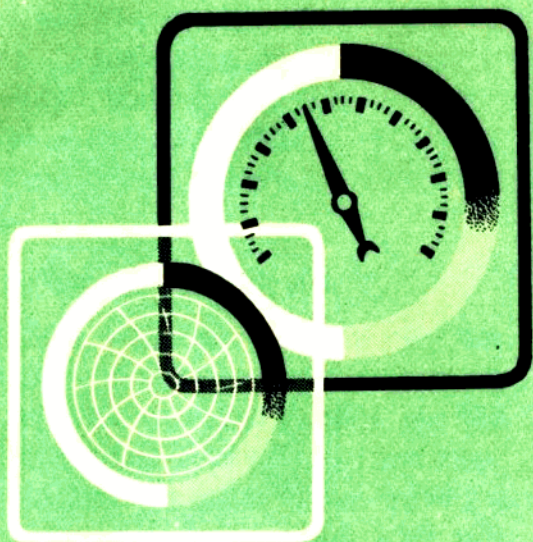


热工仪表
工人叢書
第四冊



鍋 炉 水 位 計

林建明編著

出版者的話

解放以來，由於我國電力工業的迅速發展，廣大電業工人日益迫切要求有系統地學習技術理論知識，以求提高自己的業務水平，改進工作。我社過去雖曾陸續出版了一些工人讀物，但選題比較零星，缺乏有計劃有系統的安排。我社曾多次征求社外有關單位及工人同志的意見，認為有必要按電業工人不同的專業，分別出版幾套叢書，着重講述有關專業的設備構造原理和安裝、檢修、運行的基本理論。文字和內容要求盡量通俗、淺顯，使工人在進一步掌握技術上打好理論基礎，並從叢書中更好地掌握一些基本的操作技術。根據這一出書原則，我社已初步擬定了鍋爐、汽機、電氣、綫路、化學、熱工儀表、水電等七套供電業工人閱讀的工人叢書。此外，我社還決定不斷地出版“電業工人學習文選”，專門介紹安裝、檢修、運行中的具體工藝過程和經驗、體會，以及結合現場實際情況，進一步闡述叢書中的某些重要問題。

“發電廠熱工儀表工人叢書”分為七冊，即：壓力測量、溫度表、流量表、鍋爐水位計、煙氣分析儀表、鹽量表和氧量表、熱工自動調整裝置。叢書中介紹了這些儀表的基本原理、常用的型式，並講述安裝、運行、維護及校驗的基本知識。這套叢書，專供具有高小或初中文化程度的熱工儀表工人進修之用；鍋爐、汽機工人也可參考。

我社出版工人叢書是十分缺乏經驗的。希望工人同志們對於書中取材的範圍、內容的深淺等各方面，提供意見，使我社出版的工人讀物，能更好地適合工人同志的需要。

電力工業出版社

1957年11月

目 录

出版者的話

第一章 水位計的作用和裝置.....	3
第一节 水位計的作用.....	3
第二节 水位計裝置的一般規定.....	4
第二章 水位計的类型和構造.....	6
第一节 玻璃式水位計.....	6
第二节 云母式水位計.....	11
第三节 低地位水位計.....	14
第四节 水位信号裝置.....	24
第三章 水位計的运行	27
第一节 玻璃水位計的运行.....	27
第二节 云母水位計的运行.....	33
第三节 低地位水位計的运行.....	34
第四章 水位計的檢修	39
第一节 玻璃水位計的檢修.....	39
第二节 低地位水位計的檢修.....	44

第一章 水位計的作用和裝置

第一节 水位計的作用

每台鍋爐都應裝設水位計，用來指示鍋爐汽鼓中的水位，以便於鍋爐運行人員來控制鍋爐的水位，保持在正常運行的位置。鍋爐內的水位，一般都應在水位計的中心綫處，和汽鼓的中心綫相等；有的也比汽鼓的實際中心綫略低一些。水位的正常變化，在一般情況下，上下波動的範圍不應該超過 50 公厘。

如果水位高於正常規定的限度時，水在蒸發時就會把懸浮在水面的鹽質帶到蒸汽中去，因而使蒸汽的質量變壞。水位過高，除了使蒸汽質量大大降低以外，還會造成汽水共騰，形成水沖擊，並可能損壞蒸汽管路、閥門和打壞汽輪機葉片等部件。

