

# 庐山冬季雪景旅游气象景观预报

黄水林<sup>1</sup> 杨晓兰<sup>1</sup> 汪晓滨<sup>2</sup> 张小鹏<sup>1</sup>

(1. 江西省庐山气象局 332900; 2. 中国气象科学研究院人工影响天气研究所,  
中国气象局云雾物理重点开放实验室)

**提 要:** 庐山雪景是庐山的著名气象景观之一。根据庐山气象台 30 年来的降雪观测资料, 从旅游气象服务角度, 介绍庐山雪景的山地天气条件特征, 结合庐山具体山地降雪雪景景观的天气特点及山地气候环境特征, 综合分析了庐山 30 年来降雪后雪景景观维持时间及不同降雪量下的降雪场次及其年分布特征, 并描述了庐山雪景气象景观地域分布特点。

**关键词:** 雪景 旅游气象景观 庐山

## The Forecast of the Snow Scenery for Tour Weather Service at Lushan Mountain

Huang Shuilin<sup>1</sup> Yang Xiaolan<sup>1</sup> Wang Xiaobin<sup>2</sup> Zhang Xiaopeng<sup>1</sup>

(1. Lushan Meteorological Office, Jiangxi Province; 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences)

**Abstract:** The snow scenery of Lushan Mountain is one of the famous meteorological landscapes at Lushan Mountain which is a place of interest in the south of Yangtze River in China. The weather characteristics of Lushan Mountain snow scenery in aspects of esthetics and meteorology are introduced in view of tour weather service. The sustained time of snow scenery, the number of snowing and its annual distribution characteristics at different snowfalls in Lushan Mountain for 30 years are synthetically analyzed. Besides, the geographical distribution characteristics of meteorological landscapes of Lushan Mountain snow scenery is introduced. In support of the modern meteorological operation forecasting system and abundant meteorological information sharing resources on internet, some objective analysis methods on snowfall and meteorological landscapes in Lushan Mountain are summarized by references of numerical forecasting products with high time-efficiency in terms of tour meteorological forecasting characteristics of snow scenery in Lushan Mountain.

**Key Words:** snow scenery tour meteorological landscape Lushan Mountain

## 引 言

降雪是我国高原地区以及长江以北冬季常见的自然现象。降雪对补充地下水、改善土壤墒情、减轻春季沙尘、增加冰川雪盖和水库的淡水资源储备、清洁空气中的污染物质、降低森林火险等级及城市噪音等方面有着诸多好处,但同时也可能会对农牧业生产和交通运输安全带来一些不良影响。在我国青海、西藏、新疆、内蒙古以及东北、华北、华东、华中一带,强降雪过程就经常给农牧业生产及人民生活带来极大危害,甚至严重威胁到农畜及人民生命财产安全<sup>[1-6]</sup>。一些弱降雪过程也会造成城市交通的瘫痪<sup>[7]</sup>。2007年3月3日开始的我国北方地区一次大范围的强降雪过程,就造成了巨大损失。因此,长期以来,在气象服务业务上,有关降雪业务预报主要还是从防灾减灾角度,来进行预测预警及监测分析研究。气象工作人员也多从这方面需求出发,利用各种不同的探测监测手段,包括各种不同类型的精细数值天气预报分析技术,来进行研究和预报总结<sup>[8-12]</sup>。

旅游市场的发展,使得有关旅游气象服务的需求也日趋增长,旅游气候学分析和相应旅游气象景观的业务天气预报工作也相继展开。近些年来不少气象工作者根据旅游项目的需求,结合当地气候背景状况和典型天气过程特点,从旅游景观角度对旅游气象景观天气条件进行了一些预报分析和总结<sup>[13-15]</sup>。

黄山、庐山、玉龙雪山等作为我国著名风景名胜的降雪天气过程,虽然会给这些风景名胜区的树木和交通带来一些危害,但更多地是给人们带来美轮美奂的雪景同时,还增加了这些风景名胜区的冬季淡水来源,对这些地区冬季的森林防火和土壤水分环境的改善,具有很好的环境保护作用。

以庐山为例,庐山自然之美,在冬季一直就有“冬如玉”之说。冬季降雪、雨淞、雾淞等自然天气现象与庐山的秀丽山色结合,会构成奇特瑰丽的自然气象景观。因此庐山冬季的雪景景观,自古就为诸多文人骚客所推崇。冬季赏雪游已成为庐山旅游的一大亮点。因此有关庐山雪景的观光时机选择、庐山雪景维持时段的预报等方面的山地旅游景观气象预报就成为庐山气象工作者经常被要求提供的旅游业务服务信息。

