第2卷 第1期
1990年6月

湖 泊 科 学
SCIENTIA LIMNOLOGICA SINICA

Vol.2, No.1
Jun., 1990

柘林水库修河流域降水时空分布特征与旱涝研究*

邹进上 佘丰宁 蔡仲琪

（南京大学大气科学系） （柘林水电厂）

提要 根据1953—1983年降水资料，分析了柘林水库修河流域降水时空分布特征和旱涝规律。降水主要集中在6月中、下旬，有时可推迟到7月中旬，此时暴雨频数高，强度大，历时长，是柘林水库洪水运行管理的关键时期。为此，需要了解梅雨晚期发生的大暴雨的形成条件和时空分布，以及梅雨期旱涝情况和采用预报的风险程度。本文在这方面进行了一些综合性分析，特别是对5、6月旱涝年份的统计规律、环流特征作了较详细的气候学对比研究。

修河流域位于江西省西北部，114—116°E、28.6—29.5°N的狭窄地带。北有幕阜山，高程达700—1000m。南有九岭山，是修河与潦河的分水岭，高为1000—1500m。西为连云山，东连开阔的鄱阳湖平原。修河主流自渣津开始，纳入东津、铜鼓二支流后东流经修水、武宁、柘林，至永修与潦河汇合，折向东北，在吴城与赣江汇合，然后注入鄱阳湖。修河全流域面积为14700km²，柘林水库坝址以上流域面积为9430km²。

本流域位于亚热带季风气候区，水汽丰沛，炎热多雨，年雨量在1400—1800mm之间，但分配不均匀，月际变化和年际变化均较大，旱涝频繁。本流域又是暴雨多发区，特别是6月中、下旬至7月上旬常多梅雨锋引起的大暴雨。本文利用1953—1983年修河流域雨量站资料，分析柘林水库以上流域降水时空分布特点，尤其是梅雨晚期最后一场大暴雨的分布特征及其环流条件，并对汛期旱涝规律及其环流特点作一些对比分析，以便为洪水运行管理决策提供依据。这里只对影响暴雨分布的某些因子作一些讨论，至于暴雨预报已有专文[1]论及。

一、修河流域降水时空分布特征

赣北年降水量分布[1]在九岭山脉南麓为一降水高值区，中心最大雨量在1900mm以上，自九岭山向北降水逐渐减少。

从月降水量的年变化来看，该流域降水主要集中在初夏5、6月，约占年总量的55%[2]，最小值出现在12月。柘林站平均月流量也是6月份最大（635m³/s），12月份最

---

* 本文为南京大学大气科学系与柘林水电厂合作研究报告之六。
汪晓原、蔡定军参加了部分工作，附图由石宗祥绘制，一并致谢。

1) 邹进上等，赣江万安水利枢纽可能最大降水估算，《可能最大降水研究》，南京大学气象系及淮委规划处(铅印)，1980，73—95。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

小（62.2m³/s）。流量的月际变化以3月至4月增加最迅速，增值为175.8m³/s；从6月至7月，流量锐减，减少值达301.0m³/s。

从修水等站的旬平均降水量年变曲线来看（图1），修河柘林以上流域在3月上旬即开始增加，从旬均值以下增至旬均值附近，3月中、下旬降水继续增加，至5月上旬达第一峰值；5月中、下旬和6月上旬雨量略有减少，但仍在旬均值以上，6月中旬起，雨量再度增加，至6月下旬达第二峰值；7月上旬雨量急剧减少，至7月下旬雨量减至均值以下。

根据以上分析，可以认为，本流域的雨季始于3月中、下旬，终于7月中旬。旬雨量年变曲线有两个峰值：第一峰值在5月上旬，为春汛（江南春雨）；第二峰值在6月下旬，为夏汛（梅雨）。自7月下旬至翌年2月下旬，旬雨量均在平均值以下，是本流域内的干旱少雨季节[2]。

