

EURAMET 校准指南

自动分检衡器

动态秤和自动检重秤等自动分检衡器 (AWI) 在快速移动的过程中提供关键的质量控制。了解实施最近发布的 EURAMET CG-26 校准指南如何帮助您确保这些重要仪器的准确性和复现性，从而能够优化处理速度、盈利能力和平规性。



目录：

1. 本指南如何为我的业务提供帮助?

2. EURAMET 与测量一致性

3. 校准过程

 3.1. 校准准备

 3.2. 执行校准

 3.3. 校准结果

 3.4. 发布校准证书

4. 如何使用校准结果

5. 结束语：校准确保信心

附录：自动分检衡器的应用

1 本指南如何为我的业务提供帮助？

使用自动分检衡器时，务必确认其工作正常并提供精确的结果。不准确的读数会导致动态称重设备失效，从而给用户带来潜在问题。因此，务必了解设备的准确性并确保其正常运行。

EURAMET 最近发布了 CG-26 指南，以满足日益增长的自动分检衡器的校准需求。该指南的目的是为校准所有自动分检衡器提供标准化方法。然而，在讨论本指南的具体内容之前，我们务必要定义自动分检衡器的相关类型。

动态秤/自动检重秤

动态秤，在配送和快递包裹运输等行业中，用于测定随机动态包装的质量。这些包装的重量用于确保准确的成本计算，还可以考虑容器重量计算，以符合国家和国际法规要求。



METTLER TOLEDO 称重系统

自动检重秤，在另一方面用于测定动态产品的质量，并将其与参考质量进行比较。这些仪器通常用于制药/生物技术、食品和饮料、化工以及金属、塑料和电子元件生产 (MPE) 等行业的制造和包装过程。



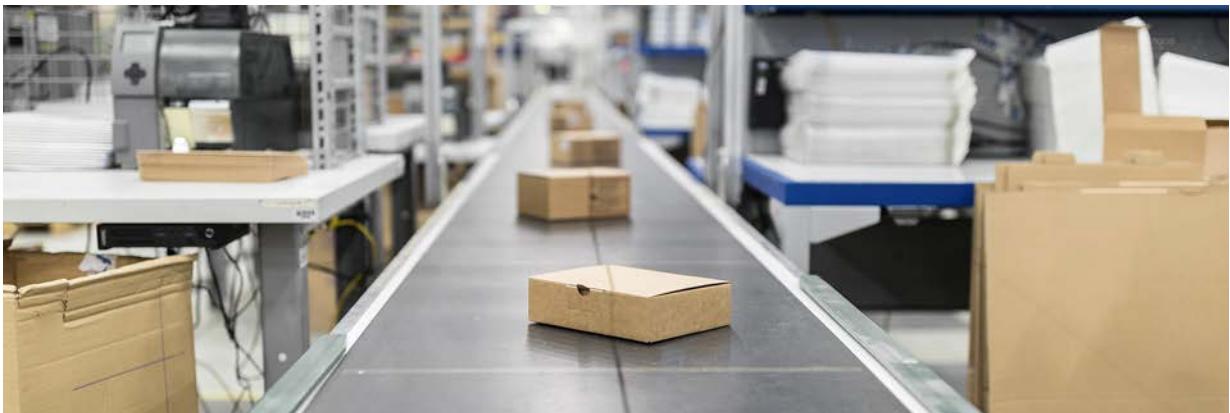
METTLER TOLEDO 检重系统

工程、机械和设备制造商可以在系统设计中利用这两种类型的自动分检衡器来帮助客户提高生产效率，符合法规要求：

- 优化包装完整性
- 降低运输成本
- 防止拒付和返工
- 确保各个产品符合质量标准

改进您的过程

简而言之，自动分检称重有助于提高收入和改善路线规划。自动检重秤有助于减少过量灌装，从而减少产品浪费。同时可确认所检测产品是否在规定的限值范围内，或者药品、食品或化学品包装中的内容是否在规定的限值范围内。使用两种自动分检衡器时的准确性对于确保盈利能力与合规性都至关重要。



