

# 原料库精矿精确计量案例

□吴志成

马鞍山市计量测试研究所

**【摘要】**针对某原料库在原料消耗计量中因传统计量方式误差大、数据不连通导致的库存亏空问题，本文详细阐述了通过系统性调研、关键计量点优化选型（采用高精度阵列式皮带秤）、计量数据网络化集成，以及建立闭环管理机制等一系列技术改造与管理提升措施的实施过程。改造后，关键计量点皮带秤达到厂际计量 $\pm 0.5\%$ 的精度要求，实现了精矿消耗的精确计量与数据实时传输，有效解决了库存管理难题，并为类似工业场景的计量系统升级提供了可复用的技改范式与管理经验。

**【关键词】**精矿计量；皮带秤；阵列式皮带秤；计量误差；数据入网；管理提升

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）10-0043-04

## Case Study on Accurate Measurement of Concentrate in Raw Material Warehouse

**【Abstract】** Aiming at the inventory shortage problem of a certain raw material warehouse caused by large errors and lack of data connectivity in traditional measurement methods during the measurement of raw material consumption, this paper details the implementation process of a series of technical transformation and management improvement measures, including systematic investigation, optimized selection of key measurement points (using high-precision array belt scales), networked integration of measurement data, and establishment of a closed-loop management mechanism. After the transformation, the belt scales at key measurement points meet the accuracy requirement of  $\pm 0.5\%$  for inter-factory measurement, realizing the accurate measurement of concentrate consumption and real-time transmission of data, effectively solving the inventory management problem, and providing a reusable technical transformation paradigm and management experience for the upgrading of measurement systems in similar industrial scenarios.

**【Keywords】** concentrate measurement; belt scale; array belt scale; measurement error; data access; management improvement

### 引言

原料的精确计量是企业生产成本控制、物料平衡核算及精益化管理的基础。015带焙原料库作为笔者所在地区某大型企业带焙球团厂的重要原料中转库，承担着供应凹精、白象精和张庄精等原料的任务。在近年的公司库存盘点中发现，该料场存在较为明显的库存亏空现象。经初步分析，问题的根源在于原有的原料消耗计量方式存在缺陷——主要依赖带焙产线的产出量进行反推，此种间接计量方法受多种因素干扰，误差较大。同时，现场计量设备

因安装位置不佳以及计量数据信息传输通道未能打通等因素，导致带焙生产线的真实原料消耗一直处于不明确状态。为此，笔者所在单位应邀组成项目团队，对015料场的计量系统进行了全面的调查与升级改造。

### 1 现状调查与分析

目前，015料场有2个进料端，火车、双车、翻车机进料，另有备用汽车进料线路（直接进大棚堆场）。铁运来料经翻车机翻卸进入地下受料仓，钢仓下5套圆盘给料机，给料到Y1胶带上，Y1胶

机再给料到Y2 胶带机。Y2 胶带机头部设1 套自动取样系统，中部设1 套带式电磁除铁器，Y2 胶带机给料到Y3 胶带机上。Y3 胶带机中部设犁式卸料器和头部三通，头部三通分别将物料输送至Y4-1R 和Y4-2R 胶带机。后经两台堆取料机堆存入015 料场大棚。犁式卸料器将物料输送至Y5 胶带机，此流程直供带焙。原料大棚供料时，2 台斗轮堆取料机分别经Y4-1R 胶带机、Y4-2R 胶带机，将物料输送至Y5 胶带机。Y5 胶带机中部设1 套带式电磁除铁器，Y5 胶带机给料到Y6 胶带机、Y7 胶带机、Y8 胶带机。Y8 胶带机中部设5 台犁式卸料器，形成6 个落料点，分别卸料至预带焙配料室6 个仓，至此完成015 带焙原料库的原料接卸和外供，如图1 所示。



