

“智能型耐高温电子称量装置”创新资金项目研究介绍

余姚市通用仪表有限公司 罗伏隆

摘要：创新资金项目“智能型耐高温电子称量装置”，主要由耐高温称重传感器制造方法、智能重量变送器仪表技术、称重数据无线发射与接收仪、防高温抗冲击模块式秤体结构等构成。项目研发，解决了高温称重传感器制造方法，发明研制了缓冲型模块式秤体装置，发明研制了全罩式防护缓冲型电子秤机械结构，解决称重数据远程采集传输；项目技术产品在国内冶金企业得到应用，替代进口产品，降低外汇支出，节约改造成本。

关键词：称重技术 高温 创新 专利 发明

一、项目立项背景与作用意义概述

余姚市通用仪表有限公司的高温称重传感器，高温钢包电子秤开发项目，得到了宁波市科技部门的支持，于2006年被立项为宁波市创新资金项目。

项目所属技术领域为光机电一体化称重计量技术领域。近年来，我国的称重技术取得了迅速发展和广泛应用，已进入了“全电子衡器”新时代。但是，我国目前的电子秤技术，在动态计量、大吨位计量、高温环境计量的电子衡器仍是一个薄弱环节，制约了生产效率的提高。所谓“高温”环境，是指电子衡器设备所处的现场环境温度超出+50℃。如钢铁冶金企业的钢水（1650℃）计量、铁水计量（钢水包的周围环境温度达200℃及以上）及热焦炭计量、热烧结矿计量、红钢坯计量、轧制在线计量等。

随着社会经济的发展和称重技术的广泛应用，高温环境用电子称量装置的开发应用与需求日益迫切。高温环境用电子称量装置具有广阔的市场前景。

二、创新资金项目“智能型耐高温电子称量装置”主要研发内容

项目主要进行如下研究：1、耐高温称重传感器的制造方法；2、高温环境称重数据采集传输处理方法和智能重量变送仪表的设计研究；3、耐高温称重秤体装置的设计研究。替代进口产品，实现高温称重产品国产化，以解决称重技术在高温环境条件下的应用难题。

高温环境条件下，尘土多、湿气多、噪声大、干扰大。本创新资金项目重点研究和解决高温环境称重计量装置设计难点：

A、环境温度高于50℃以上，如钢水温度高达1650℃左右，钢水包称量装置的环境温度达到200℃以上；要求称重传感器和信号电缆必须适应以上高温环境。

B、载重吨位大，冲击力强，传感器容易受损，秤体机械结构必须具有抗冲击能力。

C、在移动中操作，称量操作时间短，要求快速准确，称重信号采集要快速响应。

D、温度高，热幅射强，甚至有钢水钢渣溢出，器件与电缆容易被烧损，称重传感器与信号电缆的安装必须具有防烧损保护；

E、使用环境差，干扰多，传感器采集的重量信号传输困难，称重信号需要远距离传送和抗干扰；

为解决以上技术难点，智能型耐高温电子称量装置项目，开展了如下技术创新和攻关。

1、研究发明高温称重传感器制造方法（专利申请号为：200710164758.9）

（1）本发明克服原有技术的缺憾：对于高温环境用称重传感器，当周围温度升高时，

弹性体热膨胀，也会使应变计发生微应变，从而造成桥路电阻的变化，使得电压输出产生变化，因此，对于高温环境用称重传感器，弹性体及应变计不但是一个力敏载体，同时也是热敏元件。而且，当环境温度升高时，各种材料由于热胀冷缩不同，产生的零点温度飘移会明显的表现出来。这些因素会影响称重传感器在高温环境下的稳定性及准确度。原有的制造方法不能解决上述问题。

(2) 本发明采用温度补偿技术和弹性体加工工艺、应变电桥加工工艺、表面防护层处理工艺、温度补偿加工工艺等，解决上述技术问题。采用该方法制造的称重传感器，能适应在高温环境下的长期使用。