将校准作为质量管理体系和维护过程的一部分进行实施，有助于确保过程满足内部和外部要求，例如：

- 计量法规和规范
- 法定灌装限值
- 安全规定
- 制造利润

通过遵循新的校准指南来确保自动分检衡器的准确性，可以帮助您减少与监管问题或劣质产品相关的不必要支出，从而提高处理速度和利润。

为什么进行校准标准化？

根据 EURAMET 指南进行正确校准可帮助您：

- 优化过程，
- 获得额外的运输收入，
- 减少与返工 / 浪费相关的费用，
- 提高盈利能力与合规性。

2 EURAMET 与测量一致性

EURAMET 的意思是 European Association of National Metrology Institutes，即欧洲计量合作组织。这是一个由欧盟成员国和欧洲自由贸易协会成员国的国家计量机构组成的联盟。EURAMET 问世以来一直致力于为实验室使用的称量仪器制定校准指南，而自动分检衡器校准指南则扩展了其范围，其中包含了更多的工业称重设备。EURAMET 与包括 METTLER TOLEDO 在内的自动分检衡器 (AWI) 制造商密切合作，共同制定了这些新指南。



为什么进行校准标准化？

标准化过程对校准的影响会让政府监管机构的工作变得更加轻松，因为他们拥有了一套指导制造商遵循的指南。此外，如果最终用户知道服务提供商正在遵循 EURAMET 指南，他们则可以非常笃定，校准结果是以当地政府和国际贸易伙伴接受的方式测量和计算的。还可以对不同生产线之间的结果进行比较，甚至对位于不同国家 / 地区的生产线结果进行比较。因此可以评估生产线设置，并确定需要改进的位置。

过去，服务提供商需要制定自己的校准指南，编写自己的公式，这意味着结果最终将难以与其他方法论进行比较。服务提供商使用一套经过认证的统一指南，比较就会因此变得更加可靠，最终用户也更容易证明质量、可追溯性和合规性。

什么是自动分检衡器校准？

所有称重设备都具有固有的测量不确定度，这种测量不确定度通过校准进行评估。测量不确定度指的是在称重过程中可能出现的、导致测量结果不确定度的潜在误差或偏差范围。

校准是指针对测量仪器实施一系列活动，在已知值和相关测量值之间建立关系，从而来了解仪器的操作状况。定期校准定义了测量不确定度基准，用于对给定仪器各个时间以及各个生产地点的给定过程结果进行比较，因此您可以根据该基准对过程结果进行比较和优化。

具体到某个自动分检衡器，校准包括：

1. 确定指定动态测试载荷的参考质量值
2. 在特定条件下对仪器施加测试载荷
3. 确定测量误差和示值变化，其评估方式为：
 - a. 重复性的确定
 - b. 可重现性
 - c. 偏心载荷的影响
4. 评估影响结果的测量不确定度。

其结果是一个可用于衡量称重仪器准确性的数字。

校准仅提供此数字。它不包括法律或客户指定限值的验证。然而，校准结果对于确认称重设备是否符合内部和外部处理标准至关重要。它们还构成了节省成本的业务活动的基础，如收入获取和过程改进。

一些行业还具有关于产品显示重量或数量准确性的政府规定，定义称重设备的准确性对于合规性至关重要。例如，ISO 9001 将校准确定为确立测量设备可追溯性的一种方式。测量设备的可追溯性意味着能够提高对其测量有效性的置信度。



3 校准过程

校准由信誉良好的服务提供商，在特定条件下使用特定材料执行。用于测试自动分检衡器（以下简称“AWI”）的条件和材料在校准指南 EURAMET CG-26 中的定义如下。

3.1 校准准备

AWI 的校准依赖于统一的条件，以确保任何观察到的变化都来自系统本身，而非外部环境因素。因此，该指南中很大篇幅专门介绍了如何针对校准进行系统准备。

校准 AWI 时，最重要的一点是要确保校准在指南规定的正常使用条件下进行。这意味着气流、系统稳定性和任何环境振动都应与生产过程保持一致。

此外，该指南还要求校准之前仪器功能不受污染或损坏的影响。这意味着，在校准过程之前，您的服务提供商应对 AWI 执行一次标准预防性维护过程，确保一切正常，然后再继续。

