

## 第 23 章 各型舵機簡介

前言：以下說明來自資料的收集、說明書的翻譯及個人的經驗,所有的圖全部放大,用彩色繪製,應該比較看的清楚.在看舵機系統之前,最好先看過前面,油壓閥的說明後,較能了解.以下依序介紹兩缸、四缸及新型舵機系統.

### 一. 兩缸型舵機(基礎篇)

(1) 常用於小型船,僅有兩組液壓缸之舵機.(沒有 Troque motor,因此液壓油,全部都是由右往左流動).

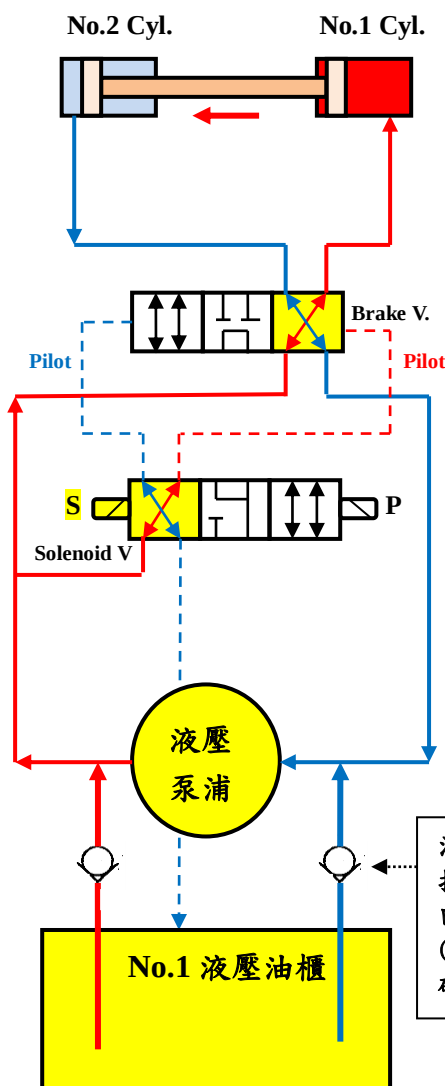
(2) 煞車閥(Brake valve)哪一方成通路,完全依靠是否有 Pilot 油壓來決定.

(3) 所有的操作依靠左右電磁閥(Solenoid valve)激磁與消磁來操作.

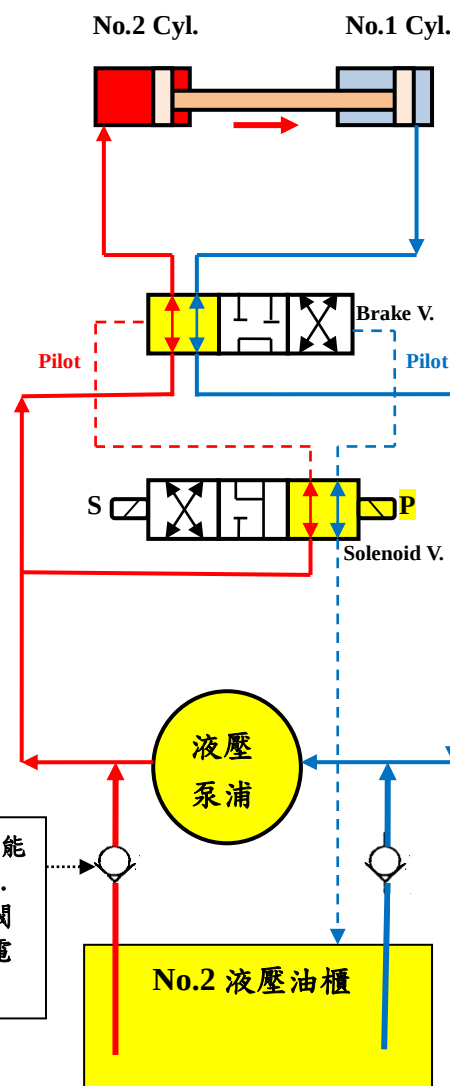
(a) 右舵(S-Side)-右電磁閥激磁→Pilot 液壓油(虛線),將煞車閥向左推→液壓油進入 No.1 Cyl.液壓油缸(No.2 Cyl.液壓油缸排出).

(b) 左舵(P-Side)-左電磁閥激磁→Pilot 液壓油(虛線),將煞車閥向右推→液壓油進入 No.2 Cyl.液壓油缸(No.1 Cyl.液壓油缸排出)

右舵(S-side)

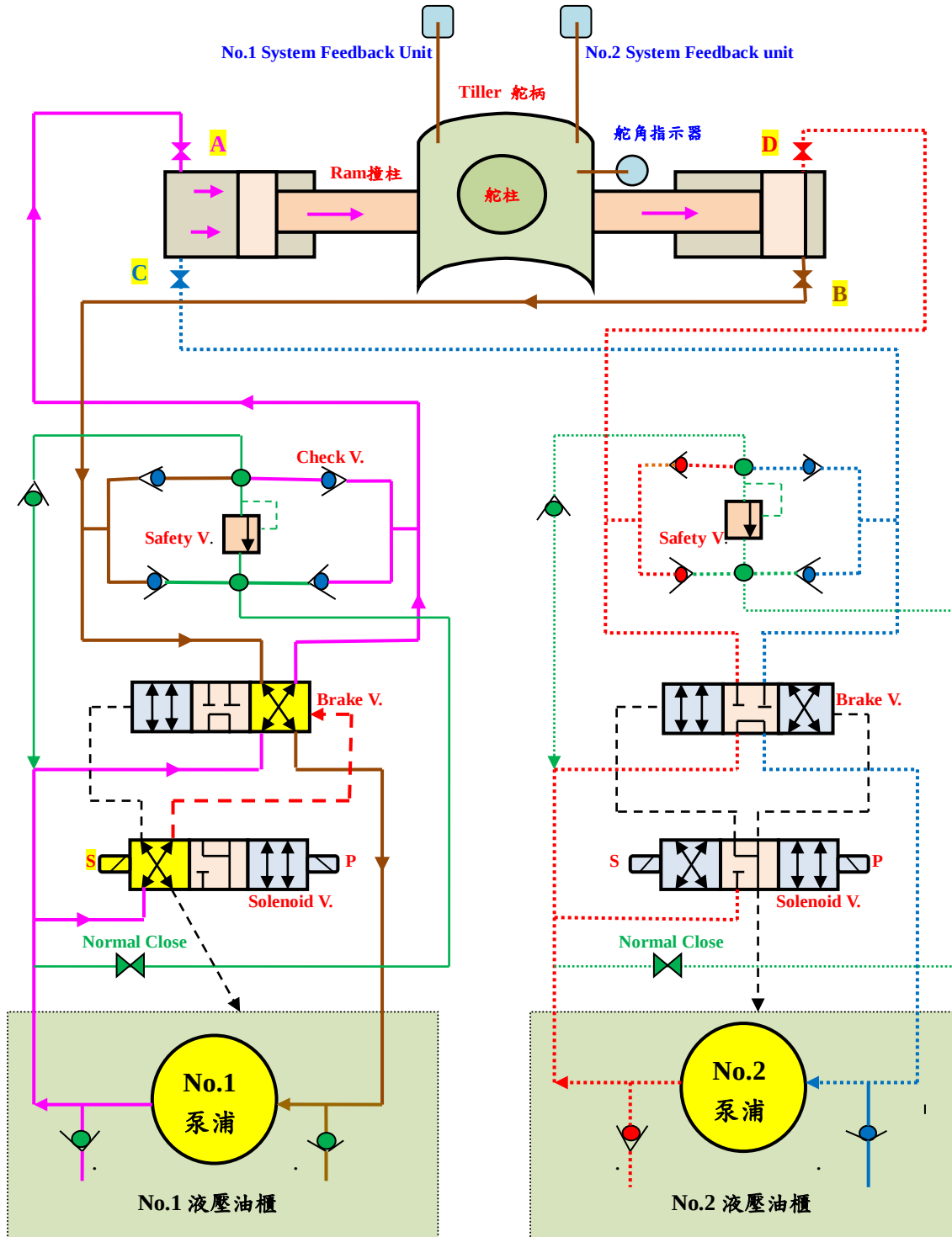


左舵(P-Side)



