

# 砝码行业发展现状与趋势

□虞建忠 于水玲

(1. 常州艾克瑞特衡器有限公司 2. 蓬莱市水玲砝码厂)

**【摘要】**本文对国内砝码行业的发展现状进行了介绍，根据作者对砝码行业技术、生产及工艺装备水平的了解，提出了砝码行业的发展趋势。

**【关键词】**砝码；砝码等级；存在问题；发展趋势

文献标识码：B 文章编号：1003-1870 (2023) 10-0031-04

## 概述

砝码是质量计量领域不可缺少的标准器具。各类衡器、天平是否准确，都依赖于用砝码进行的计量校准。砝码的质量从1mg到1000kg不等，材料有不锈钢、铸铁、铜、铝等材料，并且有磁化率等特殊要求。砝码的准确度等级有 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $M_1$ 、 $M_{12}$ 、 $M_2$ 、 $M_{23}$ 、 $M_3$ 等不同的等级，可以满足各种不同准确度等级的计量产品应用。检测称重传感器、力标准机和压力计，也需要牛顿砝码和帕斯卡砝码等专用砝码作为标准器。

改革开放以来，国内的砝码企业经历了快速的发展，不少企业已经走出国门，投入到国际市场中，与国外发达国家的砝码生产企业同台竞技。目前，国内生产的砝码产品，已经深入到衡器厂、天平厂、技术机构、实验室等场合。砝码的生产厂也有十几家，已经是称重领域不可或缺的产品门类。国际法制计量组织(OIML)技术建议OIML R111-1:2004《 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $M_1$ 、 $M_{1-2}$ 、 $M_2$ 、 $M_{2-3}$ 、 $M_3$ 等级砝码 第一部分：计量技术要求》，对砝码的计量要求、形状、结构、材料、磁性、密度等均作出了规定，国内有国家标准GB/T 4167-2011《砝码》，都为砝码行业的生产、研发、质量提升提供了标准和

方向。经过30余年砥砺前行，砝码行业创造了前所未有的发展“奇迹”，踏上了新的台阶。“十四五”规划中科技创新推动产业升级和即将展开的砝码国标修订工作，将引领砝码行业走向“新中国制造”。

## 1 砝码行业发展现状

### 1.1 砝码生产企业现状

目前中国的砝码生产企业主要集中在河北、山东、江苏三省。主要生产企业如下(排名不分先后)：山东省：蓬莱市水玲砝码厂、蓬莱市傅裕计量仪器有限公司、烟台元辰计量器材有限公司。

江苏省：常熟市金羊砝码仪器有限公司、常州市富月砝码有限公司、常州艾克瑞特衡器有限公司。

河北省：香河县北务屯计量仪器厂(专业铸铁砝码)、唐山市金博衡器砝码有限公司(专业铸铁砝码)。

另外，在江苏、浙江还有3家专业钢质镀铬砝码生产企业，主要为衡器企业提供配套砝码；在江西、河南、山东有5家从事铸铁砝码的生产企业。此处不再一一列举。

### 1.2 高精度砝码生产能力

砝码的高精度体现在砝码的等级上，生产厂从材料、加工工艺、测试用设备、稳定的检测平台、

防磁稳定的检测环境等，都需要做好相应的配备。其中，材料是基础，检测是关键。如：E<sub>1</sub>等级砝码，其最大允许误差可达二百万分之一，是溯源于国家基准、副基准，用于量传E<sub>2</sub>等级砝码，是目前国内外砝码企业生产的最高等级砝码，一般以不锈钢材料生产。

M<sub>1</sub>等级砝码，其最大允许误差为二万分之一，用于量传M<sub>2</sub>、M<sub>3</sub>等级及其以下的砝码，用于量传相应的衡器产品，多以铸铁材料生产。

