

石油加工过程中的 温度测量

[苏联] B.A.尼基金 著

高汉文等译

中国工业出版社

石油加工过程中的 温度测量

〔苏联〕 B. A. 尼基金 著

高汉文等译

（苏联石油工业部教育司审定作为中等专业学校教科书）

中国工业出版社

В. А. Никитин
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР В ПРОЦЕССАХ
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ
ГОСТОПТЕХИЗДАТ Москва 1954

石油加工过程中的温度测量

高汉文等译

(根据原石油工业出版社赠阅)

石油工业部石油科学技术情报研究所图书馆编辑室编辑 (北京北郊六铺炕)

中国工业出版社出版 (北京德胜门内大街)

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{16}$ · 印张8 · 字数205,000

1957年5月北京第一版

1965年5月北京新一版 · 1965年8月北京第一次印刷

印数: 001—810 · 定价 (外埠) 1.00元

统一书号: 15165·3875 (石油-332)

前 言

教科書“石油加工过程中的温度测量”一書是根据已批准的中等石油技术学校該課程的教学大綱編写的，这門課程是工艺檢查和自动調节仪表專業課程的組成部分。

根据教学大綱的規定，这門課程研究下列問題：甲)測溫仪表的構造以及使用測溫仪表的理論和原則；乙)測溫仪表按使用範圍、名称和工業型号的分类；丙)这些仪表的選擇原則、安裝方法和裝設条件；丁)校驗方法与校驗用的工具；戊)温度測量的誤差来源和消除方法；己)維護測溫仪表的实际經驗。

温度的自动調节和調节器的描述不包括在温度测量的教学大綱中，因为在B.P.恩吉尔斯和H.Φ.巴塔耶夫所著的教科書“石油加工过程中的自动控制”^①(1951年)中已經对这个問題加以論述。在本書內也不敘述各个工艺裝置和过程的温度檢查与調节的实际流程，因为这在B.A.阿斯塔霍夫所著“石油煉制工業中的檢查及自动裝置的設計和安裝”^②(1952年)一書中已有所敘述。

苏联已有相当多的技术書籍論述关于温度测量与調节的一些問題，但这些書籍大部分是論述仪表的構造。“工業中的温度測量”(1952年)一書也許是唯一的例外，在這本書里，門捷列夫全苏度量科学研究所高温試驗室的一批科学工作者对温度测量的理論作了最充分和全面的論述，并在温度测量誤差的来源这部分作了分析和总结。

編写本書时，要求將丰富的材料加以系統化，并且为了深入了解起見，除了敘述測溫仪表的構造外，还綜合闡述了它們的理論、方法和作用原理。

書末附有参考文献。

在首次編写关于温度测量的專業課本时，在材料的完整性和

①、② 此二本書的中譯本，1956年已由石油工業出版社出版。——編者

闡述方面必然存在着个别的錯誤和缺点。作者將非常感謝对这方面提出的一切批評。

最后，在本書編写过程中，H.YO. 涅姆左夫，B.A. 阿斯塔霍夫和 M.A. 李沃夫曾給予宝貴的指示，在准备手稿的过程中，A.M. 尼基金娜曾給予許多具体的帮助，作者謹在此表示感謝。

目 录

前言

第一章 定义、温度标尺和分类	5
第 1 节 温度的概念	5
第 2 节 温度标尺的概念	6
第 3 节 热力学温度标尺	8
第 4 节 国际温度标尺	10
第 5 节 测温仪表的分类	13
第 6 节 校验系统图	15
第 7 节 测温仪表的准确度	15
第二章 膨胀式温度计	18
第 8 节 液体 玻璃温度计的作用原理	18
第 9 节 玻璃温度计的构造	19
第 10 节 工业用温度计的装设	23
第 11 节 用水银-玻璃温度计测量温度时所产生的误差	25
第 12 节 充填有机液体的玻璃温度计	27
第 13 节 温度计的校验	28
第 14 节 膨胀计式温度计和双金属温度计	31
第三章 压力式温度计	33
第 15 节 压力式温度计的作用原理和主要工作部分	33
第 16 节 T F 型充气式的压力式温度计	38
第 17 节 充液的压力式温度计	43
第 18 节 充蒸汽式的压力式温度计	44
第 19 节 压力式温度计的装设、维护和校验	47
第四章 热电高温计	52
第 20 节 热电偶的原理	52
第 21 节 热电偶自由端温度的校正	58
第 22 节 热电偶材料	59
第 23 节 热电偶的型式和刻度	63

