

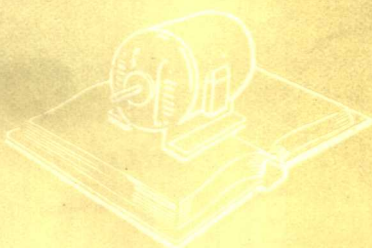


实用电工丛书



电厂设备

曾繼鐸編譯



商务印书馆





实 用 电 工 丛 書

电 厂 設 备

曾 繼 鐸 編 譯

商 务 印 書 館



電廠設備提要——此書是實用電工叢書第十二種，係根據1946年美國柯尼電工學校(Coyne Electrical School)出版的該校技術人員編著的「實用電工叢書」(Applied Practical Electricity)第四冊編譯而成。共計六章：第一章緒言，第二章原動機，第三章開關及保安設備，第四章司路屏，第五章輸電線路，第六章分電站。電力是現代工業動力的來源，而電廠就是供給這種電能的場所。書中於電廠位置的選擇，火力、水力發電機的作用與有關設備，都有討論，內容扼要，可為從事電氣工業工作者的良好參考。

實用電工叢書
電 廠 設 備
曾繼輝編譯

商 務 印 書 館 出 版

北京東總布胡同10號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第107號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

統一書號 15017·51

1964年7月初版

1967年4月3版

1969年3月上海第4次印刷

印數 45/10

開本 787×1092 1/32

字數 78,000

印數 10,101—12,100

定價(1980年) 0.55

實用電工叢書序

這部叢書，是浙江大學的幾位同志在課餘時間中依照柯尼氏電氣技術學校所編著的應用電工叢書而編譯的，惟在內容方面則稍有增刪。這部叢書的主要優點，在於非常實用，不涉高深理論，以很淺近的解釋來說明各種電機電器的運行原理，以及電機電器的維護與修理。因此它不僅是學習電氣技術者的良好的自學資料，同時也可作為其他工程工作人員在工作中查考之用。我想這部叢書的出版，對於科學技術知識的普及和解決工作中的問題，一定可以起一些作用。為了使這部叢書的收效更大，內容更充實而適合於我國情況起見，希望讀者能多多提供意見，以為修訂時的參考。

編 者

目 錄

第一章 緒言	1
1. 發電廠位置的選擇	2
2. 火力發電廠原動機的選擇	2
3. 水力發電廠	4
4. 附屬設備	7
第二章 原動機	9
1. 鍋爐, 蒸汽溫度和壓力	9
2. 冷凝器	12
3. 蒸汽循環	13
4. 汽輪機	14
5. 水輪機	18
6. 原動機的起動和控制	18
第三章 開關及保安設備	20
1. 閘刀開關	20
2. 儀表開關	21
3. 空氣斷路器	21
4. 油斷路器	24
5. 重任油斷路器	29
6. 分段開關及高壓空氣斷路開關	35
7. 高壓熔斷器	39
8. 交流電驛	43
第四章 司路屏	48
1. 司路屏的型式	49
2. 司路屏板所用的材料	51

3. 司路屏架子	51
4. 司路屏設計	53
5. 匯流條	54
6. 直流司路屏	57
7. 交流司路屏的型式	60
8. 發電廠線路的佈置	65
9. 交流司路屏上電表的佈置	66
10. 交流司路屏的電路和佈線方法	68

第五章 輸電線路.....69

1. 輸電電壓及系統的規劃	69
2. 地下輸電纜	72
3. 裝置地下電纜的方法	74
4. 地下電纜的種類	75
5. 電纜的裝置和接合	77
6. 架空輸電線	77
7. 導線	78
8. 絕緣體	86
9. 絕緣體的種類	86
10. 在裝脚絕緣體上掛線的方法	104
11. 通用的輸電電壓	106

第六章 分電站..... 109

1. 變壓分電站	110
2. 換流機分電站	118
3. 電動發電機分電站	120
4. 換頻分電站	124
5. 承弧分電站	127
6. 綜合分電站	127

