

第三章

舰艇技术装备损管

舰艇技术装备损管是指技术装备遭到武器攻击和破损条件下,通过损管措施快速恢复技术装备性能,使其能持续工作。

舰艇技术装备包括动力装置(主动力装置、电能装置)及为其服务的各种管系和辅助机械,包括航海、观通、武备、电子对抗等技术装备,防沉防火技术装备等。本章主要研究动力装置及为其服务的管系、辅助机械的损害管制。

要保障动力装置损伤条件下持续工作,首先要找出导致动力装置不能持续工作的原因。具体原因是多方面的,如技术故障、海损事故的影响及战斗破损等,对军舰而言,主要是战斗破损。从战斗实例看,战斗破损导致动力装置停止工作的原因主要包括以下几点。

- (1) 武器直接命中,使动力装置自身损伤。
- (2) 舱室破损进水或火灾迫使动力装置停止工作。
- (3) 为动力装置服务的辅助机械损伤导致其停止工作。
- (4) 非接触爆炸冲击震动导致动力装置停止工作。

从上述原因来看,要保证动力装置在损伤情况下仍能持续工作,应满足下述基本要求。

- (1) 动力装置破损的可能性要小。
- (2) 装置一旦破损,功率损失要小。
- (3) 破损后,修复要快。

具体地说:动力装置在遭到一定的武器攻击下,自身要可靠;若损伤不可避免,损伤效应及损伤范围要小;损伤停止工作后,修复要快。这三方面就是保障和恢复舰艇生命力的基本规律,它贯穿在动力装置设计、建造、服役使用的整个过程中。

第一节 舰艇技术装备的战斗使用

舰艇技术装备的战斗使用是否正确,将直接影响舰艇技术装备战斗力的发挥,也会直接影响舰艇技术装备的生命力。动力装置是舰艇上一种极为重要的技术装备,本节以动力装置为例进行相关内容的阐述。

战斗中对动力装置正确使用及破损后的正确处理,是保障动力装置生命力的一个重要因素。

一、动力装置的战斗使用

(一) 动力装置战斗使用原则

从保障动力装置生命力出发,战斗中正确使用装置的基本原则如下。

(1) 发挥装置的最大效能，减少破损可能性。

(2) 遭破损后影响要小。

(3) 便于转换、隔离和修复。

总之，就是要维持和保障动力装置不间断工作，最大限度地保证舰艇战斗的需求。

(二) 战斗使用的具体要求

平时，为了续航力和经济性、节省人力和工作方便，动力装置的使用通常不是处于最大功率（甚至有的舰艇很少考虑独立组的独立性），而是经济航速。在投入战斗巡航或战斗前，为提高舰艇和装置的生命力，必须对装置的使用进行重新调整，以确保各独立组的独立性，使装置既能发挥最大效能，又具有最大抵抗破损的能力，这就是动力装置的战斗使用要求。至于如何具体使用，要根据动力装置的特点来决定，但有着共同的要求，具体如下。

(1) 一切战斗中使用的机械、设备要全速或全负荷准备。

(2) 尽量保证工作中机械、管路、电力干线的独立性，并有彼此支援的可能。管路电力干线要尽量短。

(3) 备用机械、管路系统应保持暖热和立即可用状态，但一般不宜启动运转。

(4) 与战斗无直接关系的机械、管系、电缆等应停止使用，并切断它们同战斗机械和电站的联系。

(5) 应急照明、应急通信设备要保证随时可用。

(三) 战斗使用计划

为了备战迅速，免出差错，必须按上述原则和要求对动力装置的战斗使用作出最合理的方案，这就是动力装置的战斗使用计划。该计划是以图表的形式来说明战斗时装置的使用情况，其内容包括以下三点。

(1) 根据战斗需要，哪些装置正在使用，哪些是备用，哪些停止不用，一一给予记录。

(2) 使用的装置是怎样取得油、水、电，向何处输出动力，向何处排出水、烟或废气。

(3) 动力管路上哪些阀是开的，哪些是关的，电力系统上哪些开关是合上的，哪些是打开的。

记录的表格形式可不相同，只要简明易懂、不易出错即可，具体示例见表 3-1～表 3-4。

表 3-1 某舰主辅机的战斗使用计划

序号	机械名称	战斗时所处状态			备注
		在运转的	备用的	停用的	
1	主锅炉	1, 2, 3	无	无	—
2	辅锅炉	无	无	停用	—
3	主锅炉上水泵	1, 3, 5	2, 4, 6	无	备用的 处于暖机状态
4	燃油预热泵	1, 2, 3	无	无	—
5	消防泵	1, 2	内燃消防泵	无	备便状态

表 3-2 某舰发电机和配电板的战斗使用计划

序号	机械和装置名称	状况	怎样接通	附注
1	1号透平发电机	工作	与1号主配电板接通	—
2	1号柴油发电机	备用	—	各便状态
3	1号主配电板	有电	与所属发电机接通	—

表 3-3 某舰主管战斗使用计划

序号	名称	战斗使用	附注
1	主汽管	按战用接通图	—
2	暖气管	关闭	—
⋮	⋮	⋮	⋮
9	辅机冷却管	照日常情况使用	—

表 3-4 某舰主副机战斗使用计划

序号	机械名称	状态
1	左右主机	工作
2	1号、2号发电机	工作
3	3号发电机	低速运转
4	1号消防泵	工作，并保证系统中水压为 0.8 MPa
5	2号消防泵	各便

(四) 装置战斗使用计划的作用

(1) 能发挥装置的最大效能。装置战斗使用计划是根据装置设计特点经过周密分析而制订的，目的是发挥装置的最大效能。

(2) 备战迅速，不易出错。对于复杂的装置有明确的使用计划，可在平时训练中反复操演，故一旦备战，转换动作迅速、准确。

(3) 破损后影响小。图 3-1 所示为主辅气管战用接通示意图，其中主汽阀③战斗中关闭，使装置的使用成为独立互不影响的部分。否则，一旦管路某段破损，在没有隔离转换前必将影响到整个动力装置的工作效能。

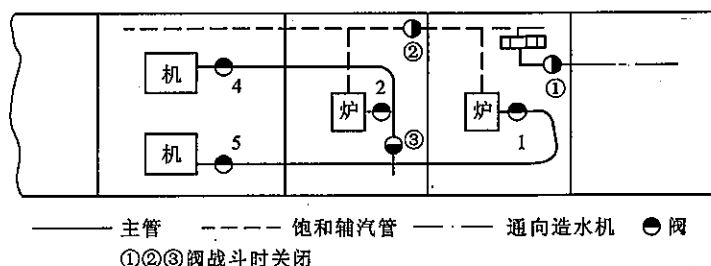


图 3-1 主辅气管战用接通示意图

(4) 减少破损后的处理工作。辅锅炉中的暖气管等战斗中不必要的装置和系统停用和隔离，使在战斗中这些部分破损时，无蒸气溢出，不需要进行及时修理，简化了破损后的处理工作。

(5) 能提高破损后隔离转换的速度。因装置战斗使用计划中规定了某些装置的备用状态，这为装置破损后的迅速转换工作提供了可能性。

(6) 能减小破损可能性。如备用机械不启动运转，则其抗损性提高。

二、动力装置破损时的使用

(一) 动力装置破损时的使用原则

- (1) 要尽最大可能满足战斗需要。
- (2) 要不使破损影响扩大到其他部分。

(二) 动力装置破损时的处理

1. 隔离与转换

首先应断开破损的管路段或电缆段，以限制破损影响，保障其他未破损部分的正常工作，并立即停止破损机械，接备用器材（包括机械、管段和电缆段），发挥装置在破损条件下的最大作用。为了在破损发生时能正确迅速而有效地采取隔离阀转换，应事先做出各种破损处理方案，并制成文件，即动力装置损害管制计划。

动力装置损害管制计划，一般是以图表形式来表示装置、管系及电力系统在某些典型破损情况下的处理和转换指示，其内容应包括以下几部分。

- (1) 装置、系统可能破损性质及规模。
- (2) 消除破损的基本措施。
- (3) 转换备用装置或管路、电缆的程序，如阀门、电闸的开关、转换等。
- (4) 转换后管路上阀门的状况（打开或关闭）和电能系统上各种开关的状况。

某驱逐舰蒸气主管和某舰燃油系统示例见图 3-2、表 3-5、图 3-3、表 3-6。

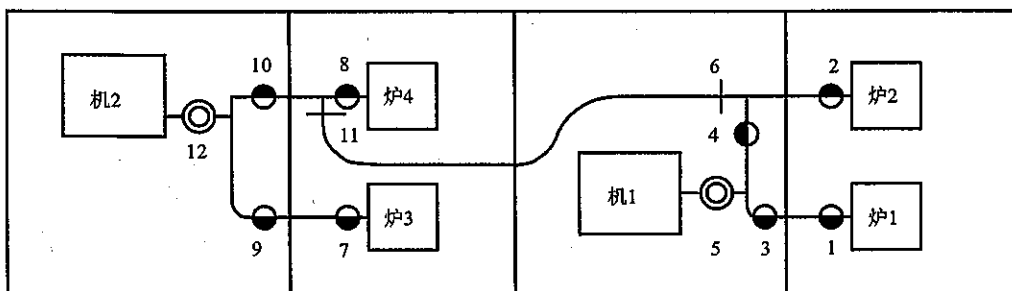


图 3-2 某驱逐舰蒸气主管接通图

表 3-5 某驱逐舰蒸汽主管损管计划表（参见图 3-2）

方案序号	损伤	备 用	消除损伤的措施	阀门的转换		转换后阀门的位置	
				开	关	开	关
1	炉 1 或阀 1、阀 3 阀间管段	2 号炉	将炉 1 与主管断开，停炉 1	—	1, 3	2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12	1, 3, 6, 11
2	炉 1 和炉 2 或 1, 3 阀间管段和 2 号炉	4 号炉	将炉 1、炉 2 与主管断开，停炉 1、炉 2，将炉 4 与前主机接通	6, 11	1, 2, 3, 10	4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12	1, 2, 3, 10

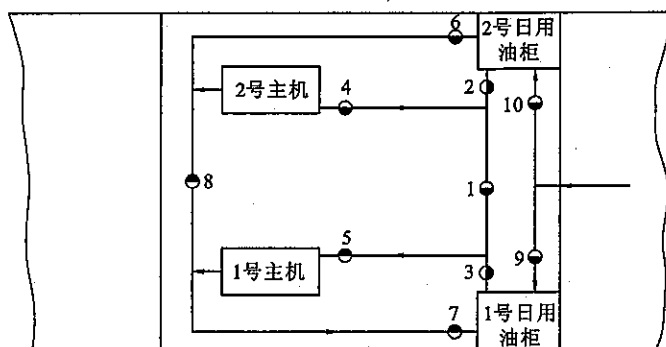


图 3-3 某舰燃油系统接通图

表 3-6 某舰燃油系统损管计划表（参见图 3-3）

方案序号	损坏	代替措施	阀门转换	
			关	开
1	1 号日用油柜	2 号日用油柜	3, 7	1, 8
2	2 号日用油柜	1 号日用油柜	2, 6	1, 8

2. 强制工作，并设法避免产生严重后果

当机械、管段或电路损坏，且缺乏备件和不允许停止工作时，应采取一切措施使其继续工作，并尽可能设法避免或减小因不正常使用的不良后果。

3. 采用代用品

在无转换或不可能强制工作，而当时情况又不允许机械装备停止工作时，有时可采用代用品来维持工作。如当气闸离合器损坏时，可用固定销将主动轮、被动轮作刚性连接使用。又如用双推进器代替舵、用帆代替主动力、用主机带动发电机、用淡水代替海水、用海水代替淡水等办法，都是曾经采用过的。

