

孟加拉国恒河和布河洪水特性初探

盖永岗 陈松伟 马莅茗
(规划研究院)

[摘要] 孟加拉国地处恒河(Gange河)、布拉马普特拉河(Brahmaputra河)和梅格纳河(Meghna河)形成的三角洲,由于其独特的地理位置和地形地貌特点,三条大河均处于世界强降雨区域,季风季节大量的暴雨洪水汇聚于孟加拉国后入海,尤其是布河和恒河流域汇集了大量的境外流域洪水,使得孟加拉国极易遭受洪水灾害。在梳理孟加拉国地形地貌、河流水系和洪水灾害情况的基础上,分析了孟加拉国布河和恒河洪水成因及类型,解析了其洪水来源、洪水发生季节及洪水汛期峰型类型,统计了其洪水峰量特点、剖析了其年最大洪水发生时间和遭遇特征,从探索孟加拉国布河和恒河洪水特性的角度揭示了孟加拉国极易遭受洪水灾害的原因,为孟加拉国洪水研究和洪灾治理提供了一定的技术参考。

[关键词] 恒河 布(拉马普特拉)河 洪水特性 洪灾

1 概况

1.1 地形地貌

孟加拉国位于南亚次大陆东北部的恒河(Gange河)、布拉马普特拉河(Brahmaputra河)和梅格纳河(Meghna河)形成的三角洲,地理位置东经 $88^{\circ}10' \sim 92^{\circ}41'$ 、北纬 $20^{\circ}34' \sim 26^{\circ}38'$,东、西、北三面与印度毗邻,东南与缅甸接壤,南濒临孟加拉湾。国土面积14.7万 km^2 ,海岸线长550 km。孟加拉国境内地势平坦,河网密布。地形以平原低地为主,占全国面积85%;东南部吉大港和东北部为丘陵地带。全国地势总体由北向南逐级向低倾斜,地面高程6~15 m,滨海地区地面高程为0~6 m,孟加拉国地形高程分布见图1^[1-2]。

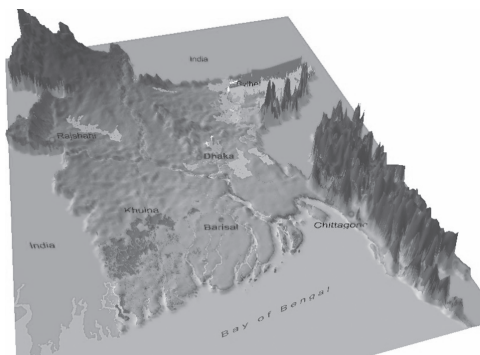


图1 孟加拉国地形示意图

1.2 河流水系

孟加拉国是世界上河流最稠密的国家之一,被称为“水泽之乡”和“河塘之国”^[1]。全国有大小河流405条(其中57条为国际河流),总河长约2.4万km,主要为恒河、布河、梅格纳河等三大水系。重要河流主要有恒河下游、贾木纳河(布拉马普特拉河下游)、梅格纳河、卡纳夫里河、提斯塔河等。湖泊众多,星罗棋布,全国大约有近60万个湖泊,平均密度为4个湖泊/ km^2 。

恒河和布河两条世界级大河下游河段穿过孟加拉国,并在该国瓜伦达(Goalunda)相汇后称帕德玛河(Padma河)。两条河流干流洪水特点及其遭遇特征与孟加拉国洪水灾害程度具有极为密切的关系。

恒河流域面积108.7万 km^2 ,其中在孟加拉国境内面积仅4.6万 km^2 ,占全流域面积的4%,占孟加拉国面积的32%。恒河进入孟加拉国境内后,在左岸接纳了支流Mohananda河,分流出汉河Baral河和Ichamati河;在右岸分出汉河Mathabhanga河、Hasina河、Kobadak河、高莱河和Chandana河。恒河汉河中高莱河相对较大,其他各汉河规模较小。恒河于哈丁铁路桥处设有Hardinge Bridge水文站,该站为恒河干流的控制性水文站。布河与恒河汇流后的padma河起始河段布设有Baruria水文站。

