

一种非自动衡器自动检定装置

张越, 赵扬

(北京市大兴区计量检测所, 北京 102600)

摘要: 非自动衡器主要包括: 秤和天平, 在产品生产、市场贸易的过程中, 非自动衡器被大量使用, 随着非自动衡器的应用范围的增加, 数字指示秤、电子天平的使用数量大幅增加, 因此对测量结果提出了更高的要求, 为保证在用的非自动衡器计量性能的准确, 必须定期进行检定。目前非自动衡器的检定以人力为主, 步骤繁琐、工作量大, 数据运算量大, 因此设计了一种非自动衡器自动检定装置, 该装置包括: 壳体, 壳体内形成有空腔, 空腔底部具有用于放置非自动衡器的放置台; 环境条件控制装置; 环境信息检测装置, 砝码组件, 可以实现非自动衡器的自动检定, 解放双手, 提高检定结果的准确性。

关键词 非自动衡器; 自动检定装置; 砝码组件; 秤; 天平

Automatic calibration device of weighing instrument

Zhang Yue, Zhao Yang

(Beijing Daxing Institute of Metrology, Beijing, 102600, China)

Abstract: Non-automatic weighing instruments (NAWIs) ,which includ digital indicating weighing instuments and electronic balance, are widely used in production and market. As the result of the application and the quantity of the NAWIs having dramatical growth, the quality of weighing results must be assured during day-to-day usage.Verification is the prerequisite to achieve the necessary accuracy. While the existing test method of Non-automatic weighing instruments are always based on manual operation, they have tedious steps and large workload, and have to calculate the huge amount of data. Therefore,automatic metrological verification device of NAWIs is designed. The device comprises the shell, the cavity is formed in the shell, and the bottom of the cavity is provided with a placement table for placing the non-automatic weighing instruments,the environmental condition control device and the environmental information detection device are arranged on the side face of the plate,the weight components are fixed below the connecting piece. The Automatic verification device can realize the automatic verification of non-automatic weighing instrument, which can achieve the necessary accuracy

commensurate with the quality requirements of the weighing process and has broad application prospects.

Keywords: Non-automatic weighing instruments; automatic metrological verification device; weights; weighing instruments; electronic balance

1 绪论

非自动衡器是一种常见的精密型测量仪器，主要用于测量物质的质量，其应用几乎覆盖医疗卫生、食品药品、化学化工、环境保护等多个领域。非自动衡器的准确性是通过其准确的计量结果体现出来，随着非自动衡器应用范围的增加，电子天平、数字指示秤的使用数量大幅度增加，因此对其检定结果的准确性提出了更高的要求，更大的挑战。现阶段使用量较大的非自动衡器包括：数字指示秤、电子天平等。均按照 OIML R76 《非自动衡器》设计、制造，依据 JJG1036-2008 《电子天平检定规程》、JJG539-2016 《数字指示秤检定规程》进行检定，但目前仍然是以人力检定为主。根据检定规程的规定，非自动衡器检定工作较为繁琐，检定工作量、数据运算量较大，检定结果易受到检定人员因素的影响。虽然目前也具备非自动衡器的自动检定设备，但均为非自动衡器的辅助检定设备，相对比较简单，不能完全满足检定规程的要求，并且未考虑实验环境对检定结果产生影响的问题，不能完全满足各等级非自动衡器的检定要求。

本文介绍了一种能够满足 JJG1036-2008 《电子天平检定规程》、JJG539-2016 《数字指示秤检定规程》要求，适用于电子天平、数字指示秤自动检定的，全自动检定设备，其具备以下特点：

- (1) 构建密闭的恒温、恒湿环境，实现检定环境的相对稳定，构建的实验环境能够满足 O 级、 I 级、 II 级非自动衡器的检定要求；
- (2) 配备多个砝码组（净重砝码）用于不同称量点的检定，配备多个砝码串（化整砝码）通过闪变点法计算示值误差；
- (3) 通过计算机控制，自动确定检定点，自动完成砝码的加载、卸载，记录非自动衡器示值；
- (4) 解放技术人员，解决非自动衡器检定工作量大的问题。

