**四川省国防计量检定人员**

**计量专业知识考试大纲**

02

热学专业

（2020年试行）

四川省国防计量考核委员会

2020年2月

目录

[一、（020101）辐射温度计 1](#_Toc34835729)

[二、（020201）热电偶 3](#_Toc34835730)

[三、（020301）温度计（标准及精密玻璃液体温度计） 4](#_Toc34835731)

[四、（020302）温度计（工作用膨胀式温度计） 6](#_Toc34835732)

[五、（020303）温度计（表面温度计） 8](#_Toc34835733)

[六、（020304）温度计（工业电阻温度计） 9](#_Toc34835734)

[七、（020401）多通道温湿度测量仪 10](#_Toc34835735)

[八、（020501）温度显示及调节仪表（温度校验仪） 12](#_Toc34835736)

[九、（020502）温度显示及调节仪表（电信号输入） 14](#_Toc34835737)

[十、（020503）温度显示及调节仪表（传感器输入） 16](#_Toc34835738)

[十一、（020504）温度显示及调节仪表（温度变送器） 17](#_Toc34835739)

[十二、（020601）湿度 18](#_Toc34835740)

### 一、（020101）辐射温度计

**1.概述**

辐射温度计是利用普朗克黑体辐射定律，根据热辐射体辐射特性与其温度之间的函数关系测量表观温度的仪表。通常由光学系统、探测器和信号处理单元及输出指示装置四部分组成。输出类型为模拟量或数字量，使用方式有手持式和固定安装式两种。按工作波段主要分为：单波段辐射温度计和比色温度计。单波段辐射温度计分为宽波段辐射温度计和窄波段辐射温度计。辐射测温法的优点是不破坏被测温度场，不影响温场分布，因而有较高准确度。另一方面它在理论上无测温上限，可以测到接触法无法测到的高温。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 光谱亮度温度；亮度温度；有效波长；比色温度；发射率；黑体辐射源；面辐射源；辐射源；参考辐射源；温度均匀性；光谱范围；视场；测量距离；距离系数；辐射源尺寸效应；测温一致性等定义及基本概念
2. 发射率对辐射温度计的温度修正计算方法
3. 辐射温度计的检定、校准条件
4. 标准器的选取；参考辐射温度计；检定距离、黑体空腔口径、距离系数三者的数学关系；
5. 工作用辐射温度计固有误差、重复性检定校准的项目和方法
6. 热像仪示值误差、测温一致性检定校准的项目和方法
7. 辐射测温用-10℃~200℃黑体辐射源亮度温度、温度稳定性、温度均匀性检定校准的项目和方法
8. 标准辐射感温器示值误差检定校准的项目和方法
9. 辐射温度计、热像仪、标准辐射感温器的瞄准方法
10. 检定、校准结果的处理及证书；检定周期和检定、校准中的注意事项
* **熟悉**
1. 辐射温度计通用技术要求
2. 外观；光学系统；绝缘电阻
3. 辐射温度测量结果的不确定度评定
4. 发射率对于温度的修正计算方法
5. 辐射温度计首次、后续、使用中检定项目
* **了解**
1. 亮度温度、比色温度、辐射温度的测量原理和方法及其优缺点、适用范围
2. 黑体辐射源的种类、原理、结构
3. 辐射测温国内外最新发展水平

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 856-2015 工作用辐射温度计检定规程
3. JJF 1187-2008 热像仪校准规范
4. JJF 1552-2015 辐射测温用-10℃~200℃黑体辐射源校准规范
5. JJG 717-1991 标准辐射感温器检定规程

