

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

南部複循環四號發電機及勵磁系統
設計、運轉及維護實習報告書

服務機關：台灣電力公司南部發電廠
出國人職稱：主辦電機員
姓名：張照明
出國地區：日本
出國日期：91年08月20日至9月18日
報告日期：91年10月

93/
C09103922

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：南部複循環四號發電機及勵磁系統設計運轉及維護實習報告書

頁數____ 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司南部發電廠/黃元碧/(07)3367801 轉 340

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

張照明/台灣電力公司南部發電廠/電氣課/主辦電機員/(07)3367801 轉 263

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：91年08月20日至9月18日 出國地區：日本

報告日期：91年10月 日

分類號/目：G3/電力工程

關鍵詞：單軸式複循環發電機組、靜態變頻系統(SFC)、自動電壓調整器(AVR)

靜態勵磁系統(SEE)、發電機斷路器(GMCR)

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、 本次前往日本三菱電機公司(MELCO)實習有關台灣電力公司南部發電廠複循環四號發電機及附屬設備之運轉維護技術，該機組主要發電設備之氣渦輪機、發電機及汽輪機為最進步之單軸式組合方式發電，發電機置於兩原動機之間，發電機之啟動、運轉、停機模式異於往昔傳統式機組。
為確保該機組能順利試運轉完成適時並聯發電，並利於將來維護工作之進行，奉派前往日本原廠家接受專業技術訓練了解有關發電機及附屬設備控制系統各項功能，並獲取先進國家之維護管理經驗以提高本公司自身維護技術能力，隨時保持發電設備高度可靠性利於系統尖峰調度。
- 二、 南部發電廠複循環四號發電機為本廠唯一氫冷式機組且為單軸式組合，有關發電機及其附屬設備之控制與維護與目前運轉之SIEMENS機組有很大差異，其中有關啟動靜態變頻系統(SFC)、自動電壓調整及勵磁系統(AVR&SEE)、發電機主斷路器(GMCR)等設備皆為三菱公司所開發之技術，有必要詳加研究與了解以期順利併聯運轉發電並使將來維護工作順利進行。

報 告 內 容

一、 國外公務之內容與過程：

- (一) 公務任務
- (二) 內容與過程

二、 國外公務之心得與感想：

- (一) 南部發電廠四號發電機介紹與維護概要
- (二) 勵磁系統介紹與維護概要
- (三) 靜態變頻系統介紹與維護概要
- (四) 發電機主斷路器介紹與維護概要

三、 出國期間所遭遇之困難與特殊事項

四、 對本公司之具體建議

一、 國外公務之內容與過程：

(一) 公務任務：

南部複循環四號發電機及勵磁系統設計運轉及維護實習

(二) 內容與過程

1、 前言：

南部發電廠四號發電機及附屬設備為日本三菱公司所設計與製造，其中主要發電設備之氣渦輪機、發電機、汽輪機之排列組合方式為本公司目前唯一機組 《單軸式組合發電方式》，其各項設備之運轉模式異於運轉中之 SIEMENS 三部機組，三菱發電機及各項附屬設備(如 SFC、AVR、GMCB)等控制系統之設計原理與運轉、維護方式皆不同於往昔，此次承蒙各級長官推薦前往原製造廠家實習接受專業訓練，不但獲得寶貴運轉維護技術而且吸取國外廠家的維護管理經驗，有助於電廠設備維護工作之進行與維護制度之建立。

2、 實習日期及前往機構：

起 迄 日	機 構 名 稱
91 年 8 月 20 日	赴日本神戶三菱電機公司
91 年 8 月 21 日至 9 月 12 日	神戶三菱電機實習南部複循環四號發電機及勵磁系統運轉維護
91 年 9 月 13 日至 9 月 17 日	東京三菱電機實習南部複循環四號發電機及勵磁系統運轉維護
91 年 9 月 18 日	返回高雄

二、國外公務之心得與感想

壹、南部發電廠四號發電機介紹與維護概要



radial-vent-cooled turbine generator

一、南部複循環四號發電機技術資料

發電機技術資料

名稱 : 複循環四號機發電機

廠家 : 日本三菱

序號 : UNIT 1 : 00ER2Z01

轉速 : 3600rpm

相數 : 3相

頻率 : 60Hz

電壓 : 16,000V

氫氣壓力 : 0.35Mpa-g

MVA : 297,000KVA

MW : 252,450KW

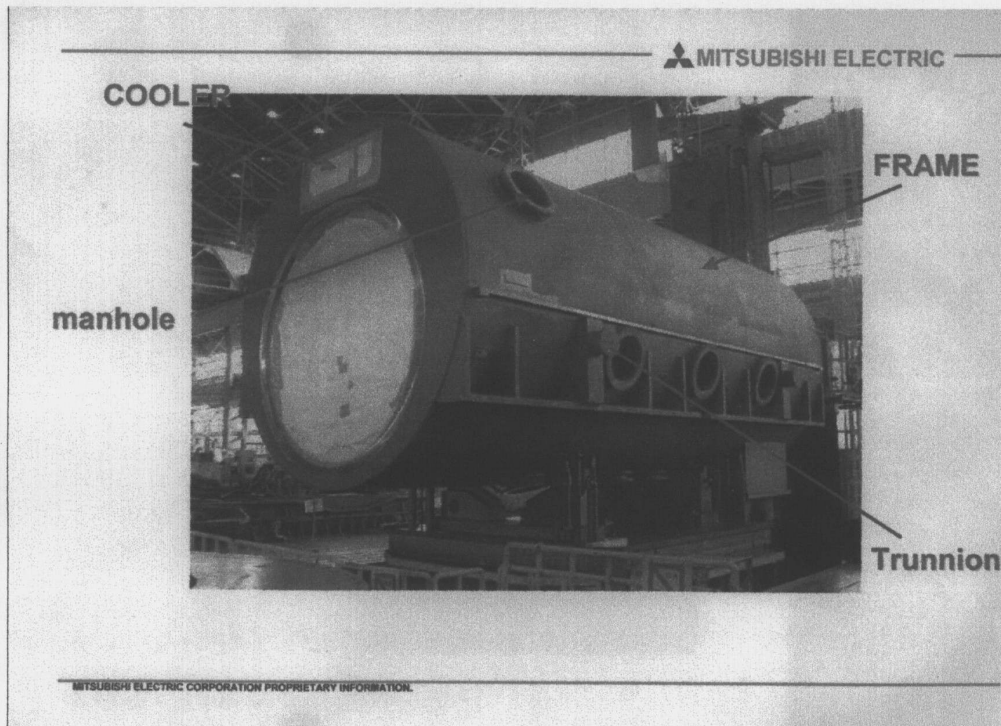
電流 : 10,717A

短路比 : 0.6 at 297,000KVA

激磁電壓 : 380VDC

二、發電機構造

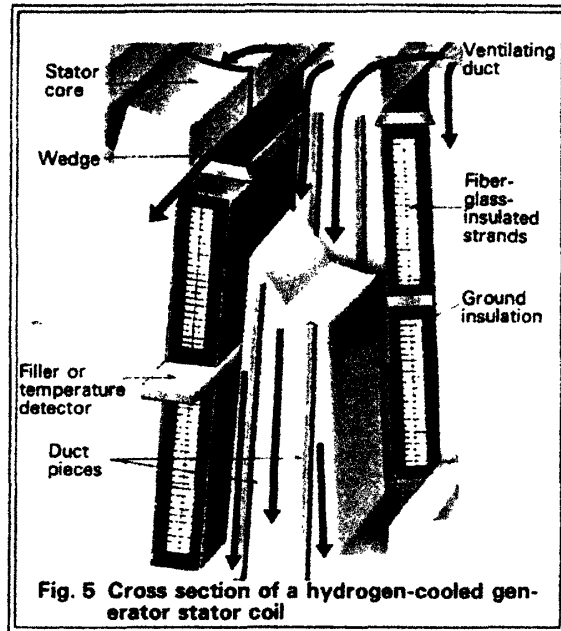
定子外殼



定子外殼設計可承受 0.7Mpa 的壓力。為了焊接結構，外殼使用滾鋼製作，完成以後以超音波檢查裂痕。

再者，由於防爆及氣密的需求，儘可能減少焊接點，與及對焊接的重視。完成之後必需作氣體洩漏試驗。

定子通風



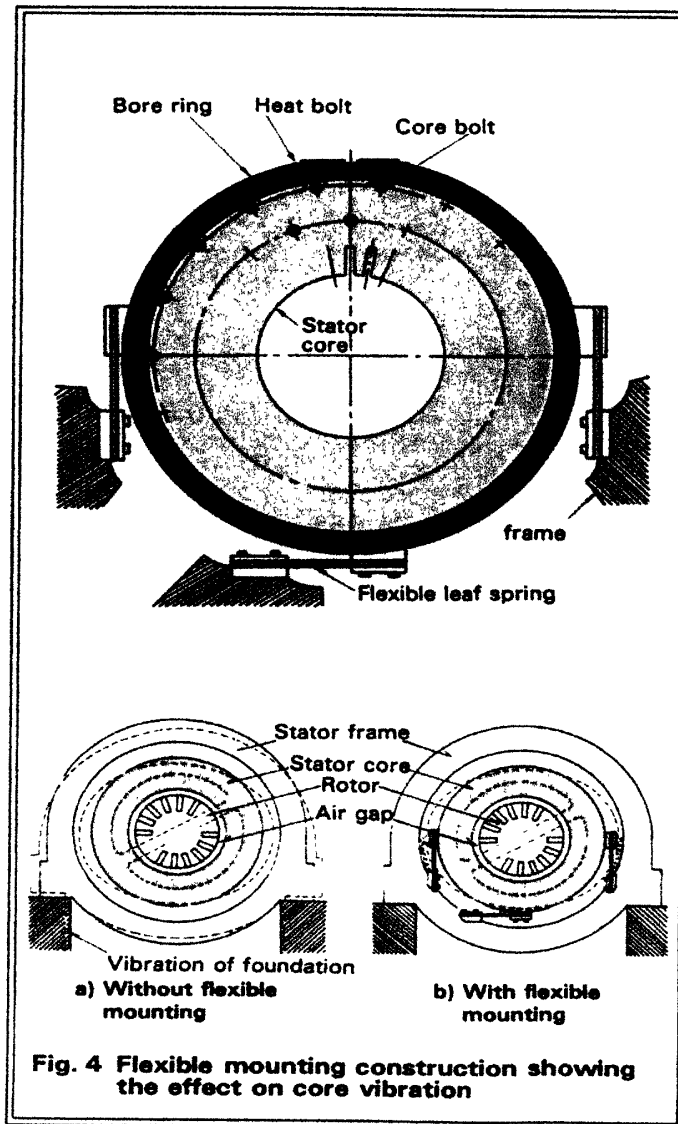
使用單一徑向通風系統。於鐵心兩端，氣體從定子鐵心端與轉子扣環間進入，經過鐵心的通風孔前進由徑向方向向外到達鐵心的背部。

吸收了鐵心及線圈所產生的熱量後之熱氫，經過了裝於發電機頂端的氫氣冷卻器冷卻之後，又回到了轉子兩端經風扇葉片循環於機內，達到冷卻效果。

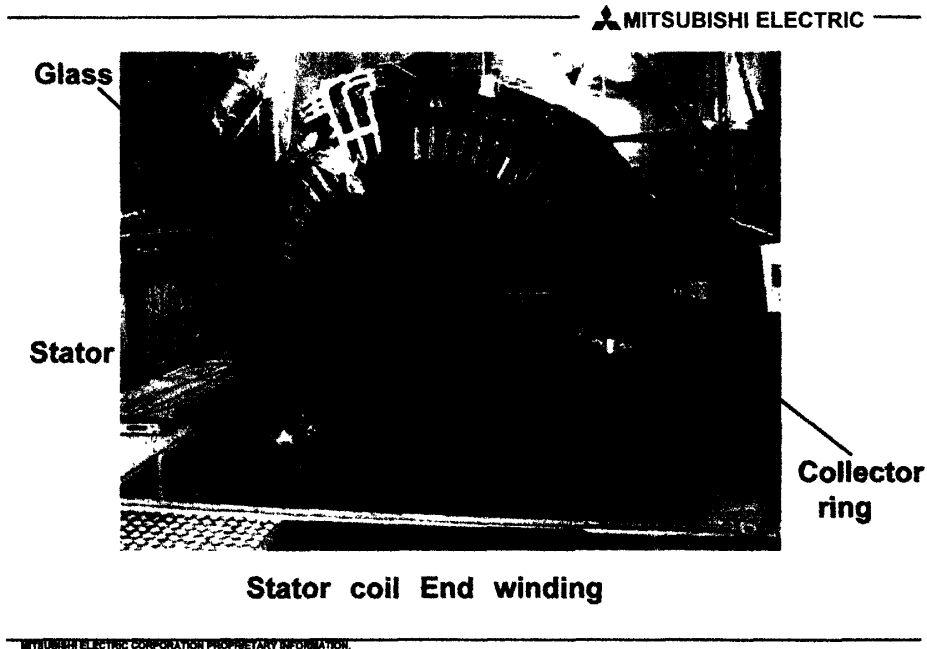
緩衝裝置

轉子磁極與定子鐵心間由於磁力作用，在定子會產生雙倍頻的振動。在二極式發電機會產生高位階的振動，為了避免此振動傳送到外殼及基礎上，定子鐵心是以緩衝裝置支持著。

緩衝裝置需有徑向的可移動，但也要有足夠的圓週剛性來支持鐵心的重量以及承受定子的短路扭力，為符合此需求，緩衝裝置以片型彈簧為組成要件，一端以螺栓固定於孔環(bore ring)，另一端固定於外殼上，如圖示：



