

輪機實習提示

= 2024年修訂版 =

學 校 : _____
學 號 : _____
姓 名 : _____

實習期間： 年 月 日至 年 月 日

船名：

所屬公司：

船籍港：

船體：

船型：

長度：

總噸位：

深度：

淨噸位：

寬度：

建造年月：

空船吃水：

建造地點：

滿載吃水：

主機：

廠牌及機型：

建造年月：

額定轉速：

建造地點：

額定馬力：

推進器直徑：

其他資料：

推進器節距：

發電機：

原動機資料：

發電機資料：

鍋爐資料：

前 言

輪機科系的畢業生要上船實習才能取得執業證照(適任證書),這是海事教育的特色,目的在讓同學們把在校所學的跟船上實際的去相印證、融貫,並先認識船上的工作和生活環境。然而實習生上船之後,常因無人善予指導而一時漫無頭緒,只好自己胡亂摸索,備嘗艱辛。等到稍稍進入狀況,略有認識,卻又即將期滿而準備下船。就算幸遇船上人員有心教授,也因各人所學和工作關係而不一定能予適切的指導和有系統地引介,結果還是難有完整的心得。有鑒於此,特編訂本提示,作為輪機同學上船實習的指引。

本提示差不多已包羅了一般船上輪機部門所屬的各機器和裝備。但因各船的大小、型式、用途、廠家、設計、人員狀況和使用維護等各方面的條件不可能完全一樣,所以有的船可能不具備這裏所提到的某些東西;也可能具有這裏所沒提到的東西。然而,此中各項的著眼是在便於船上人員的指導,縱使沒人指導,同學們也能有系統地去瞭解輪機裝備。為此,實習生要認清的是:本提示僅引導您逐項、逐步地去探討那些東西;而不是向您解說那些東西。本質上是對您研習方向和方法的建議,並不是輪機學識的講授。還有:其中所要熟知的各問題,只是一些代表性的觀念和基本的輪機常識而已,當然也是在校所學的複習和引伸。雖然如此,真正實用上還是不夠的,仍需在熟習此中一切的先決條件下,更上層樓地再深入探討。

對於本提示,您不必硬性依序鑽研,應以配合船上實際工作和所見為原則,最好遵照輪機長或大管輪的安排,才能收到最大的效果。另外就是隨時要補充新的心得,不可寫過就擱著不管,更不可僅限於探討這裏所提到的而已,遇上這裏所沒提到的,亦當依此要領自行研討,這才是真正求學問所應抱持的態度。因為這些心得要帶回學校作評定實習成績的根據,將來更可帶到船上作自己正式擔任工作的參考,所以內容要力求完備而充實。在內容的探索取材方面,當以船上說明書為主,以所見的實際做法為輔,配合在校所學和自己所知來融貫、吸收、發揮應用。其中尤應隨時向船上先進請益。本提示純把同學們當作未來的輪機員看待而寫,希望各位確能善加參考利用。同時,應每週定期呈請輪機長或大管輪批閱,給予指正或補充。

最後,祝福同學們實習期滿都能飽有收穫,不虛此行。

目 錄

一、從出港到進港

- 1-1 航前暖機
- 1-2 航前試俾
- 1-3 出港操作
- 1-4 出港換油
- 1-5 航行當值
- 1-6 輪機部編制與職責
- 1-7 航行工作
- 1-8 進港換油
- 1-9 進港操作
- 1-10 停機後操作
- 1-11 在港工作
- 1-12 在港當值
- 1-13 其他心得

二、柴油主機

- 2-1 燃油系統
- 2-2 給氣(掃氣)系統
- 2-3 起動系統
- 2-4 控制系統及安全裝置
- 2-5 滑油系統
- 2-6 缸套冷卻水系統
- 2-7 活塞冷卻水系統
- 2-8 燃油閥冷卻水系統
- 2-9 主冷卻海水系統
- 2-10 燃油閥(Fuel valves)
- 2-11 燃油閥與燃燒
- 2-12 噴油泵
- 2-13 燃油凸輪
- 2-14 噴油定時(Injection timing)
- 2-15 進、排氣閥(口)及有關機構
- 2-16 氣缸及缸套
- 2-17 氣缸頭
- 2-18 活塞及活塞環
- 2-19 十字頭、導靴及連桿
- 2-20 曲柄及曲軸
- 2-21 曲軸撓曲
- 2-22 軸承
- 2-23 吊缸
- 2-24 增壓機
- 2-25 增壓機之清潔
- 2-26 排氣
- 2-27 指示圖(示功圖)的繪製
- 2-28 指示圖的研究
- 2-29 歲修
- 2-30 補充問題及其他心得

三、鍋 爐

- 3-1 構造
- 3-2 鍋爐裝具(Boiler mountings)
- 3-3 內部構件
- 3-4 加水與升火
- 3-5 自動操作
- 3-6 燃燒裝置及燃油系統

- 3-7 燃燒
- 3-9 爐水化驗與處理
- 3-11 吹灰
- 3-13 提高熱效率的附屬裝置
- 3-15 補充問題及其他心得

- 3-8 給水系統
- 3-10 爐水吹放
- 3-12 安全閥
- 3-14 保養

四、副機（輔機）

- 4-1 空氣壓縮機
- 4-2 空氣壓縮機的運轉
- 4-3 空壓機的保養
- 4-4 緊急空氣壓縮機
- 4-5 空氣瓶
- 4-6 空氣乾燥器
- 4-7 淨油機(Purifier)
- 4-8 淨油機的操作
- 4-9 淨油機的拆洗
- 4-10 淨油機的有關問題
- 4-11 淡水製造機(淡水機、造水機)
- 4-12 造水機的使用
- 4-13 造水機的停用
- 4-14 造水機的保養
- 4-15 離心泵
- 4-16 離心泵的操作和保養
- 4-17 離心泵的有關問題
- 4-18 往復泵
- 4-19 往復泵的操作和保養
- 4-20 往復泵的有關問題
- 4-21 齒輪泵及螺旋泵
- 4-22 齒輪泵及螺旋泵的有關問題
- 4-23 動葉式泵(Moving vane pump)
- 4-24 抽射泵(Ejector pump)
- 4-25 熱交換器
- 4-26 熱交換器的保養
- 4-27 艙底水處理
- 4-28 油水分離器
- 4-29 廢油焚化爐
- 4-30 污水處理設備
- 4-31 冷凍機(冰機)
- 4-32 冷凍機的操作
- 4-33 空調機
- 4-34 空調機的操作
- 4-35 冷凍機與空調機的保養
- 4-36 冷媒的加充、放出及探漏
- 4-37 冷媒系統常見的毛病
- 4-38 冷凍系統的有關問題
- 4-39 舵機
- 4-40 艙軸滑油系統
- 4-41 錨機(Windlass)
- 4-42 絞纜機(Mooring winch)
- 4-43 起貨機與甲板起重機
- 4-44 艙蓋扣鎖裝置
- 4-45 貨油泵
- 4-46 殘油泵(收艙泵)
- 4-47 惰氣系統
- 4-48 艙轉向器
- 4-49 火災及滅火
- 4-50 救生及消防演習

- 4-51 緊急消防泵
- 4-53 緊急關斷裝置
- 4-55 混合油裝置
- 4-57 其他心得

- 4-52 二氧化碳滅火系統
- 4-54 指示器及控制器
- 4-56 壓艙水處理系統

五、工作機械及工具

- 5-1 俥床(Lathe)
- 5-3 鉋床(Shaper)
- 5-5 錫焊(軟焊)
- 5-7 氣焊(Gas welding)
- 5-9 螺絲攻及螺模 (Tap and Die)
- 5-11 砂輪 (Grinder)
- 5-13 扳手 (Spanner)

- 5-2 鑽床(Drilling machine)
- 5-4 銑床(Milling machine)
- 5-6 電焊(Electric welding)
- 5-8 氣割 (Gas cutting)
- 5-10 切管器及擴管器
- 5-12 鑿子及銼刀 (Chisel and File)
- 5-14 其他手工具

六、電氣裝備

- 6-1 發電機
- 6-3 發電機的並聯
- 6-5 負荷的轉移
- 6-7 發電機的停用
- 6-9 發電機的保養(一)
- 6-11 馬達
- 6-13 起動器
- 6-15 馬達的清潔與保養
- 6-17 電瓶(蓄電池)
- 6-19 變壓器
- 6-21 高溫計與鹽度計
- 6-23 轉速計
- 6-25 接地燈與同步指示燈
- 6-27 陰極防蝕裝置
- 6-29 岸電系統

- 6-2 發電機的起動
- 6-4 配電板
- 6-6 配電板上的安全裝置
- 6-8 對停用發電機的管理
- 6-10 發電機的保養(二)
- 6-12 馬達的起動
- 6-14 絕緣電阻的測量
- 6-16 緊急電源
- 6-18 整流裝置
- 6-20 電力配電系統
- 6-22 伺服馬達
- 6-24 電錶
- 6-26 海生物防止系統
- 6-28 電梯
- 6-30 其他心得

七、其他

7-1 加油作業

7-3 滑油的使用

7-5 本船所用的迫緊

7-7 船用物料

7-9 油料記錄簿

7-11 PSC檢查

7-13 其他

7-2 燃油的取樣和檢驗

7-4 化學劑的使用

7-6 迫緊的更換

7-8 輪機日誌

7-10 其他記錄及報表

7-12 訓練和操演

一、從出港到進港

初次上船的您，帶著依依的離情揮別了親友，懷著新鮮與喜悅到一個陌生的環境，第一件事可別忘了向輪機長或大管輪報到。他會安排或找人安排您的住處，會告訴您該注意的事項。

接著，您立即開始認識環境，從開飯時間、坐位、機艙進出口、住艙出入門、緊急逃生路線、求生滅火部署、滅火器以及救生圈等等的位置開始逐步去瞭解，將有利於您今後的實習生活。

這部分的研究內容在引導您認識：船從一港開到另一港，其間輪機部的重要工作和注意事項。希望能發揮您敏銳的觀察力、精到的理解力和高度的吸收力去探討與整理。您可從各方面去取得資料、去實地瞭解。您或許會在一天之中遭遇數個主題，也可能一連幾天都面對同一主題，但因許多主題都有重複出現的機會，所以您不必拘泥於每日一題。您可一日數題；也可數日一題。您更應在它們再度或三度出現時補充更豐富、更完整的心得。其中某些主題甚至在您整個的實習期間自始至終都可研討，因為它們是沒有時間性的。

1-1 航前暖機

在學校時應已從書本上及老師口中熟知主機暖機(Warming up)的方法和重要性。當您見到人家忙碌地準備啟航的時候，該把握機會看看本船輪機人員如何暖機。請記下他們的操作程序及您所知道的注意事項。

[要點提示]

1. 注意起動各油、水泵的時機和各溫度與壓力之要求值。
2. 起動轉俾機(Turning gear 或Barring machine)前後之有關檢查與操作。

[研究問題]

1. 為何航前要先予暖機？
2. 柴油主機應如何暖機？要注意哪些事項？
3. 蒸汽主機應如何暖機？要注意哪些事項？
4. 燃氣渦輪主機應如何暖機？要注意哪些事項？

1-2 航前試俾

完成暖機後，約在備用主機(Stand-by engine)之前半小時，輪機部要會同駕駛部校對時鐘、俾鐘(Engine telegraph)並試俾。請記下本船的操作過程和注意事項。

[要點提示]

如試俾完畢，證實一切情況良好，即表示機艙已完成開航準備。因此，試俾前應確已完成必要的工作，包括起動發電機、空氣壓縮機及開通各管路等等，當然各種工作還是因船而異。

[研究問題]

1. 為何要行航前試俾？有何準備工作？
2. 如何對柴油主機行航前試俾？
3. 如何對蒸汽主機行航前試俾？
4. 如何對燃氣渦輪主機進行航前試俾？

1-3 出港操作

駕駛台搖下備用主機的俾令之後就算啟航。試記下啟航出港過程中輪機人員的各種操作及注意事項。

[要點提示]

1. 注意主機在各種變速下的運轉要領。
2. 隨時注意電力負載之變動與發電機之因應操作。
3. 人員的工作分配與工作內容。
4. 主機是否由駕駛台遙控操作關係著機艙人員的工作！

[研究問題]

1. 對主機在慢速且速率變動之下的運轉要注意些什麼？
2. 操俾時應避免在某一範圍的臨界速率(Critical speed)下運轉，不得已要通過該速率範圍時也要迅速通過。請問：何謂臨界速率？為何不可長久以該速運轉？

1-4 出港換油

出港之後以全速航行(Full away 或Navigation full)時，主機應換用重油(俗稱"C"油)。試記下您所見到的換油操作與注意事項。

[要點提示]

使用中的柴油(俗稱"A"油)或混合油(俗稱"B"油)要加溫，備用的重油要預熱，注意對兩者之適當處理。

[研究問題]

1. 如何對使用中的油加溫及備用的油預熱？各到何種程度才宜換用？還要對主機的其他系統注意些什麼？
2. 如果換油不慎，可能會有何後果？
3. 為何換油之後才宜提高主機的出力？

