

液体溫度計的 使用及校驗

石油一厂中心試驗室編

石油工业出版社

內 容 提 要

目前，液体溫度計在一般實驗室內，特別是在化工實驗室內採用極為廣泛。但是，由於在製造溫度計時常有液柱不均勻，刻度不準確等缺陷，再加上玻璃泡的體積和玻璃物理特性的變化，往往會使溫度計產生一定的誤差及影響到基準點的位置，繼而得出不正確的測量結果。所以為了比較精確地測量溫度，必須對所使用的溫度計經常加以檢驗。

在這本小冊子里除介紹了液体溫度計的基本知識外，着重結合石油一廠中心實驗室的實際工作經驗對液体溫度計的校正和使用作了全面地敘述。本書對於廠礦實驗室從事溫度計校正的工作人員以及有關技術人員有很好的使用價值；特別是對開始從事實驗室溫度計校正工作的同志來說更加有益。

統一書號：15037·535

液体溫度計的使用及校驗

石油一廠中心試驗室編

*

石油工業出版社出版（社址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可証出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 1/32開本*印張2*41千字*印1—4,000冊

1958年11月北京第1版第1次印刷

定價（10）0.28元

目 录

第一章 实验室液体温度计及其分类	1
§ 1. 概述	1
§ 2. 构造	5
§ 3. 分类	5
第二章 温度计的检验	8
§ 1. 外部检查	8
§ 2. 按固定点的校正方法	10
一、零点位置的校验	12
甲、校验零点的意义	12
乙、校验零点的仪器材料	13
丙、操作手续	14
丁、检验时应注意事项	15
戊、示值恒定性的检定	16
二、100°刻度点的校验	17
甲、校验100°点的仪器	18
乙、操作手续	19
三、444.6°刻度点的校验	27
甲、硫的提纯和检验方法	27
乙、校验仪器	29
丙、操作手续	30
四、其他固定点的检验	32
甲、按金属的固定熔点进行校验	32
乙、按物质的固定沸点进行校验	32
§ 3. 用标准温度计比较的校验方法	33
一、校验温度计的设备	34
甲、气浴	34

乙、酒精冷却器	34
丙、水恒温器	38
丁、油恒温器	40
戊、鹽恒温器	47
二、操作手續	50
三、檢驗时应注意事項	52
第三章 液体溫度計的使用	54
§ 1. 使用时应注意的事項	54
§ 2. 液体溫度計断綫的处理	55
甲、水銀溫度計	55
乙、酒精溫度計	56
附录 1. 福廷式气压計	58
参考文献	60

第一章 實驗室液体溫度計及其分类

§ 1. 概 述

物質受热的程度都用溫度表示，用以确定物体溫度的仪器叫作溫度計（按慣例將測量 500—600°C 以下溫度的仪器称为溫度計，測量比此溫度为高的仪器称为高溫計）。这些仪器的制成都是基于受热时物体性質所发生的变化，如体积的膨胀，热电势的产生，电阻和輻射强度的变化等。

液体溫度計通常都是指以液体（如水銀和酒精）作为測溫質，基本上是由裝有液体的玻璃泡、毛細管、刻度三部分所組成的玻璃仪表，通过能見的刻度标綫把物質热的程度指示出来。

这种溫度計的应用范围，由所充液体的沸点和凝固点以及所用玻璃的性質来决定。在石油产品試驗用的液体溫度計中，通常只采用水銀和酒精两种液体作为測溫質（見下表）。

名 称	化 學 式	凝 固 点 °C	沸 点 °C	应用范围 °C		体 積 膨 脹 系 数	液体在玻璃內的 可見膨脹系数
				由	至		
水 銀	Hg	-38.87	356.7	-30	1200	0.00018	0.00016
乙 醇	C ₂ H ₅ OH	-112	78.4	-80	80	0.0010	0.00103

适于制造应用測量范围 - 200°C 至 + 360°C 溫度計所用玻璃的化学組成（%）見下表。

用特殊測溫玻璃作成的水銀溫度計可在 - 35° 到 600°C

名 称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	CaO	ZnO	Na ₂ O
溫度計玻璃	67.3	2.5	2.0	7.0	7.0	14.0

的範圍內測量溫度，用石英作的玻璃水銀溫度計可以測到+1200°C。

溫度計測量的上限是受玻璃管軟化溫度和液體的限制，故為提高測量範圍除採用特殊玻璃外，還必須採用人工提高液體沸點的方法。為此目的，通常“高溫”水銀溫度計製造時，預先在毛細管中的水銀面上把空氣抽出，並充以惰性氣體（氮）。當測量上限是550°C時，充入氮氣的壓力是25公斤/公分²；在750°C時是70公斤/公分²。提高溫度計中的壓力可以預防在測量高溫時水銀的汽化和水銀化成微小滴點附於毛細管上部空間的表面上。

