

光学技术和锁模技术已经研制成可见区及红外区的微微秒和亚微微秒(现在利用锁模技术已可达到 6×10^{-15} s 激光脉冲)的调谐激光器。开拓了微微秒和亚微微秒光谱测量技术,用来研究瞬态过程和弛豫过程。d. 空间分辨率的提高。利用激光的相干性可以将激光束会聚到微米级的小区域上,获得极高的光谱辐射能密度,产生高温高稠密的等离子体。另一方面,利用可调谐激光探针在生物、医学上可作为一种变革的手段会发生深远的影响,具有重要意义。

(2) 遥感光谱测量。被动式的遥感光谱测量,如天体光谱测量已在 19 世纪开始应用。近代由于空间科学技术的发展,已经可以用卫星和航天飞机、飞机等等进行遥感光谱测量,进行资源勘察等。近代主动式的遥感光谱测量利用可调谐激光器通过测量共振荧光光谱或共振散射光谱获得有关资源的信息和环境污染信

息。

(3) 波段的开拓。过去由于光源和探测器技术限制了紫外和红外光谱测量,近年来,同步辐射器、真空紫外、软 X 射线以及可调谐激光技术和远红外可调谐激光光谱技术的出现,迅速地推动了软 X 射线、紫外和红外波段的光谱测量。

(4) 新型光谱探测元、器件及探测技术。由于新型光电、热电等材料的出现以及集成元、器件及探测技术的发展,发展了适用于各个波段的高探测极限灵敏度的真空光电子元、器件,半导体光电、热电元、器件,热释电器件和电荷耦合器件(CCD),为光谱辐射测量提供了探测元、器件。80 年代初出现的硅光电二极管自校准技术有可能成为第三代的光辐射基准。近年来利用单色激光器进行定标,已经可以用作可见区和近红外区的光谱辐射标准。除此之外,近代光谱微弱信号测量技术有了迅速的发展,已经广泛地应

用到锁相放大技术、取样积分技术、光子计数技术和光学多通道分析技术等弱信号电子接收技术,并广泛地应用微机技术。

(5) 激光波长标准。1983 年 10 月第 17 届国际计量大会通过了新的米定义:米是光在真空中与 $1/299792458$ 秒时间间隔内所经过路径的长度。1992 年国际计量委员会推荐了 8 种激光辐射波长和几种同位素单色光辐射的真空波长值和频率值,用它们中的任一条光谱线均可复现米的定义。目前利用激光的饱和吸收稳频和测频技术已经将激光频率测量的不确定度减少到 10^{-15} 量级。有可能进一步将激光频率的稳定度提高到 10^{-15} 以上;另一方面可能发现新的激光谱线来复现米的定义。

本文 1996 年 7 月收到。

再论紫外可见分光光度计的技术指标及如何赶超世界先进水平

Further Discussion of the Specification for UV/VISS and How to Attain the World Advanced Level

李昌厚

(中国科学院上海生物工程研究中心 上海 200233)

【摘要】 本文根据笔者的实践,对紫外可见分光光度计的光度准确度、杂散光、光谱带宽、稳定性、线性动态范围和波长准确度等关键技术指标进行了简单的论述;同时,对我国的紫外可见分光光度计如何赶超国际先进水平、如何尽快实现国际接轨等有关问题进行了讨论。

【Abstract】 This paper briefly describes the specifications of ultraviolet/visible spectrophotometer. Meanwhile, the topic on how to catch up with the world advanced levels of ultraviolet/visible spectrophotometer is discussed.

