

火电厂技工培训教材

汽轮机运行

下 册

湖北省电业局編

水利电力出版社

內 容 提 要

根据培训工人的需要，湖北省电業局編寫了一套火电厂技工培訓教材。教材內容力求結合火电厂工作的需要，以达到理論与实际密切結合的目的。

这套教材的汽輪机部分共分三册出版，本書是下冊。書中主要叙述汽輪机的起停程序、启动时的注意事項以及运行时的维护方法。本書对汽輪机的一般故障和事故处理方法也作了較詳細的介紹。在本書的最后的一部中还介紹了汽輪机的調速系統、危急保安器以及其他部件的試驗和調整方法。

本書是供火力发电厂培訓工人之用，同时也可作为中等技術学校热机專業的教材。

汽輪机运行 下 册

湖北省电業局編

*

1608R335

水利电力出版社出版（北京西便門外大街二號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第 105 号

水利电力出版社印刷厂排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 *4 $\frac{1}{2}$ 印張 *110千字

1958 年 11 月北京第 1 版

1959 年 2 月北京第 2 次印刷(6,101—10,420册)

統一書号: 15143·1254 定价(第 8 类) 0.46 元

第十章 汽輪机的起動.....	153
第一节 汽輪机起動的一般概念	153
第二节 汽輪机设备的起動	158
第三节 汽輪机檢修后的起動与試運轉	173
第十一章 汽輪机在运行中的維護.....	180
第一节 汽輪机本体在运行中的維護	180
第二节 运行条件对凝汽式汽輪机组經濟性的影响	196
第三节 保証汽机设备經濟運轉的方法	214
第十二章 汽輪机停机与停机后的維護.....	222
第一节 汽輪机停机	222
第二节 停机后的維護工作	226
第十三章 汽輪机的一般故障和事故处理.....	230
第一节 总則.....	230
第二节 故障停机的条件	234
第三节 进汽汽压和汽溫不符合額定规范	236
第四节 凝汽器的故障.....	238
第五节 汽輪发电机的油系統工作失常	246
第六节 汽輪机轉子的軸向位移	250
第七节 水击(汽輪机进水)	251
第八节 不正常的振动和異音	253
第九节 周波下降	256
第十节 負荷驟然变化	257
第十一节 汽輪机超速	262
第十二节 汽管和其他管子的故障	265
第十三节 監督和測量用的仪器和表类工作的不正常	267
第十四节 失火	269
第十五节 系統冲击厂用电全停	272
第十四章 汽輪机各部試驗	274
第一节 調速系統的試驗与調整	274
第二节 危急保安器的試驗与調整	292
第三节 凝汽器严密性試驗	299
第四节 汽輪发电机的惰走試驗	303
第五节 汽輪机的熱力試驗	306

第十章 汽輪



第一节 汽輪机起动的一般概念

汽輪机根据構造型式上的不同，有冲动式与反动式，或冲动与反动合并式，汽輪机有各段不同的不調整抽汽供蒸发器和加热器之用，它直接帶動三相交流发电机，与凝結水裝置及回热裝置共同进行，发电机由直流励磁机励磁，励磁机以固定靠背輪接于汽輪发电机轉子上轉动。

汽輪机汽缸有水平的接合面与垂直的接合面，垂直接合面將汽輪机汽缸分成兩部分：高压之前部与低压之后部。汽輪机汽缸之前部以两个猫爪支持在前軸承之兩側，汽缸之后部以排汽室之机脚支持在基础台板上，汽缸之固定一般在排汽室后以十字型的鍵(銷子)形成，因此汽輪机之热膨胀則向調速器側膨胀。

汽輪机轉子上裝有調速器，由蝸母輪裝置轉动，保持汽輪机的轉速，当汽輪机无負荷时，和帶負荷单独进行时，可以改变汽輪机的轉速，当和其他汽輪机并列运行时，可以改变汽輪机的負荷。

