

熱力發電廠

下 冊

蘇聯 勒·依·克爾茨里 維·雅·雷日金著

倪保珊 陳重鈺譯

燃料工業出版社

熱 力 發 電 廠

下 冊

蘇聯 勒·依·克爾茨里 維·雅·雷日金著

倪保珊 陳運鈺譯

蘇聯高等教育部批准作為動力學院熱工專業及工業大學和
工業專門學校動力系熱工專業的教材

浙江大學、清華大學推薦作為高等學校教材試用本

燃 料 工 業 出 版 社

本書闡述在蘇聯社會主義計劃經濟條件下的現代發電廠熱力經濟的合理組成，主要講述熱力發電廠的理論和計劃等問題。

本書所研討的主要問題如下：

1. 現代凝汽式和供熱式發電廠的熱力經濟，回熱過程，高參數蒸汽的應用，以及負荷情況與經濟的關係。

2. 發電廠主要熱系統的各組成部分，水處理和熱供應等問題。

3. 熱力設備的選擇和發電廠的經濟指標。

本書側重於中型和大型汽輪機發電廠的說明。

原書除緒論和結論外，分六篇，共二十章，譯本分上下兩冊出版。本冊包括十三章至二十章及結論、規定符號等，其中十三章至十五章由浙江大學陳運鈺同志翻譯，十六章至二十章及結論由浙江大學倪保珊同志翻譯。

本書可作為高等工業學校動力系的教材，對電業部門中的工程技術人員也有很大的參考價值。

熱 力 發 電 廠

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

下 冊

根據蘇聯國立動力出版社(ГОСЭНЕРГОИЗДАТ)

1949年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯Л. И. КЕРЦЕЛЛИ В. Я. РЫЖКИН著

倪保珊 陳運鈺譯

燃料工業出版社出版

廠址：北京東長安街德勝工廠路

北京市書刊出版業營業許可證出字第 012 號

北京市印刷一廠排印，新華書店發行

編輯：朱雅軒 校對：趙保玲 周金英

書號328 * 號145 * 787 × 1092 1/32 開本 * 21 1/2 印張 * 531 千字 * 定價42,000元

一九五四年十二月北京第一版第一次印刷(1—3,585冊)

328 • 電145

定價42,000元

書名代號 0835

目 錄

第四篇 全面的（展開的）熱力計劃

第十三章 全面的熱力計劃	1
一、全面熱力計劃的內容	1
二、熱力設備的選擇汽輪發電機	3
三、新汽管路計劃	17
四、給水管路計劃	22
五、汽輪發電機裝置計劃	26
六、給水和補給水的處理	29
七、熱能的輸配	31
八、輔助管路	34
九、管路系統的零件	36
十、管路計算和管路情況的控制	57
十一、汽輪機裝置計劃範例	63
十二、發電廠全面熱力計劃範例	68

第五篇 發電廠熱力部分的設備、建築及其佈置

第十四章 主廠房建築及其佈置	72
一、鍋爐裝置輔助設備	72
二、主廠房配合的技術與經濟要求	78
三、主廠房配合形式的發展	80
四、鍋爐間的配合	84
五、機器間的配合	86
六、中間場所	89
七、發電廠廠房內主要管路的佈置	91
八、現代發電廠主廠房配合型式	91
九、發電廠主廠房配合範例	92
十、主廠房配合分類與單位容積	106
第十五章 發電廠水的供應	108
一、供應水源	109
二、供水系統	115
三、水泵裝置與進水設備	122
四、管路和渠道	134
五、冷卻裝置	141
第十六章 發電廠的燃料處理	158
一、一般原則	158
二、燃用固體燃料的發電廠，其燃料處理的一般計劃	161
三、送達發電廠的固體燃料	163
四、發電廠內部的運輸設備	165
五、收受設備	178

六、碎煤設備	181
七、燃料倉庫	187
八、燃用固體燃料的發電廠、燃料處理裝置的範例	198
九、燃用液體和氣體燃料的發電廠的燃料處理	199
第十七章 煙氣的清除	203
一、飛灰收集方法的分類	203
二、乾式慣性飛灰收集法	204
三、濕式慣性除灰器	208
四、電氣除灰器	210
五、聯合除灰器	214
六、煙氣中氧化硫的清除	216
第十八章 灰渣的清除	217
一、灰與渣	217
二、除灰系統	218
三、鍋爐間外面的灰渣運輸	223
四、灰的利用	225
第十九章 發電廠的一般計劃	227
一、發電廠的地址選擇	227
二、總佈置平面圖	231
第六篇 發電廠的運行管理和技術經濟指標	
第二十章 發電廠的運行管理和技術經濟指標	236
一、發電廠的自動化、遠距離操縱和熱力控制	236
二、發電廠的運行管理	249
三、發電廠的人員	251
四、發電廠的變動工況係數	253
五、機組併列運轉的經濟狀態	257
六、廠用輔助機械的用電量	264
七、節約燃料和電力的措施	284
八、全年的輸出能量，全年的汽耗量及煤耗量	288
九、建設發電廠的費用	293
十、全年的運行費用和電能成本	298
結論	308
一、超高參數蒸汽的應用	308
二、汞—水—汽循環設備	309
三、發電廠中其他非水物質及中間載熱質的應用	317
四、燃料的力能和化學的綜合利用問題	319
五、氣輪機發電廠	319
數量的規定符號	329
中俄譯名對照表	333