关键词: 分光光度计 技术指标 世界先进水平

Key Words: Spectrophotometer Specification World advanced level

0 概述

紫外可见分光光度计(UV/VISS)既是一种历史悠久、传统的分析仪器,又是一种现代化的集光、机、电、计算机为一体的高技术产品;它的应用非常广泛,在有机化学、生物化学、药品分析、食品检验、医疗卫生、环境保护、生命科学等各个领域和科研生产工作中都已得到了

极其广泛的应用;特别在生命科学突飞猛进的今天,UV/VISS 又是生命科学的眼睛,它已被国内外许多专家学者认定为生命科学仪器中的主干产品之一。可以预言,UV/VISS 将有巨大的市场潜力和经济效益,它将为人类的生活、生存、发展和生态平衡提供有力的保障。但对广大 UV/VISS 的设计者来讲,如何正确理解 UV/VISS 的各项关键技术指标?如何确切定义这些指标?如何科学准

确地测试这些指标?目前尚未引起足够重视,也未进行深入研究。对广大使用者来讲,如何正确评价 UV/VISS?如何选择 UV/VISS?如何正确使用 UV/VISS?也很少有人深入研究。笔者认为这些都是影响我国 UV/VISS 发展的因素,是我国的 UV/VISS 长期不能赶超国际先进水平的主要原因之一,这是值得广大 UV/VISS 的设计者和使用者引起高度重视的问题。本文根据笔者长期研制、使

用 UV/VISS 的实践来论述这些问题。

1 UV/VISS 的六项关键技术指标

1.1 光度准确度

所谓光度准确度 (Photometric Accuracy, 以下简称 PA) 是指实际测量的光度读数值与真值 (标准值) 之差。UV/VISS 的 PA 是一个非常重要的指标, 特别在产品质量控制、要求重复文献数据和检定同类仪器的 PA 时, 显得更加重要。广大分析工作者对 UV/VISS 的要求最根本的宗旨是“稳定可靠”, 这个“可靠”, 在某种意义上讲, 就是指的仪器的 PA 高。因此, 不管是设计者还是使用者, 都必须重视 PA 这个指标。

目前国际上不少国家在 UV/VISS 的 PA 的表示方法方面已有明确规定, 归纳起来, 主要有二种: 一是吸光度准确度 (Absorbance Accuracy, 以下简称 AA), 二是透射比准确度 (Transmittance Accuracy, 以下简称 TA)。国外的 UV/VISS 绝大多数用 AA 来表示 PA, 如美国 Varian 公司的 Cary5 等仪器就是。但有少数仪器在给出 AA 时, 还给出 TA, 如日本 Shimadzu 公司的 UV-260 等仪器就是。国内的 UV/VISS 绝大多数给出 TA, 偶见有个别仪器给出 AA。笔者经过研究^[1], 认为 AA 和 TA 二者的表示方法都可以, 但以 AA 为好, 因为它比较直观, 比较实用。特别值得注意的是, 国外仪器给出 AA 时, 一般都给出在什么吸光度值上测量, 这是比较科学的, 因为充分考虑到了比耳定律和实际使用的要求。而国内给出 TA 时, 绝大多数都不给出是在什么透射比值上测量的。笔者认为这是不对的。因为: ①若给出 TA (即我国国标中 ΔT) = $\pm 0.5\%T$, 而不讲明在什么透射比值上测量, 就应理解为在 0~100%T 内的任何透射比值上测量都能达到 TA = $\pm 0.5\%$ 。其实不然, 若在 10%T 上测量, 则 TA = $\pm 0.5\%T$ 时, 相对误差为 $\pm 5\%$; 而在 90%T 上测量, 则 TA = $\pm 0.5\%T$ 时, 相对误差为 $\pm 0.56\%$, 二者相差一个数量级! ②为了与国际接轨, 表示方法也应向国际上大多数先进国家靠拢, 即改 TA 为 AA。若将 TA = $\pm 0.5\%T$ 换算成 AA, 则在 10%T 上相当于 1A, 此时 TA = $\pm 0.5\%T$ 时产生的 AA (即 ΔA) = $\pm 0.022A$; 而 90%T 上, 相当于 0.046A,

此时若 TA = $\pm 0.5\%T$ 时产生的 AA = $\pm 0.0022A$, 同样二者相差也是一个数量级! 因此, 在给出一台 UV/VISS 的 PA 时, 不论以 AA 还是以 TA 表示, 都必须指出在什么吸光度值或透射比值上测量, 否则既给人以物理概念上的含糊不清, 又给使用者带来麻烦。