第 24 节	热电偶的制造	67
第 25 节	特种热电偶	79
第 26 节	热电偶的校验	86
第 27 节	高阻计毫伏表	90
第 28 节	电位计及其作用原理	104
第 29 节	便携式及试验室用电位计	108
第 30 节	电动机械式自动电位计	113
第 31 节	自动电子电位计	134
第 32 节	ЭПН-09 型自动记录式自动电子电位计	154
第五章	电阻温度计	175
第 33 节	电阻温度计的作用原理和材料	175
第 34 节	电阻温度计的构造和型式	179
第 35 节	电阻温度计的刻度	194
第 36 节	与电阻温度计配合使用的仪表测量线路图	195
第 37 节	自动平衡电桥	198
第 38 节	不平衡电桥	205
第 39 节	磁电式比率计	206
第 40 节	热电偶及电阻温度计的切换开关	211
第六章	光学高温计和辐射高温计	214
第 41 节	根据热辐射物体的辐射进行温度测量的原理	214
第 42 节	光学高温计	222
第 43 节	辐射高温计	226
第七章	温度测量的一般条件	233
第 44 节	由于热接受器装设得不正确而引起的测温误差	233
第 45 节	温度测量中的滞后时间和运动误差	244
参考文献		252

第一章 定义、温度标尺和分类

第 1 节 温度的概念

在所有关于温度概念的定义中，下面的定义最为完全。

物体的温度，从该物体与其他物体进行热交换的观点来看，是表示该物体热状况的数值。

通常我们用冷、温、热来判断物体的不同受热程度。

因此，换句话说，温度概念的定义，可以表述如下：物体的受热程度叫做该物体的温度。

物体的这种受热程度或热状况，是由于分子在热运动过程中所呈现的内部动能来决定的。

借热交换来传递能量与两个温度趋于一致的现象有关：借热交换放出能量的物体，则其温度下降；而接受能量的物体其温度则上升。这表明物体的温度和它的内能储存有关，这种内能的携带者即为物质的分子和原子，它们所具有的动能和位能是由温度决定的。

实验证明，物体的一切物理性质，或者物体的物理状态，或多或少地都和温度有关。

例如，大家都知道，把水加热可以使它沸腾而得到水蒸汽。相反地，把水冷却就可以得到冰块。

我们常常凭感觉来判断物体的温度。这样就很容易发生错误，早在 M.B. 罗蒙诺索夫的当时，他就已经指出过这一点。

我们来做这样一个实验：把右手浸入盛有热水的容器里；而左手却浸在盛有冷水的容器里。经过几分钟后，再把双手浸入盛有温水的容器里，此时我们就会发现：凭右手的感觉，容器里的水是冷的；而凭左手的感觉，却发现这同一容器内的水是热的。

所以，不能依靠感觉来判断物体的温度。

只能用比较两个物体的受热程度的方法来测量温度，并以其

中一个物体的受热程度作为起点，例如冰的融点。受热程度或热状况的比较，是根据物体的某一物理性质的变化来进行的，这个物理性质必须由温度来决定，并且要易于测量。

为了确定温度的数值，首先必须建立温度标尺，也即选择温度读数的起点(温度标尺的零点)，和选择温度间隔的度量单位(“度”)。

第 2 节 温度标尺的概念

确定温度度量单位——“度”^①的问题，是度量学^②上最艰难的问题之一，并与所谓温度标尺的建立有关。

温度标尺，就是分佈在化学纯净物质的沸点和融点这两个易于重复的恒定温度点之间的温度间隔内的一系列标记。

例如，如果任意地以冰的融点作为 0，而以水的沸点作为 100，并将这个温度间隔分为 100 等分，于是，这些点综合起来就提供一种温度标尺，而这个间隔的百分之一就是温度的 1 度。

