

保証小高爐 正常生产的土仪表

国家計量局編

科学技术出版社

前 言

各地計量工作者，在当地党委领导下，为鋼鐵元帅服务，深入現場，联系实际，解放思想，破除迷信，与工人同吃同住同劳动，走羣众路綫，創造了土、小高爐和轉爐上用的多种多样土仪表，使爐子由不出鉄到出鉄，由不正常生产到正常生产。因此人們往往把它譬喻成眼睛、爐子的医生，也有把它形容成体温計、听診器、X光透視鏡；总之，它能起到及时掌握爐况，指导生产的作用。尤其是目前全国已建立了一百几十万个土、小高爐，要提高产量和質量，座座爐子都迫切需要安裝一套仪表，使生产步步提高。

过去有些人認為，要把土、小高爐或轉爐武裝起来，需有精密的仪器、复杂的計算，技术很神秘，一般人不能掌握。但事实証明并不困难。依靠羣众的集体智慧，終于創造了土仪表，可以就地取材，因地适宜，以土代洋，效果很高，制造簡單，花錢不多，使用方便，任何人都能很快掌握，使爐子生产走向正常化。

土仪表是在“小、土、羣”中大鬧技术革命的成果，不仅是实现了給鋼鐵元帅戴上望远眼，也給各个部門研究仪表工作者指出一条寬闊的道路，同时也教育了那些“条件論”者。

这次在常州召开的全国計量工作第二次現場會議上，共展出了各地运用的 84 种土仪表。为了进一步發揮它們的作用，經過大会小組代表，部分省市冶金局、第一机械工業部第一局、中华人民共和国科学技术委员会仪器組、有关科学研究所、北京鋼鐵学院等 22 个單位 35 人参加研究选择定型，选出了几种比較好的仪表。本書就將这几种土仪表的資料彙編在一起，可供讀者学习、参考、推广、使用。

目 次

前言

土仪表在小高爐生产中的作用	1
土仪表好比指导員	5
測量風量、風压的土仪表	7
測量高溫的光学土仪表	11
測量高溫的非光学土仪表	33
化学分析土仪器	41
关于風量、風压測量仪表的初步意見	46
关于土光学高溫計选型的初步意見	49
关于非光学高溫計选型的初步意見	53
怎样从風量、風压、風溫測定中及早發現土高爐的毛病	55
附录：不同管道直徑（80—130毫米）的压差和流量的換算表	61

土仪表在小高爐生产中的作用

仪表的作用

在小高爐上所安裝的土仪表，主要是供操作的参考和保护設備用的，虽然测量的参数少，但很重要。

小高爐生产是比较复杂的，影响爐子正常的生产的因素很多。根据小高爐操作人員切身的經驗体会，高爐設備、原料等只占全部因素的50%，还有一半是和合理的供風和操作有关。

怎么来保证合理的操作呢，这就要求测量仪表来起作用。操作人員有了测量仪表，就像多了一双眼睛，能及时發現問題，正确的判断出問題的性質，以便于采取有效措施来加以处理，最后保证爐子的順行。

沒有測量設備爐子是否能够生产呢？当然可以，事实上过去和現在都有許許多多的爐子並沒有安裝什么測量設備，他們从風口的亮度、渣量、鉄量、渣的性質来掌握爐况，也同样可以煉出鉄来。問題就在于怎样才能更好的生产，尽早的發現爐况的变化，减少故障，从而提高产量和質量。关于這個問題，从某地一位煉鉄营長的講話中可以得到充分的說明，他說：“在我們那里有許多爐子現在看起来是不应当停爐的，而当时由于沒有測量設備，不能作出正确的判断来，結果不应当停的爐子也只好停下来了。”

