**四川省国防计量检定人员**

**计量专业知识考试大纲**

01

几何量专业

（2020年试行）

四川省国防计量考核委员会

2020年2月

目录

[一、（010101）线纹尺 1](#_Toc34837948)

[二、（010201）量块 2](#_Toc34837949)

[三、（010301）粗糙度（粗糙度样板） 4](#_Toc34837950)

[四、（010302）粗糙度（粗糙度仪器） 6](#_Toc34837951)

[五、（010401）几何量仪器（通用仪器） 8](#_Toc34837952)

[六、（010402）几何量仪器（坐标仪器） 10](#_Toc34837953)

[七、（010403）几何量仪器（测微仪器） 11](#_Toc34837954)

[八、（010404）几何量仪器（测厚仪器） 13](#_Toc34837955)

[九、（010501）螺纹量具 15](#_Toc34837956)

[十、（010601）测绘仪器 17](#_Toc34837957)

[十一、（010701）工程测量（形位尺寸） 20](#_Toc34837958)

[十二、（010702）工程测量（量规） 22](#_Toc34837959)

[十三、（010703）工程测量（测量器具） 23](#_Toc34837960)

[十四、（010801）万能量具（游标类量具） 24](#_Toc34837961)

[十五、（010802）万能量具（微分类量具） 25](#_Toc34837962)

[十六、（010803）万能量具（指示类量具） 26](#_Toc34837963)

[十七、（010901）平直度（直线度） 27](#_Toc34837964)

[十八、（010902）平直度（平面度） 28](#_Toc34837965)

[十九、（011001）角度（角度量具） 29](#_Toc34837966)

[二十、（011002）角度（水平仪器） 30](#_Toc34837967)

[二十一、（011003）角度（角度仪器） 31](#_Toc34837968)

[二十二、（011101）齿轮量具 33](#_Toc34837969)

### 一、（010101）线纹尺

**1.概述**

线纹的检定主要是指标准线纹尺的检定和工作线纹尺的检定。标准线纹尺包括标准玻璃线纹尺、标准金属线纹尺、三等标准金属线纹尺和标准钢卷尺。工作线纹尺主要包括常见的钢卷尺、钢直尺、木折尺和纤维卷尺、测绳。它涉及了线纹尺的定义、支撑方式、检定方法及数据处理。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. 线纹尺的定义以及示值误差、偏差、稳定性、刻线间距等基础知识
2. 线纹尺的种类及技术要求
3. 标准钢卷尺的技术指标、示值误差检定、分段法的计算方法
4. 环境条件的影响及修正
5. 标准钢卷尺稳定性检定及计算
6. 工作用钢卷尺的分类和技术要求、等级的划分
7. 工作用钢卷尺的示值误差要求、零值检定和全长误差检定的方法

* **熟悉**

1. 标准钢卷尺检定时的检定条件
2. 钢直尺示值误差的检定方法
3. 折尺示值误差的检定方法
4. 钢卷尺示值误差的检定方法
5. 线纹计量器具检定系统
6. 检定标准玻璃线纹尺的不确定度的评定
7. 阿贝误差的含义和减少阿贝误差的方法
8. 贝塞尔支点的意义

* **了解**

1. 标准钢卷尺检定时的注意事项
2. 钢直尺的用途
3. 钢卷尺的用途

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
2. JJG 741—2005 标准钢卷尺检定规程
3. JJG 1—1999 钢直尺检定规程
4. JJG 2—1999 木直（折）尺检定规程
5. JJG 4—2015 钢卷尺检定规程

### 二、（010201）量块

**1.概述**

量块的检定主要是指对量块中心长度的检定以及与之相关的其他项目的检定。如外观、研合性、长度变动量、长度稳定度等。它涉及了量块的定义，检定不同等级、不同标称长度量块所使用的检定方法，仪器的选择及测量结果的数据处理。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. 量块相关术语—量块长度、中心长度、标称长度
2. 世界上普遍采用的制造量块材料及其膨胀系数
3. 测量面的研合性、量块长度、量块长度变动量、量块的长度稳定度等技术性能要求
4. 组合量块的选择原则
5. 量块外观、研合性、长度变动量、长度稳定度的检定方法，检定标准条件及标准姿态
6. 检定量块中心长度时选用的标准和仪器
7. 检定量块长度变动量时测量工作面四个角点的位置及检定点顺序
8. 量块长度稳定度的测量要求
9. 比较测量时偏离标准温度的偏差允许值
10. 量块长度测量不确定度来源
11. 接触式干涉仪、立式光学计、测长机的测量范围、量程、分度值、示值误差，工作台种类，可开展的检定对象。
12. 量块检定类别，选用标准的要求。
13. 量块检定结果的处理首次按等检定量块级别的要求，检定周期的要求。

* **熟悉**

1. 量块按形状分类，制造量块常见材料，量块的结构及相关要求
2. 量块术语——长度偏差，量块的长度稳定度
3. 量块测量面的表面粗糙度、测量面的平面度和测量面的硬度等技术性能要求。
4. 组合量块的偏差
5. 比较法测量量块中心长度的检定方法（如四等及以下各等量块的中心长度测量），大量块检定时的支承点选择，小量块的弯曲变形的判定及消除方法，量块的检定程序。
6. 判定量块测量面的凹凸，研合要求及方法。
7. 检定中心长度的步骤，大量块的艾利支承点位置，结果的处理。
8. 度变动量的计算，测量的具体步骤
9. 偏离标准温度引入的修正量
10. 量块长度测量不确定度的判定方法
11. 接触式干涉带的调整和使用，定度的原理和程序
12. 接触式干涉仪、立式光学计、测长机的测帽和工作台的选择
13. 测长机安装状态，量块支承工具的选择
14. 两周期测量结果的控制，两次结果之间差值的要求
15. 各等级量块检定结果有效位数的确定，量块报废限

* **了解**

1. 各规格量块标记、支承定位线的要求
2. 量块测量面的平面度定义
3. 量块材质的线膨胀系数，弹性模数和密度
4. 研合膜的影响，组合量块的不确定度要求
5. 检定条件偏离标准的处理
6. 量块平面度大小的确定，研合性不合格的几种可能性。
7. 中心长度检定时位置安装要求，转折点的准确得出。
8. 量块长度变动量、长度稳定度允许值的计算。
9. 量块长度稳定度允许值和测量不确定度允许值的比较
10. 温度对量块测量的影响及解决办法
11. 量块长度测量不确定度对等别判定的影响，不确定度的计算
12. 接触式干涉仪、立式光学计、的工作原理
13. 主检、抽检和核验人员的职责，抽检要求
14. 量块定等依据，量块定级依据

