

# 1961—2005年河北省降水气候特征及雨水资源的开发利用

高霞<sup>1</sup> 李强<sup>2</sup>

(1. 保定市气象局,河北 保定 071000; 2. 涞源县气象局,河北 涞源 074300)

**摘要:**河北省的气候条件造成了该地区水资源量的补给不足,雨水是本区水资源的主要来源之一,雨水的多少往往对应着水资源的丰枯变化。根据1961—2005年河北省长系列降水资料,对全区雨水资源进行了时空分布、年内变化分析和多年变化分析。结果表明:河北省降水量呈逐年减少的趋势,且平原降水减少速率要远远高于山地。通过雨水资源量的分析得出在一定程度上降水的缺乏形成了河北省水资源的补给量不足,加剧了水资源紧张的状况。河北省传统水资源开发利用已达到极限,为了缓解水资源的供求矛盾,提出大力开发利用雨水资源是缓解本区水资源供求矛盾的有效途径。

**关键词:**水资源;降水;干旱;雨水资源;开发利用

**中图分类号:**P426 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2008)04-0049-04

## 1 引言

水资源是人类社会一切生产、生活的物质基础。随着社会的发展,水资源供需矛盾日趋严重。我国现行的水资源概念是指地表水资源和地下水资源的总和,均来自大气降水(主要是降雨)的补给,但水资源的总量远远小于大气降水的总量,而在河北省则不足30%。河北省的气候条件造成了该地区水资源量的补给不足,人为的因素更加导致了水资源的严重短缺。

河北省是全国水资源最贫乏的省份之一,多年平均水资源量为203亿 $m^3$ ,人平均水资源占有量为311 $m^3$ ,是全国平均值的1/7,不及国际上公认的人均1000 $m^3$ 缺水标准的1/3,甚至比不上以干旱缺水著称的中东和北非地区<sup>[1]</sup>。近几年,由于经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,河北省用水量逐年增长,年用水量已经高达220亿 $m^3$ ,但可利用量仅为170亿 $m^3$ ,供需矛盾十分突出。

随着河北省工农业用水的增加,地表水资源的利用增长很快,在地表水供水能力有限的情况下,为了发展经济不得不大量超采地下水来勉强维持生产和生活需要<sup>[2]</sup>,地下水的超量开采已成为解决水资源供需矛盾的主要途径。据统计分析,河北省平原区浅层地下水多年可开采量为77亿 $m^3$ ,20世纪90年代年平均开采量为105亿 $m^3$ ,超采量为28亿 $m^3$ ,超采率为35.8%。至2007年底,浅层地下水累计超采量为612亿 $m^3$ ,深层地下水累计超采745亿 $m^3$ 。由于连年超采,致使地下水位连年下降,地下水埋深逐年增大。使得河北平原形成众多地下水下降“漏

斗”,由此产生地面沉陷、裂缝和海水入侵等一系列环境问题和地质灾害现象。河北省传统水资源开发利用已达到极限。

根据河北省水资源的自然条件和开发利用现状来看,水资源的开源潜力已经很小,开拓新的节水方式是迎接水资源危机挑战的主要对策之一<sup>[3]</sup>。雨水利用是一项曾被广泛应用的传统技术,也是21世纪水资源开发的方向<sup>[4]</sup>。在全球气候变暖的背景下,近45a河北省的气候状况也发生了明显的变化。分析河北省逐年降水分布规律,可为高效利用河北省雨水资源提供参考。

## 2 资料与方法

选取河北省区域较均匀分布的39个代表站的1961—2005年历年逐月降水资料(图1),采用距平

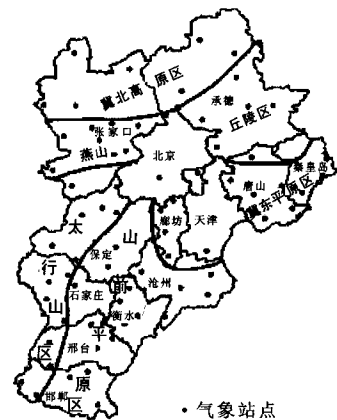


图1 河北省气象观测站站点分布及分区和方差对河北省降水的时间序列特征进行研究;利用旋转主成分分析方法(REOF)对河北省降水异常

收稿日期:2007-10-08;修订日期:2008-03-05。

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(2006CB400504)和国家自然科学基金(40775048)共同资助。

