



华南理工大学
South China University of Technology



华南理工大学 | 土木与交通学院
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING & TRANSPORTATION
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

船舶与海洋结构物构造

第三讲：外板和甲板板 (3学时)

焦甲龙 主讲
船舶与海洋工程系
2024年9月



华南理工大学
South China University of Technology

第三讲：船体结构概述

➤ 1 外板

➤ 2 甲板板

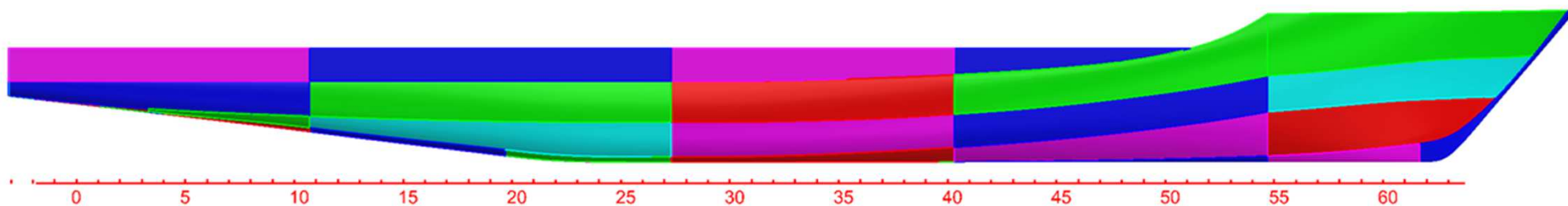
外板和甲板板是船体箱形结构的最主要组成部分，外板围成船体的外壳，而甲板则封闭船体的上部。

本章主要介绍外板和甲板板的作用、受力、排列布置、厚度分布以及加强情况。



1 外板

外板(shell plate)是构成船体**底部**、**舳部**及**舷侧**的外壳板，由一块块钢板对合焊接而成。船壳通常为流线型曲面。



1.外板的作用和受力

外板的**作用**是保证船体水密，使舰船具有漂浮及运载能力。它作为船梁的组成部分，参与船体的总纵强度，并与船底及舷侧骨架一起，承受并传递各种横向载荷，共同保证船体的局部强度和刚性。



外板的受力类型：

- （1）总纵弯曲：船底板是船梁的下翼板，舷侧外板是船梁的腹板，承受总纵弯曲应力。
- （2）横向载荷：外板直接承受舷外水压力，以及舱内液体压力。这些横向载荷使板产生局部弯曲。
- （3）动力载荷：外板在首部承受较大的波浪冲击力，在尾部承受螺旋桨工作时的水动压力。对于在冰区航行的船舶，外板还受到冰块의撞击和挤压力。
- （4）偶然性载荷：如碰撞、搁浅等外载荷。



