

益阳市高温热害评估

王艳玲¹, 邹锦明², 李建东³, 刘电英², 杨乐清²

(1. 郑州市气象局, 郑州 450005; 2. 益阳市气象局, 湖南 益阳 413000; 3. 河南省防雷中心, 郑州 450003)

摘 要: 普查益阳市各气象站1959—2009年的高温天气过程, 根据高温范围、持续时间、强度和高温期间干旱日数等设置高温异常指数, 从气象角度综合评估了一次高温过程的灾害影响程度。通过分析排序, 揭示了益阳“5年一遇”至“50年一遇”的年际高温灾害性天气事件的主要分布特征, 并对益阳高温的空间分布及其年代际变化特征作了初步分析。结果表明, 20世纪六、七十年代益阳市强高温热害较多, 其灾害程度为“10年一遇”至“50年一遇”, 1966年7月中旬至8月中旬出现的高温酷暑天气为“50年一遇”, 1979—1991年、1996—2008年仅有小于“5年一遇”的高温热害, 2009年的高温热害为“5年一遇”。

关键词: 高温热害; 异常指数; 评估; 益阳市

中图分类号: P429; P468 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-7148(2010)04-0048-05

引 言

近百年来, 地球气候正经历着以全球变暖为主要特征的显著变化^[1-3], 高温天气已经成为主要灾害性天气之一^[4]。高温直接影响人体的健康, 对交通、建筑、旅游等行业都造成不利的影响, 特别是持续高温天气, 往往引发大面积干旱, 致使河流断流、山塘水库干涸, 造成农业用水和城市供水供电紧张, 给社会经济发展带来重大危害。益阳市位于湖南省中北部、资江中下游, 属大陆性亚热带季风湿润气候区, 冬冷夏热, 每年6月下旬至9月上旬均出现大范围、持续性的日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气。随着社会经济不断发展, 高温热害造成的损失日益突出。因此, 高温灾害评估已经成为决策气象服务的重要内容。国内外许多学者对高温天气过程的研究多限于天气特征、成因分析及对农业的影响^[5-8], 本文参照高安宁等对暴雨天气事件之异常指数设置方法^[9], 从方便计算、使用的原则出发, 设置高温天气事件的异常指数, 对益阳近半个世纪的高温热害进行了初步评估。

1 资料和方法

本文使用的资料为益阳市5个气象站的逐日最高气温资料, 资料时间序列为1959年1月1日至

2009年11月30日, 共51年。根据《湖南省地方标准》(DB43/T234-2004), 高温是指日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的天气。现定义连续 ≥ 3 天日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 为一次高温天气过程, 其中持续3~4天为短过程, 5~10天为轻度高温热害过程, 11~15天为中度高温热害过程, 16天以上为重度高温热害过程。两个过程之间只间隔1天的算为一个过程。为了更好地对每次高温过程进行定量化的分析, 定义多年一遇为某一时段内(经常取一年)某要素(温度、降水量等)最大值出现的概率, 即从历年资料样本或理论分析中统计出概率分布, 再判断其为多少年一遇。对于某一次高温天气过程造成灾害的影响评价, 应着重考察高温过程的范围、持续时间和强度三个方面。在具体操作上, 按服务需求, 以“平均5年一遇”为起点, 考虑了历史记录原因, 最大长度为“50年一遇”, 因此挑选出来的高温天气过程应为排列在前10名, 第1名为“50年一遇”, 第10名为“5年一遇”。

2 高温异常指数设置

根据预报与服务的需要, 高温异常指数主要考虑高温范围、持续时间、强度及干旱程度四个方面。高温异常指数 $f=f_{fw}+f_{cxsj}+f_{qd}+f_{gh}\circ$

2.1 高温范围指数

高温范围指数

$$f_{fwi} = x_{1i}/\bar{x}_1 \quad (i = 1, 2, \dots, 51) \tag{1}$$

式(1)中, $\bar{x}_1$ 为 1959 年以来历年高温过程中日高温最多站数前 10 名的平均值:

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Z_j \quad (N=10; j=1, 2, \dots, 10) \tag{2}$$

式(2)中, Z_j 为日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 最多站数排名前 10 位的高温过程的站数。

由(1)式可知, 某次高温过程的日高温站数越多, 过程日高温范围指数越大。

2.2 高温持续时间指数

高温持续时间指数

$$f_{csji} = x_{2i}/\bar{x}_2 \quad (i = 1, 2, \dots, 51) \tag{3}$$

式中, x_{2i} 为 1959 年以来某次过程的高温总站数, $\bar{x}_2$ 为高温持续天数按从多到少排在前 10 名的高温过程的平均日高温站数:

