

第二章

舰艇抗沉

在作战过程中,舰艇可能遭到敌人武器的攻击而破损进水;在平时执行任务过程中,也可能因触礁、碰撞等造成破损进水。破损进水后,舰艇将丧失一部分储备浮力,产生倾斜或降低稳度,直接威胁舰艇生命力,严重时甚至会因完全丧失储备浮力而沉没,或因稳度不足而倾覆。因此,舰艇破损进水后,应采取抗沉措施恢复舰艇生命力。主要采取的措施有以下4项。

(1) 堵漏:堵塞破口,阻止海水进入舰内,这是限制水的漫延比较彻底的方法。

(2) 支撑:支撑加固被淹舱周界的舱壁、甲板,堵塞周界上的裂缝、孔洞、水密门等,限制水的迅速漫延。

(3) 排水:排出积水和邻舱渗水,特别是高舱渗水,减少进水量及其对舰艇的影响,对舰艇储备浮力和稳度都有利。

(4) 平衡:平衡舰体,提高稳性,改善武器和技术装备的工作条件。

这4项基本措施的目的就是保证舰艇的储备浮力和稳度,保障舰艇的不沉性和战斗力。

第一节 舰艇抗沉基本原则和措施

一、抗沉的基本原则

(一) 摸清情况

要达到抗沉的目的,特别是严重破损情况下做到正确指挥,必须使主观的指导和客观的实际情况相符合,因此,首先必须摸清情况。摸清情况主要有两个方面:一是破损前和破损后不沉性的变化;二是舰艇的破损情况。

舰艇不沉性的变化情况是进行抗沉指挥的基本依据,指挥员随时都应做到心中有数。

舰体的破损情况是指挥员采取具体抗沉措施的依据,应当尽可能了解清楚。舰体破损情况包括破损位置和范围、被淹的舱室、渗水的舱室、舱壁水密性和强度、海水漫延的方向等。

掌握了解舰体破损和不沉性变化的实际情况,抓住主要的问题,再根据舰艇动力情况、排水平衡的能力、堵漏支撑器材的情况及人员的状况等,可以做出抗沉方案。

(二) 限制水的漫延

当舰艇破损进水后,指挥过程中必须遵守抗沉基本原则,即集中力量限制水的漫延,这是保证舰艇不沉性的关键。战争和海损的实践经验证明,一两个舱甚至三个舱被灌注,只要限制海水漫延的工作做好了,并不再遭到破损,舰艇一般是不会沉没的。多数舰艇的沉没或

失去机动能力都是由进水在舰艇舱室内漫延而造成的。因此限制水的漫延,对于抗沉斗争是全局性的,抗沉指挥中必须把注意力集中在这上面。

(三) 以稳度为主

舰艇不沉性的两个基本因素是储备浮力与稳度,两者之中,应以稳度为主。在多舱进水时储备浮力损失比较多、干舷已经很小、稳度很低的情况下,仍要以稳度为主。必要时才以储备浮力换取稳度。这是因为舰艇丧失稳度而倾覆是很快的,因丧失储备浮力而下沉的时间则长得多。这样做可以赢得时间,达到抗沉的目的。

(四) 集中力量、逐个解决

舰艇上不但人员有限,抗沉的装备器材也是有限的,要在破损进水的复杂情况下解决问题,必须分清主次,抓住主要问题,集中力量,逐个解决。切忌分兵把守,平均使用力量。如首先应集中主要人力和物力对危险舱壁或威胁最大的舱壁进行加固,然后再逐个解决其他进水舱。又如,首先应集中主要排水器材去排出危险舱的渗水,然后再排出其他舱室的渗水,但应注意排水效果。

(五) 随时准备应付最坏的情况

指挥中要从最坏处进行打算,向最好方向努力。抗沉的过程千变万化,破损的情况难以预料,有的破损情况暴露得并不明显,因此,在作战的紧张时刻,很多情况不能全摸清楚,只能有个基本了解。在处置破损情况时,要预想到可能出现更坏的情况,做好准备,一旦出现情况,就能迅速正确地处理。

总的来说,抗沉指挥应在摸清情况的前提下,随时准备应付最坏的情况,以稳度为主,重点防止水的漫延,集中力量,一个一个地解决问题。

二、抗沉的主要措施

(一) 限制海水漫延

舰艇抗沉实际上主要是同灌入舰内的海水作斗争的过程。海战经验证明,多数舰艇的沉没或失去航行与战斗的能力是由水在舰艇内部漫延而造成的。虽然有的舰艇破损严重,但由于注意了限制水的漫延,舰艇得以保存并保持了一定的航行与战斗的能力。

例如,某舰艇在一次执行任务中遭遇海损事故。艏尖舱、锚链舱、一兵舱、一号弹药舱、声呐舱及后机舱破损进水,破损范围很大,舰体破口共 32 处,破口总面积达 0.184 m^2 。由于大量进水,储备浮力由 305 t 下降至 210 t,损失了将近 $1/3$,艏吃水增加 1.6 m,情况十分危急。全体舰员投入抗沉斗争,他们通过加固浸水舱的舱口盖,支撑加固被淹舱的前后舱壁和堵塞被淹舱周围舱壁、甲板上的孔洞、破口,始终把水限制在底层甲板以下,同时,迅速对破损不严重的后机舱等进行堵漏和排水。由于该舰指挥员自始至终抓住了限制水的漫延这个中心问题,把大量的人力和器材用在这方面,防止了水在舰内漫延,使储备浮力提高到 239 t,从而保证了舰艇的稳度和储备浮力不再下降,并使舰艇稳度和储备浮力逐步恢复。

又如,某舰艇在一次海战中,中部住舱和前机舱中弹破损被淹。前机舱进水通过厂修时拆除的暖机管在舱壁上遗留下来的两个洞流入后机舱,因而后机舱海水不断上涨,情况十分危急。如不及时处理,后主机可能因进气管进水而熄火,使舰艇完全丧失动力而瘫痪;另外,由于已有两个舱室被淹,若后机舱再被淹,则舰艇可能沉没。在此紧急关头,主机班长迅速用铁锤打扁两个管孔并进行堵塞,但由于两个管孔周围的管路和机械设备拥挤,地方狭窄,给堵漏工作造成了一些困难,虽然经努力阻止了大股水流,但仍有渗漏。为防止海水升高至主机进气口,甚至淹没机舱,主机副班长利用主机排水,他爬到花钢板上反复开关舱底吸干阀。当吸干头要吸进空气时关阀,待吸干头淹入水中后又开阀,从而限制了水向后机舱漫延,保全了后机舱和舰艇的机动能力,从而保证了舰艇战斗力的发挥,最终重创了敌舰,胜利返航。

试想如果上述两舰当时忽视了限制海水的漫延,不仅会使舰艇丧失动力而严重影响舰艇战斗力的发挥,而且很有可能因水在舰内漫延使稳度和储备浮力急骤下降,从而导致舰艇沉没。

由此看来,集中力量限制水的漫延,是抗沉的主要措施之一,它对于抗沉是全局性的问题,在与破损进水做斗争中有决定性的意义。

(二) 平衡舰体

当舰艇破损进水时,限制水的漫延是关系舰船存亡的主要问题。在水的漫延问题解决之后,破损漫延情况基本稳定,沉没的威胁大大减小。但由于某些舱室被水灌注,舰艇产生倾斜和稳度下降,对其航行和作战很不利,严重时也可能因舰艇稳度丧失而倾覆。所以,此时平衡舰体的问题提到了首要地位。

平衡舰体的目的就是消除倾斜、提高稳度;以保障舰艇的不沉性和武备、机器的正常工作。

(三) 消除负初稳度

舰艇多舱进水,往往存在大面积自由液面,于是稳度大大降低,甚至初稳度可能出现负值,使舰艇处于危险状态,如果处理不当可能造成翻船事故。因此,在出现破损时,若有大面积自由液面应先按负初稳度对待,这也是抗沉中应采取的主要措施。

第二节 舰艇堵漏

堵塞破洞,阻止海水进入舰内,对抗沉来说是比较彻底的办法,但不是都能实现的。能否实现堵漏,与破口大小、破口在水下深度(即水压)、海水灌入舰内的速度(即破损舱室灌水时间)及舰员堵漏动作的快慢等因素有关。对可能发生的破损情况,平时应做全面的分析了解,一旦发生破损进水,指挥员才能做到正确迅速的处理。

一、破口的分类

破口又称破洞、漏洞,可按破口属性不同进行分类。

(1) 按位置可分为水线上的破口和水线下的破口。

(2) 按形状可分为破洞和裂缝。一般裂缝是指长而窄的破口，这种破口往往给堵漏带来困难，而且对舰体的局部强度影响也很大。

(3) 按钢板翻边形状可分为向里翻边、向外翻边和无翻边三种，不同的翻边应使用不同的堵漏器材。

(4) 按破口的直径可分为大、中、小三种破口，当然这一分法有一定好处，但在实战中很难分得准确。小型破口直径为 0~250 mm；中型破口直径为 250~500 mm；大型破口直径大于 500 mm。

小型破口（直径不大于 250 mm）带压堵漏的成功率较高。舰艇上配置的制式堵漏器材大都适用于小型破洞。表 2-1 为某舰艇舱室在不同破口直径时灌水至 1 m 深的时间表。

表 2-1 破口直径与灌水时间表

破口直径/cm	破口面积/m ²	潜水至 1 m 时间/s
60	0.283	52
50	0.196	72
40	0.126	117
30	0.071	211
20	0.031	492
10	0.008	1845

二、堵漏的基本原则

不论出现什么破口，舰员都要以最快的速度，利用一切可利用的器材甚至身体，挡住主要水流的流入，减少进水量，推迟舱室被淹时间。如果再能及时排水，则被淹时间更可能推迟，这样就争取了时间并掌握了堵漏的主动权，可以有更多的时间进行抢救。此外，还应用所有可用的方式报告上级，并通知本舱和邻舱人员。这种发现破损立即损管的作风，应在平时损管训练中养成。

从破口灌进舰艇舱内的海水，其流速和作用力随水深和破口面积增大而增大，堵漏时应根据具体情况区别对待。为此，当发现破损进水时，应做到以下几点。

(1) 勇敢、迅速、分秒必争，最大限度减少进水量。

(2) 首先解决主要水流，争取主动，然后进一步解决水密性问题。

(3) 根据需求和可能，不同的破洞不同对待。

(4) 同时出现多处破口时，应按照“先下后上，先大后小”的原则实施堵漏。

水线以下的小破洞，凡是力所能及的要立即堵上；水线附近的干舷破洞要及时堵好，不能忽视；战时不能堵的破洞，应在战斗间隙或退出战斗时再堵；非本舰力所能及的破洞，要

采取安全措施，回基地解决；在有放射性沾染的情况下堵漏，应穿好防护衣和戴好面具，如缺少防护器材，也应立即堵漏，防止贻误时机造成严重后果。

三、堵漏的基本方法

(一) 向外翻边的破口的堵塞方法

向外翻边的破口宜用木塞、木楔、软边堵漏板、帆布堵漏垫加木板等器材实施堵漏，也可用手边器材如毛毯、被子、桌子等堵塞。

1. 用木塞、木楔堵漏

用木塞、木楔（图 2-1）堵塞破洞是一种比较快速、有效的方法。

用木塞堵漏，破口的直径一般不宜大于 20 cm。实践证明当水压达 0.05 MPa 时，木塞堵直径 15 cm 的破洞已十分困难。

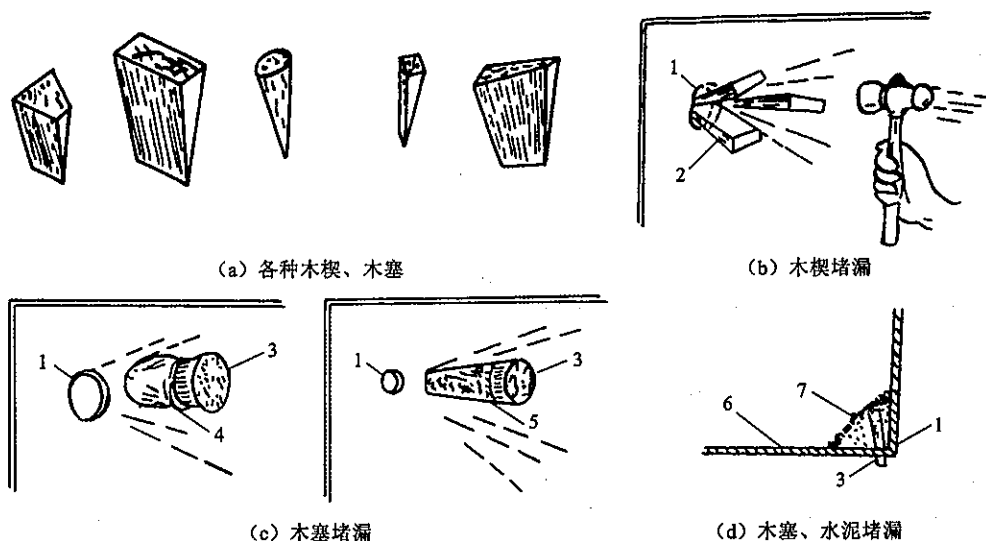


图 2-1 木塞、木楔堵漏

1. 破洞；2. 木楔；3. 木塞；4. 绒布或棉布；5. 涂以胶泥或兽脂；6. 船壳；7. 水泥

用木塞（木楔）堵漏时，其小端应小于破口直径（或裂缝宽度），否则塞不进去。而破口的直径又应小于木塞（木楔）大端直径的 $\frac{2}{3}$ ，否则破口太大，会在打紧时将木塞打出舷外。较大的木塞堵漏，或堵较大水压的破口时，应该在其后加以支撑固定，也可在木塞堵漏后再用堵漏箱、快干水泥等堵漏器材补充堵漏。

用木塞堵较规则的破口时，可在其外边缘先包上一层棉布或麻丝，再塞入破口，这样堵得严密且不易脱落。堵不规则破口可用木塞先堵住破口的主要面积，余下四周的孔缝，可用小木塞补塞，或用棉布、麻丝补塞裂缝。