目前国内的砝码生产企业生产的高精度等级砝码如下：

1mg-20kg( E<sub>1</sub>等级)、50kg( E<sub>2</sub>等级)、1000kg( F<sub>1</sub>等级)。所以，从砝码的质量大小到砝码的高精度，以及需要配套的砝码材料，国内生产企业完全可以生产。

得益于GB/T 4167-2011《砝码》国家标准在计量性能方面与国际建议OIML R111: 2004的标准统一，加上中国砝码生产企业近10年的不断努力和逐步提升，持续引进国际先进检测设备，建立计量质量管理体系，生产、检定能力已经接近国际先进水平，所生产的砝码深受国内外用户的青睐，远销全球120多个国家地区，年出口额超1000万美元（估算），全年销售额总和超2亿元，且呈逐年快速增长态势。

## 2 砝码行业在执行国标过程中存在的问题

随着国内市场竞争愈演愈烈，而国家质监总局在《2005年第145号文》中已经取消了砝码型式批准，部分砝码生产企业无视砝码标准的要求，打价格战，在生产及销售活动中出现了一些不良现象。

### (1) 环境条件及检测仪器不达标

GB/T 4167-2011《砝码》国家标准第6章试验方法中对环境条件作出了明确要求：“测试实验室不允许有容易察觉的振动和气流，应尽量远离振源和磁源。实验室内的天平和砝码应避免阳光直接照射；温度每4小时最大允许的变化量在0.5-5℃之间；空气的相对湿度每4小时最大变化在5%-15%之间；衡量仪器及标准砝码质量扩展不确定度应不大于被测砝码质量最大允许误差的九分之一”。

实际情况是大部分中低端砝码生产企业没有建立标准实验室，没有配备相应的检定设备，也没有建立完善的计量、质量管理体系。

### (2) 砝码材料不达标

GB/T 4167-2011《砝码》国家标准第5.3.5条，大于50kg的M<sub>1</sub>等级砝码应由一块或多块材料制造，材料的抗腐蚀性要等于或优于灰口铸铁。

实际情况：有的企业用钢板焊接外壳，内部填充铁屑、铁矿石，以次充好。

20kg铸铁砝码调整孔能做到7.5kg，孔内用铁矿石调整重量。

钢材6000元一吨，铸铁砝码成品一吨只需4000多元，为了降低成本，追求低价抢占市场份额，忽视砝码国标的要求。焊接外壳会在焊口处出现渗水的隐患，铁砂也会受潮吸湿，影响砝码的重要指标“稳定性”。在不锈钢砝码上还有用201、2Cr13等不含任何镍的不锈钢材料制造砝码造成在使用中出现锈蚀的现象，在这里就不一一列举。如果这类砝码出口到国外，必然会给中国企业造成不良的国际影响。

### (3) 砝码关键尺寸不达标

GB/T 4167-2011《砝码》国家标准附录A明确给出了不同形状砝码的尺寸。如20kg圆柱体砝码要求直径D<sub>1</sub>为128mm，有些企业做的尺寸为127mm，甚至125mm，通过加大砝码头部和颈部的直径来达到20kg的整体质量值。这样做的目的是为了在不改变材料外形尺寸的条件下，减少材料的使用量和降低加工成本。这样会导致以下错误的发生：

①磁化率检测软件中的砝码模型数据是严格按照国标数据设置的，尺寸的不符将会导致磁性指标检测的不准确；

②颈部尺寸的不一致，将导致按标准要求定制的砝码吊具无法正常使用，从而影响砝码自动化检测的实现。

### (4) 包装不达标

GB/T 4167-2011《砝码》国家标8.2对砝码包装提出要求，包装箱应有可靠的防尘、防震措施，以

保证砝码在运输中不致损坏。

经过10多年的努力，中国很多砝码制造企业生产的砝码的表面粗糙度已远远优于国外著名品牌的表面质量，且所用包装材料均符合ROHS、FDA(美国食品药品监督管理局 Food and Drug Administration)要求。但还有些企业不注意包装的标准要求，内衬模型为发泡棉雕刻成形，然后使用劣质胶水粘合，造成发泡棉屑、胶水粘在砝码体上，从而影响砝码的质量值。使用者在操作前很难清洗掉，且带有异常难闻的味道。

