

《质量专业综合知识》第五章---3节 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/256/2021_2022__E3_80_8A_E8_B4_A8_E9_87_8F_E4_c67_256439.htm 第三节 测量仪器一、概述 (一)测量仪器的分类 单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具，称为测量仪器，又称计量器具。其中，使用时以固定形态复现或提供给定量的一个或多个已知值的测量仪器称之为实物量具，简称量具，例如:砝码、量块、标准电阻线圈、标准信号发生器、标准硬度块、参考物质等。实物量具不同于一般的测量仪器。量具本身所复现或提供的已知量值，即给定量，就是其本身量值的实际大小，而一般测量仪器所指示的量值往往是一种等效信息。例如:体温计能指示出温度，但本身并不能提供实际温度，而只是指示出人体温度的一种等效信息。测量仪器按其结构和功能特点可分为四种:(1)显示式测量仪器，又称为指示式测量仪器，它能直接或间接显示出被测量的示值。例如:转速计、温度计、密度计、弹簧式压力表、千分尺、电流表、功率表、频率计等。这类测量仪器按其给出示值的形式，又分为模拟式、数字式和记录式三种。(2)比较式测量仪器，它能使被测量具或使被测量与标准量具相互比较。例如:天平、长度比较仪、电位差计、光度计、测量电桥等。(3)积分式测量仪器，它通过一个量对另一个量的积分来确定被测量值。例如:家庭用的电能表，测量的是在两次付费时刻之间的一段时间内，所耗用的电功率对时间的积分。又如:皮革面积测量仪，测量的是皮革摊平在平面上，其轮廓线所围的平面面积。(4)累积式测量仪器，它通过对来自一个或多个源中，同时或依次得到的被测量的

部分值求和，来确定被测量值。例如：累积式皮带秤，是通过累积器根据称重和位移传感器提供的信息，对皮带测量段上每次称得的各分量负荷进行累加求和，并通过累积指示器显示累积值。另外还有电子轨道衡、总加式电功率表等。按其计量学用途或在统一单位量值中的作用，测量仪器可分为测量基准、测量标准和工作用测量仪器三种。

(二)测量设备 测量设备是为实现测量过程所必须的测量仪器、软件、测量标准、标准物质线辅助设备线它们的组合。测量设备不仅包含一般的测量仪器，而且包括各等级的测量标准，各类参考物质和实物量具，与测量设备连接的各种辅助设备，以及进行测量所必须的软件和资料。辅助设备主要指本身不能给出量值而没有它又不能进行测量的设备，以及作为检验手段用的工具、工装、定位器、模具等。辅助设备有时会直接影响测量的准确可靠程度。进行测量所必须的软件和资料，是指设备使用说明书、作业指导书以及有关测量程序文件等软件，当然也包括一些测量仪器本身的控制和测量程序。没有这些资料和软件，也不能给出准确可靠的数据。总之，测量设备是对测量所包括的硬件和软件的统称，对测量设备进行控制，是企业质量管理的重要内容。

二、测量仪器的计量特性 测量仪器的计量特性是指其影响测量结果的一些明显特征，其中包括测量范围、偏移、重复性、稳定性、分辨力、鉴别力〔阈〕和示值误差等。为了达到测量的预定要求，测量仪器必须具有符合规范要求的计量学特性。确定测量仪器的特性，并签发关于其法定地位的官方文件，称为测量仪器控制。这种控制可包括对测量仪器的下列运作中的一项、两项或三项：--型式批准；--检定；--检验。这些工作的目的是要确定

测量仪器的特性是否符合相关技术法规中规定的要求。型式批准是由政府计量行政部门做出的承认测量仪器的型式符合法定要求的决定。所谓型式，是指某一种测量仪器的样机及(或)它的技术文件(例如:图纸、设计资料等)，实质上就是该种测量仪器的结构、技术条件和所表现出来的性能。检定是查明和确认测量仪器是否符合法定要求的程序，它包括检查、加标记和(或)出具检定证书。检验是对使用中测量仪器进行监督的重要手段，其内容包括检查测量仪器的检定标记或检定证书是否有效、保护标记是否损坏、检定后测量仪器是否遭到明显改动，以及其误差是否超过使用中最大允许误差等。

(一)标称范围、量程和测量范围测量仪器的操纵器件调到特定位置时可得到的示值范围，称为标称范围。此时的示值范围是与测量仪器的整体相联系的，是指标尺所指示的被测量值可得到的范围。标称范围通常以被测量的单位表示，而不管标尺上所标的单位是什么。例如:一台万用表，把操纵器件调到 $\times 10$ 一挡，其标尺上、下限的数码为 $0 \sim 10$ ，则其标称范围为 $(0 \sim 100)V$ 。标称范围一般用上限和下限说明，例如: $(100 \sim 200)$ 。当下限(即最小值)为零时，标称范围一般只用其上限(即最大值)来表示，例如: $(0 \sim 100)v$ 的电压表，其标称范围可表示为 $100V$ 。标称范围的上限与下限之差的绝对值，称为量程。例如:某温度计的标称范围为 $(-30 \sim 80)$ ，则其量程为 $|80 - (-30)| = 110$ ；某电压表的标称范围为 $100V$ ，则其量程为 $|100 - 0|V = 100V$ 。测量范围，也称为工作范围，是指测量仪器的误差处于规定的极限范围内的被测量的示值范围。在这一规定的测量范围内使用，测量仪器的示值误差必处在允许极限内；而若超出测量范围使用，示值误差就将超出