### 二、（020201）热电偶

**1.概述**

热电偶测温的基本原理是热电效应。由不同的两种金属组成热电回路它遵从热电回路的基本定律（均质回路定律，中间金属定律，连接导体定律，中间温度定律和参考电极定律）。标准热电偶的检定可采取固定点法或比较法。而比较法按接线的不同又分为双极法，同名极法和微差法。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 热学基础知识点：温度、温标、国际（实用）温标、国际温标三要素、热力学温度、热力学温度、热力学温度与摄氏温度的数值关系、摄氏温度与华氏温度的转换公式
2. 热电偶测温原理
3. 标准热电偶年稳定度要求
4. 热电偶产生热电势的基本条件
5. 工作用热电偶（工作用贵金属热电偶、工作用廉金属热电偶）的检定/校准方法，使用的标准器和配套设备
6. 检定/校准工作用热电偶的数据处理方法。
* **熟悉**
1. 热电偶的分类及各种热电偶的特点和使用条件
2. 八种国际标准化热电偶及其代号
3. 热电偶补偿导线的分类，使用方法及注意事项
4. 双极法，同名极法和微差法及其适用的条件和热电势的计算方法
5. 热电偶的清洗，退火和焊接过程
6. 热电偶回路基本定律及应用
7. 工作用热电偶的测量不确定度评定
* **了解**
1. 热电偶的制作，选材和绝缘材料的使用
2. 热电偶自动测量系统计量特性要求

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 75-1995 标准铂铑10——铂热电偶检定规程
3. JJG 141-2013 工作用贵金属热电偶检定规程
4. JJG 668-1997 工作用铂铑10-铂、铂铑13-铂热电偶短型热电偶检定规程
5. JJF 1637-2017 廉金属热电偶校准规范
6. JJG 368-2000 工作用铜、铜镍热电偶检定规程
7. JJF 1262-2010 铠装热电偶校准规范
8. JJF 1176-2007 （0~1500）℃钨铼热电偶检定规程
9. JJF 1098-2003 热电偶、热电阻自动测量系统校准规范

### 三、（020301）温度计（标准及精密玻璃液体温度计）

**1.概述**

温度计考核项目包含标准及精密玻璃液体温度计、工作用膨胀式温度计、表面温度计及工业电阻温度计，这四类温度计的测温原理均为接触式测温，利用温度计与被测对象接触并达到热平衡时,测温介质的某一物理特性与温度的特定关系进行温度测量。

玻璃液体温度计被广泛地用于测量-100℃~500℃范围的温度，特殊情况下可将测量范围扩展到-190℃~700℃。无论是在实验室中还是在工农业生产实践中，玻璃液体温度计至今仍被普遍地采用。其原因是这种温度计使用简单，测量结果有足够的准确度，而且价格便宜。

标准水银温度计是工作用玻璃液体温度计、压力式温度计和双金属温度计检定时的标准器之一。

无论上述哪种温度计，它们的检定方法有共同特点：用比较法进行检定，需要恒温槽提供稳定的温度，将标准温度计与它们同时放入恒定温场中，并与标准温度计进行比较，给出修正值或误差。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 温度计量单位的来源；温度计量的单位；摄氏度；开尔文；摄氏度与开尔文、华氏度的换算
2. 标准水银温度计名词术语：零位误差；示值修正值；温度波动性；温度均匀性；刻度线；刻度值；刻度板；主刻度；主刻度线；分度值；辅助刻度；展刻线；浸没标志；感温泡；中间泡；安全泡；全浸式温度计；局浸式温度计；露出液柱；线性度
3. 检定、校准用计量标准及仪器设备的性能：准确度等级；测量范围；测量不确定度等
4. 标准及精密玻璃液体温度计主要性能要求：示值修正值和零位；两周期检定的示值修正值之差；示值稳定性；零位上升值；零位低降值；毛细管均匀性和刻线等分均匀性误差
5. 标准及精密温度计技术要求：玻璃；感温液；液柱；刻度；标识；标准水银温度计的几何尺寸。
6. 标准及精密玻璃液体温度计的检定条件：标准器；配套设备；环境温度；相对湿度
7. 标准及精密玻璃液体温度计的检定项目和方法，读数方法；
8. 检定结果的处理及证书、检定周期和检定、校准中注意事项
* **熟悉**
1. 热膨胀、热平衡、热电势、温度、温标的基本概念
2. 标准及精密玻璃液体温度计的工作原理
3. 标准铂电阻温度计的使用方法、Rtp的测量方法
4. 标准及精密玻璃液体温度计测量结果的不确定度评定
5. 标准及精密玻璃液体温度计的调修
6. 分离滚动法；分离热中间泡法。
* **了解**
1. 热力学第零定律、热力学第二定律的基本原理
2. 温标的三要素
3. 玻尔兹曼常数
4. 标准及精密玻璃液体温度计的主要结构
5. 标准及精密玻璃液体温度计首次检定中特殊项目的测试方法
6. 示值稳定度。
7. 水三相点制备和使用方法
8. 水银断节及水银泄露的处理方法
9. 标准铂电阻温度计的测温原理

