

张雪芬, 杜波, 汤志亚, 等. 2013. 基于观测资料的我国天气现象时空分布分析. 气象, 39(11):1452-1460.

# 基于观测资料的我国天气现象时空分布分析<sup>\*</sup>

张雪芬<sup>1</sup> 杜波<sup>1</sup> 汤志亚<sup>2</sup> 李涛<sup>3</sup> 李肖霞<sup>1</sup>

1 中国气象局气象探测中心, 北京 100081

2 成都信息工程学院, 成都 610225

3 南京信息工程大学, 南京 210044

**提 要:** 利用全国 576 个台站 1961—2010 年天气现象观测资料, 对 34 种天气现象年平均发生频率、昼夜分布特征、代表性天气现象和区域代表站天气现象的发生情况等进行了统计分析。结果表明: 雨、露、结冰、阵雨、轻雾、霜、雷暴天气现象的年平均发生频率较高, 极光、龙卷、雪暴等天气现象的年平均发生频率极低。近年来, 雾的发生呈缓慢下降趋势, 轻雾呈缓慢上升趋势, 霾在 2000 年后快速发展, 且发生地点逐步扩大。天气现象的发生具有一定的地域性, 但各地多发天气现象的前 20 种基本相似, 仅发生频率排序不同。

**关键词:** 天气现象, 空间分布, 昼夜分布, 代表性

**中图分类号:** P412

**文献标志码:** A

**doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.11.009

## Spatio-Temporal Distribution of Weather Phenomena in China

ZHANG Xuefen<sup>1</sup> DU Bo<sup>1</sup> TANG Zhiya<sup>2</sup> LI Tao<sup>3</sup> LI Xiaoxia<sup>1</sup>

1 CMA Meteorological Observation Centre, Beijing 100081

2 Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225

3 Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

**Abstract:** The average frequency, characteristics of circadian distribution, representative weather events of 34 kinds of weather phenomena and the observed weather phenomena at regional representative stations are analyzed by using the observation data from 576 stations during 1961—2010. The results show that rain, dew, freezing, shower, mist and frost have higher annual average frequency, while polar lights, tornado and snowstorm etc. do not occur very often. In recent years, the occurrence of fog is in a slowly decreasing trend but mist increases gradually. Haze has become more since 2000 and the hit area is enlarged more and more. The occurrence of weather events has regional characteristics, but the top 20 types in different areas are similar, only the rank of the frequency is different.

**Key words:** weather phenomenon, spatial distribution, circadian distribution, representativeness

## 引 言

人们根据气象现象的特点把天气现象种类分为 34 种, 这些天气现象反映一地气象和气候特点, 通

过对形成这些天气现象发生的气象背景分析, 可深入了解大气运动的规律。

气象工作者对天气现象的认知过程, 就是对大气运动的探索过程, 随着认知的逐步深入, 也推动着天气和气候预报能力的逐步提高。

\* 中国气象局中小型基建“云能天自动化观测设备试验考核及业务推广相关建设”资助

2012 年 9 月 18 日收稿; 2012 年 12 月 31 日收修定稿

第一作者: 张雪芬, 主要从事地面气象和专业气象自动化观测技术研究. Email: sophyzxf@163.com

本文对我国主要气象台站长期观测(50年来)的天气现象进行整理分析,以了解我国天气现象发生的空间分布特点及其变化情况,分析天气现象发生的地域性和时间上的特征,对进一步分析我国气候分布、提高预报准确率以及开展天气现象自动化观测工作具有参考价值(马舒庆等,2011;李肖霞等,2012;温显罡等,2012;陈冬冬等,2011)。

## 1 资料来源与处理

天气现象观测资料来自于国家气象信息中心气象标准化格式处理后的资料,是目前国内永久保存的最完整的天气现象人工观测历史资料。经过初步质量控制(任芝花等,2006),本文主要选取了全国 576 个气象站(主要为基准气象站和基本气象站,简称台站)1981—2010 年共 30 年的逐日天气现象观测资料,分别统计:

(1) 各台站年平均发生某种天气现象的日数和发生频率。将每天(前日 20 时至当日 20 时)出现的每种天气现象各自记为一个现象日(中国气象局,2003),合计 576 个台站在 30 年内每种天气现象的总日数  $N$ ,平均单站每年发生天气现象频次 =  $\frac{N}{\text{台站数}}$ ;计算 576 个气象台站每种天气现象发生的年平均发生频率,年平均发生频率 = 单站平均每年出现该天气现象的日数/365 d。

(2) 天气现象昼夜分布情况。首先对昼夜分布数据做如下定义:天气现象发生时段以记录的起始时间为准,若起始时间在 08:00—20:00 为白天,在 00:00—08:00 和 20:00—00:00 为夜间(雷向杰等,2001)。天气现象发生次数按照实际发生次数记录,若一天中某种天气现象多次发生,则统计时按照实际发生次数进行统计。

(3) 代表性天气现象发生情况。选取年平均发生频率较小的降水类天气现象米雪和冰粒,对人类生产生活影响较大的视程障碍类天气现象雾、霾和轻雾,特殊类型且对交通和人类生活影响较大的地面凝结类天气现象雨淞和龙卷,以及极少发生且对空间天气业务和研究具有价值的极光等代表性天气现象进行统计分析。

