



内河限制性航道通航尺度及跨航桥梁拆建方案探讨

吕健伟¹, 李志峰², 徐朝辉²

(1. 嘉兴市港航管理局, 浙江 嘉兴 314033; 2. 浙江省交通规划设计研究院, 浙江 杭州 310006)

摘要: 在长江三角洲杭嘉湖平原地区内河限制性航道等级提升改建工程中, 通过对航道尺度、船舶水线以上高度、通航水位、通航安全及桥梁改建难度的综合分析, 提出近期跨航桥梁拆建方案和保留桥梁通航安全保障措施, 为内河航道升级改造提供参考。

关键词: 长三角; 杭嘉湖平原; 内河限制性航道; 通航标准; 跨航桥梁; 拆建方案; 通航安全

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)10-0139-04

Demolition and construction scheme for bridge crossing channel and dimension of navigation in inland restricted channel

LYU Jian-wei¹, LI Zhi-feng², XU Zhao-hui²

(1. Jiaxing Port and Shipping Authority, Jiaxing 314033, China;

2. Zhejiang Provincial Institute of Communications Planning, Design & Research, Hangzhou 310006, China)

Abstract: This paper analyzes the dimension of navigation, the height above water of the navigable vessels, navigable water level, navigation safety and difficulty of bridge reconstruction in the reconstruction project for enhancing the level of inland restricted channels in Hangzhou-Jiaxing-Huzhou plain of the Yangtze River Delta, and proposes the scheme for the bridge demolition and construction project & measures to guarantee the navigation safety, which may serve as reference for similar transformation projects of channels and bridges.

Keywords: the Yangtze River Delta; Hangzhou-Jiaxing-Huzhou plain; inland restricted channel; navigation standard; navigable bridge; project of demolition and construction; navigation safety

近年来, 浙江省利用其境内河网密集、海域辽阔的天然地理优势, 提出了“港航强省”的发展战略, 内河水运建设进入了一个崭新的时期。湖嘉申线、长湖申线、杭平申线、杭甬运河等一系列内河航道相继进行了“四改三”或“五改四”航道等级提升改建工程。京杭运河、杭申线、乍嘉苏线、杭湖锡线、东宗线等也将实施升级改造。

这些航道上现状桥梁数量众多, 若一次性按规划航道等级进行改建, 建设费用高, 社会影响大, 对整个项目的可行性影响巨大。依据“先通后畅、先易后难、远近结合”的原则, 对桥梁的逐步分期改建进行研究具有现实意义。

1 内河限制性航道通航标准及主要因素

1.1 航道尺度及通航净空标准

现行《内河通航标准》以及《运河通航标准》均规定, 限制性Ⅳ级、Ⅲ级航道直线段双线航道底宽分别为40 m和45 m; 2005年交通运输部发布的《长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定》, 对于苏、浙、沪Ⅳ级及Ⅳ级以上规划航道上的跨河建筑物, 在通航净宽范围内通航净高不应小于7 m; 《运河通航标准》规定, 长江三角洲地区, Ⅳ级、Ⅲ级航道净高均为7 m, 双线通航净宽分别为55 m和60 m。

收稿日期: 2014-05-30

作者简介: 吕健伟(1967—), 男, 高级工程师, 从事内河航道建设、养护和管理工作。

1.2 通航水位

杭嘉湖东部平原地势自西南向东北倾斜,其西南部分水岭为丘陵山地,而广大腹地地势平坦,地面高程大多在 1.2 ~ 2.2 m (1985 国家高程基准,下同),北部濒临太湖及东部与淀泖、黄浦江交接地区地势更低,地面高程在 1.2 ~ 1.7 m,南部邻杭州湾为 3.1 ~ 5.2 m。受地势制约,水流自然流向由西南向东北流入太湖和黄浦江。

根据浙江省交通规划设计研究院等单位编制的《杭嘉湖地区内河航道网通航水位研究》(2009年11月),对杭长桥站(西北方位)、塘栖站(西南方位)、南浔站(东北方位)、嘉兴站(东南方位)等4个水文站,进行通航水位(表1)、保证率研究分析,并得出以下结论:

- 1) 杭嘉湖三市最高、最低通航水位差如下:杭州约为 2.0 m,湖州约为 1.6 m,嘉兴约为 1.4 m。
- 2) 设计最低通航水位保证率均在 99.5% 以上,设计最高通航水位的累积频率均在 1% 左右。
- 3) 杭嘉湖平原全年平均约 90% 的时间其水位在设计最高通航水位以下 0.5 ~ 0.7 m,也就是杭嘉湖平原河网约 90% 的时间其实际通航净高比原桥梁的设计净高高 0.5 ~ 0.7 m 以上。

表1 设计最高、最低通航水位 m

地点	最高通航水位	最低通航水位
杭长桥	2.66	0.66
塘栖	2.50	0.60
南浔	2.16	0.56
嘉兴	1.76	0.36

1.3 桥区通航安全因素

桥区通航安全是一个综合性和系统性的问题,影响的因素涉及水文气象、桥梁布置及净空尺度、船舶驾驶、通航安全管理等多个方面。桥区通航安全条件主要包括桥梁通航条件和航道通航条件。

桥梁通航条件主要包括桥梁尺度(通航孔数、通航净高、净宽)和桥梁下部结构(桥墩、承台等)。通航净空小,船舶撞击桥梁的可能性增加,在满足一定的通航尺度情况下,通过设置工程和管理措施,以保障安全通航。

航道通航条件主要是指桥梁位置一定范围内

的航道条件,包括航道尺度、通航水流、选址地形、航道重要性或通航密度、涉航设施分布等。由于杭嘉湖地区限制性航道的通航水流条件优越,在全年大部分时间水流平缓,流速一般 $< 0.3 \text{ m/s}$;对影响通视和船舶操控的桥区航道,需通过工程和管理措施加以改善。

1.4 运行船舶现状调查

根据杭嘉湖航区船舶现状调查发现,船舶尺度的发展对跨航桥梁的尺度具有一定自适应性。本次调查船舶总计 1 184 艘,其中外省船舶 431 艘,本省船舶 751 艘;800 吨级以上船舶外省船舶 26 艘,本省船舶 99 艘;400 ~ 800 吨级以上船舶外省船舶 257 艘,本省船舶 320 艘。重点对船舶净高进行统计分析,得出以下结论:

- 1) 浙北航道网三级航道通航船型以散杂货船为主,占 90% 以上,集装箱、专业运输船(液体化工、水泥船等)及船队为辅。
- 2) 800 吨级以上散货船中,98% 的船舶倒桅空载水线以上净高在 5.5 m 以下,87% 的船舶倒桅空载水线以上净高在 5 m 以下,均小于长江三角洲地区限制性航道规定的Ⅳ级和Ⅲ级航道 7.0 m 的净高值。

3) 集装箱船中,1 000 吨级(51 ~ 75 TEU)集装箱船,当装箱 2 层时空载水线以上最大高度为 4.6 m,当装箱 3 层时空载水线以上最大高度为 6.9 m。

2 跨河桥梁现状及改建方案

对于纳入国家高等级航道网的重要骨干航道和重要集装箱通道,不满足对应航道等级通航标准的桥梁一般均考虑拆除改建,其它一般航道在满足预测货运量通过能力和通航安全要求的情况下,对于满足五级航道通航净空要求(净高 $H \geq 5 \text{ m}$ 、净宽 $B \geq 45 \text{ m}$)的桥梁近期暂时予以保留,远期视货运增长情况逐步改建。

2.1 跨河桥梁概况

浙江东北部的杭嘉湖平原地势平坦、水系发达、航道密布。沿航道两岸人口稠密,村庄、城

镇众多, 经济发达, 部分区域桥梁分布密集, 数量众多, 道路纵横交错。

据统计, 京杭运河、杭平申线、杭申线、杭甬运河等 7 条浙江省内河骨干航道共有跨航桥梁 419 座, 其中净高 7 m、净宽 60 m 以上的有 223 座, 占比 53%; 净高 5~7 m、净宽 45 m 以上的桥梁达到五级标准的桥梁有 129 座, 占比 31%; 净高 5 m 以下或净宽 45 m 以下的桥梁 67 座, 占比 16%。以上桥梁中 118 座通航净高在 5~7 m 的桥梁使用年限多数不足 10 a, 这些桥梁基本都是市区或城镇桥梁, 改建成本极高。东宗线、杭湖锡线、梅湖线、东苕溪、芦墟塘、嘉于线等省内骨干航道, 共有跨航桥梁 140 座, 其中达到净高 7 m、净宽 60 m 的有 37 座, 占比 26%; 净高 5~7 m、净宽 45 m 以上的桥梁达到五级标准的桥梁有 53 座, 占比 38%; 净高 5 m 以下或净宽 45 m 以下的桥梁 50 座, 占比 36%。