第四篇 全面的（展開的）熱力計劃

第十三章 全面的熱力計劃

一、全面熱力計劃的內容

發電廠熱力部分的計劃，稱為全面熱力計劃，其中包括運行的及備用的熱力設備，以及聯系這些設備的蒸汽和水的管路與附件。

全面熱力計劃與原則性熱力計劃不同，它不但指出熱力設備按照熱力循環的循序連接，而且也指出同類設備的平行連接。

全面熱力計劃提供了關於熱力設備的裝置，以及在各種可能的工作情況下裝置中各種設備和各種機構，互相聯系的展開觀念。因此全面熱力計劃又稱為發電廠展開的熱力計劃。

新設計發電廠的全面熱力計劃，根據原則性熱力計劃的計算和發電廠基本的與輔助的熱力設備的選擇而擬定。選擇設備時，要決定機組的數量和它們的基本技術性能：生產率和參數。

發電廠工作的安全性、持續性和經濟性，以及運行中的方便性，在很大程度上是依據它的熱力計劃的型式與細節來決定的。

對於完成全面熱力計劃的要求，在研討全面熱力計劃各個部分時，將予以更詳盡的說明。

全面熱力計劃必須這樣擬定：要能保證設備的繼續擴展，以及新的設備能够便利地與現有設備的水和蒸汽管路連接。

全面熱力計劃由下列各主要部分組成：

新汽管路計劃 指出鍋爐和汽輪機間蒸汽管路的連接、集汽總管、以及接到輔助機械汽輪機和減壓減溫裝置上的蒸汽管路。

給水管路計劃 指出鍋爐間給水總管和各鍋爐的給水、給水泵至鍋爐間的給水管路、給水泵和高壓回熱加熱器以及它們的保護與自動機構（自動的支路開關器，凝結水疏洩器）的連接。

凝結水管路計劃 指出汽輪機的凝汽器和除氣器及給水泵的聯接，凝結水泵、回熱低壓加熱器和輔助低壓加熱器的接連。

補給水處理裝置（蒸發器）輸熱裝置（暖水器，蒸汽產生器，減壓減溫裝置），以及利用鍋爐放污水的裝置，蒸發器和蒸汽產生器裝置（放污水的膨脹器及冷却器）等的計劃。

疏水的利用計劃，和疏水箱、排水箱及疏水泵的連接計劃。

供給鍋爐用的補給水化學處理裝置的連接計劃。

圖 157（參閱書末附圖）所表示的是發電廠全面的（展開的）熱力計劃的範例，這一發電廠具備下列熱力設備：

兩座 BT-25 型汽輪發電機；

三座汽鼓式鍋爐，供應兩座汽輪機；

回熱裝置，由低壓及高壓表面式加熱器組成，每座汽輪機各有兩具；

混合式除氧器，每座汽輪機各有一具；雙級噴汽式抽氣器的加熱器亦各有一具；

凝結水泵，每座汽輪機有兩個；

給水泵，其中三個以電力驅動，兩個以汽輪機驅動；

兩座汽輪機公有的暖水器裝置，由三個基本的和兩個備載的暖水器、兩個熱力網水泵和兩個暖水器凝結水泵組成；

一個 100/10 絕對大氣壓的減壓減溫裝置和一個 10/1.2 至 2.5 絕對大氣壓的減壓器；

鍋爐放污水膨脹器，每座鍋爐一具；

補充熱力網中損失水用的水箱和泵。

上述的熱力設備均用管路聯系成一個裝置。

管路是發電廠熱力經濟最重要的部分，因為發電廠工作的可靠性，大部分是依賴發電廠管路的，尤其是附件的完善程度而定。

在設計、安裝及運行管路時，必須遵守現行的規範（標準）。鍋爐管理檢驗局的規程，發電廠電力網熱力網的運行技術規程和電業部的反事故通令。

按照管中流動的工作介質的種類，可分為過熱的與飽和的蒸汽管路，水的、空氣的、油的、煤氣的及燃料油的管路。

實現發電廠技術過程所必需的，並用以輸送工作介質主流的管路，稱為主要管路；主要管路有新汽和給水的管路，以及通到用戶的蒸汽與水的管路等。

供應鍋爐用水的給水管路特別重要，因為鍋爐給水的中斷會使鍋爐損壞，甚至發生爆炸。

蒸汽管路系統中最重要的是鍋爐與汽輪機間的新汽管路、新汽總管、以及用以供應外界熱力用戶的管路。

輔助管路中有排汽、疏水、放污、吹灰和其他許多管路，也是發電廠正常工作所必需的。

為了輸出和輸入工作介質（載熱質），鍋爐、汽輪機、泵、加熱器、水箱等等都裝有接頭管子，相應的管路系統用必要的附件接在這些接頭管子上。

發電廠熱力設備和管路系統中，用以改變管路中流通的、或從熱力器具輸出、或向熱力器具輸入的載熱質的數量或參數的那些元件，以及用以保護設備和管路，使溫度和壓力不超出容許範圍的元件，均稱為附件。

附件包括下列各類：

閉鎖附件，即閘閥、球閥和各種閥，將這些閥的流通截面打開，則使蒸汽和水流通，並使相應的設備或管路加入運行；如果將流通的截面閉塞，則使蒸汽和水的流通停止，並使相應的設備或管路從運行中切斷。