1980年以来,庐山气象台曾根据庐山旅游发展需要,积极开展过日出、云海、雪景等旅游气象信息服务,取得了较好的社会效益。然而由于当时气象观测业务条件的限制,这些旅游景观预报还主要依靠个别预报员的经验进行,主观随意性较大。随着气象现代化水平的整体提升,数值预报技术的进一步发展,计算机技术和通讯传输能力的提高,以及互联网上更为丰富的国内外气象服务产品的共享,使得将以往这些经验预报方法上升到可操作的客观业务预报方法成为可能。2003年6月,庐山气象台专门成立了庐山旅游服务气象信息产品开发研究课题,经过两年的努力,在对局地山地降雪机理和冬季山地气候资料系统整理和分析的基础上,依托我国新时期的气象现代化业务系统,参考国内外具有较高时效性的数值预报产品,总结了有关庐山山地冬季降雪及山地雪景景观维持时间的客观分析方法。本文根据这些分析总结,结合2004年至2005年冬季实际业务预报体会,就庐山雪景气象景观业务预报结果进行了介绍和讨论。

## 1 庐山雪景的基本特征

### 1.1 庐山雪景的美学特征

庐山雪景,一般认为是由于庐山特殊的地理条件而形成的一种我国江南地区特有的

冬季气象景观。庐山地处我国第一大淡水湖鄱阳湖与长江之间,水汽资源丰富,冬季冷暖空气在此交汇,云雾笼罩机会多,由于庐山为长江中下游这块冲积平原中所独自耸立的一座海拔近 1500m 的高山,与周边海拔不足 100m 的环境相比,冬季气温在周围平原地区较暖时也较易处于 0℃ 以下,因而在冬季冷空气活动影响时,常会形成雨淞、雾淞和降雪等多种不同类型的液、固态降水。庐山植被茂密,树木怪石众多,建筑别具风格,这些液、固态降水与庐山自然景色结合,打造的冰雪世界,便组成了独具庐山本地特色的多种形态、立体交叉、混若天成的冰雪山水画。对庐山雪景之美,历代文人吟咏很多,明代王世懋的《庐山雪》就非常具有代表性:“朝日照积雪,庐山白如云。始知灵境杳,不与众山群。树色空中断,泉声半天闻。千崖冰玉里,何处着匡君”,就是我国古代文人对庐山雪景之美的神来之照。

庐山气象台位于庐山北部牯岭地区牯牛背的山顶之上,海拔 1165m,基本代表了庐山各景区的平均高度。其观测历史悠久,1954 年建站,1963 年升格为基本站,除了进行常规的气压、气温、湿度、风向风速、降水和地温等要素观测外,从建站以来就一直开展了雪深和雪压观测,其 50 多年的气候资料为庐山雪景的研究提供了条件。

## 1.2 庐山雪景的气象特征

### 1.2.1 定义

依前所述,庐山雪景气象景观只是一个旅游风景学概念,从我国现行的地面气象观测规范<sup>[16-17]</sup>来看,雪景气象景观目前在气象上还没有严格的学术定义。从人们对这一概念的使用情况来看,应该有广义和狭义两种含义,从广义上说应是指由各种性质的降雪、雨夹雪、冰粒、雨淞、雾淞中的一种或多种天气现象所构成的冰雪气象景观。只要有上述

一种或几种现象出现,并达到一定范围和程度,都可认为有雪景景观。由于上述现象形成的机理并不完全相同,有的是固态降水(如雪、冰粒、雨夹雪),有的属液态降水(如雨淞),而有的则不属降水现象(如雾淞),因此研究并预报它们需要用不同的方法。根据现有观测资料的使用情况,这里暂根据山上实际观测体会,结合地面气象观测积雪的概念,对它进行狭义上的定义:雪景气象景观是指有降雪现象(包括雪、冰粒、雨夹雪等)发生,并达到地面气象观测上的积雪标准(即观测者视野四周二分之一以上范围地面被雪覆盖)而出现的气象景观。这里不包括单纯由雨淞或雾淞组成的景观,但如在一次过程中它们与降雪相继或混合出现,则包括在内。本文后面所涉及的雪景概念,如无特别说明都是根据这一定义来使用的。

