

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

第十讲：典型船舶结构特点

（2学时）

焦甲龙 主讲

船舶与海洋工程系

2026年10月

目录

第十讲：典型船舶结构特点

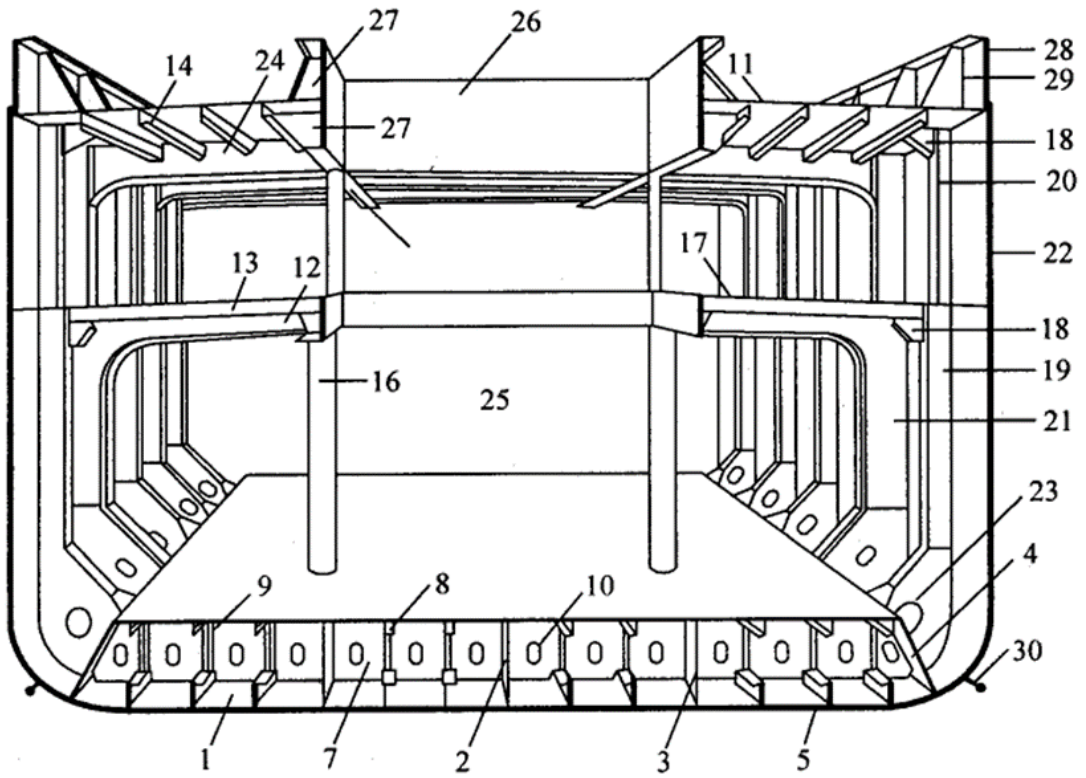
- 1 典型常规运输船的结构特点
- 2 滚装船结构特点
- 3 液化气船结构特点
- 4 水面战斗舰艇的结构特点

South China University of Technology

1 典型常规运输船的结构特点

一、杂货船结构

杂货船通常采用混合骨架式船体结构。在货舱区设有两层以上的甲板，底部为双层底结构。其中上甲板和双层底是纵骨架式结构，下甲板和舷侧是横骨架式结构。上甲板和下甲板上开有较大的货舱口，舱口角隅或舱口两端中心线处设有支柱，有的设置半纵舱壁或舱口悬臂梁。



1—船底板；2—中底桁；3—旁底桁；4—内底边板；5—船底纵骨；6—内底板；7—肋板；8—内底纵骨；9—加强筋；10—减轻孔；11—上甲板；12—强横梁；13—横梁；14—甲板纵骨；15—甲板纵桁；16—支柱；17—下甲板；18—梁肘板；19—舱内肋骨；20—甲板间肋骨；21—强肋骨；22—舷侧外板；23—舭肘板；24—舱口端横梁；25—横舱壁；26—舱口围板；27—肘板；28—舷墙；29—扶强肘板；30—舭龙骨

二、散货船结构

散货船多为通用型，此外还有少量矿砂专用船、矿砂-散货-石油船、自卸散货船等，如图所示为几种散货船货舱典刑横剖面形式。目前，散货船有单壳体和双壳体两种结构形式。过去散货船均为单壳体，近年来开始采用双壳体结构。

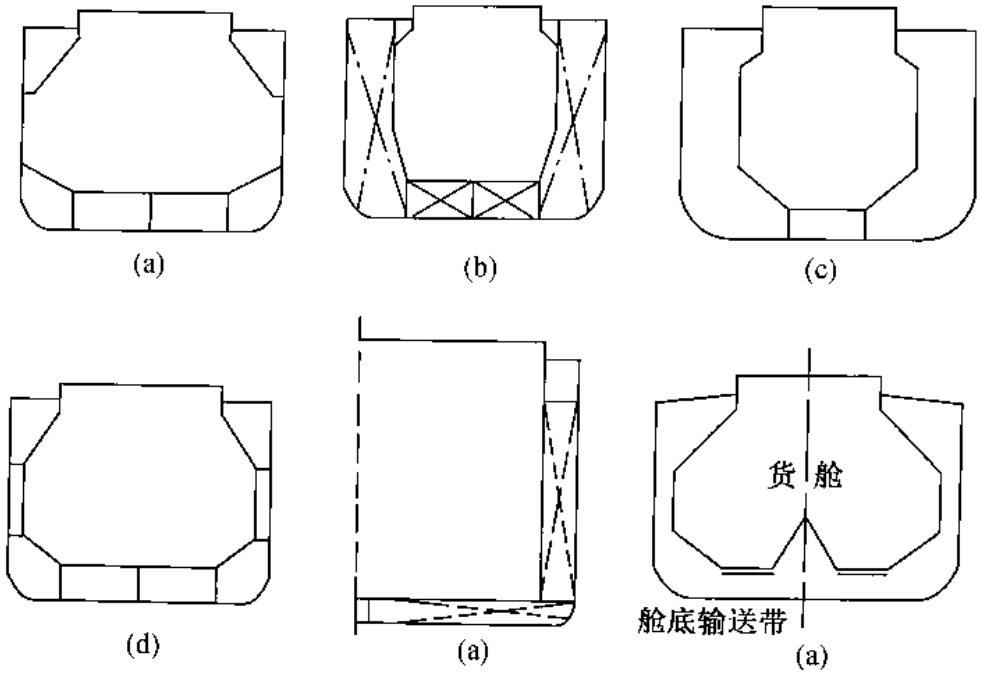
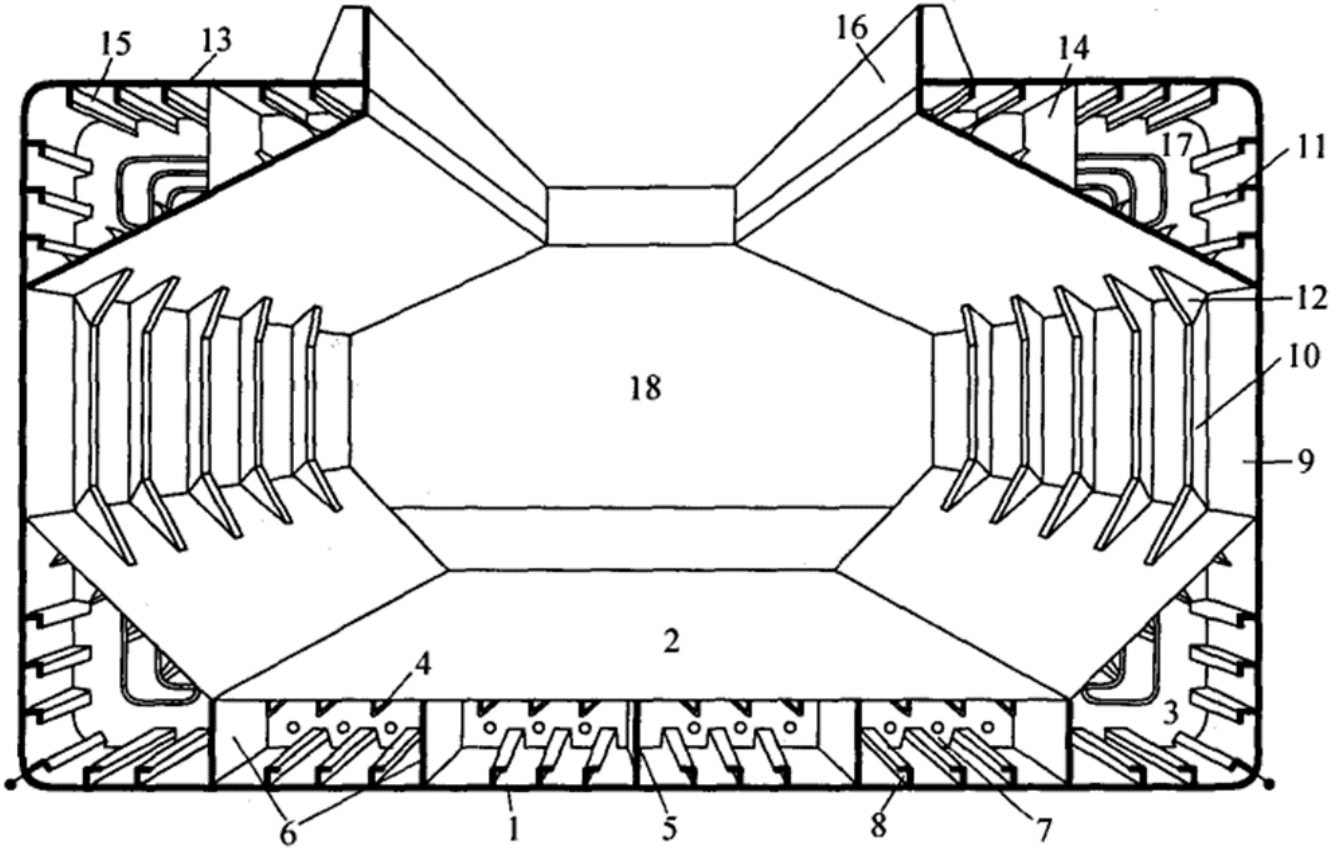


图 10－2　散货船货舱典型横剖面图

(a)常规型散货船;(b)矿砂船;(c)矿/散/油三用船;(d)双壳散货船;
(e)大舱口散货船;(f)自卸散货船

华南理工大学 South China University of Technology

1. 单壳体散货船： 单壳体常规散货船采用的是混合骨架式船体结构。只有一层全通甲板，底部为双层底，甲板下面靠两舷有两个顶边舱，双层底舭部处有向上倾斜的底边舱。甲板和舷顶部、双层底和舷侧下部是纵骨架式结构，舷侧中部为横骨架式结构。图所示为装运谷物和煤的散货船货舱结构。



1—船底板；2—内底板；3—底边舱；4—内底纵骨；5—中底桁；6—旁底桁；7—肋板；8—船底纵骨；9—舷侧外板；10—肋骨；11—舷侧纵骨；12—肘板；13—甲板；14—甲板纵桁；15—甲板纵骨；16—舱口围板；17—顶边舱；18—横舱壁

