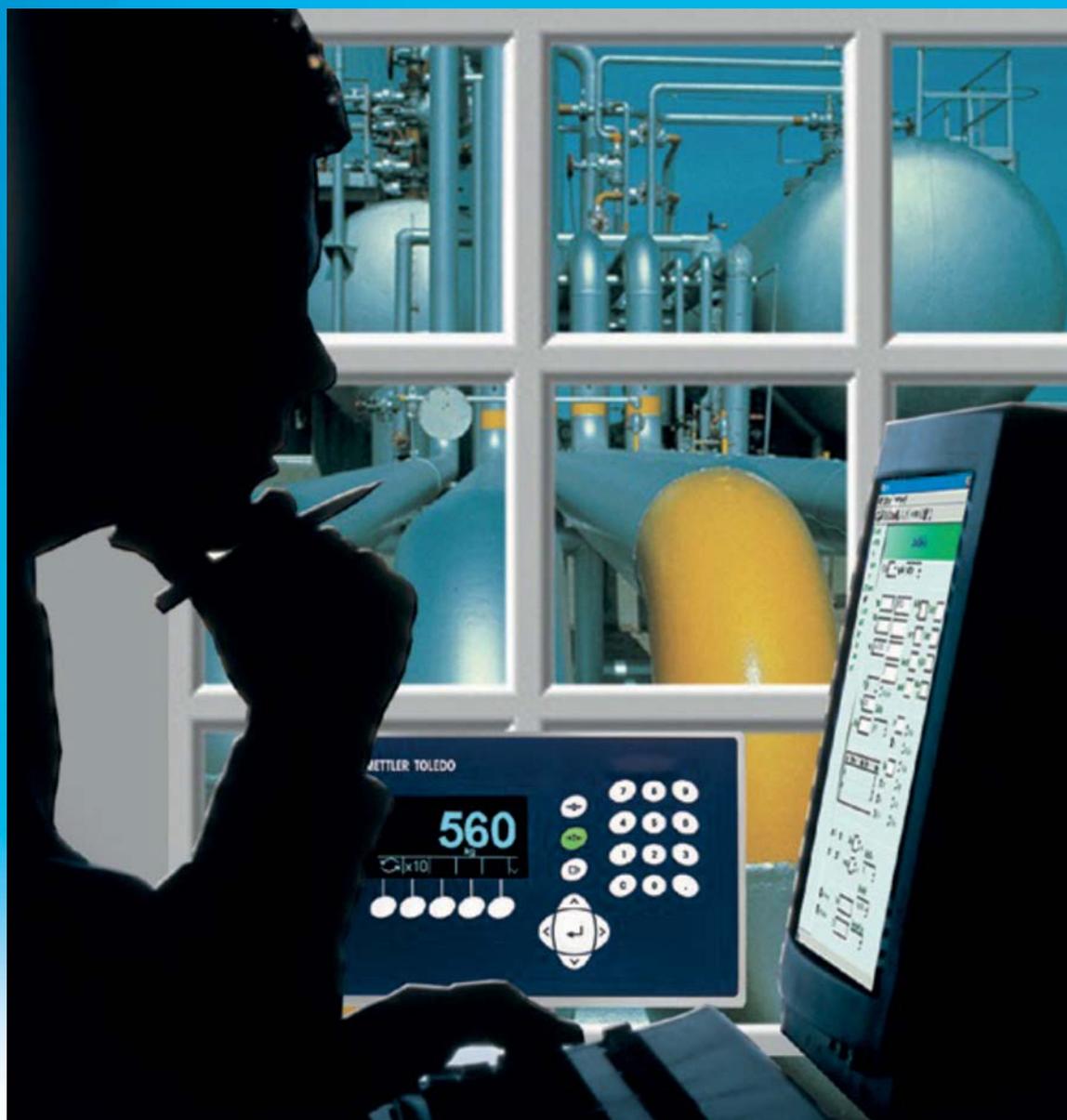


# 称量规范



**成功的称重集成**  
应用于料罐，容器和反应器

**METTLER TOLEDO**



# 目录

<b>1</b>	<b>概述</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>称重 — 最通用的技术</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>典型工艺秤</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>选择合适的配料过程</b> .....	<b>8</b>
	序言.....	8
	同步配料.....	9
	顺序配料.....	9
	累积配料.....	9
	总结.....	10
<b>5</b>	<b>了解技术基本原理</b> .....	<b>12</b>
	电磁力补偿.....	12
	电阻应变片.....	13
	PowerMount™.....	14
<b>6</b>	<b>选择正确的称重传感器/秤</b> .....	<b>15</b>
	单点称重传感器.....	16
	台秤和平台秤.....	17
	压式称重传感器和称重模块.....	18
	拉式称重传感器和称重模块.....	20
<b>7</b>	<b>称重设备的设计和安装技巧</b> .....	<b>21</b>
	管路.....	21
	结构支撑.....	22
	称重便携式料罐.....	23
	传感器容量.....	23
	校准.....	24
<b>8</b>	<b>物料和进料机对精确度的影响</b> .....	<b>26</b>
	物料.....	26
	进料机.....	26
<b>9</b>	<b>速度与精确度</b> .....	<b>27</b>

<b>10</b>	<b>控制您的过程</b> .....	<b>28</b>
	灌装过程.....	28
	快速与精细给料.....	29
	溢出.....	29
	点动.....	29
	控制.....	30
	终端.....	32
	A/D 转换与过滤.....	32
	数字 I/O.....	33
	连接性.....	33
	IND780batch.....	33
	IND780Q.IMPACT 控制器.....	34
<b>11</b>	<b>化学反应容器</b> .....	<b>35</b>
	反应器类型与称重技术适用范围.....	35
	固定负载.....	36
	多流体系统.....	37
	加热/冷却液体.....	37
	大气.....	37
	温度.....	38
	振动.....	39
<b>12</b>	<b>认证要求</b> .....	<b>40</b>
<b>13</b>	<b>参考文献</b> .....	<b>41</b>



