[传感器]

一种高精度的专用容栅传感器自动测试装置

文/北京航天试验技术研究所　王玉珍　薛 炜　张 磊　贺小军

设计了一种专用的容栅传感器自动测试装置，该测试装置由固定装置结构和联动装置结构组成。配置光栅尺、步进电动机等设备，从而实现高精度自动测量。该装置使用简单，操作方便，极大地提高生产检测效率，有效降低人工干扰。

针对传统人工测试容栅传感器存在的工序烦琐、不稳定等问题，急需设计一款操作方便，能高效率、可靠地对多款数显组件产品的容栅传感器进行功能指标和性能指标检测的自动设备。

本文提出设计一种高精度的专用容栅传感器自动测试装置，该装置满足自动化测试的需求，同时采用高精度光栅尺，对容栅传感器实现高精度检测。通过该装置的使用，降低了人工成本，提高了容栅传感器质量检测效率。

自动测试装置设计

通过对现有的容栅传感器测试装置进行调研，并根据上述对该测试装置的基本功能需求，本文内容主要包括固定装置结构设计和联动装置结构设计两部分。

1. 固定装置结构设计

本文自动测试装置固定装置结构主要由快速夹钳、测头、待测件托盘、底座和显示操作部分等组成，其装置结构图如图 1 所示。

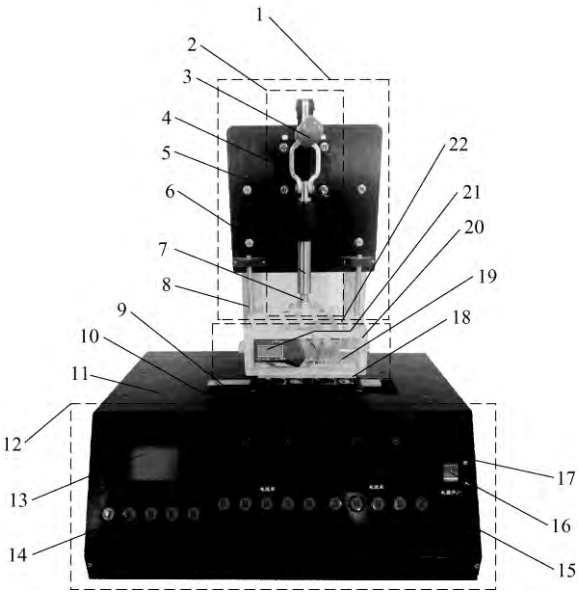

图 1　自动测试装置固定装置结构图

1—快速夹钳部分　2—快速夹钳　3—夹钳手柄　4—夹钳底座
5—快速夹钳架　6—夹钳推杆　7—夹钳压头螺丝
8—轴　9—容栅测标尺　10—待测件托盘
11—底座　12—显示操作部分　13—显示屏　14—控制测量按键
15—电流表　16—电源开关　17—指示灯　18—测头托盘
19—测头探针　20—测头座　21—液晶显示部件　22—测头

（1）快速夹钳部分设计

快速夹钳部分主要包括快速夹钳、快速夹钳架。快速夹钳包括夹钳手柄、夹钳底座、夹钳推杆和夹钳压头螺丝等。快速夹钳架通过支架固定在测试装置底座水平面上盖板处，夹钳架设计夹钳安装槽、支架及机械件安装孔。推拉式快速夹钳通过夹钳底座的安装螺丝孔将其固定在夹钳架安装槽上，夹钳压头螺丝压紧测头座。由于夹钳推杆推拉伸缩行程有限，为保证测头探针垂直压到待测件，可根据夹钳架安装槽预留的长度，调节快速夹钳安装高度。

上述所选的快速夹钳，能够实现快速夹持、快速定位，从而提高了检测效率，并且其属于精密加工部件，耐受力较强，可以长时间使用，安全可靠。当不进行待测件检测时，可将快速夹钳松开，降低测头探针长时间压合待测件导致的探针磨损。

（2）测头设计

本文测头部分主要包括测头座、测头托盘和液晶显示部件。测头座通过测头座底板，与轴、轴承连接；轴与机械件等相互配合，经安装孔固定于夹钳架与测试装置底座水平面上盖板之间。测头托盘装有探针，安装在测头座底板。液晶显示部件安装于测头座正面。通过测头座与快速夹钳紧密配合，推拉夹钳实现垂直方向测头探针松开或压合待测件测试点。

本文测头探针包括待测件测试点探针及定位探针，探针头如有损坏，可直接进行更换。该处测头液晶屏用于观察待测件各按键功能、当前走数和液晶显示是否正常。

（3）待测件托盘设计

本文待测件托盘固定在测试装置底座水平面上盖板位置，用于放置待测件。该托盘固定位置要求精准，与容栅测标尺间隙必须严格符合检测要求。本文可通过待测件托盘安装孔微调该托盘 X 方向，Y 方向位置，从而确保测头下压时，探针准确压合待测件测试点。此设计充分考虑到测试装置兼容性问题，将测头托盘和待测件托盘设计成可更换部件，方便测量多款不同待测件。

（4）底座设计

为方便测试、安装、升级与维护，该测试装置底座设计为梯形体，底座水平面上盖板与后盖板、水平面下盖板与前盖板均采用合页连接；底座两个侧面板与水平面上盖板、前盖板均采用搭扣连接。

底座水平面上盖板与待测件托盘之间，放置容栅测标尺；底座正面设计为测试装置人机交互部分；底座侧面设计手槽，方便测试装置移动及散热；底座内部空间用来放置联动装置及其他硬件设备部件。为了使测试装置能够稳固、可靠使用，测试装置所用机械件必须满足加工精密、优质坚固和防震等要求。