2.2 跨河桥梁通航尺度

2.2.1 通航净高

目前内河集装箱运输尚处于起步状态, 集装箱船舶数量较少, 且装载 2 层均能通过。散杂货船空载水线以上高度 (桅杆放倒或驾驶室下降后) 小于 5 m 的净高占比超过 87%, 按照桥梁通航净空 0.3~0.5 m 富裕高度计算, 考虑杭嘉湖平原全年平均约 90% 的时间其水位在设计最高通航水位以下 0.5~0.7 m, 对于净高 $H \geq 5$ m 的桥梁可暂时保留。

2.2.2 通航净宽

一般限制性三级航道在通航水流条件较好、通航净宽已达航宽要求的桥梁, 当净高不小于 5 m 时, 桥在采取相应的安全保障措施后, 船舶一般都能正常通过, 故对已建桥梁暂时保留的标准可取通航净宽不小于设计航道底宽为原则, 即不小于 45 m。

2.3 跨河桥梁拆建难度

目前桥梁改建在整个航道改建工程中工程建设费用所占的比例较高, 多数航道达 40% 以上, 桥梁投资对整个项目的影响非常大。

同时航道改建中常常会碰到一些非常重要且改造难度大的桥梁, 如铁路桥、高速公路桥、城市主干桥梁等, 这些桥梁的改建将对整个城市或交通格局产生影响; 并且这些桥梁规模大, 单桥改造需要几亿元的资金, 对项目建设的可行性起关键作用; 另外, 还有部分建成年份较短的桥梁, 重复建设将会产生不良的社会影响。

所以在航道建设中有必要根据桥梁的重要性、建设规模、建设年份、运行状况等特点进行细致分析。对于桥梁荷载等级低、建设年份较早、部分破损严重的桥梁必须进行改造; 对能够符合桥梁安全使用的要求, 且通过评价能够满足船舶通行安全条件的桥梁, 可以按照“先通后畅、分期实施”的原则, 依据不同时期航道货运量对跨河桥梁的不同要求, 合理确定桥梁暂时保留的评价标准, 并根据实际情况进行专题论证。

在航道货运量需求进一步提升、通航安全受影响程度加大的情况下, 可有步骤、有计划地对航道桥梁实施改建, 避免重复建设造成不必要的资源浪费。

3 暂缓拆建桥梁对通航的影响及措施

3.1 航道断面通过能力计算与分析

暂时保留桥梁航道断面通过能力可采用 $N_1 = P_h C_i$ 表示, 其中 P_h 为通航保证率, 保守计算可采用散杂货船空载水线以上高度 (桅杆放倒或驾驶室下降后) 小于 5 m 的净高的船舶保证率乘以设计最高通航水位以下 0.5 m 的水位历时保证率, C_i 为无桥梁的标准航道断面处的航道通过能力, 可采用经验公式计算。在满足上述通航净宽、净高判断指标条件下, 暂时保留桥梁航道断面通过能力判断指标为: $N_1 \geq N_2$ 。式中 N_2 为桥梁航道断面处的各设计水平年预测货流密度。该判定指标体现了因桥梁净高不足对航道货运量 (体现了航道重要性) 的限制程度。

以杭平申线为例, 经计算, 杭平申线标准航道断面的双线通过能力 C_i 为 9 500 万 t, 桥区航道的通航保证率 $P_h = 0.783$, 保留桥梁航道断面通过

能力 $N_1 = 7\,438$ 万 t。杭平申线 2020 年、2030 年双向货流量分别为 4 300 万 t 和 6 380 万 t, 即, N_2 (6 380 万 t) $< N_1$ (7 438 万 t)。同理对航道的单向通过能力进行验算, 杭平申线标准航道断面的单线通过能力 C_i 经计算为 5 225 万 t, 预测 2020 年、2030 年单向货流量分别为 2 840 万 t 和 3 860 万 t, 则 N_2 (3 860 万 t) $< N_1$ (4 091 万 t)。因此对净高 $H \geq 5$ m 桥梁进行保留能够满足预测货运量的要求。