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
2. JJG 146-2011 量块检定规程

### 三、（010301）粗糙度（粗糙度样板）

**1.概述**

表面粗糙度项目有两个特点：第一，术语和表面粗糙度测量参数繁多，第二，测量仪器原理复杂。我国国家标准GB/T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中只选择2个基本参数、2个附加参数作为评价表面粗糙度的标准。围绕着这4个粗糙度参数的测量，GB3505-2009《产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法术语、定义及表面结构参数》都要熟练掌握。对于这些参数的理解和测量仪器熟练操作都要掌握，要求表面粗糙度检测人员要有扎实的数学理论知识，并具有光学和电子基础理论知识。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. 零件表面的几何形状误差的种类：微观形状误差（表面粗糙度）、中间形状误差（表面波纹度）和宏观形状误差以及如何区分它们。
2. 掌握表面粗糙度中线制（轮廓法）的评定基准。
3. 轮廓的最小二乘中线和算术平均中线的含义，以及两者的区别。
4. GB/T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中下列内容：

两个基本幅度参数（峰和谷）Ra，Rz及其常用的参数值范围、数值规定；

取样长度lr的数值；

测量Ra时推荐的取样长度和评定长度值；

对于微观不平度间距较大的加工表面，标准中对取样长度选取的规定；

根据加工均匀性的好坏，对评定长度的选取；

1. JJF1099-2018《表面粗糙度比较样块校准规范》中下列内容：

表面粗糙度比较样块工作面粗糙度的评定参数Ra及其平均值参考范围（附录）；

粗糙度参数平均值对其标称值的偏离量的范围（表1）；

测量表面粗糙度比较样块的标准设备及技术指标要求；

表面粗糙度比较样块的校准方法、取样长度的选取（表3、表4）；

表面粗糙度比较样块工作面粗糙度标准偏差的规定（表1）和样块工作面标准偏差的计算（公式2）；

表面粗糙度比较样块Ra值测量不确定度评定方法；

校准结果的处理；

* **熟悉**

1. GB/ T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中规定的下列内容：

表面粗糙度测量参数、取样长度系列值等内容

表面粗糙度两个附加评定参数*R*sm，*R*mr及其数值规定

表面粗糙度要求的一般规则

1. GB3505-2009《产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法术语、定义及表面结构参数》中表面粗糙度下列术语和参数的定义：

切向截面；法向截面；斜向截面；

横向轮廓；纵向轮廓；周期轮廓；随机轮廓；

基准线；轮廓的最小二乘中线；轮廓的算数平均中线；中线制；

取样长度；评定长度；

轮廓偏距；轮廓微观不平度；轮廓微观不平度高度；表面加工纹理；表面粗糙度；

轮廓的单峰；轮廓的单谷；轮廓峰；轮廓谷；

轮廓峰顶线；轮廓谷底线；轮廓水平截距。

轮廓峰高；轮廓谷深；轮廓最大峰高；轮廓最大谷深；轮廓最大高度Ry；

微观不平度十点高度Rz；轮廓算术平均偏差Ra；轮廓均方根偏差Rq。

轮廓微观不平度的间距；轮廓微观不平度的平均间距Sm；

轮廓的单峰间距；轮廓的单峰平均间距S；

轮廓支承长度；轮廓支承长度率。

1. 表面粗糙度符号、代号和在图纸上的标注方法。
2. JJF1099-2018《表面粗糙度比较样块校准规范》中下列内容：

比较样块的总类；

如何用比较样块进行比较检验试件的表面粗糙度；

1. 表面粗糙度测量相对不确定度的表述。
2. 表面粗糙度计量器具检定系统，包括：

表面粗糙度计量器具检定系统框图；

标准单刻线样板：沟槽深度、用途；

标准多刻线样板：*R*a参数、用途；

计量标准器具的种类及其技术指标的要求；

工作计量器具的种类及其技术指标的要求；

* **了解**

1. 光的干涉现象和光的干涉理论；
2. GB/T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中下列内容：

附加的评定参数轮廓单元的平均宽度*R*sm的数值规定；

轮廓支承长度率*R*mr的数值规定；

评定表面粗糙度参数的补充系列值；

1. 比较法检验表面粗糙度的基本条件和特点。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
2. GB/T 1031-2009 表面粗糙度参数及其数值
3. GB/T 6062-2009 产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法接触（触针）式仪器的标称特性
4. GB 3505-2009 产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法术语、定义及表面结构参数
5. JJG 2018-89 表面粗糙度计量器具
6. JJF 1099-2018 表面粗糙度比较样块校准规范
7. GB/T 131-93 机械制图—表面粗糙度符号代号及其注法

### 四、（010302）粗糙度（粗糙度仪器）

**1.概述**

表面粗糙度项目有两个特点：第一，术语和表面粗糙度测量参数繁多，第二，测量仪器原理复杂。我国国家标准GB/T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中只选择2个基本参数、2个附加参数作为评价表面粗糙度的标准。围绕着这4个粗糙度参数的测量，GB3505-2009《产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法术语、定义及表面结构参数》都要熟练掌握。对于这些参数的理解和测量仪器熟练操作都要掌握，要求表面粗糙度检测人员要有扎实的数学理论知识，并具有光学和电子基础理论知识。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. 零件表面的几何形状误差的种类：微观形状误差（表面粗糙度）、中间形状误差（表面波纹度）和宏观形状误差以及如何区分它们。
2. 掌握表面粗糙度中线制（轮廓法）的评定基准。
3. 轮廓的最小二乘中线和算术平均中线的含义，以及两者的区别。
4. GB/T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中下列内容：

表面粗糙度两个基本幅度参数（峰和谷）*R*a，*R*z及其常用的参数值范围、数值规定；

取样长度*l*r的数值；

测量*R*a时推荐的取样长度和评定长度值；

对于微观不平度间距较大的加工表面，标准中对取样长度选取的规定；

根据加工均匀性的好坏，对评定长度的选取；

1. 表面粗糙度测量的注意事项，如测量方向、测量部位和表面缺陷的处理原则；
2. 干涉显微镜测量表面粗糙度的过程；
3. 光切显微镜测量表面粗糙度的过程。

* **熟悉**

1. GB/ T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中规定的下列内容：

表面粗糙度测量参数、取样长度系列值等内容

表面粗糙度两个附加评定参数*R*sm，*R*mr及其数值规定

表面粗糙度要求的一般规则

1. GB3505-2009《产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法术语、定义及表面结构参数》中表面粗糙度下列术语和参数的定义：

切向截面；法向截面；斜向截面；

横向轮廓；纵向轮廓；周期轮廓；随机轮廓；

基准线；轮廓的最小二乘中线；轮廓的算数平均中线；中线制；

取样长度；评定长度；

轮廓偏距；轮廓微观不平度；轮廓微观不平度高度；表面加工纹理；表面粗糙度；

轮廓的单峰；轮廓的单谷；轮廓峰；轮廓谷；

轮廓峰顶线；轮廓谷底线；轮廓水平截距。

轮廓峰高；轮廓谷深；轮廓最大峰高；轮廓最大谷深；轮廓最大高度Ry；

微观不平度十点高度Rz；轮廓算术平均偏差Ra；轮廓均方根偏差Rq。

轮廓微观不平度的间距；轮廓微观不平度的平均间距Sm；

轮廓的单峰间距；轮廓的单峰平均间距S；

轮廓支承长度；轮廓支承长度率。

1. 表面粗糙度符号、代号和在图纸上的标注方法。
2. 表面粗糙度测量相对不确定度的表述。
3. 表面粗糙度计量器具检定系统，
4. 触针式表面粗糙度测量仪是由哪几部分组成的、各部分的作用。