作者简介:高霞,女,1973年生,在读硕士研究生,工程师,主要从事气候变化方面的研究。E-mail: xia-xue-le@163.com。

的空间分布以及变化特征进行分析。由于方法较成熟,这里不作介绍。

河北省地域辽阔,年降水量为 330—710 mm,夏季降水量为 210—530 mm,夏季降水占全年的 7 成左右,空间分布由东南沿海向西北内陆逐渐减少,呈现出明显的带状分布,东多西少,夏季东南沿海降水量接近与西部干旱地区的 2.5 倍。

平均降水量反映降水的一般情形,降水变率表示某地降水相对变化性的大小,降水变率小则该地区降水常年比较稳定,变率大则不稳定,不稳定则是旱涝的原因之一。降水变率以变率系数表示,指某地降水的标准差和该区多年降水量平均值的比值。夏季降水变率高值区出现在石家庄地区和保定地区,变率为 0.39,其降水量最不稳定,易发生洪涝和干旱;相对平原地势较高的山区低于 0.30,其降水量较其他地区相对稳定。如承德和张家口地区,旱涝机会相对较小。

### 3 结果分析

#### 3.1 河北省降水时间变化特征

由图 2 和图 3 可知,河北省降水主要集中在夏季,夏季降水主要集中在 7—8 月,而这 2 个月份的降水所占的比重相差无几,因此夏季降水的多少对全

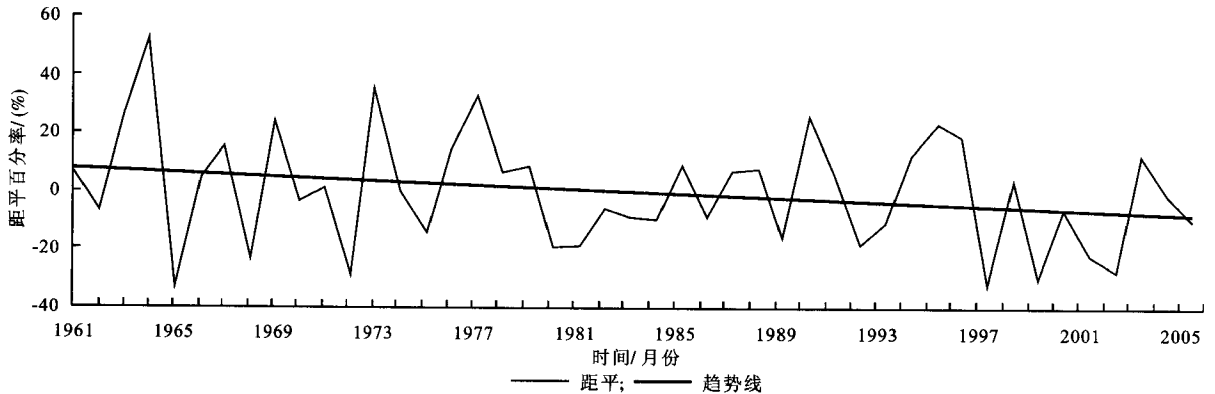


图 4 1961—2005 年河北省历年年平均降水量距平百分率的年际变化曲线

降水量偏多程度,负距平(%)表示降水量偏少程度。

从图 4 可知,河北省年平均降水量呈现波浪式下降趋势。1980 年以前主要以正距平为主,之后主要以负距平为主,尤其是 1997 年之后,连续 8 a 均为少雨年,持续时间最长、偏少的幅度较大。降水量自 20 世纪 70 年代后较小,尽管中间也出现了几次连续偏多的年段,但连续偏多的幅度较少,所以总体来说降水量呈减少的趋势,这就在一定程度上形成了全区水资源的补给量不足,加剧了水资源紧张的状况。全区平均年降水量从 20 世纪 50 年代的 598 mm 减少到 90 年代的 510 mm,平均每 10 a 减少 22 mm。其中太行山山前平原地区减少的最明显,平均每 10 a

