

第一章 柴油引擎發電機組基本介紹

● 何謂發電機:

發電機是把動能或及其它形式的能量轉化成電能的裝置。一般的發電機是通過發動機先將各類能源轉換為機械能，然後通過發電機轉換為電能，經輸電、配電網絡送往各負載端。使負載端有電源可用。

依發電機輸出電源來分，主要有直流發電機與交流發電機兩種類型。依照動力來源的不同，也可分為氣輪式發電機組、水輪式發電機組、汽油引擎發電機組、柴油引擎發電機組等等。

發電機組的工作原理就是發電機在原動機的帶動下不斷地運轉，從而達到發電的目的。

● 主要用途:

柴油引擎發電機組屬於自備交流應急供電設備的一種，它是一種獨立的小型發電設備，是以柴油內燃機作動力，驅動同步交流發電機而發電。

其主要元件有柴油引擎、發電機、控制箱及底座。並將所有主要元件組合在共同底座上以維持其剛性連結的一種機器。

通常在醫院、電信機房、資料中心、工廠、或重要國防、政府機構等地會安裝，以在外部供電中斷時使用。

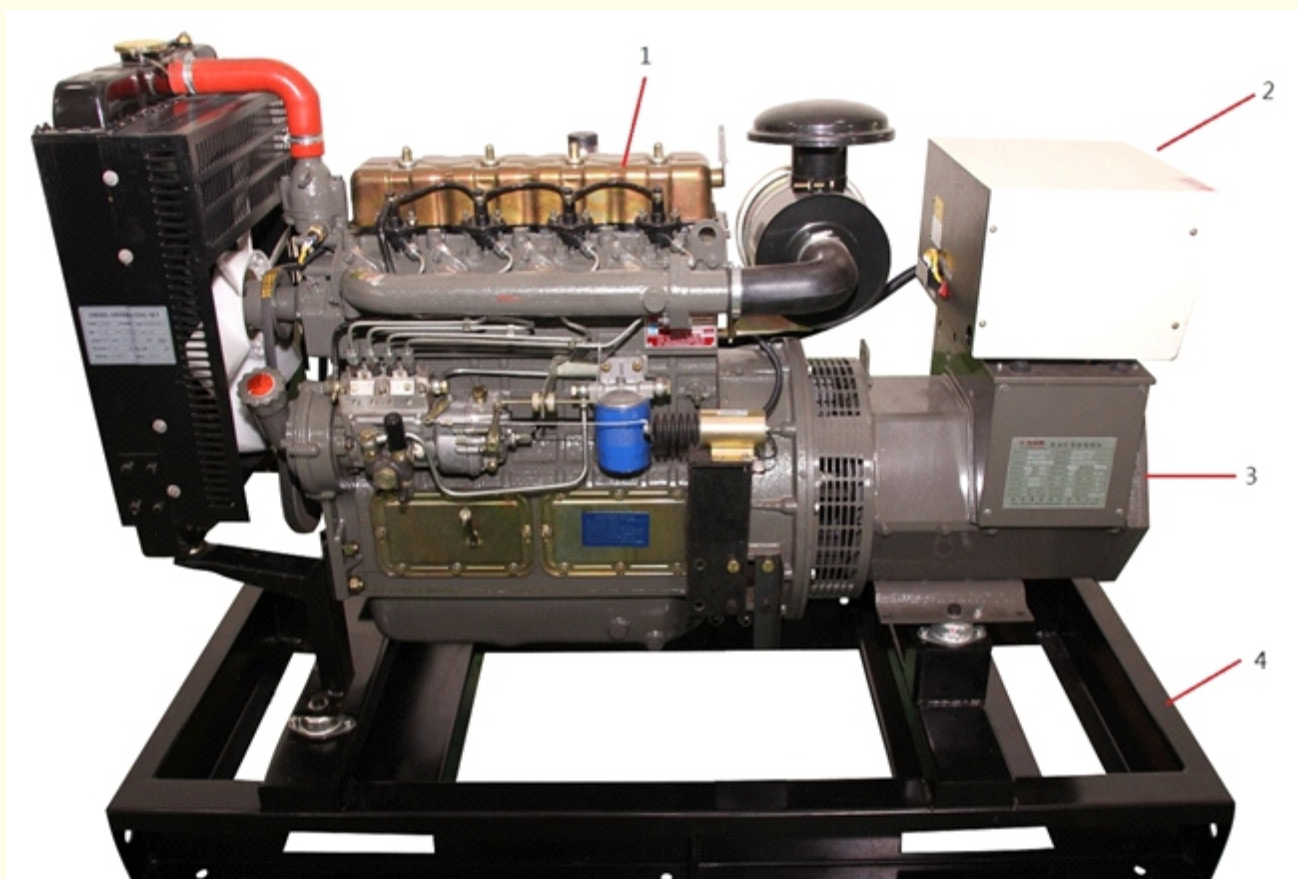
用於消防設備上時，因為火災發生時，台電端會切斷電力的輸送，所以此時消防泵浦及其他的救災設備皆會失去動力來源，所以在此時便由發電機供給這些救災設備動力來源。

通常發電機會搭配ATS(電源自動切換開關)使用，當台電端切斷供電時，ATS會將供電來源切換至發電機側，此時發電機也會因為ATS切換而自動啟動。以供給各項設備的電力來源。

第二章 發電機組動作原理介紹

一台柴油引擎發電機組的主要構成元件可以大致分成以下四項:

1. 柴油引擎:用以提供發電機轉動所需的動能。
2. 控制箱:用於控制機組的運行及停止，並有監控機組運行狀況的功能，能於機組異常時，執行自動停機保護。
3. 發電機:將引擎提供的動能轉換成電能。



1.柴油引擎

2.控制箱

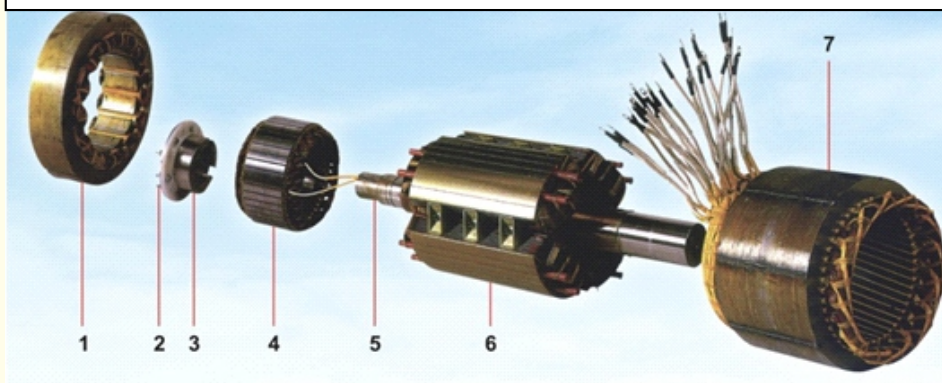
3.發電機

4.底座

● 發電機主要元件及動作:

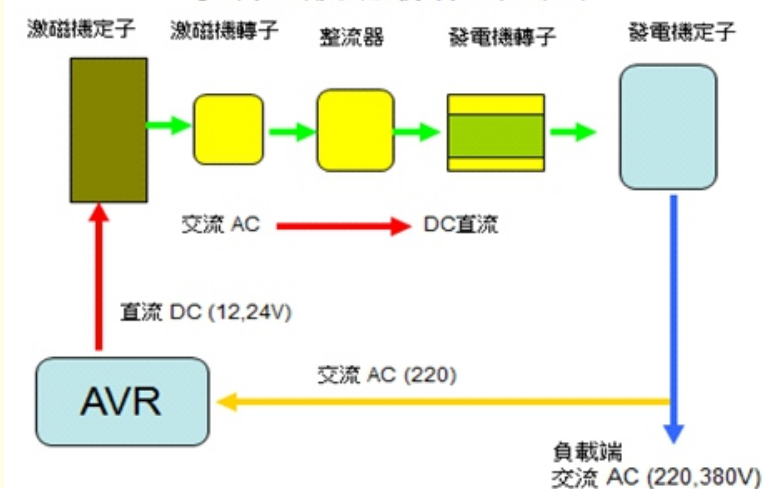
1. 激磁機定子:於機組運行時變成電磁鐵主要用於提供磁場，使激磁機轉子在轉動時產生感應電勢。
2. 激磁機轉子:當產生感應電勢後透過二極體整流器，供應發電機轉子直流電，使發電機轉子成為一電磁鐵。
3. 發電機轉子:當轉子成為電磁鐵後，便能提供磁場，透過轉動產生磁場變化，使發電機定子產生感應電勢。
4. 發電機定子:當產生感應電勢後便可供應電源給負載端。並且同時供應AVR工作電源。
5. 自動電壓調節器(AVR):透過發電機定子供應的電壓進行控制供應給激磁機定子的直流電，調整激磁部磁場的強度來控制激磁部供應給發電機轉子的直流電，以維持電樞定子的電壓在不同負載下能穩定。

發電機內部構造分解



- | | | |
|----------|--------|-----------|
| 1. 激磁機定子 | 2. 二極體 | 3. 二極體固定座 |
| 4. 激磁機轉子 | 5. 轉軸 | 6. 發電機轉子 |
| 7. 發電機定子 | | |

