

刘健,周建山,郭军,等.湖北恩施山区雾的气候特征与成因分析[J].暴雨灾害,2010,29(4):370-376

# 湖北恩施山区雾的气候特征与成因分析

刘 健,周建山,郭 军,刘明浩

(湖北省恩施土家族苗族自治州气象局,恩施 445000)

**摘 要:**利用 1971—2007 年恩施州不同海拔高度的各山区测站地面气象观测资料和 1980—2007 年恩施探空站资料,统计分析恩施山区雾的时空分布特征及不同类型雾的相关要素分布。结果表明:1)恩施山区雾存在很强的局地性,主要由海拔高度和地形地势不同所造成。总体呈西多东少的分布态势,多雾中心区域呈 NNE-SSW 向带状分布。2)雾随时间的分布因地形条件不同而形态各异,年际变化较大。1—12 月低山地区呈单谷型、次高山地区(介于高山和低山之间)基本呈线性增长、河谷地区为双峰型分布;而地形相同、海拔高度接近的,其分布规律有比较显著的一致性。3)恩施山区年均雾日 11.8~63.7 次,呈西多东少分布状态,有两个多雾中心区域。4)由海拔高度变化所引起的分布差异主要体现在冬、夏两个季节,冬季雾日随海拔高度的升高而减少,夏季雾日随海拔高度的升高而明显增多。5)雾的浓淡程度随海拔高度的不同也有较明显的差别,海拔较高的地区较之低海拔地区明显偏强。6)恩施山区雾主要有三种类型,辐射雾(77%)、平流雾(16%)、锋面雾(7%)。7)不同类型雾的边界层温湿状况、风的水平垂直分布存在明显差别。

**关键词:**山区雾;地形条件;时空分布

中图分类号:P468.0 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2010)04-0370-07

## 1 引言

恩施州(29°07'—31°24'N, 108°23'—110°38'E)位于湖北省西南部,以山地为主,海拔高度悬殊、地形地貌复杂,为全国雾的高发区之一。雾是山区常见的灾害性天气,雾发生时能见度低,对交通安全危害大。由于上海—成都—拉萨高速公路横贯其境内,而恩施州属西部干线的主要山区路段,随着当地经济的快速发展,地方政府和社会公众对雾的预报服务需求越来越高。实际预报业务中,由于雾的局地性强、时空分布差异大,其预报依然存在较大难度,而山区雾的预报难度更大。

对于我国雾的气候特征及成因,已有不少气象工作者进行过较为深入的研究,如李才媛等<sup>[1]</sup>分析认为武汉市冬季大雾出现频率最高,春、秋季大雾频率次之,大雾持续时间明显延长;陈传雷等<sup>[2]</sup>分析了近 53 年辽宁雾的时空分布及成因;童尧青等<sup>[3]</sup>统计分析了南京地区雾的气候特征;陈连友等<sup>[4]</sup>统计分析秦皇岛内陆、沿海地区雾天气时空分布特征,郭刚等<sup>[5]</sup>分析了区域性大雾天气的气候统计特征,统计出易产生大雾天气的地面和高空形势场及出现频率,并从大雾产生的条件和形成机制入手,提出判别大雾出现的预报指标,洪国平等<sup>[6]</sup>分析了武汉、荆州、宜昌三城市大雾分布特征,采用模式输出统计结合天气学方法,建立了三城市大雾天气预报方法和模型。上述关于雾的天气

气候研究,均是对单一测站或一定区域内雾的水平分布规律的研究,但对于山区雾的分布规律研究尚不多见。本文利用恩施州 8 个国家气象站资料,对该区雾的气候特征及成因进行分析,以期雾的预报提供参考依据。

## 2 资料说明与区域分类

### 2.1 资料说明

《地面气象观测规范》(2004 年以前版本)中雾的定义为:大量微小水滴浮游空中,常呈乳白色,使水平能见度小于 1.0 km。根据能见度(V)雾分为三个等级,当  $0.5 \text{ km} \leq V < 1.0 \text{ km}$  时,为雾;当  $0.1 \text{ km} \leq V < 0.5 \text{ km}$  时,为大雾;当  $V < 0.1 \text{ km}$  时,为浓雾。文中以此为依据进行定义和分级。

