

近 60 年来中国大陆降水、气温动态及其相互关系的初步研究

李佩成, 郭曼, 王丽霞, 李启垒,
徐斌, 李军媛, 郑飞敏

(长安大学水与发展研究院气候变化研究小组, 西安 710054)

[摘要] 采用统计学方法,依据中国 22 个水文站点的资料,作出近 60 年来降水和气温的动态图,对 22 幅图逐个进行综合评价,并对降水和气温之间的相关关系进行分析,得出如下主要结论:a. 中国近 60 年来降水表现为波动变化,年际间有增有减,各不相同,无统一增减趋势;b. 气温变化亦呈波动状态,近 10~20 年期间多数站点气温确有增高趋势,但有些站点却表现为下降趋势,得不出统一变暖的结论;c. 从降水与气温的相互影响来看,在降水多的时段或年份气温偏低,但也有相反情况,因而得不出由于气温升高,降水量统一增加或统一减少的结论;d. 大多数站点降水与气温之间的相关关系并不显著,这表明降水与气温的变化还可能分别受制于某些重大影响因素;e. 中国作为世界的一部分,从对中国 60 年来降水及气温资料的分析,似乎得不出全球气候一直变暖的结论。

[关键词] 气候变化;降水量;气温;相关分析

[中图分类号] P461 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)04-0029-08

1 前言

近年来,围绕全球气候变化特别是变暖问题,在世界范围内进行着激烈的争论,联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)支持的所谓主流派认为^[1]:“由于 CO₂ 温室气体造成了近年的气温增高和全球变暖的严重趋势。”对此,笔者曾以大量史实为依据提出异议^[2],认为:“当今的气候变化可能只是气候变化总过程中的一个波动阶段而非永恒的趋势,且其变幅并未超出历史上气候变化的范畴。因此,不能断言全球气候变暖是由于人为排放 CO₂ 所致。”时间过去了 3 年,争论仍在继续,甚至上升到政治层面和国际关系层面,为此,中国工程院组织有关院士主持开展了应对全球气候变化(暖)的全方位研究,笔者及

其团队参加了这一工作,主要针对气候变化中水文因素的变化进行了研究。研究气候变化过程中水文的变化,可以有不同的切入面或针对对象,但考虑到降水是一个较少遭受人类影响的气候因素,而且降水量在水循环中易为测量,也有较长系列的观测数据,因此,水文气象动态的研究选取了降水资料,文章依据此项研究的部分成果撰写而成。

2 站点选择与研究方法

文章选取能够覆盖中国大陆的黄河流域、长江流域、新疆内陆河流域、西藏地区和东北地区具有代表性的 22 个水文站(点)的常年观测数据,这些站点是:黄河流域的济南、郑州、西安、呼和浩特、兰州、西宁,长江流域的南京、武汉、重庆、玉树;新疆内陆河流域的塔城、乌鲁木齐、喀什和库车;西藏地区的

[收稿日期] 2011-02-18

[基金项目] “111”干旱半干旱地区水文生态与水安全学科创新引智基地项目(B08039)

[作者简介] 李佩成(1934—),男,陕西乾县人,中国工程院院士,长安大学教授、博士生导师,主要从事水资源与环境、农业土木工程方面研究;E-mail:li_peicheng@163.com

