

汽輪机损伤原因的分析

王 守 泰 編 譯



科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書詳述汽輪機各部件及附件損傷的現象並分析其發生的原因。主要內容採自德國柯拉夫教授所著汽輪機運行一書之1952年版本。書中附照片九十余幅，詳示各種損傷部件之形狀及金相，皆甚清晰，對於發電廠工作人員極富參考價值。

本書亦可作為大專學校補充讀物。

汽輪機損傷原因的分析

編譯者 王守泰

科學技術出版社出版

(上海延闕西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

國光印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

統一書號:15119.361

開本860×1163 1/32 印張4³/₁₆ 字數100,000

一九五六年九月第一版

一九五六年九月第一次印刷*印數1—4,500

售價:(10) 七角

序

在進行汽輪機檢修的过程中，不可避免地会在某些部件上發現程度不同的損傷，而損傷原因的分析也就成為汽輪機運行技術人員改進運行條件、汽輪機設計技術人員改良製造工藝所必須進行的一項工作。

本書有系統地敘述了汽輪機各種部件和附件的損傷現象，並且分析損傷發生的原因。研究汽輪機損傷原因要牽涉到許多方面的知識，例如材料力學、金相學、電化學、金屬工學等。本書在涉及這些方面的問題時，說明力求簡練，為的是使一般讀者容易領悟。書里附照片九十余幅，詳示各種損傷部件的形狀或金相。

本書取材主要採自德國柯拉夫教授（E. A. Kraft）所著汽輪機運行（Die Dampfturbine im Betriebe）1952年版。此外，也從國內書刊、蘇聯及英美雜誌上搜集了一些資料。由於汽輪機損傷這問題牽涉的範圍相當廣泛，本書在編寫上一定存在着缺點，作者懇切要求讀者，將閱讀中所發現的缺點隨時通知作者，使本書在再版時能作一些改進。

作 者 一九五六年四月

目 錄

序

第一章 損傷和安全運行	1
1-1 損傷檢修和故障	1
1-2 汽輪機損傷的統計數字	2
1-3 近年來我國動力企業關於 汽輪機維護方面的成就	5
1-4 檢修的主要內容	5
1-5 汽缸和轉體的總檢查	6
1-6 葉片的檢查	9
第二章 基礎和蒸汽管道的故障及汽缸的損傷	13
2-1 基礎的故障	13
2-2 蒸汽管道的故障	20
2-3 汽缸的損傷	22
第三章 葉片積垢	27
3-1 葉片積垢的現象	27
3-2 葉片積垢原因的分析	28
3-3 積垢的清除	31
3-4 一些積垢葉片的圖例	36
第四章 葉片損傷	41
4-1 葉片逐漸損傷的幾種原因	41
4-2 噴管和葉片的沖蝕	41
4-3 葉片和汽缸內部的銹蝕	51
4-4 晶間腐蝕和張力腐蝕	57
4-5 電離損傷	67
4-6 葉片折斷	67
4-7 鍍金的故障	74
4-8 復環的故障	75
4-9 拉金的故障	77
第五章 葉輪和軸的損傷	79
5-1 葉輪的損傷	79
5-2 轉鼓的損傷	81
5-3 輪軸的損傷	83
第六章 汽輪機附屬機件的故障	90

6-1 潤滑系統的故障	90	6-5 軸承損傷	99
6-2 危急保安機構的故障 ..	92	6-6 聯軸節的損傷	100
6-3 調節機構的故障	94	6-7 齒輪箱的故障	100
6-4 軸腺的故障	99		
第七章 凝汽器和附屬設備的故障和損傷			
102			
7-1 凝汽器的故障	102	7-6 冷却水泵的故障和損傷	119
7-2 凝汽管機械性的損傷 ..	102	7-7 凝結水泵的損傷	121
7-3 凝汽管化學性的損傷 ..	106	7-8 射水抽氣器的損傷	122
7-4 凝汽管和管鉗局部電池作 用的損傷	110	7-9 射汽抽氣器的損傷	123
7-5 凝汽管和管鉗受外界雜散 電流侵蝕損傷	115	7-10 凝汽器管道的損傷	124
第八章 振動			
125			
8-1 振動的原因	125	8-3 轉體校驗平衡	127
8-2 振動現象的分析	125		