(4) 区域代表站天气现象发生情况。为分析天气现象发生的地域差异,在不同气候区选取北京观

象台和内蒙古额济纳旗气象站(代表华北)、黑龙江漠河气象站(代表东北)、湖北麻城气象站(代表华中)、云南丽江气象站(代表华西南)、江苏东山气象站(代表华东)、广东电白气象站(代表华南)、甘肃民勤气象站(代表西北)8 个代表台站,利用 1961—2010 年共 50 年的观测资料,分析天气现象在各台站的发生情况。

## 2 资料分析

### 2.1 34 种天气现象发生频次统计

统计 576 个站 30 年内 34 种天气现象(任芝花等,2006)发生的总日数  $N$ ,以及单站平均每年发生每种天气现象的日数和频率,结果如表 1 所示。

统计结果显示年平均发生频率较高的 6 种天气现象依次为:雨、露、结冰、阵雨、轻雾和霜,在 20% 以上;雷暴次之,在 10% 以上;积雪、雪、雾、大风、烟幕、闪电、霾、阵雪、扬沙和浮尘天气现象的年平均发生频率在 1% 以上;其余天气现象的年平均发生频率低于 1%。

### 2.2 天气现象昼夜分布特征

按照上文规定的方法对天气现象昼夜分布进行统计,天气现象昼夜分布情况如表 2 所示。结果显示,龙卷风、沙尘暴、扬沙和浮尘等多发于白天,极光、雾和雾凇等多发于夜间,雨和雾凇等天气现象白天与夜晚出现频次相当,此种分布与这些天气现象形成的天气条件有关。

各种天气现象发生的时间分布规律,特别是灾害性天气现象出现的时间规律对观测人员开展观测、气象预报和气象服务等具有重要的参考作用。

### 2.3 代表性天气现象发生情况分析

代表性天气现象发生情况对了解当地的气候特点、开展服务及观测业务的改革具有一定的参考作用。本文选取了发生较少,但对人们生活有较大影响的雾、霾、龙卷、极光、米雪和冰粒等天气现象进行分析。

#### 2.3.1 降水类天气现象——米雪和冰粒

1981—2010 年近 30 年来,接近 25% 的台站未

观测到米雪,接近 17%的台站未观测到冰粒。但在我国的西南部山区和西北部这些现象发生次数较多(见图 1、表 3),其中,四川峨眉山站发生米雪最多,观测到 1163 次。江西庐山站发生冰粒最多,观测到 394 次。这些发生频率较少的天气现象在部分台站 30 年的观测记录中一直未发生,但在少数地区出现频率较高,说明天气现象的发生极具地域性,同时也

反映出该类天气现象多发的气候条件。

### 2.3.2 视程障碍类天气现象——雾、霾和轻雾

(1) 30 年来全国雾、霾和轻雾发生情况的分布特点

1981—2010 年 30 年来,我国雾、霾和轻雾发生总次数的分布情况大致类似,具有中东部和南部明显高于西部的特点。雾的高发区主要集中在西南和

表 1 34 种天气现象年平均发生频率

Table 1 Annual average frequency of 34 kinds of weather phenomena

| 排名 | 天气现象 | D/d    | F/%   | 排名 | 天气现象  | D/d    | F/%   |
|----|------|--------|-------|----|-------|--------|-------|
| 1  | 雨    | 136.21 | 37.32 | 18 | 雨夹雪   | 3.35   | 0.92  |
| 2  | 露    | 106.76 | 29.25 | 19 | 雾凇    | 3.13   | 0.86  |
| 3  | 结冰   | 95.65  | 26.21 | 20 | 阵性雨夹雪 | 2.04   | 0.56  |
| 4  | 阵雨   | 95.36  | 26.13 | 21 | 冰雹    | 1.93   | 0.53  |
| 5  | 轻雾   | 87.98  | 24.10 | 22 | 霰     | 1.78   | 0.49  |
| 6  | 霜    | 73.92  | 20.25 | 23 | 沙尘暴   | 1.67   | 0.46  |
| 7  | 雷暴   | 38.46  | 10.54 | 24 | 毛毛雨   | 1.50   | 0.41  |
| 8  | 积雪   | 32.11  | 8.80  | 25 | 飏     | 1.42   | 0.39  |
| 9  | 雪    | 28.50  | 7.81  | 26 | 雨凇    | 1.23   | 0.34  |
| 10 | 雾    | 21.75  | 5.96  | 27 | 冰粒    | 1.19   | 0.33  |
| 11 | 大风   | 19.99  | 5.48  | 28 | 冰针    | 1.11   | 0.30  |
| 12 | 烟幕   | 14.90  | 4.08  | 29 | 米雪    | 0.62   | 0.17  |
| 13 | 闪电   | 8.27   | 2.27  | 30 | 尘卷风   | 0.27   | 0.08  |
| 14 | 霾    | 6.88   | 1.89  | 31 | 吹雪    | 0.24   | 0.07  |
| 15 | 阵雪   | 6.15   | 1.69  | 32 | 雪暴    | 0.037  | 0.010 |
| 16 | 扬沙   | 5.18   | 1.42  | 33 | 极光    | 0.025  | 0.007 |
| 17 | 浮尘   | 4.73   | 1.30  | 34 | 龙卷    | 0.0056 | 0.002 |