拉萨、日喀则和林芝;东北地区的漠河、哈尔滨、佳木斯、沈阳和长春。其分布如图1所示。

研究中使用了上述22个水文站点近60年(1951—2009年)的年均降水量和年均气温实测数

据,运用公认的统计学方法,采用数据处理软件Excel进行降水量和气温的动态变化分析,采用统计软件包SPSS13.0进行降水量和气温之间的相关性分析。

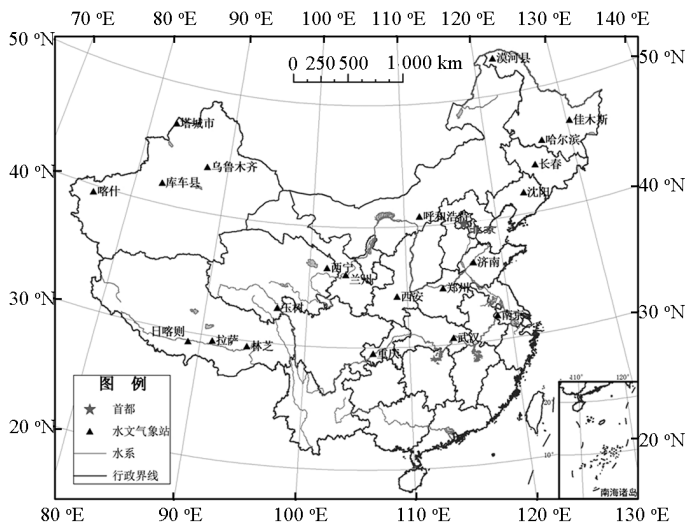


图1 所选水文站点在中国大陆的分布图

Fig.1 Distribution of hydrological stations in the mainland of China

3 1951—2009年中国(大陆)降水量与气温的动态变化

降水与气温都是气候的主要组成要素。文章对所选取的22个水文站的年均降水量及气温数据逐个进行分析。现以郑州站和沈阳站为例展示其研究分析过程,如图2和图3所示。其中,柱状图表示各年份年均降水量值,散点图表示各年份年均气温值。曲线①表示年均降水量的变化,曲线②表示年气温的变化。并分析如下:

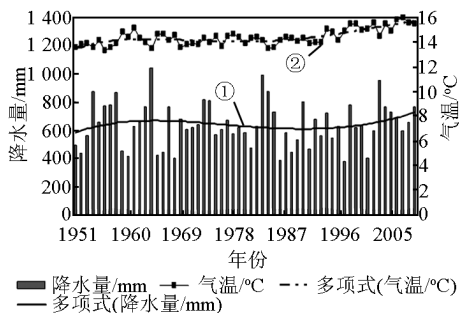


图2 郑州站降水与气温动态变化图

Fig.2 Dynamic change of precipitation and temperature at Zhengzhou Station

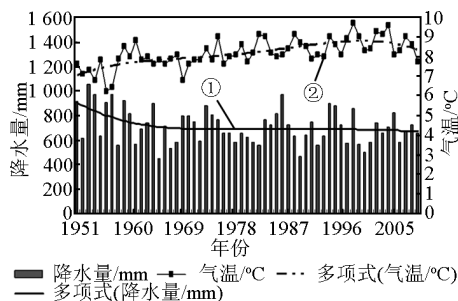


图3 沈阳站降水与气温动态变化图

Fig.3 Dynamic change of precipitation and temperature at Shenyang Station

1)由图2可知,郑州站的降水量在60年间呈波动态势,20世纪50年代初至60年代中期降水量呈增长趋势,随后开始缓慢减少直至90年代中期,之后的10年又有增长趋势。气温从20世纪60年代初直至2007年,总体表现为上升趋势,但较平缓。气温与降水在近10年来有共同增加趋势。

2)由图3可知,沈阳站在20世纪50年代降水相对较多,但逐年呈下降趋势,60年代初变化趋势转为平缓,直至90年代。近20年来略呈减少趋势。但其气温呈波动性上升趋势,2005年以来有所下降。降水与气温之间表现出降水减少气温上升,或

气温增加时降水减少的态势。

化以及有关的分析结果一并列入表 1 中。

为了节省篇幅,将其余站点的降水量与气温变

表 1 年均降水量、气温动态及两者关系评价表

Table 1 Dynamic of average annual precipitation and temperature and relationship evaluation