作者简介:盖永岗(1982—),男,河北省石家庄人,高级工程师,从事水利规划、水文分析计算和水情自动测报工作。

布河流域面积 55.3 万 km², 其中在孟加拉国境内 3.9 万 km², 占全流域面积的 7%, 占孟加拉国面积的 27%; 布河进入孟加拉国后, 受地形条件影响, 主要支流 Dudhkumar 河、Darla 河、Tessta 河、Atrai 河均位于河道右岸, 布河左岸主要为汉流 Old-Brahmaputra 河和 Dhaleswali 河。其中, 布河主要支流中, Dudhkumar 河、Darla 河、Tessta 河三大支流在孟加拉

国境内也均位于各自的下游河段, 三条支流均于 Bahadurabad 站以上汇入布河干流, Old-Brahmaputra 河为布河最主要的汉河, 布河于 Old-Brahmaputra 河汉流口下游处设有 Bahadurabad 水文站, 该站为布河干流的控制性水文站。

孟加拉国水系分布示意图见图 2。

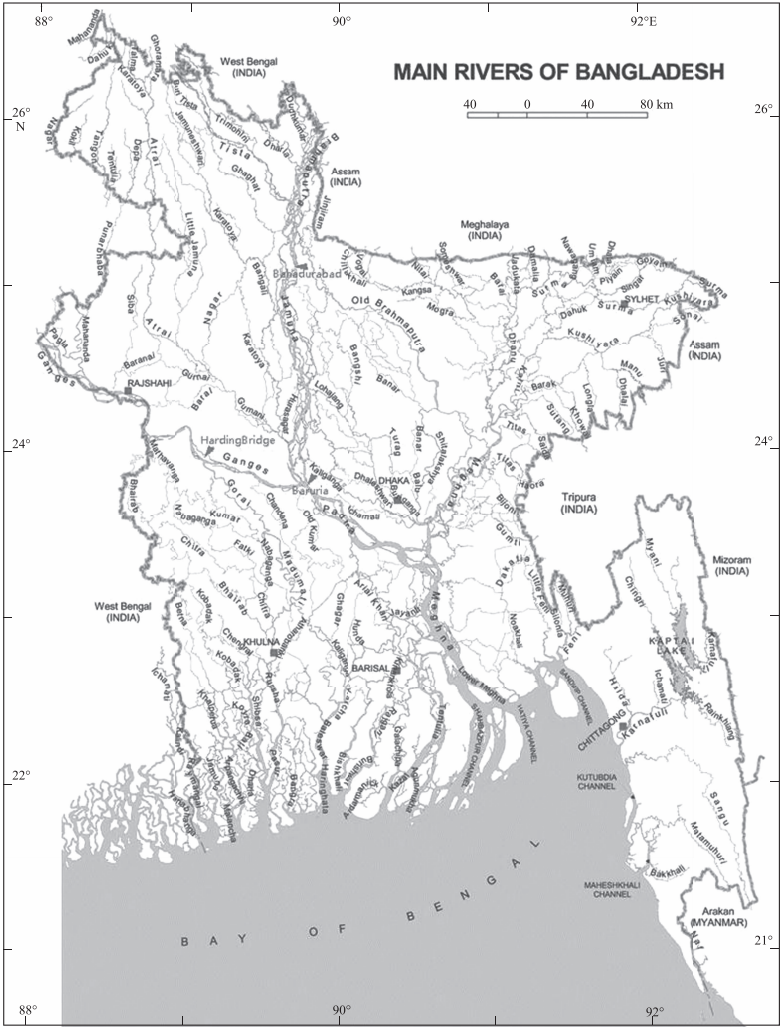


图 2 孟加拉国水系分布示意图

1.3 洪水灾害

孟加拉国地处恒河、布拉马普特拉河和梅格纳河形成的三角洲上, 以国土面积 14.8 万 km² (占三大河流流域面积的 7%) 接纳三大河流流域面积约 200 万 km² 的来水^[1], 其中, 恒河、布河两大河流的流域面积 164 万 km², 而两大河流在孟加拉国境外流域面积占比达 95%。由于汛期上游来水量巨大, 孟加拉国境内 85% 的国土面积为平原低地, 且土质疏松, 抗冲刷能力弱, 加上亚洲夏季风的强对流降雨, 使得该国成为世界上洪灾肆虐最频繁的地区。