第一章

損傷和安全運行

1-1 損傷檢修和故障 任何一種機器，不論設計怎樣周到，材料如何優良，製造如何精緻，使用怎樣當心，它的主件和許多配件，總是會逐漸遭受某種損傷的。不過損傷快慢程度有別而已。損傷既然不是可以完全避免的，因此在運行之中，就要通過檢修，及時找出損傷的部件，將它加以整理、修理或掉換，只有及時將損傷部件修復或換新，才有可能使機器安全運轉而不發生故障。

由上文所講，可以說機器發生故障是不容許的，但是並不是說機器部件損傷就是可允許的。因為部件受損傷的原因非常多，有些損傷固然受目前材料的性能所限，是不可避免的；但是也有些損傷是由于操作和維護不得當而發生的，或者是因為操作和維護不得當以致損傷程度發展太快的。

因此對於檢修的要求，不但是要發現損傷的部件，將它修理完好或者換新，還包括由損傷部件傷痕的表現，來分析其損傷的原因。如果斷定損傷的存在或者損傷發展的速度是不合理的，則在修理之中，應當將造成損傷或加速損傷的原因消除，使修好的或換新的部件以後能更耐用。

汽輪機在原始機之中，要算是經常合理損傷最輕微的一種機器。如果維護得當，有組織有計劃地進行檢修，及時制止損傷的發展，或將已損傷的部件掉換，則因機件損傷而發生事故，以致在運行中被迫停車的事，是極少發生的。而在汽輪機動力廠里，經年的無事故運轉，是常有的事。

然而汽輪機的部件，本身往往是在高應力之下工作着，而它上面的工質也常常具有高壓、高溫、高速這三種條件中之一種或幾

种。有些附屬設備，則是处于容易受到化学性侵蝕的条件下工作着。因此在分析損伤原因的工作上，除去須具备汽輪机原理和構造上的知識之外，往往还要牽涉到金屬材料、金屬工学、金相学、光学、化学等各方面的知識。

1-2 汽輪机損伤的統計数字 汽輪机这种原动机的安全可靠，可以由許多电業机构歷年所作的統計中用數字表現出來。这些汽輪机損伤的統計數字，对于汽輪机制造和运行上，是極有价值的参考資料，可惜这种統計數字，很少公开发表。例如圖 1-1 是德國发电厂公会 (VDEW) 所發表的一种統計圖。由这个圖可以看出，在那个年代里，汽輪机动力厂因事故修理包括例行檢修所用的時間，也只不过是全部裝用的時間的約 12%。

