

黄山风景区旅游气象灾害防御系统探析 ——以雷电监测预警系统为例

王金莲¹, 胡善风¹, 刘安平², 张俊香¹

(1. 黄山学院旅游学院, 安徽 黄山 245021; 2. 黄山风景区气象管理处, 安徽 黄山 245800)

摘要: 黄山风景区是集世界自然遗产、文化遗产和地质公园“三冠”于一体的海内外知名旅游风景区。然而, 受山岳型气候条件的影响, 黄山风景区旅游气象灾害频发, 由此引起的地质灾害等, 给旅游资源景观和旅游设施造成破坏, 影响旅游活动的正常进行, 甚至直接威胁旅游者的人身财产安全。为此, 在分析旅游气象灾害对旅游业影响的基础上, 结合黄山风景区旅游气象灾害的特点, 构建了景区旅游气象灾害防御系统。该系统主要由旅游气象灾害监测系统, 预警系统和防御系统三大体系组成。选取雷电监测预警系统为例, 对其构建思路、预警流程、技术体系进行详细介绍, 从而为山岳型景区旅游气象灾害的防治提供科学依据和参考借鉴。

关键词: 旅游气象灾害; 防御系统; 雷电监测; 雷电预警; 黄山风景区

中图分类号: F592 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2014)01-0060-07

中国是世界上气象灾害频发较为严重的国家, 每年约有4亿人次受暴雨、洪涝、干旱、雪灾以及台风等重大气象灾害的影响, 造成的经济损失约占国民生产总值的1%~3%^[1]。长期以来, 气象灾害的监测与防御备受中国政府的高度重视。旅游业由于其敏感性、脆弱性的特点, 受气象灾害的影响更为明显。旅游气象灾害不仅会给旅游资源景观和旅游设施造成破坏, 影响旅游活动的正常进行, 甚至直接威胁旅游者的人身财产安全。黄山风景区是集世界自然遗产、文化遗产和地质公园“三冠”为一体的世界著名旅游风景区。黄山风景区特殊的地理位置和地势地貌造就了奇特的山岳自然风光, 也演绎着复杂多变的气象气候资源。由于受海拔高度、地形地势影响而形成的山岳气候条件, 导致该区会出现突发性灾害天气, 引发雷电、暴雨与洪涝、雪灾等旅游气象灾害, 给黄山风景区旅游经济发展带来了一定程度的负面影响。目前学术界对旅游灾害以及气象灾害的研究较为成熟^[2-12], 而针对旅游气象灾害的研究甚少。由于旅游气象灾害区别于旅游灾害和气象灾害有着自身独有的特点, 因此, 构筑旅游气象灾害预警

系统十分必要。本文在分析旅游气象灾害对旅游业影响的基础上, 结合黄山风景区旅游气象灾害的特点, 构筑黄山风景区旅游气象灾害防御系统, 有效进行旅游气象灾害的监测、预警和防御, 减少旅游气象灾害对旅游业的危害, 为山岳型景区旅游气象灾害的防治提供科学依据和参考借鉴。

1 旅游气象灾害对旅游业的影响

旅游气象灾害是指由于气象气候因素发生变化而引起的与旅游业直接相关的灾害, 主要包括暴雨(雪)、雷电、大雾、干旱、沙尘暴以及台风灾害等几种类型^[13]。旅游气象灾害对旅游业的影响体现在以下几个方面。

1.1 旅游气象灾害对旅游资源景观的影响

不同类型的旅游气象灾害对旅游资源景观会造成不同程度的影响: ① 台风、暴雨: 造成山洪爆发, 破坏旅游生态环境, 旅游资源特别是山岳型旅游景点设施被毁; 引发山体滑坡、泥石流、海啸等次生灾害, 造成海岸侵蚀以及水资源污染等, 破坏旅游景观的本来面目; ② 大雾与沙尘暴降低了景观的能见度, 影响旅游景观(如日出日落)的观赏

收稿日期: 2013-07-02; 修订日期: 2013-10-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071327)、黄山学院校级科研项目(2012xsk008)资助。

