

李 健,王澄海. 郑州机场 2004~2012 年能见度的变化特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(5): 733-737, [LI Jian, WANG Chenghai. Variation Characteristics of Visibility at Zhengzhou Airport During 2004-2012[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(5): 733-737], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-05-0733

## 郑州机场 2004~2012 年能见度的变化特征

李 健<sup>1</sup>, 王澄海<sup>2,3</sup>

(1. 民航河南空管分局气象台, 河南 郑州 450000; 2. 兰州大学, 大气科学学院, 甘肃 兰州 730000; 3. 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020)

**摘 要:**利用郑州机场近 9 a(2004~2012 年)地面气象观测资料,分析了能见度的年、季节和日变化特征,并统计了低能见度出现的天数。结果表明:郑州机场年平均能见度仅为 4 219 m,平均每年上升约 69 m,秋季上升率最快,冬季最慢,出现小于 1500 m、800 m 和 600 m 能见度的天数均呈下降趋势;能见度月际变化特征十分明显,春季平均能见度最好,秋季和冬季较差,低能见度出现的天数以秋、冬季较多,春、夏季较少;日变化特征除夏季外,春、秋、冬季能见度都呈现双峰双谷型变化,能见度 16 时最佳,凌晨 4 时最差。

**关键词:**郑州机场;航空气象;低能见度;特征

**文章编号:**1006-7639(2014)-05-0733-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-05-0733

**中图分类号:**P427.2

**文献标识码:**A

### 引 言

众所周知,航空运输所追求的安全、准时和快速的目标在很大程度上受到气象因素的制约。文献<sup>[1]</sup>指出,气象原因造成的飞行事故占国际民航事故的 20% 左右,其中因低能见度造成的事故约占气象原因的 16%,高于雷暴。低能见度往往会造成航班大面积延误甚至取消飞行任务,同时打乱了签派和管制部门预定的工作计划,给指挥飞行带来诸多的困难。

在国际航空气象服务中,能见度是指视力正常的人,在当时的天气条件下,能够从天空背景中看到和辨认出黑色目标物的最大距离,夜间则指能看到和确定出一定强度灯光的最大水平距离。20 世纪 70 年代,Marvin E. Miller 等<sup>[2]</sup>认为气象变量并不能解释能见度的变化,而其他研究<sup>[3-5]</sup>却得到与其不同的结果,即大气能见度的优劣与气象条件密切相关。王继志<sup>[6]</sup>、王淑英<sup>[7]</sup>及赵习方<sup>[8]</sup>等研究了北京地区大气能见度的变化规律,发现北京地区清晨能见度最低,秋季是低能见度的高发期,低能见度在区域分布上具有明显差异。冯彦华等<sup>[9]</sup>研究发现广州机场低能

能见度具有明显的季节和日变化特征,平均出现次数与持续时间成反比。冯汉中等<sup>[10]</sup>指出成都双流机场各季均可出现低能见度天气,其中以冬、秋季居多,夏季最少。

本文利用郑州机场 2004~2012 年的气象观测资料,分析郑州机场低能见度的变化特征及其影响因素。同时,做好低能见度天气的预报保障工作,对建设郑州航空港经济综合试验区有积极的意义。

### 1 郑州机场自然概况

郑州新郑国际机场位于河南省中北部(113°50'E, 34°31'N),于 1997 年 8 月正式启用。机场所在地为山前倾斜地带的低洼地,属温带大陆性气候。特殊的地理环境使得郑州机场具有诸多地方性气候特征,如地形大风、热雷雨、冬季积冰(积雪)和连续低能见度,这些天气特征对郑州机场的正常运行会产生重大影响。《郑州机场气候志(1998~2002)》表明,郑州机场位于豫西北丘陵干热少雨区与豫东北平原风沙易涝区的交界处,其气候特点大概是:春季干旱多大风,夏季炎热雨量多,秋季晴好降水少,冬季寒冷多大雾。