# 为什么阅读本规范?

本规范可帮助计划购买处理罐和容器的最终用户以及设备制造商评估其当前的加工设备以及备选解决方案。

对于最终用户，本规范可提供较常见的术语和技术概述，其中特别介绍了每种技术的优缺点。这有助于与潜在供应商开展知情对话，以及提出专业的报价请求。

设备制造商可获取有用信息，优化其加工设备的性能。还有助于了解速度与精确度之间的关系以及影响工艺秤整体性能的其他因素。

## 综合报告

与容量法相比，根据重量控制过程有许多优点，其中包括准确度以及辅助统计过程控制和可追溯性。加工大量物料时，包括液体、气体和固体，并且各种流程几乎要不停地加工这些物料。称重是一种与所用物料无关的通用技术。凭借其得到全球认证的多种产品以及三项称重技术，梅特勒-托利多几乎能攻克您遇到的任何过程控制要求难题。

## 称重 — 最通用的技术

在许多加工行业，料罐或化学反应容器是生产操作的核心。准确地将物料输送到/输出容器对保持产品一致性、质量以及法规合规性至关重要，或起着决定性作用。此外，称重设备可通过降低物料用量和废料以及保持准确库存等方法来显著提高生产效率。



图 1：典型罐秤



图 2：地面安装罐秤

料罐和容器可使用流量计或电子秤来控制灌装/排空。容积式流量计存在众多称重可避免的问题。此处列举了称重的几个优点：

- 称重技术对于称量液体、固体或气体或三者混合物的相同秤而言是通用的。
- 与多数流量计不同，电子秤不会受到密度、粘度、产生的气体以及起泡等物料属性的影响。
- 称重设备不会接触物料，因此不会因为腐蚀性或研磨物料而影响性能。
- 罐秤始终能随时直接显示物料重量，无需根据各种物料输入和输出流速、时间以及密度计算数值。如果流速不稳定或意外停止，则无法确定罐秤所盛物料的重量。
- 称重的准确度更高，且能在较小的允差范围内操作。
- 如果需要，称重还可用于商业（符合贸易要求）应用。
- 可就地校准和校验称重设备，无需送走设备进行成本昂贵的校准。

当然，称重也有一些限制，将在下文进行讨论。本规范重点介绍中小型处理罐和容器，以及如何成功地将称重技术应用到这些容器中。处理罐和容器通常处理的是液体，但也可能会添加气体和固体，但排出的通常是相对自由流动的液体或悬浮液。

# 典型的工艺秤

图 3 阐明了典型罐秤，其中料罐位于连接至仪表的称重模块上。

仪表可检测料罐重量以及控制进料阀。此类秤被称为增量或增重秤，通常用于配料操作。罐秤可是如图所示的单机，也可用各种方法集成到大型系统中（例如包含可编程逻辑控制器（PLC））。

图 4 相同，控制排液阀的终端除外。此类秤被称为减量或减重秤。在此，可利用该秤尽快提供一定重量的物料，以便填充容器，或其可以受控流速向下游过程提供物料。

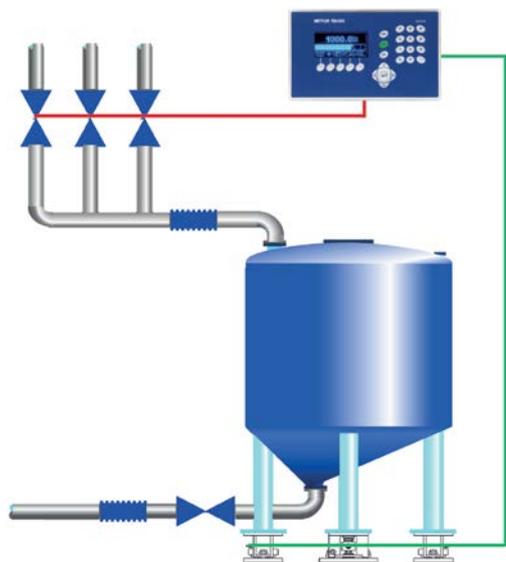


图 3：增重罐秤

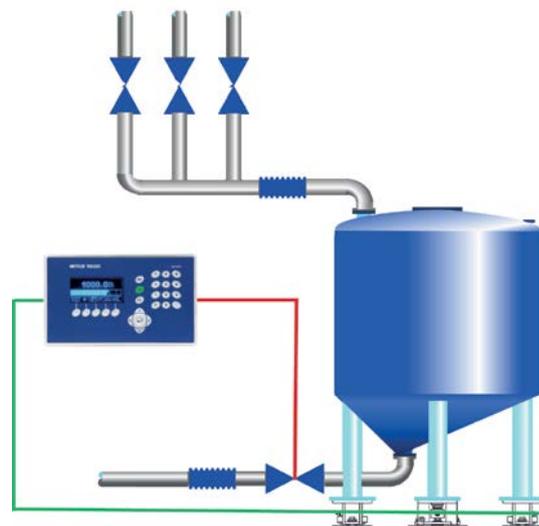


图 4：减重罐秤

仪表还可以控制进液和排液流量。在一般应用中，罐秤可用于增重模式，添加各种物料进行批次生产。然后，在混合之后，其可用于减重模式，来填充容器进行装运。有些仪表可同时控制几个罐秤的填充和/或排液。但，对于一台秤而言，一次仅能传送一种物料（无论是填充还是排液）。这是称重技术其中一个限制，同时也促使其成为批量处理的理想之选。

# 选择适合的配料过程

## 介绍

加工制造应用通常被分类为连续或批量。连续加工制造的特点是原料持续流动，且在物料移动的同时，将其输送到最终产品中。这些是典型的专注于生产一种产品的高产量行业。示例包括水泥生产、石油精炼以及发电。批量加工制造的特点是原料流是间断的，批量输送原料，最终产品流也是间断的。批量加工制造通常产量较低，混合多种原料来生产多种最终产品。经常出现生产线变更。许多行业都是批量生产，其中包括食品、药品以及化学品行业。称重技术适用于批量过程，且广泛用于这些行业。



