

中华人民共和国行业标准

《港口工程荷载规范》(JTS 144—1—2010)

局部修订

(附录 F 作用于船舶上的水流力)

主编单位:交通运输部天津水运工程科学研究所

批准部门:中华人民共和国交通运输部

施行日期:2024 年 12 月 1 日

人民交通出版社

2024 · 北京

交通运输部关于发布《〈港口工程荷载规范〉 (JTS 144—1—2010)局部修订 (附录 F 作用于船舶上的水流力)》的公告

2024 年第 46 号

现发布《〈港口工程荷载规范〉(JTS 144—1—2010)局部修订(附录 F 作用于船舶上的水流力)》,自 2024 年 12 月 1 日起施行,原附录 F 同时废止。本局部修订内容主要为作用于船舶上的水流力计算,对《港口工程荷载规范》(JTS 144—1—2010)中原“附录 F 作用于船舶上的水流力”相应内容进行了修订。

本局部修订由交通运输部水运局负责管理和解释,实施过程中具体使用问题的咨询,由主编单位交通运输部天津水运工程科学研究所答复。修订后的附录文本可在交通运输部政府网站水路运输建设综合管理信息系统“水运工程行业标准”专栏(mwttis.mot.gov.cn/syportal/sybz)查询和下载。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2024 年 9 月 23 日

修订说明

本局部修订是根据水运工程标准编制计划的要求,对现行行业标准《港口工程荷载规范》(JTS 144—1—2010)附录 F 进行的修订。本局部修订在归纳总结国内外港口工程实践经验和研究成果基础上,经深入调查研究、专题模型试验、广泛征求意见,编制而成。

《港口工程荷载规范》(JTS 144—1—2010)自 2011 年实施以来,对我国港口工程建设起到了重要作用。随着港口码头深水化和船型大型化的发展,对附录 F 关于作用于船舶上的水流力计算方法提出了新的要求,为此,交通运输部水运局组织有关单位对附录 F 进行了修订。

本局部修订主要内容为作用于船舶上的水流力计算,并附条文说明。

本局部修订的主编单位为交通运输部天津水运工程科学研究所,编写人员如下:

李焱 陈汉宝 肖辉 戈龙仔 刘针 姜云鹏 徐亚男 赵鹏 胡克
张亚敬

本局部修订于 2024 年 1 月 25 日通过部审,2024 年 9 月 23 日发布,自 2024 年 12 月 1 日起施行。

本局部修订由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见,请及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街 11 号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本局部修订管理组(地址:天津市滨海新区新港二号路 2618 号,交通运输部天津水运工程科学研究所,邮政编码:300456,电话:022-59812345-6621),以便再修订时参考。

目 次

附录 F 作用于船舶上的水流力	(1)
附加说明 本局部修订主编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(4)
条文说明	(5)

附录 F 作用于船舶上的水动力

F.0.1 作用于船舶上的水动力可分解为垂直于船舶纵轴的横向分力和平行于船舶纵轴的纵向分力,如图 F.0.1 所示。

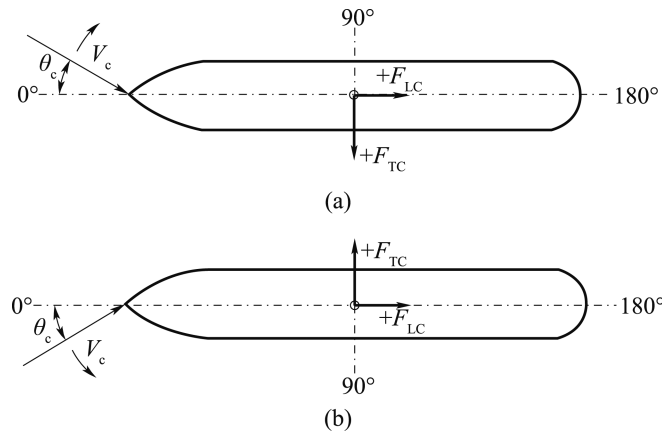


图 F.0.1 作用于船舶上的水动力示意图

(a) 船舶右舷来流; (b) 船舶左舷来流

F_{TC} —作用于船舶上的水动力横向分力; F_{LC} —作用于船舶上的水动力纵向分力; θ_c —水流方向与船舶纵轴之间的夹角; V_c —船舶吃水深度范围内的平均流速

F.0.2 对于开敞透空式系靠船结构,作用于船舶上的水动力横向分力可按下式计算:

$$F_{TC} = \frac{1}{2} C_{TC} \rho V_c^2 L_{BP} D \sin \theta_c \quad (\text{F.0.2})$$

式中 F_{TC} ——作用于船舶上的水动力横向分力(kN);

C_{TC} ——水动力横向分力系数;

