

# 再议高温环境的称重计量

## —钢铁产业企业中的衡器计量

余姚市通用仪表有限公司 罗伏隆

**【摘要】**钢铁产业，是大型制造和物流企业。衡器计量，是钢铁产业信息流的主流，应用到大量的各类衡器产品。但钢铁企业的计量环境恶劣，电子衡器的应用，应进行适应性改造，才能适应“基础自动化”与“智能制造”现代化钢铁企业的计量需求。钢铁企业的物流计量，是衡器产品全方位的实验场，是工业衡器的大型博览会，是衡器产品的科研实验基地，也是衡器产业大展身手的大舞台。在中国实施《钢铁工业调整升级规划》，创建“钢铁智能制造工厂和智能矿山”的“十三五”期间，衡器产业将迎来新机遇，新发展，做出新贡献。

**【关键词】**钢铁产业，恶劣环境，企业物流，衡器计量，适应性改造，产业升级，智能制造，

### 一、钢铁产业庞大的物流网络系统

钢铁产业企业，是大型制造企业，又是大型的物流企业。我国年产千万吨钢的钢铁企业约为十家左右，年产百万吨钢的钢铁企业百家以上，拥有一个庞大的物流网络。

#### （一）进厂物流

钢铁产业企业进厂大宗物料，主要是矿石、废钢、煤炭等，进料量约为钢产出量的6倍左右，如一家年产钢量为一千万吨钢企，进厂物料将是六千万吨左右；物流来源于千家万户的原材料供应厂矿。

#### （二）内转物流

钢铁产业企业的内转物流，是一个非常复杂庞大的流转系统。内转物流流量，约是产出出厂物流的6~10倍；物流的全过程历经“数、理、化”的变化，完成钢铁产业的物流运转全过程，形成钢铁产业复杂的物流网络，同时也派生了复杂的信息流网络。

##### 1. 内转物流信息变化范围

- A 数量由多变少，（如矿石炼成铁水，重量数量按倍率比例缩小）；
- B 几何形体由大变小（如矿石的粗破、中破、细破到球磨至200目粒度）；
- C 体积由小变大（如由矿石—炼成烧结矿—铁水—钢水—钢坯—钢材）；
- D 物理变化，（如矿粉的高温烧结、炼铁炼钢固态变液态，钢水液态—连铸成固态钢坯）；
- E 化学变化，（如矿粉烧结、炼焦、炼铁、炼钢中的化学反应）。

2. 内转物流计量称重范围。钢铁产业企业内转物流流量大，频次多，是企业物料计量最繁重的项目内容。

A 钢铁产业企业厂际、车间之间的物料流转量的计量。

一般综合性钢铁企业内部物料转运流程如图1。

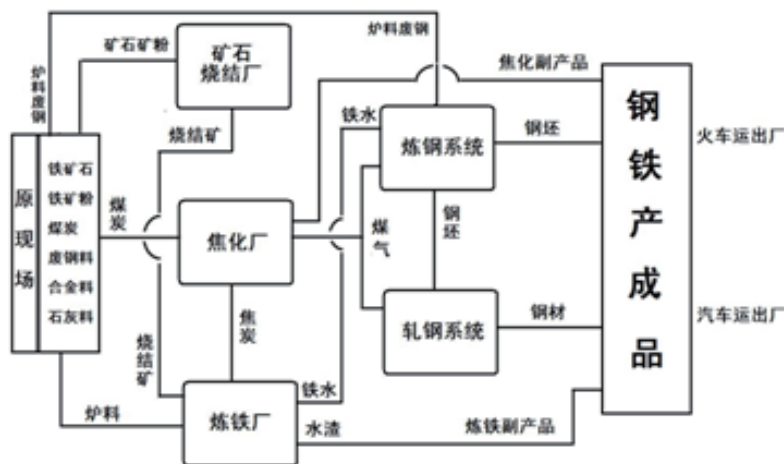


图 1 钢铁企业物流图

如矿场的矿石进烧结厂，煤场的煤料进炼焦厂，炼焦厂的焦炭进炼铁厂，炼焦厂的焦炭进烧结厂，烧结厂的烧结矿进炼铁厂，炼铁炉料（如石灰，石英）进炼铁厂，炼铁厂的铁水进炼钢厂，炼钢厂的钢水出炉与转炉，炼钢厂的钢水进钢坯连铸；炼钢厂的钢坯进轧钢厂，轧钢厂的钢材入库存，等等。

