



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 811—1993

核 子 皮 带 秤

Nuclear Conveyor Belt Scales

1993-02-13 发布

1993-06-01 实施

国家技术监督局 发布

核子皮带秤检定规程

Verification Regulation of

Nuclear Conveyor Belt Scales

JJG 811—1993

本检定规程经国家技术监督局于 1993 年 02 月 13 日批准，并自 1993 年 06 月 01 日起施行。

归口单位：北京市技术监督局

起草单位：中国计量科学研究院
北京市计量科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

张方圃 (中国计量科学研究院)

欧少新 (北京市计量科学研究所)

参加起草人：

罗才生 (中国计量科学研究院)

史克勤 (北京市计量科学研究所)

邢振华 (北京华海新技术开发公司)

李书明 (清华大学核能研究院)

尹在哲 (中国计量科学研究院)

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
三 检定条件	(4)
四 检定项目和检定方法	(4)
五 检定结果处理和检定周期	(6)
附录 1 检定记录格式	(7)
附录 2 模拟负荷片的修正方法	(10)
附录 3 术语	(11)

核子皮带秤检定规程

本规程适用于新安装、使用中和修理后的核辐射式连续累计自动核子皮带秤（以下简称核子秤）的检定。

对于安装在链斗式、螺旋式、履带式、刮板式等输送机上的核子秤可参照本规程检定。

一 概 述

核子秤是安装在皮带输送机的适当位置上，不与皮带直接接触，对散装固体物料自动进行连续累计称重的计量器具。它是根据 γ 射线与物料相互作用，其强度被减弱的原理制造的。

核子秤由放射源、称重传感器、框架、测速传感器和称重指示器组成。

二 技 术 要 求

1 皮带输送机

1.1 皮带输送机的制造和安装应符合国家标准 GB 10595—1989《带式输送机技术条件》的要求。

1.2 皮带输送机的倾角应保证物料在输送中无滚动或滑动。

1.3 在核子秤安装位置前后各 1 m 的范围内，皮带距离偏差不大于皮带宽度的 6%。

1.4 各连接段皮带的型号应一致，其质量厚度的变化量应不大于平均值的 10%。

2 核子秤

2.1 称重传感器

2.1.1 称重传感器为 γ 辐射探测器。

2.1.2 探测器的灵敏体积（或线状放射源）的长度应不小于皮带宽度。

2.2 放射源

2.2.1 放射源为某种长寿命核素的 γ 放射源。

2.2.2 放射源的铅容器和框架防护板的防护性能应符合 GB 4792—1984《放射卫生防护基本标准》的规定。

2.2.3 放射源容器应具有开关、限束机构，从限束孔射出的 γ 射线应能覆盖物料截面和探测器的灵敏体积。

2.3 称重指示器

2.3.1 称重指示器应能显示累计量（t 或 kg）、流量（t/h 或 kg/s）。

2.3.2 累计分度值应采取下列形式的一种： 1×10^n ； 2×10^n ； 5×10^n （ n 为正、负整数或零）。

2.3.3 累计量的示值范围应不小于最大流量下 24 h 累计量。

2.3.4 在称重指示器的明显部位应有铭牌，其内容包括核子秤的名称、规格型号、制造厂名、出厂日期、出厂编号、称量范围和准确度等级。

2.4 测速传感器

2.4.1 测速传感器测轮的轴线应与皮带运行方向垂直。

2.4.2 测轮与皮带之间应保持滚动接触，无滑动、无脱离，测轮上应无粘结物。

3 安装

3.1 框架应垂直于地面或输送皮带，并能将放射源容器、称重传感器和测速传感器牢固地固定。限束孔中心轴线应通过皮带和探测器的灵敏体积中心。

3.2 核子秤应安装在输送机较清洁、干燥的直线地段，并远离下料口。

3.3 称重指示器应安装在少尘、无强电磁干扰、通风好的室内，它与传感器之间连接电缆应远离动力线和电磁干扰源。

3.4 在框架适当部位上应设有模拟负荷片的放置机构。

3.5 核子秤和输送机应考虑挡风、防雨雪措施。

4 计量性能

4.1 准确度等级

核子秤的准确度等级分两级：①和②级。

4.2 有效称量范围

核子秤有效称量范围为该秤最大流量 ($Q_{\max}$) 的 20% ~ 100%。

4.3 最小累计负荷 ($T_{\min}$)