* **了解**

1. 光的干涉现象和光的干涉理论；干涉显微镜干涉测微原理。
2. 光切显微镜测量原理。
3. GB/T1031-2009《表面粗糙度参数及其数值》中下列内容：

附加的评定参数轮廓单元的平均宽度Rsm的数值规定；

轮廓支承长度率Rmr的数值规定；

评定表面粗糙度参数的补充系列值；

比较法检验表面粗糙度的基本条件和特点。

1. 电感式、压电式触针轮廓仪的测量原理。
2. 模拟电子滤波知识、低通、高通滤波器；表面粗糙度滤波机理。
3. 轮廓仪触针针尖半径、静态测量力及静态测量力的变化率等含义。
4. 光切显微镜和干涉显微镜的横向分辨力、成像景深等的含义。
5. 光切显微镜的下列检定项目：

狭缝象两边缘的平行度；

狭缝象在垂直方向的弯曲；

仪器示值误差的检定；

仪器C值的标定过程。

1. 干涉显微镜的下列检定项目：

干涉条纹的弯曲量的检定；

仪器示值误差的检定。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
2. GB/T 1031-2009 表面粗糙度参数及其数值
3. GB/T 6062-2009 产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法接触（触针）式仪器的标称特性
4. GB 3505-2009 产品几何技术规范（GPS）表面结构轮廓法术语、定义及表面结构参数
5. JJG 2018-89 表面粗糙度计量器具
6. JJG 77-2006 干涉显微镜检定规程
7. JJF 1092-2002 光切显微镜检定规程
8. JJF 1105-2018 触针式表面粗糙度测量仪校准规范
9. GB/T 131-93 机械制图—表面粗糙度符号代号及其注法

### 五、（010401）几何量仪器（通用仪器）

**1.概述**

几何量仪器是计量仪器的一个重要组成部分,其中通用仪器主要包括通用仪器、坐标仪器、测微仪器和测厚仪器。几何量仪器的检定是确保量值统一和量值溯源性的重要手段，其对象是长度计量的计量标准仪器和测量仪器。该专业涉及到长度、角度、线纹、粗糙度、齿轮、平面度、圆度等计量仪器。仪器检定人员要求有比较高的专业知识和计量技术知识，它涉及几十个规程和规范和不同的检定、校准方法和数据处理方法。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 量仪通用技术指标和准确度指标;
  2. 通用量仪的测量原理和仪器结构特点
  3. 典型量仪导轨直线度的检定和数据处理

1. 自准直法；
2. 截距法；
3. 测微表法；
4. 扭摆误差检定。
   1. 量仪导轨垂直度的检定和数据处理；
5. 垂直度的常用检定方法；
6. 立柱对工作台的垂直度；
7. 仪器测量轴线与仪器工作台的垂直度；
8. 工作台面与测量轴线的垂直度。
   1. 量仪轴系的检定和数据处理；
9. 圆度仪主轴径向圆跳动；
10. 圆度仪主轴径向测量重复性；
11. 跳动检查仪径向跳动；
    1. 量仪工作台的平面度和平行度的检定和数据处理
12. 工具显微镜移动导轨与金属工作台的平行度；
13. 筋形工作台检定。
    1. 量仪顶尖、顶尖杆的检定和数据处理。
14. 顶尖跳动；
15. 两顶尖轴线的平行性；
16. 上下两顶尖轴线的同轴度；
17. 万能工具显微镜两顶尖轴线与测量面间距离；
18. 万能工具显微镜两顶尖轴线与立柱回转中心重合性。
    1. 量仪示值误差评定（比较法、组合法、分部法），
    2. 量仪示值误差表示方式（绝对误差、相对误差、引用误差）；
    3. 线纹尺法检定工具显微镜、测量显微镜、投影仪等仪器示值误差和计算数；
    4. 量块直接比较法检定测长仪示值误差和计算；
    5. 测长机的分段法检定示值误差检定和计算
    6. 标准量块组合法检定接触式干涉仪的测量原理、测量程序和示值误差计算；
    7. 圆度仪、跳动检查仪、指示类量具检定仪等示值误差检定和计算
    8. 仪测量重复性的统计法检定和示值变动性的极差法数据处理。
    9. 器瞄准系统的放大倍数、瞄准误差等
    10. 仪器测微系统的指标线的位置正确性、刻线的相符合检定；
    11. 仪器测微系统的示值误差检定。

* **熟悉**

1. 几何量仪器量值传递系统和溯源关系
2. 用于检定仪器的标准器具的技术要求、准确度等级
3. 几何量仪器检校准过程的不确定度来源和评定方法；
4. 常用的测量误差理论；
5. 通用量仪的基本度量指标；
6. 通用量仪特性的评定和形式仪
7. 示值误差检定不确定度的评定；
8. 检定仪器标准装置的建立与维护；

* **了解**

1. 通用量仪的基本结构和原理；
2. 通用量仪的光学系统和几何光学知识
3. 量块、角度、线纹检定系统；
4. 量块等、级概念
5. 环境条件对通用仪器的影响。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
2. JJG 101-2004 接触式干涉仪检定规程
3. JJF 1304-2011 量块比较仪校准规范
4. JJG 45－1999 光学计检定规程
5. JJF 1189-2008 测长仪校准规范
6. JJF 1066-2000 测长机校准规范
7. JJG 201-2018 指示类量具检定仪检定规程
8. JJF 1254-2010 数显测高仪校准规范
9. JJG 56－2000 工具显微镜检定规程
10. JJG 571－2004 读数显微镜、测量显微镜检定规程
11. JJF 1093-2015 投影仪校准规范
12. JJG 429－2000 圆度、圆柱度测量仪检定规程
13. JJF 1109-2003 跳动检查仪校准规范