定子線圈



氫冷式發電機定子繞組為單繞組線圈，為了降低渦流損失，使用大量的小雙層玻璃纖維紗布來絕緣銅片絞合而成以達到羅貝爾移位法，如圖所示，定型以後，絞合而成的絕緣銅片再以樹脂(Dialastic Insulation)包覆而成。

轉子繞組

轉子繞組以高彈性極限以及具有柔軟度蠕變特性的含銀銅導體製作而成，導體層間以及槽內部表面皆以玻璃樹脂電木和樹脂模注雲母包帶絕緣而成。

由於端匝承受大的離心力，並會隨著負載的變化而展延或收縮，扣環內部表面置放電木有足夠的機械強度及介電強度特性可以承受高溫。高強度的絕緣墊片被緊塞住端匝繞組之間，以固定繞組。繞組放置於槽間以合金槽楔緊固。(如下圖)

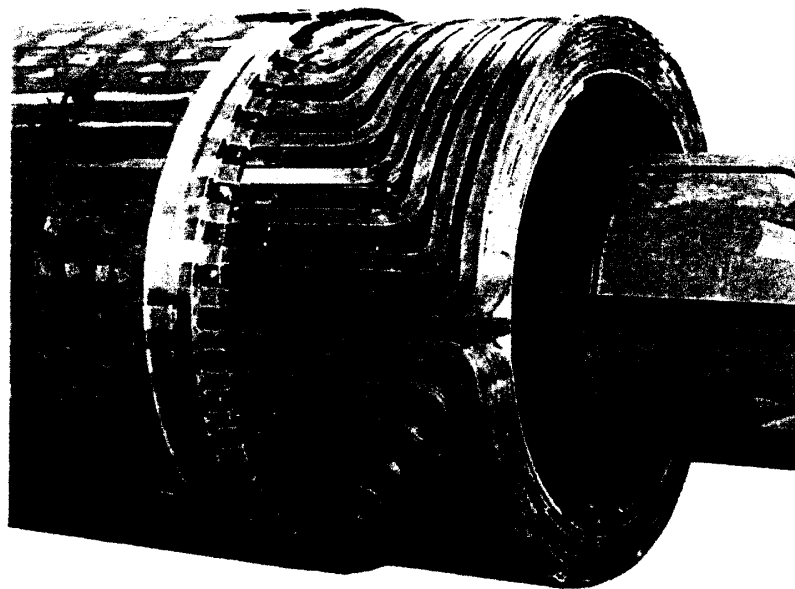


Fig. 10 Rotor-coil end of a radial-vent-cooled generator

轉子繞組

轉子扣環

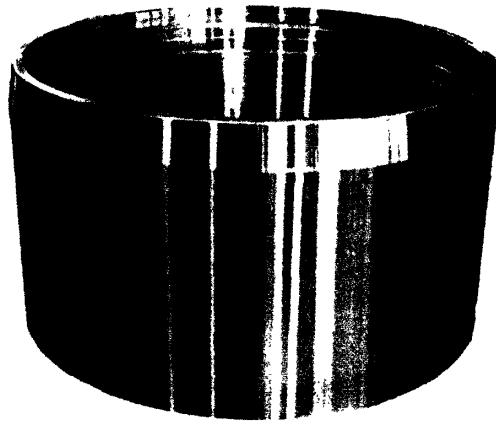


Fig. 11 Coil-retaining ring

扣環加熱之後套上轉子本體且以鎖緊環固定之，它是附著於轉子本體之末端使轉子端匝之繞組有最小的徑向位移。

扣環內部放置有絕緣的滑動內襯作為扣環與端匝間之介面物。如此可使端匝熱膨脹時避免被卡住。為使端匝漏磁損失減至最小，扣環材質為非磁性金屬。

轉子風扇葉片

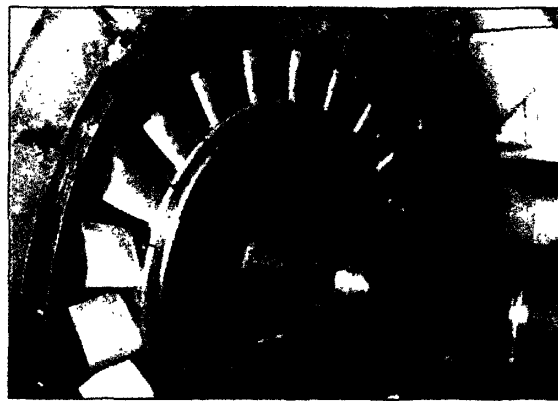
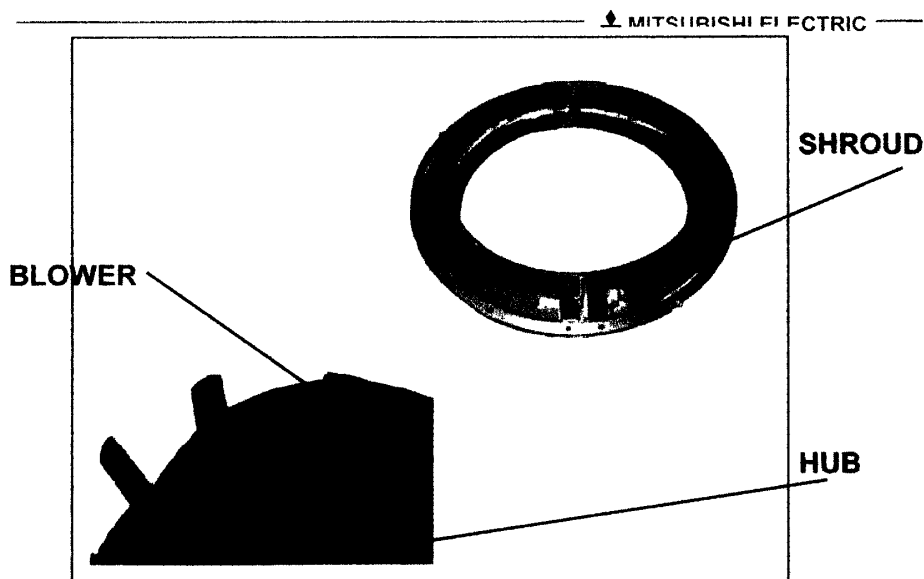


Fig. 15 Assembled fan

氫冷式發電機有兩組徑向風扇如上圖所示，圖為轉子兩端的葉片，葉為抗腐蝕性的鋁合金製造，且逐一測試其可靠度方予使用。

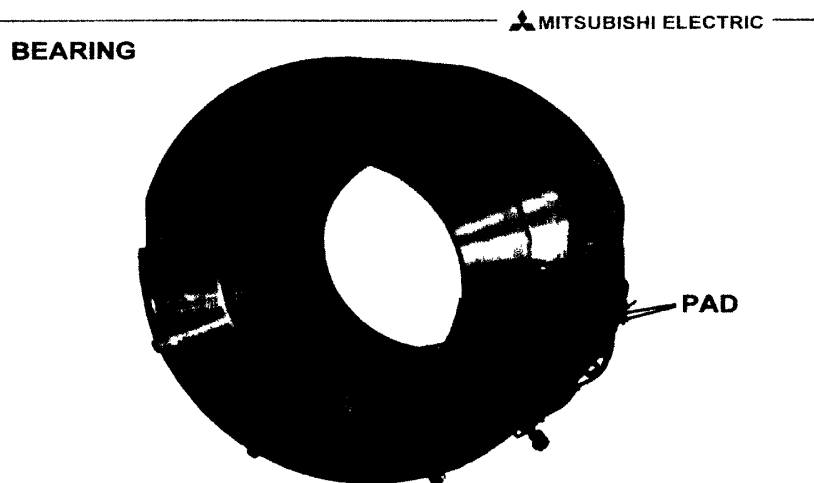
葉片裝於一軸轂上，此軸轂為Ni-Cr-M. 合金所製且加熱後套於轉軸上。下圖為風扇屏蔽(SHROUD)，固夾於定子外殼上。



MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION PROPRIETARY INFORMATION

軸承

斜座型的軸承使轉子保持高穩定性及運轉中維持低的溫度，軸承下半由一球面座之外殼所組成，包含兩個與垂直面成 45° 之軸座面。球面座可使軸與軸承自動對位避免對心不良或偏斜所產生不當的應力。下軸承由巴氏合金襯墊銅座緊扣住底殼，上軸承有與傳統式相同的油槽溝。



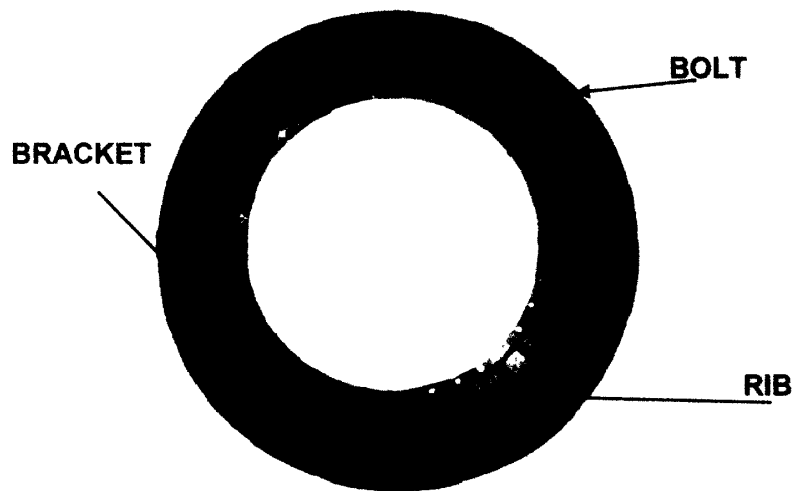
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION PROPRIETARY INFORMATION

軸承托架

軸承托架由焊接構造組成直接裝在定子外框上，托架由數量很多的肋架組成，有良好的機械強度。

在托架上放置有軸承、封油環、油封等。安裝托架於定子框架上的時候，使用密封膏以避免氫氣外洩。

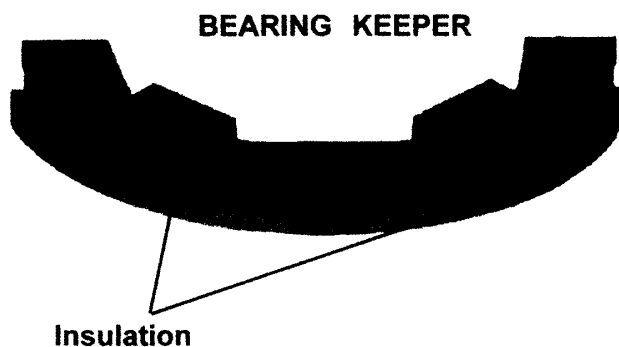
— MITSUBISHI ELECTRIC —



— MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION PROPRIETARY INFORMATION —

軸電流之保護

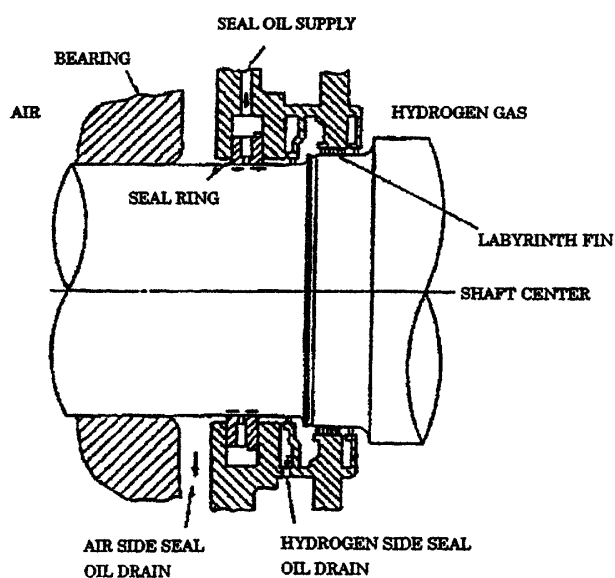
為軸電流之保護，軸承與及托架上部皆以軸承保持器(Bearing keeper)絕緣(如下頁)，其下半部在組合時已經在軸承環(Bearing Ring)與軸承托架之間放入一絕緣片，並以絕緣螺栓組合而成。除此之外，在機上任何可能造成軸電流流動的部位皆插入絕緣材質加以絕緣，如勵磁機耦合器，格蘭封(Gland seal)架與軸承架之間，格蘭封與油管之間，油封與托架之間，結構上就如同有充份的漏電距離防止任何的軸電流效應。



MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION PROPRIETARY INFORMATION.