$T_{\min}$ 为在有效称量范围内，保证计量误差不超过所规定最大允许误差所必需的最小物料量。 $T_{\min}$ 值应不小于表 1 中所列值的最大者。

表 1

准确度等级	① 级	② 级
$T_{\min}$	$T_{\min} \geq t_1 Q_{\max}$ $T_{\min} \geq 2\% C_{\max}$	$T_{\min} \geq t_1 Q_{\max}$ $T_{\min} \geq 2\% C_{\max}$
	$T_{\min} \geq 1\,000$ 累计分度值	$T_{\min} \geq 500$ 累计分度值
注： t_1 为皮带运行 1 圈所需时间； $C_{\max}$ 为 $Q_{\max}$ 下 1 h 的输送量。		

4.4 最大允许误差

核子秤计量最大允许误差应不大于表 2 所列的相应值。

表 2

准确度等级	最大允许误差 / %	
	检 定	使用中的核查
①级	± 0.5	± 1.0
②级	± 1.0	± 2.0

4.5 零点

4.5.1 零点累计示值

相同时间内零点累计示值与最大流量下累计示值之比不大于下列值：

①级秤 0.1 %

②级秤 0.2 %

4.5.2 零点鉴别力

当所加模拟负荷与最大负荷之比为 4.5.1 项所规定的值时，约 3 min 的累计示值应有明显改变。

4.5.3 零点稳定性

约 3 min 的空荷运行，5 次累计示值的极差应不大于下列值：

①级秤 0.003 5 % $C_{\max}$

②级秤 0.007 0 % $C_{\max}$

4.5.4 自动调零装置

零点检定时，零点自动调整（跟踪）装置必须脱开。

4.6 重复性

对有效称量范围内的同一负荷，5 次累计示值的极差与平均值之比应不大于下列值：

①级秤 0.5 %

②级秤 1.0 %

4.7 有效称量范围内的鉴别力

在有效称量范围内，两个模拟负荷相对差值等于表 2 中规定的使用中最大允许误差，其累计示值之差值应不小于计算值的一半。

4.8 线性度

在有效称量范围内，模拟负荷与累计示值之间关系曲线的线性度应符合下列要求：

①级秤 $\leq \pm 0.5 \%$

②级秤 $\leq \pm 1.0 \%$

4.9 实物计量误差

在有效称量范围内，不少于 $T_{\min}$ 的实物计量误差应符合 4.4 款表 2 规定。

三 检 定 条 件

5 标准物料及标准秤

5.1 检定用标准物料应是皮带机日常输送的物料。当输送的物料变更时，更重新检定。

5.2 检定用的物料应不小于 $T_{\min}$ 。

5.3 称量标准物料的标准秤最大允许误差应不大于 4.4 款表 2 所列检定最大允许误差的 $1/3$ ，并应由计量部门定期检定。

6 模拟负荷片

6.1 模拟负荷片应由钢、铝等金属制成。

6.2 经过实物计量误差检定修正的模拟负荷片可作为两次检定之间的检验标准器。

6.3 模拟负荷片质量厚度的最大允许误差应不大于 4.4 款表 2 所列检定最大允许误差的 $1/3$ 。

6.4 在模拟试验时，模拟负荷片应垂直于射线束。

6.5 模拟负荷片一定要有防锈措施，以免锈蚀而引起质量厚度的变化。

6.6 模拟负荷片的质量厚度应定期检定。

7 检定时，大气环境及电网条件应遵从仪器说明书中的规定，并应避开雨、雪和大风天气。

8 仪器和皮带机同时启动运转 30 min 后，方可对核子秤进行检定。

四 检定项目和检定方法

9 零点检定

9.1 零点累计示值

皮带空荷运行整数圈，时间大约 3 min，记录零点累计示值，其值应符合 4.5.1 项的要求

9.2 零点鉴别力

在约 3 min 时间内，皮带运行相同整数圈，当施加模拟负荷与最大负荷之比为 4.5.1 项所规定的值时，称重指示器的 3 次累计示值都应有明显改变。