2.外板的布置

(1) 外板接缝与列板的名称

外板的钢板的长边通常沿船长方向布置。长边与长边相接的纵向接缝叫**边接缝**(seam)，短边与短边相接的横向接缝叫**端接缝**(butt)，如图所示。

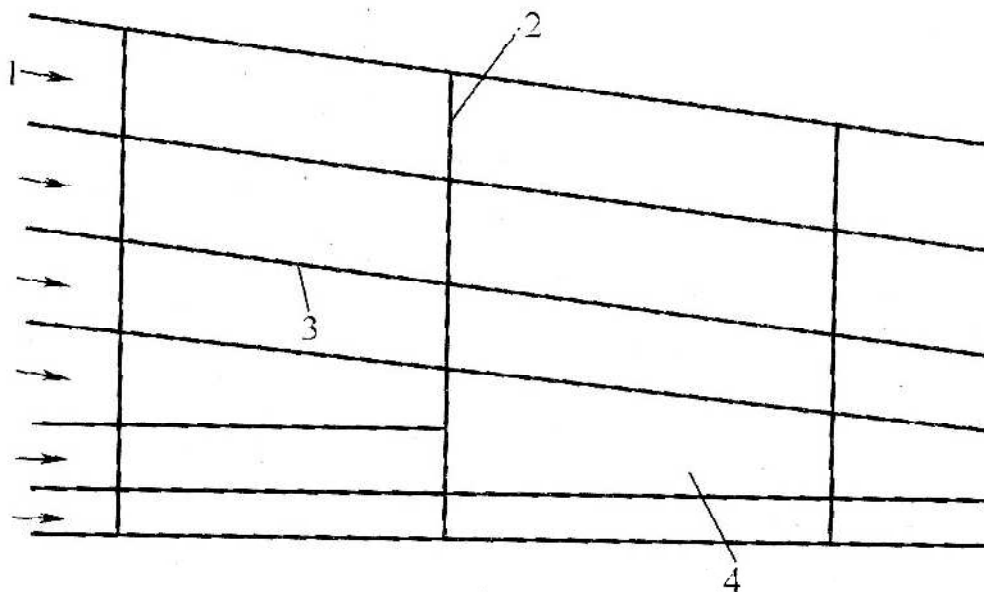
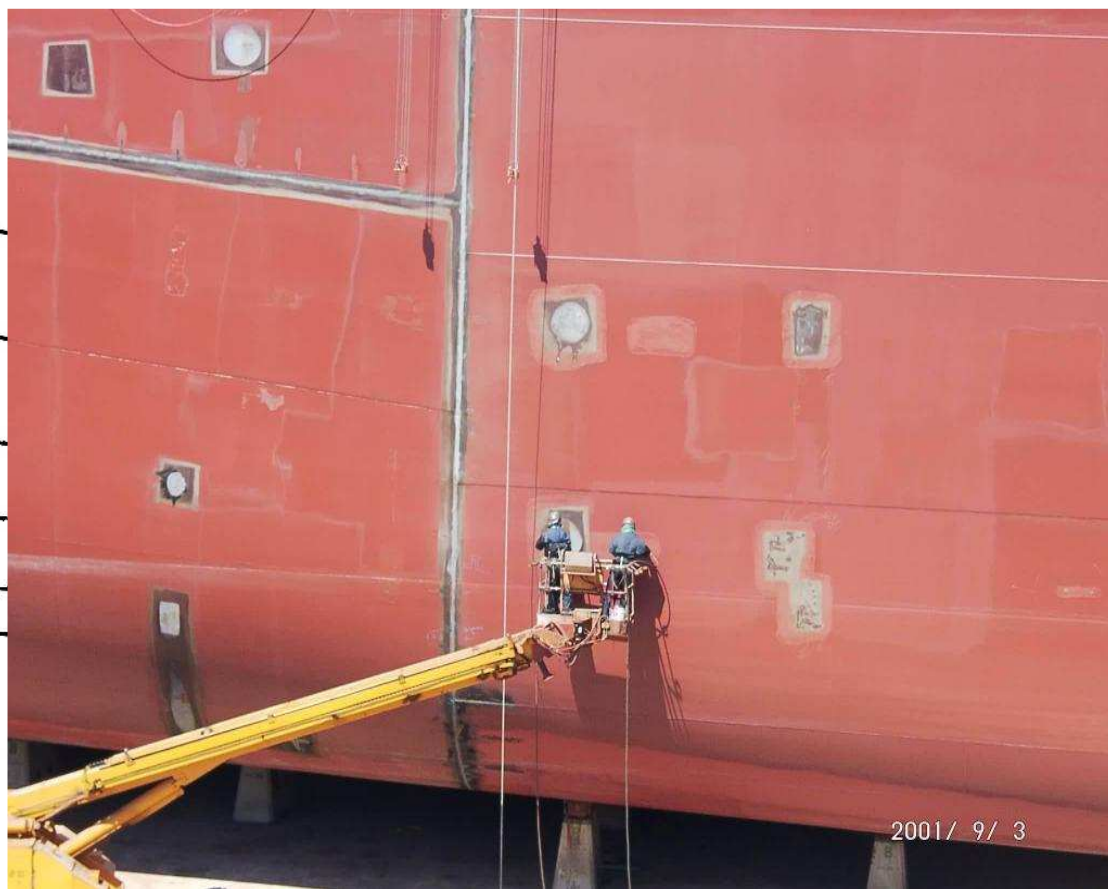


