

# 数字显示测温仪校准规范

Calibration Specification of Digital Display

Temperature Measuring Instrument

JJF(蓉)045—2012

---

本规范经成都市计量监督检定测试院于 2012 年 02 月 20 日批准，  
并自 2012 年 03 月 01 日起执行。

主要起草单位：成都市计量监督检定测试院

本规范主要起草人：

张 钦 （成都市计量监督检定测试院）

参加起草人：

杨红艳 （成都市计量监督检定测试院）

吴军泸 （成都市计量监督检定测试院）

# 目 录

|                        |      |
|------------------------|------|
| 引 言 .....              | (II) |
| 1 范围 .....             | (1)  |
| 2 引用文件 .....           | (1)  |
| 3 术语和计量单位 .....        | (1)  |
| 4 概述 .....             | (1)  |
| 5 计量特性 .....           | (2)  |
| 5.1 计量特性 .....         | (2)  |
| 5.2 计量特性 .....         | (2)  |
| 5.3 计量特性 .....         | (2)  |
| 6 校准条件 .....           | (3)  |
| 6.1 环境条件 .....         | (3)  |
| 6.2 测量标准及其他设备 .....    | (3)  |
| 7 校准项目和校准方法 .....      | (4)  |
| 7.1 外观检查 .....         | (4)  |
| 7.2 显示及各按键功能的检查 .....  | (4)  |
| 7.3 绝缘电阻的检查 .....      | (4)  |
| 7.4 绝缘强度的检查 .....      | (4)  |
| 7.5 测量误差的校准 .....      | (4)  |
| 7.6 实际温度与测量误差的处理 ..... | (5)  |
| 8 校准结果 .....           | (6)  |
| 8.1 校准结果 .....         | (6)  |
| 8.2 校准结果 .....         | (6)  |
| 9 复校时间间隔 .....         | (6)  |
| 10 附录 A.....           | (8)  |
| 11 附录 B.....           | (9)  |
| 12 附录 C.....           | (10) |

## 引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制订工作的基础性系列规范。

## 数字显示测温仪校准规范

### 1 范围

本规范中规定的校准方法适用于测量范围（-80~1000）℃、配有温度传感器的数字显示测温仪（以下简称测温仪）的校准。校准温度不应超过测温仪生产厂家给出的温度范围。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 351-1996 《工作用廉金属热电偶检定规程》