所用资料为恩施州 8 个国家气象站 1971—2007 年地面观测记录,高山气象站(绿葱坡)1971—1997 年地面观测记录,恩施 1980—2007 年探空站资料。由于最小能见度观测自 2004 年开始,资料年代太短,故本文选用 1980—2007 年 02、08、14、20 时四次能见度定时观测值中的最小值作为分析依据。

### 2.2 区域分类

表 1 是根据 9 个测站雾资料进行相关分析后得到的各站雾日下相关系数及各站相关距离统计值。

由表 1 可以看出,除高山站绿葱坡外,其余各测站之间雾日均为正相关。相关程度整体上较为松散,说

收稿日期:2010-07-01;定稿日期:2010-10-22

作者简介:刘 健,男,1959 年生,高级工程师,主要从事天气预报工作。E-mail:liujian0224@yahoo.com.cn

表 1 恩施州各地年雾日相关系数(非阴影部分)和距离系数(阴影部分)表

站名	站名/海拔高度								
	恩施/ 457.2 m	来凤/ 459.5 m	宣恩/ 532.5 m	建始/ 609.2 m	咸丰/ 776.9 m	利川/ 1 074.1 m	绿葱坡/ 1 819.3 m	鹤峰/ 539.8 m	巴东/ 334 m
恩施	1.0000	1.0525	1.0619	1.0194	1.1665	1.2071	1.8018	1.4494	1.4565
来凤	0.4954	1.0000	1.0236	1.0924	1.0076	1.1387	1.8469	1.4901	1.4884
宣恩	0.4872	0.5203	1.0000	1.1436	1.1205	1.2108	1.8708	1.4991	1.5570
建始	0.5239	0.4604	0.4143	1.0000	1.1877	1.1983	1.7744	1.4642	1.4358
咸丰	0.3934	0.5339	0.4353	0.3738	1.0000	1.0181	1.8627	1.5677	1.5144
利川	0.3557	0.4188	0.3522	0.3640	0.5249	1.0000	1.8220	1.5593	1.4840
绿葱坡	-0.2289	-0.2726	-0.2955	-0.2022	-0.2878	-0.2486	1.0000	1.4983	1.4799
鹤峰	0.1211	0.0806	0.0717	0.1064	0.0031	0.0115	0.0725	1.0000	1.4253
巴东	0.1141	0.0823	0.0138	0.1346	0.0563	0.0867	0.0908	0.1450	1.0000

明山区雾存在很强的局地性。相对较好的相关区域有两个,一个是恩施、宣恩、建始、来凤和咸丰,另一个为利川和咸丰,其余各站的距离系数明显偏大,距离偏远,而绿葱坡与大部分站雾日为反相关关系。分析其原因主要有两点:一是由海拔高差引起的差异;二是地形地势不同所引起的。据此两点,大致可以得到恩施山区雾区域的类别归属:

以海拔高度分类:低山类(400~800 m)代表站有恩施(457.2 m)、建始(609.2 m)、宣恩(532.5 m)、来凤(459.5 m);次高山类(800~1 200 m)代表站有利川(1 074.1 m)、咸丰(776.9 m)(咸丰站虽海拔高度不足 800 m,但在后续分析中呈现明显的次高山特点,故归为此类);高山类( $\geq 1\ 200$  m)代表站有绿葱坡(1 819.3 m)。

以地形、地势和地貌分类:倒“V”字型谷地,其代表站有恩施、建始、宣恩、来凤、咸丰;长江河谷类,代表站为巴东。

由于境内的测站布局及资料年代的局限,考虑次

高山以下地区(拔海高度 $< 1\ 200$  m)覆盖了区域总面积的 60%左右,且资料连续完整;高山地区测站资料仅有绿葱坡截止 1997 年资料,而无后续资料;故本文侧重分析次高山以下地区特征。

### 3 雾的气候统计特征

#### 3.1 时间分布及差异

恩施山区由于海拔高度和地形条件不同,雾随时间分布存在明显差异,但同类测站分布规律较一致。

##### 3.1.1 年际变化

从 1971—2007 年恩施低山、次高山以及长江河谷雾的年际变化曲线(图 1)可以看出,恩施山区雾日的年际变化较大,雾日最多的年份和最少的年份相差 43~57 d。低山、次高山地区 70 年代至 80 年代末处于雾日频发期,90 年代初至 2007 年则明显偏少,整体上呈持续减少趋势。而长江河谷地区 70 年代至 20 世纪初则呈持续增加态势。