区年降水资源的变化起着重要的作用。

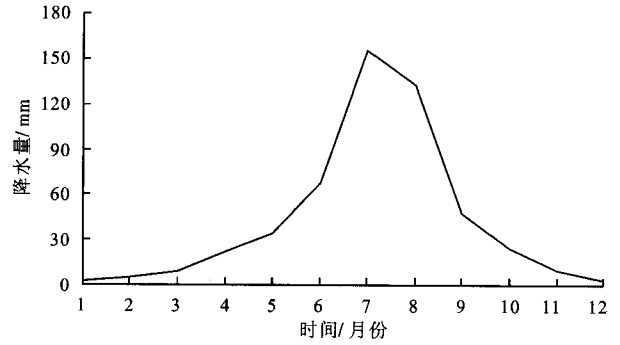


图 2 1961—2005 年河北省逐月平均降水量变化曲线

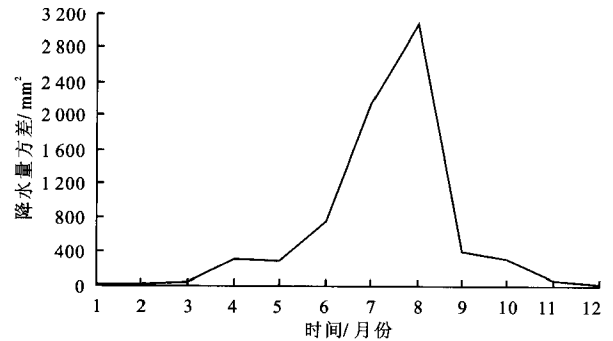


图 3 1961—2005 年河北省逐月平均降水量方差变化曲线

图 4 列出了全区降水量的丰、枯变化趋势和连丰、连枯的程度。本文采用距平法,正距平(%)表示

减少 30 mm。

表 1 给出了河北省不同年份段降水量变化情

表 1 1961—2005 年河北省不同年份段降水量变化

时段/年	1961— 1964	1965— 1979	1980— 1993	1994— 2005
平均降水量/mm	457	399	347	344
距平百分率/(%)	+23	+7	-7	-8
变率	0.2	0.24	0.16	0.32
时间长度/a	12	15	14	11

况。由表 1 可知,异常多雨时期夏季平均雨量多达 415 mm,比多年平均值偏多 23%。旱涝交替时期雨量开始减少,降水变率增大,但雨量仍比多年平均值

偏多7%。持续干旱时期平均降水量为347 mm,比多年平均值偏少7%。降水变率仅为0.16,表明这一时期干旱的持续性和稳定性。旱涝异常时期雨量继续减少。但1994—1996年连续多雨。1997—2004年全区发生了大范围、长时间的严重干旱,降水变率达到0.32。

1975—1990年,河北平原已消耗500亿 $m^3$ 的地下水存量。水资源的过量超采造成了一系列严重的环境生态问题,特别是近年来降雨量偏少,地表水和地下水资源补给量大大减少,供求形势更加严峻。为了缓解水资源的供求矛盾,促进河北省农业生产可持续发展,必须采取有效的措施高效利用水资源。

### 3.2 河北省降水空间变化特征

为探讨季节、地形和地势等因素对降水的影响,对资料采用了距平标准化处理方法,得到标准化降水场资料,REOF分离出的特征向量代表降水场的相关分布状况,大致将降水异常区分为5个类型:太行山迎风坡型、冀中平原型、冀东平原型、沿海平原型、冀北山地型。其中,太行山迎风坡型和冀北山地型统称为山地型;冀中平原型和冀东平原型统称为平原型。

平原。以1995年为最强,1954年有一次高值。降水在20世纪90年代中后期有明显变旱趋势。河北南部平原的年际变化最大,平均每2.0 a就有1 a是旱或涝年,是旱涝发生最频繁的地区。

东部滨海。20世纪60年代正值较多,其后相间负值逐渐增多,与年代际降水变化趋势相符。20世纪80年代以来降水减少比较明显。东部滨海区的旱涝平均为每2.5 a左右1遇。

山地。此区域的降水相对稳定。冀北山地由于经常有气旋活动加上地形作用,年际变化最小,平均每3.0 a出现1次旱或涝。

由此分析表明:受大气环流形势、地理区域等因素的综合作用,近45 a来河北省降水在一定程度上具有总体一致的特性,全区发生过2次突然变干的过程:一次出现在20世纪60年代中期,另一次出现在20世纪在70年代后期。后者突变无论在程度或范围上都比前者突变要大。整体降水趋势减少,而且平原降水减少速率要远远高于山地,燕山和太行山迎风坡为降水分布较多区域,现阶段维持夏季降水相对稳定。