图1 015料场平面图

项目团队首先对015 料场现有的两台0.5 级（Y3、Y6）双托辊悬浮式电子皮带秤进行了核查评估：

Y3 电子皮带秤问题：安装位置倾角较大（ $11.2^\circ$ ），在实际使用过程中误差达3.15%，难以满足精确计量要求。Y6 电子皮带秤问题：选址过于靠近爬坡段底部，在空载或小流量运行工况下，皮带易出现悬空现象，导致零点测量不准，稳定性差，误差达1.09%（如图2 所示）。两台电子皮带秤现场核查校准数据见表1。两台电子皮带秤数据输出方式均为模拟信号输出，仪表数据仅通过模拟信号发送至015 料场小中控，并未与外界打通，其他部门无法读取数据。



图2 Y6电子皮带秤现场

表1 Y3、Y6电子皮带秤校准数据

015料场Y6校准记录（坡度7.7度）						015料场Y3校准记录（坡度11.2度）									
安装地点	Y6	累计分度值(kg)	1	最大流量(t/h)	2000	最小流量(t/h)	400	安装地点	Y3	累计分度值(kg)	1	最大流量(t/h)	2000	最小流量(t/h)	400
制造单位	赛摩	最高速度(m/s)	2.11	皮带长度(m)	324	皮带一周用时(s)	153	制造单位	赛摩	最高速度(m/s)	2.07	皮带长度(m)	174.4	皮带一周用时(s)	84
零点校准							原标定系数	零点校准							原标定系数
试验组	皮带转动圈数	持续时间(s)	皮带秤的示值		零点采信值		24210	试验组	皮带转动圈数	持续时间(s)	皮带秤的示值		零点采信值		23172
1	1	153	47542		47546		现标定系数	1	1	84	47112		47107		现标定系数
2	1	153	47546				23206								
3	1	153	47554				23206								
现场模拟载荷校准（调整前）							单元码重：60kg/m	现场模拟载荷校准（调整前）							单元码重：60kg/m
试验组	控制的载荷(kg)	皮带秤的示值(kg)		误差值(kg)		误差系数%	试验组	控制的载荷(kg)	皮带秤的示值(kg)		误差值(kg)		误差系数%		
1	19440	19651		211		1.09	1	10464	10794		330		3.15		
2							2								
3							3								

结论表明：利用现有设备难以达到所需的计量精度。项目团队随后对015 料场的整体布局和物料流向进行了深入调研。通过对比分析，确定Y6 皮带所在流线是物料进入带焙产线的关键路径，且其位置相较于其他点位更适于作为厂际结算的计量点。然而，要承担此重要角色，必须对现有计量设备进行根本性改造，提升其精度和可靠性。

## 2 改造方案与实施

### 2.1 计量设备改造选型

现场调查后，发现Y6 皮带爬坡段倾角尚可（ $7.7^\circ$ ），基本满足厂际计量需求，且系统内没有其他更好的安装地点。Y3 皮带有较长一段平段，故Y3、Y6 均满足安装要求。Y6 皮带作为所有带焙物料使用前必经的胶带机，精确测量Y6 上通过的物料，

即可实现带焙物料消耗的精确计量。团队一致认为，Y3、Y6是目前较为理想的电子秤安装地址，Y6可作为带焙消耗厂际计量点。鉴于Y6点作为厂际计量点的高标准需求，项目团队经过充分的技术论证与设备选型比较，决定摒弃原有不适用的双托辊悬浮式电子秤，引入阵列式皮带秤作为替代方案。阵列式皮带秤以其高精度、强抗干扰能力、维护量小以及便捷的棒

码标定方式等优点，非常适合015料场的工况要求。考虑到测量数据入网的需要，最终，项目团队选取了一款准确度等级为0.2级的新型阵列式高精度电子皮带秤。该皮带秤使用了基于“物联网”技术的无线遥测、遥讯、遥控远程系统，可通过RS232、RS485、以太网等通信接口进行远程数据传输与通信，其使用误差可长期保持在0.2%以内（如图3所示）。

