



指导性文件
GD 29-2020

中国船级社

半潜船载运手册编制指南

2020

2020年12月10日生效

目 录

第 1 章 通则.....	1
第 2 章 航线及气象资料.....	2
第 3 章 船舶运动响应.....	3
第 4 章 船舶稳性.....	4
第 5 章 船体强度.....	5
第 6 章 系固.....	6
附录 1 系固载荷计算示例.....	8
附录 2 垫木压力计算示例.....	10
附录 3 符合声明（模板）	13

第 1 章 通 则

1.1 一般规定

1.1.1 本指南为对船东、设计单位编制半潜船单次载运货物的载运手册提供指导，并为中国船级社对载运手册进行认可提供依据。

1.1.2 对由于载运特定货物而进行特殊设计或布置的半潜船及载运手册，经 CCS 同意，可予以特殊考虑。

1.2 符合声明

1.2.1 对经认可符合本指南要求的载运手册，可签发符合声明。

1.3 定义

1.3.1 半潜船：系指具有较大开敞露天载货甲板，首部和尾部有较高上层建筑或甲板室或浮箱，具备在装卸货物作业过程中呈半潜状态能力的船舶。

1.3.2 货物：本指南中的货物通常系指半潜船载运的船舶、海上设施、浮体类货物或其他大件货物。

1.4 载运手册内容

1.4.1 载运手册至少应包含下列内容：

- (1) 半潜船的基本参数（如船长、船宽、型深、吃水、推进装置及压载系统能力等）；
- (2) 拟载运货物的基本参数（外形尺寸、重心位置等）；
- (3) 手册编制目的和工程概况；
- (4) 积载及系固布置图；
- (5) 航线及气象资料；
- (6) 运动响应分析；
- (7) 船舶稳性计算；
- (8) 船体强度计算；
- (9) 垫木压力及系固计算；
- (10) 系固件焊缝强度计算；
- (11) 装货程序；
- (12) 卸货程序；
- (13) 下潜起浮排压水程序；
- (14) 系泊方案（若在码头边下潜作业）。

第 2 章 航线及气象资料

2.1 一般规定

2.1.1 载运手册中应包含计划的航线、预估的航行时间及航速。

2.1.2 应根据可靠的波浪及气象数据库，确定整个航程中可能遭遇最恶劣海况的海域。载运过程的设计值（如风速、有义波高和峰值周期等）应取为该海域的 10 年月度极值（基于 30 天的暴露时长）。

2.1.3 对整个航程中暴露于 2.1.2 条所述海域的时长小于 30 天的航程，可基于实际暴露时长确定 10 年度月度极值。

2.1.4 经 CCS 同意，可接受按照设计方给定的极值进行计算。

2.2 波高折减

2.2.1 对于带有冗余推进系统的自航式半潜船，不同浪向下的波高可以按下表进行折减。

波高折减表

表 2.2.1

浪向	有义波高 Hs 占设计海况的百分比
0° ~ ±30°	100%
± (30° ~ 60°)	100%与 80%间线性插值
±60°	80%
± (60° ~ 90°)	80%与 60%间线性插值
±90°	60%
± (90° ~ 120°)	60%与 80%间线性插值
±120°	80%
± (120° ~ 150°)	80%与 100%间线性插值
± (150° ~ 180°)	100%

2.2.2 带有冗余推进系统的自航式半潜船，至少应满足以下条件：

- (1) 2 个或更多的相互独立的主发动机；
- (2) 2 个或更多的相互独立的燃料供应；
- (3) 2 个或更多的相互独立的动力传动系统；
- (4) 2 个或更多的相互独立的配电板；
- (5) 2 个或更多的相互独立的操舵装置，或单独操舵装置的不同操作方式（不包括不能由驾驶室操作的应急操舵装置）；
- (6) 在上述设备或装置发生单一故障时，考虑货物的情况下，具有至少在设计工况下能够保证控制航向的能力。