交流激磁機流程圖



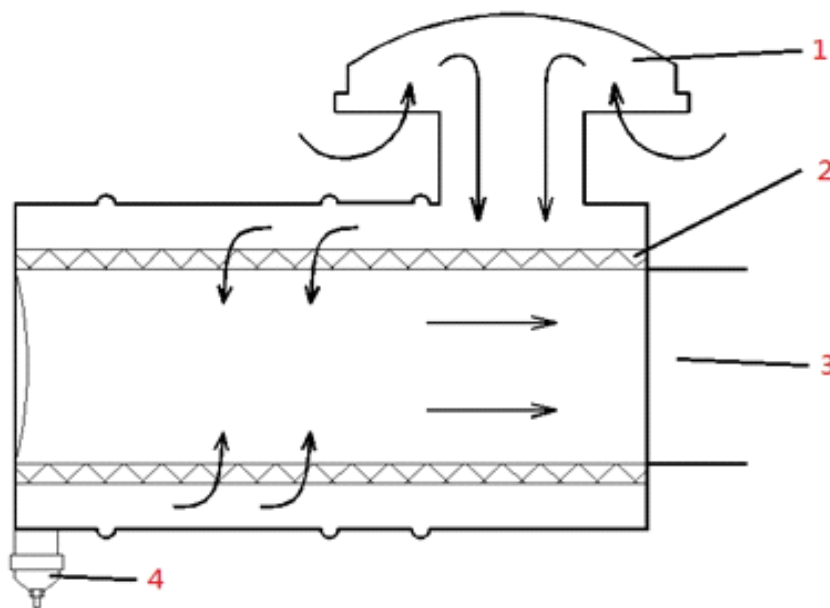
● 引擎五大系統

1. 進氣系統(Air Intake System):主要是指將空氣送入汽缸內的整個系統。

1.1 組成元件:進氣系統主要是由空氣濾清器及進氣歧管組成。現在的機組為了提高引擎的效能有時候會加裝增壓器(turbocharger)及壓縮空氣冷卻器(Charge-air cooler)。

1.2 元件功能介紹:

1.2.1 空氣濾清器:空氣進入系統的入口，其功用為過濾空氣中的雜質讓進入引擎的空氣可以保持乾淨，其內部為一個濾心空氣由外部進入經過濾芯由中心進氣。



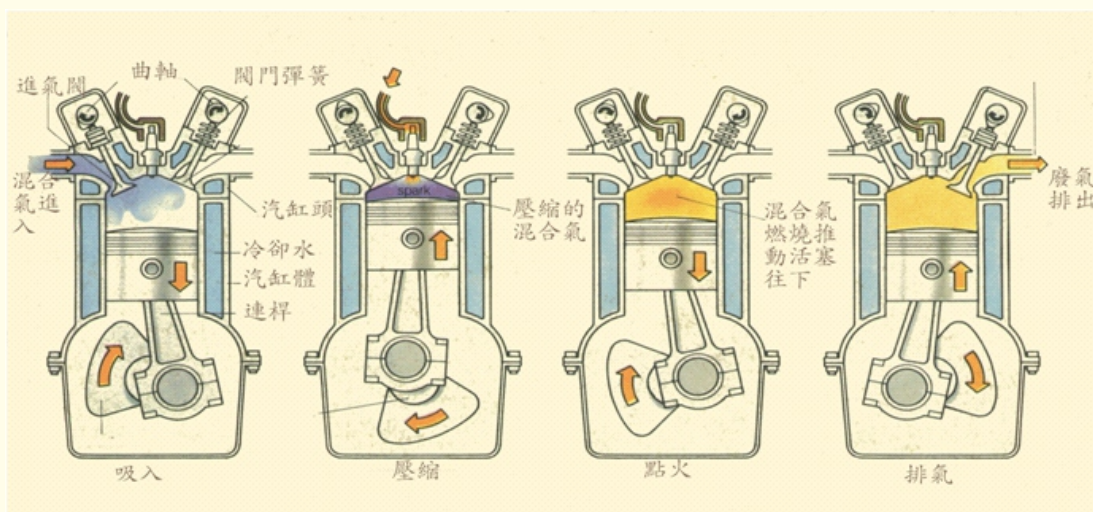
1.防雨帽 2.濾心 3.連接增壓器或進氣歧管 4.排汙孔
(→為空氣流動的方向)

● 柴油引擎運作原理

1. 柴油引擎類似於汽油引擎，都是屬於內燃機；不過，它們的動作原理，彼此卻有相當大的差異。在汽油引擎中，油料是先與空氣在化油器中混合，而後才送入汽缸中，經壓縮後，藉助於火星塞之點火而燃燒，進而產生動力。但是在柴油引擎中，燃料並沒有與空氣混合（因此也不需化油器），而是先將空氣送入汽缸，經強烈壓縮後（壓縮比在12~25間），原來的新鮮空氣會變成紅熱的壓縮空氣，此時將燃料利用高壓霧化噴向汽缸內這些紅熱的空氣，造成燃燒而發出動力。
2. 目前使用的柴油引擎以四行程引擎為主，整個引擎運轉的動作可以區分為進氣、壓縮、燃燒、排氣四個連續的過程：這四個過程可以構成一個循環。這一個循環需要曲柄軸旋轉兩圈才能完成；如果曲柄軸只需旋轉一圈就可以完成（此時當然需要一些輔助設備，諸如驅氣設備等），則稱之為二衝程引擎。

● 四行程動作

1. 進氣衝程:此時進氣閥會打開，空氣被抽入汽缸，活塞隨之往下運動，一直運動到汽缸底部。
2. 壓縮衝程:此時進氣閥關閉，活塞自汽缸底部再向上運動，使汽缸內的空氣受到強烈壓縮，一直到活塞運動至汽缸頂部為止。此時汽缸內的空氣已經變成紅熱的壓縮空氣了。
3. 動力衝程:此時燃料被霧化噴入汽缸，碰到紅熱的壓縮空氣後，造成劇烈的燃燒，此時缸內氣體急速膨脹推擠活塞，使得活塞急速向下運動，形成所謂的動力衝程。
4. 排氣衝程:當活塞到達最低點後，此時活塞又由下往上運動，排氣閥打開，廢氣排出。



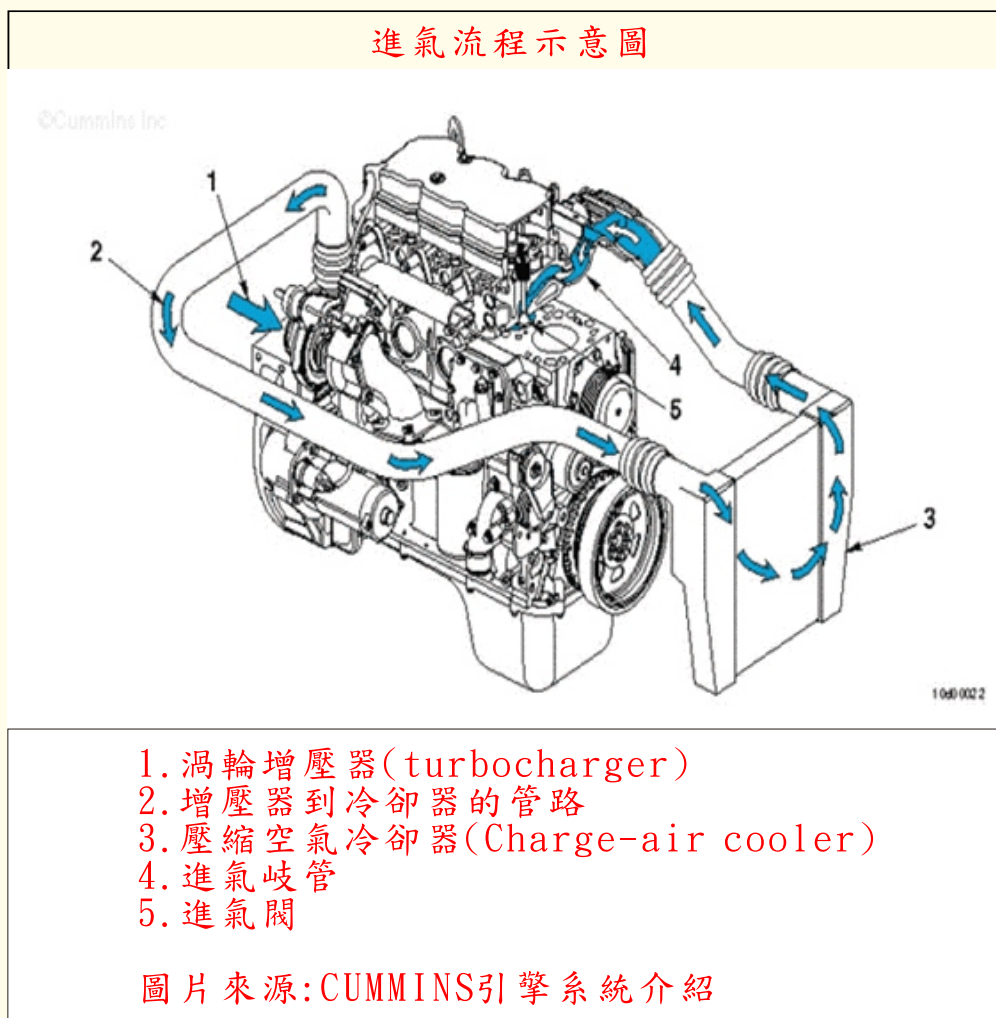
1.2.2 渦輪增壓器(turbocharger):運用排氣的能量轉動內部的葉輪，以達到將空氣壓縮的功能。以增加空氣的密度使同樣容積的汽缸內的氧氣量增加，故能燃燒更多的柴油，提高輸出馬力。

1.2.3 壓縮空氣冷卻器(Charge-air cooler):通常裝置於水箱散熱器上，位於渦輪增壓器與進氣歧管之間。因經過增壓器後空氣溫度提高，所以利用散熱風扇與鰭片讓壓縮後的空氣先降溫再進入引擎。因空氣降溫後體積會再度縮小，故同樣容積的汽缸內的氧氣量又可以再增加。