关于 PA 的测试方法, 笔者已有报道^[1], 不再赘述。

1.2 杂散光

目前国际上已有许多学者对杂散光 (Straylight, 以下简称 S.L.) 进行了认真的研究, 就其定义而言, 归纳起来有以下几种:

① ASTM^[2] 认为: S.L. 既难以给出确切的定义, 又难以进行准确的测量; 他指出: 人们常常将 S.L. 定义为在单色器额定通带以外的透射辐射能量与总的透射能量之比。

② Richard^[3] 认为: S.L. 通常定义为假辐射 (Spurious Radiation) 和所需要的辐射 (Desired Radiation) 之比。

③ M. R. Sharps^[4] 认为: 光谱带宽以外的“不要的”光通量的成份叫做 S.L.。

④ M. Winstead^[5] 认为: 如果波长出现与仪器波长指示器指示不同, 那么这个外界的能量就叫做 S.L.。

⑤ 笔者对 S.L. 进行了研究^{[6][7]} 后认为: 从物理概念和实际测量 (采用国际上最常用的截止滤光法) 的角度出发, S.L. 应这样定义: 截止滤光片或滤光液的截止点 (一般透射比不为 0, 国际上通常取 10^{-4}) 以外的某处放上截止滤光材料的透射辐射能量与该处去掉截止滤光材料后, 换上参比材料的总的透射能量之比, 叫做 S.L.。

至于 S.L. 的测试方法, 目前国际上做法归纳起来有四种: ①截止滤光法^[6]; ②级数透过滤^[8]; ③光学法^[10]; ④卷积法^[11]。笔者认为四者中以“①”为最简便。笔者根据自己对 S.L. 的定义, 研制了测试装置, 采用方法“①”对 UV/VISS 的 S.L. 进行了测试, 得到了令人满意的结果^{[6][7]}。通过对 S.L. 的实际测试, 笔者认为 S.L. 测试中最关键的问题是测试材料的选择、测试点的选取和测试设备的研制以及测试时仪器条件的选择。在这些方面, 笔者在文献^[6]中作出全面论述, 不赘述。

通过对 S.L. 的研究, 笔者深深体会到 S.L. 对 UV/VISS 的 PA 的影响非常大, 正如 ASTM^[2] 所述: S.L. 可能是光

谱测量中主要误差的来源。若吸光度因 S.L. 的影响而偏离真值的量为 ΔA , 则 $\Delta A = \log(1 - \rho + 10^A \times \rho)$ ^{[12][13]}, 式中 ρ 为 S.L., A 为试样的吸光度值。设某 UV/VISS 的 $\rho = 0.5\%$, 某试样的 $A = 2$, 则因 S.L. 的影响而产生的吸光度误差为 $\Delta A = \log(1 - 0.005 + 10^2 \times 0.005) = 0.175$ 。由此可见, S.L. 对吸光度的影响实在惊人。因此 UV/VISS 的设计者和使用者都必须非常重視 S.L. 这一最关键、最重要的指标。

1.3 光谱带宽

所谓光谱带宽 (Spectral Band Width, 以下简称 SBW) 是指从单色器射出的单色光 (实际上是一条光谱带) 谱线强度轮廓曲线的 1/2 高度处的谱带宽度, 它表征仪器的光谱分辨率。它与狭缝宽度、分光元件 (光栅或棱镜的线色散倒数), 准直镜的焦距等有关。ASTM 指出, 表示分辨率最恰当的方式是用光谱谱带宽度, 实际上许多国外的高档 UV/VISS 都采用 SBW 来表示仪器的分辨率, 如 Varian 公司的 Cary5、P-E 公司的 Lambda9 等等。日本的 JAIMA 分析仪器标准中也强调用谱带宽度表示分辨率, 并指出: 在单色器的入射和出射缝都固定的情况下, 以谱带宽度作为分辨率, 而在狭缝可变的情况下, 则以最小狭缝宽度所能得到的带宽作为分辨率。笔者认为这种考虑是正确的, 值得提倡。

