



温度与温标

胡瑶村

(太原工学院化工系)

一、引言

人类对于冷热的感觉是在很早以前就有的。夏季的炎日,寒冬的冰河,早就作用于他们的感官并逐渐在人们的头脑里形成了概念。但是,使冷热的概念精确化、温度(数值)和温度计的出现,却是近三百年来事情。1660年酒精温度计的出现是向冷热现象作探讨的重要一步。1714年华伦海脱(Fahrenheit)改良了水银温度计,大体上以当地冬季最冷的气温为 0° ,以人的体温约为 100° ,这样一来,就造成了水的冰点为 32° ,水沸点为 212° 的华氏温度计。冰点和水沸点之间的温度划为180个等分,每一等分叫做华氏 1° ,温度数值的如此表示法,叫做华氏温标。虽然工业和科学上早已不用华氏温标了,但直到今天,寒暑表上还保留着华氏温度的地位。

1742年摄尔修斯(Celsius)制定水的冰点为 0° 、水沸点为 100° 的摄氏温度计,冰点和水沸点之间的温度划为100个等分,每一等分叫做摄氏 1° ,温度数值的如此表示法,叫做摄氏温标。冰点和水沸点的定义是:冰点是纯冰与被空气饱和的纯水在一个标准大气压时达到平衡的温度。水沸点是纯水与水蒸气在蒸气压等于一个标准大气压时达到平衡的温度。一个标准大气压等于101325帕斯卡,1帕斯卡=1牛顿/米²。显然,摄氏 1° 和华氏 1° 的大小是不等的;一个物体的温度用摄氏温度计和华氏温度计测量出来的数值是不同的。华氏温标和摄氏温标都是经验温标,因为它们都是用一种特定物质——水,并根据任意一种定温度数值的方法制订出来的。

1848年开尔文(Kelvin)提出热力学温标。1854年他进一步建议用一个固定点确定热力学温标。但是他的建议在很长一个时期内没有受到人们的重视。1927年开始采用国际实用温标,它是第七届国际权度大会决定的。

1938年黄子卿和他的合作者^[1]用48对铜-康铜热电偶准确测定水的三相点温度为 0.0098°C ,为采用单一固定点来确定热力学温标提供了实验基础。1939年乔克(Giauque)^[2]建议用冰点确定热力学温标。

1954年,也就是开尔文建议后的一百年,第十届

国际权度大会通过了以水的三相点作为固定点的热力学温标^[3]。选水的三相点比选冰点要好,以此为标准温度后,温度测量的精确度会大大提高^[4]。

1960年第十一届国际权度大会通过了“1948年国际实用温标(1960年修改版)”,其要点是:热力学温标用水的三相点等于273.16来定义,摄氏零度规定为低于水的三相点 0.01°C 。1968年国际权度委员会又根据第十三届国际权度大会的决议,对温标作了较大的修改,公布了“1968年国际实用温标”,并于1969年1月1日起在国际上生效。从1973年1月1日起,我国已正式采用“1968年国际实用温标”。

温度为七个基本物理量之一,这七个基本物理量是长度、质量、时间、温度、电流强度、发光强度和物质的量,计量它们的单位分别为米、公斤、秒、开尔文、安培、烛光、摩尔,由这七个基本单位组成国际单位制。在生产斗争和科学实验范围内,广泛使用着种类繁多的温度计,精确度各有不同,测温区间可以从绝对零度附近一直到几千度、几百度。温度的测量与控制已成为近代工农业生产过程中不可缺少的一个环节;科学实验对温度测量的精确度要求越来越高。于是就出现了这样的问题:什么是一个温度计准不准的判据呢?

人类总是不断发展的。对温度本质和温标选取的认识也是不断深化的,永远不会停止在一个水平上。从摄氏温标、气体温标到采纳热力学温标并由此而制订国际实用温标,其间花费了二百多年。本文拟就温度的定义与温标的建立作一概说。至于“1968年国际实用温标”的详细内容和温度测量的各种方法等,则不在此赘述。前者可参考本期的专门介绍;后者可参考1968年以后的有关著作^[5-7](包括了接近绝对零度的低温、常温及高达 2700°C 的各种测温技术)及其引用的文献。

二、热力学第零定律和温度的定义

人们对于冷热的感觉不能作为科学上温度的定义。因为“感觉只解决现象问题,理论才解决本质问题。”^[8]为此,我们需要从实践中引出一个真理性的认

1) 毛泽东,《实践论》,《毛泽东选集》,人民出版社,(1969), 263.

