

船廠生產流程精度控制

指導單位：台灣國際造船有限公司

指導老師：林文德工程師

許惠玲工程師

學生：黃俊豪

就讀學校：國立高雄海洋科技大學造船系

題目 精度控制

摘要.....	3
1. 精度控制大綱	4
1-2 船體作業準則.....	4
1-3 目標.....	4
1-4 討論作業	5
2. 精度控制管制項目.....	5
2-1 設計處放樣精度.....	6
2-2 EPM 落樣精度	6
2-3 落樣割切作業精度	6
2-4 彎製作業精度.....	8
2-5 小組合作業精度.....	9
2-6 內業組合精度.....	11
2-7 安裝作業精度.....	13
2-8 軸係看中	22
3. 專題討論	24

摘要：

精度控制在船體製作流程相當的重要，每個生產過程，都需要精度上的控管，才可以確保生產的產品在一定的標準之內，才可以使產品生產過程合乎規定。從一開始的控管，到最後的安裝，如果可以做的相當完善，可以省下許多的成本與時間，故在生產上的精度是相當重要的，相對的也必須推廣精度的觀念給現場的施工人員，了解精度的意義，使精度控制的觀念更加落實。

1. 精度控制大綱：

船體上的精度控制很重要，也是重要的部門之一，每個 PACE 組件，從材料、放樣、切割、組裝…等都需要精度控制，確認每一個 block 精度都在控制的範圍，使後續作業順暢進行，並負責必要的監控及支援。

1-2 船體工程作業準則：

目的：

確保船舶建造期間，各階段製程符合合約、船籍法及建造規範之要求，成品半成品之品質特性與作業流程，透過書面制定，適用作業準則與管理系統予以規範與監控。

1-3 目標：

1. 上構以加工、內業小組件、中組件之精度為管制重點。
2. 內業組合以中、大組件及 block 為管制重點。
3. 安裝以 block 進行狀態、船殼外觀形狀尺寸為重點，並作問題重點蒐集及回饋資料檢討。
4. 工程處理迅速及聯絡協調順暢。
5. 建立有系統之統計資料庫。
6. 現場人員對於精度觀念的推廣。

1-4 討論作業：

1. 每月精度統計與分析。
2. 重點計測與報告。
3. 精度不良原因探討與因應對策。
4. 伸留量探討。(整形收縮、電銲收縮)
5. 計策表檢討。
6. 施工方法檢討。
7. 管制標準檢討。

2. 精度控制項目：

1. 設計處放樣精度。
2. EPM 落樣精度。
3. 落樣割切作業精度。(50mm 見合線，直線度，接板基準線)
4. 彎製作業精度。(冷彎、熱彎)
5. 小組合作業精度。
6. 內業組合精度。(平板 block、彎板 block)
7. 安裝精度。
8. 軸係看中調整。
9. 精度不良與誤作處理管制作業。

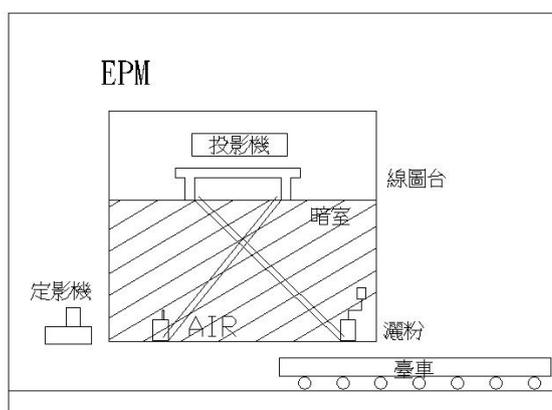
『精度標準以±2 為制定原則』

2-1. 設計處放樣精度

設計處放樣精度是屬於自檢方式，設計處必須注意放樣的精度，放樣會直接影響板材的割切精度，影響後續的作業。

2-2. EPM 落樣精度

EPM 落樣精度控制重點在於投影片與落樣於鋼板的比例，一般落樣的比例為十比一。落樣完成後會經由現場人員進行量測，如有誤差會依誤差值進行調整，並將檢測資料記錄於每日現場施工紀錄表。「抽樣重點長度, 寬度, 50mm 見合線, 及押端線」



(圖一)

