

## 附件 E： 二等标准水银温度计量值比对总结报告

二等标准水银温度计是许多的温度工作计量器具的标准器，它具有稳定性好，使用方便，投入少等特点，是目前作为标准器使用最多的计量器具。

二等标准水银温度计使用广泛，同时又是工作计量器具的标准器，近二十年来从未进行过全国性比对。为了客观、公正、科学地反映目前我国各计量技术机构的温度实验室检定二等标准水银温度计的现状，准确地了解各温度实验室仪器设备准确度，考查检定人员技术水平，确保各计量技术机构温度实验室的检定准确度均能保持在规定的范围内，实现国内准确一致的检定传递和可靠的量值溯源，更好地为国民经济服务，国家质检总局计量司下达了 2004 年度二等标准水银温度计全国比对任务。

此次比对的主导实验室为中国计量科学研究院热工处中低温室，主导实验室负责完成比对实施细则和比对安排，进行比对用温度计的挑选、实验以及所有数据的汇总和评估。

原定参加比对的实验室共 25 个，但由于航天部 102 所设备出现问题，临时退出，最终参加比对的实验室为 24 个。他们分别按比对计划完成比对实验和不确定度评定，并向主导实验室提供了比对报告及相关情况报告。各参加实验室的名单见表 1。

由于参加比对的实验室较多，为保证比对顺利高效进行，将比对分为 5 组进行，原则上按地理位置就近分组。每组采取依次检定顺序进行。但由于比对过程中，部分比对温度计损坏，经各参加实验室报予主导实验室并经温度技术委员会同意，将比对过程和时间进行调整，实际参加比对的实验室及比对时间见表 1。

表 1. 参加比对的实验室以及比对时间

组 别	比对实验室	比对时间安排（2004 年）
1	山东省计量科学研究院	7 月 12 日---7 月 18 日
	天津市计量技术研究所	7 月 19 日---7 月 25 日
	辽宁省计量科学研究院	7 月 26 日---8 月 1 日
	吉林省计量科学研究院	8 月 2 日---8 月 8 日
	黑龙江省计量检定测试院	8 月 9 日---8 月 15 日
2	江西省计量测试研究所	7 月 19 日---7 月 25 日
	浙江省质量技术监督检测研究院	7 月 26 日---8 月 1 日
	上海计量测试技术研究院	8 月 2 日---8 月 8 日
	江苏省计量测试技术研究所	8 月 9 日---8 月 15 日
	河南省计量科学研究院	8 月 16 日---8 月 21 日
	重庆市计量技术研究所	8 月 22 日---8 月 28 日
3	中国计量测试院	7 月 12 日---7 月 18 日
	云南省计量测试技术研究院	7 月 19 日---7 月 25 日
	贵州省计量测试院	7 月 26 日---8 月 1 日
	广西计量检测研究院	8 月 2 日---8 月 8 日
	广东省计量科学研究院	8 月 9 日---8 月 15 日
	湖南省计量检测研究院	8 月 16 日---8 月 21 日
4	安徽省计量测试研究所	7 月 12 日---7 月 18 日
	湖北省计量测试技术研究院	7 月 19 日---7 月 25 日
5	中国航空工业第一集团公司 北京长城计量测试技术研究所（304 所）	7 月 12 日---7 月 18 日
	山西省计量监督检定测试所	7 月 19 日---7 月 25 日
	河北省计量科学研究院	7 月 26 日---8 月 1 日
	北京市计量检测科学研究院	8 月 2 日---8 月 8 日
	新疆计量测试研究所	8 月 9 日---8 月 15 日

以下以地名作为各参加实验室的简称。

由于在湖北省院（250~300）℃两支温度计损坏，无法继续进行比对，经主导实验室和温度技术委员会讨论后，将该组的另外三个实验室分别安排在 2 组和 3 组，最终完成比对。

### 2.3 比对项目

此次比对项目为二等标准水银温度计（7 支）扣除零位后的温度修正值，即分度修正值，温度范围为-30℃~300℃，目的是为了全面反映全国的二等标准水银温度计的检定水平以及人员素质。为达到检查目的的同时避免较大的工作量，主导实验室根据二等标准水银温度计各支的温度范围，选择了每支温度计的上下限温度点以及一个中间温度点进行比对实验，具体检定点

及检定顺序见表 2。

表 2. 温度计温度范围及检定点顺序

温度计温度范围 (°C)	检定点及检定顺序 (°C)
-30 ~ 20	0→20→-30→0
0~ 50	0→30→50→0
50 ~ 100	50→0→80→100→0
100 ~150	100→0→130→150→0
150 ~ 200	150→0→180→200→0
200 ~ 250	200→0→230→250→0
250 ~ 300	250→0→280→300→0

比对依据是二等标准水银温度计全国比对实施细则。

#### 2.4 比对用温度计及比对设备

比对用温度计为二等标准水银温度计，共 10 套。全部由主导实验室提供。为保证比对数据有效可靠，主导实验室从 12 套温度计中挑选出 10 套温度计，其中重复性较好的 5 套作为主温度计，其余 5 套作为备用温度计。但在比对过程中，部分温度计损坏，部分实验室提供或补充了相应的温度计也作为比对温度计参加比对。具体情况如下：

第一组：（200~250）°C 两支温度计在黑龙江院损坏，黑龙江院补充两支同温区的温度计（6-79 和 6-467）；

第三组：（250~300）°C 一支温度计在贵州院损坏，另一支在广西院损坏，由广西院自己提供一支同温区温度计（72187）作为比对温度计直接送回主导实验室；在下一站广东院提供一支同温区温度计（75484）补充到整套温度计中完成该组的比对任务；

第四组：（250~300）°C 两支温度计在湖北院损坏，其中一支在测量 280°C 点时发现毛细管内由水银滴点，由湖北提供两支同温区温度计（77176 和 77549）作为比对温度计直接送回主导实验室。

主导实验室比对所用设备：5840 测温电桥，QJ58 测温电桥，水三相点，一、二等标准铂电阻温度计以及恒温槽，恒温槽主要技术参数见表 3。

表 3. 恒温槽主要技术参数

恒温槽名称	温度范围 (°C)	温度点 (°C)	工作区域 水平温差 (°C)	工作区域 最大温差 (°C)	温场波动度 (°C/15min)
冰水混合杜瓦	0	0	0.0005	0.0005	±0.0005

恒温水槽	5~95	20, 30,50,80	0.003	0.003	±0.002
恒温油槽	100~200	100,130,150,180	0.004	0.012	±0.001
恒温油槽	200~300	200,230,250,280,300	0.005	0.005	±0.005
低温检定槽	-60~20	-30,0	0.006	0.006	±0.010

参加实验室的比对设备见附录 B。

## 2.5 各参加实验室比对报告

各参加比对实验室按要求提供了比对结果表、不确定度评定报告、所用标准器调查表以及恒温槽状况调查表。按照比对细则的要求，各参加实验室所提供的比对结果为分度修正值及扩展不确定度，由于各实验室宣称的扩展不确定度的扩展因子各不相同，为保证比对的可比性，主导实验室将参加实验室的不确定度均折算为扩展因子  $k=2$  的扩展不确定度。各单位比对设备状况、比对结果及不确定度汇总见附录 A、附录 B。

## 3. 比对实验及数据处理

### 3.1 比对温度计的重复性实验

主导实验室共购置 12 套二等标准水银温度计，温度范围为  $(-30\sim 300)^\circ\text{C}$ ，生产厂家为北京玻璃仪器研究所和上海医用仪表厂。对 12 套温度计进行 2~3 次检定，挑选出重复性较好的温度计重新组合作为比对温度计。其中，五组温度计作为比对温度计，五组作为备用温度计。比对温度计的重复性实验结果见表 4。

### 3.2 实验结果处理

比对用温度计和备用温度计在主导实验室完成重复性实验后分发给各个比对小组，依次在各比对小组进行实验，然后送回主导实验室，主导实验室再将所有温度计重新测量。为减少温度计的稳定性影响，比对细则规定将分度修正值作为比对结果。比对结果按式 (1) 计算：

$$x = x_{\text{修}} + x_{\text{零位}} \quad (1)$$

$$x_{\text{修}} = t_{\text{标}} - t_{\text{被}}, \quad x_{\text{零位}} = t'_{\text{被}} - t'_{\text{标}}$$

式中， $x$  为分度修正值， $x_{\text{修}}$  为被测温度计的示值修正值， $x_{\text{零位}}$  为被测温度计的零位， $t_{\text{标}}$  为标准温度计的示值偏差， $t_{\text{被}}$  为被测温度计的示值偏差， $t'_{\text{被}}$  为标准温度计在  $0^\circ\text{C}$  的示值偏差， $t'_{\text{被}}$  为被测温度计在  $0^\circ\text{C}$  的示值偏差。

取送出前和回来后两组的数据的平均值作为主导实验室的最终比对结果。送出前的比对数据为两次重复性实验数据的平均值。具体计算如下：

$$x_{\text{前}} = (x_1 + x_2)/2 \quad (2)$$

$$x_{\text{终}} = (x_{\text{前}} + x_{\text{后}})/2 \quad (3)$$

式中， $x_1$ ， $x_2$  分别为比对温度计送出前两次测量的分度修正值， $x_{\text{前}}$  为主导实验室在比对温度计送出前的两次测量值的平均值， $x_{\text{后}}$  为主导实验室在比对温度计送回后测量的分度修正值， $x_{\text{终}}$  为  $x_{\text{前}}$  和  $x_{\text{后}}$  的平均值，即最终的比对结果。

由于比对中出现温度计断柱、破裂等损坏问题，部分组别或部分温区的温度计只有单次数据。

比对用温度计在主导实验室的数据见表 5。

表 4-1. 比对温度计在主导实验室的分度修正值重复性实验数据

<b>第一组温度计号</b>	1-96		26307		38717			4-320		
温度点 (°C)	<del>20-30</del>	<del>-30-20</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
第一次测量 $x_1$ (°C)	-0.07	-0.05	0.02	0.05	0.01	-0.01	0.02	-0.03	-0.03	-0.04
第二次测量 $x_2$ (°C)	-0.08	-0.07	0.01	0.06	-0.01	-0.02	0.02	-0.03	-0.06	-0.03
平均值 $x_{前}$ (°C)	-0.08	-0.06	<del>0.04</del> 0.02	<del>0.05</del> 0.06	0.00	<del>-0.04</del> 0.02	0.02	-0.03	<del>-0.05</del> 0.04	<del>-0.03</del> 0.04
<b>第二组温度计号</b>	01-21		2-251		38721			49574		
温度点 (°C)	<del>-30-20</del>	<del>20-30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
第一次测量 $x_1$ (°C)	0.01	0.02	-0.05	-0.09	-0.04	-0.03	-0.04	-0.02	0.02	-0.03
第二次测量 $x_2$ (°C)	0.01	0.02	-0.04	-0.07	-0.06	-0.04	-0.04	-0.02	0.01	-0.02
平均值 $x_{前}$ (°C)	0.01	0.02	<del>-0.05</del> 0.04	-0.08	-0.05	<del>-0.03</del> 0.04	-0.04	-0.02	<del>0.01</del> 0.02	<del>-0.03</del> 0.02
<b>第三组温度计号</b>	01-170		2-136		38746			4-39		
温度点 (°C)	<del>-30-20</del>	<del>20-30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
第一次测量 $x_1$ (°C)	0.06	-0.04	-0.05	-0.02	-0.02	-0.01	0.02	0.00	0.02	-0.02
第二次测量 $x_2$ (°C)	0.05	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	0.02	0.03	0.05	-0.03
平均值 $x_{前}$ (°C)	0.06	<del>-0.03</del> 0.04	-0.04	-0.02	-0.02	-0.01	0.02	<del>0.01</del> 0.02	0.04	-0.02
<b>第四组温度计号</b>	11827		2-312		3-253			4-104		
温度点 (°C)	<del>-30-20</del>	<del>20-30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
第一次测量 $x_1$ (°C)	-0.10	0.03	-0.02	-0.02	-0.08	-0.10	-0.08	-0.02	0.00	-0.03
第二次测量 $x_2$ (°C)	-0.09	0.04	-0.04	-0.03	-0.09	-0.10	-0.08	0.00	0.00	-0.05
平均值 $x_{前}$ (°C)	-0.10	0.04	-0.03	-0.02	<del>-0.09</del> 0.08	-0.10	-0.08	-0.01	0.00	-0.04
<b>第五组温度计号</b>	11672		26270		38714			4-86		
温度点 (°C)	<del>-30-20</del>	<del>20-30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
第一次测量 $x_1$ (°C)	0.07	-0.02	0.02	0.02	-0.01	-0.01	0.02	0.03	-0.04	-0.11
第二次测量 $x_2$ (°C)	0.07	0.00	0.00	0.02	-0.01	0.00	0.02	0.02	-0.06	-0.08
平均值 $x_{前}$ (°C)	0.07	-0.01	0.01	0.02	-0.01	<del>-0.01</del> 0.00	0.02	<del>0.02</del> 0.03	-0.05	-0.10

表 4-2. 比对温度计在主导实验室的分度修正值重复性实验数据

<b>第一组温度计号</b>	5-257			6-216			78203		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
第一次测量 $x_1$ (°C)	-0.10	-0.03	-0.13	-0.15	-0.12	0.00	-0.02	-0.11	0.02
第二次测量 $x_2$ (°C)	-0.09	-0.04	-0.15	-0.14	-0.11	-0.01	-0.03	-0.11	0.02
平均值 $x_{前}$ (°C)	-0.10	-0.04	-0.14	-0.1414	-0.12	0.00	-0.02	-0.11	0.02
<b>第二组温度计号</b>	05-418			6-275			78271		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
第一次测量 $x_1$ (°C)	-0.03	-0.06	-0.07	-0.17	-0.15	-0.21	-0.09	-0.01	-0.08
第二次测量 $x_2$ (°C)	-0.02	-0.07	-0.09	-0.15	-0.15	-0.20	-0.12	-0.03	-0.07
平均值 $x_{前}$ (°C)	-0.02	-0.0706	-0.08	-0.16	-0.15	-0.2024	-0.10	-0.02	-0.08
<b>第三组温度计号</b>	58986			68271			7-183		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
第一次测量 $x_1$ (°C)	0.03	0.03	0.01	0.05	-0.02	-0.03	-0.21	-0.16	-0.20
第二次测量 $x_2$ (°C)	0.02	0.02	0.01	0.04	-0.04	-0.04	-0.23	-0.16	-0.20
平均值 $x_{前}$ (°C)	0.02	0.0302	0.01	0.04	-0.03	-0.0304	-0.22	-0.16	-0.20
<b>第四组温度计号</b>	59045			06-326			78174		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
第一次测量 $x_1$ (°C)	0.01	0.01	-0.03	0.03	-0.06	-0.07	0.03	-0.13	-0.05
第二次测量 $x_2$ (°C)	-0.01	0.02	-0.03	0.03	-0.06	-0.08	0.02	-0.10	-0.06
平均值 $x_{前}$ (°C)	0.00	0.0402	-0.03	0.03	-0.06	-0.0708	0.0302	-0.12	-0.06
<b>第五组温度计号</b>	59016			68267			7-392		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
第一次测量 $x_1$ (°C)	0.01	-0.01	-0.02	0.08	-0.02	-0.02	-0.05	-0.17	-0.12
第二次测量 $x_2$ (°C)	0.02	-0.03	-0.01	0.08	-0.02	-0.01	-0.03	-0.16	-0.15
平均值 $x_{前}$ (°C)	0.02	-0.02	-0.02	0.08	-0.02	-0.02	-0.04	-0.16	-0.14

表 5-1. 比对温度计在主导实验室的分度修正值实验数据

第一组温度计号	1-96		26307		38717			4-320		
温度点 (°C)	<del>-30</del> <del>20</del>	<del>20</del> <del>30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	-0.08	-0.06	0.02	0.06	0.00	-0.02	0.02	-0.03	-0.04	-0.04
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.09	-0.08	0.01	0.06	0.05	0.02	0.02	-0.01	-0.04	-0.06
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	-0.08	-0.07	0.02	0.06	0.02	0.00	0.02	-0.02	<del>-0.05</del> <del>0.04</del>	<del>-0.04</del> <del>0.05</del>
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.01	0.02	0.01	0.00	<del>0.02</del> <del>0.05</del>	0.04	<del>0.02</del> <del>0.00</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>0.04</del> <del>0.00</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>
第二组温度计号	01-21		2-251		38721			49574		
温度点 (°C)	<del>-30</del> <del>20</del>	<del>20</del> <del>30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>0.01</del> <del>0.02</del>	<del>0.02</del> <del>0.06</del>	<del>-0.04</del> <del>0.08</del>	<del>-0.08</del> <del>0.16</del>	<del>-0.05</del> <del>0.15</del>	<del>-0.04</del> <del>0.20</del>	<del>-0.04</del> <del>0.11</del>	<del>-0.02</del> <del>0.02</del>	<del>0.02</del> <del>0.08</del>	<del>-0.02</del> <del>0.02</del>
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.02	0.03	-0.03	-0.06	-0.03	-0.03	-0.05	-0.06	0.00	-0.05
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	<del>-0.01</del> <del>0.00</del>	0.02	-0.04	<del>-0.06</del> <del>0.07</del>	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	0.01	-0.04
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.03	0.01	<del>0.02</del> <del>0.01</del>	0.02	0.02	<del>0.04</del> <del>0.01</del>	0.01	0.04	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>0.02</del> <del>0.03</del>
第三组温度计号	01-170		2-136		38746			4-39		
温度点 (°C)	<del>-30</del> <del>20</del>	<del>20</del> <del>30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>0.06</del> <del>0.06</del>	<del>-0.04</del> <del>0.04</del>	<del>-0.04</del> <del>0.04</del>	<del>-0.02</del> <del>0.02</del>	<del>-0.02</del> <del>0.02</del>	<del>-0.01</del> <del>0.01</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>0.04</del> <del>0.04</del>	<del>-0.02</del> <del>0.02</del>
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	0.04	-0.03	0.00	-0.01	-0.06	-0.03	-0.04	0.04	0.05	-0.03
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	0.05	<del>-0.03</del> <del>0.04</del>	-0.02	<del>-0.01</del> <del>0.02</del>	-0.04	-0.02	-0.01	0.03	<del>0.05</del> <del>0.04</del>	<del>-0.03</del> <del>0.02</del>
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.02	<del>0.07</del> <del>0.01</del>	<del>0.04</del> <del>0.04</del>	0.01	0.04	0.02	0.06	0.02	0.01	0.01
第四组温度计号	11827		2-312		3-253			4-104		
温度点 (°C)	<del>-30</del> <del>20</del>	<del>20</del> <del>30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>-0.10</del> <del>0.09</del>	<del>0.04</del> <del>0.04</del>	<del>-0.03</del> <del>0.04</del>	<del>-0.02</del> <del>0.03</del>	<del>-0.08</del> <del>0.09</del>	<del>-0.10</del> <del>0.10</del>	<del>-0.08</del> <del>0.08</del>	<del>-0.01</del> <del>0.00</del>	<del>0.00</del> <del>0.00</del>	<del>-0.04</del> <del>0.05</del>
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.11	0.01	-0.01	-0.02	-0.07	-0.10	-0.08	0.00	0.00	-0.02
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	-0.10	0.02	-0.02	-0.02	-0.08	-0.10	-0.08	0.00	0.00	<del>-0.04</del> <del>0.03</del>
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
第五组温度计号	11672		26270		38714			4-86		
温度点 (°C)	<del>-30</del> <del>20</del>	<del>20</del> <del>30</del>	30	50	50	80	100	100	130	150
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>0.07</del> <del>0.07</del>	<del>-0.01</del> <del>0.00</del>	<del>0.01</del> <del>0.00</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>-0.01</del> <del>0.01</del>	<del>0.00</del> <del>0.00</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>0.02</del> <del>0.02</del>	<del>-0.05</del> <del>0.06</del>	<del>-0.10</del> <del>0.08</del>
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	0.09	0.03	0.02	0.00	0.02	0.03	0.05	0.05	-0.04	-0.04
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	0.08	<del>0.02</del> <del>0.01</del>	<del>0.01</del> <del>0.02</del>	0.01	0.00	<del>0.01</del> <del>0.02</del>	0.04	0.04	<del>-0.05</del> <del>0.04</del>	-0.07
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	<del>0.02</del> <del>0.03</del>	0.01	0.06



