

北京夏季高温闷热天气的气候特征和 2008 夏季奥运会^①

王迎春¹ 葛国庆² 陶祖钰²

(1. 北京市城市气象研究所, 100089;

2. 北京大学物理学院大气科学系暴雨监测和预测国家重点实验室)

提 要

利用 1951~2000 年北京 6、7、8 月的逐日最高和最低温度资料, 统计分析了北京夏季高温天气和闷热天气的逐月、旬、候的分布及持续时间。结果表明, 北京夏季高温天气和闷热天气发生概率分别为 1/10 和 1/20, 是一个适宜举办奥运会的城市。高温天气主要集中在 6 月下旬和 7 月份, 逐候分布呈双峰型, 分别在 6 月第 6 候和 7 月第 5 候。闷热天气主要集中在 7 月中旬到 8 月上旬, 逐候分布也呈双峰型, 分别在 7 月第 6 候和 8 月第 2 候。6 月份高温天气较多, 但闷热天气很少。8 月份高温日数非常稀少, 但闷热天气日数还有一定数量。每年至少出现一次持续 2 天的高温天气, 另外还非常有可能出现一次持续 3 天或 3 天以上的高温天气(0.84 次/年)以及一次 2 天及 2 天以上的持续闷热天气(0.88 次/年)。高温天气和闷热天气的平均持续日数均约为 3 天。8 月中、下旬, 高温天气和闷热天气出现的概率都非常小, 是最适宜举办夏季奥运会的时期。

关键词: 高温天气 闷热天气 气候特征 夏季奥运会

引 言

高温闷热天气也是一种灾害性天气, 对人们的生活和生产均有很大的影响。人们长时间在高温闷热的环境下工作, 会出现头晕、心悸、恶心、呕吐等症状, 严重者导致死亡。1971 年 7 月 15~17 日石家庄连续 3 天的闷热天气曾使 150 多人死亡^[1]。高温达到一定程度, 生产活动就无法正常进行, 所以许多国家政府都制定了工厂企业、商店等停业的温湿指数下限指标^[2]。对于体育活动而言, 高温闷热天气也严重影响运动员的发挥水平; 因此高温闷热天气的预报是 2008 年北京夏季奥运会气象服务的重要项目之一。

赵世林和车少静^[1]曾对石家庄高温闷热天气进行了气候统计, 给出了发生高温天气的典型环流形势。陈正洪等^[3]研究了逐日中暑死亡数和气象要素之间的关系, 发现 36~37℃ 的持续高温是引发大量中暑死亡的根本原因。高天赤等^[3]研究了杭州市高温的年际变化。谢庄和曹鸿兴^[4]利用北京 1940~1992 年冬(1 月)和夏(7 月)的逐日资料研究了最低和最高气温的年代际变化, 发现自 19 世纪 40 年代以来, 北京冬季最低气温成明显上升趋势, 而夏季最高气温则呈下降趋势。谢庄等^[5]研究了 1999 年夏季华北和北京酷暑天气的合成环流特征以及北京历史上酷暑

