

282986

中等专业学校教学用书

冶金工厂
热工测量和自动调节

鞍山钢铁学院
石景山冶金学院 合編



中国工业出版社

7
887

中等专业学校教学用书



冶金工厂 热工测量和自动调节

鞍山钢铁学院
石景山冶金学院 合編

中国工业出版社

本书为冶金工业部教育司推荐的中等专业学校教学用书，适用于炼铁、炼钢、轧钢专业，亦可供有色冶金专业使用。

本书讨论温度测量、压力测量、流量测量、气体分析、自动调节基本原理、冶金生产的测量和调节系统。对于每种仪器，着重叙述它的作用原理和构造特点，同时也适当介绍了有关仪器使用和安装的实际知识。

冶金工厂热工测量和自动调节

鞍山钢铁学院 合编
石景山冶金学院

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $8\frac{3}{4}$ ·插页1·字数206,000

1961年7月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001~4,033·定价（9—4）0.88元

统一书号：15165·401（冶金—118）

目 录

第一章 温 度 测 量

第一节 温度测量仪器的分类	7
第二节 热电高温表	7
§ 1. 热电偶	7
一、热电偶产生热电势的原理	7
二、常用热电偶的测量范围和主要性质	9
三、热电偶的构造和保护设备	10
§ 2. 毫伏表	11
一、毫伏表的构造和测量热电势的原理	11
二、自动记录毫伏表	13
三、毫伏表刻度盘上的标记	16
§ 3. 电位表	16
一、用电位表测量热电势的基本原理	16
二、便携式电位表	17
三、电子电位表	18
§ 4. 装置热电偶的规则	25
第三节 电阻温度表	27
第四节 辐射高温表	30
§ 1. 光学高温表	30
一、灯丝隐灭式光学高温表	30
二、光电高温表	33
§ 2. 全辐射高温表	34

第二章 压 力 测 量

第一节 一般知识	36
§ 1. 压力的区分	36
§ 2. 测量单位	36
§ 3. 压力测量仪器的分类	36
第二节 液体压力表	36
§ 1. 液柱式压力表	37
一、U形压力表	37
二、单管压力表	37
三、斜管微压表	38
§ 2. 环式压力表	38

§ 3.	钟罩天平式压力表	39
第三节	弹簧压力表	41
§ 1.	管弹簧压力表	41
§ 2.	螺管弹簧压力表	42
§ 3.	弹簧膜压力表和吸力表	43
§ 4.	风箱式弹簧(膜)压力表	44
第四节	压力表的选择、安装和校验	44
§ 1.	压力表的选择	44
§ 2.	压力表的安装	44
§ 3.	压力表的校验	45

第三章 流量测量

第一节	压力管	47
第二节	节流仪器	50
§ 1.	用节流设备测量的简介	50
§ 2.	基本流量公式	51
§ 3.	流束膨胀修正系数及孔板热膨胀修正系数	53
§ 4.	流量系数 α 及其修正系数	55
§ 5.	用孔板测量流量的公式和计算	57
§ 6.	计算孔板的孔径	65
§ 7.	节流设备的主要型式	68
一、	孔板	68
二、	喷嘴	68
三、	流量管	70
§ 8.	孔板的装置	73
第三节	流量表(压差表)	75
§ 1.	环式流量表——压差表	75
§ 2.	浮标压差表	75
第四节	压差表的装置	77

第四章 分析气体的成分

第一节	气体的取样和样品的储存	80
§ 1.	取样地点的选择	80
§ 2.	取样管	80
§ 3.	气体样品的储运	81
第二节	分析气体成分的仪器	81
§ 1.	人工气体分析器	81
一、	TX—1型人工气体分析器	82
二、	完全分析的人工气体分析器	84

§ 2. 自动气体分析器.....	85
一、化学的自动气体分析器.....	85
二、电气的自动气体分析器.....	86
三、磁的氧分析器.....	87
第三节 湿度的概念及測量.....	89
§ 1. 湿度的基本概念.....	89
一、绝对湿度.....	89
二、相对湿度.....	90
§ 2. 干湿泡湿度計.....	91

第五章 自动調 节

第一节 基本概念.....	94
第二节 調节对象的基本性质.....	95
§ 1. 对象的容量.....	95
§ 2. 自衡.....	97
§ 3. 滞后.....	101
§ 4. 对象的負荷.....	102
第三节 調节器的性质.....	102
§ 1. 自动調节器的主要組成部分.....	102
§ 2. 調节器的分类.....	103
第四节 調节器的构造.....	107
§ 1. 液压調节器.....	107
一、压力調节器.....	107
二、流量調节器.....	107
三、比例調节器.....	107
四、大功率液压調节器.....	108
五、遙控开关.....	109
§ 2. 电动調节器.....	110
一、电子調节毫伏表.....	110
二、电动再調調节器.....	110
三、PDM—35型电动压力調节器.....	117

