

电子料斗秤在有限空间中的校准实践

□马鞍山市计量测试研究所 张力

【摘要】本文针对有限空间条件下校准操作空间受限，电子料斗秤无法在料斗中放置满足规定重量的砝码进行校准的困难，提出在料斗秤上加载专用砝码的方式进行有限空间条件下的校准工作，有效解决了此类电子料斗秤“测不了、测不准、测不全”的计量工作难点，并结合马钢公司的电子料斗秤予以实践，保证了生产过程中测量的准确可靠。

【关键词】电子料斗秤；有限空间；校准

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2025）04-0029-05

Calibration Practice of Electronic Hopper Scale in Confined Space

【Abstract】In view of the difficulty that the electronic hopper scale cannot be calibrated by placing weights that reach the specified weight in the hopper due to the limited calibration operation space in a confined space, this paper proposes to load special weights on the hopper scale for calibration in a confined space, which effectively solves the measurement difficulties of such electronic hopper scales such as "impossible, inaccurate and incomplete measurement", and combines the MaGang electronic hopper scale in practice to ensure the measurement accuracy and reliability in the production process.

【Keywords】electronic hopper scale; confined space; calibration

引言

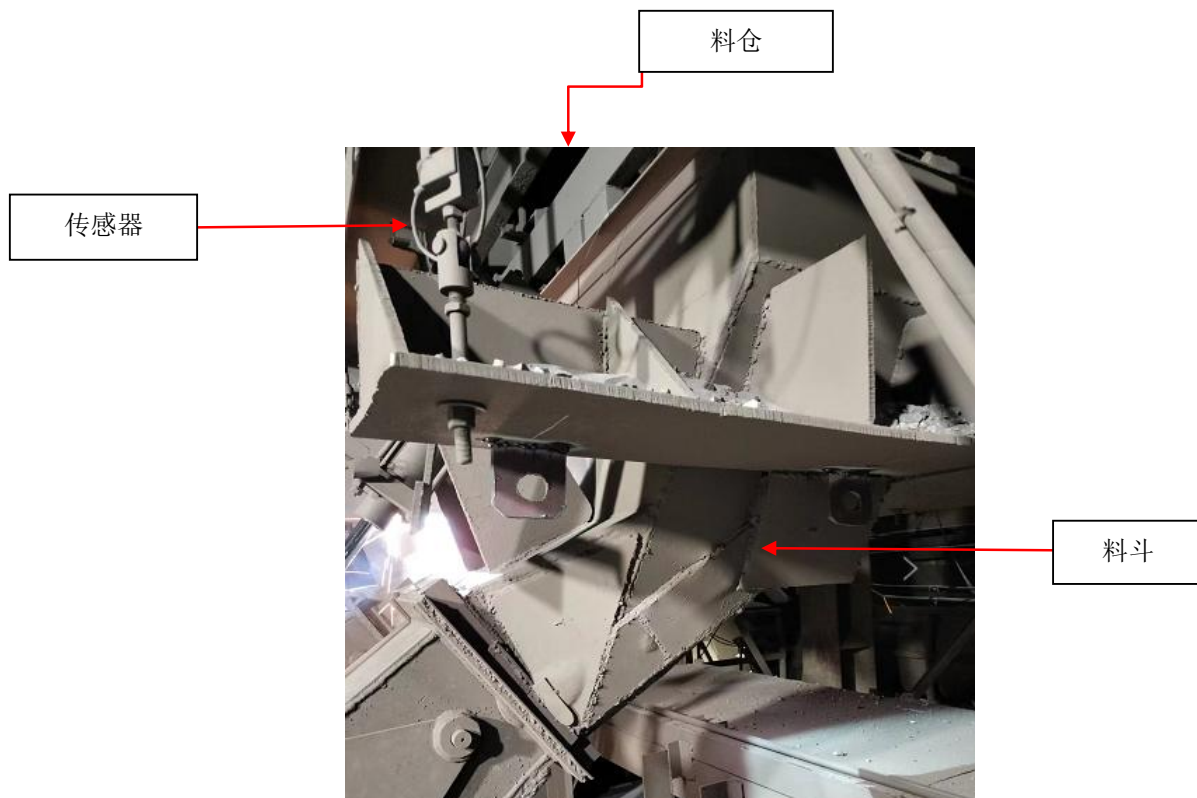
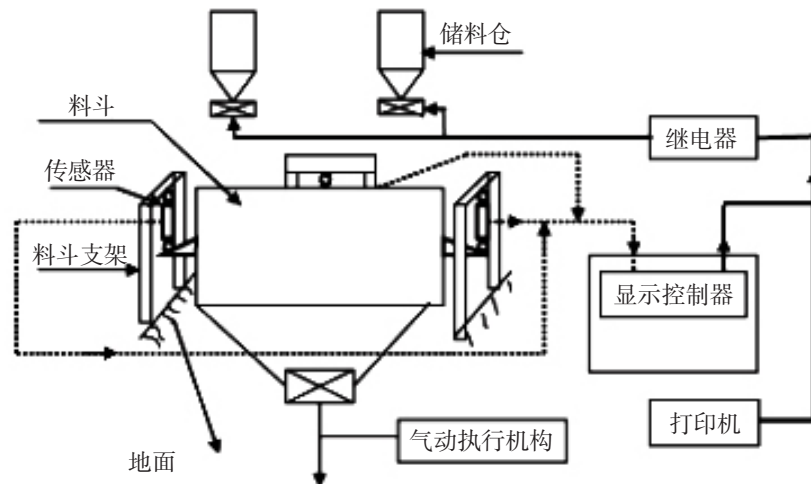
电子料斗秤作为工业自动化中重要的计量设备之一，广泛应用于各类物料的称重。在冶金工艺的应用中，电子料斗秤的优势不仅体现在其高精度的计量能力，还体现在对生产过程的实时监控上。它通过精确的测量与控制，实现对配料合金重量的实时监控和自动记录，确保生产过程中物料的配比和投料的精准性。在冶金工艺中，配料合金秤作为电子料斗秤的一种，不仅可以让生产人员及时了解原料的消耗情况，确保生产过程中配料合金的合理使用，减少浪费，更重要的是保证生产过程中合金配比称量的准确可靠，确保每种原料按照标准比例加入，避免因配料不当而导致产品品质问题。因此，对