1.2.4 進氣歧管:將空氣分配進入汽缸氣閥的裝置。

1.3 進氣流程:空氣濾清器將空氣過濾→增壓器壓縮空氣→冷卻器冷卻空氣→經進氣歧管進入汽缸。

進氣流程示意圖



2. 排氣系統(Exhaust System):將引擎汽缸內的廢氣排出。

2.1 組成元件:主要為排氣歧管。於有增壓器的引擎時，排氣管會與增壓器連接。

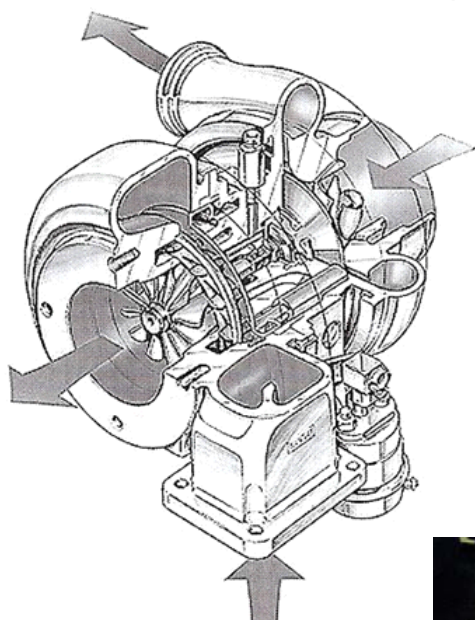
2.2 元件功能介紹:

2.2.1 排氣歧管:連接個汽缸的排氣閥，主要是將各汽缸內的廢氣集中導入排氣管。

2.2.2 渦輪增壓器(turbocharger):通常與排氣管連接，利用排氣的能量推動葉輪，經中心軸傳動使進氣端的葉輪也可以轉動，進而增加進氣的壓力。

經過增壓器壓縮的空氣，由此進入引擎。

渦輪增壓器

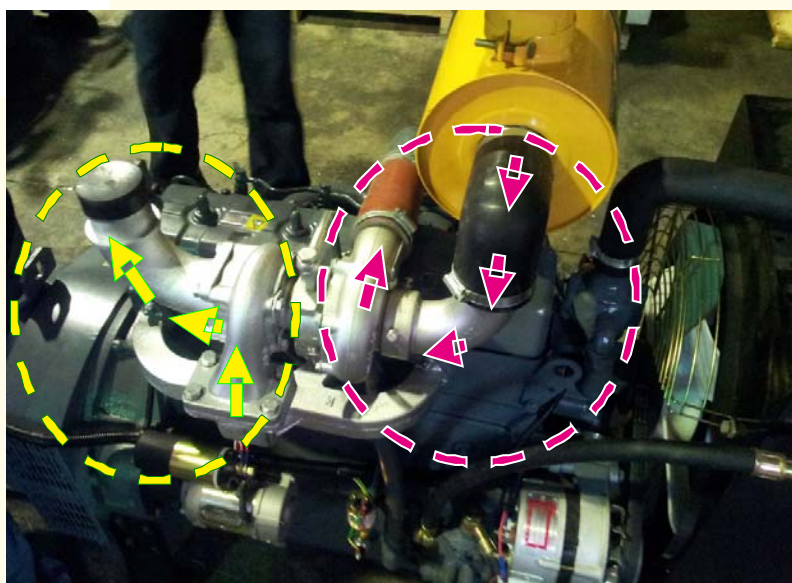


連接排氣管，廢氣由此處排出。

連接空氣濾清器，新鮮空氣由此處進入。

渦輪增壓系統

連接排氣歧管，利用排氣的能量使葉輪轉動。



4. 潤滑油系統:用來潤滑引擎各部件的油路系統。

4.1 主要由油底殼、機油濾網、機油泵、機油冷卻器及機油濾清器所組成。
。部分機組會有裝置離心式機油濾清器。

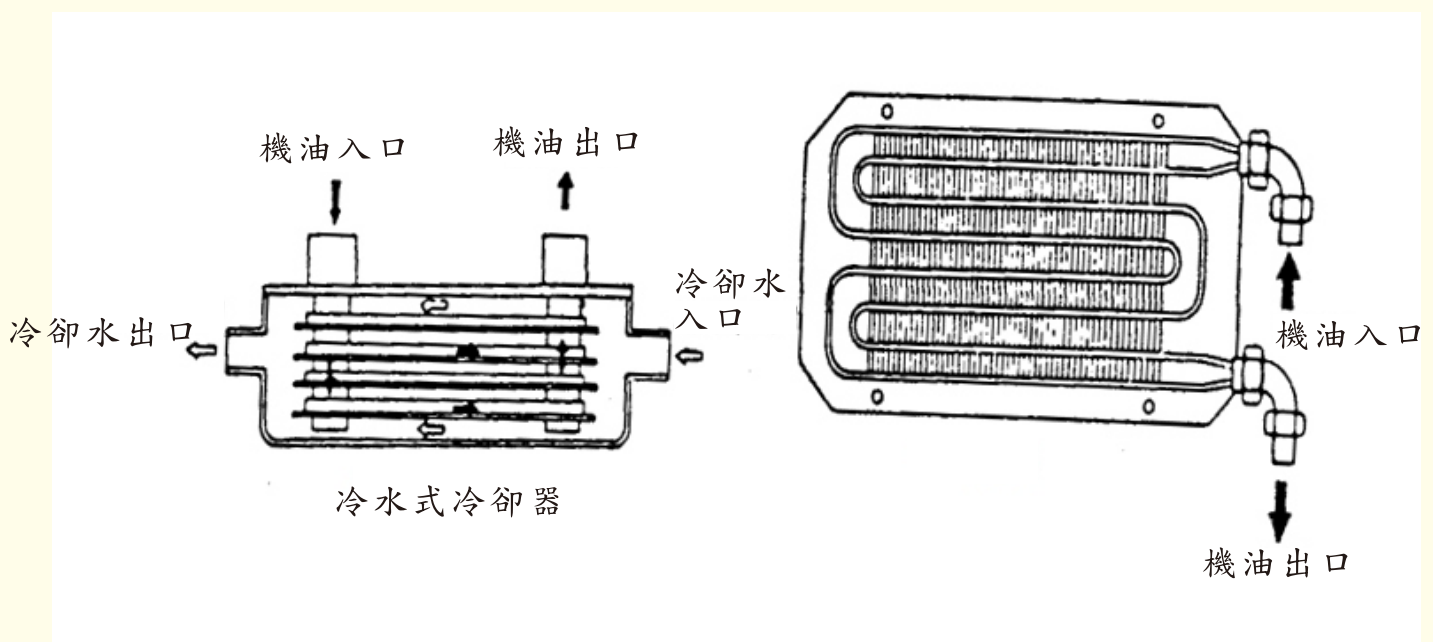
4.2 元件功能介紹:

4.2.1 油底殼:通常於引擎的底部，所有機油循環過後，最後都會回到油底殼。

4.2.2 機油濾網:位於油底殼處，機油油路的入口，主要是在機油進入油路時，先行過濾雜質再讓機油進入循環系統內。

4.2.3 機油泵:位於油底殼處，用來加壓運送機油到所有需要潤滑與散熱的地方。

4.2.4 機油冷卻器:由於機油是用來潤滑所有的運動部件，而在運轉的過程中，除了摩擦外也會爆炸產生的熱傳導，所以除了潤滑作用外，也會帶走熱量有散熱作用。但若機油持續帶走熱量沒有散熱的話，機油油溫持續升高，則會使油膜保持困難而損壞機件。故需要散熱裝置以用來使機油溫度降低。而機油冷卻器主要有水冷式及氣冷式兩類型。



圖片來源:高敏聰老師-柴油引擎構造

3. 燃油系統:為運送分配燃油至各汽缸內的系統。

3.1 主要元件:供油泵、噴射泵總成、燃油濾清器、輸油管所構成。當燃油經由供油泵進入後會先經過燃油濾清器過濾後才會進入噴射泵內，再由噴射泵將燃油經由輸油管分配至各汽缸的噴油嘴，再由各噴油嘴對各汽缸噴油。

3.2 元件功能介紹:

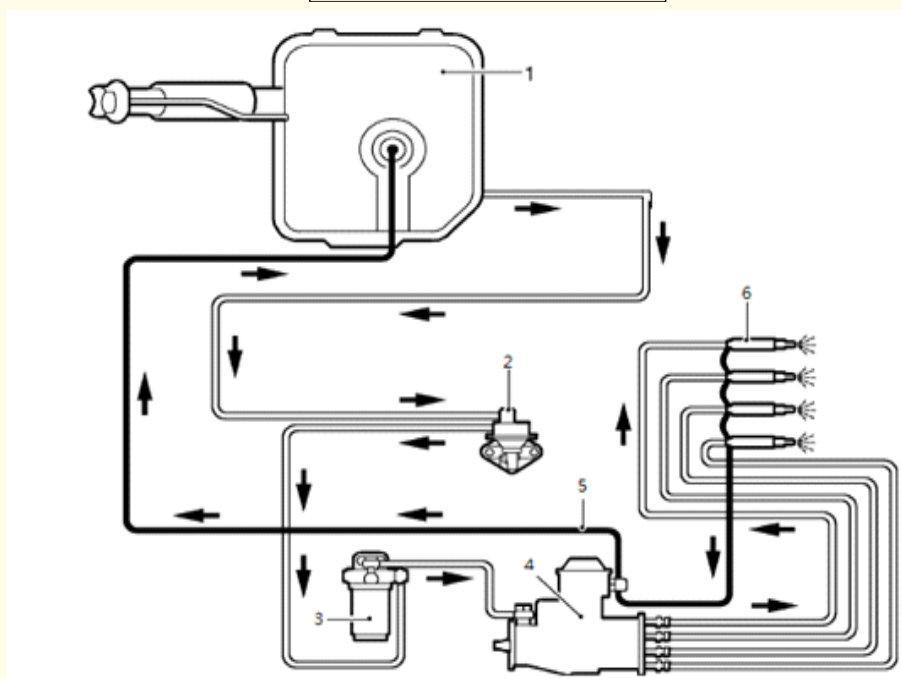
3.2.1 供油泵:其主要功能為將燃油送入油機內，先送至燃油濾清器後，再進入噴射泵內。此端為低壓系統。

3.2.2 柴油濾清器:主要功能為過濾柴油中的雜質。燃油從外圍進入通過內圍的濾心後，從濾清器的中間出來。

3.2.3 噴射泵:主要負責將通過濾清器的乾淨燃油分配輸送燃油到汽缸的裝置。此為高壓系統，將燃油加壓經由輸油管送至各汽缸的噴油嘴。

3.2.4 噴油嘴:將燃油噴入汽缸的裝置，其噴頭為一個霧化裝置。藉由噴射泵的高壓，使燃油通過霧化器後，再進入汽缸內。燃油霧化後，進入汽缸與紅熱的壓縮空氣接觸，產生燃燒。