2 检定非自动衡器的依据和主要项目

用于非自动衡器的检定的检定规程包括：JJG1036-2008《电子天平检定规程》、JJG539-2016《数字指示秤检定规程》、JJG14-2016《非自行指示秤检定规程》、JJG13-2016《模拟指示秤检定规程》，文本介绍的非自动衡器自动检定装置主要适用于非吊挂式、实验室用数字式非自动衡器，满足JJG1036-2008《电子天平检定规程》和JJG13-2016《模拟指示秤检定规程》的检定要求。^[1]

2.1 电子天平检定规程规定的检定项目

根据国家计量检定规程JJG1036-2008《电子天平》，电子天平应检定以下项目：^[2]

表1 电子天平检定项目

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	-
偏载误差	+	+	+
重复性	+	+	+
示值误差	+	+	+

2.2 数字指示秤检定规程规定的检定项目

根据国家计量检定规程JJG539-2016《数字指示秤》，数字指示秤应检定以下项目：^[3]

表 2 数字指示秤检定项目

序号	检定项目		首次检定	后续检定	使用中检验
1		计量的安全性能	+	+	+
2		扩展指示装置	+	+	+
3	通用技术要求	多指示装置	+	+	+
4		计量法制标志和 计量器具标识	+	+	+
5	置零准确度及去皮准确度		+	+	-
6	偏载		+	+	-
7	旋转（吊秤）		+	+	-
8	称量		+	+	-
9	去皮后的称量		+	+	-
10	重复性		+	+	-
11	鉴别阈		+	+	-

3 自动检定装置的基本功能

3.1 环境控制、监控功能

全自动检定系统具备环境控制、监控功能，通过专用的环境实验设备，依据不同等级非自动衡器检定过程中，规定的实验环境要求，对环境条件进行调整、监控。构建密闭、稳定的实验环境。采用温度控制器、湿度发生器设计制造的恒温恒湿试验箱构建实验环境，采用上送下回的内循环、滤膜送风方式，降低实验环境内的风速和气流流动。通过温度传感器、相对湿度传感器、风速仪实施监控环境条件，环境条件超出预定范围立即停止检定工作。

3.2 自动确定砝码加载位置功能

通过摄像头自动扫描，根据 X、Y 坐标确认非自动衡器秤盘位置，选择偏载位置图及偏载加载位置 1、2、3、4 及中心位置。

3.3 砝码自动加载功能

根据输入的非自动衡器基本信息、位置，输入的最大称量、检定分度值(e)、最小分度值(d)、等级，选择推荐方法，自动生成检定点，并显示各检定点允许误差。通过平移机构，移动砝码组和砝码串到指定的(X、Y)坐标处，再通过升降机构完成砝码组和砝码串的加载、卸载。

3.4 数据自动采集、记录功能

通过前置的摄像头，对非自动衡器的示值进行摄像/拍照，采集非自动衡器的示值，并上传至计算机，生成检定记录，并依据采集到的数据自动完成运算，判定被检非自动衡器是否合格。