9.3 零点稳定性

在约 3 min 时间内，皮带空荷运行整数圈，称重指示器的 5 次累计示值的极差应不大于 4.5.3 项所规定的值。

10 模拟负荷检定

10.1 重复性

施加约相当于 $60\% Q_{\max}$ 的模拟负荷片，皮带运行整数圈，记录 5 次累计示值，其极差与平均值之比应符合 4.6 款的要求。

10.2 有效称量范围内的鉴别力

施加约相当于 $60\% Q_{\max}$ 的模拟负荷片, 皮带运行整数圈, 记录累计示值。然后, 再增加相当于使用中最大允许误差值的模拟负荷片, 皮带再运行相同整数圈, 记录第 2 次累计示值。依次做 3 次。两种状态的累计示值之差应符合 4.7 款的要求。

10.3 线性度

依次施加 $20\% Q_{\max}$, $40\% Q_{\max}$, $60\% Q_{\max}$, $80\% Q_{\max}$ 和 $Q_{\max}$ 的模拟负荷片, 皮带运行相同整数圈, 记录累计示值, 依次重复 3 次。按下式计算模拟负荷与累计示值的线性度:

$$\delta_n = \left(\frac{W_i - W'_i}{W'_{i_{\max}}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

式中: i ——各量程点的序号;

W_i ——各量程点的 3 次累计示值的平均值;

W'_i ——各量程点的理论值。

W'_i 按下式计算:

$$W'_i = bd_{mi} + a \quad (2)$$

式中: d_{mi} ——模拟负荷片的质量厚度;

b , a —— W_i 对 d_{mi} 的拟合曲线的斜率、截距。

δ_n 值应符合 4.8 款的要求。

11 实物计量误差检定

实物计量误差检定是在现场条件下, 用日常输送的物料对核子秤进行的一种综合检定。这是目前检定核子秤的最准确的方法。

11.1 检定方法

可根据现场情况, 在下列方法中任选一种。

11.1.1 在线检定

物料经料斗秤计量后, 入下料口下料, 再经核子秤计量, 或物料先经核子秤计量, 再导入料斗称计量。把料斗秤的示值作为标准值, 对核子秤的示值进行校准。

11.1.2 离线检定

物料经核子秤计量, 再送到标准秤上计量, 或物料经标准秤计量后, 再送到核子秤计量。用标准秤的示值校准核子秤的示值。

11.1.3 检测整数圈

实物计量误差检定按整数圈进行, 若物料不够, 皮带可放空, 以减少皮带质量厚度不均匀对检定结果的影响。

11.2 检定程序

在约 $40\% Q_{\max}$ 和 $80\% Q_{\max}$ 的量程点上, 用不小于 $T_{\min}$ 的物料, 连续通过核子秤, 记录累计示值 W_i 。每个量程点测量 3 次。按下式计算示值的相对误差:

$$\delta_{mi} = \frac{W_i - Q_i}{Q_i} \times 100\% \quad (3)$$

式中：i——各量程点的序号；

W_i ——核子秤的累计示值；

Q_i ——标准秤的示值。

δ_{mi} 值应符合 4.4 款的要求。

如果被检核子秤在使用中只要求一个恒定流量，也可以在这个量程点上检定，检定次数至少 3 次。

12 检定项目的要求

12.1 检定新安装、修理后和用于贸易结算的核子秤，检定项目不得减少。

12.2 对用于非贸易结算的核子秤进行周期检定时，可减少 9.1，10.1，10.3 三款的项目。

13 使用中的核查

在检定周期内，可用经实物计量误差修正后的模拟负荷片校准核子秤。若校准结果超过使用中的核查最大允许误差，必须及时调整，调整后再校准。若仍然超差，必须修理，修理后重新检定。

