

国家计量技术法规统一宣贯教材

砭

码

国家质量监督检验检疫总局计量司 组编

姚 弘 主编

JJG99—2006

JJG99—2006

JJG99—2006



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

国家计量技术法规统一宣贯教材

砵 码

国家质量监督检验检疫总局计量司 组编

姚弘 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

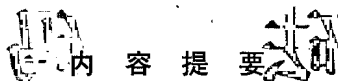
中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

砵码/姚弘主编. —北京:中国计量出版社,2007.7
国家计量技术法规统一宣贯教材
ISBN 978-7-5026-2659-4.

I. 砵… II. 姚… III. 砵码—教材 IV. TH715.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 075402 号



本书是 JJG99—2006《砵码》检定规程的宣贯教材。书中对规程的条款进行了较为详细的解释,重点条款(如磁性测量、体积测量和不确定度分析等方面)、重点段落举例说明;对正确理解规程的内涵有重要的参考价值,可操作性强。

本教材对于质量实验室建立的布局、振动、风速等技术指标都提供了具体的数据要求,还提供了全国各省、市、自治区的海拔高度表、平均空气密度表等,是广大质量计量检定人员工作的工具书,还可供各级有关计量管理部门和计量检定、校准、检验的机构,以及砵码的科研、生产、使用、维修等单位的科技人员和管理人员使用,也可作为有关高等院校师生的参考用书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市媛明印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787mm×1092mm 16 开本 印张 11.75 字数 267 千字

2007 年 7 月第 1 版, 2007 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—2 000 定价:28.00 元

* 编 委 会 *

主 编：姚 弘

副主编：陈 雪 张泽光

编 委：（按姓氏笔画排序）

丁京安	王 江	王 刚	王卫忠	田 清
许垠圳	李 勇	李占宏	何开宇	孙 毅
苏 祎	陈 利	肖云祥	杨琪琪	柳建明
胡 强	高长律	张丽萍	赵亚军	党正强
黄 坚	黄爱军	郭 境	葛 锐	廖 彬
裴爱华				

※ 序 ※

2006年9月,国家质量监督检验检疫总局颁布了JJG99—2006《砝码》检定规程。该检定规程是对砝码进行计量控制的、完整的计量技术法规,是我国积极修改采用OIML砝码国际建议制定的规程。OIML颁布的国际建议体现了当前使用计量技术的国际水平和法制计量管理的国际准则,具有一定的通用性和权威性,具有较强的法制性。作为OIML的成员国,采用国际建议是我国的义务,也是计量立法面向国际、消除贸易技术壁垒、促进世界各国计量检定证书相互承认的需要。与其他计量器具相比,由于砝码是质量量值的载体、众多物理量值的溯源量,其稳定性将影响质量量值的传递和其他物理量的准确性,其形状、材料、加工、调整等方面有着特殊性,也就决定了砝码从制造到计量控制的准确度都有较大的技术难度。因此,为了提高我国砝码的生产技术水平,规范对砝码的法制计量管理,正确地按照检定规程的要求实施首次检定、后续检定以及砝码产品质量监督抽查,必须下大力气做好该检定规程的统一宣贯工作。

为配合该检定规程的宣贯,全国质量密度计量技术委员会组织编写了此书。本教材对检定规程的全部内容做了解释,对测量程序的要求做了详细介绍,尤其突出了对砝码计量控制的操作说明,有效解决了检定规程执行中的统一性和可操作性问题。本教材不仅有大量计量检定和测量结果不确定度评估的具体实例,同时还采用深入浅出的叙述方法,能最大限度地让计量检定人员理解并掌握检定规程的内容,以便正确地执行检定规程并取得相应的检定资格。

国家质量监督检验检疫总局计量司

2007年4月

* 前 言 *

国家计量检定规程《砵码》的修订,结合我国实际情况采用了国际法制计量组织 R111 国际建议《 E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{1-2} 、 M_2 、 M_{2-3} 、 M_3 等级砵码》2004 年的正式版本 (OIML R111 Ver. 2004 Weights of Class E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{1-2} 、 M_2 、 M_{2-3} 、 M_3),在编写格式上参照执行了国家计量技术规范 JJF1002—1998《国家计量检定规程编写规则》,按照这一规范的要求对国际建议的结构进行了一定的调整。为了增强规程的可操作性,把首次检定、后续检定的内容加以具体化形成第 7.3 条,以适应我国广大计量检定人员的质量计量检定工作。JJG99—2006《砵码》检定规程替代了过去的 JJG99—1990《砵码》试行检定规程和 JJG273—1991《工作基准砵码》检定规程。