相反地，如果水位過低，就會造成缺水，使鍋爐的受熱面過熱，有的時候甚至會引起鍋爐爆炸。特別是現代化的高溫、高壓鍋爐，汽鼓的存水量很少，如果偶一疏忽大意，使鍋爐斷水 1—2 分鐘的話，汽鼓內的水就會全部蒸發，造成嚴重的事故。

由此可見，我們在鍋爐中裝設水位計來控制水位是多麼的重要。由於水位計是保證鍋爐安全運行的主要設備，因此，鍋爐運行人員透徹地了解它的構造原理和安裝、運行與維護的技術，對保證鍋爐的安全運行，有着極大的作用。

第二节 水位計裝置的一般規定

为了正确地檢查鍋爐汽鼓內的水位，应遵守“電力工業技術管理暫行法規”（以下簡稱“法規”）第165条16节的規定，即：“蒸發量为20吨/小时以下的鍋爐，应裝兩個汽鼓上的水位計”。在鍋爐运行时，兩個水位計应同时使用，以便互相比較，可以發現水位計指示的不准确。此外，如有一个水位計發生故障时，另一个水位計还可以照常地指示鍋爐的水位，以保証鍋爐的繼續运行。具有几个汽鼓的鍋爐，如果这些汽鼓是互相串通的，那么，除了一个需要經常監視水位的汽鼓应按上述規定裝置水位計外，其他汽鼓上也应当裝一个或兩個水位計。

分段蒸發的鍋爐中，汽鼓內是分隔为一个淨段和一个或一个以上的鹽段。在汽鼓的淨段上，应裝一个直接連通的水位計以及几个低地位水位計（即裝在司爐工作处的水位計）。由于鹽段的水位比淨段的水位低，所以每一鹽段也应裝設独立的水位計（如有單獨分离器的鹽段，則在分离器段上可以不裝水位計）。

蒸發量較大的鍋爐，汽鼓的蒸發面积小而蒸發强度大（蒸發强度是單位面积的蒸發量，它等于鍋爐的蒸發量被汽鼓的蒸發面积来除），水位的变动对蒸汽質量的影响就显得更大。因此，一般蒸發量大于75吨/小时的鍋爐，除裝設上述水位計外，还須裝置水位記錄表。水位記錄表的作用，是記錄水位的波动情况，划出曲綫，既可作为事故分析之用，又可作为对各班运行工作的优缺点进行比較分析之用。这里必須說明的是：水位記錄表不能算作監視水位的低地位水位計，因为它的迟后性很大，最大的約到2、3分鐘。因此，

司爐了解的水位，不是即時的情況，而是 2、3 分鐘以前的情況；這樣，往往是會發生誤操作事故的。

除裝置上述必要的水位計外，尚須滿足下列要求：

(1) 鍋爐運行時應不斷地監視水位，因此，水位計的照明就顯得特別重要。為了安全起見，應遵守“法規”第 1128 條的規定：“發電廠在任何情況下均應保證鍋爐水位計的照明。當其燈用電壓超過 36 伏時，則其燈具應有防止觸電的安全保護裝置”。

(2) 水位計應裝在司爐或司水容易看到的地方，當汽鼓位置很高時，應再添裝低地位水位計。

低地位水位計的引出管，應單獨與汽鼓連接（如果原有的低地位水位計引出管是裝在玻璃水位計的截門之前，則可予以保留，不要改變），主要是為了保證當汽鼓上的玻璃水位計損壞時，在關閉截門以後，低地位水位計仍可使用。

(3) 汽鼓上的水位計，連通管的直徑不應小於 25 公厘；如果管子的長度超過 500 公厘時，管子的直徑就不能小於 50 公厘。

管子應能自由伸縮，中間最好不要有法蘭，並不允許有彎管，以免產生水袋，使水位指示不準確。

(4) 水位指示器上，應有鍋爐的最高及最低允許水位的顯明標記。標記的方法，是在玻璃或雲母水位計上部水位下的 25 公厘和下部可見水位上的 25 公厘處，用固定金屬指針標記；其他型式的水位計，可在表盤上用紅綫標記。

