

中央人民政府燃料工業部

汽輪機檢修講習班講義

中央人民政府燃料工業部
技術研究室編

燃料工業出版社

中央人民政府燃料工業部

汽輪機檢修講習班講義

中央人民政府燃料工業部
技術研究室編

燃料工業出版社

一九五三年五月·北京

汽輪機檢修講習班講義

中央人民政府燃料工業部
技術研究室編

燃料工業出版社(北京東長安街中央燃料工業部內)出版
新華書店總經售

校對: 朱玉蓉 顧維灝

書號: 68 * 25 開本 * 共 298 頁 220,000 字 * 定價: 20,000 元
一九五二年十二月北京第一版 一九五三年五月北京第二版

印數: 6,001--13,000 册

版權所有 • 不許翻印

前 言

爲了學習蘇聯的先進技術，提高我們發電廠汽輪機檢修工作人員的理論水平，中央人民政府燃料工業部於一九五〇年夏季舉辦了第一期汽輪機檢修講習班，請蘇聯專家擔任主講，講授歷時五十餘天。專家首先向大家介紹了水泵、除氧器與水處理等問題，以及某發電廠汽輪機檢修的實際經驗，然後，深入淺出地講授了汽輪機的基本理論，結合目前我國各電廠的實際情況，講解了汽輪機本體各部分的檢修方法。這一講授的全部內容，對各發電廠的汽輪機檢修人員是一非常寶貴的工作指南，對培養汽輪機工程人員的學校，也是一極可貴的參考教材。

專家講授時由于運海與唐實兩同志擔任翻譯。講習班結業後，各地發電廠及工程學校曾紛紛來函索購講義，因此，我室根據學員聽講筆記，參照蘇聯專家的講授提綱加以整理，仍採用講義體裁，重新編排，交由燃料工業出版社出版。

因爲參加講習班的學員是來自各地發電廠的技術人員與有工作經驗的技工，文化水平參差不齊，爲使文化水平較低而有實際經驗的技工同志能在很短期內對汽輪機獲得一個概念，認識到一定的理論水平對搞好汽輪機檢修工作的重要性，專家講授力求簡明扼要，如讀者要深入鑽研，可參閱其他專門書籍。

由於記錄與整理是由許多同志分別負責的，文體難免不一；且全部譯文未經蘇聯專家審核，如有錯誤，應由我們負責，並希讀者隨時來函指正，以便在重版時修改。

中央人民政府燃料工業部技術研究室

一九五二年五月一日

目 錄

前 言	1
第 一 章 概 論	9
一、電力的來源	9
二、電力的用途	10
三、汽輪機的發展	12
四、火力發電廠的種類	14
五、蘇聯發電廠的組織	16
第 二 章 物質的形態和特性	19
一、熱的定義和物質的形態	19
二、長度、面積、體積、時間的單位	20
三、壓力和真空	21
四、溫度	24
五、氣體的定律	25
第 三 章 熱	28
一、熱的單位	28
二、熱的計算	29
三、能、功、功率	31
四、能量和當量	31
第 四 章 蒸 汽	33
一、液體含熱量	33
二、蒸發熱量	33

三、壓力——容積圖 ($P-v$ 圖)	35
四、濕蒸汽、乾蒸汽、過熱蒸汽	36
五、含熱量——熵圖 ($i-s$ 圖)	37
六、氣體的變化	39
第 五 章 噴嘴中的汽流	42
一、蒸汽汽流	42
二、噴嘴	44
三、噴嘴的例題	46
四、應用噴嘴的抽氣器	50
第 六 章 汽輪機各段中熱的過程和汽輪機分類	52
一、衝動式汽輪機的壓力段和速度段	52
二、反動段	55
三、衝動式和反動式各段中熱過程的比較	57
四、衝動式和反動式汽輪機的比較	58
五、汽輪機分類	59
第 七 章 汽輪機的熱損失	62
一、內部的熱損失	62
二、外部的熱損失	65
第 八 章 汽輪機效率	66
一、發電廠效率	66
二、汽輪機效率	68
第 九 章 檢修的意義與組織	73
一、檢修種類	73
二、檢修觀點	75
三、檢修前準備工作	76