2、发明研制缓冲型模块式秤体装置（申请了实用新型专利 200920118451.X）

(1) 本发明克服原有技术的缺憾：在传统的电子秤结构中，秤体体积笨、大、粗、重，使用时须整体安装；而在计量应用中，对大型物料罐、车的计量，需要跨载式或分段式计量；如对大型钢水包的计量，就需分左右支撑吊耳，钢水包的重量才能分左右传递到秤体上，以取得重量信号；如对移动车辆的计量，需分别计量前轮段和后轮段；整体式的大型秤体，安装就很困难；单元式模块化秤体的分别安装，简便适用。

(2) 本发明针对上述原有技术的不足，研制发明了结构整体化的模块式秤体。本技术装置由秤体框架、传感器限位装置、称重传感器、传感器压头、水平缓冲套、垂直缓冲套、缓冲蝶簧、承压头、定位压圈、紧固件等构成一个模块整体，安装维修简便。本发明主体结构 and 由此构成的模块式刚性秤体如图 1，由本发明构成的车载式耐高温秤体结构如图 2。

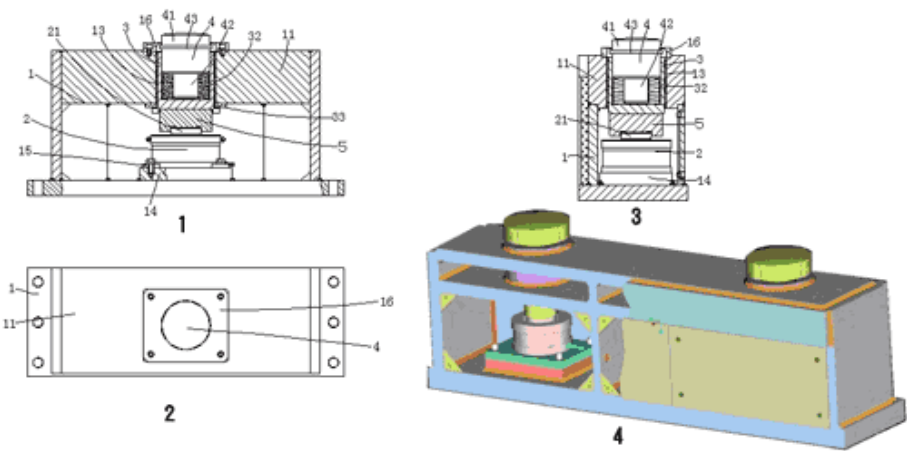


图 1 模块式刚性秤体

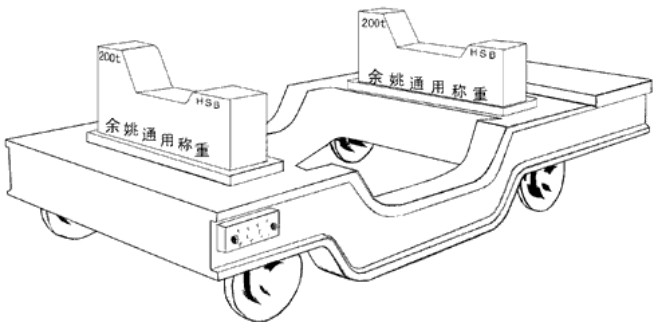


图 2 车载式耐高温钢包电子秤结构模式

3、发明研制全罩式防护缓冲型电子秤机械结构（专利号为：LZ200820164058.X）

（1）克服原有技术缺陷：普通式电子秤，其秤体的秤台面与安装秤坑或支承架座四周平齐，且有 10 毫米至 20 毫米缝隙，会造成秤台面上的杂物与尘土等由缝隙落入秤坑；杂物会造成秤体卡塞，影响计量性能和准确度；另外，普通电子秤一般由单秤体组成承重机构，秤台承载力直接传递到称重传感器。当承载器受冲击时，其冲击力直接传递给传感器，致使称重传感器容易损坏。

