**四川省国防计量检定人员**

**计量专业知识考试大纲**

03

力学专业

（2020年试行）

四川省国防计量考核委员会

2020年2月

目录

[一、（030101）质量（天平） 1](#_Toc34834568)

[二、（030102）质量（砝码） 3](#_Toc34834569)

[三、（030103）质量（衡器） 4](#_Toc34834570)

[四、（030201）硬度 5](#_Toc34834571)

[五、（030301）密度 6](#_Toc34834572)

[六、（030401）振动（振动台） 7](#_Toc34834573)

[七、（030402）振动（测振仪及传感器） 9](#_Toc34834574)

[八、（030501）冲击 10](#_Toc34834575)

[九、（030601）真空 12](#_Toc34834576)

[十、（030701）力值（测力仪） 13](#_Toc34834577)

[十一、（030702）力值（力传感器） 14](#_Toc34834578)

[十二、（030703）力值（试验机） 15](#_Toc34834579)

[十三、（030801）压力（压力表） 16](#_Toc34834580)

[十四、（030802）压力（静态压力传感器） 17](#_Toc34834581)

[十五、（030803）压力（压力变送器） 18](#_Toc34834582)

[十六、（030804）压力（数字压力计） 19](#_Toc34834583)

[十七、（030805）压力（液体压力计） 20](#_Toc34834584)

[十八、（030806）压力（压力控制器） 21](#_Toc34834585)

[十九、（030807）压力（数字压力指示仪） 22](#_Toc34834586)

[二十、（030901）流量（气体流量） 23](#_Toc34834587)

[二十一、（030902）流量（液体流量） 25](#_Toc34834588)

[二十二、（030903）流量（油流量） 27](#_Toc34834589)

[二十三、（030904）流量（流量积算仪） 29](#_Toc34834590)

[二十四、（031001）扭矩 31](#_Toc34834591)

[二十五、（031101）玻璃量器 32](#_Toc34834592)

[二十六、（031201）转速表 33](#_Toc34834593)

### 一、（030101）质量（天平）

**1.概述**

质量计量学是研究关于质量的计量，保证质量量值准确一致的一门科学。质量的单位是国际单位制中七个基本单位之一。

质量计量的目的就是建立质量标准，测试物体的质量。

质量计量的基本任务是：建立各级质量基准和标准，保证各级质量标准准确可靠，确保质量计量的准确度；分析质量计量中的各种影响因素，研究和改进衡量方法，提高工作效率；简化质量传递系统，便于质量量值的传递，保证全国质量量值的统一。质量的量值传递是将国家基准器具所复现的计量单位量值通过标准器具逐级传递到工作用计量器具，以保证对被测对象所测得量值的准确和一致。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 质量、重量的基本概念；
2. 质量的计量单位及换算；
3. 传递中使用的标准和被测计量器具的一般结构原理、特性及其试验方法；
4. 质量基准的建立；
5. 全国质量量值传递系统；
6. 正确理解和熟悉质量相关的检定规程，掌握检定方法，正确处理检定数据；
7. 能进行空气浮力对质量量值影响的修正；
8. 有关误差的分析和计算。
9. 天平的基本概念、分类、名词解释
10. 机械天平和电子天平的工作原理
11. 天平的计量性能定义
12. 各参数对各计量性能的影响
13. 机械天平、架盘天平和电子天平的检定和结果的处理
* **熟悉**
1. 熟悉各类天平的检定规程
2. 天平的安装、保养和正确使用
3. 全国质量量值传递系统
4. 质量标准的建立
* **了解**
1. 天平一般故障的排除和调修
2. 影响衡量结果的各种因素。
3. 质量计量的国内外发展概况。

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 98-2006 机械天平检定规程
3. JJG 156-2004 架盘天平检定规程
4. JJG 1036-2008 电子天平检定规程

### 二、（030102）质量（砝码）

**1.概述**

质量计量学是研究关于质量的计量，保证质量量值准确一致的一门科学。质量的单位是国际单位制中七个基本单位之一。

质量计量的目的就是建立质量标准，测试物体的质量。

质量计量的基本任务是：建立各级质量基准和标准，保证各级质量标准准确可靠，确保质量计量的准确度；分析质量计量中的各种影响因素，研究和改进衡量方法，提高工作效率；简化质量传递系统，便于质量量值的传递，保证全国质量量值的统一。质量的量值传递是将国家基准器具所复现的计量单位量值通过标准器具逐级传递到工作用计量器具，以保证对被测对象所测得量值的准确和一致。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 质量、重量的基本概念；
2. 质量的计量单位及换算；
3. 传递中使用的标准和被测计量器具的一般结构原理、特性及其试验方法；
4. 质量基准的建立；
5. 全国质量量值传递系统；
6. 正确理解和熟悉质量相关的检定规程，掌握检定方法，正确处理检定数据；
7. 能进行空气浮力对质量量值影响的修正；
8. 有关误差的分析和计算。
9. 砝码的定义和名词解释
10. 砝码的材料、结构、形状、组合和标记
11. 砝码的分类及质量允差
12. 检定条件及有关准备
13. 砝码检定和结果的处理
14. 折算质量与真空质量换算
* **熟悉**
1. 熟悉砝码的检定规程
2. 质量基准的建立
3. 全国质量量值传递系统
4. 砝码的使用和保养
5. 质量计量的有效数字运算与数据处理原则
* **了解**
1. 影响测量结果的各种因素。
2. 质量计量的国内外发展概况。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 99-2006 砝码检定规程

