

河北省水资源状况的降水条件分析

高霞¹, 尤凤春², 许耀辉³

(1. 河北省保定市气象局, 河北 保定 071000; 2. 北京市气象局, 北京 100089;
3. 河北省高阳县气象局, 河北 高阳 071500)

摘要: 雨水是水资源的主要来源,也是影响水资源周期性变化的主要因素之一。水资源和气候降水有较强的正相关关系。选取河北省区域较均匀分布的 39 个代表站、45 a 的月降水资料,对降水特征分区域做了初步分析。发现河北省近 45 a 降水具有总体减少的特性,期间发生过 2 次突然变干的过程,平原降水减少速率要远远高于山地。这种情况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,必须采取有效的措施高效利用水资源。

关键词: 水资源; 气候降水; 干旱; 雨水资源

中图分类号: P426

文献标识码: A

引言

河北省地处华北区的中心地带,地域辽阔、资源丰富,是我国政治、经济、文化、交通的中心地带。该区位于气候脆弱带,对气候变化的响应极其敏感,也是生态环境及地区生态活动非常脆弱的地区。在全球气候变暖的背景下,河北省近 45 a 的气候状况也发生了明显的变化,干旱化趋势明显,水资源日益短缺,一定程度上制约了这一地区经济的发展。河北省具有明显的季风气候特点,降雨量在时空上分布严重不均,存在着明显的地域差异。水资源最多的年份往往是降水量较多的年份,而缺水年份则完全对应于干旱年份,水资源和气候降水有较强的正相关关系^[1]。水资源(地表水资源和地下水资源)主要靠大气降水(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,在河北省不足 30%。

本文结合水文、气象资料,较为系统地研究了河北省水资源现状、近 45 a 来降水分布规律以及传统水资源开发利用引起的环境和地质灾害问题^[2],得出河北干旱频繁、水资源严重不足已经成为困扰其经济和社会发展的一个严重问题。充分利用降水资源,是该地区可持续发展的必要途径。

1 水资源现状

河北省是全国水资源最贫乏的省份之一。全省地表水平均年资源量 125 亿 m^3 ,地下水平均年资源量 130 亿 m^3 ,合计为 203 亿 m^3 (扣除重复水量 52 亿 m^3)。人均水资源量 311 m^3 ,地表水资源量 3 120 m^3/hm^2 ,均为全国均值的 11%^[3]。耕地实灌面积 39 766.54 km^2 ,其中保浇地 30 015 km^2 ,抗旱灌溉地 9 751.54 km^2 。平原区耕地约 46 690 km^2 ,尚有旱地 17 342 km^2 。根据现状分析,1997 年全省用水量 220 亿 m^3 ,超采地下水 44 亿 m^3 ,预测到 2010 年,平水年缺水 106.3 亿 m^3 ,偏枯年份缺水 170.1 亿 m^3 ^[4]。

随着河北工农业用水的增加,地表水资源的利用也同样增长。在地表水供给能力有限的情况下,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的需要^[5],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 1984 ~ 1993 年全省累计超采地下水 320 亿 m^3 。20 世纪 90 年代以来,地下水开采量仍在持续上升,1997 年地下水开采量 165 亿 m^3 ,占全国地下水开采量的 16%,占北方 17 省市地下水开发总量的 20%。由此可见,河北省是全国地下水开采量最大、开发利用程度最高的地区,是全国地下水

收稿日期: 2007 - 09 - 29; 改回日期: 2007 - 11 - 26

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项目(40775048)共同资助

作者简介: 高霞(1973 -),女,河北省定州市人,硕士,工程师,主要从事气候变化研究。E-mail: xia-xue-le@163.com

超采最为严重的省份。由于连年超采地下水,致使地下水位连年下降,至 2000 年底,河北平原形成了众多地下水下降“漏斗”,由此引起地面沉陷、裂缝和海水倒灌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。

