实验六　工业热电偶的校验

作者：王辰 刘广泽 张正阳 张宇 于士泉

班级：测控192 测控191

**摘要**：

本实验重在了解热电偶的工作原理和使用方法，对热电偶进行校正，探究热电偶冷端温度对测温的影响及补偿导线的使用方法。

**关键词： 热电偶 校正 冷端温度 补偿导线**

**1.引言**

**1.1 实验目的**

1．了解热电偶的工作原理、构造及使用方法。了解热电势与热端温度的关系。了解对热电偶进行校正的原因及校正方法，能独立地进行校正实验和绘制校正曲线。

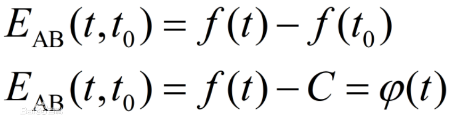
2．了解冷端温度对测量的影响及补偿导线的使用方法。

3．通过测量热电势掌握携带式直流电位差计的使用方法。

**1.2实验原理**

（1）热电偶测温

热电偶测温的基本原理是两种不同成份的材质导体组成闭合回路，当两端存在温度梯度时，回路中就会有电流通过，此时两端之间就存在电动势——热电动势。两种不同成份的均质导体为热电极，温度较高的一端为工作端，温度较低的一端为自由端，自由端通常处于某个恒定的温度下。根据热电动势与温度的函数关系，制成热电偶分度表。测温原理公式如下：



（2）补偿导线

热电偶测量温度时要求其冷端的温度保持不变，其热电势大小才与测量温度呈一定的比例关系，因而需要在冷端采取一定措施补偿由于冷端温度变化造成的影响。

补偿导线是用于将热电偶冷端延长至远离高温且温度比较稳定的地方的一种专用导线。实质上是由两种不同的金属组成的热电偶。在一定温度范围内，它的热电特性与主热电偶的热电性质基本相同。用补偿导线与热电偶的冷端连结，就可以将热电偶输出的温度信号传输到远离数十米的控制室里，送给显示仪表或控制仪表。这就相当于把热电偶延长到温度恒定的地方，解决了热电偶冷端在热设备附近造成的高温和温度不稳定问题。

**1.3 实验设备**

1．铂铑－铂热电偶（标准热电偶）……………………………………….１支

２．镍铬－镍硅热电偶（被校正热电偶）…………………………………１支

3．热电偶卧式检定炉（附温度控制器）………………………………….１台

4．携带式直流电位差计 ……………………..1台

5．酒精温度计 ……………………. 1支

6．广口保温瓶 ………………….. 1个

7．热浴杯及酒精灯 ………………………. 各1个

三．实验内容与步骤

１．了解直流电位差计各旋钮、开关及检流计的作用，掌握直流电位差计的使用方法。

２．热电偶校正

（１）实验开始，给检定炉供电，炉温给定值为400ºC。当炉温稳定后，用电位差计分别测量标准热电偶和被校正热电偶的热电势，每个校正点的测量不得少于四次。数据记录于表6－１。

（２）依次校正600ºC、 800ºC、 1000ºC各点。

（３）将测量电势求取平均值并转换成温度，计算误差，根据表6－３判断被热电偶是否合格。绘制校验曲线。

２．热电偶冷端温度对测温的影响及补偿导线的使用方法。

（１）1000ºC校正点作完后，保持炉温不变。测量热浴杯中的水温，然后用电位差计分别测量镍铬－镍硅热电偶未加补偿导线和加补偿导线的热电势。数据记录于表6－２中。

（２）用酒精灯加热热浴杯，当水温依次为30ºC、 40ºC、 50ºC时，用电位差计分别测量镍铬－镍硅热电偶未加补偿导线和加补偿导线的热电势。数据记录于表6－２中。

（３）用铂铑－铂热电偶测量炉温，检查实验过程中炉温是否稳定，分析若炉温变化对实验的影响。

（４）将测量电势转换为温度，绘制热电偶冷端温度对测量影响曲线。

表6－２　　热电偶冷端温度对测量影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水浴温度ºC | 加补偿导线 | | 未加补偿导线 | | 误差  ºC |
| 测量电势 mV | 温度 ºC | 测量电势 mV | 温度 ºC |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