### 3 与国外发达国家的差距

鉴于上述国内生产企业存在的不足，目前国内计量机构采购E<sub>2</sub>等级以上标准砝码首选品牌仍然为国外的品牌。其价格为国内优势砝码企业的5~7倍及以上，因为他们生产的砝码质量稳定性好，耐用。

以某一外国公司为例，该公司每年在中国采购的OEM E<sub>2</sub>~M<sub>1</sub>等级砝码在1000万元左右，贴牌后转手用其自己品牌的销售额不会低于1亿元。说明国产砝码质量已经达到国际中高端水平，但品牌影响力较弱。

美国砝码生产企业Troemner成立170多年，有4名行业公认的计量学家，拥有世界上最大的私人砝码计量实验室，7台砝码检测机器人（中国计量院仅有3台，中国砝码生产企业1台没有）。一年销售额2000多万美元，超过我国前5名的砝码生产企业年销售额总和。中国砝码行业的发展任重而道远！

德国HAFNER公司成立于1933年，1986成为全球第一家批量生产E<sub>1</sub>等级砝码的企业，目前砝码国际基准也出自其手，一颗价值100万元。

### 4 发展趋势

基于市场需求和中国砝码生产企业的发展现状，中国砝码行业要突破传统的发展理念，不断提高《砝码》国家标准的质量技术要求，赶超国际先进企业，实现企业可持续发展的有价值的发展，应朝以下方面共同努力。

(1) 发挥人力资源优势，创新标准制定新模式

分工合作，共同致力于《砝码》国家标准修订工作，引导中国砝码生产企业良性发展。不能一直做国际优势企业的贴牌者，为国际头部企业OEM、廉价变卖中国有限的钢铁资源、出卖廉价劳动力，眼睁睁看着国际优势企业天价砝码赚取我们国家的钱。

经过10余年研究，我国独立提出的能量天平方案的测量能力得到逐步提升，测量数据参与国际共识值的确定，进而用于国际单位制新定义实施后全球质量单位的量值传递。这标志着我国的测量能力得到了国际计量委员会的认可，也为我国自主可控的新质量量值传递系统奠定了坚实基础。

同理只要我国计量机构和砝码生产企业团结一致，分工协作，良性竞争，刻苦专研，一定能制定出国际领先的砝码标准，不能只甘心做国际标准的追随者，标准制定工作要从模仿向创新发展。

(2) 从工艺、规模领先，向核心竞争力发展专注砝码稳定性指标的提升。众多计量机构之所以愿意用天价采购国外标准砝码，主要是对国产砝码的稳定性、耐用性没有信心。而砝码的稳定性和耐用性主要取决于砝码的材料、生产工艺和质量管控。

目前，国内砝码生产企业都在使用数控车床、走心机等先进的自动化机器设备在车削砝码。常州艾克瑞特衡器有限公司通过自主研发实现了以下工序的自动化，利用电脑与数控车床的连接实现实心高等级砝码的自动称重；六轴机器人与抛光机的结合，实现了砝码抛光工序的自动化；自主研发砝码磁化率自动检定装置、10kg~50kg砝码自动检定装置、100kg~1000kg砝码自动检定装置、高斯计磁性自动检定装置等，申请发明专利12项，实用新型专利36项，软件著作权1项，达到或接近世界先进水平。国内其他砝码生产企业也有许多领先于世界的先进加工技术，通过国人的不懈努力，中国人是有能力实现赶超世界先进水平的目标。

(3) 研究适用于砝码的专用材料

GB/T 4167-2011《砝码》国家标准5.3条款只是对各等级砝码的材料做出了粗略的要求，比如说E<sub>1</sub>等级、E<sub>2</sub>等级砝码材料硬度和表面抗腐蚀性应优于

