

七大流域水文特性分析

刘伟, 翟媛, 杨丽英

(水利部水利水电规划设计总院, 北京 100120)

摘要:我国东西和南北方向地理跨度大,水文特性差异明显。从气候特征、降雨和径流、暴雨和洪水等方面,分析七大流域的水文特性,总结降雨和径流在上下游、干支流等空间上以及年内和年际等时间上的分布规律,并分析暴雨和洪水在成因、发生时间、空间分布、过程等方面的规律,为径流和洪水成果计算提供了基础,也为水文成果的合理性检验提供了参考。

关键词:七大流域;水文特性;分析;水文成果;修订

中图分类号:TV122

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2018)05-0079-06

多年来,许多学者针对我国不同区域的水文特性进行了分析,由于我国地域、气候的经向和纬向性差异均十分明显,水文特性从西北干旱区域的降水量小,蒸发量极大,冰情长,产流基本只存在于中上游山区等特性^[1],到东北部降雪量在年降水量中占比较大,结冰期很长等特性^[2],到台风、梅雨影响较大的东部区域,再到整体降雨量大,部分区域岩溶发育的西南地区^[3-5]和“一山分四季,十里不同天”的西南诸河^[6],水文特性差异较大。

为反映近年降雨、洪水的变化情况,延长水文系列,复核上一轮流域综合和防洪规划中的水文成果,水利部安排了七大流域水文成果修订工作。主要对设计径流、设计洪水成果等进行复核,分析研究下垫面对设计洪水、径流的影响和还原方法项目等,取得了一定成果。目前,水文修订成果已经基本完成。本文根据以上成果,总结分析了七大流域的降雨和径流在上下游、干支流等空间上,年内和年际等时间上的分布规律,以及暴雨和洪水在成因、发生时间、空间分布、过程等方面的规律,对七大流域水文特性进行了分析。

1 气候特征

我国气候复杂多样,季风气候十分显著。七大流域大多位于亚热带季风气候和温带季风气候带内,其中,长江和黄河流域的部分区域位于温带大陆性气候和高原山地气候区内。我国以淮河为界分为北方和南

方,北方从松辽流域的寒温带大陆性季风气候区,逐渐过渡到海河流域的半湿润、半干旱大陆性季风气候区,再至黄河流域的季风气候区;而淮河流域则为我国的气候过渡带,淮河流域北部属暖温带半湿润季风气候区,南部属亚热带湿润季风气候区;南方包括显著季风气候的长江流域、太湖流域和亚热带季风气候的珠江流域。

松辽流域为温带大陆性季风气候区,冬季严寒,夏季温热。冬季寒潮从蒙古侵入,气温急剧下降。夏季盛行气流方向偏南及东南,同时也间有东北及偏东的气流。海河流域滦河、潮白河、永定河山区北部属中温带半干旱气候区,永定河山区西南部、滹沱河山区、漳河山区属南温带半干旱气候区,其它地区属南温带亚湿润气候区。黄河流域从东到西流经九省(区),跨越了高原山地气候、大陆性气候以及温带季风气候,东南部基本属湿润气候,中部属半干旱气候,西北部为干旱气候。淮河流域内自南向北形成亚热带北部向暖温带南部过渡的气候类型,冷暖气团活动频繁,降水量变化大。长江流域位于东亚季风区,具有显著的季风气候,流域内冬冷夏热,四季分明,雨热同季,湿润多雨。长江上游地区为山地高原区,北方有秦岭、大巴山的阻挡,冬季风入侵的强度比中下游地区弱;南有云贵高原,东南季风不易到达,主要受西南季风的影响,季风气候不如中下游明显。太湖流域属亚热带季风气候区,四季分明,雨水丰沛,热量充裕。冬季受大

收稿日期:2018-02-01

作者简介:刘伟(1980-),男,河南南阳人,硕士,高工,主要从事水文、防洪减灾、水资源、规划、经济评价技术审查、规范编制及相关研究工作。

E-mail:liuwei@giwp.org.cn

陆冷气团侵袭,盛行偏北风,气候寒冷干燥;夏季受海洋气团的控制,盛行东南风,气候炎热湿润。珠江流域位于我国最南部,为亚热带区域,气候温和多雨,多年降雨量 1 200~2 200mm 之间,为我国七大流域降雨量最多的流域。

