

九江市水资源量及其变化趋势分析

代银萍¹, 邓月萍²

(1. 江西省九江市水文局, 江西 九江 332000; 2. 江西省南昌市水文局, 江西 南昌 330038)

摘要:水文部门积累了长系列的水文资料,2008年完成了1956-2000年江西省水资源调查评价工作.本文在此基础上,结合近15年水资源调查评价工作,分析了1956-2015年九江市降水的年内分配、年际变化及空间分布特征,进而阐述了九江市60年水资源量的特征和年际变化规律,采用线性趋势回归检验法,利用SPSS软件对九江市水资源量的变化趋势进行分析.结果表明:九江市水资源量由于受到降水时空分布特征的影响,其年际变化较大;历年水资源总量有增加趋势,但趋势不明显.

关键词:水资源量;年际变化;趋势;分析

中图分类号:TV213

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2017)02-0130-06

0 引言

降水和径流是自然界水循环过程中的两大要素,对水资源的形成、发展和演化具有极其重要的作用.然而,随着人类活动的加剧,水循环原有的自然途径被人类活动所影响,形成了自然和人类共同作用的二元演化模式,作为其组成要素的降水和径流也未能避免^[1].为此,在人类活动日益加剧的现实情况下,探讨降水和径流的演化规律不仅有利于了解区域内水资源时空分布和变化规律,还可为水资源的可持续利用、优化配置提供科学依据.随着长江经济带和“一带一路”战略的推进,国家经济发展布局正由东部向中西部、由沿海向沿江转移.地处长江中游城市群中心带的九江,未来的经济发展将呈稳步上升趋势,同时对水资源也将提出更高的要求,因此,研究九江市水资源量及其变化趋势具有重要意义.

序列的趋势成分是一种随时间(或空间)变化呈现出的一种系统而连续的增加或减少的有规律变化^[2].有关序列中趋势成分的检验、提取有多种方法,如Kendall秩次相关检验法、Spearman秩次相关检验法、线性趋势回归检验法、滑动平均检验法以及趋势系数分析法等.本文采用线性趋势回归检验法,因有时这种直观判断较为困难或者不够可靠,所以借助统计检验的方法,采用Pearson、Kendall和Spearman三种方法对系列相关

系数及显著性进行对比分析.

1 概况

九江市位于江西省北部,东濒鄱阳湖,南邻宜春、南昌,西毗湖南,北依长江与湖北安徽相连,地处长江中下游南岸,属亚热带季风气候区,四季分明,气候湿润,雨量充沛,但年内及年际间变化较大.九江市境内水系发达,主要河流有江西省五大河之一的修水和修水一级支流潦河、博阳河、长河等,集水面积在10 km²以上的河流有310条,河流总长4 924 km,相应的河网密度0.227 km/km²,主要湖泊有鄱阳湖、赤湖、太泊湖、八里湖等,大中型水库25座,水资源丰沛.

九江市辖8县3市2区,国土面积18 823 km².2015年人口482.58万人,国内生产总值1 902.68亿元,三产比例为8:53:39,规模以上工业增加值1 035.61亿元,耕地面积24.46万hm²,粮食产量165.19万t^[3].

2 降水量分布及年际变化

2.1 降水量年内分配

选取九江市高沙、虬津、湖口和新桥4个基本雨量站作为代表站,分别计算各站1956~2015年多年平均

月、年降水量,绘制各站多年平均月降水量分布图,见图 1。通过计算,高沙、虬津、湖口和新桥站多年平均降水量分别为 1 575.7 mm、1 565.2 mm、1 372.8 mm、1 423.4 mm,4~9 月份 4 个站降水量占年降水量的 67.4%~69.3%,连续最大 4 个月降水量均出现在 4~7 月份,占年降水量的 53.8%~55.6%。因此,在时间分布上,九江市降水量年内分配不均。

2.2 降水量空间分布

九江市划分为汨水(江西境内)、潦河、修水干流、赤湖、彭泽区、西河中下游、湖东北区和湖西北区 8 个水资源四级分区,其中西河中下游、湖东北区和湖西北区属平原区,含鄱阳湖水面(九江境内),其他属山丘区,赤湖和彭泽区沿长江。通过统计计算,水资源四级分区的降水量详见表 1。整体看,降水量山丘区高于平原

区,沿长江区域最低,多年平均降水量最大的是西河中游,为 1 612.6 mm,其次是修水干流,为 1 586.1 mm,最小的是彭泽区,为 1 407.6 mm,与最大值相比,少 12.7%。因此,在空间分布上,九江市降水量空间分布不均。