五 检定结果处理和检定周期

14 检定结果的处理

检定合格的核子秤发给检定证书；检定不合格的核子秤发给检定结果通知书。

15 检定周期

核子秤的检定周期为 1 年。

附录 1

检定记录格式

核子秤名称： 规格型号：
 制造厂： 出厂编号：
 称量范围： 准确度等级：
 物料名称： 湿度：
 温度： 气候：
 检定日期：

1 零点累计示值

测量时间/min	零点累计示值/kg	允 差/kg

结论：

2 零点鉴别力

测量次数	1	2	3
施加负荷/kg·m ⁻¹ 累计示值变化/kg			
要 求			

结论：

3 零点稳定性

测量次数	1	2	3	4	5
累计示值/kg					
极 差/kg			允差/kg		

结论：

4 有效称量范围内的鉴别力

模拟负荷/ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$		允差负荷/ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$	
测量次数	1	2	3
测量差值/kg			
计算差值/kg			
要 求/kg			

结论:

5 重复性

模拟负荷/ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$					
测量次数	1	2	3	4	5
累计示值/kg					
极 差/kg			允差/kg		

结论:

6 线性度

序号	模拟负荷的质量厚度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$	累计示值/kg			平均值 W_i/kg	理论值 W'_i/kg	线性度误差 $\delta_n/\%$
		1	2	3			
1							
2							
3							
4							
5							
最大线性度误差/%					允差/%		

结论:

7 实物计量误差

量 程	40% $Q_{\max}$			80% $Q_{\max}$		
	1	2	3	1	2	3
测量次数						
标准物料 (t)						
累计示值 (t)						
相对误差 / %						
允 差 / %						

结论:

8 检定结果:

9 检定员: _____ 复核员: _____

附录 2

模拟负荷片的修正方法

对一台经过零点、模拟负荷和实物计量误差检定，而且符合要求的核子秤，用模拟负荷片进行以下试验，即可确定该模拟负荷片的修正系数。

1 确定实物负荷

根据正常实物流量点上的实物计量误差检定时所用的物料量、皮带宽度、皮带运行长度、皮带速度和运行时间确定实物负荷的平均质量厚度。

2 试验

将约相当于上述质量厚度的模拟负荷片插入核子秤的有效射线束内，皮带运行圈数与实物计量误差检定时相同，连续记录 3 次核模拟负荷片的累计示值，取其平均值。

3 模拟负荷片的修正系数

用上述量程点的实物累计示值除以模拟负荷片的累计示值的商，即为模拟负荷片的修正系数。

4 应用

在检定周期内，随时可用已定的模拟负荷片的累计示值乘以修正系数作为标准值校验核子秤，3 次校验结果的最大误差应符合 4.4 款中“使用中的核查”最大允许误差的要求。

5 下次周期检定时，要根据上次实物计量误差检定结果，按着上述程序重新确定修正系数。

附录 3

术 语

核子秤所特有的术语，其定义只适用于本规程。

- 1 放射源
用作电离辐射源的放射性物质。
 - 2 γ 放射源
用作 γ 电离辐射源的放射性物质。
 - 3 γ 辐射探测器
以直接或间接方式将被测的入射 γ 辐射转换成某个量的信息的部件或装置。
 - 4 灵敏体积
整个探测器体积中对辐射反应灵敏并用于探测的那部分体积。
 - 5 限束孔
放射源的辐射只能通过该孔向外发射。
-