四．实验结果及分析

1.热电偶校正

表6－１热电偶校正 …….. （温度：ºC，电势mV）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准热电偶(S) | | | | | 被校热电偶(K) | | | | | |
| 测量电势　　mV | | | | 温度 | 测量电势　　mV | | | | 温度 | 误差 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2. 热电偶冷端温度对测温的影响及补偿导线的使用方法。

表6－２　　热电偶冷端温度对测量影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水浴温度ºC | 加补偿导线 | | 未加补偿导线 | | 误差  ºC |
| 测量电势 mV | 温度 ºC | 测量电势 mV | 温度 ºC |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

四．思考题

1 控制系统的炉温误差对热电偶的校验影响严重吗？为什么?

2 热电偶的补偿导线有无极性？交换顺序后对读数有无影响？

3 热电偶的两根补偿导线所处的温度不同，对读数有何影响？例如用手指捏住其中一根导线的中部；同时捏住两根导线的中部；捏住单根补偿导线与热偶丝的接点处；补偿导线与电位差计连接的接线柱处。各有何现象？分析原因。这里是以手指作为热干扰源，应注意绝缘以避免成为噪声干扰源。

五、实验报告内容及要求

见附录。

实验七 光学高温计

一、实验目的

1．光学高温计的测温原理。

2．熟悉光学高温计的构造及使用方法。

二、实验设备…

1．WGG-2型光学高温计 1台

2．辐射光源 1个

3．自耦变压器 1台

三．实验内容与步骤

1．观察光学高温计各部分的构造。

2．掌握光学高温计测量温度的方法。

（1）装好光学高温计的工作电池，按下电源开关，试验滑线电阻改变时灯丝亮度是否变化，显示温度的指针是否偏转。

（2）接通辐射光源的电源，缓慢旋转自耦变压器的手柄，将电压分别调整至40V、60V、80V、100V，这时光源发亮，即可使用光学高温计测量温度。并记录测量结果。

表1－4光学高温计测温

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 自耦变压器电压值 | 40V | 60V | 80V | 100V |
| 光学高温计测量值 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

四、思考题

１．在高温计与被测温物体之间放置一块玻璃板、透明塑料板甚至水蒸气（哈气），对测量读数有无影响？高温计与灯丝之间的距离变化对测量有无影响？为什么？

２．将眼睛对灯丝亮度的识别过程改为CCD结合信号处理和电阻反馈的自动过程，就可以得到一台能够自动在线测量的仪器。试设想并画出这种自动测量仪器的构成框图。

五、实验报告内容及要求

见附录。

附：光学高温计的结构及使用方法

WGG-2型光学高温计的外形如图图7－1所示。光学高温计具有结构简单、测量温度高、不与被测物接触等特点。可用于测量700℃以上物体的温度。它主要由光学系统和电测系统两部分组成。WGG-2型隐丝式光学高温计的结构如图7－2所示。使用时调节目镜的位置可清晰地看到灯丝。调节物镜的位置能使被测目标清晰地成像在灯丝平面上。以比较两者的亮度。红色滤光片在测温时移入视场，在一定波长（0.66微米）上比较灯丝和被测目标的温度，通过调节灯丝电流，用肉眼分辨亮度是否均衡。当两者亮度相等时，则灯丝顶端的轮廓隐灭于被测目标的影像中。在物镜和灯泡之间设置吸收玻璃，如需使用第二量程（高于1400℃）时，转动吸收玻璃的把手，使之移入视场。

