



中國驗船中心 China Corporation Register of Shipping

技術通報 TECHNICAL CIRCULAR

編號 25
日期 2006.1.10

本期摘要：

壹、簡介 IMO 第 24 次大會會議決議(自願稽核方案與船舶資源回收)

貳、TOKYO-MOU 加強 PSC 重點檢查活動(2006 年 2-4 月)

參、IACS 採納油輪暨散裝船的共同結構規範(2006/4/1 開始實施)

肆、船用油漆與塗裝(船舶技術)

壹、簡介 IMO 第 24 次大會會議決議

IMO 第 24 次大會於 2005.11.21-12.2 在倫敦舉行，會中採納的決議案中有關 IMO 會員國自願稽核方案及船舶資源回收的議題，簡介如下：

一、IMO 會員國自願稽核方案

本方案主要有：

- (1) 採納 IMO 會員國自願稽核方案之架構暨程序(Framework and Procedures for the Voluntary IMO Member State Audit scheme)：
 - (A) 更能達成全球執行 IMO 標準的統一及一致性；
 - (B) 本方案的議題強調制定適當法規以符合 IMO 有關海事安全與防止污染的文件；會員國相關法規的管理與實施，對實施公約的授權，對認可機構所實施檢驗與發證程序的管制與監視機制；
 - (C) 自願加入稽核的會員國可得到有值得的回饋；另外，亦可分享從稽核中所得到的經驗。
- (2) 採納實施 IMO 強制性文件章程(Code for the Implementation of Mandatory IMO Instruments)，以作為該稽核方案的稽核標準。
- (3) 為確保會員國稽核方案可自 2006 年起開始進行，將於 2006 年中成立一適合的稽核訓練中心，由會員國提名適格的稽核員。預計在 2006-2007 兩年間進行 20-30 次稽

地址：104 台北市南京東路三段 103 號 8 樓

電話：02-25062711

電子郵件信箱：cr.tp@crclass.org.tw

傳真：02-25074722

網址：<http://www.crclass.org.tw>

This "Technical Information" is provided only for the purpose of supplying current information to its readers. China Corporation Register of Shipping, its officers, employees and agents or sub-contractors do not warrant the accuracy of the information contained herein and are not liable for any loss, damage or expense sustained whatsoever by any person caused by use of or reliance on this information.

核。

- (4) 接受會員國請求稽核時，IMO 秘書處將指定主導稽核員，該員將與會員國討論決定稽核範圍。稽核將於會員國與秘書處簽署合作備忘錄後開始進行，備忘錄需載明將實施之稽核範圍與時程。

二、船舶資源回收

- (1) 採納「新具法律拘束力的船舶資源回收文件」

(A) 大會同意 IMO 應就船舶資源回收發展具法律拘束力之文件，並要求包含下列項目：

- (a) 船舶之設計、建造、操作和準備，以便促進安全且環保的資源回收，而不犧牲船舶的安全與操作效率；
- (b) 拆船廠以安全且環保的方式操作；
- (c) 建立適當之船舶資源回收強制機制，包括發證與報告之要求。

(B) 預計在 2008-2009 兩年內完成該文件之考慮及採納手續。

- (2) 採納現行船舶資源回收準則之修正案，修正船舶結構和設備內含有之潛在危害物質清單，與船舶綠色護照。

貳、TOKYO-MOU 加強 PSC 重點檢查活動(2006 年 2-4 月)

東京備忘錄(Tokyo-Mou) PSC 委員會第 15 次會議(2005 年 11 月)決定：

- (1) 2006 年 2-4 月間的港口國管制(PSC)重點檢查活動(CIC)範圍為 MARPOL Annex I；
- (2) 2007 年之重點檢查活動將著重在 ISM Code，並與 Paris-Mou、US Coast Guard 及可能的其他 MOU 同時進行；
- (3) 2008 年以後之檢查重點將著重在救生艇筏的安全性、貨物起重機、結構安全和 ISPS Code。

參、IACS 採納油輪暨散裝船的共同結構規範

IACS 理事會第 52 次會議考慮各方意見後，採納油輪與散裝船之共同結構規範，並自 2006 年 4 月 1 日開始實施。該共同規範以健全的技术知識為基礎，達成建造更堅固與安全船舶的目標，並結束了船舶結構尺寸上的競爭。

肆、船用油漆與塗裝(船舶技術)

- 一、船東認識油漆的重要性

在船舶的使用年限中，如何避免船舶因腐蝕而減少其有效營運時間，是船東必須面對的問題；在相關法規對船舶防蝕的要求不甚嚴格下，船東更應從洽談新船規範開始就重視防蝕問題。

