文章编号:1004- 9045(2007)02- 0134- 05

湖北省空中水资源分析

向 华[1], 周月华[1], 王海军[2]

(1.武汉区域气候中心, 武汉 430074; 2.武汉区域气象信息与技术保障中心, 武汉 430074)

摘 要: 利用湖北省 77 站地面大气水汽压资料, 计算了湖北省整层大气可降水量, 分析了湖北省整层大气年、季平均可降水量的时空分布特征以及湖北省整层大气可降水量与地面降水的关系, 发现夏季是湖北省整层大气可降水量最高的一个季节, 而从时间分布上看, 湖北省自然致雨的概率以春季为最高; 从空间分布上看, 湖北省自然致雨的概率以鄂西南为最高。通过多雨年与少雨年比较, 认为少雨年与多雨年的差异, 空中水汽含量偏少是一个方面, 但不是主要方面, 主要是由于成雨的概率不高。多雨年降雨系统较强, 且非常稳定, 容易出现连续性降水, 系统之间配合较好, 利于水汽辐合成雨, 少雨年与之相反, 但仍有可开发的降雨时段, 仍具有开发前景。

关键词: 降水量; 可降水量; 地面水汽压
中图分类号: P463.1 文献标识码: B

1 引言

湖北省是农业大省, 处于南北气候过渡带, 地跨长江、汉水两大流域, 降水丰沛但时空分布不均, 湖北这个防洪大省存在严重的水资源短缺问题。1999～2000 年全省罕见的冬春连旱和盛夏伏旱, 受旱范围达到总面积的 80%以上, 鄂西、鄂西北一带素称 "旱包子", 是十年九旱之地, 而山丘岗地向江汉平原的过渡地带也经常遭受旱灾的袭击, 因此干旱引起的缺水、冰雹灾害, 加上森林火灾等构成制约湖北省经济发展的重要因素。为了有效调节和合理利用湖北水资源, 减轻和防御气象灾害, 改善生态环境, 提高空中云水资源[1]的开发力度十分必要。

整层大气可降水量, 是指垂直气柱中所含有的水汽总量。假设这些水汽全部凝结, 并积聚在气柱的底面上所具有的液态水深度。

2 资料与计算方法

湖北省 77 站地面大气水汽压资料来自于湖北省气象信息与技术保障中心, 资料时段为 1961～2000 年 1～12 月逐日资料, 平均值取 1971～2000 年 30 年的平均值。

湖北省整层大气可降水量可根据用地面湿度参数推导的经验公式[2-4]计算。这里采用杨景美、邱金恒[1]的地面水汽压关系经验公式。具体经验表达式为:

$$W=\alpha_0+\alpha_1 e$$

其中 W 为整层大气可降水量(cm), e 为地面水汽压(hPa), α_0 和 α_1 为经验系数。青藏高原以外地区的经验系数为:

$$\alpha_0=\begin{cases}0.03\exp(-1.39H^2+2.74H+0.15) & (\phi\geq 33^0)\\ 0.04\exp(0.6H)-d_1+d_2 & (\phi<33^0)\end{cases}$$

$$\alpha_1=\begin{cases}0.17+d_3 & (\phi\geq 33^0)\\ (0.20-d_3)d_4 & (\phi<33^0)\end{cases}$$

其中:

$$d_1=0.05/[(\phi-25.0)^2+0.25]$$

$$d_2=\begin{cases}0 & (\phi>20^0)\\ -0.9 & (\phi\leq 20^0)\end{cases}$$

$$d_3=0.066/[(\phi-33)^2+4.41]$$

$$d_4=1.0$$

其中 ϕ 为地理纬度, H 为海拔高度(km)。

3 结果分析

3.1 湖北省整层大气年平均可降水量的空间分布特点

湖北省全省年平均最大可降水量为 1133 cm, 分布特点是南部多于北部, 东部多于西部, 各个台站间差异较大, 在 834～1 266 cm之间。鄂东南及鄂西南是两个高值中心, 鄂东南在 1 200 cm以上, 鄂西南南部在 1 100 cm以上。鄂西北值最低, 大部在 1 000 cm 以下。但在竹溪和竹山有一个次高值区(见图 1)。

这种分布特点与湖北省主要水汽来源通道密切关联。湖北省主要水汽来源于南海、印度洋、太平洋等南方洋面, 在水汽由南向北输送途中, 含量渐渐减少,

收稿日期: 2007- 04- 20; 定稿时间: 2007- 06- 10

作者简介: 向华, 男, 1976 生, 工程师, 主要从事气候预测、气候分析工作。Email: xh1116@sohu.com

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图 1　湖北省(1971~2000 年)整层大气年平均可降水量空间分布特征

