

文：洪景川

公式二 $SUQT A. D_E / B$ 的由來：由於俾葉旋轉吸入流受其本身傾角的限制，並非涵蓋整個船底寬度，而依其轉速的作用力直徑向前延伸，當RPM62轉時俾葉旋轉吸入流作用力直徑為15.9M，此表示船底其餘寬度並未受其影響，因此得 DE / B 。其艫坐情形如下圖三所示：

圖三：



AB點之間受俾葉吸入流的影響，產生了流速關係，該流速等於船對水速度，亦即，船對水摩擦速度。

BC點之間受俾葉吸入流的影響，在俾葉與俾葉旋轉吸入流作用力直徑之間產生了垂直深度差關係，於C點因曲面造型而失壓產生艫坐。

公式二 $SUQT A$ 最後除以2的由來：是因由船底平底處至俾葉間的船型收斂近乎呈兩側斜面45度角，亦即該段距離的浮力尚有約1/2，因此將艫坐量除以2。

若計算船速為一節時，依公式一 A 得俾葉旋轉吸入水流作用力直徑為4.03 M 至計算船速增為6.3節得俾葉旋轉吸入流作用力直徑為9.89M小於俾葉之直徑10.04 M, 而實際至船底仍有0.31M(H_D)，表示至此為止船舶行進之推力單由兩舷側之供水已足夠，並且沒有淺水效應的問題存在。至計算船速增為6.57節時(R.P.M. 25 轉)得俾葉旋轉吸入流作用力直徑為10.09M比俾葉之直徑10.04 M大0.05M，由此得知自計算船速6.57節開始之俾葉推進效率會藉由船底的水來提供協助推進，其實俾葉為了吸入水源問題，是裝置在船底部，再將兩側設計收斂，以取得三面吸水，這裏所言“藉由船底的水來提供協助推進”是指“力的分水嶺”亦即在俾葉流的作用力範圍內是負壓區／蹲坐範圍，為一“力的扭曲空間”，會使得船舶浮力喪失的範圍。因之，可假設6.57節以上的計算船速需要由船底的水供應的話，則求出在船底的吸入流作用深度與俾葉間之水位垂直深度差，即可依公式二A求得艫坐量。也因而得知其中有15.9節 - 6.57節 = 9.33節之計算船速要靠船底之水來協助推進。吾人都知道，船之所以浮在水上是因船底下之水的反壓即水的浮力，並不是靠兩側的水，因此斧底抽薪的結果才造成SQUATS的形成。由上述俾葉浸水深度之水壓差比，亦等於其在此階段作用於該水之比，因此得公式二A之數據，此段足以說明船在淺水海域為何要減速慢行。

以RPM 62轉航行時所需水深為：

$$DRAFT + SAFE UKC + SQUAT_s$$

$$20M + 3.57M + 0.17M = 23.74 M$$

以RPM 62轉航行時的危險水深為：

$$DRAFT + DANGEROUS UKC + SQUAT_s$$

$$20M + 2.62M + 0.17M = 22.79 M$$

以RPM 62轉航行時的坐底水深為：

$$DRAFT + SQUAT OF UKC + SQUAT_s$$

$$20M + 2.42M + 0.17M = 22.59 M$$

依上述公式可製作一UKC與SQUAT圖表如下圖

M/T FORMOSAPETRO ACE
R.P.M. TO UKC AND SQUAT TABLE

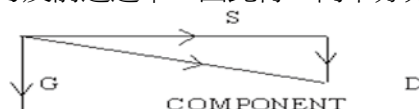
DANGEROUS UKC IN METERS	2.5									2.62
	2.4								2.49	
	2.3									
	2.2									
	2.1							2.16		
	2.0									
	1.9									
	1.8						1.81			
	1.7									
	1.6									
	1.5									
	1.4					1.44				
	1.3									
	1.2									
	1.1									
	1.0				1.05					
	0.9									
	0.8									
	0.7									
	0.6			0.64						
	0.5									
	0.4									
	0.3									
	0.2		0.20							
	0.1									
SQUAT _H IN METERS	0.5									
	0.4									
	0.3									
	0.2									
	0.1		0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
SQUAT _s IN METERS	0.5									
	0.4									0.17
	0.3						0.11	0.13	0.16	
	0.2				0.06	0.08				
	0.1	0	0	0.03						
SAFE UKC		0	0.26	0.87	1.44	1.96	2.47	2.94	3.40	3.57
R.P.M.		25	30	35	40	45	50	55	60	62

