

船舶建造与维修的相关知识

目录

1. 船舶涂装过程中应注意的安全问题
2. 超声波测厚仪如何快速测量涂有油漆的钢板厚度？
3. 曲轴箱体的检修要求
4. 进口水泵机械密封检修技术
5. 船舶维修保养及涂装
6. 舵机电气线路的维护与检修
7. 现场检查

船舶涂装过程中应注意的安全问题

船舶涂装应注意的安全问题，有以下几个方面应引起特别注意。

船舶船底、外壳、上层建筑、大型舱室等的涂装和修补工作，一般属于高空作业。在进行高空作业时，要搭设牢固可靠的脚手架等，不论在舱内和舱外都必须带上合格的安全防护带；过高作业时，下面要设安全网，以防高空坠落造成事故。

在货舱、油舱、机舱或船台等作处作业时，必须戴上安全帽，注意工作件是否安装牢固，防止踏空和物件下落造成事故。

涂装烟囱和桅杆等高空物品时，下面要有专人配合；若利用坐板时，要系腰绳。

如遇六级以上大风，应停止高空作业。进行烟囱涂漆时，事先关闭蒸汽管路；在雷达等电路涂漆时，应事先切断电源。

船舶涂装时，焊接的工作很多。必须注意采取防火、防爆、防触电、防毒等措施。

在狭小舱室除锈或涂漆时，必须安装通风设备，换气量每小时 20—30 回，人员穿着防护服和使用防毒面具或送风罩，并能将新鲜空气直接送到操作人员面部。入孔口要安装照明灯，舱外要有专人守护，不可一人单独操作，并定期轮换人员。工作完毕必须将入孔口盖好。

在狭小舱室和生活舱不应采用溶剂含量高的涂料，应采用高固体份、无溶剂或水性涂料。不应采用喷涂等方法，一般采用滚涂或刷涂施工。

在水上涂刷或清理船体时，浮筏及其上面的木料必须牢固，筏上需备有救生圈或人员穿着救生衣。

操作人员施工时，如感觉头痛、心悸或恶心时，应立即离开工作地点，到通风处换气；如仍不舒畅，应予以急救或治疗。

超声波测厚仪如何快速测量涂有油漆的钢板厚度？

现实中，如 蒸汽和高压水系统，送气管道和高压系统中金属安全测厚。货油罐和运载船系统壁厚和腐蚀监测。质量保证的金属测厚。锅炉管道和壳体壁厚测试；桥体和道路设施保养和安全检测；管壁厚现场监测。

铸件检测；质量控制。

吊车、船底结构和输送系统厚度监测。

船舶船体、舱壁和结构腐蚀检测；蒸汽管道安全检测和增压器壳体检测。

船的货油装卸管路和压载水管路腐蚀检测。

挖掘船船体、加料漏斗和挖掘管金属磨损检测

目前的钢材测厚仪检测方法是需要刮去表面的防腐层再进行测量，这样就存在两个问题：

1. 增加工作量，在不同的测量位置需要刮去表面的防腐层；
2. 测量结束后，还需修补表面的防腐层，也增加工作量同时，修补表面的防腐层还和原来的防腐层不一定可以结合的紧密。那么，现在最新的测厚仪，无需刮去表面的防腐层再进行测量，运用的工作原理是三次超声波两次反射原理。可见选择仪器非常重要了。

曲轴箱体的检修要求

1、彻底清洗曲轴箱及其内部油道，必须认真检查并确保：曲轴箱内部油路清洁畅通，箱体横隔板等处不得有裂纹，各安装密封面不得有划痕和损伤。

2、仔细检查曲轴箱缸套座面，确保安装座面平整光滑、无碰伤、划痕或其它疵点。检查各缸缸套座面之间的平面度，在曲轴箱缸套平面的总长度内其平面度不得大于 0 . 1 mm。

3、曲轴箱主轴瓦底孔如有轻微的划伤、拉伤时，可以用精细油石或 0 0 号砂纸修磨平整后使用。严重划伤、拉伤或横隔板有裂纹时，可以采用下列方法修复：

(1) 轻微划伤、拉伤或失圆时，可以通过将主轴瓦底孔扩孔配瓦的方法予以解决。

(2) 如果划伤、拉伤划痕很深、箱体横隔板有裂纹或轴瓦转圈时，可以通过热喷涂的方法予以修复。

注意：热喷涂必须使用成熟的、高科技的先进技术来完成，喷涂后必须对轴瓦底孔进行高精度的镗孔加工，以确保主轴瓦底孔的同轴度要求。

4、如有主轴承盖损坏，同台柴油机的所有主轴承盖必须同时更换，可以采用高精度扩孔配瓦或热喷涂后高精度镗孔等方法修复。

5、主轴承盖装配时必须对号入座，不得互换位置。其编号顺序是：由飞轮端开始：1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 (至风扇段)