2.3 降水量年际变化

统计分析了九江市 1956~2015 年共 60 年的降水量数据^{[4][5]},降水量年际间的变化较大,增幅最大的是 2011 年 1 070.7 mm 增至 2012 年 1 845.5 mm,年变化率为 72.4%,其次是 1968 年 1 079.9 mm 增至 1969 年 1 826.8 mm,年变化率为 69.2%;减幅最大的是 2010 年 1 830.7 mm 降至 2011 年 1 070.7 mm,年变化率为 -41.5%,其次是 1977 年 1 653.7 mm 降至 1978 年 1 038.7 mm,年变化率为 -37.2%,详见图 2。

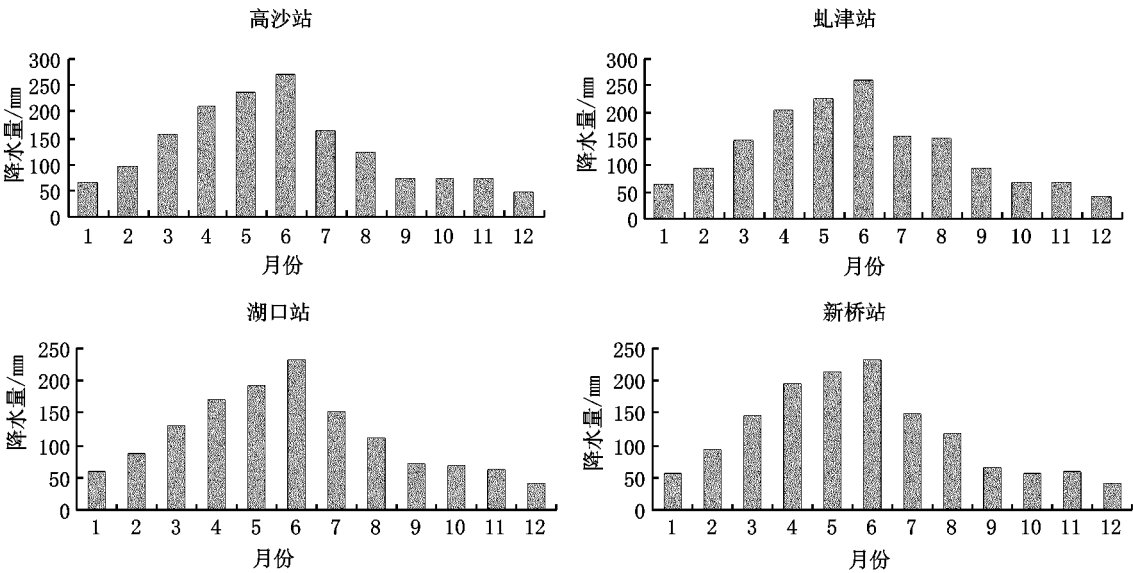


图 1 九江市代表站多年平均月降水量分布图

表 1 九江市水资源分区降水量				
序号	水资源四级区	计算面积	多年平均降水量	降雨总量
		/km ²	/mm	/亿 m ³
1	汨水	275	1 585.5	4.36
2	潦河	439	1 576.1	6.92
3	修水干流	8 611	1 586.1	136.58
4	赤湖	2 377	1 427.9	33.94
5	彭泽区	1 439	1 407.6	20.26
6	西河中下游	290	1 612.6	4.68
7	湖东北区	2 437	1 416.3	34.52
8	湖西北区	2 955	1 430.3	42.27
9	全市	18 823	1 506.3	283.53

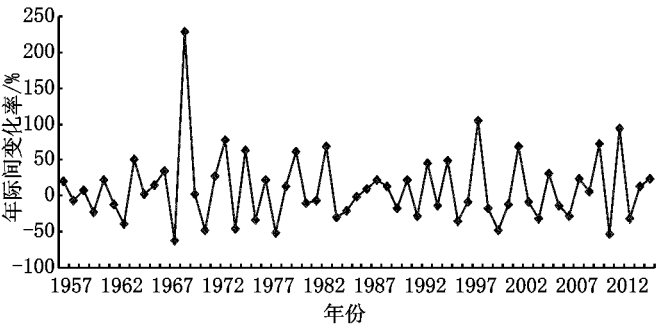


图 2 九江市降水量年际变化图

3 水资源量年际变化

3.1 水资源量

本文统计了九江市 1956 ~ 2015 年共 60 年的地表水资源量、地下水资源量和水资源总量^[6],见表 2。由表 2 可知,九江市地表水资源量多年平均 146.93 亿 m³,地下