我国计量检定规程采用国际建议是一个必然的趋势。我国加入 WTO 后应当遵守 WTO/TBT 的原则和一些国际的通用规则,同时我国又是 OIML 的成员国,采用国际建议是我国的义务、也是计量立法面向国际、促进国际间技术交流的需要。JJG99—2006 检定规程采用 OIML R111 国际建议,有利于我国企业参与国际竞争、消除技术壁垒、吸收国际先进技术、实现国际贸易的便利化,对我国计量器具(砵码)产品质量的提高和技术性能的完善起到积极的推动作用。

质量是七大物理基本量之一,从质量可以导出许许多多的物理量。砵码是承载质量量值的载体,对它的计量控制关系到量值传递的准确性。砵码是近几年发展迅速的产品。为了提高我国砵码的技术水平,规范对砵码的法制计量管理,正确地按照检定规程进行砵码的计量检定,特编写本宣贯教材,这将对正确认识和全面理解国家计量检定规程的内涵起到积极的促进作用。本教材还提供了大量的、与日常检定工作密切相关的信息,如:质量实验室建立的布局、振动、风速等技术指标;全国各省、市、自治区的海拔高度表和平均空气密度表、砵码测量结果不确定度分析实例等,可作为广大质量计量检定人员的工具书,还可供砵码的科研、生产、使用、维修等单位的技术人员和管理人员使用。

本宣贯教材由姚弘主编,陈雪、张泽光副主编。在编写过程中,得到了参与本检定规程起草的计量技术机构和梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司等单位的大力支持,谨此一并致谢。

作 者
2007 年 4 月

* 目 录 *

第一章	OIML 国际建议介绍	(1)
§ 1	OIML 与国际建议	(1)
§ 2	采用国际建议的意义	(2)
第二章	检定规程的编写说明	(3)
§ 1	《砝码》检定规程修订的背景和过程	(3)
§ 2	JJG99—2006《砝码》检定规程编制说明	(4)
§ 3	本检定规程与 R111 国际建议的主要差异	(5)
§ 4	本检定规程与原检定规程 JJG99—1990 的主要区别	(6)
第三章	范围与准确度等级	(9)
§ 1	适用范围	(9)
§ 2	引用文献	(11)
第四章	术语及定义	(13)
§ 1	名词术语	(13)
§ 2	计量单位	(15)
§ 3	检定规程中采用的符号	(16)
§ 4	砝码概述	(17)
第五章	计量性能要求	(19)
§ 1	最大允许误差	(19)
§ 2	扩展不确定度	(20)
§ 3	折算质量	(20)
§ 4	最大允许误差表	(22)
§ 5	检定周期间稳定性	(24)
第六章	通用技术要求	(25)
§ 1	砝码形状	(25)
§ 2	砝码结构	(27)
§ 3	砝码材料	(28)
§ 4	砝码磁性	(29)
§ 5	砝码材料密度	(30)
§ 6	砝码表面状况	(32)
§ 7	砝码调整	(32)
§ 8	砝码表面标记	(33)
§ 9	砝码盒及砝码标牌	(35)
第七章	计量器具控制	(36)
§ 1	检定项目	(36)

§ 2 检定室环境条件及设备	(37)
§ 3 衡量仪器的选择	(39)
§ 4 标准砝码的选择	(41)
第八章 砝码的检定	(43)
§ 1 检定前的准备工作	(43)
§ 2 表面粗糙度检查	(44)
§ 3 磁性检定	(45)
§ 4 密度(体积)检定	(53)
§ 5 折算质量的检定	(61)
§ 6 检定结果的处理	(67)
§ 7 检定周期	(69)
附录 1 砝码形状和尺寸图例	(70)
附录 2 砝码组合比较的修正值计算公式	(74)
附录 3 砝码检定的不确定度评定与实例	(76)
附录 4 空气密度的计算公式	(88)
附录 5 检定记录推荐表格	(93)
附录 6 各种证书内页格式	(105)
附录 7 JJG99—1990 检定规程中砝码的特别规定	(107)
附录 8 一个大气压(1013.25hPa)下,含溶解气体的纯水在 0℃~40℃时的密度表	(111)
附录 9 OIML R111《砝码》国际建议	(112)

第一章 OIML 国际建议介绍

国家计量检定规程 JJG99—2006《砝码》采用了 OIML R111 (Ver. 2004 E) 国际建议,为了更全面地理解 JJG99—2006 计量检定规程的内容,首先介绍一下 R111 国际建议的相关内容。

