

DOI: 10.13476/j.cnki.nsbdtqk.2015.02.043

汛期降雨对南水北调中线干线 京石段工程渠道水位影响

王文川, 尹航, 邱林

(华北水利水电大学 水利学院, 郑州 450011)

摘要: 为了给南水北调中线工程实现全线通水后的汛期调度提供技术支撑和经验借鉴, 基于2008年-2013年底南水北调中线干线京石段工程已经完成的四次向北京输水任务的相关资料, 分析了通水过程中降雨对渠道水位的影响, 结果表明在试运行期间汛期降雨多以小雨为主, 渠道内水位普遍上涨20~30 mm, 当渠道内发生中到大雨时, 渠道内的水位一般上涨80~100 mm; 结果表明4次通水过程由于没有特大暴雨, 水位上涨幅度较小, 对渠道安全没有影响; 并基于河北省中小流域设计暴雨洪水图集, 探讨了不同重现期暴雨对渠道水位的影响规律, 给出了不同重现期条件下的控制水位。

关键词: 南水北调中线; 京石段; 汛期; 降雨; 控制水位; 闸前水位; 输水调度

中图分类号: TV65 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2015)02-0387-04

Effects of flood season rainfall on main channel water level in Beijing Shijiazhuang section of South to North Water Transfer Project

WANG Wen chuan, YIN Hang, QIU Lin

(School of Water Conservancy, North China University of Resources
and Electric Power, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: In order to provide technical support and useful experience reference for the flood regulation in the Middle Route of South to North Water Transfer Project after water flowing across the route, the effects of rainfall on the channel water level were analyzed based on the water transfer data of four tasks from 2008 to 2013 in Beijing Shijiazhuang section of South to North Water Transfer Project. The results showed that rainfall in the flood season is mainly light rain and water level in the channel generally rises from 20 to 30 mm; water level in the channel can rise from 80 to 100 mm when heavy rain occurs; and there is no heavy rainfall during the four water transfer tasks so the water level rising is small which has no effects on the channel safety of channel. According to the design storm flood atlas in the small watersheds of Hebei Province, the effects of rainfalls in different return recurrence periods on the channel water level were analyzed to determine the control water levels in different return recurrence periods.

Key words: Middle Route of South to North Water Transfer Project; Beijing Shijiazhuang section; flood season; rainfall; control water level; water level in front of sluice gate; water transfer regulation

强降雨会使渠道水位在短时间内发生上涨, 对渠道安全运行会造成不利的影 响, 甚至会造成严重的事故, 因此南水北调工程渠道在汛期的运行控制比正常时更加复杂。

南水北调中线工程京石段工程起点为石家庄市古运河枢纽进口, 终点为北京市团城湖, 渠线总长 307.5 km^[1]。该

区段属于暖温带半湿润大陆性季风气候, 年均降水量约 530 mm, 汛期 为 6 月-9 月, 暴雨均出现在汛期, 且大多数发生在 7 月下旬至 8 月上旬, 汛期降雨约占全年 68%。近 50 a 降水量的年际变化呈减少趋势^[2]。该工程自 2008 年试运行以来, 完成了四次向北京输水的任务, 做到了平稳度汛。本文

收稿日期: 2014-05-21 修回日期: 2015-02-09 网络出版时间: 2014-03-19

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20150319.0927.005.html>

基金项目: 河南省高校科技创新人才支持计划项目(13HASTIT034); 河南省高等学校青年骨干教师资助计划项目(2012GGJS-099)

作者简介: 王文川(1976), 男, 河南人, 副教授, 博士, 主要从事水文水资源系统分析、优化建模等方面研究。E-mail: wangwen1621@163.com

