

命令模式

```
RAh [ $\Phi$ 1, ...,  $\Phi$ n] [/LIMit [: MArgin | ATtained] [:COmbine]] [/AREA [: [unit] [intervals]]
[/STOP[: condition]] [/HOLD] [/NOWARN] [/NOTAB] [/NOPRINT] [/GRAPH: NONE |
[NOAREA] [NOCRT] [NOGM] [CLEAN[:set]]] [/SIZE: max [,min]] [/FREEbd] [/FIRSTMAX]
[/FSM | /TRUEFSM | /EXTRAFSM] [/GMRA] [/GM:WPL | SLOPE | LESSER | RA | BLEND
| MODU] [/RAMACRO[:name]]
```

基于当前的重量，重心，舱室装载状况，破损状况，搁坐点，波浪情况以及横倾/纵倾力矩，计算一个或多个倾斜角度下的复原力臂。

参数说明

Φ 1, ..., Φ n

相对于当前横倾角度下的横倾角度列表。其中， $180p \leq \Phi \leq 180s$ ，单向递增或递减。 如果不定义，则使用默认的 ANGLES。

/LIMIT [: MARGIN | ATTAINED] [: COMBINE]

根据当前稳性衡准求值；更多详细信息请参考 LIMIT 命令。如果出现默认 MARGIN 子参数，则显示关于 LIMIT 数值的限定计算；如果出现 ATTAINED 参数，则显示关于实际数值的限定计算。如果使用 COMBINE 子参数，则特殊区域限定说明（限制值）的限制条件将会整合为一行显示，而不是分开显示。

/AREA

包含复原力臂曲线下方的面积。要求 $|\Phi_i - \Phi_{i-1}| \leq 10^\circ$

/AREA: [unit] [intervals]

可选参数 unit 的单位必须为度或弧度。这将决定复原力臂曲线下面积的角度单位。Intervals 参数会对指定区间进行额外的面积解析。

Intervals 子参数会进行额外的面积和能量解析。intervals 采用成对数值中间用横杠连接的格式，如 4-6，表示给定角度的第 4 个到底 6 个角度区间。（一对数之间不允许有空格存在，但对与对之间可以使用空格分隔）。最多可以定义 10 个区间。每对数中的任意数值可用以下字符替代：RA, MAX, FLd or CRT. RA 表示复原力臂为 0 时的角度。MAX 表示复原力臂最大时的角度。FLD 和 CRT 同义，表示最低进水点浸没时的角度。

Unit 可根据 intervals 列表来进行选取。

/STOP [:condition]

在计算到达 Φ n 之前，当 condition 条件满足时，停止复原力臂顺序计算。condition 可以是 RA, MAX, FLd, CRT, Φ max 或其任意组合。RA 表示当复原力臂消失时停止。MAX 表示到达第一个最大的复原力臂角度时停止。FLD 或 CRT 表示当最坏（最低）进水点浸没时停止。 Φ max 表示到达指定的绝对横倾角度或设定的角度最大值（二者取小者）时停止。（当出现/LIMIT 参数时，这些停止条件会被稳性衡准中的要求覆盖）。如果不定义 condition 且定义了/LIM 参数，当所有稳性衡准要求满足时，复原力臂顺序停止。

/HOLD

命令运行完毕后，保持最后的倾斜状态。（通常会重建初始浮态。）

/NOWARN

忽略复原力臂输出列表后面的警告和说明信息。

/NOTAB

只打印输出根据/LIM 参数进行的稳性衡准计算。

/NOPRINT

停止所有输出，但是仍然会把系统变量 LIMMARG（参看 VARIABLES）设置成最小余量，同时把所有 LIMATTn 变量设置为所得值。

/GRAPH: NONE

阻止当前 RA 命令的曲线图生成。

/GRAPH: [NOAREA] [NOCRT] [NOGM] [CLEAN[:set]]

图表显示时，忽略以下一个或多个指定子参数：

NOAREA -忽略面积部分；

NOCRT -忽略临界点高度部分；

NOGM -忽略 GM 曲线；

CLEAN – 根据以下代码，忽略水平和垂向导向：1=MAX; 2=30 & 40 degree; 4=area; 8=EQU0; 16=EQU; 32=TFLD; 64=FLD; 128=DI（如果未输入或代码超过 255，则默认=127）

/SIZE: max [,min]

缩放图表中复原力臂曲线部分，使得其顶点在最大处，（可选）底部在最小处。如果这个范围足够大来包含所有预期复原力臂值，这将会提供一个统一的比例来便于比较一系列的复原力臂曲线，即使出现/STOP 参数也会生成整个横倾角度范围内的曲线。如果输入/SIZE:*，则使用上一次复原力臂曲线所使用的比例。