4. 抢修破损

在抢修程序上，应先急后缓，先易后难，即尽量先修复在当时保证战斗急需的、有重大影响的装备，有余力时再考虑次要的装备。一般首先修复损伤较轻的装备，然后才修复严重

破损、修复困难的装备，不应把时间和精力花在那些当时不可能修复的装备上。当几个系统破损，而抢修力量不足时，应集中力量一个系统一个系统地解决。如两部主机损坏，当力量不够时，应集中力量先抢修好一部主机，然后再修另一部主机。

在抢修方法上，要广开思路。在配件或部件缺乏时，可以拼凑使用，即利用备件或完全失去作用的机械和装置上的完好零件，甚至专用器具（如弓形夹钳，应急跨接电缆等），去修复破损的机械和装备，或者将几部严重损坏不能工作的同型机械装配成完好能用的机械。

抢修时要注意人员安全，要做好水、火、毒气、放射性沾染及蒸气的防护。例如某型舰在热锅炉条件下，在水筒内维修水管的人员穿上石棉衣，脸上涂抹凡士林，部分脸部用纱布包扎起来，腰带上扎一根信号绳，经约 5 min 安全完成了抢修任务。

在舱室充满蒸气时，应迅速查明并隔离破损部分，必要时停止锅炉和机械工作，减少蒸气冲出。舰员立即转到舱室底部或经有喷淋装置的升降道撤出舱室，在未打开出口处的喷淋装置之前，禁止跑动，以免烫伤。当舰员不能阻止蒸气直接喷射时，应注意：使用器材阻挡直射的蒸气；开动喷淋装置或固定喷水系统和可以使用的消防水枪喷淋掩护；加强通风，向底部输入新鲜空气，使蒸气从舱室上部排出，舱室内上下部分之间形成一定的压力差，避免蒸气很快冲至下部；迅速抢修破损部分（在已隔离的条件下）。

有的舰艇在舱壁上安装了舱壁软管接头，一旦消防主管破损后可以利用这些接头用软管水龙带将各舱消防管路串联起来，接通破损的消防管路（图 3-4）。平时这些接头则以闷盖关闭，以保证隔墙水密性。

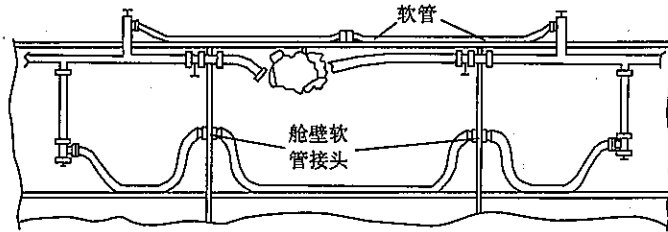


图 3-4 利用软管接通消防管路

如未安装舱壁软管接头，也可用软管或水龙带将破损消防管路附近的两主隔离阀以外的消防栓连接起来，以接通破损管路，保证部分重要装置供水及灭火用水。为此通常在消防泵排出截止阀前设置一个消防栓，以最大限度地减少管路的破损可能。

（三）动力装置损害管制计划的作用

动力装置损害管制计划的作用是在实际破损情况与计划假设方案相符时，能使破损动力装置迅速而正确地进行隔离转换与处理，保证装置不间断地工作。

三、典型破损处理

为了进一步说明动力装置破损时的使用原则和处理措施，下面举例探讨若干典型破损的处理实例。

（一）部分主机和轴系损坏时对舰艇运动的保证

部分主机和轴系损坏时，可由完好的或遭受轻伤的主机及相应的轴和推进器来保证舰艇的航行。这时可采用下列措施。

- （1）将损坏的机组与一切供应动力的主管断开。
- （2）将损坏机组使用的油水柜作为备用，并加以适当的转换，以便能迅速投入使用。
- （3）制动损坏机组的主机，即加制动器，将轴分开并将推进器转到辅推力轴上，使该推进器能自由旋转而不致引起对舰艇运动的显著阻力，但必须防止大轴前后移动而导致轴与尾管间的间隙增大，使海水从间隙流入舱内。
- （4）注意单机航行时主机强化工作下的安全。单机航行或在已损坏机组的轴自由旋转条件下，可以达到相当大的航速，但主机有可能会强化工作。轴上的负荷过大，轴可能会扭转，主机也可能难以承受过大的扭转力矩。

（二）在舵装置损坏条件下舰艇运动的保证

舵装置损坏时，可转用人力舵。如果全部舵装置都损坏了或舵卡住了，那么唯一办法是用双推进器操纵舰艇。在小型舰艇上，可采用临时性的木质舵，用手牵索或通过绞盘来操纵。但要注意将损坏的舵固定在舰艇的对称面上，如果是两个舵，应使其位置平行对称面。

（三）滑油系统损坏时主机的使用

主机缺乏滑油时应立即停车，否则经 1~2 min 就会烧坏轴承，造成严重破损事故。在遭受武器攻击下，不仅滑油系统中的管路可能遭到破损，而且过滤器、冷却器、循环油柜和泵都有可能损坏。若滑油系统有备用辅助管路，则管路破损时转用备用管路。滑油泵发生故障时，可使用备用滑油泵工作。在循环油柜损坏时，如果损坏处无法严封，就只能用一个清洁油柜代替循环油柜。如果滑油流失，又不允许停机时，可设法用重油来润滑机组，只要用软管将油泵的进油部分与重油管路或重油柜接通即可。战时，最好预先将用重油润滑机组的专用装置作为应急备用器材，也可在设计时就做这方面的考虑。在万不得已，必须用水润滑时，舰速应尽可能地降低，且要用泵的最大压力向轴承输水。如泵不能保持足够压力，应用消防主管中的水来供应。总之，如果润滑问题不能解决，主机是不能工作的，应立即停止其他相关工作。

轴系轴承应实行独立润滑。若轴系轴承与主机润滑系统相连，则当轴系轴承的滑油管路受损而不能迅速修复时，为了防止系统中的滑油大量漏出，送往轴系轴承的滑油泵应减少到最低限度，甚至完全停止。可用在轴承外壳上大量浇灌冷水的方法以防轴承变热，也可用冷水送入轴承的工作部分来维持轴承的工作，但只有万不得已时才这样做。当轴承或装有轴系轴承舱室被灌注时，系统中的滑油通过回油管有充水危险。这时应关闭回油管，同时减少向轴系轴承的输油量，或者终止供油。当舰艇上有足够的备用滑油时，不能不中断送油，只能减少送油量和关闭回油管，以预防整个系统中的滑油充水。

（四）有固定倾斜和倾差时装置工作的保证

舰艇和技术装备在设计和建造时，都应考虑舰艇可能在较长时间内在一定的固定倾斜和倾差下航行。一般从技术装备的使用上来讲，当固定倾斜在 15° 以下、倾差在 1.5° 以下时不

应有严重的影响。在管理中，还是应采取一系列的措施以防事故的发生。对于锅炉，应防止水管露出水面而被烧坏，要适当调整水位，必要时可以手动控制水位。若把锅炉中水位提得过高，特别是在负荷较大时，则水可能会流入蒸气过热器中。

防止油、水流至倾斜舷，从而加大倾斜，所以应关闭两舷油水柜的连通阀，且只能使用倾斜舷的油水柜。

舰尾倾差很大时，轴系轴承滑油很难流回日用油柜，这时要防止滑油流失，可将全部轴系轴承的润滑转由后主机承担（当轴系轴承与主机同一滑油系统时），以免发生两部主机的滑油都有流失的情况，对自轴承中流出的滑油可用手泵通过固定的排油管或临时加的软管抽出，也可用桶收集再倒入日用油柜或备用油柜中。在不得已情况下，可停止供油，并在轴承上大量浇洒水。

循环水泵（海水泵）、燃油泵、滑油泵等吸入口易露出液面，应特别注意。油柜的油量应保持在其容积的75%以上。

（五）机炉舱被灌注后的工作保证

当机炉舱被灌注后应关闭全部通过被灌注舱室的管路，防止舷外水和燃油可能通过已破损的管路进入锅炉上水系统和燃油系统。关闭管路时要注意那些容易被疏忽的疏水管、暖气管等。

（六）部分锅炉损坏时的工作保证

部分锅炉损坏时，应将损坏锅炉与主管断开，将其负荷转到别的锅炉中去，但应尽量保持机炉组的独立性，防止装置第二次遭到破损时所有功率失效。

主汽管破损时，可利用辅汽主管供气。过热器损坏时，应断开过热器，改用饱和蒸气。但应考虑过热器会因此全部烧坏，且此时锅炉负荷不得超过其全部负荷的70%~80%，送入主机的饱和蒸气不得超过通往主机的过热蒸气的20%~25%。

（七）锅炉用空气和燃料的输送系统被破坏时的工作保证

一部锅炉通风机损坏时，可使用其他通风机，要注意通风机的轴承负荷。

舱室破损或空气通道破损造成风压下降时，应立即堵塞。

燃油预热器损坏时可用冷重油，但会由于冒黑烟而暴露舰艇位置，所以事先应得到舰长的同意。日用油柜破损充水时，应转换油柜。如果水已通过燃油系统流入未遭损伤的油柜中，应待水沉底与油分离后，将水抽出。

内燃机燃油管破损时，应停止使用破损管段，转用备用油路。日用燃油箱破损时，应直接从燃油柜给机器供油。低压油泵发生故障时，应转用备用泵或燃油输送泵。

（八）凝汽柜破损后的工作保证

主凝汽柜严重损坏时，应立即停止主机。排汽于此凝汽柜的辅机应停止工作或转到别的凝汽柜去，或者将蒸气排入大气。

如凝汽柜是两个独立部分的装置，则当一部分破损时，可用完好的另一部分。为此，主机的负荷应低至全速负荷的50%或稍多一点。

(九) 发电机和电站损坏时的工作保证

发电机和电站损坏时，应首先恢复最重要的战斗负荷供电，如武备、武备指挥仪、无线电台、舵装置、消磁装置、电子对抗装置和电动消防泵等。

断开损伤电缆，进行修复或架设临时电缆，最好在设计时就设置许多应急接线孔(图 3-5)。只有在迫不得已时，例如电缆、配电板、发电机起火或者当汇流排和发电机被水淹没有可能发生短路时，才允许关断配电板上的电源。

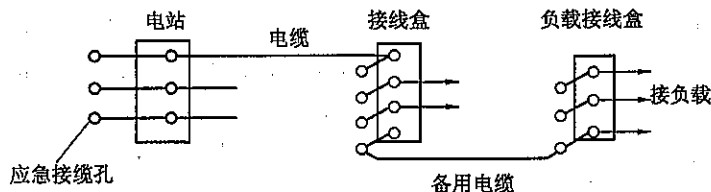


图 3-5 电缆破损后跨接图

(十) 上水系统损坏时的工作保证

上水系统损坏时，锅炉由应急水柜或备用水柜上水。但要明确，如果全部凝水损失，上水的全部储量最多只能维持锅炉满负荷运行几十分钟。造水装置每小时造水量则只能维持锅炉全负荷几分钟的上水。

当只有一个独立组内的上水系统破损时，则可由其他舱内的水泵上水。如无此种导管，可以用临时设置的管路输送上水。

在预热器损坏的条件下，锅炉可用冷水。但这会增加燃料消耗，降低锅炉效率，提高蒸气过热温度。蒸气温度过高，还可能引起锅炉、机械和管路的材料强度发生变化。

要注意上水盐渍的问题。上水盐渍可能是由上水系统发生破损时海水进入系统造成的，应及时查明情况，迅速处理。

上水储备完全损失时，如果战斗的胜负和舰艇的命运只取决于锅炉中是否有无蒸气的话，可用舷外水供锅炉，同时应想尽一切办法来避免因此而造成的严重后果。譬如，为避免炉水盐分过多，可不间断地将炉水疏放到舷外，而锅炉的负荷应尽可能减少，主机一般应停止。此时还要注意，这种措施对使用高参数蒸气的装置来说是比较危险的。

