

造船是一个非常复杂的过程,要经历分段制造与预舾装、船台或坞内合拢、下水、码头舾装与系泊试验、试航等过程;而船舶的涂装则要与整个造船工艺过程相适应,在每一个造船工艺阶段确定其相应的涂装工作内容。新造船舶的涂装工作通常是分段进行的,特别对于大型船舶的建造涂装,这样可避免钢材过早地生锈并在室内或平地进行。船舶涂装工艺程序为:

原材料抛丸流水线预处理 涂装车间底漆 钢材落料、加工、装配 分段预舾装 分段二次除锈 分段涂装 船台合拢、舾装 船台二次除锈 二次涂装 船舶下水 码头二次除锈、涂装 交船前坞内涂装。

从船舶的涂装工艺程序可以证实涂装作业贯穿了造船的全过程,因此,必须重视涂装作业的质量。

### 一、船舶分段涂装时的技巧及注意事项

(1) 涂装前,钢板的前处理严格达到二次除锈的有关标准,除油、除污,用溶剂擦拭表面,并应尽快涂漆,避免钢铁再度氧化锈蚀。

(2) 根据船舶不同部位和不同的使用要求,选择合理的涂料品种及配套方案。各道涂料应按照产品使用说明书的要求来进行施工。涂装前核对所用涂料品种、颜色、规格和型号是否符合涂装技术要求,检查涂料的质量及贮存期限,超过贮存期的涂料必须由具备检验资格的单位重新检验,合格后方可使用。

(3) 必须按照要求使用稀释剂,一般不超过涂料用量的 5%,涂料内不允许加入有害溶剂或颜料,使用前应调配均匀,并根据涂装方式的要求进行过滤。双组分涂料,要按比例加入固化剂,并搅拌均匀,要有一定的活化期并在一定时间内用完。

(4) 施工单位可根据涂料的性质、被涂物表面状态及环境条件采用适宜的涂装方式,一般为刷涂、辊涂、有气喷涂、无气喷涂以及刮涂等施工方法。为提高效率和得到美观的涂膜,一般采用高压无气喷涂。但对于狭小舱室的涂装仍采用辊涂或手工刷涂。对流水孔、角铁反面,以及不容易喷涂到的部位用刷子、弯关刷等进行预涂装。对异金属接触部位及铆钉、焊缝和棱角处应先刷涂一遍,然后再喷涂。

(5) 涂膜应达到规定的干膜厚度,在涂装过程中,不断测量湿膜厚度,以估计喷几道才能达到所规定的干膜厚度。喷涂涂装前,要进行试喷,选择合适的喷嘴,调整适当的压力。

(6) 涂装防锈涂料时,每道最好采用品种相同而颜色不同的涂料,以防止漏涂和便于质量检查。涂装完成后,要依据相应标准检验总干膜厚度和进行涂层检漏试验。

(7) 禁止在牺牲阳极、不溶性辅助阳极、参比电极、测深仪的接受器和发射器螺纹、标志、橡胶密封件、阀门、钢索、活动磨擦表面等不宜涂漆的表面涂漆。喷涂或采用其他方法涂装时,用胶带纸覆盖。

(8) 严禁将防污漆、水线漆直接涂装在裸露金属表面或舱室内壁。

(9) 在分段涂装时，严禁明火作业。高压无气喷涂必须严守操作规程并防止喷雾对环境污染。安装适当的通风设备，避免溶剂蒸发对人体的毒害和可能的火灾，同时保证施工质量。对狭小舱室进行涂装，必须人工通风，施工人员应戴防毒面具且连续作业不应超过半小时。

(10) 涂装施工一般选择在温度 5~30℃，相对湿度低于 85% 的环境下进行。下雨、有雾或船体蒙有水汽及霜雪时，不应在室外涂装。大风、灰尘较多时也不宜涂装。钢板温度应高于露点 3℃ 以上，气温不低于涂料干燥所规定的最低温度。

(11) 铝质、镀锌表面或其他特殊材质表面应选用专用涂料，如锌黄底漆，不允许涂装含有铜、汞、铅颜料的底漆。

(12) 船体部分的焊缝、铆钉在水密试验前，周围 10mm 内不涂漆；焊接前焊缝边 50mm 内不涂漆。涂装时应用纸或塑料薄膜掩蔽起来，涂装后及时清除。

(13) 为了保证涂层质量，待涂膜充分干燥后，分段才能移动。移动时避免磕划磨损涂膜。

(14) 涂料施工前，施工单位要根据船舶各部位涂装面积、施工方式、基材等实际情况并参照以往的施工资料等因素，概算出所需涂料用量，并制定详细的施工方案。

## 二、船舶合拢后的二次涂装的特点及技巧

(1) 安装过程中涂膜的损伤部位要及时进行修补，由于焊接、校正等原因引起的损伤，涂装时必须重新进行钢板的除锈处理，然后再涂装相应的配套涂料。

(2) 钢板结构出现自由边时应倒成圆角，应将焊道及焊缝两侧钢板表面焊渣、焊瘤清理干净，除锈质量应达到 Sa2.5 级要求。在边角、焊缝先刷涂一道底漆，再涂装相应的配套涂料。