水銀溫度計構造簡單、便於測量、價格低廉，同時其工作物質——水銀具有以下優點：（1）易於提純；（2）物理性質穩定和玻璃之間沒有粘附現象；（3）在標準大氣壓下能在很廣的溫度範圍內（由-38.86—356.7°C）保持為液態；（4）在溫度變化時，水銀的膨脹系數變化很小；故在實際上應用很廣。

酒精溫度計因為體積膨脹系數大，所以比較靈敏；但時間較長時，液體的物理性質常因聚合而發生變化。此種溫度計主要用於測量低溫。此種溫度計在製造時所用的酒精均加入紅或藍色的染料以便於讀數。酒精的揮發性強，對玻璃的附着力大，當溫度迅速下降時易使讀數發生誤差，並且常因蒸發、凝結、震動等而使酒精柱斷裂或產生氣泡等現象。

基本術語及其定義

“全浸”溫度計——指浸至所測量溫度點能見到的刻度標綫處進行校正之溫度計。

“分浸”溫度計——指非全浸，而是按技術標準浸入液體（或蒸氣）某一固定深度中進行校正之溫度計。

刻度點——即刻度標尺上與被測溫度的各個度數相當的記號。

標尺的分度值——跟標尺的一分度相當的待測量溫度的度數。

指示值——是指用液體玻璃管溫度計進行測量溫度時所得的直接結果，用已知單位“度”來表示。此指示值由讀表得出，但由溫度計的讀數轉變為指示值，要應用到刻度標尺分度值。

指示值的誤差——指溫度計指示值和標準度數間的差。

$$r = A - A_1$$

式中 r ——溫度計指示值的誤差。

A ——溫度計的指示值。

A_1 ——標準度數。

補正值——指將溫度計指示值變成標準度數而需加的數值，以 C 代表補正值，則依定義得：

$$A_1 = A + C$$

由此可得：

$$C = A_1 - A = -r$$

補正值和指示值誤差大小相等，而符號相反。

容許誤差——指溫度計的指示值較標準度數在最大

及最小兩方面所容許的偏差。故在數字前面用“+、-”號表示。

準確度——指用溫度計進行測溫時所得結果的可靠程度。

溫度的測量單位

溫度在 CGS 單位制中沒有因次，通常用溫標的“度”來表示。

國際上通常採用下列四種溫度標尺

	國際(百分度) 標尺 °C	列 氏 °R	華 氏 °F	絕對標尺 °K
在標準大氣壓(760毫米水銀柱)時水的沸點	100	80	212	373.2
在標準氣壓時冰的融點	0	0	32	273.2
華氏零度	-17.8	-14.2	0	255.4
絕對零度	-273.2	-218.56	-459.76	0

°C或度(*grad*)是國際溫度標尺度數(百分度)。各種溫度標尺可按下列各式換算：

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (F - 32) = \frac{5}{4} R$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32 = \frac{9}{4} R + 32$$

$$^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5} ^{\circ}\text{C} = \frac{4}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

§ 2 構 造

液体玻璃管溫度計的構造形式很多，但主要的構造形式，不外分成以下兩种类型——棒型和內标型。

棒型溫度計（图 1—I'）是由玻璃泡 1 和連接一厚壁玻璃毛细管 2 組成。

內标型溫度計（图 1—II'）由充滿水銀的玻璃泡 1、細長的毛细管 2、刻有标綫和数字的乳白玻璃板 3 和外面的圓柱形玻璃管外壳 4 所組成；毛细管和标尺板用金屬絲固定之，外壳管一端密封，另一端熔接于玻璃泡上。

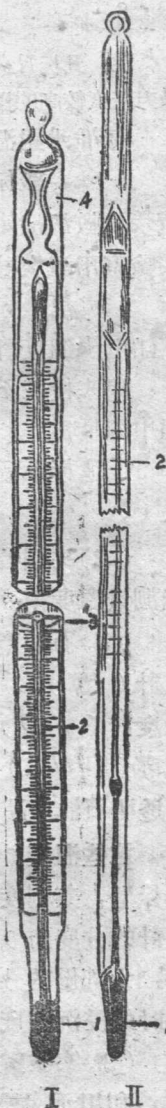
此兩种类型的溫度計在毛细管的上端均有一空間，称为安全泡；目的为避免溫度过高时“冒頂”而損坏溫度計，且水銀綫断开时可利用此空間將水銀重行連接。

