Climate Change Research Letters 气候变化研究快报, 2020, 9(6), 768-783
Published Online November 2020 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ccrl
https://doi.org/10.12677/ccrl.2020.96084

武汉军运会历史同期气温特征分析

张　丽，姚望玲，杨海鹏，刘佩廷

武汉市气象台，湖北 武汉
Email: 165525715@qq.com

收稿日期：2020年11月5日；录用日期：2020年11月19日；发布日期：2020年11月26日

摘　要

应用武汉市5个国家气象观测站有观测记录以来的气温资料，从历年、常年和近年气温背景入手，分析了军运会所在10月和会期18~27日的平均气温、平均最高、最低气温以及极端高、低温时空特征，同时对军运会期间气温日变化以及开闭幕式晚会时段的气温作了简单，并分析了极端气温出现的天气形势。结果表明：武汉气温总体呈上升趋势，空间分布南高北低。武汉军运会同期，武汉市气温具备典型的秋季气温变化特征，10月处于一年中气温下降阶段，逐旬气温呈稳定下降趋势，下旬气温下降明显，气温日变化显著，气温日较差平均8℃左右。开闭幕式晚会时段气温适宜，军运会历史同期出现了30℃以上极端高温和10℃以下极端低温，具有时空分布不均的特点。

关键词

军运会同期，气候背景，气温，时空分布特征

Analysis on the Characteristics of Temperature in the Same Period in the History of the Wuhan Military Games

Li Zhang, Wangling Yao, Haipeng Yang, Peiting Liu

Wuhan Meteorological Observatory, Wuhan Hubei
Email: 165525715@qq.com

Received: Nov. 5th, 2020; accepted: Nov. 19th, 2020; published: Nov. 26th, 2020

Abstract

Based on the temperature data from 5 national meteorological observatories in Wuhan since the

文章引用: 张丽, 姚望玲, 杨海鹏, 刘佩廷. 武汉军运会历史同期气温特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(6): 768-783. DOI: 10.12677/ccrl.2020.96084

observation started, and the background of the temperature in the past, perennial and recent years, we analyzed the average temperature, average high and low temperature, daily temperature changes, and the temporal and spatial characteristics of extremely high and low temperatures in October during the 7th CISM Military World Games. At the same time, we briefly analyzed the temperature during the opening and closing ceremonies, and the weather when extreme temperature occurred. The results show that the temperature in Wuhan in that period was on the rise in general, and the spatial distribution is high in the south and low in the north. During autumn in the past time, the temperature in Wuhan has a typical change. The temperature shows a steady decline from ten days to ten days in October, and it drops significantly in the last ten days of October. The daily temperature varies significantly as well. The daily temperature gap is around 8˚C. The temperature during the opening and closing ceremonies was suitable. But there were extremely high temperatures above 30˚C and extremely low temperatures below 10°C, which were characterized by uneven temporal and spatial distribution.

Keywords

The Same Period of the 7th CISM Military World Games, Climate Background, Temperature, Temporal and Spatial Distribution Characteristics

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

为更好开展 2019 年武汉军运会气象保障服务，市台针对军运会期间不同气象要素如秋季降水、气温、大风降温、雾和霾等进行了专题研究，本文主要分析了军运会期间的历史气温特征、出现极端气温的可能性以及产生的天气形势背景，得到了一些具有参考价值的分析结论。

2. 资料和方法

2.1. 资料

本文分析应用的资料为武汉国家气象观测站(武汉 57494、蔡甸 57489、黄陂 57491、新洲 57492、江夏 57493)有观测记录以来的气象观测报表数据和 MICAPS 资料等。要素包括气温定时值、平均气温、平均最高和最低气温、极端最高和最低气温、天气现象，以及 MICAPS 相关资料等。

2.2. 方法

时间划分为历年：1951~2018 年(各站起始时间略有不同)；常年：1981~2010 年(30 年)；近年：2001~2018 年(18 年)。应用统计学分析方法。

3. 武汉市常年气温气候背景分析

3.1. 武汉秋季气候特征

秋季(9~11 月)是夏季风向冬季风转换的时期。秋季影响长江流域的冷空气开始活跃起来，气温下降迅速。武汉市秋季是一年中气候最适宜的季节，10 月是最舒适月份[1]。

武汉市入秋平均日期为 9 月 22 日，入冬平均日期为 11 月 25 日(老标准)，常年秋季平均时长仅 64

天，秋季时间最长为 1994 年的 91 天。按照新标准，入秋日期为 9 月 27 日；入冬平均日期为 11 月 26 日，秋季平均 2 个月左右。

3.2. 武汉年平均气温时空分布特征

武汉年平均气温、平均最高、最低气温总体随时间呈上升趋势(图 1)。80 年代中后期开始上升趋势明显，2010 年前后气温出现一个断层，之后仍然保持上升趋势。出现断层的主要原因为站址迁移，依据是新站和旧站气温对比观测资料分析结果以及区域气候中心的订正分析研究结论[2]。

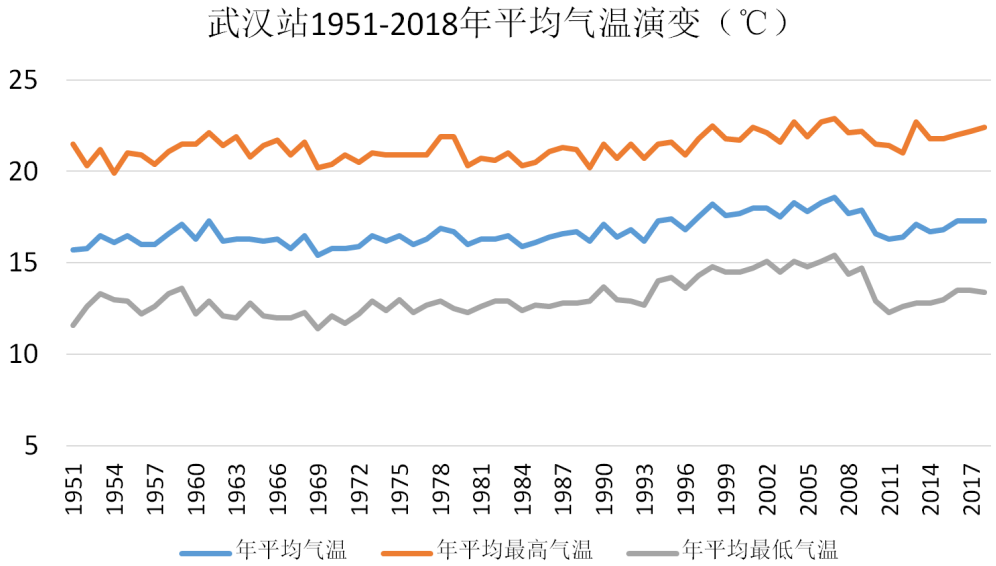


Figure 1. Wuhan temperature (average, average maximum, average minimum) change curve
图 1. 武汉气温(平均、平均最高、平均最低)变化曲线

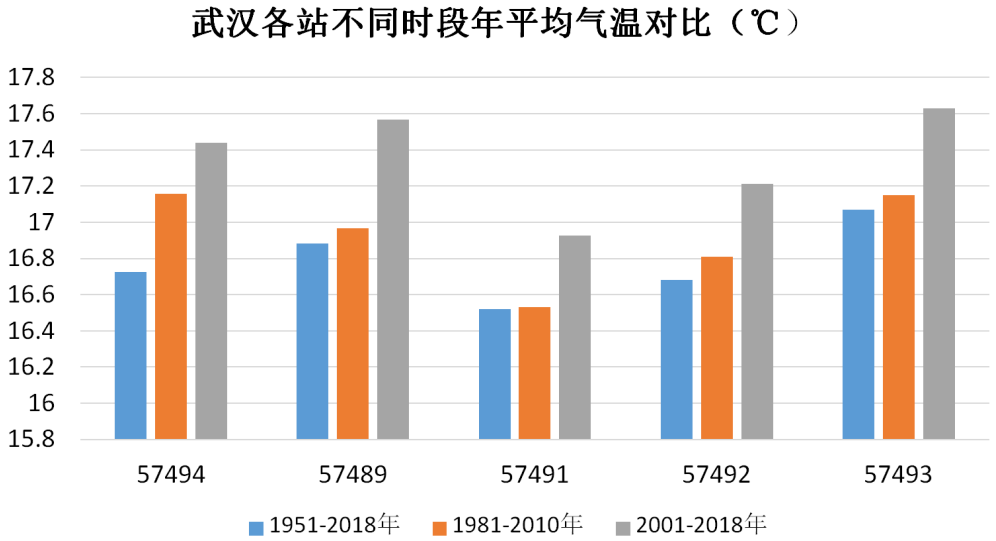


Figure 2. The average temperature of Wuhan stations over the years, all year round and in recent years
图 2. 武汉各站历年、常年及近年平均气温