另外，一些不知道性能或名牌性能与实际性能不符的設備，也可通过計量設備来鑑定，因而得到合适的应用。这一点虽然

不是冶煉操作上有直接關係的問題，但在大躍進的情勢下，却是大有實際意義的。

如何通過測量儀表來掌握爐況

高爐的故障種類很多，一般比較嚴重的是：（1）爐缶凍結，（2）懸料，（3）結瘤，（4）形成氣柱。

任何一種故障，絕不是一下子就會形成的，它有它的發生、發展，一直到形成的一個過程。爐子有了熱工儀表設備，就可以在故障尚未形成之前，預先觀察得到它的發展趨勢，處理得及時，就可以避免或減少故障的發生。看風口或觀察渣、鐵的性質，對於判斷故障的性質和故障形成的程度是起決定性作用的。但由於它的預見性不夠，還是應當與儀表配合起來。下面就各種故障的形成與儀表的變化情況來分別談一下。

（1）爐缶凍結 爐缶凍結這種故障，在有一些情況下是開爐尚未正常就發生的，他的原因也很多，如烘爐溫度不夠，爐底潮濕，裝料不當等。這裡談的是指生產進行中的故障，在生產進行中造成爐缶凍結的事故之先，一般是在“坐料”或“崩料”之後，或預先出現“爐冷”，“崩料”時，一般風壓風量都波動很大，料綫、爐頂壓力也隨之波動，爐頂溫度雖然波動幅度小一些，但也表現不穩定，從風口也能觀察出風口忽明忽暗。

“爐冷”時一般是風量增大風壓減小，爐頂壓力不穩定，爐頂溫度逐漸下降，下料速度增快，從風口看有較小的生料下入爐缶、風口漸暗，發現以上象徵後，若不及時處理，最後就會釀成爐缶凍結的故障。

（2）懸料 懸料的故障又分為兩種情況：一種是熱懸料，一種是冷懸料。冷懸料時出現在“爐冷”之後，爐冷的現象在儀表上的反應已經在上面講了。在那些現象之後，接着出現風量很快地下降，風壓急驟地上升，而且呈現較大的波動，爐頂壓

力降低，溫度也降低，下料慢或不下料，風口活動小或不活動，風口掛渣。

熱懸料時，一般發生在“爐熱”之後，“爐熱”在小高爐上雖然不常見但也是有的。“爐熱”時儀表上的反應是風壓逐漸升高，風量降低，爐頂溫度升高、爐頂煤氣壓力開始有些升高，到熱懸料時即開始降低，下料速度緩慢，一直到不下料。熱懸料與爐熱時儀表的反應基本一樣，但上述變化比較快一些。熱懸料與冷懸料時，風壓都表現上升，但熱懸料風壓變動不大，這是不同的地方，此外爐頂溫度也不一樣。

(3) 結瘤 結瘤時，儀表的反應主要是風壓風量都表現不穩定，有時發生崩料，爐身周圍溫度相差懸殊，結瘤的部位溫度低。

(4) 形成氣柱 在形成氣柱前，往往先出現局部下料。局部下料時，開始風壓有些升高，風量有些減低，但不明顯，爐頂壓力和溫度均表現上升。如果局部下料在靠近爐牆的地方，那麼爐身周圍溫度也表現不均，料綫表現一高一低，到比較嚴重而形成氣柱時，由於阻力的減小，又表現風壓降低，風量增高，爐頂壓力溫度也隨之升高。

上述根據儀表判斷爐況的方法，只是提供參考。要作正確的判斷，必須綜合各方面因素。看風口、看鉄水、看渣，仍然是很重要的，它和儀表起相輔的作用。

關於熱風溫度的測量，上面很少提到，這是因為熱風溫度在操作上並不能直接反映某一故障。一般是希望把風提高到可能高的溫度，並希望把溫度穩定下來。主要是要求熱風給爐內帶進去一些熱量。當溫度不能滿足要求時，操作人員可以根據儀表上的變化來改變其它因素（如配料）來適應爐子的要求。在處理事故時有時也要將它降低或升高一些。因此測量還是復

必要的。

如何使用仪表檢查輔助設備的故障

在小高爐上的輔助設備，一般只有風機和管式熱風爐，這兩部分的故障也可以通過仪表檢查出來。當發現熱風壓力和熱風流量同時降低，那就可以肯定毛病一定出在供風的設備上。若發現冷風流量、壓力也同時降低了，那就可以進一步肯定故障是在風機或動力傳動等設備上。若檢查冷風流量壓力都正常，或流量稍微大一些，壓力稍微低一些，那就可以肯定毛病出在熱風爐上，是熱風管燒壞了，漏風，或爐內熱風管漏風。