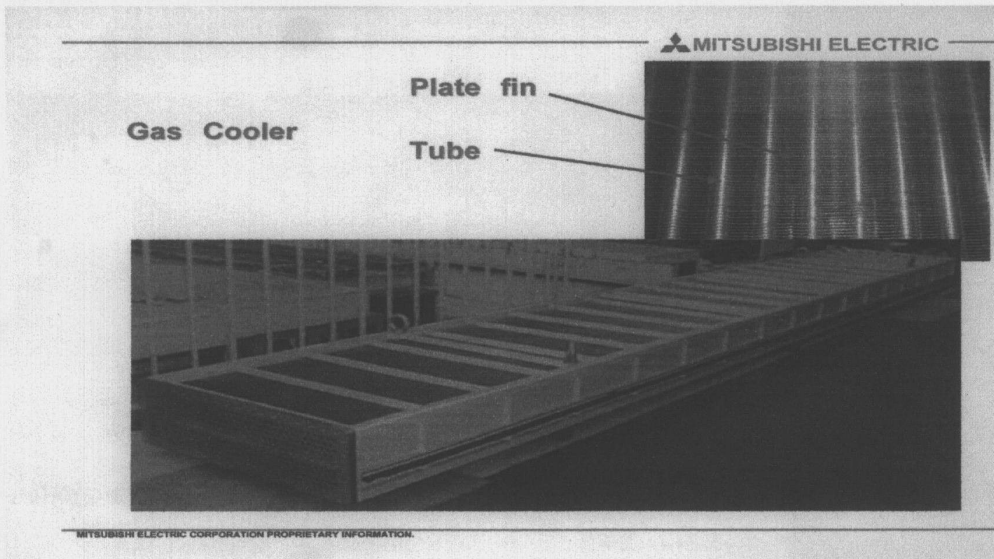
軸承保持器

格蘭封(Gland seal)



格蘭封裝在軸承的旁邊，其目的為防止機內氫氣沿著轉軸外洩。封油壓力高於機內氫氣壓力，封油被迫流經封油環間之槽溝，由封油環與轉軸之間流出，一部份流至氫氣側，一部份流至空氣側，如此即可防止機內氫氣沿著轉軸漏出。

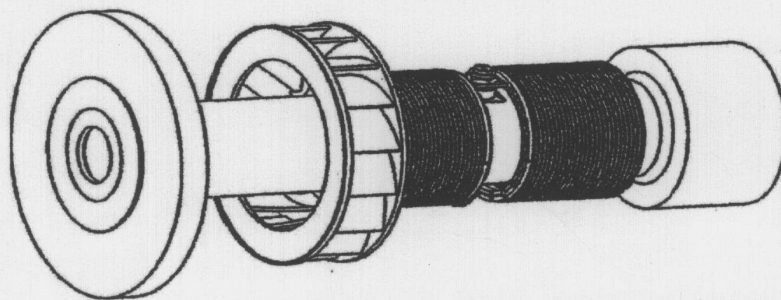
氫氣冷卻器



氫氣冷卻位於發電機內部頂端，以冷卻管及散熱鰭片組合而成，如圖示。冷卻器包括前後端各有一冷卻管集中箱、冷卻管、外架等。冷卻管以耐海水的銅管為材質製造。

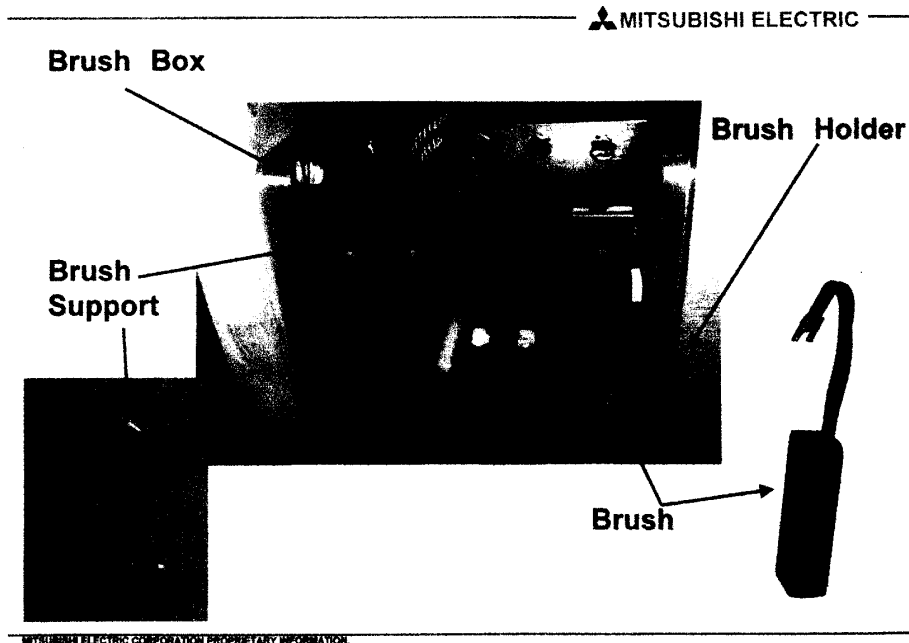
碳刷滑環

滑環是由工具鋼製成，其表面被刻劃成螺旋狀的槽溝確實地使碳刷與滑環表面能均勻的接觸。滑環表面的槽溝有助於空氣的散逸，如此可防止高轉速表面空氣產生壓力而影響碳刷的接觸。

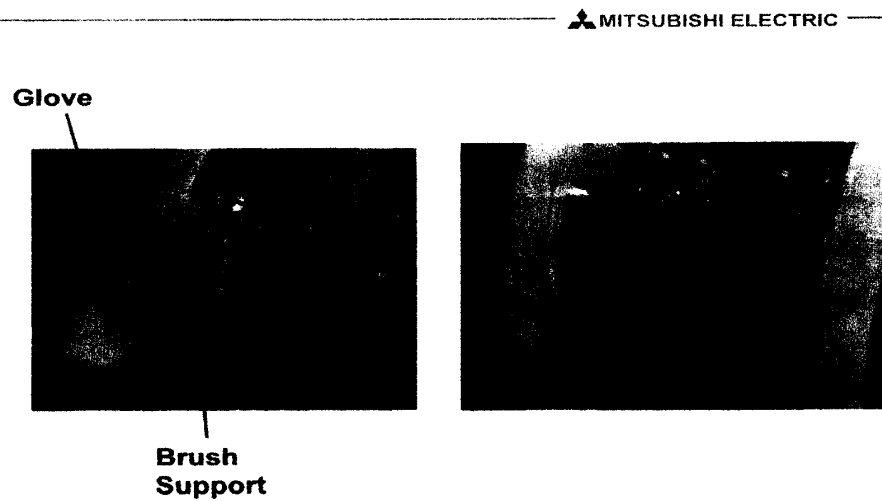


滑環及滑環室的冷卻通風由一風扇來完成，滑環安裝於轉軸上且經絕緣，滑環與轉子線圈的連接是經由兩組穿過軸孔而引接上來的導體來達成的，引接上來的導體有螺牙固鎖於軸孔內徑向導體上，兩組引接螺栓以合成橡膠墊片固緊如此可以避免氫氣由軸孔外漏。軸兩端的軸孔以孔塞塞住，但有一測試孔位於滑環端可以打開測試氫氣是否洩漏。

碳刷及刷握



碳刷裝於具有恆壓的刷握內，堅固的刷握排列分隔安裝於碳刷臂上其與滑環同心圓。碳刷無需調整其壓力，因其具有恆壓彈簧經常保持0.012Mpa。



三、發電機定期維護

(一)前言

定期維護包括清潔、檢查、查核、測試及維護等。這些工作是在正常的運轉下及定期停機時進行的。這些工作有助於保持正常持續的運轉及避免非預期的停機。

(二)預防

進行任何工作之前，請參照說明書的工作安全守則。工作進行之中，請留意“警告”及“注意”的說明。

(三)清潔

發電機週圍需定期清潔，如灰塵、油指、潤滑油及其他物質可能造成短路、火災，或污染等。電廠工程師應製定期檢查表實行一般的清潔工作。

(四)檢查、查核及測試

表6指出維護檢查應進行的項目，除了檢查工作，表6包含了檢查間隔，進行的程序。至於其他測試、效能測試、查核、檢查等由電廠工程師視需要而決定增加項目。

定檢、性能試驗，測試程序等工作應確實地進行以確保發電機的可靠度。定檢包含外部目視檢查。查核及測試包括發電機各種數據的監測。檢查、查核及測試應包括發電機及附屬設備。

檢查、查核及測試

間隔	檢查之項目及 如何檢查
每一值(Every Shift) 1. 檢查 檢查發電機及附屬設備，遵守下列說明： 除了目視檢查，其他的感覺如聲音、接觸、氣味等的辨別可用來檢查是否有以下的情況： (a)本體的損壞 (b)鬆動的配件 (c)油、氣、水的洩漏 (d)電弧的發生 (e)異常的噪音 (f)不正常的局部發熱	
每一值(Every Shift)	2. 運轉性能查核 監視以下的數據： (a)轉子振動 (b)軸承金屬溫度 (c)潤滑油回油溫度 (d)封油壓力 (e)封油溫度 (f)氬氣壓力 (g)氬氣純度 (h)滑環進口空氣溫度 (i)潤環出口空氣溫度
每一小時一次	(j)冷氬溫度 (k)熱氬溫度 (l)定子繞組溫度 (m)定子鐵心端板溫度 (n)轉子繞組溫度

發電機異常現象、原因及處理對策

異常現象	原因	處理對策
轉子高振動值 • 升速期間 • 未加載或任何電壓調整 (參考第5章第一節)	1. 軸偏心(慢車轉動不足)	• 藉由轉動移去偏心 • 重複升速及降速一次或二次 • 檢測
	2. 對心不良	• 重新對心
	3. 磨擦過熱	• 重新檢討封油環與軸間之間隙
	4. 不適當的基座	• 加強基礎或地板使更堅固
	5. 軸承磨損	• 修理或更新
	6. 汽機振動調整不良	• 重新調整
高振動值於負載時	1. 間隙不平均	• 核測間隙
	2. 轉子熱不平衡	• 熱平衡試驗
	3. 單相過負載	• 各相負載差異需在額定負載20%以內
軸向不規則振動	磁力中心線不正確	• 重新調整
軸承/軸承洩油溫度高 警報設定值—洩油：77°C 軸承：107°C	1. 無油	• 檢查油槽油量 • 檢查後備供油設備
	2. 油量不足	• 調整適當的供油壓力
	3. 油洗不充份	• 重新油洗
	4. 異物混入油中	• 更換新油
	5. 油質惡化	• 更換新油
	6. 振動大	• 參考高振動處理對策
	7. 軸承面接觸不足	• 軸承面重刮
絕緣電阻低 (參考第4章第2節)	1. 測試方法錯誤	• 檢查測量方法
	2. 含有水氣	• 機內重新乾燥
	3. 絕緣礙子髒	• 用酒精擦拭
定子及轉子繞組溫度高	1. 超載	• 查核負載情形(MW, MVAR, 功因, 端電壓, 電流等)
	2. 指示不正確	• 再校核及調整
	3. 冷氫溫度過高	• 參考冷氫過高章節處理對策
	4. 氫壓太低	• 檢查氫壓
	5. 通風路徑異常	• 檢查通風路徑

異常現象	原因	處理對策
冷氫／熱氫溫度高	1. 超載	• 檢查負載情形(MW, MVAR, 功因, 端電壓, 電流等)
	2. 指示不正確	• 重新檢測及調整
	3. 冷氫溫度高	• 檢查冷卻水溫度 • 檢查冷卻水閥位置 • 檢查整個冷卻水系統 • 將冷卻器內空氣排出 • 清洗冷卻器冷卻管
	4. 氫氣壓力低	• 檢查氫壓
	5. 通風路徑異常	• 檢查通風路徑
滑環進出口冷卻空氣溫度高	1. 超載	• 檢查負載(MW, MVAR, 功因, 端電壓, 電流等)
	2. 週溫太高	• 查核週溫
	3. 冷卻空氣流量不足	• 檢查濾網
	4. 指示不正確	• 重新核測

四、發電機之定檢

一、定檢概述

(一)定檢之目的

定檢之目的是確保發電機能運轉於最佳狀態。

發電機裝機運轉2年後，簡易定檢工作必需進行，其目的是為查核二年後發電機運轉振動及熱週期的結果。

發電機裝機運轉6年後必需開蓋抽轉子進行檢查。至於有關第二次以後定檢的安排就需依照運轉的資料及非正常運轉的情形來加以決定。如上所述，定檢可以及早發現異常的情況並加以處理，避免事故的擴大。

(二)分解檢查的程序

下列的定檢項目：

1. 簡易的定檢及維護

2年進行一次的簡易定檢，檢查發電機內部是否有漏油、水的痕跡及檢查定子端匣部份有否異常。

2. 全面的定檢及維護(抽轉子)