第六章 生产过程的測量和調节系統

第一节 炼鉄車間.....	118
§ 1. 热风炉內燃烧和炉頂温度的自动調节.....	119
§ 2. 热风温度的自动調节.....	121
§ 3. 鼓风湿度的自动調节.....	122
第二节 炼鋼車間.....	125
§ 1. 調节炉內燃料的供給量.....	126

§ 2.	调节燃烧和进炉混合煤气的发热量.....	127
§ 3.	调节炉子熔膛内的压力.....	129
§ 4.	自动转换换向阀.....	131
§ 5.	平炉的测量和调节的综合系统.....	132
第三节	轧钢车间.....	134
§ 1.	均热炉.....	134
一、	炉膛温度的自动调节.....	134
二、	燃烧的自动调节.....	134
三、	炉膛压力的自动调节.....	134
四、	自动转换换向阀.....	136
五、	打开炉盖时自动控制煤气、空气和废气的停气机构.....	137
§ 2.	加热炉.....	137

第一章 温 度 测 量

各种冶金生产过程，如炼铁、炼钢、轧钢等过程，都是在高温状态下进行的，都需要具备一定的温度才能获得优质产品，因此需要测量温度。

第一节 温度测量仪器的分类

按作用原理我们将测定温度的仪器分为以下几类：

表 1-1 温度测量仪器的种类

分类号码	仪 器 类 别	测 量 原 理	测 量 范 围 $^{\circ}\text{C}$
1	膨胀温度表	物体受热时体积膨胀	从-75 到750
2	压力温度表	温度表受热部分里的液体或气体（为一闭合系统）因加热而改变压力	从-40 到550
3	热电高温表	加热两种不同的导体的接点产生热电势	从-50 到1600
4	电阻温度表	导线的电阻随其温度改变	从-50 到500
5	辐射高温表	加热体的亮度（辐射强度）随其温度改变	从 800到2000
	比色高温表	加热体的颜色随其温度改变	从 800到2000
	全辐射高温表	加热体辐射的能量随其温度改变	从 700到1800

第二节 热 电 高 温 表

热电高温表是由热电偶、量电仪器（毫伏表或电位表）和连接导线三部分组成的，由于用它能很精确的测量高温，并能把示数传达到很远的距离和自动记录，所以在冶炼厂被广泛的应用。

§1 热 电 偶

一、热电偶产生热电势的原理（如图 1-2 所示）：取两根性质不同的金属线 A 与 B，把它们的一端焊在一起得接点 1，接点处的温度为 t 。我们知道，在不同的金属中其自由电子的密度不同，所以在接点 1 处自由电子密度大的金属 A 扩散到金属 B 中去的电子，比由金属 B 扩散到金属 A 中的多，因而金属 A 将带正电，金属 B 将带负电。这样所建立的电场，将要阻碍这种电子扩散，直到两者达到平衡为止，从而产生了一定的电势。

现在把 A、B 的另一端也焊在一起，得接点 2，接点所处的温度为 t_0 ，这里也要发生相同的情况。另外自由电子活动能力又和金属接点的温度有关，所以在接点 1 和 2 所产生的电势也是不相等的。这两端电势之差，通常称为热电势。如用等式表达热电偶所产生的热电势时，可写成下面的形式：