还有其他需要考虑的因素，这些指南更详细地介绍了这些因素，但它们都归结为一个相同的基本理念：要校准的 AWI 应按照正常生产场景下的方式进行设置和运行。如果 AWI 运行正常，校准就可以开始了。

3.2 执行校准

控制仪器

该指南规定，必须使用精度大于或等于被测 AWI 的控制仪器来确定动态测试载荷质量的参考值。如果 AWI 具有静态称重模式，则为静态秤或该 AWI 本身。该指南还建议尽可能用将该 AWI 本身作为控制衡器作为首选方法，因为这将确保待校准设备的精度与控制仪器的精度相同。

动态测试载荷

给定重量的动态测试载荷用于测试设备。请注意确保在正常操作条件下使用仪器，动态测试载荷“最好是通常在校准仪器上称重的物品类型”（EURAMET, Guidelines on the Calibration of Automatic Catchweighing Instruments, section 4.3）。

通过使用生产过程中常见的产品作为动态测试载荷，制造商可以更好地了解其特定产品的预期变化（即偏差）。但是，如果出于任何原因无法做到这一点，则指南列出了要考虑的测试载荷的五个特点：

1. 适合在设备上作为测试载荷使用；
2. 测试载荷的形状、材料、成分应易于处理；
3. 测试载荷的形状、材料、成分应便于估计重心位置；
4. 在使用测试载荷进行校准的整个过程中，测试载荷的质量必须保持不变；
5. 测试载荷必须由非吸湿性、非静电、非磁性材料制成。（同上）

测试载荷其他注意事项

该指南强烈建议在校准时间和地点确定测试载荷的重量。如果在其它地方对测试载荷进行确定，例如在固定实验室中进行，则需要考虑另外两个因素：

1. 测试载荷密度应易于估计，并记录在校准报告中。
2. 由于空气浮力的缘故，低密度测试载荷可能需要特别注意。在校准过程中，可能需要在载荷的整个使用期间监测温度和大气压力。（同上）

最后一点使得利用待校准衡器的静态模式来确定测试载荷的重量成为满足这些要求的最佳方法，尽管指南中确实包括了必要时对温度差异进行补偿的计算。

复现性的测定

处理 AWI 时，其他效应可能会影响校准结果，例如皮带调整或停止和启动系统输送机可能导致的机械滞后。

为了解决这个问题，在每次称重之间，要通过停止和启动载荷传输系统来中断 AWI。在一个循环中进行的测量越多，对复现性的估计就越好。以下是校准指南中规定的最少必需重复次数：

测试载荷的标称质量 mg	最小重复次数, n
mg ≤ 20 kg	5
20 kg < mg	3

使用相同的测试载荷在所有校准点重复此过程。

误差和重复性的测定

该指南为实际称重本身制定了一套简单的规则。其中包括让衡器附近的其它任何设备保持正常运行，以帮助确保与运行期间产生的任何振动或热量相同。然后测试载荷在 AWI 上运行，进行一系列连续称重，并记录重量值。每次运行后，必须将设备归零。

与任何统计计算一样，更多的样本量总是优于更少的样本量。这些指南承认对多个大型测试载荷进行称重需要更长的时间，因此为了确保校准过程不会使设备离线太久，他们提供了一个图表，根据测试载荷的重量确定对应的称重次数：

测试载荷的标称质量 mg	最小重复次数, n
mg ≤ 10 kg	20
10 kg < mg ≤ 20 kg	15
20 kg < mg	10

使用相同的测试载荷在所有校准点重复此过程。

偏载效应的测定

动态偏载测试可在整个称重表面（例如：导轨）对 AWI 进行评估。理想情况下，要使用现有处理设备将测试载荷引导到输送机上。但是，如果不存在产品处理系统，则需要进行偏载测试。输送机分为前后两部分，测试载荷在后半部分和前半部分运行的次数相同。