配合汽機的定檢，發電機應予以分解作每一部份詳細的檢查。尤其，每6年，發電機應開蓋抽轉子檢查及發電機內部各部份作詳細而謹慎的維護。

3. 例行(routine)檢查

例行檢查說明於第三節發電機運轉維護之中。

每四年進行發電機附屬設備的例行檢查，下列的配件應予更新：

- 馬達的全密封軸承
- 泵的機械軸封

標準的定檢週期如下：

裝機後

- 滿2年 簡易定檢
- 滿4年 封油系統例行定檢
- 滿6年 全面定檢

二、定檢材料需求

定檢材料需量如下表，定檢至少三個月前購買材料並通知廠家三菱公司定檢日期。

1. Generator

Item	Quantity	Remarks	Regular Inspection	
			Full	Simplified
Non asbestos	1 set		○	○
Insulation tube (for gland seal)	1 set		○	—
Insulation washer (for gland seal)	1 set		○	—
Insulation tube (for seal oil ring)	1 set		○	—
Insulation washer (for seal oil ring)	1 set		○	—
Rubber ring (for gas cooler)	1 set		○	—
Locking washer	1 set		○	○
Phthalite vanish	4 liter		○	○

NOTE: ○ = Required, — = Not required

2. Gas and seal oil supply system

Item	Quantity	Remarks	Regular Inspection	
			Full	Simplified
Three-way valve (for gas dryer)	2 sets		○	—
O-ring (for gas dryer)	1		○	—
Gas pressure valve seat (for gas supply unit)	6 sets		○	—
Pressure regulator valve seat (for gas supply unit)	1 set		○	—
Relief valve seat (for gas valve)	2 sets		○	—
Gas valve seat (for instrument circuit)	1/2 set	for 1/2 B size piping	○	—
Mechanical seal (for oil pump)	number of pump set	included O-ring for bracket in case of simacroid type	○	—
O-ring (for oil pump)	number of pump set		○	—

NOTE: ○ = Required, — = Not required

五、氫氣系統

氫氣是發電機內部冷卻媒介，於正常運轉情況，氫氣壓力及純度必需維持於規定值內，以下是氫氣(H₂)及二氧化碳(CO₂)控制系統功能：

1. 提供充氫及排氫的方法，使用二氧化碳作為換氣的媒介。
2. 保持氫壓於規定值內。
3. 排出任何從封油系統進入發電機內的水氣。

運轉中氫氣流程

氫氣控制系統中有關之設備如下：

1. 氫氣乾燥器

發電機裝設有氫氣乾燥器內置活性礬土，將循環其間氫氣中含水量移除。由於活性礬土吸收水氣有一定限度，故乾燥器內裝設有一加熱器及風扇，運轉人員需定期的將活性礬土還原使其恢復原有乾燥功能。

2. 氫氣壓力及純度監視系統

氫氣壓力及純度監視系統安裝於氫氣及封油控制盤(位於底樓，發電機底下)。在純度計取樣路徑中裝有壓力傳送器及溫度元件，風扇兩側的壓差變化與氫氣壓力、溫度信號可計算出氫氣純度。

本裝置之主要功能如下：

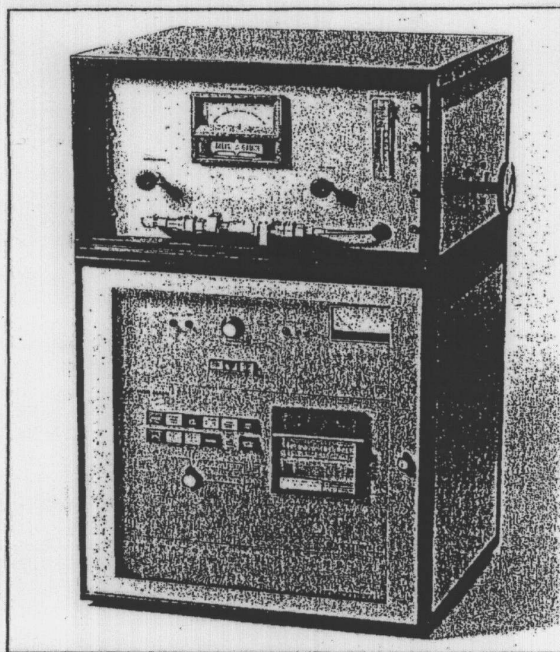
- (1)提供運轉者有關機內氫氣壓力及風扇差壓。
- (2)提供運轉者有關機內氫氣純度。
- (3)提供運轉者有關機內氫氣壓力高低壓警報。
- (4)提供運轉者有關機內氫氣純度低警報。
- (5)傳送一連鎖信號至封油系統警報。

3. 發電機狀況監視器(GCM)

GCM此套裝置可偵測出發電機內部絕緣物質因過熱所放射出的不可見超微粒子。新型GCM現在包括兩主要元件有：GCM本身盒、分割的GCM流量部和GCM控制部。GCM自動警報遙控盤可安裝於控制室內。為了安全起見，所有暴露於氫氣中的元件皆被包含於GCM流量部中，其與控制回路是隔離的，如此大大地減低了氫氣與電子控制回路接觸引起爆炸的可能性。

GCM流量部包含了離子室偵測器、差壓計、自動採樣器、過濾器及電磁閥。
GCM控制部包含了靜電放大器、自動取樣計時回路。GCM的外觀如下圖所示。

GENERATOR CONDITION MONITOR SYSTEM



This manual applies to systems with GCM serial numbers above 059.

environment | one
CORPORATION

運轉期間氫氣系統維護

於發電機運轉期間以下之檢查及維護應執行。

(一)每日檢查維護

檢查以下參數：

1. 發電機氫氣壓力

確認發電機之氣體壓力是於0.33到0.385Mpa之間，低壓警壓動作值在0.33Mpa，高壓警報動作值在0.385Mpa。

2. 發電機氫氣純度

確認發電機氣體、純度在95%以上，低氫氣純度警報動作在90%。

3. 發電機風壓

確認發電機風壓，在此無任何指導方針指示，然而當純度計算器故障或發電機冷卻迴路故障，可用其來決定氫氣純度。

4. 氫氣消耗量

檢查使用氫氣瓶數量以檢查氫氣消耗量，若消耗量較大時須以氫氣偵測器檢查氫氣洩漏(消耗量 $9\text{Nm}^3/\text{day}$)。

(二)每週檢查及維護：檢查氫氣乾燥器活性礬土顏色。

(三)每月檢查及維護：氫氣乾燥器活化。

氫氣系統之定檢

(一)H₂及CO₂控制系統檢查及更新

設備名稱	檢查或更新	維護的時機		
		全面	一般	簡易
發電機輔助設備盤	1. 純度計調校	○	○	
	2. 警報測試	○	○	○
氫氣乾燥器	1. 拆解檢查及更換乾燥劑	○		
	2. 風扇馬達分解檢查及Bearing更新	○		
	3. 馬達及加熱器絕緣及測量	○	○	○
	4. 運轉測試	○	○	○
氫氣壓力及純度監視系統	1. 表計及傳送器調校	○	○	
	2. 純度計吹風機分解檢修及Bearing更新	○		
	3. 純度計吹風機絕緣測量	○	○	
H ₂ 供氣系統	壓力調整器分解檢查或內部零件更換	○		
CO ₂ 儲存區及供氣區	各閥分解檢查	○		
閥	各閥分解檢查	○		

(二)H₂及CO₂控制系統檢查及測試

檢查及測試	維護的時機		
	全面	一般	簡易
1. 警報測試	○	○	○
2. 發電機試漏	○	○	○
3. 運轉情況查核	○	○	○

提示：維護的時機如下列所述

全面(full)：發電機開蓋抽轉子，建議每六年一次。

一般(ordinary)：發電機部份分解，轉子未抽出，建議每四年一次。

簡易(simple)：發電機未開蓋，僅作內部目視檢查。

除了全面及一般檢查之外，建議每年一次。

六、封油系統

封油系統說明

由於氫冷式發電機的轉軸需延伸出氣密的機體，所以要有方法來避免氫氣沿軸外洩，氫冷發電機採用封油系統來達成此目的。封油系統建立一個比機內氫壓還高的油壓於發電機兩端格蘭封處(Gland seal)，封住氫氣不使其外洩。

封油由封油系統供應，封油供應系統是軌道式安裝套件包含供油至格蘭封的所有設備。真空處理封油系統裝置適用於氫封，此系統提供有真空槽及真空泵將油中的氣體抽出，避免其隨油而至格蘭封處。封油經過真空處理，避免封油中含有空氣污染了機內氫氣，所以機內氫氣經常保持高純度。

一、供油

發電機兩端靠軸承處裝有格蘭封(Gland seal)，格蘭封可以有效地防止氫氣沿軸外洩，封油被迫循環於封油環的環形槽裡，在環形槽裡(annular grooves)封油由封油環及軸間間隙流向兩側，由於封油壓力高於氫氣壓力，於是防止氫氣沿軸外洩。

迴封槽(Loop seal tank)承受軸承潤滑油及封油空氣側回油，油槽有兩個洩油管路，一回路接至真空槽，另一回路回油至主汽機潤滑油儲存槽，此迴封槽裝設有一個氣體抽出器(vapor extractor)，將油中氣體抽出至大氣。

氫氣側洩油調整器槽(Drain regulator tank)承受發電機格蘭封處氫氣側洩油，此處封油中會含有氫氣，洩油調整器槽使得油中氫氣可以釋出並回到機內。洩油調整器裝設有浮筒閥來保持槽內油位至一定高度並封住氫氣。槽內多餘的油會經浮筒閥流至真空槽。真空槽內的壓力是維持在-1 bar的真空度，將油中空氣及氫氣移除。

封油系統中有兩台交流馬達油泵，其中一台作為後備之用。另有一台緊急直流馬達油泵作為兩台交流馬達油泵故障時的後備之用。

交流油泵由真空槽進油並將油打出至差壓調整器。在泵出口端裝設的差壓調整器使得封油壓力維持一恆定值，差壓調整器使得超出的油量回流至真空槽。由於交流油泵其容量高出封油需要量甚多，所以大部份的封油都回流至真空槽。如此提高了抽氣的效率，因此循環於格蘭封處的封油是不含任何氣體的，經差壓調整器的作用封油環處的封油壓力高於氫壓60Kpa。

封油系統裝有封油冷卻器，封油經差壓調整器控制後流經冷卻器及過濾器到達發電機格蘭封處，一側流向空氣側，一側流向氫氣側防止氫氣外漏。

空氣側封油與軸承潤滑油混合一起回流至迴封槽，而氫氣側封油回流至氫氣側洩油調整器槽。

二、後備封油

與封油系統有關的後備設備包括：

(一) A、C後備油泵

A、C後備油泵出口端裝有壓力開關，當主油泵出口端壓力比正常值降低1 bar時，後備油泵起動。(假如後備油泵起動開關置於“Auto Start”位置，A、C後備油泵將會起動，出口壓力可維持正常值。)交流封油泵兩台可以隨時指定為主油泵與後備油泵。

(二) 緊急直流封油泵

不論任何原因，當兩台A、C封油泵無法建立封油壓力而且空氣與氫氣側封油差壓降至35Kpa時，差壓開關動作起動緊急直流封油泵供應封油。直流封油泵擁有自己的差壓調整器與及保持封油壓力高於氫壓85Kpa的功能。

(三) 軸承潤滑油泵

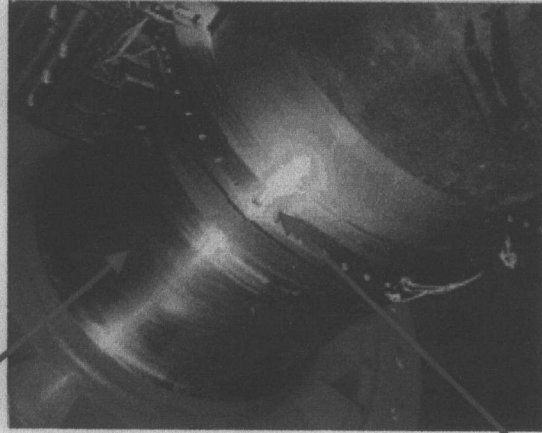
雖D、C後備封油泵可以提供高壓力的封油，但起動A、C封油泵的嘗試不可停止，假如A、C封油泵確定無法起動，則最後一道僅存的封油系統為軸承潤滑油系統，但因軸承潤滑油系統壓力相對地低，為確保封油與氫氣間充份的壓差，機內氫壓必須降至14Kpa。(假設連D、C封油泵也故障的情形下)

(四) 格蘭封(發電機軸封) (Gland seal)