JJG 617-1996 《数字温度指示调节仪检定规程》

JJF 1059-1999 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》

JJF 1171-2007 《温度巡回检测仪校准规范》

JJF 1183-2007 《温度变送器校准规范》

### 3 术语和计量单位

以下术语和定义适用于本规范

#### 3.1 数字显示测温仪 digital display temperature measuring instrument

配有以热电偶、热电阻、半导体热敏电阻为传感器，以数字方式来显示被测温度的仪表。

#### 3.2 测量误差 measuring error

数显测温仪的示值与实际温度的差值为测温仪的测量误差。

#### 3.3 计量单位 units of measurement

测温仪采用国家法定计量单位摄氏度℃或开尔文 K。换算关系为：

$$T/K = t/^\circ\text{C} + 273.15。$$

### 4 概述

本规范所述测温仪是由传感器和数字显示测量仪表组成，如内部配置调节控制单元则构成数字温度显示调节仪，主要用于温度参数的测量和监控。其构成原理框图如图 1 所示。

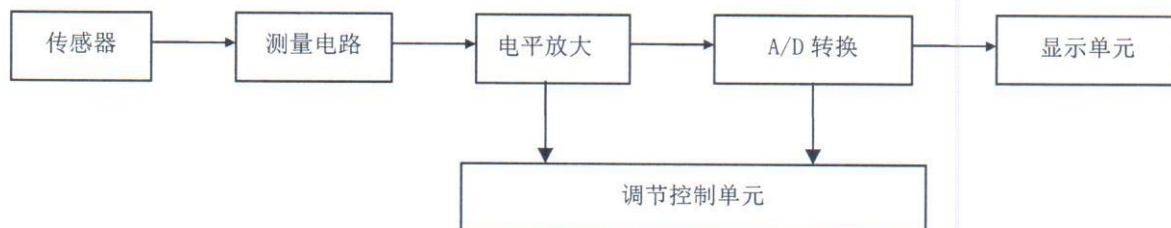


图 1

## 5 计量特性

### 5.1 外观

5.1.1 测温仪的外形结构应完好,说明功能的文字、数字、符号、标志、物理量代号等应符合相应的标准,并清晰端正。仪表表面不应有明显的划伤、裂缝和变形等现象,不能有影响观察的损伤、污物等因素存在。各电连接点或接插孔应接触良好,不得有锈蚀。

5.1.2 测温仪的名称、型号、规格、测量范围、所用传感器的分度号、出厂编号、制造厂名或商标、制造年月应有明确的标记。

5.1.3 测温仪显示值应清晰、不得有缺笔画现象、无叠字、亮度应均匀;小数点和极性、传感器开路及短路的状态显示应正确。

5.1.4 测温仪的开关、按键功能正常并操作灵活可靠。

5.1.5 测温仪传感器的封装必须密封良好,引线接插件必须接触良好。传感器所使用的保护管或引线应能承受相应的使用温度。

### 5.2 安全性能

#### 5.2.1 绝缘电阻

在环境温度为(15~35)℃,湿度为(45~75)%RH的条件下,测温仪电源端子-外壳、传感器-电源端子之间的绝缘电阻应符合表1的要求。

表1 各端子间绝缘电阻技术要求

| 试验部分     | 技术要求                    |
|----------|-------------------------|
| 电源端子-外壳  | $\geq 20\text{M}\Omega$ |
| 传感器-电源端子 |                         |

#### 5.2.2 绝缘强度

在环境温度为(15~35)℃,湿度为(45~75)%RH的条件下,测温仪电源端子-外壳、传感器-电源端子之间的施加表2所规定的频率为50Hz的电压,历时1分钟,应无击穿、电晕和飞弧现象,且仪表应能正常工作。

表2 试验电压

| 试验部分     | 试验电压/V |
|----------|--------|
| 电源端子-外壳  | 1500   |
| 传感器-电源端子 | 1000   |

### 5.3 测量误差

用下列两种形式之一表示。

#### 5.3.1 用与被测量有关的量程及分辨力有关的表示方式

$$\Delta = \pm (\alpha \% F \cdot S + bd)$$

式中：式中： $\Delta$ —允许基本误差（℃）（应化整到末位数与分辨力相一致）；

$\alpha$ —准确度等级。选取数位 0.1, 0.2, (0.3), 0.5, 1.0；

$F \cdot S$ —仪表的量程，即测量范围上、下限之差（℃）；

$b$ —在数字化过程中产生的量化误差，一般为 1；

$d$ —显示值末位 1 个字所表示的值（℃）。

#### 5.3.2 用允许的温度误差值表示方式

$$\Delta = \pm N$$

式中： $N$ —允许的温度误差值（℃）。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（15~25）℃；相对湿度：（45~75）%。

6.1.2 电源电压变化不超过额定电压的±10%，电源频率变化不超过额定频率的±5%。

6.1.3 校准应在污染、振动、噪声、电磁干扰不影响测量结果的环境中进行。且无腐蚀性气、液体。

### 6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 测量标准，如表 3 所示。

表 3 测量标准

| 序号 | 标准器名称        | 测量范围            | 准确度等级 | 备注                     |
|----|--------------|-----------------|-------|------------------------|
| 1  | 标准铂电阻温度计     | (-190~419.527)℃ | 二等    | 也可以用准确度等级不低于上述要求的其他标准器 |
| 2  | 标准水银温度计      | (-30~300)℃      | 二等    |                        |
| 3  | 标准汞基温度计      | (-60~0)℃        | 二等    |                        |
| 4  | 标准铂铑 10-铂热电偶 | (300~1100)℃     | 二等    |                        |