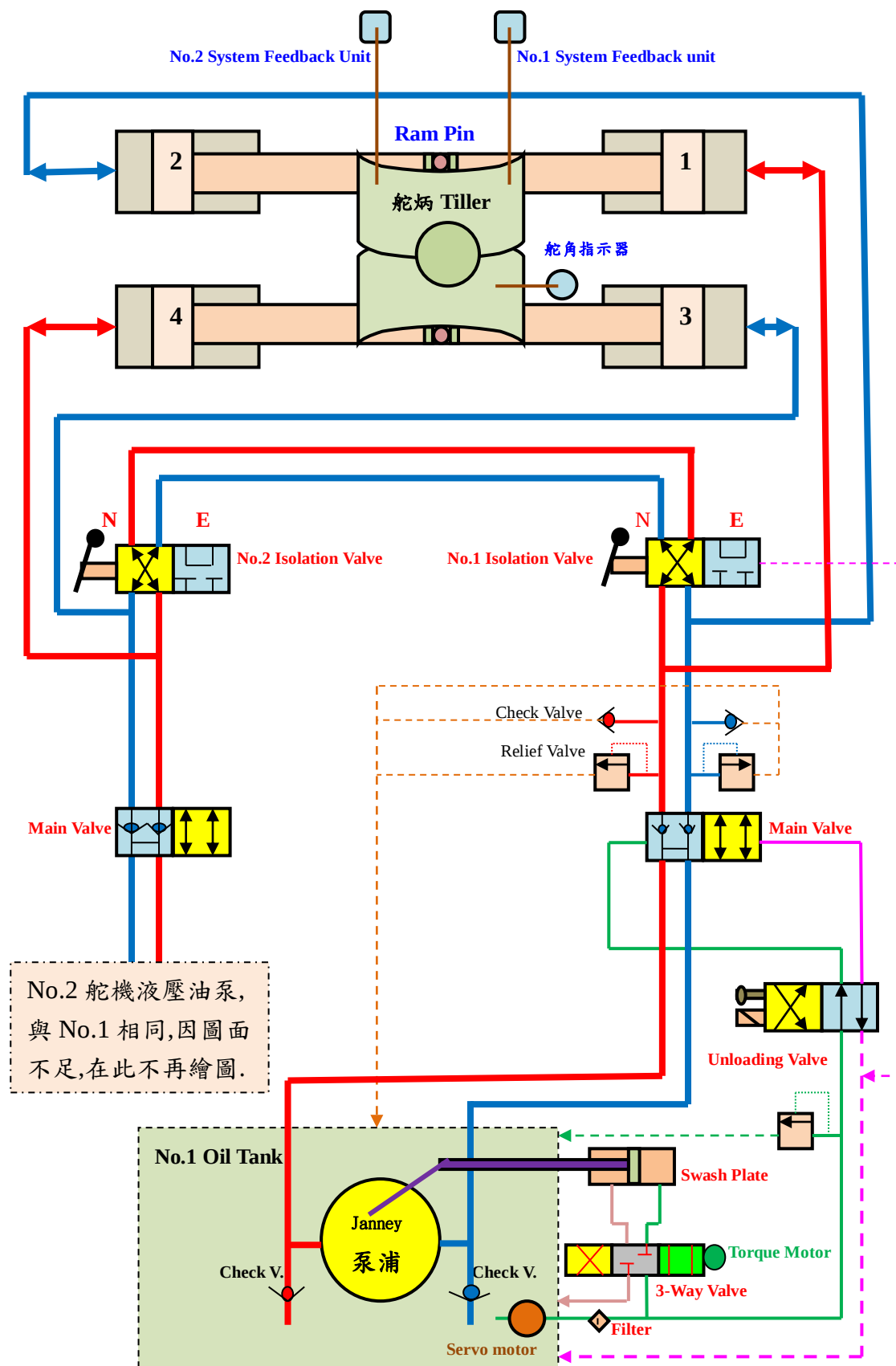
## 二. 兩缸型舵機(實用篇,萬海 16X 系列船使用)

- (1) 這篇加了安全閥、舵角指示器、Feedback unit 及 ABCD 四個手動切斷閥。
- (2) 兩個 Feedback Unit 傳送實際舵角至駕駛台 No.1 & No.2 操舵系統。
- (3) 標準舵速-由一側的  $35^{\circ}$  轉至另一側的  $30^{\circ}$  (合計  $65^{\circ}$ ) 為 28 秒(一台舵機)。
- (4) 左右舵最大角度  $35^{\circ}$  ,Limit switch 裝在 Feedback unit 內,限制在  $37^{\circ}$
- (5) 以下圖示:No.1 舵機操右舵中;No.2 舵機停止中.試看看是否能看懂?



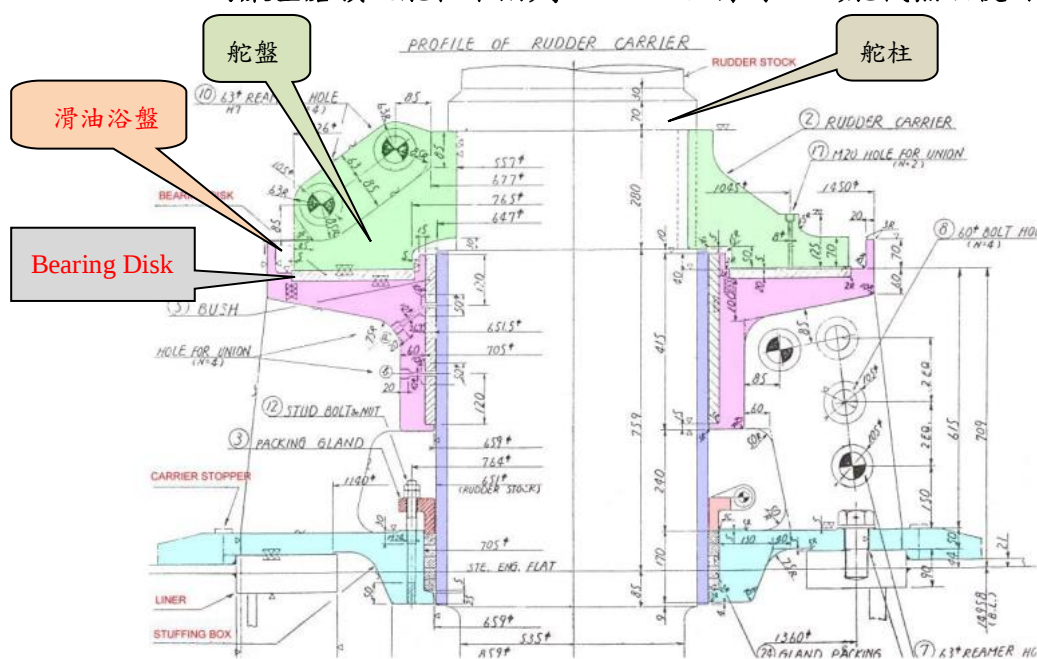
### 三. 四缸型舵機(實用篇,萬海 23X 系列船使用)