武汉年平均气温空间分布差异较大，北部黄陂、新州较低，南部江夏、蔡甸较高；不同统计时段各站平均气温：历年最低，近年最高，常年居中(图 2)。

3.3. 武汉月平均、旬平均气温时空分布特征

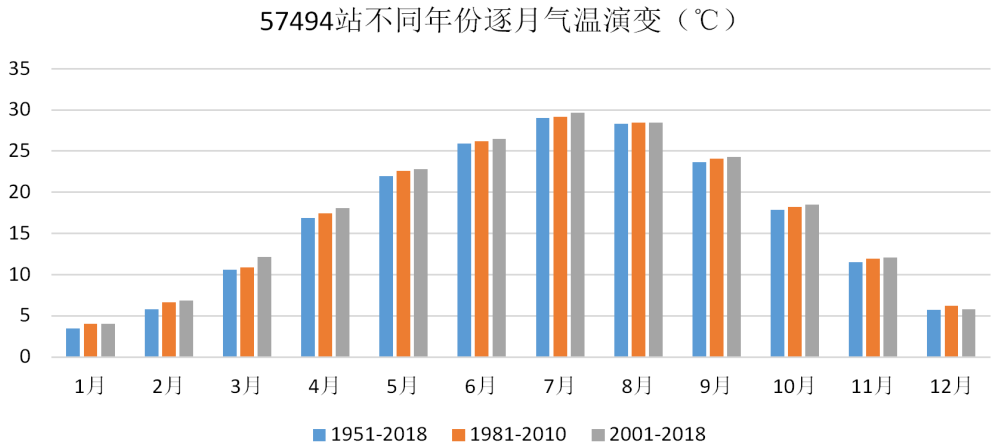


Figure 3. Wuhan station year, year and in recent years the average monthly temperature
图 3. 武汉站历年、常年及近年逐月平均气温

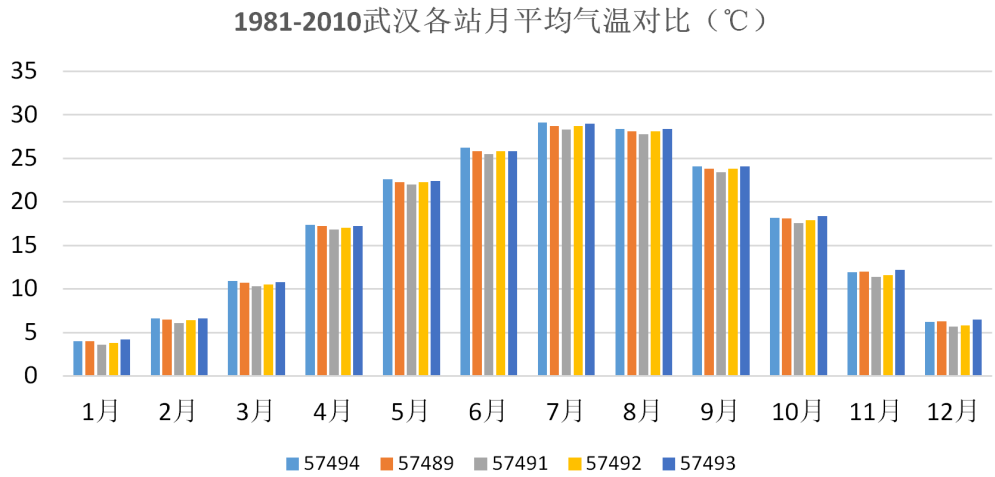


Figure 4. The average temperature of each station in Wuhan is monthly
图 4. 武汉各站常年逐月平均气温

武汉月、旬平均气温分布：1 月最低，7 月最高(图 3)。具体为 1 月中旬、下旬最低，7 月下旬、8 月上旬最高。10 月前后气温降幅较大，10 月逐旬气温下降趋势明显。

不同统计时段比较：历年各月、旬平均气温较近年低，多数月份常年居中。其中 1 月下旬、8 月各旬、12 月中旬二者相差不明显；9 月上旬、12 月下旬近年较历年低。

武汉月平均气温空间分布南高北低(图 4)，北部黄陂、新州较低，南部武汉、江夏、蔡甸较高(图中柱组中间下凹，凹槽为黄陂和新洲)。

4. 武汉 10 月气温特征分析

4.1. 武汉 10 月月平均气温时空分布特征

武汉 10 月平均气温年际波动较大，武汉站为 14.9℃~21.1℃(图 5)。近 18 年来 10 月平均气温为 18.0℃(黄陂)~19.1℃(江夏)；较常年平均值偏高 0.3℃(武汉)~0.7℃(江夏)。月平均气温空间分布：南高北低(图 6)。南部江夏最高，蔡甸、武汉站较高；北部黄陂最低、新州次低；月均温近年较常年高。

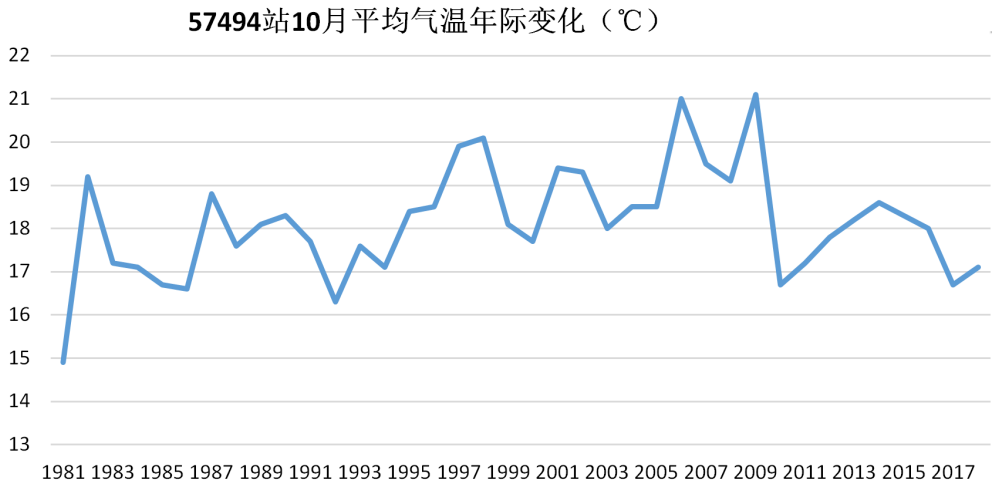


Figure 5. Interannual variation of average temperature in Wuhan station from 1981 to 2018 October
图 5. 武汉站 1981~2018 年 10 月平均气温年际变化

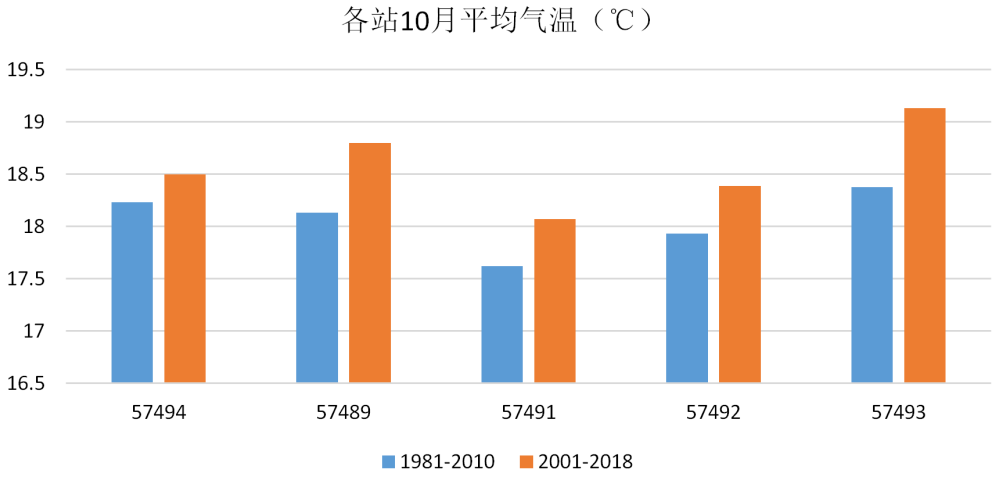


Figure 6. The average temperature distribution of Wuhan stations in October for the whole year and in recent years
图 6. 武汉各站常年及近年 10 月平均气温分布