表 5-2. 比对温度计在主导实验室的分度修正值实验数据

<b>第一组温度计号</b>	5-257			6-216			78203		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>-0.10</del> -0.09	<del>-0.04</del> -0.04	<del>-0.14</del> -0.15	<del>-0.14</del> -0.14	<del>-0.12</del> -0.11	0.00-0.01	<del>-0.02</del> -0.03	<del>-0.11</del> -0.11	0.02-0.02
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.07	-0.02	-0.15	-0.16 (6-79)	-0.18 (6-79)	-0.22 (6-79)	-0.03	-0.11	-0.04
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	-0.08	-0.03	<del>-0.15</del> 14	/	/	/	-0.02	-0.11	-0.01
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	-0.03	-0.02	0.01				0.01	0.00	0.06
<b>第二组温度计号</b>	05-418			6-275			78271		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>-0.02</del> -0.02	<del>-0.06</del> -0.07	<del>-0.08</del> -0.09	<del>-0.16</del> -0.15	<del>-0.15</del> -0.15	<del>-0.20</del> -0.20	<del>-0.10</del> -0.12	<del>-0.02</del> -0.03	<del>-0.08</del> -0.07
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.01	-0.06	-0.07	-0.17	-0.12	-0.17	-0.06	-0.01	-0.04
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	<del>-0.04</del> 02	<del>-0.07</del> 06	-0.08	-0.16	-0.14	-0.18	-0.08	-0.02	-0.06
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.01	<del>0.04</del> 00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.01	0.01
<b>第三组温度计号</b>	58986			68271			7-183	换 75484	
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>0.02</del> 0.02	<del>0.02</del> 0.02	<del>0.01</del> 0.01	<del>0.04</del> 0.04	<del>-0.03</del> -0.04	<del>-0.04</del> -0.04	<del>-0.22</del> -0.23	<del>-0.16</del> -0.16	<del>-0.20</del> -0.20
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	0.03	0.04	0.05	0.06	-0.03	-0.04	-0.12 (75484)	0.01 (75484)	-0.03 (75484)
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	0.02	0.03	0.03	0.05	-0.03	-0.04	-0.12 (72187)	-0.09 (72187)	-0.03 (72187)
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.01	<del>0.04</del> 02	0.04	0.02	0.00	0.00	/		
<b>第四组温度计号</b>	59045			06-326			78174		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>0.00</del> -0.01	<del>0.02</del> 0.02	<del>-0.03</del> -0.03	<del>0.03</del> 0.03	<del>-0.06</del> -0.06	<del>-0.08</del> -0.08	<del>0.02</del> 0.02	<del>-0.12</del> -0.10	<del>-0.06</del> -0.06
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.07	-0.07	-0.01 (77176)	-0.09 (77176)	-0.02 (77176)
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	<del>-0.04</del> 0.00	<del>0.04</del> 02	<del>-0.03</del> 02	<del>0.03</del> 02	-0.06	<del>-0.07</del> 08	/	/	/
$ x_{前} - x_{后} $ (°C)	0.01	<del>0.00</del> 01	0.01	0.01	0.01	<del>0.00</del> 01			
<b>第五组温度计号</b>	59016			68267			7-392		
温度点 (°C)	150	180	200	200	230	250	250	280	300
比对前温度修正值 $x_{前}$ (°C)	<del>0.02</del> 0.02	<del>-0.02</del> -0.03	<del>-0.02</del> -0.01	<del>0.08</del> 0.08	<del>-0.02</del> -0.02	<del>-0.02</del> -0.01	<del>-0.04</del> -0.03	<del>-0.16</del> -0.16	<del>-0.14</del> -0.15
比对后温度修正值 $x_{后}$ (°C)	-0.02	0.00	-0.02	0.05	-0.04	-0.01	-0.036	-0.1817	-0.114
前后平均值 $x_{终}$ (°C)	0.00	-0.01	-0.02	0.06	-0.03	<del>-0.04</del> 02	-0.0404	-0.1716	-0.1412



$ x_{\text{前}} - x_{\text{后}} $ (°C)	0. <del>03</del> <u>04</u>	0.02	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0. <del>033</del> <u>10</u> 1	0. <del>016</del> <u>0</u> 3	
--------------------------------------	----------------------------	------	------	------	------	------	------	-------------------------------	------------------------------	--

## 4. 不确定度评定

由于本次二等标准水银温度计参加实验室较多，五个比对小组同时进行，虽然温度计都经过挑选，但由于温度计的生产厂家不同，在各实验室比对的热过程不同，导致温度计的稳定性有差异，为保证各实验室数据的可比性同时简化数据处理，在实际测量过程中，考虑同一温区的各温度计性质相同，逐支进行独立测量。同一温区温度计选取偏离室温最远点作为评定对象。

### 4.1 数学模型

以主导实验室（0~50）℃温度计在 50℃为例进行不确定度评定

本次比对的给出数据为比对各温度点的分度修正值，温度修正值和零位都是独立测量，其数学表达式为式（1）。

对式(1)求全微分可得：

$$dx = dx_{\text{修}} + dx_{\text{零位}} \quad (4)$$

当微小变量用不确定度值代入时，且互不相干，可得方差  $u_c$  计算式

$$u_c^2 = c_1^2 \cdot u_{x_{\text{修}}}^2 + c_2^2 \cdot u_{x_{\text{零位}}}^2 \quad (5)$$

其中， $u_{x_{\text{修}}}$  为被测温度计温度修正值的合成标准不确定度， $u_{x_{\text{零位}}}$  为被测温度计零位的合成标准不确定度，灵敏系数  $c_1=1$ ， $c_2=-1$

### 4.2 标准不确定度分量来源及评定

#### 4.2.1 重复性

比对温度计分为五组，每支温度计在送到各参加实验室之前进行重复性实验，每支温度计等精度测量两次，假定温度计具有相同特性，可以得到五组实验的方差为：

$$u_1^2 = \frac{1}{m(n-1)} \sum_{m=1}^5 \sum_{n=1}^2 (x - \bar{x})^2 \quad (6)$$

$$u_1 = 0.01^\circ\text{C}$$

式中， $m=5$ (五支温度计)， $n=2$ (每支温度计测量两次)， $\bar{x}$  为分度修正值两次测量的平均值

4.2.2.  $u_{x_{\text{修}}}$  项的标准不确定度来源包括：

#### 4.2.2.1 标准器本身的不确定度 $u_2$

二等标准铂电阻温度计的在 50℃ 的标准不确定度由资料查得： $u_2=0.0013^\circ\text{C}$

#### 4.2.2.2 水三相点复现温度值的变化引起的标准不确定度 $u_3$

在全过程测量中，水三相点复现的温度值的变化不超过  $0.001^\circ\text{C}$ ，取均匀分布，由此在各温度点引起的标准不确定度为： $u_3=h \cdot 1/\sqrt{3} \approx 0.001^\circ\text{C}$ ，其中， $h$  为水三相点不确定度对其他温度点影响的扩展因子，在  $50^\circ\text{C}$  时， $h=1.22$

#### 4.2.2.3 标准器配用电测设备引入的标准不确定度 $u_4$

测量二等铂电阻温度计的电测设备为 5840 测温电桥，其对温度测量的影响约不超过  $3.5\text{mK}$ ，取均匀分布，由此引起的标准不确定度为： $u_4=0.0035/\sqrt{3} \approx 0.002^\circ\text{C}$

#### 4.2.2.4 恒温槽的均匀性 $u_5$

恒温水槽的温场均匀度为  $0.003^{\circ}\text{C}$ （恒温水槽的最大温差），取均匀分布，由此引起的标准不确定度为：

$$u_5=0.003/\sqrt{3} \approx 0.002^{\circ}\text{C}$$

#### 4.2.2.5 恒温槽温度波动及温度计时间常数不同引起的标准不确定度 $u_6$

恒温槽 15 分钟温度波动度为  $\pm 0.002^{\circ}\text{C}$ ，如果按规程中的检定过程，取均匀分布，由此引起的标准不确定度为： $u_6=0.002/\sqrt{3} \approx 0.0012^{\circ}\text{C}$

#### 4.2.2.6 温度计插入不垂直或视差 $u_7$

该项误差主要来源于所用的恒温槽放置是否水平、温度计本身插入是否垂直或视线是否是否与温度计垂直等因素，在主导实验室由于温度计不垂直或视差引起的最大误差见表 6：

表 6. 温度计不垂直或视差引起的最大误差

恒温槽名称	温度范围 ( $^{\circ}\text{C}$ )	温度计不垂直引起的读数误差 ( $^{\circ}\text{C}$ )
冰水混合杜瓦	0	0.03
恒温水槽	30~95	0.03
恒温油槽	100~200	0.04
恒温油槽	200~300	0.02
低温检定槽	-60~20	0.02

取均匀分布计算半区间，则在  $50^{\circ}\text{C}$  时其标准不确定度为： $u_7=0.03/2/\sqrt{3} \approx 0.009^{\circ}\text{C}$

#### 4.2.2.7 估读 $u_8$

由于估读所产生的误差一般为分度值的  $1/10$  ( $0.01^{\circ}\text{C}$ )，取均匀分布计算半区间，则由此引起的标准不确定度为： $u_8=0.01/2/\sqrt{3} \approx 0.003^{\circ}\text{C}$

#### 4.2.2.8 取舍 $u_9$

由于末位取舍所产生的误差一般为分度值的  $1/10$  ( $0.01^{\circ}\text{C}$ )，取均匀分布计算半区间，则由此引起的标准不确定度为： $u_9=0.01/2/\sqrt{3} \approx 0.003^{\circ}\text{C}$

$u_{x_{修}}$  不确定度分量一览表见表 7-1。

表 7-1.  $u_{x_{修}}$  不确定度分量一览表

单位: °C

不确定度来源	符号	温度计范围 0~50
标准铂电阻温度计	$u_2$	0.001
水三相点复现的温度值变化	$u_3$	0.001
电测设备	$u_4$	0.002
恒温槽均匀性	$u_5$	0.002
恒温槽波动度及时间常数不同	$u_6$	0.001
温度计插入不垂直或视差	$u_7$	0.009
估读	$u_8$	0.003
取舍	$u_9$	0.003

4.2.3 被测温度计零位的合成标准不确定度  $u_{x_{零位}}$ 

被测温度计零位的测量方法和计算方法与温度修正值的类似, 因此合成标准不确定度  $u_{x_{零位}}$  的评定方法也与  $u_{x_{修}}$  的评定方法类似, 其不确定度分量一览表见表 7-2

表 7-2.  $u_{x_{零位}}$  不确定度分量一览表

单位: °C

不确定度来源	符号	温度计范围 0~50
标准铂电阻温度计	$u_{10}$	0.002
水三相点复现的温度值变化	$u_{11}$	0.001
电测设备	$u_{12}$	0.002
冰水混合温度均匀性	$u_{13}$	0.0003
冰水混合温度波动度及时间常数不同	$u_{14}$	0.0003
温度计插入不垂直或视差	$u_{15}$	0.009
估读	$u_{16}$	0.003
取舍	$u_{17}$	0.003

## 4.3 扣除零位后温度修正值的合成标准不确定度及扩展不确定度

扣除零位后温度修正值的合成标准不确定度可按式 (7) 计算得到

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^{17} u_i^2} = 0.02 \quad (7)$$

取包含因子  $k=2$ , 可得到扩展不确定度为:  $U = 0.04^\circ\text{C}$ 。

同理, 可得到各温区温度计扣除零位后温度修正值的扩展不确定度。各温区温度计不确定度分量及扩展不确定度见表 7-3。

表 7-3. 各温区温度计不确定度分量一览表

单位: °C

不确定度一览表		符号	-30~20	0~50	50~100	100~150	150~200	200~250	250~300
	重复性	$u_1$	0.008	0.01	0.009	0.015	0.01	0.007	0.013
$u_{x修}$	标准铂电阻温度计	$u_2$	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004
	水三相点复现的温度值变化	$u_3$	0.0006	0.0007	0.0008	0.001	0.001	0.001	0.001
	电测设备	$u_4$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	恒温槽均匀性	$u_5$	0.006	0.002	0.002	0.007	0.007	0.003	0.003
	恒温槽波动度及时间常数不同	$u_6$	0.006	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003
	温度计插入不垂直或视差	$u_7$	0.006	0.009	0.012	0.012	0.012	0.006	0.006
	估读	$u_8$	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	取舍	$u_9$	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
$u_{x零位}$	标准铂电阻温度计引入	$u_{10}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	水三相点复现的温度值变化	$u_{11}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	电测设备	$u_{12}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	冰水混合温度均匀性	$u_{13}$	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.000
	冰水混合温度波动度及时间常数不同引入	$u_{14}$	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.00
	温度计插入不垂直或视差	$u_{15}$	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
	估读	$u_{16}$	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	取舍	$u_{17}$	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
合成标准不确定度			0.017	0.017	0.019	0.023	0.021	0.015	0.019
扩展不确定度 (k=2)			0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04

## 5. 数据的等效性（分析方法参照 CCT 关键比对 KC3 和 KC4）

### 5.1 参考值

此次比对的参考值为中国计量科学研究所的比对温度计送出前和回来后测量的分度修正值的平均值  $x_{终}$ 。没有形成闭环的比对组的部分温区的温度计只能选取比对前（或后）的数据作为参考值。

为保证比对结果的可比性，主导实验室将各参加实验室的数据汇总后，取参加实验室与主导实验室各温度点分度修正值的差值作为参加实验室比对的最终结果。

如下式：

$$\Delta t_{Lab - NIM} = t_{lab} - t_{NIM}$$

式中， $\Delta t_{Lab-NIM}$  为参加分度修正值与参考值的差值， $t_{Lab}$  为参加实验室的分度修正值分度修正值， $t_{NIM}$  为主导实验室的分度修正值（参考值）

参加实验室与主导实验室各温度点分度修正值的差值列于表 10 中。

### 5.2 参考值及差值的不确定度

#### 5.2.1 参考值的扩展不确定度

参考值的扩展不确定度为主导实验室分度修正值的扩展不确定度，这已列于表 7-3 中。

#### 5.2.2 温度计稳定性

虽然比对用温度计经过反复挑选，但在比对过程中，经过多次热过程以及运输等方面原因，温度计的分度修正值会发生变化，取每个温度范围中五支温度计中比对前与比对后最大变化的数值计算其不确定度，取均匀分布，可得到由温度计不稳定引起的标准不确定度为：

$$u_s = \frac{|x_{前} - x_{后}|}{2 \cdot \sqrt{3}} \quad (8)$$

式中， $u_s$  为温度计的不稳定性引起的标准不确定度

各温区温度计比对前与比对后分度修正值最大差值的绝对值见表 8：

表 8. 各温区温度计比对前与比对后分度修正值最大差值的绝对值

温度范围 (°C)	各温区温度计比对前与比对后分度修正值 最大差值的绝对值 (°C)
<u>20 ~ -30</u>	<u>0.04</u>
<u>0 ~ 50</u>	<u>0.04</u>
<u>50 ~ 100</u>	<u>0.06</u>
<u>100 ~ 150</u>	<u>0.06</u>
<u>150 ~ 200</u>	<u>0.04</u>
<u>200 ~ 250</u>	<u>0.04</u>
<u>250 ~ 300</u>	<u>0.06</u>

#### 5.2.2 差值的扩展不确定度

差值的标准不确定度是参考值的标准不确定度、参加实验室宣称的标准不确定度以及

温度计的不稳定性引起的标准不确定度的合成，差值的合成标准不确定度可表示为：

$$u_{\Delta t} = \sqrt{u_{NIM}^2 + u_{Lab}^2 + u_S^2} \quad (7)$$

式中， $u_{\Delta t}$  为差值的扩展不确定度， $u_{NIM}$  为主导实验室（参考值）的标准不确定度， $u_{Lab}$  为参加实验室的标准不确定度，参加实验室的标准不确定度通过其给出的扩展不确定度以及包含因子计算得到。

取包含因子  $k=2$ ，可得到差值的扩展不确定度为： $U_{\Delta t} = 2 u_{\Delta t}$ 。

各参加实验室与参考值的差值及差值的扩展不确定度见图 1，2，3，4，5，6，7。图中，横坐标为各参加实验室，纵坐标为参加实验室与参考值的差值及差值的不确定度。

### 5.3 等效限

等效限  $E_n$  是评价比对结果的一种方法。 $|E_n| \leq 1$  表示参加实验室分度修正值与参考值的差值与其宣称的不确定度相比在合理的范围内。等效限  $E_n$  可用下式计算：

$$E_{Lab, NIM} = \frac{\Delta t_{Lab - NIM}}{U_{\Delta t}} \quad (8)$$

式中， $E_{Lab, NIM}$  为等效限；

各参加实验室在各温度点的比对结果是否在等效限内汇总见表 9，图 8。

各参加实验室在各温度点的比对结果与参考值差值、温差的扩展不确定度数据及  $E_n$  值汇总见表 10。



表 9. 各参加比对实验室在各温度点的比对结果是否在等效限内汇总表

温度范围 及温度点 (°C)	20~-30		30~50		50~100			100~150			150~200			200~250			250~300		
	20	-30	30	50	50	80	100	100	130	150	150	180	200	200	230	250	250	280	300
山东																			
天津																			
辽宁																			
吉林							●												
黑龙江							●				●				●	●	●	●	●
江西							●												
浙江										●		●							
上海																			
江苏																			
河南			●	●								●	●	●	●	●			
重庆																			
中测院																			
云南																			
贵州																			
广西																			
广东																			
湖南												●						●	
安徽																			
湖北																			
304 所																	●		
山西																			
河北															●				
北京																			
新疆									●	●			●	●			●	●	●

注：空白表示在等效限内 ●：表示超出等效限的温度点

## 6. 比对结果基本情况及评述

二等标准水银温度计全国比对涉及全国 22 个省市自治区 24 个实验室,从比对细则起草宣贯、比对实验到完成比对报告历时一年半。各参加比对实验室都十分重视此次比对,均能按照比对细则的要求向主导实验室提供了完整的技术文件,包括各实验室基本情况、比对用温度计的交接记录、比对实验结果、不确定度评定报告以及比对用设备调查表。

主导实验室负责起草了比对细则、完成了全部温度计的比对实验、实验数据处理并撰写比对报告。同时主导实验室还对各参加实验室的数据进行汇总统计,参照 CCT 关键比对数据处理方法,以中国计量院主导实验室的值作为参考值,对此次比对结果进行处理,比对结果见表 9,图 8。

本次比对项目是二等标准水银温度计(7 支)的分度修正值。温度范围为(-30~300)℃,比对分五组,每组比对 7 个温区(7 支温度计),比对的温度点 19 个,总共应该形成 35 个闭环。但由于比对中温度计损坏,有三个比对组的一个温区没有形成闭环,因此整个比对共有 32 个闭环,3 个开环。

温度点全部在等效限内的实验室有 15 个,它们是:山东、天津、辽宁、上海、江苏、重庆、中测院、云南、贵州、广西、广东、湖北、安徽、山西和北京;

1~2 个温度点在等效限外的实验室有 6 个,它们是:吉林(1 个)、江西(1 个)、浙江(2 个)、湖南(2 个)、304 所(1 个)和河北(1 个)。注:括号内数字表示在等效限外的温度点的个数;

7 个温度点在等效限外的实验室有 3 个,它们是:黑龙江、河南和新疆。

通过这次比对可以看出,绝大多数实验室给出的量值与参考值相比没有明显的系统偏差,且不确定度的评定基本合理,保证了比对结果在等效限内。证明目前我国量传系统是可靠的。但同时也在比对中也发现一些问题,主要表现在测量过程以及不确定度评定两个方面:

### 1. 测量中出现的问题

#### a. 测量设备的问题

本次比对应分五组同时进行,形成闭环,但由于部分温度计损坏,导致三个比对小组的部分温区的比对数据不完整。主要原因有恒温槽使用时间太长,端盖老化,导致温度计滑落到恒温槽中;还有的恒温槽均匀性不好或波动度较大,导致数据偏差较大;

#### b. 测量过程问题

由于二等标准水银温度计不能正反读数,因此温度计插入是否垂直也是本次比对发现的较大问题之一。如果温度计插入不垂直或恒温槽端盖不水平会使读数产生(0.02~0.04)℃的偏差。而在高温区温度计本身质量以及测量时预热时间不够直接导致温度计损坏;

#### c. 数据处理问题

数据处理能力也是本次比对考查的内容之一。比对细则明确规定比对结果的给出值是扣除零位后的温度修正值,这与常规的二等标准水银温度计检定有所不同,个别实验室计算出现错误,或不按比对要求进行数据处理,导致较多温度点的比对结果在等效限外;