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 161-2010 标准水银温度计检定规程

### 四、（020302）温度计（工作用膨胀式温度计）

**1.概述**

膨胀式温度计膨胀式温度计是利用膨胀法来测量温度的一种仪表。所谓膨胀法就是利用物质的热膨胀（体膨胀或线膨胀）性质与温度的固有关系为基础实现的一类测温方法。基于此法所做成的仪表，习惯上称为膨胀式温度计。

膨胀式温度计主要有：玻璃液体温度计（标准水银温度计、工作用玻璃液体温度计）、压力式温度计和双金属温度计。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 工作用膨胀式温度计的基本概念：工作用玻璃液体温度计；双金属温度计；电接点温度计；压力式温度计；双金属温度计
2. 膨胀式温度计名词术语
3. 工作用玻璃液体温度计：刻度线；刻度值；刻度板；主刻度；主刻度线；分度值；辅助刻度；展刻线；浸没标志；感温泡；中间泡；安全泡；全浸式温度计；局浸式温度计；露出液柱；线性度
4. 电接点玻璃水银温度计：标度；标度板；标度线；标度值；主标度；辅标度；展该线；浸没线；露出液柱；中间泡；安全泡
5. 双金属温度计：可调角双金属温度计；电接点双金属温度计
6. 检定、校准用计量标准及仪器设备的性能：准确度等级；测量范围；测量不确定度等
7. 计量性能要求
8. 工作用玻璃液体温度计：示值稳定性；示值误差；线性度
9. 电接点玻璃水银温度计：示值稳定性；示值误差；动力误差；不灵敏区
10. 双金属温度计：准确度等级；最大允许误差；回差；重复性；设定点误差；切换差；切换重复性；热稳定性
11. 压力式温度计：示值误差；回差；重复性；设定点误差；切换差；报警设定点误差
12. 检定条件：标准器；配套设备；环境温度；相对温度
13. 检定项目和方法
14. 检定结果的处理及证书、检定周期
* **熟悉**
1. 工作用玻璃液体温度计、电接点玻璃水银温度计、双金属温度计、压力式温度计的工作原理
2. 冰点的制作和使用方法
3. 膨胀式温度计测量结果的不确定度评定
4. 温度计感温液柱修复方法
* **了解**
1. 膨胀式温度计的主要结构
2. 膨胀式温度计首次检定中特殊项目的测试方法
3. 工作用玻璃液体温度计、电接点玻璃水银温度计的示值稳定度
4. 双金属温度计的重复性；切换重复性；热稳定性
5. 压力式温度计的重复性
6. 恒温槽的结构及技术要求

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 130-2011 工作用玻璃液体温度计检定规程
3. JJG 310-2002 压力式温度计检定规程
4. JJG 226-2001 双金属温度计检定规程
5. JJG 131-2004 电接点玻璃水银温度计检定规程

