理性,保证了旅游设施的生态性;艾伯特·H·古德^[7]用图片形式展现了国家公园中的旅游设施布局;陈建勤^[8]将旅游设施分为交通设施、饮食与住宿设施、公共服务设施和吸引物配置4类;

胡向红等^[9]在对黔南州旅游生态环境承载力进行研究后发现,生态环境的变化表象上与生态足迹和生态承载力相关,但本质上是旅游区域资源、旅游规划、旅游开发力度及旅游管理水平等基础设施建设之间的相对平衡;王焕茹^[10]对武陵山片区旅游产业空间布局进行了研究,构建了“点—线—面—网”的发展格局,有效整合了旅游区生态要素,为后续研究提出了优化建议。

当前,虽然针对生态足迹理论研究的基本框架已经形成,但对具体地区进行生态补偿的应用研究较少。笔者对以往适用于大范围的生态补偿机制进行细化,研究针对某一地区的补偿机制,使其更具实践应用性,进而满足具体地区生态优化需求。笔者以近年来旅游业发展较快的长白山自然保护区为研究对象,运用生态足迹理论,对长白山自然保护区的生态现状进行分析,找出存在问题并有针对性地提出改进方案。

一、长白山自然保护区生态盈亏模型的建立

1. 指标选取

构建旅游生态盈亏模型要以旅游活动或行为为计算指标。笔者遵循可获取性、针对性和完备性原则,在大量旅游生态足迹指标中选出6项指标,主要包括旅游过程中经常发生的5种行为和1种主要污染,即交通、餐饮、住宿、购物、娱乐和固体废弃物。并通过6项指标进行计算,得出长白山自然保护区游客的生态足迹面积。

2. 数据来源

计算游客生态足迹和环境生态承载力所需的数据共分为3类:①基础数据。包括旅

游交通、住宿、餐饮、购物与娱乐设施的总量、组成、面积和利用率,本地居民消耗的食品、能源的数量和种类,游客的数量及其对能源的消耗情况以及各类生物生产性土地的年生产力水平等。笔者所采用的数据来源于长白山管理委员会以及2018年长白山保护开发区年鉴和公报。②调查数据。包括游客交通工具选择、旅行距离等,相关数据来源于调查问卷的分析结果。③其他数据。包括不同种类交通工具单位距离平均耗能、单位面积化石燃料的平均发热量等,数据均来自国际标准数据表。

3. 长白山自然保护区生态足迹定量分析

对选取的6项指标逐一进行计算,其计算式为

$$EF = EF_T + EF_H + EF_R + EF_M + EF_E + EF_W$$
式中: EF 为旅游生态足迹; EF_T 为旅游交通生态足迹; EF_H 为旅游住宿生态足迹; EF_R 为旅游餐饮生态足迹; EF_M 为旅游购物生态足迹; EF_E 为旅游娱乐生态足迹; EF_W 为旅游固体废弃物生态足迹。

(1) 旅游交通生态足迹主要计算2个部分:交通设施的建成地面积(包括火车站、公交站、机场等)以及旅游者从出发点至旅游区和旅游区内游览所需的能量消耗(如长白山景区内的观光车等)。计算式为

$$EF_T = \alpha_1 \sum (A_i \times B_i) + \alpha_2 \sum (N_i \times C_i \times D_i)$$
式中: α_1 为建成地均衡因子; α_2 为化石能源均衡因子; A_i 为交通设施所占建成地面积; B_i 为交通设施使用频率; N_i 为交通设施乘坐人数; C_i 为交通工具人均生态足迹; D_i 为游客使用交通工具平均出行距离。计算结果如表1所示。

表1 长白山自然保护区旅游交通生态足迹

交通类型	交通设施建成地面积/ hm^2	游客人数/万人	平均旅行距离/km	总生态足迹/gha	人均生态足迹/ 10^{-4} gha
飞机	270.60	42.37	4 749	149.79	3.540 0
铁路	0.36	38.10	1 770	1.46	0.005 3
公路(外)	—	196.56	567	3.80	0.014 0
公路(内)	—	277.03	140	1.30	0.004 6