我国复杂多样的气候使得大多数动植物均能在我国生长,动植物资源丰富,大大促进了我国农业种植业的发展,但同时复杂多变的气候也使得我国面临较多的灾害性天气,各大流域经常遭遇洪涝灾害,给人民生活生活和财产安全保障带来风险。

2 降雨特性

流域降雨主要受季风环流、水汽来源及地形等条件影响,降雨量从北向南,从西向东逐渐增加。七大流域多年平均年降雨量介于 450~1 500mm 之间,北方黄河、海河、松辽流域多年平均降雨量介于 450~550mm 之间;黄河流域由于东西跨度大、地形及气候条件复杂,整体偏小,内蒙局部区域降水量少至 150mm,因此黄河流域的多年平均降水量 450mm 为七大流域最少;淮河流域位于南北方分水岭地带,多年平均降水量 940mm;南方长江、太湖、珠江流域多年平均降水量分别为 1 090mm、1 220mm 和 1 470mm,介于 1 000~1 500mm 之间;长江流域东西跨度大,东部多、西部少,东西平均后降雨量为南方最小的流域;太湖流域位于沿海地区,降雨量居中;珠江流域多年平均降雨量最大。

由于位于季风气候区,降水量的年际和年内变化较大。以海河流域为例,海河流域经常出现连续枯水年,丰、枯水年降水量可相差一倍以上,海河流域面平均降雨量最大为 1964 年的 800mm,最小为 1965 年的 357mm。在年内分布上,全年降水量主要集中在汛期 6~9 月,约占全年降水量的 80%,有些年份,全年降水量甚至集中在 1~2 次大暴雨中。如 1963 年河北省獐么站,最大 7d 降水量占了全年降水量的 80%。

2010 年全国平均年降水量 695.4mm,比多年平均值偏多 8.2%。2000 年系列全国平均降雨量约 640mm,延长系列至 2010 年,全国多年平均降雨量约 643mm,延长系列段年平均降雨量与多年平均没有明显的变化。

3 径流特性

七大流域河川径流主要由降水补给,同时部分流域上游有融雪水和地下水等补给,年径流深的分布与

年降水量分布基本对应,但不均匀性比降水量更加显著。径流的年内和年际变化基本和降雨特性一致。修订成果延长系列段的径流量均没有明显增大,黄河流域、海河流域则减少较多。

松辽流域年径流从东部、北部和南部向中部和西部逐渐减少。流域的东南部,由于离海近,降水多,径流深大;流域中部松辽平原的大部分以及西部高平原,干旱少雨,多年平均径流深不足 10mm。松花江流域多年平均径流深为 146mm,较辽河流域 130mm 高。松辽流域径流的年际变化较降水要剧烈。松花江西部的部分地区极值比一般在 10~20,第二松花江和松花江干流一般在 5 左右,辽河干流极值比一般在 10~15。东辽河由于集水面积较小而极值比偏高,王奔与福德店极值比均在 30 左右。浑太河在 10 左右。

海河流域径流量由多雨的太行山、燕山迎风坡,分别向西北和东南两侧减少。沿太行山、燕山山脉迎风坡,有一个径流深大于 100mm 的高值区,太行山、燕山的背风坡,径流深比迎风坡明显减少,多年平均径流深为 25~50mm,华北平原区多年平均径流深一般为 10~50mm。在时间分布上,年径流的多年变化幅度比降水量更大,地区之间的差异也更悬殊,经常出现连续丰水年和枯水年。在年内分布上,一般山区年径流的 45%~75%、平原年径流的 85% 以上集中在汛期 6~9 月,枯季径流占比较小。

黄河流域径流深由东南向西北递减,最高为南部的巴彦喀拉山脉-秦岭-伏牛山-嵩山一线,多年平均径流深一般都在 300mm 以上,个别小区最大可达 700mm;西部的祁连山、太子山、贺兰山,中部的六盘山以及东部、东南部的吕梁山、中条山、泰山等石质或土石山区,都分布着径流深的局部极大值。黄土高原和黄土丘陵区,下垫面性质比较均一,相对高差不大,径流深等值线分布比较均匀,并随降雨变化依次由东南向西北递减,到兰州至托克托区间,径流深降低在 10mm 以下。从年内分配来看,主要集中于 7~10 月,可占年径流量 58.0% 左右。最少月径流量多发生在 1 月,仅占年径流量 2.4% 左右;最多月径流量多发生在 7、8 月,可占年径流量 30% 左右。

