

热工仪表和控制设备的安装

叶江祺 何伟然 李世俊 编著

水利电力出版社

前 言

本专业的新工人希望能得到较系统的技术读物，老工人和技术人员则希望备有较完整的参考资料，这是提高工艺质量的保证之一，也是加快社会主义四个现代化的需要。从这一目的出发，我们用了将近一年的时间试编了这本书，并于一九七八年底完成初稿。其后，即在水利电力出版社主持下，进行审核、校正、增删、修改等工作，直至定稿。

本书是根据工程实践中积累的资料进行整理并在现场通过核实后而写成的，因此本书也是我公司同志们共同总结的成果。由于资料来源有局限性，书中所述若与设计或具体产品实际有出入时，请读者以设计图纸或厂供说明书为准。

在编写过程中，得到北京电力建设公司领导 and 同志们的鼓励与支持；林惠仁、马孝骞、谷建光、何克勤、崔浩、陈文达、崔风彦等同志给本书以具体帮助；北京热电厂、北京电力设计院、北京电力试验研究所、天津电力建设公司、华北电力学院、北京电力建设公司等单位的热工检测和自动化专业的同志们在定稿讨论会上对书稿提供了宝贵的修改意见；沈安德同志详细审校全稿并参加修改，在此均致谢意。

本书内容力求用通俗的文字，辅以简明的图表，予以表达。

由于我们经历不广，水平有限，定有不少缺点与错误，恳请读者批评指正。

编 者

一九八二年十月

于北京电力建设公司

目 录

前 言

绪 论	1
-----------	---

第一篇 常用热工仪表及控制装置

第一章 温度测量和仪表	4
第一节 温度测量	4
第二节 膨胀式温度计	4
一、玻璃水银温度计(4) 二、双金属温度计(7)	
第三节 压力式温度计	7
第四节 热电偶测温装置	9
一、热电势(9) 二、热电偶(10) 三、热电偶的冷端温度补偿(14)	
第五节 热电阻测温装置	17
一、热电阻材料(17) 二、热电阻(17)	
第二章 压力测量和仪表	19
第一节 压力测量	19
第二节 液柱式压力计	20
一、U形管压力计(20) 二、单管压力计(21) 三、多管式风压表(21)	
第三节 弹性式压力指示表	23
一、弹簧管式压力表(23) 二、膜片式压力表(26) 三、膜盒式压力表(26)	
四、波纹管式压力继电器(28)	
第四节 压力变送仪表	30
一、差动变压器式压力变送器(30) 二、霍尔压力变送器(33)	
第三章 流量、液位测量和差压仪表	34
第一节 流量测量	34
一、节流现象(34) 二、节流装置(35)	
第二节 液位测量	36
一、连通管液位计(36) 二、浮标式液位计(38) 三、差压式水位测量(38)	
四、电接点液位计(41)	
第三节 差压仪表	42
一、管式差压计(42) 二、膜式差压计(43) 三、双波纹管差压计(44)	
第四章 晶体管型电动单元组合仪表及其变送器	50
第一节 单元组合仪表	50
第二节 力平衡变送器	52
第三节 温度变送器	58
第四节 调节器	59

第五章 显示仪表	60
第一节 动圈式仪表	60
一、XC系列动圈仪表(61)	
二、DX系列动圈仪表(65)	
第二节 电子平衡式显示仪表	66
第六章 成分分析仪表	72
第一节 热磁式氧量分析器	72
第二节 氧化锆氧量分析器	74
第三节 热导式氢分析器	78
第四节 工业电导仪	80
第七章 汽机机械量的测量与保护装置	84
第一节 转子轴向位移测量	84
一、ZQZ-11型轴向位移测量保护装置(85)	
二、上汽厂生产的轴向位移测量保护装置(85)	
第二节 汽机相对膨胀测量	89
第三节 汽机热膨胀测量	90
第四节 汽机转速测量	92
一、测速发电机和转速测量(92)	
二、磁性转速传感器和数字式转速周波表(93)	
第五节 汽机振动测量	96
第六节 汽机调速部件的行程指示器	98
第八章 其他检测仪表	100
第一节 水内冷发电机高阻检漏仪	100
第二节 炉膛火焰监视装置	101
第三节 料位计	103
第九章 执行器	106
第一节 电动执行器	106
一、角行程和直行程电动执行器(106)	
二、电磁阀(112)	
三、电动阀门的电动装置(112)	
第二节 气动执行机构	112
一、电讯号气动长行程执行机构(112)	
二、气动薄膜执行机构(113)	
三、气动活塞执行机构(114)	

第二篇 常用热工仪表的安装

第十章 常用安装设施	118
第一节 施工场地的布置	118
第二节 安装工具、机械及其使用	118
一、常用工具和机械清单(118)	
二、钳工工具的使用(120)	
三、电工工具的使用(122)	
四、量具的使用(125)	
五、常用电工测量仪表的使用(126)	
六、机具的使用(130)	
第十一章 取源部件的安装	133
第一节 仪表测点的开孔和插座的安装	133
一、开孔位置的选择(133)	
二、测孔的开凿(134)	
三、插座的选择和安装(135)	

