《船舶结构与设备》课程教案

(适用于航海技术专业)

重庆交通大学应用技术学院

第一章：船舶常识

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
船舶各部位的名称、作用与主要标志	重点：船舶各层甲板的名称与船舶主要标志 难点：船舶吃水的正确观测方法	采用多媒体或课堂教学
船舶尺度与船舶吨位	重点：船舶尺度、总吨位与净吨位	采用多媒体或课堂教学
船舶种类和特点	重点：几种典型船舶及其特点(如客船、集装箱船、散货船、滚装船、液货船)	采用多媒体或课堂教学

本章复习与思考题:

1.船舶尺度的种类与用途。

2.最大尺度、船型尺度、登记尺度各自包括的基本尺度种类。

3.球鼻首和首侧推器标志的作用。

4.吃水标志的种类与吃水的正确读取方法。

5.载重线标志中各线段的含义及作用。

6.集装箱船舶的主要特点。

7.散货船的种类与主要特点。

8.油船的结构特点。

课程章节	船舶基本组成和主要标志；船舶尺度和船舶吨位		
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	1-2/50	修订日期	
教案版本			

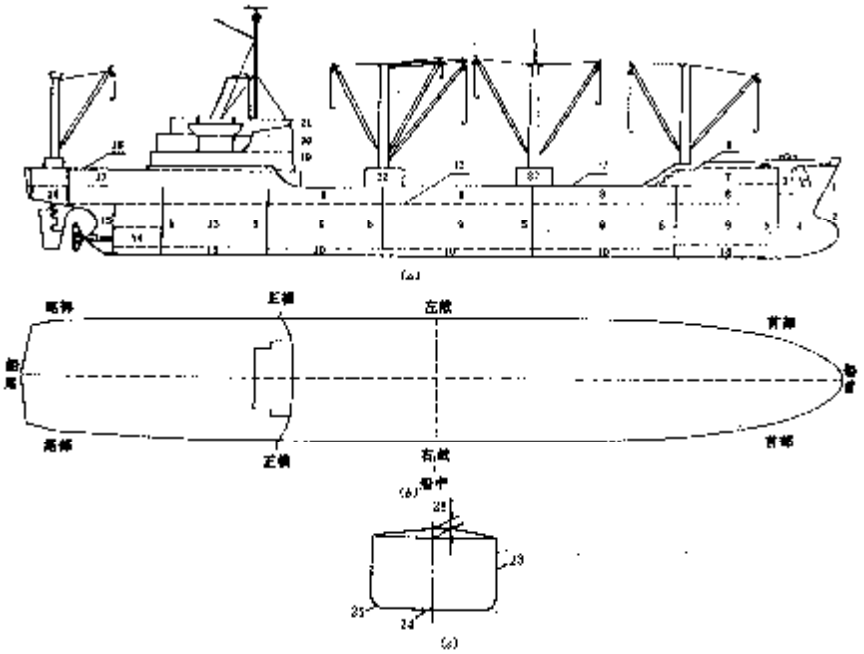
一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：通过该内容学习，掌握船舶尺度的概念，船舶主要标志认识，船舶尺度比对船舶性能的影响。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)船体备主要部位、舱室名称



1. 部位名称

船首（head） 船尾（stern） 船中（midship） 首部（bow）

尾部（quarter） 首尾线（fore and aft line） 叫左舷（port）

右舷（starboard） 前方（ahead） 后方（astern） 正横（abeam）

首柱（stem） 尾柱（stern post） 上甲板（upper deck）

舷弧（sheer） 下（层）甲板（lower deck）二甲板（second deck）

三甲板（third deck） 单底（single bottom）

双层底（double bottom） 横舱壁（transverse bulkhead）

水密横舱壁（transverse watertight bulkhead）

防撞舱壁（collision bulkhead） 梁拱（camber）

舷侧（ship side） 平板龙骨（flat plate keel） 舭部(bilge)

2. 舱室名称

首尖舱（forepeak tank） 尾尖舱（afterpeak tank）。

机舱（engine room） 三岛式船（“three－island” ship）。

货舱（cargo hold） 水密舱壁（watertight bulkhead）

甲板间舱（tween deck） 底舱门。(lower hold)。

4）双层底舱（double bottom tank）:

(二)上层建筑备部位名称

1. 首楼（forecastle）

是位于船首部的船楼。其内部空间分成物料间、油漆间等。其顶层甲板称为首楼甲板。

2. 尾楼（poop）

是位于船尾部的船楼。它上面的甲板称为尾楼甲板。

3. 桥楼（bridge）

是位于船中部的船楼。尾机型船通常将桥楼与尾楼合并在一起。

起居甲板（accommodation deck）。

救生艇所在的甲板叫艇甲板（boat deck）。

驾驶台所在的甲板叫驾驶甲板（bridge deck）。

标准罗经所在的甲板称为罗经甲板（compass deck）。

如果是平台，则称为罗经平台（compass platform）。

罗经甲板是桥楼上露天的最高一层甲板，俗称猴岛（monkey island）。

4. 甲板室（deck house）

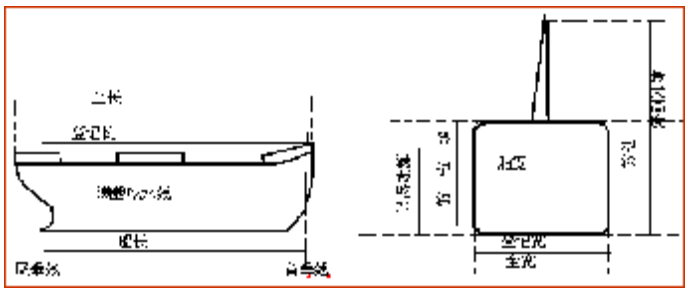
是指宽度与船宽相差较大的围蔽建筑物。最常见的是围在桅柱周围的甲板室，称之为桅室或桅屋（mast house）。

(三)船舶尺度与主要标志

I 船舶尺度

船舶尺度，主要是指表示船体外形大小的尺度，即船的长、宽、深各吃水等。·它是根据各种船舶规范和船舶在营运中使用上的要求定义的。

按照不同的用途，主要可分为三种：船型尺度、登记尺度和船舶最大尺度。



1. 在船舶入级与建造规范中定义的船舶尺度——船型尺度

它主要是从船体型表面上量取的尺度，在船舶的许多性能的理论计算中和一些主要的船舶图纸上，均使用和标注这种尺度。它也称为理论尺度和计算尺度。

(1)船长 L_{BP}

沿设计夏季载重水线，由船首柱前缘量至舵柱后缘的长度；对无舵柱的船舶，由船首柱前缘量至舵杆中心线的长度，即船首尾垂线间的长度，但均不得小于设计夏季载重水线总长的 96%，且不必大于 97%。

(2)型宽 B

在船体的最宽处，由一舷的肋骨外缘量至另一舷的肋骨外缘之间的水平距离。

(3)型深 F

在船长中点处，由平板龙骨上缘量至干舷甲板横梁上缘的垂直距离；对甲板转角为圆弧形的船舶，则由平板龙骨上缘量至甲板型线与船舷型线的交点。

(4)型吃水 d

在船长中点处，由平板龙骨上缘量至夏季载重水线的垂直距离。

通常用垂线间长、型宽、型深表示船体外形的大小。这三个尺度称为船舶主尺度，一般写成下面的形式：主尺度=垂线间长 L_{BP}×型宽 B×型深 D

2. 海船吨位丈量规范中定义的船舶尺度——登记尺度

这种尺度主要是用于登记船舶、丈量与计算船舶吨位的，故称登记尺度。

(1)登长 L_R

是指量自龙骨板上缘的最小型深 85%处水线长度的 96%，或沿该水线从船首柱前缘量至上舵杆中心的长度，取两者中较大者。

(2)登深 D

1)登深是指在船长 L_R 中点船舷处从平板龙骨上表面量至上甲板下表面的垂直距离。

2)具有圆弧形舷边的船舶，登深是量至甲板型线和船舷外板型线相交之点，这些线的引伸是把该舷边看做是设计为角形的。

3)当上甲板为台阶型甲板并且其升高部分延伸超过决定登深的一点时，登深应量至较低部分甲板与升高部分相平行的延伸线。"

(3)登宽 B

是指船长 L_R 中点处的最大宽度。对于金属外板的船舶，其宽度量至两舷的肋骨型线。对其他材料外板的船舶，其宽度量至船外板的外表面。

(4)国内航行船舶

1)量吨甲板长度(L)

指量吨甲板型线首尾两端之间的水平长度。如果量吨甲板有台阶时，则取其低者，并作延伸线进行量计。

2)船宽(B)

指船舶中剖面型线的最大宽度。对金属外板的船舶，应量至两舷外板的内表面；对非金属的船舶，则量至两舷外板的外表面。

3)船深(H)

对金属外板的船舶，系指在中剖面处从龙骨板上表面量至量吨甲板在船舷处的下表面的垂直距离；对非金属的船舶，此垂直距离应包括底板的厚度。

3. 船体最大尺度

船舶在停靠码头、进坞及过船闸、桥梁。架空电线和狭窄航道、船舶避碰操纵等要用到船体 最大尺度。

(1)总长 L_{OA}

包括两端上层建筑在内的船体型表面最前端与最后端之间的水平距离。

(2)最大船长 L_{max}

船舶最前端与最后端之间包括外板和两端永久性固定突出物(如顶推装置等)在内的水平 距离。

(3)最大船宽 B_{max}

包括外板和永久性固定突出物(如护舷材;水翼等)在内的垂直于中线面的船舶最大水平 距离。

(4)最大高度

是从船舶的空载水线面垂直量至船般固定建筑物，包括固定的桅、烟囱等在内的任何构件最高点的距离。净空高度等于最大高度减去吃水;

Ⅰ 船舶主尺度比

船舶主尺度比是表示船体几何形状特征的重要参数，其大小与船舶的航海性能有密切关系。常用的有:

1. 长宽比 L/B

一般是指垂线间长与型宽的比值。该比值越大，船体越瘦长；其快速性和航向稳定性越好，但港内操纵不灵活。

2. 宽度吃水比 B/d

一般是指型宽与型吃水比值。该比值大，船体宽度大，船舶稳性好，但横摇周期小，耐波性变差，航行阻力增加。

3. 型深吃水比 D/d

是指型深与型吃水比值。该比值大，干舷高，储备浮力大，抗沉性好;船舱容积增大，重心升高。

4. 船长型深比 L/D

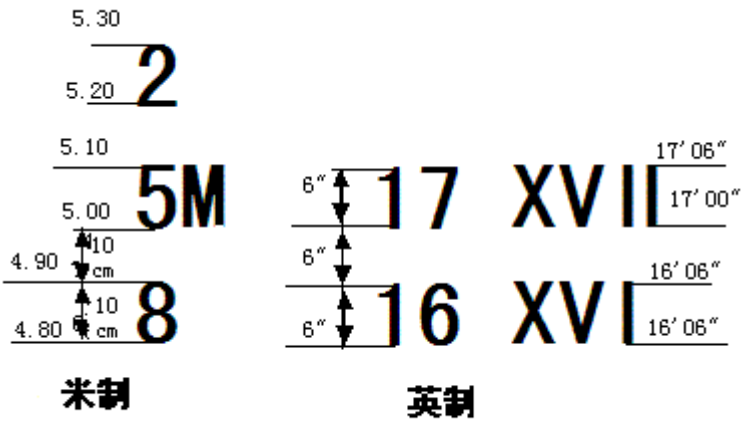
是指垂线间长与型深比值。该比值大对船体强度不利，

5. 船长吃水比 L/d

一般是指垂线间长与型吃水比值。该比值大，船舶的操纵回转性变差。

Ⅰ 船舶主要标志

在船体外面有各种标志，主要有：



船舶水尺标志

1.吃水标志

船舶的吃水标志(**draft mark**)叫水尺。它绘在船首、尾及船中两侧船壳上，俗称六面水尺。

水尺采用米制，用阿拉伯数字标绘，每个数字的高度为 **10cm**，上下两数字的间距也是 **10cm**，并以数字下缘为准。采用英制水尺时，用阿拉伯数字或罗马数字标绘，每个数字高度为 **6in**，数字与数字的间距也是 **6in**，也以数字下缘为准。

观测船舶吃水时，根据实际水线在数字中的位置，按比例取其读数。有波浪时应取其最高及最低时读数的平均值。有些大型船舶设有吃水的指示系统，可以在驾驶台上直接读出六面水尺的读数

2. 载重线标志

船舶载重线标志是指为标明船舶载重线位置，用以检查装载状态使之不小于已核定的最小干舷，而按载重线公约或规范所规定的式样勘绘于船中两舷的标志。现根据规范，就各类国际航行船舶的载重线标志说明如下：

(1)散装液体货船及其一般货船的载重线标志

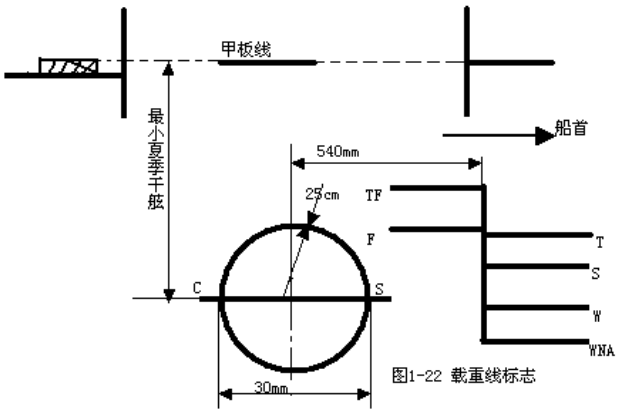


图1-22 载重线标志

图中的圆环叫载重线圆盘。圆盘向船首方向还绘有各区域和季节区的载重水线，它们是：

夏季载重线“S”(summer loadline)。该水线与圆盘中心线处于同一高度。

冬季载重线“W”(winter loadline);

冬季北大西洋载重线“WNA”(winter north atlantic loadline)(船长大于 100m 的船舶可以不勘绘)。

热带载重线“T”(tropical loadline)

夏季淡水载重线“F”(fresh water loadline)

热带淡水载重线“TF”(tropical fresh water loadline)

(2)木材船的载重线标志

(3)客货船载重线标志

3. 其他标志

(1)船名和船籍港标志

(2)烟囱标志

(3)球鼻首和侧推器标志

(4)分舱标志及顶推位置标志

(5)暗车标志

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1. 船舶尺度概念；水尺标志；载重线标志以及其它标志

2. 船舶尺度比作用

注意事项:

加强对概念的理解；船舶尺度之间的区别学生不易掌握；船舶尺度比对船舶性能影响理解容易混淆，并通过国家海事局题库对其内容进行强化。

四、自学内容和作业

1.船舶尺度的种类与用途。

2.最大尺度、船型尺度、登记尺度各自包括的基本尺度种类。

3.球鼻首和首侧推器标志的作用。

4.吃水标志的种类与吃水的正确读取方法。

5.载重线标志中各线段的含义及作用。

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

课程章节	船舶常识	船舶种类与特点。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	3-4/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：通过对该内容学习，了解普通船舶、专用运输船舶、多用途船以及专用船舶名称、作用和特点，通过图片展示船舶实图，加深学生对船舶认识和了解。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)普通船舶

1. 客船（Passenger ship）

是用于运送旅客及其携带行李的船舶。对兼运少量货物的客船也称客货船。凡载客超过 12 人行均视为客船。

客船的特点是具有良好的航海性能，安全设备与生活设施齐全，上层建筑高大，航速较高，具有良好的抗沉性。

2. 杂货船（General cargo ship）

主要装运各种成捆、成包、成箱和桶装的杂件货。杂货船的货舱一般分为上下两层或多层，以防底部货物被压损，舱口尺寸较大以便于装卸。舱口上通常设有 3t～5t 的起货设备，个别舱口处还设有数十吨以上的大型起货设备。

3. 散货船（Bulk carrier）

是专门装运谷物、煤炭、矿砂等大宗散货的船舶。散货船多为尾机型单甲板船，舱口较宽大，并且多不配起货设备。

根据货种和结构形式的不同，散货船大体可分为以下几种：

(1)通用型散货船：

(2)矿砂船（Ore carrier）：

(3)自卸式散货船：

(二)专用运输船舶

1. 集装箱船（container ship）

是指以装运集装箱货物为主的船舶。事先将货物装入集装箱内，再把集装箱装上船。这种运输方式的优点是装卸效率高，能减少货损货差。

主要特点是：

（1）货舱和甲板均能装载集装箱；

（2）多为单层甲板，舱口宽而长，采用双层船壳结构，两层船壳之间可作为压载水舱；

（3）为使集装箱堆放和稳固，在货舱内设置箱轨、柱、水平桁材等，组成固定集装箱用的蜂窝关格栅，集装箱沿着导轨垂直地放入格栅中。在甲板上设有固定集装箱用的专用设施;

（4）主机马力大、航速高，多数为两部主机，双螺旋桨，船型较瘦削的远洋高速集装箱船的方形系数小于0.6;

（5）通常不设起货设备，而利用码头上的专用设备装卸。半集装箱船因货源不稳定而在部分货舱装运集装箱，其他货舱装运杂货或散货，船上通常设有起货设备。

2.滚装船（roll on／roll off ship）

它装运的货物主要是车辆和集装箱。装卸时，在船的尾部、舷侧或首部，把跳板放到码头上，汽车或拖车通过跳板上下，实现货物的装卸。故滚装船又称开上开下船或滚上滚下船。

滚装船的主要特点是:

（1）结构较特殊，上层建筑高大，上甲板平整，无舷弧和梁拱，露天甲板上无起货设备;

（2）甲板层数多（一般为2~4层），货舱内支柱极少，一般为纵通甲板，主甲板以下设有双层船壳，两层船壳之间可作为压载水舱;

（3）为了便于拖车进出，货舱区域内不设横舱壁，采用强横梁和强肋骨保证横强度；在各层甲板上设有升降平台或内跳板供车辆行驶;

（4）滚装船多数在尾部开口，即尾门；尾门跳板靠机械或电动液压机均进行开闭，并保证水密；尾门跳板分尾直跳板和尾斜跳板，为装卸作业的安全，尾直跳板的工作坡度应小于 8°（跳板与水平面的夹角），通常为 4°~5°，尾跳板可向船的一个舷侧向偏斜 30°-40°（跳板与水平面的夹角）；另还有尾旋转跳板、舷侧跳板和首门跳板，其结构不同，工况也有差异;

（5）装卸作业时，因为跳板与码头的坡度不能太大，所以要求船舶吃水在装卸过程中变化不能太大，因此，必须用压载水平调节吃水、纵横倾和稳性等;

（6）滚装船大多数在首侧侧推装置，以改善靠离码头的操纵性;

（7）滚装船的方形系数 C_b 不大于0.6;

（8）滚装船为纵通甲板，抗沉性较差。另外，舱容利用率低，造价高。

3.载驳船（barge carrier）

先将货物装在规格相同的小驳船里，再将这些驳船装到母船上一起运输，

载驳船的装卸效率高，为普通货船的 30 倍以上。其运费低，不需要码头，非常适合海、河联运。

4.冷藏船（refrigerated cargo ship）

是指运送及冷藏鱼、肉、蛋、水果等易腐货物的专用船。冷藏船的特点是具有良好

的隔热设施和制冷设备，其货舱也较小，货舱甲板层数较多（一般为 3~4 层）。由于货源限制，冷藏船吨位一般不大。

5.木材船（Timber carrier）

是专运木材的船舶。木材船的特点是:

（1）为便于装卸和堆放，货舱要求长而大，舱内无支柱;

（2）为防止甲板木材滚落舷外，而且舷墙也较高;

（3）为不影响货物堆放和人员操作，起货机均安装在桅楼平台上;

（4）甲板强度要求高。

6.油船（oil tanker）

是指专门从事海上运输原油或成品油的船舶(如图 1-1-6 所示)。

油船的主要特点有:

1.油是液体货物，因此油船可以采用纵骨架式船体结构以减轻船体重量;

2.因石油的运量大、装卸速度快，而载重量越大运输成本越低。油船的总载重量近海约为 30 000t; 近洋约为 60 000t; 远洋大油船约为 200 000t; 超大型油船约为 550 000t;

3.油船的船长、宽度比 L/B 较小，而船宽吃水比 B/d 和方形系数 Cb 较大，油船船型较肥;

4.油船都是尾机型船，机舱、锅炉舱布置在船尾部，使货油舱连接成一个整体，增加货舱容积，对于防火、防爆、油密等亦有利;

5.为了减少自由液面对稳性的影响及提高舰船的总纵强度，油船必须设置纵向舱壁。。

6.在货油舱区域的前后两端设隔离空舱，与机炉舱、居住舱室等隔开，以防止油类的渗漏和防火、防爆。

7.油船以往都是单甲板、单层底结构的。但是，油船发生海损事故会严重污染，所以近年来对中型以上油船设置双层底或双层船壳。

8.专用压载舱。

7. 液体化学品船（liquid chemical tanker）

装运的液体化学品多为有毒、易燃和强腐蚀性物质。为了便于装载和防止泄漏，液舱分得较小，货舱下设有双层底，以防化学品意外泄漏而污染海洋。甲板上带有不锈钢液罐，供装载强腐蚀性货物。为了方便液货舱的清洗，增强液化舱的抗腐蚀能力，扩大使用范围，有的船部分或全部的液舱采用不锈钢材料。

8.液化气船（liquid gas tanker）

液化气运输船分液化石油气船（liquid petroleum gas tanker 或 LPG tanker）和液化天然气船（liquid natural gas tanker 或 LNG tanker）两大类。液化石油气船

装运的石油气的主要成分是丙烷，可以在常温下加压液化，也可在常压下冷冻液化。其货舱为球形或圆柱形耐压容器；液化天然气船最早出现于50年代末。

天然气的主要成分是甲烷，在常压下的液化温度约为－164^{0}C，货舱的结构采用的材料和隔热装置必须满足极低温运输的要求。货舱的形状有球形、棱柱形等。

(三)多用途船（multi－purpose ship）

主要有多用途杂货船和多用途散货船两大类。随着集装箱船的迅速普及与发展，一般杂货也逐渐趋向集装箱化。常见的有矿－油两用船(oil ore carrier 缩写为 0.0)和矿－油－散三用船（oil bulk ore carrier缩写为0.B.0）。

(四)专用船舶

1.拖轮（tug boat）

拖轮的尺寸小，但功率大、强度高、稳性好、操作灵活，多用于协助他船进行港内操纵。大功率拖轮还可用于海上拖带。

2.供应船（supply boat）

是指专门向到港船舶供应燃油的供油船和供应淡水的供水船。

3.破冰船（ice breaker）

是专门用于破开航道上冰层和救助冰困船舶的工作船，其船首呈前倾状并予以特别加强。首尾的左右舷均设有大的压载舱。破冰时使船首冲上冰层，再将尾压载水打到首压载舱，靠重力或船身左右晃动将冰压碎。

4. 海难救助船（rescue ship）

是专用于救援遇难船舶的工作船。其外形与大型拖轮相似，但航速较快，有良好的航海性能，并配有各种救助设备，能在恶劣气象条件下驶近遇难船，对遇难船舶进行救助及拖带。

5. 消防船（fire boat）

是扑救港内船舶火灾或扑救码头上临近建筑物火灾的工作船，。船上设有多门消防炮，用以喷射泡沫或高压水柱。还设有液压升降台，用于扑救高处火灾。

6. 挖泥船（dredger）

是用于疏浚航道的工程船。按其工作原理分为耙吸式、绞吸式、抓斗式、链斗式等几种类型，

7.从事捕鱼的船(fishing vessel)

是从事捕鱼和辅助捕鱼的船舶。按其作业方式分为拖网船、围网船、流网船、延绳钓船、捕鲸船和渔类加工船等。

除了以上几种专用船舶外，还有海上钻井船、海洋环境监视船、科学考察船、浮油回收船、打桩船、打捞船、引航船和布设维修航标的航标船等。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1. 各种船舶特点;

2. 强调滚装船、集装箱船和油船特点;

注意事项:

通过本内容讲解，加深学生对船舶了解，增强学生船舶兴趣，和本专业性质的认识。

四、自学内容和作业

1.集装箱船舶的主要特点。

2.散货船的种类与主要特点。

3.油船的结构特点。

4.滚装船结构特点。

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

第二章：船体结构与船舶管系

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
船体受力与变形，船舶骨架形式，船舶外板。	重点：船体骨架结构形式的种类 难点：保证船体强度的各构件	采用多媒体或课堂教学
船体结构	重点：船体需加强的部位与方法 难点：保证船体强度的各构件	采用多媒体或课堂教学
船舶管系	重点：干货船管系的种类、组成及作用	采用多媒体或课堂教学
船图识读	重点：船体总布置图的组成和内容	采用多媒体或课堂教学

本章复习与思考题:

1.船用钢材的种类、高强度船体结构钢与一般强度船体结构钢相比具有优缺点。

2.船用钢材的应用类型。

3.船体构件焊接连接的种类、焊接的优缺点。

4.船体结构形式的种类及各自的结构特点。

5.船壳外板的编号方法。

6.双层底结构的作用及其主要组成部分。

7.肋骨的编号方法。

8.舱口围板的作用。

9.解释梁拱与舷弧及其作用。

10.舱壁按用途分具有的种类，水密横舱壁的主要作用。

11.保证船体总纵向强度与横向强度的构件(任课教师应作总结)。

12.船舶防火分隔的等级及其相应要求。

13.干货船管系按用途分具有的种类。

14.舱底水管系与压载管系的作用及组成。

15.通风管系的作用、船上常见的通风系统及通风筒的种类。

课程章节	船舶结构与船舶管系	船体受力和变形。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	5-6/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解船舶航行过程受到哪些外力对其产生作用，对船舶会产生哪些影响，以及在生产过程中如何克服。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

1.作用在船体上的力

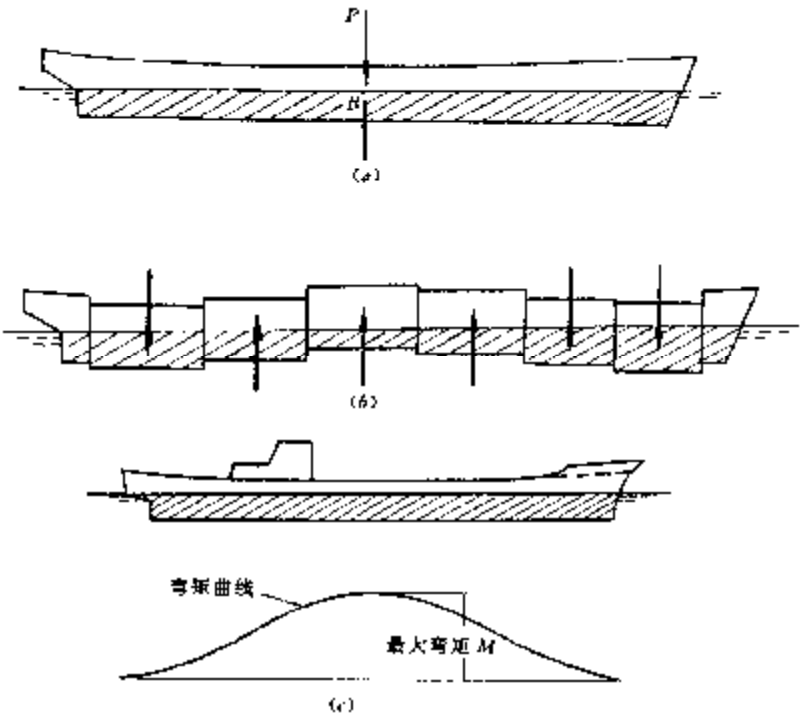
船舶不论是航行、停泊，还是进坞，都受到各种外力的作用，如船体重力、货物重力、水的压力、波浪冲击力、机器振动力及坞墩反力等。根据这些力对船体作用的效果，大体上分为总纵弯曲力矩、横向力和局部力。

1. 总纵弯曲力矩

总纵弯矩（**total longitudinal bending moment**）。它由静水总纵弯矩和波浪总纵弯矩两部分叠加而成。

(1)静水总纵弯矩:

(2)波浪总纵弯矩:



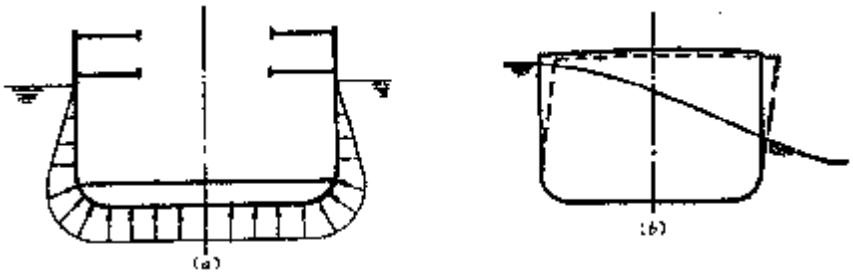
2. 纵向扭矩

当船舶首尾部的装载在船体中心线两侧不对称时，或当船舶在斜浪中航行时，以

及其它原因产生的首尾左右不对称的作用，都会在船体上产生扭矩作用。

3. 横向作用力

当船体受舷外的水压力作用与舱内货物、机器设备等的压力作用不均衡时，甲板、船底和舷侧结构会在船体横向断面内发生凹变形。另外，当船在水受横向波浪的作用时，会使船的一舷水压力大于另一舷水压力，或者船舶在横摇时，由于惯性力的作用等，往往会使肋骨框架发生歪斜。



4. 局部作用力

舷侧板受码头的碰撞和挤压作用；船尾部受到螺旋桨的激振力作用坞墩反力，机器、设备重力及波浪对船首底部的拍击力等。

二、船体强度

船体抵抗各种外力作用的能力统称为船体强度（hull strength）。其中主要考虑总纵强度、横向强度和局部强度。它们分别表示船体抵抗总纵弯矩、横向力和局部力作用的能力。除强度外，船体还应有足够的刚性，使结构受压力作用时不致产生皱折而造成损害。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1. 船舶受力与变形。

注意事项:

船舶受力与变形对船舶的影响。

四、自学内容和作业

1. 船舶受到哪些外力对其产生作用，会产生哪些形变。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	船舶结构与船舶管系	船体结构；典型专用船的船体结构特点。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	7-12/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：通过该内容学习，了解船体结构类型、船底、舷侧、甲板、舱壁、首尾、防火以及其他结构的组成、构件的作用，达到认识船体结构目的。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)船体骨架形式

根据船体骨架中型材排列方式，船体结构可分为横骨架式（transverse framing system），纵骨架式（longitudinal framing system）和纵横混合骨架式（combined framing system）三种形式。

