

力学计量测试丛书

衡 器

HENGQI

王均国 王虹

于旭光 周彪 编著



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

TH1715.1
26

力学计量测试丛书

衡 器

王均国 王 虹 于旭光 周 彪 编著

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

衡器/王均国等编著. —北京: 中国计量出版社, 2009. 9
(力学计量测试丛书)

ISBN 978-7-5026-2987-8

I. 衡… II. 王… III. 重量计量仪器 IV. TH715.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 092911 号

内 容 提 要

本书结合新出版的 OIML 国际建议 R76 《非自动衡器》, 较为详细地介绍了衡器的型式评价中的要求和程序, 包括测试的通用要求和各种测试程序。

本书可供从事衡器型式评价测试、型式批准以及衡器设计制造、计量管理人员使用。

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>

三河市灵山红旗印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 9.75 字数 251 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

*

印数 1—2 000 定价: 26.00 元

丛 书 编 委 会

编	委	张 跃	刘国普	王 虹
		李宗英	王均国	刘子勇
		张 琬	何 力	柳建明
		李占宏	徐 殷	沈效宏
		于旭光	周 彪	
选题策划		王 虹		
版式设计		李宗英		

总

序

计量是实现单位统一、量值准确可靠的活动。计量在经济建设和科技发展中起到举足轻重的作用。计量已渗透到各行各业，成为经济社会有序活动和可持续发展的必要条件。

20 世纪 80 年代，中国计量出版社曾出版了一套《力学计量测试丛书》，该丛书因其实用性强而受到广大读者一致好评。随着新技术的发展，原书很多内容已陈旧。为了满足广大从事力学计量工作技术人员的需求，由中国计量出版社和中国计量科学研究院力学所组织力学计量领域的专家重新编写了《力学计量测试丛书》，并将陆续出版。

本套丛书内容包括砝码、天平、秤、力值、硬度、扭矩、转速、振动、冲击、流量、容量和密度计量等。

本套丛书专业理论体系完整，且可操作性强，介绍有关力学计量基本原理、定义、公式，对测量方法和典型仪器做了重点介绍。除此以外，还对技术的发展趋势、国内外的现状做了简要介绍。希望它能对提高广大力学计量工作人员的理论和技术水平有所帮助。

丛书编委会

2009. 6

前

言

世界上有 70% 以上的物品都要经过衡器称重这一环节，衡器被广泛应用于社会商品流通和产品制造的各个环节，在民生计量和能源计量工作中起着重要的作用，是应用最为广泛、品种最多的计量器具。衡器的影响远远超过其自身价值，福布斯在颁布人类发展以来最有用的工具中，衡器列第十一名，可见衡器对人类发展作出的贡献是何等重要。所以，古今中外各国政府均将衡器列为严格管理的产品。在我国，近年来衡器产品出现向两端发展的趋势，一方面高端产品能够满足国际建议的各项要求，实现了持续向发达国家出口，一些衡器产品还与微电子技术、信息技术和自动控制技术结合实现了数字化、信息化和网络化，成为一种知识密集型产品；另一方面低端产品（如低价商贸用电子秤）适应了我国经济发展迅速和商品交易增加的现状，在集贸市场大量应用，并以称量快速、清晰，相对比较准确和价格低廉的优点，逐步替代了我国传统的杆秤、台案秤及弹簧度盘秤。但是，这些低端衡器产品质量合格率一直偏低，部分衡器产品还可具有作弊功能。为扭转这种局面，遏制利用衡器进行作弊等违法行为，提高衡器产品质量，维护广大消费者的合法权益，应当首先提高衡器的型式评价水平。

本书结合新出版的 OIML 国际建议 R76 《非自动衡器》，较为详细地介绍了衡器的型式评价中的要求和程序，包括测试的通用要求和各种测试程序。这将对正确理解 OIML 国际建议和国家计量检定规程的内涵起到积极的促进作用，从而提高我国衡器产

品的质量，防范利用衡器产品存在的缺陷进行作弊的可能性。本书可供从事衡器型式评价测试、型式批准以及衡器设计制造、计量管理的人员使用。

由于作者水平有限，本书错误和疏漏在所难免，诚恳地欢迎读者指正。

编者

2009. 4. 22

目

录

CONTENTS

第1章 测试的通用要求 /1

- §1 被测样机的选定 /2
- §2 衡器准确度等级及计量特性的确定 /7
- §3 衡器的允许误差限 /17
- §4 对被测衡器 (EUT) 的要求 /37
- §5 对测试环境的要求 /39
- §6 对标准器的要求 /40
- §7 误差计算方法 /47
- §8 对模拟衡器重量模拟器的要求 /50
- §9 测试的其他要求 /51
- §10 型式评价的结果判定与处理 /52