船舶本體(船體)多由鋼材建造而成，而鋼材主要依賴油漆來防(銹)蝕。船東從新船建造開始規劃新船油漆規範，並在新船建造時加強塗裝的監工，再加上船舶營運中計畫保養，則可大量減少船舶銹蝕困擾。

二、油漆

(一) 油漆的防蝕作用，可區分為 3 種：

1. 隔離作用(Barrier effect)：以漆膜隔離氧及水離子；如瀝青。

2. 中和作用(Neutralization)：

油漆成分與鐵/氧/水離子產生化學反應，以抑制銹蝕作用；如紅丹(Red Lead)。

3. 陰極保護作用(Cathodic protection)：

塗以含有較低電勢(即較易銹蝕)金屬之油漆，必要時可代行電化學作用，而達到保護目的；如鋅粉漆。

(二) 油漆的成份，主要有：

1. 漆料(Vehicle)：

為油漆形成漆膜的主要成分；如油脂(桐油)、樹脂(松香、氯化橡膠、乙烯、環氧樹脂、酯樹脂)等。

2. 添加料(Additive)：

可依用途不同而添加，以提高漆膜性能；如乾燥劑、止流劑、防泡劑等。

3. 顏料(Pigment)：

可表現塗料的顏色，及/或補強油漆性能；如鈦白、黑鉛、鋅黃、景太藍、鉛丹、銀粉。

4. 溶劑(Solvent)：

即稀釋劑，可增加塗料流展性，以利塗抹；溶劑會在油漆固化過程中揮發掉。

(三) 對船用油漆的要求，依船舶部位分類：

1. 外板船底部位(Bottom)

(1) 即外板經常浸在水裡的部位，會發生腐蝕現象。因此船底部位應塗以優異的耐海水防銹漆。

(2) 又海水中有無數動植物生息，其中有些喜歡附著於船體外板並繁殖。大體而言，水溫越高，海生物越容易滋長；植物性生物附著於接近海面的船體，而動物性生物則多附著於較深的船底水流死角處。海生物一旦附著船體就會增

加船舶阻力，因而使船速減低或增加燃油消耗量，甚至損及主機。因此在船底部位，除塗以上述防銹漆外，應塗抹可避免海生物附著的防污油漆 (Anti-fouling paint)。

2. 外板水線部位(Boottopping)

船舶輕/重載水線之間的外板，時而浸入水中，時而曝曬於烈日下，其所受的腐蝕超過船底部位；又由於靠岸、碰撞、波浪等所引起的機械性損傷，沾黏浮油所起的漆膜污染；再加上紫外線所引起的漆膜劣化等；可說是船用油漆所面對的最嚴苛環境，因此於防銹漆上層需再塗以高度耐水、耐候、耐衝擊等特性的油漆。

3. 外板水線以上部位(Topside)

船舶露出海外的外板部分，雖未經常與海水接觸，但常受浪花的浸浴，且承受強烈的紫外線；且本部位常會被力求美觀。因此本部位除塗抹防銹漆外，應再塗以能保持光澤性、保色性等的優異外舷塗料。

4. 甲板(Deck)

甲板常受海水沖淋，所受的紫外線也更強烈；而且也得承受人員走動、貨物裝卸等所引起的磨耗損傷。因此甲板部位除塗抹優異耐水的防銹漆外，應再塗上具優異耐候性、耐摩擦性的甲板漆。最近則常塗抹防滑甲板漆或反熱反射漆等特殊油漆，以應實際需求。

5. 艙櫃(Tank)：

(1) 海水壓載艙 (Sea water ballast tank)：

因壓載海水而生全面腐蝕，以及因海水搖動而生腐蝕疲勞(Corrosion fatigue)而侵蝕艙壁等。可利用優異耐海水的油漆及/或併用電氣防蝕法(如內裝鋅板)來防蝕。

(2) 飲水艙(Drinking water tank)：

不但要防止鋼板的腐蝕，且應保持飲水的乾淨。因此需塗以通過飲水適性試驗的優異耐水防銹漆。

(3) 乾貨艙(Dry cargo hold)：

艙內經常密閉而溼度又高，可能引起”發悶”現象，而有凝結水；亦可能貨物液化而產生液體；或貨物本身含腐蝕性成份、或產生氣體而引起化學性腐蝕(例如礦石、化學原料)；也可能受到裝貨時的機械損傷。因此應視情況塗上具耐水性及耐摩擦性及/或各種耐蝕性的艙內油漆。

(4) 原油艙(Crude oil tank)：

原油中含有硫磺或其他酸、鹽類等不純物，會腐蝕艙壁(尤其是艙底)；又因裝油後蒸發、或因海水洗艙而使腐蝕更激烈。而原油艙兼海水壓載用時，除

受海水侵蝕外，又因受海水衝擊，而引起腐蝕疲勞。為節省新船造價，以前原油艙很少塗上油漆，但最近在大型油輪已經經使用耐油、耐海水性極強的油漆來保護，至少重點局部噴塗油漆，效果亦甚大。