### 六、（010402）几何量仪器（坐标仪器）

**1.概述**

坐标仪器主要用于坐标测量的通用仪器及器具，包括坐标测量机、关节臂式坐标测量机、激光跟踪三维坐标测量系统、步距规、坐标定位测量系统、影像测量仪等。

**2.知识要点**

* **掌握**

1. 坐标测量的术语、通用原理
2. 坐标测量机、坐标测量系统、影像测量仪的分类、组件用途及安装方法
3. 坐标测量机、坐标测量系统、影像测量仪的技术指标、校准条件要求
4. 坐标测量机、坐标测量系统、影像测量仪的校准方法
5. 坐标测量机、坐标测量系统、影像测量仪的示值误差、探测误差的测量程序及数据处理方法
6. 校准坐标测量机的示值误差建立坐标系时，对量块定位的选择；
7. 坐标测量机测量范围大于2m时补充校准的方法和标准仪器；
8. 步距规的技术指标、校准条件及校准要求
9. 步距规的校准方法及数据处理

* **熟悉**

1. 坐标测量机、坐标测量系统的校准程序
2. 校准结果的影响因素及测量不确定度分析
3. 坐标测量机21项几何误差
4. 坐标测量机第四轴旋转工作台的校准
5. 坐标测量机的扫描式探测、多探测头的校准
6. 坐标测量机的中间检查

* **了解**

1. 坐标测量机、坐标测量系统的操作
2. 坐标测量机的触发式测头预行程误差的含义；
3. 环境条件对坐标测量机的影响。

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1064-2010 坐标测量机校准规范
3. JJF 1408-2013 关节臂式坐标测量机校准规范
4. JJF 1242-2010 激光跟踪三维坐标测量系统校准规范
5. JJF 1258-2010 步距规校准规范
6. JJF 1318-2011 影像测量仪校准规范
7. JJF 1251-201 坐标定位测量系统校准规范

### 七、（010403）几何量仪器（测微仪器）

**1.概述**

几何量仪器的计量是确保量值统一和量值溯源性的重要手段，其对象是长度测量的标准计量仪器和测量仪器。测微仪器作为几何量仪器的重要组成部分，其主要是通过将被测量的微小位移转换成电压、电流、电感、电容等电信号，然后进行放大运算处理和显示的量仪。测微仪器检定人员要求有比较高的专业知识和计量技术知识，它涉及机械、光电技术和计算机技术，包含多个规程和规范的不同的检定、校准方法和数据处理方法。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 测微仪器的技术指标和准确度等级
  2. 测微仪的测量原理和仪器结构特点
  3. 电感测微仪的校准项目和数据处理方法
  4. 电感测微仪示值误差检定方法的选取
  5. 配对法检定电感测微仪示值误差时的量块选取方法

1. 校准点的选择；
2. 所用量块的选择；
3. 配对数的选取方法；
4. 配对法测量的数据处理方法和不确定度评定方法。
   1. 电感测微仪“和”与“差”演算示值误差的检定方法
   2. 位移传感器的校准和数据处理
5. 位移传感器的分类和技术指标；
6. 位移传感器的校准项目；
7. 位移传感器校准数据处理方法。
   1. 光栅测位移示值误差范围校准方法的选取
   2. 光栅测位移示值误差范围校准方法及数据处理
8. 测长装置法；
9. 量块——测微仪检定器组合法；
10. 量块测量法。
    1. 斜块式测位移检定器的分类和计量特性
    2. 斜块式测位移检定器示值误差检定方法
    3. 气动量仪的校准方法
    4. 引伸计标定器上、下心轴的同轴度校准方法
    5. 引伸计标定器示值误差的校准方法

* **熟悉**
  1. 测微仪器量值传递系统和溯源关系
  2. 测微仪器通用技术指标和准确度指标
  3. 用于计量测微仪器的标准器具的技术要求、准确度等级
  4. 几何量仪器检校准过程的不确定度来源和评定方法
  5. 测微仪器计量所需设备
  6. 光栅测量原理
  7. 传感器的静态计量特性评定方法
  8. 示值误差不确定度的评定
  9. 测微仪器计量用标准装置建立与维护
  10. 基本测量误差理论
* **了解**
  1. 测微仪器的基本结构和原理
  2. 测微仪器的光学和电学系统基本知识
  3. 量块、线纹检定系统
  4. 量块等、级概念
  5. 环境条件对测微仪器的影响

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJF 1331-2011 电感测微仪校准规范
  3. JJF 1305-2011 线位移传感器校准规范
  4. JJF 1682-2017 光栅式测微仪校准规范
  5. JJG 525-2014 斜块式测微仪检定器校准规范
  6. JJG 466－1993 气动指针式测量仪检定规程
  7. JJG 356－2004 气动测量仪检定规程
  8. JJF 1096-2002 引伸计标定器校准规范

### 八、（010404）几何量仪器（测厚仪器）

**1.概述**

几何量仪器的计量是确保量值统一和量值溯源性的重要手段，其对象是长度测量的标准计量仪器和测量仪器。测厚仪器作为几何量仪器的重要组成部分，其测量原理主要包括超声波测厚、磁性测厚和电涡流测厚。磁性覆层厚度测量仪一般用于测量磁性金属基体上的非磁性覆盖层厚度；电涡流式覆层厚度测量仪一般用于测量非磁性金属基体上的非导电覆盖层的厚度；超声波测厚仪主要通过发射超声波并接收在到达试件底面后反射回来的超声波，通过测量超声波在材料中传播的时间计算出厚度，可测量船体、油气管道、高压容器、锅炉等的壁厚以及大面积板材厚度。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 测厚仪器的种类、技术指标和准确度指标
  2. 测厚仪器的测量原理和仪器结构特点
  3. 磁性覆层厚度测量仪的工作原理
  4. 电涡流覆层厚度测量仪的工作原理
  5. 覆层厚度测量仪检定使用的标准器具类别、技术性能
  6. 覆层厚度测量仪的准确定等级和对应的技术指标
  7. 覆层厚度测量仪厚度片的检定方法和数据处理方法

1. 厚度片检定点数和检定位置的选取方法；
2. 厚度片厚度的数据处理；
3. 厚度片均匀性数据处理方法。
   1. 覆层测厚仪示值重复性检定方法和数据处理
   2. 覆层测厚仪示值误差的检定方法和数据处理方法
   3. 超声波测厚仪的校准项目和技术指标
   4. 超声波测厚仪校准用标准器

* **熟悉**
  1. 测厚仪器的量值传递系统和溯源关系
  2. 测厚仪器计量用测量标准的计量特性
  3. 覆层测厚仪准确度等级及计量性能要求
  4. 测厚仪器的不确定度来源
  5. 测厚仪器示值误差检定不确定度的评定
  6. 测厚仪器计量用标准装置建立与维护
  7. 基本的测量误差理论
* **了解**
  1. 测厚仪器的用途和基本结构
  2. 典型材料的超声波传播的声速
  3. 测厚仪器测量前的自校方法

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 818-2018 磁性、电涡流式覆层厚度测量仪检定规程
  3. JJF 1126-2004 超声波测厚仪校准规范