6、检查主轴瓦底孔、凸轮轴孔在全部长度的内即相邻两孔轴线上的同轴度必须符合道依茨风冷柴油机要求。

7、主轴承盖螺栓、汽缸盖螺栓如有拉伤或裂纹时，必须予以更换。汽缸盖螺栓的伸长量超过规定值时，也必须予以更换。

8、汽缸盖螺栓孔及其它螺纹孔允许扩孔镶套处理，但扩孔的螺纹底孔应保持原有尺寸。

9、曲轴箱上各处堵盖密封不良或有松动时，应更换堵盖，并涂密封胶。

1 0、曲轴主轴瓦磨损超限后，必须按照修理等级的要求，根据曲轴主轴颈的修磨尺寸进行更换，确保曲轴轴颈与主轴瓦的配合间隙符合规定要求。

1 1、凸轮轴衬套与凸轮轴轴颈的配合间隙必须满足极限要求，超过极限尺寸的必须予以更换。安装时必须注意衬套上油孔与曲轴箱上的油孔对正。

1 2、曲轴主轴瓦和凸轮轴衬套磨损未超限，但表面有划痕、蚀点麻坑、烧熔等现象时，必须予以更换。

1 3、曲轴主轴瓦和凸轮轴衬套没有划痕、蚀点或其它损坏情况，可以用涂色检查的方法确定是否可以继续使用。如果着色面积小且不均匀，则必须修磨曲轴。

1 4、清洗并检查曲轴箱通气装置，如有裂纹、损伤或损坏的，应予以修复或更换。

1 5、检呼吸器，如有损伤或损坏的，必须予以修复或更换。如果无法判断呼吸器的好坏时，可以在试机时确认：高速空转柴油机，测量曲轴箱废气压力，保证废气压力在 2 ~ 6mbar 的范围内，超过此数值时必须检修或更换呼吸器。

1 6、检查柴油机安装支腿、油底壳、飞轮壳、后油封盖板、附件托架等零部件，如有裂纹、变形和损坏的，予以更换。

进口水泵机械密封检修技术

泵用机械密封种类繁多，型号各异，但泄漏点主要有五处：

- (1) 轴套与轴间的密封；
- (2) 动环与轴套间的密封；
- (3) 动、静环间密封；
- (4) 对静环与静环座间的密封；
- (5) 密封端盖与泵体间的密封。

一般来说，轴套外伸的轴间、密封端盖与泵体间的泄漏比较容易发现和解决，但需细致观察，特别是当工作介质为液化气体或高压、有毒有害气体时，相对困难些。其余的泄漏直观上很难辨别和判断，须在长期管理、维修实践的基础上，对泄漏症状进行观察、分析、研判，才能得出正确结论。

一、泄漏原因分析及判断

1. 安装静试时泄漏。机械密封安装调试好后，一般要进行静试，观察泄漏量。如泄漏量较小，多为动环或静环密封圈存在问题；泄漏量较大时，则表明动、静环摩擦副间存在问题。在初步观察泄漏量、判断泄漏部位的基础上，再手动盘车观察，若泄漏量无明显变化则静、动环密封圈有问题；如盘车时泄漏量有明显变化则可断定是动、静环摩擦副存在问题；如泄漏介质沿轴向喷射，则动环密封圈存在问题居多，泄漏介质向四周喷射或从水冷却孔中漏出，则多为静环密封圈失效。此外，泄漏通道也可同时存在，但一般有主次区别，只要观察细致，熟悉结构，一定能正确判断。

2. 试运转时出现的泄漏。泵用机械密封经过静试后，运转时高速旋转产生的离心力，会抑制介质的泄漏。因此，试运转时机械密封泄漏在排除轴间及端盖密封失效后，基本上都是由于动、静环摩擦副受破坏所致。引起摩擦副密封失效的因素主要有：

- (1) 操作中，因抽空、气蚀、憋压等异常现象，引起较大的轴向力，使动、静环接触面分离；
- (2) 对安装机械密封时压缩量过大，导致摩擦副端面严重磨损、擦伤；
- (3) 动环密封圈过紧，弹簧无法调整动环的轴向浮动量；
- (4) 静环密封圈过松，当动环轴向浮动时，静环脱离静环座；
- (5) 工作介质中有颗粒状物质，运转中进入摩擦副，擦伤动、静环密封端面；

