

152880

蒸汽動力設備的
檢修和運行

蘇聯 普·德·石維佐夫教授著
陳 潘 吳 恕 三翻譯
于運海 譚肇強 柳椿生 霍宏先校訂

燃料工業出版社

5843

132880

6/1022

~~42279~~

113

蒸汽動力設備的 檢修和運行

蘇聯 普·德·石維佐夫教授著

陳 潛 吳 恕 三翻譯

于運海 譚肇強 柳椿生 霍宏先校訂

燃料工業出版社

內 容 提 要

本書以不大的篇幅全面地討論了蒸汽動力設備（蒸汽機和汽輪機）的檢修和運行，論述了設備檢修的準備工作、勞動組織和工作方法，介紹了運行技術，分析了設備故障的原因並指出預防的措施。

同時，本書引用了蘇聯的有關蒸汽動力設備的各項公差和定額，以及檢修和驗收時用的文件格式。

本書是維護蒸汽動力設備的班長和工程師的參考書。

* * *

蒸汽動力設備的檢修和運行

РЕМОНТ, РЕВИЗИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАРОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
• 根據蘇聯國立機器製造書籍出版社(МАШГИЗ)1950年莫斯科俄文第一版翻譯 •

П. Д. ШВЕЦОВ 著

陳 潛 吳恕三譯

于運海 譚肇強 柳怡生 霍宏光校訂

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街德勝上園

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

校對：周金英 陳家驊

書號163 * 電71 * 25開本 * 200頁 * 172,000字 * 定價13,000元

一九五四年三月北京第一版（1—6,200冊）

版權所有 * 不許翻印

出版者的話

本書原著是專為小型發電廠維護蒸汽動力設備的工作人員編著的，它綜合了許多發電廠的工作經驗和許多技術文獻，全面地討論蒸汽動力設備的檢修和運行，並且特別強調了設備的計劃檢修。在我國電力工業中，如作者所指的小型發電廠還佔極大的比重，而貫徹定期計劃檢修，又是目前發揮電力工業潛在力量的關鍵問題之一。因此，我們預期本書的出版能對電力生產起一定的作用。

但是，正因為本書以精簡的篇幅全面討論蒸汽動力設備的檢修和運行，只能着重提出和分析最主要的問題，對某些具體的工作細節，或有不足之處，所以在現場工作中參考本書時，尚須參閱其他更專門的參考書籍。為適應實際工作需要，我們即將陸續分別出版有關汽輪機的檢修和運行工作的專題參考書。

本書譯稿原由電業管理總局組織翻譯，經中央燃料工業部生產技術司工程師于運海、惲肇強、柳椿生、霍宏先及人民鐵道出版社張爾琴等同志校訂。原書有若干誤排之處，在編輯過程中，亦已訂正。讀者如發現本書尚有其他錯誤時，希予指正。

目 錄

原作者序

第一章 修理工作的組織	6
第 1 節 蒸汽動力機有計劃的預防性修理	6
第 2 節 正確的修理計劃的先決條件	8
第 3 節 修理和檢查的記錄簿	10
第 4 節 修理及檢查的準備工作	11
第 5 節 修理和檢查的進度表	13
第 6 節 勞動力及時間定額	15
第 7 節 工具與輔助工具	24
第 8 節 檢查和修理所需的材料	30
第 9 節 配件	40
第 10 節 焊接和銅焊(包括銀焊與錫焊)	40
第 11 節 鋼料的快速分析法	48
第二章 蒸汽機的檢查、修理和運行	50
第 1 節 蒸汽機的檢查	50
第 2 節 檢查工作中的材料消耗定額	55
第 3 節 機件的修理	58
第 4 節 調整工作	65
第 5 節 蒸汽機的試驗	68
第 6 節 蒸汽機檢查後的移交運行	77
第 7 節 蒸汽機的運行總則	77
第 8 節 交接班規則	79
第 9 節 蒸汽機的起動、停機和運行	80
第 10 節 蒸汽機的短期停機和長期保管	84
第 11 節 蒸汽機的事故	85
第三章 汽輪機的修理、檢查和運行	92
第 1 節 汽輪機的檢查	92
第 2 節 汽輪機檢修材料消耗標準	119
第 3 節 汽輪機機件的修理	115
第 4 節 特殊工作	136
第 5 節 轉子的找平衡工作	139

