

云南楚雄市的发展对气候及气象灾害的影响

Influence of City Development on Local Climate and Meteorological Disasters in Chuxiong City of Yunnan

何 萍¹,李宏波²,马如彪¹

He Ping¹,Li Hongbo²,Ma Rubiao¹

(1. 云南省楚雄师范学院地理系,云南楚雄 675000;2. 楚雄州气象台,云南楚雄 675000)

(1. Dept. of Geography, Yunnan Chuxiong Normal College, Chuxiong, Yunnan, 675000, China;

2. Chuxiong Meteorological Observatory, Chuxiong, Yunnan, 675000, China)

摘要:以楚雄市气象站 1978~2000 年的气候资料作为城市气候资料,以楚雄市西郊的南华气象站 1978~2000 年的气候资料作为郊区气候资料进行对比分析,探讨楚雄市城市的发展对气候及气象灾害的影响,并揭示其变化规律。结果表明,进入 20 世纪 80 年代以来,楚雄市热岛效应和干岛效应日趋明显,随着楚雄城市的发展扩大,城区的气温逐渐升高,湿度逐渐减少,降水呈递增趋势,风速呈递减趋势。楚雄市城市发展对主要灾害性天气的影响表现为,城市的暴雨日数呈增多的趋势;大风发生次数逐渐减小,霜冻日数楚雄市区比郊区南华少,且随着城市的发展呈递减趋势。

关键词:城市气候 气象灾害 城市发展

中图法分类号:P463.3

Abstract: Chuxiong is a medium-size city of Yungui plateau of Yunnan. By comparison of the data (1978 to 2000) of Yunnan Chuxiong and Nianhua observatory, it is found that the urban heat island effect and dry island effect in Chuxiong are getting more and more obvious since 1980's. The temperature of urban area is rising, humidity is reducing, rainfall is increasing, wind is getting weaker. Meanwhile, rainstorms increases, strong winds and frost weathers reduce. Chuxiong is a medium-size city of Yungui plateau of Yunnan. By comparison of the data (1978 to 2000) of Yunnan Chuxiong and Nianhua observatory, it is found that the urban heat island effect and dry island effect in Chuxiong are getting more and more obvious since 1980's. The temperature of urban area is rising, humidity is reducing, rainfall is increasing, wind is getting weaker. Meanwhile, rainstorms increases, strong winds and frost weathers reduce.

Key words: urban climate, meteorological disasters, city development

楚雄市(25°N, 101°E), 是位于云贵高原上的中小城市, 为楚雄州府所在地, 地处亚热带季风气候区, 海拔高度 1773 m, 近年来城市规模发展迅速, 城区建设面积由 1981 年的 4.68 km² 到 2000 年末的 15.5 km², 人口由 1981 年的 5.8237 万人增加到 2000 年末达到 12.81 万人, 20 年间人口增长约 2.2 倍, 城区面积扩大大约 3.3 倍。楚雄市气象站 1981 年前周围为大面积农田, 现已成为城市中心区, 周围全为高大建筑物, 大量农田被建筑物所取代。南华气象站地处楚雄市西面的郊区, 地势开阔, 距离楚雄市区直线距离约 20 km, 海拔高度 1857 m, 由于地处郊外受城市气候的影响较小, 而且它与楚雄市海拔高

度相差不多, 它们之间地势平坦, 无高大山脉阻隔。本文以楚雄市气象站 1979~2000 年的气候资料作为城市气候资料, 以楚雄市西郊的南华气象站 1984~2000 年的资料作为郊区气候资料进行对比分析, 探讨楚雄市城市的发展对气候及气象灾害的影响, 并揭示其变化规律。文中用城郊温差来表示热岛强度, 温差越大热岛强度越强, 反之则越弱^[1]。

1 楚雄市城市发展对气候的影响

1.1 楚雄市城市发展对气温的影响

从图 1 可以看出, 20 年间楚雄市的气温变化有波动, 但总的来看呈上升趋势, 即从 1979 年的 15.8℃ 上升到 1998 年的 17.3℃, 20 年共上升 1.5℃, 平均每年上升 0.075℃。

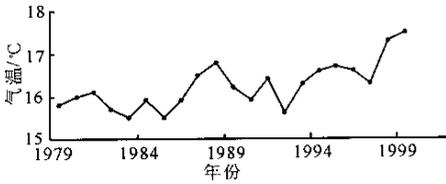


图1 楚雄市1979~1998年气温变化

由于城市热岛效应的影响,城市的气温明显高于郊区南华(楚雄年平均气温为 15.7℃,南华年平均气温为 14.9℃)。

随着城市化规模的扩大,人口和工厂的增加,使城市气候特征日趋明显,1985年以前楚雄城郊年平均气温差在 1℃以下(图2),其城郊温差主要是由于楚雄站比南华站低 80 余米,楚雄气温比南华高 0.6℃左右,城市气候效应并不明显。到1985年以后楚雄城郊年平均气温差增加到 1℃以上(图2),城市气候效应逐渐趋于明显。随着1992年楚雄经济技术开发区建立及广通至大理铁路和安宁至楚雄高等级公路的相继通车,境内交通不断完善,扩大了对外开放,加快了经济的发展,使楚雄市城市化速度步伐加快。随着城市规模的加大及环境的改变,城市热岛效应更加明显,到1996年以后城郊年平均气温差增加到 2℃以上。

