



中华人民共和国工业和信息化部
建材计量技术规范

JJF（建材） 255-****

供暖散热器散热量测试装置校准规
范

Calibration Specification for Heat Dissipation Test Equipment of
Heating Radiators

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

供暖散热器散热量测试装置 校准规范

JJF (建材) 255-****

Calibration Specification for Heat Dissipation Test Equipment of Heating Radiators

归 口 单 位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：中国国检测试控股集团陕西有限公司

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张 帆（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

田 涛（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

陈文彬（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

参加起草人：

俱海涛（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

张琪琪（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

王 泽（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

目 录

引 言-----	I
1 范围-----	1
2 引用文件-----	1
3 概述-----	1
4 计量特性-----	1
5 校准条件-----	2
6 校准项目和校准方法-----	3
7 校准结果的表达-----	6
8 复校时间间隔-----	6
附录 A 校准证书内页格式-----	7
附录 B 校准数据原始记录-----	8
附录 C 温度示值误差校准不确定度评定实例-----	10
附录 D 质量示值相对误差校准不确定度评定实例-----	12
附录 E 时间示值误差校准不确定度评定实例-----	15

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范主要参考了 GB/T13754-2017《供暖散热器散热量测定方法》中的技术指标、检测方法等内容。

本规范为首次发布。

供暖散热器散热量测试装置校准规范

1 范围

本规范适用于采用称重法测量热媒为水（热媒温度低于当地大气压力下水的沸点温度）的散热器标准散热量的供暖散热器散热量测试装置（以下简称测试装置）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T13754-2017 供暖散热器散热量测定方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

测试装置主要适用于 GB/T13754-2017 中称重法测量散热器散热量的测试。

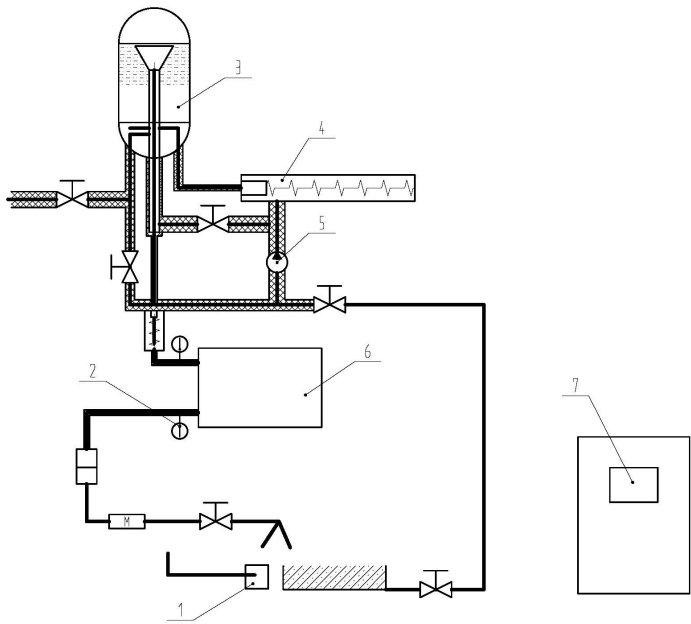


图 1 供暖散热器散热量测试装置示意图

1—质量测试装置；2—温度测试装置；3—供水装置；4—温度控制装置；
5—循环泵；6—散热器；7—测试系统。

测试装置原理图见图 1，测试装置由供水装置、温度控制装置、温度测试装置和质量测试装置组成，测试装置的核心测试参数包含温度、质量、时间三项。其中，温度采用温度测试装置实测，质量依托质量测试装置称量检测，时间通过集成在系统采集软件中的计时功能采集；所有项目的测试结果，均可在测试系统中直观显示。

散热器标准散热量的测试按照 GB/T 13754-2017 规定的试验方法实施，以能量守恒定律作为核心计算理论依据。试验实测流经散热器的水进口、出口温度、水总质量及介质通流时间三项基础参数，分步完成散热量核算：采用实测水总质量与对应通流计量时间的比值，计算得到水质量流量；依据实测进水温度、出水温度，遵照 GB/T 13754-2017 附录 C 的查表规则，分别确定对应饱和水工况下的进水比焓、出水比焓，计算得到进出水比焓差值；将

