### JJF

**中华人民共和国工业和信息化部建材计量技术规范**

**JJF（建材）xxx—202x**

水泥工业用皮带秤校准规范

Calibration Specification for Belt Weighers for Cement Industry

# （报批稿）

**××××-××-×× 发布 ××××-××-××实施**

**中华人民共和国工业和信息化部** 发 布

水泥工业用皮带秤校准规范

## **JJF（建材）xxx—202x**

Calibration Specification for Belt Weighers

for Cement Industry

本规范经中华人民共和国工业与信息化部于XXXX年XX月XX日批准，并自XXXX年XX月XX日起实施。

**归 口 单 位：**中国建筑材料联合会

**主要起草单位：**建筑材料工业技术监督研究中心

合肥固泰自动化有限公司

承德承申自动化计量仪器有限责任公司

**参加起草单位：**河南丰博机器设备有限公司

中启计量体系认证中心建材分中心

[北京金隅琉水环保科技有限公司](http://www.baidu.com/link?url=YCDzMtvNWAA0U1XOZgWELeMUO3JCi3BtR18OEwcK-b3CDmpxS19C0hPP0x5Al20Kv3pYOhnfuIDGnsi9HNmHNed93yLksmrTrtLo2VdbgOHc-ZNQ7YM1DVb1J-Yokjkpqv3QpkkC1_VQDb_bUz9JAJFzMKke2cnfHlGtYmvzLgrZaELkdfrrM8eTSy76fFneU1p55xxA6KlDRcfRhRc8uxR4iLQBQvoCIFCpjUysmvDN04f4RqeID8SAS4W6U8EmWSkoYWGHRpoPNa6Sf4C7W84qDlToaYF-zMHapQNE_l_)

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

赵婷婷（建筑材料工业技术监督研究中心）

**参加起草人：**

朱旺水（合肥固泰自动化有限公司）

史艳斌（承德承申自动化计量仪器有限责任公司）

邵国东（承德承申自动化计量仪器有限责任公司）

陈立新（河南丰博机器设备有限公司）

崔 磊（[北京金隅琉水环保科技有限公司](http://www.baidu.com/link?url=YCDzMtvNWAA0U1XOZgWELeMUO3JCi3BtR18OEwcK-b3CDmpxS19C0hPP0x5Al20Kv3pYOhnfuIDGnsi9HNmHNed93yLksmrTrtLo2VdbgOHc-ZNQ7YM1DVb1J-Yokjkpqv3QpkkC1_VQDb_bUz9JAJFzMKke2cnfHlGtYmvzLgrZaELkdfrrM8eTSy76fFneU1p55xxA6KlDRcfRhRc8uxR4iLQBQvoCIFCpjUysmvDN04f4RqeID8SAS4W6U8EmWSkoYWGHRpoPNa6Sf4C7W84qDlToaYF-zMHapQNE_l_" \t "https://www.baidu.com/_blank)）

刘佳卿（建筑材料工业技术监督研究中心）

祝冰龙（中启计量体系认证中心建材分中心）

引  言

本规范以JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》为基础性规范进行编写。

本规范结合水泥企业实际应用情况而制定，对皮带秤的计量特性参考了JJG/T 195—2019《连续累计自动衡器（皮带秤）》和GB/T 7721—2017《连续累计自动衡器(皮带秤)》,并与其保持协调一致。

本规范为首次发布。

水泥工业用皮带秤校准规范

1. 范围

本规范适用于水泥工业用皮带秤（包括皮带式定量给料机等）使用中的校准。

1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 195 连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程

GB/T 7721 连续累计自动衡器(皮带秤)