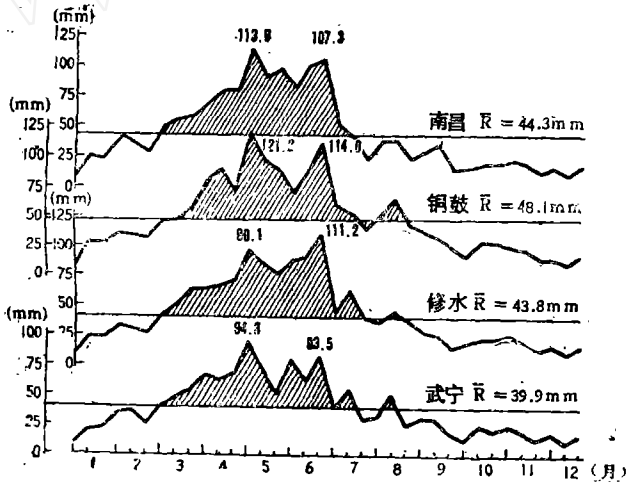

图1　修水等站平均旬降水量年变程（$\bar{R}$=多年平均降水总量/36）

Fig.1　Year variations of precipitation at Xiushui station etc. in a ten-day period

资料年代：修水，1953—1980；武宁，1957—1980；铜鼓，1957—1980；南昌，1951—1980

降水量的年变化规律为柘林水库的洪水运行管理提出了一个需要慎重考虑的严峻问题，也就是说，在6月底到7月上旬柘林水库究竟是蓄洪？还是泄洪？为了正确回答这一决策性问题，需要弄清本流域内汛期降水情况和旱涝规律以及梅雨晚期的大暴雨落时（包括持续时间）和定量预告问题。

6月份是本流域汛期降水出现峰值的月份。图2为赣北6月份平均降水量分布。可见，月雨量高值带位于28.5 —29.3°N之间，中心位于九岭山南坡、潦河上游和武宁、修水。由此向北雨量减少，260mm的等雨量线大致与修河干流平行，柘林库区月平均降水量在240—260mm之间。鄱阳湖区为一降水低值区，中心雨量小于220mm。柘林水库区降水量较少的原因除水库本身的影响外（夏季水域对降水有减弱作用），九岭山脉对西南暖湿气流的抬升，使迎风坡降水增强，背风坡降水减弱起了重要作用，即九岭山、连云山和幕阜山对柘林水库的降水具有一定的屏蔽作用。

从6月份东亚3km高度上的平均流场和湿度场（图3）可以看出，低层西南暖湿气流

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

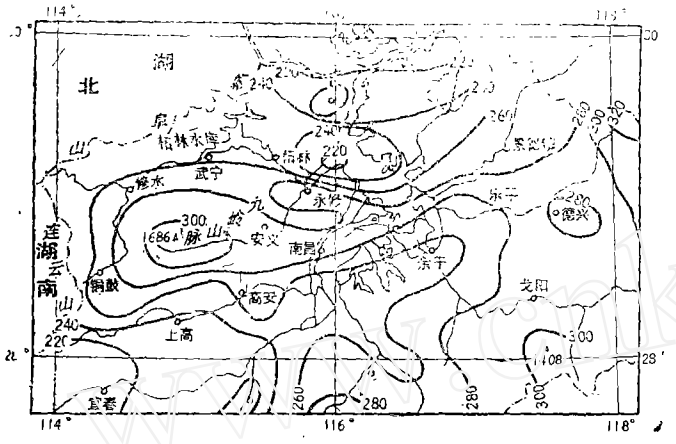

图2　赣北6月份平均降水量(mm)分布

Fig. 2　Distribution of average precipitation over north Jangxi in June

向长江中下游猛烈输送并与西北干冷气流交绥，形成切变线，地面图上常有一东西向的准静止锋带与之相对应。切变线南侧，暖湿平流特别强烈，切变线附近为水汽通量辐合区。在3 km高度上平均温度露点差等值线在切变线附近非常密集（图略），这也反映出梅雨期两种秉性不同的气团在长江中下游强烈交绥的情况。地面高值降水带正好位于准静止锋带之北，切变线之南。