1.横骨架式船体结构

横骨架式船体结构是在上甲板、船底和舷侧结构中，横向构件数目多，排列密，而纵向构件数目少，排列疏的船体结构：

(1)横向强度和局部强度好。

(2)结构简单，容易建造。

(3)舱容利用率高。横向构件数目多，不需要很大尺寸，因而占据舱内空间较小。

(4)空船重量大。船体总纵强度主要靠纵向构件和船壳板、甲板板来保证。由于纵向构件数目少，必须增加船壳板的厚度来补偿，结果增加了船体重量。

2.纵骨架式船体结构

纵骨架式船体结构是在上甲板、船底和舷侧结构中，纵向构件数目多、排列密，而横向构件数目少、排列疏的船体结构：

(1)总纵强度大。

(2)结构复杂。小尺寸的纵向构件数目多，焊接工作量大。

(3)舱容利用率低。船体结构的横向强度主要靠少数横向构件来保证，尺寸很大，占据舱容较多。

(4)空船重量小。因为船壳板和甲板板可以做得薄些，所以结构重量减轻。

3.混合骨架式船体结构

混合骨架式船体结构，在上甲板和船底采用纵骨架式结构，而在舷侧采用横骨架式结构：

(1)既满足总纵强度的要求，又有较好的横向强度。

(2)结构较为简单，建造也较容易。

(3)舱容利用率较高。因为舱内突出的大型构件少，所以不妨碍舱容及货物的装卸。

(4)舷侧与甲板、船底的交接处，结构连接性不太好。舷侧的横向构件多，而甲板、船底的横向构件少，因此，舷侧上有部分横向构件不能与甲板和船底的横向构件组成横向框架。

混合骨架式船体结构在大中型干散货船中广泛采用。

(二)外板和甲板板

1.外板

外板双叫船壳板，包括舷侧板和船底板，其基本组成单位是列板。

1. 列板的概念

外板由一块块钢板对接而成，钢板的长边沿船长方向布置，长边与长边相接叫边接，其焊缝叫边接缝；短边与短边相接叫端，其焊缝叫端接缝。

2. 列板名称

根据外板中的各个列板所处的位置，分别称为平板龙骨、船底列板、批列板、舷侧列板和舷顶列板（sheer strake）。在首尾部，由于船体瘦削，某两列板会合并为一列板，这列板称为并板（stealer strake）。

3. 外板的厚度分布

(1)沿船长方向：外板在船中 0.4L（L 为船长）范围内厚度最大，首尾两端逐渐减薄。

(2)横剖面方向：平板龙骨厚度比相邻船底列板的大 2mm，宽度沿船长方向保持不变。舷顶列板距总纵弯曲中性轴远厚度也大。其余从船底列板向上的各个列板，随着水压力减小而逐渐减薄。

2.甲板板

1.甲板板的布置

从舱口边至舷边的甲板板（deck plating），钢板的长边沿船长方向布置，这些通常是首尾连接的，加强船体总纵强度。在舱口之间及首尾端的甲板，因不参与总纵弯曲且面积狭窄，可以将钢板横向布置。

2.甲板板的厚度分布

(1)沿船长方向：船中 0.4L 范围内受总纵弯矩作用最大，因此该区域甲板板的厚度最大，向首尾两端逐渐减薄。

(2)沿船宽方向：上甲板沿着舷边的一列板称为甲板边板（stringer plate）。它首尾连续，既参与总纵弯曲，又受船体横向变形力的作用，并且容易被甲板积水腐蚀，因而厚度最大。

(3)在舱口之间的甲板板，由于被舱口切断，不参与总纵弯曲，其厚度较其它甲板板薄。如果货舱内有多层甲板，对总纵强度作用最大的甲板称为强力甲板（strength

deck）。

(4)上甲板就是强力甲板。它的厚度应是各层甲板中最厚的。

(三)船底结构

船底结构有双层底结构和单层底结构两种类型。接骨架排列方式又可分为横骨架式和纵骨架式两种形式。

1.双层底结构

1. 纵向构件

(1)中桁材（centre girder）

(2)旁桁材（side girder）

(3)箱形中桁材（duct keel）

(4)纵骨（longitudinal）

2. 横向构件

(1)水密肋板（watertight floor）

(2)实肋板（solid floor）

(3)组合肋板（bracket floor, open floor）

(4)轻型肋板（lightened floor）

(5)舭肘板（bilge bracket）

3. 内底板与内底边板

内底板（inner bottom plating）

内底边板（margin plate）

3.单底结构

横骨架式单底结构的特点是结构简单、建造方便。但抗沉性差，目前主要用于小型船舶上。主要构件有中内龙骨（centre keelson）、旁内龙骨（side keelson）和肋板。

纵骨架式单底结构目前仅见于老式油船上。其结构较为简单，但防泄漏能力差。主要构件有中内龙骨、旁内龙骨、船底纵骨和肋板。

3.舭龙骨与船底塞

1. 舭龙骨（bilge keel）

2. 船底塞（docking plug）

(四) 甲板结构

甲板结构受总纵弯曲的拉、压作用，受货物、设备重力和波浪冲击力等外力作用，是保证船体总纵强度和船体上部水密的重要结构。

1.纵向构件

1. 甲板纵桁（deck girder）

2. 甲板纵骨（deck longitudinal）

2.横向构件

甲板结构中的横向构件统称为横梁（beam）。按按其位置和尺寸大小分为:

1. 普通横梁（deck beam）
2. 半梁（half beam）
3. 舱口端梁（hatch end beam）
4. 强横梁（deck transverse）

3.、舱口围板

是设置在舱口四周与甲板垂直的图板。其作用是增加舱口处的强度，防止海水灌入舱内，保障作业人员安全。在干舷甲板上，舱口围板的高度不小于600mm。

4.支柱

是船舱内的竖向构件，由钢管或工字钢等做成。其作用是支撑甲板骨架，保持船体的竖向形状。

有的货舱为了装运大件货，采用悬壁梁（cantilever beam）结构代替支柱

(五)舷侧结构

舷侧结构主要承受水的压力、波浪冲击力、甲板货物、设备的重力等，是保证船舶横向强度和侧壁水密的重要结构。舷侧结构中的主要构件有:

1.横向构件

舷侧结构中的横向构件统称为肋骨（frame）。按其所在位置和尺寸大小分为:

(1)主龙骨（main frame）

(2)甲板间肋骨（tweendeck frame）

(3)中间龙骨（intermediate frame）

(4)强肋骨（web frame）

在修造船中，为了指示肋骨的位置，对肋骨进行编号，习惯上以舵杆中心线处的肋骨为 0 号，向首依次为 1，2，3，…，向尾依次为-1，-2，-3，…。肋骨编号还在海损事故报告中用以注明船体受损部位。

2.纵向构件

1. 舷侧纵桁（side stringer）
2. 舷侧纵骨（side longitudinal）

3.舷边

舷边（gunwale）是指甲板边板与舷顶列板的连接部位。因为它位于拐角处，所以内应力很大。常用的舷边形式有两种：一种是直角连接；另一种是圆弧连接。

1. 直角舷边
2. 圆弧舷边

4.舷墙

舷墙（bulwark）其主要作用是保障人员安全，减少甲板上浪，防止甲板物品滚落海中。

舷墙不参与总纵弯曲，它在甲板上的高度应不小于 1m。

（六）舱壁结构

1.舱壁的作用

主船体内由横向舱壁分隔成许多舱室。油船及某些大型货船还设有纵向舱壁。其作用是:

1. 提高船舶抗沉能力;
2. 可以控制火灾蔓延;
3. 有利于不同货种的分隔积载;
4. 增加船体强度;
5. 液货船的纵向舱壁可以减少自由液面对稳性的影响，并参与总纵弯曲。

2.舱壁的种类

舱壁按其作用可分为以下几种:

1. 水密舱壁（watertight bulkhead）
2. 油密舱壁（oiltight bulkhead）
3. 防火舱壁（fire-resisting bulkhead）
4. 制荡舱壁（wash bulkhead）

3.水密横舱壁结构

1. 平面舱壁（plain bulkhead）
2. 槽形舱壁（corrugated bulkhead）

与平面舱壁相比，槽形舱壁具有以下优缺点:

(1)在同等强度下，结构重量轻;

(2)建造工艺简单;

(3)占据舱容较大，不利于装载件装货物;

(4)抵抗水平方向压力的能力较弱;

(5)槽形舱壁适用于油船和散货船。

4.深舱与边舱

1. 深舱（deep tank）
2. 边舱（wing tank）

底边舱顶板比较陡，卸货时能使剩余散货自动流向舱口下面。顶边舱的斜底板稍平，但通常保证满载时货舱内部能自动填满。斜顶板和斜底板还参与总纵弯曲。集装箱船的边翼舱（side wing tank）。

(七) 首尾结构

船舶的首部和尾部受总纵弯曲作用较小，而受局部作用力较大，如首部的碰撞力、拍底力，尾部的转舵力、螺旋桨振动力等。因此，首尾部多采用横骨架式结构，并作特别加强。

1.首部结构

首部是指距首垂线 0.2L~0.25L 处向着船首的部分。首部结构的加强措施主要有:

(1)钢板首柱

(2)铸钢首柱

(3)混合首柱

- 首尖舱的加强措施

(1)首尖舱底部每一肋位上均设实肋板，其高度向船首逐渐升高，故又称升高肋板（raised floor）。中内龙骨延伸至首柱并与之牢固相连，其高度与升高肋板相同。

(2)当首部舷侧为横骨架式时，在每一个肋位处应设置上下间距不大于 2m 的强胸横梁（Panting beam）。沿每列强胸横梁必须设置舷侧纵行。

(3)当用开孔平台代替强胸横梁和舷侧纵行时，其上下间距应不大于 2.5m。当舱深超过 10m 时，在舱深中点处必须设置开孔平台。

- 首尖舱外舷侧的加强:

当舷侧为横骨架式时，离首垂线 0.15L 区域内的舷侧骨架应予以加强，加强的主要措施是设置间断的舷侧纵行。

- 船首底部的加强:

(1)对横骨架式双层底结构，应在每一肋位上设置实肋板，并且肋距不超过船中处的。此外还应设置间距不大于三个纵骨间距的旁桁材，并尽量向船首延伸。

(2)对纵骨架式双层底结构，应在每隔一个肋位处设置实肋板。还应设置间距不大于三个纵骨间距的旁桁材，并尽量向船首延伸。

2.尾部结构

尾部结构是指从尾尖舱舱壁至尾端区域内的结构。

- 尾柱
- 尾尖舱的加强措施

(1)每一肋位处设置升高肋板。

(2)当舷侧为横骨架式时，肋板以上应设置间距不大于 2.5m 的强胸横梁和舷侧纵桁，或以开孔平台代替。

(3)当舷侧为纵骨架式时，舱顶应设置适当数量的强横梁。

(4)尾尖舱上部和尾突出体内应设制荡舱壁。

- 尾尖舱以上舷侧的加强

设强肋骨，对舷侧为横骨架式且尾尖舱上设有深甲板门舱时，还应设置抗拍击舷侧纵桁或增加外板厚度。

l 尾突出体

是指尾尖舱以上向后突出的部分。其作用是扩大甲板面积，保护螺旋桨和舵，并改善航行性能。

3.轮隧、尾轴管和轴包架

1. 轴隧（**shaft tunnel**）

轴隧有拱顶和平顶两种形式。

2. 尾轴管（**stern tube**）

尾轴在船体内穿过尾尖舱时，是装在尾轴管内的。它一端固定焊接在桨柱上轴毂的前端；另一端固定在尾尖舱舱壁上

3. 轴包架（**shaft bossing**）

在一些线型较肥、船速较低的双桨船上，为了更牢固地支撑螺旋桨并保护桨轴，把桨轴伸出船体外面这一区域的船底肋板向两侧扩展成眼镜框形状，将桨轴包在里面，船体外板则沿肋板外缘包围起来，这种结构称为轴包架。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

船体骨架结构形式的种类、主船体各组成部分的结构特点与作用、船体需加强的部位与方法

注意事项:

合理运用多媒体技术，将船体空间结构进行展示，保证学生对各构件理解，最终使学生能形成船体结构完整图形。

四、自学内容和作业

1.船体结构形式的种类及各自的结构特点。

2.双层底结构的作用及其主要组成部分。

3.舱口围板的作用。

4.解释梁拱与舷弧及其作用。

5.舱壁按用途分具有的种类，水密横舱壁的主要作用。

6.保证船体总纵向强度与横向强度的构件(任课教师应作总结)。

7.船舶防火分隔的等级及其相应要求。

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

课程章节	船舶结构与船舶管系	船舶管系与船图识读	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	13-14/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：通过对该内容学习，学生初步了解船舶管系的种类、作用和基本组成，能够对船舶总布置图、基本结构图和外板展开图进行识读。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

船舶管系是设置在船体内各种管系的总称。船舶管系按照其用途可分为舱底水管系、压载水管系、通风管系、消防管系、日用水管系、油船上的货油管系及其他特殊用途管系。

(一)舱底水管系

舱底水管系又称污水管系（bilge piping system）。船舶在营运过程中，船体结构和舱内货物等的湿气会冷凝成水，清洗船舱、机器与管路的渗漏水，尾轴管、舵杆筒填料函的渗漏水等，均集聚于货舱污水沟（或污水井）及机舱底部。为了及时排除这些积水，以免湿损货物及影响机器的正常工作，每艘船都专门设有舱底水管系。此外，发生海损事故船舱进水时，舱底水管系还担负排水任务，以便争取时间堵漏。

1. 污水沟和污水井
2. 吸口与过滤器
3. 舱底水泵与舱底水管
4. 泥箱（mud box）与油水分离器（oily water separator）

(2)压载水管系

压载水管系（ballast system）用于将压载水打人压载舱内或排出舷外，必要时将某压载舱内的水调整到另一压载舱内，以改善船舶的纵倾、横倾、吃水差和稳性等航海性能。

1. 压载舱口与吸口
2. 压载水管
3. 调驳网箱

(三)空气管与测量管

1. 空气管（air pipe）
2. 测量管（sounding pipe）

(四)甲板排水管系

船舶的甲板室积水和生活用水，必须经过甲板排水管（deck scupper）排出舷外。

为了防止海水从甲板排水管进入船内，要求:

1. 非封闭的上层建筑和甲板室的排水管和泄水管应引至舷外，如图 1-2-54 所示。

2. 排水孔应避免开在救生艇及舷梯吊放区内，否则必须设有挡水罩或其他有效装置。

3. 为防止船舶破损后海水浸入，密封的上层建筑和甲板室或从干舷甲板以下穿过外板的排水管和泄水管，其管壁必须加厚。在外板开孔处及管段中还设置坚固和便于检查的关闭装置，如止回阀和截止止回阀等。

(五)通风管系

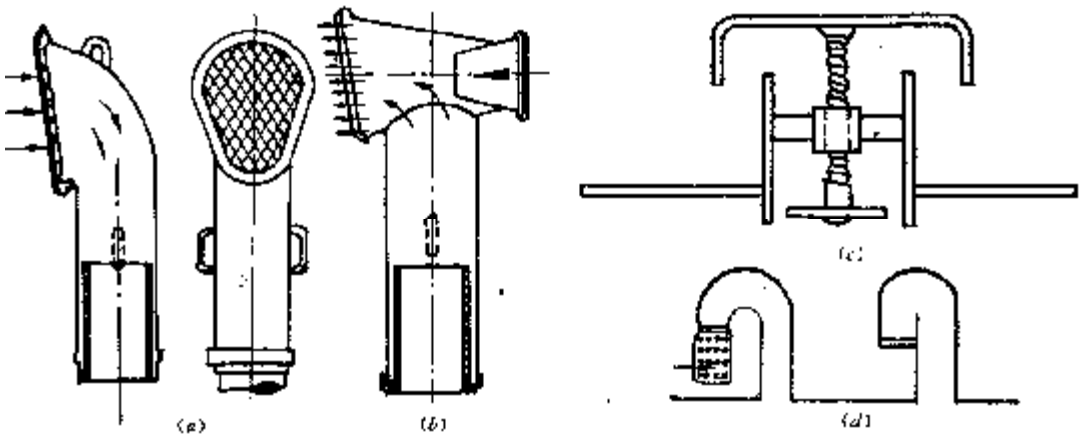
为了防止货物变质或自燃，以及改善船员和旅客的生活、工作条件，船上设有舱室通风管系（ventilating system）。它能排除舱内浊气，补充新鲜空气，有的还能调节舱内温度和湿度。

1. 通风方法

常见的通风方法有自然通风、机械通风和空调系统等。

(1)自然通风。

通风筒上口设有通风帽，又称风斗。常用的有烟斗式、排风筒式、鹅颈式和蘑菇式。



(2)机械通风: 是用通风机把新鲜空气鼓人舱内或把舱内空气抽出，以达到通风换气的目的。

(3）空调系统: 是对外界空气进行过滤、加热（或冷却）和加湿（或去湿），并把处理后的空气送至各舱室来调节室内温度和湿度，起到制造人工小气候的作用，改善船员和旅客的生活居住条件。

2. 通风管系的布置要求

(1)通风筒口应设在开敞甲板上，并尽量远离排气管口、天窗和升降口等处。

(2)通风筒上口在甲板上应具有一定高度，必要时设风雨密装置。具体要求在规范中有详细规定。

(3)通风管道不得穿过舱壁甲板以下的水密舱壁。

(4)主要进风口和出风口应能在被通风处所的外部加以关闭。

3. 通风管系使用注意事项

(1)视天气情况而选择正确的通风方式。比如雾天就不应进行循环通风或机械通风。

(2)台风或暴风雨袭来前要关闭通风，必要时拔掉风斗，加盖板和帆布罩，以保证水密。

(3)发生火灾时要关闭通风装置，以控制火势

(六)船舶总布置图

总布置图（general arrangement plan）是全船舱室划分和机械设备的布置图，反映了全船总体布置情况。它由侧视图、各层平台与甲板的俯视图、舱底平面图及船体主要尺度和技术性能数据等几部分组成。

1. 主要尺度和技术性能数据
2. 侧视图
3. 平台和甲板平面图
4. 舱底平面图

(七)基本结构图

基本结构图（construction plan）表示船体纵、横构件布置和结构情况，是全船性的结构图样之一。在修造船中，它可作为绘制其他结构图样的依据，又是具体施工时的一张指导性图纸。

基本结构图的内容与总布置图相仿，由中纵剖面图。各层平台和甲板结构图及舱底结构图组成。所不同的是常采用重叠投影法、阶梯剖面法及两次剖切法，把平行的不同剖切面的结构表示在同一视图中。

1. 中纵剖面结构图
2. 各层甲板图
3. 内底结构图

(八)船中剖面图

船中剖面图（midship section plan）是取自船体中段部分（通常是船首、尾尖舱以外的船体部分）的横剖面结构图，表示船体主要纵、横构件的尺寸和结构形式。它也是船体结构的基本图样之一，并与基本结构图一起组成船体结构的三向视图。在修造船中，它是绘制其他结构施工图样的依据。

船中剖面同由中横剖面图、局剖结构图、主要尺度及附注组成。有的还附有构件尺寸和表格栏。

1. 中剖面图
2. 局部结构图
3. 主要尺度及附注

4. 构件尺寸表格栏

(九)外板展开图

外板展开图（shell expansion plan）主要表示全船外板的排列、厚度及外板上开口的位置等，是修造船时确定船体钢板的规格和数量，作为订货或备料的主要依据。因此，它是船上一张必备的重要图纸。

船体的形状是左右舷对称的，故外板的布置也是左右对称的，所以外板展开图只绘出一半，习惯上是绘制右舷的外板展开图。

1. 外板展开方法

2. 钢板编号

由列板号码与钢板序号组成，以表示钢板在外板展开图中的位置。

(1)列板号码：位于基线的平板龙骨称为 K 行板，与其相邻的船底列极为 *A* 行板，再次的为 *B* 行板，余此类推。但 *I*、*O* 不用于列板编号。

(2)钢板序号；指钢板在列极中的排号。钢板序号可以从船首排起，也可以从船尾排起，以阿拉伯数字表示。这样每块钢板在展开图中的位置就可以表示出来。比如图 1-2-62 中，K_3表示平板龙骨第三块板（从船尾排起）。PD_6则表示左舷 D 行第 6 块板。

3. 外板展开图内容

(1)绘有外板的边接缝、端接缝和分段线。

(2)绘有船体纵、横构件位置线，用来表示外板接缝与这些构件的相对位置。

(3)标有每块钢板的编号、厚度和规格尺寸。

(4)标有外板上的开口和加强复板的位置、形状和尺寸。

三、讲授内容重点和注意事项

重点：

1. 船底水管系、压载管系、通用管系等知识学习

2. 船体图形的识读

注意事项：船图识读中基本构件符号表示方法以及图形与实船对应关系理解。

四、自学内容和作业

1.干货船管系按用途分具有的种类。

2.舱底水管系与压载管系的作用及组成。

3.通风管系的作用、船上常见的通风系统及通风筒的种类。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

第三章：锚设备

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
锚设备的组成与作用	重点：锚设备的组成及各部分作用	采用多媒体或课堂教学 （借助实验室甲板设备模型加深理解）
锚的种类与结构	重点：无杆锚及其结构与特点	采用多媒体或课堂教学
锚链的组成与标记	重点：链环的种类与锚链标记	采用多媒体或课堂教学
锚机的种类、结构与要求	重点：对锚机的主要要求	采用多媒体或课堂教学
锚设备的配备、试验、检查保养	重点：锚设备的配备依据、检查与保养	采用多媒体或课堂教学
锚设备的操作	重点：抛起锚步骤、判断走锚的方法及应急措施	采用多媒体或课堂教学 （锚链系浮筒及锚泊标准用语部分由学生自习）

本章复习与思考题:

1.简述锚设备的作用和用途。

2.简述锚设备的组成部分及各部分的作用。

3.简述锚的种类、各自的特点以及在用锚时应注意的事项。

4.简述抛起锚操作的步骤和操作注意事项。

5.简述判断走锚的基本方法和发现走锚后应采取的措施。

6.简述锚设备保养要点。

课程章节	锚设备	锚设备的组成和作用；锚的种类和结构	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	15-16/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：锚设备的组成、锚设备的作用以及锚泊力要素；锚的种类、特点和用途

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

锚设备是甲板设备中的一个重要设备，主要有船舶锚泊、船舶靠离码头时辅助操纵、狭水道航行和紧急避碰时刹减船速、搁浅后辅助脱浅等作用。

(一)锚设备的组成

1.锚设备的组成

锚设备由锚、锚链、起锚机械以及锚链附属设备组成。

1.锚

2.锚链

3.锚链筒

4.制链器

(1)螺旋制链器

(2)闸刀式制链器

(3)链式制链器

5.锚机

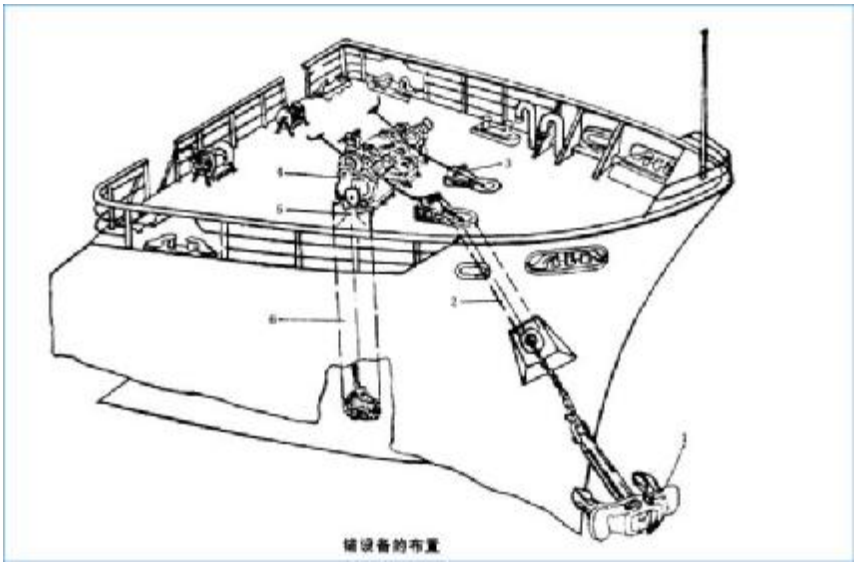
6.锚链管

7.锚链舱

8.弃链器

(1)横闩式弃链器

(2)螺旋弃链器



锚设备的布置

(二)锚设备的作用

1.锚设备的系船力

锚设备的系船力等锚及锚链的抓力之和，可用下式表示：

$F=F_a+F_c=\lambda_a W_a+\lambda_c W_c \cdot l$ (KN)

式中：F_a—锚的抓力(KN)

F_c—锚链的抓力(KN)

λ_a—锚的抓重比

W_a—锚的重量(KN)

λ_c—锚链的抓重比，约为 2 左右

W_c—锚链每米重量((KN)

l—锚链卧底部分长度(m)

2.系泊用锚

船舶在装卸货物、避风、等泊位、候潮、等待检疫等需要在锚地抛锚停泊。船舶锚泊时，锚抓牢后，松出适当长度锚链，锚以及锚链产生的抓驻力能抵抗船舶所受的水流、风力和波浪对船舶的作用力。根据泊地的自然条件，可以分为单锚泊和双锚泊两种锚泊形式。

(1)单锚泊

(2)双锚泊。

(3)串联锚。

(4)一字锚。

2.辅助船舶操纵用锚

在狭水道航行时，用抛锚帮助掉头或转向、靠离泊时或紧急避让时用拖锚来控制船首向、控制船身或刹减船速。操纵用锚一般出链不长，主要起阻滞作用，不要求锚完全抓牢。

3.应急用锚

在狭水道等通航密度较大的水域航行时，为紧急避让，可以拖（双）锚刹减船速，以避免碰撞或减小碰撞损失。如果船舶搁浅，可沿脱浅方向运锚抛下，绞收锚链以协助出浅。在船舶遇到大风浪，顶风滞航时，可以用抛锚并出链适当长度来增加船舶漂移阻力并有利于控制船首向，以辅助船舶抵抗大风浪。

(三)锚的种类与特点

锚的种类较多，一般可按照有无横杆、锚爪能否转动和抓重比进行分类，可分为有杆锚、无杆锚、大抓力锚和特种锚等。

1.有杆锚

有杆锚也称海军锚，该锚特点是结构简单，抓重比大，一般为 4~8，最大可达 12，抓底稳定性较好。但其操作不便，上翘锚爪在船舶旋回时容易缠住锚链，在浅水锚可能刮坏过往船只的船底；抛起锚作业和收藏不方便，不宜作商船首锚，多用作尾锚或备锚。一般多用于小船与帆船

2.无杆锚

无杆锚又称山字锚，抓土时两爪同时入土，抓重比为 2~4，最大不超过 8。因无杆锚结构简单，抛起锚作业和收藏方便，故适宜用作首锚，但其抓力较小，船舶偏荡时，锚爪易将泥土耙松而引起走锚。

(1)霍尔锚

(2)斯贝克锚是霍尔锚的改良型。目前商船上普遍使用的无杆锚多为霍尔锚与斯贝克锚。

(3)尾翼式锚，其特点锚头重心低，助抓突角宽厚，入土阻力小，性能和稳定性好，抗浪击，容易冲洗干净。

3.大抓力锚

大抓力锚分有杆大抓力锚与无杆大抓力锚两种。

(1)丹福斯锚（也称燕尾锚），锚爪可前后转动各约 30°，抓重比一般大于 10，多用于工程船舶。

(2)史蒂文锚，是荷兰研制出的锚型，锚爪短而面积大，而且其锚爪的最大转角可由装在锚杆上的可移动楔块调节，以适应多种底质，其抓重比可达 17-34，目前大量用作石油平台的定位锚。

(3)AC－14 型锚，是 50 年代英国海军部研制的锚型，它有极厚实且宽大的稳定鳍，稳定性好，啮土迅速，对各种底质的适应性强，抓重比高达 12-14，常用于超大型船或水线以上面积较大的滚装船上作首锚。

(4)波尔锚，也是荷兰研制的锚型，其锚爪平滑而锋利，适应各种底质，稳定性好，抛起和收藏方便，抓重比为 6 左右，可作大型船的首锚或工程船的定位锚，特别是在挖泥船上广泛采用。

4.特种锚

特种锚的形状比较特殊，以适应其特种用途。如浮筒、浮标、灯船和浮船坞等永久性系泊用锚，有螺旋锚、伞形锚、单爪锚、多爪锚等。

(四)锚的结构

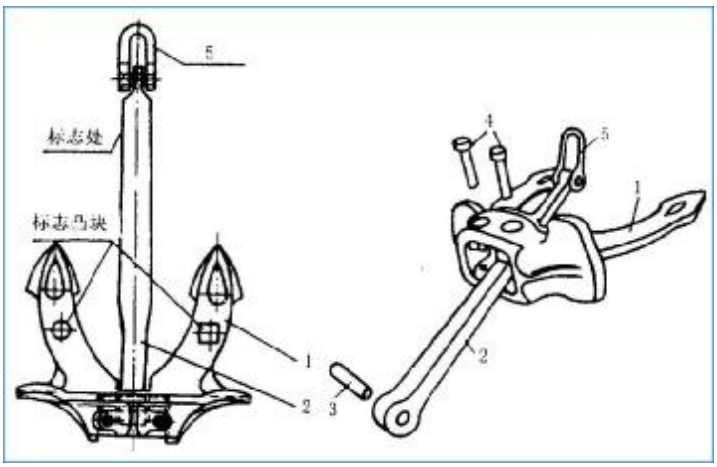
1.锚的结构

以霍尔锚为例，锚由锚干、锚体和轴销组成。锚干上下均有孔，锚干上部的孔连接锚卸扣，锚干下部的孔由销轴与锚体相连。

锚体由铸成整体的两个锚爪与锚冠组成，锚冠中有孔可使锚干穿过，孔内有两个半圆形凹槽，销轴可以在槽内转动。

为防止锚干及销轴从锚冠脱出，用两个横销销住，并用电焊将横销与锚冠焊死。

锚冠两侧的突出部分称助抓突角，使锚爪容易啮入土中。



2.船舶用锚对锚的要求

一定锚重下尽可能具有最大的抓力，抛锚时能迅速啮入各种底质中，起锚易出土，操作简便，收藏方便，结构坚固和成本低等优点。

三、讲授内容重点和注意事项

重点

1. 锚设备基本组成、锚泊力组成要素、锚的类型、特点和用途。

注意事项：不同类型的用途

四、自学内容和作业

1.简述锚设备的作用和用途。

2.简述锚设备的组成部分及各部分的作用。

3.简述锚的种类、各自的特点以及在用锚时应注意的事项。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	锚设备	锚链的种类，锚设备的配备、试验和保养；锚设备的操作	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	17-18/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解锚链的种类、特点与组成；锚链强度的衡量标准、标准长度单位；锚机的种类与结构和要求。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)锚链的种类、组成与标记