(3) 桅杆、立柱、烟囱等大型舾装件经底漆，中涂后上船安装，然后和其他舾装件同样涂装。

(4) 交船前、涂装末道甲板漆、船壳漆，并一次涂装完毕。

(5) 液舱涂料，要在涂装完成两个星期以后，待涂料完全固化干燥，再投入使用并装载物品。

(6) 涂装中的安全防护工作，按照第七章相关内容进行。

(7) 禁止在牺牲阳极、不溶性辅助阳极、参比电极、测深仪的接受器和发射器螺纹、标志、橡胶密封件、阀门、钢索、活动摩擦表面、螺旋桨等不宜涂漆的表面涂漆。喷涂或采用其他方法涂装时，用胶带纸覆盖，完工后撤除并清理干净。

## 三、车间底漆的施工技巧

车间底漆，又称为保养底漆或预处理底漆，是钢板或型钢经抛丸预处理除锈后在流水线上喷涂的一层防锈漆。车间底漆的作用是对经过抛丸处理的钢材表面进行保护，防止钢材在加工及船舶建筑期间生锈而带来的腐蚀损

害。

车间底漆是钢板经除锈后立即涂覆的涂料。钢板首先要经过流水线处理，首先是将钢板上水分、污泥及疏松的氧化皮通过吹风、加热或通过固定钢丝刷除去浮锈，从而获得一个干燥、较清洁的表面。然后再用钢丸或钢丝粒抛于钢板表面上将铁锈及氧化皮除尽，呈金属本色，一般需达到瑞典标准 Sa2.5 级，对特殊要求的无机富锌底漆要达到 Sa3 级。钢板的粗糙度与抛丸所用的磨料品种有关，粗糙度必须合适，一般厚钢板为  $40 \sim 70 \mu\text{m}$ ，薄钢板为  $25 \sim 35 \mu\text{m}$ ；对无机富锌底漆粗糙度不宜过小，以保证漆膜在钢板上的附着力。

除去灰尘后立即用自动高压喷枪，采用高压无气喷涂的方法喷上车间底漆，再经过一定长度的烘箱加温干燥，使钢板离开流水线滚轴时，已达到可以吸吊和堆叠的干燥程度。流水线设计要求车间底漆一般是三分钟干燥，干燥慢会造成车间底漆在滚道上移动或吸吊时损伤漆膜。但也不能干得过快，这会造成漆雾从喷枪口离开，在未到达钢材表面前已部分干燥，形成疏松而不连续的漆膜，影响对钢材的保护性能。因此，在涂装前对双组分（或三组分）涂料要充分混合均匀；要控制涂料的粘度，适宜的粘度在  $15 \sim 20\text{s}$ （涂-4 杯）左右，一般选用低沸点的溶剂，如甲苯、丙酮、异丙醇等，稀释剂的加入量为  $0 \sim 15\%$ 。要注意高压无气喷涂的喷嘴口径和压力以及喷枪的移动速率，严格控制涂膜的厚度。无气喷涂的喷嘴号为“ $0.017 \sim 0.023$ ”；涂装压力为  $10 \sim 15\text{MPa}$ ；具有最短涂装间隔时间限制，一般重涂要在 16 个小时以后。二罐装涂料在调配后要在一定时间内用完，停工时要将的所有管道及高压泵清理干净。

#### 四、船底漆的涂装技巧

船底漆是涂覆在船舶轻载水线以下长期浸没在水下船底部位的一种涂料。船底漆由船底防锈漆和船底防污漆两种性质不同的涂料配套组成。船底防锈漆是防污漆的底层涂料，它直接涂装在钢板上或用作中间层，能防止钢板的锈蚀和防止防污漆中无机毒料对钢板的腐蚀；船底防污漆作用是防止船舶不受海洋微生物的附着，在一定时间内能保持船底的光滑与清洁，以此提高航速并节约燃料。

