



# 平陆运河航标设计\*

李晓宇, 王晨晨

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 目前广西地区尚无地方性航标标准化要求, 造成同一辖区内不同工程的航标建设标准存在较大差异性, 很大程度上限制了助航服务水平的提升, 航标标准化建设迫在眉睫。结合平陆运河工程实例, 充分借鉴江苏、江西等水网发达地区航标标准化要求, 深入分析内河航标设计的主要参数及其影响因素, 在此基础上构建典型场景下的航标配布方案, 提出目前广西内河航标设计中存在的问题以及对应在平陆运河工程中的解决方案, 为类似工程和地方航标标准化提供参考。

**关键词:** 内河航标; 典型场景; 航标标准化

中图分类号: U644

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)12-0007-04

## Navigation aids design for Pinglu Canal

LI Xiaoyu, WANG Chenchen

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

**Abstract:** At present, there is no local standardization requirements of navigation aids in Guangxi, resulting in large differences during the construction of navigation aids in different projects within the same jurisdiction. It largely has limited the improvement of navigation assistance service level, as a result navigation aids standardization is imminent. Taking the Pinglu Canal project as an example, we learn from the standardization in Jiangsu, Jiangxi and other areas with developed water network, and deeply analyze main parameters and influencing factors of inland river navigational aids design. Based on these, we propose the problems existing in the design of inland river navigation aids in Guangxi and the corresponding solutions in the Pinglu Canal project, and provide reference for similar projects and local navigation aid standardization.

**Keywords:** navigation aid on inland river; typical scenario; navigation aid standardization

航标工程是航道基础设施的重要组成部分, 是船舶航行安全的重要保障, 而航标标准化是提升航标基础设施建设和助航服务水平的基础, 是航海保障标准化工作中的重要部分。相对于沿海航标, 内河航标种类更丰富、设标条件更复杂、设备选型更多元且具有一定地域性习惯等特点。为了加强航标管理和提高航标维护效率, 目前已有多省开展并完成辖区航标标准化研究工作。江苏省作为全国内河航运标杆和示范样板, 《江苏省内河航标管理办法》<sup>[1]</sup> 针对辖区内河航标的配布、建设、养护都做了详细要求; 江西省交通运输厅

于2021年10月印发《江西省内河航标技术标准化指南》<sup>[2]</sup>, 对辖区内河通航水域的航标制式、航标技术要求以及管理维护做了统一要求; 广东省也早已开展航标标准化工作, 《广东省船闸设计标准化指南》<sup>[3]</sup> 对闸区航标设置做了统一要求。

广西内河水运近年快速发展, 航道扩能工程、复航工程以及新建工程较多, 因缺少地方性航标标准化要求作为依据, 航标设计、建设中存在诸多问题。本文以平陆运河工程航标设计为例, 针对全线多个标段独立设计中存在标准不统一的问题, 对航标设计中主要参数的选取、影响因素的

收稿日期: 2024-03-20

\*基金项目: 国家重点研发计划项目(2023YFB2600183); 广西科技重大专项资助项目(桂科 AA23023018)

作者简介: 李晓宇(1986—), 女, 高级工程师, 从事水运工程通讯导航专业设计与研究。

分析和典型场景的航标配布等进行研究，形成全线航标设计的统一规定。此外，参照其他省份标准化要求，提出目前广西内河航标设计中存在的问题，并给出在平陆运河工程中的解决方案，为相似工程和广西地方航标标准化的推进提供借鉴和参考。

### 1 工程概况

平陆运河始于西江干流西津库区南宁横州市平塘江口，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，

经钦州市灵山县陆屋镇沿钦江干流南下进入北部湾钦州港海域，全长 134.2 km，是一条通江达海的水运通道。平陆运河按内河 I 级航道标准建设，从上游至下游建设马道、企石、青年 3 个梯级枢纽，可通航 5 000 吨级船舶。运河航道按照自然条件划分为沙坪河段、分水岭段、钦江干流段、钦州城区段和入海口近海段 5 个区段<sup>[4]</sup>，见图 1。结合总体工程的标段划分，全线航标设计共分为 7 个标段，各标段由不同的设计单位负责，总体设计单位牵头制定统一的设计原则和标准<sup>[5]</sup>。



图 1 平陆运河线路与梯级枢纽位置

### 2 航标配布方案

#### 2.1 内河航标设计主要参数及影响因素

全线航标设计以兰海高速 G75 钦江大桥为界，其中钦江大桥(不含)以上遵循内河航标设计标准，钦江大桥及其以下遵循海区航标设计标准。

1) 配布类别的选取。主要考虑航道等级、自然条件和航运需要等因素。平陆运河按照内河 I 级限制性航道标准建设，预测货运量需求较大，运河建成后将进入较为繁忙的运行状态，为此全线助航标志设计采用内河一类航标配布类别，航标配布包括助航标志和交通安全标志两部分。