^① 本文得到国家科技部攻关计划奥运专项(编号 2002BA904B05)和北京市科委奥运重大科研项目(编号 H020620190091)的资助。

天气的年际变化。孙建华等^[6]则对1999年夏季华北和北京酷暑天气进行了数值模拟,验证了谢庄等^[5]得到的结论。

以上研究大都侧重高温天气的大气环流形势分析,以及高温天气和医疗、生物、环境等之间关系的研究。为数不多的对高温天气历史统计的文献又都侧重于年际变化,未给出高温天气季内分布的气候特征。2008年第29届夏季奥运会将在中国北京举行。据报道^[7],奥运会的举办时间可能从7月底8月初推迟到8月份,以避免北京的酷暑期。但是,具体推迟到8月什么时间最合适?8月份会不会还有高温闷热天气?等等,都需要对北京夏季高温闷热天气的季内分布特征进行详尽的统计。因此本文将给出北京夏季月、旬、候的高温天气发生频率。由于持续高温天气与中暑死亡率密切相关,故文中还将对持续高温天数的长短进行统计。另外,人体的生理反应不仅和最高气温有关,而且与气温的日较差也有密切关系。当日较差很小时,人们会有强烈的闷热感。因为最低气温高、日较差很小时,通常湿度很大,人体通过汗液蒸发调节体温的能力急剧下降,造成中暑。所以本文对日最低气温也进行气候统计。所用资料为1951~2000年夏季(6~8月,下同)北京南郊观象台的逐日最高温度(以下称 T_{\max})和最低温度(以下称 T_{\min})。将 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 定义为高温天气, $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 定义为闷热天气(原数据值小数点后有一位数字,在统计高温闷热天气日数时,先将数据四舍五入到个位)。

1 高温闷热天气概况

统计了1951~2000年 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的高温天气和闷热天气,结果表明,50年内 $\geq 41^{\circ}\text{C}$ 的高温天气只出现过2天, 40°C 的高温天气只有4天。高温天气主要集中在6、7两月。8月份的高温天气较少,且主要在8月上旬,中旬以后高温天气非

常少。50年内8月中下旬高温天气共计只有7天, T_{\max} 的极大值仅为 35.7°C ,而且只有一次持续了2天。

闷热天气的分布比高温天气的分布更加集中,主要集中在7月下半月到8月上旬。高温天气和闷热天气的主要不同表现在6月份和8月上旬这二个时段。6月份的高温天气非常多,但闷热天气50年内只有11天, T_{\min} 的最大值也仅为 25.8°C 。8月上旬高温天气比7月份显著减少,但闷热天气仍相对多,直到8月中旬以后才显著减少。在8月中、下旬,50年内 $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 只有24天, $T_{\min} \geq 26^{\circ}\text{C}$ 只有1天,持续的闷热天气仅2次,分别在1991和1996年。

50年内 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气总计427天,在6、7、8月总天数中只占不到十分之一,因此相对于我国长江流域和华南地区,北京的高温天气较少,是一个适宜举办夏季奥运会的城市。从高温天气各个温度等级所占比例来看, 35°C 的高温天气约占了1/2, 36°C 的高温天气占1/4强, 37°C 和 38°C 的高温天气各占1/10左右, 39°C 以上的高温天气非常少,只占约4%。

50年内出现 $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气总计243天,比高温天气的日数少一半,约占6、7、8月总天数的1/20。它表明即使 T_{\max} 很高,但日较差较大,因而闷热感不是很强,对运动员的影响不很严重。从闷热天气不同温度区间所占的比例来看, 25°C 的闷热天气占2/3强, 26°C 的闷热天气占约1/5,超过 27°C 的闷热天气不到1/10。

2 高温闷热天气的持续时间

谢庄等^[5]发现北京的持续高温是常见的现象,而持续高温闷热天气尤其使人们感到酷暑难当,且它与中暑死亡数密切相关,所以非常有必要统计奥运会期间出现持续高温闷热天气的气候概率。表1给出了50年内

$T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的持续3天以上高温天气的起始日期。统计表明,持续2天的高温天气50年内共出现60次,即平均每年都会至少出现一次。持续3天及3天以上的高温天气有42

次,每年出现一次持续3天或3天以上的高温天气的概率也高达84%。对持续高温天气的长度进行加权平均,得到高温天气的平均持续日数为2.92天。

表1 1951~2000年北京夏季 $T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的持续高温天气的起始日期(表中数字为年/月/日)

11天	1999/6/24							
8天	1997/7/08	1999/7/23						
7天	1952/6/20	1965/6/21	1968/6/29					
6天	1963/6/22							
5天	1955/7/21	1961/7/02	2000/7/22	2000/7/28				
4天	1951/6/25	1951/7/15	1962/6/30	1968/6/23	1968/7/09	1972/7/11	1981/7/20	
	1988/6/11	1989/6/25	1994/6/15	2000/6/12	2000/6/18	2000/7/11		
3天	1951/8/07	1953/7/16	1960/6/22	1960/6/29	1961/6/09	1961/6/20	1961/7/08	
	1962/6/15	1963/6/11	1964/7/08	1965/7/29	1966/6/10	1972/6/04	1983/7/21	
	1993/6/18	1997/7/24	1999/7/16	2000/6/30				