2. 双壳体散货船： 双壳体散货船是在单壳散货船的基础上产生的，舷侧设内壳，其他结构与单壳体船没有什么差别。舷侧双壳结构可以是横骨架式，也可以是纵骨架式。在双壳内都设有水密或非水密的平台，而且内壳与底边舱及与顶边舱相交处通常都应设有平台。如图**10-4**所示为某双壳体散货船货舱区横剖面的部分结构，舷侧为横骨架式双层结构，底部为纵骨架式双层底结构。如图**10 -5**所示为纵骨架式双层舷侧散货船横剖面结构,底部、舷侧和甲板均为纵骨架式结构。

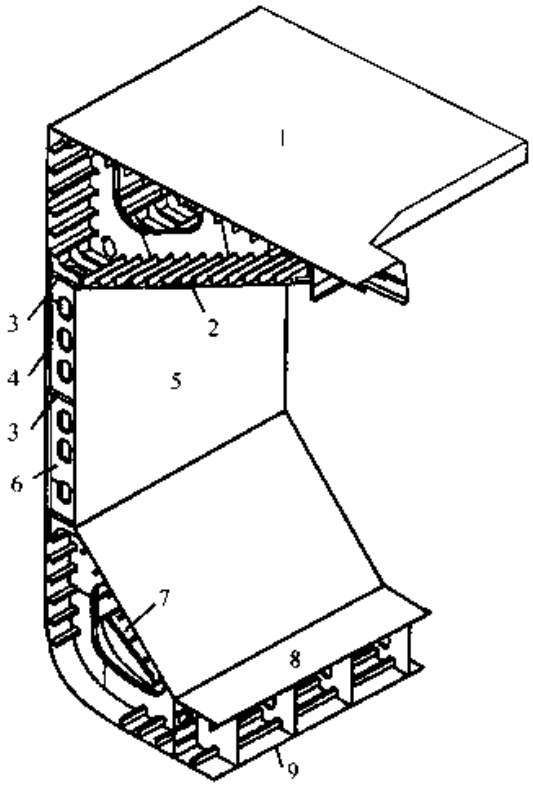


图 10－4　双壳体散货船横剖面结构图

1—上甲板;2—顶边舱;3—平台;4—舷侧外板;5—内壳纵壁;6—横隔板;7—底边舱;8—内底板;9—外底板

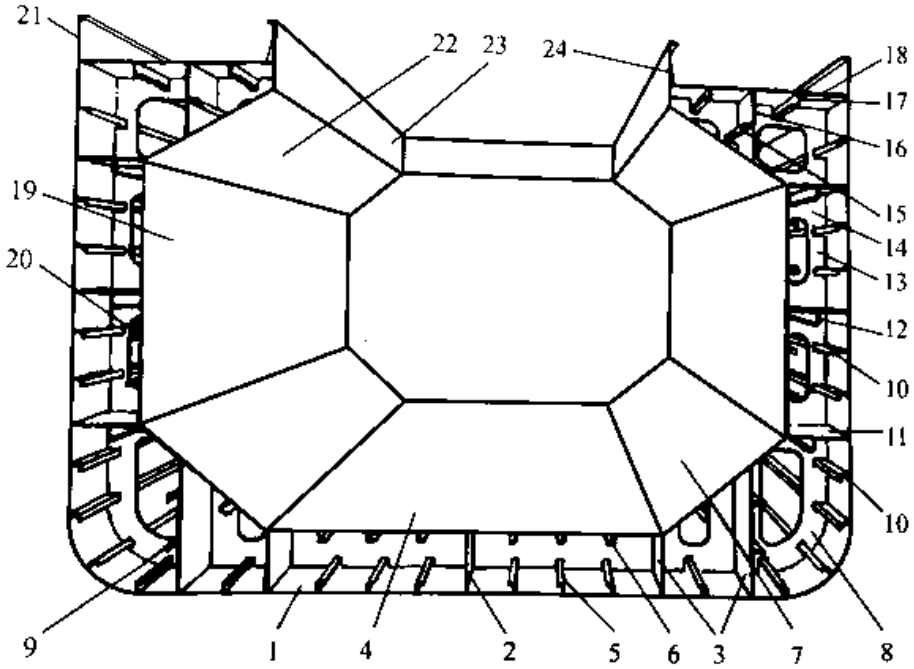


图 10－5　纵骨架式双层壳散货船横剖面图

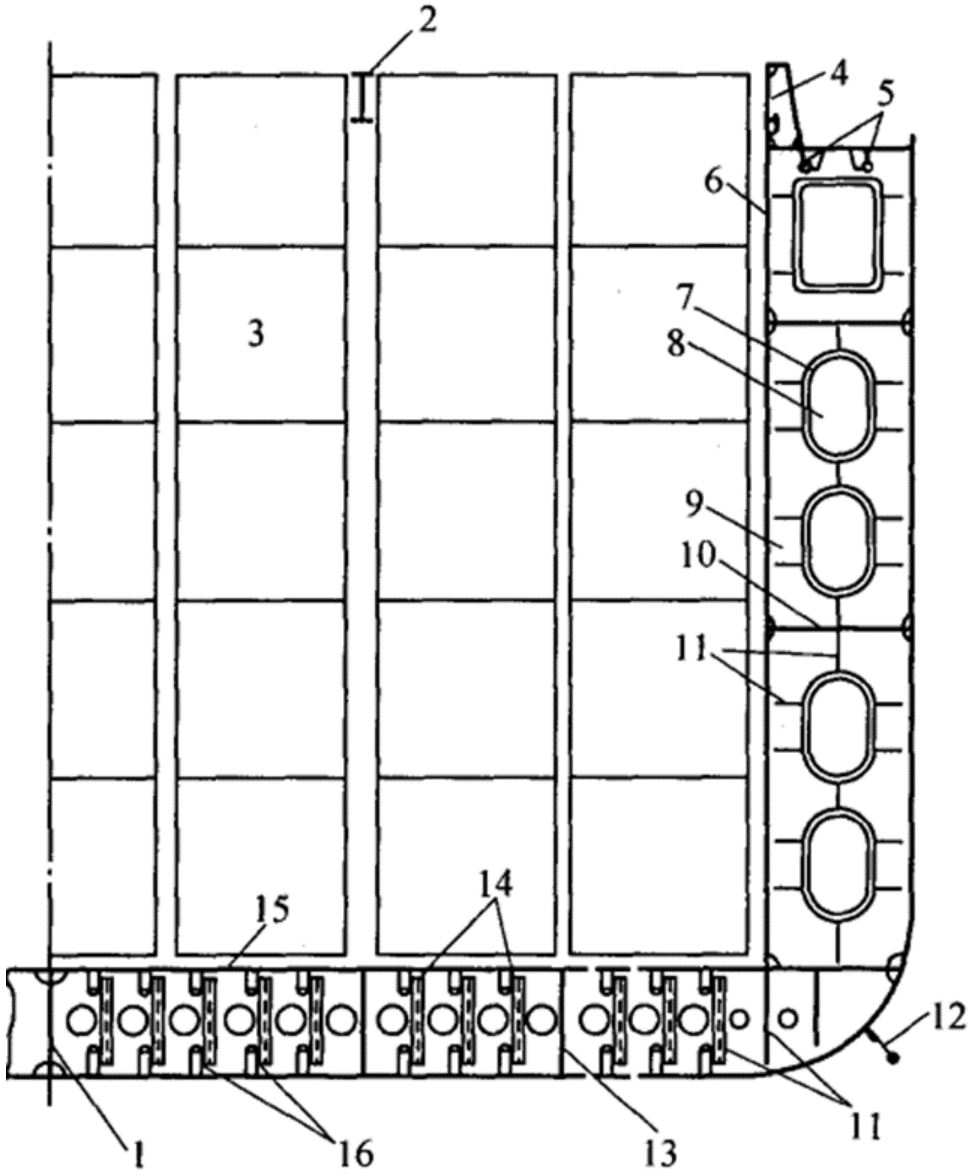
1—船底板;2—中底桁;3—旁底桁;4—内底板;5—船底纵骨;6—内底纵骨;7—内底边板;8—舭部强肘板;9—旁底桁纵骨;10—舷侧纵骨;11——双舷水平隔板(平台板);12—隔板纵骨;13—强肋骨;14—隔板强梁;15—水平扶强材;16—边舱纵隔板;17—甲板纵骨;18—甲板板;19—内舷板;20—水平扶强材;21—舷墙板;22—顶边舱斜板;23—舱口围板;24—舱口围板肘板

三、集装箱船结构

集装箱船的结构与一般的货船不同，它的货舱口宽度几乎与货舱宽度一样大，对船体的抗弯、抗扭和横向强度都很不利，在结构上应采取补偿措施。其船体基本结构形式为双层底和双层舷侧结构，且在双层舷侧的顶部设置有效的抗扭箱结构；也可用双层底和具有抗扭箱或其它等效结构的单层壳结构代替。在船的顶部和底部的强力部分均应采用纵骨架式，在其它部位纵骨架式和横骨架式均可采用，两个货舱口之间的舱口端横梁和甲板横梁应给予加强。

South China University of Technology

图为集装箱船货舱的横剖面结构，其中抗扭箱的甲板及双层底采用纵骨架式结构，舷边舱内为横骨架式结构，桁板肋骨上开有人孔或减轻孔，舷边舱内设有平台甲板。



1—中底桁；2—纵桁；3—集装箱；4—舱口围板；5—甲板纵骨；6—纵舱壁；7—围绕扁钢；8—人孔；9—桁板肋骨；10—平台甲板；11—加强筋；12—舭龙骨；13—旁底桁；14—内底纵骨；15—内底板；16—船底纵骨