四、檢修專責制度	77
五、檢修工作場	79
六、檢修記錄制度和其他	81
第十章 檢修工作中一部分機械、零件、備品和工作標準等名稱的意義	85
第十一章 測量工具和儀器	89
第十二章 起重工具與起重方法	94
一、鋼絲繩	94
二、起重用的焊接鍊條、吊環和8字鈎	97
三、起重設備的試驗方法	100
四、吊汽輪機轉子方法	101
五、輕微抬起軸頸的方法（即汽輪機大蓋蓋好後吊軸）	102
六、吊大蓋及翻大蓋方法	102
第十三章 檢修工作中所用的一部分金屬材料	106
一、黑色金屬	106
二、有色金屬及其合金	111
第十四章 墊料與盤根	115
一、墊料	115
二、盤根	121
第十五章 熱處理	123
附錄——氮硬化處理法	124
第十六章 找中心	127
一、找中心方法的概論	127
二、找中心工作中應注意事項	128

三、汽缸和軸承座接合面上找水平的方法·····	129
四、用鋼絲找中心方法·····	131
五、測量轉子位置的方法·····	133
六、用靠背輪找中心的方法·····	138
七、找中心方法的程序·····	150
八、三軸瓦找中心的方法·····	151
九、減速齒輪式汽輪發電機找中心方法·····	154
十、汽輪發電機轉子軸頸磨光法·····	155
第十七章 汽缸的滑銷系統 ·····	160
第十八章 主軸承與推力軸承 ·····	166
一、主軸承(簡稱軸承)·····	166
二、推力軸承·····	174
第十九章 隔板與軸封 ·····	182
一、隔板·····	182
二、軸封·····	188
第二十章 靠背輪 ·····	194
一、靠背輪的種類·····	194
二、拆靠背輪的方法·····	197
三、裝新靠背輪的方法·····	199
四、新靠背輪的鑄製工作·····	199
五、靠背輪偏斜度的測量和修正·····	200
第二十一章 葉輪 ·····	204
一、葉輪緊力·····	204
二、緊固葉輪的零件·····	204
三、拆卸葉輪·····	205

四、安裝葉輪·····	208
五、葉輪鬆弛之修理方法·····	209
第二十二章 蝸母輪組 ·····	211
一、蝸母和蝸母輪的位置·····	211
二、蝸母輪間隙·····	212
三、蝸母輪的串動·····	212
四、新裝蝸母輪組·····	213
五、蝸母輪組損壞原因·····	214
六、蝸母輪組材料的成分·····	215
第二十三章 調速設備系統與主油泵 ·····	217
一、調速設備系統·····	217
二、主油泵·····	222
第二十四章 危急保安器 ·····	224
一、危急保安器的種類·····	224
二、調整危急保安器彈簧的方法·····	225
三、危急保安器彈簧特性的測量·····	226
四、危急保安器的試驗·····	226
五、危急保安器工作不正常的情形及原因·····	227
第二十五章 給水泵及水泵的構造 ·····	229
一、給水泵應有的容量·····	229
二、給水泵出入口壓力·····	229
三、給水泵的附件·····	232
四、給水泵的運行·····	233
五、水泵的構造·····	234
第二十六章 凝汽器、冷油器與試機 ·····	238

一、凝汽器.....	238
二、冷油器.....	240
三、試機.....	241
第二十七章 發電廠的水處理.....	244
一、發電廠水的消耗.....	244
二、循環水的硬度.....	245
三、循環水的供給方式.....	246
四、補給水.....	248
第二十八章 鍋爐給水的除氧.....	253
附錄一 某汽輪機的檢修問題.....	261
附錄二 汽輪機檢修講習班問題解答.....	266
附錄三 蘇聯汽輪機使用材料表.....	274

第一章 概 論

一、電力的來源

電力是發電廠利用自然界的能製造出來的。~~自然界的能計有：~~

- (1) 燃料的熱能(與化學有關)——如無煙煤、煙煤、泥煤、片岩煤、木柴、石油、天然氣等；
- (2) 水能——水位落差所得的勢能，寓意稱為“白煤”；
- (3) 風能——空氣流動所成的動能，寓意稱為“藍煤”；
- (4) 太陽能——太陽輻射出來的熱能；
- (5) 原子能——是由鈾(U—235)及鈹(Be—239)等原子爆裂所發出的能。

先進國家的發電廠中有利用工業製造過程中的副產品發電者，如利用由煤提煉焦炭所得的瓦斯，大鋸木廠的木屑，採礦所得的黑油、瓦斯，煉鐵爐所產生的瓦斯，煉焦炭所得的泥炭、半焦炭等。但在中國還沒設立這類電廠。