B 企业炼钢厂的内部工艺过程的配料配比的称重计量。

C 企业内部产品产量称重计量。如钢坯产量，钢材产量，焦炭产量，炼铁副产品产量，炼焦副产品产量等。

（三）出厂物流。主要是钢材钢坯及炼铁、炼焦的副产品出厂。

## 二、钢铁企业计量环境的特征

（一）钢铁产业企业的生产工作环境的基本特征是，环境温度高，尘土多、各种湿气多、噪声大、干扰大。工序运行特征是，连续不间断，操作起停频繁；物料设备特征是，笨、大、黑、粗，载重吨位大，冲击力大。

1. 高温环境。烧结区、炼焦区，炼铁区，炼钢区，轧钢区，都属高温区环境；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；环境温度高于 70℃以上甚或更高。

2. 湿气多尘。上述区域，产品降温，多为水冷却或风冷却，所以水汽与扬尘多；

3. 电磁干扰强烈。电气设备功率大，起停制动频繁，产生的电磁干扰强烈且频繁，较大影响电子设备的正常使用。

4. 物件笨、大、黑、粗。钢铁产业企业生产用设备基本都是大型设备，产出产品也都是笨、大、黑、粗。一块钢坯达几百公斤，一捆钢材达几吨，一罐铁水达几十、几百吨；

5. 作业连续不间断。钢铁产业企业生产工序，大多是连续作业不能间断。非计划间断停运，会造成大的损失。

（二）钢铁产业企业的生产工作环境对称重计量运行的不利因素主要有：

1. “高温”的影响。环境温度高于 70℃以上甚或更高。要求称重传感器耐高温  $\geq +200^\circ\text{C}$  以上，现场信号传输电缆要求耐高温  $\geq 250^\circ\text{C}$ ；

2. 干扰源多，传感器采集的重量信号传输困难。称重信号要有特殊性传输方式和抗干扰能力；

3. 电子元器件因受工作温度限制，电子称重仪表须远离高温区或须进行“隔离”，以减少称重信号的衰减；

4. 高热幅射，甚至有铁水、钢水、钢渣溢出，器件与电缆容易被烧损；

5. 被计量物件笨、大、黑、粗，载重吨位大，冲击力大，传感器容易受损；

6. 生产工序连续作业不能间断，难以停运或不适合平时改造，计量改造的时间短暂。计量改造时，需要快装快用不停产的电子秤。

7. 使用环境温度梯变的不确定性。如铁水、钢水称重计量点，当钢水罐进入后，使当点环境温度发生梯变上升，梯变幅度达几十度。

对于应用于钢铁产业企业的电子衡器，要针对上述环境影响因素进行适应性设计，克服不利因素的影响，才有可能稳定运行。需要攻关设计开发“高温”电子秤，“抗冲击”电子秤，“高温”传感器，“超大量程”电子秤，“快装快用不停产”电子秤等等。

### 三、钢铁产业的计量衡器类别

衡器计量，是钢铁产业企业信息流的主流。在钢铁企业生产经营管理过程中，从最初的矿山生产选矿到炼焦、烧结、炼铁、炼钢、轧钢等一系列生产指挥，以及质量控制与产品营销，都是以衡器计量的信息流指导着物流的顺畅。衡器计量是钢铁产业企业物流的“流量计”，是企业的“管家”。在钢铁产业企业的物流计量中，可谓是衡器产品全方位的实验场，各种结构的衡器产品在这里都能得到适用，是衡器产品最好的科研实验基地。