第一章 緒言

由於電力之易於傳輸、分配、和變換，近代工業動力的來源，差不多完全取給於電力。

雖然有很多小型的發電廠，供給工廠、旅館及辦公室所需的電能，但大部份工業所用的電能，都從所謂總發電廠的大型電廠所發生。

大型發電廠有大的、效率很高的發電機和設備，可能發生比較廉價的電力；所以，在許多例子中，小用戶從電力公司購電，比它自己發電便宜。

然而，在某些工廠中，它們的副產物，如廢氣或其他材料等，倘若可以用作燃料，以發生驅動發電機的蒸汽；自己發電，也可能便宜。

在計劃建立公用電力公司之前，應該比較小型的發電廠的燃料費用、經常費、成本和利息，仔細地考慮從公用電力公司所能得到的最低電費率和它供電的可靠性。

很多人以為用水力發電比用火力來得便宜，可是並不常常

如此；因為建築一個水力工程，費用是很大的。此外，適於利用的水力，常常距離大城市或大工業中心很遠，在電力輸送方面，不免有很大的損耗。所以，究竟那一種便宜？應該根據個別情況，從實際出發，仔細地比較一番，才能決定它。

1. 發電廠位置的選擇 蒸汽發電廠應該設在大城市裏或其附近，以接近負載中心或電力大用戶為宜。這樣，它所發生的電能，大部份可以在它附近半徑幾哩的區域內出售。

當然，發電機廠的位置，應該儘可能接近負載中心，以避免不必要的輸電損耗。但是，選擇蒸汽發電廠的位置，還有其他很重要的因素需要考慮。這些因素是：可用的燃料或燃料的運輸、適當的鍋爐水源、足夠的冷凝水、地價、燃料儲場、以及當地建築物或土地法律的限制等等。

用煤做燃料的大發電廠，通常設在鐵路或可以供輪船航行的河道附近，這樣，可以節省許多運輸費用。

鍋爐所有的水，最好不含在鍋爐裏發生沉澱、或腐蝕引擎和汽輪機的雜質，不然的話，便需要將它經過化學處理或過濾。

在採用冷凝式引擎或汽輪機的地方，需要大量的水，來冷卻冷凝器；這些冷凝器，係用以使廢汽還原為水，再供鍋爐之用。

2. 火力發電廠原動機的選擇 選擇用於蒸汽發電廠的原動機，應該以燃料的品質和價格、冷凝水源的有無、以及這電廠預備供給怎樣的用戶為根據。

在大發電廠，汽輪機是最通用的原動機。它們效率很高，適

於在高速率和高汽壓下操作，並且很靈便。

雖然在很多發電廠中，採用油和氣為燃料以發生蒸汽，但煤仍不失為最普通的燃料。在大發電廠裏，用自動添煤機或運動爐床將煤加入爐子裏。在許多比較新式的發電廠裏，先將煤磨成粉屑，再用風吹入爐子裏；當煤粉投入白熱的爐子時，它差不多立刻爆炸而完全燃燒。這種燃燒煤粉的方法很有效，煤煙、煤屑很少。