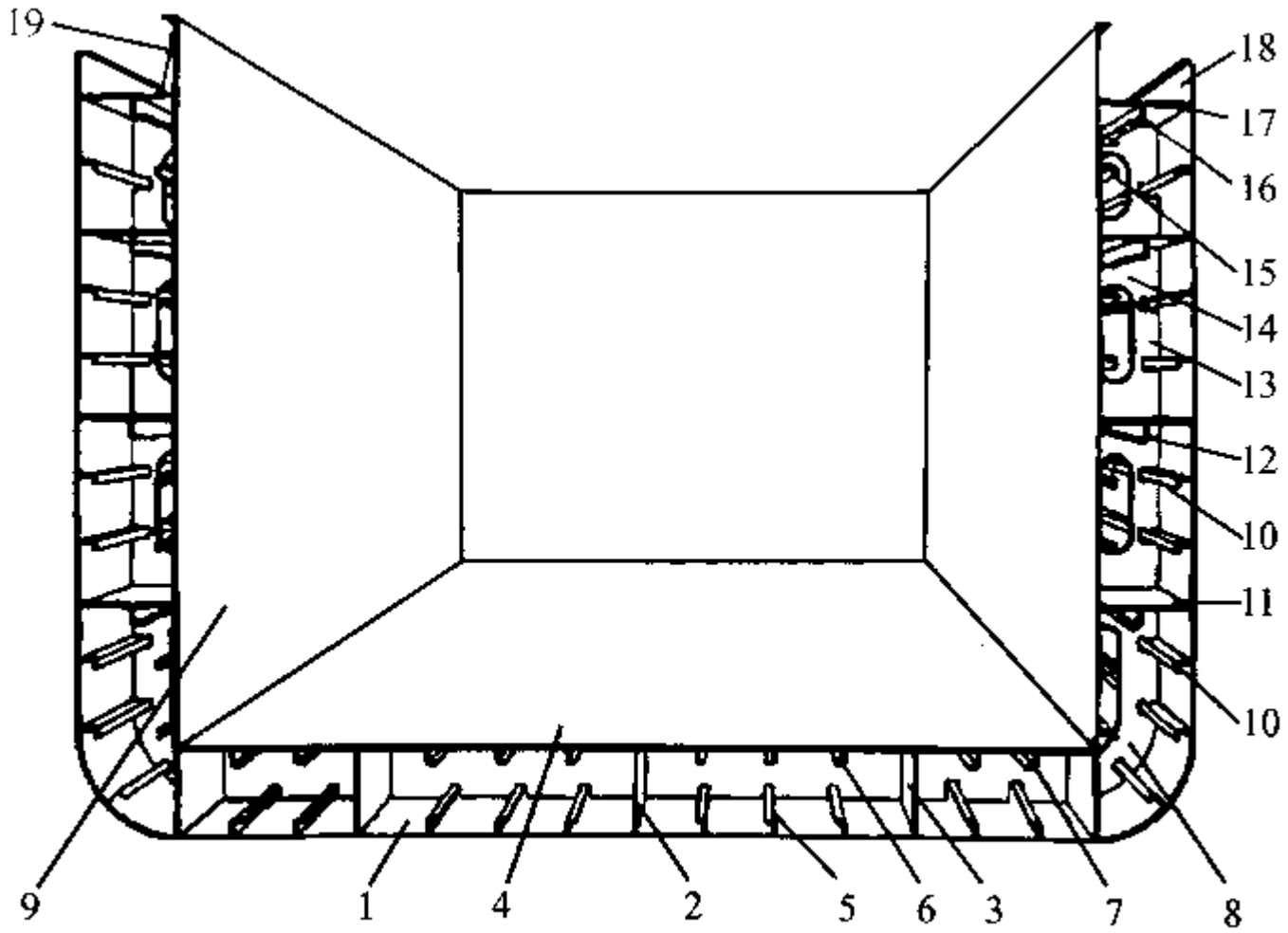


图 10－7　纵骨架式双壳集装箱船横剖面结构图

1—船底板;2—中底桁;3—旁底桁;4—内底板;5—船底纵骨;6—内底纵骨;7—肋板;8—舭部强肘板;9—内舷板;10—舷侧纵骨;11—双舷水平隔板(平台板);12—隔板纵骨;13—强肋骨;14—隔板强梁;15—水平扶强材;16—甲板纵骨;17—甲板板;18—舷墙板;19—舱口围板

South China University of Technology

四、油船结构

油船：油船有单壳结构和双壳结构。油船结构布置最大的特点是在货油舱内设有纵舱壁，沿海小型油船，中线处设一道纵舱壁，分左右两个货油舱。大型的油船设2~3道纵舱壁，分成3~4个货油舱。

目前，出于环保与安全的角度，单壳油船不再建造，且到2012年，单壳油船将全部改造为双壳油船。

双壳油船货油舱由双层底、双壳舷侧、甲板和隔离空舱围成，双层底内和双壳内不允许装货油和燃油。双壳油船的几种典型中剖面如图所示。

华南理工大学 South China University of Technology

图 单壳油船横剖面结构图

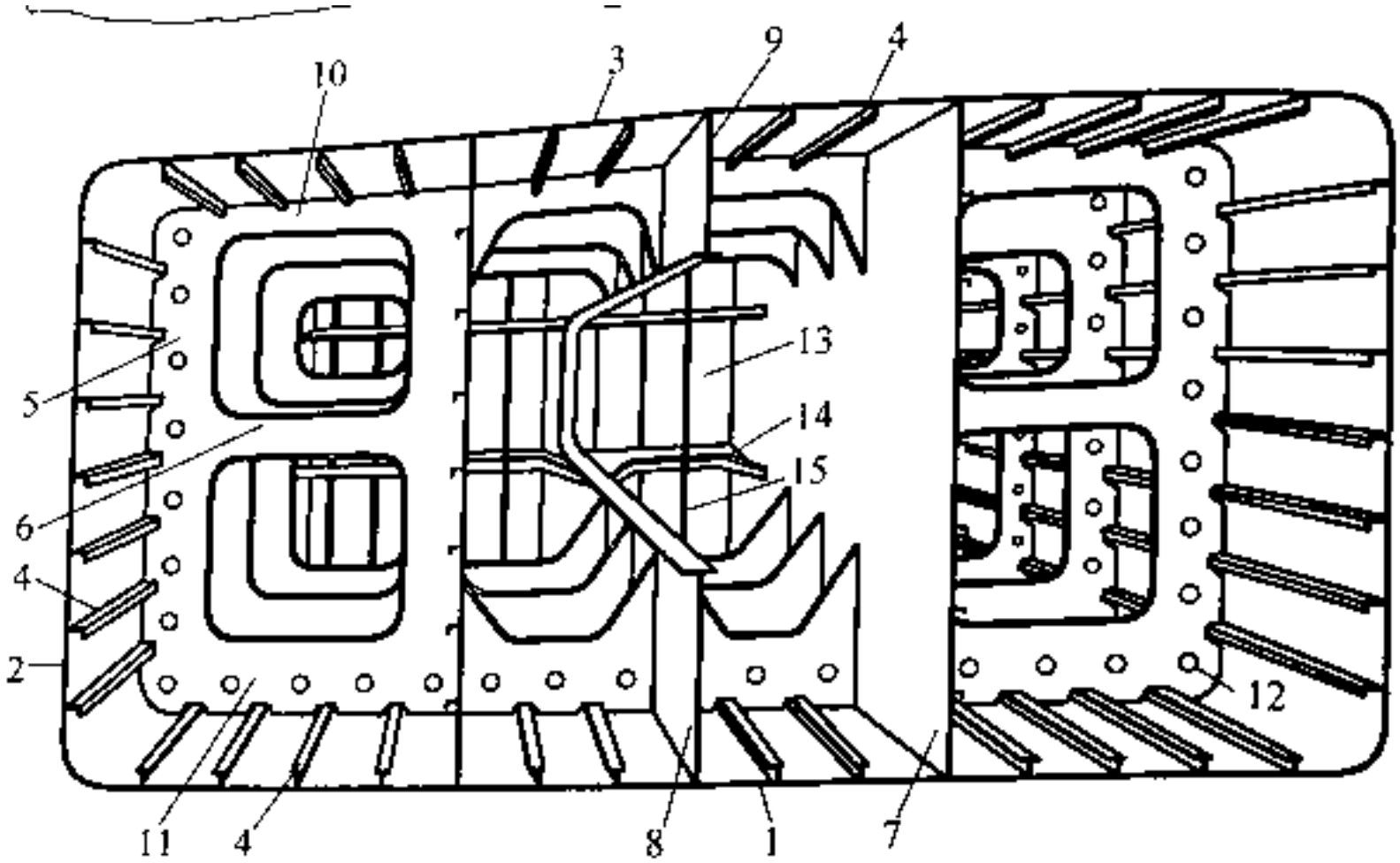
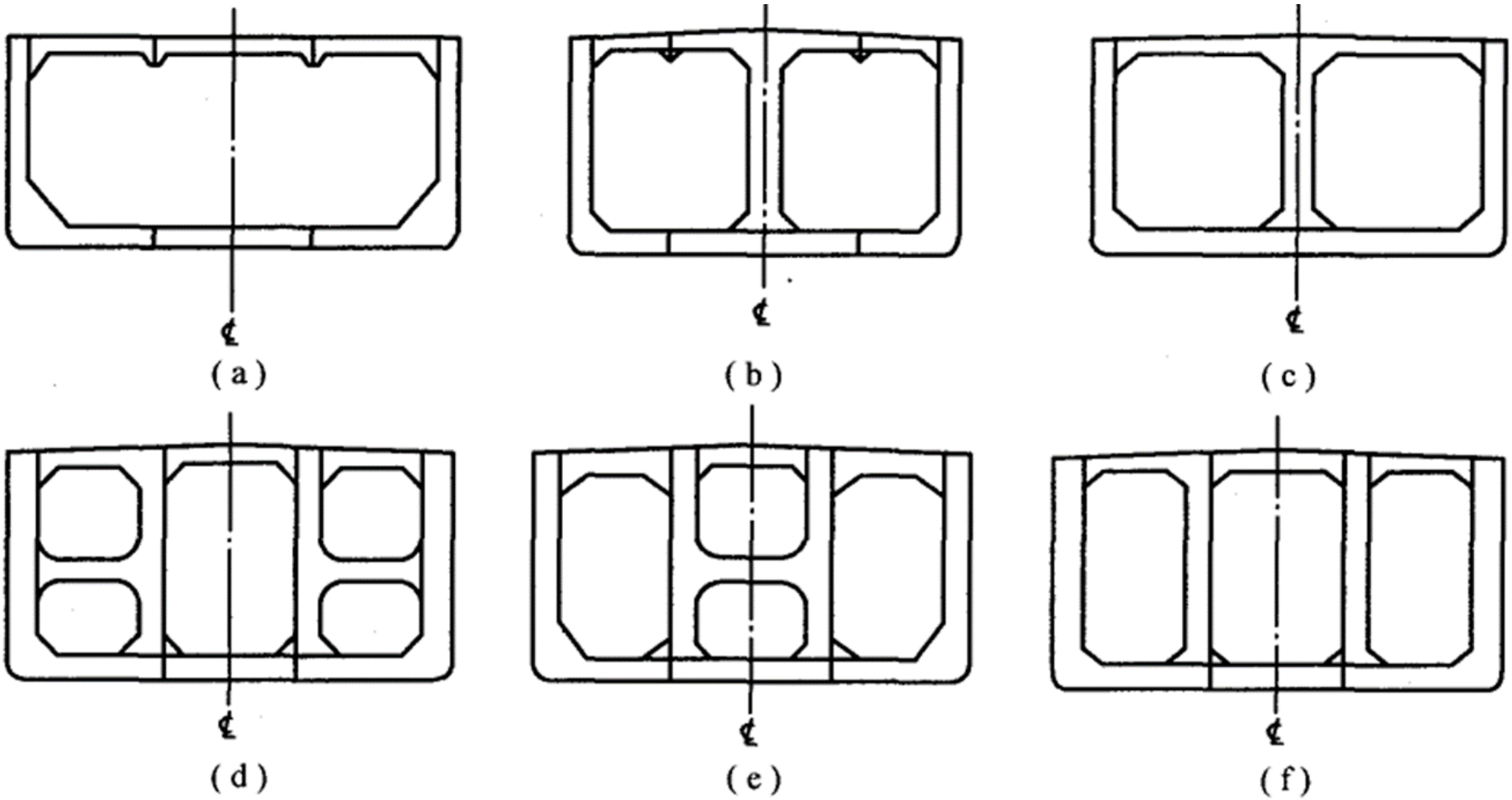


图 2－15　单壳油船横剖面结构

1—船底板；2—舷侧外板；3—甲板；4—纵骨；5—强肋骨；6—撑杆；7—纵舱壁；8—中内龙骨；9—甲板纵桁；10—强横梁；11—肋板；12—流水孔；13—横舱壁；14—水平桁；15—垂直扶强材