一般来说，这可以用下面的关系表示：

$$1 \text{ 度} = \frac{100 - 0}{100} \text{ 或 } \frac{t'' - t'}{n}, \quad (I-1)$$

式中 t' 和 t'' ——两个易于重复的恒定温度；

n ——所采用温度标尺的基础温度间隔被等分的数目。

目前，已不适^③用的摄氏温度标尺是利用装在玻璃管器中的水银的体积膨胀，作为测温性质的。以冰的融点和水的沸点作为基本的间隔界限，数值 0 和 100 就代表这两个温度，因此 n 就等于 100。这种温度标尺曾在长时期内满足了实际的要求，但是随着测量技术的改进，出现了温度标尺按水银温度计的同一原理来刻度，但不用水银(例如用酒精)作充填剂的温度计。这种温度计的

① 拉丁字“градус”(度)是步的意思。

② 度量学(метрология)是关于测量的科学，起源于希腊字“метрон”——度量与“логос”——学习。

③ 作者认为摄氏温度标尺已不适用，详见第 13 页及 20 页。——译者

指示值，仅在 0 与 100 兩点和水銀溫度計相符。

這兩種溫度計的所有其餘各點的指示值都不相同，因為水銀和酒精的體積膨脹係數與溫度的關係是不相同的。

各種溫度計的發明者所採用的 n 值是不相同的。

如上所述，根據液體熱膨脹原理而創立的溫度標尺，是偉大的俄國科學家 M.B. 羅蒙諾索夫的成績。在羅蒙諾索夫的溫度計中，冰的融點和水的沸點之間的基本溫度間隔被分為 150 等分 ($n=150$)。

在列氏溫度標尺中，這個間隔被分為 80 等分 ($n=80$)，並且以 0° 來表示冰的融點，而以 80° 來表示水的沸點；在華氏溫度標尺中，溫度間隔則被分為 180 等分 ($n=180$)，並以 $+32^{\circ}$ 和 $+212^{\circ}$ 分別表示冰的融點和水的沸點(圖 1)。

因此，對於攝氏、列氏和華氏溫度標尺上的同一溫度(如果借同一種物質來測量的話)來說，將存在下面的關係：

$$n^{\circ}\text{Ц} = (0.8n)^{\circ}\text{Р} = (1.8n + 32)^{\circ}\text{Ф}, \quad (\text{I}-2)$$

上述所有基於液體(水銀或酒精)體積膨脹原理的溫度標尺(羅蒙諾索夫溫度標尺、列氏溫度標尺、攝氏溫度標尺、華氏溫度標尺)，都有一個共同的缺點：溫度計的指示值決定於測溫物質的種類，因為每種物質，都各有它自己隨溫度而改變的測溫性質。

科學和技術的發展，引起了創立一種不與任何個別性質發生關係，並適用於較寬溫度範圍的統一溫度標尺的必要性。

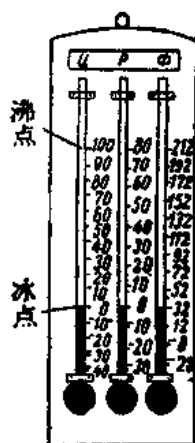


圖 1 各種溫度計的溫度標尺攝氏—Ц；列氏—Р；華氏—Ф。

① 華氏零度表示由冰、水、氯化鈣和食鹽組成的冷卻混合物的最低溫度。

第 3 节 热力学温度标尺

在自然界内，并没有物理性质与温度两者呈严格的直线关系的物体。在前节中已经述及，水银和酒精温度计的指示值，仅在 0° 与 100° 两点间相同，由于水银和酒精的体积膨胀系数与温度的关系不同，故在其余各点的指示值是不相符的。

如果我们试图以随温度而改变的其他任何特性(例如，金属的电阻等等)为基础，而创立一种温度标尺，也将遇到同样的困难。

在这种情况下，虽然会像水银和酒精温度计的情况一样，在采用各种金属时所得到的恒定温度点会互相重合；但是，由于所采用的金属的不同，看来我们也将得到各种不同的温度标尺。