（2）针对上述原有技术的不足，本实用新型提供一种结构简单、加载便捷、抗震缓冲效果好的全罩式防护缓冲型电子秤。全罩式防护缓冲型电子秤，采用上下双秤体结构，上秤体与中秤体之间垫设有二组以上缓冲装置（基本结构如图 3）。

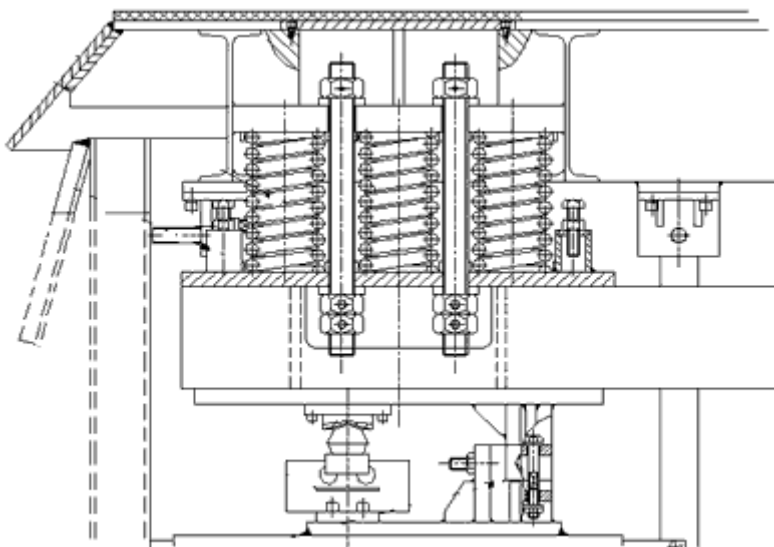


图 3 全罩式缓冲型电子秤基本结构图

4、采用数字通讯技术和计算机软件技术，设计研制称重数据无线发送/接收仪，解决称重数据远程采集传输。仪表软件技术取得计算机著作权证书二项（证书号为 2008SR24757 和 2008SR22830）；称重数据无线发送/接收仪原理与产品结构如图 4。

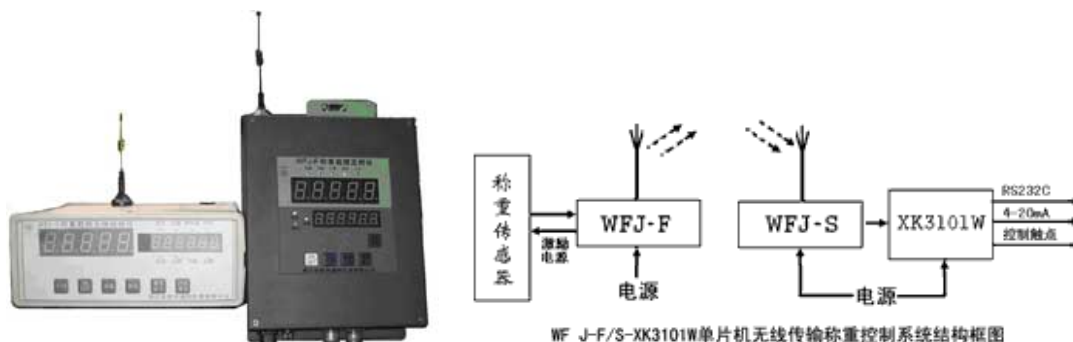


图 4

三、创新资金项目“智能型耐高温电子称量装置”技术应用举例

项目技术应用实例—智能型 450t 大吨位耐高温电子秤在宝钢的应用。

（一）现场工艺技术条件

宝钢三炼钢厂进行的硅钢钢种拓展，需对转炉的出钢量进行控制，为后道精炼工序的处理创造必备的条件。转炉出钢的过程中，对出钢量控制在目标值的 $\pm 2t$ 以内，原有的设备流程无法实现。针对此种状况，宝钢大型转炉钢包车称量装置科研项目组与余姚市通用仪表公司进行技术合作，研制了 450t 无线传送数据智能型大量程耐高温电子称量装置，以对出钢量的控制提供一种检测手段。