SAFE UKC (UKC_s) = UKCQ (1 + 1/2(CB + (W/L)))

$$\text{REQUEST DEPTH} = \text{DRAFT} + \text{UKC}_s + \text{SQUATS} / \text{SQUATH}$$

公式二 SQUAT B. 的由來：船舶依其俾葉的推力前進，行進中在船底下有一層水流與船底板間形成摩擦，此摩擦層與船速成正比，可是作用在船艏的水流入口處卻因為重力與浮力關係形成了兩個分力，一個向下，一個向上，向下與向上的決定在於此船速與船艏造型。因為球型艏的造型很多，又使水流分力形成多頭馬車，即使船型有利艏浮船速又夠快也使得艏浮難以計算，因此，僅就艏坐來討論。

在船艏水流入口處有重力及前進速率，因此得一向下分力，如下圖：



S：計算船速

G：重力加速度

D：艏坐量

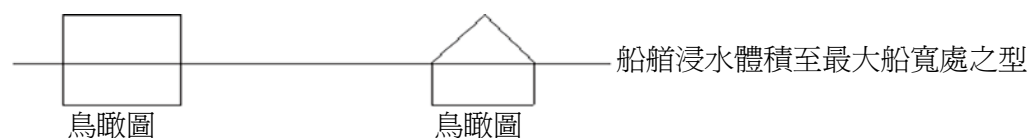
因為是向下分力，因而以重力加速度(重力)為分母，以兩者關係(分力)為分子，因為兩者皆為速度，故予以“(S)²”是為常識，以求得分力在重力下所佔的量而得此式。此式與前式蹲坐速度相同，那是因為同受重力影響，而本式在船艏處形成分力，依船速的快慢而求得分力值的結果，如果船速恆定則求得為一定值量。蹲坐速度則因為在坐底UKC內會產生持續影響。前者取其“量”——垂直分量為定值，後者取其“質”——本質為單位時間距離比，最後求得坐底時間，因此兩式相同，若有艏浮則前者不能使用此公式，但蹲坐速度可以使用此式。

船舶肥瘦係數與航速關係形成的艏坐：

當船舶在靜止中時其漂心／浮面中心在幾何的中心點上，當船舶行進時其幾何中心點會隨著吃水變化而移動，簡單的來說此幾何中心點為槓桿的支點，其兩端(艏艉)吃水的變化量端由其造型與當時的俾葉流大小來決定。從力的方面來說，由俾葉一端產生吸力再行排出／推力而產生速度，在船底下形成負壓區，也就是在船艏吸入水的一端開始形成負壓，因此在船艏容易形成艏坐，可以簡單以圖解來說明：

(1) 船艏方向

(2) 船艏方向



由公式 $\sin \theta (S/G)^{2/G}$

(1)圖艏浸水體積由前至船艏最大船寬處，就艏坐計算量而言明顯可見其形為90°，而(2)圖約為40°，當兩者在相同航速下，對應於方形係數其愈大者艏艉蹲坐量愈大，愈小者艏艉蹲坐量愈小，因此，當船舶寬長比愈大者其艏艉蹲坐量也愈大，反之則愈小，試以至善輪為例：

計算船速 16.30 節，則

(1)圖艏坐量為 $\sin \theta (S/G)^{2/G}$

$$\sin 90^\circ (8.385/9.806)^{2/9.806} = 0.07M$$

(2)圖艏坐量為 $\sin \theta (S/G)^{2/G}$

$$\sin 40^\circ (8.385/9.806)^{2/9.806} = 0.05M \text{-----至善輪}$$

船舶主機燃用低質燃油和長期低負荷運轉之對策(二)

文：田文國

1.2 低質燃油的使用

1.2.1 使用低質燃油的意義

低質燃油的使用是船用柴油機發展中的一項重要技術成就。此一措施可以大幅度降低船舶營運成本，同時可以合理使用石油資源。自2003年代以來，由於柴油機燃油大幅度漲價

(由表2所示)，燃油費用支出約佔船舶營運成本的40~50%，使船用柴油機使用低質燃油成爲一項普遍採用的技術。目前不但船用低速柴油主機使用低質燃油，而且船用中速柴油機(主機和發電柴油機)也使用低質燃油。

