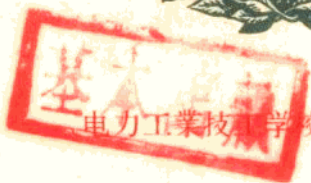


122927



電力工業技術學校教材試用本

# 汽輪機輔助設備

下 册

沈陽電力技術學校編



458

電力工業出版社

# 汽輪机輔助設備

下 册

沈陽電力技工學校編

中華人民共和國電力工業部教育司推薦  
作為電力工業技工學校教材試用本

電力工業出版社

## 內 容 提 要

本書上册介紹了汽機分場的管道系統、凝汽器、水泵、熱交換器等主要輔助設備。下冊介紹汽機分場中應用的熱工測量儀表和自動調整設備。

本書是電力技工學校汽機專業的教材，也可作為現場工人培訓的教材、汽機工人的進修讀物。

### 汽 輪 機 輔 助 設 備 下 冊

沈陽電力技工學校編

\*

615R152

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

\*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 \* 3 $\frac{1}{8}$ 印張 \* 58千字 \* 定價(第10類) 0.40元

1957年7月北京第1版

1957年7月北京第1次印刷(0001-4,100冊)

# 汽輪機輔助設備 (下冊)

## 目 录

第七章 温度的測量 .....	3
第1节 溫度計的种类 .....	3
第2节 玻璃管式溫度計 .....	5
第3节 热电偶溫度計 .....	16
第4节 电阻式溫度計 .....	23
第八章 压力和負压力的測量 .....	30
第1节 一般知識 .....	30
第2节 彈簧管式压力計 .....	31
第3节 接触点式压力計 .....	35
第4节 記錄式彈簧管压力計 .....	36
第九章 流量的測量 .....	38
第1节 一般知識 .....	38
第2节 差压式流量計 .....	39
第十章 自动測氧計 .....	54
第十一章 自动調整概論 .....	61
第1节 一般知識 .....	61

第2节	基本概念	62
第3节	直接作用的無定位和定位調整器	68
第4节	間接作用的無定位和定位調整器	73
<b>第十二章</b>	<b>除氧器的自动調整</b>	<b>76</b>
第1节	除氧器自动調整的原理	76
第2节	除氧器的 ЦКТИ 式压力調整器	78
<b>第十三章</b>	<b>減温減压裝置的自动調整</b>	<b>82</b>
第1节	減温減压裝置自动調整的原理	82
第2节	ЦКТИ 型机电式調整器構成的減温減压裝置系統	83
<b>第十四章</b>	<b>汽輪机轉子軸向位移自动保护裝置</b>	<b>85</b>
<b>第十五章</b>	<b>給水泵的操作回路及联动回路</b>	<b>91</b>
<b>第十六章</b>	<b>高压加热器和抽汽管路上的电气自动保护裝置及訊号</b>	<b>96</b>

## 第七章 温度的测量

### 第1节 温度计的种类

温度计是监督汽轮机安全运行的重要仪器，如主汽门前、抽汽地点、凝汽器喉部等处的汽温，汽轮机轴承内、冷油器前后等处的油温，凝汽器冷却水进出口、凝结水出口等处的水温，都是利用温度计来测量或监督的。由于测量温度的情况和要求不一样，因此温度计的种类和性能也有所不同。

一般温度计在习惯上可分为两种：一种是温度计，一种是高温计。后面的一种普通是用来测量较高的温度。这两种温度计并无明确的界限，普通常用的有以下几种：

1. 玻璃管温度计——利用盛在玻璃球内的水银、酒精、甲苯、戊烷或其他液体的膨胀来指示温度，是一般工业上最常用的温度计。

2. 热电偶高温计——利用两种不同金属的接触所生的电势的变化来指示温度。

3. 电阻温度计——利用金属线的电阻随温度而变化的特性来指示温度。

4. 压力计式温度计——利用液体或气体在密封的封闭容器内，压力随温度而变化的关系来指示温度。这种温度计可分为三类：1. 全部充满液体的；2. 半盛液体的；3. 全