注: D 表示单站平均每年出现天气现象的天数; F 表示天气现象年平均发生频率。

表 2 天气现象昼夜频次统计

Table 2 Frequency of circadian distribution of weather phenomena

| 现象  | F/总    | F/昼    | F/夜    | A/%   | B/%   |
|-----|--------|--------|--------|-------|-------|
| 雨   | 541.23 | 320.00 | 221.23 | 59.13 | 40.87 |
| 雪   | 75.07  | 46.79  | 28.28  | 62.33 | 37.67 |
| 冰雹  | 2.87   | 2.43   | 0.44   | 84.51 | 15.49 |
| 雾   | 39.22  | 12.19  | 27.03  | 31.08 | 68.92 |
| 雨凇  | 1.96   | 1.38   | 0.58   | 70.25 | 29.75 |
| 雾凇  | 4.87   | 2.00   | 2.87   | 41.00 | 59.00 |
| 吹雪  | 0.53   | 0.34   | 0.19   | 64.65 | 35.35 |
| 雪暴  | 0.07   | 0.05   | 0.02   | 67.77 | 32.23 |
| 龙卷风 | 0.0084 | 0.0080 | 0.0004 | 95.65 | 4.35  |
| 沙尘暴 | 2.26   | 1.81   | 0.45   | 80.22 | 19.78 |
| 扬沙  | 0.92   | 0.71   | 0.21   | 76.83 | 23.17 |
| 浮尘  | 1.19   | 0.87   | 0.32   | 73.37 | 26.63 |
| 雷暴  | 109.93 | 73.62  | 36.31  | 66.97 | 33.03 |
| 极光  | 0.03   | 0.01   | 0.03   | 15.83 | 84.17 |
| 大风  | 58.52  | 40.54  | 17.98  | 69.28 | 30.72 |
| 飏   | 2.24   | 1.61   | 0.63   | 71.76 | 28.24 |

注: F 表示天气现象年平均发生频率; A 表示白天天气现象年平均发生频率占总发生频率的比率; B 表示夜间天气现象年平均发生频率占总发生频率的比率。

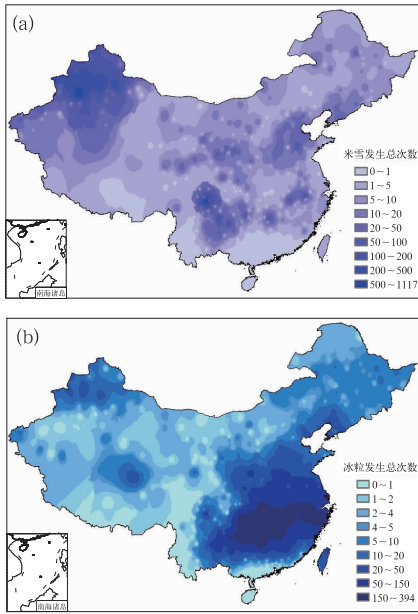


图 1 米雪(a)和冰粒(b)发生总次数分布图  
Fig. 1 Distribution of total times of granular snow (a) and ice particles (b)

表 3 全国米雪和冰粒发生概况

Table 3 Occurrence frequency of granular snow and ice particles in China

|    | 发生日数/d   | 发生站点数量/个 | 发生站点数量占比/% |
|----|----------|----------|------------|
| 米雪 | 0        | 137      | 23.78      |
|    | 1~10     | 287      | 49.83      |
|    | 11~20    | 68       | 11.81      |
|    | 21~30    | 32       | 5.56       |
|    | 超过 30    | 52       | 9.03       |
|    | 最大值 1163 | 1        | 0.17       |
| 冰粒 | 0        | 97       | 16.84      |
|    | 1~10     | 242      | 42.01      |
|    | 11~20    | 56       | 9.72       |
|    | 21~30    | 33       | 5.73       |
|    | 超过 30    | 148      | 25.69      |
|    | 最大值 394  | 1        | 0.17       |

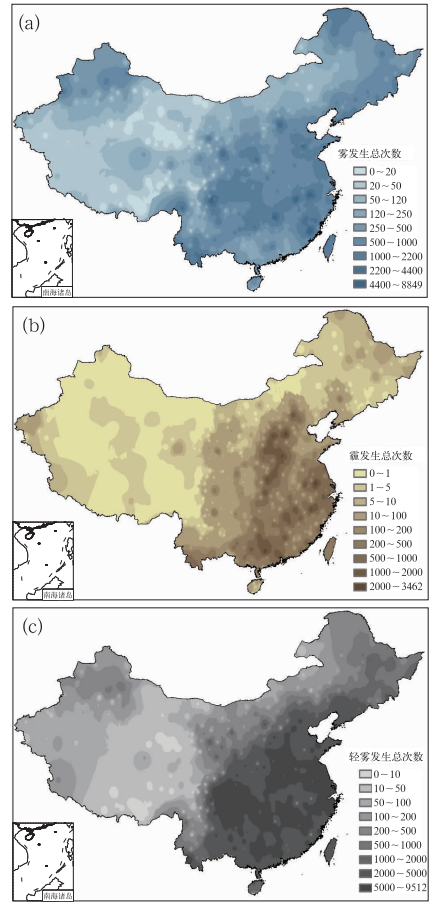


图 2 雾(a)、霾(b)和轻雾(c)发生总次数分布图  
Fig. 2 Distribution of total times of fog (a), haze (b), and mist (c)