据统计, 孟加拉国每年有将近 1 万 hm² 的土地毁于河水侵蚀, 有约 100 万人受到河水侵蚀的影响。而布河和恒河流域的洪水淹没区则为全国社会经济较为发达的区域, 布河与恒河沿岸洪水灾害的发生对孟加拉国的影响是最为严重的。例如 1974 年、1987 年、1988 年、1998 年、2007 年等多个年份, 孟加拉国布河或恒河沿岸均发生了不同程度的洪水灾害。

2 孟加拉国布河和恒河洪水成因及类型

布河一般汛前 3 月份开始由于受喜马拉雅山脉

融雪径流的影响,洪水位会有小幅上涨;而布河和恒河汛期洪水则主要由暴雨形成。受印度洋季风气候影响,布河和恒河流域季风雨主要集中在6—9月,季风雨带可在布河和恒河流域广大的范围内移动,使得布河和恒河流域均成为世界强降雨区域^[3-4]。

孟加拉国境内布河和恒河河段均处于两条大河的下游末端,汛期受季风雨的影响,孟加拉国境内布河和恒河流域洪水可分为两类:

(1)干流季风雨洪水:该类型洪水实为过境洪水,主要来自布河和恒河孟加拉国以上的广阔流域,由季风季节降雨产洪汇集而成,洪水涨水相对缓慢,涨水期可达数周。如果季风雨同时发生在布河和恒河两条大河流域,两条大河的洪水洪峰遭遇时,将会导致孟加拉国境内大面积区域被漫溢洪水淹没,产生严重的洪灾,该类洪水对孟加拉的影响最为严重。典型的如1955年、1988年和1998年洪水。

(2)本地暴雨涝水:该类型洪水实为孟加拉国境内的本地涝水,是由于布河、恒河外河水位高于沿河平原区地面高程,当地暴雨产流超出了当地河网的排水能力,集水区域的雨洪难以顺利排出,从而导致了当地涝水积滞,洪涝灾害的发生。

3 孟加拉国布河和恒河洪水来源

孟加拉国布河的Bahadurabad水文站和恒河的Hardingbridge水文站分别是布河和恒河最下游的水文测站,汇集了布河和恒河的绝大部分流域面积的径流洪水。通过对布河、恒河大、中、小洪水年份的最大30 d洪量的统计分析,布河的最大30 d总洪量约有92%左右来自Bahadurabad站,而孟加拉国境内Bahadurabad站以下的布河沿岸支流汇入的洪量则占比较小;恒河的最大30 d总洪量则几乎全部来自Hardingbridge站,恒河Hardingbridge站以下河段汇入恒河干流的洪水量则相对更加微小。

由上述分析可见,孟加拉国布河和恒河的洪水主要来源均是由境外广大流域的暴雨洪水汇集至干流后流入孟加拉国境内而成,而孟加拉国境内布河和恒河流域本地暴雨产洪相对两条大河干流的洪水量则占比很少。因此,孟加拉国布河和恒河沿岸区域面临着巨大境外入汇洪水的威胁,布河和恒河干流洪水的综合影响是对孟加拉国洪水的致灾性起关键作用的因素,而孟加拉国境内的支流洪水作用则相对较小。

4 孟加拉国布河和恒河洪水峰量特点

布河和恒河的干流洪水通常具有峰高量大、持续时间长和致灾性强的特征^[3]。

根据布河Bahadurabad站1956—2016年最大洪峰流量系列统计分析,Bahadurabad站多年平均最大洪峰流量值为68300 m³/s,1998年9月8日实测最大洪峰流量为105249 m³/s;对恒河Hardinge Bridge站1934—2016年最大洪峰流量系列进行统计分析,Hardinge Bridge站多年平均最大洪峰流量值为50400 m³/s,1998年9月9日实测最大洪峰流量为79059 m³/s,见图3。可见,布河与恒河洪水洪峰流量巨大。