水的质量流量与进出水比焓差值相乘，计算结果即为被测散热器标准散热量。

4 计量特性

测试仪计量特性及技术要求见表 1。

表 1 计量特性及技术要求

序号	项目		技术要求
1	温度特性	温度示值误差	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$
		温度示值重复性	$\leq 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$
2	质量特性	质量示值相对误差	$\pm 0.1\%$
		质量示值重复性	$\leq 0.05\%$
3	时间特性	时间示值误差	$\pm 0.01\text{s}$
		时间示值重复性	$\leq 0.01\text{s}$
注：以上所有指标不用于合格判别，仅供参考。			

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度: $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

5.1.2 相对湿度: 不大于 80%；

5.1.3 满足 GB/T 13754-2017 的 6.2.2 和 6.2.3 测试条件。

5.2 校准用标准计量器具

校准使用的标准计量器具和校准项目见表 2。

表 2 标准计量器具和校准项目

序号	标准计量器具	测量范围	最大允许误差或准确度等级	校准用途
1	标准铂电阻温度计	$0 \sim 100^{\circ}\text{C}$	一等，扩展不确定度 $\leq 0.003^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)	温度示值误差 温度重复性
2	高精度恒温槽	$20^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$	恒温槽温场整体扩展不确定度: $U \leq 0.03\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)	
3	标准金属量器	10、20、50L	一等；最大允许相对误差: $\pm 0.005\%$	质量示值相对误差 质量示值重复性

4	高精度时间间隔测试仪	0.001s ~ 99999.999s	$U \leq 0.003s (k=2)$	时间示值相对误差 时间示值重复性
---	------------	------------------------	-----------------------	---------------------

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

测试装置的校准项目包括：温度示值误差、温度示值重复性、质量示值相对误差、质量示值重复性、时间示值误差、时间示值重复性。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

检查外观，确定测试装置连接无松动、数据显示清楚且符合 GB/T13754-2017 要求后再进行校准。

进入系统称重计时界面，确认计时功能正常。

高精度计时仪通电预热稳定。

6.2.2 温度示值误差

校准点选取 45℃、70℃、90℃校准点。校准步骤如下：

- 将测试装置温度传感器与标准铂电阻温度计同槽捆绑，置入恒温槽内，确保感温部位充分接触、无温差。
- 恒温槽温度达到 45℃。
- 稳定 30min 后，同时读取标准铂电阻温度计示值 T_2 和测试装置温度传感器示值 T_1 。
- 按式（1）计算该校准点温度示值误差 ΔT 。

$$\Delta T = T_1 - T_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔT ——i 校准点温度示值误差，℃；

T_1 ——测试装置温度传感器示值，℃；

T_2 ——标准铂电阻温度计示值，℃。

- 其他校准点按照步骤 a)~d) 进行。

6.2.3 温度示值重复性

固定恒温槽温度为 70℃，连续测量 6 次被校传感器示值，并按式（2）计算测试装置温度示值重复性 S 。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{li} - \bar{T}_1)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

T_{li} ——第 i 次测试装置温度传感器示值，℃；

$\bar{T}_1$ ——测试装置温度传感器示值平均值，℃；

n ——测量次数， $n=6$ ；

S ——测试装置温度示值重复性，℃。

6.2.4 质量示值相对误差

选取标称容积规格为 10L、20L、50L 的标准金属量器，校准步骤如下：

a) 用标准金属量器量取精确容积的常温纯水，用标准铂电阻温度计测量水温 t 并记录。

b) 通过导水装置缓慢注入测试装置质量测试装置，避免冲击、溅水，待水面稳定、称重示值不再变化后，记录测试装置质量示值 m_2 。

c) 按式（3）计算标准质量 m_3 。

$$m_3 = V_2 \times \rho_t \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_2 ——标准金属量器实际取水量，L；

m_3 ——标准质量，kg；

ρ_t ——水温 t ℃时的纯水密度（查表取值，如 20℃时 $\rho=0.9982\text{kg/L}$ ），kg/L。

d) 按式（4）计算测试装置单次质量示值相对误差 E_1 。

$$E_1 = \frac{m_2 - m_3}{m_3} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

m_2 ——测试装置质量示值，kg；

E_1 ——测试装置单次质量示值相对误差，%。

e) 每个校准点测量三次（每次需排空水箱并将测试装置示值归零）。

f) 其他校准点按照步骤 a)~e) 进行。

6.2.5 质量示值重复性

选取标称容积规格为 20L 的标准金属量器，按照 6.2.4 步骤 a)~d) 完成 6 次独立称重操作（每次需排空水箱并将测试装置示值归零）并记录测试装置质量示值。按式（5）计算测试装置质量示值重复性 S_1 。