## 2 统计资料及说明

利用郑州机场近 9 a 气象自动观测系统获取的逐日每小时资料,参照郑州机场现行航班起降天气标准(起飞时能见度不低于 600 m,降落时能见度不低于 800 m)和气象观测要求(当能见度低于 1 500 m 时,每 30 min 观测一次),本文定义  $\leq 800$  m 的能见度为低能见度,对 1 500 m、800 m、600 m 3 个级别的能见度进行统计,分析其年际变化、季节变化和日变化特征。统计气候学上通常以 3~5 月为春季、6~8 月为夏季、9~11 月为秋季、12 月至次年 2 月为冬季<sup>[11]</sup>。

## 3 结果分析

### 3.1 能见度的年际变化

郑州机场能见度的年际变化特征(图 1a)并不明显,平均能见度仅为 4 219 m,2012 年达到最大值 4 973 m,2007 年达到最小值 3 474 m,整体上是一个上升的趋势,平均每年上升约 69 m。对于影响郑州机场能见度的 2 个最大的因素——雾和降水,其年际变化分布(图 1b)表明雾日变化波动较大,降水日则比较平稳;雾和降水对能见度的影响表现在,一方面雾使能见度显著下降,另一方面随着降水日数的

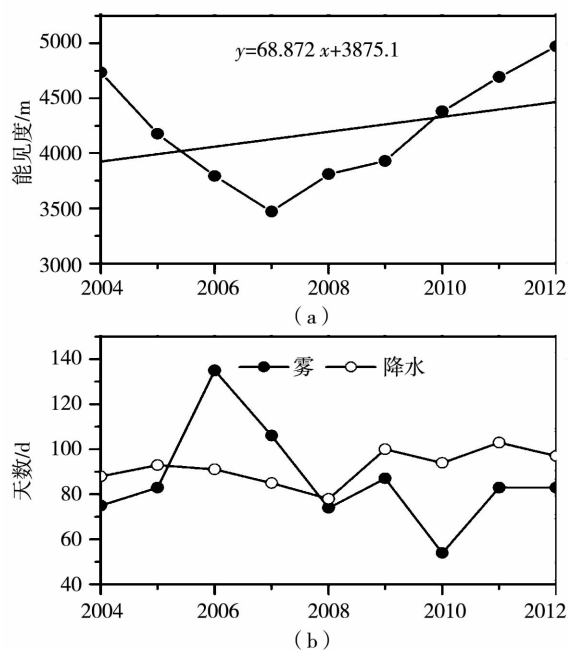


图 1 近 9 a 郑州机场能见度(a)及雾、降水日数(b)的逐年变化

Fig. 1 The annual variations of visibility (a), fog days and rainfall days(b) at Zhengzhou Airport from 2004 to 2012

增加,加速了大气中颗粒物和污染物的沉淀,使大气得到净化进而使能见度有所好转,故 2007 年以后随着雾日数的减少和降水日数的增加,能见度开始逐年上升。对比其他地区,如虹桥机场年平均能见度为 7 190 m,且从 1980 年代以来,能见度呈逐年下降趋势,平均每年下降 38 m<sup>[12]</sup>,郑州机场年平均能见度比虹桥要低很多,且二者能见度的年际变化趋势相反,说明能见度具有明显的局地性差异。这一方面与地区气候和净空条件的差异有关,另一方面也与所用统计资料的年限有关。

图 2 是郑州机场近 9 a 雾日及出现能见度 < 600 m、800 m、1 500 m 天数的相关分布图。3 个级别能见度出现的天数均和雾日呈现较好的正相关性,其中出现低能见度的天数和雾日的正相关最好,值约为 0.69,其他 2 个级别(能见度 < 600 m 和 1 500 m)的值分别为 0.65 和 0.68,3 个级别能见度和雾日的相关均通过了的显著性检验,这更加说明了雾对低能见度的直接影响。

