



温度表

浙江省水电局电力中心试验所

水利电力出版社

温 度 表

浙江省水电局电力中心試驗所

水利电力出版社

内 容 提 要

本书介绍火力发电厂常用的几种温度检测元件及其二次仪表,即玻璃管液体温度计、压力式温度计、热电偶和毫伏表、热电阻和比率表,以及XC系列动圈仪表等。

为了便于热工仪表工人同志自学,本书除介绍各类仪表的结构特点外,还对它们的工作原理和电气线路作了比较详细的分析说明。此外,书中还用较大篇幅介绍了这些仪表的调试、维修经验,供现场使用时参考。

本书内容简明实用,可供初中以上文化程度的新、老热工仪表工人自学之用。

温 度 表

浙江省水电局电力中心试验所

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

1975年9月北京第一版

1975年9月北京第一次印刷

印数 00001—20775 册 每册 0.36 元

书号 15143·3155

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。

前 言

温度检测仪表是重要的热工检测仪表之一，在火力发电厂中应用广泛。随着我国工业生产迅速发展和发电厂中机组容量的不断增大，对测温技术的要求越来越高，测温仪表的品种也越来越多；特别是在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，我国仪表工人坚持自力更生，大搞技术革新，创造了许多新型的测温元件和仪表，如超小型电阻温度计、动圈式温度指示调节仪和温度数字巡回检测仪，等等。

为了适应当前电力工业发展的需要，加强对新工人的培训作，我们组织了以工人为主体的三结合小组，编写了《温度表》一书，供热工仪表专业同志学习时参考。

本书内容共分九章，主要介绍目前火力发电厂中常用的一次测温元件和二次温度指示仪表的构造、工作原理、电气线路、调整试验方法和故障修理等；内容力求通俗具体。

本书编写过程中得到了北京石景山发电厂、北京电力工业局中心试验所、南京热电厂以及浙江地区的闸口、梅溪、艮山门、半山电厂等单位热工专业同志的热情支持和帮助，为我们提供了不少宝贵资料，并对全稿作了认真的审查、修改，在此表示感谢。

由于我们的政治思想和业务水平不高，书中难免有不少缺点、错误，热诚希望广大读者多提宝贵意见，批评指正。

浙江省水电局电力中心试验所

1975年5月

目 录

前 言

第一章 玻璃管液体温度计	1
第一节 工作原理.....	1
第二节 结 构.....	1
第三节 使用和故障修理.....	7
第四节 校 验.....	9
第二章 压力式温度计	13
第一节 工作原理及结构.....	13
第二节 校 验.....	18
第三节 一般故障及修理、调整方法.....	20
第四节 安装注意事项.....	22
第三章 半导体点温计	22
第一节 概 述.....	22
第二节 工作原理和结构.....	25
第三节 使用和注意事项.....	27
第四章 热电偶温度计	28
第一节 工作原理.....	28
第二节 结 构.....	30
第三节 热电偶极性的判别和冷端温度的补偿方法.....	33
第四节 热电偶变质后的处理与焊接方法.....	37
第五节 校 验.....	38
第六节 常见故障及修理方法.....	40
第五章 热电阻温度计	42
第一节 工作原理.....	42
第二节 结 构.....	43
第三节 常见故障和修理方法.....	46
第四节 校 验.....	48

第五节 热电偶和热电阻的安装.....	48
第六章 测温毫伏表.....	50
第一节 工作原理.....	50
第二节 结 构.....	52
第三节 校 验.....	55
第四节 常见故障和修理方法.....	56
第七章 测温比率表.....	59
第一节 工作原理.....	59
第二节 结 构.....	61
第三节 使用、校验、调整和修理方法.....	62
第八章 直流电位差计.....	69
第一节 工作原理.....	70
第二节 结构和线路分析.....	72
第三节 使用方法和注意事项.....	75
第九章 XC 系列动圈仪表.....	76
第一节 概 述.....	76
第二节 动圈测量机构.....	77
第三节 测量电路.....	82
第四节 XC 系列指示调节仪表.....	91
第五节 常见故障和修理方法.....	99
附 录 比率表和毫伏表主要零部件的修理方法.....	102

第 一 章

玻璃管液体温度计

第一节 工 作 原 理

玻璃管液体温度计的工作原理是基于工作液体在玻璃管中的热膨胀作用。当温度发生变化时，感温泡和毛细管中的液体体积也随着变化，此体积的变化使毛细管中液柱的弯月面升高或降低，其数值在毛细管所带的标尺上读出。毛细管带有刻度标尺，它是以百度温标的度数来分度的。这类温度计一般测量 $-80\sim +500^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度。