此型又增加一些裝備, 先試看看是否能看懂? 不了解之處, 可看下一頁說明



1. 正常操作 (左右舵由 Swash plate 來操控,請先看第九章說明,較易瞭解)
  - (1) 啟動舵機馬達後,Servo motor 將同時啟動,Unloading Valve 激磁
  - (2) Pilot oil→Servo motor→Filter→分成(a) (b)兩路.
    - (a) 3-Way valve→如選擇左邊方塊→滑油進入油壓作動缸左側→Swash plate 傾斜至左邊,舵機向左舵方向運行.  
選擇中間方塊→Swash Plate 至中央位置,油壓泵空轉,舵機不動.  
選擇右邊方塊→滑油進入油壓作動缸右側→Swash plate 傾斜至右邊,舵機向右舵方向運行.
    - (b) Unloading valve(激磁)→滑油走左邊方塊(交叉路)→推動 Main valve 右邊→右邊方塊成雙向通路(液壓油泵之液壓油方可通行).
  - (3) 主液壓油→液壓油泵(左右舵取決於 Swash plate 之角度)→Main valve→No.1 Isolation valve 手動操作桿正常位置 N(Normal)→走左邊方塊(交叉路)→後續如何走?請自行看紅色及藍色線路圖.
  - (4) 任何情況下 Unloading Valve 都必需激磁,舵機才能使用.(如電磁閥故障或現場操舵,將 Servo motor 電源關閉時,可用手動推進去才能成通路)
2. 緊急操舵(No.3,4 油壓缸洩漏或緊急發電機供電時,用 No.1,2 油壓缸操舵)
  - (1) No.1 Isolation Valve 用手動放在 E(Emergency)位置(右邊方塊-斷路).
  - (2) Unloading Valve 激磁,走左邊方塊(交叉路)
  - (3) Main Valve 成通路,走右邊方塊成雙向通路
  - (4) 僅 No.1 & No.2 油壓缸操舵.
  - (5) 緊急發電機供電時,請用 Low running 運轉,船速需減至半速航行.
  - (6) 如 No.1,2 油壓缸洩漏,僅用 No.3,4 油壓缸操舵時,需改用 No.2 舵機, No.2 Isolation Valve 放在 E(Emergency),只要看懂以上說明,就知道如何操作.
3. 注意事項
  - (1) Pilot oil 溫度低於 10°C 以下,濾網可能因黏度太高,造成堵塞,因此在嚴寒地區,在港時建議保持一部舵機空轉,保持油溫.
  - (2) 機艙發電機跳電時,緊急發電機之電源,僅供應 No.1 舵機,此時請使用低速操作並採用上述 2.緊急操舵方式操舵.
  - (3) 舵柄上接有兩組 Feedback unit(回授自動舵系統,修正舵角)及一組舵角指示器(如舵角有誤差,可調整其連桿 Turn-Buckle 的長度或調整內部之 Potentiometer),萬一發現舵角錯誤或自動舵失效,請檢查是否連桿螺絲斷裂或脫落.
  - (4) 每組 Feedback Unit 內部設有 2 組 Limit Switch,用於限制左/右舷轉動舵角不可超限,Feedback Unit 之 Follow-up Potentiometer Shaft 與 Tiller 以連桿方式連接,轉動軸有裝設凸輪(Cam),當 Follow-up Potentiometer Shaft 達一定角度時,其凸輪將接觸 Limit Switch 使其作動,使 Torque Motor 停止轉動.

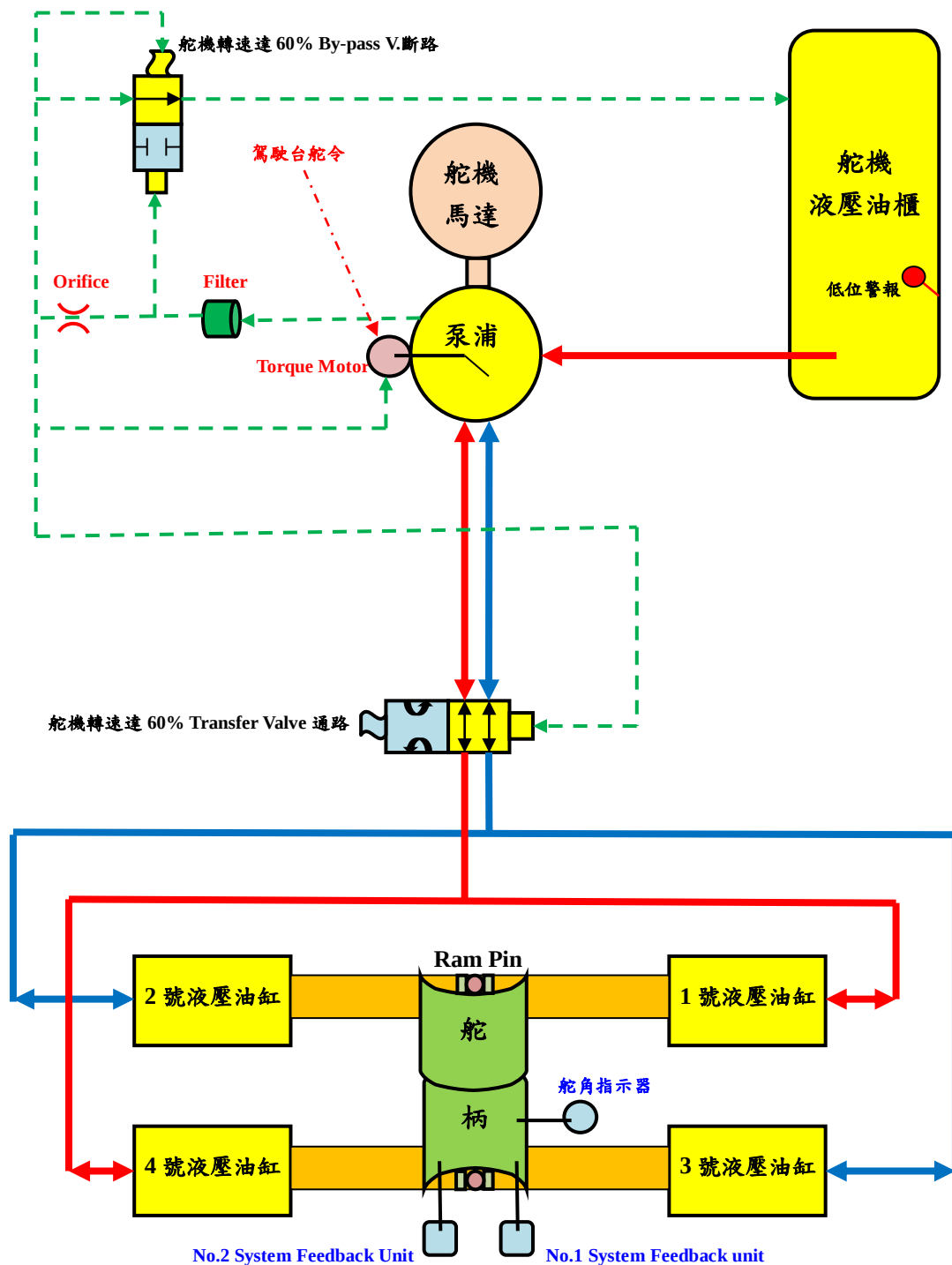
- (5) 駕駛台操舵故障時,請先換用另一個System,仍不行時,再使用NFU(Non follow up)NFU不經過Control box控制,直接以電子訊號操作Torque Motor與現場操舵相同,但在NFU操作時,實際舵角並不受 Feedback Unit任何影響,需特別注意舵角之變化,真實舵角並不會 Feedback至原先控制迴路中,故此時操作者須特別小心操控,當看到舵角已至30度,就要立刻將NFU Lever Release回中央位置,如未扳回中央位置,舵會繼續走,直到Ram碰到油壓缸內之Stopper,被強制停止,這時舵角已達37.5度,Ram撞到Stopper也會有些碰傷。
- (6) 液壓缸(Cylinder)與撞柱(Ram)之間配置有特殊襯墊(Special Packing, V Packing)作為油封防止液壓油洩出.此外舵機在液壓缸內設計有一機械式的舵角制動裝置(Mechanical Stopper),設定為舵角37.5 度,用以限制撞柱(Ram)於液壓缸內不可超過此行程。
- (7) 舵柱Bearing disk滑油浴盤,需保持乾淨之滑油,不可有牛油,因牛油會堵塞Bearing disk表面的12條滑油孔道造成潤滑不足.舵盤(Carrier)與Bearing disk之間經長年累月的磨擦接觸,如潤滑不足將會造成Bearing disk的嚴重磨損及舵柱下陷,導致Tiller碰觸到Ram,舵機無法使用。