(十一) 海水冷却系统损坏时的工作保证

在内燃机海水冷却系统中，可广泛利用全舰的海水泵来部分或全部代替内燃机所属的海水泵。在绝大多数情况下，冷却系统虽已失效，但动力装置的正常工作仍能得到保障，只有在破损极其严重时，动力装置的功率才会有所降低。滑油冷却器和淡水冷却器的破损水腔的修复最为复杂，当出现这种破损而又来不及查明破损部位时，则应进行相应的转换，以保证冷却器水向内燃机和破损冷却器供应。而破损冷却器中的水，可先让其流入舱底，随后立即排出舷外。

图 3-6 所示为某舰的海水冷却系统，在水下爆炸试验时，其主机海水过滤器损坏(图 3-6)后，可利用另一机组或消防系统的海水来进行冷却，但要把海水泵处堵住。

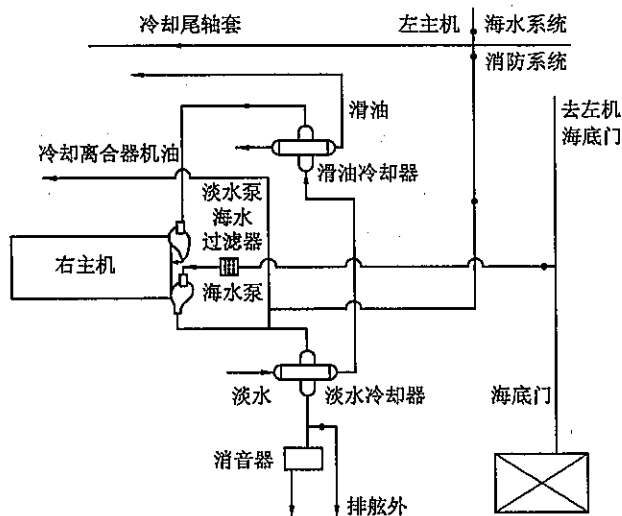


图 3-6 某舰海水冷却系统

(十二) 淡水系统损坏时的工作保证

淡水系统损坏，可用其他主机淡水泵供给淡水，并及时对管路破损部分进行堵塞包扎。若淡水外漏不能堵塞且又没有大量淡水供给使用时，可用海水代替。用海水代替淡水，温度应控制在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，以防过多的盐渍。为此，必要时可降低主机负荷。进入气缸水套的海水温度不能过低，最好是利用从滑油或淡水冷却器出来的海水，且用过的海水要排出舷外。水路系统使用过海水后，要做清洁处理。

应该指出，舰艇在处于一级战备时或发生破损的情况下，往来不及或不可能翻阅这些战斗使用计划和损害管制计划。因此，这些使用方案和破损处理方案，舰员必须事先制订和训练，以便在备战或发生类似破损时能迅速准确地给予处理。这些方案，有的是在设计动力装置时就已制订，但不可能完全准确地反映出舰上可能发生的实际情况，所以舰员就需要不断摸索、总结经验，对计划方案进行修订与完善；同时要加强操练，只有对各种问题的处理都熟练了，才有可能创造出新的方案和办法，正确而迅速地处理战斗破损时的各种可能发生的情况，保障动力装置不间断工作，保证完成舰艇的使命。

第二节 舰艇技术装备破损的处理方法

在舰艇技术装备破损后，如果能积极、迅速地采用正确的处理方法，将有利于保持和恢复技术装备的生命力。破损形式、种类的不同，采用的方法也会各有不同，但其处理方法也有共同之处。本节就舰艇技术装备破损后一般处理方法做一些介绍。

一、技术装备破损后的处理与修复

技术装备破损后的处理与修复措施如下。

- (1) 根据技术装备损管计划, 停用破损机械, 并立即转换备用机械。
- (2) 当机械损坏而又无备用机械转换时, 应尽最大努力采取措施, 保持其持续工作。确定无法进行工作时, 应报告舰指挥所或部门指挥所, 要求停机。
- (3) 切断动力系统的破损部分, 并设法修复或转用备用系统。
- (4) 装设临时管路、电缆。
- (5) 抢修破损装备, 使其尽快恢复工作。
- (6) 可将多部同型破损机械拼成一部或几部使用。

除上面介绍的一些措施外, 各类型舰艇可根据本类型舰艇装备的特点, 研究制订具体的转换、代替的基本操作项目, 并经常组织操练。

二、防蒸气的基本方法

锅炉、蒸气机械及其管系等损坏时, 应立即转换装备, 迅速关闭相应的隔离阀, 以隔断蒸气源, 并迅速利用适当的包扎器材进行抢修。如一时无从发现破损或无法隔断蒸气源, 舱内会迅速充满蒸气, 这时必须采取以下措施。

- (1) 人员可退到舱室下部, 并设法用身边器材遮挡直射蒸气, 以免烫伤。
- (2) 打开舱室喷淋或用水枪喷射水花, 以减缓舰员所处的困难处境。
- (3) 蒸气冲入舱室时, 不应停止通风。相反, 开始时, 无论是压入通风或抽引通风均应加强, 在舱内的上下空间造成一定压差, 使蒸气不能很快充满下部。因此, 压入通风应尽可能将空气送到舱室的下部, 而排气应由舱室的上部进行, 以保证舰员所需的新鲜空气。
- (4) 人员撤离舱室时, 应从升降通道下口退出, 同时必须打开出口处的喷淋。出口处无喷淋设备时, 舱外舰员可使用水花喷射, 避免烫伤。

三、油、水管路破损后的处理要点

当油水管路破损后, 一般应立即按本舰的技术装备损管计划转换系统, 以保证机械正常工作, 同时进行修复。在转换和修复的同时还必须注意以下两点。

- (1) 限制油水漫延的程度和范围。应采取相应的措施(如隔断油路、水路, 排除积油、积水)降低和消除油水等自由液面对舰艇稳度的影响。
- (2) 防止起火。应采取相应的措施(如准备好灭火器材)防止和扑灭因油水漫延而引起的火灾。

四、电路(缆)破损后的处理要点

舰艇电气设备和电路(缆)破损会造成短路漏电, 既容易引起火灾, 又会使一些重要仪器设备失去电源。为保证舰艇战斗力, 要求舰员发现本战位电源发生故障时, 迅速按技术装

备损管计划要求转换系统并修复破损电路（缆），同时还必须注意以下三点。

（1）修复中必须注意安全。在未经修理的破损电缆裸露部分下面要垫绝缘物；在金属甲板上安装应急电缆时，下面要垫上绝缘物或用绳子将电缆夹吊起，防止漏电。

（2）在应急电缆通过门、舱口和其他地方时应采用防护措施，并且将应急电缆固定好，以免妨碍人员的战斗行动。

（3）防止因短路等原因而起火。应准备好相应的灭火器材随时扑灭突起的电火，同时拉断电源。

第三节 管路破损的修复

一、管路用材料包扎

（1）缠扎材料：用以缠扎破损管路，如铁丝、浸油麻绳、橡皮带（或帆布带）等。

（2）涂料：一般涂在管子破口附近或堵塞用的麻絮、破口上，如油漆、油灰、石墨、铅粉等。

（3）垫料（片）：一般垫在管子破口或管路接头处，如石棉橡胶板、石棉布（板、绳和带）、油纸板、橡胶板等。

（4）金属盖板：一般盖在垫料外层用以压紧垫料，如铁皮、钢皮、铅皮、铝皮、半钢管和管口盖等。

二、管路用工具修理

（1）管子扳手（管钳）：转动金属管或其他圆柱形工件，是管路的安装和修理工作中常用的拆装工具。

（2）管子割刀、钢锯：用来切割管子等。

（3）剪刀：用来剪切各种垫料。

（4）手锯、凿子、锉刀、扳手：用来拆装、修正管路破损。

（5）电焊、气焊、喷灯、C形夹及消防铁铤等。

三、管路包扎器材修理

在战斗中修理破损管子的办法是：用涂料、垫料、盖板等将破损的管路包住或盖住后，再用包扎器材固紧，防止泄漏。包扎器材种类很多，有各种类型的管箍、管口盖。包扎器材的基本要求是：包扎可靠，固紧结实，而且安装固定迅速，使用方便。

1. 普通管箍

普通管箍用于修理高压管路，一般用来箍紧较小直径（ $\phi 25 \sim 37$ mm）的高压管路较好。

普通管箍（图 3-7）是由两块半圆形瓦状的铁片组成，根据管箍的宽度，在两端有 1~3

个螺孔。它的优点是构造简单，紧密性相当好，特别适用于修理较小直径的高压管路的破损；缺点是每只管箍只能用于一定直径的管子。舰艇上管路直径种类很多，因此，所需不同大小的管箍数就多，保管使用和放置都不方便。

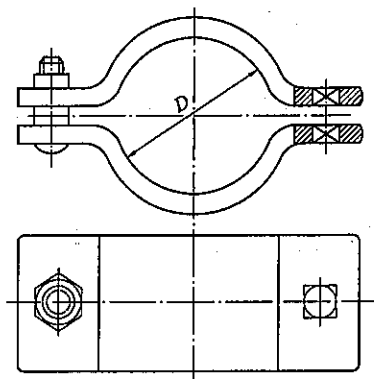


图 3-7 普通管箍

2. 带铰链管箍

(1) 单铰链管箍，可用于包扎 50~150 mm 的低压蒸汽和油水管。单铰链管箍（图 3-8），只有一个（一排）铰链，它的上部和下部用铰链连接着，螺栓用来固紧管箍。这种管箍只需在一边拧紧螺栓，因此安装铰链管箍比普通管箍的速度快，但只有当管子直径相差很小时，方能使用。

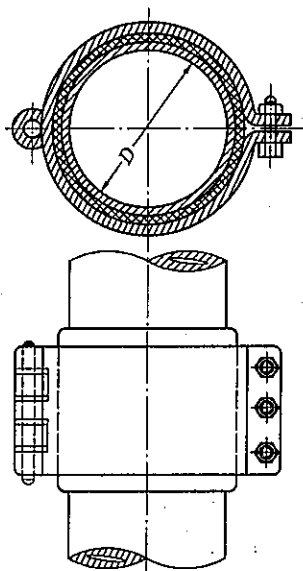


图 3-8 单铰链管箍

(2) 双铰链管箍，又称高压管子卡箍，适用于包扎 75~150 mm 的破损的高压蒸汽管路。其构造特点是：在下半部的半圆瓦形钢管内装有一圈石棉绳或橡胶条，且凸出圆弧一定的高度（5~10 mm）；上半部由并排的两块带铰链和元宝螺栓的瓦状钢管（两个铰链）组成。使用时，用下半部圆形钢管包住管子破口，上紧双铰链元宝螺栓即可。