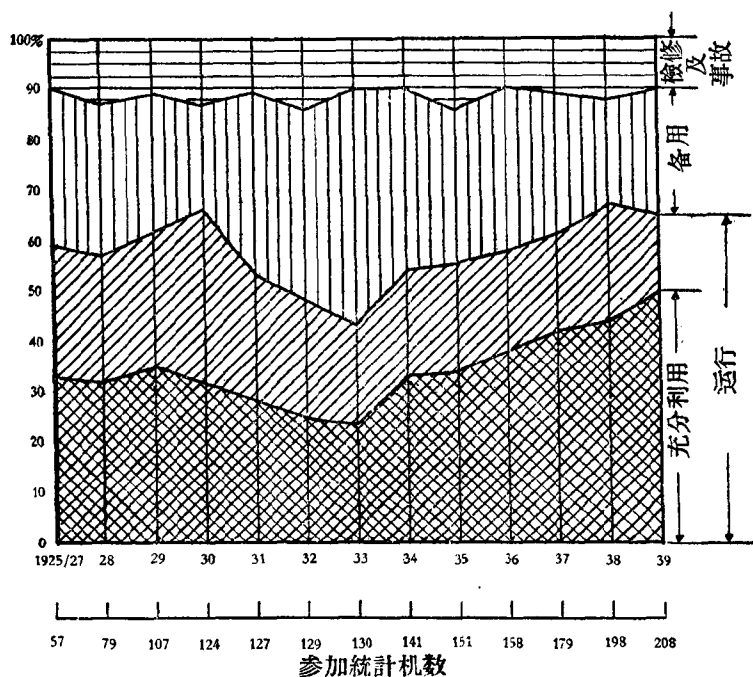


圖 1-1

1925 至 1939 年汽輪机发电厂平均运行、备用和檢修時間

圖 1-2 是汽輪机部件损伤的統計。这个圖說明在那个年代里,每一年里就所观察的汽輪机之中發現过受到损伤的有多少部和多少次,以及损伤發生在什么部件上。須指出的是此处所說的损伤,并不是指已經發展到成为事故。由这統計圖可以看出,歷年以來,叶片损伤总是占最多的次數,別种部件的损伤次數,远为落后。

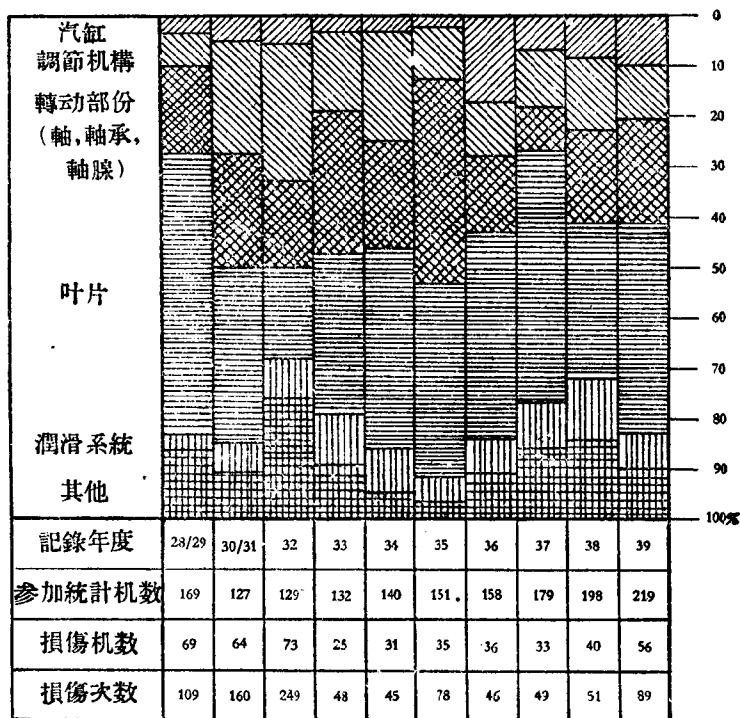


圖 1-2

自 1928 至 1939 年一些汽輪机故障的統計

圖 1-3 是就不同構造的汽輪机統計其因为發生故障而在意外檢修上所消費的时间,合成裝用時間的百分率。根据这統計原文的補充說明,由意外檢修所消費的时间中扣除發電机和凝汽器的