### 九、（010501）螺纹量具

**1.概述**

在机械制造中，螺纹是数量最大应用广泛的一种结构要素，可用于坚固、连接、密封、传动、传力和精密定位等。按其用途可分为普通螺纹、梯形螺纹、锯齿螺纹及圆弧螺纹等。在螺纹测量中，往往因螺纹类型不同，其测量方法和测量结果的数据处理方法也有所不同，对测量方法的选择和测量结果的评定又与螺纹参数的定义和公差标准密切相关。因此，作为螺纹测量专业人员，必须了解螺纹的分类、定义和标准等。

**2.知识要点**

* **掌握：**
  1. 普通螺纹的分类及应用、螺纹的主要参数、螺纹的表示符号
  2. 螺纹的中径、螺纹的螺距、螺纹的牙型角和牙侧角
  3. 圆柱螺纹量规计量特性校准组合及校准项目
  4. 圆柱螺纹量规中径测量方法和计算
  5. 螺距影像法测量和计算
  6. 螺纹半角的光学法测量和计算
  7. 螺纹样板的特点及作用
  8. 螺纹样板螺距偏差测量和计算
  9. 螺纹样板牙型半角测量和计算
  10. 螺纹千分尺的应用
  11. 螺纹千分尺测微头的示值误差测量和计算
  12. 螺纹千分尺示值误差的测量和计算
* **熟悉：**
  1. 螺纹的分类和应用
  2. 螺纹的导程、螺纹升角、螺纹的大径、螺纹小径、螺纹旋合长度
  3. 圆柱螺纹量规的作用、螺纹量规的单一中径和作用中径、圆柱螺纹量规的分类和使用规则
  4. 螺距累积误差计算
  5. 正确调整测长机、万能工具显微镜的工作状态
  6. 三针法螺纹中径测量基本原理和计算公式，最佳三针计算公式
  7. 正确调整万能工具显微镜的工作状态
  8. 螺纹样板的外观要求及作面的表面粗糙度测量方法
  9. 螺纹千分尺的分类及工作原理
  10. 螺纹千分尺的计量性能组成、螺纹千分尺各计量性能要求
  11. 螺纹千分尺的检定方法及数据处理
  12. 正确调整万能工具显微镜/立式光学计的工作状态
* **了解：**
  1. 螺纹的形成原理
  2. 管螺纹、梯形螺纹、锯齿螺纹、校对螺纹塞规的特点及应用
  3. 泰勒原则
  4. 中径的光学测量方法
  5. 螺纹中径的双针测量法和单针测量法
  6. 螺旋升角、探针变形、螺距累积误差、牙侧角偏差修正
  7. 螺纹样板的型式和结构、普通螺纹样板、统一螺纹样板
  8. 万能工具显微镜的原理
  9. 螺纹千分尺的结构、螺纹千分尺的正确使用
  10. 万能工具显微镜、立式光学计的原理
  11. 测量不确定度的影响因素及其不确定度的分析

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJF 1345-2012 圆柱螺纹量规校准规范
  3. JJG 60-2012 螺纹样板
  4. JJG 25-2004 螺纹千分尺

### 十、（010601）测绘仪器

**1.概述**

经纬仪、全站仪、测距仪、水准仪在大地测量、工程测量和计量部门被广泛应用。

检定/校准上述仪器，需要具有角度、长度以及测量不确度度的相关知识，有大地测量中的方法和数据处理知识。

该大纲包括经纬仪、全站仪、测距仪、水准仪的基础知识，仪器结构特点，仪器检校项目、检校要求、检校方法以及数据处理等知识要点。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 经纬仪、水准仪、全站仪、测距仪的仪器结构原理、测量原理。
  2. 经纬仪主要检定项目和技术要求。
  3. 水准仪主要检定项目和技术要求。
  4. 测距仪主要检定项目和技术要求。
  5. 光学经纬仪、全站仪一测回标准偏差（水平、垂直）的检定和数据处理。
  6. 水准仪的交叉误差、视准误差的检定方法。
  7. 经纬仪、水准仪、全站仪、测距仪主要校准项目的标准不确定度评定。
  8. 光学经纬仪：

1. 光学经纬仪的水平角和竖直角一测回方向标准偏差检定。
2. 一测回方向标准偏差的计算。
3. 水准器轴与竖轴的垂直度
4. 照准部旋转的正确性
5. 望远镜十字分划板竖丝的铅垂性
6. 视准轴与横轴的垂直度
7. 横轴与竖轴垂直度
8. 竖盘指标差
9. 望远镜调焦运行误差
10. 光学对中器对中误差
11. 竖直指标自动补偿误差
    1. 水准仪：
12. 水准仪竖轴运转误差和竖轴整置误差检定
13. 视距成常数与视距线对称度的检定
14. 视准线安平误差的检定
15. 水准仪交叉误差检定
16. i角误差检定
17. 望远镜调焦运行差的检定
18. 自动安平补偿误差的检定
19. i角误差检定不确定度的评定。
    1. 手持式激光测距仪
20. 各基准面测量的一致性
21. 示值误差、重复性的检定方法
22. 测量范围的检定方法
23. 上述项目中数据处理和标准偏差的计算
    1. 工具经纬仪
24. 测微器示值误差及回程差
25. 视准轴与横轴的垂直度
26. 横轴与竖轴的垂直度
27. 侧镜反射面与横轴的垂直度
28. 望远镜调焦时视轴变动误差
29. 位移分划板中心与视准轴的重合度
30. 横向望远镜与主望远镜的垂直度
    1. 全站型电子测速仪
31. 照准部旋转的正确性
32. 望远镜视轴与横轴垂直度
33. 照准误差、横轴误差
34. 竖盘指标差
35. 补偿器补偿范围
36. 补偿器零位误差
37. 补偿器补偿误差
38. 望远镜调焦运行误差
39. 对中器的对中误差
40. 一测回水平方向标准偏差
41. 一测回竖直角测角标准偏差

* **熟悉**
  1. 各类经纬仪计量特性基本结构测量原理
  2. 各类水准仪
  3. 电子经纬仪的仪器结构和操作
  4. 检定经纬仪、水准仪的标准装置技术要求和检定方法
  5. 平面角度计量器具检定系统
* **了解**
  1. 电子经纬仪光电测角原理（编码法、动态法和增量法）
  2. 工具经纬仪、陀螺经纬仪测量原理和在工程中的应用
  3. 电磁波测距原理
  4. 测距仪检定过程中的环境影响
  5. 常用计量、测绘基本术语
  6. 经纬仪类量值的溯源
  7. 几何光学的基础知识、几何光学的基本定律（平面镜、棱镜、透镜成像、望远镜工作原理）

**3. 参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 414-2011 光学经纬仪检定规程
  3. JJG 425-2003 水准仪检定规程
  4. JJG 100-2003 全站型电子测速仪检定规程
  5. JJG 966-2010 手持式激光测距仪检定规程
  6. JJF 1349-2012 工具经纬仪校准规范

