

山区性航道下水救援通道布设研究

——以瓯江莲都生态航道段为例

王畅, 王骏, 卢迪翔, 陈永锋

(丽水市直属公路港航管理中心, 浙江 丽水 323000)

摘要: 本文以山区性航道下水救援通道布设为研究对象, 并以瓯江莲都生态航道段为例, 对高水位下航道的流场进行计算分析, 指出需要使用的救援船型及运载工具, 并在文中分析下水救援通道设计指标, 提出建议。为今后同类别下水救援通道的设计、建设提供参考。

关键词: 山区性航道; 救援通道; 冲锋舟

中图分类号: TU393.3

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 03—0042—04

浙江省瓯江生态航道(大港头至开潭电站段)位于浙江省丽水市莲都区。其连接丽水古堰画乡景区、国家级湿地九龙湿地和丽水市区南明湖景区, 全长共计约37公里。其中瓯江大港头至白岩大桥段, 全长约24公里, 属于山区性天然河流航道, 河床以砂卵石为主。瓯江白岩绕城公路桥至开潭电站段, 全长约13公里, 属南明湖航道, 可以通航内河500吨级船舶。目前, 丽水市公路水上抢险救援中心驻扎丽水市莲都区芦埠前山村(原丽水市港航管理局), 水上救援出动可迅速覆盖南明湖水域。然而瓯江大港头至白岩绕城公路桥段属于山区性

阶梯型高落差河段, 通航条件差, 加上旧渡口的弃用、天然河滩地无法行车等原因, 对下水救援带来较大难度。

本文通过对救援主要船型、载具分析, 从下水救援点的选择和方案设计展开技术评估, 为今后山区性航道下水救援通道布设提供技术参考。

1 山区航道水上救援的特点分析

1.1 山区航道水上救援主要方式及设备

常见的水上救援方式: 利用舟艇救生、岸上抛投器施救、两岸架设绳索施救、水中徒手救生。其中, 利

方案、应急救援人员与物资调配、交通与人群疏散方案等方面的应急模拟仿真演练决策评估与优化, 全面支持各相关部门在应对港口集疏运灾害事件中的应急联动协同处置决策。

5 总结

我国是港口大国, 港口货物集疏运决定着世界贸易的繁荣发展, 也是安全风险较高的行业, 例如港口集装箱爆炸、进出港船舶泄露等灾害造成的损失巨大, 领先的港口灾害事件应急模拟仿真演练等港口灾害事故风险防范和应急管控技术与装备是必要的。本文围绕港口灾害事件虚拟现实应急演练进行研究, 可为港口行业乃至智慧城市应急安全管控特别是应急演练能力改善提供创新思路。

参考文献:

- [1] 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》
- [2] 郑登锋, 付明福, 龚晓凤, 朱晓曼, 谭波. 基于情景构建的多地多场景应急演练[J]. 中国安全科学学报, 2019, 29(6): 171-176.
- [3] 张小兵, 张然, 解玉宾. 我国应急演练管理研究新进展[J]. 中国安全生产科学技术, 2016, 12(10): 68-73.
- [4] 王永明. 完善与发展重大突发事件情景构建技术方法的核心问题[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(02): 5-9.

基金项目: 国家重点研发计划课题(2019YFC1605505); 深圳市科技计划项目(CJGJZD20200617102602006); 工信部高技术船舶科研项目(2019360—4)。

用舟艇进行水上救生具有安全性高、机动性好、专业性强的特点。在岸上施救无法实施的情况下,救援人员需尽快利用舟艇到达遇险、被困、落水(含溺水)人员身边是整个救援行动开展的前提。

目前水上救援运用的舟艇主要有:

(1) 水陆两栖车: 常用车型(XBH 8×8-2): 船身尺寸 3160×1620×1150mm, 整车装备质量 750kg, 最高车速 45km/h、水上 5km/h(轮胎划水)、水上 12km/h(15P 马力舷外机)。

(2) 橡皮艇: 常用船型 2.7 米 15P 马力舷外机, 核载 4 人; 4.2 米 30P 马力舷外机, 核载 6 人。最高航速可达 35km/h, 但自身轻, 抗流差, 不如冲锋舟救援艇灵活机动。