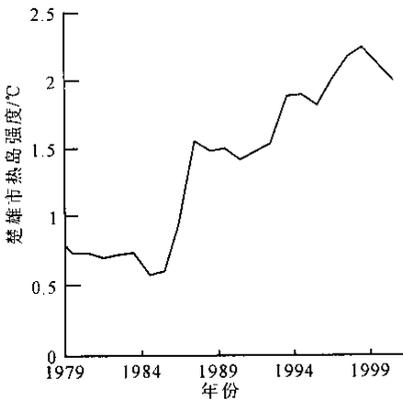


图2 楚雄市1979~1998年热岛强度变化

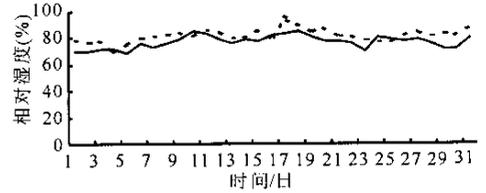
1.2 楚雄市城市发展对湿度的影响

表1为楚雄1979~1998年相对湿度变化,这20年间从每5年平均变化情况可以看出,楚雄市区的相对湿度呈下降趋势,但是下降幅度较小,变化不太明显。

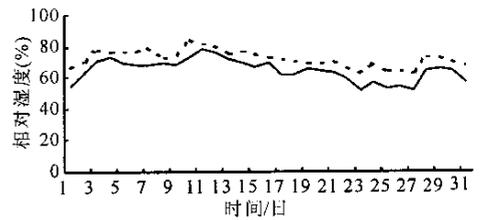
表1 楚雄1979~1998年相对湿度5a平均值变化

年份	相对湿度平均值(%)
1979~1983年	69.8
1984~1988年	68.6
1989~1993年	68.3
1994~1998年	67.6

随着城市的发展,城区面积不断扩大,建筑物迅速增多,城市内大部分为不透水层所覆盖,降水被迅速排走,蒸发到空气中的水汽显著减少;加上城市热岛的存在,使得城区的相对湿度比郊区小;产生了所谓的“干岛效应”[1]。本文用郊区与城区的同期相对湿度(或绝对湿度)之差来代表干岛强度。



(a)



(b)

图3 楚雄逐日平均相对湿度对比

——楚雄观测站;---南华观测站。

(a)1999年5~10月;(b)1998年11月~1999年4月

从图3(b)中可以看出:在干季(以11月~次年4月为代表月,相对湿度为这几个月的平均值),郊区相对湿度明显大于城区,基本上每天的日平均相对湿度郊区都大于城区,且幅度较大,干岛现象比较明显,从月平均相对湿度来看,楚雄站为 59.33%,南华站为 68.33%,干岛强度达 9%。而在雨季干岛现象较不明显,干岛强度小,从图3(a)可以看出:雨季代表月(5~10月,相对湿度为这几个月的平均值)的相对湿度分布曲线不太规则,从月平均相对湿度来看,楚雄站为 75.67%,而南华站为 82.67%,仅相差 7%,比干季要小,干岛强度较干季小。

造成干、湿季节干岛强度不同的原因是:在雨季城区、郊区湿度都达到最大值,但由于楚雄雨量集中于雨季,这一时期内阴雨天气较多,城市、郊区的下垫面都比较潮湿,尤其是郊区,植物繁茂、地面蓄水能力大于城区,蒸发旺盛、湿度很大;城区虽然地面蓄水能力差,但降水较多,且由于城市热岛效应的影响,蒸发的水汽也较多,因此城、郊区的湿度相差不大,干岛强度较小;而在干季,雨日少、降水量小,郊区由于地面蓄水能力好,有较多的可供蒸发的水分,湿度比城区大;城区则由于地面干燥,可供蒸发的水分很少,湿度相对保持较小,因而干岛强度较大。

1.3 楚雄市城市发展对风的影响

从表 2 得知,随着城市的发展,楚雄市年平均风速有减弱的趋势。主要原因是由于城市的发展,人口的增多,建筑物密度增大,下垫面的粗糙度加大,因而使城市平均风速减小。从表 2 还可以得知,城市的风速明显小于郊区,证明城市化后城市的风速有明显下降的现象。这主要是由于郊区地面开阔,粗糙度较小,所以风速较大,城区由于建筑物高密度大,使下垫面粗糙度大,因而使城市风速小于郊区。