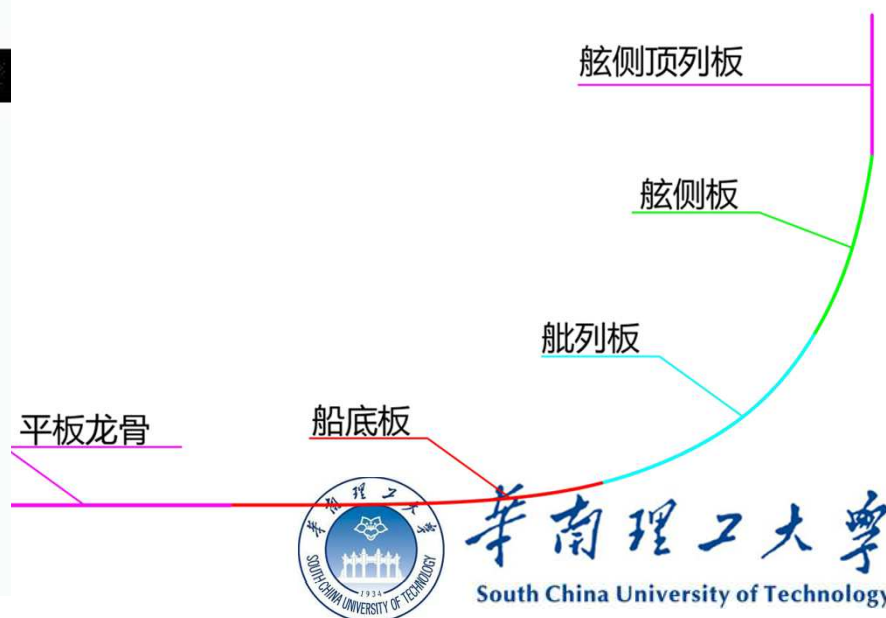
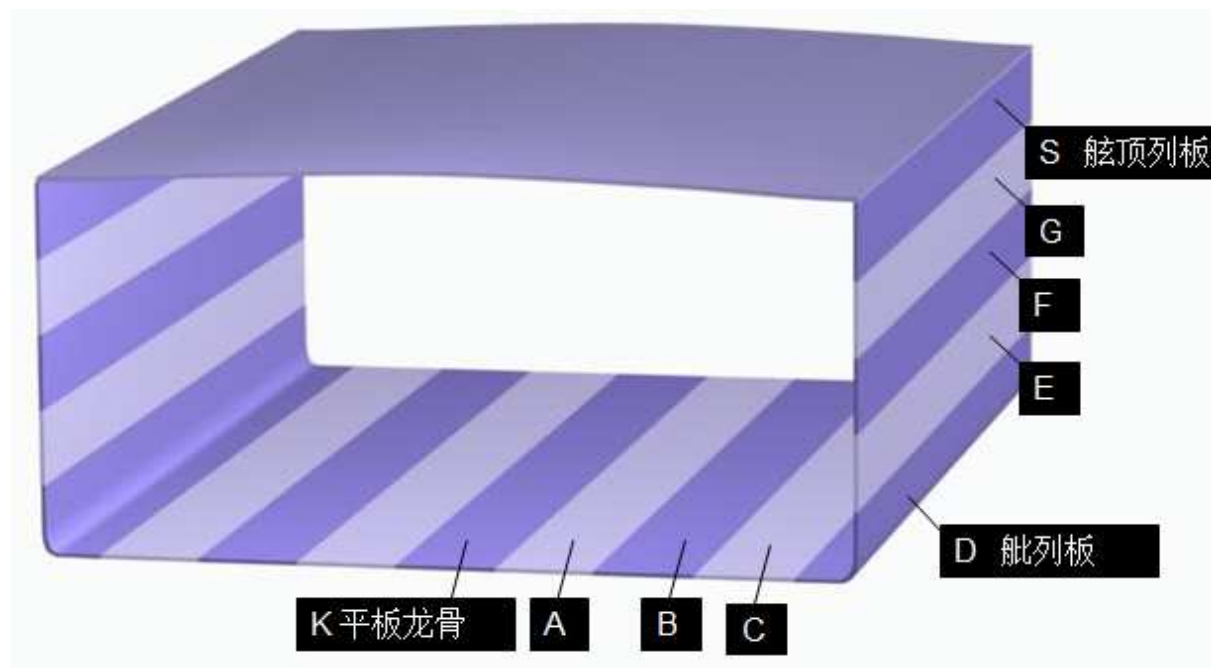
图 1-3-1 接缝与列板
1-列板;2-端接缝;3-边接缝;4-并板



钢板逐块端接而成的沿船长方向的连续长条板称为**列板**(strake), 若干个列板组成船体**外板**。

组成船体外板的各列板名称如图所示。位于船底的各列板统称为**船底板**(bottom plate), 其中位于船体中线的一列板称为**平板龙骨**(plate keel)。由船底过渡到舷侧的转圆部分称为舭部, 该处的列板称为**舭列板**(bilge strake)。舭列板以上的外板称为**舷侧外板**(side plate), 其中与上甲板连接的舷侧外板称为**舷顶列板**(sheer strake)。