EPM 投影原理

鋼板會經由進料線進行整料, 上漆, 等等作業, 再送到 EPM 投影進行電子落樣, 投影片經由放樣部門製作後, 以投影片十倍來投影, 過程中會經過灑粉, 投影, 除粉, 定影, 再進行人工檢查。

2-3. 落樣割切作業精度

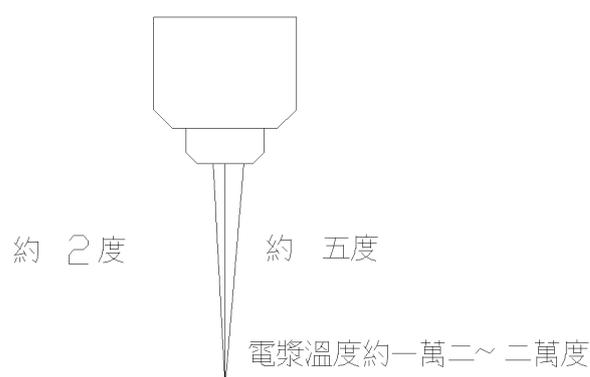
割切作業是以 PLASMA 電漿割切 (圖二) 來進行, 同時也可以以鋅粉進行落樣, 漸漸會取代 EPM 電子落樣。電漿割切的電弧因氣旋

會有角度，所以必須取較直面的電弧進行割切（圖三），割切進行中也須注意活嘴必須垂直於鋼板，注意以上二點，才不會使鋼板會產生割切角度，影響精度。活嘴與鋼板的距離也必須是 4mm（圖四），因電漿割切的電壓為 400v、溫度約一萬二千度~二萬度之間，太接近鋼板，會使鋼板的熔融過大，使成品太小。

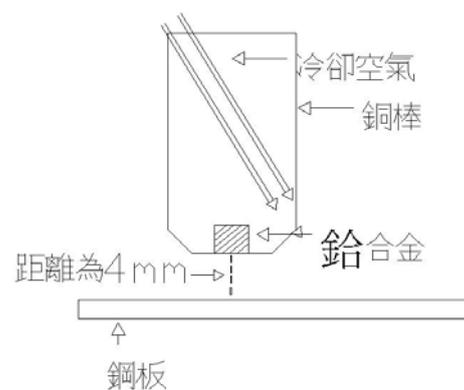
「檢測重點 50mm 見合線，slot 押端線高度，web ，fc ， slab 寬度」



（圖二）



（圖三）



（圖四）

2-4. 彎製作業精度

彎製作業分為冷彎（圖五）、熱彎（圖六）。冷彎因沒有動火所以稱之，為熱灣的前製過成，作業範圍為船體舢段部分曲度共通性或曲度較小及前後彎曲度不大區域之版。熱灣過程需要師傅的經驗，才可以將鋼板的曲度製作出來，是相當需要經驗的一份工作，工作範圍為首尾段部份之彎曲外版。



（圖五）

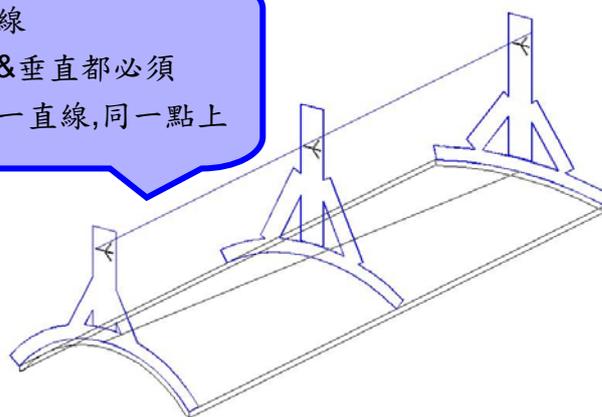


（圖六）



（圖七）

見透線
水平&垂直都必須
在同一直線,同一點上



（圖八）

每張樣板（圖七）上都會有一個記號，是用來量測水平和垂直的記號，再記號的同一邊上搭上一條見透線（圖八），確定每張樣板的高度都

依樣,表示鋼板的彎製作業已經完成,見透線之直線度,高度保持在管制界線內,而量測的數據也要記錄在計測表內。

「檢測重點:見透線之直線度,高度保持在管制界線內。」

2-5. 小組合作業精度

包含先行接板,小組合件,中組合件,反面構件之組合,及焊後整形,如果其構件精度不良,會直接影響下游單位包含內業,安裝等...浪費材料工時等。

小組合階段最多的就是電焊,分為重力焊接(圖九)、手工焊接(圖十)。重力焊接:速度,可以控制較多台,較節省人力,但是因為重力焊的溫度較高,熱應力變型量也大,所填的焊料也較多,所以漸漸會被替換。