批量生产方法可分为同步、顺序和累积。以下部分将介绍每种方法的优缺点以及对系统准确度可产生的显著影响。

## 同步配料

同步配料（也称为水平配料）要求每种物料配有一台秤，如图 5 所示。单独称量每种物料，然后倒入混合罐中或放到下游生产线进行进一步加工。由于每种物料都有自己的秤，因此可优化每种物料秤的量程，进而得到准确度较高的结果。由于同时称量所有物料，因此其也是最快的方法。但另一方面，它也需要最高的设备成本投资。请参阅下文的综述，查看优缺点完整列表。

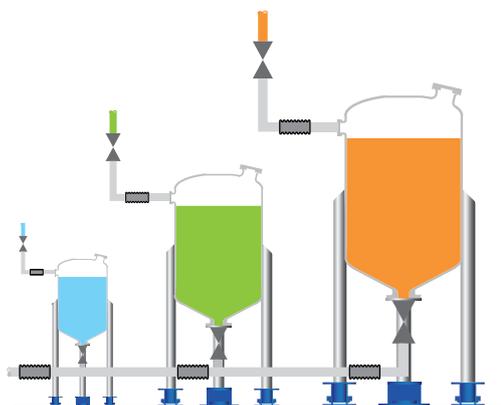


图 5：同步配料

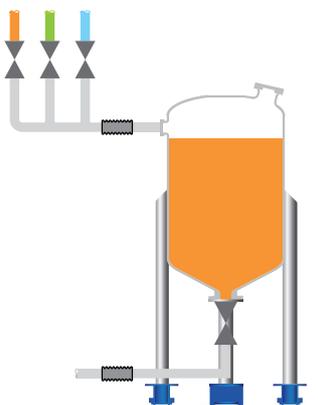


图 6：顺序配料

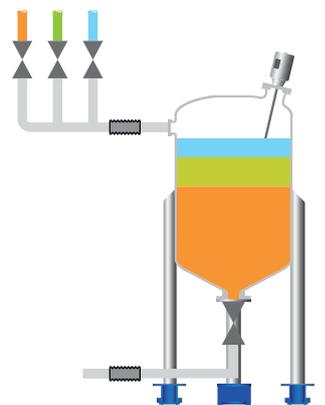


图 7：累积配料

## 顺序配料

在顺序配料中（请参阅图 6），使用一台罐秤按顺序称量和排出每种成分。将多种物料累积到单独的混合罐中或将其输送到下游进行进一步加工。优点就是占地面积最小，同时成本也最低。最大的缺点就是操作最慢。

## 累积配料

在累积配料（也称为垂直配料）中，秤的布置与顺序配料所用的相同，但要足够大，能够累积整个批量（请参阅图 7）。依次加入每种物料，在料罐中累积，直到完成整个批量。最大优点就是料罐中包含所有物料，无需其他设备便可进行进一步加工，例如混合和溶解。缺点是秤的量程是最大的，且最不适用于称量微量成分，因此精确度最差。

## 总结

下表总结了这三种方法的优缺点：

### 配料方法对比

参数	方法		
	同步	顺序	累积
按物料优化的称量程 <sup>1</sup>	+++	++	+
精确度 <sup>2</sup>	+++	++	+
操作速度	+++	+ <sup>3</sup>	++
最低的称成本	+	+++	++
最小的控制复杂性	+	+++	+++
最小的称尺寸	+	+++	++
最低交叉污染风险 <sup>4</sup>	+++	+	+
在秤中进行进一步加工的可能性	无	无	+++
无需其他混合罐	? <sup>5</sup>	? <sup>5</sup>	+++
物料保持隔离，直到验收处理 <sup>6</sup>	+++	否	否
必须精确校准秤 <sup>7</sup>	是	否	否

表 1

#### 注意：

- 1: 如果配方中原料比例各异，则保持精确度非常重要。
- 2: 配方中原料比例各异时尤为如此。
- 3: 顺序配料的速度最慢，因为存在多个排放循环。
- 4: 并不是所有配方都会使用所有原料。
- 5: 取决于下游过程。
- 6: 如果在配料过程中出现错误，在各种原料保持隔离，直到最后才开始批量处理的情况，更易解决问题或重新开始配料或回收原料。
- 7: 在同步配料中，必须准确校准所有秤，以便所有秤都能实现精确配料。在顺序和累积配料中，未精确校准的秤（即其他方面可精确运转，具有良好线性和可重复性等）表示生产的最终产品的绝对重量存在错误，但每种成分的比例是正确的。



图 8: 离线称重手动添加的物料

事实上，通常会结合使用这几种方法，克服某一特定方法的缺点。例如，系统中的累积料罐可称量主要成分，同时使用独立的顺序料罐（排放到累积料罐中）来称量次要成分。



配备电磁力补偿技术的 K-Line 台秤

如果在合适的秤上离线称量次要成分（如添加剂、香精以及色素等），并手动添加，则可提高所有配料方法的精确度。这对固体而言极具吸引力，因为如此可消除料罐中的固体进料系统的需求。梅特勒-托利多高精度的 WMH 或 K-Line 台秤（下文将讨论）经常用于这些关键称重应用。

# 了解技术基本原理

## 电磁力补偿

梅特勒-托利多可提供高性能电磁力补偿 (MFR) 技术，其准确度大约是以下部分介绍的其他称重传感器准确度的十倍。图 9 展示了 MFR 称重传感器的部件，请参阅参考文献 4 了解应变式传感器的说明和对比。