2. 用软边堵漏板、帆布堵漏垫堵塞较大的向外翻边的破口

软边堵漏板（图 2-2），是用两层木板做底，在其四周为帆布包棕丝、麻丝或不透水的海绵等物品。两层木板的木条应成 90° 交错。也有采用多层胶合板代替木板做底的，这样不仅强度更大，且水密性更好。

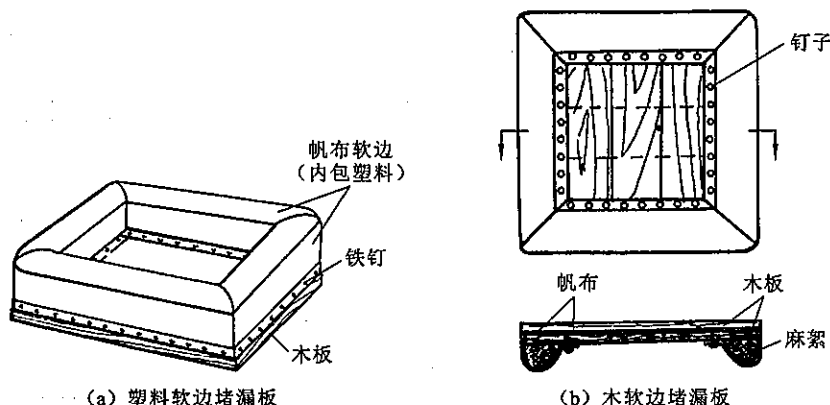


图 2-2 软边堵漏板

帆布堵漏垫（图 2-3）与软边堵漏板相似，只是将木板与软边分开了。为制作方便，可将堵漏垫做成中间留一小孔或不留孔两种。帆布堵漏垫有正方形、长方形和圆形几种，使用时必须与木垫板一起使用。

使用软边堵漏板或帆布堵漏板加木垫板堵漏时，一定要有压紧物将其压紧在破口上。压紧方法有两种：中间有孔的堵漏板（垫）用活动螺丝架压紧；中间无孔的堵漏板（垫）用背压法压紧。



图 2-3 帆布堵漏垫

用活动螺丝架（图 2-4）压紧方法堵漏时，先将带把手的螺帽（也称蝶形螺帽）退出，拿好或放在可靠的位置，以防被水冲走或因舰艇摇晃而落入舱底；将回转柄（俗称活动螺杆）转成与螺杆一致的方向；为了避开破口进水正面对堵漏人员的冲力，可斜方向插入破口，如果是水线上的破口或水的冲力不大也可正面塞出舷外；将回转柄转成与螺杆呈“T”字形；将螺杆对准破口中心略偏上位置拉回。之所以要对准中心略偏上位置，是因为在上紧过程中，由于重力的原因，堵漏板往往会略向下移动。最后，将堵漏板或帆布堵漏垫加木垫板套进螺杆，上紧螺帽即可。

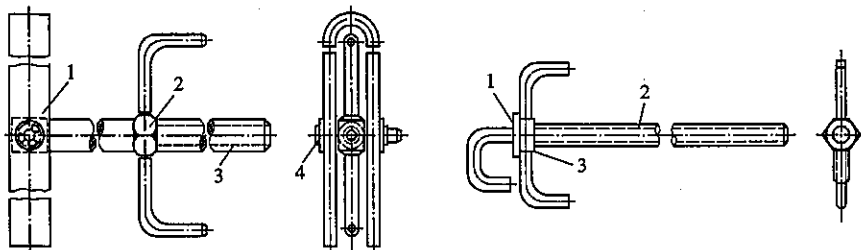


图 2-4 活动螺丝架

1. 折头；2. 压紧螺帽；3. 压紧螺杆；4. 短轴

如果由于水柱影响等原因看不准堵漏板等中间的孔时,可采用一只手抓螺杆头,将食指伸直与螺杆方向一致,另一只手的食指插入堵漏板的孔中,将其推向螺杆,在两只手的食指指引下,能很准确地将堵漏板(垫)套入螺杆上。

用背压法压紧堵漏器材有多种方法。

(1) 支撑法。具体内容将在舰艇支撑这一节中具体讲解。

(2) 肋骨撑架压紧法。肋骨撑架有两种,普通肋骨撑架(图 2-5)和万能肋骨撑架(图 2-6)。普通肋骨撑架的撑钩是固定的。万能肋骨撑架的撑钩(又称爪钩)之间的距离是可变的。万能肋骨撑架的爪钩分为双爪单钩[图 2-7 (a)]和双爪双钩两种[图 2-7 (b)]。

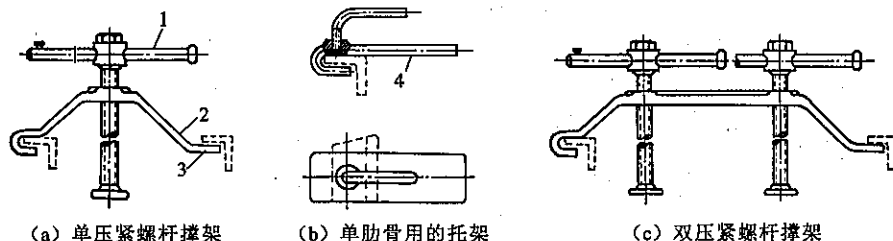
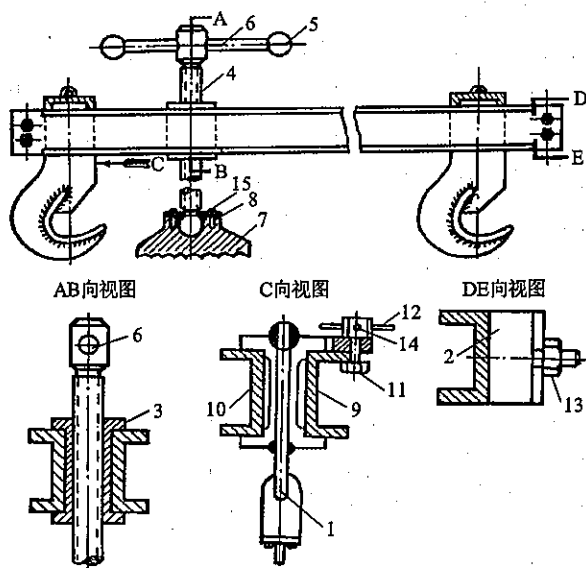


图 2-5 普通肋骨撑架

1. 压紧螺帽; 2. 支撑架; 3. 肋骨; 4. 肋骨托架

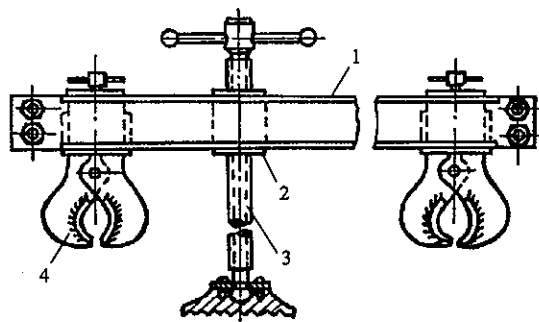


图 2-6 万能肋骨撑架



(a) 双爪单钩

1. 爪钩; 2. 腹板; 3. 活动螺帽; 4. 压紧螺杆; 5. 可卸手柄头; 6. 手柄; 7. 支撑座; 8. 开口垫圈; 9. 10. 支撑楔; 11. 止动螺钉; 12. 止动手柄; 13. 螺帽; 14. 销钉; 15. M₈×8螺钉



(b) 双爪双钩

1. 横梁; 2. 活动螺母; 3. 压紧螺杆; 4. 爪钩

图 2-7 万能肋骨撑架爪钩类型

普通的肋骨撑架适用于肋骨或构架间距相等的舱室，万能肋骨撑架可用于肋骨间距不等的舱室。使用时，用不带孔洞的软边堵漏板、帆布堵漏垫加木垫板、堵漏箱或身边的棉被、床垫等堵漏器材先将破口盖住，将肋骨撑架爪钩抓在破口相邻的两根肋骨或构架上，把压紧螺杆移到对正堵漏器材的中央，上紧爪钩止动螺钉，再上紧压紧螺杆（图 2-8）。

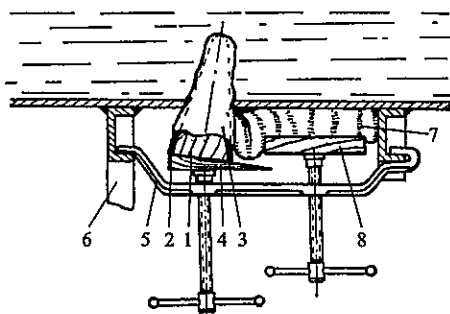


图 2-8 用普通肋骨撑架堵塞破洞

1. 木塞; 2. 油麻屑; 3. 布袋; 4. 木楔; 5. 肋骨撑架; 6. 肋骨; 7. 麻絮垫; 8. 木板

肋骨撑架压紧法有快速、压紧力大、使用方便等特点。在舱底等狭窄位置可以一人操作。但是由于一般舰艇的肋骨等骨架的断面内表面是一斜面，肋骨撑架的爪钩易滑出，所以在上紧单爪钩撑架时，应由一人撑住肋骨撑架，以防滑出。上紧后如有可能，最好用电焊将爪钩焊在肋骨上。

(3) 铝合金伸缩支柱支撑法。目前舰艇上配备的金属伸缩支柱主要是铝合金支柱（图 2-9，图 2-10），铝合金支柱按照长度，可分为大号、中号、小号，使用过程中依据被支撑物与依托物之间的距离来确定型号。以中号为例，其具体技术参数如下。

收拢后长度：1280±10 mm；

可支撑长度：1290~2270 mm；

额定载荷：最短时≥3.0 t，最长时≥1.5 t；

螺杆调整长度：0~100 mm。

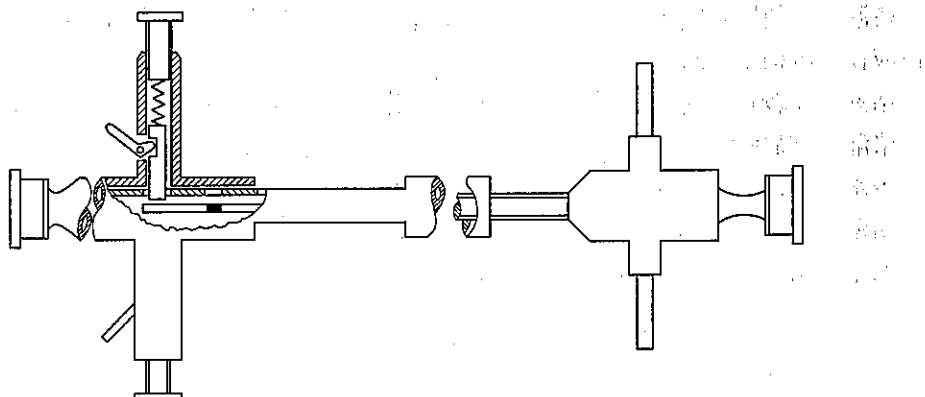


图 2-9 铝合金伸缩支柱结构图



图 2-10 铝合金伸缩支柱实物图

在使用前，将伸缩支柱缩到最短位置。当需要用时，先将底座顶在被支撑物上，拉动内套管到依托物，此时挡块自动伸出，再转动手轮支柱即可上紧。铝合金伸缩支柱属于损管堵漏支撑器材，具有重量轻、操作简便、利于存放等特点。

（二）向里翻边的破口的堵漏方法

向里翻边的破口宜用舷外堵漏器材，如折合堵漏板、椭圆堵漏板、堵漏伞、聚氨酯泡沫堵漏器、麻絮袋、防水袋等，在水线上还可用压缩气体堵漏袋。在肋骨等构架中间的破口可用堵漏箱、软边堵漏板堵漏，在构架上的小破洞还可使用木塞、木楔堵漏。

1. 用堵漏箱堵漏

堵漏箱（图 2-11）是一种一面敞开、五面包合、箱式的金属堵漏器材。在其敞开面的边上有橡皮圈，由于其四周边较高（10~25 cm），它能堵内翻边不高于其边高的破洞。堵漏箱的压紧方法与堵漏板一样，可用活动螺丝架、肋骨撑架、支撑等方法压紧。

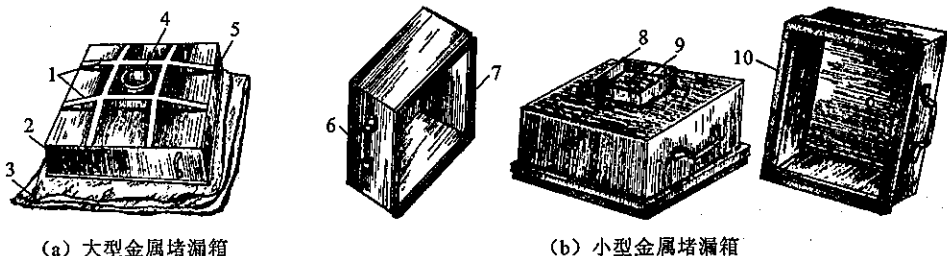


图 2-11 堵漏箱

1. 筋条；2. 吊环；3. 帆布；4. 钢框；5. 金属箱；6. 把手；7. 橡皮密封圈；8. 钢框；9. 孔；10. 水密橡胶片

堵漏箱在使用时应注意：堵漏箱应能全部罩住破口翻边，且箱边高于破口翻边的高度，破口应在舰艇构架之间。

堵漏箱比较重，使用时一般由多人协同操作，操作方法与堵漏板基本相同，但一般应两人拿堵漏箱。特别在堵水下破洞时，在压紧前应人为地将其上边压紧，下面留出一定的缝隙，以减少水压力，避免水从堵漏箱上缘喷出，影响堵漏人员视线。