§ 1 OIML 与国际建议

OIML 是国际法制计量组织 (International Organization of Legal Metrology) 的缩写。国际法制计量组织是一个世界性的、政府间的组织,负责国际上法制计量方面的工作,1955 年由美、德等 24 个国家在巴黎签署的《国际法制计量组织公约》而成立的。现有 60 个正式成员,49 个通信成员,我国于 1985 年成为该组织成员国。OIML 由每个成员国的一名代表组成,这些代表由各成员国的政府指定,必须是主管计量的在职官员或者是法制计量部门担任正式职务者。OIML 的主要任务是:收集各国法制计量机构及法制计量器具的文献和情报,确定法制计量的一半原则,制定并推荐国际性计量技术法规,组织新的检定方法的国际交流,协调国际间制造、使用、检定计量器具和定量包装商品中出现的和技术和管理问题,推动国际计量立法的一致性和促进国际贸易,促进成员国主管法制计量部门的联系。OIML 的最高决策机构是国际法制计量大会 (CIPM),每四年召开一次大会。国际法制计量委员会 (CIML) 是 OIML 的政策领导集团和咨询机构,每两年召开一次会议。国际法制计量局 (BIML) 是一个常设机构,局址设在巴黎,BIML 不设实验研究用的实验室。

OIML 的宗旨是协调各成员国的国家计量技术机构或组织,实施各种相关检定规程和计量器具控制。OIML 的出版物有:OIML 杂志,每年出版 4 期,136 个国际建议 R,28 个国际文件 D,3 本字典 V (主要是一些定义和计量概念),17 本导则 G。主要出版物是国际建议 (OIML R) 和国际文件 (OIML D)。

国际文件 (International Document) 是指经国际法制计量委员会批准颁布的,帮助国际法制计量组织成员国改善法制计量工作的指导性文本。

国际建议 (International Recommendation) 是指经国际法制计量大会正式批准颁布的,是针对某种计量器具 (或定量包装商品) 的推荐性技术法规 (典型规程)。内容包括对计量器具 (或定量包装商品) 的计量要求、技术要求和法制管理要求,还规定了进行合格评定的试验方法、试验设备和试验报告的格式。国际法制计量组织力图通过各成员国贯彻这些国际建议,将其转化为各国的国家技术规范,从而协调、统一各成员国对法制计量的要求,实现公约为国际法制计量组织规定的宗旨。

OIML 是列入国际标准化组织的 27 个国际组织之一,我国已明确 OIML 的出版物属于国际标准。OIML 发布的国际建议具有较强的约束力,OIML 的各成员国应当在最大程度上尽可能采纳、贯彻国际建议。那么为什么不称为“国际规程”,而称为“国际建议”呢? 这是国际法制计量组织考虑到尊重各成员国的主权,在 OIML 成员国采用国际建议时给予一定的灵活性。

国际建议是由 OIML 下设的技术委员会 (TC) 和分技术委员会 (SC) 起草制定的。这是 1993 年 10 月第 28 届 CIPM 会议上通过决议的新体制,按课题建立技术委员会 (TC) 和分技术委员会 (SC),由各成员国分别承担 TC 和 SC 的秘书处工作。目前有 18 个技术委员会 (TC),51 个分技术委员会 (SC)。18 个技术委员会是:TC1 术语、TC2 测量单位、TC3 计量控制、TC4 测量标准与检

定装置、TC5 电子仪器、TC6 预包装产品、TC7 长度及相关量测量仪器、TC8 流量测量仪器、TC9 质量与相关量测量仪器、TC10 压力、力与相关量测量仪器、TC11 温度与相关量测量仪器、TC12 电量测量仪器、TC13 声学及振动测量仪器、TC14 光学测量仪器、TC15 电离辐射测量仪器、TC16 污染测量仪器、TC17 物理化学测量器具、TC18 医疗测量器具。技术委员会中,美国承担的最多,承担了 10 个 TC 和 5 个 SC,俄罗斯承担了 2 个 TC 和 13 个 SC、德国居第三位。这些技术委员会负责国际建议和文件的制定,国际建议和文件应每五年修订一次,每年约有 30 个国际建议需要修订。

OIML 国际法制计量组织的 TC9 是质量与相关量测量仪器技术委员会,下设 4 个分技术委员会,分别是:SC1 非自动衡器分技术委员会、SC2 自动衡器分技术委员会、SC3 砵码分技术委员会、SC4 密度分技术委员会。就砵码方面的国际建议,为 OIML R111《砵码》和 R52《六边形砵码》;还有国际文件,OIML D28《空气中衡量结果的折算质量值》。