根據所採用燃料的不同，發電廠可分類如下：

- (1) 火力發電廠——利用與化學有關的燃料的熱能；
- (2) 水力發電廠——利用水流落差勢能；
- (3) 風力發電廠——利用自然風力動能；
- (4) 太陽能發電廠——利用太陽輻射熱能。

上述(3)(4)類的發電廠已有設立或正在試驗中，但其容量均在150瓩以下；至於原子能發電廠則尚在研究階段。故目前實際上發電的，仍舊是火力和水力發電廠。

水力發電廠具有下列優點：

1. 不用燃料，鐵路上可騰出運輸燃料的車輛作其他用途；
2. 工作人員少；
3. 設備可以自動化，並可實行遠距離控制；
4. 廠內工作人員及廠區周圍的衛生條件較火力發電廠為優。

其缺點為：

1. 發電廠廠址被限於水源區，對遠距離的用戶，必須安設長距離的輸電綫送電。中國長江上游可建 1200 萬瓩的發電廠，但因用戶區均在 1000 公里之外，所以目前建廠價值還小。

2. 蓄水池、堤壩等土木工程建築費用大而且建築所需的時間較長。

3. 需要很多人員參與土木工程建設。

火力發電廠的優點：

1. 廠址之選擇可考慮對用戶的方便及國民經濟建設要求的條件而遠離燃料區，以近用戶區，如中央熱電中心廠便是；

2. 設備簡單而經濟，參與建設的人員少；

3. 不但供應電力，而且實行熱化後，可兼供暖氣及熱水。

目前中國祇有火力發電廠和水力發電廠，而且其中大部係火力發電廠；據 1950 年之統計，全年總出力中，火力發電廠佔 75%，水力發電廠祇佔 25%。

二、電力的用途

以電力的性質而言，它的用途既廣且無止境，大自輕重工業、交通運輸、公共場所，小至家庭文化生活，皆不可缺電。其用途有：電燈（機關、工廠、公共場所、住宅、街道等處的電燈用電）電

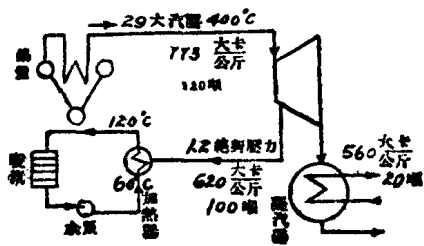
力（工廠原動機、農業機器、水泵、空氣壓縮機、電機車、有軌電車、無軌電車、高質鋼電爐，製造鋁鎂等所用的電力）及弱電力（無線電、電話、醫務用具及各種電氣設備的調整器等）等等。

電力運用很靈活，它易變為機械能、熱能、光能，又能輸送到400公里以外的地方去，高壓直流電送得更遠，最近蘇聯建築的古比雪夫電力站離莫斯科用戶區即有1000公里。使用電力可使許多設備容易操作和控制，並能自動調整，在蘇聯重工業的設備中電氣化一般已達到80%，有的設備達到95—98%了。

電力可按用戶的用途分為：(1)照明，(2)工業用電，(3)運輸用電，(4)農業用電，(5)公共用電(如上下水道的迴流水泵、城市電車)，(6)生活用電(電爐、電扇、冷藏電冰箱)等。

以上所述是發電廠供給用戶的電力。此外，火力發電廠還可從汽輪機中抽出已作部分工作的蒸汽供給用戶或工業作暖氣或熱水用，即除供給電能外並供給熱能，此種發電廠在蘇聯稱為熱電中心廠。近代最經濟的凝汽式汽輪發電機祇能利用燃煤中熱能的32—34%來變成電能，其餘有53%的熱能，由循環水吸收後散失於大氣中。熱電中心廠則將此53%中的大部分熱能利用了，所以較普通凝汽式發電廠經濟得多。

第1圖說明了熱電中心廠比凝汽式發電廠經濟：120噸蒸汽中，有20噸係經由汽輪機用以發電後至凝汽器，100噸由汽輪機中抽出供給熱能。這樣每公斤燃煤發熱量中，祇利用 $773 - 560 = 213$ 大卡以發電，



