

计量标准的稳定性

计量标准的稳定性及考核

张龙梅

2024年6月3日

目录

02

稳定性考核要求

04

稳定性的考核方法

06

计量标准稳定性与
计量标准器稳定性的区别

01

计量标准稳定性定义

03

稳定性的判定方法

05

考核方法的选择



01.计量标准稳定性 定义

什么是计量标准的稳定性

基于 JJF 1033-2023 《计量标准考核规范》 4.2.3正文：



计量标准的稳定性

计量标准保持其计量特性随时间恒定的能力。用计量标准的**计量特性**在**规定时间间隔内**的**变化量**表示。



附录C.2.1中更加明确解释了计量标准的稳定性的概念

计量标准的稳定性是指

计量标准保持其计量特性随时间恒定的能力。

计量标准的稳定性与

所考虑的时间长短有关。

计量标准的稳定性应当包括

计量标准器的稳定性和配套设备的稳定性。

如果计量标准可以测量多种参数

应当对每种参数分别进行稳定性考核。

计量标准的稳定性
的深入理解



02.计量标准稳定性 考核要求

计量标准的稳定性考核要求

计量标准的稳定性考核按照**C.2**的要求进行

新建计量标准

一般应当**经过半年以上**的稳定性考核，证明其所复现的量值稳定可靠后，方可以申请计量标准考核。

已建计量标准

一般**每年至少进行一次**稳定性考核，并通过历年的稳定性考核记录数据比较，以证明其计量特性的持续稳定。



03. 计量标准稳定性的判定方法

计量标准稳定性的判定方法

- 若计量标准在使用中采用标称值或示值，
则计量标准的稳定性应当小于计量标准的最大允许误差的绝对值；
- 若计量标准需要加修正值使用，
则计量标准的稳定性应当小于修正值的扩展不确定度（ U_{95} 或 U ， $k=2$ ）。
- 当计量检定规程或计量校准规范对计量标准的稳定性有规定时，
则可以依据其规定判断稳定性是否合格。
- **注：**
 - 有效期内的国家标准物质可以不进行稳定性考核。
 - JJF1033-2023将计量标准的稳定性考核列入重点考评项目。



04. 计量标准稳定性的考核方法

C.2.2.1采用核查标准进行考核

什么是核查标准？

C.2.2.1.1解释到：



核查标准或核查装置

用于日常**验证测量仪器
或测量系统性能的装置**
称为核查标准或核查装
置。



在进行计量标准的稳定性考核时

应当选择**量值稳定的被测对象**
作为核查标准。

核查标准的选择（1）

- 被测对象是实物量具
 - 实物量具通常具有较好的**长期稳定性**，
 - **性能比较稳定的实物量具**可以作为核查标准
- 例如：
 - F_1 等级砝码组标准装置，
 - 对配备设备电子天平进行稳定性考核，
 - 被测对象是**砝码**——**实物量具**，**高稳定性**
 - **砝码**——**核查标准**

核查标准的选择1示例——电子天平200g测量点

考核时间↵	2019 年 2 月↵ 12 日↵	2020 年 3 月↵ 16 日↵	2021 年 3 月↵ 15 日↵	2022 年 3 月↵ 15 日↵
核查标准↵	名称: F1 等级砝码 规格: 200g 编号: ×××↵			
测量条件↵	20.0℃, 34%RH↵	21.0℃, 32%RH↵	20.0℃, 32%RH↵	25.0℃, 29%RH↵
测量次数↵	测得值 (g)↵	测得值 (g)↵	测得值 (g)↵	测得值 (g)↵
1↵	200.0002↵	200.0003↵	200.0002↵	200.0001↵
2↵	200.0003↵	200.0003↵	200.0002↵	200.0001↵
3↵	200.0003↵	200.0003↵	200.0001↵	200.0002↵
4↵	200.0003↵	200.0001↵	200.0003↵	200.0003↵
5↵	200.0001↵	200.0001↵	200.0001↵	200.0003↵
6↵	200.0002↵	200.0002↵	200.0002↵	200.0002↵
7↵	200.0002↵	200.0001↵	200.0002↵	200.0001↵
8↵	200.0003↵	200.0003↵	200.0002↵	200.0001↵
9↵	200.0002↵	200.0002↵	200.0003↵	200.0002↵
10↵	200.0001↵	200.0002↵	200.0003↵	200.0002↵
$\overline{y_i}$ ↵	200.00022↵	200.00021↵	200.00022↵	200.00020↵
变化量 $ \overline{y_i} - \overline{y_{i-1}} $ ↵	/↵	0.01mg↵	0.01mg↵	0.02mg↵
允许变化量↵	/↵	1.0mg↵	1.0mg↵	1.0mg↵
结 论↵	/↵	合格↵	合格↵	合格↵