(5) 液貨艙(Liquid cargo tank)：

載運各色各樣液貨的貨艙，不但要防止腐蝕，也要防止貨物的污損，因此應依所裝貨物特性而採取保護措施。

6. 其他

除了上述部位外，船舶依用途與機能而需要各種持性油漆保護的地方很多。例如浴室等經常承受熱氣與濕氣的地方，或電池室等受到酸、鹼飛沫的地方，或廚房等易受到熱、濕、鹽分等侵蝕的地方，均需要適應不同環境的保護措施。

(四) 船用油漆特性簡介：

1. 工廠底漆(Shop primer)，可提供鋼材加工過程中之防銹功能，主要有：

(1) 伐銹底漆(Wash Primer)

對金屬面與任何種類之上層漆均有良好的附著性，且不影響銲接、切割等加工作業。惟防銹性能較差，在屋外曝露僅能維持 3-6 個月之防銹性能。

(2) 有機鋅粉底漆(Organic zinc rich primer)

環氧樹脂加上鋅粉，有如鍍鋅，具有非常高防銹性能。其耐水、耐油、耐熱、耐磨等性能也非常優良，為重防蝕塗裝工程第一道防銹底漆之主流。使用時因鋅粉比重很大，易生沉澱，需不斷攪拌。已混合油漆必須在規定時間內用完。

(3) 環氧無鋅底漆(Non-zinc primer)

環氧樹脂加上氧化鐵等組成。與鋼材附著性良好，耐藥性亦佳，但防銹性及耐熱性較差。

(4) 無機鋅粉底漆(Inorganic zinc rich primer)

由鋅粉及矽酸化合物組成之高度防銹塗料。其乾燥與附著機構係由鋅粉與矽酸化合物及鐵金屬間之反應所形成。其漆膜完全是無機物，防銹力特別強。其他耐油、耐溶劑、耐熱等性能也是有機塗料所無法比擬；但表面處理要求度甚高。

2. 油性樹脂漆(Oleoresinous paint)

含油性樹脂，為傳統性油漆。雖乾燥、耐水、耐油、耐藥品等性能不佳，但因施工容易，價格便宜，目前仍然在非腐蝕環境中使用很多。

3. 氯化橡膠漆(Chlorinated rubber paint)

以氯化橡膠為主要成分。具良好之耐水、耐酸、耐磨等性能，乾燥很快，漆膜間

及對鋼材面之附著性也很好，價格適當。為目前一般性防蝕銹漆之主流。

4. 聚氯乙烯樹脂漆(Vinyl resin paint)

以氯乙烯及醋酸乙烯聚合樹脂為主要成分，與氯化橡膠漆同屬溶劑揮發乾燥型油漆。乾燥很快，漆膜間之附著性也非常良好，並具備聚氯乙烯(PVC)本身之優良耐水、耐藥、耐候等性能。但由於油漆中之固形成分含量很低，需做多次噴塗，因而增加施工成本；另對鋼材面之附著性也不是很好，時會發生整片剝離現象。

5. 環氧樹脂漆(Epoxy resin paint)

多為二液型，以環氧樹脂為主劑，配合硬化劑於施工前混合使用。環氧樹脂具有非常優良之耐水、耐油、耐藥等性能，環氧樹脂漆(二液型)已成為耐藥性與重防銹油漆之主流。

6. 瀝青環氧樹脂漆(Tar-epoxy resin paint)

以環氧樹脂添加瀝青，配合硬化劑於施工前混合使用。柏油具優良耐水性且低廉價格，再配合環氧樹脂之優良耐藥等性能，可發揮非常優良之防銹功能；為大型貯槽底面、地下埋管、船舶壓載艙、油輪原油艙等之主流防蝕塗料。

7. 聚氨脂樹脂漆(Polyurethane resin paint)

多為二液型，配合硬化劑於施工前混合使用；具有非常優良之耐水、耐藥、耐磨、耐熱、耐候與硬度等性能。尤其在低溫時乾燥很快。

8. 防污油漆(Anti-fouling paint)沿革：

(1) 利用石灰(Lime)、砷(Arsenic)等毒性。

(2) 銅基油漆(Copper-based paint)--主要以氧化亞銅(Cu_2O)為毒劑，

(A) 對植物性的海藻及浮游物(Slime)等效果有限；且會與硫化物反應變黑成硫化銅，而喪失毒性。

(B) 銅離子對鋼板有害，因此鋼板與銅基油漆間應有足夠的防銹漆膜厚。

(3) 自由結合型 TBT 基油漆(Free association TBT(Tributyltin)-based paints)—三丁錫(TBT)由油漆中自由滲出以毒殺生物，使用初期毒性較強，但有效期不長，一般在 18 至 24 個月以後便無效果。