3.2 改建方案对货运量增长的适应性

改建前 2012 年杭平申线(浙江段)完成运量约为 3 620 万 t, 根据杭平申线腹地综合运输发展规划, 预测杭平申线(浙江段)货运量 2020 年、2030 年分别为 5 620 万 t 和 8 050 万 t, 其中集装箱分别为 3 万 TEU 和 15 万 TEU, 其余均为散、杂货, 最大断面双向货流量分别为 4 300 万 t 和 6 380 万 t, 单向货流量分别为 2 840 万 t 和 3 860 万 t, 根据 4.1 节的分析, 对净高 $H \geq 5$ m 桥梁进行保留能够适应不同水平年货运量增长的需要。

3.3 对集装箱船型经济性影响

根据浙北地区至上海港内河集装箱代表航线测算, 当运距为 150 ~ 200 km 时, 采用 1 000 吨级 (51 ~ 75 TEU) 船型装载 2 层相比 3 层, 平均每箱运输成本上升 20% ~ 30% (运输距离越长, 成本增加情况越明显); 根据杭绍地区至宁波港内河集装箱代表航线测算, 当运距为 150 ~ 200 km 时, 当采用 500 吨级 (36 TEU) 船型装载 2 层相比 3 层, 平均每箱运输成本增加 10% ~ 15%, 但仍比公路运输成本有较大优势。

3.4 桥梁通航安全保障措施

解决桥区的通航安全, 就是避免过往船舶通过桥梁通航水域时发生船舶撞击桥梁的海损事故。防止船舶撞击桥梁的安全保障措施主要分为两大类: 一是管理类(属于主动设防), 二是工程类(属于被动设防)。管理类设防安全保障措施主要包括设置航标和导航系统、建立应急救助体系、改善桥区航道条件等; 工程类设防是指对桥梁采取直接的保护, 防止和阻拦船舶撞击大桥, 或减

轻船舶撞上桥梁后对结构的破坏, 目前较为多见的是设置防撞装置。

对暂时保留的已建桥梁, 需要采取必要的工程和(或)管理等两大类安全保障措施, 通过设置防撞设施、航标及信息化管理设施, 加强航线交通管制、通航时间管制、通航船型管制、通航信息管理、现场管理、各项应急预案等, 确保桥区通航安全。

4 结语

1) 杭嘉湖航区船舶现状调查显示桥梁净高 5.0 m 可满足多数 1 000 吨级以下散货船舶和 2 层装箱集装箱船的通行要求;

2) 在浙江省杭嘉湖地区, 针对非国家高等级航道网的重要骨干航道或集装箱重要通道, 对于通航净宽 $B \geq 45$ m、净高 $H \geq 5$ m 的桥梁近期可暂时保留;

3) 对于通航净空不达标而近期暂时保留的桥梁, 应完善桥梁范围内的通航安全保障措施;

4) 航道桥梁可依据“先通后畅, 先易后难, 远近结合”的原则, 对桥梁进行逐步分期改建。

参考文献:

- [1] 浙江省港航管理局. 资源节约型限制性Ⅲ级航道建设关键技术研究总报告[R]. 杭州: 浙江省港航管理局, 2014.
- [2] 浙江省交通规划设计研究院. 杭平申线(浙江段)航道改造工程工程可行性研究报告[R]. 杭州: 浙江省交通规划设计研究院, 2011.
- [3] 浙江省交通规划设计研究院. 杭嘉湖地区内河航道网通航水位研究[R]. 杭州: 浙江省交通规划设计研究院, 2009.
- [4] GB 50139—2004 内河通航标准[S].
- [5] 中华人民共和国交通运输部. 长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定[A]. 北京: 中华人民共和国交通运输部, 2005.
- [6] JTS 180-2—2011 运河通航标准[S].
- [7] 浙江省港航管理局. 浙北内河集装箱发展调研基础设施专题报告[R]. 杭州: 浙江省港航管理局, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)