4.2. 武汉 10 月平均最高、最低气温时空特征

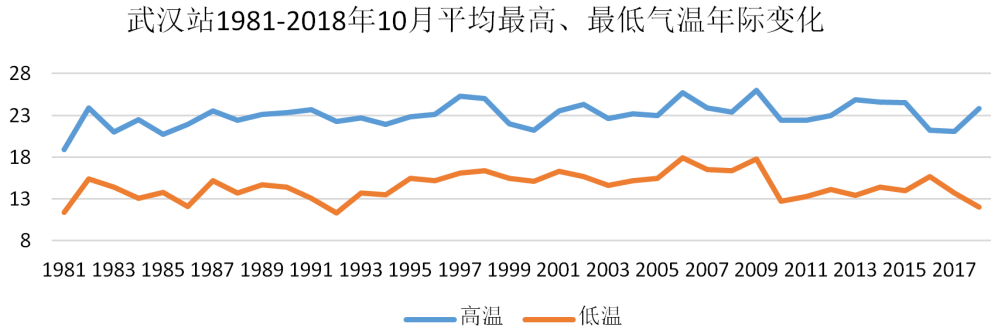


Figure 7. Wuhan station 38 years in October, the average maximum and minimum temperature change
图 7. 武汉站 38 年 10 月平均最高、最低气温变化

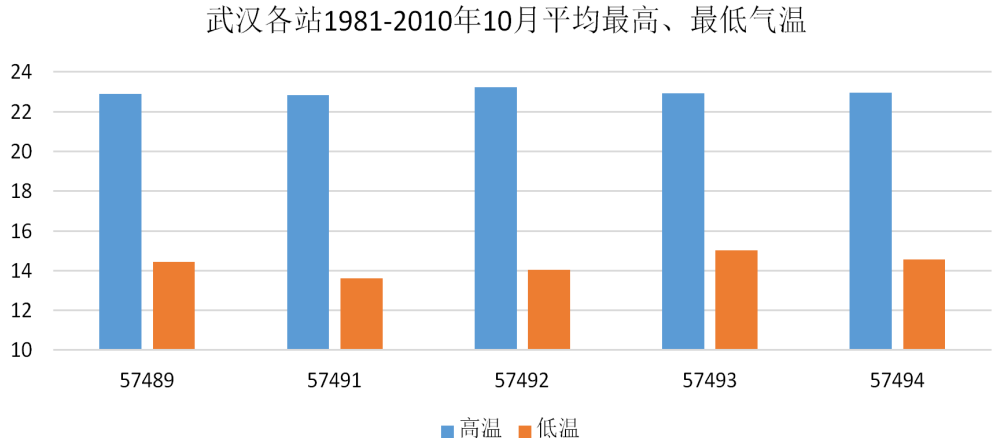


Figure 8. Wuhan station in October, the average highest and lowest temperature
图 8. 武汉各站常年 10 月平均最高、最低气温

武汉站 10 月平均最高、最低气温年际波动较大，变化幅度达 6℃~7℃。平均最高 18.9℃(1981)~26.0℃(2009)，平均最低 11.3℃(1992)~17.9℃(2006) (图 7)。各站 10 月平均最高气温空间分布较均匀，平均最低气温北部低于南部(图 8)，平均最高气温常年：22.8℃~23.2℃，近年：23.4℃~23.9℃；平均最低气温常年：13.6℃~15.0℃，近年 14.1℃~15.8℃。

4.3. 武汉 10 月逐旬气温时空分布特征

武汉站 10 月各旬平均气温年际波动较大，部分年份各旬气温也有交叉，表明同一年份各旬平均气温起伏也较大，跟旬内天气主要影响系统有关(图 9)。近 18 年来，武汉 10 月各旬平均气温分别为上旬 20.2℃~21.2℃、中旬 18.1℃~19.1℃、下旬 16.0℃~17.1℃，呈逐旬稳步下降的趋势，常年资料类似，表明天气逐步转凉。空间差异不大，南部气温略高于北部，最高为江夏，最低是黄陂区(图 10)。

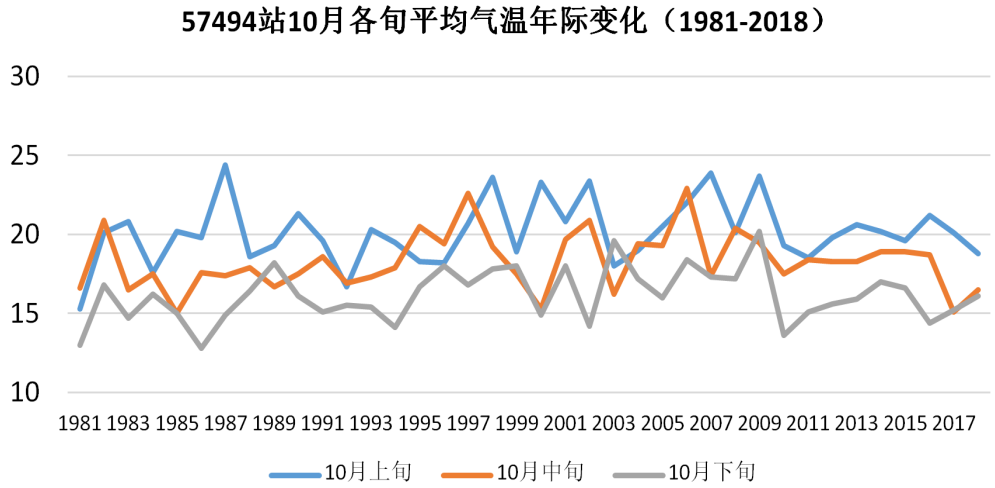


Figure 9. The average temperature change of each ten-day period in Wuhan station from 1981 to 2018
图 9. 武汉站 1981~2018 年 10 月各旬平均气温变化

10 月各旬极端最高气温分别为：上旬 33.8℃~34.6℃、中旬 31.8℃~32.3℃、下旬 29.4℃~30.3℃；呈稳定下降的趋势，上旬极端高温都在 34℃左右，中旬 32℃左右，下旬 30℃附近，各旬高温极端最高值空间分布差异并不大。

10 月各旬极端最低气温分别为：上旬 8.2℃~11.1℃、中旬 8.0℃~8.6℃、下旬 3.5℃~6.8℃；总体看也呈下降趋势，上、中旬降温趋势北部并不明显，其余各站均有 2℃~3℃降幅；下旬低温极值降幅较大。

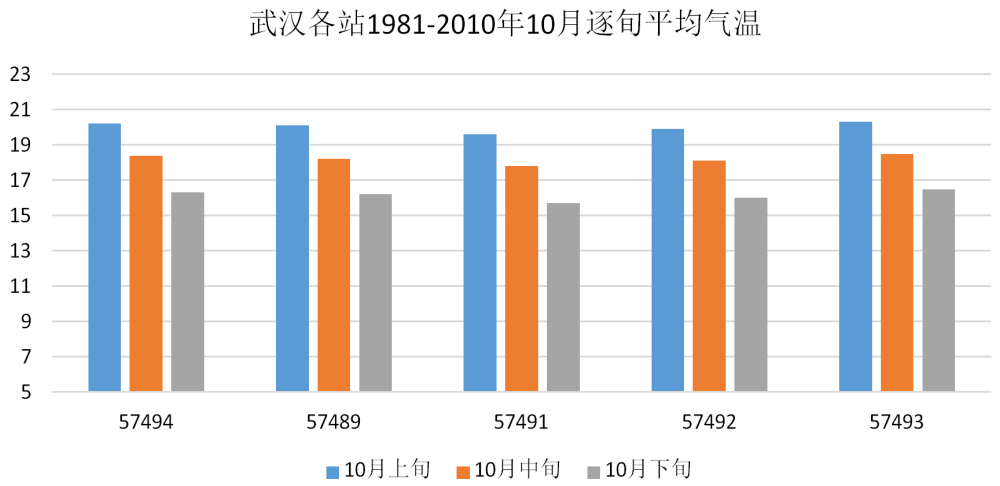


Figure 10. The average temperature distribution of Wuhan stations in October
图 10. 武汉各站常年 10 月逐旬平均气温分布

