

重庆市短途区间客船稳性分析

聂剑宁, 宁 萍

(重庆交通大学 航海学院 船舶与海洋工程系, 重庆 400074)

摘要: 分析了重庆市 4 艘具有代表性的典型区间客船的稳性, 在满足国家对船舶稳性最低要求和重庆市港航管理局对船舶稳性的相关要求的前提下, 探讨了区间客船技术改造方案的可行性, 以及在技术改造过程中提高重庆市短途区间客船经济性的方法和途径。

关键词: 短途区间客船; 稳性; 技术改造

中图分类号: U674.11

文献标志码: A

文章编号: 1674-0696(2011)02-0327-03

Stability Analysis of Short term Interzone Passenger Ship in Chongqing

NE Jian-n ing NNG Ping

(Department of Naval & Ocean Engineering Maritime College, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074 China)

Abstract Stability analysis of 4 representative typical interzone passenger ships in Chongqing was presented with the lowest request for ships' stability by the country and relevant requirement by Chongqing Port Navigation Administration Bureau as a prerequisite, feasibility of technological transformation plan and ways of improving the economic efficiency of Chongqing short distance passenger ship were discussed.

Key words short term interzone passenger ship; stability; technological transformation

自 2003 年三峡库区开始蓄水 135 m 到 2009 年库区第 4 期蓄水至 175 m 以来, 重庆市新增通航河流 68 条, 新增通航里程 1 333 km^[1]。伴随支流数量的增加, 形成了新的半岛和岛屿, 给库区沿岸各村镇的交通带来了诸多不便。短途区间客船担负着服务当地群众出行的社会功能, 是联系城乡之间、乡镇与乡村之间的经济纽带, 是不可缺少的水上交通工具。

根据重庆市港航管理部门的统计数据, 截至 2009 年底, 重庆市辖区内干支河流以及封闭水域一共有短途区间客船 503 艘、32 847 客位, 多数位于水运欠发达区域, 核定载客 60 客位以下, 船龄 8~15 a 之间, 船长在 13~17 m 范围内。其中有 395 艘客船是拟纳入全市客渡船标准化改造的短途区间客船^[2]。尚未实行标准化改造的这部分短途区间客船, 稳性虽能基本满足规范要求, 但技术安全状况和生产经营状况相对较差, 安全保障水平不高, 影响当地群众的出行和全市水上交通安全。

在对重庆市辖区内大量的短途区间客船详细调研的基础上, 笔者对其中典型船舶的性能与结构, 尤其是典型客船的稳性进行了全面的分析、研究和计算, 并提出了基于稳性的详细可行的技术改造方案。

1 短途区间客船稳性分析

短途区间客船是指在重庆直辖市境内所有河流和封闭水域内, 自始发地到目的地, 其逆水延续航行时间在 0.5 h 以下(第 5 类客船)及在 0.5~1 h(第 4 类客船)、除标准化客渡船以外的仅在江河两岸固定码头之间从事短途载运乘客的客船^[3]。

根据对重庆市辖区内大量短途区间客船的调研情况, 综合考虑船舶的航线、载客量、主尺度以及数量等方面的因素, 选取其中的“江翼”号(万州)、“林华”号(忠县)、“云碛 9”号(云阳)和“开封机 4”号(丰都)等 4 艘具代表性的客船作为本文的稳性分析研究对象, 它们的主要要素如表 1。

表 1 典型船舶主要要素

Tab 1 Main elements of a typical passenger ship

要素	江翼	林华	开封机 4	云碛 9
L/m	29.00	26.00	20.00	16.60
B/m	5.60	4.15	3.60	3.40
D/m	1.50	1.20	1.10	0.85
T/m	1.00	0.80	0.60	0.55
载客数/人	350	100	70	40
载货量/t	4	4	7.5	0.7
设计排水量/t	78.55	45.14	24.07	17.44
航区	R, J2	B	B, J2	C
甲板层数	2	2	1	1
船龄/a	13	12	12	12

收稿日期: 2011-01-24 修订日期: 2011-02-23

基金项目: 重庆交通大学高层次人才科研启动项目(交大科[2008]11号)

作者简介: 聂剑宁(1970-), 男, 重庆人, 讲师, 主要从事船舶设计与制造研究方面的工作。E-mail: a8733123@163.com

1.1 典型短途区间客船原始稳性计算

船舶稳性是指船舶受外力作用离开平衡位置而倾斜,当外力消除后能自行回复到原来平衡位置的性能。船舶在停泊、航行过程中的倾斜以横倾最为显著,故通常稳性系指横稳性^[4]。稳性是保证船舶安全性的一项重要航海性能。