利用汛期的实际调度资料和河北省中小流域设计暴雨洪水图集^[3],分析和探讨了实际降雨对渠道水位的影响和不同重现期降雨对渠道水位的影响。

1 汛期降雨对水位的影响分析

1.1 实际降雨对渠道水位的影响

南水北调京石段工程主要节制闸有 9 座,相关设计参数见表 1,各闸门均能根据调度指令实现自动控制,具体

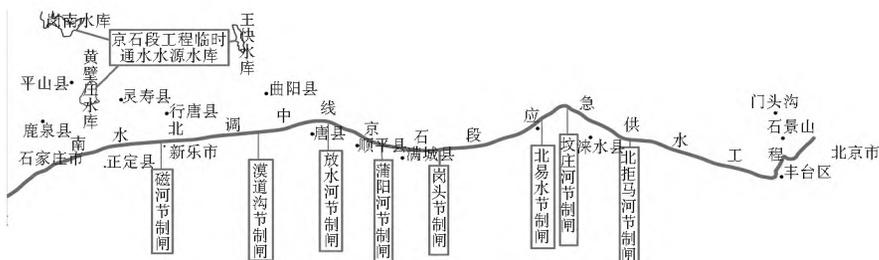


图 1 南水北调京石段工程节制闸位置示意图

Fig. 1 Location diagram of each sluice gate in Beijing Shijiazhuang section of South to North Water Diversion Project

表 1 各闸门相关设计参数及水位流量

Tab. 1 The related design parameters and water flow of each sluice gate

编号	名称	桩号	距离	闸底高程 / m	单孔宽 / m	孔数 / 孔	半径 / m	设计水位 / m	设计流量 / (m ³ · s ⁻¹)	加大水位 / m	加大流量 / (m ³ · s ⁻¹)
1	磁河节制闸	31+ 965	30	66.72	6	3	10	73.98	165	74.29	190
2	沙河(北)节制闸	47+ 142	15	65.34	6	3	10.2	72.67	165	72.90	190
3	唐河节制闸	75+ 929	29	63.79	5.5	3	9.5	70.58	135	71.00	160
4	放水河节制闸	101+ 626	26	65.15	7	3	6.8	69.44	135	69.89	160
5	蒲阳河节制闸	114+ 824	13	61.64	6	3	10	68.64	135	69.23	160
6	岗头节制闸	141+ 922	27	60.59	7.8	2	8.2	65.99	125	66.51	150
7	北易水节制闸	187+ 392	46	55.76	5.5	2	9.7	62.84	60	63.09	70
8	坟庄河节制闸	202+ 097	15	55.60	5.4	2	8.8	62.00	60	62.18	70
9	北拒马河节制闸	227+ 470	25	56.57	5.6	2	6.5	60.30	50	60.42	60

注: 编号 1 对应的是渠首至磁河节制闸的距离, 编号 2 对应的是磁河至沙河北节制闸的距离

(1) 2013 年 6 月 23 日京石段全线普降小雨, 最晚至 24 时雨停。在降雨期间各节制闸没有调节闸门, 受降雨的影响磁河节制闸、坟庄河节制闸以及北拒马河节制闸前水位均有不同程度的上涨, 在闸门开度不变的情况下磁河节制闸前水位在降雨期间上涨 36 mm, 坟庄河闸前水位上涨 30 mm, 北拒马河闸前水位上涨 55 mm(图 2), 其他闸前水位基本没有上涨。

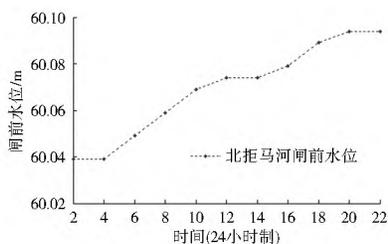


图 2 2013 年 6 月 23 日北拒马河闸前水位变化

Fig. 2 Water level change in front of Beijuma River sluice on June 23, 2013

从图 2 中可以看出, 受本次降雨影响北拒马河节制闸的闸前水位在降雨期间呈持续上涨的趋势, 在降雨结束后水位

位置见图 1。在四次通水运行过程中的汛期发生了不同程度的降雨, 渠道水位也有不同程度的上涨。前三次通水节制闸调节比较频繁, 虽然局部时段水位浮动较大, 但由于没有降雨记录, 无法判定是否降雨影响的结果。第四次输水虽然也没有雨量数值的观测, 但有详细的日报记录了降雨起止时间和大、中、小等定性描述。因此, 根据入渠水量变化、闸门调节情况、水位涨幅情况, 来判断降雨对水位的影响。