#### d. 溯源问题

本次比对结果是二等标准水银温度计的分度修正值,检定二等标准水银温度

计的标准器是二等标准铂电阻温度计或一等标准水银温度计，由于二等标准铂电阻温度计的不确定度远小于二等标准水银温度计，从传递关系上来说不会产生较大的系统偏差；而用一等标准水银温度计传递时，由于一等标准水银温度计的不确定度只略高于二等标准水银温度计（比如一等不确定度  $0.02^{\circ}\text{C}$  传递二等  $0.03^{\circ}\text{C}$ ），因此，一等标准水银温度计的不确定度或传递系统偏差会直接影响二等标准水银温度计的比对结果，这也是部分实验室结果在等效限外的原因之一。

## 2、不确定度的评定

主导实验室审阅了各参加实验室的不确定度的评定报告。主要发现的问题有：

- a. 本次比对结果是二等标准水银温度计的分度修正值，因此在计算模型以及不确定度的评定中应该包含零位测量的不确定度，但一部分实验室的不确定度评定中缺少零位测量的不确定度，导致不确定度值偏小，也影响了等效限 E 值；
- b. 不确定度分析不完整清晰，缺少部分内容，如数据取舍、零位、温场均匀度等方面的影响，也导致不确定度值偏小，影响了等效限 E 值；；
- c. 不确定度评定中数值的单位表示错误，如 **mK** 写成 **mk**，应使用相应的国家标准；不确定度数值位数取得不正确，有的单位多给出一位，应按 **JJG1059-1999**，不确定度的位数应与数据的修约值一致；
- d. 按极差法计算重复性时，C 值取值错误。

综上所述，通过本次比对全面了解了我国各计量技术机构的温度实验室检定二等标准水银温度计的现状和相关仪器设备的准确度，考查了检定人员技术水平，为保证我国的量值传递的准确可靠提供了依据。因而完成了国家质检总局计量司下达了 2004 年度二等标准水银温度计全国比对任务。

表 10-1. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)		$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$	
	20°C	-30°C		20°C	-30°C
山东	0.02	-0.01	0.05	0.4	-0.2
天津	0.04	-0.02	0.06	0.7	-0.3
辽宁	0.03	0.01	0.05	0.6	0.2
吉林	0.00	0.02	0.06	0.0	0.4
黑龙江	-0.01	-0.01	0.05	-0.2	-0.2
江西	-0.01	-0.01	0.05	-0.2	-0.2
浙江	-0.02	-0.02	0.06	-0.4	-0.4
上海	0.00	-0.01	0.06	0.0	-0.2
江苏	-0.01	-0.01	0.06	-0.2	-0.2
河南	-0.02	-0.03	0.06	-0.3	-0.5
重庆	0.00	0.00	0.05	0.0	0.0
中测院	0.02	0.00	0.05	0.4	0.0
云南	0.05	0.01	0.06	0.9	0.2
贵州	0.00	-0.03	0.05	0.0	-0.6
广西	0.03	-0.01	0.05	0.6	-0.2
广东	0.02	-0.01	0.05	0.4	-0.2
湖南	0.01	-0.03	0.05	0.2	-0.6
安徽	0.02	0.02	0.06	0.4	0.4
湖北	0.00	0.01	0.05	0.0	0.2
304 所	-0.03	-0.02	0.05	-0.6	-0.4
山西	-0.01	0.00	0.05	-0.2	0.0
河北	0.01	0.02	0.06	0.2	0.3
北京	-0.02	-0.06	0.06	-0.3	-1.0
新疆	-0.02	-0.04	0.05	-0.4	-0.8

表 10-2. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)		$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$	
	30°C	50°C		30°C	50°C
山东	-0.01	-0.02	0.05	-0.2	-0.4
天津	-0.01	-0.01	0.05	-0.2	-0.2
辽宁	-0.01	-0.01	0.04	-0.2	-0.2
吉林	0.00	0.00	0.05	0.0	0.0
黑龙江	-0.01	-0.03	0.05	-0.2	-0.6
江西	0.03	0.02	0.05	0.6	0.4
浙江	0.01	0.01	0.05	0.2	0.2
上海	0.00	0.00	0.05	0.0	0.0
江苏	0.01	-0.02	0.05	0.2	-0.4
河南	0.07	0.07	0.05	1.4	1.4
重庆	0.00	0.01	0.05	0.0	0.2
中测院	-0.02	0.04	0.05	-0.4	0.8
云南	0.02	0.02	0.05	0.4	0.4
贵州	-0.01	0.04	0.05	-0.2	0.8
广西	-0.02	0.03	0.05	-0.4	0.6
广东	-0.01	0.00	0.05	-0.2	0.0
湖南	-0.03	0.02	0.05	-0.6	0.4
安徽	-0.03	-0.03	0.05	-0.6	-0.6
湖北	-0.05	-0.04	0.05	-1.0	-0.8
304 所	0.01	0.01	0.04	0.2	0.2
山西	-0.01	0.01	0.05	-0.2	0.2
河北	-0.02	0.00	0.06	-0.4	0.0
北京	-0.03	0.00	0.06	-0.5	0.0
新疆	-0.03	0.00	0.05	-0.6	0.0

表 10-3. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)			$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$		
	50°C	80°C	100°C		50°C	80°C	100°C
山东	-0.01	0.02	0.03	0.06	-0.2	0.3	0.5
天津	0.01	0.04	0.04	0.06	0.2	0.7	0.6
辽宁	0.03	0.04	0.05	0.06	0.5	0.7	0.8
吉林	0.04	0.04	0.07	0.06	0.7	0.7	1.2
黑龙江	0.02	0.04	-0.12	0.06	0.4	0.7	-2.0
江西	0.01	0.01	0.07	0.06	-0.2	0.2	1.2
浙江	0.02	0.03	0.05	0.06	0.0	0.5	0.8
上海	0.01	0.01	0.03	0.06	-0.2	0.2	0.5
江苏	0.01	0.02	0.03	0.06	-0.2	0.3	0.5
河南	0.02	0.05	0.06	0.06	0.0	0.8	1.0
重庆	0.01	0.01	0.04	0.06	-0.2	0.2	0.7
中测院	-0.01	0.01	0.03	0.06	-0.2	0.2	0.5
云南	-0.04	-0.03	-0.05	0.06	-0.6	-0.5	-0.8
贵州	0.00	0.03	0.02	0.06	0.0	0.5	0.3
广西	-0.01	0.02	0.05	0.06	-0.2	0.3	0.8
广东	-0.03	0.00	0.03	0.06	-0.5	0.0	0.5
湖南	0.00	0.05	0.04	0.06	0.0	0.8	0.7
安徽	0.00	0.02	0.00	0.06	0.0	0.3	0.0
湖北	-0.01	0.00	0.01	0.06	-0.2	0.0	0.2
304 所	-0.02	-0.03	0.04	0.05	-0.4	-0.6	0.7
山西	-0.01	0.01	0.03	0.06	-0.2	0.2	0.5
河北	0.05	0.03	0.06	0.07	0.7	0.4	0.8
北京	-0.03	-0.02	0.01	0.06	-0.5	-0.3	0.2
新疆	-0.04	-0.04	-0.01	0.06	-0.7	-0.7	-0.2



表 10-4. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)			$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$		
	100°C	130°C	150°C		100°C	130°C	150°C
山东	0.01	0.02	0.03	0.08	0.1	0.3	0.4
天津	0.03	0.00	-0.01	0.07	0.4	0.0	-0.1
辽宁	0.01	0.02	0.03	0.07	0.1	0.3	0.4
吉林	0.01	0.02	0.05	0.06	0.2	0.3	0.8
黑龙江	0.00	0.01	0.03	0.07	0.0	0.1	0.4
江西	0.01	0.00	-0.01	0.07	0.1	0.0	-0.1
浙江	0.05	0.00	0.01	0.07	0.7	0.0	0.1
上海	0.01	0.00	0.01	0.07	0.1	0.0	0.1
江苏	0.02	-0.01	0.00	0.07	0.3	-0.1	0.0
河南	0.01	0.01	0.01	0.07	0.1	0.1	0.1
重庆	0.01	-0.01	0.00	0.07	0.1	-0.1	0.0
中测院	0.00	-0.01	0.00	0.07	0.0	-0.2	0.0
云南	0.01	-0.03	0.01	0.08	0.1	-0.4	0.1
贵州	0.00	0.02	0.02	0.07	0.0	0.3	0.3
广西	0.00	0.00	-0.01	0.07	0.0	0.0	-0.1
广东	-0.02	-0.07	-0.02	0.07	-0.3	-1.0	-0.3
湖南	0.04	0.02	0.03	0.07	0.6	0.3	0.4
安徽	-0.02	0.02	-0.01	0.08	-0.3	0.3	-0.1
湖北	-0.02	-0.01	-0.01	0.07	-0.3	-0.1	-0.1
304 所	0.00	0.00	0.01	0.07	0.0	0.0	0.1
山西	-0.03	0.01	0.02	0.07	-0.5	0.2	0.3
河北	0.04	0.04	0.07	0.08	0.5	0.5	0.9
北京	0.03	0.06	0.04	0.09	0.3	0.7	0.4
新疆	0.06	0.09	0.10	0.07	0.9	1.3	1.5

表 10-5. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)			$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$		
	150°C	180°C	200°C		150°C	180°C	200°C
山东	0.05	0.04	0.00	0.07	0.7	0.5	0.0
天津	0.00	0.02	0.01	0.07	0.0	0.3	0.1
辽宁	0.03	0.03	0.04	0.06	0.5	0.5	0.6
吉林	-0.03	0.01	0.02	0.06	-0.5	0.2	0.3
黑龙江	0.03	0.07	0.03	0.06	0.5	1.2	0.5
江西	0.06	0.04	0.03	0.06	1.0	0.6	0.5
浙江	0.09	0.06	0.09	0.06	1.4	0.9	1.4
上海	0.04	0.02	0.04	0.06	0.6	0.3	0.6
江苏	0.02	0.00	0.02	0.07	0.3	0.0	0.3
河南	0.04	0.09	0.12	0.07	0.6	1.4	1.8
重庆	0.05	0.01	0.03	0.07	0.7	0.1	0.4
中测院	-0.02	-0.01	-0.01	0.06	-0.3	-0.2	-0.2
云南	-0.04	-0.02	0.00	0.08	-0.5	-0.3	0.0
贵州	-0.01	-0.01	0.01	0.06	-0.2	-0.2	0.2
广西	0.00	-0.02	-0.01	0.06	0.0	-0.3	-0.2
广东	0.02	0.02	0.01	0.06	0.3	0.3	0.2
湖南	0.03	0.06	0.07	0.06	0.5	1.0	1.2
安徽	0.00	0.02	0.02	0.07	0.0	0.3	0.3
湖北	-0.05	-0.01	0.01	0.06	-0.8	-0.2	0.2
304 所	-0.03	-0.02	-0.01	0.06	-0.5	-0.3	-0.2
山西	-0.04	-0.01	0.02	0.06	-0.7	-0.2	0.3
河北	0.01	0.02	0.06	0.08	0.1	0.3	0.8
北京	-0.02	0.01	0.05	0.08	-0.3	0.2	0.6
新疆	-0.01	0.03	0.07	0.06	-0.2	0.5	1.2

表 10-6. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)			$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$		
	200°C	230°C	250°C		200°C	230°C	250°C
山东	-0.01	0.04	0.03	0.07	-0.1	0.6	0.4
天津	0.01	0.05	0.01	0.07	0.1	0.7	0.1
辽宁	0.03	0.03	0.01	0.06	0.5	0.5	0.2
吉林	0.05	0.06	0.05	0.06	0.8	1.0	0.8
黑龙江	0.02	0.08	0.07	0.06	0.4	1.4	1.2
江西	0.01	0.01	0.02	0.06	0.2	0.2	0.4
浙江	0.04	0.03	0.00	0.06	0.7	0.5	0.0
上海	0.02	0.01	0.01	0.06	0.3	0.2	0.2
江苏	-0.02	-0.02	-0.01	0.06	-0.3	-0.3	-0.2
河南	0.18	0.21	0.24	0.07	2.7	3.1	3.6
重庆	-0.07	0.01	0.04	0.07	-1.0	0.2	0.6
中测院	0.01	0.01	-0.02	0.05	0.2	0.2	-0.4
云南	-0.04	-0.02	-0.03	0.08	-0.5	-0.3	-0.4
贵州	0.00	0.00	0.02	0.06	0.0	0.0	0.3
广西	0.02	0.04	0.04	0.06	0.3	0.6	0.6
广东	0.06	0.03	0.05	0.06	1.0	0.5	0.9
湖南	0.05	0.02	0.08	0.05	1.0	0.4	1.5
安徽	0.03	0.04	0.04	0.07	0.4	0.6	0.6
湖北	0.00	0.01	0.03	0.06	0.0	0.2	0.5
304 所	0.04	0.04	0.09	0.06	0.7	0.7	1.6
山西	0.01	0.02	0.00	0.05	0.2	0.4	0.0
河北	0.02	0.08	0.05	0.07	0.3	1.1	0.7
北京	0.00	0.03	0.04	0.07	0.0	0.4	0.6
新疆	-0.10	-0.04	-0.03	0.06	-1.7	-0.7	-0.5

表 10-7. 各实验室与参考值差值、温差的扩展不确定度及等效线汇总表

参加实验室	$\Delta t_{Lab-NIM}$ (°C)			$U_{\Delta t}$ (k=2) (°C)	$E_{Lab,NIM}$		
	250°C	280°C	300°C		250°C	280°C	300°C
山东	0.03	0.05	0.00	0.08	0.4	0.6	0.0
天津	0.02	0.04	0.03	0.08	0.2	0.5	0.4
辽宁	0.01	0.02	-0.03	0.06	0.2	0.3	-0.5
吉林	-0.01	-0.01	-0.02	0.07	-0.1	-0.1	-0.3
黑龙江	0.10	0.11	-0.18	0.06	1.6	1.7	-2.8
江西	-0.01	-0.02	-0.03	0.06	-0.2	-0.3	-0.5
浙江	0.01	-0.01	0.02	0.07	0.1	-0.1	0.3
上海	0.00	0.00	0.00	0.07	0.0	0.0	0.0
江苏	-0.03	0.03	0.01	0.08	-0.4	0.4	0.1
河南	-0.05	-0.01	0.01	0.07	-0.7	-0.1	0.1
重庆	0.00	0.00	0.03	0.08	0.0	0.0	0.4
中测院	-0.02	0.00	0.00	0.06	-0.3	0.0	0.0
云南	-0.02	-0.04	-0.01	0.09	-0.2	-0.5	-0.1
贵州	-0.01	-0.01	0.00	0.08	-0.1	-0.1	0.0
广西	0.00	0.00	0.00	0.08	0.0	0.0	0.0
广东	0.03	0.00	0.00	0.07	0.5	0.0	0.0
湖南	0.00	-0.08	-0.02	0.06	0.0	-1.3	-0.3
安徽	0.01	0.07	0.04	0.08	0.1	0.9	0.5
湖北	0.05	0.03	-0.01	0.07	0.7	0.4	-0.1
304 所	0.09	0.00	0.01	0.06	1.4	0.0	0.2
山西	0.03	0.01	0.00	0.06	0.5	0.2	0.0
河北	0.02	0.08	0.07	0.09	0.2	0.9	0.8
北京	0.06	0.05	0.06	0.08	0.8	0.6	0.8
新疆	0.08	0.12	0.15	0.07	1.2	1.8	2.3