这个裝置可由汽輪机司机用手操作或由配电室值班人員用电动机操作，这个裝置叫做“同步器”，同步器可能改变的轉速是汽輪机正常全速的 $\pm 8\%$ 或者改变負荷从0到全負荷。如汽輪机运行使用抽汽时，汽輪机負荷从全負荷突然到0，調速器可以限制汽輪机轉子的增速不大于 $5 \sim 7\%$ 。

汽輪机轉子备有危急保安器，在汽輪机轉速超过容許限度时，可自动將主汽門关闭，切断汽輪机的进汽，或者在汽

輪機發生緊急故障時，由司機用手打掉這個危急保安器扣，可以切斷汽輪機的進汽。每一個危急保安器調整在機速超過正常全速的 8 ~ 10% 時開始動作。

汽輪機裝有齒輪式主油泵，由汽輪機轉子主軸帶動，主油泵轉速，由各機轉速的不同而確定，打油量若干公升/分鐘，主油泵至調速系統之油壓為 3 ~ 8.0 表壓力，如油壓增高，安全門可以動作，將過剩的油流到油箱中去，油通過減壓門再到軸承的循環油系統中，靠減壓門的作用保持固定不變的油壓，正常的軸承油壓為 0.3 ~ 2.0 表壓力。如軸承油壓升高超過規定限度時，另一安全門即行動作將過剩的油流到油箱中去。

為了在汽輪機開機及停機時供油，設有起動用輔助汽動油泵，設有電動油泵為備用油泵，當汽輪機軸承之入口油壓降低至最低界限时，電動油泵即自動投入。

汽輪機裝有容積較大的油箱，油箱內有濾油裝置，油面的高低可觀察油箱上面油位指示計，正常油面是在油位指示器中央，油位不得低於油位標尺紅線位置。其油箱的容量（包括油系統）如下表。

油系統的平均容量表

容 量 (噸)	1500	3000	6000	12000	25000	50000
油 系 統 容 量 (噸)	0.7~1.5	1.2~2.2	2.0~4.0	3.5~6.5	5.0~10	7.5~13.0

為了油的冷卻，把油內的热量導出，設有 1 台 ~ 數台冷油器，如數台冷油器可以留 1 台至 3 台作為備用，冷卻水一般使用循環水和工業水，在完整的設備里一般在冷油器前裝

有濾油器，冷油器內冷却水压力要比油压低，冷油器进口油温最高不能超过 65°C ，出口油温应在 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 之間。

为了凝結汽輪机之排汽設有表面冷却式凝汽器，一般水室分成兩半部，每一半凝汽器循环水的进出口都在一端，这样可以在汽輪机运行时，清洗任何一半凝汽器銅管的淤塞，为使向凝汽器供給冷却水，在凝汽器旁直接設有一台或兩台循环水泵。为了將凝結水由凝汽器內抽出裝有一台或兩台凝結水泵，經常运行一台另一台作为备用。

为了將凝汽器內之空气抽出起見，裝有一組或二組空气抽出器，一般为蒸汽喷射式，各段均有中間冷却器，內裝有內外徑不同的銅管或鋼管，中間冷却器用凝結水来冷却，是凝結水泵从凝汽器抽出来的。为了汽輪机起动时凝汽器中可以迅速造成真空，以及主抽气器发生故障时，仍可以从凝汽器繼續抽出空气，裝有蒸汽喷射式的輔助抽气器，將空气排到大气中。

为了凝汽器的凝結水加热和鍋炉給水的加热，汽輪机备有再生加热設備，即低压加热器和高压加热器。汽輪机之凝結水在空气抽出器中間冷却器加热，然后經低压加热器內加热，从低压加热器出来后就到脫氧器去(或者到水箱)，經過脫氧器后由給水泵送至高压加热器內加热，直接送到鍋炉。