识,这就是热力学第零定律^[9,10],它的表述是:如果两个物理体系(例如A和B)中的每一个都和第三体系(例如C)处于热平衡,则它们(A和B)彼此也处于热平衡。

根据热力学这个定律,可以提出温度的准确意义。为简单起见,设我们考虑的体系是数量和组成一定的三种气体A、B、C,描写这样的体系的平衡态只要两个能够观测的宏观变数——压强P和体积V就行了。气体A既然和气体C处于热平衡,则描写它们的变数就不是完全独立的,而要被一定的数学关系所制约。就是说,热平衡条件是

$$F_1(P_A, V_A; P_C, V_C) = 0, \quad (1)$$

式中P和V下面的脚注表示变数属于那种气体。气体B和气体C也处于热平衡,则有

$$F_2(P_B, V_B; P_C, V_C) = 0. \quad (2)$$

热力学第零定律指出:气体A和气体B也处于热平衡。因而有

$$F_3(P_A, V_A; P_B, V_B) = 0. \quad (3)$$

式(1)和式(2)可分别写成(把V_C抽出来移到等号一边)

$$V_C = \phi_1(P_A, V_A, P_C), \quad (4)$$

$$V_C = \phi_2(P_B, V_B, P_C). \quad (5)$$

由式(4)和式(5)得到的

$$\phi_1(P_A, V_A, P_C) = \phi_2(P_B, V_B, P_C), \quad (6)$$

必与式(3)是等当的。既然式(3)和式(6)等当,而式(3)没有P_C,式(6)的等号两边有P_C,则函数φ₁和φ₂必定是这样的形式:

$$\phi_1 = f_A(P_A, V_A)\psi_1(P_C) + \psi_2(P_C), \quad (7)$$

$$\phi_2 = f_B(P_B, V_B)\psi_1(P_C) + \psi_2(P_C), \quad (8)$$

因为从式(7)与式(8)就能得到式(6)的形式。其中引入的f_A是气体A的状态函数,也就是用压强和体积描写的一种宏观性质。f_B和下面的f_C有同样的意义。

将式(7)和式(8)代入式(6),得到

$$f_A(P_A, V_A) = f_B(P_B, V_B). \quad (9)$$

将式(5)和式(8)联合,则有

$$\phi_2 = V_C = f_B(P_B, V_B)\psi_1(P_C) + \psi_2(P_C),$$

$$f_B(P_B, V_B) = [V_C - \psi_2(P_C)]/\psi_1(P_C).$$

因上式右端只出现P_C和V_C,所以可用f_C(P_C, V_C)代替它,即

$$f_B(P_B, V_B) = f_C(P_C, V_C). \quad (10)$$

联合式(9)和式(10),我们得到

$$f_A(P_A, V_A) = f_B(P_B, V_B) = f_C(P_C, V_C). \quad (11)$$

这是热力学第零定律的结果,而不是用此式来证明热力学第零定律。

式(11)的结果表明:互为热平衡的物理体系有一个数值相等的宏观性质(状态函数)。这个决定热平衡的宏观性质(状态函数),我们定义为温度,用符号θ表示。温度是决定热平衡的宏观性质,其特征就在于:一

切互为热平衡的物体有相同的温度。对于我们所考虑的三种气体,它们的温度分别为

$$\theta_A = f_A(P_A, V_A),$$

$$\theta_B = f_B(P_B, V_B),$$

$$\theta_C = f_C(P_C, V_C).$$

因此,热力学第零定律是温度概念^[11,12]的物理基础。

已经达到热平衡的两个物理体系,如果使之再分开,并不改变它们的热平衡状态。这说明,接触只是为热平衡的建立创造条件,并不是定义温度的前提。温度反映了物体自身内部运动状态的特征。根据分子运动论的基本观点,温度是物体内部大量分子无规则运动的强度表现,是从统计意义上说的;分子的运动越剧烈,温度就越高。对于个别分子,说它有温度是没有意义的。

三、理想气体定律和气体温标

温标是温度的数值表示方法。温度的数值是由温标决定的,把不同的温标用于同一个平衡体系,就会得出不同的温度数值。

摄氏温标由于它的形象化而得到广泛应用。虽然它在冰点之下和水沸点之上还可以延伸,但这种外延在实际上是很有限制的。它的范围太窄,不能满足日益增长的生产斗争和科学实验的要求。因此,提出新的温标使其适用于大的温度范围和更加科学化就显得很必要。现在先介绍气体温标。

