

# 复杂城镇防洪工程设计方案的应用研究

张洋

(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南长沙 410129)

**摘要:** 文章以大埔县茶阳镇防洪工程项目为依托, 围绕城镇防洪设计方案展开研究讨论。通过该项目防洪工程设计方案的研究及应用, 探求目前难以通过城区堤防加高加固等方案解决城市防洪问题的新方案的研究和探索, 为类似工程提供借鉴和参考。

**关键词:** 防洪排涝; 撤洪; 防洪保护圈; 堤防达标

中图分类号: TV871

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2023) 01-0082-03

目前我国城市河道防洪设计多采用“上拦、中蓄、下泄、分洪”四个方案来解决防洪问题, 经过多年城市防洪建设, 一些城镇在解决防洪问题中因地理位置、地形条件、历史遗留等限制因素, 导致城镇防洪工程设计遇到很多困难和需要解决的难题。大埔县茶阳镇是广东省三个“不设防”的镇之一, 历史上多次遭遇过严重的水患, 造成过巨大的经济损失甚至人员伤亡, 近50年来当地政府及水务部分多次努力希望通过工程措施和非工程措施解决茶阳镇防洪问题, 均因方案问题、经济问题及地形条件等因素未能如愿, 导致茶阳镇防洪问题一直未得到有效解决。文章通过对茶阳镇防洪工程设计方案的应用研究, 探讨新的城镇解决防洪问题的办法, 为我国城镇防洪工程设计方案的选择提供好的借鉴作用。

## 一、工程概况

茶阳镇隶属广东省梅州市大埔县, 全镇辖区面积288.81km<sup>2</sup>, 现有城区面积2km<sup>2</sup>, 新规划城区面积6.8km<sup>2</sup>。茶阳镇位于汀江下游, 大埔县北部, 粤闽两省三县十二个乡镇交界处, 是第六批中国历史文化名镇, 也是大埔县老县城、中心镇和高陂水库枢纽工程库区镇。

茶阳镇城区地处汀江中下游的汀江、漳溪河、小靖河三江汇合口, 受地形、资金等限制, 防洪工程标准较低(不足2年一遇), 城市排涝系统不够完善, 常年遭受洪涝灾害, 严重危及当地百姓生命财产安全, 同时也严重制约当地经济政治文化的发展。

围绕茶阳镇的三条河流分别是汀江干流、小靖河和漳溪河两条支流。

汀江是韩江的一级支流, 流域集水面积11,802km<sup>2</sup>, 福建省境内集水面积10,141km<sup>2</sup>, 占全流域集水面积的85.9%, 广东省境内仅占14.1%, 干流河长328km, 主要在福建境内, 广东境内仅约40km。

小靖河属汀江左岸一级支流, 发源于大埔县丰溪林场上坪畲, 流经大觉、古村、恋墩、太平、渡头岗等乡村, 至茶阳镇仙居桥出口入汀江, 集雨面积124km<sup>2</sup>。干流长32km,

河床坡降9.68‰。

漳溪河又名大靖河, 是汀江左岸一级支流, 发源于福建永定县东华山, 流至大埔县的西河区上黄砂车上村后称为漳溪河。总集雨面积825km<sup>2</sup>, 大埔境内165km<sup>2</sup>, 河流长度87km, 大埔境内32km。河床比降4.19‰, 河面宽50~100m。

本工程拟通过对茶阳镇区汀江干流及漳溪河、小靖河支流进行城镇防洪工程建设, 形成封闭的防洪保护圈, 满足20年一遇防洪标准, 治涝标准为10年一遇24h暴雨所产生的径流量1d排至设计水位。

## 二、防洪设计的重难点

茶阳镇防洪现状的特点: (1) 三江交汇地带, 汇水面积大, 来水量大, 山洪陡涨陡落; (2) 四面环山, 地势低洼, 镇区高程低; (3) 三条河流下游河道均较为平缓, 造成洪水下泄不畅, 顶托严重; (4) 堤岸标准低, 汀江2年一遇, 漳溪河2年一遇, 小靖河不到2年一遇。防洪设计方案中汀江堤防具备新建堤防条件, 漳溪河右岸加高需要在老堤防基础上加高约4.0m, 小靖河城区段两岸居民住宅最近处离河仅1.2m, 加高6~8m, 影响两岸百姓亲水及镇区风貌, 特别是对汀江左岸的古建筑骑楼群有较大影响。城区范围内防洪体系尚不完善, 存在较大的安全隐患, 每逢汀江遭遇洪水, 城区必受浸。

