

我国北方干旱的时空分布特征分析

罗 健，郝振纯

(河海大学水文水资源及环境学院,江苏 南京 210098)

摘要 通过对北方干旱和半干旱地区时间序列的降雨、径流等资料研究,采用降雨距平百分率和分时段多年降雨空间分布分析方法,进一步了解我国北方降雨、径流与干旱空间变化的全貌,并据此对北方各主要地区的干旱情况进行分析,为全面掌握、研究和预测北方干旱和生态环境的演变发展奠定基础.

关键词 中国北方 干旱 时空分布 降雨量

中图分类号 P 338⁺.6 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2001)04-0061-06

干旱是我国常见的一种自然灾害,它影响区域广,发生频繁,延续时间长,危害很大.特别是在占我国国土面积一半的北方地区,干旱缺水造成了一系列社会、经济、环境问题.严重持续的干旱甚至影响社会经济和人类活动,导致土地的荒漠化和沙漠化.因此,干旱已成为了严重威胁我国经济和社会可持续发展的重要制约因素.认识干旱,研究和分析我国干旱在时间和空间上的分布特征及规律,以及干旱、半干旱状况在空间格局和强度上的变化,准确预报出干旱的发生及持续时间,对采取有效的防御措施、保证国民经济顺利发展具有重要意义.本文通过对北方地区 40 年以上的降雨和径流资料的分析,展示了降雨和干旱的空间分布格局,揭示了北方干旱的一些分布特征,并对其成因和发展作了进一步的探讨.

1 研究区自然地理背景特征和属性

迄今为止,科学界对我国干旱和半干旱区的范围和界限还没有一个完全统一的认识.依水文学家的观念,干旱和半干旱地区是指蒸发水量大于降水量的地区,即干燥度系数或干旱指数(γ)大于 1.0 的地区^[1].为了结合径流数据分析,笔者把北方干旱研究区界定在松嫩上游、辽河上游、华北平原(海河流域)、黄河流域,以及内蒙、西北的北方内陆河流域.该区地域辽阔,从东部的平原到西部的高原和沙漠,地形复杂、地貌单元众多,形成了许多独特的地理区域.该区人口分布和社会经济的发展严重不均衡.东部地区人口众多,经济发展较快,是我国重要的粮食基地和能源基地.西部地区人烟稀少、土地贫瘠、经济落后,是一片正在开发的土地.

不同的自然条件和地理位置孕育了不同的区域气候.本研究区内降雨量年内、年际降水量的变化较大,分布严重不均.年降雨量空间分布的基本趋势是从东部的平原区向内陆地区迅速递减,全区一般都在 850 mm 以下,400 mm 等雨量线从大兴安岭到兰州一线,将北方划分为两部分,该线以东为明显的季风影响区,属半干旱、半湿润地区;该线以西少受或不受季风影响,属干旱区.其中,内蒙、宁夏、青海、新疆、甘肃的大部分地区年均降水量不足 400 mm.

不同的地理分区具有各自独特的地理特征和属性.由于各地降水量差异悬殊,使我国干旱区的分布具有明显的地区性,干旱的表现和程度差异很大.我国北方东部地区,包括华北、东北以及内蒙古东部和黄土高原,属于中纬度季风区,受季风影响强烈,地形从平原过渡到高原.植被覆盖率较低,土壤是黄土母质,疏松、易搬运.全区大部分地区干旱指数在 1.0 以上.我国西北部地区,包括黄土高原以西的河西走廊,青海、内蒙西部和新疆地区.该区深居内陆,四周高山环绕,海洋的水汽难于到达,所以其气候具有强烈的大陆性,水分循环不活跃.加之生态环境十分脆弱,植被稀少,土地退化,成为水资源最为匮乏的地区.

2 资料和研究方法

干旱分析中对降雨量的研究至关重要. 降水量的大小是描述某一区域气候及其变化的关键指标之一. 对干旱和半干旱地区而言, 导致干旱的直接原因就是干旱的气候和水资源的短缺, 主要就是降水量的偏少^[2].

对于某一地区来说, 由于大气环流发生变化而不断地发生着天气波动. 从干旱的角度来说, 在某一时期出现降水比多年的平均值降水偏少, 说明该地区这一时期偏旱. 所以, 采用降雨和多年平均降雨量距平指标, 能反映干旱随时间变化的特征和趋势.

降水变化用年降雨量距平百分率表示:

$$\Delta x_i = \frac{x_i - x_p}{x_p} \times 100\%$$

式中: x_i ——某地年降雨量; x_p ——多年平均降雨量.

