

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，經过大会小組代表，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 人参加研究选样定型，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

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

不是冶煉操作上有直接关系的問題，但在大躍進的情勢下，却是大有实际意义的。

如何通过測量仪表来掌握爐况

高爐的故障种类很多，一般比較严重的是：（1）爐缶冻结，（2）悬料，（3）結瘤，（4）形成气柱。

任何一种故障，絕不是一下子就会形成的，它有它的發生、發展，一直到形成的一个过程。爐子有了热工仪表設備，就可以在故障尚未形成之前，預先观察得到它的發展趨勢，处理得及时，就可以避免或减少故障的發生。看風口或观察渣、鉄的性質，对于判断故障的性質和故障形成的程度是起决定性作用的。但由于它的預見性不够，还是应当与仪表配合起来。下面就各种故障的形成与仪表的变化情况来分別談一下。

（1）爐缶冻结 爐缶冻结这种故障，在有一些情况下是开爐尚未正常就發生的，他的原因也很多，如烘爐溫度不够，爐底潮湿，裝料不当等。这里談的是指生产进行中的故障，在生产进行中造成爐缶冻结的事故之先，一般是在“坐料”或“崩料”之后，或預先出現“爐冷”，“崩料”时，一般風压風量都波动很大，料綫、爐頂压力也随之波动，爐頂溫度虽然波动幅度小一些，但也表現不穩定，从風口也能观察出風口忽明忽暗。

“爐冷”时一般是風量增大風压减小，爐頂压力不穩定，爐頂溫度逐漸下降，下料速度增快，从風口看有較小的生料下入爐缶、風口漸暗，發現以上象征后，若不及时处理，最后就会釀成爐缶冻结的故障。

（2）悬料 悬料的故障又分为兩种情况：一种是热悬料，一种是冷悬料。冷悬料时出現在“爐冷”之后，爐冷的現象在仪表上的反应已經在上面講了。在那些現象之后，接着出現風量很快地下降，風压急驟地上升，而且呈現較大的波动，爐頂压

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

壁的侵蝕情況。

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，用開關輪流著配合熱電偶來測量。

(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，就能保證正常出鐵。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，出鐵量就大大增高，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，出鐵量有的爐子達到八、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30分鐘以后，風管仍旧發黑，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“塞紧”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：由兩個管子組成（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

于冷風管上时，可以短些，用于热風管上要長些。如果热風溫度为 500°C ，露出在热風管上面的一段，最好在300毫米以上。这样，就可以不要另加冷却裝置，接上橡皮管和U形管压力計联起来。靜压管为一直管，長度和全压管的直杆部相等。动压

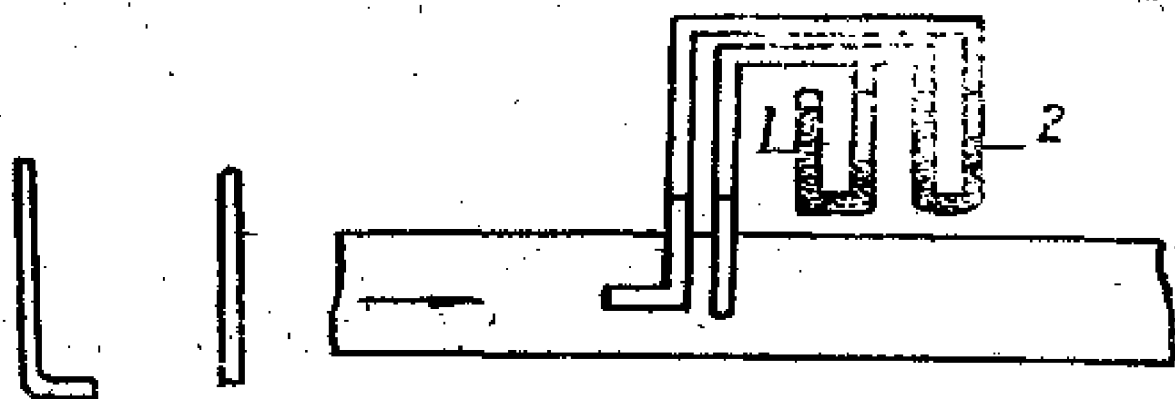


圖 1 全压管、靜压管

圖 2 动压管的裝置

管的外徑，約为4—10毫米，內徑不宜大于外徑的一半，約为2—5毫米。內外徑越大越不准；內徑太小，阻力大，也会影响准确性，而且容易堵塞。制管材料用玻璃、鉄管、鉄皮都可以，主要是以就地取材为原則。如用玻璃管制，并且是准备裝在热風管上，就要考虑玻璃耐溫程度是否高于热風溫度。

安裝方法：动压管要裝在一段直的风管上，并須与风管垂直，管口要位于风管道的中心綫上，全压管口对着气流方向，在朝着管口一端，应有5—10倍风管直徑長的一段直管。用两个U形管压力計按圖2的方法和动压管联接起来，这样U形管1和2分別表示气体的靜压和靜压与全压的压力差。靜压表示的值，代表風压，風量可由压力差計算出来（見附录）。

U形管压力計

用途：它和动压管或孔板結合使用，可指示出風量、風压。

構造：用一根玻璃管弯成（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

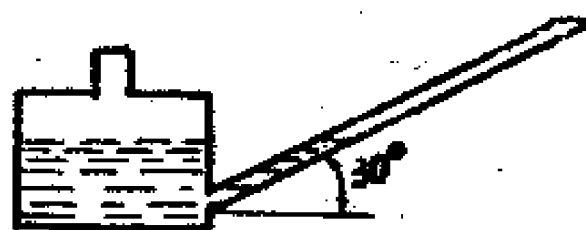


圖 4 斜管微壓計

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：由一口小而容积相当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处，与容器联通，它和水平所成的角度，可采用30度。容器用鉄皮或竹木制成均可。斜管分度也是用毫米做單位，或者同时标明流量單位刻度。

使用方法：將容器上的小口接通全压管，斜管接通靜压管。斜管上表現出的毫米水柱数(h)，应按下式換算成直立水柱高的毫米数(H)：

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

風动片風量計

用途：用于土高爐測定風量。因为不用U形管，所以，可以解决缺乏玻璃管和膠皮管問題，也就沒有了工作液体的防冻問題。

構造：如圖5所示，在一段直的管道上或一段專用鉄筒上裝一轉动軸，軸的一端弯成90度角，銼尖，作为指針；另一端也做成弯头，防止軸自管壁脫出，再加一鉄皮盖严，以免由軸

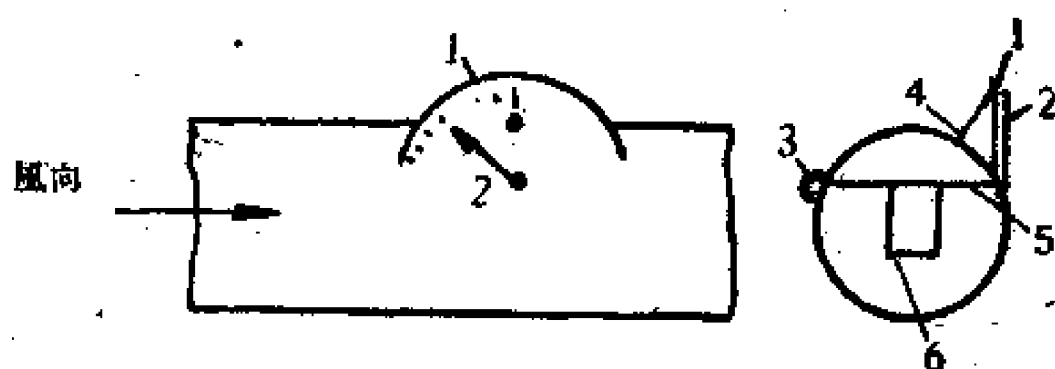


圖5 風动片風量計

1. 刻度盤；2. 指針；3. 防止漏風的鉄皮；4. 支撐鉄片；5. 轉动軸；6. 風动片
孔处漏風。在鉄管上对着指針处，安一刻度盤，盤后支以鉄片。軸的中部裝一鉄片制的風动片，銼牢。風动片的尺寸，隨爐子所要求的風量大小而不同，在1.5立方米土爐上，可采用

厚 1.5 毫米、寬 10 毫米、長 40 毫米的鐵片。轉動軸可用約 4 毫米粗細的鐵絲，裝在管的上部，距離管頂約 $\frac{1}{4}$ 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，三截大小不同的鐵筒，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，筒內燈泡通上電流後，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（洋光学高溫計全重是九斤半，而这种高溫計只有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

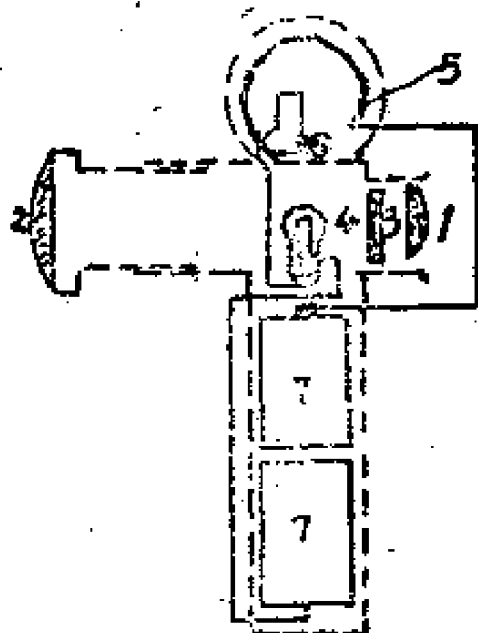


圖 6

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

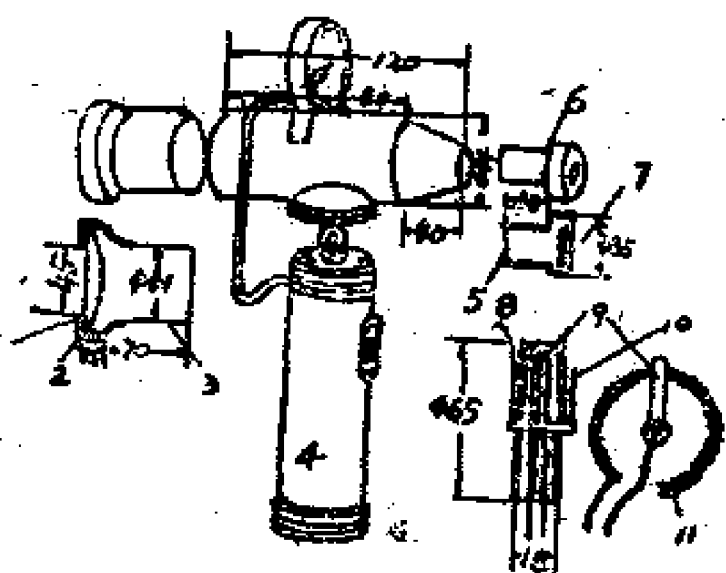


圖 7

1. 物鏡（外徑50）；2. 手电筒头部；3. 鉄皮筒；4. 手电筒；5. 目鏡（5倍放大鏡）；6. 目鏡筒；7. 紅玻璃；8. 調节柄；9. 接触头；10. 指針；11. 电阻絲（長1米，30欧姆）。

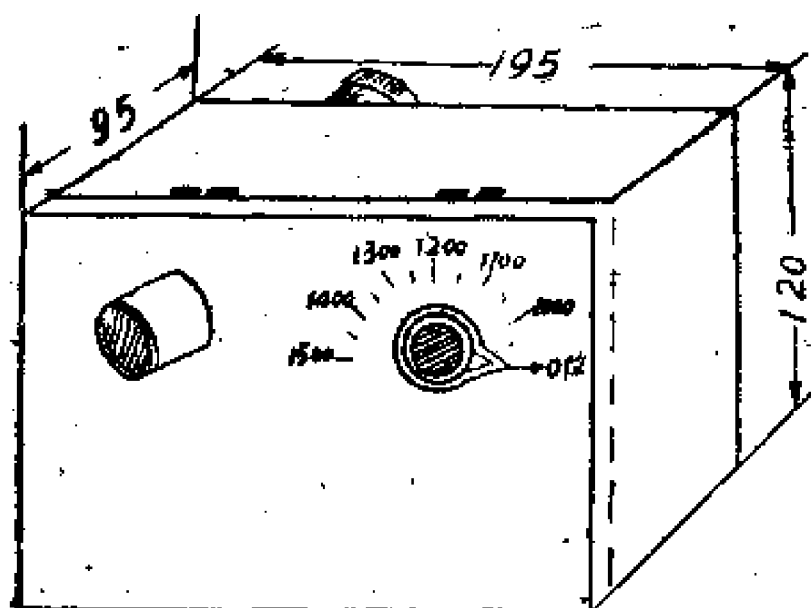


圖 8 簡易光学高溫計的外形
使用时应注意:

(1) 在測溫度前应先調整物鏡与目鏡，直到能看清被测物与灯絲为止。

(2) 电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，如果电池使用时间过長，电能消耗过多，即使把指针对在 800°C ，灯絲也不会亮，这时就应该换电池。

大鏡直徑 29 毫米的；电池部分用手电筒；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。

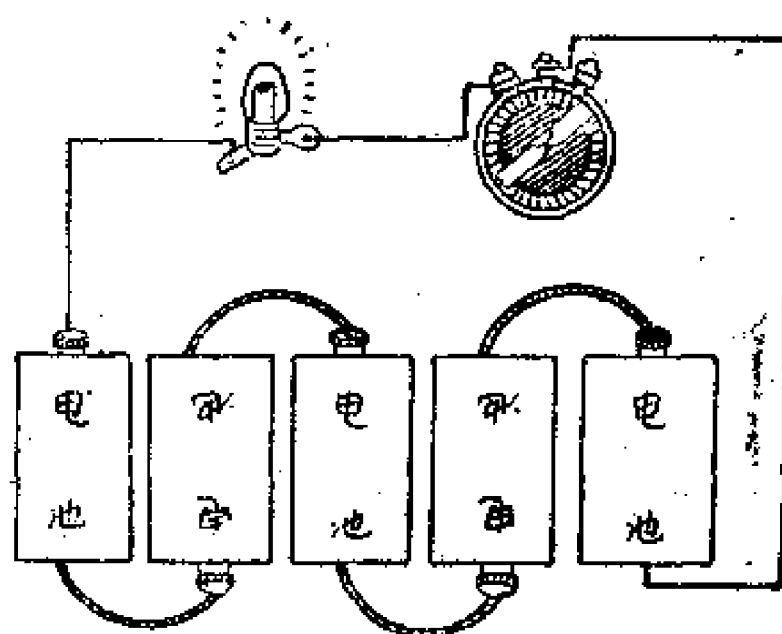


圖 9 簡易光学高溫計电路圖

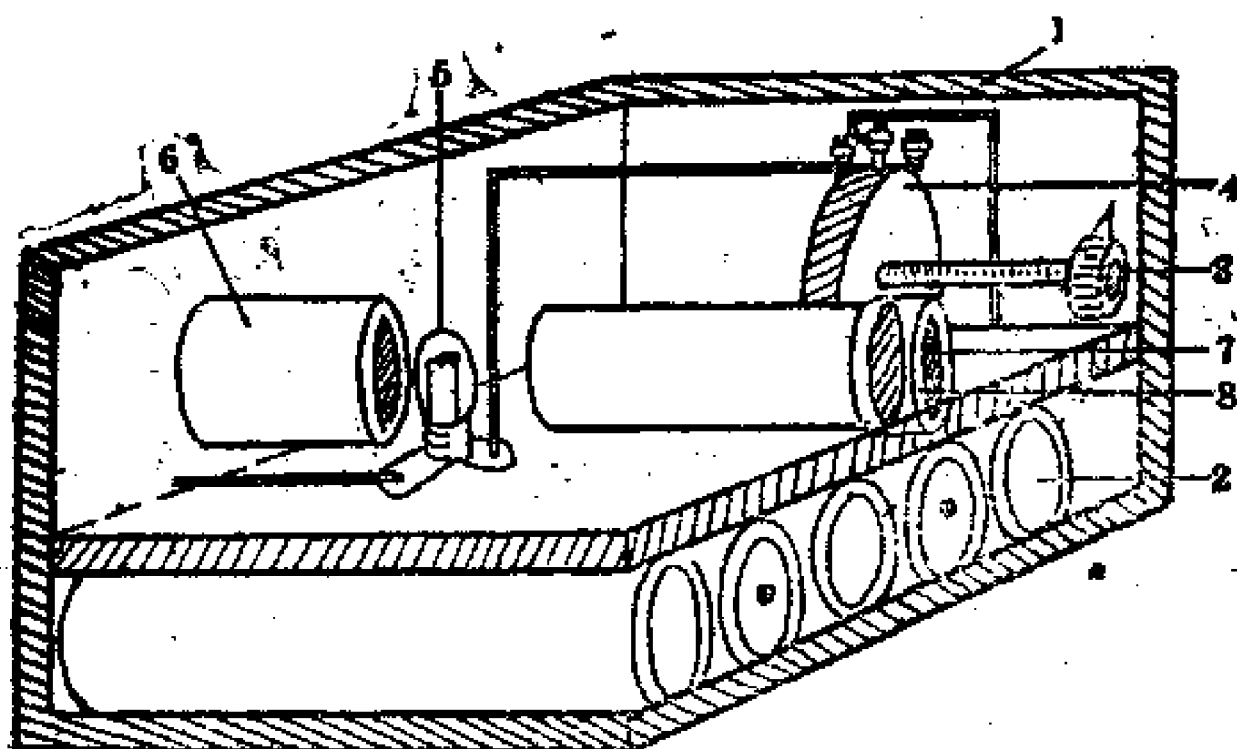


圖 10 簡易光学高溫計的内部机构:

1. 木匣; 2. 電池; 3. 旋鈕; 4. 电位器 (可变电阻); 5. 小灯泡 (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)是根据上海綜合儀器厂出产的光学高溫計的原理,結合山西省土高爐建筑的情况,加以簡化后制造的。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, 可以將小灯泡的灯絲和被測量的鉄水亮度看清楚, 便于准确地測量溫度。

2. 紅色濾光片: 是把普通紅色玻璃切圓后, 裝置在目鏡片的后边, 它在簡易光学高溫計上能够保証在測量溫度时透过一种單色的亮度, 并起着保护人的眼睛作用。

3. 小灯泡: 用的是無線电指示灯泡 (电压 6.3 伏), 用它

發出的亮度和鉄水發出的亮度进行比较，測量溫度（普通手電筒用的灯泡也可代替，但灯絲太小，用眼觀察不便）。

4. 滑动电阻：用的是無綫电上用的电位器，电阻最好保持到 16 欧姆，用它可均匀地控制灯泡亮度的大小。

5. 电池：用的是普通手電筒电池，五个串联在一起（串联后的电池电压可以达到 7.5 伏）。

以上材料均可在市場上买到。当材料准备齐全后，裝在一个干燥的小木匣里，防止漏电（綫路联接如图 9、10），通过光学高溫計进行分度，并将分度刻在滑动电阻旋钮尖端相对的木匣板面上，經复驗無誤后即可付諸使用。

二、使用方法及注意事項：

1. 使用方法：这个簡易光学高溫計，一般地可以測量 1,000 至 1,600°C 的鉄水溫度，使用这种簡易光学高溫計时，应距小高爐鉄水 1.5 米左右，并将目鏡和物鏡对准小土高爐的測溫小孔，使眼睛、鏡頭、鉄水成一条直綫，能够清楚地看到小灯泡灯絲和鉄水就行了，这时用右手調动滑綫电阻旋钮，当灯絲和鉄水亮度达到一致时，即停止旋动滑綫电阻旋钮，讀取旋钮尖端所指的溫度刻度，即可直接得出溫度結果。測量完畢后应将滑动电阻旋钮尖端归回零位，切斷电源。

2. 应注意的几件事項：

（一）每天在使用前应做檢查。檢查灯泡是否損坏，滑动电阻是否能均匀地控制灯絲亮度的大小；电源电压是否有显著的降低等。如發現以上毛病时即应进行修理或更換。

（二）目鏡和物鏡以及紅色濾光片等使用时均应注意爱护，切勿沾染污物和擦損。否則就会影响准确性，平时在擦洗鏡頭时应用松軟的布或清潔的棉花，輕輕擦洗。

（三）旋动滑动电阻时要緩慢旋动，測溫完畢时，一定要使

电阻旋鈕尖端归回零位，这样可以防止消耗电流。

(四)手电筒用的电池虽然可以点燃 800 至 1000 分鐘，但电源是越用越少，会影响正确测温，为使电池保持一定的电压，在使用过程中最好用“万用电表”随时检查电池是否能保持一定电压（每个新电池是 1.4—1.5 伏），电压过低时即应另换新电池，以保持能准确测温。测量完畢后最好把电池取出放在干燥地方以免电源消耗。

三、簡易光学高温計的优缺点：

1. 优点：

(一)經濟适用，構造簡單，容易制造，便于携帶。

(二)操作技术容易掌握，使用方便。

(三)測量溫度比較准确。精确度与光学高温計比較，誤差在 30 度至 50 度以內。

2. 缺点：

(一)电源小，消耗大，随着电压的降低，会直接影响测温的准确性。

(二)由于小灯泡的灯絲小，不能在被测鉄水亮度上隐灭，只能用比較的方法，因而誤差較光学高温計为大。

(三)由于人的眼睛視力不同，在测温时較难取得一致，在使用时应注意熟練，减少其視差。

以上缺点尚須繼續研究改进，特別要求各級計量干部，在实践中和工人一起共同研究改进。

(山西省商業厅計量管理局)

簡化洋式光学高温計

湖南長沙市計量檢定所試制成功一种土洋相結合的光学高温計。它具有：容易制造、容易掌握、構造簡單，材料易找和

成本低廉的特点。因此，各地均可自行制造和使用。

一、用途：簡化洋式光学高温計是用来測量鋼水、鉄水、燒瓷、熔化玻璃以及其他冶金、化工等方面的溫度，凡在 $800-2,000^{\circ}\text{C}$ 的範圍內，均可使用本光学高温計。

二、作用的原理：光学高温計的作用原理；系从比較光源的亮度强弱与被测物体的輻射强度來測定溫度的，使与被測物的亮度相吻合，然后在預先刻好的讀數表盤上，測得所求的溫度數字。

三、構造：1. 望远鏡物鏡筒；2. 望远鏡目鏡筒；3. 溫度指示表；4. 紅色濾光片轉換板；5. 測量範圍轉換鈕；6. 光度調節鈕；7. 电流調節鈕；8. 电源插座（上孔为正極“紅色”、下孔为負極“黑色”）；9. 手柄及電池（圖 11）。

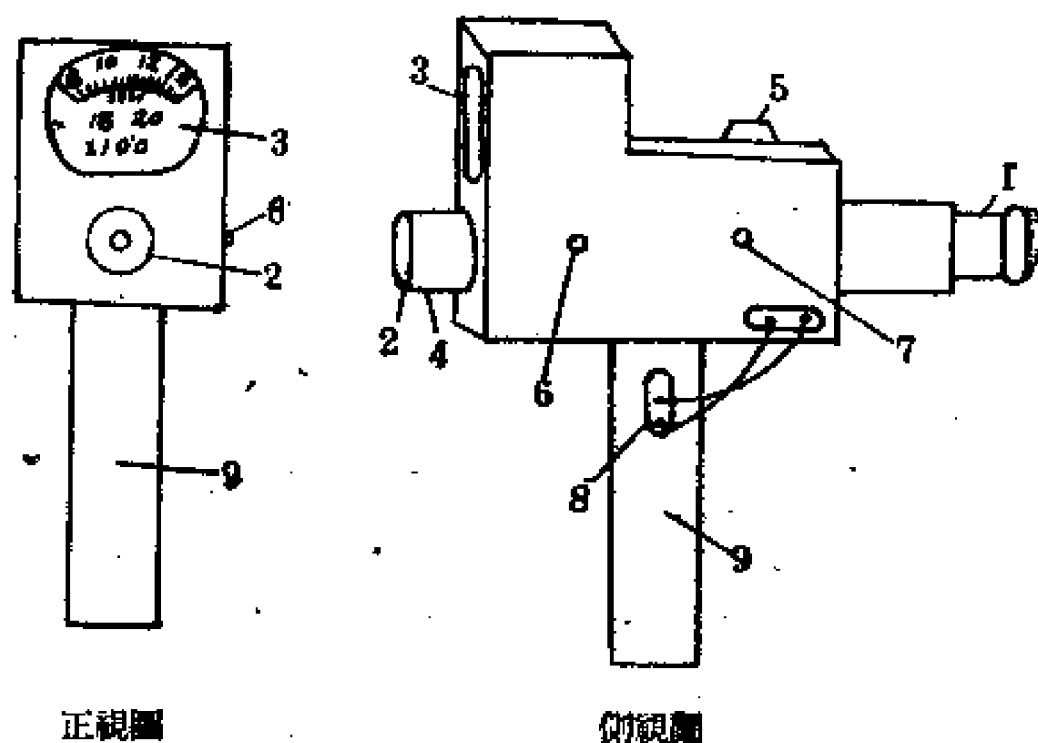


圖 11 簡化洋式光学高温計的外形

四、使用方法：在开始使用光学高温計时，先將光度調節

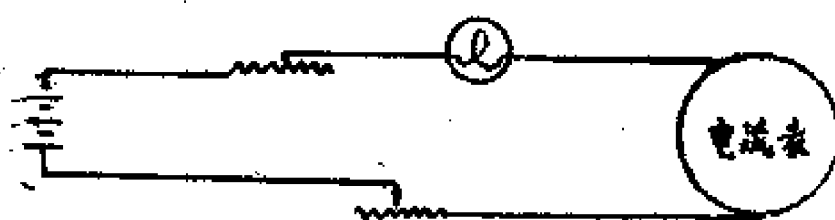


圖 12 簡化樣式光学高溫計線路圖

鈕 6 开到最大处，在目鏡筒 2 上可以看到灯絲的亮度升到最强，这时候应查

看溫度指示表 3 上的指針是否对准刻綫，如果是有所偏差，可以微微的轉动电流調节鈕 7，使它对正亮度标綫，此后电流調节鈕 7 即不要再移动。如果是在同一时期去測量另一被测物，也不需再次去調整它。但如果是因电流不足而不能对准表盤的刻度綫时，就需要更換新的電池。当光度对准以后，旋轉光度調节鈕 6，使指針退回零度，然后对准被测物来調节物鏡筒 1，使形象清晰后，再轉动光度調节鈕 6，使光源逐漸加强，一直到光源与被测物的亮度相吻合为止。此时溫度表盤的讀数就是我們所需求的溫度数字。在溫度測好后，应立即將光度調节鈕 6 轉回原位，使灯絲完全熄灭，以免耗費電池和灯泡的使用寿命。

当測量 $1,800^{\circ}\text{C}$ 以上的溫度时，需將測量范围轉換鈕 5 轉至“20”处，此时，物鏡筒 1 的后面应加上一塊紅色濾光片 4，則被測量的溫度数字移在下面的刻綫来讀数。

五、注意事項：在使用光学高溫計的电源插头时，注意不要插錯。紅色插头（正極）在上，黑色插头（負極）在下。当在較長的时间不使用高溫計时，应將電池取下来，光学高溫計用畢后，应放置在防震和干燥的地方，以免損坏。

洋式土造光学高溫計

江西省贛南計量檢定站最近試制成功一种土洋結合的光学高溫計（圖 13），对全民煉鋼煉铁的掌握爐溫，很是适用。由于它具有制造簡單、巧小輕便，容易攜帶和測量溫度比較准确

的特点，所以很受工人欢迎。

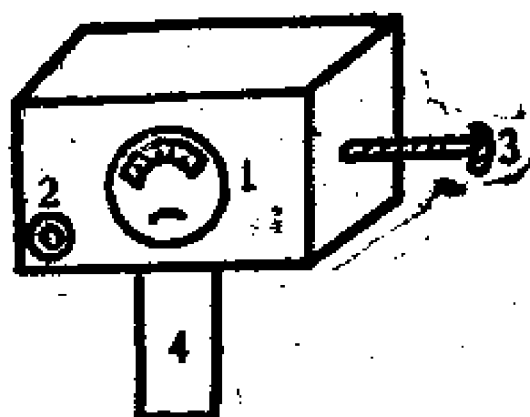


圖 15 洋式土造高溫計

1. 伏特表；2. 鏡筒；3. 可變電阻；4. 手電筒

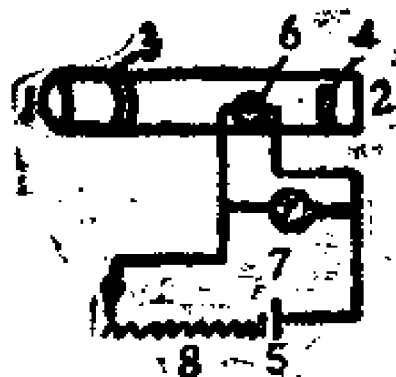


圖 14

一、用途：它是用來測量鋼水、鉄水以及其它冶金方面的溫度，在攝氏 800—2,000 度均可採用本儀器進行測量。

二、作用原理：此光學高溫計是通過燈泡隨電流的大小而發出光的強弱，與被測物的由於高溫而發生的亮度相對照，借伏特表的指針來指示溫度。圖 14 是表示光學高溫計的基本線路，(1)和(2)是二塊凸透鏡，(3)中性濾光片，用來減低外來光的強度，(4)是一塊紅色濾光片（一般是採用 0.65 微米的），(5)是電池，(6)是燈絲，裝置在(1)和(2)之間，用以比較被測物的亮度，(7)是伏特表，(8)是可變電阻，用以調節通過燈絲的電流。

三、結構和材料：1. 小型的 5 伏伏特計一個；2. 2.2 伏的小燈泡一個；3. 凸透鏡二塊；4. 電池三節；5. 可變電阻一個；6. 紅色玻璃紙和導線若干；7. 鉄皮盒子一個。

四、使用方法：在使用光學高溫計時，應將凸透鏡 1 和 2 對准被測物，然後將燈絲的溫度和被測物的溫度調成一樣，這時，整個燈絲的亮度和被測物的亮度互相吻合，燈絲就隱沒不見。如果燈絲的亮度比被測物的亮度要亮些，就表明被測物的

溫度低。反過來說，如果燈絲的亮度比被測物的亮度暗些，那麼就可表明被測物的溫度要高，均得加以調整。如果調整後仍是不能與被測物的溫度相吻合時（燈絲亮度低），就應更換電池。當燈絲的亮度與被測物的亮度調成一致之後，就可讀取刻度盤上的數字，此數字就是我們想要求得的被測物的溫度數字。

簡化光學高溫計

一、用途：簡化光學高溫計（圖 15）可測量土小高爐的爐缸溫度，從而幫助分析爐內情況，應用範圍： 800°C — $2,000^{\circ}\text{C}$ 。

二、工作原理：用燈泡的亮度跟光源的亮度比較，來決定被測的溫度，燈泡的亮度用電阻來改變，使與爐中亮度吻合，然後在預先刻好讀數的表頭上測得所求的溫度。它的電路系統如圖 16。

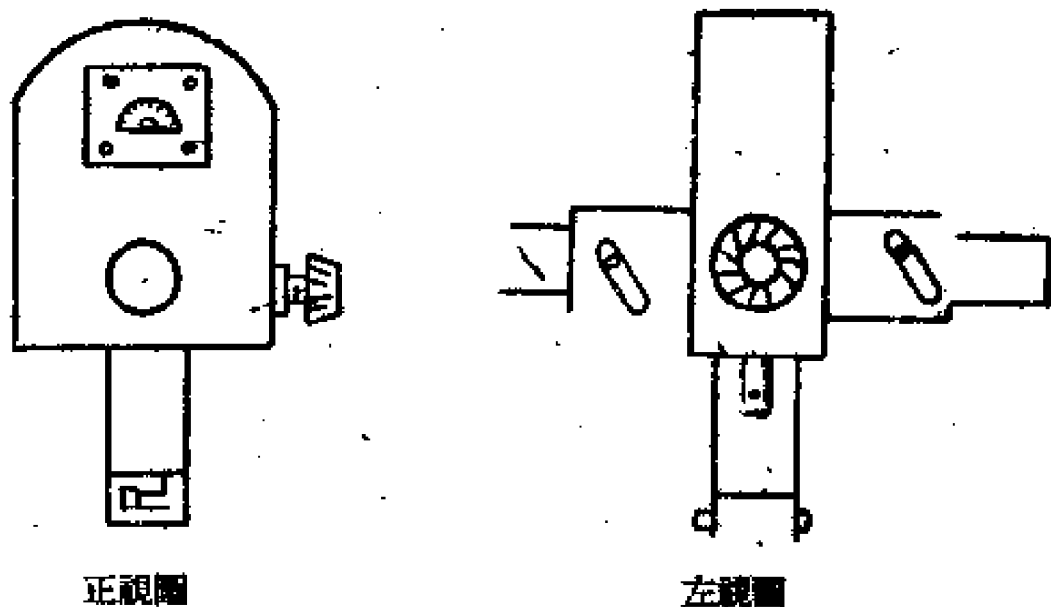


圖 15

三、結構及材料：具體結構如圖 17。整個壳体全部用舊鐵板。壳與中間鏡筒銲接在一起。目鏡及物鏡筒均插入固定鏡筒內，並在空筒上開導槽，以便帶銷釘的目鏡、物鏡筒在里面滑動。后蓋像飯盒的蓋一樣蓋在壳上。手把（也就是裝電池的

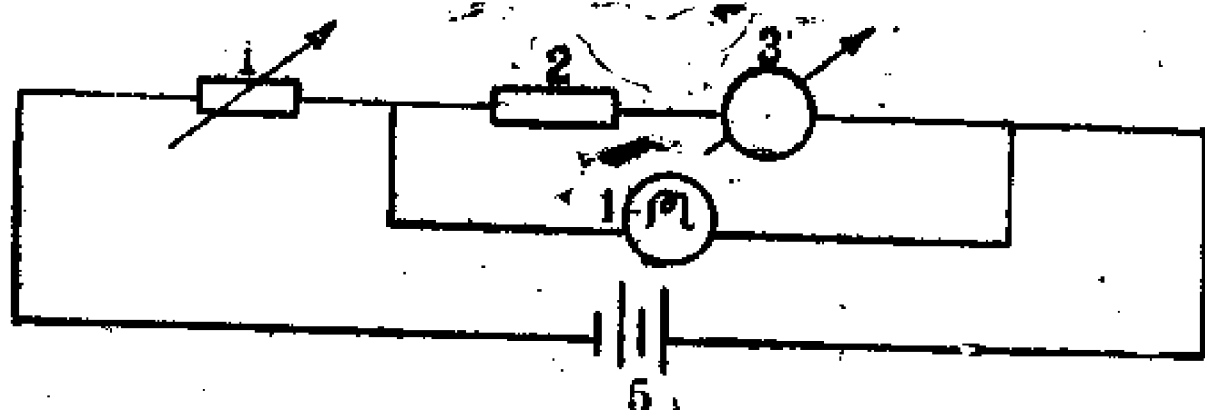


圖 16

1. 可变电位計 (20 欧姆); 2. 固定电阻 (40 欧姆); 3. 毫安計;
4. 灯泡 (2.5 伏特); 5. 電池

筒) 用螺釘連接在壳上。電池筒下蓋也有導槽, 以便插在電池筒的銷釘上。灯泡 (2.5 伏) 安在灯座上。灯座連同手把一起固定在壳上。電池筒下蓋裝有彈簧。

此外, 尚有單开关可变电位計 (20 欧姆)、固定电阻 (40 欧姆)、量程为 50 毫安的电流計各一个, 及 900 度的物鏡、1400 度的目鏡 (都是双凸透鏡)。