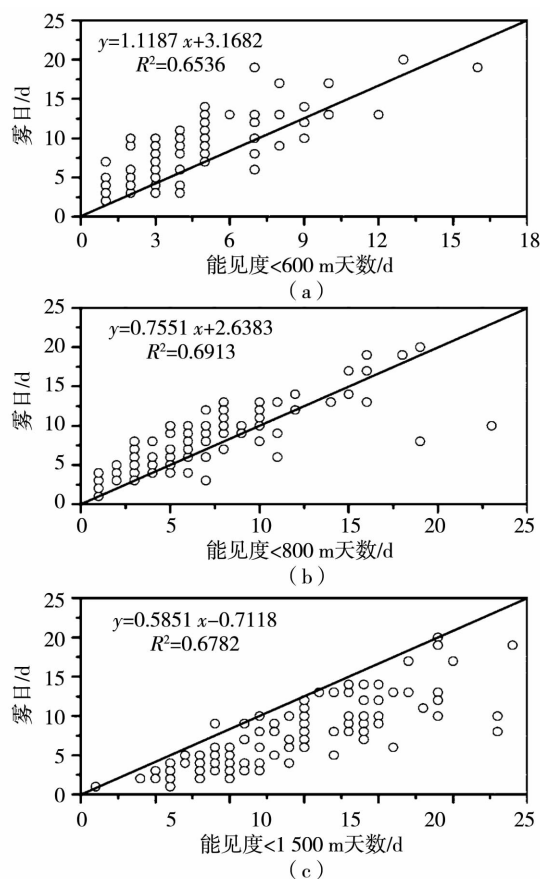


图 2 郑州机场近 9 a 低能见度日数和雾日的相关分布

Fig. 2 The correlations between the low visibility days (less than 600 m, 800 m, 1 500 m) and fog days at Zhengzhou Airport in recent 9 years

图3表明郑州机场四季能见度的逐年变化特征非常明显,均表现为上升趋势,其中秋季上升速率最快,其次是夏季和春季,冬季最慢,对应的趋势倾向率分别为秋季89.2 m/a、夏季78.8 m/a、春季57.5 m/a、冬季50.0 m/a,且均通过了显著性检验。但是对于后续能见度的变化,如秋季是否会超过春季,由于缺少相关资料,需做更深一步的研究。

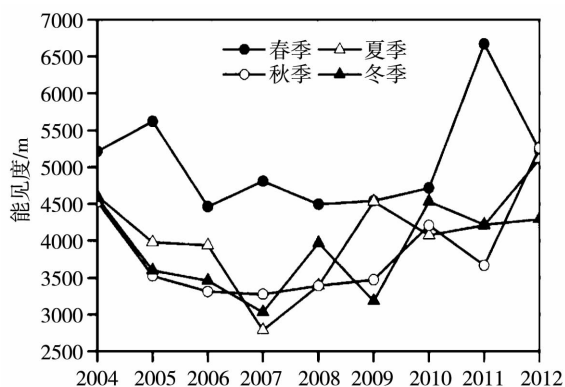


图3 近9 a 郑州机场四季平均能见度的逐年变化

Fig.3 The annual variations of seasonal mean visibility at Zhengzhou Airport in recent 9 years

图4表明郑州机场出现3个级别能见度的天数呈现下降趋势,其中出现能见度 < 1 500 m、800 m、600 m 天数的最大值均出现在2006年,分别为204 d、113 d、65 d;最小值均出现在2010年,分别为122 d、36 d、25 d;3个级别能见度的平均年出现日数分别为161.7 d、71.1 d、44.6 d。

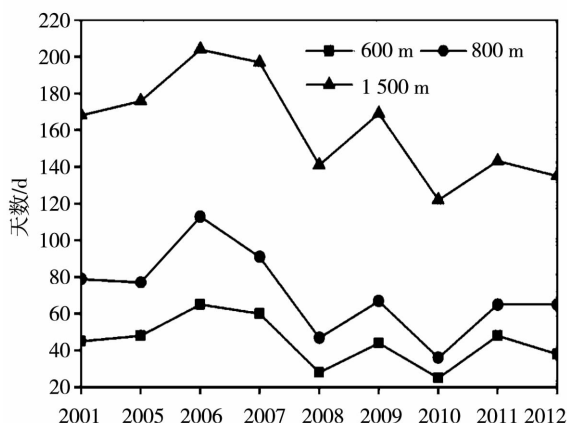


图4 近9 a 郑州机场低能见度 (< 600 m, 800 m, 1 500 m) 日数的年际变化

Fig.4 The annual variation of low visibility days (less than 600 m, 800 m, 1 500 m) at Zhengzhou Airport in recent 9 years