堵漏箱有带孔和不带孔的两种（图 2-12），带有圆孔的堵漏箱可用活动螺杆压紧，未带圆孔的堵漏箱可用金属伸缩支柱或木支柱压紧。

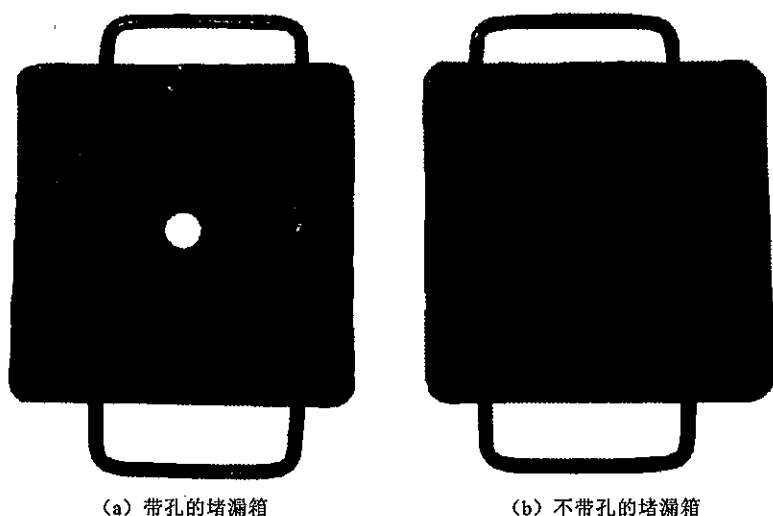


图 2-12 带孔和不带孔的堵漏箱

堵漏釜（图 2-13）用塑料或铝合金制造，边缘上也是用不透水海绵，底形类似于倒扣的锅（釜）。在其一侧有一个可以与水龙带相接的快速接头。这一接头在堵漏完成后接上水龙带可引入水用作舱内灭火，也可作为移动排水器材的出口。这种堵漏釜比金属堵漏箱轻得多，且受压强度也比方形堵漏箱大。但由于没有垂直边，其堵塞内翻边破洞的高度低于堵漏箱高度。

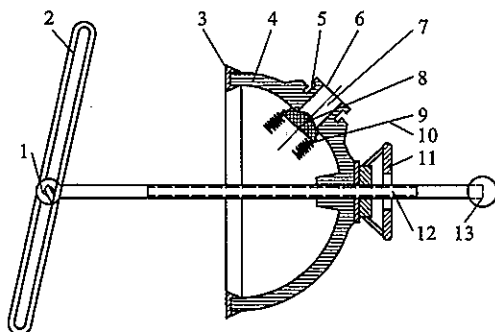


图 2-13 堵漏釜剖面图

1. 固定螺栓；2. 撑杆；3. 圆形密封垫；4. 釜壳体；5、6. 排水阀；7. 釜壳体排水孔；8. 球体密封件
- 9、10. 弹簧；11. 手轮；12. 拉杆；13. 拉杆手柄

2. 用堵漏伞堵漏

堵漏伞对因战斗或事故造成的舱室破损进水，具有快速、有效和省力的堵漏效果。

快速堵漏伞（图 2-14）外形和普通雨伞相似，使用前将主伞骨处于收拢状态。堵漏时将伞面伸出破口，迅速拉动制动开关，使伞面打开，随即被水压贴紧于破口外侧，起到堵塞破口的作用。

堵漏伞开伞省力，开伞时间极快，堵漏后有固定装置使之在破口处定位，不会因风浪及舰体摇摆而挪位，收伞后可置于专用架子上，平时无须特殊保养。

（1）堵漏伞主要技术性能：①舰艇破口直径 $\phi 1115 \sim 300$ mm；②破口水深 ≤ 3 m；③堵漏时舰艇最大航速 10 节（1 节=1 海里/小时=1.852 km/h）；④伞体重量 ≤ 10 kg；⑤伞面最大直径 $\phi 1460$ mm（不含裙边）；⑥收伞后最大直径 $\phi 110$ mm。

（2）堵漏伞结构及原理。堵漏伞（图 2-15）的芯棒 1 左端连接伞顶 2，右端与弹簧承盘 3 相固定，弹簧 4 左端顶在套筒 5 上，主伞骨 7 及撑杆 6 分别接在伞顶及套筒上。伞收拢时，用复位螺栓 8 向里顶动弹簧承盘，使芯棒从套筒中顶出，伞体逐渐闭合，收拢结束用一个套环（释放环）将伞面套住，然后取下复位螺栓，使伞处于备便状态。



图 2-14 快速堵漏伞实物图

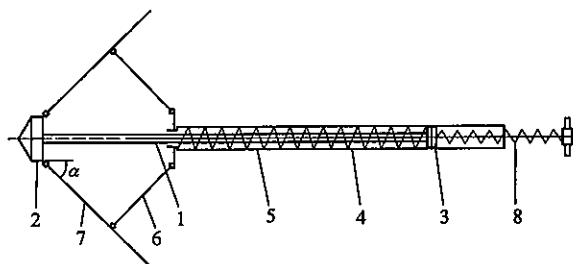


图 2-15 堵漏伞结构

1. 芯棒；2. 伞顶；3. 弹簧承盘；4. 弹簧；5. 套筒；
6. 撑杆；7. 主伞骨；8. 复位螺栓

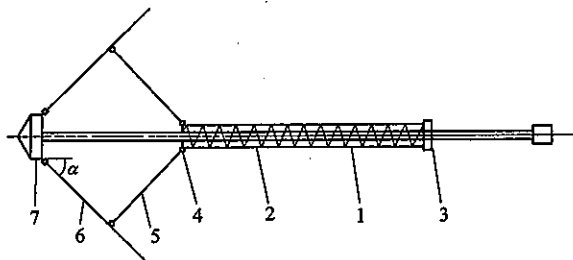


图 2-16 普通自动雨伞

1. 芯棒；2. 弹簧；3. 承盘；4. 支座；5. 撑杆；6. 主伞骨；7. 伞顶

堵漏时，伞体伸出破口时会因释放环被挡而滑离伞面，弹簧顶动承盘使芯棒缩入套筒，从而拉动伞顶，伞面即迅速打开。

在伞张开的初始阶段,即当图 2-15 中 α 角小于某个角度时,水压包围伞面将阻碍其打开,但这一阻力随 α 角的增大而迅速减小,一旦 α 角超过某值后,水压将由开伞阻力变为动力,伞面在弹力和水压力的共同作用下,快速张开。弹簧主要是在开伞之初起作用,对弹力的要求也不算高。

与普通自动雨伞(图 2-16)对比,弹簧 2 的一端支承于固定在芯棒上的承盘 3 上,另一端顶在沿芯棒 1 滑动的支座 4 上,伞面上的水压力始终和弹簧弹力相对抗,且随伞面的张大而增大,因而所需的开伞力也将随 α 的增大而增大,这无疑给开伞增加了困难,必须配以较大的弹簧或辅以人力。

综上所述,堵漏伞与普通伞的结构区别,主要是弹簧的支承方式不同:堵漏伞开伞时使芯棒缩进,造成弹力和水压力方向一致;普通伞则是芯棒不动,弹力经撑杆将伞面顶开,弹力和水压力方向始终相反。堵漏伞利用水压帮助撑开,可以达到快捷而省力的目的。存在的问题是伞骨强度略显不足,尤其是伞骨连接销容易断裂,固定装置不灵活,容易卡滞。

(3) 新型堵漏伞。目前舰用新型堵漏伞的型号为 HJ-DLS001(图 2-17),在锁紧装置和性能方面进行了优化,具体规格:①总长度 1000 ± 10 mm;②可堵塞破口直径 $\phi 1125 \sim 420$ mm;③堵漏泄漏量满足堵漏完成后泄漏流量小于 5%;④开伞后直径 $\phi 1490 \pm 5$ mm。



图 2-17 新型堵漏伞

3. 用活页堵漏板和椭圆堵漏板堵内翻边破口

活页堵漏板(图 2-18)由两块或三块可折合钢板、撑架和蝶形螺帽等组成,钢板之间用铰链连接,其四周有水密橡胶片,中间有压紧螺杆或拉杆。

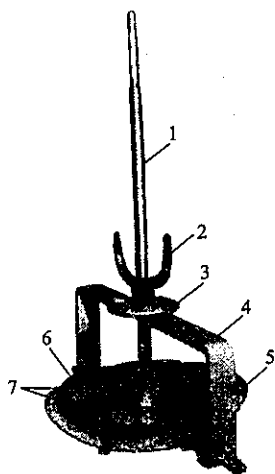


图 2-18 活页堵漏板

1. 压紧螺杆; 2. 蝶形螺帽; 3. 垫圈; 4. 撑架; 5. 可折合钢板; 6. 水密橡胶片; 7. 铰链

使用活页堵漏板堵漏时，将可折合钢板折合并与螺杆方向一致，插入破口，将堵漏板推出舷外，展开可折合钢板，与压紧螺杆垂直，将压紧螺杆对正破口中心略偏上，一手在螺杆根部顶住堵漏板，借水压力慢慢拉回，使堵漏板紧贴于舷板，放上撑架，拧紧压紧螺帽。

使用椭圆堵漏板堵漏时，将板的椭圆长轴垂直于舷板，短轴与破口长轴重合，压紧螺杆与板平行，将板推向舷外，再把板转向与舷板平行。转动堵漏板使堵漏板的长短轴与破口的长短轴对应重合，借水压力慢慢拉回，贴合舷板堵住破口，再放上撑架上紧。

这两种堵漏板在堵漏的过程中，一是要防止快速拉回而对不准破口部位，二是要防止把手指挤压在堵漏板和舷板间，压伤手指，所以要拿住螺杆的根部，不可张开手。

活页堵漏板与椭圆堵漏板都是舷外堵漏器材，所以特别适用于内翻边破口，且堵上后在舷外凸出部分小，流水阻力小，是目前舷外堵漏器材中，能使航速保持较高的一种器材。但由于是从舱内操作，所以堵漏板做大了，从破口中塞不出舷外，做小了又不能将洞全部盖住。为此，近年来人们研究出堵漏伞和聚酯泡沫堵漏器，这两种堵漏器材也是从舱内将堵漏器材从破洞推出舷外，使其展开或发泡而从外向内堵住破口，它们的共同特点是：展开的直径和最小可塞出的破口的直径之比大，且一种器材可堵大小不同的破口，这样更能应对破口的不可预测性。

这些从舱内操作的舷外堵漏器材，在操作过程中，都要伸出舷外一段，在这一过程中，舰艇的航行水流对堵漏器材的冲击作用较大，因此应该降速航行，堵好后再慢慢加速。加速过程中要加强对堵漏情况的观察。

对于舰艇舷边布满了电缆、管路、设备的情况，使用这些舱内操作的舷外堵漏器材堵漏是有不可比拟的优点。但是它们在舰艇上进行堵漏训练很困难，只能在训练模拟器中进行。模拟器中舱壁破口的水压，一般都垂直于舷板，很难模拟出航行时的水流方向，所以训练与实际情况仍有差别。

4. 用麻絮袋或压缩空气袋堵漏

麻絮袋是在帆布袋内充满麻絮或棕丝，用其堵翻边向外的破口的方法与堵漏垫相同（图 2-19），用其堵翻边向内的破口操作如下。

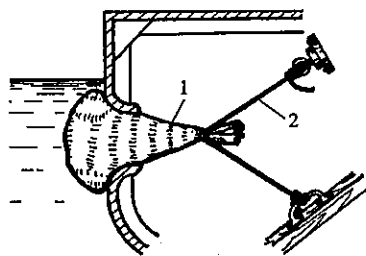


图 2-19 用麻絮袋堵漏

1. 麻絮袋；2. 绳索

（1）堵水上破口。将袋放在甲板上，先将袋口扎一长绳，从舷外把长绳牵引至洞口。舱内人员收紧绳子，使麻絮袋紧靠在舷外破口表面，再把绳子系在舱内构架、管路等物上，不得系于运动机械上。

(2) 堵水下破口。在舱内先将长绳的一端系上一木块，另一端系在构架上，舱内人员将带绳的木块从破口推出舷外，木块漂出水面。甲板上的人员将木块一端的绳子捞起，系在麻絮袋上。舱内人员收紧绳子，将麻絮袋拉紧贴靠在舷外破口表面堵住破口。

麻絮袋舷外堵漏时，要量材而行，破口不能太大，否则会使麻絮袋全部拉入舱内。麻絮袋在舷外堵水下破口时，舰艇应停止航行，堵好后也只能以极低速度航行。

舰艇上没有麻絮袋时，可用被褥、床垫等物品进行舷外堵漏（图 2-20），方法同麻絮袋一样。压缩空气袋（图 2-21）只能堵水线以上的破口，可从舱内将其从破洞中推出舷外，充入压缩空气即可。也有的堵漏袋中本身有氮气瓶，当空气袋伸出舷外后，拉开氮气瓶瓶头阀，即可自行充气。这些空气袋的固定方法与麻絮袋的固定方法相同。空气袋是用坚固的橡胶帆布或类似材料做成，不遇到很尖锐的硬物，一般不易破裂。但它还是能被破口的尖角割破，因此目前舰艇上使用较少。

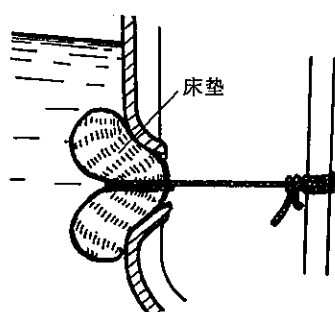


图 2-20 用床垫进行舷外堵漏

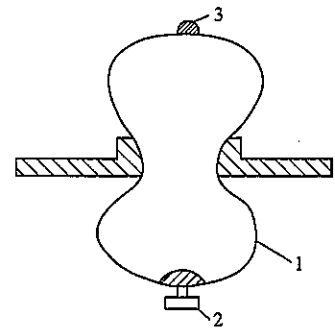


图 2-21 压缩空气袋

1. 空气袋；2. 充气管接头；3. 安全阀

5. 用快干水泥与快干精调制混凝土堵漏

混凝土是由水泥、沙、砾石加水调和而成，凝固后是很好的堵漏材料，用于舰艇内构件、管路系统较多及舱壁间隙较小等处的堵漏，在其他堵漏器材无法使用时使用比较方便，且能永久性地堵漏。舰艇堵漏时要求混凝土凝固要快，所以常用快干水泥与快干精两种混合加快凝固时间。

