

# 被动可控式减摇水舱

无

U664.73

去年,中国的一艘 5000 TEU 集装箱船 APL 号在飓风海域遇主机故障,致使该船摇摆角度超过  $30^\circ$ ,结果该船上的大约 400 只集装箱倾入大海,直接赔偿损失达 5000 万美元之多。

对如此大幅度的摇摆,可通过安装减摇装置——诸如减摇鳍、舵减摇、减摇水舱等——来减小或避免。其中,减摇水舱对于滚装船、客货船、集装箱船等类船舶最为有效。

德国 Interling GmbH 公司的被动可控式减摇水舱,有自动化、免维修、简操作、少占容、低成本、高可靠等特点,可谓是船舶设计者及船东首选的减摇装置。

由于大角度的摇摆,尤其为摇摆周期又较小时,会引起船只、船上货物及人员较大横向加速度。图 1 就是位于船舶摇摆轴线上方、距离船舶重心 10 米高处,于不同摇摆周期时,单位体积货物所承受的摇摆力。就是这种完全由摇摆引起的、且大小和方向都随摇摆而变的力,导致前述 400 只集装箱倾入大海。

减摇水舱装置可将摇摆角度从  $30^\circ$  减小为  $15^\circ$ ,摇摆力减小近一半,破坏的危险性也会降低及至几乎为零。另外,船舶摇摆角度每增加  $1^\circ$ ,船舶阻尼就要相应地增加 0.5~0.9%。可见,50% 的摇摆减幅将大大地节省能源。

德国 Interling GmbH 公司的减摇水舱工作原理如图 2 所示。海浪使船摇摆,减摇水舱内的水相应产生横向流动,通过减摇水舱及自动操作阀的设计,使水舱内水的横向流动始终与船的摇摆运动反向,从而达到削减摇摆幅度的目的。

减摇水舱设在船两舷侧(如图 3 所示)。通常布置在  $2/2$  总长和  $1/3$  总长内的两对水舱,通过选择不同的水舱组合,使减摇装置的有效波倾角为  $3.5^\circ \sim 5^\circ$ ,以达最佳减摇效果。

与减摇鳍控制系统一样,减摇水舱控制系统也不间断地检测摇摆角度与角速度,以此来控制操作阀门,并使减摇水舱内水的横向流动相位及速度始终保持最佳稳定效果。

于船舶正常航行的摇摆角度及周期时,此自动控制系统始终使操作阀门处于开启状态,水的摆动使得它可以始终平衡正以最大摆动角速度向上摆动的船体一侧的所有力矩。这时,减摇水舱的被动工作就能获最佳效果。但当船舶实际摇摆角度及周期随着 GM 值的变化及受波浪影响而变恶劣时,减摇水舱的被动功效很快被削弱,主动控制系统开始介入工作起作用。如图 4 所示,当减摇水舱内的水在船体一侧的流动通道内达到最高位(位 2 与位 6)时,就会被截止,以便在较长的摇摆周期内将平衡力矩维持一段时间,操作阀的开启信号自动确定在相应位 4(左舷)与位 8(右舷)。当船舶继续在位 2(左舷)与位 6(右舷)向上运动时,水便流向船体另一侧,以便平衡摇摆力矩。根据摇摆周期的长短,水舱内水在船侧流动通道方上的截止状态将持续一段或长或短的间隔时间。