JC/T 917 建材工业用带式定量给料机

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

1. 术语

JJG 195、GB/T 7721、JC/T 917以及下列中的术语适用于本规范。

3.1 额定负荷*Qe* rated load

根据输送物料特性（密度等数据）和工艺要求的额定流量，计算得出的单位长度称量的静载量，单位kg/m。

3.2 额定流量*Pe* rated flowrate

正常工作状态下的物料流量的上限，单位kg/s或t/h。

3.3 累计分度值*d*totalization scale interval

在正常的称量方式下，累计显示器以质量单位表示的两个相邻显示值的差值，单位kg。

1. 概述

皮带秤由秤主体和皮带输送机组成的连续累计衡器，在建材工业中广泛用于散状物料，如石灰石、页岩、矿渣、熟料、石膏等的配料计量及控制。

秤体主要包括承载器、称重传感器、速度传感器、累计指示装置及控制系统。具体部件一般包括托辊、传感器、主动滚筒、从动滚筒、传动装置、微机控制系统及其他电气元件等。

皮带秤工作原理：当物料经过皮带时，计量托辊检测到物料重量并作用于称重传感器，产生一个正比于物料载荷的电压信号。同时速度传感器输出与皮带速度成正比的频率信号。累计指示装置从称重传感器和速度传感器接收信号，通过积分运算得出一个瞬时流量值和累积重量值，并显示出来。

对于定量给料机，将瞬时流量与流量给定值比较，其偏差经过微机运算后输出控制量，调节电机转速，即皮带速度，使流量保持与给定值一致，即实现定量给料。

1. 计量特性

皮带秤准确度等级分为四个级别：0.5级、1级和2级。

各等级对应的线性度、零点累计的最大允许误差、累计称量误差、皮带速度误差常用技术要求见表1。

表1 计量特性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 参数名称 | 技术指标 | | |
| 0.5级 | 1级 | 2级 |
| 1 | 线性度（*δ*1） | ≤0.13% | ≤0.25% | ≤0.5% |
| 2 | 零点累计的最大允许误差（*δ*2） | ≤0.05% | ≤0.1% | ≤0.2% |
| 3 | 累计称量误差（*δ*3） | ≤0.5% | ≤1.0% | ≤2.0% |
| 4 | 皮带速度误差(*X*) | ≤0.1% | | |
| 注1：以上所有指标不是用于合格判别，仅供参考。  注2：线性度、皮带速度误差可不作为常规校准项目，在设备首次校准、更换或修理仪表或配件后进行校准。 | | | | |

1. 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：正常工况环境；

6.1.2 大气相对湿度：相对湿度不大于85%；

6.1.3 供电电源：电压220V/380V±10%；频率50Hz±5%；

6.1.4 其他：无强烈的外界电磁干扰。

6.2 校准用标准器具

6.2.1 物料

物料采用日常称量的散装颗粒物料，物料均匀不能有粘料，颗粒大小＜50mm，含水量＜5%。

6.2.2 控制衡器

电子汽车衡或轨道衡等：衡器误差应不大于被校秤最大允许误差的1/3。应有有效检定或校准证书。如果控制衡器精度不够，可按照JJG 195—2019中闪变点方法进行修正。

6.2.3 砝码

链码或砝码：误差不大于被校秤准确度误差绝对值的1/3，且具备有效溯源证书。

1. 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目包括线性度、零点累计的最大允许误差、累计称量误差、皮带速度误差。

7.2 校准前检查

校准前应对使用环境、外观及功能、计量标识等进行检查，检查项目包括但不限于以下内容：

1.秤体保持干净，尤其称量机构的部分应清理干净。查看秤体是否牢固；称重托辊及传感器不应有物料堆积或杂物卡阻；皮带不应有破损。记录设备参数。

2.校准前，仪表预热时间不少于30min。秤体运行应平稳，皮带部分应无跑偏擦边等现象；仪表功能正常显示。

7.3 校准方法

7.3.1 线性度

皮带秤停止运行的状态下，将标准砝码直接挂在砝码支架上，稳定后，仪表显示挂码的重量。模拟加载量采用额定负荷的30%、60%、90%。将砝码加载或卸载一个循环记录，记录显示数据，计算各测点示值与该点标准值的差值，取其中最大值，按公式（1）计算线性度，结果应符合表1中线性度的规定。

………………………………………………………（1）

式中：

*δ*1——线性度；

Δ*I* ——各测点加载或卸载的示值与该点标准值之差，kg或t；；

*Qm*——模拟加载负荷，kg；。

如果线性度不符合，需对传感器进行维修后重新测试至满足要求。

7.3.2 零点累计的最大允许误差

在空载状态下，将秤准确调零（去皮），在皮带上记录置零开始的点，然后关闭自动置零功能，皮带秤空转若干个整数圈，持续时间大于3min，然后停止皮带，如不能停止，可将累积量记录下来。记录零点累计示值。按式（2）计算零点累计的误差：