- 允许变化量1.0mg是怎样计算出来的？
1. 电子天平准确度等级是Ⓘ级，测量范围是10mg ~ 220g，实际分度值d=0.1mg，检定分度值e=10d=1mg。
 2. 用电子天平检定砝码，用的是示值。
 - 若计量标准在使用中采用标称值或示值，则计量标准的稳定性应当小于计量标准的最大允许误差的绝对值。
 3. JJG 1036-2022《电子天平检定规程》中规定Ⓘ级电子天平 $5 \times 10^4 e < m \leq 2 \times 10^5 e$ ，也就是50g < m ≤ 200g时，最大允许误差是±1.0e=±1.0mg。绝对值是1.0mg。

核查标准的选择（2）

- 计量标准仅由实物量具组成，而测量对象是非实物量具的测量仪器
 - 实物量具通常可以直接用来检定或校准非实物量具
 - 此时无符合要求的核查标准
 - 采用其他方法来进行稳定性考核
- 例如：
 - 紫外可见分光光度计检定装置
 - 计量标准器：滤光片——实物量具
 - 被测对象：紫外可见分光光度计——非实物量具
 - 使用：**滤光片的稳定性→计量标准的稳定性**

核查标准的选择2示例——滤光片

计量标准器名称及编号	名义值	允许变化量	溯源检定或校准数据							
			2020年2月	2021年2月	变化量	结论	2021年2月	2022年1月	变化量	结论
锗铈滤光片 P1038	351	0.5nm	351.1	350.9	0.2	符合	350.9	351.0	0.1	符合
	473	0.5nm	473.3	472.9	0.4	符合	472.9	473.4	0.5	符合
	572	0.5nm	572.6	572.5	0.1	符合	572.5	572.5	0.0	符合
	684	0.5nm	684.7	684.9	0.2	符合	684.9	684.9	0.0	符合
	807	0.5nm	807.4	807.9	0.5	符合	807.9	807.9	0.0	符合
氧化钛滤光片 H1133	279	0.5nm	279.4	279.3	0.1	符合	279.3	279.3	0.0	符合
	361	0.5nm	361.0	360.9	0.1	符合	360.9	369.9	0.0	符合
	446	0.5nm	446.1	445.9	0.2	符合	445.9	446.0	0.1	符合
	536	0.5nm	536.6	536.5	0.1	符合	536.5	536.6	0.1	符合
干涉滤光片 G862	637	0.5nm	638.1	637.8	0.3	符合	637.8	638.2	0.4	符合
	450	0.5nm	452.4	452.2	0.2	符合	452.2	452.3	0.1	符合
	550	0.5nm	553.7	553.6	0.1	符合	553.6	553.7	0.1	符合
	650	0.5nm	650.6	650.4	0.2	符合	650.4	650.5	0.1	符合
	750	0.5nm	752.8	752.6	0.2	符合	752.6	752.8	0.2	符合

核查标准的选择（3）

- 计量标准和被检定或校准的对象均为非实物量具的测量仪器
- 如果存在合适的比较稳定的对应于该参数的实物量具，可以作为核查标准；
- 否则，应该采用其他方法来进行稳定性考核。