表2 近10年來油價市場價格

價格	Sep 96	Dec 96	Jan 97	Mar 97	Jun 97	Sep 97	Dec 97	Jan 98	Mar 98	Jun 98	Sep 98	Dec 98	Jan 99	Mar 99	Jun 99	Sep 99	Dec 99	Jan 2k	Mar 2k
MDO	178	220	182	182	179	180	179	179	149	144	129	120	130	137	155	166	190	230	240
IF180	103	108	105	108	93	103	93	93	74	78	70	70	81	92	118	130	138	119	125
IF380	100	105	100	105	89	100	89	89	71	76	67	67	78	88	115	127	135	115	130
價格	Jan 01	Jul 01	Jan 2002	Jul 2002	Jan 2003	Jul 2003	Jan 2004	Jul 2004	Jan 2005	Jul 2005	Jan 2006	Jul 2006	Jan 2007	Jul 2007	Jan 2008	Jul 2008	Jan 2009	Jul 2009	Oct 2009
MDO	240	245	200	200	300	300	330	355	370	502	602	622	612	632	807	1161	434	507	620
IF180	113	108	105	104	156	158	149	171	196	267	337	342	338	335	496	735	292	416	460
IF380	110	105	100	100	150	150	145	160	188	257	330	335	330	325	486	711	276	410	450

單位爲美元公噸 資料來源：BP Statistical Review of World Energy 2009

1.2.2 柴油機使用低質燃油後出現的技術問題

使用低質燃油時，如果處理不當則會導致以下不良後果：

(1)影響噴油設備正常工作：增加噴油設備的機械負荷和熱負荷，引起噴油設備包括高壓噴射泵及噴油閥等精密偶件的膠著(sticking)、過度磨

損、腐蝕、噴孔結炭、變形等故障。

(2)惡化燃燒性能：低質燃油霧化困難，點火困難及自燃性差(如圖5所示)，使燃燒性能惡化，最高爆發壓力降低(如圖6所示)，後燃嚴重，排氣溫度增高，排氣煙度增加，缸內結炭嚴重。

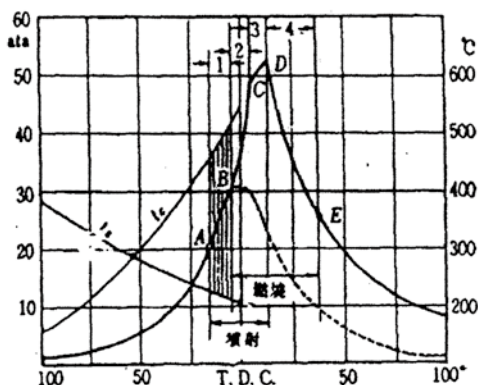


圖4內燃機燃燒過程[5]

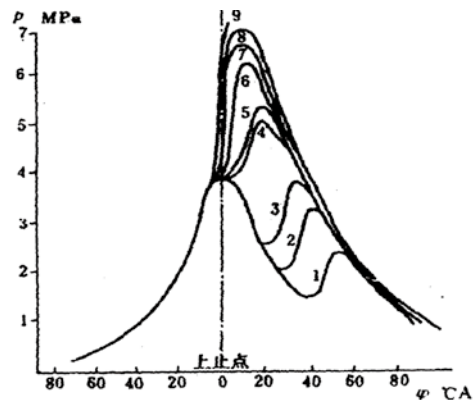


圖5不同噴射提前角對燃燒過程的影響[6]

(3)損壞主要部件：低質燃油中的灰分、金屬雜質、結炭以及燃油裂化使用的含矽、鋁金屬催化劑等，都會使氣缸套及活塞部件發生異常顆粒磨損；低質燃油中的高硫分和高鈉、鈳含量所產生的低溫腐蝕與高溫腐蝕將使氣缸套、軸承、排氣閥與閥座、渦輪增壓機等發生嚴重的腐蝕磨損，加劇部件損壞。

(4)加速曲軸箱內滑油變質：含硫氧化物的燃氣漏入曲軸箱，將使曲軸箱滑油迅速變質並腐蝕有關軸承。

1.3 使用低質燃油時的管理技術重點

1.3.1 低質燃油的預處理

預處理指低質燃油進入噴油泵之前所進行的預熱、淨油、添加有關添加劑等技術措施。預處理的目的是改善低質燃油的貯存、駁運和使用性能，以滿足柴油機工作的需要。

(1)預熱

採用分級預熱方案保證低質燃油在輸送、淨化和霧化等環節中的不同使用要求。預熱溫度應以滿足其粘度要求為準，因而對不同粘度的低質燃油，其預熱溫度不同。表3示出燃油系統中各部位的預熱溫度。如重油貯存櫃中的預熱溫度以泵出約為 $30^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ；為保證霧化品質要求，噴油泵處的燃油粘度應為 $12\text{mm}^2/\text{S}\sim 25\text{mm}^2/\text{S}$ ，據此可從重油的粘溫曲線上查出相應的預熱溫度值。按造船規章規定，燃油預熱應使用飽和蒸汽(蒸汽壓力不應超過 0.8MPa)作為預熱熱源以防重油中的焦炭析出沈澱在加熱器中。目前船用柴油機使用的低質燃油其霧化加熱溫度的上限為 150°C ，為防止預熱溫度高使燃油汽化中斷供油，在船用柴油機中採用加壓式燃油系統(提高燃油輸送泵壓力達 $1.2\sim 1.5\text{MPa}$)。