[註]

1. 本主題是對柴油主機而言，因蒸汽主機並無所謂換油。
2. 二、三十年前造的柴油機船大都設有混合油裝置(Fuel oil blender)，混合油供柴油發電機及主機進、出港時燃用。
3. 目前最先進的設計是：主機可使用高黏度的劣質燃油，而且連進、出港低負荷時都不必換用柴油，非常方便、省事。不過在更換燃油閥、吊缸或久停時仍應先予換油才可，以免造成燃油系統之故障。

1-5 航行當值

船行於海上，輪機員應輪流當值，照料主、副機及有關裝備以使維持正常的運轉或工作。請記下您所見到的輪機人員所做的各種工作，包括他們所要記錄的內容。

[要點提示]

1. 有關各機器的運轉或運用方面。
2. 有關的狀況處理方面。
3. 例行性的工作內容。

[研究問題]

1. 輪機員當值中的職責為何？
2. 要對主、副機的運轉或工作做哪些記錄？
3. 航行中要特別注意主機的哪些狀況顯示？

[註]

近年來新造的船大都採無人當值的設計，請由他們的作息情形來研討。

1-6 輪機部編制與職責

輪機部的編制因船舶大小及型式之不同而異。就算同型的船，也可能因所屬公司之不同而在人員編制上稍有差異。試寫下您所實習這艘船上的輪機部編制及各人的職責與工作分配。各輪機員的職責和工作尤要詳加記述，因這跟您將來擔任輪機員時有密切的關係。

1-7 航行工作

航行中有日常的清潔工作、維持主、輔機運轉所需的例行工作、對停用各機的定期保養工作或對故障機器的應急修理工作等等要做。試就您所見，記下本船航行中所做的各種工作。

這些工作很雜，但以例行工作及定期保養工作為記錄對象，值得以後參考。可不必重複填寫，也不須詳述做法，建議以下表方式列出。

日期	時 隔	工 作 內 容

1-8 進港換油

進港前應先將主機燃油換用柴油或A油，以利操作。試記下您所見到的換油操作與注意事項。(駕駛台應在用俾前一小時通知機艙)

[要點提示]

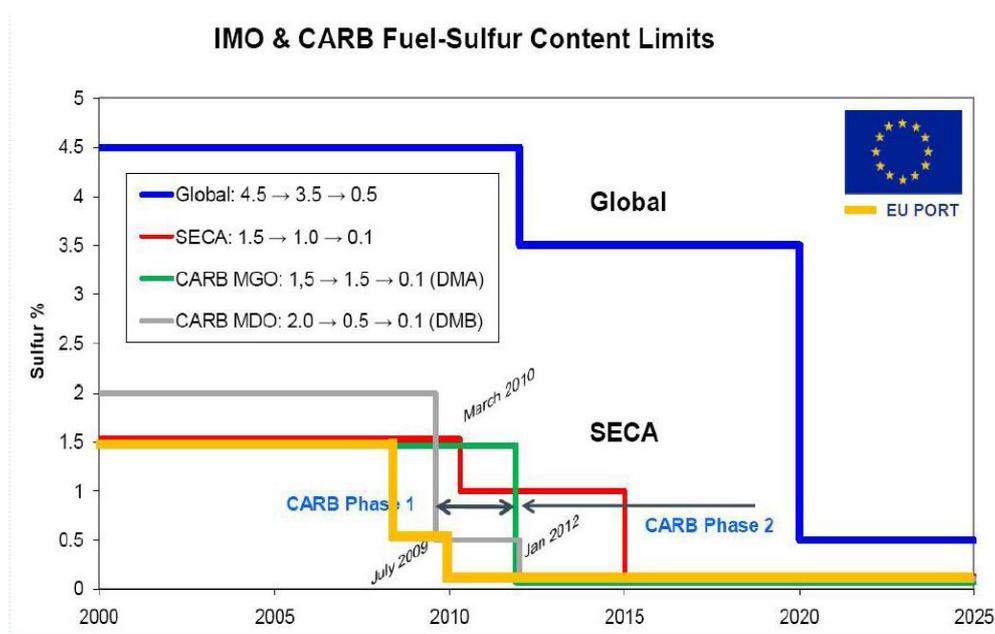
1. 使用中的油要降溫。
2. 主機應降低出力至70%左右。

[研究問題]

1. 假如不先把油的溫度降低就換用油或油，對系統可能有何影響和後果？
2. 把油降溫，卻又相對地使黏度升高，造成不利的條件。試研討應如何處理才理想？
3. 換油後降低主機出力的理由何在？

[註]

1. 縱然是進、出港可以不換油的設計，也總是有必需換油的時候。正因這種船的換油操作較少，所以遇到時尤其要注意研討。
2. 2010年之後EU和美國加州港口要求商船在港期間要使用含硫量在0.1%以下的燃油(如下表)，所以進港前必須換用低硫燃油，於是進出港的換油操作又不容忽視了。



1-9 進港操作

駕駛台下達備用主機的俾令之後就改用港速(Habor speed)。試記下進港過程中輪機人員的各種準備、操作及注意事項。

[要點提示]

1. 換油後至備俾前還要做些什麼準備？
2. 注意主機在各種變動速率下的運轉要領。

[研究問題]

- 1.2. 同"出港操作。

3. 若主機起、停頻繁，空氣壓縮機來不及打壓縮空氣，使用中的氣瓶壓力已低，備用氣瓶是滿的，您應如何操作以取用備用瓶的空氣？為什麼？
4. 若蒸汽主機起、停頻繁或頻頻變速，以至汽壓不穩，您應怎麼辦，以保安全操作？

1-10 停機後操作

靠好碼頭，用畢主機後，駕駛台會搖下"主機用畢"(Finished with engine)的傳令，接著輪機人員又有一系列的動作。試就您所見到的各種做法詳加記述。

[要點提示]

1. 注意停用主機的動作。
2. 注意停用各泵的時機。

[研究問題]

1. 為何用畢主機之後還要轉俾？
2. 為何不可一下就把所有的油、水泵停止？又其停止時機應為何？
3. 僅停數小時又要出航(例如貨櫃船)，與泊港數日(例如散裝船)才出航的船舶，其停機操作有何不同？

1-11 在港工作

通常在港停泊期間要對主機做些定期檢查或保養工作，或對影響航行的機器、裝備予以檢修。除了這些不得已的工作之外，尚有PSC檢查、加油和補給等作業。試就您所見，記下本船在港期間的各種工作。建議您採下表方式列出。

日期	停泊港	工 作 內 容

1-12 在港當值

在港期間除必要的工作之外，尚應維持發電機、鍋爐及有關輔機的運轉。此外還有些因船而異的事要處理，例如有壓艙水之打進、打出，有甲板蒸汽之供汽、消防用水、甲板用電....等等都是。如有其他狀況還得臨時處理。試記下本船在港之當值工作及在港期間所使用的機器或裝備。

1-13 其他心得

二、柴油主機

這部分的主要內容在引導您逐步地去瞭解柴油主機的各系統。因唯有明瞭各系統，您才能讓它們發揮功效而使主機在最有利的條件下運轉。這些系統分別要配合主機的附屬裝置或其他的輔機而工作，希望在研討各系統時不要疏忽了這些機器的作用和用法。

此外，對主機重要機件的構造和設計也應加以探討。身為輪機員，應先對主機的原理和構造、系統諸方面有所瞭解，才能在當值工作上勝任愉快。因為航行當值中最要緊的就是維持主機的正常運轉。

探討任何一個系統的時候，不免會涉及管路、管件及有關的指示器、控制器等裝置。應對這些溫度或壓力調節器或控制器的所在位置與使用方法加以熟記。近代船舶還應用各種警報器、監視器和記錄器來協助輪機人員對各系統及裝備的守視，探討各系統時也不可忽略它們的地位、作用、重要性及其設定點的理由等等。這樣，才是輪機員應具備的求知態度和條件。

假如您上的是蒸汽船，雖未接觸柴油主機，但也應設法去瞭解這部分所提示的各項主題，因為您畢竟已上過內燃機的課。

2-1 燃油系統

燃油是柴油機運轉所需的能源，可見燃油系統在柴油機中所扮演的角色是何等重要。燃油從儲油艙開始，要經一連串的處理之後才能送達氣缸，以供燃燒而作功，將其化學能轉變為機械能而為我們所利用。試就本船的設計，探討燃油自儲油艙至噴油閥之間的經過及有關的處理。

[要點提示]

應注意有關輔機及控制裝置之利用。

[研究問題]

1. 試繪圖說明主機的燃油系統，從儲油艙至燃油閥。
2. 燃油系統中若有混合管(Mixing tube 或稱Stand pipe)，其作用為何？構造如何？
3. 當今的重柴油引擎多採用兩段式加壓的燃油系統，試探討其用意。
4. 試討論燃油在各處加熱的過程及其理由。

2-2 給氣(掃氣)系統

大家都知道：空氣中的氧是燃燒過程中不可或缺的元素。在柴油機的工作中，空氣尤其具有極重要的作用。近代大型柴油機的發展已接近巔峰，給氣系統更是各廠家爭相改良與標榜的部分。您實習的這艘船可能採用最新的設計，也可能仍是二、三十年前的舊系統。試就您所見，探究本船主機的掃氣系統。

[研究問題]

1. 試繪圖說明本船主機的掃氣系統及空氣的流程。
2. 試申論掃氣溫度對燃燒的影響。
3. 過給(Super charging) 和壓給(Pressure charging) 有何分別？試舉例說明之。

2-3 起動系統

起動是內燃機的一大課題。因為內燃機不像蒸汽機那樣可直接以工作流體來起動，它必須仰賴外來的動力先行帶動。一般船用的大型柴油機都是利用壓縮空氣來起動。試研討本船的起動系統。

[研究問題]

1. 驗船規章對起動空氣瓶的容量有何要求？
2. 試繪流程圖說明本船主機之起動方法。
3. 運轉中氣缸裡的壓力高達數十Kg/cm²以上，但只需不到10Kg/cm²的壓力便可起動主機，為什麼？

2-4 控制系統及安全裝置

為維持柴油機的正常運轉，必須將它控制在所需的轉速或出力之下工作。這種控制方法有直接採槓桿式、有液壓式、氣壓式、電力式或綜合各式而成。系統上還有警報和安全裝置，也應一併探討。

[研究問題]

1. 試述本船主機的控制方法。
2. 試說明主機控制系統上所具有的安全裝置及其作用情形。
3. 繪圖說明本船主機調速器的構造原理及作用情形。

2-5 滑油系統

滑油也是內燃機運轉中所不可或缺的要害，它在大型船用柴油機中更擔負著多重的任務，除了眾所熟知作為冷卻與潤滑之用外，還被用作控制與安全的媒介。試分別探討系統滑油與氣缸油的有關事項。

[要點提示]

1. 系統滑油自油泵排出後分為若干支路，分別追蹤。
2. 注意管路配置及有關的設計著眼，應熟知其功用。
3. 氣缸油注油率之調整及其重要性。

[研究問題]

1. 試比較軸承滑油與氣缸油所須具備的條件。
2. 繪圖說明系統滑油之循環流程及各安全裝置。
3. 氣缸油過多與過少對柴油主机的影響為何？

2-6 缸套冷卻水系統

試自缸套冷卻水泵出口開始，追蹤主機缸套冷卻水之流路、繪出管路及其上各裝置，並說明其功用。

[要點提示]

1. 注意管路配置上與輔機系統相關連之設計。
2. 應熟知各裝置之位置與作用。

[研究問題]

1. 試討論缸套冷卻水溫對主機運轉上的影響。
2. 舉例說明缸套冷卻水溫的控制方法。有些主机的設計是把冷卻水在各缸出口處的溫度維持一定，試述其優點。

3. 缸套冷卻水系統與發電機冷卻水相通的設計有何作用？
4. 缸套冷卻水膨脹櫃的構造和功用？
5. 如何避免管路系統出現氣阻(Vapor lock)現象？

2-7 活塞冷卻水系統

試自活塞冷卻水泵排出口開始，追蹤主機活塞冷卻水之流路，繪出系統管路及其上各裝置，並說明其功用。

[要點提示]

1. 注意主機的特殊設計以確保冷卻水可達活塞頂上。
2. 比較本系統與缸套冷卻水系統在設計上之差異。

[研究問題]

1. 如何使往復運動的活塞頂部冷卻室能確實充水。
2. 活塞冷卻水櫃何以設置在機艙底層，不像缸套冷卻水膨脹櫃那樣置於高處？又兩者在構造上有何差別？
3. 活塞有用水冷卻，也有用油的。試比較兩者的優劣和系統之差異。

2-8 燃油閥冷卻水系統

試自燃油閥冷卻水泵排出口開始，追蹤主機燃油閥冷卻水之流路，繪出管路及其上各裝置，並說明其功用。

[要點提示]

注意其膨脹水櫃的構造。

[研究問題]