作者简介: 王金莲(1985-), 女, 安徽宣城人, 硕士, 助教, 主要研究旅游资源开发。E-mail: wjl85@hsu.edu.cn

效果;沙尘暴破坏草原、森林等景观,同时严重风化侵蚀一些珍贵的人文旅游资源;③ 干旱、高温和霜冻、雪灾:异常高温或低温以及雪灾危害植物资源生长,威胁动物的生存,影响旅游资源的开发;④ 雷电:雷电瞬时产生的高电压、强电磁辐射以及大电流,会给旅游资源和设施带来灾害性的损失,同时对动植物的生长产生抑制,威胁生物旅游资源。

1.2 旅游气象灾害对旅游活动的影响

旅游气象灾害对旅游活动的影响,首先表现在对旅游交通的影响。暴雨、雷电、台风及大雾影响旅游航空、铁路公路等旅游交通安全。在旅游小交通方面,暴雨与洪涝引发的泥石流,会影响山岳型景区的上山道路;雷电导致缆车以及游道被迫关,从而导致相关旅游活动无法进行。其次,旅游景区气象灾害的发生,会给旅游者造成较大的心理压力,影响旅游者的决策,从而影响旅游者最后购买行为的实现。

1.3 旅游气象灾害对旅游者人身财产安全的影响

旅游灾害对旅游业产生的最大的负面影响,同时也是最无法补救的影响,就是对旅游者人身财产安全的伤害。旅游灾害由于其突发性的特点,加上旅游景区特殊的地理环境的影响,旅游灾害给旅游者的人身安全带来严重的威胁。

2 研究区概况及其旅游气象灾害

2.1 黄山风景区概况

黄山风景区位于安徽省南部,地跨黄山区、歙县、休宁、黟县和徽州区,地理位置为 $118^{\circ}04'03''\sim 118^{\circ}15'00''\text{E}$ 、 $30^{\circ}02'47''\sim 30^{\circ}12'32''\text{N}$,南北长约40 km,东西宽约30 km,面积达 154 km^2 。黄山风景区是以花岗岩为主要特征的山岳型风景区,以奇松、怪石、云海、温泉、冬雪“五绝”闻名遐迩。黄山风景区旅游与气象有着十分密切的关系。黄山特殊的地理位置和地势地貌造就了奇特的山岳自然风光,也演绎着复杂多变的气象气候资源。在黄山“五绝”中,就有云海和冬雪“两绝”属于黄山风景区的气象气候资源。除此之外,还包括佛光、雾凇、瀑布、日出与日落。这些气象景观具有观赏天数多、适宜旅游季节长、宏伟神奇、独特丰富的特点,充分发挥旅游气象气候资源优势,深度开发和利用气象气候资源是黄山风景区可持续旅游发

展的重要途径。

2.2 黄山风景区主要旅游气象灾害

黄山独特的气候气象造就了丰富的气候旅游景观的同时,受海拔高度、地形地势影响而形成的山岳气候条件,导致该区会出现突发性灾害天气,引发雷电、暴雨与洪涝、干旱、雪灾及低温冻害等旅游气象灾害。

2.2.1 暴雨与洪涝灾害

与平原地区相比,暴雨是黄山风景区常见的一种气象灾害,暴雨日数与降雨强度明显比平原多。如黄山风景区年平均暴雨日数为9.9 d,比黄山脚下的年平均暴雨日数为4.9 d的黄山区要多一倍。24 h最大降水量是测量暴雨强度的重要指标。目前为止,黄山风景区光明顶24 h最大降水量为 328.44 mm ,比黄山脚下的黄山区 283.6 mm 的最大降水量要多得多^①。黄山风景区暴雨来势凶猛,除引发洪涝灾害外,还会诱发山体滑坡,泥石流等衍生地质灾害。

2.2.2 雷电灾害

受海拔高度、地质条件以及相应大气环流的影响,黄山风景区雷电较为频繁。据黄山风景区气象管理处历年观测资料统计,黄山风景区年最多雷暴日数可达71 d,平均雷暴日数为49.6 d。雷电灾害是黄山风景区最为严重的旅游气象灾害,严重威胁旅游者和旅游从业人员的人身财产安全,还会造成不可复原的旅游资源损失。

2.2.3 冻雨、大雾以及雪灾

冻雨又称雨凇,与大雾、冬雪一样,既是黄山风景区一种气象景观,严重之时又是一种气象灾害。据黄山风景区气象管理处资料显示,黄山冬雪年平均33 d,黄山光明顶年平均冻雨天数为45.3 d,年平均雾日高达260.6 d。雾日天气能见度低,影响景观的观赏,从而对旅游活动产生不利影响。冻雨和雪灾的出现,会引起景区植物积冰现象,景区松树、竹木受损严重。同时对景区电力、通讯、景区游道等旅游基础设施产生影响。

