

实验室工程师知识点分享：电饭锅产品热效率测试不确定度分析，技术人员建议必看！

产品名称	实验室工程师知识点分享：电饭锅产品热效率测试不确定度分析，技术人员建议必看！
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

产品详情

摘要：本文介绍了电饭锅热效率的测试方法，按照JJF 1059.1-2012《测量不确定评定与表示》的要求，详细分析电饭锅产品热效率测试不确定来源，对热效率测试不确定度进行评估。

关键词：电饭锅；热效率；不确定度；分析

不确定度是评定测量结果质量的主要依据，在产品能效检测中尤为重要。目前有些实验室在测量不确定度评估方面技术力量薄弱，存在分量分析不合理、计算和表述有误等问题。笔者根据自动电饭锅检测要求和不确定度的评估要求，对热效率测试项目进行不确定度分析。

1自动电饭锅热效率不确定度分析

1.1测量过程简述 1) 测量依据：GB 12021.6-2008《自动电饭锅能效限定值及能效等级》。2) 测量方法：用称重法向内锅加水，达到额定容积的80%，测量初始水温。通电，并用电度表测量电饭锅的耗电能（量），当内锅水温升到90℃时，立即切断电源，读取耗电能（量）。用热电偶测量结束时内锅中水温最高温度值。根据公式计算热效率。

3) 评定结果的使用：符合上述条件的测量结果，一般可参照使用本不确定度评定方法。

1.2 数学模型 电饭锅热效率按公式计算：

(1) 式中： η 为热效率，%；G为水的重量，kg； t_1 为初始水温，℃； t_2 为最高水温，℃；E为耗电能，W·h；1.16为常数，W·h/(kg·℃)。式中，各输入量的灵敏系数分别为：

$$(2)$$

$$(3)$$

$$(4)$$

$$(5)$$

1.3不确定度来源分析 从数学模型可以看出，电饭锅热效率测量结果不确定度由下列分量决定：1) 6次

- 重复测量引入的标准不确定度，采用A类评定，保留小数点后两位可以忽略四舍五入引起误差的影响；
- 2) 初始水温 t_1 测量的影响，包括数字温度计最大允许误差及其显示分辨力；
 - 3) 试验用水量 G 测量的影响，包括电子秤的最大允许误差及其显示分辨力；
 - 4) 消耗电能 E 测量的影响，包括电参数测量仪电能测量最大允许误差及其分辨力；
 - 5) 最高水温 t_2 测量的影响，包括水的对流引入的及数字温度计最大允许误差及其分辨力。

1.4标准不确定度的计算

1.4.1由重复性测量引入的标准不确定度 u_0 ，采用A类方法进行评定。

重复测量6次，得到一组测量数据如表1。测量平均值= 85.11%

所以由重复性测量引入的标准不确定度 u_0 ： $= 8.18 \times 10^{-4}$ (6)

这里表示 n 次测量的算术平均值，这里 $n=6$ 。 1.4.2试验用水量测量结果的标准不确定度 $u(G)$

1) 电子秤最大允许误差导致的标准不确定度 $u_1(G)$ 电子秤的最大允许误差为 $\pm 10g$ ，则半宽为 10 g，按均匀分布处理，则：

(7) 2) 电子秤分度值导致的标准不确定度 $u_2(G)$ 电子秤分度值为 5 g，按均匀分布处理，则：

(8) 3) 标准不确定度 $u(G)$ 可由 $u_1(G)$ 和 $u_2(G)$ 进行合成，综上所述可得：
(9)

1.4.3 初始水温测量结果的标准不确定度 $u(t_1)$

1) 数字温度计最大允许误差导致的标准不确定度 $u_1(t_1)$ ，数字温度计的最大允许误差为0.2，则半宽为0.2，按均匀分布处理，则： $u_1(t_1)=$ (10)

2) 数字温度计显示分辨力导致的标准不确定度 $u_2(t_1)$

数字温度计显示分辨力为0.1，按均匀分布处理，则： $u_2(t_1)=0.029$
(11)

3) 标准不确定度 $u(t_1)$ 可由 $u_1(t_1)$ 和 $u_2(t_1)$ 进行合成，综上所述可得：
 $u(t_1)=0.119$ (12)

1.4.4 最高水温 t_2 测量结果的标准不确定度 $u(t_2)$ 除与 $u(t_1)$ 评定方法相同之外，对于最高水温 t_2 还应考虑水的对流引入的误差，经过反复测量此值引入的标准不确定度得到其合成不确定度：

$u(t_2)=0.514$ (13)

1.4.5 消耗电能测量结果的标准不确定度 $u(E)$ 电参数测量仪电能测量的标准不确定度 $u(E)$ 的评定 由于校准证书里没有修正值，无法直接使用校准证书的扩展不确定度，查看电参数测量仪WT500说明书，由于里面的最大允许误差没有直接给出，无法直接得出 E 的标准不确定度，采用如下方法：

根据耗电量的数学模型： $E = P \times T$ 令 $E=f(P,T)$ 则

其中。因为

可得测量热效率时，消耗电能测量结果的标准不确定度 $u(E)=0.555 W \cdot h$ 。

1.4.6标准不确定度一览表（见表2）

1.5各输入量间的相关性

根据热效率的数学模型可知，影响热效率的主要是水的重量 G ，初始水温 t_1 ，最高水温 t_2 ，耗电量 E ，4个变量，而且 t_1 ， t_2 ， E 之间可能存在着相关性，通过相关系数计算公式：

(14)

可得这三个变量间的相关系数分别为： $r(t_1, t_2)=0.069$ $r(t_1, E)=-0.12$ $r(t_2, E)=0.98$

综上所述， t_2 与 E 的相关性比较大，在合成不确定度中还需考虑两者的相关性，其相关引入的值为：
(15)

1.6合成标准不确定的计算

实际测量时，得到一组数据，测量6次取其平均值。其中实验用水量G为3.200kg，初始水温t1为 22.9℃，最高水温t2为 92.4℃，消耗电能E为 303.122 W·h，则其灵敏系数可计算得到： $c(G)=0.2660$
 $c(t_2)=0.0122$ $c(t_1)=-0.0122$ $c(E)=-2.81 \times 10^{-3}$ 则合成不确定度为：

$$=0.25\% \quad (16)$$

1.7扩展不确定度的评定

根据公式：通常，取置信概率 $p=95\%$ ，相应的取 $k=2$ 。计算得 $U=k \times uc(\quad)=1.04\%$ ，所以，扩展不确定度 $U=1.04\%$ ($k=2$)。

2总结

综上所述，自动电饭锅热效率测量不确定度主要分量来自功率计、温度记录仪、重复测量引入的不确定度、电子称，为了有效降低这些分量对测量结果的影响，实验室应尽可能选用高精度、高准确度的测量设备。同时，实验室应对测试环境温度进行监控，确保初始水温的一致性。

参考文献[1] JJF 1059. 1-2012,测量不确定评定与表示[S].[2]GB 12021. 6-2008
,自动电饭锅能效限定值及能效等级[S].[3]杨世元,吴国平.
电器质量检测不确定度[M].北京:中国标准出版社, 2001.