

电子吊秤计量测试装置的研制及实践¹

浙江省计量科学研究所 马丙辉 韩炜虹 劳倚虹 赵志灏 陆品 尚贤平
昆山市创新科技检测仪器有限公司 陶泽成 刘景龙

【摘要】 电子吊秤属于非自动衡器，但又有其独特的特征；电子吊秤采用拉式称重传感器，称量时货物悬挂在电子吊秤的下方。在进行型式评价及日常检定时，逐级加载或逐级卸载、旋转测试、最大秤量测试、蠕变测试、温湿度测试都有一定的困难；主要体现在砝码之间如何衔接、安全性和工作效率如何保证、实验室空间环境及起吊装置的配置等；因此，建设电子吊秤的专用计量检测装置具有一定的迫切性和重要意义。

经历两年多的努力，电子吊秤计量测试装置建设完毕，其最大秤量达 30t，可满足 (1~30) t 电子吊秤型式评价、委托测试和日常检定；可实现最大秤量测试、旋转测试、温湿度测试等，符合 OIML R76-2006 的要求；通过电机驱动和控制系统，大大提高了检测的效率和自动化水平。

【关键词】 电子吊秤；旋转测试；自动化装置；OIML R76

一、引言

电子吊秤是非自动衡器的一类，其主要由吊环、称重传感器、吊钩和显示装置组成，其中称重传感器多为拉式称重传感器；称量状况下，物品悬挂于吊钩上。电子吊秤遵循型式批准、制造许可的管理；型式批准执行 JJG555-1996，检定依据 JJG539-1997，目前电子吊秤的国家标准为 GB/T 11883-2002；制造许可考核依据 JJF1246-2010 和衡器制造计量器具许可证考核必备条件。

与电子台案秤、固定式电子衡器计量检测相比，电子吊秤的计量测试相对难度较大：（1）砝码悬挂在吊钩上，受力部位和接触区域为吊钩上的狭小接触面；电子台案秤、固定式电子衡器有固定的秤台，整个秤台都可以作为承载面。（2）依据 JJG555-1996 的测试要求，砝码加载需尽量满足逐级加载和逐级卸载，这一点对电子吊秤而言较为困难，尤其是目前电子吊秤的量程达到 10t 以上的量级；对电子台案秤、固定式电子衡器而言，逐级加载和逐级卸载不是技术难题，尤其是目前检衡车配备液压吊臂或叉车，其效率更加令人满意。

为解决测试的难点、服务地方产业，在浙江省科技厅的支持下，浙江省计量科学研究所联合昆山创新科技有限公司开展了电子吊秤计量测试装置的研制和建设。

二、测试装置设计基本原则

电子吊秤的型式评价项目主要有：称量测试、旋转测试、鉴别力、重复性、与时间相关的测试（蠕变、回零）、温度试验、温度对空载示值的影响、倾斜、预热试验、电压变化、稳态湿热、干

¹ 浙江省科技条件建设项目，合同编号 2011F10057。

扰性能试验、基本安全性能试验、量程稳定度以及结构核查等。在这些测试项目中包含了如下参数：质量，即加载砝码量；角度，旋转测试；时间，涉及到蠕变、回零测试；环境条件，温度、湿度；电参数、电磁环境等。测试不仅是单一参数，还可能是多参数的结合，如蠕变为最大秤量在 30 分钟的变化情况；旋转测试是在 80%最大秤量下，顺时针和逆时针间隔 90°的测试；稳态温湿为某一温度、湿度条件下的称量性能。

电子吊秤计量测试装置的设计基本原则：（1）合适的最大秤量范围，即最大的砝码总量。过小，不能适用产品升级和发展的要求；过大，造成人力、财力的资源浪费；（2）满足 OIML R76-2006 及 JJG555-1996 中关于型式评价的要求，实现逐级加载和逐级卸载；（3）满足旋转测试要求，可实现顺时针、逆时针 90°位置；（4）满足最大秤量、30min 蠕变测试；（5）满足温度试验、稳态湿热试验；（6）自动化控制，代替人工劳动。

