

广州市增城区小楼镇小楼墟闸站改造设计

张甲元

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

摘要：随着增城区小楼镇城市化进程的加快、社会经济的快速发展，小楼墟闸站由于建设年代久远、工程设计标准低、破损严重、城市化发展迅速等原因，已不能满足现状排水需求。本文以对增城区小楼镇小楼墟闸站进行改造设计为例，为其他类似工程提供参考。

关键词：小楼墟闸站；防洪排涝；改造设计；工程标准

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.095

一、工程概况

小楼镇位于增城区北部，距市区10公里。广河、增从高速贯穿境内，设有二龙、腊圃、西园三个出入口，1小时可直达广州中心城区。近年来，小楼镇以创建广州东部生态旅游特色小镇为目标，社会经济保持协调可持续发展，先后获得省文明镇、省教育强镇、省卫生镇、省农业旅游示范基地、国家安全社区、国家文明村镇等荣誉。

小楼镇小楼墟闸站改造工程位于增城区小楼镇人民政府处增派公路的东侧，东经 $113^{\circ}50'$ ，北纬 $23^{\circ}23'$ 。增城位于珠江三角洲东北部、广州东部，背靠大广州，南与东莞隔江相望，东临惠州，北界从化、龙门，地处广州、东莞、深圳、香港等发达区间，是广州通往东莞、深圳、香港和粤东各地的交通咽喉。增城建县于东汉建安六年（201年），隶属南海郡，因南海郡原辖6县，新设一县，增多一城，故曰“增城”。1993年撤县设市，2014年2月撤市设区。辖4个街道办事处、7个镇、282个行政村和55个社区，常住人口103.68万。辖区内的增城经济技术开发区是广州市三个国家级开发区之一。

小楼墟闸站改造工程区内地形地貌属于丘陵地貌，四周零星分布低山丘陵，为增江冲积平原。现状省道增派公路到达场区，交通便利。小楼镇地处南亚热带，属亚热带海洋性季风气候。其特征为：炎热多雨，长夏无冬。春季冷暖空气交替；夏季天气闷热；冬季常有寒潮侵袭，偶有霜冻和冰冻。由于汛期暴雨频繁，涝灾是本区的主要自然灾害之一。

本工程主要任务为排涝，根据《室外排水规范》（GB 50014-2006）（2016版），按重现期5年的排涝标准；根据《防洪标准》（GB 50201-2014）、《增城市水系规划》，采用20年一遇防洪标准。本工程设计排涝流量 $8.63\text{ m}^3/\text{s}$ ，装机容量396kw，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《泵站设计规范》（GB50265-2010），排涝泵站工程等别属IV等，工程规模为小（1）型；水闸工程等别属V等，工程规模为小（2）型；增江堤防工程级别为4级；主要建筑物级

别为4级，次要建筑物为5级，临时性建筑物为5级。

本工程主要建设内容为：重建排涝泵站一座（ $8.63\text{ m}^3/\text{s}$ ）、新建排涝防洪水闸一座、重建排水箱涵长68m、预埋污水管长72m、新建管理房一座。

二、工程任务与规模

（一）工程任务

（1）建设任务

根据《室外排水规范》（GB 50014-2006）（2016版），按重现期5年的排水标准，重建小楼墟泵站、新建小楼墟水闸完善小楼围排涝防洪体系，确保区域的排涝防洪安全。小楼墟排涝面积为 0.33 km^2 ，重建排涝泵站一座（设计排水流量为 $8.63\text{ m}^3/\text{s}$ ）、新建排涝防洪水闸一座（长8.2m、宽3.8m、底板高程5.56m）、重建排水箱涵长68m、配套绿化景观工程等。

（2）工程任务

1) 排涝

对小楼墟闸站进行重建，提升区域排涝能力；利用排水管渠、水闸与泵站等形成完善的排涝系统，解决小楼墟片区内涝问题，保护排涝片区人民生命财产安全。

2) 防洪

小楼墟排涝片区位于增江右岸，集雨面积约 0.33 km^2 。新建小楼墟水闸，完善小楼围20年一遇的增江干流堤防防洪体系，抵御外江洪水灾害。

（二）工程规模

1. 设计标准

根据《增城市水系规划》（2004-2020），小楼镇采用20年一遇24小时暴雨不成灾标准。

根据《室外排水规范》（GB 50014-2006）（2016版），特大城市和特大城市中心城区的重要城区管渠重现期5~10年，根据《广州雨水系统总体规划》（2012版），小楼镇雨水管渠规划重现期为5年。而该排涝区属于小楼镇中心区，位置重要，因此，小楼镇区雨水管渠规划重现期为5年。