$$S_1 = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_{2i} - \bar{m}_2)^2}{n-1}}}{\bar{m}_2} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

m_{2i} ——第 i 次测试装置质量示值，kg；

$\bar{m}_2$ ——测试装置质量示值平均值，kg；

n ——测量次数， $n=6$ ；

S_1 ——测试装置质量示值重复性，%。

6.2.6 时间示值误差

选取 180s、300s、600s 校准点，校准步骤如下：

- a)在同一时刻，同步触发高精度计时仪与测试装置计时功能开始计时；
- b)到达校准点设定时间时，同时停止两者计时；
- c)分别记录高精度计时仪示值 t_1 和测试装置计时示值 t_2 ；
- d)按式（6）计算测试装置单次时间示值误差 Δt 。

$$\Delta t = t_2 - t_1 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

t_1 ——高精度计时仪示值，s；

t_2 ——测试装置计时示值，s；

Δt ——测试装置单次时间示值误差，s。

e)重复测量 3 次，每次测量前归零。

f) 其他校准点按照步骤 a)~c)进行

6.2.7 时间示值重复性

选择 300s 校准点，重复测量 6 次测试装置时间示值，每次测量前归零。按式（7）计算测试装置时间示值重复性 S_2 。

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{2i} - \bar{t}_2)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

t_{2i} ——第 i 次测试装置计时示值，s；

$\bar{t}_2$ ——测试装置计时示值平均值，s；

n ——测量次数， $n=6$ ；

S_2 ——测试装置时间示值重复性，s。

7 校准结果的表达

校准后，出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题，“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 证书或报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- d) 送校单位的名称和地址；
- e) 被校对象的描述和明确标识；
- f) 进行校准的日期，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日期；
- g) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- i) 校准环境的描述；
- j) 校准结果及其测量不确定度；
- k) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期。

8 复校时间间隔

校准时间间隔由用户根据使用情况自行确定，建议复校时间为 1 年。

由于复校时间间隔的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。

附录 A

校准证书内页格式

设备名称		设备编号	
使用地点		校准日期	
校准依据的技术文件	供暖散热器散热量测试装置校准规范		
环境条件	温度（℃）	湿度（%）	
校准地点			
校准所用计量器具			
名称/型号	准确度等级	证书编号	证书有效期
外观、功能检查结果			
校准点	温度示值误差	温度示值相对误差测量 不确定度	温度示值重复性
45℃		$U = \quad, k = 2$	——
70℃		$U = \quad, k = 2$	
90℃		$U = \quad, k = 2$	——
校准点	质量示值相对误差	流量示值相对误差测量 不确定度	质量示值重复性
10L		$U = \quad, k = 2$	——
20L		$U = \quad, k = 2$	
50L		$U = \quad, k = 2$	——
校准点	时间示值误差	压力示值相对误差测量 不确定度	时间示值重复性
180s		$U = \quad, k = 2$	——
300s		$U = \quad, k = 2$	
600s		$U = \quad, k = 2$	——

附录 B

校准数据原始记录

记录编号：

设备名称				设备编号			
生产厂家				规格型号			
使用地点							
校准依据				校准间隔			
温度	℃			湿度	%		
标准器参数							
标准器名称	规格型号	准确度等级	测试范围或标称值	分度值	溯源单位及证书号	有效期	
标准铂电阻温度计							
高精度恒温槽							
标准金属量器							
高精度时间间隔测试仪							
温度示值误差							
校准点	标准铂电阻温度计示值 T_s		测试装置温度传感器示值 T_i		温度示值误差 ΔT		
45℃							
70℃							
90℃							
温度示值重复性							
校准点	测试装置温度传感器示值 T_i						测试装置温度示值重复性 S_1
	1	2	3	4	5	6	
70℃							
质量示值相对误差							
校准点	水温 t	纯水密度 ρ_t	标准金属量器取水量 V_1	标准质量 m_3	测试装置质量示值 m_2	测试装置单次质量示值相对误差 E_1	
10L							
20L							