3. 带尾伸缩管箍

带尾伸缩管箍（图 3-9）适用于包扎破损的低压管路。这种类型的管箍比带铰链管箍有了改进，它的直径可以由尾端调节，因此，其适用的管径范围可伸可缩。

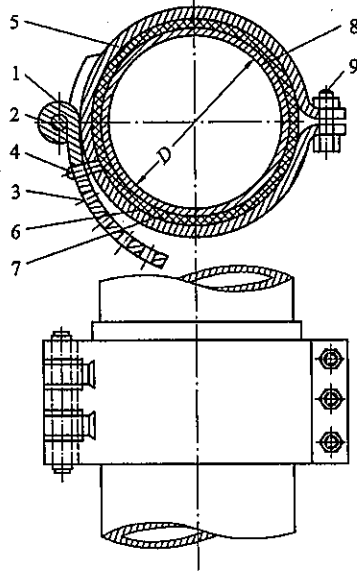


图 3-9 带尾伸缩管箍

1. 长尾条；2. 铰链；3. 插孔；4. 插销；5. 上半部；6. 下半部；7. 垫料；8. 管道；9. 螺栓

带尾伸缩管箍的直径伸缩性比较大。它主要由上半部和下半部所组成。上半部用铰链连着一个长尾条，这个尾巴上开了几排插孔；下半部有插销，用螺栓固紧管箍。

4. 低压伸缩管箍

低压伸缩管箍（图 3-10）主要用于包扎低压水管路，其直径可在一定范围内伸缩。

低压伸缩管箍有多种规格。它主要由内外两部分组成：外层部分的一端开有几个方孔；内层部分的一端是一个钩子，可以根据管径的不同，钩在外层部分的任意一孔中，另一端的凸缘用螺钉紧固。

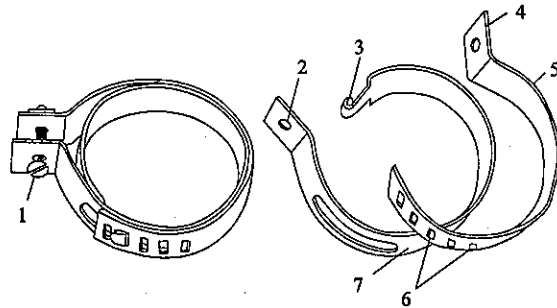


图 3-10 低压伸缩管箍

1. 固定螺丝；2. 螺孔；3. 钩；4. 凸缘；5. 外部；6. 方钩孔；7. 内部

5. 带形管箍

(1) 固定带形管箍 (图 3-11), 又称固定撑架管箍, 适用于包扎高压蒸气管和油水管, 主要由薄钢带、螺杆和弧形活动压板组成。旋转螺杆, 可使弧形活动压板压紧管子或凸缘接头。这种带形管箍制造简单、使用方便, 可在一定管径范围内包扎管路。

(2) 活动带形管箍 (图 3-12), 主要用于包扎直径 50 mm 以上的高压蒸气管和油水管。活动带形管箍主要由钢带和锁紧装置组成。在锁紧装置上有棱体、夹板、压板和螺栓等。具体使用方法是: 先关闭破损管路上的阀门, 再拆去隔热物并修平破口, 将涂有石墨和油灰的石棉板和半圆钢管盖板铺在破损部位上; 然后准备管箍, 迅速松开钢带将压紧螺栓松到尽头, 将管箍钢带绕过管子, 穿进箍内, 拉紧钢带, 并用螺栓固定; 只有当盖板在破损位置上固定好之后, 才能重新缓慢打开阀门, 使管道压力逐渐增高。

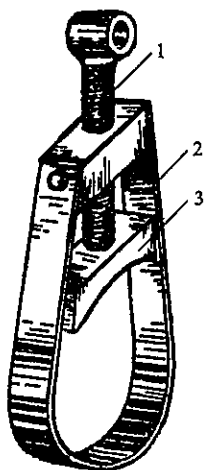


图 3-11 固定带形管箍

1. 螺杆; 2. 薄钢带; 3. 弧形活动压板

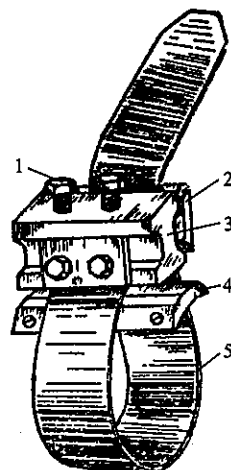


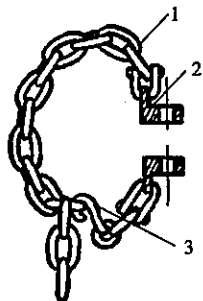
图 3-12 活动带形管箍

1. 螺栓; 2. 夹板; 3. 棱体; 4. 压板; 5. 钢带

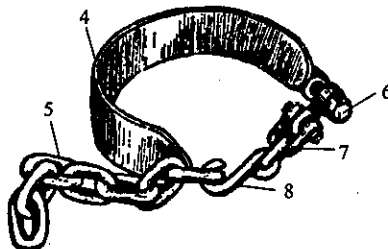
6. 链条管箍

链条管箍 (图 3-13) 适用于包扎大型管径 ($\phi 100 \sim 200$ mm 或 $\phi 200 \sim 400$ mm) 的低压破损管路。链条管箍主要由链条、链钩和紧固螺栓组成。

链条管箍的类型较多, 但基本结构和使用方法是相同, 常见的有 4 种类型 (图 3-13)。



(a) 类型一



(b) 类型二

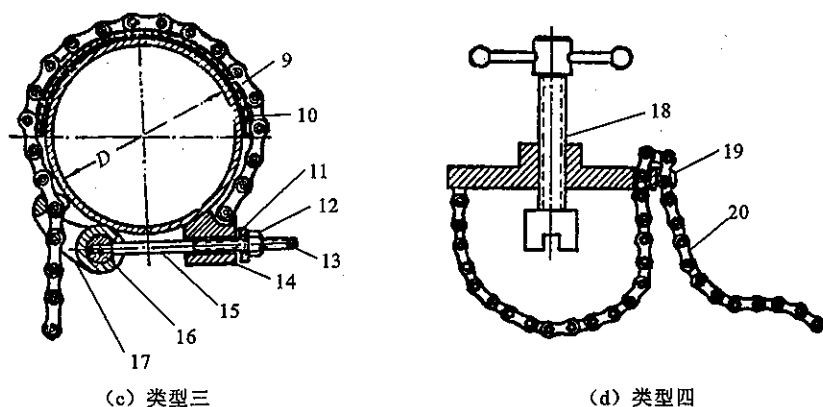


图 3-13 链条管箍

1、5、9、20. 链条; 2. 凸缘; 3、8、17. 链构; 4. 钢带; 6. 螺栓; 7. 活链环; 10. 垫片; 11. 垫圈; 12. 螺帽; 13. 销子;
14. 活动螺杆套; 15. 螺杆; 16. 短轴; 18. 压紧螺栓; 19. 钩头

7. 管口盖

(1) 螺栓管口盖 (图 3-14) 适用于堵住已断开的高压管路, 以保证管路能部分或全部恢复战斗使用状态。

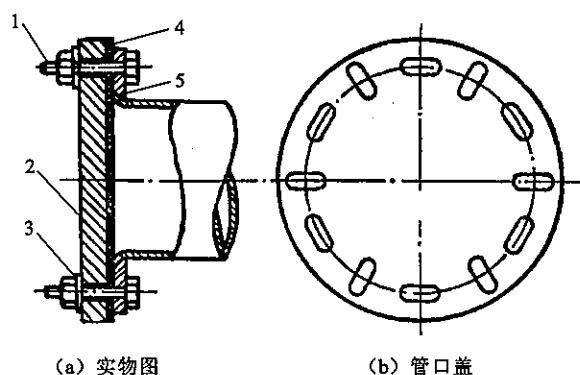


图 3-14 螺栓管口盖

1. 螺栓; 2. 管口盖; 3. 垫圈; 4. 垫片; 5. 法兰盘

由于螺栓管口盖适用于堵住已断开的多种工质和多种管径的管路, 所以又被称为螺栓万能管口盖。这种管口盖的边沿有 8~12 个椭圆形螺栓孔。一半孔的位置是径向成对排列; 另一半孔的位置是周向成对排列。这样便可以顺利地将管口盖装到具有各种管径的不同孔位的法兰盘上。

(2) 撑架管口盖 (图 3-15) 适用于堵住已断开的高压管路, 以保证管路能部分或全部恢复战斗使用状态。

由于撑架管口盖适用于堵住被打断的多种工质和多种管径的管路, 所以又被称为撑架万能管口盖。它主要由活动抓钩、撑架和焊有压承座的管口盖组成。撑架管口盖的三个活动抓钩间距 120°, 便于抓住不同直径的法兰边沿, 使用方便, 但不如螺栓管口盖牢靠, 且尺寸较大, 重量较重。

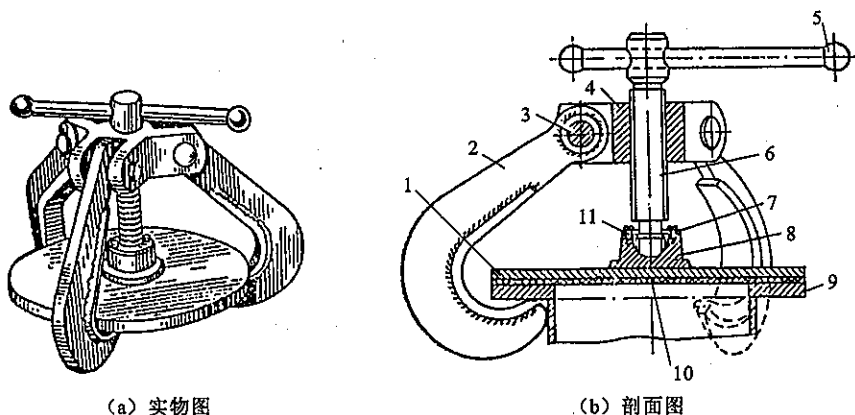


图 3-15 撑架管口盖

1. 管口盖; 2. 钩子; 3. 轴; 4. 梁架; 5. 手柄; 6. 压紧螺栓; 7. 垫圈; 8. 压承座; 9. 法兰盘; 10. 垫片; 11. 螺钉

8. 不锈钢管道堵漏器

不锈钢管道堵漏器（图 3-16），也称带波纹衬套的快速管箍，主要用于管路破损后的堵漏。其特点是：随管箍配置了橡胶波纹衬套，无须另加垫片；在螺栓的连接方式上快速方便；管箍采用不锈钢材料强度高且不易锈蚀，还可以作为管路跨接器材。



图 3-16 不锈钢管道堵漏器和配套工具

管道堵漏器属于制式管路包扎器材，在各型舰艇上均有配备。它有带活页和不带活页两种，可用于管路带压包扎，尺寸规格基本满足舰艇内部各种管路需求，适用燃油、滑油、淡水、海水、气体等管道介质，可耐压 3.2 MPa，工作温度在 350℃ 以内。

9. 链条管钳和半圆钢管

链条管钳 [图 3-17 (a)]，俗称链钳，包含钳柄和一端与钳柄铰接的链条，钳柄的前段设有与链条连接的卡槽。链条管钳主要由手柄、钳头、链条等主要部件组成，管钳尾部设有调节螺母，链条采用全包式，可绕过管子卡在锁紧部位。链条管钳采用高碳钢精工锻造，镀铬防锈，钳头热处理，硬度高，夹持力强，链条长度不少于 450 mm。链条管钳一般与半圆钢管 [图 3-17 (b)] 配合使用，用于管路包扎，操作使用便捷，包扎效果好。半圆钢管内有橡胶垫片，具有不同型号规格，以满足舰艇内部不同管路使用需求。



图 3-17 链条管钳和半圆钢管

整套包扎装置包括链条管钳、半圆钢管、不锈钢带 [图 3-18 (a)]、钢带存放器、钢带扣等部件，属于制式管路包扎器材，一般放置在舰艇内部管路包扎器材组合包中 [图 3-18 (b)]，可用于燃油、滑油、淡水、海水、气体等管道介质的包扎。