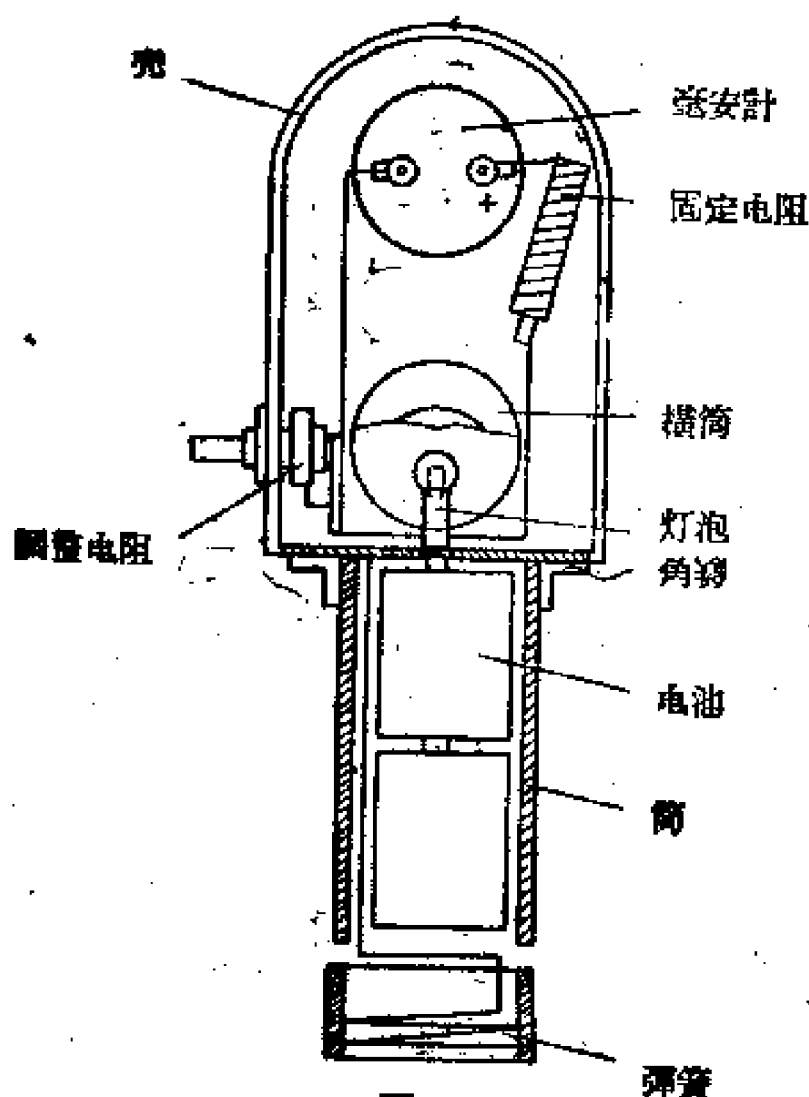


圖 17

为了保証精度，壳体及鏡筒、手柄最好采用塑料制成，后蓋用螺釘固定在壳上。圖 17 中的手柄与壳固定用的角鉄，也就可用塑料代替，把它們作成一体。

四、工艺：鉄皮外壳用手工加工（用塑料时，可用模型塑造）。双凸透鏡委託外面加工。可变电阻用現成的外壳加入自繞的电阻絲，固定电阻也自繞，彈簧可外購或自做。

五、刻度：找一个亮度可变的对象，用标准表来調整，先使其停在某一个溫度（一定的亮度），然后以土制高溫計对准对象。調整高溫計的电阻，使灯泡的亮度与对象同，这样所求得一点，就是标准表所指示的某一溫度，然后用同法求得其他各点，作出全部刻度。

六、规格：所用灯泡为 2.5 伏的手电筒灯泡，电源为 1.5 伏手电筒电池一对。当表指示小于 $1,600^{\circ}\text{C}$ 时，电池就須更換（已低于 2 伏）。按裝时，灯泡的灯絲与灯絲的支架所成之面应与鏡筒軸綫垂直。

七、使用說明：用前檢查灯是否亮，表是否指示。調整表的机械零位。先調整目鏡，使所見的灯泡灯絲最清晰，然后調整物鏡，使对象亦最清晰，即可打开开关，調整电阻，使灯的亮度与对象相同，就可讀指針指示值（用时尽量將高溫計拿得直一些）。

八、附註：这种土制高溫計是用手工加工的，不可避免有很多影响精度的因素，因此，造成一定的誤差。这些因素在大批生产中是極容易克服的，从而可使精度大大的提高。这些因素是：灯泡与电池，电池与彈簧之間的接触应尽可能的紧密，灯泡的固定要求有一定强度，不致因受压而傾斜，表蓋要得可能的大些；可变电阻的变化要均匀。

現在的小灯泡只在一点很亮，如果能將灯泡改成倒“U”形

絲灯泡，能使全絲都亮，將更好些。

(哈爾濱工業大學)

光滅高溫計

楔形黑玻璃光滅高溫計

楔形黑玻璃光滅高溫計是用來測定當前冶煉鋼鉄的溫度的。它的原理是：火焰的亮度通過一塊深淺不同的玻璃，而在此玻璃的某一點上形成隱沒，這個隱沒點即為該火焰或鉄水的溫度。

一、構造：此土儀器是由黑玻璃片、木框、游標三個部件組成。

1. 黑玻璃是一般電焊工人保護眼睛的電焊玻璃。它的生產原料配方以重量百分比計算為：(1) 硅石粉 57.65；(2) 純碱 23.06；(3) 亞砷酸 0.43；(4) 長石 8.65；(5) 硝石 1.61；(6) 錳粉 0.58；(7) 硼砂 1.15；(8) 方解石 2.65；(9) 紅矾鈉 3.46；(10) 氧化銅 0.76。

加工設備和生產過程是：用坩堝進行熔煉，熔煉時間為11小時左右，溫度達到1,350度即可；然後用鑄鉄模子（即平面壓玻璃用）進行加壓，經過退火即可成為玻璃，厚度為6毫米。

2. 玻璃研磨加工是將已製成大塊玻璃切成長107毫米，寬13毫米的長方形，然後放在用生鉄鑄成的直徑30公分的圓形平板研磨機上進行研磨（對平板要求是沒有風眼和氣孔）。

第一道工序：用50號金鋼砂，將長方形玻璃用一塊木板挾上，把一頭墊高進行研磨。將玻璃片的研磨有斜坡，厚的一頭要求4.3毫米，薄的一頭是1.5毫米，磨成這樣，第一道工序就結束了。

第二道工序：用70號金鋼砂，把玻璃片放平了磨，要求把

第一道工序中的砂眼磨光就行了。在这道工序中应注意，金鋼砂不要換，应一直磨到底，以免造成因砂子粗把玻璃磨成砂眼太多。

第三道工序：用 160 号金鋼砂，放平了再磨，一直磨到看不到第二道工序中留下来的砂眼为止。

第四道工序：用 180 号金鋼砂，磨到看不到第三道工序剩下的砂眼为止。

第五道工序：用 320 号金鋼砂，磨到看不见第四道工序剩下的砂眼为止。

第六道工序：用氧化鉄（氧化鉻代用也行）和一块与研磨机一样大的呢子，把瀝青加热后，將呢子貼在研磨机上。然后，把氧化亞鉄用水混合成稠狀，再用毛笔把它塗在呢子上，进行研磨，直到磨的明亮为止。在这道工序中应注意室内清潔，不要有什么不利于研磨的东西混在呢子上，以免把玻璃磨坏了。在研磨中如果玻璃發出热度很高，可以待冷后再磨，不然容易破裂。

另外，在进行每道工序时，都应把前道工序剩下來的金鋼砂用水冲洗干淨，以免剩下來的砂子把玻璃磨坏了。

經過以上六道工序，最后达到楔子形，厚头为 4 毫米，薄头为 1 毫米，一点也沒有砂眼和划痕。

3. 游标上紅鏡片的技术要求：紅鏡片要求厚 1 毫米，直徑 8 毫米，紅光波長 0.65 微米，即是一般紅光片（市場有卖的）。

4. 木框和游标木框的加工要求：取一木板，作成長为 180 毫米、寬 25 毫米、厚 5 毫米，中間挖成一个能裝下玻璃片的孔就行了，然后用水膠將玻璃片貼在此孔上，这就成为我們需要的木框。游标木框長为 40 毫米，寬 31 毫米，厚 10 毫米，根据木框大小制成斜坡，要求卡在木框上游动自如，游标上鑽一小孔，

把紅鏡片貼于孔上，為了使用方便，可在游標上加個碗狀東西遮光。

將以上幾個部件組合起來，用標準光源定點刻度，即成為土光學高溫計（圖18）。

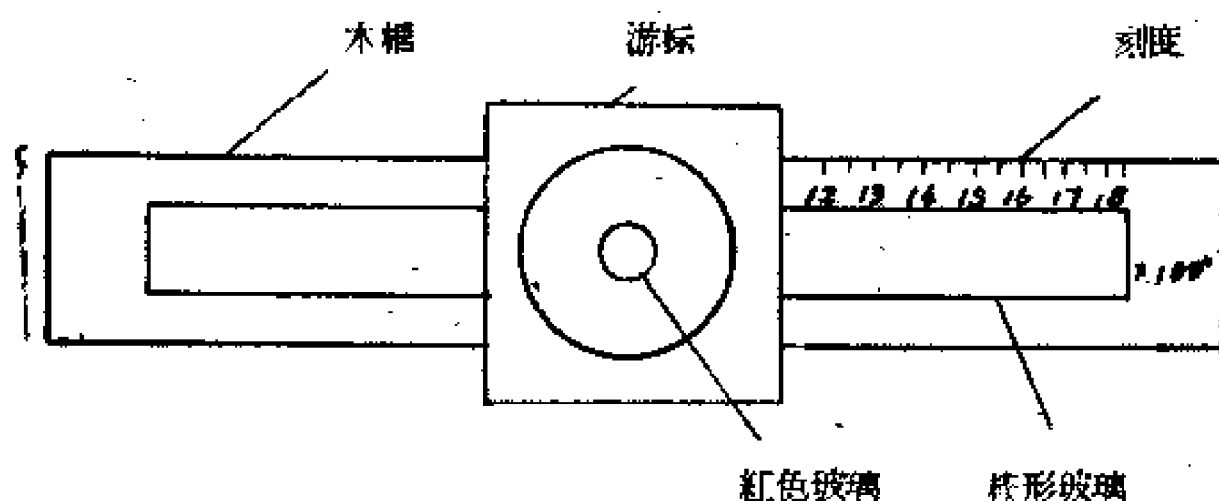


圖 18 土光學高溫計

二、使用方法：1. 使用前必須把玻璃擦干淨，以免有灰塵影響透明；2. 距離火光為1米左右為宜，這主要根據定點時以標準光源遠近而定；3. 肉眼看火，一直對到看不見為止，這樣再讀數，即是測出的溫度；4. 它的測量範圍可由 $1,200^{\circ}\text{C}$ 至 1800°C ，誤差為 ± 30 。

在使用中工人反映很好，認為使用方便，構造簡單，价格便宜（每支約為4元左右），是目前一種適于大力推廣的土高溫計。

照像膠片光滅高溫計

在這裡我們再給大家介紹一種照像膠片制成的土光滅高溫計。這種高溫計在原理和構造上，一般與楔形黑玻璃光滅高溫計相同，所不同的地方只是：楔形黑玻璃光滅高溫計的深淺玻璃用的是黑玻璃，照像膠片光滅高溫計用的是照像膠片，這種膠片在通過感光的方法後，即能使它均勻地逐漸加深，而成為

我們所需要的黑鏡片。

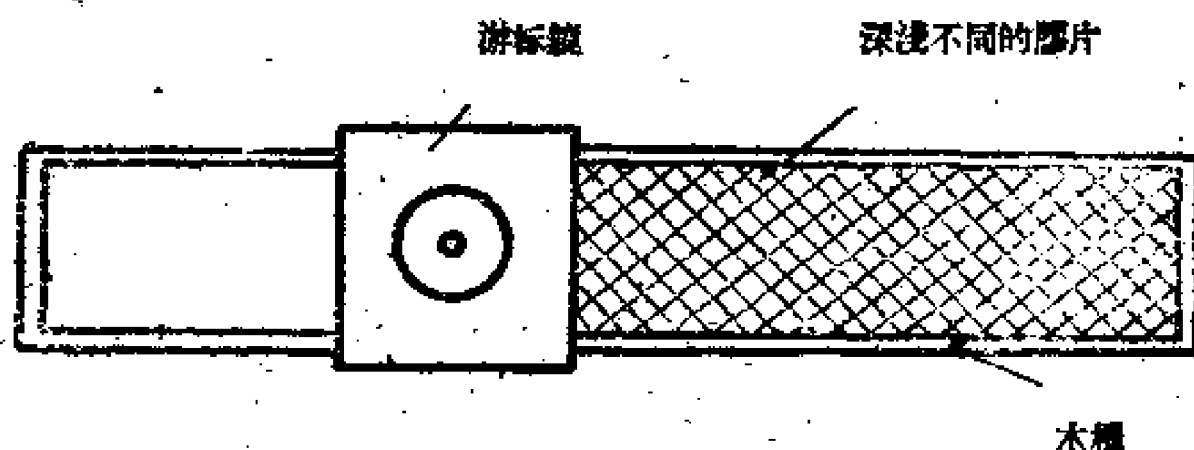


圖 19 照像膠片光滅高溫計

光滅高溫計的使用方法非常簡單，普通煉鋼煉鉄羣衆在几秒鐘內就可學會，只需在距火焰 3 米左右的地方，用眼睛從游標鏡內觀測火焰或鉄水的亮度，然後將游標鏡從左至右慢慢移動，則發現火焰漸漸地變暗，待移動到某一點時，火焰幾乎消失，此時停止移動游標鏡，從游標鏡右側所指的刻線上，就可讀出已測得的溫度數。

照像膠片光滅高溫計的測量範圍可由 900°C 測至 $1,600^{\circ}\text{C}$ 使用起來很方便，而且成本也低廉，大約 1 元左右就可製成，很適合於目前廣大農村的土爐煉鉄，但這種高溫計還是有美中不足之處，譬如：它的黑鏡片是用照像感光的方法製成的膠片，因而黑白不顯著，由白逐漸變黑的距離還小，這就在一定程度上影響所測得溫度的準確性，同時，由於每人目力的不同，可能發生視差，因此觀測結果也還存在有一定的誤差。

轉盤高溫計

一、結構：轉盤高溫計(圖20)有物鏡、目鏡和轉盤。

1. 物鏡和目鏡：目鏡是用兩塊白玻璃間夾紅玻璃紙做成的。物鏡是用紅玻璃，如果沒有紅玻璃，可用紅玻璃紙代替。被測物體在 $1,000^{\circ}\text{C}$ 時，物目鏡剛好看不到。