### 三、（030103）质量（衡器）

**1.概述**

质量计量学是研究关于质量的计量，保证质量量值准确一致的一门科学。质量的单位是国际单位制中七个基本单位之一。

质量计量的目的就是建立质量标准，测试物体的质量。

质量计量的基本任务是：建立各级质量基准和标准，保证各级质量标准准确可靠，确保质量计量的准确度；分析质量计量中的各种影响因素，研究和改进衡量方法，提高工作效率；简化质量传递系统，便于质量量值的传递，保证全国质量量值的统一。质量的量值传递是将国家基准器具所复现的计量单位量值通过标准器具逐级传递到工作用计量器具，以保证对被测对象所测得量值的准确和一致。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 质量、重量的基本概念
2. 质量的计量单位及换算
3. 衡量的基本原理及应用
4. 传递中使用的标准和被测计量器具的一般结构原理、特性及其试验方法
5. 掌握衡器的检定方法，正确处理检定数据
6. 掌握各种精密衡量方法，了解它的公式来源和特性
7. 有关误差的分析和计算及测量不确定度的评定
8. 衡器的基本概念、分类、名词解释
9. 衡器的工作原理
10. 衡器的计量性能定义，各参数对各计量性能的影响
11. 衡器的检定和结果的处理。
* **熟悉**
1. 熟悉衡器相关的检定规程
2. 质量基准的建立
3. 全国质量量值传递系统
* **了解**
1. 影响衡量结果的各种因素。
2. 质量计量的国内外发展概况。
3. 能进行空气浮力对质量量值影响的修正

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 13-2016 模拟指示秤检定规程
3. JJG 14-2016 非自行指示秤检定规程
4. JJG 539-2016 数字指示秤检定规程
5. JJG 555-1996 非自动秤通用检定规程

### 四、（030201）硬度

**1.概述**

硬度这一概念目前尚无一个完整确切的定义，通常认为对静载硬度试验方法而言，硬度就是物体抵抗弹性、塑性变形或破坏的能力。硬度计量主要研究硬度量值的复现、保存及传递方法和硬度块的定度、硬度计的检定方法，以保证硬度量值的准确性和可靠性。硬度试验方法是材料机械性能试验中最简单、最迅速的方法。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 各种硬度的符号和表示方式、硬度试验方法的分类
2. 硬度计的结构原理、各种硬度压头的种类及几何尺寸
3. 布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度的试验原理、公式、试验条件及试验特点
4. 布氏、洛氏、维氏硬度计示值误差、重复性的计算方法和结果表示及判断原则
* **熟悉**
1. 布氏硬度可比性的条件
2. 布氏硬度合格压痕直径需满足的条件
* **了解**
1. 硬度的概念、硬度试验的特点
2. 硬度计量体系
3. 各种硬度计常见故障及排除方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 112-2013 金属洛氏硬度计检定规程
3. JJG 151-2006 金属维氏硬度计检定规程
4. JJG 150-2005 金属布氏硬度计检定规程

### 五、（030301）密度

**1.概述**

密度是表征物质内在特性的一个物理量。密度的大小表明了物质分子排列的疏密程度，物质的密度是不同的，他们与其所处的状态或者条件密切相关，为正确地表达密度量值，必须表明物质所处的状态或者条件。

密度计量涉及石油、化工、建材、轻工、商检、医疗、贸易、国防及科学研究等诸多领域，应用十分广泛。它不仅关系到半成品、成品的数量和质量控制、检测及生产过程管理，同时关系到科学技术、国际贸易的促进和发展。密度计量在国民经济的发展中起着不可低估的作用，因此，从事密度计量专业的人员，应加强基本理论知识学习，熟练掌握基本操作技能，严格执行法律、法规和计量检定规程，严格把关，为国防事业贡献自己的力量。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 浮计（标准玻璃浮计和工作玻璃浮计）的分类和用途。
2. 密度传递系统及其量传方法。
3. 影响工作玻璃浮计示值的各个影响因素
4. 检定液的种类、适用范围、配置方法、储存及注意事项
5. 正确使用工作玻璃浮计，同时掌握工作玻璃浮计的维护、保养知识
6. 工作玻璃浮计的工作原理及检定方法，并能正确处理检定数据
* **熟悉**
1. 本专业的基本概念、公式、定义及术语等
2. 本专业计量器具的结构原理、技术性能
* **了解**
1. 标准玻璃浮计的工作原理及检定方法，并能正确进行测量标准和测量结果的不确定度的分析
2. 有关的计量法规、法定计量单位，做到概念清楚，使用正确
3. 浮计的定度方法及其原理

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 42-2011 工作玻璃浮计检定规程

### 六、（030401）振动（振动台）

**1.概述**

振动是导出单位，属力学计量项目。振动计量涉及的知识面较广，包括光、机、电、液、信号分析等领域，所以，从事振动的计量人员要有较高、较广和扎实的基础知识。振动计量的任务是：建立各级振动计量基标准，开展检定和仲裁工作，将振动量值溯源到基本量和传递到被测量的对象，保证振动量值测量的准确、统一和可靠；利用新技术不断提高和改进振动计量的准确度和自动化水平，满足国防现代化、科技进步和国民经济不断发展的要求。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 振动计量检定系统：振动检定的一般概念，振动计量器具检定系统表；
2. 振动台计量标准装置：振动台计量标准装置的基本原理、组成及使用方法。
3. 机械式振动台：工作原理、结构特点、检定项目、技术指标、检定方法；
4. 标准振动台：工作原理、结构特点、检定项目、技术指标、检定方法；
5. 液压式振动试验系统：工作原理、结构特点、检定项目、技术指标、检定方法；
6. 数字式电动振动试验系统：工作原理、结构特点、检定项目、技术指标、检定方法；
7. 电动式水平振动试验台：工作原理、结构特点、检定项目、技术指标、检定方法；
* **熟悉**
1. 振动计量的基础知识：振动的定义；各种表示振动现象的参数：加速度、速度、位移、峰值、有效值、平均值、总失真度和谐波失真度等。
2. 表示振动传感器的参数：加速度灵敏度、速度灵敏度、位移灵敏度、参考灵敏度、线性度、幅频特性、相频特性、横向灵敏度、温度灵敏度、瞬变温度灵敏度、磁灵敏度、声灵敏度、基座应变灵敏度等的定义和物理概念，以及它对测量的影响。
* **了解**
1. 振动的基本知识：信号的分类，简谐振动、复合振动、随机振动；基本的机械系统，一阶及二阶系统的物理特性；
2. 信号分析的基础知识：各种分析参数定义和物理概念，如时域参数、频域参数、互功率谱密度、自相关函数、指数平均等；使用动态分析仪、随机振动测量和试验所需的知识：如采样定理，带宽和窗函数选择，平均与测量不确定度的关系、叠混和泄漏对测量的影响等。
3. 光学的基本知识：基本的干涉原理：激光和激光器、光的相干性、偏振光、迈克尔逊干涉仪，在测量反射镜振动的情况下，光学信号的频率分析等。