(6) 设计选型有误，密封端面比压偏低或密封材质冷缩性较大等。上述现象在试运转中经常出现，有时可以通过适当调整静环座等予以消除，但多数需要重新拆装，更换密封。

3. 正常运转中突然泄漏。离心泵在运转中突然泄漏少数是因正常磨损或已达到使用寿命,而大多数是由于工况变化较大或操作、维护不当引起的。

(1) 抽空、气蚀或较长时间憋压,导致密封破坏;

(2) 对泵实际输出量偏小,大量介质泵内循环,热量积聚,引起介质气化,导致密封失效;

(3) 回流量偏大,导致吸入管侧容器(塔、釜、罐、池)底部沉渣泛起,损坏密封;

(4) 对较长时间停运,重新启动时没有手动盘车,摩擦副因粘连而扯坏密封面;

(5) 介质中腐蚀性、聚合性、结胶性物质增多;

(6) 环境温度急剧变化;

(7) 工况频繁变化或调整;

(8) 突然停电或故障停机。离心泵在正常运转中突然泄漏,如不能及时发现,往往会酿成较大事故或损失,须予以重视并采取有效措施。

二、泵用机械密封检修中的几个误区

1. 弹簧压缩量越大密封效果越好。其实不然,弹簧压缩量过大,可导致摩擦副急剧磨损,瞬间烧损;过度的压缩使弹簧失去调节动环端面的能力,导致密封失效。

2. 动环密封圈越紧越好。其实动环密封圈过紧有害无益。一是加剧密封圈与轴套间的磨损,过早泄漏;二是增大了动环轴向调整、移动的阻力,在工况变化频繁时无法适时进行调整;三是弹簧过度疲劳易损坏;四是使动环密封圈变形,影响密封效果。

3. 静环密封圈越紧越好。静环密封圈基本处于静止状态,相对较紧密封效果会好些,但过紧也是有害的。一是引起静环密封因过度变形,影响密封效果;二是静环材质以石墨居多,一般较脆,过度受力极易引起碎裂;三是安装、拆卸困难,极易损坏静环。

4. 叶轮锁母越紧越好。机械密封泄漏中,轴套与轴之间的泄漏(轴间泄漏)是比较常见的。一般认为,轴间泄漏就是叶轮锁母没锁紧,其实导致轴间泄漏的因素较多,如轴间垫失效,偏移,轴间内有杂质,轴与轴套配合处有较大的形位误差,接触面破坏,轴上各部件间有间隙,轴头螺纹过长等都会导致轴间泄漏。锁母锁紧过度只会导致轴间垫过早失效,相反适度锁紧锁母,使轴间垫始终保持一定的压缩弹性,在运转中锁母会自动适时锁紧,使轴间始终处于良好的密封状态。

5. 新的比旧的好。相对而言,使用新机械密封的效果好于旧的,但新机械密封的质量或材质选择不当时,配合尺寸误差较大会影响密封效果;在

聚合性和渗透性介质中，静环如无过度磨损，还是不更换为好。因为静环在静环座中长时间处于静止状态，使聚合物和杂质沉积为一体，起到了较好的密封作用。

6. 拆修总比不拆好。一旦出现机械密封泄漏便急于拆修，其实，有时密封并没有损坏，只需调整工况或适当调整密封就可消除泄漏。这样既避免浪费又可以验证自己的故障判断能力，积累维修经验提高检修质量。

船舶维修保养及涂装

船舶在使用过程中，涂层长时间处于恶劣腐蚀环境中，必然会出现侵蚀和破坏。当处于航行使用中的船舶，发现涂层出现各种弊病时，应尽可能地进行修补和涂漆。为了使维修费用压缩到最低限度，强调在航行期间进行“保护性维修”。因此，船上应备有维修涂装明细表和足够品种和数量的涂料和涂装工具。当发现漆膜脱落、龟裂、锈蚀等弊病时。将失效漆膜打磨并除油除尘，一般打磨成羽状，再涂装同类型的配套涂料，逐层修补涂层。

船舶航行 2—3 年后，会进坞或上排修缮涂装，属于一次时间集中、施工条件良好的集中保养。应注意以下几个问题。

船底。当船舶进坞后排净坞内的水后，立即用高压水冲洗外板，可有效除去附着的海生物、污泥和失效漆膜。若以低压水冲洗，只能除去污泥和部分海生物，还需用刮刀除去外板上的海生物。如冲洗水采用海水，还应采用淡水再次冲洗，以除去盐分。评价涂层的防锈性、附着力等漆膜状态，若防锈底漆良好，只需涂装 3 道防污漆。若防锈底漆出现大面积起泡、脱落、锈蚀，则应用机械或喷砂、高压水磨料除锈等方法进行整体除锈，重新涂装合适的船底配套涂料。如只有个别部位出现弊病，可用机械或手工进行局部除锈处理，然后补涂相应配套各层涂料。