South China University of Technology

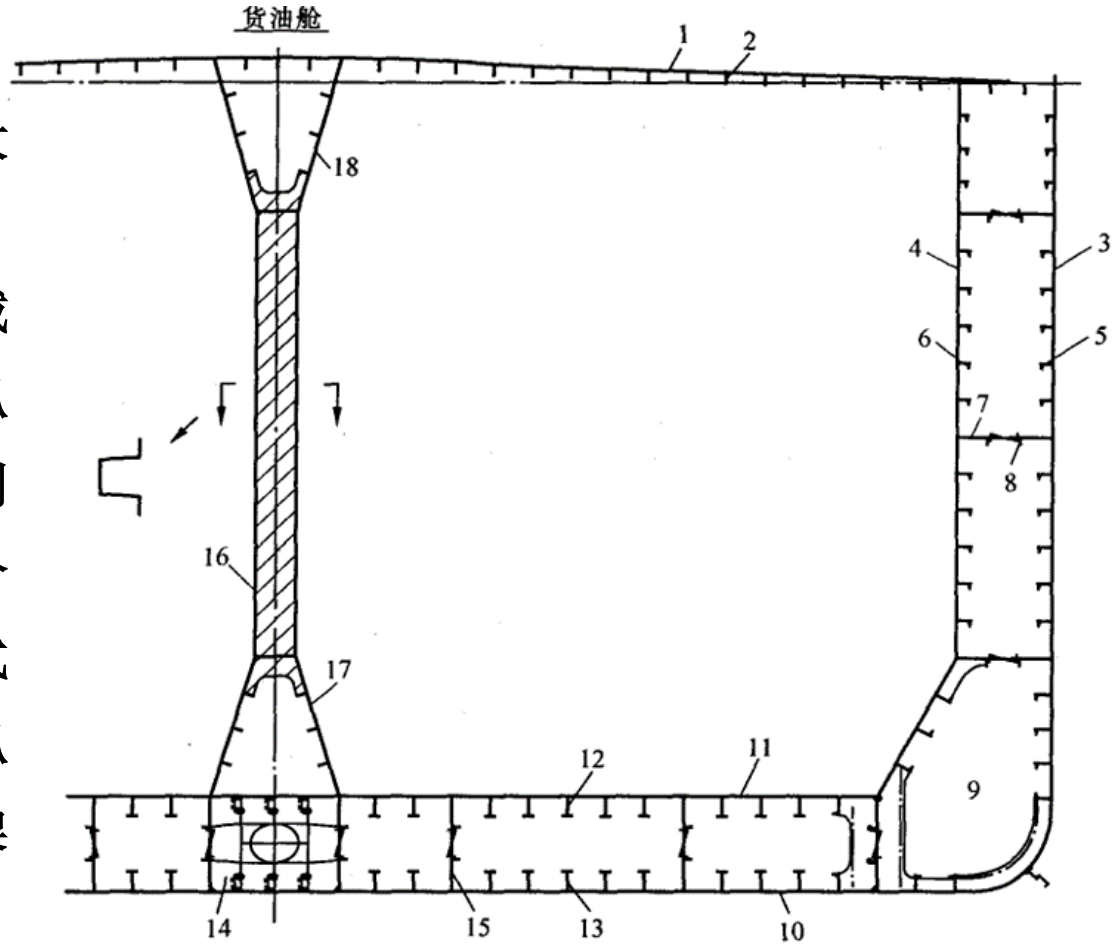
图 双壳油船横剖面示意图



华南理工大学
South China University of Technology

双壳油船横剖面结构图

双壳油船货油舱的甲板骨架、双层底骨架应为纵骨架式，船长大于190 m时，舷侧、内壳和纵舱壁一般也应为纵骨架式。货油舱区域以外的船体结构可为横骨架式和纵骨架式。如图所示为双壳油船横剖面结构。槽形中纵舱壁将货油舱分为左右两个舱室，底部为纵骨架式双层底，并设有底边舱，舷侧为纵骨架式双壳结构，甲板则为纵骨架式单层结构。

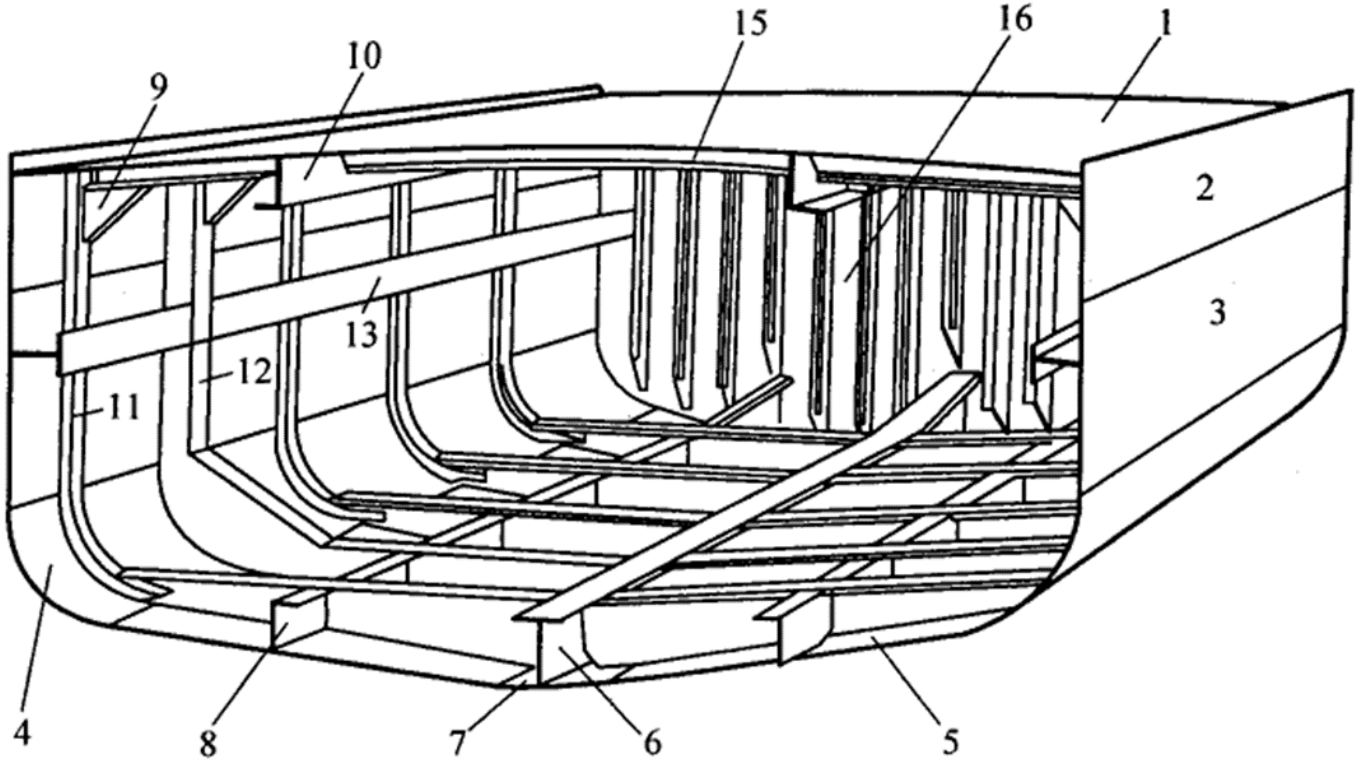


1—甲板板；2—甲板纵骨；3—舷侧外板；4—内壳板；5—舷侧纵骨；6—内壳板纵骨；7—开孔平台；8—平台纵骨；9—底边舱；10—外底板；11—内底板；12—内底纵骨；13—船底纵骨；14—箱形中底桁；15—旁底桁；16—槽形纵舱壁；17—底凳；18—顶凳

South China University of Technology

五、内河船结构

内河船受航道和吃水的限制，船长较短，船型宽而扁平，吃水浅，因此大多数中小型的内河船舶都采用单一横骨架式结构。图所示为内河小型货船的横剖面结构。其甲板、底部和舷侧均采用横骨架式单层结构。底部略向两舷升高。



1—甲板板；2—舷顶列板；3—舷侧板；4—舭列板；5—船底板；6—中内龙骨；7—平板龙骨；8—旁内龙骨；9—梁肘板；10—甲板纵桁；11—肋骨；12—强肋骨；13—舷侧纵桁；15—横梁；16—横舱壁板

六、客货船结构

客货船的特点是甲板层数多、房舱多、围壁多，甲板两旁及房舱间设有走廊。旅客和船员舱室大部分设在水线以上的甲板上。如图所示是单一横骨架式沿海小型客货船的横剖面结构,底部为双层底结构。

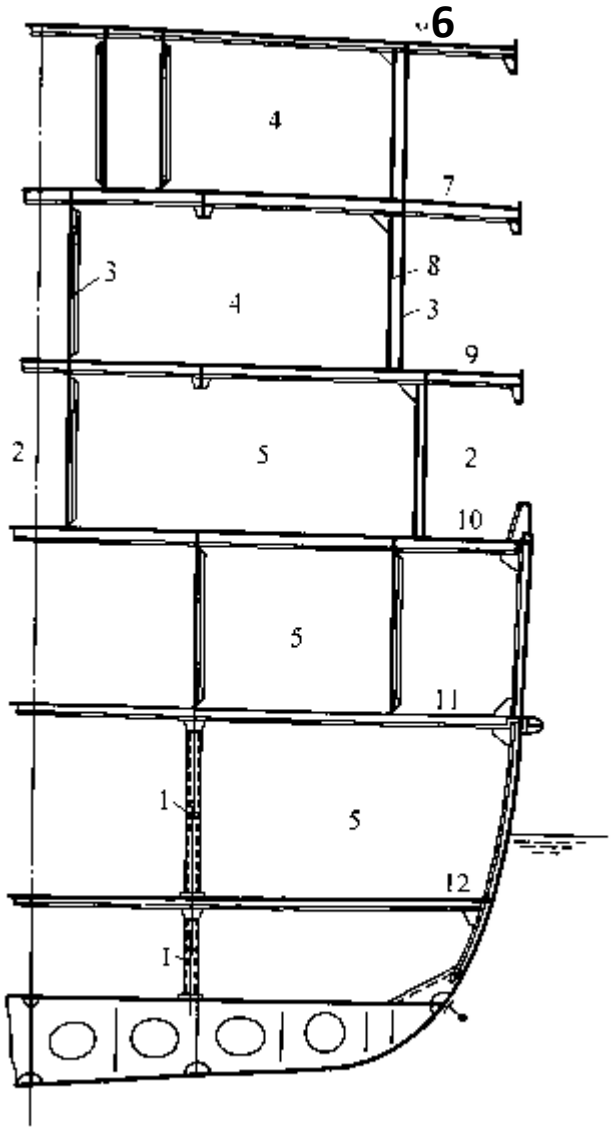


图 10－11　沿海小型客货船横剖面结构

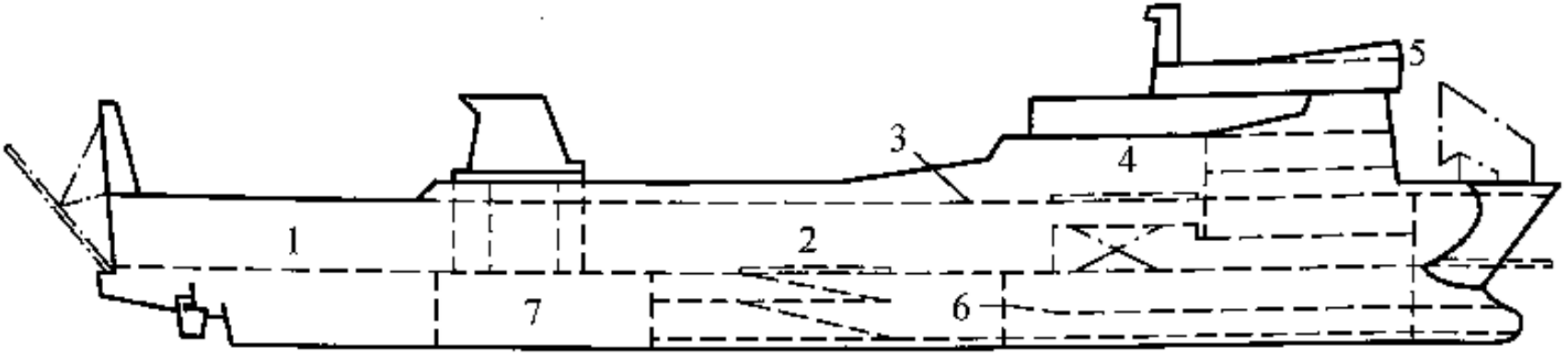
1—支柱;2—走廊;3—围壁;4—船员舱;5—客舱;6—罗径平台;7—驾驶甲板;8—扶强材;9—艇甲板;10—上甲板;11—下甲板;12—平台甲板