第 3 章 船舶运动响应

3.1 一般规定

3.1.1 载运手册中应包含载运过程货物重心处的运动响应值，包括各浪向下的纵摇角、横摇角和纵向、横向及垂向加速度，通常采用运动响应分析获得。

3.2 海况

3.2.1 运动响应分析应基于本指南第 2 章要求所确定的设计海况。

3.2.2 用于设计的最大可能极限响应值应基于 3 小时暴露周期给出。

3.2.3 除非对采用短峰波海况有合理解释，否则一般采用长峰波进行运动加速度分析。

3.3 航向及航速

3.3.1 应对零航速下迎浪、首斜浪、横浪、尾斜浪和随浪浪向进行分析。最可能峰值波浪周期 T_p 的范围应根据下式计算：

$$\sqrt{13H} \leq T_p \leq \sqrt{30H} \quad \text{s}$$

其中 H 为有义波高，m。

3.3.2 还应对非横浪情况下最大设计航速和所给海况下最大可保持航速进行分析。如软件无法直接进行计算，可采用零航速的分析方法，并将最可能峰值波浪周期 T_p 的范围根据下式按航速进行校正：

$$\frac{\sqrt{13H}}{1 + \frac{V \cdot \cos \theta}{1.56\sqrt{13H}}} \leq T_p \leq \frac{\sqrt{30H}}{1 + \frac{V \cdot \cos \theta}{1.56\sqrt{30H}}} \quad \text{s}$$

其中 V 为船舶航速，m/s， θ 为船舶航向与波浪前进方向的夹角，°； H 为有义波高，m。

3.4 自由液面影响

3.4.1 进行运动响应分析时，不应考虑液舱自由液面修正所导致的初稳性高 GM 值的减小。

3.5 货物浸没影响

3.5.1 进行运动响应分析时，应考虑货物浸没导致的初稳性高 GM 值的增大和阻尼值的增加。

第4章 船舶稳性

4.1 一般规定

4.1.1 载运手册中应包含船舶航行过程及装卸货过程的压载计划，及相应的稳性计算报告。

4.1.2 如相关水域的主管机关另有要求，以主管机关的要求为准。

4.2 航行过程

4.2.1 完整稳性应满足 2008 IS Code A 部分 2.2 章和 2.3 章的适用要求。装载工况中的受风面积计算应计入甲板货物。

4.2.2 如果船舶的特性被认定为符合 2008 IS Code A 部分 2.2 章的不可操作，则可使用 2008 IS Code 注释中最大倾覆力臂的替代衡准。

4.2.3 计算完整稳性时，可计入货物的浮力。货物的水密性应被定义并在计算中予以考虑。

4.2.4 自航式半潜船的破损稳性应满足 SOLAS II-1 章或 ICLL 1966 第 27 条（包括 IACS ULL65）的要求。

4.3 半潜作业过程

4.3.1 半潜船的半潜作业稳性应满足《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章第 9 节 1.9.5 条的要求。

4.4 超压载作业

4.4.1 经主管机关同意，满足《钢质海船入级规范》第 8 篇第 18 章第 4 节的相关要求的半潜船，应勘划超压载作业所允许的最大吃水水线标志，方允许进行超压载作业。

第5章 船体强度

5.1 一般规定

5.1.1 载运手册中应包含船舶总纵强度及相关局部强度的计算报告。

5.2 总纵强度

5.2.1 船舶的总纵强度应满足《钢质海船入级规范》第2篇第15章第2节15.2.2的要求。

5.3 局部强度

5.3.1 应根据拟载运货物及垫木的布置确定甲板载荷，一般不应超过甲板载荷的许用值。

5.3.2 对局部甲板载荷超过甲板许用值的情况，可通过直接计算的方式确定甲板及附属结构的应力不超过：

剪应力： $0.4ReH$

相当应力： $0.88ReH$

ReH 为材料的屈服应力， N/mm^2 。

第 6 章 系 固

6.1 载荷计算

6.1.1 应根据本指南第 3 章所述的运动响应分析确定系固布置的横向和纵向设计载荷。

6.1.2 应考虑以下载荷出现的最危险工况组合：

- (1) 重力静载荷；
- (2) 风斜及风切角带来的载荷；
- (3) 纵荡和横荡加速度带来的载荷；
- (4) 风载荷；
- (5) 垂荡加速度（包括横摇和纵摇的倾斜分量）带来的载荷；