快干水泥是将快干精与水混合后，同普通水泥拌合快速凝固而成，其快干的时间与混合液中快干精的比例有关（表 2-2）。快干有两种方式：一种是水泥本身有快干性能，稀释调和剂为普通水；另一种水泥是普通水泥，但稀释调和剂有快干性能。

表 2-2 快干精水泥凝固时间及配料比例

分类	凝固时间/min	水泥用量/g	水用量/g	快干精用量/g
甲	1	100	0	50（水泥用量的 50%）
乙	5	100	20	30（水泥用量的 30%）
丙	30	100	30	15（水泥用量的 15%）
丁	60	100	200	14（水泥用量的 14%）

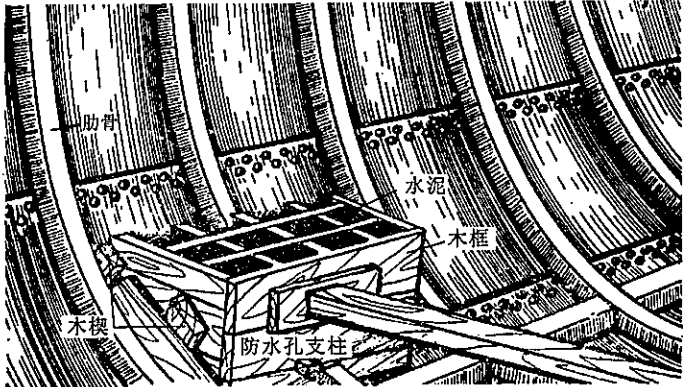
注：甲类应慎用，往往还没调好就凝固了

用快干水泥堵裂缝时，应先将裂缝周围清洁干净，将水泥、沙、砾石按比例混合好（表 2-3），倒入水，戴上橡皮手套调和捏成团，堵住裂缝；待凝固后松开。用快干精拌普通水泥堵裂缝时，先将裂缝周围清洁干净，戴上橡皮手套将快干精和水按一定比例混合，用其调和水泥捏成团，堵住裂缝。

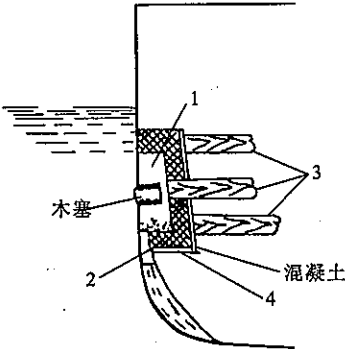
表 2-3 混凝土调和比例

种类	配料比例			凝固时间/min	抗压强度达 2.2 MPa 所需时间
	水泥	沙	砾石		
高混凝土	1	1	2	11~12	24 h
	1	2	1		
贫混凝土	1	2	2		
	1	2.5	2.5		
快干混凝土	矾土，水泥，沙			5~10	4 h（抗压强度达 1.7 MPa，三个月内强度增加，三个月后强度减弱）

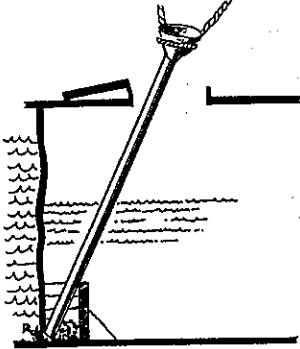
用快干水泥或快干精调和水泥堵较大的破洞时，应先做好围框，如破洞在水下，应先用木塞、木楔等堵漏器材堵塞。围框下部留放水管，放水管的粗、细应根据破口堵塞后的渗水量而定。将围框支撑固定好。按比例调和好水泥倒入框中，将放水管堵死（图 2-22）。



(a) 用快干水泥堵塞裂缝



(b) 混凝土堵塞与舷外水接触的破口



(c) 水下混凝土作业

图 2-22 用快干水泥堵漏

1. 水密箱；2. 放水管；3. 支柱；4. 围框

6. 用防水席堵漏

防水席是由几层帆布缝合，并在最里一层钉上油麻丝而制成。四周用麻绳或钢缆做成，四角上有系索环，大型的防水席在边长的中间也有一个或几个系索环。防水席（图 2-23）至少要有 4 根配套的索具，其中底索应是铁链。有的防水席最外层为木条或钢丝网，这种防水席能承受较大的静水压力。

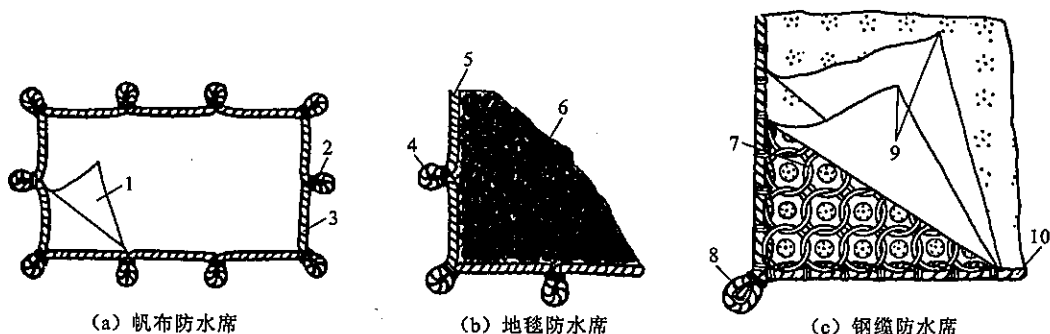


图 2-23 防水席

1、9. 帆布；2、4、8. 缆圈；3、5. 麻绳；6. 麻绳头；7. 钢缆圈；10. 麻绳

防水席是舷外堵漏器材，适用于向里翻边的破口，常用于较大破口或破口集中区。用防水席堵漏时，应停止航行。将防水席展开平放在破口对应处的甲板上，将麻面向下，系好除底索外的所有固定索。把底索从舰首套入舰底，从两舷慢慢移到破口处，系在防水席的底索环中。将其余各索的另一端松松地系在相应的物体（如系柱、栏杆）上。抬起防水席，送到舷外，拉住各索，在另一舷收紧底索，将防水席牵引至破口位置，固定好各索（图 2-24）。

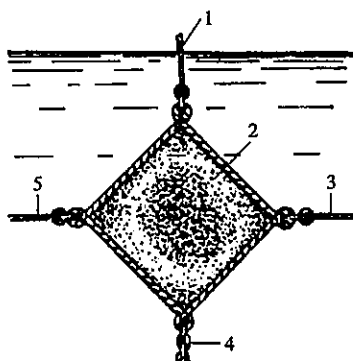


图 2-24 防水席固定法

1. 管制索；2. 防水席正面；3. 后张索；4. 底索；5. 前张索

防水席虽是大型堵漏器材，但由于施放时间较长，往往用于被淹舱室。防水席堵上后，可在该舱排水，使舰艇恢复储备浮力和稳度。防水席仅靠水压使其贴靠在舷板上，所以水密性不高，应不停地排出舱内的渗水，或在舱内补充堵漏。用防水席堵好破洞后，舰艇只能低速航行，航行时要及时注意防水席及舱室进水情况，防止水流将防水席冲走或冲离破口，造成舱室重新被淹。

（三）其他破洞的堵漏方法

1. 用堵漏螺栓堵塞铆钉孔或子弹所穿小孔

使用堵漏螺栓（图 2-25）堵漏时，将已松动的铆钉切去，打出铆钉，使回转头与杆身中心线一致，从铆钉孔或弹孔中塞出。转动杆身，当销轴呈水平方向时，回转头因自身的重量，回绕销轴转动落下，与杆身呈“T”字形，上紧压紧螺帽即可。

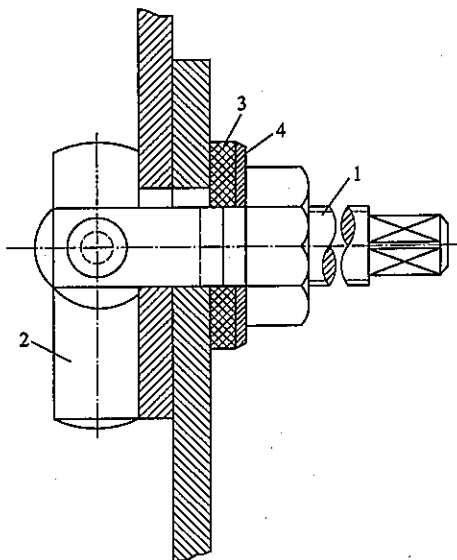


图 2-25 堵漏螺栓

1. 螺杆；2. 回转头；3. 橡皮垫料；4. 垫圈

这种堵漏螺杆不仅能堵漏，而且能防止两块搭接壳板的分离。用其堵漏，不需经常检查，因为其不易松动脱落。

2. 舱壁填料函的堵塞

由于舱壁填料函其间有电缆或管路通过，所以堵塞比较困难。舱壁填料函的堵漏主要是用硬杆如螺丝刀塞紧麻絮、破布等进行。条件许可的情况下，也可做成特别的箱，灌入水泥进行堵漏。

（四）灌注舱室堵漏和舷外堵漏

舰艇在战斗破损或事故破损时，由于舱室被灌注或其他原因，舰员无法实施损管，为了保障和恢复舰艇的生命力和战斗力，需要潜水员进入灌注舱室或从舷外潜水至破损处堵塞破口，然后将舱室内积水排出。因此灌注舱室堵漏和舷外堵漏是舰艇部队损管人员必须熟练掌握的基本技能。

1. 灌注舱室堵漏

灌注舱室堵漏是舰艇舱室破损进水后，舱室内水位较高形成了灌注舱室，需要潜水员携

带堵漏器材实施堵漏的一种方式。灌注舱室堵漏使用的堵漏器材与常规情况下堵漏器材基本相同，由于灌注舱室内外压力差较小，堵漏伞不宜使用。灌注舱室堵漏的实施要点如下。

(1) 潜水员应了解舱室内的机械、管路、器材等物品的分布位置，了解灌注舱的位置、空间及进出口，应尽可能派本舱室人员或有经验人员进行堵漏。

(2) 潜水员行进时应有行动绳，便于返回及应急潜水员救助。

(3) 舱室内较复杂时，应选用气源充足的装具，防止潜水员气源用尽。必要时可采用接力潜水，确保舱室内与水面联系畅通。

(4) 在黑暗的舱室作业时，应根据条件布放水下照明装置，携带损管灯。

(5) 搬运大件物品（如堵漏板等）通过灌注舱舱门时，应注意如下顺序：搬运物品进入灌注舱应先将物品送入舱门，人再进入；搬运物品出舱时人应先出舱门后搬运物品，以防大件物品卡滞在舱门上阻断潜水员的退路。

2. 舷外堵漏

舷外堵漏是舰艇舱室出现大破口造成大量进水无法实施堵漏，为防止进水蔓延，封闭舱室后到舰艇舷外实施堵漏的方法。由于舷外堵漏时外界无支撑点，通常使用的堵漏器材以金属堵漏箱和防水席为主。舷外堵漏的实施要点如下。

(1) 寻找破口的准确位置。根据舰体倾斜方向判断破口在左右舷或舰首尾，用竹篙、拖把或其他工具沿船壳探索。舱内人员可直接寻找，但要防止溺水。

(2) 调查破口的大小形状。破口形状一般不规则，向内或向外翻卷，卷刃锋利。潜水员接近破口时，应防止身体被擦伤或潜水服损坏。中小破口估量或测量相对方便些，大破洞可采用潜水员和水面人员配合测量的方法（图 2-26）。

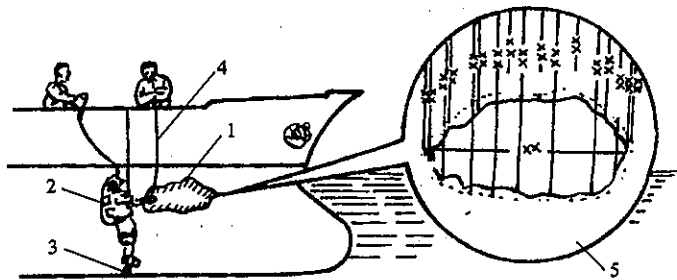


图 2-26 船舷破口测量

1. 船旁破口；2. 潜水员；3. 垂重；4. 测量绳；5. 船旁破口尺寸图样

(3) 根据破口的大小、形状和位置，选择堵漏器材，制订堵漏方案。

(4) 舷外潜水堵漏时，首先要布置好作业现场。

(5) 一般情况下两名潜水员配合进行堵漏，为防止器材脱落丢失，选材的直径和厚度要适宜。

(6) 若破口仍在往舱室内灌水时，潜水员要防止身体和器材被水吸入舱室。

(7) 潜水员应在水下调整好浮力、稳性，注意作业安全。

3. 注意事项

(1) 舷外堵漏时, 必须待舱室封闭后, 破口两侧压力平衡以后再潜水实施堵漏, 防止巨大吸力使潜水员受伤。

(2) 潜水员在水中是悬空作业, 潜水员要注意控制好正负浮力和稳性, 使自己处于一个方便作业的位置。

(3) 潜水员在水下作业使用堵漏器材时, 应防止器材脱落。

(4) 信号员应注意两名潜水员的信号绳, 防止同时在水下作业出现绞缠。

(5) 堵漏作业时应遵守潜水规则, 如果出现咬嘴、面罩脱落现象, 应运用潜水基础技能训练的方法将积水排干净。

第三节 舰艇支撑

支撑是限制舰艇中水漫延的主要措施。舰艇的水密舱壁、水密门和舱口盖等结构强度相对较弱, 在较大水压力特别是武器爆炸作用下, 将成为水漫延的主要路径和通道。支撑加固水密舱壁、水密门及舱口盖是限制水漫延、进行有效抗沉的关键性措施。同时, 堵塞破口的堵漏器材也需要进行支撑, 实施加固。

