

基于电动推杆矩阵的电子计价秤自动检定装置设计

□王喜阳 刘文佳 肖福礼 王娜 程云飞 郭虎波

(陕西省计量科学研究院, 西安 710100)

【摘要】目前, 电子计价秤的检定工作主要依靠人工操作, 存在效率低下、一致性不足、人为误差较大等问题, 难以应对日益增长的计量检定需求。虽然自动化技术已在计量领域逐步推广, 但国内尚未开发出完全符合JJG 539-2016《数字指示秤》检定规程要求的全自动电子计价秤检定装置。针对这一技术空白, 本研究提出了一种基于电动推杆矩阵和机器视觉技术的电子计价秤全自动检定装置设计方案, 该装置通过高精度电动推杆矩阵实现砝码的自动加载与卸载, 通过Python语言编程, 实现了机器视觉系统实时采集与装置的自动化控制。该装置能够高效、准确地完成电子计价秤的全部检定项目, 显著提升了检定效率与可靠性, 为电子计价秤的自动化检定提供了新的技术路径, 具有重要的工程应用价值与推广意义。

【关键词】电子计价秤; 自动检定装置; 电动推杆矩阵; Python编程

文献标识码: A

文章编号: 1003-1870 (2025) 06-0028-06

Structural Design of a Fully Automatic Verification Device for Electronic Scales Based on an Electric Actuator Matrix

【Abstract】 Currently, the verification of electronic pricing scales primarily relies on manual operations, which suffers from low efficiency, inconsistent results, and significant human errors, making it difficult to meet the growing demand for metrological verification. Although automation technology has been gradually adopted in the metrology field, a fully automatic electronic pricing scale verification device that fully complies with the requirements of the JJG 539-2016 Verification Regulation for Digital Indicating Weighing Instruments has not been developed in China. Addressing this technological gap, this study proposes a design for a fully automatic electronic pricing scale verification device based on an electric actuator matrix and machine vision technology. The device achieves the automatic loading and unloading of weights through a high-precision electric actuator matrix, and realizes the real-time acquisition of the machine vision system and the automatic control of the device through Python programming. This device can efficiently and accurately complete all verification tasks for electronic pricing scales, significantly improving verification efficiency and reliability. It provides a new technical approach for the automatic verification of electronic pricing scales, offering substantial engineering application value and potential for widespread adoption.

【Keywords】 electronic pricing scale; fully automatic verification device; electric actuator matrix; Python programming

引言

目前我国市场电子计价秤数量庞大且检定过程较为繁琐, 导致检定员检定工作量大, 还增加了检

定过程中的技术难度和管理成本。这些问题导致检定工作效率低下, 进而影响到市场上电子计价秤的准确性和公平性。因此, 为提高检定效率和质量,

除了加强人员培训之外，还需要对电子计价秤自动检定装置进行研究，以提高民生计量市场的周转效率。

随着国内对电子计价秤计量性能的不断重视，国内对电子计价秤自动检定装置的研究日益增多。在相关研究中，文献[1]提出的电子计价秤自动检定装置研究只是对设计思路进行了探讨，并未涉及鉴别阈等相关重点检定项目的设计。文献[2]提出的电子计价秤鉴别阈自动检测装置只涉及了电子计价秤鉴别阈一项检定项目的设计，未能全部覆盖规程检定要求。文献[3]提出的基于LabView控制的电子计价秤自动检定装置并未完全实现自动化，仍旧依赖人工读数。文献[4]提出基于伺服控制的砝码加载装

置利用机械手，可以对30kg 量程电子计价秤进行重复性、偏载及示值误差等性能检定，但并未实现鉴别阈项目的检定功能。文献[5]与文献[6]提出的基于人工智能的电子计价秤检测装置仍未涉及鉴别阈检定项目。综上所述，国内暂无目前完全符合JJG 539-2016《数字指示秤》要求的电子计价秤自动检定装置。因此，设计一款能够全面满足上述国家计量检定规程的检定装置，能够填补国内空白，提高电子计价秤检定效率，具有重要的市场价值及社会意义。