表 4 1981—2010 年雾、霾和轻雾平均发生概况  
Table 4 Average occurrence days of fog, haze, and mist from 1981 to 2010

| 天气现象发生日数/d | 雾   | 霾   | 轻雾   |
|------------|-----|-----|------|
| 平均单站发生总日数  | 652 | 206 | 2639 |
| 平均单站每年发生日数 | 22  | 7   | 88   |

东北北部,霾的高发区主要集中在长江三角洲、京津唐等经济较发达地区,轻雾主要集中在西南、东部区域(图 2)。

(2) 30 年平均单站雾、霾和轻雾现象变化趋势

据统计 1981—2010 年间,平均单站每年发生轻雾日数最多,达到 87.98 d;雾 21.75 d,霾最少,仅 6.87 d。从图 3 中可以看出,20 世纪 80 年代初期到 2010 年 30 年间,各站平均年雾日呈缓慢下降趋势,霾日呈上升趋势,2000 年以后上升趋势较明显,轻雾日呈缓慢上升趋势。其中的气象原因有待深入探讨。

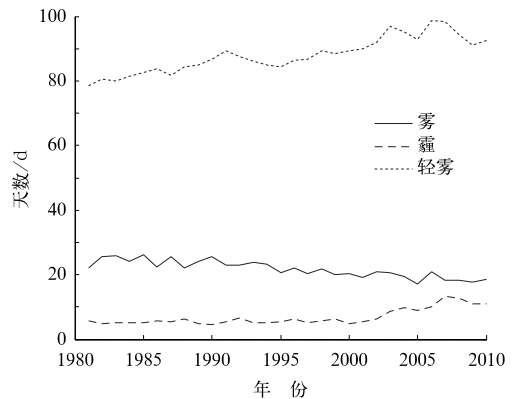


图 3 1981—2010 年平均单站雾、霾和轻雾现象变化趋势  
Fig. 3 Trend of fog, haze, and mist at single station from 1981 to 2010

(3) 发生雾、霾和轻雾现象站点数量变化趋势

从图 4 可以看出,发生雾、轻雾的站点数量变化平稳,略有波动;发生霾的站点数量在 2000 年以后有增加趋势,这与城市 and 工业快速发展及人类活动等人为原因造成的结果有关。

(4) 雾、霾和轻雾季节变化趋势

四季按天文季节划分,冬季(12—2月);春季(3—5月);夏季(6—8月);秋季(9—11月)(《中华人民共和国气候图集》编委会,2002)。统计显示,30年间,雾、霾和轻雾发生在春、夏、秋、冬不同季节的变化趋势均呈现如下特点(图 5):轻雾发生次数略有上升;雾发生次数略有下降;霾在 2000 年后上升趋势较为明显。

秋季轻雾发生的次数略多于其他季节;冬季霾发生的次数略多于其他季节;秋冬两季雾的发生次数略多于春夏两季,因此在秋、冬季需多加注意由浓

雾引起的各类自然灾害、交通事故以及疾病传播(王炜等,2004)。

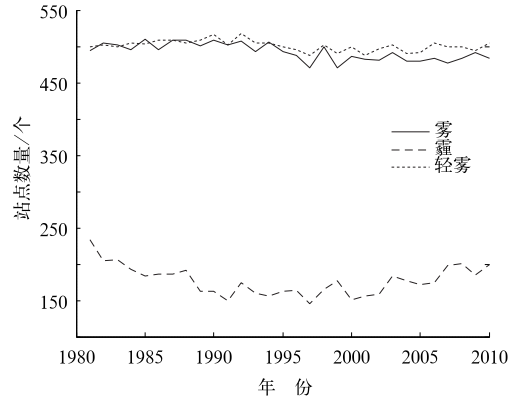


图 4 雾、霾和轻雾现象发生站点数量变化趋势

Fig. 4 Trend of number of sites observed fog, haze and mist

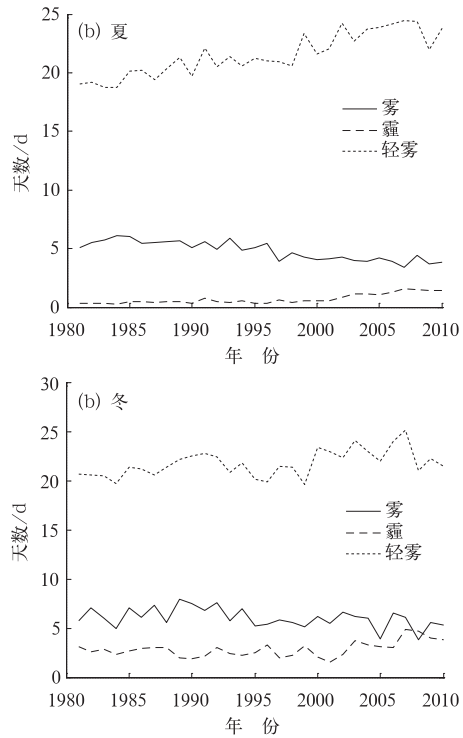
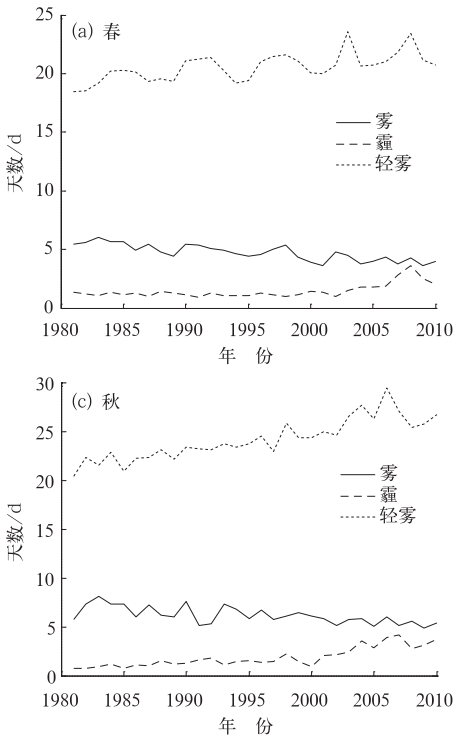


