

電業工人
學習文選

12



張禮銓 張君昭編著

怎样防止和消灭鍋爐的 缺水、滿水事故

電力工業出版社

內 容 提 要

本書主要介紹鍋爐缺水和滿水的危害、防止的對策以及處理事故的方法；由於防止和消滅缺水、滿水事故，與運行人員是否熟悉水位計、給水自動調整器及水位警報器，有着密切的關係，所以，在書中首先詳述了這些設備的構造和作用原理。書中還列舉了現場一些實例，介紹了一些具體經驗，對於讀者是有實際幫助的。本書可供鍋爐工人閱讀。

怎樣防止和消滅鍋爐的 缺水、滿水事故

張祖銓 張君昭編著

739R195

電力工業出版社出版 北京復興門外月坛南路(社會路)

北京市書刊出版登記證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 1書印張 * 24千字

1957年12月北京第1版

1957年12月北京第1次印刷(0001—7,100冊)

統一書號：T15036·73 定價(第9類)0.15元

前面的話

燒干鍋和鍋爐滿水是电厂鍋爐車間中性質最严重的事
故，也是过去某些电厂中頻發性的事故之一。前燃料工業部
陈郁部長在1954年曾發出指示，要求：“必須消灭燒干鍋和
鍋爐滿水的誤操作事故”；电力工業部刘瀾波部長在1956年
再次發出指示，要求尽快地予以消灭頻發性和比較严重的事
故，其中就有鍋爐滿水缺水事故一項。因此，切实貫徹执行
这些指示，尽最大的努力来消灭鍋爐缺水、滿水事故，首先
是鍋爐运行人員的重大責任。

有些电厂曾經發生过好几次鍋爐缺水和滿水的严重事
故。1953年某发电厂三号爐，因司泵疏忽大意，不注意水箱
水位，造成給水泵断水；又因值長、班長处理不当，使事故
扩大，引起牆管爆裂，被迫紧急停爐，严重地影响对外供
电，并有六位工人受伤。又如某发电厂也曾因併列給水泵發
生故障，鍋爐缺水，因处理失当，使水管立即爆炸，严重地
損坏了鍋爐設備。今年也發生了几次鍋爐缺水、滿水事故。
如某小型电厂二号爐冷爐升火，鍋爐未进水，使干燒鍋爐达三
小时之久，結果造成許多爐管燒坏，90%以上的脹口漏水。
又如某电厂第302号鍋爐的司爐，由于冲洗水位計时操作錯
誤，將滿水誤認為鍋爐缺水，大量进水，以致造成过水，使
汽輪机受到严重損坏。从上述这些事实說明：只要运行人員
疏忽大意，操作錯誤，就可能产生缺水、滿水事故，造成严
重的損失。

因此，运行值班人員必須在思想上对这类事故的严重性有深刻的認識和足够的重視，同时在技术上应对有关鍋爐水位の机件設備，以及缺水、滿水的防止和处理方法有一个清楚的了解，并熟練地掌握操作技术。为了帮助工人同志掌握这方面的知識，特收集了有关資料，編写成这本小册子。因为考虑到消灭缺水、滿水事故，和运行人員熟悉有关鍋爐水位的各种設備有密切关系，所以，書中首先叙述了各种水位計的構造和运用原理，水位自动調整和水位警报器的各种型式；然后詳細講述鍋爐的缺水和滿水現象的分析，防止的对策以及缺水、滿水事故的处理等問題。其中不免有錯誤和不够完善的地方，希讀者批評指正。

作 者 1957年9月

目 录

前面的話

第一章 監視、調整鍋爐水位的有关設備	4
第一节 鍋爐水位計	4
第二节 鍋爐水位的自动調整	12
第三节 高、低水位警报器	19
第二章 鍋爐的缺水和滿水	22
第一节 鍋爐缺水、滿水的危害性	22
第二节 鍋爐缺水、滿水的防止	25
第三节 鍋爐缺水、滿水的处理	36