(3) 冲锋舟救援艇: 常用规格尺寸 5900×1860×830mm, 自重 290kg, 最大载荷乘员 14 人, 舷外机搭载功率 30~55KW, 航速 20~50km/h。

1.2 山区航道大流量下特征分析

瓯江(大港头至开潭电站段)山区航道呈阶梯性分布, 水位落差大, 阶梯交界处水流湍急, 河面(道)宽窄不一, 河床浅滩(滩涂)较多, 水位和流量变化幅度大, 洪枯流量相差悬殊。航道上游建有玉溪电站一座, 水库采用水电站调度时, 通航时段内玉溪电站可能处于发电状态, 发电流量覆盖 80~428m³/s, 而航道水流流速受流量影响较大, 因此, 计算单台机组发电时航道工况的流速(计算 150、200m³/s 流量的流速), 以确定最高通航水位。当流速超过 3.5m/s 时, 通航环境较差, 对船舶的动力要求较高。

设定流量为 200 m³/s, 采用平面二维恒定数学模型, 对航道的流场进行计算, 计算得到的航道流场如图 1(200m³/s 流量航道流场图及卫星图)所示。航道的水位图如图 2(60m³/s 200m³/s 航道的水位图)所示。得出: 200m³/s 流量, 航道中超过 3.5m/s 航道段总长为 1.2km, 且位置分散, 单处的最大长度 500m 位于九龙湿地附近。从航道的流场图可以发现, 其流速较高的航段主要分布在碧湖大桥的卵石护滩部位(K6+060~K7+400)、下南山弯道(K8+620~K9+600)、九龙湿地附近的护滩带和上阁码头处(K10+500~K12+800)以及石牛大桥前后(K16+050~K16+900)、(K15+500~K15+600)、(K18+600~K18+700)。前三处流速较高的区域中, 从图 1 中卫星图中可以明显发现, 都存在分流特征, 因此

救援中需特别注意。结合卫星图, K4+750 存在急滩, 出现局部流速升高的情况。其中下南山弯道处存在大流量碍航区域, 面临连续弯道, 其弯道横流影响不容忽视。

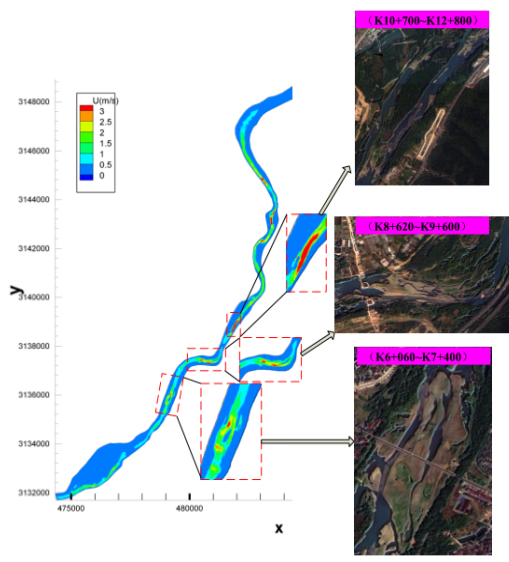


图 1 200m³/s 流量航道流场图及卫星图

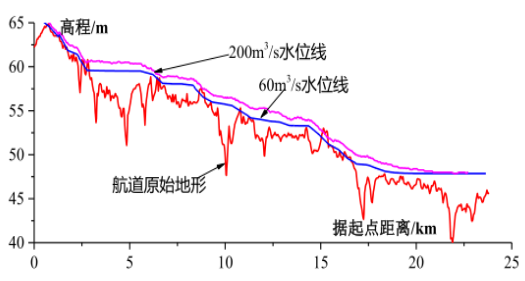


图 2 60m³/s 和 200m³/s 航道的水位图

2 救援冲锋舟运输车辆及吊装特性分析

2.1 出动救援船型及载具的选择

考虑到航道 200m³/s 流量的条件下, 超过 3.5m/s 航道段位置分散, 总长为 1.2km。考虑到水陆两栖车及橡皮艇在高流速下无法满足救援任务, 因此仅作为辅助救援设备。主要救援设备选择为冲锋舟救援艇。为提高救援艇到达救援点的速度, 采取汽车载具装载, 沿公路达到救援点附近, 就近下水救援。