注:生态足迹的单位是“gha”(global hectare),即“全球性公顷”,并非通常的土地面积公顷(hectare),一个单位的“全球性公顷”,相当于1 hm^2 具有全球平均产量的生产力空间,利用生态足迹指标可以判断需求与资源分配的公正性和检验供给的可持续性。人均生态足迹均按277万人次计算,下同。

(2)旅游住宿生态足迹主要计算两部分:一是为游客提供的住宿设施所占的建成地面积;二是酒店宾馆等在游客留宿期间提供的照明、空调、洗涤等服务消耗的能源。其中,住宿设施的能源消耗以煤气为主。计算式为

$$EF_H = \alpha_1 \sum (E_i \times F_i) + \alpha_2 \sum (365 \times E_i \times g \times H_i / r)$$
式中: E_i 为住宿设施提供的床位数; F_i 为每个床位所占建成地面积; g 为旅游区客房年平均使用率; H_i 为每个床位消耗的能源; r 为世界单位化石燃料平均发热量。计算结果如表 2 所示。

由于长白山自然保护区的部分酒店在提供住宿的同时也会提供餐饮服务,为避

免重复计算,将住宿中提供餐饮消耗的资源也统一并入住宿的生态足迹中。

(3)旅游餐饮生态足迹主要计算 3 个部分:餐饮设施建成地所需面积、提供餐饮服务所需能源的化石能源面积、游客消费饮食相对应的生产性土地面积。计算式为

$$ET_R = \alpha_1 \sum S_i + \alpha_2 \sum (N \times I \times k_i / r) + \alpha_{3i} \sum (N \times I \times J_i / p_i)$$
式中: α_{3i} 为生物生产性土地均衡因子; S_i 为餐饮设施所占建成地面积; N 为游览人次; I 为平均游览天数; k_i 为能源人均日消耗量; J_i 为食物人均日消耗量; p_i 为消耗食物对应的生产性土地年平均生产力。计算结果如表 3 所示。

表 2 长白山自然保护区旅游住宿生态足迹

总床位数/张	床位建成地面积/m ²	客房年平均使用率/%	床位能源消耗/MJ	总生态足迹/gha	人均生态足迹/10 ⁻⁴ gha
16 500	1 000	60	80	8 038. 37	29. 02

表 3 长白山自然保护区旅游餐饮生态足迹

消耗方式	总生态足迹/ 人均生态足迹/	
	gha	10 ⁻⁴ gha
旅游餐饮设施建成地面积	24. 64	0. 089
游客食物的消耗量	18 076. 47	65. 250
旅游化石能源消耗量	1 291. 36	4. 660

(4)旅游购物生态足迹主要计算 2 个部分:包含旅游购物中心、便利店、旅游纪念品商店等在内的购物场所建成地面积;生产出售商品时消耗的能源所占生产性土地面积。

由于到长白山自然保护区游玩的旅客大多会购买人参,很少购买其他产品,在计算商品消耗所占能源时只计算人参,其他产品忽略不计。计算式为

$$EF_M = \alpha_1 \sum U_i + \alpha_2 \sum ((L_i \div M_i) \div O_i)$$
式中: U_i 为购物设施所占建成地面积; L_i 为游客购买商品的消费支出; M_i 为商品当地的平均售价; O_i 为消耗商品对应的生产性土地年平均生产力。计算结果如表 4 所示。

表 4 长白山自然保护区旅游购物生态足迹

消耗方式	人均消耗量/kg	生产性土地类型	均衡因子	年平均生产力/(kg · (hm ²) ⁻¹)	总生态足迹/gha	人均生态足迹/10 ⁻⁴ gha
购物设施建成地	—	建成地	2. 8	—	336	1. 210
人参	0. 43	耕地	2. 8	450	12. 35	0. 045