为使汽輪机之起动及停机和正确而有組織的运行应符合安全与經濟条件，故要求汽輪机所有設備必需完整。

汽机分場对每一汽輪机都应有該厂內順序编号及金屬銘牌，銘牌上注明制造厂，制造编号，容量，轉速，新蒸汽规范，排汽压力，調整抽汽的定額压力与数量以及汽輪机的出厂年份。

汽輪机設備应当有：

(1) 油箱中的油位指示器，指示器帶有很清楚的标尺，指針以及正常油位及极限油位的記号，使运行人員从操作地点可以很清楚的看得出潤滑油量是否足够。

(2) 軸承回油管上的窺視玻璃，以便由此地方察看軸承流油状态及油質变化情况。

(3) 由配电盤控制的变更轉速用（与电網并列时改变負荷）的电动裝置（同步器）。

(4) 汽輪机的热膨脹指示器（監視銷釘）及軸向位移指示器。

(5) 与配电盤联络用的信号盤，电话，在汽輪机司机与副司机間的通話筒利用声音或灯光的呼唤裝置。

汽輪机設備应配备下列監視測量表計：

(1) 汽輪机的轉速表。

(2) 測量主汽門前、調速汽門后、調整段中、过負荷汽門后、抽汽室中、抽气器噴咀前、回热加热器上、起動輔助汽动油泵前等处的汽压用压力表。

(3) 測量主汽門前、抽汽室中、排汽室中、凝汽器喉部等处的汽温用的溫度表。

(4) 測量凝汽器喉部真空用的真空表。

(5) 測量汽輪机前及供生产用之調整抽汽处的蒸汽流量用的蒸汽流量表。

(6) 測量回热加热器中蒸汽压力及真空用的联成表（联成表可以測量真空与压力）。

(7) 測量至調速系統及軸承的潤滑油压力用的压力表。

(8) 測量冷油器前后，軸承回油管中或軸瓦排油处油温用的溫度表。

(9) 測量凝結水泵压力管中凝結水流量用的水量表。

(10)测量凝汽器凝結水出口，抽气器冷却器后，低压加热器后，軸封加热器后，脫氧器中及高压加热器后等处的水温的温度表。

(11)测量凝汽器冷却水出入口水温的温度表。

(12)测量凝汽器冷却水入口水压力表。

(13)在循环水泵吸入側的联成表和出水側的压力表，当凝汽器后水管中有压力时，这些压力表应当引到司机操作地点。

(14)测量凝結水泵水压力表。

(15)在凝汽器冷却水回水管上的联成表。

(16)凝汽器、加热器及水箱中的凝結水位指示器。

(17)凝汽器裝置用海水或全固形物大于1,000毫克/公斤的普通水冷却时，用以監視凝結水的鹽量表。

每台汽輪机皆应裝置自动記錄下述各讀数的表計：

(1)汽輪机前的汽压；

(2)汽輪机前的汽温；

(3)汽輪机中的蒸汽流量；

(4)排汽温度；

(5)凝結水再热的最后温度（当有回热加热器时）。

凝汽器，加热器及水箱的玻璃水位指示計，应当加以保护，并且有良好的照明。在汽輪机的总汽門及主汽門（能自动关闭的門）間，以及在調整抽汽及背压部分，都应安裝將漏汽导入大气的汽門。

汽輪机起停及运行方式的改变等，都須在班長的领导下，按照值班工程师的命令或通知进行，在紧急必要时，故障停机或操作等工作，汽輪机司机可按照事故处理規程的指示自行操作，但事后必須报告班長和值班工程师，如大修

或小修之汽輪机的起動，应在汽機分場主任或运行副主任的领导下进行。但如遇下列情况禁止汽輪机起動及运行：

- (1) 危急安全器不正常。
- (2) 沒有裝在汽輪机上的轉速表，或轉速表不正常。
- (3) 汽輪机的主汽門卡住不严密。
- (4) 汽輪机的調速汽門卡住。
- (5) 保持不了汽輪机空負荷的轉速。
- (6) 垂直的，水平的，系統的振動超过0.07公厘。
- (7) 汽輪机的大气排出門不正常。
- (8) 油的質量不佳，油面指标低于运行中的油位的标准。
- (9) 電力負荷表不正常。
- (10) 信号裝置不正常。