如果一定量气体的压强P和体积V的乘积在温度θ不变时是一个常数,而这个常数又只与温度θ有关,即

$$PV = f(\theta). \quad (12)$$

同时气体的内能U也只与温度θ有关,即

$$U = \phi(\theta), \quad (13)$$

则这样的气体称为理想气体,式(12)和(13)所表示的关系合称为理想气体定律。

实验指明:在气体的压强趋近于零的极限情形下,各种气体都变为理想气体。我们定义一个气体温标T,让它和f(θ)成比例,则式(12)变为

$$T = a \lim_{P \rightarrow 0} (PV), \quad (14)$$

其中a是比例常数。以下为了书写简便,均把lim下面的P→0略去。

如果我们规定水沸点和冰点之间的温度差为100°(并不指定冰点为0°),用T₀和T_S分别表示冰点和水沸点,则

$$T_S - T_0 = 100, \quad (15)$$

而

$$T_S - T_0 = a \lim(PV)_S - a \lim(PV)_0, \quad (16)$$

因此

$$a = 100 / [\lim(PV)_S - \lim(PV)_0], \quad (17)$$

$$T_0 = a \lim(PV)_0, \\ = 100 \lim(PV)_0 / [\lim(PV)_s - \lim(PV)_0]. \quad (18)$$

上式告诉我们：在规定了水沸点和冰点的温度差为 100° 以后，任选一种气体，保持在冰点的温度，多次改变压强而观测其体积，求得一系列的 PV 值，然后作 PV 对 P 的图，外推至 $P = 0$ 求得 $\lim(PV)_0$ ，再用同样的手续求得该气体在水沸点的 $\lim(PV)_s$ ，即可计算冰点温度的数值 T_0 。对多种气体进行实验的结果得出^[13]， T_0 都非常接近于 273.15 ，它不受气体数量的影响（在式右端的分子和分母中消去了），也不受气体种类的影响（因为压强趋近于零时各种气体都变成了理想气体）。 273.15 是根据几个国家用精密气体温度计测量的数据取最佳平均值决定下来的，西德为 273.149 ，日本为 273.148 ，美国的偏高一点，荷兰的偏低一点。

气体温标用 T 表示，单位为开尔文，简称为 K 。规定水沸点和冰点的温度差为 100° 以后， T_0 非常接近于 $273.15K$ ， T_s 非常接近于 $373.15K$ ，水的三相点温度非常接近于 $273.16K$ 。以上是气体温标的早期约定。

因为水的三相点能在 $\pm 0.0001^\circ$ 内高度复现^[14]，现在的气体温标是这样建立的：严格规定水的三相点温度 $T_s = 273.16K$ ，即气体温标是以水的三相点为固定点。在此温标上，冰点非常接近于 $273.15K$ ，水沸点和冰点之间的温度不是严格地差 100° 而是非常接近于 100° 。将 T_s 代入式 (14)，则

$$a = 273.16 / \lim(PV)_s \quad (19)$$

其中的 $\lim(PV)_s$ 是气体在水的三相点温度时 PV 的极限值。于是

$$T = 273.16 \lim(PV) / \lim(PV)_s \quad (20)$$

这就是现在用气体温标测量一个物体的温度的公式。

既然气体温标的水的三相点等于 $273.16K$ ，那末，低于水的三相点 $273.16K$ 的那个零度是什么呢？气体温标不能回答这个问题，因为对低于氦 (He) 还保有气体行径的温度，气体温标就不能确定了。因此，在气体温标上，零度是没有物理意义的^[15]。

气体温度计是实现气体温标的仪器，分为定压和定容的两种，常用的气体是 H_2 、 He 、 N_2 、 O_2 等。它的优点是温度的测量范围大，并且用不同的气体时所指示的温度几乎完全一样（因为都要外推至压强为零）。虽说如此，气体温标毕竟有赖于气体的性质，在很低的温度（气体的液化点之下）和高温（似乎 $1000^\circ C$ 是上限）就不适用；在精确度很高时使用不同的气体能看出温度的细微差别；同时它的零度没有物理意义。因此，单有气体温标还不行，下面再介绍热力学温标。

四、热力学第二定律和热力学温标

热力学第二定律的开尔文表述为^[16]：不可能从单一热源取热使之完全变为有用的功而不产生其它影

响。这个说法表明，热机必须工作于两个有温度差别的物体之间，它从温度为 θ_1 的高温物体吸热 Q_1 ，作了功，还要将 Q_2 的热量传给温度为 θ_2 的低温物体， $Q_1 - Q_2$ 就是作功的数量。热机的效率 η 由下式定义：

$$\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - Q_2 / Q_1. \quad (21)$$