§ 3 分 类

液体玻璃管溫度計，按用途及其測量准确度可分成兩個主要类别：

（一）标准溫度計——是指經過氫溫度計或标准鉑电阻溫度計校驗。并証明分度无誤差或得到各个指示值的精确补正后的精度較高的用来进行校正和刻度工作的溫度計。

图 1



注：凡标尺分度值为 0.01；0.02；0.05；0.1 和 0.2 的溫度計均称为精度較高的溫度計。

标准水銀溫度計分为兩級：

(1) 一級标准溫度計——棒型，由标准鉑电阻溫度計用直接比較法檢定之。用来檢定二級标准溫度計和精度較高的實驗室用溫度計及其他精密溫度計。

(2) 二級标准溫度計——棒型或內标型均可。此系与标准鉑电阻溫度計或与一級标准水銀溫度計用比較法檢定之。

用来校正石油产品試驗用溫度計、實驗室用溫度計和工程用溫度計。

上述标准溫度計每套均由五支溫度計組成，它的規格見表 1。

(二) 实用溫度計——是指除标准溫度計以外的所有供实际測量溫度用的溫度計。本材料所包括的有：

(1) 石油产品試驗用水銀溫度計，型式有：1) 滴落点用溫度計 (TK)；2) 凝固点用溫度計 (TH3)；3) 恩格拉粘度計用溫度計 (TB9)；4) 茹可夫熔点用溫度計；5) 布林克閃点用溫度計 (THBB)；6) 馬丁斯平斯基閃点用溫度計 (THB)；7) 透明石油产品分溜用溫度計 (THP)。

这些溫度計有下部延長者或具有特殊形式的，有棒型和內标型，其刻度范围随用途不同而異。其中，除 TB9 型溫度計的分度为 0.5°C 和茹可夫熔点用溫度計分度为 0.2°C 外，大部份的分度为 1°C 。它們的技术規格和校正，以及刻度时的浸沉深度見表 3。

(2) 實驗室用液体溫度計，實驗室溫度計系准确度較高和用于實驗室工作的溫度計。

(3) 量热計用水銀溫度計。供測定燃料發熱量和物體熱容量時用來測量量熱計的溫度差。測量範圍為 $3—5^{\circ}$ ，準確度達千分之一度。溫度計標尺度數上下間隔之間的差不超過 12°C 。分度為 0.01° 或 0.02°C 。帶有用以經常檢查零點，刻度範圍由 -0.1 到 0.1°C 的輔助刻度。

(4) *TNPT* 水銀溫度計（即百克曼溫度計），為了測量小的溫度差使用 *TNPT* 型溫度計。此種溫度計可測量由 -20 到 150°C 溫度間隔內不大於 $5—6^{\circ}\text{C}$ 的溫度差，也可作為上述熱量計溫度計之用。它有兩個刻度標尺，基本刻度有 $500—600$ 度，每一度相當於 0.01°C 左右。補助刻度的度數間隔由 20° 到 $+150^{\circ}$ ；分格為 5°C 。在基本貯藏器內的水銀量可按需要而予以改變。添加和減少水銀量通過輔助貯藏器進行。

標準水銀溫度計

表 1

次序	主要刻度範圍 $^{\circ}\text{C}$		輔助刻度範圍 $^{\circ}\text{C}$		標尺分度值 $^{\circ}\text{C}$	溫度計的 長度，毫 米	外殼直徑 毫 米	允許誤差 $^{\circ}\text{C}$
	自	至	自	至	$^{\circ}\text{C}$			
1	-30	+25	—	—	0.05和0.1	約500 (不超 過530)	棒型不 超過 8 內標型 不超過 12°	±0.3
2	-2	+52	—	—	0.05和0.1			±0.2
3	+32	+45	-0.5	+0.5	0.05			±0.2
4	+48	+102	-1	+1	0.05和0.1			±0.4
5	+98	+152	-1	+1	0.01和0.2			±0.4
6	+148	+202	-1	+1	0.01和0.2			±0.8
7	+198	+252	-1	+1	0.01和0.2			±0.8
8	+248	+302	-1	+1	0.01和0.2			

注：表2、3、4、各項所列溫度計主要刻度範圍允許變動1

普通實驗室用水銀溫度計

表 2

刻度範圍 °C		標尺分數值	溫度計長度,	外殼直徑,	容許誤差	刻度及校正時浸深度
自	至		毫 米	毫 米		
0	+100	1	230±20	8±1	±1	全 浸
0	+150		260±20		±2	
0	+250		300±20		±3	
0	+360		350±20		±4	