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 189-1997 机械式振动台检定规程
3. JJG 298-2015 标准振动台检定规程
4. JJG 638-2015 液压式振动试验系统
5. JJG 948-2018 数字式电动振动试验系统
6. JJG 1000-2005 电动式水平振动试验台
7. JJG 233-2008 压电式加速度计检定规程
8. JJG 2054-2015 振动计量器具检定系统表

### 七、（030402）振动（测振仪及传感器）

**1.概述**

振动传感器及测振仪原理类似，大致可分为振动位移、振动速度和振动加速度传感器三类。加速度传感器通过硬件或软件一次积分可以得到振动速度，二次积分可以得到振动位移，所以测量加速度是此类设备的基础。机械振动是指物体或质点在其平衡位置附近所作有规律的往复运动。振动的强弱用振动量来衡量，振动量可以是振动体的位移、速度或加速度。振动量如果超过允许范围，机械设备将产生较大的动载荷和噪声，从而影响其工作性能和使用寿命，严重时会导致零部件的早期失效。因此，测量并有效评估振动量对于工业生产是不可或缺的。目前测量振动量的方法涉及到电学和磁学，因此这两门学科的基础知识是入门的前提条件。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 电磁场与电磁波相关理论知识
2. 与分类下各规程有关的名词术语、技术要求和使用要求
3. 各种设备的检定方法、技术指标的计算方法、准确度级别划分和检定结果的判定原则
* **熟悉**
1. 振动传感器相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 目前我国振动计量传递检定系统
3. 振动传感器的各种特性；
4. 各种设备的工作原理、测量原理、结构、功能等
5. 各参数的测量不确定度评定。
* **了解**
1. 振动计量的国内外发展概况、趋向、及测振新技术的应用。
2. 环境对实验结果的影响量评估及补偿
3. 常见振动传感器的分类、特点及使用场合

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 134-2003 磁电式速度传感器检定规程
3. JJG 233-2008 压电加速度计检定规程
4. JJG 644-2003 振动位移传感器检定规程
5. JJG 676-2000 工作测振仪检定规程

### 八、（030501）冲击

**1.概述**

冲击是导出单位，属力学计量项目。冲击计量涉及的知识面较广，包括光、机、电、液、信号分析等领域，所以，从事冲击的计量人员要有较高、较广和扎实的基础知识。冲击计量的任务是：建立各级冲击计量标准，开展检定和仲裁工作，将冲击量值溯源到基本量和传递到被测量的对象，保证冲击量值测量的准确、统一和可靠；利用新技术不断提高和改进冲击计量的准确度和自动化水平，满足国防现代化、科技进步和国民经济不断发展的要求。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 冲击测量在时域和频域的主要内容：时域测量的内容主要包括冲击峰值（含加速度、速度、位移和力等）、冲击持续时间、冲击速度改变量、冲击幅值-时间历程（即波形）等，频域测量的主要内容包括冲击信号的傅里叶频谱和冲击响应谱的测量与分析
2. 典型冲击测量系统的组成和基本功能：冲击测量最小系统的组成，数字式冲击测量系统的组成，冲击测量系统的基本功能、冲击加速度计的结构和基本原理
3. 冲击测量对测量系统动态特性的基本要求：冲击测量系统的理想传输特性，对冲击加速度计的基本频响要求，对冲击适调、显示和记录仪器的基本频响要求
4. 冲击加速度计量器具检定系统：冲击校准的一般概念，冲击加速度计量器具检定系统表
5. 冲击加速度时域相对校准和比较校准方法：冲击力法，应力波冲击加速度校准方法，冲击加速度校准的Hopkinson压缩波方法、冲击加速度时域比较校准方法，掌握以上方法的基本理论、相关设备的操作方法、不确定度的分析和评定
6. 冲击加速度的激光干涉（绝对）法校准的原理和方法：掌握基本理论、相关设备的操作方法、不确定度的分析和评定
7. 冲击加速度计、冲击试验台、碰撞试验台等设备的检定方法、不确定度分析
* **熟悉**
1. 冲击过程的描述：冲击过程的时域描述，冲击过程的频域描述，冲击过程的复数域描述，冲击过程的冲击响应谱描述
* **了解**
1. 冲击测量系统动态特性的描述：脉冲响应函数，频率响应函数，离散时间系统的传递函数
2. 冲击测量系统的冲击响应：测量系统的连续时间响应，加速度计的离散时间响应
3. 冲击测量信号适调器的高低频限制：电荷放大器、电压放大器、线驱动器、集成电路压电加速度计适调器、动态应变仪、压阻加速度计信号适调器的高低频响应
4. 冲击加速度的速度改变（绝对）法校准的原理和方法：了解基本理论、相关设备的操作方法、不确定度的分析和评定
5. 冲击加速度的频域校准方法：频域校准的原理，频域校准的设备
6. 冲击的计量国内外情况和发展动态

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1156-2006 振动冲击转速计量术语及定义
3. JJG 223-2008 压电加速度计检定规程
4. JJG 541-2005 落体式冲击试验台检定规程
5. JJF 1153-2006 冲击加速度计（绝对法）校准规范
6. JJG 973-2002 冲击测量仪检定规程
7. JJG 497-2000 碰撞试验台检定规程