2 滚装船结构特点

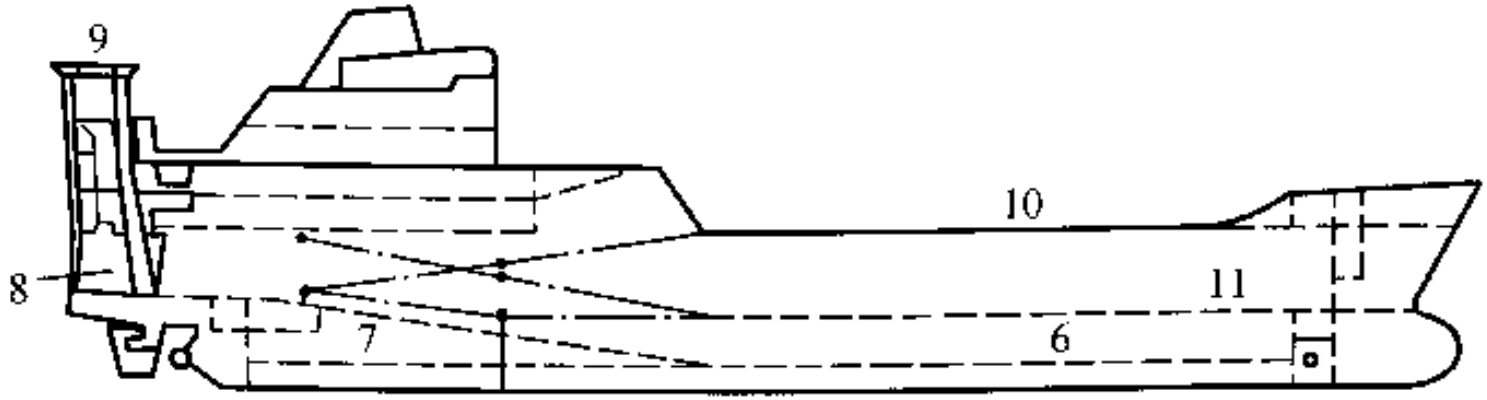
滚装船是一种专用船舶，其设计和制造的目的是装载车辆和以车辆为装卸手段的集装箱和货盘化货物。因此其结构布置与一般货船有很大的不同。

滚装船结构布置特点是首尾设有尖舱，机舱位于艉部靠近两舷处，高度很低，近似于封闭式。船体中部是一个大货舱，货物用车辆从艉部的登岸跳板，通过艉门(Stern Door)进行装卸。有的船艏部也设跳板，开设有艏门(Bow Door)，艏门可采用罩壳式（Visor Type)或边链链式(Side Hinged lype)。此外也有设置舷门进行装卸的。为了使车辆进入各层甲板，还设置有斜坡道或采用升降机，上下通道开口改置水密或非水密的盖板。有些专门装运车辆的滚装船，在货舱的局部区域设有活动平台，平台翻起贴在舷侧或升起置于上一层甲板下面，需要装运车辆时才放下。滚装船的上层建筑可设于尾部，也可设于船中或前部，由布置需要而定。机舱棚设在船尾两舷相应的机舱上方，高度较低。如图所示为滚装船布置图。

华南理工大学 South China University of Technology



(a)



(b)

图 10－12　滚装船布置图

1—主甲板;2—跳板;3—上甲板;4—提升甲板;5—罩壳式艏门;6—货船;7—机舱;
8—偏斜式艉跳板;9—艉门;10—露天甲板;11—主甲板

华南理工大学
South China University of Technology

滚装船的上甲板上无货舱口。船体内设有多层甲板，甲板间舱多数不设或尽量少设横隔壁。为了保证船体的横向强度，应设置局部舱壁或强肋骨和强横梁。下甲板下方可设置左右边舱。滚装船的强力甲板和船底一般采用纵骨架式结构，底部为双层底结构。

滚装船上的升降平台一般都设计成上有平台板(厚度与车辆甲板相同)、下有强横梁、桁材和扶强材等骨架(应有足够的强度)的箱形结构。

如图所示为滚装船横剖面结构。其底部为纵骨架式双层底，并设有箱形中底桁；主船体内有两层甲板，均为纵骨架式结构，横向装有尺度较大的强横梁；下层甲板下方设有舷边舱，内有开孔的横隔板；两层甲板之间舷侧为纵骨架式双层壳结构，内部也设有开孔的横向隔板。

华南理工大学 South China University of Technology

如图所示为滚装船横剖面结构。其底部为纵骨架式双层底，并设有箱形中底桁；主船体内有两层甲板，均为纵骨架式结构，横向装有尺度较大的强横梁；下层甲板下方设有舷边舱，内有开孔的横隔板；两层甲板之间舷侧为纵骨架式双层壳结构，内部也设有开孔的横向隔板。

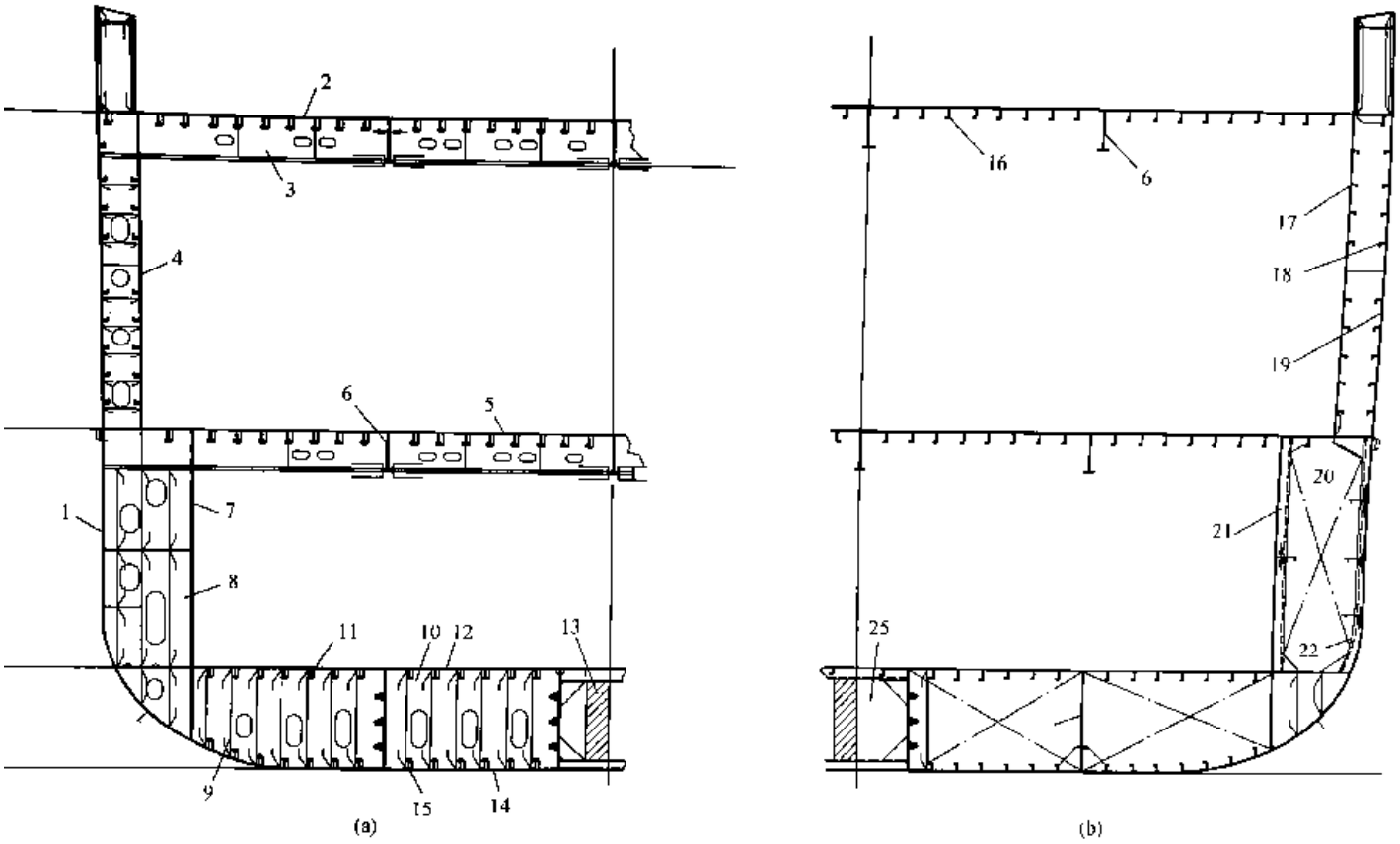


图 10 －13　滚装船横剖面结构

1—舷侧外板；2—上甲板；3—强横梁；4—内壳板；5—主甲板；6—甲板纵桁；7—舷侧纵舱壁；8—开孔横隔板；9—加强筋；10—实肋板；11—内底纵骨；12—内底板；13—通道；14—船底板；15—船底纵骨；16—甲板纵骨；17—内壳板纵骨；18—舷侧纵骨；19—舷侧外板；20—舷边舱；21—扶强材；22—肋骨；23—双层底液舱；24—旁底桁；25—箱形中底桁

理工大學
South China University of Technology

3 液化气船的结构特点

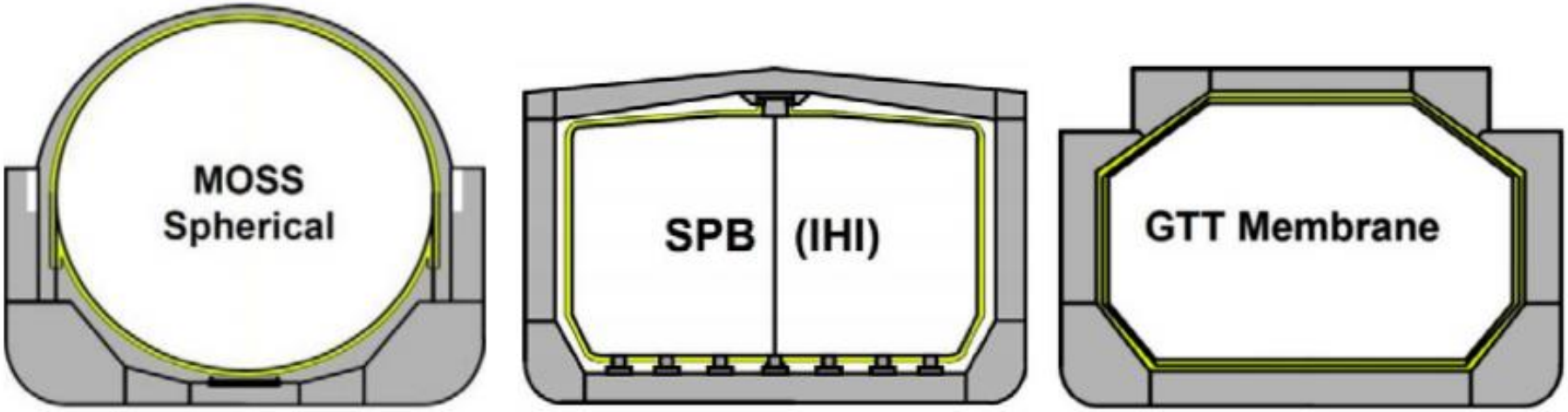
一、液化天然气(LNG)船结构

液化天然气船需要对液化天然气进行低温液化，液舱具有严格的隔热结构与材料，能保证液舱恒定低温。

目前世界LNG船的储罐结构系统可以分为三种：SPB储罐(Semi Prismatic type B，或LNG storage tank，半棱镜B型)、Moss球形储罐(Moss Spherica型球形舱或叫作球罐舱)以及薄膜型(GTT)(Gaz Transport Technigaz)储罐。用球形舱的LNG 船是比较早的一种形式，近年较新的LNG船都采用薄膜形舱结构。SPB型菱形舱是从GTT型薄膜舱发展来的一种，大多用在 LPG(液化石油气)船上。采用薄膜型(GTT)储罐的LNG 船由于其自有的优势，使用量占全球 LNG 船总量的70%以上，属于运输LNG的主要船型。