……………………………………………（2）

式中：

*δ*2 ——零点累计的误差，%；

*I*1 ——初始的示值，kg或t；

*I*2 ——累计示值，kg或t；

*Imax* ——额定流量下相同时间的累计值，*Imax*=*Pe*×*t*,kg或t。

如果零点累计误差不符合要求，检查机械装置、皮带状态。

7.3.3 累计称量误差

7.3.3.1 概述（原7.1内容）

累计称量最大允许误差校准宜采用物料校准，不具备物料校准条件时可采用模拟载荷校准。模拟载荷采用砝码或链码，推荐链码为宜。为方便进行期间核查，也可在物料试验后立即进行模拟载荷试验，以便对模拟载荷的结果进行修正。

7.3.3.2 物料校准

物料试验时，试验次数不少于两次；皮带运行距离应为整数圈，最小校准物料量不低于每小时额定流量下产量的20%；启动定量给料机且仪表显示值稳定后开始试验。校准过程如下：

a）皮带秤置零，设给料量为常用给料流量或额定流量的50%～80%。启动皮带秤，让物料铺满皮带后马上停止皮带秤，物料刚好铺至主动滚筒物料下落位置。将此过程中从主动滚筒前落下的多余物料清扫干净，以免影响后面的称量。将累计清零。

b) 在主画面中再次启动皮带秤，让物料下落。进入实物标定画面，查看仪表累计量，当显示到达标定物料量时，在主画面中停止皮带秤，使物料停止下落。

c) 控制衡器称出皮带从这次启动到停机这段时间内落下物料的总重量，记为*P*。记下仪表累计量*W*。按公式（3）计算计量误差，结果应符合表1的规定。

…………………………………………（3）

式中：

*δ*3 ——累计称量误差,%；

*P*——控制衡器示值，kg或t；

*W*——仪表累计示值,kg或t。

d)若*δ*3满足表1的要求，重复上述a)～c)过程，两次误差均满足表1的规定，则校准结束。

若*δ*3超过表1的要求，则对仪器进行修正，如果修正系数超过该设备允许极限，则需对对秤进行检修。

7.3.3.3 模拟载荷校准

1)砝码标定：将质量为额定负荷40%-80%的标准砝码安装在皮带秤的放砝码的支架上，设定仪表的喂料量为常用流量或额定流量的50%-80%。启动系统，运行整数圈，且持续时间不少于3min，按照公式（4）、（5）计算计量误差*δ*3，按7.3.3.2 d)校准并验证。

………………………………………(4)

……………………………………………(5)

式中：

*δ*3 ——累计称量误差,%；

*T*—— 称量段砝码累计质量标准值，kg或t；

*W*——仪表累计示值,kg或t；

*m* ——砝码质量，kg或t；

*L*——皮带周长，m；

*l*——有效称量段长度，m；

*n*——运行圈数。

2)链码标定：进行动态链码标定的链码额定值不能低于秤额定负荷的50%-80%。将标准链码放在皮带秤有效称量的中间；检查链码运转是否灵活；启动系统，运行整数圈，且持续时间不少于3min，按照公式(6)、(7)计算计量误差*δ*3，按7.3.3.2 d)校准验证。

…………………………………………………（6）

*Q＝q*×*L*×*n*……………………………………………………（7）

式中：

*δ*3 ——累计称量误差,%；

*Q*——链码标准值,kg；

*q*——每米重量值,kg/m；

*L* ——皮带周长,m；

*n* ——运转圈数。

7.3.4 皮带速度偏差检验

用米尺测皮带长度*B*，作好标记，将给料量设定在额定值，启动定量给料机并保持恒速，用秒表测定皮带转一圈或整数圈的时间t，按公式(8)计算出皮带速度v。按公式（9）计算速度偏差*X*：