### 九、（030601）真空

**1.概述**

真空技术是应用十分广泛的一门基础科学，它包括真空获得、真空测量、真空检漏、真空材料和真空工艺等，所用到的基础知识面很广，涉及到数学、热学、分子物理学、流体力学、统计学、电子光学和电学等许多学科。从实际工作出发，无论是研究真空标准，还是进行量值传递，都需要掌握这些基本的基础知识，作为真空计量检定人员需要掌握真空获得、真空检漏、真空测量仪器仪表的正确使用、维护，具备了这些知识才能从事和开展真空计量检定工作。

真空测量是真空技术的基础部分和主要组成部分。真空测量是在给定的真空容器内测量低于一个大气压的气体稀薄程度。真空测量可以分为全压力测量、分压力测量、气体的微流量测量和抽速测量等。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 真空的基本概念；真空度的单位；真空区域的划分
2. 气体分子运动的基本原理；理想气体的概念和其状态方程；气体分子的电离机理；常用流导的计算公式
3. 能够判断真空系统是否存在漏气，并且了解真空系统的检漏常用的方法
4. 真空标准装置的工作原理（动态流量法真空标准、静态膨胀法真空标准和比对法真空标准）熟练操作和使用真空标准，并将真空标准维护在最佳工作状态，能够分析并评定标准装置的不确定度
5. 常用真空计的检定技术和校准方法，重点掌握热阴极电离真空计、热传导真空计、电容薄膜真空计、压阻真空计的测量原理和测量范围、准确度、主要不确定度来源、以及使用中的注意事项和维护方法
6. 各种真空计的校准规范，掌握真空全压力量值溯源和传递关系
* **熟悉**
1. 各种真空泵的工作原理，应用范围和工作特点
2. 各种真空泵使用常识、极限真空度和抽速的概念
* **了解**
1. 绝对真空计、相对真空计、全压力真空计和分压力真空计的概念，及其测量技术。
2. 各种分压力质谱计的工作原理，校准技术和方法。
3. 抽速的测量原理和测量方法。
4. 真空计量在科研和生产中的应用情况及真空计量的发展趋势。

**3.参考文献：**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1062-1999 电离真空计校准规范
3. JJF 1050-1996 工作用热传导真空计校准规范
4. JJF 1503-2015 电容薄膜真空计校准规范
5. JJG 932-1998 压阻真空计检定规程

### 十、（030701）力值（测力仪）

**1.概述**

力值是研究关于力值计量的原理、方法和力值计量器具，保证力值量值准确一致的一门科学。力值为导出量，单位为牛顿（N）。是力学计量领域中的基础量值之一。

力值计量的目的就是建立各级力值标准，并完成力值的传递和测试。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 各种测力仪的名词术语、技术要求和使用要求
2. 各种测力仪的国家计量检定规程和国家标准
3. 各种测力仪的检定方法、技术指标的计算方法、准确度级别划分和检定结果的判定原则
4. 各种测力仪测量结果不确定度的评定方法
* **熟悉**
1. 各种测力仪的工作原理和主要结构特点
2. 力标准机的工作原理
* **了解**
1. 各种测力仪的常见故障原因及排除方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 144-2007 标准测力仪检定规程
3. JJG 455-2000 工作测力仪检定规程

### 十一、（030702）力值（力传感器）

**1.概述**

力值是研究关于力值计量的原理、方法和力值计量器具，保证力值量值准确一致的一门科学。力值为导出量，单位为牛顿（N）。是力学计量领域中的基础量值之一。

力值计量的目的就是建立各级力值标准，并完成力值的传递和测试。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 各种力传感器的有关名词术语、技术要求和使用要求
2. 各种力传感器的国家计量检定规程和国家标准。
3. 力传感器的检定方法、技术指标的计算方法、准确度级别划分和检定结果的判定原则
4. 力传感器测量结果不确定度的评定方法
* **熟悉**
1. 各种力传感器的工作原理和主要结构特点
2. 力标准机的工作原理
* **了解**
1. 力传感器常见故障的原因和排除方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 391-2009 力传感器检定规程

### 十二、（030703）力值（试验机）

**1.概述**

力值是研究关于力值计量的原理、方法和力值计量器具，保证力值量值准确一致的一门科学。力值为导出量，单位为牛顿（N）。是力学计量领域中的基础量值之一。

力值计量的目的就是建立各级力值标准，并完成力值的传递和测试。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 各种试验机的有关名词术语、技术要求和使用要求
2. 各种试验机的的国家计量检定规程和国家标准
3. 各种试验机的检定方法、技术指标的计算方法、准确度级别划分和检定结果的判定原则
4. 各种试验机测量结果不确定度的评定方法
* **熟悉**
1. 各种试验机的工作原理和主要结构特点
2. 标准测力仪的工作原理
* **了解**
1. 各种试验机常见故障的原因和排除方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 139-2014 拉力、压力和万能试验机检定规程
3. JJG 475-2008 电子式万能试验机检定规程
4. JJF 1134-2005 专用工作测力机校准规范

### 十三、（030801）压力（压力表）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 根据压力表的类型确定检定项目
4. 压力表的各检定项目的检定方法、指标计算公式
5. 根据压力表的测量范围和准确度等级选择主标准器
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 压力表的各种特性；
5. 压力表的基本原理、结构、功能和基本调整方法；
6. 压力表示值误差测量不确定度评定。
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 了解常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 压力表选型

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 49-2013 弹簧管式精密压力表、压力真空表检定规程
3. JJG 52-2013 弹簧管式一般压力表、压力真空表和真空表检定规程
4. JJG 927-2013 轮胎压力表检定规程
5. JJF 1328-2011 带弹簧管压力表的气体减压器校准规范

### 十四、（030802）压力（静态压力传感器）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 压力传感器的各检定项目的检定方法、指标计算方法
4. 根据压力传感器的测量范围和准确度等级选择主标准器及配套设备
5. 压力传感器的测量数据的计算和处理
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 压力传感器的计量特性
5. 压力传感器的结构特点
6. 压力传感器测量不确定度分量的组成
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 常见压力传感器的分类、特点及使用场合