关于 SBW 的测试, 目前国际上一般都采用谱线轮廓法, 但在这种方法中, 选用什么谱线作为被测对象, 是一个重要的问题, 目前国际上大多用汞灯的 546.1nm 的这一特征线, 因为它的邻近线距它都较远, 干扰少。近几年来, 国内外许多 UV/VISS 的设计者和使用者常选用仪器上氘灯的 656.1nm 这条特征谱线来作为 SBW 的测试线, 如 P-E 公司的 Lambda 系列仪器就是如此。但笔者认为选用 656.1nm 作 SBW 测试是不妥的 (因为 656.1nm 不是真正的线光谱, 而是在大背景上叠加了一根谱线), 这样测出的指标不能反应仪器的实际分辨率, 此法值得进一步研究。在 SBW 的测试中, 选择合适的测试条件是一个重要问题, 其中特别是狭缝宽度的选择, 人们总以为狭缝小者为好, 笔者实践证明, 并非如此。笔者认为应把狭缝宽度、光源强度和光学传感器的灵敏度联系起来考虑。如果传感器的灵敏度低、光源能量弱, 则狭缝过小时, 信噪比 (S/N) 会变

坏,仍然得不到好的测试结果。因此,不论是使用者还是设计者测试 UV/VISS 时选择狭缝宽度的前提是可得满意的 S/N,即只要能得到满意的 S/N,应该选用最窄的狭缝宽度。

美国的 Owen^[15]教授指出,吸光度测量的准确度取决于仪器的 SBW 与被测试样的自然带宽(NBW,它被定义为被测试样最大吸收值的 1/2 处的吸收谱带宽度)的比率,并且 SBW/NBW 小于 0.1,则吸光度准确度可高于 99.5%。一般试样的紫外可见光的吸收谱带都是很窄的,对溶液试样更是如此。在 NBW $\geq$ 20nm 和 SBW=2nm 时,对于吸收值的准确测量是足够的,可满足大约 99% 以上的日常分析。这就是我国和国外许多国家的药典规定用于药品检验的 UV/VISS 要求 SBW=2nm 的主要原因。

综上所述,SBW 非常重要,UV/VISS 的设计者和使用者都必须对它引起重视。

1.4 稳定性

稳定性是使用者最为关注的指标之一,很多 UV/VISS 的使用者,选择仪器的宗旨就是稳定可靠,不稳定就谈不上可靠。所以说稳定和可靠在这里是同义词,它们同等重要。稳定性是指仪器的噪声(Noise)和漂移(Drafter)的综合。Scott^[16]指出,噪声的测量一般为开机 30 分钟后连续一小时,取其中任意 10 分钟的峰-峰值来表示;而漂移则取其一小时内的最大值和最小值之差的绝对值来表示。

影响 UV/VISS 的稳定性因素很多,根据笔者的实践,归纳起来大致有以下几个方面:

(1) 电光源系统的影响

M. Wenstead^[17]指出,光谱仪器的不稳定,90% 以上是由于电源的不稳定所引起。但这个问题往往被绝大多数 UV/VISS 设计者和使用者所忽视。笔者认为,要保证 UV/VISS 的稳定性,必须重视光源系统电源的变化对光辐射通量或发光强度的影响;一般来讲 UV/VISS 的电光源为恒流源加氙灯和恒压源加钨灯;氙灯恒流源的电流变化对其发射的紫外光光通量的关系为: $(I_2/I_1)^Y = \Phi_2/\Phi_1$ ^[18],式中 I_1 、 I_2 为恒流源电流变化前后的值, Φ_1 、 Φ_2 为氙灯发射的与电流 I 相对应的光通量; Y 为常数,一般取 $Y=6.05\sim 6.75$,设取 $Y=6.5$, $I_1=300\text{mA}$