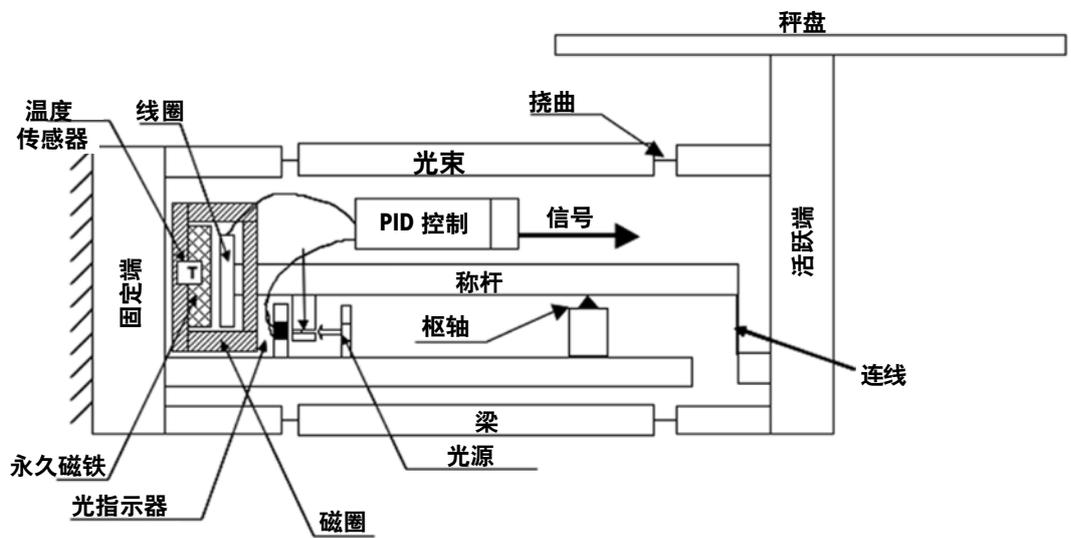


图 9: 基于梅特勒-托利多 MFR 电磁力补偿技术的传感器



高分辨率的电磁力补偿 (MFR) 称重传感器的准确度最高



电磁力补偿称重传感器内壳的防护等级为 IP66/67

# 电阻应变片

基于电阻应变片的称重传感器是工业秤中最常用的称重传感器。它具有多种用途，因为相同基本技术可配合使用的量程范围从 3 kg (7 lb) 到 600 t 或更大。还可独立使用它们，或多个相连用于量程更大的秤。梅特勒-托利多可提供称重模块硬件设置，简化集成过程。考虑到如今的安装和操作环境，这些称重模块专门设计的非常精确、安全和坚固( 请参阅参考文献 3)。度量衡性能水平高达 OIML C6 和 NTEP IIIM 类 10,000 分区。

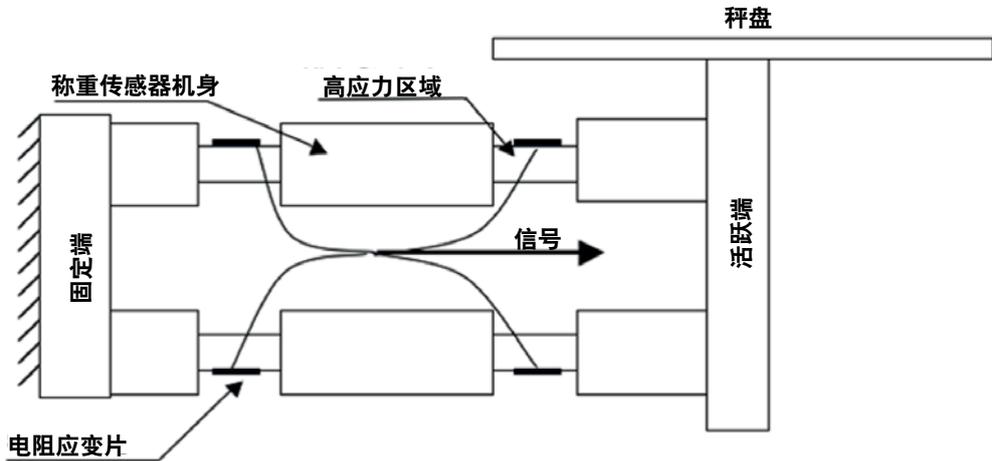


图 10: 基于电阻应变片的传感器



采用电阻应变片技术的单点称重传感器。这些称重传感器常见量程为 3kg 到 2000kg ( 5lb 至 4000lb) 。



采用电阻应变片技术的密封梁式称重传感器。这些称重传感器常见的范围为 5kg 到 5t( 10lb 到 10,000lb) 。



采用电阻应变片技术的 S 型拉式称重传感器。这些称重传感器常见范围从 50kg 到 10t ( 100lb 到 20,000lb) 。



采用电阻应变片技术的灌装称重传感器适用于大量程。这些称重传感器常见范围从 7.5t 到 600t( 15,000lb 到 1,200,000lb) 。

## PowerMount™

梅特勒-托利多自 1980 年起便开始生产数字称重传感器；这些传感器已成为众多行业的黄金标准。这些是带有机载模拟/数字 (A/D) 转换器和微处理器的应变式称重传感器。与传统的模拟称重传感器相比，这些传感器能提供优越的性能和功能。如今梅特勒-托利多在其 PowerMount™ 称重模块中采用了 PowerCell 技术。在过程称重中具有几个优点：



PowerMount™ 称重模块

1. 预防性维护。该秤能监测所有独立的称重传感器，并在系统任何部件出现潜在问题迹象时，通知用户。
2. 无需接线盒，并带有可拆卸电缆。PowerMount™ 系统在传感器之间运行的菊花链网络电缆上工作。无需模拟系统特有的接线盒，通常这也是发生故障的主要根源。此外，称重传感器电缆是可拆卸的，因此出现损坏时，可进行单独更换。
3. 更换组件时，无需重新校对。数字传感器输出非常匹配，因此如果称重传感器、电缆或终端需要更换，则无需重新校准。
4. 高度抗 RF/EMI 干扰的稳定可靠的数字信号。模拟信号强度非常弱。仪表显示屏上的每个增量步骤都取决于检测到的大约 1 伏特的百万分之五 (5 $\mu$ V) 的信号改变。PowerMount® 采用 CAN 总线进行数据传输。这是汽车行业通常使用的非常稳定的 +/- 5V 数字信号。
5. 更高的性能。凭借每个称重传感器中的微处理器，可对其进行数字化补偿，以便适应高达 OIML C10 和 NTEP 10,000 III M 等级的更高性能。