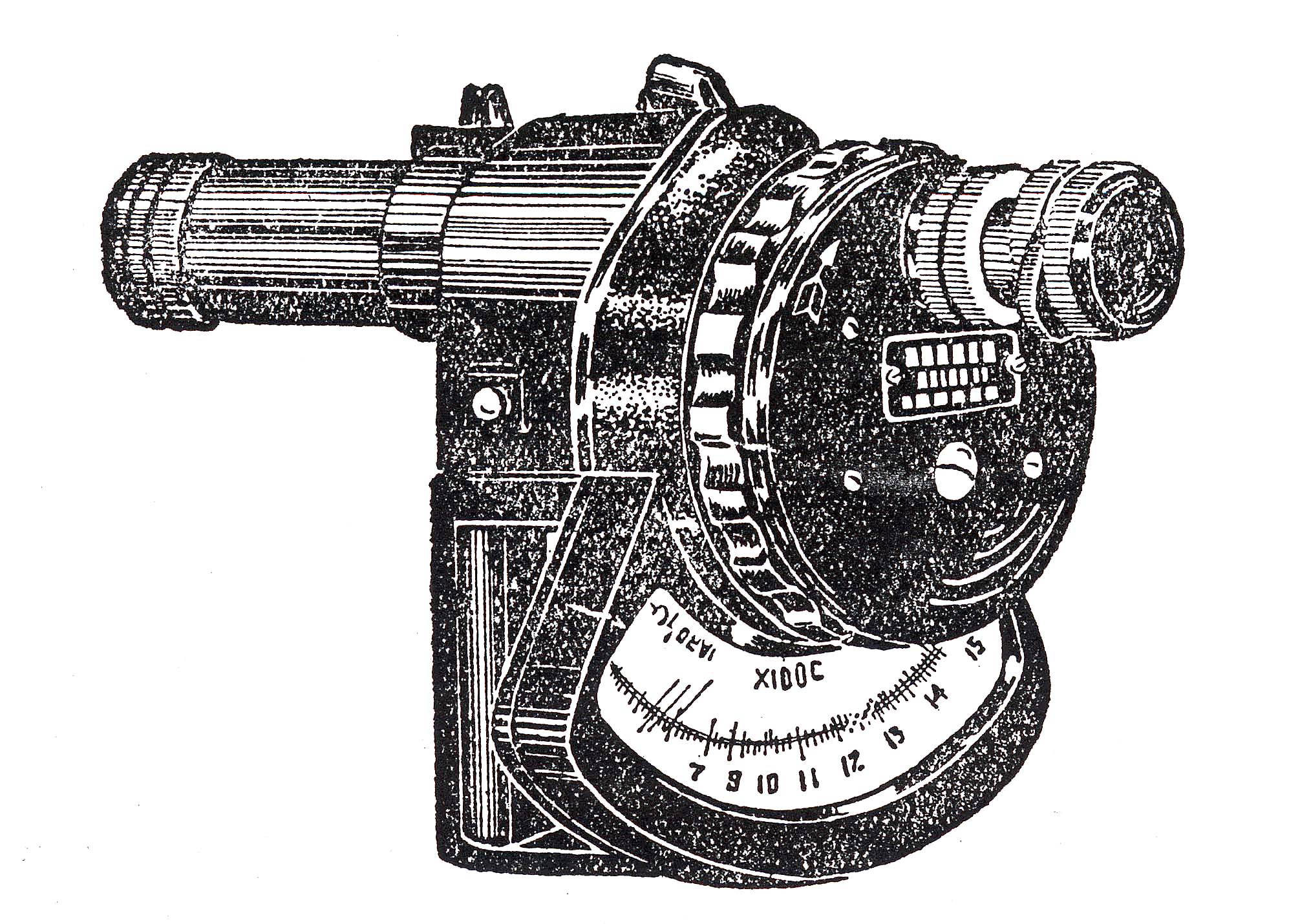


图7－1　　光学高温计外形

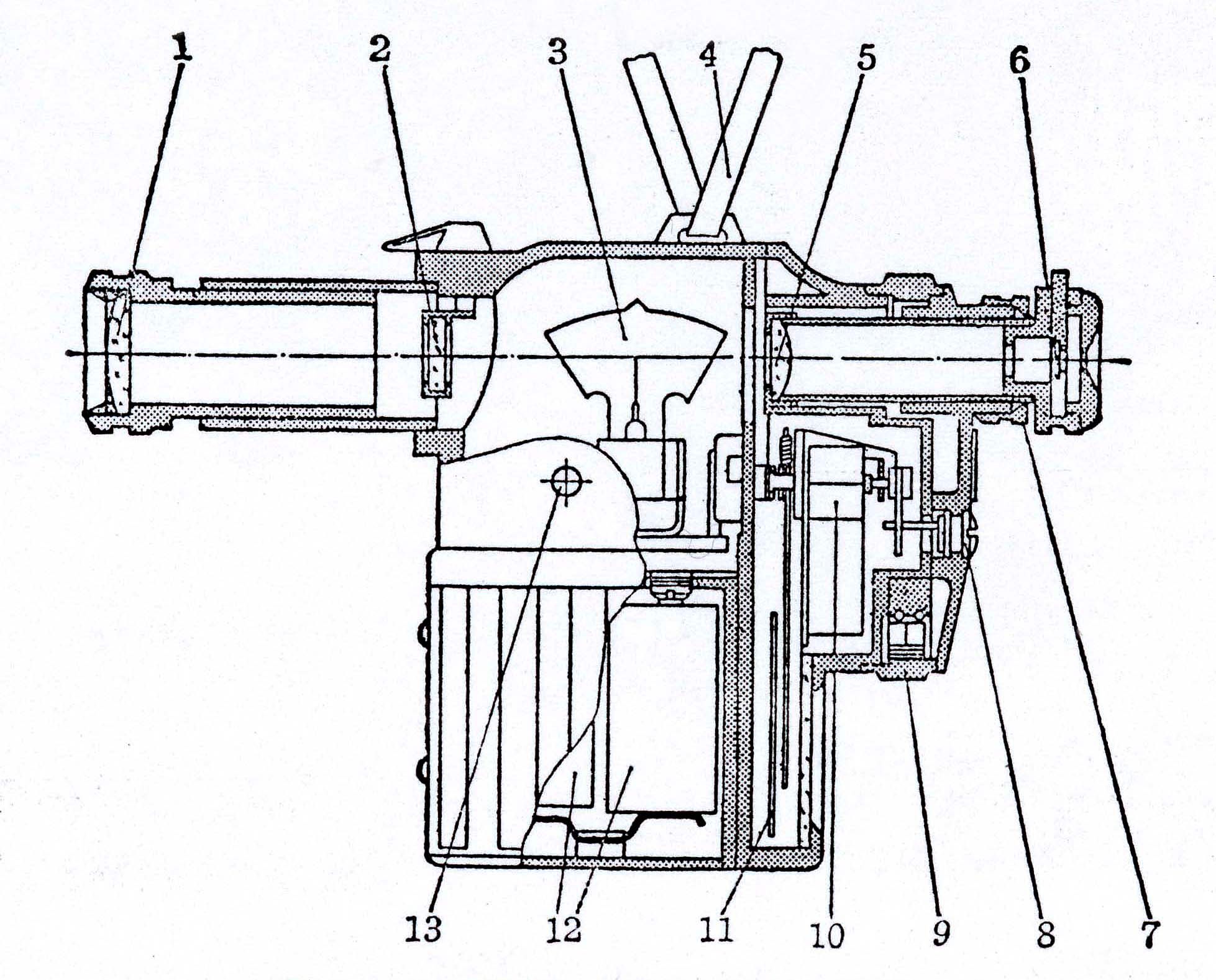


图7－2　光学高温计结构图

1物镜；2吸收玻璃；3高温计灯泡；4皮带；5目镜；6红色滤光片；7目镜定位螺母；8零位调节器；9滑线电阻盘；10测量电表；11刻度盘；12干电池；13按钮开关；

实验八 浮球式压力计

一、实验目的

1．了解浮球式压力计的结构，掌握其工作原理及使用方法。

2．掌握压力表校验的基本方法。

二、实验设备

1．Y047浮球式压力计　 1台

2．弹簧管式压力表 　　　1块

三、实验内容与步骤

校验弹簧管压力表：

1．校验前参照浮球式压力计的使用要求调整好浮球式压力计。

2．从弹簧管压力表下限开始（每隔0.025MPa作为一个校验点）将相应质量的砝码放在砝码架上（正行程）。同时将弹簧管压力表指示值记入表8-1中。

表8－1 校验弹簧管压力表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砝码MPa | 弹簧罐压力表示值 | | | | | | | | 引用  误差 |
| 正行程 | | 平均 |  | 反行程 | | 平均 | 误差 |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.025 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.050 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.075 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.125 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.150 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.175 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.225 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.250 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