### 3.2 能见度的月际和季节变化

图5表明郑州机场能见度的月际变化特征十分明显,5月达到最大值5 544 m,10月达到最小值3 611 m;能见度在春季最好,平均为5 085 m,其次为夏季,平均为4 070 m,冬季和秋季分别为3 873 m、3 849 m。结合图6分析可知,春季冷空气活动较为频繁,大风天数在春季达到最大值,加上降水的影响,大气中的污染物被强风吹散和雨水冲刷,雾的天数也达到最小值,大大降低了对能见度的影响,同时郑州机场周边没有沙源,其能见度受沙尘影响较小,故春季能见度在一年当中最好;而秋季由于雾的天数较多,降水天数相对减少,且大风天数较少,能见度达到一年中的最小值。这和沈俊等<sup>[15]</sup>对虹桥机场的研究发现7~9月能见度最佳,夏季能见度最好,秋季略好于春季,冬季最差有较大区别,这也说明能见度受局地气候影响十分显著。

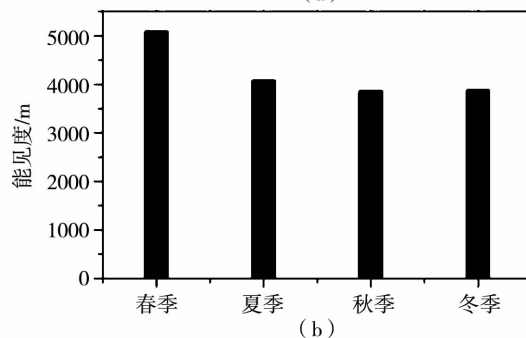
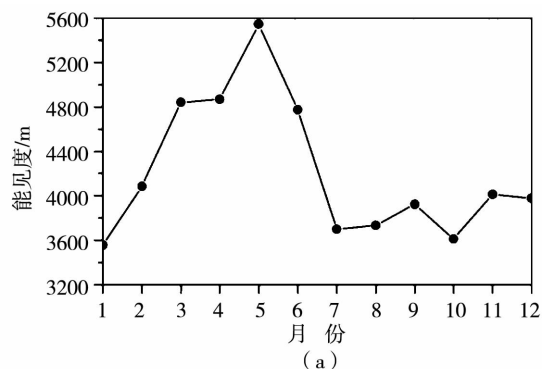


图5 近9 a 郑州机场能见度的月际(a)和季节(b)变化  
Fig.5 The monthly (a) and seasonal (b) variation of visibility at Zhengzhou Airport in recent 9 years

图6表明出现能见度 < 1 500 m、800 m、600 m 天数最多的月份分别是8月(18.8 d)、12月(9.9 d)、12月(7.7 d),最少的月份分别是5月(7.3 d)、4月(2.7 d)、4月(1.8 d),低能见度出现的天数以秋季、冬季较多,而春季、夏季则相对较少。由于不同程度的霾对能见度的影响相差很大,而郑州机场因霾导致的低能见度极少,故霾对低能见度的影响暂不考虑。秋季雾出现的天数最多,大风天数较少,

加上降水天数较多,这些都不利于雾的扩散,故在秋季低能见度出现的日数最多;夏季雾和降水虽然出现的天数也较多,但是由于夏季太阳辐射较强,气温较高,使得大气中的水汽蒸发很快,不利于雾的形成,低能见度的天数相对于秋季较少;春季降水天数较少,大风天数最多,相应地近地面水汽较少,大风使有利于形成雾的逆温层受到破坏,故出现雾和低能见度的天数最少。

