

昌黎县歇马台蓄水闸关于过闸水位差确定的讨论

刘晓寒

中国水利水电建设工程咨询渤海有限公司 天津 300221

摘要: 水力计算是水闸工程设计的前提,其中过闸水位差的确定直接决定水闸的闸孔设计,继而影响工程造价和上游河道淹没程度。本文选取的工程为拆除重建项目,重建时水位差的选取不仅要满足水力计算、结构设计以及安全、经济的要求,更要重视对上游河道的淹没影响,因此,提出了本项目关于选择过闸水位差问题的相关讨论。

关键词: 蓄水闸;过闸水位差;河道束窄;上游河道影响

1 工程概况

歇马台蓄水闸坐落在饮马河下游段的减河上,闸址位于昌黎县葛条港乡歇马台村南,距下游秦滨高速公路约1.2km。蓄水闸的主要任务是拦蓄上游河道来水,为两岸农田提供灌溉用水,并通过闸、桥合建连接两岸交通,设计蓄水量40万 m^3 ,控制灌溉面积2500亩。

蓄水闸建成于1980年,现状歇马台蓄水闸主要由上游铺盖、闸室、下游消能设施及两岸护坡、翼墙等组成。上游铺盖长10m,为厚1.0m的浆砌石结构。闸室长10.1m,共29孔,单孔净宽2.75m,设有29扇木质工作闸门和29台螺杆式启闭机。闸室底板高程3.26m(国家85高程基准,以下同),为厚1.0m浆砌石结构;闸墩为浆砌粗料石结构,中墩厚0.7m,墩顶上游侧设有机架桥,下游侧设宽7.5m的交通桥。闸室下游消力池长10m,为厚0.5m浆砌石结构,池深0.7m,池后设有抛石防冲槽。

2009年,歇马台蓄水闸开始进行第一次安全鉴定,被鉴定为三类闸。后进行除险加固工作,由于资金不到位等种种原因,除险加固工程一直未实施。歇马台蓄水闸建成运用已近40多年,建筑物存在着较为严重的安全隐患,影响工程效益的正常发挥。自2021年12月开始^[1],歇马台蓄水闸开展了第二次安全鉴定,经秦皇岛市水务局审定,歇马台蓄水闸被鉴定为四类闸,需要拆除重建。河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司于2024年3月31日编制完成《昌黎县歇马台蓄水闸重建工程初步设计报告》(报批稿)并通过审批。结合《昌黎县城乡总体规划(2011~2030)》,重建的歇马台蓄水闸设计洪水标准为20年一遇,校核洪水标准为50年一遇;最大设计流量为584 m^3/s ;闸室共9孔,单孔净宽7.0m,为三孔一联共三联的钢筋混凝土结构,设有9扇平面工作钢闸门和9台固定式卷扬启闭机;连接两岸的跨河交通桥采用闸、桥合建方式,桥面总宽8.0m。按2023年第四季度价格水平计算,工程概算总投资3517.99万元。施工总工期为11

个月,2024年5月正式开工建设。

2 过闸水位差的确定

在水闸设计中,过闸水位差的确定,直接影响孔口尺寸的大小,对水闸的工程造价和上游的淹没影响等关系极大。如采用较大的过闸水位差,虽然可缩减闸孔总净宽,降低水闸工程造价,但却束窄了河道,抬高了水闸上游水位,不仅要加高上游两岸的堤顶高程,而且有可能增加上游淹没损失,因此,确定水闸水位差时,应认真处理好节省水闸工程造价和减少上游堤防工程量以及淹没影响等方面的关系。在平原地区,对于排涝闸和挡潮闸,为了争取时间抢排,尽量减免滞情,在计算闸孔总净宽时,往往采用较小的过闸水位差;对于进水闸和分水闸,为了在低水位情况下也能获取较多的流量,有时也采用较小的过闸水位差;而对于拦河节制闸,为了减轻上游堤防的负担,也不允许过分太高水闸上游水位,因此也采用较小的过闸水位差。昌黎县为平原地区,根据国内水闸实际工程经验,在一般情况下,平原地区水闸的过闸水位差可采用0.1~0.3m,当然,在水闸设计中,对过闸水位差的确定,还应结合水闸的功能、特点、运用要求及其他具体情况综合考虑。