I 锚链的种类、特点与组成

1.锚链的种类

(1)按制造方法分有铸钢锚链、焊接锚链和锻造锚链三种。

①铸钢锚链

②焊接锚链

③锻造锚链

(2)按链环结构分为无档链和有档链两种。

在相同尺寸下，有档链的强度大，变形小，堆放时不易绞缠，在商船上广泛采用。无档链尺寸小，只用于小锚上。

(3)按钢材级别分 AM_1、AM_2、AM_3 三级。

2.锚链的组成

一根完整的锚链由若干节锚链通过连接链环或连接卸扣连接而成，每节锚链由许多链环组成。

(1)链环

锚链链环按其作用和位置分为普通链环、加大链环、转环、链端卸扣、链端链环、末端链环和连接链环等。

链环的大小以链环的截面直径表示，有档普通链环的直径为 d，有档普通链环的长度应是链环截面直径 d 的 6 倍，宽度应是 d 的 3.6 倍；加大链环的长为 6.6d，宽为 4d；散合式连接链环的长为 8d，宽为 4d，双半式连接链环长度为 6d，宽为 4.2d。衡量锚链强度的标准链环是普通链环。普通链环的直径是衡量锚链强度的标准。

(2)链节

锚链的长度以“节”为单位，我国规定每节锚链的标准长度为 27.5m，且每节锚链的链环数应为奇数。每根锚链由锚端链节、末端间链节和末端链节组成。

锚端链节是锚链的第一节，与锚相连。该链节中的末端卸扣和锚卸扣的横销应朝向锚，即圆弧部分朝向中间链节。转环的环栓应朝向中间链节，以减少摩擦和卡阻。设置转环的目的是防止锚链过分扭绞。

末端链节是锚链的最后一节，与弃链器相连。其转环的环栓也应朝向中间链节。

中间链节如用连接卸扣连接，则连接卸扣的圆弧部分应朝向锚，以避免抛起锚时其通过持链轮时产生跳动，冲击和卡阻。

链节之间多以连接链环或连接卸扣连接。如用连接链环连接各节锚链，则连接链环的两端为普通链环，。如用连接卸扣连接各节锚链，则连接卸扣两端均依次连接末端链环、加大链环然后再连接普通链环以保证强度和尺寸平顺过渡。

▌ 锚链的标记

在抛起锚时，为能迅速识别锚链松出的长度，在起锚时能掌握锚链在水中的节数，在各连接链环及其附近的有档链环上作出标记。

锚链标记方法是：在第一与第二节之间的连接链环（或卸扣）前后第一个有档链环的撑挡上绕金属丝域白钢环），并在两链环之间的有档链环上涂白漆，连接链环涂红漆，以此表示第一节。在第二节与第三节之间的连接链环前后第二个有档链环撑挡上绕金属丝（或白钢环），并在该两链环之间的所有有档链环上涂白漆，连接链环涂红漆，以此表示第二节。余此类推，从第六节开始，重复第一节的方法进行标记。最后一至两节可涂红或黄漆等醒目标记以作为预示锚链将至末端的危险警告，以警惕丢锚。

▌ 锚链强度的衡量标准、标准长度单位

1.锚链的强度估算：

$Q = 548.8d^2$

式中：Q—有档锚链的破断强度(KN)；

d—链环直径(mm)。

2.单位长度锚链的重量估算：

$W_c = 0.0219d^2$

式中：W_c—单位长度锚链的重量(kg/m)；

d—链环直径(mm)。

3.锚重与链重的关系：

$W_a \approx 60W_c$

式中：W_c—单位长度锚链的重量(kg/m)；

W_a—每只锚的重量(kg)。

即每只锚的重量约等于 60m 锚链的重量。

(二)锚机的种类与结构和要求

▌ 锚机按动力的不同可分为电动、电动液压和蒸汽锚机。

1.电动锚机。

2.液压锚机。

3.蒸汽锚机。

4.自动锚机。

锚机的布置方式分为卧式锚机和立式锚机两种。

一些大型船舶或有大型球界首的船，因其左右锚链筒间距较大，常在左右舷各设一台锚机。

▌ 锚机的主要技术要求

1.由独立的原动机驱动或电动机驱动，并能倒转。

2.起锚机应具有足够的功率且应能连续工作。在船上试验时，起锚机应有能力以平均速度不小于 9m/min，将一只锚从水深 82.5m 处拉起至深度 27.5m 处。

3.在额定拉力的额定速度下，应能连续工作 30min，并应能在不小于 1.5 倍额定拉力的过载拉力作用下连续工作 2min。

4.锚机的链轮或卷筒应装有可靠的制动器。制动器刹紧后，应能承受锚链或钢索断裂负荷 45%的静拉力，或承受锚链上的最大静负荷。制链器应能承受相当于锚链的试验负荷，其应力应不大于其材料屈服点 90%。锚机运转时应能顺倒转动，要求平稳和迅速。

5.锚机的安装一般应保证锚链引出的锚链筒、制链器和链轮成一线。

(三)锚设备的配备依据

海船的锚与锚链的配备应根据船舶的类型、航行的水域并根据船舶舾装数的大小按规范中所列数据来选取。

舾装数 N(或称船具数)，是反映船体所能受到的风、流作用力大小的一个参数。除拖船外的船舶的舾装数计算公式为:

$$N=\triangle^{2/3}+2Bh+A/10$$

式中: △—夏季载重线下的型排水量(t);

B—船宽(m);

h—船中夏季载重水线到上甲板的距离和各层宽度大于 B/4 的舱室在其中心线处的高度的总和(m);

A—船长范围内夏季载重线以上的船体部分和上层建筑及各层宽度大于 B/4 的甲板室的侧投影面积的总和(m^2)。

通常万吨级以上的海船均配有 3 只主锚，其中 2 只用作首锚，1 只作备锚。经常航行在狭窄、弯曲及水势复杂航道的船舶，还配有尾锚，以在必要时控制船尾的摆荡。

如果船舶应配锚链总节数成单数，则右锚多配一节。万吨级货船一般每只主锚至少配 10 节锚链。对于般无限航区的船舶，每一主锚应配备 12 节锚链。此外，船上应至少储备 1 个锚卸扣和 4 个连接卸扣或连接链环，另备 1 个锚链系浮用的大卸扣。

(四)锚设备的检查和保养

1.日常的检查保养

平时应轮流使用左右锚，使锚和锚链平均磨损。每次起锚时应冲洗锚和锚链。

(1)对锚的检查保养:

①对锚卸扣磨损以及变形、横栓的松动情况进行检查和保养。

②对锚头横销是否松动进行检查保养

③对锚爪是否弯曲变形进行检查保养，每次起锚后应检查锚爪是否钩挂杂物。

(2)对锚链的检查保养:

①白天起锚时应检查锚链及标志，标志应保持清晰。

②检查连接卸扣有否裂纹、变形，磨损程度。

③检查转环转动是否灵活，及时加油润滑。

(3)对锚机: 每次使用前应先空转片刻，并先试车。检查刹车、离合器的时靠性，检查其运转

情况并使其润滑。减速箱内的机油应定期检查更换，保证清洁。

(4)制链器、导链轮等部分加油润滑。

(5)起锚时不要硬绞，必要时用车舵配合。

(6)深水抛锚时应用锚机松出锚链，以免撞坏锚或崩断锚链。

(7)抛完锚和收妥锚应上妥制链器。

2.定期检查保养

定期检查保养是发现锚设备有无损坏，应至少半年进行一次，并作好记录。检查的主要内容包括: 裂纹。结构松动、变形，磨损等。

(1)锚的检查: 锚爪、锚冠、横销和锚卸扣是锚易损部位。锚爪可能发生弯曲和裂纹，助抓突角易磨损，横销易松动，锚卸扣易受磨损和产生裂纹。按要求锚销允许磨损在原直径的 10%以内，锚的失重应在原重的 20%以内。当发生严重损坏或不符合要求时，应换备锚，并将损坏的锚送厂修理。

(2)锚链的检查: 链环和卸扣应进行磨损检查、裂纹检查、变形检查、结构松动检查。

①磨损检查: 检查环与环接触处和锚链筒的摩擦处，可用卡尺量其直径。锚链磨

损的极限为：远洋航区船舶的锚链，磨损后平均直径不得小于原直径的 88%；近海和沿海航区船舶的锚链，磨损后的平均直径不得小于原直径的 85%。无档链环或卸扣，其磨损量超过原直径的 8%，则不能再使用。

②变形检查：用目视检查或测量检查链环是否弯扭变形。

③结构松动检查：连接链环（拆开检查后应先在内吻合处涂上黄油再装复）和卸扣的销于会因铅封脱落而松动，应逐个仔细检查。

④裂纹检查：用手锤敲击每个链环以及卸扣，听其声音是否清脆。

锚和锚链应定期除锈油漆。在每次修理检查后，应涂煤焦沥青漆两度，然后再作锚链标记。

(3)锚机的检查保养：应经常检查刹车是否良好，离合器是否轻便灵活，经常加油以保证在良好的润滑环境条件下运转。应特别注意零件各摩擦面的润滑；减速箱内的机油应定期检查更换，以保证其清洁。链轮的轮齿容易磨损，其限度规定为不超过原厚度的 10%。若发现有滑链、跳链现象，应及时焊补；固定锚机的紧固螺栓与底座应检查其是否有松动、锈蚀，如有缺陷，应及时修复。锚机底座的蚀耗一般应小于原厚度的 25%。除底座外一般应 3 个月检查一次。

(4)锚链附属装置的检查：制链器平时要保持活络，除锈油漆。锚链筒上下口的口唇磨损情况，修船时进行堆焊并磨光。锚链舱应将锚链全部倒出，进行清洁工作，检查排水设备是否正常；对已损坏的木衬垫应进行调换；并对锚链舱进行除锈油漆；检查弃链器是否正常。

(5)厂修时，第一节锚链与最后一节锚链对调，并作好记录。

(五)锚设备的操作

一、抛锚操作

1.准备工作

(1)通知机舱供电(蒸汽锚机供汽)，解开锚机罩，察看有无异常情况。

(2)将刹车带刹牢，脱开离合器，加油润滑锚机并空车运转，逐级变速查看正反转是否正常。

(3)移开防浪盖，合上离合器，打开制链器，松开刹车带，使链轮得力，开动锚机将锚送出锚链筒，悬挂在水面之上，刹紧刹车带，再脱开离合器。此时锚只受刹车带控制，处于可自由抛落状态，只要刹车带一松，锚即可抛下。

(4)备好锚球或锚灯。

(4)报告驾驶室，锚备妥。观察舷外锚的下方是否有小船接近。。

2.抛锚操作

(1)当得到驾驶室抛锚命令后，大副立即指示木匠松开刹车带，让锚凭自重落下。水不太深时，第一次松出链一般为一节入水至多二节，锚着底后应将锚链刹住，同时应显示锚泊信号（关航行灯）。

(2)为保证锚链顺利松出，船舶应保持适当的退速。若退速太慢则锚链堆积，太快则锚链刹不住。此时应报告驾驶台锚链方向，以便用车舵给予配合。

(3)当松链长度约为 2.5 倍水深时，将锚链刹住，利用船惯性，使锚爪啮入士中。待松出的链吃力张紧前又松链，每次半节左右，松松停停，使锚能抓底抓牢，一直松至所需链长。

(4)深水抛锚操作：水深超过 25m 时，为防止锚冲击力过大以及锚链松出太快，抛锚时须用锚机送锚至距海底 10m 左右，再自由抛下。水深大于 40 时，应用锚机将锚送至海底，再用刹车慢慢松链。

(5)判断锚到底：锚链在甲板部分突然松弛，出现下垂后伸直现象。船舶移动时，

锚链倾斜，锚机负荷减小等现象，表明锚已到底。

(6)判断锚抓牢：按计划松出锚链后，将锚链刹住，观察锚链的状态。如果锚链向前拉紧，平稳而有节奏地在水面上下抬动，然后略有松弛，说明锚已抓牢。如果锚链拉直后，在水面不断抖动，且并无松弛现象，说明锚在水底拖动，应立即报告船长，采取措施。

(7)抛锚过程中，大副应随时用口头或手势（夜间用手电筒）向船长报告锚链在水中的方向及受力情况。木匠用钟声报告锚链松出的节数。

(8)抛锚抛妥后上好制链器，切断电源，罩好锚机操纵台的帆布罩。

二、起锚作业

1.准备工作

(1)通知机舱送电，供锚链水。

(2)锚机加油润滑，空车运转，确认一切正常后再合上离合器，打开制链器和刹车带，让锚机受力。

(3)准备工作完毕，向驾驶室报告。

2.绞锚操作

(1)接到驾驶室起锚口令后，大副根据锚链受力情况指示木匠以适当速度绞锚。

(2)开启锚链水冲洗锚链上的污泥。

(3)绞锚过程中，大副应随时将锚链的方向报告给船长，以便驾驶室进行车、舵配合。木匠用钟声报告锚链在水中的节数。

(4)绞锚时若风大流急，锚链绷得很紧，此时不能硬绞，而要报告驾驶室进车配合，等船身向前移动锚链松弛后再绞，以防损伤锚链和锚机。若锚链横越船首，应利用车、舵将船逐渐领直后再绞。

(5)锚离底判断：锚爪出土瞬间锚机负荷最大，锚离底后锚机负荷突然下降，锚机转速由慢变快，声音变得轻快。锚离底瞬间锚链将向船边荡来，随即锚链处于垂直状态。

(6)锚一离底，应敲乱钟报告，同时降下锚球或关闭锚灯。锚出水后，要观察锚爪上是否挂有杂物，若有应及时清理，然后根据需要将锚悬于舷外待用或收妥。

(7)结束工作：若锚不再使用需收进锚链筒时，应慢慢绞进直到锚爪与船舷紧贴为止；合上制链器，用锚机倒出一点锚链，使制链器吃力，然后上紧刹车，脱开离合器；关闭锚链水，盖上锚链筒防浪盖，罩好锚机，用链式制链器加固锚链，封好锚链管口，通知机舱关闭锚机电源。

抛起锚操作一般由大副和木匠或水手长在船首操作，大副执行驾驶台（船长）发出的锚泊命令，并向驾驶台报告锚泊命令的执行情况和锚链的状态，以便驾驶台采取相应的操船措施，使锚尽快抓牢。

抛起锚口令由驾驶台发出，大副在听到口令后，应复述一遍，表示已听到船长的命令，并应立即执行。执行完毕后再向驾驶室报告。

三、值锚更

船舶在锚地锚泊，驾驶员应值锚更。值班人员应坚守岗位并做到：

1.勤测锚位，勤查锚链。

2.密切注意锚地周围环境和天气变化以及周围船舶动态。

3.确保本船号灯号型的正常显示；雾大应照章鸣放声号。

4.如天气恶劣，风流增大，应缩短观测锚位的间隔，并密切注意锚地周围船舶动态，必要时应备妥主机。

5.如偏荡剧烈，或走错时，应立即报告船长，采取措施。

6.如发现他船走锚，应设法与走锚船取得联系并保持戒备，当发现走锚船漂向我船，应马上报告船长，并采取必要的措施以避免碰撞。

三、讲授内容重点和注意事项

1. 锚链的种类、特点和链节连接方法、标记;

2. 锚设备的配备依据

四、自学内容和作业

1.简述抛起锚操作的步骤和操作注意事项。

2.简述判断走锚的基本方法和发现走锚后应采取的措施。

3.简述锚设备保养要点。

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

第四章：系泊设备

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
系船缆	重点：系船缆的种类、特点与缆绳的强度	采用多媒体或课堂教学
系缆名称、作用、配备	重点：常用系缆及各自的作用	采用多媒体或课堂教学
系泊设备的组成	重点：系泊设备的组成与作用	采用多媒体或课堂教学
系泊设备检查、保养和使用注意事项	重点：系泊设备使用注意事项及检查保养方法	采用多媒体或课堂教学
系泊标准用语	重点：常用系离泊用语	（系泊标准用语部分由学生自习）

本章复习与思考题：

1.简述系泊设备的组成部分。

2.试述船舶系带码头和浮筒时各缆绳的名称和作用。

3.何谓绳索的破断强度、安全强度和试验强度。

4.钢丝绳中的油麻芯有什么作用？

5.试述导缆装置的种类及作用。

6.试述带缆作业的安全注意事项。

课程章节	系泊设备	系船缆；系缆的名称、作用和配备。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	19-20/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解系船缆的种类和特点、缆绳强度概念、系缆的名称、作用与配备

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

船舶停靠码头、系留浮筒、傍靠他船、顶推或拖带作业时，用于带缆、绞缆的设备统称为系泊设备。系泊设备由系船缆、导缆装置、挽缆装置、绞缆机械、卷缆车及属具组成。

(一)系船缆

系船缆简称为系缆，靠泊时用于绑牢船身，拖带时用于传递拖力。系船缆应具有强度大，弹性适中，耐腐蚀、耐磨损、比重小、质地柔软、使用方便等特点。常用的系船缆有钢丝缆和纤维缆两种。

Ⅰ 系船缆的种类和特点

1.纤维缆

用于系船索和拖索的植物纤维和化学合成（人造）纤维应由船级社认可的工厂制造，船用纤维绳的结构形式和材料。船上最常用的纤维缆是化纤绳，有以下几种：

(1)尼龙绳：它也称锦纶绳，是化纤绳中强度最大的一种。特点是耐磨，对酸碱和油类等有一定的抵抗能力，但伸长率较大，弹性大，有一定吸水性，耐气候能力较差，曝晒过久强度会下降。

(2)涤纶绳：其强度仅次于尼龙绳，是化纤绳中最耐高温和耐气候的一种绳索，适应于高负荷连续磨擦，抗酸、碱和油类能力强，吸水率汉为 0.4%，但价格昂贵。

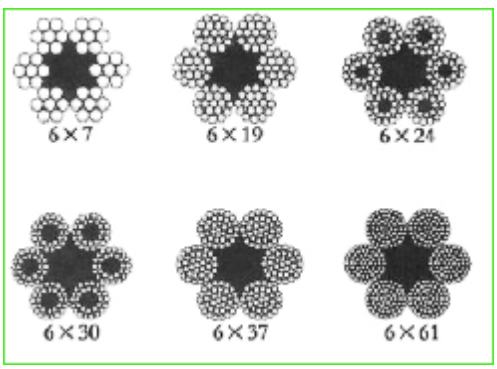
(3)丙纶绳和乙纶绳：这两种绳索的特性较为相似，密度较小，能浮于水面，吸水性不大，低温时仍具有足够强度，并且柔软便于操作。

乙纶绳对化学物品抗蚀性最强；而丙纶绳能耐磨，其破断力为尼龙缆破断力的 51%~66%。丙纶绳是目前船上配备的较多的一种缆绳。但两种缆绳都不耐热。

(4)维尼龙绳：其强度在化纤绳中最小，外表很像棉纱绳，弹性差，吸水性最大，耐油类和盐类物质，耐气候，价格比较便宜。

2.钢丝缆

(1)钢丝缆的种类



钢丝缆的强度大、重量轻、使用寿命长。目前，船用钢丝缆有硬钢丝缆、半硬钢

丝缆和软钢丝缆三种。

①硬钢丝绳。

②半硬钢丝绳。

③软钢丝绳。

钢丝绳中油麻芯可以减少钢丝绳内部摩擦，在钢丝绳受力拉紧时，油麻芯可起衬垫作用；可以增加钢丝绳的柔软度，便于操作使用；因油麻芯含油，可防止钢丝绳内部锈蚀；另外还可起到润滑的作用。

(2)钢丝缆的规格和长度

钢丝缆的规格除用股数和丝数表达外，还需用绳索的截面外接圆的直径来表示，一般以直径(公制 mm)和周长 C(英制 inch)来衡量。其换算关系近似为：$C/D \approx 1/8$

缆绳每捆的长度一般为 220m，也有 500m 一捆的。

(3)钢丝绳的重量

钢丝绳的重量可用下列习惯估算公式进行估算：

$$W=kd^2$$

式中：W－每米钢丝绳的重量(kg)；

d—钢丝绳直径(mm)；

k—系数，硬钢丝绳、半硬钢丝绳取 0.35，软钢丝绳取 0.30。

3.复合缆

每股均有金属丝核心，外覆纤维护套，有 3、4 或 6 股，可用于系船缆或拖缆。这种缆绳强度较大，一根周长 8.5in 粗的复合缆的强度相当于同样粗细的 2.5 根丙纶缆的强度。

Ⅰ 缆绳强度概念

1.缆绳破断强度

将缆绳逐渐均匀拉伸，直至将其拉断时所需的拉力为该缆绳的破断拉力，也称为破断强度，一般用 B 表示。钢丝绳的破断强度可以使用表 4-1 所列公式进行估算。

表中 D 为直径，单位是毫米(mm)。例如：一根规格为 6×30、直径为 36mm 的钢丝绳的破断力：$B=9.8\times35\times(36)^2=9.8\times45360=44528(N)\approx444.5$（KN）。

(1)如果没有资料可查，钢丝绳的破断强度可由下式估算：

$$T=0.04D^2(t)\text{或}T=420D^2\text{（N）}$$

式中：T—钢丝绳(6×24)的破断强度

D—钢丝绳直径(mm)

(2)化纤缆绳的破断力可用下列估算公式：

$$T=98kD^2$$

式中：T—化纤缆的破断力，N；

D—缆绳的直径，mm；

k—系数，一般丙纶绳为 0.74~0.85，尼龙绳为 1.19~1.33，改良的丙纶绳为 1.10~1.21，复合缆为 2.0。

2.缆绳安全强度

为保证安全，不使缆绳因断裂而发生事故，都规定有缆绳允许使用的最大负荷，即安全工作负荷。即：

安全强度=破断强度/安全系数

在使用中，一般安全系数取 6。带缆的安全系数取 6-8，拖缆为 8-10；具体使用时，还须根据不同的工作需要、钢丝绳的新旧程度、接插方法等情况来选定不同的安全系数。如插接后强度降低 10%，已生锈的降低 30%，过度拉伸受伤的降低 50%。

3.绳索的试验强度

绳索的试验强度，亦即验证负荷，是绳索制造厂在 CCS 授权的验船师主持下对其产品进行拉力试验时所采用的强度标准，一般都是破断强度的 3/4。

(二)系缆的名称、作用与配备

I 系缆的名称与作用

系缆的主要作用是在靠泊时绑牢船舶，拖带中传递拖力，靠离码头时协助操纵船舶，也可在船舶沿码头前后移动时使用，船舶系靠码头、船坞或他船时，根据各缆绳的位置、出缆方向和作用，其名称和作用各不相同。

1.系靠码头时缆绳的名称与作用

船舶系靠码头时，系缆可按其位置、出缆的方向和作用，可分为：艏缆、艉缆、前横缆、后横缆、前倒缆、后倒缆等。

(1)艏缆

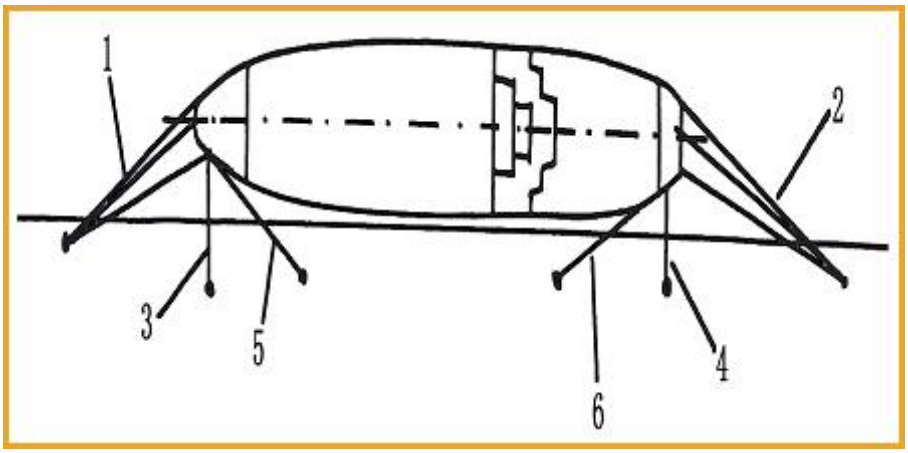
(2)艉缆

(3)前倒缆

(4)后倒缆

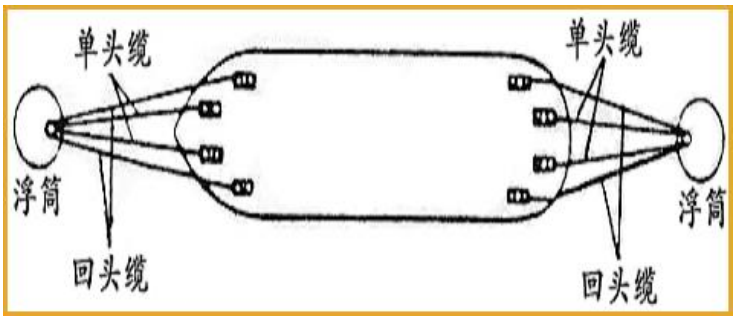
(5)横缆

在系泊时，以上各缆并不一定同时采用。船舶系靠码头时，系缆的使用将根据码头的情况、船舶的长度。缆绳强度、停泊时间的长短。天气和潮汐及港口涌浪等因素的影响程度而定。当没有吹开风时，可不带横缆。头缆与尾缆至少内外档各一根，天气转差时应增加缆绳数量。抗台时或在涌浪大的港口，还应使用保险缆，以保证系泊的安全。



2.浮筒系缆的名称与作用

船舶在某些港口停泊时，需要系浮筒，系浮筒有两种形式，一种系单浮筒，另一种是系双浮筒，如果系浮双筒所带的缆绳有单头缆与回头缆两种。



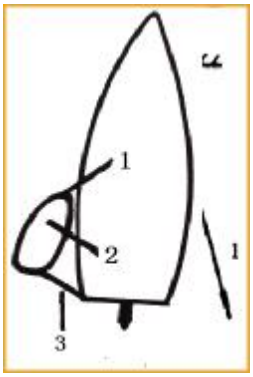
(1)单头缆。

(2)回头缆

3.拖缆的名称与作用

(1)傍拖的拖缆

大船在无动力时，较多地采用吊拖或尾绑拖，一般习惯，传递推力的拖缆由大船出，传递回转力矩、加强横向强度的头缆(领水缆)与艉缆(艄缆)由拖船出。



(2)横向顶推的拖缆

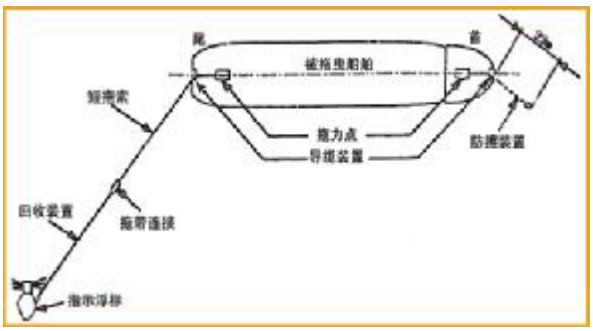
靠离泊时需要拖船作横向顶推与拖开，此时应在大船的外档系一根或两根大约1/2大船船宽短拖缆。

(3)吊拖的拖缆

吊拖可分为船首吊拖和船尾吊拖。由大船出头缆。而尾拖缆一般由拖船出，以使解缆时不易被卷入大船螺旋桨。

4.应急拖带装置

国际海事组织（IMO）在《油轮安全检查指南》中，要求停泊中的油轮，在其外舷的首尾处各垂下一根应急拖缆，其琵琶头应垂于水面上方，并在装卸与压载过程中保持此状。用于防止拖缆落入水中的绑扎小绳应便于拖船上的船员判断、解掉或拉断。



我国《钢质海船入级与建造规范》对2000载重吨级以上的液货船，包括油船、化学品液货船和液化气体船，在应急情况下拖离危险区时所需的应急拖带装置作了明确的规定。主要内容有:

(1)一般要求

应急拖带装置的设计应考虑到船舶在失去动力时易于操作,并能快速与拖船连接。应急拖带装置应经有关船级社认可，并符合下列规定:

①尾部应急拖带装置应预先装配好,并能在泊港状态下不超过15min内投入使用。

②尾部短拖索的回收装置应设计成在失去动力和不利环境下，能由1个人进行手工操

作。回收装置应予以保护，以防不利的天气和其他情况。

③首部应急拖带装置应设计成至少用1个适当定位的导向滚轮将短拖索紧固到防擦装

置上，以便拖索的连接。

④首部应急拖带装置应能在泊港状态下不超过 lh 内投入使用。

⑤符合尾部拖带应急装置规定的首部应急拖带装置可被接受。

⑥所有应急拖带装置均应有明显的标志，以便在黑暗中和能见度差的情况下，也能安全
和有效地使用。

二、系缆的配备

系缆的配备是根据船舶舾装数 N，在《钢质海船入级与建造规范》的所列表中查得应配置的系缆和拖缆的长度、规格、数量和破断力。

一般每艘万吨级的沿海或远洋船舶的系船缆应至少配备：首缆和尾缆各 3-4 根、前后倒缆左右舷各 1 根，前、后各配保险缆 1 根（兼作拖缆用），另配备用缆前后各 l-2 根。

如果船舶的 A/N＞0.9，规范建议系缆数量按下列要求增加：

A/N:	0. 9＜A/N＜1.l	1.1＜A/N＜1.2	＞l.2
系缆增加根数:	1	2	3

作带缆用的化纤缆绳其周长应不小于 63mm（直径 20mm），直径大于 65nun 的可作保险缆。作系船缆或拖缆用的钢丝缆一般采用 6×24＋7 的软钢丝缆绳，直径大于 56mm 时应采用 6×37＋l 的钢丝绳。一般钢丝缆绳的直径在 20~36mm 的，可用作带缆，直径在 36mm 以上的钢丝缆可用作拖缆和保险缆。

三、讲授内容重点和注意事项

1. 钢丝绳种类、特点和用途;
2. 船用系船缆名称和作用

四、自学内容和作业

2.试述船舶系带码头和浮筒时各缆绳的名称和作用。

3.何谓绳索的破断强度、安全强度和试验强度。

4.钢丝绳中的油麻芯有什么作用？

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	系泊设备	系泊设备的组成；系泊设备的检查、保养和使用。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	21-22/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握系泊设备的组成；系泊设备的检查、保养和使用注意事项。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