生产图纸中, 一般称平板龙骨为**K列板**, 相邻列板为**A列板**, 接下来是**B列板**, 余此类推, 直至舷顶列板为**S列板**。



(2) 外板接缝的布置

外板的接缝线是根据船体分段的划分、外板的厚度和板材的规格以及工艺和结构上的要求布置的。外板接缝线的布置分边接缝线和端接缝线的布置。

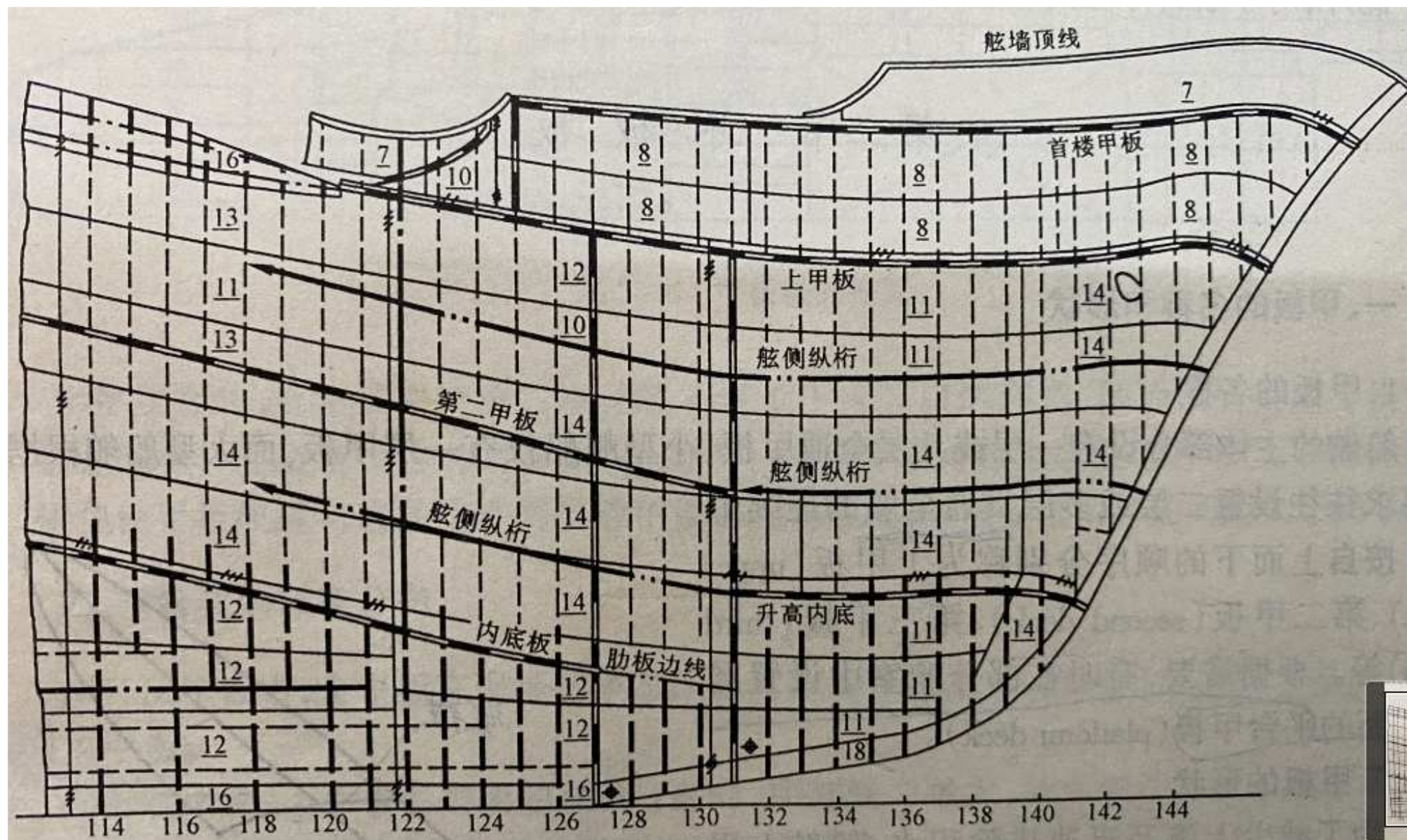


外板的边接缝与纵向构件的角焊缝应避免重合或形成过小的交角，否则会影响焊接的质量。外板的排列须充分利用钢板的宽度，尽可能减少钢板的剪裁。在水线以上的舷侧外板，各边接缝线应与甲板边线或折角线平行，以使外板排列整齐美观。在首尾端满载水线以下需采用**并板**结构，例如将两列板并成一列板，并板不宜设在平板龙骨、舳列板和舷顶列板上。

外板端接缝应考虑船体分段的布置情况，要充分利用钢板的长度，钢板的长度在船中可取长些，而在首尾端则取短些。各列板的端接缝应尽可能布置于同一横剖面上，对焊接和控制变形有利。外板的端接缝应放在**1/4**或**3/4**肋距处，因板在该处局部弯曲应力最小。且端接缝应避开横向构件的角焊缝及大开口角隅部位。



图所示为某沿海货船首部的外板展开图。它具体地表示了外板的结构，标出了外板的边接缝、端接缝、分段接缝及纵横构件的位置。其中细实线及斜栅线分别表示板缝线和分段接缝线。