配料合金秤进行定期校准及期间核查显得非常迫切和必要。然而，冶金工艺中的配料合金秤受制于生产线的设计，其结构存在安装位置高，操作空间小等特点，难以按照JJG539-2016《数字指示秤》规程要求使用标准砝码进行检定，因此需要对有限空间下的电子料斗秤的校准方法进行改善，以保证配料合金秤的准确可靠。

1 有限空间下电子料斗秤校准的现状

马钢公司长材事业部炼钢一分厂使用8台配料合金秤对钢水配料合金进行计量，其最大称量Max=1000kg，准确度等级Ⅲ级，分度值e=0.5kg。作为长材事业部的重要测量设备，其称量准确性直接影响到钢水成分的控制，进而关系到马钢公司线材

砝码进行校验，并且该配料合金秤周边空间狭小，上下周边均有支撑钢结构，仅有一侧2米宽的过道可供作业，如图2所示。一直以来，仅在料斗斜面上搭放两只20kg砝码进行校准，加载砝码的重量远不能满足要求，无法进行规范的校准及期间核查工作。



为探索一种可在有限空间实施安全、测量可靠的校准方法，马鞍山市计量测试研究所联合马钢检测中心校准作业区进行了多种尝试，最终通过在配料合金秤的料斗上加载专用砝码组的方式进行校准，解决了这一难题。

2 基于替代法的实践案例简介

在JJG539-2016《数字指示秤》检定规程中，对标准砝码的替代有详细的描述：“当秤在其使用地点进行检定时，可以使用替代物（稳定的载荷）来替代部分标准砝码。若秤的重复性大于 $0.3e$ ，使用的标准砝码质量至少为最大秤量的 $1/2$ ，若秤的重复性大于 $0.2e$ ，但不大于 $0.3e$ ，使用的标准砝码的质量可以减少到最大秤量的 $1/3$ 。若秤的重复性不大于 $0.3e$ ，使用的标准砝码的质量可以减少到最大秤量的 $1/5$ ”。这为我们提供了解决上述难题的思路，如果电子料斗秤的重复性符合规程的要求，是否可以寻找使用替代物（稳定的载荷）来替代部分标准砝码对电子料斗秤进行校准？根据校准需求：一是校准值要覆盖配料合金秤的常用称量，即最少达到其称量范围的一