第2章 常温计量性能测试 /55

- §1 通用测试程序 /55
- §2 置零测试 /60
- §3 初始固有误差确定 /73
- §4 除皮测试 /76
- §5 偏载测试 /79
- §6 鉴别力测试 /85
- §7 灵敏度测试 /89

- § 8 重复性测试 /90
- § 9 与时间相关的测试 /91
- § 10 平衡稳定性测试 /94
- § 11 指示和打印装置的一致性测试 /97
- § 12 非自行指示衡器的测试 /98
- § 13 重力式自动装料衡器准确度等级参考值的确定 /105
- § 14 皮带秤的模拟测试 /106

第3章 影响因子的性能测试 /121

- § 1 影响因子测试的要求 /121
- § 2 倾斜测试 /124
- § 3 预热时间测试 /128
- § 4 温度测试 /132
- § 5 湿热、稳态测试 /138
- § 6 供电电源测试 /142

第4章 干扰下的性能测试 /155

- § 1 干扰测试的要求 /156
- § 2 短时电源电压降低测试 /162
- § 3 电快速瞬变脉冲群测试 /167
- § 4 浪涌电压测试 /172
- § 5 静电放电测试 /175
- § 6 电磁场辐射测试 /182
- § 7 射频场传导测试 /186
- § 8 车载电池电源抗扰性测试 /188

第5章 量程稳定性测试 /192

- § 1 量程稳定性测试要求 /192
- § 2 量程稳定性测试程序 /195

第6章 耐久性及其他性能测试 /197

- §1 耐久性测试 /197
- §2 其他性能测试 /199

第7章 动态性能测试 /206

- §1 动态公路车辆自动衡器的动态测试 /206
- §2 自动轨道衡的动态试验 /217
- §3 重力式自动装料衡器的动态试验 /221
- §4 非连续累计自动衡器的动态试验 /229
- §5 自动分检衡器的动态运行试验 /235
- §6 连续累计自动衡器的现场试验 /241

第8章 典型模块的测试 /247

- §1 模块的通用要求 /247
- §2 称重指示器测试 /252
- §3 称重传感器测试 /276

参考文献 /299

第 1 章 测试的通用要求

型式评价试验的通用要求有：被测样机（EUT）的选定，被测样机的准确度等级及参数确定，被测样机的最大允许误差确定，被测样机状态的要求，对测试环境的要求，测试用标准器，误差的计算方法，对模拟衡器的要求，型式评价的地点与结构，型式评价的结果判定与处理。这些要求和方法是整个型式评价试验的基础，应当在进行型式评价试验前就了解并掌握这些要求和方法。

型式评价应按衡器的各项测试程序进行测试，满足最大允许误差、称量结果间的允差的规定，达到鉴别力、因影响量和时间引起的变化、置零装置和零点跟踪装置、皮重装置、功能要求、性能测试、量程稳定性和最小灵敏度的要求。耐久性测试应在完成了其他测试后进行。对由软件控制的衡器，还须满足软件控制的电子装置的附加要求和对于软件控制的数字装置及衡器的附加检查及测试。可按照每种计量检定规程中的评价报告格式的要求记录计量性能。

对被测样机（衡器）提出的要求，同样适用于所有执行相应功能的装置，无论其是与衡器组成一体或是作为独立单元制造的。例如：载荷测量装置；显示装置；打印装置；预置皮重装置；计价装置。然而，这些装置因特殊应用不与衡器组合使用时，应另行规定对其要求制约。对衡器的称重传感器和称重显示器单独进行测试，应符合国家标准和国家计量检定规程的规定。

§1 被测样机的选定

若型式评价的申请人申请的衡器型式评价是单一型号，就必须对该型号进行测试，这不存在被测样机选择的问题。若型式评价的申请人申请的衡器型式评价不是单一规格，而是对衡器的族（或系列）而言的，这就存在着衡器系列型号的被测样机选择的问题。

1.1 样机的选择原则

用于型式评价的被测样机尽可能做到数量尽因可能的少，但必须具有充分地代表性。

如果对具有最高灵敏度的被测衡器进行了型式评价，意味着对各种较低计量特性衡器进行了型式评价。因此，在实际测试前选择被测样机，应选择具有最高计量特性的衡器样机用于型式评价试验。