水资源量多年平均 30.01 亿 m³,水资源总量多年平均 152.69 亿 m³,由于地下水资源量历年差距不大,所以地表水资源量和水资源总量出现极值的年份相同,最大值出现在 1998 年,分别为 295.07 亿 m³、301.24 亿 m³,最小值出现在 1968 年,分别为 57.18 亿 m³、63.36 亿 m³,极值比分别为 5.16、4.75 倍。由图 3 可见,九江市历年水资源总量正距平有 25 年,负距平有 35 年。

表 2 九江市水资源量 亿 m³

年份	地表水资源量	地下水资源量	水资源总量	年份	地表水资源量	地下水资源量	水资源总量	年份	地表水资源量	地下水资源量	水资源总量
1956	113.73	26.95	119.91	1976	139.00	30.06	145.18	1996	155.24	32.76	161.42
1957	137.05	28.60	143.23	1977	171.47	32.78	177.65	1997	141.64	29.94	147.81
1958	126.88	29.64	133.06	1978	79.01	24.41	85.18	1998	295.07	38.43	301.24
1959	136.94	29.79	143.12	1979	90.69	25.55	96.86	1999	243.64	36.18	249.82
1960	103.30	27.03	109.48	1980	150.76	30.93	156.94	2000	123.10	28.42	129.28
1961	126.87	28.75	133.04	1981	135.20	29.57	141.38	2001	112.90	29.78	113.61
1962	110.20	27.06	116.38	1982	126.81	29.56	132.99	2002	190.22	38.78	190.88
1963	65.35	22.57	71.53	1983	217.05	34.90	223.23	2003	169.07	38.42	173.97
1964	101.32	27.47	107.50	1984	150.38	30.94	156.56	2004	112.43	28.74	117.41
1965	104.38	25.31	110.56	1985	117.14	28.02	123.32	2005	148.38	35.96	153.65
1966	121.15	29.04	127.32	1986	116.32	28.58	122.50	2006	126.65	30.27	132.31
1967	165.57	32.14	171.75	1987	128.67	28.94	134.85	2007	90.33	26.08	95.85
1968	57.18	21.40	63.36	1988	159.11	31.83	165.29	2008	113.65	32.91	118.81
1969	201.40	34.66	207.57	1989	180.06	32.68	186.24	2009	119.90	28.84	125.31
1970	207.39	34.16	213.57	1990	147.01	31.65	153.19	2010	212.47	36.90	217.04
1971	103.76	26.93	109.94	1991	179.60	33.55	185.78	2011	95.97	27.71	101.39
1972	133.81	28.45	139.99	1992	128.55	29.37	134.72	2012	191.91	39.47	196.71
1973	242.09	35.74	248.27	1993	190.20	33.10	196.37	2013	128.78	33.12	133.93
1974	128.11	28.32	134.29	1994	162.54	31.33	168.72	2014	147.76	36.60	152.51
1975	212.34	34.40	218.52	1995	244.06	35.63	250.24	2015	184.22	39.40	188.69
地表水资源多年平均			146.93	地下水资源多年平均			31.01	水资源总量多年平均			152.69