半，以满足日常期间核查的需求。二是要求替代物（稳定的载荷）的赋值精度要高于配料合金秤的显示分度值，期望在示值出现偏差时能够进行校准标定。为此，我们制作了9块规格为 $(150 \times 150 \times 300)$ mm的钢制校准专用砝码（见图3），均重50kg左右。把校准专用砝码的质量定在50kg是因为空间有限，不能用起重设备加卸砝码，而料斗离地面高度仅为1.1m，50kg的重量两人正好能搬动。为了能方便加卸载荷，我们焊接一个 $1000\text{mm} \times 600\text{mm} \times 120\text{mm}$ 钢制托盘，托盘底部中心位做一个50mm 高三角底座以方便小型叉车运输。在托盘四角打孔，孔中穿入钢丝绳，钢丝绳一头与托盘四角孔洞连接，一头与挂钩相连，如图4所示。由于料仓上没有悬挂点，为保证托盘悬挂平稳，我们又在合金秤传感器底板下方焊接了4个悬挂孔，如图5所示。校准时可将托盘挂钩与之相连接，使料斗均匀受力。专用砝码与钢制托盘共同组成了校准电子料斗秤的替代物（稳定的载荷）。



图3 专用砝码组图



图4 托盘及钢丝绳图

为确定专用砝码及钢制托盘的质量，可采用JJG99《砝码》检定规程中规定的直接比较单次替代法。在测量范围 $(0 \sim 64)\text{kg}$ 、准确度等级为 II 级的电子天平上，使用F2等级标准砝码，直接比较测得

专用砝码和钢制托盘的质量，并进行标识与编号，形成校准专用砝码组。9块钢制专用砝码总重量为473.70kg，钢制托盘重量56.15kg，合计529.85kg，见下表所示。

表 专用砝码及钢制托盘的编号与质量

名称	编号	质量/kg
钢制托盘	0#	56.15
专用砝码	1#	52.80
专用砝码	2#	52.75
专用砝码	3#	52.95
专用砝码	4#	52.65
专用砝码	5#	52.75
专用砝码	6#	52.65
专用砝码	7#	52.75
专用砝码	8#	52.65
专用砝码	9#	51.75
合计		529.85

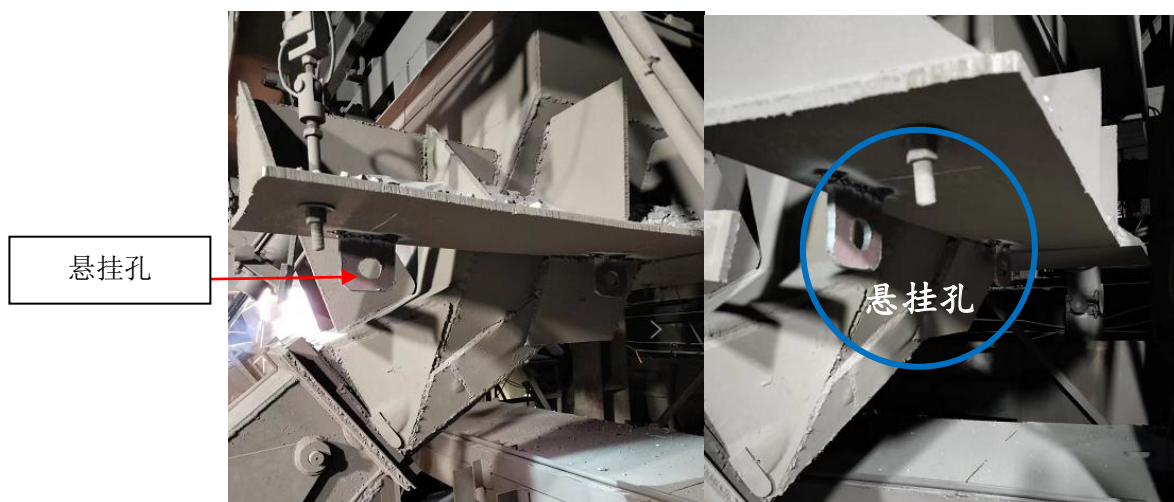


图5 料仓下方焊接悬挂孔图

配料合金秤的测量范围为（0~1000）kg，分度值 $d=0.5\text{kg}$ ，专用砝码组的质量不仅满足校准配料合金秤时校准重量大于其测量范围50%的要求，专用砝码组的赋值精度也比配料合金秤的分度值大了一个数量级，并且可以灵活组合，满足这8台配料合金秤的校准要求。