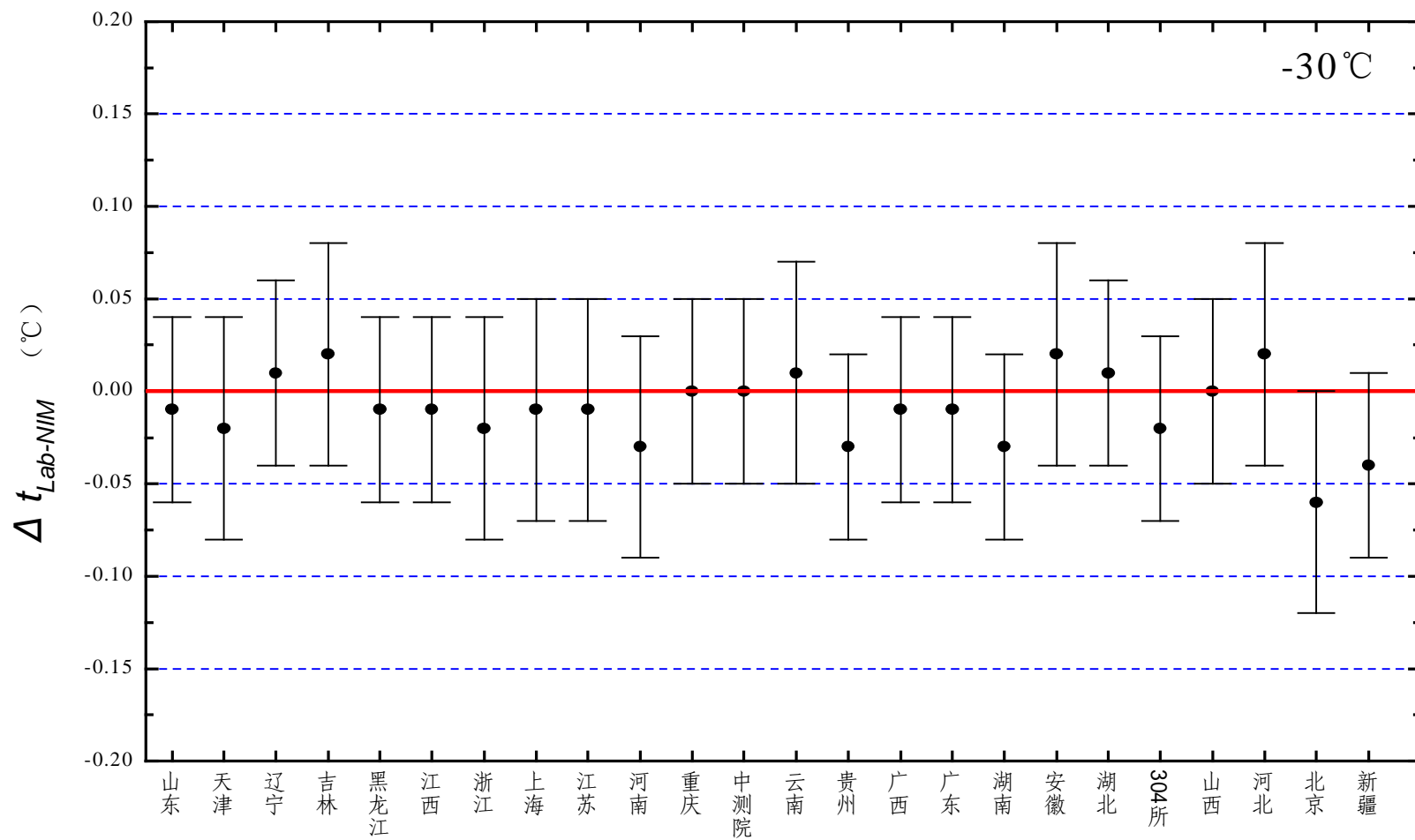


图 1-1. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

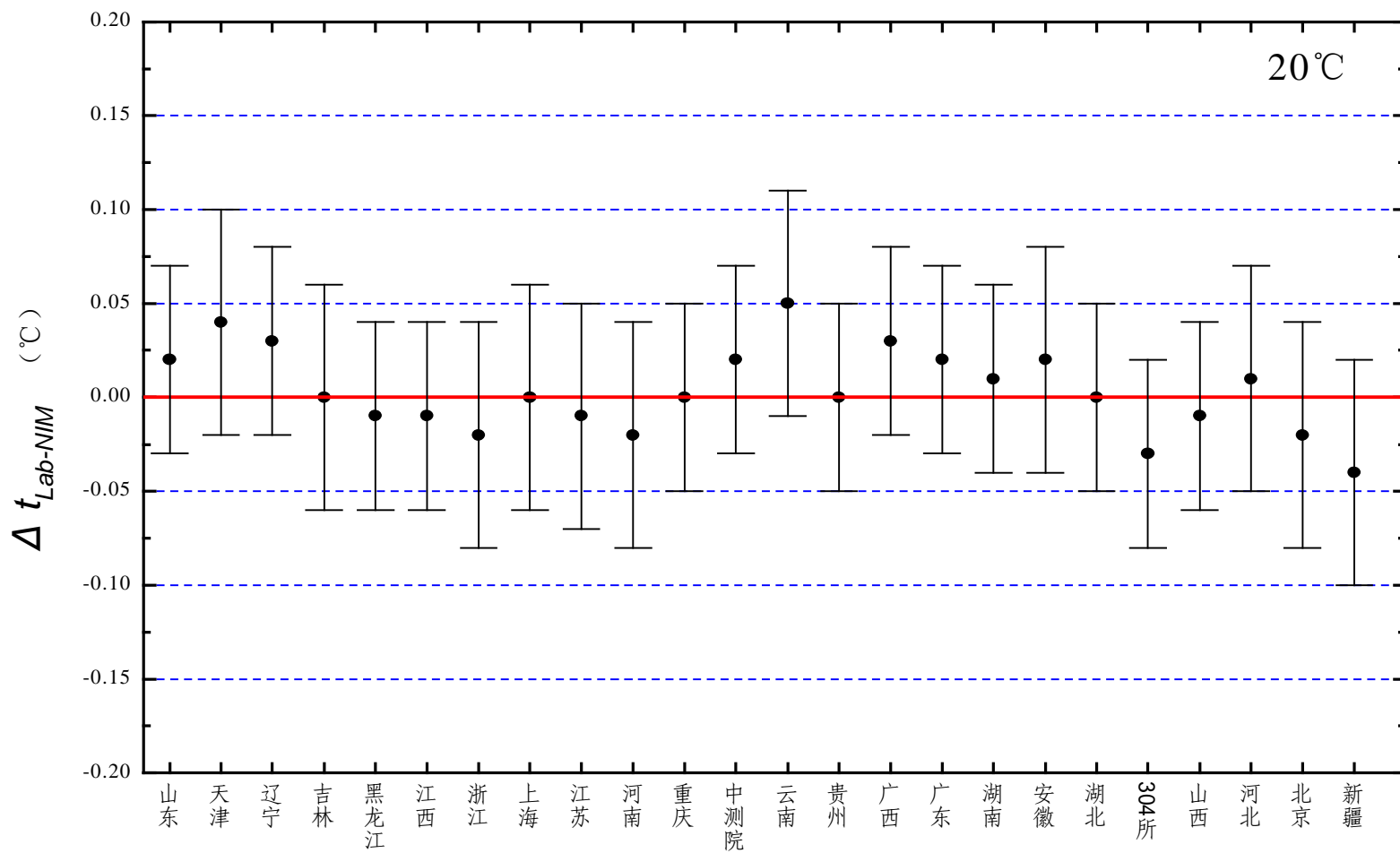


图1-2. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

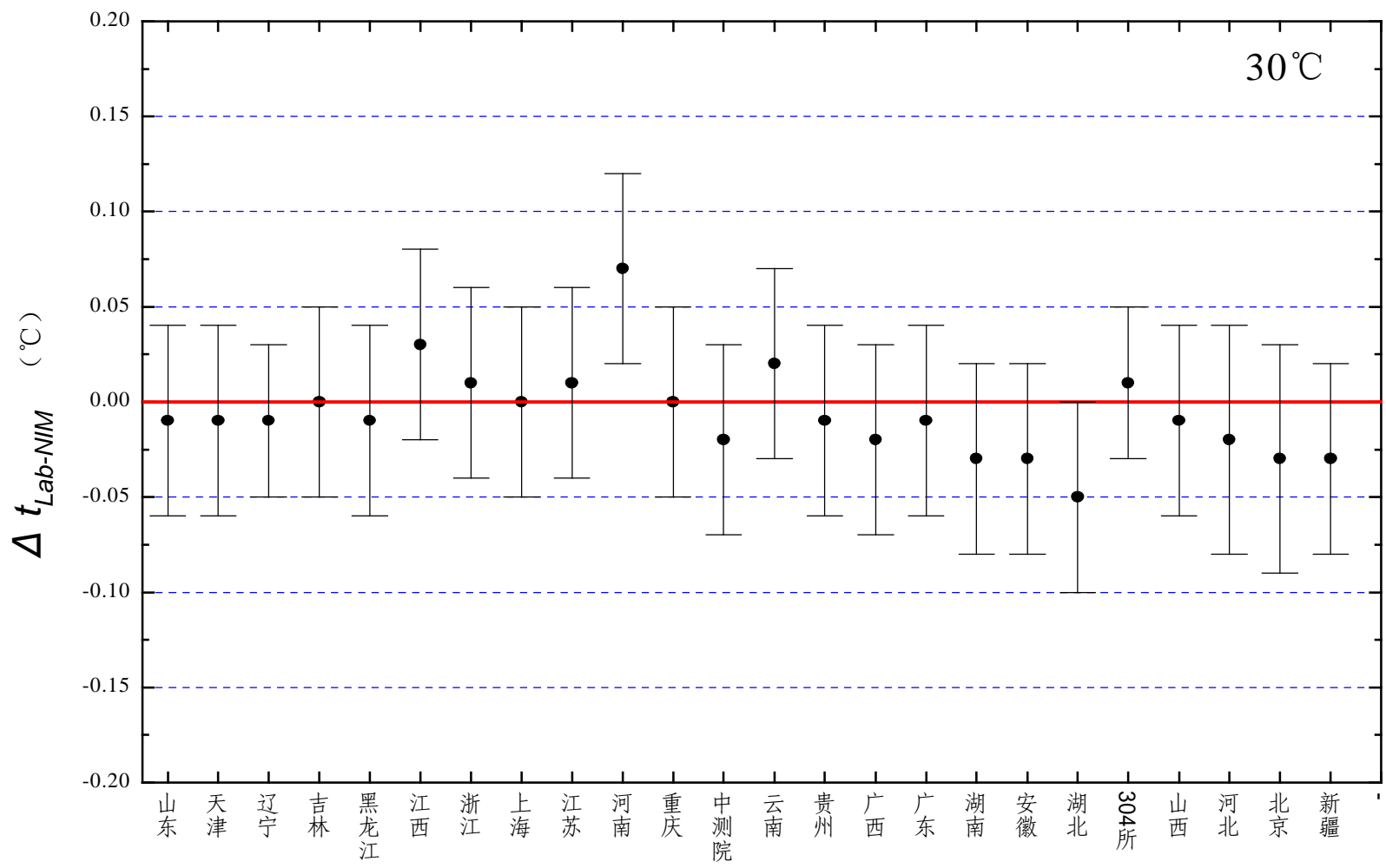


图2-1. 各参加实验室的温度修正值与参考值的差值 $\Delta t_{Lab-NIM}$ 及差值的扩展不确定度 $U_{\Delta t}$



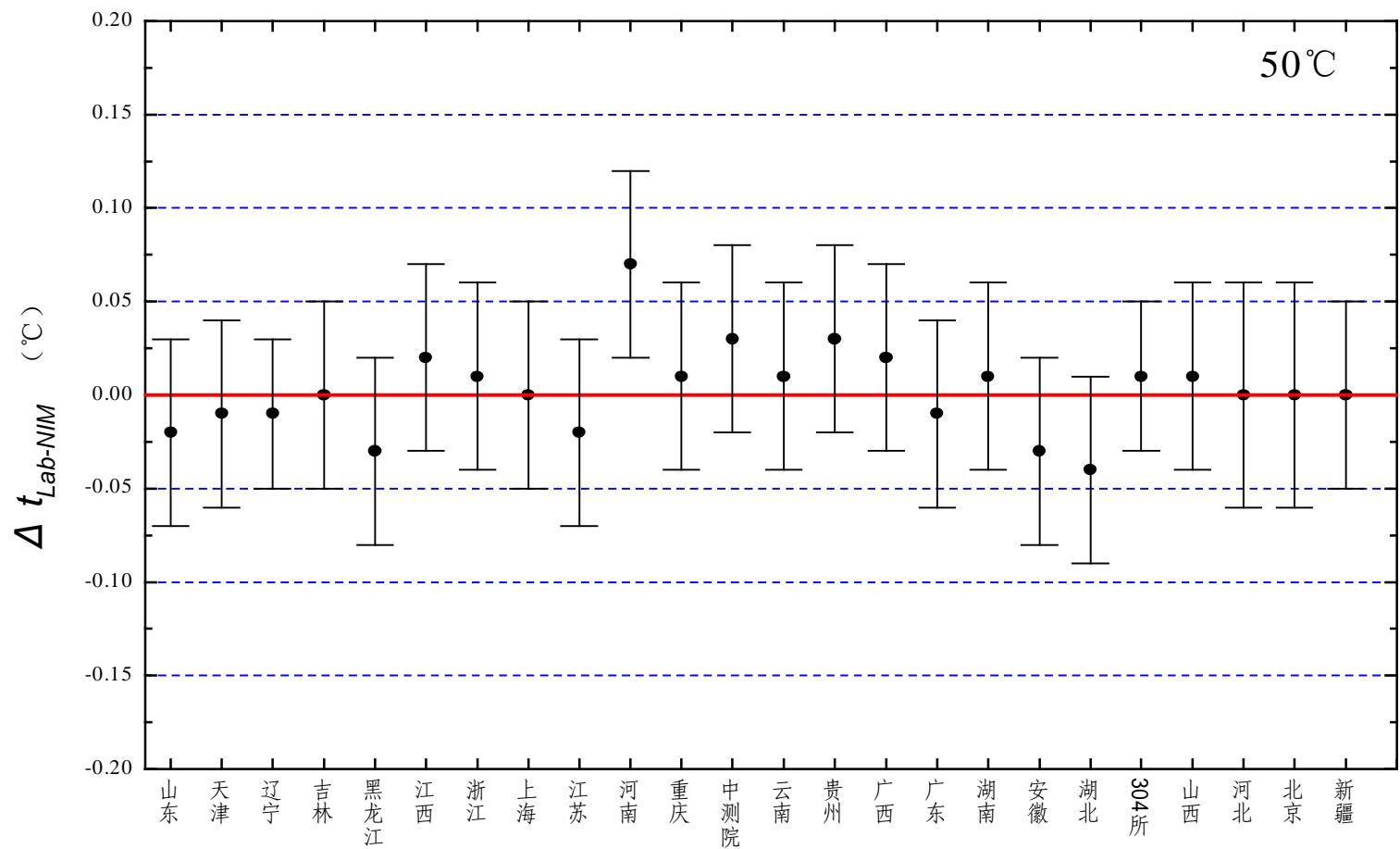


图2-2. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值 $\Delta t_{Lab-NIM}$ 及差值的扩展不确定度 $U_{\Delta t}$

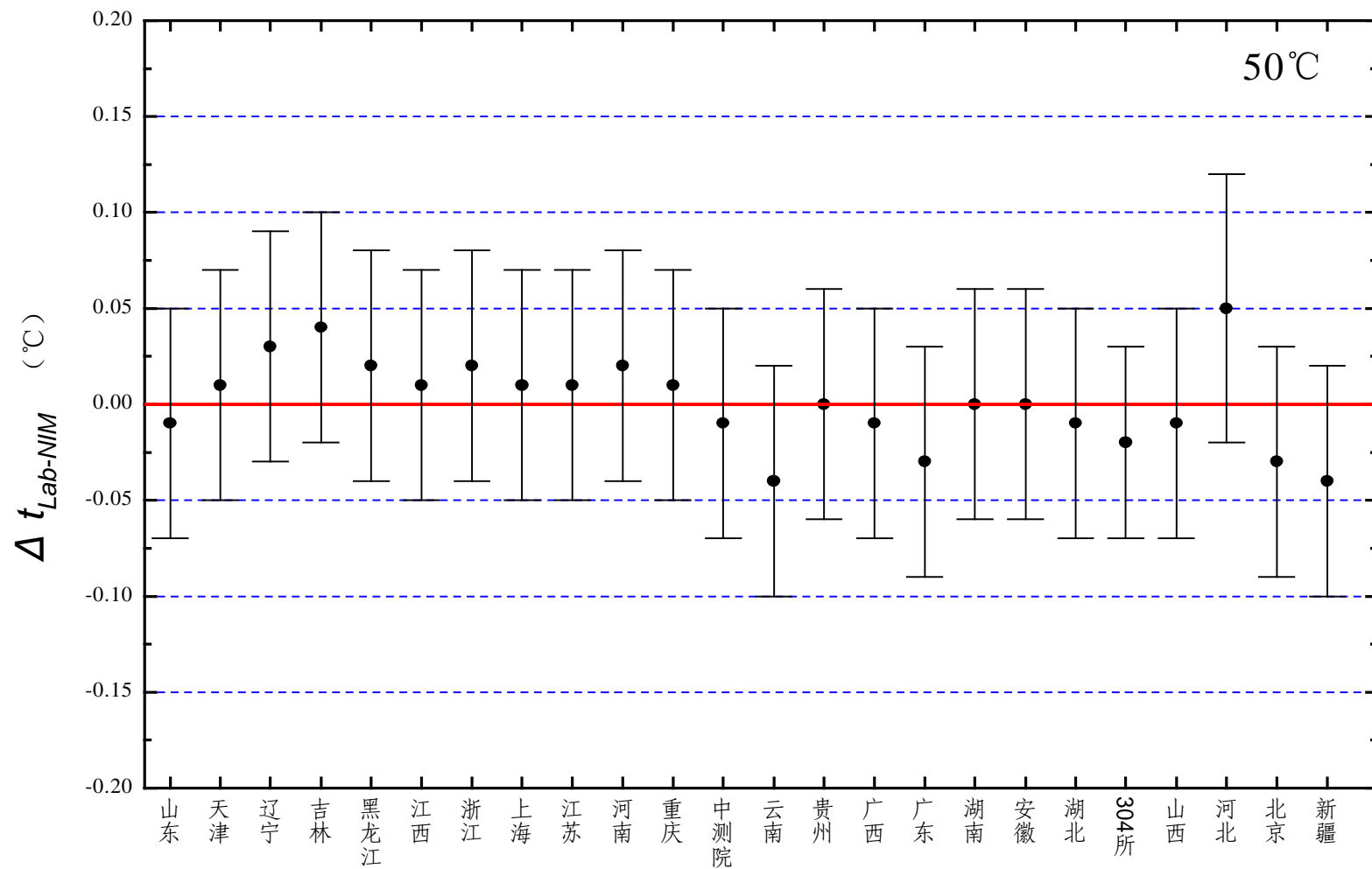


图3-1. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值 $\Delta t_{Lab-NIM}$ 及差值的扩展不确定度 $U_{\Delta t}$

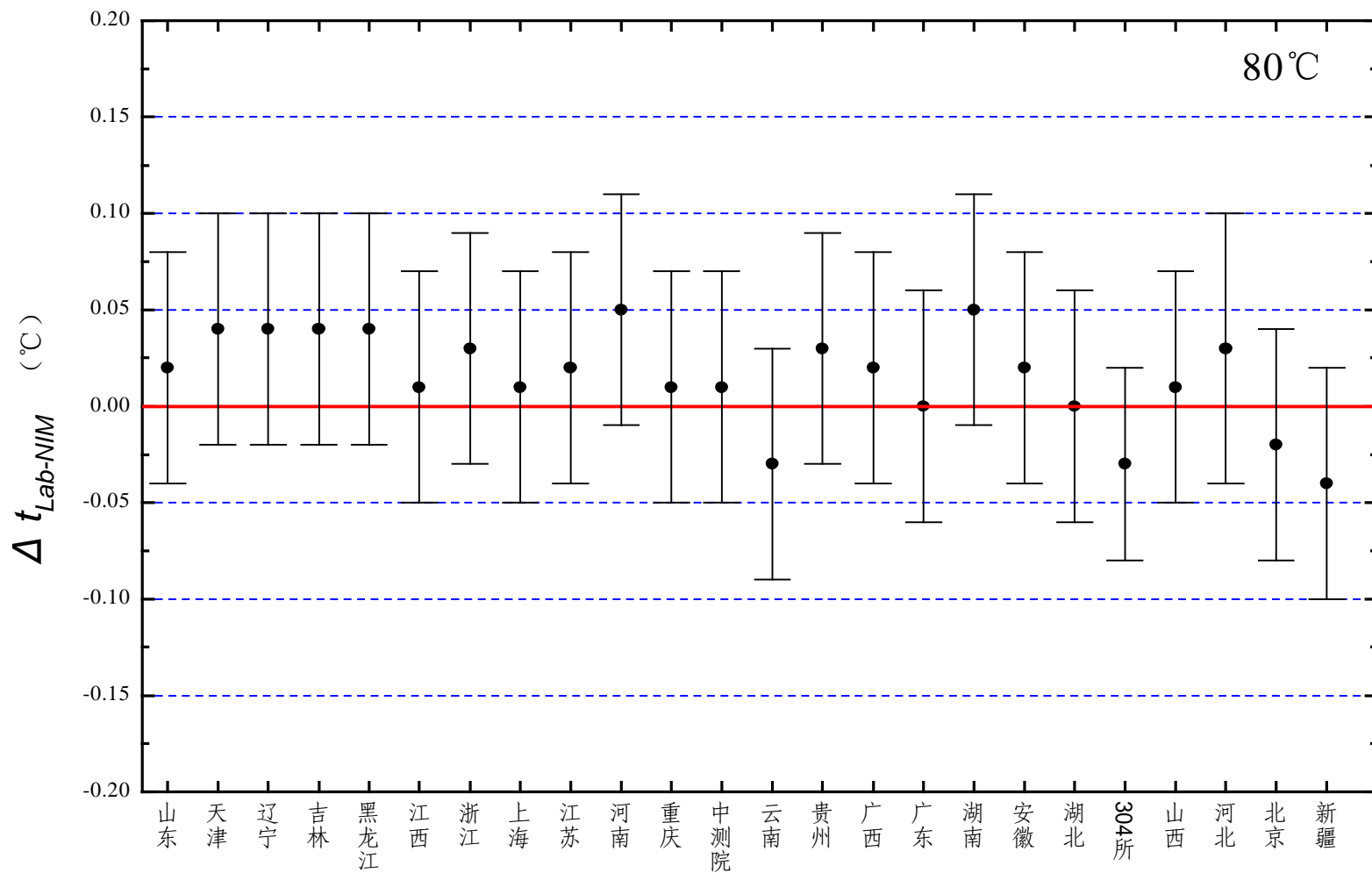


图3-2. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值 $\Delta t_{Lab-NIM}$ 及差值的扩展不确定度 $U_{\Delta t}$

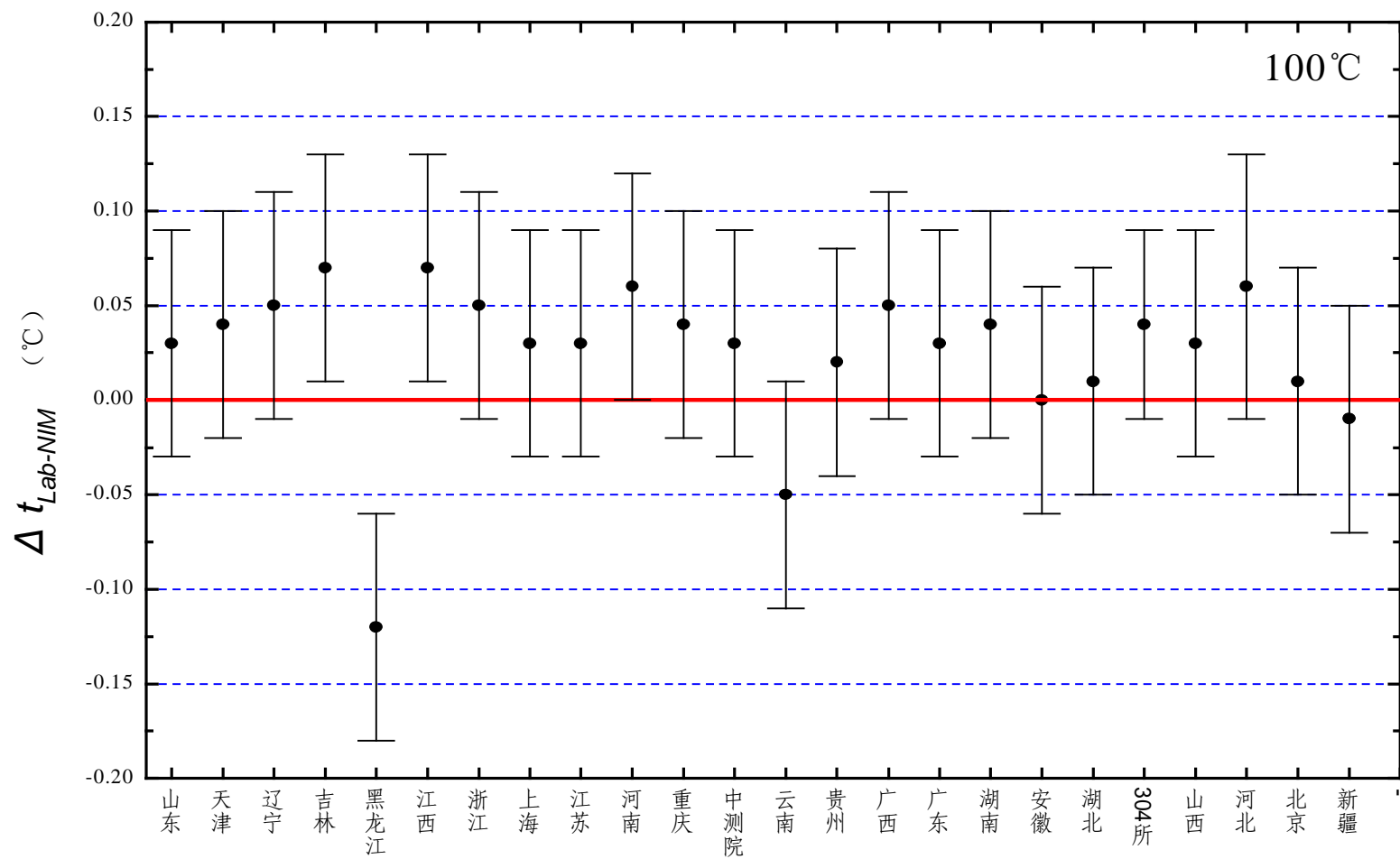


图3-3. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值 $\Delta t_{Lab-NIM}$ 及差值的扩展不确定度 $U_{\Delta t}$