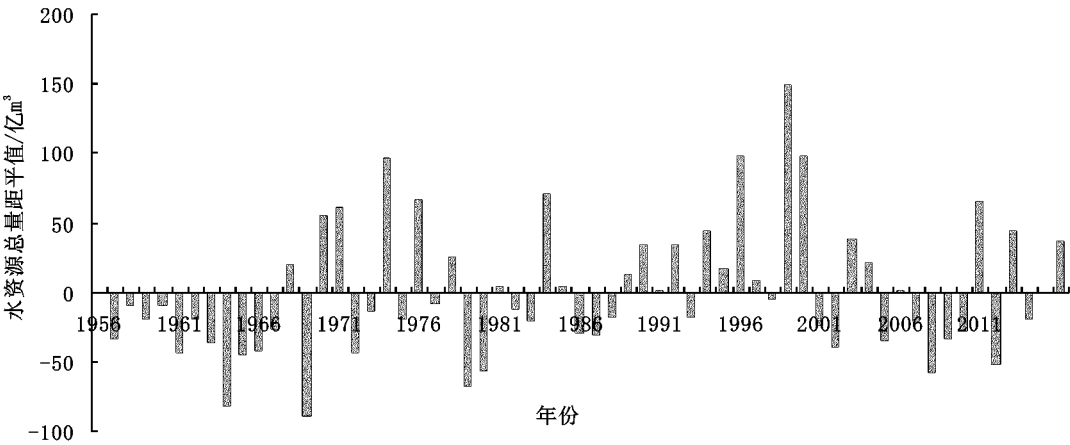


图 3 九江市历年水资源总量距平图

3.2 水资源量特征值

选取 1956 ~ 2015 年、1956 ~ 2000 年、1956 ~ 1985 年、1986 ~ 2015 年、1966 ~ 1990 年和 1996 ~ 2015 年 6 个统计年限分别计算分析九江市水资源总量的特征值,包括平均值、变差系数等,采用武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室的水文频率分布曲线适线软件,统计了 20%、50%、75% 和 95% 四种频率下不同统计年限的水资源量,见表 3。由表 3 可见,年均最大值是 1986 ~ 2015 年统计年限的 163.32 亿 m³,与长系列

相比多 7.0%;年均最小值是 1956 ~ 1985 年统计年限的 142.06 亿 m³,与长系列相比少 7.0%;1966 ~ 1990 年统计年限与长系列相比最为接近,相对偏差为 0.5%。不同频率水资源量最大系列是统计年限 1986 ~ 2015 年,与长系列相比,20%、50%、75% 和 95% 四个频率的偏差分别为 6.3%、7.2%、8.0%、9.4%;最小系列是统计年限 1956 ~ 1985 年,与长系列相比,20%、50%、75% 和 95% 四个频率的偏差分别为 -6.4%、-7.2%、-7.9%、-9.1%。

表 3 九江市水资源量特征值表

统计年限	年数	统计参数				不同频率水资源量/亿 m ³			
		年均值 /亿 m ³	与长系列 偏差/%	Cv	Cs/Cv	20%	50%	75%	95%
1956 ~ 2015	60	152.69	/	0.31	2	190.45	147.83	118.68	84.02
1956 ~ 2000	45	154.43	1.1	0.33	2	194.89	148.86	117.71	81.19
1956 ~ 1985	30	142.06	-7.0	0.32	2	178.24	137.24	109.35	76.41
1986 ~ 2015	30	163.32	7.0	0.29	2	202.49	158.45	128.17	91.90
1966 ~ 1990	25	153.44	0.5	0.29	2	190.87	150.07	120.83	83.92
1996 ~ 2015	20	160.08	4.8	0.33	2	201.18	153.96	120.82	82.23

3.3 水资源量年际变化

九江市水资源量由于受到降水时空分布特征的影响,其年际变化较大,增幅最大的是 1968 年 63.36 亿 m³增至 1969 年 207.57 亿 m³,年变化率为 227.6%,其次是 1997 年 147.81 亿 m³增至 1998 年 301.24 亿 m³,年变化率为 103.8%;减幅最大的是 1967 年 116.38 亿 m³降至 1968 年 63.36 亿 m³,年变化率为 -63.1%,其次是 2010 年 217.04 亿 m³降至 2011 年 101.39 亿 m³,年变化率为 -53.3%,详见图 4。

4 九江市水资源量变化趋势分析

4.1 SPSS 软件简介

SPSS 是世界上最早的统计分析软件,由美国斯坦福大学于 1968 年研发成功,该软件的特点是界面非常友好,除了数据录入及部分命令程序等少数输入工作需要键盘键入外,大多数操作可通过鼠标拖曳、点击“菜单”、“按钮”和“对话框”来完成。还具有完整的数据输入、编辑、统计分析、报表、图形制作等功能。自带 11 种类型 136 个函数。SPSS 提供了从简单的统计描述到复

杂的多因素统计分析方法,比如数据的统计描述、列联表分析、二维相关、秩相关、偏相关、方差分析、非参数检验、多元回归、生存分析、协方差分析、判别分析、因子分析、聚类分析、非线性回归、Logistic 回归等。