在应用热力学定律的过程中，才解决了关于创立一种与所用测温物质的个别性质无关的通用温度标尺的问题。

在1848年创立了一种基于热力学第二定律的通用温度标尺。

大家知道，热力学第二定律说：任何物体从热体所得到的热量，与热体按可逆循环做功时所交给冷体的热量之比，决定于热体与冷体的温度之比：

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1}. \quad (I-3)$$

设水的沸点(T_{100})和冰的熔点(T_0)之间的温度差等于100，即假定 $T_{100} - T_0 = 100$ ，其相应的热量以 Q_{100} 和 Q_0 表示，即得

$$\frac{T_{100}}{T_0} = \frac{Q_{100}}{Q_0}. \quad (I-4)$$

由此得出

$$\frac{T_{100}}{T_{100} - T_0} = \frac{Q_{100}}{Q_{100} - Q_0}$$

或

$$T_{100} = \frac{Q_{100}}{Q_{100} - Q_0} \times 100 \quad (I-5)$$

$$\text{和} \quad T_0 = \frac{Q_0}{Q_{100} - Q_0} \times 100. \quad (\text{I}-6)$$

当热体在温度 T 时, 可得

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \times 100. \quad (\text{I}-7)$$

公式(I-7)是绝对温度标尺的方程式, 这个标尺叫做热力学温度标尺。

根据热力学第二定律而建立的温度标尺, 与物体的任何性质无关。

如果热力学温度标尺中, 采用冰的融点以下 273.16° 这一点作为零度(绝对零度), 它就叫做绝对温度标尺。“ -273.16° ”这个温度, 或绝对零度, 是理论上计算得出的(或然性最高的)温度, 根据推测, 在这个温度下应该没有任何的分子运动。

热力学温度标尺的温度以 T 来表示, 并以“°绝对”或“°K^①”来表示其数值。

热力学温度标尺和以理想气体作为充填剂的气体温度计的温度标尺是一致的。

许多真实气体, 如氮、氖, 特别是氦, 它们的性质在很大的温度范围内, 与理想气体的差别非常小。氦气温度计的温度标尺, 是以体积不变时, 氦气压力随温度的改变而发生的变化为基础, 并对真实气体与理想气体在性质上的差别作了修正, 它是热力学温度标尺(绝对温度标尺)的实际应用。

与水银温度计相比较, 气体温度计的主要优点, 还在于气体的体积膨胀系数差不多是玻璃的 140 倍, 而水银的体积膨胀系数仅为玻璃的 7 倍。

1889年第一次国际度量衡会议采用了氦气温度计的百度温度标尺作为标准温度标尺, 在这种温度计中, 温度是根据体积恒定的氦气压力来决定的。

在冰的融点(0°)时, 氦气的压力应等于1000毫米水银柱。在

① 热力学温度标尺是由B 汤姆逊(凯尔文)提出的。

水的沸点(100°)时,在正常条件下同样体积的氦气,其压力要大一些。將这一压力的增加量分为 100 等分,则压力增加量的每百分之一,就相当于百度温度标尺上 1 度的温度变化。同时,我们会发现,氦气温度计的基本温度点和摄氏温度标尺的基本温度点(0° 和 100°)重合,但中间各点却不相同,因为水银和氦气随温度的上升而膨胀的规律是不相同的。曾经用氦气温度计测量了零度以下的各种温度,其中液态氧的沸点就是用它来确定的。用其他的气体温度计(氮气温度计)可以测量更低的温度,例如氢的沸点(-253°)和氦的沸点(-269°)。

虽然气体温度计是非常精确的测温仪表,但是它们的构造和使用都特别复杂,因此它们不便于实际测温工作中。

这就有必要研究一些方法来实行这样一种温度标尺,这种温度标尺实际上要与热力学温度标尺重合,要能把热力学温度标尺扩大到很高的温度范围,并且要具有使用方便和复制可靠等特点。这样就产生了国际温度标尺。

第 4 节 国际温度标尺

用来作为标准温度标尺的国际温度标尺,是以化学纯净物质的融点和沸点等一系列易于复制的恒定温度点为基础的。这些恒定温度点的数值——一定物质的固态和液态之间或液态和气态之间的平衡温度——是在热力学百度温度标尺中,借真实气体温度计来测定的。

对于每一平衡温度,都采用一个在各国一致的而且是最可靠的数值。

在苏联,国际温度标尺从 1934 年 10 月 1 日起被采用为全苏标准(ОСТ ВКС 6954)。

1933 年第八次度量衡大会所采用的国际温度标尺是热力学百度温度标尺的实际应用。在这种温度标尺中,以 0° 和 100° 来分别表示在标准大气压力下冰的融点和水的沸点。同时,标准大气压力等于,当单位体积的水银重量为 13.5951 克/厘米³ 和正常的自