### 十一、（010701）工程测量（形位尺寸）

**1.概述**

构成零件几何特征的点、线、面称为几何要素，简称要素。形位尺寸包括形位误差和尺寸两部分。

形位误差：形状和位置误差简称形位误差，是指被测实际要素对其理想要素的变动量。形状误差是指被测实际要素对其理想要素的变动量。被测实际要素的方向或位置对具有确定方向和位置的理想要素的变动量。理想要素的方向和位置由基准（或基准和理论正确尺寸）确定。

尺寸：要素的外观特征参数。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 形状误差的理想要素、实际要素、被测要素、基准要素、单一要素和关联要素、轮廓要素与中心要素
  2. 什么是独立原则、相关原则
  3. 直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度等形状误差的定义和符号表示
  4. 形状误差的评定原则：最小二乘法、直线度的首尾两点连线法、平面度误差的对角法、圆度误差的两点法和三点法
  5. 形状误差圆度、圆柱度的测量、评定方法及计算
  6. 形状误差的直线度直接法和间接法测量及测量结果的评定
  7. 形位误差的检测原则：与理想要素比较原则、测量坐标原则、测量特征参数原则、测量跳动原则、控制实效边界原则
  8. 形状误差的平面度直接法和间接法测量及测量结果的评定
  9. 位置误差的定义、种类及各项目的名称
  10. 位置误差的评定基准，即符合最小条件的三种方法：直接基准法、模拟基准法与分析基准法
  11. 位置误差的平行度测量方法及计算
  12. 位置误差的垂直度测量方法及计算
  13. 位置误差的同轴度的圆度仪测量方法和径向跳动测量方法
  14. 位置误差的跳动误差的测量方法
  15. 尺寸的测量方法及计算
* **熟悉**
  1. 在实际测量中，应遵循的一些基本原则
  2. 在三坐标、平台上测量形位误差及尺寸
  3. 对各类计量仪器熟悉操作及其精度指标
* **了解**
  1. 各类计量仪器的工作原理
  2. 三坐标测量程序编制原则
  3. 测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. GB/T 3177-2009 产品几何技术规范（GPS）光滑工作尺寸的检验
  3. GB/T 1958-2017 产品几何技术规范（GPS）几何公差检测与验证

### 十二、（010702）工程测量（量规）

**1.概述**

量规：量规主要包括光滑极限量规、标准环规、三针和针规、塞尺、圆锥量规、半径样板、坐标测量球等。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 光滑极限量规的用途、分类、判定原则
  2. 光滑极限量规的检定项目、检定要求
  3. 标准环规的技术要求、检定项目和等级评定
  4. 环规直径、圆度、锥度的检定方法
  5. 三针和针规的技术指标、校准项目
  6. 塞尺的检定项目及数据处理方法
  7. 圆锥量规的技术指标、等级划分
  8. 圆锥量规的检定项目及检定方法
  9. 半径样板的技术指标及检定方法
  10. 坐标测量球的技术指标及校准方法
* **熟悉**
  1. 检定各级别光滑极限量规的设备选择原则
  2. 检定光滑极限量规、环规的直径时仪器的调整和操作
  3. 在实际测量中，应遵循的一些基本原则
  4. 对各类计量仪器熟悉操作及其精度指标
* **了解**
  1. 接触式干涉仪、立式光学计、测长机、万能工具显微镜的工作原理
  2. 圆度仪、圆柱度仪的工作原理
  3. 卧式测长仪、精密孔径测量仪的工作原理
  4. 测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJF 1207-2008 针规、三针校准规范
  3. JJG 62－2017 塞尺检定规程
  4. JJG 894－1995 标准环规检定规程
  5. JJG 343－2012 光滑极限量规检定规程
  6. JJG 177-2016 圆锥量规检定规程
  7. JJG 58－2010 半径样板检定规程
  8. JJF 1422-2013 坐标测量球校准规范

### 十三、（010703）工程测量（测量器具）

**1.概述**

测量器具：主要包括刮板细度计、试验筛、超声波探伤试块、焊接检验尺等工程上常用测量器具。

**2. 知识要点**

* **掌握**
  1. 刮板细度计的用途、技术指标、检定项目及检定要求
  2. 试验筛的用途、分类；
  3. 试验筛的测量参数定义、技术指标及检定方法
  4. 超声波探伤试块的用途、技术指标及校准方法
  5. 焊接检验尺的用途、结构及使用方法
  6. 焊接检验尺的技术指标及检定方法
* **熟悉**
  1. 万能工具显微镜、立式光学计的使用及调整
  2. 在实际测量中，应遵循的一些基本原则
* **了解**
  1. 立式光学计、万能工具显微镜的工作原理
  2. 测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 905-2010 刮板细度计检定规程
  3. JJF 1175-2007 试验筛校准规范
  4. JJF 1487-2014 超声波探伤试块校准规范
  5. JJG 704-2005 焊接检验尺检定规程

### 十四、（010801）万能量具（游标类量具）

**1.概述**

万能量具系指在机械加工过程中，车间工人和检验人员在现场应用中使用最为普遍的通用计量器具，对产品的质量起着非常重要的作用。主要包括游标类量具、微分类量具、指示类量具共三个子项目。

游标类量具是指：凡是利用尺身和游标刻度线间长度之差原理制成的量具，统称为游标量具。常用的游标量具有游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺寸等。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 游标类量具的种类、技术要求、检定项目、检定方法
  2. 游标类量具的示值误差
  3. 用光隙法检定平面度、直线度时，如何确定量值大小
  4. 温度、线胀系数对测量的影响及其修正方法
  5. 游标类量具的量爪的平面度、平行度检定方法
  6. 游标卡尺类量具量爪的基本尺寸
  7. 游标卡尺类量具的刀口内量爪测量工件内尺寸引入误差的计算
  8. 深度、高度卡尺定位面和底工作面的平面度的检定
* **熟悉**
  1. 在实际测量中遵循的一些基本原则
  2. 平行平晶是如何分系列、各系列的要求
  3. 游标类量具的细分原理
  4. 检定内尺寸量具时，对环规的要求
* **了解**
  1. 数据处理方法（异常值的判定与剔除、数字位数与数据修约规则）
  2. 测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社， 2002
  2. JJG 30-2012 通用卡尺检定规程
  3. JJG 31-2011 高度卡尺检定规程

### 十五、（010802）万能量具（微分类量具）

**1.概述**

万能量具系指在机械加工过程中，车间工人和检验人员在现场应用中使用最为普遍的通用计量器具，对产品的质量起着非常重要的作用。主要包括游标类量具、微分类量具、指示类量具共三个子项目。