目前电子吊秤测量范围较大，使用较多的为 1t 到 30t 之间，50t 及以上的电子吊秤也有应用，为确保项目建设的前瞻性和现实意义，选定最大秤量为 30t 的测量范围，即最大砝码总量为 30t；其次，测试过程应尽量采用自动化手段，减少人工干预，提高工作效率；操作程序应尽量做到“傻瓜化”，提供更为人性化的操作模式；结构设计上，尽可能选择较为可靠的技术模式，尽量减少新技术概念引入的风险。

三、电子吊秤计量测试装置

电子吊秤计量测试装置结构如图 1 所示，整体共 3 层结构，下面两层为砝码组，其中底层为大砝码组，规格为 500kg、1000kg、2000kg 和 5000kg；中间层为小砝码组，规格为 10kg、30kg、50kg、100kg 和 300kg；顶层为工作空间，电子吊秤悬挂在吊杆和丝杆之间，温湿度试验箱采用可移动结构，不使用时，搁置在旁边；顶部设计为电机驱动丝杆，可实现旋转测试。

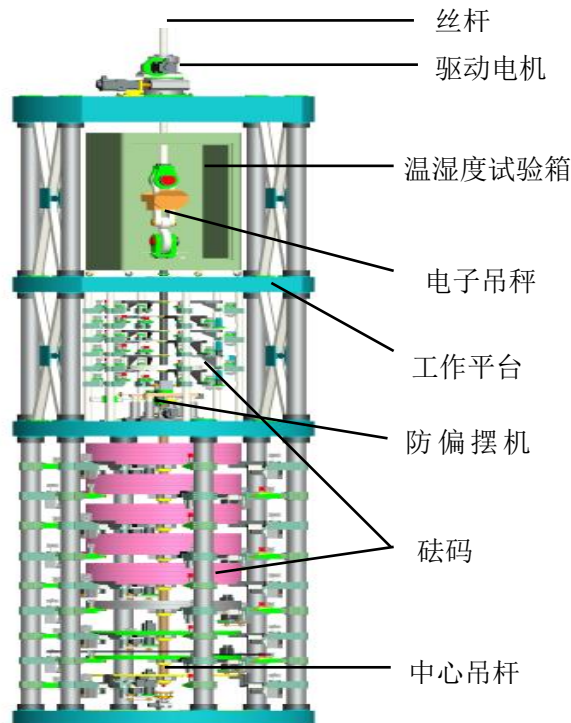


图 1 电子吊秤计量测试系统结构图

1. 砝码组合及配置

电子吊秤计量测试装置配置了 M_1 等级砝码组，砝码规格如表 1，其中 2000kg 砝码和 5000kg 砝码组均由 1000kg 砝码组合而成，如此设计是因为质量比较仪最大量程为 1000kg，可利用现有设备进行溯源活动。如此砝码配置可满足 (1~30) t 电子吊秤的称量测试，满足 20e、500e、1/2Max、2000e 和 Max 测试点要求，砝码配置可实现测试点如表 2 所示。

表 1 配置砝码组

砝码规格	10kg	30kg	50kg	100kg	300kg
数量	2	1	1	1	1
砝码规格	500kg	500kg	1000kg	2000kg	5000kg
数量	1 (中心吊杆)	1	2	1	5

表 2 电子吊秤计量测试装置测试能力及测试点

	电子吊秤最大秤量 Max/kg							
	1000	2000	3000	5000	10000	15000	20000	30000
10e	5	10	10	20	50	50	100	100
20e	10	20	20	50	100	100	200	200
	50	50	100	100	500	500	500	500
	100	100	200	500	1000	1000	1000	1000
	150	200	/	/	/	/	2000	2000
500e	250	500	500	1000	2500	2500	5000	5000
	/	/	1000	2000	/	/	/	10000
1/2max	500	1000	1500	2500	5000	7500	10000	15000
2000e	/	*1500	2000	4000	*8000	10000	*15000	20000
max	1000	2000	3000	5000	10000	15000	20000	30000