圖 1 表示一座大蒸汽發電廠汽輪間的內景，它有四部大的汽輪發電機在操作。

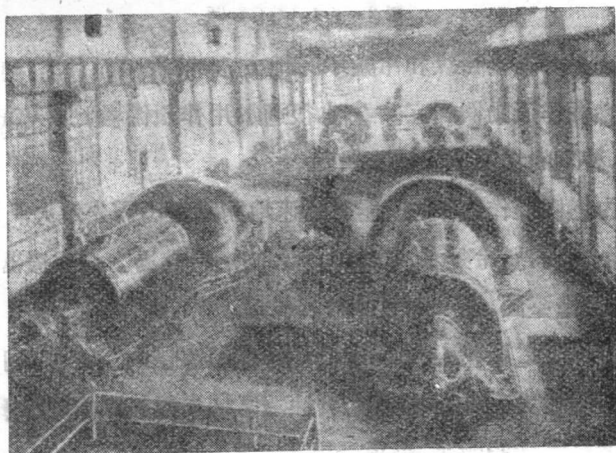


圖 1. 蒸汽發電廠汽輪間的內景。

在比較小型的廠裏，可以考慮採用往復式蒸汽引擎。蒸汽引擎適於低汽壓、低速率操作，而且操縱簡便。它時常用於驅動開啓式低速發電機，如圖 2 所示。

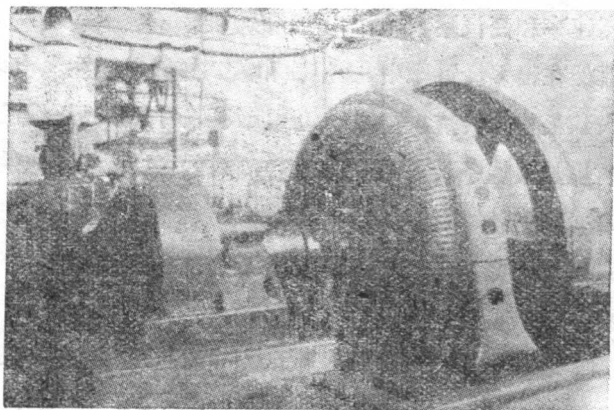


圖 2. 蒸汽引擎發電機。

在不容易獲得煤和冷凝水的地方，如油量多而且廉，自以採用內燃機作原動機為宜。它也很適於用作預備機，每天祇用幾小時，替別的機器分擔頂高負載。

內燃機操作的單位，能夠迅速地開動而不需先燒火。這種發電廠，不需要冷凝水、鍋爐水和大的燃料儲場。這種機器操作簡便，構造堅固，極少需要照料和修理。

這種發電廠，需要的地位很省，採用廉價的燃料油，可能發生廉價的電力。它廣泛地用於油礦區域和電氣操作的船裏；在有自備發電機的廠裏，也用得很多。

3. 水力發電廠 水力發電廠建於水源或河道附近，在那裏有相當高的水頭，而且可以建築水壩，或者有天然的蓄水庫，在洪水時期儲蓄水量，以備枯水時期操作水輪機。

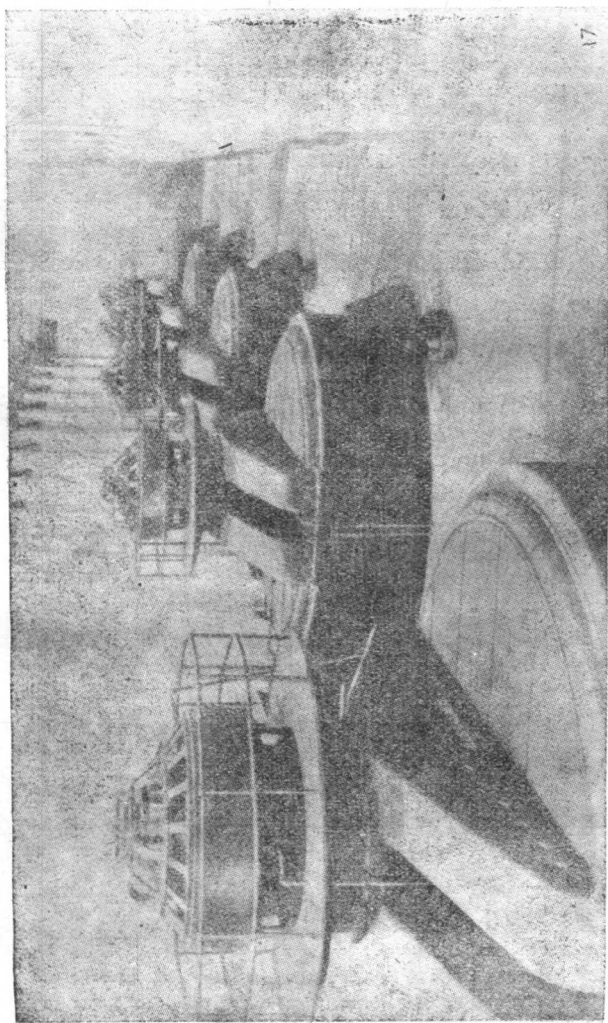


圖 3. 大型立式水力發電機。

圖 3 表示一個大型水力發電廠的內景，它有五部大型立式水輪發電機。發電機和激磁機裝置在地面上，而水輪機裝在地下，以直立轉軸連接發電機。

利用水力發電，通常需要某種形式的水壩。它可能是一種很大的，將水平面從基層升到壩頂，以發生總水頭。有時祇需要一個小壩，在山邱區域內封閉水道，成為天然的蓄水庫以儲蓄水量，使達到所需的高度。

