

# 电子电位計

## 測量綫路的设计与計算

馬湧和 編

甘肅人民出版社

1962年·蘭州

电子电位計  
測量綫路的設計与計算

馬湧和 編

甘肃人民出版社出版(兰州市白銀路)  
甘肃省书刊出版业营业許可証出字第001号  
甘肃日报社印刷厂印刷 甘肃省新华书店发行

\*

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ ·4 $\frac{3}{4}$ 印張94,000字  
1963年1月第一版 1963年1月第一次印刷  
印数: 1—2,120

\*

統一書号: 15096·5  
定 价: (5) 0.50元

## 前 言

化工、石油、水电及冶金等工业部门中，随着产品质量的不断提高和生产过程自动化的不断改进和发展，对各种参数的测量尤其是温度的测量，愈来愈高的要求其测量的精确程度和参数反应的灵敏及时，而电子电位计正具有适应这种要求的特点。

掌握电位计这门技术，对于温度仪表之工作人员来说，是非常必要的。

本书编写的内容，就有关电子电位计的测量原理、冷端温度的补偿原理及其工作线路的标准（或规范）化，以及桥臂各电阻的计算和滑线电阻的绕制计算等方面的问题，作了比较系统深入的介绍，里面公式推导详细，例题丰富，最适合于具有初中以上文化程度的仪表工作者自学之用和工作中的参考，也可供有关技术学校仪表专业的学员参考。

由于本人限于理论水平关系，其内容可能有不少错误和缺点，谨希各位读者同志指正。

本书在编写过程中，曾承王修业、李道祿、王家铭、刘连生、胡宗康等同志的协助，谨此致意。

编者

一九六二年七月于兰州

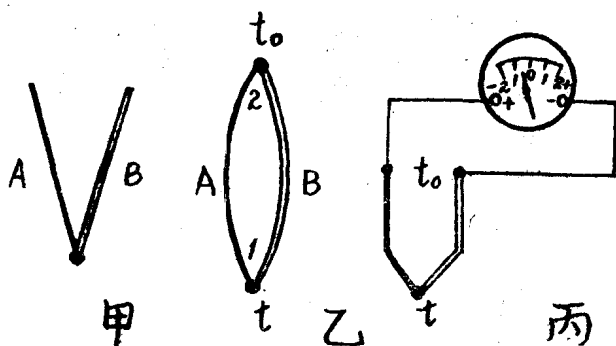
# 目 錄

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一章 电位计的测量原理         | 1   |
| 第一节 测量线路的敏感(感温)元件及电池 | 1   |
| 第二节 测量原理             | 18  |
| 第三节 冷端温度的补偿原理        | 40  |
| 第四节 工作线路的标准化         | 47  |
| 第二章 电子电位计测量线路之电阻的计算  | 58  |
| 第一节 测量线路的几种主要形式      | 58  |
| 第二节 测量线路桥臂各电阻的计算     | 70  |
| 第三节 桥臂电阻计算举例及电阻值附表   | 93  |
| 第三章 滑线电阻的绕制计算        | 110 |
| 第一节 滑线电阻构造尺寸的给定方式    | 110 |
| 第二节 滑线电阻的绕制计算举例      | 119 |
| 第三节 电位计的刻度           | 124 |
| 第四节 电子电位计的刻度校验       | 129 |

# 第一章 电位计的测量原理

## 第一节 测量线路的敏感（感温）元件及电池

【热电偶】 用电位计测量温度时，热电偶是它测量中的敏感元件，或谓感温元件。热电偶由一端焊接在一起的二根不同性质的导体构成（如第一图甲所示），通常这种导体是二根金属丝。



第一图 热电偶

当给焊接端加以温度时，导体中的自由电子因加热而获得了动能就开始移动，假若A导体的电子密度大于B导体的电子密度，这时这种移动就从A向B进行，或者说两根导体因加热而获得的自由电子运动之总的流向是从A导体到B导体，即A导体带了正电，B导体带了负电。这种现象，就称为热电现象。因加热而产生的电动势就称为热电势，这一热

