

船舶推進系統 —— 電推系統介紹

艤裝廠 林志隆

前言：

船舶推進系統的類型，按主機形式主要可分為以下六大類，分別是柴油機動力裝置、汽輪機動力裝置、燃氣渦輪機動力裝置、柴油機及燃氣渦輪機混合動力裝置、核動力裝置及柴油機電力推進動力裝置（簡稱電推系統）。

其中電推系統原先普遍應用在潛水艇及某些特殊性能的作業船上。由於電動馬達的操控性良好，早期因此在很多特殊作業的工作船或航行在擁擠水域的渡輪上都普遍採用這種電力推進系統。

近年來加上海洋工業蓬勃發展與開發，船舶應用領域及功能要求也變多更廣，鑒於應用領域的不同，對於船舶推進系統也有較嚴苛的特殊性能要求。例：需可長時間工作在低負荷下、對噪音、震動及機動性有更高要求、需可動力定位等等；以上對於船舶推進系統的特殊要求都是電推系統可達到的特點，這也說明電推系統為何越來越被廣泛應用在各式各樣的船舶上。

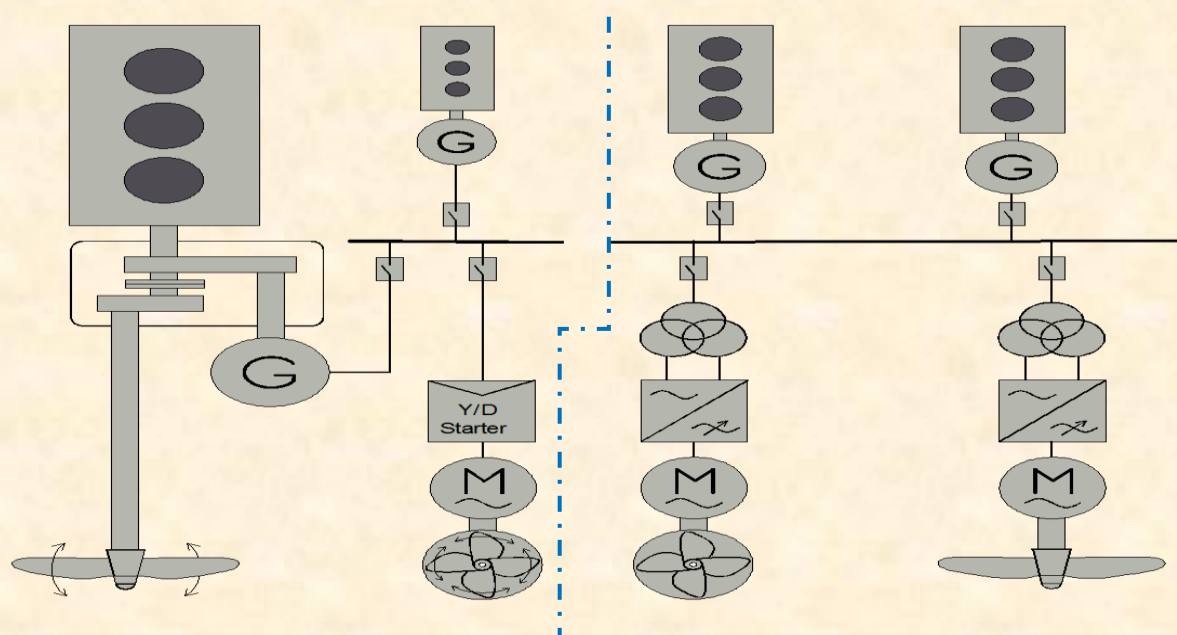


圖一 各種電推系統船舶應用

電推系統工作原理及基本架構：

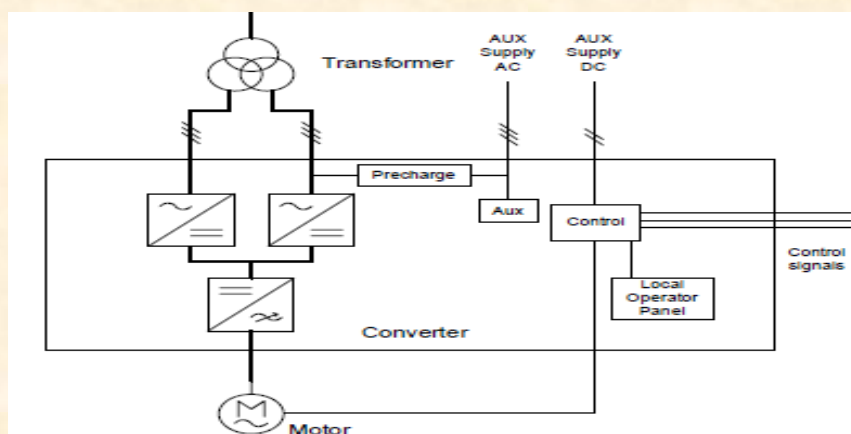
簡單來說電推系統的工作原理是由柴油引擎帶動發電機進而產生電力，產生的電力除供給船上所有電氣裝備外；一部分供應電動馬達轉動螺旋槳作為船舶前進的動力。