2.2 冲锋舟载具的型号及停放、吊装空间要求

根据冲锋舟尺寸要求, 丽水市公路水上抢险救援中心(水上救援科)采用重型普通货车及中型特殊结构货车运输, 车辆安装有冲锋舟吊机, 详细数据如表 1 所示, 考虑到人员操作空间, 停放、吊装空间应不小于 14.0×4.0×4.5m。

表 1 冲锋舟载具车辆数据

类别	型号	外廓尺寸 (mm)	整备质量 (kg)	核载 (kg)	总质量 (kg)
重型普通货车	福田牌 BJ5165JSQ-1	8975×2390×3700	8045	7560	15800
中型特殊结构货车	希尔牌 ZZT5080JSQ	6995×2270×2770	4910	3390	8495

3 下水救援通道设计指标分析

下水救援通道总体参照《公路路线设计规范》及消防车道设置规则, 根据实际使用车辆确定基本指标。

3.1 通道建筑限界指标

为保证救援运载车辆在下水救援通道内的顺利通行, 需要确定一个通道建筑限界, 其中不得有任何障碍物侵入。参考四级公路建筑限界(净空)要求, 救援通道建筑限界如图 3 所示。

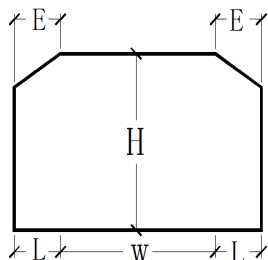


图 3 救援通道建筑限界

W = 救援通道行车道宽度, 参照四级公路单车道标准推荐宽度 3.5m, 极限宽度不应小于 3.0m;

L = 侧向宽度, 选用公路设计标准中最低值 0.25m;

H = 净空高度, 参照四级公路净高应为 4.50m, 部分困难位置可以放宽至 4.0m, 但应设置净空高度牌;

E = 建筑限界顶角宽度, 当 $L \leq 1m$ 时, $E=L$ 。

3.2 通道转弯半径、超高等平面指标

通道宽度: 选用四级公路最低设计时速 20 Km/h 设计技术标准, 同时参考消防车道技术要求, 车道宽度应满足车辆通行, 停靠、吊装点时应满足吊装作业及人员操作空间, 其中通行车道不应小于 3.0 米, 停靠、吊装点不应小于 4.0 米。车道数: 由于救援车辆通行一般不出现交汇情况, 通道均按照单车道布设。超高: 车辆进入救援通道后车辆行驶缓慢, 不宜出现较大超高, 建议控制在 4% 以内。最小转弯半径: 通道布设复杂地形中应考虑出现通道需设置弯道的情况, 建议最小转弯半径大于或等于 9 米(参考中系列消防车通行数据)。下



图 4 利用沿江道路修建下水点

水通道平面设计指标如表 2 所示。

表 2 下水通道平面设计指标

设计时速 Km/h	车道宽度 (m)	车道数 (条)	最大超高	最小转弯半径 (m)
20	3.50	1	4%	9

通道路面加宽: 所谓加宽指的是为适应汽车在平曲线上行驶时, 后轮轨迹偏向曲线内侧的需要, 在平曲线内侧相应增加的路面、路基宽度称为曲线加宽。一条车道的加宽值: $b_{单} = A^2/2R$, 下水救援通道根据车辆数计算如表 3 所示。

表 3 下水通道单车道加宽值

加宽类别	设计车辆	圆曲线半径 (m)					
		50~70	30~50	25~30	20~25	15~20	9~15
第二类	载重汽车	0.4	0.6	0.9	1.0	1.3	2.5