1.2 衡器的族

提出衡器族的概念，其主要目的是为了在型式评价时减少测试量。

衡器的族是指可以识别的属于制造型式相同衡器或模块的组类，该组类中的衡器或模块在测量方面有相同的设计特征和计量原理（例如，相同的指示器型号，相同的称重传感器设计类型和载荷传递装置），但可以在某些计量特性和技术性能上不同（如：Max、Min、 e 、 d 、准确度等级…）。可见衡器的族比我们通常讲的衡器的系列更为宽泛一些，我们以前讲的衡器的系列是指型号相同、准确度等级相同，只是同一型号中的规格不同（如：Max、Min、 e 、 d 不同）。

1.3 衡器族中的样机规格

对任意一个衡器的族，至少应选择具有最大检定分度数

(n) 和最小检定分度值 (e) 规格的衡器作为被测样机 EUT。此外, 可按相关计量特性汇总表的要求选择其他被测衡器。如果某个规格的衡器具有多个特性, 就应选择该衡器为被测样机 EUT, 这样选择就是充分的。

若衡器在结构、性能、材料等方面有重大改进或不同, 衡器的型式就不同, 申请型式评价的申请人 (制造单位) 应申请另一型式衡器的型式评价, 不应当把其作为同一族。

1.4 无需测试的规格

有些衡器的规格无需进行测试, 就可作为型式评价可接受的规格。

如果衡器的计量特性满足下列规定之一, 被测衡器 EUT 以外规格的衡器不再需要进行测试, 即可作为型式评价接受的规格:

① 最大称量 (Max) 介于两个被测衡器的最大称量之间, 两个被测衡器的最大称量之比应不超过 10。

② 如果衡器的计量特性可比且满足下列每个条件, 被测衡器以外规格的衡器无需进行测试, 即可接受:

- 检定分度数 $n \leq n_{\text{test}}$;
- 检定分度值 $e \geq e_{\text{test}}$;
- 最大称量 $\text{Max} \leq 5 \times \text{Max}_{\text{test}} (n_{\text{test}}/n)$ 。

注: Max_{test} , n_{test} 和 e_{test} 是 EUT 的最大称量、检定分度数、检定分度值。

1.5 其他特性

如果衡器的族中的某个被测衡器通过某种准确度等级的所有测试, 则它完全满足作为低准确度等级被测衡器的要求, 如被测样机仅是进行了部分测试则不能覆盖低准确度等级被测衡器的要求。只要可能, 衡器的所有与计量相关的特性和功能必须在一台被测样机上至少进行一次测试。例如, 不允许在这一台被测样机

上进行温度对空载示值影响的测试，而在另一台被测样机上进行综合影响的测试。

与衡器的计量特征和功能相关的各种变量包括具有不同的：

- 衡器的外壳；
- 衡器的承载器；
- 衡器的温度范围和湿度范围；
- 衡器功能；
- 衡器的指示器等。

可以要求对衡器的这些因素引起的影响进行部分附加测试。这些附加测试应在原被测衡器上进行。若这是不可能，在授权的形式评价技术机构许可时，也可以在一个或多个被测衡器上进行测试。

1.6 相关计量特性汇总

① 选定的被测衡器必须涵盖：

- 最大检定分度数 $n_{\max}$ ；
- 最小检定分度值 $e_{\min}$ ；
- 最小输入信号 $\mu\text{V}/e$ （使用模拟应变式传感器时）；
- 所有准确度等级；
- 所有温度范围；
- 单称量范围衡器，多称量范围衡器或多分度值衡器；
- 承载器最大尺寸（如需要）；
- 计量相关性能；
- 最大衡器功能的数量；
- 最大指示器的数量；
- 最大连接外围设备的数量；
- 最大可实现的数字装置数量；
- 模拟和数字接口的数量最大；
- 多个承载器，如可连接到指示器；
- 不同的供电电源型式（主电源和电池）。

② 对一个衡器的族，选择被测衡器的方案见表 1-1 举例。

表 1-1 一种型式两个族的衡器被测样机的选择

族 1	规格代号	Max	e	d	n	被测衡器
准确度等级： Ⅱ 温度范围： 10℃/30℃	1.1	200g	0.01g	0.001g	20000	
	1.2	400g	0.01g	0.001g	40000	X
	1.3	2000g	0.05g	0.05g	40000	
族 2	规格代号	Max	e	d	n	被测衡器
准确度等级： Ⅲ 温度范围： -10℃/40℃	2.1	1.5kg	0.5g	0.5g	3000	X
	2.2	3kg	1g	1g	3000	
	2.3	5kg	2g	2g	2500	
	2.4	15kg	5g	5g	3000	X
	2.5	60kg	20g	20g	3000	