与正常测试重量一样，测试载荷的重量决定了重复次数，如下表所示：

测试载荷的标称质量 mg	最小重复次数, n
mg ≤ 10 kg	6
10 kg < mg ≤ 20 kg	5
20 kg < mg	3

使用相同的测试载荷在所有校准点重复此过程。

3.3 校准结果

一旦收集了称重结果以及任何其他环境因素（包括温度）的测量值，就可以开始计算测量不确定度了。

根据《国际通用计量学基本术语》(VIM)，测量不确定度是一个表征测量值位于真实值周围范围的估计值。根据 EURAMET CG-26 校准指南，AWI 的测量不确定度基于以下因素计算：

- 测量误差的标准不确定度
 - 自动分检衡器示值的标准不确定度
 - 质量参考值的标准不确定度
- 校准时的扩展不确定度
- 称重结果的标准不确定度
 - 所用读数的标准不确定度
 - 环境影响的标准不确定度
- 称重结果的扩展不确定度
 - 修正带来的误差
 - 不确定度中包含的误差

有几个值需要使用指南中的公式进行计算。下面列出了一些必需的计算。

测试载荷的测量误差

对于每个测试载荷，测量误差 E 的计算方式如下：

$$E = \bar{I} - m_{ref}.$$

其中，若干示值的平均值 \bar{I} 的计算公式为：

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

m_{ref} 是测试载荷质量的参考值，该参考值将与测试载荷结合使用，以量化动态秤的性能。

重复性

根据给定测试载荷 L_{Tj} 的 n 个示值 I_i ，标准偏差 $s(I)$ 的计算方式如下：

$$s(I) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}$$

其中，示值的平均值 \bar{I} 的计算公式为：

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

复现性

根据对于给定测试载荷 L_{Tj} 的五 (5) 个示值 $I_i, 1 \leq i \leq 5$ ，示值之间的最大差值 $\Delta I_{rpd,max}$ ，计算公式如下：

$$\Delta I_{rpd,max} = I_{i,max} - I_{i,min}$$

3.4 发布校准证书

校准后，结果得以记录，由执行校准的服务技术人员或实验室出具完整的校准证书。

一份正式的校准证书分为三个部分：一般信息、校准程序相关信息和测量结果。每个部分中提供的信息概述如下。

一般信息

此部分指明执行校准的校准实验室或服务提供商的名称，包括认证信息、证书颁发日期和授权测试人员的签名。此部分还包括有关客户以及系统制造商和要校准型号的信息。

校准程序相关信息

本部分包括有关校准程序的所有信息，首先是测量日期和校准地点（包括校准时的环境条件）。还列出了 AWI 的完整设置以及（至少）在哪里可以找到关于测试载荷参考质量确定方式的信息，还有测试载荷的完整描述。