第 6 節	轉動方向與汽輪機轉動方向相反的發電機之安裝方法	148
第 7 節	汽輪機的找中心	148
第 8 節	汽輪機的試驗	152
第 9 節	汽輪發電機的移交運行	157
第 10 節	汽輪機的運行通則	158
第 11 節	接交班規則	159
第 12 節	汽輪機的起動、運行和停機	160
第 13 節	汽輪機的短期停機及保管方法	165
第 14 節	汽輪機的事故	167
附錄		182

原 作 者 序

最近幾年來，在蘇聯各工業部門中，特別是在生產中動力需要激增的工業部門，安裝了許多完全現代化的動力機。在蒸汽動力機中，汽輪機的功能較大，已逐漸地替代了蒸汽機。

但是，由於蒸汽機具有許多特點，特別是因為它可以容許相當程度的過負荷。因此在蘇聯境內，現在還有很多蒸汽機在運行。某些安裝有這些機器的企業，對於這些機器的管理，還沒有完全做到合理運行的要求。

農業地區電力的需要日益增長，要求分佈在這些地區附近的一些工廠裏的電力設備擔負起一部分農村電氣化的光榮任務。例如，分佈在農業地區附近的製糖工廠和酒精工廠，這些工廠大部分裝有蒸汽機，有一小部分安裝有汽輪機。那麼，現在我們就應該來重新考慮這些工廠工作的季節性問題了。它們的動力設備應該全年工作，把電力供給鄰近的農業地區。

雖然蘇聯大型發電廠中機器的運行技術已經達到應有的水平，但這並不等於說小型發電廠的機器運行管理也已合乎要求了。

為了幫助安裝了蒸汽動力機的小型發電廠改善維護工作，編寫出版了這本討論蒸汽動力機的檢查、修理與運行諸方面問題的簡明的參考書。

本書以最精簡的篇幅介紹了一些可以保證蒸汽動力機的安全而不間斷運行的基本資料。

本書綜合了蘇聯許多工廠的工作經驗和許多有關的技術文獻，介紹蒸汽動力設備的各項公差和定額，同時貢獻了著者在多年實際工作中所證實的一些運行方法和計算方法。

全書分成三部分。

第一部分是總論，討論修理工作的組織，提供了蒸汽機與汽輪機大修理工作的標準時間，材料的標準、材料的簡要介紹及其焊接，銀

焊與快速分析等資料。

第二部分講述蒸汽機的檢修與運行。特別提出了正確地安裝蒸汽機，正確地製造活塞環(脹圈)和計算地基等問題。也介紹了一些記錄曲軸機構的裝置尺寸的卡片格式。

第三部分敘述汽輪機的檢修與運行。研究了轉子的振動、找中心(校正)、找平衡與熱調直轉子(直軸)的方法等。

第一章 修理工作的組織

第 1 節 蒸汽動力機有計劃的預防性修理

發生事故後才着手而不是系統地來進行的、突然的修理工作，要打亂蒸汽動力機的運行計劃，使生產中斷。這樣不僅會引起設備的嚴重損害，而且也使生產受到重大損失。因此，爲了要保證蒸汽動力機正常地、不間斷地運行，一定要訂出修理工作的計劃。

各機組設備運行情況應進行仔細而徹底的觀察，以便及時發現在小修和大修中應該消除的缺點。及時在小修中發現並消除機組設備的缺點，可以防止蒸汽動力機在運行中的破損和故障，並可延長兩次檢修期間的運行時間。這對生產是極有利的。領導者（工廠的總機械師）對這方面的情況應該嚴密注意。負責管理的人員所發現的缺點，應該記錄到一本放在機器房裏的專門記載對修理的建議和意見的簿子上。這本簿子應該穿線掛起來並編有號碼。

不論小修或大修，都要制定計劃。

每二個月中，至少應進行一次小修。

蒸汽機小修工作項目表

1. 檢視汽缸；假使必要的話（汽缸內有撞擊聲的時候），打開汽缸；
2. 檢視調速系統，換掉磨損的小軸或小軸襯；
3. 檢視並上緊軸承；
4. 檢查黃油杯、潤滑油杯等等；
5. 清除機件上的銹屑和污垢；
6. 檢查真空系統的嚴密程度；
7. 清洗凝汽器，更換濕空氣泵的閥門；
8. 安裝蒸汽機並試運行。