1 装置机械设计部分

本文所设计的装置主要由五大部分组成，包括机柜部分、丝杠传动部分、载物台部分、砝码串部分、闪变砝码部分，装置结构示意图如图1所示。

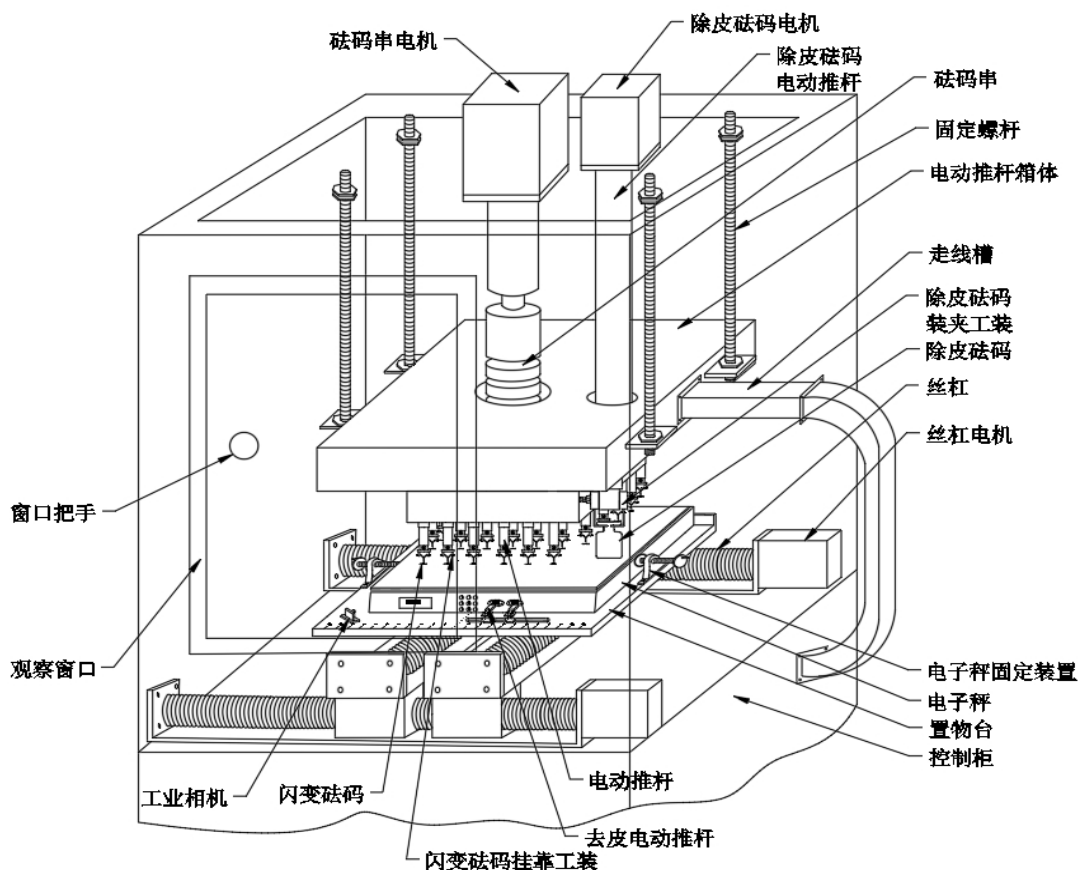


图1 电子计价秤自动检定装置结构示意图

载物台部分、砝码串部分、闪变砝码抬放部分这三部分结构较为重要。现对该三部分进行详细分析。

1.1 载物台部分设计

载物台部分是电子计价秤检定装置的核心组件之一，主要用于放置被检电子计价秤，并集成关键

功能模块。主要用来放置电子计价秤，安装工业相机、“置零”“去皮”电动推杆。载物台与两根竖向丝杠相连接，载物台可在三维空间内实现精确移动，满足偏载测试、重复性测试等检定项目的需求。载物台部分结构示意图如图2所示。