1. 燃油閥為何也需冷卻？水溫要適度的理由何在？
2. 如何可察知燃油閥漏？
3. 有些燃油閥不用水而以燃油循環其中來冷卻。試比較兩者之優劣和系統之差異。
4. 現今新型主機的燃油閥甚至都不需冷卻了，為什麼？

2-9 主冷卻海水系統

試自海底門開始，追蹤主海水管路系統，繪出其流程及管路上各裝置，並說明其作用。

[要點提示]

1. 注意管路配置上與各輔機系統相關連之設計。
2. 應熟知各裝備之位置及其功用。

[研究問題]

1. 主冷卻海水在排船外閥(Overboard discharge valve)之前有一管路通往主海水泵之吸入側，試問其作用及使用時機？
2. 調節空氣冷卻器之空氣出口溫度時應冷卻(海)水之進口閥還是出口閥？為什麼？
3. 正常航行時，主海水泵供應哪些裝備所需之海水？

2-10 燃油閥 (Fuel valve)

燃油閥是柴油機燃油系統中最重要也是最耗人力的構件，每使用一段時間之後就要拆下來清潔、研磨及調整，以確保正常的工作。在您實習期間，一定可以遇上人家更換燃油閥及其清潔、測試、調整的工作，應把握機會去看人家怎麼做，然後把做法及注意事項詳細地記錄下來。

[要點提示]

1. 注意換裝燃油閥之前的準備及換後的處理。
2. 注意各種工具的用途與用法。

[研究問題]

1. 試繪圖說明燃油閥的構造及工作原理。
2. 試述更換主機燃油閥的步驟及測試燃油閥的方法。
3. 為何要研磨燃油閥？燃油閥到何種程度不能再用？
4. 如氣缸不只裝一個燃油閥，試探討其理由及注意事項。
5. 有些新型柴油機的燃油閥廠家並不建議研磨修理，而是要求使用到達規定時數就要換新，為什麼？
6. 若您實習的船上柴油主機是雙燃料引擎(Dual fuel engine)，試繪圖說明其燃油閥的構造與特點。

2-11 燃油閥與燃燒

燃油閥具有把燃油送進氣缸且予霧化以供燃燒的功用。如果作用不良勢必影響燃燒，衍生問題。試就您所知或查閱書本，或請教他人，探討以下各問題：

1. 為何燃油閥不良會使引擎冒黑煙？
2. 燃油閥的可能故障有哪些？應如何避免？

3. 如何找出多缸柴油機中發生故障的燃油閥？
4. 多燃油閥氣缸，如各燃油閥的啟、閉壓力相差懸殊，在燃燒方面有何現象和影響？
5. 雙燃料引擎(Dual fuel engine)的燃油閥如何分別將兩種燃料噴入燃燒室？

2-12 噴油泵(Fuel injection pump)

一般船用柴油機的設計都是每缸有一個噴油泵，藉以把燃油加壓送到燃油閥。噴油泵的設計和構造因廠家和機型而異。試探究您船上主機噴油泵的構造與作動情形。

[要點提示]

參考說明書上的圖解及說明，尤應注意其計量(Metering)作用及控制機構。

[研究問題]

1. 試繪圖說明您所熟知的噴油泵之構造與作動情形。
2. 噴油泵排出口處都有一止回閥，其作用為何？如果漏了，將有何影響？
3. 噴油泵的可能故障有哪些？應如何避免？
4. 電子噴射式柴油機的燃油加壓方式有各缸加壓及共軌式兩種，試探討兩者的工作原理。

2-13 燃油凸輪(Fuel cam)

燃油凸輪是用以作動噴油泵的機件，由凸輪軸帶動，凸輪軸則由主機以傳動齒輪或以鏈條來帶動。凸輪也是控制引擎正、反轉的機構，因它們控制噴油泵的噴油時機。試盡您所能去探討以下各問題：

1. 如何以凸輪機構使引擎反轉？
2. 凸輪鬆動時對燃油的噴燃有何影響？
3. 需對凸輪及其有關機構作何檢查或測量？

[註]

1. 新式的電子噴油引擎並無燃油凸輪的組件，其噴油及正、反轉的操控與傳統式引擎不同，您若在這種新船實習，請探討其作動與操控方法。

2-14 噴油定時(Injection timing)

噴油定時是燃油系統中最重要的一項調整，身為輪機員，應對定時的檢查與調整有所瞭解才能掌握引擎的運轉情況，使其發揮最高效率。如果在您實習期間，

船上行定時檢查或調整，您務必要把握機會去見識一下；如果沒有，也應從說明書或輪機員處學得這套做法。現在就讓我們來研究：

1. 如何檢查並調整主機的噴油定時？
2. 多缸柴油機的各缸噴油開始及終了時機(上死點前及後的曲柄角)為何不盡相同？
3. 噴油定時的意義及其決定因素為何？
4. 噴油太早和太遲的現象及對引擎的影響？各應如何調整？
5. VIT (Variable Injection Timing)是近年來新研發和應用的觀念，新型柴油機都具備這種功能，試探討其功效及作用情形。
6. 新式的電子噴油引擎其噴油定時如何設定與調整？

2-15 進、排氣閥(口)及有關機構

有的內燃機具有氣閥，但有的卻以氣口來取代。前者多由凸輪或鏈條驅動，後者則直接以活塞來啟閉。試觀察本船主機的氣閥(口)機構並探討以下問題：

1. 比較氣口與氣閥機構的優劣。
2. 如何以氣閥之適當定時來獲過給空氣？
3. 由於氣閥(口)之設置差異而有數種掃氣方式，試比較各式掃氣方式之優劣。
4. 氣閥易受燒損或蝕傷，試述有缺陷時的影響，又應如何處置及避免？

2-16 氣缸及缸套

氣缸形成燃燒室，讓燃油在其中燃燒，產生高溫、高壓的燃氣，推動活塞下行而作功。大型機都設有缸套，以便磨損後可更換價格較廉的缸套而不必換新或修理價昂的氣缸體。試就您所見和所知來研討以下各問題：

1. 缸套的種類及其特點？
2. 氣缸開啟檢查時要檢查及測量哪些項目？
3. 缸套的主要故障或傷害為何？應如何避免？

2-17 氣缸頭

氣缸頭(又稱氣缸蓋)係固定於氣缸上端的構件，與氣缸共同形成燃燒室。缸頭的設計、固定方法及所裝設的構件均因廠家及機型而異。試就您所見所知討論以下各問題：

1. 本船主機氣缸頭之構造及其上所有的構件為何？

2. 氣缸頭拆裝的方法及注意事項？

2-18 活塞及活塞環

氣缸開放檢查時要吊出活塞，這種工作習慣上叫作吊缸。您也許有機會見到船上的吊缸工作，當吊出活塞清潔及檢查時，您應留心觀察各種工作的做法及注意事項。若沒有機會見到吊缸工作，也應從書上或人家口中知道這種工作的性質、意義和做法。

[研究問題]

1. 繪圖說明本船主機活塞的構造。
2. 活塞及活塞環的作用分別為何？
3. 何以高速機的活塞環數較低速機的少？
4. 吊缸時要對活塞及活塞環作何檢查和測量？

2-19 十字頭、導靴及連桿

大型低速船用主機都有十字頭及其相關機構。事實上多了十字頭機構就得增加引擎高度和長度，但人們還是樂於接受，所以其中必有原因，有待探討：

1. 十字頭型活塞的優點為何？
2. 十字頭的潤滑較別處困難，為什麼？應如何克服？
3. 應如何對十字頭、導靴、導板及連桿等機構作檢查或測量？
4. 如何更換十字頭軸承？

2-20 曲柄及曲軸

內燃機係利用曲柄及曲軸的機構把活塞的往復運動轉變為迴轉運動而輸出機械能作功。多缸內燃機的各缸曲柄間有一定的夾角，以利平穩運轉及順序發火。曲柄與曲軸的製作更是個值得探討的問題。試就本主題研討以下各項：

1. 繪出本船主機各缸之曲柄夾角及其間的關係位置。(從缸數及發火順序著手)
2. 曲軸的構造方式有幾？本船主機屬於哪一種方式？
3. 為何曲柄在曲軸栓的對端設有配重(Counter weight)？

2-21 曲軸撓曲

大型多缸柴油主機的曲軸很長，經長久使用後會有撓曲(Deflection)的現象，所以要定期測量，以期明瞭引擎情況並謀及時改善，免得惡化到不可收拾的地步。在您實習期間可能會見到測量撓曲的工作，盼能熟習其做法。這是輪機工作中相當重要的課題，您必須知道：

1. 測量曲軸撓曲的時機為何？又如何測量？
2. 曲軸撓曲的原因為何？
3. 如何根據測得的結果研判曲軸之缺陷？如何改正？

2-22 軸承

顧名思義，軸承就是承受軸的機件。由於軸與軸承之間有相對運動，所以其間會因磨擦、發熱而損耗。通常都選用耐磨而強度大、硬度高的金屬材料製成軸，而以較柔軟的金屬材料作軸承，於是磨擦後軸不受損，而軸承損壞了卻可輕易更換。關於軸承的問題，讓我們探討：

1. 主機各軸承的構造和潤滑方法？
2. 要對主軸承和推力軸承作何檢查和測量？
3. 比較主軸承、曲柄栓軸承(連桿下端軸承)及十字頭軸承(連桿上端軸承)的運動方式、負荷情形及潤滑方法。

2-23 吊缸

『吊缸』就是大修(Overhaul)的俗稱，也就是把缸頭開啟，活塞吊出的一種綜合性工作。除了例行或定期保養外，有時也必須吊缸修理。試詳細記下您所見到的吊缸過程，包括清潔、檢查、測量工作及注意事項等，附上實際量得的結果並討論：

1. 什麼情形下要吊缸？
2. 主機吊缸要檢查和記錄的項目有哪些？各有何意義？
3. 吊缸之前及完工之後分別有**哪些**工作？

2-24 增壓機

為增加大型柴油機的出力，提高其熱效率，於是利用所排出的廢氣來帶動增壓機，藉以把空氣加壓送入氣缸，提高容積效率，增加助燃用的空氣量，因而可噴入更多的燃油來燃燒而增加輸出馬力。試探究本船的增壓機並研討下述各問題：

1. 常見的增壓機為廢氣渦輪增壓機，試述其構造及作用情形。

2. 增壓機軸承所採用的潤滑方式有哪些？
3. 增壓機的軸向間隙及輻向間隙應如何測量與調整？
4. 增壓機的廢氣側及空氣側受污染的現象與影響分別為何？應如何減低這種污染？

2-25 增壓機之清潔

增壓機的渦輪機側會受排氣污染，尤其易受劣質燃油的燃燒生成物所污染。煙垢等污物積多了，不但使渦輪機速降低，而且也使主機的排氣背壓升高，都會降低主機的效率。

至於鼓風機側，則因空氣受壓縮及氣體分子之間相互磨擦之後，空氣溫度會升高到100°C以上。在此高溫之下，空氣中的油分子就附著於鼓風機側的葉輪和外殼上，然後把空氣中的固態粒子黏住，久之形成油泥，使鼓風機效率降低。

由此可見不論是渦輪機側或鼓風機側都必須適時清潔，以確保增壓機的正常性能。大多數的增壓機都設有清潔裝置，試探討：

1. 渦輪機和鼓風機的清潔時機？
2. 渦輪機和鼓風機的清潔方法及原理？
3. 鼓風機側的污物被清除下來後會被帶到空氣冷卻器，所以清潔鼓風機後要接著清潔空氣冷卻器。應如何實施？注意事項為何？

2-26 排氣

從排氣的溫度與顏色可察知柴油機的工作情況，可見這是個相當重要而耐人尋味的問題。您不妨利用時間仔細觀察並探討排氣的現象與引擎的運轉關係。此外您還要明瞭：

1. 各缸排氣至增壓機之間有的是等壓式，有的是脈動式，試比較兩者的優劣。
2. 增壓機進口處的排氣溫度何以較各缸出口處高？
3. 排氣溫度過高的原因為何？
4. 排氣顏色呈黑色及白色的原因分別為何？

2-27 指示圖(示功圖)的繪製

為瞭解柴油機的出力、各缸的壓縮及燃燒情形，我們可從所繪出的指示圖來研判。繪製指示圖，並從所顯示的資料研判引擎的有關情況是輪機員必須具備的技能。然而繪製指示圖還受引擎的轉速限制，我們只能繪出低速機的指示圖，中速機以上則只能繪出或量出最高壓力。有機會見到船上人員繪指示圖時，務必仔

細觀察學習，最好還要爭取練習的機會。試詳述繪指示圖的方法及應注意的事項。(包括所需的資料)

2-28 指示圖的研析

試由船上輪機員或您所繪的主機指示圖探討以下各點：

1. 指示圖上所量得的各種數據有哪些？
2. 根據平均指示壓力求指示馬力，根據性能曲線查得機械效率而計算制動馬力。
3. 求燃油及氣缸油的制動耗油率(以/Hr.BHP為單位)，再與廠試及公試的結果比較。
4. 根據燃油熱值求熱效率。
5. 指示圖的誤差來源有哪些？

