

# 应用替代法对称重计量槽罐实施校准

苏州市计量测试研究所 邓小伟

【摘要】 称重计量槽罐是一种特殊的计量器具，常见于工业生产领域的储存、混料、包装等环节，具有结构较为复杂和称量范围大的特点，不易校准。替代法的应用，可以很好的解决计量槽罐的校准难题。

【关键词】 替代法；称重；计量；槽罐；校准

## 前言

储槽罐广泛应用于工业生产领域，分为配有称重传感器带计量性能的槽罐和无称重传感器仅具备原料储存功能的常规槽罐。大多数槽罐称量范围大，罐体周围连接有多条管线，罐顶不是平面或者没有封盖，对其进行满量程的校准，很难实现。本文根据校准实例，就常见称重计量槽罐的校准进行了探讨。

### 一、问题的提出

本市有家外资化工企业，生产线上安装了6台2t~5t的称重计量槽罐，该企业对加入罐体进行反应的各种原料准确度要求很高，如称量不准，误差太大，可能会导致生产的产品报废，损失昂贵。因此，该企业求助于本单位，希望提出一套行之有效的校准方法，对该批计量槽罐进行校准，帮他们解决难题。

### 二、解决方案

通过到企业生产现场考察，发现存在两个问题，影响校准的实施：

1. 称重计量槽罐安装在生产一线，环境复杂，罐体上下连接管线较多，部分属于硬连接，对罐体产生一定的拉力；
2. 罐顶承重台可用来放置砝码的地方十分狭小，不可能放置足够多的标准砝码校准到最大量程，而该企业外方主管要求必须检测到满量程。

针对以上问题，本单位提出采用实物替代的校准方法，且得到了该外企的认可。理论依据是JJG555-1996《非自动秤通用检定规程》4.6.2条标准砝码的替代：“当被测试秤最大称量大于1t时，可使用其他恒定载荷替代标准砝码，前提是必须具备1t标准砝码，或是最大称量50%的标准砝码，两者中应取其大者。在以下条件下，标准砝码的数量可以减少，而不是最大称量的50%。若重复性误差不大于0.3e，可减少至最大称量的35%；若重复性误差不大于0.2e，可减少至最大称量的20%。

重复性误差是将约为最大秤量 50%的砝码，在承载器上施加 3 次来确定的。”

实施校准前，就现场考察发现影响校准的两个问题，对该企业提出两条改进措施：

1. 对罐体连接管线进行软连接处理，消除管线对计量槽罐的称重影响；
2. 鉴于罐体放置砝码的位置不够，对每个罐体下方焊接四个挂钩，用来吊装承载砝码的栈板，并且准备好强度足够的钢丝绳、栈板、卸扣等辅助工具。

### 三、实施校准

在本单位配合下，企业很快完成了必要的改造和准备工作。下面以一台 5t 的计量槽罐为例，介绍并记录校准过程。采用相同方法，逐次对另外 5 台实施了校准，顺利完成本次校准任务，为企业解决了难题。

#### 1. 方法介绍

按照规范要求，采用实物替代法校准 5t 的计量槽罐，应先测试该计量槽罐的重复性。为了便于搬放，准备了 125 只 M<sub>1</sub> 等级 20kg 标准砝码共计 2.5t，以及足够的附加小砝码，往计量槽罐重复加载三次，测得重复性误差分别为 1e、1.2e、1e，不符合采用实物替代法减少标准砝码的要求，故本次校准仍需采用 50% 最大秤量即 2.5t 标准砝码进行测试。首先用标准砝码对该计量槽罐从零点开始到 2.5t 的秤量段进行校准，用闪变点法计算出每个秤量点的实际误差。然后卸载砝码，进行回程校准，因该计量槽罐有零点跟踪装置，卸载砝码直至 10e，并计算每个秤量点的实际误差。其次，卸载完砝码，向罐内注入替代物，可以是水或实际生产中用到的工业原料等，加注 2.5t 替代物直至与使用标准砝码测定误差时相同的闪变点，再依次添加砝码，直到最大秤量 5t，并计算每个秤量点的实际误差。最后，逐步卸载砝码，并测定闪变点，卸下替代物，直至零点，测定卸载回程误差。替代法校准计量槽罐的示意图见图 1。