微分类量具是指采用微分原理的工作级器具，按用途不同，一般可分为外径千分尺、杠杆千分尺、内测千分尺、内径千分尺、孔径千分尺、测深千分尺等。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 测微类量具的种类、技术要求、检定项目、检定方法
  2. 用量块检定示值误差，量块的等级有何区别、如何进行数据处理
  3. 微分类量具的示值误差检定方法
  4. 微分类量具校对量杆的检定
  5. 测杆与测砧两工作面的平面度、平行度、大尺寸外径千分尺平行度的检定
  6. 杠杆千分尺指示表示值误差的检定
  7. 杠杆千分尺测量重复性的检定
  8. 测量范围（0～500）mm千分尺示值误差的检定
  9. 内径千分尺示值误差、示值变动性、测微头与接长杆的组合尺寸的检定
* **熟悉**
  1. 在实际测量中遵循的一些基本原则
  2. 平行平晶是如何分系列、各系列的要求
  3. 微分类量具的细分原理
  4. 如何正确使用测长机、光学计检定校对量杆示值误差
  5. 检定内尺寸量具时，对环规的要求
* **了解**
  1. 测长机、立式光学计的工作原理
  2. 数据处理方法（异常值的判定与剔除、数字位数与数据修约规则）
  3. 测量不确定度的影响因数及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 21-2008 千分尺检定规程
  3. JJF 1088-2015 大尺寸外径千分尺校准规范
  4. JJG 26-2011 杠杆千分尺、杠杆卡规检定规程
  5. JJG 22-2014 内径千分尺检定规程
  6. JJG 427-2004 带表千分尺检定规程
  7. JJG 24-2016 深度千分尺检定规程
  8. JJF 1411-2013 测量内尺寸千分尺校准规范
  9. JJG 182-2005 奇数沟千分尺检定规程

### 十六、（010803）万能量具（指示类量具）

**1.概述**

万能量具系指在机械加工过程中，车间工人和检验人员在现场应用中使用最为普遍的通用计量器具，对产品的质量起着非常重要的作用。主要包括游标类量具、微分类量具、指示类量具共三个子项目。

指示类量具主要指各类指示表，包括百分表、千分表、杠杆表、卡规、扭簧比较仪等。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 指示类量具种类、技术要求、检定项目、检定方法
  2. 指示类量具示值误差的检定方法及数据处理
  3. 各类内径表示值误差检定方法及数据处理
  4. 指示类量具测力检定
  5. 指示类量具示值变动性的检定
  6. 其它表类量具如表式卡规的检定方法
* **熟悉**
  1. 在实际测量中遵循的一些基本原则
  2. 指示类量具的细分原理
* **了解**
  1. 指示类量具检定仪的工作原理
  2. 数据处理方法（异常值的判定与剔除、数字位数与数据修约规则）
  3. 测量不确定度的影响因数及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 34-2008 指示表检定规程
  3. JJG 35-2006 杠杆表检定规程
  4. JJG 379-2009 大量程百分表检定规程
  5. JJF 11102-2003 内径表校准规范
  6. JJF 1255-2010 厚度表校准规范
  7. JJG 118-2010 扭簧比较仪检定规程
  8. JJF 1253-2010 带表卡规校准规范
  9. JJG 109-2004 百分表式卡规检定规程
  10. JJG 830-2007 深度指示表检定规程

### 十七、（010901）平直度（直线度）

**1.概述**

平直度检定是指对计量器具直线度、平面度两个参数的检定，它涉及了直线度、平面度的定义、检定方法、检定工具的选择以及测量结果的数据处理和判断。直线度被检定的对象主要有平尺、刀口形直尺等计量器具。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 直线度的定义及评定方法
  2. 平面计量器具的检定系统
  3. 直线度的最小包容区域法和最小二乘法运用
  4. 直线度的光隙法、间隙法、干涉法、光轴法等直接测量方法
  5. 直线度的水平仪法、自准直仪法、跨步仪法等间接测量方法
  6. 直线度误差的旋转法的计算方法
  7. 直线度测量结果的数据处理
  8. 刀口形直尺刃边直线度检定时标准光隙的建立和光隙的判断
* **熟悉**
  1. 直线度测量结果的不确定度评定
  2. 直线度相关的名词术语、技术要求、测量和使用条件等基本特性
* **了解**
  1. 刀口形直尺的主要用途
  2. 直线度检定中的组合测量法

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 63-2007 刀口形直尺检定规程
  3. JJF 1097-2003 平尺校准规范

### 十八、（010902）平直度（平面度）

**1.概述**

平直度检定是指对计量器具直线度、平面度两个参数的检定，它涉及了直线度、平面度的定义、检定方法、检定工具的选择以及测量结果的数据处理和判断、平面度被检定的对象主要平板、平晶等计量器具。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 平面度的定义及评定方法
  2. 平面等厚干涉仪的熟练操作
  3. 平面计量器具的检定系统
  4. 平面度的三角形准则、交叉准则、对角线法等评定准则
  5. 平面度的光隙法、间隙法、指示器法、光轴法、干涉法等直接测量法
  6. 平面度的水平仪法、自准直仪法等间接测量方法
  7. 平板平面度检定时受检点的确定、跨矩的选择、标准器的选择、检定中需注意的问题
  8. 平面度测量结果的数据处理方法，如坐标统一法、按最小包容区域法、基面变换法的步骤方法和数据处理
  9. 平晶两工作面的平行度检定
  10. 平晶工作面平面度的比较法、多面互检法（三面、四面）的检定
  11. 平晶平面度的测量数据处理和不确定度评定
* **熟悉**
  1. 平面度测量结果的不确定度评定
  2. 平晶、长平晶、平板等级量器具的等、级划分
  3. 干涉法的平面度的判断
  4. 温度对平晶平面度检定的影响
  5. 平面度相关的名词术语、技术要求、测量和使用条件等基本特性
  6. 等厚干涉的原理
* **了解**
  1. 平晶、平尺、平板的主要用途
  2. 等厚干涉仪、等倾干涉仪的主要技术指标和检定方法

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 117-2013 平板检定规程
  3. JJG 28-2000 平晶检定规程

### 十九、（011001）角度（角度量具）

**1.概述**

角度是一种重要的物理量。角度计量是几何量计量的重要组成部分。角度量的范围广，平面角按平面的在的空间位置可分为：在水平面内的水平角（或称方位角），在垂直面内的垂直角（或倾斜角），由水平角和垂直角合成的空间角。按量程可分为圆周分度角和小角度；按标称值可分为定角和任意角；按组成单元可分为线角度和面角度；按形成方式可分为固定角和动态角。角度仪器和角度计量器具种类非常多，角度量具主要有角度块、直角尺、万能角度尺、方形角尺、方箱等。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 角度块的定义、技术要求、等级的划分
  2. 角度块工作角的检定
  3. 角度块工作面平面度、工作面对定位面垂直度的检定。
  4. 直角尺的定义、分类、技术要求、等级的划分
  5. 直角尺垂直度的检定（直接法、互检法、封闭法）
  6. 直角尺平面度和平行度的检定
  7. 万能角度尺的定义、技术要求
  8. 万能角度尺的检定
  9. 方形角尺的定义、技术要求、等级的划分
  10. 方形角尺的检定
  11. 方箱的定义、技术要求
  12. 方箱的检定
* **熟悉**
  1. 各种角度量具的工作原理
  2. 角度单位制及换算
  3. 角度块、直角尺、万能角度尺等检定规程的检定项目、检定要求、检定方法
  4. 平面度、直线度的检定方法和数据处理方法
  5. JJG2057-90角度量传系统图规定的内容，平面角、线角度、小角度的定义及范围
* **了解**
  1. 小角度检查仪、光学分度头、垂直度检查仪等仪器的结构、原理及使用
  2. 角度测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 70-2004 角度块检定规程
  3. JJG 7-2004 直角尺检定规程
  4. JJG 33-2002 万能角度尺检定规程
  5. JJG 1046-2008 方形角尺检定规程
  6. JJG 194-2007 方箱检定规程