§ 2 采用国际建议的意义

我国加入 WTO 后作为其成员,在国际贸易中应当严格执行 WTO 准则,遵守 WTO/TBT 的原则,WTO/TBT 就是世界贸易组织贸易技术壁垒协议(Agreement on Technical Barriers to Trade of The World Trade Organization)。近几年来,随着国际贸易关税的降低,关税不再是各国采取贸易保护的措施,而非关税的贸易保护措施中的进口配额和反倾销等措施也在不同程度上得到限制,技术壁垒已成为国际贸易中的主要障碍,比例由过去的 20% 迅速上升到 80%。为不给国际贸易制造不必要的障碍,WTO 要求各成员不能利用技术壁垒措施直接或变相地贸易对手,特制订了技术壁垒协议(WTO/TBT)。WTO/TBT 的目的是实现国际贸易的自由化和便利化,消除贸易技术壁垒。其原则是:正当目的原则、非歧视原则、协调原则、等效互认原则和透明度原则。要求成员国的技术法规不要在效果上制造不必要的壁垒;待遇要平等,在收费、标志上不能有歧视;鼓励成员国使用国际标准;消除重复抽样、检测,鼓励双方、多方互认;技术法规要有可预见性,要克服暗箱操作,实施通报制度。我国的计量检定规程属于技术法规,就要适应 WTO/TBT 的要求。我国还是国际法制计量组织 OIML 成员国,OIML 的成员国应在最大范围内推广和实施国际建议,采用 OIML 国际建议是我国的义务。这也是计量立法走向国际、促进检测结果的双方多方互认的需要。另一方面砵码是质量量值的载体,对其技术要求也较高,我国的产品有能力与国际上同类产品相抗衡。因此采用 R111 国际建议能对我国砵码的质量和技术能力在国际上的交流起到积极的推动作用,也有利于我国企业参与国际竞争、吸收国际先进技术,有利于接受先进的管理方法和检测技术。国内的计量检定规程与国际建议的一致,也为计量器具进出口奠定良好的基础。

我国采用国际建议应贯彻“认真研究、积极采用、区别对待”的方针,坚持结合国情、讲求实效,做到技术先进、经济合理的原则。

第二章 检定规程的编写说明

国家计量检定规程 JJG99—2006《砝码》的修订,修改采用了 OIML R111 国际建议《Weights of Class E₁、E₂、F₁、F₂、M₁、M₁₋₂、M₂、M₂₋₃、M₃》的 2004 年(E) 正式版本,在编写格式上参照执行了我国的计量技术规范 JJF1002—1998《国家计量检定规程编写规则》。

§ 1 《砝码》检定规程修订的背景和过程

本检定规程是废除了原中国式的工作基准砝码、一等、二等砝码的名称,全部转换为和国际法制计量组织(OIML)的国际建议相协调的各准确度等级。

二十世纪五六十年代,我国计量体系是沿用前苏联的体制,质量计量也是其中之一。当时,砝码被分为五个准确度等级,即一等、二等、三等、四等、五等砝码,而在一等砝码之上,还有工作基准砝码可溯源到国家质量基准。这五个准确度等级砝码中,高一等砝码可检定传递下一等砝码,不过其中主要用于承担质量量值传递任务的是一等、二等、三等这三个准确度等级的砝码。少量四等砝码也用于检定传递五等砝码(如增砣)。在检定天平、衡器时,有些砝码只用其质量标称值,不用砝码的实际质量值,例如:用五十个 20kg 砝码检定秤量为 1000kg 的台秤时,就只使用这五十个砝码的质量标称值,用它们的实际质量值不太现实,很难操作,也没有必要。

直至 20 世纪 80 年代,由于我国加入了国际法制计量组织(OIML),应采用相应的国际建议,即 R1《1g 至 10kg 圆柱形砝码》、R2《5kg 至 50kg 的平行六面体砝码》、R20《E₁、E₂、F₁、F₂、M₁ 准确度等级 1mg 至 50kg 砝码》、R25《检定官员用标准砝码》、R33《在空气中衡量结果的约定值》、R47《试验大称量衡器用的标准砝码》、还有 R52《100g 至 50kg 的普通准确度六角形砝码》。在 1990 年执行的《砝码》试行检定规程和 1991 年执行的《工作基准砝码》检定规程中,既保留了工作基准、一等砝码、二等砝码,又规定了从 E₁ 级至 O 级九个级别的砝码,这样两套砝码系统分别定义为“等”和“级”。

避免“等”和“级”两套质量传递系统的并存,结合中国国情,尽快采用国际建议 R111 制定我国的国家计量检定规程,是国家质量监督检验检疫总局计量工作的重要任务之一。我国加入 WTO 后计量检定规程也要相应采用国际建议,尽快接受国际先进的管理方法和先进技术,为此国家质量监督检验检疫总局计量司和全国质量密度技术委员会都十分重视这方面的工作。

在本检定规程中模糊了等和级的概念区别,将两套质量量值传递系统一起来,以“等级”来划分砝码,仅在传递砝码和检定衡量仪器中,对使用标准砝码的修正值和标称值的计算处理做了明确的规定,而不是从概念上区分。原工作基准砝码、一等砝码、二等砝码保留一段时间,按新规程对其磁性、稳定性和折算质量修正值等指标进行测量,并参照检定规程中附录 G 的特殊要求纳入相应的准确度等级。