胶带机	胶带功能	胶带状况
Y1	进料第一段胶带	处于地下
Y2	进料第二段胶带	地下爬坡胶带、中部安装了除铁器
Y3	进料第三段胶带，中转进料场或直供带焙仓	一半爬坡（11.2°），一半平段（约40米）
Y4	料场进出胶带	直供料不经过此胶带
Y5	出料第一段胶带	爬坡胶带（10.2°），平段很短
Y6	出料第二段胶带	头尾轮各有10余米平段，中段爬坡（7.7°）
Y7	出料第三段胶带	爬坡，胶带位置过高

图3 各点位状况

## 2.2 计量点改造与校准

在对Y6点进行改造、安装新型阵列式皮带秤后，项目团队对其进行了严格的首次校准。现场使用棒码作为检定载荷，对皮带秤进行了校准。校准结果显示：其示值误差仅为0.03%，显著优于厂际计量±0.5%的精度指标要求，为精确计量奠定了坚实的基础。

## 2.3 计量数据入网集成

为解决历史数据孤岛问题，实现计量数据的实时监控与共享，项目团队实施了数据入网方案。项目团队对现场进行了调查，找到最近的一个网络节点，利用冗余通道为Y3、Y6电子秤赋予了IP，实现了电子皮带秤仪表与网络节点的直接通信。由于新安装的电子皮带秤自带以太网接口及网络通信功能，此方案省却了常规仪表需通过总线转网络传输的转换设备及额外敷设线缆的步骤，显著降低了工程复杂度和成本。在公司检测中心的协调下，以最小的投入成功将Y3、Y6电子秤的实时计量数据接入检测中心数据库，完成了数据链的打通。

## 3 实施效果

整个系统来料磅单数据是清晰的。由于来料通常

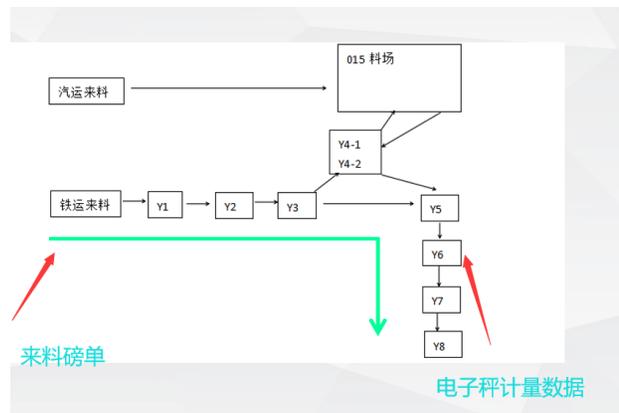


图4 比对示意图

部分进料场、部分直供，并且部分消耗料场供，因此造成来料磅单数据不能直接作为消耗数据。观察整个流程，原料直供流程是一个比较简单且可以进行直观核查和比对的流程，故项目团队对此数据进行了特别关注。如图4所示，物流直供流程中，铁运来料经轨道衡测量后，物流先后经过Y1、Y2、Y3（测量节点）、Y5、Y6（测量节点）、Y7、Y8，然后进入相应的配料室。其中，来料磅单数据是由一台经量值溯源检定合格的数字指示轨道衡进行测量（分度值20kg），Y3、Y6点由新安装

带秤进行测量。依据JJG 781—2019《数字指示轨道衡检定规程》，经检定合格的轨道衡的示值误差最大为±30kg，经计算，其准确度远高于电子皮带秤（详见表2）。因此，我们将直供来料磅单数据作为参考值，通过计算Y3、Y6测量数据的相对示值误差来进行判断Y3、Y6是否运行正常。如示值误差≤±0.5%，则判断电子皮带秤运行正常。如示值误差>±0.5%，则考虑电子皮带秤示值超差，进一步对电子皮带秤进行现场校准来进行核实与判定，并