4 自动检定系统的结构与组成

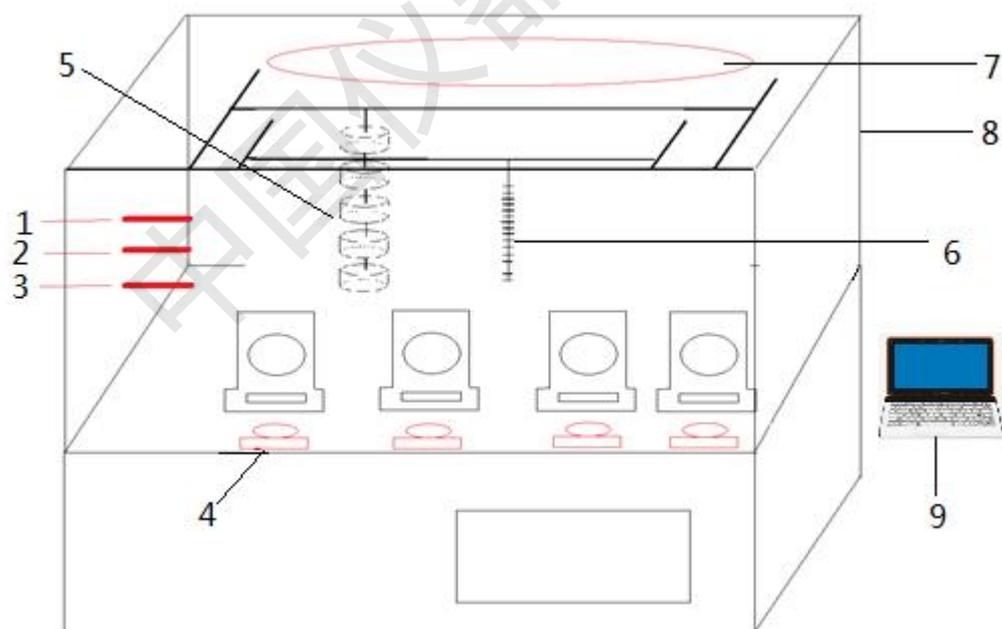


图 1 整体结构图

1-温度监测探头；

- 2-相对湿度监测探头；
- 3-风速监测探头；
- 4-采集非自动衡器示值的摄像头；
- 5-加载用砝码组；
- 6-闪变点法计算化整误差使用的砝码串；
- 7-采集非自动衡器秤盘坐标的摄像头；
- 8-提供恒温、恒湿环境条件的箱体；
- 9-控制系统运行和采集数据的计算机。

4.1 密闭的恒温、恒湿检定控制系统

通过在系统内安装温度探头、风速探头、湿度探头，检定系统自动检测环境系统温度、湿度、风速满足实验条件后（温度恒温范围（ 20 ± 2 ） $^{\circ}\text{C}$ 、湿度（ $30\sim 70$ ）%RH、风速实验环境风速小于 0.1m/s ），自动测量系统可以开始启动。

4.2 检定用砝码部分

本自动系统包括两组砝码，一组挂钩式静重砝码和一组链圈式感量砝码，每组砝码既可单独动作完成力值测量，也可通过砝码组合机构相互组合完成测量，当检测非自动衡器重复性时，通过软件设置直接加载/卸载第一组挂钩式砝码至最大称量。当检测偏载误差和线性误差时，以链圈式感量砝码作为最小称量量，与挂钩式砝码组合完成测量。

4.3 砝码加载/卸载机械部分

升降机构是由二组独立的升降平台组成，完成内圈砝码组和外圈砝码组的单独或组合挂载，通过升降平台的升降实现所需质量的加载和卸载。感量砝码组由单独的升降机构实现感量砝码的加载和卸载。本自动系统顶部安装齿轮轨道实现砝码的左右移动。例如当检测偏载误差项目时，需要加载砝码位置如图 2 所示，本提案主要通过自动系统顶端安装摄像头，确定天平秤盘的 X 轴 Y 轴位置，精准定位五个位置完成检测。自动控制机构由计算机软件编程。