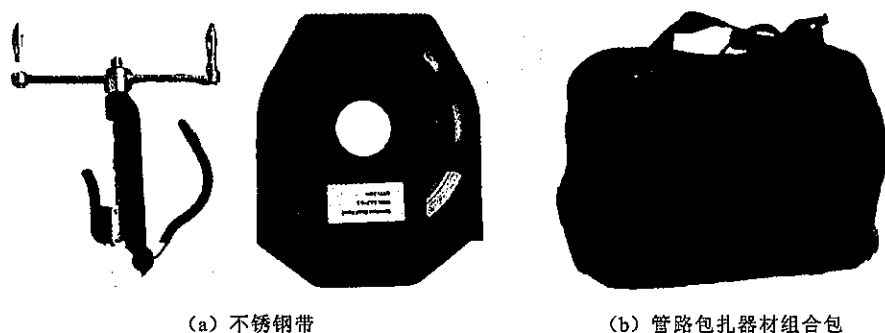


图 3-18 管路包扎器材组合包和不锈钢带

10. 管路快速包扎装置

管路快速包扎装置 (图 3-19)，由弧形的半圆钢管本体、紧固链条和紧固带组成，半圆钢管本体内设有耐腐蚀抗高温橡胶垫，两端设有螺栓固定端和链条卡槽，螺栓松紧度可调。管路快速包扎装置采用耐热不锈钢精工锻造，镀铬防锈，硬度高，操作使用方便快捷，包扎效果好，可用于带压管路包扎。管路快速包扎装置一般有两种规格，一种可用管路直径为 30~80 mm，另外一种可用管路直径为 60~160 mm。

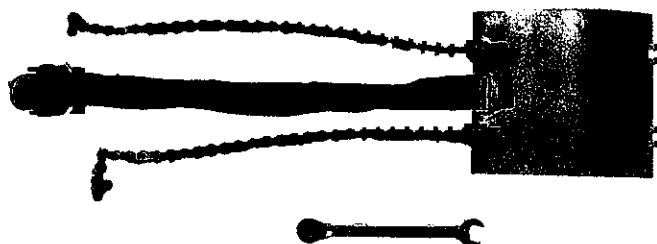


图 3-19 管路快速包扎装置

管路快速包扎装置属于制式管路包扎器材，一般放置在舰艇内部管路包扎器材组合包中，可用于燃油、滑油、淡水、海水等管道介质的包扎。管路快速包扎装置可与不锈钢管道堵漏器配合使用，主要用于管道堵漏器不适合使用，且须快速包扎完成的中低压管路的临时性修理，如管路相隔较近或管路密集的区域。

四、破损管路修理方法举例

(一) 修理蒸汽管路破损

1. 低压蒸汽管小破损的缠扎法

处理压力小于 1 MPa 的低压气管的裂口、裂缝和小破损, 应先关隔离阀, 在破损处清理隔热物, 涂上石墨或油灰, 再用石棉板盖住破口, 放上直径相似的半圆钢管形盖板, 其长度比裂缝长 100~200 mm, 然后用铁丝或浸油麻绳一圈一圈密密地缠紧 (图 3-20), 第一圈和最后一圈离盖板边缘 20~30 mm 的距离, 最后几圈要固定结实。

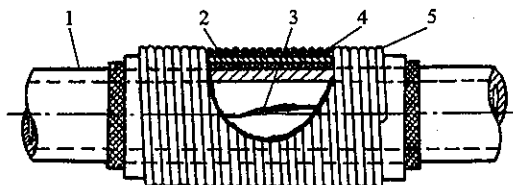


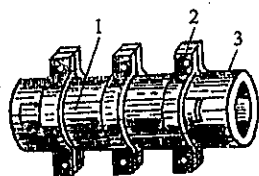
图 3-20 用缠扎法包扎蒸汽管裂缝

1. 管子; 2. 垫片; 3. 裂缝; 4. 金属盖板; 5. 铁丝

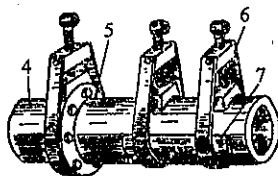
使用缠扎法比安装管箍需要的时间长, 但缠扎法能够包扎管箍所不能包扎的管路弯曲部分的破损。

2. 中、高压蒸汽管小破损的管箍法

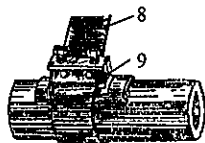
当蒸汽管发生破损后, 首先暂时关闭隔离阀, 然后清除破损部位的隔热物, 修理并打平卷边, 在石棉板上涂上涂料, 铺在破口上, 放上适当的金属板后, 最后选择适当尺寸的普通管箍、带形管箍等箍紧 (图 3-21)。当破口较长时, 应并排安装几个管箍。对包扎好的管路进行认真检查后, 才能缓慢打开阀门, 少量供气; 确定包扎牢固无泄漏时, 才能适当增压恢复工作。



(a) 用普通管箍包扎



(b) 用固定带形管箍包扎



(c) 用一个或两个以上活动带形管箍包扎

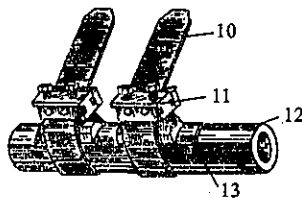


图 3-21 用管箍包扎中、高压气管

1. 盖板; 2. 管箍; 3、4、12. 管子; 5. 法兰盘; 6. 和箍; 7. 盖板; 8、10. 薄钢片; 9、11. 销紧装置; 13. 软铅皮

3. 高压蒸气管严重破损的管口盖堵塞法

高压蒸气管严重破损时,管路压力高,包扎维修比较困难,为了继续使用该部分的支管,应将破损部分在法兰盘处拆掉,然后清理法兰盘,并装上涂石墨或油灰的石棉衬垫,最后用管口盖将管路堵死,其方法有以下几种。

(1) 简易管口盖堵塞法(图 3-22)。简易管口盖和一般法兰盘相似,为了能很快地装上管口盖,它上面的螺栓孔一般都做成椭圆形,其直径要比螺栓(或螺钉)的直径大一些。

(2) 管口盖和“C”形夹堵塞法(图 3-23)。“C”形夹的数量不少于 4 个,在安装时,要均匀地拧紧“C”形夹。

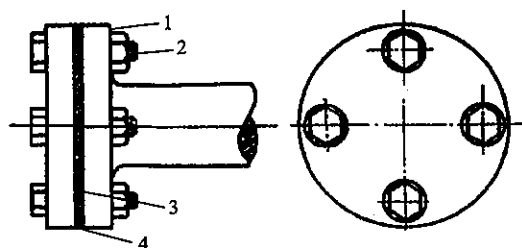


图 3-22 简易管口盖堵塞法

1. 法兰盘; 2. 螺栓; 3. 垫片; 4. 管口盖

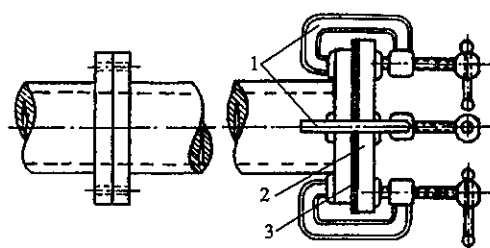


图 3-23 管口盖和“C”形夹堵塞法

1. “C”形夹; 2. 管口盖; 3. 垫片

(3) 螺栓管口盖堵塞法。将螺栓管口盖(图 3-14)的螺栓孔对准法兰盘上的螺栓孔,插入螺栓后用扳手上紧螺帽即可。

(4) 撑架管口盖堵塞法。将撑架管口盖(图 3-15)对准法兰盘安放好,只需将抓钩抓住管子法兰盖边缘后,上紧撑架螺栓即可。

4. 破损蒸气管焊补法

当蒸气管路上发生小的破损,如小眼、裂缝和不大的破洞时,可用电焊或气焊的方法快速、牢固地修补好破洞。在焊补时,管路上的破损部位应仔细清刷并进行整理。

5. 更换法兰盘垫料的方法

由于法兰盘垫料破坏而造成漏气时,更换垫料的方法和程序是:首先关闭破损部分的气源阀门;接着卸下法兰盘螺栓,拆去破损垫料,并清刷法兰盘;然后用石棉板制成的新垫料安在法兰盘位置上(如时间允许,应先用石墨油脂将新垫料浸滑一下);随即均匀地拧紧螺栓,固定好法兰盘;最后慢慢打开修理好管路阀门,并缓慢地将管中的压力增大到工作压力。

(二) 修理油水管路破损

油水管路破损抢修方法与蒸气管路基本相同,区别在于油水管内一般压力不大,温度不太高。因此,抢修人员可根据当时的战斗情况和管路破损情况,决定带压或不带压(不关闭或关闭管路阀门)进行抢修包扎。

1. 接管法

为了维修各系统（注水系统、燃油系统、滑油系统、低压空气系统）管路破损部分，可以临时使用直径和所承受压力同原来管路相当、形似的胶皮管和夹布橡皮软管代替软接管。

临时软接管的安装步骤如下：清理和整平管子的破损端，准备好比拆下来的管段长 200～220 mm 的软接管（或水龙带、吸水管、空气软管、塑料软管和金属软管等）；将软接管端头套在涂上厚厚一层红丹的管端上，通过缠扎或带箍和衬板固定住。连接管可用来连接直径不大、压力不超过 1.7 MPa 的管路。连接前要从强度和直径方面考虑选择合适的连接软管。内径与待修管道的外径越接近，就越容易达到所要求的连接紧密性。

在连接前应将管道破口部分切断、修平，然后将连接管套在管子的两端加以固定。固定连接管最好是利用管箍 [图 3-24 (a)]。如果压力不大，也可利用缠扎法 [图 3-24 (b)]。管内压力越高，连接管越长、直径越大时，连接管从管道滑脱的可能性也越大。

如果因某种原因不能安装软管，而要止住管中的水流时，可先把管口修平，然后用涂红丹油的帆布加上缠麻屑的木塞将管口盖住，或者用特制的螺丝塞子将管口塞死（图 3-25）。为了迅速完成堵塞，最好首先用锤子把管口打平，然后用涂红丹油的帆布或者橡皮帆布包住管口，再用管箍将其箍紧。

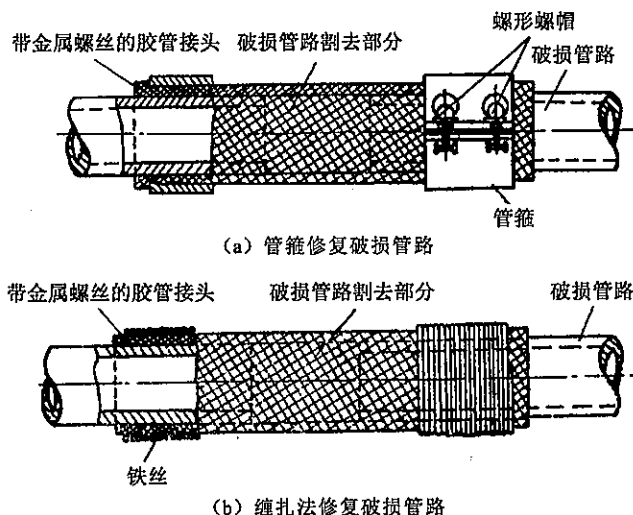


图 3-24 软管连接法修复破损管路

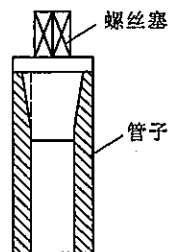


图 3-25 螺丝塞堵管口

2. 用木塞、木楔、管箍和铁丝等修理低压管路小破口

如果弹片在管路上所造成的破口是圆形或近似圆形，可用木塞堵漏。如果是裂口，则用木楔堵漏。

木塞或木楔用浸油的布包好后，再用木槌轻轻打入破口，木塞或木楔打入后，应割去其凸出部分，用橡皮板或涂油的帆布盖在破损处，然后再用管箍或者钢丝把它固定紧（图 3-26）。