「檢測重點,押端[單雙](圖十一),組合度,水平度,垂直度(圖十二),整形,施工用參考落樣線」



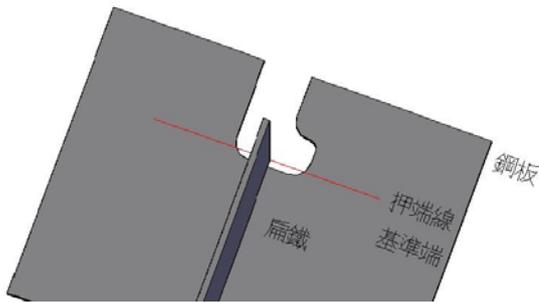
重力式
焊接

(圖九)



手工焊接

(圖十)



(圖十一)

押端：

扁鐵末端不能超過押端線且扁鐵也要注意是否有垂直於鋼板。



圖十二)

垂直度：

使用三角尺進行調整，確認型鋼或扁鐵的垂直度，必須注意刻有刻度的器材，勿拿來敲打，使工具變形，就無法準確量測。

由於焊接後的热應力收縮變形會影響後續的作業，所以需要將變形以背燒整形（圖十三）方式進行調整，減少構件的熱應力產生。



(圖十三)

背燒原理：

在焊道後方以瓦斯進行背燒，須注意此構件是否有開孔、骨材交錯等情狀，依不同的情況使用不同方式來進行背燒，不然會使構件往另依方向變形。



(圖十四)

見合線：

見合線的距離要準確距離為 100mm，功用為量測後接後的收縮量是否在管制範圍內。

見合線



(圖十五)

落樣線：

接板前必須確認落樣線的對齊，才可以進行點焊固定，方可開始接板作業。

落樣線

2-6. 內業組合精度

內業組合依平板及彎板分為生產線平板組合，平面模台平板組合、模台柱彎板組合。是將各小組合構件組合，稱為中組合，中組合流動是生產線也依有無蓋板分為 A 工程、B 工程。