对于新建计量标准的考核

- 每隔一段时间（大于1个月），
- 用该计量标准对核查标准进行一组**n次**的重复测量，取其算术平均值为该组的**测得值**，
- 其观测m组（ $m \geq 4$ ），取**m组测得值中最大值和最小值之差**，作为新建计量标准在该时间段内的稳定性。

新建计量标准的考核示例

七、计量标准的稳定性考核				
ConST273（0～4）MPa、0.05 级智能数字压力校验仪 的稳定性考核记录				
考核时间	2022 年 5 月 9 日	2022 年 6 月 17 日	2022 年 7 月 25 日	2022 年 9 月 4 日
核查标准	名称：0.05 级活塞式压力计 型号：（0.1～6）MPa 测量点：4MPa			
测量条件	20.0℃， 44%RH	21.0℃， 39%RH	20.0℃， 45%RH	21.0℃， 42%RH
测量次数	测得值（MPa）	测得值（MPa）	测得值（MPa）	测得值（MPa）
1	4.0000	3.9998	4.0002	4.0003
2	3.9998	3.9996	4.0002	4.0004
3	3.9999	3.9998	4.0002	4.0002
4	4.0002	3.9996	4.0004	4.0004
5	4.0003	3.9998	4.0000	4.0004
6	3.9998	4.0000	4.0000	4.0003
7	3.9996	4.0000	4.0004	4.0002
8	4.0002	4.0002	4.0002	4.0001
9	4.0002	3.9996	4.0004	4.0003
10	4.0000	3.9996	4.0002	4.0004
$\overline{y_i}$	4.0000	3.9998	4.0002	4.0003
$\overline{y_{\max}} - \overline{y_{\min}}$	0.0005			
允许变化量	0.002			
结 论	合格			

对于已建计量标准的考核

- 每年至少一次用被考核的计量标准对核查标准进行一组**n次重复测量**，
- 取其**算术平均值**作为测得值。
- 以**相邻两年的测得值之差**作为该时间段内计量标准的稳定性。

已建计量标准的考核示例

ConST273（0～4）MPa、0.05级智能数字压力校验仪 的稳定性考核记录

考核时间	2022 年 9 月 4 日	2023 年 9 月 6 日	年 月 日	年 月 日
核查标准	名称：0.05 级活塞式压力计 型号：（0.1～6）MPa 测量点：4MPa			
测量条件	21.0℃，42%RH	21.0℃，39%RH		
测量次数	测得值（MPa）	测得值（MPa）	测得值（MPa）	测得值（MPa）
1	4.0003	4.0000		
2	4.0004	3.9998		
3	4.0002	3.9999		
4	4.0004	4.0002		
5	4.0004	4.0003		
6	4.0003	3.9998		
7	4.0002	3.9996		
8	4.0001	4.0002		
9	4.0003	4.0002		
10	4.0004	4.0000		
$\overline{y_i}$	4.0003	4.0000		
变化量 $ \overline{y_i} - \overline{y_{i-1}} $	/	0.0003		
允许变化量	0.002	0.002		
结 论	/	合格		

C.2.2.2 采用高等级的计量标准进行考核

对于新建计量标准的考核

- 每隔一段时间（大于1个月），
- 用高等级的计量标准对新建计量标准进行一组测量
- 共测量**m**组（ $m \geq 4$ ），
- 取**m**组测得值中**最大值**和**最小值之差**，作为新建计量标准在该时间段内的稳定性。