及时对其进行相应调整。目前，系统已投用近3个月，期间也进行了一次修正，使用情况良好。改造前，两台电子皮带秤准确度等级为0.5级，但是经过校准发现示值误差均超过±1%且不稳定。改造后，两台阵列式皮带秤准确度等级为0.2级，符合厂际计量±0.5%的要求，实现了带焙消耗的精确计量。使用来料磅单与电子皮带秤计量数据比对，建立物料台账，能够及时获取电子皮带秤运行状态，有效避免了设备失准风险。

表2 数据比对实例

重车对位		015料场翻卸作业数字化桌面查询										最大误差 (t)		Y3数据 偏离	Y6数据 偏离
品种	上道时间	卸车直通加仓 (t)								铁运来料 (t)	车数	Y3、Y6 秤	铁运来料(轨道 衡最大允许 误差*车数)		
		起始时间	Y3秤显示	Y6秤显示	停止时间	Y3秤显示	Y6秤显示	Y3吨位	Y6吨位						
凹精	23:05	23:59	1126142	1170279	1:50	1127573	1171713	1431	1434	1433.94	22	7.170	0.66	-0.21%	0.00%
白象精	2:25	2:55	1127573	1171936	5:00	1128620	1172987	1047	1051	1051.44	20	5.257	0.6	-0.42%	-0.04%
白象精	6:47	7:01	1128929	1174187	7:30	1129323	1174587	398	400	398.98	7	1.995	0.21	-0.25%	0.26%
凹精	12:10	12:40	1130551	1176606	14:50	1132580	1178635	2029	2029	2028.88	30	10.144	0.9	0.01%	0.01%
凹精	16:52	17:20	1132580	1179747	19:30	1134706	1181875	2126	2128	2127.68	30	10.638	0.9	-0.08%	0.02%
张庄精	20:55	22:10	1135260	1183133	22:35	1136008	1183883	748	750	748.66	13	3.743	0.39	-0.09%	0.18%

#### 4 心得体会

##### 4.1 计量比对可作为有效的监控手段

将计量数据比对常态化、制度化，将其作为监控在线计量设备运行状态的有效方法，明确了计量溯源链中的关键控制点，在一定程度上可减少盲目维护和过度维护，降低了仪表维护工作量。

##### 4.2 前期规划的重要性

本案例凸显了在项目规划建设初期必须对计量仪器仪表和整体计量工艺进行全局性、前瞻性规划。合理的设备选型（符合实际工况需求）和科学的安装位置选择，是避免后续出现计量偏差和改造浪费的关键。

#### 5 结语

本案例通过对015带焙原料库精矿计量系统的综合性改造，解决了计量的核心问题，现场满足了厂际计量±0.5%的精度要求，彻底扭转了依赖反推计算导致原料消耗不明的局面，从源头上解决了库存亏空的管理难题。实现了数据连通，利用现有网络资源，以经济高效的方式实现了计量数据的实时入网，为管理层决策提供了及时、准确的计量数据支持，提升了管理效能。通过建立的消耗台账和计量

比对机制，强化了过程控制和溯源能力，提升了原料管理的精细化水平。

本次改造实践表明：针对复杂的工业计量场景，通过精准的问题诊断、选择适合的高精度计量设备、结合巧妙的数据集成方案并辅以相应的管理提升措施，能够有效解决传统计量难题，实现降本增效，对同类企业的计量工作具有重要的借鉴意义。

#### 参考文献

- [1] JJG195—2019 连续累计自动衡器(皮带秤)检定规程[S]. 北京：中国标准出版社，2019.
- [2] JJG 781—2019 数字指示秤检定规程[S]. 北京：中国标准出版社，2019.
- [3] JJG 539—2016 数字指示轨道衡检定规程[S]. 北京：中国标准出版社，2016.
- [4] 相关企业内部技术规范与管理文件.

#### 作者简介

吴志成，男，马鞍山市计量测试研究所工程师，一级注册计量师。主要从事计量科技创新、产业计量、检定、校准工作。