图 5 雾、霾和轻雾季节变化趋势

Fig. 5 Seasonal change trends of fog, haze and mist

(5) 代表性台站雾、霾和轻雾发生趋势对比

如表 5 和图 6 所示,576 个台站中,峨眉山是雾发生最多的台站,没有霾和轻雾发生;南京霾发生最多;宜宾轻雾发生最多。其中,南京霾发生次数变化趋势比较典型,总体呈现波动上升趋势,且在 2000

年以后,上升趋势较平均水平更加明显。

对我国 4 大城市北京、上海、广州、深圳的雾、霾、轻雾发生情况进行分析(陈传雷等,2006)(见图 7)。北京雾的变化趋势与全国平均趋势基本一致,且发生次数低于平均水平,轻雾呈下降趋势,霾呈波

动上升趋势。上海和广州与北京情况相似,广州霾的平均日数明显高于前两者。深圳作为新兴城市的代表,雾的变化较平稳,霾呈现较明显的上升趋势,且于 1990 年以后急剧增加。

综上所述,在经济发达、人口密集地区,雾的发生略有下降,轻雾发生波动性较大,霾发生呈现上升趋势。其原因可能由于 2000 年以后,一些典型代表

表 5 雾、霾和轻雾发生最多的台站及年均发生日数

Table 5 Stations with highest frequency and annual average days of fog, haze and mist

| 台站  | 天气现象 | 30 年总发生日数/d | 年平均发生日数/d |
|-----|------|-------------|-----------|
| 峨眉山 | 雾    | 9181        | 306       |
| 南京  | 霾    | 3495        | 117       |
| 宜宾  | 轻雾   | 9529        | 318       |

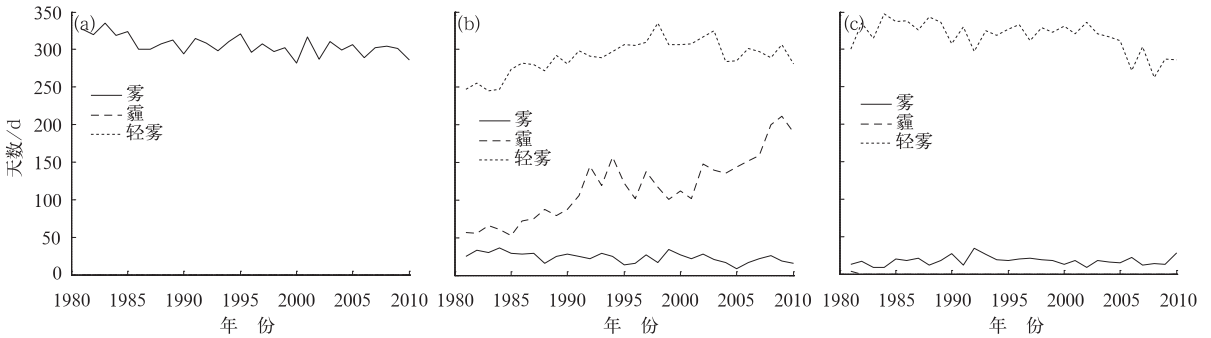


图 6 峨眉山(a)、南京(b)、宜宾(c)的雾、霾和轻雾变化趋势

Fig. 6 Trend of fog, haze and mist at Emei Mountain (a), Yibin (b), and Nanjing (c) Stations