4.4. 武汉 10 月逐日最高、最低气温时空分布特征

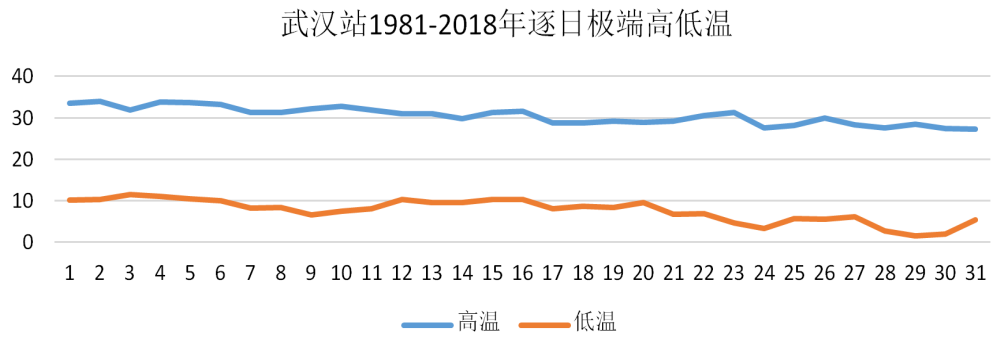


Figure 11. The extreme high and low temperature curves in Wuhan station from 1981 to October 2018
图 11. 武汉站 1981~2018 年 10 月逐日极端高低温曲线

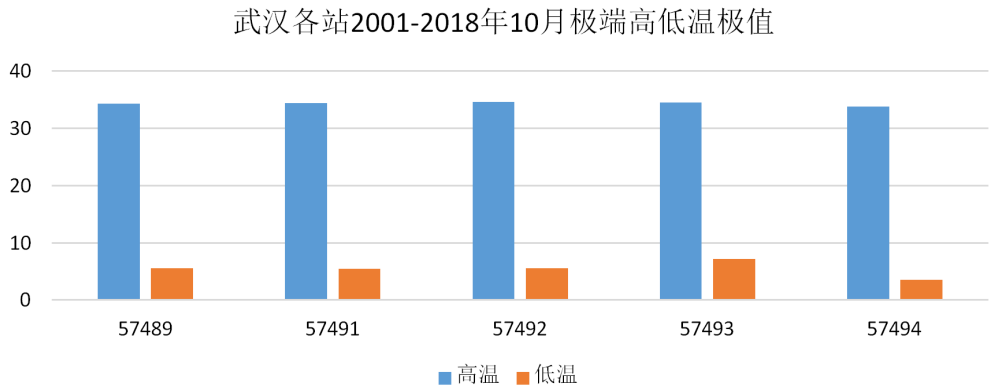


Figure 12. The distribution of extreme high and low temperatures in each station from 1981 to October 2018
图 12.各站 1981~2018 年 10 月极端高低温分布

Table 1. Occurrence frequency and time of high temperature ≥30˚C in October in all districts of Wuhan (1981 - 2018)
表 1. 武汉各区 10 月高温 ≥ 30˚C出现频次及时间(1981~2018 年)

	≥34.0℃天数	≥33.0℃天数	≥32.0℃天数	≥31.0℃天数	≥30.0℃天数	极高值℃	出现时间 年.日
武汉	0	1	10	30	49	33.9	1992.02
蔡甸	1	6	15	30	51	34.3	2007.04
黄陂	2	4	7	23	45	34.4	2007.04
新洲	3	4	16	37	59	34.6	2007.04
江夏	4	6	13	31	55	34.9	1992.02

武汉 10 月逐日极端最高、最低气温呈波动变化，总体上呈现出随日期推延而下降的趋势(图 11)。各站高温极值为 33.9℃~34.9℃，空间分布较为均匀(图 12)，高温(≥30.0℃)日数，南北差距也不太显著，详见(表 1)。各站极端低温值为 1.5℃~3.7℃，低温(≤10℃, ≤5℃)日数呈现出北多南少的分布特征，统计数据见(表 2)。

Table 2. Occurrence frequency and time of the lowest temperature ≤10˚C in October in All districts of Wuhan (1981 - 2018)
表 2. 武汉各区 10 月最低气温≤10˚C出现频次及时间(1981~2018 年)

	≤10.0℃天数	≤5.0℃天数	≤3.0℃天数	极低值℃	时间 年.日
武汉	120	8	3	1.5	1986.29
蔡甸	113	3	1	2.6	1986.29
黄陂	164	9	3	1.6	1991.28
新洲	141	7	0	3.7	1991.28
江夏	83	2	0	3.5	1986.29

5. 武汉军运会历史同期(18~27 日)气温特征

5.1. 军运会期间(18~27 日)逐日气温及日变化

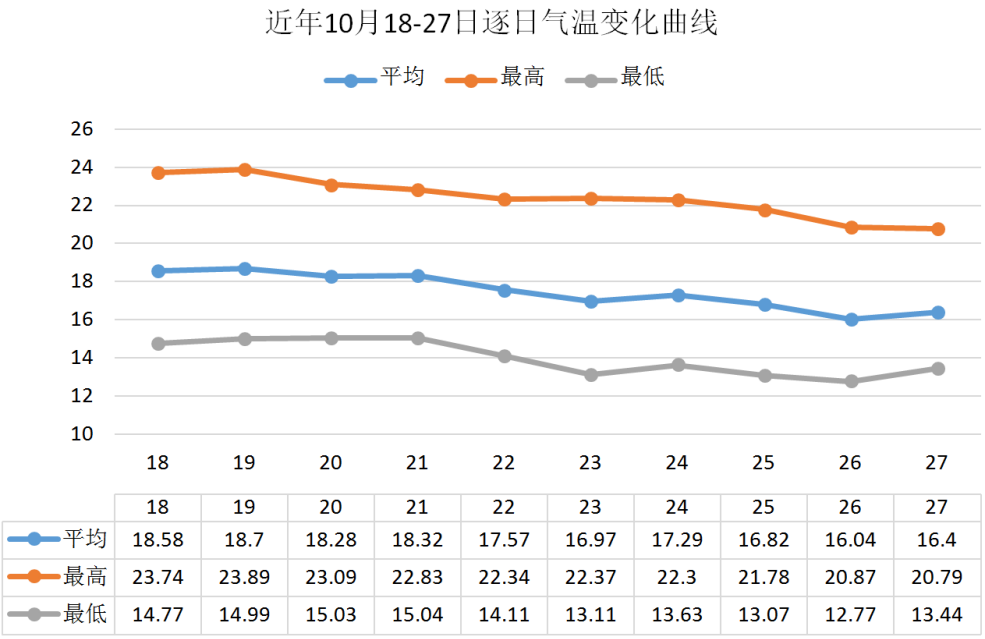


Figure 13. The temperature trend of Wuhan observatory in October in recent years
图 13. 武汉站近年军运会同期逐日气温走势图

分析近 18 年来武汉军运会同期(10 月 18~27 日)逐日平均气温、平均最高、平均最低气温变化趋势(图 13)，结果表明：军运会期间武汉市气温总体呈平稳下降趋势，三者降幅均在 3℃内，20 日开始气温稳定下降。期间，平均气温为 16.0˚C~18.7℃，平均最高气温为 20.8˚C~23.9℃，平均最低气温为 12.8˚C~15.0℃。近年来，军运会同期武汉气温日变化显著：白天较高，夜间较低，昼夜温差 8℃左右。日最高气温出现在 16 时前后，最低气温出现在早晨 7 时左右。