根据《内河船舶法定检验技术规则》(2004)的相关规定,客船在稳性计算中所涉及的典型载况包括满载客货出港、满载客货到港、满客无货出港和空载到港等 4 种情况。所计算的稳性衡准数包括稳性面积衡准数、风压衡准数、急流稳性衡准数、回航静倾角衡准数、集舷静倾角衡准数等^[5]。船舶在所核算的各种装载情况下均要求:

$$K = M_q M_f \geq 1 \quad (1)$$

式中: K 为稳性衡准数; M_q 为最小倾覆力矩, $\text{kN} \cdot \text{m}$; M_f 为风压倾侧力矩, $\text{kN} \cdot \text{m}^{[6]}$ 。

表 2 典型船舶原始稳性最小值

分解内容	江翼	云碕 9	林华	开封机 4
极端装载情况	满载客货出港		满客无货出港	
稳性衡准指标	风压稳性衡准数		稳性面积衡准数	
K 值	1.02	1.02	< 1	< 1

上述 4 艘典型短途区间客船在各种装载情况下的稳性衡准数根据《内河船舶法定检验技术规则》(2004)的要求,通过采用内河稳性衡准计算软件计算,不能全面满足规范的要求,而且基本没有稳性储备,不能满足船舶安全对稳性储备的要求。

1.2 短途区间客船稳性提高措施

对于内河短途区间客船而言,常见的改善和提高船舶稳性的措施主要包括:增加干舷、增加船宽、降低重心、增加压载、减少上层建筑层数和长度、增大非水密开口进水角、防止载荷移动等^[7-8]。

通过对 4 艘典型短途区间客船具体情况综合分析,拟分别采取以下措施改善船舶稳性。“江翼”号调整方法:减少乘客定额、减少载货量、增加进水角、将载客甲板整体提高至主甲板高度;“林华”号调整方法:减少乘客定额、减少载货量、增加压载;“开封机 4”号调整方法:减少载货量、增加压载、主尺度加长、加宽、加深;“云碕 9”号调整方法:增加型深。

1.3 基于稳性的短途区间客船技术改造方案

考虑旧船改造应以最小的投入达到最佳的效果为宗旨,对上述 4 艘短途区间客船在保证满足具有足够稳性储备的前提下,采取减少载客量和载货量以及增加压载的方法,尽可能不改变船体结构的改造措施。具体技术改造方案如表 3。

表 3 典型船舶技术改造方案

措施及费用	江翼	林华	开封机 4	云碕 9
载客数 / 人	- 100	- 20	不变	不变
载货量 / t	- 3	- 2	- 3.5	不变
压载量 / t	不变	+ 2	+ 2	不变
增大进水角	增加门槛高度 (不小于 225 mm)			
结构改变	升高载客甲板与 主甲板同高			
改造费用 / 万元	19.85	14.1	11.35	19.26
新建费用 / 万元	42	32	26	22

对于主尺度相对较大的船舶(船长大于 20 m),减客和减货对于提高船舶稳性的效果是非常明显的,特别是“江翼”。而对于主尺度较小的船舶(船长小于 20 m),由于其本身载客人数和载货重量较少,相对而言减客和减货对于提高船舶稳性的效果不明显,因此对于“开封机 4”和“云碕 9”技改方案中并未采取减客措施。

1.4 改造后的船舶稳性状态

按照拟定的技改方案进行改造,上述 4 艘短途区间客船的稳性将得到有效的改善和提高,从而具有足够的稳性储备。具体改造后的稳性衡准数值如表 4。

表 4 典型船舶改造后的最小 K 值

衡准数	江翼	林华	开封机 4	云碕 9
稳性面积 $K_{\text{稳}}$	1.447	—	1.219	1.262
风压稳性 K	1.460	1.547	1.394	2.759
急流稳性 K_j	1.885	—	1.882	—
回航静倾角 K_{or}	3.425	1.835	5.077	3.633
集舷静倾角 K_{ok}	1.294	1.374	2.078	2.083

从表 4 可以看出,“江翼”和“林华”的最小 K 值是集舷静倾角衡准数,这是由于载客人数较多造成的。对于“江翼”,应严格控制第 2 层甲板的载客人数,建议具体载客人数为主甲板 170 人,驾驶甲板 80 人。

对于“林华”,由于驾驶甲板未设座椅,建议禁止乘客进入驾驶甲板。“开封机 4”和“云碕 9”的最小 K 值是稳性面积衡准数,这是由于船舶的重心较高、干舷较小造成的。对于“开封机 4”,建议严格监控压载的重量和位置。对于“云碕 9”,由于增加压载未能有效地提高船舶稳性,最好的改造方法只能是更改船体结构,增加船舶型深。

2 讨论

2.1 基于稳性的技改方案制定原则

本文所涉及到的技术改造是基于船舶的稳性储备要求所提出的。改造的基本原则是在满足船舶具有足够稳性储备的前提下作尽可能少的改动,尽量不改变主船体结构,以期能为船东尽量节约改造经