电势与加热之温度成正比。

把热电偶接成一闭合回路(如第一图乙所示)时,假若这一回路的连接点1端温度为 $t$ ,而另一连接点2端为 $t_0$ ,且 $t > t_0$ ,这时回路内就有热电势产生,这一热电势的大小,是回路内二个接点之电动势的代数和,即:

$$\begin{aligned} E(t, t_0) &= e_{AB}(t) + [-e_{AB}(t_0)] \\ &= e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0) \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

式中:  $E(t, t_0)$  热偶冷接点温度为 $t_0$ ,热接点温度为 $t$ 时,回路内的合成热电势,毫伏;

$e_{AB}(t)$  热接点的电动势,毫伏;

$e_{AB}(t_0)$  冷接点的电动势,毫伏。

当在这一回路内装上一个毫伏表时(这种连接如第一图丙所示),热电偶所产生的热电势就可用毫伏表测量出来。

热偶所产生的热电势不但与加热温度有关,而且也与热偶材料的性质有关,适当的选择不同性质的二根导体做热偶时,就会在相同的温度下得到不同的热电势。热偶在单位温度时所产生的热电势,称为热偶的灵敏度,一般以冷端为 $0^\circ\text{C}$ ,热端为 $100^\circ\text{C}$ 时的热电势表示。

当热偶灵敏度以 $C$ 表示时,其公式为:

$$C = \frac{E(t', t_0)}{t' - t_0} \dots \dots \dots (2)$$

式中:  $t' - t_0$   $t_0$ 到 $t'$ 时的温度差, $^\circ\text{C}$ ;一般以 $0-100^\circ\text{C}$ 表示。

$E(t', t_0)$   $t_0$ 到 $t'$ 时的热电势,毫伏。

选用热偶时,所选用之热偶应具有较高的灵敏度及它的温度与热电势之特性曲线接近直线关系,且其物理及化学性质稳定,制造容易,价格低廉。一般常用的热偶有以下几种:

1. 铂铑——铂热电偶。它可测量  $-200 \sim +1600^{\circ}\text{C}$  范围内的温度，经常用做测量  $300 \sim 1300^{\circ}\text{C}$  的温度。铂铑——铂热电偶的性质极为稳定，且在高温下不易氧化。但这种热偶所产生的热电势较小，其灵敏度为  $0.64 \times 10^{-2}$  毫伏/度，且价格昂贵，所以除做标准热偶及高温测量中应用外，普通测量点很少应用。

2. 镍铬——镍铝热电偶。适用范围为  $-50 \sim +1100^{\circ}\text{C}$ ，长期应用中经常测量  $0 \sim 1000^{\circ}\text{C}$  范围内的温度。其特性曲线较好，灵敏度为  $4.10 \times 10^{-2}$  毫伏/度，且在中高温下不易被氧化，所以普遍应用在中高温的测量中。

3. 镍铬——考铜热电偶。这种热偶显著的一个特点是它具有较高的热电势，其灵敏度为  $6.95 \times 10^{-2}$  毫伏/度，广泛应用于  $-50 \sim +600^{\circ}\text{C}$  范围内的温度测量中。

4. 铁——考铜热电偶。这种热偶的热电势仅次于镍铬——考铜热偶，它的灵敏度为  $5.75 \times 10^{-2}$  毫伏/度，经常用做测量  $-50 \sim +600^{\circ}\text{C}$  范围内的温度。

5. 铜——考铜热电偶。它有中等的热电势，其灵敏度为  $4.75 \times 10^{-2}$  毫伏/度，可测量  $-50 \sim +500^{\circ}\text{C}$  范围内的温度，但其正极易被氧化，所以多用在  $350^{\circ}\text{C}$  以下的温度测量中。

6. 镍铬——镍热电偶。这种热偶的应用范围和性质近于镍铬——镍铝热电偶，其灵敏度为  $4.04 \times 10^{-2}$  毫伏/度，应用在  $0 \sim 1200^{\circ}\text{C}$  的温度测量中。