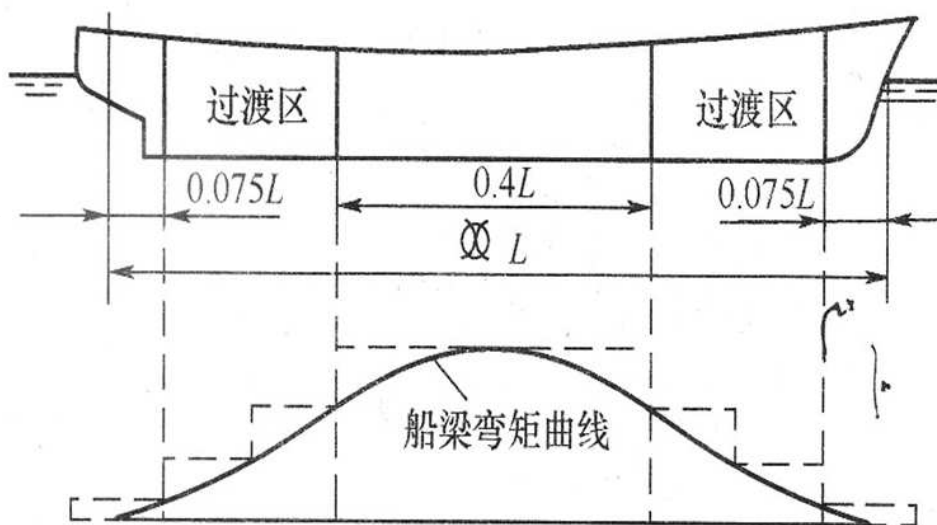
3.外板的厚度分布

外板上的各块钢板因其所在位置的不同，受力也就不同。为了保证强度的前提下减轻结构重量，外板厚度在受力大的部位取厚些，在受力小的部位取薄些。

(1) 外板厚度沿船长方向的变化

总纵弯矩的最大值通常在船中 $0.4L$ （ L 为船长）的区域内，向首尾两端的弯矩逐渐减小而趋于零。因此，一般在船中 $0.4L$ 区域内的外板厚度较大，离首尾端 $0.075L$ 区域内的外板较薄，两者之间的过渡区域，其板厚可逐渐减薄。

因考虑锈蚀、磨损等因素，平板龙骨的宽度和厚度从首至尾保持不变。此外，在船首底部波浪拍击区，底板要适当加厚。



(2) 外板厚度沿肋骨围长方向的变化

平板龙骨和舷顶列板的位置在船梁的最下端和最上端，受到较大的总纵弯曲应力，平板龙骨还承受船舶建造时龙骨墩或坞墩的反力和磨损，舷顶列板与上甲板相连接，又起着舷侧与甲板之间力的传递作用，因此平板龙骨和舷顶列板要比其它外板厚些。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。

(3) 外板的局部加强

对于有些局部受力较大区域的外板，应采用加厚板或加装骨架等局部加强措施。这些区域主要有：首部锚孔区域、尾端螺旋桨区域、外板开口区域等。

此外，对于航行冰区的船舶，其外板厚度在冰带区部分也需要必要的加强。



2 甲板板

1.甲板的名称和形状

(1) 甲板的名称

船舶的主体部分设有一层或几层全通甲板，小型舰船仅有一层甲板，而大型船舶根据使用要求往往设置二层或多层贯通全船的连续甲板。按自上而下的顺序分别称为**上甲板**（upper deck）、**第二甲板**（second deck）、**第三甲板**（third deck）等。根据需要，有时在部分舱室中设置局部间断的**平台甲板**（platform deck）。

(2) 甲板的形状

为了减少上浪及迅速排除积水，船舶上甲板通常为曲面形状，且首尾窄中部宽，船长方向中部低于首尾端，船宽方向中间高于两舷。上甲板边线沿纵向向首尾端升高的曲线称为**舷弧**，上甲板沿横向的拱形称为**梁拱**。非露天的甲板和平台，则可做成平直的。