### 五、（020303）温度计（表面温度计）

**1.概述**

本项目包含表面温度计和烙铁温度计。表面温度计是测量固体表面温度的仪器，由传感器和数字式温度指示仪表组成，其测温原理是将表面温度计温度传感器的感温元件紧密压在被测物体表面上，由指示仪表显示出被测物体的表面温度。烙铁温度计是一种用于测试电烙铁焊嘴温度的专用温度计，通常由温度传感器、信号处理电路和温度显示单元组成，测量时电烙铁焊嘴紧密接触温度传感器，使其输出电信号至数字显示器以显示温度。烙铁温度计通常采用镍铬－镍硅（K型）热电偶作为温度传感器，一般具有自动关机、低电压警示和最高温度保持功能。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 表面温度计；烙铁温度计的基本概念
2. 校准用计量标准及仪器设备的性能：准确度等级；测量范围；测量不确定度等
3. 计量特性：表面温度计、烙铁温度计的示值误差
4. 校准条件：标准器；温度源；环境温度；相对温度；环境温度波动
5. 校准项目和方法
6. 校准结果的处理及证书、校准周期
* **熟悉**
1. 表面温度计、烙铁温度计的工作原理
2. 测量结果的不确定度评定
3. 校准过程注意事项
4. 热电偶的工作原理
* **了解**
1. 表面温度源控温稳定性及温度均匀性测量方法
2. 表面温度源的结构及技术要求
3. 表面温度计、烙铁温度计的构成

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1409-2013 表面温度计校准规范
3. JJF 1629-2017 烙铁温度计校准规范

### 六、（020304）温度计（工业电阻温度计）

**1.概述**

电阻温度计是由电阻感温器件，测量设备或显示仪表以及连接导线。其测温原理是利用金属，合金，半导体的电阻随温度的变化而变化来测量温度。电阻温度计使用方便，易于实现自动测量和控制。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 工业铂热电阻、工业铜热电阻、表面铂热电阻、热敏电阻的基本概念
2. 名词术语：热电阻；标称电阻值R0；工业热电阻电阻比值WIt；标准铂电阻电阻比值WIs；电阻温度系数
3. 检定、校准用计量标准及仪器设备的性能：准确度等级；测量范围；测量不确定度等
4. 计量性能要求
5. 工业铂铜热电阻：允差；稳定性
6. 表面铂热电阻：最大允许误差；表面铂热电阻的R0值
7. 热敏电阻测温仪：绝缘电阻；示值误差；稳定性。
8. 检定条件：标准器；配套设备；环境温度；相对温度
9. 检定/校准项目和方法
10. 检定/校准结果的处理及证书、检定/校准周期
* **熟悉**
1. 工业铂铜热电阻、表面铂热电阻、热敏电阻的工作原理
2. 一般故障的排除和调修
3. 测量结果的不确定度评定
4. 冰点的制作和使用方法
5. 表面冰点器和表面测温杯的制作
* **了解**
1. 各种工业电阻温度计的主要结构
2. 恒温槽的结构及技术要求
3. 热电阻自动测量系统计量特性要求

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 229-2010 工业铂、铜热电阻检定规程
3. JJG 684-2003 表面铂热电阻检定规程
4. JJF 1379-2012 热敏电阻测温仪校准规范
5. JJF 1098-2003 热电偶、热电阻自动测量系统校准规范

### 七、（020401）多通道温湿度测量仪

**1.概述**

多通道温湿度测量仪与温度传感器、湿度传感器配套使用，可实现多个测量点温度、湿度的数据采集、数据采集、存储等功能，主要应用于科研生产过程中的温湿度监测。多通道温湿度测量仪主要由温湿度传感器、测量及信号处理电路组成，测量仪传感器有外置式和内置式两种形式，当传感器或变送器将被测量转换为测量仪可接受的信号（电压、电流或电阻）后，测量仪即可通过对电量的测量来间接反映其他相关量，测量仪的数据显示有本地显示和远程显示两种显示方式。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 国际温标，国家温度量值传递系统、湿度量值传递系统
2. 温度传感器（主要包括热电阻、热电偶、热敏电阻）的测量原理、结构、测量范围和测量准确度；
3. 湿度传感器（主要包括电阻式湿敏传感器和电容式湿敏传感器）的测量原理、结构、测量范围和测量准确度
4. 温度、湿度的测量技术和测量方法
5. 有关名词术语：测量误差、测量不确定度、重复性、稳定性、绝缘电阻、绝缘强度、轴向温场、径向温场、测量偏差、测量误差、波动度、升降温速率
* **熟悉**
1. 多通道温湿度测量仪的测量功能、测量软件、注意事项、安全事项及技术性能（测量范围、最大允许误差、环境条件）
2. 热电偶的分类及各种热电偶的特点和使用条件
3. 国际标准化热电偶及其代号
4. 热电偶补偿导线的分类，使用方法及注意事项
5. 热电阻的分类及各种热电阻的特点和使用条件以及国际标准化热电阻分度方法及其代号
6. 电阻电容湿敏传感器的分类和使用条件
7. 精密露点仪测量原理和使用条件
8. 环境试验设备温度、湿度校准规范中温度湿度校准方法
9. 箱式电阻炉校准规范中校准方法
10. 影响测量结果的各主要因素、数据处理与计算、测量不确定度评定
* **了解**
1. 环境试验设备、箱式电阻炉设备的分类和特点
2. 加热、制冷控制原理及设备
3. 常用温度、湿度测量设备的原理和结构