2) 设标水深及宽度的选取。主要考虑航道条件、设计水位和通航船舶航行需求等因素。平陆运河内河段航道基本为渠化航道，所以航标配布的设标水深取航道的设计水深，设标宽度为航道

的设计宽度。

3) 设标高程的选取。主要考虑航道通视条件、设计水位、边坡护岸、地形等因素，设标高程一般采用常水位以上 0.5~1.0 m。企石枢纽以上航道通航水位最大水头差约 4 m，考虑平陆运河设计最高通航水位采用 20 a 一遇标准，一年中可能出现时间仅数天，岸标多设置于一级马道处，设标参考水位为 5 a 一遇水位；企石枢纽以下航道通航水位最大水头差可达 11 m，岸标多设置于护岸坡顶处，设标参考水位为最高通航水位。

4) 岸标高度的选取。主要考虑航道条件、通航船舶船型尺寸、地理视距要求等因素。平陆运河采用一类航标配布类别，双侧连续配布塔形侧面标，标志高度的取值受地理视距要求的限制较小，所以航行标志外形尺寸主要以设计船型观察眼

高为参照, 信号标志外形尺寸以视距不小于 1.5 km 控制。平陆运河设计代表船型为 5 000 吨级散货船, 船舶空载干舷高度约 4.5 m, 船舶上层建筑高度约 7.5 m, 设计代表船型空载时眼高取值 9.5 m。主要标志牌高度取值及视距见表 1。

表 1 主要标志牌高度取值及视距

航标种类	高度/m	视距/km
示位标(塔形)	8.5	3.0
侧面标(塔形,用于航道两侧)	8.5	3.0
侧面标(杆形,用于桥区上下游)	5.5	1.5
桥涵标	边长 2.0	1.8
鸣笛标(杆形)	5.5	1.7
节制闸标(杆形)	5.5	1.7
界限标(杆形)	5.5	2.0
横流标(杆形)	5.5	1.5
管线标(杆形)	5.0	3.0

4) 设标间距的选取。主要考虑航道条件、船舶流量等因素。平陆运河采用内河一类航标配布类别, 航道直线段相邻两座航行标志的设标间距不大于标志自身视距的 0.8 倍, 弯道处适当加密。

5) 最小安全航行距离的选取。主要考虑不同水位时岸标(水沫线)与设计船型满载时可航行水域边界的距离。岸标涉水时, 最小安全航行距离从标位处起算; 岸标不涉水时, 最小安全航行距离从标位处的水沫线起算。经计算, 平陆运河内河段塔形侧面标最小安全航行距离取 20 m, 浮标最小安全航行距离取 5 m。

## 2.2 典型场景航标配布方案

### 2.2.1 桥区航标配布

运河全线桥梁基本为一跨过河、单孔双向通航, 桥涵标配布主要采用桥涵标牌和通航净空标牌两种标志。在桥桁上、下游两侧各设置 1 座桥涵标牌以标识桥梁通航孔位置, 桥涵标相对航道中心线相互错开 16 m, 即取 1 个设计船型的宽度。在桥桁上、下游两侧对应航道两侧底边线处各设置 1 对通航净空标牌, 标识航道边界范围。同时, 在桥桁上、下游对应桥跨中心各设置 1 座桥名牌, 提示船舶桥名及位置信息。桥名牌与同侧桥涵标分别设置于桥跨中心两侧, 要求安装后相互不产生遮挡。个别有桥墩涉水的桥梁增设桥柱灯。此

外, 桥区水域结合实际情况可选择增设侧面标识标识桥区航道水域范围<sup>[6]</sup>。

### 2.2.2 枢纽助航标志

在泄洪闸(放水底孔)上、下游适当位置各设置 1 座节制闸标, 警告船舶或人员注意节制闸区域避免船舶误入发生危险。在枢纽上、下游靠船段末端靠船墩上各设置 1 座界限标, 同时在枢纽上、下游靠船段始端靠船墩上各设置 1 座停泊区标志, 与末端靠船墩上的界限标一起标识船舶可停泊范围。在枢纽上、下游靠船墩, 上、下游闸首内、外侧各设置 1 套交通信号灯, 允许进出闸绿灯亮、禁止进出闸红灯亮, 允许停靠靠船墩绿灯亮、禁止驶向靠船墩红灯亮。

在闸室两端有效长度设置界限标, 以提示船舶过闸时安全停靠范围。在闸室上、下游闸门内外侧各设置 1 对门槛水深标尺, 提示船舶相关水深信息。

## 3 存在的问题及解决思路

### 3.1 设标标准

现有国家标准、行业标准仅针对内河航标的配布、类型、外观尺寸、航标灯与灯质等做出总体要求, 未能针对广西地区特点对辖区航标标准化建设提供详细指导。例如, 在航标的制式、外形尺寸、系留设施、标体颜色、航标灯器和电源等方面, 不同的设计方对于设标类型、设备选型的标准以及典型场景的航标配布方案等存在一定差异性, 不利于后期航标的管理和维护<sup>[7]</sup>。