除系船缆外，系泊设备还由挽缆装置、导缆装置、系泊机械和缆车及附属用具等组成。表示了船舶系泊设备的布置图。

(一)系泊设备

- 挽缆装置

船舶首尾楼和船中部左右舷甲板等部位设有挽缆用的缆桩，用以系牢缆绳的一端。带缆桩的受力很大，要求基座必须十分牢固，缆桩附近的甲板均需加强。缆桩有铸造的，也有用钢板围焊而成的。

带缆桩类型很多，有单柱式、双柱式、单十字式、双十字式、斜式系缆桩和羊角桩等。大中型船舶多采用双柱系缆桩。

- 导缆装置

船首尾及两舷都设有导缆装置，能使缆绳按一定方向从舷内通向舷外引至码头或其他系缆地点，限止其位置偏移，并减少了缆绳与舷边的磨损，避免因急剧弯折而增大所受应力。常见的有：

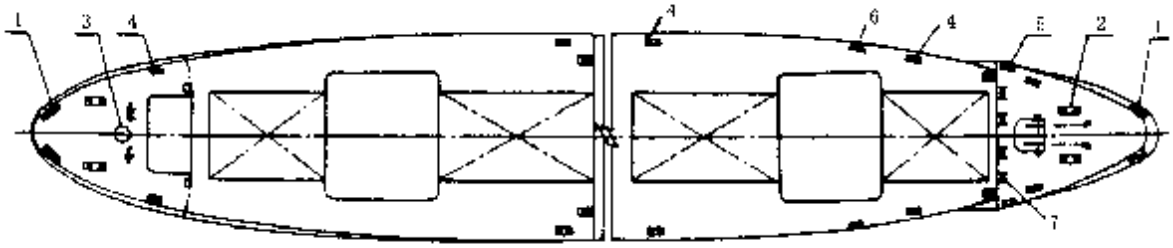
(1)导缆孔。

(2)导向滚柱。

(3)导缆钳。

(4)导向滚轮。

(5)转动导缆器



- 绞缆机

1.绞缆机也称系缆绞车，主要用于收绞缆绳。

2.按动力源分，绞缆机有电动绞缆机和液压绞缆机，有的油船上还用蒸汽绞缆机；

3.按卷筒轴线方向，可分成卧式绞缆机和立式绞缆机。

4.普通卧式绞缆机的卷筒是由电机经过减速后驱动运转时，甲板占有面积大。

5.立式绞缆机又称系缆绞盘，因其动力装置一般设在甲板下面，所以占用的甲板面积少，并有利于保护机器。

6.自动张力绞缆机，全称为自动张力调整绞车。

当张力达到原规定值时，压力阀又自动开启，压力油大部分经压力调节阀流向储液箱 1，

少量油液进入液压马达补充泄漏的油液量，使卷筒停止转动。当系船缆张力大于液马达内液压制动力时，系船缆会拉动马达反转将缆绳松出。

- 缆车及附属用具的种类与作用

1.缆车
2.制链索
3.撇缆绳
4.碰垫
5.防鼠板
6.撇缆器

(二)系泊设备的检查保养和使用注意事项

- 检查保养

平时还应经常检查缆绳的磨损、锈蚀和断丝等情况，以及检查撇缆、靠把和防鼠板是否齐全、损坏，如损坏或丢失，应及时换新补充。

每个航次，应检查甲板眼环是否锈蚀、磨损，检查链（索）是否变形。腐蚀磨损，并应及时除锈油漆，磨损变形严重者应予换新。

每个季度，应检查一次绞缆机和缆车，包括其外壳底脚螺栓和支架的锈蚀情况，卷筒损环、磨耗、腐蚀情况，操纵控制器的水密情况，转动部分是否轻便灵活，刹车和离合器是否可行轻便，并加油润滑，做好磨损记录。如装有自动张力绞缆机，应检查其有效性。

每个季度，应检查钢丝缆要检查其锈蚀和断丝情况，以及绳内油麻芯含油情况；对植物纤维缆要检查其磨损情况，股内有否霉点；对合成纤维缆要检查其外表磨损和粗细情况。

每半年，应对带缆桩、导缆孔、导缆钳和导向滚轮以及缆索卷车检查其锈蚀和磨损情况，有否裂纹，滚轮是否活络，检查并记录其底脚锈蚀和垫木的腐烂情况，对转动部分应定期加油，并做好其记录。

对修理后的绞缆机要进行试验，运转试验应进行 1~2h，并测定转速、拉力负荷。绞缆速度应能达到 15m/min，绞缆拉力应能达到所配置的系船缆破断力的 75%左右，在试验过程中还应进行制动和过载保护装置的试验。

- 使用注意事项

1.化纤绳使用注意事项
(1)不能超负荷使用。
(2)避免磨损。
(3)正确使用和存放。
2.钢丝缆绳使用注意事项
(1)避免磨损。
(2)避免扭结变形。
(3)防锈蚀。
(4)应正确使用
(5)用完后，钢丝绳应整理卷好在缆车上，罩好防水罩
3.其他应注意事项
(1)绞缆速度要听从指挥，应注意缆绳动态，不要硬绞或突然加大系缆绞车的功率。
(2)在使用制缆索时，应使用与缆绳同质的制缆索。
(3)缆绳要清理好，及时解开扭结，防止互相绞缠，不用的缆绳应盘好，钢丝绳应收卷在缆索卷车上。
(4)人员站立位置要适当，严禁站在缆绳圈中或两脚跨在缆绳。操作时注意力要集中，不要靠近张紧的缆绳。

(5)缆绳和属具要预先准备好。

(6)操作人员应穿戴好手套、安全帽、工作鞋等防护用品，操作时动作要迅速、敏捷，防止夹手。

(7)注意两根或两根以上缆绳同时上同一个船上缆桩或岸上缆桩的正确套桩方法。

三、讲授内容重点和注意事项

1. 系泊设备组成、作用和要求;

2. 带缆作业注意事项;

四、自学内容和作业

1.试述导缆装置的种类及作用。

2.试述带缆作业的安全注意事项。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

第五章：舵设备

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
舵设备的组成与转船原理	重点：舵设备的组成及各部分作用	采用多媒体或课堂教学
舵的种类和结构	重点：种类、结构特点	采用多媒体或课堂教学
操舵装置	重点：电动与液压操舵装置	采用多媒体或课堂教学
操舵装置控制系统	重点：操舵装置控制系统的种类与特点	采用多媒体或课堂教学
自动舵	重点：自动舵的种类、使用时机与自动舵面板各旋钮的正确使用方法	采用多媒体或课堂教学
自适应舵与自动驾驶仪	重点：自适应舵的基本组成、自动驾驶仪的基本原理与使用注意事项	采用多媒体或课堂教学
舵设备的检查、保养和试验	重点：舵设备的检查保养	采用多媒体或课堂教学
舵令及操舵基本方法	重点：操舵要领	采用多媒体或课堂教学

1.舵设备有哪些组成部分，其各自的作用是什么？

2.舵是如何分类的，何谓平衡比度？

3.试述流线型舵的结构与试验方法？

4.试述电动舵的工作原理及其保护装置的作用。

5.试述液压舵机的种类及其工作原理？

6.舵机的基本要求是什么？

7.试述三种操舵仪的三种操舵方式与使用时机？

8.简述自动舵面板上各旋钮的作用与使用注意事项。

9.舵设备是如何检查与保养的？

10.试述自适应舵和自动驾驶仪的使用注意事项？

课程章节	舵设备	舵设备组成和转船原理；舵的种类和结构	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	23-24/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解舵压力产生原理，舵设备成分以及舵的分类方法和种类

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)舵设备的组成和转船原理

舵设备是操纵船舶的主要设备，其作用是使在航船舶保持所需航向、改变原来航向或进行旋回运动。舵设备主要由以下几个部分组成：

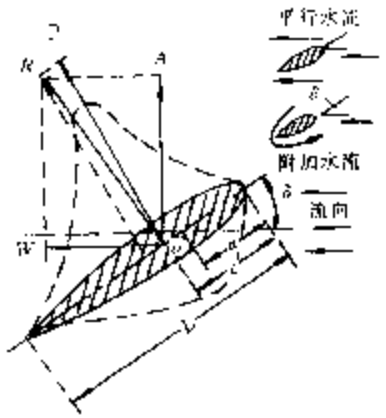
1.舵：通常安置在船尾，承受水流的作用，以产生较大的转船力矩使船回转。

2.舵机及其转舵装置：安置在尾尖舱甲板平台上的舵机舱内。舵机为转舵的动力源，通过转舵装置(也称传动机构)将力矩传给舵杆，以带动舵叶转动。舵机和转舵装置统称为操舵装置。

3.操舵装置控制系统：主要部件设于驾驶室内，将舵令通过电力或液压控制系统由驾驶室传递给舵机，以控制其动作。

转船的基本原理

船舶前进中，当舵中与船的纵中剖面相重合时，作用在舵上的水流是对称的，此时，如无其它外力作用，船舶应作直线运动。当把舵叶向右转动，舵船纵中剖面成一交角(称为舵角) δ时，由于两侧水流的对称性被破坏，舵迎流面和背流面出现流速不等，舵上便产生一水压力 ***P***。水压力 ***P*** 与 **r** 的合力即构成舵压力 R，将舵力 R 按船首和横向进行分解，则可得到转船力 A 和对航行产生的阻力 W。



转船力矩

舵力的大小与舵角δ、舵叶面积、舵的前进速度和舵的断面形状等因素有关。

假设船舶重心位于船中，舵力作用中心距尾垂线的距离与船长相比很小，因此，可以近似地认为舵力作用中心位于尾垂线，则转船力矩为:

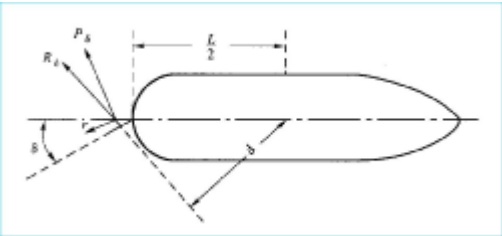
$$M_d = R_d \bullet d = (L/2)R_d \bullet \cos d$$

$$M_d = \frac{107.23 A_R V_R^2 \sin d com d}{2(0.195 + 0.305 \sin d)} L \qquad (N \bullet m)$$

式中: L—船长，m;

d—转船力臂，m。

理论和实验证明: 舵的进速增大，舵力也就明显增大; 当舵速 V_R 一定时，转船力矩 M_δ 随舵角 δ 而变，一般船舶的最大有效舵角为 32º ~35º 左右，若再增大舵角 δ，则 M_δ 开始开降。因此，把舵角 32º ~35º 称为使用极限舵角。

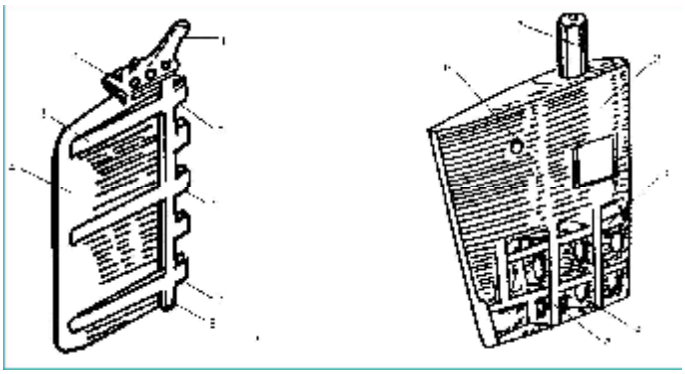


(二)舵的种类和结构

I 按剖面形状分类

1.平板舵: 又称单板舵，舵叶为一块平板。这种舵因强度低、阻力大，仅用于非自航船、帆船或小艇上。

2.流线型舵: 又称复板舵。这种舵是在骨架的外围用复板覆盖而成的，强度高，舵叶剖面呈流线型; 因内部空心和水密，从而产生一定浮力，减少了舵承上的压力。而且，其水动力性能好，舵的升力系数大，阻力小，舵效高。虽然这种舵的构造比较复杂，但由于具有较多的优点而被广泛采用。



I 按舵杆轴线位置分

1.不平衡舵

又称普通舵，其舵叶全部位于舵杆轴线之后，舵钮支点较多，舵杆强度容易得到

保证。但这种舵的水压力中心离转动轴较远，转舵时需要较大的转舵力矩，只适用于小船。

2.平衡舵

舵杆轴线位于舵叶的前后缘之间，在舵杆轴线之前的舵叶是起平衡作用的，这部分的面积与舵叶全部面积之比称为平衡比度或平衡系数，一般在 0. 2～0. 3 之间。这种舵减少了舵绕轴回转的力矩，所需舵机功率相应可以减少，是目前海船上广泛应用的一种舵。

3.半平衡舵

这种舵的下半部为平衡舵，上半部为不平衡舵，使平衡比度介于平衡舵和不平衡舵之间，即 0. 2 以下。它适用于尾柱形状比较复杂的船舶。

Ⅰ 按舵的支承方式分

1.多支承舵

指与船体尾柱连接有三个及以上支承点的舵。其支承点可分为舵承、舵钮和舵托等。这种舵的重量要由船体内的支承和舵托来支承。

2.双支承舵

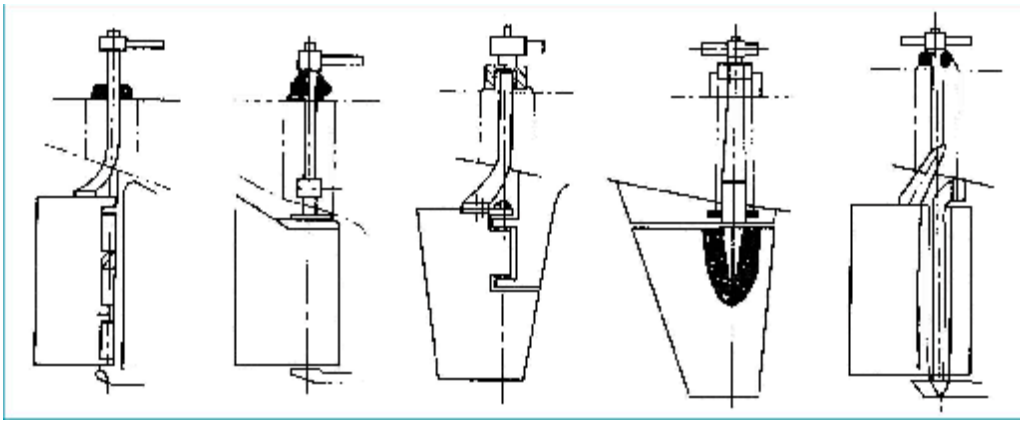
指除上支承之外，在舵根处还设有一个下支承的舵。

3.悬挂舵

这种舵只有上支承而无下支承，其舵叶全部悬挂在船体外的舵杆上。

4.半悬挂舵

指下支承的位置设在舵叶中间的舵。



三、讲授内容重点和注意事项

1. 舵压力产生原理;
2. 舵的种类;

四、自学内容和作业

1.舵设备有哪些组成部分，其各自的作用是什么？

2.舵是如何分类的，何谓平衡比度？

3.舵压力产生原理。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	舵设备	特种舵的种类、特点；舵叶结构；操舵装置工作原理。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	25-26/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握特种舵的原理和作用，舵叶的结构以及操舵装置的类型。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

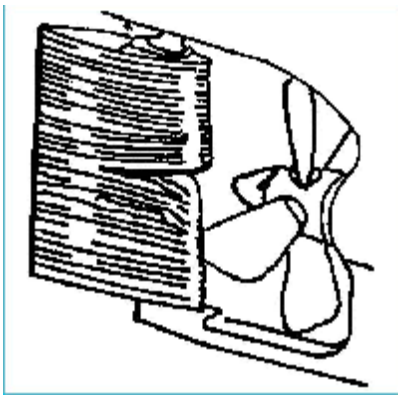
(一)特种舵

为了满足其操纵上的特殊要求，如增加舵效，提高推进效率，减小旋回圈直径和改善人型船舶在低速时操纵性能等，常采用一些特种舵。

常见的特种舵有：反应舵、主动舵、整流帽舵、襟叶舵、导流管舵、组合舵、首舵和首推进器等。

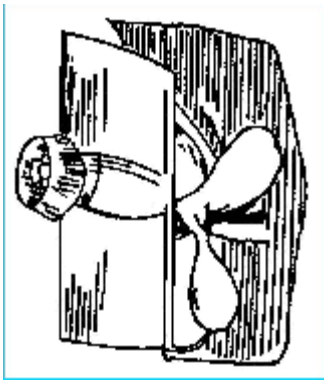
- 反应舵

在舵叶前缘的上下分别向左右舷相反方向扭曲一个角度，使其迎着螺旋桨排出的两股旋状水流。因此，这种舵也称迎流舵。其作用相当于一个导流叶，使尾流中的轴向诱导速度增大，以减少阻力，增加推力。



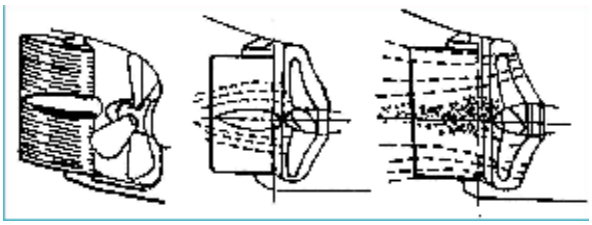
- 主动舵

在舵叶的后端装有一个导管，导管内装设一个由设置在叶内的电动机驱动的小螺旋桨。转舵时，螺旋桨随之转动并发出推力，也增加了转船力矩。因此，即使在船舶低速甚至主机停车的情况下，操作这种舵也能获得转船力矩，从而大大提高了船舶的操纵性。特别是对回转性要求高和离靠码头频繁的小船(例如巡逻艇、领港船、渡船等)多有采用。由于舵上的螺旋桨也可以用做微速推进器，在有些科学考察船上也有应用。



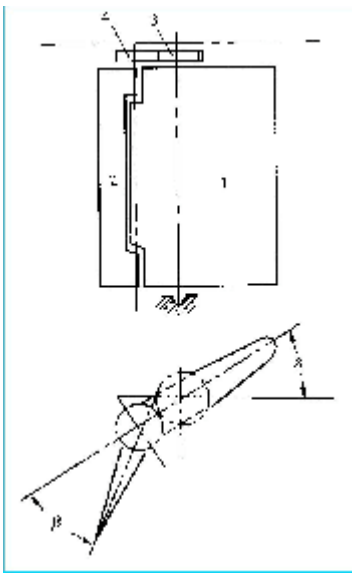
- 整流帽舵

在流线型舵的正对螺旋桨轴线部位，装设一个圆锥形的流线型体，俗称整流帽。其作用是有利于改善螺旋桨排出流的乱流状态，从而提高螺旋桨的推力，改善船尾的振动情况。



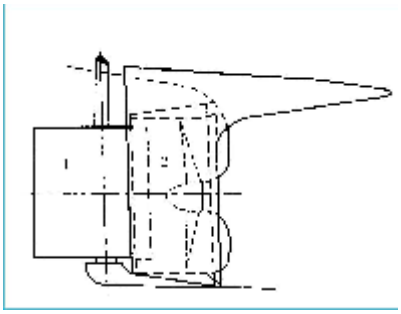
- 襟翼舵

这种舵由主舵和副舵两叶组成，即在普通主舵叶后缘装上一个称为襟翼的副叶，当主舵叶转动一个δ角时，副舵叶绕主舵叶的后缘向相同一舷转出一个卢角度，二者转动的方向是一致的，但副舵的转动角度比主舵的转角大。这样就相当于增加了舵剖面的拱度，从而产生更大的流体动力，提高了转船力矩和舵效。由于其流体动力特性在小舵角时特佳，与飞机上的襟翼作用一样，故称之为襟翼舵。这种舵转舵力矩较小，因而所需的舵机功率也较小，但其结构比较复杂。



- 转动导流管舵

拖船等船舶为了增加推进效率，在其螺旋桨外围套装导流管并在其后端处装一舵叶。这类舵有两种形式，一种是用焊接法将导流管固定在船尾骨架上，导流管不动而舵叶可以转动；另一种导流管与舵叶可在允许角度内一起转动。这种舵除增加推进效率外，还可以起到保护螺旋桨，防止绳索缠入等作用。



- 组合舵

为了减少舵叶上下两端的绕流损失，进一步改善舵的流体性能，在流线型舵叶的上下两端各安装一块制流板或工字型舵。这种舵的剖面设计成像鱼的形状，肥大的部分占了 20％弦长，再逐渐过度到窄小的腰部和较宽的尾部，上下有控制两侧水流的制流板。通常舵杆中心线在距导边 40％的弦长的位置，目的是能控制更多的尾流。1975 年首次将这种舵应用在船上，即显示出具有低速时的优秀操纵性能。浅水中舵效也无显著的减少，特别适用于内河、运河和限制航道水域船舶的小展弦比的舵型(舵高 h 与舵宽 b 的比值称为展弦比)。其舵角可在±75%范围内使用。现在已进一步明确：任何小展弦比舵只要上下加装制流板对提高舵压力都是有效的。

此外，为了在靠离码头时增加船舶的操纵性能，许多大型集装箱船等船舶在其首部水线下安装了首侧推器;有些拖船还安装了舵和螺旋桨功能合二为一的螺旋桨舵等。

(二)舵的结构

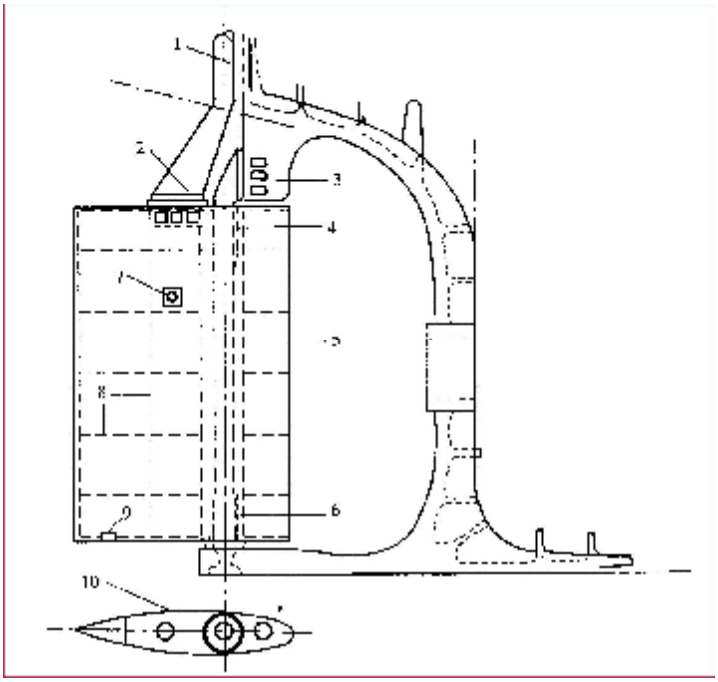
舵的类型不同，其结构也有所不同。目前海船上广泛使用的流线型平衡舵的结构由舵叶、舵杆和舵承组成。

1.舵叶

为了保证舵叶的强度和线型，用水平隔板和垂直隔板按线型组成骨架，将两块流线型的外壳板直接焊接在骨架外面，根据规范要求，舵叶焊成或修复后，每个密封部分都应进行密性试验。密性试验前应将舵叶表面清洁干净，焊缝应清除氧化皮和焊渣。试验前，不得对水密焊缝涂刷油漆或敷设隔热材料及水泥等。常用的密性试验方式有压水试验和空气气密试验两种。

密性试验合格之后，通常在舵叶内灌涂防腐沥青，以防舵叶内部锈蚀。为了密性试验和充填沥青等防腐材料，在舵叶上部和下部开有小孔，并配有不锈金属(通常为黄铜)制成的栓塞，该栓塞称为舵底塞。

为了便于舵叶的安装拆卸，在舵叶上开有由钢管构成的绳孔，或在舵叶尾端上开有凹槽。



2.舵杆

舵杆是舵叶转动的轴，并用以承受和传递作用在舵叶上的力及舵给予转舵装置的力，其下与舵叶连接，上部与转舵装置相连。

为便于舵的拆装，上舵杆顶端(亦称舵头)装有一只吊环，其下端装有法兰接头与舵叶上的法兰连接。目前，普遍采用水平法兰接头。此外，还有垂直法兰连接、垂直嵌接等连接形式。当舵杆和舵叶各转到相反舷的最大舵角时，上下法兰边缘之间有30mm的间隙，可以不必拆卸舵杆而将舵卸下。法兰连接时，一般用6只螺栓，为使法兰螺母脱落时螺栓不致滑落，安装时螺母应朝下，并加有防止螺母松动的保护装置，而且用水泥封搪。作为一种备用手段，在法兰间还需装设前后方向的键块。

舵杆摩擦处应装上衬套(一般为青铜或其他铜质材料)，以防磨损。

3.舵承

舵承用来支承舵杆和舵的重量及保证船体水密，按其装设的位置可分为上舵承及下舵承两种。

上舵承装在舵机间甲板上。它由侧推滚轴承和垂直滑动轴承所组成，滚珠轴承承受舵的重量，垂直轴承则承受侧向力。

下舵承一般安装在舵杆筒口或舵杆筒内，它是一个垂直滑动轴承，用其承受侧向力，并设有填料函以保证水密。悬挂舵都采用上、下两个舵承。

目前，大型船舶普遍只设上舵承，全部重量和力由其承担。这种舵叶中往往装有可拆舵轴(穿心舵轴)，可拆舵轴的上端用法兰固定在船尾，其下端穿过尾柱承座，用

螺母固定。可拆舵轴所通过的焊接管的上下端装有铁梨木或青铜轴承，可拆舵轴轴承接触处有铜衬套，以防舵轴磨损。转舵时，舵叶绕可拆舵轴转动，小型船舶的舵除设上舵承外，在舵叶的下部装一个舵针(舵销)，安装舵针的舵叶处有一个可拆小门，以便于舵针的拆装。舵针的另一端插入尾柱承座的垂直滑动轴承中，可以自由转动。

三、讲授内容重点和注意事项

1. 特种舵工作原理
2. 舵的结构

四、自学内容和作业

1.襟翼舵的工作原理

2.舵叶应做哪些密性实验

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	舵设备	操舵装置；操舵装置的控制系统	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	27-28/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握操舵装置的类型、工作原理，操舵装置控制系统种类和控制原理

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

操舵装置

能够使舵转动的装置称为操舵装置，通常指安装在舵机舱内的舵机和传动机构。根据动力源的不同，操舵装置可分为电动操舵装置和液压操舵装置等；根据有关公约和规范，操舵装置又分主操舵装置和辅助操舵装置。

主操舵装置：系指在正常情况下为驾驶船舶而使舵产生动作所必需的机械、转舵机构、舵机装置动力设备(如设有)以及附属设备和向舵杆施加转矩的设施(如舵柄或舵扇)。

其中，转舵机构系指将液力转变为机械动作转动舵的部件。舵机装置动力设备指：

(1)如为电动舵机，系指电动机及辅助设备；

(2)如为电动液压舵机，系指电动机及辅助的电气设备，以及与电动机相连的泵；

(3)如为其他液压舵机，系指驱动机器及其相连的泵。主操舵装置应在驾驶室和舵机室都设有控制器。

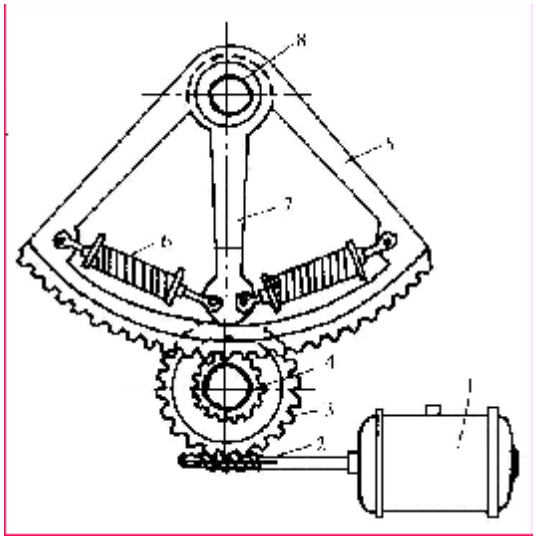
辅助操舵装置：系指在主操舵装置失效时，为驾驶船舶所必需的设备。这些设备不成属于主操舵装置的任何部分，但可共用其中的舵柄、舵扇或作同样用途的部件。

动力转舵系统：系指提供动力转动舵杆的液压设备，由 1 个或几个舵机装置动力设备及辅助管路和附件，以及转舵机构所组成。各个动力转舵系统可共用一些机械部件，如舵柄、舵扇和舵杆或作同样用途的部件。

(一)电动操舵装置

电动操舵装置主要是指电动舵机。它由电动机、蜗轮、小齿轮、舵扇、缓冲弹簧和舵柄等组成。

当由驾驶室操舵装置控制系统遥控电动机转动时，通过蜗杆、蜗轮、小齿轮带动松套在舵杆的舵扇旋转，舵扇再通过缓冲弹簧推动键套在舵杆上的舵柄，从而使舵杆和舵偏转。



采用蜗杆蜗轮的传动方式主要是为了获得较大的减速比，以增大转矩；同时，可以利用其机械传动中的自锁作用，防止舵叶在受外界冲击作用下发生逆转现象，从而起到保护电动机的作用。缓冲弹簧的硬度较大，平时在正常的力作用下，弹簧不会变形，并能顺利地传递转舵力矩；当舵叶受到外界巨大的冲击力作用时，弹簧能吸引冲击能量，起保护舵机的作用。

电动舵机结构简单，操作方便，传动可靠，维修方便，所以广泛使用于中小型船舶。

(二)液压操舵装置

液压操舵装置主要是指液压舵机，液压舵机也称电动液压舵机或电液舵机。它是利用电动机带动一主油泵运转，当有操舵信号时，主油泵开始排吸油，产生的高压油通过管路系统进入转舵油缸，推动油缸中的柱塞或叶片运动，从而带动舵杆、舵叶转动；当舵转至要求的角度后通过反馈系统使油泵停止排吸油，舵就停止在所需的舵角上。