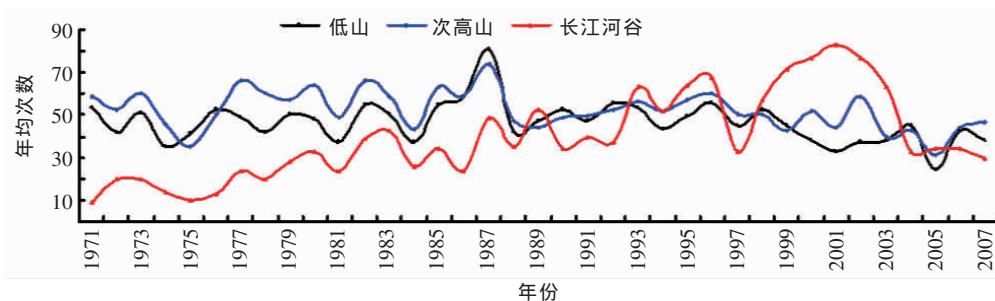


图 1 恩施州低山、次高山及长江河谷雾的年际变化曲线图

##### 3.1.2 季节变化特征

将各地四季平均雾日排序得到图 2:由图可见,低山地区冬季最多,夏季最少;次高山地区以秋季最多,春季最少;高山各季节分布差别不大;长江河谷类夏季最多,冬季最少。

通过各测站雾日的对比分析表明:由拔海高度所引起的分布差异主要体现在冬、夏两个季节,冬季次

高山及以下地区雾日随海拔高度的升高而减少,冬季平均雾日低山较次高山偏多 44.3%;夏季雾日随海拔高度的升高而明显增多,低山较次高山雾日频率明显偏小,季平均差异高达 75.8%。春秋季和其余类型区域的雾日分布差异相对较小。

##### 3.1.3 月、旬变化特点

低山地区(四站平均)出现雾的峰值月份是 12

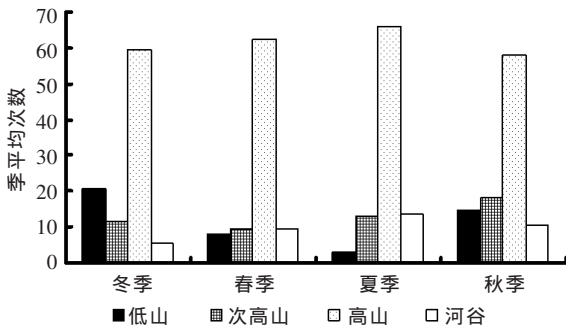


图 2 恩施州低山、次高山、高山、河谷四季平均雾日对比图

月,最少月份出现在 8 月。次高山地区(二站平均)峰值较低山峰值月份提前一个月,1—12 月基本呈线性增长(图 3)。

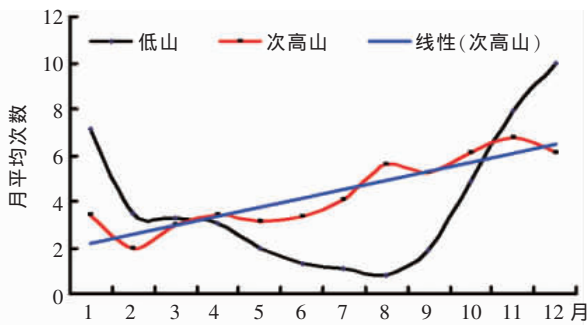


图 3 低山、次高山雾逐月分布图

11 月至次年 3 月低山地区雾发生频率明显高于次高山地区,且 12 月至 1 月差异最为明显;4—10 月低山区雾发生频率低于次高山地区,且 7—9 月差异最大。7 月为高山地区雾发生的峰值月份(平均 24.9 次),其余月份基本为 18.7~22.5 次。长江河谷类基本成双峰形(5—7 月为 4.6~5.8 次、11—12 月为 4.0~4.1 次)。

由各类测站旬平均雾日分布图(图 4a—c)可见:同地形类、海拔高度较接近的地域,分布形态有着非常明显的一致性;而海拔高度差异较大、且地形地貌明显不同的,其逐旬(1—12 月)分布有很大区别:低山分布形态为单谷形;次高山基本呈线性增长;河谷为双峰型。