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 860-2015 压力传感器（静态）检定规程

### 十五、（030803）压力（压力变送器）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 压力变送器的各检定项目的检定方法、指标计算方法；
4. 根据压力变送的测量范围和准确度等级选择主标准器及配套设备；
5. 压力变送器测量数据的计算和处理
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 压力变送器的计量特性；
5. 压力变送器的调修。
6. 压力变送器测量不确定度评定
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 常见压力变送器的分类、特点及使用场合

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 882-2004 压力变送器检定规程

### 十六、（030804）压力（数字压力计）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 数字压力计的各检定项目的检定方法、指标计算方法
4. 根据数字压力计的测量范围和准确度等级选择主标准器
5. 数字压力计测量数据的计算和处理
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 数字压力计的计量特性
5. 数字压力计测量不确定度评定
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 常见数字压力计的分类、特点及使用场合

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 875-2005 数字压力计检定规程

### 十七、（030805）压力（液体压力计）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 液体压力计使用前的调整方法和过程；
4. 不同的环境条件对液体压力计所产生压力的影响的修正方法；
5. 液体压力计的分类、各检定项目的检定方法、指标计算方法；
6. 根据液体压力计的测量范围和准确度等级选择主标准器；
7. 液体压力计测量数据的计算和处理
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 液体压力计的计量特性及注意事项；
5. 影响液体压力计工作的因素；
6. 各种液体压力计的工作原理；
7. 各种压力单位之间的换算
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 液体压力计结构形式及类型

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 540-1988 液体压力计检定规程

### 十八、（030806）压力（压力控制器）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 压力控制器各检定项目的检定方法、指标计算方法；
4. 根据压力控制器的测量范围和准确度等级选择主标准器；
5. 压力控制器测量数据的计算和处理
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 压力控制器检定相关的术语和定义
5. 压力控制器的计量性能要求算
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 压力控制器的工作原理及类型

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 544-2011 压力控制器检定规程

### 十九、（030807）压力（数字压力指示仪）

**1.概述**

计量中压力的概念，实际上是压强的概念，它是单位面积上所受到的垂直均布的力。其量值可溯源到长度、时间、质量三个基本量。随着时代的发展和科技的进步，压力计量在生产中应用越来越广泛，是指导生产试验不可缺少的重要参数。压力计量检定工作的基本任务就是要保证压力计量仪器仪表所显示的压力值准确可靠，保证压力量值的统一。

静态压力校准/检测方法一般采用比较法。比较法是根据帕斯卡原理，以流体静力学的平衡原理为基础进行压力计量的。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 压力的基本概念及单位换算，静力平衡原理、流体静力平衡方程、帕斯卡定律等理论知识
2. 活塞式压力计、液体压力计、弹簧式压力仪表的类型、主要结构及工作原理，掌握各种压力仪表的检定方法、性能指标计算公式及其物理意义，具备一定的调修能力
3. 数字压力指示仪各检定项目的检定方法、指标计算方法
4. 根据数字压力指示仪的技术指标选择主标准器
5. 数字压力指示仪测量数据的计算和处理
* **熟悉**
1. 压力相关的检定规程，理解本专业检定规程中各项技术指标的制定依据
2. 常用压力计量器具的检定步骤、检定项目和性能指标分析
3. 目前我国压力计量传递检定系统
4. 数字压力指示仪的计量性能要求；
5. 数字压力指示仪测量不确定度评定
* **了解**
1. 压力量值溯源的基本原理
2. 压力计量检测领域的国家计量检定规程和相关标准化文件所涉及的主要内容和范围
3. 常用压力计量标准仪器的使用、维护、保养及一般故障的排除方法
4. 国内外压力计量发展趋向及测压新技术的应用
5. 数字压力指示仪的用途及类型

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG(军工)140-2016 数字压力指示仪检定规程

### 二十、（030901）流量（气体流量）

**1.概述**

流量计量是研究流量测量准确和量值统一的科学。流量计量广泛应用于国民经济各个部门，如能源计量、贸易结算、工业生产、国防工业及环境保护等，在国防工业系统内流量测量的量值准确对于保证武器装备的质量至关重要。流量的定义为：流体流过一定截面的量，分为瞬时流量和累积流量。流量计量是一项复杂的技术，从测量介质分为气体、液体、混合流体。技术条件从低压到高压，从低温到高温。流体流动状态分层流和紊流。流量测量同时受流体密度粘度及气体组分的影响。

流量计按照测量方法可分为：容积式流量计、速度式流量计、差压式流量计、质量流量计等几大类。流量标准装置分为原始标准装置和传递标准装置。原始标准装置是根据流量的基本定义，以标准量器、衡器作为体积或质量的测量设备。传递标准装置是由原始标准装置校准的流量计作为标准进行流量计校准的装置。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 基本概念及名词术语：

流体及种类；流体密度；流体粘度；压缩性；膨胀性；压缩系数；层流和紊流；雷诺数；临界雷诺数；稳定流（定常流）和非稳定流（非定常流）；比热容；绝对压力；表压力；标准状态下的压力；标准状态下的热力学温度；总压；静压；流量；累积流量；瞬时流量；质量流量；体积流量；流量范围；流量系数；仪表系数；重复性；线性度；灵敏度；允许误差；准确度等级；引用误差；压力损失；额定流量；标准状态下压力和温度；标况体积；量程等等。

1. 单位与换算：

瞬时体积流量单位与换算；瞬时质量流量单位与换算；累积流量单位与换算；时间单位及换算；流体密度的单位及换算；流体粘度（包括运动粘度与动力粘度）的单位及换算；压力单位与换算；温度单位及换算等。