表 5

型 式	观测范围°C	准 确 度 °C
1. 玻璃管温度计(普通玻璃):	- 35~400	0.25~4
水银温度计(特殊高度玻璃并充氮气)	- 30~700	0.25~4
酒精温度计	-100~75	
甲苯温度计	- 90~100	
2. 热电偶高温计:		
铂—铂铑	- 0~1500	0.2~25 (电位计)
铁—考铜	- 0~600	
铜—考铜	- 0~350	1.5~15 (千分电压表)
镍铬—镍铝	- 0~1200	0.2~3 (电位计)
3. 电阻温度计:		
铂	-200~100	0.01~0.1
镍	-100~300	0.1
铜	- 35~300	0.1
4. 压力计式温度计:		
液体式: 酒精	- 45~150	1~15
水银	- 40~540	1~5
汽压式: 酒精	- 90~200	1~2
乙醚	- 35~150	1~15
二氧化硫	- 10~120	1~12
气体式: 氮	- 40~540	1~5
5. 光测高温计:	-600~2700	1~10
6. 全辐射高温计:	-500~3050	1~10

部充以气体的。

5. 光测高温计——将热源与已知的光度相比较，以定其温度，或借其他可见的辐射波以定热源的温度。

6. 辐射高温计——利用一吸热体吸收热源的各种波长的辐射波，测量吸收体的温度以定热源的温度。

各种温度计如果制造的好，而且安装及使用适当，其最大观测范围及准确度，可达到如表 5 所列的数值。

## 第 2 节 玻璃管式温度计

液体玻璃管式温度计在发电厂中应用很广，其测量范围一般为  $-80^{\circ}\text{C}$  到  $+500^{\circ}\text{C}$ ，用特殊材料(石英)所制成的还能用在  $-190^{\circ}\text{C}$  到  $+700^{\circ}\text{C}$  的温度范围内。虽然除了液体玻璃管式温度计以外，还有其他种类的仪表可供温度测量之用，并能在很大的程度上满足现代化生产检查的技术要求，但是液体玻璃管式温度计还是被普遍采用。其原因是构造简单，价格便宜，易于使用，测量的结果能得到满意的准确度。

### (一) 液体玻璃管式温度计的动作原理

液体玻璃管式温度计的动作，是基于工作物质在玻璃管中的热膨胀作用。

应该说明，液体玻璃管式温度计的指示值，不但与工作液体的体积变更有关，而且和玻璃容器的容积变更有关。不过，在我们所观察到的液体体积变更里面，已经减去了一个相当于玻璃容器容积增大的数值了。



在液体玻璃管式温度計中，通常采用水銀、甲苯、乙醇(酒精)、石油醚、戊烷及其他液体来作为工作物質。它們的可用范围見表 6。

表 6

工 作 液 体	可以应用的范围°C	
	自	至
水 銀	- 30	700
甲 苯	- 90	100
乙 醇(酒精)	-100	75
石油醚	-130	25
戊 烷	-190	20

## (二)液体玻璃管式温度計的構造、种类及其性能

1. 按膨脹液体分: (1)水銀温度計, 由于水銀和玻璃之間沒有粘附現象, 又比較容易得到它的化学的純形态, 同时它的膨脹系数变化很大, 比热小, 灵敏度較高, 因此它的应用范围很广。在发电厂中, 一般用在 $-38^{\circ}\text{C}$ 到 $+357^{\circ}\text{C}$ 的测温范围内。如果用来测定較高的温度, 可根据水銀的沸点随着气压加大而增高的原理, 在玻璃管内充以一定气压的惰性气体, 这样测温范围可到 $700^{\circ}\text{C}$ , 因为水銀在这时还能保持液体状态。(2)酒精、甲苯及戊烷等温度計, 由于膨脹液体中帶有不純的固体, 容易附着在玻璃管壁上, 因此減低了讀表的准确度, 并易造成液柱中斷,

所以，这种溫度計一般只适用于測定較低的溫度。

2. 按玻璃材料分：(1)普通玻璃的玻璃管式溫度計，多用于 $400^{\circ}\text{C}$ 以下的測溫範圍內。(2)特殊玻璃（石英）的玻璃管式溫度計，多用于 $400^{\circ}\text{C}$ 以上的測溫範圍內。