长江流域多年平均径流深为 553mm,自东南向西北递减。径流年内分配不均,主要集中在夏季。连续最大 4 个月径流占全年径流百分比,上游北岸约 60%~75%,南岸在 60% 左右;中游宜昌至湖口干流、洞庭湖水系为 55%~65%,汉江、鄱阳湖为 60%~70%;下游湖口以

下干流北岸为60%~70%,南岸为50%~60%,太湖水系为50%左右。干流从上游向下游呈递减的趋势,直门达在72%以上,石鼓、屏山、朱沱、寸滩、宜昌、螺山、汉口、大通各站逐渐减少,至大通为50%左右。长江干流上游比下游、长江北岸比南岸集中程度更高。

珠江流域径流量总趋势是由东向西递减,并受地形变化等因素影响而形成众多的降水高、低值区。珠江流域径流年内分配也不均匀,汛期径流量接近全年的70%~86%,最枯月平均流量常出现在每年的12月~次年2月,其中尤以1、2月份最枯。径流时空变化特性与降水时空变化基本对应,年径流模数从上游向中下游递增;东江年际变化较北江大,北江年际变化比西江干流大;西江流域以南、北盘江年际变化最大,郁江、贺江的年际变化次之,西江中下游径流年际变化最小。

4 暴雨特性

4.1 暴雨成因

我国暴雨形成的天气系统主要有锋、切变线、气旋、低涡、槽、台风、低空急流等,暴雨产生的主要条件是充足的水汽、气流上升运动等,从水汽来源看,我国暴雨的水汽主要来自偏南方向的南海或孟加拉湾和偏东方向的东海或黄海。在一次暴雨天气过程中,水汽可能同时来自东、南两个方向,也可能以一个方向为主,另一个方向为辅。另外,地形对我国暴雨形成和雨量大小也影响较大,由于地形的影响,在迎风坡迫使气流上升,从而垂直运动加大,暴雨增大;而在山脉背风坡,气流下沉,雨量大大减小。如海河流域的“63.8”暴雨,水汽来源为南海暖湿空气行至太行山前,受山脉抬升作用影响,导致沿太行山东侧出现历史上罕见的特大暴雨;淮河流域“75.8”暴雨,暴雨中心林庄三面环山,这种地形致使气流上升速度增大,雨量骤增,3d降水量达1600mm。

每个流域的暴雨成因不尽相同,如梅雨锋是造成长江中下游大范围暴雨的主要天气系统,台风是造成长江中下游特大暴雨的天气系统;淮河流域南部6~7月份的暴雨多由切变线、低涡和低空急流形成梅雨,8月份是淮河流域受台风影响的主要月份;珠江流域的锋面主要活动于4~6月的前汛期,以静止锋暴雨居多,冷锋次之,同时台风也是形成珠江流域暴雨的主要天气系统,90%的台风发生在7~9月。

4.2 发生时间

七大流域大多处于季风气候带,从汛期开始至结

束,冷空气由南方逐渐退回北方,经过的区域冷暖空气频繁交汇,形成暴雨。夏季风始于5月,由南向北推进,在北进过程中主要形成3个雨季,即华南雨季(南方各省份,4~6月),江淮梅雨季(长江中下游各省份,6月中旬~7月中旬),华北东北雨季(华北及东北各省份,7月中下旬~8月),此时季风达到最强盛。9月以后,季风减弱并南撤,雨带也逐渐南退。10月以后,季风退出我国大陆,雨季结束。

进入夏秋之后,东海和南海台风暴雨十分活跃,台风暴雨的点雨量往往很大,主要受台风影响的流域为淮河流域、长江流域下游、太湖流域、珠江流域等。台风在东南沿海登陆后,一般转向北上,风速逐渐减缓形成低压,若与北方冷空气结合,就可能形成大范围的暴雨洪水,在北方的暴雨洪水中占有很大比重。南方受梅雨锋、热带气旋等的影响,汛期持续时间较长,特别华南是我国暴雨出现最多的地区,4~9月都是雨季,前期以梅雨为主,后期7~9月则以台风雨或混合雨为主;6月下半月到7月上半月,为长江流域的梅雨期暴雨,暴雨历时长、面积广、暴雨量也大;7月下旬雨带移至黄河以北,9月以后冬季风形成,雨带随之南撤。由于受季风的影响,中国暴雨日及雨量从东南向西北内陆减少,山地多于平原。海河流域太行山、淮河流域大别山、长江和珠江流域的南岭等迎风坡地,都是这些地区暴雨日的中心。