图3　6月份东亚3km高度上平均流场和湿度场

Fig. 3　Fields of average flow and humidty at the altitude of 3 km in June

（带有箭矢的实线为流线；粗实线为切变线；虚线为等比湿线g/kg）

到了7月份，副高脊线从20°N北跃到25—28°N，低层夏季风的北界已推至大兴安岭、内蒙、酒泉一线，长江中下游和修河流域均为夏季风气团所控制，盛行下沉运动。与6月份相比，虽然温度、湿度比较高，但云量和降水都急剧减少，太阳辐射强，蒸发量陡增，有时出现持续性干旱。

二、修河流域大暴雨综合分析

统计结果表明，本流域一日最大暴雨量均值为100mm左右，三日最大暴雨量均值约为150mm。一日雨量极值为150—250mm，三日雨量极值为300—420mm。暴雨大值中心主要出现在九岭山脉以南，本流域为暴雨的相对低值区。

本流域暴雨最早出现在3月下旬，最迟在8月中旬，其中以6月份暴雨频数最大，占全年暴雨总次数的48.7%，5月份次之。表1是修河流域梅雨期15场大暴雨选例。可见，绝大多数大暴雨发生在6月中、下旬，有些大暴雨则推迟到7月中旬；特大灾害性暴雨发生在1954年6月14—18日和1983年7月5—7日，这两场暴雨均酿成了全流域特大洪水和灾害。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表1　修河流域梅雨晚期大暴雨选例

Tab.1　Some samples of heavy rainstorms in the end of Maiyu over the Xiuhu River basin

发生日期			最大面雨量（mm）			副高脊线位置
年	月	日	一日	三日	五日	
54	6	16	135.7	311.6	346.4	20°N
54	6	28	84.5	149.1	207.5	20°
55	6	21	80.8	170.9	255.6	20°
67	6	15	46.7	113.9	183.3	21°
67	6	24	65.6	100.7	157.3	22°
69	6	16	93.3	188.7	194.2	22°
69	6	24	80.9	136.6	151.8	20°
69	6	28	90.5	159.2	204.9	19°
70	6	24	47.6	68.1	140.4	20°
70	7	13	70.8	155.2	172.5	23°
73	6	22	93.3*	246.7*	306.4*	20°
74	7	15	50.1	105.9	138.7	20°
77	6	14	92.6	203.3	238.4	20°
79	7	20	45.3	96.4	98.4	21°
83	7	6	103.8△	254.7△	340.1△	20°

〔注〕 ～～～ 为最大值，△号为次大值，* 居第三位。

本流域暴雨由锋面系统或台风影响所致，但主要天气尺度系统属锋面系统，特别是伴有低空急流的低涡切变线暴雨，强度大，范围广，持续时间长，是造成本流域洪涝灾害的重要原因。表1中所选择的暴雨均为梅雨晚期发生的大暴雨，故其发生时的环流特征与暴雨天气尺度系统都基本相似，如500hpa上副高脊线（120—125°E）约位于19—23°N，700hpa上均有低涡切变线，850hpa上均有西南低空急流（V≥12m/s）发展，切变线南侧为狭长的湿舌。暴雨带即位于切变线南侧，急流左前方，风速纬向分量u等值线的密集区[3]。

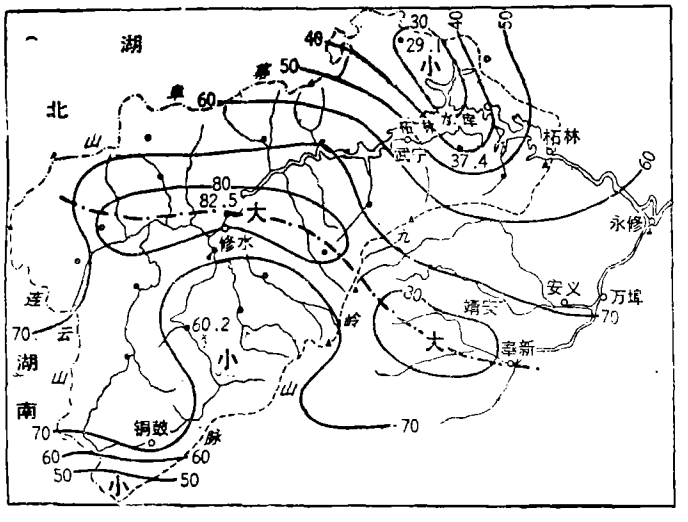

图4　修河柘林以上流域12场大暴雨合成雨量（取12次日雨量分布图相加再平均）分布

Fig.4　Distribution of composite precipitation of 12 rainstorms over the drainage basin of the Xiu River in the upper reaches of Zhelin Reservoir