注：*非 2000e 对应点，而是根据砝码配置，在 1/2Max 和 Max 之间插入的测量点。

2. 丝杆、驱动电机系统

丝杆、驱动电机系统主要功能是调整丝杆的合适高度，以适应不同型号、规格的电子吊秤，可实现丝杆、电子吊秤、中心吊杆的自适应调整对中；旋转测试；砝码的升降，以满足装配、拆卸和周期检定要求。

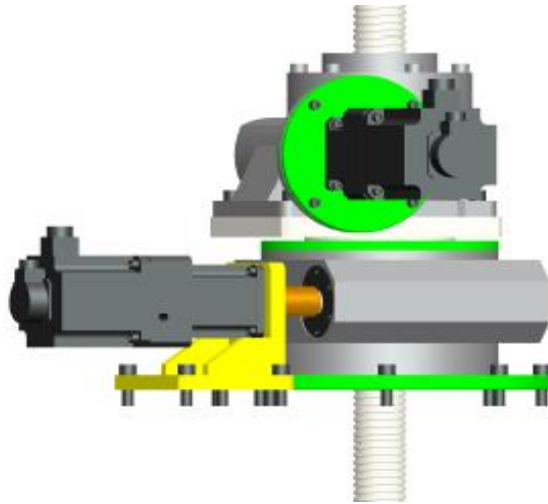


图 2 顶部丝杠、驱动电机系统

3. 砝码升降机构

通过同步带，采用一个伺服电机同步驱动三个滚珠丝杠升降机构，实现三点联动，保证砝码加、卸载时的同步平稳。同步带集齿轮传动，带传动等优点于一身，并且成本低；通过导向结构，可以实现空间任意角度、任意位置的高速同步精确传动。

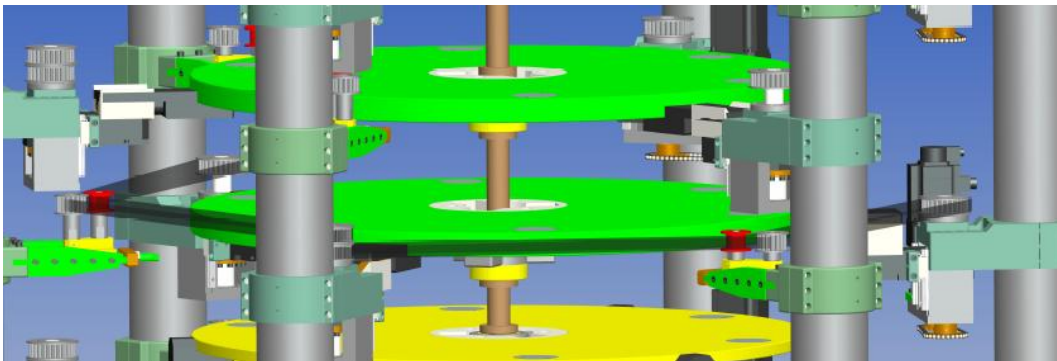


图 3 同步带驱动示意图

4. 质量保持系统

受配置砝码的限制，在某些测量质量点，需要先卸载部分砝码，然后再加载较大的砝码，从而实现加更大的加载量，这个过程就是砝码交换过程；如果按照上述的步骤，不可避免的就违背了“逐级加载、逐级卸载”的原则。解决方法：在卸载部分砝码时，给中心吊杆强制施加约束，通过传感器反馈，强制保持其原有的质量值；在加载较大砝码时，缓缓解除约束，使得加载砝码逐渐的落在中心吊杆上，从而保障逐级加载的要求。