检定规程和 OIML 现行的砝码国际建议 R111(2004 英文版)的一致程度是修改采用。鉴于目前 OIML 国际建议 R111 的砝码准确度等级的最大允许误差的接口标准化问题已初步解决,本检定规程完全采用了国际建议中砝码质量的最大允许误差表中的规定,以确保国内质量量值准确、可靠和稳定,并和国际一致。本检定规程能严格做到,在中国测量得到的砝码质量量值合格,若将该砝码拿到 OIML 的有关测试机构按 OIML 的规定进行测量,则在其准确度等级内,也符合 OIML 关于砝码质量量值的规定。

为了与国际接轨,推行 OIML 的折算质量,且实现其原始的不进行空气浮力修正的初衷,我国做了两件事:第一是通过 1977 年~1984 年的实地科学试验,证实有七个省级计量机构所在地的空气密度超出 $(1.2 \pm 0.12) \text{ kg/m}^3$ 的范围。证实这些地方在不改进砵码材料密度的情况下应考虑空气浮力修正,但检定工作应考虑工作效率的要求,于是研究空气密度修正的简化办法,从而研究和给出国内各地的年平均空气密度,并给出了国内若干地点的年平均空气密度值。第二是研究并试制了材料密度为 8000 kg/m^3 的砵码,已在国内投入使用。如控制住砵码体积和密度的测量不确定度,就可以为我国推行折算质量,实现不进行空气浮力修正的初衷,打下良好的技术基础。

考虑到我国计量法,检定规程应涵盖使用中的砵码,如组合方式为 5、3、2、1 的砵码等。为使这些砵码继续发挥作用,结合国情做了相应的技术规定,所以和 OIML 国际建议 R111 存在差异。但这些都是和 OIML 一致基础上的技术性差异,且科学、合理、合法,属于中国为实现合法目标所采取的合理措施,为 OIML 所允许。如果技术指标暂时不能完全实现 JJG99—2006《砵码》检定规程规定的最大允许误差的旧的等砵码,规定了两年的过渡期。

§ 2 JJG99—2006《砵码》检定规程编制说明

JJG99—2006《砵码》检定规程是列入国家质量监督检验检疫总局 2003 年检定规程修订计划的项目,该检定规程适用于标称值为 $1 \text{ mg} \sim 5000 \text{ kg}$ 的 E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{12} 、 M_2 、 M_{23} 、 M_3 共九个准确度等级,及与活塞压力计、测力计、张力计、力矩仪、测功机等仪器配套使用的砵码。在格式上执行了 JJF1002—1998《国家计量检定规程编写规则》。增加了引用文献、术语、符号表(对公式中的符号进行统一注释)。对于技术术语、技术指标,在结合我国国情的基础上,尽量与相关的国际建议接轨。

在单位制、折算质量、砵码形状、结构及准确度等级、最大允许误差、扩展不确定度、覆盖因子等技术指标上,与 OIML 国际建议 R111 完全一致。根据国情,为实现上述关键技术指标而对空气浮力修正限、 E_1 等级、 E_2 等级砵码的标记等方面规定存在小的差异,在质量量值方面,完全符合 OIML 国际建议的要求检定。

关于空气浮力修正的问题,国际建议 R111 规定参考空气密度为 1.2 kg/m^3 ,偏离量的范围为 $\pm 0.12 \text{ kg/m}^3$,仅适宜于沿海平原地区。我国还有一些特殊的地理情况,如:世界屋脊、高原和山地,这些占国土陆地面积的 69%。不包括市级计量机构,仅省级计量机构就有七个省的空气密度超过了 $(1.2 \pm 0.12) \text{ kg/m}^3$ 。在我国推行折算质量,探讨空气浮力修正问题,早在上世纪七八十年代用了七年的时间,在全国范围内从海平面到海拔 3100 米的若干不同的地方做了空气浮力实地实验,取得了宝贵的数据,同时查阅了几十年,甚至上百年的国内气象资料,计算出了当地平均空气密度,证实其波动量不会超过 $\pm 0.12 \text{ kg/m}^3$,与国际建议中规定的 $1.2 \text{ kg/m}^3 (1 \pm 10\%)$ 相对应。这样,既可以省略空气密度测量装置的购置费和维护费,又可以避免繁杂的计算,避免查询检定标准砵码的空气密度测定数据,避免维持与该标准砵码空气密度测定时相同被检砵码的空气密度的测量不确定度。即使进行空气浮力修正,也简便易行。

我国 F_1 等级砵码采用实心结构,是基于多年的经验。几十年来,质量计量工作者发现带有调整腔砵码质量不稳定,特别是在南方潮湿季节,表现非常突出。因此早在上世纪八十年代,《砵码》国家计量检定规程就去掉了带调整腔的二等标准砵码,采用实心结构。这种标准砵码质量稳定可靠,目前国际上知名的瑞士梅特勒-托利多公司也生产实心结构的 F_1 等级砵码。OIML 国际建议 R111 也规定实心及带调整腔的两种结构,我们采用实心结构与 R111 规定并不矛盾,这样做更有利