请参阅参考文献 5 了解 PowerMount 和模拟称重模块的对比。

# 选择合适的称重传感器/秤

料罐和容器的容量和准确度存在较大差异，可采用几种方法将称重技术应用到这些容器中。表 2 对其进行了综述，以下部分将进行详细介绍。

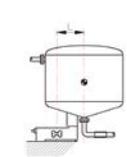
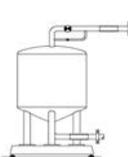
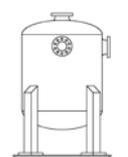
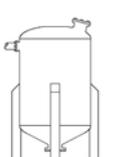
						
列		1	2	3	4	5
<b>基于 MFR 称重传感器的产品</b>		单点称重传感器	台秤	平台秤	压式称重传感器或称重模块	拉式称重传感器或称重模块
台秤, MFR	秤的最大量程: kg/lb	-	32 / 70	-	-	-
	秤的最大尺寸: cm/in	-	28x35 / 11x14	-	-	-
	认证: OIML/NTEP	-	II 32, III 6.4 / II 32, III 10	-	-	-
平台秤, MFR	秤的最大量程: t/klb	-	-	3 / 6	-	-
	秤的最大尺寸: m/ft	-	-	1.5x1.5 / 5x5	-	-
	认证: OIML/NTEP	-	-	III 6 / -	-	-
<b>基于应变式称重传感器的产品</b>						
单点称重传感器	称重传感器/秤的数量	1	-	-	-	-
	秤的最大量程: t/klb	1 / 2.2	-	-	-	-
	秤的最大尺寸: cm/in	请见下文	-	-	-	-
	认证: OIML/NTEP	C3 / IIIS 5	-	-	-	-
压式称重传感器或称重模块	称重传感器/秤的数量	-	-	-	3+	-
	秤的最大量程: t/klb	-	-	-	1000 / 2200	-
	秤的最大尺寸: cm/in	-	-	-	无限制	-
	认证: OIML/NTEP	-	-	-	C10 / IIIM 10	-
拉式称重传感器或称重模块	称重传感器/秤的数量	-	-	-	-	1+
	秤的最大量程: t/klb	-	-	-	-	25 / 55
	秤的最大尺寸: cm/in	-	-	-	-	无限制
	认证: OIML/NTEP	-	-	-	-	C3 / IIIM 5
台秤	秤的最大量程: kg/lb	-	600 / 1000	-	-	-
	秤的最大尺寸: cm/in	-	60x80 / 24x32	-	-	-
	认证: OIML/NTEP	-	III 6 / III 10	-	-	-
平台秤	秤的最大量程: t/klb	-	-	12 / 20	-	-
	秤的最大尺寸: m/ft	-	-	2x2 / 5x7	-	-
	认证: OIML/NTEP	-	-	III 6 / III 5	-	-

表 2

## 单点称重传感器

图 11 和 12 展示了安装在单点称重传感器上的料罐。这些称重传感器旨在单独使用，以及在允差范围内进行称量，不受料罐重心横向位移的影响。单点称重传感器通常用于如下图 13 所示的台秤中；一个称重传感器位于称重表面的中心，其数据表说明了此种情况下的“最大秤盘尺寸”。当按照图 11 和 12 使用时，最好沿着称重传感器的纵轴放置料罐重心，并且尺寸 L 不得超过称重传感器秤盘最大尺寸规格的二分之一。

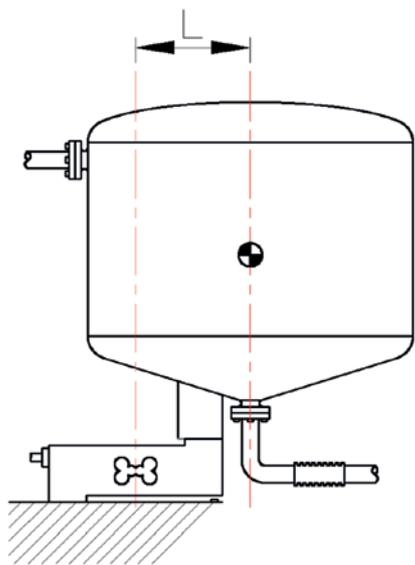


图 11：单点称重传感器上称量的小型料罐/容器

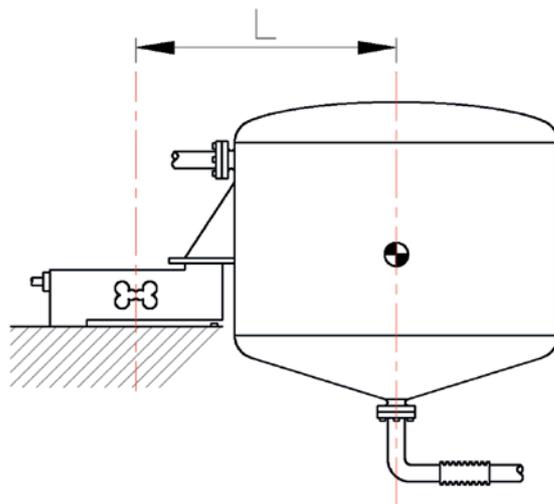


图 12：单点称重传感器上称量的小型料罐/容器偏向了一侧

例如，称重传感器型号 MT1241 的最大秤盘尺寸规格为 40x40 cm (16x16 in)，这表示此传感器最大的 L 尺寸为 20 cm (8 in)。选择称重传感器时要更加谨慎，因为尺寸 L 可能接近此限制。理想情况是尺寸 L 为零，料罐的重心正好位于称重传感器中心的上方，但在实际情况中很少实现。使用过载止动装置，防止称重传感器损坏。对于任何像单点这样安装的秤时，如果称重传感器或任何硬件故障可导致损坏或人员损伤，则提供备选方法紧固秤。

梅特勒-托利多提供种类齐全的单点称重传感器，量程从 3 kg (7 lb) 到 2,000 kg (4,400 lb.) 不等，制成材料、防护等级各异，且获得了全面认证。