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Z_j/T_j \quad (N=10; j=1, 2, \dots, 10) \tag{4}$$

式中 Z_j 为高温持续天数排名前 10 位的高温过程中日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的站数, T_j 为对应的高温持续天数。

经普查计算, 1959—2009 年中, $\bar{x}_2 = 4.1$ 站, f_{csji} 值的大小取决于高温持续天数的长短和总高温站数。

2.3 强高温过程面积指数(大于 $k\text{ }^{\circ}\text{C}$ 面积指数)

选取 $k = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 三个临界值来确定强高温过程面积指数

$$f_{qd} = f_{37} + f_{38} + f_{40}$$

按某高温过程中强高温($T \geq k\text{ }^{\circ}\text{C}$)面积(站数)由大到小排序选取前 10 例, 算出平均站数。然后用该平均值去除每个入选个例的强高温站数, 即得强高温面积指数。具体算式为

$$f_{ki} = x_{ki}/\bar{x}_k \quad (k = 37, 38, 40; i = 1, 2, \dots, 51) \tag{5}$$

$$\bar{x}_k = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Z_j \quad (N=10; j=1, 2, \dots, 10) \tag{6}$$

式中, x_{ki} 为某次高温过程中最高气温 $\geq k\text{ }^{\circ}\text{C}$ 总站次, $\bar{x}_k$ 为历史过程中日最高气温 $\geq k\text{ }^{\circ}\text{C}$ 总站次前 10 名的平均值; Z_j 为最高气温 $\geq k\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的强高温过程中排序前 10 位最高气温 $\geq k\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的站数。

当 $k = 37$ 时, 经普查计算, 1959—2009 年中, $\bar{x}_{37} = 40.6$ 站。由公式(5) 求出 f_{37i} 序列, f_{37i} 值的大小取决于某次高温过程中日最高气温 $\geq 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的总站数, 总站数越多, f_{37i} 值越大, 高温过程越强。

同理可得, 当 $k = 38$ 时, 历史过程中日最高气温

$\geq 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 总站次前 10 名的平均值 $\bar{x}_{38}$ 为 22.3 站, 由公式(5) 求出 f_{38i} 序列。

当 $k = 40$ 时, 历史过程中日最高气温 $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 总站次前 10 名的平均值 $\bar{x}_{40}$ 为 1.9 站, 由公式(5) 求出 f_{40i} 序列。

2.4 干旱程度指数

根据《湖南省地方标准》(DB43/T234—2004) 规定: 连续 20 天内总降水量 $\leq 10\text{ mm}$, 40 天内总雨量 $< 30\text{ mm}$, 41~60 天内总雨量 $< 40\text{ mm}$, 61 天以上总雨量 $< 50\text{ mm}$, 且在以上时段内不得有大雨和以上降水过程, 为干旱期, 进行旱情统计。对 1959 年以来的高温天气过程, 按持续天数的长短选出持续天数最长的前 10 例, 计算在这 10 个高温过程期间的干旱日数, 算出这 10 个过程的平均干旱日数, 然后将此平均值去除每个个例的干旱总日数, 可得过程干旱日数指数 f_{gh} , 其值表示了入选个例干旱日数的相对多少, 具体算式为

$$f_{gh} = x_{3i}/\bar{x}_3 \quad (i = 1, 2, \dots, 51) \tag{7}$$

$$\bar{x}_3 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Z_j \quad (N=10; j=1, 2, \dots, 10) \tag{8}$$

式(7)中, $\bar{x}_3$ 为 1959 年以来历年持续时间最长的前 10 个高温过程中干旱日数平均值, 为 19.3 天; 式(8)中 Z_j 为持续时间最长的前 10 个高温过程中干旱日数。由(7)式可知, 某次高温过程的干旱日数越多, 过程干旱日数指数越大。