松辽、海河流域暴雨多集中在夏季7、8月份。一次暴雨历时一般在3d之内,主要雨量又多集中在24h内。黄河流域的暴雨主要发生在6~10月。开始日期一般是南早北迟,东早西迟。黄河上游的大暴雨,一般以7月、9月份出现机会较多,8月份出现机会较少。中游河口镇至三门峡区间,大暴雨多发生在8月。三门峡至花园口区间较大暴雨多发生在7、8两月,其中特大暴雨多发生在7月中旬~8月中旬。黄河下游的暴雨以7月份出现的机会最多,8月份次之。淮河流域暴雨多发生在6~7月份,江淮间一般称为“梅雨”。这类暴雨一般持续时间长、范围大、洪水总量大,往往形成流域性暴雨洪水。8月份是淮河流域受台风影响的主要月份,台风雨可以影响整个淮河流域。台风型暴雨的特点是范围小、历时短、强度大。珠江流域内大部分地区4~6月的前汛期以锋面低槽暴雨为主,7~9月后汛期则以台风雨居多。流域内一次暴雨历时一般为7d,主要雨量集中在3d,3d雨量占7d雨量的80%~85%,暴雨中心可达90%。

4.3 空间分布

我国暴雨主要集中于辽东半岛、山东半岛、东南沿海一线和大兴安岭、太行山、武夷山东麓一线,以及秦岭、南岭等山脉的南麓。

海河流域沿着燕山、太行山迎风坡存在一条多雨带,它是流域的大暴雨区,也是全国的大暴雨区之一,其中分布着多个大暴雨中心,自东北向西南分别为遵化、良乡、司仓、狮子坪、獐弘、土圈等。黄河流域的主要暴雨中心地带,上游为积石山东坡;中游为六盘山东侧的泾河中上游,山陕北部的神木一带;三花间的垣曲、新安、嵩县、宜阳以及沁河太行山南坡的济源、五龙口等地。长江流域5大暴雨区依次是:江西暴雨区,湘西北、鄂西南暴雨区,大巴山暴雨区,川西暴雨区和大别山暴雨区,这5处多暴雨区均具备特定的地形,它们或者在暖湿气流的迎风坡,或者位于“C”字形环状喇叭口地形中,地形对低层暖湿气流起着加强抬升或辐合作用,从而加强了降雨;珠江流域的短历时暴雨高值区分布不规则,流域东部的云开大山、云雾山、天露山及莲花山为珠江流域与沿海诸河的分水岭,是东南风及西南风暖湿气流的第二道屏障,为暴雨最大的高值区,流域中部有3个暴雨高值区分别为桂南十万大山高值区,桂东北、桂北诸山脉迎风坡次高值区。

海河流域和淮河流域为我国已有暴雨记录的最高值分布区域,海河流域主要受地形影响,淮河流域则受地形和台风双重影响。1963年8月海河特大暴雨,内丘县獐么24h雨量高达951.5mm,3d连续降雨1457mm,7d降雨2050mm,7d暴雨为我国大陆已有记录的最高值。淮河流域8月份是受台风影响的主要月份,“75.8”暴雨林庄站,最大6h雨量830.1mm,接近世界最高纪录。

5 洪水特性

5.1 发生时间

七大流域洪水均由暴雨形成,与暴雨时空分布特征基本相似,洪水也是南方早于北方,下游早于上游,同时由于沿海地区受台风等天气系统影响,汛期一般持续时间较长,在台风和锋面雨同时作用下,易形成大洪水。

松辽流域的洪水多发生在7~9月,少数发生在5、6月或10月;海河流域和淮河流域洪水多发生在6~9月;黄河流域洪水发生时间为6~10月,其中大洪水的发生时间,上游一般为7~9月,三门峡为8月,三花间为7月中旬~8月中旬。长江流域洪水一般是中下游早

于上游,江南早于江北;中下游鄱阳湖水系,洞庭湖水系湘、资、沅水一般为4~7月,澧水与清江、乌江为5~8月,金沙江下游和四川盆地各水系为6~9月,汉江为7~10月;长江上游洪水主要发生时间为7~9月,长江中下游干流因承泄上游和中下游支流的洪水,汛期一般为5~10月。太湖流域梅雨型洪涝发生在4~7月份梅汛期,台风暴雨型洪涝发生在8~10月份台汛期。