$$E_{A,B}(t, t_0) = e_{A,B}(t) - e_{A,B}(t_0) \quad (1-1)$$

如两接点处于相等的温度（即 $t = t_0$ ），热电偶所产生的热电势等于零，即：

$$E_{A,B}(t, t_0) = e_{A,B}(t_0) - e_{A,B}(t_0) = 0 \quad (1-2)$$

如果热电偶的两种金属确定后，所产生的电势仅与温度有关，所以公式 (1-1) 可写成下一种形式：

$$E_{A,B}(t, t_0) = f(t) - f(t_0) \quad (1-3)$$

如將接點 2 的溫度加以固定，則 $f(t_0)$ 一項為一常數 c ，故公式 (1-3) 可寫成：

$$E_{A,B}(t, t_0) = f(t) - c = \varphi(t) \quad (1-4)$$

由这个方程式可知, 如果已知 $E_{A,B}(t, t_0)$ 的大小, 就可求出 l 处的温度值 t 。

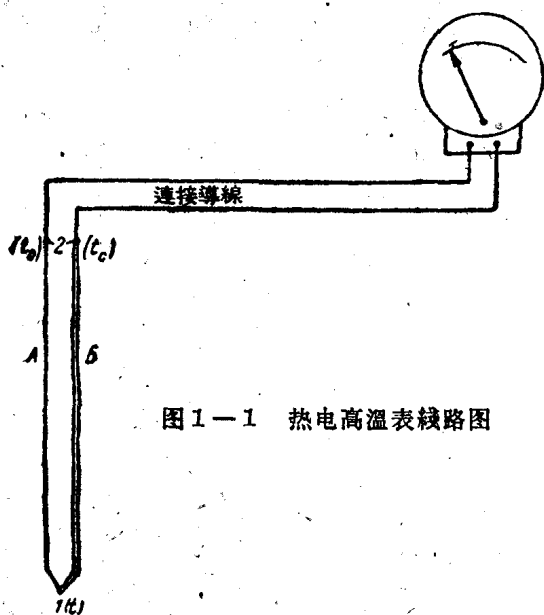


图 1-1 热电高温表线路图

上述现象称为热电现象。金属 A 与 B 分别称为热电极，合称为热电偶。放在被测地方的一端称为热端或称测量端，而另一端称为冷端或自由端。

因此可得一个重要的結論：热电偶产生的热电势跟測量端和自由端的溫度都有关系。只当自由端溫度保持不变时（公式1—4中第二项为一常数时），热电偶产生的热电势才只是測量端溫度的函数。所以要得到正确的測量結果，保持自由端溫度不变是非常重要的。在測量溫度时，必須用导綫将热电偶与測量仪表相連接，而这个导綫对热电偶产生热电势的大小是沒有影响的，現在我們来討論这个問題。

当热电偶的电路中接入导线时，假如这个导线的两端温度是相同的话，热电偶所发生的热电势是不变的。这个定则可由伏特定律（连续接触点定律）来证明，并且可以推广到由任何数目导线所组成的电路中。

根据伏特定律，在由两个或任何数目的不同导体 A、B、C……N 等所组成的闭合电路中，当它们的接合点温度都相同而没有外面的电动势通入时，就不可能产生电流，因此这个电路电动势的总和将等于零。



图 1—2 热电偶产生热电势的原理

假如电路中的电动势的总和不等于零，则这个电路内就将有电流，如果有电流，这个电路的某一部分就要发热，而另一部分就要冷却。这就意味着，在没有加外界功的情况下，热量会从温度低的地点转移到温度较高的地点去。这是违反热力学第二定律的，所以我们可以得出结论：在这个电路中，电动势的总和等于零。

图 1—2 热电偶产生热电势的原理

对于由三种不同导体所组成的电路(如图 1—3), 假如它们的接点温度都同是 t 的话, 按上边所得的结论我们就可用方程式形式表达如下:

$$e_{AB}(t) + e_{BC}(t) + e_{CA}(t) = 0 \quad (1-5)$$

公式 1—5 又可写成如下的形式:

$$e_{BC}(t) + e_{CA}(t) = -e_{AB}(t) \quad (1-6)$$

現在我們再来討論由三种不同导体A、B和C所組成的电路, 如图 1—4 所示。在这个电路中, 接点 2 和 3 的溫度相同, 都等于 t_0 , 接点 1 的溫度为 t , 則这个电路的电动势为:

$$E = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) \quad (1-7)$$

按前述条件, 当三个接点溫度相同时, 因电路中电动势总和等于零, 即:

$$E = e_{AB}(t_0) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = 0$$

移项后可写成: $e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$, 将这个数值代入公式 1—7 中就可以得到:

$$E = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0) \quad (1-8)$$

这就是說公式 1—8 和公式 1—1 是完全相同的。由此說明了当热电偶的电路中加入第三个导綫时, 假如这导綫的两端溫度相同, 則热电偶所产生的电势是不变的。

二、常用热电偶的測量范围和主要性质: 在热电高溫表中常用的热电偶有以下几种 (表 1—2):

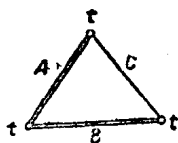


图 1—3 由三种不同导体组成的热电回路

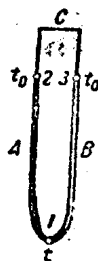


图 1—4 在接点之間接入另一导体 C 的热电偶綫路图

表 1—2

热电极材料	规定符号	长期使用最高溫度	短期使用最高溫度
鉑銑合金——鉑	ПП	1300°C	1500°C
鎳鉻合金——鎳鉻合金	XA	900°C	1100°C
鎳鉻合金——鎳銅合金	XK	600°C	800°C
鉄——鎳銅合金	ЖК	600°C	800°C
銅——鎳銅合金	МК	350°C	450°C

热电势跟測量端溫度的关系) 自由端溫度为 0°C), 見表 1—3 和图 1—5。

鉑銑——鉑热电偶是貴金属做的一种热电偶, 由純物质做成的这种热电偶能够在很長時間內維持它的热电势不变, 因此它常做标准热电偶去校正其他物质所做成的热电偶。

热电偶周围气体的性质对精确度和使用期限有很大影响。鉑銑——鉑热电偶在氧化性的气体中很稳定, 但对还原性气体 (特别是 CO) 和砷、磷、矽等蒸汽的作用都很敏感, 要是这些气体和蒸汽在高溫下与热电偶接触, 热电偶很快就变质不能用了, 所以鉑銑——鉑热电偶应当用高溫下不透气的装置保护得很好。在實驗室工作条件中, 倘使周围存在的是單純氧化性或中性的气体时, 允許把焊接点露在外面。

