

# 高炉槽下称重系统数字化改进

代劭威

(河钢集团邯钢公司自动化部, 河北邯郸 056003)

**摘要:** 通过对高炉称重系统数字化改造的可行性的论述与实施, 表明了数字化技术应用于槽下料斗秤, 不仅解决了维护人力成本高、难度大等现实维护问题, 同时因为使用了数字化的仪表箱与通讯设备, 以至于避免了因电磁信号等客观因素产生的干扰, 大大提高了计量数据的准确性与运行状态的稳定性, 使得高炉能够更加准确的控制料批的速度, 在料斗出现问题时更够精准的分配重量, 不至于使高炉减料。可以在电子衡器中广泛应用与推广。

**关键词:** 高炉; 槽下; 料斗秤; 数字化信号; 称重传感器

## Digital Improvement of Weighing System Under Blast Furnace Trough

DAI Shaowei

(Hebei Iron and Steel Group Handan Iron and Steel Co., Ltd., Handan 056015, China)

**Abstract:** Through the discussion and implementation of the feasibility of the digital transformation of the blast furnace weighing system, it shows that the application of digital technology to the hopper scale under the tank not only solves the real maintenance problems such as high labor cost and difficulty, but also because of the use of digital The instrument box and communication equipment avoid the objective factors caused by electromagnetic signal interference, greatly improve the accuracy of measurement data and the stability of operation status, so that the blast furnace can more accurately control the speed of the material batch, and problems occur in the hopper When the weight is distributed more accurately, it will not reduce the blast furnace. It can be widely applied and popularized in electronic weighing instruments.

**Keyword:** Blast furnace; under the trough; hopper scale; digital signal; load cell

### 1 前言

随着电阻应变式称重传感器技术的逐渐成熟, 电子秤在计量领域早已大量应用。将模拟式称重传感器与称重二次表有机结合, 完成将被计量物体重量转换成相应的毫伏级电信号, 再在称重仪表中处理运算, 显示出相应的重量值。河钢集团邯钢邯宝公司邯宝炼铁厂现有 36 台模拟式称重料斗秤投入使用, 是高炉配料工艺计量体系的重要组成。由于高炉槽下工艺的客观条件, 导致料斗秤现场安装环境差、二次表按键使用频繁、外界干扰(对讲机电磁干扰与电缆磁场干扰)、不明因素较多, 进而导致二次表数值显示与 4-20mA 远传信号不稳定, 直接影响计量数据的准确性, 在日常的维护工作中投入的人力成本大, 同时在以半年为一个周期的周期校准过程中, 经常要使用千斤顶与标准压力器工作量大的同时, 费时又费力。几年来信号数字化技术逐渐成熟, 在电子衡器领域应用也越来越广泛。将数字化技术应用于高炉料斗秤的计量系统中, 使其维护成本降低, 校准工作量下降, 使计量结果更加精确, 提高高炉料批的控制精度。借助 1# 高炉大修机会将 1#高炉除集中斗外的 15 台分散斗称重系统进行数字化改造。

### 2 槽下称重系统的构成与原理

#### 2.1 槽下模拟式称重系统的构成

高炉槽下料斗秤的结构形式比较简单, 一般都是由三只传感器支撑称重料斗。整个模拟式的称重系统

系统由秤斗、模拟式传感器、模拟式接线盒、称重二次表、远传信号线组成。

河钢集团邯钢邯宝公司邯宝炼铁厂采用的是余姚太平洋称重工程有限公司生产的型号为 PA8110A 的仪表，传感器型号为 CZL-YB-4B，接线盒型号为 BJH-1C，传输信号为模拟信号，其原理图如图 1。

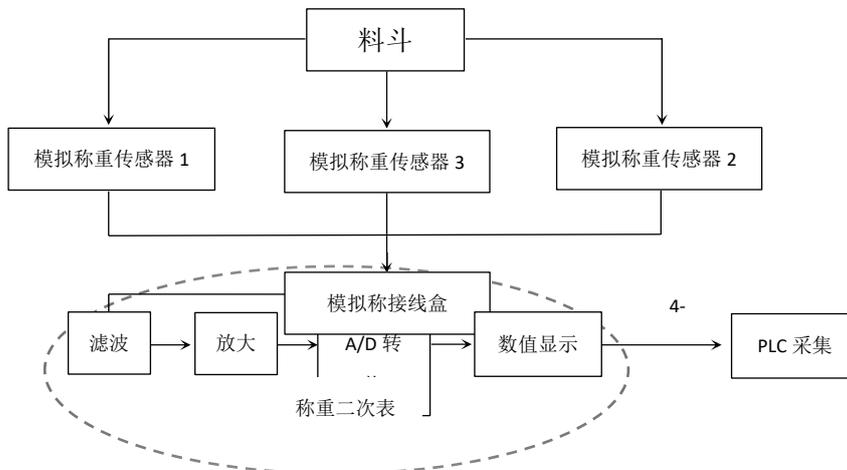


图 1 使用模拟式称重传感器、模拟仪表、模拟信号传输的高炉料斗称构成

## 2.2 槽下模拟式称重系统的工作原理

### 2.2.1 工作原理

传感器输出的与被计量物重量成正比的电信号在接线盒中并联后，送入称重二次表进行滤波、放大、A/D 转换等功能然后显示称重值，并以 4-20mA 信号输出至 PLC 进行计量。