根据《防洪标准》（GB 50201-2014）、《增城市水系规划》，小楼围堤防防洪标准采用20年一遇。本次拟建小楼墟闸站位于防洪堤上，根据《水闸设计规范》（SL265-2016），闸站防洪标准不应低于防洪堤的防洪标准，故本次小楼墟闸站改造工程采用20年一遇防洪标准。

2. 泵站设计规模

泵站设计排涝流量采用小楼墟排涝片区5年重现期洪峰流量计算成果，设计流量为 $8.63\text{ m}^3/\text{s}$ ，装机容量396kW，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《泵站设计规范》（GB50265-2010），排涝泵站工程等别属IV等，工程规模为小

(1) 型。

(1) 泵站调度原则

1) 当内涌水位高于外江水位时, 应采用水闸自流排水; 当内涌水位低于外江水位时, 关闭水闸存蓄涝水, 并根据闸前水位, 逐步开启泵站排水。

2) 当预报有暴雨时, 可通过自排将涌口处水位预排至6.5m, 当暴雨预报不及时且不满足自排条件时, 内涌水位超过8.8m应启动泵站(部分机组)排水, 泵站开启后, 为避免频繁启闭, 允许水位最低降至8.5m。

3) 泵站开启后, 若涌口水位降至8.5m则关闭泵站, 若开启后水位仍持续上涨, 则应根据水位逐级开启泵站机组, 直至水位超过9m时, 泵站所有机组全开, 流量达到最大(8.63m³/s)。

(2) 泵站运行工况

原小楼墟涌是增江众多支流中一条较小的支流, 现已填埋, 改造成管道排水系统。因此, 本次小楼墟排涝泵站汇水区洪水与外江洪水遭遇分析按两种方案考虑, 一是内洪为主, 遭遇外江5年一遇或多年平均洪水, 二是外洪为主时, 遭遇围内5年重现期洪水。

1) 内洪为主, 遇外江5年一遇或多年平均洪水位

根据《增江中下游干流设计洪水水面线复核》报告成果, 小楼墟排涝闸站址处外江多年平均洪水位为7.00m, 5年一遇洪水位为8.51m, 其中5年一遇洪水位, 不利排涝, 故选其作为外江水位。根据小楼镇区域的地形图, 该区域最低高程为10.00m, 故遇外江5年一遇洪水位8.51m时, 可实现自排。

2) 外洪为主, 遇围内5年重现期洪水

小楼墟闸站外江20年一遇水位为11.21m, 当遇围内5年重现期洪水时, 由于围内局部地区地势较低无法实现自排, 需开启泵站抽排。

通过上述两种组合方案和外江水位的分析可知: 内洪为主遇外江5年一遇洪水时, 可自排。外洪为主, 遇围内5年重现期洪水, 需开启泵站抽排。由此可见, 外江高水位时对泵站排水最为不利, 故以外洪为主计算闸站规模较为安全。

(3) 排涝泵站设计流量

据《泵站设计规范》(GBT50265-2010), 泵站设计排涝流量, 可根据排涝标准、排涝方式、排涝面积及调蓄容积等综合分析计算确定。为确保工程安全, 本次设计不考虑管网的调蓄能力, 泵站设计采用5年重现期的排水流量8.63m³/s。