这种热电偶生产的热电势非常小 (600°C 时才約 17 毫伏), 这就需用灵敏的毫伏表。

表 1-3 热电偶的热电势, 毫伏

热电偶测量端 的温度 $^{\circ}\text{C}$	铜—镍铜合金 MK	铁—镍铜合金 JKK	镍铬—镍铜合金 XK	镍铬合金—镍铝 合金 XA	铂铑合金—铂 PD
-20	-0.86	-1.05	-1.27	-0.77	-0.109
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.89	1.09	1.31	0.80	0.115
100	4.75	5.75	6.95	4.10	0.640
200	10.29	12.00	14.65	8.13	1.421
300	16.48	18.10	22.90	12.21	2.310
400	23.13	24.55	31.48	16.39	3.243
500	30.15	30.90	40.15	20.64	4.210
600	37.47	37.40	49.00	24.90	5.212
700		44.10	57.75	29.14	6.249
800		51.15	66.40	33.31	7.320
900				37.36	8.426
1000				41.31	9.566
1100				45.14	10.741
1200				48.85	11.950
1300				52.41	13.153
1400					14.356
1500					15.558
1600					16.760

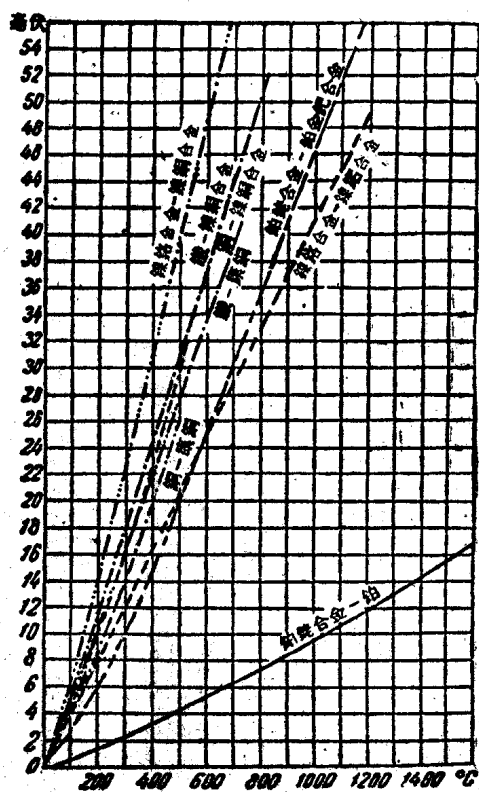


图 1-5 各种热电偶的热电势与温度的关系

径为1.5~3.0毫米, 用贵金属做热电极时, 如铂铑—铂, 取其直径为0.5毫米。两热电极只应在测量端相接触, 其余部分应该完全绝缘。

这种热电偶的热电极多用细导线来做, 它的直径普通只用0.5毫米, 这样已能满足强度上的要求, 同时降低了成本, 且对温度的反应很灵敏。

镍铬—镍铝热电偶: 它是一种非贵金属的热电偶。在非贵金属的热电偶中, 以这种热电偶在高温下抵抗氧化的能力最强且耐潮湿。故这种热电偶在冶炼厂中应用很广。当加热时间很短, 且热电极保护得很好不受气体作用时, 这种热电偶可以测到1250 $^{\circ}\text{C}$ 。

镍铬—镍铜热电偶: 它也是一种非贵金属的热电偶, 在所有的热电偶中, 以这种热电偶产生的热电势为最高。

除上述几种常用的热电偶外, 在很多特殊情况下, 还要采用钨—钼、钨—石墨以及碳—碳化硅等热电偶。

三、热电偶的构造和保护设备:

在用非贵金属做热电极时, 取其直

式中 K 为比例常数，它的大小决定于磁感应强度，线圈的高宽和匝数，以及螺旋弹簧的反力矩。

由欧姆定律

$$i = \frac{E(t, t_0)}{R_x + R_n + R_r} \quad (1-10)$$

式中 $E(t, t_0)$ ——测量端温度为 t 、自由端温度为 t_0 时热电偶的热电势。

R_x ——热电偶两热电极的电阻。

R_r ——毫伏表的总电阻。

R_n ——连接热电偶跟毫伏表的导线的电阻。

由公式 1-9 和公式 1-10 得

$$\varphi = K \frac{E(t, t_0)}{R_x + R_n + R_r} \quad (1-11)$$

可见线圈的偏角（亦即毫伏表指针的偏角）正比于热电偶所产生的热电势，反比于高温表线路中的电阻和。使这些电阻固定，转角 φ 即可表示电势的数值了。这些电阻在测量过程中随着很多因素变化。例如毫伏表的电阻 R_r 是随着周围介质温度变更。连接导线的电阻 R_n ，是随着它的长度、直径的大小，及附近温度的高低变化。热电偶本身的电阻 R_x ，也是随着它的受热程度，以及周围介质温度的变化而变更的。