船壳、甲板、上层建筑、生活舱等。首先拆除某些须维修的电器或机械设备，再对须保护的舾装件等进行必要的遮蔽。用淡水冲洗或洗涤剂去油污，检查涂层状态。检查涂层的光泽、变色、老化、起泡、锈蚀等情况。对已腐蚀穿孔的需进行更换钢板和相应的焊接。对新钢板应进行完善的除锈、涂漆一系列工作。对面积锈蚀需除锈到底层，并涂装配套底面漆。对面漆出现老化现象，可打磨掉面漆，只涂装面漆。在下水以前，全船船壳、甲板、上层建筑等部位，涂装最后一道面漆。

液舱。应放净装载的介质，进行通风、干燥；进行涂层状态的检查。对锈蚀烂穿的钢板进行换板；对大面积锈蚀磨损，进行相应除油、除锈、涂漆等系列工作。液舱涂装、属狭小舱室涂装，注意安全防护。涂装后，需经过保养处理等才能装载介质。

舵机电气线路的维护与检修

分类及技术要求

船舶电动舵机的传动装置有机械传动和液压传动两类。大型远洋或近海客、货轮多数采用电动液压舵机。其电气控制系统中都装有自动操舵仪，按照一定的要求对舵角的偏转进行自动控制。

对舵机拖动控制系统的技术要求有下列各项。

1. 从主配电板到舵机舱应采用双线供电制，在馈电线的全长上尽可能远离分开敷设。在正常情况下若应急配电板由主配电板供电时，其中一路可以经应急配电板供电。驾驶室内操舵装置应与舵机舱内使用同一电源。
2. 为保证电动液压舵机系统可靠工作，油泵电动机组应采用双机系统。各机组可各自单独运行，也可双机同时运行。一机组发生故障时，另一机组应能自动投入运行。
3. 舵机电动机应满足舵机技术性能的要求，并能在要求的转矩下堵转1min。
4. 拖动系统的启动装置与电动机配套共有两套。两启动箱分别启动一台电动机。
5. 电动机的启动应能在驾驶室和舵机舱两地控制，并有转换装置，以防同时操纵。
6. 操舵装置一般应有自动、随动、应急三种操舵方式，也可只有后两种。
7. 在船舶处于最深航海吃水并以最大营运航速前进时操舵，应能使舵自任一舷35度转至另一舷不超过28度。
8. 舵角指示器指示舵叶位置的误差不应大于正负1度。
9. 要求有下列保护和报警装置。
 - 1) 舵叶偏转限位开关；
 - 2) 电源失压报警；
 - 3) 过载声光报警；
 - 4) 采用自动操舵仪时，应设有航向超过允许偏差的自动报警装置。

舵机拖动控制系统的维护和保养

1、开航前对舵机进行试验和校对

对舵时应注意以下各项：

- 1) 检查操舵台上的控制开关、按钮、指示灯及失压、过载报警，声光信号等装置，是否完整有效；
- 2) 观察丙舷供电转换使用情况，并用应急电源在驾驶台和舵机室分别操试；