型号 MT1241 单点称重传感器

## 台秤和平台秤

图 13 展示安装在典型台秤上的小型料罐，而图 14 展示安装在平台秤上的大型料罐。

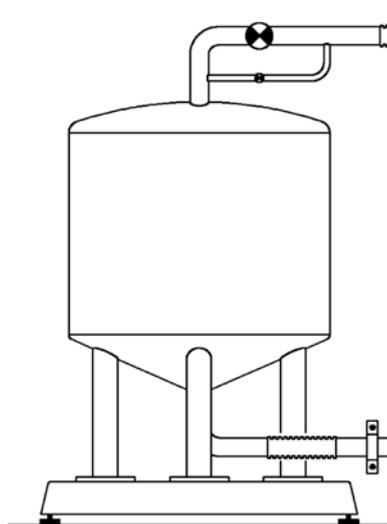


图 13: 台秤称重的小型料罐/容器

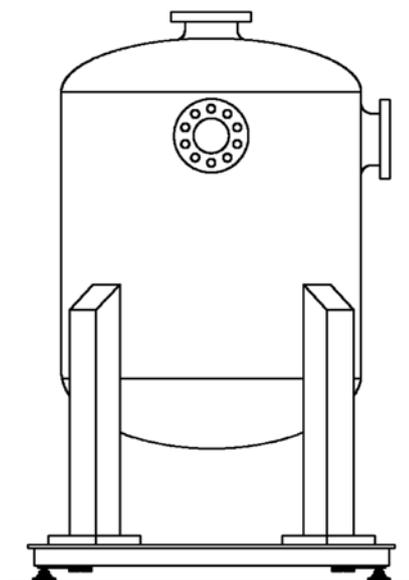


图 14: 平台秤称重的料罐/容器

平台秤可安装在地面或基坑中，如图 21 所示。使用台秤或平台秤时，必须稳固固定料罐，防止倾斜，因为秤不能提供防翻保护。此外，也可咨询梅特勒-托利多，了解在称重表面上放置料罐支脚的最佳位置。

使用产品为 WMH 或 K-Line 基本型号，尺寸范围从 20 cm (8 in) 正方形、3 kg (6 lb) 的量程到 1.5 m (60 in) 正方形、3,000 kg (6,000 lb) 的量程。凭借符合高达 OIML 和 NTEP 类 II 32,000e 的交易要求，这些产品的准确度大约是基于应变式秤的 10 倍，同时也开启了料罐称重所达到准确度的新纪元。供应热浸镀锌或不锈钢材料制成的传感器，且内置常规校准砝码。



采用更加卓越的 MFR 称重技术的 K-Line 台秤



采用更加卓越的 MFR 称重技术的 K-Line 平台秤

梅特勒-托利多供应种类齐全的基于电阻应变片技术的标准工业台秤，量程可高达 600 kg (1,000 lb)，以及带有较大尺寸称台且量程高达 12 t (20 klb) 的平台秤。



台秤型号 PBD655



平台秤型号 2256 VLC

## 压式称重传感器和称重模块

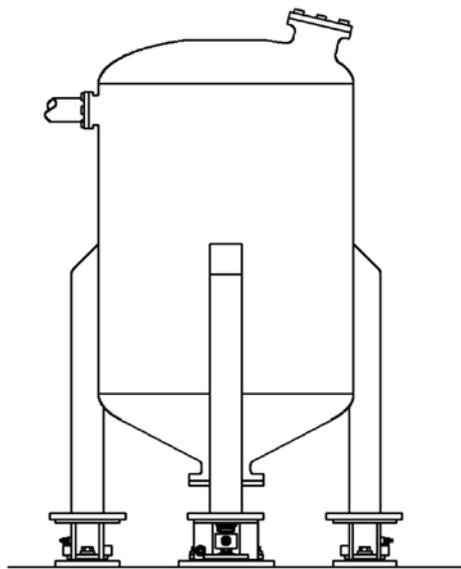


图 15: 压式称重模块上称量的料罐

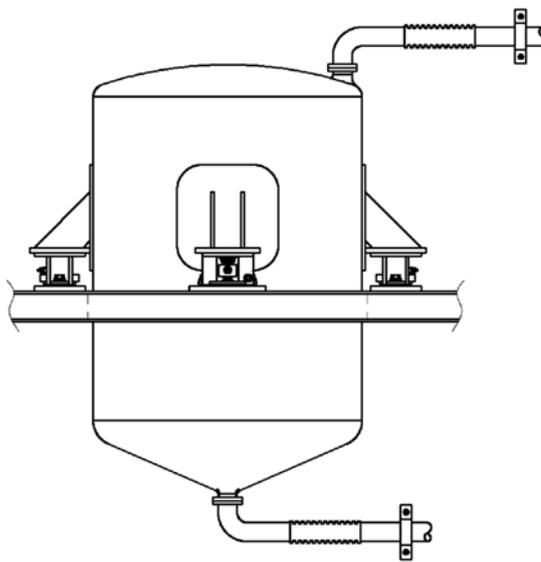


图 16: 在压式称重模块上称重的料罐，“地下贯通”安装方式

压式称重传感器和称重模块具有多种功能，利用适用于 10 kg (20 lb) 到 1,000 t 或更大量程的料罐的相同基本原理将称重技术应用到料罐和容器中。必须至少使用三个压式称重传感器或称重模块来稳固一



集成传统应变式称重传感器的  
MultiMount 压式称重模块



利用板载微处理器集成应变式称重传感器的  
PowerMount 压式称重模块

台秤，对于方形或矩形秤，通常要使用四个。将它们应用在料罐支脚下（如图 15 所示）或地下安装应用中（如图 16 所示）。可使用称重传感器，但要谨慎设计安装以及正确加载载荷，以便允许自由热膨胀和冷缩。可提供简化该工作的安装配件，但外部必须提供所有水平和垂直限制。较简便的方法就是使用设计时已考虑所有此类事项的称重模块。此外，利用 PowerMount™ 称重模块还可享受众多其他优点，例如预防性维护。