本工程所在地貌单元为华北冲洪积平原区,地形总体平坦、开阔。水闸坐落在歇马台村南减河上,河床高程1.5~3.6m,两岸地面高程5.0~7.0m,河床为宽浅型。主要任务是拦蓄上游河道来水,为两岸农田提供灌溉用水。

减河清淤治理后闸址范围内的现状河底宽度约为90m,纵坡1/2000,两岸设计边坡1:2.5,河道50年一遇洪水闸下水位为5.73m。根据水力计算,水闸上、下游水位差分别取为0.1m、0.2m、0.3m时,闸孔总净宽为76.6m、66.8m、60.2m。

根据《水闸设计规范》(SL265-2016),设计所选定的闸孔总净宽一般要大于计算值的3~5%,以留有余地;同时,考虑到过闸流量对消能工布置和工程造价的

影响，还要求闸室总宽度与河道宽度（即通过设计流量的平均过水宽度）相适用，当河底宽度50~100m时其比值一般为0.6~0.75。

蓄水闸底板高程2.26m，正常蓄水位5.26m，闸门挡

水高度3.0m，闸门高度为3.5m。按照上述3个闸孔总净宽进行闸孔布置，经比较，闸室采用三孔一联的钢筋混凝土结构，共三联、9孔，闸孔布置见表1。

表1 不同上、下游水位差的闸孔布置

上、下游水位差	0.1m	0.2m	0.3m
计算的闸孔总净宽	76.6m	66.8m	60.2m
选定的闸孔总净宽	9.0m×9 = 81.0m (约大于计算值的5%)	7.5m×9 = 67.5m (约大于计算值的1%)	7.0m×9 = 63.0m (约大于计算值的4.6%)
底板厚度	1.5m	1.3m	1.2m
中墩厚度	1.2m	1.2m	1.2m
缝墩厚度	0.9m	0.9m	0.9m
边墩厚度	0.9~1.5m	0.9~1.3m	0.9~1.2m
闸室总宽度	94.8m	80.9m	76.2m

由表1可以看出，水位差0.1m时，闸室总宽度大于河道底宽90m，不符合一般建闸经验；水位差0.2m、0.3m时，闸室总宽度与河道宽度之比分别为0.82、0.77；选定的闸孔总净宽，水位差0.3m时大于计算值的4.6%，水位差0.2m时仅大于计算值的1%。由此得出，水位差0.3m时为最佳方案。

3 对原河道的影响

昌黎县境内减河原设计为一条排水河道，设计排涝标准为10年一遇；2012年、2015年，昌黎县先后实施了

饮马河、减河清淤治理工程，秦皇岛市水利勘测设计院编制的《昌黎县饮马河、减河清淤治理工程初步设计报告》（青乐公路~秦滨高速）中，减河作为地下河按设计流量595m³/s进行治理。本次歇马台蓄水闸重建，其设计洪水标准为20年一遇、校核洪水标准为50年一遇，按50年一遇洪水标准复核河道水面线，歇马台蓄水闸以上河段断面采用2015年清淤设计报告的横断面数据。起始断面为水闸首端（桩号8+300），起推水位6.03m，河道糙率0.03，纵坡1/2000，详见表2。

表2 歇马台蓄水闸闸上河段工程后50年一遇洪水位

河道桩号	50年一遇洪水位（m）		左岸高程（m）	右岸高程（m）	备注
	天然	工程后			
12+400	8.14	8.14	8.72	8.62	
11+800	7.83	7.86	8.52	8.01	
11+200	7.51	7.55	8.47	8.28	
10+600	7.18	7.23	7.72	7.12	
10+000	6.81	6.89	7.11	7.42	
9+400	6.47	6.57	6.63	7.73	
9+200	6.35	6.47	7.2	6.62	
9+000	6.22	6.35	6.34	6.87	
8+800	6.09	6.24	6.4	6.94	
8+600	6.04	6.20	6.71	6.63	
8+400	5.88	6.06	6.10	6.21	
8+300	5.82	6.03	6.4	6.11	水闸首端