第二章 溫度計的檢驗

液体溫度計的檢驗分為：外部檢查，示值檢驗和示值恒定性的檢定。

§ 1. 外部檢查

溫度計在使用和校正前必須仔細檢視，其目的為查明溫度計的一般狀況及是否適用。驗收時的檢視須當送交人在場時進行之。

外部檢查包括：④按技術標準檢查規定尺寸的大小；②外觀檢查，檢查時依石油產品試驗方法統一標準的附件 2 進行。

溫度計的外觀檢查，主要包括下列各項：

(1) 毛細管的管道必須清潔，不應有阻礙水銀沿毛細管運動的粗糙點和污垢。

(2) 毛細管的粗細應均勻一致。

石油产品試驗用溫度計

表 3

溫度計的名稱	刻度範圍 °C		標尺 分度 值 °C	溫度計長 度, 毫米	外殼直 徑, 毫米	玻璃泡直 徑, 毫米	玻璃泡長 度, 毫米	容許 誤差 °C	刻度及 校正時 的液面 深度, mm	校驗點, °C
	自	至								
THB№1	-30	+170	1	250±10	9±1	5.5±0.5	7.5±1.5	±2	55	-20 0 +50 +100 +150
THB№2	+100	+300	1	250±10	9±1	5.5±0.5	7.5±1.5	±3	55	+100 +150 +200 +250 +300
THBB	0	+360	1	330±10	7.5±0.5	5.5±0.5	8±2	±4	45	0 +100 +200 +300
TB3№1	0	+60	0.5	250±10	8±1	5.5±0.5	8.5±2.5	±1	90	0 +20 +50
TB3№2	0	+110	0.5	250±10	8±1	5.5±0.5	8.5±2.5	±1	90	+50 +75 +100
TKN№1	0	+150	1	250±10	8.5±0.5	5.5±0.5	4.5±1	±2	全浸	0 +50 +100 +150
TKN№2	+100	+250	1	250±10	8.5±0.5	5.5±0.5	4.5±1	±3	全浸	+100 +150 +200 +250
如可夫熔點用溫 度計	+30	+100	0.2	300±20	7.5±0.5	5.5±0.5	10±2	±0.2	65	+40 +55 +100
凝固點用溫度計	-30	+60	1	300±20	10±1	5±1	9.5±1.5	±1	150	-20 0 +50
透明油品分餾用 溫度計	0	+360	1	350±10	7.5±0.5 6.5±0.5	5.5±0.5	8±2	±4	全浸	0 +50 +100 +150 +200 +250 +300

(3) 毛細管必須平直，不得有用目力能見到的彎曲及其他不正確的現象。

(4) 內標型溫度計的毛細管應安放在標尺板的前面，並處於度標垂直的縱面上及通過度標的中綫。板和毛細管之間的空隙不得大於 1 毫米。

(5) 內標型溫度計上的乳白色玻璃板不得有斑痕與其他妨礙讀數的毛病。

(6) 內標型溫度計外殼的內外面不得有劃痕和其他影響堅牢性的缺陷。外殼的正面不應有過厚的氣泡結子和其他能減低明晰性地方，如標綫和數字有歪曲現象或難於讀數等缺陷。

(7) 度標的標綫刻成綫紋狀，並垂直於毛細管的軸綫；綫紋必須平直均勻，不得有用肉眼能察見的間斷和加粗現象，以致影響讀數的精確度。

(8) 標綫數字和符號須填上黑顏色，要清楚、明晰；不應有褪色或從玻璃上脫落的現象。

(9) 溫度計的玻璃泡不得有劃痕和氣泡等影響強度的缺陷。

§ 2. 按固定點的校正方法

此方法是採用各種不同化學純物質在標準大氣壓（當水銀的單位體積容重為 13.5951 克/公分³和重力加速度為 980.665 公分/秒時，即 760 毫米水銀柱高）下物態變化（融化或凝固，沸騰或凝聚）的平衡溫度作標準溫度和被校驗溫度計之指示值作比較的一種校驗方法。

為保證和國際溫度標尺單位“度”相一致及得到最大可

能的准确度，校驗时采用以下四个基准点 ($^{\circ}\text{C}$):