对于已建计量标准的考核

- 每年至少一次，
- 用高等级的计量标准对被考核的计量标准进行测量，
- **相邻两年的测得值之差——该时间段内计量标准的稳定性**

已建计量标准的考核示例

ConST211（-100～600）kPa、0.05 级数字压力表 的稳定性考核记录

考核时间	2019 年 6 月 11 日	2020 年 6 月 11 日	2021 年 6 月 25 日	2022 年 6 月 17 日
核查标准	名称：0.02 级智能数字压力校验仪 型号：（-100～25）kPa 测量点：-50kPa			
测量条件	20.0℃，44%RH	21.0℃，39%RH	20.0℃，45%RH	21.0℃，42%RH
测量次数	测得值（kPa）	测得值（kPa）	测得值（kPa）	测得值（kPa）
1	-50.000	-49.998	-50.000	-49.999
2	-50.001	-49.998	-49.999	-49.999
3	-50.000	-50.000	-49.998	-49.998
4	-50.001	-50.000	-50.002	-49.998
5	-50.003	-49.999	-50.002	-49.999
6	-49.999	-49.999	-49.998	-50.001
7	-50.002	-49.999	-49.999	-49.999
8	-50.001	-49.999	-50.002	-49.999
9	-50.001	-49.999	-50.000	-49.999
10	-50.001	-49.999	-50.000	-49.999
$\overline{y_i}$	-50.001	-49.999	-50.000	-49.999
变化量 $ \overline{y_i}-\overline{y_{i-1}} $	/	0.002	0.001	0.001
允许变化量	0.35	0.35	0.35	0.35
结 论	/	合格	合格	合格

C.2.2.3 采用控制图法进行考核

- 控制图（又称休哈特控制图）
 - 对测量过程是否处于**统计控制状态**的一种图形记录。
- 控制图可以：
 - 判断测量过程中**是否存在异常因素**并提供有关信息，
 - 便于查明产生异常的原因，
 - 并采取措施使测量过程重新处于统计控制状态。

采用控制图法对计量标准的稳定性的方式

- 采用控制图法对计量标准的稳定性进行考核时：
 - 用被考核的计量标准对一个量值比较稳定的核查标准作连续的定期观测，
 - 根据定期观测结果计算得到的**统计控制量**（例如平均值、标准偏差、极差）的**变化情况**，
 - 判断计量标准的量值**是否处于统计控制状态**。

控制图的适用条件

- 控制图的方法仅适合于满足下述条件的计量标准：
 - a) 准确度等级较高且重要的计量标准；
 - b) 存在量值稳定的核查标准，要求其同时具有良好的短期稳定性和长期稳定性；
 - c) 比较容易进行多次重复测量。
- 注意：
 - 自JJF 1033-2008开始提出在稳定性考核中可以采用控制图法以来，
 - 成功采用控制图并对计量标准进行长期而连续监测的实例并不多，
 - 故JJF 1033-2023虽然仍将控制图作为可以采用的方法之一，
 - 但并未包含建立控制图的原理、方法和控制图异常的判断准则等内容（见GB/T17989.2）。

C.2.2.4采用计量检定规程或计量校准规范规定的方法进行考核

- 当计量检定规程或计量校准规范对计量标准的稳定性考核方法有明确规定时，可以按其规定进行计量标准的稳定性考核。
- 例如：二等铂电阻温度计标准装置
- JJG 160-2007《标准铂电阻温度计》中对稳定性有明确规定，则按其规定进行稳定性考核。

C.2.2.4 示例

二等铂电阻温度计标准装置 的稳定性考核记录

考核时间	2023 年 2 月 12 日	2023 年 3 月 23 日	2023 年 5 月 15 日	2022 年 6 月 29 日
核查标准	名称：水三相点瓶 编号：×××			
测量条件	水三相点	水三相点	水三相点	水三相点
测量次数	测得值 (Ω)	测得值 (Ω)	测得值 (Ω)	测得值 (Ω)
$\bar{y}_i$	24.68540	24.68545	24.68541	24.68533
变化量 $\bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min}$	0.00012 Ω (1.2mK)			
允许变化量	8.0mK			
结 论	合格			
考核人员	×××			