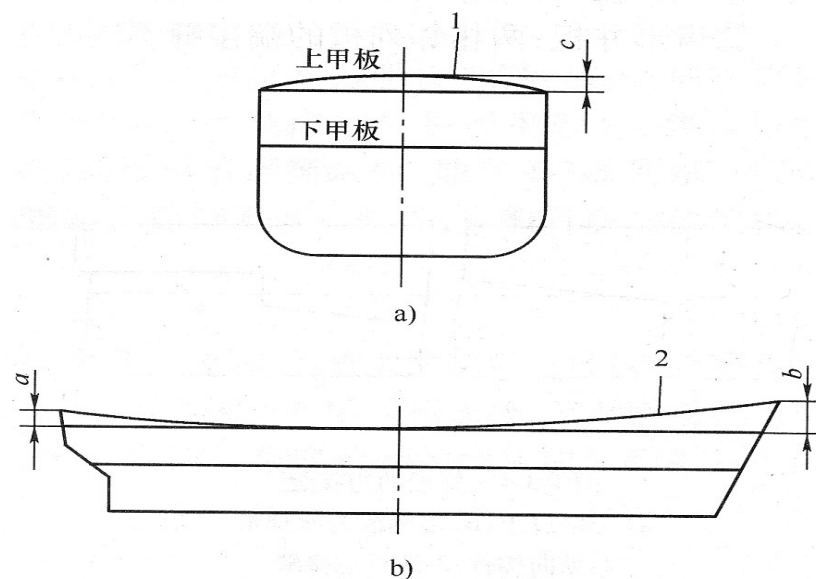


图 1-3-6 梁拱和舷弧

1-梁拱;2-舷弧

2.甲板的作用和受力

甲板与外板和舱壁板共同组成供各种用途的舱室。**上甲板**作为船体的水密顶板，遮蔽舱室空间，有些船舶的上甲板上也载货。**下甲板**和**平台甲板**分层安置设备及各种装载物。在长江客货船上，通常设有舷伸甲板(sponson deck)，以扩大甲板的使用面积。

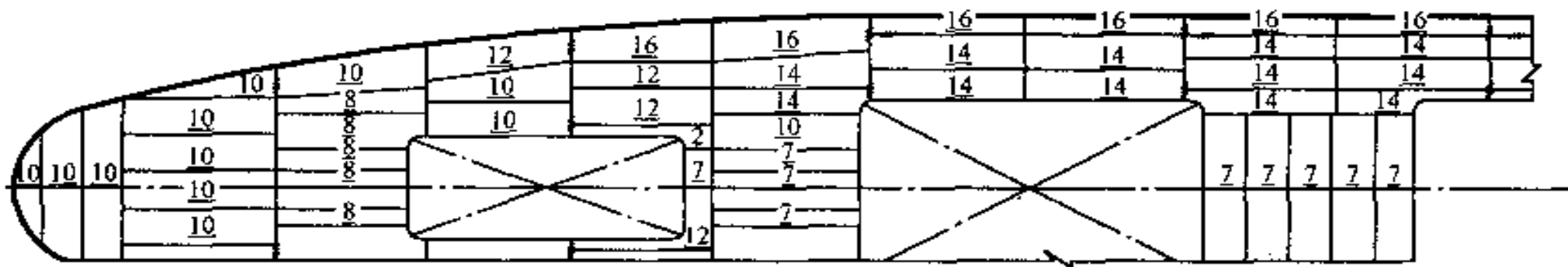
上甲板通常为**强力甲板**，参与船体的总纵强度。同时，甲板板与甲板骨架一起承受并传递各种横向载荷。下甲板和平台板则主要保证局部强度。

甲板受力有总纵弯曲应力及横向载荷。上甲板承受上浪水压力或甲板货物等的载荷；下甲板和平台等非露天甲板的载荷则视甲板的使用情况而定。



3.甲板板的布置

甲板板由许多钢板并合焊接而成，钢板的长边通常沿船长方向布置，且平行于甲板中线。沿甲板边缘与舷侧邻接的一系列甲板称为**甲板边板**，甲板边板因需保持一定的宽度，故沿舷边呈折线形状。在首尾端，由于甲板宽度减小，甲板板列的数目也要相应地减少，也可以将钢板沿横向布置。此外，在大开口之间也可将钢板沿横向布置。



甲板布置时，应注意甲板板的端接缝不宜设于大开口的四角，因为该处是应力集中区域，板缝与舱口横端至少应相距500mm。此外，甲板板排列时也应注意甲板上下构件的位置，避免使甲板板缝与这些构件的焊缝相重合或太接近，一般要求两者的间距大于50mm。