支撑是利用支撑器材, 将被支撑物支撑加固在依托物上。被支撑物、支撑器材和依托物就构成了支撑的“三要素”。

(1) 被支撑物: 舰艇堵漏过程中通常使用的堵漏器材, 如木塞、堵漏板、堵漏垫、堵漏箱等都可以作为被支撑物, 还有舰艇的舱壁、水密门、甲板、舱口盖等也可以作为被支撑物。

(2) 支撑器材: 目前舰艇支撑采用的器材主要有金属伸缩支柱和木支柱。金属伸缩支柱只能作为水平和垂直方向上的支撑支柱; 木支柱既可以作不同角度支撑柱, 也可作纵向支柱、垫柱和垫板, 因此使用比较普遍。

(3) 依托物: 依托物必须是稳定的, 不能是运动的机械、振动或不坚固的物体。如舰艇的舱壁、固定支柱、横梁、角钢梁等可以作为依托物, 再比如舰艇上重型机器的机座、大型且坚固的管路、箱柜等也可以作为依托物。由于舰艇空间狭小、环境特殊, 很多情况下需要利用木支柱构建人造依托物。

一、木支柱支撑的基本方法

支撑可用于加固舱壁、水密门、舱口盖, 也可用于支撑加固堵漏器材, 应根据破损舱室的大小、结构、机械布置及破损情况等, 综合选择支撑方法。根据木支柱的状态, 支撑的方法分为“一”字支撑法、“T”形支撑法、“人”字支撑法、下端无依托斜形支撑法和重叠支撑法等。

(一) “一”字支撑法

“一”字支撑法(图 2-27)适用于支撑物中心的对面距离不太远处有依托物时的支撑。

舰艇上的依托物很多，固定支柱、机座、大型且坚固的管路、箱柜、舱壁等都可以作为依托物（图 2-28、图 2-29）。旋转的机器、有振动的物件和不坚固的物件等都不能作为依托物。

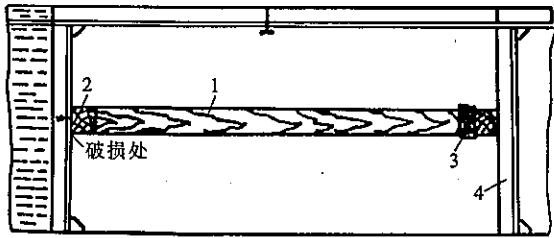


图 2-27 “—” 字支撑法

1. 纵向支柱；2. 被支撑物；3. 木楔；4. 依托物

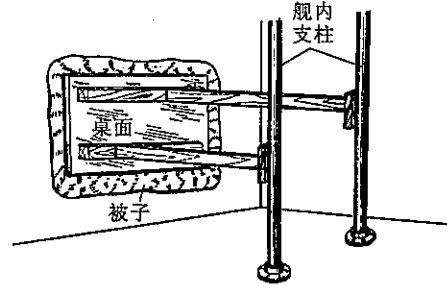


图 2-28 利用舰内支柱和木支柱支撑堵漏器材

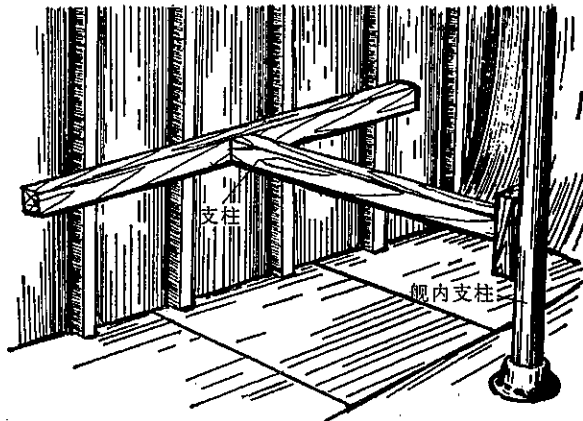


图 2-29 用支柱和木楔加固舱壁

建立这种支撑时，首先要量好被支撑物中心到依托物之间的距离，将支柱锯成恰当的长度，再用损管尺测量距离。若被支撑物为舱壁时，应用垫木分散着力点，支撑堵漏器材就不必再加衬垫。将纵向支柱一端紧靠在被支撑物的着力中心，另一端向动木楔稍加倾斜，倾斜太大会造成打木楔时支柱不随木楔前进，甚至跳起。可在该端与依托物之间放入一对支撑木楔，敲打动木楔即可。支撑完成后，使支柱垂直于被支撑物或依托物（图 2-30）。当依托物与被支撑物面有一小夹角时，也可用奇数木楔支撑（图 2-31），被支撑物与依托物夹角太大时，该依托物不能使用。

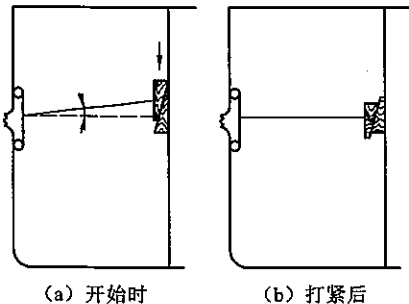


图 2-30 支撑时木支柱和木楔的放置法

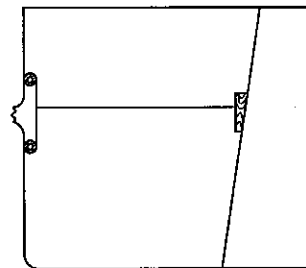


图 2-31 依托物与被支撑面有一个小夹角时的支撑

“一”字支撑法，只要求依托物能承受支撑压力，因此是所有支撑中使用支柱最少的一种方法。

在建立“一”字支撑时，按照以下步骤实施。

(1) 考察周边环境，选择适合的固定支柱、机座、大型且坚固的管路、箱柜、舱壁等作为依托物。

(2) 使用损管尺测量支撑物中心到依托物之间的距离，锯割木支柱。

(3) 选择一定数量及尺寸的木楔作为垫木以分散着力点。

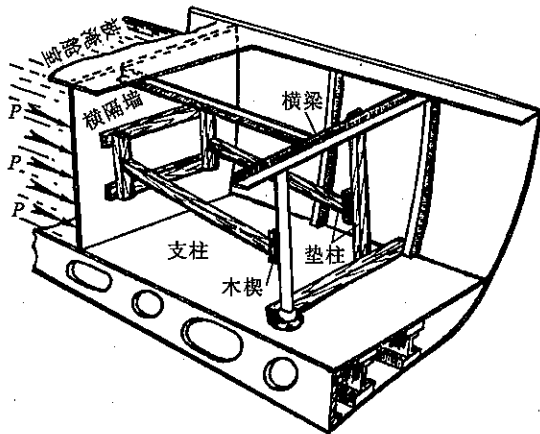
(4) 将纵向支柱一端紧靠在被支撑物的着力中心点，另一端向衬垫木楔稍加倾斜。

(5) 将木楔放至依托物与木支柱之间。

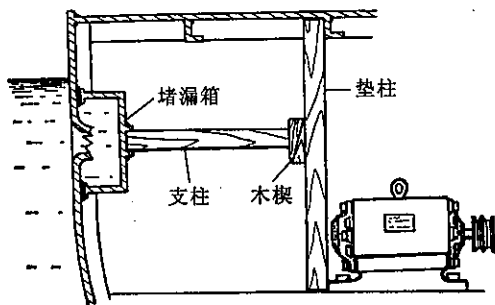
(6) 敲打木楔，使支柱随木楔前进，直到支柱垂直于被支撑物及依托物为止。

(二) “T”形支撑法

“一”字支撑法要求被支撑物中心的对面就有依托物。在支撑过程中，有时被支撑物对面有依托物，但不正对被支撑物中心，这时就要用“T”形支撑法（图 2-32）。这种支撑法与“一”字支撑法的不同之处是：要先将立柱（或横柱或斜柱）放在两个可靠的着力物（如纵桁、横梁、固定支柱和机座等）上形成一个人造依托物，再用支撑木支柱来支撑加固被支撑物。



(a) “T”形支柱加固隔墙示意图



(b) 利用支撑点建立“T”形支柱堵漏

图 2-32 “T”形支撑法

“T”形支撑法广泛用于舰艇上，由于肋骨较高作为依托物受力大，可以将一根短的横向支柱放在两根肋骨之间。“T”形支撑法由两人操作即可，使用的木支柱也很短，且预先可准备好，但是由于肋骨高度有限，这种支撑只适用于堵漏板向外翻边的破洞，用堵漏箱时往往肋骨高度就不够了（图 2-33）。

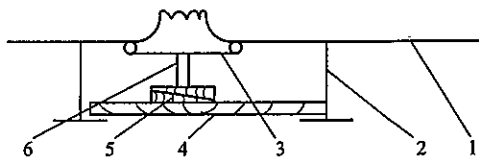


图 2-33 “T”形支撑法堵漏

1. 舷板; 2. 肋骨; 3. 堵漏板; 4. 横向木支柱; 5. 木楔; 6. 纵向木支柱

在建立“T”形支撑时，按照以下步骤实施。

- (1) 选择两个可靠的着力物。
- (2) 按照两个着力物的距离锯割木支柱。
- (3) 将木支柱放在两个着力物上形成人造依托物（横向、纵向或斜向）。
- (4) 按照“一”字支撑法架设纵向支柱。

（三）下端无依托斜形支撑法

在支撑过程中，一般舱室顶部都有甲板纵桁或角钢梁作为依托物，但舱室底部甲板面往往是光滑的无依托物，这时只需要将“T”形支撑法中的立柱倾斜成斜柱，就构成下端无依托斜形支撑法（图 2-34）。首先将作为立柱的木支柱加长到大于舱室高度，使立柱下端向支撑木支柱方向倾斜成斜柱，然后再用支撑木支柱进行加固。采用这种支撑时，斜柱与铅垂方向的夹角不大于 $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。如舱室高为 2.8 m，则支柱长为 2.83~2.85 m 即可。如果支柱锯割短了，可在支柱下增加一木楔，木楔的小端对准被支撑物。如果支柱略长了一点，给纵向支柱加固的木楔可只用一块。

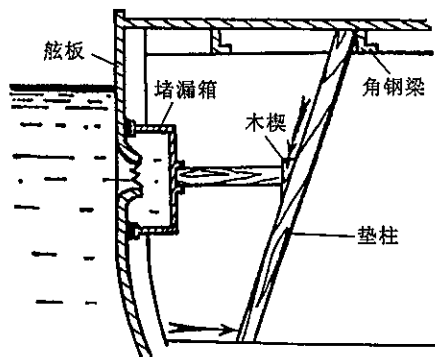


图 2-34 下端无依托斜形支撑

在建立下端无依托斜形支撑时，按照以下步骤实施。

- (1) 在舱室顶部选择适合的依托物。
- (2) 按照稍大于舱室高度的长度锯割木支柱。
- (3) 木支柱上端靠近依托物，下端向纵向支撑物倾斜放在甲板面上。
- (4) 以木支柱为依托物按照“一”字支撑法架设纵向支柱。
- (5) 打紧木楔使斜柱在两层甲板之间越撑越紧。

（四）“人”字支撑法

“人”字支撑法（图 2-35）由两根支柱组成“人”字形来支撑，两根支柱可以同时顶在被支撑物上，也可将上支柱压在下支柱上（图 2-36），这种支撑方法一般应先放下支柱。“人”字支撑法比较牢固，但建立比较复杂，受力也比“T”形支撑法要大一些。两根支柱一起支撑在被支撑物上受力更大。

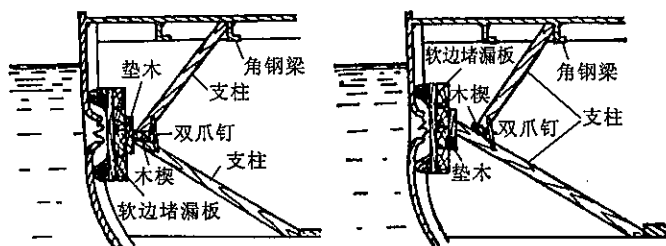


图 2-35 “人”字支撑法

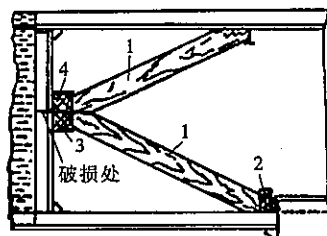
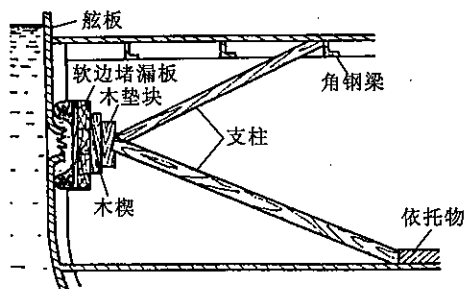


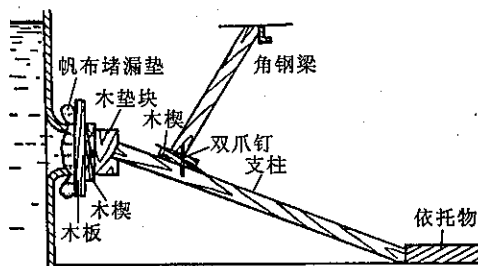
图 2-36 “人”字形支撑法支撑舱壁

1. 木支柱; 2. 木楔; 3. 垫木; 4. 舱壁

“人”字支撑法应随环境条件而变。有时考虑在支柱与被撑物之间增加一块已抠出一定角度的内角木垫块 (图 2-37), 这样支柱端面不用临时锯割, 又增加了接触面, 使支撑更坚固。