通过分析我们认为,解决河北省水资源供需矛盾的手段可通过开源、节流、跨流域调水和加强水资源管理等几种^[6]。但从河北省水资源的自然条件和开发利用现状来看,水资源的开发潜力已经很小,外流域大规模调水投资多、风险大,工程规划期和施工期都很长。因此,从实际出发,依靠科技进步,开拓新的节水方式是解决水资源危机的主要对策之一^[7]。1995 年国际雨水集流系统协会主席霍雨时认为,雨水利用是 21 世纪水资源开发的方向^[8]。

2 降水资源量分析

地球上现有约 14.59 亿 km³ 水,它以液态、固态和气态形式分布于海洋、陆地、大气和生物机体中,这些水体构成了浩瀚的地球水圈^[9]。水圈中各种水体通过蒸发、水汽输送、降水、下渗和地表与地下径流等水文过程,紧密联系,相互转换,处于永无停息的运动状态,形成一个巨大的动态系统,称为水文循环系统。水文循环发生于大气环流水和降水、地表水和地下水之间的水量转化过程。山区来水大量减少、水资源量严重衰减、地下水过量开采是华北地区当前面临的 3 大问题。

降水是地球淡水资源的唯一补给来源,是影响水资源的最直接的因素。河北省 20 世纪 50~80 年代,随着降水量的不断减少,地表水资源减少到近 40 a 来的最低值;90 年代后降水量逐渐回升使地表水资源随之增加,但仍比 50 年代少 51 亿 m³,两者的相关系数达 0.90^[10]。

选取河北省区域较均匀分布的 39 个代表站 1961~2005 年的月降水资料,对河北省的降水特征做了初步分析。图 1、2 给出了 45 a 降水和夏季平均降水量的分布。可以看出,年降水量在 330~710 mm,夏季降水量在 210~530 mm,2 张图分布趋势一样,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。而且明显受到太行山脉的影响,夏季东南沿海降水量约为西部干旱地区的 2.5 倍。其中冀东北燕山前平原地区降水量最多,冀南平原降水次多,冀西北高原地区降水最少。

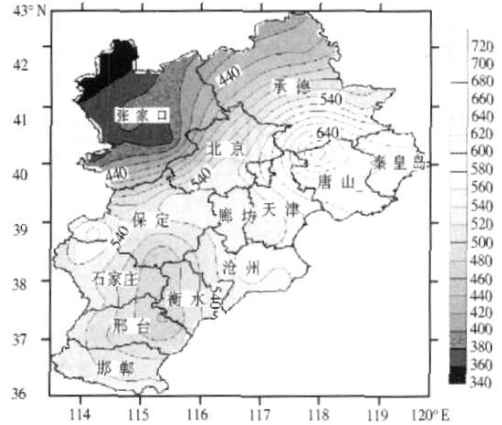


图 1 河北省年降水量空间分布(单位:mm)

Fig. 1 The distribution of annual precipitation(Unit:mm)

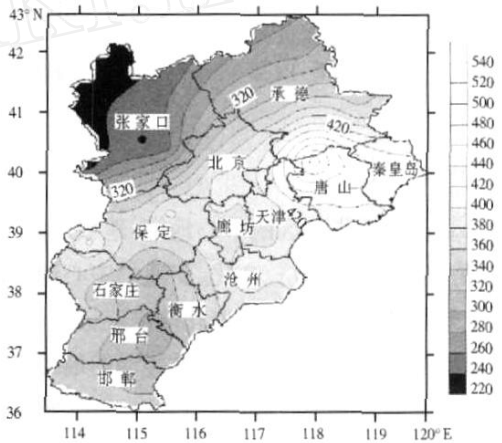


图 2 河北省夏季降水空间分布(单位:mm)

Fig. 2 The distribution of summer precipitation(Unit:mm)

平均降水量反映降水的一般情况,降水变率表示某地降水相对变化的大小,变率小则该地区降水常年比较稳定,反之则不稳定,不稳定是旱涝的原因之一。降水变率以变率系数表示, $s_r = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$, 其中 σ 是某地降水的标准差, \bar{x} 是某地多年降水量的平均值。图 3 是河北省夏季降水量的相对变率分布。可以看出:河北省夏季降水量的变率在 0.19~0.46 之间,冀中地区为高值区,其中石家庄和保定地区变率为 0.39 左右,其降水量最不稳定,易发生洪涝和干旱;秦皇岛、唐山、承德地区和张家口地区的南部为低值区,其降水量较其他地区相对稳定,这正是华北地区西部黄土高原和北部内蒙古高原与华北平原的过渡带,旱涝机会相对较小。