（5）显示操作部分设计

显示操作部分即测试装置人机交互部分，该区域包括指示灯、电流表、电源开关、控制测量按键及显示屏，此处显示屏用于显示待测件的序号、精度和方向等测试信息。

2．联动装置结构设计

本文自动测试装置联动装置部分安装于测试装置底座内部上盖板处，主要包括步进电动机、丝杆直线导轨滑台模组、光栅尺和底座等部件，结构图如图 2 所示。

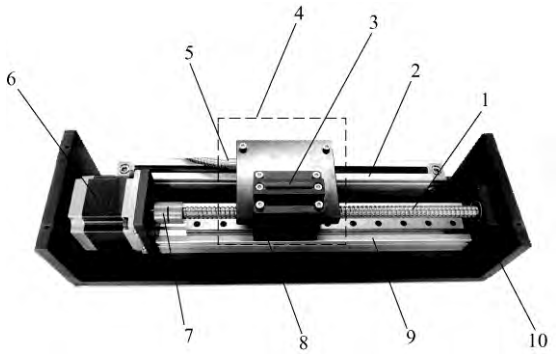

图 2　自动测试装置联动装置结构图

1—丝杆　2—标尺光栅　3—容栅测标尺尺托　4—移动块 A　5—光栅读数头　6—步进电动机　7—联轴器　8—滑块　9—导轨　10—底座

步进电动机安装于丝杆导轨滑台电动机支座处，导轨滑台和标尺光栅固定在联动装置底座上。通过机械件固定丝杆滑块和光栅读数头在同一水平面，该机械件顶部安装容栅测标尺尺托，将丝杆滑块、机械件和测标尺尺托作为一个整体移动块 A。

步进电动机通过联轴器驱动丝杆转动，从而推动移

（下转第 79 页）

市场申报次日各时段愿意提供的出力、备用容量、ACG容量/里程以及相应的报价，优化目标为系统综合效益最大化，即在保证最大程度接纳新能源的基础上购买电量和辅助服务的总成本尽量小；在日内市场申报周期为4 h，优化目标和约束条件与日前相同；实时市场以未来15 min系统调节总成本最小为优化目标，系统调节成本包括购买电量成本和调频里程成本。

此外，当电力系统出现短期容量或电力短缺时，发电侧单边竞价形成的分时电价可能给予不了用户进一步削减负荷的激励，引入用户侧参与竞争并进一步采用15 min或5 min分时节点电价可以更精确地反映每天各时段供需关系和有效传达电价信号。同时，为了进一步促进新能源消纳，在成熟阶段可对用户采取两部制实时电价机制。该电价机制可以通过负荷基准线的设计为电网友好型负荷资源提供一个对冲实时电价波动风险的途径，从而鼓励更多的电网友好型负荷以独立或聚合的形式参与电力多边交易市场。同时，基于对负荷基准线的设计，进一步引导电网友好型负荷资源的增、减用电行为，更有利于促进本地区的新能源消纳。

在两部制实时电价机制中，用于计算的用户基准线负荷极其重要。本文通过三步计算获取用户基准曲线：

1）根据用户历史负荷求得用户正常用电的平均负荷值。

2）在假设负荷具有足够的柔性的前提下，优化求解获得系统能给出友好促进系能源消纳的理想负荷运行曲线。

3）用户正常用电平均负荷值与理想负荷标幺曲线乘积即为两部制实时电价的用户基准线负荷。对用户而言，该方法可以公平有效地激励用户参与市场；对系统而言，该方法以新能源消纳为目标，确保最大化全社会边际效益。

结束语

储能、可中断负荷等电网友好型资源参与电力市场有很大的应用前景，可以增加系统备用，保障电网安全，参与调峰促进新能源消纳，参与调频辅助同步联网，通过市场手段减少有序用电的发生，从供需平衡上改善电力系统运行状态。同时，能够鼓励用户侧参与市场，随着储能技术发展和储能行业的壮大，吸引更多社会资本参与电力系统的建设与运行，并可在一定程度上降低政府部门对电力系统的投资成本和电力系统自身的运行成本，产生直接的经济效益和社会效益。

此外，储能、可中断负荷等电网友好型资源参与电力市场还需要相关软硬件基础设施的支撑，例如用于直控负荷或储能的自动控制装置，以及高级计量装置、智能电表等硬件基础设施，和服务系统、管理系统、监管系统、终端嵌入式软件、聚合商管理系统和用户能量管理系统等软件设施。以上需求为5G通信、大数据、云计算和区块链等新兴技术提供了应用场景，技术的发展也将影响市场管理模式，带来新的机遇。**EA**

（收稿日期：2021.01.22）

（上接第65页）

动块A带动容栅测标尺及光栅读数头前后移动，进而实现自动化高精度检测。该丝杆负载能力强，抗干扰性较强，能够实现精度较高的定位。

上述联动装置结构设计方案中，移动块A各部件要求实现紧密配合，减小由于步进电动机转动引起的振动，保证测试装置采集数据的实时性和抗干扰性。

该自动测试装置的固定装置、联动装置各结构部分均精确定位，互相配合，使整体结构设计简单高效，稳定可靠，确保了测试装置能够进行高精度检测。

结束语

本文研发的专用容栅传感器自动测试装置，通过特定的结构设计，配合光栅尺、步进电动机等控制设备，能够快速、自动地实现待测件高精度测量，并将检测误差、精度实时显示在显示屏上，便于测试者对测试结果进行观察及记录。该测试装置解决了手工测试时间长、干扰较大等缺点，满足设计的基本功能需求，制作周期短，造价低，技术含量高。**EA**

（收稿日期：2020.08.13）