(4) 排涝泵站特征水位

1) 外江特征水位

根据《泵站设计规范》(GB50265-2010), 泵站等别为IV等, 规模为小(1)型, 泵站主要建筑物的设计防洪标准为20年一遇。

防洪水位: 取20年一遇外江洪水位11.21m。

设计水位: 泵站外江设计水位可取5~10年一遇洪水的排水时段平均水位, 该泵站外江设计水位取10年一遇洪水位9.80m。

最高运行水位: 当外江水位变化幅度较大时, 应取

10~20年一遇洪水的排水时段平均水位。该泵站外江最高运行水位取外江20年一遇洪水位11.21m。

最低运行水位: 最低运行水位取泵站开机排水时的外江最低水位, 根据现有增江数据资料及内涌设计水位, 最低运行水位取为9.00m。

2) 进水池特征水位

设计水位: 在调蓄容积不大的排涝区, 可取排水区内部90%以上的高程作为排水渠道的设计水位, 泵站进水池设计水位取由排水渠道设计涝水位推算到站前的水位。

根据1/2000地形图以及实测1/500带状地形图, 局部地区高程低点为10.00m, 考虑排水渠道的水力坡降, 泵站进水池设计水位取9.00m。

最高运行水位: 最高运行水位是排水泵站正常运行的上限排涝水位, 超过这个水位, 将扩大涝灾损失, 调蓄区的控制工程也可能遭到破坏。由于本区域仅有总体规划而尚无编制控制性详细规划, 因此无规划用地的建基面高程。根据现状1:2000地形图以及实测1/500带状地形图, 小楼镇政府处于排涝片区的中心区域, 其最低高程点为10.00m左右, 超过10.00m将对区域产生损失较大。综合以上分析, 进水池最高运行水位为10.00m。

最低运行水位: 最低运行水位按降低地下水埋深或调蓄区允许最低水位的要求推算到站前的水位, 外江最低运行水位为9.00m, 考虑到坡降的影响, 综合分析, 确定本泵站最低运行水位为8.50m。

3. 水闸设计规模

水闸设计流量采用小楼墟排涝片区5年重现期洪峰流量计算成果, 设计流量为8.63m³/s, 根据相关规范, 水闸工程等别属V等, 工程规模为小(2)型。

闸底板高程: 参考河道河床现状高程, 拟定闸底高程为5.56m。

闸宽: 闸址处箱涵宽为3.0m, 根据规范要求及结合水闸总体平面布置、闸门型式及水闸闸址处征地情况等, 在能有效控制流量前提下, 适当减少了闸室总净宽, 经统筹考虑拟定水闸总净宽为3.0m。

(1) 水闸运行工况

根据新建水闸的功能和任务, 水闸运行时存在排涝、防洪2种工况。

1) 排涝工况

排涝过程中, 若内涌高于外涌, 则开闸排水; 若外涌水位高于内涌水位并持续上涨, 则关闸蓄水, 直至外涌水位低于内涌水位时, 开闸排水。

2) 防洪工况

新建水闸, 外接增江, 内接排水箱涵, 外江需不低于增江防洪标准, 内涌需不低于内河所建排涝闸站最高运行水位。

(2) 水闸特征水位

1) 外江特征水位

最高运行水位: 水闸所处位置处堤防防洪标准为20年一遇, 因此, 水闸建筑物的设计防洪标准取为20年一遇。水闸最高运行水位取20年一遇外江洪水位11.21m。

常水位：根据小楼镇外江多年平均水位，确定水闸常水位为7.00m。

最低运行水位：汛期增江洪水频发，为了有效防洪，取箱涵出水口高程，其值为5.10m。

2) 内河特征水位

最高运行水位：水闸内最高运行水位需不低于所建排涝泵站进水池最高运行水位10.00m。故水闸最高运行水位取10.00m。

常水位：综合小楼围地面高程情况，并与外江常水位保持一致。

综合以上分析，结合小楼墟所建排涝泵站特征水位，水闸各特征水位见表1。

表1 水闸特征水位表

项目		数值	备注
外江	常水位	7.00m	
	最高运行水位	11.21m	P=5%
	最低运行水位	5.10m	
闸内	常水位	7.00m	
	最高运行水位	10.00m	
	最低运行水位	5.10m	

(3) 水闸设计流量

水闸设计流量采用小楼墟排涝片区5年重现期洪峰流量计算成果，设计流量为8.63m³/s。

三、工程布置及建筑物

(一) 工程总布置

- 1) 遵守规划、尽量少征地、少拆迁；
- 2) 综合考虑地形、地质、电源、对外交通、施工管理等因素，进行经济技术比较；
- 3) 应有利于绿化、净化环境，有利于景观布置和生态保护；
- 4) 泵站出水口应避免建在顶冲或淤积严重的河段；
- 5) 方便工程建成后的运行、管理。