2.2.4 干旱、低温冻害

黄山风景区受地势海拔影响,虽然降水量丰富,但由于受季风的影响,降水季节分配不均。同时由于山地因其径流系数大,蓄水能力不强,因此黄山风景区旱情时有发生。黄山风景区霜冻初日比平原区早,而终日则更迟。同时受海拔和地形

① 数据资料来源于黄山风景区气象管理处。

条件的影响,无霜期较平原地区明显要短要少,因此黄山风景区容易出现低温冻害。

3 黄山风景区旅游气象灾害防御系统设计

3.1 旅游气象灾害防御系统的构建

气象影响旅游,旅游离不开气象。据前文所述,黄山风景区既有独特的气象气候旅游资源优势,又存在固有的旅游气象灾害,给景区的旅游资源保护、旅游活动安全保障带来严重威胁。黄山风景区应趋利避害,建立景区监测预警防御联动机制,提高旅游活动气象服务保障及气象灾害防范、处置能力,最大限度地减轻或避免人员伤亡和财产损失。根据黄山风景区旅游气象灾害的特点,本文尝试构建黄山风景区旅游气象灾害防御系统,该系统包括旅游气象灾害监测系统,预警系统和专项防御系统三大部分(图1)。系统中的数据服务中心是本系统的核心。将通过地面电场仪探测的大气电场数据、闪电定位仪监测的闪电定位数据、通过雷达探测的相关数据以及从安徽省气象局数据中心获得的数据信息,通过 WEBGIS 服务器和 Internet 网络连接起来,用户可以通过浏

览器,迅速查询探测信息。本系统实现了数据采集、传输、存储、处理、预警信号生成,信息发布全程自动化、网络化。

3.1.1 旅游气象灾害监测系统

旅游气象灾害监测系统主要是在旅游气象灾害发生之前,随时监测气象迹象变动,为预防旅游气象灾害或为采取适当应对措施争取时间。监测系统主要根据安徽省气象局数据服务中心提供的数据、黄山风景区闪电定位仪、大气电场仪以及雷达等技术获得的数据对黄山风景区的温度、相对湿度、能见度、大气电场、降水量、闪电定位信息等进行监测。

3.1.2 旅游气象灾害预警系统

灾害预警对于预防或识别重大旅游气象灾害风险尤为必要,应根据黄山风景区各类气象灾害风险及危害系数的大小,有针对性地选择重大旅游气象灾害进行预警。结合黄山风景区主要灾害的特点及危害程度,构建旅游气象灾害预警系统。该系统主要由雷电预警、暴雨预警、雪灾预警、山洪预警和干旱及低温预警组成。该系统服务的内容主要是对上述气象灾害出现概率、预警级别及具体位置进行判断分析。