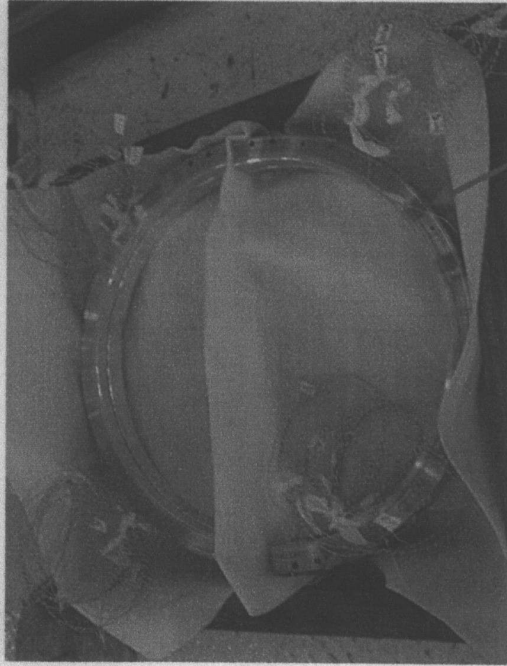
格蘭封其功用是將氫氣密封於發電機內，由於發電機轉軸貫穿定子外蓋而伸長於外，需要採取對策避免氫氣洩漏於外，藉著供應壓力油至格蘭封處正可以達到此目的。

換言之，當封油壓力高於機內氣體壓力時(如圖21所示)封油被推進入封油環間的槽溝，封油由封油環與軸間之間隙向兩側流出，氫氣側封油防止氫氣外洩，封油作用完成後油流至軸承托架裡。封油環可以沿徑向移動，但有一插梢固定於格蘭封的空心處，防止其沿軸轉動。封油環外觀如圖所示。

Shaft



Seal ring



封油環與軸之間隙以消耗最小的油量來考量。封油最後流至發電機軸承架裡並進入回油管路。

封油系統運轉維護

一、運作大綱

封油系統必須優先於氫氣進入發電機或置發電機於慢車運轉前運轉，封油系統壓力必須維持住轉軸運轉時發電機內之氫氣，封油壓力正常維持在略高於氫氣壓力0.06Mpa。

正常情況下，油經AC馬達驅動封油泵供應，封油壓力經差壓調節器維持適當差壓(0.06Mpa)於封油和氫氣間，封油溫度是經由調整水流入封油冷卻器控制於35°C至55°C，封油供應單元之壓力表，允許操作者去確認維持適當油壓。

若交流封油泵無法維持必要的封油壓力，當差壓降至0.035Mpa時一DC緊急封油泵將自動啟動，緊急油泵維持封油壓力及控制封油／氫氣差壓於0.085Mpa，封油壓力及機內壓力間要求最小0.02Mpa之差壓，以維持氫封，封油離開封油環分成兩側，空氣側及氫氣側，空氣側封油流入發電機軸承排入迴封槽(Loop seal tank)，氫氣側封油流至排油調節器(Drain regulator)。

真空槽之真空度經真空泵維持約於-100Kpa或更高，真空槽及真空泵幫助溶解於封油中之氣體及溼氣抽出及可使發電機操作在較高氫氣純度，當發電機充滿氫氣時蒸汽抽出機就應連續運轉，因蒸汽抽出機使軸承座排氣，故於迴封槽(Loop seal tank)應保持-3.5至-7Kpa之真空度。

二、封油系統之操作

(一)操作前指示

1.前置要求

- (1) 配電系統運作中。
- (2) 汽機潤滑油系統運作中。
- (3) 冷卻水系統運作中。

2.注意事項

- (1) 封油必須完全乾淨以防止損害油封及發電機轉子。
- (2) 定期檢查封油洩漏，若洩油靠近熱源的設備，可能引起著火。
- (3) 當發電機被充滿氫氣時，蒸氣抽出器應連續運轉。

3.啟動前檢查

- (1) 所有設備均於安全條件下及可操作狀態。

- (2) 所有儀器均可用。
- (3) 系統所有警報器均可用。

發電機運轉期間之維護

三、發電機運轉時應執行遵循以下檢查及維護：

(一)日常檢查及維護

1. 檢查以下參數

(1) 封油壓力

確認封油壓力於正常值範圍內

a. 油封處封油壓力(41MKA01CP301, 41MKA01CP302)

發電機氬氣壓力 $+0.06 \pm 0.01$ Mpa

如必要調整差壓調節器(41MKW01AA011)

b. 封油單元出口處封油壓力(41MKW01CP003)

41MKA01CP301 or 302 + head pressure (約5psi)

(2) 封油溫度(41MKW01CT003)

確認封油溫度是於35至55°C間，如必要可調整封油冷卻器水流量節流，溫度高警報是55°C。

(3) 排放調節器油位(41MKW01CL001)(Drain regulator oil level)

確認排放調節器之油位是於+60mm和-60mm之間，警報值在離中心值+100mm和-100mm。

(4) 真空槽油位(41MKW01CL002)

確認真空槽油位是介於油位計零點+25mm至-35mm間，警報值於離油位計零點+100mm和-100mm。

(5) 迴封槽真空(Loop seal tank vacuum) (41MKV02CP301)

確認迴封槽真空是於-3.5Kpa到-7Kpa，必要時調整抽氣進口閥(41MKV02AA102)節流調整。

2. 檢查封油系統洩漏，如有洩漏立即修理。

3. 檢查泵、馬達或其他設備有無任何不正常噪音或振動。

(二)每週定期檢查及維護

1. 檢查過濾器差壓，如果差壓值增加且接近高警報值，操作切換閥(41MKW01AA912)從事過濾器換台，更換或清潔過濾器筒。

2. 檢查真空泵油水分離槽油位，如果油位減少，移開塞子加油，使用與封油相同的油。如果油分離槽油位增加，顯示槽內積水過多，於此情況請確認水位計水位，且從水位計透過洩水閥(41MKW01AA918)排

放累積的水，此套設備於設置完成或分解檢修之後，運轉初期水份的排放可能相當頻繁。

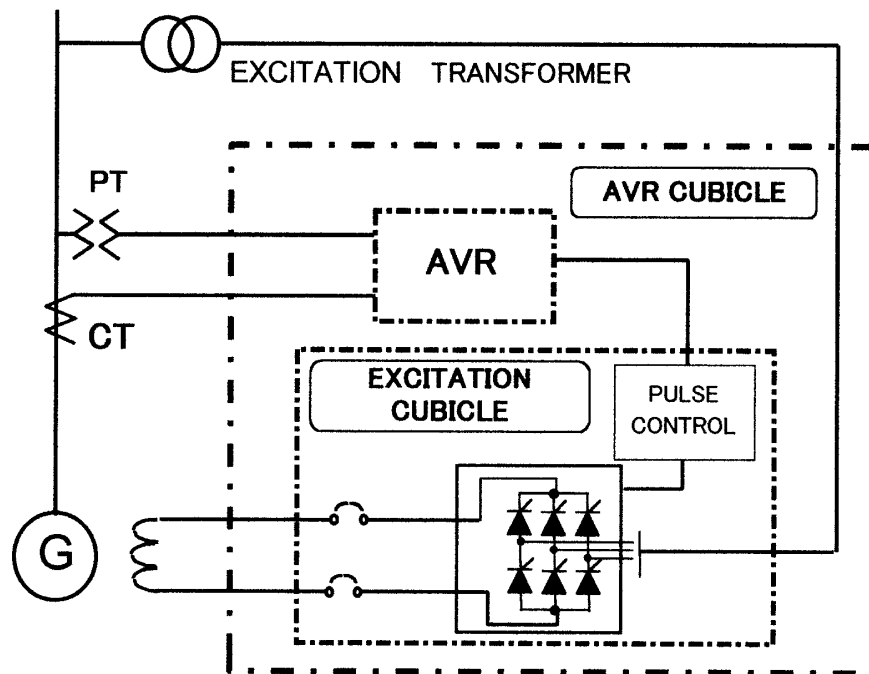
四、封油控制系統不正常現象檢查及對策

表1 封油控制系統不正常現象其調查及對策

不正常現象	原因	查證及對策
一、封油壓力擺動	1. 差壓調節器故障(41MKW01AA011)	<ul style="list-style-type: none"> • 壓力測感管路閘被關。 • 閘桿黏住。 • 不當調整調節器。
	2. 不當打開差壓調節器封油壓力感測閘(41MKW01AA812)	• 節流閘全關後打開至1/4到1/2轉。
	3. 釋壓閘故障(41MKW01AA009)	• 檢查設定壓力。
	4. 壓力表振動	• 檢查表計之裝配。
二、排放調節器(Drain regulator)油位不正常	1. 浮動閘故障如閘洩漏黏住或油滲入浮動閘	• 操作手動閘(41MKW01AA020, 022)以維持油位及嘗試恢復油位。浮動閘檢修要求封油系統完全停機。
	2. 浮動閘不當設定	• 若油位可被檢視，封油系統操作能被繼續，於下次大修時重新設定。
三、真空槽(Vacuum Pump)油位不正常	1. 浮動閘故障，如閘洩漏、黏滯、滲油	• 操作手動閘(41MKW01AA023, 026)維持油位並嘗試恢復油位，檢修浮動閘須AC封油泵停機。
	2. 浮動閘不當設定	• 如油位可被檢視，且AC封油泵無氣穴現象，封油系統可繼續操作。
四、從泵機械軸封洩油	1. 由於外物造成機械軸封損壞	• 更換機械軸封。
	2. O型環劣化	• 更換O型環。
五、真空槽真空度降低	1. 真空泵故障	• 嘗試恢復真空泵，如果真空泵無法使用，氫氣純度將降低，排除劣化氫氣加入清淨之氫氣以維持純度。
	2. 真空槽或管路吸入空氣	• 找出吸入點。
	3. 真空泵吸入閘(41MKW01AA037)被關閉	• 打開此閘。

貳、勵磁系統介紹與維護概要

1. STATIC EXCITATION SYSTEM OVERVIEW

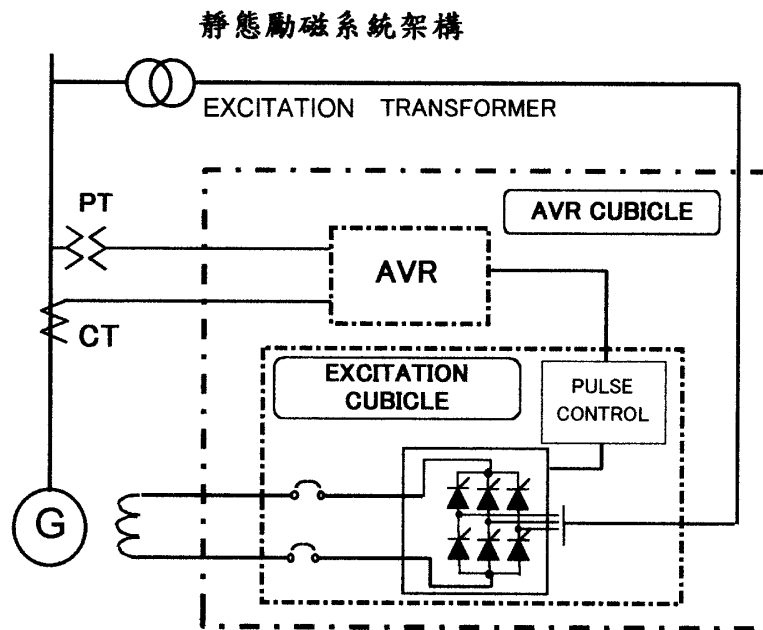


勵磁系統

AVR控制

一、簡介

三菱靜態勵磁系統之AVR為MEC5330模組，在其控制部份是最新型之數位控制器，其中心部份CPU是32-bit高速及高功能之微處理器(80486)本說明是解釋關於這裝置之操作，檢查及維修。



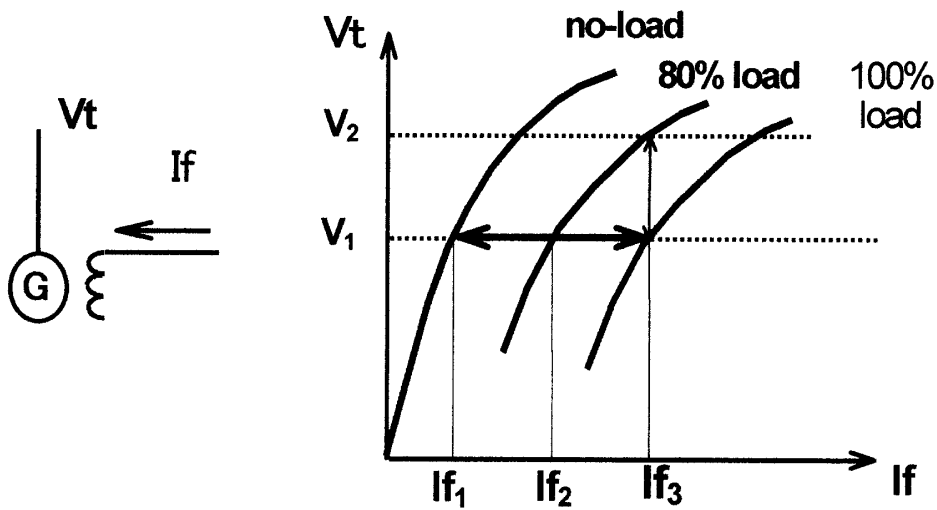
AVR之功用

1. 一般運轉

- 藉由磁場電流調整保持發電機端電壓於預設值

2. 暫態運轉

- 提高暫態運轉之穩定性
- 發電機卸載時抑制暫態電壓之波動



二、操作注意事

(一)AVR對於發電機之操作是不可或缺的，下述各項必須嚴格避免，它可能會造成AVR誤操作，甚至造成AVR故障

1. 於AVR週圍附件做類似焊接工作產生巨大之火星及雜音
2. 使用對講機超過其指定標準(指定標準為5W 150M Hz或400M Hz)
3. 攜帶強力磁鐵(如U-型磁鐵)太接近AVR
4. 於控制盤上之插座是專門給維護工具使用，請勿移作其它地方使用
5. 除非緊急狀況，否則請勿操作PC控制卡之開關