#### 四. 四缸型舵機(大型船採用, 陽明結型船)-如不了解請看 4. 操作說明

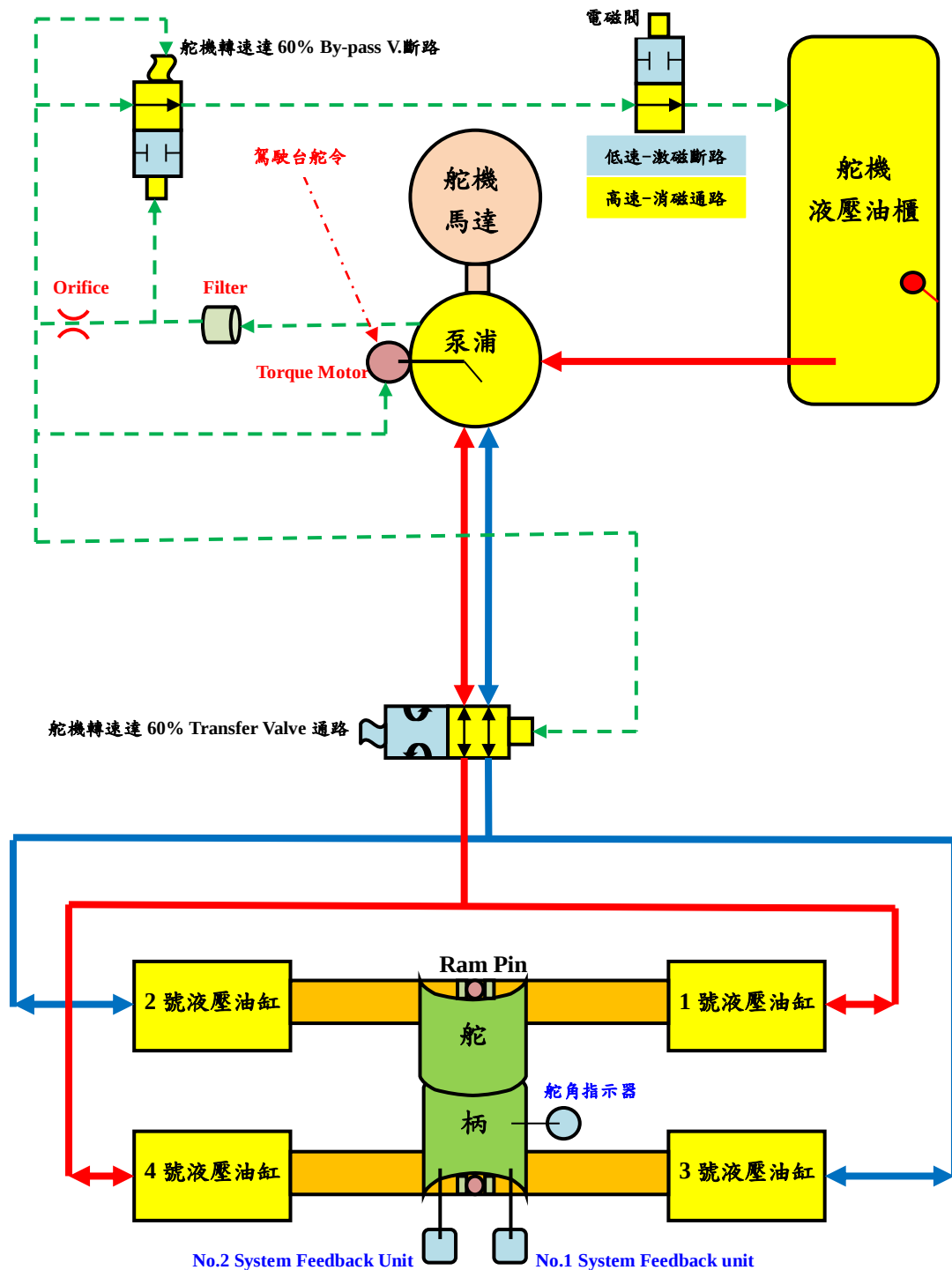
1. 這型舵機系統-與以往的系統不太一樣,少了隔離閥,以前的 Unloading valve 改成 By-pass valve,當液壓油泵啟動,轉速需達 60%以上,此閥才關閉.啟動前開啟洩壓,待油壓建立 Orifice 產生壓差後才關閉;轉速達 60%以上,Transfer Valve 才成通路,少了 Servo motor, Pilot oil 由泵浦供應.
2. 這型船有四台舵機,No.1 舵機供緊急舵使用,因此與另外三台略有不同,本頁先介紹 No.2,3,4 舵機,下一頁介紹 No.1 舵機

以下簡圖, 僅做教學用, 缺少了一些安全閥, 止回閥等, 詳圖請看說明書.



3. 在緊急發電機供電的情況下,因電力上的不足,設計上僅供電 No.1 舵機,只有這台舵機裝設低速運轉,除此之外與其它舵機不同處,就是 No.1 舵機的 By-pass valve 後面加了一個電磁閥,正常情況(高速)消磁,沒有作用,保持通路;但當使用低速運轉時,這個電磁閥激磁(因低速時,By-pass valve 壓力不足,無法關閉,只好用它後面的電磁閥幫它關閉),差別之處,在此而已.

以下簡圖, 僅做教學用, 缺少了一些安全閥, 止回閥等, 詳圖請看說明書.