3．从弹簧管压力表上限开始，按校验点的压力逐点校验压力表（反行程）。

上述正、反行程各校验两次。

4．对所校验的仪表做出评价。

四、思考题

１．实验中为何要对仪表做正反行程的校验？

２．如何检查在最高压力校验点处的正反行程误差？

五、实验报告内容及要求

实验报告的内容包括实验目的、实验内容、主要实验设备、实验原理线路图、实验简要步骤、实验数据处理与绘制曲线、对实验结果进行分析得出结论等。实验报告字迹要工整，图表要正规，数据要准确真实。

附:实验说明

Y047浮球式压力计介绍：

浮球式压力计是一种压力基准仪器，是校验各种压力变送器、差压变送器和精密压力表的理想设备。

1．原理与结构

浮球式压力计是以压缩空气或氮气作为能源，以精密圆球作为活塞的一种气动负荷式压力计。如图3-3所是，精密圆球置于圆筒形的喷嘴内部，砝码通过砝码架作用在球体的顶端，喷嘴内的气压作用在球体下部是圆球在喷嘴内漂浮起来，当已知质量的砝码所产生的重力与气压的作用力相平衡时，压力计就能输出一个稳定而精确的压力值。

压缩空气或氮气通过流量调节器进入球体的下部，并通过球体和喷嘴之间的缝隙排入大气。在球体下部形成的压力将球体连同砝码向上托起。当排除气体流量等于来自调节器的流量时，系统处于平衡状态。这是，球体将浮起一定高度，球体下部的压力作用面积（即浮球的有效面积）也就一定。由于球体下部的压力通过压力稳定器后作为输出压力，因此输出压力将与砝码负荷成比例。