第二节 一次阀门的安装	136
第三节 感温元件的安装	138
一、介质测温温度计的安装(138) 二、金属壁测温温度计的安装(144)	
第四节 取压装置的安装	148
一、压力测点位置的选择(148) 二、取压装置的形式和安装(149)	
第五节 节流装置的安装	153
一、节流件及其管道装设段在安装前的检查(153) 二、节流件及环室、法兰的安装(155)	
三、差压取出装置的安装(157)	
第六节 水位平衡容器的安装	158
一、平衡容器安装前的准备(158) 二、平衡容器的安装(162)	
第七节 电接点数字液位计测量筒的安装	162
第八节 成分分析仪表取样装置的安装	163
一、烟气分析取样装置安装(163) 二、氢气分析取样装置安装(165) 三、电导仪取样装置安装(165)	
第十二章 仪表管路的安装	166
第一节 管路敷设的要求	167
第二节 管路安装前的检查	169
第三节 导管的弯制	170
第四节 导管的连接	171
第五节 导管的固定	175
第六节 二次阀门的安装	178
第七节 管路的严密性试验	179
第八节 排污管路的安装	180
第九节 导管的组合安装	181
第十三章 控制盘安装与电气接线	183
第一节 盘、台安装	183
一、底座安装(183) 二、搬运与开箱(185) 三、立盘(185) 四、墙挂式箱、盘安装(186)	
第二节 端子箱及冷端补偿器的安装	186
第三节 电缆敷设	187
一、电缆的选择(187) 二、电缆敷设路径的选择(188) 三、电缆支架(188)	
四、电缆保护管(191) 五、电缆的保管和运输(192) 六、电缆敷设前的准备工作(193)	
七、电缆敷设工作(193)	
第四节 导线敷设	196
一、导线穿管敷设(196) 二、导线在汇线槽内敷设(198) 三、补偿导线的敷设(198)	
第五节 电缆与导线的连接及盘内配线	200
一、控制电缆头的制作及接线(200) 二、控制电缆的中间接头制作(204) 三、导线的连接(204)	
四、盘内配线(204) 五、电气线路的绝缘试验(206)	
第十四章 仪表及控制设备安装	207
第一节 就地表计安装	207
一、压力表及变送器安装(207) 二、差压仪表及变送器安装(211) 三、靶式流量变送器安	

装(212)

第二节	盘上表计安装	213
第三节	盘上设备安装	216
第四节	成分分析仪表安装	217
一、热磁式氧量分析器安装(217) 二、热导式氢分析器安装(218) 三、工业电		
导仪安装(218)		
第五节	汽机机械量的测量与保护仪表安装	218
第六节	执行器安装	219
一、角行程执行器的安装(220) 二、拉杆的配制(223) 三、执行器的机械调整(226)		
第十五章	热工仪表和安装中的防护与配合工艺	228
第一节	防爆措施	228
第二节	防雨防冻措施	230
第三节	抗电磁干扰措施	232
第四节	保温施工工艺	235
第五节	焊接施工工艺	236

第三篇 常用热工仪表的检验和投入

第十六章	热工仪表的检验标准和仪器	239
第一节	测量仪表的主要品质指标	239
第二节	热工仪表检验的一般要求	241
第三节	热工仪表的校验仪器	242
一、校验仪器清单(242) 二、常用校验仪器的使用(242)		
第十七章	温度测量仪表的检验和投入	252
第一节	感热元件的检验	252
第二节	温度显示仪表的检验	257
一、XCZ-101动圈指示仪(257) 二、XCZ-102动圈指示仪(259) 三、电子电位差计		
和电子平衡电桥(260)		
第三节	温度变送器的检验	263
一、温度变送器的输入回路(263) 二、量程调整和线性度校验(265) 三、常见故障和		
原因(267)		
第四节	测温回路及线路调整电阻的配制	269
一、热电偶测温线路的电阻测量(269) 二、热电阻测温线路的电阻测量(271)		
三、线路调整电阻的配制与固定(276) 四、带可调电阻端子的作用(276)		
第五节	测温回路的投入及常见故障的处理	276
一、热电偶测温线路(276) 二、热电阻测温线路(277)		
第十八章	压力、差压测量仪表的检验和投入	280
第一节	差压测量值与流量、水位指示刻度的关系	280
第二节	指示式压力测量仪表的检验	281
一、示值校验(281) 二、示值误差调整(282)		
第三节	指示式差压测量仪表的检验	285
一、示值校验(285) 二、示值误差调整(289)		