分析表明:多雾时段次高山以下地区基本相同,但多雾期低山较次高山相对偏长,少雾期低山较次高山相对偏短;河谷地带的多雾与少雾随时间的分布形态则基本相反。

### 3.1.4 日变化特征

以恩施单站资料为例来分析雾的日变化特征。

(1)开始时间:雾在下半夜到清晨日出前形成(00—08 时)的最多,占总数的 78.7%;最易生成大雾的时间在 04—08 时,占总数的 48.0%;00—04 时次之,占总数的 30.7%。

(2)消散时段:雾消散时间一般在日出后至正午前,其中 08—10 时占总次数的 33.9%;10—12 时次之占总次数的 28.0%。

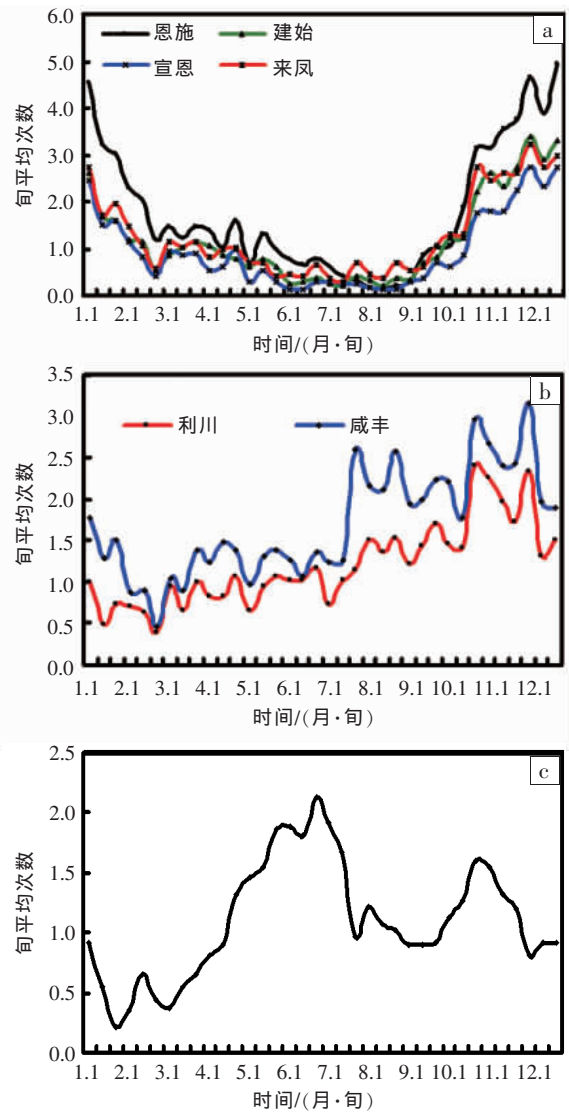


图 4 各类测站雾日旬平均分布图(a:低山;b:次高山;c:河谷)

(3)持续时间:恩施以出现 0~4 h 的短雾为主(占总次数的 47.1%);4~10 h 中长雾次之(占总次数的 37.8%);10 h 以上的长雾,仅占总次数的 16.4%;历史上共出现 32 次 24 h 以上的连续性超长雾(占总次数的 1.4%),其中最长时间达 170 h。

### 3.1.5 强度变化特征

就雾的空间分布而言,低山大雾发生频率(四站平均)最高;雾次之;浓雾最低,且相对差别最大。次高山浓雾发生频率(二站平均)最高;大雾次之;雾最低。多雾中心(咸丰、恩施)浓雾发生频率较其它地区明显偏高。雾日越多的地区,浓雾的发生频率越高(表 2)。

表 2 恩施山区雾分级频率统计表(单位:%)

雾类型	低山地区				次高山地区		河谷地区
	恩施	建始	宣恩	来凤	利川	咸丰	巴东
浓雾	31	17	6	28	44	53	3
大雾	31	60	64	47	44	38	56
雾	38	23	31	25	12	10	41

不同季节雾的浓度有较明显的差别(图 5),次高山地区雾的强度明显较高山地区偏弱。低山浓雾主要出现在冬季,占冬季雾的 33%;秋季次之,约占秋季雾 15%;春季浓雾出现频率明显偏低,仅占春季雾的 9%;

夏季基本不出现浓雾,仅占 1%。次高山地区一年四季均会出现浓雾,其中出现最多的在秋季,占秋季雾出现次数 62%左右;春季次之,约占 46%,夏季占 23%,秋季占 5%。