7. 铁——康铜热电偶。这种热电偶的应用范围及特性，都近于铁——考铜热偶，但其热电势较铁——考铜为小，它的灵敏度为  $5.15 \times 10^{-2}$  毫伏/度，所以近来这种热偶被铁——考铜热偶所代替。

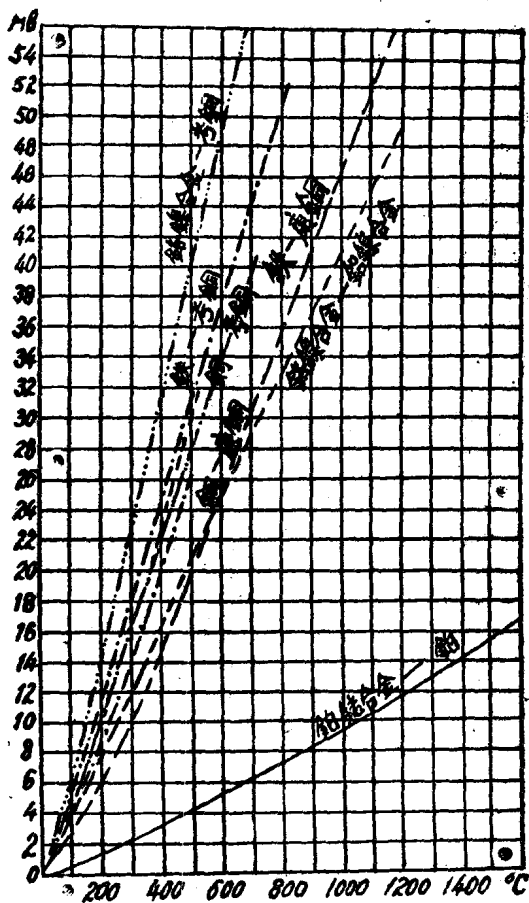
8. 铜——康铜热电偶。它的应用范围同铜——考铜热电偶，但其热电势较小，其灵敏度为  $4.27 \times 10^{-2}$  毫伏/度，所以有些低温测量中如  $-200 \sim +200^{\circ}\text{C}$  的范围内还用它测量外，其它地点很少应用。

有些高温测量中，还应用钼——钨，钨——石墨，金——石墨——石墨及硅——钨的热电偶，但其制造不易，构造脆弱，所以一般高温测量中，这些热偶的测量均被辐射或光学高温计所代替。需要指出，一般  $0^{\circ}\text{C}$  以下之温度的测量，也很少应用热电偶，现在大都用电阻式温度计了。

常用各种热电偶的特性图象见第二图。它们的材料、特性及应用范围见表一。

热电偶的长度是有一定限度的，一般为300—3500公厘，它随所测介质容器的大小而定。实际测量中，热电偶与测量仪表(如电位计)间的距离是很长的，为了能在很远的地点读取读数，必须把热电偶与电位计连接起来，这时就应该用补偿导线。热电偶所选用的补偿导线，其性质应该与热偶近似，或者虽其质料不同，但其随温度所生之热电势，应该与所联接之热偶相同，这样才不致因环境温度的变化而产生测量误差。常用各种热电偶所选用的补偿导线见表二。当在室内连接，且其连接点即热偶与电位计之接点的温度相同时，它们的连接不论正负极，均可用普通铜电线，当二个接点温度不相同时一定要用规定的补偿导线。所选用的补偿导线，其截面均为1.5平方公厘或2.5平方公厘的，具体选用那种，视其连接距离而定，但其截面的选用没有严格的规定，因为电位计测量温度时用补偿电势法，热偶线路电阻的大小，一般不影响测量平衡，只不过对检流计的灵敏指示稍有影响而已。并且考虑到电位计允许外阻变化范围很大，而不同补偿