第四节 压力、差压电传变送仪表的检验	290
一、差动变压器式变送仪表的检验(290) 二、霍尔压力变送器的检验(295) 三、电动 单元组合仪表力平衡变送器的检验(296) 四、DXZ动圈指示仪的检验(300)	
第五节 压力、差压仪表的投入及常见故障处理	301
一、仪表投入前的检查(301) 二、压力表的投入程序(302) 三、差压仪表的投入程 序(302) 四、蒸汽罩补偿式平衡容器水位表的投入(302) 五、带隔离容器的仪表 投入(303)	
第十九章 成分分析仪表及其他仪表的检验和投入	303
第一节 热磁式氧量分析器的检验和投入	303
一、安装前的检验(303) 二、分析器的投入(308) 三、分析器的常见故障(309) 四、判断变压器极性的方法(309)	
第二节 氧化锆氧量分析器的检验	310
一、氧浓差电池输出电势与氧分压特性试验(310) 二、直插补偿式氧化锆测氧计的调 试(310)	
第三节 氢分析器的检验	310
第四节 工业电导仪的检验和投入	312
一、电导仪转换器在安装前的检验(312) 二、电导仪的投入(314)	
第五节 高阻检漏仪的检验	315
一、高阻检漏仪安装前的检验(315) 二、高阻检漏仪的投入(316)	
第六节 炉膛火焰监视装置的检验	316

第四篇 热力控制系统及其投入

第二十章 远方控制系统及其投入	318
第一节 电动执行器的远方控制	318
一、电动执行器远方控制的典型接线方式(318) 二、电动执行器的调试(322) 三、电动 执行器远方控制系统投入后的常见故障及处理(327)	
第二节 电动阀门的电气控制	327
一、电动阀门的电动装置(327) 二、电动阀门的转矩限制机构(329) 三、电动装置的电 气安装(329) 四、电动阀门的控制、信号回路(329) 五、电动阀门的调整(335)	
第三节 电磁阀的电气控制	339
第四节 振动给煤机的控制	340
一、振动给煤机(340) 二、振动给煤机的安装(343) 三、振动给煤机的调整(344)	
第五节 可控硅调速给粉机的控制	345
第六节 电磁转差离合器调速装置	348
一、ZLK-5型控制装置(350) 二、电磁转差离合器调速装置的安装(350) 三、电磁滑 差离合器调速装置的调整(351)	
第七节 气动执行机构的控制系统	352
一、双位式气动执行机构的控制系统(352) 二、电讯号气动长行程执行机构的控制系 统(352) 三、气动执行机构的辅助设备(354)	
第二十一章 热工信号系统及投入	355
第一节 交流冲击型热工信号装置	355

一、交流冲击信号继电器(357)	二、热工信号系统的动作过程(357)	三、热工信号系统试验中常见故障的检查(358)	
第二节 晶体管闪光信号报警器			359
第二十二章 热工保护控制系统及投入			362
第一节 锅炉安全门保护控制系统			362
一、用压缩空气操作的安全门(363)	二、用蒸汽操作的弹簧式安全门(367)		
第二节 汽机保护控制系统			368
一、汽机保护的内容(368)	二、汽机保护系统的动作过程(371)	三、汽机转子轴向位移保护的校验和调整(372)	

第五篇 热工仪表及控制装置辅助器材的安装

第二十三章 仪表盘、台及主要辅助设备	375			
第一节 仪表盘、台、箱	375			
第二节 接线盒	377			
第三节 电源设备	378			
一、控制变压器(378)	二、磁饱和式稳压器(378)	三、变压整流器(379)	四、熔断器(380)	五、组合开关(380)
第四节 控制开关	380			
一、转换开关(控制开关)(380)	二、温度切换开关(385)			
第五节 继电器	386			
一、中间继电器(386)	二、电流继电器(388)	三、时间继电器(389)		
第六节 接线端子排	391			
第七节 插接元件	395			
第八节 切换阀	395			
第二十四章 常用安装材料	396			
第一节 控制电缆	396			
第二节 绝缘电线	400			
第三节 补偿导线	403			
第四节 锰铜电阻线	404			
第五节 钢材	405			
第六节 焊接材料	414			
第七节 阀门	417			
第八节 密封垫圈材料	422			
第九节 尼龙管缆	423			
第十节 其他材料	426			
第十一节 设备材料的保管	427			
第二十五章 常用仪表安装配件图	428			
第一节 温度测量和电气线路安装配件图	428			
一、温度计固定装置配件图(428)	二、电气线路安装配件图(432)			
第二节 介质取出装置及管路安装配件图	435			
一、介质取出装置配件图(435)	二、管件图(442)			

第三节 表计和执行器安装配件图	446
一、表计固定装置配件图(446) 二、执行器安装配件图(448)	

附 录

一、发电厂常用热电偶温度-绝对毫伏值对照表	452
二、发电厂常用热电阻温度-电阻值对照表	460
三、蒸汽和水的常用参数	464
四、图例符号	467
五、常用机械加工数据	472
六、半导体器件型号的命名	478
七、火力发电厂热工仪表及控制装置安装进度	479
八、计量单位的名称、代号及换算	480