(一般常规值), $I_2=305\text{mA}$ (即变化 5mA), $\Phi_1=100$,则 I_1 变化到 I_2 时 Φ_2 的变化为:

$\Phi_2 = (I_2/I_1)^Y \cdot \Phi_1 = (305/300)^{6.5} = 113.3$,即电源电流变 1.7%,则氙灯发射的光通量变化 11.3%。对于可见光部分的钨灯来讲,电压与光通量的关系为: $(V_2/V_1)^K = \Phi_2/\Phi_1$ ^[19],式中 V_2 、 V_1 为变化前后的电源电压, Φ_1 、 Φ_2 为变化前后的光通量, K 为常数,一般取 $3.36\sim 3.51$,若取 $K=3.45$, $\Phi_1=100$, $V_1=12\text{V}$, $V_2=12.25\text{V}$,则

$\Phi_2 = (V_2/V_1)^K \cdot \Phi_1 = (12.25/12)^{3.45} \times 100 = 107.4$,即电压波动 2%,则钨灯发射的光通量波动 7.4%!

综上所述,电光源系统电源的变化,对 UV/VISS 的稳定性影响非常大。

(2) 电子学系统的影响

除电光源系统的电源外,UV/VISS 的其他电子学部分对整机稳定性的影响也是很大的,如放大器的噪声、漂移;光学传感器的供电电源等等。其中特别是光学传感器的供电系统的影响更值得高度重视。因为 UV/VISS 的光学传感器大多为光电管或光电倍增管,它们都有一个供电电源的问题,这个电源将直接影响整机的稳定性。特别是光电倍增管,其供电电压波动 1%,则其电流放大倍数将波动 10%^[20]! 而光电倍增管(如 R456, R928 等)在常规使用时,其电流放大倍数一般为 5×10^5 左右(在 700V 直流供电电源的情况下),若它波动 10%,则整机的稳定性就差到不可想像的地步!

(3) 化学因素的影响

这完全是使用者需要认真对待的问题。因为试样往往有化学反应的变化、光化学反应的变化、荧光效应、荧光淬灭(衰变)等等,因此,在使用 UV/VISS 时,必须严格注意对试样的处理,尽量避免试样的化学因素对测试结果产生不稳定的影响。

1.5 线性及线性动态范围

UV/VISS 的线性是指实验点接近偏离比耳定律 $A=f(c)$ 直线部分的程度^[21]。换言之,如果给定物质(化合物或混合物)的两个浓度的响应值之差正比于两个被测试样的浓度差,则 UV/VISS 是线性的。所谓线性动态范围(LDR)是指 UV/VISS 的最小线性度和最大线性度之间的范围。笔者研究过 UV/VISS

的线性和 LDR,并提出了一种测试线性的新方法^{[21][23]}。该方法既适用于 UV/VISS,又适用于 HPLCD。

影响 UV/VISS 的线性和 LDR 的因素很多,其中光源的发光强度和稳定性;单色器的 S.L. 和相对孔径;光学传感器的灵敏度、线性和线性动态范围;放大器的噪声、线性和线性动态范围等都是至关重要的因素,都值得 UV/VISS 设计者们高度重视。对使用者来讲,线性和 LDR 显得非常重要,尤其在定量分析中更是如此。J. Robett^[22]、Johnson^[24]、Scott^[25]和 Munk^[26]等人曾多次提出线性在定量分析中的重要性。他们指出如果仪器线性差就不可能得到好的定量分析的结果,特别在低浓度和高浓度的定量分析测试工作中线性和 LDR 显得更加重要。笔者在长期的使用实践中发现,在给定的仪器条件下,当被测试样浓度低到一定程度时,因受仪器噪声的影响,使 S/N 下降,实验结果偏离比耳定律的直线而明显的向上翘;反之,则因高吸收时受 S.L. 的影响而向下弯。如笔者在测试 UV/VISS 微量分光光度计时^[27],对浓度为 $4.06 \times 10^{-6}\text{g/ml}$ 的 K_2CrO_4 测试时,产生的吸光度误差(正偏差)达 25%(文献值为 0.0052A,实测值为 0.0065A),而浓度增大到 $2.01 \times 10^{-3}\text{g/ml}$ 时实测 K_2CrO_4 的吸光度误差(负偏差)达 36%。因此在定量分析时,必须严格注意仪器的 LDR,否则得不到好的分析结果。