(5) 玻璃管式的水位計應裝有防護設備，防止玻璃管發生爆炸時傷人；但防護設備不應妨礙對水位的監視。

第二章 水位計的类型和構造

蒸汽鍋爐所使用的水位計的类型很多，按照工作原理和構造来分，一般可分为汽鼓上直接指示和低地位指示兩大类。低地位指示的水位計，有的也叫做間接指示或远距离指示式水位計。下面分別談一談各种类型水位計的原理和構造。

第一节 玻璃式水位計

玻璃式水位計是直接对汽鼓內水位进行指示的，由水位計考克、連通管和指示水位的水位指示器等組成的。水位計的考克又分汽考克、水考克和排污考克三种，它們是用鑄鋼或特种合金銅制成的。汽水考克都有法蘭盤和被測量的汽鼓相連接。在小型縱汽鼓的鍋爐（如拔柏葛 WIF 型）上，法蘭盤有的是直接与汽鼓壁相連接；这种連接方法，会使水位指示器受到汽鼓封头高溫輻射的影响而容易損坏。因此，一般的鍋爐水位計是裝在由汽鼓引出的連通管或水柱上。連接在考克上的水位指示器，有玻璃管式、玻璃板式和有色玻璃式几种；由于它們是按照“連通容器里水位高度相等”的原理来进行指示水位的，所以称为直接指示式水位計。

（1）玻璃管式水位計。这种水位計的構造如圖 1 所示。玻璃管裝在考克壳的圓盤上，用橡皮墊卡紧在箍圈里。这种水位計的玻璃管是比較容易爆炸的；为了当爆炸时使工作人員不受灼伤或被玻璃刺伤，在考克中应裝有一种特別的球型塞（圖 2），当玻璃管破裂时，球型塞就自动封閉汽水的出口；在玻璃管的外側，还可加裝保护外壳，但必須注意保护

外壳不得妨碍水位的监视。

这种型式的水位计，除在压力较低的小容量锅炉上使用外，大容量锅

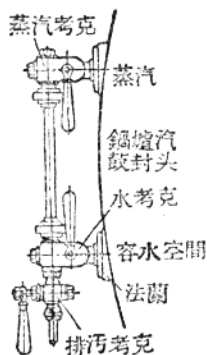


图 1 玻璃管式水位计

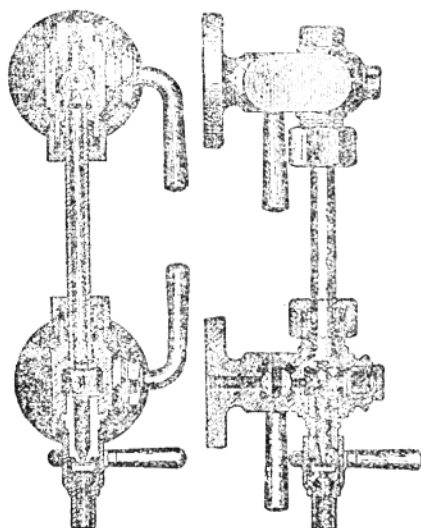


图 2 水位计考克剖面

炉很少采用。

(2)玻璃板式水位计。随着锅炉蒸汽压力和蒸汽温度的提高，玻璃管式水位计就不能很可靠地使用。因此，当锅炉蒸汽压力大于 $15-20$ 公斤/公分² 时，就应装置玻璃板式水位计，以代替玻璃管式水位计。因为这种玻璃的强度较高，同时，在耐受蒸汽和空气温度变化所产生的应力方面，也要优于玻璃管；所以，也就比较安全。

一般锅炉汽鼓均装用两个玻璃水位计。如果锅炉汽鼓直径较大，而且要求指示的范围也大时，则玻璃水位计必须加长；为了避免使用一个过长的玻璃水位计，通常就把两个玻璃水位计串联起来使用，以保证安全。两个串联的玻璃水位

計應該相互錯開，使接头处的水位也仍旧能看到(如圖 3)。

玻璃板式水位計的指示器，有單面和双面的兩種。

單面式水位計在指示器框內只裝有一塊厚玻璃板，玻璃板表面刻有凹槽，鑲在一个銅制的壳子內。玻璃与壳子的外部有一盖板压紧，用螺栓紧固。汽水通入指示器后，由于光綫的反射和折綫的緣故，在玻璃板特殊的刻度上，有水的地方就現出黑褐色，蒸汽部分則現出白色；这样，汽鼓中的水位就很明显地指示出来了(如圖 4 所示)。在鍋爐房光綫不足及汽鼓位置不