第二节 汽輪机設備的起動

(一) 起動前的准备工作

汽輪机的起動，是汽輪机运行过程中最重要一项工序，为了安全順利地把汽輪机由起動投入到运行，必須作好起動前的准备工作，在正常情况下有計劃的起動汽輪机，依照发电厂值班工程师的指示而进行的，汽輪机值班長接到关于就要起動的通知以后，立即通知班內有关人員(司机、副司机)，做好起動前一切准备工作，并通知分場主任或运行副主任。

由值班工程师通知配电值班員測定发电机励磁机，輔助机械之电动机有关电气絕緣抵抗及发电机起動之准备工作，并通知鍋爐值班員，准备关于蒸汽之預定需要流量。汽機值班長領導班內司机、副司机制訂汽輪机起動計劃进行起動准备工作及各項必要的檢查和操作。

一、組織管理及清潔工作：

(1) 有关起动的司机人員的職責分配适当，起动的指揮管理系統明确建立，与起动无关的其他人員应离开工作場所，以便明确分工，各司其專職。

(2) 机件与整个車間的清潔是获得安全運轉的起碼条件，故机組及其附近的清潔和秩序在開車和經常運轉时都必须隨時整理。

(3) 与鍋爐分場及电气分場的聯系工作必須做好，以免因其他分場的配合不好影响汽輪机的起动工作。

二、起动前的檢查工作：

起动前的檢查必須有系統地有步驟地周密进行，不得有遺漏的地方，如因檢查不周，会延長起动時間或造成起动时設備的損坏，为此起动前的檢查应慎重进行。

仔細檢查汽輪机、发电机、励磁机、冷油器、空气冷却器、加热器及全部設備，并且檢查設備所有零件，以便確認汽輪机机組之起动业已全部准备妥当，特別應該仔細檢查曾經有人工作过的地方，確認在机組任何地方，都沒有正在工作着的人員。

保證汽輪机組所有部分，应有的清潔与整齐。

(1) 汽輪机蒸汽系統：

根据指示器应確認汽輪机之总汽門及汽輪机主汽門前的主閘門都属于关闭状态，并檢查汽輪机範圍內之截門及它的旁路門或閘門及逆止門之位置，各抽汽管路上的抽汽門及前后部軸封的調整門都应关闭，至汽輪机軸封之生蒸汽門也应关着，开启往汽輪机疏水膨胀箱去的放水管的疏水門，并檢查大气排水箱放水用的疏水門是否严密的关着，开启至疏水膨胀箱之克蒂斯室的疏水器近路門，开启至疏水膨胀箱之抽

汽管的疏水門，及大气排出門前的疏水門，开启至疏水膨胀箱的軸封抽汽門后的疏水門，并稍开軸封漏汽門前之疏水門。并檢查汽輪机主蒸汽管路之疏水系統的开关位置，以及空气抽出器之总汽門和主空气抽出器及起动用空气抽出器噴嘴前之全部汽門或輔助汽动油泵的总汽門均应关闭。

(2) 檢查汽輪机油系統：

檢查汽輪发电机的油系統，即油管路、油箱、冷油器、主油泵、仪表等，確認这些都屬於完好状态，沒有經過不严密处及油門等处漏油的現象，为此須檢查油箱之放水門、冷油器之放油門及放气門是否关严，確認油箱內之油位是否正常，并以手动試驗油尺是否動作灵活，如油量不足时立即补充新油，达到正常油位。