(4) 自磨型 TBT 基油漆(Self-polishing copolymer TBT paints)--油漆表層與水作用後與所含 TBT 一起以一定的速率溶出，毒性強度較穩定，使用期可達 60 個月。另油漆以一定的速率溶出，使船外板顯得較為光滑，可減少船舶航行阻力、節省燃油用量、並延長塢修期限(可由每 5 年 2 次減為每 5 年乙次)，使得本類型油漆成為最受歡迎的產品。

(5) 三丁錫等有基錫基油漆的替代品

三丁錫等有機錫基防污系統對海洋環境的傷害非常明顯，國際海事組織

(IMO)於 2001 年 10 月間採納國際管制船舶有害防污系統公約(International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships，簡稱 AFS 公約)，禁止船舶使用含有機錫的防污系統(Organotin AFS)，以緩和對海洋環境的傷害。因此業界正全力開發其替代品，主要有以下數種：

(A) 銅基(Copper-based)防污漆：

研究顯示其毒性較 TBT 少 1000 倍，因僅對動物性生物有效，故另需添加除草劑才能達到要求:但也因此可能因毒性不明而對環境造成新的威脅，因此應注意未來被管制的可能性。

(B) 無錫(Tin-free)防污漆：

可能無法如 TBT 一樣長期(5 年)有效。較適合客輪等需經常進塢保養的船舶。

(C) 光滑性塗層(Non-stick coatings)：

具無毒(Biocide free)且表面光滑特性，使污染物不易附著，即使附著也甚易清除。適合時速 30 節以上高速船艇。此外其摩擦阻力亦小，但破損修補不易。

(D) 定期清潔：定期實施水下清潔船舶外殼，短期效果不錯。

(E) 自然防污物：

可以防止或緩和污染過程(如破壞細菌的著床，利用吸水性塗層等)。

(F) 利用電流：

比無錫防污漆有效，但價格高且易受損。另耗電量大，且會增加船體腐蝕的機會。

(G) 含細刺塗層：

可防止海生物接觸而對環境無害，但會增加船舶摩擦阻力；對靜止物的防污效果可能較為實際。

(五) 船用油漆相容性：

各種類油漆之間相容性，應參考廠家資料，以避免引起漆膜間的剝離。原則上較高級種類油漆不可噴塗於較低級種類油漆上。如環氧樹脂漆不可噴塗於氯化橡膠漆上，反之則可。

三、表面處理

(一) 表面處理(Surface preparation)對塗裝的重要性：

鋼材塗漆前的表面處理對漆膜壽命關係甚大，有研究顯示影響漆膜壽命因素中：表面處理佔 49.5%，漆膜厚度佔 19.1%，油漆種類佔 4.9%，其他因素(如施工環境、

鋼材表面情況等)佔 26.5%。可見表面處理對塗裝工作的重要性。

(二) 船用油漆對表面處理的要求：

各類油漆對噴塗前的表面處理程度均有要求。原則上性能越好的油漆的表面處理要求越高。

(三) 表面處理檢查時應注意事項：

除參考廠商建議外，一般而言，應注意：

1. 場所設施：如照明、通風、通路、搭架等適宜度。
2. 天候環境：溫度、溼度等符合規定。
3. 磨順尖銳邊緣及焊道(weld bead)，特別注意受風浪區及海水壓載艙等銹蝕環境惡劣的地方；並完全清除焊珠(weld spatter)等其他雜物。
4. 除銹至合乎標準。
5. 除銹後檢測表面粗度。
6. 依國際海事組織(IMO)建議，噴砂時應避免以下時機：
 - (1) 相對溼度超過 85%時，或
 - (2) 表面溫度低於露點以上 3°C時，或
 - (3) 噴底漆前表面可能潮溼時。

四、船舶塗裝工程

船舶塗裝工程主要使油漆達成船舶防銹(Anti-corrosive)、防污(Anti-fouling)、及美觀等既定目的。塗裝工程應注意油漆選擇、油漆用量估算、施工程序(含表面處理檢查、漆膜厚檢查、漆膜缺陷補救)、及油漆危險性質防範等。

(一) 選擇油漆：

選擇油漆前，應參考油漆商實績表與技術資料來選定油漆供應商。選用油漆時，應考慮受塗物的防銹需求(如使用環境、防銹年限)，並提供足夠漆膜厚度及噴塗層數，以消除漆膜針孔(Pin hole)；此外應了解受塗物的狀況，如：