既然公式 1-11 中的所有电阻的数值，都难免在测量的过程中有所变更，这就影响到偏角 φ 的大小，也就是说，在热电偶产生同一热电势的条件下，毫伏表上的读数并不一致。为了使这种误差尽量减小，在制造毫伏表时，应尽量使 R_r 的电阻值加大。实际上， R_r 是毫伏表铜线圈的电阻 R_p 和附加的锰铜电阻 R_n （如图 1-7 所示）之和。 R_n 的电阻值常相当于 R_p 电阻值的两三倍。由于 R_r 电阻值的增大，就减小了 R_x 和 R_n 变化所引起的误差，同时，又因锰铜电阻的数值几乎不随周围介质的温度而改变，这就使得 R_p 变化所占的百分数大为减小。 R_r 的总值有时大到几百欧姆，甚至一千欧姆。

毫伏表一般在刻度时，外路电阻的数值是有一定的。它的数值标在仪器的刻度盘上，如 $R_{\text{外}} = 5$ 欧（即外路电阻为 5 欧）。在使用毫伏表时，应该使外路电阻的数值和刻度盘所标记的外路电阻数值相同。外路电阻包括热电偶电阻，连接导线电阻，以及补偿导线电阻。

毫伏表的温度系数，是指毫伏表周围介质温度每改变 1°C 时，电阻改变的数值相当于毫伏表在刻度时电阻数值的百分数。

如图 1-7 所示，毫伏表的铜线圈 4 (R_p) 的电阻温度系数是 $0.4\%/^\circ\text{C}$ ，与线圈串联的锰铜电阻温度系数为零，所以这时毫伏表的温度系数 α 等于

$$\alpha_r = 0.4 \times 10^{-2} R_p / R_r \quad (1-12)$$

式中 0.4×10^{-2} ——线圈（铜导线）的温度系数。

R_p ——线圈的电阻。

$R_r = R_p + R_n$ ——毫伏表的总电阻。

由上式可知，毫伏表的总电阻，比线圈电阻大得愈多，仪器的温度系数就愈小，由温度所引起的误差也就愈小。

连接导线（铜导线）的电阻可按式计算：

$$R = \frac{0.0178 l}{q} \text{ 欧}$$

(1-13)

式中 l ——单股线长，米。

0.0178 ——铜的电阻系数。

q ——导线的截面积，毫米²。

一 非贵重金属做的热电偶的电阻通常不大，可以忽略。

铂铑合金——铂热电偶的电阻相当大。当两个热电极的平均温度是20°C时，长1米、直径为0.5毫米的这种热电偶的电阻约为1.61欧，平均温度是700°C时，约3.9欧，平均温度是1200°C时，约5.3欧。要获得比较精确的外阻值，须由直接测量来决定。

二、自动记录毫伏表：

自动记录毫伏表，能把测量的结果用一些机构自动记录下来。可以用一块仪表来测量几支热电偶，并用不同颜色的色带记录出代表各个热电偶所测量的温度曲线。

因通过线圈的电流很小，线圈的转动力矩也就不大，不可能使直接装在指针上的笔尖进行记录（因笔尖与记录纸之间的摩擦力大的缘故），所以在生产中常采用落弓式的记录装置。下面就介绍常用的CT型的自动记录毫伏表。

