

船舶局部振动测量规程

Code for the measurement of local vibration of ship

本标准参照采用国际标准 ISO 4868—84《船舶结构与装置的局部振动数据测量和报告的规程》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了大于所处部位船体梁振动的船舶局部结构、机械装置或设备响应的数据采集条件和方法,以及数据报告的表达形式。

本标准适用于海上航行船舶。内河船舶亦可参照使用。

2 测量仪器

- 2.1 应选用具有多通道并能长期保存记录的电子测量系统。通常由传感器、放大器、滤波器和记录器组成。
- 2.2 应具有较宽的频率范围和幅值线性。要满足被测构件的频率和幅值要求,并能适应船上温度、湿度和噪声等环境条件。
- 2.3 传感器安装要牢靠,方向要正确,导线走向和布置合理。
- 2.4 仪器的灵敏度、幅频特性、幅值线性和相频特性必须定期进行计量检定或校准,取得合格证书方可使用。
- 2.5 脉冲装置安装在螺旋桨轴上时,要使脉冲信号与主机 1 号缸上死点或螺旋桨某叶片位置相对应。
- 2.6 在能满足试验要求前提下,可以使用单点测量的便携式电子仪器或机械式测振仪。

3 测量条件

- 3.1 水深不小于船舶吃水的 5 倍。当确认淡水不影响试验结果时,试验也可以在码头边进行。
- 3.2 海面应处于 3 级海况以下。
- 3.3 船舶应处于满载或压载状态,压载时艏吃水应确保螺旋桨全部浸没在水中。
- 3.4 船舶应保持稳定航向,操舵角应限制在 $\pm 2^\circ$ 之内。
- 3.5 主机和其他机械装置处于稳定工作状态。如属多桨船,应使各桨轴转速保持一致或基本一致。
- 3.6 如有需要,个别机械装置可以单独运行。
- 3.7 不能满足上述条件的情况,应在报告中予以注明。