第1圖 熱電中心廠的熱循環

其餘560大卡原為循環水所吸收而損失的，現在則利用抽汽將100噸的汽，改以 $773-620=153$ 大卡發電以外，那620大卡的熱改作熱能供給用戶，而僅有20噸是以560大卡損失在循環水內，所以同時供熱與電的較僅供電力的要經濟得多了。

由汽輪機抽出供給工業應用的蒸汽壓力為1.5—12絕對大氣壓，供給的熱水溫度則為60—180°C。

三、汽輪機的發展

在英國瓦特發明蒸汽機二十年以前，即1765年，蘇聯天才物理學家波爾宗諾夫已發明了第一台蒸汽機。馬克思說：「那時發明了蒸汽機不是為了別的，而是為了十九世紀重工業的原動力的需要，對於十九世紀的工業發展方面，起了很大的作用」。在中國，很多年以前，也有了有很多的發明，但是沒有被製造出來加以推廣，有的被外國人偷去，改造了一下，就稱為他們的發明；在蘇聯也有這種類似的情形，因此現在一般人誤認為蒸汽機是英國人瓦特發明的，而其實呢？早在他發明前二十年蘇聯已經有第一台蒸汽機在使用了。

十九世紀中葉，蒸汽汽輪機已開始使用，內燃機也使用了；1897年又發明了柴油機。1880年汽輪機開始有大量的發展，型式也各有不同。有了汽輪發電機之後，才使重工業很快地發展起來。

汽輪機的優點有：

- (1) 與發電機連結方法很容易；
- (2) 能配合發電機各種轉速的要求；
- (3) 轉動很平穩；
- (4) 運轉中的故障比較少；
- (5) 熱效率高；

- (6) 容易調整轉速，而且可以自動化；
- (7) 每台容量可以很大；
- (8) 設備費低，設備佔地方小；
- (9) 容易管理；
- (10) 蒸汽在密閉的循環系統中工作，凝結水不含油質；
- (11) 可使用抽汽；
- (12) 容易併列運行；
- (13) 利用凝汽器可得到最高的真空；
- (14) 沒有曲軸及飛輪等設備。

可是汽輪機也有下列缺點：

- (1) 要使用很大的及建設費較高的鍋爐；
- (2) 起動所需的時間長；
- (3) 要使用高質量的蒸汽。

蒸汽機的缺點多，出力小；內燃機不能用固體燃料且出力也小；燃氣輪機不能直接用固體燃料，且要使用很複雜的空氣壓縮機，因此尚在研究試用階段。

由於以上的原因，現在汽輪機的用途比較廣。在蘇聯第一台汽輪機是1904年製造的，製造廠是列寧格勒機械製造廠。1913年每台機的容量已到1250瓩，1917年十月大革命以後，汽輪機製造業有了很大的發展，最大的工廠有列寧格勒機械製造廠，哈爾科夫司克汽輪發電機製造廠，其次有克洛夫司克，聶夫司克等製造廠。

由於社會主義國民經濟優越性，蘇聯迅速地發展了大容量的高壓凝汽式汽輪機（轉速為3000轉/分，容量為100000瓩），並且造出了現代化的供熱式的汽輪機，其容量每台25000瓩，現在又試造每台超過150000瓩大容量的汽輪機，其汽壓超過100絕對大氣壓，

汽溫超過 500°C。

下面是蘇聯發電設備容量及年發電量的發展情形：

年份	設備容量(瓩)	年發電量(瓩時)
1913	1.1×10^6	1.9×10^{12}
1928	1.9×10^6	5.0×10^{12}
1932	4.7×10^6	13.5×10^{12}
1937	8.1×10^6	36.5×10^{12}
1941	11.9×10^6	50.0×10^{12}
1950	22.7×10^6	82.0×10^{12}

四、火力發電廠的種類

(1) 火力發電廠的種類很多，所使用的燃料也有很多種類。按燃料分類有：

1. 固體燃料——煤、泥煤等；
2. 液體燃料——石油、柴油等；
3. 氣體燃料——天然煤氣、人造煤氣及工業冶煉爐裏的副產煤氣等；
4. 混合燃料——煤粉爐煙混合物(煤粉加上冶金爐煙)，石油天然氣混合物(液體燃料加上天然氣)。

(2) 按燃料的供給地方分類：

1. 當地；
2. 外來。

(3) 按發電容量分類：

1. 在 25000 瓩以上者為大容量發電廠；
2. 在 12000 瓩至 25000 瓩者為中容量發電廠；