导线的电阻变动并不很大，所以电位计所选用补偿导线的截面及其长度，在一定允许外阻的限度内，可以随便确定。



**第二图 各种热电偶的热电势与温度的关系曲线**

热 电 偶 种 类 及 特 性 表 (表一)

| 代号或<br>符 号        | 热偶名称  | 成 分                                                                     | 极 性 | 灵敏度<br>0—100°C<br>之毫伏 | 测量温度<br>之 上 限 |          | 对 分 度 的<br>允 许 偏 差 |              | 热电极<br>的直径在<br>毫 米 | 1米长<br>的热偶<br>在20°C<br>时的电<br>阻欧姆 |
|-------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------|---------------|----------|--------------------|--------------|--------------------|-----------------------------------|
|                   |       |                                                                         |     |                       | 长期<br>°C      | 短期<br>°C | 0—300<br>°C        | 300°C<br>以 上 |                    |                                   |
| ПП                | 铂铑—铂  | Pt 90%, Rh 10%;<br>Pt 100%。                                             | +   | 0.64                  | 1300          | 1600     | ±0.05<br>mv        | ±0.05<br>mv  | 0.5                | 1.54                              |
| XA                | 镍铬—镍铝 | Ni 90%, Cr 9.7%, Si 0.3%;<br>Ni 94.8%, Al 2%, Fe 0.2%;<br>Si 1%, Mn 2%。 | +   | 4.10                  | 1000          | 1100     | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.0  | 0.15<br>—<br>—                    |
| XK                | 镍铬—考铜 | Ni 90%, Cr 9.7%, Si 0.3%;<br>Ni 44%, Cu 56%。                            | +   | 6.95                  | 600           | 300      | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.0  | 0.18<br>—<br>—                    |
| ЖК                | 铁—考铜  | Fe 100%;<br>Ni 44%, Cu 56%。                                             | +   | 5.75                  | 600           | 200      | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.5  | 0.09<br>—<br>—                    |
| MK                | 铜—考铜  | Cu 100%;<br>Ni 44%, Cu 56%。                                             | +   | 4.75                  | 350           | 500      | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.5  | —<br>—<br>—                       |
| Nier—Ni           | 镍铬—镍  | Ni 90%, Cr 10%;<br>Ni 100%。                                             | +   | 4.04                  | 1000          | 1200     | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.0  | —<br>—<br>—                       |
| Fe—<br>Constantan | 铁—康铜  | Fe 100%;<br>Cu 60%, Ni 40%。                                             | +   | 5.15                  | 600           | 800      | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.5  | 0.08<br>0.32<br>—                 |
| Cu—<br>Constantan | 铜—康铜  | Cu 100%;<br>Cu 60%, Ni 40%。                                             | +   | 4.27                  | 350           | 500      | ±4°C               | 上限的<br>± 1 % | 3.0<br>2.0<br>1.5  | —<br>—<br>—                       |

常用各种热电偶的补偿导线类型及特性表 (表二)