1.6 波长准确度和重现性

所谓波长准确度(λ_a)是指 UV/VISS 的波长指示器上所指示的波长值与仪器发出的实际波长之间的符合程度;所谓波长重现性(λ_R)是指同一操作者在同一条件下测试时仪器回到同一波长位置的能力的量值。UV/VISS 的 λ_a 主要取决于设计制造误差,它直接影响仪器分析测试的准确度。特别在质量控制部门对不同仪器的测量结果进行比较时, λ_a 显得很重要。在对物质的精细结构分析时某些物质的几个峰值位置相隔很近时, λ_a 也特别重要;如彩色电视机屏幕上发红光的荧光物质 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{SE}_6$ ^[28],它有两个相隔 0.3nm 的峰,若要测出这二个峰,则仪器的 λ_a 必须优于 0.3nm,否则得不到满意的测试结果。此外 λ_a 对分析测试的影响与使用者也有很大关系,要得到准确的定量分析结果,使用者必须注意选择被测试样的最大吸收波长作为

定量测定波长^[1],因为在最大吸收波长处,在重新设定该波长时产生的波长误差很小,也就是 λ_R 很好,因而对测试结果影响不大,否则,若选最大吸收峰两侧的波长,则同样大小的波长误差,会产生更大的测量误差,使定量分析的结果不可靠。

λ_s 和 λ_R 的测试方法很多,Rand^[29]、Balcon^[30]和Wenstead等人^[31,32]曾在这方面作了大量工作。笔者也曾作了一些工作,较深入地研究过并归纳为12种^[34]测试方法。就目前国际上的电光源和UV/VISS的现状而言,笔者认为用汞灯、钨玻璃和氘灯等的特征谱线来作UV/VISS的 λ_s 和 λ_R 的测试最为合适,因为汞谱线丰富,可供选用;氘灯已装在仪器中,使用非常方便;钨玻璃有很多特征吸收峰,使用也极其简便,但必须指出,它的使用受仪器的SBW限制。对使用者来讲,往往用某些已知溶液来测试 λ_s 和 λ_R ,笔者认为也是可行的。笔者^[34]也曾用蒽(蒽溶解在乙醇中,浓度为 5×10^{-5} g/ml)来作过测试,也得到了令人满意的结果。

2 如何赶超国际先进水平

当前,我国的UV/VISS总的讲还

是比较落后的,急需奋起直追。关于如何赶超国际先进水平、如何振兴我国的科学仪器事业,笔者已专门撰文,从人才的培养、元部件研制,测试方法的研究等几个方面进行了讨论。该文已在本刊1997年第一期发表,请读者查阅。