South China University of Technology

- LNG船货舱围护系统分为三类
  - 1.独立球型(MOSS)
  - 2.薄膜型(Membrane)
  - 3. SPB型



(a) MOSS 液舱　(b) SPB 液舱　(c) GTT 薄膜液舱

图 4 典型的液舱结构示意图[1]

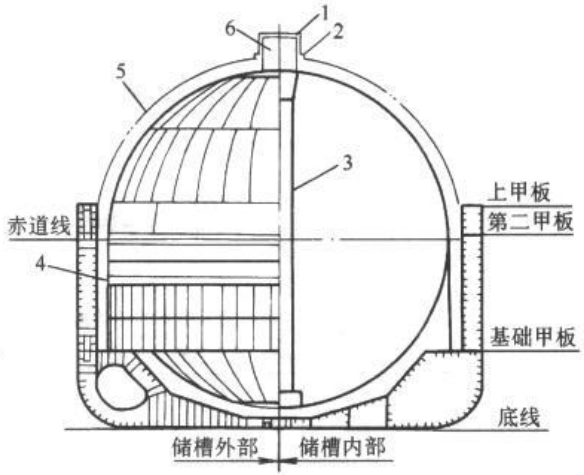
华南理工大学 South China University of Technology

1.独立球型(MOSS)

- 此型船舶由挪威首创，1973年首次推出，其后依次为美国、德国、日本和芬兰所采用。日本航行的液化天然气船大部分都是此种类型。



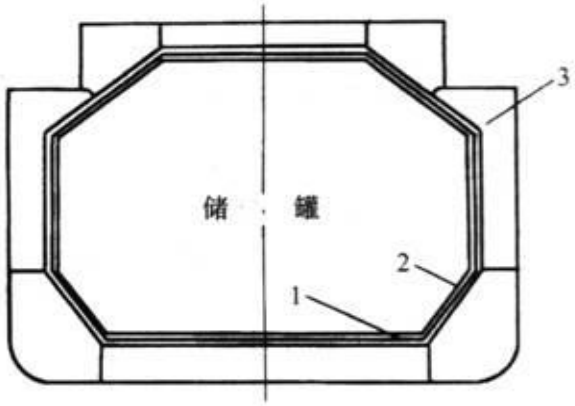
MOSS 型液化天然气运输船



1—顶罩　2—膨胀橡胶　3—管塔　4—舱裙　5—储槽包复　6—槽顶

华南理工大学
South China University of Technology

2.薄膜型(Membrane)



1—外薄膜 2—内薄膜 3—内舱壳



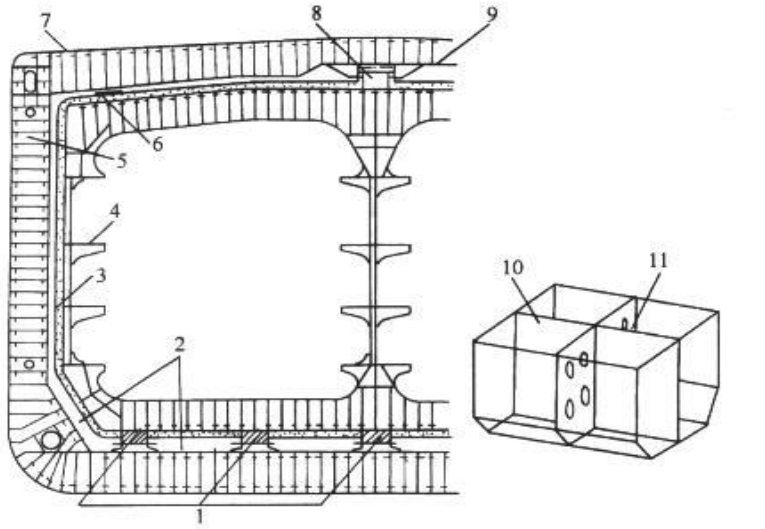
Membrane型技术，首先由法国开发1965年推出，它先后为瑞典、比利时、意大利及韩国所采用。分为薄膜GT(Gaz -Transport)型和薄膜TG (Technigaz)型两种。但随着Gas Transport公司和Technigaz公司于1994年合并为Gaz-transport &Technigaz(简称GTT)，液舱形式被统称为GTT薄膜型，分别用Mark和NO标示其区别。

华南理工大学
South China University of Technology

3. SPB型

- SPB型LNG船，液舱与船内壁留有较大空间，液舱中部设有防止液体流动的隔壁，是日本石川岛播磨重工独立开发的技术。

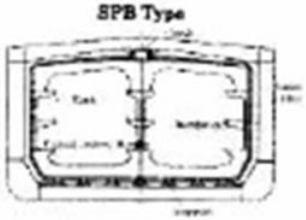




1—支撑　2—连通空间　3—隔热层　4—水平梁　5—压载水舱　6—防浮楔
7—甲板　8—防滚楔　9—甲板横梁　10—中线隔舱　11—防晃隔板

华南理工大学
South China University of Technology

表 1

比较对象		SPB型	MOSS型	GTT型
				
尺　寸		紧凑	大	紧凑
船重量		轻	最重	轻(当船小时相对重)
储罐数量		最少	多	多
汽化率		最低 0.05%/d	低 0.08%/d	GT高:〉=0.1%/d TCZ:低
上甲板空间		完全不受限制	非常受限制	不受限制
任意装载量水平		可能	可能	不可能
航　行		容易	不容易	容易
压力控制		简单	复杂	最复杂
温度控制		简单	复杂	复杂
不可泵送的液体量		最少 (3 立方米/储罐)	少 (6 立方米/储罐)	多(200~400 立方米/储罐)
维护	外　部	容易	不容易	容易
	内壳/绝热	最容易	容易	非常困难

南理工大学 South China University of Technology

早期的液化天然气船为独立贮罐式，是将柱形、筒形、球形等形状的贮罐置于船内。贮罐本身有一定的强度和刚度。船体构件对贮罐仅起支持和固定作用。

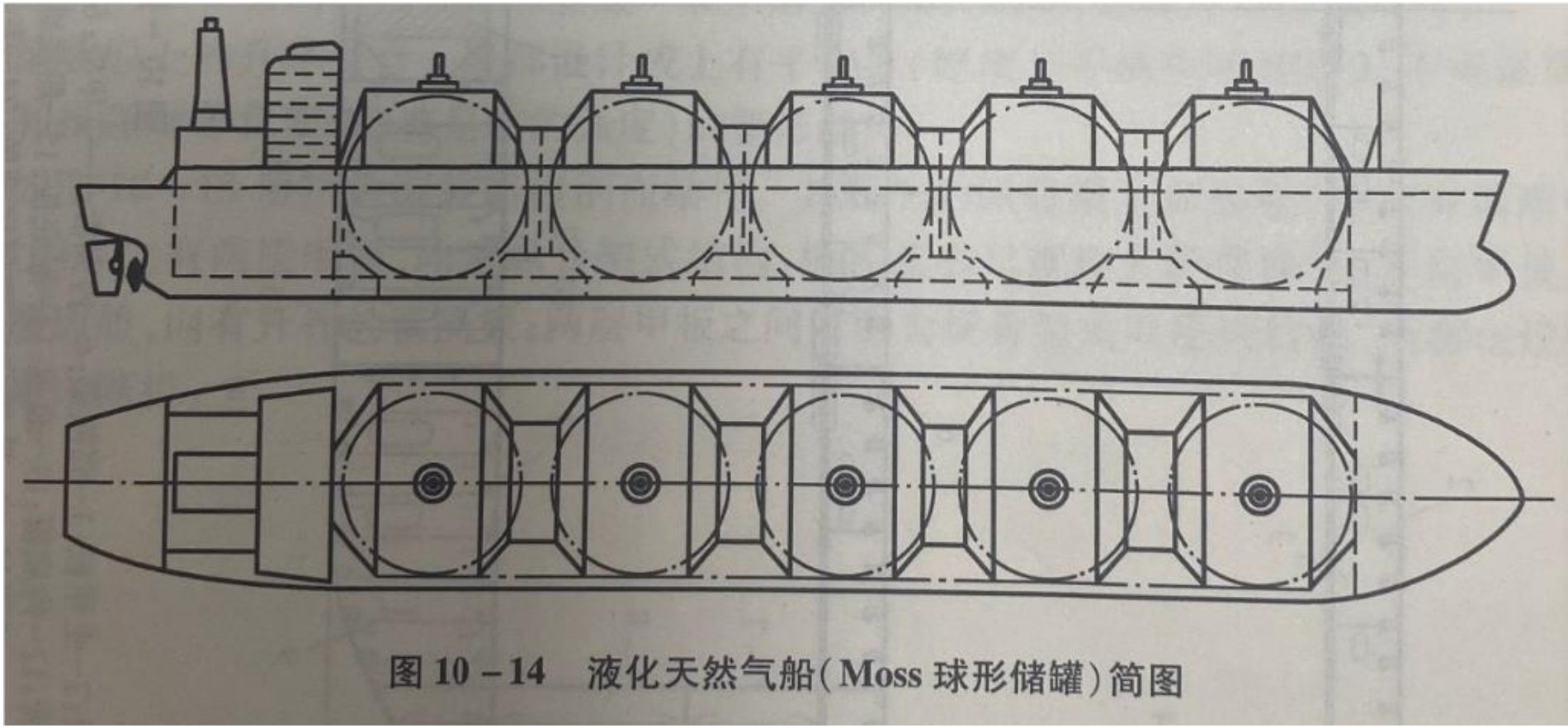


图 10－14　液化天然气船(Moss 球形储罐)简图

華南理工大學
South China University of Technology

后期的膜式液化天然气船采用双壳结构，船体内壳就是液货舱的承载壳体。在液货舱里衬有一种由镍合金钢薄板制成的膜。它和低温液货直接接触，但仅起阻止液货泄漏的屏障作用，液货施于膜上的载荷均通过膜与船体内壳之间的绝热层直接传到主船体。同独立贮罐式相比，膜式的优点是容积利用率高，结构质量小，因此目前新建液化天然气船，尤其是大型的，多数采用膜式结构。这种结构对材料和工艺的要求高。此外，日本还发展出一种构造介于两者之间的半膜式船。薄膜型液化天然气船横剖面结构如图所示。