〔注〕 除表1中第1—3场暴雨外，余均参加统计，每场均挑选一日最大面雨量。

图4为修河柘林以上流域12场大暴雨合成雨量（12次日雨量平均）分布。从这张图上可以看出三个重要特征，即：（1）大暴雨带基本上呈东西向，自修河上游向奉新、南昌方向伸展；

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

（2）柘林水库对暴雨分布的影响十分明显，库区及其附近为暴雨低值区，平均日雨量在50mm以下；（3）九岭山脉南段，由于分水岭高程高，对气流的屏蔽作用明显，山脉西北侧为一降水相对低值区。

三、修河流域旱涝分析

以年汛期（4—8月）降水距平百分率$\Delta Y/\bar{Y}$定义旱、涝年份：$\Delta Y/\bar{Y} \geqslant 30\%$时为涝年（F），$\Delta Y/\bar{Y} \leqslant -30\%$时为旱年（D），$|\Delta Y/\bar{Y}| < 30\%$的年份为正常年。这里$\bar{Y}$为多年（1953—1981年）汛期平均降水量，$\Delta Y$为某年汛期降水量距平值。从图5可以看出，1954、1969、1975、1977年为涝年，1953、1961、1968、1972、1978年为旱年，其余为正常年。

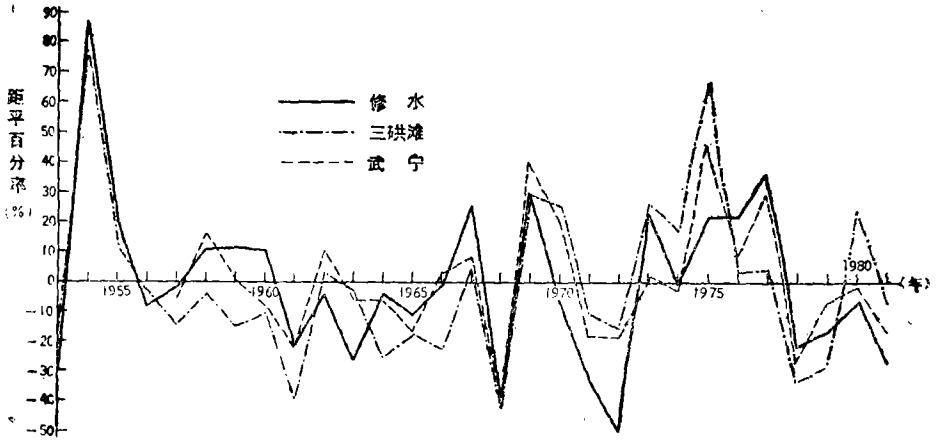

图5　修水等站多年(1953—1981年)汛期(4—8月)降水量距平百分率年际变化

Fig.5　Percentage year-variations of precipitation deviating from its average at Xiushui station etc. in rainy period (from April to August)

由于降水在汛期内的分配是不均匀的，对于汛期内逐月旱涝情况，李永康[4]将月降水距平百分率的±35%作为划分涝月和旱月的界线，详细地统计了1957—1980年5—6月柘林水库以上流域的旱涝情况。从历年5—6月月降水距平百分率[3]可见，在1957—1980年内计有四个涝5月、四个旱5月，以及五个涝6月和四个旱6月。5、6两个月连续出现洪涝者有1967年和1973年。5、6两月连续正常者24年中仅有8年。由此可见，柘林水库以上流域的旱涝是相当频繁的。