表3 預熱溫度推薦值

名 稱	預 熱 溫 度 ($^{\circ}\text{C}$)	
	$180\text{ mm}^2/\text{s}(\text{IF } 180)$	$380\text{ mm}^2/\text{s}(\text{IF } 380)$
重油貯存櫃	30	38
重油沈澱櫃	60~80	60~80
重油日用油櫃	80~90	85~95
淨油機加熱器	95	95~98
霧化加熱器	110~120	120~135

資料來源：本研究自行整理

淺談攜帶式領航裝置

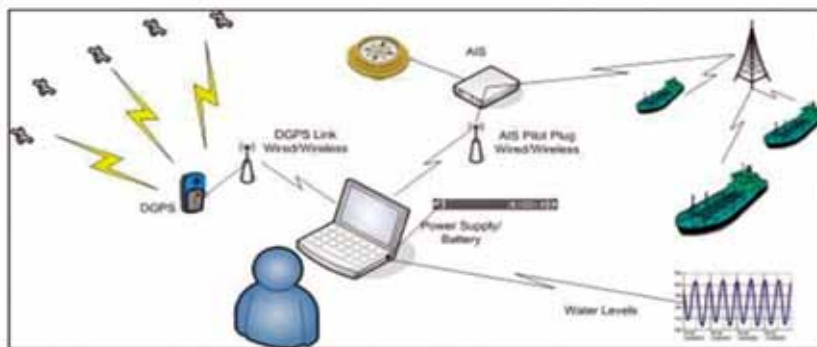
文：李崇岱

相信不少先進前輩，後進朋友們均有搭機出國的經驗，在飛航起降時或飛航途中均能透過螢幕得知飛機所在空域位置、飛航高度、氣溫及預訂到達時間，其實現代化的船舶一樣有這設備。日前，拜讀業界李文愚船長在本刊撰文淺談引水人僱用制度中提及的攜帶式領航裝置〈Portable Piloting Units-PPU〉，茲就相關使用心得分享如下。

本人第一次接觸攜帶式領航裝置是在船舶自動辨識系統Automatic Identification System-AIS尚未強制安裝前，船舶因一部雷達天線故障在洛杉磯進港，由領港自行攜帶兩個全球定位系統Global Positioning System-GPS衛星天線接收器，透過WIFI訊號傳遞至筆記型電腦搭配港區圖資使用，其精確度在大比例尺中，駕駛台位置在迴轉池及泊位均較船上設備精準。

但因科技的進步，時至今日AIS的制度規格化已可廣泛利用，船台的訊號可以透過Pilot Plug獨立提供給領港搭配PPU使用。本船的明細，船全長、船寬，接收天線偏移的距離等等，均透過廠家修正並經由驗船協會認證，精確度非常高，足以將航行資料即時的提供給船長、領港參考，增進航行及靠離泊的安全。

近年來本人在遠洋航線服務，各港引水諸如：紐約、巴拿馬運河、奧克蘭、上海、鹿特丹等主要港口亦常見到領港使用PPU設備。此外，不單是船舶進出港時使用，一般航行也可加以利用，例如北海領港在平板電腦上安裝包含圖資系統的程式，透過網路漫遊標定本船AIS訊號，同樣可以在房內休息時監控本船位置、船速、到下一個報位點的時間以及外在交通流情況。



(PPU示意組成圖，圖片來源Use of Portable Piloting Units by Maritime Pilots by Dr. Lee Alexander; Center for Coastal and Ocean Mapping University of New Hampshire, USA)

目前新造船舶為符合SOLAS法規要求，電子海圖顯示與信息系統Electronic Chart Display and Information System-ECDIS的安裝及使用均有相關法規依據及規範，此外對於操作人員的要求在STCW馬尼拉修正案，ECDIS的受訓發證以及機型的訓練也有相關的規定，所以現代化的商船船副已經具備一定的適任水準，實際上各航商在新造船AIS Pilot Plug有的已安裝兩個供領港使用，不但如此，更有單獨訊號線路接連至船長房間，提供船長航行時的監控。