## 4 雨水资源开发利用的展望

(1) 雨水利用是一项曾被广泛应用的传统技术。

自19世纪末20世纪初开始,随着现代技术的兴起,先是地下水的开采在许多地方逐渐取代了雨水利用技术。接着,以控制洪涝灾害、利用河川径流和开采地下水为目标的当代水利工程的修建,又为社会经济的发展,特别是农业的持续稳定增长,发挥了很大的作用,取得了巨大的效益。但是,有限的水资源紧缺已成为许多地方制约经济发展的因素,同时,大型水利工程引发越来越多的生态环境问题。

(2) 雨水利用有许多方式,归纳起来有2个方面:雨水的被动利用和雨水的主动利用。雨水的被动利用,指通过一定的工程措施增加拦蓄入渗或减少蒸发来利用雨水。它包括就地拦蓄入渗利用和覆盖抑制蒸发利用2种利用方式。雨水的主动利用,是指通过一定的汇流面将雨水汇集储存,到作物需水关键期进行补灌。它仅包括雨水富集叠加利用。

(3) 雨水富集叠加利用干旱半干旱地区降雨偏少,分配不均,供需错位。由于自然降水具有再分配性和可移动性,利用自然和人工创造的集流面进行雨水的再叠加,即把多个地块的雨水径流叠加于一个地块上或把多个时段的雨水径流叠加在一个时段上,减少集流面水分的无效消耗,增加水分供应,减少作物非生育期的水分供应,提高雨水的利用率。

(4) 河北省位于干旱半干旱区域,近年来降雨量偏少,地表水和地下水资源补给量大大减少,供求形势更加严峻。为了缓解水资源的供求矛盾,促进河北省的可持续发展,探讨河北省雨水资源开发利用的途径是必要的。通过雨水资源的高效利用,减少水分的限制是本区可持续发展的自身需要。必须把雨水的被动利用和主动利用因地制宜有机结合才能使有限的雨水资源发挥最大的效益。通过河北省降水资源气候特征分析,提出了平原区以覆盖抑制蒸发利用和雨水富集叠加利用为主的雨水资源高效利用措施,山区以就地拦蓄入渗利用和雨水富集叠加利用为主的雨水资源高效利用措施。

## 参考文献

- [1] 吕长安. 河北省水资源现状分析及解决措施[J]. 中国水利, 2003(6): 76-78.
- [2] 刘昌明. 我国北方水资源问题的节水对策[M]. 北京: 北京科学出版社, 1993.
- [3] 绳莉丽, 安秀荣, 赵敏涛. 河北省雨水资源开发利用方式与途径的初步探讨[J]. 海河水利, 2003(1): 21-23.
- [4] 雨水利用. 21世纪水资源开发方向[N]. 中国科学报, 1995-07-07.

## Climatic characteristics of precipitation and exploitation and utilization of rainwater resource from 1961 to 2005 in Hebei province

GAO Xia<sup>1</sup> LI Qiang<sup>2</sup>

(1. Baoding Meteorological Bureau, Baoding 071000, China; 2. Laiyuan Meteorological Bureau, Laiyuan 102900, China)

**Abstract:** The climatic conditions result in the lack of water resources in Hebei province. Precipitation is one of the main sources of water resources, and rain amount often corresponds to the high flow or the low flow changes of water resources. Based on precipitation data from 1961 to 2005 in Hebei province, the temporal and spatial distributions, annual and multiple annual variations of rainwater resources were analyzed. The results indicate that precipitation is a decreasing tendency yearly by yearly in Hebei province, and the speed of precipitation decrease in plain is larger than that in mountain land. According to rainwater resource conditions, it suggests that lack of precipitation leads to the supply shortage of water resource to some extent, and it accelerates the shortage of water resource. The traditional exploitation and utilization method of water resource is already not appropriate. In order to settle the supply and demand contradiction, exploitation and utilization of rainwater resource is the effective method.

**Key words:** Water resource; Precipitation; Drought; Rainwater resource; Exploitation and utilization