第一章 監視、調整鍋爐水位的有關設備

第一节 鍋爐水位計

鍋爐运行时，維持正常水位是运行人員最重要的任务。如果不注意水位，水少了会燒坏鍋爐，造成干鍋，使爐管脹口燒坏，甚至將爐管燒脹燒弯，严重地損坏鍋爐設備；水多了会滿出来，使蒸汽質量变坏，甚至有爐水冲到汽輪机內打坏叶片，使汽輪机遭受严重的損害。

为了严格監視水位和維持正常水位，保證鍋爐安全运行，必須使用水位計。电厂鍋爐都裝有水位計来指示水位，还有很多鍋爐上裝有給水自动調整器和高、低水位警報器，都是使鍋爐工人便于掌握和監視水位情况。我們要使这些設備發揮保証安全运行的作用，消灭鍋爐的缺水 and 滿水事故，必須正确地运用和維護它們；而要达到这个目的，首先必須了解这些設備的原理、構造和作用。

一、汽鼓玻璃水位計

玻璃水位計是裝置在鍋爐上，用来指示汽鼓中的水面的高度。它是根据物理学上“兩個互相連通的容器里，水面高度必定相等”的原理制造的。一般鍋爐上的玻璃水位計有圓柱形和平面形二种。

圓柱形水位計如圖 1 所示，是一根玻璃管上下二端都用橡皮墊卡紧在管座內；上端管座和汽門相接，下端和水門相

接，汽門和水門各有連通管，分別和汽鼓蒸汽部分和水的部分連接；水位玻璃管下有放水門和放水管，玻璃管外并裝置有玻璃护罩，防止玻璃管破碎時，碎玻璃片飛出傷人。在有些鍋爐上，水位計是接在一個水柱上的(如圖 2)。水柱有汽管、水管和汽鼓接通，水柱上附有驗水旋塞，在水位計失靈時，可以打開來檢查水柱中是水還是汽，以確定水位在那一個旋塞附近。

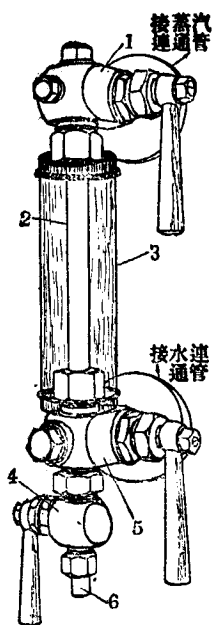


圖 1 圓柱形水位計
1—汽門；2—玻璃管；
3—護罩；4—放水門；
5—水門；6—放水管。

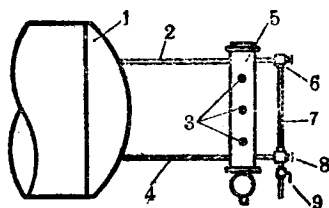


圖 2
1—汽鼓；2—蒸汽連通管；3—驗水旋塞；
4—水連通管；5—水柱；6—汽門；7—玻璃
管；8—水門；9—放水管。

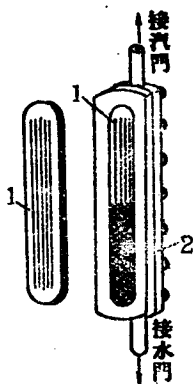


圖 3 平面形水位計
1—平板玻璃；2—金屬框子。

平面形水位計是在較高汽压(20公斤/平方公分以上)的鍋爐上用的，因普通圓柱形水位計的玻璃管在較高汽压的鍋爐上很不經用，僅能用一、二個星期或更短的時間。平面形水位計是由二塊平板玻璃組成，用墊襯壓緊在金屬框內(如圖3)，平板玻璃內各有一層云母片保護，使玻璃不受爐水侵蝕。平面形水位計，除能承受高汽压外，還有一個優點，就是即使玻璃破碎也不會飛出碎片；所以，這種水位計不需要裝置護罩。

在某些鍋爐上，為了使運行人員便於觀察水位起見，在平面形水位玻璃計玻璃後，另裝置稜鏡、紅綠玻璃和電燈泡，利用水和蒸汽對光線的折射率不同，使水的部分和蒸汽部分分別呈現綠色和紅色。這種水位計稱為雙色水位計，目前在國內使用的不多，因此不在這裡詳述。