形成水汽南多北少。处于北亚热带湿润区北界的鄂西北北部，受北方干冷空气控制时间较长，来自南方洋面的暖湿空气至此，强度已减弱，所以水汽含量在全省范围内属低值区。

3.2 湖北省整层大气各季平均可降水量空间分布特点

图 2 为 1971~2000 年湖北省整层大气各季平均可降水量空间分布特征图。从图中可看出，全省整层大气平均可降水量季节性差异明显。季节的空间分布和年平均分布趋势相同，都为南多北少。季节差异形成的主要原因，是由于湖北所处的地理位置和主要影响天气系统所致。全省整层大气平均可降水量冬季为 87~143 cm，量值最小，在隆冬季节，湖北主要受冬季风影响，冬季风强而稳定。在强大的冬季风控制下，高空、地面的天气系统稳定少变，水汽含量明显减少。春季是冬夏季风交替的过渡季节，这时夏季风开始活跃加强，即南方洋面上的气流带着暖湿的空气向北移动，空中含水量随之而增多，整层大气平均可降水量为 180~288 cm。夏季为 362~542 cm，量值最大，因为夏季时夏季风最为强盛，因而水汽含量最大。秋季为 205~309 cm，与春季相比，最低值与最高值差异较小，也就是说，东西部之间差异缩小，这主要是由于秋季的鄂西山地，仍受青藏高原东侧强劲的西南季风的影响，西南暖湿气流仍较活跃。

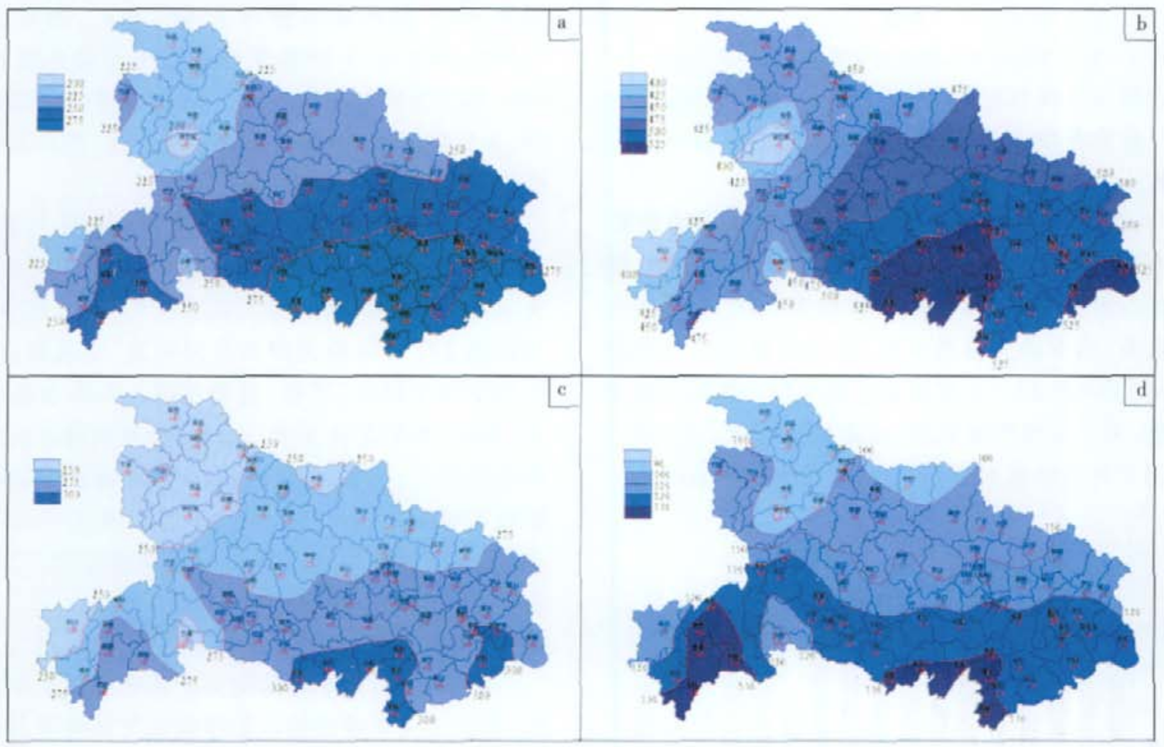

图 2　湖北省(1971~2000 年)整层大气各季平均可降水量空间分布特征
(a 春季，b 夏季，c 秋季，d 冬季)