### 二十、（011002）角度（水平仪器）

**1.概述**

角度是一种重要的物理量。角度计量是几何量计量的重要组成部分。角度量的范围广，平面角按平面的在的空间位置可分为：在水平面内的水平角（或称方位角），在垂直面内的垂直角（或倾斜角），由水平角和垂直角合成的空间角。按量程可分为圆周分度角和小角度；按标称值可分为定角和任意角；按组成单元可分为线角度和面角度；按形成方式可分为固定角和动态角。其中水平仪器主要用于测量水平角度，如水平仪、水平尺等。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 水平仪器的种类、技术指标和准确度指标;
  2. 水平仪器的测量原理和仪器结构特点；
  3. 水平仪类仪器的零位误差的正确性；
  4. 水平仪类仪器示值误差的检定；
  5. 水平仪类仪器平面度、平行度、框式水平仪的四工作面相互垂直度的检定；
  6. 电子水平仪示值误差的检定；
  7. 合像水平仪示值误差的检定；
  8. 水平尺的校准项目及校准方法；
  9. 角度单位制及换算；
* **熟悉**
  1. 水平仪器的使用范围；
  2. 分度头的技术指标及使用方法；
  3. 水平仪检定器的工作原理和测量方法；
  4. 水平仪零位检定器的使用；
  5. 小角度检查仪的技术要求与使用方法；
  6. 角度量传系统图规定的内容，平面角、线角度、小角度的定义及范围；
* **了解**
  1. 水平仪测量角度的不确定度分析与评定；
  2. 光学分度头、小角度检查仪的仪器结构及原理；
  3. 角度测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度；
  4. 水平仪检定装置的建立与维护。

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJF 1084-2002 框式水平仪和条式水平仪校准规范
  3. JJG 103-2005 电子水平仪和合像水平仪校准规范
  4. JJF 1085-2002 水平尺校准规范

### 二十一、（011003）角度（角度仪器）

**1.概述**

角度是一种重要的物理量。角度计量是几何量计量的重要组成部分。角度量的范围广，平面角按平面的在的空间位置可分为：在水平面内的水平角（或称方位角），在垂直面内的垂直角（或倾斜角），由水平角和垂直角合成的空间角。按量程可分为圆周分度角和小角度；按标称值可分为定角和任意角；按组成单元可分为线角度和面角度；按形成方式可分为固定角和动态角。角度仪器种类非常多，多齿分度台、自准直仪、小角度检查仪、分度头、分度台、光学倾斜仪、直角尺检查仪、测角仪等均为常用的角度计量仪器。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 多面棱体、多齿分度台、光学测角仪圆分度误差的表示方法及有关概念、定义、分度误差、间隔误差、零起误差等相互间的关系
  2. 圆封闭原则的含义、应用、利用圆封闭原则测量结果的数据处理
  3. 测角仪、分度头、多齿分度台的定义、技术要求、等级的划分
  4. 多齿分度台的示值误差的检定（比较法、排列互比法）数据处理
  5. 分度头、多齿分度台的平面度、平行度、垂直度的检定
  6. 测角仪、多齿分度台的测量重复性双观测检定方法
  7. 标准小角度比较法检定自准直仪示值误差的检定
  8. 直角尺检查仪的校准方法
  9. 光学倾斜仪的校准方法
  10. 水平仪检定器的校准方法和数据处理方法
* **熟悉**
  1. 各类角度测量仪器的工作原理
  2. 对径读数法的定义、目的和数据处理
  3. 角度单位制及换算
  4. 角度测量仪器工作面平面度、直线度的检定方法和数据处理方法
  5. 多齿分度台的工作原理和特点
  6. 角度量传系统图规定的内容，平面角、线角度、小角度的定义及范围
  7. 光学分度头、小角度检查仪、自准直仪的技术要求及使用方法
* **了解**
  1. 测角仪、光学分度头的仪器结构及原理
  2. 角度测量不确定度的影响因素及如何分析其不确定度
  3. 正多面棱体的结构、工作原理和准确度等级
  4. 角度仪器检定装置的建立与维护

**3.参考文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJG 191-2018 水平仪检定器检定规程
  3. JJG 300－2002 小角度检查仪检定规程
  4. JJG 57－1999 光学、数显分度头检定规程
  5. JJF 1114-2004 光学、数显分度台校准规范
  6. JJG 202－2007 自准直仪检定规程
  7. JJG 472－2007 多齿分度台检定规程
  8. JJF 1083-2002 光学倾斜仪校准规范
  9. JJF 1140-2006 直角尺检查仪校准规范
  10. JJG 97－2001 测角仪检定规程

### 二十二、（011101）齿轮量具

**1.概述**

齿轮量具主要用于测量齿轮的固定弦齿厚、分度圆弦齿厚及齿轮公法线长度及其变动量，由于使用方便且测量数据直观，所以在机械加工过程中，车间工人和检验人员在现场使用的计量器具。齿轮量具包括齿厚卡尺、公法线千分尺。

**2.知识要点**

* **掌握**
  1. 齿轮量具的名称、结构、工作原理、检定所依据的规程（规范）名称、版本号及适用范围
  2. 齿轮量具的检定要求
  3. 利用干涉原理计算平面度，通过光的衍射判断光隙的大小；
* **熟悉**
  1. 测量数据的误差处理
  2. 在实际测量中遵循的一些基本原则
  3. 平面平晶检平面度的具体要求
  4. 如何正确使用测长机、光学计检定校对量杆示值误差
  5. 检定齿厚卡尺综合误差时，标准圆柱或光面塞规的具体要求
* **了解**
  1. 测长机、立式光学计的工作原理
  2. 数据处理方法（异常值的判定与剔除、数字位数与数据修约规则）
  3. 测量不确定度的影响因数及如何分析其不确定度

**3. 引用文献**

* 1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材几何量计量，原子能出版社，2002
  2. JJF 1072-2000 齿厚卡尺校准规范
  3. JJG 82-2010 公法线千分尺检定规程