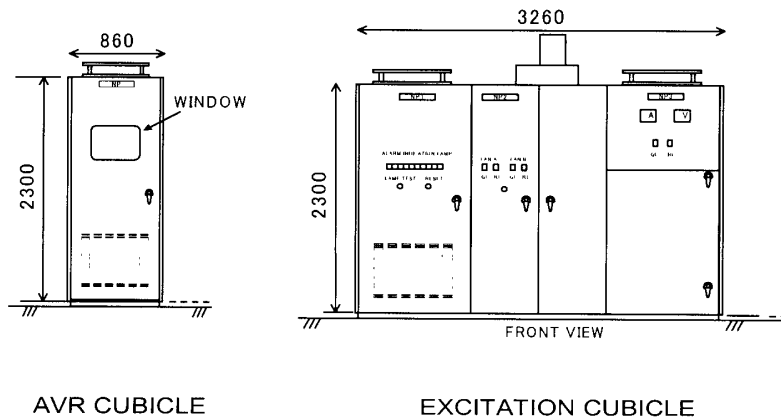
(二)AVR維修期間下列各項必須注意，否則會造成AVR受損

1. 當處理控制卡片時必須帶Anti-charge腕帶及棉手套
2. 當要插入CT測試端子時，必須注意短路棒是否有接上，為作測試目的地，必須強制操作輔助電驛時，必須利用專門之手工具。
3. 於AVR控制箱內，螺絲、夾子等小物件請勿隨意置放，若有掉落，請務必取出。

三、組成

型號MEC5330勵磁系統(AVR控制箱)整體全由金屬所包圍，下圖為外觀圖。

3.CONFIGURATION OF AVR / EXCITATION CUBICLE



四、各組合文件之名稱及功能

(一)下列為AVR控制盤及維修盤之名稱及功能，如圖1所示。

(1) DC電源供應

共有4種電源 DC125/DC24V，
DC125/DC48V，AC100/DC24V，
AC100/DC48V

(2)同步變壓器模組

是為了產生同步信號而設

(3)AVR維修盤

為封裝型之設備，做為顯示及測
量用，亦裝設有輔助電驛。

(4)CPU/FIRING單元

為數值控制單元，為AVR之中心具
有雙重電源控制卡，CPU卡及不同
之PIO卡。

(5)NFB控制盤

為整盤之電源供應站

(6)輔助PT及CT單元

轉換發電機之PT及CT信號到控制
卡片可用信號

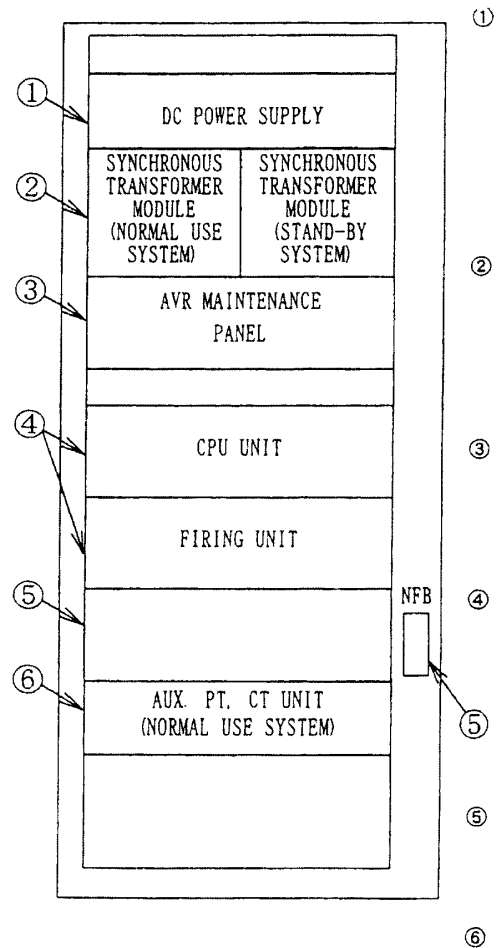
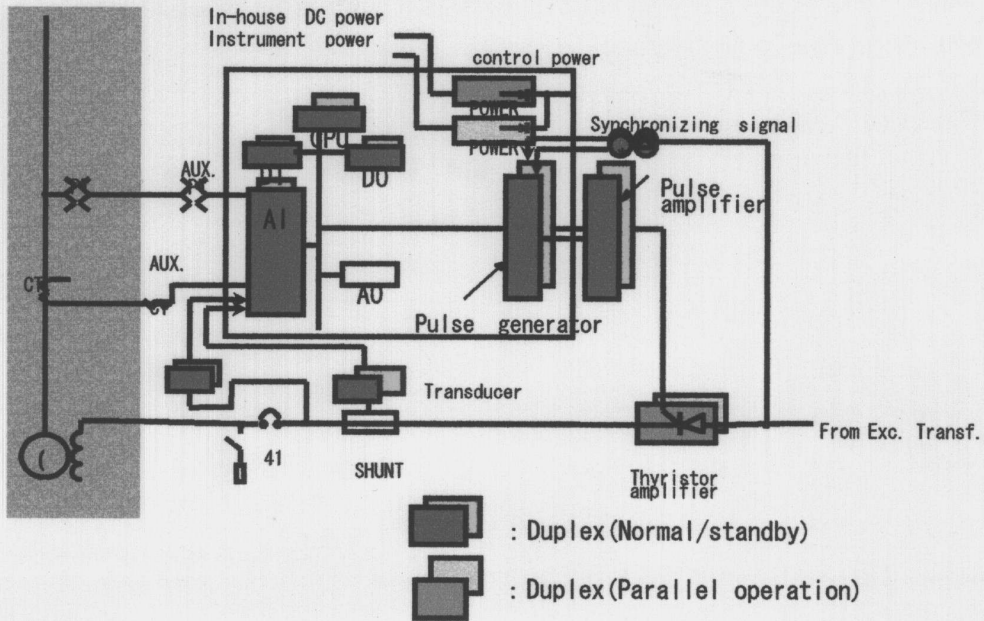


圖 1

Channel changeover theory of MITSUBISHI D-AVR



此套控制設備備有後衛支援系統，當正常操作系統異常時後衛支援系統可即時支援，保持系統正常運作

維修及故障處理

本系統屬於靜態型控制器，它無手動單元類似磁盤或打字機，負責控制之主要部份為靜態型，所有操作使用皆經由螢幕，保證具有優越可信賴度，所以無需另外之檢視及維修，我們建議去了解這手冊所敘之檢視及維修方式，那你就可繼續使用套系統一段很長之時間。

(一)例行檢視

例行檢視也就是一般週圍檢視，是為了確定下列事項

1. 維修盤之警報顯示

檢查維修盤上是否有警報

2. 雜音及異味

檢查電源供應單元是否有雜音或異味，檢視確定控制卡片之LED是否正常。(綠燈正常，紅燈不正常)

(1) 確定連接到前面控制卡片之接點是否適當？

(2) 確定電源供應輸出之LED顯示正常否？

(二)定期檢查

於定期檢查時確定下列各項是否正常

1. 電源供應卡(JPSG-10)

電源供應卡之輸出電壓之測量及校正

調整到12V的範圍 12V：11.64-12.36V 60V：58.2-61.8V

2. 電源供應單元

(1) 電源供應卡之輸出電壓之測量及校正

於每一單元之電源供應卡輸入端調整至下列範圍

24V：22.8V-25.2V 48V：45.6V-50.4V

(2) 電源供應操作之保護迴路(UV, OV)

3. 程式

確認程式存於MO內及CPU記憶體內，這是為了確保程式沒有被更改，此時建議用新的MO去儲存程式。

4. 控制盤內部之接線

打開後面門或蓋板，目視檢查接線

(1) 檢查連結端子是否牢固

(2) 螺絲接頭是否穩固

5. 螺絲頭再固定

檢查I/O處理單元及端子板之螺絲，若有鬆動則再固定

6. 清潔

控制箱內部及濾網清除(用吸塵器，不可用水、油清洗)

(三)定期更換項目

定期維修時，更換已屆年限之卡片：

1. 電源供應卡(JPSG-10/FPSG-20/YPSG-30/YPSG-40)

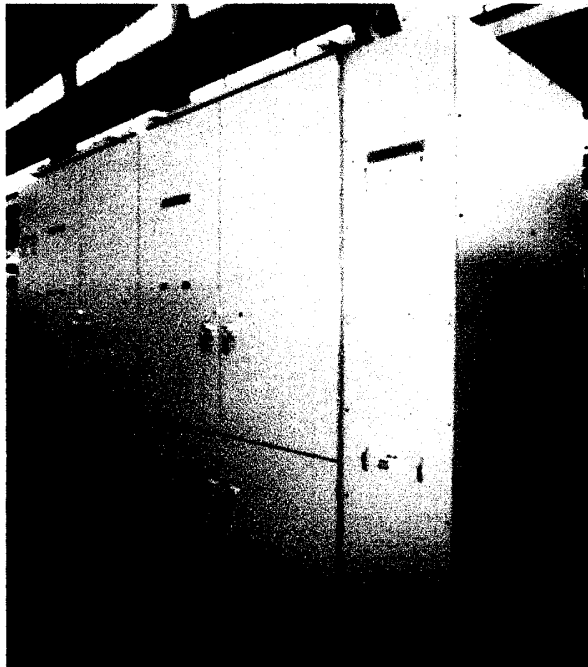
CPU單元之電源供應卡片中有電解電容器，而電解電容器其壽命約為

5-7年(使用於額定溫度內)所以於相當年限之定檢必須將卡片更換。

參、靜態變頻系統介紹與維護概要

三菱靜態頻率轉換器 SFC

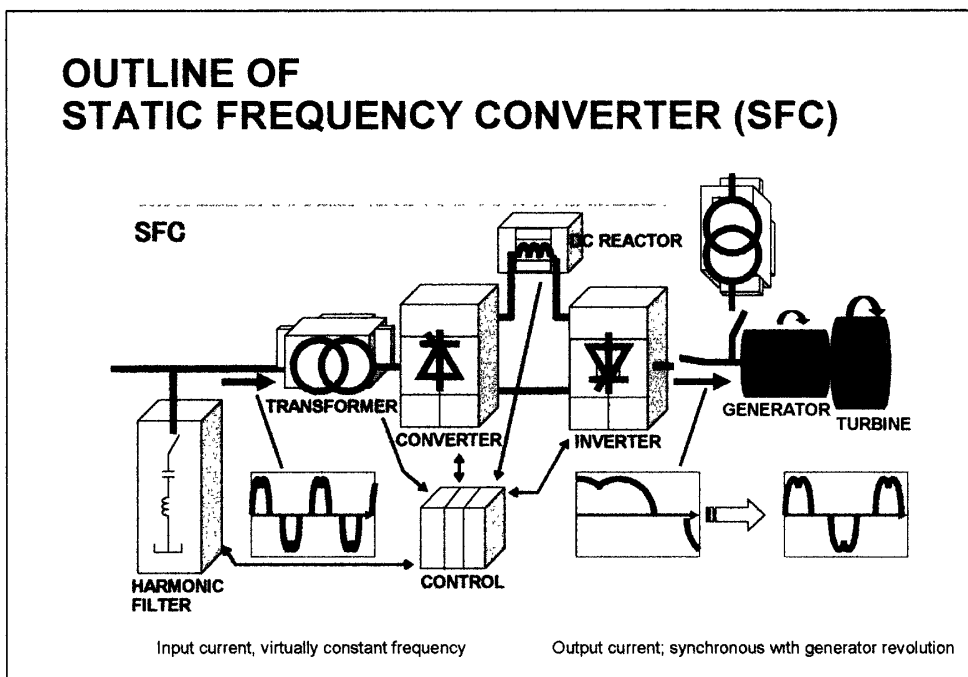
STATIC FREQUENCY CONVERTER



第一節 概述

三菱靜態頻率轉換器(SFC)之描述

靜態頻率轉換器系統之作用為加速氣渦輪機及氣渦輪發電機轉子達到其能自我維持其轉速，並能在此速度下產生足夠之能量繼續加速。其過程大致為當氣渦輪機接收起動命令，起動前須先確認 G.C.B 發電機之併聯斷路器自高壓系統隔離，氣渦輪發電機經 4 仟伏特或緊急柴油發電機供給之輔助 BUS 之電源，經由 SFC 系統轉換為一可變動之電壓及頻率之電能，此電能供給至定子線圈並由勵磁系統供應直流電源至轉子，使發電機於起動過程中作為同步馬達運轉，待氣渦輪機點火成功轉速達到 2400RPM 始停止 SFC 之運轉。