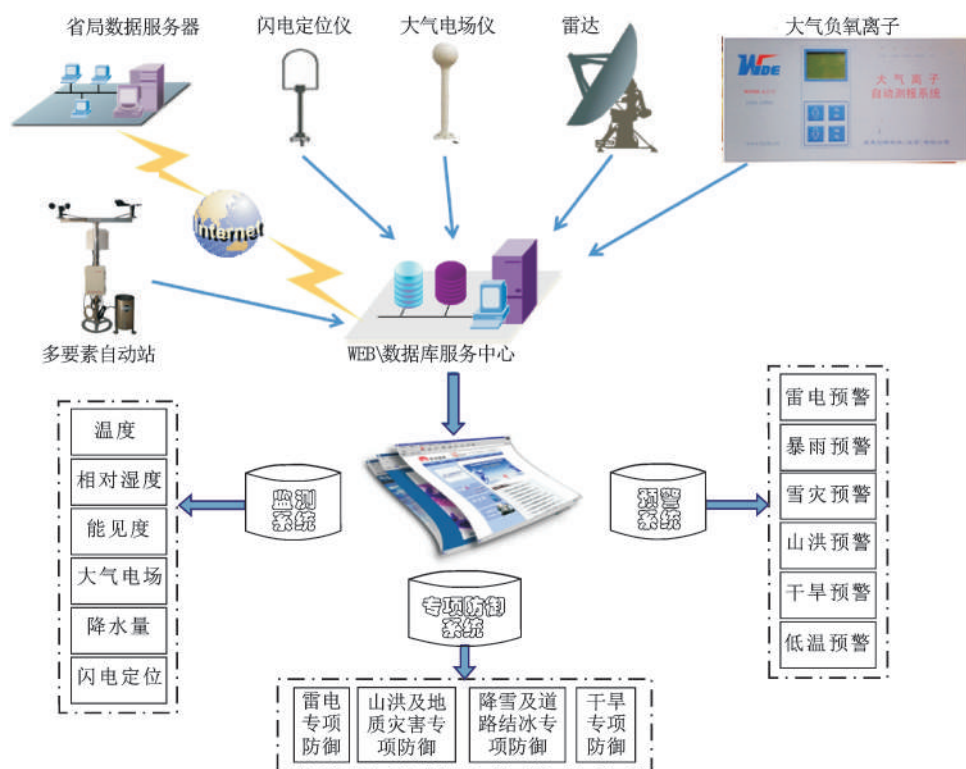


图1 黄山风景区旅游气象灾害防御系统

Fig.1 The tourism meteorological disasters' defense system in Huangshan Scenic Area

3.1.3 旅游气象灾害专项防御系统

当识别到重大灾害后,采取灾害应急措施,针对各类气象灾害的特点进行专业防御,减免灾害造成的损失或最大限度地减小灾害造成的损失。专业防御系统主要包括山洪及地质灾害专项防御,降雪及道路结冰专项防御,干旱专项气象防御,雷电专项防御系统。

旅游气象灾害防御系统将气象科技融入旅游发展,提高气象灾害监测、预警及应急水平,结合旅游业发展的需求,为景区旅游资源保护和利用、防灾减灾提供全方位精细化服务,为黄山风景区旅游发展保驾护航。

3.2 黄山风景区雷电预警系统研究

为具体说明旅游灾害防御系统的技术原理及系统构成,本文以黄山风景区雷电监测预警系统为例进行研究。

3.2.1 总体设计构成

黄山风景区雷电预警系统是基于多站点大气电场仪并结合雷达、闪电定位、自动气象站等要素实现雷电监测,并将监测获得的数据输入处理终端机和数据库服务器,再分别结合雷达图像处理系统、预警信号自动生成系统、WEB 预警综合信息显示系统,最终实现雷电预警,从而能够准确获得雷电出现的概率,具体位置、预警级别(图2)。

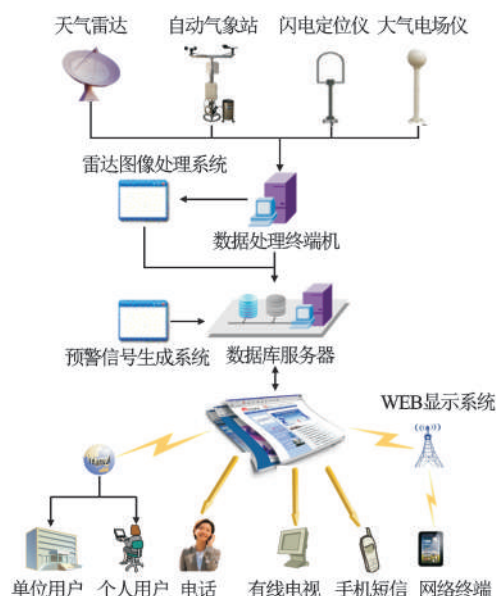


图2 雷电监测预警系统拓扑图

Fig.2 The topology map of the lighting warning system

1) 预警分区:首先对黄山风景区进行预警分区。非雷暴日相邻站点的电场变化态势是不同步的,不存在着一致性。而雷暴日相邻台站的电场变化态势是同步的、一致性很好。唯一的区别是各站的电场变化量、极大值不同。因此通过分区多站电场仪复合预警就能消除个别台站数据的非正常变化而带来的误报,从而可大大降低空报率,提高准确率。光明顶是黄山第二高峰,处在黄山景区的中心,是前后山分界线。因此将景区以光明顶为中心按地理方位划分为东、南、西、北四个预警区。