带有可施加载荷螺纹的 SLB215 梁式称重传感器



适用于 SLB215 称重传感器的安装附件，  
可辅助正确安装



带有载荷施加盲孔的 O745A 梁式称重传感器



O745A 称重传感器附件，可优化载荷施加和性能

## 拉式称重传感器和称重模块

料罐可悬挂在一个拉式称重传感器或称重模块上，如图 17 所示，图 18 展示了较为常见的情况，即料罐悬挂在三个称重模块上。

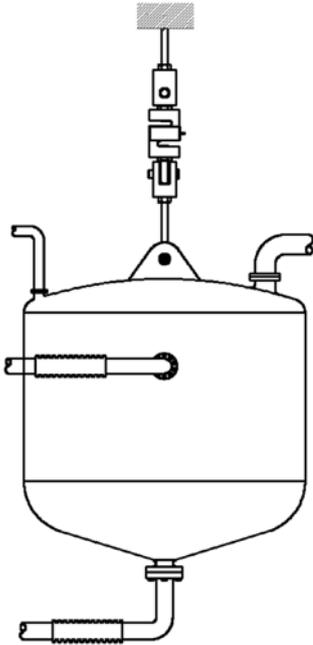


图 17：拉式称重模块称量的小型料罐/容器

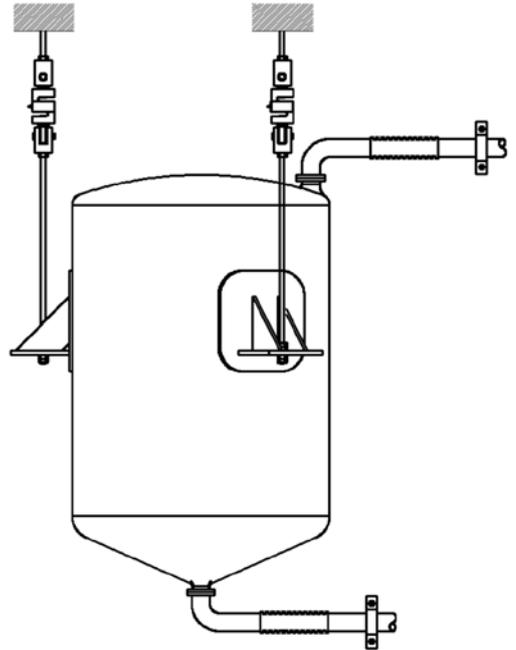


图 18：拉式称重模块称量的料罐/容器

当已存在顶部结构或必须保持秤下地面洁净时，此安装方法非常实用。其适用于量程约为 20 kg (45 lb) 到 30 t 的秤。

通常需要水平平衡器来防止摆动。准确度可与压式系统相媲美。此外，可直接使用的称重传感器或称重模块，例如 SWS310，能提供理想的载荷施加条件，方便集成。

所有悬挂秤必须有安全辅助装置，例如铰链、杆等，(图 17 和 18 中未标注) 防止悬挂系统出现任何故障。



SWS310 拉式称重模块

# 秤的设计和安装技巧

## 管路

某些料罐没有连接管路，同时这也是注重秤准确度情况的理想设计。图 19 展示了此类秤，其中料罐是开顶的，未连接四个入口管路；也未连接出口管路，仅在需要时连接。此种罐秤的精确度能达到所用称重技术的极限。当然，许多情况下未连接管路的实用性不大，例如物料有害、有毒或必须密封秤。



未连接管路的料罐

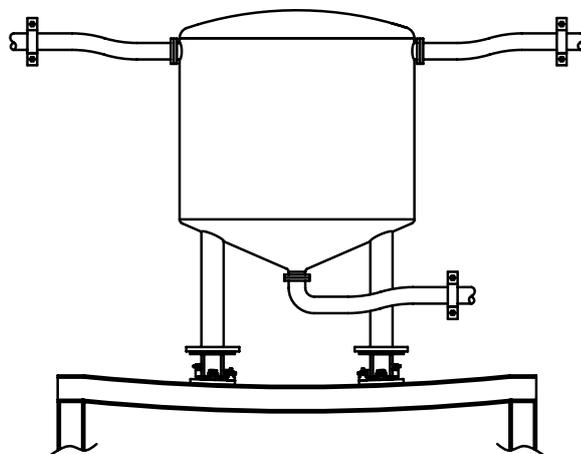


图 19: 带有连接管路且已施加载荷的料罐的挠曲

一旦安上管路，就预测到称重精度会受影响。图 19 已说明理由，其显示支撑结构已向下挠曲（略带夸张）的载有载荷的料罐，导致管路出现相应挠曲。当向秤施加载荷，以及向下弯曲时，管路就像施加阻力的弹簧片。根据管路的硬度，阻力可能会非常大，进而大大削减施加在秤上的重量。如果管路是完美线性弹簧，那么没有关系，因为可通过校准来补偿该影响。但管路根本不是理想弹簧，其中管路夹可能出现滑移。因此结果就是一台线性差、重复性差，滞后且归零差的秤。此处列举了可采取的措施，以便协助：



连接多个管路的料罐

1. 降低秤的挠曲度。加固支撑结构，或最好将料罐安装在刚性混凝土地面上。注意：称重传感器可出现微量挠曲，通常在额定量程下为 0.25 mm (0.010 in)，这是其设计的固有属性，无法避免。
2. 降低管路硬度。仅连接水平管路，使用软管部件或伸缩接头。
3. 用砝码进行校准。利用给秤施加载荷的方法校准秤。如此，可拉伸管路，以便秤终端可“看到”，并补偿其对称重信号的衰减效应。

总之，首先要降低管路影响，直到其达到合理的范围及直线型的要求之内，然后用砝码进行校准，消除剩余影响。请参阅参考文献 1 了解详情。

## 支撑结构

料罐和容器的支撑结构是保证安全和准确度的重要因素，秤的量程越大，其愈加重要。此处列出了其中一些理由：

1. 加有载荷秤的垂直偏转可加剧管路影响，如上所述。
2. 支撑点的硬度变化可导致称重传感器之间传输重量，进而导致精确度下降以及称重传感器损坏。
3. 几台秤安装在相同结构上时，当有的为空，有的有载荷时，偏转可导致秤之间的串扰。
4. 必须限制秤，如此才能保证在所有情况下进行安全安装，无论是常规还是意外情况。