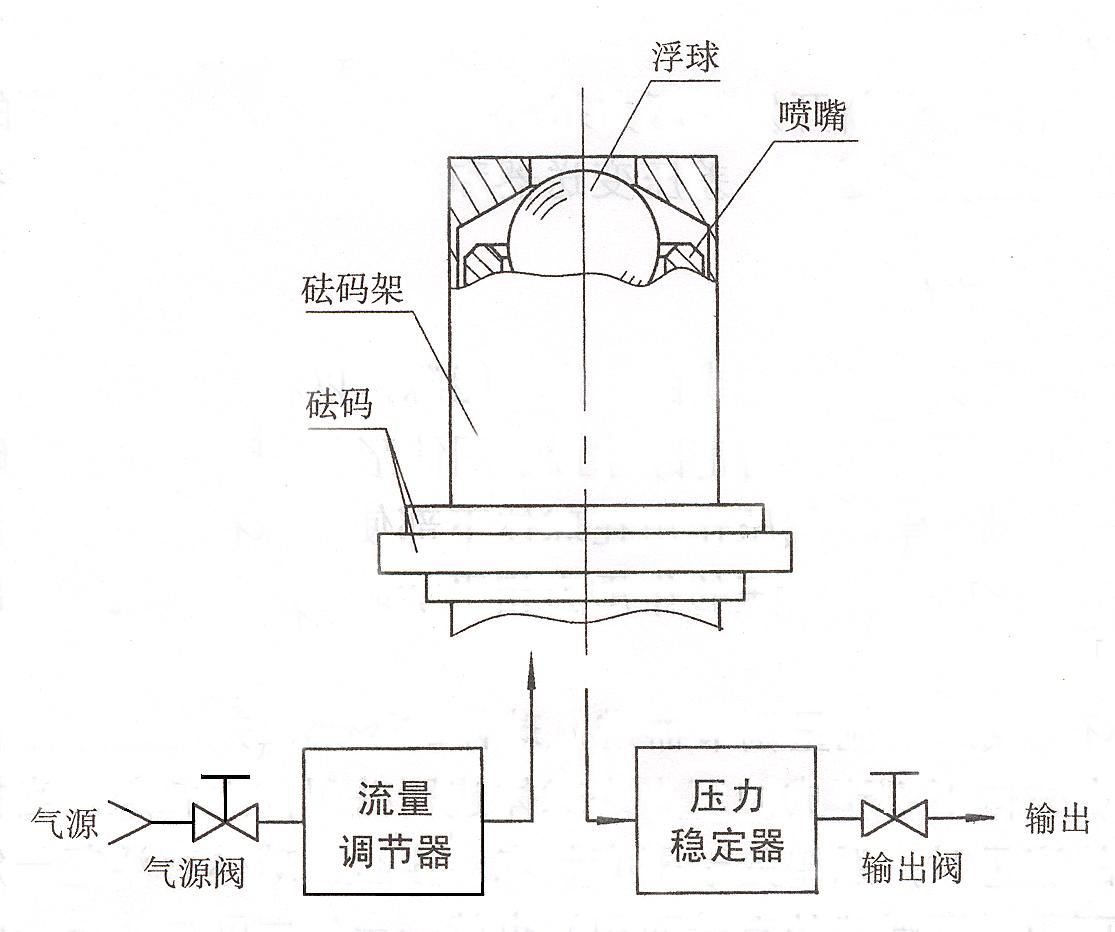


图3-3 浮球压力计原理图

在砝码架上增、减砝码时，将破坏上述的平衡状态，使浮球下降或上升。从而也改变了排入大气的气体流量，浮球下部的压力发生变化。调节器测出压力变化后，立即改变气体的流入量，使系统重新达到平衡状态，以保持浮球的有效面积不变。因而，保持了输出压力和砝码负荷之间的固定比例关系，所以浮球式压力计可达到很高的精确度。

2．浮球式压力计特点

（1）浮球压式压力计带有调节器，加减砝码后无须再作任何操作，即可得到精确的输出压力。因此使用极为方便。

（2）工作时浮球不下降，可以长期连续输出精确的压力信号。

（3）由于仪器能自行调节，其精度与操作者的技术水平无关。

（4）浮球式压力计在工作过程中气流从浮球四周排入大气，使球悬浮于喷嘴内，避免了球体与喷嘴之间的接触。因此不但具有摩擦小、重复性好、分辨能力高的特点、，而且也排除了旋转砝码的必要性。

（5）在工作过程中，气流能不断地对球体进行清洗，提高了仪器使用的可靠程度。

3．主要技术数据

|  |  |
| --- | --- |
| 输出压力范围 | 0.001-0.25MPa |
| 精确度 | ±0.05% |
| 工作温度 | 15-30℃ |
| 额定气源压力 | 0.5 MPa |
| 最高气源压力 | 0.7 MPa |
| 最低气源压力 | 输出压力的1.5倍，但不能低于0.3MPa |
| 耗气量（额定气源压力） | 不超过150 l/h |

4．浮球式压力计的操作

浮球式压力计应安放在温度尽可能接近20℃，湿度为10-75%，周围空气流动不大，且不含有腐蚀性介质和没有任何震动的环境中。使用前，通过仪器底盘两角的调平螺钉调整水平。当水平仪上的水泡居于中间位置时，压力计即处于正确的工作位置。

使用时应首先调好气源压力（额定气源压力：0.5MPa）, 并将砝码架套在浮球上，然后打开气源阀和输出阀。待浮球浮起后，压力计输出砝码架上所标志的压力值。

逐步按被校仪表的要求在砝码架上加入所需压力值的砝码，当浮球再次浮起后，压力计即能输出所需要的校验压力。

5．在操作时必须注意下列事项

（1）增、减砝码时一次不宜太多。

（2）没有必要旋转浮球压力计的砝码来克服摩擦力。过多的旋转会影响仪器的精度。

（3）校验仪表完成后应先除去砝码，关闭气源阀门，然后再取下被校仪表。不能在加压的情况下突然取下被校仪表，以免冲击浮球。

（4）压力计的输出压力值为所加砝码及砝码架上标明的压力数值的总和。输出压力值的误差不超过该值的±0.05%。当输出压力值小于压力计上限制的10%时，误差不超过上限值10%的±0.05%。

附录：实验报告格式

题目（同指导书中的实验名称）

作者（含同组者）

署名单位（专业、班级）

摘要：

关键词：

1，引言

（包括目的、意义、所用设备等）

2，内容

（描述实验过程）

3，实验结果及分析

（以表、图等形式描述实验数据，并有必要的文字说明；对数据结果详加分析和说明；思考题的解答）

4，结论

（总结实验过程和结果）

致谢（向指导老师及有关人员表示感谢）

参考文献

注意：

要求统一采用B5规格白纸或格纸。不清楚之处可咨询指导老师。