液压舵机具有噪声小、体积小、重量轻、转矩大、传动平稳，能实现无级调速，易于遥控和容易管理，操作方便，在操舵次数频繁时仍有较高可靠性等优点，为现代船舶广泛采用。

常见的液压舵机有柱塞式和转叶式两大类。

1.柱塞式液压舵机

柱塞式液压舵机也称往复式液压舵机。目前，船上常用的有二缸柱塞式液压舵机和四缸柱塞式液压舵机。

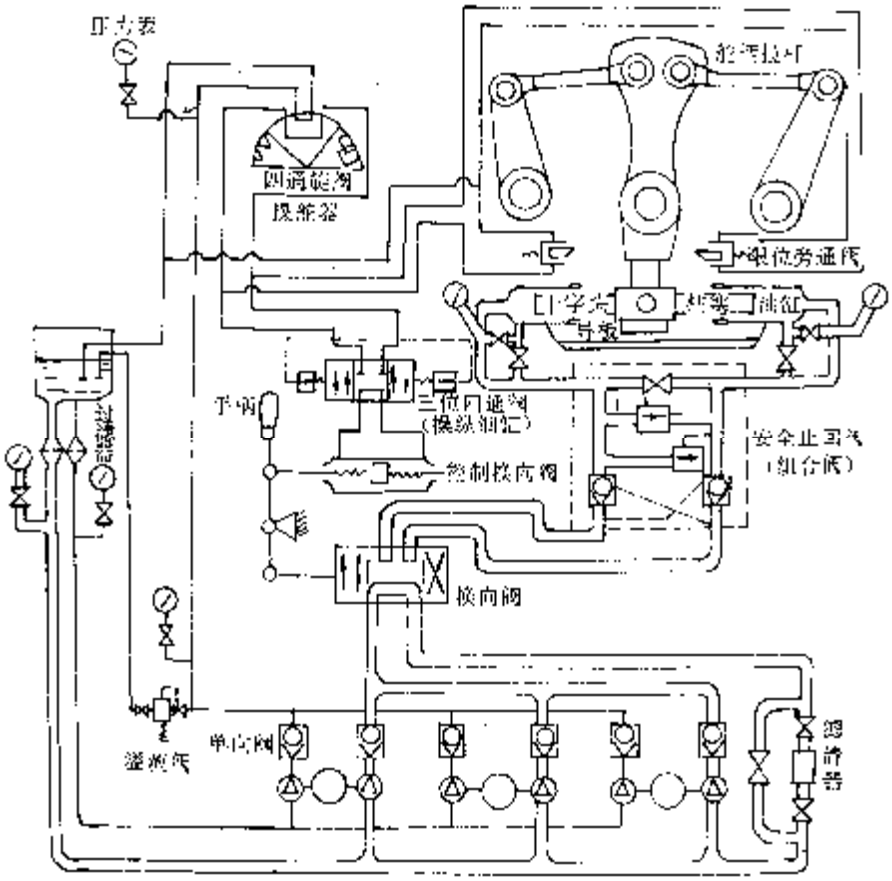
柱塞式液压舵机一般由转舵机构、动力源和操纵追随机构三大部分组成。

动力源由电动机、主油泵、辅油泵和控制阀箱等组成。电动机带动主、辅油泵供给工作需要的各种压力油，安全控制阀是起保护作用和对压力油的分配。

转舵机构由油缸、柱塞和舵柄等。当操舵装置控制系统启动电机带动变苗泵时，变量泵从一对(或一个)油缸中抽油，同时向另一对(或一个)油缸输油，从而推动柱塞

直线运动并使舵柄绕舵杆作旋转运动，产生舵角。当油泵改变输油方向时，舵就反向转动。

操纵追随机构由减速器、螺杆、滑块、操纵杆、连杆(也称浮动杆)、反馈杆(也称追随杆)等一系列拉杆组成，其主要作用是控制主油泵的工作状态。在通常采用的液压三点杠杆式追随机构中，当转动舵柄舵叶给出舵角的过程中，同时经反馈追随杆拉动操纵杆复位，使油泵停止排吸油，控制舵叶停止在所需的舵角上。

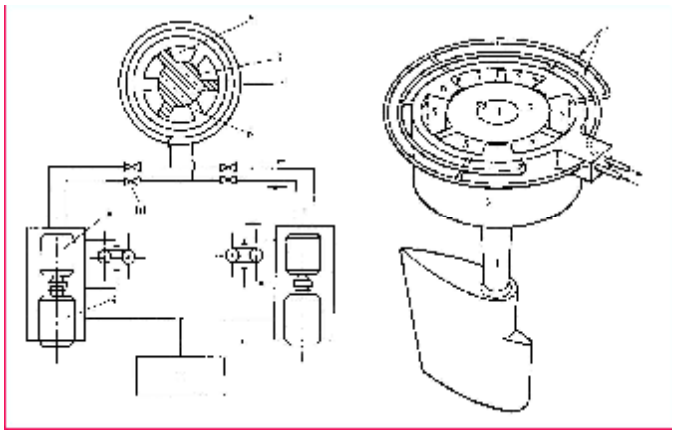


2.转叶式液压舵机

转叶式液压舵机由转舵机构和动力源两大部分组成。

转舵机构是由油缸、回转体组成。在油缸内有三片互成 120。的定叶，形成三个腔室。中间为一回转体并通过销键与舵杆相连接，回转体上有三片互成 120~fl 勺动叶。这样，三个腔室被分成六个小腔室，相互间隔的三个小腔室连通在一起，分别与二条油路相连并通至油泵。当一条油路进油而另一条油路出油时，回转体就会由动叶带动而转舵。改变二条油路进出油的方向，就会改变舵叶转动的方向；控制进油量的大小就可控制转舵角度的大小。

动力源由电动机、主油泵、辅油泵和安全控制阀箱等组成。



(三)舵角限位器

舵角限位器的种类有机械、电动和角铁架式等。机械舵角限位器一一般设在舵叶上侧、下舵杆与舵柱的上部、舵柄两侧极限舵角位置处。舵角限位器的限制角为：一般流线型舵为 32º ，平板舵为 35º 。

(四)操舵装置的基本性能和要求

总的要求

1.每艘船舶应配备满意的主操舵装置和辅助操舵装置。主操舵装置和辅助操舵装置的布置应使两者之一在发生故障时，不致导致另一装置不能工作;

2.所有操舵装置的部件和舵杆应使有关当局满意的坚固和可靠的构造。对于非双套的必要部件的适用性应特别注意。任何这类必要部件，如合适时，应采用耐磨轴承，如球轴承、滚柱轴承或者能持久润滑或设有润滑装置的套筒轴承;

3.对于承受内部液压的管系和其他操舵装置的部件，确定其尺寸汁算所用的设计压力应至少为规范要求运行状态下可能再出现的最大工作压力的 1.25 倍，同时应考虑在该系统低压一侧可能存在的压力;

4.凡在液压系统中能被隔断的和由于动力源或外力作用能产生压力的任何部件，应设置安全阀。安全阀的调定应不超过设计压力。安全阀应有足够尺寸并布置成能够避免过分升高的压力超过设计压力。

- 监控与供电要求
- 主操舵装置和舵杆

1.具有足够强度，并能在船舶最大航海吃水和最大营运前进航速时进行操舵，能使舵自任一舷 35º 。转至另一舷 35º 。，并且于相同条件下在自一舷的 35º 转至另一舷 30º 。所需的时间不超过 28s;

2.为了满足上述要求，当舵柄处的舵杆直径(不包括航行冰区的加强)大于 120mm 时，该操舵装置应为动力操纵;

3.设计成船舶最大后退航速时不致损坏。但这一设计要求不需要在试航中的最大后退速度和最大舵角进行验证。

l 辅助操舵装置

1.具有足够的强度和足以在可驾驶的航速下操纵船舶，并能在应急情况下投入工作;

2.应能在船舶最大航海吃水和以最大营运前进航速的一半但不小于7kn时进行操舵，使舵自一舷15º 。转至另一舷15º .，且所需时间不超过60s;

3.为了满足上述要求，以及在任何情况下当舵柄处的舵杆直径(不包括航行冰区的加强)大于230mm时，该操舵装置应为动力操纵。

人力操舵装置只有当其操作力在正常情况下不超过160N,且确保其结构不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用时，方允许装船使用。

l 主操舵装置和辅助操舵装置动力设备的布置

1.当动力源发生故障失效后又恢复输送时，能自动再起动;

2.能从驾驶室控制使其投人工作;

3.任一台操舵装置动力设备的动力源发生故障时,应在驾驶室里发出声、光警报。

l 应按下列要求布置操舵装置的控制系统

1.对于主操舵装置，应在驾驶室和舵机室两处都设有控制器;

2.当主操舵装置应设置两套独立的控制系统，且每套系统均应能在驾驶室控制。但这并不要求设双套操舵手轮或手柄。如果控制系统是由液压遥控传动装置组成时，则除10000总吨及以上的油船、化学品船或气体运输船外，不必设置第二套独立控制系统;

l 能从驾驶室操作的主、辅助操舵装置的控制系统应符合下列要求

l 驾驶室与舵机室之间应设有通信设施

l 舵角位置

l 液压动力操舵装置应满足下列要求

l 安全阀

l 舵机室

l 操舵装置的应急动力

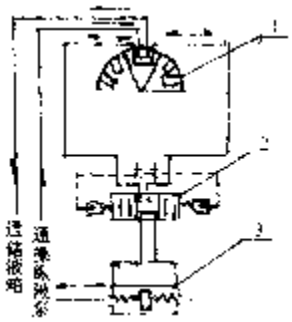
对于舵柄处舵杆直径大于230mm(不包括航行冰区加强)的所有船舶，应设有能在45。内向操舵装置自动供电的替代动力源。在10000总吨及以上的每艘船舶上，其替代动力源应具有足够供应至少连续工作30min的能量，而在任何其他船舶上则至少为10min。

10000总吨及以上的每艘油船、化学品船或气体运输船和70000总吨及以上的每艘其他船舶，其主操舵装置应设有两台或两台以上符合上述第6条规定的相同的动力设备。

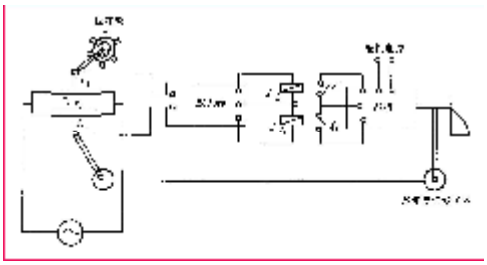
(三)操舵装置控制系统

操舵装置控制系统是指将舵令由驾驶室传至舵机动力装置之间的一系列设备。由发送器、接受器、液压控制泵及其电动机、电动机控制器、管系和电缆等组成。目前，海上采用的主要有电力和液压两种操舵装置的控制系统。

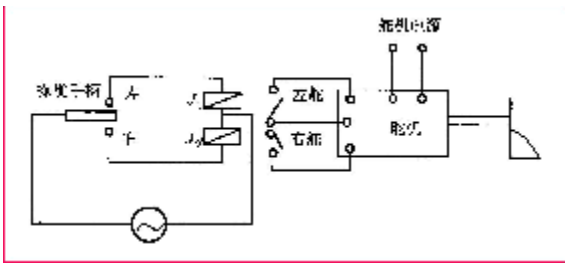
1.液压舵机的随动控制原理



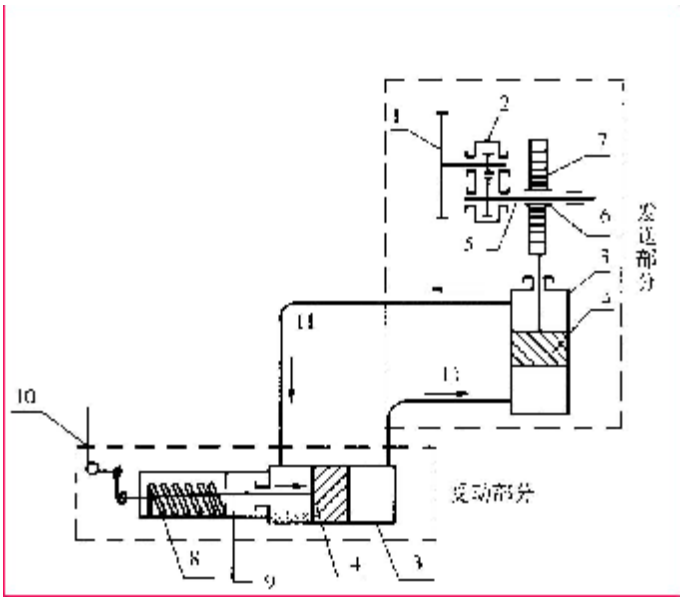
2.电动舵机的随动控制系统



3.手柄控制系统



4.液压控制系统



三、讲授内容重点和注意事项

1. 电动和液压操舵装置工作原理;

2. 操舵装置的基本要求。

四、自学内容和作业

1.试述电动舵的工作原理及其保护装置的作用。

2.试述液压舵机的种类及其工作原理。

3.舵机的基本要求是什么。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	舵设备	自动舵种类、工作原理及操作使用；自适应舵和自动驾驶仪工作原理。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	29-30/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握自动舵工作原理，熟悉舵操作三种方式，自动舵调节按钮的作用。自适应舵和自动驾驶仪工作原理。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)自动舵

为了大大减轻舵工的劳动强度，及时地纠正偏航，使船较准确地长时间保持在指定的航向上，一般海船都装有自动操舵装置控制系统，简称自动舵

自动舵的种类

船上使用的自动舵种类较多，按其调节规律来分类，可分为三种：

1.比例舵

按船舶偏航角φ的大小来调节偏舵角β的，其偏航角与偏舵角之间的关系为：

$\beta=-k_1\phi$

式中：K_1—比例系数。

2.比例一微分舵

比例一微分舵是根据船舶偏航角的大小和偏航角速度的大小来调节偏舵角的。其偏舵角β和偏航角φ之间的关系为：

$\beta=-(k_1\phi+K_2 d_\phi/d_t)$

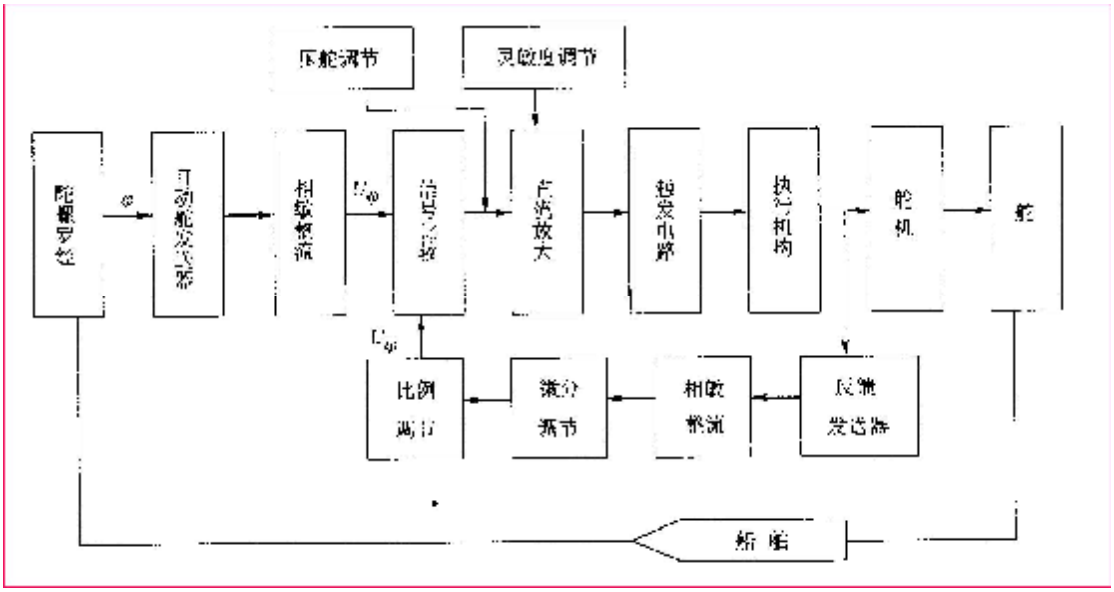
式中：K_2——微分系数。

3.比例-微分-积分舵

$\beta=-(k_1\phi+K_2 d_\phi/d_t+K_3\int\phi d_t)$

目前，各国新型自动舵大多数采用这种类型的自动舵，但结构复杂，造价较高。

4.自动舵的工作原理



自动舵基本上由自动检测航向偏离、信号比较、信号放大、执行机构和反馈等主要机构组成。

当船舶在自动操舵状态下，各种类型的自动舵都由陀螺罗经检测船舶是否偏离航向。一旦船舶偏离航向时，陀螺罗经就能检测出偏航角 ϕ，并带动自动操舵发送器输出与偏航角成正比的交流电压，再经相敏整流变成不同极性的直流电压 u_ϕ；该电压信号进入比较电路，再经放大器放大，使开关电路(触发电路)导通，又使执行电机运转，从而使舵机工作，转出左舵或右舵。

5.自动舵的操作使用

I 自动舵的操舵传动方式

每一台自动舵一般均有三种不同的操舵传动方式，即随动操舵、自动操舵和应急操舵。

1.随动操舵

由舵工根据舵令操舵，转动舵轮，舵叶随之转动，当舵叶转至昕操舵角时停止。这种操舵方式用于进出港、靠离码头、航行于狭水道等航区复杂水域、雾航和避让等时机。

2.自动操舵

自动仿效人工操舵，用于船舶航行在较长时间的直航向时，可减轻舵工劳动强度、提高操舵精度和船舶航速、缩短航程、节约燃料。

3.应急操舵

在自动操舵和随动操舵系统发生故障时，应立即使用应急操舵。先将操舵仪上的操舵方式开关转入“手柄”位置，然后操作手柄开关。有的自动舵操舵台上没有单独专设手柄开关，在这种情况下，只要将手轮轴销拔出，旋转 90^0 后置于凹槽内固定就可将舵轮当手柄进行操舵。

l 自动舵调节旋钮使用

自动操舵调节主操舵台面板上的有关旋钮。

1.比例旋钮

比例旋钮也称舵角调节旋钮，用以调节纠正偏航的舵角大小。刻度的档次越高，比例系数越大，比例大，偏舵角也较大，即可获得的转船力矩也大。船舶重载或空载，舵叶露出水面或海况恶劣时一般应调大些。

2.微分旋钮

微分旋钮也称反舵角调节旋钮或速率调节，是根据偏航惯性来调节的。重载时船舶的转动惯量大，则其偏航惯性也大，应调大一些，轻载时应调小一些。

3.灵敏度旋钮

灵敏度旋钮也称天气调节旋钮或航摆角调节，是调节放大器的放大倍数。

在天气好时，为了船舶走得更直一些，即当出现较小偏航角时，就使舵机工作产生舵角，纠正偏航，可将灵敏度调高一些。

风浪大时，航向偏摆频繁，为了防止舵机频繁启动，应将灵敏度调低些，这样在偏航较小时，舵机不启动工作，从而减少舵机工作过于频繁而受损。

4.压舵旋钮

用以调节压舵的舵角大小，当船舶受到风流等恒值外力干扰而向单侧方向偏转时，可用此旋钮向相反方向压一舵角，抵消单侧偏航作用，压舵的舵角大小根据船舶偏转情况来选定。

5.自动改向旋钮

使用该旋钮改向时，应把比例旋钮放在最小位置，而且每次只能进行小度数改向，若需大角度改向，则应分几次进行，一般每次不超过 **10**

操作方法：先按下旋钮，然后转动指针至改向的度数，使船舶转到给定航向时指针自动回零，不必人工复位。

l 使用自动操舵仪(自动舵)的注意事项

1.在大风浪航行时，应改用人工操舵。

2.在运输繁忙的区域，如当船舶避让、改向、过转向点，航行于狭水道、渔区、礁区、航道复杂水域、进出港和靠离泊位，在能见度受限制的情况下以及在所有其他航行危险的情况下，应尽可能立即改为人工操舵。

3.在上述情况下，应可能毫不迟延地为值班驾驶员提供一位合格的舵工，该舵工应随时准备接过操舵工作。

4.从自动操舵转换为人工操舵，以及相反地从人工操舵转换为自动操舵，应由一位负责的驾驶员操作或在其监督下进行操作。

5.在长期使用自动操舵仪以后，以及在进入需要特别谨慎驾驶的区域以前，均应

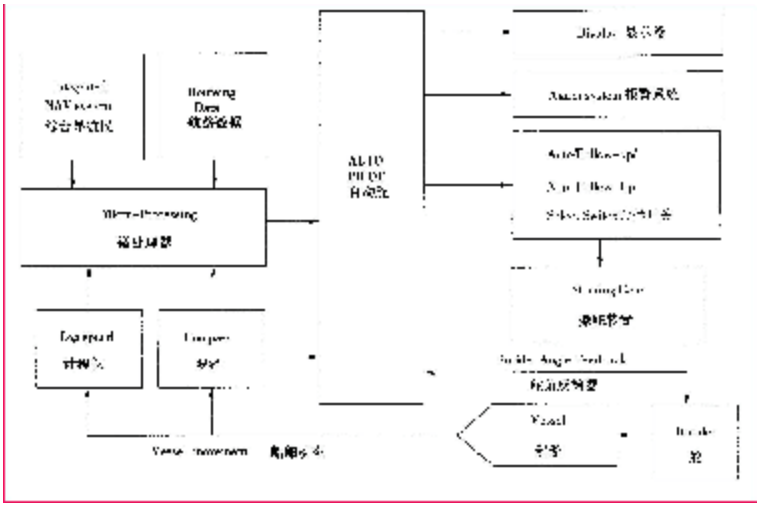
试验人工操舵。通常在使用自动舵航行时，每一航行班次(即每 4 小时)至少应检查一次随动操舵装置是否正常:

6.在随动操舵状态下，自动操舵的有关各调节旋钮不起作用，但当随动转入自动操舵时，应先将压舵旋钮和自动改向旋钮调至零位。

(二)自适应舵与自动驾驶仪

- 自适应舵

目前，虽然自适应舵的生产厂家和型号较多，但基本上由以下主要部分组成，



1.一般自动舵

2.数学模型

3.辨识装置

4.卡尔曼滤波器

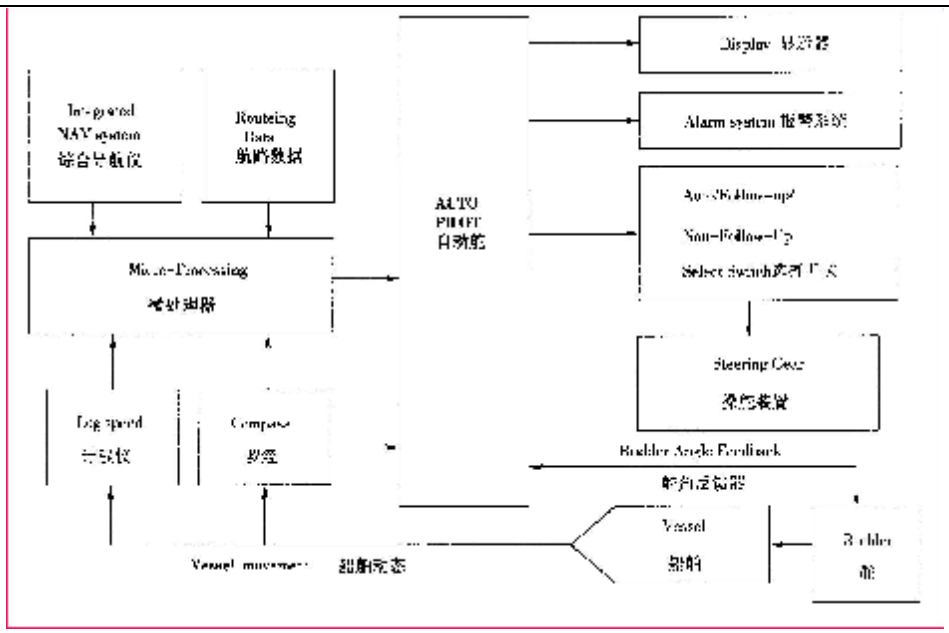
5.最佳控制器

6.增益调节器

- 自动驾驶仪

自动驾驶仪是以自动舵为基础，以计算机为核心，并连接综合导航仪或船位接受机的一个自动航行控制系统，也有称航迹舵。

其主要作用为，当初始人工输入相关航路数据后，能使船舶自动沿着计划航线航行，并能在预定的转向点上自动转向，从而实现船舶驾驶的高度自动化。



三、讲授内容重点和注意事项

1. 自动舵种类、工作原理;
2. 操舵三种方式的转换;
3. 自动舵调节按钮作用。

四、自学内容和作业

1.试述自动舵比例-微分-积分舵工作原理。

2.试述自动舵调节按钮作用。

3.随动操舵方式与自动操舵如何转换。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	舵设备	舵设备的检查、保养和试验；操舵	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	31-32/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解舵设备检查保养内容，掌握检查保养的要领，了解船舶操舵基本方法和注意事项。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)舵设备的检查、保养

1. 日常检查、保养

1）平时的检查、保养工作

舵机间不准放置杂物，应保持清洁干燥，切忌电机受潮。卸货后利用干舷高的条件查看舵叶，舵杆和连接法兰的情况。经过大风浪或冰区航行、搁浅或其他海事后，更要仔细检查，特别要注意法兰上水泥包是否完好。对其他各部位要经常保持清洁、除锈油漆、活动部分要加油润滑。

2）开航前的检查、保养工作

每次开航前驾驶员应会同轮机长和电机员对操舵装置的工作情况进行校核。轮机部要先做好对舵的准备，启动舵机使油泵工作。甲板部要派人观察舵叶周围有无障碍物，核对主罗经与分罗经误差及舵轮与舵角指示器的一致性，然后进行检查和对舵。

(1) 检查内容

检查内容包括操舵装置的完好性、驾驶台与舵机间通信是否良好、舵角指示器的读数是否准确及舵角的校对。

(2) 对舵方法

驾驶人员用电话或无线电话在与舵机室取得联系。让操舵人员在驾驶室操舵，先将舵角指示器的指针指向“0”刻度，观察舵机室的实际舵角是否在正舵位置。然后再慢慢将舵轮往左（右）转到满舵，检查舵轮座上的舵角指示器与船尾杆上的指示刻度是否一致。接着用同样的方法向右（左）满舵进行一次，再快速活舵一次，然后操舵人员听令，分别连续地作左（右）5°、15°、25°、满舵操舵和回舵。最后进行从一舷满舵到另一舷满舵、回舵的试验，以判断遥控机构、追随机构、工作系统和舵角指示器的可靠性、准确性、运转速度及平稳性。

舵角指示器在最大舵角时的指示误差，机械的应不超过±2°，电动的应不超过±1°，正舵位置应无误差。

3）航行中的检查、保养工作

值班驾驶员应经常检查油压、电源和操舵情况是否正常，切忌“跑舵”。遇大风浪时，应检查舵机间可移动物体是否绑扎好。使用自动操舵方式时，每个班次最少要进行自动操舵与随动操舵的一次转换，以观察转换装置是否灵活可靠，工作是否正常。此外，在不影响航行安全的前提下，还要对应急舵进行定期的试操。

4）停靠后的检查、保养工作

应关闭电源或打开油压操舵器的旁通阀，有舵轮掣的上好舵轮掣，为防止无关人员进入驾驶台、舵机间随便板动舵轮及操舵仪上的各种开关旋钮，应及时关闭驾驶台和舵机间。

2. 定期检查保养

每三个月应对舵设备进行一次全面的检查和保养。其内容如下:

1）查看舵杆、舵叶各部分磨损及损坏情况，做好记录。

2）检查电操舵装置的绝缘和触点情况，用不带毛头的细布楷拭清洁。自动部分检查其灵敏度。液压舵机要查管路有否泄漏及液压油的质量。

3）检查转舵装置电动机的运转及损耗情况，加以清洁，并作好记录。

应急舵还应每三个月至少进行一次应急舵演习，以熟练应急舵操作程序和应急舵设备情况。

每六个月检查备用操舵装置的活络部分，加以润滑，除锈涂油，并作转换操作试验，保证其性能良好。

(二)操舵工作要领

1. 操舵基本方法

(1)按舵角操舵

舵工在听到驾驶人员下达舵角口令后，应立即复诵并迅速、准确地把舵轮转到所需舵角位置，注意查看舵角指示器所指示的舵叶实际偏转情况和角度，当舵叶转到所要求的角度时，应及时报告。在驾驶人员下达新的舵令前，不得随意改动舵的位置。船舶在进出港和靠离泊时通常采用按舵角操舵。

(2)按罗经操舵

船舶在海上航行时，大都按罗经操舵，使其保持在所需的航向上。

当船舶需要改变航向时，驾驶人员可直接下达新航向的口令，舵工复诵后将新航向与原航向作比较，马上得出转向角的大小。根据转向角的大小和方向，舵工可确定舵角的大小，一般情况下，如转向角超过 30°，可用 10°~15°舵角；如转向角小于 30°，则宜用 5°~10°舵角。用舵后船舶开始转向，此时可根据罗经基线和刻度盘的相对转向情况，掌握船舶回转时的角速度。当船舶逐渐接近新航向时，应根据船舶惯性和回转角速度的大小，按经验提前回舵并可向反方向压一舵角以防船舶回转过头，这样船舶就能较块地进入并稳定在新航向上。

在船舶按予定航向航行时，由于受到各种因素的影响，经常会发生偏离预定航向的现象。为此，舵工应注视罗经刻度盘的动向，发现偏离或有偏离倾向时，应及时采用小舵角（一般为 3° ~5° ）进行纠偏，以维持舵向。纠偏时要求舵工反应块、用舵块、回舵也快。

(3)按导标操舵

(4)大风浪中操舵

2、操舵注意事项

1. 操舵时要有高度的工作责任感，注意力要集中，时刻注视罗经航向，始终保持船舶驶于指定航向。

2. 严格遵照舵令操舵，未得到舵令不能任意改变航向。驾驶人员与操舵人员要密切配合，如有疑问要互相及时提醒，以防发错或听错舵令乃至操错舵角，还必须及时复诵和报告执行情况。

3. 努力掌握本船的舵性，如左舵与右舵、空载与满载、强风与急流、浅水与波浪、顶流与顺流、快车与慢车等情况下舵来得快与慢，偏转惯性大与小。

4. 熟悉本船操舵装置的转换开关，能迅速转换各种操舵方式。

5. 注意随动舵与应急舵的不同，前者有舵角反馈，而后者则没有，操舵方法亦有所不同。

三、讲授内容重点和注意事项

1.对舵的基本步骤;

2. 舵设备检查的基本内容;