- (1) 表面是否會受熱；
- (2) 所需之表面情況；
- (3) 所需之表面清潔及乾燥程度；
- (4) 是否加裝陽極保護措施；
- (5) 壓載艙裝載壓艙水的頻率。

(二) 油漆塗佈量估算

1. 固形容量比率(Volume solids ratio)

即油漆中固體成分的比率，可表示如下：

$$= \frac{\text{乾膜厚度}}{\text{濕膜厚度}}$$

2. 理論塗佈量(Liter/m²)

$$= \frac{\text{乾膜厚度}(\mu\text{m}) \times 10^{-3}}{\text{固形容量比率}}$$

3. 實際塗佈量

通常較理論塗佈量大，因油漆在施工過程中會有損失所致，主要原因為：

- (1) 鋼板表面不平滑；
- (2) 施工方法與設備影響(塗料飛散、噴管殘留等)；
- (3) 施工技術與天候影響(噴槍口距離、風速等)；
- (4) 為達到管制膜厚標準(通常要求噴塗膜厚不得低於規定膜厚的 90%，且低於規定膜厚的測定點不得多於所有測定點 10%)，噴塗厚度勢必超過規定膜厚。最低管制量為規規定膜厚 90%時，油漆增加率約為 30-40%；若為為 80%時，則增加率降為 5-15%。

4. 油漆耗損

- (1) 油漆損耗量 = 實際塗佈量 - 理論塗佈量
- (2) 油漆損耗率

$$= \frac{\text{塗料損耗量}}{\text{實際塗佈量}}$$

- (3) 損失因子 (Loss factor)

$$= 1 - \text{塗料損耗率} = \frac{\text{理論塗佈量}}{\text{實際塗佈量}}$$

- (4) 油漆增加率

$$= \frac{\text{油漆損耗量}}{\text{理論塗佈量}} = \frac{1}{\text{損失因子}} - 1 = \frac{\text{實際塗佈量}}{\text{理論塗佈量}} - 1$$

(5) 實際損耗率：

(A) 在台灣施工，油漆損耗率一般約為 30-40%(即油漆增加率約為 43-67%)。鋼板凹凸不平時或施工不當或風速太大時，則會增加。

(B) 12 年船齡貨櫃船貨艙蓋之舊板，因銹蝕不平而有較新板之塗料用量增加 60%的案例。

5. 實際油漆使用量(估計)(Liters)=

$$\frac{\text{塗佈面積(m}^2\text{)} \times \text{乾膜厚度}(\mu\text{m)} \times 10^{-3}}{\text{固形容量率} \times \text{損失因子}}$$

(三) 施工程序

1. 新船建造最後塢檢(Final docking)前之表面處理施工程序：

(1) 第一次表面處理：

各層油漆噴塗前，檢查表面的乾淨程度，並注意各層油漆的乾燥時間。

(2) 噴塗工廠底漆(Shop primer)：

第一次表面處理後，立即噴塗，以防止鋼料在工廠加工期間生銹。一般漆膜約僅 10-25 μm 厚。

(3) 第二次表面處理：

即鋼料加工成船段(Block)後，噴漆前之表面處理，一般以磨銹、或噴砂方式行之。

(4) 檢查表面處理：

噴塗油前應詳加檢查表面處理情況，詳如上述第二(五)項。

(5) 噴塗底漆：

(A) 粗度較大處(如手銲道)或受塗物邊緣(如開孔四周)等，膜厚可能不足，應考慮手工加塗一道底漆。

(B) 特殊情況時，可考慮多加一層工廠底漆(Shop primer)，如：第二次表面處理後等待噴塗油漆時間過長時，可加塗一層底漆，以為暫時保護；或受塗物將來可能承受機械破壞下，亦可加塗一層鋅粉底漆，較為週全。