1. 流量测量的基本方程：流体连续性原理；伯努利方程（能量方程）；气体状态方程
2. 量值溯源关系：原始流量标准；传递流量标准；工作计量器具；液体流量计量器具检定系统；气体流量计量器具检定系统。
3. 介质密度、粘度、温度、压力的关系：介质密度的计算方法；介质密度与温度和压力的关系；介质粘度与温度的关系。
4. 各气体流量计（气体浮子流量计、皂膜流量计、气体容积式流量计、气体质量流量计、热式气体质量流量计、气体涡轮流量计、气体涡街流量计）的计量特性要求和工作原理
5. 检定气体流量计选用的标准及配套设备，以及相应的技术要求
6. 检定介质要求：介质温度、介质压力、介质密度、介质粘度要求；检定过程中介质温度变化、压力波动要求等
7. 环境要求：温度、压力、大气压等
8. 流量计的安装要求：直管段要求；水平、垂直安装要求、固定、连接要求等
9. 检定项目及方法：各流量计的检定点和次数、检定项目和检定方法
10. 示值误差、引用误差、重复性、仪表系数、等数据处理
11. 检定结果处理、检定周期
* **熟悉**
1. 气体流量标准装置（钟罩式气体流量标准装置；皂膜式气体流量标准装置；标准表法气体流量标准装置）的工作原理、构成等。
2. 标准装置的使用
3. 衡器的空气浮力修正方法；量器的温度修正方法；介质温度、压力修正方法；流量计工况、标况的修正方法
4. 常用流量计的工作原理
5. 常用流量计的特性及影响因素
6. 气体浮子流量计的刻度换算
7. 各气体流量计的优缺点、安装及使用注意事项
* **了解**
1. 流量计的性能受温度、压力、密度、粘度的影响
2. 流量标准的工作原理、性能参数：

动态容积法流量标准装置，动态质量法流量标准装置， P.V.T.t法气体流量标准装置，称重法气体流量标准装置，皂膜气体流量标准装置，音速喷嘴式气体流量标准装置等流量标准等标准的工作原理、性能参数

1. 标准金属量器的分类及检定方法
2. 衡器的分类及检定方法
3. 密度计的分类
4. 温度计、温度变送器的种类计检定方法
5. 压力计、压力变送器的种类计检定方法
6. 流量测量方法：大流量测量方法；微小流量测量方法；高温流体测量方法；极低温流量测量方法；脉动流量测量方法
7. 其它类型气体流量计的工作原理、优缺点、安装和使用要求
8. 气体流量计的用途和构造
9. 气体流量现场计量方法
10. 标准表法气体流量标准的曲线耦合方法；
11. 标准表法气体流量标准曲线合成不确定度计算；
12. 气体流量标准的工作原理：P.V.T.t法气体流量标准装置；称重法气体流量标准装置；音速喷嘴式气体流量标准装置等流量标准等标准的工作原理、性能参数。
13. 常用气体流量计的选型

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 257-2007 浮子流量计检定规程
3. JJG 633-2005 气体容积式流量计检定规程
4. JJG 1132-2017 热式气体质量流量计检定规程
5. JJG 1029-2007 涡街流量计检定规程
6. JJG 1037-2008 涡轮流量计检定规程
7. JJG 897-1995 质量流量计检定规程
8. JJG 165-2005 钟罩式气体流量标准装置检定规程

### 二十一、（030902）流量（液体流量）

**1.概述**

流量计量是研究流量测量准确和量值统一的科学。流量计量广泛应用于国民经济各个部门，如能源计量、贸易结算、工业生产、国防工业及环境保护等，在国防工业系统内流量测量的量值准确对于保证武器装备的质量至关重要。流量的定义为：流体流过一定截面的量，分为瞬时流量和累积流量。流量计量是一项复杂的技术，从测量介质分为气体、液体、混合流体。技术条件从低压到高压，从低温到高温。流体流动状态分层流和紊流。流量测量同时受流体密度粘度及气体组分的影响。

流量计按照测量方法可分为：容积式流量计、速度式流量计、差压式流量计、质量流量计等几大类。流量标准装置分为原始标准装置和传递标准装置。原始标准装置是根据流量的基本定义，以标准量器、衡器作为体积或质量的测量设备。传递标准装置是由原始标准装置校准的流量计作为标准进行流量计校准的装置。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 基本概念及名词术语

流体及种类；流体密度；流体粘度；压缩性；膨胀性；压缩系数；层流和紊流；雷诺数；临界雷诺数；稳定流（定常流）和非稳定流（非定常流）；比热容；绝对压力；表压力；标准状态下的压力；标准状态下的热力学温度；总压；静压；流量；累积流量；瞬时流量；质量流量；体积流量；流量范围；流量系数；仪表系数；重复性；线性度；灵敏度；允许误差；准确度等级；引用误差；压力损失；额定流量；标准状态下压力和温度；标况体积；量程等等。

1. 单位与换算

瞬时体积流量单位与换算；瞬时质量流量单位与换算；累积流量单位与换算；时间单位及换算；流体密度的单位及换算；流体粘度（包括运动粘度与动力粘度）的单位及换算；压力单位与换算；温度单位及换算等。

1. 流量测量的基本方程：流体连续性原理；伯努利方程（能量方程）；气体状态方程等
2. 量值溯源关系：原始流量标准；传递流量标准；工作计量器具；液体流量计量器具检定系统等。
3. 介质密度、粘度、温度、压力的关系：介质密度的计算方法；介质密度与温度和压力的关系；介质粘度与温度的关系等。
4. 各液体流量计（液体容积式流量计；浮子流量计；电磁流量计；涡轮流量计；冷水水表等）的性能参数
5. 各液体流量计（液体容积式流量计；浮子流量计；电磁流量计；涡轮流量计；冷水水表等）工作原理
6. 检定各液体流量计相应的检定规程、校准方法、校准规范等