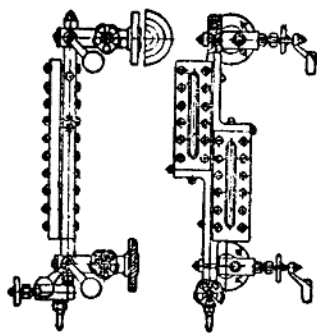


圖 3 串聯式玻璃水位計

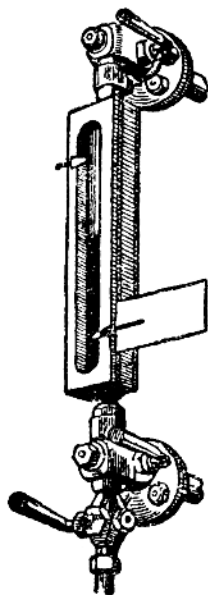


圖 4 單面玻璃板水位計

高的情況下，使用这种水位計較為适合。

双面式水位計和單面反射式水位計相似，不同的地方是用兩塊玻璃板鑲在金屬框的前后(圖 5)。玻璃板可用凹槽的，也可用平面的。在这种水位計上，由于灯光的照射，在汽水分界处便显示出鍋爐內的水位。

(3) 有色玻璃水位計。它的基本結構和普通玻璃板式水位計一樣，但汽鼓的水、汽分界面上、下部分在指示器中的

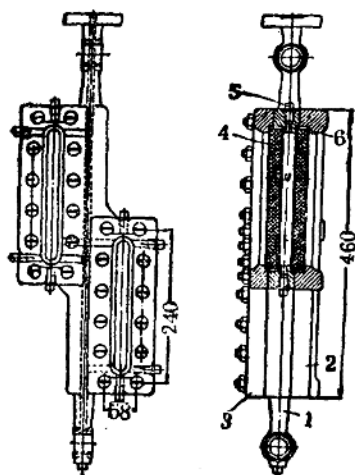


圖 5 双面玻璃板水位計
1—本体；2—前封蓋；3—后封蓋；
4—玻璃；5—堵頭；6—墊料。

反映都是有色的；即分界面以上(蒸汽部分)在指示器上反映成紅色；而分界面以下(爐水部分)在指示器上反映成綠色。

有色玻璃水位計的內部結構可從圖 6 上看出，整套指示器由本体、特殊的玻璃稜鏡、有色玻璃和照明裝置組成。指示器本体的骨架全部是鑄鋼的，和一般玻璃板式水位計相類似；所不同的是水位玻璃，它的斷面是平行四邊形的，其它各面為矩形。

水位玻璃嵌入中間鋼塊兩側，但不平行放置，而是成一角度，其間隙斷面為一梯形，因此，水汽間隙斷面即為梯形。兩端壓緊鋼板，用螺絲通過墊子將玻璃與中間鋼塊壓緊。對於高壓高溫鍋爐的水位計，在水位玻璃和中間鋼塊間要墊一層透明程度很好的云母片，隔開爐水、蒸汽與水位玻璃的接觸，以延長其使用壽命。

在指示器本体後面有一塊特殊形狀的稜鏡 3，它的截面如圖 6 所示。稜鏡上下兩邊相互平行，另邊則成圓弧形。把稜鏡裝入水位計時，它的一邊要嚴格地與相鄰的一塊水位玻璃 1 平行。稜鏡的右邊是有色水位計的最重要的部件——有

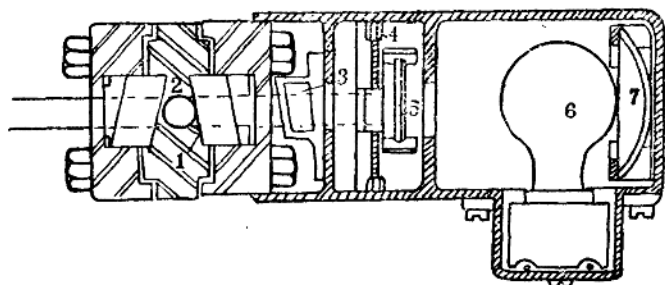


圖 6 有色玻璃水位計

1—水位玻璃；2—水汽間隙；3—特殊形狀的稜鏡；4—調整有色玻璃的螺絲；5—有色玻璃；6—照明灯泡；7—反射鏡。

色玻璃 5，它是整塊的双色玻璃。圖中的上截面是紅色，下截面是綠色。它用帶螺母的支架固定住，螺母是和可動的螺絲桿相連。當螺絲轉動時，它就平行於螺絲桿的軸綫上下移動。最右方是水位計的照明裝置，它主要由灯泡 6 和反射鏡 7 組成，前者為光源，後者為增強被照物體的照度。