为了总结典型旱涝年的环流特征，我们从5、6月出现旱涝的年份中挑选出三个旱年和三个涝年，分别绘制出旱、涝年合成500hpa高度场和距平场。现将其特征概括如下。

从旱年合成图（图6a、7a）可见：北半球只有三个波，极涡较常年偏强，且主槽分别伸向亚洲大陆和北美，东亚大槽较深，槽底伸展到26°N。西太平洋副高较弱，脊线偏南（5月位于18°N，6月至20°N），588线西伸脊点明显偏东（位于130°E左右，较常年偏东15个经度）。欧亚距平呈纬向分布，极区为负距平并与极涡相对应，中高纬为正距平带，低

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

纬是负距平区。5月份正距平带位于40—60°N，中心在乌拉尔山至巴尔喀什湖一带，6月份正距平带位于20—50°N。这表明中纬度西风带槽脊偏强，环流经向度较大，冷空气势力强，东亚地区南北气流交绥位置偏东偏南。另一个值得指出的现象是，在北美大槽东部有一个强大的负距平中心(中心数值达－8—－10位势什米)，大槽西部却为一正距平中心，距平符号的这种配置是与涝年完全不同的。

涝年(图6b、7b)与旱年不同：北半球有四个波，东亚大槽较平浅，槽底在30°N，极涡较常年偏弱，主槽伸向北太平洋中部。西太平洋副高较强呈带状，脊线位于20—22°N，西伸脊点偏西(位于95—110°E)。欧亚距平也呈纬向分布，但其符号与旱年相反：太梅尔半岛为正距平中心区(距平值达6位势什米)，乌拉尔以东55—30°N之间为负距平、30—10°N之间为正距平。位于乌拉尔和苏联东部海滨的两个高脊比较强，这既有利于冷空气南下，又不致使东行系统移速过快。北美大槽较常年浅并伴有正距平。

现将旱年与涝年500hpa上环流形势特点及其主要差别总结于表2中。

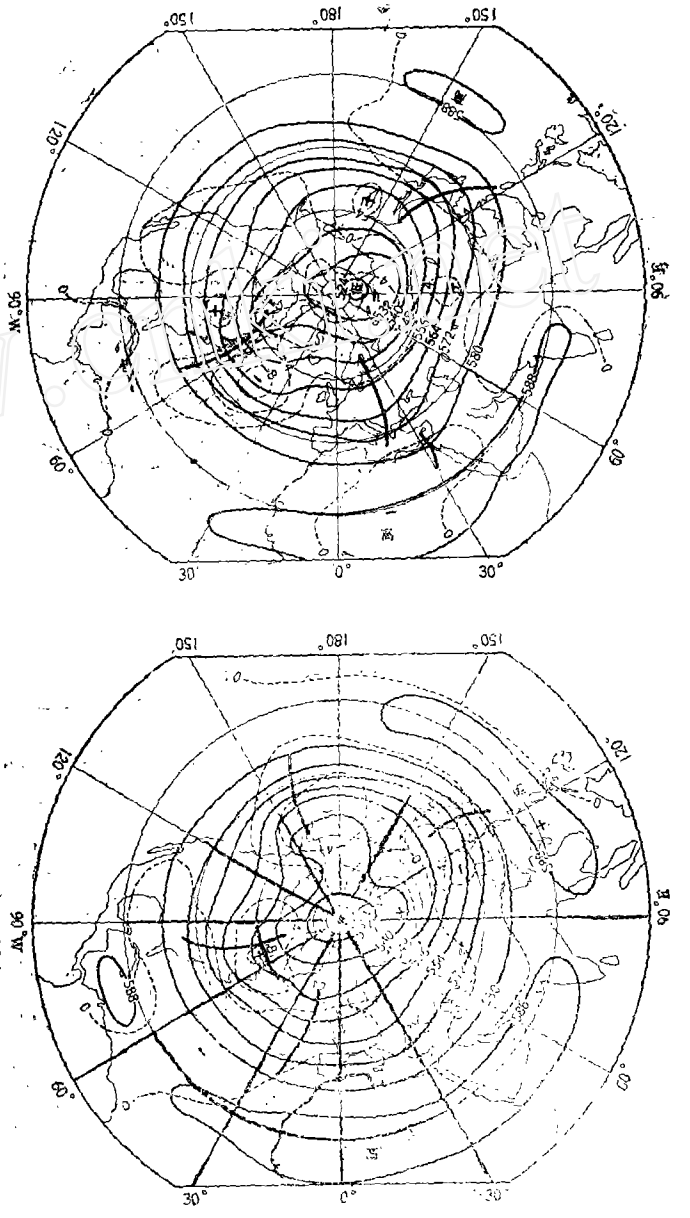

图6　a. 5月旱年合成500hpa高度场和距平场(1961、1965、1968年平均)
b. 5月涝年合成500hpa高度场和距平场(1954、1955、1973年平均)