- JJG 160-2007 《标准铂电阻温度计》检定规程中规定了标准铂电阻温度计首次检定和及相邻周期检定结果的稳定性的做法及要求：
- 标准铂电阻温度计在水三相点温度 (0.01℃) 的标称电阻值Rtp 应为25Ω或100Ω。采用水相点对标准器二等标准铂电阻温度计进行稳定性考核。首次检定温度计的稳定性要求二等标准为8.0mK，两相邻周期检定结果的差值为10mK。

C.2.2.5采用计量标准器的稳定性考核结果进行考核

将计量标准器每年溯源的检定或校准数据，制定计量标准器的稳定性考核记录表或曲线图（见附录D计量标准履历书中的“计量标准器的稳定性考核图表”），作为证明计量标准量值稳定的依据。

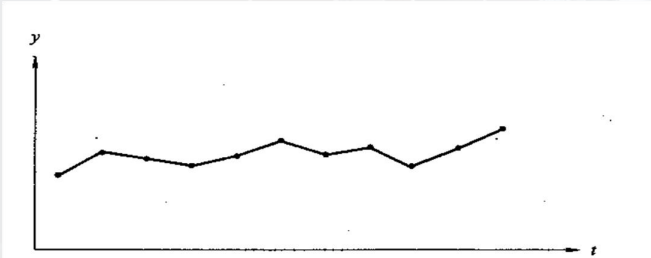
- 示例：

C.2.2.5 采用计量标准器的稳定性考核结果进行考核示例

四、计量标准器的稳定性考核图表

计量标准器名称及编号	名义值	允许变化量 (mg)	溯源的检定/校准数据							
			2020年3月	2021年3月	变差 (mg)	结论	2021年3月	2022年3月	变差	结论
标准增砣 115	500g	±8.33	500.00 24 g	500.00 28 g	4	合格	500.00 28 g	500.00 24 g	-4	合格
标准增砣 115	10g	±0.67	10.000 06 g	10.000 03 g	-0.03	合格	10.000 03 g	10.000 06 g	0.03	合格
标准增砣 115	1g	±0.33	1.0002 4 g	1.0002 2 g	0.03	合格	1.0002 2 g	1.0002 4 g	0.02	合格
标准增砣 115	1kg	±16.67	1.0000 04 kg	1.0000 09 kg	5	合格	1.0000 09 kg	1.0000 04 kg	-5	合格
砝码	5kg	±83.33	5.0000 15 kg	5.0000 20 kg	5	合格	5.0000 20 kg	5.0000 15 kg	-5	合格
砝码 001	20kg	±333.33	20.000 049 kg	20.000 069 kg	20	合格	20.000 069 kg	20.000 049 kg	-20	合格
砝码 011	20kg	±333.33	20.000 080 kg	20.000 013 kg	-67	合格	20.000 013 kg	19.999 939 kg	-74	合格
砝码 021	20kg	±333.33	20.000 000 kg	20.000 020 kg	20	合格	20.000 020 kg	19.999 994 kg	-26	合格
砝码 031	20kg	±333.33	20.000 120 kg	20.000 058 kg	-62	合格	20.000 058 kg	20.000 070 kg	12	合格
砝码 041	20kg	±333.33	20.000 039 kg	20.000 007 kg	-32	合格	20.000 007 kg	20.000 039 kg	32	合格
砝码 101	20kg	±333.33	20.000 080 kg	20.000 011 kg	-69	合格	20.000 011 kg	20.000 028 kg	17	合格

计量标准器的稳定性考核记录表



- 允许变化量是怎么来的？
- 1. 查JJG 99-2022《砝码》检定规程中5.3.6规定：在规定的准确度范围内，任何一个质量标称值为 m_0 的单个砝码，其相临两个周期的检定结果之差不得超过该砝码最大允许误差的1/3。
- 2. 上面稳定性考核图表中的砝码是 M_1 等级的，它们相应的最大允许误差见下表

砝码最大允许误差的绝对值（以 mg 为单位）↵		
标称值↵	M_1 等级↵	1/3 值↵
500g↵	25↵	8.33↵
10g↵	2.0↵	0.67↵
1g↵	1.0↵	0.33↵
1kg↵	50↵	16.67↵
5kg↵	250↵	83.33↵
20kg↵	1000↵	333.33↵