按照传统的设计思路, 可在“上拦、中蓄、下泄、分洪”结合当地条件选择合适的某一种方案或者几种方案的组合。本工程“上拦”因上游已建有棉花滩电站及青溪电站, 不具备再建水库的条件; “中蓄”上游两岸均为陡峭山体, 青溪水电站和茶阳水电站之间已成库区, 无条件建设蓄滞洪区; “下泄”因汀江干流纵坡较小, 顶托严重, 同时还受下游高陂水利枢纽的影响, 不具备疏通下泄条件; “分洪”漳溪河洪峰流量1,380m<sup>3</sup>/s, 流量太大, 分洪需开山挖去渠, 工程造价极大, 小靖河受上游地势较为平坦, 蓄水对上游太平村可能有影响, 分洪条件也非常有限, 需要进一步根据水文及河道特

收稿日期: 2022-03-12

作者简介: 张洋(1981-), 女, 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 高级工程师, 副主任工程师, 从事水闸、水电厂房、水环境治理设计。

性详细分析。

### 三、防洪方案选择

根据《综合规划》，茶阳镇城镇堤围按 20 年一遇标准设防，治涝标准为 10 年一遇 24h 暴雨所产生的径流量 1 天排至设计水位。

经过多次现场查勘及对水文资料的详尽分析，本工程选择以下既经济可行、也是唯一比较适合当地实际的防洪方案，对茶阳镇区汀江干流及漳溪河、小靖河支流进行城镇防洪工程建设，形成封闭的防洪保护圈，满足 20 年一遇防洪标准。三条河流各个击破，汀江干流新建堤防达到 20 年一遇防洪标准，漳溪河采用原堤加高加固满足 20 年一遇，小靖河采用上游撇洪下游抽排的方式解决防洪达到 20 年一遇。

#### 1. 汀江防洪方案

汀江现状堤防位于茶阳镇汀江左岸侧，上始于茶阳水电站，下止于三江汇合口附近，该段堤防全长约 0.65km，为河流左岸滩地，地形较平缓，堤内以菜地、居民区为主，堤外为柚子园，素填土层厚约 6.70~8.00m，平均厚度为 7.35m。由于该段堤防在茶阳水电站与三江汇合口区域均未闭合，选择的方案需要满足后期 20 年一遇防洪要求，故新建堤防起始端与茶阳水电站出口挡墙连接，末端与小靖河泵闸交通桥连接，采用斜坡式土堤，既经济也美观。

该方案对汀江干流行洪基本无影响，占地和投资相对较小，对附近居民及古建筑群体实现影响较小，能够提升附近居民生活环境水平，是比较切合当地实际需求的方案。

#### 2. 漳溪河防洪方案

茶阳镇漳溪河段加高加固长度 1.30km，其中堤防（三江汇合口处到大埔县水轮机厂段）为浆砌石重力式挡墙，长约 1.0km；其余为天然式土堤，堤顶高程为 52.00~52.26m，现有防洪标准为 2 年一遇洪水标准。该段堤防堤后房屋密集且沿堤临河而建，仅距离岸边 3~5m。



图 1 漳溪河茶阳段航拍图

由于茶阳镇漳溪河段堤防区域房屋密集，房屋与堤防顶高程基本一致，大部分房屋离河边仅有 3~5m，因此，堤线的选择非常有限，只能在现有堤线的基础上加高加固，提高防洪标准。因此该河段堤线维持原堤线。

漳溪河沿线堤型分主体堤型和缺口部位两种型式来设计。

漳溪河现状挡墙为浆砌石挡墙，周边房屋较多，施工场

地不足，直墙式堤防具有占地少，征地拆迁少等优点，但是对地基承载力要求较高，由于该堤段施工场地受限，且河道宽度无富余，本阶段采用直墙式堤防方案在原堤防基础上进行加高。缺口部位主要存在于仙基桥和省道交叉位置，采用推拉式防洪门进行封闭。