6.1.3 考虑到风和波浪带来载荷最大值不会同时出现，6.1.2 条所述的载荷组合可折减 10%。

6.1.4 载荷计算的示例可参见附录 1。

6.2 摩擦力

6.2.1 在系固计算中可计入货物的摩擦力，应根据货物重量、悬垂程度等确定可计入的摩擦力，详见表 6.2.1。计入摩擦力后，总的系固力仍不可小于表中所列的最小值。

最大摩擦力与最小系固力

表 6.2.1

最大货物悬垂长度	货物重量, W/t						
	W <100	100≤ W <1000	1000≤ W <5000	5000≤ W <10000	10000≤ W <20000	20000≤ W <40000	W ≥40000
	最大摩擦系数						
无	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<15m	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
15-25m	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2
25-35m	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2
35-45m	0	0	0	0	0	0.1	0.1
>45m	0	0	0	0	0	0	0
最小需要的系固力占 W 的百分比, %							
横向	15%		根据重量插值	10%		根据重量插值	5%
纵向	10%		根据重量插值	5%		根据重量插值	3%

6.2.2 在计算摩擦力时，当由于船舶垂荡运动而造成压力增加时，总体的摩擦力应减少 10%。当由于船舶垂荡运动而造成压力减少时，不考虑折减。

6.2.3 仅在货物由木墩或垫木支撑时可计入摩擦力，对于钢与钢接触时不可计入。

6.3 垫木

6.3.1 如在半潜船与货物之间铺设垫木，垫木的布置应能尽可能保证货物的载荷均匀地传递到半潜船上。

6.3.2 垫木应具有足够的强度来承受货物的重量以及船舶运动带来的载荷。对软木垫木的压力一般不超过 $2\text{N}/\text{mm}^2$ 。鱼骨形铺设的垫木压力一般不超过 $1\text{N}/\text{mm}^2$ 。



图 6.3.2 鱼骨形铺设示意图

6.3.3 计算垫木压力时，通常应分别计算横向和纵向距离垫木布置中心最远端的垫木压力，以考虑压力的不均匀分布。

6.3.4 垫木的高度通常不小于 150mm ，并保持货物最低突出点与半潜船甲板间的间隙应不小于 75mm 。

6.3.5 垫木压力计算的示例可参考附录 2。

6.4 系固件

6.4.1 系固件的布置和强度应能保证货物在运输过程中不会发生横向和纵向的滑移或翻转，相关计算可参照本社《货物系固手册编制指南》。

6.4.2 标准系固件应持有证书，标明其安全工作负荷。对非标系固件，应证明系固件的结构强度满足其安全工作负荷的要求，可通过直接计算的方式确定系固件在承受预期载荷时的应力不超过：

$$\text{剪应力: } 0.58\text{ReH}$$

$$\text{相当应力: } 0.88\text{ReH}$$

ReH 为材料的屈服应力， N/mm^2 。

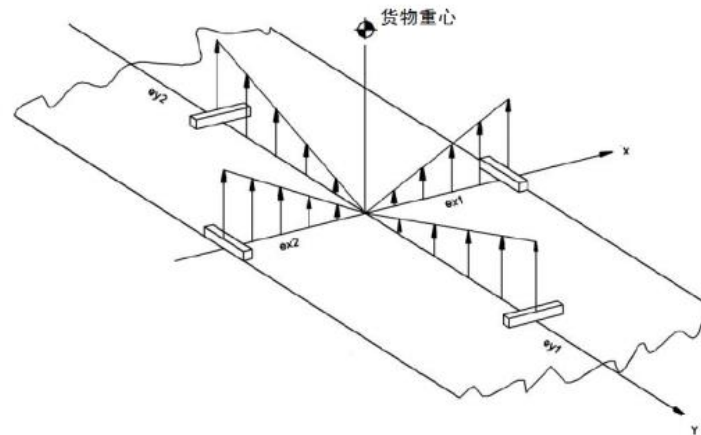
6.4.3 对与半潜船之间通过焊接连接的系固件，其焊缝处焊喉的计算所得相当应力应不超过 0.9 倍焊材的屈服应力，计算所得剪切应力应不超过 0.55 倍焊材的屈服应力。