测量结果

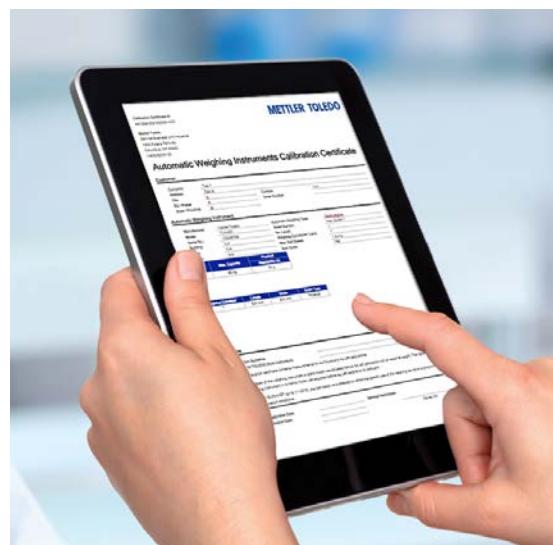
最后一部分包括以下各项的条目：

- 质量的参考值，
- 示值的平均值，以及
- 所施加测试载荷的平均示值误差。

其中还包括：

- 每次测量的完整重复次数，
- 每个测量程序的详细信息，
- 通过测试确定的标准偏差，以及（如适用），
- 所有偏载测试的相同信息。

如果标准读数（即根据校准指南执行的读数）无法确定任何示值或误差，则应出现一个警告，说明报告的不确定度小于正常读数。



示例：部分校准证书。

4 如何使用校准结果

一旦校准完成，测量不确定度变为已知量，此时就要考虑如何处理这些信息。如何使用此数字由设备的最终用户决定，即得出该数字所代表含义的结论，或者是否需要对设备或生产过程进行调整。尽管 EURAMET 校准指南向前迈出了一大步，但需要注意的是，校准也有一定的局限性。为了最大限度地发挥其价值，需要考虑几个方面，例如调整的应用、调整后和调整前测试、针对允差的验证或系统功能测试。

改善合规性和盈利能力

如前所述，通过动态秤和检重秤的校准定义测量不确定度的最有价值的好处之一是确保符合内部或外部限值要求，如计量法规。制定这些法规是为了确保客户获得的产品数量与他们的支出相符，但每个法规都有自己的可接受值范围，如 OIML、NIST 或任何其他规定。校准规范未规定必需根据允差进行验证，但强烈建议这样做，以提高校准数据的价值和易用性。对于动态秤而言，最高价值可能来自能够准确计算配送物品的成本，从而提高利润率。

现代称重仪器可以产生高度准确的结果，帮助制造商节省资金。例如，产品销售法规可能允许零点几克的称重误差，因此可以接受测量不确定度为零点一克的检重秤。同样，对于运输，准确的重量可以确保运费准确，以考虑燃料使用和其他处理费用。

图 ABC 显示的是一台结果非常不准确，且无法重复的自动分检衡器。结果无法聚集或靠近靶心。通常，如果出现此类结果，则意味着流程的某一环节出现故障，因此需要立即修复。图 XYZ 显示的是一台结果准确，且重复性好的检重秤。所有结果均聚集在靶心周围：

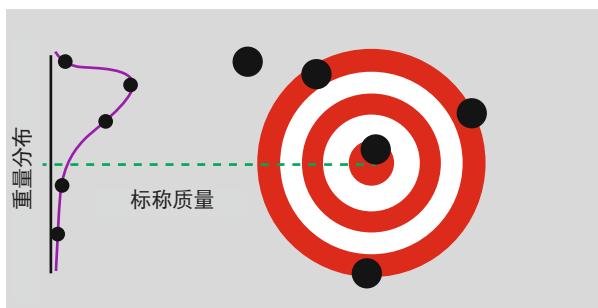


图 ABC: 不准确且不可重复
标准偏差高, 平均误差高

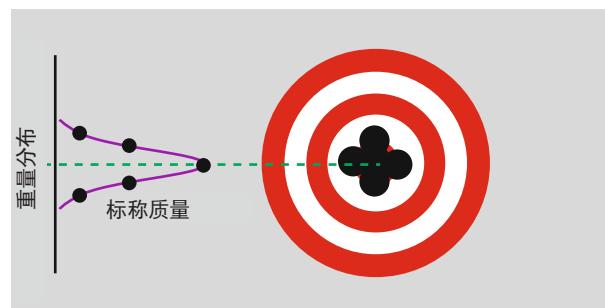


图 XYZ: 准确且可重复
标准偏差低, 平均误差低

校准可确定此称重行为，这是确定纠正措施的基础。这有助于实现更高精度的称重，可以在满足包装法规方面为生产商节省资金，在准确获取收入方面为运输商节省资金。

管理设备性能 / 使用寿命

如果测量不确定度特别高，则表明需要对自动分检衡器进行更频繁的保养，或者需要更换为更可靠的仪器。经验丰富的服务提供商能够提供这种背景信息，甚至可以将结果与当地甚至全球计量法规进行比较。他们还可以与特定行业内使用的其他设备进行比较。还可以通过可靠的校准实施改进服务计划延长自动分检衡器的使用寿命。通过管理，过多（且代价高昂）的停机可以得到避免，对易损件甚至仪器本身的及时更换可以帮助避免因不准确称重或不合格产品而造成的收入损失。