堤防具体断面设计为仙基新桥上游无挡墙段新建扶壁式挡墙。仙基新桥上游有原挡墙河段在原挡墙外贴混凝土坡，厚度为 0.8m，采用锚筋与原挡墙锚固，高出地面挡墙采用 L 型结构，路面宽度为 3.25m。仙基新桥下游河段在原挡墙外贴混凝土坡，厚度为 0.6m，采用锚筋与原挡墙锚固，高出地面部分采用箱涵结构与小靖河交通桥顺接，顶部路宽为 8.0m，与汀江堤防道路相接。仙基新桥处采用推拉式防洪门封闭，堤防上游闭合处采用推拉式防洪门封闭。

#### 3. 小靖河防洪方案

小靖河穿过城区中心，河道堵塞较为严重，河道被束窄。一是由于沿岸居民密集，历史上沿岸房屋和城市道路建设过程中，侵占河道现象较普遍，导致河道被束窄，河道宣泄能力严重不足，需要为洪水寻找新的出路。小靖河两岸堤防堤顶高程在 50.60~53.50m 之间，东升桥至茶阳大桥段 (X0+600~X1+340) 达到 2 年一遇，其余河段均低于 2 年一遇防洪标准。

小靖河为本工程难度最大，情况最为复杂的防洪河段，如方案选择思路仅局限在茶阳镇镇区段，结合现场实际情况，较易得出该河道没有可行方案选择，这也是长期以来整个茶阳防洪问题未解决的重要原因。



图 2 小靖河茶阳段航拍图

小靖河两岸目前距离房屋较近，如果在现有防洪堤的基础上按 20 年一遇洪水标准设防，则防洪墙高度将普遍高出城区街道地面 6~8m。由于城区历史文化建筑及古迹众多，河道两岸房屋众多，修建高大堤防将对城区人文景观和人居环境造成较大的影响，很难被民众接受。综合考虑，小靖河防洪达标工程采用上游撇洪、下游抽排方案，通过新建撇洪通道引入汀江的工程措施，减小小靖河下游城区防洪压力，从而达到 20 年一遇的防洪标准。

上游新建堤防、水闸，当来水量大于下游茶阳镇堤防防洪安全时，河水从撇洪洞泄向汀江茶阳电站上游。在小靖河口段新建河口泵闸，对于上游水闸和河口泵闸间的区间汇水通过河口水泵进行抽排。当洪峰降下去之后，河口自排闸打开，恢复天然河道状态。（下转第 86 页）

### (2) 顶进及轴线控制技术措施

在顶管出洞区域预留安装外延导轨,以防止出洞位置机头下降,延伸导轨的平面及高程应与井内导轨完全吻合,且其强度、刚度必须满足要求。

顶进时操作人员必须时时刻刻盯着红屏幕上激光点的移动轨迹,(激光点的轨迹即机头的行走轨迹,激光点与机头中心靶牌中心点的偏差能精确反映出顶管顶进时的平面偏差与高程偏差)。只要有细微偏差,就必须采取相应的纠偏措施,顶管顶进前 50m 内,将平面及高程偏差控制在  $\pm 10\text{mm}$  以内。

直线段顶进过程中,根据顶进曲线,结合顶进速率,利用光点走向及调整顶管走向,实时纠偏。直线段顶进纠偏主要方式是调整顶进千斤顶缩量进行组间操作达到相应纠偏效果,利用千斤顶右伸左缩纠正右偏,左伸右缩纠正左偏。单次组间纠偏角度不得大于 1 度,通常控制在  $20' \sim 30'$ 。

### (3) 曲线顶进控制技术措施<sup>[5-6]</sup>

本工程涉及部份曲线段顶进,纵曲线,开口量  $\Delta=L \cdot D/R$ ;单节管节长度为 2.5m,外径为 4.64m,设计曲率半径为 800m,开口量  $\Delta$ 取:  $2.5 \times 4.64/800=0.0145\text{m}$ 。

应用顶管机在顶进过程中向某方向造成人为的偏差时应特别小心,并控制偏差值符合设计的曲线要求。顶进过程中圆弧曲线型控制采用多管节化直为曲的方法进行控制,曲线段管节初步安装就位后为防止曲线部份产生后续顶管的受力面,在曲线的外圆部位加设楔形木条进行加固。

曲线段顶进阶段的注意事项如下:

①顶进全过程应保证测量精度能满足顶进施工的要求,实时掌握顶管作业动态及空间状态,根据反馈信息,及时纠偏。

②曲线段施工轴线渐变段处的内张角部位应要有专人及时加设楔形木条填充,以保证曲线持续顶进。

③顶进曲线的线型控制关键在于控制管节间楔子开口量,以保证轴线曲线段线型。

④机头与第一节管以及前三节管必须安装拉杆螺栓,根据实际要求调节拉杆螺母,保证管缝宽度始终与理论缝隙一致。

### 6. 顶管进洞

事先在接收井洞口开启若干小孔观察洞口外侧土体加固情况,确保机头进入洞门内没有大量水土流出。根据顶管末端轴线走向,在接收井内安装接收顶管基架,作为顶管末端

接收装置,防止顶管进入接收井后附落,造成后续管道损坏。顶管进入接收井前端 20~30m 位置及加强对顶进轴线观测,调整顶管末端线型走向,以利于顶管顺利进入接收井。

在即将到达洞口 5m 左右,减慢顶进速度,并降低前方土压力及泥水压力,机头到达洞口 1m 以内暂停顶进,用空压机凿除围护井灌注桩。顶管机头进入接收井区域后,尽快把顶管机和管节分离,用快速水泥封堵管道与预留孔的孔隙,并预留 8~10 个压浆孔,水泥和水玻璃按一定配比,对洞门进行液注浆。

### 四、结语

新孟河延伸拓浚工程黄山河地涵顶管于 2021 年 5 月开始施工至 2021 年 12 月完成全部顶管施工。顶管施工完毕对施工效果进行了全面检查,第三方检测结果表明:抽检了顶管工程 1#线和 2#线顶管相邻管间错口共 81 个测点,测点合格率 98.8%;对 1#顶管轴线进行了测量,平面偏差实测 18 个测点,实测偏差为  $-168\text{mm} \sim +102\text{mm}$ ,测点合格率为 88.9%;高程偏差实测 18 个测点,实测偏差为  $-100 \sim +42\text{mm}$ ,测点合格率为 100%。主要控制指标全部满足《水利工程施工质量检验与评定规范(DB32/T2334.2-2013)》“顶管顶进工序质量检验项目与标准”要求。新孟河延伸拓浚工程黄山河地涵工程于 2021 年 2 月开工,2022 年元月通过水下工程阶段验收,黄山河地涵建成将极大地提高了水系排涝、引水能力,社会效益显著。

### 参考文献

- [1] 新孟河延伸拓浚工程初步设计报告[R].江苏省水利勘测设计研究院有限公司,2016.
- [2] 曹淑学,吴发展.复杂周边环境下顶管接收施工技术[J].建筑技术,2022,(2):227-229.
- [3] 龙明华,李培国,汤宇等.浅谈泥水平衡顶管施工技术[J].中国设备工程,2022,(2):186-187.
- [4] 王云天.浅谈顶管与沉井的组合应用[J].江西建材,2022,(2):198-199+202.
- [5] 刘力文.浅析市政给排水施工中长距离顶管施工技术[J].绿色环保建材,2021,(12):127-128.
- [6] 孔雷.浅覆土曲线顶管轴线控制关键技术研究[J].城市道桥与防洪,2021,(12):109-112+17.

(上接第 83 页)

该方案不需要对茶阳镇小靖河穿主城区堤防进行加高,对镇区景观影响降至最小,同时按照 20 年设防标准解决了镇区防洪问题。

### 四、结束语

综上所述,茶阳镇防洪是非常典型复杂的城镇防洪项目,同时也是广东省重点民生工程,如何在自然条件不利因素较多的情况下选择经济可行又切合当地实际情况的防洪方案,对设计要求很高,文中设计方案既很好的解决了茶阳镇的防洪问题,同时也为我国类似城镇防洪方案选择提供了很好的

借鉴和参考价值。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国标准 GB50286-2013 堤防工程设计规范[M].北京:中国计划出版社.
- [2] 中华人民共和国标准 GB50265-2010 泵站设计规范[M].北京:中国计划出版社.
- [3] 中华人民共和国标准 SL279-2016 水工隧洞设计规范[M].北京:中国计划出版社.
- [4] 董哲仁,孙东亚.对堤防工程设计和施工规范修订的建议,标准化,2004,1.