3) 观察两套机组的转换运行是否可靠；

4) 有各种操舵方式在各操作台进行操试。

检查应急舵操纵是否有效，并注意操舵器的机械动部件是否灵活可靠；

5) 观察控制系统工作是否正常；

6) 检查操舵器、舵角指示器与舵叶实际位置的偏差。正舵位置时，偏差为0度。在大舵角下，偏差不大于2度。

7) 自动舵及电动舵机系统不应有跑舵、冲舵、不回舵及振荡等现象；

8) 复查舵从一舷35度转至另一舷30度所需时间是否符合规定。同时检查舵叶偏转快慢是否均匀，转舵时有无异常现象。

2、航行期间的巡视检查

巡视检查应包括下列内容：

1) 查看机组的运行情况，电动机运转的声音、温升及换向器火花等应在允许限度内；

2) 检查制动器、电磁离合器、电磁阀、限位开关等动作是否可靠；

3) 观察各仪表读数、机组运行指示、舵位指示等装置的工作是否正常；

4) 有两套舵机拖动控制系统的船舶，应定期更换使用。

3、电动液压舵机日常维护应注意以下各点：

1) 对油泵电动机的维护与一般电动机相同；

2) 两台机组和启动箱应轮流使用，其各运行时间应基本相同；

3) 经常检查各联接件有无松动或脱落等现象；

4) 备用的印刷电路板应经常互换使用，以保证其工作性能不变。

舵机拖动控制系统的主要故障

1. 油泵电动机及其启动设备在电动液压舵机中，油泵电动机是一台长期运行的一般用三相异步电动机。其启动方式多为直接启动。启动设备是交流三相异步电动机启动箱。舵机由两台电动机—油泵机组互为备用拖动运行。每一台油泵电动机都由总配电板和应急配电板沿左、右舷分两路供电；对其电路故障的检查与电路的短路、断路和通地检查相同。备用电动机—油泵机组可以与工作机组自动切换。当工作机组出现故障时，另一台自动接通工作，同时故障机组被切除。在进出港、浅狭水道航行时，也可以两台机组同时并联运行。舵机电机启动箱的故障与一般启动箱的故障相同。

2. 应急操舵装置

应急操舵装置有两套，一套在驾驶室，一套在舵机室。它是一种线路简单的电动舵操舵装置，通过应急操舵手柄左右扳动，可以直接控制电磁阀线圈电源的接通和断开，从而控制舵叶的偏转。若应急操舵失灵，应检

查电磁阀线圈的供电电路。包括手柄开关触点、电磁阀线圈、电缆、电源等部分有无异常。检查方法与前述控制电路故障检查方法相同。有时由于油路管路中有故障或机械装置有异常使舵叶不能偏转，故同时也应检查舵机的机械管路系统。

3. 随动操舵装置

无论是红旗型还是向阳型自动操舵仪，其自动操舵和随动操舵的转换都是罗经带动信号发送机与手轮带动信号发送器的转换。自动操舵仪中的相敏整流、放大器、可控硅等电路在这两种操舵方式下都是工作的，所以系统发生故障时，与这些电路有关。当出现随动操舵失灵，灵敏度低，偏舵错误、舵角过大或过小等故障时，可检查下列项目：

各开关位置是否正确，各旋钮是否起调节作用，电源电压数值是否符合要求；观察各部件是否有异常现象，如变压器是否发热、各接线头是否松动或脱落；印刷电路板是否已插紧。如果上述皆正常，可先操作应急舵，若正常则说明故障发生在电磁阀线圈以前的控制电路中。检查各印刷电路板上的元件，如果有备件，可逐块地更换试验。如更换后随动操舵恢复正常，那么故障就发生在刚刚换下的印刷电路板上。再检查该板上的元件和电路，找出故障，进行修理。

常见的故障及原因：

1)手轮在零位，舵叶偏离零位 反馈装置松动或自整角发送器松动使零位不准确，相敏电路有故障，元件参数发生变化，使电路不平衡，控制系统灵敏度过低也会发生舵位不准的现象。同时应检查舵机的机械部分工作是否正常。

2)左右舵角不对称自整角发送器偏离零位 相敏电路输出信号不对称，放大电路三极管参数或特性变化。若操舵时舵叶不停，一直跑满舵，可能无舵角反馈信号，这时应检查反馈回路是否断路其它故障。

3)随动操舵时只能单向来舵相敏电路桥臂有断路、放大器或可控硅电路某元件损坏或断；执行电动机或电磁阀线圈有损坏或不动作，电路中有虚焊，造成电路不通等。

4)系统发生振荡 灵敏度旋钮调节不当，使灵敏度过高，检查灵敏度控制电路中的元件、线路有无异常；有时操舵速度过快会使系统振荡。一般随动操舵系统灵敏度调整到 1 度-2 度。

5)左右偏舵速度相差过大检查左右电磁阀或执行电动机的工作有无异常，油路是否堵塞，使动作受阻或使电动机转速不正常。

4. 自动操舵装置自动操舵时由罗经给出偏航信号，经控制系统作用使舵偏转，然后给出偏舵反馈信号自动对舵机进行控制。发生故障时，可先操作随动舵，若操舵正常，则故障发生在信号发送部分。这时可检查发送信号的自整角机的工作情况。舵机电力拖动控制系统的调试

