

城市效应对福州市气候的影响

陈千盛

(福建省气候中心,福州 350001)

提 要

计算了福州近 40 多年来气温等要素的气候倾向率,揭示了福州气候的变化规律。通过城区和郊区的气候资料对比分析,发现福州城区存在着热岛、雨岛、干岛、浑浊岛等城市气候效应。同时还存在着雾和雷暴负效应的异常现象。最后用气象学原理讨论产生异常现象原因。

关键词: 城市气候 热岛效应 负效应

引 言

福州位于福州盆地中央,闽江从福州市的西北郊入境,东南郊流出,全年盛行东南—西北风。市区的面积从 1949 年的 17km^2 至 1992 年扩大到 63km^2 ,人口从 30 多万增长到 83 万人,加上流动人口达 130 万以上。工业发展,车辆拥挤,人均绿地少(4.5m^2),绿化覆盖率低(26%),对气候产生了影响。本文以福州气象站($26^\circ05'\text{N}$ 、 $119^\circ17'\text{E}$,海拔 84m)1951—1993 年的资料和居民区临时测点的资料代表市区。以原闽侯(谢坑)气象站($26^\circ00'\text{N}$ 、 $119^\circ18'\text{E}$,海拔 5.4m)1957—1982 年资料和新闽侯(甘蔗)气象站($26^\circ09'\text{N}$ 、 $119^\circ20'\text{E}$,海拔 57.8m)1983—1992 年资料和农试站($26^\circ05'\text{N}$ 、 $119^\circ18'\text{E}$,海拔 24.9m)1983—1992 年资料代表郊区。同时还用分别与福州相距 28km 和 83km 的连江($26^\circ12'\text{N}$ 、 $119^\circ32'\text{E}$)和平潭($25^\circ31'\text{N}$ 、 $119^\circ47'\text{E}$)两县气象站当作郊区,用它们最热月气温与福州比较。在作分析前做必要的序列订正,以便更好地揭示福州城市气候效应,为城市规划提供科学依据。

1 城市气温的气候倾向率

利用福州近 40 年的资料分别建立了福州最热月平均气温、最高气温、极端最高气温

和全年出现的日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 日数的变化趋势方程:

$$y_1 = 28.6410 + 0.01439t$$

$$y_2 = 33.877674 + 0.01712t$$

$$y_3 = 37.34186 + 0.02579t$$

$$y_4 = 19.24580 + 0.27106t$$

其中 t 是时间,单位是年。

它们分别以 $0.1439^\circ\text{C}/10$ 年、 $0.1712^\circ\text{C}/10$ 年、 $0.2579^\circ\text{C}/10$ 年和 2.7106 天/ 10 年的倾向率上升。

最冷月的平均最低气温和极端最低气温的变化趋势方程分别为:

$$y_5 = 6.43920 + 0.03384t$$

$$y_6 = 0.42458 + 0.025t$$

它们分别以 $0.3384^\circ\text{C}/10$ 年和 $0.25^\circ\text{C}/10$ 年倾向率上升。

2 城市的热岛效应

上述的气候变化含大范围气候自然变化和局地气候变化两部分。局地气候变化是城市化发展引起,但是城市化对气候影响的物理过程是复杂的,在目前还未能清楚地加以揭示。城市化增温因子和降温因子(气溶胶粒子、绿化),两者互相制约,每个成分占多少比重都难以断定。

2.1 热岛效应(市区气温高于郊区)出现日

数

据 1983—1992 年福州站和闽侯站 1、4、7、10 月逐日 4 个定时资料统计结果:热岛效应日数在 10 月最多,4 月最少(见表 1)。

表 1 热岛效应日数/天

	1 月	4 月	7 月	10 月
02 时	21.3	16.0	28.3	28.0
08 时	20.7	19.0	24.0	24.7
14 时	14.3	16.7	21.3	14.0
20 时	21.0	13.0	13.3	26.7
平均	19.3	16.2	21.7	23.3

热岛效应日变化:冬春 08 时出现最多,冬季 14 时最少,而春季 20 时最少;夏秋 02 时最多,夏季 20 时最少,而秋季 14 时最少(表 1)。以最高和最低气温看,最高气温出现热岛效应日数除 4 月外均比最低气温少。

2.2 热岛效应平均强度

热岛效应强度通常指城市和郊区气温差。这里是指福州站与闽侯站或与其它站各月(或定时)平均气温差。从表 2 可看出,强度(气温差)最大出现于秋高气爽的 10—11 月,02 时和 08 时尤其明显,14 时(春季除外)和 20 时较小,甚至出现负效应,如 10—12 月 14 时和 4—6 月 20 时就有这种现象。这是由于福州站地势高,离海近,14—20 时风力比闽侯(甘蔗)大所致。