4 测量部位

4.1 尾部

上(主)甲板纵中剖面尾端或尾尖舱前舱壁上为船体梁振动主要表征点。测量方向为垂向、横向和纵向。见图 1。

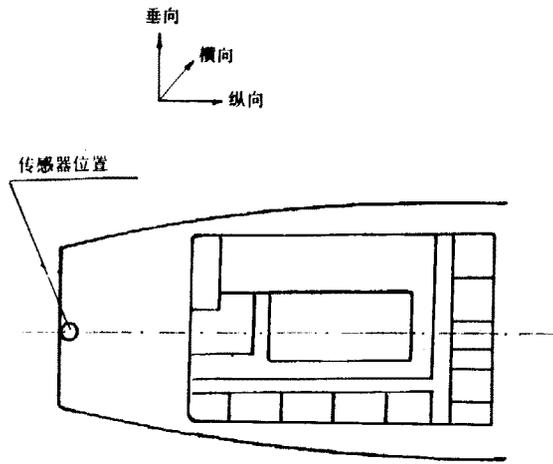


图 1 尾部测点示意图

4.2 上层建筑

4.2.1 驾驶室甲板与前围壁中心线交点处。测量方向为垂向、横向和纵向。

4.2.2 驾驶室甲板和上(主)甲板间任一甲板与前围壁中心线交点处。测量方向为横向和纵向。

4.2.3 上(主)甲板与前围壁中心线交点处。测量方向为横向和纵向。见图 2。

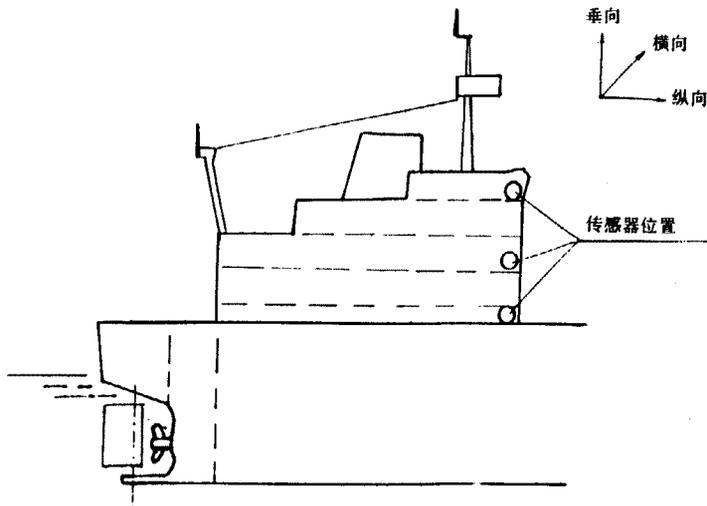


图 2 上层建筑测点示意图

4.3 局部构件

在有局部振动的部位处,如构件、上层结构的部件(烟囱、桅杆、罗经座、管道)、甲板、隔舱、基座等处。测量方向视具体情况而定。桅杆测点见图 3。

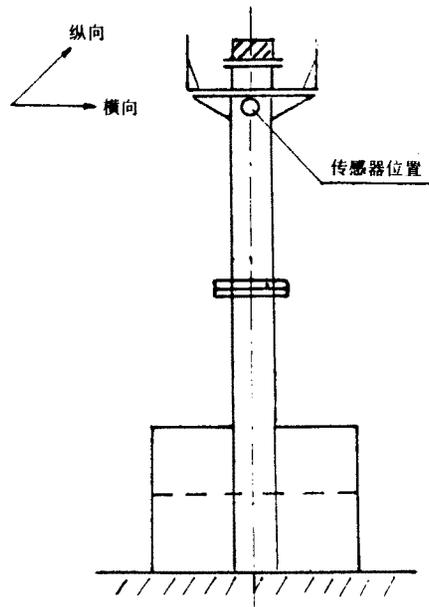


图3 桅杆测点示意图

4.4 机械装置

在有大振幅的机械装置外表面布置测点。测量方向为垂向、横向和纵向。

4.5 船体脉动压力测点(选测项目)

在螺旋桨轴垂直平面与外底板交线上布置4个测点,在螺旋桨盘面所在平面与外底板交线上也布置4个测点,具体布置见图4。图中 D 为螺旋桨直径。

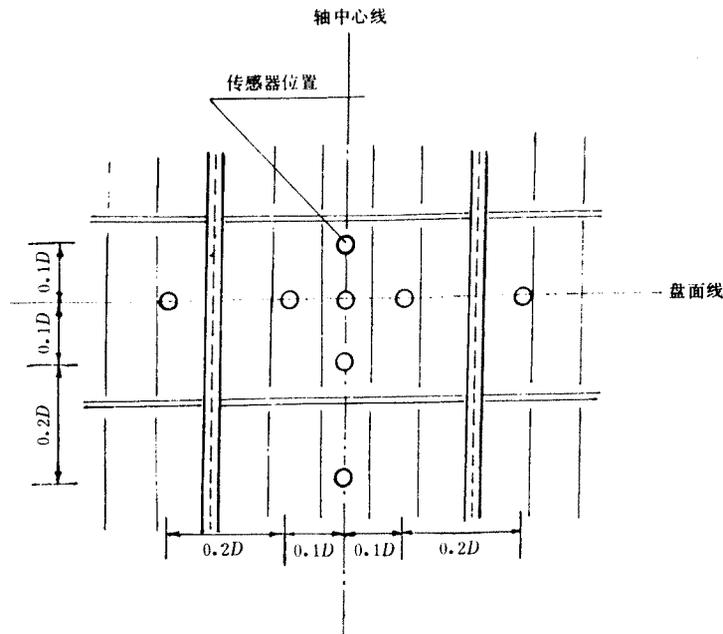


图4 脉动压力测点示意图

4.6 结构动应力测点(选测项目)

对被测局部结构,视具体要求布置单向或平面应力测点。

4.7 舱室

精密仪表室、海图室以及其他有明显局部振动的舱室,室内构件和装置,视具体要求布置测点。

4.8 上述测量部位是依据一般原则而给出的,在不同条件下,测量部位的选择要与测量目的相符合。

5 测量参数

测量参数应包括:

- a. 位移,mm;
- b. 速度,mm/s;
- c. 加速度,mm/s²;
- d. 压力,MPa;
- e. 应力,MPa;
- f. 频率,Hz;
- g. 相位,(°)。

a.~e.均以单峰值表示。

6 测量程序

6.1 校准

6.1.1 测量仪表在现场全部安装联通后,必须对每一通道通电调试,选择合适量程,确保正常工作。

6.1.2 在测量前后,分别对每通道进行现场校验,以重复实验室内系统校准状态并做好现场记录。

6.2 试验实施

6.2.1 试验时,主机转速从额定转速的一半开始,对低速机按5~10 r/min;中速机按10~50 r/min;高速机按50~100 r/min的速度逐档递增直至额定转速。在共振转速和营运转速附近,转速档次适当加密。记录应在每档转速稳定后进行。

6.2.2 如有需要应在局部振动发生的某些转速下作专项测量。

6.2.3 局部结构激振试验时,可采用稳态激励或瞬态激励,以获得被测结构所需的模态参数(可选项目)。

7 数据采集、分析与提供

7.1 数据采集

7.1.1 信号记录的连续时间不小于60 s。

7.1.2 光线示波器记录长度至少应包含100个基频波形。

7.1.3 记录测量数据时,脉冲信号和振动响应信号必须进行同步记录。

7.2 数据分析

7.2.1 计算机分析时可采用随机截断或整周期截断方法。

7.2.2 快速富里叶变换(FFT)的样本时间 ΔT 一般为4s。频率分辨率 Δf 按下式计算:

$$\Delta f = \frac{1}{\Delta T}$$

式中: Δf ——频率分辨率,Hz;

ΔT ——样本时间,s。

7.2.3 人工分析时采用10%最大值方法。如从100个基频波形中,选取10个振幅最大值平均后作为最大重复振幅值提供。

7.3 数据提供

7.3.1 提供船体梁尾部测点在螺旋桨各转速时的各阶振动幅值。

7.3.2 提供局部结构、机械装置由螺旋桨引起的轴频以及各阶振动幅值。

- 7.3.3 提供局部结构、机械装置由主机引起的主要频率成分的振动幅值。
- 7.3.4 对局部构件激振试验,提供被测件所需的模态参数。
- 7.3.5 如有要求,进一步分析引起严重局部振动的振源。
- 7.3.6 当存在“拍”振动时,需提供“拍”的频率和最大、最小振幅值。

8 数据报告

- 8.1 船舶主要设计参数。
 - 8.1.1 船舶推进装置的主要参数可参照附录 A(参考件)表 A1、表 A2 填写。
 - 8.1.2 提供船体及上层建筑的纵中剖面简图。
- 8.2 测点布置图。
- 8.3 试验条件可参照附录 A(参考件)表 A3 填写。
- 8.4 振动测量结果可参照附录 A(参考件)表 A4 填写。
- 8.5 提供试验数据的分析方法。
- 8.6 根据相应的评价标准,按图 5 对测量结果进行评价。