註：背壓式蒸汽機可免除6、7兩項。

汽輪機小修工作項目表

1. 必要時可打開汽缸並檢視轉子;
2. 測校間隙;
3. 拆卸調速系統;
4. 檢視軸承;
5. 檢視並試驗危急保安器;
6. 檢視附屬設備;
7. 檢查閥門的心桿軸和軸襯;
8. 清除機件上的銹屑和污垢;
9. 檢查真空系統的嚴密程度;
10. 清洗凝汽器;
11. 安裝汽輪機並試運行。

註：背壓式汽輪機可免除9、10兩項。小修並不一定要按所列舉的項目一一進行。它可以處理其中的一項或幾項。

大修每一年要進行一次。

蒸汽機大修工作項目表

1. 全部拆開蒸汽機及其輔助設備;
2. 檢視機件磨損的情況和程度;
3. 換掉磨損的機件，如活寒環、盤根、調換磨損的銷子、鍵等等;
4. 搪汽缸及汽餅式的錯汽門;
5. 重澆軸承並研刮軸瓦至所需要的尺寸;
6. 清洗滑潤油系統;
7. 修理調速系統，消除所謂「死行程」;
8. 清除機件上的銹屑和污垢;
9. 換配濕風泵的所有閥門;
10. 檢查真空系統上的嚴密程度;
11. 清洗凝汽器;

12. 進行蒸汽機的安裝、試運行和試驗;
13. 編寫該蒸汽機情況報告, 並彙編記錄書到記錄簿上。

註: 假使是背壓式蒸汽機, 免去第 9、10 及 11 項。

汽輪機大修工作項目表

1. 全部拆開汽輪機及其輔助裝置(冷油器、全部水泵、加熱器、汽水門等等);
2. 檢視機件磨損的情況和程度, 測定運行了一年的各間隙;
3. 調換損壞的機件(破損的輪葉、隔板、汽封、凝汽器銅管等);
4. 調整或重澆軸承;
5. 檢驗推力軸承的扇形瓦片, 檢查轉子的推力間隙, 如有必要, 掉換軸承的扇形瓦片;
6. 校正汽輪機的中心;
7. 檢查調速系統, 調換損壞的機件;
8. 清除機件的銹屑和污垢;
9. 轉子找平衡;
10. 直軸;
11. 檢查真空系統的嚴密程度;
12. 安裝、試運行和開始運行;
13. 將汽輪機的機件情況填寫於卡片表格內, 並載入動力設備記錄簿;
14. 清洗凝汽器。

註: 如為背壓式汽輪機, 可免去 11、14 兩項。

第 2 節 正確的修理計劃的先決條件

假使已確定了一年中的小修和大修的計劃程序, 那麼每一次計劃外的停機, 都應該算做事故停機。這種停機修理工作就叫做事故修理。因這種性質的修理所引起的對供熱與發電所用蒸汽的減少, 是不能預見的, 這樣對生產也就起了不良的影響。

爲了避免這種情況，就要注意修理工作和檢驗工作的質量。這又要靠如何組織機件驗收工作和監督檢修工作的進行。一般的慣例，每一個機件在清除銹屑和污垢之後，都應該經過負整個工作責任的工長的檢視。假使需要再修理，就要在這時作出適當的指示。重要機件的驗收要開具接交單或填寫卡片表格，並由負責修理和驗收的人簽署。

大修和小修的計劃要在日曆年度來到之前編製好，這個計劃應該估計到生產上一切特殊的要求。動力機應選擇在不影響生產的時候進行大修。動力機的修理和檢查，應該有適當的計劃，使現有的勞動力分配很均勻。假使把各種不同的修理工作集中在同一個時間進行，那就要動員爲數龐大的修理人員，同時也使修理工廠的工作量超過其所能負的。

蒸汽動力機的修理計劃應該和工廠裏的所有的蒸汽供應設備（包括電氣部分）、鍋爐、蒸汽管、水泵的修理工作結合起來。

在計劃修理的進度表上，不要把輔助設備的備用動力機的修理和檢查工作包括進去，因爲這些設備可以在計劃的大修和小修以外，即在一年之內空閒的時候進行修理。

正確地分配各修理小組間的工作，是保證修理工作進行順利而且質量良好的條件。蒸汽動力機的修理和檢查工作，至少應該由三個小組來擔任：第一小組擔任蒸汽動力機的修理，第二小組擔任凝汽裝置和輔助設備的修理和檢查，而第三小組擔任發電機和電氣設備的修理和檢查。如有必要而且也有勞動力時，小組的數目可以增加。但是每一個小組應當指定其負責一定範圍的工作。