50年内最长的高温天气持续时间达到11天,发生在1999年6月24日~7月4日,其间 T_{max} 的最大值为 39.3°C ,并有3天 $T_{max} \geq 38^{\circ}\text{C}$ 。持续8天的高温天气有2次,分别在1997年7月8日~15日和1999年7月23~30日。后者的 T_{max} 最大值达到 41.9°C ,为50年内 T_{max} 极大值,并且有持续3天 $T_{max} \geq 38^{\circ}\text{C}$ 。持续高温主要出现在6、7月份。50年内8月份持续高温只出现过4次,上旬3次,下旬1次;持续时间较短只有

2~3天。

表2给出了50年内 $T_{min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的持续3天以上闷热天气的起始日期。50年内持续2天的闷热天气有24次。持续3天及3天以上的闷热天气有20次。对闷热天气持续长度进行加权平均得到,闷热天气的持续日数平均为3.07天。上述统计表明,闷热天气持续的日数与高温天气相似,为3天左右;但出现概率比持续高温天气少,大致为每年1次(0.88次/年)。

表2 1951~2000年北京夏季 $T_{min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的持续闷热天气的起始日期(表中数字为年/月/日)

9天	1999/7/23						
8天	2000/7/17						
7天	2000/7/07						
6天	1981/7/18						
5天	1981/7/29	1997/7/21					
4天	1955/7/23	1975/7/17	1991/8/20	1994/7/23	1996/8/16		
3天	1960/7/18	1960/8/05	1961/8/04	1971/7/16	1987/7/29	1988/8/10	1989/7/21
	1996/7/27	1997/7/12					

50年内最长的闷热天气为9天,发生在1999年7月23~31日;其间有5天 $T_{min} \geq 26^{\circ}\text{C}$; T_{min} 最大值为 26.7°C 。它同时也是连续8天 $T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气,所以这段时间是50年中最高温闷热的时期。这是一种最不利于奥运项目进行的情况。如果2008年奥运会遇到这种天气,势必极大地影响多

种奥运体育项目的进行,造成很坏的影响,所以对这种高温闷热天气的环流条件和发生发展过程很有必要具体深入地研究,我们将另文加以分析。

持续闷热天气主要集中在7月中下旬和8月上旬。6月份没有持续闷热天气。8月中、下旬后持续闷热天气很少,只在1996和

1991年分别发生过一次为期4天的持续闷热天气。由此可以得出结论,就闷热天气来说,7月中下旬和8月上旬并不适合举办奥运会。另外,8月中、下旬闷热天气出现的概率虽然很小(25年一遇),但由于其对奥运会的影响较大,所以也需加以关注。

对比表1和表2可以发现,持续闷热天气的日期大都也是持续高温天气。但是值得注意的是,不少闷热天气持续天数反而长于高温天气持续的时间,反过来看,持续高温天气则并不一定也是持续闷热天气。这表明,要做好奥运期间的高温气象服务,非常需要了解闷热天气的季内分布特征。

3 高温闷热天气的季内分布

了解高温闷热天气的季内分布对做好2008年北京奥运的高温气象服务非常重要。以下首先分析高温天气和闷热天气的逐月和逐旬分布,然后进一步分析它们各自的逐候分布。

高温日数的逐月分布(图略)清楚地表明, $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气主要分布在6月和7月,8月的高温天气很少,只占高温天气总数的6.09%。逐旬分布(图略)进一步揭示,高温天气主要集中在6月中旬到7月上旬,其中6月下旬最多共有98天,其次是7月中、下旬。8月份高温日数迅速减少。值得注意的是8月中旬以后50年内只出现过1天 $T_{\max} \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高温。