6.2.2 配套设备，如表 4 所示

表4 配套设备

| 序号 | 技术性能<br>名称 | 测量范围                      | 工作区域<br>水平温差 | 工作区域<br>垂直温差 | 温度波动度                      | 用途         |
|----|------------|---------------------------|--------------|--------------|----------------------------|------------|
| 1  | 恒温水槽       | 室温~95℃                    | 0.02℃        | 0.04℃        | ±0.05℃/min                 | 校准用温<br>度源 |
| 2  | 恒温油槽       | (95~300)℃                 | 0.04℃        | 0.08℃        | ±0.05℃/min                 |            |
| 3  | 低温恒温槽      | -80℃~室温                   | 0.10℃        | 0.10℃        | ±0.05℃/min                 |            |
| 4  | 管式炉        | (300~1200)℃               | 1℃           | 1℃           | ±0.2℃/min                  |            |
| 5  | 冰点器        | —————                     |              |              |                            | 测量零点       |
| 6  | 读数望远镜      | 放大倍数 5 倍以上                |              |              |                            | 读数装置       |
| 7  | 低电势转换开关    | 寄生电势不大于 1 μV              |              |              | 连接和测量标准热电偶或标<br>准热电阻的电势或电阻 |            |
| 8  | 数字多用表      | 准确度等级不低于 0.02 级           |              |              |                            |            |
| 9  | 兆欧表        | 额定电压为 500V                |              |              | 测量绝缘电阻                     |            |
| 10 | 耐压试验仪      | 输出电压大于 1500V, 功率大于 0.25KW |              |              | 测量绝缘强度                     |            |

注：校准用标准器和配套设备必须经过检测，并在有效期内使用。

## 7 校准项目和校准方法

首先检查，确定没有影响校准计量特性的影响因素后，再进行校准。

### 7.1 外观检查

测温仪的外观用目测的方法检查，应符合5.1的要求。

### 7.2 显示及各按键功能的检查

接通测温仪的电源，检查各部位的开关，按键操作应灵活可靠，在规定的状态下应具备相应的功能。测温仪应能正确显示输入的极性，当传感器与测温仪断开后应能显示相应符号(断偶、断阻)，对于配接热电阻或半导体热敏电阻的测温仪应能显示传感器短路的提示符号。

### 7.3 绝缘电阻的检查

测温仪的绝缘电阻用额定电压为500V的兆欧表检查。检查时仪表断开外部电源，并将仪表电源开关置于接通位置(用于电池作为电源的需取出电池后再测绝缘电阻)，然后按表1规定的部位进行测量。

### 7.4 绝缘强度的检查

将测温仪的电源切断(用于电池作为电源的需取出电池后再测绝缘电阻)，并将电源开关置于接通位置，按表2规定的部位和试验电压进行测量。测量时耐压试验仪的试验电压应由零平稳地上升到规定值，并保持1分钟，然后平稳地降为零。

## 7.5 测量误差的校准

### 7.5.1 预热、预调

接通测温仪的电源预热 15~30 分钟, 具有零点(或下限值)、量程可调的仪表, 在校准前按说明书要求调整零点(或下限值)、量程。在校准过程中不能再进行调整。

### 7.5.2 校准点的选择

测温仪测量误差的校准点应均匀地分布在整个测量范围内的整十度或整百度点上, 包括零点和上下限值在内(或上下限值的 10%和 90%左右的整十度和整百度点)一般不得少于 5 个点。