#### （一）进出厂物料计量

钢铁产业企业的物料数量巨大，一般通过火车、汽车、船舶等运输进厂和出厂。

1. 轨道运输物料计量，有通用轨道衡，如：单台面、双台面动态轨道衡、静态轨道衡。
2. 汽车运输物料，有单台面、双台面、多台面汽车衡；
3. 船装散料计量，码头电子皮带秤；

#### （二）企业内部厂际、车间之间的物料转运计量

1. 企业原料场进焦化厂的煤料计量，电子皮带秤；
2. 企业原料场进烧结厂的矿料矿粉计量，电子皮带秤；
3. 企业原料场进炼钢厂的废钢、合金料计量，电子汽车衡，电子平台秤；
4. 企业原料场进炼铁厂的炉料计量，电子汽车衡，电子平台秤；
5. 焦化厂进炼铁厂的焦炭计量，电子皮带秤；
6. 烧结厂进炼铁厂的烧结矿计量，电子皮带秤；
7. 炼铁厂进炼钢厂的铁水计量，一般采用轨道运输，轨道衡（不停运快装整体式，或连轨式或轨枕一体化的电子轨道衡）；
8. 炼钢厂进轧钢厂的钢坯计量，辊道电子秤，
9. 轧钢厂钢材打包计量，钢材入库计量，辊道电子秤；

#### （三）生产工艺配料计量

1. 炼焦配煤配料计量，配料电子皮带秤或配料料斗电子秤；炼焦煤塔加煤量的称重计量，因应用宽轨轨道车送煤，须配备特种宽轨轨道衡；
2. 烧结矿配料计量，配料料斗电子秤或电子皮带秤；

3. 高炉炼铁配料计量, 配料料斗电子秤; 高炉助燃烧喷煤粉电子秤;

4. 炼钢厂钢水精炼过程中的称重计量, 一般采用轨道运输, 采用“不断轨轨道衡”称重计量。(如余通公司的发明专利连轨式与轨枕一体化的电子轨道衡); 钢水铁水运输的称重计量还有“鱼雷罐轨道衡”。

5. 炼钢厂精炼加合金料、废钢料计量, 平台电子秤;

6. 炼钢厂钢水吊运计量, 无线行车电子秤;

#### (四) 质量检验控制检测计量

用天平来评价进厂来料和生产产品的化学成分, 检测出厂钢材的成分或质量, 用衡器确定产品和原料的好或次, 确认产品的优质和废品。

1. 进厂煤料、矿料比重比率质量检测分析计量, 电子天平;

2. 钢铁成份分析, 电子天平;

3. 为冶炼服务的生产过程中, 还有铁合金的冶炼、石墨电极制造等的称重计量。

### 四、高温环境计量的适应性改造

钢铁工业是国民经济的重要基础产业, 是国之基石。钢铁工业为国家建设提供了重要的原材料保障, 有力支撑了相关产业发展, 推动了我国工业化、现代化进程, 促进了民生改善和社会发展。

(一) 2016年11月, 国家与中国钢铁行业组织依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《中国制造2025》, 制订并公布了《钢铁工业调整升级规划(2016-2020年)》。

钢铁工业升级规划中重点提出“发展智能制造”, 加快推进钢铁制造信息化、数字化与制造技术融合发展, 钢铁企业完善基础自动化、生产过程控制、制造执行、企业管理四级信息化系统建设, 推进钢铁智能制造标准化工作。

钢铁工业企业中计量衡器装备, 也将需要按《钢铁工业调整升级规划(2016-2020年)》的要求进行配置与改造。

#### (二) 钢铁工业企业计量衡器, 需要进行“嵌入”式改造。

在冶金企业, 高温环境较多, 高温环境的称重计量, 又往往是需对现场的设备进行技术改造为前提。即针对冶金设备的特殊结构而设计相适应的耐高温秤体(称重承载器), 将耐高温秤体“嵌入”“对接”到冶金设备而实现称重计量。钢铁工业企业计量衡器, 要重视“嵌入”式设计。

1. 如炼钢工艺用钢水包的称重计量, 轧钢厂薄板钢卷产品的移动车载钢卷计量, 就是“高温计量”方面的典型实例。在连铸连轧工艺过程中的“大包回转台秤”, 这种衡器所面临的环境条件最为恶劣, 不但面临高温考验, 还要经受冲击考验和各种电磁干扰。