绪 论

目前热工仪表及控制设备已广泛地应用在电力、冶金、石油、化工等工业企业中，它主要用于热力设备和热力系统的热工测量、热力控制和自动调节。

火力发电厂是燃用矿物燃料的，在使化学能转变为热能和电能的过程中，设置有热力和电气等设备。火力发电厂的热力设备主要是锅炉和汽机两大部分，两者均配有有关的辅助设备，构成了许多系统，如煤粉、烟风、除尘、蒸发、水处理、除氧、给水、凝结水、循环水、减温减压、汽机油系统等。在热电厂中，还设有热网供热系统。主设备和辅助设备一般需要同时运行，相互有节奏地配合，因此，其生产过程是比较复杂的。为了使机组能安全、经济、连续地正常生产，并适应负荷的变化，就要设置相应的测量、控制、保护及连锁等设备。发电厂的主要电气设备如发电机、主变压器等，也部分装设了热工仪表及控制设备，或与热力设备进行联动。当主要的热工仪表及控制设备失灵时，生产就无法进行；而指示不准确或控制不协调，又将造成生产失调，导致事故。因此，这些热工仪表和控制设备就具有特别重要的地位。在采用电子数字控制机控制的新型火电厂中，有关的热工仪表及控制设备的可靠性就更为重要了。

热工测量的目的在于：

(1) 直接反映热工运行参数，保证运行人员能安全、可靠地进行操作；

在火力发电厂中，连续地监视介质（水、汽、煤、油、空气、烟气）的压力、温度和流量，不停地显示锅炉的水位、汽机的转速和汽水品质等，就可帮助运行人员作出正确的判断与合理地进行操作，以保证设备能可靠地运行。

(2) 为企业经济核算提供数据，寻求合理的运行方式；

电厂需定期核算发电量、供热量、厂用电量、煤耗量及发电效率等各项经济技术指标。这些数据，主要是依靠自动记录和带积算器的仪表来提供，也可由值班人员定期抄录仪表的指示而获得。根据这些技术资料，还可综合分析运行情况，以寻求合理、经济的运行方式。

(3) 提供调节用测量信号，监视自动调节设备的运行；

热工测量是热力生产过程自动化的先决条件。在自动调节系统中，即依靠测量仪表给出测量信号，用调节仪表进行运算后，发出控制信号，由执行器控制调节机构，进行调节，以维持“被调量”的参数。而自动调节设备的运行情况，又可由热工仪表进行监视，以防失误。

(4) 用于分析事故原因，据以处理事故与吸取教训；

在发生事故时，显示仪表显示着异常数据，记录仪表记录着异常运行参数，热工信号标志着异常情况。在发生事故的一刹那，就可根据这些数据与情况加以判断，进行紧急处理。在事故后，则可根据这些记录，进行分析研究，提出改进方法和防范措施或吸取教

训。

按“被测量”的不同物理性质，热工测量仪表可分为：温度、压力、流量、液位、成分分析和机械量测量仪表等。

热工测量系统一般由四部分组成，即取源部件（仪表测点）、变送器（一次仪表）、显示仪表（二次仪表）和辅助件等。

取源部件包括感受元件（如热电偶、热电阻等）及其固定装置（如插座等）和被测介质的取出装置（如取压装置、节流装置、水位平衡容器、分析取样装置等），通常是在被测处就地安装，直接与被测对象接触，接受“被测量”的信息。

变送器用以接受取源部件的信息，使之转变为电量或气体压力等信号。有的变送器带有刻度和指针，称为带指示的变送器，其显示仪表的指示则为其复本。

继电器亦接受取源部件的信息，但只设电气接点装置，不带指示，不起变送作用。

显示仪表接受变送器的信号（有的是直接接受取源部件的信息），转变成指针、记录笔或积算器的相应动作，用以反映“被测量”数值。有时，显示仪表还带有附加的电气接点装置，当被监视的参数偏离允许值时，能通过电气回路自动发出声、光信号或对其它设备起控制作用。

辅助件主要是指测量装置的传递部分（如导管或导线），用以在取源部件、变送器和显示仪表间传送信息。辅助件还包括完成测量工作所必须的附属装置，如热电偶的冷端补偿器等。

有些热工测量仪表的取源部件兼作指示表计用，如水银温度计等。

在电厂的热工生产过程中，常常要求某些参数始终处于预定的范围内，或者按照预定的规律进行变化。当出现外界的扰动或内部的影响，而使参数发生偏离规定值的倾向时，就需通过自动调节系统作相应调节，使之保持或恢复到规定范围内。自动调节系统由调节对象、调节器和调节机构等三部分组成。调节器是指起调节作用的全套仪表装置，包括变送器、定值器、调节仪表、操作单元和执行器等五个部件，分别完成观察、定值、运算、切换和执行等职能。近年来，电厂使用的是成套单元组合仪表。调节对象是指为调节器所调节控制的设备。直接用来控制调节对象内介质流通量的机构，称为调节机构。