……………………………………………………（8）

……………………………………………（9）

式中：

*v*0——速度显示值，m/s；

*B*——皮带长度，m；

*t——*皮带转动时间，s。

1. 校准结果表达

校准后的皮带秤应出具校准证书，证书中至少应包括以下信息：

1. 标题：“校准证书”；
2. 单位名称和地址；
3. 进行校准的地点；
4. 证书的唯一性标识(如编号)、每页及总页数的标识；
5. 秤的名称、制造商、型号规格、编号；
6. 进行校准的日期；
7. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
8. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效期说明；
9. 校准环境的描述；
10. 校准结果及其测量不确定度的说明；
11. 对校准规范偏离的说明(适用时)；
12. 校准证书或校准报告签发人签名或等效标识；
13. 校准人和核验人签名；
14. 校准结果仅对该被校对象有效的声明；
15. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准结果/校准数据中应包含以下内容：

1. 外观检查结果；
2. 示值误差校准结果；
3. 示值误差校准结果的测量不确定度。

校准证书、内页格式见附录A。

1. 复校时间间隔

现场使用的复校时间间隔一般由用户根据使用状况自行确定。建议最长复校时间间隔不超过3个月。

附录**A**

校准证书内页格式

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 |  | 设备编号 | | |  |
| 使用地点 |  | 校准日期 | | |  |
| 校准依据的技术文件 | 水泥工业用皮带秤校准规范 | | | | |
| 环境条件 | 温度(℃) 湿度(％RH) | | | | |
| 校准地点 |  | | | | |
| 本次校准所用计量器具 | | | | | |
| 名称/型号 | 编号 | | 证书编号 | | 证书有效期 |
|  |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  |
| 溯源性说明 |  | | | | |
| 外观检查结果 |  | | | | |
| 功能检查结果 |  | | | | |
| 设备参数 | 准确度等级： | | | | |
| 额定负荷：*Qe*＝ | | | | |
| 额定流量：*Pe*＝ | | | | |
| 累计分度值：d＝ | | | | |
| 线性度*δ*1 |  | | | | |
| 零点累计最大允许误差*δ*2 |  | | | | |
| 累计称量误差*δ*3 | 校准方法 | | |  | |
| 累计称量误差 | | |  | |
| 测量不确定度 | | | *U*＝ ，*k*＝2 | |
| 皮带速度偏差*X* |  | | | | |

附录**B**

校准数据原始记录

记录编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | | | | | | |  | | | 设备编号 | | | | | | |  | | | |
| 生产厂家 | | | | | | |  | | | 规格型号 | | | | | | |  | | | |
| 使用地点 | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |
| 校准依据 | | | | | | | JJF | | | 校准间隔 | | | | | | | 个月 | | | |
| 温 度 | | | | | | | ℃ | | | 湿 度 | | | | | | | %RH | | | |
| **皮 带 秤 参 数** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 测量范围 | | | | | | |  | | | 准确度等级 | | | | | | |  | | | |
| 额定负荷*Qe* | | | | | | | kg/m | | | 额定流量*Pe* | | | | | | | t/h | | | |
| 额定速度*V* | | | | | | | m/s | | | 累计分度值*d* | | | | | | | kg | | | |
| 称量长度*L* | | | | | | | m | | | 皮带长度*B* | | | | | | | m | | | |
| 线性度*δ*1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 模拟加载量  kg | | | | | | 显示值  kg | | | Δ*I*  kg | | | | | 线性度*δ*1  % | | | | |
| 1 | |  | | | | | |  | | |  | | | | |  | | | | |
| 2 | |  | | | | | |  | | |  | | | | |
| 3 | |  | | | | | |  | | |  | | | | |
| 零点累计最大允许误差试验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 初始示值*I*1  kg | | | | 累计示值*I*2  kg | | | | | 最大流量示值*I*max  kg | | | | | 零点累计误差*δ*2 | | | | | | |
|  | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | | | |
| 标 准 器 参 数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 标准器名称 | | | 规格型号 | | 准确度等级 | | | | 秤量范围或标称值 | | | | 分度值 | | | | 溯源单位及证书号 | | | 有效期 |
|  | | |  | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |  |
|  | | |  | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |  |
|  | | |  | |  | | |  |  | | | |  | | | |  | | |  |
| 物料传送车辆的信息 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 车牌号码 | | |  | | | | | 车辆皮重 | | | t | | | | 载重量 | | | t | | |
|  | | |  | | | | |  | | |  | | | |  | | |  | | |
|  | | |  | | | | |  | | |  | | | |  | | |  | | |
| 现 场 物 料 试 验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 试验组 | 控制衡器的示值*P*  （ ） | | | | | 皮带秤示值W  （ ） | | | 给料流量  （ /h） | | | 误 差(W-*P*)  （ ） | | | 相对误差  % | | | | 修正系数 | |
| 1 |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
| 2 |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
| ... |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
|  |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
| 模 拟 载 荷 试 验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 编号 | 模拟载荷*T*  （ ） | | | | | 皮带秤示值*W*  （ ） | | | 给料流量  （ /h） | | | 误差(W-T)  ( ) | | | 相对误差  % | | | | 修正系数 | |
| 1 |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
| 2 |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
| ... |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
|  |  | | | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |
| 皮带  速度  偏差 | 皮带长度*B* | | | | | m | | | | | | 时间*t* | | | | | s | | | |
| 速度*v* | | | | | m/s | | | | | | 显示速度*v*0 | | | | | m/s | | | |
| 速度偏差*X* | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |

日期： 校准人员：

附录**C**

采用物料校准皮带秤累计称量误差的测量不确定度分析实例

C.1 概述

C.1.1 校准方法：采用7.3.3.2中现场物料校准方法。

C.1.2 环境条件：温度18℃，湿度35%RH。

C 1.2 被校准设备：测量范围：(0-110)t/h，准确度等级0.5级皮带秤。

C 1.3 控制衡器：电子汽车衡，规格型号SCS-120，准确度等级：Ⅲ级，分度值50kg。

C.2 数学模型

 (C.1)

式中：

*δ3*——称量误差；

*P*——控制衡器示值，kg或t；

*W*——仪表累计示值,kg或t。

C.3 不确定来源分析

不确定度来源主要包括皮带秤示值测量重复性引入的标准不确定度分量，为A类评定；由皮带秤累计分度值和电子汽车衡引入的标准不确定度分量，为B类评定。物料损耗等其他影响因素可忽略不计。

C.4 不确定度分量评定

C.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量*u*1

为测重复性，保持皮带秤参数不变，连续进行五组物料实验。每次下料后经过皮带秤称量，再把物料装车经过电子汽车衡称量出毛重和皮重，算出净重，试验数据如下。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验组 | 控制衡器的载荷*P*  kg | 皮带秤示值W  kg | 给料流量  t/h | 误 差(W-*P*)  kg | 相对误差*δ*3  % |
| 1 | 14279.42 | 14290.53 | 100 | 11.11 | 0.078 |
| 2 | 14290.53 | 14305.95 | 100 | 15.42 | 0.108 |
| 3 | 14305.96 | 14320.24 | 100 | 14.28 | 0.0998 |
| 4 | 14320.25 | 14335.24 | 100 | 14.99 | 0.105 |
| 5 | 14335.48 | 14347.64 | 100 | 12.16 | 0.085 |
| 相对误差平均值 | | 0.095% | | | |
| 标准偏差 | |  | | | |

由该测量重复性引入的不确定度分量*u*1=s(*δ*3)=0.011%

C.4.2 由皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2

皮带秤累计分度值d=0.01kg，额定负荷*Qe*为100kg，服从均匀分布，因此由皮带秤分辨力引入的不确定度分量为：



C.4.3 由汽车衡引入不确定度*u*3

C.4.3.1 汽车衡最大允许误差引入不确定度分量*u*3,1

汽车衡在此称量范围内最大允许误差为±1.0e（e为检定分度值），即50kg，服从均匀分布，因此由汽车衡的最大允许误差引入的标准不确定度：



C.4.3.2 电子汽车衡电子显示分辨力引入不确定度分量*u*3,2

汽车衡分度值*e*=50kg，服从均匀分布，因此由汽车衡分辨力引入的标准不确定度：



C.5 不确定度分量汇总

表C.1 不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | | 不确定度分量值 |
| 测量重复性引入的不确定度分量*u*1 | | 0.011% |
| 皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2 | | 0.006% |
| 汽车衡称量引入的不确定度分量*u*3 | 汽车衡最大允许误差引入不确定度分量*u*3,1 | 0.2% |
| 电子汽车衡电子显示分辨力引入不确定度分量*u*3,2 | 0.1% |