有的小高爐上裝有熱風爐頂的測溫裝置，這種設備一方面可以保護熱風爐拱頂及熱風管，使它不至因溫度过高而燒壞。也可以用它的讀數與熱風溫度比較來判斷熱風管外面所積的灰的厚度。在正常情況下，一定的熱風爐溫度，一定的風量，熱風溫度也是在某一個變動不大的範圍之內的。如果風量未變，熱風爐的溫度也正常，可是熱風溫度升不上去，那就說明熱風爐該清除積灰或修爐了。

關於小高爐的測量儀器的問題

在土爐子上，大家的意見是一致的，就是三根玻璃管，熱風溫度、壓力、流量的測量。在小高爐上大家的意見，只是基本上一致，一致認為必須測的是：（1）高爐爐頂溫度，（2）高爐爐頂壓力，（3）熱風溫度，（4）熱風壓力，（5）熱風流量，（6）冷風壓力，（7）冷風流量（可臨時測）。有的同志提出熱風爐的溫度、高爐爐身下的溫度、熱風爐煙道溫度、高爐爐身溫度，也需多測。我們認為現在沒有必要把測量點絕對地定型下來，可以根據各地的具體情況，根據需要和可能來自行決定測量點的增減。不過我們建議關於爐身溫度的測量，可以採取予埋電阻絲或予埋銅絲，用指示燈或測電阻的辦法，來判斷爐

變的侵蝕情況。

現在各地已經建成許多小高爐，很多小高爐已經自己買了一些測量設備，也有一只熱電偶對應一個毫伏計使用的，為了有效的利用設備，建議在可能的條件下，最好一個小高爐只用一個毫伏表，用開關輪流着配合熱電偶來測量。

(全國計量工作第二次現場會議技術小組)

土儀表好比指導員

“土儀表好比指導員”這句話，是江蘇常州天寧區煉鐵團技術處主任祝一鳴同志和該團工人們給土儀表（指土制風量、風壓和風溫測量儀表）的評價。他們說：“儀表就像指導員，有了指導員在旁邊就什么都不怕了。”那麼土儀表究竟起哪些作用呢？該團湯團長、祝主任和工人同志們都有深刻的體會。

第一、土儀表能及時地、正確地反映爐內情況，使爐前工能及時發現爐子的“毛病”，及時採取措施，“對症下藥”，防止“毛病”發展嚴重，以致難“醫”。但是，在未裝土儀表以前，爐子發生了“毛病”，往往找不出原因，普遍存在出鐵不正常，煤耗較高，爐壽短等情況。比如，該團四營 24 號爐爐長說：過去爐內發生搭橋、滿渣、漏風、爐底凍結等情況，我們費了很大的力量也找不出原因。三營金爐長說：過去 13 號爐很不正常，出鐵時，渣鐵不分，但是“毛病”在哪裡？我們就沒有找出原因。安裝土儀表以後，情況又怎麼樣呢？金爐長在談他的體會時說：“從爐子的表面看還很好，但爐內有了“毛病”你却看不出。裝上土儀表來測量，就如通過搭脈的道理一樣，可以及時知道爐子內的病。”他說：“儀表還能解決另一個很大的問題，

現在全民大搞鋼鐵，土高爐到處都是，燒煤供應不足，常常要燒碎煤，但是碎煤最易引起搭橋、塞堅……等情況。爐況更難掌握。有了土儀表，它能隨時告訴我們爐內的風量、風壓、風溫情況，這一困難就克服了。”24號爐爐長說：“有了儀表，爐長也好做了，因為爐子有了毛病，主要靠爐長解決。有了儀表，只要我們經常注意着它，就能保證正常出鉄。有一次，熱風管壞了，儀表上馬上反映出風量低，風壓也低。我發現後，立即採取措施，換上一個熱風管，儀表上風量、風壓馬上就恢復了正常。”另一個爐長說：“我是一個老粗（指不識字），但是，我掌握了儀表上的三道防綫（指風量、風壓、風溫正常讀數或偏高讀數與偏低讀數）後，我就知道爐子的毛病出在那裡了。”祝主任說：“過去對一只馬達究竟能開几只爐子，沒有把握，現在有了儀表，就能看出風量足不足，心中有數，指揮也自如了。”