费, 从而使技改方案更加具有可操作性。

2.2 满足安全储备的稳性优化计算

基于技改方案制原则, 在所提出的技改方案中所涉及的改造措施是比较保守的, 并不意味是最优方案。根据港航管理部门最终明确的技术改造相关文件的出台, 还可以做进一步的详细计算和优化分析, 如分别按照船舶的航线、载客量、主尺度等细化指标, 做更加详细的基于稳性的分析计算, 使得最终的技术改造方案更加优化和有针对性。

3 结 语

由于“江翼”号、“林华”号、“云碛 9”号和“开封机 4”号是众多短途区间客船中非常典型的客船, 对于这 4 艘客船基于稳性要求所提出的技术改造方案具有广泛的代表性和指导意义。一旦按此方案技改成功, 意味着为其余短途区间客船的改造明确了方向。

致谢: 文中部分数据由重庆市港航管理局张胜鹏处长、周日兴等提供, 在此一并表示感谢。

(上接第 290 页)

沿 z 轴方向 [图 8(d)], 由于 4 种路缘石均发生翻车, 所以在 z 轴方向探讨的必要性不大。

3 结 语

采用 ADAMS/View 建立汽车模型, 进行汽车在定车速下对路缘石碰撞的仿真试验对比分析, 试验结果表明: 不同碰撞角度下 RA3 型路缘石的性能优于其他类型的路缘石。原因分析为 RA3 型路缘石截面下端设计的 $1/4$ 圆弧形状起到了一定的缓冲作用, 并且其截面上端的倾角较小, 减小了汽车发生翻车的可能性; 另外, 较高的路缘石高度防止了汽车飞越路缘石现象的发生。试验组仿真结果可靠, 对高速公路路缘石建设选型有一定的参考意义。通过以上分析, 对路缘石的优化设计提出了相关建议:

1) 由于曲线型路缘石截面具有良好的导向性, 且不易导致翻车, 所以对 RA3 型路缘石截面圆弧的曲率半径进行改善, 并在路缘石下端增加棱台, 使碰撞瞬间产生的冲击力进一步降低。

2) 要使碰撞试验更符合实际, 在进行仿真模型建立时, 汽车模型要更为细化, 更为完整, 如加入驾驶员和乘客模型等。

参考文献 (References):

- [1] 梁雄耀. 重庆市 2009 年水运工作报告 [R]. 重庆: 重庆市港航管理局, 2009
- [2] 宁萍, 聂剑宁. 重庆市短途区间客船的安全隐患与对策 [J]. 重庆交通大学学报: 自然科学版, 2009, 28(4): 755-757
NING Ping, NIE Jian-ning. Countermeasure and safe hidden hazard on short term interzone passenger ship in Chongqing [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University: Natural Science, 2009, 28(4): 755-757.
- [3] 国家海事局. 川江及三峡库区航行船舶检验补充规定 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004
- [4] 蔡岭梅, 王兴权, 杨万柏. 船舶静力学 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1995
- [5] 国家海事局. 内河船舶法定检验技术规则 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004
- [6] 顾敏童. 船舶设计原理 [M]. 上海: 上海交通大学交通出版社, 2009.
- [7] 水运技术词典编辑委员会. 水运技术词典 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1995
- [8] 陈可越. 船舶设计实用手册: 总体分册 [M]. 北京: 中国交通科技出版社, 2007

参考文献 (references):

- [1] 杨宏志, 张胜平, 杨少伟. 高速公路中间带护栏碰撞仿真实验 [J]. 长安大学学报, 2008, 28(2): 44-48
YANG Hong-zhi, ZHANG Sheng-ping, YANG Shao-wei. Simulation experimental of car's crash to median strips' guardrail highway [J]. Journal of Chang'an University, 2008, 28(2): 44-48
- [2] 张胜平. 高速公路中央分隔带护栏碰撞仿真实验的研究与应用 [D]. 西安: 长安大学, 2004.
- [3] 张娟. 基于车辆动态仿真试验的高速公路中央带隔离设施研究 [D]. 西安: 长安大学, 2005.
- [4] 黄红武, 刘正恒, 钟志华, 等. 汽车与高速公路护栏碰撞的计算机仿真 [J]. 机械工程学报, 2003, 39(11): 130-135.
HUANG Hong-wu, LIU Zheng-heng, ZHONG Zhi-hua, et al. Computer simulation in car-highway barriers impact [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2003, 39(11): 130-135
- [5] 李军, 邢俊文, 谭文浩. ADAMS 实例教程 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2002, 119-134
- [6] JC 899-2002 混凝土路缘石 [S]. 北京: 中国建材工业出版社, 2002
- [7] 李增刚. ADAMS 入门详解与实例 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2006, 66-79.
- [8] 李江. 交通事故力学 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000, 89-105.
- [9] 葛如海, 刘志强, 陈晓东. 汽车安全工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005, 108-143