(5)旅游娱乐游览生态足迹主要计算 2 个部分:一是娱乐设施建成地面积和消耗的能源,如主题公园、滑雪场等;二是景区内游览栈道、观景空间面积。计算式为

$$EF_E = \alpha_1 (\sum Q_i + \sum T_i)$$

式中: Q_i 为休闲娱乐设施的建成地面积; T_i 为自然保护区内游览道路及观景面积。计算结果如表 5 所示。

表 5 长白山自然保护区旅游娱乐游览生态足迹

消耗方式	土地类型	均衡因子	总生态足迹/gha	人均生态足迹/10 ⁻⁴ gha
休闲娱乐设施	建成地	2. 8	94 767. 99	342. 09
景区步道	建成地	2. 8	11. 18	0. 04

(6)旅游固体废弃物生态足迹。当前,长白山自然保护区主要采用卫生填埋方法处理固体废弃物,因此,计算时应考虑以下要素:一是填埋废弃物时需要占用的土地面积,填埋废弃物的土地以耕地为主;二是吸收游客产生 CO_2 所需的林地面积。计算式为

$$EF_w = \alpha_1 \times S + \alpha_2 q^{doc} \times W \times Q/Pa$$

表 6 长白山自然保护区旅游固体废弃物生态足迹

处理垃圾占用耕地面积/(hm^2) ⁻¹	旅游垃圾产量/t · 10 ⁻¹	总生态足迹/gha	人均生态足迹/10 ⁻⁴ gha
3. 17	40. 32	16. 26	0. 059

4. 长白山自然保护区生态承载力计算

为更直观地了解长白山自然保护区可持续发展程度,笔者引入生态容量模型对其进行量化。计算式为

$$EC=Nec=N \times \sum (a_j \times y_j \times r_j)$$

式中:EC 为生态承载力,N 为人口量,ec 为人

式中:S 为处理垃圾占用的耕地面积; q^{doc} 为单位垃圾含有的有机碳比例;W 为有机碳 CO_2 当量系数;Q 为产生的垃圾数量;Pa 为每万平方米林地平均可吸收的 CO_2 量。计算结果如表 6 所示。

均生态承载力, a_j 为人均生物生产性土地面积, y_j 为产量因子, r_j 为均衡因子。

笔者以长白山自然保护区中旅游景点和旅游设施所占用土地类型为分类依据,对长白山自然保护区的生态承载力进行计算,具体分类情况及计算结果如表 7 所示。

表 7 长白山自然保护区旅游生态承载力

土地类型	面积/ hm^2	均衡因子	产量因子	旅游生态承载力/gha	人均旅游生态承载力/10 ⁻⁴ gha
耕地	994	2. 8	0. 86	2 393. 55	8. 640
林地	5 170	1. 1	18. 30	104 072. 10	375. 671
草地	836	0. 5	1. 66	693. 88	2. 505
建成地	2 760	2. 8	0. 73	5 641. 44	20. 364

二、长白山自然保护区生态环境现状分析

1. 长白山自然保护区生态现状

生态盈亏是区域旅游可持续发展的重要指标,计算式为

$$ED = EC - EF$$

式中:EC 为生态承载力,EF 为生态足迹。当 $EC \geq EF$ 时,将其称之为生态盈余,当 $EC < EF$,则称之为生态赤字。

通过比较旅游生态足迹和旅游生态承载力,发现长白山自然保护区的生态足迹大于需求,呈现生态赤字状态,生态赤字总量为 23 466. 125 44 gha,人均生态赤字量达到 $87. 709\ 66 \times 10^{-4}$ gha。