第二、由於土儀表能及時反映爐子的變化情況，爐前工能及時發現毛病，採取措施，及時搶救，因而使爐子的損傷率大大降低，爐子的壽命能夠延長，出鉄量就大大增高，同時煤耗也降低了。湯團長曾告訴我們一個這樣的例子，他說：“裝上土儀表以後，爐子損耗率大大減小，一般的壽命都比過去延長5天以上，有的達到10天以上，出鉄量有的爐子達到八、九千斤，有的已超過萬斤。”他說：“以前開42只爐，日產量只5噸左右，而現在開28只爐，日產量高達20噸左右。同時煤耗量也比過去降低了三倍左右。

看來，土儀表的確能起到及時掌握爐況，指導生產，從而大大促進鋼鐵生產的作用。所以工人們把土儀表看成自己的眼睛，感到沒有它，就像瞎子一樣。這樣的比喻是不無道理的。但是，土儀表的這種作用還未被人們認識以前，也難免有人抱着

半信半疑的态度来对待它。祝主任曾經举过这样的例子：四营9号爐爐長李洪大在爐子裝上仪表之初，就是半信半疑的。有一次發現風管發黑，而仪表很正常。在50分鐘以后，風管仍旧漆黑，而仪表还是正常。这时他怀疑，仪表会不会失效呢？于是拿起鉄钎通了一下爐子，但爐內很松，情况正常。他为什么要通？因为过去他們每隔5、6分鐘就要通一下爐，現在改为50分鐘左右通一次，虽仪表反映正常，他仍不放心。但是他这种怀疑，經過他自己反复几次試驗以后，得出了結論：只要仪表上反映正常，風管發黑也用不着去通，應該相信仪表的作用。相反，多通風管还有两个坏处：（1）冷鉄钎通爐，会使爐溫降低，經常揭盖子，冷空气侵入爐內，也会使爐溫下降；（2）多通了容易發生“坐料”和“塞堅”事故。

难怪，工人們都異口同声地說：“土仪表好比 指导員，有了它就什么都不怕。因为它反映爐內情况及时、准确、灵敏，我們操作起来胆子就大了，爐子的毛病容易發現了。这会才算真正把爐子管起来了。”

測量風量、風压的土仪表

动 压 管

用途：裝在風管上，連接U形管压力計，測量風量、風压用。

構造：由两个管子組成（圖1），一为全压管，一为靜压管。全压管一端弯成90度角的形狀，弯头長度应約为管外徑的5倍或更多些。弯头端部最好做成圓球形。直杆部分長度，用

于冷风管上时，可以短些；用于热风管上要长些。如果热风温度为 500°C ，露出在热风管上面的一段，最好在300毫米以上。这样，就可以不要另加冷却装置，接上橡皮管和U形管压力计联起来。静压管为一直管，长度和全压管的直杆部相等。动压



圖 1 全压管、静压管

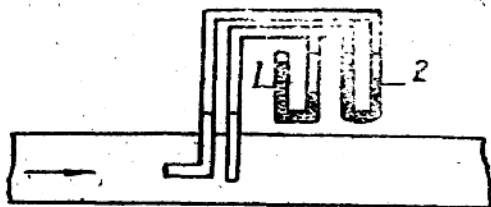


圖 2 动压管的裝置

管的外徑，約為4—10毫米，內徑不宜大於外徑的一半，約為2—5毫米。內外徑越大越不准；內徑太小，阻力大，也會影響準確性，而且容易堵塞。制管材料用玻璃、鐵管、鐵皮都可以，主要是以就地取材為原則。如用玻璃管制，並且是準備裝在熱風管上，就要考慮玻璃耐溫程度是否高於熱風溫度。