第二节 结 构

玻璃管液体温度计基本上由装有工作液体的感温泡、毛细管和刻度标尺等三部分组成。为了防止温度超过上限值时损坏毛细管，因而在温度计顶部满刻度范围以上都有扩大的安全小泡。玻璃管液体温度计，按其型式可分为棒式温度计、内标式温度计和外标式温度计等三种。

棒式温度计的毛细管同感温泡连在一起，管的外表面刻有分度标尺（见图1-1甲）。

内标式温度计（见图1-1乙）的标尺是一块长方形薄片（一般用乳白色的玻璃做成），此薄片置于毛细管的后面。这种温度计的毛细管和标尺均装在同一根玻璃保护套管内，所以这种结构显而易见，读数方便。

外标式温度计是将接有感温泡的毛细管直接固定在刻有温度标尺的塑料、木料、金属或其它材料所制成的板上。它的结构如

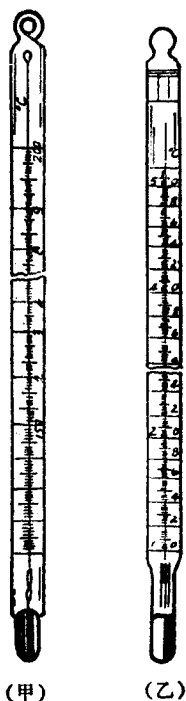


图 1-1 棒式和内标式温度计

甲—棒式；乙—内标式

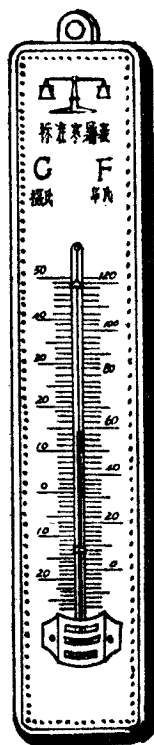


图 1-2 外标式温度计

图 1-2 所示。这种温度计主要用来测量不超过 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的空气温度，所以工作液体常为酒精。根据所用的工作液体不同，其测温范围也不同。各种工作液体的使用范围见表1-1所示。

由于水银不沾污玻璃并能得到较大的测量范围，所以在工业测量中大量使用了以水银作为工作液体的温度计。在标准大气压力下，水银可在 $-38.87\sim +356.58^{\circ}\text{C}$ 的测温范围内保持液态，容

表 1-1 玻璃管液体温度计所用液体及测温范围

液 体 名 称		使 用 范 围 (°C)
水	银	-35~500
酒	精	-75~120
甲	苯	-100~50
戊	烷	-180~20

易得到化学纯态，因此常用它来制成液体温度计。制造过程中，在温度计的玻璃管内抽成真空，而其测量上限，则可以用加压的方法来提高。但是，水银的温度膨胀系数较小，所以分格距离相应较窄，这是它的缺点。

玻璃管液体温度计的测温范围除与所用的工作液体有关外，还与所用的玻璃材料有关。

水银玻璃管温度计根据用途和形状的不同，可分为实验室用和工业生产用两种。实验室用的主要为直式，作为标准计量用。用于工业生产上的温度计，根据其测温场合不同，有直式和角式两种。其结构见图1-3所示。

以上形式的玻璃管液体温度计的尺寸和使用范围可见表1-2~1-5。

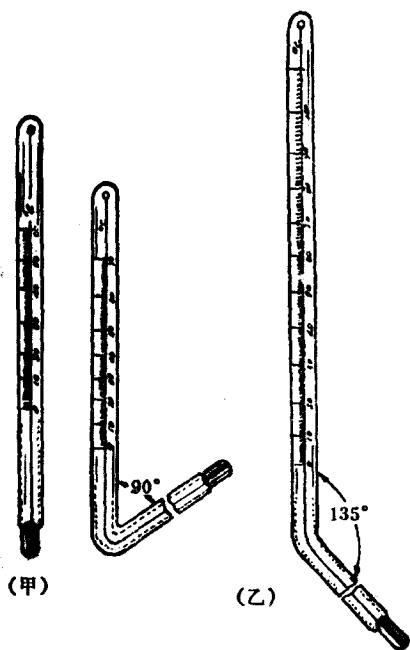


图 1-3 工业温度计

甲—直式温度计；乙—角式温度计

表 1-2 HA1 型工业棒式玻璃管有机液体温度计

型 号	外 形	测温范围 (°C)	温 度 计 全 长 L (毫米)						外 径 (毫米)
			500		400		350		
			分 度 值 (°C)	浸入深度 (毫米)	分 度 值 (°C)	浸入深度 (毫米)	分 度 值 (°C)	浸入深度 (毫米)	
HA1-01	直 式 90° 角式 135°角式	-80~+50	0.5		1		1		φ 6.5±1
HA1-02		-50~+50	0.5		0.5或1		1		
HA1-03		0~+50	0.5	100±2	0.5	100±2	0.5或1	76±2	
		0~+100	0.5		0.5		1		
		0~+150	1		1		1		
HA1-01	直 式 90° 角式 135°角式	-80~+50	1		1		1		φ 6.5±1
HA1-02		-50~+50	1		1		1		
HA1-03		0~+50	0.5或1	76±2	1或2	76±2	1或2	76±2	
		0~+100	1		1		1或2		
		0~+150	1		2		2		