开始有所回落, 水位仅上涨了 55 mm。这说明当京石段全线普降小雨时, 降雨对渠道水位的影响不大, 水位涨幅很小。

(2) 2013 年 6 月 9 日 0 时至 10 日 24 时, 京石段全线普遍降雨, 其中放水河节制闸附近晨间发生大雨。由 2012 年-2013 年的观测数据可知, 磁河节制闸、漠道沟节制闸、蒲阳河节制闸、岗头节制闸前水位均有上涨, 且涨幅偏大。其他节制闸前基本没有水位上涨的情况。在降雨期间, 磁河节制闸在没有调整开度的情况下, 闸前水位上涨 126 mm; 漠道沟节制闸在 6 月 9 日 16 时将闸门开度由 0.26 m 变为 0.27 m, 在没有调整闸门开度的时间里闸前水位上涨 220 mm; 蒲阳河在降雨期间多次调整闸门开度, 该闸前水位受闸门开度变化以及降雨影响水位持续上涨; 岗头节制闸在闸门开度不变的情况下闸前水位上涨了 230 mm, 且水位先升后降(见图 3)。需要指出的是, 漠道沟节制闸为了控制下游岗头节制闸水位, 在降雨期间对闸门开度进行了几次调整, 所以岗头节制闸水位才会呈现先升后降、后又小幅上升的趋势。总体来看这次降雨对渠道内水位的影响比较大, 各闸前水位的涨幅偏高, 但是在降雨结束后水位便迅速回落。由于降雨期间对节制闸开度进行了调整, 工程运行没有受到不良影响。

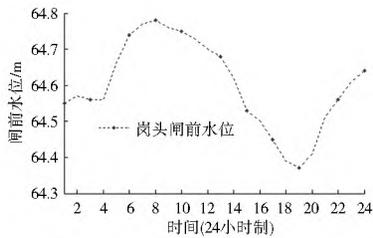


图3 2013年6月9日至10日岗头闸前水位变化

Fig. 3 Water level change in front of Gangtou sluice from June 9 to June 10 in 2013

(3) 渠道内在 2013 年 7 月 8 日 23: 30 至 9 日 06: 30, 京石段全线降雨, 其中磁河节制闸、漠道沟节制闸、蒲阳河节制

表 2 各闸闸门开度及闸前水位

Tab. 2 The gate opening and water flow of each sluice gate

m

时间	磁河闸		漠道沟闸		蒲阳河闸		岗头闸		北易水闸		坟庄河闸		北拒马河闸	
	开度	水位												
7月9日0时	0.130	72.131	0.290	69.576	0.070	68.111	0.220	64.620	0.440	61.450	0.510	60.801	0.224	60.174
7月9日2时	0.130	72.173	0.290	69.572	0.07	68.131	0.220	64.630	0.440	61.480	0.510	60.806	0.224	60.169
7月9日4时	0.130	72.226	0.290	69.571	0.07	68.151	0.220	64.680	0.440	61.480	0.510	60.816	0.224	60.184
7月9日6时	0.140	72.218	0.290	69.581	0.07	68.161	0.220	64.720	0.440	61.480	0.510	60.816	0.224	60.184

1.2 不同重现期的暴雨对渠道水位的影响及相应措施

前文分析显示,大雨会导致京石段工程部分渠道水位上涨,但不会达到渠道的警戒水位,部分渠段甚至没有达到设计水位,因此一般情况下大雨不会对渠道造成严重的安全隐患。然而,目前试运行期间并没有发生过特大暴雨。为了分析正式通水以后发生暴雨、甚至大暴雨下的渠道安全,有必要探讨不同重现期暴雨对水位的影响,计算渠道控制水位。

根据河北省暴雨图集^[3]分析计算,京石段工程 24 h 内发生不同重现期暴雨时的降雨深^[4]见表 3。

表 3 不同重现期降雨深

Tab. 3 Rainfall depths in different return periods

重现期 / 年	5	10	20	50	100	200	300	500
降雨深 / mm	123.3	169.2	216.9	280.8	331.2	380.7	410.4	448.2