在干旱空间分布方面, 利用具有空间地理位置的离散的 200 多个测站点, 采用 GIS 空间分析工具, 生成不规则三角网, 根据各站不同时段年降雨量数据 (或距平数据) 来构建三维表面模型, 再利用该模型进行带有光滑的三角网等值线内插, 最后生成各种相关数据空间分布特征.

本文使用了近 40 年来降雨、气温、蒸发和径流资料和部分台站近百年的长序列资料. 其中, 气象系统和水文系统的逐月数据, 雨量站共 208 个, 径流站 132 个 (图 1), 为了数据插值的需要, 选用的测站资料范围大于研究区范围. 数据分布比较均匀, 连续性较好, 具有代表性.

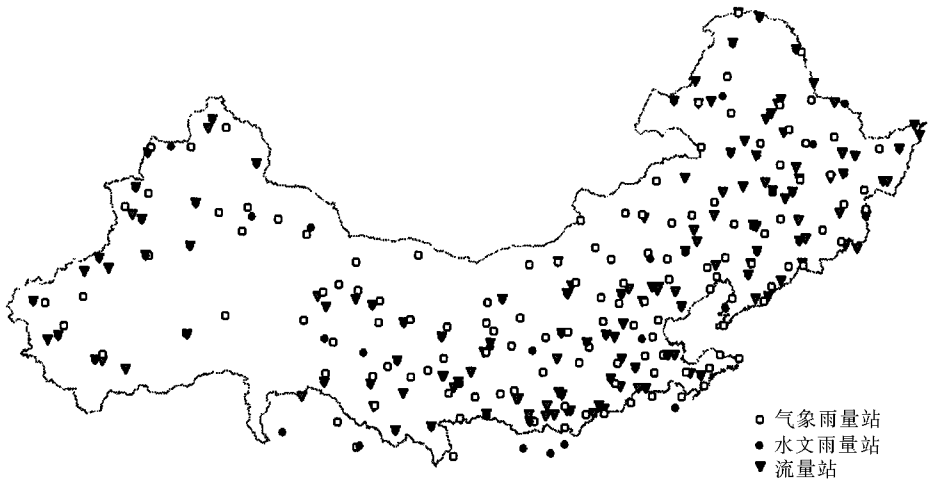


图 1 我国北方降雨测站分布

Fig.1 Distribution of rainfall stations in North China

3 北方干旱的时间序列变化

3.1 降水的时间变化及波动

图 2 是我国北方干旱及半干旱地区 1921~1989 年的降雨量变化曲线, 可以直观地看出总体的年降雨量逐年减少的趋势. 经过计算, 从 50 年代到 80 年代, 总降雨量减少了 8% 左右. 各地区由于所处的地理位置和受季风影响不同, 降雨量变化亦各不相同.

在排除降雨量短期扰动的北方区降雨量 10 年滑动平均线上, 可以看出我国北方气候变干的总趋势及其降雨波动规

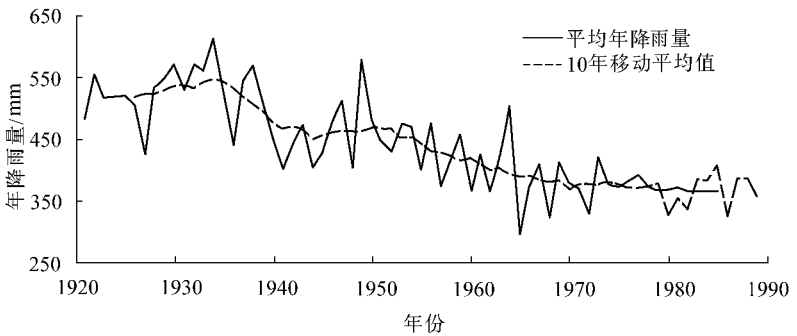


图 2 1921~1989 年我国北方年降雨量多年变化

Fig.2 Long-term variation of annual precipitation in North China (1921~1989)

律.即我国北方在经过 20~30 年代和 40 年代后期的多雨期以后,逐渐进入一个相对少雨的时期.其降雨量的波动准周期约为 15 年,随着降雨量的减少,其波动的幅度逐渐变小.到 60 年代以后,年降雨量已低于正常值.而气温于 70 年代以后处于上升阶段,所以整个北方地区的气候向变干、变暖的方向发展.