(6) 噴塗油前應詳加檢查表面處理情況，詳如上述第貳(五)項。

(7) 噴塗面漆。

(8) 各層油漆噴塗前，檢查表面的乾淨程度，並注意各層油漆的乾燥時間。

(9) 檢測各層漆膜厚度及最後表面粗度。

2. 新船交船前最後塢檢(Final docking)，或船舶塢修外板補修塗裝：

- (1) 清除附著之海生物(如藤壺、海藻等)、油漬等；
- (2) 高壓淡水沖洗將鹽份徹底沖除：
 - (A) 垂直船底(Vertical bottom)以高壓淡水沖洗。
 - (B) 水平船底(Flat bottom)以高壓淡水沖洗，必要時以調薄劑(Thinner)擦拭。
 - (C) 水線以上(Top side)以高壓淡水沖洗。
- (3) 若為局部除銹：
 - (A) 生銹處先除銹，必要時在其週圍約 20 公分寬以調薄劑擦拭，並用高壓空氣吹除灰塵；
 - (B) 補漆前詳細檢查；
 - (C) 補漆前檢查表面處理情形；補漆處必要時事先以調薄劑擦拭
 - (D) 噴塗底漆、中層漆、面漆。
 - (E) 粗度較大處(如手鐸道)或受塗物邊緣(如開孔四周)等，膜厚可能不足，應考慮手工加塗一道底漆。
 - (F) 各層油漆噴塗前，檢查表面的乾淨程度，並注意各層油漆的乾燥時間。
 - (G) 檢測各層漆膜厚度及最後表面粗度。
- (4) 若為全面噴漆，則程序如新船建造最後塢檢前之第二次表面處理施工程序：(如上述第 1.(3)-(9)項)

(四) 油漆施工應注意事項

1. 一般事項：

油漆要經過噴塗形成漆膜後才能發揮功能，因此必須做到完整與正確的施工。施工應注意要點可參考廠家說明書，一般而言：

- (1) 了解油漆性能並按規定方法施工：

不同系統的油漆，具有不同的性能與使用方法，因此施工前應做事先檢討，按規定方法施工。(如每塗層的相容性、各塗層噴塗的相隔時間、舊有漆膜是否需打粗等)
- (2) 做完善的表面處理：

表面處理適當與否，對漆膜性能與壽命有很大的影響。因此應完全除去鐵銹、油脂等異物，並充分乾燥後才能噴漆。另應磨順尖銳邊緣(特別是受風浪區及海水壓載艙等銹蝕環境惡劣處)。
- (3) 油漆應充分攪拌均勻：

油漆係顏料與樹脂等之混合物，從製造到使用，可能有一段時間，而難免有顏料之分離與沉澱。因此在使用前應充分攪拌均勻。
- (4) 一次之噴塗厚度不宜太厚：

一次之噴塗厚度太厚時，很容易產生流痕(Sagging)、起皺(Wrinkling)、或龜裂(Cracking)等現象。因此要做適當之控制，必要時分多層噴塗。

- (5) 多層噴塗時應待下層漆乾透後再施工：

多層噴塗時，如下層漆膜未乾透，很容易產生起皺甚至浸潤底層漆而發生剝離現象。因此應待下層漆乾透後才能施塗上層油漆；並檢查其表面溼度及清潔度。

- (6) 避免在低溫與潮濕氣候施工：(依廠商建議之天候環境)

氣溫降至 50C 以下時，會極端減低油漆之乾燥性，同時在相對溼度 85% 以上時，會產生白化(Blushing)、或發霧(Blooming)，甚至影響附著性，因此應避免在此種情況施工。

- (7) 除去灰塵：

灰塵不但會影響漆膜性能，也會損害美觀，因此儘可能清除乾淨。

- (8) 避免在太陽直射下施工：

氣溫增高對油漆之乾燥有幫助，但太陽之直曬，特別是夏天的太陽直曬，很容易產生氣泡等現象。

- (9) 角鐵、螺絲等連結處應做加塗工作：(必要時以手工塗刷施工)

角鐵連結處，銲接或螺絲等部位，表面可能凹凸不平，應做加塗工作來彌補，並注意避免漏塗，噴塗不均等發生。

- (10) 噴塗高固形(High solid)油漆時，應顧及邊緣覆蓋的不良性。

- (11) 注意調薄劑用量，不得任意加催乾劑：

油漆如太濃，需要加調薄劑時，要注意其調配量，不可影響遮蓋力與漆膜厚度，一般情形以不超過 5% 為原則。又催乾劑雖然可促進油漆之乾燥性，但過量的催乾劑容易導致表乾裡不乾之現象，同時乾燥後留在漆膜中繼續促進漆膜之老化。

- (12) 施工場所應有適當的照明、通風、通路、搭架、以及個人保護工具(如護目鏡、口罩)，以維護工作人員安全。

- (13) 噴塗設備(如噴嘴)，應符合要求，以達到噴塗標準。

- (14) 依規定儲存油漆，以免變質。

- (15) 受塗物的儲存、運送時，應避免受污染(如避免被噴砂作業影響)。

2. 新船交船前最後塢檢(Final docking)、或船舶塢修外板塗裝：

- (1) 注意塗料批號、製造日期、以及其實際使用之位置。

- (2) 全船之流水孔以木塞堵住，並管制船上洩水不得影響外板塗裝施工。

- (3) 注意風向，如風力強大導致灰塵太多，而影響施工時，應暫停工；必要時需於

塢底灑水，以防灰塵飛揚。

- (4) 高壓淡水沖洗時，應注意水壓是否足夠，死角是否未澈底沖除。
- (5) 噴塗底漆時，應注意焊道(尤其是手焊道)、側龍骨下等死角是否塗足，必要時在該處加塗一道手刷底漆。