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 229-2010 工业铂、铜热电阻检定规程
3. JJG 141-2013 工作用贵金属热电偶检定规程
4. JJF 1637-2017 廉金属热电偶校准规范
5. JJF 1101-2003 环境试验设备温度、湿度校准规范
6. JJF 1376-2012 箱式电阻炉校准规范
7. JJF 1184-2007 热电偶检定炉温度场测试技术规范
8. JJF 1564-2016 温湿度标准箱校准规范
9. GB/T 11605-2005 湿度测量方法

### 八、（020501）温度显示及调节仪表（温度校验仪）

**1.概述**

温度校准仪具有测量和输出两种功能，属于温度测量仪表中的多功能计量器具。校准仪可以测量和模拟热电阻；可以测量和模拟热电偶；模拟过程信号输出的直流电流或直流电压等。校准仪在测量状态时，可以与热电阻或热电偶连接以测量温度，相当于一台数字温度指示仪。校准仪在输出状态时，可以模拟各种热电阻、热电偶和温度变送器输出相应的标准电信号以校准温度二次仪表。通常以数字键盘的形式设定模拟的温度值，也可以用最小步进方式增加或递减温度以适用于模拟式温度二次仪表的校准。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 过程仪表校验仪、温度校准仪的基本概念
2. 名词术语：
3. 过程仪表校验仪：标称电量值；校验仪的负载特性
4. 温度校准仪：示值误差；输出误差；激励电流；最小步进值
5. 计量标准及仪器设备的性能：准确度等级；测量范围；允许偏差范围；测量不确定度等
6. 计量性能要求：
7. 过程仪表校验仪：输出/测量范围及误差极限；直流电流输出的负载特性
8. 温度校准仪：示值误差；输出误差；模拟热电阻激励电流有效范围；温度输出最小步进值
9. 校准条件：标准器；配套设备；环境温度；相对湿度；电源电压
10. 校准项目和方法：
11. 过程仪表校验仪：直流电压输出功能；直流电流输出功能；频率输出功能；直阻输出功能；热电阻模拟输出功能；热电偶模拟输出功能；直流电压测量功能；交流电压测量功能；直流电流测量功能；交流电流测量功能；电阻测量功能；热电阻测量功能；热电偶测量功能；频率测量功能；直流电流输出的负载特性。
12. 温度校准仪：示值误差；输出误差；通电预热；选择校准点；调整零点；模拟热电阻激励电流有效范围的检查；温度输出最小步进值的检查。
13. 校准结果的处理及证书、周期和校准中应注意的事项
* **熟悉**
1. 过程仪表校验仪、温度校准仪的工作原理
2. 温度校验仪的故障排除和调修
3. 测量结果的不确定度评定
* **了解**
1. 温度校验仪的主要结构
2. 温度校验仪的国内外最新发展水平。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 1472-2014 过程仪表校验仪检定规程
3. JJF 1309-2011 温度校准仪校准规范