为达到炼钢工艺要求，在转炉出钢车上设计安装的在线计量电子秤，要求满足现场工况的以下要求：

（1）称量范围：0-500 t。

（2）综合准确度：

静态校准准确度： $\pm 0.2\%F.S$ （误差 $\pm 1t$ ）；

动态称量准确度： $\pm 0.4\%F.S$ （误差 $\pm 2t$ ）。

（3）用标准砝码在全量程范围内五点校准，最大误差不大于 $\pm 0.2\%F.S$ （误差 $\pm 1t$ ）。

（4）出钢后（450t 左右）的钢包静置 20 分钟，称重显示数值的变化不得大于 $\pm 1000kg$ 。

（5）重复性要求：在多次加载同一载荷下（450t 左右），最大误差不得大于 $\pm 0.12\%F.S$ （误差 $\pm 600kg$ ）。

（6）出钢前后，钢包由行车吊运安放，即空包时为 150t 左右，满包时为 450t 左右，对秤体有较大的垂直冲击力，要求秤体具有抗冲击和抗过载能力。

（7）注入钢水的出钢车，在运行时会产生较大的水平推力，要求对秤体采取有效措施，克服水平冲击对称量的影响。

（8）由于钢水的温度在 1650℃左右，钢包包壁温度在 260℃左右，对周围设备造成一定的烘烤，所以电子称重设备必须为耐高温。

（9）在称量信号传输方式上，为了避免受到动力电缆的电磁辐射干扰，选择采用无线传输方式，即在出钢车上安装发射装置，在操作平台上安装接收装置及控制器，并在两地安装大屏幕显示器，满足现场操作的需求。

（二）技术方案

为了方便维护、减少现场改造工作量，采用将秤体安装在车体主梁上的设计方案。

1、秤体结构

秤体采用优质碳钢整体焊接形成五面封闭的箱体结构，称重传感器安装在箱体中间，外围采用绝缘隔热材料，避免钢水溅射，保证称重传感器正常工作。秤体两端增设钢包入位导向架，保证钢包能够正常计量且又起到安全保护作用。

秤体由称量箱体、称重传感器、导向架、垂直缓冲器、水平缓冲器、承载头、接线盒及

无线称重控制器等组成，秤体结构如图 5 所示。

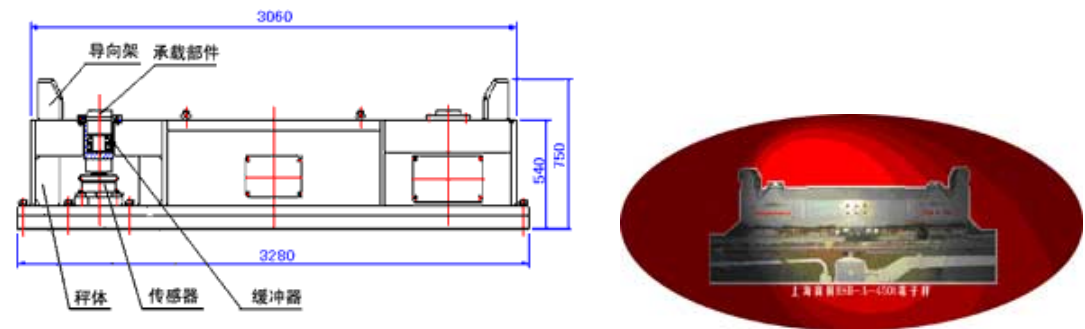


图 5 HSB—450 秤体结构实物图

电子秤配置结构如图 6 所示。HSB—450 移动式耐高温钢包电子称量装置，由移动钢包车、模块式耐高温秤体、耐高温称重传感器、耐高温信号电缆、现场无线发送与接收仪、大屏幕显示器等组成。