图 5 是根据船舶摇摆周期而给出的平衡力矩  $M_{stab}$ —相位的修正曲线。在船舶正常航行状况下,对较长

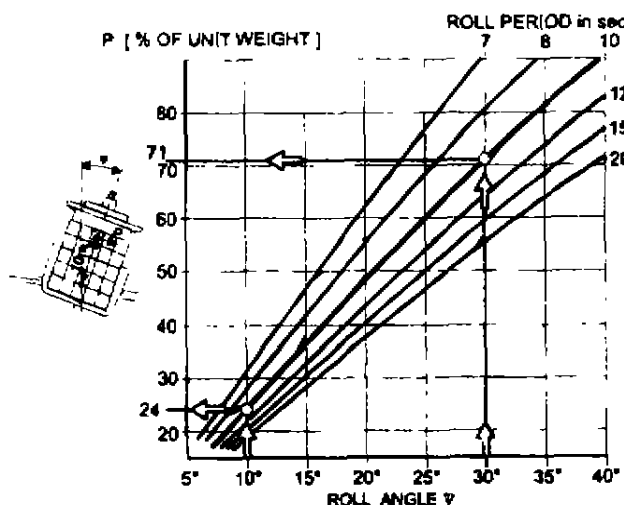


图 1

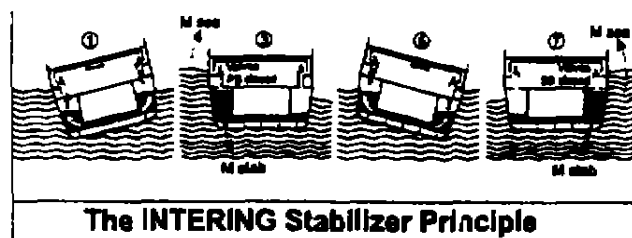


图 2

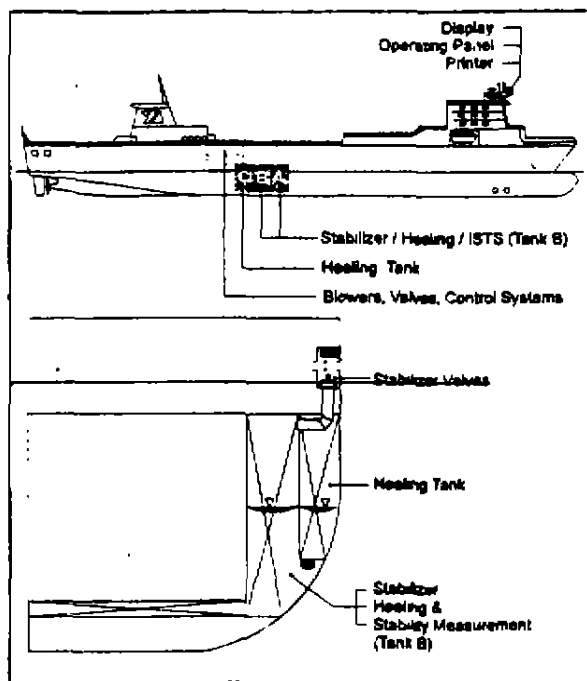


图 3

摇摆周期 $T$ ，水舱内的水横向流动缓慢，平衡力矩 $M_{stab}$ 会随着摇摆周期的延长而减小。但对发生共振的周期值或更大的周期，也就是最大摇摆角速度时，实际上是对水舱自然周期作了人为的延长。在这过程中，平衡力矩通过水舱内水的循环截止而得以维持。图中阴影区为主动可控系统的功效。

模型试验和计算机的计算得出水舱的峰值功效高于70%，实际数值达50%~60%。对不规则摇摆的研究不断有进展，控制精度得以提高，系统的实际控制反应时间仅滞后90°相位角。这表明，对以10秒为周期的船舶摇摆，任何超出2.5秒的不规则摇摆都会被控制系统所确认，以使水舱内水的流动与变化的船体摇摆相适应。

此被动可控式减摇水舱另可作为抗横倾系统或稳性检测系统使用。其目的是既可减小船舶在海上的摇摆，又可提供船舶在港内的有效的抗横倾功能，还可检测船舶的实际稳性。此稳性检测系统对修正计算机的计算是非常有用的。

由于被动可控式减摇水舱涉及船舶安全性的改善，德国 Interling GmbH 公司特别注重系统的可靠、安全。提供三年的质量保证。（此文由外文资料翻译整理而成，未经德国 Interling GmbH 公司审阅，仅供参考）

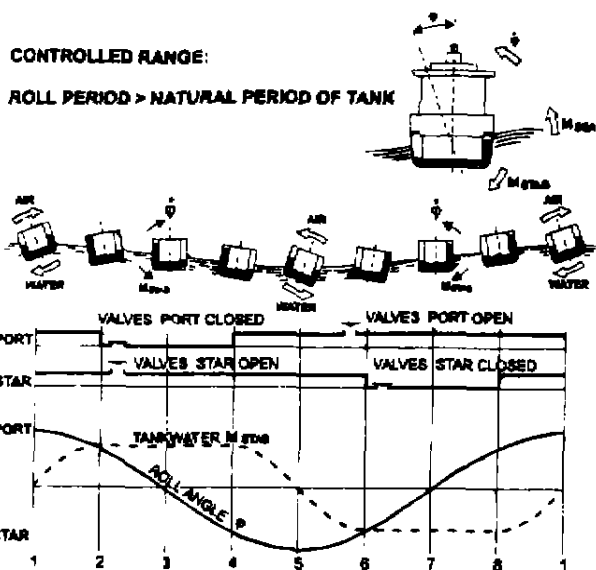


图 4

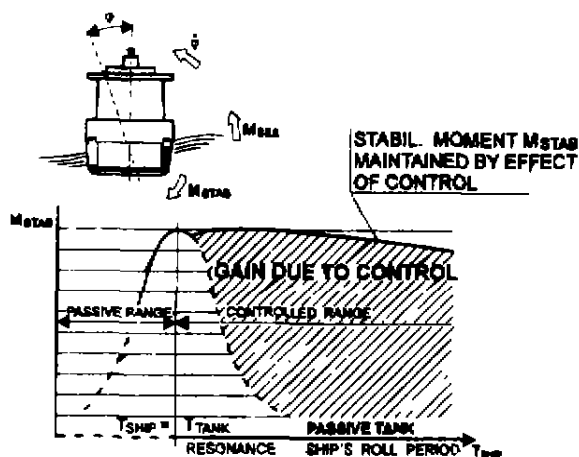


图 5