Fig. 6　Composed 500hPa fields of the altitude and its deviation from average in May. a) in drought years; b) in flood years.

说明：实线为等高线(位势什米)；虚线为等距平线；粗实线为槽线。(下同)

四、结　论

1．修河流域位于亚热带季风气候区，降水的季节变化明显，雨季始于3月中、下旬，终于7月中旬。流域内旬雨量年变化曲线属于双峰型，第一蜂值出现在5月上旬，第二蜂值出现在6月下旬。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

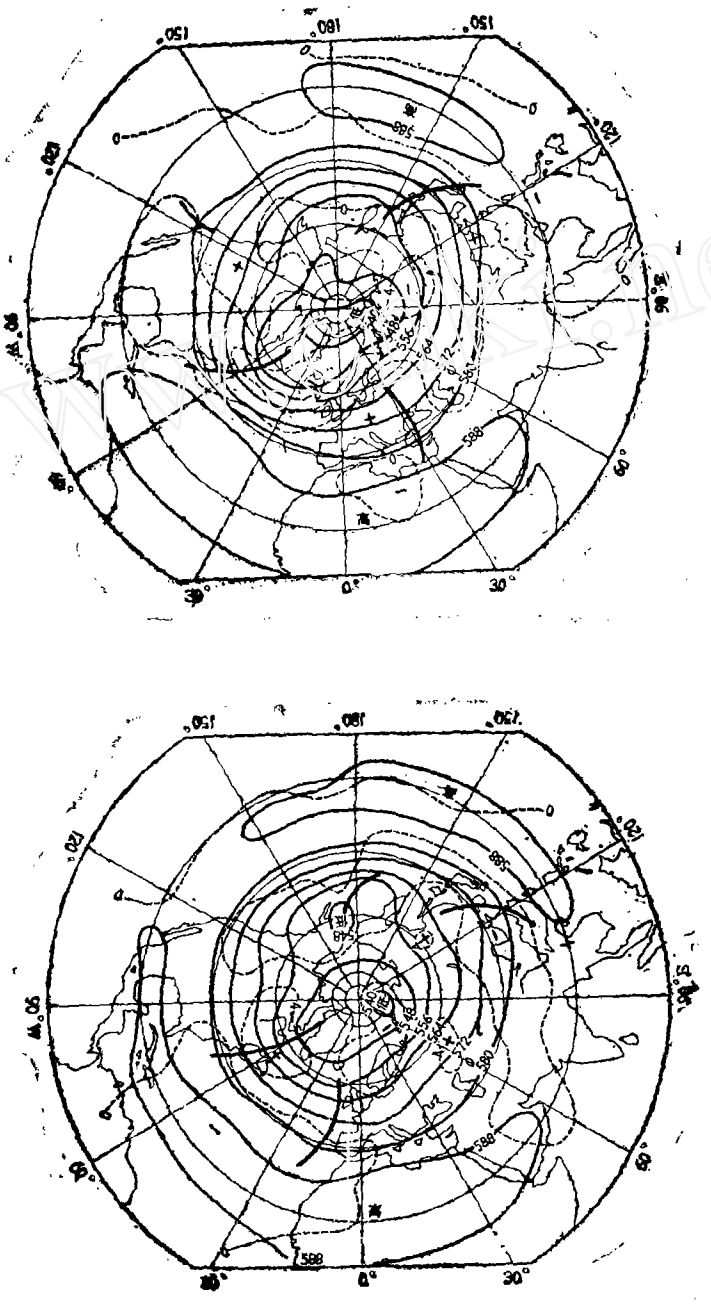

图7a. 6月旱年合成500hqa高度场和距平场（1961、1965、1968年平均）

b. 6月涝年合成500hqa高度场和距平场（1954、1955、1973年平均）

Fig.7 Composed 500hpa fields of the altitude and its deviation from average in Jun. a) in drought years; b) in flood yeara