| 热 偶        | 导 线 之 代<br>号 或 符 号 | 导 线 可 能<br>产 生 之 热<br>电 势 毫 伏 | 极<br>性 | 导 线 名 称       | 导 体<br>色 泽 | 编 织<br>线 色 | 与 磁 作 用<br>的 关 系 |
|------------|--------------------|-------------------------------|--------|---------------|------------|------------|------------------|
| III        | II                 | 0.64                          | +      | 铜             | 紫红         | 红          | 不亲磁              |
|            |                    |                               | -      | 镍铜<br>(III合金) | 红褐         | 绿          | “                |
| XA         | XA                 | 4.10                          | +      | 镍 铬           | 黑褐         | —          | 稍亲磁              |
|            |                    |                               | -      | 镍 铝           | 浅黑         | —          | 不亲磁              |
|            | M                  | 4.10                          | +      | 铜             | 紫红         | 红          | “                |
|            |                    |                               | -      | 康 铜           | 银白         | 褐          | “                |
| XK         | XK                 | 6.95                          | +      | 镍 铬           | 黑褐         | 紫          | 稍亲磁              |
|            |                    |                               | -      | 考 铜           | 白 黄        | 黄          | 不亲磁              |
| JKK        | JKK                | 5.75                          | +      | 铁             | 褐          | 白          | 强亲磁              |
|            |                    |                               | -      | 考 铜           | 白 黄        | 黄          | 不亲磁              |
| MK         | MK                 | 4.75                          | +      | 铜             | 紫红         | 红          | “                |
|            |                    |                               | -      | 考 铜           | 白 黄        | 黄          | “                |
| 镍 铬<br>— 镍 | NiCr—Ni            | 4.04                          | +      | 镍 铬           | 黑褐         | —          | 稍亲磁              |
|            |                    |                               | -      | 镍             | 灰白         | —          | 不亲磁              |
| 铁—康铜       | Fe—<br>Constantan  | 5.15                          | +      | 铜             | 紫红         | 红          | “                |
|            |                    |                               | -      | 康 铜           | 银白         | 褐          | “                |
| 铜—康铜       | M                  | 4.10                          | +      | 铁             | 褐          | 白          | 强亲磁              |
|            |                    |                               | -      | 康 铜           | 银白         | 褐          | 不亲磁              |
|            |                    |                               | +      | 铜             | 紫红         | 红          | “                |
|            |                    |                               | -      | 康 铜           | 银白         | 褐          | “                |

【干电池】 电位计测量线路的供电之电源是一个最大电势为1.5伏的干电池，它以糊状的氯化铵电解质及锌皮为负极，碳棒为正极的等件构成。市场上供应的有圆柱形的，专门订购时可做成适合仪表装置之方柱形的。一般干电池在电位计里的应用电压为1.5—1.2伏，最低不能低于标准电池电势（1.0190伏），否则，便不能应用。

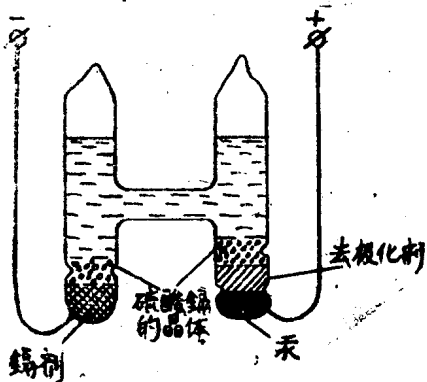
干电池的使用寿命，依其容量（安培时）与线路应用电流的比值确定。如一个干电池容量为24安培时，线路应用电流为4毫安 = 0.004安培，则使用时间为： $X = \frac{24}{0.004}$

=6000小时。实际上有效利用时间远比这个计算使用时间小，假若这个干电池的容量是以有效放电范围1.45—0.75伏计算的，我们应用的最低电压若为1.1—1.2伏，那么有效利用只等于它放电电压的一半左右，所以上例中的有效使用时间，也就只有3000小时以下了。

线路所用干电池，应严格的注意连接正负极，并不得将干电池正负极短路连接试验，以免损坏干电池。

【标准电池】标准电池是测量线路中的主要部件之一，借它以标定线路中的电流，因为在正常测量中，线路的工作电流是由于电池供给的，但干电池随着使用时间的增长，它的电势也就慢慢降低了，致使线路内的电流也降低了，为了获得线路内规定的标准电流，就应用标准电池在一定的时间内标定干电池的输出电压，使之保持输出电流一定，以保证线路的正确工作。

标准电池是由一个H形的密闭玻璃管等构成，在管的一个脚上，装有少量的汞，作为电池正极，其上为去极化剂及硫酸镉晶体。另一管脚上装有镉汞物，作为电池负极，其上为硫酸镉晶体。联通二个管的电解质是硫酸镉溶液。在二个管脚的底上，各装有一铂金丝，以作为正负极的引出线。标准电池的构造见第三图。