平陆运河航标设计过程中, 制定了全线航标设计的统一规定和标志标牌的标准图集, 作为全线各标段航标设计的原则和标准。以航道信息标牌为例, GB 5863—2022《内河助航标志》<sup>[8]</sup>对航道信息的标志牌版面无具体要求, 版面字体、颜色主要参照 GB 13851—2022《内河交通安全标志》<sup>[9]</sup>, 但对于标志牌的结构形式、设置的种类、功能、设置地点、方向、显形视距、数量、材质、立柱颜色等并无详细要求, 因此在实际工程中标志牌的设置千差万别。平陆运河航标设计参照江苏、江西等的航标标准化规定对标志牌的设置制定统一



标准,如统一采用中英文标注;标牌支柱左岸采用黑白相间斜纹,右岸采用红白相间斜纹;标牌面可采用铝合金板或不锈钢材质,标牌支撑立柱材质采用镀锌无缝钢管;单柱式或双柱式标牌版面下缘距离地面3 m;航道沿线标志牌应面对来船方向设在航道右侧等。

### 3.2 用标习惯

广西现有内河水域设标保留有一定的地方习惯,如航道沿岸多以示位标形式标识航向及岸形,这与GB 5863—2022《内河助航标志》对示位标的定义有一定偏差。平陆运河设标时统一采用侧面标用以标示航道的侧面界限和岸形,仅在上游平塘江口航道交汇处以及下游河海分界处设置示位标,供船舶定位或确定航向。

再如桥区航标的设置。GB 5863—2022《内河助航标志》提到“桥涵标由桥涵标牌、桥柱灯和通航净空标牌组成”,其中“通航净空标牌标示满足设计通航净空尺度标准的范围”,而不是标示桥孔下航道的左、右侧边界;而GB 13851—2022《内河交通安全标志》提到“桥梁警示乙类标志”可标示“航道现状底宽的范围”,但是交通安全标志不配置航标灯,不满足夜航的助航需求<sup>[10]</sup>。平陆运河航标设计中借鉴广西当地一些类似工程的设标习惯,将“通航净空标牌”参照GB 24418—2020《中国海区可航行水域桥梁助航标志》<sup>[11]</sup>通航桥孔左侧标志、右侧标志的用法设置,对应标识通航孔下航道范围并提供夜航导助航功能,这与GB 5863—2022《内河助航标志》的定义存在偏差,但是现行行业规范中又没有更合适的标志适用,未来可作为行业规范修编参考。

### 3.3 新材料和新技术应用

广西当地一些航道甚至重要航道现状在使用的航标依然有木制结构、混凝土结构、砖混结构等形式,不利于后期维护保养和管理,也在一定程度上限制了助航效能的发挥。平陆运河航标选型借鉴其他水网发达地区的使用经验,充分利用新材料在外观、耐久以及维护保养等方面的优越性,如塔标选用不锈钢铝合金材质表面经特殊工艺处理后喷氟碳烤漆,浮标浮体选用超高分子量聚

乙烯材质,良好的显色性能确保船舶航行更加安全,既在很大程度上减少了后期维护保养的工作压力,又能有效提升航道形象。

此外随着航标技术的发展,在传统航标基础上增加数字航标的应用,可以弥补传统视觉航标因船舶碰撞、极端天气等因素导致的工作失常,提供更多的信息传输通道,极大提升航标管理效率<sup>[12]</sup>。平陆运河作为新建的运河工程,目前沿线还没有设置数字航标的信息化基础,后续将实施平陆运河智慧运河工程,提供船舶自动识别系统(AIS)、视频监控、环境监测、协同调度等导助航服务和监管的系统平台,航标设计可结合传统视觉航标的设置补充无线电航标、虚拟航标等的使用。如在复杂航段划定限制水域增设虚拟航标,提示船舶注意遵循航行规则和调度指令;在航道连续急弯通视条件不好的关键位置处增设AIS实体航标,增加能见度条件不佳时航标的可识别性;在典型水域设置多功能浮标,及时、全面地收集环境监测信息。

## 4 结论

1) 平陆运河作为西部陆海新通道的重要干线,航道等级较高、航运需求量大、通航环境较典型,其航标设计具有一定代表性。本文通过对主要参数的选取、典型场景的航标配布等制定统一要求,实现了全线各个标段航标设计原则和选型标准的统一。同样,通过制定地方性航标设计标准化要求,可实现辖区航标制式和设标标准的统一,从而在规范地方设标习惯和提升航标科技含量上形成更好的引导。

2) 未来随着西部大开发战略的深入实施,广西内河水运势必成为西部连通的重要水网,平陆运河、湘桂运河等系列运河工程的建设意义重大,航道建设标准化也是广西打造高质量样板航道的建设需求。航标工程作为航道建设中重要的基础设施,不仅要满足传统助航功能,也要在外观、质量、环保以及科技应用达到更高的标准,形成规范、统一、绿色、现代、智慧的航标体系,提供更高效的航标管理和更全面的助航服务。