3.3 湖北省整层大气可降水量的时间分布特点

3.3.1 月际分布特点

从图 3 可以看到，5~9 月是湖北省整层大气可降水量最多的月份，占全年的 64%，夏季 7、8 月最多，可降水量均在 150 cm以上。冬季 1、2 月份最少，约为 40 cm。

3.3.2 年际分布特点

湖北省整层大气可降水量年际间的差异不是很大，一般在 1 100~1 200 cm之间，1966、1976、1986、1992 年为 4 个谷点，整层大气可降水量在 1 100 cm 以下；峰值点在 1998 年，整层大气可降水量为 1 214 cm(图 4)。

4 湖北省整层大气可降水量与地面降水的关系

地面降水是指通过天气系统的自然配合，实际降到地面的水量，也就是我们目前可利用的降水资源。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

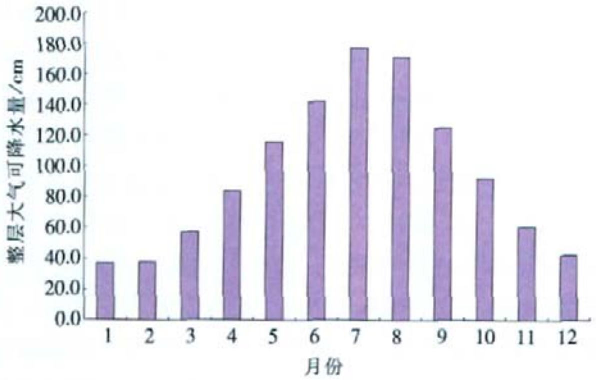

图 3 湖北省(1971~2000 年)整层大气平均可降水量逐月分布特征

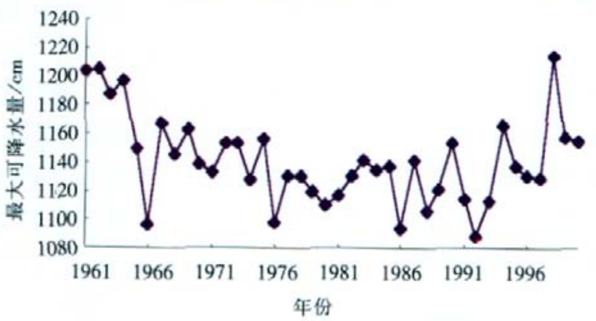

图 4 湖北省整层大气年最大可降水量逐年变化图

利用地面实际降水与整层大气可降水量的比值,可以分析目前实际降水所占的比例和大气含水量可开发的前景。

4.1 平均整层大气可降水量与地面平均降水量的关系

地面实际降水在整层大气可降水量中,所占比例是非常小的,约在 6%~15%,年平均为 10%,春季所占比例最高,最多的月份是 4 月,占当月整层大气可降水量的 15%(图 5),主要是由于春季冷空气常与湿空气遭遇,天气系统配置较好,成雨概率最大。12 月、1 月、8 月天气系统最不易配合,成雨的概率最小。

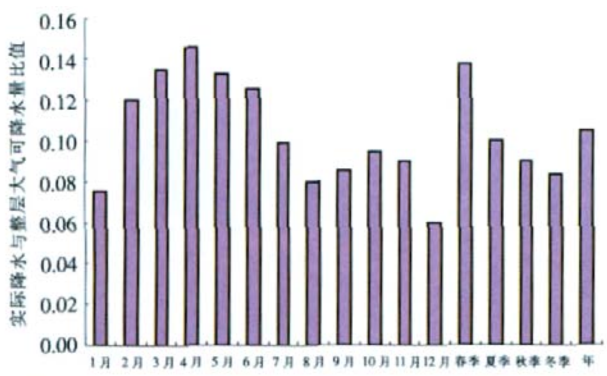

图 5 湖北省各月实际降水/整层大气可降水量比值逐月(季、年)变化图

从全省的地理分布看(图略),鄂西南的自然成雨比例最高,大部地区在 11%~15%,其次是鄂东南地区,在 11%~13%,鄂西北和江汉平原大部在 8%~10%之间,江汉平原成为低值区,主要是由于地理位置所致。江汉平原地形开阔,是水汽的主要通道,天气系统移动较快。