航行安全，首重於人員的素質，若能有適當的設備正確的使用，一定具有正面加乘的效果，本人實際第一次使用PPU是跟著船隊年輕船長的帶領入門，一開始透過無線、有線的GPS接收器連接自己的筆記型電腦，下載OpenCPN程式，搭配測試版本的海圖圖資在海上實際操作使用，整套設備成本不到兩千台幣，但各航海資訊如船位、航跡的歷史資料，或是航向、航速的即時資料均能在自己房間監控，不但如此，在船長休息時可以適時透過顯示的資訊至駕駛台輔助資淺船副，或是進出港後，從資料判讀與船長討論，提升操船技巧掌握竅門。

然而GPS的訊號畢竟有限，太多

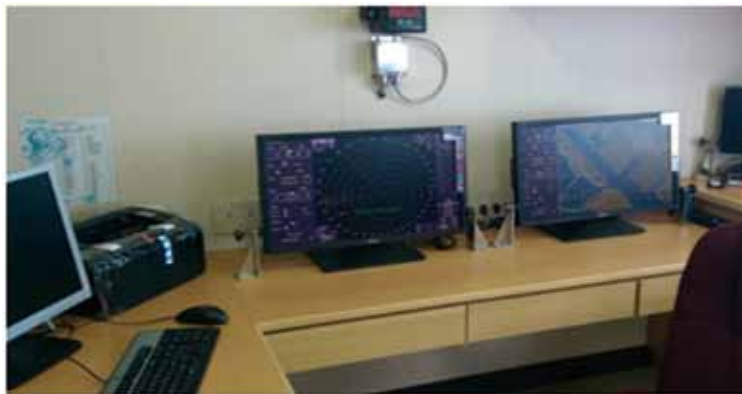
內在及外在的資訊無法取得，相較於AIS的即時資料如時間、船位、艙向、航向、航速到迴轉速率，以及外在交通流資料等更為完善。不過當時販售PPU接連設備的廠商有限，網路上看到的價格也較為昂貴且取貨不易。直到去年台灣有廠商協助開發PPU接連設備，才有機會購買操作使用。從與廠家討論到後續海試及實際航行的測試下，一樣可以透過OpenCPN程式，搭配測試版本的海圖圖資使用，就如同自己的ECDIS能在房間內操作一般。

在使用上需注意除了必須自行準確的設定參數外，海圖圖資的選用也非常重要，必須考量海域圖資的正確性及合法性，目前只有美國地區NOAA的ENC海圖是免費下載開放使用，其餘的尚未有完整的ENC海圖能夠免費下載使用，不過即使如此，目前依然有不少海上工作同仁早已另外自海外購買整套設備使用，也相信有正面的評價。據悉，包括國內廠商自製的設備中WIFI可供多台無線設備接收使用，展望日後可以測試開放給全船同仁使用，每人均可以即時知道本船航行動態，如同飛機艙內飛航資訊一般。

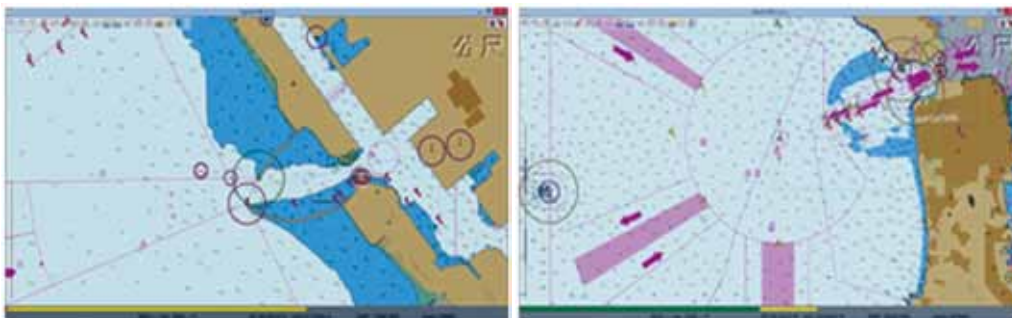
此外，由於目前行動裝置的革新，各智慧型手機的應用程式如

easyAIS或AISPilot，亦能夠相容PPU的WIFI信號，艙艙人員在進出港時也一樣能夠使用，同樣可以提升船舶靠

離的安全，這也是日後可以發展的前景。



船長房內的領航監控裝置



OpenCPN操作環境平台及參數設定選項介面



國人自製的PPU連接設備