二、低地位水位計

上面所講的玻璃水位計，它們的安裝位置必須在汽鼓兩側或前面。一般較大鍋爐的汽鼓都在鍋爐房高處，比司爐經常所在的操作層要高得多，因此，司爐觀察汽鼓上的水位計是很不方便的。為了彌補這一缺陷，很多電廠除了裝置上述玻璃水位計外，另在司爐經常操作處裝置低地位水位計。

低地位水位計有下列幾種：重液式、差壓式、電動式和水位記錄表。

(1) 重液式低地位水位計

重液式低地位水位計的簡單構造如圖4所示。冷凝器3的作用是使“甲”管上端的水面經常不變(和管口“B”點相平)；水位指示計裝在司爐操作處，指示出汽鼓中水位；容

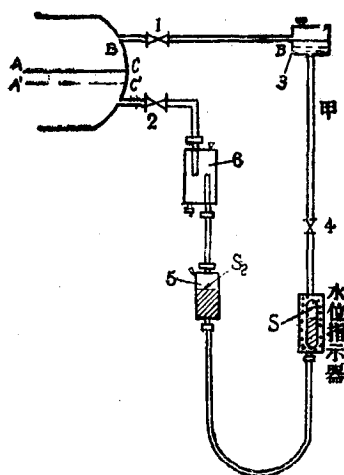


圖4 重液式低地位水位計

1—汽門；2—水門；3—冷凝器；4—低地位水位計隔絕門；5—容器；6—沉淀箱。

液器5的作用，是在需要時從這裡添加重液；沉淀箱6可使爐水中的雜質沉淀在內，不致進入重液內，以防止發生阻塞現象。在水位指示器下部、容器器下部和它們的連通管內是一種重液，不溶解於水，比重在1和2之間（例如四氯化乙炔）。水位的高低就是由水位指示器中重液面 S_1 來指示的。

重液式水位計的作用原理如下：

因重液比重大於1（即比水重），又不溶於水，因此，經常留在水位計底部。假定現在汽鼓水位在 AC 處，水位計中重液的位置如圖4所表示。由於汽管口 B 點高於汽鼓水位，所以，作用於水位指示器中重液面 S_1 上的水柱壓力，大於容器器中重液面 S_2 上的水柱壓力，因而重液從水位指示器被壓向容器器，水位指示器中重液面 S_1 低於容器器中重液面 S_2 。如果汽鼓水位降低了（降至 $A'C'$ 處），則作用於容器器中重液面 S_2 上的水柱壓力減小了，但作用於水位指示計中重液面 S_1 上的水柱壓力仍不變（因冷凝器中水位不變），因此，重液就從水位指示器被壓向容器器，使重液面 S_1 下降，這樣，

水位指示計中的重液面就跟着汽鼓水位的下降而下降了。反之，如汽鼓水位上升，則重液面 S_1 也上升。在設計水位計時，如果使 S_1 的截面積和 S_2 的截面積有一個恰當的比例^①，就可以使汽鼓水位下降一公分時，水位指示器中重液面 S_1 也下降一公分。

(2) 差壓式水位指示計

差壓式水位指示計的構造以及動作原理，和重液式水位計差不多，不過差壓式水位指示計中用的液體是水銀，沒有裝置玻璃管或玻璃板的水位指示器，而是用鐘表面和指針來指示水位高度的。

差壓式水位指示計的簡單構造如圖5所示。這種水位計也接有冷凝器，保持甲管中水柱高度經常不變。甲、乙二管下端都連接一個容器，二個容器用U形管連通，管中存放水銀，在乙管的容器中有一浮子，上面有連桿接出，連桿經過齒輪，或磁鐵傳動機構（依靠二塊磁鐵相互吸引而傳動的），帶動鐘表面上的指針。

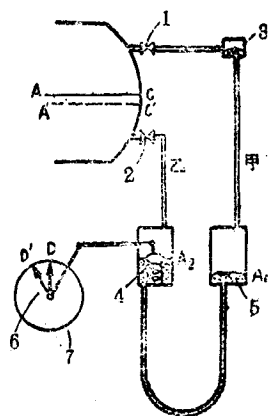
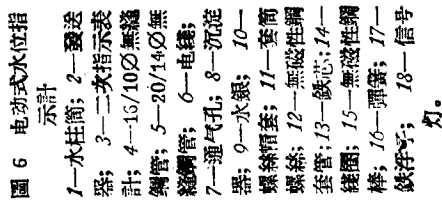