在特殊的情况下, 可根据用户的要求选择校准点, 但不得少于 3 个点。

### 7.5.3 校准步骤

先校准零点, 再分别向上限值或下限值逐点进行校准。

### 7.5.4 各温度点的校准

7.5.4.1 零点示值误差的校准应在冰点器或零点恒温器中进行, 将测温仪的传感器插入冰点器(零点恒温器)中待示值稳定后便可读数。

7.5.4.2 其他各点温度的校准均在恒温槽或管式检定炉中进行。当校准温度的上限值不高于 300℃时: 将测温仪的传感器放在玻璃试管中, 将装有传感器的玻璃试管插入恒温槽的介质中, 插入深度不少于 300mm, 然后用脱脂棉塞紧试管口(如果传感器是铠装型或密封良好, 可不用玻璃试管而直接插入恒温槽的介质中)。将恒温槽温度设定在校准点上, 温度偏离校准点不超过  $\pm 0.2^\circ\text{C}$  (以标准器为准), 待温度稳定后, 即开始读数, 其顺序如下:

标准  $\rightarrow$  被校 1  $\rightarrow$  被校 2  $\rightarrow$  .....  $\rightarrow$  被校 n

↓

标准  $\leftarrow$  被校 1  $\leftarrow$  被校 2  $\leftarrow$  .....  $\leftarrow$  被校 n

至少读取一个循环, 即记录标准和被检两次读数, 读数时要快速准确, 取两次读数的平均值与实际温度的差值来确定该校准点的测量误差。读数过程中恒温槽温度应恒定, 整个读数过程中恒温槽的温度变化不得超过  $\pm 0.1^\circ\text{C}/10\text{min}$ , 若恒温槽的温度变化超过  $\pm 0.1^\circ\text{C}/10\text{min}$  时, 则应对该仪表在该温度点重新进行校准。同样的方法依次校准其他各点。当校准温度高于 300℃时, 则在热电偶管式检定炉中校准, 其传感器与标准器的捆扎和在热电偶管式检定炉中的放置位置与检定热电偶的方法一致。具体

校准方法参见 JJG351-1996 工作用廉金属热电偶检定规程的相关部分。

如果测温仪配接传感器为热电偶时,校准时测温仪的显示部分应放置在一个环境温度稳定的地方。

## 7.6 实际温度与测量误差的处理

### 7.6.1 实际温度的计算公式如下:

$$t_R = \bar{t}_v + X$$

式中:  $t_R$ ——实际温度, °C;

$\bar{t}_v$ ——标准器的读数平均值, °C;

$X$ ——标准器在该温度点的修正值, °C。

### 7.6.2 测温仪测量误差的计算公式如下:

$$\Delta t_i = \bar{t}_i - t_R$$

式中:  $\Delta t_i$ ——测温仪的测量误差, °C;

$\bar{t}_i$ ——测温仪的读数平均值, °C。

## 8 校准结果的表达

经校准的测温仪,出具校准证书或校准报告。

### 8.1 校准证书或校准报告信息

校准证书或校准报告至少包含下列信息

- a) 题目,如“校准证书”或“校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 校准地点(如不在实验室内进行校准);
- d) 证书或报告的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 委托方的单位名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 校准的日期,如果与校准结果的有效性和应用有关时,应说明被校对象的接收接收日期;
- h) 对校准所依据的技术文件的标识,包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量参考标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;

- k) 校准结果及测量不确定度的说明;
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识, 以及签发日期;
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- n) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

#### 8.2 校准结果及测量不确定度的说明

测温仪的显示值, 测量误差及测量结果不确定度。

#### 9 复校时间间隔

测温仪的复校时间间隔长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔, 建议复校时间间隔最长不超过12个月。