4.甲板板的厚度分布

在各层甲板中，上甲板在保证船体总纵强度中的作用最大，故较下层甲板为厚，一般称为**强力甲板**。

沿船长方向，上甲板参与船舶总纵弯曲时，中部受力最大，故在船中 $0.4L$ 区域内的甲板板应厚些，且保持厚度相同，向首尾两端则逐渐减薄。

沿船宽方向，甲板边板首尾连续，参与总纵弯曲，且经常积水易受腐蚀，是上甲板中最厚的一列板。在舱口之间的甲板板，由于被舱口切断，不参与总纵弯曲，其厚度较薄些。



5.甲板开口处的加强及甲板间断处的结构

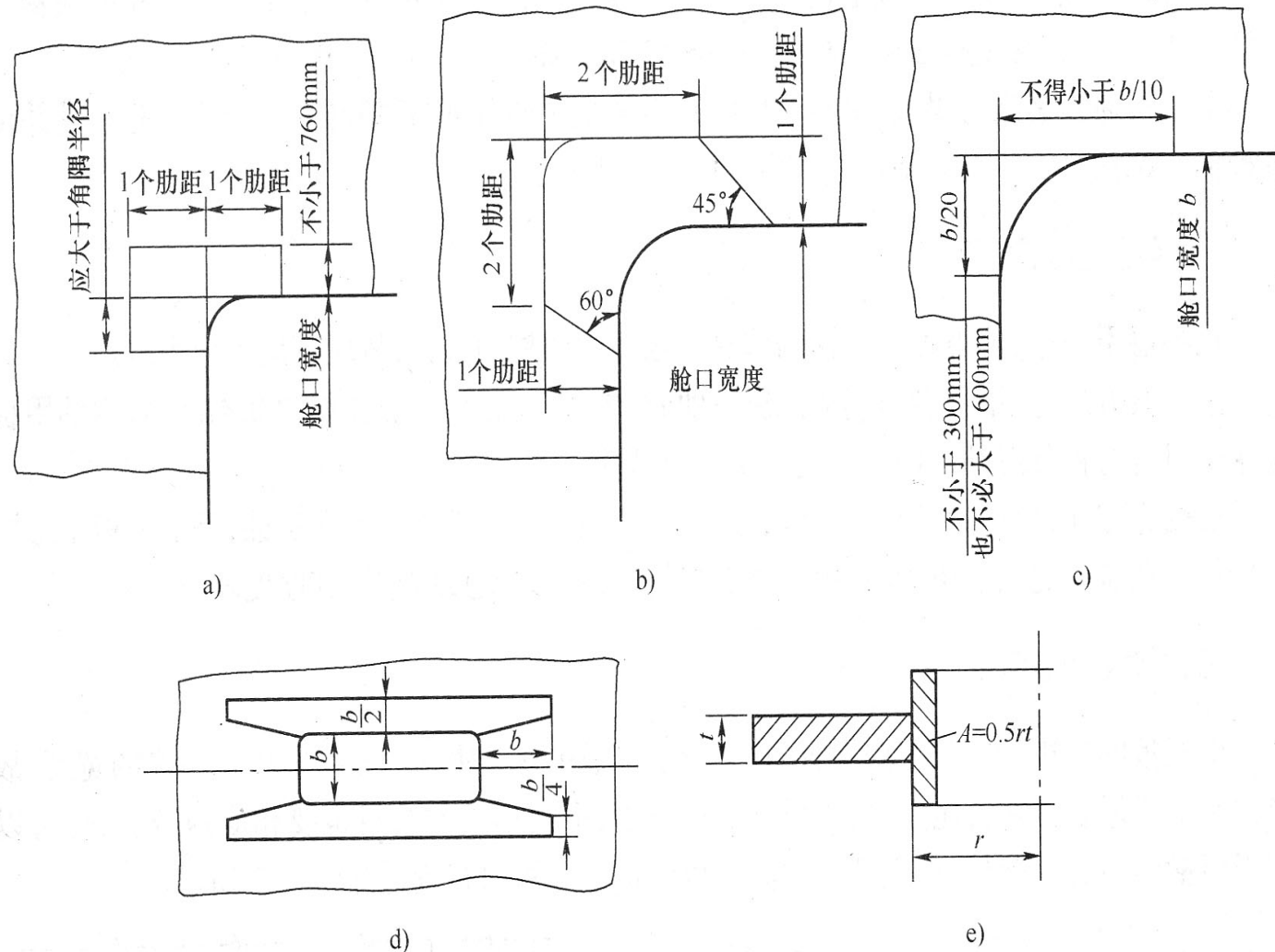
(1) 甲板开口处的加强

为了让人员、机器、及装载物等出入船舱，在甲板上通常设有各种大小不同的开口，如机舱口、货舱口、人孔和梯口等。船舶总纵弯曲时，在开口角隅处将产生应力集中现象，因此，在船中 $0.5L$ 区域内应予加强或补偿。

甲板上的人孔开口，应做成圆形或长轴沿船长方向布置的椭圆形，以缓和应力集中的程度。



矩形大开口的长边通常沿船长方向布置，大开口的角隅应做成圆形、椭圆形或抛物线形。圆形角隅处的甲板板要用加厚4mm的板或复板给予加强，常用的加厚板形式如图a和b所示。椭圆形或抛物线形角隅可不必采用加厚板，但须符合图c规定的要求。为了对甲板大开口的削弱进行补偿，有的船沿舱口两侧设置长条形的加厚板，见图d。对强力甲板舱口线以外的圆形开口，可采用图e所示的套环形式加强开口边缘。



(2) 甲板间断处的结构

上甲板以下的各层甲板若在机舱、货舱等处被切断，由于结构连续性被破坏，在甲板突变的地方可能产生应力集中。为了防止结构破坏，在甲板间断处应增设舷侧纵桁，且在过渡处用尺寸较大的延伸肘板连接，以减小应力集中。