5.2 洪水过程

洪水过程受到降雨历时、降雨时间和干支流分布形状的共同影响,山区河流洪水过程尖瘦,平原区和水网地区洪水过程矮胖;松辽流域、海河流域、淮河流域等局部区域受地形等影响,易引发极端洪峰巨大的尖瘦型洪水过程;而河道较长、支流较多的流域或台风等叠加梅雨季,均易形成矮胖型的峰缓量大的洪水过程。

嫩江、松干洪水一般为单峰型洪水,洪水过程比较平缓;松干下游佳木斯水文站由于受牡丹江、汤旺河影响,往往出现双峰型洪水,前峰为支流洪水,后峰为松干洪水;辽河流域由于暴雨历时短,雨量集中,各主要支流多流经山区和丘陵区,汇流速度快,洪水多呈现陡涨陡落的特点,一次洪水过程不超过7d,主峰在3d之内。

海河流域山地与平原间丘陵过渡带较短,河道源短流急,太行山、燕山迎风区为大暴雨的集中地带,且地形陡峻,土层覆盖薄,植被差,发源于迎风坡的众多支流洪水流速大,传播时间短,均具有陡涨陡落、洪量集中、高洪峰、短历时的特点,从山区降雨到河道出山口出现洪水,最长不过1~2d,短的仅几个小时,洪水灾害极具突发性,易造成特大洪水。

黄河上游洪水过程矮胖,洪水历时长,洪峰低,洪量大;中游洪水过程高瘦,洪水历时较短,洪峰较大,洪量相对较小,据实测资料统计,中游洪水过程有单峰型,也有连续多峰型。黄河流域一次洪水的主峰历时,支流一般为3~5d,干流一般为8~15d,支流连续洪水一般为10~15d,干流三门峡、小浪底、花园口等站的连续洪水历时可达30~40d,最长达45d。

淮河干流的洪水特性是洪水持续时间长,水量大,洪水过程为矮胖型,正阳关一次洪水过程约一个月左右。淮河洪水大致可分为三类:第一种为连续一个月左右的大面积暴雨形成的流域性洪水,量大集中,对中下游威胁最大,如淮河1931年、1954年、2003年、2007年洪水和沂沭泗河1957年洪水,1954年淮

河干流正阳关最大 30d 洪量 $330 \times 10^8 \text{m}^3$, 接近多年平均值的 4 倍; 第二种为连续两个月以上的长历时降水形成的洪水, 洪水总量很大但不集中, 对淮河干流的影响不如第一种严重, 如 1921 年、1991 年洪水; 第三种是一、两次大暴雨形成的局部地区洪水, 洪水在暴雨中心地区很突出, 但全流域洪水总量不大, 如 1968 年淮河上游洪水, 1975 年洪汝河、沙颍河洪水。

长江洪水可分为全流域型大洪水和区域性大洪水两种类型。全流域型大洪水由连续多场大面积暴雨形成, 长江上游和中下游地区几乎同时发生较大洪水, 干支流洪水遭遇, 形成长江中下游峰高量大, 历时长, 灾害严重的大洪水或特大洪水。如 1931 年、1954 年、1998 年大洪水等。区域性大洪水是由一、两次区域性暴雨形成, 洪峰高, 短时段洪量很大, 洪水历时较短, 在长江上、中、下游均可发生, 造成某些支流或干流局部河段的洪水灾害。如“81.7”长江上游大洪水、“35.7”长江中游大洪水、“69.7”清江大洪水、“83.10”汉江秋季大洪水、“91.7”滁河大洪水及 1995 年、1996 年长江中下游洪水等。