校准前，将配料合金秤料仓关闭，料斗清零，用小型叉车把钢制托盘运送到配料合金秤下方，再

将钢制托盘上的4根钢丝绳挂钩挂在悬挂孔上，叉臂缓慢放下，使钢制托盘平稳悬挂在合金秤料斗下方。此时，通过往钢制托盘中均匀放置专用砝码，逐次完成配料合金秤进行校准工作，如图6所示。注意校准过程中需排除干扰因素，如人员走动、气流扰动、吊装的钢丝绳触碰秤体等，以保证校准结果的可信。

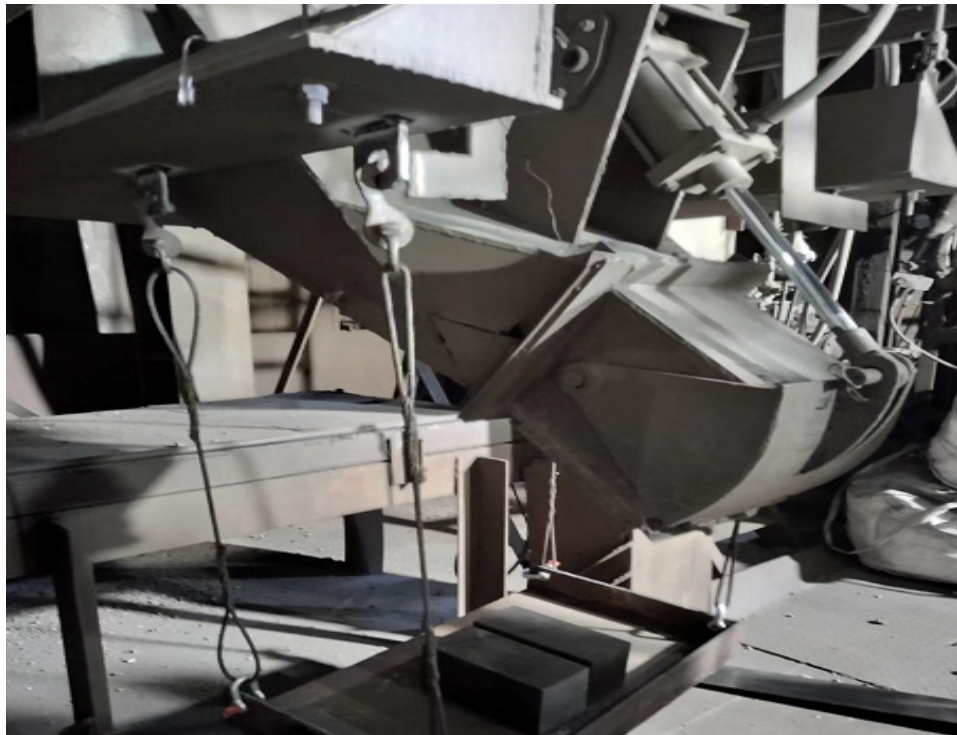


图6 校准操作图

3 具体成效及推广价值

采用专用砝码替代的方式进行有限空间条件下的配料合金秤校准，尽管存在一定的局限性，但是具有改善方法的示范作用，有效解决了此类电子料斗秤“测不了、测不准、测不全”的计量工作难点，而且降低了校准工作的劳动强度，消除了人工搬运砝码的事故隐患，并且可以推广应用于测量设备位置所处空间狭小、校准操作空间受限，无法加载满足规定校准重量标准砝码的电子料斗秤、计量罐等称重设备的校准工作，保证了生产过程中相关测量的准确可靠，避免了因测量误差而影响产品的质量或品质。

作者简介

张力（1983—），男，大学本科，自动化专业，工程师，一级注册计量师。主要从事衡器计量及商品量检测。

参考文献

- [1] JJG 539-2016，数字指示秤[S]. 北京. 中国计量出版社.2017.
- [2] JJG 99-2022，砝码[S]. 北京. 中国计量出版社.2022.
- [3] 邓小伟. 基于替代法的称重计量槽罐校准的实现[J]. 计量科学与技术，2015.09