第三图 标准电池

标准电池有三

级，Ⅰ及Ⅱ级为饱和式的国际标准电池，Ⅲ级为非饱和式的实用标准电池。标准电池的主要技术数据见表三。

标准电池在温度20°C时的主要技术数据 (表三)

| 标准电池<br>之等级 | 电 动 势 絕 对 伏 |         | 允 許 誤 差 | 在一年中容許<br>的 电 动 势 变<br>值 絕对微伏 |
|-------------|-------------|---------|---------|-------------------------------|
|             | 由           | 至       | 絕 对 微 伏 |                               |
| Ⅰ           | 1.01855     | 1.01875 | 10      | 50                            |
| Ⅱ           | 1.01850     | 1.01870 | 100     | 100                           |
| Ⅲ           | 1.01870     | 1.01950 | 100     | 300                           |

注：1 微伏 =  $\frac{1}{1000000}$  伏。

饱和式的标准电池为其在正常使用温度范围内，它的溶液一直保持饱和状态，其电动势随温度变化极小，它的内阻约为500—1000欧姆。非饱和式的标准电池为其溶液在4°C以上时变为不饱和状态，其电势随温度的变化较前为大，但在10—40°C的范围内，其变动仍可认为近于零。它的内阻约为300欧姆，其电动势稍高于饱和式的标准电池。

标准电池不允许有大于1微安的电流流出或大于1微安的电流通过它，使用时其电极不得短路。测量它的电势时，可用大范围的电位计以补偿法测量，不允许直接用毫伏表测量。标准电池不能倒立、撞击及剧烈搖盪，不得曝曬及用火烤；适用于环境温度为10—40°C的地方，当周围温度高于50°C及低于0°C时，标准电池应取出放置于合适之环境温度的地方应用。

为了保证标准电池长期准确的使用，标定时应轻按电钮，不得长时间的接通标准电池电路。当能对标准电池在经常应用中正确使用时，标准电池之使用期限可达20年之久。

铂铑—铂

温度与热电势对照表

自由端温度 0°C (表四)

| °C   | 毫 伏    |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 每 1 °C 的<br>平 均 值<br>毫伏/°C |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|
|      | 0°     | 10°    | 20°    | 30°C   | 40°    | 50°    | 60°    | 70°    | 80°    | 90°    |                            |
| 0(-) | -0     | -0.055 | -0.109 | 0.176  | 0.237  | 0.301  | 0.356  | 0.432  | 0.500  | 0.569  | -0.0055                    |
| 0(+) | 0      | 0.057  | 0.115  | 0.186  | 0.257  | 0.331  | 0.406  | 0.482  | 0.559  | 0.637  | 0.0061                     |
| 100  | 0.640  | 0.712  | 0.786  | 0.861  | 0.937  | 1.014  | 1.093  | 1.173  | 1.254  | 1.337  | 0.0071                     |
| 200  | 1.421  | 1.507  | 1.595  | 1.683  | 1.771  | 1.860  | 1.949  | 2.039  | 2.129  | 2.220  | 0.0088                     |
| 300  | 2.311  | 2.402  | 2.494  | 2.586  | 2.678  | 2.773  | 2.866  | 2.960  | 3.054  | 3.148  | 0.0091                     |
| 400  | 3.244  | 3.339  | 3.435  | 3.531  | 3.627  | 3.723  | 3.819  | 3.916  | 4.014  | 4.112  | 0.0095                     |
| 500  | 4.211  | 4.311  | 4.410  | 4.509  | 4.609  | 4.709  | 4.810  | 4.911  | 5.012  | 5.113  | 0.0098                     |
| 600  | 5.214  | 5.316  | 5.419  | 5.522  | 5.625  | 5.728  | 5.832  | 5.936  | 6.041  | 6.146  | 0.0102                     |
| 700  | 6.251  | 6.356  | 6.462  | 6.568  | 6.675  | 6.782  | 6.889  | 6.996  | 7.104  | 7.214  | 0.0105                     |
| 800  | 7.323  | 7.432  | 7.541  | 7.651  | 7.761  | 7.871  | 7.982  | 8.093  | 8.205  | 8.317  | 0.0108                     |
| 900  | 8.429  | 8.541  | 8.654  | 8.767  | 8.881  | 8.995  | 9.109  | 9.223  | 9.338  | 9.453  | 0.0114                     |
| 1000 | 9.569  | 9.685  | 9.801  | 9.918  | 10.034 | 10.153 | 10.271 | 10.389 | 10.507 | 10.626 | 0.0117                     |
| 1100 | 10.745 | 10.864 | 10.984 | 11.104 | 11.224 | 11.345 | 11.466 | 11.587 | 11.709 | 11.831 | 0.0120                     |
| 1200 | 11.954 | 12.074 | 12.194 | 12.315 | 12.435 | 12.555 | 12.675 | 12.795 | 12.916 | 13.037 | 0.0120                     |
| 1300 | 13.158 | 13.279 | 13.399 | 13.520 | 13.640 | 13.760 | 13.880 | 14.000 | 14.121 | 14.241 | 0.0120                     |
| 1400 | 14.361 | 14.481 | 14.601 | 14.722 | 14.842 | 14.962 | 15.082 | 15.202 | 15.323 | 15.443 | 0.0120                     |
| 1500 | 15.563 | 15.683 | 15.803 | 15.924 | 16.044 | 16.164 | 16.284 | 16.404 | 16.526 | 16.646 | 0.0120                     |
| 1600 | 16.766 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                            |