3 高温热害评估

3.1 高温热害事件评估

单凭某一个高温热害指标难以评估一次高温过程的热害程度, 但经过量化的高温异常指数 f 却能较好地代表其热害程度。表 1 所示为历史上最强的 10 次高温过程, 1966 年 7 月中旬至 8 月中旬出现了益阳市近半个世纪最强的高温酷暑天气, 根据“多年一遇”评估指标及高温过程资料长度, 为“50 年一遇”。如果不按过程统计而是按年来统计, 则强高温热害多出现在六、七十年代, 为“10 年一遇”到“50 年一遇”, 1979—1991 年、1996—2008 年仅有小于“5 年一遇”的高温热害, 2009 年的高温热害为“5 年一遇”。益阳市最强的 10 次高温热害过程大多出现在 7 月中旬至 8 月上旬, 最早出现在 6 月中下旬, 最迟在 8 月初至 8 月中旬。

表 1 历年高温热害异常指数及排序

起始日期	结束日期	f_{fw}	f_{csj}	f_{37}	f_{38}	f_{40}	f_{gh}	f	天气特征
1966-07-16	1966-08-18	1.344	30.488	1.305	1.435	1.053	1.658	37.283	特大旱
1971-07-02	1971-08-02	1.269	28.780	1.305	1.211	1.579	1.295	35.439	伏旱
1992-07-14	1992-08-13	1.194	27.073	1.232	1.256	0	1.295	32.050	干旱
1959-07-17	1959-08-09	1.022	23.171	0.961	1.121	1.579	0.881	28.735	大旱
1995-07-09	1995-08-01	1.075	24.390	0.887	1.031	0	1.140	28.523	秋旱
1961-07-10	1961-08-03	0.882	20.000	0.936	1.031	3.684	0	26.533	盛夏炎热期长
1978-06-29	1978-07-15	0.806	18.293	0.911	0.807	1.579	0.881	23.277	伏旱
1964-07-07	1964-07-23	0.828	18.780	0.961	0.942	0	0.881	22.392	干旱
1961-06-15	1961-07-07	0.828	18.780	0.567	0.493	0.526	1.192	22.386	无明显旱涝
2009-07-08	2009-07-23	0.753	17.073	0.936	0.673	0	0.777	20.212	盛夏炎热期长

为方便理解高温异常指数与高温酷暑程度及灾害损失的对应情况,对排序第一位的 1966 年 7 月 16 日至 8 月 18 日持续高温天气过程进行概述,并对灾害损失的情况进行初步调查。

7 月 13 日至 10 月 3 日,益阳出现了持续时间达 83 天的特大干旱,其中 8 月雨量特少,入秋后“秋老虎”厉害,赤日炎炎,安化有 3 天日极端最高气温在 40℃ 以上,年极端最高气温安化达 40.7℃,桃江达 39.9℃,均出现在立秋前后。这次过程,全市农作物受害面积达 71.3 万公顷,其中失收面积达 2.6 万公顷。

3.2 高温过程空间分布

51 a 间,益阳全市 5 个气象站共出现 ≥35℃ 高温天气过程 645 站次,其中短过程 261 站次,轻度高

温热害过程 297 站次,中度高温热害过程 55 站次,重度高温热害过程 32 站次(见图 1a)。可见 ≥35℃ 高温天气过程多以短过程和轻度高温热害过程为主,安化和桃江占全市的 53.4%,而且多出现在 7—8 月。

对于 ≥37℃ 高温天气过程,现定义持续 2~3 天为短过程,4~5 天为中过程,6 天或以上为长过程。51 a 间,益阳全市 5 个气象站共出现 ≥37℃ 高温天气过程 310 站次,其中短过程 200 站次、中过程 61 站次、长过程 49 站次(见图 1b)。可见 ≥37℃ 的高温天气过程也多以短过程为主,其中安化、桃江、益阳占全市的 83%,而南县 ≥37℃ 高温天气过程出现的最少,仅 12 次,且只有一个长过程,呈现从山区向湖区减少的趋势。