附录 1 系固载荷计算示例

	方向			
	横向		纵向	
纵向加速度 (m/s ²)	—		1.472	
横向加速度 (m/s ²)	2.453		—	
垂向加速度 (m/s ²)	1.77		0.98	
横摇角 (°)	10		—	
纵摇角 (°)	—		5	
风斜角 (°)	1.00		—	
风切角 (°)	—		0.00	
直接顶风载荷 (t)	—		100	
直接横风载荷 (t)	100		—	
货物重量 (t)	8000			
最大悬垂长度 (m)	10			
摩擦系数 (-)	0.2		0.2	
最小系固载荷/货物重量	10%		5%	
	横向		纵向	
	正垂荡	负垂荡	正垂荡	负垂荡
横荡/纵荡 (m/s ²)	2.453		1.472	
(重量+垂荡) ×sin (风斜/切角) (m/s ²)	(1+1.77 ÷9.81) ×9.81 ×sin (1°) =0.202	(1-1.77 ÷9.81) ×9.81 ×sin (1°) =0.14	(1+0.98 ÷9.81) ×9.81 ×sin (0°) =0	(1-0.98 ÷9.81) ×9.81 ×sin (0°) =0
垂荡 ×sin (横摇/纵摇角) (m/s ²)	1.77 ×sin(10°)=0.307	-1.77 ×sin (10°) =-0.307	0.98 ×sin (5°) =0.085	-0.98 ×sin (5°) =-0.085
直接风载荷等效加速度 (m/s ²)	100 ÷8000 ×9.81=0.123		100 ÷8000 ×9.81=0.123	
侧向加速度总和 (m/s ²)	2.453+0.202+0.307+0.123=3.084	2.453+0.14-0.307+0.123=2.409	1.472+0+0.085+0.123=1.68	1.472+0-0.085+0.123=1.509
折减值 (10%)	3.084 ×10%=0.308	2.409 ×0%=0	1.68 ×10%=0.168	1.509 ×0%=0
侧向加速度 (m/s ²)	3.084-0.308=2.775	2.409-0=2.409	1.68-0.168=1.512	1.509-0=1.509
侧向加速度 (g)	2.775 ÷9.81=0.283	2.409 ÷9.81=0.246	1.512 ÷9.81=0.154	1.509 ÷9.81=0.154
系固载荷 (t)	8000 ×0.283=2264	8000 ×0.246=1968	8000 ×0.154=1232	8000 ×0.154=1232
摩擦力 (压力折减 10%) (t)	(9.81+1.77) ÷9.81 ×8000 ×0.2 ×(1-10%) ×cos (10°) =1674	(9.81-1.77) ÷9.81 ×8000 ×0.2 ×cos (10°) =1291	(9.81+0.98) ÷9.81 ×8000 ×0.2 ×(1-10%) ×cos (5°) =1578	(9.81-0.98) ÷9.81 ×8000 ×0.2 ×cos (5°) =1434
计算系固载荷	2264-1674=590	1968-1291=677	1232-1578=-346	1232-1434=-202

	方向	
	横向	纵向
(t)		
设计系固载荷 (或 最小系固力) (t)	Max (677,8000×10%) =800	Max (-202,8000×5%) =400

附录2 垫木压力计算示例



2.1 垫木参数

基于垫木的尺寸和位置，垫木布置的参数可以按照以下方法计算：

垫木参数计算			
垫木总面积 A (m ²)	444.37		
横向		纵向	
垫木中心横坐标 (m)	0	垫木中心纵坐标 (m)	0
$x_0 = \text{各垫木横坐标} \times \text{各垫木面积} / \text{垫木总面积}$		$y_0 = \text{各垫木纵坐标} \times \text{各垫木面积} / \text{垫木总面积}$	
垫木横向转动惯量 I_{xx} (m ⁴)	20022	垫木纵向转动惯量 I_{yy} (m ⁴)	759510
横向最大偏心值 (m) $ex1 = \max x - x_0$	12.28	纵向最大偏心值 (m) $ey1 = \max y - y_0$	77.24
横向最小偏心值 (m) $ex2 = \min x - x_0$	-12.28	纵向最小偏心值 (m) $ey2 = \min y - y_0$	-83.67
横向剖面模数 1 (m ³) $W_{x1} = I_{xx} / ex_1$	$20022 \div 12.28$ =1630.46	纵向剖面模数 1 (m ³) $W_{y1} = I_{yy} / ey_1$	$759510 \div 77.24$ =9833.12
横向剖面模数 2 (m ³) $W_{x2} = I_{xx} / ex_2$	$20022 \div 12.28$ =1630.46	纵向剖面模数 2 (m ³) $W_{y2} = I_{yy} / ey_2$	$759510 \div 83.67$ =9077.45