在热力设备的生产过程中采用自动调节装置，有下述优点：

- （1）提高设备的运行质量和安全性，避免因运行人员判断错误而发生误操作。
- （2）选择最佳运行方式，实现经济生产。
- （3）改善劳动条件，为逐步实现生产过程全盘自动化创造条件。
- （4）提高生产管理的技术水平。
- （5）减少运行人员，提高劳动生产率。

在电厂中，热工自动调节装置一般是在运行中投入的，故本书略去了自动调节系统投入的内容。

热力控制装置包括远方控制、热工保护、自动连锁、热工信号、程序控制装置等。

远方控制就是手动远距离操作。自动调节系统中的操作单元都能由自动位置切换至手动位置，作手动远距离操作。远方控制也可以是与自动调节系统无关的独立装置，由运行

人员直接驱动执行机构，改变调节机构的开度，实现人工调节。

在电厂中，有些管道上的截止门，装有电动传动机构（称为电动门）或电磁线圈控制机构（称为电磁阀），也可以进行远方控制。

热工保护装置的作用是保护生产设备。当生产系统的某个部分在运行中出现异常情况或事故时，它将根据故障性质和程度，按照既定的要求，自动地对个别的、或一部分的、或一系列的设备进行操作，以保护设备与避免事故的扩大。例如，当汽机的轴向位移大于允许值，真空低于允许值或转速超过允许值时，都将迅速关闭自动主汽门，使汽机自动解列等。

热力设备的安全或热工保护常通过自动联锁来实现。联锁有简单的，例如，给水泵事故掉闸后，自动关闭其出口门；也有复杂的，例如，在燃煤锅炉中，吸风机、送风机、排粉机、磨煤机、给粉机及有关风门间，就是根据运行要求规定了启、停顺序，组成大联锁来实现的。发电厂的某些辅机常设有备用设备，并要求在必要时能自动投入。例如，在汽机油系统中，当主油泵油压过低时，便自动投入交流电动油泵、直流电动油泵，以维持所需的油压等。

热工信号的作用是在有关的热工参数偏离某一规定值或出现某些异常情况时，能发出灯光和音响信号，引起运行人员注意，以便及时采取相应的措施。当有些被监视的重要参数继续偏离至极限值时，将引起热工保护动作，同时也发出信号，由光字牌显示出相应的异常情况。

程序控制是将生产过程划分为若干个局部的可控系统，利用适当的程序控制装置，通过操作指令（手动操作指令或由仪表、控制机等分析判断后发出指令），使某个局部系统的有关被控对象按照预定的顺序和时间要求自动完成操作，从而减轻运行人员的劳动强度，保证操作的及时和准确，并能缩小控制盘、台体积，便于集中控制。简单地说，以电子计算机为中心的闭环控制就是有关程序控制系统的大组合。

由于热工仪表及控制设备在电厂中处于重要的地位，故除应选用合适、准确、耐用的设备外，还得重视安装质量。热工仪表及控制设备安装后应做到准确、灵敏、安全、可靠、维护方便、整齐美观。仪表测点的选择必须合适，否则就无法准确地反映工况。管路敷设如不恰当，将加大仪表迟延时间，影响准确性。导线和电缆的敷设如不注意防热、防火和防止机械损伤，将缩短使用年限，甚至造成事故。电气连接必须正确、牢固，以免造成错误而导致事故，或因接触电阻过大而增大误差，因回路开路而无法显示等。变送器、导管阀门、执行器、端子箱等设备的安装地点应便于监视、操作和维护，否则将为生产人员带来长期的困难。导管与管件如用料错误或焊接不良，将造成不安全的后果，或迫使机组停运。当装设的现场有防尘、防振、防火、防爆、防冻、防腐等要求时，如不按有关规定进行安装，必将留下隐患。热工仪表及控制设备遍布全厂，如能安装整齐，就能增加美观；否则将造成混乱，有碍观瞻。

热工仪表及控制设备的校验工作，也是很重要的，必须慎重对待，因为机组启停与运行时的各项操作均以表计的指示为依据，而机组的安全有赖于有关热工仪表及控制设备加以保证，如有差错，将造成严重不良后果。

第一篇 常用热工仪表及控制装置

第一章 温度测量和仪表

第一节 温度测量

“温度”是表征物体冷热程度的物理量。温度的数值用“温标”来表示，如摄氏、华氏和热力学温标等。它规定了温度的读数起点和测量温度的基本单位。不同的温标所确定的温度数值是不同的。