調節附件，如調節閥和減壓閥（球閥或特種閥）。改變這些閥的流通截面，就改變蒸汽和水的流量與參數（壓力），俾設備在不同的工作情況（負荷）下，建立必需的流量和參數值；調節附件又有汽鼓、給水箱、蒸發器等等中的水位調節器。

自動作用的保護附件，屬於這種附件的有：保護一些處於超出額定壓力下的設備（鍋爐、除氧器、膨脹箱，汽輪機調節蒸汽及排汽線路）的安全閥，這種提高的額定壓力是設備的強度所不能承受的。止回閥，用以截斷蒸汽或水，流向某些設備，保護這些設備免受逆流的損傷。例如在汽輪機的蒸汽線上，並列運轉的離心式水泵、凝結水泵等等壓力輸出線上的止回閥；以及受

熱設備在水反常回流時防止水的損失（在鍋爐裝置的給水線上）。

附件是管路系統必需的設備，用來使整個裝置正常而可靠地工作的附件，同時也是管路系統中的弱點，可能由於零件磨損或破壞的結果，它們又是引起事故的來源。附件需要細心維護，定期局部修理，而且具有較高的價格。

所以在一定的裝置中，所應用附件的數量應該最少，而且是必需的，並要絕對符合可靠性與經濟性的要求。

全面的（展開的）熱力計劃中也包括上列附件，以及蒸汽和水的主要流量計。

在圖 157 上指出連接鍋爐和汽輪機的新汽管路，以及通到給水泵汽輪機和通到減壓器的蒸汽線路，汽輪機撤汽通到技術上所需要的蒸汽用戶，回熱加熱器、除氣器、蒸發器及暖水器等的路。蒸發器的二次蒸汽管路和鍋爐放污水膨脹器的出汽管路；汽輪機、回熱加熱器、暖水器、蒸發器、噴汽式抽氣器的凝結水管路；自除氣器至鍋爐的給水管路；鍋爐的放污水，化學處理的補給水，蒸發器的蒸餾水、熱力網水和熱力網補充水等的管路。

必須在全面熱力計劃管路上相當的地點示出需要的附件：球閥、閘閥、止回閥、調節閥和安全閥；除氣器和蒸發器中的水位調節器，鍋爐給水調節器；汽輪機汽水分離器，加熱蒸汽凝結水線路上的洩水器（分水器）等等。

按照裝置的個別特徵，圖樣上計劃的組成部分和它們的佈置，可能和圖 157 所研討的例子不同。

二、熱力設備的選擇汽輪發電機

在擬訂發電站原則性熱力計劃時，將進行汽輪發電機的型式、參數和單位容量的選擇。關於汽輪發電機備用電功率的問題也直接和發電廠全面熱力計劃的擬訂有關。

汽輪發電機的單個容量和數量的選擇，考慮到備用量時，要按照發電廠和電力網之間存在的關係來決定，亦即按照發電廠在電力網中運行或和電力網隔離而運行的情況來決定。

孤立的發電廠必需具備備用的汽輪發電機，它的容量應不小於這個發電廠最大的汽輪發電機的容量。如果所有運行的汽輪發電機的單個容量都是一樣的話，那麼備用的汽輪發電機也就必需具有同一的容量。具有一定工作容量的發電廠，如果增加汽輪發電機的數量，會減少汽輪發電機的單個容量，特別是，備用汽輪發電機的單個容量。

同時由於備用容量對工作容量的百分比所決定的百分率也就減小。例如發電廠的工作容量為 100 000 瓩，根據容量相同的工作的汽輪發電機數量而決定的備用容量百分率是：

汽輪發電機的數量	1	2	3	4	5
備用容量，%	100	50	33.3	25	20

所以，增加機組的數量和減少它們的單個容量，則備用百分率和價格就會降低，降低的速度開始很快，後來比較緩慢。當選擇機組的數量時，必須考慮到備用功率的價格，以及包括工作和備用容量的全部裝置的價格。因而在研究上述範例中，必須進行下列方案的技術——經濟比較：

方 案	1	2	3	4	5
裝置機組的數量與容量 $z_{гсм} \times W \times 10^3$ 瓩	2×100	3×50	4×33.3	5×25	6×20

照例，數量較少的大型機組的裝置最為經濟，因為容量較大的機組每單位容量的價格比容量較小的機組為低。可是，裝置甚大的機組，其備用機組的價格將大大增加。所以機組的數量可根據技術經濟核算所確定的全部價值，包括工作與備用的機組價值來決定。

較大機組的熱力經濟通常較高。而在佈置上大型機組每單位容量需要較小的廠房面積與容積，因而廠房的價值較低，相應數量較少的大型機組所需要工作人員的數量也就減少。

但是，在負荷曲線急劇變動的情況下，很大機組的裝置並不經濟，因為空載及開動的損耗較大。

在選擇孤立發電廠中的汽輪發電機的容量和備用容量時，必須考慮到發電廠的發展，和它可能加入電力系統的遠景。如果發電廠具有明顯的容量發展，或有參加發電廠系統的遠景，那麼裝置數量較少，容量較大的機組最為適宜。

在一般電力系統中發電廠互相聯系的主要優點之一是建立總的電力功率的備用量。在工業區中經常的電功率備用容量，根據聯共（布）第十八次代表大會的決議應為 10—15%。1946—1950 年間關於蘇聯恢復與發展國民經濟的五年計劃的法規要求：「建立電力系統中經常的備用電功率，以保證電能的高度質量，決不容許發電廠在降低週率的情況下運行。」[●]