### 1.2.2 雪景气象景观年日数及分布

表 1 给出了 1971—2000 年 30 年间庐山平均积雪日数的统计。30 年的统计说明庐山雪景日数全年平均约 30 天,早在 11 月中旬就出现了,晚至第二年 4 月还能见到,最多的是出现在 12 月下旬到来年 2 月底,即从每年的圣诞节前到来年的春节前后这一段时间,平均有 25.7 天,占全年雪景景观日数的 86.24%。所以每年的 12 月下旬至来年的 2 月下旬是来庐山观赏雪景气象景观的最佳时段。其中又以 1 月份雪景景观日数为最高,

表 1 1971—2000 年庐山平均积雪日数表

月份	积雪日数
11	0.7
12	4.6
1	11.6
2	9.5
3	3.1
4	0.3
全年	29.8

占全年雪景日数的 38.92%,为 12 月下旬至

来年 2 月总雪景景观日数的 45.14%。

### 1.2.3 降雪场次

表 2 给出了 1981—2005 年期间庐山降雪次数。由表中 A\* 的次数可知,出现雪景的场次平均每年为 3~4 次,多的为 6~7 次,如 2005 年就达 7 次。少的只有一次,如 1982 年、1987 年、1999 年。由 B\* 的次数可知,超过 10cm 以上的大雪,平均一年为一场,多的如 2005 年有 3 场,在这 25 年中其中有 7 年没有下大雪,占近三分之一。最大的一次降雪是 1998 年 1 月下旬的一次特大暴雪过程,降雪深度平均达 66cm,个别地段达 1m 以上,雪景景观维持时间达 27 天之久,其次是 1984 年 1 月下旬的大雪,雪景景观维持时间为 24 天。

表 2 1981—2005 年庐山降雪次数表

年份	A*	B*	年份	A*	B*
1981	2		1994	2	1
1982	1	1	1995	2	1
1983	2	1	1996	4	
1984	2	2	1997	5	1
1985	6	3	1998	3	1
1986	4	1	1999	1	1
1987	1		2000	6	
1988	7	2	2001	2	1
1989	3	2	2002	2	
1990	3	1	2003	4	
1991	3	1	2004	2	2
1992	7		2005	7	3
1993	4	1	平均	3.4	0.9

注:A\* 为有降雪并形成积雪的次数,前次积雪未化完又形成积雪的算一次;B\* 为大雪次数即一次降雪过程最大雪深在 10cm 以上的次数。

### 1.2.4 雪景气象景观的维持时间

雪景气象景观维持时间这里是指一次降雪过程形成积雪后能够连续维持的天数,包括前一次未化完又形成新的积雪亦算一次维持过程。分析认为,庐山雪景的维持时间主要由降雪的大小和雪后的回温快慢而决定,雪深在 10cm 以下的小降雪过程维持时间较短,一般在 3~5 天左右。因此在此主要分析雪深在 10cm 以上的大雪过程。表 3 是

1981—2005 年期间庐山大雪过程积雪维持日数的统计。

表 3 1981—2005 年庐山大雪过程积雪维持日数统计表

时间	S/cm	a*	b*	时间	S/cm	a*	b*
19820206	14	13	12	19911226	29	13	20
19830111	18	16	17	19931216	10	06	07
19840119	33	24	33	19940118	23	09	08
19841217	12	14	15	19950103	18	06	05
19850106	12	06	09	19970207	13	09	10
19850218	26	11	12	19980123	66	27	25
19850309	10	09	11	19990114	10	06	08
19860131	25	09	11	20011221	11	05	07
19880216	20	07	06	20040118	10	13	13
19880303	16	06	09	20040202	10	03	08
19890113	26	14	16	20050210	14	05	05
19891223	10	09	07	20050312	15	04	03
19900224	11	10	12	平均		10	

注:S 为一次降雪过程的最大积雪深度;a\* 为积雪维持日数,b\* 为大雪过后日最低气温连续维持在 0℃ 以下的日数。

统计表明,一场大雪平均可维持 10 天左右的时间,但不同季节有一定差异,12—1 月份正处一年之中最寒冷时期,气温回升慢,有时一场大雪之后雪景气象景观可维持 20 多天,如上文所述 1984 年 1 月下旬维持 24 天,1998 年 1 月维持达 27 天之久。相反,来年 2 月立春后由于温度上升,有时一次大雪过程过后雪景气象景观也只能维持 2~3 天,如 2005 年 3 月 12 日大雪过程降雪达 15cm,但雪景气象景观只维持 4 天即基本消融。