5.2. 军运会开闭幕式当日历史气温

武汉军运会开、闭幕式分别为 10 月 18 日和 27 日，分析武汉站近 18 年来单日逐小时气温变化情况(图 14)，可见：18 日气温较 27 日气温高 2℃左右，两天气温日变化显著，白天气温较高，夜间气温相对较低，昼夜温差 7˚C~8℃，日最高气温都出现在 15 时前后，最低气温出现时间都在早晨 7 时左右。

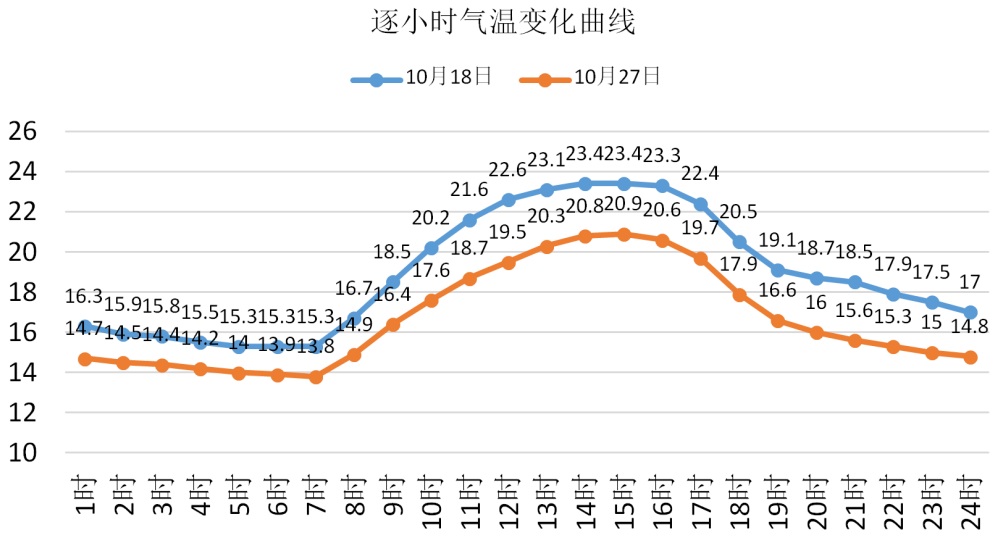


Figure 14. Diurnal temperature variation curves of Wuhan Station (2001 - 2018) on October 18 and 27
图 14. 武汉站(2001~2018 年)10 月 18 日和 27 日气温日变化曲线

18、27 日开、闭幕式晚会期间(18~24 时)，武汉市气温分别在 17˚C~20℃和 15˚C~18℃之间，变化平稳，有利于活动开展。

5.3. 军运会同期极端气温

Table 3. Occurrence frequency and extreme value time of high temperature in all districts during the same period of Wuhan Military Games from 1981 to 2018 (October 18 - 27)
表 3. 1981~2018 年武汉军运会同期(10 月 18~27 日)各区高温出现频次及极值时间

	≥34.0℃天数	≥33.0℃天数	≥32.0℃天数	≥31.0℃天数	≥30.0℃天数	极高值℃	出现时间 年.日
武汉	0	0	0	1	2	31.2	1997.23
蔡甸	0	0	0	2	3	31.1	1997.22/23
黄陂	0	0	0	0	1	30.1	1997.23
新洲	0	0	0	1	2	31.0	1997.23
江夏	0	0	0	0	4	30.9	1997.23

1981 年来，军运会同期高温(≥30.0℃)日数各站 1~4 天，高温极值：30.1℃~31.2℃。高温日数及极端最高气温值较 10 月数据明显减少或降低(表 3)。

此外，近 18 年来高温统计结果表明：军运会期间高温范围更小(仅江夏和蔡甸)、强度更弱(30.1℃~30.4℃)，其余测站和时间均未出现。其中蔡甸仅 1 天，江夏出现 3 天。

1981 年来，军运会同期低温(≤10℃)日数北多南少，低于 3℃的日数为零，低温极值为 3.3℃~6.3℃(表 4)。跟 10 月统计数据相比较，10℃以下低温日数比重加大，低温极值较高，原因是 10 月气温极低值出现于月底的几率较大，军运会结束日为 27 日，距离月底还有 4 天。

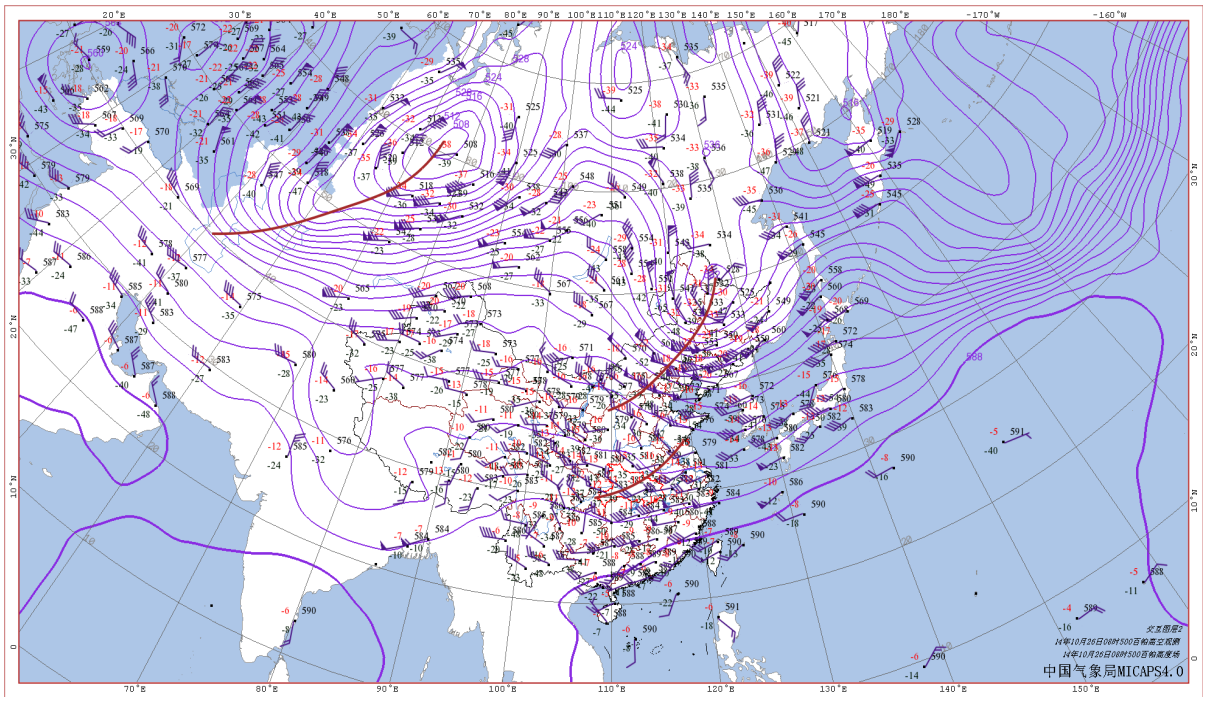
Table 4. Occurrence frequency and extreme value time of low temperature in all districts during the same period of Wuhan Military Games from 1981 to 2018 (October 18 - 27)
表 4. 1981~2018 年武汉军运会同期(10 月 18~27 日)各区低温出现频次及极值时间