近 45 a 来河北省年降水量明显减少,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最明显,平均每 10 a 减少 30 mm。

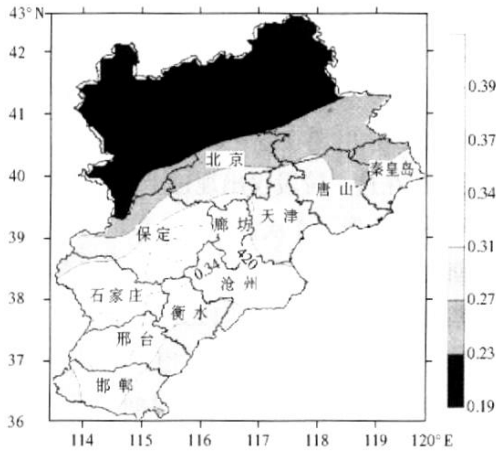


图 3 河北省夏季降水量的相对变率分布 (单位: mm)

Fig 3 The relative variability of summer precipitation (Unit mm)

2.1 降水量变化特征

(1) 降水量月际变化

图 4 给出河北省降水的月际变化。45 a 河北省的年平均降水量为 518 mm,其中春季 (3~5 月) 平均为 65 mm,占全年的 13%;夏季 (6~8 月) 为 358 mm,占全年的 69%;秋季 (9~11 月) 为 81 mm,占全年的 16%;冬季 (12~2 月) 为 11 mm,占全年的 2%。夏季 6 月的平均降水量为 68 mm,占总量的 1.9%;7 月为 156 mm,占总量的 4.4%;8 月为

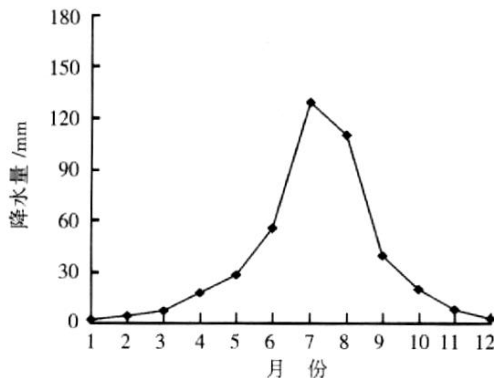


图 4 河北省 45 a 平均逐月降水量 (单位: mm)

Fig 4 The mean monthly precipitation in 45 years (Unit mm)

143 mm,占总量的 37%。由此可见,降水主要集中在夏季 7、8 月份,因此夏季降水的多少对全年降水资源的变化起着重要作用。

(2) 降水量的年代际变化

从降水量的年代际变化幅度分析中可以得到河北省 45 a 来降水量变化情况以及丰、枯时段变化趋势。

经资料统计,全省平均降水量从 20 世纪 50 年代至 80 年代逐渐减少,减幅为 79.7 mm,平均每 10 a 减少 26.6 mm,其中山区比平原减幅大;90 年代后有所回升,比 80 年代多 17.6 mm,但仍比 50 年代少 62.1 mm (图 5)。历年年降水量距平百分率如图 6 所示。

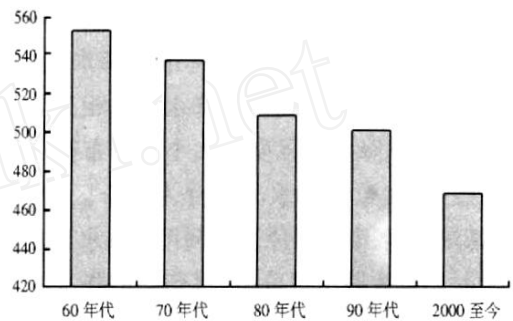


图 5 河北省平均降水年代分布 (单位: mm)