有色玻璃水位計的作用原理是這樣的：照明灯泡 6 的光綫經由反射鏡 7 而在有色玻璃 5 上被增強；双色玻璃的紅色光綫和綠色光綫，經燈光照射，同時進入特殊形狀的透鏡 3，由於透鏡的折射（同時也由於不同波長的紅光和綠光的折射率不同，而有某些角偏差），使紅綠二光綫聚焦在水位玻璃間的梯形空隙，當此空隙無水時（即水位計中充滿蒸汽時），綠光偏向上方，被鋼墊擋住，而紅光經由水位計窗口透出，此時在水位計玻璃上只看到紅色；當此空隙有水時，它形成一個水的稜鏡（實際上在無水而只有蒸汽時，也有稜鏡作用，但蒸汽比水的稜鏡作用小得多），由於稜鏡作用，紅光被折射向下方，被水位計鋼墊擋住，同時綠光也向下折

射，由水位計窗口透出，此时在水位計的表面上見到綠色。因为水位計內在正常情况下同时有水和蒸汽存在，所以，指示出的也就有兩種顏色，顏色的分界处随鍋爐汽鼓內水位变化而改变。

第二节 云母式水位計

在高压高温的情况下，爐水及蒸汽中含有的碱度会侵蚀玻璃，使玻璃表面模糊，变得不透明。由于水位的指示不清，往往会發生鍋爐的缺水和滿水事故。因此，在高压鍋爐汽鼓上直接指示的水位計，大多采用云母水位計来代替玻璃

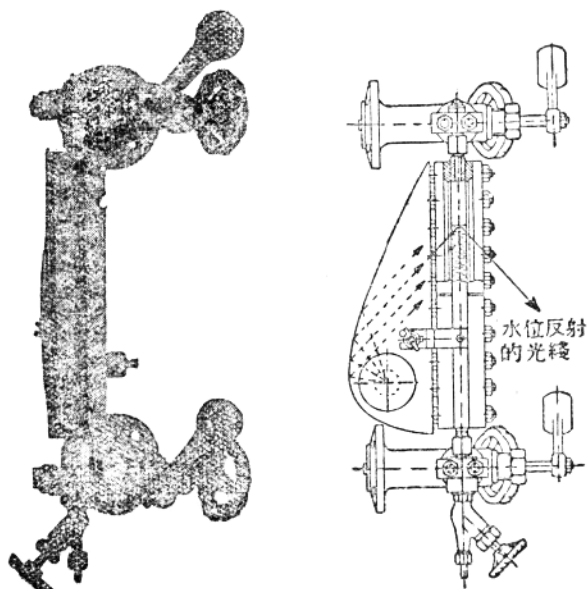


圖 7 云母水位計

水位計。这是因为云母具有抵抗含有碱性的爐水和蒸汽的侵蚀作用，同时，它在承受急剧的温度变化上，也比玻璃好得多。

云母水位計(圖7)由指示器、照明裝置和开关閥門考克三部分組成。

指示器与玻璃板式水位計的指示器相似，所不同的是里面的玻璃板被云母片代替了。云母片是用鋼質盖板压紧的(圖8)。为了使垫料压得均匀，以保持云母片严密地与鋼質盖板相贴合；因此，在盖板上向着云母片的一面和框子上的一面，都应该磨光。

水位計上使用的云母片，要經過仔細的挑选，一般是用白色或玫瑰色的，并且一定要透明的，要沒有斑点、弯曲和裂縫，才能使用。云母片的厚度是随着鍋爐压力的高低而相应地加厚的。在100大气压时，整个云母片的厚度最薄应采用1公厘，为了保持一些富裕量，实际上一一般采用到1.4公厘厚。如果云母片很薄时，就需要好几層才行，以达到規定的厚度。

由于采用的云母片很薄，水位計盖板上的观察縫就需要做得很窄，才能把它压紧。一般只有6—8公厘寬的縫；但在这个寬度下，不容易看清水位；因此，可將盖板的外面削成向內斜的观察縫，就可以較易看清水位。