2.2 载荷计算

载荷计算			
重量 W (t)	4500		
重心高度 h (m)	11.2		
受风面积形心高度 h1 (m)	11.2		
平均风斜矩 (t.m) $\sin(\text{平均风斜角}) \times h \times W$	$\sin(0.074^\circ) \times 11.2 \times 45000 = 657$		
极限风斜矩 (t.m) $\sin(\text{极限风斜角}) \times h \times W$	$\sin(0.139^\circ) \times 11.2 \times 45000 = 1222$		
垂向载荷 (t) 垂向加速度 \times 重量	$0.179 \times 45000 = 8055$		
横向		纵向	
横摇转动半径 (m) k_{xx}	6.71	纵摇转动半径 (m) k_{yy}	41.34
货物横向偏心量 (m) xcargo	0	货物纵向偏心量 (m) ycargo	-3.73
横向偏心矩 (t.m) $(x_{carco} - x_0) \times W$	$(0-0) \times 45000 = 0$	纵向偏心矩 (t.m) $(y_{carco} - y_0) \times W$	$(-3.73-0) \times 45000 = -167850$
横向加速度矩 (t.m) (横向加速度 $\times h$ + $k_{xx}^2 \times$ 横摇加速度) $\times W$	$(0.281 \times 11.2 + 6.71^2 \times 0.0082) \times 45000 = 158237.9$	纵向加速度矩 (t.m) (纵向加速度 $\times h$ + $k_{yy}^2 \times$ 纵摇加速度) $\times W$	$(0.111 \times 11.2 + 41.34^2 \times 0.004) \times 45000 = 363563.2$
横向平均风载荷矩 (t.m) 横向平均风载荷 $\times h1$	$245.5 \times 11.2 = 2750$	纵向平均风载荷矩 (t.m) 纵向平均风载荷 $\times h1$	$35.8 \times 11.2 = 401$
横向极限风载荷矩 (t.m) $1.21^2 \times$ 横向平均风载荷矩	$1.21^2 \times 2750 = 4026.3$	纵向极限风载荷矩 (t.m) $1.21^2 \times$ 纵向平均风载荷矩	$1.21^2 \times 401 = 587.1$