/FREEBD

显示每一横倾角度下的最小干舷（要求在 GF 模型文件中定义限界值）。然而，如果出现进水点，进水点的高度会优先干舷显示，并且只会说明甲板边界浸没时的角度。

/FIRSTMAX

使得 LIMIT 命令中的 MAX 为第一个最大复原力臂的角度。

/FSM

使用形式自由液面矩（暂时提高重心位置），不允许半载舱的液体因浮态变化而变化。请查看 FSM 命令。

/TRUEFSM

类似/FSM，但强制使用实际自由液面矩，即使和形式自由液面矩不同。

/EXTRAFSM

允许舱室液体流动，并且额外升高重心位置，从而使初稳性高和使用形式自由液面矩计算而来的 GM 结果相符。

/GMRA

使用复原力臂或者水线面导来值（取小者）计算 GM 值。一般情况下使用水线面（除非坐标轴角度不为 0）。但是当某些情况下，水线面突然变化时，使用小幅度范围内倾斜增长的复原力臂来计算 GM 更好。（只有当涉及在 LIMIT 命令之中时，才会需要 GM）

/GM: WPL | SLOPE | LESSER | RA | BLEND | MODU

计算 GM 值的额外几种选项：

WPL - 基于水线面计算 GM 值。（通常默认）

SLOPE - 复原力臂曲线斜率得到的 GM 值。

LESSER - 取用水线面或复原力臂曲线斜率得到的较小值为 GM 值。

RA - 类似 LESSER 与 /GMRA（当 MB 被激活时，默认使用这种方法）。

BLEND - 融合水线面和复原力臂方法得到的 GM 值。

MODU - 使用与 GMMODU 系统变量相同的方法计算 GM 值。

/RAMACRO [:name]

运行命名的宏（默认为"RAMACRO"），从而得到有效倾斜复原力臂值。此宏用于定义输出实变量 RAH_RA，使之等于基于当前倾斜状态下的当前长度单位的复原力臂值（请看以下例子）。

操作

复原力臂值根据给定的角度顺序进行计算列表。如果不指定倾斜角度 Φ_1, \dots, Φ_n ，则使用默认的角度列表。如何建立默认角度，请查看 ANGLES 命令。在复原力臂值为 0 或最大处会插入额外的角度。连同 /LIM 参数，也会在 LIMITs 要求的地方插入额外的角度。

如果在 LIMIT 中涉及了 ROLL 角度，那么角度列表必须包含 0 度。

倾斜方向可以使用 AXIS 命令重新定义。

如果通过 FIX 命令，锁定了纵倾，在计算复原力臂的过程中纵倾会保持不变。否则，纵倾平衡（纵倾力矩为 0）保持在每一横倾角中。

如果已经定义了横倾或纵倾力矩（请看 HMMT 和 TMMT 命令），显示的是剩余复原力臂，即：扣除了横倾和纵倾力矩的影响。为得到剩余复原力臂曲线下从平衡倾斜角度开始的面积，在 RA 命令前，先运行 SOLVE 命令。

/AREA 参数会计算并显示复原力臂下的面积，并在输出表格中作为额外单独一列。其单位通常为当前使用的英制或公制单位。若公制单位，默认单位为米-弧度。若英制单位，默认单位为英尺-度。然而，默认角度单位可在 /AREA 参数之后通过 DEGrees 或 RADians 重新定义。

在第一个横倾角度 Φ_1 的面积指定为 0。超过第一区间的面积将结合第二角度进行计算，并且要求指定间隔角度不超过 10° 。快速改变复原力臂曲线要求角度间隔区间小于 10° （这种情况下，命令会停止运行并且报错）

如果定义了进水临界点，则显示在每一横倾角度下的最低临界点高度（高于水面，考虑浪高）。如果使用 /LIM 参数，则只显示与横倾变化同一方向的角度进水点高度。另外，如果最低点的高度从正值变为负值（反之亦然），在复原力臂顺序中会插入浸没时的角度。风雨密临界点只在平衡角时考虑。忽略非进水临界点。

/LIMIT 参数会根据用 LIMIT 命令定义的稳性衡准进行计算。如果复原力臂下的面积涉及到衡准之中，输出中会自动包含面积列。面积的角度单位和在 LIMIT 中定义的相同（除非使用 /AREA 参数重新定义了单位）。