Fig.5 Distribution of mean annual precipitation in every decade in Hebei (Unit: mm)

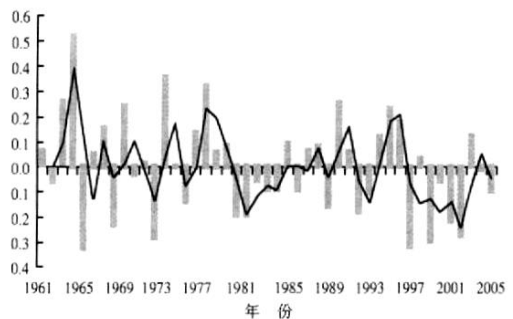


图 6 河北省历年年平均降水量距平百分率的年际变化

Fig.6 The interannual change of mean annual precipitation departure percentage in Hebei

从图中可以看出,河北省年平均降水量距平变化呈波浪式下降。1980 年以前主要以正距平为主,其中 1963~1969 年段年降水量连续偏多,正距平百分率高达 57%。1970~1975 年的年降水量连续偏少,负距平百分率高达 38%。1976~1980 年年降水量又连续偏多,正距平百分率最大为 29%,比 1963~1969 年正距平百分率幅度要小 28%。1980~1993 年年降水量又连续偏少。1994~1995 年年降

水量又连续偏多。1997~2004年年降水量连续偏少,虽然负距平百分率最大为36%,比1970~1975年最大负距平百分率小,但是从2组整体来比较,可以看出1996~2004年降水量偏少的幅度比较大。从分析可以得出降水量自从20世纪70年代后就比较小,尽管中间也出现了几次连续偏多的时段,但连续偏多的幅度比较小,总体来说降水量有减少趋势,这就在一定程度上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。

2.2 区域降水变化特征

为消除季节、地形、地势等因素的影响,对资料采用了距平标准化处理,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,根据各测站降水年际变化大小的分布特点和旱涝的一致性,大致将降水异常分为3个区:冀北山地、东部滨海区、南部平原区。利用年降水异常类型相应的时间系数做小波分析,得到区域降水的变化趋势。南部平原:以1995年为最强,1954年有一次高值。20世纪90年代中后期有明显变旱趋势。该区降水年际变化最大,平均每2a左右就有1a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。80年代以来降水减少比较明显。该区旱涝平均每2.5a左右一遇。冀北山地:1951~1963年期间的等值线相对密集,自1963年之后就年代际尺度变化而言,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3a多出现一次旱或涝。

河北省受大气环流、地理区域等因素的综合作用,近45a来降水在一定程度上具有总体一致的特性,全省近40多a中发生过2次突然变干的过程:一次在20世纪60年代中期,另一次在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,从各区降水长期变化趋势来看,目前的少雨期可能快要结束。

2.3 近50a夏季旱涝分析

为了表征旱涝轻重程度,这里采用Z指数进行分析^[11]。

假设降水量服从P-型分布,对降水量X进行正态化处理,则可将其密度函数,通过转换运

算,得到以下Z指数:

$$Z = \frac{6}{c_s} \left(\frac{c_s}{2} + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{c_s} + \frac{c_s}{6}$$

式中: c_s 为偏态系数, Z 为标准变量。

经计算Z指数,1980年是多雨阶段和少雨阶段的转折点。1960~1979年为多雨阶段,全省严重涝的年份绝大部分出现在这一阶段。1980~2004年为少雨阶段,在这一阶段仅出现过1次大涝年份,而严重旱年份却出现了4次。多雨阶段可细分为异常多雨时期和旱涝交替时期;少雨阶段则可分为持续干旱时期和旱涝异常时期。1960~1964年为异常多雨时期。1963年极涝年份就出现在这一期间。1965~1979年为旱涝交替时期,时间长度为15a。在此期间旱涝交替出现,1968年为极旱年,1965、1972年为大旱年,1973、1977年为大涝年。1980~1993为持续干旱时期,时间长度为14a。这一期间的主要特点是没有出现大范围严重洪涝的年份。出现严重干旱的年份只有1983年,严重干旱的台站数明显多于严重洪涝的台站数。1994~2004年为旱涝异常时期,时间长度为11a。1994~1996年连续3a Z指数值>1,其中1996年发生了严重的洪涝;其后,Z指数值连续7a为负值,其中1997、1999年为极旱年,2002年为大旱年。后8a中有7a没有发生严重洪涝的台站,累计发生严重干旱的台站竟达到了94站次,占54a来异常干旱台站次总数的35%。