2. 长白山自然保护区旅游生态足迹结构分析

通过分析长白山自然保护区的生态足迹构成(见图 1)发现,旅游娱乐生态足迹以 74. 23% 的占比位列第一,说明长白山自

然资源保护区娱乐游玩等设施设置较多。长白山自然保护区自然资源独特,当地特色小吃及住宿环境也吸引了不少游客,因此,长白山自然保护区的餐饮及住宿设施也较多,占比分别为 15. 80% 和 6. 55%。由于旅游娱乐生态足迹的占比最大,要减轻旅游区生态环境压力,降低旅游娱乐方面的生态足迹,可从减缓娱乐设施兴建和合理控制游客数量及规模方面着手。

3. 长白山自然保护区旅游生态足迹土地类型分析

在 4 种生物生产性土地中(见图 2),建成地所占比重最大,为 81. 57%,草地占 13. 18%,化石能源地占 3. 66%。建成地对旅游生态足迹面积的大小起着决定性的作用。因此,想要降低长白山自然保护区生态赤字,减少旅游生态足迹面积,就要从占比最大的建成地入手,逐步减少建成地面积。随着旅游经济的不断发展,长白山自然保护区未来接待的游客数量也必然会不断增

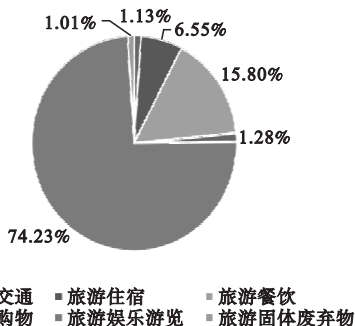


图1 长白山自然保护区生态足迹构成

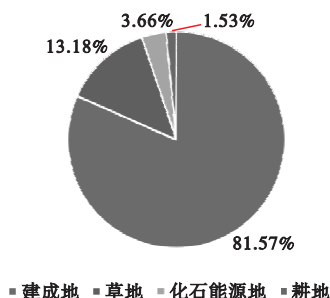


图2 长白山自然保护区生态足迹土地类型构成

加,对能源的需求及消耗也会随之增多,因此,减少新建成地面积对长白山自然保护区的可持续发展至关重要。

4. 长白山自然保护区基础设施建设存在的问题

(1) 旅游餐饮基础设施能源消耗过多。由图1可知,游客消耗的食物能源所占比重较大,除了游客对长白山自然保护区食物能源的需求量较高外,另一方面原因是长白山自然保护区餐饮部门在满足游客基本饮食需求的基础上,为吸引更多游客,还额外设置了具有当地特色的小吃摊位,占用了大量生态土地。有的小吃摊位对生态环境也有一定程度的破坏,例如,长白山知名小吃“温泉水煮蛋”,在温泉池中浸泡大量鸡蛋,对水质造成了污染。

(2) 旅游住宿基础设施布局不合理。旅游住宿设施建设情况是游客们最为关注的因素,由图1可知,长白山自然保护区的住宿基础设施建成地面积过大,占用了大量的生产性土地,反映出其住宿设施布局不合理的问题。旅游区设置住宿设施的主要目的在于辅助游客更舒适便利地进行游览,不应成为吸引游客的“游览设施”。长白山自然资

源保护区为吸引游客,还建设了具有当地特色的“小木屋”供游客居住,这一做法对当地森林资源消耗过多,同时也存在安全隐患,一旦木屋起火会对周围环境造成更大损害。同时,住宿设施在取暖方式的选择上也不够节能环保,长白山冬季温度较低,室内以暖气取暖为主,消耗大量化石能源且会造成一定程度的环境污染。

(3) 旅游交通基础设施耗能过多且污染严重。长白山旅游交通基础设施分为外部交通和内部交通两部分。外部交通主要有3种:公路上的旅游大巴、铁路中的高铁和动车以及飞机。这3种方式的建成地生态足迹所占比重不多,说明外部交通建成地面积在合理范围内。问题主要在于内部交通,内部交通主要有两种:一是景区内的旅游观光大巴车,二是天池使用的专用越野车,这些内部交通方式在消耗化石能源的同时产生大量的尾气污染,破坏了景区自然环境。