记录装置的原理系统图见图1-8。

挂在耐拉线2上的线圈

1在永久磁铁两极间转动。

线圈上装有指针3，指针下有支持记录纸的小轴4，纸上挂着一条颜色带5。指针上空

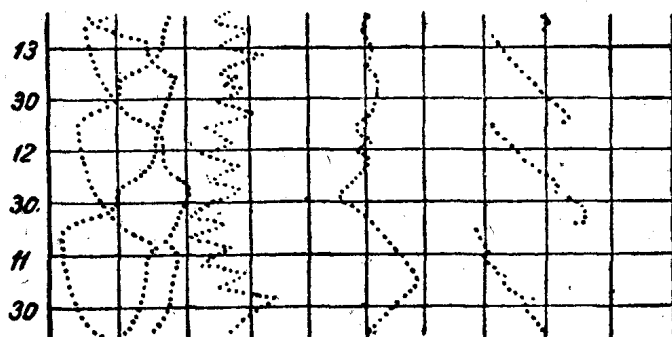


图 1-9 同一条纸带上记录六条曲线的图纸

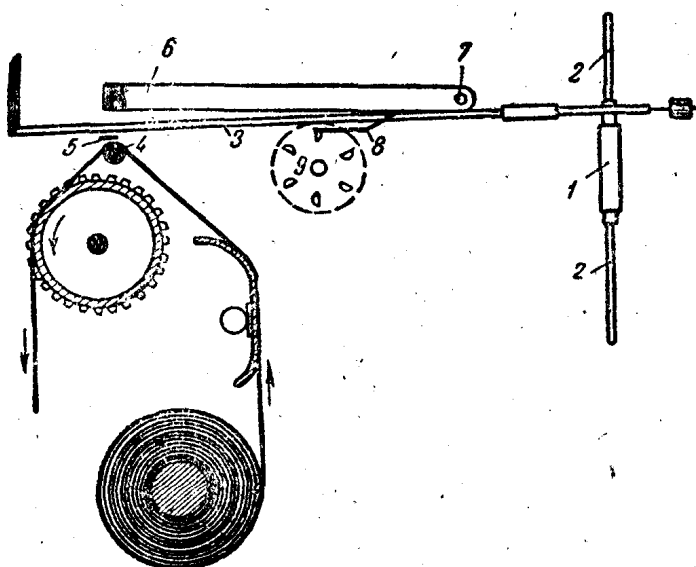


图 1-8 毫伏表的记录装置的原理图

1—毫伏表线圈；2—耐拉线；3—指针；4—支持轴；5—色带；
6—落弓；7—落弓的轴；8—弓架的支持弹簧；9—凸轮

装有轻铝制的落弓6，可绕轴7转动，当凸轮9转动时，弓架的支持弹簧8脱离了支持它的螺钉，因而弓架下落压下指针，并迫使它隔着色带压在记录纸上，这一压便在记录纸上留下了颜色点。

由于弓架周期性的下落（每隔20秒），在移动的纸带

上便形成了记录下来的温度随时间而变的虚线曲线。至于记录数种测量结果的仪器，它

們有好几条色帶，有轉換热电偶和改变色帶的裝置，这样可以得到以不同顏色記錄的許多虛綫曲綫。如图 1—9。

儀器的構造如图 1—10 所示。

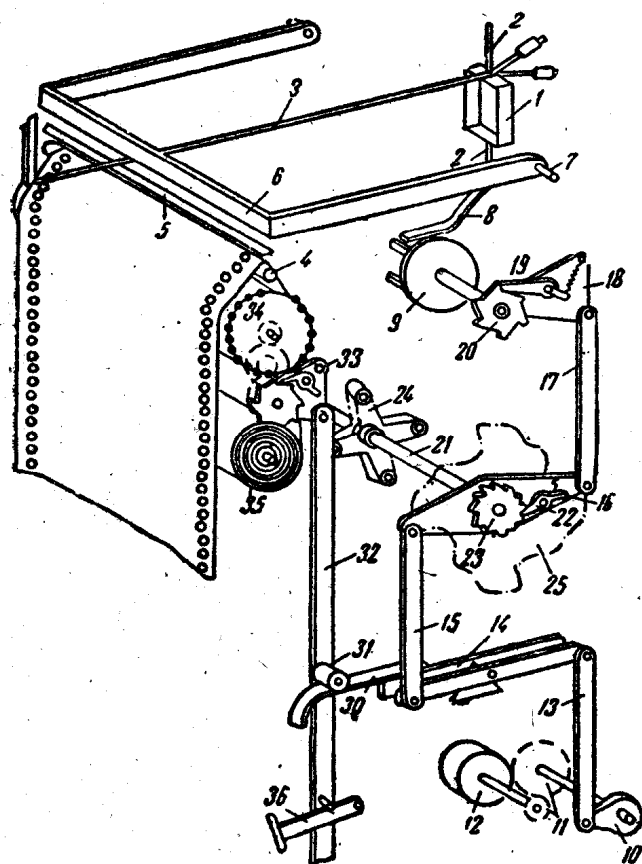


图 1—10 自动记录式毫伏表传动图

1—毫伏表线圈；2—耐拉线；3—指针；4—支持轴；5—色带；6—落弓；7—落弓轴；8—支持弹簧；9—凸轮；10—曲柄；11—传动齿轮；12—同步电机；13—连杆；14—两重臂；15—牵引杆；16—臂；17—牵引杆；18—杠杆；19—犁子；20—棘轮；21—凸轮轴；22—犁子；23—棘轮；24—转换开关的十字形凸轮；25—更换色带的凸轮；30—拨杆；31—滚子；32—牵引杆；33—带动纸带的制动机构；34—传动轴；35—纸卷；36—改变纸带速度的杠杆

其动作除了指示温度的指针外，可分为四部分：

(一) 落弓的上下动作

可看图 1—10，落弓是由一个不大的同步电动机 12 来带动的。电动机 12 经由传动齿轮 11 传动带动曲柄 10 的轴，曲柄跟连杆 13 成铰链联结，连杆 13 带动两重臂 14 作摆动，此摆动经由牵引杆 15 传给臂 16，再由牵引杆 17 传给单臂杠杆 18，杠杆 18 上有一犁子