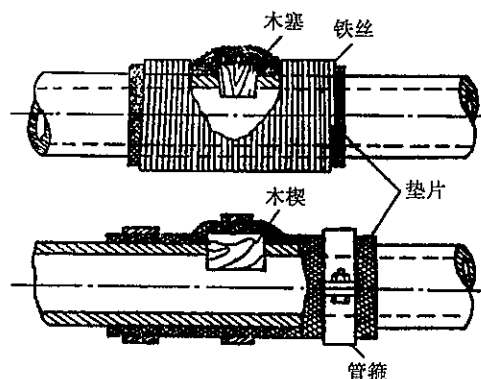


图 3-26 木塞、木楔修理低压管路小破口

3. 破损管路焊补法

水管、机油管和其他管道的小破损可用电焊或气焊修补。

对燃油管和机油管使用焊接方法修补时，应将破损处清刷干净。为确保安全，在焊接前，油管应用蒸气或热水清刷干净。在焊接时，必须设法防止焊渣掉入管内，以免损坏机械。

在破损位置焊上形似箍圈的补丁，能可靠地堵塞管上的破口、裂缝、砂眼和凹痕。通过堆焊填充材料（电焊条），能够堵塞细小裂缝和砂眼（不用打补丁）。

焊箍圈补丁的方法如下：用钢丝刷将破损处的管子清扫干净，直到漏出纯金属，再涂上红丹；将用类似管材的板材做成的箍圈补丁放到破损位置，放的时候要做到便于实施圈焊（周边焊），尽量避免仰焊；用螺栓将箍圈补丁牢牢地压在管道上，再从中间到边缘的方向上实施圈焊，反之，实施分段逐步堆焊（图 3-27）。

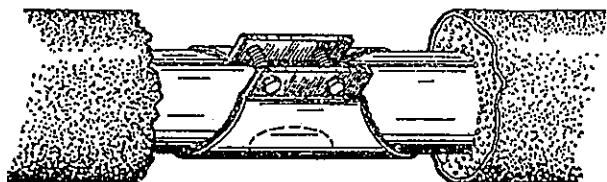


图 3-27 用焊箍圈补丁的方法堵塞管路的破口

用堆焊法补焊细小裂缝和砂眼时，也要将破损位置清理干净，直到露出纯金属。在裂缝两端钻直径等于 1~2 倍管厚的穿透孔，以 $60^\circ \sim 80^\circ$ 角在管的整个厚度上钻孔，用凿刀或扁凿以 35° 角切去裂缝边丝，再从中间到两边的方向上补焊裂缝（图 3-28）。



图 3-28 用堆焊法补焊细小裂缝

为了用焊接法排除管道破损，在潜艇上应将一些艇员培养成非编潜艇电焊工和气焊工。

4. 用螺丝铆钉堵塞窄的裂缝的方法

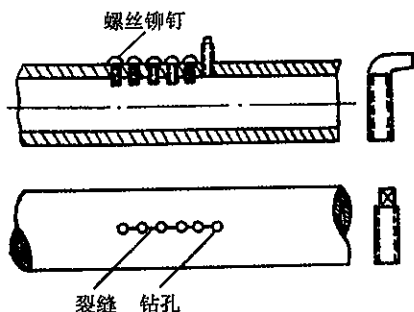


图 3-29 螺丝铆钉堵塞窄缝法

通常一些窄的裂缝可以用电焊和气焊修补。但当没有电焊、气焊设备而又缺少其他包扎器材时，也可用螺丝铆钉堵塞窄的裂缝（图 3-29）。

首先应将破损管路油漆清理干净，然后沿裂缝方向钻出小洞，一般洞的间距为两倍小洞直径，并攻出螺纹。旋入螺丝铆钉后，可把凸出的方块或弯曲的部分锯掉，再打扁铆住，这样的堵塞比较牢固。但是，为了更可靠起见，仍需盖上浸红丹油的帆布或者橡皮板，然后用铁丝、油麻绳或管箍将其固定。

这种修理方法能用在所有低压管路上，例如上水管、机油管、废气管、排泄管、燃油管及其他压力比较低的管道。

5. 缠扎法

在一些小型舰艇的低压油水管路发生小破损时，还可以用橡皮带（或帆布带）直接缠住破口。包扎时应当用力将橡皮带拉紧，从距离破口 3~5 cm 的位置开始缠绕，沿着油水原来在管内流动的方向，一层层包扎，每层橡皮带应压住前一层的一半以上，直到完全包住破口，并继续包扎 3~5 cm。包扎完毕后，再用铁丝或油麻绳扎紧。为缠扎方便，这些橡皮带、帆布带最好预先截割卷好（宽 8 cm 左右，长 1 m 左右），铁丝、麻绳也应按需要长度卷好放在战位上。

用缠扎法堵塞破口的作业建议由两人完成：一人清洁和整平管子破损位置；另一人准备堵漏材料（钢丝、相应的衬垫、金属衬板、密封胶或密封膏）和缠扎钢丝用的金属片。

金属衬板用厚度 1~2 mm、长度大于破损长度 100~200 mm、宽度约为 1/2 管子截面周长的软钢板或钢板制成。衬垫的尺寸相应同金属衬板的尺寸一样。

缠扎过程：一人将金属衬板和衬垫放到管子破损位置，并用手扶稳，另一人用金属片将钢丝缠到其上垫有衬垫和衬板的管子上，将钢丝线匝一圈紧挨一圈地缠在整个衬板上（图 3-30），最后用制索结将线匝固定住。

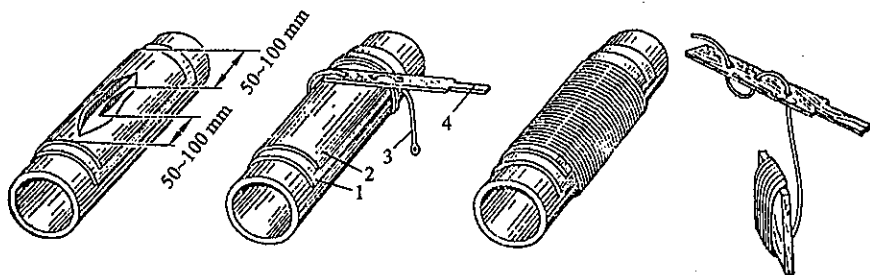


图 3-30 用缠扎法堵塞管子裂缝

1. 衬垫；2. 金属衬板；3. 钢丝；4. 金属片

6. 更换法兰盘垫料的方法

更换水、机油、燃油管法兰盘垫料的方法与更换蒸气管法兰盘垫料的方法相同，只是不用黑色石棉板作垫料，而是用橡胶、纸板、铅或退火的红铜作垫料。

7. 利用环氧树脂修复管道破损

环氧树脂的环氧剂具有使金属与大多数非金属材料（橡胶、皮革、玻璃、陶瓷、磨料）、某些塑料（硬橡胶、夹布胶木、有机玻璃）、木料、瓷料黏附的能力。环氧剂被广泛应用于堵塞管壁上的各种表面气孔、穿通孔和裂缝。环氧剂的主要成分包括环氧树脂、凝固剂、增塑剂和添加剂（磨得很细的金属粉、水泥、石英粉、石墨等）。

为了制备环氧剂，必须在环氧树脂中加凝固剂并充分搅拌，使环氧树脂具有凝固和变成不流/不熔硬块的能力，同时，视情况在树脂中加入其他成分。

增塑剂的作用是降低环氧剂的黏度，提高硬块的抗冲击强度和弹性。添加剂用于将环氧剂的黏度提高到需要的程度，改善其凝固时的强度和与金属的相互黏附能力。

环氧剂应在直接使用前制备，因为在 20℃ 温度下，加凝固剂的环氧树脂成分适于在规定时间内使用（视凝固剂而定）。超过这个时间，环氧树脂成分迅速变稠，其黏附能力降低。环氧剂各种配料应分别装在不同密封的容器内，置于干燥凉爽的舱室保管。

用环氧树脂堵塞损坏的管段之前，必须将管段上的锈蚀、氧化铁皮、污渍清除干净，用浸过溶剂（生物凝胶 P-4 溶剂、白节油或碱溶液）的棉纱头为管段去脂，对于贯穿裂缝和穿通孔，要全部深度去脂，让破损位置晾干，直到残余溶剂全部消失。

用环氧树脂堵塞裂缝时，为防止管道裂缝继续扩大，可在管道裂缝两端钻孔。用环氧树脂堵塞细小孔眼时，为便于环氧树脂流入孔眼，可加大孔径至 1~2 mm，或在环氧树脂中加增塑剂。

环氧剂凝固时，为了加快环氧剂与金属的黏合速度，建议用红外线灯为堵好的管段加热，前 15 min 温度应不超过 70℃，然后可将温度提高到 100℃。尤其用环氧剂堵塞水管、燃油管和滑油管上的贯穿破损时，必须采用加热的方法。

根据凝固剂的种类和温度，环氧剂完全凝固的时间可从 6~8 h 到 4~7 d 不等。

8. 制作木楔和木塞堵塞管上的细小破损

按照管壁上贯穿裂缝的大小，调整木楔（木塞），用稠红丹涂抹木楔（木塞），或用涂过红丹的糙麻屑裹住木楔（木塞），再用铁锤或木槌将它们轻轻打入裂缝中。然后，切削木楔（木塞）的突出部分，在上面放好涂过红丹的帆布或橡胶，用钢丝从上面缠扎。

用木塞和木楔堵好的管道能承受大约 1.5 MPa 的液体压力。

9. 用螺塞堵塞厚壁管上的裂缝

在无法焊接和采用其他方法的情况下，可用螺塞修堵裂缝（图 3-31），沿裂缝全长为窄缝钻孔。切割孔，将有供固定扳手的方头或供拧紧螺塞的弯曲尾端的双头螺栓拧入孔中。拧到孔中后锯掉露出来的方头和尾端，将头部铆死。然后，在上面放好涂过红丹或密封油灰（石墨润滑脂）的衬垫，用带箍或通过缠孔将衬垫扎紧。在这种情况下，对蒸气管使用石棉橡胶衬垫，对其他管使用铅衬垫和压制纸板衬垫。

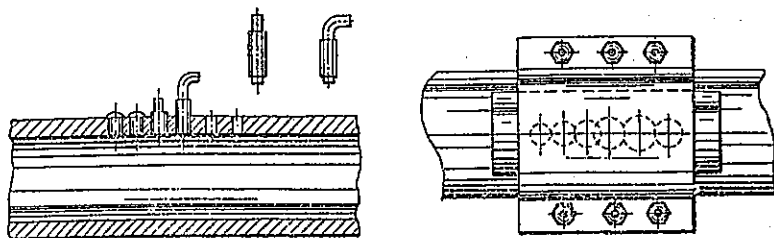


图 3-31 用螺塞堵缝

用螺塞堵好的管子能承受大约 1.5 MPa 的蒸气、空气、液体压力。这种方法的缺点是劳动量大、费时间。

第四节 电缆破损的修复

由电缆构成的舰艇配电网络，在遭到敌武器攻击时最易受到损伤。常见的电缆损伤包括以下三种。

- (1) 电缆断裂和爆炸时电缆绝缘受到破坏。
- (2) 由于舱内起火，电缆的防护包皮和橡皮绝缘受到破坏。
- (3) 由于水、燃油、滑油的蒸气和液体落到损伤的防护包和橡胶包上，致使电缆绝缘受到破坏。