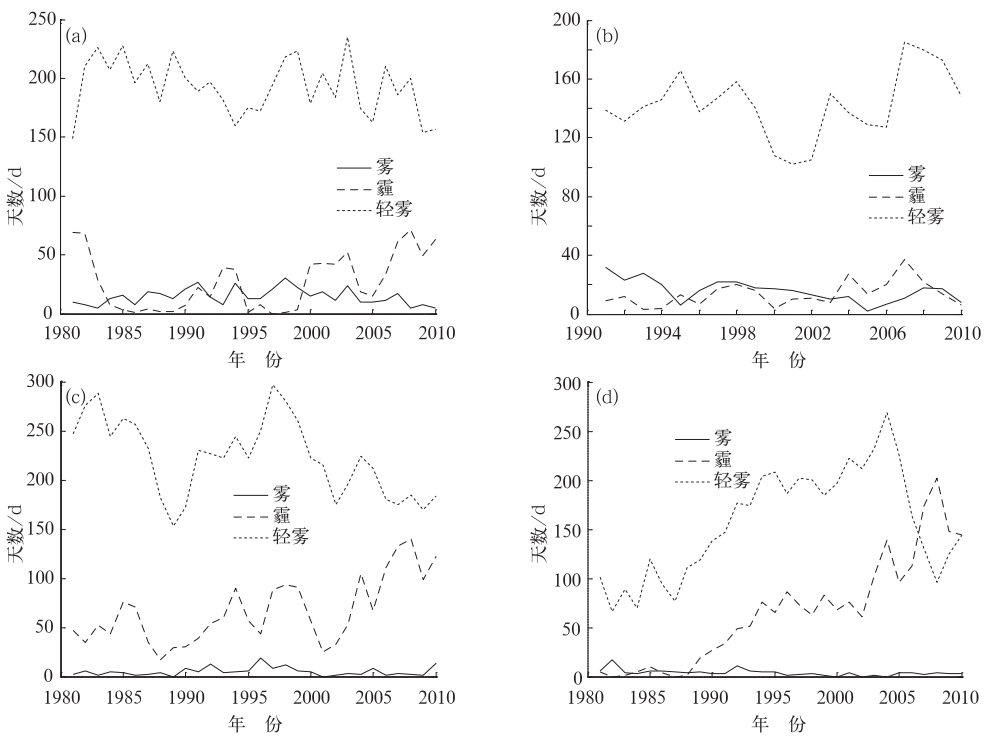


图 7 北京(a)、上海(b)、广州(c)、深圳(d)4 大城市雾、霾和轻雾发生情况变化趋势

Fig. 7 Trend of fog, haze and mist in Beijing (a), Shanghai (b), Guangzhou (c), and Shenzhen (d)

城市由于工业化的推进,以及机动车的快速增加等原因,空气中气溶胶含量增大,致使这种变化趋势更为明显(陈柏堃等,2009)。

2.3.3 地面凝结类天气现象—雨淞

雨淞的分布具有明显的地域性,主要分布在我国西南部(图 8),在新疆西北部、东部等局部 30

年来也有一定次数发生。分析表明超过 45% 的站点近 30 年未观测到雨淞,在观测到此种现象的台站,有 14.2% 的台站发生雨淞次数超过 30 次,其中四川峨眉山站发生雨淞现象最多,共 3864 次(表 6)。可以看出,尽管在大多数台站,这些天气现象发生较少,但在个别台站发生较多,这与当地的地形和气候背景有关。

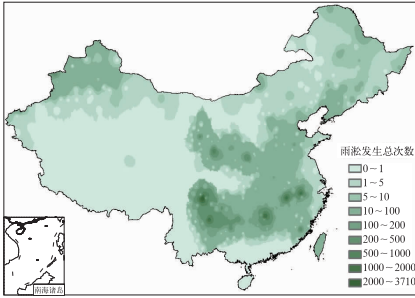


图 8 雨淞发生总次数分布图

Fig. 8 Distribution of total times of glazed frost

表 6 雨淞现象发生站点统计

Table 6 Number of sites observed of glazed frost

| 发生日数/d   | 发生站点数量/个 | 发生站点数量占比/% |
|----------|----------|------------|
| 0        | 263      | 45.7       |
| 1~10     | 159      | 27.6       |
| 11~20    | 52       | 9.0        |
| 21~30    | 20       | 3.5        |
| 超过 30    | 82       | 14.2       |
| 最大值 3864 | 1        | 0.2        |

### 2.3.4 大气光学现象—极光

极光主要发生在我国的东北和西北部,其中漠河站观测到 24 次,内蒙古博克图和新疆铁干里克站观测到 14 次,黑龙江克山站观测到 13 次。在我国的中部、东部和南部等地极光现象极少发生,超过 81% 的站点 1981—2010 年未观测到极光。

表 7 极光现象发生台站统计

Table 7 Number of sites observed of polar lights

| 发生日数/d | 发生站点数量/个 | 发生站点数量占比/% |
|--------|----------|------------|
| 0      | 470      | 81.6       |
| 1~2    | 55       | 9.6        |
| 3~10   | 45       | 7.8        |
| 11~20  | 5        | 0.9        |
| 最大值 24 | 1        | 0.2        |

### 2.3.5 龙卷现象

在 576 个气象观测站中,超过 88% 的站点 1981—2010 年未观测到龙卷,中部几个省份没有发生龙卷。发生龙卷的台站中,广西涠洲岛最多,观测到 9 次。其余大部分分布在全国各地,且绝大多数地区 30 年仅发生了一次(见图 9)。

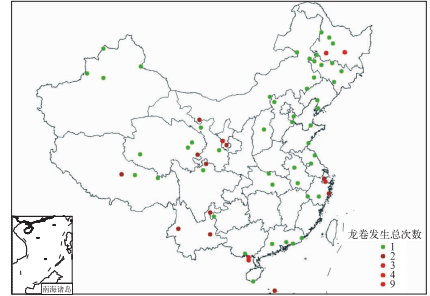


图 9 龙卷发生总次数分布图

Fig. 9 Distribution of total times of tornado

## 2.4 区域代表站天气现象发生情况分析

(1) 华北区域——北京观象台和额济纳旗气象站

由图 10a 中可以看出,1961—2010 年 50 年间,北京站轻雾、烟幕、露、结冰、雨和霜 6 种天气现象发生频率较大,超过 20%;尘卷风、霰、阵雪、冰针和吹雪 5 种天气现象发生极少,频率小于 0.1%;阵性雨夹雪、龙卷、雪暴和极光 4 种天气现象未出现。北京地区发生频率在 1% 以上的天气现象有 16 种,与 576 个台站综合统计结果相似,仅发生频率排序略有差异。反映出北京寒冷和受污染情况的气候特点。