得到的限制值储存在用户变量 LIMATTn 中，n 为限制序号。因为这些是用户变量，所以在运行 RA 命令前，必须提前定义（查看 VARIABLE 命令）。

在 RA 命令运行完毕后，深度（吃水）、横倾和纵倾会恢复到 RA 命令运行之前的状态，除非出现/HOLD 参数。

施加自由液面矩

/FSM 和/TRUEFSM 参数使舱容装载暂时被视为固定重量，同时其自由液面矩（形式的或实际的）用来升高重心。如果这两个参数都不定义，将使用当前舱室装载重心的移动进行计算。

/EXTRAFSM 参数同时包含舱容重心移动和重心位置升高。重心升高值表示为形式自由液面距与实际自由液面距的差（如果形式自由液面距更大的话）。这为实际情况下重心移动提供了额外的安全余量。

当施加 FSM 时，重心始终会在垂直于水线面的方向上升高，这通常会发生在横倾和纵倾的平衡角处。在 RA 命令之前的 STATUS WEIGHT /FSM 命令，会显示 FSM 的来源及其对重心的影响。在 STATUS 报告中显示的横倾和纵倾角度会自动传送到随后的 RA 命令之中，这样在重心升高时会使用相同横倾和纵倾角。因此，SOLVE 命令通常应该在 STATUS 命令之前使用，从而使用平衡状态的角度。

另一种方法是使用 SOLVE /FSM 命令，求解出不考虑舱室自由液面重心移动情况下的平衡状态，用正浮状态下，垂直于水线面的重心升高值来替代（如果已经处于平衡状态，则垂直于当前水线面）。

相比之下，STATUS WEIGHT /FSM 锁定了当前状态下的横倾及纵倾角（而不是正浮状态），使其用于 RA /FSM，使得重心升高，这也就是为什么通过 RA /FSM 求得的平衡状态不同于使用 SOLVE /FSM 求得的平衡状态。

总结，有三种方法可以使用：

1) 通过垂直正浮状态的方法修正自由液面矩：

SOLVE /FSM:UPRIGHT

RA /FSM

为了得到包含 STATUS 的报告，可以使用以下的等效方法替代：

HEEL=0 | TRIM=0

SOLVE DRAFT

STATUS WEIGHT /FSM `required` 必须

SOLVE /FSM

RA /FSM

2) 通过垂直当前实际平衡状态的方法修正自由液面矩：

SOLVE

STATUS WEIGHT /FSM `optional` 可选

RA /FSM

3) 通过垂直自由液面矩平衡状态下的横倾和纵倾的方法修正自由液面：

SOLVE /FSM

STATUS WEIGHT /FSM `required`

RA /FSM

每种情况下，HEEL=0 命令可以插在 RA 命令之前，而不会改变基于平衡角度的限制结果。

显示输出

前三列总是按顺序分别显示深度，纵倾和横倾。显示的是原点吃水深度而不是平均吃水，因为在任何浮态下原点的位置都是容易识别的。横倾虽然不显示在第一列，它仍然是一个独立变量。

显示排水量的大小，用来核对排水量是否保持在允许误差范围之内。(如果出现了一个泄漏舱室，例如一个开口加料斗，由于溢出舱容，排水量会有所不同)

同时显示横倾和纵倾复原力臂的大小，从而核查是否达到纵倾平衡。

若船舶向右倾斜，那么显示右舷复原力臂；若向左倾斜，那么显示左舷复原力臂。

尽管本质的物理量是复原力矩在发生作用（排水量 x 复原力臂），但是复原力臂在数值上较小，并且对船舶尺寸不是那么敏感，因此常用复原力臂作为讨论常量。同样又如，复原力臂曲线下的面积表示累积的复原能量（面积 x 排水量 x 0.0175）。当设定了面积步长，除了显示面积之外，还会额外显示复原能量。当因舱室泄漏而导致的排水量变化时，这将非常有用。

当因为倾斜导致排水量变化时（例如舱室泄漏），则显示复原力矩和复原能量曲线而不显示复原力臂和复原面积曲线。因为当排水量变化时，单独的复原力臂不能够对船舶的稳性做全面的评估。

如果包含自由液面，在打印输出的底部会说明自由液面是如何处理的。同样的，横倾和纵倾复原力臂是如何得到的也会在打印输出中说明。

稳性横准的评估有两种方式显示：1) MARGIN 以百分比（如果是角度限制，则用度表示）的形式显示超过 LIMIT 数值的余量（若不足则用负数表示）。或 2) ATTAINED 显示每个衡准的实际数值，如果满足衡准要求，则用"P"表示，如果不满足衡准要求，则用"F"表示。如果不包含任何参数，则默认使用 Margin。