由通水运行记录可以得出各闸前水位情况见表 4。

表 4 各节制闸不同闸前水位表

Tab. 4 Water levels in front of each sluice gate

项目	磁河	漠道沟	蒲阳河	岗头	北易水	坟庄河	北拒马河
控制水位 / m	72.07	69.60	67.14	64.61	61.36	60.64	60.00
设计水位 / m	73.66	71.32	68.64	65.99	62.84	62.00	60.30
警戒水位 / m	74.29	71.78	69.23	66.51	63.09	62.18	60.40

由于汇流和其他因素的对水位的影响较小。水位涨幅基本都是由降水引起的,可以用降雨深的数值近似代表水位的涨幅,所以当渠道范围内发生不同重现期的降雨时,根据不同的降雨深可以初步计算出闸前水位的上涨情况。对比

闸、北拒马河节制闸发生中到大雨。在降雨期间各闸闸门开度及水位变化情况见表 2,可以看出,各闸闸门开度都没有调整,而各闸前水位均有较大幅度的上涨,最大的是岗头节制闸前水位上涨了 100 mm,其次磁河节制闸前水位也上涨了 95 mm,漠道沟节制闸前水位受降雨影响较小只有 5 mm。

通过对上述三次实际降雨情况的分析,当发生小到中雨时渠道内水位上涨不大,一般在 20~ 30 mm 左右,部分渠段水位甚至没有影响;当发生大雨时,渠道内水位在降雨时段会有短时间内的上涨,一般在 80~ 100 mm,个别渠段达到 230 mm,及时调整闸门开度可使水位在降雨结束后迅速回落到正常水位。

上涨水位与渠道警戒水位即可不同频率的降雨是否会对渠道安全以及工程正常运行造成影响。

(1) 当水位在应急工程设计的控制水位的情况下,当发生 10 年一遇的降雨时,渠道内水位上涨 169.2 mm。水位变化情况与设计水位以及警戒水位的比较见图 4、图 5,可以看出各闸上涨后的水位同设计水位相差很大,不会对渠道的安全造成严重影响。由此推算出在以后的输水运行过程中,在 24 h 内发生 10 年一遇降雨时的控制水位见表 5,即渠道内各闸门的水位在表 5 中的控制水位以下时比较安全。

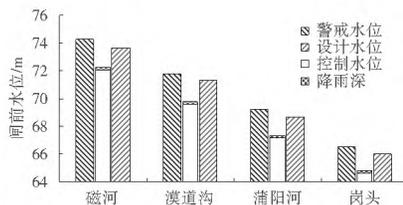


图 4 磁河 岗头闸水位变化情况及与设计水位、警戒水位的比较

Fig. 4 Comparison of water level changes and the design and the warning levels of Cihe Gangtou sluice gate

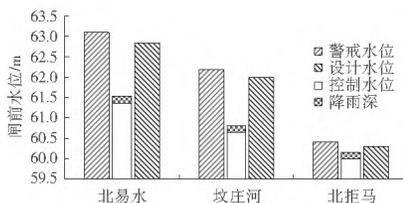


图 5 水位变化情况及与设计水位、警戒水位的比较

Fig. 5 Comparison of water level changes and the design and the warning levels

同理,表 6 给出了当 24 年内发生 10 年、20 年、50 年和 100 年一遇的降雨时各闸的闸前控制水位。在运行调度时,如果预报出上述重现期的降雨,各闸闸前水位应控制在表相应的控制闸前水位范围内。

表 5 10 年一遇暴雨时各闸控制闸前水位

Tab. 5 The control water level in front of each sluice gate with a once in 10 years heavy rainfall

节制闸	设计水位	警戒水位	闸前控制水位
磁河节制闸	73.66	74.29	74.121
漠道沟节制闸	71.32	71.78	71.611
蒲阳河节制闸	68.64	69.23	69.061
岗头节制闸	65.99	66.51	66.341
北易水节制闸	62.84	63.09	62.92
坟庄河节制闸	62.00	62.18	62.011
北拒马河节制闸	60.30	60.40	60.231