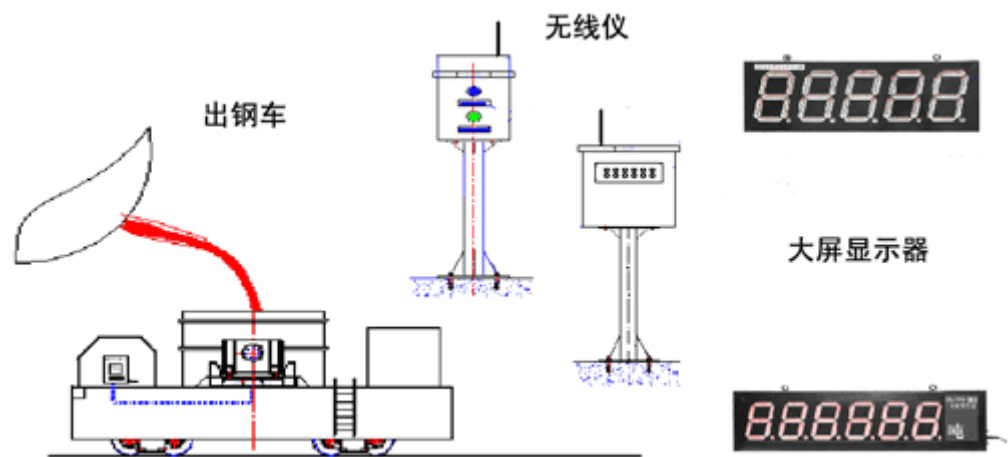


图 6 出钢车电子秤配置示意图

2、性能特点

- (1) 称重传感器选用耐 250℃ 高温、抗过载 300%、抗侧向能力强的环式传感器，能在 250℃ 高温状态下工作。
- (2) 由于钢包座入时，会产生强大的冲击力而影响称重传感器的正常使用，承载器采用碟簧缓冲结构。
- (3) 为抵御外界钢水的溅射，秤体采用全密闭结构对称重传感器进行保护，并对秤体窗口板采用斜钢板保护。
- (4) 车体启动或刹车时，具有水平冲击力，采用耐高温耐高压的高强度导向缓冲套，保护秤体及称重传感器。
- (5) 为避免仪表线路被烧现象，造成有线计量信号损坏，采用无线通讯技术实现称重信号无线传输，达到远距离（≥300m）采集称重数据的计量目的。

为了验证转炉出钢车称量装置总体性能是否达到设计要求, 由宝钢炼钢厂第二炼钢分厂、上海中冶技术有限公司、余姚市通用仪表有限公司对 HSB-A-450t 大型转炉出钢车称量装置进行了现场安装、调试、校准及热试车(现场安装实景如图 7)。



图 7 HSB-A-450t 大型转炉出钢车称量装置安装现场

(1) 标定工作台：用行车将特制的标定架放置在出钢车称量装置上四个受力点上，调整防翘限位装置确保其安全可靠。

(3) 校准方法：按称量装置校准要求预压几次后，以 50%左右作为校准基准设定点，然后进行“砝码”加减作为进程和回程与实际值比较。

(4) 其它考核方式按设计要求进行考核。

(1) 以 426.8t 标准钢环作为基准进行静态校准, 数据如下:

砝码 (t) 项目		19.92	40.02	60.10	79.96	100.15	120.16	140.30	160.30	180.22	200.25	220.38	426.80
示 值 (t)	进 程	19.8	39.8	59.9	79.8	99.6	119.4	139.5	159.6	179.6	199.5	219.5	426.6
	回 程	19.9	39.9	60.1	80.1	99.8	119.7	139.7	159.9	179.9	199.8	219.8	/
实际误差(t)		-0.12	-0.22	-0.20	-0.16	-0.55	-0.76	-0.80	-0.70	-0.60	-0.75	0.88	-0.20
允许误差(t)		$\pm 1t$											
结 论		符合设计要求											
备 注		出于安全考虑没有把现场 500t 钢坯全部放置标定架上, 所以数据从 220.38 至 426.8 中间没有数据。											