镍铬—镍铝XA

温度与热电势对照表

自由端0°C (表五)

| °C   | 毫 伏   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 每 1°C 之<br>平 均 值<br>毫 伏/°C |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
|      | 0     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    |                            |
| 0(-) | -0    | -0.39 | -0.77 | -1.14 | -1.50 | -1.86 |       |       |       |       | -0.0375                    |
| 0(+) | 0     | +0.40 | 0.80  | 1.20  | 1.61  | 2.02  | 2.43  | 2.85  | 3.26  | 3.68  | 0.0405                     |
| 100  | 4.10  | 4.51  | 4.92  | 5.33  | 5.73  | 6.13  | 6.53  | 6.93  | 7.33  | 7.73  | 0.0405                     |
| 200  | 8.13  | 8.53  | 8.93  | 9.34  | 9.74  | 10.15 | 10.56 | 10.97 | 11.38 | 11.80 | 0.0408                     |
| 300  | 12.21 | 12.62 | 13.04 | 13.45 | 13.87 | 14.29 | 14.72 | 15.14 | 15.56 | 15.98 | 0.0415                     |
| 400  | 16.40 | 16.83 | 17.25 | 17.67 | 18.09 | 18.51 | 18.94 | 19.37 | 19.79 | 20.22 | 0.0425                     |
| 500  | 20.65 | 21.08 | 21.50 | 21.93 | 22.35 | 22.78 | 23.21 | 23.63 | 24.06 | 24.49 | 0.0426                     |
| 600  | 24.91 | 25.33 | 25.76 | 26.19 | 26.61 | 27.04 | 27.46 | 27.88 | 28.30 | 28.73 | 0.0424                     |
| 700  | 29.15 | 29.57 | 29.99 | 30.41 | 30.83 | 31.24 | 31.66 | 32.08 | 32.49 | 32.91 | 0.0420                     |
| 800  | 33.32 | 33.72 | 34.14 | 34.55 | 34.95 | 35.36 | 35.76 | 36.17 | 36.57 | 36.97 | 0.0415                     |
| 900  | 37.37 | 37.77 | 38.17 | 38.57 | 38.97 | 39.36 | 39.76 | 40.15 | 40.54 | 40.92 | 0.0395                     |
| 1000 | 41.32 | 41.71 | 42.09 | 42.48 | 42.87 | 43.26 | 43.64 | 44.02 | 44.40 | 44.78 | 0.0383                     |
| 1100 | 45.16 | 45.54 | 45.91 | 46.29 | 46.66 | 47.03 | 47.40 | 47.77 | 48.14 | 48.50 | 0.0370                     |
| 1200 | 48.87 | 49.23 | 49.59 | 49.95 | 50.31 | 50.67 | 51.02 | 51.38 | 51.73 | 52.08 | 0.0356                     |
| 1300 | 52.43 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | —                          |