汽机室須經常准备一定量的清洁的透平油(油量的多少根据汽輪机的型式及容量决定)，以便必要时补充。

新安裝的机器或經過大修以后的机器，更应檢查油系統的管路清洁程度，机器起動前必須首先起動輔助油泵，使油在管路內循环，以便冲洗油管路。

为了清洗油系統，在起動輔助油泵以前，須在所有軸承前的油管法蘭盤处裝置孔眼为 $0.5 \times 0.5 \text{ m/m}$ 的銅网，其上面再加一层濾油棉紗，这样作是为了使油或油系統內所存在的雜質不能进入軸承而被濾出。油系統冲洗工作，要連續进行22~24小时，每隔2~3小时把濾油棉紗上积存的雜質連同濾油棉紗一齐取出，再換新的濾油棉紗，待濾油棉紗上不再着有雜質硬粒时，清洗工作即告完成。在清洗过程中，发现油中含有过多的雜質，可判明有外来物与油混合时，則必須重新換油，將換下来的油經過处理，用在轉速較低的机器上。

(3) 檢查調速系統、危急保安器及汽輪機進汽分配機構零件，確信調速系統杠杆或聯杆的連接沒有鬆弛地方，檢查調速系統及危急保安器的全部螺帽及鎖閉螺帽銷子是否堅固。

用透平油澆注汽輪機調速器及調速器到進汽分配機構間的連杆連接處，轉速表的油壺以及各關節銷子等，減少各活動關節的摩擦。

但是要注意主汽門杆調速汽門杆及過負荷汽門杆只能應用乾燥鉛粉擦拭光亮，禁止用汽油、煤油等油脂潤滑這些汽門杆，因為這將會引起油的燃燒燒壞門杆。

應將危急保安器扣杆拉上，並檢查它的位置是否正確，用升高及降低危急保安器聯杆的方法，來檢查它的杠杆動作是否靈活可靠。

然後再會同電氣值班員及手動操作檢查同步器的工作情況，檢查後，將同步器調整至最低轉速位置。

(4) 檢查汽輪機組之全部儀表是否齊全，及其三通開關是否在開啟的位置。然後以電話通知配電盤檢查信號裝置。並將所有測定溫度的地方，全部插入正確的溫度表。

(5) 檢查汽輪機凝汽器：確認玻璃水面計處於完好狀態，即清潔並有照明，以及水位計水門放在運行位置，然後檢查凝汽器內的水質，如凝結水硬度大於 $0.2G$ 時，應將凝汽器內的積水全部放出，然後再重新上水，達到水位計 $2/3$ 時將上水門全關。凝汽器的全部人孔都應全關，循環水室的放水門也應在關閉位置。

並檢查空氣抽出器，確認由空氣抽出器之冷卻器的凝結水入口及出口門處於開啟狀態空氣抽出器之蒸汽門及空氣門應關着，而凝汽器的空氣門應開放，空氣抽出器的第一、第

二段疏水門均應關閉，除此以外還要檢查自動排汽門及真空破壞門是否關閉嚴密。

檢查加熱器給水出入口門是否在開啟地位，近路水門是否在關閉的位置。

三、起動前工具的準備：

汽輪機進行起動操作前，為了能夠順利的完成這項工作，必須作好起動操作的一切工具量具的準備，以及各項記錄等，以利隨時應用：

(1) 手攜型轉速表；

(2) 振動表；

(3) 千分表，塞尺；

(4) 听音棒及各種門搬子；

(5) 其他應用的工具，如螺絲搬子，鉗子等；

(6) 各種記錄簿、如運轉日志、起動記錄簿、振動記錄簿，其他各項試驗記錄等。

仔細檢查整個汽輪發電機，如果各部分情況均正常，應向汽輪機值班主任及值班工程師報告，取得起動汽輪機的批准。如在檢查中發現有異常現象，自行不能處理解決時，應即時報告班長，通知檢修人員進行檢修或調整，否則，禁止汽輪機的起動，在汽輪機全部檢查準備工作完了後，應于汽輪機靜止時，按其膨脹指示器測量其間隙，將其測量結果記入起動記錄簿中，並將汽輪機起動的時間通知鍋爐分場。