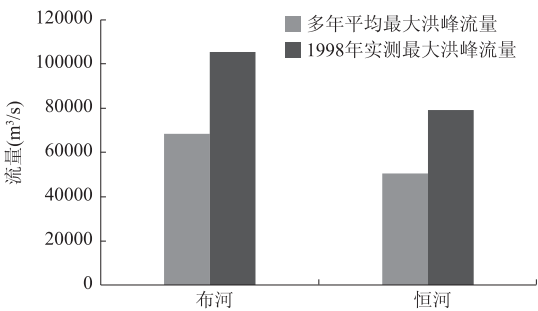


图3 布河、恒河最大洪峰流量对比

根据对布河Bahadurabad站和恒河Hardinge Bridge站实测洪水资料进行统计分析,布河Bahadurabad站多年平均径流量6451亿m³,最大30 d洪量可达年径流总量的25%~30%;恒河Hardinge Bridge站多年平均径流量3522亿m³,最大30 d洪量则可达年径流总量的30%~45%,可见,布河和恒河大洪水洪量巨大。

而从1954年、1955年、1970年、1974年、1984年、1987年、1988年、1998年、2004年、2007年等年份的大洪水看,布河、恒河干流在大洪水年份的洪水位高于警戒水位的时间在30 d以上,洪水期间,大流量洪水持续时间长,导致洪水淹没区域也非常大,从36800 km²到100000 km²不等,占到了孟加拉国土面积的25%~68%,对沿岸区域带来了严重的灾难。因此,布河、恒河大洪水具有持续时间长,致灾性强的特点。

5 孟加拉国布河和恒河洪水季节及洪水峰型

5.1 洪水季节

由于受喜马拉雅山脉融雪径流的影响,每年从3月份开始,布河水位开始上涨,从而形成布河第一

次小洪水。5 月份以后,进入季风雨季节,布河、恒河的洪水同时上涨。季风雨带在布河、恒河流域内位置的变化影响了暴雨洪水在两河的时空分布。通常情况下,季风雨洪水最先发生在布河,布河第一次洪峰一般发生在 5 月或 6 月,而恒河的洪峰相对较晚,一般为 6 月。布河的洪水期相对较长,高水位可持续至 10 月下旬;恒河的洪水可持续至 10 月中下旬,洪水期长度相对布河较短。因此,孟加拉国每年都有很长时间易于遭受洪灾。尤其是布河与恒河的洪峰发生遭遇时,如 1988 年和 1998 年洪水,孟加拉国会遭受灾难性的洪水灾害。

5.2 洪水峰型

经对大洪水年份汛期实测洪水资料分析,布河干流控制断面 Bahadurabad 站的洪水过程型式一般呈现为多峰型,而恒河干流控制断面 Hardingbridge 站的洪水过程型式则可呈现为单峰型或多峰型。由于布河 Bahadurabad 站和恒河 Hardingbridge 站均位于河流的下游末段,且其上流域集水面积广大,季风雨带在流域上游广阔范围内不同的时空分布形势会产生流域暴雨洪水不同的汇流组合形式,进而导致下游的 Bahadurabad 站和 Hardingbridge 站洪水峰型也呈现出多种不同的型式。

根据布河实测洪水资料,布河 Bahadurabad 站在大洪水年份,洪水峰型一般都呈现为连续多峰型,汛期一般都可发生 2 次以上的洪水过程,大流量洪

水可持续占据汛期大部分时间,期间可跌宕起伏发生数次规模不等的洪峰。如 1998 年特大洪水年份,在 7 月 4 日—9 月 12 日连续两个多月的时间里,洪水流量都维持在 60000 m³/s 以上,期间先后发生了 4 次规模不等的洪峰。

恒河汛期洪水峰型则更为丰富。根据恒河实测洪水资料,Hardingbridge 站年最大洪峰流量在 70000 m³/s 以上的特大洪水年份,洪水峰型一般呈单峰型或双峰型,如 Hardingbridge 站 1998 年和 1988 年分别发生了实测最大洪峰流量 79059 m³/s 和 71800 m³/s,该两年汛期洪水均呈单峰型;而 1961 年和 1987 年 Hardingbridge 站分别发生了实测最大洪峰流量 73200 m³/s 和 75800 m³/s 的特大洪水,该两年汛期洪水均呈双峰型。对于其他大洪水年份,洪水峰型则可呈现出各种型式,如 1982 年,Hardingbridge 站实测最大洪峰流量为 61600 m³/s,该年汛期洪水呈典型的单峰型;而 1969 年、1976 年、1978 年、1980 年、1983 年、1987 年、1996 年、2016 年等多个大洪水年份,汛期洪水均呈双峰型;另有 1984 年、1986 年、1999 年、2000 年、2001 年、2003 年、2007 年、2008 年等多个大洪水年份,汛期洪水则呈现为多于 2 次洪峰的多峰型。