由热力学第二定律还可得出^[17]：所有工作于两个一定的温度之间的可逆热机——理想卡诺 (Carnot) 热机，其效率相等。根据这个结论可以看出，一个工作于两个一定温度之间的可逆热机，其效率只能与两个温度有关，而与工作物质的性质和所吸收热量及作功的多少无关。即

$$\eta = 1 - Q_2 / Q_1 = \phi(\theta_1, \theta_2).$$

故

$$Q_2 / Q_1 = 1 - \phi(\theta_1, \theta_2) = f(\theta_1, \theta_2). \quad (22)$$

可以证明^[18]，式 (22) 必可表为下列形式：

$$Q_2 / Q_1 = f(\theta_2) / f(\theta_1). \quad (23)$$

这就告诉我们：工作于两个一定的温度之间的可逆热机所交换的热量的比值等于那两个温度的同一函数的比值。开尔文定义一个热力学温标 T ，令它与 $f(\theta)$ 成比例，则式 (23) 化为

$$Q_2 / Q_1 = T_2 / T_1. \quad (24)$$

热力学温度的单位为开尔文，简称为 K 。由式 (24) 可见，两个热力学温度的比值就是在这两个温度之间工作着的可逆热机所交换的热量的比值。因而，在热力学温标中，可逆热机的效率

$$\eta = 1 - Q_2 / Q_1 = 1 - T_2 / T_1. \quad (25)$$

我们又知道，采用气体温标后，理想气体卡诺循环的效率^[19]也是

$$\eta = 1 - T_2 / T_1.$$

这就证明了，热力学温标中两个温度的比值等于气体温标中两个温度的比值。

由式 (24) 还可看出，当 $Q_2 = 0$ 时， $T_2 = 0$ ，这就是说，如果体系经历一个可逆过程而没有传热，则发生此过程的温度在热力学温标上等于零，我们叫它做绝对零度^[16]。

由于热力学温标的零度已经在理论上确定了，所以只要选某一固定点并赋予它热力学温度的数值，就可把热力学温标完全确定（不再是两个温度的比值了）。现在热力学温标定义水的三相点温度为 $273.16K$ 。在此温标上，冰点非常接近于 $273.15K$ ，水沸点非常接近于 $373.15K$ 。因为热力学温标和气体温标的水的三相点温度都定为 $273.16K$ ，而热力学温标中两个温度的比值又等于气体温标中两个温度的比值，所以，在气体温标能确定的范围内，热力学温标与气体温标是等同的。

所以定义水的三相点温度而不定义冰点温度，这是因为：第一，在实验装置中三相点可长期维持在万分之一度内不变，比冰点更精确；第二，三相点不牵涉

到外界条件如大气压等。

用热力学温标测量一个物体的温度的原则是这样：让一个可逆热机工作于水的三相平衡体系和待测物体之间，则

$$Q/Q_0 = T/273.16. \quad (26)$$

计量待测物体和可逆热机之间传递的热量 Q ，同时计量水的三相平衡体系和可逆热机之间传递的热量 Q_0 ，即可用式(26)计算待测物体的热力学温度 T 。这里说的只是原则，实际上不能直接办到，因为可逆热机难于建造成功，传递的热量也难精确测量。

由式(24)和(26)决定的热力学温标现在已被采纳为基本温标，所有的温度测量最终都以热力学温标为尺度。理由是：

1. 用不同物质(例如 H_2 和 He)的某一特性(例如体积膨胀)制成的温度计，尽管在冰点指示同一数值，在水沸点又指示另外同一数值，但置于某个温度确定的物体上就可能有不同的指示值。这样，就会造成温度值的混乱。因此，一个科学的温标应该不受特定的物质及其性质的影响。热力学温标只建立在可逆热机效率的基础上，而此效率与任何工作物质无关。它用可逆热机所交换的热量比值来测量温度，不依靠任何特定的计温物质的物理性质。就是说，热力学温标与任何特定的物质及其性质无关，它避免了任意性。

2. 热力学温标没有温度范围的限制。除了绝对零度不能达到之外，在绝对零度之上的任何温度都可引用热力学温标。气体温标则不然，在低温和高温都不易确定。

3. 热力学温标的零度是从理论上确定的，是有物理意义的。根据热力学第三定律，绝对零度是不能达到的。绝对零度是热力学温标的最大下界，它只是在极限意义下才存在。摄氏温标和气体温标则不然，前者的零度是任意指定的，后者的零度是没有物理意义的。