## 附录 A

## 原始记录格式

|          |           |      |                       |      |      |       |       |  |
|----------|-----------|------|-----------------------|------|------|-------|-------|--|
| 器具物品名称   |           |      | 校准员                   |      |      | 核验员   |       |  |
| 环境温度     |           |      | 相对湿度                  |      |      | 校准日期  | 年 月 日 |  |
| 依据的技术文件  |           |      |                       |      |      | 结 论   |       |  |
| 标准器名称    | 设备编号      | 测量范围 | 准确度等级/不确定度/<br>最大允许误差 |      | 证书编号 | 证书有效期 |       |  |
|          |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 委 托 方    |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 型 号      |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 测量范围/℃   |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 制 造 厂    |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 编 号      |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 证 书 号    |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| /        | 标准器读数 (℃) |      | 被校测量值 (℃)             |      |      |       |       |  |
| 校准点      | 1         |      |                       |      |      |       |       |  |
| ℃        | 2         |      |                       |      |      |       |       |  |
|          | 平均值       |      |                       |      |      |       |       |  |
| 测量误差 / ℃ |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 校准点      | 1         |      |                       |      |      |       |       |  |
| ℃        | 2         |      |                       |      |      |       |       |  |
|          | 平均值       |      |                       |      |      |       |       |  |
| 测量误差 / ℃ |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 校准点      | 1         |      |                       |      |      |       |       |  |
| ℃        | 2         |      |                       |      |      |       |       |  |
|          | 平均值       |      |                       |      |      |       |       |  |
| 测量误差 / ℃ |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 校准点      | 1         |      |                       |      |      |       |       |  |
| ℃        | 2         |      |                       |      |      |       |       |  |
|          | 平均值       |      |                       |      |      |       |       |  |
| 测量误差 / ℃ |           |      |                       |      |      |       |       |  |
| 外观       |           | 显示功能 |                       | 绝缘电阻 |      | 绝缘强度  |       |  |

测量结果不确定度  $U=$  $k=2$

## 附录 B

## 校准证书内页格式

证书编号：

校准所使用的主要计量标准器：

| 标准器名称 | 标准器编号 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
|-------|-------|------|-------------------|------|------|
|       |       |      |                   |      |      |

校准地点：

校准环境条件：温度：℃

湿度：%RH

## 校准数据/结果

## 1. 测量误差

| 校准点 (℃) | 显示值 (℃) | 测量误差 (℃) |
|---------|---------|----------|
|         |         |          |
|         |         |          |
|         |         |          |
|         |         |          |
|         |         |          |

测量结果的扩展不确定度  $U=$  ，  $k=$  。

2. 外观检查：

3. 显示功能检查：

4. 绝缘电阻检查：

5. 绝缘强度检查：

注：第 2～5 条应填写检查结果是否符合规范相关条款的要求

## 附录 C

## 测量结果不确定度分析实例

## C.1. 概述

数字显示测温仪测量温度是由温度传感器和数字显示器组成的测温系统实现的,本例评定的仪器具有温度修正功能。

## C.1.1 环境条件

温度: 22.5℃, 相对湿度: 70%RH

## C.1.2 主要标准器:

采用二等标准水银温度计【测量范围:(-30~300)℃】以及标准恒温槽。

## C.2. 数学模型

$$\Delta t_i = t_i - t_v - x$$

式中:  $\Delta t_i$  —— 被校测温仪的测量误差,℃;

$t_i$  —— 被校测温仪的读数平均值,℃;

$t_v$  —— 二等标准水银温度计的读数平均值,℃;

$x$  —— 二等标准水银温度计的修正值,℃;

## C.3 标准不确定度的评定

C.3.1 输入量  $t_i$  引入的不确定度分量的评定

输入量  $t_i$  引入的不确定度分量主要来源为测量重复性和仪器分辨力。

## C.3.1.1 A 类分量不确定度的评定

它包括仪器本身短期不稳定性和恒温槽的波动度,采用 A 类方法评定。将一台测温仪作被测对象,在重复性条件下进行 10 次连续测量。结果如下表:

| 测量次数 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 平均值   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 数据   | 99.3 | 99.6 | 99.2 | 99.4 | 99.3 | 99.3 | 99.6 | 99.2 | 99.4 | 99.3 | 99.34 |

$$s_p(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.148 \text{ } ^\circ\text{C}$$

在实际测量中被测量以 2 次测量的平均值作为测量结果,则  $t_i$  引入的不确定度为

$$u_A = \frac{s_p(x_i)}{\sqrt{n}} = 0.105 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (n=2)$$