允许极限。换言之，测量范围就是在正常工作条件下，能确保测量仪器规定准确度的被测量值的范围。有些测量仪器的测量范围与其标称范围相同，例如体温计、电流表、压力表、密度计等。而有的测量仪器处在下限时时的相对误差会急剧增大，例如地秤，这时应规定一个能确保其示值误差处在规定极限内的示值范围作为测量范围。可见，测量范围总是等于或小于标称范围。注意正确区别和掌握示值范围、标称范围、测量范围和量程的概念。示值范围是指测量仪器标尺或显示装置所能指示的范围，可用标在标尺或显示器上的单位表示；标称范围是对测量仪器整体而言的，通常用被测量的单位表示；测量范围是指能保证规定准确度、使误差处于规定极限内的量值范围；量程则是指标称范围上、下限之差的绝对值。

(二)额定操作条件、极限条件和参考条件 额定操作条件是指测量仪器的正常工作条件，也就是使测量仪器的规定计量特性处于给定极限内的使用条件。在这些条件中，一般包括被测量和影响量的范围或额定值，只有在规定的范围或额定值下使用，测量仪器才能达到规定的计量特性或规定的示值允许误差值。例如：工作压力表测量范围的上限为10MPa，则压力的最大值只能加到10MPa；额定电流为10A的电表，其输入电流不得超过10A。在使用测量仪器时，搞清额定操作条件十分重要，只有满足这些条件，才能保证测量结果的准确性和可靠性。测量仪器的规定计量特性不受损也不降低，其后仍可在额定操作条件下运行所能承受的极端条件，称为极限条件。极限条件应规定被测量和影响量的极限值。例如：有些测量仪器可以进行测量上限之上10%的超载试验，在包装条件下的振动试验，(-40 ~ 50) 的温度试验

或95%RH以上的湿度试验等，这些都属于测量仪器的极限条件。参考条件是指测量仪器在性能试验或进行检定、校准、比对时的使用条件，即标准工作条件，或称为标准条件。这些条件一般应对作用于测量仪器的影响量的参考值或参考范围做出明确规定，以真正反映测量仪器的计量性能和保证测量结果的可比性。注意正确区别和掌握额定操作条件、极限条件和参考条件。前者是测量仪器正常使用的条件，后者是为确定测量仪器本身计量性能所规定的标准条件，中者则是仪器不受损坏和不降低准确度所允许的极端条件。在这三者中，参考条件的要求最严，额定操作条件则较宽，而极端条件的范围和额定值为最大。

(三)示值误差和最大允许误差 示值就是由测量仪器所指示的被测量值。测量仪器的示值误差是测量仪器示值与对应的输入量的真值之差，它是测量仪器最主要的计量特性之一，本质上反映了测量仪器准确度的大小，即测量仪器给出接近于真值的响应的能力。示值误差大，则其准确度低；示值误差小，则其准确度高。示值误差是相对真值而言的，由于真值不能确定，实际上使用的是约定真值或实际值。为确定测量仪器的示值误差，当接受高等级的测量标准对其进行检定或校准时，该测量标准器复现的量值即为约定真值，通常称为实际值、校准值或标准值。所以，指示式测量仪器的示值误差=示值-实际值，实物量具的示值误差=标称值-实际值。例如:被检电流表的示值 I 为40A时，用标准电流表检定，其电流实际值为 $I_0=39A$ ，则示值40A的误差为： $=I-I_0=(40-39)A=1A$ 即该电流表的示值比其约定真值大1A。又如:某工作玻璃量具的容量的标称值 v 为1000mL，经标准玻璃量具检定，其容量实际值 v_0 为1005mL，则量具的

示值误差 为: $=v-v_0=(1000-1005)\text{mL}=-5\text{mL}$ 即该工作量具的标称值比其约定真值小5mL。测量仪器示值误差,通常简称为测量仪器的误差,可用绝对误差形式表示,也可用相对误差形式表示。确定测量仪器示值误差的大小,是为了判定测量仪器是否合格,并获得其示值的修正值。对给定的测量仪器,由规范、规程等所允许的误差极限值,称为测量仪器的最大允许误差。通常可简写为mpe,有时也称为测量仪器的允许误差限。示值误差和最大允许误差均是对测量仪器本身而言的。最大允许误差是指技术规范(例如标准、检定规程、校准规范)所规定的允许的误差极限值,它是一个判定测量仪器合格与否的规定的要求;而示值误差则是指测量仪器某一示值的误差的实际大小,它是通过检定、校准所得到的一个值或一组值,用以评价测量仪器是否满足最大允许误差的要求,从而判断其是否合格,或者根据实际需要提供修正值,以提高测量结果的准确度。