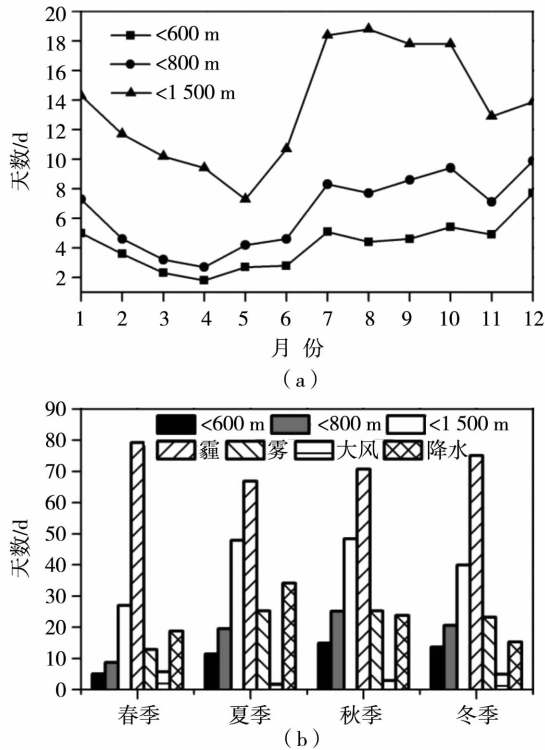


图6 近9 a 年郑州机场能见度频次的月(a)和季节(b)变化

Fig. 6 The monthly (a) and seasonal (b) variation of low visibility days (less than 600 m, 800 m, 1 500 m) at Zhengzhou Airport in recent 9 years

### 3.3 能见度的日变化特征

郑州机场四季平均能见度的日变化(图7a)除夏季外,其他3个季节均呈现为双峰双谷型,即在凌晨04~05时有小幅回升,而夏季在这个时间段则表现为下降速率有所降低。一天当中四季能见度开始上升、下降的时间略有差别,夏季开始回升的时间最早,冬季最晚,春季和秋季相当,这种现象和四季日出的时间有很大的关系。由年平均能见度日变化曲线(图7b)知,能见度在16时达到最大值5 382 m,凌晨04时达到最低值3 003 m,此时气温较低,湿度较大,有利于雾的形成,凌晨05时又表现为小幅升高,出现一个极大值3 306 m,这一特点对夜间航班的起降具有一定的指示意义。之后随着日出温度的

升高,大气开始吸收太阳辐射,导致乱流发展增强,有利于雾的扩散,能见度迅速回升。

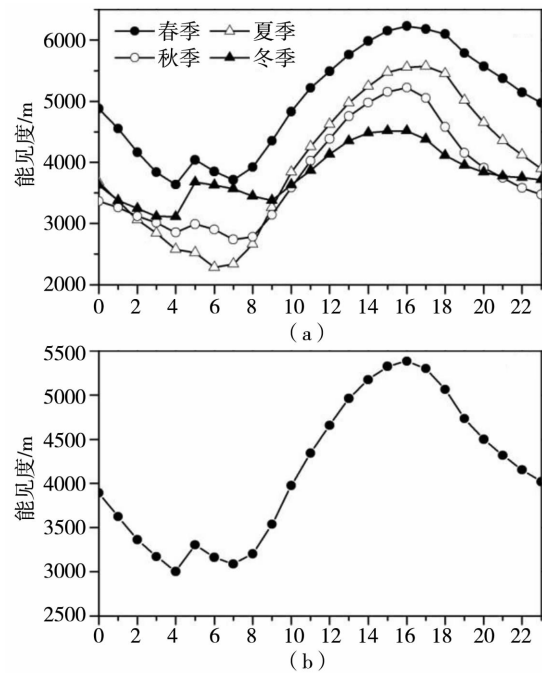


图7 郑州机场近9 a 能见度的逐时变化 (a) 四季平均;(b) 年平均

Fig. 7 The diurnal variation of visibility at Zhengzhou Airport in recent 9 years

(a) for seasonal average, (b) for yearly average

## 4 结论与讨论

(1) 郑州机场年平均能见度仅为4 219 m, 2004~2012年间整体上处于上升阶段,平均每年上升约69 m;秋季上升速率最快,其次是夏季,冬季最慢。郑州机场出现<1 500 m、800 m和600 m低能见度的天数都呈下降趋势;低能见度和雾具有很好的正相关性。

