

# 整治工程施工工期航标配布方案研究

蒋承超<sup>1</sup>, 马腾飞<sup>2</sup>, 杨明杰<sup>2</sup>, 吴家淳<sup>2</sup>, 鲁子爱<sup>3</sup>

(1. 安徽江淮水运工程技术服务有限公司, 安徽 马鞍山 243000; 2. 皖江工学院, 安徽 马鞍山 243031; 3. 河海大学, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 针对通航河流中整治工程施工期的航标配布问题, 以长江干流某水道二相邻新建护岸工程为例, 通过分析工程施工对所在河段航道通航条件的影响, 结合当前航标配布经验, 以视觉航标为载体, 提出了两种配布方案: 整体式配布和分离式配布。比较了两种方案的优缺点和可操作性, 得出分离式配布方案相对更优, 并在该方案的基础上, 分析了虚拟航标在整治工程施工工期航标配布中的设置特点和设计思路。应用虚拟航标可使标示施工水域的专用航标配布范围缩小, 降低对船舶通航的影响, 改善工程河段通航环境, 对在特殊河段中修建整治工程尤其具有积极意义。

**关键词:** 整治工程; 施工期; 航标配布; 虚拟航标

中图分类号: U644.3

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 05—0095—04

在水流条件复杂或航行困难的河段, 为稳定、控制和调整水流结构, 使船舶顺利安全通行, 常采用整治工程改善航道条件。随着《长江流域综合规划(2012~2030年)》、《长江干线“十三五”航道治理建设规划》等文件中规划的整治项目相继实施, 我国以长、珠二江为首的水运通道的维护尺度正逐步提高, 船舶流量与吨位亦不断增大。而在通航河流中修建整治工程, 为保障航道通航安全, 工程开工前须对工程施工工期航标配布方案进行研究。

目前关于涉水工程航标配布的研究成果集中于桥区河段, 且偏重桥梁运营期, 整治工程施工期的成果相对较少<sup>[1-4]</sup>。而实际项目中虽已有较多临河工程施工期专用航标设置方案的设计成果, 但往往制约于当前行船习惯, 对助航系统智能化新技术<sup>[5-6]</sup>的探讨略显不足。本文以长江干流某水道二临近新建护岸工程为例, 通过分析工程施工对所在河段航道布置、航标配布、船舶通航、相邻水工设施等的影响, 结合已建工程施工工期航标配布经验, 提出了两种航标配布方案, 并分析了虚拟航标在整治工程施工工期航标配布中的应用思路, 具有一定的实用价值, 供国内同仁参考。

## 1 工程概况

工程位于长江干流某水道左岸, 由两处相距约 600m 的新建护岸工程 DH1 和 DH2 组成(见图 1)。工程采用平顺护岸型式, 包括水上护坡工程和水下护脚工程, 施工期(枯水期)施工区域占用通航水域的工程为水下护脚工程(见表 1)。

工程水下抛石采用抛石定位船和运石船组合的方式进行施工, 作业顺序为: 抛石定位船定位→运石船满载靠档→块石抛投→运石船空载驶离。抛石定位船(长 40~48m、宽 8~10m)船身垂直水流方向驻位, 在船体迎水侧及背水侧分别用两根锚呈八字形斜拉固定, 根据工程河段的水流条件、通航环境及同类工程施工经验, 其艏、艉抛锚点与船舶艏艉间的横纵向距离均控制在 50m 以内。因此, 当抛石定位船的船身和船艉均位于抛石区最外缘时, 其锚缆占用的水域范

围在顺水流方向上的最大有效长度为 50m+10m = 60m、在垂直水流方向上的最大有效宽度为 50m。

表 1 工程概况及水下护脚工程内容

位置	名称	长度/km	水下护脚工程		
			型式	宽度/m	厚度/m
长江干流某水道左岸	上游	DH1	散抛块石	20~90	0.8
	下游	DH2		50~80	1.0