1. 初次通电前的准备工作

1) 清洁整个系统包括清洁控制箱、电动机接线盒、反馈装置、电磁阀和执行电动机等，同时检查自动操舵仪。

2) 熟悉图纸及舵机系统的工作原理，检查接线及安装情况。

3) 把系统中的熔断器按图纸要求的容量全部装好。指示灯泡应按规定数目安好，并检查是否明亮；

4) 检查绝缘电阻。主回路和控制线路的绝缘电阻值必须符合技术要求的规定。测量时应

注意不得损坏各种半导体器件或印刷电路板。

5) 检查系统动作的灵活性，如电动机-油泵机组、机械执行机构、各种反馈装、舵机

装置、手轮，手柄等。

6) 准备好各种检查仪表。

7) 使舵叶处于零位。

8) 系泊试验时，主机应停车。

2. 电动液压舵机电气系统的调试步骤

调试分为应急操舵、随动操舵和自动操舵三个阶段。在作应急操舵调试前，应先检查油泵电动机控制箱。在转换开关手动位置上启动电动机，一切运行正常后，再开始调试应急操舵。

1) 应急操舵的调试

首先在舵机室控制台操纵手柄，为此应把操舵仪上的相应开关扳向“应急操舵”和“舵机室控制”。操舵时先小角度，后大角度。操舵时应注意手柄扳动方向与舵叶偏转方向是否一致，机械装置动作是否灵活。检查限位开关动作是否准确。限位开关位置应能使舵叶停在左，右 35 度处，若误差过大应予调整。进行满舵操舵试验：从零向左和从零向右至满舵，再从右满舵到左满舵并相反。这时舵叶偏转应符合技术要求的规定。规范要求从一舷满舵到另一舷 30 度所用的偏舵时间不大于 28s。在舵机室调试完成后即可进行驾驶室应急操舵调试。合好相应开关，先核对舵角指示器工作是否正常。无误后，按

同样步骤进行应急操舵调试。

2) 随动操舵的调试。

把有关的转换开关扳向相应位置，转动自动操舵仪手轮，先作小角度随动操舵。检查偏舵方向是否与手轮转动方向一致；舵角指示器指示舵角与实际舵叶偏转角度是否相等；反馈信号的相位是否正确等。然后作大角度操舵。偏舵情况与应急操舵一样。如果发现系统不工作或跟踪角度不对等现象时，可以把反馈自整角机从舵机上拆下，在驾驶室内与操舵仪直接相连。可控硅或继电器输出处可接指示灯作负载。当手轮转某角度时指示灯亮，再用手拨自整角机转子到相应角度指示灯灭。这时故障不在操舵仪，而在系统中其它元件或电路中。若指示灯亮灭混乱，即为操舵仪有故障。操舵仪有故障时，可先更换印刷电路板。若其它部分有故障可按控制

线路故障检查法检查。正常后再继续调试随动操舵。随动操舵调试中尚需检查系统有无振荡；偏舵角与舵角指示器的指示误差等。

3)自动操舵的调试

系泊时可用人为改变航向的方法进行预调。用随动操舵使舵叶置零位，即使舵叶处于船的首尾线上。将压舵旋钮置零位，灵敏度调节即天气调节置一般位置(灵敏度不可过高)，选择开关扳向“自动”位置。转动压舵旋钮即航向改变旋钮，舵叶应偏转给定角度。调节舵角比例调整旋钮，对一定偏航角时，偏舵角应按比例变化。预调结束后尚需进行航行调试。航行调试中要进行航向改变、航向稳定性、微分、压舵等试验。其指标可按技术要求检查。

3.自动操舵仪的调试要点

一般来说，自动操舵仪在装船之前即已调试完毕。下面简单介绍其调试要点。

调试前根据接线图和原理图检查接线和布线是否正确；检查连线和焊接质量；还应接好各外接线路，如电源、反馈信号、分罗经等。

1)测量电源变压器各输出电压数值是否正确，电源电压在正负 5% U_e 内变化时，操舵仪应能正常工作。

2) 自整角变压器调零位。如果零位不对，会使左、右舵偏舵灵敏度不对称。零位偏离大时，在自动操舵工作时船舶偏航角的信号会有误差。自动操舵仪安装时会有假零位现象，会产生要左舵来右舵或相反故障。

3) 检查电源印刷各电路板的各输出电压数值。若数值不对，应检查各无件的质量和焊接情况。

4)检查相敏电路

理论上讲当相敏电路无输入时，应无输出信号。但是由于电路不可能做到绝对对称，所以一般都有极小的输出。但若输出信号过大，则应检查该电路板上元件的质量和焊接情况。

5) 测量无操舵信号时放大器的输入和输出无偏航和操舵信号时，可控硅无输出或继电器不动作。若一边有输出信号时，应检查自整角机的零位或放大器的各元件有否损坏或质量不好等情况。

6) 随动操舵

给一小角度操舵角检查输出信号。给反馈信号后观察输出的变化情况。然后进行大角度操舵试验，记录各输入输出的数据。

7) 自动操舵

自动操舵仪自动操舵 调试有下列各项：

- 1) 操舵信号应与反馈信号相位相反。
- 2) 调节灵敏度，记录并检查使系统振荡的极限数据。
- 3) 调整比例舵。
- 4) 试验压舵调整。
- 5) 检查微分环节反应是否明显。