太湖流域洪水可分为三类: 一是梅雨型, 发生在 4~7 月份梅汛期, 历时长, 降水总量大, 降水引起平原地区河道水位持续上涨且经久不退。在梅雨范围较大的年份, 长江流域往往与太湖流域同期发生洪水, 使得太湖沿江地区向长江排水的主要通道受长江高水位的顶托, 造成河网持久的高水位。如 1954 年、1991 年、1999 年等造成流域性洪涝灾害。二是台风暴雨型, 发生在 8~10 月份台汛期, 降雨总量有限, 降雨强度大, 部分区域河道水位上涨速度快, 涨幅大, 可造成较严重的洪涝灾害, 特别是台风加上高潮位, 出现三碰头, 灾害会更严重。三是对流型, 降水总量不大, 一般不会造成河网的持续高水位和严重的洪水过程, 但在城市建成区等局部地区, 短历时的高雨强增加, 也会造成局地低洼地区淹水。如 2007 年 7 月 3 日和 7 日常州局部暴雨至大暴雨, 受降雨影响, 常州站的水位最大涨幅超过 1999 年。2009 年 8 月 2 日, 苏州七浦闸日雨量达 391.4mm, 较历史最大 1d 降雨量多 179.4mm, 6h 降雨量达 344.2mm, 超历史最大 7d 降雨量 18.6mm。

珠江流域洪水特性受暴雨特性和地形地貌等自然条件所制约, 汛期雨量多, 强度大, 众多的支流又呈扇形分布, 洪水易于汇集集中, 加之流域上、中游地区多山地, 洪水汇流速度较快, 中游又无湖泊调蓄, 流域洪水多具峰高、量大、历时长的特点。

5.3 洪水遭遇

流域面积较大的流域, 支流众多, 暴雨发生时间也不同, 在洪水计算过程中会遇到洪水遭遇分析的问题。长江流域和黄河流域面积大, 支流众多, 河道长, 上下游气候、气象条件差异, 洪水遭遇问题复杂, 特点明显和典型, 以长江流域和黄河流域为例说明洪水的遭遇问题。

长江流域各地暴雨洪水发生时间不同, 一般情况下, 长江上游洪水与中游洪水不遭遇。但遇气候反常, 上游洪水提前, 或中下游洪水延后, 长江上游干流洪水就会与中游洪水遭遇, 形成流域性大洪水。此外, 如长江上游干支流洪水相互遭遇, 亦会形成上游大洪水。两种情况, 一是中下游洪水延后, 与上游洪水遭遇。由于中下游洪水滞后, 江湖底水较高, 上游洪水又接踵而至, 洪水过程叠加, 形成峰高量大的大洪水, 如 1931 年、1954 年及 1998 年洪水。二是上游干流洪水提前, 与中下游洪水发生遭遇。如果上游干流洪水提前, 与正处于雨季的中下游大洪水相遇, 易形成中下游的大洪水。如 1935 年 7 月洪水。三是上游各支流及区间洪水相互遭遇。上游支流众多, 河道比降大, 汇流迅速, 如果暴雨笼罩面积大, 多条支流同时发生大洪水, 与区间洪水遭遇时, 将形成干流洪峰特大的洪水, 历史上的 1870 年 7 月和 1981 年 7 月洪水即属此类。

黄河上游大洪水和黄河中游大洪水不遭遇, 黄河中游的“上大洪水”和“下大洪水”也不同步遭遇。黄河上游大洪水可以和黄河中游的小洪水相遇, 形成花园口断面洪水, 据实测资料统计, 花园口洪峰流量一般不超过 $8000 \text{m}^3/\text{s}$, 但洪水历时甚长, 含沙量较小; 黄河中游的河龙间和龙三间洪水相遇, 会形成三门峡断面峰高量大的洪水过程; 黄河中游的河三间和三花间的较大洪水相遇, 会形成花园口断面的较大洪水。

6 小结

全国七大流域降雨径流特性差异较大, 整体上南方降雨量大, 北方降雨量小, 从北向南逐渐递增。七大流域中, 淮河江流域为分水岭降雨量 940mm, 北方松辽、海河、黄河平均介于 450~500mm 之间, 南方长江、太湖和珠江均大于 1000mm, 珠江流域最大, 达到 1470mm。流域径流特性与降雨规律基本相同, 空间分布与时间分布规律一致, 但由于下垫面等的影响, 径流变化更为剧烈。

全国七大流域的暴雨特性也差异较大, 暴雨成因

主要为水汽来源、气流上升运动以及地形条件等因素;暴雨发生的时间从南到北也各不相同,最早的有3、4月份、最晚的有10、11月份;暴雨的空间分布从下游到下游、从干流到支流也各不相同,但均有相对比较集中的暴雨易发区;对于七大流域来说,国内局地暴雨强度较大的两个流域为海河流域和淮河流域。七大流域的洪水多由暴雨产生,洪水发生时间和暴雨基本一致,洪水过程受干流洪水和支流洪水、台风和梅雨遭遇的时机不同,且受流域面积、地形等因素影响,其洪水过程形状有尖瘦型,有矮胖型,有峰高量大,有峰高量小型等,洪水过程时间有1~2d的短时洪水,也有持续1~2月的长历时洪水。