摄氏和华氏温标都是根据液体（水银）受热后体积膨胀的性质建立起来的。摄氏温标（℃）是把标准大气压下冰的熔点定为0℃，水的沸点定为100℃，在0℃到100℃之间分成一百等分，每一等分称为摄氏一度。华氏温标（°F）是把标准大气压下冰的熔点定为32°F，水的沸点定为212°F，中间划分为180等分，每一等分称为华氏一度。它们之间的关系为

$$n^{\circ}\text{C} = (1.8n + 32)^{\circ}\text{F} \quad (1-1)$$

式中 n —— 摄氏温标的度数。

上述两种温标所测得温度的数值都将随物体的物理性质（如水银纯度）及玻璃管材料的不同而不同。为此提出一种与物体物理性质无关的温标，这就是热力学温标（K），它规定分子运动停止（即没有热存在）时的温度为绝对零度。但这是纯理论的，不能付诸实用。为了便于温度的实际测量，采用协议性国际实用温标，即选择了一些物质的平衡态温度作为温标的基准点，并规定了不同温度范围内的基准仪器，建立了基准仪器的示值与国际温标间关系的差补公式。目前我国使用的温标是国际实用温标——1968（ITS-68）。它的单位和定义及其与摄氏温度的关系参见附表8-1。

用以测量温度的仪器称为温度计。它是以冷热程度不同的物体之间的热交换，以及物体冷热程度不同时物理性质的变化为基础的。任意两个冷热程度不同的物体相接触，必然发生热交换现象，热量将由受热程度高的物体流向受热程度低的物体，直到两物体的冷热程度完全相等，即达到热平衡状态为止。根据这一点，我们选择某一物体同被测物体接触，当二者达到热平衡时，所选物体与被测物体的温度相等。由于所选物体冷热程度的变化，使它本身的物理性质也随之变化。于是，通过对所选物体的物理量（如液体的体积，导体的电阻，热电动势等）的测量，就可定量地测出被测物体的温度数值。

第二节 膨胀式温度计

一、玻璃水银温度计

玻璃水银温度计是就地指示测量仪表。它由装水银的测温包、毛细管和标尺组成。它

是利用水银受热后体积膨胀、冷却后体积收缩的性质制成的膨胀式温度计。当测温包周围温度变化时，水银体积改变，在毛细管内上升或下降。观察液柱的位置，就可从标尺上读出温度值。

常用玻璃水银温度计有两种：

1. 普通玻璃水银温度计

工业用的普通玻璃水银温度计为带保护套的内标尺式玻璃水银温度计，其主要类型及规格见图1-1和表1-1所列示。

2. 电接点式玻璃水银温度计

电接点水银温度计内装有铂丝接点，当温度变化而水银柱上升或下降时，将使铂丝电路接通或断开，并发出信号。其断开能力一般为36伏、20毫安。电接点水银温度计分可调式和固定式两种。

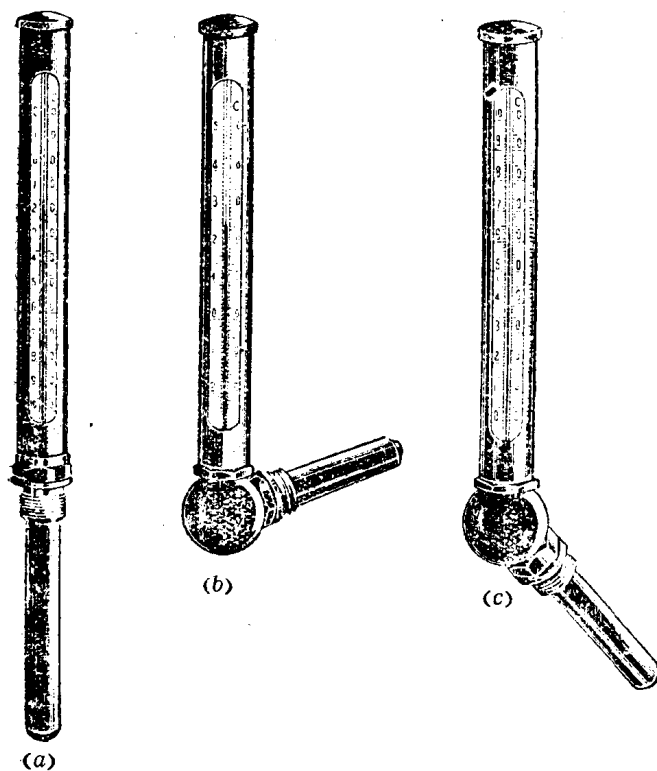


图 1-1 带保护套玻璃水银温度计外形
(a)WNG-11型(直形); (b)WNG-12型(90°角形);
(c)WNG-13型(130°角形)