(4) 管理方式不合理。当前,长白山自然保护区缺乏旅游基础设施建设长远规划,生态旅游基础设施建设过程中缺乏各方协同联动管理。

三、长白山自然保护区生态结构优化措施

1. 合理布局基础设施

长白山自然保护区旅游基础设施建设需要具体的、可持续的、长远的发展规划,不应将目光仅局限于当前利益。基础设施建设应该遵循生态规律,既要满足游客对景区的需求,也要注重生态的保护。要在当前旅游基础设施建设基础上,根据景区未来的发展需要,对交通、餐饮、住宿、景观开发、垃圾处理等方面进行统一规划,保证资源有效利用,设计出具体规划和实施方案。

通过分析长白山自然保护区游客的生态足迹数据,对各旅游要素设施的改进提出几点建议:

(1) 旅游住宿设施方面。由于大量住宿设施已经建成并投入使用,考虑到景区的长

远发展,在合理建设范围内对已建成设施进行改造,例如,更换更为环保的取暖燃料,控制废气排放。同时,对选择居住“小木屋”的游客进行安全教育,禁止其使用烟、火等易燃物质,保证景区安全。

(2)旅游餐饮设施方面。将分散的餐饮区域进行整合,实行集中管理,景区内仅保留饮品等不需要进行加工的快捷食品售卖点。并根据景区情况进行合理划分,严格控制数量,如每隔 1 000 m 设置一个售卖点。针对集中管理的地区,减少出售同类饮食的商家数量,逐步减少旅游餐饮的建成地面积。

(3)旅游交通设施方面。加强与景区周边交通设施的相互协作,减少交通问题对景区发展的阻碍。同时,合理规划景区内需要乘车游览的路线,减少绕路等引起的不必要能源消耗,分批次将景区中的观光车辆改为更加环保的电瓶车,减少尾气排放。

2. 优化景区管理模式

由于我国生态旅游起步较晚,景区开发存在盲目性,长白山自然保护区作为吉林省旅游业龙头也存在这样的问题。针对此种情况提出几点建议:

(1)整合周边旅游资源。多数游客的旅游重点集中在长白山主景区,从景区的分布上来看,仍然是“点”的形式。因此,要深化周边旅游的发展战略,逐步形成基本的“串线连片”,将周边景区与主景区连接,扩大游客可游览范围,减少主景区承载压力,进行生态旅游资源整合,实现旅游区的均衡和可持续发展。

(2)旅游项目多元化。长白山旅游一个特点就是旅游的淡旺季划分十分明显,不同季节游客数量相差悬殊,这既严重影响景区的生态保护工作,也不利于景区保持稳定的经济效益。因此,可以适当增加长白山自然环境和历史发展相关展览和讲座、与当地人互动、体验当地生活等项目,合理分散游客数量,减轻景区生态压力。除此之外,还可以根据不同年龄游客的不同需求在景区内设置游览项目,如供小朋友游玩的娱乐设施、供老年

人休息放松的休闲设施等,从景区内部合理分散游客。

(3)完善旅游区管理体制。长白山管委会成立至今,管理范围也在不断发生变化,时常出现权责模糊的问题。因此,长白山管委会要与周边区县展开密切合作与互动,定期调查走访,明确发生管辖范围变动地区的责任部门,减少因权责不清造成的管理不善问题,通过及时更新管理体制来适应长白山自然保护区不断变化的经济环境。

3. 逐步实现协同管理

从长白山自然保护区的管理现状来看,生态旅游基础设施建设协同管理一定程度上还停留于书面规划,未真正实施,各区的发展仍然各自为政。针对此种情况提出几点建议:

(1)建立利益共享机制。在长白山自然保护区的协同发展中,应协调好各相关利益者,企业不应一味地追求利益,游客也要有生态环保意识。同时,在进行旅游经营活动时要考虑居民的利益,避免出现“空心城”。在保障生态的前提下达到企业盈利、游客愉悦、居民受益。