修复破损电缆的主要方法是：通过钎焊，连接电缆芯线；通过扭绞电缆接头和借助通用电缆夹夹紧电缆接头来连接细电缆。

修复破损电缆时，所采取的行动步骤如下。

- (1) 断开破损线段。
- (2) 用上述其中一种方法修复或连接电缆。
- (3) 测量修好的电路线段的绝缘电阻，绝缘电阻应不小于 $5\text{ M}\Omega$ 。
- (4) 如果绝缘电阻正常，给修好的电缆线段供电，逐渐将负载增至额定负载。
- (5) 检查修好（接好）电缆线段的受热情况，如果该线段受热超过允许温度，经战斗部门长许可，将线段断开，查明过热原因并予以排除。

一、修理电缆常用的工具

(1) 手锤、凿子：用来拆卸固定电缆的缆卡。拆卸缆卡时，不得用凿子从中间凿开缆卡。为了使凿子不损坏电缆的铝皮和装甲（编织套），应从固定螺钉或焊缝处凿开缆卡。

(2) 手锯：用来锯断破损电缆和割电缆的铅皮。使用时，应将要割去的电缆和其他电缆之间放一块木板，来防止损坏其他电缆。

(3) 铁剪：用来剪断电缆的装甲等。

(4) 尖嘴钳、扁嘴钳、斜口钳和断线钳：用来剪断电缆心线和金属丝。

(5) 电工刀：用来割削电线和电缆心线的胶皮绝缘等。其刀片长度大号为 112 mm，小

号为 88 mm。

除上面介绍的一些排除电缆破损的常用工具外，常用的修理电缆的工具还包括螺丝刀、活扳手、电烙铁、锉刀、检查灯、绝缘带、焊膏、焊锡及保险丝等。

二、修理电缆用的器材

（一）应急电缆

应急电缆用来连接被炸坏或炸断的线路，以保证舰艇的机动能力和武器装备不间断工作。

应急电缆两端露出 40 mm 左右并将镀锡的电缆卷成单捆，每捆应系有标明该电缆断面和长度的标签。

为了使应急电缆保持备用状态，必须定期检查绝缘的状况，其绝缘电阻应不小于 $5\text{ M}\Omega$ ，应急电缆上绝缘破损的地方必须修理好。

（二）带接线盒的应急电缆

与上述应急电缆基本相同，但带接线盒的应急电缆两端带有接线盒，平时应按需要长度捆好放在战位上保持备用状态，并定期检查绝缘电阻应不小于 $5\text{ M}\Omega$ 。

（三）电缆夹

电缆夹（图 3-32）又称万能接线器，是用来连接破损电缆和应急电缆的缆头。这种电缆夹有两种：一种是能连接断面为 $10\sim 300\text{ mm}^2$ 、电流为 500 A 的电缆；另一种是能连接断面为 $300\sim 800\text{ mm}^2$ 、电流为 700 A 的电缆。电缆夹的优点是结构简单，外壳有很好的绝缘性，使用方便迅速。

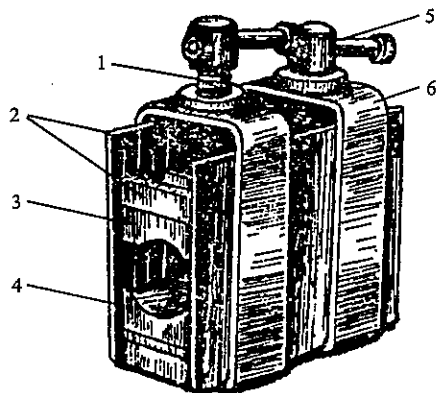


图 3-32 电缆夹

1. 压紧螺栓；2. 绝缘衬垫；3. 活动铜座；4. 固定铜座；5. 手柄；6. 钢框

电缆夹平时应与（不带接线盒的）应急电缆放在一起。

电缆夹与台虎钳的作用基本相同，用手柄转动压紧螺栓，能使活动铜座在框内移动，并夹住电缆。电缆夹的钢制零件均应镀锌，其内部零件与外部钢框和螺栓等之间应垫绝缘衬垫。

电缆夹平时应保持备用状态，并应定期测量与夹体的绝缘电阻，不得低于 $5\text{ M}\Omega$ 。
各类舰艇可根据自身的情况自制方便使用的应急电缆和电缆夹。

(四) 接线管套

接线管套（图 3-33）是最简单的接线器，用来连接被炸断的线路。

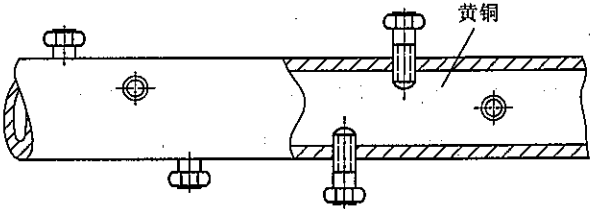


图 3-33 接线管套

使用时将打断的电缆插入管内上紧螺丝即可。管套的主要缺点是：当电缆的直径比管套的内径大时，不易将电缆插进管套；此外，管套没有绝缘，因此电缆接好后必须用绝缘材料进行可靠的包贴捆扎使其绝缘。

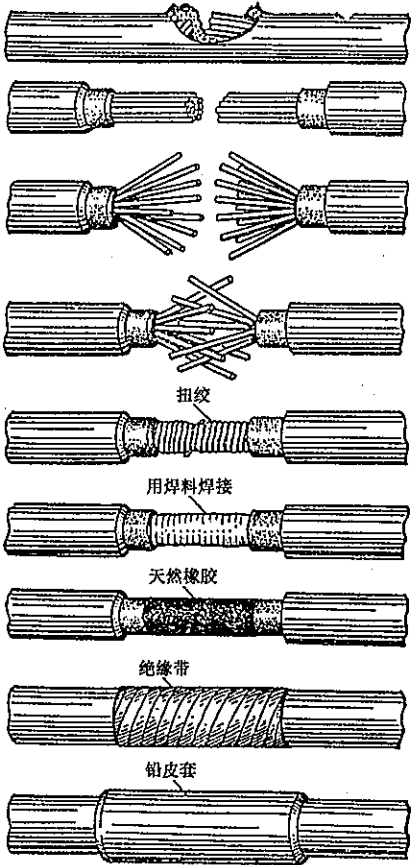


图 3-34 用钎焊法连接电缆芯线的步骤

三、修理破损电路（缆）的方法

舰艇电路（缆）发生破损时，须迅速判明破损性质，必要时，切断破损电缆的电源，接备用电路，以便继续给机械供电，同时进行排除破损的工作。当电缆被炸坏或炸断时，应迅速关闭电源，并安装应急电缆。必要时，可利用次要分电箱和电缆向被炸坏的破损电缆的电气装置供电，以保证舰艇的机动能力。在平时的训练中，应加强这方面的操练。

现将常用的钎焊法、连接法和缠绞法等修理电缆破损的方法，举例如下。

(一) 钎焊法

钎焊法一般适用于修复断面在 50 mm^2 以下及小范围破损的电缆。用钎焊法修复电缆，先切割电缆的破损部分，在距离电缆每端切口 $50\sim 60\text{ mm}$ 的地方，剥削电缆芯线覆面层，让橡皮绝缘从编织外皮或铅包皮下面漏出 10 mm ，将芯线裸露端上的氧化物清除干净。在电缆的每一端上，将芯线的绳股分开，从中间切断。对接电缆，用平口钳将电缆芯线扭紧。在这之后，用松香和焊料焊接芯线连接位置，用 $2\sim 3$ 层天然橡胶使其绝缘，再用绝缘带包住编织套解开的电缆部分。在电缆连接的地方装上从两边夹住电缆金属编织套或铅包皮的铅皮套，先沿纵缝，然后沿横缝焊住铅皮套（图 3-34）。

如果切割电缆破损线段后发现电缆端头的自由长度不足以让端头同拆开的芯线对接起来,那么选用一段相应的电缆,用它做成嵌接线,但这时已不是一个接头而是两个接头,其中每个电缆接头(修整、扭绞、钎焊、绝缘)制作的方法与上述相同。

(二) 连接法

连接法适用于修理较大断面破损的动力电缆和照明电缆。连接法所用的器材是应急电缆和电缆夹,其连接方法如下。

- (1) 切断破损电缆的电源。
- (2) 准备好与破损电缆断面相适应的应急电缆和电缆夹。
- (3) 将应急电缆两端分别放入电缆夹内,用电缆夹上的一个活动钢座将其压紧。
- (4) 用钢锯锯掉或用凿子凿掉电缆的破损部分。当从缆卡上取下电缆时,应防止电缆严重弯折,损坏铅皮、芯线等。
- (5) 修整破损电缆,应在距电缆切断处末端 60 mm 左右将电缆铅皮或装甲割一圆割线,从圆割线到电缆末端割两条纵向平行割线,然后用刀拔起割破的铅皮,并将其撕去。割线时应小心,勿损坏电缆芯线的绝缘。从距离割掉铅皮处 20 mm 的地方,用刀子割去电缆芯线的绝缘橡胶(图 3-35)。
- (6) 将整修好的破损电缆头放入已固定好应急电缆的电缆夹内,用第二个活动钢座将其压紧(图 3-36)。应急电缆通常由两名舰员安装。每人修理破损电缆一个头,并各自将修整好的电缆头接在电缆夹上。

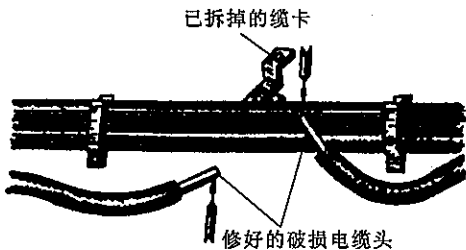


图 3-35 整修好的破损电缆

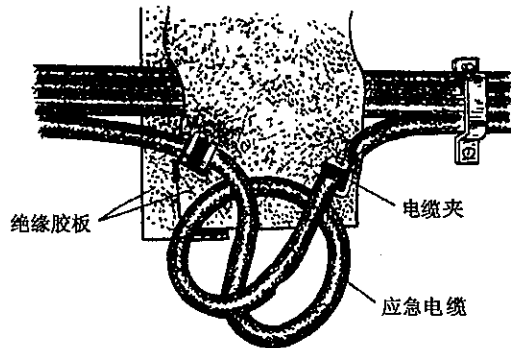


图 3-36 应急电缆和电缆夹修复电缆

安装好应急电缆后应注意下述事项。

- (1) 在电缆的裸露部分缠扎绝缘胶带。
- (2) 挂起或固定好接好的电缆。
- (3) 用橡胶板将电缆夹与舰体隔开。
- (4) 检查修复电缆的绝缘电阻。
- (5) 接通电流并检查接合处的温度。

如果是带接线盒的应急电缆,则应直接把破损电缆的线和接线盒接在一起。接线时正负线不能接错,交流电三相不要接错。

(三) 缠绞法

断面 6 mm^2 以下的破损照明电缆的方法修复，可不用电缆夹，而用简单的缠绞法连接（图 3-37），方法如下。

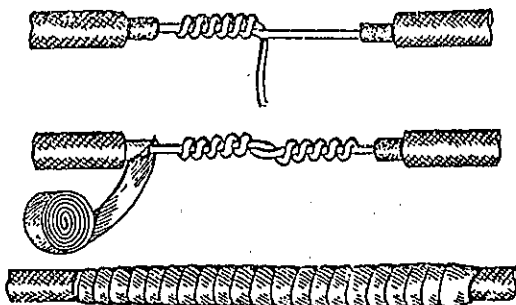


图 3-37 缠绞法连接电缆芯线

- (1) 关掉破损电缆的电源。
- (2) 用连接法中介绍的方法切割和修理破损电缆的末端，应在距切割末端 50 mm 处剥去电缆芯线的绝缘，使橡胶绝缘突出装甲或铝皮 10 mm ，并刮去电缆芯绕头的氧化层。
- (3) 清理应急电缆的两端。
- (4) 将刷净的应急电缆末端与破损电缆末端交叠，约成 120° ，并缠卷 $5\sim 6$ 次，各圈应尽量靠紧。
- (5) 用绝缘带包扎连接处。
- (6) 检查修复电缆的绝缘电阻。
- (7) 接通电路，并检查连接处的温度。