如果電力系統中備用容量少於上述規定的數量，那麼系統內新建的發電廠的全部電力容量，除用以負擔新載荷的工作容量外，還必需包括補充的備用容量，以保證系統中建立必要的總的電力備用容量。這並不意味着新的發電廠中新的凝汽式機組就是備用設備。把發電廠裏尚在工作的舊的和較不經濟的、特別是使用外來燃料的、和供水情況較為不利、離電力用戶中心較為遙遠的情況下而工作的凝汽式機組合理地分出，改作備用機組。

系統中新建發電廠內最大汽輪發電機的電力容量，不應超過這個系統中所採用的備用容量。舉例來說，具有工作容量為 15×10^6 瓩的系統中，若備用容量約為 10% 時，則最大的汽輪發電機的功率應不超出 150 000 瓩。

在動力系統中，可以建設只具有一座機組的發電廠，尤以發電廠在最近的將來即有繼續擴充的前途時為然。

所以，當備用容量百分率的要求相同時，在系統中運行的發電廠，比工作容量相同的孤立發電廠，通常裝置數量較少，容量較大的機組不但是容許的，而且更為適宜。

在孤立的，具有同一型式的熱化汽輪發電機的中心熱電廠中，與運轉中型式相同的熱化汽輪發電機可以用作電力的，同時又是供熱的備用設備。

如果熱化汽輪發電機的类型不同，而熱力負荷或季節性的輸出熱量（保暖負荷）日後發展的前途又很小時，則裝置在中心熱電廠（當它在孤立的工作情況下）內或電力系統中一所發電廠內，一定容量的凝汽式汽輪發電機可以用作該中心熱電廠汽輪發電機的電力備用設備。

中心熱電廠中，如果沒有備用的熱化汽輪發電機，藉減壓減溫裝置，接連在新汽管路與熱化汽輪機排汽線路之間，把新汽的壓力和溫度降低到熱化汽輪機的撤汽或背壓的參數值，來代替從熱化汽輪機供熱的備用設備。

背壓式汽輪機不能夠當作獨立的電力備用設備。如果裝置這種汽輪機作為供熱的備用設備，那麼除了這種設備之外，還必需裝置補充的備用凝汽式汽輪發電機。所以具備背壓式汽輪機的中

● 見「莫斯科工人」出版局 1946 年出版的「關於 1946—1950 年蘇聯恢復與發展國民經濟的五年計劃的法規」第 21 頁。

心熱電廠總的裝置容量高於具備凝汽式汽輪機的中心熱電廠。因此，備用的背壓式汽輪機裝置根本不適宜，而且可以用減壓減溫裝置來代替。

汽輪發電機的型式和單個容量的選擇工作，應根據現行標準（第十章）進行。

為了保證對用戶不斷的供電，在某些情況下為了提高發電廠或電力系統的經濟性，當負荷較大時，將其中一座備用汽輪發電機接入運轉，使工作中的汽輪發電機以較輕負荷而工作，或更顯得合理（參閱第二十章）。

當決定備用機組接入運行的經濟性時，應當考慮到這個機組空載及本身需要的附加熱耗。

運行機組的最大容量和最大負荷之差額，就是所謂運轉的（潛在的，內在的）備用容量。具備了運轉的備用量，當汽輪發電機中有一座因事故而停車時，其餘的汽輪發電機的負荷將增加到最大值，以維持對用戶的供電。

不在運行的，但是隨時準備運行的備用汽輪發電機稱為明顯的或實際的備用設備。

如果年度的電力負荷曲線不可能讓所有汽輪發電機在一年中不降低負荷而進行修理工作時，那麼，除事故的備用容量外，還必須保證具有充分的修理備用容量，以維持汽輪發電機修理工作的進行，而不降低電力系統或發電廠的負荷。

鍋 爐 設 備

在擬訂原則性的熱力計劃時，進行鍋爐的型式與性能的選擇。

各工作鍋爐的最大容量之和應等於，而且無論如何應不小於鍋爐裝置的最大蒸汽負荷。適當地選擇每座鍋爐的容量和鍋爐的數量，要從裝置同一型式的鍋爐，和所設置的鍋爐與汽輪機的單個容量間互相對應的要求出發。

如果汽輪機的型式相同，或具有同樣的汽耗，那麼上述兩種條件都可以實現。

如果汽輪機的型式互不相同，或容量互不相同，而且需要不同的蒸汽量，那就必須限於實現上述兩種條件中的一種。

照例在每所發電廠裏，必需裝置備用的鍋爐設備，用以接替發生意外（事故的）工作中的鍋爐設備，如果發電廠裏鍋爐的數量甚多（8座以上），而年度的鍋爐裝置的負荷曲線又不容許所有鍋爐終年不降低鍋爐負荷進行修理工作的話，在鍋爐房中除事故的備用鍋爐之外，還必需裝置修理的備用鍋爐。

當備用鍋爐代替工作鍋爐運行時，則備用鍋爐設備的蒸汽生產率，必須足以保證發電廠能供應所必需的全部能量。如果只有一座備用鍋爐，那在選擇這座鍋爐時，它的蒸汽生產率應不小於發電廠裏最大的一座鍋爐設備的生產率。