比较我国北方不同地区近 40 年来平均降雨量的变化,可以看出 我国北方除西部新疆地区以外,大部分地区都存在降雨距平分布前高后低的现象,即 60 年代前为湿润期,70 年代以后相继进入干旱期,并且具有干旱的连发性和持续性现象.如华北地区,自 60 年代中期进入干旱期后,70 年代中期趋于缓和,但没能进入多雨期,而降雨量又持续减少,进入了更为严重的干旱阶段.

3.2 从典型站点看我国北方东、西部地区干旱的异步性

干旱是一个不断累积的过程,降雨距平的滑动平均线正、负距平表征着该地区进入相对干旱和相对湿润的阶段性和持续性.本文选择我国北方东、西部地区的两个典型代表站(华北区北京站和西北区酒泉站),分析其干旱的变化特征.

如图 3,以北京站为代表的华北区在 50 年代到 80 年代经历了从湿润到干旱的过程.60 年代初至今降雨量维持下降趋势,并且其波动的幅度趋小.70 年代中期降水量有所回升,但仍然低于平均值,而且继续维持降雨量负距平的状态至今,处于较长时期的干旱状态.

与此相反,以酒泉为例的西北地区正经历了一个相反的过程.从 50 年代末开始,西北地区进入了相对偏湿的时期,年降雨量呈波浪式逐步增高,并且其相位基本相同,振幅相反.出现了东西部干旱发生的异步效果.

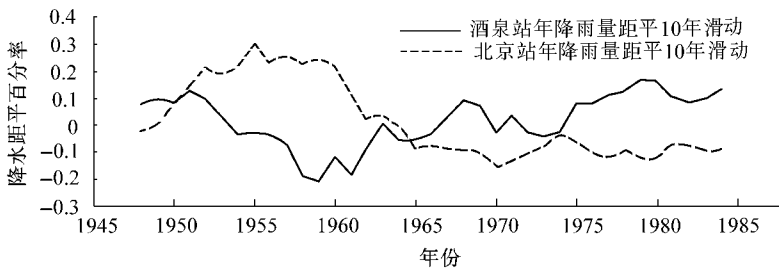


图 3 酒泉、北京降雨距平数据对照

Fig.3 Comparison of precipitation average in Beijing and Jiuquan

3.3 华北及其周边地区径流系数的变化

径流量的大小是一个地区地表水资源量的一个表征,也是干旱的直接反映.以河北三家店和辽河郑家屯资料为代表进行分析,明显发现 以上测站在降雨量相对变化较弱的情况下,径流系数显著变小.大兴安岭径流深地区差别大,北部雨稍多,蒸发弱,径流深较大.内蒙古高原距海远,气候干燥,水面植物蒸发大,径流补给条件差,有大面积无流区.

分析原因有二 其一,华北平原降水少,蒸发旺盛,持续地干旱使地表、地下水都十分匮乏.一旦有降水,首先下渗补给土壤和地下水.加之华北地区河流冲积层深厚疏松,透水性好,径流量下降快 其二,华北地区人类活动频繁,工农业和生活用水量很大.另外上游众多的保水工程和水库使得下游径流大幅度减少,更造成下游干旱.

4 北方干旱的空间分布格局和演变

4.1 降水量的空间分布及特征

通过不同时段各站降水量变化可以分析我国北方干旱的分布格局和状况.如前所述,降雨距平是反映干旱气候的一个主要指标,降水距平的空间分布反映着干旱分布的格局,研究多时段的降水距平分布能够认清各地区降水和干旱随时间变化的规律和趋势.

研究干旱空间分布,主要是反映缺水少雨在水平地带性上的规律.徐国昌等^[3]利用多年降雨距平研究过全国降雨量分布.笔者采用北方近 150 多个站点 1950~1988 年的降雨资料,利用 GIS 空间分析工具,生成 8 个时段(每时段 5 年)和 4 个时段(每时段 10 年)的年降雨量分布和年均降雨量距平分布图(绘图范围比研究范围有所扩大),如图 4(8 时段图和年降雨量分布图略).