由表 3 可知,雪景气象景观的维持时间主要由降雪后的回温快慢决定,升温速度快则维持时间短,升温速度慢则维持时间长。除少数降雪过程外,雪景气象景观的维持时间基本与雪后日最低气温连续维持在 0℃ 以下的日数基本相当,误差基本在 2 天以内,这为雪景气象景观的维持时间预报提供了很好的预报因子。

### 1.2.5 庐山雪景的地域分布

庐山雪景气象景观基本上以海拔 800m 为分界线,根据对流层温度垂直递减率 0.65℃/hm,海拔 800m,气温可递减 5.2℃,

因此在庐山周边地面日最高温度为  $5^{\circ}\text{C}$  左右时,庐山海拔 800m 以上高度日最高温度就有可能处于  $0^{\circ}\text{C}$  以下,因此冬季在庐山局地降雪过程中经常会有海拔 800m 以上雪花满天,海拔 800m 以下山地则可能只有一些零星小雪。

另外庐山各处的雪景气象景观特点也随着其地理位置、周边山色及朝向情况有着一些差异。含鄱口的雪景景观秀丽端庄,这是因为含鄱口面对鄱阳湖,依山朝水,日照时间又比较长,常绿树木高大俊秀,因此冬季里时常雪淞间透出盈盈绿意,琼花里可见晶莹玉枝;五老峰的雪淞,因为地势高险,海拔接近 1400m,冬季从长江以北压过来的冷空气翻过大月山后会经此地下沉,与来自鄱阳湖的暖湿气流在此交汇,因此冬季这儿的雪淞常是铺天盖地,经月不融,从地上到树上,从树上到石上,全是一片冰挂的世界;而牯岭、小天池一带由于山势奇特,人文景观内容丰富,海拔高度在 1100m 左右,因此冬季雪淞则尤为壮观,气派而精美。

## 2 典型庐山雪景的天气背景分析

雪景气象景观的形成要有一定的天气背景,并且单站要素尤其是温、压结构上有一定型式与之相对应,并表现为不同的维持时间。分析认为,形成雪景气象景观的天气形势及单站温压曲线型式主要有 3 种。

### 2.1 低槽冷锋型

2005 年 3 月 9—12 日低槽冷锋型典型降雪过程单站温压结构图如图 1 所示。这种型式占庐山所有冬季降雪过程的 80%。图中  $p$  为海平面气压的日平均值, $T$  为单站日平均气温,从图 1 可见,降雪日庐山气象站的气压表现为与气温呈反向变化,及随着气压下降,山上气温逐渐下降,随着山上气压的上

升,伴随着一定的滞后,山上气温也逐渐上升。

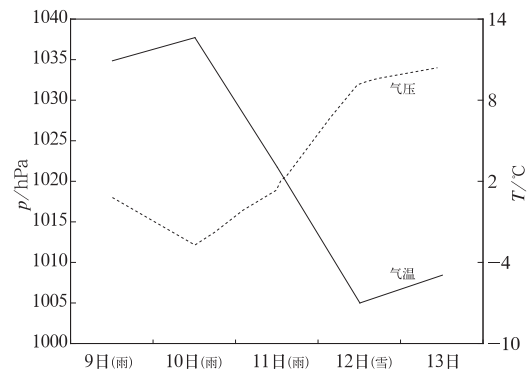


图 1 2005 年 3 月 9—12 日低槽冷锋型典型降雪过程单站温压结构图

图 2 是影响庐山降雪的低槽冷锋型的天气形势,这种冬季降雪天气是后倾槽结构,地面冷空气先移过本地使温度降至  $0^{\circ}\text{C}$  以下,然后低槽移近时所带来的降水过程经过庐山形成庐山局地的降雪过程。