流域	站名	降水与气温趋势图	降水量变化趋势	气温变化趋势	降水量与气温关系
黄河 流域	济南		波动较大,趋势线表现为升→降→升,近 10 年来降水略高于 20 世纪 50—70 年代	变化趋势较为平缓,增幅为 1 °C,但近 10 年略有下降趋势	两者之间并无明显响应
	郑州		处于升→平→降→升状态中,近 10 年来有明显的增加趋势	有缓慢上升趋势。近 20 年来略有上升趋势,增幅为 1 ~ 2 °C	近 10 年来有共同上升趋势
	西安		趋势线表现为降→平→升,1998 年后上升趋势明显	呈上升趋势,尤其是 1993 年后,增幅较为明显,升幅为 1 ~ 2 °C	降水增加期间,气温有所下降
	呼和浩特		呈缓慢下降趋势,但近 10 年来下降趋势较为明显	呈现波动上升趋势,近 60 年气温升高了约 3 °C	略呈现降水增加、气温升高的态势
	兰州		处于降→平→升状态中,近年来略有缓慢上升趋势	呈波动性上升趋势,尤其是 1996 年后气温上升趋势较为明显,升幅为 1 ~ 2 °C	降水量与气温之间无明显响应
	西宁		处于降→平→升状态中,从 1999 年开始处于上升状态	处于平→升→降状态,最高气温年份出现在 1987—1994 年期间,从 1995 年开始气温有所下降	降水量增大期间,气温降低

流域	站名	降水与气温趋势图	降水量变化趋势	气温变化趋势	降水量与气温关系
长江流域	南京		20 世纪 50—90 年代降水量变化很小, 进入 21 世纪后略有上升趋势	呈小幅上升趋势, 近 10 年来气温有所升高, 升幅为 1.3 °C	略显降水量增加、气温亦上升的态势
	武汉		1951—1986 年呈下降趋势, 此后上升至 1998 年, 从 2000 年至今又呈下降趋势	呈缓慢上升趋势, 年际之间变化较小, 近 10 年来气温有所上升, 约上升了 2 °C	近 10 年来, 略显降水量减少、气温上升的态势
	重庆沙坪坝		60 年以来, 降水量趋势线无明显变化	气温趋势变化较小, 进入 21 世纪略有上升, 约上升了 1 °C	降水量与气温之间无明显响应
	玉树		降水量变化较为平缓	呈波动性上升趋势, 近 10 年来显著上升 (3.2→5.2 °C)	降水量与气温之间无明显响应
新疆内陆河流域	塔城		呈现降→平→升→降状态, 近 10 年来有所减少	呈较强的波动性上升趋势, 升幅约为 3.5 °C	表现出降水减少年份气温升高的态势
	乌鲁木齐		处于降→平→升→降状态, 2000—2009 年期间降水减少	呈升→平→升状态, 波动较大, 近 60 年来, 气温升高了 3.2 °C	略现降水减少、气温升高, 降水增加气温则降低的态势
	喀什		降水趋势线几乎呈水平线	呈缓慢上升趋势, 近 10 年来气温明显升高, 约上升了 2.6 °C	降水减少年份气温有所上升

流域	站名	降水与气温趋势图	降水量变化趋势	气温变化趋势	降水量与气温关系
	库车		呈现降→平→升→降的态势,近10年来降水有减少趋势	变化趋势较小,变幅小于1℃,近些年略有下降趋势	降水与气温之间无明显响应
西藏地区	拉萨		呈升→降→升→降的态势,近些年来,降水有下降趋势	处于上升状态,近10年来,气温明显上升,上升幅度为2.8℃	近10年来,降水量减少,气温表现为升高状态
	日喀则		呈升→降→升→降的态势,近些年来,降水有下降趋势	处于降→平→升的状态中,近10年来,气温明显上升,上升幅度为2.0℃	呈现降水增加、气温下降或降水减少、气温升高的态势
	林芝		呈现降→平→升→降的态势,近些年来,降水有下降趋势	处于上升态势,近10年来,气温明显上升,约上升了2.0℃	与日喀则相似
东北地区	漠河		基本呈现降→升→平的状态,近10年来未有明显的变化	常年处于低温状态,年际间波动较大,近60年来,气温略有上升趋势,升幅为0.5℃	表现为降水增多时期气温升高
	哈尔滨		有缓慢下降趋势	呈现显著的上升趋势,特别是进入21世纪以来,气温升高了约3℃	明显呈现出降水减少、气温上升趋势
	佳木斯		呈缓慢下降态势	呈现显著的上升趋势,特别是进入21世纪以来,气温升高了约3℃	降水减少年份气温升高