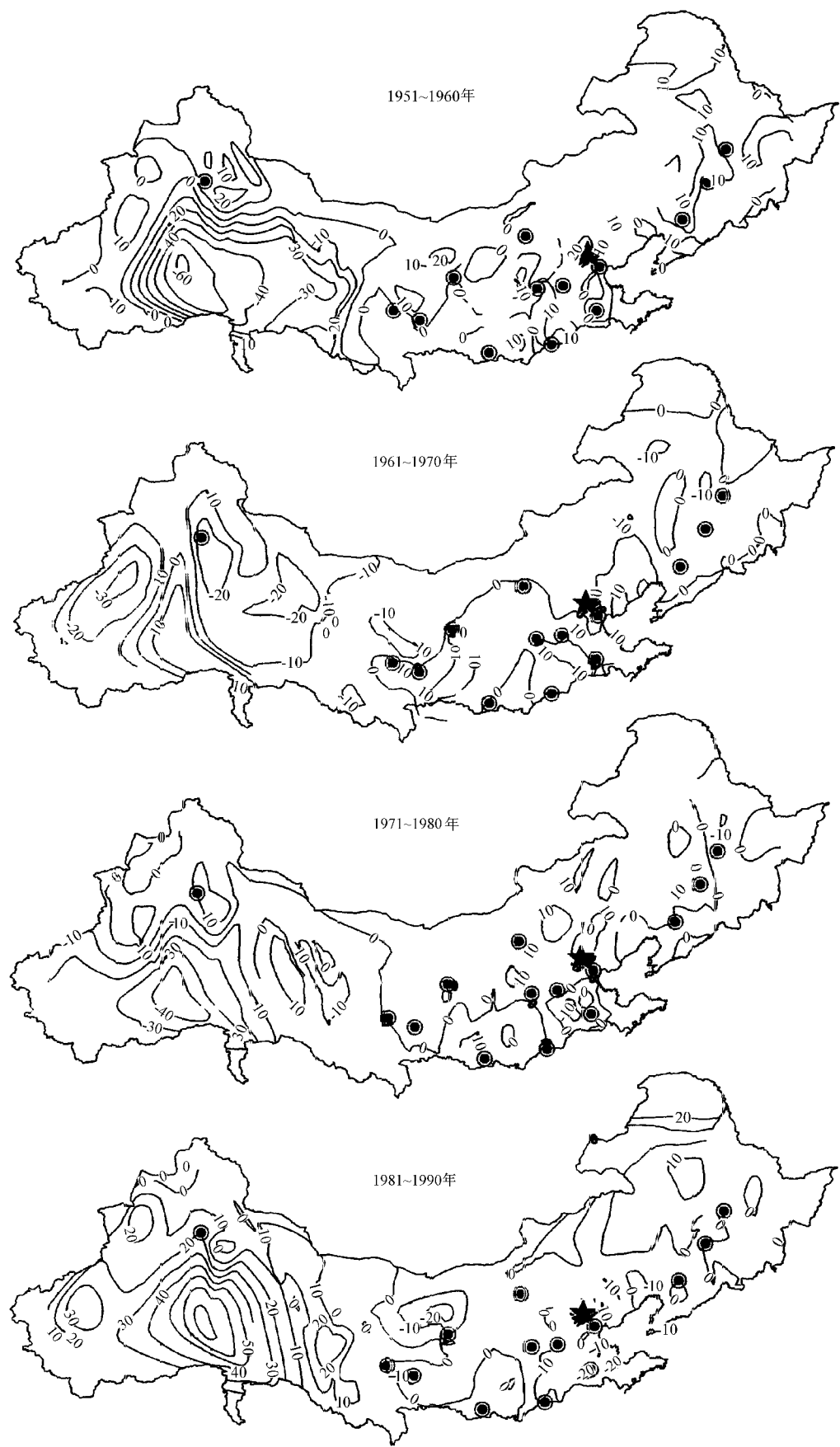


图 4 4 个时段的降雨距平分布图

Fig. 4 Distribution of precipitation average in four periods of time

通过对降雨和降雨距平的分布分析,我国北方的年降雨量总体分布趋势基本没有很大改变,最大和最小年降雨量位置中心的移动并不明显,但降雨强度已明显下滑(如华北西部五台山地区,从 50 年代的 980 mm 下降到 80 年代为 810 mm)。

研究表明 50 年代南疆、黄土区以及山东河北交界地区,为负距平的少雨区,华北北部和东北地区降雨正常偏多,即降雨量“东多西少”60 年代,除南疆、山东西北部到山西中部一带为多雨期外,其他地区都处于偏旱状态,其中东北和河西走廊干旱较严重,华北北部降雨在正常值以下;70 年代,缺水干旱区在华北南部、东北和黄土高原区,相对湿润区回到了新疆南部;80 年代,东部大部分地区和河西走廊少雨干旱,特别是华北大部地区持续干旱,并且影响面积扩大^[4]。东北中部和西部地区形成了多雨地带,与东部相比又形成雨量“西多东少”的格局。80 年代与 50 年代相比,东、西部相对干湿完成了一个交换。