4.2 多雨年与少雨年比较分析

4.2.1 多雨年与少雨年特点比较

考虑 1961 年后,全省降水量资料比较完整,因此从逐年降水量变化图(图 6)中,选取 1966 年为典型干旱年,最近的 1998 年为典型多雨年。

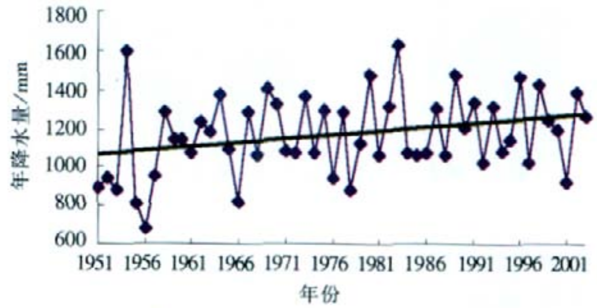

图 6 湖北省逐年降水量变化图

1966 年,全年整层大气可降水量为 1 088 cm,实际降水量为 823 mm,实际降水量与整层大气可降水量比值为 7.6%;1998 年全年整层大气可降水量为 1214 cm,实际降水量为 1 430 mm,两者比值为 11.8%,1966 年与 1998 年整层大气可降水量比值为 0.89,但实际降水比为 0.58,说明少雨年与多雨年的差异,在少雨年,空中水汽含量不仅偏少,而且重要的是成雨的概率不高。

1966 年和 1998 年逐日变化曲线(图 7)显示,逐日最大可降水量第 1~91 d 和第 271~365 d 的差异不大,多雨年和少雨年的最大值均在 7~8 月。但从 91 天开始到 271 d 时段内两者差异明显,也就是说,多雨年与少雨年相比,其春、夏季日最大可降水量显著偏多,而秋、冬季差异不大。因此,春夏季降水决定全年降水的多少。需要指出的是,少雨年春夏季仍有一些较短的时段的逐日最大可降水量与多雨年同期差异不大,说明少雨年也有可开发的降雨时段,仍具有开发前景。

4.2.2 多雨年与少雨年天气气候演变特点

湖北省春、夏季降雨量多少直接决定全年雨量分布,而决定全年降雨的主要影响天气系统及其演变规律,在不同季节又各不相同。

4.2.2.1 少雨年春季、梅雨期、盛夏期天气演变特点

(1)少雨年春季环流特征。造成湖北省春季少雨的主要原因,一是冷空气从 110°E 以西进入湖北省,由于低层受地形阻挡作用和高层高压向东传递影响,易形成锋消现象,降雨不明显,持续时间短;二是高空受高压脊或暖高压控制,并且这种高压系统重复、叠加、交替控制湖北省,造成连晴天气;三是中上层为来自亚洲西部的暖性高压脊,东移叠加在低层冷性高压之上,造成槽后、脊前的偏北气流和低层高压前部的

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

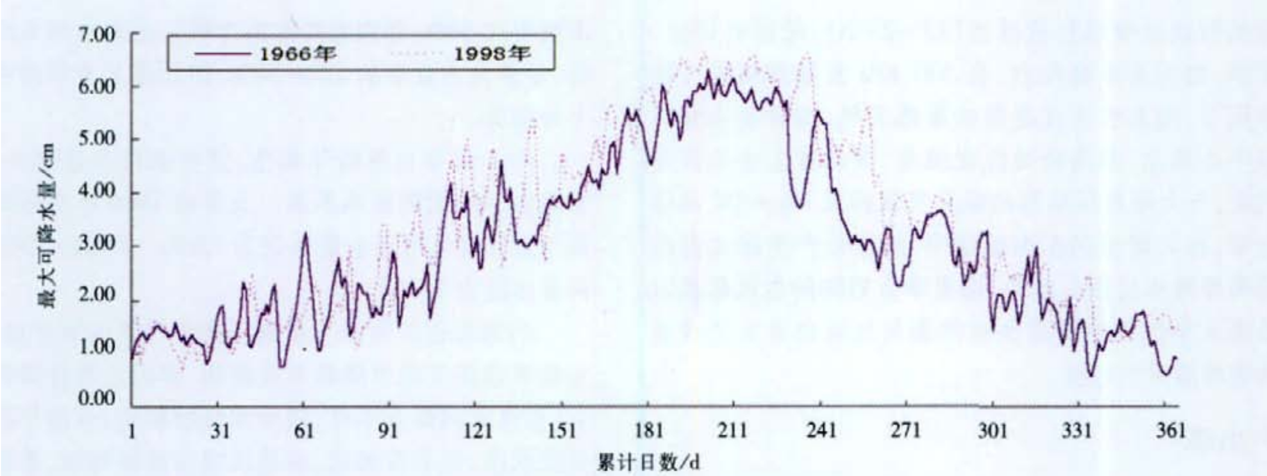

图 7　湖北省 1966、1998 年整层大气可降水量逐日变化图

北风气流同步加强, 促使低层切变线或低涡降雨系统减弱, 不易发生明显降雨; 四是影响湖北省的冷锋、西南暖湿气流、切变线等降雨系统自身较弱, 或者是相互配合不好, 产生不了明显降雨天气。