布河 Bahadurabad 站和恒河 Hardingbridge 站汛期典型洪水过程线见图 4。

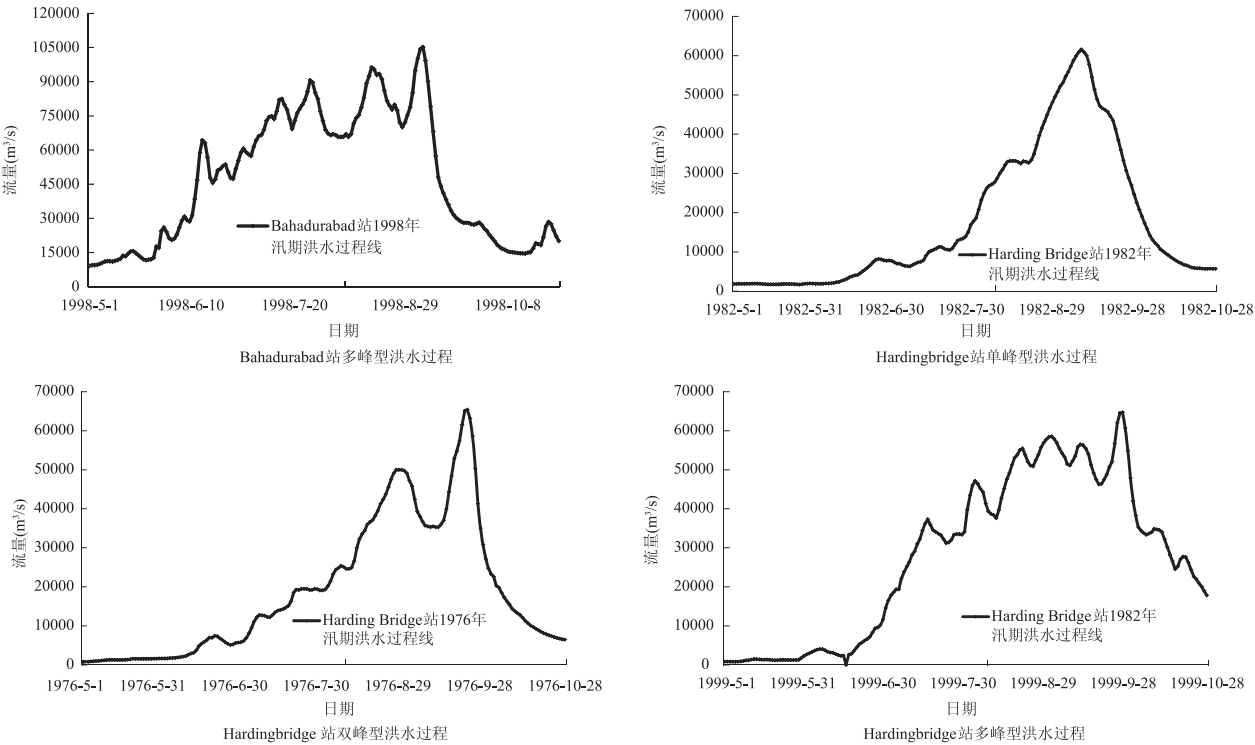


图 4 布河 Bahadurabad 站和恒河 Hardingbridge 站汛期典型洪水过程线

6 孟加拉国布河和恒河年最大洪水发生时间及遭遇特征

对布河 Bahadurabad 站、恒河 Hardingbridge 站和帕德玛河 Baruria 站实测年最大洪峰发生时间情况进行统计分析,见表 1,从表中统计数据可见,布河 Bahadurabad 站年最大洪峰主要发生于 7—9 月份,尤以 7 月份发生最多,占统计年份的 50%,8 月份次之,占统计年份的 35%;恒河 Hardingbridge 站年最大洪峰主要发生于 8—9 月份,尤以 9 月份发生最多,占统计年份的 53.7%,8 月份次之,占统计年份的 43.9%;帕德玛河 Baruria 站洪水由布河和恒河洪水汇合组成,年最大洪峰发生于 7—9 月份,其