對比傳統柴油機機械推進裝置及柴油機電力推進動力裝置架構圖如下所示。



由新加坡商格陵蘭石油集團 (Greenland Petroleum) 旗下子公司 GPO Grace Limited 委託建造的 N6057 系列船，其推進系統驅動動力採用的是德國西門子 (SIEMENS) 公司 BlueDrive Propulsion System 交流驅動系統，該系統設計原則上為確保各種性能要求及因應各種海況要能達到安全性及可靠度兩大需求。

我們通常會將電推系統與電力系統放在一起討論，主要是電推系統船舶其變頻器及馬達即為船上最大電力負載，因此柴油發電機上線數量的多少同時需要根據螺旋槳的推力和轉速而定，這意味著運行的柴油發電機數量將受到實際推進需求動力大小的限制。普遍來說四台柴油發電機的電力系統架構是最可為靈活應用的系統架構，一般設計上以考量當三台柴油發電機上線運行時，船舶仍能維持 90% 最大航速，這代表著當船舶實施維修計畫時將不會影響整個系統運作時的可靠度需求。



圖二 交流驅動器(變頻器)架構圖

SIEMENS 供應的變頻器已將所有推進系統的基本功整合可於本地控制，同時變頻器可對自身及推進電機進行保護，變頻器架構中整流工作由強大的二極管整流橋負責，電源逆變功能則交由高效率的 IGBT 進行處理，同時採用的電纜需

能滿足 IGBT 技術變頻器的特性要求，因此電纜選用必須滿足 EMC（電磁相容）規範

以及要避免電纜的電氣衰減並要確保達到安全性和經濟性等要素。

SIEMENS 並為其推進系統開發專用軟體，其運行及保護特點主要分別由以下子系統互相協調運作與執行，分別為 PMS(電力管理系統)、GPA（發電機功率匹配)及 PPP(電力站保護)。

PMS(Power Management System)：電力管理系統

所謂的 PMS 主要功能是在供電系統出現故障時，對於全船電氣負載進行某一程度的功率管理，意味著系統會採取各種措施盡可能保證對全船負載達到穩定的連續供電，避免全船斷電以確保船舶航行時安全性。

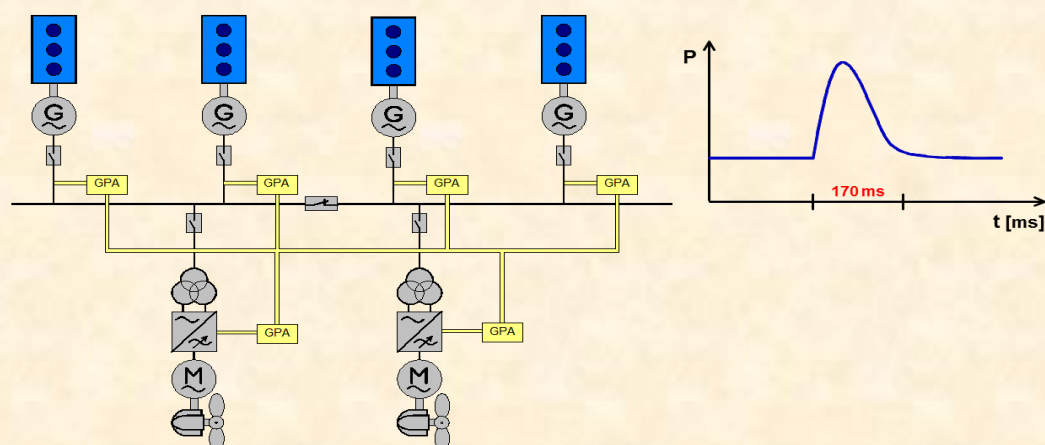
PMS 基本有以下各特點：

- * 根據負載啟動和停止發電機
- * 根據故障啟動和停止發電機
- * 備用機組順序選擇
- * 自動負載跳脫
- * 重載詢問
- * 在觸控式螢幕上顯示警報和說明
- * 在觸控式螢幕上集中控制電力分配狀況