(2) 郑州机场能见度春季最好,其次为夏季,秋季和冬季平均能见度相当;低能见度出现的天数以秋季、冬季较多,而春季、夏季则相对较少。

(3) 郑州机场年平均能见度日变化曲线呈现为双峰双谷型,一天当中16时能见度最佳,凌晨04时最差;一天当中四季能见度开始上升、下降的时间略有差别,夏季能见度开始回升的时间最早,冬季最晚,春季和秋季相当。

对于未来郑州机场能见度的变化,尤其是能见度日变化的预报,有待于今后进一步的研究。

### 参考文献:

[1] 陈廷良. 现代运输机航空气象学[M]. 北京: 气象出版社, 1992.

- 140-141, 162-171, 488-490.
- [2] MARVIN E MILLER, Norman L Canfield, Terry A Ritter, et al. Visibility Changes in Ohio, Kentucky, and Tennessee from 1962 to 1969[J]. *Monthly Weather Review*, 1972, 100(1): 67-71.
- [3] STUART P Naegele, WILLIAM D Sellers. A Study of Visibility in Eighteen Cities in the Western and Southwestern United States[J]. *Monthly Weather Review*, 1981, 109(10): 2394-2400.
- [4] 肖舜, 沈瑾, 刘璐, 等. 西安世园会园区大气环境质量与气象因子关系分析[J]. *干旱气象*, 2012, 30(1): 1-7.
- [5] 苏维瀚, 张秋彭, 沈济, 等. 北京地区大气能见度与大气污染的关系初探[J]. *大气科学*, 1986, 10(2): 138-143.
- [6] 王继志, 徐祥德, 杨元琴. 北京城市能见度及雾特征分析[J]. *应用气象学报*, 2002, 13(1): 160-169.
- [7] 王淑英, 徐晓峰. 北京地区低能见度的气候特征及影响因素[J]. *气象科技*, 2001, 29(4): 23-26.
- [8] 赵习方, 徐晓峰, 王淑英, 等. 北京地区低能见度区域分布初探[J]. *气象*, 2002, 28(11): 55-58.
- [9] 冯彦华, 邓文珍. 白云机场低能见度气候的统计特征[J]. *热带气象学报*, 1998, 14(4): 370-373.
- [10] 冯汉中, 陈永义, 成永勤, 等. 双流机场低能见度天气预报方法研究[J]. *应用气象学报*, 2006, 17(1): 94-99.
- [11] 潘守文, 李永康. 现代气候学原理[M]. 北京: 气象出版社, 1994. 1-1182.
- [12] 沈俊, 阎凤霞, 王燕雄. 虹桥机场能见度变化特征分析[J]. *热带气象学报*, 2005, 24(1): 99-104.

## Variation Characteristics of Visibility at Zhengzhou Airport During 2004 - 2012

LI Jian<sup>1</sup>, WANG Chenghai<sup>2,3</sup>

(1. *Meteorological Station of Air Traffic Management Bureau of Middle & Southern He'nan CAAC, Zhengzhou 450000, China*; 2. *College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China*; 3. *Key Laboratory of Arid Climatic Change and Disaster Reduction of Gansu Province, Lanzhou 730020, China*)

**Abstract:** The interannual, seasonal and diurnal variation of visibility and low visibility days were analyzed based on the observed meteorological data from 2004 to 2012 at Zhengzhou Airport. Results show that the annual average visibility was only 4 219 m, which presented a rising trend with the rate of 69 meters per year, and in fall it increased most and least in winter. The days of visibility less than 1 500 m, 800 m and 600 m showed a downward trend at the airport. Monthly variation of visibility was very obvious, and the average visibility in spring was best and then in summer, low visibility days appeared more in autumn and winter but less in spring and summer. Diurnal variation of visibility appeared two peak and two valley in spring, autumn and winter, and at 16 :00 the visibility was best and worst at 04:00.

**Key words:** Zhengzhou Airport; aviation meteorology; low visibility; characteristics