此外，在被检电子吊秤意外发生断裂，加载砝码下落，力保持机构还能阻止下落过程，使得砝码质量承载在该机构上，起到保护作用。

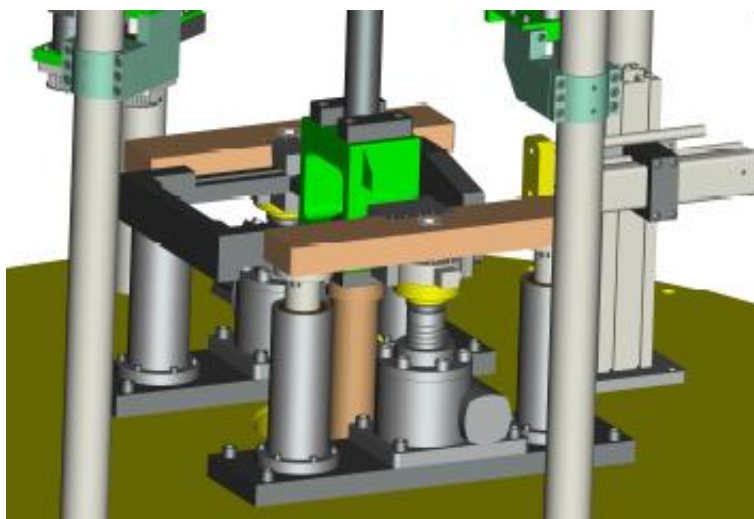


图 4 砝码交换力保持机构

5. 砝码卸载通道

砝码作为一种实物量具，其数值变化量极小，但砝码仍需定期进行检定或校准，JJG99-2006《砝码》7.5.3 规定了专用砝码的检定周期，需遵循其相应设备检定规程中的有关规定。在电子吊秤计量测试装置中设计了一个六边形地基基础和下通道，通过中心吊杆的升降，将砝码逐级下落至下通道的小车，运输出来进行检定。这种独特的结构空间设计，完全改变了以往静重机砝码装配后难以进行溯源的情况。

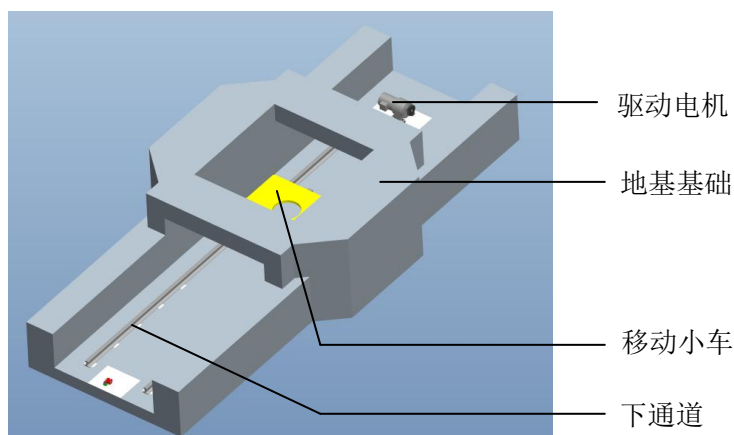


图 5 砝码卸载空间示意图

四、电子吊秤计量测试装置建设

在新基地实验室建设开始筹划、设计实验室的面积，楼层的高度；施工地基基础部位；到设备进场主框架的安装、砝码的装配；工作平台混凝土夹层的浇筑；实验室的装修；设备的调试等。图 6 为砝码现场称重图片，图 7 为建设过程图片，图 8 为建设完工图片。



图 6 砝码现场称重照片



图 7 电子吊秤计量测试装置安装过程



图 8 电子吊秤计量测试装置（顶层工作空间、中间层小砝码组、底层砝码组）

五、结束语

电子吊秤计量测试装置尽管建设完毕，但其运行和提供计量测试服务却是刚刚开始。衡器计量是传统的计量领域，从古代到今天，跨越了几千年的时间，但其计量方法仍未变化，仍是采用标准砝码比较的方式；但衡器计量也出现一些新的状况，称量范围的不断扩大，电子汽车衡达到 200t、电子吊秤达到 100t，远超过个人动手能力所承受的劳动强度，因此更新计量测试设备，采用机械、自动化的方式替代人工劳动将成为不可逆转的趋势，电子吊秤计量测试装置也是在自动测试领域的一次尝试。

参考文献

1. JJG555-1996, 非自动秤通用检定规程.
2. OIML R 76-2006, Non-automatic weighing instruments Part 1: Metrological and technical requirements – Tests.
3. GB/T 11883-2002, 电子吊秤.

作者简介

马丙辉，男，出生于 1979 年，浙江省计量科学研究院衡器专业，博士，高级工程师。