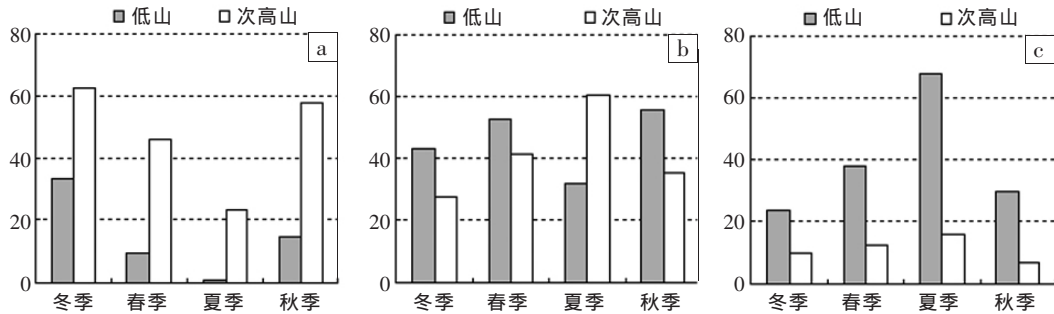


图 5 恩施山区不同季节雾的浓度差别(a: 浓雾;b: 大雾;c: 雾)

### 3.2 空间分布

对恩施州 8 个代表站 1971—2007 年观测记录进行统计分析表明:恩施州年均雾日 11.8~63.7 次,雾日频率 3.2%~17.5%。其分布呈西多东少状态,有两个多雾中心区域(咸丰、恩施),多雾中心区域呈 NNE—SSW 向带状分布,且以此区域为中心向四周发散。雾日最多的在州中部的恩施,年均 63.7 次,州东南部的鹤峰最少,年均 11.8 次(图 6)。高山站(绿葱坡)年平均雾日次数高达 245.4 次,年雾日频率 67.2%。

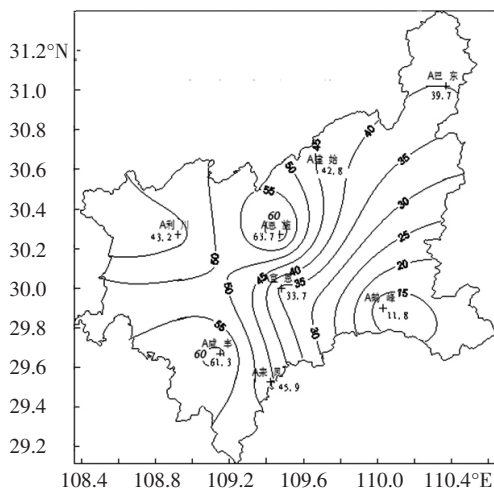


图 6 恩施州年平均雾日分布图(单位:次)

## 4 形成机理分析

### 4.1 山区地形地貌对雾形成的有利条件及其影响

有资料表明山区雾发生频率明显高于平原、丘陵地区(见《鄂西南天气气候背景手册》,2009 年)。例如恩

施市(山区站)与宜昌市(平原站)年均雾日对比(二者属同纬度地区),前者的年均雾日 63.7 次、后者为 21.9 次,二者差异高达 65.6%,因此地形地貌的影响在雾的形成过程中起到至关重要的作用。

### 4.2 地面要素及层结特征

以下以恩施为代表站统计说明。利用 1980—2007 年地面资料和恩施探空资料,对环流的统计分析表明,恩施山区主要有辐射雾、平流雾和锋面雾三种类型,其中辐射雾占 77%,平流雾占 16%,锋面雾 7%。雾的分布与边界层温湿状况、风的水平垂直分布有关。由于锋面雾具备一定的平流性质,故在以下分析中将锋面雾归并到平流雾类分析。

#### 4.2.1 气温特征

温度差的变化在一定程度上反映了地面辐射冷却程度,对雾的发生和维持具有重要的作用。一些研究利用前一日 20 时与当日 08 时的气温差值来分析地面夜间辐射降温情况,但由于其时段限制,对辐射降温的表述还不能达到令人满意的效果,利用气温日较差来表述地面辐射冷却程度(见表 3),结果表明其对辐射雾的概括率更高。