2) 各电场仪单点预警:具体步骤包括:① 从电场数据库中读取过去 15 min 内电场数据;② 计算过去 15 min 内每分钟的平均电场值;③ 计算过去 15 min 内曲线形态变化特征值;④ 从雷达数据库读取过去 15 min 内风暴中心数据;⑤ 计算各风暴中心距各电场仪站点的距离;⑥ 挑选出距离各电场仪站点最近的风暴中心;⑦ 计算各电场仪站点单站预警信号值,具体计算流程(图3)。

3) 分区复合预警:在上步计算各电场仪站点单站预警信号值的基础上,结合雷达、自动气象站、同一预警区多站点电场仪预警值进行综合判定,从而得到分区预警信号值。

4) 景点预警:将每一项预警区域相应区域的景点相关联,得到本区域预警值即为该区域景点的预警值,并将相关数据存入数据库。

3.2.2 雷电监测预警系统构成体系

1) 雷达图像处理系统及功能。本系统可自由选定雷达产品、探测半径、反射率阈值、放大倍率并将雷达图像转化成 PNG 格式存入 WEB 服务器。它运行于后台,数据更新频率为 6 min。在选定的探测半径内筛选出回波强度最强的不多于 10 个风暴中心,并将风暴中心的回波强度、经纬度、移动速度、移动方向、回波顶高度等信息存入数据库服务器。

2) 预警信号值自动生成系统及功能。它是本系统最重要核心软件,将研究形成的雷电分级预警判定指标及分区预警技术转化成计算机软件,实现预警的客观化、定量化、自动化。本程序在后台运行,实时计算各站点电场、雷达、自动气象站等相关数据自动生成相应的预警信号值,存入数据库服务器,数据更新频率为 1 min。