选用的计量标准及其要求；介质要求；流量计的安装要求；检定项目及检定方法；数据处理；检定结果和检定周期等。

1. 检定各类液体流量传感器接线方法
* **熟悉**
1. 液体流量计量标准（静态质量法液体流量标准装置；静态容积法液体流量标准装置；标准表法液体流量标准装置）的工作原理、构成等
2. 相关液体流量标准装置的正确使用方法
3. 液体流量计测量结果的不确定度评定
4. 衡器的空气浮力修正方法
5. 量器的温度修正方法
* **了解**
1. 各液体流量计的优缺点，安装及使用注意事项
2. 流量计的性能受温度、压力、密度、粘度的影响
3. 动态容积法、动态质量法等液体流量标准装性能参数及测量不确定度的评定方法
4. 标准金属量器的分类及检定方法
5. 温度变送器、压力变送器、密度计的性能参数
6. 流量测量方法：微小流量测量方法；高温流体测量方法；极低温流量测量方法；脉动流量测量方法等。
7. 常用液体流量计的选型
8. 国内外相关液体流量计的发展水平

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. 流量计量与测试，苏彦勋，中国计量出版社
3. JJF 1059-2012 测量不确定度的评定与表示
4. JJG 257-2007 浮子流量计检定规程
5. JJG 667-2010 液体容积式流量计检定规程
6. JJG 1033-2007 电磁流量计检定规程
7. JJG 1029-2007 涡街流量计检定规程
8. JJG 162-2009 冷水水表检定规程

### 二十二、（030903）流量（油流量）

**1.概述**

流量计量是研究流量测量准确和量值统一的科学。流量计量广泛应用于国民经济各个部门，如能源计量、贸易结算、工业生产、国防工业及环境保护等，在国防工业系统内流量测量的量值准确对于保证武器装备的质量至关重要。流量的定义为：流体流过一定截面的量，分为瞬时流量和累积流量。流量计量是一项复杂的技术，从测量介质分为气体、液体、混合流体。技术条件从低压到高压，从低温到高温。流体流动状态分层流和紊流。流量测量同时受流体密度粘度及气体组分的影响。

流量计按照测量方法可分为：容积式流量计、速度式流量计、差压式流量计、质量流量计等几大类。流量标准装置分为原始标准装置和传递标准装置。原始标准装置是根据流量的基本定义，以标准量器、衡器作为体积或质量的测量设备。传递标准装置是由原始标准装置校准的流量计作为标准进行流量计校准的装置。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 基本概念及名词术语

流体及种类；流体密度；流体粘度；压缩性；膨胀性；压缩系数；层流和紊流；雷诺数；临界雷诺数；稳定流（定常流）和非稳定流（非定常流）；比热容；绝对压力；表压力；标准状态下的压力；标准状态下的热力学温度；总压；静压；流量；累积流量；瞬时流量；质量流量；体积流量；流量范围；流量系数；仪表系数；重复性；线性度；灵敏度；允许误差；准确度等级；引用误差；压力损失；额定流量；标准状态下压力和温度；标况体积；量程等等。

1. 单位与换算

瞬时体积流量单位与换算；瞬时质量流量单位与换算；累积流量单位与换算；时间单位及换算；流体密度的单位及换算；流体粘度（包括运动粘度与动力粘度）的单位及换算；压力单位与换算；温度单位及换算等。

1. 流量测量的基本方程：流体连续性原理；伯努利方程（能量方程）；气体状态方程等
2. 量值溯源关系：原始流量标准；传递流量标准；工作计量器具；流量计量器具检定系统等。
3. 介质密度、粘度、温度、压力的关系：介质密度的计算方法；介质密度与温度和压力的关系；介质粘度与温度的关系等。
4. 各油流量计（液体容积式流量计；浮子流量计；电磁流量计；涡轮流量计；冷水水表等）的性能参数
5. 各油流量计（液体容积式流量计；浮子流量计；电磁流量计；涡轮流量计；冷水水表等）的工作原理
6. 检定各油流量计相应的检定规程、校准方法、校准规范等

选用的计量标准及其要求；介质要求；流量计的安装要求；检定项目及检定方法；数据处理；检定结果和检定周期等。

1. 检定各类油流量传感器接线方法
* **熟悉**
1. 主动活塞式体积管流量标准装置、被动活塞式体积管流量标准装置、静态质量法液体流量标准装置等标准装置的工作原理、构成等
2. 相关油流量标准装置的正确使用方法
3. 相关油流量计测量不确定度的评定
4. 衡器的空气浮力修正方法
5. 量器的温度修正方法
* **了解**
1. 各油流量计的优缺点，安装及使用注意事项
2. 流量计的性能受温度、压力、密度、粘度的影响
3. 动态容积法、动态质量法等液体流量标准装性能参数及测量不确定度的评定方法
4. 标准金属量器的分类及检定方法
5. 温度变送器、压力变送器、密度计的性能参数
6. 流量测量方法：微小流量测量方法；高温流体测量方法；极低温流量测量方法；脉动流量测量方法等。
7. 常用油流量计的选型
8. 国内外相关油流量计的发展水平

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. 流量计量与测试，苏彦勋，中国计量出版社
3. JJF 1059-2012 测量不确定度的评定与表示
4. JJG 257-2007 浮子流量计检定规程
5. JJG 667-2010 液体容积式流量计检定规程
6. JJG 1038-2008 科里奥利质量流量计检定规程
7. JJG 897-1995 质量流量计检定规程
8. JJG 1037-2008 涡轮流量计检定规程

### 二十三、（030904）流量（流量积算仪）

**1.概述**

流量积算仪是流量测量领域近几年快速发展的一种流量仪表，尤其是近几年来，微电子及通信技术相继运用，也使得流量积算仪引发了一次技术上的飞跃，其功能和可靠性得到了丰富和提高。它可适用于各种液体、蒸汽、天然气（气态方程）、一般气体等的测量。已被广泛的应用于航空航天、机械制造、石油、化工、能源管理等行业的流量积算控制。

流量积算仪是通过对与之配套的流量变送器、流量传感器和其他变送器（温度、压力等）输出电信号的采集，用一定的数学模型计算出瞬时流量、累积流量等，并进行显示和存储的智能仪表。

有的积算仪还具有将瞬时流量转换成电信号进行输出和进行定量控制的功能。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 基本概念及名词术语