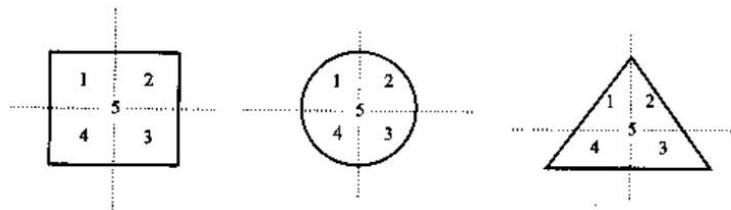


图 2 非自动衡器偏载误差测量位置图

4.4 读数部分

在本自动系统前部安装摄像头，可以精确的读取电子天平、数字指示秤上的数值，通过转化，保存至 pc 机。

4.5 软件处理部分

按照数字指示秤检定规程 JJG539-2016、电子天平检定规程 JJG1036-2008 的要求，通过 PC 机进行高速数据采集、处理、保存、打印等实现全自动化检测，也可进行手动控制，并配有自动故障判断停机系统及人为紧急停止装置。

5 全自动检定系统的运行过程

1) 启动检定系统，检定系统进行环境控制；

2) 将非自动衡器至于检定系统内固定位置，前置摄像头对准非自动衡器显示部分。环境条件稳定后，在控制软件上，输入非自动衡器位置，自动扫描通过 X、Y 坐标确认非自动衡器秤盘位置，选择偏载位置图及偏载加载位置 1、2、3、4；输入最大称量、e 值、d 值、等级，选择推荐方法，自动生成检定点，自动显示各点允许误差。也可根据需要人为调整。输入各检定需要参数后，按照流程图进行检测。

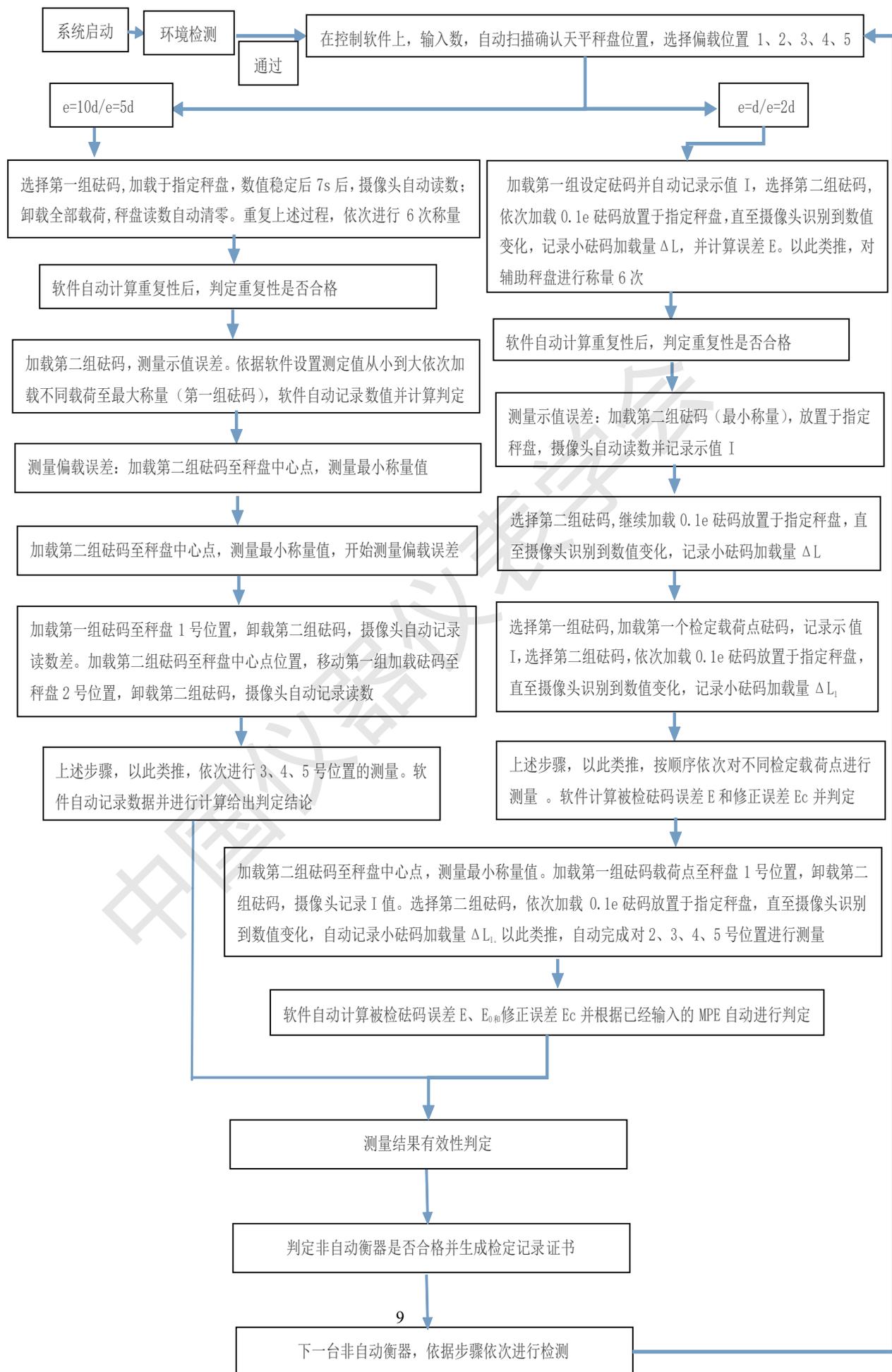
3) 重复性项目测定：重复性是同一载荷多次称量结果的差值。测量重复性的目的是考核非自动衡器多次称量所得结果的一致程度，是数字指示秤的一个重要计量性能指标。检定方法是对同一载荷进行多次称量，所得结果的最大值与最小值之差，应不大于该称量点的最大允许误差的绝对值。具体步骤详见流程图。