$T_{\max} \geq 38^{\circ}\text{C}$ 的高温天气集中在6月下旬和7月上旬;8月份50年内只出现过1天 $T_{\max} \geq 38^{\circ}\text{C}$ 的高温(1951年)。因此从高温天气的角度来看,6月下旬到7月下旬是最不适合举办奥运会的时段;8月份的高温日数明显减少,比较适合举行奥运会,尤其是8月中旬以后。

闷热天气日数的月分布(图略)与高温日数的月分布不同。 $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气主

要集中在7月份,6月份的闷热天气非常少,仅占闷热天气总数的4.52%,而高温天气6月份占总数的47.31%。与之形成明显反差的是,8月份闷热天气占总数的29.22%,而高温天气只占总数的6.09%。上述气候分析结果可以这样概括,即北京6月份开始进入高温天气多发时期,但是并不闷热;7月份是北京最高温又最闷热的月份;8月份虽然高温天气显著减少,但是天气仍比较闷热。

从闷热天气的旬分布(图略)可以进一步发现, $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气日数非常集中,7月下旬一旬就集中了闷热天气总日数的近40%(97天),如果加上7月中旬和8月上旬的44天和46天,则三旬合计187天,占闷热天气总数的近77%。也就是说,6、7、8三个月中约3/4以上的闷热天气集中在7月中旬到8月上旬这期间,因而是北京夏季最闷热的时段。这个结论可以从 $T_{\min} \geq 26^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气日数的旬分布中更清楚地看出来,7月中旬到8月上旬这一个月的时间,占 $T_{\min} \geq 26^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气总日数的85.33%。50年内8月中旬以后仅有1天出现 $T_{\min} \geq 26^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气,气候概率不到0.1%。因此可以认为,从8月中旬开始北京已经不再有闷热天气,是非常适宜举办奥运会的时期。

进一步详细考察高温天气的逐候分布(图略)可以看到,高温天气的候变化呈现双峰型,第一次峰值在6月第6候,第二次峰值在7月第5候,这种双峰型对 $T_{\max} \geq 37^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{\max} \geq 38^{\circ}\text{C}$ 尤其明显。从8月第1候开始 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温日数显著减少。到8月第3候以后 $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温日数则非常少,50年中只有7天;若考虑 $T_{\max} \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高温天气,则只有1天。因此,高温日数的逐候分布也表明8月份尤其是中旬后(即第3候以后)是适宜举行奥运会的时期。

闷热天气日数的逐候分布(图略)和前述

高温天气的候分布类似,也呈双峰型;但是第一个峰值向后推移了1个月,出现在7月第6候;第二次峰值和第一次峰值相距很近,出现在8月第2候。8月第1候的闷热天气从7月第6候的峰值回落,但日数仍然不少,为19天;然后8月第2候闷热天气又增加,达到第二次峰值(27天),此后逐候基本按折半递减。若考虑 $T_{\min} \geq 26^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气日数,则在8月第2候的第二次峰值后急剧减少,接着的4个候(即中、下旬)50年内才出现过一天(1996/8/18日, $T_{\min} = 26.3^{\circ}\text{C}$)。由此可见,从8月第3候开始,无论是高温天气还是闷热天气,出现的概率都非常小,是最适宜举办奥运会的时期。

特别值得指出的是,对于 $T_{\min} \geq 28^{\circ}\text{C}$ 这种不适合室外体育活动的极闷热天气,50年北京夏季只出现过4天,分别在7月第4、5、6候和8月第1候,恰好是原定的2008年北京夏季奥运会的举行时间。这表明将奥运举行时间推迟到8月中旬是合适的。

4 结束语

用1951~2000年北京夏季的逐日最高和最低温度资料,统计分析了高温闷热天气的气候特征,给出了其总体概况以及逐月、旬、候的分布,并据此提出北京适宜举行奥运会的时段以及2008年北京夏季奥运会气象服务工作特别是高温预报需要特别关注的问题。主要结果如下:

(1)50年内高温天气和闷热天气发生概率分别为1/10和1/20,因此相对于我国长江流域和华南地区,北京的高温闷热天气较少,是一个适宜举办奥运会的城市。

(2)高温天气主要集中在6月下旬和7月份。逐候分布呈双峰型,峰值分别在6月第6候和7月第5候。8月份高温日数非常稀少,而且几乎都在上旬;中下旬非常少。尤其是 $T_{\max} \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高温天气,8月中、下旬50年内只出现过一天。

(3) $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气约3/4以上集中在7月中旬到8月上旬,是北京夏季最闷热的时段。6月份尽管高温天气较多,但闷热天气很少。8月中、下旬50年内仅有1天出现 $T_{\min} \geq 26^{\circ}\text{C}$ 的闷热天气,气候概率不到0.1%;因此可以认为从8月中旬开始北京已经不再有闷热天气,非常适宜举办奥运会。

(4)每年至少出现一次持续2天的高温天气,而且每年还有84%的概率出现一次持续3天或3天以上的高温天气以及88%的概率出现一次持续2天或2天以上持续闷热天气。持续高温天气和持续闷热天气的平均持续日数均约为3天。

综上所述,北京夏季从8月中旬开始,无论是高温天气还是闷热天气,出现的概率都非常小,是最适宜举办奥运会的时期。但是如果出现如1999年7月23~31日期间那样既高温又闷热的天气,势必极大影响奥运会的顺利进行,所以还需要深入研究高温闷热天气的成因及其发生发展机理。

参考文献

- 1 赵世林,车少静. 石家庄的高温闷热天气. 气象, 2001, 27(9): 23~25.
- 2 John E O. Climatology: Selected Application. London: V H Winston & Soms, 1981, 190~192.
- 3 陈正洪,王祖承,扬宏青等. 城市暑热危险度统计预报模型. 气象科技, 2002, 30(2): 98~101.
- 4 谢庄,曹鸿兴. 北京最高和最低气温的非对称变化. 气象学报, 1996, 54(4): 501~507.
- 5 谢庄,崔继良,刘海涛等. 华北和北京的酷暑天气 I 历史概况及个例分析. 气象与环境研究, 1999, 4(4): 323~333.
- 6 孙建华,陈红,赵思雄等. 华北和北京的酷暑天气 II 模拟试验和机理研究. 气象与环境研究, 1999, 4(4): 334~345.
- 7 刘尧. 北京奥运开幕时间可能有变. 北京晚报, 新闻纵横, 2002/12/5.

(下转第33页)

Climatic Characteristics of Estival Muggy Weather in Beijing Related to 2008 Olympics

Wang Yingchun¹ Ge Guoqing² Tao Zuyu²

(1. Institute of Urban Meteorological Research, Beijing 100081;

2. Laboratory for Severe Storm Research, Department of Atmospheric Science,
School of Physics, Peking University)

Abstract

The characteristics, including the distribution in a month and the duration of Beijing estival muggy weather, is gained here by analyzing the daily maximum and minimum temperature in summer season (June, July and August) from 1951 to 2000. It revealed that the occurrence probabilities of the hot and muggy weather during the summer in Beijing are, respectively, $1/10$ and $1/20$, which indicates Beijing is a suitable city for the Summer Olympic Games. The hot weather mainly occurs in late June and the whole July, with two maximum frequencies in the period of 26 to 30 June and 21 to 25 July, respectively. The muggy weather mainly occurs in the middle of July and early August, with two maximum frequencies in the period of 26—31 July and 6—10 August, respectively. There are many hot weather days but few muggy weather days in June. And there are very few hot weather days but several muggy days in August. The hot weather lasting more than 2 days occurs at least once a year. The occurrence frequencies of the hot and muggy weather lasting more than 3 days are 0.84 times/year and 0.88 times/year respectively. The average duration of the hot and muggy weather are both 3 days. In the middle and late August, the hot and muggy weather seldom occur. That time is a good period for holding the Olympic Games.

Key Words: hot weather muggy weather climatic characteristics Summer Olympic Games