3) WEB 显示系统及功能。采用 Windows

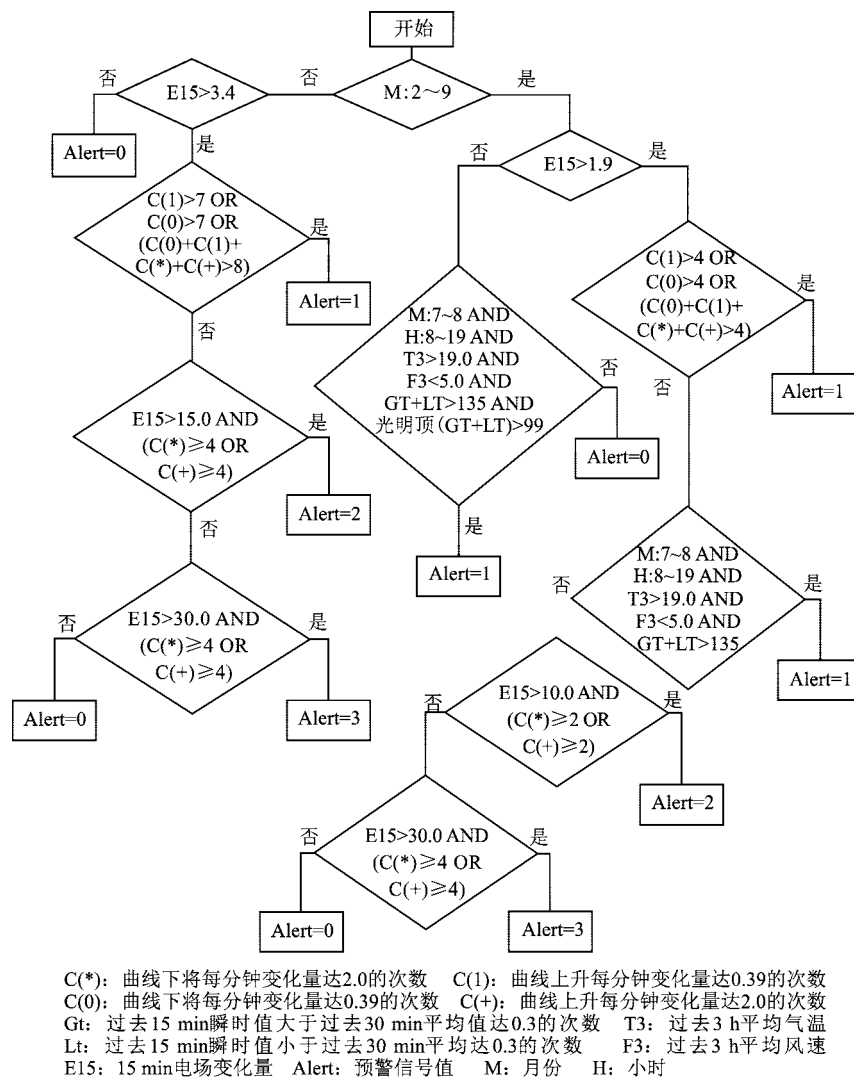


图3 单站预警信号值计算流程

Fig.3 The calculating process chart to the value of single warning signal

2003 Server 操作系统, Microsoft .Net Framework 3.5 框架平台, C#, JavaScript、Html 语言编程, Microsoft SQL Server 2005 数据库服务器提供数据支撑。采用微软 Bring 电子地图, 最大分辨率为 150 m, 可自由缩放、移动、响应速度快, 可显示卫星图。本系统采用 AJAX 技术叠加显示闪电、风暴中心、雷达图, 实时显示电场仪、温度、风向、风速、闪电定位数据, 实现预警信号闪烁提示。每个预警点可显示雷击概率、预警级别及说明、避险预案、雷达资料、气象要素。系统会自动循环显示 6 个预警点的信息, 每个预警点信息显示时间为 1 min, 当鼠标移至选定预警点时会自动弹出显示窗体。

3.2.3 预警系统特点

自动预警: 基于创建雷电预警判定指标体系,

结合 AJAX 技术, 实现了雷电预警信号生成的量化、网络化、自动化; 多要素、实时服务: 结合电子地图、数据库和 AJAX 技术, 实现了雷达与闪电叠加同步查询服务; 自动报警: 达到预警级别系统自动报警。

本系统是国内首个山岳型景区雷电监测预警系统, 实现了雷电监测预警的百分之百准确率, 大大降低了旅游雷击灾害的发生概率。黄山风景区雷电监测系统自 2010 年试运行以来, 在景区仅出现过一次雷击游客事件。该事件中, 雷电监测预警系统对雷电的出现概率和具体位置做了准确的预警, 游客不听安全管理人员劝阻的情况下, 自行进入了雷击区, 遭雷击受伤。由此可见, 该系统的研发大大降低了雷电灾害发生的概率, 提升了黄

山风景区气象旅游安全。

4 结 论

在分析旅游气象灾害对旅游业的影响基础上,结合黄山风景区旅游气象灾害的特点,构筑了黄山风景区旅游气象灾害防御系统,并以雷电监测系统为例进行详细研究,从而为山岳型景区旅游气象灾害的防治提供科学依据和参考借鉴。综合本文的研究内容,归纳如下:

1) 黄山风景区由于受海拔高度、地形地势影响而形成的山岳气候条件,导致该区旅游气象灾害主要为暴雨与洪涝灾害、雷电灾害、冻雨、大雾以及雪灾、干旱和低温冻害这几种类型,这种旅游气象灾害会破坏旅游资源景观、破坏旅游交通及其他旅游基础设施、严重威胁旅游者人身财产安全,对旅游者的旅游决策起到消极作用,从而影响旅游活动的正常进行。同时也给黄山风景区旅游经济发展带来了一定程度的负面影响。

2) 本文所构建的黄山风景区旅游气象灾害防御系统,主要由旅游气象灾害监测系统,预警系统和防御系统三大部分组成。其中监测系统主要是对黄山风景区的温度、相对湿度、能见度、大气电场、降水量、闪电定位信息等进行监测;预警系统主要由雷电预警、暴雨预警、雪灾预警、山洪预警和干旱及低温预警组成;专业防御系统主要包括山洪及地质灾害专项防御,降雪及道路结冰专项防御,干旱专项气象防御,雷电专项防御系统。

3) 雷电监测预警系统由雷达图像处理系统、预警信号自动生成系统、WEB 预警综合信息显示系统三大体系构成。基于 AJAX 技术,实现了雷达与闪电叠加同步查询服务,首次实现了雷电预警信号生成的定量化、网络化、自动化,突破了国内雷电预警误报率、空报率居高不下的技术难题。

4) 旅游气象灾害防御系统服务对象是游客,

以及旅游设施的保护,因此一个理想的系统除系统不断升级、数据更新外,加强旅客的安全意识教育,做好管理人员与旅游的沟通与配合,减少不必要的人身财产损失是系统实施中重要环节之一。

5) 雷电监测预警系统大大降低了黄山风景区雷电灾害发生的概率,提升了景区气象旅游安全。该系统在其他山岳型旅游景区甚至全国旅游景区的运用推广,还需进一步持续跟踪研究。