內業組合計測重點：

「落樣：n/c 仕上圖(落樣圖，結構線與尺寸標示)，

Long 縱向組裝：基準押端，直角度

Web 橫向 FR&Grid 組裝；押端 垂直度 水平度」

A 工程計測重點： LONG 押端[依基準端]、直角度、WEB、FR 垂直度、押端、水平計測。

B 工程計測重點： 位移量測[錘測] 水平計測（圖十六）

量測水平的方法：



（圖十六）

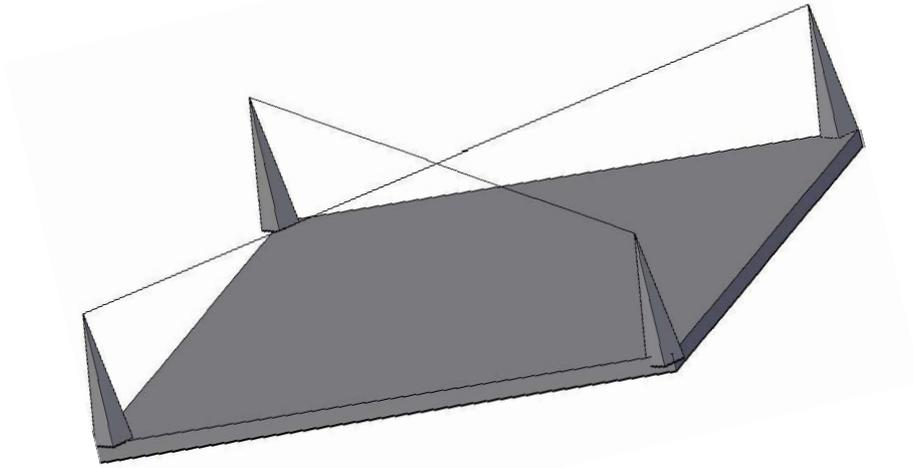
水平尺（圖十六）：量測組合構件的平整度，依塑膠管內的氣泡是否在線內來判斷。



（圖十七）

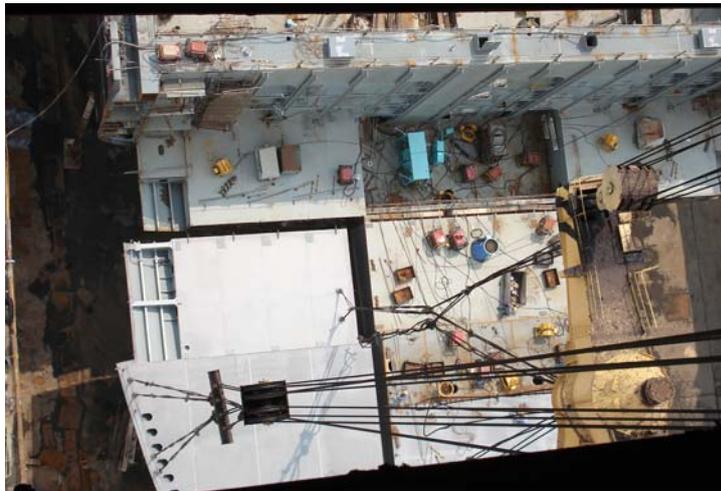
拉線量測：原理是再 BLOCK 四個角落焊上等高的小柱子或是契仔，在二邊對角方向綁上等高的線，另一方也綁上等高的線（圖

十七)，如果二條線上有間隙或是互相擠壓（圖十八），就是 BLOCK 的平整度不夠，再行做調整，而扭曲的高度為間隙的二倍。



（圖十八）

2-7. 安裝作業精度



（圖十九）

安裝作業是將內業組合好的 block 移至乾屋進行安裝組合，安裝組合有許多要點是要被注意的，安裝前要在工廠調整 block 的精度，預先調整 block 可以少 block 在屋底的時間，吊裝（圖十九）前也需建立地面參考線，

安裝後可以依地面參考線與 block 上先前做的記號，做安裝的調整。

調整 block 精度：

長度

寬度

直角度

對角線

水平線

垂測

地面參考線及基準線建立：

船體中心線 (center line)

1.2m 見合線

底板 seam 寬度

外板 seam 寬度

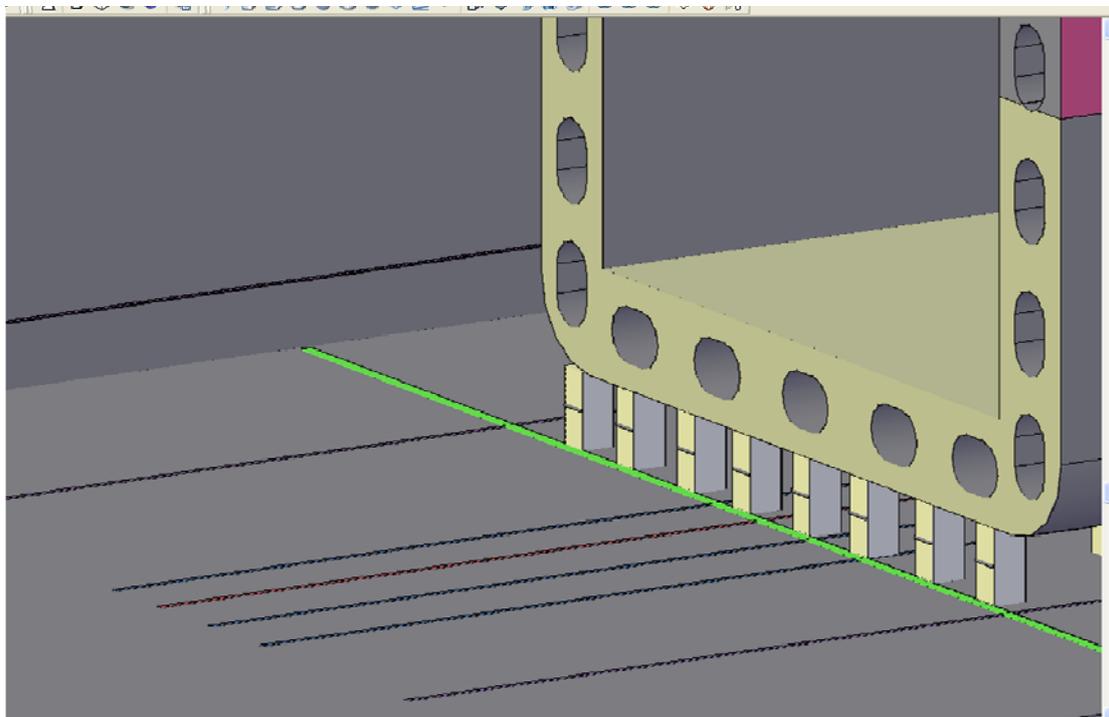
Block 艏 F. R 線

Block 之 butt 線位置

舵中心線

外板側寬度線

地面參考線及基準線建立：



(圖二十)