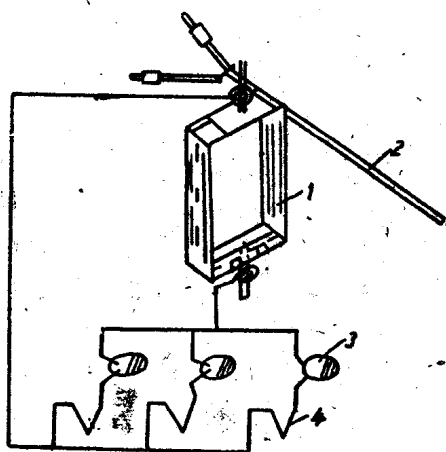


图 1—11 切换热电偶的水银接头及其转换机构

1—线圈；2—指针；3—水银接点；4—热电偶

19，跟它相啮接的是棘轮 20，此轮固定在凸轮 9（上有 6 个梢子）的轴上。曲柄 10 每转一周，亦即杠杆 18 每摆动一次，使棘轮 20 和凸轮 9 转过 60°，引起弓 6 升降一次。

(二) 转动记录纸的动作（见图 1—10）。

在两重臂 14 的第二枝上装有拨杆 30。当臂 14 摆动时，它经由滚子 31 使牵引杆 32 上下移动，牵引杆 32 的上下端各与单臂杠杆 33 成铰链联接单臂杠杆 33 上有犁子，跟它相啮接的是棘轮。传动作用和上面所讲的 18、19 和 20 三个零件是相似的。棘轮轴的另一端是一个齿轮，再经过一套中间传动齿轮转动圆筒的轴 34。圆筒的两端都有很多梢钉嵌在纸带边上的孔里，这样就可以把纸从纸卷 35 上卷起来，杆 32 下端的一套传动机构，同样转动另一轴，把用过的纸带卷起来。纸带移动的速度可用杠杆 36 来调节，它有三个位置。如果把它放在最高位置，拨杆在作上下的周期摆动接触滚子 31 的时刻就比较晚，牵引杆 32

的行程也就减少了，因此减小了棘輪轉过的齿数，减小了牵引杆每一行程中紙带移动的长度。对应于杠杆36的三个位置，可調节紙带移动的速度为每时20、40和60毫米。

(三) 切换热电偶的水銀接头及其轉換机构

如果是一点記錄的 CT 型毫伏表，可以把热电偶的“+”“-”二极直接接到毫伏表的“+”“-”极上。如果是几点記錄时，則每个热电偶都要经过相应的水銀接头。如图 1-11 所示。

三对水銀接点 3 总是轉換地使其中一个接通，其他的两个切断，所以指針所指示的溫度也是随着水銀接点的切换而代表着不同热电偶的溫度。水銀接点的切换是經轉換机构来进行的。可參看图 1-10。其传动是，当帶有掣子 22 的自由轉动的臂 16 摆动时，都引起与掣子 22 互相啮接，棘輪 23 与其相牢固接在一起的軸 21 轉动，在軸 21 上装有三个十字形的凸輪 24，各个凸輪的十字形臂間都要錯开約 30° 的角度，由于这些凸輪的轉动，就操纵了热电偶的轉換机关——水銀接点。

轉換机构見图 1-12，是三对水銀开关 37 組成的，它們各装在可繞公共軸 29 轉动的肘形杆 38 上，每个肘形杆上只装一个水銀接点。杆 38 被彈簧 39 向后拉到它的支杆 40，与档柱 41 相碰。当軸 21 轉动时，凸輪 24 依次压下杆 38 的肘臂 42，因而水銀开关接通。裝置支杆 40 和档柱 41 是为了使水銀开关准确地依次閉合和断开，避免上一个开关未断而后一个开关复又閉合，或者是下一个水銀开关断开了，而后一个开关尚未閉合，使毫伏表繞圈中电流变化很大，指針急剧地偏轉，容易損坏。

(四) 色带的更換

色带的更換和水銀接点的切换是严密地相配合着的。每个热电偶所产生的热电势必須用一定的带色曲綫（几条不同顏色的虛綫）表示出来。色带的更換是如下进行的（參看图 1-13）。