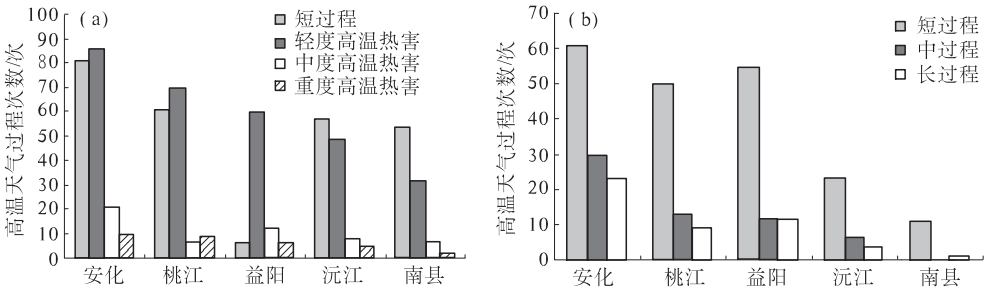


图 1 益阳市 ≥35℃ (a) 和 ≥37℃ (b) 高温天气过程分布

3.3 高温天气年代际变化

若按高温持续时间长短统计,≥35℃ 的高温最长持续 32 天,≥37℃ 的高温最长持续 16 天。≥35℃ 高温持续时间 ≥5 天的,除 1973 年、1986 年、1996 年和 2008 年外,其余年份都出现了;≥35℃ 高温持续时间 ≥10 天的,20 世纪 60 年代出现 8 次、70 年代出现 5 次、80 年代出现 7 次、90 年代出现 4 次,2000 年以来出现 5 次,其中 1966 年 7 月 16 日—8 月 18 日出现极大值 34 天、1971 年 7 月 2 日—8 月 2 日出现次大值 32 天。≥37℃ 高温持续时间

≥5 天的,20 世纪 60 年代出现 6 次、70 年代出现 5 次、80 年代出现 5 次、90 年代出现 4 次,2000 年以来出现 5 次(见图 2a)。≥35℃ 的高温天气过程,20 世纪 60 年代共出现 154 站次,70 年代共出现 116 站次,80 年代共出现 99 站次,90 年代共出现 100 站次,2000 年以来共出现 166 站次。≥37℃ 的高温天气过程,20 世纪 60 年代共出现 75 站次,70 年代共出现 59 站次,80 年代共出现 53 站次,90 年代共出现 42 站次,2000 年以来共出现 66 站次(见图 2b),1973 年、1986 年、1993 年未出现 ≥37℃ 的高温天气

过程。由此可见,异常高温热害在 20 世纪 60 年代影响较大,70—90 年代有减少的趋势,90 年代以后又有增加的趋势。

若按高温强度来统计(图 2c),日极端最高气温 $\geq 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温日,20 世纪 60 年代共出现 407 站次,70 年代共出现 254 站次,80 年代共出现 206 站次,90 年代共出现 219 站次,2000 年以来共出现 277 站次, $\geq 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日的出现次数按年代际呈抛物线变化,60—80 年代快速递减,90 年代以来又有所递增,90 年代仅为 60 年代的 54%;日极端最高气温 $\geq 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温日,20 世纪 60 年代共出现 169 站次,70 年代共出现 88 站次,80 年代共出现 77 站次,90 年代共出现 91 站

次,2000 年以来共出现 88 站次, $\geq 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日的出现次数也按年代际呈抛物线变化,60—80 年代快速递减,90 年代以来又略有递增,90 年代为 60 年代的 54%;日极端最高气温 $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温日,20 世纪 60 年代共出现 13 站次,70 年代共出现 8 站次,80 年代没有出现,90 年代共出现 1 站次,2000 年以来共出现 4 站次, $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日 60 年代出现最多,80 年代无,2000 年以来有所增加。

若按盛夏干旱日数来统计,20 世纪 60 年代共出现 413 天,70 年代共出现 236 天,80 年代共出现 229 天,90 年代共出现 192 天,2000 年以来共出现 83 天,干旱日基本上呈年代际下降趋势。