地面參考線的建立是為了方便安裝作業依地面參考線作為依據，進行BLOCK的安裝調整，事先必須繪製好屋墩水平參考線、中心線、1.2M見合線、BUTT BLOCK安裝進行線，等地面參考線。

Block 量測工具與方法：

I. 垂測：

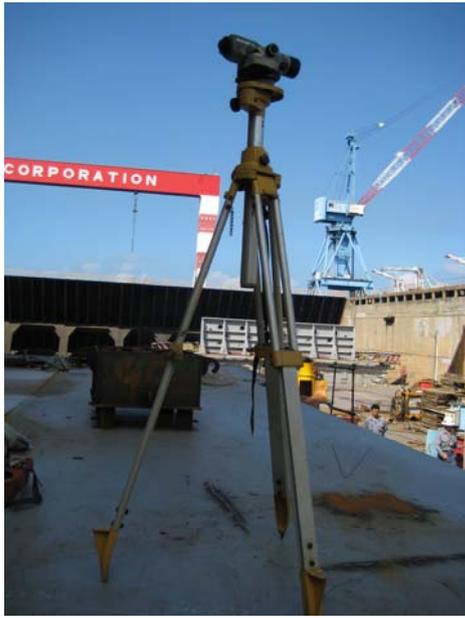
在 block 前後中心點，以垂測垂直向下對準事先繪製好的基準線，對 block 偏移量進行調整。



(圖二十一)

II. Block 水平量測：

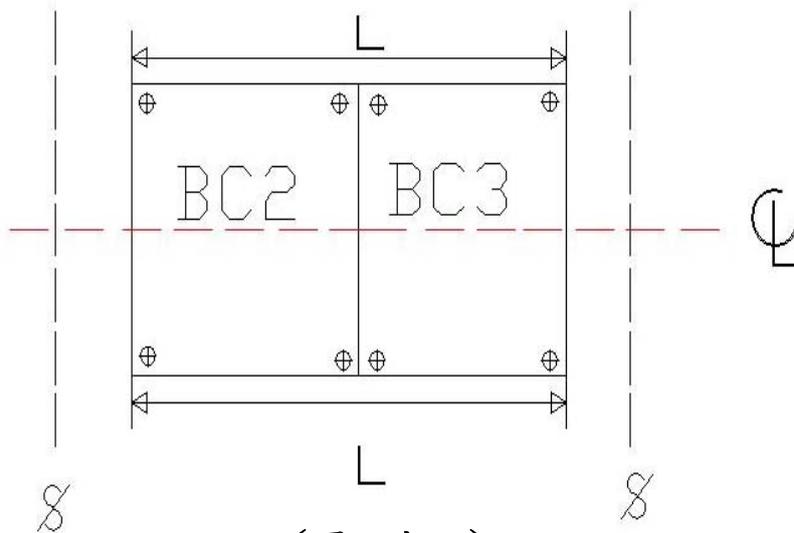
以水準儀（圖二十二）水平對準的特性，設定一點為基準點，以照準軸對準標竿（圖二十三）上的刻度，並讀出讀數紀錄之，再將標竿移至 block 與 block 焊道上方「block 四邊角處」（圖二十四），讀取數值，相互比較，可以看出 block 的水平上下偏移量進行調整。



(圖二十二)



(圖二十三)