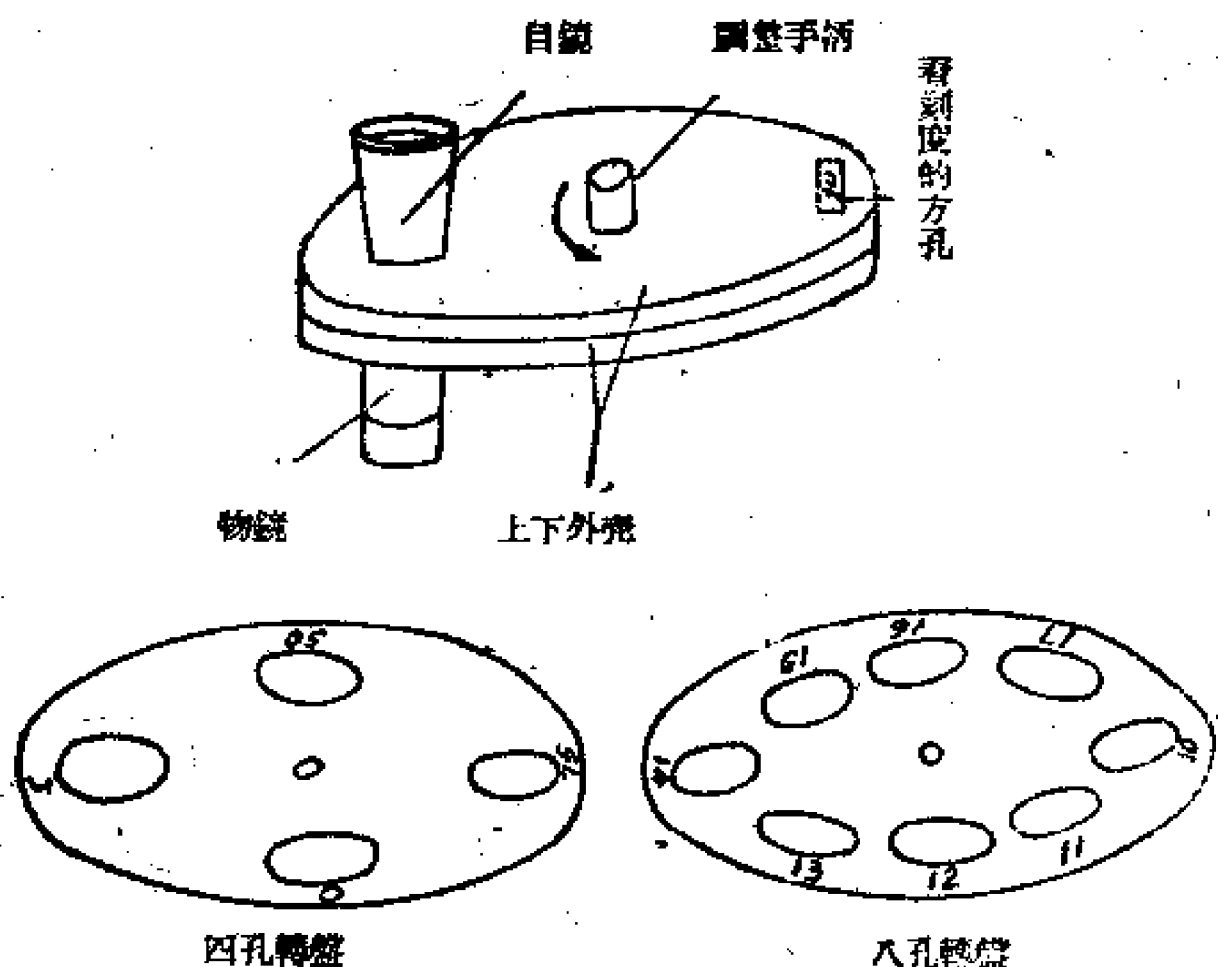


圖 20 轉盤高溫計

2. 轉盤：用白鉄皮作外壳，內裝兩圓片，一片有 8 个孔，一片有 4 个孔。8 个孔的圓片有 7 孔貼上玻璃紙，这样在第一个孔上定为 100°C ，第二个孔定为 200°C ，以此类推，直到 700°C 。4 个孔的圓片，有三个孔貼玻璃紙，第一个孔为 25°C ，第二个孔为 50°C ，第三个孔为 75°C 。

关于物、目鏡和圓片的孔所貼玻璃紙的層数，要看紙的顏色深淺、溫度和距离来决定。一般的說，距离远，顏色淺，溫度越高，就要貼得多，否則相反。空的兩孔，对准时是測 $1,000^{\circ}\text{C}$ 用的。

轉盤外壳上有兩個旋鈕，用来轉动圓片。

3. 紅色玻璃紙：是用来减弱物体亮度之用，沒有时，可以用白玻璃紙染色。

4. 刻度：是用上海綜合儀器廠出的光學高溫計作為基準，進行分度的。光源和被分度的儀器距離最好是3米，以後測量時，也應距被測物体的熱源三米。

二、使用方法：分下列幾個步驟進行。

1. 距離3米的地方，左手拿儀器，對準鐵渣水和風口等測量物体的亮度。

2. 先轉動8孔的圓片，然後再轉動4孔的圓片，使被測物体亮度剛好看不到為止。

3. 讀數，就得到被測物体的溫度。例如，在8個孔的圓片上讀得 $1,500^{\circ}\text{C}$ 時，再讀4個孔圓片的數值為 50°C 時，兩數相加，就得 $1,500 + 50 = 1,550^{\circ}\text{C}$ 。

三、优缺点：优点是：1. 結構簡單，製造操作和攜帶很方便；2. 价格便宜，材料易買；3. 測量範圍大，從 $1,000^{\circ}\text{C}$ — $1,775^{\circ}\text{C}$ ，需要時還可適當增加或減少。因此用途廣，土、小高爐、土、方爐，圓爐等都適用，可以大量生產，每爐都可配備一個。

缺点是：1. 由於人的視力不同（有好壞），因此在某一溫度時，有的就能看到，有的就不一定看到（最好找視力好的人測量）。2. 觀察被測物体時，所站的距離遠近會產生誤差。因此距離必需一定。

四、注意事項：1. 離三米左右測鐵水、渣水等溫度，眼睛要緊貼目鏡上，否則外界光線能使我們造成錯覺，產生誤差。

2. 物、目鏡要注意愛護，常用棉花、粘布擦去灰塵，玻璃紙要避免潮濕。

3. 看風口溫度，先要通風口，這樣測溫才準確。

（朔縣大平島礦點綜合技術組）

土偏光高溫計

用兩片偏光片，一片固定，一片可以轉動，旋轉可轉動的偏光片，則被觀測的物体的亮度就隨着改變，當旋轉到一定的位置，被測物就完全隱滅了。偏光片旋轉到被測物隱滅的角度是由被測物的亮度而定的，因此就可以測定被測物的溫度。

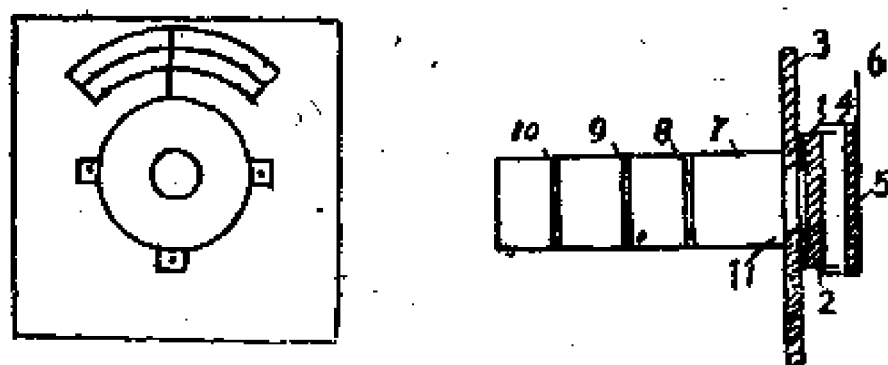


圖 21 土偏光高溫計

用一個沒有蓋的小圓鐵盒(1)，中間挖出圓孔，將一塊圓偏光片(2)放在裡面，將小圓鐵盒連着偏光片固定在木板(3)上，木板上同樣挖出圓孔。另外用一個比(1)大些的中間有圓孔的小圓鐵盒(4)，裡面也放一片偏光片(5)，套在小圓鐵盒(1)上，圓鐵盒(4)上并安上一根用薄鐵片剪成的指針(6)。木板背後裝上一個圓筒(7)，圓筒與木板間放一片紅玻璃紙或紅玻璃(11)，圓筒上開三個缺口(8、9、10)。裡面各可插一片深淺不同的灰玻璃片。這樣就制成土偏光高溫計(圖21)。

偏光高溫計可以根據標準燈泡或光學高溫計，在木板上刻度，刻度分三排，每排約 300°C 。第一排是 $1,100-1,400^{\circ}\text{C}$ ，第二排是 $1,300-1,600^{\circ}\text{C}$ ，第三排是 $1,400-1,800^{\circ}\text{C}$ 。刻第一排時插淺色灰玻璃，第二排插較深的，第三排是最深的。

灰玻璃片最好是用凸玻璃，深淺選擇要適當，如購置困難時可几片迭起來用。

刻度不是平均的，在每排刻度中以前 200°C 比較准确。

余色高溫計

土鉄渣察溫器

这是上海計量管理处为鋼鉄元帅服务中組織协作試制成功的。

一、結構，主要由一个厚紙版（或鉄皮）做成鏡筒及七片顏色玻璃組成。其中三片（紅色、綠藍色、天藍色各一片）叠合一起为基本玻璃，固定不动。其余四片均是天藍色，可以插入抽出（圖22）。

二、測溫范围，用作观察爐中渣水，最低 900°C ，最高 $1,300^{\circ}\text{C}$ 。

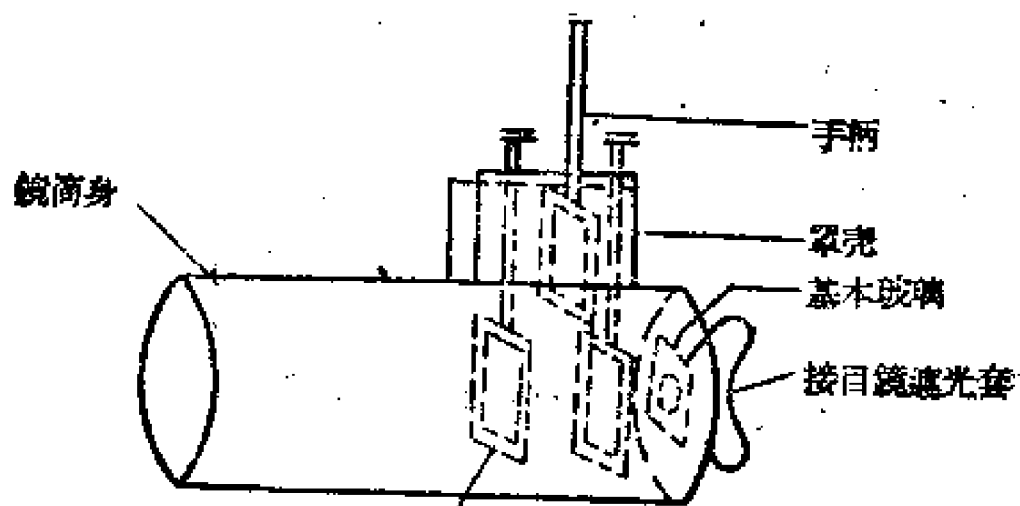
三、使用方法：將該器紧貼在眼前，方向直对小高爐、土高爐出渣口的渣水的最明亮部分。先仅用三片基本玻璃观察，如显示显著紅色，即說明渣溫已超过 900°C ；再插入一片，如再显示显著紅色，即說明渣溫已超过 $1,000^{\circ}\text{C}$ ；再逐片插入，直至不显示显著紅色为止。每插入一片，即表示增加了 100°C 。

四、注意事項：

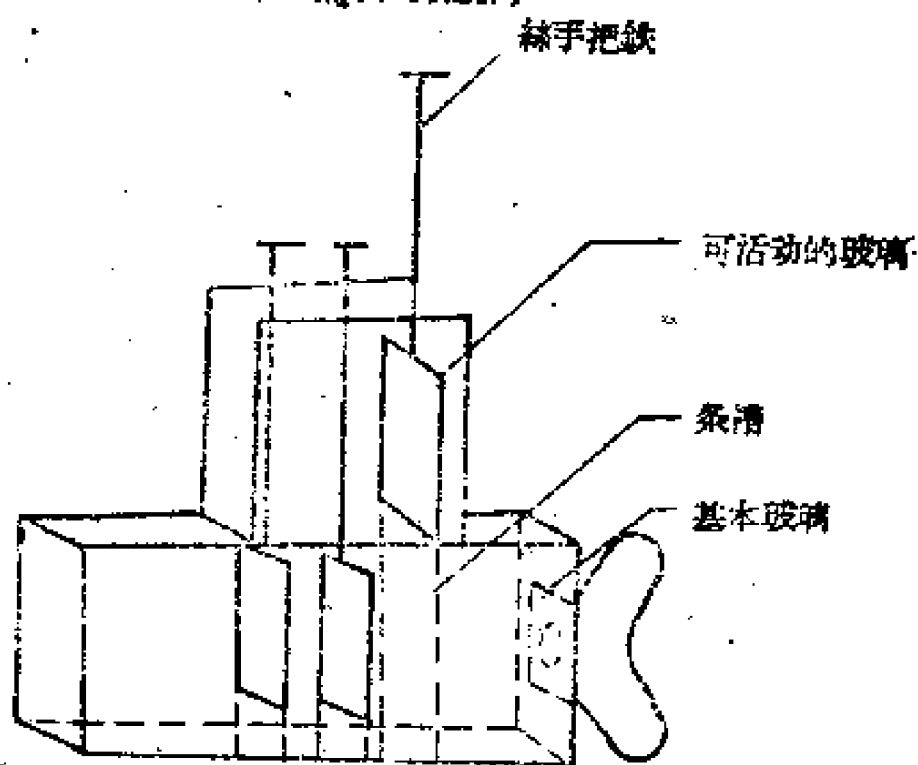
1. 观察位置是距出渣口2—3米处。
2. 观察前眼睛应避免强烈光綫，以免影响目力，影响观察。
3. 玻璃片应保持干淨。
4. 一般使用的是染色玻璃，容易变色。不能長时期耐过高溫度，不能接近热源，不用时放在較陰涼处，如長期使用后發現变色現象，应即調換。

照像机式高溫計

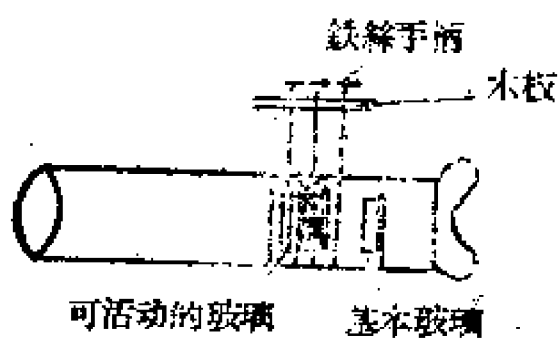
土制高溫計最困难的是鏡片，为了克服这一困难，曾試圖用照像膠卷来进行試驗，結果試成功了。試制过程是这样的，用兩



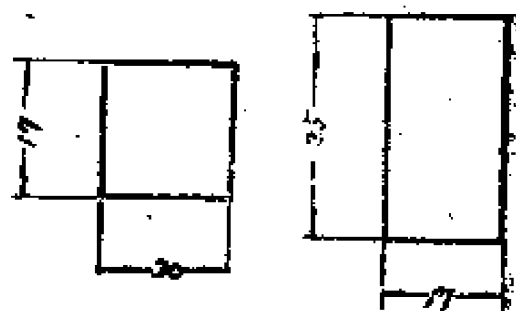
甲、黑鉄皮制鏡筒



乙、木制鏡筒



丙、馬糞紙制鏡筒



丁、玻璃尺寸

圖 22 土鉄筒察溫器

个膠卷进行了四次試驗。一次在晚上，三次在白天。在晚上进行試驗时，用一大張白紙貼在牆上，用100瓦的灯泡照明，將像机对准白紙，在距离1.5米的地方用不同的光圈和不同的时间来照，然后將照好的底板冲洗出来，用光学高溫計比較定度，由于感光的不同，結果有 100°C 、 200°C 的、 500°C 的，但最高也有超过 $1,000^{\circ}\text{C}$ 的。另外，在白天試驗时，如果要 $1,000^{\circ}\text{C}$ 的片子，用36度的膠卷，4.5的光圈，105秒的时间对着藍色的天空（晴天，無云），拍照，然后按規定的条件冲洗出来就是 $1,000^{\circ}\text{C}$ 。当然因为各人的照像技术不会一样，晴天也沒有一个标准，可能每个人照出来的会不一样，也許有的够 $1,000^{\circ}\text{C}$ ，有的不够 $1,000^{\circ}\text{C}$ 。但是这并沒有关系，可以照些度数小一些的，用2片或3片合起来，定为 $1,000^{\circ}\text{C}$ 也可。作好片子后，曾用硬紙做壳子裝出2只，基片 $1,000^{\circ}\text{C}$ 。再每加一張为 100°C ，共 $1,400^{\circ}\text{C}$ ，經試用，效果不錯。如果需要，精度还可提高。

在这里必須說明，利用好的膠卷来作，虽然有它的优点，但畢竟不經濟。为了降低这种土高溫計的造价，又曾采用廢照像底片来試驗，將試驗出的底片剪三小片合在一起，正好是 100°C 。由此又再考虑到用廢的飞机照相底片（3X），也就是走过光的廢底片（要求沒有經過任何葯水冲洗过的）不通过显影，就直接用定影葯定影，再經過醋酸定影漂洗，再用清水漂洗40分鐘，通过酒精（干燥作用）加以凉干。这样做可以永不退色，剪三小块合在一起就是 100°C 。

这些方法照像館会做，1斤廢片約10多元，可做1,000多只土高溫計。

这种土高溫計在試制成功后，經過工人同志在白天和黑夜的使用，一致認為这种土高溫計使用簡單方便，价格低廉（每支約8角），很适合于小土羣測溫之用。

測量高溫的非光學溫度計

遠距離氣體溫度計

一、試制經過：開始試驗時，問題很多，如讀數不能恒定，溫度計整個系統內有水汽，測量泡和玻璃毛細管的比例等等。以後，分別用灌二氧化碳的方法、充干燥空氣的方法、抽空的方法和既不灌二氧化碳又不充干燥空氣的方法，進行試驗，但問題仍很多。從所歸納的意見來看，在低溫時讀數比較穩定，等到溫度計高到測定讀數時總是一次比一次低。