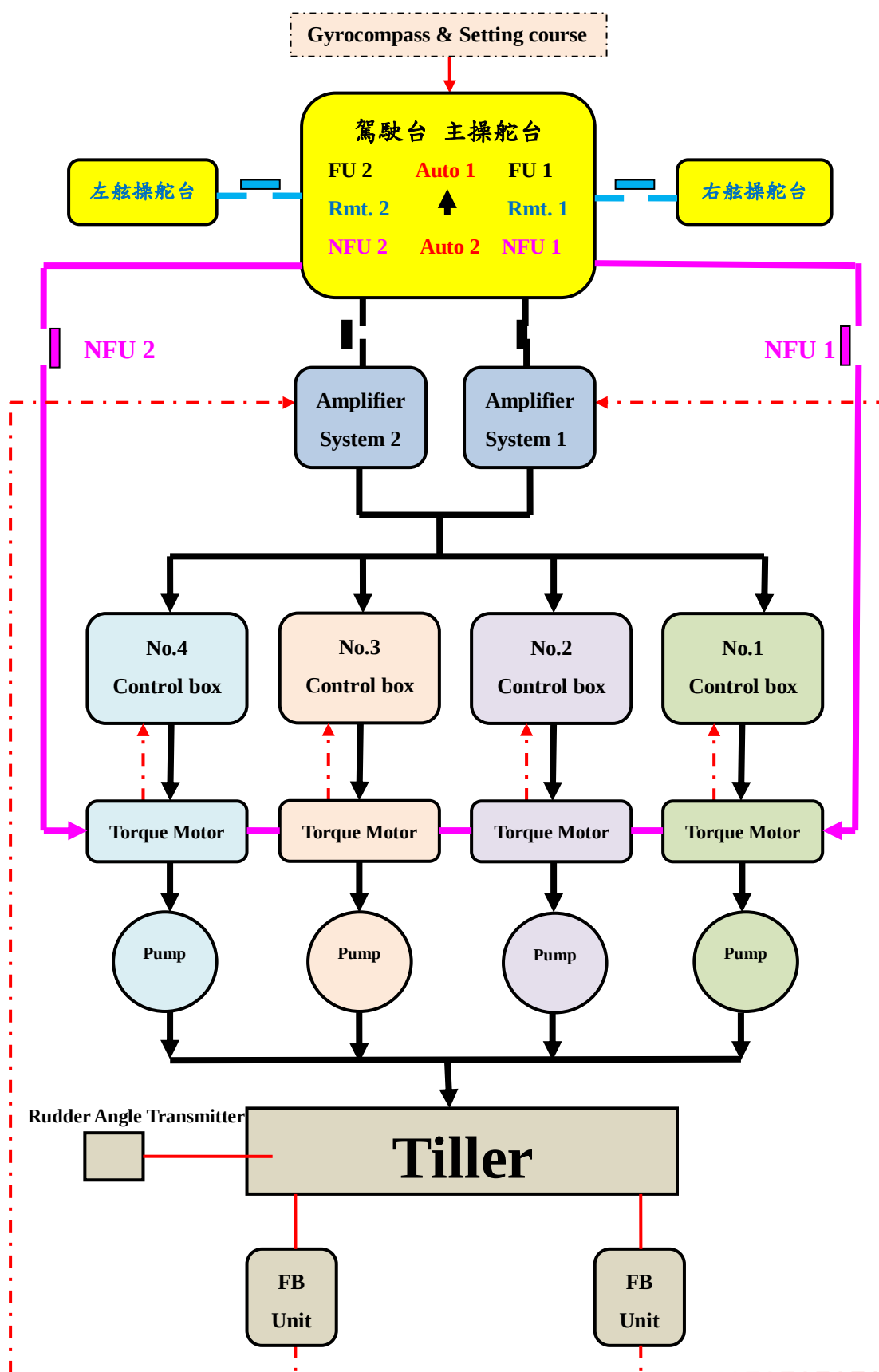


#### 4. 操作說明

- (1) 手操舵有一操作桿接著 Torque Motor, 這個 Torque Motor 與 Servo Controller 相連接, Servo Controller 有一連桿去改變 Janney Pump 的傾斜板(Swash plate), 以此來操控舵的方向及舵速; 正常時均由駕駛台, 傳過來的電子信號操控 Torque Motor.
- (2) 這型舵機系統與以往的系統不太一樣, 少了隔離閥, 以前的 Unloading valve 改成 By-pass valve, 液壓油泵啟動後, 必需轉速達 60% 以上, 滑油壓力建立後, By-pass valve 才會關閉, 同時 Transfer Valve 才會成通路, 方能操控舵機.
- (3) 電機 Black-out 時, 緊急發電機啟動, 僅提供電源給 No.1 舵機.
- (4) 遇上舵機液壓油管破裂時, 可採用 2 缸運轉之模式, 依實際情況, 關閉某些閥, 使用低速運轉(僅有 No.1 舵機有此裝置), 在此情況下船速必需減半, 舵角不可超過 15 度.
- (5) No.1 舵機能夠低速運轉, 除了馬達有裝設低速運轉之功能, 在液壓油系統上的 By-pass valve 之後, 加了一個電磁閥; 因低速運轉時, 液壓油壓力不足, By-pass valve 無法關閉, 因油壓不足, 造成 Transfer valve 無法成通路, 這時只要電磁閥激磁, 關閉液壓油回油櫃之通路, 油壓建立後, Transfer valve 開啟, 舵機就能作動; 操作時, 僅需將 No.1 舵機控制箱的 Emergency Source Switch 電源 On 上, 再按下 Motor Running Low 按鈕, 即可低速運轉, 此時船速必需減半, 舵角不可超過 15 度.
- (6) 進行機側手動操作時, 需將舵機房的 Rudder servo unit(Control box) 選擇鈕放在 Local(正常放在 Remote), 然後用 Local NFU Control 鈕, 按 PORT or STBD 來操控舵的角度.
- (7) 曾發生開航前, 啟動舵機時, 因天氣太冷(室外溫度  $7^{\circ}\text{C}$ ), 舵機啟動後, 就出現濾網堵塞之警報, 主要原因是天氣太冷導致液壓油黏度過大, 請三副將舵機左右不斷擺動, 同時在油管外部用噴燈加熱, 約 10 分鐘左右後恢復正常, 說明書上也有提到室外溫度  $10^{\circ}\text{C}$  以下, 必需提早啟動舵機, 讓它暖機一下, 或是到港時保持一台舵機持續運轉(在港時舵機房通風關閉), 以免溫度太低, 黏度過大, 影響開船時間.
- (8) 每次檢查舵機時, 需注意 Ram & Tiller 之間隙及舵柱下陷指示針, 此相片中可判斷舵機 Bearing Disc 已磨耗, 舵柱下陷非常嚴重.



## 五. 舵機操控系統圖 (陽明結型船)



1. 當操舵台,選擇在 Auto 1位置時, System 1接點接上, Gyrocompass偵測船舶艏向(Heading)資訊後,傳至駕駛台主操舵台(Steering Stand),配合船副設定的方向,經 Steering Stand內部System 1 & 2 運算及放大後,下達舵令(電子訊號)至Control Box內,驅動Torque Motor轉動, Torque Motor以連桿方式與液壓泵相連結,推動液壓缸內的撞柱(Ram),用油壓推動舵柄(Tiller)至所需要之角度。
2. 在舵柄(Tiller)上的左右兩側,接了兩根連桿至兩組 Feedback Unit,其內部有Linear Synchro裝置,可將實際轉動之舵角轉換為電子訊號,傳回駕駛台之Steering Stand的System 1 & 2。
3. 每組Feedback Unit內部設有2組Limit Switch,用於限制左/右舷轉動舵角不可超限,Feedback Unit之Follow-up Potentiometer Shaft與Tiller以連桿方式連接,轉動軸有裝設凸輪(Cam),當Follow-up Potentiometer Shaft達一定角度時,其凸輪將接觸Limit Switch使其作動,使Torque Motor停止轉動(停止轉舵)。
4. 駕駛台之Steering Stand接收Feed Back Unit傳回之實際舵角轉動之角度後,再與『初始舵令』作比較計算後,產生一舵角誤差訊號(Rudder Error Signal),再將此誤差訊號傳至舵機房之Control Box內。
5. 在此同時, Torque Motor亦藉由內部之Linear Synchro將Torque Motor實際轉動之角度(位置)訊號(Shaft Position Signal of Torque Motor)經Buffer Amplifier轉換為電子訊號後,同樣傳回Control Box內。
6. 來自Steering Stand之舵角誤差訊號(Rudder Error Signal)與來自Torque Motor之實際轉動角度訊號(Shaft Position Signal of Torque Motor)在舵機房之Control Box內組成伺服迴路(Servo Loop),Control Box會將上述之舵角誤差訊號與Torque Motor之實際轉動角度訊號做比較,兩者間之差異值再經Control Box內之Power Amplifier放大後輸出,作為控制Torque Motor轉動之主要控制訊號。
7. 只要Steering Stand之舵角誤差訊號(Rudder Error Signal)不為零時,也就是實際舵角與舵令所要求之舵角不同, Control Box就會控制Torque Motor持續作動液壓泵內部傾斜板(Swash Plate),直到舵角誤差訊號為零時, Torque Motor才會停止作動。
8. 在Tiller中間位置,另外接有一個舵角傳送器(Angle Transmitter),傳送舵角至駕駛台(包含兩翼)、機艙及舵機房的舵角指示器。
9. 本型船操舵台上,並沒有裝設選擇 System 1 & System 2及左右翼操傳台之選擇開關,僅用一個開關做所有的選擇,例如: Auto 1(一號系統的自動舵), Auto 2(二號系統的自動舵), FU Helm(手操舵), Rmt 1(一號系統遠隔控制,也就是左右翼控制) Rmt 2(二號系統遠隔控制,也就是左右翼控制), NFU (不經過 Control box控制,直接以電子訊號操作Torque Motor與現場手操舵相同)。