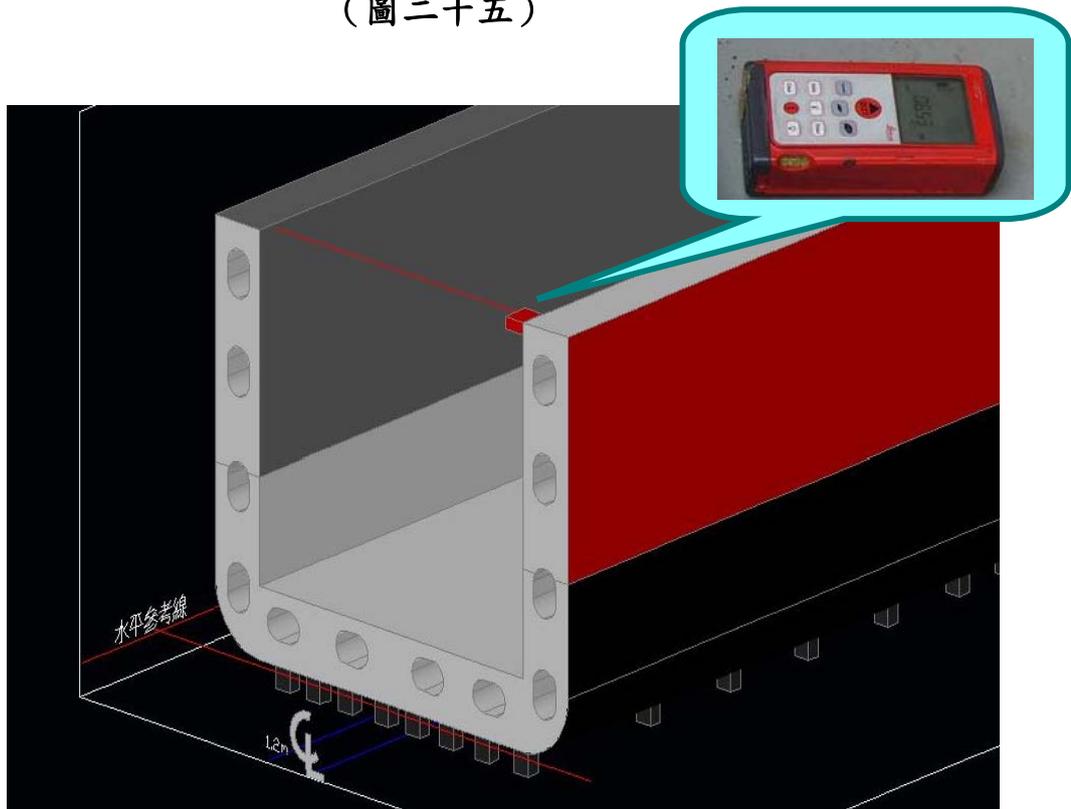
(圖二十四)

III. 寬度量測：

因貨櫃輪 (container ship) 最重要的就是距離一定要正確，因需要放置標準貨櫃，貨櫃以每 20 呎x8 呎x8.5 呎為單位 (teu 為單位)，所以每個 block 的距離都需要準確的控制，才可以放下標準貨櫃，距離的量測以紅外線測距儀 (圖二十五) 來執行。



(圖二十五)



(圖二十六)

「紅外線測距儀使用方法，從內部量至內部的距離」

IV. Block 垂直度與前後偏移量量測：

Block 偏移量與船型阻力、貨物裝載…等，都有很大的關聯性，所以需要以準確的儀器，進行block安裝的最後確認，如利用水準儀、經緯儀（圖二十七），進行船舶高度量測、Block 垂直度與前

後偏移量量測。



(圖二十七)