既然热力学温标是基本温标，那末，气体温标是否失去了意义呢？不是。正因为气体温标在它确定的范围内等于热力学温标，从而使热力学温标的合理性取得了现实性。通常都用气体温度计测量一个物体的热力学温度，在气体温度计不适用的高温区域则用黑体辐射定律来实现热力学温标。至于如何由气体温度计的读数得到待测物体的热力学温度，文献[4]有详细的描述，故不在此重复。

五、国际实用温标

热力学温标既是合理的，在大的温度范围内原则上又可用气体温度计来实现，似乎问题都解决了。其实不然，实验的困难阻碍了热力学温标的精确测量。因为：第一，气体温度计的装置较为复杂，使用上不如电阻温度计、热电偶、辐射高温计等那样简便迅速；第二，

实际上要得到在很大温度范围内适用的气体温度计是很困难的；第三，气体温度计难以保证各国之间温度量值的准确一致。以上的原因，以及用可逆热机所交换的热量来实现热力学温标的实验困难，导致了1927年国际温标的提出。1948年对它作了修订，1960年起采用国际实用温标^[17]，而在1968年对它作了较大的修改后命名为“1968年国际实用温标”^[18,19]，简称为 IPTS-68。

建立国际实用温标的基本原则是：第一，热力学温标是合理的，因而国际实用温标应尽可能和热力学温标一致，要以现代技术水平来实现热力学温标；第二，为了保证各国温度量值的统一，国际实用温标的复现精确度要高，使各国都能以很高的准确度复制同样的温标；第三，规定的测温仪表应比气体温度计简便迅速。

国际实用温标是国际上的协议性的温标。它并不取代热力学温标，而是提供了一个对科学和工业的测温仪表能够迅速和方便使用的尺度。国际实用温标是根据热力学温标制定的。在制定国际实用温标时，人们总是使它尽可能地与热力学温标一致。但是人们的认识又是在不断地发展着的，随着科学技术的发展，又会发现旧的国际实用温标与热力学温标之间存在着一些差异，这时就需要修改旧的国际实用温标，使之更接近于热力学温标。这就是数十年来多次修改国际实用温标的主要原因。

现行的国际实用温标有如下的重要内容值得我们注意^[20](包括1960年公布的而在 IPTS-68 中仍属有效的内容)：

1. 采纳热力学温标为基本温标。以水的三相点温度等于 273.16 K 作为一个基准点。

2. 热力学温度用 T 表示，单位是开尔文，写为 K (不再写成 $^{\circ}K$)，1 K 等于水的三相点热力学温度的 $1/273.16$ ；不再使用“绝对温度”一词。

3. 摄氏温度 t 定义为 $t = T - 273.15$ ，即摄氏零度为低于水的三相点 $0.01^{\circ}C$ 。摄氏温度的单位是摄氏度，写为 $^{\circ}C$ ；用摄氏度表示的温差，也可用开尔文表示。

4. 水沸点作为国际实用温标的基准点之一定为 $100^{\circ}C$ ，是约定而不是定义。水的冰点并未规定。

由此可见，热力学温度由绝对零度和水的三相点等于 273.16 K 来确定，摄氏温度由 $0^{\circ}C$ 严格地低于水的三相点 $0.01^{\circ}C$ 来确定。因而，根据现在的摄氏温度，冰点温度不是严格地等于 $0^{\circ}C$ ，而是非常接近于 $0^{\circ}C$ 。同样的道理，水沸点温度不是严格地等于 $100^{\circ}C$ ，而是非常接近于 $100^{\circ}C$ 。