(四)灵敏度 测量仪器响应的变化除以对应的激励变化,称为灵敏度。它反映测量仪器被测量(输入)变化引起仪器示值(输出)变化的程度,用被观察变量的增量(即响应或输出量)与相应被测量的增量(即激励或输入量)之商来表示。如果被测量变化很小,而引起的示值改变(输出量)很大,则该测量仪器的灵敏度很高。灵敏度是测量仪器重要的计量特性之一,其值应与测量目的相适应,并不是越高越好。例如:为了方便读数,及时地使示值稳定下来,有时还需要施加阻尼,特意降低灵敏度。

(五)分辨力 显示装置能有效辨别的最小的示值差,称为显示装置的分辨力,或简称为分辨力。它是指显示装置中对其最小示值的辨别能力。模拟式显示装置的分辨力,通常为标尺分度值的一半,即用肉眼

可以分辨到一个分度值的 $1/2$ ；当然也可以采取其他工具，例如放大镜、读数望远镜等来提高分辨力。对于数字式显示装置，其分辨力为末位数字的一个数码。对半数字式的显示装置，其分辨力为末位数字的一个分度。显然，分辨力高可以降低读数误差，从而减少由于读数误差引起的对测量结果的影响。

(六)稳定性和漂移 稳定性通常是指测量仪器保持其计量特性随时间恒定的能力。若稳定性不是对时间而言，而是对其他量而言，则应予明确说明。稳定性通常用以下两种方式定量地表征：(1)计量特性变化某个规定的量所经历的时间；(2)计量特性经过规定的时间所发生的变化量。例如：标准电池对其长期稳定性(电动势的年变化幅度)和短期稳定性(电动势在3~5天内的变化幅度)，分别提出了明确的要求；量块的稳定性，则以规定长度每年的允许最大变化量(微米/年)进行考核。对于测量仪器，尤其是测量标准或某些实物量具，稳定性是重要的计量特性之一。测量仪器产生不稳定的因素很多，主要原因是元器件的老化、零部件的磨损，以及使用、储存、维护工作不细致等所致。对测量仪器进行周期检定或定期校准，就是对其稳定性的一种考核。漂移是测量仪器计量特性的慢变化。它反映了在规定的条件下，测量仪器计量特性随时间的慢变化，诸如在几分钟、几十分钟或几小时内，保持其计量特性恒定的能力。例如：测量仪器在规定时间内零点漂移，线性测量仪器静态特性随时间变化的量程漂移。漂移往往是由于温度、压力、湿度等外界变化所致，或由于仪器本身性能的不稳定所致。测量仪器使用前采取预热、预先在实验室内放置一段时间与室温等温，就是减少漂移的一些措施。

三、测量仪器的选用原则 选用测量仪器应从技

术性和经济性出发，使其计量特性(如最大允许误差、稳定性、测量范围、灵敏度、分辨力等)适当地满足预定的要求，既要够用，又不过高。

(一)技术性 在选择测量仪器的最大允许误差时，通常应为测量对象所要求误差的 $1/3 \sim 1/5$ ，若条件不许可，也可为 $1/2$ ，当然此时测量结果的置信水平就相应下降了。在选择测量仪器的测量范围时，应使其上限与被测量值相差不大而又能覆盖全部量值。在选择灵敏度时，应注意灵敏度过低会影响测量准确度，过高又难于及时达到平衡状态。在正常使用条件下，测量仪器的稳定性很重要，它表征测量仪器的计量特性随时间长期不变的能力。一般来说，人们都要求测量仪器具有高的可靠性；在极重要的情况下，比如在核反应堆、空间飞行器中，为确保万无一失，有时还要选备两套相同的测量仪器。在选择测量仪器时，应注意该仪器的额定操作条件和极限条件。这些条件给出了被测量值的范围、影响量的范围以及其他重要的要求，以使测量仪器的计量特性处于规定的极限之内。此外，还应尽量选用标准化、系列化、通用化的测量仪器，以便于安装、使用、维修和更换。

(二)经济性 测量仪器的经济性是指该仪器的成本，它包括基本成本、安装成本及维护成本。基本成本一般是指设计制造成本和运行成本。对于连续生产过程中使用的测量仪器，安装成本中还应包括安装时生产过程的停顿损失费(停机费)。通常认为，首次检定费应计入安装成本，而周期检定费应计入维护成本。这就意味着，应考虑和选择易于安装、容易维修、互换性好、校准简单的测量仪器。测量准确度的提高，通常伴随着成本的上升。如果提出过高的要求，采用超越测量目的的高性能的测量仪器，而又不能充分利用所得的

数据，那将是很不经济，也是毫无必要的。此外，从经济上来说，应选用误差分配合理的测量仪器来组成测量装置。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问
www.100test.com