表 2 福州—闽侯(甘蔗)各定时热岛效应平均强度/℃

	02 时	08 时	14 时	20 时	T_M	T_m
1 月	0.51	0.32	-0.60	0.20	-0.07	0.48
2 月	0.14	0.26	-0.15	0.15	-0.06	0.28
3 月	0.12	0.21	0.70	0.04	0.10	0.15
4 月	0.18	0.19	0.70	-0.07	0.11	0.16
5 月	0.28	0.29	0.60	-0.02	0.15	0.25
6 月	0.35	0.29	0.25	-0.03	0.39	0.46
7 月	0.53	0.34	0.42	0.02	0.34	0.81
8 月	0.36	0.33	0.33	0.23	0.41	0.79
9 月	0.46	0.38	0.03	0.46	0.12	0.56
10 月	0.81	0.69	-0.13	0.66	0.13	0.79
11 月	0.87	0.93	-0.17	0.66	-0.07	1.03
12 月	0.77	0.80	-0.11	0.44	-0.05	0.82

注: T_M 为最高气温, T_m 为最低气温

2.3 各年代热岛效应平均强度的变化

福州与闽侯(谢坑)从 1957—1990 年 1、4、7、10 月平均气温差(热岛效应平均强度),随着年代往后推移,夏秋明显增大,尤其 10 月增大最明显(表 3)¹⁾。

表 3 热岛效应平均强度/℃

	1 月	4 月	7 月	10 月
1957—1960	0.03	0.10	0.15	0.15
1961—1970	0.20	0.12	0.22	0.31
1971—1980	0.13	0.06	0.22	0.43
1981—1990	0.20	0.21	0.25	0.47

1957—1970、1971—1982、1983—1992 年福州与闽侯最热月平均最高气温的差值分别为 1.22℃、1.38℃、1.49℃。这说明两站的气温差值(热岛效应平均强度)随年代往后推移变大了。

1957—1970、1971—1980、1981—1992 年福州与闽侯最冷月平均最低气温差值分别为 0.29℃、0.30℃、0.69℃,也可证明福州市热岛效应强度不断增强。

同样,从福州与平潭、连江最热月平均气温的差值来看,福州与平潭最热月平均气温差值 1957—1960、1961—1970、1971—1980、1981—1990 年分别为 0.71℃、0.77℃、1.08℃、1.11℃。1961—1970、1971—1980、1981—1990 年福州与连江最热月平均气温差值分别为 0.40℃、0.45℃、0.61℃,也证明福州夏季热岛效应随年代推移而增强。

福州站海拔(84m),虽比闽侯(甘蔗)海拔(57.8m)和农试站海拔(24.9m)高,未经高度订正的夏季最高气温也能反映出热岛效应。例如把 1983—1992 年资料分成两段:1983—1987 年福州比农试站高 0.2℃,1988—1992 年偏高 0.3℃,这也证明福州热岛效应在增强。从 1983—1992 年极端最高气温平均值来看,福州比农试站偏高 0.3℃。由全年出现 $\geq 35^\circ\text{C}$ 高温天数来看,福州站比农试站和新闻侯站分别偏多 16% 和 31%。

1) 1983—1992 年闽侯(谢坑)气温由序列订正得来。

2.4 居民区的热岛效应强度

表4是福州一中和福州站与两个郊区站气温定时观测的差值平均值。从表4可见,城郊(乡)气温差早晚大于中午,中午城里居民区阳光受建筑物遮蔽,其差值为零,甚至为负值;也可看出在同一城市中海拔高低,通风条件差异,引起热岛效应强度不同。这4天为阴到多云,无降水现象。

表4 居民区冬、夏热岛效应强度/℃

	1988年1月11—14日		
	08时	14时	20时
一中—闽侯	1.6	0.0	0.8
一中—农试站	1.3	0.0	0.6
福州—闽侯	0.6	0.3	0.2
福州—农试站	0.1	0.2	-0.4

	1993年8月1—6日					
	02时	08时	14时	20时	T_M	T_m
五四路—闽侯	1.5	1.1	1.5	1.0	1.0	2.1
宫巷—闽侯	1.4	2.0	2.3	1.8	2.5	2.0
上海西—闽侯		0.5	1.0	1.1		
五四路—农试站	0.1	0.5	1.0	0.4		
宫巷—农试站	0.8	1.4	1.8	1.2	1.1	0.1
上海西—农试站		0.1	0.5	0.5	1.7	1.0

表4还给出了城里的4个测点与郊区站气温的差值。由表4可见,宫巷与两郊区站差值最大。这是由于宫巷测点周围的建筑物和人口是全城最密集的地区,并且百叶箱放置于民房天井中,中午前后一段时间太阳直射到百叶箱上,通风很差。