4) 示值误差（线性）项目测定：数字示值的特点是只能显示分度值 d 的整数倍：若 d 为 1，数字示值的末位数可以是 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9；若 d 为 2，数字示值的末位数可以是 0,2,4,6,8；若 d 为 5，数字示值的末位数可以是 0,5。但是衡器显示的数字是模拟化示值化整而来，模拟信号化整到数字示值这一过程带入的误差称之为数字实质的化整误差。称重显示器将称重传感器输出的模拟电压信号放大后，通过 A/D 转换和数字处理将模拟信号显示出来，数字示值对应的模拟量，称为化整前的模拟示值 P，可以利用加载小砝码使示值至闪变点的办法确定 ΔL 。

5) 偏载误差项目的测定：偏载是指同一载荷在不同位置的示值误差，由于每次使用衡器称量物品的时候，不可能保证每次称量都将物品放置在承载器的中心位置，所以偏载误差

就是考核载荷放在承载器的不同位置上测量结果。通过顶端摄像头确定天平秤盘的 X 轴 Y 轴位置，确定偏载误差检测的五个位置。为了保证承载器上不出现空载，在更换砝码时，每次系统先加载质量值为 $10e$ （第二组砝码）置于秤盘，然后加载（或卸载）检定载荷第一组砝码（或第二组砝码），在卸载质量值为 $10e$ 的砝码后，记录读数。具体检定步骤详见流程图。

中国仪器仪表学会



6 结论

依据 JJG1036-2008《电子天平检定规程》、JJG539-2016《数字指示秤检定规程》的理论基础,非自动衡器的自动检定装置配备有环境控制、监控功能,自动找准加载砝码位置并放置砝码功能,数据自动采集、记录功能,连接电脑实现信息化检测。尽最大可能减小人为和环境对检定结果的影响。特别适用于非自动衡器集中检定,和非自动衡器生产企业对产品进行质量控制时的检测,解放技术人员双手,解决非自动衡器检定工作量大的问题。

参考文献:

- [1] 全国衡器标准化技术委员会. 非自动衡器: GB/T 23111-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [2] 全国质量、密度计量技术委员会. 电子天平: JJG1036-2008. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [3] 全国衡器计量技术委员会. 非自动衡器通用技术要求: JJF 1834-2020. 北京: 中国标准出版社, 2020.