每一個工作小組要接受蒸汽動力機修理和檢查工作當中一定的任務。在接受任務同時，它應該收到一張工作命令，上面載有修理工作總量和時間定額的小時數。領導全部工作的各小組長和工長就負責檢查所花的時間和所做工作的質量。

及時供應所修機器的備用零件，是保證修理工作質量的必要前提。在大修開始之前的十天，必須將所有備用零件準備好並送往倉庫保存。

大修前，工作的場所一定要準備好必需的工具，例如：扳手、鋼

絲繩、加速安裝和拆卸的工具、經過鍋爐檢驗師檢查合格可靠的吊車以及一切修理所必需的器材等等。這對工作質量同樣是很重要的。

第 3 節 修理和檢查的記錄簿

爲了要正確地計劃小修和大修，在工廠的機器房裏應該準備一本修理工作考查簿。

值班人員應將在運行中暴露和發現的機器的所有毛病缺點記錄到記錄簿上去，並註明日期，假如此缺點在運行中即被消除了或在預防修理中矯正了，還要記下消除的時間。小量蒸汽的洩漏、撞擊聲、振動、機油的加添及其按期分析、換裝新盤根等等都要記入修理工作考查簿。

記載下來而未能及時消除的毛病和缺點，是決定大修理時工作內容的基礎。

所以在編製大修計劃之前，必須從修理工作考查簿上摘錄有關的記載。

當故障停機或因修理停機時，應該在修理工作考查簿上記下停機的原因和日期，以及檢視時發現些什麼，矯正工作是怎樣進行的和修理後起動運行的時間。

工廠電力場的主任要把檢查和修理的情形記錄到檢查和修理工作記錄簿上，錄入一切有關文件，並敘述在修理過程中校正缺點的詳細情形。在這本記錄簿中要附有許多記錄卡片，以便填寫軸承間隙測量的記錄，汽輪機通汽部分的間隙，調速器彈簧拉張的數據，蝸母輪、油泵以及錯油門及閥門的安裝位置等等，就是說凡是蘇聯電站部技術運行規程(ПТЭ МЭС)上所需要的數據，都要登記上去。

在這本簿子上，也要把汽輪機運行的保安自動裝置(危急保安器)的定期試驗(ПТЭ МЭС 中第 336 條)的記錄記載上去；衝桿或撞環的彈簧拉張程度如有改動，也要記載下來。修理前蒸汽機測繪示功圖的結果也應該記載在這本簿子上。

工廠的總機械師應該存有動力設備概要手冊，在此手冊上應該記載所有機器設備的全部數據、機器的規範數字等等。

動力設備概要手冊及上述的那些記錄冊都是重要的文件，所以所

有記錄都應該記載得清楚而正確。任何塗抹和改動都是不許可的。

修理工作考查簿的格式如下：

日期	故障地點	故障情況	改正的意見及建議採用什麼方法

檢查和修理工作記錄簿應有如下的格式：

日期	在檢修過程中，矯正了哪些故障？有什麼改動和增補？

假使曾經編寫有單獨的矯正缺點的文件，那麼，在記錄簿或冊上除開日期以外，還要記載上附錄文件的號碼，並把那文件附在簿子的後面。所以，最好記錄簿有一個文件夾連在一起。

動力設備的記錄除開文字資料和機器設備的規範數字以外，還应包括全部基本的熱工系統和電氣系統的示意圖以及電廠設備的安裝圖。

假使可能的話，動力設備的技術登錄簿上還應該附有藍圖——機器房和鍋爐房的平面圖和兩個剖面圖，動力設備的主要建築及一切附屬建築的總佈置圖。

藍圖應該大一點，上面標寫的尺寸數字要能容易看得清楚。

第 4 節 修理及檢查的準備工作

在修理和檢查的時候，要確定機件磨損的程度，對於那些在次一運行年度中可能成為故障或計劃外停機原因的磨損的機件，必須進行修理或加以更換。

動力機機件的磨損，可以也應該成為修改運行規程及改進零件構造的根據。

在動力機修理和檢查的準備階段，首先要根據修理工作記錄簿及

設備運行日記，把修理前的一段時期中動力機運行的缺點和特性摘錄下來。

瞭解了從前檢查的資料(第1表及第2表)，就能夠判斷動力機脆弱的部分在什麼地方，在檢修的時候才可以特別加以注意。第1表所載的數字，應從蒸汽動力設備運行情況的月度核算、修理工作考查簿及動力機運行日記中摘錄歸納起來。