(五) 漆膜膜厚測定

漆膜厚度對防銹效果亦有重大關係，因之必須做有效之膜厚管理。

1. 膜厚測定，一般分為濕膜與乾膜 2 種：

(1) 濕膜測定

油漆經施工後需要經過一段時間才會乾燥硬化，因此待漆膜乾燥後再做膜厚測定與修補，很容易增加油漆用量並影響工作進度。如能在塗裝工作進行中，配合施行濕膜測定，隨時糾正作業條件，即較容易控制乾膜厚度。這一項工作多應用於厚塗型(High build type)油漆，對一般油漆則測定不易，且無太大意義。

(2) 乾膜測定

(A) 測定點與時間：

乾膜厚度之測定，原則上對每一層塗膜都要施行。測定點數量可依廠家建議，並視實際情形與需要做測定。應在測定位置標記測定值以便第二道噴塗時之修正。對銲接、角落或凸出等部位，若不易正確測出膜厚者可免測定。

(B) 膜厚合格與否之判定：

除另有規定外，一般對膜厚之判定，都根據測定值的分佈形態來來做判斷。一般要求為最低漆膜厚度不得低於規定值的 90%，且低於規定厚度之測定點不得高出總測定點數之 10%。

(C) 工廠底漆(Shop primer)之膜厚測定：

噴砂鋼材面的工廠底漆厚度測定，由於漆膜本身的厚度很薄，僅在 10~25 μm 間，又受表面粗度的影響不易正確測出，且每一處的測定值都不會相同，其差異與誤差時常在 10 μm 以上，有時甚至高達 30 μm 。

因此對噴砂鋼材面的工廠底漆厚度測定，都規定將小塊光面鋼板試片或玻璃試片附在已經噴砂處理之鋼板面上同時噴塗底漆，測定試片上漆膜厚度即可視為工廠底漆之實際厚度。玻璃試片因能同時觀察漆膜狀況，似較鋼板試片理想。

2. 膜厚影響因素：

主要有油漆(如固形容量率)、塗裝設備(如噴嘴大小)、受塗物(如表面粗糙度)、測定精度(如使用要領)、塗裝規格(如噴塗次數)、作業人員(如熟練度、噴槍使用要領)、

塗裝環境(如濕度、風速、高度)等因素，當發生膜厚不足時，應利用品質管理技術，查明原因，加以調整。

(六) 塗裝工作的危險性

油漆是易燃液體，且或多或少帶有毒性，因此使用時，應避免產生：

1. 燃燒/爆炸：應做好消防安全(特別是嚴格管制火源、防止靜電)、注意通風等，以免除火災風險。
2. 中毒：油漆成份可能經由食道、呼吸道、或皮膚接觸而危害人體。應視情況配備必要的個人防毒裝備(如護目鏡、口罩、防護衣)，以避免中毒。
3. 公害：妥善處理廢油漆桶、及塗裝所產生的污水，以免產生公害。

五、現成船防銹維護

防銹維護為船舶保養的一部份，因船舶需油漆地方甚廣，除利用進塢修理期間，進行平日無法保養的油漆工程(主要為船體外板或整片艙蓋等大規模噴塗)外，平時應依可用人力有計劃地持續做分區輪流保養，才能達到防銹目的；否則可能疏忽某些死角而致嚴重銹蝕，必須花費大量資源補救。此外：

1. 應注意新舊塗料的相容性。
2. 必要時考慮使用對表面處理或溼度等要求較低的油漆。
3. 應注意陽極板(若有時)的換新時機，並檢查陽極板支架附近漆膜。

六、法規對塗裝的要求

法規若對船舶腐蝕與油漆有所要求，則應著重於船舶安全。而船舶安全相關法規，最重要的有：做為政府法規藍本的國際海上人命安全公約(SOLAS)，以及做為海上保險條件的船級協會(Classification Society)規範。

(一) 國際海上人命安全公約(SOLAS)的規定

(1) SOLAS 規則第 II-1/3-2 條規定調：

1998/7/1 及以後建造的油輪及散裝船，其專用海水壓載艙須有類似硬質保護塗層(Hard protective coatings)之防蝕系統；塗層顏色最好為淺色。該系統之選擇、應用及維持方案(註 1)須經主管機關以國際海事組織(IMO)所採納準則(註 2)為藍本而認可。