C.6 标准不确定度的合成*uc*(*δ*3)

以上各标准不确定度分量相互无关，合成标准不确定度为：



C.7 扩展不确定度*U*

取*k*=2，采用物料校准皮带秤累计称量误差测量结果的扩展不确定度：

*U=kuc*(*δ*3)*=*2×0.22%=0.44%

附录**D**

采用砝码校准皮带秤累计称量误差的测量不确定度分析实例

D.1 概述

D.1.1 校准方法：采用7.3.3.3中砝码校准方法。

D.1.2 环境条件：温度20℃，湿度30%RH。

D 1.2 被校准设备：测量范围：(0-20)t/h，准确度等级1.0级皮带秤。

D 1.3 砝码：根据校准证书，砝码符合M1级。

D.2 数学模型

 （D.1）

 (D.2)

式中：

*δ*3 ——称量误差；

*T*—— 称量段砝码累计质量标准值，kg或t；

*W*——仪表累计示值,kg或t；

*m* ——砝码质量，kg或t；

*L*——皮带周长，m；

*l*——有效称量段长度，m；

*n*——运行圈数。

D.3 不确定来源分析

不确定度来源主要包括皮带秤示值测量重复性引入的标准不确定度分量，为A类评定；由皮带秤累计分度值和砝码测量引入的标准不确定度分量，为B类评定。皮带张力等其他影响因素可忽略不计。

D.4 不确定度分量评定

D.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量*u*1

秤体额定负荷为100kg，采用20kg砝码进行校准，给料流量为8t/h,皮带转动2圈，重复测5次，试验数据如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验组 | 仪表累计示值W  kg | 理论累计值T kg | 设定流量  t/h | 示值误差|W-T|  kg | 相对误差*δ*3  % |
| 1 | 446.40 | 446.56 | 8.00 | 0.16 | 0.04 |
| 2 | 446.38 | 446.56 | 8.00 | 0.18 | 0.04 |
| 3 | 446.58 | 446.56 | 8.00 | 0.02 | 0.004 |
| 4 | 446.54 | 446.56 | 8.00 | 0.02 | 0.004 |
| 5 | 446.52 | 446.56 | 8.00 | 0.04 | 0.009 |
| 相对误差平均值 | | 0.019% | | | |
| 标准偏差 | |  | | | |

由该测量重复性引入的不确定度分量*u*1=s(*δ*3)=0.016%

D.4.2 由皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2

皮带秤累计分度值*d*=0.01kg，服从均匀分布，额定负荷*Qe*为100kg，因此由皮带秤分辨力引入的不确定度分量为：



D.4.3 称量段砝码累计质量引入的不确定度分量*u*3

D.4.3.1 砝码最大允许误差引入不确定度*u*(*m*)

本示例中采用20kg标准砝码，准确度等级M1级，砝码的误差为±1g,按均匀分布，其不确定度为：

kg

D.4.3.2 皮带周长引入的不确定度分量*u*(*L*)

本示例中皮带周长为5.582m，根据皮带生产要求及实际环境条件的影响，极限偏差为10mm，按均匀分布，则由皮带周长引入的不确定度分量：

m

D.4.3.3 有效称量长度引入的不确定度分量*u*(*l*)

本示例中秤体有效称量长度为0.5 m，根据生产要求，误差为1 mm,按均匀分布，则由有效称量长度引入的不确定度分量：

m

D.4.3.4 称量段砝码累计质量合成标准不确定度*u*3

按公式(D.2)，代入L=5.582m，u(L)=0.006m，m=20kg，u(m)=0.0006kg，l=0.5m，u(l)=0.0006m，u(n)=0,按不确定度传播公式：



D.5 不确定度分量汇总

表D.1 不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | | 不确定度分量值 |
| 测量重复性引入的不确定度分量*u*1 | | 0.016% |
| 皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2 | | 0.006% |
| 称量段砝码累计称量引入的不确定度分量*u*3 | 砝码最大允许误差引入不确定度 | 0.003% |
| 皮带周长引入的不确定度分量 | 0.11% |
| 有效称量长度引入的不确定度分量 | 0.12% |