燃油系統



1. 油箱

2. 供油泵

3. 燃油濾清器

4. 噴射泵

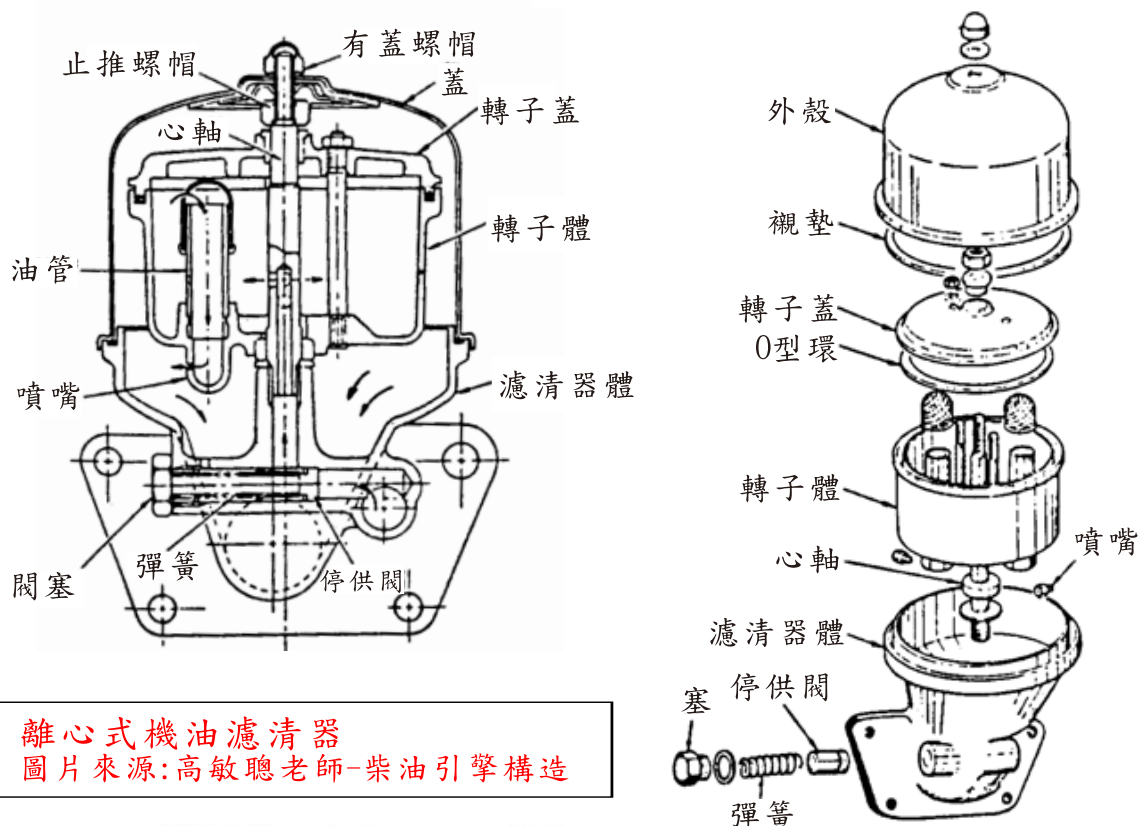
5. 輸油管

6. 噴油嘴

圖片來源:http://www.landroverexpedition.com/blog/wp-content/uploads/300tdi_fuel_system_diagram.png

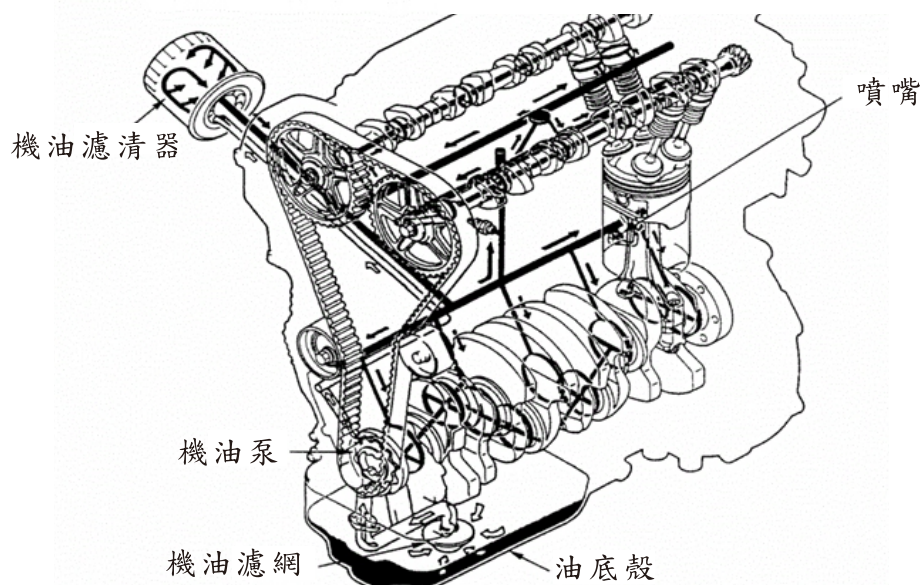
4.2.5 機油濾清器:用於過濾機油內的雜質的裝置，使機油保持一定的清潔。過濾方式雷同於柴油濾清器，也是讓機油由外圍進入後，通過內圍的濾心後再由中心回到油路內。

4.2.6 離心式機油濾清器:利用轉動時的離心力，使機油內的雜質聚集在轉子體的側壁上，再將乾淨的機油流回油底殼後繼續循環。



離心式機油濾清器

圖片來源:高敏聰老師-柴油引擎構造



引擎機油迴路

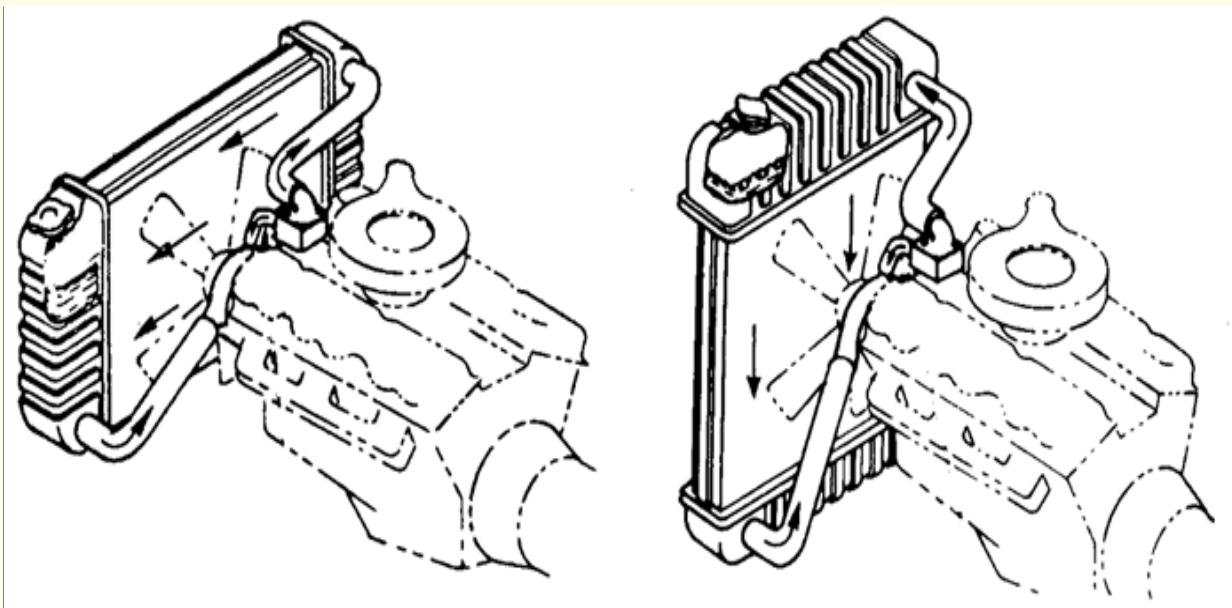
圖片來源:<http://s94.photobucket.com/user/jedimy/media/Lubricants/g5-6.gif.html>

5. 冷卻系統:引擎運轉時會產生許多的熱能，若沒有散熱則引擎溫度會一直升高導致過熱、損壞。一般引擎的散熱系統多為水冷式，利用水循環來帶走運轉產生的熱。再由水箱散熱器藉由風扇來冷卻循環水的溫度。以維持引擎的溫度能處在最佳的工作溫度。

5.1 系統由水箱(散熱器)、水泵以及節溫器所組成，再經由皮帶去帶動風扇來冷卻散熱器內的水。整個完整的水循環路徑為，下水箱→引擎進水管→水泵→引擎本體缸套→節溫器→迴水管→上水箱→水箱散熱水管→下水箱。

5.2 元件功能介紹:

5.2.1 水箱(散熱器):整個系統的循環水就是在這裡進行降溫的。利用水管結合鰭片增加表面面積，再經由風扇吹撫鰭片來進行冷卻液的降溫。



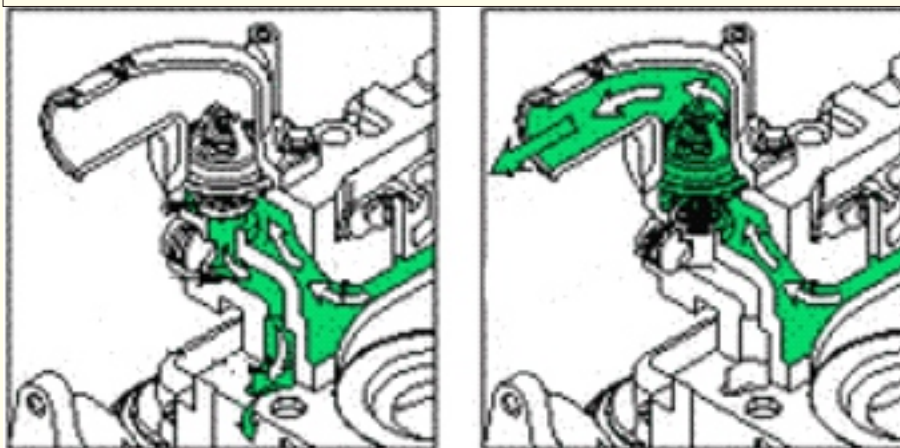
右圖為平常使用的上下流動式散熱器

圖片來源:<http://www.tyai.tyc.edu.tw/am/mtkao/file/car/a/car-a13.pdf>

5.2.2 水泵:冷卻水循環的動力來源。

- 5.2.3 節溫器:用來調節水溫，使引擎能保持在較佳的工作溫度內，不會太冷也不會過熱。在低溫時節溫器關閉，冷卻水只在引擎內缸套與水泵間循環，不經過水箱散熱使，加快引擎到達正常工作溫度，隨著溫度提高，節溫器漸漸打開，此時冷卻水經水箱散熱器、水泵、缸套循環以維持引擎溫度不會持續提高。

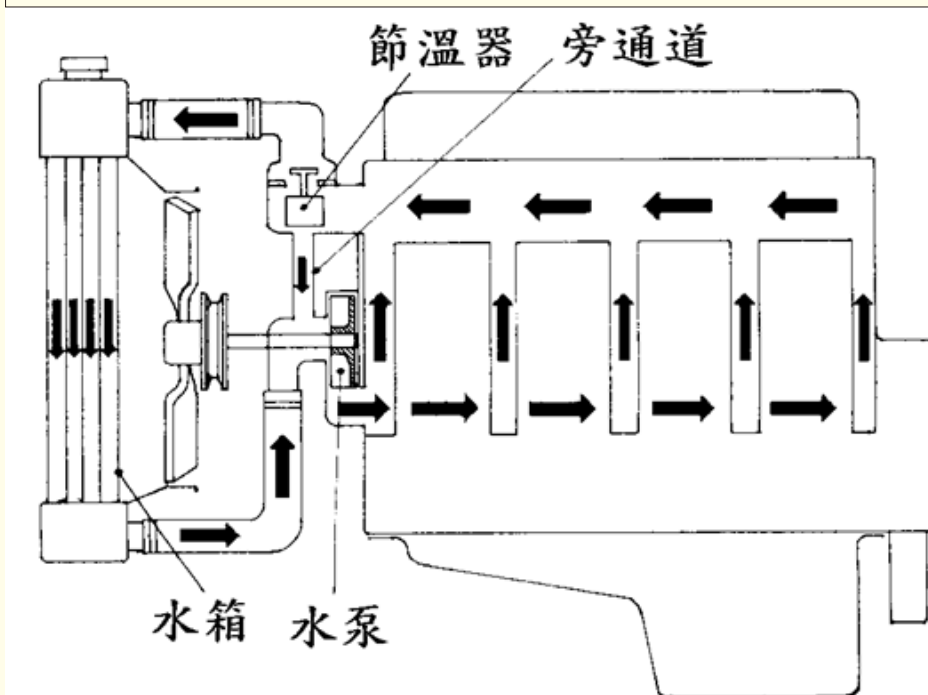
節溫器開與關



圖片來源:CUMMINS引擎系統介紹

- 5.2.4 風扇:將冷空氣送進水箱散熱鰭片間，使水管內的水溫度下降後，再回到引擎繼續工作。

冷卻水循環



圖片來源:<http://www.tyai.tyc.edu.tw/am/mtkao/file/car/a/car-a13.pdf>

◆ 發電機組引擎匹配原則

$$A > B + C \div D$$

上式中

A:引擎輸出(制動馬力 BHP)

B:冷卻風扇功率

(若引擎功率為淨輸出，則不需再扣除風扇輸出)

C:機組額定輸出

D:發電機效率(參照發電機效率對照表)

附註: 1 BHP=0.746kW, 1 PS = 0.736kW

而 $B + C \div D$ 之值則為發電機滿載所需最小之功率，
即引擎之選用不得低於 $B + C \div D$ 之值。

例:100kW的發電機，選用引擎為 128kW。

$$A = 128 \text{ kW}$$

$$B = 3.5 \text{ kW}$$

$$C = 100 \text{ kW}$$

$$D = 90.1\%$$

$$\rightarrow 128 > 3.5 + 100 \div 0.901$$

$\rightarrow 128 > 114.488(\text{kW})$ 不等式成立，故此引擎符合需求

若選用 110kW 之引擎

$110 > 114.488(\text{kW})$ 不等式不成立，故此引擎不符合需求

◆ 柴油引擎發電機組故障說明

柴油引擎發電機組在小負荷或空載下運行，隨著執行時間的延續，會出現以下故障：

- 1. 活塞—汽缸套密封不好，機油上竄，進入燃燒室燃燒，排氣冒藍煙。
- 2. 對於增壓式柴油機，由於低載、空載，增壓壓力低。容易導致增壓器油封（非接觸式）的密封效果下降，機油竄入增壓室，隨同進氣進入汽缸。
- 3. 上竄至汽缸的一部分機油參與燃燒，一部分機油不能完全燃燒，在氣門、進氣道、活塞頂、活塞環等處形成積炭，還有一部分則隨排氣排出。這樣，汽缸套排氣道內就會逐步積聚機油，也會形成積炭。
- 4. 增壓器的增壓室內機油積聚到一定程度，就會從增壓器的結合面處滲漏出。
- 5. 長期小負荷或空載下運行，將會更嚴重的導致運動部件磨損加劇，發動機燃燒環境惡化等導致大修期提前的後果。因此，國外柴油機製造廠商無論對自然吸氣型還是增壓機型的使用都強調應儘量減少低載/空載執行時間，並規定最小負荷不能低於機組額定功率的25%—30%。

一般故障排除

問題	原因	處理方法
低電壓	1. 過負載現象 2. 引擎轉速過低(頻率低於額定點)。 3. 電壓調整器故障 4. 電壓調整器沒調整定位。 5. 電壓調整器接線鬆脫或損壞。	1. 降低負載。 2. 檢查調速器是否調整固定妥當。 3. 更換良品或新品。 4. 將 AVR 的電壓調整旋鈕調整定位。 5. 重新鎖上或檢查配線有無通路。
高電壓	1. 電壓調整器沒調整定位。 2. 引擎轉速過高(頻率高餘額定點)。 3. 電壓調整器故障。	1. 將 AVR 的電壓調整旋鈕調整定位。 2. 檢查調速器是否調整固定妥當。 3. 更換良品或新品。
電壓不穩定	1. 電壓調整器接線鬆脫。 2. 頻率也不穩定(有 hunting 的現象)。 3. 電壓調整器沒調整定位。	1. 配線重新鎖上。 2. 調整供油螺絲。 3. 將 AVR 上的穩定調整旋鈕調整定位。
機組突然停機	1. 低油壓停機 2. 高水溫停機 3. 燃油用完 4. 超速停機(頻率過高) 5. 低速停機(頻率過低)	1. 檢查機油位並檢漏及添加機油。 2. 檢查散熱水箱水位及散熱片 3. 重新補足燃油，如有空氣進入須先將空氣排出方能啟動。 4. 確認調速器是否有調整適當。 5. 檢查負載是否超過使用額定、檢查調速器是否有調整適當。
機組無法啟動 (啟動馬達沒有動作)	1. 電瓶電力不足 2. 電瓶正負極反接 3. 控制盤保險絲燒斷 4. 啟動馬達配線損壞或脫落	1. 檢查電瓶電解液比重或更換電瓶檢查充電機之功能。 2. 更換接線。 3. 更換保險絲。 4. 重新鎖上或更換新配線。

一般故障排除

	5. 啟動馬達燒毀 6. 啟動繼電器損壞 7. 停機故障發生 8. 啟動開關在 OFF “停” 位置 9. 控制器顯示機組已啟動， 但機組卻沒運轉。	5. 更換良品或新品 6. 更換新品並檢視是否充電器 電壓調整過高。 7. 排除故障並復歸。 8. 將開關移至 AUTO 位置或手 動。 9. 取消控制器”油壓退啟動馬 達的功能”，再試啟動，若可 正常啟動，代表油壓開關故 障，請更換良品或新品。
機組無法啟動 (啟動馬達有動 作)	1. 燃料錯誤 2. 沒有燃油 3. 燃油沒有進入汽缸 4. 啟動馬達齒輪沒往飛輪盤 齒輪移動。 5. 啟動馬達齒輪有往飛輪齒 輪移動。 6. 煞車閥未復歸	1. 更換正確的燃料。 2. 重新補足燃油，並將迴路內空 氣確實排出，讓燃油確實進入 油機內。 3. 檢查燃油迴路是否有阻塞或 斷開。並檢查噴射泵是否有噴 油動作。 4. 檢查啟動馬達組的電磁離合 器有無作用，若無作用更換新 品。 5. 檢查啟動兩邊的契合齒輪是 否損壞或無法契合。 6. 將剎車閥復歸，並檢查是否緊 急停止按鈕未復歸。或是煞車 閥彈簧疲乏或卡住無法復歸。
轉速不穩定	1. 油路中有空氣。 2. 供油不順暢。 3. 有 hunting 的現象。 4. 調速器故障	1. 將空氣排除。 2. 檢查供油迴路內是否有阻塞。 3. 調整油量調節螺絲。 4. 檢修調速器或更換良品或新 品。
轉速低	1. 引擎過負載。 2. 調速器未調整至額定轉速。 3. 空氣濾清器阻塞。	1. 降低負載。 2. 調整調速器至額定轉速。 3. 清潔或更換空氣濾清器內蕊。