後來把問題歸類，分為：測溫泡和玻璃管的比例；測溫泡的氧化；玻璃管的形狀；採用何種液體；玻璃和金屬的焊接。根據上述情況，又作了如下改進：

(1) 把測溫泡從 2 毫升逐漸改到 16 毫升，玻璃管內徑從 1 毫米至 3 毫米，最後確定用 2 毫米為最適宜；

(2) 把測溫泡加熱到要求的溫度加以老化；

(3) 把原來的豎式玻璃管改為 U 型管；原來是一球的改為上下二球，再改為上下雙球，最後改為上下長球；

(4) 用煤油、錠子油、水銀，最後用水銀較適合；

(5) 用環氧樹脂、火漆、膠牙齒用的水泥，膠燈泡用的膠質、玻璃膠試驗，最後發現採用環氧樹脂較好。

經改進後，基本上解決了所存在的問題。最後在作考驗性的試驗時，又發現水銀封閉不住氣體（氣體從玻璃管壁和水銀中間竄過），就把立式改為臥式。這樣就解決了讀數的穩定性。

二、原理和構造：一定量的氣體如體積保持不變，則其壓力與絕對溫度成正比。通常所見的气体壓力計式溫度計就是根據這個原理制成的。如果用一根充入一段水銀的玻璃毛細管來

代替压力計式溫度計的表头，那么当測溫泡內的气体受热膨脹时，就能推动水銀使它移动一定的距离，这就成了这里所介紹的水銀指标式气体溫度計。这种溫度計不但外觀形式上和压力計式溫度計有所区别，就是动作原理也和后者不尽相同。因为一般來說，压力計式溫度計是單純利用气体在定容下的压力变化来指示溫度的。而这种溫度計当溫度变化时，水銀指标至測溫泡內的气体，其压力和容积同时都在变化。

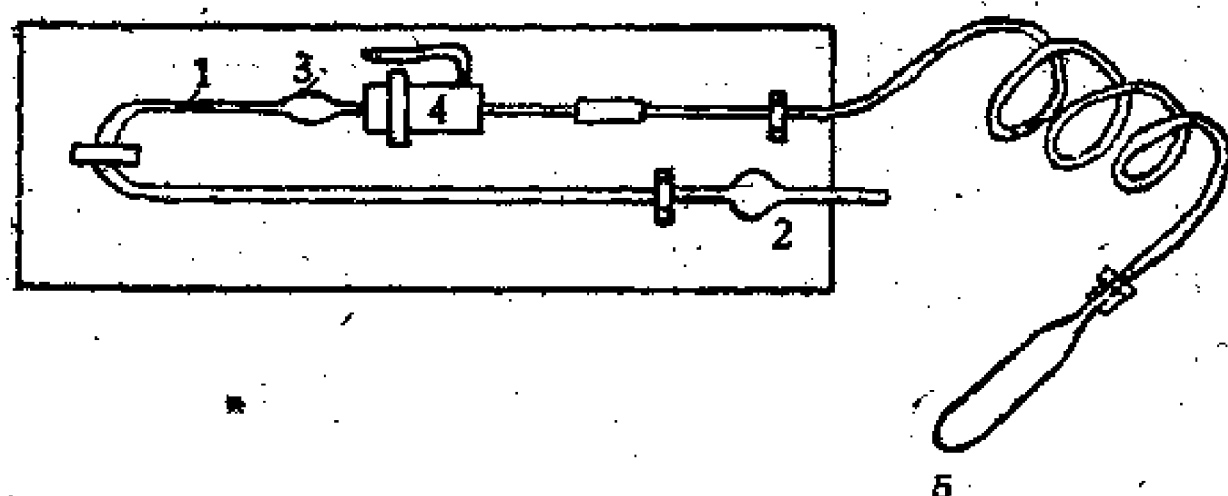


圖 25 远距型气体溫度計

溫度計的結構很簡單，在底板上橫裝着一根內徑約2毫米的U形玻璃管。管內除充入氮气或干燥气外，另充入一段長約35毫米的水銀指标(1)用来指示溫度，玻璃管的兩端各有一个小球，球(2)的上端是封閉的，球(3)的上部則用环氧树脂膠合在一銅質接头(4)上(圖25)。以上構成溫度計的表头部分。

溫度計的感受溫度部分主要是一个容积約16毫升的铁質空心圓柱形測溫泡(5)，泡的引出管上套着一个六角螺母，用来把測溫泡固定在容器壁上，測溫泡則借助金屬毛細管与銅接头和玻璃管連接起来。

三、部件的構造和作用，

1. 玻璃管：玻璃管是表头的重要部分，形式可以不拘。重要的是兩端必須附有小球，球(2)的作用是扩大水銀指标右方的容积，这样可以避免指标右方气体因过分压缩而产生在高温范围分度过于狭窄的毛病。此外在必要时还可以利用它来調整溫度計的零点。球(3)有下列几个作用：

(一)能补偿由于球(2)所帶來的周圍介質溫度的影响。

(二)在充气时，能存放水銀，使它不致压入毛细管或小球(2)內。

(三)便于調整零点。

2. 銅接头：如圖25所示，銅接头是一个空心的套筒，頂部和左上方有兩個小孔和內腔相通，內腔是用直徑不同的鑽头分兩次鑽成的，这样可使玻璃管既能对准軸綫插入接头內，而玻璃管和接头之間又有足够的間隙以便嵌入环氧树脂。兩個小孔上各焊接一段金屬毛细管，頂部的毛细管头上帶有套管，以备套接傳遞压力的金屬毛细管，旁边的毛细管則作为充气之用。

3. 測溫泡：測溫泡由鉄洋元鑽孔而成，其头部有穿孔的栓塞，栓塞和測溫泡本体用銅焊焊接。另一端則接上（銅焊或銀焊）一段較粗的金屬管（引長管），目的是增强毛细管进入測溫泡处的牢固度，并便于將測溫泡套接于傳遞压力的毛细管上。

四、制造方法：

1. 將各个部件进行焊接和膠合。
2. 在玻璃管內注入适量的清潔水銀并加以封头。
3. 灌注氮气或充入干燥空气后將充气毛细管封閉。
4. 將測溫泡置于 $600-700^{\circ}\text{C}$ 溫度下老化数小时后进行調节另点和分度。

五、測溫范围和使用方法：范围是用于热风道、爐喉、爐身、爐底等（不能把測溫泡放在爐中）間接測量內部爐溫，最

高測溫是 550°C 。使用時要注意爐子周圍溫度較高不易靠近，可先將測溫泡裝在測溫處，把表頭裝在離爐子較遠的操作處，但最遠不得超過20米，最好為2至3米；測溫泡內空氣受熱膨脹，通過金屬毛細管，推動U型管內水銀的升降，從表頭上升降情況顯示出溫度高低。

六、使用注意事項

1. 測溫泡、毛細管、U形管三者在接處均應封住，以免漏氣失准。在製造時應將U形管、測溫泡洗淨和乾燥。
2. 使用前如發現水銀指標斷裂，須設法使其連接起來。
3. 使用前需檢查零点位置，如零点變動過大，須重新調整。
4. 溫度計應按水平方向垂掛。
5. 讀數應按水銀指標前端為準。
6. 要防震動，防溫度劇烈變化，以免水銀斷裂。
7. 使用前應先檢查零点，如零点變動過大，應設法調換。

塗防氧化層的鐵-康熱電偶

鎳鉻-鎳鋁熱電偶在高溫計的一些儀表中是用處最廣的，但國內很缺乏，而且國內鎳材很少，故價格也較貴。因此在解決高爐平爐的中溫測量和其他中溫測量方面尋找鎳鉻-鎳鋁熱電偶的賤價代用料是一個重要問題。

為解決這個問題，採用鐵-康銅絲熱電偶。康銅絲我們是用的國產冷絲，成分為60%銅和40%的鎳，鐵是用一般的鉛絲，把外皮擦去，將一端絞合併焊死，就成功為鐵-康銅熱電偶。但鐵絲在 800°C 以上時極易氧化。克服氧化方法是塗防氧化塗料。經過實驗和鑑定，效果良好。在 750°C — 920°C 的鹽浴爐內連續工作250小時，熱電偶絲很少有氧化，而且指示值沒有多少變動，估計工作1—2個月沒問題。而且冷絲不易壞，

可以在換上一支鉄絲再繼續使用。冷絲因內容易買到，而且也較便宜。2毫米的每公斤30元左右，所以一個鉄-康銅熱電偶只須2角錢左右，而且壽命在塗防氧化層后也很長，不亞于鎳鉻-鎳鋁熱電偶。防氧化層塗料的成分是这样的，75% 二氧化碳、10% 水玻璃、15% 水，混成糊狀而成，同時將其塗在熱電偶絲上即可。其分度值如下：

溫度°C:	100	200	300	400	500	600	700
毫伏:	4.95	10.23	15.09	20.38	25.25	29.78	35.54
溫度°C:	800	900	1000				
毫伏:	41.63	46.73	52.6				

鉄康熱電偶

它可測量溫度到800°C，短期使用可到1,000°C，用于測量小高爐送熱風的溫度。鉄絲和康銅絲購買也容易。

一、制造方法：將鉄絲一根與康銅絲一根鉚在一起或扭在一起作為熱端，套上絕緣管和保护管，冷端接到毫伏計上（1000°C約為58毫伏）。由毫伏計的指示即可得知所測溫度。毫伏計采用多量程的，它可以配四根三種不同型號的或四根同型號的熱電偶進行測溫。圖26是接綫圖，與多量程萬用表原理相仿，是用轉換開關給表頭接不同的電阻，以達到擴大量程的目的。圖27是構造圖，1.外殼：木頭做的；2.轉換開關：用矿石收音機的轉換開關；3.零位調整器：電木制的；4.指針：鋁做的；5.刻度盤：自己划的；6.接綫端鈕：用矿石收音機上的端鈕。分度如下：

溫度°C	300	400	500	600	700	800	900	1,000
毫伏	16.45	22.00	27.74	33.41	39.61	46.10	52.60	58.55

表頭部分和附加電阻可找舊材料做，共計成本大約十二、

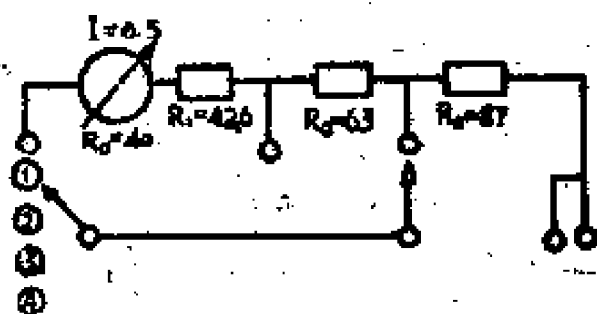


圖 26

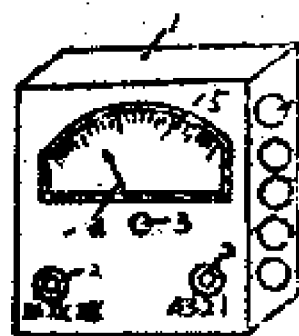


圖 27

三元。

二、使用方法：热电偶的正極分別接在 1、2、3、4 接綫柱上，所有的負極都接在標有 $\ominus$ 的接綫柱上，如所配的热电偶是同型号的，那就把左边的轉換开关轉到和所配热电偶相应的档上。例如接的是鉄康銅热电偶，就轉 $\mathcal{K}\mathcal{K}$ 上，想接通第 n 号热电偶，就把左边轉換开关轉到 n 号上。如果配的是不同型号的热电偶，可參閱下例：

如①接 $\mathcal{X}\mathcal{A}$ ，②接 $\mathcal{X}\mathcal{K}$ ，③④接 $\mathcal{K}\mathcal{K}$ ，要測一号热电偶时，將左边开关轉到 $\mathcal{X}\mathcal{A}$ 档上，右边开关轉到 1；要測② $\mathcal{X}\mathcal{K}$ 时，將左边开关轉到 $\mathcal{X}\mathcal{K}$ 档上，右边开关轉到 2；要測③ $\mathcal{K}\mathcal{K}$ 时，將左边开关接到 $\mathcal{K}\mathcal{K}$ 上，右边开关接到 3 上；要測④ $\mathcal{K}\mathcal{K}$ 时，將左边开关轉到 $\mathcal{K}\mathcal{K}$ 上，右边开关轉到 4。刻度盤上有三种分度， $\mathcal{X}\mathcal{A}$ 、 $\mathcal{X}\mathcal{K}$ 、 $\mathcal{K}\mathcal{K}$ 接通什么型号热电偶，就看什么分度。为了使測溫部位和仪表不受到影响，外电阻是 15 欧姆。

附註：考慮到 $\Pi\Pi$ 热电偶較貴，所以沒有計劃 $\Pi\Pi$ 測度。如果有一个普通毫伏表，要准备把它改成多量程的，使它用途更多，也不困难，下面举例說明改多量程毫伏表的計算方法。

例如我們有一个像圖 26 数据的毫伏表，要改成多量程。

U_0 ——表头不接附加电阻，指針偏轉全刻度时的电压。

R_0 ——表头綫圈电阻。

I_0 ——最大刻度时的电流， $\frac{U_0}{R_0} = I_0$ 。

$U_{\mathcal{X}\mathcal{A}}$ —— $\mathcal{X}\mathcal{A}$ 型热电偶能产生的最大毫伏。

U_{XK} ——XK 型热电偶能产生的最大毫伏。

U_{KK} ——KK 型热电偶能产生的最大毫伏。

R_1 ——配 XA 型热电偶应加附加电阻。

R_2 ——配 XK 型热电偶应加附加电阻。

R_0 ——配 XK 型热电偶应加附加电阻。

$R_{外}$ ——外路电阻。

各量程电阻可以分别用以下公式计算：

$$R_1 = \frac{U_{XA} - U_0}{I_0} - R_{外}$$

$$R_2 = \frac{U_{KK} - U_0}{I_0} - R_{外}$$

$$R_0 = \frac{U_{XK} - U_0}{I_0} - R_{外}$$

$$R_1 = \frac{43.87 - 20}{0.5} - 1.5 = 42.6 \text{ 欧姆}$$

$$R_2 = \frac{59.0 - 20}{0.5} - 15 = 63 \text{ 欧姆}$$

$$R_0 = \frac{66.42 - 20}{0.5} - 15 = 78 \text{ 欧姆}$$

土訊号溫度計

一、用途：測量土高爐爐腰溫度。

二、原理：如 28 圖所示，(1) 為 2 寸高溫金屬絲 ($1,600^{\circ}\text{C}$ 以上)，(2) 為熔點較低的金屬絲 (約在 $1,400^{\circ}\text{C}$)，(3) 為降壓電

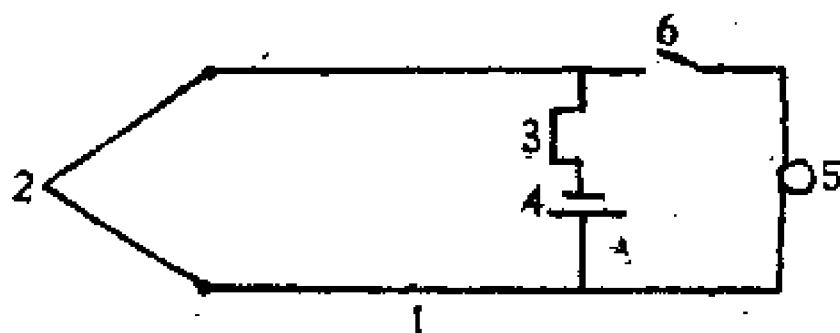


圖 28

1. 高溫金屬絲；2. 低熔點金屬絲；3. 降壓電阻；4. 干電池；
5. 信號燈；6. 開關

阻，(4)为干电池，(5)为信号灯，(6)为小开关。使用时須將金屬絲(2)端插入爐內，当爐溫到达它的熔点时，就成断路，則干电池电流全通过信号灯，使信号灯發出信号，如爐內溫度低于金屬絲(2)的熔点时，(2)成通路，干电池电流大部分經過(2)回到負極。灯泡不亮，因此就能判断爐內溫度的高低。

三、使用材料：(1)熔点为 $1,600^{\circ}\text{C}$ 的鋼絲0.5米；(2)熔点为 $1,400^{\circ}\text{C}$ 的鋼絲0.5米；(3)0.75米長鉄管1根；(4)1.5伏大干电池1只；(5)1.5伏小灯泡1只；(6)小开关1只；(7)固定电阻(10欧姆)一只。

土制三角錐測溫法

方法基本上与測溫笔相似，不同的是前者利用溫度与不同成分物質的氧化發生變色的現象來測溫，后者是利用不同熔点的物質來測定溫度。使用这种方法來測量耐火材料或冶煉爐的溫度是極其經濟而又实用的。它是用各种純土或几种純土以不同比例的配料，加水攪拌均匀后制成(外国称澤格尔錐)。在測量高溫时，由于熔点的不同，使三角錐在不同溫度下弯倒，而各种配料都有一定的弯倒溫度，因而可知被測物的溫度。

此法可用較准确的測量仪表进行定度(如光学高溫計)。由于各地材料之不同，其定度会有不同，現將陝西省臨潼县使用三角錐的材料及溫度数据，列举于后，以供参考：

材 料	溫 度
紅 土	$1,350^{\circ}\text{C}$
紅 土 50%，石英石 50%	$1,380^{\circ}\text{C}$
坩子土 50%，石英石 50%	$1,420^{\circ}\text{C}$
黃 土 50%，石英石 50%	$1,460^{\circ}\text{C}$
紅 土 50%，馬牙石 50%	$1,500^{\circ}\text{C}$

黃 土	1,560°C
黃 土 50%，馬牙石 50%	1,620°C
綠 土	1,640°C
綠 土 50%，石英石 50%	1,680°C
坭子土 50%，馬牙石 50%	1,780°C

*

*

*

化学分析土仪器

鋼鐵質量化驗箱內使用的簡易天平

湖南省長沙市計量檢定所與省重工業廳工業試驗所、有色研究所配合，試制了一種化驗鋼鐵用的簡易天平，作為我省今後現場化驗鋼鐵的需要。在試驗前，他們是完全根據使用情況來考慮的。經了解化驗鋼鐵經常使用是在50克以內，其準確度也只要求在2毫克以內，由於載重量不大，感量要求不高，因此他們試制成功了一台載重50克感量2毫克的簡易天平來代替分析天平，以致節省了國家開支，解決了化驗鋼鐵對使用天平上的問題，滿足了需要。