[註]：

目前不論MAN B&W或Wartsila新式的引擎都已不再配備指示器，而以扭力計或俗稱馬力計來量測引擎出力。知道那是為什麼嗎？試探究這種馬力計的工作原理和使用上的注意事項。

2-29 歲修

如果您能在實習期間遇上歲修，那當然不能錯過一見主機的歲修工作。沒能遇上這種機會，您也該從船上所存的檔案去瞭解歲修所做的工作。以下就請條列主機在最近一次的歲修項目。

2-30 補充問題及其他心得

1. 比較二行程機和四行程機的構造原理及其優劣點。
2. 比較單動機和雙動機的構造原理及其優劣點。
3. 解釋：壓縮比、容積效率、臨界速率、燃燒延遲、爆震、露點、黏度指數、閃點、燃點、流動點。
4. 原無增壓機的柴油機，若欲加裝增壓機，應採取哪些措施？
5. 壓縮比的調整方法？
6. 航行中主機缸套破裂的癥狀和處理方法？
7. 航行中主增壓機故障的措施？
8. 如何藥洗冷卻水系統？

9. 有些新造的柴油主機已不設指示圖繪制機構，試研討其出力之計算方法。
10. 冷卻水為何要添加處理劑？試述本船所採用的藥劑、使用及檢驗方法。
11. 有些新船採用『中央冷卻』的設計，把主、輔機的冷卻淡水集中冷卻，減少機艙的海水管路及問題。而『中央冷卻』(Central cooling)也有多種配置方式，建議您設法搜尋資料並加以研討。
12. 有些柴油主機裝置『SIPWA』和『MIP』，試述其原理、使用方法和如何判讀資料。

三、鍋 爐

蒸汽機船必須靠鍋爐產汽來推動蒸汽機，可見鍋爐在蒸汽機船上是何等重要。柴油機船也有鍋爐，但因不是供蒸汽給主機作推進用，所以這種鍋爐就被稱為副鍋爐或輔鍋爐(Donkey boiler or Auxiliary boiler)。

鍋爐的型式很多，現代的蒸汽機船都採用水管鍋爐，而柴油機船則有的採用水管式、有的採用火管式，有的跟廢氣鍋爐合成一體、有的卻兩者分離而設有循環管路，以便航行中可把爐水送往廢氣鍋爐加熱，再送回鍋爐，分離汽、水後引出蒸汽來用。有些柴油主機的大油船因甲板機械及貨油泵要用大量的蒸汽，所以採用"D"型水管鍋爐，而這種鍋爐就跟一般蒸汽機船的主鍋爐沒什麼兩樣，但卻名為輔鍋爐。對鍋爐的探討，主要在於它的本身而不在它的名稱。

在這部分裏，您應以本船的鍋爐為主要的研究對象，因為您可以實地去看它。至於一般性和原理性的問題，您還是可藉此探討而觸類旁通的。某些重要的主題雖然不一定能在本船找到答案或資料，但您仍應設法去瞭解它們。

3-1 構造

試繪圖說明本船鍋爐的構造，包括廢氣鍋爐(如設有)。本主題的重點在爐管的配置、爐膛的結構、爐牆及地板之砌磚情形等。能夠看到內部當然最好，否則也應從說明書和藍圖去瞭解其構造。

3-2 鍋爐裝具(Boiler mountings)

習慣上把安裝於鍋爐本體外部的附件稱作裝具，例如安全閥、水位計等等。試寫出本船鍋爐上所有的裝具，並簡要敘述它們的功用。如知道還有什麼裝具為本船鍋爐所無的，也可提出討論。

3-3 內部構件

任何鍋爐的汽鼓(又叫作汽水鼓)或汽室裏面都有各種必要的構件，各有特殊的功能。試分別說出它們的名稱和功用。內部構件無法見到，所以要從說明書著手。有些雖非本船所有，也請就您所知而列出說明。

3-4 加水與升火

新爐或大修後的鍋爐，從加水到正式供汽的操作過程非常重要，尤其在烘乾火泥的階段，更對將來的使用性能具有極大的影響。試就您所知，詳述本過程的操作及注意事項。

3-5 自動操作

現代商船的主、輔鍋爐燃燒裝置通常都設有自動起停的功能，以保持汽壓在一定的工作範圍。然而自動工作仍須具備其應有的條件，做好應有的準備。一般在置於自動工作之前都要先作系統的功能檢查和手動操作試驗，確認一切正常才能安心讓它自動工作。試就您所見，從檢查、準備、手操試驗到自動工作等程序詳予記述，並說明其應注意之事項。

3-6 燃燒裝置及燃油系統

鍋爐的操作最終還是在於燃燒裝置的操作，因為只有藉燃燒裝置才能使燃油在受控制的條件下釋放出化學能來供人利用。試繪出燃油系統並說明燃燒裝置的

組成與工作情形。另外，更換與清潔燃燒器是常做的例行工作，請一併詳述其做法。

3-7 燃燒

對燃燒予以適當的控制是燃燒裝置必須具備的功能。唯有完全燃燒才能充分利用燃油中的能量。但實際上的燃燒跟理論上的有所不同，最主要的原因在於牽涉到時間和空間的因素：實際上的燃燒要在局限的燃燒室裏進行，卻又沒有足夠的時間可利用，所以必須採取有效的措施來彌補。試觀察本船鍋爐的燃燒情況並探討：

1. 燃油燃燒必須供給過量空氣的理由？應供給多少過量空氣為宜？如太多或太少，有何顯示和影響？
2. 理想的燃燒：火燄和排煙分別呈現何種顏色？
3. 如何改善燃燒條件？

3-8 給水系統

維持正常的鍋爐水位是一項要緊的工作。補充鍋爐的耗水，維持適當的水位，確保正常的工作，是給水系統的功能。試從鍋爐水艙開始，追蹤給水管路系統，繪出有關裝置和儀錶，說明其作用並研討：

1. 本船鍋爐給水控制屬幾元控制？多元控制的優點為何？繪出本船的給水控制裝置，說明其作用。
2. 為何要把給水預熱再送進鍋爐？
3. 蒸汽機船的給水系統上有除氣櫃(又稱"除氧櫃")(Deaerating tank)有何作用？其原理為何？

3-9 爐水化驗與處理

把爐水予以適當的處理，使水質改善至最佳程度，可免爐管水側的結垢和腐蝕。您已見過船上輪機員對爐水的化驗和處理，試詳述其做法。可能的話別錯過實做的機會，因親自做總是會有較深刻的印象和心得。

3-10 爐水吹放

爐水吹放(Blow down)也是一種處理爐水的方法。當化驗得知爐水雜質或鹽分高達限制濃度時應予吹放。分為表面吹放(Surface blow)和底部排放(Bottom blow)兩種。試詳述：

1. 表面吹放的作用、時機和做法？
2. 底部排放的作用、時機和做法？
3. 爐水中的雜質若不予除去，將有何不良影響？

3-11 吹灰

燃氣中的殘碳、灰分等雜質會附著於爐管的燃氣側。如果不把積灰清除，勢必對鍋爐有不良的影響。對使用中的鍋爐，因為無法進入燃氣側清掃，所以只能利用吹灰器(Soot)來吹灰。試就您觀察及(或)操作結果詳述：

1. 爐管積灰的影響？
2. 吹灰的方法和注意事項？
3. 試繪圖說明吹灰器的構造。

3-12 安全閥

鍋爐安全閥的設計較為特殊，因它必須具備較特別的功能。試就您所知，探討安全閥的有關問題：

1. 安全閥的功用和應具備的功能？
2. 繪圖說明安全閥的構造和作用情形。
3. 試述安全閥的調整和設定方法。
4. 過熱器的安全閥開啟壓力和汽鼓安全閥的一樣嗎？為什麼？

3-13 提高熱效率的附屬裝置

大多數的水管鍋爐為了提高熱效而裝有過熱器、降熱器、節熱器及空氣加熱器等，也許有的鍋爐具備以上各種裝置，有的僅具備一部分；但柴油機船的輔鍋爐卻不一定裝設這些東西。雖然如此，還是請就自己所知探討上述各裝置的構造和作用。

3-14 保養

假設您負責管理本船的鍋爐，您將如何做其保養工作？分為三方面研討：使用中、停用時及歲修時所做的各項。請參照船上管輪的做法和說明書的要求。

3-15 補充問題及其他心得

1. 何謂回火(Back fire)? 其原因、處理措施及防止方法為何?
2. 鍋爐爆炸的原因和防止措施?
3. 水位過高與過低的原因、影響和處理方法?
4. 汽水共騰(Priming)、起泡沫(Foaming)及攜水作用(Carry over)的意義、成因、影響和防止方法為何?
5. 水位計的構造、安裝和吹放方法?
6. 水洗鍋爐火側的做法和注意事項?
7. 重新堆砌爐磚的方法?
8. 安裝人孔蓋迫緊的方法?
9. 二次燃燒的成因、處理措施及防止方法?
10. 長期停用鍋爐的兩種方法(提示:濕式、乾式)?
11. 水壓試驗的目的和做法?
12. 鍋爐水側和火側腐蝕的成因及防止方法?
13. 何謂蓄壓試驗(Accumulation test)? 如何做?
14. 繪出本船之蒸汽供應管系圖。

四、副機 (輔機)

可以這麼說：船上的機器除了主機就是副機。但是因發電機、電氣裝備和鍋爐等在習慣上都另樹一門，所以它們不納入這部分。雖然如此，本部分的分量還是相當可觀，畢竟"副機"還是包羅廣泛的。

希望您在這一部分的引導之下逐步地去認識各種輔機。輔機的廠牌和型式非常多，甚至某些船上並未具備某些輔機，或者具備這裏所沒有提到的輔機。建議您：先行瞭解本船所有的東西，再就本部分的提示去找資料探討您所沒見識到的裝置。

4-1 空氣壓縮機

壓縮空氣的用途很廣：它可作柴油機的起動之用、可用於各種控制器、可作清潔用，甚至作氣動馬達的動力流體。其中尤以氣力控制器所用最為重要。可見利用空氣壓縮機來維持一定的氣壓是有其必要。試就您所見，繪出本船主空氣壓縮機的構造及系統簡圖，說明其作動情形。註明本船空壓機的廠牌、容量(M³/Hr)、輸出壓力、耗電率等。

4-2 空氣壓縮機的運轉

船上的空壓機通常都是自動運轉的：氣瓶的氣壓低至設定值時它自動起動，當壓力達設定值時又會自動停止。它需要冷卻、起動之初又要釋荷，其中還有安全裝置等等，這些都是很值得玩味的課題。因此，試一一探討：

1. 釋荷器(Unloader)之功用及作動原理？
2. 一般空氣壓縮機都是二級壓縮的，為何需中間冷卻器？
3. 空壓機有何安全裝置？
4. 若把空氣進口處的節流閥關小，對空壓機的運轉有何影響？

4-3 空壓機的保養

為確保空壓機能正常運轉，必須做好定期的保養工作。假如您負責管理空壓機，您將如何做呢？試詳列：

1. 運轉中的檢查及注意事項？
2. 定期保養或檢查的項目及做法？

4-4 緊急空氣壓縮機

各船都有一小型柴油機帶動的緊急空氣壓縮機，但卻罕為人所注意，因為正常情況下根本就不去用它。可是它卻具有相當的重要性，必須符合船級規範並接受定期檢查，所以要定期測試運轉，以確認其工作正常。關於緊急空氣壓縮機，必須瞭解：

1. 使用時機？應多久測試運轉一次？
2. 起動前的檢查及起動方法？
3. 停機方法及停後的注意事項？

[註]：

緊急空壓機的用途是：在全船斷電或死船狀態下供應壓縮空氣啟動緊急發電機以及後續恢復航行動力的各種操作。有些船的緊急空氣壓縮機是用人力手搖啟動的，也有用電動或油壓啟動的，您這艘船採用哪一種呢？

4-5 空氣瓶

儲存壓縮空氣的容器是一種壓力容器，所以對它的安全性要嚴格要求。另外，柴油機船的壓縮空氣還要作起動之用，因此對它的容量也有規定。試繪出本船空氣瓶的構造及其上的一切裝具，註明有關數據並研討：

1. 對空氣瓶上釋壓閥之規定為何？
2. 對空氣瓶容量的規定為何？
3. 由空氣瓶出口開始，繪出本船的壓縮空氣管系圖。

4-6 空氣乾燥器

空氣經壓縮、冷卻之後，其中的水汽會凝結成水，而這種水是不受歡迎的，尤其是控制用的空氣，根本就不容有水，所以必須除去。通常船上都設有空氣乾燥器或除濕機，用以移除控制空氣中的水。試探討：

1. 空氣中的水分對控制系統有何不良影響？
2. 除濕的方法有哪些？
3. 繪圖說明本船的乾燥器，並說出其使用保養上應注意的事項。

4-7 淨油機(Purifier)