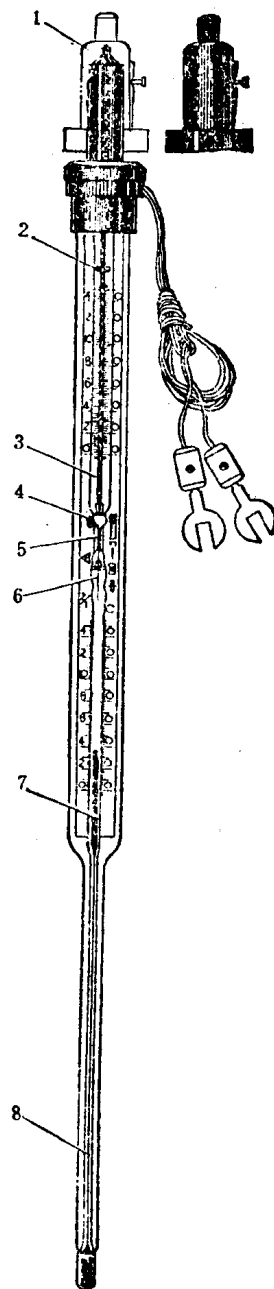


图 1-2 可调式电接点水银温度计结构
1—磁钢; 2—指示铁; 3—螺旋杆; 4—铂丝引出端; 5—螺旋形铂丝; 6—铂丝; 7—水银; 8—铂丝

可调式电接点水银温度计如图1-2所示，它可利用顶上的磁钢转动螺杆，使指示铁2沿螺杆上下移动，调整到被控温度的相应分度线上。当温度上升到规定值时，两根铂丝5和8通过水银柱而形成闭合回路。温度计共有两个标尺，上标尺用来调节温度到规定值，

表 1-1

常 用 水 银 温 度 计 规 格

型 号	外 形	测 量 范 围 (°C)	尾 部 长 度 (毫米)	备 注
WNG-11	直 形	-30~+50	60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500	金属保护套联接 螺纹为 M27×2 或 G3/4"
		0~50, 0~100, 0~150	60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630	
		0~200, 0~300, 0~400, 0~500	630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	
WNG-12	90°角形	-30~+50	110, 130, 150, 170, 210, 250, 300, 370	
		0~100, 0~150	110, 130, 150, 170, 210, 250, 300, 370, 450, 550	
		0~200, 0~250, 0~300	680, 850, 1050, 1300	
WNG-13	130°角形	0~50, 0~100, 0~200, 0~300, 0~350	110, 130, 150, 170, 210, 250, 300, 370, 450, 550, 680	
		0~400, 0~500	680, 850, 1050, 1300	

下标尺用来读取温度值。

固定式电接点温度计如图1-3所示，毛细管上焊有一个或两个工作接点和一个公共接点，各工作接点焊在与规定值相当的位置上（工作接点值和工作接点数在订货时提出），相应地在温度计的顶部有两个或三个接线端子。常用电接点式玻璃水银温度计的规格见表1-2，安装时应带有金属保护套（订货时也要提出）。



图 1-3 固定式电接点水银温度计外形

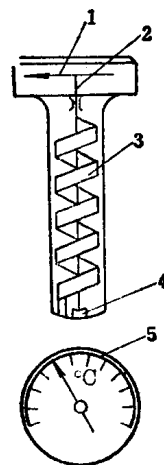


图 1-4 螺旋形双金属温度计结构

1—指针；2—转轴；3—螺旋形双金属片；4—轴承；5—刻度盘

表 1-2

常用电接点玻璃水银温度计规格

种 类	型 号	测 量 范 围 (°C)	尾 部 长 度 (毫米)	备 注
可 调 式	WXG-11t(直形)	-30~+50; 0~50;	60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500	金属保护套联 接螺纹为M27×2 或G3/4"
	WXG-12t(90°角形)	0~100; 0~150;	110, 130, 150, 170, 210, 250, 300, 370, 450, 550	
固 定 式	WXG-11f(直形)	0~200; 0~300;	60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500	
	WXG-12f(90°角形)	0~400; 0~500	110, 130, 150, 170, 210, 250, 300, 370, 450, 550	

二、双金属温度计

双金属温度计是利用固体受热膨胀原理制成的温度计，它是由膨胀系数不同的两种金属（如铁、镍）薄片焊在一起而成。当温度变化时，双金属片发生弯曲，引起指针偏转。

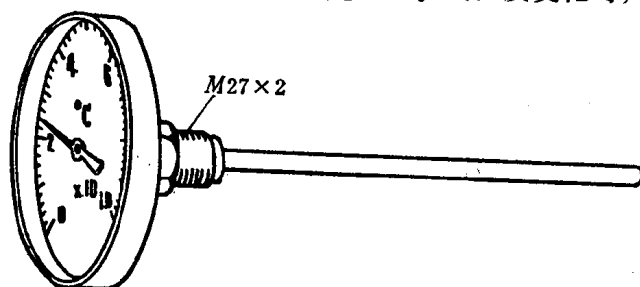


图 1-5 轴向式双金属温度计外形

如果将双金属片制成螺旋形，如图 1-4 所示，则仪表灵敏度将大大提高。

螺旋形双金属温度计型号为 WSS，按指示部分与保护管联接方式的不同，可分为轴向式（WSS-30）、径向式（WSS-41）和 130°角式（WSS-52）等三

种。图 1-5 所示为轴向式双金属温度计的外形。

双金属温度计的保护套管直径和插入深度以及安装螺纹规格见表 1-3 所列。

表 1-3

双金属温度计的保护套管及安装螺纹规格

表壳公称直径 (毫米)	保 护 管		安 装 螺 纹
	直 径 (毫米)	插 入 深 度 (毫米)	
60	4, 6	75, 100, 150, 200, 250, 300	M16×1.5
100, 150	8, 6	75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1000	M27×2
	12	75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1000, 1250, 1500	