现场检查

板材预处理和切割检查

一、 预处理前检查：

- 1 当钢板从钢板堆放场地向预处理工场移动时，必须先对照“钢板入库时的材料入库清单”与钢板上的材料标记是否相符，确认后分类摆放。
- 2 预处理时（涂底漆前）检查钢板的厚度和材质，检查钢板表面是否有麻点、剥离层（表面损伤程度小于 0.5mm 的打磨处理，深度在 0.5mm-0.8mm 之间的补焊后打磨光滑）。
- 3 涂底漆后检查是否已把船型流水号、分段编号、钢板的材质、切割台编号、操作人的工号等可识别的标记标识于涂完底漆的钢板上。

二、 NC 切割检查：

- 1 部材切割后，对部材上 NC 所画的安装线进行精度检测和抽测。
- 2 对照图纸（下料草图）检查板材上的标识是否与图纸相符。
- 3 检查标识的颜色是否与材质相符：
 - a 白色 --- 低碳钢（A 级，B 级，D 级）
 - b 黄色 --- 高强度钢（AH32/36/40；DH32/36/40）
 - c 绿色 --- 低温钢（E 级，EH32/36/40）
 - d 红色 ---- L P G 专用钢（L，LH，LNH）
- 4 对切割器具进行检查：
 - a 对割具的龙门架的精度要进行定期检查（每隔 10 天检查一次）。
 - b 对 NC 切割机的轨道和夹具的水平度和直线度进行检查（每天两次）。

三、 板材切割后对切割面进行检查：

- 1 检查切割面的氧化铁、熔渣是否已清除，不易清除的必须采用先气刨再打磨的方法清除干净；
- 2 检查切割面是否有切伤，切伤深度小于 0.5mm 的打磨，深度大于 0.5mm 的焊接补平后再打磨光滑。
- 3 对切割后形态尺寸进行检查：
 - a 平铁的宽度检查（ $\pm 2\text{mm}$ ）；
 - b 切斜的角度、斜边的长度的检查；
 - c 面板的双边切斜的对称状态的检查（必须等边）；
 - d R 孔、流水孔、人孔、过梁孔等孔边的切割状态的检查（切割面必须平整、光滑）；
 - e 对钢板的长、宽尺寸的检查（长度 $\pm 2\text{mm}$ ，宽度 $\pm 1\text{mm}$ ，对角线长度 $\pm 3\text{mm}$ ）。

四、 对纵向桁材（厚板区域）切割坡口的检查：

- a 检查坡口的切割角度、尺寸是否与图纸相符；
- b 检查坡口切割后的留根状态是否正确；

c 检查坡口的切割面是否光滑，是否有缺口（缺口深度大于 2mm 必须补焊后打磨光滑）。

五、对过渡斜的切割面检查：

a 检查过渡斜切割面的尺寸（水平方向的尺寸）、保留的厚度、坡口角度，是否与图纸相符；

b、检查过渡斜面是否有波浪不平、氧化铁未清除、缺口等缺陷（直线度 $\pm 1\text{mm}$ ，缺口深度小于 0.5mm 打磨，大于 0.5mm 补焊后打磨光滑）。