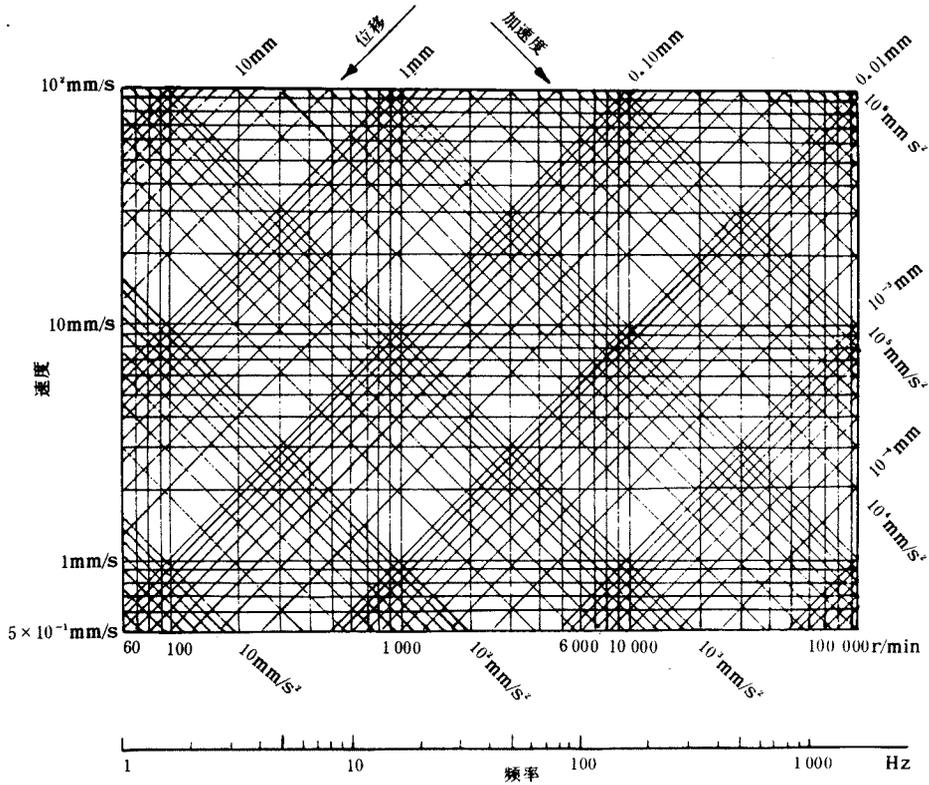


图 5 船舶局部振动数据标绘图

附录 A
船舶局部振动测量数据表格示例
(参考件)

表 A1 试验船舶的主要参数

船名			
制造厂/建造年份			
船 体		主 机	
船类与型号		数目、机类与型号	
船级		建造年份	
结构型式		缸径与冲程,mm	
垂线间长 L_{pp} ,m		汽缸数	
型宽 B ,m		功率,kW	
型深 H ,m		转速,r/min	
吃水(满载) d ,m		位置	
排水量(满载) Δ ,t		不平衡力矩 $N \cdot m$	M_{v1}
方型系数 C_b			M_{v2}
载重量 D_w ,t			M_h
		螺旋桨	
中剖面惯性矩, m^4	I_v	数目与桨型	
	I_h		
中剖面剪切面积, m^2	A_v	叶数	
	A_h	直径 D ,m	
		转速,r/min	
中剖面简图		桨叶倾斜角, ($^\circ$)	
		螺距比	
		间隙比 C/D	
		舵型与数目	
		螺旋桨船体间隙简图	

表 A2 推进轴系的主要参数

推进轴系主要参数				轴 数				
				最大转速与常用转速, r/min				
				衬套材料型号				
				轴对中(直接或理论对中)				
转 动 部 分				静 止 部 分				
		直径, mm	长度, mm			直径, mm	公隙, mm	支承
1	尾轴			1	尾管后轴承			
2	第一中间轴			2	尾管前轴承			
3	第二中间轴			3	第一中间轴承			
4	第三中间轴			4	第二中间轴承			
5	第四中间轴			5	第三中间轴承			
6	推力轴			6	第四中间轴承			
		直径 mm	质量 t	质量极惯性矩 $t \cdot m^2$	7	第五中间轴承		
					8	第六中间轴承		
第二减速 齿轮箱					9	第七中间轴承		
					10	第八中间轴承		
第一减速 齿轮箱					11	第九中间轴承		
					12	推力轴承		
轴 系 尾 部				13	主齿轮装置后轴承			
螺旋桨质量(t)与密度(kg/m^3)				14	主齿轮装置前轴承			
螺旋桨质量极惯性矩 $t \cdot m^2$				推力轴承及其基础简图(标明主要尺寸)				
		刚度 N/m	距离 m					
螺旋桨重心与尾轴 后支座之间距离								
两个尾轴支座之间 距离								
中间轴承								

标明转动部分和静止部分相对位置的轴系简图

表 A3 振动测量时的条件

试 验 条 件		日 期
		地 点
海况(蒲氏风级)		测量仪器型号
浪高,m		
相对艏向角,(°)		
水深,m		
艏吃水,m		
艉吃水,m		
平均吃水,m		
试验时的排水量,t		
螺旋桨浸水深度,m		

表 A4 振动测量结果

测点编号	结构名称	测点位置	轴转速 r/min	频率与振幅					
				垂 向		横 向		纵 向	
				频率	幅值	频率	幅值	频率	幅值

备注:

船名:

测量日期:

填表者:

检测员:

附加说明:

本标准由全国机械振动与冲击标准化技术委员会提出。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会和全国机械振动与冲击标准化技术委员会归口。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院 702 所负责起草。

本标准起草人胡国经、顾国良、严胜根。