安裝方法：動壓管要裝在一段直的風管上，並須與風管垂直，管口要位於風管道的中心線上，全壓管口對着氣流方向，在朝着管口一端，應有5—10倍風管直徑長的一段直管。用兩個U形管壓力計按圖2的方法和動壓管聯接起來，這樣U形管1和2分別表示氣體的靜壓和靜壓與全壓的壓力差。靜壓表示的值，代表風壓，風量可由壓力差計算出來（見附錄）。

U形管壓力計

用途：它和動壓管或孔板結合使用，可指示出風量、風壓。

構造：用一根玻璃管彎成（圖3），或用兩根直玻璃管在

下端用膠皮管連接做成。管的長度，視所測的壓力大小而定，最好在1米以下，不宜超過1.5米，太長，安裝讀數不便，容易破斷。在必需超過1.5米的情況下，要用兩根玻璃管聯在一起。管內灌水時，內徑可為6—8毫米，管壁厚1—1.5毫米；灌水銀或其他較值錢的液體時，內徑應小些，可為3—5毫米，管壁也要厚一點，不要薄於1.5毫米，這樣一方面節約液體用量，一方面防止破裂，但必須注意，內徑越小，越容易發生誤差。

U形管要裝在木板上，以防止折斷。如能在木板上挖一淺槽，把玻璃管嵌入一半，那就更好。分度以毫米為單位，可利用座標紙（或將分度印於紙條上制成），貼於木板上，緊靠著玻璃管，並塗上油脂，以防潮濕。灌入工作液體（有顏色的水或其他液體）到管長一半，在水平面處，定為分度的零點。如果U形管用以指示風量時，也可預先根據具體條件把壓力數值換算成風量數值，就在分度上直接標出以立方米表示的風量數值，這樣使用時就更方便。

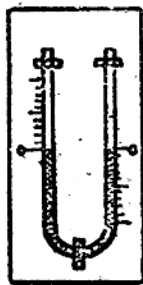


圖 3 U型管

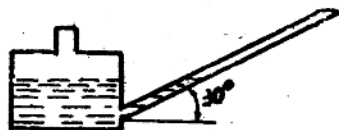


圖 4 斜管微壓計

斜管微壓計

用途：能測量較小的壓力或壓力差，用以指示風量，有較高的精確度。

構造：由一口小而容積相當大的容器和一根斜玻璃管組成（圖4），斜管是裝在容器的一側靠近底部處，與容器聯通，它和水平所成的角度，可採用30度。容器用鐵皮或竹木製成均可。斜管分度也是用毫米做單位，或者同時標明流量單位刻度。

使用方法：將容器上的小口接通全壓管，斜管接通靜壓管。斜管上表現出的毫米水柱數（ h ），應按下式換算成直立水柱高的毫米數（ H ）：

$$H = h \sin 30^\circ = \frac{1}{2} h.$$

風動片風量計

用途：用於土高爐測定風量。因為不用U形管，所以，可以解決缺乏玻璃管和膠皮管問題，也就沒有了工作液體的防凍問題。

構造：如圖5所示，在一段直的管道上或一段專用鐵筒上裝一轉動軸，軸的一端彎成90°度角，銼尖，作為指針；另一端也做成彎頭，防止軸自管壁脫出，再加一鐵皮蓋嚴，以免由軸

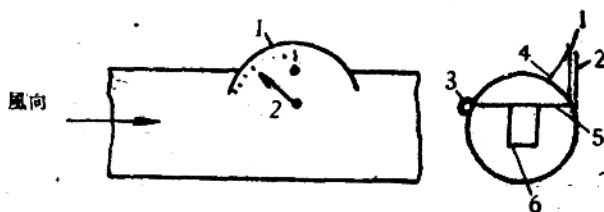


圖5 風動片風量計

1. 刻度盤；2. 指針；3. 防止漏風的鐵皮；4. 支撐鐵片；5. 轉動軸；6. 風動片
孔處漏風。在鐵管上對着指針處，安一刻度盤，盤後支以鐵片。軸的中部裝一鐵片制的風動片，銼半。風動片的尺寸，隨爐子所要求的風量大小而不同，在1.5立方米土爐上，可採用