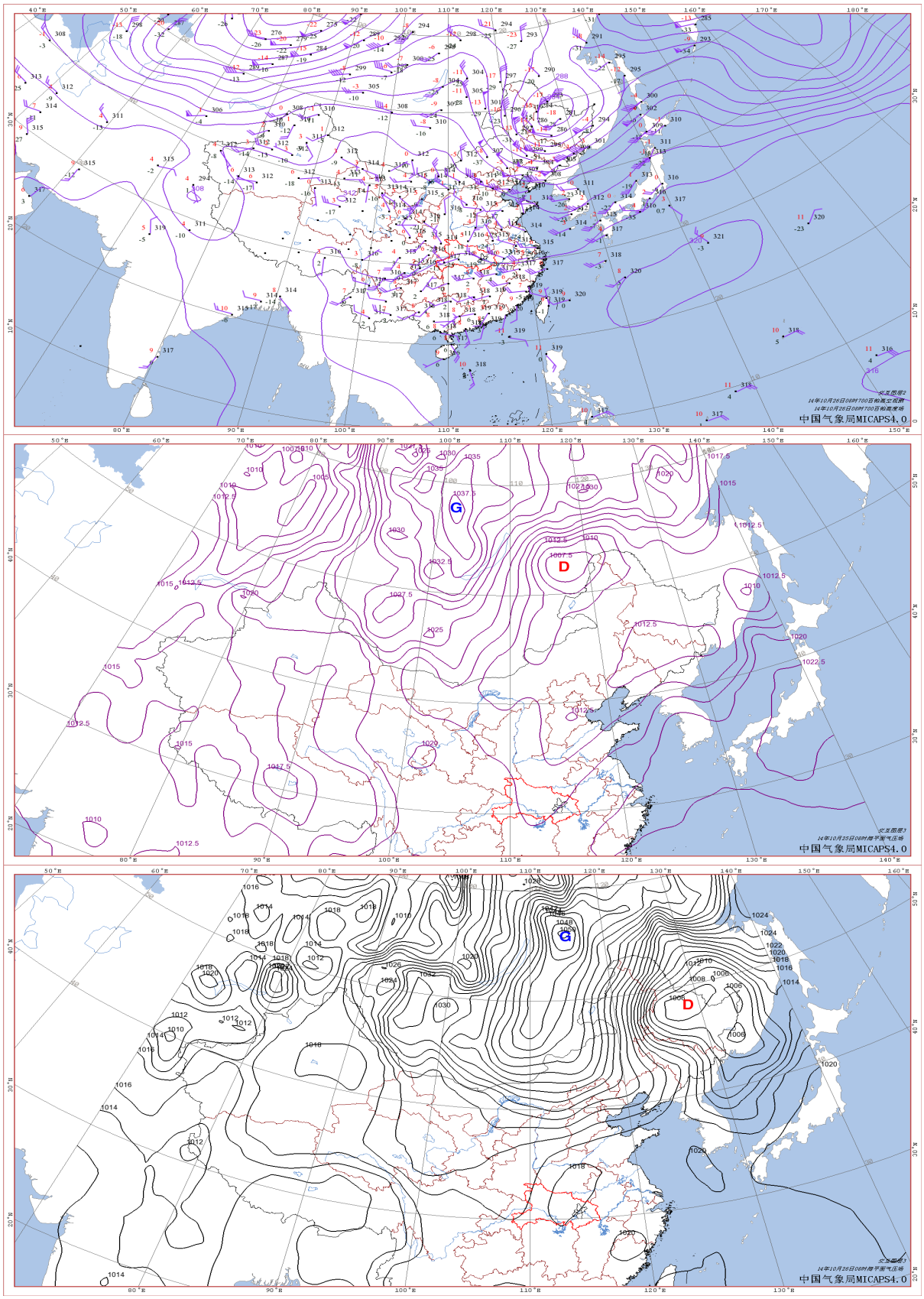
	≤10.0℃天数	≤5.0℃天数	≤3.0℃天数	极低值℃	出现时间 年.日
武汉	56	2	0	3.3	1981.24
蔡甸	53	0	0	5.1	1981.24
黄陂	80	1	0	3.4	1981.24
新洲	65	2	0	3.8	1981.24
江夏	39	0	0	6.3	1981.23

近 18 年，军运会同期低温极值 5.5℃~8.1℃。极端低温总体看呈逐旬下降趋势，上、中旬降温趋势北部不明显；下旬低温极值降幅较大。

6. 武汉军运会同期极端气温个例浅析

6.1. 极端高温个例形势分析




中国气象局MICAPS4.0
G
D
中国气象局MICAPS4.0
G
D
中国气象局MICAPS4.0

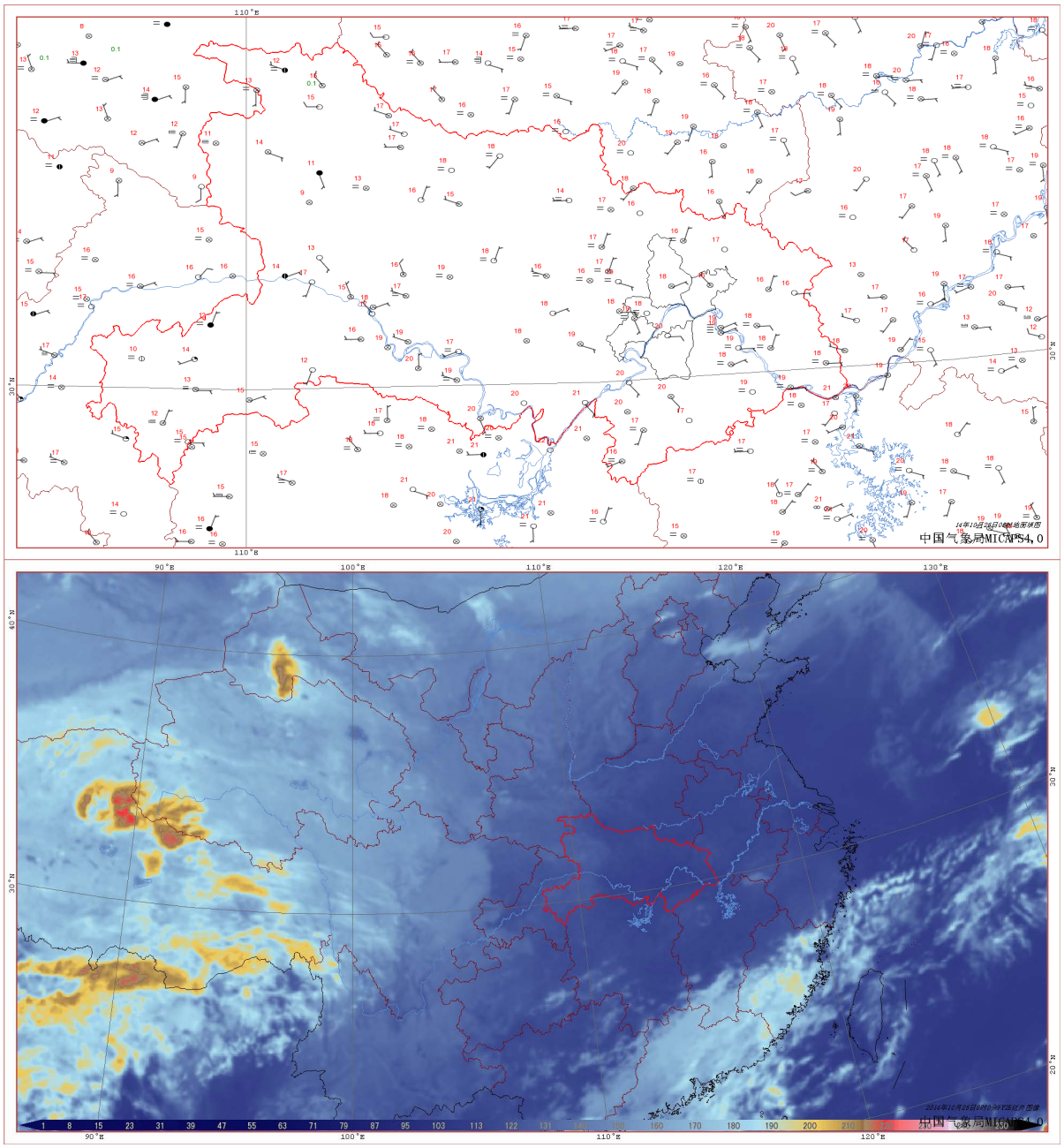


Figure 15. Weather situation chart on October 25 - 26, 2014 (a) 500 hPa situation field at 08:00 on October 26, 2014; (b) Situation field at 700 hPa at 08:00 on 26th; (c) Sea level pressure field at 08:00 on 25th; (d) Sea level pressure field at 08:00 on 26th; (e) Surface wind field at 08:00 on 26th; (f) Infrared cloud image at 08:00 on 26th)