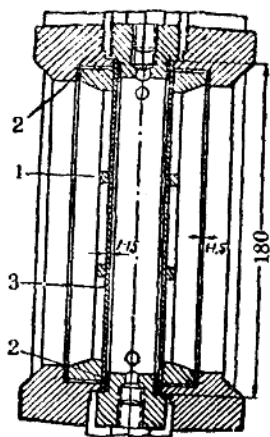


圖8 云母水位計的指示器
1—盖板；2—用厚度为1—1.4公厘的石棉橡膠板做成的垫料；3—云母片(5層，每層厚0.3公厘)。

云母片在运行中使用的时间，由爐水含鹽量、云母品質及冲洗次数来决定，一般在100大气压的鍋爐上可使用700—1500小时(大約等于1—2个月的时间)。在超过上述使用时期以后，应该重新拆装指示器，更换损坏的云母片。

由于云母的透明度比玻璃小，給監視水位带来了很大的不便；因此，在指示器的后部都加裝特制的强力灯光反射照明裝置。反射器有由下向上和由上向下的两种型式(圖9)。

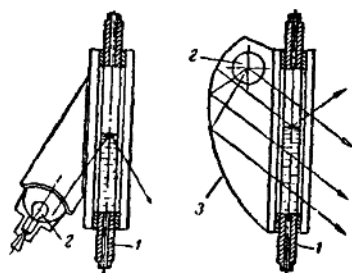


圖 9 水位計照明燈裝置

1—水位計；2—照明燈；3—反射器。

如果眼睛看到反射光綫投射到的地方，就可看見水位綫有光亮的斑点。如果光源佈置在指示器的上半部(蒸汽部分)，我們所看到的水位綫就是黑色的斑点。

开关閥門考克与玻璃

水位計一样，考克和針形閥是連接在一起的(圖10)。在开关的通道內，裝有用不銹鋼制成的直徑約为8—10公厘的鋼球1，以便在云母和玻璃破裂时起保护作用。

指示器在工作位置时，开关閥門2和考克3都处在开启状态。当云母(或玻璃)破裂时，具有高速度冲力的蒸汽和水，会将球压向閥座7，堵住了工作液体的出路。

在开关閥門的通道內有針狀閥盤；当閥門关闭时，針狀閥盤將圓球导入正常位置，这样就开启了閥座的孔。

为了在水位計排污时不使圓球堵塞通路，針狀閥盤的位置，应如圖10丁所示，这样可使圓球不致关闭閥座的孔。在圖10中的乙、丙和戊表示开关閥門針狀閥盤的不同位置。

第三节 低地位水位計

現代大型鼓式鍋爐的汽鼓，在鍋爐主控制台以上達10—15公尺的位置。這樣，僅有汽鼓上的直接指示的水位計是不夠用的，因為在進行鍋爐給水的遠距離控制時，運行人員對汽鼓上的水位計是不易看到的。因此，就需要在司爐的操作處裝置低地位水位計，以便於監視與調整鍋爐水位。低地位水位計，一般採用液柱差壓式和機械式兩種。有的鍋爐沒有裝置低地位水位計，而是利用反射裝置，將汽鼓上的水位計反射到鍋爐的主控制台處；這樣，也可以使鍋爐運行人員看清水位。

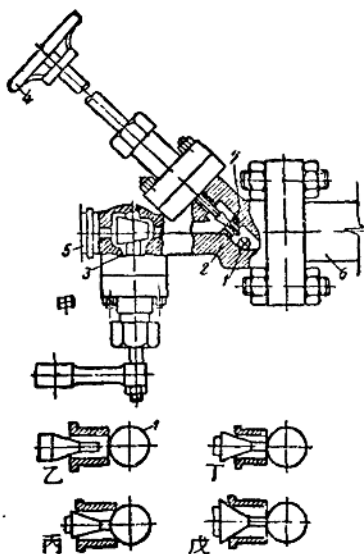


圖 10 水位計的考克和針形閥

甲、總裝配圖：1—鋼球；2—閥門外殼；3—考克；4—手輪；5—水位計的連通連接管；6—接到汽鼓的連通連接管；7—針形閥座；乙、針形閥在“開放”位置，水位計加入運行，針形閥盤與鋼球不接觸；丙、旋轉手輪0.65轉時針形閥的位置；丁、針形閥在“排污”位置，開啓從鍋爐汽鼓來的水或蒸汽的自由通路；戊、針形閥在“關閉”位置，針形閥的圓錐體嵌入襯套內。