流域	站名	降水与气温趋势图	降水量变化趋势	气温变化趋势	降水量与气温关系
	长春		呈缓慢下降态势	呈现波动上升的趋势,近 60 年以来,气温升高了约 2 °C	呈现出降水减少、气温上升或降水增加、气温降低的态势
	沈阳		呈缓慢下降态势	气温呈现小幅上升趋势,但近些年来,气温有所下降	呈现出降水减少、气温上升或降水增加、气温降低的态势

注:表中所有图例的含义与图 2 和图 3 相同

综合分析表 1,对 60 年来中国大陆地区降水量和气温动态变化以及二者之关系可有如下认识:

1)黄河流域近 60 年来降水量有增有减,但趋势平缓,气温有上升态势,也有下降趋势,譬如西宁站在 1995 年后趋于下降。降水与气温的关系有共同增大的,如郑州站;有降水减少气温升高的,如西宁站和西安站;也有降水与气温之间无响应关系的,如济南站和兰州站。

2)长江流域近 60 年来降水量变化较小,气温变化幅度也较小(除玉树站外),降水与气温之间无明显的响应。

3)新疆内陆河流域近 60 年来降水略有下降趋势,气温多呈上升趋势,但库车站近年来却略有下降。乌鲁木齐站、塔城站和喀什站有降水减少气温升高的态势,而库车站的降水与气温之间无响应关系。

4)西藏地区近 60 年来降水量年际间变幅较大,但整体上无增加趋势。但近 10 年来降水明显减少,而气温有升高趋势。表现出降水减少气温升高,或降水增加气温降低的态势。

5)东北地区近 60 年来降水量虽年际间有所变化,但总体上变化较小。气温多数表现为波动性上升趋势,但漠河站近些年有下降趋势。表现出降水增加气温下降,或降水减少气温升高的态势。

4 降水与气温之间的关系分析

当前,关于气候变化的讨论似乎过分强调了年均气温的变化,而放松了对其水文因素的研究,甚至有点“唯气温论”,似乎气温决定了降水的多少。如

前所述,文章对实际观测资料所作的分析,得出降水与气温变化的关系有大有小、有正有负的结论。为了深化研究,应用 SPSS 软件对上述 22 个站点的降水量与气温数据作了相关分析,并将所得相关系数列入表 2。

表 2 各站点的降水量与气温之间的相关系数表
Table 2 The correlation between precipitation and temperature in each hydrological station

流域	站点	相关系数
黄河流域	济南	-0.190
	郑州	-0.168
	呼和浩特	-0.173
	西安	-0.254
	兰州	-0.218
	西宁	-0.090
长江流域	南京	-0.178
	武汉	-0.035
	重庆沙坪坝	-0.213
新疆内陆河流域	玉树	-0.073
	塔城	-0.378 *
	乌鲁木齐	-0.198
	喀什	-0.261 **
西藏地区	库车	-0.065
	拉萨	+0.090
	日喀则	-0.058
东北地区	林芝	+0.037
	漠河	+0.076
	哈尔滨	-0.271 **
	佳木斯	-0.310 **
	长春	-0.320 **
	沈阳	-0.288 **

注:*表示极显著相关水平($p < 0.01$);**表示显著相关水平($p < 0.05$)

从表 2 可以发现:

1) 在 22 个水文站中,除塔城、喀什、哈尔滨、佳木斯、长春和沈阳这 6 个站点外,其余站点的相关关系均未达到显著水平。

2) 降水量与气温之间的相关系数有正有负,尚未发现气温升高一定会影响降水增加或减少的必然性。

3) 该分析结果与表 1 的分析结果相符,说明影响降水的因素众多,有些影响因素的作用可能超过气温。

5 结语

文章通过对中国大陆黄河流域、长江流域、新疆内陆河流域、西藏地区和东北地区近 60 年来降水量和气温的动态变化及两者相互关系的分析,得出如下结论:

1) 中国近 60 年来降水量的变化表现为波动状态,年际间有增有减,各不相同,看不出统一的增减趋势。

2) 气温在近 60 年来也是波动变化的。近 10 ~ 20 年来多数站点的气温确有增高趋势,但有些站点

却表现为下降趋势,得不出统一变暖的结论。

3) 从降水与气温相互关系看,在降水多的时段或年份气温偏低,但也有相反情况,因而得不出由于气温升高降水量统一增加或统一减少的结论。

4) 降水与气温都是主要的气候要素,综合分析它们之间的关系,少数站点有相关关系,多数站点无相关关系。这种复杂情况可能表明:降水与气温之间到底谁影响着谁还说不清,它们很可能还分别受到了其他重大因素的影响,包括共同因素和特殊因素。例如季风,青藏高原的地形便对中国的降水具有重大影响,对于这些问题,尚需深化研究。

5) 中国作为世界的一部分,从对中国近 60 年来降水及气温的分析,似乎得不出全球气候一直变暖的结论,也得不出全球降水量一直增加或者减少的结论。

参考文献

- [1] IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis [M]. New York: Cambridge University Press, 2001: 140 - 165.
- [2] 李佩成. 关于气候变化的哲学思考. 中国工程科学[J]. 2008, 10 (11): 7 - 13.

Research of dynamics and relationship of precipitation and temperature in the recent 60 years in China

Li Peicheng, Guo Man, Wang Lixia, Li Qilei,
Xu Bin, Li Junyuan, Zheng Feimin

(Study Group of Climate Change, Institute of Water and Development,
Chang'an University, Xi'an 710054, China)

[Abstract] Based on 60 years' data from 22 hydrological stations in China, the dynamic changes of precipitation and temperature are analyzed by statistical method, and the correlation between precipitation and temperature was evaluated comprehensively. The main conclusions are as follows: a. Precipitation shows fluctuation in recent 60 years in China. It increases in some years and decreases in the other years, without the unified changes. b. The temperature change also has been in fluctuation. During the recent 10 to 20 years, the data from most hydrological stations shows increasing trend, but the data of some hydrological stations have shown the decreasing trend. So, it is hard to obtain a conclusion of global uniform warming. c. From the interrelationship between precipitation and temperature, in some periods or years, there was more precipitation with lower temperature, but the opposite situation also existed. Accordingly, it is difficult to draw a conclusion that temperature increase can lead to precipi-

tation uniform increase or decrease. d. The correlativity between precipitation and temperature at most of the hydrological stations did not show significant positive or negative correlation. It shows that precipitation and temperature are likely to be conditioned by some other significant factors respectively. e. From the hydrological and meteorological analysis of China as one part of the world, we cannot conclude that global climate has the trend of changing warm.

[**Key words**] climate change; precipitation; temperature; correlation analysis

(上接 28 页)

Humanized design of “Hai Yang 6 Hao”

Zhang Bingyan

(Marine Design & Research Institute of China, Shanghai 200011, China)

[**Abstract**] The overall design and actual ship properties of “Hai Yang 6 Hao” were briefly introduced by comparing the major characteristics of ocean survey ship newly built at home and abroad, and it was found that “Hai Yang 6 Hao” took the advanced level in some key techniques.

[**Key words**] ocean survey ship; original design; advanced level