用绝缘带包扎连接处时，应包住电缆丝套或铅皮达 10 mm 。缠卷时将带头卷在里面，在同一方向上均匀地将后一圈压住前圈的一半，直到包住连接处的裸露部分，并包住沿皮 10 mm 以上。以同样的方法将绝缘带再在相反方向包扎一次。如果每根芯线的截面在不大于 2.5 mm^2 ，也可用缠绞法连接多芯电缆。这时，可仍用上述方法修整电缆芯线，但芯线连接位置随电缆长度而有所不同（图 3-38）。

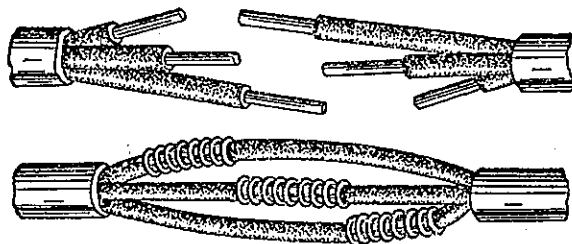


图 3-38 用缠绞法连接多芯电缆

(四) 电站直接供电法

在距配电站（板）较近的舱室电缆破损之后，为了加快修复速度，可直接由电源供给处把应急电缆拉到用电地点接好，并切断原来的电源，使用新电源。

第五节 技术装备损管抢修器材

一、舰船损管工具包的配置要求

舰船损管工具包（图 3-39）的配置应弥补损管器材配置的不足，将一些体积较小、容易丢失损坏、较为贵重的损管工具或材料以箱包的方式存放，便于保管和使用。舰船损管工具包配置的基本要求主要有以下几点。

（1）应配置快速剪切、钻孔、铲凿、填塞封堵等钳工基本工具和材料，如剪刀、手锯、电钻、铆钉枪、扁铲、榔头、铆钉枪、管子钳、活动扳手、铁钉、铁丝等。

（2）应配置电工维修基本工具和材料，如万用表、电烙铁、焊锡丝、焊锡膏、验电笔、黑胶布、橡皮手套、保险丝管、胶柄螺丝刀。

（3）应选择停电、潮湿淹水等紧急情况下也能正常工作的工具，如充电电钻、铆钉枪、充电防水手电等。



图 3-39 舰艇损管工具包

二、舰艇技术装备损管快速抢修包

当机械系统及各种管路运行时，常出现机械损伤、各种管路破裂及因制造工艺等原因造成的漏水漏油。为了不影响系统的正常运行，常需要在现场对其进行紧急抢修。舰艇技术装备损管快速抢修包提供了常用的各种工况部件、不同使用场合和不同材质的紧急修补材料及相应设备，能对各类铁质、钢质及化工品的制造缺陷、裂纹、磨损划伤、腐蚀等进行现场紧急抢修，可实现零部件耐磨损、耐腐蚀、耐压、密封、锁固、连接及绝缘、保温等多种用途，目前广泛应用于民用机械设备的快速抢修，也可应用于军事特别是舰船的损管快速抢修。

舰艇技术装备损管快速抢修包主要指的是用于切割、焊接、堵漏、清洗、修补等损管快速抢修所需的材料和工具包。舰艇技术装备损管快速抢修包中材料选型的基本要求主要有以下几点。

（1）满足损管抢修的快速性，所选用的黏结剂、密封剂、修补剂等凝固时间要短，有的要求几分钟内、有的要求半小时内达到修补黏结的基本强度。

(2) 满足损管抢修的方便性，对使用环境和前提条件不苛刻，如对黏结修补表面的清洁度和条件要求不高，可以带油、带水、高温、低温黏结，无需外界电源供给即可完成焊接、切割、钻孔。使用方法要简便易学，各种黏结剂、密封剂、修补剂的配置要简单。

(3) 保存期应当较长，保存期至少在 2 年以上，产品品质应稳定，便于存放，减少更换频率。

(4) 应立足于国产，便于采购和储备。

目前已有舰艇技术装备损管快速抢修包（图 3-40）在海军部分推广，其中的快速修补材料和损管工具配置（表 3-7）很有新意，可供借鉴。

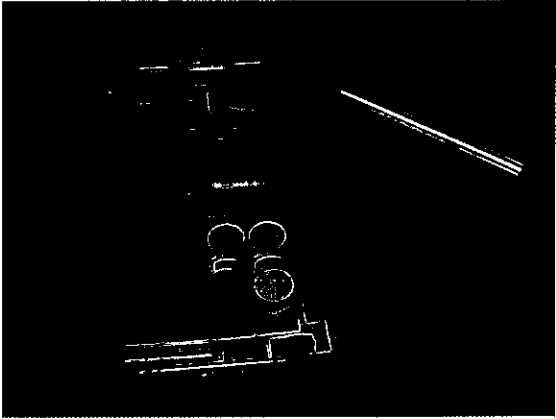


图 3-40 舰艇技术装备损管快速抢修包

表 3-7 快速损管抢修包物品编号、品名、使用范围及使用方法

编号	品名	单位	数量	使用范围	使用方法简介	有效期
1	TS737 高温修补剂 (A、B)	套	1	长期耐温 230℃，瞬间耐温 280℃。用于高温工况下设备磨损、划伤、腐蚀的修补，如蒸气及热油管路破裂泄漏，发动机缸体腐蚀、划伤、造纸烘缸边缘腐蚀及端盖密封面漏气、塑料成型模具修补等	清洁待修表面后，A、B 以体积比 1.5:1 充分混合，先涂少许，使接触表面完全浸润胶，使其填满并排除空气，然后涂剩余的胶，留出加工余量	2 年
2	TS757 高温密封剂 (A、B)	套	1	长期耐温达 410℃，瞬间耐温 550℃，用于高温工况下的油、水、气、酸碱等设备的密封及修补，特别适合汽轮机缸体结合面密封	清洁待修表面后，A、B 按重量比 5:1 混合，先涂少许，使接触表面完全浸润胶	2 年
3	TS111 铁质修补剂 (A、B)	套	1	适用于铁质铸件的砂眼、气孔或裂纹等铸造缺陷的修补，各类机械设备、零部件磨损、破损的修复和再生	清洁待修表面后，A、B 按体积比 3.5:1 混合，先涂少许，使接触表面完全浸润胶，然后涂剩余的胶	2 年
4	TS112 钢质修补剂 (A、B)	套	1	适用于铸钢件砂眼、气孔或裂纹等铸造缺陷的修补，各类钢质设备、零部件磨损、划伤的修复	清洁待修表面后，A、B 按体积比 3.5:1 混合，先涂少许，使接触表面完全浸润胶，然后涂剩余的胶	2 年

续表

编号	品名	单位	数量	使用范围	使用方法简介	有效期
5	TS 767 高温修补剂 (A、B)	套	1	耐高温达 1200℃, 适用于金属、陶瓷局部缺陷的填补、黏接, 以及修补耐酸罐, 高炉内衬、钢(铁)水测温探头、钢锭模及其他高温设备	清洁待修表面后, A、B 按重量比 2:1 充分混合, 先涂少许, 使接触表面完全浸润胶, 然后涂剩余的胶	2 年
6	1720 玻璃纤维加强带 A	卷	1	与各类修补剂配合使用, 加强修补强度	按各种修补剂操作使用说明使用	2 年
7	1720 玻璃纤维加强带 B	卷	1	与各类修补剂配合使用, 加强修补强度	按各种修补剂操作使用说明使用	2 年
8	1755 高效清洗剂	瓶	1	用于在使用修补剂对金属进行修补前清除金属表面的污垢、油脂	直接喷于金属表面的待修处或待装配表面, 稍等片刻, 清洗后再喷 1~2 次, 并将污物冲净	2 年
9	焊接笔 1156 (铜铁焊料)	根	1	用于厚度为 2.0~4.0 mm 的钢材、有色金属之间的焊接及铜导线的焊接	清洁被焊接部位, 点燃后对准拟焊接部位焊接即可	2 年
10	焊接笔 2156 (铜镍合金焊料)	根	1	用于厚度为 2~4.5 mm 钢材焊接及不锈钢焊接	清洁被焊接部位, 点燃后对准拟焊接部位焊接即可	2 年
11	焊接笔 5156 (供切割用)	根	1	用于切割厚度 < 10 mm 钢板或直径 < 20 mm 的钢筋或钢杆	点燃后对准拟切割部位缓慢移动切割	2 年
12	1496 瞬干胶	瓶	1	可用于紧急修补前对沙眼等的堵漏	清洁表面, 将瞬干胶滴入拟堵部位即可	2 年
13	2518 紧急修补剂 (A、B)	套	1	俗称快补钢, 工作温度为 -60~120℃。用于抢修管路、密封盖板、暖气片、水箱、齿轮箱等的穿孔腐蚀、泄漏	清洁待修表面后, A、B 按体积比 1:1 混合, 先涂少许, 用力下压反复涂抹, 然后再涂剩余的胶, 操作时限为 5 min	1 年
14	2626 湿面修补剂 (A、B)	套	1	俗称水下补, 可在低温 (5℃) 潮湿环境下甚至水中进行施工, 工作温度为 -60~150℃。用于潮湿工况下修补管道、阀门、泵壳、箱体等	清洁待修表面后, A、B 按体积比 3.5:1 混合, 先涂少许, 用力下压, 反复涂抹, 然后再涂剩余的胶, 固化条件为 40 min 内无负荷、无浸泡	1 年
15	热风枪	支	1	用于对电缆进行修复时的热塑管吹塑, 加热待修表面	打开热风枪, 对准热塑管使其收缩合适即可	—
16	TS528 油面紧急修补剂 (A、B)	套	2	可在 0~10 min 固化止漏, 24 h 完全固化, 可带油修补, 适用于变压器、油箱、油罐、油管、法兰盘等设备渗油、泄漏的紧急修补, 不适合铜质管路的堵漏	适用于快速定位, A、B 按体积比 1:1 目测混合, 被修补表面无须严格处理, 只需打磨掉锈蚀及油漆即可。为保证结合强度, 尽量除油	1 年
17	堵漏棒钢棒	支	1	用于钢铁材料压力低于 0.3 MPa 工况下堵漏	3~5 min 固化, 用手揉匀后填入间隙或孔洞即可堵漏	2 年
18	Led 手电/乳胶手套	只/副	1	照明/防护	—	5 年

例如: 焊接笔可代替电焊机, 进行薄钢板的焊接和切割; 湿面修补剂 (俗称水下补) 可在低温、潮湿环境下甚至水中进行施工, 可用于潮湿工况下修补管道、阀门、泵壳、箱体等;

油面紧急修补剂可带油修补,适用于油箱、油罐、油管、法兰盘等设备渗油、泄漏的紧急修补,被修补表面无须严格处理,只需打磨掉锈蚀及油漆即可;高温修补剂用于高温工况下设备磨损、划伤、腐蚀的修补,如蒸气及热油管路破裂泄漏,发动机缸体腐蚀、端盖密封面漏气的修补等。这些快速修补器材使用的环境和前提条件要求并不苛刻,操作方法也比较简单,总体抢修时间较短,非常适合舰艇损管的需求。

思考题

1. 舰艇技术装备受损后,依据损害的形式和种类不同,快速保持和恢复技术装备生命力的措施有哪些?
2. 管路破损后,快速包扎修复的器材有哪些?不同类型破损管路的修理方法有哪些?
3. 电路受损后,快速修复的方法有哪些?
4. 动力装置受损后,应如何遵循动力装置的使用原则和采取正确的处理措施?