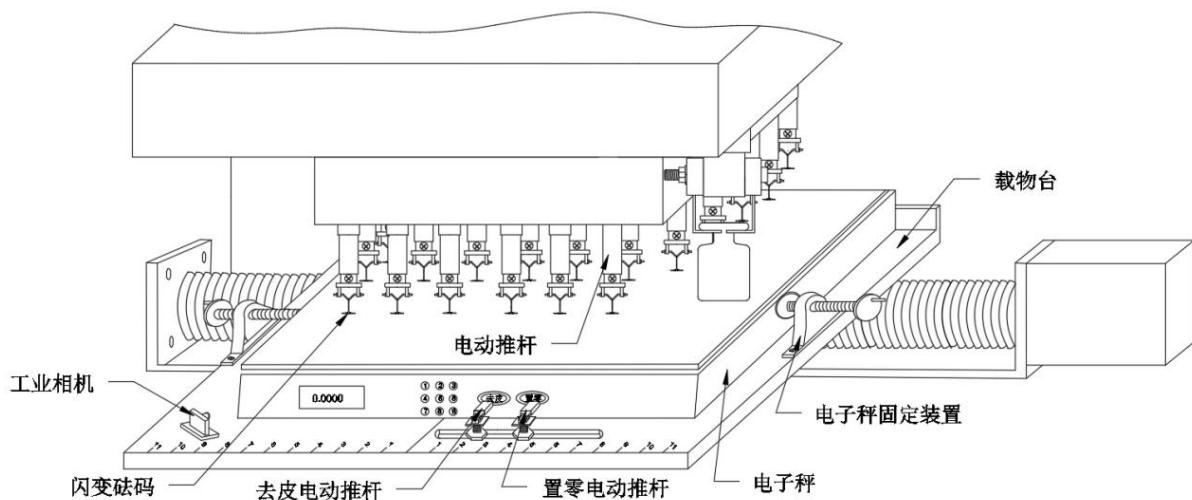


图2 电子计价秤自动检定装置结构示意图

本研究针对装置载物台部分进行了设计优化：

(1) 轻量化设计：在保证强度的前提下，选取铝合金板作为载物台材料以减轻自身，便于移动与安装。(2) 模块化设计：将工业相机支架、去皮电动推杆、置零电动推杆等部件设计为可拆卸模块，便于维护、升级和更换。(3) 防震设计：在载物台与丝杠连接处增加减震装置，降低电机运行时的振动对检定结果的影响。

1.2 砝码串部分设计

砝码串部分由砝码串和电机组成。电机固定在

装置顶部，砝码串垂吊在装置内部，正对载物台中心，主砝码串上的砝码之间的间距统一为10mm。电机驱动砝码串，将不同数量的砝码叠加到电子计价秤上，满足不同检定重量需求。本研究中，砝码串总重30kg；对于15kg量程的电子计价秤，主电机驱动15kg砝码串下降。对于30kg量程的电子计价秤，则驱动30kg砝码串下降。此外，5kg砝码电机驱动5kg砝码下降，用于15kg和30kg量程电子计价秤的除皮误差检定。砝码主砝码串结构与除皮砝码工作示意图如图3所示。