### 2.2.2 控制原理

料斗称仪表控制加料设备向计量斗加料，通过计算仪表累计重量后给计算机发送反馈信号，计算机控制料斗，打开放料，放料完毕后自动关闭放料阀门。上述过程自动循环进行，仪表可自动累计物料重量，同时将结果上传到 PLC 柜，完成计量。

## 2.3 槽下数字式称重系统的工作原理

将称重传感器输出信号传输至 DBZ-2N 数字接线盒进行 A/D 转化，再将转化完成后的数字信号传输至二次表 PA8110D。称重二次表将显示的重量信号以数字化形式传输至 PLC，由 PLC 进行解析，进而实现称重信号的数字化采集。

## 3 槽下模拟式称重系统的弊端

1) 因现场工况环境的客观因素，模拟式称重系统的信号传输距离较远，大约有 200m，模拟信号在远距离的传输过程中容易受到干扰，影响信号的准确性。

2) 模拟式称重系统容易受到现场环境因素的干扰，对讲机、电缆容易对其造成很强的电磁干扰。槽下料灰同时伴有打水，容易致使二次表内部元件损坏。

3) 使用模拟器传感器的料斗称，在称体，传感器检修调整后，需要花大量的人力成本与时间成本，对其进行角度修正，电位器调整，称值标定等工作。

4) 模拟传输是一种不考虑其内容的传输，是传导能量的一种方式，传输的过程中必定损失能量，通过放大器放大其信号强度，在长途传输中需要一级一级放大其能量使其杂音随之增大，所谓失真。

5) 模拟式称重系统无法实现称重系统的远程运维功能，无法在线监测与故障判断，传感器一旦损坏必须拆下用万用表测量，就算是测量没问题也无法保证传感器的好坏，同时在判断故障时需要停止使用当前料斗，容易造成高炉料批减少，影响生产。

## 4 槽下数字式称重系统的优势分析

1) 数字信号的传输相对于模拟信号的传输可靠性更高，可以大幅提高信号的质量，增加计量的准确性。

2) 数字式称重系统采用 DBZ-2N 接线盒、PA8110D 型仪表, 并且将其集成至仪表箱内, 大大提升了抗电磁干扰的能力, 有效地避免了因现场使用对讲机或者电缆产生电磁信号的干扰。同时仪表箱防水防尘, 再加装了防尘锁紧头之后可以有效地抵抗现场的恶劣环境, 提升使用寿命。

3) 在检修数字式称重系统后, 秤体的角差调整将有二次表自动调整, 或者手动输入调整即可, 节省了大量的时间成本<sup>[2]</sup>。

4) 数字信号在传输的过程中也需要放大信号, 数字信号利用一种电路构成的门线电压将接收到的信号进行简单的重组再生, 生成完全消除衰减畸变的新信号(只注重其传输的 0、1 二进制的传输)<sup>[3]</sup>。

5) 数字式称重系统具有良好的自我诊断功能, 通过读取传感器的信息反馈至二次表可直接判断传感器的好坏, 同时进行在线监测, 大大减少了维修时间, 在生产先行的特殊条件下也可将坏掉的传感器剔除, 待有充足的检修时间在进行处理, 不会影响高炉的有序生产。

## 5 槽下数字式称重系统的改造方案

通过与余姚太平洋厂家的交流与现场分析, 现使用余姚太平洋 PA8110D 二次表与 DBZ-2N 数字接线盒与 PROFIBUS – DP 线借由大修机会进行 1#高炉槽下称重系统的数字化改造并提出以下方案, 见表 1。

表 1 改造方案与预计成果

计划目标	45 天内完成对 1#高炉槽下 6 台焦炭称、8 台矿称、一台焦丁称的数字化改造。消除现场恶劣工况环境对于称重系统的影响, 降低维护成本, 提高设备管理效率, 为工艺提供更准确地计量服务, 助力高炉有序生产。
具体实施内容	拆除旧设备: 将原有的 15 台 PA8110A 二次表拆除, 保留信号线与电源线, 将 15 个模拟式接线盒拆除。 安装新设备: 选择合适地点焊接集成仪表箱(15 台 PA8110D 二次表与相对应的 15 个数字接线盒 DBZ-2N), 将原有的信号线与电源线延迟至合适接线的长度并连接至仪表箱内, 新放置 DP 线至 PLC 站并制作 DP 通讯头连接至仪表内部。 调试校准: 新设备参数设置与校准, 信号的读取情况与强度。
完成目标	实现设备的远程运维, 可以读取各个传感器的运行状态, 称体参数与运行状态。 消除电磁干扰、环境干扰导致的信号问题, 提高高炉计量体系的准确度, 降低故障率, 缩短维护时间, 提升维护质量。