3 讨论

河北省近年来降雨量偏少,地表水和地下水资源补给量大大减少,供求形势更加严峻。水资源的严重匮乏导致植被破坏和土壤沙化,扬沙、沙尘暴天气频繁出现,生态环境的恶性循环给人们生活 and 经济发展带来了严重影响^[12]。

为了缓解水资源的供求矛盾,促进河北省的可持续发展,应该立足本地的降水特点,从实际出发,充分利用云水资源,大力加强人工增雨工作。通过雨水资源的高效利用,促进本省可持续发展的自身需要。

河北省降雨偏少,分配不均,无效蒸发严重,供需错位。通过分析水资源现状,说明存在对雨水资源进行高效集约利用的需要。通过了解降水量年内、年际分布和分析雨水资源利用的潜力,发现整个

河北省整体降水趋势减少,但是平原降水减少速率要远远高于山地,而且各区降水长期变化的趋势表明目前的少雨期可能快要结束,有的地区即将结束。利用现有的雨水资源的特点,大力开发利用雨水资源是缓解本地区水资源供求矛盾的有效途径,也是区域农业持续发展的战略性问题,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河北省有限的雨水资源发挥最大的效益。

参考文献:

- [1] 于凤兰,钱金平,李恩庆.海滦河水资源及其开发利用[M].北京:科学出版社,1994.196-211.
- [2] 刘春蓁.我国内陆河流水文循环与其生态功能浅析[J].干旱气象,2005,23(3):13-16.
- [3] 刘昌明.我国北方水资源问题的节水对策[M].北京:北京出版社,1993.
- [4] 王流泉.南水北调中线工程是解决河北省水资源危机的根本措施[J].河北水利水电技术,1996,43(3):29-31.
- [5] 水利部海河水利委员会.海河流域水资源规划工作思路及初步成果[J].中国水利,2000,24(3):19-20.
- [6] 雨水利用.21世纪水资源开发方向[N].中国科学报,1995-07-07.
- [7] 帕高西杨.大气中水分循环的方式[J].江爱良,潘怡译.地理学报,1954,20(1):27-43.
- [8] 布德科.论大气中水分循环的规律[J].杨鉴初译.气象学报,1954,11(1):7-10.
- [9] 马晓波.华北地区水资源的气候特征[J].高原气象,1999,18(4):520-524.
- [11] 国家气候中心.中国旱涝气候公报[M].1995(1).1-2.
- [12] 黄斌,杨民,郭海英,等.黄土高原中心地区水资源现状与可持续利用对策[J].干旱气象,2005,23(3):58-61.

Precipitation Condition of Water Resource in Hebei Province

GAO Xia¹, YOU Fengchun², XU Yaohu³

(1. Baoding Meteorological Bureau of Hebei Province, Baoding 071000, China; 2. Beijing Meteorological Bureau, Beijing 100089, China; 3. Gaoyang Meteorological Station of Hebei Province, Gaoyang 071500, China)

Abstract: The rain water is one of the main origins of water resource and it is also one of the primary factors influencing periodic variation of water resource. There is obvious positive correlation between water resources and the climate precipitation. Based on monthly precipitation data during 1961 - 2005 from selected 39 stations in Hebei Province, the preliminary analysis is done about rainfall feature in different zone. Results show that precipitation decreased generally in the study region in 45 years, and the plain precipitation reduced faster than that of the mountainous areas, which aggravated the shortage of water resource in Hebei Province. The effective measures has to be adopt to use water resources efficaciously.

Key words: water resource; climate precipitation; arid; rainfall