图 15. 2014 年 10 月 25~26 日天气形势图((a) 26 日 08 时 500 hPa 形势场；(b) 26 日 08 时 700 hPa 形势场；(c) 25 日 08 时海平面气压场；(d) 26 日 08 时海平面气压场；(e) 26 日 08 时地面风场；(f) 26 日 08 时红外云图)

近 18 年军运会同期，武汉境内仅 2014 年江夏和蔡甸站出现了 30℃以上极端高温，其余测站和时间均无，高温极值 30.1℃~30.4℃。蔡甸 1 次(10.26)，江夏 3 次(10.19、10.20 和 10.26)。以 2014 年 10 月 26 日为例分析。

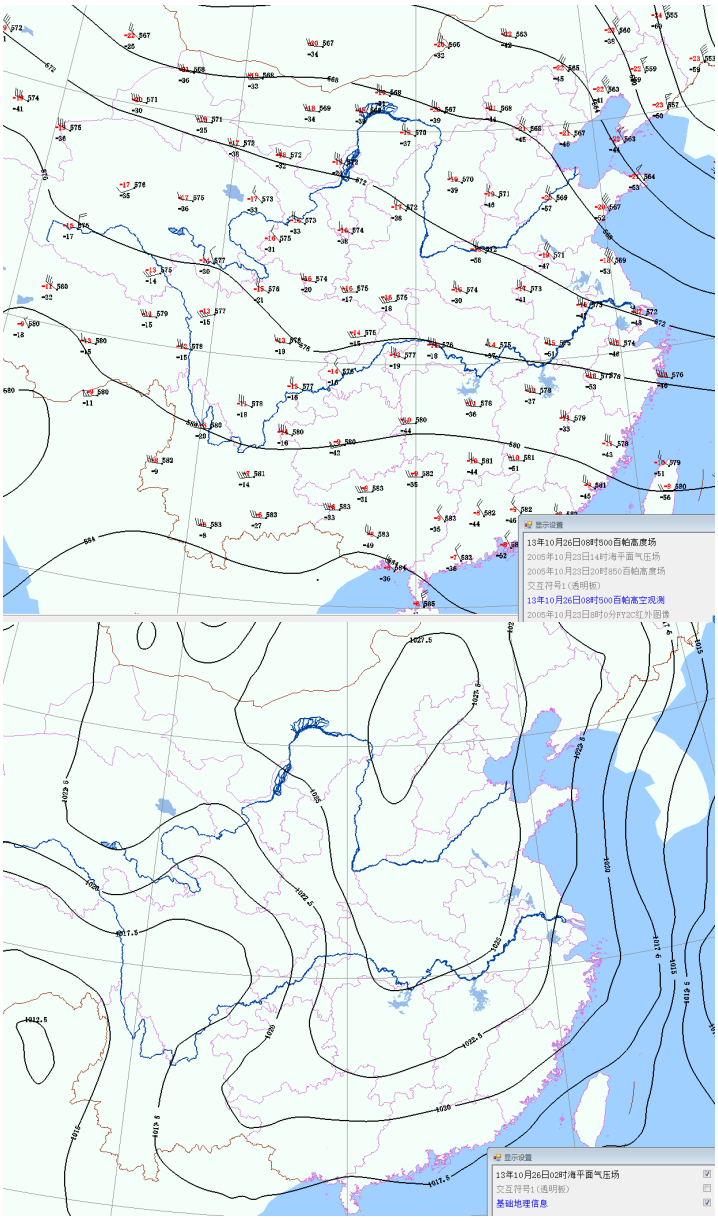
2014 年 10 月 26 日 500 hPa 欧亚中高纬呈两槽一脊型。其中位于贝湖地区的高压脊强烈发展，带动极地冷空气南下，使其前侧低槽不断加深并东移。副高 588 线也有所北抬，中低层暖湿气流发展旺盛。

2014 年 10 月 25~26 日的海平面气压场显示，原本位于贝湖以西的冷高压迅速发展东移，至 26 日 08 时，其中心强度已达 1050 hpa，武汉市主要受其前侧的暖低压外围暖槽控制，下沉增温明显。同时，从地面填图来看，地面风场较弱，早晨出现轻雾，大气层结稳定，有利于高温天气的形成，且从卫星云图上看，我市范围内天空少云，白天辐射增温明显，对于高温天气的形成有一定的影响因素(图 15)。

对另两次 10 月中下旬极端高温天气形势分析，结果表明，10 月中下旬武汉极端高温形成的天气背景为：高空处于暖脊前下沉增温区，中低层为暖湿系统控制，地面暖槽或切变发展、地面风场较弱(温度平流弱)；大气层结相对稳定(早晨有轻雾或霾)，白天晴空或少云(太阳辐射强)。

6.2. 极端低温个例天气形势分析

近 18 年军运会同期，武汉境内出现 10℃以下的极端低温个例 4 次，为 20021024、20051023、20131026、20181027，低温极值 5.5℃~8.1℃。以 2013 年 10 月 26 日和 2005 年 10 月 23 日极端低温为例分析。



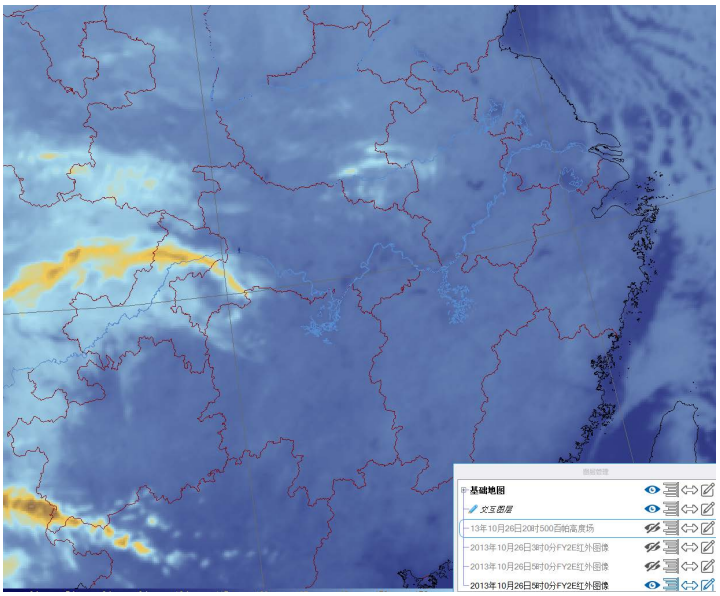
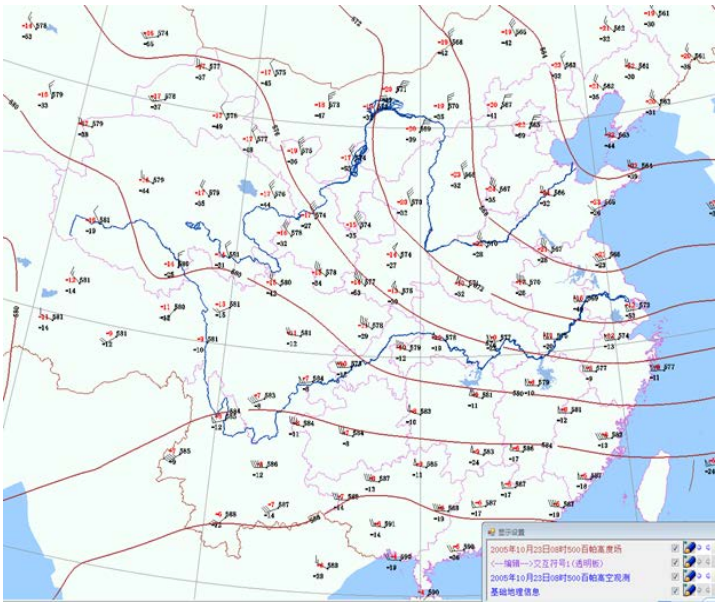


Figure 16. Situation field, sea level pressure field and infrared cloud map at 08:00 on October 26, 2013