近年來由於油源漸缺，油質越來越差，其中所含的水分和雜質也越來越多，於是淨油機的重要性就相對地日漸升高了。一般淨油機都是離心式的。

1. 試繪圖說明離心式淨油機的構造及淨油原理。
2. 註明本船所用各淨油機的廠牌、型號和容量。
3. 繪出燃油淨油機從澄清(沉澱)櫃抽出，清淨後送到日用櫃的流程圖。若為蒸汽機船而無燃油淨油機，則請就其滑油淨油機予以研討。

4-8 淨油機的操作

起動和停止淨油機是輪機員必須熟知的操作。新式的淨油機雖有自動沖洗的設計，但仍應曉得如何手動操作。以燃油淨油機為例，試詳述其起動、沖洗及停

止的操作方法。這裏所謂的沖洗(又稱"排渣")，實際上就是油泥等污物的排出，其中應瞭解：

1. 何以引入待淨油之前要先注入淡水？
2. 為什麼要定期排出油泥等污物而不是連續地排出？
3. 淨油溫度和淨油率應調節在甚麼程度？為什麼？

4-9 淨油機的拆洗

每隔一段時間就要把淨油機拆開來清潔，一方面是清洗所聚積的油泥等污物，另一方面則藉機檢視內部構件的情況，如有不良即應換新，以確保其正常工作。試詳述您所見到的拆洗淨油機之過程及應注意事項。

4-10 淨油機的有關問題

1. 為何重油及滑油要先加熱才能清淨？加熱溫度有無限制？為什麼？
2. 為何要依油的比重選擇重力碟(或稱比重板Gravity disc or Ring dam)？
3. 除了定期清潔之外，還要對淨油機做哪些檢查和保養工作？
4. 有一種叫的，俗稱"潔油機"，其構造與作用有何不同？
5. 有些劣質重油的密度高達 1.06 g/cm^3 ，比水還重，一般的淨油機根本無法將其水分分離，於是有乾脆稱為分離器(Separator)的新型設備來處理這種劣質重油，試探討其工作原理。

4-11 淡水製造機(淡水機、造水機)

蒸汽船上的造水機多以蒸汽加熱海水而製造淡水；柴油機船的造水機則利用缸套冷卻水的廢熱來加熱海水而製造淡水。試觀察並追蹤本船造水機的管系，繪出管路圖及其有關儀錶和裝置，說明系統的工作情形。註明本造水機的廠牌、型式和容量等資料。

4-12 造水機的使用

柴油機船上的造水機卻要在航行中才能使用，到港就要停用，因要在主機運轉時才有冷卻水的廢熱可以利用，又因是在低溫下蒸發的，無法殺菌，所以要在離岸較遠的海上才能造水，以免造出的淡水帶有細菌。起用造水機時，您應留心觀察各種操作及其時機。試詳述本船造水機的起用操作方法及應注意事項。此外，在正常使用中的各種調節亦請一併詳記，可供以後自己操作的參考。

[特別注意]：

造水機的起用操作不當，致使缸套冷卻水溫度激烈變動時，容易造成主機缸套裂損，不能不慎！

4-13 造水機的停用

停用造水機的操作較為簡單，但還是有適當的程序，說明書上有詳述。正因其操作簡單，次序亂了也不會有大影響，所以一般都不大注意，您不妨先從說明書去瞭解正確的做法，然後在看人家操作時作一比較。這裏您應詳述正確的操作方法和注意事項。

4-14 造水機的保養

正因本裝置也是一種熱交換裝置，所以在熱交換面的海水側會結水垢，於是要定期清洗。此外尚有多處須予清潔保養的地方，您不一定會見到人家做，但您該知道要做些什麼工作，以及如何做。試就您所知，詳述應對造水機做的保養工作。

4-15 離心泵

船上用得最多的就是離心泵，試就您所見：

1. 繪出主冷卻海水泵，說明其工作原理，註明有關數據。
2. 離心泵的特性為何？試繪其性能曲線加以說明。
3. 寫出本船所有的離心泵名稱及用途。

4-16 離心泵的操作和保養

1. 詳述離心泵的起動和停止方法。
2. 何謂Priming？為何需要Priming？
3. 應對離心泵做哪些檢查和保養？
4. 離心泵可能的故障有哪些？應採取之對策為何？

4-17 離心泵的有關問題

1. 離心泵的渦形外殼(Volute casing)和擴散葉(Diffuser)分別作何用途？

2. 鍋爐給水泵為何不用單級？又為何其出口側有一再循環管路？
3. 何謂磨損環(Wearing ring)？有何作用？
4. 離心泵空轉或吸入閥開得太小，有何不良後果？
5. 雙吸口離心泵較單吸口為優之點為何？
6. 何謂總落差或總水頭(Total head)？如何表示？

4-18 往復泵

往復泵是一種正排量式泵(Positive displacement pump)，跟離心泵大不相同。試就您本船所見，繪圖說明往復泵的構造和作動情形，註明該泵的規格，然後研討：

1. 往復泵的特性為何？試繪其性能曲線加以說明。
2. 寫出本船往復泵之規格及其用途。
3. 正排量式泵有何防止過負荷損壞的附屬裝置？

4-19 往復泵的操作和保養

根據您所知或所見，試探討：

1. 往復泵的起動和停止方法？
2. 往復泵可能的故障為何？應採取的對策為何？
3. 應對往復泵做哪些檢查和保養？

4-20 往復泵的有關問題

1. 試比較往復泵和離心泵的特性並說明其適合之用途。
2. 如何使往復泵的排出壓力能夠穩定？
3. 若往復泵是由蒸汽機所帶動，試述其排出壓力與汽壓的關係？
4. 往復泵應該是吸入管較大還是排出管較大？為什麼？

4-21 齒輪泵及螺旋泵

齒輪泵(Gear pump)和螺旋泵(Screw pump)也都是正排量式泵，它們跟離心泵和往復泵都不一樣，試就您在本船所見，繪圖說明兩者的構造和作動情形，並研討：

1. 齒輪泵和螺旋泵的特性如何？試繪其性能曲線圖並說明之。
2. 寫出本船所見之齒輪泵和螺旋泵，分別用於何處？
3. 齒輪泵多採用斜齒輪，為什麼？

4-22 齒輪泵及螺旋泵的有關問題

1. 這兩種泵起動和停止的操作方法？
2. 它們的檢查與保養項目？
3. 它們排出壓力的調節方法？
4. 它們排出失壓的原因和措施？

4-23 動葉式泵(Moving vane pump)

這種泵在定速、定向迴轉之下可改變吸、排的量 and 方向，構造較為特殊，一般應用於液壓系統。試就您所知：

1. 繪圖說明這種泵的構造、作動情形及其特性。
2. 本船有哪些裝置使用動葉式泵？。

4-24 抽射泵(Ejector pump)

前面所研討的幾種泵都有活動的構件，但這種抽射泵卻沒有。它的構造簡單，抽吸力又強，尤其適合於抽真空。除此以外尚有其他特點，試就您所知，探討：

1. 本船哪些地方使用抽射泵？
2. 繪圖說明抽射泵的構造和工作情形。
3. 詳述抽射泵的特性。
4. 說明抽射泵的啟動和停用操作方法。

4-25 熱交換器

冷卻器和加熱器都是熱交換器，因為有兩種流體介質在其中進行熱轉移的作用。熱交換器為船上所不可缺的裝置，試探討：

1. 本船所用的熱交換器有哪些？試寫出其名稱及規格。
2. 繪圖說明滑油冷卻器的構造情形。
3. 熱交換器在使用上應注意的事項為何？

4. 板式(Plate type)與殼管式(Shell and Tube type)熱交換器之特點為何？

4-26 熱交換器的保養

為使熱交換器能工作正常，提高其效率，必須做好其保養工作。熱交換器最重要的是確保熱傳導面的潔淨和避免構件被腐蝕。試就您所知，探討以下各點：

1. 以滑油冷卻器為例，分述其油側及水側的清潔方法。
2. 熱交換器腐蝕的原因為何？如何防止？
3. 多久檢查一次防蝕板？腐蝕到什麼程度要換新？
4. 板式熱交換器之板片若是不銹鋼材質，為何不能用含有鹽酸成分的化學劑來泡洗？

4-27 艙底水處理

艙底水又音譯為"艙"水(Bilge water)，是因被集中於艙底的Bilge部位而得名。艙底水是不受歡迎的，但也是免不了的。清除艙底水並追查其來源是輪機員的職責之一。由於MARPOL(防止船舶污染國際公約)及各國都訂有防止海水污染的法規，所以對艙底水的排出要特別小心。試就您所知探討：

1. 在港或內河航行或近岸航行時，應如何處理艙底水？
2. 應如何避免造成海水污染而受罰？
3. 繪圖說明本船的艙底水管系。
4. 本船有哪些泵可泵出艙底水？其使用時機分別為何？

4-28 油水分離器

油水分離器(Oily water separator 或Bilge separator)之用途在於把受油污染的艙底水予以除油，即去除其表面浮油或混於其中的油，以便把乾淨的水排出船外而不污染海洋。試就您本船所見，探討以下各點：

1. 繪圖說明本船油水分離器的構造及作用原理。
2. 根據上圖說明其用法及使用上應注意的事項。
3. 應對本裝置做哪些清潔保養工作？

4-29 廢油焚化爐(Waste oil incinerator)或焚化爐(Incinerator)

為了避免油污污染海洋，較大型而跑國際航線的商船都有裝設廢油燃燒器，用以焚化廢油及垃圾、破布等。試就您本船所見，探討以下各點：

1. 廢油的來源有哪些？
2. 廢油要予如何處理才能送至廢油焚化爐焚化？
3. 繪圖說明從廢油櫃到廢油焚化爐之管路。
4. 分述自動與手動操作廢油焚化爐的方法及注意事項。
5. 試述廢油焚化爐焚化固態垃圾的操作方法。

[註]：為了節省空間和造船成本，有些船把輔鍋爐設計成可兼燃廢油並焚化固態垃圾，於是便可省去廢油焚化爐。這種設計的管系和操作雖較簡單，但也有其缺點，所以並未被普遍接納為造船標準，為什麼？

4-30 污水處理設備(Sewage treatment plant)

依據MARPOL 公約附錄 IV 規則第 2 條之規定，2008年之後400 總噸及以上之新船必須裝設污水處理設備，避免廁所的排水污染港區或內河，現成船則於2008年9月27日之後亦須加裝才不至觸犯防止水污染的規定。試就本船的系統分別探討：

1. 本船污水處理設備之構造及原理？試繪圖說明之。
2. 本船污水處理設備之用法及注意事項？

4-31 冷凍機(冰機)

船上所攜帶的魚、肉、蔬果等食品的保存有賴於冷凍機，所以冷凍機在船上擔負相當重要的任務。試觀察本船的冷凍機系統，繪出冷媒循環管路，包括各閥、儀錶和控制器等。自冷媒貯存器開始，追蹤說明本系統的工作。(順便註明本船冷凍機的廠牌和規格)

4-32 冷凍機的操作

冷凍機的運轉通常都是自動的，但起用和停用仍有些必要的手動操作。試分別詳述本船冷凍機的起用和停用的操作方法及注意事項。此外，系統的除霜操作亦請一併詳述。

4-33 空調機

現代的船舶都設有空調設備(Air conditioning plant)來改善船員起居的環境條件，試記下其廠牌和規格，繪出冷媒循環管系，包括其上各閥、儀錶和控制器，自冷媒貯存器開始，追蹤說明本系統的工作情形。

4-34 空調機的操作

空調機實際上包括冷氣和暖氣兩系統，但後者較少用，除非是航行於高緯度或嚴寒之季。試分別詳述空調機冷氣和暖氣的起用、停用之操作方法及注意事項。

4-35 冷凍機與空調機的保養

一般對空調機差不多都只討論到冷氣部分，這個系統跟冷凍系統很相似，保養工作也差不多，所以一並併研討：

1. 詳述應對冷凍機和空調機所做的保養工作。
2. 如何加充冷媒壓縮機的滑油？
3. 如何拆洗冷媒系統的過濾器及滑油系統的過濾器？
4. 如何排放冷媒系統的空气和不凝結氣體？