(2) 少雨年梅雨期环流特征。根据历史统计分析表明, 湖北省可分为长涝梅、常梅、空短梅年份, 后者往往带来严重的干旱, 空短梅年的主要环流特征, 一是影响湖北省的主要降雨天气系统—西太平洋副热带高压在江南停留时间太短, 造成暴雨过程少, 甚至有些年份无暴雨过程出现(空梅), 或者是西太平洋副热带高压太弱, 西伸脊点偏东, 脊线偏南, 不利于湖北省出现强降雨天气过程; 二是西北气流不稳定, 南北摆动大, 时而北推到 40 °N 以北, 时而南退到 35 °N 以南, 因而导致 500 hPa 西风槽偏弱, 地面南下的冷空气势力较弱, 不易形成冷暖空气在湖北省对峙的局面; 三是低空急流偏弱, 出现天数少, 一般在 10 d 以内, 向湖北省输送的水汽不充分; 四是由印度南端吹向中南半岛的西南季风和太平洋高压南侧的东南季风所构成的季风辐合线强度弱、停留时间短, 不易造成湖北省连续性暴雨过程发生; 五是大气长波非常弱方差百分率负距平达 10%~20%, 超长波强, 甚至出现短波占优势的情况, 不易形成湖北省持续性降雨。综上所述, 湖北省少雨年梅雨期特点是西风急流南北摆动幅度大, 西太平洋副热带高压不稳定, 低空西南暖湿气流偏弱, 热带辐合带偏西。

(3) 少雨年盛夏季环流特征。湖北省出梅以后, 在强盛的西太平洋副热带高压脊或大陆高压的稳定控制下, 除鄂西山地外, 大部地区常发生持续性晴热无雨天气, 往往形成高温、干旱灾害。其主要环流特征表现为: 一是西太平洋副热带高压加强西伸控制型。即西太平洋副热带高压势力较强, 中心位置偏西、偏强, 脊线偏北, 在日本中南部洋面上有较强的高压中心。588 位势什米线跨上我国大陆, 脊线位于 26 °N 以北, 青藏高原和华北地区没有与之抗衡的大陆高压存在, 80 °~100 °E 之间为冷槽区, 在这种情况下, 西太平洋副热带高压容易较稳定地控制湖北省, 形成晴热少雨天气; 二是大陆高压东移控制型。即大陆高压势力较强, 而西太平洋副热带高压势力相对偏弱, 华北到华东沿海为低槽或台风活动区, 在这种情况下, 大陆高压东移缓慢, 受其影响, 湖北省往往出现持续无雨天气。

4.2.2.2　多雨年天气系统演变特点

(1) 多雨年春季环流特征。湖北省多雨年份春季往往表现为连阴雨天气, 其主要环流特征, 一是欧洲有明显的阻塞高压或长波脊形成; 二是乌拉尔山以东, 西西伯利亚为一稳定的冷槽区; 三是西藏高压和天山以南, 以及长江中下游均为明显的回暖增温区; 四是我国沿海一带有一支西北东南向稳定锋区。在它们的交互作用下, 使冷暖空气在长江中下游长期停滞、僵持, 东亚高空锋区分支明显, 西风环流平直, 中纬度偏南地区中层扰动频繁, 底层为一稳定的冷垫, 90 °E 孟加拉湾为一半永久性槽区, 有利于西南气流发展和水汽输送, 形成湖北省连阴雨天气。

(2) 多雨年梅雨期环流特征。湖北省梅雨明显年份在天气表现上的一个突出特征, 就是在出梅前有一段连续 5 d 以上的暴雨过程, 这时的连续暴雨具有强度大、持续时间长、暴雨带位置稳定等特点。梅雨期有无这一段集中暴雨在很大程度上可以决定一年的旱涝趋势。其主要环流特征, 一是西太平洋副热带高压脊线稳定在 23 °N 附近, 100 hPa 高压东部脊线稳定在 30 °N 左右, 东风急流北进到 15 °~20 °N 之间, 20 $m \cdot s^{-1}$ 强东风北移到 23 °N 附近并稳定维持; 二是西风带为两槽一脊型, 140 °E 以东中高纬度长波槽主要起阻塞作用, 70 °E 以西宽槽区主要起能量交换作用, 在 110 °E 附近新生的低槽不断分裂小槽东移是造成湖北省集中暴雨的直接影响系统。