(二) 起動的操作程序與工作方法

一、暖管與疏水

暖管與疏水的工作是汽輪機起動以前的一項重要工作，送蒸汽入冷卻狀態的汽管內時，必然會使蒸汽急劇凝結，當

蒸汽变为水时，放出它的汽化潜热传给管壁，使汽管受热而温度升高，同时也一定有凝结水积滞在汽管内，如果这些水处理不当，会使管内发生水击，使汽门或汽管以及法兰盘破裂，因为已经凝结了的水随蒸汽以很高的速度在汽管内流动，会引起这些凝结水对管壁或闸门的冲击。不仅如此，疏水工作不好，使凝结水进入汽轮机亦会使轴向推力增加，而推力的增加很容易使推力轴瓦带来磨损，故暖管和排水工作是在汽轮机起动前十分重要的。

为了防止发生水击，必须先以少量蒸汽送入主蒸汽管内，同时进行排疏水工作，把所有主蒸汽管路上的疏水门全开，随着管壁温度上升，再增加暖管所需要的压力（一般暖管须要压力4~5表压力为原则）。

所以一般蒸汽管路在冷状态下收缩，法兰盘接合面也稍有间隙，因此，要随着汽管温度升高，逐渐提升压力，使管路受热量均匀，法兰盘的接合面也得到均匀膨胀，接合密着，如果管壁温度骤然升高，会引起管内壁与外壁的膨胀不同产生内应力。

但是暖管时间的长短和上述情况直接发生关系，暖管时间过长使汽轮机起动时间延长，是不合适的，暖管与疏水时间决定于主蒸汽管的长短、直径以及蒸汽的工作温度，同时与季节也发生相互的关系，一般暖管时间平均为20~30分钟。较大型的汽轮机为40~60分钟。

一般暖管分成两个步骤进行，即低压暖管与升压暖管，进行低压暖管时，汽轮机的总汽门及其旁路门或主汽门都应在严密的关闭状态，各有关疏水门，必须确认是完全开启的位置，如果通到汽轮机的各汽门关闭不严密，由于暖管通汽时会有部分蒸汽可能漏入到汽轮机汽缸里，直接影响汽轮机

部分机件的受热膨胀不均，和大量凝結成水，如有关疏水門沒有全部开启或有个別在关闭状态时，蒸汽管路內的凝結水不能全部排出，很易使管內发生水击，为此在管路通汽前必須彻底檢查一次。

当接到蒸汽已从鍋炉分場送来的通知后，从鍋炉側起慢慢开启适当的汽門，將汽輪机总汽門前的各段汽管順序通汽，使具有适当汽压，在一般小容量汽輪机低压暖管压力保持在1.5~2表压力，大容量汽輪机可保持在4~5表压力，預先开启各汽門的旁路門，并檢查有汽压的各管段的排水情况，是否暢通无阻，应注意主蒸汽管路压力表压力上升情况。

暖管开始后經相当時間确信汽管壁温度已升高，疏水已全部排出，即开始升压，逐渐开大总汽門的旁路門，提高主汽門前的压力到額定数值，提高的速度以每分鐘不能超过1~1.5表压力，当压力升到額定50%时，开启主汽門前和汽水分离器的疏水器出入口門，然后将直接通往大气的疏水門关闭。

二、汽动油泵之起动，调速系統及保护裝置之試驗：

(1) 確認汽动油泵之起动准备好了，并蒸汽已导至起动汽門前，即緩慢地开启汽动油泵之起动汽門，并以低速起动小汽輪机，以后，傾听汽动油泵之汽輪机內部有无异音及其他不正常現象。

(2) 小汽輪机在低轉速下，应暖机5~10分鐘，然后可提升轉数，即稍开油泵的汽門，适当調整油泵的轉数，使調速油压为4.0~7.0表压力，軸承油压为0.35~1.5表压力，并檢查小汽輪机噴嘴前压力表是否正常。