05.考核方法的选择

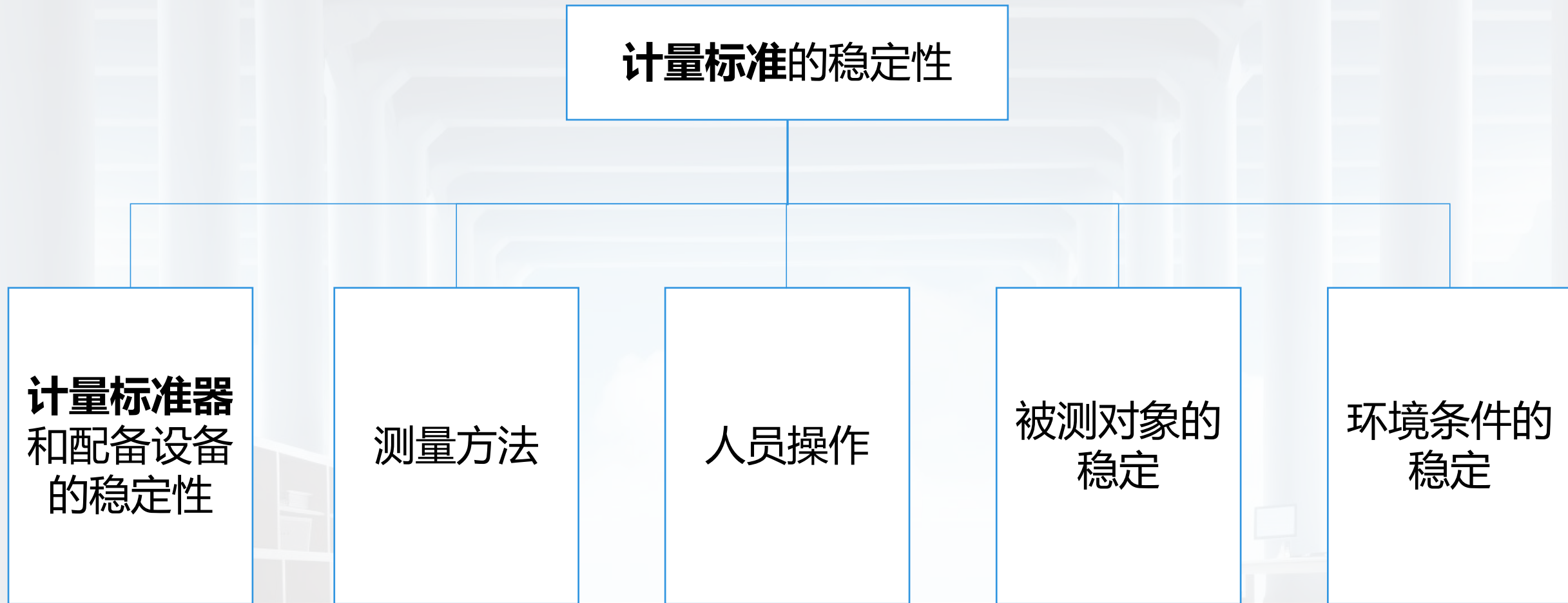
计量标准的稳定性考核时选择考核方法

- 优先采用核查标准进行考核；
- 若被考核的计量标准是建标单位的次级计量标准时，也可以选择高等级的计量标准进行考核；
- 若符合C.2.2.3.3的条件，也可以选择控制图进行考核；
- 若有关计量检定规程或计量校准规范对计量标准的稳定性考核方法有明确规定时，也可以按其规定进行考核；
- 当上述方法都不适用时，方可采用计量标准器的稳定性考核结果进行考核。



06. 计量标准的稳定性与计量标准器和稳定性的区别

计量标准的稳定性与计量标准器的稳定性的区别



感谢各位