组 装 检 查

一、 小组装检查：

1 检查小组装时，是否有切伤的现象，是否有间隙过大的现象（垂直角焊接间隙大于 3mm，平角焊间隙大于 6mm 的开单面坡口并且打磨后焊接）。

2 检查加强材的安装精度（肋骨间距 $\pm 1\text{mm}$ ，直线度 $1\text{mm}/1000\text{mm}$ ，安装间隙小于 2mm）。

3 检查定位焊的焊接尺寸（电焊长度不小于 50mm，焊脚不大于 3mm，定位焊间距不大于 300mm）。

a 焊前定位焊的药皮全部清理干净，并打磨光滑；

b 定位焊缝不允许有夹渣、气孔、裂纹等缺陷；

c 定位焊采取双面交叉定位焊接的方法。

4 对板材拼接的检查（检查 100MK 线的精度 $\pm 1\text{mm}$ ）；

5 检查焊接端部的状态：

a 过焊孔 /R 孔的端点切割是否与图纸要求相符；

b 加强材的端点的焊接坡口的方向是否正确。

6 检查附属加强材是否有遗漏（如：补板、三角板）。

7 检查板材上的减轻孔、流水孔、风道孔、梯子孔、通焊孔的位置是否与图纸相符。

8 检查焊接尺寸的标注是否与图纸相符。

9 检查是否有多余的临时加强未拆除。

10 检查自由边的打磨状态（涂装区域打磨 R2，一般副结构打磨 R1，非涂装区域自由边不需要磨）。

二、对分段的组装检查：

1 组装状态前检查（对胎架的检查）

a 检查胎架的长、宽、高的尺寸（对照胎架布置图）；

b 对胎架的水平和反变形量的检查（水平 $\pm 1\text{mm}$ ，反变形量 $2 < \Delta < 0$ ）

2 钢板的拼接状态的检查：

a 检查 100MK 线的对应值（ $\pm 1\text{mm}$ ）；

- b 板缝的间隙不大于 2mm。
- 3 埋弧焊接状态的检查：
 - a 定位焊接 (50mm×3mm) ,间距 (300mm— 400mm) ;
 - b 引弧板的尺寸 (150mm×150mm) , 厚度与母材相等 ;
 - c 埋弧焊接前应对焊缝周围的油渍、锈迹、水等全部清理干净 ;
 - d 埋弧焊的起、引弧的长度应不小于 100mm。
 - e 埋弧焊的表面焊缝宽度应控制在焊丝直径的 3.5倍以内 ,高度不超过母材表面 5mm
- 4 对纵桁材、横向肋板的垂直度的精度的检查 (1mm/1000mm)。
- 5 对内底板 /外底板、内纵壁板 /舷侧外板的纵、横向结构的对应差的检查 (± 1mm)。
- 6 对甲板垂直度的检查 (± 2mm) , 对梁拱的测量 ($2 < h < 0$)。
- 7 对内底板的水平度的测量 :相邻两点的水平 (± 2mm) , 对角两点的水平 (± 3mm)。
- 8 分段的最终尺寸的测量 (长度 ± 3mm, 宽度 ± 2mm, 高度 ± 2mm)。
- 9 板面平整度的测量 (组装最终状态 4— 6mm)。
- 10 结构的对位度的测量：
 - a 平面对接缝不平度小于 3mm时加焊磨顺 ,大于 3mm时切割后重新修平 ;
 - b 面板、腹板对接不平度不大于 4mm, 大于 4mm的切割后重新修平 , 修切长度不小于 300mm。
 - c 结构对位 (十字形) : 一般错位量以不大于结构板厚三分之一为基准 ; 当错位量大于三分之一而小于二分之一板厚时 , 采取双侧对位加焊的处理方法 (加大焊脚) 修理 ; 当错位量大于板厚的二分之一时切修后重新装配 , 切修的长度不小于 300mm。
- 11 对接坡口的检查：
 - a 坡口的间隙标准为 4---12mm ;
 - b 坡口的角度的误差为设计角度的 ± 5mm ;
 - c 坡口的留根不大于 2mm ;
 - d 当坡口的间隙大于母材板厚的 1.5倍时 , 必须换板处理 , 换板的宽度不小于 300mm。
- 12 对结构对接缝与板材接缝 (埋弧焊缝) 的状态的检查：
 - a、结构接缝与板材 (内底板 , 外板等等) 接缝一般采取错位装配 ,(不小于 5mm)
 - b 纵、横向加强结构与板缝平行时 , 间距应不小于 15mm
 - c 过焊孔的端点与焊缝的距离应大于 10mm, 如果出现重叠的状态 , 应扩大过焊孔 , 以包角焊接焊缝与埋弧焊焊缝不相互重叠为准。
- 13 焊接检查：
 - a 对接缝的焊缝表面宽度应不大于 20mm;
 - b 角焊缝的焊接尺寸应不小于设计焊脚的 90%;
 - c 焊缝的咬边深度应不大于 0.5mm, 长度不大于 90mm(磨顺) , 超过此

标准的补焊打磨光顺；

d 所有补焊的长度应大于 50mm，严禁短道焊补焊。

e 高强度钢区域严禁有弧光放电的现象，如果出现必须打磨处理，擦伤深度大于 0.8mm时，气刨 50mm，补焊后磨平；

f 焊缝两边的飞溅应及时清理干净；

g 对焊接后产生的气孔、夹渣、裂纹等缺陷要气刨后补焊打磨光顺，补焊时严禁短道焊接；

h 对水密隔舱应进行焊缝气密试验的检查；

i 埋弧焊缝的两端和中间部位各 500mm应进行 NDT检测，对强力甲板、外底板、舷侧外板的对接焊缝进行 RT检测；

j 水密隔舱的外侧的纵梁应开设 R 15 的止漏孔，纵梁平角焊焊接时堵满 (防止空气灌入)；

k 对结构的包角焊接的检查：包角焊接应饱满，包角焊的焊脚尺寸应该是结构焊脚的 1.2倍。