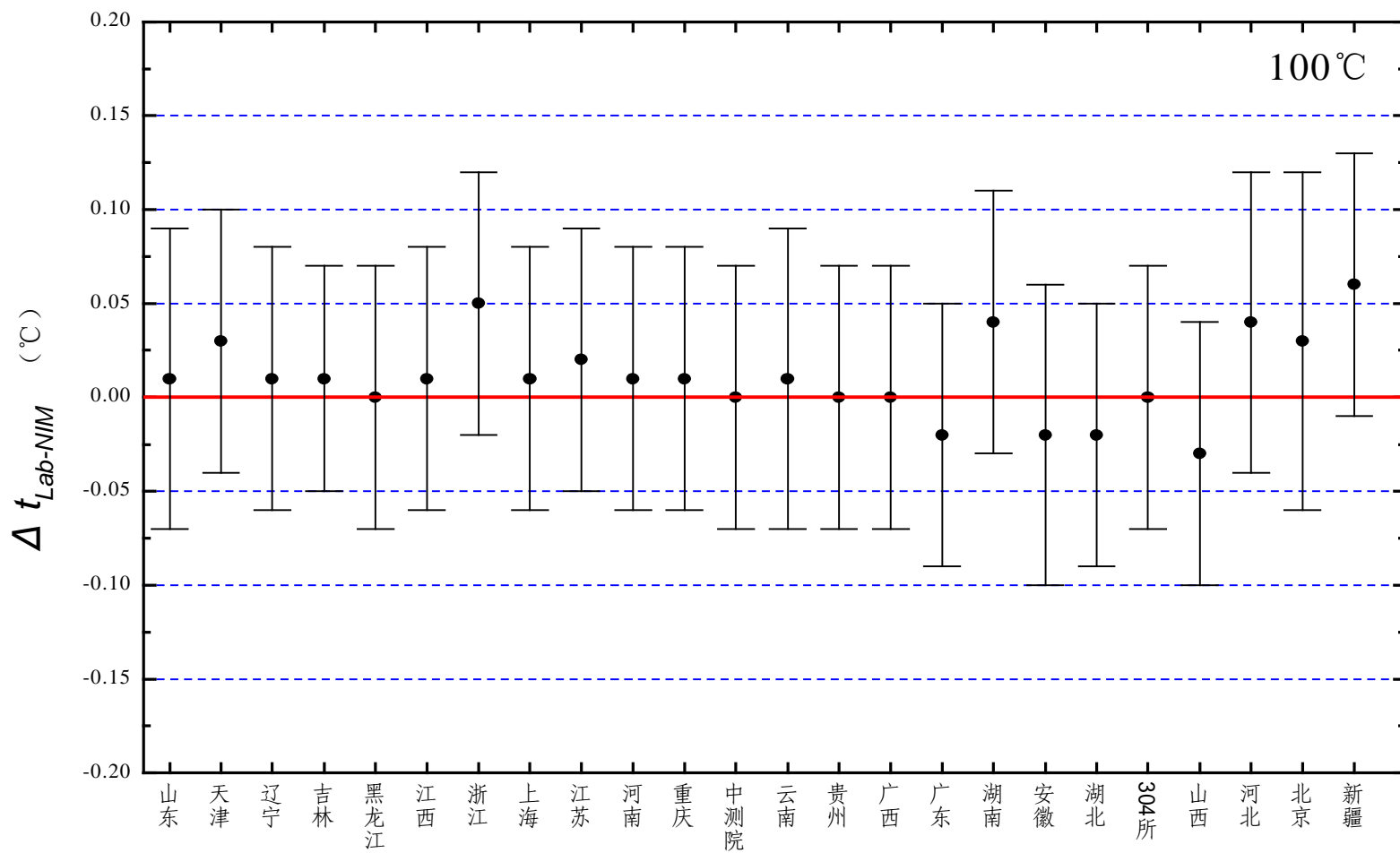


图4-1. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

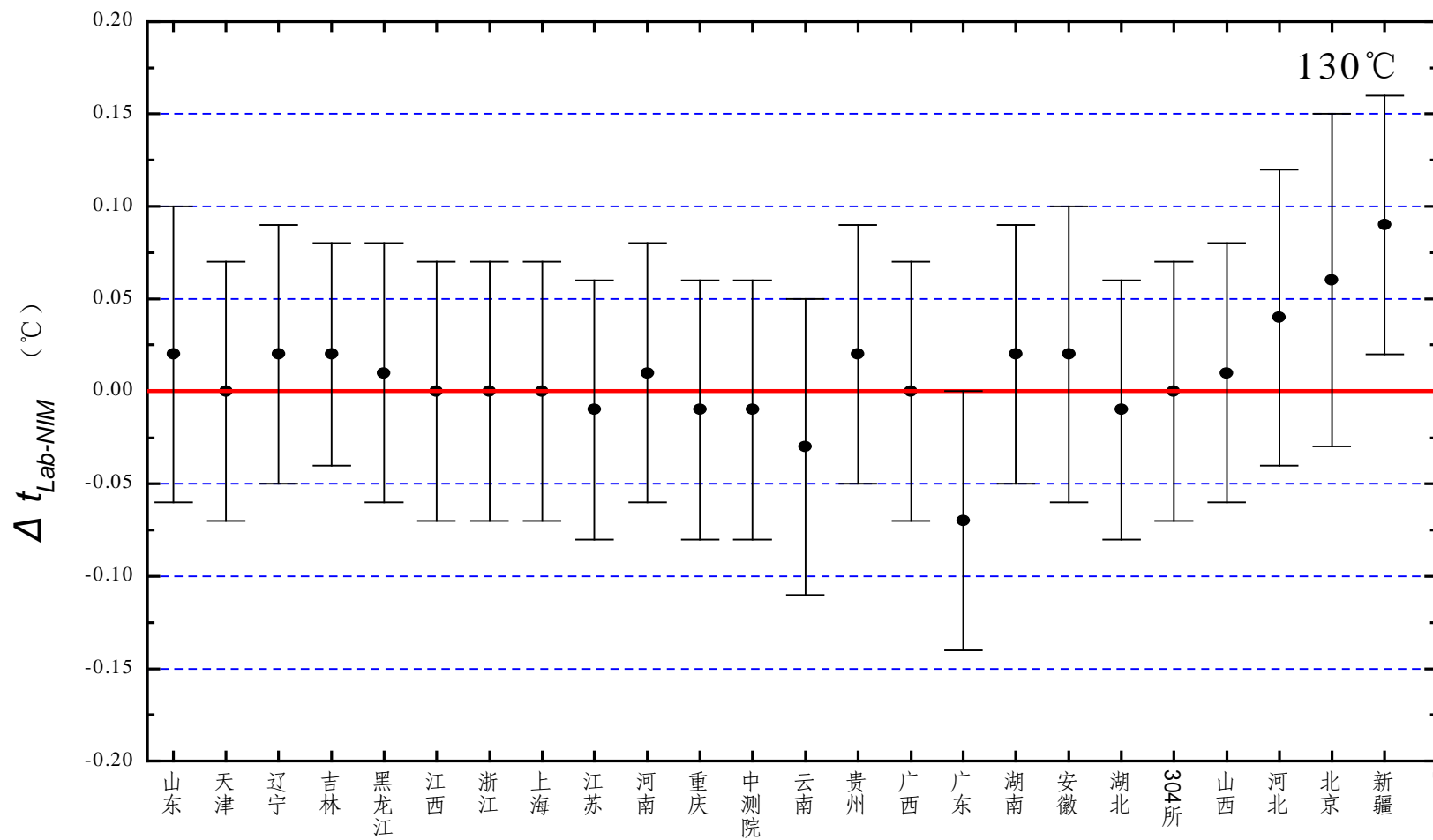


图 4-2. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

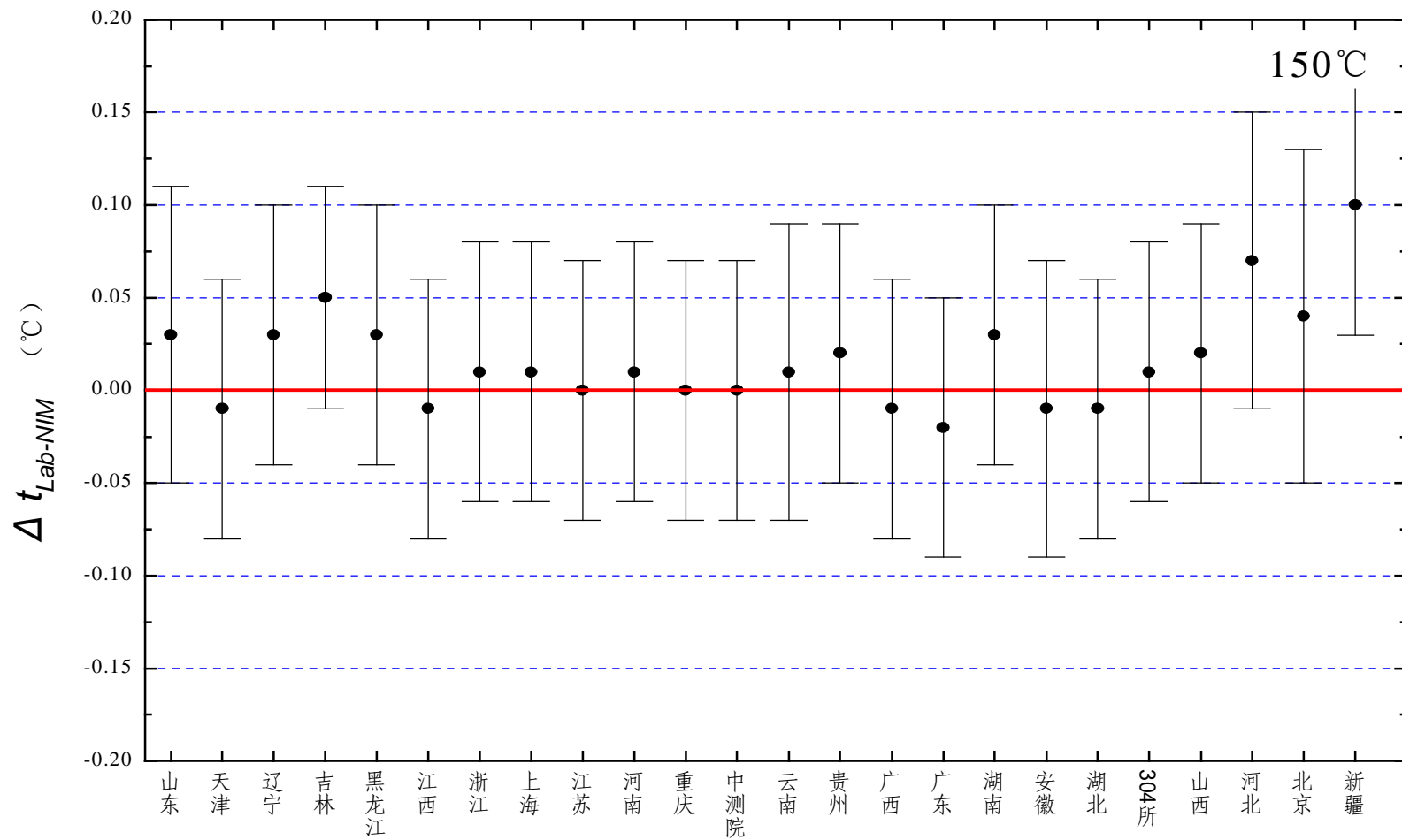


图 4-3. 各参加实验室的温度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$



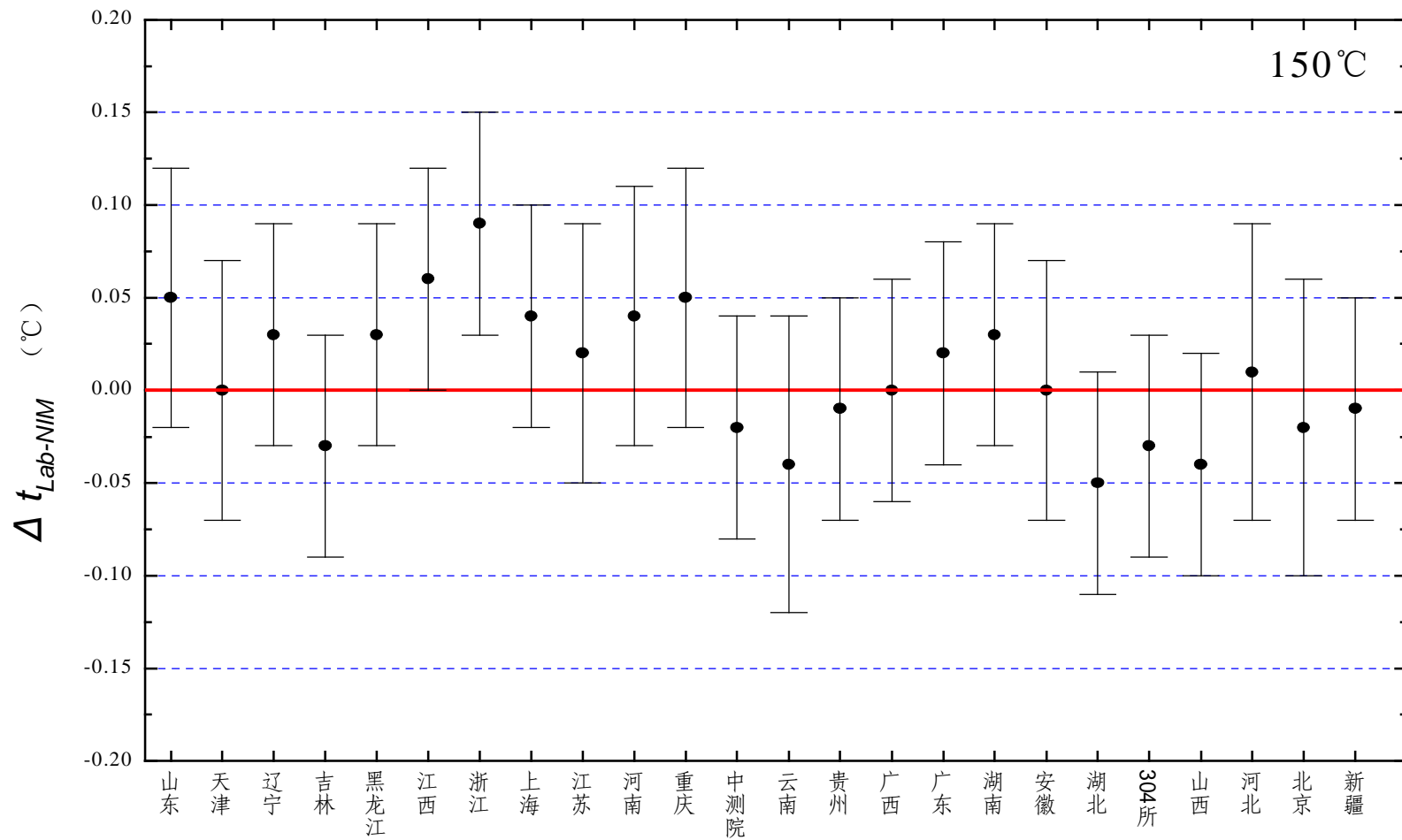


图5-1. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

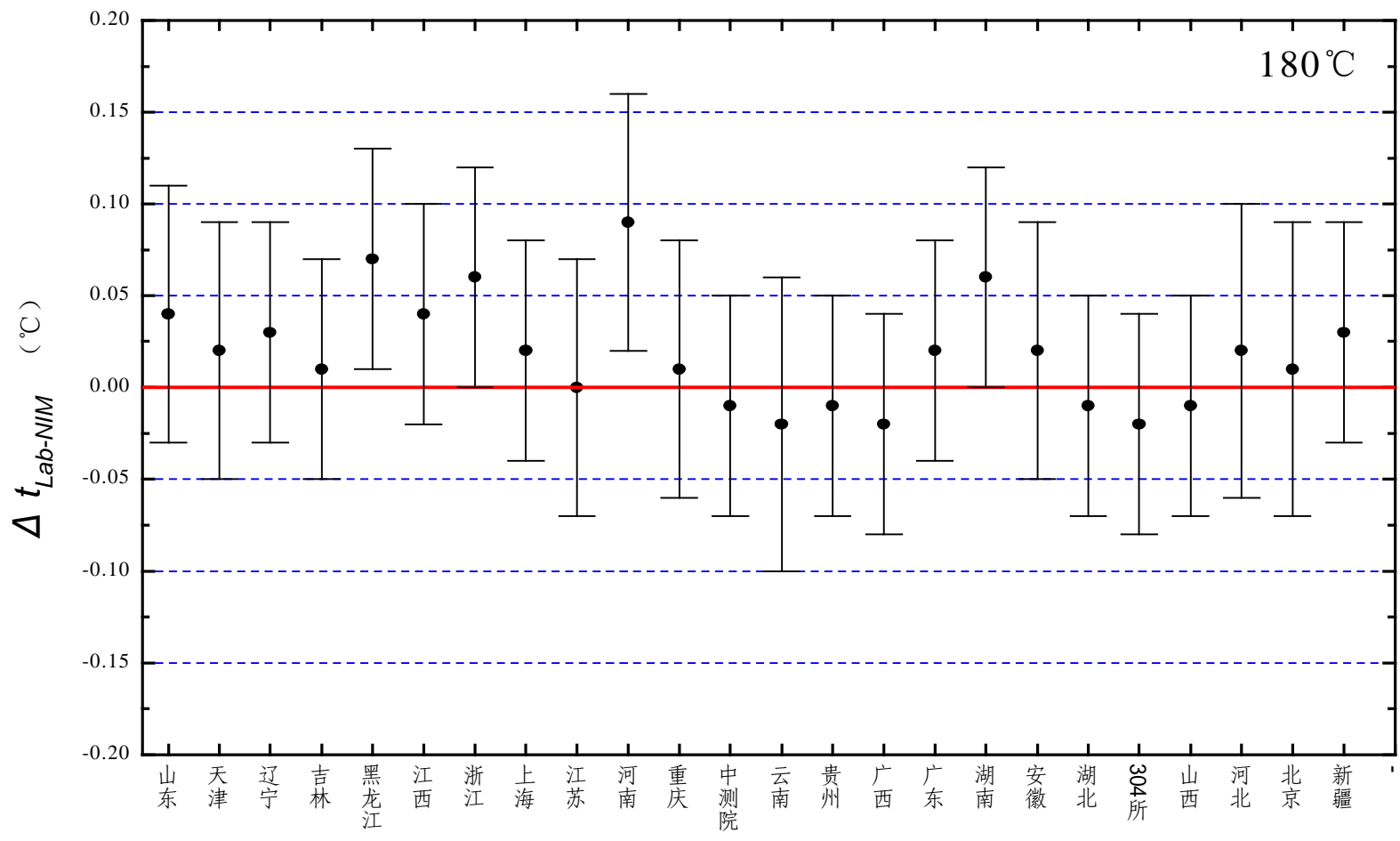


图5-2. 各参加实验室的温度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

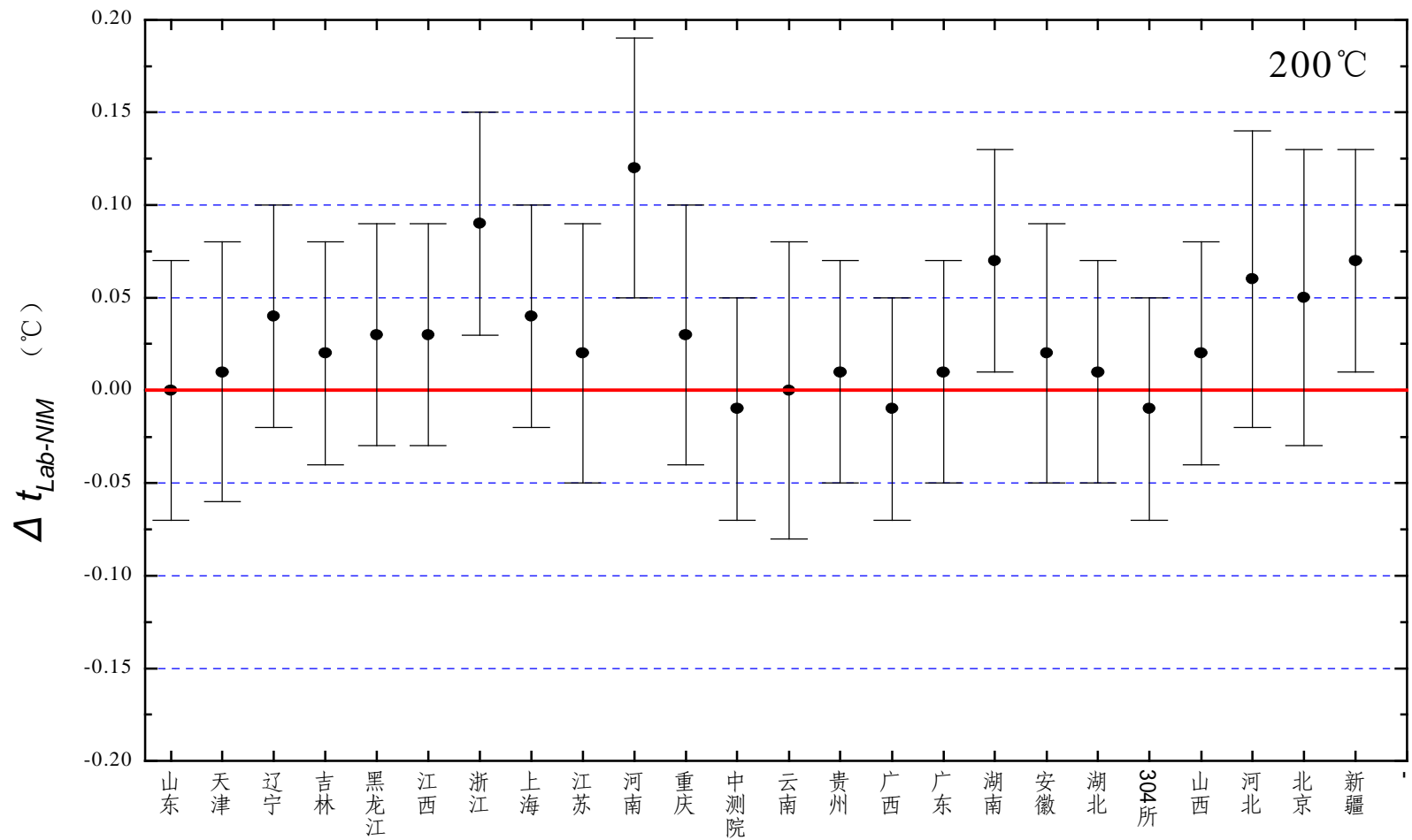


图 5-3. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

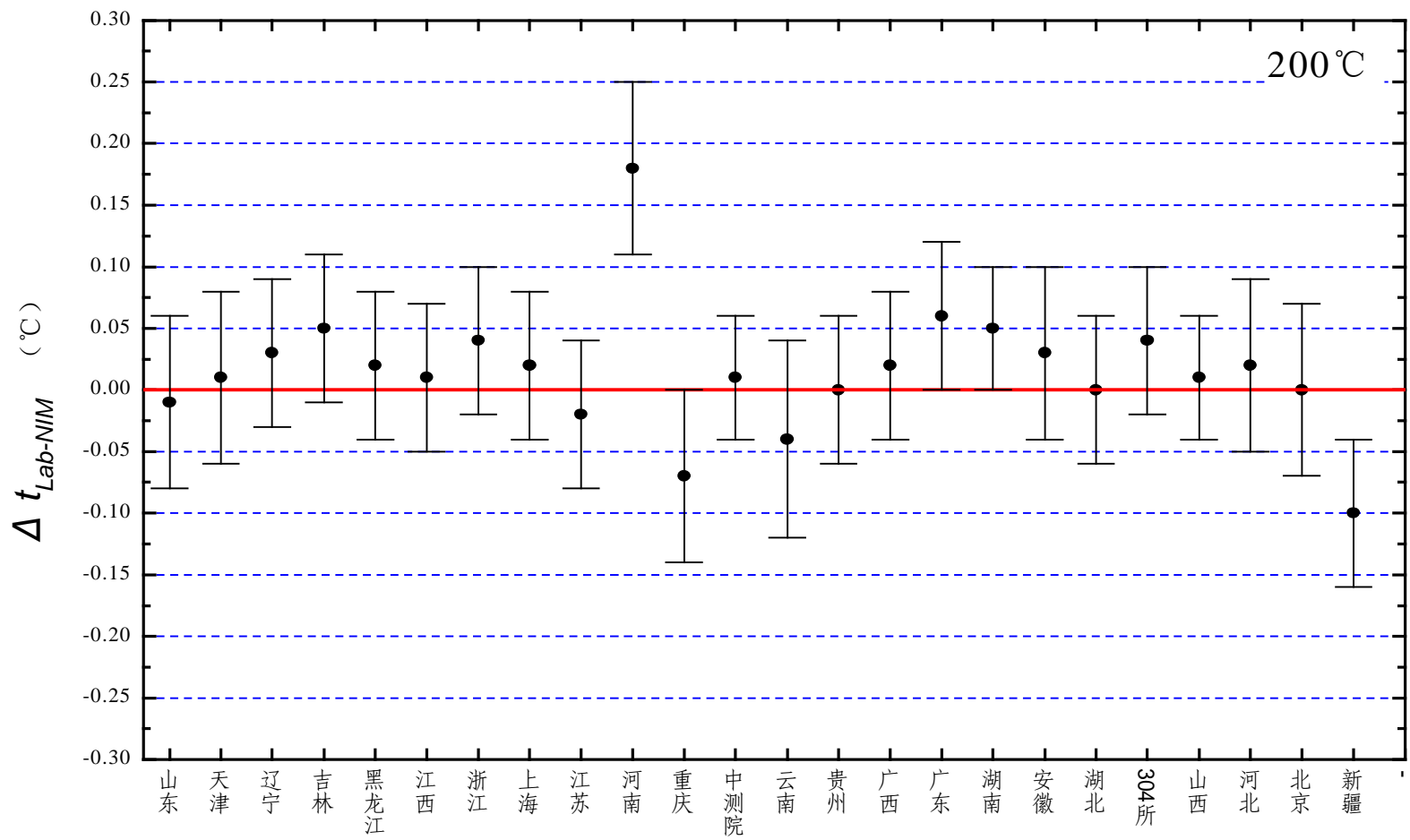


图6-1. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

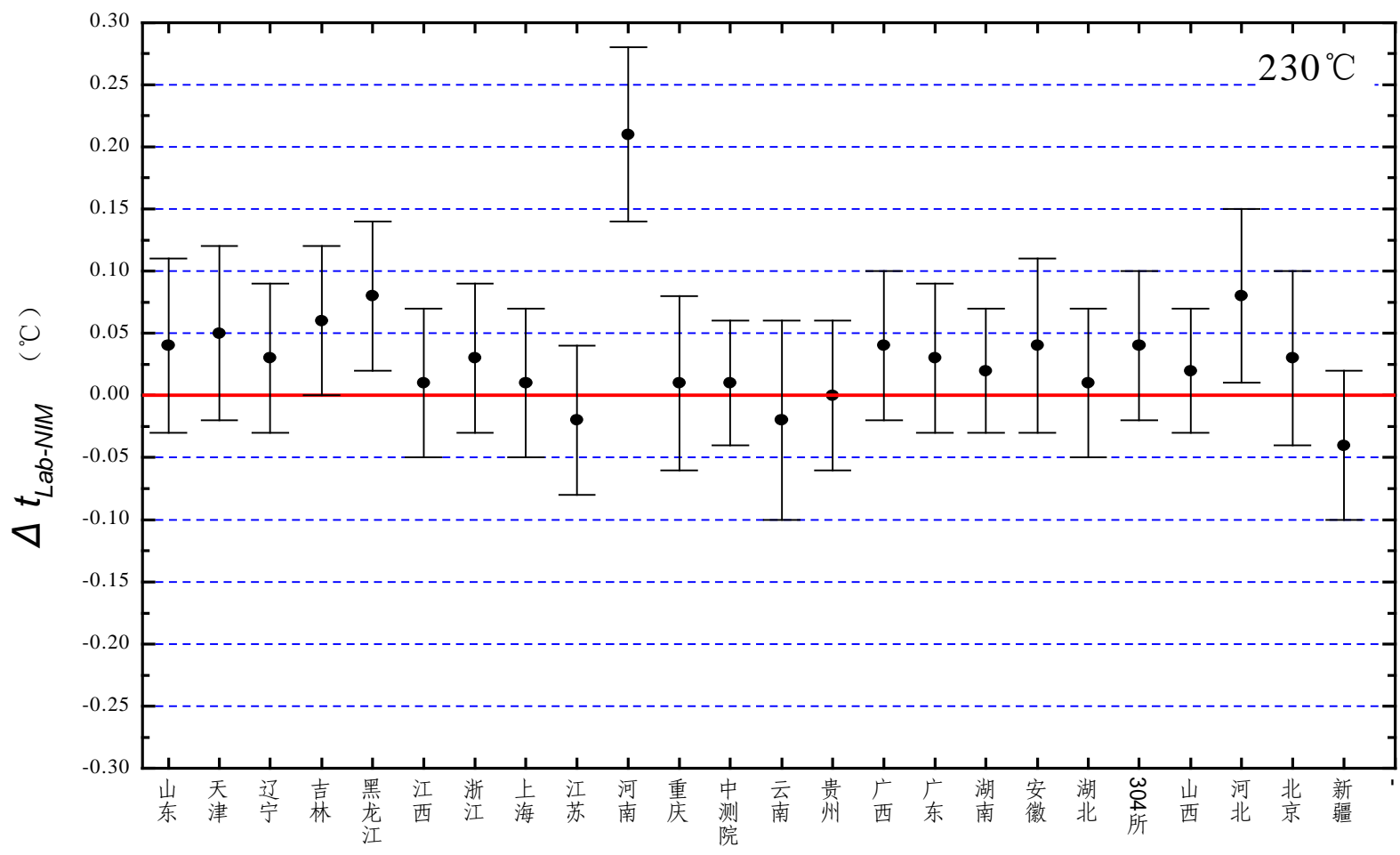


图6-2. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

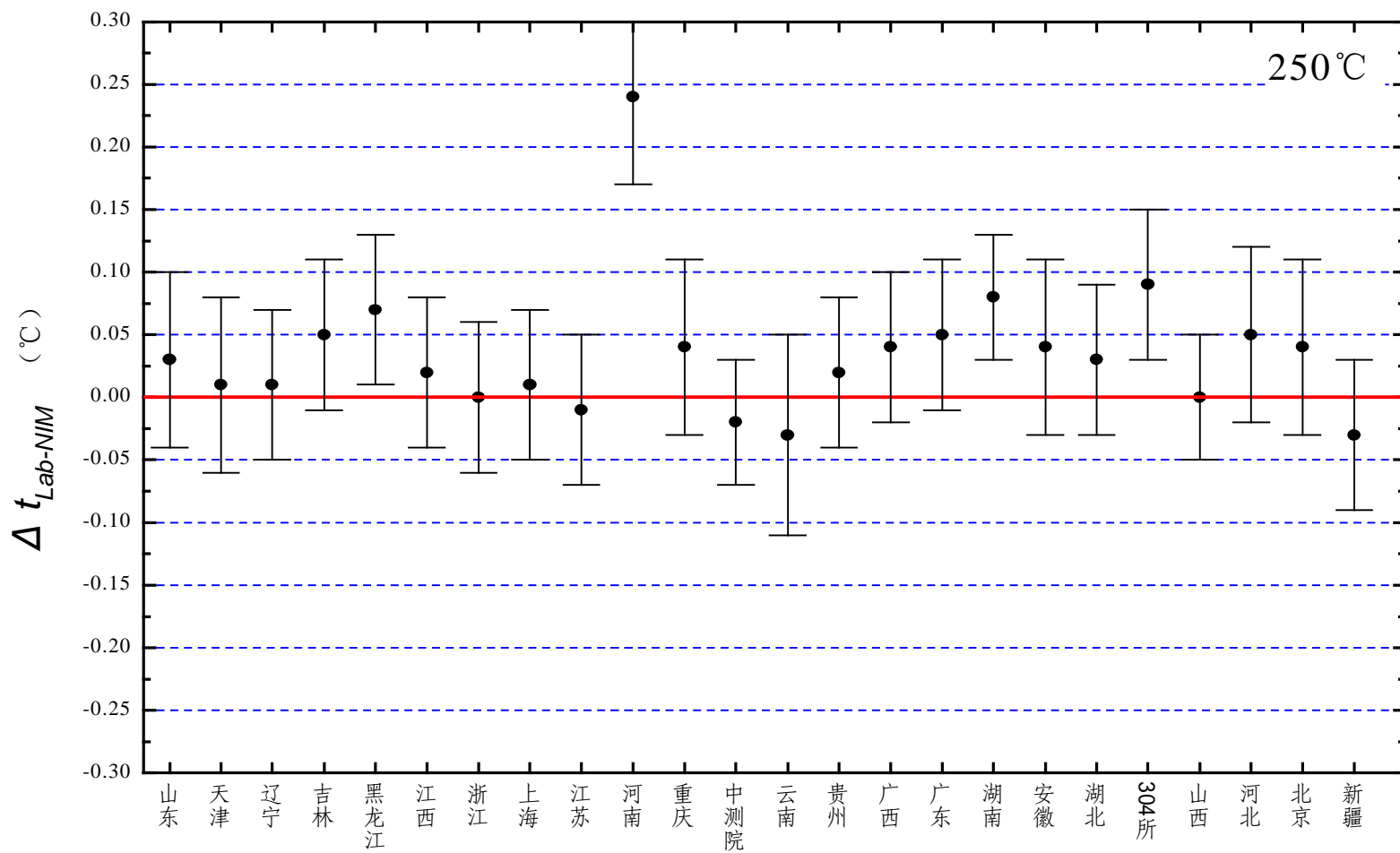


图6-3. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