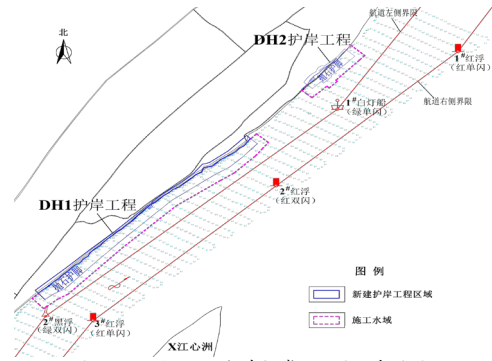


图 1 DH1 和 DH2 新建护岸工程平面布置图

## 2 工程施工对航道通航条件影响分析

### 2.1 对航道布置的影响

整治工程的施工水域范围包括: 工程平面布置占用水域+施工船舶定位作业占用水域。由图 1 可知, DH1 和 DH2 两处工程均未伸入现行航道水域, 其距航道左侧界限的最小距离分别约 86m、147m。施工船舶定位作业占用水域范围前文已说明, 故两处工程的施工水域距航道左侧界限的最小距离分别 36m、97m, 其对现行航道布置基本无不利影响, 工程施工时无需调整航道。

### 2.2 对航标配布的影响

由图 1 可知, 工程河段现行航道所设航标均位于两处工程的施工水域外, 相对较近的航标为 2# 黑浮, 其距施工水域

边界的最小距离约 65m, 因此工程施工对该河段航标的设置、维护及功能发挥基本无不利影响, 设计施工期航标配布方案时可不考虑对已设航标进行调整。

### 2.3 对船舶通航的影响

DH1 和 DH2 两处工程的施工水域虽均与现行航道相距一定距离, 但实际中社会船舶常常从自身经济角度出发, 在满足吃水要求的前提下多行驶于航道外侧。由工程河段枯水期某高峰时段的船舶航迹线图可知 (见图 2), 现场船舶密度较大, 施工水域占用了部分上行船舶的习惯航路。因此, 两处工程施工对该河段船舶通航会产生一定的不利影响, 施工期配布航标时应适当加大设标密度 (尤其是工程下游迎船侧), 合理地標示出施工水域范围, 以提醒行驶于习惯航路的上行船舶提前调整航向, 勿入施工水域。

### 2.4 对相邻水工设施的影响

整治工程施工期配布航标时, 还需考虑与已设专用航标的统一、协调。DH1 和 DH2 两处工程上下游 2km 范围内均无已建、在建的桥梁、码头、取水口等水工设施, 因此该二工程施工期配布航标时, 可不考虑对其他已设专用航标的影响。

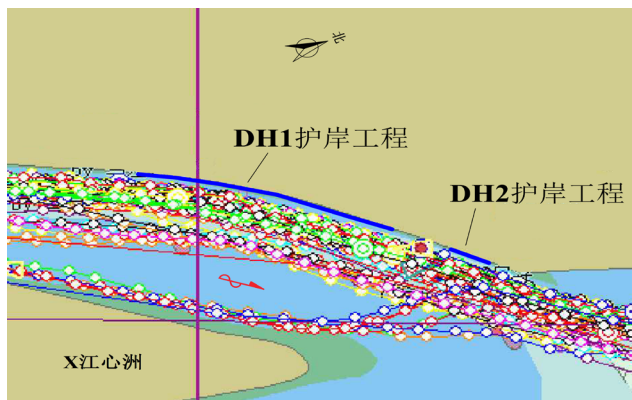


图 2 工程河段枯水期某高峰时段船舶航迹线图

## 3 工程施工期航标配布方案

根据两处工程施工对航道通航条件影响的分析成果, 可采用设置专用航标标示施工水域, 对过往船舶进行提醒, 防止除施工船舶外的其他船舶进入施工水域, 以达到保护工程施工及过往船舶安全的目的。依据相关法律、规范、标准, 结合已建工程施工期航标配布经验, 并借鉴相关研究成果, 下面列举两种整治工程施工期航标配布方案: 整体式配布、分离式配布。