于中国质量量值的准确、可靠和统一。

R111 国际建议详细地给出了有关砝码磁性的名词术语、技术指标和测量方法,而在原检定规程中没有涉及到这方面的内容。在实际工作中,无论是量值传递还是一般的衡量,都是在不锈钢制造的机械天平和内置磁缸的电子天平上使用砝码,如果不对砝码的磁性进行监控,砝码本身的磁性将对衡量结果造成不可预计的误差,而且可能磁化所使用的衡量仪器,同时还会磁化同组的其他砝码。

由于缺少砝码磁性的测量设备,以往我们只对制造砝码的材料进行为数不多的监控,因为这种测量是具有破坏性的,所以无法实现对成型砝码的控制,尤其是原一等砝码。2004 年,《砝码》检定规程的起草单位中国计量科学研究院质量实验室引进了一台由 BIPM 开发的砝码磁化率测量仪,可以对成型的砝码进行无伤害的磁性测量。通过测量,我们发现在规程中涉及到的原一等砝码和工作基准砝码的磁化率在不同程度上都超过了国际建议的规定,有的甚至超出了 10 倍以上。

通过这个有限的实验,可以基本反映出原来的砝码材料(1Cr 18Ni 9Ti)在磁性上的问题,这就提醒我们在质量量值的传递和日常使用过程中应特别加以注意。这样的实验还应具备更大的普遍性,积累更多的数据。我们保留根据磁性指标划分原一等、二等标准砝码到国际建议等级的意见,以确保质量量值传递的准确、可靠。

以上是我国检定规程在修订过程中一些关键性问题。经过广泛地征求意见,最终达成了共识,确保了我国质量量值传递与国际上保持一致,准确可靠。

§ 3 本检定规程与 R111 国际建议的主要差异

JJG99—2006《砝码》检定规程修改采用了 OIML 国际建议 R111《 E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{1-2} 、 M_2 、 M_{2-3} 、 M_3 等级砝码》,但为了《砝码》检定规程更具有连贯性,所以规程的名称还是采用了 JJG99—1990 检定规程的名称。本检定规程从总体来说,不能等同采用 R111 国际建议,主要有以下几个方面:

3.1 规程编写格式的调整

本检定规程的编写格式主要按照 JJF1002—1998《国家计量检定规程编写规则》以 OIML 国际建议 R111《 E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{1-2} 、 M_2 、 M_{2-3} 、 M_3 等级砝码》(2004E) 的结构为基础进行了一些调整。R111 国际建议结构次序是:总论、计量要求、技术要求、计量控制、附录 A:不同形状和尺寸砝码的图例、附录 B:砝码测试步骤、附录 C:砝码或砝码组的校准、附录 D:统计控制、附录 E:CIPM 公式和近似公式。检定规程调整为七章和七个附录,分别是:范围、引用文献、术语和计量单位、概述、计量性能要求、通用技术要求、计量器具控制、附录 A:不同形状和尺寸砝码的图例、附录 B:计算公式、附录 C:折算质量的不确定度、附录 D:空气密度计算公式、附录 E:检定记录表格、附录 F:检定证书及检定结果通知书、附录 G:原工作基准、一等、二等砝码的安排。按照 JJF1002—1998 的要求,增加了第一章“范围”、第二章“引用文献”以及附录 F“检定证书及检定结果通知书”。本检定规程还对国际建议 R111 部分章节的顺序进行了一些调整。

为什么在编写层次上没有与国际建议保持一致呢?主要是考虑到以下两点:R111 国际建议与我国的计量法律、法规并不完全一致,我国的计量检定规程还需要执行我国的计量法规和管理规定。我国的计量检定规程适用对象主要是地市县级计量技术机构的鉴定人员进行首次检定和后续检定,以及砝码制造厂家参照进行生产和计量控制。本检定规程的结构与其他计量检定规程的结构保持一致。

3.2 增加了可操作性

为了适应日常对砵码后续管理的需要和地、市、县级计量技术机构计量检定人员的技术水平参差不齐的实际情况,应增强计量检定规程的可操作性。本检定规程把首次检定、后续检定的有关内容单独列出来形成第 7.2 节,还设计了附录 B:砵码组合计算公式,附录 E:检定记录表格和附录 F:检定证书及检定结果通过书表格,方便了日常的检定。这一做法与其他检定规程的模式一致,有利于指导计量检定人员开展检定工作。

3.3 增加了一些计量器具控制的内容和检定周期的规定

按照我国相关法律法规的要求,本检定规程增加了检定结果的处理的规定。这些要求与我国其他计量检定规程的要求相一致,以突出我国对计量器具的法制计量管理。本检定规程对检定周期作了相应准确度等级砵码的规定,对使用频繁的砵码可将检定周期适当缩短。