4-36 冷媒的加充、放出及探漏

冷媒量少了，會影響系統的工作和冷凍效率，所以必須補充。必要時尚有放出系統冷媒的操作，裝於貯存器，這也是應該知道的做法。試探究：

1. 本輪使用的冷媒名稱和成分為何？
2. 冷媒的加充方法及應加至何程度？
3. 冷媒的放出方法及其注意事項？
4. 冷媒系統的探漏方法？

4-37 冷媒系統常見的問題

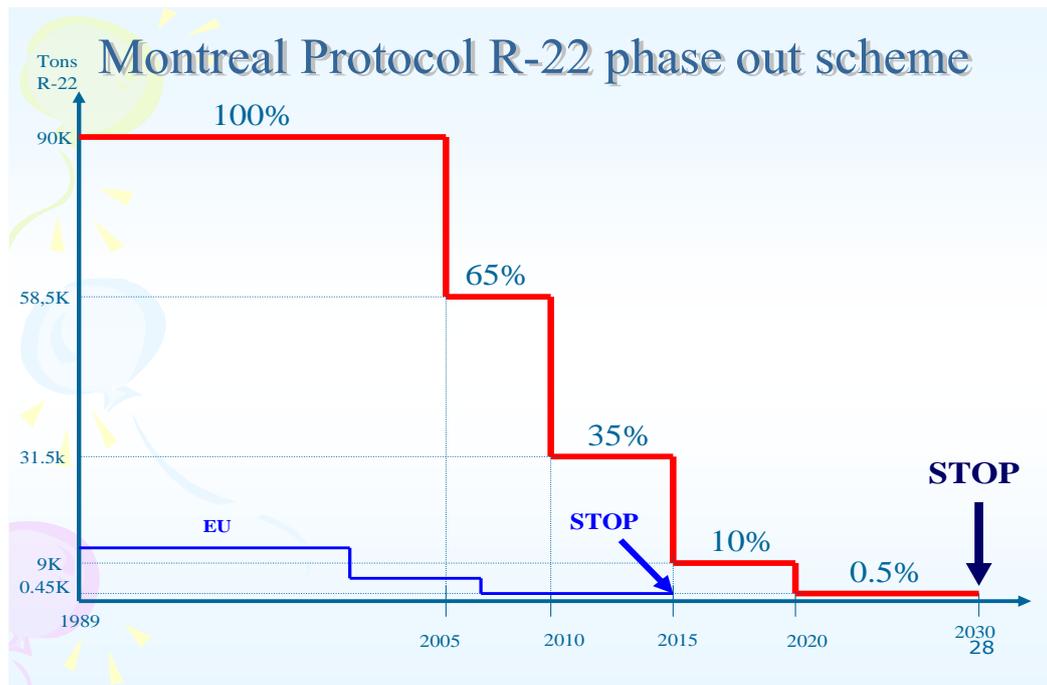
不管是冷凍機或空調機，都很容易有下述的問題發生，試就您所見或所知，詳加探討其原因及對策：

1. 壓縮機運轉不停。
2. 壓縮機起停頻繁。
3. 被冷區間的溫度降不下來。
4. 膨脹閥結冰。

5. 吸入管路結冰。
6. 高壓過高。

4-38 冷凍系統的有關問題

1. 比較說明直接冷凍系統及間接冷凍系統。
2. 理想的冷媒應具備的性質為何？
3. 冷媒系統上的安全裝置有哪些？
4. 如何知道系統的冷媒太多或太少？
5. 冷媒壓縮機滑油應具備的性質？
6. 用什麼方法來控制被冷區間的溫度？
7. 冷媒系統有水的害處為何？如何除水？
8. 熱力膨脹閥的作動原理和調整方法？
9. 如何偵測壓縮機的吸入及排出閥漏？
10. 低壓開關及容量控制器之作用分別為何？
11. 氟氯烷22(Freon-22又稱R-22)冷媒會破壞大氣的臭氧層、加速地球的溫室效應，蒙特婁公約對其生產與使用規定如下表，現已逐漸改採環保冷媒，這些所謂的環保冷媒並非單一物質，而是混合物，試探討在使用上應注意之事項。



4-39 舵機

操舵系統可分為動力及控制兩部分：從駕駛台到舵機間的信號產生與傳送，用以控制舵的轉向者屬"控制部分"；根據來自駕駛台的信號而推動船舵者屬"動力部分"。一般所謂的舵機即指後者而言。現代船舶所用的舵機幾乎都是電動液壓式。試就您所見，探討以下各點：

1. 繪圖說明本船舵機的管系及工作情形。
2. 本船舵機馬達電路有何特點？
3. 舵機液壓泵的構造與特性為何？試繪圖說明。
4. 應對舵機作何保養與維護？

4-40 艉軸滑油系統

艉軸(Stern shaft)穿過艉軸套管(Stern tube)至船外，帶動推進器並把推力傳到推力軸承，它需要潤滑。老式船把鐵梨木(Lignumvitae)鑲在艉管內，利用漏入的海水來潤滑；新式的船都採用銅或鐵質艉管，而以滑油來潤滑。這種油浴式(Oil bath)的滑油系統在防止滑油漏失及對其冷卻方面都有特別的設計，試分別探討：

1. 繪圖說明本船艉軸滑油系統的管路配置與作用情形。
2. 艉軸穿過艉管，如何使滑油不漏出而海水不漏入？
3. 艉管滑油及軸封滑油之功用分別為何？
4. 為了杜絕滑油漏出海造成污染的問題，近年來有氣封系統的應用，現已廣受採納，應把握機會深入了解系統之構成、原理及用法。

4-41 錨機(Windlass)

雖然各甲板機械都是甲板部在用，但有了問題還是要找機艙檢修，所以身為輪機員，也應對甲板機械有所瞭解才行。現今大型商船的錨機主要為電動液壓式和全電動式兩種。試就您所見，探討本船錨機的有關問題：

1. 繪圖說明本船錨機的系統及動力輸出機構。
2. 繪圖說明本船錨機的構造和作動情形。
3. 詳述本船錨機的操作方法及使用注意事項。

4-42 絞纜機(Mooring winch)

通常船舶的錨機也兼作絞纜機，當然另有專用的絞纜機。船艉設有絞纜機，負責艉部的繫纜工作。大油輪或大散裝船則連船艙部分也設有絞纜機。同一艘船的這些絞纜機應為同一規格，以便配件可通用。試觀察本船的絞纜機並：

1. 繪圖說明本船絞纜機的構造和作動情形。
2. 試任繪一絞纜機的管路系統圖並加說明。
3. 您所知道的絞纜機之操作方法及保養要項？

[註]：傳統式的錨機和絞纜機多採電動液壓式，新一代純電動變頻式的錨機和絞纜機已逐漸廣受採用，其系統構成、工作原理、操作保養方法及故障時之應急措施等等都應多加了解。

4-43 起貨機與甲板起重機

雜貨船的起貨機(Cargo winch)或甲板起重機(Deck crane)擔負貨物裝卸之責，如果有了故障，則會延誤貨物裝卸和耽誤船期，造成公司的損失，所以它的地位非常重要。起貨機的種類很多，主要可分為蒸汽、電動以及電動液壓三大類，而以電動液壓最普遍，因它們性能較佳。試就您所知探討：

1. 電動液壓起貨機的特性及較他種起貨機為優之點？
2. 繪圖說明本船起貨機之系統、操作及保養要領。

[註]：純電動的起貨機亦已逐漸改採變頻式的！

4-44 艙蓋扣鎖裝置

雜貨船(包括冷凍船)、散裝船、貨櫃船等，貨物裝艙後要把貨艙蓋蓋好，並予扣上和鎖緊，以保水密而免艙內貨物受損。現代的貨船艙蓋都以液壓裝置來固定和鎖緊。試詳述其構造、管系、使用方法及保養要點。

[註]：有的船因艙蓋既大又重，所以就利用它本身的重量把橡皮迫緊壓在特殊設計的槽裏而獲水密效果，但還是要扣住，以免船搖時移動。

4-45 貨油泵

這裏的貨油泵(Cargo oil pump)是指油船卸油用的油泵而言，通常都是蒸汽渦輪機帶動的離心泵。如果您實習的這艘是油船，務必探討貨油泵的構造、系統、操作方法及保養要項等。通常都有遙控或自動操作的裝置，應一併研討。

4-46 殘油泵(收艙泵)

油船卸油至快要把油艙的油抽光時，由於貨油泵的容量太大，斷斷續續而來的艙底存油又不多，很容易就吸到空氣而抽不上油，甚至對泵有害，所以要改用

容量較小的往復式殘油泵(Stripping pump)，藉以把艙底的油抽光。若您實習的是油船，試探討其構造、系統、操作方法及保養要領。

4-47 惰氣系統

新的大型油輪都具備本系統，舊的也得依規定裝設。若您實習的是油船，試探討：

1. 惰氣系統的功能？
2. 繪圖說明惰氣系統的構成及作用情形。
3. 惰氣系統的使用及保養之注意事項？

4-48 艏轉向器 (Bow thruster)

絕大多數的貨櫃船在船艏處裝有橫向推進器，以利於如靠碼頭或離碼頭時之操作。這種裝置雖是駕駛台在用，但跟其他甲板機械一樣，仍歸輪機部維護。如果您實習的船設有這套裝備，試

1. 繪其系統圖，說明作動情形、使用方法及保養要點。
2. 因其用電量大，往往要起動多部發電機並聯後才能使用，有哪些連鎖和保護裝置？

4-49 火災及滅火

船上的可燃物很多，機艙更是到處都有油，所以對於避免火災的發生及滅火的方法都要有具體的認識。在此要提醒您去瞭解一些問題，藉以防止災禍的發生，或不幸遇上時能冷靜且正確地去處理：

1. 火災的種類和各類火災的有效滅火方法為何？
2. 本船機艙區有哪些滅火器具？各放置於何處？
3. 說明各種滅火器的作用原理及使用方法。
4. 機艙有哪些水泵可供應消防水？試繪其管系圖。
5. 假如您在機艙而正好發現某處冒煙起火了，您應立即採取哪些措施？

4-50 救生及消防演習

船上舉行消防演習的意義很容易明瞭，顧名思義即知：是熟悉各人滅火職責的演練，以免出事時慌忙亂竄。至於救生演習，其主要意義有二：一為『救生』，

也就是救援落海的人；另一為『求生』，也就是海難棄船時自己的求生。通常船上都依規定定期舉行這種操演，讓大家熟悉自己的部署，曉得自己該做些什麼。試就本項演習：

1. 記述本船救生及消防演習的經過。
2. 各種氣笛及電鈴的信號意義為何？
3. 您的救生部署為何？
4. 您的消防部署為何？
5. 船上(包括機艙和住艙區)有那些地方裝設火災警報按鈕？其使用時機和操作方法為何？

4-51 緊急消防泵(Emergency fire pump)

普通的消防泵都設於機艙，如果機艙起火而無法進入時又該怎麼辦呢？為此顧慮，而在機艙以外的適當地點裝有緊急消防泵，以便在緊急時供應消防水。試就本船之緊急消防泵探討以下各點：

1. 本船之緊急消防泵安裝於何處？
2. 通常緊急消防泵都用離心式泵，且往往位在高於海面之處，應如何確保在緊急時一起動便能順利供應消防水？
3. 應多久試驗一次緊急消防泵以確認其性能？
4. 緊急消防泵的操作方法及保養要點？

4-52 二氧化碳滅火系統

一般船上都設有二氧化碳滅火系統。這是在其他的滅火器都無法滅火時的不得已情況下才予使用的設備，平時不可隨便使用，但要曉得其正確用法。試研討本船機艙的二氧化碳滅火系統：

1. 繪出本系統管路圖，註明各噴口位置。
2. 如何操作本系統？
3. 假如您在機艙當值，突然聽到二氧化碳滅火系統即將釋放的警報時，您該怎麼辦？

[註]：

1. 有的船裝設泡沫滅火系統，若您實習的船有此系統，請一併探討。
2. 現在國際公約已規定不能使用"海龍"滅火系統，因其含有氟氯化物，會破壞臭氧層。

4-53 緊急關斷裝置

在機艙外的適當地點設有緊急關斷裝置(Emergency shut off device)，用以在危急或無法下機艙停機時(例如機艙起火)可立即切斷燃油或電源而停機。試研討：

1. 哪些機器或裝備設有遙控的緊急關斷裝置？分別設於何處？
2. 上述緊急關斷裝置的作用和操作方法為何？

4-54 指示器及控制器

機艙用得最多的指示器或計測器就是溫度計和壓力錶。本船所用的溫度計和壓力錶有哪些型式？試予舉出並說明其計測原理。另外，關於溫度與壓力的自動控制器(調節器)也有多種型式和作動方式，試就您所知，分別探討並繪圖說明其構造和工作原理。

4-55 混合油裝置

航運界遭受能源危機的衝擊之後，柴油機的設計和發展就立即朝省油和使用劣質燃油兩方面去努力。低速柴油主機燃用黏度更高的廉價劣質重油，連發電機用的中速柴油機也予以摻用甚或完全使用重油，於是混合油裝置便應運而生。新造的船大都設有此裝置，老船也有很多增設本裝置。試研討本裝置之組成、用途、使用及保養方法等。

4-56 壓艙水處理系統

近年來許多新造的商船都裝置了壓艙水處理系統(Ballast Water Treatment System，簡稱BWTS)或稱“壓艙水管理系統”(Ballast Water Management System，簡稱BWMS)。知道為什麼要加裝這套設備嗎？目前已有許多廠家的產品獲得認可，各自具備有效處理壓艙水的功能，但其作用原理並不盡相同。您實習的船上若有這套設備，雖然是由甲板部門使用操作，但因輪機部門仍負有維修保養責任，所以務必了解其工作原理、操作保養方法及注意事項。

4-57 其他心得

五、工作機械及工具

現代的船舶都朝著減少人力的方向去研究發展，盡量裁汰冗員，可見將來輪機員的工作負擔會越來越重，親自動手去做的機會也將越來越多。因此，對於各種工作機械和工具的操作、使用和認識是不容忽視的課題。