六、结 语

以上对温度的物理概念、温标的演变和几个主要

的温标作了简要介绍。从这里我们可以看出,温度是体系的一种宏观性质,这性质决定这个体系是否与其它体系处于热平衡。一切互为热平衡的物体有相同的温度,这是测量温度的理论依据。气体温标是一个很有用的温标,它根据理想气体定律并建立在精密的实验基础之上,是实现热力学温标的首级方法。热力学温标是建立在热力学第二定律基础上的理论温标,不受任何特定的物质及其性质的影响。它定义水的三相点温度为 273.16K。在气体温标能确定的范围内,热力学温标与气体温标是相等的;即在大的温度范围内,热力学温标可以为气体温标表现出来。国际实用温标是为了得到一个实用的、复现时精确度也很高的、且尽量与热力学温标相等的温标而提出的,是国际上的协议性的温标。它采纳热力学温标为基本温标,并以现代技术水平使热力学温标得到具体的实现,使温度的测量简便而准确。它规定摄氏零度为低于水的三相点 0.01℃,以此来统一热力学温度和摄氏温度。新的国际实用温标 IPTS-68 没有给沿用了很久的温度数值造成太大的变动(例如冰点与 0℃ 的差别不超过 0.0001°),但又根据近代科学技术的发展作了必要的和较大的修改,温度的新值和旧值之间是有差别的^[10],在高温区域表现得尤为明显。这些,就是我们讨论温度与温标的简单结论,有的是应当引起我们注意的地方。

参 考 文 献

[1] 黄子卿等, *Proc. Am. Acad. of Arts and Science*,

72 (1938), 137.

- [2] Giauque, W. F., *Nature*, **143** (1939), 623.
 [3] 冯师颜,《物理通报》, (1963), 54.
 [4] 王竹溪,《物理学报》, **11** (1955), 125.
 [5] Lynnworth, L. C., Benes, J. J., *Mach. Des.*, **41** (1969), 189.
 [6] Stimson, H. F., Lovejoy, D. R., Clement, J. R., *Exp. Thermodyn.*, **1** (1968), 15.
 [7] Quinn, T. J., Ford, M. C., *Proc. Roy. Soc.*, **A312** (1969), 31.
 [8] Пешков, В. П., *Усп. Физ. Наук*, **108** (1972), 549.
 [9] Lay, J. E., *Thermodynamics*, Chap. 3, Charles Books, Columbus, (1963).
 [10] 傅 鹰,《化学热力学导论》第一章, 科学出版社, (1963).
 [11] Miller, A. R., *Am. J. Phys.*, **20** (1952), 488.
 [12] Wolff, H. C., *Temperature, Its Measurements and Control in Science and Industry*, Vol. 2, Chap. 1, Reinhold Publishing Corp., New York, (1955).
 [13] 怀特, G. K.,《低温物理实验技术》第四章, 洪朝生等译, 科学出版社, (1962).
 [14] Stimson, H. F., *J. Res. Nat. Bur. Stand.*, **42** (1949), 209.
 [15] 王竹溪,《热力学》第一至三章, 高等教育出版社, (1955).
 [16] Zemansky, M. W., *Heat and Thermodynamics*, Chap. 9, McGraw-Hill Book Comp., (1957).
 [17] 凌善康,《物理通报》, (1962), 214.
 [18] Brickwedde, F. G., *Metrologia*, **7** (1971), 130.
 [19] Орлова, М. П., *Ж. Физ. Хим.*, **45** (1971), 209.

“1968 年国际实用温标”简介

武汉大学物理系基础课教研室

中国科学院曾于 1972 年发出通知,决定我国从 1973 年 1 月 1 日起在全国正式采用新的温度计量标准,即“1968 年国际实用温标”(IPTS-1968)。这里,我们对“1968 年国际实用温标”作一简单介绍。

大家知道,温度表示物体的冷热程度。温标则是温度的数值表示方法。

在工农业生产和科学实验中,测量温度的问题是一个十分重要的问题。随着工农业生产和科学技术的发展,温度测量的范围愈来愈大,使用温度计的种类也愈来愈多。现在工农业生产和科学实验中经常使用的温度计就有玻璃管液体温度计、热电偶和光学高温计等;有些场合还使用电阻温度计、半导体温度计;测量低温时还使用蒸汽压温度计和磁温度计等。各种温度

计的数值都是用某种温标决定的。确定一种温标要包含三个要素:基准仪器(利用一定物质的某一随温度变化的性质来决定温度)、基准点和插补公式。例如,历史上的摄氏温标是以玻璃管水银温度计为基准仪器,利用水银体积随温度变化来确定温度;以水的凝固点(0℃)和水的沸点(100℃)为两个基准点;认定水银体积与温度成线性关系作为插补公式,即以水银体积随温度线性变化来将温度计刻度。显然,这种温标有一定的任意性和局限性;例如,不用水银温度计而用酒精温度计作基准仪器,对同一对象就会测出不同的温度数值。为了使温度的测量统一,就必须建立一种统一的温标,其它各类温度计都以此温标为标准来进行校正。人们在长期生产斗争和科学实验中对温度测量的经验