### 5.1 对现场仪表设备进行改造

1) 将原有的 15 块 PA8110A 型号二次表拆下, 并保留 4—20mA 信号线与 220V 电源线, 将与之配套的接线盒拆下, 注意保护三个传感器的线路避免传感器的信号线损坏。

2) 选择离地面高度适中, 不易淋水的位置焊接新的集成仪表箱, 并将原有的信号线与电源线焊接延长至接线位置, 传感器线清理干净后加装蛇皮管与锁紧头连接至新的接线盒位置。

3) 重新放置 DP 通讯线, 并制作 DP 接头, 每一台二次表一进一出两根 DP 线, 实现远程 DP 通讯, 同时保留 4—20mA 模拟信号。

### 5.2 新系统的调试

1) 检查机械料斗周边情况, 不能有卡蹭、横顶、倾斜等情况, 保证三个传感器均匀垂直受力, 传感器线路没有破皮, 开线情况。仪表柜内端子紧固, 不出现脱落情况。

2) 低压配电室合闸总开关, 不出现短路情况, 电笔测量 15 个仪表柜内分闸开关是否上火带电。

3) 依次对 15 台秤进行分闸合闸, 观察二次表运行情况, 接线盒红灯是否亮起。

4) 按照说明书设置称重系统基本参数包括计量单位、小数点位数、料称模式等等。

5) 开启传感器识别功能, 设置三个传感器模式, 观察内码值, 调整传感器受力状态。

6) 用标准测力器配合千斤顶对料斗进行加压, 根据标准测力器显示的重量值进行标定, 反复几次, 观察显示值与标准测力器的数值, 应当相差不大。

7) 校秤完成之后, 观察二次表显示数值与上位 PLC 计算机显示数值是否一致, 由于 PLC 上位机程序未更新, 所以只能收到模拟量信号, 待数据采集程序更新后就可以接收数字量信号<sup>[5]</sup>。

### 5.3 改造创新点与旧设备的回收利用

1) 新型的数字化称重系统不再使用模拟量作为系统内部信号传输的介质,同时由于新型仪表外壳的保护大大减少了因外界客观因素与传输距离远而导致的模拟信号衰减对数据准确性的影响,保证了数据的可靠性与准确性<sup>[4]</sup>。消除了仪表内部因素导致的 PLC 与仪表数据显示的不对应,大大减少了高炉操作岗位的工作量与仪控人员的工作量。

2) 提出了全新的维护方案,在原来的模拟系统中如果因为传感器出现问题而导致计量不准,至少需要 2 小时左右的时间来检查与更换传感器,并且在更换完成之后需要重新校准,期间料斗无法使用,很容易造成高炉赶料。数字化的称量系统能够支持维护人员临时甩开坏掉的传感器,并且手动修正或者自动修正参数,已达到满足高炉使用且计量相对准确的生产条件,给维护人员充足的时间进行维修。

3) 邯宝炼铁厂 2#高炉由于没有合适机会进行改造,所以 1#高炉改造完成之后拆除的所有就型号设备全部可作为备件供给 2#高炉使用,由于参数设置完全一样,所以几乎可以直接上电使用,减少了由于参数设置带来的维修时间。

### 5.4 改造完成效果

根据往年数据统计,从 2020 年初到 2022 年初,邯宝炼铁厂 1#高炉槽下 15 台料斗秤的平均故障时长大概为每月 1.3 小时,多数原因为传感器损坏或二次表损坏,偶尔出现电磁信号干扰的软故障现象。

自 2022 年 3 月份邯宝 1#高炉大修结束后,将近 6 个月的时间未出现一次因传感器损坏或者二次表损坏的现象,在定期的校秤当中也更加简单高效。通过与工艺人员沟通后发现,新的数字系统无论是从数值跟踪还是回零次数都明显优于原本的系统。所以通过对高炉槽下称重系统的数字化改造,大幅度的降低了故障率,进而节省了人力时间成本与设备成本,确保了计量数据的准确性与系统运行的稳定性,这种改造方式适用于多传感器称重的系统中,使模拟传感器也能具有一定的数字化传感器功能,可以广泛的应用于高炉生产体系的静态秤中。

## 6 总结

在高炉生产的过程中,槽下的稳定运行起着至关重要的作用,槽下称重系统计量的准确性与稳定性直接关系到高炉上料的状态,所以降低称重系统的故障率、维修时间、设备损坏率,提高称重系统的稳定性、计量精确度、使用寿命是设备维护人员要解决的重要问题。通过本次改造基本上解决以上提出的难点问题,对于高炉稳定生产有着重大的帮助,具有广泛的研究与推广价值。

### 参考文献:

- [1] 国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心. 衡器计量 [M]. 北京: 中国质检出版社, 2011.
- [2] 袁先富. 产品质量与计量检测[J]. 中国计量, 2008, 02.
- [3] 荣雅君, 余琼芳. 数字电子技术[M]. 北京: 机械工业出版社. 1995.
- [4] 李景华, 高洪文. 数字电子技术[M]. 沈阳: 东北大学出版社. 1994.
- [5] 黄甫正贤. 数字集成电路基础[M]. 南京: 南京大学出版社. 1995.