表 2 楚雄和南华 1984~1998 年 5a 滑动平均风速对比

年份	平均风速(m/s)		
	楚雄	南华	差值
1984~1988 年	1.55	1.89	-0.34
1989~1993 年	1.29	2.09	-0.80
1994~1998 年	1.28	1.86	-0.58

1.4 楚雄市城市发展对降水的影响

从表 3 可以看出,随着城市的发展,云量在逐渐增多,从而使城区及其下风方向降水增多,城市有增加降水的效应。1989~1993 年是例外,可能与当时的大气环流有关,当时楚雄正处于一个少雨时段,说明降水量的增减不仅与城市发展规模有关而且与大气环流背景也很有关系。从表 3 还可以看出,楚雄市区的降水量大于郊区南华的降水量,说明市区的降水多于郊区。造成这一现象的原因可能是:(1)城市热岛效应有利于对流云的形成;(2)城市下垫面粗糙度大,机械湍流作用有利于低云的形成;(3)城市空气中的凝结核多,有利于云雨的形成;(4)城市工厂区有一定量的人为水汽排放到低空,加大了空气湿度,利于云雨形成。

表 3 楚雄和南华 1984~1998 年 5a 平均降水量对比

年份	平均降水量(mm)		
	楚雄	南华	差值
1984~1988 年	874.22	742.74	131.48
1989~1993 年	859.46	846.20	13.26
1994~1998 年	931.9	869.34	62.56

2 楚雄市城市发展对主要气象灾害的影响

对楚雄市区影响较大的气象灾害有暴雨、大风、和霜冻,其它如积雪、冰雹、雷电等灾害也偶有发生。本文主要针对暴雨、大风和霜冻进行分析,找出随着城市的发展灾害天气发展变化的规律。

2.1 暴雨

云南将日雨量大于 50 mm 定为暴雨,日雨量大于 100 mm 定为大暴雨^[7]。暴雨是楚雄影响最大的

气象灾害,表 4 为楚雄近 20 a 来的各年暴雨日数前后对比,以及与郊区南华对比。

从表 4 可以看出,楚雄市 1988 年以前的 10 a 暴雨日数只有 11d(日雨量大于 50mm 定为暴雨),1988 年以后的 10 a 暴雨日数增至 17d,从年际变化来看,暴雨日数具有逐渐增加的趋势。这主要是 1988 年以前楚雄市城市发展比较缓慢,1988 年以后城市发展进程加快,城市规模迅速扩大,由于城市热岛效应和城市下垫面粗糙度增加等原因,使楚雄市暴雨日数逐渐增多。

表 4 楚雄和南华暴雨日数 10 a 累计值对比

年份	暴雨日数 10 a 累计值(d)		
	楚雄	南华	差值
1978~1987 年	11	5	6
1988~1997 年	17	8	9

从楚雄市与郊区南华的暴雨日数对比分析可以看出(表 1),楚雄市的暴雨日数比南华多,而且随着城市规模的扩大,城郊暴雨日数差值呈递增趋势,其差值由 1978~1987 年的 6d,增至 1988~1997 年的 9d,城郊暴雨日数差后 10a 比前 10a 增加了 3d。说明城市发展的确具有使暴雨发生更为频繁的影响。

2.2 大风

大风一般是指 6 级(12 m/s)以上的大风^[7],大风多在楚雄市局部地区出现,对农林、房屋、通讯等造成严重损害^[7]。由于城市建筑物使下垫面的摩擦系数增加,造成城区及附近地区风速有不同程度的减小。近 20 a 来楚雄市和南华大风发生次数分布如表 5 所示。

表 5 表明,楚雄市大风的发生次数表现出明显减小的趋势,由 1978~1987 年的 105d,到 1988~1997 年减少到 28d。说明 1988 年以后楚雄市处于一个快速发展的时期,城区和房屋面积迅速扩大,下垫面的粗糙度增大很快,造成大风发生次数迅速减小。从楚雄市与南华 1988 年前后 10 a 大风发生次数(表 5)来看,楚雄市大风递减率远大于郊区南华,说明市区的大风频率比郊区小,而且随着城市规模的扩大,大风的发生频率将逐渐减小。

表 5 楚雄和南华大风日数 10 a 累计值对比

年份	暴雨日数 10 a 累计值(d)		
	楚雄	南华	差值
1978~1987 年	105	36	69
1988~1997 年	28	22	6

的实施,全年可节余自来水 $1.696 \times 10^5 \text{m}^3$,按自来水市场价 1.00 元计,可节约 $1.696 \times 10^5 \times 1.00 = 16.96$ (万元/年)。