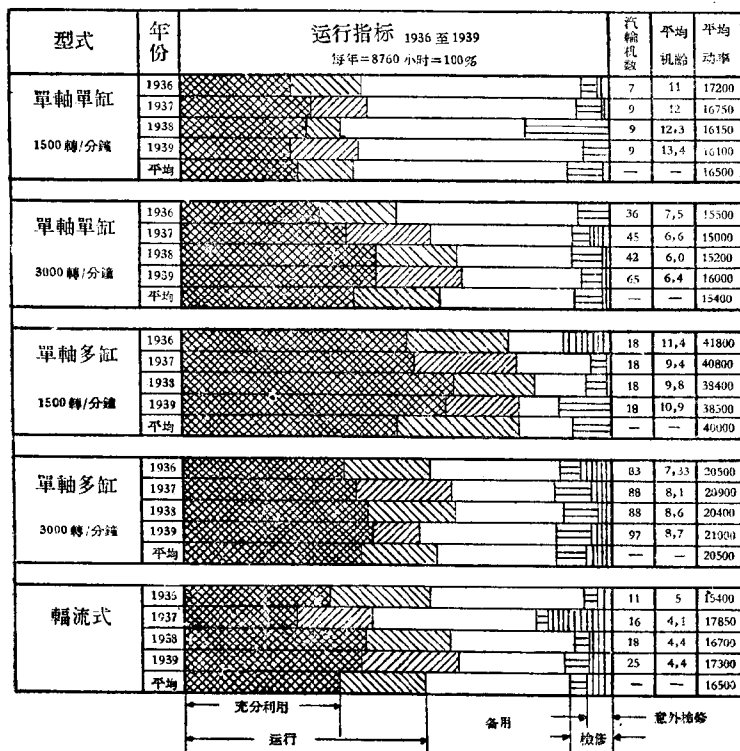


圖 1-3

不同構造的汽輪机运行情况的統計

故障,其确因汽輪机的故障而被迫停机檢修的时间,只合到总裝用时间的1.5%。

除去电業机构之外,許多其它來源的統計,例如制造厂的記錄,也示出和这相接近的數字。所有的記錄都說明汽輪机是一种非常可靠而極少發生故障的机器。由某些統計數字还可以看出,就是这稀見的故障,还在逐年减少着,而在近年來汽輪机比較嚴重的故障几乎已絕迹。这是由于改進材料品質、制造工藝、檢驗方法、运行組織等各方面的進步所獲致的,而部件損伤原因的分析,

更是獲得進步的一項重要因素。

1-3 近年來我國動力企業關於汽輪機維護方面的成就 解放以來，我國的發電廠關於汽輪機安全運行方面，不斷地創造新紀錄。例如在電力工業全國第一屆勞動模範大會上，介紹了鷄西發電廠汽機分廠安全運行的經驗，到1955年5月31日，該廠已經有730天沒有因檢修質量不良被迫停機臨時檢修。在運行方面，已經有1,700天無事故運轉。這對於增產節約，降低成本，為國家積累財富是起了很大的作用的。總結經驗，該廠之所以獲得這樣的成績，主要是由於認真檢修和有效地貫徹規程，以保證安全運行，及嚴格執行檢修規程，保證檢修質量，從設備上消除產生事故的根源所致。

1-4 檢修的主要內容 檢修對於汽輪機的安全運行，其關係之密切已如上述。事實上汽輪機在運行時和停置時如果維護得法，並且檢修及時，則它的壽命是無限的。在各工程書刊和電業組織的公報上，常有紀錄機齡達20年甚至30年以上，各種型式的汽輪機，其累積的運行時間已達150,000~250,000小時，但是還能很安全地運行着和新裝的時候一樣。誠然，在動力廠里我們也常有一些機齡很高的汽輪機已廢置不用，但是推究它被擱置的原因大概都是因為汽輪機製造工藝和工程材料的不斷進步，因此近年所設計和製造的汽輪機新品，無論是在機器本身上，或者熱循環上，效率都高於舊式出品的緣故。就那部汽輪機本身來看，則性能上往往並不因機齡的增加而顯著地退步。工業企業熱力合併所用的背壓汽輪機，系以其乏汽供給製造方面應用，汽輪機的效率影響於全部熱系統效率者很小，因此常可看到老舊的背壓汽輪機，仍在安全而經濟地使用着。

汽輪機的例行檢修分為全部檢修和局部檢修兩種。前者俗稱大修，后者則俗稱小修。全部檢修包括揭開汽缸，檢查和修理機身內部；而局部檢修則只限於推力軸承、主軸承、調節系統、潤滑系統