### 3.1 整体式配布

DH1 和 DH2 两处工程均为新建护岸工程, 施工工艺相同且距离相对较近, 工程施工水域除局部区域略弯曲外整体顺直, 故可视为一个整体进行航标配布设计。根据工程河段特点, 设置的专用航标采用长江干线通用的 10m 钢质标志船 (以下简称“施工专用浮”), 标体颜色为柠檬黄, 灯光信号颜色为黄色, 灯质采用单号单闪, 双号双闪。

专用航标与施工水域边界的横向距离, 目前多根据工程

河段的具体情况确定, 以长江下游干线为例, 若施工水域与航道边线相距较远, 专用航标与施工水域边界的横向距离多设置为 50m; 若相距较近, 则需根据施工水域与航道边线的位置关系确定合适距离, 且需满足相邻航标连线能够正确标示出施工水域范围的要求。因此, 整体式配布的具体设置方案为: DH1 工程施工水域上游端近航道侧上游 100m、下游端近航道侧下游 240m (即两护岸工程中间位置) 各设置 1 座施工专用浮, 中部合适位置另设置 2 座施工专用浮; DH2 工程施工水域下游端近航道侧下游 200m、100m 各设置 1 座施工专用浮 (二者的横向间距为 130m)。6 座专用航标自下而上依次命名为 DH 施 1<sup>#</sup> 至 6<sup>#</sup> 专用浮 (见图 3), 专用航标与航道、施工水域的位置关系见表 2 (航标位置坐标略, 下同)。

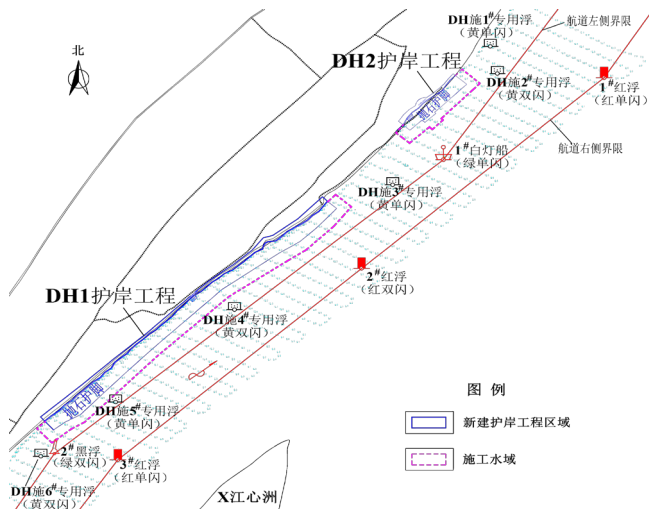


图 3 工程施工期专用航标配布方案——整体式配布

表 2 整体式配布专用航标与航道、施工水域位置关系

序号	标志名称	与航道左侧界限距离 /m	与施工水域边界距离 /m		相邻间距 /m
			横向	纵向	
1	DH 施 1 <sup>#</sup> 专用浮	180	—	200	165
2	DH 施 2 <sup>#</sup> 专用浮	50	30	100	855
3	DH 施 3 <sup>#</sup> 专用浮	60	50	240	1110
4	DH 施 4 <sup>#</sup> 专用浮	35	80	—	830
5	DH 施 5 <sup>#</sup> 专用浮	30	30	—	—
6	DH 施 6 <sup>#</sup> 专用浮	50	25	100	510

### 3.2 分离式配布

分离式配布即将 DH1 和 DH2 视为两个独立的工程进行航标配布设计, 具体的设置方案为 (采用的航标器材、灯质等与整体式配布相同): DH2 工程施工水域上游端近航道侧上游 50m 设置 1 座施工专用浮、下游端近航道侧下游 200m、100m 各设置 1 座施工专用浮 (二者的横向间距为 130m); DH1 工程施工水域上游端近航道侧上游 100m、下游端近航道侧下游 200m 各设置 1 座施工专用浮, 中部合适位置另设置 2 座施工专用浮。7 座专用航标自下而上依次命名为 DH2 施 1<sup>#</sup>