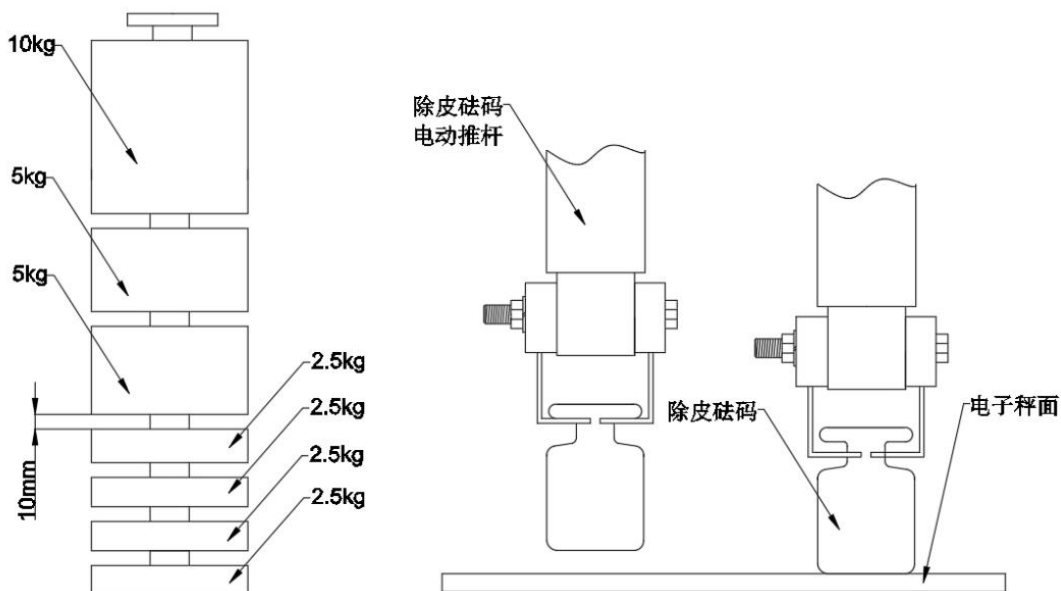


图3 主砝码串结构与除皮砝码工作示意图

1.3 闪变砝码部分设计

闪变砝码部分由电动推杆存放箱体、电动推杆、闪变砝码组成。共设计有40个闪变砝码。配备总数量为40个电动推杆的矩阵与闪变砝码配合。通

过软件程序流实现电动推杆的整体上升下降或逐一上升或下降功能。闪变砝码部分结构示意图如图4所示。

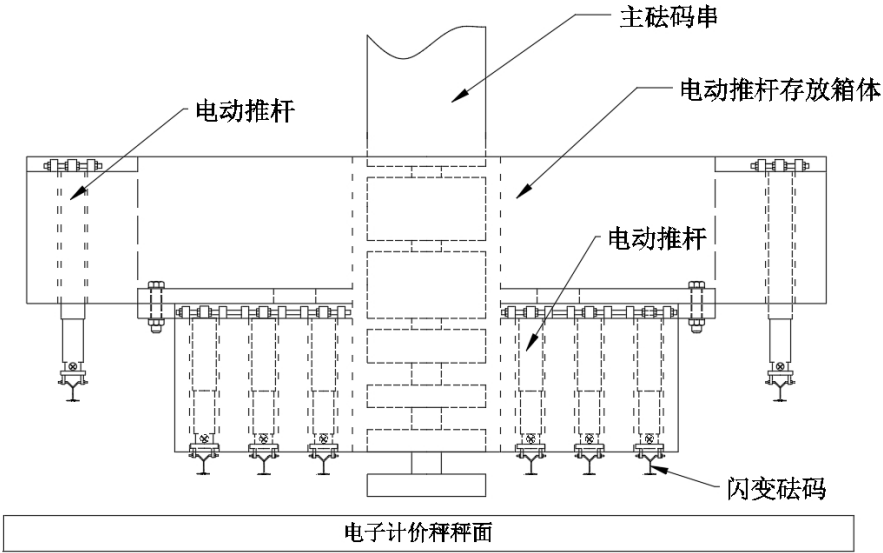


图4 闪变砝码部分结构示意图

由上图2与图4可知，闪变砝码挂载在电动推杆末端，其借助电动推杆的伸长与电子计价秤载器实现接触。当闪变砝码与电子计价秤承载器接触时，要完全与电动推杆脱离，以免产生擦靠影响称重结果准确性。因此，闪变砝码的结构设计尤为重要，