3.3 静态投资回收期

(1)年总费用 = 设备及机械投资 \times 费用折旧率 + 运行费用

$$= 132 \times 0.05 + 2.5 = 9.1 \text{ (万元)};$$

(2)年总收益 = 16.96 万元;

(3)效益/费用 = $16.96/9.1 = 1.86$ 。

1.86 大于 1,说明该系统可行。

(4)静态投资回收期 P 为

$$P = (\text{设备及机械投资} + \text{运行费用}) / \text{年总收益} \\ = (132 + 2.5) / 16.96 = 8.05 \text{ (a)}。$$

3.4 环境效益

雨水不仅可用于城市道路浇洒和绿化,还可用于冲厕、洗衣和工业用水等方面;雨水集蓄工程建设可降低城市雨洪压力和排水管网负荷,可降低雨水管道投资;通过雨水集蓄利用工程,可节约大量的自

来水,通过资源替代和调整用水结构,可为城市居民生活和工业用水等提供水源。雨水利用减少了排污,节约了有限的水资源,具有显著的环境效益。

参考文献:

- 1 卢耀如. 岩溶-奇峰异洞的世界. 北京:清华大学出版社, 2001. 78~79.
- 2 蒋亚萍,陈余道,阎志为. 桂林市水资源利用与存在的问题. 桂林工学院学报, 2003, 23(1): 50~54.
- 3 车武,刘红,欧岚. 屋面雨水污染及土壤层渗透净化研究. 给水排水, 2001, 27(9): 38~41.
- 4 李俊奇. 城市雨水利用方案设计与技术经济分析. 给水排水, 2001, 27(12): 25~28.
- 5 汪慧贞,车武. 雨水渗透设施的计算及关键参数. 给水排水, 2001, 27(11): 18~24.
- 6 崔玉川. 城市与工业节约用水手册. 北京:化学工业出版社, 2002. 332~347.

(责任编辑:黎贞崇)

(上接第 115 页)

2.3 霜冻

霜冻是指春秋季节,地面或植物表面的温度降低至 0°C 左右,给农作物带来严重危害的低温冷害天气^[7]。楚雄市区霜冻日数和郊区南华霜冻日数对比分析如表 6 所示。

表 6 楚雄和南华霜冻日数 5 a 累计值对比

年份	暴雨日数 5 a 累计值(d)		
	楚雄	南华	差值
1983~1987 年	411	395	16
1988~1992 年	334	387	-53
1993~1997 年	310	395	-85

从表 6 得知,楚雄市霜冻日数从 1983 年到 1997 年呈逐渐减少的趋势,楚雄市与郊区南华霜冻日数 5 a 累计值随着时间的变化由正值变为负值,说明市区的霜冻日数比郊区要少。造成这种现象的原因主要原因是由于楚雄市的城市发展使城市热岛效应增强所致。

3 结论

(1)由于城市热岛效应的影响,使楚雄市城市气温总的呈上升趋势,市区气温比郊区南华高。

(2)楚雄市的相对湿度明显小于郊区南华,城市形成“干岛”。而且伴随着城市的发展,城市“干岛”效

应越来越明显。

(3)随着城市的发展,楚雄市年平均风速有明显减小的趋势,市区风速比郊区小。

(4)楚雄市的云量和降水都比郊区南华多,城市有使市区及其下风方向降水增多的作用。

(5)楚雄市城市发展对主要灾害性天气的影响表现为,城市的暴雨日数呈增多的趋势;大风发生次数逐渐减小,霜冻日数楚雄市区比郊区南华少,且随着城市的发展呈递减趋势。

参考文献:

- 1 周淑贞,束炯编著. 城市气候学. 北京:气象出版社, 1994. 8.
- 2 张广智,徐祥德,王继志,等. 北京及周边地区城市尺度热岛特征及其演变. 应用气象, 2002, 13(1): 43~49.
- 3 赵宗慈. 近 39 年中国的气温变化与城市化影响. 气象, 1991, 17(4): 14~17.
- 4 陈沈斌. 城市化对北京平均气温的影响. 地理学报, 1997, 52(1): 27~34.
- 5 施晓晖,顾本文. 昆明城市气候特征. 气象, 2001, 27(3): 38~41.
- 6 刘文杰,李红梅. 景洪市城市热岛效应对城市高温的影响及其防御对策. 热带地理, 1998, 18(2): 143~146.
- 7 秦剑,解明恩,刘瑜,等编著. 云南气象灾害总论. 北京:气象出版社, 2000. 3.
- 8 何萍,李宏波,束炯,等. 楚雄市城市气候特征分析. 地理学报, 2003, 58(5): 712~720.

(责任编辑:邓大玉)