4.2 趋势分析^{[7][8]}

利用 SPSS 软件,对九江市水资源总量进行趋势分析,通过对散点图的分析,采用线性回归方程拟合九江市水资源总量与时间系列的关系,由图 5 可见,系列符合 $y = 0.6047x - 1047.9$ 线性方程, $R^2 = 0.0505$, $R = 0.225$,由于线性方程的斜率为正值,但相关系数为 0.225,所以表明水资源总量与时间呈现弱正相关性。另采用 Pearson、Kendall 和 Spearman 三种方法对两系列相关系数及显著性进行对比分析(见表 4),Pearson 法两系列相关系数为 0.225,95% 置信区间上下限范围为 -0.009 ~ 0.442;Kendall 法两系列相关系数为 0.150,95% 置信区间上下限范围为 -0.010 ~ 0.309;Spearman 法两系列相关系数为 0.227,95% 置信区间上下限范围为 -0.015 ~ 0.465。结果表明:九江市历年水资源总量有增加趋势,但三种方法均没有通过 95% 显著性双侧检验,即趋势不明显。

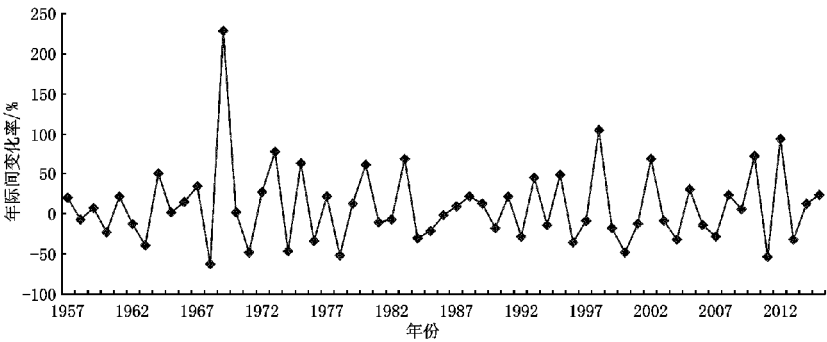


图 4 九江市水资源总量年际间变化情况图

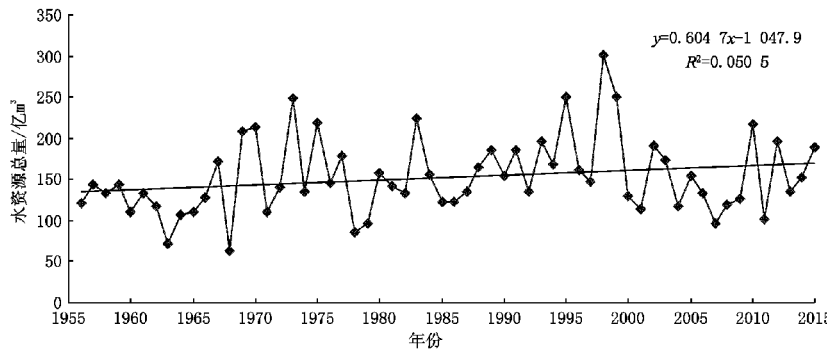


图 5 九江市历年水资源总量趋势图

表 4 九江市水资源总量趋势相关性和显著性检验

水资源总量趋势相关性和显著性检验				水资源总量
年份 (1956 ~ 2015)	Pearson 相关性			0.225
	显著性(双侧)			0.084
	N			60
	Bootstrap ^a	偏差		-0.005
		标准误差		0.115
		95% 置信区间	下限	-0.009
			上限	0.442
年份 (1956 ~ 2015)	Kendall 的 tau_b 相关系数			0.150
	Sig. (双侧)			0.090
	N			60
	Bootstrap ^a	偏差		0.000
		标准误差		0.084
		95% 置信区间	下限	-0.010
			上限	0.309
年份 (1956 ~ 2015)	Spearman 的 rho 相关系数			0.227
	Sig. (双侧)			0.081
	N			60
	Bootstrap ^a	偏差		-0.005
		标准误差		0.124
		95% 置信区间	下限	-0.015
			上限	0.465

5 结语

九江市水资源量较为丰富,水资源总量多年平均为 152.69 亿 m³,人均水资源量约 3 180 m³,与江西省人均水资源量约 3 420 m³相比,少 7.0%,与全国人均水资源量 2 300 m³相比,多 38.3%。历年水资源总量与多年平均水资源总量相比,出现正距平的年份有 25 年,负距平的年份有 35 年,极值比 5.16 倍。

九江市降水量时空分布不均,连续最大 4 个月降水量均出现在 4~7 月份,山丘区高于平原区,沿长江区域最低,年际间的变化较大,年变化率范围 -41.5%~72.4%,受其特征的影响,水资源量年际变化较大,年变化率范围 -63.1%~227.6%,增幅最大的是 1968 年 63.36 亿 m³增至 1969 年 207.57 亿 m³,年变化率为 227.6%,减幅最大的是 1967 年 116.38 亿 m³降至 1968 年 63.36 亿 m³,年变化率为 -63.1%。