(2) 以 220.38t 标准钢坯作为基准进行静态校准，数据如下：

砝码 (t) 项目		19.92	40.02	60.10	79.96	100.15	120.16	140.30	160.30	180.22	200.25	220.38	426.80
示 值 (t)	进 程	20.4	40.6	60.4	80.8	100.3	120.6	141.1	161.1	180.8	200.7	220.4	425.9
	回 程	20.6	40.8	60.6	81.0	100.5	120.8	141.3	161.3	181.1	201.3	220.7	/
实际误差(t)		0.48	0.62	0.5	0.86	0.15	0.44	0.8	0.8	0.58	0.45	0.02	-0.90
允许误差(t)		±1t											
结 论		符合设计要求											
备 注		由于出于安全考虑没有把现场 500t 钢坯全部放置标定架上，所以数据从 220.38 至 426.8 中间没有数据。											

(3) 测重复性误差

以同一钢包在称量装置上放置三次，求最大值与最小值的差值，作相对比较。最大误差为 0.3t，满足允许误差±0.6t 的要求。

(4) 动态校准

A：仪表置零后，放置 220.38t 的钢包，仪表实际显示为：220.4t。出钢车从起吊位向出钢位行驶，测其各点的重量，实测数据最大误差 0.4t，满足许允误差±0.6t 的要求。

B：出钢过程中的测试：出钢车从起吊位放置热空包向出钢口位行驶，出钢后又原路返回起吊位，测其各点的重量，实测数据最大误差 0.2t 和 0.3t，满足允许误差±0.6t 的要求。

(5) 温度影响试验

试验方式：出钢后的钢包车行驶至起吊位静止 20 分钟，记录其起始时、5 分钟、10 分钟、15 分钟、20 分钟各时间段显示值的变化量。最大变化量为 0.4t，满足允许误差±1t 的要求。

3、应用测试结论

综合上述各项测试数据及使用情况，耐高温称量装置达到设计要求，能满足出钢现场高温环境使用需求，同时也解决了国内大吨位热态钢水包计量的难题。据有关资料与数据表明，HSB-450t 车载式耐高温钢包电子秤，是目前国内量程最大的冶炼用钢包电子秤，具有较大的推广应用范围。

四、结语

创新资金项目“智能型耐高温电子称量装置”结题完成后，由宁波市科学技术局组织由冶炼设备专家、计量技术专家、财务审计专家、科技管理专家组成专家验收评审组，通过评审验收。该项目技术成果已转化为产品生产，已在国内各大冶金企业得到推广应用，效果较好。

创新资金项目“智能型耐高温电子称量装置”的研究开发成功，在上海宝钢、柳钢、广钢、常州中天钢厂、涟钢、首钢等三十多家炼钢厂得到应用，为用户节省外汇支出，降低用户综合成本，产生了较大的经济效益和社会性经济效益。

同时，在宁波市科技部门的扶持下，年产 500 台高温电子秤的生产改造项目，得到余姚

市政府批准立项，完成投资 2000 多万元生产扩建工程，形成新的生产规模；经余姚市政府部门批准，“余姚市通用仪表耐高温称重设备工程技术中心”组建运行，余姚市高温称重设备生产制造基地形成，将推动高温称重技术在国内的发展与应用。高温称重技术将为国内高温称重计量装备国产化改造做出新的贡献。

作者联系方式

通讯地址：浙江省余姚市中山中路三江口

邮政编码：315400 电话：0574-62736258

Email: hnhyulfl@126.com