在這部分裏，重點是引導您如何去認識這些機器和工具，提示您該注意哪些事項，尤其希望您注意安全，不可粗心大意地動作。您該利用機會，實地操作一下船上的裝置，親自體驗其中的各種要領。重要的是實際的經驗和心得而不是僅抄些資料而已。有一點不可忽略：操作任何東西都應先徵得輪機員或指導人員的同意，並在他們的指導下練習，不可私自盲目摸索，不能冒然操作，以策安全。

這裏只是代表性地提出一些重要的，還有許多東西仍要您自己循著這個原則去探討，才能更為精進。

5-1 車床 (Lathe)

車床是船上必備的工作機械，它的用途很廣，但操作起來卻要熟練的技巧，而磨車刀更是一門大學問。試就您的經驗和見解探討：

1. 車床的用途有哪些？
2. 車床為何需有多種轉速選擇？各適合何種工作？
3. 寫出磨車刀的方法和您的心得。
4. 寫出車床的操作注意與保養要點。

5-2 鑽床 (Drilling machine)

試就您使用鑽床的經驗和心得，探討以下各點：

1. 磨鑽頭的方法和注意事項？
2. 通常鑽床都有數種轉速，試說明各種轉速之適用材料和鑽頭的關係。
3. 詳述鑽床的操作注意和保養要點。
4. 另有一種手提式電鑽，其使用注意為何？

5-3 鉋床 (Shaper)

通常船上所用的為牛頭式鉋床。鉋床的用途較少，但還是有些東西要知道：

1. 鉋刀的磨法和裝法？
2. 操作鉋床的要領和注意事項？
3. 鉋床的傳動機構為何？試繪圖說明。

5-4 銑床 (Milling machine)

跟鉋床差不多，銑床也是種較少用的機具，有些船甚至未裝設這兩種機械。如果您實習的船上有這套東西，當然不可錯過研習的機會。試詳述：

1. 銑刀安裝的方法和注意事項？
2. 操作要領及注意事項？

[註]：

有些船上配置所謂的萬用工作機(Universal machine tool)，亦即一台機器具備上述四種功能，或說把上述四種工作機組裝在同一台上，雖可節省空間和成本，但操作起來要注意會互相干擾。

5-5 錫焊(軟焊-Soldering)

通常錫焊都是對電氣裝置所行的低溫焊接，是以焊槍或烙鐵來加熱被焊處，並把焊錫熔化而將它們接合在一起。試就您所知和經驗，探討錫焊的操作要領和注意事項。

5-6 電焊 (Electric welding)

電焊是熔接鋼材最常用的方法，雖然操作簡便，但是真要焊得好也不容易。試根據在船的實做經驗和心得來探究：

1. 電焊的原理？
2. 焊接電流跟焊材厚度及焊條大小的關係？
3. 電焊要領及操作注意？
4. 焊接電流太大及太小的現象與結果分別為何？
5. 對焊條的選擇和保管要注意些什麼？

5-7 氣焊 (Gas welding)

利用乙炔焰加熱金屬材料的熔接方法叫作氣焊。銅焊、銀焊等均屬氣焊。氣焊較電焊容易控制，因對焊接處的加熱較容易掌握。試就實做經驗來研討：

1. 焊槍的構造？
2. 點火和熄火的方法？如何調整火焰和判別火焰？
3. 焊接的要領和注意事項？

5-8 氣割 (Gas cutting)

氣焊裝置的焊槍換成割槍即可作切割之用，但兩者之操作並不盡相同：

1. 繪圖說明割槍的構造並比較與焊槍之不同。
2. 切割操作上的要領和注意事項？

[註]：

目前漸受採用的電漿切割機(Plasma cutter)只要用電和壓縮空氣即可，不必用到氧氣和乙炔，是很好用的切割器。船上若有這項裝備，務必好好認識它、了解其工作原理、使用方法和注意事項。

5-9 螺絲攻及螺模 (Tap and Die)

除了可用俥床俥製螺絲外，尚可用螺絲攻(螺絲公)和螺模(螺母)分別攻出內牙螺絲和外牙螺絲。這種工具的使用雖然簡單，但仍有其要領，試詳加探討：

1. 本船備有哪些螺絲攻和螺模？試寫出其規格。
2. 螺絲攻和螺模的使用要領及保養注意？

5-10 切管器及擴管器

利用切管器可準確地把管子切下，既方便又美觀。這種工具的使用方法很簡單，只要見過人家做就應會了。另外欲把管端擴張時要用到擴管器，它的使用就要小心一點了。試將實際做過的心得和注意事項詳加記述。

5-11 砂輪 (Grinder)

有兩種砂輪：一是固定式的、一是手提式的。雖然用途差不多，但使用方法卻大不相同。試就您的經驗和心得詳予記述並說出使用要領和注意事項，請注意砂輪旁有無放置護目鏡和張貼安全守則？

磨俥刀要用到砂輪，堅硬的鎢鋼俥刀要用何種砂輪來磨？

5-12 鑿子及銼刀 (Chisel and File)

鑿子要配合銀頭來使用，如果要把鑿痕修平，又還得借重於銼刀。這些工具的拿法和用法都很重要，施力不當時將無法獲得預期的效果，甚至還會造成傷害。試就您所知，詳述其正確的用法及注意事項。

5-13 扳手 (Spanner)

拆裝螺絲的主要工具就是扳手。扳手的種類和規格有很多，試詳列本船所有的各式扳手和尺寸規格，並說明各種扳手的特點和適用於何處。繪圖說明其施力方向。

此外，扭力扳手(Torque wrench)是常用來均勻鎖緊螺絲的工具，使用和維護上要很注意，各位務必牢記以下三個禁忌：

1. 只能用來鎖緊螺絲，不能用以拆卸螺絲，亦即切勿反向使力。
2. 到達設定扭力時會發出「喀」的一聲，聞聲就不能再用力拉了，以免扭力超過設定值而與其他螺絲的緊度不一致。
3. 千萬不能摔到，以免內部組件受傷及彈簧之設定與調整失效。

5-14 其他手工具

機艙就像工廠一樣，幾乎各種手工具都有，式樣繁多，不勝枚舉。在此試自行列出本船機艙所用的其他手工具，並簡述其用途和用法。

六、電氣裝備

電氣裝備雖是很重要的東西，但卻一向不大受人注意，因它們的安全性和可靠性都極高，而保養與修理的工作又少，正常使用下幾乎都沒有什麼故障。可是身為輪機員就不能不予聞問了。因此，在這部分裏要提示您去研討各種電氣裝備。

發電機部分把原動機一併探討，因為單獨發電機是發不出電的，況且發電機的操作又離不開原動機的操作，發電機本身的保養也要配合原動機而做。事實上發電機的問題少而原動機的問題較多。因此，使用發電機不能忽視原動機的狀況，於是也把原動機在此一併研討。

不過，因柴油機船的發電機多以柴油機帶動，早年蒸汽機船的發電機多以渦輪機帶動，但近年來蒸汽機船幾乎已絕跡了，所以研討主機之後，對發電機的原動機也應有連帶的理解才是。雖然它們在構造及運轉上會有差異，但畢竟原理還是一樣的，您可比較參考來探討。

另外，機艙常用的電氣儀錶和各種控制器等等，也應對其原理和作用有所瞭解。

6-1 發電機

一般船用發電機都是交流三相60赫茲的同步發電機，通常為柴油機所帶動，也有的是以蒸汽渦輪機或主機來帶動，而把前者叫作柴油發電機，後者叫作渦輪發電機和軸發電機。試探討本船的發電機並研究下列問題：

1. 發電機如何激磁？試以本船實例說明之。
2. 如何調整發電機的電壓？
3. 繪圖說明本船發電機的構造。

6-2 發電機的起動

在備用主機之前，或任何情況下使用中的發電機不足以負擔電力負荷時，應再起動發電機而並聯使用。這種操作經常可以見到，您應多利用機會去熟習。試記下您所見到的操作及注意事項。

- [註]：1. 這裏指的是原動機的起動，亦即柴油機或渦輪機的起動。引擎的製造廠家雖有不同，但同是柴油機或渦輪機的操作方法總是沒太大差別的。
2. 很多新船的發電機都具有自動起動功能，本船發電機如有此種功能，亦請一併詳述其作動程序和原理。

6-3 發電機的並聯

原動機起動後先要空負荷運轉一下，待正常後才並上供電。交流發電機的並聯操作是輪機員必須熟知的，許多書本上都有說明。試把您所見到的操作詳予記述，並討論以下問題：

1. 交流發電機的並聯條件為何？
2. 不同容量的發電機並聯使用時應如何分配其負荷？
3. 若本船發電機具備自動並聯的功能，請記述其動作程序與原理。

6-4 配電盤

發電機所發的電要經配電盤之後才分送到各處的負載去用。配電盤在電力系統上佔相當重要的地位，但卻一向不太受重視。您上船後對配電盤的功能作了多少探討？您能說出上面所有的開關和儀錶嗎？關於這一主題，希望您：

1. 寫出主配電盤上所有的儀錶和開關並說明其用途。
2. 配電盤有死面(Dead front) 與活面(Live front) 之分，試述其意義並說出本船的配電板屬何者？
3. 配電盤上調速器開關的功用為何？

6-5 負荷的轉移

轉移發電機的負荷時，應操作配電盤上的某些開關並注意某些儀錶的顯示和變化。試記下您所見到的操作、作動原理及注意事項。(注意脫開負荷的時機)

若本船的配電系統具有自動轉移負荷的功能，試記述其工作原理、操作方法及動作情形。

6-6 配電盤上的安全裝置

為了保護配電盤和發電機，以免在機件故障或人員操作疏忽時受到傷害，於是在配電盤上裝設不少安全裝置，您能逐一指出並說明其作用嗎？此外，您也該知道這些安全裝置起作用時要如何處置。希一一研討，詳予記述。

6-7 發電機的停用

把發電機的負荷脫開之後就可把它的原動機停掉。停發電機的操作也是常見和該清楚的。試記下您所見到的操作，越詳細越好。同時還要注意原動機停止後的處置。新近的設計都有遙控起停或自動起停的裝置，對於這種機組，您又要如何來完成它的備便？

6-8 對停用發電機的管理

為使停用的發電機能隨時起動供電，表現分別對發電機和原動機採取某些措施，試記述和所見到的做法和理由。

[要點提示]

1. 對發電機應以空間加熱器(Space heater)或烘烤燈來烘熱電樞，以免受潮，此外還要量絕緣電阻，確認絕緣良好。
2. 對原動機應定期轉俾並搖泵滑油注入軸承，以免起動瞬間造成乾磨擦。有些引擎設有自動注油泵(Auto priming pump)，會在起動前及停止中的一些時隔自動起動而向引擎注油。若本船有此裝置，亦應一併探討。

6-9 發電機的保養 (一)

以下幾項柴油發電機的保養時隔及做法務必瞭解：

1. 清潔燃油、滑油濾網及增壓機空氣濾網。
2. 清潔並研磨進、排氣閥。
3. 更換燃油閥，用過的予以清潔、試壓和調整。

4. 疏通冷卻器及更換鋅板。
5. 更換滑油(軸承、搖臂、增壓機、調速器等)。
6. 吊缸。

6-10 發電機的保養 (二)

除了柴油發電機之外，近年來也有不少船採用渦輪發電機或軸發電機，它們的保養項目、時隔及做法等也務必瞭解，請參考廠家的保養說明書逐一探討。

6-11 馬達

現代船舶所用的馬達差不多都是交流馬達，而機艙裏所見的也大部分是鼠籠式感應馬達。這種馬達的構造很簡單，有機會見到拆開的情形您就知道。您可把學自書本的跟實際見到的印證一下；如果沒有機會看人拆開，也應設法從說明書和構造圖去研討。試任繪船用馬達的構造圖並加以說明。又各馬達名牌上標註有哪些資料？如何表示馬達的規格？

6-12 馬達的起動

感應馬達的起動方法有好幾種方式，試說出本船各馬達所採用的起動方法。可能不只一種，請把它們都寫下來並說明其理由。

6-13 起動器

用以驅動各馬達的電幾乎都是440伏三相60赫茲的交流電。在電源與馬達之間設有起動器，但起動器的控制電源卻不需440伏。試繪主空氣壓縮機的起動器電路圖，說明其作動情形。通常都有自動起停的功能及手動操作開關，試分別討論自動和手動的情形。

6-14 絕緣電阻的測量

為確保電氣裝備之正常工作，必須適時測量絕緣電阻。試就以下各點研討本主題：

1. 應對哪些電氣裝備測量絕緣電阻？何時測量？
2. 如何測量絕緣電阻？
3. 絕緣電阻的測量結果應如何才算滿意？不及標準時要怎麼辦？

6-15 馬達的清潔與保養

比起其他的原動機，馬達所需的清潔與保養工作實在太少了。雖然如此，仍有些不可免的清潔與保養工作，您能說出來嗎？這裏所說的清潔工作包括內部和外表的清潔，保養則指例行或定期的維護方面，試分別討論之。