(二) 主要建筑物设计

(1) 泵站

泵站布置受地形限制，占地要求尽量小。为了便于灵活运行，排涝泵站水泵台数选择3台（单台泵设计流量2.95m³/s，泵站装机流量为8.85m³/s），排涝泵与排涝防洪闸一列式并排布置，尽量减少占地。根据排涝泵站占地面积尽量小、土建结构尽量简单、扬程较低等特点，排水泵选择潜水轴流泵型号900ZQB-125，装机3台一列式并排布置，每台泵有单独的流道，每个流道宽2.70m，流道之间用C25钢筋砼中墩隔开，中墩及两侧边墙厚0.80m，机组间距3.50m，泵室总宽11.30m，长5.20m，底板高程5.56m，泵室顶高程12.70m，在水泵顶部设置3个安装检修孔（3个机组各1个），根据机组结构尺寸确定孔宽2.70m，孔长3.05m，检修孔上设置钢盖板，厚6mm。

(2) 排涝防洪水闸

为了便于日常排水防洪，需新建一座排涝防洪水

闸，新建水闸为单孔水闸，与泵站一列式并排布置，闸门采用平板钢闸门，为减少闸门高度，在闸门内涌侧设C25钢筋砼胸墙厚0.30m，闸孔宽3.00m×高4.70m。C25钢筋砼边墙厚0.80m，闸室总宽3.80m，长8.20m，底板高程5.56m，闸室顶采用C25钢筋砼盖板厚0.20m，顶高程12.70m。在闸室顶部设置1个安装检修孔，根据结构尺寸确定孔宽2.00m，孔长3.00m，检修孔上设置钢盖板，厚6mm。

(3) 前池段

前池段宽11.30m，长5.25m，底板高程5.56m，侧向进水，在进水处设拦砂坎，坎顶高程6.06m。

(4) 出水段

出水段宽11.30m，长3.00m，底板高程5.56m，顶部为C25钢筋砼盖板，临江侧设栏杆，为减少盖板宽度，在中间设C25钢筋砼中墩（1#机组与2#机组间位置）分盖板为两跨，跨径分别为2.70m、6.20m。

(5) 抛石防冲段

为防增江水冲刷，紧邻出水段设抛石防冲段，抛石宽24.90m，长13.00m，抛石厚1.00m，外江侧设防冲槽，长5.00m，抛石厚2.00m。

结语

小楼墟闸站改造工程对提高区域的排涝标准，确保工程安全运行，实现水利现代化均有重大的现实意义，重建小楼墟闸站是必要的，也是迫切的。工程的建设不存在水文、地质、施工、环境保护、水土保持、节约能源等方面的制约因素，工程建设在技术上是可行的，在经济上是合理的。

针对本工程特点，建议如下：

(1) 工程建设需破增派公路及迁移管线等，且增派公路为一级公路，属省道S256从虎线的一段，南起市城区荔城大道，与省道S355（永鳌线）相接。建议项目实施前尽快与相关部门做好协调工作。

(2) 现状小楼墟泵站进水箱涵处汇水从两根干管处汇入，两根干管均为DN1600，坡降为0.002，在满流时，现状汇水的过流能力为5.8m³/s。由于本排涝片的设计洪水达到8.63m³/s，而现状管网过流能力偏低，建议后期结合片区管网相关规划加大管网管径，增强过流能力。

参考文献

- [1] 范立柱，刘晓鹏. 广州地区水利排涝标准与市政排水重现期的关系分析，广东水利水电，2012（12）：17~18+25.
- [2] 王怀璧，城市内涝灾害成因分析及其防治对策. 南方农机，2019（24）：235.
- [3] 冯亚辉，张黎，赵雪飞. 排涝泵站更新改造设计与实施，东北水利水电，2015（04）：5~6+12.
- [4] 熊朝伦. 增城何屋排涝泵站重建工程规划设计与实施，广东水利水电，2002（05）：7~8.
- [5] 乔刚. 闸站结合在某防洪闸工程中的应用. 水利技术监督，2014（03）：74~76.