厚 1.5 毫米、寬 10 毫米、長 40 毫米的鉄片。轉動軸可用約 4 毫米粗細的鉄絲，裝在管的上部，距離管頂約半管直徑處。

刻度盤的定點工作，可按照下述方法進行。把各個另件在風管上裝好後，同時在風管上裝上動壓管風量計，有意識地以大小不同的速度開動鼓風機，通過 U 形管壓力計的表示值，計算出風量來，即在刻度盤上就指針所指各點標明相應的風量。或者在具體操作中，把生產正常時的風量和不正常時的風量，在盤上刻記下來，如刻出：小、稍大、正常、大、最大等五點，使用時，也就可以解決問題了。

注意事項：1. 安裝時，離爐子越近，所測定的風量越真實；2. 定點刻度，最好在生產中進行，才能得到準確的表示值；3. 使用時，經常要對零點；4. 用於熱風測量時，風動片不能用普通錫鋅，而要用其他方法固定在轉動軸上。

* * *

測量高溫的光學士儀表

光絲（隱絲）高溫計

土光絲高溫計

濰坊土光絲高溫計是由山東濰坊柴油機廠計量室唐文森等同志所創制，並在生產過程中經過工人同志們的幾次改進。現在已由濰坊度量衡合作工廠大量生產。

這種儀器製造簡單，一般工廠都能製造，只用一個電阻，三截大小不同的鉄筒，二塊大小不同的 5 倍放大鏡，一塊帶紅色玻璃片，一個手電筒，一個分度牌等材料就可製成。

高溫計的原理是：筒內灯泡通上電流後，燈絲就會發出一

定的光亮。然后，用电阻来调整灯丝亮度和爐子里的溫度比較。爐子里的溫度越高，火焰越亮，那么灯泡也应越亮。当二者亮度一样时，就可以測出爐溫的高低。其所測溫度由700—1,700°C 都可以，誤差不超过 20 度。

这种仪器的特点是：(1)精度准确，(2)使用輕便（洋光学高温計全重是九斤半，而这种高温計只有1斤），(3)操作簡單，一般工人都能使用。

整个仪器分两个系統：一个光学系統，一个电路系統（如图6）。光学系統由放大鏡(1)(2)及紅光片(3)組成。它主要起放大作用和濾光作用。电路系統，由电源(7)（兩节電池）、小灯泡(4)、滑綫电阻(5)及接触头(6)組成，并用电綫串連起来。

仪器的構造如图7。

物鏡用市售 5 倍放大鏡直徑50毫米的，目鏡用市售 5 倍放

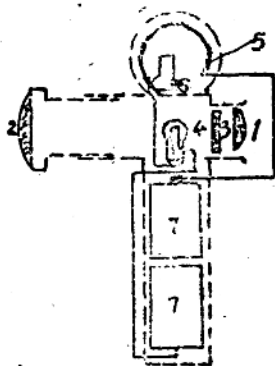


圖 6

1, 2. 放大鏡；2. 紅光片；4. 小灯泡；5. 滑綫电阻；6. 接触头；7. 電池

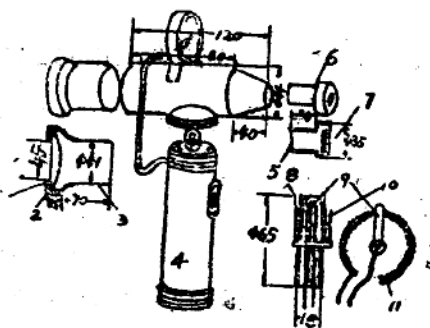


圖 7

1. 物鏡（外徑50）；2. 手电筒头部；5. 鉄皮筒；4. 手电筒；5. 目鏡（5倍放大鏡）；6. 目鏡筒；7. 紅玻璃；8. 調節柄；9. 接触头；10. 指針；11. 电阻絲（長1米，30 欧姆）。