具有備用汽輪機組的發電廠中（孤立的，以及在電力系統中運行的），供應這些汽輪機組的備用鍋爐裝置無疑地是必要的。因而，在發電廠中須建立包括備用汽輪發電機和供應它的鍋爐的備用部分。

在孤立的發電廠中，備用部分的鍋爐可以用作整個發電廠的備用鍋爐設備，因為這所發電廠運行中的汽輪機組和鍋爐同時發生事故而失去工作能力的可能性很少；甚至在同時發生事故的情況下，由於備用部分接入運行，也能夠維持發電廠暫時沒有備用的電力或鍋爐設備下具有必要的容量。

這種孤立發電廠裏的工作鍋爐中，如有一座處於長期修理的情況下，那麼除了備用部分，再

裝置補充的備用鍋爐終究還是合理的；此外，當這所發電廠的電力負荷繼續發展，而且可能在電力系統中和其他發電廠接連時，備用的汽輪發電機可以開始運轉，則備用的鍋爐顯然仍是必要的。

在一個大系統中運行的發電廠，配置着大量的機組，而且具有備用部分，而這一備用部分又是整個系統總的電力備用部分，那末在此發電廠中，必須在備用部分的鍋爐之外，另外再具備備用鍋爐，作為這一發電廠本身的備用設備。這是根據某一所具有備用部分的發電廠中的工作鍋爐，和大系統中某些汽輪發電機同時停頓的情況，比同一發電廠中的汽輪發電機和鍋爐更可能同時發生停頓的情況，作為先決條件的。

如果本來沒有備用部分的發電廠，又不裝置備用鍋爐，因而減少了系統中備用鍋爐的數量和價格，那麼這種發電廠的工作鍋爐在停止運行時它的電功率便要降低，則必需將備用的電力及鍋爐機組接入工作，亦即將系統中其他發電廠的備用部分接入工作，這就降低了整個系統運行的可靠性，並使它的運行複雜化。

所以在系統中運行的發電廠，如果沒有備用部分，也要適當地具備備用鍋爐以提高整個系統工作的可靠性，並改善它的運行情況。

和潛在的「運轉」電力備用容量相似，鍋爐裝置也可能有潛在的「熱力」備用容量。這種「熱力」備用容量是以工作鍋爐的最大蒸汽發生率和鍋爐裝置實際的蒸汽負荷之差來決定的。

在系統的運行中，應適當地擁有潛在的「運轉」的汽輪發電機的電力備用容量，以及相應的潛在的鍋爐機組的燃燒備用容量，此量足以保證迅速並完全代替系統中失去工作能力的最大型汽輪機的容量（例如，約為系統全部容量的10%左右）。

為了保證兩種能——電能和熱能——的供應，在孤立運行的和在電力系統中的中心熱電廠中，對於備用鍋爐提出特別高的要求。在第二種情況下備用的汽輪發電機（具有供應它的鍋爐）也許是全系統所公有的，同時却在某些發電站中裝置着；但是每一中心熱電站必需具備備用鍋爐，以保證對於用戶供應必要的能量。

在電力系統中運行的中心熱電廠，當它的鍋爐停止工作時，備用的鍋爐必需保證能夠供應必要的熱能。此時如果容許這樣的中心熱電廠降低電能的供應，也只是例外的事情。因為這需要將系統中其他發電廠的備用汽輪發電機接入工作。

只有在為蘇聯鉅大中心區域而設計的公用熱力網中，有兩所或若干中心熱電廠聯合運行時，才可能限定在一所或部分中心熱電廠中裝備備用鍋爐，當鍋爐熄火時，保證對於用戶供應兩種必要的能量。

具有保暖負荷的中心熱電廠，嶺載暖水器，通常是由鍋爐裝置輸出的蒸汽，經減壓後來加熱的。因為嶺載情況延續的時間很短（每年幾百小時。很少超過一千小時），而嶺載暖水器每年的蒸汽消耗量也很小（在保暖上每年蒸汽輸出量為1—7%），所以利用備用鍋爐的容量來供應嶺載暖水器是合理的。可見在嶺載期間內若鍋爐房缺乏明確的備用量，或根本沒有備用量的情況下運行，當鍋爐中有一座因事故而熄火時，鍋爐房的負荷就必須降低，而且主要依靠降低保暖上熱能的供應來降低負荷。由於房屋的保暖熱惰性，短時間降低保暖熱能的供應是許可的。在任何情況下，如果有一座鍋爐因事故而停火時，也必須保證保暖熱能的供應不低於一年裏最冷月份的平均供應量。

在發電廠中，尤其在中心熱電廠中，可能具有各種型式的汽輪機裝置，它們消耗不同的蒸汽

量。此外，也可能直接從鍋爐裝置供應減壓的蒸汽（例如，在最大載荷期間的供熱式中心熱電廠中）。所以鍋爐裝置最大的蒸汽載荷，可以具有極不相同的數值。下列按照汽輪發電機的數量來選擇工作鍋爐數量的方案，是典型的，而且也是最適當的：

- 1（鍋）爐 1（汽輪）機
- 2（鍋）爐 1（汽輪）機
- 3（鍋）爐 2（汽輪）機

鍋爐總的數量依汽輪機的數量和鍋爐與汽輪機相對的單個功率而定。選定鍋爐總的數量還必須根據各種方案的技術經濟核算，同時考慮到製造廠類型的名稱、標準（第十章），發電廠發展的前途和許多其他條件。