从表 3 可见,恩施辐射雾出现时,夜间降温在 4℃以上的占辐射雾出现总次数的 70%左右;而绝大部分的辐射雾出现在气温日较差较大的情况下,75%左右的辐射雾出现时日较差在 10℃以上,98%左右的辐射雾出现时日较差在 8℃以上。

#### 4.2.2 水汽特征

形成雾的水汽条件一般有两个:一是近地层的水

表 3 恩施辐射雾温度差统计表

	夜间降温/℃							气温日较差/℃					
	≥8.0	7.0~7.9	6.0~6.9	5.0~5.9	4.0~4.9	3.0~3.9	<3.0	9.0~9.9	8.0~8.9	7.0~7.9	6.0~6.9	5.0~5.9	<5.0
辐射雾次数	73	129	245	325	288	181	277	196	154	13	6	5	0
占辐射雾比例/%	4.8%	8.5%	16.1%	21.4%	19.0%	11.9%	18.3%	12.9%	10.1%	0.9%	0.4%	0%	0%

汽充足,二是空气中的水汽要能够达到饱和。以相对湿度表征地面水汽含量和饱和状态(表 4);以 850 hPa 和 700 hPa 的温度露点差表示空中水汽的饱和程度(表 5)。

表 4 恩施雾日相对湿度统计表(单位:次数)

类别	时段	相对湿度/%									合计
		≥95	90~95	85~90	80~85	75~80	70~75	65~70	60~65	<60	
辐射雾	20—08 时平均	74	284	415	221	66	11	3	1	0	1 075
	02—08 时平均	849	215	10	1	0	0	0	0	0	1 075
	08—14 时平均	7	37	83	196	354	290	99	8	1	1 075
	14—20 时平均	1	4	26	51	116	149	199	218	311	1 075
平流雾	20—08 时平均	168	152	78	27	7	1	0	0	0	433
	02—08 时平均	296	121	16	0	0	0	0	0	0	433
	08—14 时平均	147	142	97	35	9	2	1	0	0	433
	14—20 时平均	101	128	79	59	38	14	9	4	1	433

表 5 恩施雾日 850 hPa 与 700 hPa 温度露点差统计表(单位:次数)

类别	时次(高度)	$T-T_d/^\circ\text{C}$											合计
		0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	≥10	
辐射雾	08 时(850 hPa)	27	144	169	141	104	52	68	31	30	28	30	824
	08 时(700 hPa)	34	110	67	50	39	23	26	38	29	38	367	821
	20 时(850 hPa)	2	4	13	98	0	45	101	113	115	81	254	826
	20 时(700 hPa)	40	83	80	138	0	34	37	27	31	40	307	817
平流雾	08 时(850 hPa)	86	135	52	30	4	4	4	3	1	1	2	322
	08 时(700 hPa)	89	106	43	13	12	2	4	2	2	4	43	320
	20 时(850 hPa)	66	116	68	34	13	7	11	2	4	3	3	327
	20 时(700 hPa)	58	90	57	22	15	4	6	9	7	11	50	329

前面的分析指出,辐射雾出现的最有利时段在 02—08 时,表 4 的统计数据表明,辐射雾出现时 02—08 时平均相对湿度在 90%以上,占辐射雾出现总次数的 99%。平流雾的出现没有相对固定的时段,一天中的任意时段都有可能出现平流雾,统计说明平流雾出现时的日平均相对湿度在 85%以上,占平流雾出现总次数的 88%。

1980—2007 年恩施探空站资料统计分析表明:辐射雾出现时,08 时 850 hPa 的温度露点差明显偏小,其中 71%的雾日 08 时  $T-T_d < 5^\circ\text{C}$ ,而在 700 hPa 及以上层次的  $T-T_d$  没有明显的表现。平流雾出现时,850

hPa 和 700 hPa 的温度露点差均明显偏小,其中 69%~94%的平流雾日 08 时和 20 时的  $T-T_d < 4^\circ\text{C}$ 。由此可以看出,平流雾较辐射雾所需的湿层厚度要大,水汽条件更要充足。

4.2.3 层结特征

雾天是大气层结稳定程度的一个特征表现,当近地面层结比较稳定或有逆温层存在时,易形成雾。通过分别统计 1980—2007 年辐射雾和平流雾日 08 时地面气温与 850 hPa 的温度差得到如下结论:辐射雾对层结条件稳定程度要求相对较高,辐射雾出现时地面气温与 850 hPa 的温度差一般不大于  $4^\circ\text{C}$ ,约占统