2.3 压力分量计算

说明：示例中压力均为单位面积的压力值，故单位为 t/m^2 。

压力分量计算 (t/m^2)			
静态压力 W/A	45000 ÷ 444.37 = 101.267		
垂荡压力 垂向载荷/A	8055 ÷ 444.37 = 18.13		
横向		纵向	
ex1 处横向偏心压力 横向偏心矩/ W_{x1}	0 ÷ 1630.46 = 0	ey1 处纵向偏心压力 纵向偏心矩/ W_{y1}	167850 ÷ 9833.12 = -17.07
ex2 处横向偏心压力 横向偏心矩/ W_{x2}	0 ÷ 1630.46 = 0	ey1 处纵向偏心压力 纵向偏心矩/ W_{y2}	167850 ÷ 9077.45 = 18.49
ex1 处横摇压力 横向加速度矩/ W_{x1}	158237.9 ÷ 1630.46 = 97.05	ey1 处纵摇压力 纵向加速度矩/ W_{y1}	363563.2 ÷ 9833.12 = 36.97
ex2 处横摇压力 横向加速度矩/ W_{x2}	158237.9 ÷ 1630.46 = 97.05	ey2 处纵摇压力 纵向加速度矩/ W_{y2}	363563.2 ÷ 9077.45 = 40.05
ex1 处平均风斜压力 平均风斜矩/ W_{x1}	657 ÷ 1630.46 = 0.40	ex1 处极限风斜压力 极限风斜矩/ W_{x1}	1222 ÷ 1630.46 = 0.75
ex2 处平均风斜压力 平均风斜矩/ W_{x2}	657 ÷ 1630.46 = 0.40	ex2 处极限风斜压力 极限风斜矩/ W_{x2}	1222 ÷ 1630.46 = 0.75
ex1 处横向平均风压力 横向平均风载荷矩/ W_{x1}	2750 ÷ 1630.46 = 1.69	ey1 处纵向平均风压力纵向 平均风载荷矩/ W_{y1}	401 ÷ 9833.12 = 0.04
ex2 处横向平均风压力 横向平均风载荷矩/ W_{x2}	2750 ÷ 1630.46 = 1.69	ey2 处纵向平均风压力 纵向平均风载荷矩/ W_{y2}	401 ÷ 9077.45 = 0.04
ex1 处横向极限风压力 横向极限风载荷矩/ W_{x1}	4026.3 ÷ 1630.46 = 2.47	ey1 处纵向极限风压力 纵向极限风载荷矩/ W_{y1}	587.1 ÷ 9833.12 = 0.06
ex2 处横向极限风压力 横向极限风载荷矩/ W_{x2}	4026.3 ÷ 1630.46 = 2.47	ey2 处纵向极限风压力 纵向极限风载荷矩/ W_{y2}	587.1 ÷ 9077.45 = 0.06

2.4 最大压力计算

最大静态压力 (t/m ²)	
ex1 处 静态压力+ ex1 处偏心压力	101.267+0=101.267
ex2 处 静态压力+ ex2 处偏心压力	101.267+0=101.267
ey1 处 静态压力+ ey1 处偏心压力	101.267-17.07=84.20
ey2 处 静态压力+ ey1 处偏心压力	101.267+18.49=119.76
最大静态+动态压力 (t/m ²)	
ex1 处: 静态压力+ ex1 处偏心压力+ ex1 处平均风斜压力+ ex1 处横向平均风压力+ ((垂荡压力) ² + (ex1 处横摇压力) ² + (ex1 处极限风斜压力- ex1 处平均风斜压力+ ex1 处横向极限风压力- ex1 处横向平均风压力) ²) ^{1/2}	$101.267+0+0.40+1.69+18.13^2+97.05^2+0.75-0.40+2.47-1.69$ $)^2)^{1/2}=202.09$
ex2 处: 静态压力+ ex2 处偏心压力+ ex2 处平均风斜压力+ ex2 处横向平均风压力+ ((垂荡压力) ² + (ex2 处横摇压力) ² + (ex2 处极限风斜压力- ex2 处平均风斜压力+ ex2 处横向极限风压力- ex2 处横向平均风压力) ²) ^{1/2}	$101.267+0+0.40+1.69+18.13^2+97.05^2+0.75-0.40+2.47-1.69$ $)^2)^{1/2}=202.09$
ey1 处: 静态压力+ ey1 处偏心压力+ ey1 处纵向平均风压力+ ((垂荡压力) ² + (ey1 处纵摇压力) ² + (ey1 处纵向极限风压力- ey1 处纵向平均风压力) ²) ^{1/2}	$101.267-17.07+0.04+ (18.13^2+36.97^2+ (0.06-0.04)^2)$ $^{1/2}=125.42$
ey2 处: 静态压力+ ey2 处偏心压力+ ey2 处纵向平均风压力+ ((垂荡压力) ² + (ey2 处纵摇压力) ² + (ey2 处纵向极限风压力- ey2 处纵向平均风压力) ²) ^{1/2}	$101.267+18.49+0.04+18.13^2+40.05^2+ (0.06-0.04)^2$ $^{1/2}=163.76$

附录3 符合声明（模板）

____（半潜船名）为载运____（货物名）的从____（出发地）到____（目标地）所编制的载运手册____（编号或版本号），经 CCS 认可符合《半潜船载运手册编制指南》的要求，特此声明。

签发人员：

签发单位盖章：