表 1-1 中仅包含了按照不同称量和不同计量特性的被测衡器，按照其他计量相关特征也必须按实际考虑选择，可以再选择一个或多个附加被测衡器。

选择衡器族 1 中的规格 1.2 和衡器族 2 中的 2.1、2.4 作为被测样机，在表 1-1 中的最后一列用“X”表示选中作为被测样机。

③ 选择被测样机的说明

- 在衡器族 1 中，规格 1.1 不需要进行测试，因为其规格与同族中规格 1.2 有相同的检定分度值 e 和检定分度数 n 。该规格仅仅是最大称量（Max）减少到 200g。

- 在衡器族 1 中，规格 1.2 具有本族的最高计量特性，应当进行全面测试。

- 在衡器族 1 中，规格 1.3 不需要进行测试，因为最大称量（Max）不大于同族中的规格 1.2 的 5 倍。

- 在衡器族 2 中，规格 2.1 有本族的最高计量特性，最小检定分度值 e 和最大检定分度数 n 。因此规格 2.1 应选为被测衡器。

因为衡器族 2 与衡器族 1 同时进行测试, 所以仅需进行对Ⅲ级衡器的要求适当附加的测试就足够了, 不需要重复Ⅱ级和Ⅲ级衡器相同且在规格 1.2 里已经进行过的测试。

- 在衡器族 2 中, 规格 2.2 和 2.3 不需要再进行测试, 因为他们的最大称量 Max 在规格 2.1 和规格 2.4 之间, 且它们的计量特性低于或等同于规格 2.1 和规格 2.4。

- 在衡器族 2 中, 规格 2.4 必须进行测试, 因为规格 2.5 和规格 2.1 最大称量的比值大于 10。对于规格 2.4 仅需进行一些诸如称量、温度、偏载、鉴别力、重复性等测试就足够了, 一般不需要重复进行其他测试 (如: 倾斜测试, 供电电源测试, 湿度测试, 量程稳定性测试, 耐久性测试和干扰测试), 因为它们

- 在衡器族 2 中, 规格 2.5 不需要再进行测试, 因为最大称量 Max 不大于规格 2.4 的 5 倍以上。

- 型式批准证书 (或 OIML 证书) 中描述的计量特性汇总见表 1-2。

表 1-2 型式批准证书 (或 OIML 证书) 中描述的计量特性汇总

	族 1	族 2
准确度等级	Ⅱ	Ⅲ
Max	1g…2000g	50g…60kg
$e =$	0.01g…0.2g	0.5g…100g
$d =$	0.001g…0.2g	0.5g…100g
n	≤ 40000	≤ 3000
皮重平衡范围	100% Max	100% Max
预置皮重范围	100% Max	100% Max
温度范围	10℃/30℃	-10℃/40℃

允许在一份型式批准证书中列出一个族以上的衡器产品, 如

在这次的型式批准证书中包括两个族8种衡器；或在型式批准证书中按每个族所包含的计量特性，如果同类衡器具有相同检定分度值 e ，且满足表中的要求，其最大称量可以减小（与前表中最大称量值最小的EUT比较）。型式批准证书包括的所有规格均满足表中的计量特性。

以上测试样机的选定是国际建议中的规定，在我国以前也有提供被测样机的惯例要求：通常是提供方式应由申请单位自行送样机或由技术机构派员到生产或安装现场进行测试。最大称量在1t以下的小型衡器，应提供同一规格的3台测试样机；最大称量在1t以上的各种大型衡器，至少应提供1台测试样机。凡是衡器申请系列产品的，在每一衡器系列产品中应抽取最大量限的样机、最小量限的样机和中间量限的样机三种规格的产品进行测试。若该衡器系列只有大、中、小三种规格，则只抽取最大量限和最小量限即可。对每种规格提供的数量和方式应符合上述的要求。我国这些要求，随着国际建议转化为我国的计量检定规程就应按照国际建议的要求。

§2 衡器准确度等级及计量特性的确定

选定了型式评价的被测样机后，应确定被测衡器的准确度等级及其计量特性，以便进行测试。如果衡器族中的某个被测衡器通过某种准确度等级的所有测试，则它完全满足作为低准确度等级被测衡器的要求，如被测样机仅是进行了部分测试则不能覆盖低准确度等级被测衡器的要求。衡器的计量要求适用于所有的衡器，与衡器的测量原理无关。除了衡器的准确度等级外，计量特性还应包括：最大称量、最小称量、称量范围、除皮、实际分度值、检定分度值等。

衡器依据检定分度值检定分度数划分等级，检定分度值表示绝对准确度，检定分度数表示相对准确度。衡器的检定分度值是用于对衡器分级和检定时使用、以质量单位表示的值，检定分度