双金属温度计也有制成电接点的，型号为 WSX，其接点容量不大于 24 伏安，电源电压为 24~220 伏。

第三节 压力式温度计

常用压力式温度计有指示式和电接点指示式两种，图 1-6 所示为电接点压力式温度计

的结构原理。它主要由温包、毛细管和弹簧构成，它们组成一个封闭系统，系统内充以工作介质。测温时，温包插在被测介质中，当温度变化时，温包1内的工作介质2的压力发生变化，经毛细管3传送到螺旋弹簧管4，使弹簧管自由端产生相应转角，该转角经拨杆传动机构5带动指针10，指示出相应的温度值。同时，指针轴带动其上的两个触点6，各沿着两根信号针上的扇形轮7滑动。黄色信号针8与红色信号针9分别整定在下极限温度与上极限温度。当指针端重合或越过指针端时，相应的触点组闭合。整定信号针时，可先旋开表壳上相应的螺盖，再用螺丝刀旋转信号针的调整螺钉。

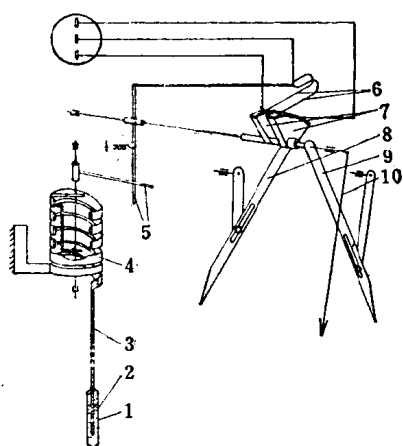


图 1-6 电接点压力式温度计结构原理

1—温包；2—工作介质；3—毛细管；4—螺旋弹簧管；5—传动机构；6—触点；7—扇形轮；8—下极限指示针；9—上极限指示针；10—指针

常用压力式温度计型号为WTZ，工作介质为蒸发液体（如氯甲烷等），测量范围0~100℃。按其外形分，有扇形和圆形两种；其弹簧机构一般分为多圈弹簧管和单圈弹簧管两种。图1-7所示为扇形压力式温度计的外形，图1-8所示为圆形压力式温度计的结构。

压力式温度计的显示部分可以装在离开测量地点较远的地方，毛细管长度可为1~20米。

压力式温度计的显示部分可以装在离开测量地点较远的地方，毛细管长度可为1~20米。

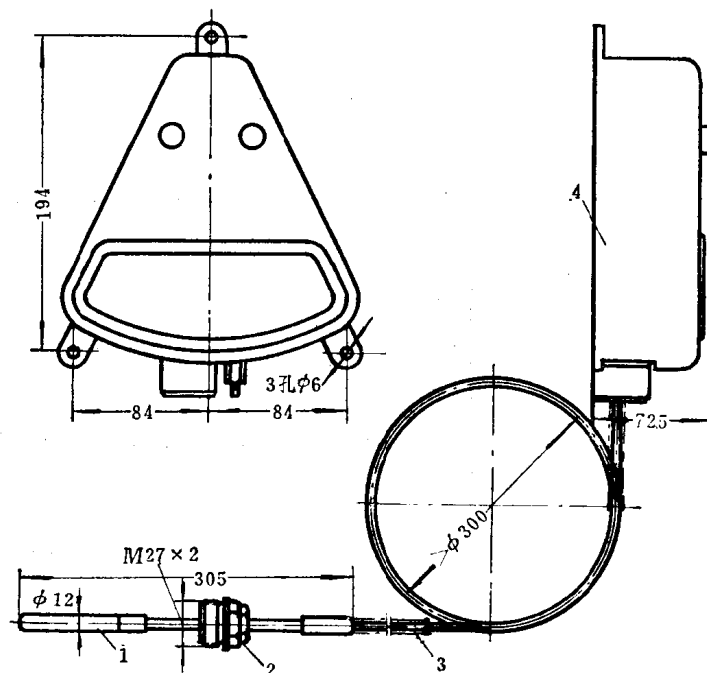


图 1-7 WTZ-012S型压力式温度计外形

1—温包；2—活动紧固装置；3—毛细管；4—显示仪表