在未加载状态下与电动推杆配合稳定可靠，加载状态下又可与电动推杆及时脱离，能够满足装置性能要求。闪变砝码结构及其与电动推杆配合示意图如图5所示。

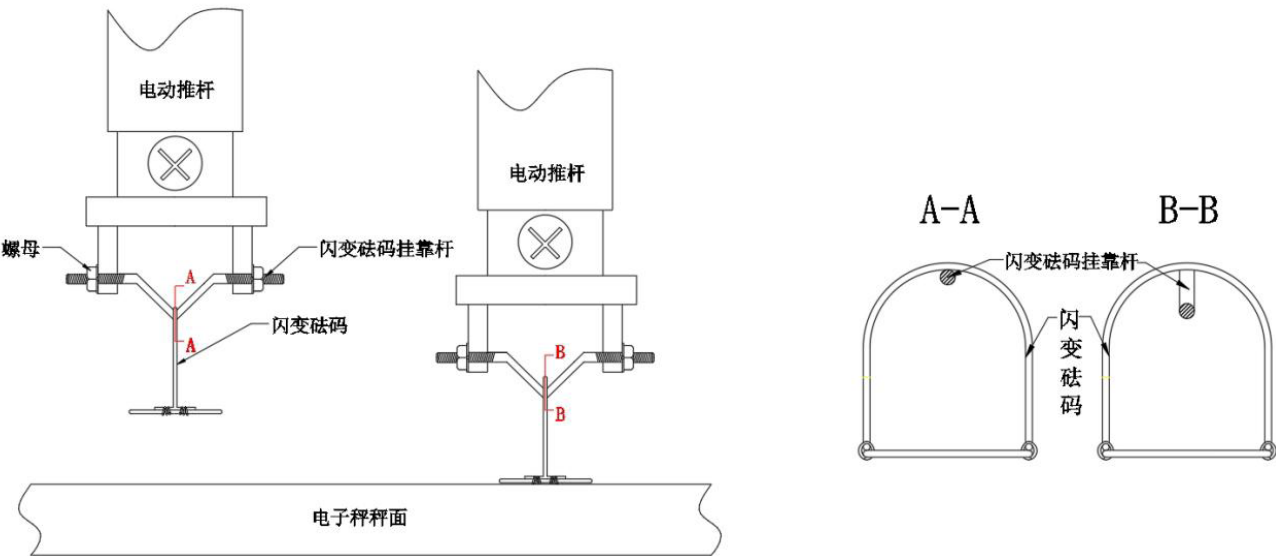


图5 闪变砝码结构及其与电动推杆配合示意图

2 软件控制部分

本研究采用Python 语言编程实现计价秤示值的机器视觉采集与装置自动化检定。电子计价秤的显示数值主要通过数码管呈现，如图6 所示。数码管在点亮状态下，数值显示为红色，背景为黑色。显示的数值由多段线构成的阿拉伯数字组成，范围为0~9，最多可显示5 位数，其中小数点前显示两位，小数点

后显示三位。除了数码管显示形式外，电子计价秤的显示仪表还包括LCD 液晶显示形式。虽然LCD 液晶显示通常较暗，但我国市面上的电子计价秤普遍配备了LCD 屏幕背光功能。因此，在使用该装置检定LCD 液晶显示屏计价秤时，只需按下秤体上的LCD 背光功能键，工业相机便能清晰识别电子计价秤的称重示数。

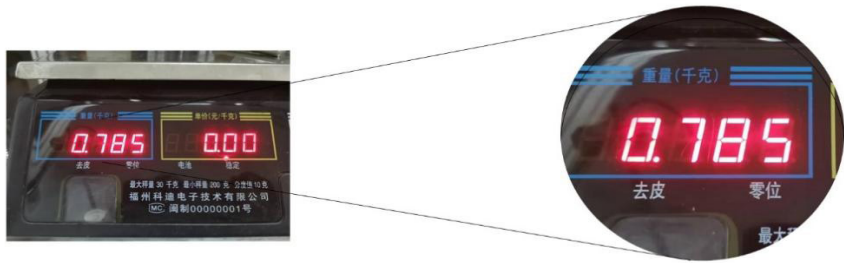


图6 电子计价秤示值

2.1 工业相机采集电子计价秤示值

将工业相机对准电子计价秤示值区域，通过摄像头捕捉电子计价秤显示区域的图像，对采集到的图像进行灰度化、去噪和二值化处理。定位数码管区域，

识别每一段的亮暗状态，解析出对应的数字。比较当前帧与前一帧的识别结果，检测示值是否发生变化。将识别到的示值输出到上位机，最后循环回到图像采集步骤，实现连续监测。其工作原理如图7 所示。