## 六. 舵機故障處理及判斷(陽明結型船)

1. 舵機自動舵故障時, 可先轉換成手動, 原因: 可能是 System 1 (Gyrocompass、設定值、放大器等)或 Feedback unit 出了問題.
2. 如仍不行, 可能 System 1 或 Feedback unit 有問題, 可換用 System 2.
3. 如仍不行, 也可能是使用中的 Control Box 有問題, 可換一台舵機測試
4. 如不管換任何一台舵機, 自動手動皆有問題, 就可能出在 Feedback Unit、Gyrocompass等, 可轉換成Non-Follow Up(NFU)來操作, 操作如下:
  - (1) Steering Stand切換至NFU, 將使Follow up selector relay消磁, NFU電路接通.
  - (2) 在NFU模式中, 直接以駕駛台之 Steering Stand機檯上之NFU Lever來操控 PORT order relay及STBD order relay. (按壓則通電, 不按壓則消電), 此時的操控電路不經過 System 1 & 2及任何的Control Box, 直接由駕駛台操控Torque Motor去改變舵角. 這種方式和現場用手推動Torque motor操舵完全相同, 唯一差別就是一個用電子訊號, 另一個用手動.
  - (3) 在NFU操作時, 實際舵角並不受 Feedback Unit任何影響, 此時須特別注意舵角之變化, 若以 NFU方式或舵機房現場之調整桿直接手動操控舵機系統時, 須特別注意以下兩點:
    - (a) 使用舵機房現場之 Lever或 Push Bottom來操控時, 真實舵角並不會 Feedback至原先控制迴路中, 故此時操作者須特別小心操控, 當看到舵角已至30度, 要立刻將NFU Lever Release回中央位置, 如未扳回中央位置, 舵會繼續走, 直到Ram碰到油壓缸內之Stopper, 被強制停止, 這時舵角已達37.5度, Ram撞到Stopper也會有些碰傷.
    - (b) 因舵機控制系統之特性, 有時舵角會有偏離原先指定舵角之現象. 此時可用舵機房現場 Torque Motor上的 Lever 或 控制箱上的 Push Button來操控舵機, 使其正確的至指定之舵角.
5. 請參照以上『五. 舵機操控系統圖』各種路徑一一測試, 就能找到問題, System 1 & 2 裝設在駕駛台, 電路較為複雜, 牽涉的問題有很多, 可能需要專業人員才有辦法解決, 但基本上如能善用以上流程圖, 就能查出問題出在那一部分, 如只是個小問題, 或許就能解決.
6. 船副們在開航前, 在進行舵機測試時, 務必一台一台的測試, 不可2-3台舵機一起試驗, 因故障的舵機, 會被好的舵機帶著走, 很容易造成我們的誤判.

## 七. 裝備說明(陽明結型船)

### 1. Control Motor Unit (Torque Motor)

- (1) Torque Motor: 內有定子與轉子, 根據Control Box之控制訊號, 通電後, 根據電流大小及方向產生扭矩, 用以轉動液壓泵之傾斜板.
- (2) Linear Synchro: 以連桿方式與Torque Motor相連接, 主要功能為將

Torque Motor之轉動位置訊號傳送至Control Box,可藉由打開馬達後蓋來進行Linear Synchro之零點調整。

(3) Buffer Amplifier:放大Torque Motor之轉動位置訊號。

## 2. By-pass Valve

(1) 此閥裝配於 Filter後方之Pilot Oil Piping管路上, 包含Valve Body, Orifice, Spool, Return Spring以及Push Rod.

(2) 馬達啟動時若未到達額定轉速之 60%時, 此時 Orifice之前後壓差無法大到可推動 Orifice 之程度, 此時液壓油經此 By-pass Valve液壓油往下流回液壓油櫃, 而無法進入系統中. (By-Pass)

(3) 從泵浦打出之液壓油壓力加大時, 因 Orifice前後之壓差而使得使 Orifice 向右移動, 進而帶動 Spool 克服彈簧壓力向右移動, 關閉了回液壓油櫃的油路, 液壓油就進入系統中, 至 Troque Motor( Servo Controller)及Transfer Valve.

## 3. Transfer Valve

其主要功能是(1)當電機突然跳電或Hydraulic Pump停止,Transfer Valve就會立即切斷液壓管內 之通路,藉此保護Hydraulic Pump免於遭受舵機反向液壓之衝擊.(2)當 Hydraulic Pump不使用或Stand-By狀態時,在Hydraulic Pump之Suction Port及Delivery Port之間,Transfer Valve提供By-Pass油道.因此Hydraulic Pump可以在無負荷狀態(No-Load Condition)下啟動.

## 4. Safety Valve

Safety Valve主要之目的是為了防止當舵板遭受異常阻力(如Rough Sea)而造成Rudder 及Steering Gear之損壞.

## 5. Valve Block

Valve Block主要由Manifold Block(包含Logic Valves、Transfer、Retainer、Manual Isolation Valves、Stop Valves以及By-pass Valves所組成;Relief Cartridge valves內建於Valve Block之Retainer內,與Logic Valves配合將過大之液壓洩出,作用相當於安全閥(Safety Valve).在No.1 及No.2 Hydraulic System中均配置1組Valve Block於其主液壓管路系統中

## 6. Repeat Back Unit (2組)-也就是Feedback Unit

(1) 將實際舵角訊號傳送至駕駛台之Steering Stand(Auto Pilot)：

因Repeat Back Unit與Tiller以連桿方式連接,且Repeat Back Unit內部有Linear Synchro及Buffer Amplifier裝置,故可將Tiller連桿之轉動角度轉換為電子訊號。

(2) 防止舵角轉動超限：

每組Repeat Back Unit內部設有2 組Limit Switches,用於限制左/右舷轉動舵角不可超限.Repeat Back Unit之Follow-up Potentiometer Shaft與Tiller以連桿方式連接,轉動軸有裝設凸輪(Cam),當Follow-up

Potentiometer Shaft達一定角度時,其凸輪將接觸Limit Switch使其作動,使Torque Motor停止轉動(停止轉舵).

(3) 調整實際舵角位置

以Mechanical Lever完成上述之調整後,當Auto Pilot舵角設定值為0度時,調整Repeat Back Unit之Turn-Buckle使舵機真實舵角為0度.

(4) 調整舵的最大轉動角度

當附屬在Mechanical Lever上之Rudder Angle Stopper已經調整至可限制最大舵角轉動角度為37.5 度時,調整Repeat Back Unit之Limit Switch或者是Auto Pilot之Limit Switch,使其限制對舵柄最大轉動角度限制為35.5 度~35.8度.