3.4 砵码标称值范围的不一致

在本检定规程质量最大允许误差表(表 5-1)中,砵码质量标称值的范围从 1mg 到 5000kg,在实际使用时,可以将砵码的标称值向上或向下伸展,即在某一个准确度等级中,允许有比表 5-1 中质量标称值大或者小的砵码存在。但在国际建议 R111 中,不允许这样的砵码存在,它是这样规定的:表 5-1 中的砵码标称值规定了 R111 各个等级中允许的最小及最大砵码,并且最大允许误差和单位不得向上或向下延伸。例如: M_2 等级砵码的最小标称值为 100mg,最大为 5000kg。则 50mg 的砵码不能定义为 R111 的 M_2 等级,而当它的最大允许误差和其他要求(如:形状或标记)满足 M_1 等级砵码的要求,则可作为该等级的砵码。否则,不能表明此砵码与 R111 的规定一致。

3.5 砵码在检定周期之间的稳定性考核指标

国际建议 R111 没有规定在检定、校准过程中测量结果的一致性,而是仅对其不确定度做了严格而明确的要求,周期检定结果之间的稳定性也没有规定。检定规程的起草过程中,广大检定员提出检定规程不仅是日常检定工作中的法规性文件,也是评价基标准合格与否的技术依据。因此,本检定规程参考基标准考核办法的规定和国际上有关砵码稳定性的要求,明确地给出了检定周期期间的稳定性要求。

§ 4 本检定规程与原检定规程 JJG99—1990 的主要区别

原国家计量检定规程 JJG99—1990《砵码》是依据当时我国质量计量的技术条件和量值传递的习惯操作而制定的, JJG99—2006《砵码》计量检定规程则是结合我国的实际情况,修改采用了 OIML 国际建议 R111 的 2004 年正式版本。由于原 JJG99—1990 检定规程部分采纳当时的 OIML 国际建议 R111 的 1994 年版本,砵码的准确度等级被分为了等、级两大类型,本检定规程在砵码准确度等级上,已完全采纳了国际建议 R111 中的类别,并对工作基准砵码、一等、二等这些原检定规程中的准确度等级作了符合实际需要的规定。另外本检定规程与原 JJG99—1990 检定规程还有以下几点不同:

如本规程前言所阐述的,本规程等效采用了 OIML R111 国际建议,包括 2004 年版中的第一部分:计量技术要求,第二部分:测量报告表格等效和全面的采纳。基于 OIML R111 国际建议,新规程的主要修改如下。

4.1 准确度等级和折算质量

本检定规程与国际建议 R111 保持一致,采用了 E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{1-2} 、 M_2 、 M_{2-3} 、 M_3 等级和折算质量值表述砵码的准确度等级及质量值。取消了原工作基准砵码、一等、二等和各级砵码,以及

真空质量值的表述,简化了计算,方便了量值传递工作。

由于 E_1 等级砝码取代原工作基准砝码,本检定规程替代了两个检定规程,即 JJG273—1991《工作基准砝码》检定规程和 JJG99—1990《砝码》试行检定规程。

4.2 检定精度与测量结果不确定度

本检定规程采用了“测量结果不确定度”的概念,替代了原检定规程中“检定精度”,增加了测量不确定度评定方法,规范了质量量值传递的工作。

本检定规程在附录 C 中详细介绍了折算质量测量结果不确定度的评定,使质量的量值传递更加科学、合理、准确。

4.3 等、级与等级

统一了原来等和级的概念,规定了砝码的等级。OIML 国际建议 R111 中,砝码被分为 E_1 、 E_2 、 F_1 、 F_2 、 M_1 、 M_{1-2} 、 M_2 、 M_{2-3} 、 M_3 七个类别。而 JJG99—1990 规程中将砝码分为一等、二等和各级。本检定规程由于修改采用了国际建议 R111,因此统一了等和级的概念,砝码以等级划分,将砝码是否采用修正值的问题在不确定度评估中进行考虑,简化了传递路线,规范了数据处理。

4.4 最大允许误差

JJG99—1990 检定规程对一等、二等砝码给出的最大允许误差与 E_1 到 M_3 级砝码的最大允许误差不一致,存在着两个类别的砝码,两种质量量值传递模式。本检定规程将两种不同的最大允许误差统一为一个最大允许误差,在附录 G 中规定了原一等、二等砝码的处理办法,使质量量值的传递统一。

4.5 扩展不确定度对 k 值的选择不同

JJG99—1990 检定规程中,检定精度的置信概率为 99.73% (覆盖因子 $k=3$);在本检定规程中,由于被检砝码的扩展不确定度比原检定规程中检定精度的数值小,如果保持 k 值不变,则必定需要提高上等级标准砝码和被检砝码的体积测量、空气密度测量和衡量仪器等方面的准确度,这势必造成原有设备无法满足量值传递,设备大量更换,实验室需要改造,经费大量消耗。而且国外计量部门均采用 $k=2$ 的覆盖因子,选择其他的覆盖因子也不利于国内外之间的质量计量交流,因此本规程采用了国际惯例。