🏠 周期保養表

	作業內容	建議檢查或保養間隔週期						
		每10小時或每天	每60小時或每月	每100小時或每季	每250小時或1年	每500小時或2年	每750小時或3年	備註
引擎本體	1. 排氣檢查	○						
	2. 汽閥間隙檢查				○			☆
	3. 引擎外固螺絲的鎖緊						○	
	4. 檢查夾緊部份是否鬆動			○				
潤滑系統	1. 油底殼油面檢查	○						
	2. 潤滑油過濾器的檢查更換		○	△				
	3. 潤滑油更換			△				
	4. 油底殼內有無水或燃料		○					
	5. 水泵軸承潤滑		○					
燃料系統	1. 燃料箱油面檢查	○						
	2. 燃料箱沉澱物排洩		○					
	3. 噴嘴之噴射壓力				○			☆
	4. 燃料泵功能檢查						○	
	5. 噴射時間的檢查調整						○	
	6. 燃油過濾器更換			△				
	7. 更換燃油過濾器濾紙			△				
	8. 燃油過濾器的排水(油水分離器)		○					
冷卻系統	1. 冷卻水水面							
	2. 散熱器蓋	○						
	3. 皮帶的鬆緊	○			○			
	4. 冷卻水更換			△				
	5. 散熱器散熱片清掃				○			
	6. 散熱器內部清洗				○			
進排氣系統	1. 空氣濾清器							
	油浸式-油壓檢查			○				
	油浸式-更換油			△				
	乾式-更換濾芯		○		△			
	2. 排氣管、消音器損傷		○					
	3. 增壓器檢查				○			
	4. 清掃空氣通氣管		○					
	5. 檢查防音箱內部檢查是否有異物	○						

一般故障排除

電池無法充電	1. 未接市電或充電器開關沒打開。 2. 充電器輸出電壓過低。	1. 將市電確實接上並確實打開充電器開關。 2. 充電器輸出電壓設定應在電池電壓之上才可以進行充電。應調整至能夠確實啟動成功的電壓才可以維持電池能成功啟動機組。
無電力輸出	1. 主 NFB 或安全保護斷路器在 OFF 位置 2. 電壓調整器故障 3. 激磁機定子沒有剩磁 4. 發電機內部短路 5. 激磁機轉子供應發電機轉子直流電的迴路損壞。 6. 激磁機定子失效	1. 將開關扳在 ON 位置。 2. 更換新品或良品。 3. 以直流電源替激磁機充磁。 4. 在停機狀態下，檢查發電機定子出線及配線端子台有無短路現象。 5. 檢查整流器有無損壞、檢查連接的配線有無損壞或脫落。 6. 量測 F^+ 及 F^- 兩條線是否通路。
無法自動啟動	1. ATS 接線脫落或損壞 2. ATS 故障 3. 控制器故障	1. 檢查接線重新鎖緊或更換接線。 2. 檢修 ATS 或更換良品或新品。 3. 更換良品或新品。
啟動時間過長 (電子調速器)	1. 怠速太低 2. 加速時間過長	1. 調整電子調速器怠速的旋鈕。 2. 調整電子調速器加速時間的旋鈕。
無法停機	1. 煞車電磁閥繼電器燒毀或煞車電磁閥燒毀。 2. 電磁閥拉桿失效或鬆脫	1. 更換新品。並檢查緊急停止開關是否按下後沒復歸。 2. 重新將拉桿或鋼索配置好。
高水溫或發電機溫升過高	1. 通風散熱不良 2. 水箱熱氣回流	1. 檢查環境通風量是否符合發電機換氣散熱的需求或是周圍是否周溫過高。 2. 加裝導流裝置

周期保養表

	作業內容	建議檢查或保養間隔週期						
		每 10 小 時或 每天	每 60 小 時或 每月	每 100 小時或 每季	每 250 小時或 1 年	每 500 小時或 2 年	每 750 小時或 3 年	備 註
電 氣 系 統	1. 起動馬達檢查				○			
	2. 充電器檢查		○					
	3. 蓄電池電瓶液、比重檢查		○		△			
	4. 配線損傷及端子鬆動檢查			○				
	5. 儀表：開關、指示燈檢查		○					
保 護 裝 置	1. 高水溫保護		○					
	2. 低油壓保護		○					
	3. 超速保護		○					
運 轉 測 試	1. 運轉測試(空載 3 分鐘內)。		○					
	2. 自動啟動功能檢查		○					
	3. 負載測試(50%以上，1 小時)。				○			
設 置 場 所	1. 周圍雜物清理		○					
	2. 消防器材配置狀況		○					
	3. 排氣裝置、換氣口開口		○					
	4. 室內照明燈具配備		○					

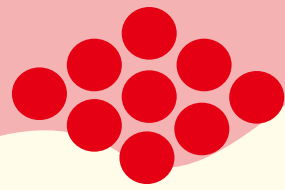
☆參照引擎使用說明書

△代表更換

○代表清潔、檢查、調整

注意：

1. 新機組應於第一次 50 小時或第一季，更換機油，柴油濾清器、機油濾清器、及冷卻水。
2. 機組空載運行時間不可超過 5 分鐘，否則易加速機組老化損壞。



◆ 機房換氣(散熱通風)

機房換氣攸關機組能否正常運轉，但卻很容易被忽略，機房散熱不良對機組的影響，輕者容量降低，無法長時間運轉，機房溫度過高也會導致控制元件誤動作，重者根本無法運轉，甚至可能過熱而損壞，機組高周溫下運轉，因發電機線圈散熱不良，也會間接縮短絕緣壽命。

機房室溫上升來自於：發電機效率損失；機組輻射熱；排煙管路的輻射等熱源，這些熱囤積機房無法全部帶走時，則使機房周溫上升，如果引擎冷卻散熱也排在機房內，機房周溫更快速升高。

● 一、機房所需換氣(通風量)包括：

1. 引擎燃燒的必要空氣量 (Q1)
2. 抑制機房室溫上升的必要空氣量 (Q2)
3. 運轉人員每人的換氣量 (Q3)

● 二、機房換氣應注意事項:

1. 散熱器型機組水箱要接排風管引導至機房外，讓空氣充分對流。(盡量不要將引擎冷卻散熱擴散在機房內)
2. 進風端在發電機端後方或兩側，低進高出，冷空氣由發電機後端進入，前端排出經水箱排出，一部份進入冷空氣供引擎燃燒。
3. 進風口面積太小背壓過大，燃燒空氣不足也會影響出力。
4. 排風管面積不足會使風阻增加，也會降低散熱效果。
5. 排煙溫度高，在機房內的排煙配管須妥為隔熱，減少排氣熱漏洩。

● 三、機房換氣量計算

發電機組的冷卻方式有：一體式散熱器；散熱器分離式及熱交換器式等三種，這裡介紹最常見的一體式散熱器會影響機房換氣量的計算結果，關鍵在於溫度差的假設，計算時要考慮，一般的設定條件為周溫30℃，溫度差為10℃，亦即容許周溫提高至40℃，機房最高不要超過45℃，因為發電機進風溫度超過45℃，輸出容量也會降低。

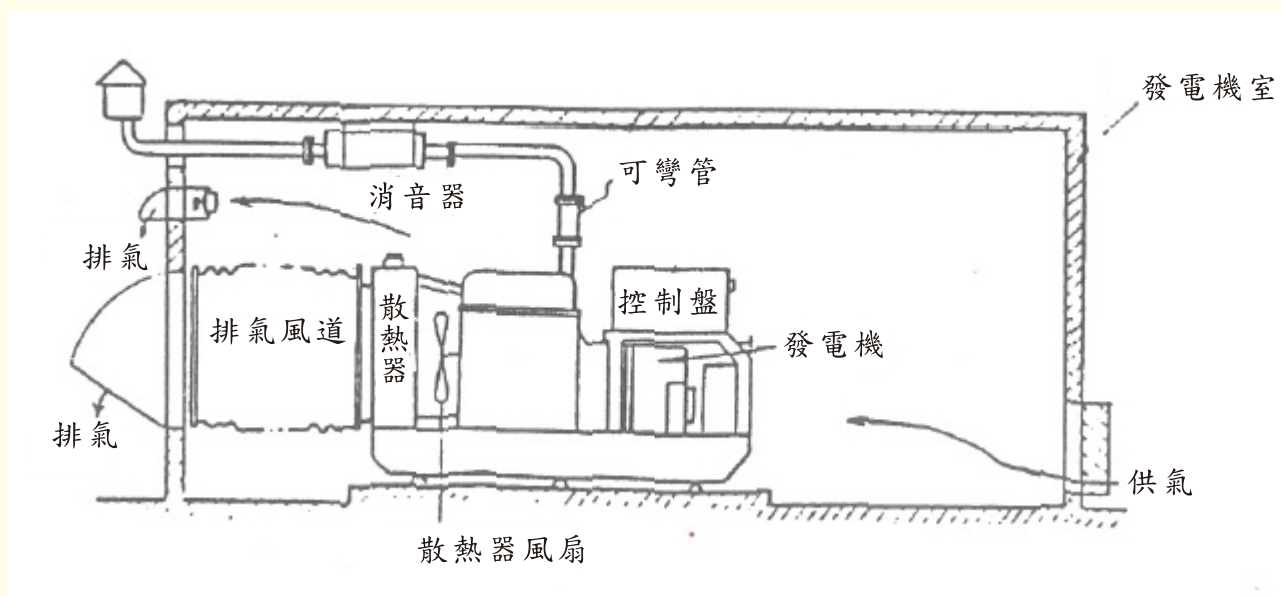
● 安裝的位置直接影響發電機組的散熱

A. 發電機組裝置於地面機房

機組散熱器銜接排風管引導至機房外，若機房排風口面積大於水箱散熱鰭片面積1.5倍，進風面積大於水箱散熱鰭片面積的2.2倍，進排風路順暢就不需計算換氣量。

B. 發電機組裝置於地下室機房

機組散熱器銜接排風管到管道間或機房外，僅需計算進風量，排風由引擎風扇帶走。



1. 引擎燃燒空氣量 (Q1)，參照引擎提供數據

若引擎數據不足時，以下列公式計算

$$Q1 = \frac{\mu \times \lambda \times b \times Le}{60 \times \rho} \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

μ ：燃料的理論空氣量 (kg/kg) 柴油：14.22

b ：引擎燃料消耗率 (kg/kw.h)