圖5 差壓式水位指示計
1—汽門；2—水門；3—冷凝器；4—浮子；5—水銀；6—指針；7—鐘表面。

假定汽鼓水位在 AC 處時，U形管中水銀的情況如圖所示：浮子停留於 A_2 處，指針指示於 D 處。如果汽鼓水位低了（降至 $A'C'$ 處），則作用於水銀面 A_2 上的水柱壓力減少

① 這個比例是： $\frac{S_1 \text{ 處截面積}}{S_2 \text{ 處截面積}} = \frac{2-\omega}{\omega-1}$ ， ω 是重液的比重。



了，但作用于水銀面 A_1 上的水柱压力仍不变，因此水銀就从 A_1 处被压向 A_2 处，水銀面 A_2 就升高，使浮子也升高，推动指針，从 D 轉到 D' 。反过来，如汽鼓水位升高，則水銀从 A_2 处被压向 A_1 处，使浮子下降，推动指針向相反方向轉动。如經過校驗，在鐘表面上刻上水位的尺寸，指針就能指示出水位高度了。

(3) 电动式水位指示計

圖 6 表示交流电桥感应式电动水位指示計的構造，主要由下列三部分組成：(1) 水柱筒，(2) 發送器，(3) 二次指示表計。

水柱筒分內外二層，外層和汽鼓蒸汽部分相連，內層和汽鼓下部爐水部分相連；內層壁上有一小孔，使外層水面經常保持一定高度（相当于 差压式水位指示計 中冷凝器的作用）。

發送器中有二个容器，用 U 形管連接，管內裝水銀；一个容器和水柱筒外層相連，另一个容器和水柱筒內層相連；和內層相連的容器中裝有鉄質浮子，随水銀面变动而上下移动（这一部分的構造完全和差压式水位指示計一样）。浮子上連接一根無磁性的細不銹鋼棒，棒的上端有一个磁性鉄皮制成的鉄芯，鉄芯在一个無磁性鋼制成的筒內移动；筒的外面套着上下二个感应綫圈；这二个綫圈和二次指示表計內的綫圈相連。