（1）由于船舶在航行期间船底无法保养维修，必须在船舶进坞或上排时才能进行修理，因此，要求船底涂料在经济技术指标允许的范围内尽可能地延长使用寿命，以提高经济效益和减少维修和保养的费用。现各国都广泛使用长效的船底防锈漆，使用期限在 5 年以上，有的甚至可达十年；同时使用自抛光型船底防污漆，防污漆的期效一般设计为 3 年以下。这样随着船舶的航行，防污漆不断释放毒料并溶解，在船舶定期维修时，只需用高压水冲掉残存的防污漆和少量海生物附着，而防锈漆依然完好时，只要重新涂装防污漆即可，可大大减少维修费用和周期。美国等发达国家拥有水下刮船器，可对大型舰艇和辅助船直接在水下刮除海生物以延长防污期效。在船底使用长效防腐底漆和无锡防污漆是船底涂料的发展趋势。

（2）船底漆可采用高压无气喷涂、手工刷涂、辊涂等方法施工。具体的涂料施工技巧和方法见本书第三章。对高固体分防锈底漆，采用高压无气喷涂一次可达到较高的膜厚，对焊缝、铆钉等边角部位要先手工刷涂一道。船底钢材的二次除锈一般要达到 Sa2.5 级，去除油污、灰尘后涂装搅拌均匀的涂料。使用涂料严格按照配套设计要求，并必须达到一定的干膜厚度才具有长效防腐效果，为了提高防锈漆和防污漆的层间附着力，通常要涂装一道中间层涂料。各道涂料涂装时要注意涂料的干燥时间和最短、最长涂装时间间隔。

（3）船底防污漆一般为单组分，但由于防污漆中毒料的含量高，经常出现沉淀现象。可在涂料配方中加入适量的防沉剂，如有机膨润土、硬脂酸铝等。施工前要彻底将涂料搅拌均匀。松香与氧化亚铜会发生反应生成松

香酸铜，故要注意涂料的贮存期限，一般不超过一年。

（4）防污漆要与防锈底漆配套良好，如接触型防污漆要求使用防锈性强的底漆配套，如环氧沥青配套体系。要注意涂装间隔，一般为 24 小时，最短可为 14 小时，最长不超过 10 天。

（5）防污漆可采用高压无气喷涂或手工刷涂、辊涂，采用高压无气喷涂时不仅效率高而且可得到较高的膜厚。一般不加或少加稀释剂，以免影响防污效果。要严格检查防污漆的膜厚，必须达到一定的厚度。不得在裸露的钢板上或舱室内部直接涂装防污漆。

（6）毒料的毒性较大，特别是有机锡类挥发性大且影响其他非目标生物的生育和生存，现许多发达国家已严格限制防污漆中有机锡的含量。涂装时要加强劳动保护，严禁用手直接接触；涂装或铲除旧漆时要戴口罩，施工时若发现头痛等不适现象，要立即离开现场。如有防污漆滴在皮肤上，应立即擦去再用肥皂清洗。

（7）铝壳船舶涂装时，常采用以丙烯酸为基料，有机锡为毒料的防污漆类型。不要采用以铜汞化合物为毒料的防污漆，这些有色金属对铝合金有严重的腐蚀性。木船一般采用含有氧化亚铜毒料以松香、铜皂、煤焦沥青为基料的防污漆。铜的化合物是防止船蛆的有效毒料。

（8）对大型船舶可采用船底清洗，在海生物附着初期以水下刮船器清扫效果较好，可延长防污漆的使用期效。一般船舶下水后 1~1.5 年以后每隔 3~6 个月清洗一次，可恢复航速。

（9）对含有沥青类的防污漆，过长时间的曝晒和干湿交替可能造成漆膜出现龟裂和网纹等缺陷。为达到最优的防污效果，应在涂完防污漆后 40 天之内下水（时间长，要适当浇水保养），最好在涂完末道防污漆后 1~2 天下水。

## 五、涂装水线漆时的注意事项及技巧

（1）严格按照厂家配套设计要求选择涂料和进行涂装。各类涂料涂装要按照最佳涂装时间间隔，确定最短和最长涂装间隔。例如环氧沥青涂料实干要 24 小时，在冬季更长，因此，最短涂装间隔不小于 20 小时，而最长涂装间隔应在 48 小时以内。

（2）油性红丹漆中的红丹与海水接触后会产生氯气，使漆膜鼓泡；同时油性基料易于皂化，因此红丹涂料不能作为水线底漆。

（3）沥青涂料具有良好的防蚀性和耐水性，但在干湿交替的环境下，漆膜易发生龟裂，使面漆脱落。同时由于沥青的渗色，使水线面漆颜色变黑，所以对浅色水线面漆不应与沥青底漆配套，要选用中间层。