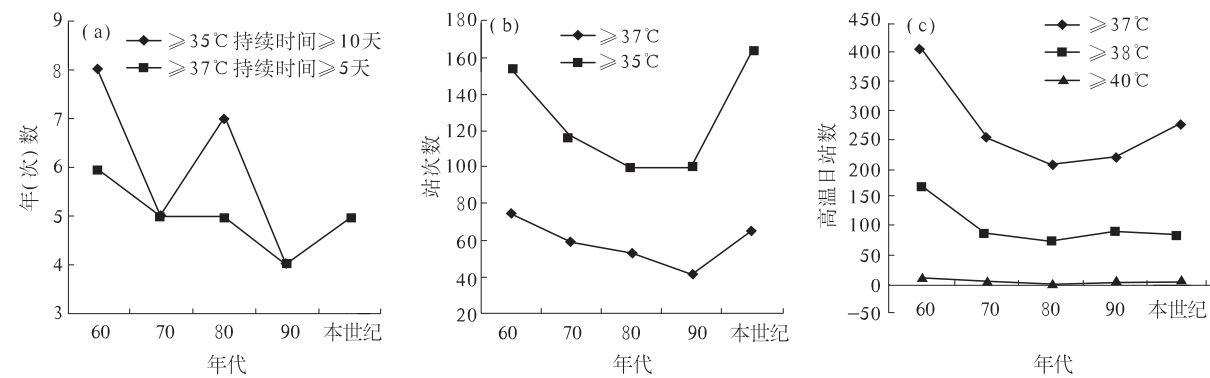


图 2 益阳市高温热害天气过程(a)、高温天气过程(b)及高温日站数(c)年代际变化

4 结 语

- (1) 根据高温范围、持续时间、强高温面积和干旱等与高温热害相关的数据,设置高温热害异常指数,从气象灾害的角度综合评估一次高温过程,能够客观反映益阳“5年一遇”至“50年一遇”的高温灾害天气分布特征,可以应用到高温灾害评估业务中。
- (2) 强高温热害多出现在六、七十年代,为“10年一遇”到“50年一遇”,1966年7月中旬至8月中旬出现了益阳市近半个世纪最强的高温酷暑天气,1979—1991年、1996—2008年仅有小于“5年一遇”的高温热害,2009年的高温热害为“5年一遇”。
- (3) $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温天气过程多以短过程和轻度高温热害过程为主,安化和桃江占全市的53.4%,而且多出现在7—8月,呈现从山区向湖区减少的趋势。异常高温热害在20世纪60年代影响较大,70—80年代有减少的趋势,90年代以来又有增加的趋势。
- (4) 气象与农业、民政、电力、工业等部门之间要加强联动,做到信息共享,使灾情收集尽可能完善、全面,这对做好高温天气热害评估非常重要。

参考文献

[1] 魏东岚,周薇. 近 50 年来大连气候变化趋势分析[J]. 气象, 2005,31(8):71-73;76.

[2] 林学椿,天淑秋. 近 40 年我国气候趋势[J]. 气象,1990,16(10): 16-22.

[3] 孙绍骋. 灾害评估研究内容与方法探讨[J]. 地理科学进展, 2001,20(2):122-130.

[4] 王绍武,龚道溢,陈振华. 近百年来中国的严重气候灾害[J]. 应用气象学报,1999,10(增刊):43-53.

[5] 姚文艺,徐宗学,王云璋. 气候变化背景下黄河流域径流变化情势分析[J]. 气象与环境科学,2009,32(2):1-6.

[6] 刘桂芳,卢鹤立. 全球变暖背景下的中国西部地区气候变化研究进展[J]. 气象与环境科学,2009,32(4):69-73.

[7] 秦丽,张立凤,骆凯. 近 48 a 台北市气温的小波分析[J]. 气象与环境科学,2010,33(2):59-62.

[8] 宋玉民,陈佩英,李艳琴,等. 气候变化对临颖农业的影响分析[J]. 气象与环境科学,2009,32(2):71-77.

[9] 高安宁,陈业国,吴兴国. 广西异常暴雨天气事件之异常指数初探[J]. 气象,2003,29(1):46-48.

Yiyang City High Temperature Heat Damage Assessment

Wang Yanling¹, Zou Jinming², Li Jiandong³, Liu Dianying², Yang Yueqing²

(1. Zhengzhou Meteorological Office, Zhengzhou 450005, China;

2. Yiyang Meteorological Office, Yiyang 413000, China;

3. Henan Provincial Lightning Protection Centre, Zhengzhou 450003, China)

Abstract:Through general survey high temperature weather process of Yiyang weather stations from 1959 to 2009, according to high temperature scope, duration, intensity and high temperature period arid date numbers and so on, the paper establishes high temperature unusual indices, from a meteorological angle overall assesses pyroprocess disaster influence. Through analysis sorting, the paper promulgates Yiyang “once in every 5 years” to “once in every 50 years” the interannual high temperature disastrous weather event’s main distributed characteristic. And the paper has made the preliminary analysis to the Yiyang high temperature’s spatial distribution and the interdecadal change characteristic. The result indicates that the strong high temperature heat damage is more from 1960s to 1970s in Yiyang, the disaster degree is “once in every 10 years” to “once in every 50 years”; mid-July to mid-August of 1966 appeared the high temperature intense summer heat weather which was “once in every 50 years”; 1979—1991 and 1996—2008 had less than “once in every 5 years” high temperature heat damage; 2009 high temperature heat damage was “once in every 5 years”.

Key words:high temperature heat damage; anomalous index; evaluation; Yiyang city