二次指示表計內也有上下二个感应綫圈，綫圈中也有一鉄芯，鉄芯通过一根無磁性的細鋼棒及齒輪，帶动指針。指針在鐘表面上指示出水位高度。

仪表中二个鉄芯和二組感应綫圈，可簡單地用圖 7 表示。

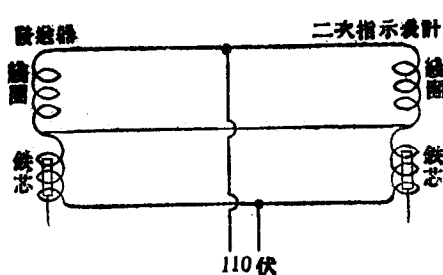


圖 7

根据电感应原理，二組繞圈中的鉄芯必須在处于相同地位时，才能取得平衡；否則，一組繞圈中的鉄芯就要移动到和另一个鉄芯地位相同时才停止。当發送器中的

鉄芯移动了，就会使二組繞圈的連接綫中产生电流，这样就把二次指示計的鉄芯吸上或吸下，移动到和發送器中鉄芯一样的位置。

电动水位指示計的动作情况是这样的：当汽鼓水位上下变动时，象前面差压式水位指示計一样，容器內鉄質浮子也

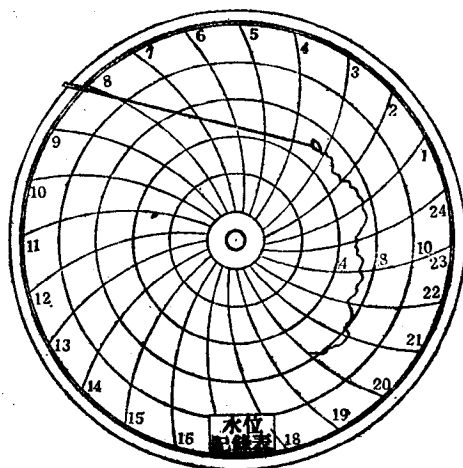


圖 8 水位記錄表

上下变动，使發送器繞圈內的鉄芯上下移动。根据上面所講的原理，二次表計中鉄芯也上下移动，这样就推动指針，指示出汽鼓水位。

(4) 水位記錄表

如果在差压式水位指示計或

其他指示計上，將圓形鐘表面和時鐘的轉動機件連接起來，此鐘表面能隨時鐘轉動；在鐘表面上安裝記錄紙，並將指示針改成記錄筆尖（如圖 8 所示），使每個時候的水位數字能隨時記錄下來，就成為水位記錄表。從水位記錄表上可以看出水位變動的情況。

第二节 鍋爐水位的自動調整

前面講過，維持汽鼓正常水位是一項很重要的工作；但如果單靠運行人員隨時調節進水量維持水位，往往要應付不及或調節不當，使進水量忽多忽少，影響運行安全。因此，在一般較大的鍋爐上都裝有給水自動調整器，“電力工業技術管理暫行法規”第 166 條也規定：“蒸發量在 20 噸/小時及以上的鍋爐，須裝設給水自動調整器”。

給水自動調整器根據調整性質來分，有單元、二元、三元調整三種。

一、單元調整

單元調整就是僅根據水位高低來控制給水量的多少。

要維持汽鼓水面穩定在正常位置，必須使當時產生蒸汽所消耗的水量（包括吹灰、排污水量）等於同一時間內的進水量；如果鍋爐負荷發生變化，產生蒸汽所消耗的水量和進水量不再相等時，汽鼓水位就要高於或低於正常水位。在單元調整的給水自動調整器中，就是利用這個水位相差的變化來調節給水調整門的開度；在水位升高時使調整門關小，在水位降低時使調整門開大；這樣就能保持正常水位。

在電廠中常用的單元調整的調整器有以下二種：

1. 浮筒式調整器。 在這種調整器中(如圖 9 所示)，一個浮在汽鼓水面上的或在浮筒室水面上的浮筒控制着水位。這個浮筒的上下移動，經過槓桿的作用，控制着給水調整門的開度。如水位低了，浮筒落下，則開大給水調整門的開度，反之，就關小開度。

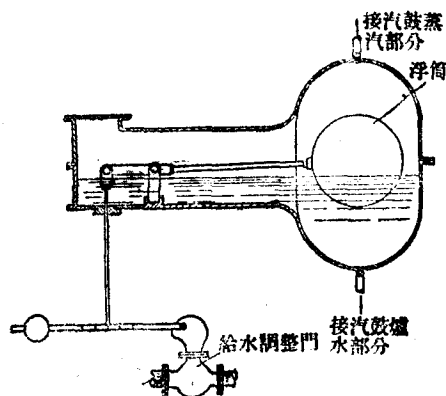


圖 9 浮筒式調整器

移動調節重錘在槓桿上的位置，可以變更操縱給水調整門力量的大小，這樣可以調節水位，保持高些或低些。

目前一般電廠很少使用浮筒式調整器來控制鍋爐汽鼓的水位，這是因

為用這種調整器來調整，往往是不靈敏、不正確的。

2. “柯普式”伸縮管式給水自動調整器。 它的構造如圖 10 所示。主要部分有三：敏感伸縮管、調整門和傳動連桿。敏感伸縮管是一根傾斜安裝着的黃銅或鋼制的管子，管長 1500—1800 公厘，兩端各和汽鼓的蒸汽部分和水的部分連通，它的傾斜角度恰使管子高的一端的高度，和汽鼓內容許最高的水位相同；管子低的一端的高度，和汽鼓內容許的最低水位相同。這樣，當汽鼓里的水位在容許範圍內變動時，水位也在敏感伸縮管內變動，使管子上段充滿蒸汽，下段是水。蒸汽連通管有絕熱物加以保溫，以減少蒸汽的凝結現