利用 SPSS 软件,采用线性回归方程拟合九江市水资源总量与时间系列的关系,系列符合 $y = 0.6047x - 1047.9$ 线性方程,表明水资源总量与时间呈现弱正相关性。另采用 Pearson、Kendall 和 Spearman 三种方法对两系列相关系数及显著性进行对比分析,得出的结论是

九江市历年水资源总量有增加趋势,但趋势不明显。

参考文献:

- [1] 胡东来,严登华,宋新山,等. 宜宾以上长江流域水资源变化趋势分析[J]. 南水北调与水利科技,2008(2):53~56.
- [2] 刘昌明,陈效国. 黄河流域水资源演变规律与可再生性维持研究进展[M]. 郑州:黄河水利出版社,2001.
- [3] 江西省统计局. 江西省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2001~2015.

- [4] 九江市水利局. 九江市水资源公报[A]. 2001~2015.
- [5] 江西省水文局. 江西省水资源调查评价[A]. 2008.
- [6] 江西水利厅. 江西省水资源公报[A]. 2001~2015.
- [7] 凌卫宁,范继辉. 广西水资源近年来变化趋势及可利用水资源潜力分析[J]. 广西水利水电,2011(4):45~48.
- [8] 邓敬一,方荣杰,牛津剑,等. 2001—2012年郑州市水资源变化趋势分析与相关对策[J]. 水资源保护,2016(1):148~153.

编辑:张绍付

Analysis on quantity and changing trend of water resources in Jiujiang

DAI Yinping¹, DENG Yueping²

(1. Jiujiang Municipal Hydrology Bureau of Jiangxi Province, Jiujiang 332000, China;
2. Nanchang Municipal Hydrology Bureau of Jiangxi Province, Nanchang 330038, China)

Abstract: Hydrology department has collected long series of hydrological dates, and finished the investigation and evaluation of Jiangxi province water resource during 1956 – 2000 in 2008. On this basis, taken the last 15 years of investigation and evaluation of water resource into consideration, the annual distribution, interannual variation and spatial distribution of precipitation in Jiujiang during 1956 – 2015 are analyzed. The characteristic of water resource quantity in Jiujiang for last 60 years, rules of the annual variation, and the changing trend of water resource quantity of Jiujiang are studied by using of linear trend regression test and SPSS software. The results show that the water resource quantity of Jiujiang was affected by the temporal and spatial distribution characteristics of precipitation, and the interannual variation of water resource is relatively large. Over the years total water resource shows a growth trend, but the trend is not obvious.

Key words: Water resource quantity; Interannual variation; Trend; Analysis

翻译:付莎莎

国家防总、水利部充分肯定江西省 2016 年防汛抗旱工作

近日,国家防汛抗旱总指挥部、水利部向江西省防汛抗旱总指挥部发出感谢信,充分肯定江西省 2016 年防汛抗旱工作。

国家防汛抗旱总指挥部指出,2016 年,我国洪涝灾害呈现多年少有的南北并发、多地齐发态势,防汛抗旱防台风工作经受了严峻考验。在党中央、国务院的坚强领导下,国家防汛抗旱总指挥部超前部署、精心组织,有关部门密切配合、通力合作,各级党委、政府和防汛抗旱指挥部科学调度、有效应对,广大军民团结奋战、顽强拼搏,有力保障了人民群众生命财产安全和供水安全,最大程度减轻了灾害损失,取得了防汛抗旱防台风工作的全面胜利,得到党中央、国务院和社会各级的充分肯定。

国家防汛抗旱总指挥部充分肯定,在 2016 年的防汛抗旱过程中,江西省防汛抗旱总指挥部针对汛情发生早、降雨频次高、堤防险情多、河流超警时间长等不利形势,超前部署提早备汛,全面落实责任措施,加密会商监测预警、调度水库拦洪削峰,加强堤防巡查值守,强化人员转移避险,及时处置险情灾情,全力做好各项防汛抗洪抢险工作,统筹兼顾抓好抗旱工作,最大程度减轻了水旱灾害影响和损失,夺取了 2016 年防汛抗旱工作的全面胜利。

国家防汛抗旱总指挥部强调,据预测,2017 年我国气候年景总体偏差,防汛抗旱防台风形势依然严峻,希望我省提前谋划、及早安排、狠抓落实,全力做好 2017 年防汛抗旱各项工作。

(江西省防汛抗旱总指挥部办公室 贺 强)