中 8 月份发生最多,占统计年份的 47.0%,9 月份次之,占统计年份的 31.4%,7 月份相对较少,占统计年份的 21.6%。通过表 1 中统计数据也可看出,布河的最大洪峰出现时间一般早于恒河,布河与恒河洪水最有可能在 8 月份遭遇,其次,9 月份也有一定的遭遇可能性。根据对布河和恒河历年洪水数据的统计,布河的最大洪峰出现时间早于恒河的年份约占统计年份的九成,仅有一成左右的年份内恒河洪峰早于布河;有部分年份洪水中,布河和恒河的洪峰在 10 d 内进行了遭遇,如 1984 年、1987 年、1998 年大洪水年份及其他一些中小洪水年份,共计 16 a,占统计年数的 26.7%。

表 1 布河、恒河、帕德玛河年最大洪峰发生时间统计表

时段	布河 Bahadurabad 站		恒河 Hardingbridge 站		帕德玛河 Baruria 站	
	次数(次)	占比	次数(次)	占比	次数(次)	占比
6 月	1	1.7%	0	0.0%	0	0.0%
7 月	30	50.0%	1	1.2%	11	21.6%
8 月	21	35.0%	36	43.9%	24	47.0%
9 月	7	11.7%	44	53.7%	16	31.4%
10 月	1	1.7%	1	1.2%	0	0.0%
合计	60	100%	82	100%	51	100%

布河与恒河大洪水的遭遇特性对孟加拉国洪水灾害程度影响重大。例如 1998 年,布河流域和恒河流域均发生了有资料记载以来的最大洪水,布河 Bahadurabad 站 9 月 8 日出现了最大洪峰流量 105249 m³/s,Hardingbridge 站 9 月 9 日出现了最大洪峰流量 79059 m³/s,两站最大洪峰几乎同时发生,布河与恒河汇流之后的 Baruria 站则于 9 月 9 日出现了最大洪峰流量 141935 m³/s,成为有实测记录以来布河与恒河洪水最严重的一次遭遇,也导致了孟加拉国境内发生了最惨重的一次洪水灾害。

7 结语

孟加拉国位于南亚次大陆东北部的恒河、布拉马普特拉河和梅格纳河形成的三角洲上,由于其独特的地理位置和地形地貌特点,使得孟加拉国三面(东、西、北)入流,一面(南)临海,成为布河、恒河、梅格娜河三大河流洪水入海前天然滞蓄的“水盆”,尤其是布河与恒河流域,以本国境内仅占全流域 5% 左右的面积汇聚了境外流域 95% 面积的大量洪水,从流域的自然演变角度来看,孟加拉国本就是布河与恒河流域尾间的天然滞洪区域。每年 6—9 月,受印度洋季风气候影响,季风雨带在布河和恒河流域广大的范围内移动,大量的洪水汇流至孟加拉国布河和恒河干流,构成了布河和恒河干流洪水的主

要来源,形成的布河和恒河洪水通常具有峰高量大、历时长、致灾性强的特征。暴雨在布河和恒河流域不同的时空分布形势导致了布河和恒河不同的洪水峰型和洪峰发生时间的差异;布河 Bahadurabad 站汛期洪水过程多呈现为多峰型,而恒河 Hardingbridge 站汛期洪水过程可呈单峰型、双峰型或多峰型;布河 Bahadurabad 站年最大洪峰以 7 月份发生最多,恒河 Hardingbridge 站年最大洪峰以 9 月份发生最多,均可达到统计年数的一半以上;布河的最大洪峰出现时间一般早于恒河,布河与恒河洪水最有可能在 8 月份遭遇,9 月份也有一定的遭遇可能性,两河洪水的遭遇特性对孟加拉国洪水灾害程度影响重大。

参考文献

[1] 潘明强,刘娟,李伟珮,等. 援孟加拉防洪规划报告[R]. 郑州,黄河勘测规划设计有限公司, 2019.

[2] 雷鸣. 孟加拉国的气候灾害及其治理[J]. 南亚研究季刊, 2012,151(4): 92-97.

[3] 盖永岗,李伟珮,陈松伟,等. 援孟加拉防洪规划水文专题报告[R]. 郑州,黄河勘测规划设计有限公司, 2019.

[4] China-Bangladesh Joint Expert Team. Study report on flood control and river training project on the Brahmaputra river in Bangladesh[R]. March,1991.