A. 經緯儀介紹：

1. 基座

2. 踵定螺旋

3. 水平氣泡照明

反光鏡

4. 垂直微動螺旋

5. 水平氣泡檢視鏡

6. 垂直角度盤照明反光鏡

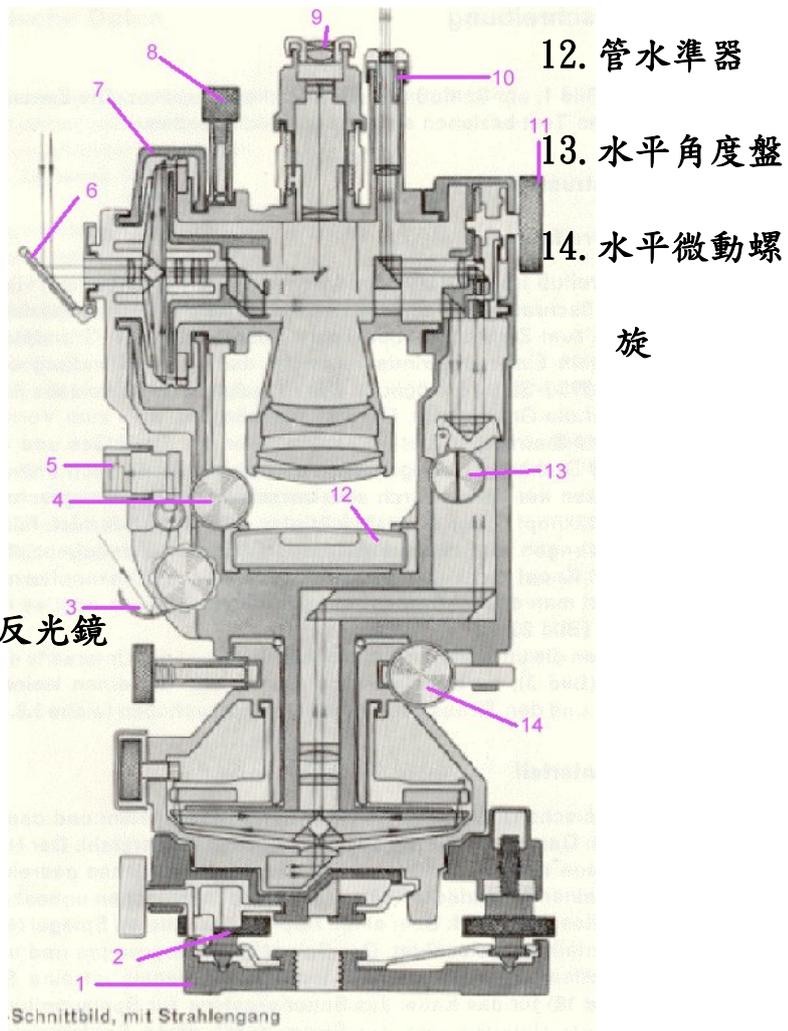
7. 垂直角度盤

8. 垂直制動螺旋

9. 目鏡

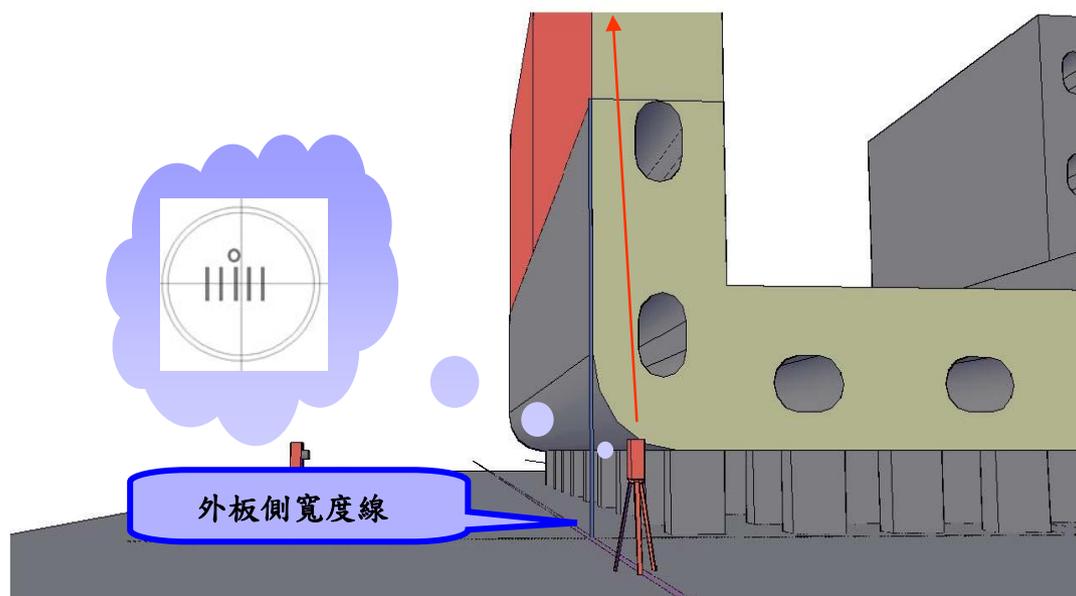
10. 測微器目鏡

11. 側微鼓旋轉鈕



(圖二十八)