表 1-4

WNG 型工业棒式玻璃管水银温度计

型 号	外 形	测 温 范 围 (°C)	温 度 计 全 长 L (毫米)						外 径 (毫米)	
			500		400		350			300
			分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)	分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)	分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)		分度值 (°C)
WNG-01 WNG-02 WNG-03	直 式 90°角式 135°角式	-30~+50	--	--	--	--	0.5或1	--	0.5或1	$\phi 6.5 \pm 1$
		0~+50	--	--	--	--	0.5或1	--	0.5或1	
		0~+100	--	--	--	--	0.5或1	--	0.5或1	
		0~+150	--	--	--	--	0.5或1	--	1	
		0~+200	--	--	--	--	1	76±2	1	
		0~+250	--	--	--	--	1	--	1	
		0~+300	--	--	--	--	1	--	2	
		0~+350	--	--	--	--	1	--	2	
		0~+400	2或5	100±2	2或5	100±2	--	--	--	
		0~+450	2或5	100±2	2或5	100±2	--	--	--	
	2或5	100±2	2或5	100±2	--	--	--			

表 1-5 WNG 型工业棒式玻璃有机液体温度计

型 号	外 形	测温范围 (°C)	温 度 计 全 长 L (毫米)						外 径 (毫米)		
			500		400		350			300	
			分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)	分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)	分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)		分度值 (°C)	浸入深度 (毫米)
WNG-01 WNG-02 WNG-03	直 式 90° 角式 135°角式	-100~+20	0.5	100±2	1	100±2	1	1	1	φ 6.5±1	
		-80~+50	0.5	100±2	1	100±2	1	1	1		
		-50~+50	0.5	100±2	0.5或1	76±2	1	76±2	1		
		0~+50	0.5	100±2	0.5	0.5或1	0.5或1	0.5或1	1		
		0~+100	0.5	100±2	0.5	1	1	1	1		

第三节 使用和故障修理

一、玻璃管液体温度计的使用和注意事项

在火力发电厂中，玻璃管液体温度计只能作为就地温度检测仪表，用来测量蒸汽、给水和冷风等温度。在使用前应经过校验，校验合格的温度计方能在现场使用。在安装和使用过程中还应注意如下几点：

（1）在使用内标式玻璃管水银温度计时，应检查刻度标尺与外套的相对位置是否正确。

（2）对于不同的测量场合，其插入深度要选取合适，一般为玻璃管总长的 $1/3$ 左右，但不能浸没读数视值。

（3）对带套管的水银温度计，应检查感温泡和套管之间的环形空隙中是否已注入石墨粉或金属屑，注入的数量以只要盖住温度计的感温泡即可。

（4）测定管道内的介质温度时，保护套管及保温应符合一定要求，如图1-4所示，应使温度计与被测介质流动方向相垂直或感温泡在下成倾斜状，切勿水平放置或倒置，否则可用角式来满足其要求。

（5）测量室温或较冷的温度时，应将温度计的感温泡用白纸或光亮的金属板做成的套筒遮住，以免受阳光或周围物体的热辐射影响。

（6）在读数时应考虑到表计的热惯性，必须在温度计达到稳定状态后再读数；测量高温介质时，不宜将玻璃管液体温度计很快地插入或抽出，否则会造成因感温泡及毛细管的容积受温度突然升高或冷却而影响测量的准确性，严重时甚至会使水银柱在毛细管中断裂。