等部分。至于事故检修則是在汽輪机發生故障时臨時進行的,其所涉及的机件須由事故波及的范围來決定。每度進行全部检修中間所隔的时间以每年一度为宜,虽然也曾有过动力厂,它們的汽輪机連續使用了七八年末加检修而工作情形仍極良好,但是这是一种冒险的行为,是不足取法的。依照我國电力工業技術管理暫行法規,汽輪机設備每年应大修一次与小修二至三次。定期檢查,并加以清理,不但可使汽輪机的效率复原,同时又可及时消滅隱形事故,使不致擴大到嚴重伤害的程度。

汽輪机進行定期检修的益处可由下面的举例說明:在汽輪机停置的时候,進汽調節閥和主汽閥应当关闭得很嚴緊。但是汽閥漏汽这种故障不是可以絕對避免的,蒸汽漏入停置着的汽輪机可以漸漸銹蝕叶片和噴管。如果進行定期检修,則可及早發現这故障而將汽閥修好,制止叶片和噴管銹蝕的繼續發展。否則積年經月,最后勢必將叶片或噴管銹蝕到不能使用甚至釀成重大事故。

在進行定期检修的时候,应当將所有包括在工作范围之內的机件詳細檢查。如果可能,应当將它們拆下檢查,为的是可以檢查得更仔細些。發現有故障的机件应当將它們修好或者換新。凡是有磨痕的地方应当進一步檢查磨蝕程度的深淺。如果在某处發現了磨痕,其磨蝕情形的嚴重程度依使用的時間來衡量,不能算是合乎正常情形的,則不但須把这坏件修好或換新,并且必須將嚴重磨蝕的原因查明,并將它消除。在檢查时还須注意,有沒有某种損傷的痕迹,足以影响到汽輪机效率,使它变劣的。例如內軸腺或外軸腺垫片被磨損,叶片嚴重地被冲蝕或腐蝕所損傷等。在檢查汽輪机內部时,也应根据噴管和叶片的外表判断,鍋爐所供給的新汽,質地是否純潔。

1-5 汽缸和轉体的总檢查 汽輪机在進行全部檢查,吊开汽缸上盖,取出轉体时,必須注意下列各点:

首先应將所有各种精密儀表如轉速表、压力表、溫度表等拆

卸，放置在安全的處所。然後將汽缸外面所包發光鋼皮和絕熱料拆除一部分。拆除的面積，以露出汽缸上下兩半接縫凸緣，能便利施工拆卸螺絲為限。

再松褪主汽閥和新汽管接縫上的螺絲，以及連在主汽閥上所有的疏水管路和油管。將這些管路都拆脫以後，才能將主汽閥本身，從汽缸上拆除。

再次則拆卸調速機構的傳動裝置，油動伺服機上的油管，疏水管路，回油管，以及外軸腺的封汽排汽管等。

汽缸上附裝的上述附屬機件已拆除之後，才能進行松褪汽缸接縫螺絲。在拔除接縫螺絲之前，必須檢查各定位銷釘和所配合的銷釘孔是否都已打過字模，標明記號。如果記號不完全，必須在拆除之前補打，以便在檢修完畢之後按所打記號將銷釘裝回原孔。拆卸螺絲時順帶着檢查汽缸接縫法蘭穿孔處有沒有開裂的痕跡。高壓汽缸的接縫螺絲，有在中間穿孔，加熱後旋緊的。裝這種螺絲時是先在冷狀態之下將螺絲帽旋緊，然後用噴燈燒灼螺絲，使螺絲受熱伸長，直到螺絲帽下面出現了隙縫，縫寬用厚薄規測量達到預先規定的尺寸為止；這時再將螺絲帽旋緊，螺絲冷後伸縮，才將汽缸接縫壓到應有的緊密度。也有一種螺絲，其加熱不是利用噴燈，而是利用通過電流由本身發熱的。像這種加熱後上緊的螺絲，在拆卸時也必須用火焰或通電將它燒熱，等螺絲脹足之後再松螺絲帽。