註 1：國際船級協會聯合會(IACS)對 SOLAS 規則第 II-1/3-2 條的解釋(SC122)中，列有上述塗裝系統選擇、應用及維持方案應有的最少內容。

註 2：該準則詳國際海事組織(IMO)的 A.798(19)決議案--專用海水壓載艙防蝕系統

之選擇、應用及維持準則。

(2) SOLAS 規則第 XII/6.3 條規定謂：

2006/7/1 以後建造而船長 150 公尺以上的雙舷側結構(Double-side skin construction)散裝船，其雙層舷側空間及專用海水壓載艙應依規則 II-1/3-2 要求塗層，且參考 IMO 所採納的塗層性能標準。

(3) SOLAS 規則第 II-2/6.2 條規定謂：

塗在室內暴露於外表(Exposed interior surfaces)的油漆及其他塗膜，不得造成過量的煙霧及毒性物質。

(4) SOLAS 規則第 XI-1/2 條要求符合 IMO A.744(18)決議案(Guidelines on the Enhanced Programme of Inspections During Survey of Bulk Carriers and Oil Tankers)有關散裝船與油輪的加強檢驗的要求：

(A) 海水載壓艙經 2-3 年 1 次的中間加強檢驗(Intermediate enhanced survey)或 5 年 1 次的特別檢驗(Special survey)發現海水壓載艙建造時即未噴塗任何保護塗層、或噴塗軟性塗層(Soft coating)或塗層情況不佳(Poor condition)而未處理時，則可列入年度檢驗項目。

(B) 塗層情況不佳(poor)係指塗層全面破裂(General breakdown)面積超過 20%、或硬銹(Hard scale)面積達 10%以上。

(二) 船級協會(Classification Society) 的要求

國際知名船級協會，如美國驗船協會(ABS)、日本海事協會(NK)及韓國驗船協會，彼等鋼船構造及入級規範對船舶防蝕的要求，除特定船舶的特殊地方(如散裝船貨艙內部)有進一步規定外，一般均祇有原則性的要求。以中國驗船中心(CR)鋼船構造與入級規範第 II/23 章(油漆工程)為例，其規定簡述如下：

- (1) 所有鋼材構件應塗以類似油漆之保護膜(另經認可或油艙內側表面除外)。
- (2) 鋼材構件應予以徹底清潔，且鬆銹、油漬、及其他有害附著物應予清除後才能上漆。
- (3) 海水壓載艙或海水壓載用貨艙的所有結構表面應有堅固型之抗蝕塗層，如環氧樹脂(Epoxy resin)或鋅等。
- (4) 散裝船(含混載船)的貨艙艙蓋與艙口緣圍內外、以及貨艙內結構(除底板及一定高度的下邊艙斜板(Sloping plating)外)，應塗以類似環氧樹脂的塗層。
- (5) 船舶雙層底艙以外的海水壓載艙若建造時即未噴塗任何保護塗層，則 5 年之後該艙即列入年度檢驗(Annual survey)項目。
- (6) 船舶海水載壓艙經 2-3 年 1 次的中間檢驗(Intermediate survey)或 5 年 1 次的特別檢驗(Special survey)發現海水壓載艙建造時即未噴塗任何保護塗層、或噴塗軟性塗層

(Soft coating)或塗層情況不佳(Poor condition)而未處理時，則可列入年度檢驗項目。

- (7) 塗層情況不佳(Poor)係指塗層全面破裂(General breakdown)面積超過 20%、或硬銹(Hard scale)面積達 10%以上。

七、參考資料

- (1) 劉富雄, 防蝕技術, 全華科技圖書股份有限公司, 民國 88 年
- (2) 鮮祺振, 腐蝕控制, 徐氏基金會, 1998 年
- (3) 船舶用塗料與塗裝, 中國塗料株式會社
- (4) 鋼鐵處理標準與塗裝, 永記造漆工業股份有限公司
- (5) Bureau Veritas, Frosio Coating Courses, Taiwan, 1996
- (6) IMO, International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling System on Ships, 2001, 18 October 2001
- (7) IMO, Anti-fouling Systems, IMO web site: www.imo.org, April 1999.
- (8) IMO, International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as modified (SOLAS).
- (9) IMO, Resolution A.798(19) : Guidelines for the Selection, Application and Maintenance of Corrosion Prevention Systems of Dedicated Seawater Ballast Tanks., 23 November 1995
- (10) IMO, Resolution A.744(18): Guidelines on the Enhanced Programme of Inspections During Survey of Bulk Carriers and Oil Tankers ,as amended. , 4 November 1993
- (11) IACS, Unified Interpretation, SC-122, 1998
- (12) CR, Rules for the Construction and Classification of Steel Ships, 2005
- (13) ABS, Rules for Building and Classing Steel Vessels, 2005
- (14) NK, Rules for the Survey and Classification of Steel Ships, 2003
- (15) KR, Rules for Classification of Steel Ships, 2005