λ ：空氣過剩率 一般取2.0

Le ：發電機容量對應引擎出力 (kw)

ρ ：空氣密度 (kg/m³) (760 mm Hg. 30°C 時為1.165)

2. 為了抑制機房室溫上升的必要空氣量(Q2)

為避免進氣空氣量不足影響機組之散熱，以發電機的冷卻散熱量計算，作為進風量。

$$Q2 = \frac{K \times Lc}{60 \times \Delta t \times Cpa \times \rho} \quad (m^3/min)$$

Lc：引擎冷卻散熱損失 (kw)

K：熱功當量 K：860 Kcal/kw·h

Δt：容許溫度上升 (°C)

Cpa：乾燥空氣的定壓比熱 (Kcal/kg.°C)

(760 mm Hg, 30°C 時 空氣的Cpa：0.241

ρ：空氣密度 (kg/m³) (760 mm Hg, 30°C 時為1.165)

3. 運轉人員每人的換氣量 (Q3)

平均每人0.5 (m³/min)

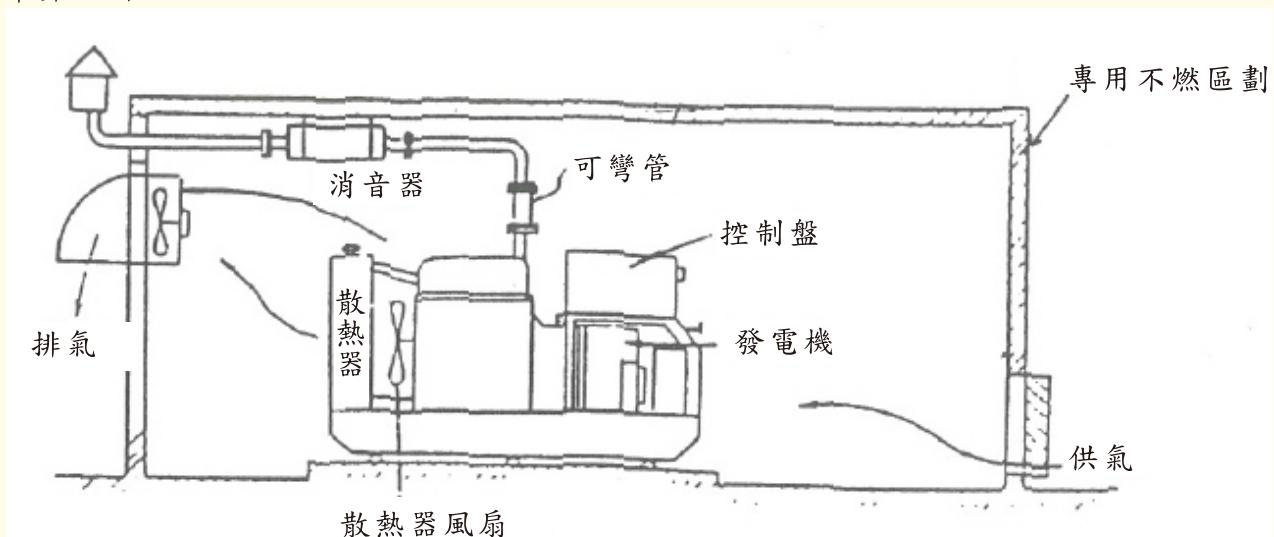
如無任何引擎資料時

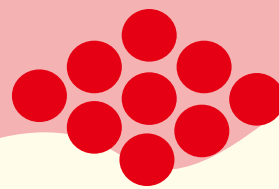
$$Q1 = 0.11 \times \text{發電機組容量 KW} \quad (m^3/min)$$

$$Q2 = 3.8 \times \text{發電機組容量 KW} \quad (m^3/min)$$

$$\rightarrow \text{排風量 } Q = Q1 + Q2 + Q3 \quad (m^3/min)$$

C. 發電機組在地下室，散熱水箱無外接排風管，則需採強制進、排風，進排風量計算如下：





1. 引擎燃燒空氣量 (Q1) 計算同B.

2. 為了抑制機房室溫上升的必要空氣量Q2

由於引擎冷卻散熱擴散於機房內，空氣量須包括Lc

$$Q2 = \frac{K \times Lf}{60 \times \Delta t \times Cpa \times \rho} + \frac{K \times (Lc + Pc)}{60 \times \Delta t \times Cpa \times \rho}$$

K：熱功當量 K：860 Kcal/kw·h

Lf：輻引擎射散熱 (kw)

Lc：引擎冷卻散熱損失 (kw)

Pc：發電機效率損失 (kw)

Δt：容許溫度上升 (°C)

Cpa：乾燥空氣的定壓比熱 (Kcal/kg.°C)

(760 mm Hg, 30°C 時 空氣的Cpa：0.241)

ρ：空氣密度 (kg/m³) (760 mm Hg, 30°C 時為1.165)

3. 運轉人員每人的換氣量 (Q3)

平均每人0.5 (m³/min)

如無任何引擎資料時

進風量Q=Q1+Q2+Q3 (m³/min)

排風量Q=Q2+Q3 (m³/min) (Q1由排氣系統帶走)

P.S：以引擎數據計算時，若引擎出力過大者，可依發電機之輸出容量作對應修正。

● 機房通風量計算例 1

80kw機組發電機裝置地下一樓，機房內無排風管道，假設條件周溫30℃，容許溫升10℃。試算對應修正之進排風量。

引擎資料如下

輸出馬力：101 kw

燃燒空氣量：8.28 m³/min

冷卻散熱損失：58 kw

引擎輻射損失：16 kw

排氣損失：88 kw

由於無法接排風管至機房外，故引擎冷卻散熱直接擴散，必須採強制通風

排氣漏洩量(估算5%)：88×0.05=4.4 kw

80kw之發電機效率：0.892 所需引擎出力需89.7 kw

發電機效率損失：89.7-80=9.7 kw

對應發電機之引擎出力+引擎風扇馬力=90+3=93 kw

修正係數 93÷101=0.92

試算進排風量

$$Q1 = 8.28 \times 0.92 = 7.6 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q2 = \left(\frac{K \times L_f}{60 \times \Delta t \times C_{pa} \times \rho} + \frac{K \times (L_c + P_c)}{60 \times \Delta t \times C_{pa} \times \rho} \right)$$

$$L_c = 58 \times 0.92 = 53 \text{ kw}$$

$$P_c = 9.7$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C} \quad \text{周溫} 30^\circ\text{C} \text{ 時, } C_{pa} = 0.241 \quad \rho = 1.165$$

$$\begin{aligned} Q2 &= \left(\frac{860 \times 16}{60 \times 10 \times 0.241 \times 1.165} + \frac{860 \times (53 + 9.7)}{60 \times 10 \times 0.241 \times 1.165} \right) \\ &= 81.6 + 320 = 401.6 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

$$Q3=0.5 \times 2=1 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{進風量 } Q=Q1+Q2+Q3=410.2 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{排風量 } Q=Q2+Q3=402.6 \text{ m}^3/\text{min}$$

● 機房通風量計算例 2

機組容量與安裝調件相同，但無引擎資料

$$\text{進風量 } Q=Q1+Q2+Q3$$

$$= (0.10 \times 80) + (5.1 \times 80) + 1$$

$$= 417 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{排風量 } Q=Q2+Q3$$

$$= (5.1 \times 80) + 1$$

$$= 409 \text{ m}^3/\text{min}$$

◆ 排氣背壓

引擎燃燒後的廢氣，從排氣出口到排入大氣為止的配管中，除了直管外還有波紋管、彎管、異徑接管、消音器等，對環保要求的規範還會有黑煙淨化器或觸媒轉換裝置，這些管件設備的總阻抗若超過引擎的容許背壓，引擎廢氣便無法完全排放，對引擎也會造成不同程度的影響，在型錄或技術資料中，都會揭露引擎的最大容許背壓值。

引擎的最大容許背壓因廠牌與型式而不同，一般大多為3英吋水銀柱，有些大容量引擎和環保引擎為2英吋水銀柱，廢氣排放污染的考量，容許背壓小也是未來的趨勢。

排氣配管阻抗超過容許背壓，會使排氣溫度升高，燃燒不完全油耗增加積碳冒黑煙，造成引擎出力不足，甚至燒毀增壓器及排氣管，因此管路的排氣背壓要詳細計算，並選擇適當的管徑、消音器。

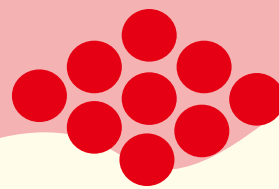
● 排氣的配管原則：

1. 配管中消音器的阻抗最大，因此要先適當選擇
2. 彎頭阻抗大，盡量截彎取直減少使用數量
3. 配管長度盡可能短
4. 排氣總阻抗不能超過容許背壓超過時須加大管徑

● 各種接頭等效相同直徑的直管長度(英呎)

接頭型式	接 頭 通 徑									
	2	2.5	3	3.5	4	5	6	8	10	12
標準彎頭	5.3	6.4	8.1	9.6	11	14	16	21	26	32
中長半徑彎頭	4.6	5.4	6.8	8	9	12	14	18	22	26
長半徑彎頭	3.5	4.2	5.2	6	7	9	11	14	17	20
45度角彎頭	1.5	2	2.3	2.6	3	4	4.5	6	8	9
標準T型接頭	13	14	17	19	22	27	34	44	56	67
18英吋波紋管	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24英吋波紋管	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

表(1)



● 排氣背壓計算例

80kw柴油引擎發電機組，其排氣流量為735cfm，引擎最大容許背壓為3吋水銀柱=41吋水柱。

原規劃案 配3吋管徑

3吋工業型消音器1只，18吋長3吋波紋軟管1只，彎頭3只，直管總長70呎

排氣背壓計算如下：

3吋管截面積 $A=0.049$ 平方呎

排氣流量 $Q=735$ cfm

流速 $=735/0.049=15000$ 呎/分

*查附件一

流速15000 呎/分 工業型消音器排氣背壓為16吋水柱

*查附件二

3吋管徑735 cfm流量之背壓為0.34吋水柱/呎

*查P. 41 表(1)