ρ ——水的密度(t/m^3),淡水取 $1.0\text{t}/\text{m}^3$,海水取 $1.025\text{t}/\text{m}^3$;

V_c ——船舶吃水深度范围内的平均流速(m/s);

L_{BP} ——船舶垂线间长(m);

D ——与船舶装载度相对应的平均吃水(m);

θ_c ——水流方向与船舶纵轴之间的夹角($^\circ$),取值范围 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

F.0.3 水动力横向分力系数可按下式计算:

$$C_{TC} = \beta_1 \cdot e^{2.19(D/d)} + \beta_2 \quad (\text{F.0.3})$$

式中 C_{TC} ——水动力横向分力系数;

β_1 ——系数,海货船取 0.38,内河货船取 0.33,方驳船取 0.36;

D ——与船舶装载度相对应的平均吃水(m);

d ——系靠船结构前沿水深(m);

β_2 ——系数,海货船取 0.05,内河货船取 0.10,方驳船取 0.30。

F.0.4 对于开敞透空式系靠船结构,作用于船舶上的水动力纵向分力可按式(F.0.4-1)计算,并应符合下列规定。

$$F_{LC} = F_{LCP} + F_{LCf} \quad (\text{F.0.4-1})$$

式中 F_{LC} ——作用于船舶上的水动力纵向分力(kN);

F_{LCP} ——由形状阻力产生的纵向分力(kN);

F_{LCf} ——由摩擦阻力产生的纵向分力(kN)。

F.0.4.1 由形状阻力产生的纵向分力可按式计算:

$$F_{LCP} = \frac{1}{2} C_{LCP} \rho V_c^2 B D \cos \theta_c \quad (\text{F.0.4-2})$$

式中 F_{LCP} ——由形状阻力产生的纵向分力(kN);

C_{LCP} ——船舶纵向形状阻力系数,系靠船结构前沿水深与船舶吃水之比小于或等于 1.5 时取 0.27,大于 1.5 时取 0.17;

ρ ——水的密度(t/m^3),淡水取 1.0t/m^3 ,海水取 1.025t/m^3 ;

V_c ——船舶吃水深度范围内的平均流速(m/s);

B ——船宽(m);

D ——与船舶装载度相对应的平均吃水(m);

θ_c ——水流方向与船舶纵轴之间的夹角($^\circ$),取值范围 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

F.0.4.2 由摩擦阻力产生的纵向分力可按式计算:

$$F_{LCf} = \frac{1}{2} C_{LCf} \rho V_c^2 S \cos \theta_c \quad (\text{F.0.4-3})$$

式中 F_{LCf} ——由摩擦阻力产生的纵向分力(kN);

C_{LCf} ——船体摩擦阻力系数;

ρ ——水的密度(t/m^3),淡水取 1.0t/m^3 ,海水取 1.025t/m^3 ;

V_c ——船舶吃水深度范围内的平均流速(m/s);

S ——船舶吃水线以下的表面积(m^2);

θ_c ——水流方向与船舶纵轴之间的夹角($^\circ$),取值范围 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

F.0.4.3 船体摩擦阻力系数可按式计算:

$$C_{LCf} = \frac{0.075}{(\lg \text{Re} - 2)^2} + \Delta C_{LCf} \quad (\text{F.0.4-4})$$

式中 C_{LCf} ——船体摩擦阻力系数;

Re ——水流对船舶作用的雷诺数;

ΔC_{LCf} ——船体粗糙度修正系数,取 0.40×10^{-3} 。

F.0.4.4 水流对船舶作用的雷诺数可按式计算:

$$\text{Re} = \frac{V_c L_{WL} |\cos \theta_c|}{\nu} \quad (\text{F.0.4-5})$$

式中 Re ——水流对船舶作用的雷诺数；

V_c ——船舶吃水深度范围内的平均流速(m/s)；

L_{WL} ——船舶吃水线长(m)；

θ_c ——水流方向与船舶纵轴之间的夹角($^\circ$),取值范围 $0^\circ \sim 180^\circ$ ；

ν ——水的运动黏滞系数(m^2/s)。

F.0.4.5 水的运动黏滞系数可采用表 F.0.4 的数值。

表 F.0.4 水的运动黏滞系数

水温($^\circ C$)		0	5	10	15	20	25	30	40
运动黏滞系数 $\nu(10^{-6}m^2/s)$	淡水	1.79	1.52	1.31	1.14	1.00	0.89	0.80	0.66
	海水	1.83	1.56	1.35	1.19	1.05	0.94	0.85	0.71