从极值和持续时间上来看,南疆地区距平变化最大,距平正负交替出现,为二正二负,而东部地区相对变率较小,但持续时间长。如华北区少雨期持续了 3 个 10 年。

4.2 北方降雨量相对变率分布

不同降水分带的多年平均降水量的大小及其变差情况,是构成干旱地区分布的一项基本特征。我国地域辽阔,是一个典型的季风气候国家。各地降水量连续变化是造成我国北方干旱时空分布不均的主要原因。降雨量的波动幅度大小预示着该地区的气候不稳定。波动越大,则可能引起干旱的可能性越大。利用北方 156 个雨量站 1950 ~ 1988 年资料,计算降雨量距平绝对值的多年平均,如图 5。从图中可以看出,我国北方降水不大稳定,具有较大的年变率。降水量多的地区年变率小,反之则大。降雨量年变率为 10% ~ 50% 之间。变化最大的地区是南疆沙漠的边沿,变率达 40% ~ 50%;变化较小的地区在大兴安岭和黄河上游,变率在 15% 左右;总体西部大于东部。其中北疆小于南疆。除新疆之外,西部变率较大的还有河西走廊和青海内陆流域区;北方东部的大部分地区降水变率在 20% 左右,其中华北地区变率相对较大,保定、石台峪变率可达 30% 以上^[5]。可见,华北是我国东部降水量最不稳定的地区。

结合降雨距平分析可以说明,近 40 年中,甚至在更长的时间内,南疆、河西走廊以及华北地区干湿变化的可能性最大。



图 5 降雨量相对变率分布图
Fig.5 Distribution of relative changes of precipitation

5 结论与探讨

干旱是因水分供求不平衡而形成的一种水分短缺现象。在各种自然灾害中,以旱灾所产生的危害最大。通过分析有以下认识:

a. 我国北方大部分地区自 60 年代以来进入了一个相对较长的干旱阶段,在降雨量逐渐减少的同时,降雨距平的波动幅度也正逐渐变小,打破了原有的正常降雨波动,形成相对稳定的干旱。由此可见,北方特别是

华北地区的干旱可能还将继续维持。

b. 我国西部地区干旱和东部具有异动特征,降雨量“东多西少”或“西多东少”,特别是南疆和河西走廊等地 70~80 年代正进入一个相对多雨的时期,但是波动较大。

c. 干旱的发生和发展原因是十分复杂的,但主要受两个方面的影响:

(a) 天气因素的影响. 降雨量年内和年际分布不均形成干旱及其灾害的主要原因之一. 持续的干旱破坏了生态系统的平衡,造成了局部地区水资源匮乏,也使得生态环境发生改变,形成更加干旱的局面。

(b) 干旱是与人类活动联系在一起的. 人类对水资源的不合理利用和对土地的不合理利用,导致水资源的紧张,加速了干旱化的进程. 华北地区径流量严重下降,甚至断流,以及地下水位的不断下降就是最好的说明。

重新认识北方干旱化问题,全面了解干旱的发生、发展过程,采取有效措施,就能改善脆弱甚至恶劣的生态环境,防治干旱化,从而实现北方社会和经济全面的可持续发展。

参考文献:

- [1] 汤奇成,曲耀光,周聿超. 中国干旱区水文和水资源利用[M]. 北京: 科学出版社,1992. 1~5.
- [2] 王宝灵,孙国武,张焕儒. 中国西北地区月降水量的年际变化和分区研究[A]. 见: 孙国武主编. 中国西北干旱气候研究[C]. 北京: 气象出版社,1997. 52~57.
- [3] 徐国昌. 中国干旱半干旱区气候变化[M]. 北京: 气象出版社,1997. 74~78.
- [4] 章基嘉,徐祥德,苗俊峰. 近 40 年来中国气候变化[A]. 见: 徐祥德,吴正华主编. 华北干旱预研究进展[C]. 北京: 气象出版社,1999. 51~57.
- [5] 李克让,徐淑英,郭其蕴. 华北平原旱涝气候[M]. 北京: 科学出版社,1990. 7~12.

Study on Characteristics of Spatial and Temporal Distribution of Drought in North China

LUO Jian, HAO Zhen-chun

(College of Water Resources and Environment, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the data of precipitation and runoff in the arid and semi-arid regions of China and the average and spatial multi-temporal distribution of precipitation, the characteristics of precipitation and the spatial distribution of drought are studied, and the drought situation in the main regions of North China is analyzed. The result provides a foundation for full understanding, research and prediction of the evolution of drought and environment in North China.

Key words: drought in North China; spatial and temporal distribution; precipitation