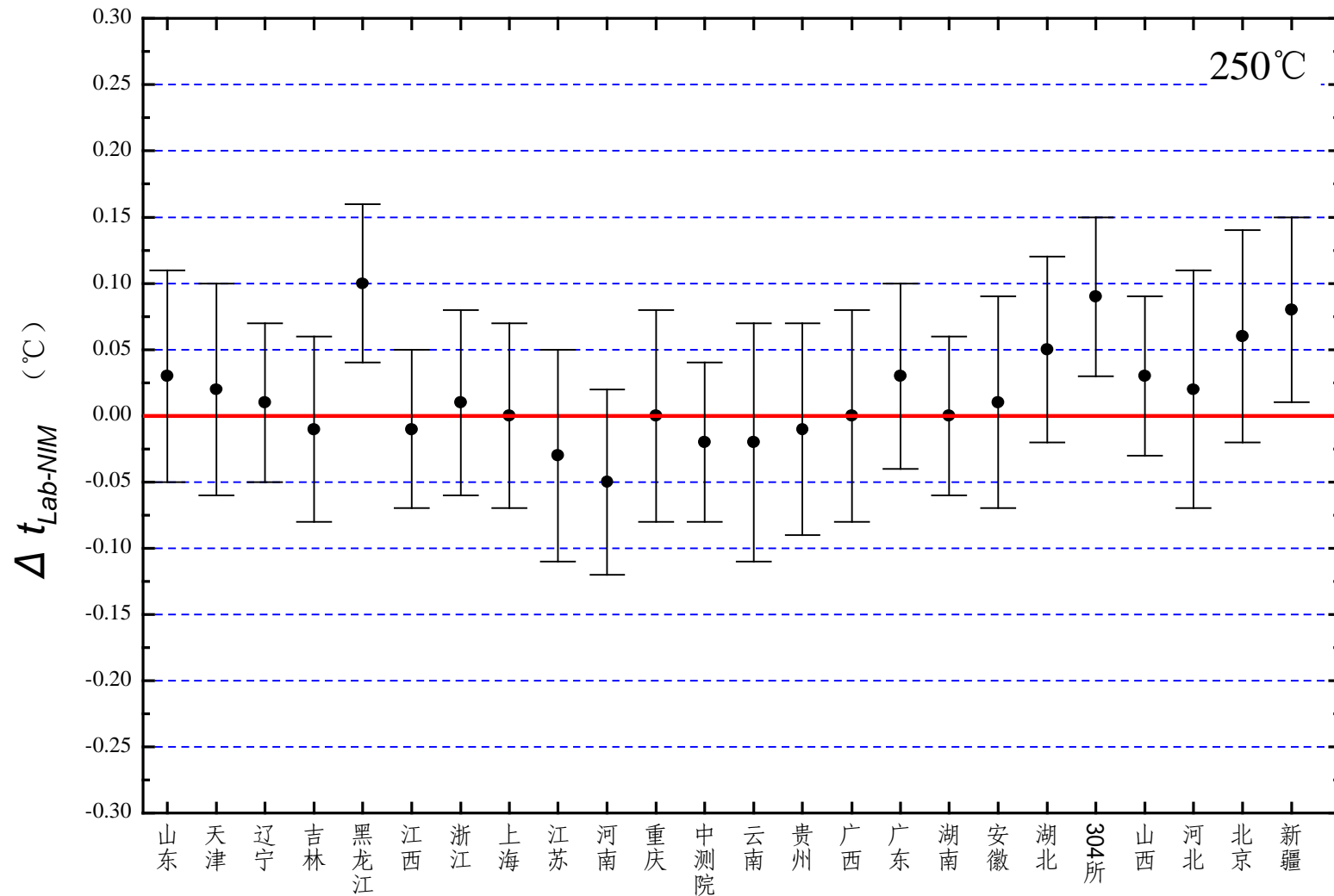


图7-1. 各参加实验室的温度修正值与参考值的差值 $\Delta t_{Lab-NIM}$ 及差值的扩展不确定度 $U_{\Delta t}$

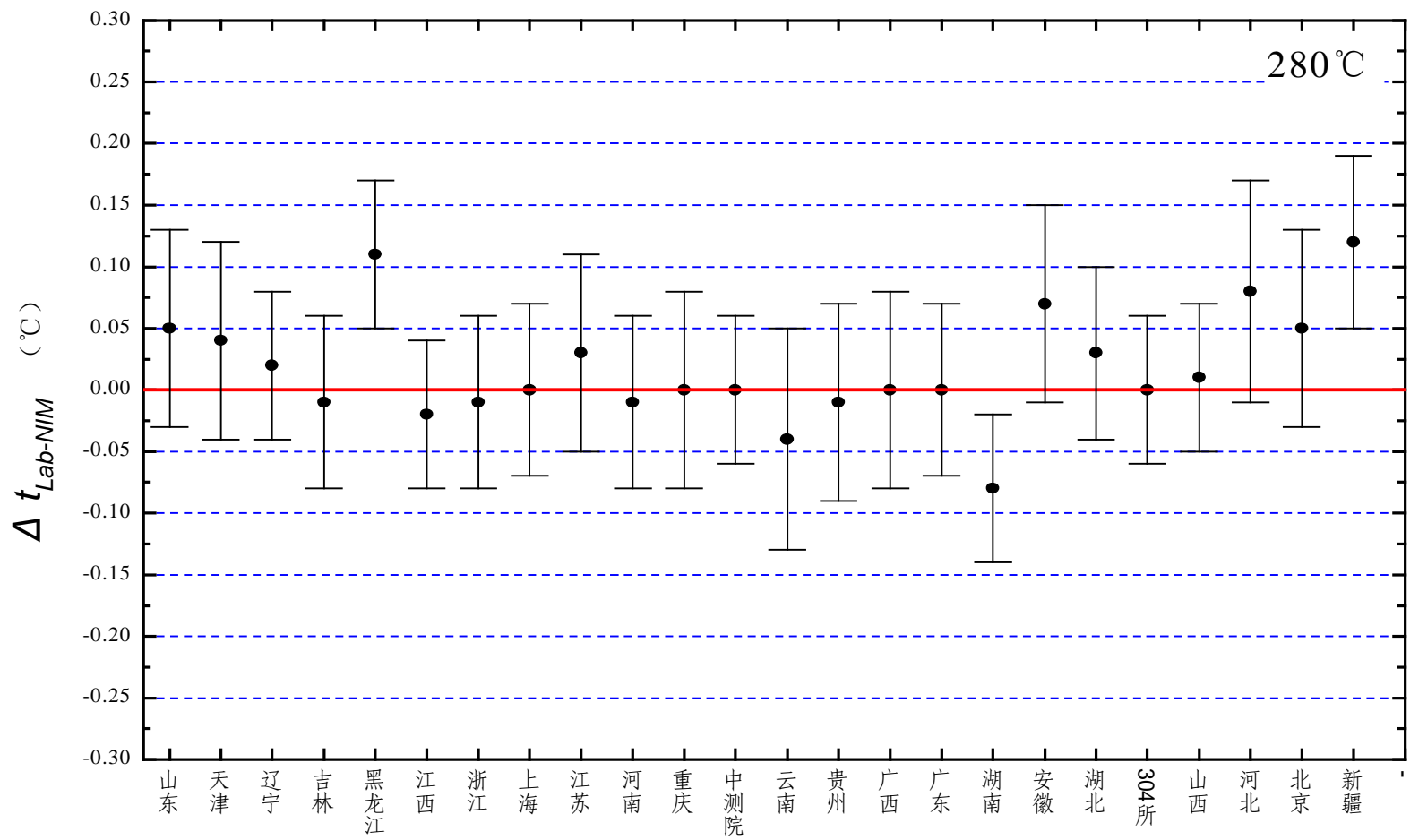


图7-2. 各参加实验室的分度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$



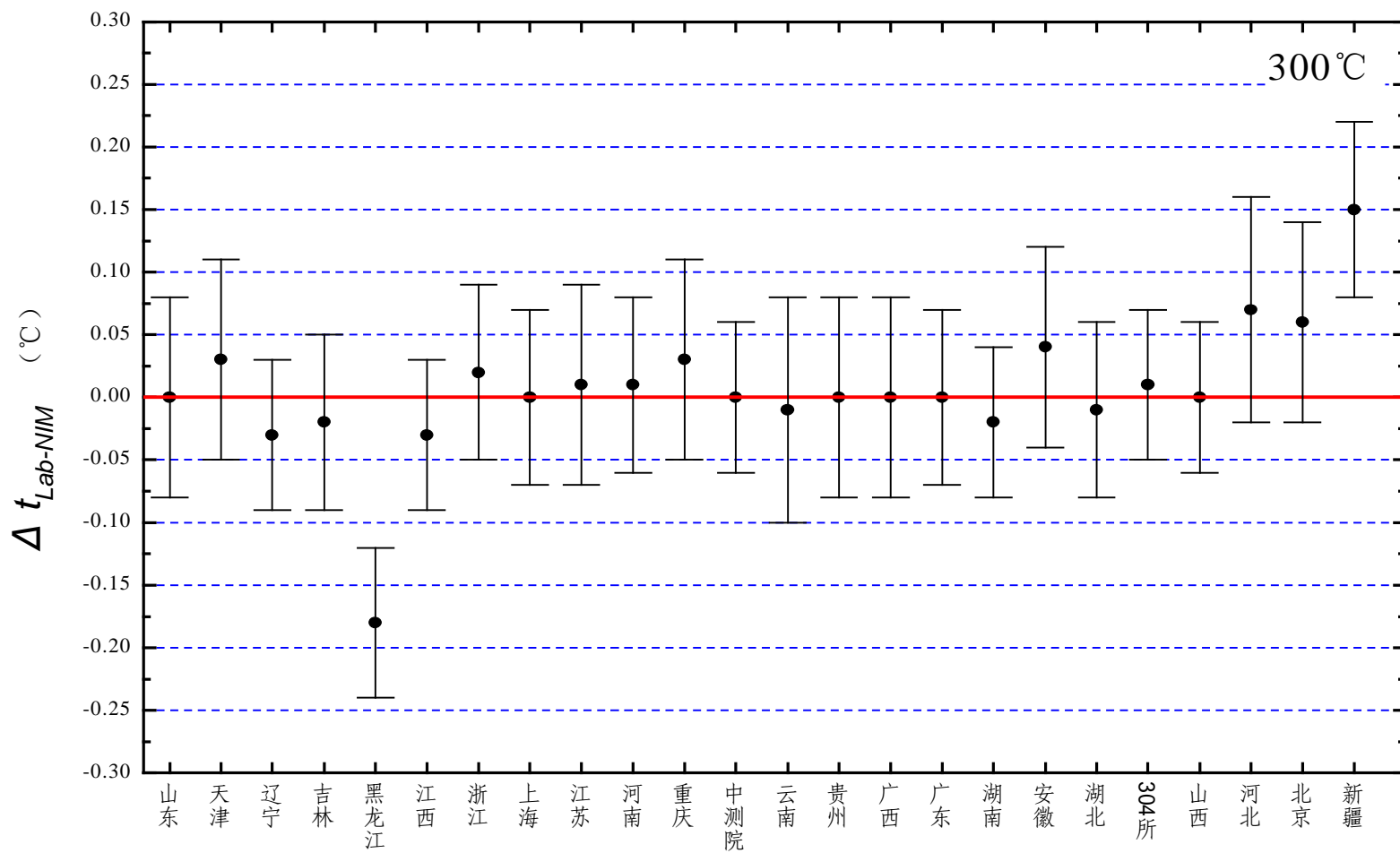


图7-3. 各参加实验室的温度修正值与参考值的差值  $\Delta t_{Lab-NIM}$  及差值的扩展不确定度  $U_{\Delta t}$

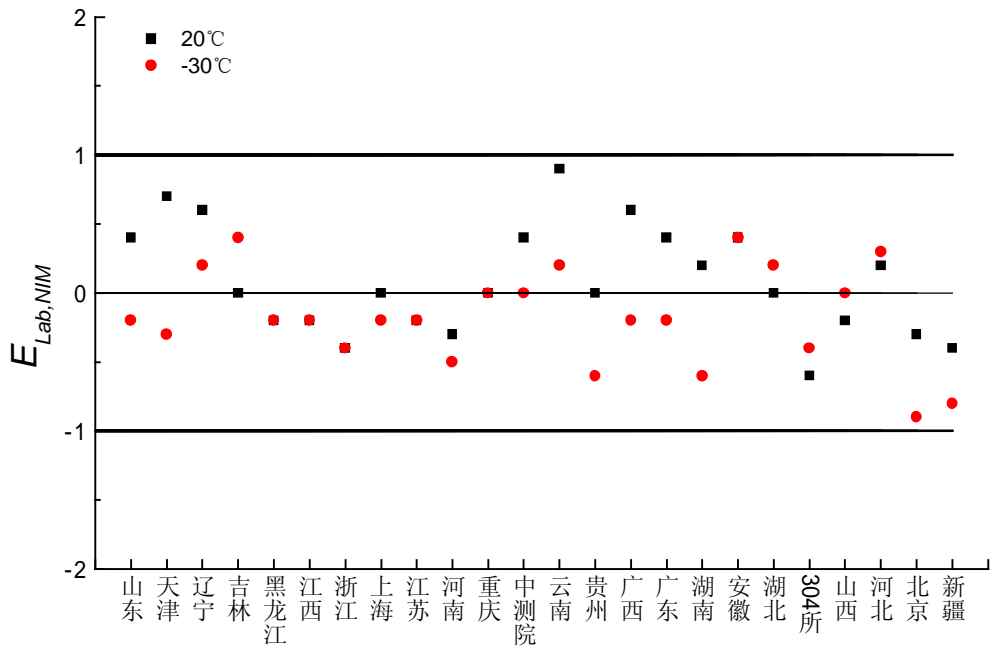


图8-1. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

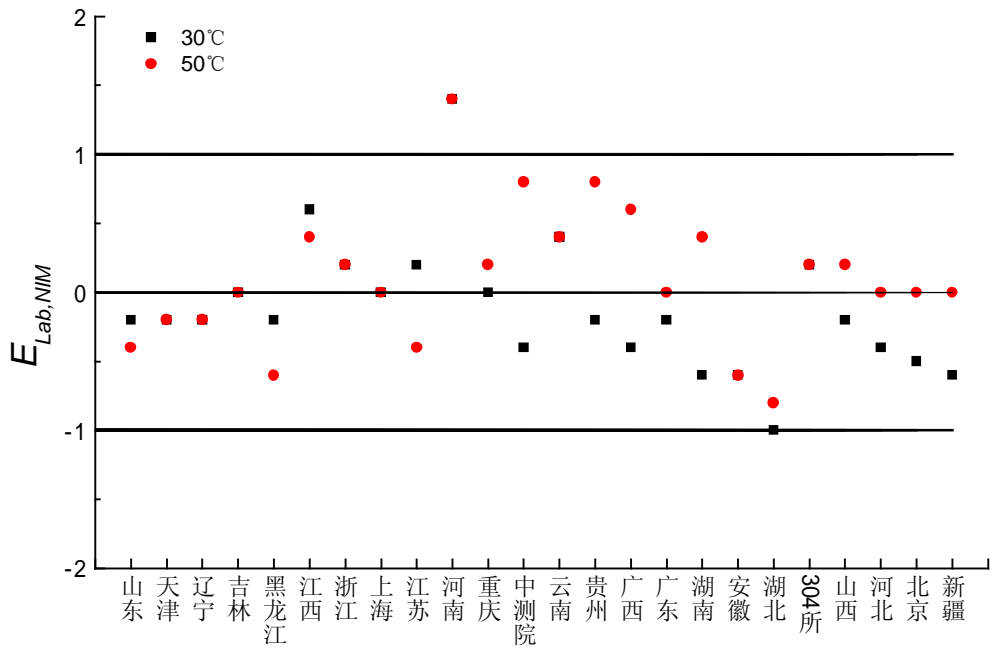


图8-2. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

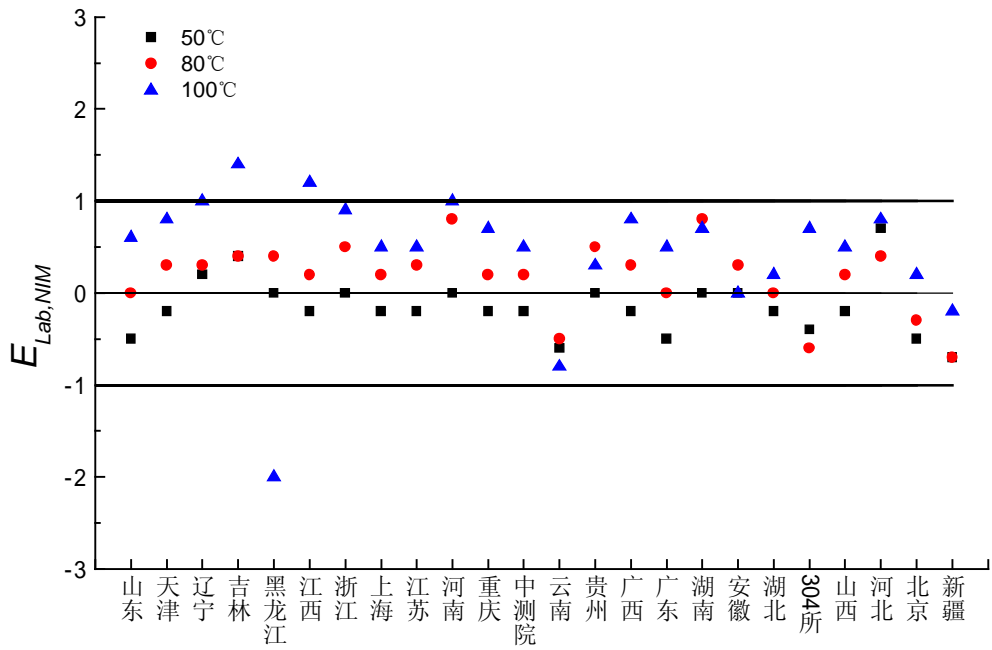


图8-3. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

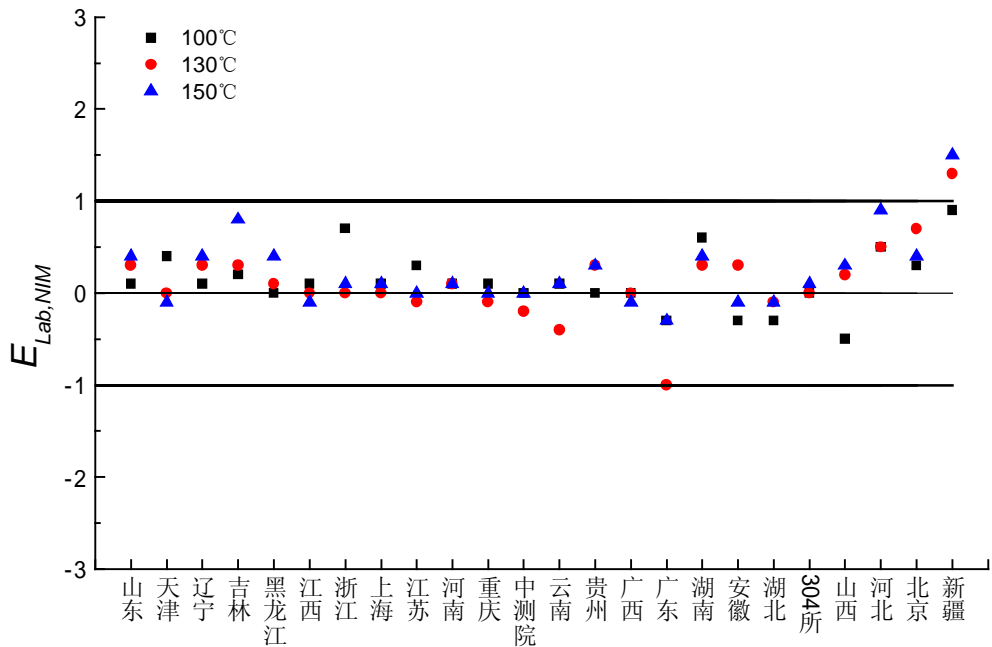


图8-4. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

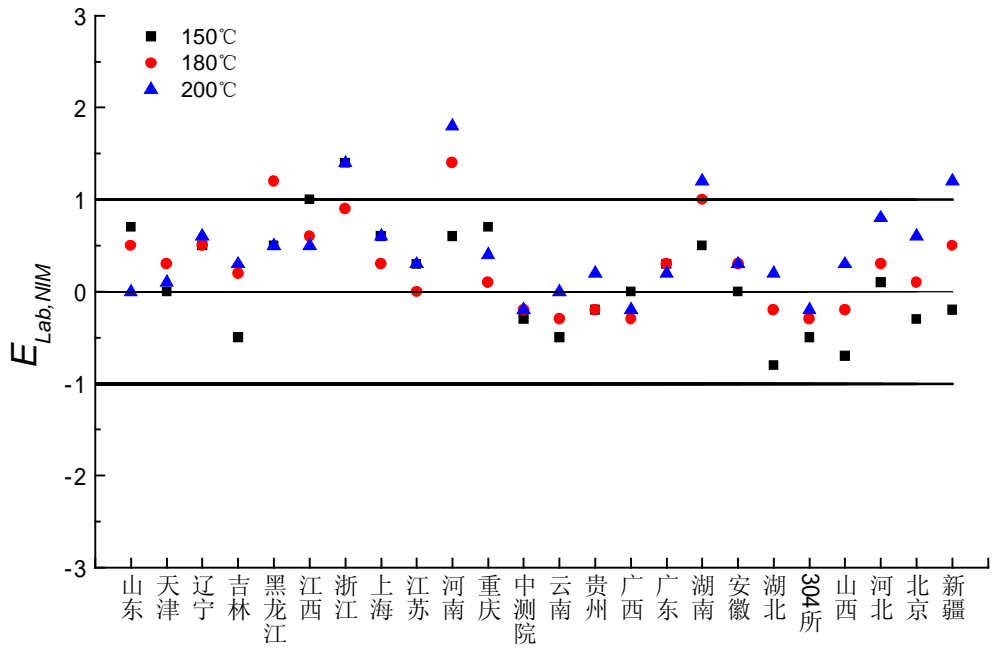


图8-5. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

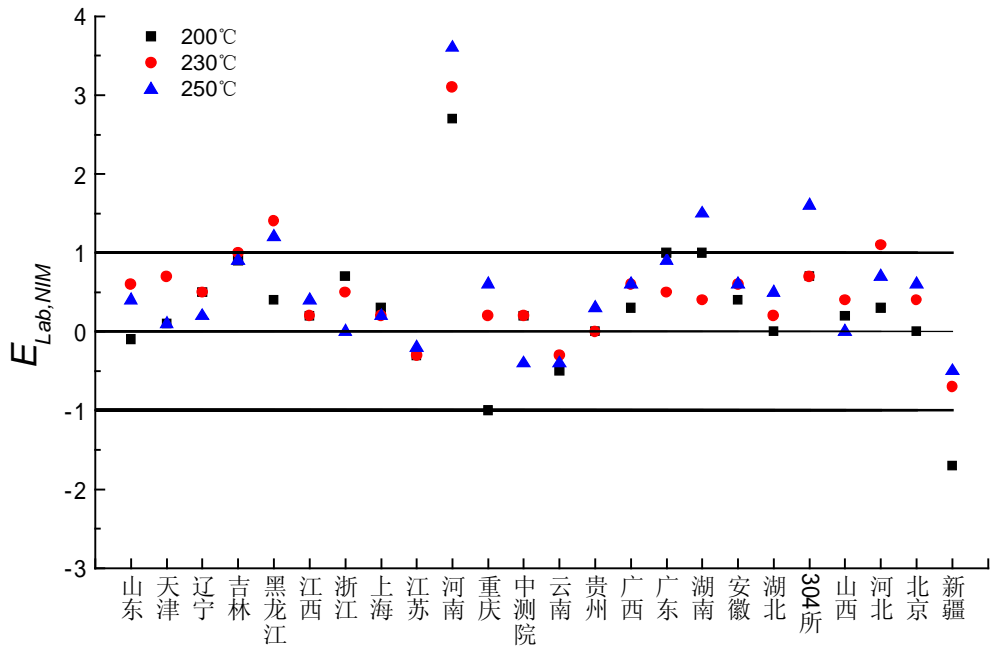


图8-6. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