D.6 合成标准不确定度*uc*(*δ*3)

公式(D.1)可记为：

故

其中，主要是皮带秤示值重复性引入的不确定度分量u1，以及皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2，以上*u*1，*u*2，*u*3不确定度分量不相关，因此：



D.7 扩展不确定度*U*

取*k*=2，采用砝码校准皮带秤累计称量误差的扩展不确定度：

*U=kuc*(*δ*3)*=*2×0.16%=0.32%

附录E

采用链码校准皮带秤累计称量误差的测量不确定度分析实例

E.1 概述

E.1.1 校准方法：采用7.3.3.3中链码校准方法。

E.1.2 环境条件：温度20℃，湿度30%RH。

E 1.2 被校准设备：测量范围：(0-200)t/h，准确度等级1.0级皮带秤。

E 1.3 链码：根据链码校准证书，最大允许误差为0.1%。

E.2 数学模型

 (E.1)

*Q＝q*×*L*×*n* (E.2)

式中：

*δ*3——称量误差；

*Q*——称量段砝码累计质量标准值，kg或t；

*W*——仪表累计示值,kg或t；

*q*——每米重量值,kg/m；

*L*——皮带周长，m；

*n*——运行圈数。

E.3 不确定来源分析

不确定度来源主要包括皮带秤示值测量重复性引入的标准不确定度分量，为A类评定；由皮带秤累计分度值和链码测量引入的标准不确定度分量，为B类评定。皮带张力以及链码均匀性等其他影响因素可忽略不计。

E.4 不确定度分量评定

E.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量*u*1

秤体额定负荷为100kg，采用20kg/m，长度为的链码进行校准，给料流量为80t/h,皮带转动5圈，皮带周长为11m，重复测3次，试验数据如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验组 | 仪表累计示值W  kg | 理论累计值T kg | 设定流量  t/h | 示值误差|W-Q|  kg | 相对误差*δ*3  % |
| 1 | 1096.48 | 1100.00 | 80.00 | 3.52 | 0.32 |
| 2 | 1096.92 | 1100.00 | 80.00 | 3.08 | 0.28 |
| 3 | 1095.16 | 1100.00 | 80.00 | 4.84 | 0.44 |

由极差法，计算该测量重复性引入的不确定度分量:

**

E.4.2 由皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2

皮带秤累计分度值d=0.01kg，额定负荷*Qe*为100kg，服从均匀分布，因此由皮带秤分辨力引入的不确定度分量为：



E.4.3 链码累计质量不确定度分量*u*3

E.4.3.1 链码最大允许误差引入不确定度*u*(*q*)

本示例中采用20kg链码，根据校准证书，最大允许误差为0.1%,按均匀分布，其不确定度为：

kg

E.4.3.2 皮带周长引入的不确定度分量*u*(*L*)

本示例中皮带周长为11m，根据皮带生产要求及实际环境条件的影响，极限偏差为50mm，按均匀分布，则由皮带周长引入的不确定度分量：

m

E.4.3.3 链码累计质量合成标准不确定度*u*3

按公式(E.2)及标准不确定度传播公式，代入*L*=11m，*u*(*L*)=0.028m , *q*=20kg/m, *u*(*q*)=0.011kg，*u*(*n*)=0，则



E.5 不确定度分量汇总

表E.1 不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | | 不确定度分量值 |
| 测量重复性引入的不确定度分量*u*1 | | 0.095% |
| 皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2 | | 0.006% |
| 链码累计质量误差*u*3 | 链码最大允许误差引入不确定度 | 0.058% |
| 皮带周长引入的不确定度分量 | 0.26% |

E.6 合成标准不确定度*uc*(*δ*3)

公式(E.1)可记为：

故

其中，主要是皮带秤示值重复性引入的不确定度分量*u*1，以及皮带秤累计分度值引入的不确定度分量*u*2，以上*u*1，*u*2，*u*3不确定度分量不相关，因此：



E.7 扩展不确定度*U*

取*k*=2，采用链码校准皮带秤累计称量误差的扩展不确定度*：*

*U=kuc*(*δ*3)*=*2×0.28%=0.56%