分析降雨和径流、暴雨和洪水特性,有助于分析洪涝灾害成因和进行设计径流、洪水成果合理性检查,暴雨和洪水特性对于分析设计洪水组合、洪水传播时间和过程,计算设计洪水成果具有重要作用,加强暴雨和径流、洪水特性的统计、计算和分析,是运用好实测水文数据的前提,也是设计径流和洪水计算的基础工作之一。

参考文献:

[1] 刘柱,徐志侠,李丰龙,等. 西北干旱地区水文特性及水资源管理措施研究[J]. 水电能源科学, 2013,31(6):51-54. (LIU Zhu, XU Zhixia,

LI Fenglong, et al. Study of hydrological characteristic and water resources management measures for arid region in northwest China [J]. Water Resources and Power, 2013,31(6):51-54. (in Chinese))

[2] 季山,张德伟,王红星. 呼玛河流域水文特性及水文模拟[J]. 黑龙江水专学报, 1998,3:15-26. (JI Shan, ZHANG Dewei, WANG Hongxing. The hydrological simulation and characteristic of Huma River basin [J]. Journal of Heilongjiang Hydraulic Engineering, 1998,3: 15-26. (in Chinese))

[3] 周业富, 杨兴明. 北盘江流域水文特性分析 [J]. 中国水运, 2008,9: 173-174. (ZHOU Yefu, YANG Xingming. The analysis of hydrological characteristics of Beipan River basin [J]. China Water Transport, 2008,9:173-174. (in Chinese))

[4] 代俊峰,郭纯青,方荣杰. 西南岩溶灌区水文特性及其模拟模型的构建[J]. 水资源与水工程学报, 2011,22(4):11-15. (DAI Junfeng, GUO Chunqing, FANG Rongjie. Hydrologic characteristics in southwest karst irrigated area and construction of simulation model [J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2011,22(4):11-15. (in Chinese))

[5] 林三益,缪韧,易立群. 中国西南地区河流水文特性[J]. 山地学报, 1999,(3):49-52. (LIN Sanyi, MIAO Ren, YI Liqun. Hydrological features of rivers in southwest China [J]. Journal of Mountain Science, 1999(3):49-52. (in Chinese))

[6] 罗扬生. 我国西南国际河流水文特性[J]. 人民珠江, 1995,(6):15-19. (LUO Yangsheng. Hydrological features on southwest international rivers of China [J]. Pearl River, 1995,(6):15-19. (in Chinese))

Analysis of Hydrologic Characteristics in the Seven Major Basins

LIU Wei, ZHAI Yuan, YANG Liying

(Institute of Water Resources & Hydropower Planning and Design of MWR, Beijing 100120, China)

Abstract: In China, there are large geographical spans of east-west and north-south and obvious difference of hydrological characteristics. This paper analyzed the hydrological characteristics of climate, rainfall and runoff, rainstorm and flood in the seven major river basins, and summarized the spatial distribution of rainfall and runoff in the upstream-downstream and mainstream-tributary, and also studied the causes, occurrence time, spatial distribution, rainstorm intensity, flood process and flood encounter of the annual and inner-annual distribution of rainstorm and flood.

Key words: seven major basins; hydrological characteristics; analysis; hydrological results; revision

(上接第22页)

12h and 24h from ECMWF, NCEP and UKMO were taken into quantitative evaluation and comparison by using the methods of TS score, Brier score and Talagrand distribution. And then the Xinanjiang model was driven to simulate the flood process with the actual rainfall and NCEP rainfall forecasting respectively. The availability of ensemble forecast was discussed and the results show that: (1) The ECMWF, NCEP and UKMO are better for rainfall forecast with low precipitation, and the forecast effect of each rainfall level increases with the forecast period, and in general, the empty reporting rate is higher than the ommissive judgement rate. (2) The data of ensemble forecast can be applied to the flood forecast of Xinanjiang model, and can effectively extend the forecast period of flood forecast. Therefore, the research results could be applied to flood forecasting in the other basins.

Key words: TIGGE; short-term rainfall forecast; availability evaluation; Xinanjiang model; flood forecast