50 年间,额济纳旗站只有结冰现象发生频率较大,超过 20%;霰、冰雹、轻雾、冰粒、吹雪、米雪、阵性雨夹雪、霾和雪暴 9 种天气现象发生频率小于 0.1%;毛毛雨、雨淞、龙卷和极光 4 种天气现象未出现。该地区沙尘、大风天气现象较多,反映出此地寒冷和风沙的气候特点(图 10b)。

(2) 东北区域——漠河气象站

50 年间,漠河站结冰、霜、积雪、雨、露和阵雨 6 种天气现象发生频率较大,超过 20%;冰粒、雨淞、米雪、吹雪、扬沙、雪暴、浮尘和尘卷风 8 种天气现象发生频率小于 0.1%;龙卷和沙尘暴 2 种天气现象未出现。反映出该地区寒冷及降水类天气现象发生较

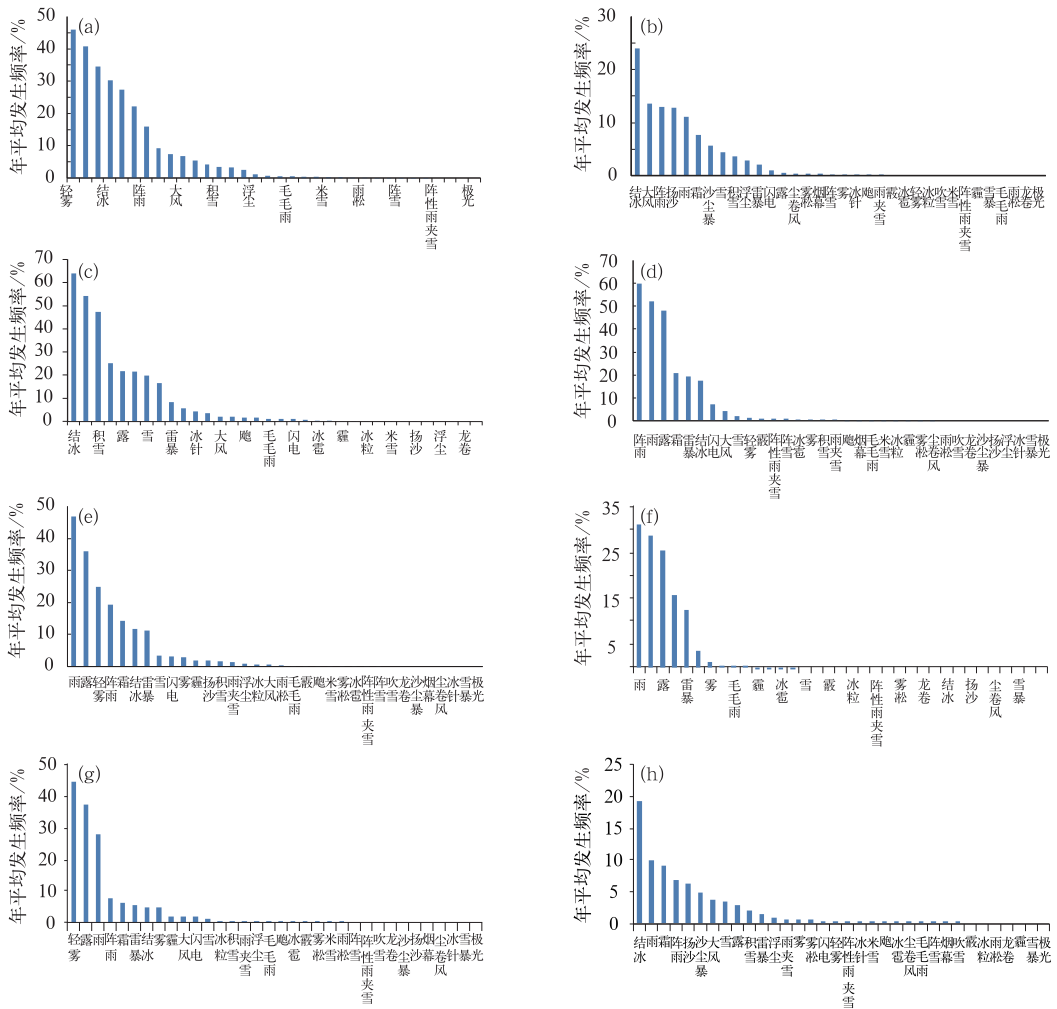


图 10 北京观象台(a),额济纳旗站(b),漠河站(c),丽江站(d),麻城站(e), 电白站(f),东山站(g)和民勤站(h)50年观测的天气现象统计

Fig. 10 Statistics of observed weather phenomena in Beijing Observatory (a), Ejina Station (b), Mohe Station (c), Lijiang Station (d), Macheng Station (e), Dianbai Station (f), Dongshan Station (g), Minqin Station (h) within 50 years