F.0.4.6 船舶吃水线以下的表面积可按下式计算：

$$S = 1.7L_{WL}D + C_bL_{WL}B \quad (F.0.4-6)$$

式中 S ——船舶吃水线以下的表面积(m^2)；

L_{WL} ——船舶吃水线长(m)；

D ——与船舶装载度相对应的平均吃水(m)；

C_b ——船舶方形系数；

B ——船宽(m)。

附加说明

本局部修订主编单位、主要起草人、 主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主编单位:交通运输部天津水运工程科学研究所

主要起草人:李 焱(交通运输部天津水运工程科学研究所)

陈汉宝(交通运输部天津水运工程科学研究所)

(以下按姓氏笔画为序)

戈龙仔(交通运输部天津水运工程科学研究所)

刘 针(交通运输部天津水运工程科学研究所)

肖 辉(交通运输部天津水运工程科学研究所)

姜云鹏(交通运输部天津水运工程科学研究所)

徐亚男(交通运输部天津水运工程科学研究所)

赵 鹏(交通运输部天津水运工程科学研究所)

胡 克(交通运输部天津水运工程科学研究所)

张亚敬(交通运输部天津水运工程科学研究所)

主要审查人:徐 光

(以下按姓氏笔画为序)

江 义、李天碧、李元青、李绍武、张志明、张文忠、邵守良、

杨克勤、谢长文

总校人员:谢 燕、李荣庆、董 方、檀会春、邵守良、张文忠、李 焱、

戈龙仔

管理组人员:陈汉宝(交通运输部天津水运工程科学研究所)

李 焱(交通运输部天津水运工程科学研究所)

肖 辉(交通运输部天津水运工程科学研究所)

戈龙仔(交通运输部天津水运工程科学研究所)

刘 针(交通运输部天津水运工程科学研究所)

中华人民共和国行业标准

《港口工程荷载规范》(JTS 144—1—2010)
局部修订
(附录 F 作用于船舶上的水流力)

条文说明

目 次

附录 F 作用于船舶上的水流力	(9)
-----------------------	-----

附录 F 作用于船舶上的水动力

F.0.1 图 F.0.1 标识了从船舶右舷侧和左舷侧来流时,流向角在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间所对应的水动力纵、横向分力的方向与正、负符号的关系。判断水动力是挤靠力或推开力,根据工程具体情况确定。

F.0.2 作用于船舶上的水动力横向分力主要为形状阻力,摩擦阻力较小。式(F.0.2)为水动力横向分力的基本公式,表征为水动力的大小与水流速度 V_c 的平方和船舶水线以下的横向投影面积成正比。

对于水流速度 V_c ,本局部修订明确为船舶吃水深度范围内的平均流速。石油公司国际海事论坛组织(OCIMF)颁布的《Mooring Equipment Guideline(MEG4)2018》中的附录 A-图 A12 给出了船舶吃水深度范围内的平均流速与不同水深处流速的关系。

对于船舶水线以下的横向投影面积,《港口工程荷载规范》(JTS 144—1—2010)原附录 F 采用日本标准(1979)建议的经验公式计算,其计算结果与 $L_{BP} D \sin \theta_c$ 基本一致。船舶垂线间长 L_{BP} 是船舶的基本参数,国际航运协会(PIANC)出版的《Harbour approach channels Design Guidelines》(Pianc Report N° 121—2014)给出的船舶基本参数中包括船舶垂线间长 L_{BP} 。

F.0.3 影响水动力横向分力系数的因素包括船舶型线、水流流向和相对水深等。由于不同船舶或同一船舶船首与船尾的型线存在一定差异,因此不同船舶或同一船舶在船首来流与船尾来流时的水动力横向分力系数亦有差异,但其对水动力横向分力系数的影响程度远低于相对水深的影响。精确给出各类不同船舶型线下的水动力横向分力系数难度较大,式(F.0.3)在适当概化船舶型线对横向分力系数影响的前提下,依据物理模型试验研究成果提出:概化各种类型的货船为海货船、内河货船和方驳船三种;概化船首和船尾来流的不同影响。经概化后的水动力横向分力系数与相对水深呈指数型曲线关系。

F.0.4 式(F.0.4-2)中船舶纵向形状阻力系数 C_{LCF} 由模型试验得出。式(F.0.4-3)中摩擦阻力系数的计算是在 1957 年 ITTC(国际拖曳水池会议)推荐的光滑平板摩擦阻力计算公式基础上,根据相关研究成果,增加了船体粗糙度修正系数 ΔC_{LCF} 。

船舶吃水线长 L_{WL} 是指船舶吃水的水线面与船体型表面首尾交点间的水平距离。中国船级社《国内航行海船建造规范(2018)》和《钢质内河船舶建造规范(2016)》,船舶垂线间长 L_{BP} 约为 $0.97L_{WL}$ 。

国际航运协会(PIANC)《Harbour Approach Channels Design Guidelines》(Pianc Report n° 121—2014)给出了船舶方形系数 C_b 的取值。