50L							
质量示值重复性							
校准点	测试装置质量示值 m_2						测试装置质量示值重复性 S_1
	1	2	3	4	5	6	
20L							
时间示值误差							
校准点	高精度计时仪示值 t_1		测试装置计时示值 t_2			测试装置单次时间示值误差 Δt	
180s							
300s							
600s							
时间示值重复性							
校准点	测试装置计时示值 t_2						测试装置时间示值重复性 S_2
	1	2	3	4	5	6	
300s							
校准人					审核人		
校准日期							

附录 C

温度示值误差校准不确定度评定实例

C.1 概述

C.1.1 校准方法：按照 6.2.2 温度示值误差校准方法

C.1.2 环境条件：温度:25℃，相对湿度:40%，满足 GB/T 13754-2017 的 6.2.2 和 6.2.3 测试条件。

C.1.3 被校准设备：S2-055 供暖散热器散热量测试装置。

C.1.4 不确定评定校准点：45℃。

C.1.5 标准计量器具：

序号	标准计量器具	测量范围	最大允许误差或准确度等级
1	标准铂电阻温度计	0~100℃	扩展不确定度 0.03℃，k=2

C.2 数学模型

$$\Delta T = T_i - T_s \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

T_s ——标准铂电阻温度计示值，℃；

T_i ——测试装置温度传感器示值，℃；

ΔT ——i 校准点温度示值误差，℃。

C.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括测试装置温度示值误差测量重复性引入的标准不确定度分量为 A 类评定；由标准铂电阻温度计引入的标准不确定度分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

C.4 不确定度分量评定

C.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_{1rel}

在 45℃ 校准点下，连续重复测量 6 次，得到测试装置温度示值 T_i 数据列为 45.02℃、45.03℃、45.01℃、45.03℃、45.05℃、45.02℃，采用 A 类方法评定：

$$\text{示值平均误差：} \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 45.03^\circ\text{C}$$

$$\text{单次试验标准差: } s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.014^{\circ}\text{C}$$

$$u_{1rel} = s(x) = 0.014^{\circ}\text{C}$$

C.4.2 标准器引入的标准不确定度分量 u_{2rel}

标准铂电阻温度计的扩展不确定度 0.003°C ， $k=2$ 。

$$u_{2rel} = \frac{0.003^{\circ}\text{C}}{2} = 0.0015^{\circ}\text{C}$$

C.4.3 合成标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量值
u_{1rel}	测量重复性引入的不确定度分量 u_{1rel}	0.014°C
u_{2rel}	标准器引入的标准不确定度分量 u_{2rel}	0.0015°C

C.4.4 合成标准不确定度

$$u_{rel} = \sqrt{u_{1rel}^2 + u_{2rel}^2} = 0.014^{\circ}\text{C}$$

C.4.5 扩展不确定度 U

$$\text{取 } k=2, \quad \text{则 } U = 2u_{rel} = 0.028^{\circ}\text{C}$$

附录 D

质量示值相对误差校准不确定度评定实例

D.1 概述

D.1.1 校准方法：按照 6.2.4 质量示值相对误差校准方法

D.1.2 环境条件：温度:25℃，相对湿度:40%，满足 GB/T 13754-2017 的 6.2.2 和 6.2.3 测试条件。

D.1.3 被校准设备：S2-055 供暖散热器散热量测试装置。

D.1.4 不确定评定校准点：10L。

D.1.5 标准计量器具：

序号	标准计量器具	测量范围	最大允许误差或准确度等级
1	标准铂电阻温度计	0~100℃	扩展不确定度 0.03℃，k=2
2	标准金属量器	10、20、50L	一等；最大允许相对误差：±0.005%

D.2 数学模型

$$m_3 = V_2 \times \rho_t \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

V_2 ——标准金属量器实际取水量，L；

m_3 ——标准质量，kg；

ρ_t ——水温 t ℃时的纯水密度（查表取值，如 20℃时 $\rho = 0.9982\text{kg/L}$ ），kg/L。

d)按式（4）计算测试装置单次质量示值相对误差 E_1 。

$$E_1 = \frac{m_2 - m_3}{m_3} \times 100\% \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

m_2 ——测试装置质量示值，kg；

E_1 ——测试装置单次质量示值相对误差，%。

D.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括测试装置质量示值相对误差测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由标准金属量器和密度查表引入的标准不确定度