一、差壓式水位計

差壓式水位計是利用流體靜力的原理，來指示鍋爐的水位的；測量系統由裝置在汽鼓上的水平衡容器和U型水位指示器兩個主要部分構成（參看圖11）。

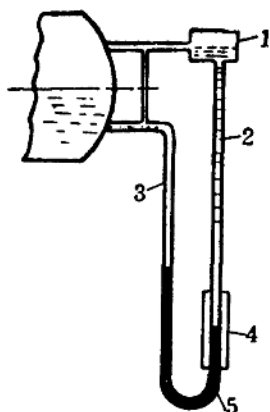


圖 11 差壓水位計原理圖

1—凝汽室；2—上連管；3—下連管；4—指示器；5—U形管。

水平衡容器是与鍋爐的汽鼓相連接的，上部連接管接在汽鼓的蒸汽側。蒸汽进入凝汽室1凝結成水后，就存在凝汽室內，直到与伸在凝汽室內連通管的頂端相平为止；繼續凝結的水就从此連通管經過容水側的連管回入汽鼓內。由于凝汽室內一方面凝汽，另一方面溢流，便能使凝汽器中的水位保持恒定；因而在上連管2內，由固定的水柱高度而产生了一个固定的靜压力。下連管3是与汽鼓的容水側相連接，在这里所产生的靜压力就不是固

定的了，而是随汽鼓內水位的升降而变化的。也就是說：当汽鼓內水位高时，所产生的靜压力就大；相反地，如果汽鼓內水位低时，所产生的靜压力就小。

从上面所述的可以知道，由于上連管2的靜压力是固定的，而下連管3內的靜压力是不固定的，且比上連管2低；这样，它們之間就产生了一个压力差。在水位正常时，压力差等于凝汽室內的水位綫（即溢水連管的頂端）和水位在汽鼓內的正常位置之間的距离。水位升高时，这个距离小了，它們的压力差也就減少了，U型管5中的工作液体就指示出高水位。相反地，水位低了，鍋爐內的水位綫与凝汽器水位綫之間的距离大了，它們的压力差也大，这时U型指示器中的工作液体也下降，指示出低水位了。

利用差压原理做成的低地位水位指器有重液式、浮子

式、磁力式和电磁式等几种。也有使用电阻式的，但不普遍。下面將它們的構造介紹一下。

(1)重液式水位計。重液式水位計，沒有机械的連接物，也沒有电气傳送系統，只用爐水作为傳送物。它的指示器是通过連管和水平衡容器相連接(圖12)。这样水位計的指示部分便和鍋爐連通了。

指示器的基本部分由一U型管組成，但在指示水位的一側，則做成与普通玻璃水位計相似的玻璃板或玻璃管指示器。指示器的下部充以液体，这种液体的比重要大于1小于2，和水不起混合作用，并有鮮明的顏色，同时还要有無毒、冰点低、沸点高、性質稳定及不易腐蝕金屬等性質。由于比重大于水，所以通常称为重液，因而这种水位計也称为重液式水位計。

这种重液是什么呢？国内一般电厂，多采用一种叫四氯化乙炔的化学藥品。四氯化乙炔在温度4--20°C时，比重为1.588，冰点为-44°C、沸点144°C、無毒、透明、不着火、不溶于水，对鋼鉄与銅类金屬不發生腐蝕，在常温下不和其他物質發生化学反应，也不易分解。除此之外，也有用二溴化乙稀、二溴化丙稀和二溴化丁稀的混合物(比重1.84)，以及三溴乙烷和苯的混合物(比重1.83)作为重液的。这些液体是無色的，使用前必須另外染色，多半是用紅色染料。經過染色后的重液放入水位計，重液与水的接触面就可以看得清楚。

这里，附帶說明一下：圖12中所示的指示器裝有兩只动作灵敏的自动小球关闭截門，以便玻璃破碎时自动关闭。但玻璃片遇到的只是鍋爐房温度，而不是蒸汽温度，因而它几乎是不会破碎的。虽然如此，但有了小球閥就能保证更加安