利用校准结果

自动分检衡器的校准目的是指示仪器对所施加载荷以及测试载荷质量参考值的响应，并对其进行解释。要执行多项测试来确定示值误差、示值重复性以及偏心载荷施加对示值的影响。虽然指南本身不要求比较调整前和调整后测量值，但出于测量和质量管理目的，在执行维护和维修之前，收集机器调整前的结果，然后收集所谓的“调整前”校准或验证结果可能有意义。利用调整前校准信息有助于对修正系数和其他设置进行必要的调整，以确保优化调整后校准结果，从而提高自动分检衡器的合规性和性能。



5 结束语：校准确保信心

归根结底，正确执行校准和结果验证需要服务提供商是过程专家。执行不当的校准不会带来预期的校准益处。请务必记住，标准校准具有一定的局限性，为了最大限度地发挥其价值，需要考虑这些局限性，如结果验证或系统功能测试。对于检重秤，可通过性能验证实现这一点。

校准也非常耗费时间。合格且经验丰富的服务提供商将与您合作，确保安排校准服务时将生产或加工的中断降低到最小。他们还会高效工作，最大限度减少停机时间。

作为全球领先的称量设备和测量设备制造商，METTLER TOLEDO 拥有提供优化的校准体验所需的知识、经验和能力。凭借我们广泛的仪器产品组合，以及 100 多年丰富计量经验积累的深入知识，我们作为您的校准和维护服务商可靠资源，可以为您的众多测量设备提供专业服务。此外，我们拥有广泛的授权服务提供商网络，这意味着经验丰富的经过工厂培训的技术人员可以上门造访您运营所在任何地方的生产 / 过程地点。

METTLER TOLEDO 服务技术人员和授权服务供应商配备了专用工具和专有工具，非常适合校准您的仪器，并在其整个生命周期内保持精确度和准确性。您肯定会收到详细的校准文档，以结构化和易于使用的方式为您提供必要的测量数据和测试结果。完全可追溯的证书会让您的审核人员满意，并提供管理设备性能所需的信息。

简而言之，METTLER TOLEDO 服务将帮助您确保您的过程：

- 准确交付
- 保持出色性能
- 实现出色的合规性
- 获得额外收入
- 避免罚款和召回
- 让您高枕无忧

附录：自动分检衡器 (AWI) 的应用与优点

称重

配送中心

配送中心必须管理复杂的库存、订单履行和运输过程。准确的自动称重可实现准确的产品配方、优化完整性检查、降低运输成本并提高物流效率。包装可以自动分拣并传递给正确的承运商，以减少错误和提高生产效率，从而实现更快速、更可靠的交付。正确校准的自动分检衡器可帮助配送中心：

- 优化包装完整性
- 降低运输成本
- 防止拒付
- 保护利润
- 提高盈利能力
- 延长设备的使用寿命

包裹快递公司

包裹管理涉及跨多个地点的高效包裹投递。准确的自动称重可实现准确的包裹测量。这可确保计算的重量正确，从而实现更准确的定价和投递费用。尤其与自动体积测量配合使用时，准确的称重可以帮助快递公司：

- 简化操作
- 实现更好的路线规划
- 降低交付成本
- 增加收入
- 提高客户满意度

检重称重

食品与饮料生产商

食品检重秤可防止灌装不足或过量灌装的食品到达客户手中。自动化食品检重技术可加强质量控制，有助于及时批次放行，帮助生产商满足严格的生产时间要求，同时保持消费者安全。自动检重秤可帮助食品生产商：