（4）水线部位的面漆，使用年限较短，要不断进行表面清洁和维修保养。在底漆完好的情况下，只需涂装 2~3 道面漆即可。要待面漆干透后才能下水，一般是在涂装完成 1 星期后（不包括防污水线漆）。

（5）目前缺少长效水线防污漆，一般选用自抛光或酚醛防污水线漆，也可不用防污水线漆。当防污水线漆最后一道施工完毕，干燥不到 48 小时就应下水。

（6）若水线部位与船底部位采用相同的涂料配套体系，不但可简化涂料品种，而且在造船时，分段上不必划

分，便于施工和维修。

## 六、船壳漆的涂装技巧

船壳漆首先要求在日光曝晒等大气环境中具有耐老化性能，即长期户外使用漆膜不变色、粉化、生锈、脱落。目前较为常用的船壳漆品种为：氯化橡胶、高氯乙烯、丙烯酸、聚氨酯、醇酸等，以及氯化橡胶醇酸、丙烯酸醇酸、高氯乙烯丙烯酸等树脂拼用涂料，这些改性涂料汇集了各树脂的性能优势，取长补短，同时又降低了涂料的价格。

在涂装船壳漆时应注意以下问题。

（1）钢板应达到一定的除锈等级，要在钢板上涂装相应的防锈底漆。防锈底漆与船壳漆应具有良好的配套性能。如在环氧底漆或氯化橡胶底漆上涂装氯化橡胶、醇酸船壳漆，不能在醇酸底漆上涂装氯化橡胶等高性能涂料，聚氨酯涂料的防锈底漆必须为环氧或聚氨酯防锈漆等；严格按照配套原则进行涂装。

（2）船壳漆应具有装饰性能，因此涂料应达到一定的细度，使用前必须搅拌均匀同时过滤。

（3）可采用高压无气喷涂、有气喷涂、刷涂、辊涂等施工方式，但高压无气喷涂可得到更为美观的涂膜。采用辊涂或刷涂时，要避免来回拖动漆刷和辊筒，防止刷痕等。

（4）在旧漆膜或光滑的底漆上涂装时，应把底漆打毛并除尘。在环氧底漆上涂装船壳漆时，一般加涂一道氯化橡胶铁红防锈漆作为中间层。对旧漆膜要确定其品种并选用同种涂料或配套涂料进行重涂。

（5）由于在户外施工，应防止在风沙、阴雨、曝晒等条件下的施工。

（6）对高氯乙烯、氯化橡胶等单组分溶剂挥发固化型涂料，达到完全硬化需要 14 天左右的时间，在此阶段，避免刻划碰撞涂膜表面。

（7）各道涂装之间应具有一定的时间间隔，虽然单组分涂料可在半小时之内表干，但涂装间隔最短不应少于 6 个小时。

## 七、甲板漆的施工特点及技巧

甲板漆是涂装在船舶甲板部位的面层涂料。甲板漆要求具有良好的附着力、耐海水、耐曝晒及耐洗刷性。由于甲板部位人员走动和设备搬运较为频繁，要求甲板漆还应具有良好的耐磨性和抗冲击性能。甲板涂料按照使用特性可分为一般甲板漆和甲板防滑漆两种。

### 1、高性能聚氨酯类防滑甲板涂料的施工技巧

（1）对于预涂无机富锌底漆的新造船及以前涂装过同种涂料的甲板部位，若底材保护良好，只需将锈迹打磨干净平整即可进行涂装。对于修理船涂装不同种类涂料时，应进行严格的除锈工作，要求达到 St3 或 Sa2.5 级，以达到良好的防腐效果。

（2）底漆的施工方法与普通涂料相类似，可采用刷、辊、无气喷涂等方法施工。一般施工 3 道，总干膜厚度

不小于 105  $\mu\text{m}$ ，实干后涂装下道涂料，最短涂装间隔为 4 小时，最长应在 24 小时内涂装下道涂料。

(3) 中间层的施工。中是层为高固体分厚涂涂料，采用刮涂与辊涂相结合的方法施工。首先根据所要求的涂装厚度结合每个包装的质量，确定好涂装面积，划好每个包装涂装的区域，然后配漆，均匀地刮涂于这一区域；再用辊涂方法使表面尽量平整，让其自流平，固化后即可得到平整的表面。若要求的厚度很厚，为保证流平，可适当地加入触变剂。实干后 24 小时内涂装面漆。