### 九、（020502）温度显示及调节仪表（电信号输入）

**1.概述**

温度显示及调节仪表是利用被测物体在温度变化时，它的某些物理量也随着变化的特性来测量温度的，是通过测量温度传感器的电量值来显示、记录或控制温度的仪表。仪表本身并不能单独测量温度，必须与温度传感器相配、接受其信号才能测量温度。实际上温度显示及调节仪表是工业过程测量和控制系统中广泛使用的一种模拟式或数字式电测仪表。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 基本概念：工业过程测量记录仪；数字温度指示调节仪；动圈式温度指示、指示位式调节仪表；模拟式温度指示调节仪；温度显示仪
2. 名词术语：
3. 工业过程记录仪：自动平衡式记录仪；直接驱动式记录仪；指示基本误差；记录基本误差；回差；重复性；设定点误差；切换差；稳定性
4. 动圈式温度指示、指示位式调节仪表：回程误差；示值重复性；倾斜误差；设定点偏差；切换值；上切换值；下切换值；切换差；切换差的重复性。
5. 数字式温度指示调节仪：标称电量值；波动中值；设定点误差；设定点偏差；切换值；切换差；时间比值（ρ）；非线性系数（γ）；零周期；比例带；再调时间（积分时间）；预调时间（微分时间）；静差；干扰系数。
6. 模拟温度指示调节仪：回程误差；设定点误差；切换差；零周期；比例带；手动再调；静差；再调时间；预调时间。
7. 温度显示仪：示值误差；标称电量值；全量程指示仪表；偏差指示仪表；重复性；分辨力。
8. 计量标准及仪器设备的性能：准确度等级；测量范围；测量不确定度等
9. 计量性能要求：
10. 工业过程记录仪：指示基本误差；记录基本误差；指示回差；记录回差；重复性；阶跃响应时间；设定点误差；切换差；稳定性；绝缘电阻；绝缘强度
11. 动圈式温度指示、指示位势调节仪表：指示基本误差；回程误差；倾斜误差；设定点偏差；切换差；越限；断偶保护；绝缘电阻；绝缘强度
12. 数字式温度指示调节仪：基本误差；分辨力；稳定度误差；设定点误差；切换差；比例带；零周期；静差；输出范围及输出阶跃响应；绝缘电阻；绝缘强度
13. 模拟温度指示调节仪：指示基本误差；回程误差；设定点误差；切换差；比例带；零周期；静差；再调时间；预调时间；绝缘电阻；绝缘强度
14. 温度显示仪：示值误差；绝缘电阻
15. 计量条件：标准仪器；配套设备；环境温度；相对湿度；电源电压
16. 检定、校准项目和方法：仪表指示部分、位式控制部分、时间比例控制部分、PID控制部分的检定；仪表示值的校准。
17. 检定结果的处理及证书、检定周期和检定校准中应注意的事项
* **熟悉**
1. 工业过程记录仪、动圈式温度指示、指示位式调节仪表、数字式温度指示调节仪、模拟温度指示调节仪、温度显示仪的工作原理。
2. 一般故障的排除和调修
3. 测量结果的不确定度评定
* **了解**
1. 温度显示及调节仪表的主要结构
2. 新制及修理后的温度显示及调节仪表的检定方法

**3.参考文献：**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 74-2005 工业过程测量记录仪检定规程
3. JJG 186-1997 动圈式温度指示、指示位式调节仪表检定规程
4. JJG 617-1996 数字式温度指示调节仪检定规程
5. JJG 951-2000 模拟式温度指示调节仪检定规程
6. JJF 1664-2017 温度显示仪校准规范

### 十、（020503）温度显示及调节仪表（传感器输入）

**1.概述**

温度显示及调节仪表是工业过程测量和控制系统中广泛使用的模拟或数字仪表，实际上是一种电测仪表。被测对象的温度经过传感器变换成电量信号，经过仪表中测量电路和测量机构或数字电路变成仪表可以接受和显示的信号，推动仪表显示出被测温度。有些仪表可以设定温度，将测量值与其比较，经运算后按一定规律输出调节信号去控执行部件，对生产过程进行控制。在测量温度时与热电偶，热电阻，测温热敏电阻或其它半导体类测温传感器等相连。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 仪表的组成
2. 仪表的工作原理
3. 检定/校准仪表对标准器及配套设备、环境条件的要求
4. 仪表的计量特性及检定/校准项目
5. 检定/校准方法与检定周期/复校时间间隔
6. 数据处理方法
* **熟悉**
1. 检定规程/校准规范的相关术语：设定点误差、切换值、切换差、分度值、记录间隔、发送间隔等。
2. 检定规程/校准规范的适用范围
3. 仪表的计量特性/计量性能要求及通用技术要求
4. 仪表的预热时间
5. 校准结果的表达或检定结果的处理
* **了解**
1. 自动调节的一般知识
2. 测量不确定度的评定