(5) 零位調整:

(a) 調整Linear Synchro :

當舵角為零時,鬆脫Linear Synchro之3支固定螺絲後,旋轉Linear Synchro之Case使其箭頭Mark (Arrow Mark)與Linear Synchro Shaft上方之基準點(Dot)一致.調整後將原先Linear Synchro之3支固定螺絲重新鎖回.

(b) 調整Limit Switch作動角度 :

藉由調整凸輪(Cam)相對於Follow-up Potentiometer Shaft之角度,可改變Limit Switch之作動角度.

7. 調整舵角指示器 (Rudder Angle Transmitter)

(1) 調整Control Lever於中立位置 (Neutral Position),並調整Tiller至舵角為零度之位置.

(2) 藉由Turn-Buckle調整Control Rod之適當長度使Torque Motor Lever與Control Lever 成平行狀態。

(3) 調整 Hydraulic Pump的中立位置(Neutral Position)

(a)切換舵機系統至現場手動操作模式,啟動No.1 Hydraulic pump.

(b)當Mechanical Lever於中立位置(Neutral Position)時,確認舵角是否有轉動角度(正常狀況應為保持0度不動),若此時舵角有轉動,須調整『Neutral Adjusting Bolt』

(c)完成調整後,須以Tongued Washer及Split in將Turn-Buckle固定.

(d)停止No.1 Hyd. pump,啟動No.2 Hyd. pump重複上述調整程序.

(e)停止No.2 Hyd. pump,開啟No.3 Hyd. pump重複上述調整程序.

(f)停止No.3 Hyd. pump,開啟No.4 Hyd. pump重複上述調整程序.

8. 調整舵的速度

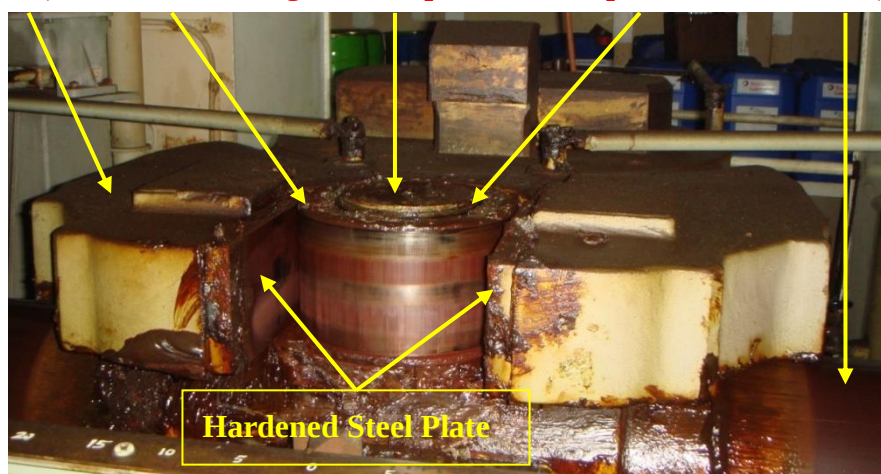
可使用Auto Pilot及現場手動模式操作舵機來確認舵機轉動速度是否符合法規要求,若轉動速度過慢,調整附屬在Mechanical Lever上之Rudder Angle Stopper使其可限制最大舵角轉動角度為37.5 度.

9. Roller bearing & Ram pin bush

- (1) Roller Bearing 與 Ram pin bush 組裝在一起,採銅合金材質製成,新品就已將固態潤滑劑(Solid Lubricants)埋入於 Ram pin bush 內側,因此 Ram-pin 與 Ram pin bush 之間,永遠都不需再加牛油去潤滑。
- (2) 舵機有 4 組 Roller Bearing 與 Ram pin bush(前上、前下、後上、後下)。
- (3) Hardened steel plate 採用較硬之材質,比較不容易磨損。



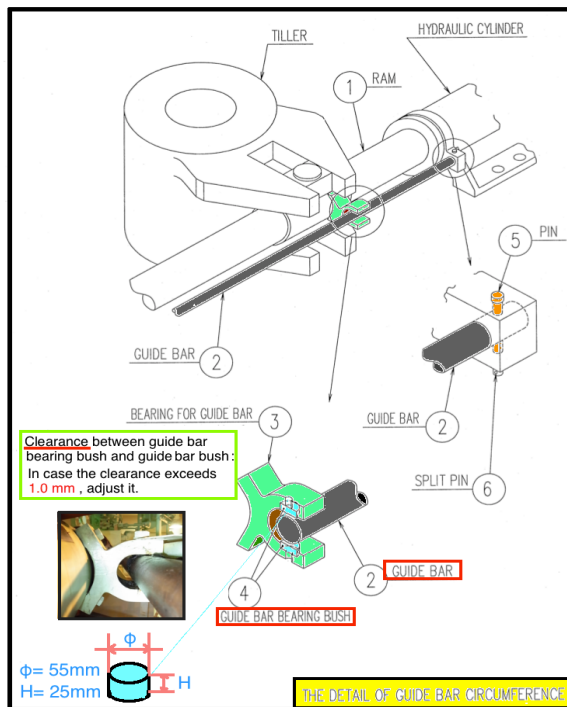
**Tiller(舵柄)    Roller bearing    Ram pin    Ram pin bush    Ram(撞柱)**



#### 10. 調整Guide Bar & Bearing Bush間隙

Guide Bar(2)及Guide Bar Bearing(3)主要功能是防止Ram(1)轉動, 當舵機運轉時, 轉動力(Turning Force)沿著Guide Bar直接作用在Ram及Guide Bar Bearing Bush(4),而使Bush推向Guide Bar,若Guide Bar及Guide Bar Bearing Bush之間隙超過1.0 mm(最大容許值),則需依照以下程序進行調整。

- (1) 於Tiller角度為0度時, 切換舵機操作模式為手動操作模式。
- (2) 拆除Pin及Split Pin使Guide Bar可延軸向抽離Guide Bar Bearing。
- (3) 插入Washer 於Guide Bar Bearing及Guide Bar Bearing Bush之間, 調整Guide Bar及Guide Bar Bearing Bush之間隙為0.2 mm~0.4 mm。
- (4) 完成調整後, 將Guide Bar安裝回原來位置, 並鎖上Pin及Split Pin。