注: 以单车道 3.0 米考虑车道加宽值。

3.3 通道纵坡等指标

根据四级公路设计时速 20 Km/h 设计技术标准。救援运载车辆荷载均在核定载质量以内, 由于山区性航道河岸与水面间高差大, 通道需要克服高差, 最大纵坡可采用技术指标最高值 9%; 通道尽头有条件的应设置回车场, 回车场面积不应小于 $12m \times 12m$; 冲锋舟起吊点通道坡度须尽量平缓, 有助于起吊的平稳, 建议控制在 3% 以内为宜(参考消防救援车辆登高场地要求)。

表 4 下水通道纵断面设计指标

最大纵坡 (%)	起吊点纵坡 (%)	回车场 (m)
9	3	12×12

3.4 通道路面结构

救援运载车辆最大总质量约 15.8T, 作为一般公路路面结构设计均能满足救援运载车辆的通行。瓯江大港头至白岩绕城公路桥段两岸河床均为天然的砂卵石, 作为通道地基拥有较好的承载力, 但由于通道建成后周期性会被汛期洪水淹没、冲刷, 通道路面结构应具备良好

的耐水性，足够的强度；并要求路面夜间能见度好，养护简单。因此，选择水泥混凝土路面结构。

4 下水救援通道建设选点

4.1 利用沿江道路修建下水点

瓯江两岸公路、村庄道路多以沿溪线布局为主，因其靠近河道，救援运载车辆易达，可优选原路基设有路肩挡土墙，且墙面坡度较陡，相邻水域水深较深的位置，修建侧向停靠下水救援平台，利用沿江道路修建下水点如图 4 所示。

4.2 利用旧码头、渡口改建

瓯江原本是一条“黄金水道”，历史上江面千帆竞发、商贾往来不息。其两岸留有多处旧码头、渡口，目前均已撤渡建桥，部分旧码头渡口仅有数艘渔船停靠。通过实地考察，优选其中救援运载车辆可达，冲锋舟能直接下水或通过疏浚能通行处。须注意：旧码头、渡口临水多为台阶，不方便冲锋舟吊装，需要通过工程改造。

4.3 利用冬泳下水点改造

丽水市莲都区冬泳协会于上南山村瓯江岸边设有基地一处，本次项目重点对其进行改建。第一、拓宽、硬化通行道路，使其满足救援运载车辆通行要求；第二、加固挡墙、硬化临水平台，满足救援运载车辆停靠、冲锋舟吊装要求，利用冬泳下水点改造如图 5 所示。



图 5 利用冬泳下水点改造

4.4 桥梁位增设下水救援通道

如石牛大桥周边水域，每年暑期为水上险情、事故多发点，据市交通水上抢险、应急管理部门统计，每年约有 3~5 起涉水伤亡事故。修建下水救援通道需克服高差连接周边道路，直达桥下救援水域。靠近桥梁建设下水救援通道如图 6 所示。



图 6 靠近桥梁建设下水救援通道

5 结语

山区性航道下水救援通道项目建设中，多个下水救援通道的布设，基本覆盖了瓯江大港头至白岩绕城公路桥山区性河段，打通了救援路线“最后临水的 100 米”，为丽水市辖区水上救援工作能迅速到达险情事故点展开救援争取了时间。项目布设时仍需注意以下两点：第一，瓯江莲都段生态航道作为瓯江山水诗路的重要组成部分，项目建设中，要特别注意与周边环境相协调；第二，由于山区性航道每年汛期洪水的冲刷，不少通道将周期性位于水位以下，汛期过后需及时排查、维修。

参考文献：

[1] 交通部.公路路线设计规范(JTG D20-2017)[S].2018.
[2] 住建部.城市道路工程设计规范(CJJ37-2012)[S].2016.
[3] 住建部.建筑设计防火规范(GB 50016-2014)[S].2014.
[4] 宋伟华,叶晓文,沈迪州,卢永昌.地中海南岸开敞式码头设计要点[J].水运工程,2021(1):92-94.
[5] 周成成,李明.兼顾生态固滩与疏浚弃土生态化利用的生态航道建设技术[J].水运工程,2020(8):141-145.
[6] 吴晓波,何彬.防汛抢险水上救援培训科目探讨及研究[J].中国防汛抗旱,2018(5):26-29.