裝備一座工作鍋爐和一座備用鍋爐的發電廠中，備用設備的價值甚高。同在具備一座備用鍋爐的情況下，增加工作鍋爐的數量可以減少備用鍋爐的價值。

選擇鍋爐總的數量時，要考慮所有鍋爐裝置，包括運行和備用設備在內的建築和運行的價值。

發電廠容量繼續發展的前途愈大，那麼較少數、較大型的鍋爐設備便愈適用。

給 水 泵

給水泵是發電廠中最重要的裝置之一。

給水泵工作的停頓，不但會減少能量的輸出（如發電廠其他設備作計劃外的切斷時），而且引起鍋爐設備，特別是汽鼓式鍋爐設備的嚴重而艱鉅的損壞。所以對於給水裝置提出特別高的可靠性、和保證在任何情況下不斷供應鍋爐用水的要求。

這種要求是隨發電廠中所裝置的鍋爐的型式（汽鼓式或直流式）和發電廠的種類（孤立的或在系統中運行的）而定。

因為這些要求的重要，所以蘇聯電業部鍋爐管理檢驗局以法規形式頒佈之，並作為發電廠中必須遵守的規程。

照現行規程規定，具備汽鼓式鍋爐的發電廠中，除電動給水泵之外，還必須裝置備用的汽輪給水泵。電動給水泵的裝置容量應該要這樣：當它們中間最大的一座不能運轉時，要使其餘的容量不低於全部裝置的鍋爐的最大給水消耗量，包括它們的放污水量在內。

汽輪給水泵的裝置容量，依鍋爐管理檢驗局實施規程的規定，應為全部裝置的鍋爐的最大給水消耗量的 100%，包括放污水量在內。

同時至少應裝置二座汽輪給水泵。根據發電廠變電所電力網熱力網設計基本規程（O.T.），汽輪給水泵可以用作鍋爐給水，基本的經常工作的設備。此時汽輪給水泵要根據上述電動給水泵選用標準而選擇，但也裝置電動給水泵作為備用的機械，其數量應不少於二座，每座容量則為全部鍋爐生產率加放污水量的半數。

具備直流式鍋爐的發電廠中，容許只有電動的給水泵裝置，不需要應用汽動的給水泵；驅動的方式是從發電廠最經濟的運行條件來選定的。直流式鍋爐給水泵裝置的容量應該要這樣的：當最大的水泵不能運轉時，要使其餘的容量不低於全部裝置的鍋爐的最大給水消耗量。但給水泵總的容量，應不低於鍋爐的最大蒸汽生產量的 115%。

各種發電廠必需遵守上述要求，對於孤立的發電廠更為重要。

發電廠中幾乎只用離心式的給水泵。

給水泵壓頭的決定 由給水泵產生的額定壓頭，可以根據圖 157 a 的計劃來決定。

在汽鼓式鍋爐的情況下，給水泵輸出短管中的壓力 p_n ，是由汽鼓中可能達到的最大壓力 p_{6M} ，給水自泵軸中心線水平面升高到汽鼓中的水平面所必需的壓力 $\frac{H_n}{10v_n}$ 、和壓力輸水管路中、閉鎖與調節配件中、測量墊圈中，高壓加熱器中，省煤器中的阻力，與給水進入汽鼓時的速度頭之和 p_{cn} 等相加所得的總數。

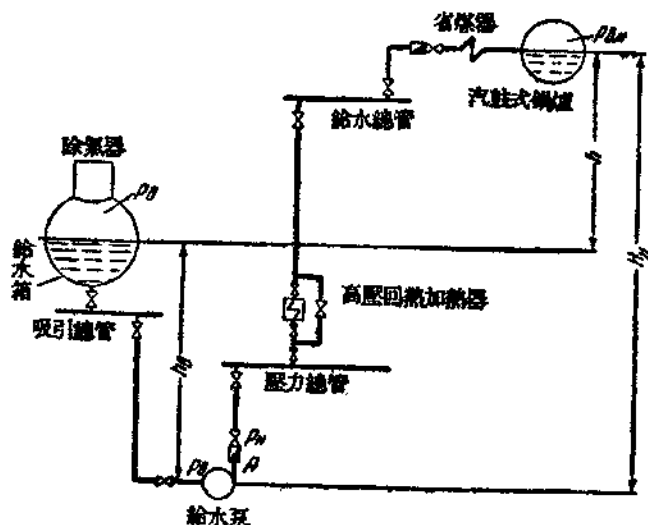


圖 157 a 給水泵管路聯系計劃

若裝置的參數一定，決定鍋爐中可能達到的最大壓力 p_{6M} 時，要考慮到鍋爐管理檢驗局的要求，即考慮到打開並完全舉起鍋爐的安全閥時的壓力。 p_{6M} 為鍋爐工作壓力的 106 至 113%。接連在給水泵壓力輸出線路上的回熱加熱器的阻力，依它們的數量和型式而定，約為 0.5—8.0 公斤/平方公分。管路和附件的阻力在設計時由計算決定之，或根據已有的類似裝置，用直接測量所得到的數據決定之。