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2　5、6月旱、涝年500hpa环流形势的主要差异及其比较

Tab.2　Main differences of 500hPa circulation features in May and June between drought and flood years

	旱　　年	涝　　年
极涡	较常年偏强，且伴有负距平中心。与涡相连的主槽伸向北美。	较常年偏弱，且伴有正距平中心。与涡相连的主槽伸向北太平洋中部，发展成为宽广的洋中槽。
西太平洋副高	副高较常年偏弱偏东。脊线5月位于18° N，6月位于22° N。西脊点5月位于135° E，6月位于130° E。	副高较常年偏强偏西，脊线位于20—22°N。西脊点5月达95°E，6月位于110°E。
中纬西风带	北半球为三波，东亚大槽深，底部伸至26°N。西北气流与西南气流交汇于26°N且偏东。 北美大槽深厚，槽前有负距平中心，槽后有正距平中心。	北半球为四波，东亚大槽较浅，底部伸至30°N。西北气流与西南气流交汇于30°N。大致位于赣北， 北美大槽较浅，槽区伴有正距平中心。
亚洲距平场	亚洲高纬度为负距平中心；纬度为正距平带（5月在40－60°N，6月在30－60°N）；30°N或40°N以南为负距平区。	亚洲高纬度有两个高压脊，分别位于乌拉尔和苏联东部滨海。距平场符号与旱年刚好相反。

2．大暴雨集中发生在6月中、下旬，有时推迟到7月上、中旬。梅雨晚期大暴雨出现时，500hpa上副高脊线一般位于19—23°N，700hpa上为低涡切变线，地面为准静止蜂，低空伴有强盛西南急流。

3．修河流域为暴雨低值区。连云山、九岭山脉对西南暖湿气流起着抬升和屏蔽作用，迎风坡雨量大，背风坡雨量小。鄱阳湖水域和柘林库区对暴雨有明显减弱作用。

4．修河流域的旱涝是相当频繁的。分析表明，旱、涝年5—6月500hpa上的环流特征是不同的，特别是极涡、西太平洋副高、北半球超长波的波数、西风带槽脊强度以及亚洲距平场的分布和符号都有明显的差异，这些分析结果将为长期降水预告提供重要依据。

参 考 文 献

〔1〕 邹进上、蔡定军，修河流域梅雨锋暴雨面雨量的一种预告方法，江西气象科技，3期，1985。

〔2〕 王德翰、卢文芳，修河流域六月雨量多寡和环流的关系及其预报，南京大学学报，20（4），771－781，1984。

〔3〕 詹道江、邹进上，可能最大暴雨与洪水，水利电力出版社，106——110，1983。

〔4〕 李永康，修河中上游初夏环流特征分析与五、六月份降水预报，“气候学论文集”，南京大学出版社，79－88，1985。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

DISTRIBUTION OF PRECIPITATION AND REGULARITY OF DROUGHTS AND FLOODS OVER DRAINAGE BASIN OF XIUHE RIVER IN UPPER REACHES OF ZHELIN RESERVOIR

Zou Jinshang She Fengning

(*Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University*)

Cai Zhongqi

(*Zhelin Hydroelectric Power Station*)

Abstract

Based on the precipitation data from 1953 to 1983, the features of the spatial-temporal distribution of precipitation and regularity of droughts and floods over the Xiuhe River basin in the upper reaches of Zhelin Reservior are analysed.

In general, rainfall mainly occurs in the middle and last decade of June. Sometimes the rainy season is delayed to the middle decade of July. Statistics show that two month's rainfall from May to June yields about 55% of the year's total. The heavy rainstorms in the end of Maiyu are of great importance for the responsible department to control flood operation. A composite distribution map of 14 heavy rainstorms is given, meanwhile, the features of circulation during drought and flood years are also comparatively investigated in this paper.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net