从排油管上各檢查孔探視，証明各軸承有足够之油进入軸承內，油流状态是否完好。

(3) 將自動危急保安器的連杆挂起在工作狀態，並驗明調速汽門確已開啟。

同時關小油泵汽門，降低油壓，檢查在哪種油壓下，調速汽門關閉，在哪種油壓下，軸承給油停止，隨後恢復給油正常狀態，並將試驗結果記入汽動油泵試驗記錄中，在進行起動汽動油泵時，必須稍開新蒸汽汽門，如汽門開得太快或完全打開均不適宜，因為這樣會造成由於油泵過速發生事故，汽動油泵起動後，調速機構的伺服馬達應能將全部分組汽門（在調節汽量時）或調速汽門（在調節蒸汽品質時）完全打開，同時過負荷汽門也應開啟，油泵起動後並須檢查油箱油位必須保持在正常运行油位，如不夠時應添加新油。

三、起動循環水泵

在起動循環水泵先應啟用抽氣設備（如真空泵或抽氣噴咀），如無抽氣設備者則應先灌滿水，然後起動循環水泵，起動後應觀察出水壓力是否正常。

四、起動凝結水泵

為了保證空氣抽出器有凝結水冷卻；故要起動凝結水泵注意水泵開出後一定要將凝結水回水門開啟，以免凝結器內的凝結水被抽干。

五、起動抽氣器

為了造成凝結器內一定真空，因此要起動抽氣器，一般在起動時多啟用輔助抽氣器與第二級主抽氣器，因為他們效力大、抽氣量多。在起動過程中應注意抽真空的速度，如不正常須找出其原因。

以上二、三、四、五項操作均可在暖汽櫃之前的暖管工作同時進行。應特別注意不一定任何汽機設備都是先起動循環水泵後起動凝結水泵，主要看抽氣器的型式來確定。我們

这里的启动顺序系指抽气器为蒸汽喷射型，因此必須要凝結水来冷却它的噴咀噴射出来的蒸汽，因此启动凝結水泵要在抽气器启动之前。但在開車前凝結水是經過再循环管在凝結器間与空气抽出器間循环的；經過空气抽出器的凝結水被加热后回入凝汽器，热的凝結水必須要依靠凝結器銅管內的循环水来冷却，这就是循环水泵应在凝結水泵前启动的理由。若抽气器是射水式的，則不按以上順序亦可。因此操作規程应結合現場設備具体情况，并根据制造厂家說明書来制訂。

六、暖机

一台停下很長時間的汽輪机，其机体的温度与室温相同，如果和它運轉时的温度相比較（運轉时温度可达 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ ）那就相差太多了，若突然以大量蒸汽送进汽缸，將使蒸汽在汽缸中急剧凝結而成水，凝結蒸汽量的多少，与汽輪机的型式及大小不同而有差別，以一部30,000千瓦的汽輪机为例，將需2250公斤蒸汽放出它的汽化潛热而凝結成水，这样多的凝結水存在汽輪机里，如疏水工作不良，將造成汽輪机水击故障，这是汽輪机起動前必須暖机的原因之一。

其次在冷状态下的汽輪机的机件，突然与高温蒸汽接触，將发生不均匀的膨脹，如叶輪首先受热而发生較大的膨脹，但主軸尚未膨脹或膨脹很少，这样就会造成叶輪和軸的接合松弛；突然受热使轉子比汽缸膨脹快，又会产生轉動部分与靜止部分的摩擦，由于汽缸各部分材料不同，重量不同，傳热条件不同等原因造成汽缸上部与下部的不均匀膨脹，所有这些不均匀膨脹，都会使汽輪机的某些部分变形而损坏汽輪机設備，所以为了汽輪机进入運轉后避免振動或得到均匀的膨脹，达到安全的运行，故暖机是汽輪机起動前最主要的一項工作。