C.3.1.2 测温仪分辨力  $b$  引入的不确定度分量, 仪器的分辨力为  $0.1^{\circ}\text{C}$ , 服从均匀分布, 包含因子  $k=\sqrt{3}$

$$u_b = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029^{\circ}\text{C}$$

C.3.1.3 输入量  $t_i$  引入的不确定度

$$u(t_i) = \sqrt{u_A^2 + u_b^2} = 0.109^{\circ}\text{C}$$

C.3.2 输入量  $t_v$  引入的不确定度主要来源于恒温槽温场的不均匀性和人员的读数误差, 采用 B 类方法评定。

C.3.2.1 恒温油槽温场不均匀引入的不确定度分量, 按均匀分布, 工作区域水平温差  $0.04^{\circ}\text{C}$ , 工作区域不同深度温差  $0.08^{\circ}\text{C}$ , 包含因子  $k=\sqrt{3}$ ,

$$u(t_{v1}) = \frac{\sqrt{0.04^2 + 0.08^2}}{\sqrt{3}} = 0.052^{\circ}\text{C}$$

C.3.2.2 二等标准水银温度计读数误差引入的不确定度, 标准温度计的分度值为  $0.1^{\circ}\text{C}$ , 估读为分度值的  $1/10$  即  $0.01^{\circ}\text{C}$ , 按均匀分布  $k=\sqrt{3}$

$$u(t_{v2}) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058^{\circ}\text{C}.$$

C.3.2.3 不确定度  $u(t_v)$  的合成

$$u(t_v) = \sqrt{0.052^2 + 0.0058^2} = 0.052^{\circ}\text{C}.$$

C.3.3 输入量  $x$  引入的不确定度

C.3.3.1 根据上级检定部门的检定证书, 二等标准水银温度计在  $100^{\circ}\text{C}$  修正值引入的不确定度为  $u(x) = 0.02^{\circ}\text{C}$ 。

C.4. 合成标准不确定度的评定

C.4.1 灵敏系

$$c_1 = \frac{\partial \Delta t_i}{\partial t_i} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta t_i}{\partial t_v} = -1 \quad c_3 = \frac{\partial \Delta t_i}{\partial x} = -1$$

C.4.2 不确定度分量汇总表 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

| 输入量 $x_i$ | 包含区间半宽 $a$ 或<br>扩展不确定度 $U$ | 包含概<br>率 | 包含因<br>子 $k$ | $u(x_i)$ | 灵敏系数<br>$c_i$ | $u_i(y)$ |
|-----------|----------------------------|----------|--------------|----------|---------------|----------|
| $t_i$     | /                          | /        | /            | 0.105    | 1             | 0.105    |
|           | 0.05                       | 100%     | $\sqrt{3}$   | 0.029    | 1             | 0.029    |
| $t_v$     | 0.089                      | 100%     | $\sqrt{3}$   | 0.02     | -1            | -0.052   |
|           | 0.01                       | 100%     | $\sqrt{3}$   | 0.0058   | -1            | -0.0058  |
| $x$       | 0.02                       | 95%      | 2            | 0.02     | -1            | 0.02     |

### C.5.3 合成标准不确定度的计算

以上各分量相互独立不相关，故合成标准不确定度为：

$$u_c(y) = \sqrt{u_{(u)}^2 + u_{(v)}^2 + u_{(x)}^2} = \sqrt{c_1^2 u_{(u)}^2 + c_2^2 u_{(v)}^2 + c_3^2 u_{(x)}^2}$$

$$= 0.13^\circ\text{C}$$

### C.6. 扩展不确定度评定

置信水平为 95%，包含因子取  $k=2$

$$U = k \times u_c(y) = 0.26^\circ\text{C}$$

### C.7. 扩展不确定度 $U$ 的报告

本次校准的测量结果不确定度为  $U=0.26^\circ\text{C}$ ，包含因子  $k=2$ 。