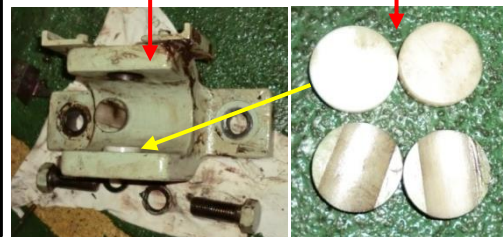


#### Guide bar bearing (Guide bracket)

上面的 Guide bar bearing bush (Teflon 製品)長時期與 Guide bar 接觸,會有磨損之情況,可申請一些備用,有需要時可換新。

Guide bracket

Bush

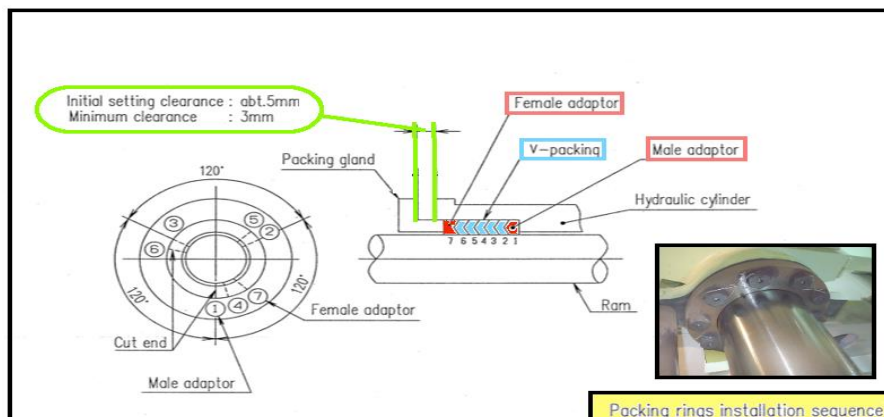


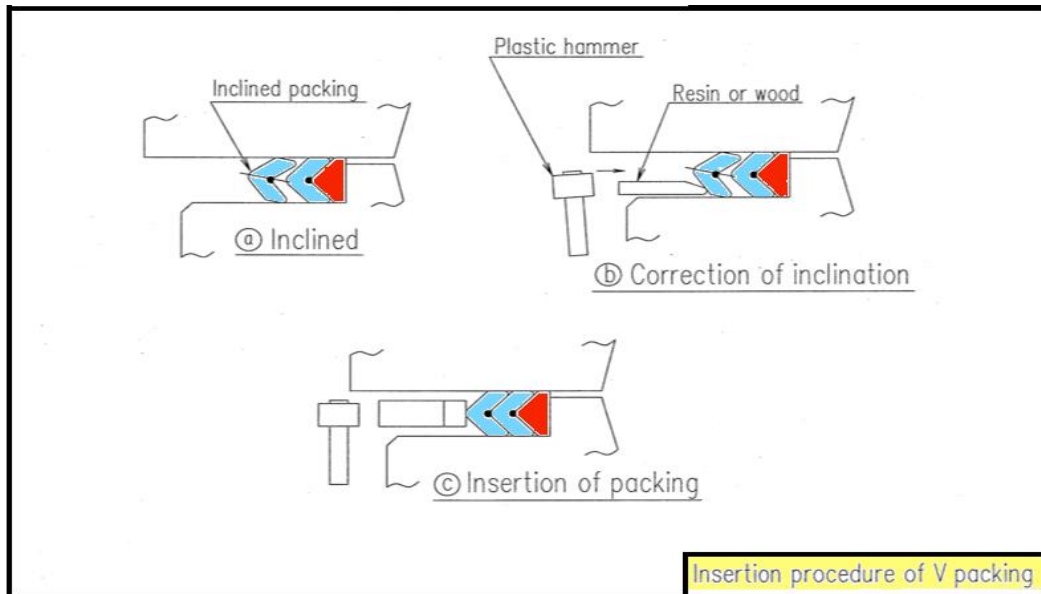
### 八. 液壓缸的V-Packing安裝注意事項

Hydraulic Cylinder之特殊Packing是由合成樹脂所製成的,包含5組V-Packing Rings及前後各1組Adaptor,總共有7組Rings,每組Ring均有一切口(45°斜紋切口)以方便安裝。

- (1) 正確安裝於Hydraulic Cylinder上,此特殊Packing可對高壓油發揮絕佳之密封及緊密效果,並且此特殊Packing有絕佳之耐用性。
- (2) 此特殊Packing之主要目的是預防當Ram運作時,高壓工作油由Hydraulic Cylinder處洩漏,另外為了預防轉舵時之往復運動造成此特殊Packing及Ram之不正常磨耗,須於Packing及Ram接觸面間充分潤滑。從潤滑觀點來說,此特殊Packing設計上每分鐘會有1~2滴工作油漏出以潤滑Packing及Ram接觸面。
- (3) 若上述漏油量增加(大於設計值),則須根據Re-tightening Procedure of (4) V-Packing重新締緊Packing Gland之螺絲。
- (5) V-Packing安裝步驟如下:(所有說明,請參考下圖)
  - (a) 徹底清潔Hydraulic Cylinder Stuffing Box及Ram之表面。
  - (b) 當特殊Packing就定位後,以工作油潤滑Packing及Adaptors。
  - (c) 逐個安裝Packing,每組Ring之斜紋切口與先前安裝之Ring相隔120°。(全部組Ring之斜紋切口均不可重疊,否則會導致漏油)
  - (d) 先將Male Adaptor Ring於Stuffing Box底部,然後逐個安裝V-Packing,相鄰之V-Packing需緊密靠緊,若壓入V-Packing時發生傾斜,使用樹脂棒或者是木棒輕敲,使其平順推至適當安裝位置。(切勿使用螺絲起仔等堅硬物進行敲打,以免損壞Packing及Ram)此外確認Packing間緊密安裝,且無間隙或者是重疊現象。

- (e) 完成5組V-Packing安裝後,最後安裝Female Adaptor.
- (f) 完成上述V-Packing及Adaptor安裝後,安裝Packing Gland,手動締緊Packing Gland之螺絲時,須注意斜對角螺絲之上緊順序且分段上緊以避免產生不平衡之狀態,切勿使用強力扳手進行上述螺絲之締緊,(Packing Gland與Cylinder之初始間隙值=5mm)
- (g) 過度締緊上述Packing Gland將導致過熱或者卡死之風險,或者Ram於運轉中會產生噪音,也會造成Packing提早磨耗,締緊Gland Packing應採分階段締緊,以使Packing在Ram之滑動面上充分磨合(Running in),當安裝新的Packing時,有時因內部Packing變形而形成溝槽(Gap),導致漏油現象.如發生此情況,再將Gland Packing上緊即可改善.
- (h) 完成螺絲締緊後,逐一檢查是否有漏油現象,若無漏油,將鐵絲穿過螺絲,倆倆固定以防止螺絲鬆脫.
- Caution:不正確地安裝將V-Packing將會導致漏油量大增.
- (i) 當運轉中若發現有漏油現象時,須重新再將Packing Gland上緊11
- (6) V-Packing再上緊的步驟如下:
- (a) 移除螺絲上之Safety Wire.
- (b) 量測Packing Gland 與Cylinder之間隙值(4點,上下左右),逐一上緊螺絲並以目視方式確認漏油量是否減少.(Packing Gland 與Cylinder之初始間隙值=5mm).
- (c) 使用Block Gauge確認(間隙值是否一致),斜對角螺絲是否均勻上緊.(間隙值差異不可超過0.2mm)
- (d) 在最初之上緊過程中,螺絲上緊量應介於0.8mm~1.0mm.
- (e) 轉舵一段時間後,多次重覆上緊螺絲並確認漏油量.
- (f) 若漏油現象仍有發生,進一步再將螺絲上緊.(第二次以後之螺絲上緊量為0.4~0.6mm)
- (g) Packing Gland 與Cylinder 之初始間隙值 $\leq 3\text{mm}$ ,漏油現象仍未改善,此時須換新V-Packing.
- (h) 最後將鐵絲(Safety Wire)穿過螺絲,倆倆固定以防止螺絲鬆脫.





### 九. 液壓油泵Swash Plate 作動原理: (與電控主機原理相同)

- (1) 基本的構造是用改變液壓泵內部傾斜板(說明書稱為Solid Cam亦可稱為Swash plate),來改變流量及方向。
- (2) 當傾斜板在平行位置(無任何傾斜),所有液壓缸與活塞一般高,馬達雖然旋轉,因其底座沒有曲拐軸,活塞自然不會進行上下往復運動,此時為無負荷運轉或空轉。
- (3) 當有外力(手操作或電子訊號)去改變傾斜板位置時(如左下圖),隨著軸的旋轉,所有活塞開始進行往復式的上下移動,活塞上行時-成為排出端;活塞下行時-成為吸口端;如需增加壓力,只要加大傾斜角度,活塞的上下行程就更大,進出口的壓力自然就大了。
- (4) 當舵要換個方向時,只需將傾斜板扳至另一方向(如右下圖),原來的出口端就變成吸口端,同樣,原來的吸口端就變成出口端.不需要用馬達正轉或反轉來改變液壓油的流向,這就是Janney Pump的特色。