根據不同情況而作的分析，記載在修理工作考查簿上，從這本簿子上選擇必要的資料，轉記到第2表上去。就第2表第6項來說，除開其中所示的數據以外，那些機油是否還可以用，化學實驗室應該作出有全盤化學分析的結論。在編製檢修工作進度表的同時，所有這些數據應該找出來，因為它們是正確地組織修理工作的根據。

動力機運行情況一般數據

第1表

動力機運行情況	從開始運行以來	上次檢查以來	備註
動力機運行小時數			短橫線表示不需填寫的欄別
平均負荷	—		
過負荷次數	—		
過負荷的數值			
短路次數	—		
不對稱負荷運行小時數			僅指有凝汽器的動力機
超過規定溫度的運行小時數			
低於規定溫度的運行小時數			
24小時以下的停機次數			
真空破壞的次數			
直接排汽的運行小時數	—		

油的分析

第2表

項目	機油的工作情況	酸性度(KOH公絲)	黏性(E ₅₀ 度)	濕度(%)
1	開始運行前注入的機油			
2	運行1000小時後			
3	運行2000小時後			
4	運行3000小時後			
5	運行4000小時後			
6	停機修理後			

所以，爲了作好檢查和修理機器的準備工作，必須準備好修理計劃，勞動力的配備，工具、材料及備用機件的明細表。

第 5 節 修理和檢查的進度表

發電廠廠長，在日曆年度的前夕把大修和小修的項目及時間按小時加以計劃以後，應及時將說明文件和進度表送呈上級機關請求批准。

大修及小修計劃經上級批准以後，對於發電廠廠長(或工廠的動力部分主管)來說，就是法律，任何外在的條件都不能夠改變計劃。只有經電站部批准才能改變計劃，但是要改變計劃，發電廠或工廠的主管應該提出有充足理由的報告，說明改變計劃的必要性。

依據以上所述，大修和小修必須適當地準備一切細小的零件，估計現有勞動力，及時貯備配件、材料和必要的工具。大修和小修年度計劃的例子如第 3 表所示。

廠動力設備大修與小修的時間計劃進度表

		19____年											第 3 表	
機 器 名 稱	修 理 工 作	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	停 機 天 數	
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	大 修	小 修
1 號 機	計 劃	12	10	20		1—50						10	50	4
	實 際	15	—	10		1—25						10	25	5
2 號 機	計 劃													
	實 際													
發電廠容量														

簽署者：廠 長_____

總工程師_____

- 註：1. 所有的動力機都要填入計劃進度表內。
 2. 修理工作的時間以虛帶日數的實線來表示，數字表示修理開始與終了日期。
 3. 雙線表示大修工作，而單線表示小修。
 4. 實際執行情況以有色鉛筆填寫，修理開始及終了日期，以實線的首、尾表示。

爲了在制定修理計劃時有所依據，今將容量大小不同的汽輪機和蒸汽機在修理時停機期限的定額，引錄在下面。這些定額是根據蘇聯電站部及烏克蘭蘇維埃社會主義共和國公用事業部的資料擬定的。

汽輪機修理停機時間定額（天數）

第4表

類別	汽缸數	容 量 (瓩)	天 數		一年內總計停機時間	備 註
			小修	大修		
1	單 缸	25000—50000	8	10	20	運行時起動的準備時間未計在內
	雙 缸		9	12	21	
	三 缸		10	15	25	
2	單 缸	12000—25000	8	10	18	
	雙 缸		9	11	20	
	三 缸		9	12	21	
3	單 缸	8600—11900	7	9	16	
	雙 缸		8	10	18	
4	單 缸	4600—8500	8	10	18	工人能力不強的 因素已考慮在內
5	單 缸	1000—4500	7	9	16	
6	單 缸	1000 以下	6	8	14	

蒸汽機修理停機時間定額（天數）

第5表

類別	汽缸數	容 量 (馬力)	天 數		一年內總計停車時間	備 註
			小修	大修		
1	三 缸	1000—2000	20	30	50	
2	三 缸	500—999	18	28	46	
			16	20	36	
3	雙 缸	100—499	14	18	32	
4	單 缸	10—99	8	14	22	
			12	16	28	

這些數據是指所謂標準修理工作的。假使在大修時，需要更換連桿，加強破裂框架，調換隔板並修整好它的汽封，調換輪葉盤並連帶加以找平衡，校直主軸及與此相類似的恢復性工作等，那麼，根據這