3. 按玻璃管浸入被測物質中的深度分：(1)部分浸入的玻璃管式溫度計，多用于 $400^{\circ}\text{C}$ 以下的測溫範圍內。(2)全部浸入的玻璃管式溫度計，多用于 $400^{\circ}\text{C}$ 以上的測溫範圍內。

4. 按構造型式分：(1)棒式溫度計，它具有較粗的厚壁的玻璃管（如圖130甲所示）。这类溫度計，标尺的分格是直接刻在玻璃管表面上的。(2)标尺封入的溫度計，它的構造型式的特征是标尺不直接刻在玻璃管上，而是刻在另一片乳白色的玻璃板上，將它放在玻璃管后面，焊在圓柱形的液体儲藏器上（如圖130乙所示）。

5. 按用途分：(1)縮标式玻璃管式溫度計，它的标尺刻度範圍是有限的，所包括的溫度間隔比較小，因此，称为縮短标尺的溫度計（如圖131所示）。在这种溫度計的下部，刻着輔助标尺，这一段标尺具有 $0^{\circ}\text{C}$ 刻度点以及靠近它的一些刻度分格。 $0^{\circ}\text{C}$ 刻度点对于檢查这一刻度点的恒定性來說，是必要的。在 $0^{\circ}\text{C}$ 刻度点到主要标尺之間的玻璃管上，有一段脹大的部分，可以容納相当于液体由 $0^{\circ}\text{C}$ 加热到主要标尺最低溫度时所膨脹出来的体积。(2)实用的玻璃管式溫度計，根据用途的不同有准确度特高的，實驗室用的，測熱計用的，工程用的，接触点式的（工程用的特种型式）等多种。實驗室用的溫度計，可以是棒式的

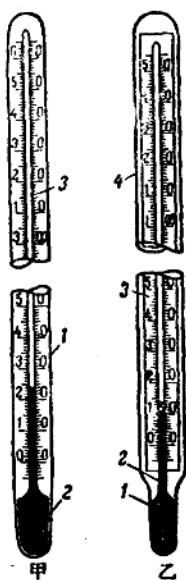


圖 130

甲、棒式溫度計：1—厚壁玻璃管；  
2—液體儲藏器；3—直接刻在玻璃  
管表面上的溫度標尺。

乙、標尺封入的溫度計：1—液體  
儲藏器；2—玻璃管；3—刻在乳白  
玻璃作成的刻度板上的溫度標尺；  
4—保護外殼。



圖 131 帶有縮  
短標尺的溫度計

1—儲藏器；  
2—輔助刻度標  
尺；3—厚壁的  
玻璃管；4—主  
要刻度標尺。

或者是標尺封入式的，它可作成各種不同的標尺範圍，分  
格的數值則隨它的用途而不同。工程用的溫度計，只作成  
標尺封入式的。它的形式往往有直的或彎成  $90^\circ$ 、 $120^\circ$  和  
 $135^\circ$  等幾種角度。工程用的溫度計（見圖 132）在測量溫度

时插入的深度是固定的，溫度計的下部  $l$  (尾部) 是完全插在所測量的介質內的。所以，在選擇工程用的溫度計的標尺時，必須同時選擇標尺以下部分的長度  $l$ 。