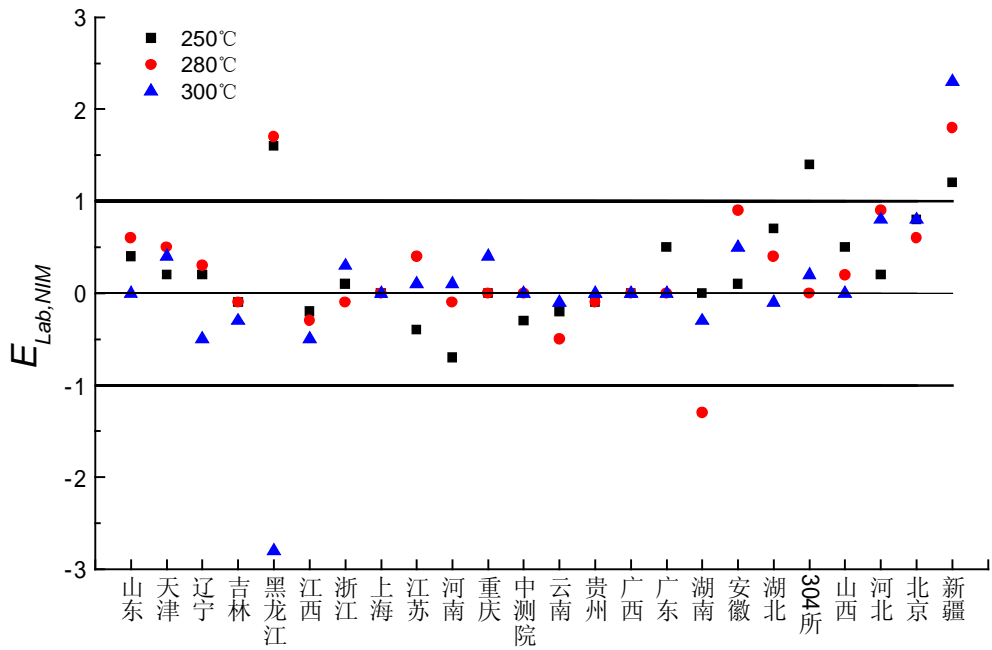


图8-7. 各参加实验室的 $E_{Lab,NIM}$ 与等效限

## 附录 A

表 A-1 各参加实验室比对设备一览表

实验室	恒温槽状况					标准器	
	恒温槽名称	测量范围	工作区域最大温差	温场波动度	溯源方式	标准器名称	溯源方式
第一组 山东	制冷恒温槽	(-80~95)℃	0.018℃	±0.013℃/10min	自校	一等标准水银温度计	送检
	标准油槽	(室温~300)℃	0.017℃	±0.018℃/10min	自校		
	标准水槽	(室温~95)℃	0.013℃	±0.011℃/10min	自校		
天津	制冷恒温槽	(-80~20)℃	0.004℃	±0.006℃/10min	自校	一等标准水银温度计	自检
	标准水槽	(0~95)℃	0.007℃	±0.009℃/10min	自校		
	标准油槽	(50~150)℃	0.009℃	±0.010℃/10min	自校		
	标准油槽	(150~200)℃	0.009℃	±0.011℃/10min	自校		
辽宁	标准油槽	(200~300)℃	0.015℃	±0.015℃/10min	自校	一等标准水银温度计	自检
	制冷恒温槽	(-80~60)℃	0.015℃	±0.01℃/10min	自校		
	标准水槽	(室温~95)℃	0.007℃	±0.009℃/10min	自校		
	标准水槽	(0~95)℃	0.01℃	±0.01℃/10min	自校		
	标准油槽	(100~200)℃	0.02℃	±0.01℃/10min	自校		
吉林	标准油槽	(200~300)℃	0.03℃	±0.01℃/10min	自校	一等标准水银温度计	送辽宁院
	制冷恒温槽	(-80~95)℃	0.01℃	±0.005℃	自校		
	标准水槽	(10~95)℃	0.006℃	±0.002℃	自校		
	标准油槽	(100~200)℃	0.011℃	±0.007℃	自校		
黑龙江	标准油槽	(200~300)℃	0.012℃	±0.002℃	自校	二等标准铂电阻温度计	自检
	低温温度计检定槽	(-60~20)℃	0.02℃	±0.01℃/20min	自校		