至3<sup>#</sup>专用浮、DH1施1<sup>#</sup>至4<sup>#</sup>专用浮(见图4),专用航标与航道、施工水域的位置关系见表3。

表3 分离式配布专用航标与航道、施工水域位置关系

序号	标志名称	与航道左侧界限距离/m	与施工水域边界距离/m		相邻间距/m
			横向	纵向	
1	DH2施1 <sup>#</sup> 专用浮	180	—	200	165
2	DH2施2 <sup>#</sup> 专用浮	50	30	100	660
3	DH2施3 <sup>#</sup> 专用浮	120	60	50	220
4	DH1施1 <sup>#</sup> 专用浮	50	50	200	1080
5	DH1施2 <sup>#</sup> 专用浮	35	80	—	830
6	DH1施3 <sup>#</sup> 专用浮	30	30	—	510
7	DH1施4 <sup>#</sup> 专用浮	50	25	100	510

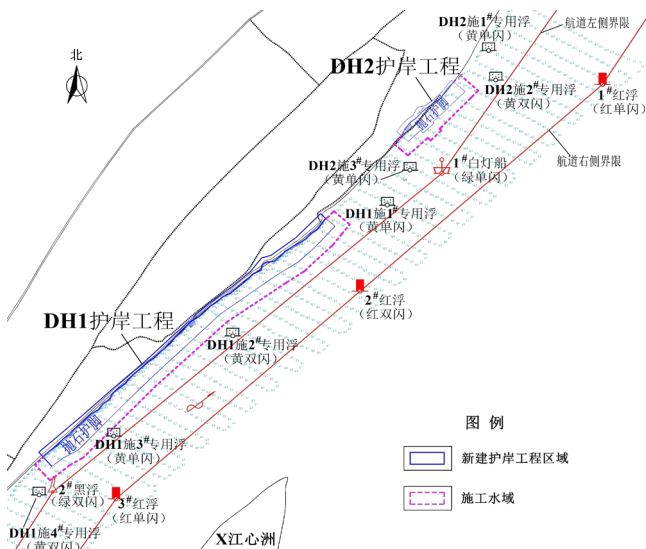


图4 工程施工期专用航标配布方案——分离式配布

### 3.3 方案对比

两种方案的优缺点和可操作性的对比情况见表4。经分析可知,分离式配布方案虽比整体式多设置一个专用航标,但能够更清晰地标示出两处工程的施工水域范围,社会船舶误入的风险更低,因此相对更优(该方案已在实际工程中采用)。

表4 两种方案对比汇总表

序号	方案	优点	缺点	可操作性
1	整体式	航标设置数量少	DH施2 <sup>#</sup> 和3 <sup>#</sup> 专用浮间河段仍存在社会船舶误入风险	强
2	分离式	标示施工水域范围较清晰,社会船舶误入风险低	航标设置数量多	较强