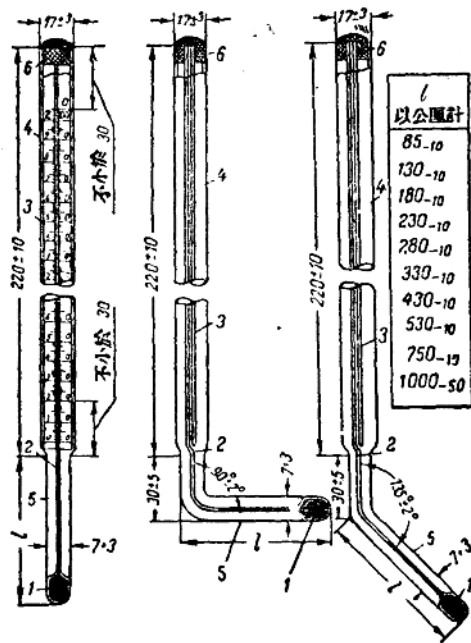


圖 132 工程用溫度計

1—儲藏器；2—玻璃細管；3—刻在乳白玻璃作成的刻度板上的溫度標尺；4—外殼；5—溫度計的下部（尾部）；6—用石膏封住的軟木塞。

實驗室和工程用溫度計，在各種不同的溫度間隔內，以及在各種不同的分格數值下，容許的指示值誤差，示於表 7。在表中所示的誤差，無論是對於規定在測量溫度時

實驗室用和工程用溫度計指示值的容許誤差 表 7

溫度的間隔		當每一分格的數值為下列度數(°C)時容許的誤差				
由	至	0.1及0.2	0.5	1	2	5及10
-30	0	-	±1	±1	±2	-
+1	+100	±0.2	±1	±1	合2	-
+101	+200	-	±1	±2	±3	±5
+201	+300	-	±2	±3	±4	±5
+301	+400	-	-	±4	±5	±10
+401	+500	-	-	±5	±5	±10

要一直插到讀數點的溫度計，或者是對於插入深度固定的溫度計，都是有效的。表 7 中的數據，對於裝置在金屬套

管內的溫度計是不適用的。這些溫度計的指示值誤差，不但與溫度計本身有關，而且和套管的構造以及溫度計在套管內的裝置方法也是有關係的。

接觸點式溫度計，在工程上是作為技術訊號和最簡單的

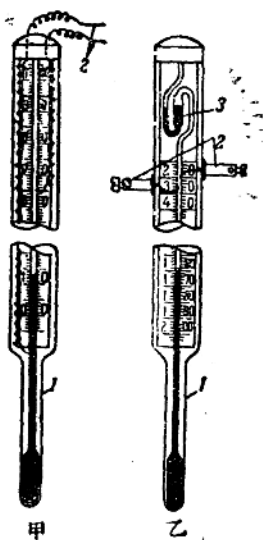


圖 133

甲、單接觸點的溫度計：1—溫度計的下部(尾部)；2—與接觸點相連的導線端。

乙、有溢出裝置的單接觸點溫度計：1—溫度計的下部(尾部)；2—接觸點的接線柱；3—附加的液體儲藏器。

自动温度調整器用的，它可分为單接触点和双接触点两种。在圖 133 甲中所示的是單接触点的溫度計。在这种溫度計的玻璃細管的底部，以及在相当于  $65^{\circ}\text{C}$  刻度点的水平处，各焊一根用鉛絲作成的接触点，和这些接触点相連，又各焊一根銅絲导綫。如在这綫路上連上电源和灯，則当温度到达  $65^{\circ}\text{C}$  的时候，电路接通而电灯亮了，这就是所謂温度到一定时的訊号灯。当溫度計的接触点电路每分鐘接通 3~4 次时，容許的最大电流等于：

对于 6 伏特的交流电…………… 1 安培

对于 2 伏特的交流电…………… 0.5 安培

对于 24 伏特的交流电…………… 0.15 安培

表 8 中所介紹的，就是上面所說的兩種接触点式溫度計的主要技术資料。

表 8

溫度計	刻度标尺 $^{\circ}\text{C}$		每一分格的数值 $^{\circ}\text{C}$	接触点接在那些刻度点上 $^{\circ}\text{C}$
	自	至		
單接触点的	0	50	1	20或35,或45
單接触点的	0	100	1	65或75,或30
双接触点的	0	100	1	50和10,或35和80
双接触点的	0	200	2	135和155

除上面所述以外，还有一些接触点式溫度計，它們能够在刻度标尺上任意指定的一个刻度点把电路接通。这种型式的接触点溫度計，如圖 133 乙所示。这个溫度計有一个附加的液体儲藏器，位于玻璃管的頂部。在刻度标尺

上，相当于最低温度的刻度点是在上部，因此，当温度等于 $20^{\circ}\text{C}$ 时，水銀就把这一点以下的玻璃管全部充滿了。假如玻璃管内有一部分水銀(例如直到 $160^{\circ}\text{C}$ 刻度点的一段)被傾入附加的液体儲藏器內去，那末当溫度計加热到相当于这个刻度点的温度时，水銀就可以上昇到上面一个接触点，而使它和下面的接触点接通。