18吋長3吋波紋管等同3呎長直管，3吋彎頭等同8.1呎長直管
管的排氣背壓：

波紋管 $0.34 \times 3 = 1.02$ 吋水柱

彎頭 $0.34 \times 8.1 \times 3 = 8.262$ 吋水柱

直管 $0.34 \times 70 = 23.8$ 吋水柱

總排氣背壓 $=16+1.02+8.262+23.8$ 吋水柱

$=49.082$ 吋水柱 > 41 吋水柱容許背壓 $\rightarrow$ "不適用"

變更案

選擇2種尺寸管徑，引擎排氣口至消音器維持3 吋，消音器後放大為4吋

3吋部份：18吋波紋管1只/彎頭1只/直管12呎/消音器1只

4吋部份：彎頭2只/直管58呎

*查附件二

3吋管徑735 cfm流量之背壓為0.34吋水柱/呎

4吋管徑735 cfm流量之背壓為0.076吋水柱/呎

*查P. 41 表(1)

18吋長3吋波紋管等同3呎同徑直管，4吋彎頭等同11呎同徑直管

管的排氣背壓：

3吋彎頭 $0.34 \times 8.1 \times 1 = 2.754$ 吋水柱

3吋直管 $0.34 \times 12 = 4.08$ 吋水柱

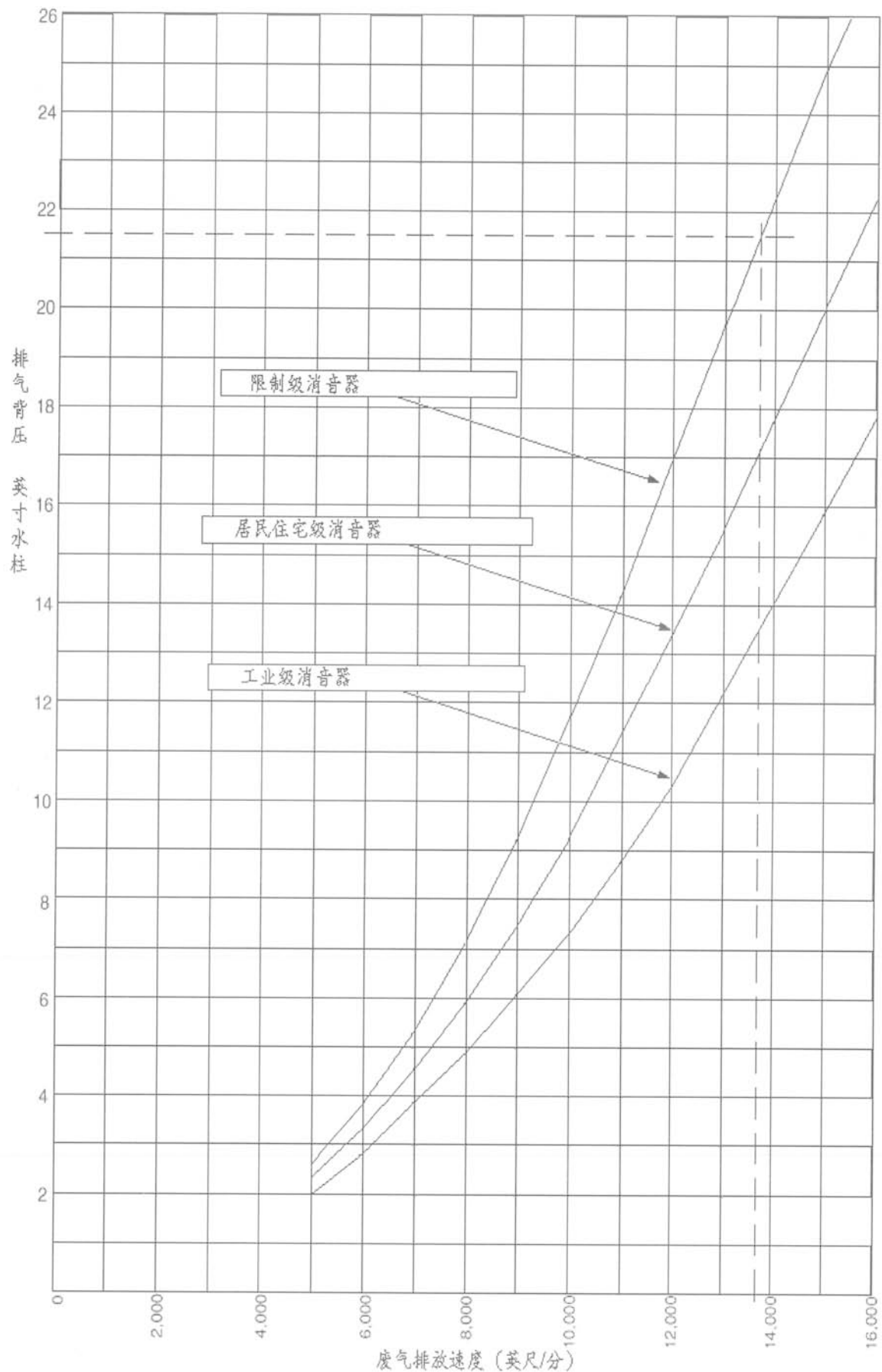
4吋彎頭 $0.076 \times 11 \times 2 = 1.672$ 吋水柱

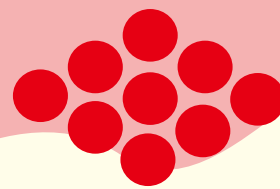
4吋直管 $0.076 \times 58 = 4.408$ 吋水柱

總排氣背壓 $= 16 + 1.02 + 2.754 + 4.08 + 1.672 + 4.408$

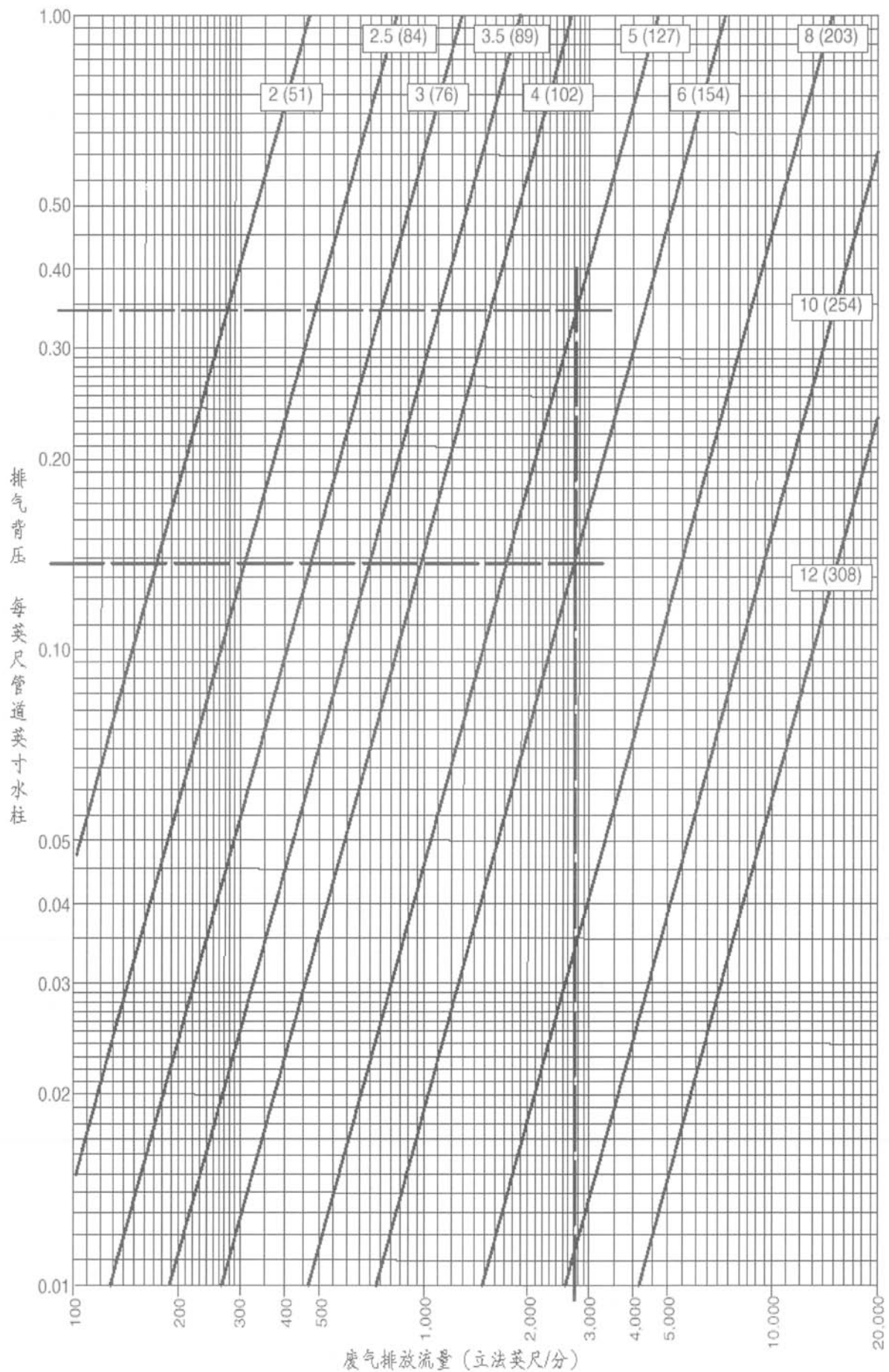
$= 29.934$ 吋水柱 < 41 吋水柱容許背壓 $\rightarrow$ "適用"

● 附件一





● 附件二



MEMO

若對本型錄內容有任何疑問

請聯絡本公司 TEL:07-8717895

技術部部長-葉智宏 分機: 806 (E-MAIL: cocount1130@gmail.com)

發電機主管工程師-陳紹民 分機:221 (E-MAIL:a123662316@yahoo.com.tw)