簡易天平(圖29)的構造是：橫梁全長約16厘米，寬1.5厘米，厚0.2厘米，立柱高20厘米(立柱可以隨時卸下)，兩邊吊盤下裝有升降托杆，用以在天平停止時托住吊盤，刀子、刀墊完全用鋼質，天平在使用時固定在小木箱上，利用化驗箱的裝置放在化驗箱內使用，前面加上一道玻璃門，可以防止空氣流動影響衡量。當用完后可以將天平全部卸下，放在小木箱內。此天平小巧便於攜帶，適合使用，各地均可製造，造價只15元左右。

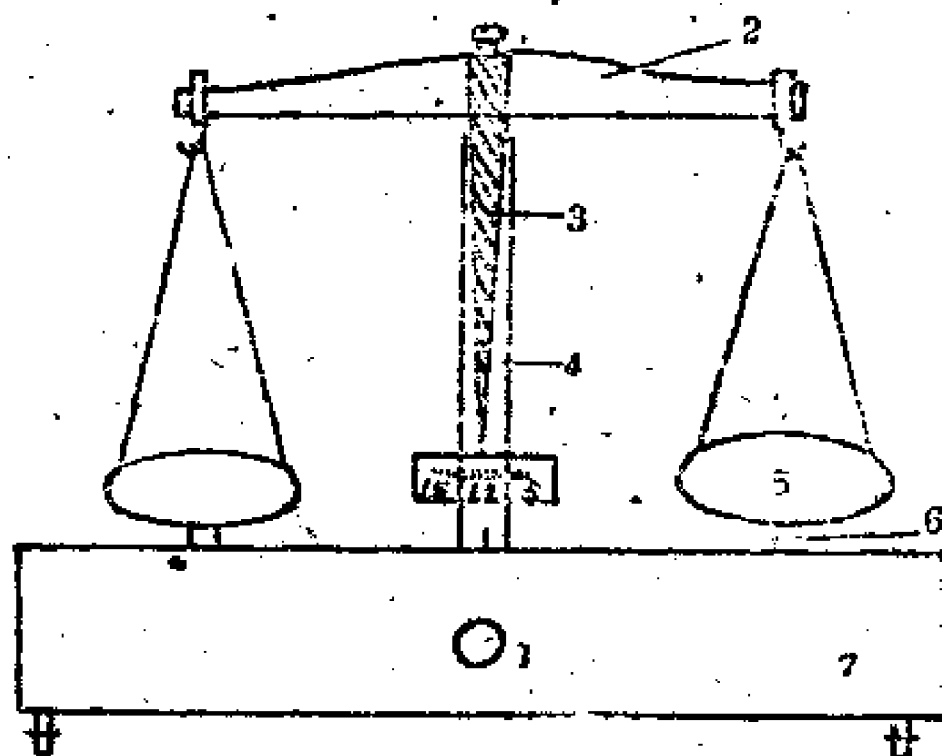


圖 29 簡易天平

1. 开关; 2. 横梁; 3. 指針; 4. 支架; 5. 吊盤; 6. 立柱; 7. 小木箱

千分之一克精密戥秤

为了支援鋼鐵元帥升帳，应贛县、上犹县、于都县等鋼鐵指揮部化驗室的要求，江西贛南計量檢定站研究試制成功了一种千分之一克的精密戥秤(圖 30)。材料是用牛骨杆，長 25 厘米多，采取增鉈式，重支点刀是外刀式，力点系絲綫圈，以挂增鉈用。杆的刻度最小分度值 1 毫克，最大分度值为 100 毫克，星点距离約为 1 毫米，增鉈計 0.1 克一个、0.2 克 2 个、0.5 克 1 个、1 克 1 个、2 克 1 个，共有 6 个，因此最大秤量可达 4.1 克，感量誤差約为 1 毫克，經檢定相当于二等分析天平的精度，完全合乎規定要求。原来試制的戥秤在 4 克时只能看到 10 毫克。要刻分度值 1 毫克，即使全量 1 克的戥秤，也很难办到，因 1 克要刻 1,000 个分度是相当困难的，不但分度过密，而且杆子太長。4 克要 4,000 个分度更無法做到，現在采取

增砵式，就解决了这个困难，在4克时能看到1毫克的数值。这种砵秤携带简便，精度较高，在不便携带分析天平的情况下，最能适应各县深入区乡、矿山化验之用。

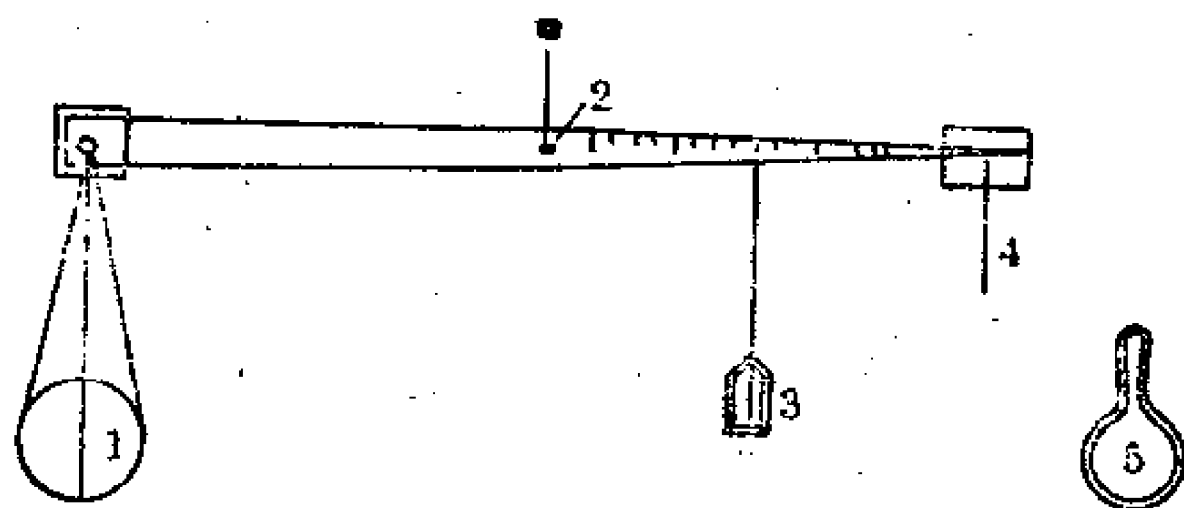


图 30 千分之一克砵秤
1.秤盘; 2.支点刀; 3.秤砣; 4.丝线圈; 5.增砵

伍角錢的分析天平

为了达到正确配料正常出铁，必须对矿石进行化验，在化验中必须有一架感量最小、灵敏性最好的分析天平，而这种天平价格很大，每架约需1,000余元，同时还不能满足大量的需要。在这种情况下，为了做到既节约又理想，可以顺利进行工作，中央、省、市计量联合工作组在阳泉市平定公社机械厂，破除迷信，敢想敢干，经过一天苦心研究，制成一种价格低廉，使用方便的土天平（每架只需5角左右）。经过实际使用，完全适用，从而大大便利了土化验的工作进行。为了供给各地土化验室使用参考，将制造方法介绍如下。

首先用半市尺长、1寸宽、3分厚的木板作为底座，再用上述规格の木板一块，直立地固定在底座右方中心，作为标尺，然后用直径2市分、半市尺长的铁棍一根插在底座左方中

心。鉄棍上部用螺絲套圈將直徑 1 市寸的軟木塞固定在上边，再用 1 市尺長的 26 号鋼絲，一头扎入軟木塞端部中心。最后把小掛盤掛到鋼絲的一头，調整零位。用标准小砝碼放到小掛盤上，根据鋼絲指針的升降，在标尺上刻上負荷分度（圖31）。

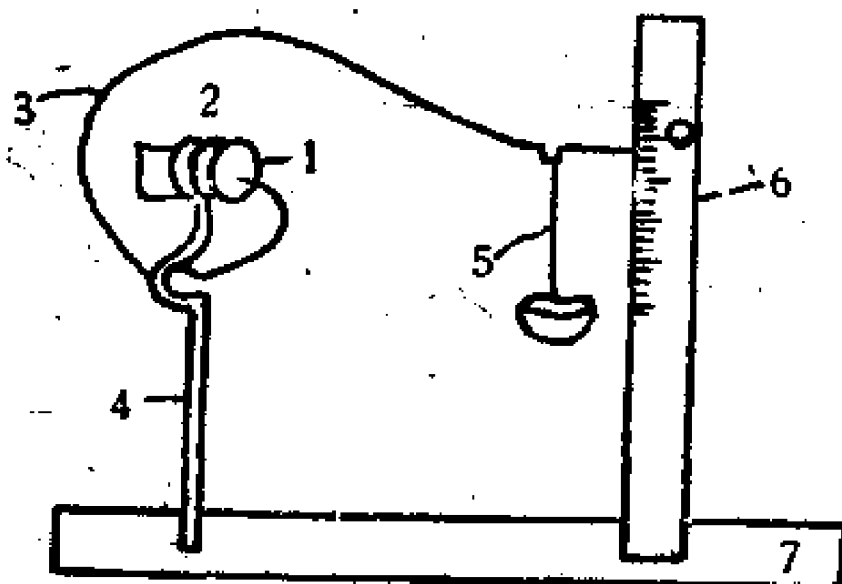


圖 31

1. 軟木塞；2. 螺絲套圈；3. 26号鋼絲；4. 鉄棍；
5. 小挂盤；6. 木标尺；7. 木底座

（陽泉市郊区商業局計量管理所）

鉄矿石的簡易分析法

由于陝西省临潼县無論土高爐或罐爐大部分出鉄都不正常，其中矿石含鉄量少也是主要原因之一。为此，当地鋼鉄指揮部委託国家計量局西北工作組的同志分析鉄矿石，但他們对化学都是外行，因而困难重重。可是他們为了完成当地党政領導所交給的这项任务，全体同志都認識到这一任务完成得好坏，直接影响着整个煉鉄生产。所以在接受这一任务后，大家都动員起来进行研究。他們在分析数十种不同矿石的过程中，采用了三种方法，第一、二两种是化学分析法；第三种是磁分

析法。其中，特別值得廣泛採用的是磁分析法，因為這種方法既簡單而又經濟，同時，也適合當前全民辦鋼鐵的形勢。現將這種方法介紹如下。

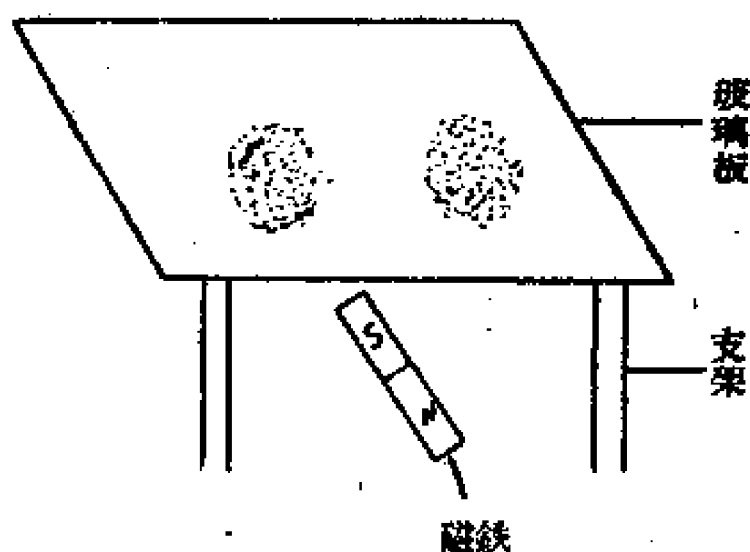


圖 32

磁分析法所用工具是：磁鐵一

塊、篩一個、玻璃一塊、戥秤或天平一個、錘一個。

步驟：稱 1 克礦石用錘打成粉末狀，用篩篩取精細礦石粉（越細越好）。然後將礦石粉末放於玻璃板上，磁鐵放在玻璃下面接近礦石粉（圖 32），把礦石粉在玻璃板上稀薄到最薄的程度，用磁鐵吸引至完全不能吸引為止。然後分別稱出鐵粉和非鐵粉的重量得出百分比。這個方法簡單，而且很經濟，不需要任何化學藥品。可是這個方法有誤差，主要是因為有些鐵粉含有少量磁鐵不能被吸引，或者鐵粉中被吸引部分也有非鐵成分。因此他們用化學分析方法進行比較，作了三個含鐵量不同的礦石，得出一個近似相同的修正數，這個修正數是將化學分析和磁分析所得結果之差乘上未被吸引的礦石粉數得來的。實驗證明磁分析得出結果比化學分析少，二者之差以 B 代表，磁鐵吸引不出來的礦石粉（含有微量鐵）就以 1 減去磁鐵吸引的百分比，將化學分析和磁分析兩者結果之差 B 乘上未被吸引的礦石粉（含有微量鐵） A ，近似等於一個常數，即 $B = \frac{C}{A}$ ， $A \cdot B = C = \text{常數}$ 。他們做了三種不同情況的實驗，第一種是含

鉄量較丰富的矿石，第二种較第一种次之，第三种較第一、二种更差。現仅举一例說明上面的做法。

取1克鉄矿石用化学分析法为68.5%，即0.685克鉄，磁分析57.8%，即0.578克鉄，二者之差为10.7，而1克矿石中用磁鉄分析得0.578克鉄，則有0.422克矿石粉中含有微量鉄不能吸引，將 $A \times B = C$ ，即 $0.422 \times 10.7 = 4.5153$ 。另外，他們用第二种矿石得 $A \times B = C = 4.560$ 。第三种矿石得 $A \times B = 4.577$ 。他們取平均值 $C = 4.55$ 。 $C = 4.55$ 这一共同常数求出以后，第四种矿石、第五种……就不必再用化学分析，而用磁分析法。

例如：有某种矿石用磁分析法得到含鉄量为39%，則其修正量 $B = \frac{4.55}{0.7} = 6.5$ ，即矿石含鉄量應該是36.5%。式中分子为 $C = 4.55$ ，分母为 $1 - 0.3 = 0.7$ ，即未被吸引的矿石粉数。

他們所用磁鉄是新的長方形的（磁的性質还未測定）。另外，在此法中还有許多問題需要研究，例如，分析含鉄量70%以上的矿石，此法就不适用。其次，在試驗过程中，他們也只是对赤鉄矿（ Fe_2O_3 ）作过实验，而对磁鉄矿仅作过一次，但本法也不适用，希望大家討論研究，加以改正补充。

*

*

*

关于風量、風压測量仪表的初步意見

这次常州會議展出的压力、流量仪表有28种，其中包括玻璃U形管、斜管微压計、劫压管（畢托管）、孔板、虹吸容积式流量計等五大类。

大会技术小組对这些仪表进行了研究，并綜合各展品的优

点，提出如下意見：

动压管

一、型式結構：土高爐用單式的，小高爐可考慮用復式的。

二、材料：土高爐用玻璃管、鉄管、鉄皮、陶瓷均可以，只要能達到因地制宜；就地取材。

三、設計尺寸：尺寸不作規定；僅提出如下意見作參考：

1. 靜压管的外徑不大于 $\frac{1}{2}$ 管道直徑（約為4—10毫米），內徑不大于 $\frac{1}{2}$ 外徑（可用2—5毫米）。內外徑越大越不准，但內徑太小，阻力大，也會影響準確性，且容易堵塞。

2. 全压管弯成 90° ，弯头部分長度不小于5倍外徑，头部最好做成圓球形。直杆部分長度，用于冷風的可短些，用于熱風的要長些，加熱風溫度為 500°C ，上端露出保溫層300毫米以上就可以不加冷卻裝置。

四、流量計算問題：這方面應該考慮，用不同材料做的各種動压管，其流量系數應該加以比較測定，以便在計算流量的時候考慮進去；全压管和靜压管的安裝方法應該統一，主要考慮插入深度、全压管、靜压管的相對位置和直管段要求；流量計算方法應該統一，確定系數（流量系數、端流系數）；還應考慮標準容積的換算等。

U形管

一、結構尺寸：U形管可用兩根直玻璃管，下端用膠皮管連接做成，或用一根玻璃管弯成亦可（根據具體情況選擇）。如果U形管內工作液體是水銀，應注意橡皮管是否會脫開或者破裂。弯制的玻璃管要防止“冷裂”。

玻璃管尺寸，在工作液體是水時，管子內徑可用6—8毫米，壁厚1—1.5毫米；用水銀或其他較值錢的液體時，管子內徑應小些，加厚些，以節省材料，并防止破裂，建議內徑做成

3—5 毫米，壁厚 1.5 毫米。但內徑越小越容易产生誤差。

直管部分長度根据实际需要决定，以 1 米以下为宜，不超过 1.5 米；若太長，安裝讀数不方便，且易断裂，在 1.5 米以上时，可考虑用單管式的。

底板用木做，防止撓曲折断玻璃管，最好將木板开槽，或者在底板上加釘木条，把玻璃管嵌入（稍为露出板面，以便从側面观察）。

刻度时，零点可以統一定在标尺的中間，标尺可利用座标紙或石印，表面可加塗桐油或腊（防止受潮）。条件較好的地方，可用木尺或金屬尺，便于調整零点。

二、工作液体問題

1. 水銀代用問題：土爐風压不高时，可用水代替。对風压高的有下面几种解决方法供参考：

（一）找寻比重較大的液体，如四氯化碳、四溴乙烷；

（二）將 U 形管通大气的一端封閉（但刻度不均匀，室溫影响，可产生誤差）；

（三）用較短的 U 型管串接（但結構較复杂）；

（四）用膜片帶指針（但結構較复杂）。

2. 防冻問題：这一問題北方地区有关單位应迅速研究解决。可能的的方法是：（一）水內加防冻剂（酒精、甘油等）；（二）以冰点較低的液体，如酒精、甘油、石油、鹽水等代替水；（三）在 U 形管旁裝簡單的加热設備（如加热絲、电灯、吹热風等），或將 U 形管安裝在溫度較高的場所，停爐不用时將管內液体倒出。