参考文献:

- [1] 张雪晨,郑媛媛,姚晨.安徽省突发气象灾害预警信号制作系统[J].气象,2007,33(6):107~111.
- [2] 杨俭波,黄耀丽,徐颂,等. Web Service / Web GIS 在突发性旅游灾害事件应急预警信息系统中的应用[J].人文地理,2006,(4):79~84.
- [3] 杨俭波,黄耀丽,李凡,等.BP 神经网络预警在旅游安全预警信息系统中的应用[J].资源开发与市场,2007,23(2):108~113.
- [4] 刘军林,陈小连.智能旅游灾害预警与灾害救助平台的构建与应用研究[J].经济地理,2011,31(10): 1745~1749.
- [5] 叶正伟,许有鹏,徐金涛.江苏里下和地区洪涝灾害演变趋势与成灾机理分析[J].地理科学,2009,29(6): 880~885.
- [6] 刘引鸽,李团胜,缪启龙.西北干旱灾害影响趋势分析[J].地理与地理信息科学,2004,20(4):88~93.
- [7] 韩颖,岳贤平,催维军.气象灾害应急管理能力评价[J].气象科技,2011,39(2): 242~246.
- [8] 刘彤,闫天池.我国的主要气象灾害及其经济损失[J].自然灾害学报,2011,20(2):90~95.
- [9] 谭丽荣,陈珂,王军,等.近 20 年来沿海地区风暴潮灾害脆弱性评价[J].地理科学,2011,31(9):1111~1117.
- [10] 陈沈良,谷国传,吴桑云.黄河三角洲风暴潮灾害及其防御对策[J].地理与地理信息科学,2007,23(3): 100~105.
- [11] 沈建国.我区气象灾害信息服务系统研究——气象灾害信息概率[J].内蒙古气象, 1996,(6):4~14.
- [12] 马翠平,杨荣芳,刘建文.气象灾害农村预警发布系统[J].气象, 2008,34(9):112~116.
- [13] 杨尚英,胡静.气象灾害对我国旅游业的影响[J].安徽农业科学,2010,38(12):6977~6980.

The Tourism Meteorological Disasters Defense System in Huangshan Scenic Area

—A Case Study of Lighting Monitoring and Early Warning System

WANG Jin-lian¹, HU Shan-feng¹, LIU An-ping², ZHANG Jun-xiang¹

(1.Tourism Department of Huangshan University, Huangshan Anhui, 245021, China; 2.Huangshan
Scenic Area Meteorological Management Agency; Huangshan Anhui, 245800)

Abstract: Because of its sensitivity, vulnerability, tourism is affected by meteorological disasters even more obvious. Currently, academic research on disasters warning information mainly concentrates on tourism disasters or meteorological disasters, but rarely on tourism meteorological disasters and warning system. Because distinguished from tourism disasters and meteorological disasters, tourism meteorological disasters have unique characteristics, therefore, to build tourism meteorological disasters is necessary. Huangshan Scenic Area is a famous tourist scenic spot at home and abroad, which features world natural heritage, cultural heritage and Geological Park. However, affected by the mountain climate, Huangshan Scenic Area is frequently stricken by tourism meteorological disasters, and geological disasters caused by this damaged the tourism resources and facilities, which influenced the tourism activities and even threaten the tourists personal and property safety. Therefore, based on the analysis of the impact of tourism meteorological disasters and combined with the characteristics of tourism meteorological disasters in Huangshan scenic area, this paper constructs tourism meteorological disasters prevention system. The system is mainly composed of tourism meteorological disaster monitoring system, early warning system and professional defense system. Monitoring system is to monitor temperature, relative humidity, visibility, atmospheric electric field, precipitation, lightning location information; Early warning system consists of lightning warning, storm warning, snow warning, flash floods and drought and low temperature warning; Professional defense system includes flash floods and geological disasters special defense, snow and icy roads special defense, droughts meteorological special defense, lightning special defense system. Taking lightning monitoring and early warning system as an example, the paper introduced the ideas of the construction, process of early warning and technology system in detail so as to provide scientific basis and reference for prevention of meteorological disasters in mountain tourism scenic spot.

Key words: Tourism meteorological disaster; prevention system; lightning monitoring; lightning warning; Huangshan Scenic Area