流量积算仪；断电保护；采样周期；小信号切除；补偿参量显示；定量控制；流体密度；流体粘度；压缩性；膨胀性；压缩系数；层流和紊流；雷诺数；临界雷诺数；稳定流（定常流）和非稳定流（非定常流）；比热容；绝对压力；表压力；标准状态下的压力；标准状态下的热力学温度；总压；静压；流量；累积流量；瞬时流量；质量流量；体积流量；流量范围；流量系数；仪表系数；重复性；线性度；灵敏度；允许误差；准确度等级；引用误差；压力损失；额定流量；标准状态下压力和温度；标况体积；量程等等。

1. 单位与换算

瞬时体积流量单位与换算；瞬时质量流量单位与换算；累积流量单位与换算；时间单位及换算；流体密度的单位及换算；流体粘度（包括运动粘度与动力粘度）的单位及换算；压力单位与换算；温度单位及换算等。

1. 流量测量的基本方程：流体连续性原理；伯努利方程（能量方程）；气体状态方程等。
2. 量值溯源关系：原始流量标准；传递流量标准；工作计量器具等
3. 介质密度、粘度、温度、压力的关系：介质密度的计算方法；介质密度与温度和压力的关系；介质粘度与温度的关系等。
4. 流量积算仪的计量特性和工作原理
5. 检定流量积算仪相应的检定规程、校准方法、校准规范等

检定流量积算仪选用的标准及配套设备，以及相应的技术要求；检定一般要求；环境要求；检定项目及方法；数据处理；合格判定和检定周期等。

1. 常用流量计的流量计算公式
* **熟悉**
1. 计量标准的工作原理、构成等
2. 计量标准使用方法
3. 欧姆定理等与流量积算仪相关的一些电学基础知识
4. 温度铂电阻温度计的电阻值与温度的对应关系
5. 各类流量计的工作原理
6. 流量积算仪的结构
7. 流量积算仪测量结果的不确定度评定
* **了解**
1. 各流量积算仪的优缺点、操作使用、注意事项等
2. 流量积算仪的通讯协议
3. 流量积算仪的防爆要求
4. 压力测量方法
5. 温度测量方法
6. 介质物性参数选取规定
7. 示波器的操作和使用方法
8. 与积算仪计量相关的电磁计、时频计量基础知识
9. 国内外相关流量积算仪的发展水平

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. 流量计量与测试，苏彦勋，中国计量出版社
3. JJF 1059-2012 测量不确定度的评定与表示
4. JJG 1003-2016 流量积算仪检定规程

### 二十四、（031001）扭矩

**1.概述**

扭矩计量学是研究关于扭矩计量的原理、方法和扭矩计量器具，保证扭矩量值准确一致的一门科学。扭矩为导出量，单位为牛顿•米（N•m），是力学计量领域中的基础量值之一。

扭矩计量的目的就是建立各级扭矩标准，并完成扭矩量值的传递。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 力和扭矩的基本概念、计量单位及换算、扭矩的溯源
2. 扭矩扳子检定仪、扭矩扳子、工作扭矩仪的分类及用途
3. 扭矩扳子检定仪、扭矩扳子、工作扭矩仪的技术要求、测量和使用条件等基本特性
4. 扭矩扳子检定仪、扭矩扳子、工作扭矩仪的分辨力的判定、示值误差和重复性关键技术指标的检定/计算方法、熟悉其他技术指标的检定/计算方法
* **熟悉**
1. 扭矩扳子检定仪、扭矩扳子、工作扭矩仪级别划分及判定原则
2. 传递中使用的标准和被测计量器具的一般结构原理、特性、试验方法，及其使用和保养
* **了解**
1. 常用扭矩扳子的故障判断和调修方法
2. 扭矩传感器的结构原理、检定方法和测量过程中所需要注意的问题

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 707-2014 扭矩扳子检定规程
3. JJG 797-2013 扭矩扳子检定仪检定规程
4. JJG 1146-2017 工作扭矩仪检定规程

### 二十五、（031101）玻璃量器

**1.概述**

容量是指容器内可容纳物质（液体、气体或固体微小颗粒）体积或质量的量。即：容器内部所包含的空间体积，简称容积。

容量计量，就是用量器对各种可流动物质（主要指液体）进行体积数量的测量。有时量器还具有贮存功能，又称贮存器。量器和贮存器含义不同，量器具有计量特性，它的不同高度对应于不同的容积；而贮存器则没有这个特性。容量计量结果基本是体积单位数值。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 容量计量的几种方法：衡量法、直接比较法和尺寸测量法
2. 容量与温度的关系以及计算公式
3. 掌握容量的单位
4. 容量计量器具的种类：玻璃量器、标准金属量器、计量罐
5. 玻璃量器的检定方法及误差计算
* **熟悉**
1. 国家计量检定系统表中有关容量计量量值传递的系统表。
2. 影响容量计量的基本因素
* **了解**
1. 专业玻璃量器及标准玻璃量器的检定方法
2. 容量基准的复现方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 196-2004 常用玻璃量器检定规程
3. JJG 10-2005 专用玻璃量器检定规程
4. JJG 646-2006 移液器检定规程

### 二十六、（031201）转速表

**1.概述**

转速计量主要是针对旋转机械的计量，是为了保持转速单位统一和转速量值准确可靠。转速计量参数有角位移、角速度、角加速度和线速度。

**2.知识要点**

* **掌握**
1. 转速的计量单位
2. 转速计量的基本概念
3. 常用转速表的工作原理、结构形式、特点及使用中注意的问题
4. 转速表的检定方法及基本误差计算方法
* **熟悉**
1. 转速量值传递系统
2. 转速计量的基本概念
3. 转速标准装置组成
* **了解**
1. 转速标准装置的工作原理及影响其准确度的因素
2. 车身里程表和转台的工作原理和检定方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材力学计量，原子能出版社，2002
2. JJG 105-2000 转速表检定规程