6-16 緊急電源

各船均備有緊急電源，以便在主電源因故停電時可應急供電。有哪幾種緊急電源？本船的緊急電源屬何者？供應哪些機器設備的應急電力？又驗船規章對緊急電源的要求為何？試比較各種緊急電源。

6-17 電瓶(蓄電池)

船上都備有電瓶作應急供電之用。電瓶分為鉛酸和鹼性兩種，本船所用為哪一種？又電瓶間(Battery room) 的位置您知道嗎？試就本主題研討以下各點：

1. 比較鉛酸電瓶和鹼性電瓶的材料、特性、優劣及電量的檢查方法。
2. 寫出兩式電瓶之充、放電方程式。
3. 電瓶間應設於何處？為什麼？應注意之事項？
4. 電瓶的充電方法有幾？各適合於何種情形下之充電？

6-18 整流裝置

電瓶的充電要用直流電，但發電機發出的是交流電，所以必須予以整流。通常整流裝置都設於充、放電配電盤內，在電瓶間隔壁。您應找機會去看看本裝置的構造情形。試繪出其電路圖，並說明降壓、整流、充電及放電(分為電瓶放電與整流裝置供電兩方面) 等作用情形。

6-19 變壓器

船上除配電系統所用的變壓器(把440伏降為110伏供一般用)外，有些船配備艏轉向裝置(Bow thruster)，要把440VAC升壓為3300VAC供其使用，此外每個起動器裏都有變壓器，(作何用途?)但卻一向不受注意，您是否曾去觀察它們呢？試比較它們的構造，說出它們的規格表示法及使用、保養上應注意的事項。

另：若在港裝卸要使用岸電，則送上船的6,600VAC或11,000VAC岸電要降壓至船電規格，這是個大型又較特別的變壓器，亦值得進一步了解。

6-20 電力配電系統

船上的電力是自成一系統的，從發電機發出450伏的交流電到某些裝備使用24伏的直流電，其間經不少器具，有不少分路。試追蹤舵機的電源及您房間的電源，以此兩例來窺探電力配電系統之一斑。

6-21 高溫計與鹽度計

試就本船所見，比較測排氣溫度的高溫計(Pyrometer) 和測水中鹽分含量的鹽度計(Salinometer) 的作用原理和構造差別。分別詳述它們的工作情形。

6-22 伺服馬達

在指示和控制方面有很多地方使用伺服馬達(Servo motor)，請問：

1. 伺服馬達的工作原理為何？試繪圖說明。
2. 伺服馬達被應用於本船的哪些地方？

6-23 轉速計

主軸轉速和渦輪機轉速的測量分別利用不同的方式，因主軸是低速的，而渦輪機則是高速的。試就本船所用的兩種轉速計說明其原理、構造和作用情形。

6-24 電錶

多用電錶和高阻計(Megger) 是常用的電錶，它們各有其構造特性和使用方法，試分別加以研討。最好是繪出其電路圖來說明。使用上應注意的事項亦請一併列出。

6-25 接地燈與同步指示燈

配電板上用以檢查各相是否接地的接地燈和並電操作所用的同步指示燈很相像，但實際卻完全不同。試就您所知探討以下各點：

1. 電路接地的影響為何？
2. 接地燈的接線法及測試方法為何？
3. 繪圖說明同步指示燈的接線及作用情形。

6-26 海生物防止系統

貝類等海生物如果進入海水管系就會在流速慢的地方寄生於管壁，結果越長越大，會減小海水的通道，阻礙海水的流通。它們的分泌物也會助長金屬的腐蝕。因此，防止海生物進入海水系統是有其必要的，有些船裝設海生物防止系統 (Marine Growth Protecting System, 簡稱"MGPS")，藉以電解海水，產生氯來毒殺海生物。如果您實習的船上設有本裝置，試探討其原理及系統之構成與作用情形。

6-27 陰極防蝕裝置

船體腐蝕一向是傷腦筋的問題。以往都藉油漆和鋅板來防蝕，近年來「陰極防蝕法」(Cathodic Protection) 廣被採用，效果頗佳。您所實習的船上如設有陰極防蝕裝置，試研討其作用原理、配置狀況，並繪電路圖加以說明裝置的工作情形。

6-28 電梯

目前許多商船如大型貨櫃船、巴拿馬極限型以上的散裝船、大型油輪和石化船、汽車船以及大型郵輪等等，因住艙樓層高而裝設了電梯。若您實習的船有電梯，您該不會只管每天搭乘而不趁機瞭解一下它吧？基本上船用電梯的工作原理、安全裝置和保養檢查等項目跟陸用電梯都差不多，但在風浪大的海況之下為了避免在Rolling和Pitching時搭乘而造成傷害，所以船用電梯具備這種安全裝置是與陸用電梯最大不同之處。試探討：

1. 為了確保安全，要做好哪些定期檢查和保養？
2. 若搭乘時遇到故障而停止卻無法開門時應如何脫困自救？如何從外部開門救人脫困？
3. 當海況差而有Rolling和Pitching時該如何處置？其工作原理為何？

6-29 岸電系統

美國加州港口如洛杉磯(Los Angeles)和長堤(Long Beach)等早在上個世紀末期即要求靠碼頭裝卸的貨櫃船要換用岸電，以減少燃燒劣質燃油所造成的空氣污染，因而跑美國的貨櫃船上都裝有岸電系統(Shore Power System或稱Alternative Maritime Power, 簡稱AMP)，以備在美國碼頭裝卸貨時使用。您實習的船上若有岸電設施，務必把握良機好好探討其系統組成、工作原理、操作方法和注意事項等等。

6-30 其他心得

七、其 他

最後，在這部分裏還要提示您認識加油作業、滑油與化學劑的用法，各項材料、物料及輪機部的記錄、報表、申請單及其請領作業等等；還有，接受PSC(Port State Control, 港口國檢查)檢查時如何因應PSCO的查驗，這些都是船上經常要面對的。雖然實習生並未直接負起這些作業責任，但主動參與、盡早熟知這些絕對有助於您以後擔任輪機員的工作。

7-1 加油作業

添加燃油是輪機部的一件大事。在您實習期間一定可以遇上加油的工作，可別因貪玩而錯失學習的機會。建議您設法瞭解：

1. 燃油的加裝及輸送管路(繪圖說明)。
2. 加油作業的任務分配？
3. 加油前的準備工作，包括依ISM程序書規定擬訂加裝計劃，以及做好防止漏油污染的安全措施。
4. 加油中的工作及注意事項？如何決定裝油的順序？換艙時的操作法則？加完之後又要如何？
5. 油量的計算方法？

7-2 燃油的取樣和檢驗

添加燃油時為了確保品質符合要求，以及使用後出現問題和爭議時能讓第三方公證單位明確鑑定，於是燃油的取樣就是必要而重要了。依規定船上的加油管路上都裝設了取樣閥，應如何正確使用(取樣)？您實習的船上主管是否要求管輪在船自行取樣？還是貪圖方便僅接收油商送來的現成樣品而已？

現今燃油品質日差，對有關資料的供給也極不確實。為了明瞭油況，可作簡單的檢驗以作參考。然而因船上的器材有限，所能做的並不多，一般都不大注意它。假如本船有黏度計，您應設法曉得如何使用。如有比重計，不妨測量一下而與油商送來的資料相比較看看。若船上還有其他的檢測設備或化驗器材，亦應把握機會向大管或輪機長請教用法，多學總是不錯的。

7-3 滑油的使用

船上的滑油種類很多，除了大家熟知的主機系統油、氣缸油和發電機系統油等三大類之外，還有渦輪機油、液壓油、冷凍機油、油脂.....等等，它們各有特性和用途，品名也因油廠品牌而異。一般而言，三管都會被指派負責油料的管理，您應及早熟知船上各種滑油的名稱和用途，建議填入下表備忘：

油公司名稱：

名 稱	用 途 與 用 法

7-4 化學劑的使用

大家都知道：船上鍋爐水和主機、發電機的冷卻水必須用化學劑妥善處理，為什麼？您實習的這艘船使用哪個廠牌的化學劑？除了鍋爐水和冷卻水的處理劑之外還有哪些化學劑？它們的名稱、用途和用法為何？試分別詳述於下表：

化學劑公司名稱：

名 稱	用 途 與 用 法

7-5 本船所用的迫緊

迫緊(Packing)是很重要的填料，舉凡靜態的管子銜接法蘭(Flange)之間或動態的各種泵軸的防止流體外漏，都必須用到迫緊。前者通常是做成片狀的”墊片”(Gasket)，而後者則是截面多為方形的填料(Stuffing material)。此外，管牙的止洩帶、填隙膠等等也可歸類為迫緊。試寫出所見各種迫緊及其用途。

型 號	尺 寸	用 途

7-6 迫緊的更換

船上更換迫緊是很平常的事，例如泵軸填函處的Packing，或是管路法蘭處的Gasket。試將更換泵軸Gland packing和管路Flange gasket的方法、注意事項和心得詳細記述。

7-7 船用物料

舉凡文具、清潔用品、五金、工具、管件、金屬材料、機器備品、油漆及漆具等等，都是船上常用的物品，一般是每半年請領一次，由大管負責請領和管理。試寫出您所見到的各種物料名稱，包括中、英文及單位，藉以多認識些單字和明瞭船上所需的物品，將來負責物料的請領和管理時才能迅速上手。

現在許多公司都採用電腦作業，請領、盤點、收料等等都要上電腦來執行，對於這方面的操作也要熟知。

7-8 輪機日誌

通常輪機日誌都是公司統一印發而有固定格式的記錄簿，是輪機部門最重要的記錄。試詳述本船輪機日誌所記載的內容，並請於各段航程中任擇具有代表性的一天，把它所有的記錄予以抄錄，包括進出港及航行中主、輔機的運轉資料和油、水資料等等。

7-9 油料記錄簿

油輪大於 150 總噸或其他船舶大於 400 總噸，應備有油料記錄簿以記錄包括哪些操作狀況之相關事件？通常本項記錄是由輪機長督導三管負責填記，PSCO登船檢查時會詳細檢視。

[重要提示]：

1. 有些PSCO會查核船上的加油量和所產生的水分及油泥(Sludge)總量，一般劣質重油都會被淨油機分離出0.5~1%容積的油泥成分，如果船上所存的油泥容量低於他的估算值，他就會追查去向，質疑有偷排出海的嫌疑。
2. 凡是有抵港送岸回收都應取得足量的收據並詳實記載。自行把艙底水(Bilge water)經油水分離器處理後，將含油量低於15ppm的水依規定排海也必須記載完整，包括開始排放的時間地點(船位)、停止排放的時間地點(船位)以及船速等都要完整記載備查，因船位和船速都是駕駛台提供，所以要請該時段的當值船副簽註。在此強調是因各港口國都對防止海洋污染極為重視，一旦被查出有污染海洋的行為，其後果就不堪設想！

7-10 其他記錄及報表

為了保存船上各裝備的使用資料，有各種記錄簿要記載，作為將來故障原因的追查與檢討，以及作使用與保養的參考。報表則作為船上與公司之間的媒介，用以溝通雙方和傳遞資料。試就本船所見，寫出各種記錄及報表，並說明其意義或用途。

- [註]：
1. 「記錄」是指船上各種機器設備的操作、保養和運轉等詳實的敘述或數據，是留存於船上的重要文件。例如機艙日誌、發電機運轉紀錄、淨油機運轉紀錄等。
 2. 「報表」則是船上報給公司的文件，例如正午報表、物料配件的請領文件等等，是用以跟公司溝通的文件，也是公司對船舶管理的依據。

7-11 PSC檢查

在您實習期間一定有機會遇上PSC檢查。通常隔多久要接受檢查知道嗎？這種檢查的嚴格程度往往因港口、檢查員、船公司和該輪過去的紀錄等因素而異。船上主管在檢查前必須做好充分的準備，受檢時全員待命隨時因應和立即改正，決不能因疏忽而被發現有重大缺失造成扣船！

試詳記接受檢查前之準備工作和接受檢查時之完整過程。

7-12 訓練和操演

根據ISM Code規定：有新船員上船，船副即應依人員之交接修改求生及滅火部屬表，出港之後就要盡速進行求生、滅火操演，讓新上船人員熟悉自己的應急任務以及應急編組各成員熟習團隊運作。

試詳記：航行中船上主管或幹部對於船上同仁給予設備操作之訓練。

[註]：

1. 「訓練」(Training)是指對於不熟悉的設備施以操作教導。譬如新上船的管輪沒操作過本船的鍋爐或不熟悉本型鍋爐的操作，那麼輪機長指派資深管輪或大管輪教他如何操作，這就是「訓練」。
2. 假如船員已經知道自己的工作內容，但因並非經常在做，隔久了可能變得生疏甚至忘記，那麼在主管幹部督導之下實際操作以強化熟悉度，譬如船上各員都分配到火災時的應急任務(接滅火水龍帶或提滅火器滅火)，則實際去接裝水龍帶或取出滅火器提到火場將噴嘴指向火源並預備拔安全栓等)這就是「操演」。

7-13 其他心得