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 874-2007 温度指示控制仪检定规程
3. JJF 1171-2007 温度巡回检测仪校准规范
4. JJF 1366-2012 温度数据采集仪校准规范

### 十一、（020504）温度显示及调节仪表（温度变送器）

**1.概述**

温度变送器是一种将温度变量转换为可传送的标准化输出信号的仪表。主要用于工业过程温度参数的测量和控制。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 温度变送器的组成、工作原理
2. 校准温度变送器对标准器及配套设备、环境条件的要求
3. 校准项目、校准方法及接线方式
4. 数据处理方法
* **熟悉**
1. 温度变送器的计量特性
2. 温度变送器的预热时间
3. 校准规范的适用范围
4. 校准结果的表达
5. 测量不确定度的评定
* **了解**
1. DDZ系列电动温度变送器影响计量性能的有关要求和测量方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1183-2007 温度变送器校准规范

### 十二、（020601）湿度

**1.概述**

与温度一样，湿度是人们可以感知，广义上讲是定义水分含量的物理量。水以气态、液态和固态三种形态普遍存在。水和水汽（即水蒸汽或蒸汽）与人类的生存和发展有着广泛的联系。正因为如此，湿度测量很早就成为人类研究的一门科学。

湿度以往的习惯是描述物质中的含水量，自从1963年在美国举行的关于湿度测量的国际会议以来，国际上倾向于把气体中的含水量称为湿度，把固体、液体的含水量称为水分。湿度是描述空气（或其他气体）中水汽含量的参数。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 湿度的表示方法：湿空气的混合比、水汽分压、摩尔分数、相对湿度和露点温度等
2. 湿度传感器的组成及工作原理
3. 校准湿度传感器的校准步骤、方法：湿度传感器的温度系数；湿度传感器的稳定性；湿度传感器的响应时间；湿度传感器的湿滞。
4. 判断湿度传感器的准确度的等级
5. 计算湿度传感器的修正值
6. 对湿度传感器检定结果进行处理和判断
7. 湿度标准器的构成、工作原理和使用方法：重量湿度计、双压湿度发生器、分流湿度发生器。
8. 机械式温湿度计的组成及工作原理
9. 机械式温湿度计的检定项目及检定方法
10. 机械式温湿度计温度、湿度示值误差的检定方法及相应计算
11. 对机械式温湿度计的检定结果进行处理和判断
12. 湿度计量标准装置及配套设备的工作原理及使用方法
* **熟悉**
1. 水和水汽的性质：水、水汽、平衡、饱和、汽化、蒸发、饱和水汽压方程
2. 空气性质：理想状态方程式、理想气体混合物的性质、干空气和湿空气等
3. 其他湿度表示方法：比湿、绝对湿度、体积比、饱和度、热力学湿球温度
4. 湿度常用表示方法换算关系，主要是相对湿度与露点温度之间的换算
5. 湿度传感器的计量特性和测量方法
6. 湿度传感器测湿原理；主要技术指标及一些主要技术要求；校准湿度传感器的标准器和主要设备；校准条件
7. 机械式温湿度计的计量性能要求、计量标准及配套设备的技术性能。
* **了解**
1. 湿度测量技术和测量方法，主要是利用物质几何尺寸变化的测湿法（伸缩法），干湿球法，冷凝露点法，氯化锂露点法，电湿度测量法（电阻法、电容法），电解法（库仑湿度计）以及其它测湿方法
2. 湿度传感器校准测量结果的不确定度分析
3. JJG 2046-1990 《湿度计量器具检定系统框图》

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材热学计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1076-2001 湿度传感器校准规范
3. JJF（军工）165-2017 数字温湿度计校准规范
4. JJG 205-2005 机械式温湿度计检定规程
5. JJG 2046-1990 湿度计量器具检定系统框图