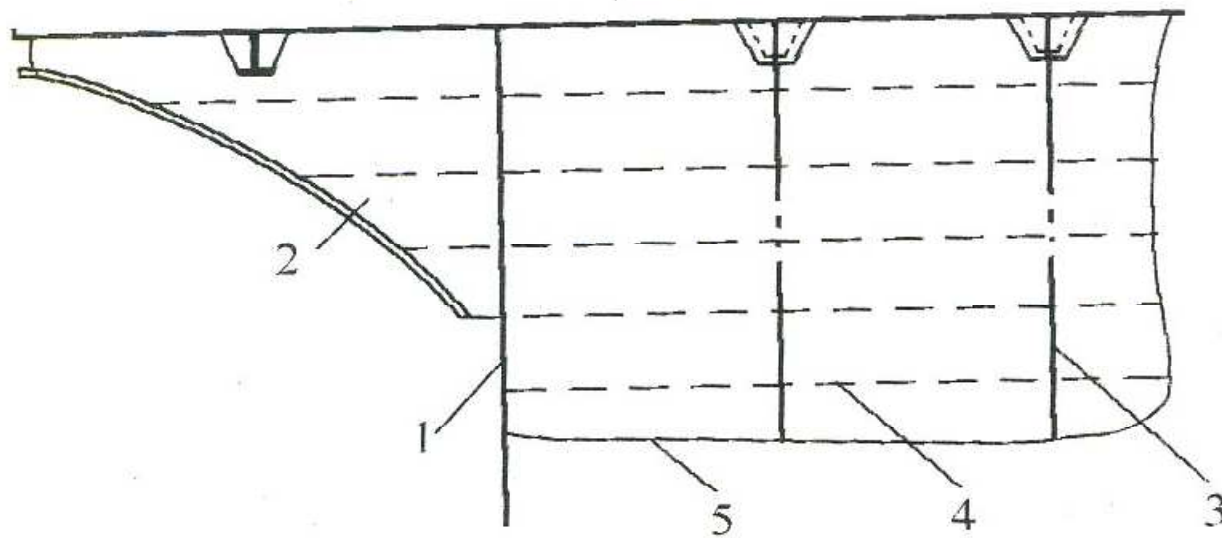


图 1-3-9 平台甲板末端处的结构

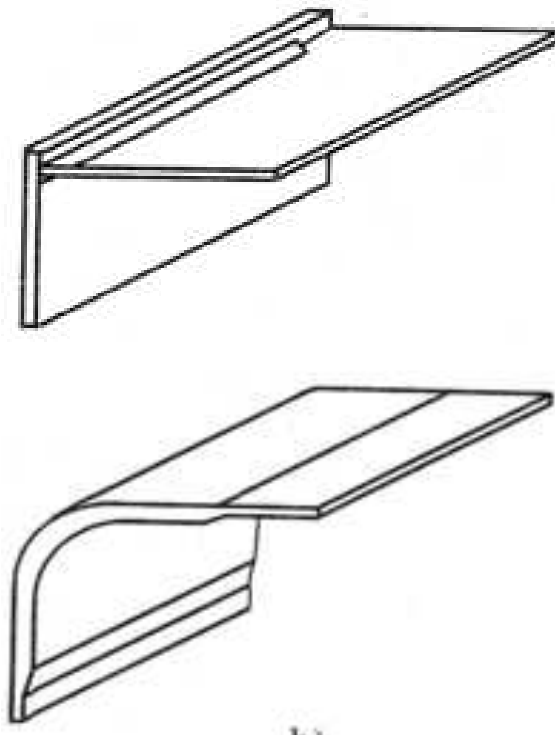
1-横舱壁;2-延伸肘板;3-横梁;4-纵骨;5-平台甲板

6. 舷边连接形式

舷边是指甲板边板与舷顶列板的连接部位。目前常用的舷边连接形式有如下两种：

(1) 舷边直角连接

舷顶列板与甲板边板直接焊接。这种舷边连接形式的特点是施工简便，但舷边应力较大。当舷顶列板与甲板边板直接焊接时，舷顶列板的上缘应平整，必须严格保证焊接质量。在船中及上层建筑端部，高出甲板边板的舷顶列板上不准许开流水孔。目前此种形式多用于中小型船舶和一些有加强措施的船舶，如杂货船等。



(2) 圆弧舷板连接

弧形的舷板使舷顶列板和甲板边板构成了一个整体。圆弧舷板的厚度至少应等于甲板边板厚度，圆弧半径不得小于板厚的15倍。此种舷边连接形式特点是，能使甲板和舷侧应力顺利过渡，结构刚性较大，舷边不易变形。但甲板有效面积减小，甲板排水易弄脏舷侧板；此外，由于型线的变化，圆弧板只适用于船体中段，向首尾端逐渐过渡仍需采用舷边直角形连接，施工较麻烦。目前多见于大型船舶的船中部位，如大型油船中部。

End



华南理工大学₂₀
South China University of Technology