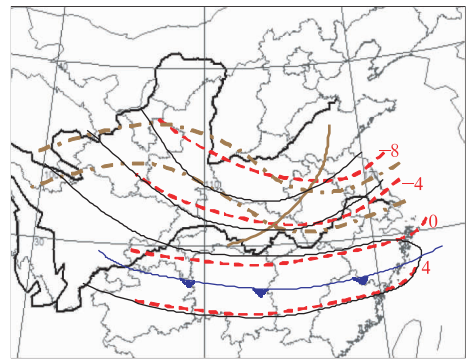


图 2 低槽冷锋型的天气系统配置结构及其动态图

细实线和粗实线分别表示地面等压线及锋面,点划线及其上粗线分别为 500hPa 等高线和低槽,虚线为 850hPa 等温线

### 2.2 切变静止锋型

图 3 为 1999 年 3 月 7—12 日切变静止锋型典型降雪过程单站温压结构图。这种型式占庐山所有冬季降雪过程的 15% 左右。温度气压呈波动型,即随着单站日平均气温

在 0℃ 上下波动,气压变化也较小。

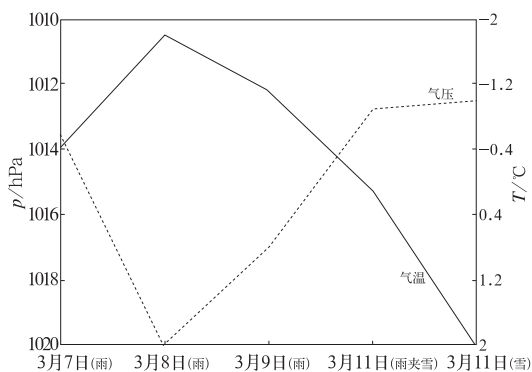


图 3 1999 年 3 月 7—12 日切变静止锋型典型降雪过程单站温压结构图

图 4 是冬季影响庐山降雪的天气形势,切变静止锋型的天气系统配置结构及其动态图,地面在长江流域有静止锋,中层有切变线维持,850hPa 左右的温度在 0℃ 上下波动,庐山局地往往会形成雨淞雾淞,后期随着北方有冷空气补充进入,切变和静止锋南压时气温下降,降雨转为降雪。

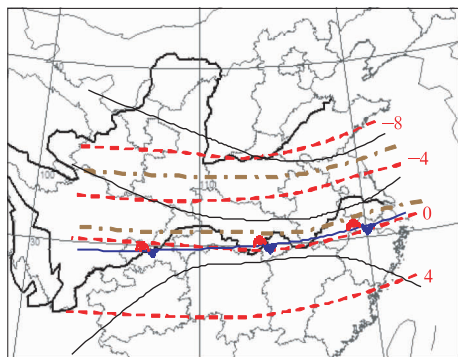


图 4 切变静止锋型的天气系统配置结构及其动态图

细实线和粗实线分别表示地面等压线及切变静止锋面,点划线为 500hPa 等高线,虚线为 850hPa 等温线

### 2.3 倒槽发展型

图 5 为冬季影响庐山降雪的 2005 年 2 月 1—5 日一次倒槽发展型典型降雪过程的单站温压结构图。这种天气形势占庐山所有

冬季降雪过程的 5%。从图 5 可见,这类降雪过程在庐山气象站表现为升温降压,即随着单站日平均气温的上升,海平面气压的日平均值对应下降。

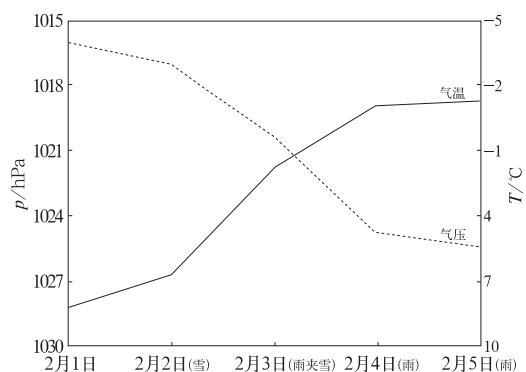


图 5 2005 年 2 月 1—5 日倒槽发展型典型降雪过程的单站温压结构图

图 6 是影响庐山冬季降雪倒槽发展型的天气系统配置结构及其动态图。先是地面冷空气南下影响本地,使山上气温降至 0℃ 以下,然后西南暖湿气流突然加强,造成地面倒槽猛烈发展,冷暖空气交汇形成庐山局地降雪。这时如果暖空气继续加强,温度迅速上升,庐山局地降雪过程就容易转变为降雨过