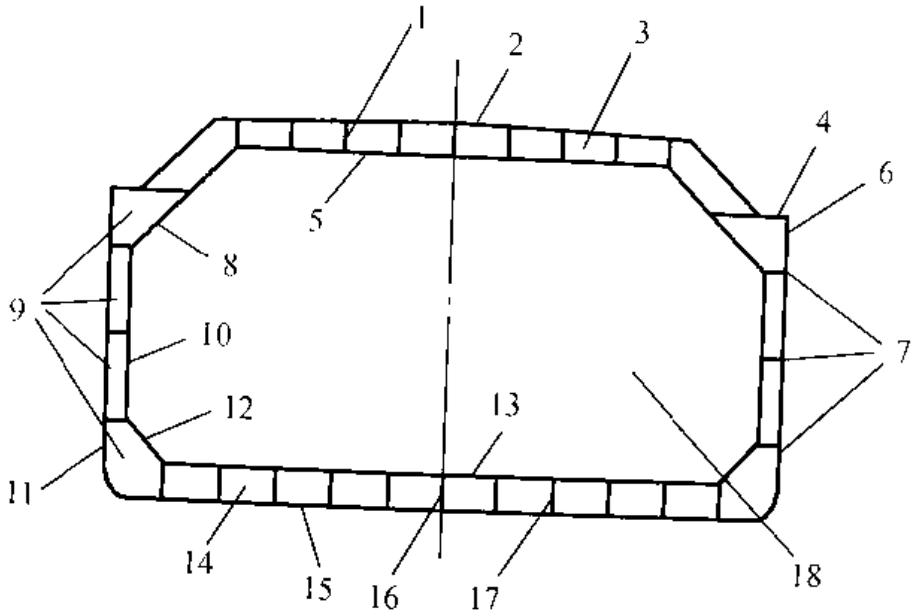


图 10－15　薄膜型液化天然气船典型横剖面结构示意图

1—甲板纵桁；2—凸形甲板；3—甲板横梁；4—上甲板；5—内甲板；6—舷顶列板；7—舷侧平台；8—顶边舱斜板；9—舷侧横隔板；10—内壳；11—舷侧外板；12—底边舱斜板；13—内底；14—双层底肋板；15—船底；16—双层底中桁材；17—双层底旁桁材；18—横向舱壁

二、液化石油气(LPG)船结构

液化石油气船的运输方法有三种：

（1）一种是将其加压液化，可在常温下进行装卸，这种船叫作全加压式液化石油气船，其货舱常为球形或圆柱形罐；

（2）另一种是冷冻液化，叫作全冷冻式液化石油气船，其货舱可制成矩形，舱容利用率高，但需设置良好的隔热层；

（3）第三种是既加压又冷冻液化，叫作半加压半冷冻式液化石油气船。

South China University of Technology

如图所示为两种类型的液化石油气船的布置简图，其中图(a)为全冷藏式液化石油气船，该船液柜顶边做成倾斜状，主要作用是减小自由液面，舭部底边呈倾斜状是配合舭部结构的形状，因此液柜整体呈棱柱状。图(b)为全压式液化石油气船，它的液柜是独立型的圆柱状压力容器。

LPG船货舱区结构特点：采用双层船壳体，底部与舷侧结构与散货船相似，布置有底边水舱。舱室中间为球形或罐形耐压储液舱，与主船体间采用隔热层结构相连。上甲板结构为斜甲板,也有平直甲板并布置顶边水舱注入压载水保证稳性。

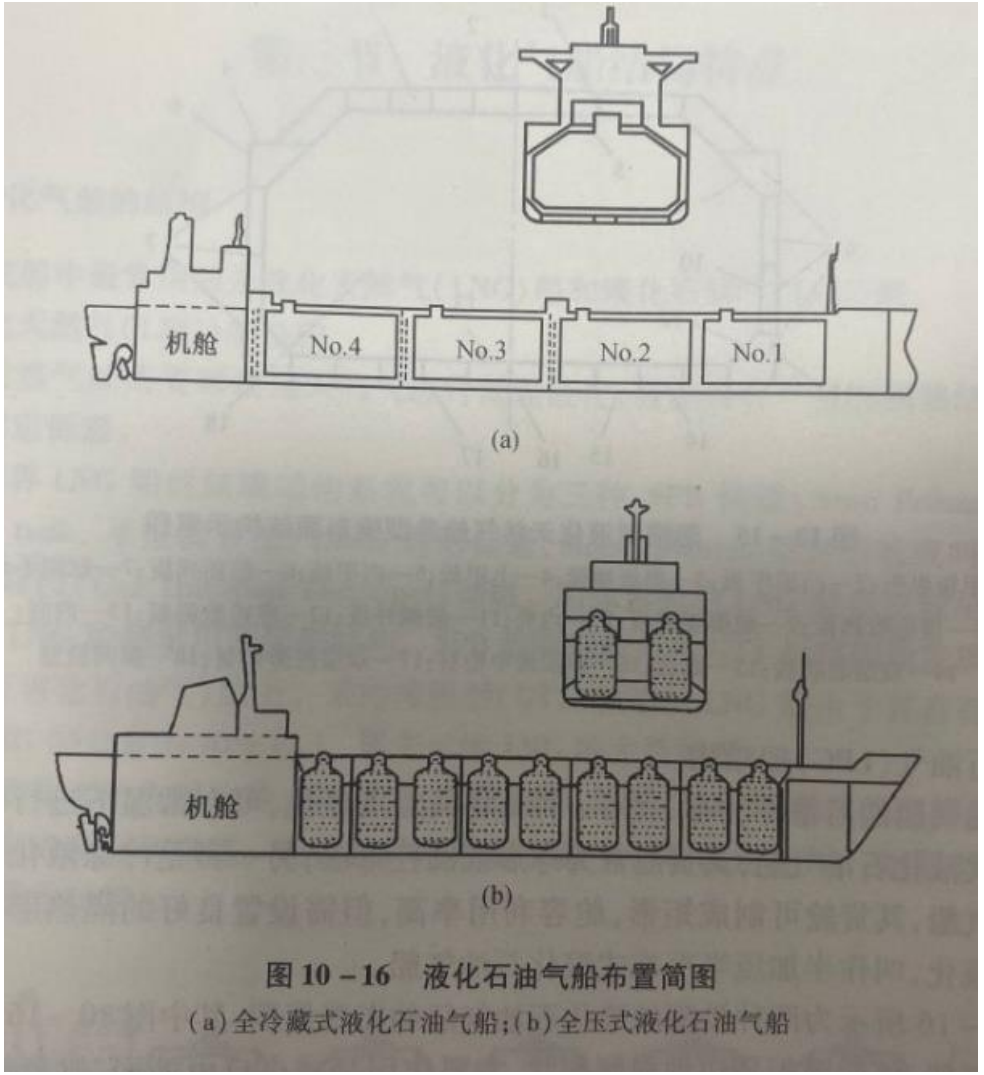


图 10－16　液化石油气船布置简图

(a)全冷藏式液化石油气船;(b)全压式液化石油气船

South China University of Technology

如图所示为某全压式液化气船横剖面结构图，图中左半部分为有横向结构的剖面，右半部分无横向结构处的剖面。

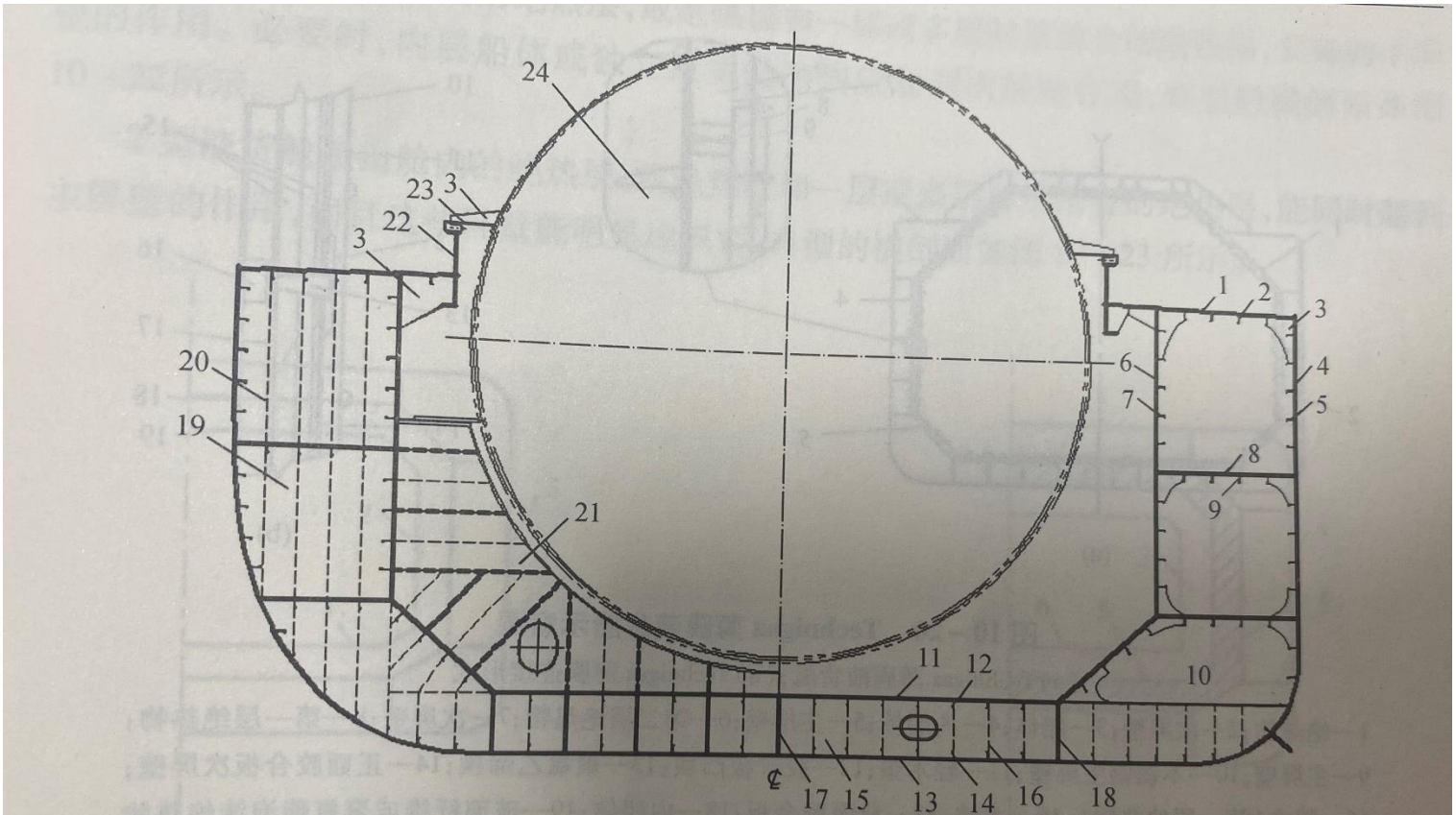


图 10－17　全压式液化气船示意图

1—甲板；2—甲板纵骨；3—肘板；4—舷侧外板；5—舷侧纵骨；6—内壳板；7—内壳板纵骨；8—平台甲板；9—平台甲板纵骨；10—底边舱；11—内底板；12—内底纵骨；13—船底板；14—船底纵骨；15—肋板；16—加强筋；17—中底桁；18—旁底桁；19—边舱水密横舱壁；20—扶强材；21—鞍座；22—舱口围板；23—舱口盖；24—液罐