	标准水槽	(室温~90)°C	0. 02°C	±0. 01 °C/20min	自校		
	标准油槽	(95~300)°C	0. 02°C	±0. 01 °C/20min	自校		
	标准恒温 水槽	(5~95)°C	0. 02°C	±0. 01 °C/20min	自校		

表 A-2 各参加实验室比对设备一览表

实验室	恒温槽状况					标准器	
	恒温槽名称	测量范围	工作区域最大温差	温场波动度	溯源方式	标准器名称	溯源方式
江西	制冷恒温槽	(-60~95)℃	0.008℃	±0.005℃/15min	自校	一等标准水银温度计	送上海检
	制冷恒温槽	(-60~95)℃	0.007℃	±0.003℃/15min	自校		
	油槽	95~300℃	0.0085℃	±0.006℃/15min	自校		
	油槽	(95~300)℃	0.009℃	±0.005℃/15min	自校		
浙江	制冷恒温槽	(-40~95)℃	0.008℃	±0.004℃/30min	自校	一等标准水银温度计	送上海检
	制热恒温槽	(室温~95)℃	0.008℃	±0.007℃/30min	自校		
	制热恒温槽	(100~200)℃	0.004℃	±0.006℃/30min	自校		
上海	制冷恒温槽	(-80~95)℃	0.005℃	±0.01℃/15min	自校	一等标准水银温度计	自检
	制热恒温槽	(80~300)℃	0.01℃	±0.005℃/15min	自校		
江苏	制冷恒温槽	(-80~0)℃	0.002℃	±0.010℃	自校	一等标准水银温度计	送上海检
	标准水槽	(室温~95)℃	0.001℃	±0.007℃			
	标准油槽	(100~300)℃	0.001℃	±0.010℃			
河南	制冷恒温槽	(-60~30)℃	0.011℃	±0.01℃	温场测试仪	一等标准水银温度计	计量院检
	标准水槽	(室温~95)℃	0.008℃	±0.01℃			
	标准油槽	(90~300)℃	0.010℃	±0.02℃			
重庆	低温槽	(-80~30)℃	0.02℃	±0.01℃	自校	一等标准水银温度计	测试院检
	标准水槽	(室温~95)℃	0.02℃	±0.02℃			
	标准油槽	(100~300)℃	0.03℃	±0.01℃			
	标准油槽	(100~300)℃	0.03℃	±0.01℃			
	标准油槽	(100~300)℃	0.03℃	±0.02℃			
	标准油槽	(100~300)℃	0.03℃	±0.02℃			
	标准油槽	(100~300)℃	0.03℃	±0.02℃			



表 A-3 各参加实验室比对设备一览表

实验室	恒温槽状况					标准器	
	恒温槽名称	测量范围	工作区域最大温差	温场波动度	溯源方式	标准器名称	溯源方式
中测院	制冷恒温槽	(-80~80)℃	0.007℃	±0.005℃	自校	一等标准水银温度计	自检
	标准水槽	(10~95)℃	0.005℃	±0.005℃			
	标准油槽	(90~300)℃	0.008℃	±0.008℃			
云南	制冷恒温槽	(-30~20)℃	0.016℃	±0.004℃	自校	一等标准水银温度计	自检 (1-021# 送测试院)
	标准水槽	(30~80)℃	0.004℃	±0.0051℃			
	标准油槽	(90~200)℃	0.018℃	±0.008℃			
	标准油槽	(210~300)℃	0.023℃	±0.006℃			
贵州	恒温低温槽	(-30~30)℃	0.013℃	±0.010℃	自校	一等标准水银温度计	测试院检
	恒温水槽	(30~95)℃	0.005℃	±0.008℃			
	恒温油槽	(100~300)℃	0.015℃	±0.006℃			
广西	制冷恒温槽	(-80~95)℃	0.010℃	±0.003℃	自校	一等标准水银温度计	计量院检
	制冷恒温槽	(-80~95)℃	0.005℃	±0.002℃			
	标准油槽	(100~200)℃	0.020℃	±0.005℃			
	标准油槽	(100~200)℃	0.020℃	±0.005℃			
	标准油槽	(100~200)℃	0.025℃	±0.006℃			
	标准油槽	200~300℃	0.030℃	±0.010℃			
	标准油槽	200~300℃	0.030℃	±0.010℃			
广东	制冷恒温槽	(-40~95)℃	0.009℃	±0.006℃	自校	二等标准铂电阻温度计	二等自检 一等国家院检
	标准油槽	100~200℃	0.033℃	±0.009℃			
	标准油槽	200~300℃	0.031℃	±0.009℃			
湖南	制冷恒温槽	(-60~95)℃	0.007℃	±0.01℃/30min	自校	一等标准水银温度计	送湖北院
	标准水槽	(0~90)℃	0.015℃	±0.015℃/30min			
	标准油槽	(90~300)℃	0.010℃	±0.01℃/30min			

表 A-4 各参加实验室比对设备一览表

实验室	恒温槽状况					标准器	
	恒温槽名称	测量范围	工作区域最大温差	温场波动度	溯源方式	标准器名称	溯源方式
安徽	标准冷恒温槽	(-40~95)℃	0.011℃	±0.006℃/10min	自校	一等标准水银温度计	送检
	标准恒温槽	(100~300)℃	0.014℃	±0.010℃/10min			
	标准恒温槽	(5~95)℃	0.010℃	±0.009℃/10min			
湖北	标准恒温低温槽	(-30~0)℃	0.02℃	±0.007℃/15min	自校	一等标准水银温度计	自检
	标准恒温水槽	(室温~95)℃	0.005℃	±0.003℃/15min			
	标准恒温油槽	(75~150)℃	0.007℃	±0.006℃/15min			
	标准恒温油槽	(150~250)℃	0.015℃	±0.006℃/15min			
	标准恒温油槽	(250~300)℃	0.010℃	±0.008℃/15min			

表 A-5 各参加实验室比对设备一览表

实验室	恒温槽状况					标准器	
	恒温槽名称	测量范围	工作区域最大温差	温场波动度	溯源方式	标准器名称	溯源方式
304 所	制冷恒温槽	(-60~95) °C	0.013 °C	±0.005 °C/15min	自校	一等标准水银温度计	自检
	标准恒温油槽	(100~200) °C	0.015 °C	±0.011 °C/15min			
	标准恒温油槽	(200~300) °C	0.024 °C	±0.012 °C/15min			
山西	制冷恒温槽	(-80~95) °C	0.010 °C	±0.005 °C/15min	自校	一等标准铂电阻温度计	送检
	标准水槽	(室温~95) °C	0.010 °C	±0.005 °C/15min			
	标准油槽	(90~300) °C	0.015 °C	±0.010 °C/15min			
河北	低温槽	(-40~室温) °C	0.02 °C	±0.05 °C/15min	自校	一等标准铂电阻温度计	中国计量院检
	标准水槽	(5~95) °C	0.01 °C	±0.02 °C/15min			
	标准油槽	(80~100) °C	0.02 °C	±0.02 °C/15min			
	标准油槽	(100~200) °C	0.02 °C	±0.02 °C/15min			
	标准油槽	(200~300) °C	0.02 °C	±0.05 °C/15min			
北京	低温槽	(-80~室温) °C	0.01 °C	±0.01 °C	自校	一等标准水银温度计	自检
	标准恒温水槽	(室温~90) °C	0.01 °C	±0.005 °C			
	标准恒温油槽	(100~300) °C	0.01 °C	±0.01 °C			
新疆	标准水槽	(室温~90) °C	0.02 °C	±0.005 °C	自校	一等标准水银温度计	西北国家计量中心
	标准油槽	(95~300) °C	0.02 °C	±0.01 °C			
	酒精低温槽	(-60~0) °C	0.02 °C	±0.01 °C			

# 附录 B

表 B-1. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表 单位: °C

组别 温度计号	参加实验室	温度点		扩展不确定度 (k=2)
		-30	20	
I 1-96	山东	-0.09	-0.05	0.04
	天津	-0.10	-0.03	0.04
	辽宁	-0.07	-0.04	0.03
	吉林	-0.06	-0.07	0.04
	黑龙江	-0.09	-0.08	0.02
II 01-21	江西	-0.01	0.01	0.04
	浙江	-0.02	0.00	0.04
	上海	-0.01	0.02	0.04
	江苏	-0.01	0.01	0.03
	河南	-0.03	0.00	0.04
	重庆	0.00	0.02	0.04
III 01-170	中测院	0.05	-0.02	0.03
	云南	0.06	0.01	0.04
	贵州	0.02	-0.04	0.04
	广西	0.04	-0.01	0.03
	广东	0.04	-0.02	0.03
	湖南	0.02	-0.03	0.03
IV 11827	安徽	-0.08	0.04	0.03
	湖北	-0.09	0.02	0.04
V 11672	304 所	0.06	-0.02	0.03
	山西	0.08	0.00	0.02
	河北	0.10	0.02	0.05
	北京	0.02	-0.01	0.05
	新疆	0.04	-0.01	0.03

表 B-2. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表

单位: °C

组别 温度计号	参加实验室	温度点		扩展不确定度 (k=2)
		30	50	
I 26307	山东	0.01	0.04	0.03
	天津	0.01	0.05	0.03
	辽宁	0.01	0.05	0.02
	吉林	0.02	0.06	0.03
	黑龙江	0.01	0.03	0.02
II 2-251	江西	-0.01	-0.05	0.03
	浙江	-0.03	-0.06	0.03
	上海	-0.04	-0.07	0.03
	江苏	-0.03	-0.09	0.02
	河南	0.03	0.00	0.03
	重庆	-0.04	-0.06	0.03
III 2-136	中测院	-0.04	0.02	0.02
	云南	0.00	0.00	0.03
	贵州	-0.03	0.02	0.02
	广西	-0.04	0.01	0.03
	广东	-0.03	-0.02	0.03
	湖南	-0.05	0.00	0.03
IV 2-312	安徽	-0.05	-0.05	0.02
	湖北	-0.07	-0.06	0.02
V 26270	304 所	0.03	0.02	0.02
	山西	0.01	0.02	0.02
	河北	0.00	0.01	0.04
	北京	-0.01	0.01	0.04
	新疆	-0.01	0.01	0.02

表 B-3. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表 单位：℃

组别 温度计号	参加实验室	温度点			扩展不确定度 (k=2)
		50	80	100	
I 38717	山东	-0.01	0.00	0.06	0.04
	天津	0.01	0.02	0.07	0.04
	辽宁	0.03	0.02	0.08	0.03
	吉林	0.04	0.02	0.1	0.03
	黑龙江	0.02	0.02	-0.09	0.02
II 38721	江西	-0.05	-0.03	0.03	0.03
	浙江	-0.04	-0.01	0.01	0.03
	上海	-0.05	-0.03	-0.01	0.04
	江苏	-0.05	-0.02	-0.01	0.02
	河南	-0.04	0.01	0.02	0.03
	重庆	-0.05	-0.03	0.00	0.04
III 38746	中测院	-0.05	-0.01	0.02	0.02
	云南	-0.08	-0.05	-0.06	0.04
	贵州	-0.04	0.01	0.01	0.03
	广西	-0.05	0.00	0.04	0.03
	广东	-0.07	-0.02	0.02	0.03
	湖南	-0.04	0.03	0.03	0.03
IV 3-253	安徽	-0.08	-0.08	-0.08	0.03
	湖北	-0.09	-0.10	-0.07	0.02
V 38714	304 所	-0.02	-0.01	0.08	0.02
	山西	-0.01	0.03	0.07	0.02
	河北	0.05	0.05	0.10	0.05
	北京	-0.03	0.00	0.05	0.04
	新疆	-0.04	-0.02	0.03	0.03

表 B-4. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表 单位：℃

组别 温度计号	参加实验室	温度点			扩展不确定度 (k=2)
		100	130	150	
I 4-320	山东	-0.01	-0.02	-0.02	0.05
	天津	0.01	-0.04	-0.06	0.04
	辽宁	-0.01	-0.02	-0.02	0.03
	吉林	-0.01	-0.02	0.00	0.02
	黑龙江	-0.02	-0.03	-0.02	0.03
II 49574	江西	-0.03	0.01	-0.05	0.04
	浙江	0.01	0.01	-0.03	0.04
	上海	-0.03	0.01	-0.03	0.04
	江苏	-0.02	0.00	-0.04	0.03
	河南	-0.03	0.02	-0.03	0.04
	重庆	-0.03	0.00	-0.04	0.04
III 4-39	中测院	0.03	0.03	-0.02	0.03
	云南	0.04	0.01	-0.01	0.05
	贵州	0.03	0.06	0.00	0.04
	广西	0.03	0.04	-0.03	0.04
	广东	0.01	-0.03	-0.04	0.03
	湖南	0.07	0.03	0.01	0.04
IV 4-104	安徽	-0.02	0.02	-0.04	0.04
	湖北	-0.02	-0.01	-0.04	0.03
V 4-86	304所	0.04	-0.04	-0.06	0.03
	山西	0.01	-0.03	-0.05	0.03
	河北	0.08	0.00	0.00	0.05
	北京	0.07	0.02	-0.03	0.05
	新疆	0.10	0.05	0.03	0.03

表 B-5. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表 单位：℃

组别 温度计号	参加实验室	温度点			扩展不确定度 (k=2)
		150	180	200	
I 5-257	山东	-0.03	0.01	-0.14	0.055
	天津	-0.08	-0.01	-0.13	0.05
	辽宁	-0.05	0.00	-0.10	0.04
	吉林	-0.11	-0.02	-0.12	0.04
	黑龙江	-0.05	0.04	-0.11	0.03
II 05-418	江西	0.04	-0.02	-0.05	0.04
	浙江	0.07	0.00	0.01	0.04
	上海	0.02	-0.04	-0.04	0.04
	江苏	0.00	-0.06	-0.06	0.03
	河南	0.02	0.03	0.04	0.04
	重庆	0.03	-0.05	-0.05	0.05
III 58986	中测院	0.00	0.02	0.02	0.03
	云南	-0.02	0.01	0.03	0.06
	贵州	0.01	0.02	0.04	0.04
	广西	0.02	0.01	0.02	0.04
	广东	0.04	0.05	0.04	0.04
	湖南	0.05	0.09	0.10	0.03
IV 59245	安徽	0.00	0.04	0.00	0.03
	湖北	-0.05	0.01	-0.01	0.04
V 59016	304 所	-0.03	-0.03	-0.03	0.03
	山西	-0.04	-0.02	0.00	0.03
	河北	0.01	0.01	0.04	0.06
	北京	-0.02	0.00	0.03	0.06
	新疆	-0.01	0.02	0.05	0.03



表 B-6. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表 单位：℃

组别 温度计号	参加实验室	温度点			扩展不确定度 (k=2)
		200	230	250	
I 6-216 6-79	山东	-0.15	-0.08	0.03	0.06
	天津	-0.13	-0.07	0.01	0.06
	辽宁	-0.11	-0.09	0.01	0.04
	吉林	-0.09	-0.06	0.05	0.04
	黑龙江 (6-79)	-0.14	-0.10	-0.15	0.04
II 6-275	江西	-0.15	-0.13	-0.16	0.04
	浙江	-0.12	-0.11	-0.18	0.04
	上海	-0.14	-0.13	-0.17	0.05
	江苏	-0.18	-0.16	-0.19	0.03
	河南	0.02	0.07	0.06	0.05
	重庆	-0.23	-0.13	-0.14	0.05
III 68271	中测院	0.06	-0.02	-0.06	0.03
	云南	0.01	-0.05	-0.07	0.07
	贵州	0.05	-0.03	-0.02	0.05
	广西	0.07	0.01	0.00	0.05
	广东	0.11	0.00	0.01	0.04
	湖南	0.10	-0.01	0.04	0.03
IV 06-326	安徽	0.05	-0.02	-0.04	0.04
	湖北	0.02	-0.05	-0.05	0.05
V 68267	304 所	0.10	0.01	0.07	0.04
	山西	0.07	-0.01	-0.02	0.03
	河北	0.08	0.05	0.03	0.06
	北京	0.06	0.00	0.02	0.06
	新疆	-0.04	-0.07	-0.05	0.04

表 B-7. 各参加实验室比对结果及不确定度汇总表 单位：℃

组别 温度计号	参加实验室	温度点			扩展不确定度 (k=2)
		250	280	300	
I 78203	山东	0.01	-0.06	-0.01	0.06
	天津	0.00	-0.07	0.02	0.07
	辽宁	-0.01	-0.09	-0.04	0.04
	吉林	-0.03	-0.12	-0.03	0.05
	黑龙江	0.08	0.00	-0.19	0.04
II 78271	江西	-0.09	-0.04	-0.09	0.04
	浙江	-0.07	-0.03	-0.04	0.05
	上海	-0.08	-0.02	-0.06	0.05
	江苏	-0.11	0.01	-0.05	0.04
	河南	-0.13	-0.03	-0.05	0.05
	重庆	-0.08	-0.02	-0.03	0.06
III 7-183 72187 75484	中测院	-0.24	-0.16	-0.20	0.03
	云南	-0.24	-0.20	-0.21	0.07
	贵州	-0.23	-0.17	-0.20	0.06
	广西 (72187)	-0.12	-0.09	-0.03	0.06
	广东 (75484)	-0.09	0.01	-0.03	0.04
	湖南 (75484)	-0.12	-0.07	-0.05	0.03
IV 78174 77176	安徽	0.03	-0.05	-0.02	0.04
	湖北 (77176)	0.04	-0.06	-0.03	0.05
V 7-392	304 所	0.05	-0.16	-0.11	0.04
	山西	-0.01	-0.15	-0.12	0.04
	河北	-0.02	-0.08	-0.05	0.07
	北京	0.02	-0.11	-0.06	0.06
	新疆	0.04	-0.04	0.03	0.04