在钢铁炼钢过程中, 常使用一种装载于轨道车的“钢包”, 对高温钢水进行装载转移, 人们俗称“轨道扒渣车”。

钢铁厂炼钢工艺要求, 转炉上的钢水倒入轨道车上的钢包内(多次倒入), 当车上钢包内的钢水量达到工艺要求后, 车辆将钢包转入下一道工序。钢水转移后, 对钢包进行“扒渣”清理, 空包再次装载钢水。

为提高设备使用效率, 使设备发挥最大生产力, 对钢包装载钢水的量, 须进行测量与控制, 故需在轨道车

上改造设计“嵌入”一套称量装置，即能对每次倒入的钢水进行称量，又能对“扒渣”完后的空包进行称量。

钢包加钢水的总重量约为 200 ~ 300t。钢包、承载器（秤台）“嵌入”“轨道扒渣车”，如图 2。

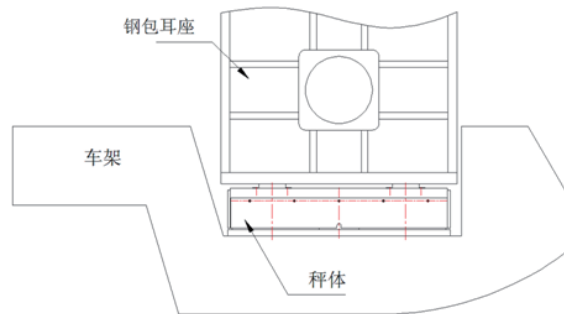


图 2 钢包与钢包秤”嵌入”在车架上

### 2. 钢厂的行车（天车）计量。

行车（天车）计量电子秤，也是“嵌入”在行车（天车）上的。如带无线数据传输的行车电子称量装置，如图 3。

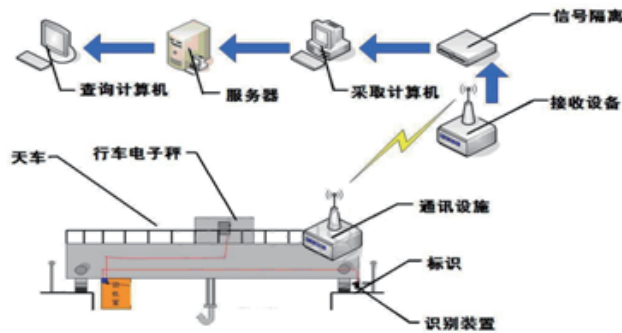


图 3 炼钢厂行车电子与称重信息无线传送装置的”嵌入”

### 3. 车载移动式电子称量装置

在钢厂的热轧、冷轧生产线生产完后的钢卷产品，一般装载在移动钢卷机上，需要进行在线静态计量，并将称量后的钢卷重量经称重仪表处理后输出重量数据信息传输至主控室内的 PLC，操作者可根据传输的数据按实际要求以报表的形式储存，以满足生产管理上的计量要求。钢卷电子称量装置“嵌入”在移动钢卷机上。实物如图 4。

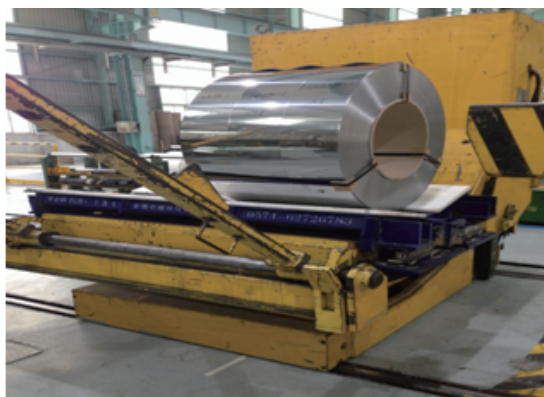


图 4 车载移动式电子称量装置钢卷产品在线称量

4. 钢铁产业企业中的辊道运输（如钢坯、钢材）在线计量，散状物料皮带输送（如矿粉、焦粉、煤）在线计量，及轨道运输（如铁水车、钢水车、矿车）在线计量和称重装置，都是需“嵌入”在相应的辊道机，皮带机和轨道基础上，才能实现计量操作。