(1) 在标准大气压下，氧的气态与液态之間平衡状态的溫度 (氧的沸点) 182.97

(2) 冰和溶有飽和量空气的水之間平衡状态的溫度 (冰的融点) 0.00

(3) 在标准大气压下，水和它的蒸汽之間平衡状态的溫度 (水的沸点) 100.00

(4) 在标准大气压下，液态的硫和它的蒸汽之間平衡状态溫度 (硫的沸点) 444.60

通常在刻度或校驗时只取上述定点中之 2、3、4 三点便够用了，但有时为求得插入值，还可依据所要求的溫度測量范围分別采用下列次要的定点 ($^{\circ}\text{C}$):

固体 CO_2 的升華	78.5
水銀 的 凝固	38.87
冰 的 熔 化	0.00
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 轉变为 Na_2SO_4 + 溶液	32.33
水楊酸苯酯 的 融 化	+43
二苯甲酮 的 熔 化	+47.85
萘 的 熔 化	+80.1
苯甲酸 的 熔 化	+122.45
溴苯 的 沸 点	+155.90
萘 的 沸 点	+217.96
錫 的 凝 固 点	+231.85
噁 的 沸 点	+237.70
一 溴 化 萘 的 沸 点	+281.10
二苯甲酮 的 沸 点	+305.90
鎢 的 凝 固 点	+320.80
鉛 的 凝 固 点	+327.4

上述各物質的物态变化是在恆溫下进行的，这溫度值是由物質的成份和那一种物态变化及压力来决定的，故所用的物質必須保証化学純粹。在測定沸点时，应对大气压加以精細校正和計算。

一、零点位置的校驗

溫度計刻度标尺上所示相当于所测度数零值的刻度点叫作零点。此零点以純冰熔化时的溫度为标准进行校驗。

甲、校驗零点的意义

作溫度計的玻璃有一定的热后效，故在加热后再度冷却时，溫度計的玻璃泡并不能立刻恢复到相当于它在起始溫度时所占有的同一体积；此外，玻璃的結構在長时期内会发生变化，使新出厂溫度計的玻璃泡的体积在長期使用下会逐渐縮小。为此溫度計多是經過热处理或放置半年以上加以校准使用，但緩慢之收縮仍不能完全避免，且溫度計因本身溫度之激变而发生移差时，其值甚大。考虑到上述情况，凡溫度計上有“0°”的刻度点，必須进行校驗，校正前后的零点位置要記載于溫度計的檢定証書中。

零点位置的檢驗要进行兩次：

(1) 在檢驗开始以前；

(2) 檢驗完毕，即該溫度計校驗达最高溫度点后，通常液体溫度計在制造时应經過人工陈化；如溫度計无人工陈化的标志，則零点位置的檢驗进行三次。

1) 退火前并在該溫度計校驗前进行；

2) 退火后于溫度計校驗前进行；

3) 整个校驗完毕达最高校驗点后立即进行。

退火时将溫度計水銀泡浸入相当于标尺上限溫度的介質中保持 5 小时，然后将介質溫度逐渐降低至室溫。

乙、校驗零点的仪器材料。

校驗零点的仪器通常用一截去底的細口瓶套于另一容积較大的外形相同的細口瓶內（图 2 — I）。

兩瓶壁間的空气层起絕热作用，以防止冰溶化过快。冰溶化后所形成的多余水由下边的孔排出。

为避免冰的迅速溶化，以便于長時間的观测，校驗标准溫度計的零点时可使用图 2 — II 所示的抽成真空层的容器，下部同样有排水孔。

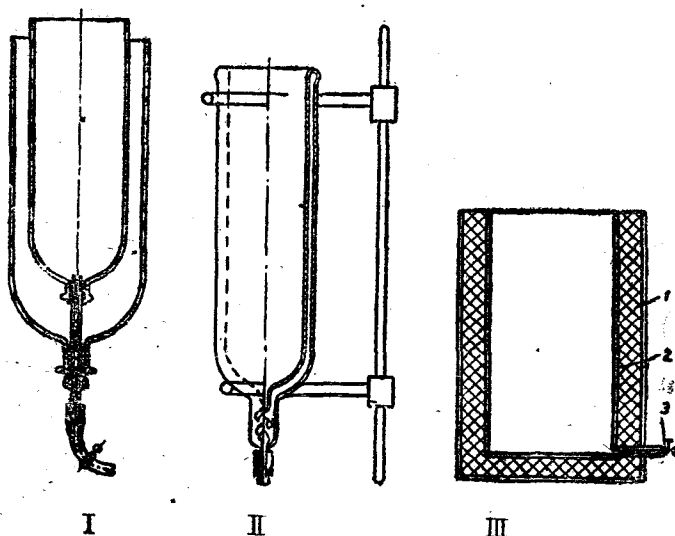


图 2 零点校驗仪器