3.操舵的基本方法和注意事项

四、自学内容和作业

1. 对舵的基本要求

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

第六章：起重设备

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
滑车、绞辘和索具	重点：绞辘与常用索具的种类	采用多媒体或课堂教学
轻型吊杆	重点：轻型吊杆的组成、布置、操作要领与注意事项	采用多媒体或课堂教学 注：**1.**轻型吊杆的受力分析部分内容由学生自习；**2.**借助录像加深理解
起重机	重点：起重机的种类与操作注意事项	采用多媒体或课堂教学
货舱盖、舱内设施及熏舱	重点：舱盖类型与开关舱操作	采用多媒体或课堂教学 （借助实验室甲板设备模型加深理解）

本章复习与思考题：

1.试述绞辘各部分的名称及复合绞辘是如何命名的？

2.何谓船用索具？船用索具主要有哪些种类及它们的作用是什么？

3.轻型双吊杆的布置有哪些要求？

4.试述轻型双吊杆作业的操作注意事项。

5.试述电动起货机的特点及使用时的注意事项。

6.试述液压起货机的特点以及使用时的注意事项。

7.试述起重机的种类结构及其工作原理。

8.试述回转式起重机的操作注意事项。

9.货舱盖的种类有哪些？它们各自的结构特点是什么？

课程章节	起重设备	滑车、绞辘和索具	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	33-34/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握滑车结构、滑车级省力倍数；绞辘省力计算；索具种类和强度规格。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)滑车

滑车与绞辘是起重设备中的主要装置，也是船上许多工作的必备工具：它既可以改变用力的方向，也可以达到省力的目的。

n 滑车

船上常用的滑车有铁质和木质两种，滑车按其滑轮数目的不同，又可分为单轮滑车、双轮滑车和多轮滑车。不同种类的滑车结构基本上是相同的。

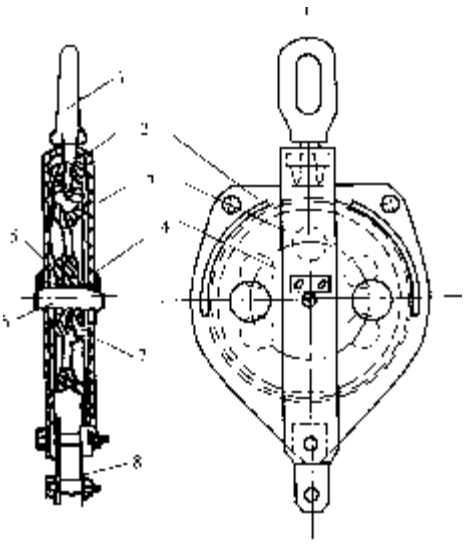
1.挂头

2.车壳和隔板

3.车带

4.轴

5.滑轮和轴承



(二)绞辘

滑车与绳索配合在一起使用称为绞辘。

绞辘各部位名称。

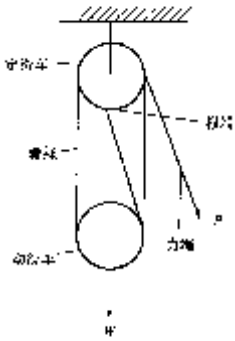
1.辘绳：贯穿在滑车上的绳索。

2.力端：辘绳用力拉的一端。

3.根端：辘绳固定在滑车上的一端。

3.定滑车：固定在某处不动的滑车。

4.动滑车：吊重受力时移动的滑车。



绞辘的种类

1.单绞辘

2.复绞辘

3.机械差动绞辘

绞辘的省力计算

绞辘省力的近似计算公式为：

$P=w(1+fn)/m\times 9.8$

式中：P——绞辘力端的拉力，N;

w——吊起的货重，kg;

n——绞辘穿过的滑轮数;

m——动滑轮上的绳索根数;

f——每一滑轮的摩擦系数。

钢索通过滑车或滑轮，应考虑滑轮的摩擦系数和钢索的僵性损失，此数值对滑动轴承取 5%，对滚动轴承取 2%。

n 滑车的规格及辘绳的配置

铁制滑车的大小规格是以滑轮的直径(inch)或以起重量(t)来表示的：木制滑车则以乍壳的长度(inch)来表示。

滑车的大小与所配置的辘绳有一定的比例关系。

(三)常用索具

配合绳索使用的配件统称为索具。索具主要有卸扣、普通钩、眼板、眼环、紧夹索、心环、索头环和松紧螺旋扣等。

1.卸扣

直形卸扣的许用负荷=$4.5D^2$ (kg)

圆形卸扣的许用负荷=$3.7D^2$(kg)

式中：D——卸扣本体直径，mm。

2．钩

许用负荷=$1.0D^2$(kg)

式中：D——圆背钩钩背的直径，mm。

3.眼板

眼板许用负荷=$77D^2$ (kg)

式中：D——眼板的厚度。

4.眼环

5.心环

6.紧索夹

7.索头环

国产索头环的产品有 A6CSC－59 与 B2.1 CSC5-59 等，其中 A 与 B 分别表示又头索头环和环头索头环，6 与 2.1 表示安全工作负荷，各为 $6\times9.8\times10^3$N 和 $2.1\times9.8\times10^3$N，CSC－59 和 CSC5—59 为产品的分类代号。

8.松紧螺旋扣(rigging screw)

在起重设备系统中，把非永久性附连于起重设备上的零部件称可卸零部件。如链条、三角眼板、吊钩、滑车、卸扣、转环、钢索索节、有节定位索和松紧螺旋扣等。吊梁、吊架、吊框与类似设备亦称为可卸零部件。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1.滑车省力倍数;

2.索具种类和强度规格;

注意事项：起重机应相应的实船图片来加深学生对设备理解。

四、自学内容和作业

1.试述绞辘各部分的名称及复合绞辘是如何命名的？

2.何谓船用索具？船用索具主要有哪些种类及它们的作用是什么？

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	起重设备	起重机	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	35-36/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：起重机种类和特点，起重机的操作。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)起重机类型

起重机俗称克令吊，优点是占地面积小。机动灵活，操作方便，在装卸作业前后没有繁琐准备和收检索具等工作，并且重量轻，占地少，装卸效率高等。其缺点是结构复杂、投资高，出现故障修复难度比较大。

船用起重机，按其动力源的不同，分为电动式或液压式两种。电动式使用比较广泛。按其使用方式的不同，又可分为回转式、悬臂式和组台式三种，

n 回转式起重机

1.基本结构

起重机由基座、旋转塔架、吊臂、操纵室、操纵装置等组成。基座固定在甲板上，并有旋转支承装置(即上坐圈、下坐圈、外围支承板)和旋转机构(即电动机、小齿轮、大齿轮)。

2.基本参数

起重机的基本参数亦随起重机的使用方式不同而不同。以上海船厂制造的电力或甲板起重机。

起重量： 5T

工作倾角： 27º－79º 最低放置角 8º

工作幅度： 3.5m-16m

回转角： 360º

船舶倾角： 横倾 5º，纵倾 2º

3.操纵主令及基本工作原理

在操纵室内，坐椅两侧装有电机运转控制器。

控制吊货索起升的为单主令：即手柄向前，吊钩降下；手柄向后，吊钩 t 升。

控制吊臂变幅和塔架旋转的为双主令：即手柄向前，幅度增大；手柄向后，幅度减小；手柄向左，起重左转；手柄向右，则右转。旋转手柄在“0”档为空档，即刹车合上，定子断电，电子转子为自由状态。上述三个动作可单独，也可两组合，甚至三个动作同时进行。

n 悬臂式甲板起重机

新型的甲板起重机，它是利用可伸出(或转出)舷外的水平悬臂和在悬臂上行走的滑车组来起吊和移动货-物的。

1.基本工作原理如下:

(1)起重机可沿甲板上的轨道前后移动，悬臂可向两舷伸出。

(2)在起重柱上没水平悬臂代替吊杆，利用悬臂牵索把悬臂拉出舷外，而滑车组可沿着悬臂前后滚动，。水平悬臂可从舷门伸出。

n 组合式起重机

1.组合式起重机俗称双联回转式起货机。

2.结构特点

两个单回转式起重机同装在一个转动平台上。它们可以像两台独立的起重机一样分别进行各自的作业，也能够并联在一起，用以起吊重量大的货物，例如组合体货、大件货等。

3.工作原理

当两台起重机独立工作时，要将操纵室内的转换开关置于“单吊”位置，两台起重机就互相脱开。两台起重机分别绕各自的小转盘旋转。但最大旋转角度要受到限制，一般为220° 左右(各自在相反的方向上起算)，同时，应该注意到两吊都能够回转进入的干涉区。为此，设置了相应的安全装置。在 140° 范围内设置相应的极限开关。当一台吊进入干涉区时，极限开关起作用，使另一台吊不能越出 140° 的范围，从而避免两吊发生碰撞。

(三)回转式起重机操作注意事项

1.使用准备

(1)打开水密门以便检查或通风，天热时须启动轴流风机。

(2)检查卷筒上的钢丝排列是否正常。

(3)将吊臂升起，仰角应大于 27° 。

(4)检查安全装置和刹车。

2.运转要点

(1)绝对不允许横向斜拉货物。

(2)注意吊钩的位置，在吊钩着地后不得再松钢丝绳，也不能在地上拖吊钩。

(3)在传动失灵时，可以将货物放到地上和将吊臂放下，将电机的刹车小心地、慢慢地松开。

(4)发生危急情况时，按紧急开关，使各动作停止。

(5)起升钢丝绳切忌在舱口摩擦，平时应加强检查。

(6)在船舶倾角较大(接近 5°)或刮大风时，避免在最大幅度时旋转。

(7)在吊着货物时，操作者不能离开。

3.放置

先将吊臂转到支架上方，再把旋转手柄放在空档，然后脚踏转换开关，将吊臂落到支

架上，再将旋转手柄回到零位。此时变幅钢丝绳稍有收紧，切忌很紧或很松，以免钢丝绳在卷筒上松脱或乱绕，然后关闭各门窗。

(四)起重机的安全装置

1.吊臂最高、最低他置的限制系由起升卷筒旁边的限位装置保证，同时防止钢丝绳松脱。吊钩放到最低位置(碰舱底板)时，卷筒上留有钢丝绳不少于 **4** 圈，吊钩升到最高位置时，卷筒上留出空槽约 **1** 圈。

2.吊臂角度限位

起曩饥工作幅度为 **3. 5** m～**16** m，相应吊臂的仰角为 **27°** ～**79°** ，其角度的限制由装在塔架转台侧面，受吊臂脚接触的限位开关来保证。当吊臂仰角大于 **79°** 时，塔架头上装有两个缓冲器顶住吊臂的横档。吊臂需要放置于支架时，脚踏转换开关，就能落下。

3.限制吊钩组合进入吊臂头部是由差动型限位装置来限制的。不管吊臂在什么位置，当吊钩组合向吊臂头部接近约剩 **2**m 时，起升的上升方向与变幅的下降方向自动停止，但吊钩能放下。吊臂能上仰。

4.紧急按钮

在双卡令：装有紧急按钮，按此按钮可使起重机的二个动作立即停止。

三、讲授内容重点和注意事项

重点：

1.起重机种类及特点。

2. 起重机的操作及注意事项

注意事项：起重机应相应的实船图片来加深学生对设备理解。

四、自学内容和作业

1.试述起重机的种类结构及其工作原理。

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

课程章节	起重设备	轻型吊杆类型与轻型单吊杆的受力分析	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	37-38/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握轻型吊杆类型，了解吊杆受力对布置的影响，以及生产中如何保证操作安全。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)轻型吊杆类型

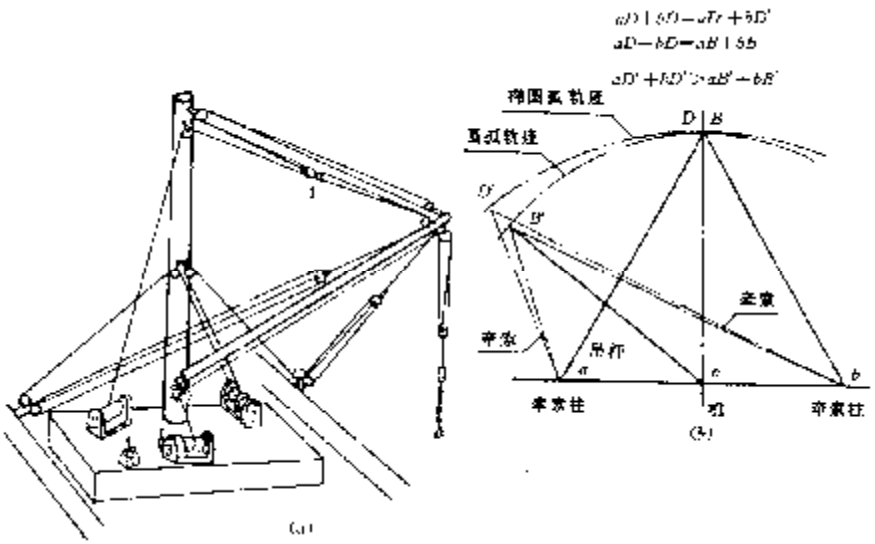
1.轻型吊杆组成

轻型吊杆主要由起重柱、吊杆装置和起货机三大部分组成。起重柱(桅)是起重设备中主要组件之一，其作用是在柱的下部设置吊杆承座，以支持吊杆旋转和承受吊杆在作业时的受力。在柱的上部设置千斤索眼板座，以承受吊杆作业时千斤索的拉力。

2.普通轻型单吊杆

普通型单吊杆使用操作时，通常是调整好稳索、千斤索使吊杆置于某一合适的位置，吊货索也处于可用状态。当卸货时，使吊杆处于舱口上方吊杆仰角的大小，由千斤索收放来控制，松放吊货索即入舱吊货。当绞收吊货索把货物吊至超过舱口上沿后，松出吊杆转向相反一侧的稳索，同时收入同向一侧的稳索，松放过程中，吊杆慢慢地转向卸货地点，到达合适的位置停下，松下吊货索将货物卸到指定的位置上；装货过程则一有节定位索夹头

3.K-7 式单吊杆



该吊杆是在普通型单吊杆基础上改进的一种轻型单吊杆。它配置有两套专用动力绞车的牵索索具，使吊杆既能回转又能变幅。由于两根牵索是以相反的方向缠绕在以卷筒绞车

上的，当一只卷筒放出牵索时，另。一卷筒将收进相同长度的牵索，即左右牵索的长度之和为一定值。因此，吊杆顶端的运动轨迹是一椭圆弧，而实际吊杆顶端只能作圆弧运动。两者的差异将造成牵索会出现松弛或绷紧的现象，称为吊杆的失稳。为此，实际装置中是将千斤索和牵索以某种方式联系起来，通过连接点的位移来补偿由于牵索长度之和为定值丽带来的松弛或绷紧现象，使吊杆能稳定地回转。

4.双千斤索单吊杆

该吊杆无牵索工具，而由左右分开的两套千斤索具来操纵吊杆。这种吊杆装置主要有两种形式：一种是维列式。它的两台千斤索绞车均为双卷筒式。其中一台控制变幅，即将两根千斤索的一端按相同方向绕进一对卷
筒，绞车转动时，两根千斤索同时收进或放出，使吊杆变幅。另一台绞车控制吊杆回转。即将两根千斤索的另一端按相反方向绕在卷筒上，绞车转动时．两根千斤索一收一放，使吊杆回转。

5.千斤一牵索单吊杆

由千斤索和牵索相互贯通的两组索具操纵吊杆操作的吊杆装置。每一根千斤索的起端固定在桅肩上，千斤索经吊杆头部通向牵索下滑车，再回到吊杆头部的滑车和桅肩处的导向滑车。末端通向千斤索双卷筒绞车的一个卷筒上，千斤索绞车的一对卷筒能同时旋转或分开旋转，这样就能实现吊杆的回转与变幅运动，牵索的下滑车生根在两舷侧的牵索短柱上。

6.液压传动单吊杆

利用强力液压装置，使吊杆仰、俯和左右摆动，操纵电动液压泵油液的流向和流量，推动液压缸内的活塞，使双连杆转转动，带动三角形回转承座转动，从而使吊杆向舷外转出。改变液缸油液的流向，就能改变吊杆的转动方向。

在装卸货物时，由于吊货钩上吊有货物，此时吊货索不但能吊货，而且还能起千斤索的作用。

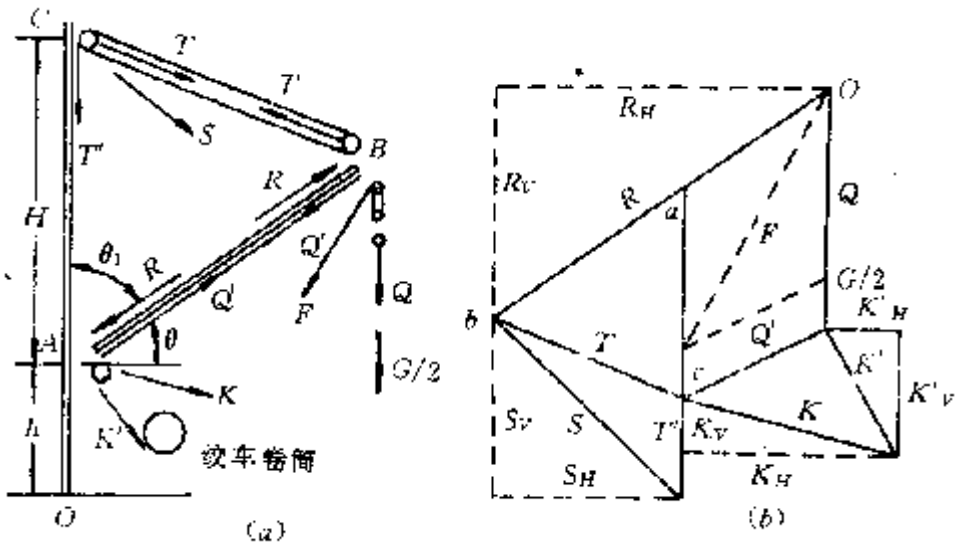
在吊杆没有负荷时，活塞式液压缸 **3** 也能起千斤索的作用。它由另一个油泵供给油压，用以调节吊杆与桅杆之间的夹角。

7.单吊杆受力分析

吊杆在装卸货物过程中，由于船舶的倾斜、外力和货物摆动过程中的惯性等影响，各部分的构件及属具可能超出最大工况时的受力，正确地分析和计算某一工况时的各部分受力，对确保装卸货物的安全及发生装卸事故后的正确处理有着极其重要的指导意义。

下面仅就普通型单吊杆为例来分析其受力。

1.图解法



轻型单吊杆操作时，其整个装置中各构件所受之力都作用在吊杆和千斤索所组成的垂直平面内，为简化起见，可假定这些力分别汇交于吊杆头部、根部及千斤索眼板三处。

2.解析法对单杆操作受力分析

(1)吊杆头部受力情况:

载荷 Q＝Ws ＋△W （吊钩、滑车组重力）－一般△W 为 Ws 的 2%

吊杆轴向压力 R;

吊货索张力 Q′

吊杆自重 G/2

(2)吊杆根部的受力情况

吊货索张力 Q′ 的反作用力和通向绞车卷筒上的拉力 K′

(3)千斤索眼板处的受力情况

千斤索张力的反作用力 T 和通向绞车卷筒上的拉力 T

解析法求 R、T

令 ac 表示吊杆头上的荷重 Q 与吊杆重量之半 G/2 的和，记作[Q]。根据力三角形 abc 与几何三角形 ABC 相似，即可得

$$R=\frac{L}{H}[Q]+Q'$$

$$T=[Q]\sqrt{(\frac{L}{H})^2-2\frac{L}{H}\cos Q_1+1}$$

Q_1—吊杆与铅垂线之夹角。

由解析法可以得出如下结论:

1.在同样载荷条件下，吊杆的轴向力 R 与仰角无关，而取决于比值 L/H(吊杆长度 L 与支悬高度 H 之比)及吊货滑车组的滑轮数目 m 有关，比值 L/H 越大,m 越小(即 Q′ 越大)，则 R 值越大。

2.在同样载荷条件下，千斤索张力 T 与吊货滑车组的滑轮数目 m 无关，而与比值 L/H 和仰角 θ 有关，L/H 越大，θ 角越小)，则 T 值越大)

由上可见，千斤索的受力与吊杆工作时的仰角 θ 有关，我国起货设备规范中规定，受力计算时，轻型吊杆取仰角 θ =15 度，或按实际可能出现的最小仰角计算。

稳索受力较小，可按载荷的 20%计算。

三、讲授内容重点和注意事项

1. 轻型吊种类及工作原理
2. 轻型单吊杆受力分析及结论

四、自学内容和作业

1.轻型单吊杆 R 和 T 力分别受哪些因素影响?

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	起重设备	轻型双吊杆布置与受力分析	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	39-40/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：掌握轻型双吊杆受力对布置的影响，以及生产中如何保证操作安全。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)轻型双吊杆

目前，船上使用的主要有以下两种类型：

1.单千斤索轻型双吊杆

每根吊杆只有一根千斤索，其中一根吊杆放在舷外，另一根放在舱口上方。在两吊杆之间用吊杆牵

索(中稳索)4 连接起来，并用吊杆两舷侧的吊杆稳索 7 将吊杆系固在舷侧眼环上，这样就可以把双吊杆固定在所需的位置上

在卸货时，可利用货舱口吊杆 6 的起货机绞进吊货索，把货物从舱内吊出舱口一定高度之后两根吊货索同时松出，把货物卸下。装货时的操作顺序与卸货时相反。

2.改良型的轻型双吊杆

它在桅杆旁边增加两台千斤索绞车 3，而千斤索滑车组的索端，通过导向滑车 4 到绞车 3，于吊杆座同一横向轴线的两舷侧，各设一根支柱 7，用以固定吊杆稳索。吊杆的升降是用千斤索绞车操纵的。在升降过程中，吊杆上端只会上下移动，不会左右偏移，而且不必调整吊杆间牵索。因此，只要先用吊杆稳索，把吊杆左右位置固定好，就可以用千斤索绞车来调整吊杆的高低。这种改进可以缩短布置吊杆的时间。

(二).双杆作业布置及受力分析

双杆作业布置

1.双杆作业布置比较复杂，装卸货之前需近 1h 的时间进行整理准备，在装卸货物过程中，根据货物的堆垛情况进行适当调整。

2.双杆作业布置的正确与否，直接关系到装卸货物的安全和避免事故的发生，值班驾驶人员必须知晓这方面的知识，以便指导水手和装卸工人的操作。

3.双杆作业的布置形式随着货物吊放位置的远近而有所不同。设计使用时，考虑到双杆的稳定性和各部分受力的牵连性，必须确定一个许用范围，许用范围的上下限称为极限位置，在极限位置内布置作业，一般不会出什么问题。

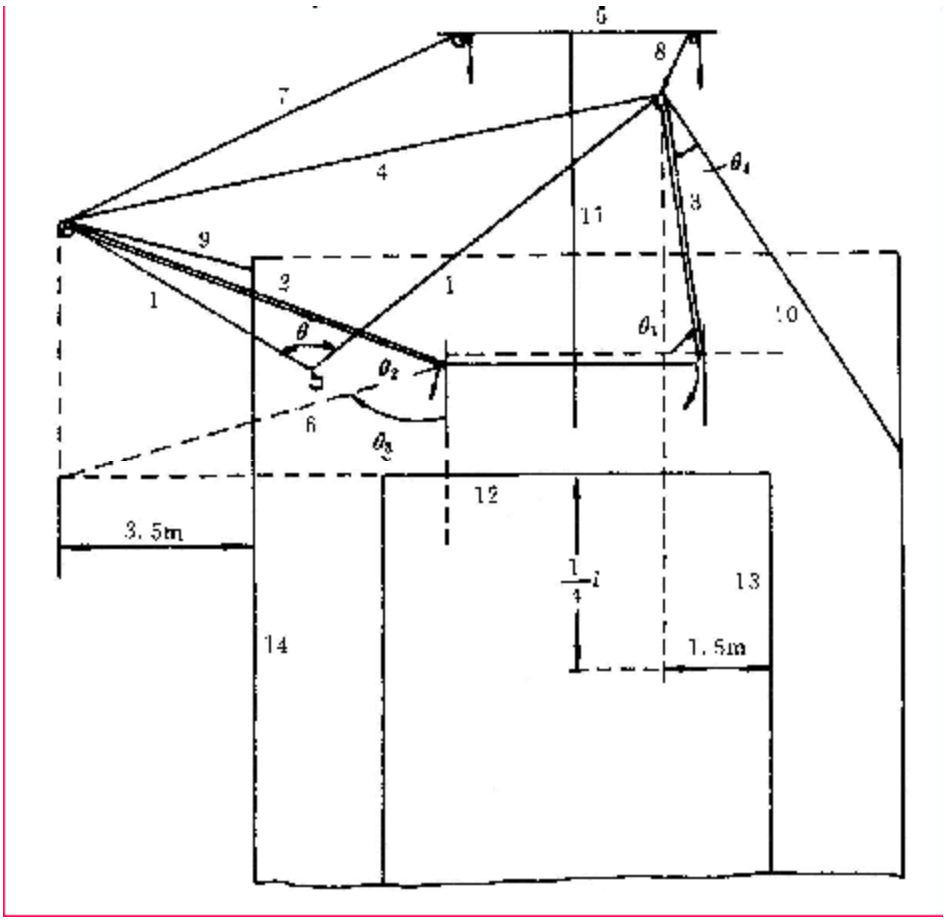
双杆作业布置要点

1.应将舷内吊杆(大关)头的投影点置于距纵向舱口 1.5m、横向舱口 l／4 舱口长度处。

最大仰角应小于 75。舷外吊杆(小关)头的投影点应置于舱口后端延线至舷外 3.5m 处，仰角应大于 15。吊杆与船中线的水平投影夹角宜在 45～65 左右．这样既可以保证吊杆在舷外有一定的距离，又可以防止两吊杆头部的距离过大。

2.吊货钩起升高度达安全极限时，两根吊货索的夹角应小于 120。。

3.舷内吊杆稳索的布置应尽量使其水平投影与吊杆水平投影成 9()。，以减少吊杆的水平分力，同时稳索应尽量布置在舷墙或甲板的地令上，以减少稳索的张力。舷外吊杆稳索应尽量向后布置并且高一些，以减小对吊杆的作用力。



双杆作业布置结论

1.双杆操作时，吊货索的水平分力 C 是影响吊杆、稳索、千斤索受力的主要因素。负载一定时，C 的大小决定于两吊货索的夹角，C 随夹角的增大而增大。当夹角达 120 时，每根吊货索的张力将达到所承担的负载。

2.双杆操作时，稳索张力可能相当大，有时会大大超过起重量，减小稳索的受力，可以减小吊杆所受的轴向压力。合理布置稳索可使稳索用较小的力稳住吊杆。舷内吊杆稳索下端点

应接近舱口中部或稍偏前。仰角越小越好，也就是稳索下端点要布置得高一些。对于舷外吊杆的稳索，其下端点应尽量向后。使吊杆与稳索的水平夹角不小于 20。。同样也要布置得稍高一

点。实际使用中不允许随意移动，以免受力过大发生事故。

3.双杆操作时，吊货索和稳索引起的指向起重柱的水平分力町以减轻千斤索的负荷，但不应使千斤索的张力降至零或出现负值，否则会造成吊杆上仰而失去控制，所以稳索的下端点

也不应布置过高。

4.双杆操作时，在轴向压力相同的条件下，其安全工作负荷约为单杆操作的0.4~0.6。通常所指的3/5t吊杆或5/10t吊杆，即指单杆操作时的起重最为5 t或10 t，双杆操作时的起重量为3 t或5t 。

(三)双杆作业时操作注意事项

1.严禁超关、拖关、摔关和游关。

2.货物不应吊起太高，防 l 卜两吊货索张角大于120° ，以免吊货索张力剧增而导致严重后果。

3.装卸货时应避免突然的转向或急刹车。

4.在作业中发现有异常情况或异常声响应立即停止工作. 待检查并消除故障后再行工作。

5.吊杆的布置应由值班驾驶员负责，不能让装卸工人任意改变布置状态。

6.起吊时，吊杆下严禁站人。暂不工作时，吊货索应收绞起来，使货钩不碰到人头。吊货索不应盘在甲板上。

轻型吊杆的起落操作

吊杆的起落操作应在正副水手长指挥下进行。操作前，应将操作要点及注意事项交待清楚，并试验起货机。轻型单吊杆的起落操作如下:

起吊杆

1.先打开吊杆支架的铁箍，并将稳索、千斤索整理清楚，检查各个卸扣插销、细铁丝有无松动、脱落现象，再将吊货索松出。

2.将调整稳索的活端扣结在舷边眼环上，再将辘绳在羊角上挽一道，握住尾端，起吊杆时适当溜出，使吊杆不左右摆动，同时由一人把中稳索作适当的收放。

3.操纵千斤索升降机使吊杆升起，同时松出稳索。当吊杆起至需要高度时，按制动开关使升降机停住，插上保险销子。

4.调整好吊杆位置，将调整稳索收紧挽住，然后将保险稳索系妥，收紧扣住。

落吊杆

1.解开保险稳索，将舷外吊杆拉入舷内。

2.拔出千斤索升降机的保险销，脱开自动铁舌，启动升降机反转，松落吊杆。

3.在吊杆接近支架时，必须特别缓慢细心地操作，以免发生事故。

4.支架受力后，扣上铁箍，将稳索、吊货索整理清楚，检查保险销、制动铁舌是否放

好。

起落时注意事项

1.操作人员要精力集中，注意指挥者的指挥，不要左顾右盼。

2.指挥者应站在适当的地点．使作业人员能清楚地看到指挥动作，以便正确执行。

3.不准人员站在吊杆底下。

4.应配备足够的作业人员。如果人员不足时。应一根一根地起落。

5.双杆同时起落时，操纵起货机者应互卡H配合好。

6.在起落中，如发现滑车或起货机的转动有不正常的声肯时．应暂时停**l**卜工作并进行详细检查，以防发生事故。

7.一切绳索必须整理清楚，勿使在吊杆的起落过程中有攀住或钩住他物的现象发生。

三、讲授内容重点和注意事项

1. 轻型双吊种受力分析及结论。

四、自学内容和作业

1.双杆吊杆布置应注意哪些问题?