South China University of Technology

4 水面战斗舰艇的结构特点

水面战斗舰艇的种类较多，担负的战斗使命各不相同，其结构形式也各有特点，但基本结构组成与前几章介绍的各部分结构相似，军用小艇可采用纵骨架式或横骨架式结构，大型军舰均采用纵骨架式结构。

一、军用小艇的结构特点

炮艇、鱼雷艇、护卫艇、猎潜艇都是军用小艇。一般采用优质船用碳素钢为船体结构的主要材料，上层建筑结构采用铝合金和性能较低的碳素钢为主要材料。它们吨位小，主尺度相差不大，结构上有许多共同点。

现代军用小艇多采用单层底纵骨架式结构，主尺度较小的也可采用横骨架式结构。小型军用小艇一般无内底，大型军用小艇也仅在中部机舱区域设内底。军用小艇防护能力较弱，仅在重要的装备部位设置较薄的护板。由于所受外力较小，外底板厚度较薄，要求构架间距小。

华南理工大学 South China University of Technology

如图所示为猎潜艇中剖面结构，其骨架形式为单层底纵骨架式。

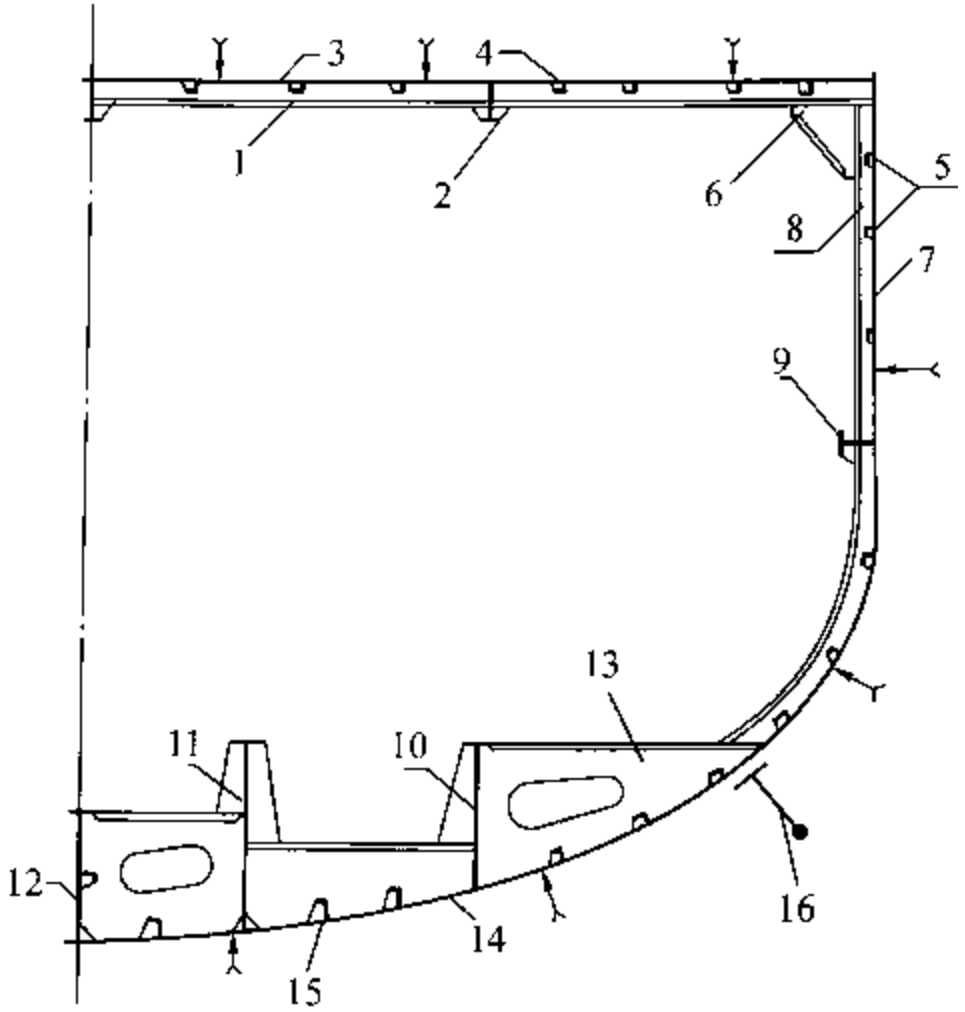


图 10－28　猎潜艇中剖面结构图

1—横梁;2—甲板纵桁;3—甲板;4—甲板纵骨;5—舷侧纵桁;6—梁肘板;7—舷侧外板;
8—强肋骨;9—舷侧纵桁;10—基座纵桁;11—肘板;12—中内龙骨;13—肋板;
14—船底;15—船底纵骨;16—舭龙骨

二、驱逐舰及护卫舰的结构特点

驱逐舰是各国海军兵力中使用最广的一种军舰，特别是大型导弹驱逐舰，是远洋作战舰艇的主要力量。目前各类驱逐舰的结构材料一般采用高强度低合金钢，少量次要结构材料采用优质碳素钢及铝合金，或钢-铝混合结构。

由于驱逐舰对船体的总纵强度要求较高，主体部分一般采用纵骨架式，局部区域根据具体情况可采用纵骨架式或横骨架式，骨架间距一般为500 ~1100 mm。驱逐舰的双层底由前弹药舱设至尾弹药舱，约为2/3舰长。早期的驱逐舰设有舷舱(Side Tank)，新设计建造的驱逐舰一般均不设舷舱。

现代驱逐舰主船体结构材料性能较优，板材较薄，骨材较密，工艺要求较高,其结构组成与前面各章所介绍内容相差不大。

华南理工大学 South China University of Technology

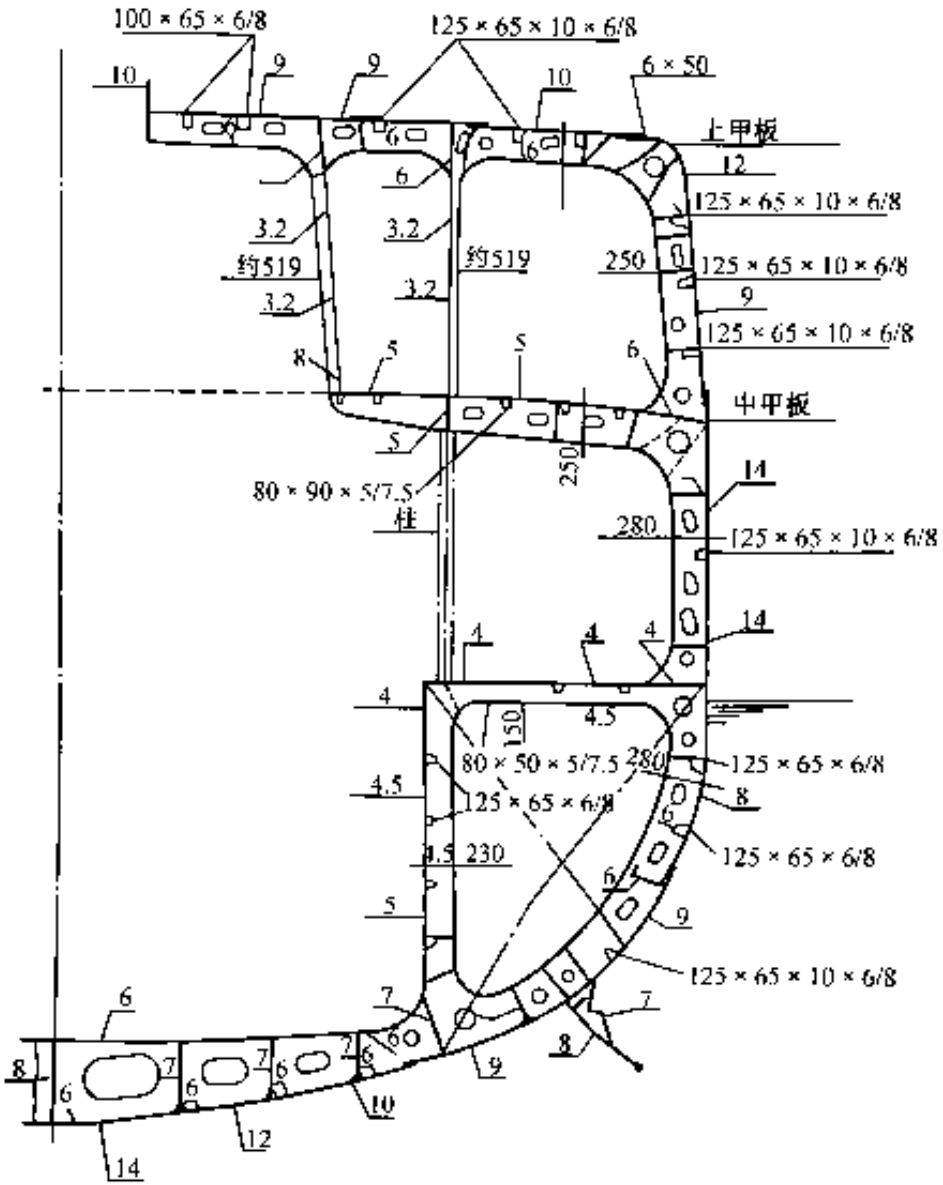


图 10－29　驱逐舰中横剖面结构图

如左图所示为驱逐舰的中剖面结构。护卫舰与驱逐舰比较，除了主尺度、排水量、航海性能、武备等方面有区别外，在船体结构方面与驱逐舰极其类似。

如下图所示为护卫舰中剖面结构。该舰为纵骨架式结构，并有尺寸较大的强横梁和强肋骨。底部采用双层底，内底板向艇部方向上倾。底部除了纵骨外，还有数量较多的旁底桁。肋板上减轻孔内缘焊有环绕扁钢，人孔上下有两根加强筋加强。

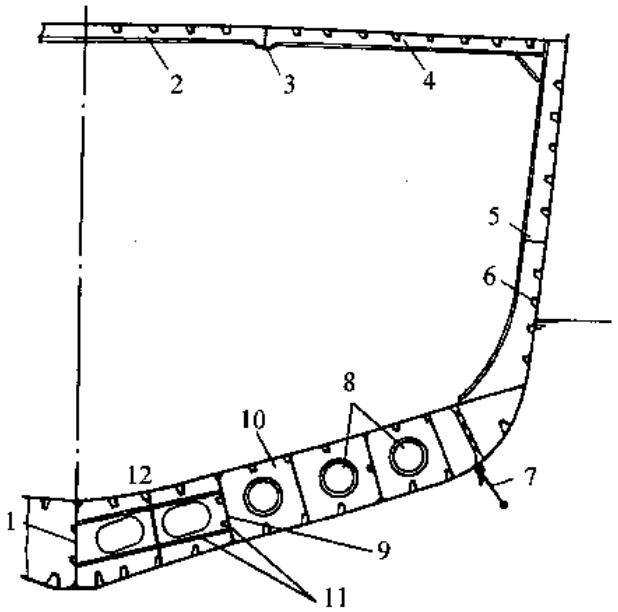


图 10－30　护卫舰中剖面结构图

1—中底桁；2—横梁；3—甲板纵桁；4—甲板纵骨；5—舷侧纵桁；6—舷侧纵骨；7—舭龙骨；8—减轻孔；9—旁底桁；10—肋板；11—加强筋；12—内底板

End

華南理工大學
South China University of Technology