### (三)液体玻璃管式溫度計使用时应注意的事项

1. 不要將溫度計很快地插入高温或低温的物質里，这样可能使球的体积变形，影响准确度，有时甚至会使溫度計断裂。

2. 包有外壳的工業用溫度計，不要作浸入校正，应與一裸溫度計比較。

3. 在热力試驗工作中应尽可能不使水銀柱露出部分过長。

4. 取讀数时，視綫要与讀数处平齐，不要把溫度計拿出来后才取讀数。

5. 不要把溫度計用在可能超过該溫度計的最大温度的地方。

6. 管内液柱如果中断，可將中断部分的讀数減去，来加以校正。

7. 作热力試驗时，应記錄溫度計的型式及出厂号数，浸入深度及其它有关事項，以作將來校对或檢查試驗結果的参考。

#### (四)玻璃管式溫度計的誤差及故障

溫度計所產生的誤差，由外部而來的有視差，溫度計內水銀柱露在外面，以及外部壓力發生較大變化等原因所引起的；另外，有由於製造不良及材料質量不好而引起的；也有由於使用不當或在插入孔內安放不良所引起的。略述于下：

1. 視差：發生視差的原因有兩種，一種是在取數時，視線未能與水銀柱末端齊平，在精密測定時，可在溫度計背後裝一面鏡子，或在溫度計前裝一放大鏡；另一種是由玻璃的折光率大所引起的，這種情況無法用普通的簡易方法來校正。在電廠中所用的溫度計可以不考慮後一種誤差。

2. 零點的位移：大家都知道，玻璃是一種具有很大的後效應的材料，因此，在臨時加熱之後再受冷卻時，溫度計的液體儲藏器，並不能夠立刻就恢復到相當於它在起始溫度時所佔的同一體積。除此以外，由於玻璃在長時期使用中往往要加熱到使它軟化，在它裡面就會發生分子的移動；因此，新作的溫度計的液體儲藏器容積，在長時期的使用下，就會逐漸縮小。這種現象叫作自然舊化，它會使零點發生位移。這種位移可以用人工翻新法來大大地予以減少。這種人工翻新法，就是把溫度計繼續地加熱到相當於標尺上限的溫度（退火），然後把它逐漸冷卻到室內的空氣溫度。

在加熱以後的零點臨時降低（所觀察到的縮低），不管是在實驗室用或工程用的溫度計中，對於每加熱 $100^{\circ}\text{C}$ 來



說都不應該超過  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。假如這個降低值超過了上述的數值，那麼這個溫度計就應該報廢了。

考慮到上面所說的情況，所用溫度計的零點最好定時的加以校驗。同時在校驗零點以前，必須把溫度計加熱到相當於標尺上限的溫度，假如零點的位置離開了儀表檢驗證上所指示的位置，那麼就應當把溫度計應加的改正值表也予以改變。

**例** 檢驗證中載明：對於  $300^{\circ}\text{C}$  的改正值為  $-0.2^{\circ}\text{C}$ ，而對於零點的改正值為  $-0.1^{\circ}\text{C}$ 。在把溫度計校驗以後，查明零點的位置相當於  $+0.1^{\circ}\text{C}$  零點的位移，應該等於：

$$-0.1 - (+0.1) = -0.2^{\circ}\text{C}.$$

因此對於  $300^{\circ}\text{C}$  的新改正值就將等於：

$$-0.2 + (-0.2) = -0.4^{\circ}\text{C}.$$

**3. 液體露出部分的誤差和改正值：**在用液體玻璃管式溫度計（預定要全部插入被測介質的）來測量溫度，而又不可能將所讀度數以下的部分全部插入被測量溫度的介質中時，那末，在它的指示值上就應該加上由於液體柱露出在外面的改正值。這個改正值的意義是：假如能把溫度計讀數點以下的部分插入被測介質中，溫度計的指示值要比這個指示值大多少或小多少。在校驗這種型式的溫度計時，是把它所讀數值以下的部分，全部插在恆溫器中所充的液體內的。因而，所有充滿在溫度計液體儲藏器和玻璃管內的液體，全部都是處於被測介質的溫度下了。液體柱露出在外面的溫度是不同的，所以必須在溫度計的指示值上加上改正值。