一. SFC 系統簡圖

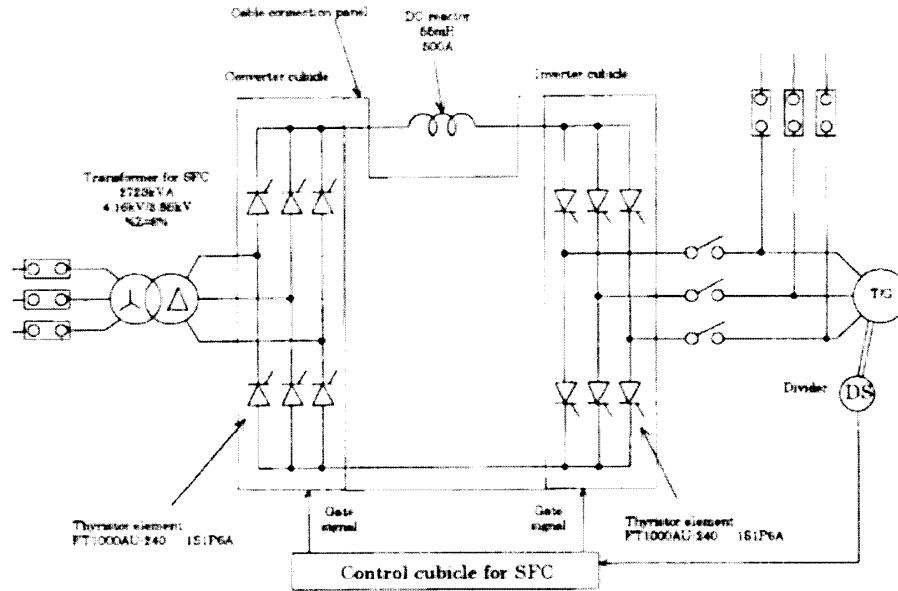


Fig1-1 SFC 系統簡圖

電路架構

SFC 由一起動變壓器、一直流電抗器、一轉換器及一變頻器所組成如圖 1 所示。轉換器由一三相六脈衝橋式連接電路所組成，其作用為將來自四千伏特系統之高壓電源轉換為一可變直流電壓源，而變頻器亦為一三相六脈衝橋式連接電路其作用為將轉換器轉換產生之可變直流電壓源反相轉換為三相交流可變電壓大小及可變頻率大小之電能，此可變之電能供給至發電機使發電機能轉動升速至所需之轉速。

二. SFC 額定資料如下：

- 容量：2000KVA
- 輸入電壓：三相，4.16KV，60Hz
- 直流電壓：4KVDC
- 直流電流：500ADC
- 輸出電壓：三相，3.2KV，0.05-40Hz
- 冷卻方式：迫冷空氣冷卻

環境溫度：5~40°C

額定負荷時間：100% 60 分鐘

元件配置：轉換器 FT1000AU-240 1S1P6A

變頻器 FT1000AU-240 1S1P6A

應用標準：IEC-60146

三. 設備組成

轉換器開關箱	一組
變頻器開關箱	一組
電纜連接面板	一組
SFC 控制箱	一組
起動變壓器	一組
直流電抗器	一組
諧波濾除器	一組

(1)轉換器箱：由六只開流體元件組成，內含六組控制電路，突波吸收器及觸發放大器以觸發開流體。

轉換器相關資料如下： 交流輸入電壓：3.85KV

輸入頻率：60Hz

直流輸出功率：2000KW

直流輸出電壓：4KV

直流輸出電流：500A

時間額定：100% 60 分鐘

冷卻方式：迫冷空氣冷卻

環境溫度：5~40°C

(2)變頻器箱：由六只開流體元件組成，內含六組控制電路，突波吸收器及觸發放大器以觸發開流體。

(3)SFC 之控制箱：由觸發轉換器及變頻器之開流體元件、控制起停之程序裝置及保護系統所組成。

SFC 之控制箱相關資料如下：

輸入電源	三相 480V 60Hz(風扇用)	14KVA
	DC 125V	3KW
	單相 120V 60Hz	4KVA
冷卻方式	自然空氣冷卻	
環境溫度	5~40℃	

(4)起動變壓器：其設計做為供給 SFC 電源，為室內用乾式型態。

相關資料如下：

額定容量	2723KVA	% Z	8%
相數	三相	冷卻方式	藉風扇帶動空氣迫冷
頻率	60Hz	額定時間	100% ，60 分鐘
一次側電壓	4.16KV	型式	乾式屋內用
二次側電壓	3.85KV	環境溫度	0~40℃
繞線	Y/		

(5)直流電抗器：為乾式型態，冷卻方式為藉風扇帶動空氣迫冷(AF)。

相關資料如下：

額定電抗	55Mh	額定時間	100% ，60 分鐘
電路電壓	4KVDC	型式	乾式屋內用
額定電流	500ADC	環境溫度	0~40℃
冷卻方式	藉風扇帶動空氣迫冷 AF		

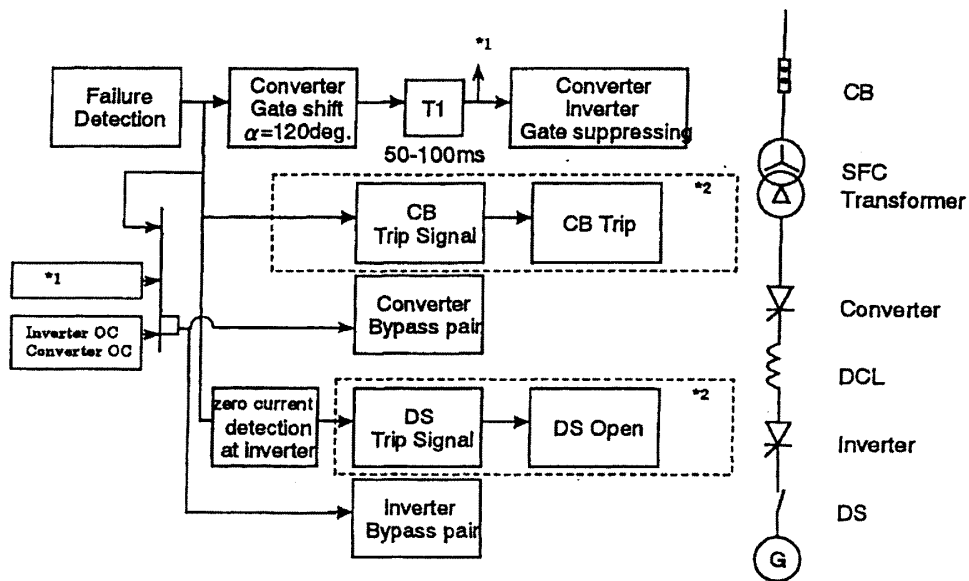
(6)諧波濾除器：由電容器，電抗器、熔絲、電路斷路器及輔助設備所組成，用以濾除 SFC 產生之諧波電流，其冷卻方式為迫冷空氣冷卻。

相關資料如下：

額定電	4.16KV 60Hz	時間額定	100% 60 分鐘
諧波級數	5 th	型態	室內
容量	500KVar	環境溫度	5~40°C
		冷卻方式	迫冷空氣冷卻(FA)

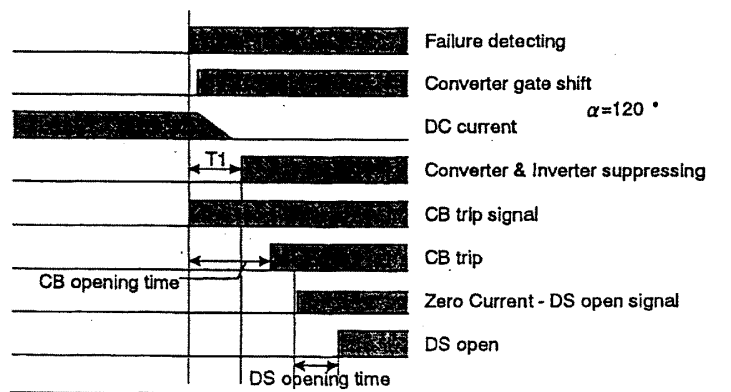
SFC 轉換器及變頻器之保護

保護：萬一 SFC 系統發生主要故障此保護裝置會使 SFC 停止運轉以保護 SFC 設備，其方式如下圖。



保護作用圖註記：*2 表 SFC 未控制 CB 及 DS 關閉，而由 DCS 控制。

SFC 保護時序圖



第二節 SFC 之維護

一. 檢查及維護

檢查及維護工作之目的是藉由檢查及維護以極早發現不正常現象，進而採取改正補救措施避免不正常現象惡化，以確保 SFC 能持續正常穩定運轉。

故對 SFC 系統架構有一廣泛的了解對實行維護工作是相當必要的。

1. 每日巡視檢查

檢查 SFC 設備之外部是否有來自 SFC 之不正常前兆，諸如不正常之氣味、聲音、振動，有關每日巡視檢查之報告可參考廠家說明書所附之表格。

注意事項：

當 SFC 之設備諸如轉換器、變頻器、變壓器、直流電抗器和諧波濾波器被加能和處於操作狀態時其設備之控制箱門勿嘗試開啟。

2. 年度檢查及維護

檢查 SFC 之所有裝置是否有不正常之狀況，其項目有清拭絕緣體之灰塵及污物，氣味正常否，接線是否鬆脫，是否有油洩漏，特性量測及次序測試，備品更換、檢查是否有污點及絕緣量測等，有關年度檢查及維護之報告可參考廠家說明書所附之表格。

注意事項：

工作前須依工作安全守則做好設備隔離及接地準備工作。

二. SFC 故障顯示

於 SFC 控制之前面板有其主要故障及次要故障之指示燈，萬一有主要故障發生時，SFC 操作立即停止，若是次要故障發生時，SFC 仍可繼續運作。

有關主要故障及次要故障之內容可參考廠家說明書所附之表。

三. 有關 SFC 之基本檢修程序如下：

1. 在故障發生時，檢查 SFC 之運轉狀態及系統狀態。
2. 檢查故障指示。
3. 檢查 SFC 控制面板之 LED 燈號狀態。
4. 重置故障。

按下重置按鈕持續 1 秒以上，以重置故障。

5. 檢查開流體測試器

藉由測試器量測閘流體元件 A 和 K 之間的電阻值，若電阻值介於 5~8K Ω 之間代表正常，若降至 1K Ω 或以下代表元件可能已開路，若閘流體必須更換時則須參考閘流體更換程序更換閘流體。

6. 於測試模式下檢查閘電流波型。

7. 檢查故障位置。

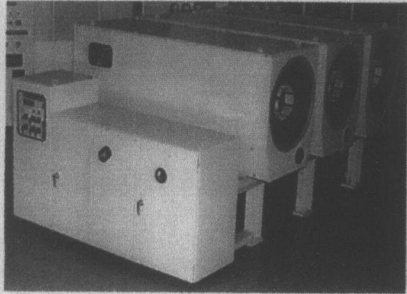
8. 若控制卡故障，則以備份卡片更換並將故障之卡片送回原廠家。

9. 若閘流體元件開路則更換，依故障檢修和避免故障發生之調查，待確認所有之故障已完全排除再重新起動。

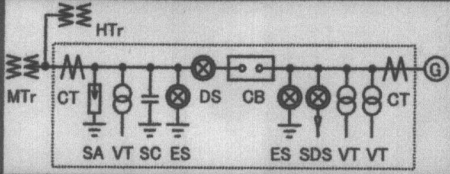
另有關各種不同故障模式之檢修程序較詳細之步驟可參考廠家說明書所附之流程圖。

肆、發電機主斷路器(GMCR)介紹與維護概要

Hybrid 100kA GMCB



Type : 20-SFMG-100



Rated voltage	27.5 kV(ANSI) 24 kV(IEC)
Rated continuous current	11300 A—natural cooling 20000 A—forced air cooling
Rated short-circuit current	100 kA
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz
Power frequency withstand voltage	60 kV ⁽¹⁾ / 70 kV ⁽²⁾
Impulse withstand voltage	125 kV ⁽¹⁾ / 145 kV ⁽²⁾

(1): to ground and across the CB contact gap
(2): across isolating gap

MITSUBISHI
ELECTRIC
HBN-D0628

發電機主斷路器(GMCR)

一、通論

(一)序言

於1997年三菱公司在日本首度對大型電廠發表氣體絕緣之發電機主斷路器，氣體絕緣開關設備技術之快速發展，使得高效率及大容量之設備上市並供應到許多電廠。

混合型的GMCR之發展是應市場上縮小化的要求，它和現有設備比較縮小很多。混合型GMCR根據下列概念去設計：

- 斷路器、隔離開關、接地開關皆組合於金屬箱內。
- 提供MELCO斷路器之最新技術，可以有效率縮小空氣斷路器之消弧室。
- 使用聯動的操作可以使控制及操作機構集中在一起。
- 直接連接到IPB以減少安裝空間。
- 利用迷你磁場結構以減少電磁場洩漏及使用少量SF₆、少量絕緣材料這些皆可以減少環保衝擊。