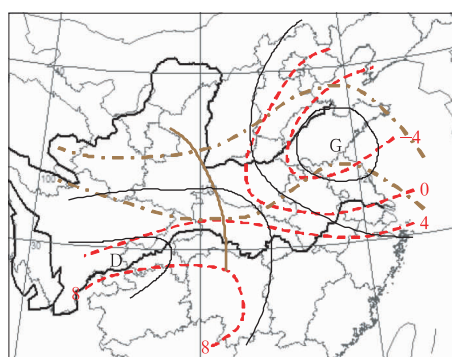


图 6 倒槽发展型的天气系统配置结构及其动态图

细实线表示地面等压线,点划线及其上粗线分别为 500hPa 等高线和低槽,虚线为 850hPa 等温线

程,庐山雪景气象景观维持时间就会较短,有时不到一天就会消失。

### 3 结论和讨论

(1) 旅游气象景观预报需要依靠及时的现代化气象信息系统,结合本地天气预报服务流程,有针对性的设计,并在实际业务中总结提高。

(2) 从近 30 年的降雪观测资料来看,庐山冬季雪景旅游气象景观最佳观赏时段为每年的圣诞节前至来年春节左右,但具体雪景景观的出现,需结合 3 种天气类型及庐山单站温度气压场特征来分析推测。

(3) 庐山雪景景观的维持时间不仅与降雪强度、积雪深度及所处地域有关,更重要受降雪过后庐山气温的回升速度影响。

(4) 为了进一步提高对庐山山体整体冬季温度场的分布特征认识,在条件许可时,建议通过开展庐山重要雪景景点温度场的加强观测,以及使用车载探空仪或江西省气科所的无人驾驶气象探测小飞机<sup>[18]</sup>,给出庐山冬季降雪过程中及其后续雪景维持时段庐山重点地区温度场、湿度场及风场特征,提高对庐山降雪及雪景景观维持的预报准确性。

**致谢:**本文得到了庐山气象局蔡光炉同志和中央气象台乔林同志的指导和帮助,特致以诚挚的感谢。

### 参考文献

- [1] 何晓红,马艳鲜. 拉萨降雪年际变化特征分析[J]. 西藏科技, 2005-. 10.: 52-54.
- [2] 邹进上,曹彩珠. 影响青藏高原降雪的若干因子研究[J]. 水科学进展, 1991,2(1): 42-49.
- [3] 乌兰.“040117”呼和浩特及周边地区强降雪的诊断分析[J]. 内蒙古气象, 2004 (4): 19-20.
- [4] 仪清菊,刘延英. 北京 1980—1994 年降雪的天气气候分析[J]. 应用气象学报, 1999,10(2): 249-254.
- [5] 马林,李锡福. 青藏高原东部牧区冬季雪灾天气的形成及其预报[J]. 高原气象, 2001 20(3): 325-331.
- [6] 梁卫芳,刘珍芳,江敦双,等. 青岛一次中到大雪过程的综合分析[J]. 气象, 2006 32(1): 89-94.
- [7] 赵思雄,孙建华. 北京“12·7”降雪过程的分析研究[J]. 气候与环境研究, 2002 7(1): 7-21.
- [8] 王文,程麟生.“95.1”大雪的对称不稳定数值诊断分析[J]. 气象, 2000 26(7): 9-11,19.
- [9] 陈德群,胡洛林. 江苏省暴雪预报系统[J]. 气象, 1994 20(11): 29-31.
- [10] 徐中华,张修平. 胶东半岛的层积云降雪[J]. 气象, 1990 16(10): 45-46.
- [11] 郑丽娜,石少英,侯淑梅. 渤海的特殊地形对冬季冷流降雪的贡献[J]. 气象, 2003,29(1): 49-52.
- [12] 李加洛,达成荣,刘海明,等. 青海东部一次强暴雪天气的 Q 矢量诊断分析[J]. 气象, 2003, 29(1): 49-52.
- [13] 吴章文,吴天松. 旅游气象气候研究进展[J]. 中南林学院学报 1998, 18(2): 67-72.
- [14] 杨尚英. 中国名山旅游气候资源及气象景观评价[J]. 国土与自然资源研究, 2006 (2): 65-66.
- [15] 吴有训,王进宝,王克勤,等. 黄山雪、雨淞和雾淞的气候特征[J]. 气象, 1999 25(2): 48-52.
- [16] 中国气象局. 地面气象观测数据文件和记录簿表格式[M],北京:气象出版社,2005,10.
- [17] 中国气象局. 地面气象观测规范[M],北京:气象出版社,2003:
- [18] 马舒庆. 微型无人驾驶飞机探空初步试验研究[J]. 南京气象学院学报 1997, 20(2):171-177.