图 16. 2013 年 10 月 26 日 08 时 500 形势场、海平面气压场和红外云图

2013 年 10 月 26 日，在地面冷空气南下影响之后，武汉站出现了近 18 年军运会同期极低气温 5.5℃。从天气形势场分析，24~26 日，武汉上空处于高空西北气流控制，天气晴到多云，有霾，24 日武汉气温 13.5℃~25.7℃；地面冷空气于 24 日晚开始南下影响武汉，25 日冷空气补充南下，北风风力较强，气温降至 9.9℃~20.3℃。26 日清晨武汉受地面冷高压控制，天气晴朗，红外卫星云图显示，武汉上空无云，最低气温降至 5.5℃(图 16)。

2005 年 10 月 23 日，受前期降水和地面较强冷空气南下影响，黄陂和蔡甸出现近 18 年军运会同期极低和次低气温 6.3 和 7.6℃。天气实况，19~21 日，武汉受高空低槽东移和中低层切变线影响，出现了降水天气，北部中雨(黄陂 13.8 mm)，南部小雨，全市伴有 3℃左右的降温(从 20℃左右降至 16℃~17℃)。



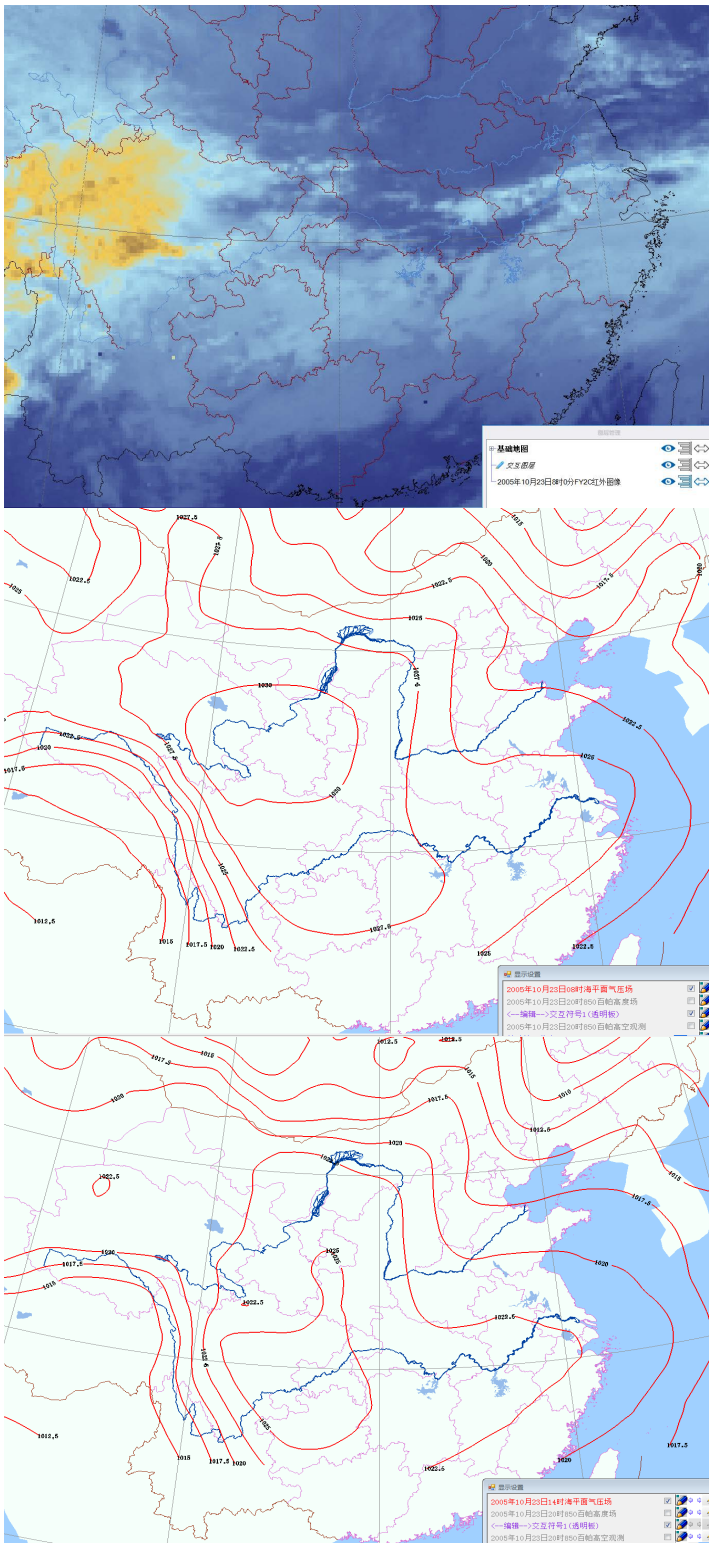


Figure 17. Situation field at 08:00 hours on 23 October 2005, infrared cloud map at 05 hours and sea level pressure field at 08 hours and 20 hours on 23 October 2005

图 17. 2005 年 10 月 23 日 08 时 500 形势场、05 时红外云图以及 08、20 时海平面气压场

22 日随着地面较强冷空气南下，北风增强，降水系统东移南压，武汉多云，气温稳步下降。23 日晨，武汉高空受西北气流控制，地面处于较强冷高压控制区，红外卫星云图显示，武汉上空少云(图 17)，辐射降温显著，早晨气温较低，黄陂出现近 18 年军运会同期极端低温 6.3℃，蔡甸最低气温 7.6℃，过程最低气温降幅达 9℃~10℃，19~23 日，武汉站低温降幅 9.2℃，蔡甸 9.6℃，黄陂 10.3℃。

7. 武汉军运会期间气温影响因子及预报着眼点

7.1. 气温影响因子

武汉军运会举办时间属于秋季，影响气温的因子有季节背景、地理条件(南北方位、有无水体、是否山区等)、前期天气实况、预报时段内天气影响系统和天气现象(如云量、云高、降水、雾和霾、大风)，等等。

其中云和雾：白天影响地面接收太阳辐射，间接影响最高气温；夜间影响长波辐射，对低温影响较大。秋季降水，雨滴降落过程中蒸发吸收大气热量，属降温因子。冷空气大风为温度平流影响项。

7.2. 气温预报着眼点

分析实况资料(气温，天气系统)、关注短期天气影响系统(高压、低压、冷性、暖性、系统强度、带来的天气类型、影响范围、影响时间等)、注重气温数值预报的解释应用、利用本地气温日较差规律预报最高和最低气温、根据影响系统考虑气温局地变化和平流变化因子订正，等等。

8. 小结

一年中，武汉秋季最适宜，10 月最舒适。武汉气温随时间呈上升趋势，空间上南高北低。10 月处于气温降幅较大时段，气温逐旬明显下降，上、中旬降温趋势北部不明显，下旬低温极值降幅较大。气温的旬、月平均值年际波动大，最高气温空间分布均匀，平均气温和平均最低气温南高北低，近年气温较常年高。日极端最高、最低气温总体呈下降趋势，高温(≥30.0℃)日数南北差距不大，低温(≤10℃, ≤5℃)日数北多南少。

武汉军运会期间(10 月 18~27 日)逐日最高、最低及平均气温总体呈下降趋势，平均气温为 16.0℃~18.7℃；气温日变化显著：白天较高，夜间较低；最高气温出现在 16 时前后，最低气温出现在早晨 7 时左右。18、27 日开、闭幕式晚会期间(18~24 时)，武汉市气温变化平稳，有利于活动开展。极端高温范围小、强度弱；极端高温出现天气背景：高空暖脊前，中低层暖湿系统中，地面暖槽发展、风场弱(温度平流弱)；大气层结稳定，白天晴空或少云(太阳辐射强)。极端低温天气背景：高空西北气流，地面冷高压；夜间少云或晴空(利于地表和大气长波辐射降温)。

基金项目

由国家自然科学基金项目(41275105)资助。

参考文献

[1] 姚望玲, 童奇, 张丽. 近 58 年武汉城市环境主要气候因子变化特征研究[J]. 湖北气象, 2014(3): 1-4.

[2] Jia, W.-Q., Ren, G.-Y., Suonan, K.-Z., *et al.* (2019) Urban Heat Island Effect and its Contribution to Observed Temperature Increase at Wuhan Station, Central China. *Journal of Tropical Meteorology*, **25**, 1-12.