不論在那種情形下，水從壩中經過一個水閘或大水管流下，引到裝置在壩腳或山腳的水輪機來，然後通過水門和引水槽，銜到水輪機的葉子上面。

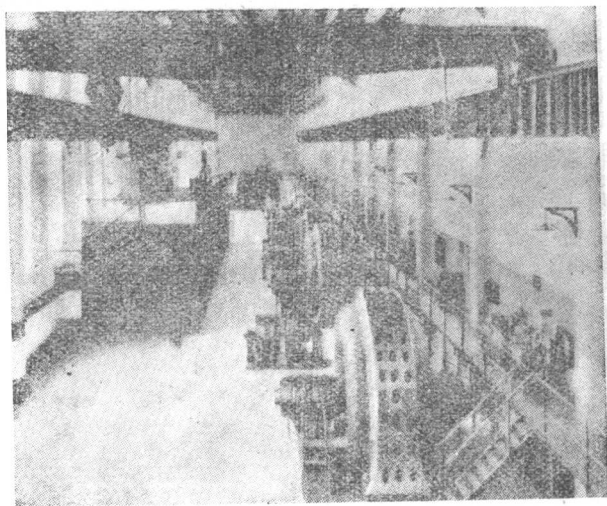


圖 4. 大型臥式水輪發電機。

水輪機所發生的馬力數，與水頭或由這水頭所發生的水壓，和流到水輪的水量成正比例。有些大型水力發電廠，它的水頭，僅僅 10 或 12 呎，但全年有大量的水可用。反之，很高的水頭，祇需較小的水量，便可發生某數量的馬力。

圖 4 表示一長列發電機，驅動它們的水輪機，裝在右邊的牆外面，用水平轉軸和發電機耦合起來。在左邊的走廊上，裝置着司路屏。

4. 附屬設備 除了原動機、發電機和司路屏之外，發電廠通常還有一些附屬設備。如電動機操動的鍋爐進水泵浦、熱水泵浦、真空泵浦、循環泵浦、以及冷卻發電機和爐子通風所需的風扇等等。

許多發電廠還有升壓變壓器和開關設備。除了室內的匯流條開關之外，還有在室外變壓器站和開關站的避雷器。

照料司路屏、電表、變壓器、油斷路器、附屬電動機以及控制設備等等，為發電廠操作人員職責的主要部份。

除了激磁發電機之外，發電廠時常備有小型直流或交流附屬發電機。這些發電機稱為廠用發電機，以較主發電機電壓為低的電壓，供給附屬電動機和設備所需的功率。

為了便利和安全，大發電廠通常用遙制司路屏操作。遙制司路屏裝置着適當的電表和儀器，以及一些推挽式開關、閘刀開關、變阻器等等，它們控制着低電壓電路，轉而操縱高壓油斷路器、電動機控制的變阻器、舌門、和控速器等等。

操縱油斷路器和遙制設備所需的低電壓能量，通常得自操作匯流條。這些匯流條，由小型直流發電機供給低壓直流電。

在許多發電廠中，還有很多蓄電池，預備在直流發電機或電廠線路發生故障的情形下，供給操作匯流條、激磁匯流條、和緊急照明設備所需的能量。

第二章 原動機

在這章中，作者並不想詳細地說明發電廠的原動機械和它們的操作，因為這種工作，不屬於電機操作人員的職務範圍。但電機操作人員應該知道的某些普通常識，應該在這裏作簡單的介紹。