3 主要参考文献

- 1 李昌厚等,略论UV/VISS光度准确度的测试,光学仪器, No. 5~6, P41, 1994
- 2 ASTM, 1982 Annual Book of ASTM Standards (part 42) (printed in U. S. A.), P335, 1982
- 3 Richard E. P., Applied Optics, Vol. 3, No. 1, P99~104, 1964
- 4 M. R. Sharpe, Stray Light of UV/VISS, Analytical Chemistry, Vol. 56, No. 2, P339A, 1984
- 5 M. Winstead, Instrument Check Systems (published in Great Britain, printed in the U. S. A.), P22~24, 1971
- 6 李昌厚等,略论光谱仪器杂散光测试中的几个有关问题,光学与光谱技术, No. 4, P492, 1985
- 7 李昌厚等,光谱单色仪杂散光的测试及有关问题的探讨,光学与光谱技术, No. 2, P34, 1984
- 8 Wilber Kaye, American Laboratory, November P18, 1983
- 9 R. W. Burke et. al., J. Res. Nat. Bur. Stand. (U. S.), No. 5, P469~483, 1972
- 10 李昌厚等,光谱仪器分辨率的测试及有关问题的探讨,光学与光谱技术, No. 2, P44, 1986
- 11 Owen A. J., The diode-array advantage in UV/VISS, Hewlett Packard, printed in Germany, 03/88, P15
- 12 Scott, Liquid Chromatography Detector (N. Y.), P10, 1978
- 13 李昌厚等,一种高稳定性多功能氘灯恒流源的研制,光学仪器, No. 5, P23, 1991
- 14 李昌厚等,一种光电倍增管高压电源的研制,电子技术, No. 2, P31, 1981
- 15 李昌厚,紫外可见分光光度计线性测试的一种新方法,光学仪器, No. 5, P18, 1986
- 16 H. W. Muller et. al., Some Technical Aspects of a High Quality UV/VISS for Routine Analysis (P-E ISSN 0174-271x), No. 19E, P4, 1989
- 17 李昌厚等, HPLCD的线性动态范围测试方法的研究,分析测试技术与仪器, No. 1, P5, 1996
- 18 R. P. W. Scott, Liquid Chromatography Detectors, New York, P5, 1977
- 19 李昌厚等,一种新型的多功能微量光度计的研制,仪器仪表学报, No. 1, P33, 1991
- 20 M. M. Balcon, Transmission Measurements With The Beckman Quartz Spectrophotometer (R. P. 1798), N. B. S., No. 38, P601, 1947
- 21 李昌厚等,光谱仪器波长准确度的测试及有关问题的探讨,光学与光谱技术, No. 2, P39, 1985
- 22 J. Robert et. al., Selecting a Spectrophotometer (How to Evaluate a Spectrophotometer), Technical Information Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA 92634, 1989 (其余文献从略)

中国计量测试学会

全国计量测试学术大会征文通知

多年来,我国计量科学技术与国民经济发展和科技进步紧密结合,已初步形成了一门独立学科——计量学,它包括基础理论与应用技术,并涵盖了几十个专业,经过广大计量测试科技工作者的努力,取得了一批重大科技成果,其中有些已达到国际先进水平。

为了检阅我国的计量测试研究成果、交流学术经验,以推动计量科技的发展,使之更好地为国民经济建设服务,经国家技术监督局领导倡议和批准,决定于九八年第四季度召开“全国计量测试学术大会”。

现就会议有关事宜通知如下:

一、会议主要议题

计量测试的最新发展(理论与实践);

新技术在研究建立计量基准、标准方面的应用;

新的量传方法;

精密测量方法;

新型的测量器具;

在线检测与自动检测系统;

计量溯源体系与计量质量保证;

完善法规体系建设的经验;

校准实验室的建设和贯彻导则 25 的经验;

计量在经济、科技发展、社会进步中的作用;

先进、科学的计量管理。

二、会议日期、地点

会议将于九八年十月底或十一月初在北京举行,确切日期将在第二轮通知中确定。

三、论文摘要

(1) 98年2月28日前提交500字的论文摘要;

(2) 98年4月30日前组委会发由程序委员会组织专家审定的录用论文的通知;

(3) 98年7月31日前递交符合出版要求的论文全文(论文格式要求将在录用通知中告之)

会前将由出版社出版会议论文集。

四、为了能更广泛的交流学术成果,会议组委会将为厂矿企业、科研机构、高等院校单位提供展示近年来的研究成果的机会(成果展示会或技术座谈会等的形式),为搞好此项工作,组委会将有进一步的通知,有意向参加的单位也可尽早与会议组委会联系。

会议承办单位:中国计量测试学会

通信地址:100013 北京北三环东路18号北京1413信箱

电话: 010-64271480、64218709、64218704

传真:010-64218709

(篇幅所限本刊有所删节)