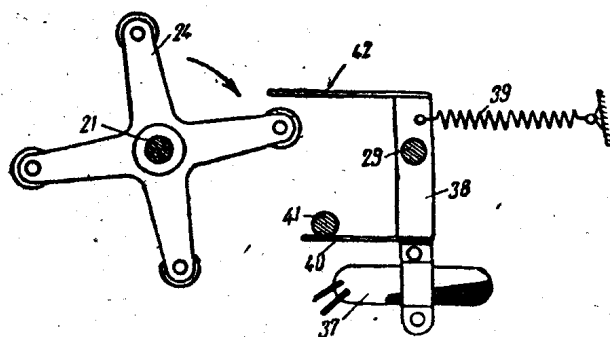


图 1-12 热电偶的轉換机构

37—水銀开关；38—肘形杆；39—彈簧；40和42—支杆；41—挡柱；21—凸輪軸；24—凸輪

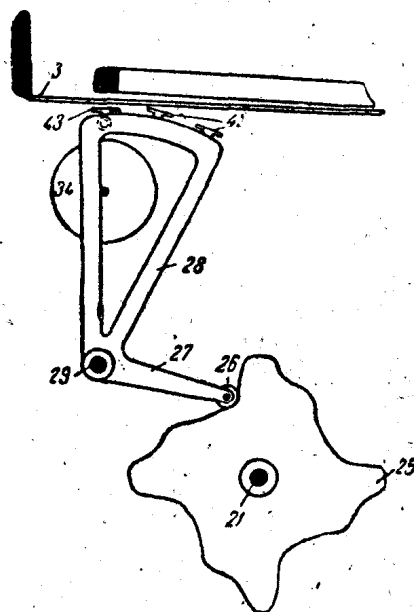


图 1-13 更換色带的机构

3—毫伏表的指針；21—凸輪軸；25—更換色带的凸輪；26—扇形支架的滾子；27—扇形支架的支杆；28—扇形支架；29—扇形支架的轉动軸；34—卷紙带的軸；43—固定色带用的凸出物

在軸 21 上装有特殊形状的凸輪 25，輪緣上紧接着的滾子 26 装在扇形支架 28 的支杆 27 的一端，另一扇形支架与 28 平行，两扇形支架各自与儀器的短軸 29 鉸鏈相接，由于凸輪 25 的迴轉，两扇形支架就作前后的摆动。

两扇形支架的弧边上各有3个凸出物43, 用来固定三条色带的两端。根据凸轮25的位置怎样, 那时接上的热电偶就是相应的那一个, 扇形杆就摆动相应一个角度, 指针下就是三条色带中相应的一条, 因此每一热电偶都有相当的顏色来记录。

记录六个热电偶的色带也是用三条色带, 由于利用凸轮25的特殊形状, 有三个热电偶是用一种顏色的, 另外三个热电偶都是用两种顏色所组成的。

三、毫伏表刻度盘上的标记:

毫伏表刻度盘上载有下列标记:

1. 仪器的精度级, 用小圆内的数字表示, 如⑤。
2. 毫伏表的电阻 R_r 。
3. 毫伏表的线圈的电阻 R_f 及仪器的温度系数 α 。
4. 仪器刻度时的温度。
5. 跟毫伏表相接的外路电阻 R_{nn} (热电偶, 补偿线, 连接导线的电阻)。
6. 所使用热电偶的名称。

§ 3 电 位 表

由于电位表具有很多优点, 如动作快, 工作可靠, 而且准确度也较高, 所以在测量温度时, 电位表被广泛地采用。

一、用电位表测量热电势的基本原理:

用电位表测量热电势的基本原理是: 在一已知电路中取一已知电压降来和待测热电势平衡。如图 1—14 所示。

ABBA 为已知电路 (即电流强度 I_1 为已知, AB 间每单位长度的电阻值为已知), HΠ 为检流表, T 为热电偶。热电偶 T 所产生的热电势 $E_{(t, t_0)}$ 的方向和电源 $\mathcal{E}$ 电势的方向相反。当热电偶产生的热电势与 AΠ 间电压降不平衡时, 产生电流 I_2 。移动滑接点 Π, 则当二者达到平衡, $I_2 = 0$ 时, 待测的热电势:

$$E_{(t, t_0)} = I_1 \times R_{A\lambda} \quad (1-14)$$

式中 $R_{A\lambda}$ ——已知电路中 AΠ 间的滑线电阻值。

证明: 根据基尔霍夫定则, 在 AΠTA 回路中:

$$E_{(t, t_0)} = I_2 \times R_r + I_2 \times R_n + I_2 \times R_{nn} + (I_1 + I_2) \times R_{A\lambda} \quad (1-15)$$

式中 R_r ——热电偶电阻;

R_n ——连接导线电阻;

R_{nn} ——检流表电阻。

整理公式 1—15 得:

$$E_{(t, t_0)} - I_1 \times R_{A\lambda} = I_2 \times (R_r + R_n + R_{nn} + R_{A\lambda}) \quad (1-16)$$

由公式 (1—16) 可知, 当 $I_2 = 0$ 时, 则: $E_{(t, t_0)} = I_1 \times R_{A\lambda}$ 。所以滑线 AB 间的标尺可标以毫伏数或相应的温度值。

可见在标尺上刻度以后, 电阻 $R_{A\lambda}$ 和电流 I_1 , 是不允许变更的, 这样方能使测量结果在长期内有足够的准确度。可是在使用过程中, 因为由于电池组成的电源 $\mathcal{E}$ 要消耗能