教案撰写人	刘元丰	**教案审核人**	

课程章节	起重设备	货舱盖与舱内设施。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	41-42/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解货舵盖类型及工作原理，舱内设备基本组成。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(三)货舱盖

舱口的水密主要足依靠货舱盖设备来实现的，货舱盖的自动化程度的高低直接影响到货物的装卸效率，为 r 缩短货舱盖的开启和关闭的时间，减轻船员的劳动强度，现代船舶对舱盖自动化程度的要求也越米越高。日前，船舶主要采用的货舱盖形式有滚动式折叠式和吊移式三种。

1. 滚动式货舱盖

滚动式货舱盖可分为滚翻式、滚卷式和滚移式三种形式。

2. 折叠式舱盖板

折叠式舱盖板的盖板问系用铰链连接，开启和关闭盖板用专用绞车或起货机操纵，盖板开启后借助固定钩或止动器使之保持直立状态。

3. 吊移式货舱盖

吊移式货舱盖又称箱形货舱盖，这种货舱盖本身没有驱动装置，具有结构简单、操作简便等特点。

(四)舱内设施

在装卸货物时为了保护货舱内的双层底顶板(内底板)和船壳板不被碰撞，船舶在航行途中因船体出汗使紧贴钢板的货物造成湿损，一般在杂货船的货舱内，装有木铺板和护舷木条。

1. 木铺板

2. 护舷木板

(五)熏　舱

熏舱是以能产生剧毒气体的药剂来达到消毒杀虫除鼠的目的，船舶是否需要进行熏舱由港口卫生检疫部门决定。

1.熏舱一般应在卸货后选择良好的天气进行，熏舱前应做好必要的准备工作，做到:

(1)打开污水井或污水沟盖板，关闭通风筒及与大气相通的舱盖，门、窗、舷窗等都要关好，门缝糊好，排水孔塞牢;

(2)将怕气体渗入的食物和包装得不气密的食品携出船外，生物亦应移离所熏的舱室;

(3)饮用水柜应密闭避免与气体接触;

(4)通风用的风机应预先处于工作状态，熏舱结束，只要机舱一通电，风机就能投入工作。

2.熏舱开始前还应做到:

(1)对照船员名单，除值班人员外确信其他船员全部离船;

(2)熏舱即将开始前应会同港口卫生检疫人员检查有无余留人员和虫类鼠族的生活场所及部门的封闭情况;

(3)值班人员应集中于安全场所;

(4)采用硫磺熏舱时准备好消防器材;

(5)系带浮筒或锚泊熏舱时应准备好救生艇以防万一;

(6)按照港口规定悬挂熏舱信号，并严禁无关人员登船。

3.熏舱后应做到:

(1)打开货舱盖及其他开口，并打开风机驱散气体;

(2)仔细检查有无残留的有毒气体，未经港口卫生检疫人员的许可，船员不得归船;

(3)拍打室内卧具要充分，让毒气散逸，睡觉时打开窗户;

(4)发现人员有中毒征兆时，应立即诊治。

4.完成熏舱后，由港口卫生检疫部门发给熏舱证明。

三、讲授内容重点和注意事项

1.舱盖类型及使用方法

四、自学内容和作业

1.货舱盖的种类有哪些？它们各自的结构特点是什么？

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

第七章：船舶系固设备

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
第一节：船舶系固设备的种类与作用	重点：系固设备的作用	采用多媒体或课堂教学
第二节：集装箱船舶的系固设备	重点：种类与作用	采用多媒体或课堂教学
第三节：系固设备的维护与保养	重点：维护与保养	采用多媒体或课堂教学

本章复习与思考题:

1.何为可移动(便携式)系固设备?

2.何为固定式系固设备?

3.集装箱系固设备的种类与作用有哪些?

4.简述系固设备的维护与保养要点。

课程章节	系固设备	定义；非标准和半标准系固设备；标准系固设备。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	43-44/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解船舶系固设备有关概念，非标准、半标准系固设和标准系固设备类型及作用。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

根据《1974 年国际海上人命安全公约（SOLAS）》1994 年修正案第VI/5 和VII6 的要求，除移动平台、渔船、仅装载散装液体或固体货物的船舶及符合 IMO《国际高速船安全规则》的高速船外，所有国际航行的船舶均应在装载货物单元时随船配备经批准的《货物系固手册》。

(一)定义

1.货物单元

货物单元是指车辆（如公路车辆、拖车）、铁路车辆、集装箱、板材、托盘、便携式容器、可拆集装箱构件、包装单元、成组货件，其他货物运输单元如船运箱盒，件杂货如线材卷，重货如火车头和变压器。未永久固定在船上的船舶自带装载设备或其他部件，也被视作货物单元。

2.标准货

标准货系指已根据货物单元的特定形式在船上设置了经批准的系固系统的货物（如集装箱）。

3.半标准货

半标准货系指在船上设置的系固系统仅适应货物单元的有限变化，如车辆（包括车辆，滚装拖车）及铁路车辆等。

4.非标准货

非标准货系指需要专门积载和系固安排的货物，如普通件杂货等。

5.货物系固设备

货物系固设备系指所有用于系固和支持货物单元的设备，有固定式和便携式两种。

6.最大系固负荷

最大系固负荷系指船上系固设备的许用负荷。当能提供等同或较高的强度时，安全工作负荷可代替最大系固负荷。

7.固定式系固设备

固定式系固设备系指焊接在船体结构内部（主要指货舱）及外部甲板、舱盖与支柱上

的货物系固点及其支撑结构。

8.便携式系固设备

便携式系固设备系指用于货物单元系固和支撑的移动式设备。

(二)非标准与半标准货物系固设备

l 非标准货物系固设备

依据非标准货的定义，用于固定于货船、多用途船、滚装船、装载货物单元的散货船和客船及近海供应船与电缆铺设和管道铺设专用船等在装载集装箱(无专用系固设备)、钢卷、重件货、普通件杂货及木材(货舱内)等时所用的设备即为非标准货物系固设备。

1.固定式系固设备

该类船舶的固定式系固设备直接焊接在舱壁、舷侧强肋骨、支柱及甲板上，必要时也可直接焊接在舱底及舱盖上。其主要类型有:

(1)眼板: 为一带眼的钢板，其结构型式可参见起重设备常用索具部分;

(2)眼环:由一固定眼环和一活动眼环组成,其结构型式可参见起重设备常用索具部分;

(3)地令: 为一固定焊接眼环。

2.便携式系固设备

该类船舶所用的便携式系固设备种类主要有:

(1)系固链条及紧链器

(2)钢丝绳

(3)系固钢带

(4)卸扣

(5)花篮螺丝

(6)紧索夹

3.便携式系固设备的配套使用

因便携式系固设备的种类较多，且具有着各自的特点。因此，实际使用时必须紧密结合各自的特点与要求配套使用。如钢丝绳必须与紧索夹、花篮螺丝配套或与紧索夹、花篮螺丝及卸扣配套; 系固链条只有在利用紧链器的情况下，方可系紧货物。

l 半标准货物系因设备

依据半标准货的定义，用于固定滚装船在装载车辆（包括公路车辆、滚装拖车）及铁路车辆时所用的设备即为半标准货物系固设备。

1.固定式系固设备

(1)系固槽座。

(2)可折地令。

2.便携式系固设备

(1)系固链条及紧链器。

(2)绑扎带：系固车辆及滚装拖车专用设备。

(3)象脚：插人槽座并通过其与其他便携式系固设备相连。

(4)拖车支架：作拖车支架并固定拖车。

(5)拖车千斤顶。

(6)轮楔：固定车轮用，以增大摩擦力。

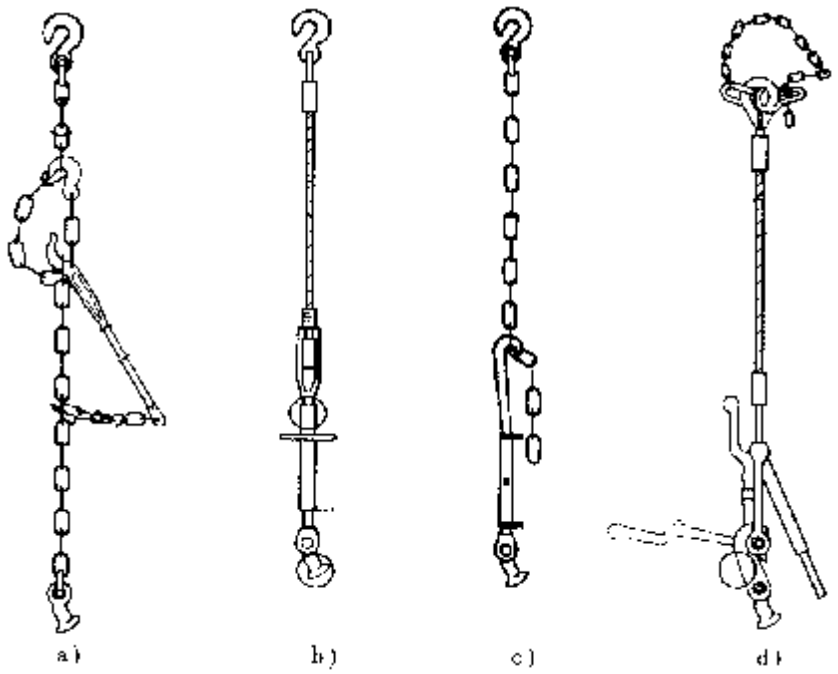
(7)系固钢丝。

(8)快速释放紧索器：用于收紧并可快速释放系固钢丝。

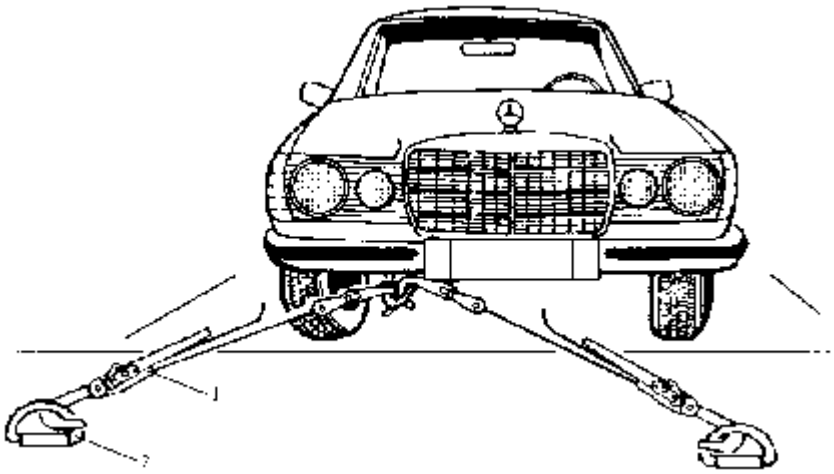
(9)花篮螺丝：用于收紧系固钢丝或系固链条。

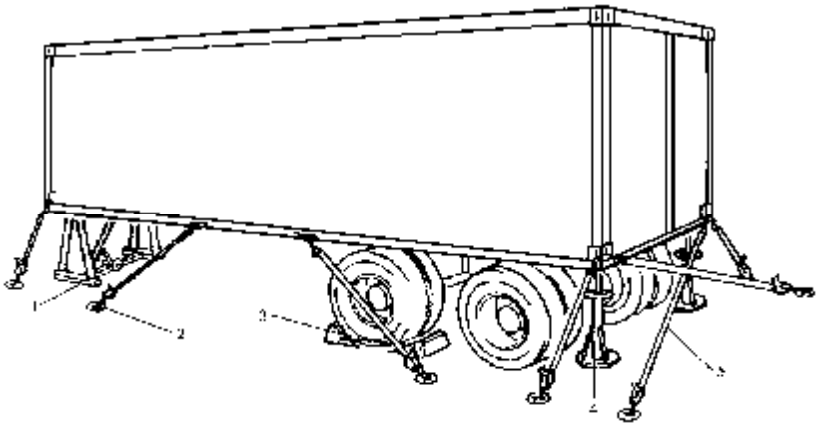
I 便携式系固设备的配套使用方法与系固

便携式系固设备的配套使用方法，其中图 a 为系固链条与紧链器配套使用，并利用紧链器收紧系固链条；图 b 为系固钢丝、花篮螺丝与象脚配套使用；图 c)为系固链条、花篮螺丝与象脚配套使用；图 d)为系固钢丝与快速释放紧索器及象脚配套使用，并利用快速释放紧索器收紧系固钢丝。



典型半标准货的系固方法如图所示。





(三)标准货系固设备

按标准货的定义，用于固定专用集装箱船及多用途船（适用时）在装载集装箱时所用的设备即为标准货系固设备。该类系固设备均是经批准的专用设备。

一、固定式系固设备

n 1.底座

底座直接焊接在舱底、甲板、支柱及舱盖上，相互之间的间距按集装箱四角角件孔的尺寸设计，并通过安放在其上的扭锁、底座扭锁或定位锥来对集装箱进行定位和固定。底座的种类主要有以下几种:

(1)突出式底座：主要用于舱盖、支柱及甲板上，其主体部分突出在上述结构的表面，用于安放并固定扭锁。有单式、横向双式及纵向双式三种形式。

(2)突出式滑移底座：焊接位置同突出式底座，有单滑移式、横向双连单滑移式。纵向双滑移式三种形式。这种滑移式底座允许适当调整底座间的间距。

(3)埋入式底座：主要用于舱底，也有用于舱盖上的，其结构表面略高于前述结构表面。有单式。横向双式、纵向双式及四连式四种。

(4)燕尾底座：又称燕尾槽，主要用于舱盖及甲板支柱上，并专用于固定底座扭锁，有单式与横向双式两种。

(5)板式底座：主要用于舱底，并与堆锥配套使用。

(6)插座：一般用于舱内，并与底座堆锥配套使用。

n 2.固定锥

通过一覆板直接焊接在舱底的前后端导轨底脚处，用于固定舱内最底层集装箱（固定锥插人集装箱的角件孔内）。

n 3.可折地铃

又称D形环，主要用于舱盖、甲板、集装箱支柱及绑扎桥上，多用途船也将其用于舱底。主要作用是作为一个系固点与花篮螺丝、绑扎杆等组成一系固系统固定集装箱。地铃型式。

n 4.眼板

使用位置与作用同地铃。但一般不用于舱内。眼板有单眼、双眼、三眼及四眼等几种。

n 5.箱格导轨系统

设置于舱内，也有在甲板上无舱口的位置处设置该系统的。如图7-24所示。

箱格导轨系统一般由钢板和型钢构成，主要由导轨、横撑材、导箱构件等组成。导轨从内底延伸至导箱构件的下缘。整个系统的作用是控制集装箱的歪斜、倾覆与滑移。其中导箱构件又是引导集装箱进人箱格导轨系统的重要构件，一般安装在导轨的顶部。

按《钢质海船入级与建造规范》的要求，专用集装箱船箱格导轨系统应满足:

(1)不应与船体构件形成整体结构，且应不受船体主应力的影响;

(2)应能将因船舶运动产生的集装箱负荷传递到船体结构,并能承受由集装箱装卸时产生的负荷及阻止集装箱移动;

(3)为确保顺利吊装集装箱，每只集装箱与导轨之间的横向间隙之和不超过 25mm，纵向间隙不超过40mm;

(4)横向支撑底座

横向支承底座一般设置于多用途船舱内两舷侧，其作用是与横向支撑装置组成一支撑系统，以控制舱内上层集装箱因船舶运动可能产生的横向歪斜、倾覆、移动。

n 6.集装箱绑扎桥

集装箱绑扎桥设置于大型集装箱专用船甲板，其上设有眼板、D 形环或可左右转动的眼板，用于系固高层集装箱。集装箱绑扎桥及桥上可左右转动的眼板。

2.便携式系固设备

n 扭锁

为目前广泛使用的扭锁，主要用于甲板上上下层集装箱之间的连结锁紧或底层集装箱与突出式底座之间的连结锁紧，以防集装箱的倾覆及滑移。

扭锁有左旋锁和右旋锁之分，即当操作手柄位于图中虚线位置时，扭锁处于非锁紧状态，当将操作手柄从右向左旋转至极限位置时，扭锁达锁紧状态。为此，使用时，应首先

将操作手柄置于非锁紧状态并将其置放到下层集装箱顶部的角件孔或突出式底座内，待上层集装箱堆放妥后，转动操作手柄，即可将箱与箱或箱与底座连结起来。卸箱时应首先用扭锁操作杆将操作手柄转至扭锁非锁紧位置方可卸箱。

n 2.半自动扭锁

其作用同扭锁。因半自动扭锁具有无需装卸工人爬到集装箱上将其安装和取下的过程这一优点，故能最大限度地减少工人上高作业的危险，从而保证安全。因此，该种扭锁不仅得到了大力推广应用，同时也是某些国家港口当局强制要求使用的（如美国）。

半自动扭锁是在码头上当桥吊将集装箱吊起至人手臂举起的高度时，从下向上将其插入集装箱角件孔内，待吊上船并对准突出式底座或另一集装箱角件孔时放下，该锁的自动装置即起作用并转动锁锥将箱与底座或箱与箱连接锁紧。

卸箱时，应首先用操作杆将锁销拉出，从而打开扭锁与突出式底座或另一集装箱顶部角件孔的连接，吊起集装箱至码头，用人工将其卸下。

n 3.底座扭锁

底座扭锁仅与燕尾底座配套使用。其作用与操作使用方法同扭锁。

n 4.堆锥

按堆锥使用位置及功能的不同，可将其分为以下同种:

(1)中间堆锥

中间堆锥上下锥头固定，垂向方向无锁紧功能，故仅用于舱内箱与箱之间的连接。有单头与双头堆锥两种。

(2)底座堆锥

底座堆锥之一又称可移动锥板。其结构特点是上为锥头下为插杆，仅与插座配套使用。有单头、横向双头、纵向双头及四连四种。另一种底座堆难为单头，但上下均为锥头，如图 7-33 所示。这种堆锥与板式底座配套使用。

(3)自动定位锥

用于固定甲板上 40 英尺箱位处在装 20 英尺集装箱时处于中间的箱脚，并与半自动扭锁，中间锁配合使用，即 40 英尺箱位的前后向端用半自动扭锁，中间(20 英尺)用自动定位锥，这样不仅可起到半自动扭锁的作用，同时也克服了 40 英尺中间狭窄空间处无法操作的缺陷。目前自动定位锥已得到较广泛的应用，并是美国等少数发达国家港口当局的强制配备要求。

自动定位锥的使用方法与半自动扭锁相似，所不同的是它不存在在卸箱时必须先由人工将锁销拉出这一过程，而是靠锁紧装置自动将定位锥转换成非锁紧状。即首先将 20 英尺集装箱一端的半自动扭锁由人工将锁销拉出，使之转为非锁紧状态，桥吊缓慢起吊，此时自动定位锥将会在桥吊的拉力作用下，锁紧装置动作并解锁，从而完成卸箱工作。

(4)调整堆锥

调整堆锥又称高度补偿锥，用于在装载某些非标准高度的集装箱时调整其高度至标准态。

5.桥锁

用于对相邻两列最上层的集装箱进行横向连接，以分散主绑扎设备的负荷。

桥锁的使用方法较简单，只需将桥锁的两个锁钩（头）分别插人相邻两集装箱的角件孔中，再旋转调节螺母，即可把集装箱连接拉紧。

6.花篮螺丝与绑扎杆

花篮螺丝（又称松紧螺旋扣）与绑扎杆（又称绑扎棒）两种设备通常需组合成一个整体后，方可达到系固集装箱的目的。

其操作方法是首先将绑扎杆的一头插入集装箱的角件孔中，另一头与花篮螺丝相连，再通过花篮螺丝与地铃或眼板相连，最后调整花篮螺丝，使整个系固系统紧固。

有时在利用上述系固系统系固时，因绑扎杆长度的原因，或有特殊系固要求，需加长绑扎杆，为此需使用加长钩。

7.横向撑柱

横向撑柱用于舱内无箱格导轨或多用途船舱内装载集装箱时，对舱内紧靠两舷舷侧的最上层集装箱进行支撑，以防集装箱歪斜、倾覆或横移。

使用时，将横向撑柱的一端插人其专用底座，另一端插入紧邻的集装箱角件孔内，再利用调整装置使其拉紧受力。

8.辅助工具

便携式系固设备所用辅助工具主要有两类：一类是扭钡操作杆；一类是花篮螺丝操作工具。

扭锁操作杆的作用是控制扭锁的手柄或锁销，达到解锁的目的；花篮螺丝操作工具的作用是将花篮螺丝收紧或松开。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1.非标准、半标准系固设和标准系固设备类型及作用

注意事项:

该内容较为抽象，与实际运用难以结合，应尽量使用多媒体进行图形展示。

四、自学内容和作业

1.何为可移动(便携式)系固设备**?**

2.何为固定式系固设备**?**

3.集装箱系固设备的种类与作用有哪些**?**

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	系固设备	系固设备的检查、保养和使用；系固设备检验。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	45-46/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解系固设备的检查与维护保养以及检验要求。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

(一)系固设备的检查与维护保养

船上系固设备应在船长负责下进行定期的检查和维修保养，这些检查和维修保养至少应包括：

1.对所有零部件的日常外观检查和保养。

(1)所有固定式系固设备，在使用完以后，应立即进行受损检查。重新使用前，对已损坏或怀疑受损部件应进行修复并进行适当的强度测试。

(2)所有便携式系固设备在使用完以后及再次使用前应由专门人员负责损坏检查。种类不同的设备、已检查和尚未检查过的设备、常用和备用的设备均应分类整齐地存放。每隔 3 个月，应对所有可移动系固设备进行一次详细检查和加油活络。

(3)上述检查和维修保养在经历了恶劣天气、海况以后和特别加固用途以前应更加严格。

2.应按主管机关的要求接受各项检查和重新测试。

3.船上应备有足够数量的系固设备备品（一般规定为总数的 10%）。

4.对不同种类系固设备具体的检查和维修保养要求如下：

应对每一设备的损坏和磨损情况进行检查，以发现有损于充分、安全地发挥其设计性能以及可能导致人身伤害的缺陷。如需用于特殊目的，使用前应对其进行检查，以确定其强度和功效是否适用。

(1)各种底座、系固眼板、地令、固定锥、槽座及集装箱箱格导轨系统

①应检查这些固定式系固设备与船体结构的焊接部位，如有缺陷和裂缝，则应开槽后覆焊。如船体本身有缺陷（如不平整），则应先将该设备将要重新焊接处的船体部分用合适方式予以修复。该船体部分包括舱底、横舱壁、舱盖、舷侧、集装箱支柱和甲板等；

②应检查其磨损。变形和其他缺陷。如该设备缺陷轻微且不影响其功能，可暂不修理。如有较严重的缺陷，则应用至少同等强度的设备进行更换（同型或其他型号），该设备重新附着船体的焊接操作应由持有相应证书的电焊工进行，并严格按焊接工艺操作，特别是靠近油舱的焊接操作；

③在使用该设备前，应将该设备处的灰尘、碎石以及前几航次的残留物清除干净；

④集装箱箱格导轨系统应定期检查，以防止因变形、损坏而影响装卸货及货运安全，对变形或损坏的部分应及时修复;

⑤正常的除锈相漆保养工作。

(2)花篮螺丝与绑扎杆

①花篮螺丝应经常加油活络，防止因腐蚀而咬死无法转动;

②应检查花篮螺丝的螺纹损坏情况，防止由于错咬而无法转动，当螺纹损坏严重时应予换新;

③应检查与绑扎杆连接端的磨损情况，如磨损严重应予换新，同时应检查卸扣端弹簧栓的状况;

④绑扎杆除应注意检查本体外，还应注意检查两头的磨损状况，若磨损严重或不能有效地绑扎时，应予换新;

⑤上述本体如有裂纹出现，则应立即更换。

(3)扭锁、桥锁、堆锥（包括自动定位锥）及横向撑柱

①在使用前，应检查其变形、损坏情况，如发现扭锁转不动、手柄断裂，应予修复，使其恢复功能，对损坏严重以致影响其功能的，应予换新。这里应特别注意半自动扭锁及自动定位锭的自动功能，如已失去，则应及时修复，无法修复的换新;

②桥锁及横向撑柱应经常加油活络，并检查螺纹情况;

③如发现上述本体有裂纹，则应立即更换;

④在集装箱的装卸、系固和拆系过程中，上述设备容易受到损坏，特别是在提升和放落这些设备时应避免野蛮操作而造成损坏;

⑤该类设备应及时收集在专用的箱子内，以防丢失。

(4)系固钢丝、系固链条、快速释放紧索器及紧链器

①系固钢丝包括一般系固用钢丝绳）应被检查，看其是否有永久性拧节、压扁、油麻芯或纤维芯干枯和外露。如有发现应予更换;

②在系固钢丝的整个长度范围内，若发现在其 10 倍直径的任何长度内有超过 5%的钢丝断裂、磨损或严重锈蚀，则应予换新;

③系固钢丝应定期涂钢丝油，以防因锈蚀而缩短使用寿命;

④存放于露天甲板的系固钢丝应用帆布罩罩好;

⑤必须注意检查快速释放紧索器，以保证其操作灵活、可靠;

⑥系固链条和紧链器如发现严重锈蚀或损坏，则应予换新;

⑦应仔细检查系固链条和紧链器每一链环的状况，若发现本体有裂纹出现，则应立即换新。如仅为轻微变形、磨损、腐蚀但不影响其强度和功能，则无须更换。

(5)卸扣和紧索夹

①应经常加油活络，防止应腐蚀而咬死无法转动;

②本体如有裂纹出现，则应立即更换;

③应检查螺纹损坏情况，防止无法转动，当螺纹损坏严重时应予换新;

5.系固设备的检查和维修保养记录簿:

船上应有系固设备检查和维修保养的记录，以证明船舶对系固设备进行检查和维修保养所采取的行动。

6.船舶《系固设备记录簿》应由大副记录和保管。

二、系固设备的使用注意事项

为保证系固的可靠性，确保航行安全，在使用系固设备的过程中必须注意下列事项:

1.所有系固设备必须具有由主管机关签发的证书。对正在使用但又无相应主管机关签发证书的现有系固设备，使用前务必确认其系固的可靠性，如无法确认，则应弃之不用。

2.配套使用系固设备时，必须注重考虑各自最大系固负荷（MSL）的协调性，已应以系固系统中最小的 MSL 作为整个系固系统的 MSL。

3.某些系固设备 MSL 的确认方法如表 **7-1** 所示。

4.补充或更新普遍扭锁时，应注意新上扭锁与现有扭锁的转锁方向，必须保持一致，否则将会给装箱后的系固带来极大麻烦。

(二)系固设备的检验

船舶系固设备应接受的检验种类与船舶应接受的检验种类相同，具体如下:

1.初次检验

对系固设备的初次检验与对船舶的入级检验同时进行。

2.年度检验

与船舶的年度检验同时进行。目的是对系固设备进行一般性检查，以确认其是否处于有效的技术状态。

3.中间检验

与船舶的中间检验同时进行。其要求与年度检验的要求相同。

4.特别检验

与船舶的特别检验同时进行。检验项目有:

(1)对箱格导轨结构作全面检查，特别是垂直导轨与横撑材间的连接节点，导轨与导箱装置应处于良好的技术状态;

(2)全面检查可拆卸式框架或其他的约束装置;

(3)检查固定在船体结构上的配件，对位于液舱区域的配件，其四周应无泄露;

(4)对照《船舶系固手册》全面检查所有的便携式系固设备;

(5)若发现系固钢丝绳在等于其直径 **10** 倍的任何长度内有超过 **5**％的钢丝断裂。磨耗或腐蚀，则应予换亲，若发现钢链发生蚀耗或损坏，也应予换新。

(6)如需要更新系固设备，则新的系固设备应为认可的型式和产品。如无试验证书，则应按有关要求对新的系固设备进行相应的试验。

三、讲授内容重点和注意事项

重点：系固设备的检查与维护保养

四、自学内容和作业

1.简述系固设备的维护与保养要点。

2.系固设备应接受的检验种类有哪些。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

第八章：船舶的抗沉性与堵漏

课题题目	教学重点和难点	教学组织安排
定义	重点：抗沉性的概念与要求	采用多媒体或课堂教学（仅简要介绍重点部分内容，其余均由学生自习）
堵漏器材及其管理	重点：堵漏器材种类与适用	采用多媒体或课堂教学（仅简要介绍重点部分内容，其余均由学生自习）
船舶漏损后的措施	重点：船舶漏损后的应急措施	采用多媒体或课堂教学（仅简要介绍重点部分内容，其余均由学生自习）

本章复习与思考题:

1.简述船舶堵漏设备的种类和各自的适用场所。

2.简述船舶堵漏设备的保养要点。

3.简述船舶漏损后的应急措施。

4.简述船舶漏损后采取局部加强措施时的注意要点。

5.简述船舶漏损后保持船体平衡的方法及应考虑的注意事项。

6.简述在不对称进水情况下对船舶最终横倾角的要求

7.简述对客船与货船的破损稳性要求。

8.简述破损控制图的主要内容。

9.简述货船设置水密舱壁的基本要求。

10 为保证船舶水密，对船舶双层底设置的要求有哪些。

11.为保证船舶水密，对船舶甲板排水设备的基本要求有哪些。

课程章节	船舶抗沉结构与堵漏	定义；船舶开口的水密装置和要求。	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	47-48/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：理解船舶抗性相关术语含义，了解船舶抗沉结构种类及其要求。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

船舶在营运中，可能会因碰撞、触礁、搁浅、船体年久失修等造成船体破损进水。船体大量进水时，会使船舶丧失浮性和稳性，以致沉没。为使船舶在进水后仍能保持一定的航行性能，船舶在建造时，已充分考虑了船舶的抗沉性能，如设置双层底、水密横舱壁、水赛门、水密舱盖以及排水系统等。另外，还设置了一定的排水设备和配备各种堵漏器材，一旦船舶破损进水，可以及时进行抢救。

(一)定　义

1.名词解释

在造船和船舶营运中常涉及一些专用名词，常用的名词解释有：

(1)稳性：船舶受到外界倾侧力矩的作用使其离开平衡位置而发生倾斜，当这个外界作用力矩消失后，船舶能自行恢复至初始平衡位置的性能。

（2）浮性：指船舶在各种载重情况下，保持一定浮态的性能。即船舶受到水的浮力使船舶

能浮在水面上的性能。

（3）抗沉性：船舶在一舱或数舱破损进水后仍能保持一定浮力和稳性的性能。规范对船长在 50m 及以上的客船和科学考察船、100m 以上的货船和 50m 以上的渔船或拖船均有详细的规定和要求。