(a) 木垫块支撑法之一



(b) 木垫块支撑法之二

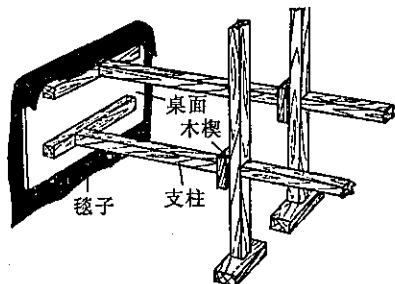
图 2-37 木垫块“人”字支撑法

在建立“人”字支撑时, 应按照以下步骤实施。

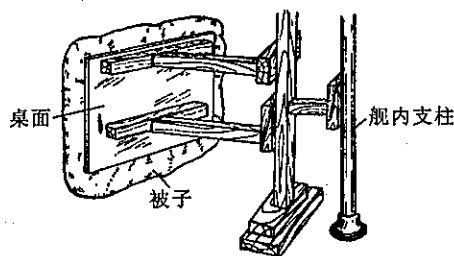
- (1) 在被支撑物上下方各选择一个可靠的着力物。
- (2) 分别以上下着力物为依托物, 使用损管尺测量并锯割木支柱。
- (3) 将上下两根支柱同时顶在支撑物上或者将上支柱压在下支柱上, 使两根支柱组成“人”字形的支撑。
- (4) 根据支撑实际情况使用木楔衬垫, 若采用两根支柱同时作用在被支撑物上, 上下两根支柱交接处应使用双爪钉固定。

(五) 重叠支撑法

当支柱长度不够时, 在中间建立一根立柱, 再在立柱两边建立纵向支柱, 使被支撑物的力以接力的方式传到较远的依托物上, 这种支撑方法称为重叠支撑法 (图 2-38)。



(a) 建立立柱



(b) 建立纵向支撑

图 2-38 重叠支撑法

这种支撑方法的关键在于建立中间立柱。立柱建立不好，将使整个支撑倒塌。所以应先建立立柱，再在两面同时建立纵向支柱，并要使两纵向支柱的合作力点在同一条直线上。

对横舱壁的重叠支撑 [图 2-39 (a)]，使中间立柱的上端向左移，即靠在横梁上，而不是顶在横梁上，支撑将更牢固。

对甲板的支撑 [图 2-39 (b)]，因长度有限，往往也采用重叠支撑法，使受力由几层甲板承担。

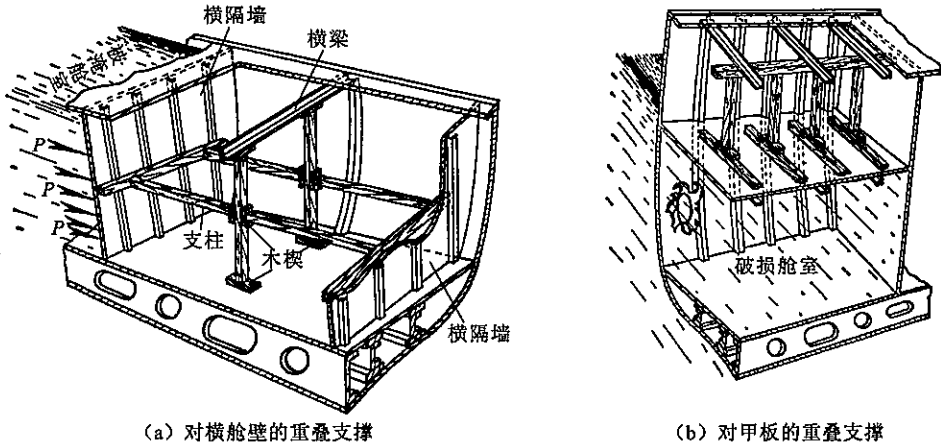


图 2-39 对横舱壁和甲板的重叠支撑

在建立重叠支撑时，应按照以下步骤实施。

- (1) 根据现场环境建立中间立柱，构建人造依托物。
- (2) 在中间立柱两侧同时建立支撑木支柱和纵向支柱。
- (3) 使两面纵向支柱的合作力点在同一直线上。

在采用木支柱进行支撑加固时，需要注意以下几点。

- (1) 旋转的机器、有振动的物件、不坚固的物件等不能作为依托物。
- (2) 依托物与支撑物的夹角太大时，该依托物不能使用。
- (3) 支撑堵漏器材时不用再加衬垫。
- (4) 衬垫木楔的数量根据依托物与支撑物的夹角确定，一般使用一对木楔，当夹角较小时可以使用奇数木楔。
- (5) 木支柱与衬垫木楔应稍加倾斜，但不能倾斜太大，否则会造成敲打木楔时，支柱不随木楔前进甚至跳起。
- (6) 下端无依托支撑法支撑时应使斜柱与铅垂方向的夹角不大于 10° 。当下甲板很软时应考虑支撑凹坑的长度，当斜柱锯割短时可在下方加一木楔，木楔小端对支撑物，斜柱略长时纵向支柱加固的木楔可只用一块。

- (7) “人”字支撑法比较牢固但建立比较复杂，应随环境条件而变。

二、木支柱的锯割

木支柱在支撑时可作为纵支柱，也可作为斜、横支柱和垫板等使用，加之舰艇的结构复杂，平时不可能将所有支柱都锯割好，因此都要临时对支柱进行锯割。锯割的目的是使支柱

达到所需的长度和端面角度。为了锯割准确，锯割前使用损管尺进行测量。

损管尺（图 2-40）有两种：一种是一端带有直角板；另一种是两端带有直角板。直角板在直尺上可以转动，尺杆由内外杆组成，可以伸缩。

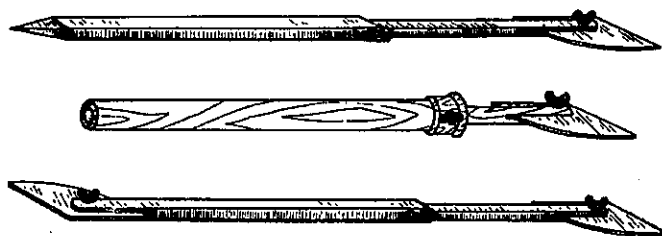


图 2-40 损管尺

使用损管尺，首先应确定木支柱的支撑点和依托点。使用一端有活动直角板的损管尺时，应将支柱的两端的锯割分两次进行。首先将损管尺的伸缩杆和直角板的两个固定螺丝松开，把损管尺的尖端顶住支撑面的着力中心点。拉长损管尺，使带直角板的一端到达依托面，转动直角板使其两直角面紧贴依托面，拧紧伸缩杆和直角板的两个固定螺丝，使损管尺长度及端部角度都固定。取下损管尺，放在相应长度的木支柱上，将木柱的一端按直角板的直角边方向锯割。然后将损管尺倒过来测量支撑面与支柱的夹角，方法同第一次。第二次锯割时要注意，一般将木支柱放长 1~5 cm，可以将木支柱打得更紧。若使用木楔时，则将木支柱缩短 3~4 cm，便于放入木楔。木支柱锯割完毕后可用来支撑堵漏器材（图 2-41）。

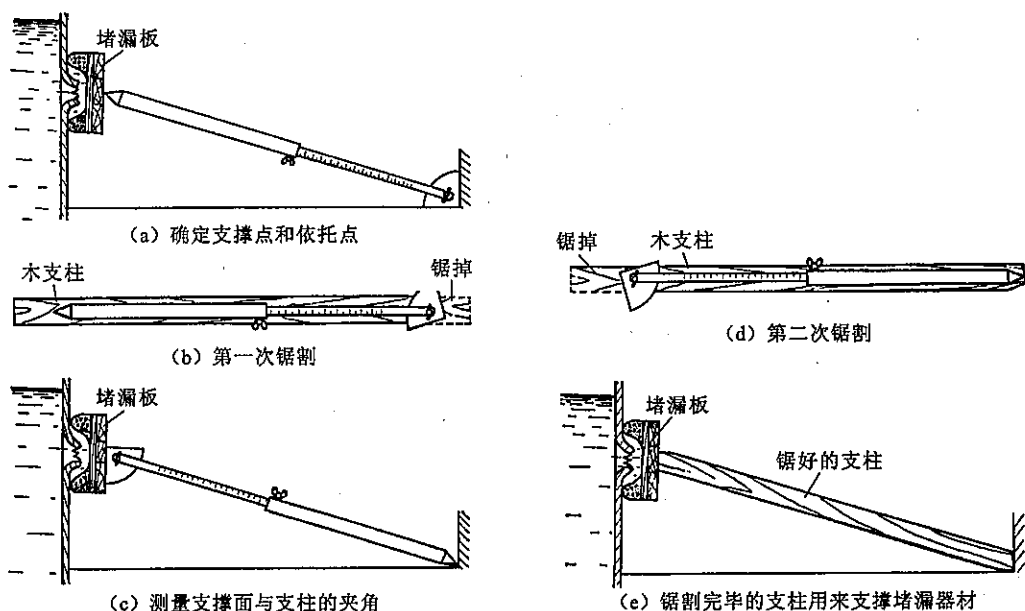


图 2-41 用一端带直角板的损管尺锯木支柱端部角度的方法示意图

一般使用板锯来锯割木支柱，锯割步骤如下。

- (1) 将已划好标记的木支柱需锯割端架起搁好，用脚踩紧。
- (2) 用手按住支柱，锯与木支柱成 45° ，锯面与支柱面垂直。

(3) 来回锯割，回拉锯时要适当加力，往前推锯时则不加力。

三、用金属伸缩支柱支撑的方法

由于木支柱长短很难调整，且属易燃材质，为了减少舰艇易燃物品，现在广泛地使用金属伸缩支柱。金属伸缩支柱有三种，分别为手柄式金属伸缩支柱（图 2-42）、手动棘轮式金属伸缩支柱（图 2-43）、快速铝合金伸缩支柱（图 2-44）。金属伸缩支柱在支撑过程中只能代替纵向支柱，并可不用木楔，但不能代替横向支柱、立柱等。

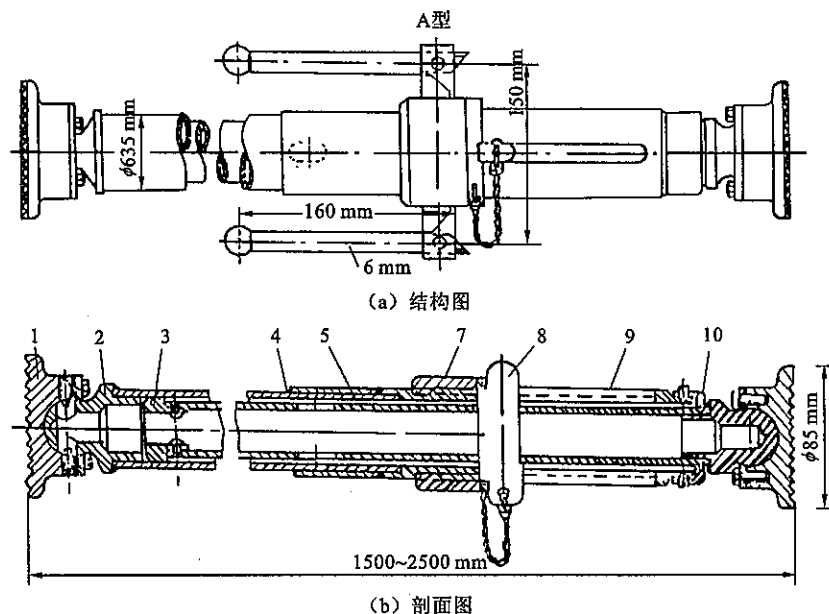
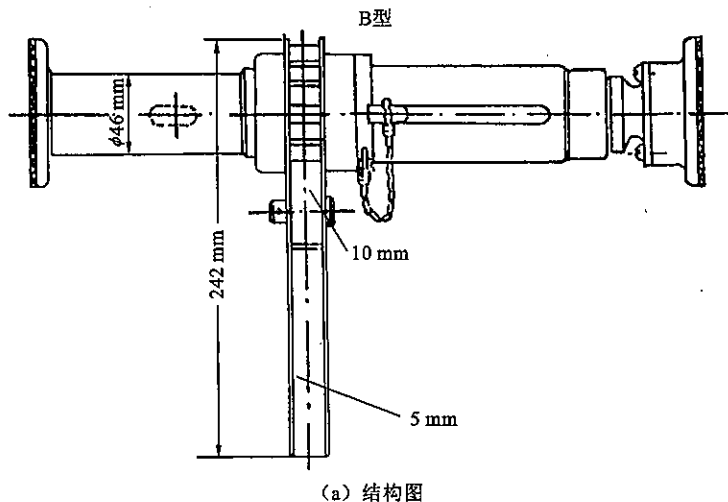


图 2-42 手柄式金属伸缩支柱

1. 带防滑斜纹槽的支撑座；2. 球形枢轴；3. 内导向衬套；4. 外管；5. 内管；6. 手柄；
7. 圆螺母；8. 插销；9. 带螺纹衬套；10. 外导向衬套



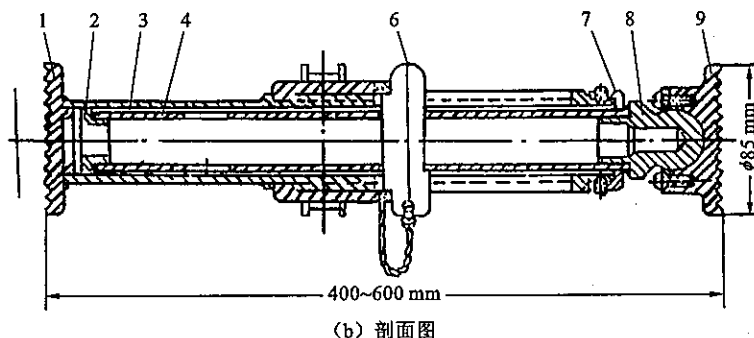


图 2-43 手动棘轮式金属伸缩支柱

- 1、9. 带防滑斜纹槽的支撑座；2. 内导向衬套；3. 外螺纹管；4. 内管；
5. 手动棘轮柄；6. 插销；7. 外导向衬套；8. 球形枢轴；10. 棘轮爪