另外，混合型GMCR是利用下列需求概念將其設計成流線型並減少安裝空間。

- 改善運輸及安裝之處理。
- 改善操作及維修。
- 以有限空間可以伸縮安排設備。

如同以上所見，混合型GMCR設計是根據三菱公司長時間對可信賴度及有效空間利用之研發，相信是符合顧客之需要的。

(二)額定值

表1為混合型GMCR之額定值。

表1 Ratings

Rated maximum voltage (kV)		16.8
Rated continuous current (A, at 32°C)		11,300
Rated short-circuit current (kA)		100, 1sec
Power frequency withstand voltage (kV)		60 ⁽¹⁾ /70 ⁽²⁾
Rated full-wave impulse withstand voltage (kV)		125 ⁽¹⁾ /145 ⁽²⁾
Rated frequency (Hz)		60
Rated control voltage (DC, A)		125
Gas Insulated Circuit Breaker (GCB)	Rated short-circuit current (kA)	100
	Rated opening time (ms)	25
	Rated interrupting time (ms)	60
	Rated closing time (ms)	100
	Operating mechanism	Hydraulic (Gang operation)
	Rated operating oil pressure(Mpa)	31.5
	Rated SF ₆ gs pressure(Mpa, at 20°C)	0.50
	Rated voltage for motor of pump (AC, V)	460
	Weight of SF ₆ gs	17
Operating sequence		CO-3min-CO
Disconnecting Switch (ES)	Operating mechanism	Electric (Gang operation)
	Rated operation voltage (AC, V)	460
Earthing Switch (ES)	Operating mechanism	Manual (Gang operation)
Starting Disconnecting Switch (SDS)	Rated continuous current (A)	2000 (continuous)
	Short duration current (A)	4000 (20minutes)
	Rated maximum voltage (kV)	7.2
	Power frequency withstand voltage	28 ⁽³⁾ /60 ⁽⁴⁾
	Impulse withstand voltage	60 ⁽³⁾ /125 ⁽⁴⁾
	Operating mechanism	Electric (Gang operation)
	Rated operation voltage (DC, V)	125

(1) to ground and across the CB contact gap

(2) across isolating gap

(3) in position "C" and "0" to earth

(4) across isolating gap

(三)特性

三菱公司已經發展出可以大量減少安裝空間之含有CB、DS、ES之合理發電機斷路器系統，也就是混合型GMCB有下列特色。

1. 高可信賴度

因為主接點絕緣材質及導體皆封裝於SF6空氣中，可以使混合型GMCB長時間使用而故障少，而且三菱公司有自己一套液壓操作機構以確保GMCB操作之可信度。

2. 優越的電流遮斷功能

Puffer型式之消弧室是利用先進解析技術的雙流系統，這種解析是利用模擬SF6流量及新材料之電弧以確保在任何電流值都可以有優良的遮斷功能。

3. 操作簡單

所有控制設備及操作機構皆集中於GMCB之前側，這可以使操作更簡單，GMCB之安裝確保發電機啟動及解聯時不需去現場做開閉動作，這使操作上更容易。

4. 維修

在GMCB四週及頂端及位於GMCB前側之集中式操作機構及監視設備都有檢視窗以提高維修可靠度。

5. 迷你型磁場結構

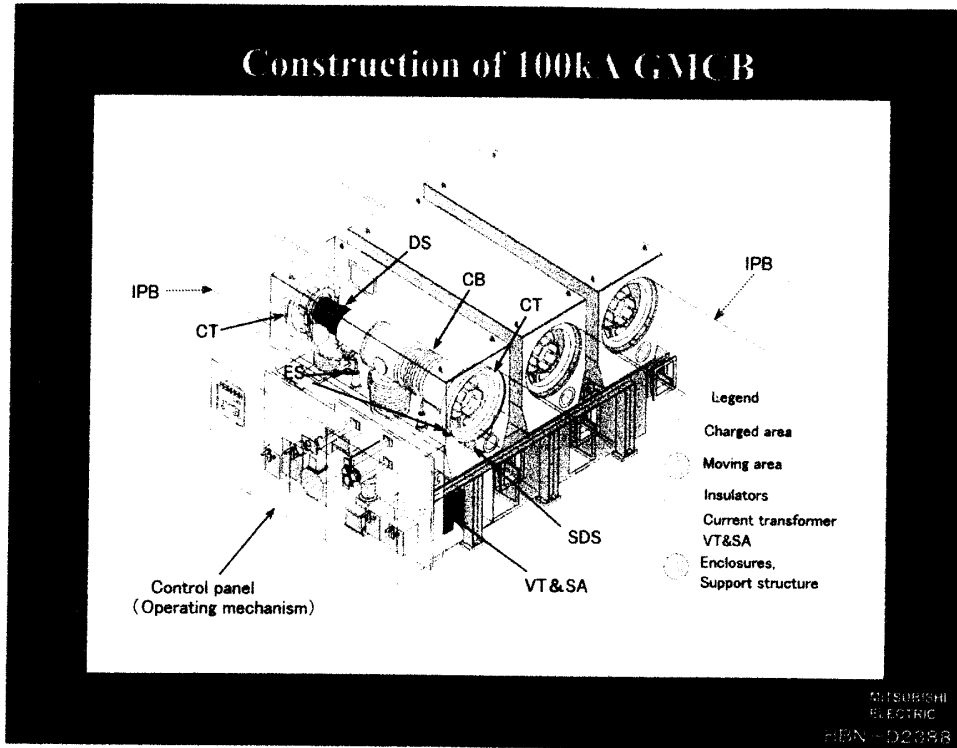
GMCB採用迷你型磁場結構，它設計成帶有感應覆蓋電流抵抗IPB導體電流方向，這種結構可以使磁場外洩達到最少。

二、結構

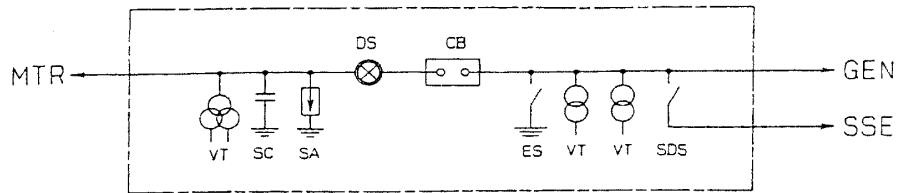
二、結構

(一)設備

下圖為GMCB之外觀圖及內部結構



控制及操作箱內部包含控制設備及操作結構如圖2，控制設備含GCB, DS, ES, SDS之控制，圖3顯示操作及控制設備及配件排列。操作設備包含可以同時操作GCB, DS, SDS及ES。



Single wiring diagram

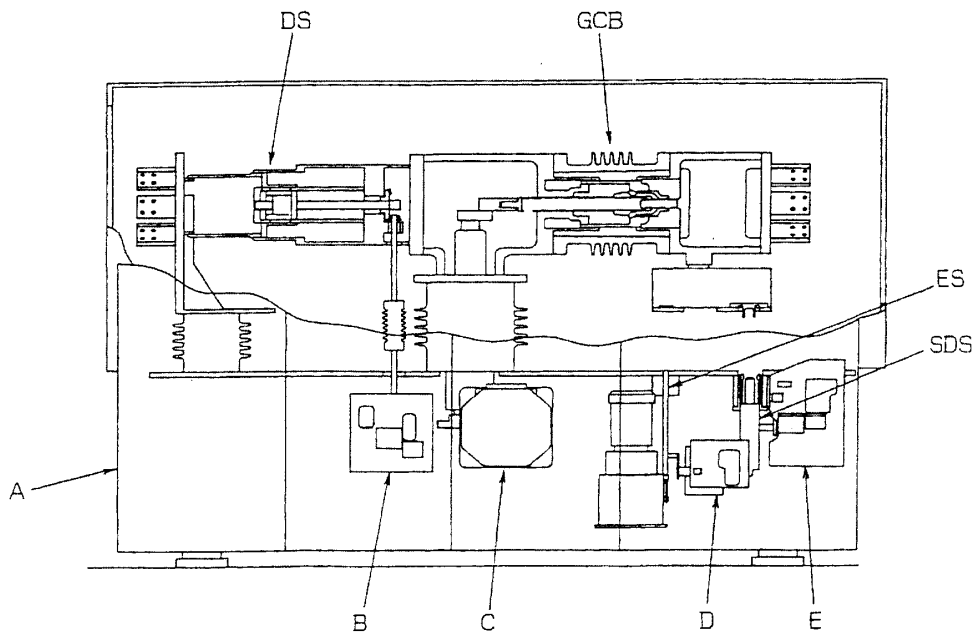


Fig.2 Inner construction

Legend to Fig.2

- A Control-Operation mechanism
- B DS operating mechanism
- C GCB Hydraulic operating mechanism
- D ES operating mechanism
- E SDS operating mechanism

三、檢查及維修

(一)檢查及維修方法

根據不同之服務條件有不同的檢查及維修，請參考表3及表4。

表3 Inspection based on service time

Inspection	Frequency	Description
Patrol		External visual inspection of energized equipment
Routine	Every 3 years	External visual inspection without releasing SF6 gas while short operation halt. Cleaning and lubrication.
Detail	Every 12 years	Disassemble and inspection of major units for keeping performances while operation halt. The standard period is 12 years and may be shortened according to frequency, load and environment on GCB.
Special		On finding malfunctions or reaching replacement condition, external and internal inspection.

表4 Inspection checklist

System	Inspection item	Object	Frequency			
			P	R	D	
GMCB outside	General	Bolt fastening		X	X	
		Foundation bolt fastening		X	X	
		Unusual noise	X	X	X	
		Rust		X	X	
		Paint peeling and scratch		X	X	
		Earthing terminal fastening		X	X	
		Rust on earthing terminal		X	X	
	Enclosure	Crack and damage on inspection window		X	X	
Control cabinet	Crack and damage on inspection window		X	X		
GMCB Inside	GCB	Refer to GCB instruction manual				
	DS	Refer to DS instruction manual				
	ES	Refer to ES instruction manual				
	SDS	Refer to SDS instruction manual				
	Main conductor	Conductor connection fastening		X	X	
		Insulator contamination		X	X	
Measure insulation resistance			X	X		
Control and Operation	Hydraulic mechanism	Refer to GCB instruction manual				
	Gas system	Refer to GCB instruction manual				
	DS operating mechanism	Refer to DS instruction manual				
	ES operating mechanism	Refer to ES instruction manual				
	SDS operating mechanism	Refer to SDS instruction manual				
	Control circuit	Unusual smell		X	X	X
		Unusual sound		X	X	X
		CO indicator		X	X	X
		Terminal fastening		X	X	
		Auxiliary relay coil conductivity		X	X	
		Measuring insulation resistance		X	X	
		Rust and dew		X	X	
		Door packing		X	X	
Lower part of support Structure	GCB connecting mechanism	Refer to GCB instruction manual				
	Gas system	Refer to GCB instruction manual				
	DS connecting mechanism	Refer to DS instruction manual				
	ES connecting mechanism	Refer to ES instruction manual				
	SDS connecting mechanism	Refer to SDS instruction manual				

(二)配件更換

配件更換以表5為標準，請參閱GCB配件更換介紹手冊。

表5

Object	Replacement parts	Replacement period
GCB	Refer to GCB instruction manual	
Inspection cover at control and operating housing	Door and Cover packing	Every 6 years

三、出國期間所遭遇之困難與特殊事項

- (一) 很榮幸承蒙各級長官推薦至日本三菱電機實習，確實是一難得機會。在日本三菱電機一個月期間能與各級工程師及現場工作人員互相研究討論，真是獲益匪淺。對於日本製造工廠內部各物件排列整齊、井然有序及一貫化之作業流程深為佩服，而日本技術人員對於專業領域的執著程度也值得我們效法。
- (二) 由於南部複循環四號發電機之排列方式為將其置於氣渦輪機與汽輪機之間，將來開蓋大修方式與目前機組不同，故特與三菱發電機專家深入研究以期將來維護工作能順利進行。
- (三) 日本飲食、生活習慣大致與國內相同且交通及治安良好，生活上並無任何不便之處。唯一美中不足之處是自己覺得如果能用日語溝通，工場內之實習效果當能更好。

四、對本公司之具體建議

- (一) 四號發電機為南部電廠唯一氬冷式機組，為使本廠運轉人員熟悉其運轉模式，試運轉期間應適時調派人力參與。
- (二) 有關電壓調整器(AVR)及靜態變頻系統(SFC)等重要控制設備內之控制卡片備品應規劃購置。

- (三) 勵磁變壓器一次側(電壓 15.2KV)無設置斷路器且與主輔變
15KV BUS DUCT 聯結，遇主變停電機會應進行勵磁變壓器及附
屬設備全面定檢。
- (四) 各設備隨機皆附有特殊工具作為將來維修之用，如發電機、
主斷路器等。接收時應依各設備說明書所述之清單確實點交。
- (五) 發電機、氫氣及封油系統設備配件定有使用年限，應依說明
書內之規定更換，更換前備品之購置應依時編列預算請購。