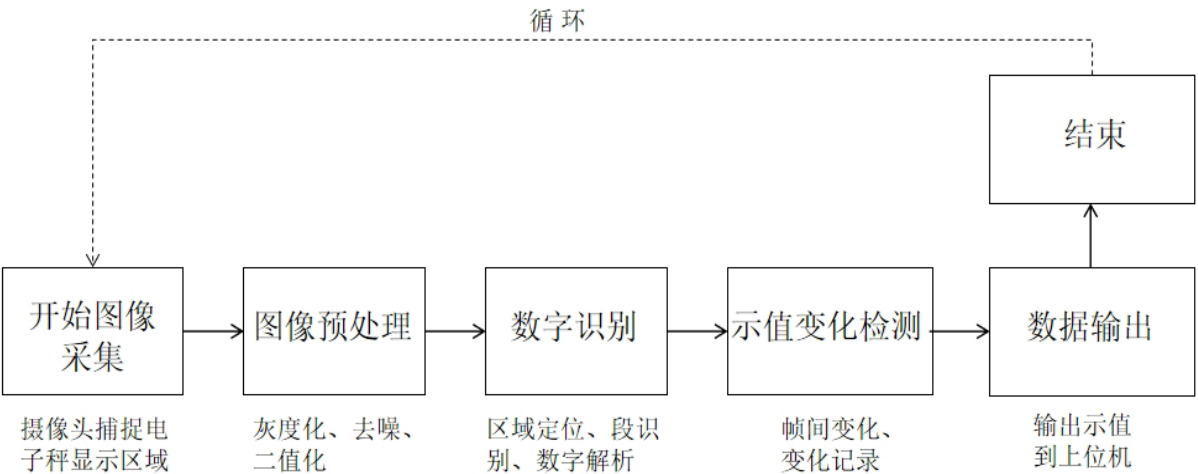


图7 机器视觉技术采集电子计价秤示值流程图

2.2 检定程序流的设计

为了实现电子计价秤全自动检定工作，需要对主砝码串、去皮砝码的升降以及电动推杆矩阵进行

自动化控制。现以去皮误差检定10kg 测量点为例，编写程序流如下表所示。

表 检定程序命令流程表

去皮误差检定：10kg 测量点	执行动作	命令流	备注	延时（ms）
	去皮砝码下落	F0301		22000
	电动推杆触发计价秤“去皮”按键	F0602		22000
	主砝码串下降10kg 质量砝码至秤面	F0010		22000
	闪变砝码下降	FOAN0-FOAN1-FOAN2-FOAN3-FOAN4-FOAN5-FOAN6-FOAN7-FOAN8-FOAN9-FOANa-FOANb-FOANc-FOANd-FOANe	此处取到第15个砝码（e位）落下时电子秤示值发生变化，故终止位在FOANe	22000
	闪变砝码全部上升	F00U0		22000
	主砝码串上升	F00U0		22000

3 结语

本研究所设计的基于电动推杆矩阵的全自动检定装置，通过对闪变砝码的结构设计与对主砝码串、去皮砝码、电动推杆矩阵的全自动控制，装置在检定作业过程中会将每一项检定结果实时填入原始记录Excel表中，检定工作结束后自动打印原始记录，该装置解放了检定员的精力可以投入其他工作之中，大大降低了电子计价秤的检定周期，从而对民生计量市场的运转效率有一定程度上的提高。同时该装置也为电子计价秤全自动检定装置的设计提供了新的思路与参考。

参考文献

- [1] 王卫星. 电子计价秤自动检定装置的研究. 科学与财富[J], 2016, (12):57-58.
- [2] 董晨光, 朱洁, 蒋曦初. 电子吊秤鉴别阈自动检测装置的设计研究. 工业计量[J], 2019, (3):39-45.
- [3] 历志飞, 王成李. Labview 的电子计价秤自动检定装置设计[J]. 中国计量学报, .2012, (2):141-144.
- [4] 韩亚莉, 陈慧军, 盛俞汇. 基于伺服控制系统的砝码自动加载装置的涉及[J]. 中国仪器仪表, .2024, (2):44-47.
- [5] 李美凤. 一种基于人工智能的电子计价秤检测装置设计与研究[J]. 市场监管与质量技术研究, .2023, (4):10-18.

[6] 郭琳琳, 马健, 黄坚. 一种基于人工智能的电子案秤检定系统的研制[J]. 衡器., 2023(11):18-23.

作者简介

王喜阳（1981—），女，高级工程师，国家一级注册计量师，全国衡器计量技术委员会委员，陕西省质量衡器计量技术委员会副主任委员兼秘书长，国家二级计量标准考评员，陕西省法定计量检定机构考评员，陕西省计量科学研究院青年技术骨干，主要从事力学计量检测与研究工作。

主持起草JJF（陕）023-2020《自动分检衡器校准规范》地方计量技术规范，参与完成陕西省工业攻关计划项目“公路计重收费动态计量防作弊监控系统（加密装置）”、陕西省质量技术监督系统科研项目“120t 整车式动态公路车辆自动衡器检定装置研究”，参与起草完成JJG1130-2016《托盘扭力天平》国家计量检定规程、JJG（陕）22-2014《整车式公路车辆衡器》、JJG（陕）01-1206《动态公路车辆自动衡器》《整车式车辆连续称量自动衡器》地方计量检定规程，《自动分检衡器》地方计量校准规范。获国家发明专利3项，实用新型6项，计算机软件著作权2项。