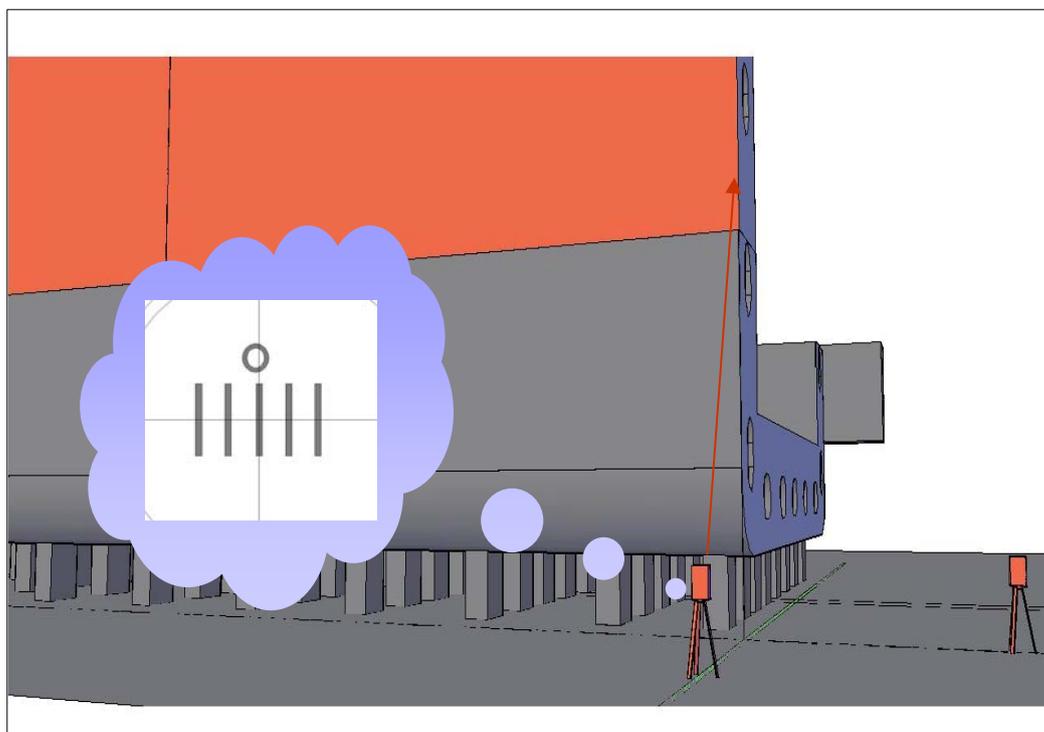
左右偏移量量測：



(圖二十九)

事先在 Block 外板上繪製刻度(單位 mm)，將經緯儀調整水平後，再將照準軸對準外板寬度線，以此線作為量測外板寬度基準線，再將照準軸對準 BLOCK 事先繪製好的刻度，讀出刻度就可以了解 BLOCK 左右傾斜的偏移量，如果有誤差的話則請現場的調整班進行 BLOCK 的調整。

前後偏移量量測：



(圖三十)

利用經緯儀調整水平後，對準 BUTT 安裝進行線，在再將照準軸對準 BLOCK 事先繪製好的刻度，讀出刻度就可以了解 BLOCK 前後偏移量，如果有誤差的話則請現場的調整班進行 BLOCK 的調整。

2-8. 軸係看中調整：

軸係看中是船體最後階段的工作，軸係必須要與主機、軸套，成一直線，如沒有成一直線，很容易造成軸套的磨損，船體的震動，效率無法達到等要求。

原理：

利用三點成一直線的原理，將引擎、I 架調整成為一直線。先是架好盲板（圖三十一），鋼絲線，再利用千垂的重量將鋼絲拉緊，確認第一步的校中（圖三十二）。



(圖三十一)



(圖三十二)

初步看中完成後，再利用經緯儀調整，將經緯儀放在船後方事先位置好的基準點，調整水平與對準軸基準線後，將照準軸角度調整為事先預定好的角度，進行調整，這是利用光穿過盲板、I 架、經緯儀三點，來進行量測調整。



(圖三十三)



(圖三十四)

討論：

精度作業再每一項工程上都需要，不單只是能夠在船體生產流程裡，每個工程裡都有精度控制的必要性，將精度控制在合理的範圍裡，使後續的作業不會因為精度不良而無法施工，因此精度控制必須做的很準確。

在現場的工作人員，也必須推廣精度的意義與觀念給他們了解，了解精度的重要性，不會只因測試片幾 mm 的誤差而不做機器的校正，從小的地方開始做起，到後來 block 的組裝，才不會誤差太大，無法安裝，所以對現場工作人員的精度觀念推廣，是相當有必要性的。