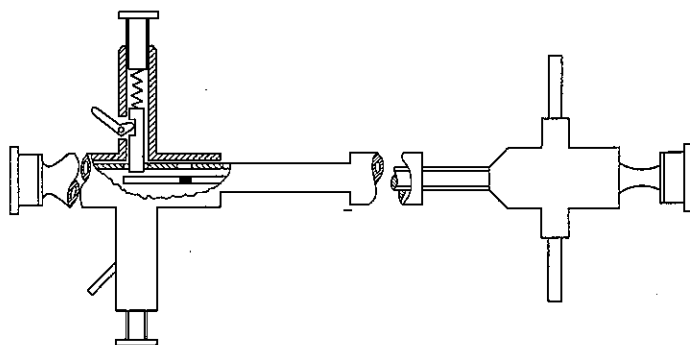


图 2-44 快速铝合金伸缩支柱

手柄式金属伸缩支柱在使用时，将底座顶在被支撑物上，拔下插销，将内导向管拉向依托物，插上插销，转动手柄，使内导向管继续伸长，直至支撑紧固。

使用手动棘轮式金属伸缩支柱支撑时，在插上插销后，还应压下相应的齿，来回摇动棘轮柄即可上紧。

目前普遍使用的是快速铝合金伸缩支柱，其结构与手柄式钢管伸缩支柱相似，但它不用插销，而是使用两个挡块。平时支柱缩到最短位置，当需要用时，一端顶住被支撑物，拉动内套管到依托物，此时挡块自动伸出，再转动手轮支柱即可上紧。由于不用插销，又是铝合金制造，所以这种快速铝合金伸缩支柱十分轻便。

四、支撑加固基本原则

1. 支撑加固的时机

支撑加固是恢复舰体局部强度，保持水密性的措施之一，支撑加固的时机如下。

- (1) 甲板或平台甲板明显凸起之前。
- (2) 构架的支柱等组件损坏之前。
- (3) 焊缝裂开，铆钉脱落之前。
- (4) 隔墙、甲板出现变形之前。

2. 支撑基本原则

(1) 支撑要有重点。着重加固那些关键性的水密舱壁、甲板、舱口盖等,如关系全舰动力的机炉舱舱壁,关系全舰沉浮的危险舱壁、暴露舱壁,对保障舰艇稳度有重大意义的甲板、舱口盖等。

(2) 支撑力应均匀分布在较大面积上。被支撑面应有垫木或垫板,使支柱直接支撑在加强构架上,防止顶坏舱壁。

(3) 支撑水密门、舱口盖时,不应将支撑力作用在把手、铁链上。若舱口盖发生变形,先将已变形的舱口盖取下,用软垫或木板替代。

(4) 支撑着力点应在被支撑物的受力中心。加固堵漏器材时,应支撑在器材中心。加固舱壁时,则应支撑在 $2/3$ 或 $1/2 \sim 2/3$ 水深处。

(5) 禁止将变形的舱壁顶平到原来状态,支撑时达到支撑牢固即可。

(6) 支撑过程中最好采用垂直支撑。垂直支撑时支撑力最大,支柱受力也最好。若有障碍物或距离太大,不宜采用垂直支撑时,也可用倾斜支撑。

(7) 航行时,随时加固支撑。尤其是当舰艇在风浪中颠簸、水在舱内来回动荡时,要特别注意检查舱壁的支撑情况。

第四节 舰艇排水

排干破损舱的海水,能彻底消除进水对舰船抗沉性能的影响,是抗沉的一项重要措施。但是由于破口的进水量与舰上排水设备的排水能力之间存在着比较大的差距,所以排水的作用比较有限,必须妥善处理。

排水主要是破口基本堵好后排出舱内积水和邻舱渗水。另外,在破口不大又未堵好的情况下,可延缓舱室淹没时间,也可直接排出力所能及的小破口进水。

将舱室的水排出舷外的方法主要如下。

- (1) 用固定的排水、吸干系统排水吸干。
- (2) 用移动器材(如水泵)进行排水。
- (3) 人工排水(如用桶打、盆舀,拖把吸干等)。
- (4) 在一定条件下可用气压排水(如潜艇上用高压气排水)。
- (5) 充填轻质物品(如泡沫塑料、充气气囊)等排水。

一、舰艇固定排水吸干系统

舰艇上都设有排水吸干系统。较大的舰艇是将排水系统和吸干系统分开的。排水系统的主要任务是排出舰艇大量进水,如战斗破损进水。吸干系统主要负责日常排出舱底积水,辅助排出破损进水。

舰艇中往往几个舱室共用一个排水系统,称为组织式排水系统(图 2-45)。这种系统的吸入部分有两个或几个舱底吸入阀,分别吸不同舱室的水,图 2-45 中 9 是隔舱疏水阀,其功

能是：将无吸干头的 I 舱的水吸入 II 舱，通过 II 舱的吸干头排水。这样可以缩短排水系统的管路长度，提高排水系统生命力。

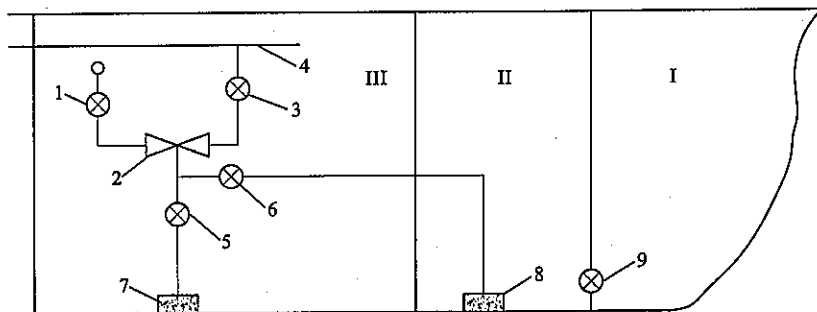


图 2-45 组合式排水系统

1. 舷外排出阀；2. 喷射泵；3. 动力水阀；4. 消防总管；5. 本舱吸入阀；6. 邻舱吸入阀；7. 8. 吸入滤网；9. 隔舱疏水阀

如需排 I 舱时，首先开隔舱疏水阀，然后开舷外排出阀，再开动力水阀，最后开邻舱吸入阀。停止排水时应首先关闭隔舱疏水阀，让泵再工作一段时间后，再以相反的步骤关闭相应的阀门。

使用这套排水系统时，应先开舷外排出阀，再开动力水阀，最后开舱底吸入阀。关闭时以相反次序关闭。开关次序一旦颠倒，会使一部分水倒流入舱内。如果系统中无舱底吸入阀，则系统停止使用后，总是会有一部分水倒流入舱底。

系统阀门应该在舱内或甲板上都可以控制。每名舰员都应知道阀门的位置、开关工具及开关时机和方法。

舰艇上除排水系统，还有吸干系统，吸干系统的组成与排水系统基本相同。但吸干系统一定要有舱室吸入阀，有的舱室如机炉舱还要求增加吸入软管，以便使一些死角的小积水潭也能吸尽。吸干系统的泵一般也是用水力喷射泵，但也有用往复泵的，它们的排水量比排水系统的泵要小，一般在 $10\sim 50\text{ m}^3/\text{h}$ ，手摇泵的排水量一般为 $3\sim 5\text{ m}^3/\text{h}$ ，所以主要用于平时吸干，而破损时则用以辅助排水。

目前国内外对海洋环境，特别是港口锚地环境很重视，许多港口内不得排放带油的舱底水，所以现代化的舰船必须在吸干系统中加油水分离器。先将舱底水通过油水分离器净化，使污水处理后含油量低于 $100\text{ ppm}^{\text{①}}$ 的标准，然后远离港区排放。

有许多舰艇的主机冷却水泵在吸入海底门旁并联一个舱底水吸入阀。当机舱进水时，若打开排水吸干系统已来不及排水时，可将主机冷却水泵海底门关闭，打开舱底水吸入阀，用主机冷却水泵从舱底排水。

二、排水泵

排水过程中，排水机械或器材是必不可少的。排水机械主要有水力喷射泵、电动潜水泵、手摇泵等。

① ppm 指用溶质质量占全部溶液质量的百万分比来表示的浓度，也称百万分比浓度

(一) 水力喷射泵

水力喷射泵(图 2-46)也叫射流泵,它是利用压力水作为工作流体来抽吸或输送其他流体。其结构简单,无活动部件,工作可靠,具有干吸能力。即使淹没在被吸流体中,也照样能工作,内部几乎不需要保养,因此在舰艇上得到广泛的应用,特别是在固定排水系统中,它的使用更为普遍。但它也有效率较低和阀门开关不当会造成压力水(即动力水)倒流的缺点。水力喷射泵在排水流量要求较大,如要求流量在 $200 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上的场合不适用。

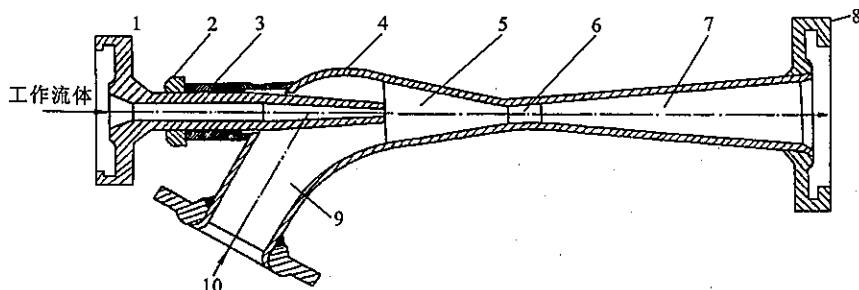


图 2-46 水力喷射泵

1. 喷管接头; 2. 固定螺母; 3. 套筒; 4. 泵体; 5. 混合室; 6. 喉部; 7. 扩压管; 8. 快速接头; 9. 吸入接管; 10. 抽吸流体

水力喷射泵由喷管及喷管接头、泵体、吸入管及吸入管接头、混合室、喉部、扩压管及排出管接头组成,有的喷射泵还有套筒和固定螺帽等构件,以便调整喷口与喉部的距离,使泵达到最佳的工作效率。

喷射泵的工作原理如下。有压力的动力水经过喷管逐渐缩小截面面积,提高流速。当动力水从喷管口喷出时,已达到很高的速度,由于压力能(势能)转化为动能,所以喷口处的压力很低,与喷口处相通的吸入管的压力也随之降低。被吸流体从吸入管流入混合室,在混合室中,动力水与吸入流体混合,使吸入流体动能进一步提高。经过喉部的整流,流体经扩压管进一步提高压力(同时流速降低),从而流向排出管。

舰艇上的水力喷射泵除用于固定排水系统外,还用作移动式排水器材。移动排水喷射泵一般叫作喷射器(图 2-47、图 2-48),它与固定排水系统相似,只是吸入、排出管是用软管。排出管用一般水龙带等软皮管即可,而吸入管必须能在管内成真空状态时不被大气压力所压瘪,所以吸入管一般用带钢丝圈的软管。

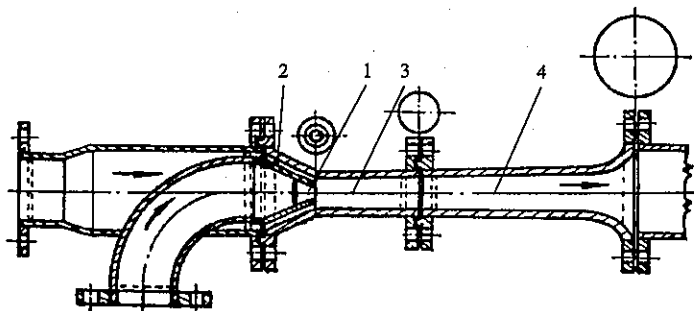


图 2-47 喷射器之一

1. 喷嘴; 2. 混合室; 3. 喉部; 4. 扩压管

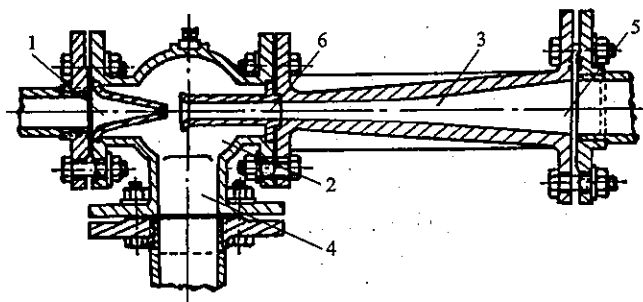


图 2-48 喷射器之二

1. 喷嘴；2. 混合室；3. 扩压管；4. 吸入管；5. 排出管；6. 喉部

当喷射器淹没在水中时，也可不用吸入管。有的舰艇浮力舱有专门从舱底通向甲板的供喷射器吸水的管路。移动喷射器的动力水管是使用消防水龙带，接到消防栓上即可使用。

喷射器等排水器材的效率都依赖管路系统的通畅及吸入部分的气密性。特别是舱底的棉纱等杂物很容易堵塞滤网，导致吸不上水。为此，平时舰员应养成不将杂物丢入舱底和经常清洁舱底的好习惯。待到抽不上水时再潜入水中清洁滤网往往是很困难的事。

(二) 电动潜水泵

电动潜水泵是一种常用的移动排水工具。通常设计成消防排水泵，既可用于提供消防水，也可作为排水泵。作为消防工况时（图 2-49），可以从舷外或淹水舱内抽水通过管路送至消防主管。在泵排出阀与泵之间设置消防栓，可以保证该消防栓具有较高的生命力；作为排水工况时，则从淹水舱内吸水，通过舷侧阀排出舷外。

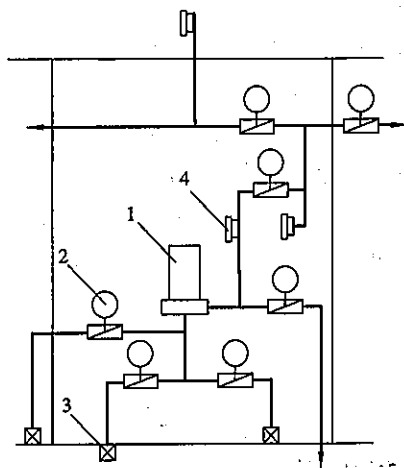


图 2-49 消防工况示意图

1. 潜水泵；2. 遥控阀；3. 底阀；4. 消防栓

舰艇上一般还设置了可以移动的电动潜水泵（图 2-50），其优点是结构简单，工作可靠，使用方便，不受使用地点限制，排水量较大，工作持续时间较长，无废气排出等。但电动潜水泵无吸干能力，不可能将舱室水吸干，绝缘不好时有漏电的危险，所以电动潜水泵通电时，人员不可靠近。电动潜水泵比喷射泵重得多，一个人难以搬运。