多,而沙尘类天气现象较少的地域特征(图 10c)。

(3) 西南区域——丽江气象站

50年间,丽江站阵雨、雨、露和霜4种天气现象发生频率较多,超过20%;烟幕、毛毛雨、米雪、冰粒、霾、雾凇和尘卷风7种天气现象发生频率小于0.1%;雨淞、吹雪、龙卷、沙尘暴、扬沙、浮尘、冰针、雪暴和极光9种天气现象未出现。该地区降水类天气现象种类较多,且年平均发生频率较大,反映出此地降水丰富(图10d)。

(4) 华中区域——麻城气象站

50年间,麻城站雨、露和轻雾3种天气现象发生频率较大,超过20%;霰、雹、米雪、雾凇、冰雹、阵性雨夹雪和阵雪7种天气现象发频率小于0.1%;

吹雪、龙卷、沙尘暴、烟幕、尘卷风、冰针、雪暴和极光8种天气现象未出现。可见华中地区天气现象种类较为简单(图10e)。

(5) 华南区域——电白气象站

50年间,电白站雨、阵雨、露天气现象发生频率较大,超过20%;轻雾、雷暴、闪电、雾的发生频率次之;大风、毛毛雨等天气现象发生频率较低;其余天气现象几乎未出现(图10f)。可见华南地区多雨、强对流天气旺盛的气候特点。

(6) 华东区域——东山气象站

50年间,东山站轻雾、露、雨3种天气现象发生频率较大,超过20%;阵雨、霜、雷暴、结冰、雾、霾、大风、闪电和雪等现象出现频率较小;其余天气现象



基本未出现(图 10g)。可见华东地区气候温暖、水汽丰富的特点。

#### (7) 西北区域——民勤气象站

50 年间,民勤站结冰、雨、霜、阵雨、扬沙、沙尘暴、大风等天气现象发生频率较大;雪、露、积雪、雷暴、浮尘、雨夹雪、雾、雾凇等天气现象发生频率较小;其余大部分现象未出现(图 10h)。可见西北地区降水稀少、风沙较大的特点。

从各代表站天气现象资料的分析情况来看,各代表站发生较多的 20 种天气现象基本相似,且与 576 个站的统计结果相似,只是发生频率的排序不同。天气现象发生具有一定的地域性,反映了不同地区不同的天气状况和气候特点。

### 3 结论与讨论

(1) 年平均发生频率较高的 6 种天气现象依次为:雨、露、结冰、阵雨、轻雾和霜在 20% 以上;雷暴次之,在 10% 以上;积雪、雪、雾、大风、烟幕、闪电、霾、阵雪、扬沙、浮尘天气现象的年平均发生频率在 1% 以上;其余天气现象发生的年平均发生频率低于 1%。这种分布情况,代表了我国的气候特点,天气现象丰富、季节明显,雾和霾等现象也反映出我国大气的污染情况。

(2) 龙卷风、沙尘暴、扬沙、浮尘等多发于白天,极光、雾、雾凇等多发于夜间,对观测人员、预报和服务人员具有参考作用。

(3) 发生频率较少的天气现象在部分台站 1981—2010 年的观测记录中一直未发生,但在少数地区又出现频率较高,说明天气现象的发生极具地域性,可为天气现象观测业务改革提供参考。

(4) 从雾、霾和轻雾的年平均发生频率、发生站点数量变化以及季节分布变化来看,近年来,雾的发生呈缓慢下降趋势,轻雾呈缓慢上升趋势,霾呈上升趋势,且发生地点逐步扩大,特别在一些经济发达、人口密集地区上升趋势较明显,此现象应引起预报服务和环境保护的重视。

(5) 从各代表站天气现象资料的分析情况来看,天气现象发生具有一定的地域性,反映了不同地点不同的天气状况和气候特点,长期天气现象观测资料有助于分析当地的气候特点和气候变化。

#### 参考文献

- 陈柏堃,吴明江. 2009. 金华天气现象累年频率特征分析. 第六届长三角气象科技论坛论文集,1361-1365.
- 陈传雷,蒋大凯,孔令军. 2006. 近 53 年辽宁雾的时空分布及成因分析. 气象与环境学报,22(1):21-24.
- 陈冬冬,施丽娟,李肖霞,等. 2011. 天气现象自动化观测现状调研. 气象科技,5:596-602.
- 雷向杰,王小宁,黄存英,等. 2001. 对地面气候资料整编中天气日数统计的探讨. 气象,27(8):33-35.
- 李肖霞,马舒庆,吴可军,等. 2012. 结露自动化观测装置及试验研究. 气象,38(4):501-507.
- 马舒庆,吴可军,陈冬冬,等. 2011. 天气现象自动化观测系统设计. 气象,37(9):1166-1172.
- 任芝花,许松,孙化南,等. 2006. 全球地面天气报历史资料质量检查与分析. 应用气象学报,17(4):412-420.
- 王炜,方宗义. 2004. 沙尘暴天气及其研究进展综述. 应用气象学报,15(3):366-381.
- 温显昱,马舒庆,杜波,等. 2012. 草温与露点温度对结露和结霜指示性分析. 气象,38(6):745-750.
- 中国气象局. 2003. 地面气象观测规范. 北京:气象出版社,21-125.
- 中国气象局. 2002. 《中华人民共和国气候图集》编委会. 中华人民共和国气候图集. 北京:气象出版社,7.