### （三）电子称量装置的“高温”改造

钢铁产业企业中的计量使用环境，大部分是“高温”环境。

1. 所谓“高温”环境，是指电子衡器所在点的环境温度高出了电子产品适应的允许工作环境温度 [+45℃（工业级电子）至 +70℃（军工级电子）]。

2. 而钢铁产业企业中有些区域的环境温度达到 200℃以上；为使电子衡器能在这种环境中长期稳定运行，称重传感器要能耐高温  $\geq 200^\circ\text{C}$  以上，现场信号传输电缆要能耐高温  $\geq 250^\circ\text{C}$ ；这是电子衡器“高温”改造的基本点。

3. 电子衡器“高温”改造的要点在于：

A、选用耐高温称重传感器（采用耐高温应变计，耐高温焊锡、耐高温电缆和高温传感器制造方法制造）。

B、设计制造耐高温模块式承载器（秤体），承载器（秤体）要能密闭防高热物（铁水）进入，要求机械强度大（抗砸，耐冲击）。

C、“高温”环境，不利于称重信号的有线传输，须对称重信息的采集与传送进行“绕道设计”。

### （四）电子称量装置的智能化改造

要实现《钢铁工业调整升级规划》提出的钢铁智能制造工厂和智能矿山，作为钢铁产业企业信息流主流的衡器计量，就需要率先体现“智能化”。

如，余姚市通用仪表有限公司根据炼钢企业现代管理需要的新设计，已在福建罗源闽光钢铁公司炼钢厂装备应用的“行车（天车）称量信息与运行位置信息跟踪系统”。如图 3。

属于基础性“智能化”改造。

以行车吊运为主体的炼钢生产物流系统中，行车（天车）计量电子秤的钢水称重数据和行车（天车）的位置信息，需要自动跟踪监测，才能减少或杜绝人为因素，形成真实记录，为炼钢生产管理提供真实准确有效的计量数据。行车（天车）称量信息与运行位置信息跟踪系统，适用于钢铁厂炼钢及其它企业具有行车作业的物流系统的生产信息数字化管理。系统由行车电子称量系统、行车定位识别系统、无线传输系统及计算机处理系统组成。

## 五、结束语

钢铁产业企业，是大型制造企业，又是大型的物流企业。衡器计量，是钢铁产业企业信息流的主流，衡器计量，贯穿在钢铁企业生产经营管理全过程。衡器计量是钢铁产业企业物流的“流量计”，是企业生产经营的“管家”。

钢铁产业企业的计量环境是，“高温湿热闷，尘多噪声大，电磁干扰多”；“工序运行无间断，操作启动超频繁，物料设备笨大粗”。

钢铁产业企业电子衡器的应用，应适应上述环境条件，进行相应的“嵌入”式、“高温”和智能化适应性



改造，才能适应“基础自动化”与“智能制造”的现代化钢铁企业的计量需求。

在钢铁企业的物流计量中，配备的衡器数量多，品种结构多，空、中、地都有衡器在“四维”领域为钢铁生产服务，是衡器产品全方位的实验场，是工业衡器的大型博览会，是衡器产品宏大的科研实验基地，也是衡器产业大展身手的大舞台。衡器产业将在为实施《钢铁工业调整升级规划》，创建“钢铁智能制造工厂和智能矿山”的产业结构调整中，迎来新机遇、新发展，做出新贡献。

联系方式:

罗伏隆，华南理工大学毕业，自动控制专业，余姚市通用仪表有限公司，高级工程师，中国衡器协会技术专家委员会委员，从事计量控制与计量管理研究方向。

地址：浙江省宁波余姚市明伟村荣达路 30 号。

邮编：315400。

电话： 0574-62736258

电邮：hnhyu1f1@126.com