表 6 雾日 850 与 700 hPa 风向统计表(单位:次数)

类型	时次(高度)	风向/ $^\circ$							
		0~45	45~90	90~135	135~180	180~225	225~270	270~315	315~360
辐射雾	08 时(850 hPa)	108	130	54	90	187	108	58	75
	08 时(700 hPa)	51	55	35	48	150	225	126	109
	20 时(850 hPa)	51	67	56	123	383	61	41	39
	20 时(700 hPa)	61	37	41	46	172	213	112	121
平流雾	08 时(850 hPa)	47	89	40	43	55	18	11	15
	08 时(700 hPa)	6	3	3	9	72	155	51	18
	20 时(850 hPa)	45	96	33	43	65	17	11	13
	20 时(700 hPa)	9	7	3	5	63	144	60	28

计次数的95%,半数情况下会出现逆温现象,约占统计总次数的51%;平流雾出现时并不要求气层十分的稳定,出现逆温次数仅占统计总次数的4%,绝大多数温度差不大于8℃,约占统计次数的93%。

#### 4.2.4 风特征

雾的形成需要一定的动量传输或一定的平流条件,为此,利用850 hPa和700 hPa风表示高空风的平

流输送(表6),利用低层风表示地面动量传输条件(表7)。

由表6可以看出:就高空风而言,700 hPa风场有较明显的指示意义,辐射雾日700 hPa上08时和20时以偏南和偏西风为主(即180°~360°),风向频率为76%~77%;而平流雾日700 hPa上08时和20时则表现为明显的暖平流输送(即180°~315°),风向频率为84%~88%,其中西南暖湿气流的风向频率为65%~72%。

表7 雾日850与700 hPa风速统计表(单位:次数)

类型	时次(高度)	风速/(m·s <sup>-1</sup> )							
		0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~14	≥14
辐射雾	08时(850 hPa)	141	392	206	54	15	6	2	0
	08时(700 hPa)	26	136	181	177	117	70	50	47
	20时(850 hPa)	107	336	248	94	29	7	0	0
	20时(700 hPa)	24	116	157	163	125	85	70	63
平流雾	08时(850 hPa)	53	147	73	28	14	2	1	0
	08时(700 hPa)	3	36	44	68	43	41	35	47
	20时(850 hPa)	58	142	82	30	8	2	1	0
	20时(700 hPa)	6	25	48	39	75	41	40	45

由表7可以看出:各类雾发生时,低层(850 hPa)各时次大都表现为微扰动(见表中带阴影数据),即850 hPa风速小于6 m·s<sup>-1</sup>,约占统计次数的84%~91%,其中2~6 m·s<sup>-1</sup>日数占69%~73%。

## 5 结论与讨论

(1)雾存在很强的局地性,导致分布差异的主要原因有两点,一是由海拔高度不同引起的差异;二是地形地势不同所引起的差异。

(2)雾随地形条件的不同,分布存在明显差异;同类型测站的分布规律有比较显著的一致性,冬季次高山及以下地区雾日随海拔高度的升高而减少,夏季则随海拔高度的升高而明显增多。

(3)雾的浓度在不同季节有较明显的差别,次高山地区雾的强度明显较低山地区偏强。低山浓雾主要出现在冬季,次高山地区一年四季均会出现浓雾,其中秋季最多。

(4)恩施山区雾总体上呈西多东少的分布态势,多雾中心区域呈NNE—SSW向带状分布,且以此区域为中心向四周发散。州中部的恩施雾日最多,年平均63.7次。

(5)不同类型雾的边界层温湿状况、风的水平和垂直分布存在明显差别;辐射雾出现在气温日较差较大的情况下,98%左右的辐射雾出现时日较差在8℃以上;平流雾较辐射雾所需的湿层厚度要大;辐射雾对层结条件稳定程度要求相对较高;各类雾发生时,低层(850 hPa)表现为微扰动。