(2)旅游企业之间的协同。企业之间的协同是长白山自然保护区生态旅游协同发展的基础。旅游企业涉及饮食、居住、交通、购物、旅行中介等众多领域,因此,旅游企业进行生态旅游基础设施建设就应从这 5 个重要领域入手。要提高其他产业主体对生态旅游的认知,加强旅游企业对其他企业的服务和指导,推动旅游业与其他企业融合。在资源开发上注意适度,旅游产品生产、销售和消费时注意环境友好。

(3)旅游产业集群的协同,即处在旅游产业链上的相关合作伙伴和政府部门之间的协同。一方面,强化政府对发展生态旅游和生态旅游基础设施建设管理的认识,并有针对性地出台相关政策。通过政策的执行从根源上增强管理者与游客的生态环境保护意识;另一方面,加强统一的生态规划协调,旅游企业要先对政策进行深入研究,再根据旅游区建设需要用足、用好现有政策,从而实现

旅游产业与政府之间的协同管理。

四、结 语

笔者通过构建生态足迹分析模型,对长白山自然保护区生态环境现状及其在发展中存在的不合理现象进行了分析,并针对发现的问题提出了长白山自然保护区生态结构优化的建议。此次研究将生态足迹与生态基础设施建设相结合,综合考虑长白山自然保护区的生态结构,有利于促进其生态旅游可持续发展。同时,调整生态环境利益分配使长白山自然保护区逐步实现各方协同发展,能切实解决长白山自然保护区旅游基础设施协同发展中的具体问题,有助于深化生态足迹理论在具体地区的应用,促使旅游可持续发展研究逐渐系统化,为我国旅游地区生态可持续发展提供有益参考。

参考文献:

[1] 席建超,葛全胜,成升魁. 旅游消费生态占用初探:以北京市海外入境旅游者为例[J]. 自然资源学报,2004(2):224-229.

[2] 章锦河,张捷. 旅游生态足迹模型及黄山市实证分析[J]. 地理学报,2004(5):763-771.

[3] 谢文亨,周丽君. 基于生态足迹模型的吉林省旅游业可持续发展研究[J]. 现代交际,2019(1):73.

[4] 陈琦莹,黄磊,杨晓亮,等. 基于生态足迹法的天津市水资源可持续利用评价[J]. 海河水利,2017(6):7-10.

[5] 樊毅斌,宗刚. 基于生态足迹的高寒草原圣域生态承载力分析:以普兰县为例[J]. 生态经济,2013(2):145-150.

[6] 鲍德,劳森. 旅游与游憩规划设计手册[M]. 唐子颖,吴必虎,译. 北京:中国建筑工业出版社,2004.

[7] 古德. 国家公园游憩设计[M]. 吴承照,译. 北京:中国建筑工业出版社,2003.

[8] 陈建勤. 2010年上海世博会旅游设施配置对策[J]. 上海大学学报(社会科学版),2003(6):100-105.

[9] 胡向红,蔚秀莲,陈如霞,等. 基于二阶段锡尔系数的黔南州旅游生态环境承载力研究[J]. 生态经济,2018,34(12):129-135.

[10] 王换茹. 武陵山片区旅游产业空间布局优化研究[D]. 吉首:吉首大学,2016.

Ecological Structure Optimization of Changbai Mountain Natural Resources Reserve Based on Ecological Footprint Theory

WANG Qiufei, ZHANG Shuhan, TANG Bingjie

(School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: Taking Changbai Mountain natural resources reserve as the research object, the ecological footprint of Changbai Mountain natural resources reserve is calculated by using ecological footprint theory, quantitative and qualitative analysis. It is found that Changbai Mountain natural resources reserve is in a state of ecological deficit. In view of this situation, the rational layout of infrastructure, the optimization of scenic spot management mode and the gradual realization of collaborative management are put forward. It provides references for the later development of Changbai Mountain natural resources reserve.

Key words: tourism sustainable development; tourism ecological footprint; ecological budget; Changbai Mountain tourism

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)