分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

D.4 不确定度分量评定

D.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u'_1

在 10L 校准点下，水温为 20℃，此时纯水密度为 0.9982kg/L。

连续重复测量 6 次，得到测试装置质量示值数据列为 10.02kg、10.02kg、10.01kg、10.02kg、10.01kg、10.01kg，采用 A 类方法评定：

$$\text{示值平均误差: } \bar{x}' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x'_i = 10.01\text{kg}$$

$$\text{单次试验标准差: } s(x') = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x'_i - \bar{x}')^2}{n-1}} = 0.005\text{kg}$$

$$\text{相对不确定度: } u'_1 = \frac{s(x')}{\bar{x}'} * 100\% = 0.05\%$$

D.4.2 标准金属量器取水量引入的相对不确定度分量 u'_2

标准金属量器，等级一等，最大允许相对误差：±0.005%，测量值为 10L，服从均匀分布，引起的不确定度为：

$$u'_2 = \frac{0.005\%}{\sqrt{3}} = 0.003\%$$

D.4.3 密度查表引入的相对不确定度分量 u'_3

查表得：

$$t_1=19.9^\circ\text{C}, \rho_1 = 0.998221\text{kg/L}$$

$$t_0=20^\circ\text{C}, \rho_0 = 0.998200\text{kg/L}$$

$$t_2=20.1^\circ\text{C}, \rho_2 = 0.998179\text{kg/L}$$

可得：温度没偏离 0.1℃，密度最大偏差 $\Delta\rho_{\max} = 0.000021\text{kg/L}$ 。

则，密度查表引入的相对不确定度分量

$$u'_3 = \frac{0.000021}{0.9982 \times \sqrt{3}} = 0.0012\%$$

D.4.4 合成标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量值
u'_1	测量重复性引入的不确定度分量 u'_1	0.05%
u'_2	标准金属量器取水量引入的相对不确定度分量 u'_2	0.003%
u'_3	标准铂电阻温度计温度测试引入的相对不确定度分量 u'_3	0.0012%

D.4.5 合成相对不确定度

$$u' = \sqrt{u'^2_1 + u'^2_2 + u'^2_3} = 0.05\%$$

D.4.6 相对扩展不确定度 U'

$$\text{取 } k = 2, \quad \text{则 } U' = 2u' = 0.1\%$$

附录 E

时间示值误差校准不确定度评定实例

E.1 概述

E.1.1 校准方法：按照 6.2.6 时间示值误差校准方法

E.1.2 环境条件：温度:25℃，相对湿度:40%，满足 GB/T 13754-2017 的 6.2.2 和 6.2.3 测试条件。

E.1.3 被校准设备：S2-055 供暖散热器散热量测试装置。

E.1.4 不确定评定校准点：180s。

E.1.5 标准计量器具：

序号	标准计量器具	测量范围	最大允许误差或准确度等级
1	高精度时间间隔测试仪	0.001s ~ 99999.999s	U = 0.003s (k=2)

E.2 数学模型

$$\Delta t = t_2 - t_1 \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

t_1 ——高精度计时仪示值，s；

t_2 ——测试装置计时示值，s；

Δt ——测试装置单次时间示值误差，s。

E.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括测试装置时间示值误差测量重复性引入的标准不确定度分量为 A 类评定；由高精度时间间隔测试仪引入的标准不确定度分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

E.4 不确定度分量评定

E.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_{rel}''

在 180s 校准点下，连续重复测量 6 次，得到测试装置计时示值 t_2 数据列为 180.02s、180.01s、180.02s、180.01s、180.02s、180.01s，采用 A 类方法评定：

$$\text{示值平均误差: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 180.02s$$

$$\text{单次试验标准差: } s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0055s$$

$$u''_{1rel} = s(x) = 0.0055s$$

E.4.2 标准器引入的标准不确定度分量 u''_{2rel}

高精度时间间隔测试仪扩展不确定度：0.003 s，k=2。

$$u''_{2rel} = \frac{0.003s}{2} = 0.0015s$$

E.4.3 合成标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量值
u''_{1rel}	测量重复性引入的不确定度分量 u''_{1rel}	0.0055s
u''_{2rel}	标准器引入的标准不确定度分量 u''_{2rel}	0.0015s

E.4.4 合成标准不确定度

$$u''_{rel} = \sqrt{u''_{1rel}^2 + u''_{2rel}^2} = 0.0057s$$

E.4.5 扩展不确定度 U''

$$\text{取 } k=2, \quad \text{则 } U'' = 2u''_{rel} = 0.011s$$