直流式鍋爐給水泵的壓頭必需包括全部鍋爐水流阻力，這種阻力包括調節

墊圈的阻力在內，約為 20 公斤/平方公分。

所以，在泵的輸出短管中的阻力為

$$p_n = p_{6M} + \frac{H_n}{10v_n} + p_{cn},$$

其中 v_n 為壓力輸出管路中水的平均比容。

給水泵吸入短管中的運算壓力 p_a ，可根據接連在給水泵前的除氣器或給水箱中的壓力 p_a ，除氣器的水箱中最低的水平面到泵軸中心線之間的高度 h_g 和給水的溫度，吸入管路和附件中的水流阻力與給水進入泵時的速度頭 p_{ca} 等來決定，即

$$p_a = p_a + \frac{h_g}{10v_a} - p_{ca},$$

其中 v_a ——吸入路管中水的平均比容。

給水泵所產生的壓頭為

$$H_{nn} = \frac{10(p_n - p_a)}{\gamma_{cp}},$$

其中 γ_{cp} ——給水泵中水的平均比重，而泵前後水的壓力差則為

$$p_n - p_a = p_{6M} - p_a + \frac{H_n}{10v_n} - \frac{h_g}{10v_a} + p_{cn} + p_{ca},$$

或，取

$$v_n \approx v_g \approx v_{cp}, \quad H_n - h_g = h$$

及

$$p_{cn} + p_{en} = p_c,$$

則得

$$H_{nn} = \frac{10}{\gamma_{cp}} \left(p_{cn} - p_a + \frac{h}{10v_{cp}} + p_c \right). \quad (2M)$$

在這些公式中：壓力 p 以公斤/平方公分，壓頭 h 及 H_{nn} 以公尺水柱，水的比容 v 及比重 γ 分別以立方公尺/噸及噸/立方公尺表示之。

給水泵安全工作的條件和給水箱裝置高度的決定 水泵安全輸水的基本條件在於消除吸入管路中水壓的降落，當它進入水泵時，低於此時水溫相當的飽和壓力的可能性，以防止在泵前或泵中發生蒸汽。在泵的通路的任何管段中的壓力降低低於飽和壓力時，泵中要引起蒸汽的產生。泵的內部產生蒸汽，將破壞它的工作過程：代替流質的水汽混合物出現，使水流的連續性遭到破壞；因為通路的橫斷部分充滿着蒸汽，泵開始產生較低的壓頭，水的輸出隨亦減少，因此泵的容量降低。在開始產生蒸汽的地點，也就是在壓力最低的地點，溶解在水中的空氣含着氧氣，且水中分出，對泵的工作零件的金屬起化學作用。因為壓力的起伏，引起水泵容量的波動，蒸汽發生的過程停止而又恢復，以致在上述地點形成流體運動變化無常的特徵。同時水流發生加速和減速現象，在泵中引起局部壓力顯著提高和強烈的機械作用（衝、擊），使水泵的元件遭受破壞。

上述關於水泵中壓力波動和發生蒸汽的現象，通常稱為汽穴。

給水泵汽穴現象的產生，對於鍋爐裝置的工作，同樣會遭遇到危險的複雜的威脅。因此必須採取一切辦法，以防止這種現象的產生。在壓力最低的地點，也就是在吸入管路中，特別在水泵第一道工作葉片的入口處，可能發生汽穴現象。由此可見，為甚麼對水泵抽吸條件必需加以特別注意的原因。

輸給冷水時，如果水泵所吸引的水源與大氣相通，則水泵可以裝置得比水源的低水位高些。自這一水平面至水泵主軸位置的高度（幾何的抽吸高度），用以克服吸引管路中摩擦阻力所必需的水頭和速度頭（這種速度頭在轉變為水泵轉輪中水的速度時消失）等的總值，理論上最大限度可以達到 10 公尺，事實上當水的溫度近 0°C 時不超過 7—8 公尺。

如果使轉輪進口的壓力大於該處水溫相當的飽和汽壓，那就可以消除水沸騰的可能性。飽和汽壓隨水溫度的上升而增加，容許的吸引高度則因而降低。

溫度的變動和容許的吸引高度之間的關係，如圖 157 所示，當溫度近 70°C 時，水泵失掉吸引能力（曲線 a ）。因而水泵必須這樣地安裝：使水泵的軸處於水泵吸取地方的水平面同一高度。當水的溫度升高時，水必須自水箱流向水泵，而這水箱要裝置在水泵主軸的上面，其高度足以保證在轉輪進口處具有必要的水頭，以消除形成蒸發和汽穴現象的可能性。

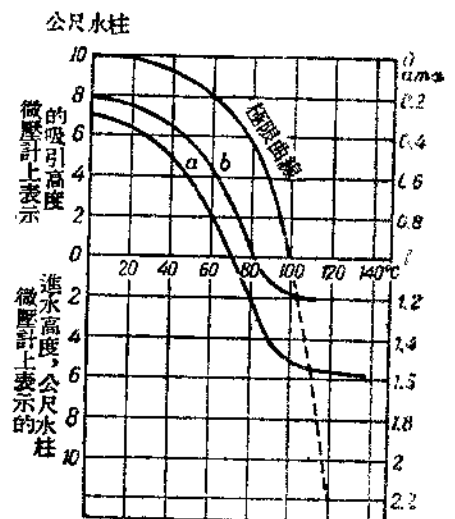


圖 157 水泵的吸引高度和進水高度對於水溫的關係

圖 157 6 的下面部分提供關於保證水泵穩定工作^①，所必需的進水高度（根據微壓計所表示的壓力的超過部分），例如，當進水的溫度為 100°C 時，對於一般構造的水泵，在轉輪的進口處，必須保證具有近 5 公尺的進水高度（根據微壓計所表示的）。當進水溫度超過 100°C 時，必需的進水高度（根據微壓計表示的）提高得很有限，此時因為考慮到給水箱必定是密閉的，其中保持的壓力必不小於箱中給水溫度相當的飽和汽壓。