自由端0°C (表六)

温度与热电势对照表

镍铬-考铜KK

| °C   | 毫 伏   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 每 1°C 之<br>平 均 值<br>毫伏/°C |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|      | 0     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    |                           |
| 0(-) | -0    | -0.64 | -1.27 | -1.89 | -2.50 | -3.11 |       |       |       |       | -0.061                    |
| 0(+) | 0     | 0.65  | 1.31  | 1.98  | 2.66  | 3.35  | 4.05  | 4.76  | 5.48  | 6.21  | 0.066                     |
| 100  | 6.95  | 7.69  | 8.43  | 9.18  | 9.93  | 10.69 | 11.46 | 12.24 | 13.03 | 13.84 | 0.073                     |
| 200  | 14.66 | 15.48 | 16.30 | 17.12 | 17.95 | 18.77 | 19.60 | 20.43 | 21.25 | 22.08 | 0.079                     |
| 300  | 22.91 | 23.75 | 24.60 | 25.45 | 26.31 | 27.16 | 28.02 | 28.89 | 29.76 | 30.62 | 0.084                     |
| 400  | 31.49 | 32.35 | 33.22 | 34.08 | 34.95 | 35.82 | 36.68 | 37.55 | 38.42 | 39.29 | 0.086                     |
| 500  | 40.16 | 41.03 | 41.91 | 42.79 | 43.68 | 44.56 | 45.45 | 46.34 | 47.23 | 48.12 | 0.087                     |
| 600  | 49.02 | 49.90 | 50.78 | 51.66 | 52.53 | 53.41 | 54.28 | 55.15 | 56.03 | 56.90 | 0.087                     |
| 700  | 57.77 | 58.64 | 59.51 | 60.37 | 61.24 | 62.11 | 62.97 | 63.83 | 64.70 | 65.56 | 0.086                     |
| 800  | 66.42 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | -                         |

铁—考铜ZnK

温度与热电势对照表

自由端0°C (表七)

| °C   | 0     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 每 1°C 之<br>平 均 值<br>毫伏/°C |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|      | 毫 伏   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                           |
| 0(-) | -0    | -0.53 | -1.05 | -1.56 | -2.06 | -2.55 |       |       |       |       | -0.049                    |
| 0(+) | 0     | 0.54  | 1.09  | 1.65  | 2.21  | 2.78  | 3.36  | 3.95  | 4.55  | 5.15  | 0.058                     |
| 100  | 5.75  | 6.35  | 6.97  | 7.59  | 8.22  | 8.85  | 9.48  | 10.11 | 10.74 | 11.37 | 0.063                     |
| 200  | 12.00 | 12.61 | 13.22 | 13.83 | 14.44 | 15.06 | 15.67 | 16.28 | 16.89 | 17.50 | 0.061                     |
| 300  | 18.11 | 18.73 | 19.36 | 20.00 | 20.65 | 21.30 | 21.96 | 22.61 | 23.26 | 23.91 | 0.065                     |
| 400  | 24.50 | 25.20 | 25.84 | 26.48 | 27.12 | 27.76 | 28.39 | 29.02 | 29.65 | 30.28 | 0.063                     |
| 500  | 30.91 | 31.55 | 32.20 | 32.85 | 33.50 | 34.15 | 34.80 | 35.45 | 36.10 | 36.75 | 0.065                     |
| 600  | 37.41 | 38.07 | 38.73 | 39.39 | 40.06 | 40.73 | 41.40 | 42.07 | 42.75 | 43.44 | 0.067                     |
| 700  | 44.12 | 44.80 | 45.49 | 46.19 | 46.89 | 47.59 | 48.30 | 49.01 | 49.73 | 50.45 | 0.070                     |
| 800  | 51.17 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                           |