二、玻璃管液体温度计的故障和修理

1. 水银温度计：

其常见故障为水银柱断裂，消除方法有：

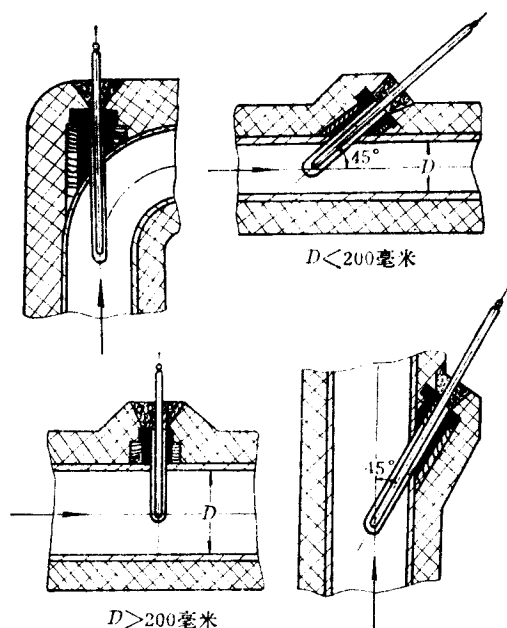


图 1-4 液体玻璃管温度计的安装

(1) 冷修法: 将温度计全部插入干冰和酒精的混合液中 (温度不得超过 -38°C) 进行冷缩 (若无干冰时, 可用冰、盐混合物), 直到毛细管中的水银全部收缩到玻璃感温泡中时为止。取出温度计时, 注意玻璃感温泡切勿与金属物体相接触。

(2) 热修法: 将温度计缓慢插入温度略高于测量上限的恒温槽中, 使水银柱断裂部分与整个水银柱在安全泡中连接起来, 再垂直取出温度计, 使其在空气中逐渐冷却至室温。

2. 酒精等玻璃管液体温度计:

其主要故障为: 毛细管中的液柱由于蒸发作用, 使其在安全泡中凝结成小滴而造成中断; 若液柱面上有空气时, 则液柱常常容易断成几段。消除方法有如下几种:

(1) 离心法: 用手拿住温度计上端, 然后急速甩动或旋

转，直至液柱复原为止。

(2) 敲击法：将温度计垂直向下，用手指或橡皮小棍轻轻敲击感温泡，直至复原。

(3) 冷修法：与水银温度计冷修法相同。

(4) 热修法：与水银温度计热修法相同。

第四节 校 验

一、校验用的设备及其要求

1. 恒温槽：

恒温槽供标准温度计和被检定温度计在不同的测温范围内作为比较法检定之用。按被测温度范围和工作液体的不同可分为三种槽子，如表 1-6 所列。其要求为：

表 1-6

名 称	工 作 液 体	使用范围(°C)
酒精恒温槽	酒精和干冰混合物	-10~60
水恒温槽	水	0~95
油恒温槽	棉籽油、58~62号汽缸油或其它类似的油	95~300

(1) 恒温槽应具有能回转的活动盖板和用来夹持温度计的弹簧夹，并应保证温度计同水平面相垂直。

(2) 工作液体应灌至盖板的下缘。恒温槽应具有溢液管，以便调节液位，保持液位不变。

(3) 恒温槽应具有围屏，搅拌器装于围屏中。

(4) 搅拌器由电动机带动，转动时不许有严重振动，并应能使工作液体在围屏中有规则地快速循环。搅拌器的转速为 800~1400 转/分。

(5) 恒温槽的温度场应符合表 1-7 所列的要求。

2. 冰点测定器（见图 1-5 甲所示。也可采用广口保温瓶），

表 1-7

名 称	使用范围 (°C)	水平方向的温度差 不超过 (°C)	有效区域内任何两点间的温度差 不超过 (°C)
酒精恒温槽	-10~60	0.015	0.03
水恒温槽	0~95	0.01	0.02
油恒温槽	95~300	0.015	0.03

供检定温度计零点用, 其要求为:

(1) 冰点测定器应具有良好的绝热性能, 以防止冰粒溶解太快。

(2) 其夹具内径应不小于 8 毫米, 并能满足温度计对插入深度的要求。

3. 读数放大镜。

4. 其它辅助设备:

(1) 2~3 伏安的调压变压器。

(2) 2~3 伏安、220 伏交流电源稳压器。

(3) 广口保温瓶。

二、校验方法

1. 冰点的校验:

把击碎至颗粒状或雪花状的纯冰放入冰点测定器内(由于机制冰含有杂质, 测出的零度不准确, 因此该冰由蒸馏水制成), 然后加入蒸馏水, 随加随搅拌, 直至测定器内的冰、水混合物均匀, 并使它的温度达到 0 °C。之后将标准温度计和被检温度计擦净, 垂直插入测定器内, 稳定十分钟后进行读数。

2. 其它各点的检定:

(1) 冰点以下温度的检定: 检定冰点以下的温度, 是在低温酒精槽(图 1-5 乙)中进行的。酒精用干冰进行冷却, 校验所需的温度则由加入的干冰量来决定。为使各被检验点的温度均匀, 检定用低温酒精槽内还须装置搅拌器(参见图 1-5 乙)。