在用起重行車吊動汽缸上蓋以前，先用螺絲將它頂松；頂的方法是這樣：在汽缸上蓋的法蘭上有幾個螺絲孔，可旋入合適的螺絲。汽缸下半法蘭邊上對着這螺絲處并未穿孔，所以將螺絲向下旋的時候，螺絲的下端抵在法蘭邊上而將汽缸上蓋向上撐起。吊上蓋時必須先用螺絲將它頂松，使不再和汽缸下半貼牢，才能開動起重行車，將上蓋吊起。吊起汽缸上蓋時還須注意，勿使它的位置傾斜。有種構造，在汽缸下半的四角上可以豎立導柱，使汽缸上蓋

能沿着導柱升降,則最為安全。

汽缸上蓋揭開以後,首先查看法蘭表面,有無被蒸汽沖刷的痕跡。往往蒸汽會繞過一級的隔板,沿着汽缸法蘭泄漏,以致在法蘭面上沖刷成條痕。以後拆除軸承和軸承套筒的上半及推力軸承。上半副軸線則照例已隨同汽缸上蓋一同拆卸。再將調速器本體拆卸,聯軸節拆散,就可進行吊出轉體。

在吊出轉體以前,每級葉輪和隔板之間的余隙須加以測量和記錄,並和以前的記錄比較。由余隙的是否變動,可以推測出整個轉體曾否移動,有無個別隔板發生變形。

吊出轉體,首先檢查復環和葉片有無磨傷的痕跡。這一工作,也可在轉體尚未由汽缸下半取出之前進行。在這種情況之下檢查轉體,須一面檢查一面將它緩緩盤動。如果事先已發現推力軸承損傷,則轉體的檢查是不宜在汽缸內進行的。如果在轉體上發現了磨痕,就應當推究它們是為什麼原因而發生的。

由磨痕存在的部位和它的分布情形已可判斷其發生的原因。例如磨痕只發生在轉體的某一側,但是沿着軸向它分布到許多輪級上,則故障大概是發生在輪軸本身,這輪軸或已彎曲。如果磨痕發現在全圓周,但是沿着軸向並不很長,一般地只占據一個輪級的長度,則其原因大概是由於靜止部分或轉動部分的某局部變形所致。但是如果汽輪機發生了嚴重的故障,則可同時引起幾種不同的影響,就難於根據磨痕的表現來準確地分析判斷其磨傷的原因了。

汽缸上蓋吊開之後,將它仰面翻轉在地面,即可將隔板取出,進行檢查。下半隔板在吊出轉體之後也可自汽缸下半取出檢查。檢查這件,主要是察看各種方式的侵蝕和積垢的情形。如果侵蝕得已很嚴重,就應當考慮掉換新隔板。在上下兩塊隔板的接縫處,應當檢查有無漏汽沖刷的痕跡。高壓端的隔板,舊式有用鑄鐵作的,應當注意其是否仍舊保持平正。在將隔板裝回汽缸時,應當

先在它的外圍塗石墨粉，以防和汽缸銹住，以致日後無法拆卸。

在進行全部檢修時，屬於汽輪機的管道，也是檢查目標之一。管道上所有的疏水器、疏水閥都應拆下清洗。管道里的汽篩，最重要是緊貼汽輪機新汽管路里的，至少每年須清洗一次；如果蒸汽的品質不佳，清洗還應當更勤些。新式設計的汽輪機，新汽管里的汽篩，不必拆動汽輪機，即可卸出。