斜管微压計

可用固定角度式，統一設計的傾斜角可取 30° （刻度間隔放大一倍）；自行設計的可根据实际需要决定，但傾斜角不得小于

10°。刻度範圍一般可取 0—50 毫米水柱，亦可同時加上流量（流速）刻度。底板面積不宜太大，以便和其他儀表集中安裝。容器可用鐵皮焊制或用竹筒、木筒等代替。

其他問題

- 一、虹吸容積式流星計，只能測量液體流星。
- 二、風箱的風壓、風量測量問題，仍可用動壓管測量。但要：
 1. 加緩沖節流裝置，其缺點是壓力損失大，拉風箱更吃力；
 2. 加緩沖容器。

（全國計量工作第二次現場會議技術小組）

*

*

*

關於土光學高溫計選型的初步意見

這次常州會議展出的土儀表中，利用光學原理或現象測量溫度的，共有 44 種，大致可以區分為下列五大類：

一、光絲（隱絲）高溫計。這種高溫計的工作原理是使燈絲的亮度或強或弱，和被測物體表面亮度相比較，來確定溫度的。共展出 23 種，其中有配備了電流表或毫伏表的，可以稱為簡化洋式光絲高溫計；沒有配備的，可稱為土光絲高溫計。所用的電源，有的是手電筒電池，有的是空氣電池，還有用交流電的。改變小燈泡亮度的方法，有用變阻器的，有改變小燈泡位置的，有用不同顏色紙或顏色玻璃將燈泡遮住的。這類儀表測量範圍一般為 900° — $1,700^{\circ}\text{C}$ ，個別的可測量 750° — $2,000^{\circ}\text{C}$ 。簡化洋式的每只成本為 40—60 元；土式的每只成本為 4—10 元。

二、光滅高溫計。這是利用使被測對象發出的光亮在儀表中達到隱滅不見這一原理制成的高溫計。在展出的 11 種中，所

用的使光亮隱灭的材料，有楔形（一头厚，一头薄）黑玻璃片、照相膠片、玻璃紙、染色玻璃、塑膠片、偏光片、玻璃片堆（若干塊顏色玻璃疊置起来）等。溫度讀數有連續式的和間斷式的不同。在式樣上，有尺形、匣形、圓盤形、單筒望遠鏡形、雙筒望遠鏡形。測溫範圍一般為 900°C — $1,500^{\circ}\text{C}$ 。間斷式的溫度間隔一般為 100° ，個別也有較小的。成本均不超過4元。

三、余色高溫計。這是利用使被測對象發出的光亮在仪表中達到顯示一定的顏色這一原理制成的高溫計。主要由染色玻璃或照相膠片組成，均為間隔讀數式，測量範圍為 900°C — $1,300^{\circ}\text{C}$ ，溫度間隔約 100°C ，成本不過1、2元。

四、輻射高溫計，共有兩種，一種和洋的差不多，成本約40元，另一種是由一放大鏡和一水銀溫度計組成。

五、比色高溫計，共有三種，一為在玻璃上繪制的火色样板；一為火色样板投影器；另一種是一張溫度火色對照譜，最高溫度為 $1,600^{\circ}\text{C}$ 。

選型的意見

大會技術研究小組對上述全部仪表進行了分析研究和現場試用，並初步選定以下五種測溫土仪表作為推廣和進一步研究改進後推廣的品種：

1. 利用楔形黑玻璃或照相膠片的光滅高溫計。它的優點是：結構簡單，製造方便（特別是用照相膠片的），攜帶方便，穩定可靠，原料供應沒有問題，成本低。

2. 利用偏光片的光滅高溫計。它的優點是：結構簡單，製造方便，靈敏度高，所用原料國內已能生產，成本低。

3. 利用染色玻璃的余色高溫計。它的優點是：結構簡單，使用方便，被測目標始終可以看得見，白天和夜間看差別小，

成本低。

4. 土光絲高溫計。它的优点是：避免使用电表，其他主要部件可以利用手电筒改裝，在中小城市可以进行生产，因人而异的主观误差较小，原理和洋的基本相同，成本却大大减低。

5. 簡化洋式的光絲高溫計。它的优点是：准确稳定可靠，而成本却比洋的可以减低。

上述 1、2、3 种适合每个个别爐前工人应用；第 4 种可由爐長用或每一土爐專用；第 5 种每一土爐可备置一只或数只，以便在需要进行較准确的測量时，以及檢驗其它土測溫仪表时使用。

今后需要进一步研究改进的問題

以上所选出的五种土高溫仪表，体现和代表了所展出的大部分产品的特点，而且大多在大会以前已經經過实际考驗試用，証明有相当实用价值，有的甚至已受到鋼鐵战士的欢迎。这都說明了这些仪表的优点是基本的主要的。但是不可否認也还存在一些缺点和問題。为了帮助今后大家在工作上便于充分考虑問題和进一步改进提高土仪表的質量效用起見，特提出如下問題，以供参考，

1. 关于楔形黑玻璃或照相膠片光灭高溫計方面的問題，

楔形黑玻璃片耐溫和質量經久不变的試驗問題；照相膠片耐溫和質量經久不变的試驗問題；如何使寻找目标更为容易，使在光亮接近隱灭时不易失去目标，产生錯誤問題；如何提高灵敏度的問題（同一个仪表使用人，感到光亮隱灭的范围过大，会影响測量准确度）；如何解决讀数因人而异的問題；如何减小白天和夜晚讀数差別問題。

2. 关于偏光片光灭高溫計方面的問題，如何解决讀数因人而异的問題；如何减小白天和夜晚讀数差別的問題；如何使体

积减小，以便携带使用的問題；如何解决刻度太密的問題；偏光片耐溫的試驗問題。

3. 关于余色高溫計方面的問題：如何解决讀数因人而異的問題；如何加大測量範圍的問題；如何减小溫度讀数間隔問題；染色玻璃工艺的研究問題；能否改进为連續讀数式問題。

4. 关于光絲高溫計方面的問題：电源电压穩定的問題（如采用空气电池要設法減輕其重量）；刻度随电压改变，如何加以調整的問題；提高小灯泡的真空度，进一步控制灯絲長度粗細等規格，以提高穩定性的問題；电位器廉价电阻材料的研究及提高电位器工作的可靠程度問題；目鏡物鏡結構（应为可調節的）質量的提高問題；提高准确度的問題。

5. 关于簡化洋式光絲高溫計方面的問題：保証使用可靠的問題；保証达到一定准确度的問題；降低成本問題。

上述 1、2、3 种土仪表所共同存在的讀数因人而異的問題，如果每个爐前工人能有一个專用的仪表，这一問題便可解决。由于这种土仪表的成本很低，生产很容易，因此这一問題的解决是完全可能的。另外为了便于工人更好的掌握运用这些仪表，最好增加活动的上下限定位器。第 4 种和第 5 种仪表由于另部件数目較多，構造比較复杂，因此对于这些仪表如何合理地組織安排生产，以达到保証准确和穩定，保証供应，也是不可忽視的問題。

第 4 种仪表的另部件，最好集中大批生产，由各地組織裝配校驗。

第 5 种仪表由各地区的仪表制造厂制造，各研究單位及老厂应給予技术資料的援助，应負責傳授工艺，使各地新厂能迅速上馬。

（全国計量工作第二次現場會議技术小組）

关于非光学溫度計选型的初步意見

这次常州會議展出的非光学溫度計，共有 12 种。

热电偶方面有：一、鉄—銅滲鋁热电偶：这种热电偶解决了鎳来源困难問題，在銅中含鎳 5%，經滲鋁处理后，耐溫 and 耐氧化能力提高，能測溫 900°C 左右，可代替鎳鉻热电偶；二、鉄—鎳滲鋁热电偶：这种热电偶經滲鋁处理后，耐溫 and 耐氧化力提高，含鎳成分减少，可代替鎳鉻—鎳鋁（XA 型）热电偶，能測溫至 900°C ；三、塗防氧化物的鉄—鎳热电偶：即在鉄—鎳絲外面鍍鉻或塗防氧化物（二氧化鈦 75%，水玻璃 10%，水 15%），可防止氧化，測溫达 750°C ，价廉每支只需 2—3 角錢；四、小型毫伏計：它采用氧化鋇，代替鎳鉻磁鋼，解决了鎳的供应困难問題，結構小巧，携帶方便，可代替 MПБ—46 型配用热电偶，价格也便宜 50 元左右，精度为 2%。

膨脹溫度計方面有：一、 700°C 水銀玻璃溫度計：它用硬質玻璃制成，長時間可測 600°C ，短時間可測 700°C 。二、土双金屬溫度計：即把 0.5 毫米厚，5—10 毫米寬，1 米長的黃銅片和鉄片用錫沿接縫焊合，卷成螺旋狀，在沸水中老化处理，再裝入鉄皮保护套中，一端固定，另一端安上指針就成功了。構造簡單，材料供应不成問題，精确度 ± 3 — $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，成本只需几角錢。測溫范围到 200°C ；三、膨脹溫度計：系利用金屬随溫度增加而膨脹的原理做成，測溫可达 900°C ，誤差为 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

压力溫度計方面有气体溫度計，系利用測溫泡內的气体受

热膨胀，通过毛细管推动水银柱来指示温度的温度计，测量范围 100—500°C，可代替热电偶，远距离测量温度。每套约需成本 15 元。

其他方面有：一、测温笔，由变色剂、填充剂、赋形剂三种化学药品制成。变色剂能在特定温度下改变颜色。使用时只需在被测物表面划道，简单迅速。可测 40—580°C 的表面温度；二、溶球温度计：根据金属在一定温度时温度场分布一定的特点，用一根直径 12 毫米的长铁棒，插入被测物中，将蜡球放在第一条红线处熔化，即表示 300°C，放在最后一条红线处熔化，则为 1,000°C，构造简单；三、土讯号温度计：用镍铜丝作为爐頂测温元件，熔点 600—800°C。当爐頂达到该温度时，康铜熔断，电路中断，小电灯熄灭；四、XA 型热电偶（热电偶氧化报废的也可用）拔成 8 支长，截成十支，可增多热电偶丝。处理办法是：600°C 保温半小时，爐内冷却，拔长，再放爐内，爐温到 600°C，保温半小时，爐内冷却进行退火。最大误差 $\pm 10^\circ$ ，可测到 800°C 以下。

选型意见

土高爐用非光学温度计测量的地方，主要是热风温度。土高爐用的测温仪表越简单越好，所以，目前以水银温度计较为适合。因水银温度计简单、便宜，又可用一支来测许多地方，即在爐壁上预留两三个孔，用水银温度计插入测量。目前天津第一玻璃厂生产的 700°C 玻璃水银温度计，在进一步研究玻璃材料确能耐高温后，便可大量推广用于土高爐。

小高爐可用水银温度计测温，但不如用热电偶好，因它能测较高温度，并能远距离集中记录，所以应以热电偶为主。塗防氧化物的铁—镍热电偶制造容易，可以全面推广。渗铝的铁—镍热电偶較塗防氧化物的有其优点，但目前有些地区自

行渗鋁還有困難，在有條件的地方可以採用。渗鋁的鉄—銅熱電偶在材料上可更省錢，不過目前還沒有含鋁5%的銅，應設法生產，將來可代替鉄—鎳熱電偶。小型毫伏計系將磁鋼改用氧化鋁作成，這是一大改進，應再減少所用材料，降低造價，定型後大量生產，配合熱電偶使用。氣體溫度計製造細緻，精度亦高，但銅管來源不易，加工較難，焊合地方要求技術高，有條件的地方可採用來代替熱電偶。土雙金屬溫度計構造簡單，材料來源沒有困難，但只能測溫到 200°C ，應設法提高測溫範圍，以便用在土高爐上。測溫筆製造簡單，材料不困難，使用方便，但只能測表面溫度。如能研究表面溫度與內部溫度的關係，亦可採用。

(全國計量工作第二次現場會議技術小組)

*

*

怎樣從風量、風壓、風溫測定中及早 發現土高爐的毛病

什麼是風量、風壓、風溫？為什麼要測定它

風量 通俗的說就是單位時間風的數量多少，它是以每分鐘流過多少個立方米來表示，在1立方米土高爐中一般是每分鐘4—6立方米。所謂1立方米的風量，意思就是長1米、寬1米、高1米像方形桌子這樣大小的一塊風量。

風壓 通俗的說就是風對周圍擠壓的力，它可以使風產生移動或抵抗風進入時的阻力。它是以水柱高來表示，頂起來的水柱越高則壓力越大。

風溫 我們鼓入土爐里的風是熱風，它的溫度是多少，就

叫做風溫，用溫度計來測定它，就像我們每天用寒暑表測定天氣冷熱程度一樣。

上面所說的風量、風壓、風溫與我們土高爐有什麼關係呢？我們知道：在煉鐵時要加煤或焦炭，就需要把一定量的空氣鼓進爐中，幫助燃燒，而鼓進去的風就需要有一定的多少（風量），一定的壓力（風壓），一定的溫度（風溫）。

就象一個人一樣有一定的脈膊、血壓與體溫，當人的脈膊、血壓、體溫不正常時，人體就有病，同樣土高爐中風量、風壓、風溫失常時，土高爐就有毛病，並可以發展到停爐。

因此為了保證土高爐正常生產，提高產量，提高質量，保證出鐵，防止和及時搶救土高爐毛病，就要求我們對風量、風壓、風溫來進行測定。從測定中來找土高爐病況，為土高爐治病。

怎麼樣來測定風量、風壓、風溫

用那些儀表來測定

測定的儀表很簡單，從外表看有些土，可是既能解決土高爐問題，又便宜又易于製造。

測定風量，我們用一個小的彎玻璃管（圖33），充以一半的水。

測定風壓的用一個比較大的彎玻璃管，也充一半水（圖34）。

玻璃制畢托管，一個彎頭的，一個直的，紮在一起，大體如圖35所示，彎管與畢托管之間，用橡皮管連接。

至於測定風溫，在1立方米土高爐上，我們用0—200°C或0—350°C等溫度計，這些儀表的規格、材料和估價如後表。

怎麼安裝這些儀表

我們把畢托管與溫度計插在熱風管的直管上，因為在熱風

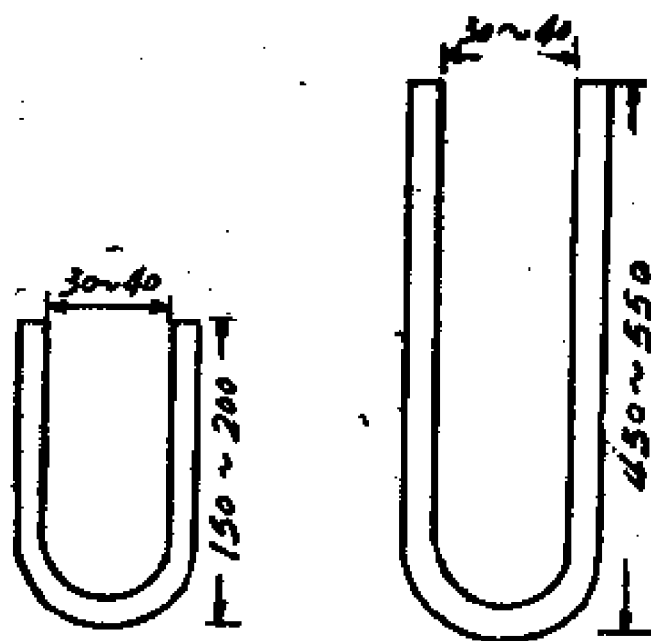


圖 33 測風量管 (內徑 6 毫米, 外徑 8 毫米)

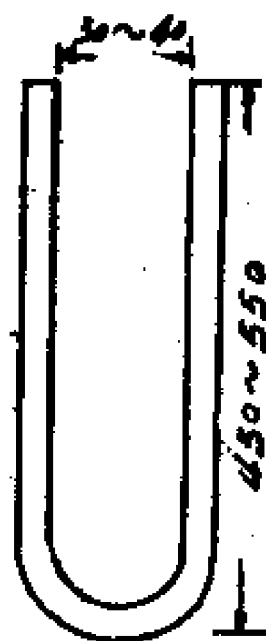


圖 34 測風壓管 (內徑 6 毫米, 外徑 8 毫米)

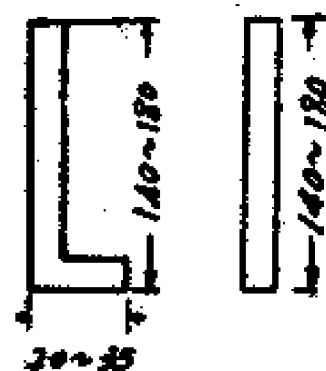


圖 35 畢托管 (內徑約 2 毫米, 外徑 8 毫米)