由落体加速度为 980.665 厘米/秒²的时候, 高度为 760 公厘的水銀柱对其底平面所产生的压力(OCT BKC 5859)。

国际温度标尺, 是以恒定的并且能准确复制的平衡温度(恒定温度点)系统为基础而建立的, 这些恒定温度点具有一定的数值。为了决定中间各点的温度, 可以使用根据这些恒定点来刻度的求内插值的仪表。

根据国际温度标尺来测量的温度, 以符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示(例如 960.5°C)。

下面是基本的恒定温度点和它们在标准大气压力下的数值, 以及表示温度 t_p 为蒸汽压力 P 的函数公式。

a) 在标准大气压力下, 液态氧和气态氧之间的平衡温度(氧的沸点) ...
..... -182.97°

$$t_p = t_{760} + 0.0126(p - 760) - 0.0000065(p - 760)^2.$$

6) 在标准大气压力下冰和被空气所饱和的水之间的平衡温度(冰的融点)..... 0.000°

b) 在标准大气压力下液态水和水蒸汽之间的平衡温度(水的沸点)
..... 100.000°

$$t_p = t_{760} + 0.0367(p - 760) - 0.000023(p - 760)^2.$$

r) 在标准大气压力下液态硫和硫蒸汽之间的平衡温度(硫的沸点)
..... 444.60°

$$t_p = t_{760} + 0.0909(p - 760) - 0.000048(p - 760)^2.$$

u) 在标准大气压力下固态银和液态银之间的平衡温度(银的凝固点) ...
..... 960.5°

o) 在标准大气压力下固态金和液态金之间的平衡温度(金的凝固点) ...
..... 1063.0°

为了用内插法求出各恒定温度点之间的数值, 温度标尺被分为四个部分。

a) 自冰的融点到 660°C 的温度, 是从标准铂电阻温度计的电阻值 R_t , 用下面的公式求出的:

$$R_t = R_0(1 + A' + B'^2), \quad (1-8)$$

常数 R_0 、 A 和 B 借测量冰的融点、水的沸点和硫的沸点的

方法来决定。

6) 自 -190°C 到冰的融点, 温度也是从标准铂电阻温度计的电阻值 R_t , 用下面的公式求出的:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t-100)^3]. \quad (\text{I-9})$$

如上所述, 常数 R_0 、 A 和 B 都根据公式(I-8)求出, 而附加的常数 C 则用测量氢的沸点的方法根据公式(I-9)求出。制造温度计用的铂, 其纯度和物理性质, 在 $t=100^{\circ}\text{C}$ 时应当使比值 R_t/R_0 不小于 1.390; 而在 $t=444.60^{\circ}\text{C}$ 时不小于 2.645。此外, 标准温度计用于 0°C 以下并在 $t=-183^{\circ}\text{C}$ 时其比值 R_t/R_0 应小于 0.250。

7) 自 660°C 到金的凝固点, 温度 t 是从标准铂铑合金-铂热电偶(这热电偶的一个接点保持在 0°C , 而另一个接点受温度 t 的作用)的电动势 E 用下列公式求出的:

$$E = a + bt + ct^2. \quad (\text{I-10})$$

常数 a 、 b 和 c , 可从热电偶在铈、银和金的凝固点时所产生的电动势求出。

8) 在金的凝固点以上, 温度 t 由黑体在该温度时放出波长为 λ 的可见单色光的光度 I_2 , 与黑体在金的凝固点时放出的同样波长的单色光的光度 I_1 之比来决定:

$$\ln \frac{I_2}{I_1} = \frac{C_2}{\lambda} \left(\frac{1}{1336} - \frac{1}{t+273} \right), \quad (\text{I-11})$$

式中的数值 C_2 等于 1.438^① 厘米·度, 当 $(t+273)\lambda$ 小于 0.3 厘米·度的时候, 可用此 C_2 值来求 t 的数值。

除了基本的恒定温度点以外, 还有次级的恒定温度点, 它们是在准确测量温度用的次级仪表进行刻度时使用的。这些点的温度在标准大气压力下为:

锡的凝固点.....	231.85°
镉的凝固点.....	320.9°
铟的凝固点.....	419.45°

① 在第九次度量衡人会上规定 C_2 的数值等于 1.438 厘米·度。

錫的凝固点.....	630.5°
銅的凝固点.....	1083.0°

在苏联，国际温度标尺的复制和保管是以 Д. И. 門捷列夫命名的全苏度量科学研究所 (СНПИАМ) 的任务之一。为了把各种温度范围内的“度”的正确数值等刻到实用的测量仪表上去，备有一套典型仪表，这套范型仪表是按全苏度量科学研究所的标准仪表来进行校驗的。

必須指出，目前所用的百度国际温度标尺，常常錯誤地被叫做攝氏温度标尺。因此，常常会遇到把 OCT BKC 6954 规定的符号 $^{\circ}\text{C}$ 不正确地解释为攝氏的“度”。这是很大的錯誤。

符号 $^{\circ}\text{C}$ 应当理解为百度温度标尺上的“度”，这种百度温度标尺与已过时不用的攝氏温度仅在 0° 和 100° 兩点重合。在所有其余各点，攝氏温度标尺与标准的百度国际温度标尺都不相同。

也必須注意到在目前所用的各种温度計中，自 0° 至 100° 的間隔內和更高的温度时，温度标尺不是如前述那样被分为 100 等分[見公式(1-1)]，而是分为与国际温度标尺相应的 100 个不相等的部分^①。

因此，当这些温度計插在相同温度的介質內时，即使各温度計所用的测温物質各不相同，也会得到相同的指示值。

只是由于温度計在刻度时有錯誤，指示值才可能产生誤差。

第 5 节 测温仪表的分类

测温仪表主要根据作为該种仪表的構造和作用原理的一些物理現象来分类。

根据作用原理的分类列于表 1。

此外，测温仪表还分为各种等級，仪表的等級用代表該仪表的折算容許誤差^②的数值来表示。

① 把标尺刻在現代的水銀玻璃温度計上时，还要考虑到温度計的“毛细管圓錐度”与絕對的圓筒形之間的差異。

② 规范所容許的仪表指示值的最大誤差，以該仪表的測量上限的百分数来表示时，叫做折算容許誤差。

测温仪表的分类

表 1

組的編號	仪表組別	作为仪表作用原理的物理现象	测温范围, $^{\circ}\text{C}$
1	膨胀式温度计	物体在受热时發生的膨胀现象	自 - 80 至 750
2	压力式温度计	温度计中充液或充气的热接收器, 于受热时在密闭系統内产生的压力变化	自 - 60 至 550
3	热电高温计	两种不同的热电極的接点, 在受热时产生的电动势	自 - 50 至 1600
4	电阻温度计	导线在温度变化时, 所产生的电阻变化	自 - 120 至 500
5	辐射式高温计:		
	光学高温计	受热物体在温度变化时, 所产生的亮度(辐射强度)变化	自 800 至 2000
	色度高温计	受热物体在温度变化时所产生的颜色变化	自 800 至 2000
	辐射高温计	受热物体, 在温度变化时所产生的辐射能量的变化	自 700 至 1800

① 測量范围一欄主要是指苏联工業上, 大規模生产的仪表的測量范围。

在个别情况下, 可以采用具有其他测温范围的仪表。例如, 目前正在制造一些測量范围可以到 2000°C 的研究用热电高温计。

例如, 0.5 級的仪表的折算容許誤差为 $\pm 0.5\%$; 1.5 級的仪表其折算容許誤差为 $\pm 1.5\%$ 。

测温仪表可以按被測量数值的获得方法之不同, 分为指示式、自动記錄式、就地測量式和远距离測量式仪表。

指示式仪表 是指通过讀数設備(即标尺)来指出被測量的温度数值的仪表, 例如, 水銀-玻璃温度计。指示式仪表借直接或間接把該仪表的指示值, 与范型仪表相比較的方法預先进行刻度的。

自动記錄式仪表 是指仪表在开动时, 能自动把指示值記錄在轉动的帶形或圓盤形記錄紙上, 例如, 自动記錄式电位計。

就地測量式仪表 是指須直接在測量地点观察其指示值的仪表。如水銀-玻璃温度计。

远距离測量式仪表 是指在測量地点与測量仪表本身之間,