1-6 葉片的檢查 在進行定期的汽輪機全部檢查時，葉片要算是最主要的被檢查部分了。葉片外貌，不論有什麼性質的變動，例如表面積結污垢，表面變糙，邊緣漸被沖蝕或銹蝕，表面開裂等，都應當視為故障，而須研究其損傷的原因，找尋根本消滅或者減緩其進行速度的方法。在分析故障的原因時，首先應當判斷這原因是外在的還是內在的。外在的故障，是指並非由葉片設計、材料或製造不良所致的。屬於這類故障的例子有葉片積垢、葉片被外來堅物打傷、因推力軸承或軸腺故障而引起的撞傷等。葉片受到各種方式的侵蝕時（即沖蝕、銹蝕和腐蝕），它的外觀表現得很複雜，在第四章將詳細討論。

在每次進行全部檢修時，須將葉片外貌和上次檢修時記錄的情形加以比較，借此判斷故障發展的速度。例如葉片被蝕的程度是否合乎正常情形，還是沖蝕得太快。至於葉片沖蝕到什麼程度才必須更換，則並沒有一定的規則可資依據。

葉片折斷的事故，雖然很有可能在例行檢修時才發現，不一定在發生時嚴重到被迫停機，但是查覺到這種情形時，就應當加以重視按照事故處理。遇到葉片折斷，須判斷是一個葉片折斷還是幾個甚至一級的葉片折斷。最後的一種事故，無例外地是由於操作不慎所致。在緊急狀態之下，不允許長期停機更換新葉片時，如果確信其他各級的葉片完好無損，則可將折斷這級的葉片全部鏟除，使汽輪機在減低功率犧牲效率的情況下運轉。功率可以允許減小若干，須根據汽輪機原始熱工設計推算，不是簡單地由呆板的數字

所可規定。基本的原則須使各級噴管和叶片的工作狀況，無論是在應力方面或蒸汽溫度方面，並不比原設計所賦予的任務更形艱巨。

遇到發現少數的叶片折斷時，反而更須仔細研究原因。少數叶片折斷，也許是由于偶然操作不慎所致，但也可能有它很複雜的原因，例如叶片振動等；與外來的原因結合，同時可能叶片本身也有缺陷。推斷這原因所用的方法，就不是一個簡單的問題；許多工程上可以實用的測驗方法都可以試用，而這種試驗的應用和進行，就要靠工程師豐富知識的靈活運用了。例如用金相法察看叶片斷面組織，用陰極綫示波器觀察叶片的振動等。

如果由少數叶片的折斷情形確能斷定是由于偶然的操作不慎所致，不致有隱形事故繼續發展，則可將折斷的几片叶片鏟除，暫時使汽輪機仍舊參加運行，等以後有機會時再換新叶片。被鏟除的斷叶片的對徑方向，同時也應當鏟去相等數目的叶片，使轉體仍能保持平衡。

鏟除叶片時，根部必須仍舊留在葉輪的槽里，借它們保護槽口的光面，不使暴露和蒸汽接觸。如果認為強度方面可無問題，則最好不要齊根鏟去，仍舊保留一段叶片體，伸出在葉輪槽外面。

叶片積垢是一項極重要的問題。積垢的生成起源于鍋爐給水的不潔，但是和汽輪機蒸汽狀態也有密切的關係。例如在疊置汽輪機被廣泛採用之後，許多電廠原來裝置的低壓汽輪機，發生從前所未有過的現象，就是在噴管和叶片上積成一種不溶于水的硬垢。結集積垢使汽輪機最大功率減小，效率減低，所以必須及時用機械方法或化學方法加以清除。

叶片嚴重積垢，也應當按故障對待，積垢的現象，處理的方法在第三章討論。要減緩積垢的結集，必須明了積垢的成份，推斷它的來源。關於積垢的成份，主要可以用化學方法分析，但是只靠化學分析有時是不夠的，例如我們可以分析出積垢里含有鈣(Ca)、