（4）风雨密：指在任何海况下，水不会渗人船内。

（5）限界线：在舷侧低于舱壁甲板上表面至少 76mm 处所绘的线。该线是在船舶设计时考虑分舱能保证船舶有一定剩余浮力而不致沉没所用的线。

（6）舱壁甲板：指横向水密舱壁所达到的最高的一层甲板。

7）一舱不沉制：用水密横舱壁分隔船舶，使船舶满足在任何一个舱破损进水后，船舶最终平衡的吃水线不超过限界线，确保船舶不会沉没。

（8）分舱载重线：系指用于决定船舶分舱的水线。

（9）最深分舱载重线：系指相应于适用的分舱要求所允许的最大吃水的水线（对货船，系指相应于核定的船舶夏季吃水的分舱载重线）。

（10）船舶分舱长度：货船的分舱长度指船舶处于最深分舱载重线时，限制垂向浸水

范围的

甲板及以下部分最大投影型长度（适用于船长超过 100m 的货船）。

（11）可浸长度：客船的可浸长度指：对有连续舱壁甲板的船舶，在船长中某一点的可浸长度，是以该点为中心的最大限度的一段船长，在按照有关渗透率等规定的假设条件下，船舶下沉不致淹过限界线；对无连续舱壁甲板的船舶，船长中任何一点的可侵长度，可按假定的连续限界线来确定；此线的任何点不得位于该甲板上表面以下小于 76rum 处，而通至该甲板的有关舱壁及船体均应为水密。也可以理解成在船长范围内某一点的可浸长度是以该点为中点的最大限度的隔舱长度。

（12）某一处所的渗透率：系指该处所能被水浸占的百分比。即：[某舱所能被水浸占的容积（实际浸水容积）／该舱的空舱理论总容积（100％）。某一处所延伸至限界线以上时，其容积仅计至该限界线的高度处。

（13）分舱因数：由船舶的长度和业务性质所决定，在规范中根据船长 L 和业务衡准数 C，D 查表选取，用 F 表示。一舱不沉制的船舶：1.0≥F＞0.5，二舱不沉制的船舶 0.5≥F＞0.33，三舱不沉制的船舶 F≤0.33。

（14）业务衡准数 C：是表示船舶营运特征或船舶业务性质（即船舶预定用途）的一个参数，即表示船舶是以货运为主，还是客运为主，或是客货合运。其大小与机器处所的容积及限界线以下旅客处所容积对限界线以下的船舶总容积的比值有关。

（15）许可舱长：允许的两水密横舱壁的间距，即：

许可舱长=可浸长度×分舱因数

船舶应按其预定的用途尽可能作有效的分舱。分舱的程度应视船舶的长度与业务而变化，以载客为主的船舶，其船长愈大则分舱程度愈高。分舱因数随船舶的长度而定，在船长一定的情况下，又视船舶预定的用途而变化。长度为 100m 及以上的船舶，其首尖舱以后的主横舱壁之一应设置在距首垂线不大于许可舱长之处。

（16）不对称进水的横倾角：船舶由于单舷进水而产生倾侧力矩，使船舶产生横倾。为保证船舶不致因此倾覆，对横倾角和初稳性高度均作了规定。

2.破损稳性要求

在所有营运状态下，船舶应具有足够的完整稳性，以能支持其任一不超过可浸长度的主舱浸水至最后阶段。

1）破损后不对称进水的横倾角θ：

在任何情况下，客船的最大横倾角不应超过 15°，其他船平衡以前的最大横倾角不应超过 20°。

2）经采取平衡措施后，其最终状态为：

(1)客船在一舱浸水时：θ≤7°，两个或以上相邻舱同时浸水时的横倾角：θ≤7°

(2）在对称浸水情况下，当采取固定排水量法计算时，客船的 GM＞0.05m（即应至少

有 50mm 的正值剩余初稳性高度），其他船 GM 可小于 0.05m，但必须为正值。

(3)在任何情况下，船舶浸水的最终阶段不应淹没限界线。

（4）剩余复原力臂曲线在平衡角以外应有一个最少 15° 的正值范围。

3.稳性资料与破损控制图

(1)稳性资料

每艘客船，不论其大小，以及按现行《国际载重线公约》规定的船长 24m 及以上的每艘货船，应在完工时作倾斜试验，并确定其稳性要素。应将这些资料提供给船长，以便使他能用迅速而简便的方法获得有关各种营运状态下船舶稳性的正确指导。

对船舶的改建以致对供给船长的稳性资料有实质性影响时，应提供经修正的稳性资料。

对所有客船，定期间隔不超过 5 年，应进行空船重量检验，以核查空船排水量和重心纵向位置的任何变化。与认可的稳性资料相比较，如果空船排水量的偏差超过 2%，或重心纵向位置的偏差超过 1%L，则该船应重做倾斜试验。

(2)破损控制图

为了指导高级船员，客船上应有永久性固定显示的控制图，在干货船的驾驶室内应有固定，显示的或可随时使用的控制图。该图清晰地标明各层甲板及货舱的水密舱，限界上的开口及其关闭设施和控制位置，以及扶正由于浸水产生的横倾的装置。

水密舱壁上的所有滑动门和铰链门都应设有指示器。

在驾驶室内应给出显示这些门是启还是关闭的指示。

舷门或认为任其开启或未能适当紧固会导致严重浸水的其他开口，也应设置此类指示器。。

(二)船体开口处的水密装置及要求。

船体水密结构和装置主要有水密舱壁、双层底冰密门、窗等。

一、对船体开口处的要求。

1. 对水密舱壁设置的要求

(1)客船应设置首尖舱舱壁或防撞舱壁，该舱壁应水密延伸到舱壁甲板。该舱壁应位于距首垂线不小于船长的 5%而不大于 3m 加船长的 5%处。

(2)对货船应设置防撞舱壁，该舱壁应水密延伸到干舷甲板。该舱壁与首垂线间的距离应不小于船长的 5%或 10m，取较小者；但经允许，可不大于船长的 8%。

(3)当船首设有长的上层建筑时，客船的首尖舱舱壁或防撞舱壁应风雨密地延伸至舱壁甲板的上一层完整甲板。货船的防撞舱壁应风雨密地延伸至干舷甲板上一层的甲板。货船的干舷甲板以上防撞舱壁延伸处的开口数量，应在适应船舶设计和正常作业的情况下减至最少。

(4)客船应设置尾尖舱舱壁和将机器处所与前后客、货处所隔开的水密舱壁，这些舱

壁应水密地延伸到舱壁甲板。货船应设置舱壁将机器处所与前后客。货处所隔开，该舱壁应水密延伸到干舷甲板。

(5)货船：穿过防撞舱壁的管于应装有能在于舷甲板以上操作的适当的阀，其间体应安装在首尖舱内的舱壁上。阀也可安装的防撞舱壁的后侧。防撞舱壁上不允许开门、人孔、通风管道或任何其他开口。

(6)舱壁布置应注意合理均匀。当舱长大于 30m 时，应有保证船体横向强度的措施。

2. 双层底

海上大中型船舶应在适应于船舶设计及船舶正常作业的情况下，尽实际可能从防撞舱壁至尾尖舱舱壁设双层底。这样一旦船底破损，内底可以制止海水浸人舱内，保证船舶、人员和货物的安全，增加船舶的抗沉性。

船舶设置双层底时，其高度应符合有关规范的要求。其内底应延伸至船舷两侧，以保护船底至舰部弯曲部位。设于双层底内且与货舱排水装置相连的小洪，其深度应符合规范的要求。

3. 水密舱壁上的开口

水密舱壁上开口的数量应在适应船舶设计及船舶正常作业的情况下减至最少，这些开口均应设有可靠的关闭设备。只是为了出人、管路、通风、电缆等需要而穿过水密舱壁和内部甲板时，须设有保持水密完整性的装置。

4. 货船上的外部开口

(1)所有通向在破损计算中假定为完整的且位于最终水线以下的舱室的外部开口，应要求水密且应有足够的强度，除货舱盖外，这些外部开口的开关状态应在驾驶室设有指示器。

(2)在限制垂向破损范围的甲板以下的船壳外板上的开口，在海上应保持永久关闭。

(3)为保证外部开口的水密完整性，在海上保持永久关闭的其他关闭装置，应有一个通告牌于其上，其大意是必须保持关闭。

5. 客船限界线以下外板上的开口

(1)外板上的开口数应在满足船舶设计及船舶正常作业要求的前提下减至最少。任何外板开口的关闭设备的布置及效用，应与其预定的用途及装设位置相适应。

(2)根据现行《国际载重线公约》要求，舷窗的位置应不至于使其窗槛低于平行于舱壁甲板边线所绘的线，此线的最低点在最深分舱载重线以上为船宽的 2.5%或 500mm，取较大者。凡窗格低于限界线者，其构造应能有效地防止任何人未经船长许可而开启。对于甲板间的舷窗，平行于舱壁甲板边线绘一条线，其最低点在船舶离开任何港口时的水面以上 1.4m 加船宽的 2.5%，当舷窗槛低于此线时，则此甲板间的所有舷窗在船舶离港前应关闭成水密并锁紧，这类舷窗在船舶到达下一个港口前不应开启。此类舷窗在港内开启的时间及船舶离港前将其关闭和加铰的时间，均应记人规定的航海日志中。

(3)所有舷窗均应装设有效的内部铰链舷窗盖，其布置应能方便和有效地关闭及紧固成水

(4)航行时不能到达的舷窗及其舷窗盖，应在离港前关闭并紧固。

(5)凡专供载货或装煤的处所不得装设舷窗。

(6)未经特准，不应在限界线以下的外板上装设自动通风舷窗。

(7)外板上的流水口、卫生水排泄孔及类似开口，应减至最少数量。

(8)外板的所有进水孔及排水孔，均应装设防止海水意外进入船内的有效并可到达的装置。

(9）根据现行《国际载重线公约》要求，除机器处所的海水进排水口外，几眼界线以下穿过外板的每一独立排水孔，应设一个自动止回阀，此间应具有从舱壁甲板以上将其关闭的可靠装置。如设置有可靠关闭装置的阀，则在舱壁甲板以上的操作位置应随时易于到达，并应设有表明阀开启或关闭的指示装置。

(10）与机器运转有关的机器处所的主、辅海水进水孔和排水孔，应在管子与外板之间或管子与装配在外板上的阀箱之间装设易于到达的阀。这些间可就地控制，并应设有表明阀开启或关闭的指示器。

(11）设于限界线以下的舷门、装货门及装煤门，均应具有足够的强度。此类门在船舶离港前应切实关闭和紧固成水密，并应能在航行中保持关闭状态。此类舷门的最低点均不得低于最深分舱载重线。

(12）如舷内开口位于限界线以下，此盖应为水密；此外，在最深分舱载重线以上易于到达处的排出管上，应设有一个自动止回阀。当此管不使用时，其盖及阀均应保持在关闭并扣紧的状态。

6. 客船限界线以上的水密完整应采取一切合理可行的措施，以限制海水在舱壁甲板以上浸人及漫流。舱壁甲板或其上的一层甲板应为风雨密。露无甲板上的所有开口，应设有足够高度和强度的围板，并应设有能迅速关闭成风雨密的有效设备。应按需要装设排水舷口、栏杆及流水孔，以便在任何天气情况下均能迅速排除露天甲板上的积水。终止于上层建筑内的空气管开日端，应至少高出船舶横倾 15。或由直接计算决定的中间浸水阶段的最大横倾角（取较大者）时的水线以上 h。

在舱壁甲板以上第一层甲板以下处所内的所有舷舱，应设有效的内侧舷舱盖，其布置应能易于有效地关闭，并紧固成水密。

7. 客船与货船的水密门、舷窗等的构造

(1)在客船和货船 _ 上，每扇水密门应作水头分别高达舱壁甲板或于舷甲板的水压试验。

(2)在客船和货船上，水密甲板、围板通道、隧道、箱形龙骨及通风管道，均应与相应高度的水密舱壁具有同等强度。其水密措施及关闭其开口的装置，均应符合要求。水密

通风管道及围壁通道在客船上应至少向上延伸到舱壁甲板，在货船上应至少向上延伸到干舷甲板。

(3)客船的一切水密门、舷窗、舷门、装货门、装煤门、阀、管子、出灰管及垃圾管的设计、材料及构造，均应符合要求。直立式水密门的门框，其底部不得有槽。

(二)船体上开口的关闭设备

1. 水密舱壁上开口的关闭设备

防撞舱壁上不准开任何门或人孔、通风管道或任何其他开口。凡穿过防撞舱壁的管子都设有在舱壁甲板能控制的闸闸。这个闸阀设在首尖舱内侧的舱壁上，以便在首部破损时能立即将它关闭。

2.水密舱壁上的水密门

任何动力滑动水密门的操纵装置，无论是动力式还是手动式，均应能在船舶向任一舷横倾至 **15** 的情况一下将门关闭。

任何滑动水密门能从驾驶室遥控关闭，也能从舱壁的每一边就地操纵。在控制位置应装设显示门是开启或关闭的指示器，并且在门关闭时发出声响报警。在主动力失灵时，动力、控制和指示器应能工作。每一个动力操纵的滑动水密门应有一个独立的手动机械操纵装置。该装置应能从门的任一边用手开启和关闭该门。

除所规定的航行中可以开启的门外，所有水密门在航行中应保持关闭。

3）对客船上的水密门

(1)水密门应为符合有关要求的动力滑动门，当船舶在正浮位置时，应能从驾驶室的总控制台于不超过 **60s** 内同时关闭这些门。

（**2**）所有动力滑动水密门的遥控操纵位置只能设在符合要求的驾驶室内和符合要求的舱壁甲板以上的手动操纵处。

（**3**）每一动力滑动水密门，应为竖动式或横动式，其动力系统应和任何其他动力系统分开。其最大净开口宽度一般还应限制为 **1.2**m。其独立的手动机械装置应能从门的任何一侧用手开启和关闭，还能在舱壁甲板上可到达之处用全周旋摇柄转动或认可的具有同样安全程度的其他动作关闭该门。在船舶正浮时，手动操纵装置将门完全关闭的时间应不超过 **90s**。应设置从门的两侧用动力开启和关闭该门的控制装置，还应在驾驶室设置从总控制台用动力关闭该门的控制装置。应设置一个与该区域内其他警报器不同的声响警报器。当该门用动力遥控关闭时，这种警报器应在门开始移动前至少 **5s** 但不超过 **10s** 发出声响，且连续发声报警直至该门完全关闭。在手动遥控操纵的情况下，当门移动时音响警报器能发出声响。此外，在乘客区域和高环境噪声区域，可以在门上的声响警报器增配一个间歇发光信号器。在船舶正浮时，从门开始移动至门完全关闭的时间，在任何情况下应不少于 **20s** 或不大于 **40s**。

（**4**）驾驶室内的集控台应设有标明每扇门位置的图，并附有发光指示器，以显示出

每扇门的开启或关闭状态。用红灯表示一扇门完全开启，而绿灯表示一扇门完全关闭。当遥控关闭门时，红灯应以闪烁表示门处于关闭过程中。

（5）在甲板处所之间分隔货舱的水密舱壁上装设的水密门可为铰链式、滚动式或滑动式，但不必是遥控的。它们应装在最高处并尽可能远离外板。其关闭时间不要求符合 **60s** 内关闭的要求。

4）对货船上的水密门和舱盖

(1)用以保证内部开口的水密完整性且通常在航行时关闭的出人门和舱盖，应在该处和驾驶室装设显示这些门或舱盖是开启还是关闭的设施。这类门或舱盖的使用应经值班驾驶员批准。

（2）可以装设结构良好的水密门用作大型货物处所的内部分隔，这些门可以是铰链的，滚动的或滑动的门，但不应是遥控操纵的。此类门应在开航前关妥，并应在航行中保持关闭；此类门在港内开启的时间和船舶离港前关闭的时间应记人航海日志中。

2.船壳板上的关闭设备

在限界线以下的船壳板上的开口越少越好。并应根据用途和位置设置相应的关闭设备。

(1)在封闭甲板以下处所或封闭的上层建筑处所的舷窗，应装设铰链式可靠的内侧舷窗，其装置应能有效地关闭和保证水密。

限界线以下的舷窗都采用水密性和抗风浪性强的圆形舷窗。根据其在重载水线上的不同高度不同的关闭要求，一种是永久性关闭的，一种是离港前关闭，到港后方可开启的。启闭时间应记入航海日志。还有一种是航行中由船长决定是否关闭的。

2）船壳板上的排水孔都有防止海水意外进入船内的装置。从舱壁甲板以下通到船壳板外的排水孔都配有自动上回阀，并在舱壁甲板上设有可以强制关闭的装置，或者设两个止回阀，其中一个的高度能使其随时可以检查并且是经常关闭型的。

3）与机器连通的海水进水孔及排水孔，在管系与船壳板间或管系与附着在船壳板的闸箱间装有随时可以接近的旋塞或阀门。

3. 舱壁甲板以上的排水设施

舱壁甲板以上也采取水密措施以保证限界线以上水密的完整性。

1）舱壁甲板和舱壁甲板的上一层甲板均不透风雨。露天甲板上的所有开口都可以关闭。

2）舱壁甲板以上、第一层甲板以下所有舷窗都有舷窗盖，可以有效地关闭并保证水密。露天甲板上设有排水口或排水孔，可以在任何气候情况下将水迅速排出舷外。

(三)船舶的排水设备

1. 甲板排水设备

1）甲板排水通过排水管系以自流方式迅速排出舷外。舱壁甲板以下处所或舱壁甲板

上的封闭的上层建筑和甲板室的排水管在舱壁甲板下的船壳上开孔通至舷外时，装有止回阀，防止海水浸入船内。

2）当船舶横倾超过 5 时，至舱壁甲板或至于舷甲板的干舷分别使甲板边缘浸水，则应设有，足够数量适当尺度的泄水孔直接将水排向舷外。

3）当船舶横倾为 5 或小于 5 时其于舷使舱壁甲板边缘或于舷甲板边缘浸水，则舱壁甲板或十舷甲板上的封闭货物处所内排出的水应导向一个或多个容量足够的处所，这类处所应设有高水位报警器和向舷外排放的合适装置。

4）泄水孔的数量。尺度与布置应能防止自由水的不合理积聚。

2. 舱底排水系统

机舱、货舱的舱底设有舱底排水系统，它包括舱底水管系和舱底泵。

每一舱底泵的排量 Q 应不小于按下式计算之值:

$Q = 5.66d_1^2 \times 10^3$（m3／h）

式中: d—舱底水总管内径，mm。

按照以上规定，一般万吨级船舶排水总管内径约为 130mm; 每小时排水量为 96t，即每分钟 1.6t。这个排水速度对机器处所或舱内的普通积水是有充分保证的，而对船体破损进水的能力是很有限的。

3. 压载水舱的排水设备

双层底及面、尾尖舱都可作压载水舱，其压载系统能灌能排。一般杂货船的压载水泵能在 6-8h 内将全船的所有压载水舱灌满或排空。它的排量要比舱底泵大得多。若破损使双层底舱与货舱连通，则可使用压载系统进行排水。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1. 船舶抗沉性名词解释

注意事项:

1.本节内容主要规则理解，较为枯燥，应注意授课方式。

四、自学内容和作业

1.简述在不对称进水情况下对船舶最终横倾角的要求

2.简述对客船与货船的破损稳性要求。

3.简述破损控制图的主要内容。

4.简述货船设置水密舱壁的基本要求。

5.为保证船舶水密，对船舶双层底设置的要求有哪些。

6.为保证船舶水密，对船舶甲板排水设备的基本要求有哪些。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	

课程章节	船舶抗沉结构与堵漏	船舶堵漏	
教材版本	《船舶结构与设备》伍生春 薛满福，2008 年		
课程进度	49-50/50	修订日期	
教案版本			

一、教学目的和教学设备、资料

1.目的：了解船舶常用堵漏器材的类型，作用及使用方法。了解船舶进水抢险基本程序。

2.设备与资料：计算机辅助教学系统、黑板（白板）。

二、教学内容

船舶在发生漏损时，应及时使用船舶所配备的各种堵漏器材进行堵漏，以减少进水，防止破损部位进一步扩大，为排水抢修创造有利条件。为此，一般船舶均配有相应的堵漏器材。

一、堵漏器材的种类及其应用

堵漏器材是根据船舶的大小、类型及航行区域来配备的。堵漏器材包括：堵漏毯、堵漏垫、堵漏盒、各种规格大小的木塞、各种螺丝钩、水泥、黄沙、木柱、本板、木楔等。使用时应根据破洞大小。部位。破损情况等灵活应用。

1. 堵漏毯

1）作用

堵漏毯又称堵漏席，是进行舷外堵漏的有效工具，适用于舷外水线附近及以下船壳较平坦和一般弯曲部位，不适合首尾弯曲大大的部位。它虽不能将船壳水下破口完全堵严，但能大大减少破口的进水量。

2）种类。结构特点与规格

(1）种类：堵漏毯有轻型和重型两种。

（**2**）结构特点与规格

轻型堵漏毯由三层帆布缝制而成，四周的帆布边缝有麻绳以增加其强度，堵漏毯的一面缝有油麻绒，堵漏时应将有麻绒的一面朝向破口，靠水压将堵漏毯压紧在船壳板上，堵住破日。

重型堵漏毯是用钢索编成网，四周镶有钢丝绳，网的两面各贴以一层厚帆布，每个方形钢索圈内垫以几层小块厚帆布，缝合在两层帆布中间。四周所镶的钢丝绳外面又镶着一条粗油麻绳，它以细麻绳缠扎在钢丝绳上，四角和上面装有眼环。

堵漏毯的形状呈方形，规格有 2m×2m、2.5m×2.5m、3m×3m、3.5m×3.5m、4m×4m 等。

3）堵漏毯的使用方法

堵漏毯主要有两种使用方法。一种是菱形挂法，该种方法配合使用一根过底索一根管

制索另加两根张索，主要适用于平直和一般弯曲处；另一种是方形挂法，该方法配合使用二根过底索一根管制索及两根张索，主要适用于水线附近及水线下较平在船壳处。

2. 堵漏板

堵漏板主要有螺杆折式（折叠式）、圆形折式及方形折式几种

1）螺杆折式（折叠式）：是从船体内部进行堵漏的一种工具，用以堵住直径在 280mm 以下的近似圆形破洞。它是由三块铁板铰接而成的堵漏板、撑架、螺杆和蝶形螺母等组成。在堵漏板的四周嵌有橡皮衬垫。

2）圆形折式：是从船体内部进行堵漏的一种简易型堵漏工具。主要由拉索、橡皮垫及由绞链连接而成的两块折式铁板等组成。

3）方形折式：是从舷外向内进行堵漏的一种工具，主要由吊索、拉索、铁板及橡皮垫等组成。

3. 丁字型堵漏垫

使用时先把丁字型螺杆扳直，从破洞舱内一边伸出后，再恢复丁字型，旋紧螺母利用木垫板把棕垫压紧在破洞上。它适用于堵塞直径在 300mm 左右的圆形或近似圆形的漏洞，且该处卷边向外。

若漏洞有较大的向内卷边，则应使用螺杆折式堵漏板为宜。

4. 堵漏盒

堵漏盒也称堵漏箱，是一种从船内进行堵漏的器材，主要用于覆盖有较大向内卷边的洞口，或有一些小型突出物的船壳裂口，或以木塞、木楔塞漏后四周仍不规则的缝孔等。其结构为一只 400mm×40mm 面积、高为 33mm 的无盖铁盒，两侧装有拎攀，箱口四周嵌有橡皮垫。

5. 堵漏螺杆 Z

堵漏螺杆主要有钩头螺杆（螺丝钩）、“T”形固定式螺杆及活动“T”形螺杆几种。

1.钩头螺杆(螺丝钩). 诵常用来堵塞形状不规则、又向外卷边而用木塞和木楔无法堵住的漏响。

2）“T”形固定式螺杆：用于堵船壳上的裂口，是从船内经船壳裂口向外堵的一种工具。

3）活动“T’形螺杆：也是一种从船内经船壳裂口向外培的工具。

6.木楔

木楔用来衬垫支柱，一般长度为厚的 5-6 倍。衬垫时应两块尖端相对、上下叠起，为防止滑出可在两边用木钉钉住固定。

7. 其他堵漏器材

主要有木塞、水泥、黄沙及促凝剂（苏打或水玻璃）。其中促凝剂的用法是：苏打为水泥的 2％-6％、水玻璃占水泥的 1％-3. 5％。

二、堵漏器材的保管

1）堵漏器材应存放在规定地点，专人保管，不能移作他用。舱室外应有明显标志。

（2）各种金属堵漏器材与部件，应注意保养，防止锈蚀。活动部分应经常加油润滑，以保持灵活。

3）由纤维材料制作的堵漏器材，如堵漏毯。软垫、帆布和麻絮等，应经常晾晒通风，保持干燥，不使霉烂。

（4）木质堵漏器材不要置于高温、潮湿处。

（5）橡胶填料不可遇油，也不宜置于高温或潮湿处。

（6）水泥要防潮，防止压实结块，一般应每半年至一年更换一次；黄沙应保持清洁，防止被油污染。

三、船舶漏损后的措施

船舶发生漏损进水后，应立即采取应急措施，以确定破口位置和进水速度，估算排水能力与进水量，以确定后续的措施。并做好必要的救生准备。如横倾较大，应尽量保持船体平衡。

1. 应急措施

船舶发生意外事故而漏损后应采取下列应急措施:

l）发出堵漏警报信号（两长声一短声，连续发出 lmin），船员按应变部署表要求立即采取

堵漏行动。

2）停车并将漏损部位置于下风以减少水流、风浪的冲击，减少进水量。

3)根据本船破损控制图将各层甲板及货舱的水密舱室界限上的一切开口迅速关闭。迅速关闭水密门、窗和开口以防止进水的蔓延，并开动全部排水泵排水。

4）检查吃水和船舶倾斜的变化，随时掌握干舷和稳性等情况。

5）尽快测定漏损部位以便采取有效的堵漏措施。测定漏损部位的方法较多，例如:根据事故发生的部位判断；根据船体倾斜方向判断，一般倾斜侧为进水侧；观察舷外四周有无油污泛出，油污泛出处附近为进水处；静听各空气管的排气，如空气管排气声迅速，则该处可能进水；用榔头敲击相邻舱壁听其声音有无变化；用简易探测器在舷外水线下船壳板处移动时吸力情况来判断等方法。

6）对将会受到影响的相邻舱壁进行支撑加强。

7）船舶横倾严重时，应采取移载法、排除法或对称灌注法等方法使船舶保持平衡，以防发生倾覆。

8）把救生艇放出舷外，以免船倾斜后不易放艇。

9）向上级机关报告。与附近港口以及过往船只保持联系，以便救援。

2. 进排水量以及进水压力的估算

1）进水量估算

破洞进水的大小与破洞面积、破洞距水线的距离成正比。若进水舱与大气相通，则进水量可用下式估算:

$Q=4.43\mu F\sqrt{H-h}$

式中 Q——破洞每秒进水量，m^3/S;

μ——流量系数，取 0.60－0.75，破口越大，系数取值越大;

F——破洞面积，m^2;

H——破洞中心至水面的距离，m;

h——破洞中心至舱内水面的距离，m(当舱内水位高于破洞时)。

2）排水量估算

船舶排水能力以排水管内径来决定，一般可按下列公式估算:

排水能力: $q\approx[d/4]^2\times50$（t／h）

式中: d——管内径（英寸）。

3）破口进水的静水压力、动水压力估算

破口进水的静水压力和破洞面积及破口中心在水下的深度成正比。它可以由下列近似公式算出:

$F_{静}=PS=\rho gh=1.025hs$（t）

式中: h——破洞在水线面下的深度。;

ρ——破洞处水密度，t/m^3，取标准海水密度: 1.025 ;

s——破洞面积,m^2

P——破口中心处的水压强，t／mZ;

$F_{静}$——破洞处静压力，t。

如 $F_{静}$最终以 kgf 计，则 $F_{静}=1.025(kgf)$，式中 h 的单位为 m，s 的单位为 m^2，$F_{静}$的单位为 kgf;; 如 $F_{静}$以牛顿计算，则 $F_{静}=10055hS$（N）。

进水的动压力，除了与破口截面积及破口处在水线下的深度有关外，还与破日处的相对水流流速的平方称正比（$F_{动}=psV^2$，V 为破口处相对流速）。进水总压力为静水压力和动水压力之和。所以在进水后，应尽快停车，使船停下来，以减少进水动压力，并转向，使破口处在下风，以减少波浪的作用。

一个 10cm×10cm 的破洞（面积为 $100cm^2$山在水下 1m 时，其进水静压力约为 100N。一个人在堵漏时能克服 58.8-78.4N 的压力，则一个人就能把该破洞堵住。破洞再大些或在水线下更深时，可能就需要几个人的力量才能堵住。如该 10cm×10cm 的破洞在船舶正前方，且船舶以 10kN 速度前进，则破口处的动水压力将达到 271.2kN，如船舶不停下来，则很难堵漏抢险。

3. 船体加强

船舶进水后，对不进水一侧的舱壁压力很大，为防止舱壁被压破和水的蔓延，应用木柱等支撑物对舱壁加以支撑加强，支撑时应注意:

1）支撑点的位置应位于距进水水位高度的 1/2 或 1/3-2/3 高度处，即水侧压力中点附近，撑脚应选择在船体的骨架处。

2）支撑点应加木垫以分散应力。

3）支柱与舱壁应尽可能保持垂直，用人字支撑法时，其合力应垂直于舱壁。支柱应结实，其横截面应不少于 100m×100mm。支柱应用木楔打紧，并用马钉将其固定。

4)若舱壁已变形，不能用千斤顶进行矫正，以防破裂。

4. 保持船体平衡

当船舶破损进水后，不仅要注意船舶的剩余浮力，更应密切注意船舶的稳性，如果丧失稳性，船舶就会立刻倾覆。因此，当船舶破损进水后，应尽量保持船舶平衡。通常有下列二种方法:

1）移载法: 将进水一舷的油水舱内的油水或货物移至另一舷，从而产生倾侧力矩，以抵消由于进水产生的倾侧。这种方法不影响船舶的浮力，但可供调驳的数量有限，因此作用有限。

2）排出法: 也称卸载法，即排出进水相同一舷的油水甚至货物，以达到船舶平衡。这种方法可以增加储备浮力，但需要较大的动力。

3）对称灌注法: 向进水一舷的对称侧的舱室内灌注海水，以恢复平衡。这种方法效果较快，又不需过多的动力，但浮力损失较大，因此只能在少量进水或紧急情况下使用。

三、讲授内容重点和注意事项

重点:

1. 船舶堵漏器材的类型，堵漏方法
2. 船舶漏损后的措施

注意事项:

堵漏进水量估算。

四、自学内容和作业

1.简述船舶堵漏设备的种类和各自的适用场所。

2.简述船舶堵漏设备的保养要点。

3.简述船舶漏损后的应急措施。

4.简述船舶漏损后采取局部加强措施时的注意要点。

5.简述船舶漏损后保持船体平衡的方法及应考虑的注意事项。

教案撰写人	刘元丰	教案审核人	