表 6 发生不同重现期暴雨时各闸前控制水位

Tab. 6 The control water level in front of sluice gate for heavy rainfalls in different recurrence periods

节制闸	m			
	10 年 一遇暴雨	20 年 一遇暴雨	50 年 一遇暴雨	100 年 一遇暴雨
磁河控制闸	74.115	74.065	74.999	73.946
漠道沟控制闸	71.604	71.554	71.489	71.436
蒲阳河控制闸	69.054	69.005	68.939	68.887
岗头控制闸	66.336	66.286	66.221	66.169
北易水控制闸	62.914	62.864	62.798	62.745
坟庄河控制闸	62.004	61.954	61.889	61.836
北拒马河控制闸	60.227	60.178	60.113	60.061

2 结语

本文根据 2008 年-2013 年南水北调中线干线京石段工程已经完成的四次向北京输水任务的相关资料和河北省中小流域设计暴雨洪水图集,探讨了实际降雨对渠道水位的影响和不同重现期暴雨对渠道水位的影响,发现在南水北调京石段近五年的试运行期内,汛期降雨多以小雨为主,渠道内水位普遍上涨 20~30 mm,部分渠段水位甚至不受影响;当渠道内发生中到大雨时,渠道内的水位一般上涨 80~100 mm,部分渠道甚至涨幅更大;降雨没有影响渠道的正常输水,做到了平

稳安全度汛。不过在工程的高填方段,水位上涨容易造成安全隐患,因此当降雨影响渠道水位时,应根据水位变动情况,及时关小其上游的闸门、调大其下游的闸门。当水位持续上涨,居高不下时,必要的时候要考虑开启退水闸。

此外,京石段工程目前没有安装降雨量观测设备,建议增加降雨量的观测,更好地掌握渠道的雨情信息,并根据降雨预报提前做出应对不同程度降雨的水位控制预案,如沿线普降大雨到暴雨时,要提前适当地减少入渠水量,根据各渠道的蓄水能力提前先把水存到蓄水能力大的渠段,保证降雨期间输水渠道的安全运行。

参考文献(References):

- [1] 田燕琴,陈太文.南水北调中线京石段应急供水工程度汛方案分析[J].海河水利,2013(2):32-37.(TIAN Yan qin, CHEN Tai wen. Flood control plan for the emergency water supply project of the beijing-shijiazhuang section of south to north water transfer analysis[J]. Haihe Water Resources, 2013(2): 32-37. (in Chinese))
- [2] 郭志起,王秀茹.河北省地区 50 年来降水变化特征分析[J].南水北调与水利科技,2012,10(6):67-71.(GUO Zhi qi, WANG Xiu ru. Variations of precipitation in recent 50 years in Hebei Province[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2012, 10(6): 67-71. (in Chinese))
- [3] 河北省水利厅勘测设计院,河北省水文总站.河北省中小流域设计暴雨洪水图集[Z].1985.(Reconnaissance and design institute of hebei provincial water resources bureau, Hydrological station in hebei province. Hebei province small and medium sized basin design storm floods atlas[Z]. 1985. (in Chinese))
- [4] 陈剑池,陈桂亚,丁志立.南水北调中线工程无资料地区设计洪水计算方法综述[J].水利水电快报,1999,20(2):8-11.(CHEN Jian chi, CHEN Gui ya, DING Zhi li. Areas of South to North Water Transfer Project with no data design flood calculation method were reviewed[J]. Express Water Resources & Hydropower information, 1999, 20(2): 8-11. (in Chinese))

《南水北调与水利科技》编辑部郑重声明

《南水北调与水利科技》自创刊以来,从未委托任何中介机构、网站及个人征稿,请广大读者、作者提高警惕,不要通过他人投稿,更不要向他人或不明机构缴纳任何费用。

编辑部投稿网址: www.nsbdkk.net, 电话: 0311-85020535, 85020639, 85020507, 85020512。

《南水北调与水利科技》编辑部