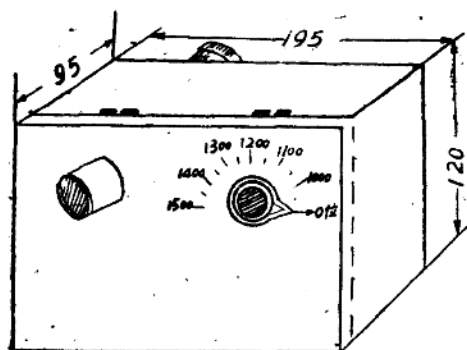


圖 8 簡易光学高溫計的外形

使用时应注意：

(1) 在測溫度前应先調整物鏡与目鏡，直到能看清被測物与灯絲为止。

(2) 電池里的电由于經常使用就要减少，这样就会影响測量結果的准确性。所以在使用前应先对一下是否合乎要求。如一般灯絲有微弱的紅光时，即表示溫度达 800°C (起点)。

但是，如果電池使用时间过長，电能消耗过多，即使把指针对在 800°C ，灯絲也不会亮，这时就应该換電池。

大鏡直徑 29 毫米的；電池部分用手電筒；灯泡用 2.5 伏灯泡；电阻絲用錳銅絲或鎳鉻絲，前者电阻最好为 20 欧姆；紅色濾光片放在目鏡前面；刻度盤分度时要用光学高溫計对照。

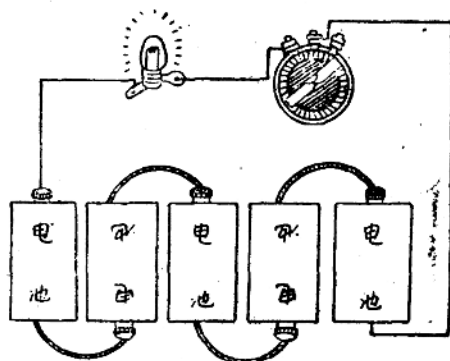


圖 9 簡易光学高溫計电路圖

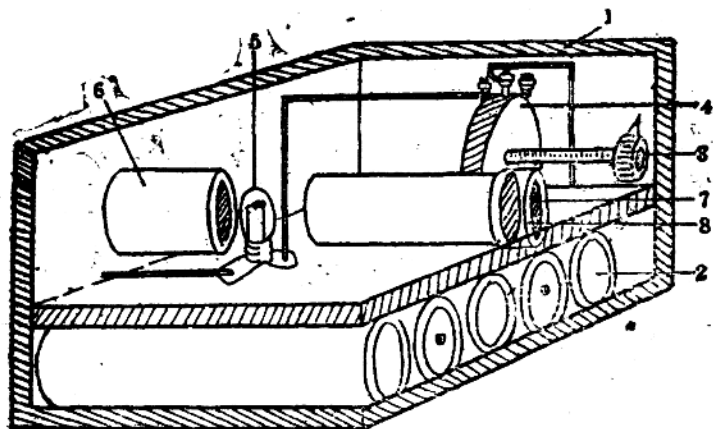


圖 10 簡易光学高溫計的内部机构:

- 1.木匣; 2.電池; 3.旋鈕; 4.电位器(可變電阻); 5.小燈泡(6.3伏特); 6.望遠鏡的物鏡; 7.望遠鏡的目鏡; 8.紅色濾光片

簡易光学高溫計

簡易光学高溫計(圖 8)是根據上海綜合儀器廠出產的光学高溫計的原理,結合山西省土高爐建築的情況,加以簡化後製造的。簡易光学高溫計的組成部分、使用方法以及优缺点如下。

一、構造:

1.目鏡和物鏡:是用小孩用的玩具望遠鏡改成,它在簡易光学高溫計上起着望遠鏡的作用,可以將小燈泡的燈絲和被測量的鐵水亮度看清楚,便于準確地測量溫度。

2.紅色濾光片:是把普通紅色玻璃切圓後,裝置在目鏡片的後邊,它在簡易光学高溫計上能夠保證在測量溫度時透過一種單色的亮度,並起着保護人的眼睛作用。

3.小燈泡:用的是無線電指示燈泡(電壓 6.3 伏),用它