GPA(Generator Power Adaptation)：發電機功率匹配

在電推系統架構中，GPA 系統是具有極快響應的控制系統，透過它能同時

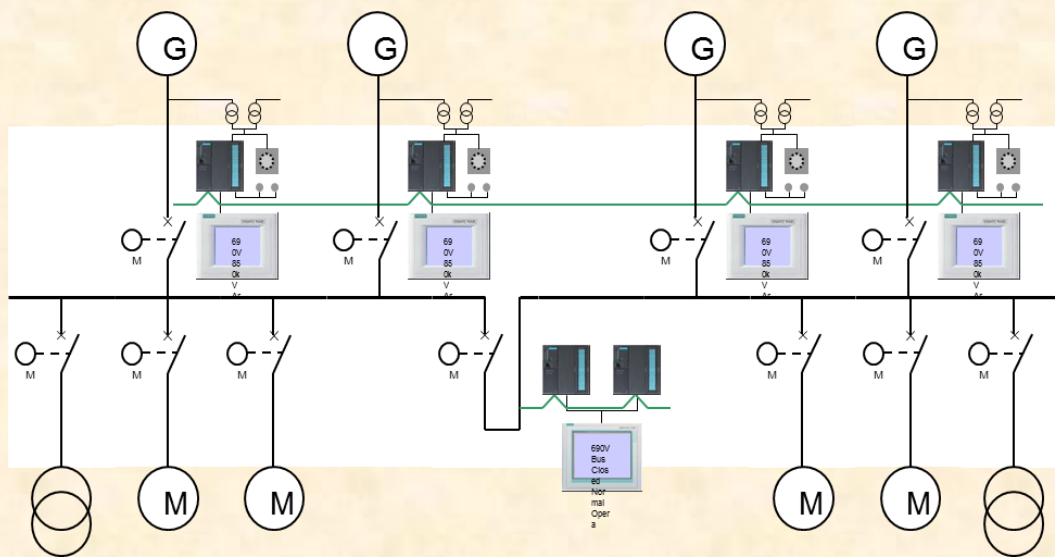
監測到發電機的瞬態及穩態狀況。當負載突然發生變化甚至將有過載情況發生時，能預防使發電機不會因超載而使全船產生連鎖的跳電情況。意謂 GPA 測量單元當檢測到超載的瞬間，GPA 能通過變頻器自動減少並限制電動馬達轉速以維持功率消耗使得電力系統匯流排上任何時刻都保有符合要求的可用餘裕功率。



PPP (Power Plant Protection; 簡寫 P3)：電力站保護

P3 的主要分析是對於匯流排上的單一發電機組的運行狀況進行監控，當上述發電機組的 AVR(Automatic Voltage Regulator：自動電壓調整器)和柴油機故障發生時，其發電機組會進行選擇性跳脫處理；另特殊故障情況下會發出報警而不對發電機組進行跳脫。P3 主要包含兩個機械步驟。第一步，跳脫單元通過硬線連接和 AVR 安裝在一起，當 AVR 發生突發的及無法接受的變化時，進行發電機組跳脫。第二步，SIEMENS 的 Simatic S7 可編程式控制器經由安裝在每個發電機櫃的中央處理單元來分析電力站超過 150-200 毫秒的持續故障時間事件。由於程式需要更短的迴圈時間來加快系統處理效率，此可編程式控制器與 PMS 所使用的可編程式控制器是不同的，由於與 PMS 的通訊界面是通過 Profibus 完成

的，因此亦稱為 PMS 的子系統。



結語：

比照柴油機機械推進裝置，現今電推系統在先進科技加持下，無論在技術上還是操作性能上都有卓越不凡的表現。使用電推系統的船舶在部分負荷範圍內可使得柴油發電機組縮小油耗且降低汙染物排放進而達到經濟航行；同時因採模組化的設計將可使系統推進總損耗達到最小，加上操作動態響應快及便利性，都是電力推進系統在船用領域市場需求穩定成長的主要原因。

參考文獻：

1. 船舶及海洋工程動力裝置設計指南，李建光 編著。
2. 船舶柴用機，我國航海、輪機海事教材編撰委員會。
3. 遊艇推進系統與航海設備，薛紹經 編著。
4. Marine Solutions-Diesel Electric Propulsion, SIEMENS Training Data