1. 鍋爐，蒸汽溫度和壓力 發生蒸汽的鍋爐，有兩種普通型

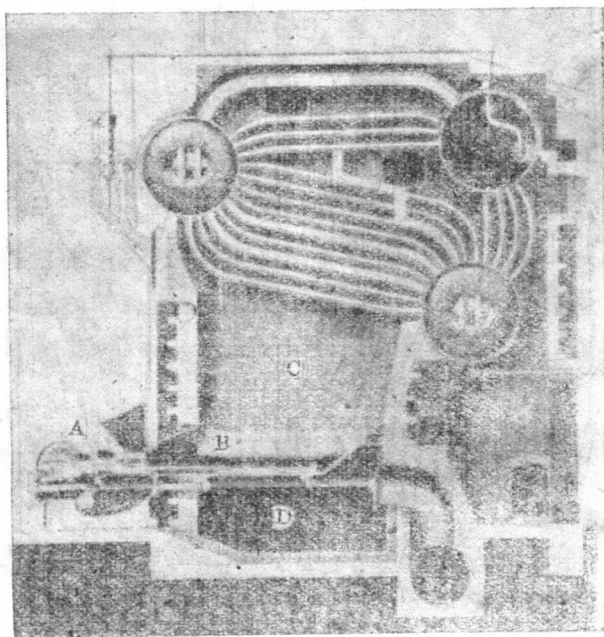


圖 5. 新式水管鍋爐的截面視圖之一。

式；它們稱為火管鍋爐和水管鍋爐。所謂火管鍋爐，在它裏面，從燃燒室來的熱氣，流過外面包水的鋼管中。除了在比較小的和舊的發電廠，這種鍋爐現在已經用得很少了。所謂水管鍋爐，它有很多鋼管，兩端各連接着鼓形的鍋；水在管子和下面的鍋內，蒸汽在上面的鍋的頂部。從燃燒室來的火焰和熱氣，上升到水管之間，環繞着它們的表面，將熱量傳到管中的水裏去。

圖 5 表示一座新式鍋爐和燃燒室的截面視圖。A 為添煤機

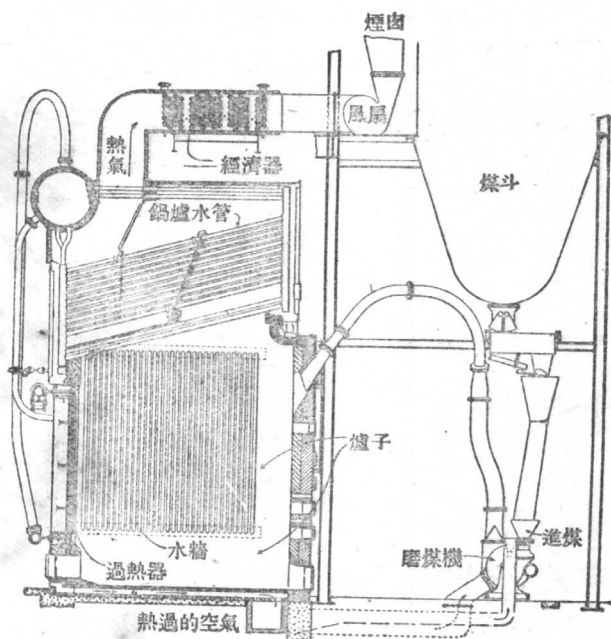


圖 6. 新式水管鍋爐截面視圖之二。

構，*B* 為爐床和煤床，*C* 為燃燒室，*D* 為出渣房。熱氣首先上升，再向右沿着隔火板而稍稍下降，從而向煙囪送出。

圖 6 表示另外一種型式的水管鍋爐，在它裏面，管子是直的，兩端各連着平直的管頭。它的爐子裏，有一段水冷的內牆，水在進入鍋爐之前，已經在那些管子裏熱到相當的程度了。

這種鍋爐，係用煤粉燒的。從這個圖解，可以看出煤斗、磨煤機、以及將煤粉帶到爐子去的管子。熱氣在右端的水管之間上升，再在一組隔火板之間下降，從而穿過水管的中段，最後在水管的左端上升。從這裏，熱氣經過一個經濟器，即另外一組水管；在那裏，它將剩餘的熱量，給予鍋爐的進水，再向煙囪逸出。

圖 7 表示第三種新式鍋爐的截面視圖。它也是用煤粉燒的，但有許多組水管和鼓形鍋子，懸在燃燒室上面。在這個鍋爐裏，煤粉從左上角的管子，向下吹到燃燒室裏；當它衝到白熱的、火燄怒號的爐子裏面，真實地爆炸起來。

新式鍋爐有電動的風扇，用可變速率的電動機拖動，以獲得精確的通風控制；而在某些情況下，氣流在進入爐子之前，先經過煙囪廢氣預熱。有些發電廠，用從汽輪機出來的廢氣，和部份地冷卻了的爐氣，以預熱鍋爐的進水。採用這種方法，可以獲得很高的效率。

發電廠鍋爐所發生蒸汽的壓力，通常為每平方吋 200 到 600 磅，有時且高到 1,200 磅。蒸汽溫度高至華氏 900 度，或者更高。要得這樣高溫的蒸汽，在鍋爐的上面部份，需裝置額外的