序 号	名 称	用 途	規 格	材 料	估价(元)
1	小 弯 管	測 風 量	見 圖 33	普通玻璃	0.6
2	大 弯 管	測 風 压	見 圖 34	普通玻璃	0.9
3	畢 托 管	測 压 差	見 圖 35	耐溫玻璃	0.35
4	橡 皮 管	連 接	內 徑 6 毫 米	橡 皮	1.8
5	三 通 管	連 接	內徑6毫米,外徑8毫米	普通玻璃	0.07
6	溫 度 計	測 風 溫	0—550°C		1.3

管能直接反映进入爐內的風量、風压与風溫，安插地点如圖

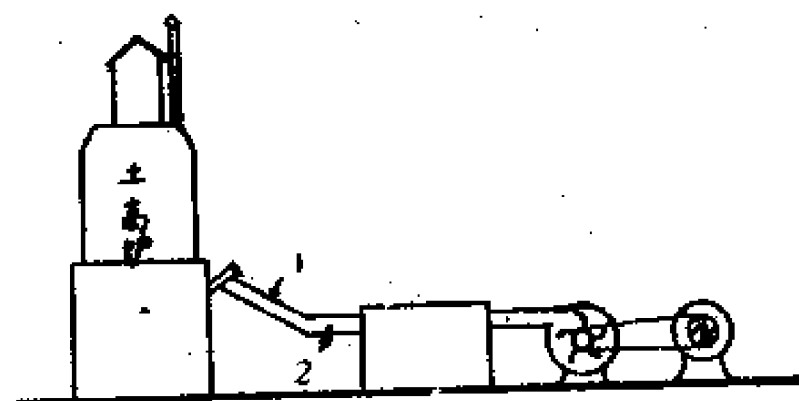


圖 36 畢托管安裝位置: 1. 接畢托管; 2. 接溫度計

36所示。

按裝步驟：

第一步，把畢托管的直管与弯管紮在一起，在热風管开一个小孔，孔离开弯头約 5—10 个管子直徑的距离，將畢托管垂直插到热風管的中間（圖37）。

第二步：把二个弯玻璃管固定在木板上，貼上分度紙，灌水到零綫为止，把木板裝到牆上。

第三步：用橡皮管把它連通起来（注意：当鼓風机已开，則連接时需在另一个地方把橡皮管攏住，使它不通气，連接上后再放手，免得把水冲掉）。通过这三步，把風量計、風压計按裝完成，至于溫度計則直接插在热風管上，位置如圖36所示。

怎样讀数

風溫直接在溫度計上讀数。

風压亦直接在風压計上讀出二水液面間格数，每格一毫米水柱。

至于風量，最原始的要用計算，計算式为：

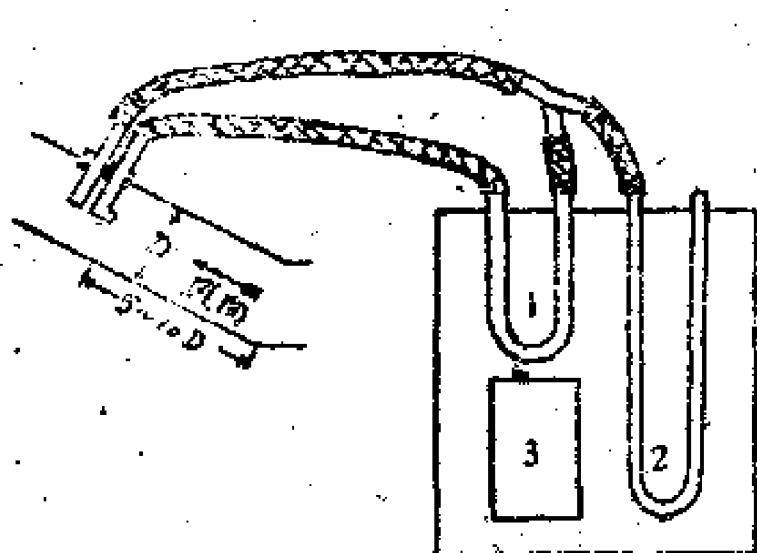


圖 37 1.測風量管；2.測風压管；3.風量換算表。（圖中 D 代表風管直徑。）

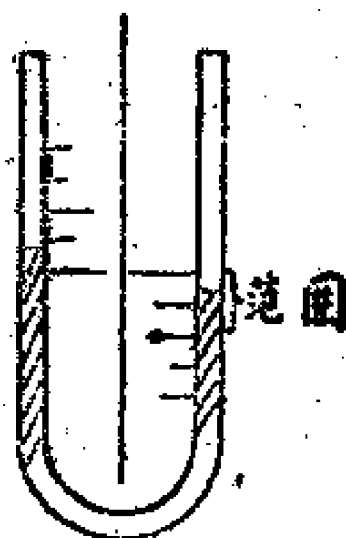


圖 38

風量 = $106.5 \times (\text{管子直徑})^2 \times \sqrt{\text{格數}}$ (管子直徑的單位為米)

但這方法太慢，這裡介紹二個土方法。

土法一：在風量計上划几道紅綫或黑綫，定出範圍，當超過範圍時，則風量不正常，過大或過小（如圖 38）。一般 1 立方米土高爐，正常風量為每分 4—6 立方米，則我們把它定在每分 4—6 立方米的位臵上。

土法二：採用數格數後查表的方法，先在風量計上數出二水液面間的格數，因一定熱風管直徑下，格數與風量有一定的關係，因此我們可以列出一個風量表來。

怎樣記錄

當讀出測定出的風量、風壓、風溫後，可以紀錄在一張表格上，以便分析爐子情況，我們曾經採用過的表格格式如下：

時 間	風 量		風 壓	風 溫	爐 子 情 況
	格 數	立方米/分	水柱格數	(攝氏)	

怎樣從測定結果來解決土高爐中常遇到的毛病

在測定後，必須注意區別是正常情況下的風量、風壓、風溫，還是不正常時候的風量、風壓、風溫，因此必須知道，它們正常情況下是多少。

根據我們在 29 號，14 號，17 號，18 號，24 號等八個爐子的試驗結果，1 立方米土高爐正常情況下，

風量 4—6 立方米/分

風壓 286—408 毫米水柱

風溫 100—130°C

当風量、風压、風溫不在这个範圍内时，則就不正常。据我們在八个爐子 28 天日夜試驗的結果、風量、風压、風溫不正常时产生下列毛病：

風量、風压、風溫的变化			爐 况
風 量	風 压	風 溫	
下降很多	上升很多	下 降	風口堵塞
下 降	上 升	下 降	料难下搭棚，爐缸冻结
下 降	下 降	初期上升，后下降	風管逃風(包括总風管，分風管，热風管) 鼓風机损坏(傳动帶打滑，进風口堵塞，叶片损坏)
上 升	下 降	初期下降，即上升	料松，或未加矿石。
大	高	高	影响爐子寿命，鼓風机用的浪費

当發現風量、風压、風溫有上述情况变化时，則可以按土表檢查土爐毛病，及时發現进行搶救，这样可以保證出鉄，保證土爐長寿。

(国家計量局华东工作组)

附录: 不同管道直径(80—130毫米)

的压差和流量的换算表

風 管 直 徑

80毫米

格数	風 量	格数	風 量	格数	風 量	格数	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:	單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	0.685	26	3.48	51	4.90	76	5.97
2	0.965	27	3.55	52	4.94	77	6.00
3	1.180	28	3.62	53	4.98	78	6.04
4	1.370	29	3.68	54	5.01	79	6.09
5	1.56	30	3.75	55	5.07	80	6.11
6	1.68	31	3.81	56	5.12	81	6.15
7	1.81	32	3.88	57	5.17	82	6.20
8	1.94	33	3.93	58	5.21	83	6.23
9	2.055	34	3.99	59	5.26	84	6.28
10	2.16	35	4.05	60	5.30	85	6.30
11	2.27	36	4.11	61	5.34	86	6.34
12	2.36	37	4.16	62	5.40	87	6.38
13	2.46	38	4.22	63	5.43	88	6.42
14	2.56	39	4.28	64	5.43	89	6.46
15	2.65	40	4.33	65	5.51	90	6.49
16	2.74	41	4.38	66	5.56	91	6.52
17	2.82	42	4.44	67	5.60	92	6.57
18	2.91	43	4.47	68	5.63	93	6.60
19	2.98	44	4.54	69	5.69	94	6.64
20	3.06	45	4.59	70	5.72	95	6.68
21	3.13	46	4.64	71	5.78	96	6.70
22	3.22	47	4.69	72	5.80	97	6.73
23	3.27	48	4.74	73	5.85	98	6.77
24	3.35	49	4.79	74	5.90	99	6.80
25	3.43	50	4.83	75	5.94	100	6.83

風 管 直 徑

85毫米

格 數	風 量	格 數	風 量	格 數	風 量
單位: 毫米	單位: 立方米 / 分	單位: 毫米	單位: 立方米 / 分	單位: 毫米	單位: 立方米 / 分
1	0.77	36	4.62	71	6.50
2	1.09	37	4.69	72	6.54
3	1.34	38	4.75	73	6.60
4	1.54	39	4.82	74	6.63
5	1.72	40	4.86	75	6.68
6	1.88	41	4.93	76	6.71
7	2.04	42	4.98	77	6.75
8	2.17	43	5.04	78	6.80
9	2.31	44	5.12	79	6.84
10	2.43	45	5.17	80	6.89
11	2.55	46	5.22	81	6.93
12	2.67	47	5.28	82	6.98
13	2.77	48	5.33	83	7.02
14	2.88	49	5.40	84	7.07
15	2.97	50	5.45	85	7.10
16	3.07	51	5.51	86	7.14
17	3.16	52	5.55	87	7.18
18	3.26	53	5.60	88	7.22
19	3.36	54	5.67	89	7.28
20	3.44	55	5.70	90	7.31
21	3.52	56	5.77	91	7.35
22	3.61	57	5.81	92	7.39
23	3.69	58	5.87	93	7.42
24	3.78	59	5.91	94	7.47
25	3.85	60	5.98	95	7.51
26	3.94	61	6.01	96	7.55
27	4.00	62	6.05	97	7.57
28	4.07	63	6.12	98	7.62
29	4.15	64	6.16	99	7.66
30	4.22	65	6.21	100	7.70
31	4.29	66	6.25		
32	4.36	67	6.30		
33	4.42	68	6.34		
34	4.49	69	6.39		
35	4.56	70	6.44		

風 管 直 徑

90毫米

格 数	風 量	格 数	風 量	格 数	風 量
單位: 毫米	單位: 立方米 / 分	單位: 毫米	單位: 立方米 / 分	單位: 毫米	單位: 立方米 / 分
1	0.87	36	5.21	71	7.33
2	1.23	37	5.30	72	7.39
3	1.50	38	5.37	73	7.42
4	1.77	39	5.42	74	7.49
5	1.94	40	5.50	75	7.52
6	2.13	41	5.58		
7	2.30	42	5.63		
8	2.45	43	5.70		
9	2.61	44	5.78		
10	2.75	45	5.82		
11	2.88	46	5.90		
12	3.01	47	5.97		
13	3.14	48	6.03		
14	3.25	49	6.10		
15	3.37	50	6.16		
16	3.48	51	6.21		
17	3.58	52	6.29		
18	3.69	53	6.33		
19	3.80	54	6.40		
20	3.89	55	6.45		
21	4.00	56	6.50		
22	4.08	57	6.57		
23	4.17	58	6.63		
24	4.20	59	6.69		
25	4.35	60	6.72		
26	4.44	61	6.80		
27	4.52	62	6.83		
28	4.60	63	6.90		
29	4.69	64	6.96		
30	4.76	65	7.01		
31	4.85	66	7.06		
32	4.92	67	7.11		
33	5.00	68	7.18		
34	5.08	69	7.21		
35	5.12	70	7.28		

風管直徑 95毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	0.196	36	5.76
2	1.36	37	5.83
3	2.66	38	5.92
4	1.92	39	6.00
5	2.14	40	6.08
6	2.36	41	6.15
7	2.54	42	6.21
8	2.71	43	6.30
9	2.88	44	6.36
10	3.03	45	6.44
11	3.17	46	6.51
12	3.32	47	6.59
13	3.45	48	6.64
14	3.59	49	6.71
15	3.71	50	6.80
16	3.84	51	6.85
17	3.96	52	6.92
18	4.07	53	7.00
19	4.17	54	7.06
20	4.29		
21	4.40		
22	4.50		
23	4.60		
24	4.70		
25	4.80		
26	4.90		
27	4.99		
28	5.09		
29	5.18		
30	5.27		
31	5.33		
32	5.43		
33	5.51		
34	5.60		
35	5.69		

風管直徑 100毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	1.06	36	6.42
2	1.51	37	6.52
3	1.75	38	6.60
4	2.14	39	6.70
5	2.39	40	6.78
6	2.62	41	6.84
7	2.89	42	6.92
8	3.03	43	7.01
9	3.22	44	7.10
10	3.49	45	7.19
11	3.55	46	7.28
12	3.70	47	7.32
13	3.86	48	7.41
14	4.00	49	7.50
15	4.14	50	7.58
16	4.30		
17	4.42		
18	4.55		
19	4.67		
20	4.80		
21	4.92		
22	5.02		
23	5.13		
24	5.26		
25	5.37		
26	5.49		
27	5.58		
28	5.68		
29	5.79		
30	5.88		
31	5.97		
32	6.06		
33	6.17		
34	6.24		
35	6.33		

風管直徑 105毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	1.13	36	7.07
2	1.64	37	7.19
3	2.04	38	7.26
4	2.36	39	7.37
5	2.64	40	7.46
6	2.90		
7	3.12		
8	3.33		
9	3.54		
10	3.73		
11	3.90		
12	4.08		
13	4.25		
14	4.42		
15	4.66		
16	4.72		
17	4.86		
18	5.00		
19	5.13		
20	5.29		
21	5.40		
22	5.52		
23	5.65		
24	5.78		
25	5.90		
26	6.01		
27	6.12		
28	6.23		
29	6.35		
30	6.47		
31	6.57		
32	6.68		
33	6.78		
34	6.87		
35	6.99		

風管直徑 110毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	1.28	36	7.70
2	1.81	37	7.80
3	2.22	38	7.90
4	2.56	39	8.00
5	2.86	40	8.10
6	3.14		
7	3.48		
8	3.62		
9	3.84		
10	4.05		
11	4.24		
12	4.41		
13	4.62		
14	4.78		
15	4.96		
16	5.12		
17	5.28		
18	5.43		
19	5.59		
20	5.73		
21	5.86		
22	6.00		
23	6.13		
24	6.27		
25	6.40		
26	6.51		
27	6.63		
28	6.78		
29	6.90		
30	7.00		
31	7.12		
32	7.22		
33	7.34		
34	7.47		
35	7.58		

風管直徑 115毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位: 毫米	單位: 立方米 / 分	單位: 毫米	單位: 立方米 / 分
1	1.39	36	8.34
2	1.96	37	8.47
3	2.41	38	8.58
4	2.78	39	8.68
5	3.11	40	8.80
6	3.40		
7	3.68		
8	3.93		
9	4.17		
10	4.40		
11	4.60		
12	4.81		
13	5.00		
14	5.10		
15	5.39		
16	5.56		
17	5.72		
18	5.90		
19	6.07		
20	6.20		
21	6.38		
22	6.51		
23	6.67		
24	6.80		
25	6.95		
26	7.10		
27	7.22		
28	7.36		
29	7.50		
30	7.61		
31	7.76		
32	7.87		
33	8.00		
34	8.10		
35	8.22		

風管直徑 120毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位: 毫米	單位: 立方米 / 分	單位: 毫米	單位: 立方米 / 分
1	1.52	36	9.11
2	2.15	37	9.23
3	2.63	38	9.36
4	3.04	39	9.50
5	3.38	40	9.62
6	3.72		
7	4.00		
8	4.29		
9	4.55		
10	4.90		
11	5.03		
12	5.27		
13	5.48		
14	5.68		
15	5.88		
16	6.08		
17	6.26		
18	6.43		
19	6.61		
20	6.78		
21	6.93		
22	7.12		
23	7.29		
24	7.33		
25	7.60		
26	7.74		
27	7.90		
28	8.04		
29	8.19		
30	8.32		
31	8.44		
32	8.58		
33	8.71		
34	8.87		
35	9.00		

風管直徑 125毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	1.67	36	10.0
2	2.36	37	10.2
3	2.89	38	10.5
4	3.34	39	10.8
5	3.73	40	11.1
6	4.08		
7	4.42		
8	4.71		
9	5.00		
10	5.29		
11	5.52		
12	5.79		
13	6.02		
14	6.23		
15	6.46		
16	6.69		
17	6.88		
18	7.09		
19	7.29		
20	7.42		
21	7.65		
22	7.82		
23	8.01		
24	8.19		
25	8.37		
26	8.50		
27	8.68		
28	8.85		
29	9.00		
30	9.16		
31	9.30		
32	9.44		
33	9.60		
34	9.72		
35	9.89		

風管直徑 130毫米

格數	風 量	格數	風 量
單位:	單位:	單位:	單位:
毫米	立方米 / 分	毫米	立方米 / 分
1	1.81	36	10.8
2	2.56	37	11.0
3	3.13	38	11.1
4	3.61	39	11.3
5	4.04	40	11.5
6	4.44		
7	4.79		
8	5.12		
9	5.43		
10	5.71		
11	6.00		
12	6.28		
13	6.51		
14	6.79		
15	7.00		
16	7.23		
17	7.43		
18	7.69		
19	7.90		
20	8.09		
21	8.30		
22	8.50		
23	8.69		
24	8.89		
25	9.04		
26	9.23		
27	9.40		
28	9.59		
29	9.77		
30	9.91		
31	9.98		
32	10.3		
33	10.4		
34	10.5		
35	10.6		