圖 156 6 所示的兩條曲線，其中曲線 *a* 代表通常使用的實際數值，而曲線 *b* 提供了當有利的條件存在時容許的數值。上述的水頭必須儘可能地予以提高，使具有後備的壓力，以消除汽穴現象，保證工作不斷進行。

式 $h_g - \frac{10 p_{cs}}{\gamma_g} = h_{g, \text{н}}$ 是進水壓頭的數值，因此

$$h_g = h_{g, \text{н}} + \frac{10 p_{cs}}{\gamma_g},$$

即給水箱中的水位至水泵軸心之間的幾何高度，其大小依水的溫度和用以克服裝備着附件的吸引管路中的阻力，與形成速度頭所消耗的壓頭而定。在某一定的水溫下，為了減小水箱的佈置高度，吸引管路中的阻力就必須儘可能地減小，這一點可以從合理選擇吸引管路中零件的形式與斷面，以及它的路線而達到目的。

因此必須避免管路有急劇的方向轉變，半徑很小的彎曲，直徑急劇的變化，過長的管子等等。吸引管路的直徑，必須根據微小的水流速度來決定，水流速度在 0.5 至 1 公尺/秒限度之內。

輸給熱水時尤其需要採用一切辦法來防止（可能發生的）汽穴現象的可能性。同時在給水箱中維持一定的水位和壓力。

為了避免汽穴，必須保證吸引短管和第一道轉輪具有適當的構造形狀。

熱水輸給泵，必需比通常水泵使用較大尺寸的吸引短管，這是依照微小的容許水流速度而定的。

表 43 a

型 式	製 造 廠 家	V 立方公尺/時	H 大氣壓	n 轉/分	t 水的°C	W 瓩
П-150-150	斯大林金屬工廠 ЛМЗ	270	140	2970	104	1700
П-150-11	Фрунзе 工廠	270	150	2970	110	2000
П-150-5	同 上	250	65	2950	110	700
П-150-3	同 上	200	45	2950	110	475
П-100-6	同 上	100	45	2950	110	250
8-МД-6×5	同 上	270	65	2950	105	700
8-МД-5×3	同 上	250	45	2950	105	450
5-МД-7×5	同 上	120	45	2950	105	250
БЦ-11	奧雪潘考夫斯基機械工廠 (Осипанковский механический)	270	150	2970	150	2000
4Ц3	同 上	250	99	2970	150	1500
4Ц5	同 上	250	61	2970	150	850
4Ц4	同 上	250	45	2970	150	600
4Ц3	同 上	250	39	2970	150	500

① 容器中的水位和水泵軸心之間的高度，減去管路中以公尺水柱表示的流動損耗，以及在進入轉輪時的速度頭，稱為微壓計水頭高度。

蘇聯製造的電動給水泵的技術性能列於表 43a 內。

表 43b 所示數據為省煤器 (Экономайзер) 工廠所製造的, 適用於中壓及高壓鍋爐的汽輪給水泵的技術性能。

表 43c

泵的型式	泵的性 能				帶動汽輪機的性能	
	V 立方公尺/時	H 大氣壓	n 轉/分	t 水的, °C	p_0/p_1 大氣壓/°C	G 噸/時
適用於中壓鍋爐						
ПТ						
200	200	52	4300	105	35/435	1.5
201	200	45	4000	105	29/400	5.4
100	100	52	5500	105	35/435	5.2
101	100	45	5100	105	29/400	3.3
50	50	52	6400	105	35/435	2
51	50	45	5950	105	29/400	1.85
適用於高壓鍋爐						
РБПТ						
29-270	270	155—135	5000	110	29/400	24—28
29-200	200	169—135	4850	110—150	29/400	20—24
29-150	150	155—135	4800	110—150	29/400	15—17
20-200	200	155—135	4850	110—150	20/300	20—24
20-150	150	155—135	4850	110—150	20/300	12—15

註: 驅動用汽輪機的背壓為 1.2—2.5 大氣壓 (絕對值)。

除 氣 器

除氣器的總容量不得小於發電廠最大的給水消耗量。

除氣器的數量是按照汽輪機的數量, 或按照全廠集中使用除氣器的情況來選擇的。

平常所有除氣器都必須參加工作, 一般不裝置備用的除氣器。但各個除氣器的容量, 應按照製造廠的類型名稱, 適當地加以選擇, 而具有相當的儲備容量。國產的 (蘇聯的——譯者) 爲 1.2 絕對大氣壓的混合式除氣器的性能, 列於表 44 內。

目前蘇聯已着手製造較高壓力的混合式除氣器。

表 44

除 氣 器 的 型 式	容 量, 噸/時	圓柱箱的直徑, 公厘	圓柱箱的高度, 公厘
ДС-25	25	1112	2550
ДС-75	75	1292	2750
ДС-100	100	1492	2790
ДС-150	150	1721	2950
ДС-200	200	1892	2990
ДС-300	300	2092	3180

註: 圓柱箱的構造完全是焊接的, 各種 (尺寸的) 圓柱箱配裝着 2 個或 4 個接頭管子, 按照它的型式的符號而定, 例如, ДС-25-2 或 ДС-25-4 等等。