(4) 面漆的施工方法与普通涂料类似，可采用刷、辊、无气喷涂等方法施工。面漆第一道实干后（一般为 6 小时实干），24 小时之内涂装第二道面漆并加防滑粒料，实干后涂装第三道面漆。

(5) 防滑粒料的抛撒是否均匀关系到最终外观，边涂面漆边进行人工抛撒，适当地多抛撒，常温下 3~4 小时后可以扫除防滑粒料，将多余的未粘附上的粒料清掉，若有的地方防滑粒料太少，可以进行补涂补撒。24 小时后涂装最后一道面漆。

(6) 施工适宜的温度为  $-5 \sim 35$ ，湿度小于 85%。在 0 以下施工时应注意底材无结冰、结露现象。稀释剂为聚氨酯类专用稀释剂，或环己酮、甲乙酮。一般用量不超过 5%。

(7) 最后一道面漆涂毕，需经 72 小时才能投入使用；在此期间，禁止人员走动和按压、刻画漆膜。

## 2、普通甲板防滑漆的施工技巧

普通甲板防滑漆是指醇酸、酚醛、过氯乙烯类甲板防滑涂料，其所加防滑粒料一般是水泥和黄沙，用于小型船只和防滑要求不高的场所。

(1) 先将甲板表面除去油污和铁锈后，用铁红醇酸底漆或环氧树脂底漆打底 2 道，待漆膜干透后方可涂刷防滑甲板漆 2 道。若甲板上原旧漆膜与需涂装涂料属同种类型，可良好配套附着，且漆膜完好，无锈蚀鼓泡等现象，只需用砂纸将旧漆膜打磨、除尘、除污、即可涂装防滑面漆。

(2) 甲板防滑漆的涂料与黄沙、水泥采用分罐包装，用前先用 20~40 目筛过滤，以免发生夹心情况。黄沙用河砂、海砂均可，但必须清净无泥，待完全干燥后经 40 目筛过滤使用。水泥需用 450#~500# 硅酸盐水泥，也需经 40 目筛过滤后使用。

(3) 甲板防滑漆使用前加入黄沙、水泥的配比一般如下：防滑涂料 25 份、黄沙 6 份、水泥 6 份（以质量计算），混合均匀直至不见夹心为止。一般用橡皮刮刀刮 1~2 层，其厚度为 1~2mm。另一种施工方法是先将规定的水泥筛子过滤后调入防滑漆内，进行辊涂或刮涂涂漆，在漆膜未干之前，将黄沙均匀地撒在漆表面，干后扫除未干结的黄沙，然后在面上再涂装一道未加水泥的防滑漆。

(4) 对以过氯乙烯、氯化橡胶为基料的防滑漆，当使用时粘度较高时，要采用相应强溶剂稀释，如二甲苯、甲苯、酯类溶剂等，但用量不超过 10%。

(5) 若采用金刚砂、塑料胶粒、橡胶胶粒等防滑粒料，一般要求采用附着力强、粘结强度高的涂料作为防滑面漆，常用氯化橡胶、环氧、聚氨酯。

(6) 最后一道面漆涂毕，需经 72 小时才能投入使用；在此期间，禁止人员走动和按压、刻划漆膜。

## 八、船舶上的各种标记涂写技巧

(1) 写船只及高空处写字，需搭设脚手架，并遵守高空作业安全操作规程。

(2) 涂写标志所采用的涂料一般为醇酸磁漆，所用涂料要与船壳漆配套良好，防止咬底、脱落和渗色等弊病的产生。

(3) 涂写标记的常用工具是油画笔、漆刷、狼毫笔、广东刷、量尺、粉线袋等。

(4) 填写字和各种标记时，应根据样板，在纸上写好小样，再到船体上放大，不可随意涂写，保证字体整齐美观。

(5) 船艏两侧写船名，船名字的位置一般应在起锚机甲板的中部范围内，再根据字数的多少来决定字的大小。5000 吨左右的船舶，船名的中文字高度在 1 米左右，外文字母高为 60 ~ 80cm 之间，船尾部分的船名字比船艏小 10% ~ 20% 左右。

(6) 油漆字颜色的搭配，要求清楚醒目，字与被涂写底面要有明显区别，否则不清晰。若底色是深色的，字的颜色用浅色，反之则用深色。一般“黑底写白字”，“白底写红字”，“淡灰写黑字”等。在涂写时，要涂装 2 ~ 3 道涂料，特别是白漆应写得厚些，不应有露底现象，突出醒目感。

(7) 文字如写错，必须及时用相应稀释剂擦掉，使物面不流痕迹。