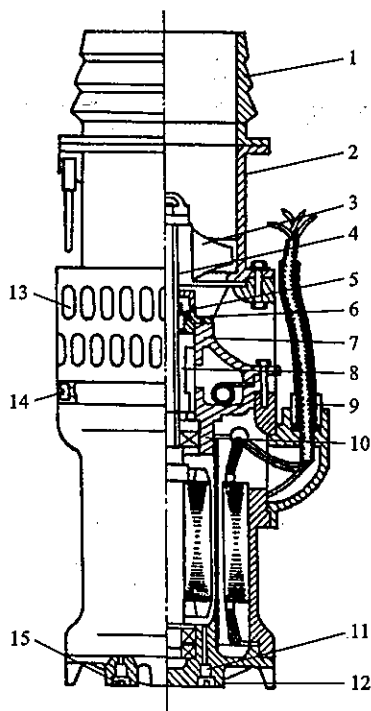


图 2-50 JQB 电动潜水泵

1.管接头; 2.导向件; 3.叶轮; 4.键; 5.甩水器; 6.轴承套座; 7.进水节; 8. 整体式密封盖; 9.电缆; 10.上端盖;
11.放水封口塞; 12.下端盖; 13.格栅; 14.放油封口塞; 15.放气封口塞

电动潜水泵由以下三个基本部分组成。

(1) 水泵，位于电动潜水泵上部，有轴流泵、混合泵和离心泵三种。

(2) 电机，位于电动潜水泵下部，是一台全封闭外水冷鼠笼式三相异步电动机，电机的绕组可用套封闭。

(3) 密封部分，位于中部进水节与电机的上端盖之间，起防水密封作用。

电动潜水泵的使用步骤如下。

(1) 首先，绝缘检查大于 $0.5\text{ M}\Omega$ 才可使用。将绳栓于泵环上，抬至需用场所，接好排出管(舰艇上一般有专用水龙带);用绳子吊着慢慢放入进水舱室内，吊放过程中禁止用电缆、排出管代替吊绳;接好电源;展开排出管至舷外。

(2) 合闸启动泵体，检查有无出水。如无出水，首先检查电源有无电压，相序是否正确。电机在转，不出水，应检查其吸入滤网是否都浸在水中，最好滤网应低于水面 30 cm 以上;如果上述问题排除后仍不出水，应停机吊起检查。不得在水中检查及排除故障，以免触电。

(3) 当水排到吸入滤网露出水面时，应停止泵的工作。当泵停止工作后，不得立即再次启动，要待排出管内的水倒流出去后再启动，以免带负荷启动，损坏电机。

电动潜水泵在使用中还应注意以下两点。

(1) 电动潜水泵放入水中的深度应视泵的扬程而定，因此，多层舱进水时，应先排上层舱水，再排下舱室的水。

(2) 防止舱内杂物堵塞吸入口滤网。

(三) 手摇泵

目前有的舰艇配备的手摇泵,具有吸干能力。一般手摇泵使用说明书都规定每分钟的往复次数,这不是严格要求的,有人力更换,可摇快些;无人力更换则可摇慢些。但是太快太慢,吸水效率都有所降低。手摇泵使用的注意事项可参考其保养条例和使用说明书。

三、空气法排水及充填法排水

空气法排水广泛用于潜艇及打捞沉船作业中,在现代水面舰艇上极少使用,在过去的大型水面舰艇上使用较多,特别是在浮力舱内。

空气法排水基本原理是:在上部密封,底部有排出口或破口的舱室内,通入压缩空气使舱内压力提高,空气在舱室上部将水从水线以下的破口或排出口排出。这种方法排水,当水排至破口露出水面就失效了。因此在潜艇顶部有破口时,不能用这种方法排水,以免浪费压缩空气。水面舰艇在使用此方法时要注意舱室上部的气密、水密和舱壁是否能承受空气的压力。

充填法排水即在破损进水的舱室中充入泡沫塑料球、空气球等比重小的物质,将水挤出舱室。这种方法首先要计算舱内进水量和充满充填物的重量,只有后者比前者小得多时,才可使用。据资料显示,有的舰艇双层舷或双层底的浮力舱中会预先做好空气袋,该舱破损后往袋中充入空气,气袋张开即可排水。这种空气袋排水法比空气排水好的地方在于舱壁不受力。

四、排水器材和工具

(一) “T”形方头扳手

“T”形外方头扳手[图 2-51 (a)]和“T”形内方头扳手[图 2-51 (b)]由一根横杆和一根直杆组成。直杆上部的横杆是作为力臂用,其下部呈外方形或内方形。“T”形方头扳手用于在甲板上开关排水阀、隔离阀等。由于水力喷射器的动力水阀和舷外排出阀开关次序不能颠倒,所以这两种阀方头的大小往往不一样,每个舰员都应熟练区别,哪一把扳手是开动力水阀的,哪一把扳手是开舷外排出阀的。

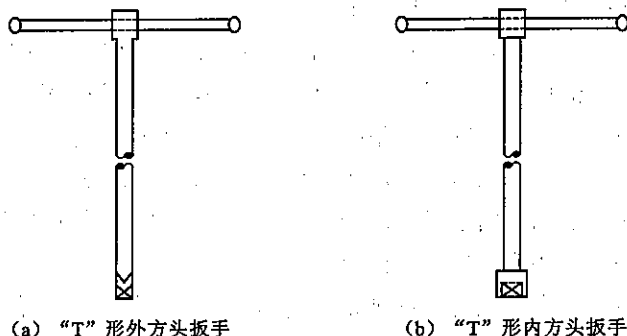


图 2-51 开甲板阀用的“T”形扳手

（二）特型开口扳手和钩型扳手

特型开口扳手和钩型扳手用于装卸移动排水器材、水龙带等物。

（三）特种弯管

舰艇部分舱室无排水吸干头，也无隔舱疏水阀。为了抽吸该舱进水或向该舱送入平衡舰体用水，从上甲板到该舱底有一根固定管子。管子的上端有内螺纹，平时用埋头螺塞盖住，使用时打开螺塞，拧上特种弯管（或“Y”形管接头），接上喷射器即可排水。

（四）舷窗排水接头

一些舰艇用移动排水泵从舱室排水时，排水弯管要通过水密舱到达厕所，而厕所下水管往往来不及排水，这就只有打开通向上甲板的水密门、窗口盖排出，这种情况在大风浪或灯火管制条件下都是不允许的。如果把排水软管从舷窗口伸出，就可以不开水密门窗，这样所需的排出管也可短一些。但是由于风浪等原因，水仍能从排出管伸出的舷窗进入舱内，灯光也能从此舷窗外露。为了解决这一矛盾，设有舷窗排水接头。

舷窗排水接头是一片带固定螺钉的圆片，中间焊有一根管子，管子内端有一快速接头与排水软管快速接头相接。管子外端为一段光管子。

使用时，将舷窗打开，把舷窗排水器上的5个螺钉的蝶形螺帽松到最低，然后将排水器放在舷窗护板座上。注意放置时，首先将螺钉的头正对护板座的缺口，然后将排水接头转动一个角度，上紧蝶形螺帽，舷窗排水接头就紧紧地上在舷窗护板座上了，再接上排水接头，即可使用。

五、排水时的注意事项

（1）排水设备应集中管理，统一使用，把主要力量投入到有决定意义的部位，如积水严重的舱室，影响舰艇稳度的舱室，舱壁有损坏的舱室，有积水的机舱、锅炉舱。

（2）水线以下的舱室完全灌满后对稳度有利，不必急于排干，特别是双层底的油水柜。

（3）上部舱室进水后会形成有害的自由液面，并使重心升高，对稳度极为不利，应尽早排干。

（4）排水时应密切注意效果。若水位下降，表明排水有效，可全力排水；若水位不变，说明排水也有效，但力量不足，可增加排水器材；若水位继续上升，说明排水能力太小，如无排水器材可补充，应停止该舱排水，将设备转入其他舱排水。为了使排水收效快，一般先排离破口最远的舱内积水。

（5）将破损舱的水导到另一舱去排水时，应密切注意水位，防止超过允许高度，如出现危险，应关闭连通阀，停止导水。

（6）通过门、舱口或入孔导水是危险的方法，一般不采用。不得已时，可在甲板、舱壁上钻孔导水，在水导完后应立即堵住。

（7）潜水员应参加排水工作，并观察舱室中水位的变化情况，判断损伤区域的位置。决定吸干某舱室后，潜水员应潜入该舱中寻找并堵漏小破口、裂缝和灌水管道等，同时还应清

理排水器材和吸水口，保证排水工作不间断地进行。

损管指挥员必须熟悉舰上的排水能力。舱室的排水能力各有不同，应掌握各主要舱室固定排水系统最大和最小排水能力，以及在全舰范围内能进行机动的活动排水设备能力。在损管指挥所应设有水密隔舱排水设备表，见表 2-4。

表 2-4 主水密隔舱排水设备表

主隔舱			排水吸干工具			
编号	名称	容积/m ³ (到正常水线)	所用工具	工具位置(肋骨号)	排水能力/ (m ³ /min)	排水时间/min
5	锚链舱	7	移动式喷射泵	左舷 12~13	20	21
6	帆缆储藏舱	3	移动式喷射泵	舱口	20	9
68	主机舱	125	固定式喷射泵	舱底左 110~111	100	62

第五节 舰艇平衡

当舰艇破损进水时，限制水的漫延是关系舰艇存亡的主要问题。在限制水的漫延问题解决之后，破损漫延情况基本稳定，沉没的威胁大大减小。但由于某些舱室被灌注，舰艇产生倾斜，稳度下降，这对舰艇航行和作战非常不利，严重时也可能因舰艇稳度丧失而倾覆。所以，此时平衡舰体的问题被提到了首要位置。

平衡舰体的目的就是消除倾斜，提高稳度，以保障舰艇的不沉性和武备、机器的正常工作。

一、平衡舰体的基本方法和基本原则

(一) 平衡舰体的基本方法

平衡舰体的基本方法有如下三种。

- (1) 对角灌注法：即在破损舱的对角或对端加灌海水。
- (2) 导移载荷法：即将破损舱附近的载荷移到破损舱的对角舱，通常是导移油水，也可搬动其他重物如粮食、弹药等。

- (3) 排出载荷法：即排出破损舱附近的载荷，或排出堵好破洞的灌注舱积水。

三种平衡舰体的方法各有优缺点，具体如下。

- (1) 对角灌注法速度快，如果灌注舱室低，还能提高稳度，但要损失储备浮力。
- (2) 导移载荷法不损失储备浮力，但速度慢，还有可能引起燃油渗水。
- (3) 排出载荷法能节约储备浮力，但可排物不多，排出燃油会降低续航力和暴露航迹，排灌注舱的水往往不易奏效。

通常，应根据具体情况，综合三种方法，灵活运用。

（二）基本原则

由于稳度和储备浮力是舰艇不沉性的基本因素，所以在平衡舰体的过程中必须充分注意“节约储备浮力，提高稳度，必要时才以储备浮力换取稳度”。这是平衡舰体所应遵循的原则，也是抗沉的基本原则。

因此，在采用对角灌注法时，应当选远、小、低的对角舱室，且应尽量装满舱室。在采用导移载荷法时，应选对角远的舱，尽量从高处往低处转移，最好能转移并装满。在采用排出载荷法时，应选近而高的舱室，应当排尽，排底舱的载荷时应注意稳度下降，一般不应排底舱。

当舰艇大破损后储备浮力损失已较多，但舰艇倾斜比较严重，并有继续增加的趋势，或者存在大面积自由液面，舰艇软弱无力，摇摆周期特别长，从多方面判断，剩余稳度已很小，有倾覆危险。这时宁愿向底部某舱对称灌满水或压载，损失部分储备浮力，使舰艇获得较足够的稳度并尽量保持正直漂浮，即原则中所谓的“以储备浮力换取稳度”。事实证明，舰艇因稳度丧失而倾覆是突然的，时间很短，而丧失储备浮力、舰艇正直下沉的时间较长，往往在几个小时以上。通过牺牲储备浮力换取稳度，赢得时间，一方面可以继续对敌作战，另一方面可以继续进行抢救工作，甚至转危为安。

二、平衡步骤与注意事项

（1）首先了解情况。指挥员应对本舰破损前的不沉性做到心中有数，包括油水的消耗、漂浮状态和稳度，这是掌握和解决破损进水后抗沉问题的基础。破损进水后，需要掌握限制水蔓延后舰艇的变化情况，如舰艇破损情况（部位、范围、进水舱）、漂浮状态和稳度、抗沉装备的变化情况。

（2）分析判断主要问题是什么（倾斜、倾差或稳度下降等）。

（3）针对主要威胁确定抗沉平衡方案。例如采取哪些抗沉措施（堵、支、排）及选定平衡舱，实施平衡。

（4）在平衡过程中，应密切注意浮态和稳度的变化，分析比较方案预计的情况和实际情况，使不沉性向好的方向发展，防止意外发生。

思考题

1. 舰艇破损进水后，各级指挥员应该如何开展抗沉作业，可采取的抗沉主要措施有哪些？
2. 依据舰艇破口形式不同，舰艇破损堵漏的方法有哪些？堵漏过程中应遵循的堵漏原则是什么？
3. 根据舰艇支撑加固过程中木支柱的状态，支撑加固的方法有哪些？支撑加固过程中应遵循的基本原则是什么？
4. 舰艇破损进水后，可采用的排水方式有哪些？需要注意的事项有哪些？
5. 舰艇平衡的基本方法和基本原则是什么？