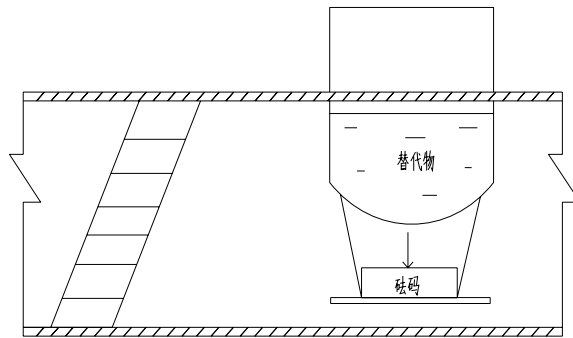


图 1 实物替代法校准计量槽罐示意图

#### 2. 过程计算

该计量槽罐控制仪表是日本尤尼帕斯公司的 F701，最大秤量 5t，e=2kg。每个秤量点误差的计算，参考以下公式：

化整前的误差：

$$E = P - m = I + 0.5e - m - m$$

化整前的修正误差： $E_C = E - E_0$

式中 $E$ 为化整前的误差； $P$ 为化整前的示值； $I$ 为示值； $m$ 为加载砝码值； $e$ 为检定分度值； $m$ 为附加砝码； $E_C$ 为化整前的修正误差； $E_0$ 为零点误差。

首先，用标准砝码对 2.5t 秤量段进行校准，记录如表 1 所示。

表 1 用标准砝码对 2.5t 秤量段进行校准

单位：kg

载荷 $m$	示值 $I$		附加砝码 $m$		$E$		$E_C$		$mpe$
	加载	卸载	加载	卸载	加载	卸载	加载	卸载	
20 (10e)	20	20	1.0	1.0	0	0	0	0	$\pm 0.5e$
40	40	40	1.0	1.0	0	0	0	0	$\pm 0.5e$
500	500	500	0.8	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	$\pm 0.5e$
1000	1000	1000	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	$\pm 0.5e$
1500	1500	1500	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	$\pm 1.0e$
2000	2000	2000	0.2	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8	$\pm 1.0e$
2500	2502	/	1.8	/	1.2	/	1.2	/	$\pm 1.0e$

其次，因该称量装置有零位跟踪装置，卸掉标准砝码直至槽罐上载荷还剩下 10e(20kg)，不能全部卸完，再向罐内注入 2.5t 替代物，配合添加小砝码达到与使用 2.5t 标准砝码测定误差时相同的闪变点。替代后，逐步加载砝码到 5t 最大秤量点，卸载砝码，达到替代前同样的闪变点，计算每个秤量点的误差。最后，卸载替代物直至 10e(20kg)处，重新计算零点误差，如表 2 所示。

表 2 实物替代后对 2.5t ~ 5t 秤量段进行校准

单位：kg

载荷 $m$	示值 $I$		附加砝码 $m$		$E$		$E_C$		$mpe$
	加载	卸载	加载	卸载	加载	卸载	加载	卸载	
2500 (替代物)	2502	2502	1.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	$\pm 1.0e$
3000	3002	3002	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	$\pm 1.0e$
3500	3502	3502	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	$\pm 1.0e$
4000	4002	4002	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8	1.8	$\pm 1.0e$
4500	4502	4502	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	$\pm 1.5e$
5000	5002	/	0.6	/	2.4	/	2.4	/	$\pm 1.5e$

#### 四、经验总结

通过本次校准，有几点工作心得总结如下：

1. 替代法校准计量槽罐，使用砝码量大，加载不方便，校准过程中必须注意人员安全。

(1) 计量槽罐一般安装的位置较高，需要人力将砝码搬上搬下，存在安全隐患，现场人员必备保护措施，如劳动手套、安全鞋、安全帽、防护眼镜等；

(2) 罐体结构复杂，摆放位置有限，砝码层层堆放，有散落风险，可用栏杆或绳索防护。

2. 部分厂家，罐体里装的原料属于易燃易爆物品，砝码搬运过程极易发生磕碰，产生火花，万一引发火灾或者爆炸，后果不堪设想。因此，现场检测人员必须具备十分敏感的风险防范意识，时刻牢记安全第一，在保证安全的前提下，再去组织作业。

3. 砝码摆放一定要均匀，避免人为引入偏载误差，影响校准结果。

4. 校准过程如发现数据异常，应及时检查槽罐周围情况，尽快排除干扰因素，例如人员走动、吹风、装吊砝码的绳索触碰连接管道等，避免重复劳动。

#### 五、结束语

实践证明，用实物替代法校准称重计量槽罐，尽管存在一定的局限性，鉴于针对的是一种非标的特殊称重计量设备，很多时候应用该方法，仍然能够很好的解决计量槽罐的校准难题。

#### 参考文献

1. JJG555-1996 非自动秤通用检定规程[S].北京：中国计量出版社，1997
2. 张清印，邓小羊. 浅谈衡器检定中替代物质量的计算方法[J].中国计量，2005（3）：63
3. 唐峻峰. 浅谈衡器检定中的替代方法[J].黑龙江科技信息，2012（2）：44

#### 作者简介

邓小伟，男，1980年生，本科学历，工程师职称，在苏州计量测试研究所从事衡器检测工作。

联系地址：江苏省苏州市吴中区文曲路69号 苏州市计量测试研究所衡器检测室

电 话：13913502862

E-mail：nldxw@126.com