(6)山区雾形成的有利条件:①山区粗糙的下垫面、森林植被的保湿作用以及高大山脉的阻挡,容易造成近地面水气的滞留和不易扩散流失;由于山地的地形阻挡了来自四面的风,也使得山区的风比平原地区小。②粗糙地表面较平滑地表面的有效辐射大。山区有效辐射强、散热迅速,使近地面气层降温幅度相对偏大。③山区复杂的地形有利于乱流混合。地面辐射冷却所及气层的厚度与乱流有关,乱流混合能使水汽垂直输送到一定高度,从而形成一定的湿层厚度,对雾的形成最为有利。④特殊地形,如喇叭口地形、峡谷、迎风坡地,更易造成水气的堆积和动量上传。⑤山区晴朗无云或少云的夜间更有利于辐射逆温层结的形成,一般情形是辐射冷却随着夜深逐渐加强,黎明时达到最盛,而在山区,由于冷却的空气还会沿斜坡流入低谷和盆地,常常会使谷底和盆地的辐射逆温得到加强,因此山区较平原、丘陵地区更易形成雾。

山区雾存在很强的局地性和个体性,但由于观测站点的布局 and 观测手段的局限,目前缺乏典型个体的资料积累和分析,本文在成因分析方面,也只是尝试性的从理论上进行推理,而缺乏实测依据。雾的物理成因的研究和预报技术的提高有待于气象观测手段和自动观测站网密集度的提高和长时间资料的积累。

#### 参考文献:

- [1] 李才媛,韦惠红,王东阡.近10年武汉市大雾变化特征及2006年一次大雾个例分析[J].暴雨灾害,2007,26(3):241-245.

- [2] 陈传雷,蒋大凯,孔令军.近 53 年辽宁雾的时空分布及成因分析[J]. 气象与环境学报, 2006,22(1):21-24.
- [3] 童尧青,银燕,许遐祯,等. 南京地区雾的气候特征[J]. 南京气象学院学报.2009,31(1):115-120.
- [4] 陈连友,李月英,曹秀芝,等. 秦皇岛地区雾天气气候特征及预报[J]. 气象,2009,35(12):126-132.
- [5] 郭刚,罗春田,郭玲. 辽西地区区域性大雾气候统计特征及预报[J]. 气象与环境学报,2006,22(3):7-10.
- [6] 洪国平,李银娥,罗学荣,等. 汉宜高速公路沿线城市大雾天气特征及预报模型[J]. 湖北气象,2004,23(1):41-43.

## Analysis of the Climatic Characters and Origin of Mountain Fog in Enshi

LIU Jian, ZHOU Jian-shan, GUO Jun, LIU Ming-hao

(Enshi Meteorological Office of Hubei Province, Enshi 445000)

**Abstract:** Using the surface observation data from 1971 to 2007 and upper air observation data from 1980-2007 in Enshi, the spacial and temporal distribution of Enshi mountain fog and the distribution of related elements of different types of the fog were analyzed statistically. The results show the following: (1) Enshi mountain fog has an obvious local character and comes about owing to the different elevation and terrain. The fog distributes are more in the west area than in the east area as a whole. The central area of the fog presents like a belt from NNE to SSW. (2) On the different terrain the distribution of the fog is more obvious different. The distribution of the fog has a remarkable consistency relatively on the same terrain and same elevation. (3) The average fog day is 11.8-63.7 annually. The number of the fog day in the west area is more than that in the east area. There are two foggy center areas. (4) In the winter the number of fog day decreases as the altitude ascends, but in the summer the number increases as the altitude ascends. (5) The concentration of the fog is different obviously in the different seasons. The concentration of the fog on high-land is deeper than that on the low-land. (6) There are three types of Enshi mountain fog. They are radiation fog (77%), advection fog (16%), and front fog (7%). (7) The different types of fog have different boundary layer temperature, different humidity conditions and different horizontal and vertical distribution of wind.

**Key words:** Mountain fog; Orographic condition; Spatial and temporal distribution

(上接第 362 页)

## The Forecast Effect Evaluation of AREM Prediction System for Successive Heavy Rain Courses in South China in May 2010

GONG Ying, LIN Chun-zhe, LI Jun

(Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074)

**Abstract:** In order to know the forecast effect and character of each member of AREM prediction system, the precipitation forecast of AREM prediction system for five successive heavy rain courses in South China in May 2010 were verified and assessed. The results show that every member of the AREM prediction system had good performance with its own forecast features. Operational model had better forecast effect for the location, range and intensity of the main rain belt. AREM-RUC had the advantage of nowcast in short time prediction. AREM-EPS could provide important reference to forecast the main rain belt and the rain center based on the organic combination of the ensemble average prediction and probable prediction.

**Key words:** AREM prediction system; Successive heavy rain courses in South China; Ensemble forecast