表5给出了市内的上海新村(现代化住宅区,通风条件较好)与两郊区站每天3次观测记录的差值。从各月看,热岛效应平均强度10月—1月较大,2—6月较小。每天3次定时观测中强度最大出现时刻随季节变化。12月至次年5月在08时强度最大,6—9月在20时,10—11月08和20时强度不相上下,或各站表现不一。各个季节14时城乡气温差都是最小,甚至为负值(郊区高于市区),例如8—9月和1月上海新村气温比农试站低。这是因为上海新村14时阳光受遮蔽,且100m内有小河和沿河公园,气温得到调节,而郊区

阳光较烈的结果。

表5 上海新村与福州站以及两郊区站的气温差值/℃

		新村—农试站	新村—闽侯	新村—福州
1月	08时	1.2	1.1	1.4
	14时	-0.2	-0.2	0.2
	20时	0.7	1.2	1.0
4月	08时	0.6	1.2	1.1
	14时	0.2	0.4	0.6
	20时	0.5	0.8	0.9
7月	08时	0.1	0.0	0.6
	14时	0.0	0.5	0.2
	20时	0.6	1.0	1.2
10月	08时	0.5	1.7	1.0
	14时	0.0	0.3	0.6
	20时	0.9	1.6	1.2

3 城市的降水效应——雨岛效应

福州站、农试站和闽侯(甘蔗)站1983—1992年总雨量平均分别为1402.9mm、1401.6mm、1538.2mm。闽侯站和农试站分别位于福州站的西北方和东方。按盛行风向看,春夏季闽侯站和农试站分别为福州站的下风方和上风方站。从全年各月雨量分布看,闽侯站各月雨量均比福州站多。农试站10月至次年5月雨量比福州少,但6—9月却比福州站多。这可能由于6—9月雷阵雨发生时风向由西北吹向东南,农试站为福州的下风方,并且当西来的气流遇到鼓山阻挡产生回流与西向气流在农试站附近上空相遇成云致雨,并使雨势加强的结果。

城市多雨论者认为,城市多雨原因之一,是气流受城市建筑物阻挡,延长降水时间。然而,大气不是静止的,局部对流必受大气环流支配,随着大气运行必将克服建筑物对它的阻挡,雨滴不一定就落在城区,而落在郊区,福州夏季常有这种现象。到目前为止还不能把人类活动和自然界的气候变化明显地区分开来。

4 城市的湿度效应——干岛效应

从表6可见,福州、闽侯、农试站的水汽压和相对湿度相比,福州最小。这说明福州受

城市干岛效应影响。干岛的强度(城市的水汽压与郊区的水汽压的差值)是夏秋大,冬春小,尤其是早春3月最小,这是夏秋城市气温高,地上水份少,蒸发量少而3月春雨绵绵,城乡地面都是湿淋淋的缘故。相对湿度的城乡差异是秋冬大于春夏,也是由于城市热岛效应的结果。

城市的干岛强度有日变化。福州与两郊区站比较,其最大值与最小值出现时刻也有差异。例如福州与两郊区站比较,最大值都出现于02时,最小值都出现于14时,而次大值的出现时刻两郊区站则不同。这种日变化与下垫面性质、太阳辐射量和风速大小均有关系。

干岛现象的形成,主要是下垫面因素与天文条件相结合而成的。郊区地面潮湿、植被好,在日晒下有较多水汽进入低空。而市区水泥铺地,建筑物多,排水设施好,蒸发少,加上热岛效应,其机械湍流和热力湍流均比乡村强;通过湍流垂直交换,市区低空的水汽向上层输送又比乡村快,这就使市区的低空水汽少于乡村,形成了城市干岛效应。

表6 各月城郊水汽压差值(e/hPa)和相对湿度差值($r/\%$)

月份	福州—闽侯		福州—农试站	
	e	r	e	r
1	-0.5	-3	-0.6	-2
2	-0.4	-3	-0.5	-1
3	-0.4	-2	-0.4	-2
4	-0.4	-1	-0.5	0
5	-0.5	-2	-0.5	-1
6	-0.6	-2	-0.6	0
7	-0.6	-2	-0.6	0
8	-0.7	-3	-0.9	-1
9	-0.7	-3	-0.9	-1
10	-0.7	-5	-0.7	-1
11	-0.4	-4	-0.6	-2
12	-0.7	-3	-0.9	-4
年	-0.7	-2	-0.9	-3