(3) 多雨年盛夏期环流特征。盛夏时节, 西太平洋

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　　http://www.cnki.net

副热带高压脊线位置适当(23 °~25 °N),低层有切变、低涡,地面有冷锋配合,在500 hPa发展东移的冷槽作用下,湖北省往往能形成暴雨天气,或者是大陆高压中心偏北,副高脊线位置偏南,湖北省上空为西南气流,与大陆高压前部的偏北气流构成NE—SW向辐合带,在其缓慢向东南移动中,往往会产生较大范围的明显降水过程。此外,盛夏季节登陆的台风低压以及西太平洋副热带高压底部偏东气流也容易造成湖北省暴雨天气过程。

5 小结

通过对湖北省整层大气可降水量的计算以及与地面实际降水的比较,结合多雨年与少雨年分布特征和天气系统演变特征分析表明:

(1)湖北省空中水资源十分丰富,整层大气可降水量全省年平均为1 133 cm。南部多于北部,东部多于西部,在834~1 266 cm之间。夏季是整层大气可降水量最高的一个季节。

(2)湖北省地面实际降水量仅占空中整层大气可降水量的6%~15%,具有广阔的开发前景。从空间上看,鄂西南最易自然致雨,大部地区在11%~15%;从时间上看湖北省春季最易自然致雨,其中4月份成雨概率最高,为15%。冬季12、1月和盛夏8月自然成雨最难。

(3)湖北省降水时空分布不均,少雨年降水量只有多雨年的58%,鄂西北降水约为鄂东南降水的60%左右,冬季只占夏季的20%~30%,因此湖北省旱涝灾害十分频繁。

(4)少雨年与多雨年相比,空中水汽含量偏少,主要是由于成雨的概率不高,大旱的1966年实际降水量与整层大气可降水量比值为7.6%;多雨的1998年两者比值为11.8%。

(5)湖北省少雨年与多雨年的天气系统演变差异,主要表现在少雨年降雨系统较弱,多以过程性降雨为主,系统之间配合不好,缺少水汽的辐合;多雨年降雨系统较强,且非常稳定,容易出现连续性降水,系统之间配合较好,利于水汽辐合成雨。

(6)湖北省少雨年仍有可开发的降雨时段,在少雨时段,也具备一定的降雨系统,即使在盛夏强大的西太平洋副热带高压控制下,由于地面能量充足,水汽充沛,仍具有开发前景。

参考文献:

[1] 李霞,张广兴.天山可降水量和降水转化率的研究[J].中国沙漠,2003,23(5):509-513.

[2] 杨景梅,邱金恒.用地面湿度参数计算我国整层大气可降水量及有效水汽含量的方法研究[J].大气科学,2002,26(1):10-22.

[3] 杨景梅,邱金恒.我国可降水量同地面水汽压的经验表达式[J].大气科学,1996,20(5):620-626.

[4] 张学文.可降水量与地面水汽压力的关系[J].气象,2004,30(2):9-11.

A Climatic Research of Cloud-water Resources in Hubei Province

XIANG Hua[1], ZHOU Yue-hua[1], WANG Hai-jun[2]
(1.Wuhan Regional Climate Center, Wuhan 430074;
2.Hubei Provincial Meteorological Information and Technology Support Center, Wuhan 430074)

Abstract: Surface air pressure data from 77 observe station of Hubei Province are used to calculate potential precipitation of all lays over Hubei province and analyze the spatial-temporal characteristic of annual average、seasonal average potential precipitation and the relation of surface precipitation and air potential precipitation. The result shows potential precipitation of all lays in summer is most, and natural precipitation efficiency is most in spring in southwest in Hubei Province. Comparing with air water vapor content and weather system of rainy year and rainless year. On the one side air water vapor content is less in rainless year, on the other hand weather systems is mainly reason. Because main weather systems of rainy year is stable and is easy to result in continuous precipitation. That of rainless year is opposing. But the water vapor resources in rainless year over Hubei Province still have precipitation stage and great potentialities to be exploited .

Key words: Precipitation; Precipitable water; Ground water vapor pressure

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net