象；但水的連通管不加以保温，使它被周圍空氣冷卻；這就使伸縮管蒸汽部分很熱，水的部分却較冷，因而在水位發生波動時，伸縮作用可以很靈敏。

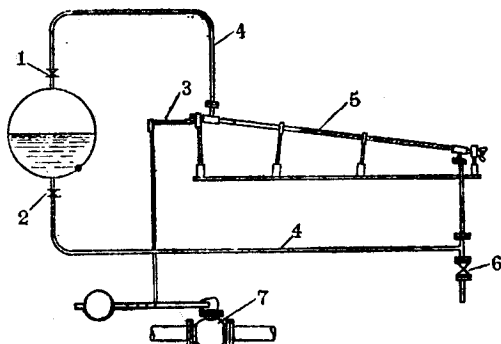


圖 10 “柯普氏”伸縮管式給水自動調整器

1—汽門；2—水門；3—傳動連桿；4—連通管；5—伸縮管；
6—放水門；7—調整門。

當汽鼓水位升高時，伸縮管中蒸汽部分的長度就減少；反之，長度增加。這樣，伸縮管壁平均溫度就降低或升高，伸縮管的長度也由於熱脹冷縮的作用而相應地縮短或增長。但這個縮短增長的程度是很小的（縮短、增長的最大相差尺度一般是 3—4 公厘），通過傳動連桿的作用，將伸縮長度放大了數倍；於是，調整門就能跟着伸縮管的伸縮，或上或下，位移到必需的數值，使調整門的開度適當地增大或減小，這樣來調節着給水進入量。

“柯普氏”給水自動調整器的調整傳動機構，有的裝在鐵箱內，可以減少因灰塵堆積而發生不靈敏的毛病。

二、二元調整

二元調整就是：給水量的多少，是由鍋爐蒸發量和汽鼓

水位来控制的。因为鍋爐运行时，汽鼓水位的高低，不仅决定于鍋爐内部水量的多少，也决定于鍋爐蒸发量的多少。如果单靠水位一个因素来控制給水量，当負荷剧烈变化时，水位就很易上下波动。大部分新式鍋爐的蒸发量是很大的，但鍋爐内儲水量和容量比起来都没有相应地增加，这样就会使水位上下波动的范围很大，对运行工作是不利的；因此，就应用二元調整的給水調整器来防止这个偏差。在二元調整的調整器中有两个独立作用的調节机件，其中一个受水位变化影响的，另一个是受鍋爐蒸发量变化影响的。当負荷上升时，后一个調节机件，首先使給水調整門逐渐开大，使蒸发量和进水量得到平衡；然后前一个調节机件再發生作用，使水位維持在正常数值。

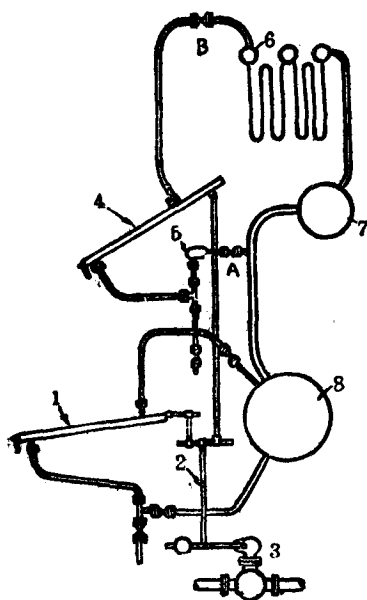


圖 11 双伸縮管式給水調整器
1—水位伸縮管；2—控制臂；3—調整門；4—流量伸縮管；5—小箱（凝水箱）；6—过热器出口联箱；7—集汽鼓；8—汽鼓。

变化影响的，另一个是受鍋爐蒸发量变化影响的。当負荷上升时，后一个調节机件，首先使給水調整門逐渐开大，使蒸发量和进水量得到平衡；然后前一个調节机件再發生作用，使水位維持在正常数值。

双伸縮管式的調整器就是一种二元調整的給水自动調整器。这种調整器中，一个伸縮管是接受水位变化影响的；它的作用完全和前面講的“柯普氏”自动水位調整器相同。蒸汽流量变化使另一个伸縮管發生作用，它的構造和水位“伸縮管”相似。圖11