5 混浊度因子——混浊岛效应

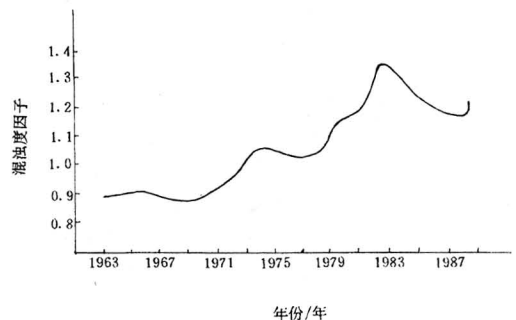
从附图可看到混浊度因子(太阳的直达

辐射量与散射量的比值)自60年代以来总趋势是上升的,在80年代达到最高值(1.3)。

福州直达辐射在减少,总辐射也在减少而散射辐射却在增加。城市上空有浓度不等的颗粒污染物和有害气体,这些污染物对太阳辐射有不同程度的吸收和反射作用,减弱了大气透明度,削弱了直达辐射和总辐射,并减少了日照。另外80年代以来福州市区阴霾和轻雾日数明显增多。烟雾出现频率随大气污染浓度而增加。烟雾使空气混浊、能见度恶化。这一切表明福州大气污染日趋严重。

6 城市化对雾和雷暴的效应

从福州各年代雾日变化看,自1951—1990年每10年平均分别为29.8天、21.6天、19.4天、19.8天,似有减少趋势,而轻雾却有明显增多。例如自1961—1990年每10年平均为72.9天、107.0天、172.3天。从城郊的雾和轻雾的分布日数看,福州站雾比闽侯(甘蔗)站多10天,而少于农试站6.5天。这可能是农试站靠近海拔900m的鼓山,有时低云接地,增加雾的记录有关。福州、闽侯、农试站1983—1992年平均每年轻雾日数分别为181.5天、113.3天、173.4天,福州比两郊区站分别多60%和4.6%,显示了城市化对轻雾的正效应。在福建省工业较发达、人口比福州少的其它城市,如南平、永安、龙岩、漳州等城市也存在着与福州相似的现象。但在沿海大陆突出部(半岛)处,工业不发达地区



附图 福州混浊度因子5年滑动平均值演变曲线

则表现不明显。

近40多年福州雷暴日数随年代后移而减少,即50年代最多,80年代最少。用趋势方程表示: $y=65.262-0.4717t$ (t 的单位为年)即福州的雷暴日数以4.717天/10年的速率减少。

若用福州、闽侯、农试站同年代资料对比看,平均每年雷暴日分别为48.8天、51.3天、49.6天。因此不管从福州雷暴日数的年代变化看,还是从与两郊区站对比看都证实了福州城市化出现雷暴负效应现象。这与城市多雷论相矛盾。

7 小结与讨论

7.1 城市化效应对福州气候产生了影响,特别是热岛和混浊岛效应最明显,并有继续增强趋势。热岛效应平均强度是秋到冬初大,冬末至夏初小,这和云雨多寡有关。市区各地热岛效应强度日变化表现不一,即使在同一地点随着季节更迭亦有变化,主要决定于当时的通风条件和日照状况。福州气象站的海拔比大部居民区高30—60m,通风条件好,夏季气温比居民区偏低1—2℃。雾和雷暴随城市

化的发展有减少的趋势,而轻雾却有明显增多。

7.2 福州雾日和雷暴日趋于减少,这与城市多雾多雷论相矛盾。作者认为雾和雷暴的减少是城市化和福州地形联合作用的结果。盆地地形阻挡污染物向外扩散,这虽使空中水汽凝结核增多而加剧了热岛、干岛效应,导致气温上升,水汽减少,相对湿度降低,早晨气温难以下降到露点温度,只能形成轻雾而不能成雾。干岛、热岛效应结果,使上升气流中水汽不足,难以形成Cb云,即使在上升气流有充沛水汽,当它从市区上空向外扩散时,遇到山体阻挡,产生回流与尾随出城的水汽,相遇于郊区上空,更助长了上升气流向上冲力,成云致雷。

参考文献

- 1 陈千盛. 福州风向变化与应用. 热带地理, 1996, 16(1): 65—68.
- 2 林学椿. 近40年我国气候趋势的诊断分析. 全国气候诊断分析会议论文集. 北京: 气象出版社, 1991, 9: 14—16.
- 3 周淑贞等. 城市气候导论. 上海: 华东师范大学出版社, 1985.

The Influence of Urbanization on Climate in Fuzhou City

Chen Qiansheng

(Climatic Center of Fujian, Fuzhou 350001)

Abstract

The air temperature tendency at Fuzhou city in near 40 years was analysed. The climatic conditions in Fuzhou urban and suburban areas were compared. The results show that there are some urban effects, such as heat island, rain island, dry island and turbid island in Fuzhou city, and there are also some negative effects of fog and thunderstorm. The causes of these effects were discussed.

Key Words: urban climate heat island effect climatic character