蓄水闸上、下游水位差取为0.3m时，所在河段闸上水面线均低于两岸地面高程，仍属于地下河，河道的防洪标准达到50年一遇，高于《昌黎县国土空间总体规划（2021-2035）》（目前尚未批复）确定的20年一遇防洪要求，不影响河道上游的防洪安全；蓄水闸闸雍水影响长度约为4.1km，经调查，雍水范围内不存在增加河道上

游淹没损失问题。

4 新建闸室宽度对两岸衔接的影响

本次重建，水闸轴线下移22m，闸室总宽度为76.2m，较现状闸室总宽度减少了24.4m。重建的水闸，上游翼墙、闸室边墩、下游翼墙背水侧回填河床开挖的砂性土，与现状水闸拆除后的岸边相接；上游连接段岸

边以河道中心线两侧45m为基准线回填河床开挖的砂性土,并形成坡度1:2.5的边坡,再进行护坡;上游连接段前端侧、下游连接段末端侧岸坡较陡,采用长5m的渐变段分别与现状河道岸坡平顺连接。砂性土压实相对密度均不小于0.6。经复核,采取以上措施后,可消除因闸室总宽度减小对河道水力条件及两岸衔接的影响。

5 过闸水位差的确定是闸孔孔数比选的基础

根据水力计算成果,蓄水闸上、下游水位差取为0.3m时,计算的闸孔总净宽为60.2m。由于闸孔总净宽较大,为便于水闸的运行管理,闸孔数量不宜过多,对闸孔孔数布置进行了三个方案的比选^[2]。

方案一:闸孔共9孔,单孔净宽7.0m。闸室为三孔一联的钢筋混凝土结构,共三联。闸室总宽度为76.2m。

方案二:闸孔共8孔,单孔净宽8.0m。闸室为两孔一联的钢筋混凝土结构,共四联。闸室总宽度为76.8m。

方案三:闸孔共7孔,单孔净宽9.0m。闸室为中间三孔一联、两侧两孔一联的钢筋混凝土结构,共三联。闸室总宽度为74.4m。

方案一和方案三闸孔为单数,方案二为双数,从有利于水闸安全运行的角度考虑,方案一和方案三较优;三个方案启闭机的型号均相同,方案三较方案一、方案二启闭机数量分别减少2台、1台,便于启闭机的维护和管理;三个方案单联最大闸底板宽度分别为25.5m、19.4m、31.2m,从温控措施角度考虑,方案一、方案二优于方案三;另外,《水利水电工程钢闸门设计规范》(SL74-2019)对闸门的宽度和高度也有一定的要求,单

孔净宽7m对应的闸门高度宜采用3.5~7.0m,单孔净宽9m对应的闸门高度宜采用4.0~9.0m,方案一选定的闸门尺寸优于方案二和方案三。综合以上分析,闸孔孔数选择方案一,即闸孔共9孔,相应的单孔净宽7.0m。

结语

本工程拆除的现状水闸总宽度大于河底宽度,在河道上形成凸型平面布置。水闸重建后束窄河道,要充分论证是否影响上游河道的防洪安全。本次蓄水闸重建结合工程实际,过闸水位差根据规范和国内水闸建设的经验,平原地区取0.1~0.3m,取0.1m、0.2m、0.3m时分别进行孔口尺寸的比较,选取最优方案,即水闸上、下游水位差取为0.3m。同时,论证了这一水位差不影响河道上游的防洪安全,也不会增加河道上游淹没损失,工程措施也可消除因闸室总宽度减小对河道水力条件及两岸衔接的影响^[3]。合理的选择过闸水位差,为闸孔的孔数比选奠定了基础,也对水闸工程的安全性、经济性进行了有效优化。因此,认真研究并选定合理的过闸水位差是必要的。

参考文献

- [1]陈宝,张世儒.水闸[M].北京:中国水利水电出版社.2003:43-44.
- [2]河北省水利水电勘察设计院集团有限公司.昌黎县歇马台蓄水闸重建工程初步设计报告(报批稿).[R].2024.
- [3]沈长松,刘晓青,王润英,张继勋.水工建筑物(第二版)[M].北京:中国水利水电出版社.2020:414.