- 提高处理效率
- 减少产品浪费和处置费用
- 检查包装的完整性
- 避免罚款和召回
- 确保消费者满意

化学品制造商

与食品制造商类似，化学品制造商也关注产品的一致性、性能和安全性。准确的自动检重秤可帮助化学品生产商：

- 在恶劣生产环境中保持安全性
- 符合法规指南要求
- 确保准确灌装腐蚀性物质
- 限制操作人员接触危险材料
- 减少或消除可能导致员工或客户不安全状况的错误

制药与生物技术生产商与包装商

制药检重秤是精密的自动化系统，可进行称重并剔除任何不合格的产品或包装。我们的制药检重秤非常准确，甚至可以发现非常细微的重量变化，从而帮助制药商：

- 防止商品过量灌装或灌装不足
- 大幅降低不安全产品到达消费者手中的风险
- 保持符合 FDA 21 CFR 等行业标准
- 避免罚款和召回
- 保护品牌形象

金属、塑料和电子元件 (MPE) 生产商

金属、塑料或者电子元件的原始设备制造商都依靠准确的进货和出货重量来帮助管理生产库存。中间组件或最终产品可能还需要进行单独或成批称重。可能还需要检测包装的完整性。自动分检衡器有时会与其他检测设备配合使用，以帮助 MPE 生产商：

- 确保产品 / 包装完整性
- 验证制造部件中的涂层或空洞
- 确保生产设施符合规范要求
- 确定部件在环境中是否按预期运行
- 降低与浪费和返工相关的成本

工程、机械和设备 (EME) 制造商

EME 制造商实施根据其客户的独特需求量身定制的自动分检衡器解决方案，以便他们生产的系统能够提供准确性和合规性。通过将称重系统与仓库 / 库存管理、运输系统和过程检测设备等其他技术集成，这些专家可帮助客户：

- 优化载荷能力
- 保障测量准确度
- 减少人工干预
- 减少处理错误
- 为客户提供更好的服务
- 在竞争中保持优势

关于 METTLER TOLEDO

METTLER TOLEDO 是一家全球领先的精密仪器制造商。我公司是全球最大的称重设备制造商和销售商之一，我们所生产的设备适用于实验室、工业和食品零售行业。在多种相关的分析设备领域，METTLER TOLEDO 也处于前三甲，同时也是自动化工系统的领先供应商，此类系统可用于药品与化合物的研究与开发。有关 METTLER TOLEDO 的更多信息，请访问网站 www.mt.com。

产品检测设备——检重秤解决方案

METTLER TOLEDO 在自动化检重技术领域深耕多年。我们的解决方案能够提高生产商的过程效率，符合行业标准和规定。我们的系统还可改进产品质量，从而帮助保护消费者利益和生产商信誉。



C31 精准型



C33 优选用



C35 卓越型



C35 卓越型 Pharma

工业设备——动态秤解决方案

METTLER TOLEDO 在自动称重技术领域同样深耕多年。我们的解决方案可优化包装完整性检查，降低运输成本，并提高仓库、配送中心和快递公司的物流效率。



TLW360



TLW450



XS100 DualScale



TLX Advanced

免责声明

本出版物中包含的信息按“既定方式”提供，不作任何担保。METTLER TOLEDO 否认所有保证，包括明示或暗示保证，对本出版物中的信息的准确性或适用性也不作任何保证，因此，对于因使用或依赖此信息而导致的任何损坏或伤亡不承担任何责任。

未经 METTLER TOLEDO 书面许可，本出版物不得出于任何目的进行部分复制与分发。

www.mt.com/service

访问网站，了解更多信息

梅特勒-托利多

工业/商业衡器及系统

地址：江苏省常州市新北区太湖西路 111 号

邮编：213125

电话：0519-86642040

传真：0519-86641991

E-mail: ad@mt.com



实验室/过程分析/产品检测设备

地址：上海市桂平路 589 号

邮编：200233

电话：021-64850435

传真：021-64853351

E-mail: ad@mt.com

欢迎添加工业微信号



微信号：MT-IND



梅特勒-托利多始终致力于其产品功能的改进工作，基于该原因，产品的技术规格亦会受到更改，如遇上述情况，恕不另行通知

30632065 B Printed in P.R. China 02/2025