### 3.4 虚拟航标在整治工程施工期航标配布中的应用思路

虚拟航标指由主管部门发布的不存在实体但可被助航系统显示的数字化助航标识,具有设置成本低且速度快、导

航精确度高、不占用航道资源等优点,是未来我国内河航道信息化发展过程中应用的关键技术<sup>[7-8]</sup>。

虚拟航标由AIS基站发出信号并在车载设备上显示,无论白天或黑夜,船舶驾驶员均可在驶入工程河段前发现专用航标位置并提前调整航行路线,故应用虚拟航标技术可缩小标示施工水域的专用航标的配布范围,降低对船舶通航的影响,改善工程河段通航环境,这在弯曲、狭窄等特殊河段中建设或加固整治工程尤其具有积极意义。以本文分离式配布方案为例,使用虚拟航标技术后,相应的视觉专用航标均可撤去并设置为虚拟专用航标,DH2工程施工期的专用航标位置可作如下调整:DH2施1<sup>#</sup>专用浮和DH2施2<sup>#</sup>专用浮分别向上游移动100m设置,DH2施3<sup>#</sup>专用浮向下游移动50m设置;DH1工程的4座施工专用航标与施工水域边界的距离也可分别根据实际情况适当减小。而对于内河航道虚拟航标的符号显示问题,我国目前尚未形成统一的规范。宋成果等<sup>[9]</sup>借鉴当前相关国际组织和国内外机构对海区虚拟航标显示符号标准化的研究思路,通过分析我国内河不同航标虚拟化的适应性,划分了我国内河虚拟航标种类,提出了各虚拟航标显示符号标准,并对应提出各虚拟航标的显示方法,且推荐使用“圆形标识”显示符号,其中虚拟专用航标的显示符号图例如图5所示。本文认同并建议相关主管部门采纳该符号图例,以供整治工程施工期配布虚拟航标时使用。



图5 虚拟专用航标显示符号图例研究成果

虚拟航标目前在我国内河还未普及,未形成广泛的行船习惯,在内河航道中大范围应用虚拟航标需要一个过渡期。针对通航河流中整治工程施工期的航标配布问题,过渡期内可在关键位置(如工程上下游迎船侧)设置视觉专用航标,在其他合适位置设置虚拟专用航标。此外,主管部门应加强虚拟航标位置坐标的通告和相关技术的宣传,施工单位应进一步完善施工水域的警戒工作,以避免社会船舶误入施工水域,保障通航水域安全。

## 4 结论

(1)为合理标示出整治工程施工水域范围,保障工程河段通航安全,需设计工程施工期航标配布方案。本文以实际工程为例,提出了两种工程施工期航标配布方案,并作对比分析;分离式配布方案能够更清晰地标示出施工水域范围,社会船舶误入风险更低,相对更优。

(2)应用虚拟航标可缩小标示整治工程施工水域的专用航标配布范围,降低对船舶通航的影响,改善工程河段通航环境,对在弯曲、狭窄等特殊河段中修建整治工程尤其具有积极意义,但在内河航道中大范围应用虚拟航标需要一个过



渡期, 过渡期内可在关键位置设置视觉专用航标, 在其他合适位置设置虚拟专用航标, 并加强相关的通告、宣传、警戒等工作。

(3) 针对虚拟专用航标与施工水域的横纵向距离问题, 本文仅作了初步探讨, 下一步应根据不同河段的具体特点对该问题进行深入研究。

#### 参考文献:

[1] 李靛亮, 李昕, 王晓燕, 等. 桥群河段航标整体配布技术特点 [J]. 水运工程, 2014, (12): 138-141.

[2] 史卿. 南京长江大桥第六孔航道布置优化研究 [J]. 水道港口, 2018, 39(4): 445-450.

[3] 刘三林, 陈先桥, 高原. 针对桥区虚拟航标优化布置的方法研究 [J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2015, (1): 47-50.

[4] 杨兴旺, 钱苏芬, 郁倩倩, 等. 南京五桥主桥水上施工期航标配布研究 [J]. 水道港口, 2018, 39(4): 458-464.

[5] 宋成果, 郭涛, 李学祥. 我国内河航道信息化发展现状 [J]. 水运工程, 2014, (12): 20-25.

[6] 刘怀汉, 曾晖, 周俊安, 等. 内河航道助航系统智能化技术研究现状与展望 [J]. 水利水运工程学报, 2015, (6): 82-87.

[7] 徐峰. 虚拟航标在长江航道中的应用 [J]. 水运工程, 2012, (3): 119-123.

[8] 黄纯. 虚拟 AIS 航标在长江口深水航道的应用 [J]. 中国海事, 2018, (6): 15-18.

[9] 宋成果, 李昕, 郭涛. 我国内河虚拟航标显示符号研究 [J]. 水运工程, 2018, (1): 166-170.

基金项目: 安徽省高校自然科学研究重点项目 (KJ2019A1279); 皖江工学院校级科研项目 (WG19028ZD、WG19029)