Plots 会包含复原力臂、横倾力臂图表，面积图表和进水点/密性点高度。在甲板浸没的角度位置会显示一条垂线。在复原力臂图表中，GM 线要么显示在倾斜角平衡处；要么显示在 0 横倾处（如果绝对复原力臂曲线经过的 0 横倾处，并且出现 GM UPRIGHT 限制）。若使用 /GRAPH:NOGM 参数，会省略显示 GM 曲线。如果平衡状态不包含在角度列表中，或者如果 GM UPRIGHT 是其中一个限制条件，且绝对复原力臂曲线不经过原点，会自动省略显示 GM 曲线。

无显示输出

复原力臂的输出优先于当前固定重量和重心。通常还会包含横向 GM 值。

随后定义的表格包含了每个横倾角度下的各个参数，由以下参数的组成：

1. 吃水深度，纵倾，横倾，排水量，纵向复原力臂，横向复原力臂（总力臂，而非剩余力臂）。
2. 如果出现 /AREA 参数或出现面积限制，则显示复原力臂下剩余面积（除非出现 /GRAPH:NOAREA）。
3. 如果定义了纵倾/横倾力矩，则显示纵向/横向倾覆力臂。
4. 如果定义了临界点，则显示临界点的高度和编号。

显示所有的横倾角度，包括在计算复原力臂时自动插入的角度。

单位与显示输出中的保持一致。

样例

右倾角度下的复原力臂并显示曲线下面积：

RA 0 10s ... 60s /AREA

右倾角度下的复原力臂并计算稳性：

RA 0 5 ... 60 /LIMIT

左倾角度下的复原力臂，当复原力臂为 0 或达到左倾 60 度（二者首先发生者）停止：

RA 0 5p 10p 20p ... 60p /STOP: RA

根据 ANGLES 命令中定义的默认角度列表，为垂向重心及横倾施加一个用户自定义的自由液面矩。要求包含自由液面影响下的复原力臂曲线下的面积，并且当复原力臂为负值或临界点浸没时停止：

FSMFLOOR = 123.4

FSM (*) = 0

RA /FSM /AREA /STOP: RA,CRT

给定横倾力矩值，找到对应的平衡横倾角。生成复原力臂曲线及曲线下面积，至第二个交点：

HMMT = 1205

SOLVE

RA 0 7.5 ... 30 40 ... 90 /AREA /STOP: RA

显示区间 0-30° 0-40° 30°-40° 0-Φflood, 30°-Φflood 下的面积和能量：

RA 0 5 10 20 ... 80 /AREA: 1-5, 1-6, 5-6, 1-FLD, 5-FLD

风作用下的倾斜与摇摆：

HMMT = 500 `初始风倾力矩

SOLVE `求解

RA 0 14p /HOLD `倾斜至左倾 14 度

HMMT = 750 `风倾力矩增大 50%

RA 0 10 ... 70 /AREA /STOP: 50 `右倾 50 度时，停止

破损稳性：

ANGLES 0 2.5 ... 15 `定义一组横倾角度

TANK(ENGRM*) FLOODED `所有名称以 ENGRM 开头的舱室破损

SOLVE `求解破损状况

STATUS `显示破损状况

ANGLES * `左倾时，反向倾斜角度方向

RA `稳性校核

甲板积水：

TANK(DECKWELL) `甲板表面至拦水扁铁高度空间，视为一个舱室
 TYPE SPILLING `定义其为泄漏形式
 REFPT = 55, 14.5, 17.25 `设定进水点坐标
 LOAD = 1.0 `装载大量绿水上船
 STATUS `记录当前状态
 RA 0 10 ... 40 `船舶摇晃时进水

吊钩货物突然失去时的反作用力：

ADD "Load at end of boom" 100, 60a, 55s, 65
 SOLVE `求解吊物下的浮态
 STATUS
 DELETE "Load at end" `卸载吊物
 RA 0 2p ... 20p /AREA `回到未吊物状态下的排水量

使用宏命令计算波浪下的平均复原力臂：

```
MACRO RAH_RA
WAVE 0, 100 /NOPRINT
SOLVE TRIM
VARIABLE RAH_RA={RAH}
WAVE 180, 100 /NOPRINT
SOLVE TRIM
SET RAH_RA={RAH_RA} PLUS {RAH} DIV 2
WAVE OFF /NOPRINT
/
RA /LIM /RAMACRO:RAH_RA
```