鎂(Mg)和二氧化碳(CO₂),但是却分析不出它們是怎樣結合着,是單獨存在還是以復鹽的方式存在。又比如我們化驗出積垢里面含有矽(Si),但是氧化矽可以有七種不同的結晶形狀,各有其一定的生成條件,我們由化學分析不能斷定它是屬於某一種結晶。要解決這問題可借助於X光的折射法。以X光照到不同的晶體上,則受折射而照成不同的光譜,而且許多種晶體若是混合在一起,則用X光折射時所攝成的光譜線條彼此之間並不互相牽扯^①。因此在用化學分析決定了積垢所含元素之後,再用X光照射,以所獲的光譜和各種可能存在晶體的光譜對照,就可斷定積垢的化學組成形狀了。例如在上面所舉的例子中,積垢究竟含着碳酸鈣(CaCO₃)和碳酸鎂(MgCO₃)呢,還是含着碳酸鈣(CaCO₃)和氫氧化鎂(MgOH)呢,用化學方法是很難定出的。我們用X光照射,如果照出光譜里有前兩種化合物的線條形狀,則可斷定積垢是屬於前者的構成形式。如果光譜有後兩種化合物的線條形狀,則可斷定積垢是屬於後者的構成形式。

汽輪機低壓輪級葉片最普遍的故障就要算是沖蝕了。由於這現象是在目前任何種葉片材料上所不可避免的,所以我們往往不認之為一種故障而視為當然的現象。問題就在於沖蝕損傷發展的速度如何。如果葉片材料蝕去得很快,在短短幾個月的時間內就很不明顯地蝕去不算窄的一部分,則沖蝕的嚴重程度是不正常的,必然是在運行上蒸汽狀態未能保持正常所致。所以在定期舉行的全部檢修時,我們應當將低壓級葉片沖蝕所成的輪廓加以描繪,沖蝕最深處的尺寸加以測量,留備參考。以後由歷次所畫的葉片輪廓圖,可以看出沖蝕進展的速度。

照一般的沖蝕現象,在最初葉片材料蝕去較快,以後沖蝕進展速度漸減慢。沖蝕到什麼程度才必須更換新葉片,由兩方面判斷:

① 關於利用X光折射分析晶體成份的原理可參考夫里許著跟原子打交道第六章,李蕾導譯,中國青年出版社出版

(一) 是叶片強度問題；(二) 是叶片效率問題。但是低壓級叶片被冲蝕之后，对于全部汽輪机效率的影响，并不像它的強度減低問題那样嚴重，因此当發現叶片被冲蝕以致表面和進汽口不光滑时，应当听其自然，不可加工銼光，以致將材料銼去減少它繼續使用的年限。冲蝕所造成的現象，在第四章里还要詳細討論。

叶片裂紋是很嚴重的隱形故障，必須及时發現，以防釀成重大事故。对于導磁性材料所制叶片，最可靠和最迅速是利用磁粉探伤法檢查伤痕。不導磁材料所制叶片，最經濟和便利是用紫外綫法檢查伤痕。磁粉探伤的方法現在各动力厂采用已很普遍。紫外綫探伤法是在洗淨的叶片上塗以一种滲透性很強的螢光粉染料，待干后用溫水將叶片表面所染螢粉洗去，然后在暗室里用紫外綫照射，凡有裂紋的叶片，因为螢光粉滲入紋內未被洗去，就受紫外綫照射而發光。

复环和拉金的檢查也和叶片本身的檢查具有同等的重要性。除去須檢查它們被冲蝕的程度之外，还須檢查叶片和复环之間是否錫緊，拉金有無脫焊。

叶片頂部錫在复环上的部分是否折斷可借千分表檢查。將千分表抵住叶片接近复环处，用鉄杆撥动叶片，如果千分表指針擺动，即表示叶片頂部錫釘已松斷。又或者將复环浸入火油盆里，然后从火油里取出，將外部浮油擦干，以鉄器敲击复环，如果复环上的錫釘口有火油挤出，即錫釘松動之証。

拉金是否脫焊，檢查时只要試用手拉动，就可察觉。