或类似于奥氏体不锈钢，没有明确不锈钢材料的成份指标，以致于市场上出现不锈钢砝码不耐磨、会生锈的现象。目前国内生产企业有在使用JF-1材料（密度 $8.0\text{g}/\text{cm}^3$ ），但这款材料只是用于小批量生产，价格昂贵，不利于普及，且因小批量生产，交货周期长，且时常有开裂、桔皮纹缺陷。这款材料含镍量大于24%，硬度高、弱磁，但不易切削。所以需要各计量机构和生产企业共同努力，寻找、研发、制定出一种更为适用的砝码材料。

#### （4）加强质量管控

GB/T 4167-2011《砝码》国家标准5.9条款对砝码材料的稳定性和成品的稳定性作出了要求。比如说E<sub>1</sub>等级砝码的材料在购置后应放置1年再投入生产。E<sub>1</sub>等级公斤组砝码自然时效的存放期不少于1年。但标准没有明确如何体现和追溯。

GB/T 4167-2011《砝码》国家标准第6条款试验方法，对环境条件、衡器作出了要求。第8条款中只要求提供产品出厂合格证，但没有明确合格证的内容，是否可以要求提供标准装置的编号、规格型号、证书编号及有效期等。

#### （5）优化砝码国标，助力砝码自动检测实现自动化

近几年，国家计量科学研究院及部分省级计量科学研究院陆续购置了进口砝码检定机器人，也有部分计量院自主研发了砝码检定机器人。我国需解决高精度比较仪的同时，还需要解决砝码的尺寸统一问题。现行砝码国标没有对片码及大于50kg的砝码的尺寸、形状进行规范。比如片状毫克砝码大小、厚薄、折边大小不一，给自动化造成了不小的困惑，现在只能使用过渡盘来检测，但过渡盘的不确定度势必会影响到计量的准确性，或者干脆就手工检测。还有圆柱体砝码存在前面描述的有尺寸标准，但某些生产企业不按标准生产，也会给自动化造成麻烦。再如上述包装材料及胶的不合格，将无法实现砝码的自动清洗。所以要实现砝码的自动检测，砝码标准必须先行，引导规范砝码生产。

#### （6）紧跟天平发展趋势，促进中国衡器企业发展

国内电子衡器经过30余年的发展，特别是精密电子天平的制造技术的积累，目前中国天平生产企业正在朝更高精度的十万分之一、更完善性能（用内校砝码解决温飘、时飘问题）、单体电磁力天平 and 砝码比较仪方向努力。在这些过程中，对砝码计量性能又提出了更高的标准要求。高精度电子天平及带内校功能的电子天平都必须标配外校和内校砝码，国外同类产品要求这些异形砝码的磁性小于0.01。如果砝码的材料带有磁性，将直接影响到天平的稳定性，更别说高精度砝码比较仪。

军工、航天航空领域对砝码质心的要求、医药、食品行业对砝码及包装材料是否符合FDA要求、环保方面要求砝码是否符合ROHS要求等等，中国砝码行业的发展任务艰巨、任重道远。

## 5 结语

综上所述，中国砝码行业将在中国衡器协会的专业引领下，在国家砝码标准的指引下发展，国内砝码的生产、应用和管理与国际水平之间还存在着不小的差距，只有正视差距，不断技术创新，加强产学研合作和政企协作，钻研核心技术，中国的砝码生产和计量技术才有希望赶超国际先进水平。

## 作者简介

虞建忠（1978年12月—），现任常州艾克瑞特衡器有限公司总经理，从事砝码专业生产22年，熟悉砝码生产材料、工艺及检测流程，在企业力推砝码自动化检测设备及生产工艺装备，申报国家发明、实用新型专利40余项。

于水玲（1960年7月—），现任蓬莱市水玲砝码厂董事长，从事砝码专业生产42年，熟悉砝码生产材料、工业及检测流程，申报国家发明专利2项。