4.6 衡量仪器的选择

JJG99—1990 检定规程作了这样的规定:衡量仪器示值的综合极限误差为被检等砝码总不确定度的 $1/3$;为被检级砝码最大允许误差的 $1/3$,为被检组砝码的 $1/5$ 。而这“示值的综合极限误差”如何计算在规程中没有介绍。本检定规程给出了衡量仪器在质量量值传递中的影响来源和计算方法。

4.7 砝码磁性

JJG99—2006 检定规程中给出了砝码磁性的两个极限值及检定方法,和在不确定度分析中的影响。

4.8 砝码体积测量

JJG99—2006 检定规程不仅保留了原检定规程中对于实心体积测量的方法,而且还提供了对于带有调整腔砝码密度计算的方法,使量值传递更加可靠。

4.9 砝码稳定性的考核

JJG99—1990 检定规程规定了在检定过程中测量结果的一致性,而对周期检定结果之间的稳定性没有规定。广大检定员在基标准考核中,被统一要求进行稳定性考核。本检定规程参考了上面的规定和国际上有关砝码稳定性的要求,明确地给出了检定周期内的稳定性要求。

4.10 符号等的区别

有别于 JJG99—1990 检定规程,增加了大量的术语,统一了规程中的符号。本检定规程中,“A”表示标准砵码,“B”表示被检砵码。

第三章 范围与准确度等级

§ 1 适用范围

1.1 砝码范围

本规程适用于准确度等级为 E₁ 等级、E₂ 等级、F₁ 等级、F₂ 等级、M₁ 等级、M₁₂ 等级、M₂ 等级、M₂₃ 等级、M₃ 等级的 1mg 至 5000kg 砝码。各准确度等级的砝码应配备相应的计量仪器进行使用。可用于检定准确度等级较低的砝码、衡量仪器。

在实际使用中,我国砝码的标称值存在着大于 5000kg 和小于 1mg 的情况,对于此类砝码的质量控制,应采用如下方式:

小于 1mg 砝码的最大允许误差,为相应准确度等级中 1mg 砝码的质量最大允许误差。

大于 5000kg 砝码的最大允许误差,为相应准确度等级中 100kg 砝码质量最大允许误差的 $m_0/100$ 倍。

一个 F₁ 等级 0.2mg 砝码的最大允许误差是多少? F₁ 等级砝码中,1mg 的质量最大允许误差为 0.020mg,扩展不确定度的极限值为 0.006mg。则该 0.2mg 砝码的质量最大允许误差和扩展不确定度极限值分别为 0.020mg 和 0.006mg。

一个 20000kg 的 M₂ 等级砝码最大允许误差是多少? M₂ 等级砝码中,100kg 的质量最大允许误差为 16000mg,即 16g;扩展不确定度的极限值为 5.3g。则该 20000kg 砝码的最大允许误差为 $16g \times \frac{20000}{100} = 3200g$;扩展不确定度的极限值也同样为此最大允许误差(3200g)的 1/3。

1.2 适用范围

本检定规程适用于各种砝码的首次检定(修理[维修]后的检定视同首次检定,下同)、后续检定。

按照 JJF1001—1998《通用计量术语及定义》对首次检定和后续检定的定义:

首次检定:对未曾检定过的计量器具进行的一种检定。

后续检定:计量器具首次检定后的任何一种检定:强制性周期检定;维修后检定;周期检定有效期内的检定,无论它是由用户提出请求,或由于某种原因使有效期内的封印失效而进行的检定。

JJG99—2006《砝码》检定规程中已经规定了各准确度砝码的首次检定和后续检定时的检定项目,参见本检定规程宣贯教材表 7-1。但是,对于维修(修理)后砝码的检定,其检定项目仍然按照后续检定执行,即无须进行密度(体积)、磁性(磁化率、永久极化强度)的检定,而仅进行折算质量的检定。但对于折算质量修正值的控制,则按照首次检定的技术指标要求,请参见本检定规程宣贯教材“第五章 计量性能要求”。

1.3 砝码准确度等级的定义如下

1.3.1 E₁ 等级砝码(原工作基准等级砝码):溯源于国家基准、副基准,用于检定传递 E₂ 等级砝码、用于检定相应的衡量仪器,和与相应的衡量仪器配套使用。

JJG99—2006《砝码》检定规程合并了原 JJG273—1991《工作基准砝码》检定规程和 JJG99—1990《砝码》试行检定规程,故原基标准考核中的“工作基准装置”,现改为“标准装置”。详细的内容请见