请参阅参考文献 1 了解详情。

## 称重便携式料罐

可在便携式料罐位于基坑平台秤上进行称重(如图 20 所示),其中需要在一个工作站进行称重。如果便携式料罐必须具备机载秤,以便用于多种应用,则可将称重传感器或称重模块集成到其框架中(如图 21 所示)。注意,必须将框架放在称重模块基座下部,因为如果未直接连接到基座,脚轮会不稳定(请参阅参考文献 1)。

为达到较高精度,必须以可重复的方式完成便携式料罐的管路和线路连接。

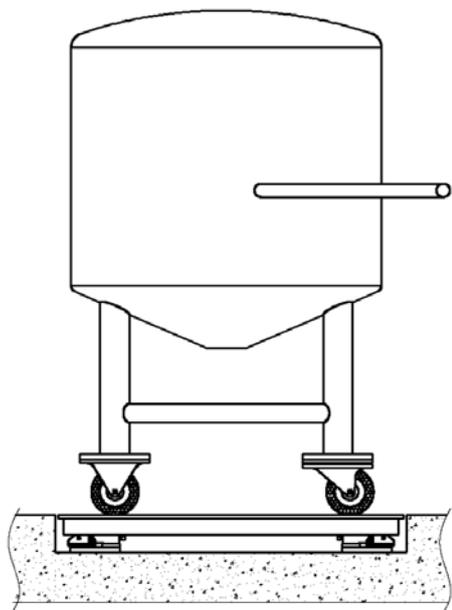


图 20: 平台秤上称重的便携式料罐

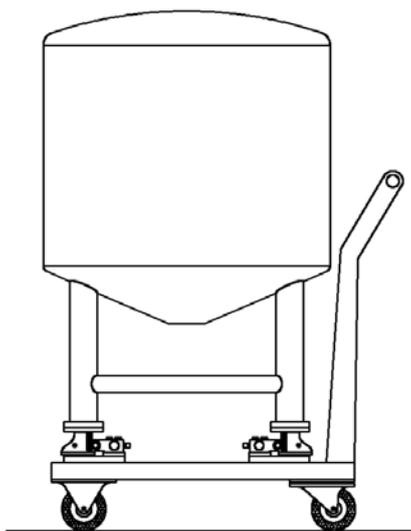


图 21: 带有机载秤的便携式料罐

## 传感器量程

选择适用于该应用的传感器量程非常重要。如果量程过小,则可能会损坏传感器,如果量程过大,则会影响精确度。常用方法是计算施加到传感器上的所有负载之和,包括有效载荷和固定载荷(另请参阅化学反应容器部分),让负载之和乘以安全系数(通常为 1.25),然后除以称重传感器或称重模块的数量。然后据此选择传感器或最接近的较高量程。某些情况下,必须更加慎重。这些情况包括:

1. 不确定载荷(活动或固定)。
2. 集中固定载荷(例如混合器)未均匀分布。
3. 很难实现平均载荷分布,例如存在 3 个以上支撑点。
4. 预期的风力或地震力。
5. 秤上的载荷作用点不同。
6. 秤会遭受撞击载荷。

请参阅参考文献 1 了解详情。

## 校准

有很多校准方法都需要在精确度和难易度以及成本之间进行取舍。此处描述了最重要的可用方法，按精确度高低进行介绍。

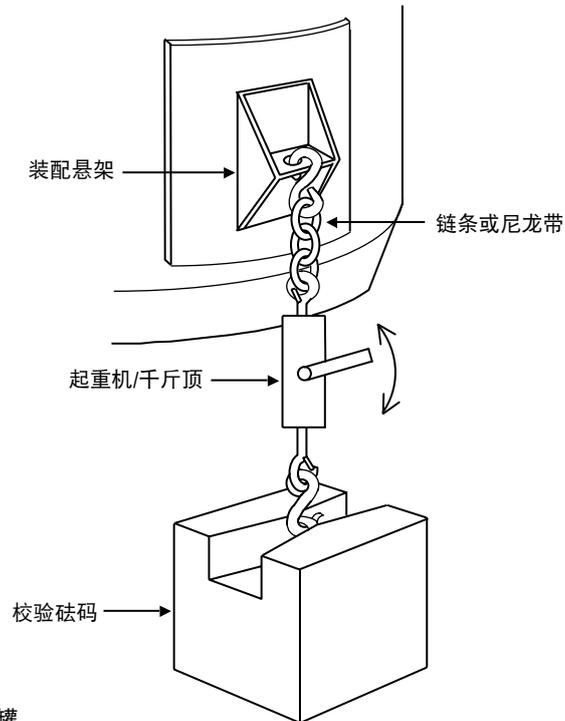


图 22：用悬挂测试砝码校准料罐

- 1. 测试砝码。**使用测验砝码是精确度最高的方法，是校准商业秤（符合交易要求）所必需的。用砝码校准小型秤非常简单，但随着秤量程的增加，校准变得越来越复杂且不实用。由于料罐和容器没有放置砝码的平面，因此必须事先规划加载方法；例如在料罐侧面放置悬挂砝码的悬架，如图 22 所示。
- 2. 替代物料。**使用此方法时，需使用少量测试砝码（秤量程的 5% 至 10%）。将砝码放在秤上，然后记下秤的读数。然后移除砝码，“替换”物料（添加到秤上），直到达到相同的秤读数。再次添加更多的砝码，记下新的读数，约为两倍。移除砝码，然后再次替换物料，直到再次显示相同的记录数值。持续此过程，直到秤上有足够的物料进行校准。此方法相对于测试砝码，精度较差，而且非常繁琐。

3. **物料转移。**使用此方法时，在单独的基准秤上称量物料（例如水），然后转移到存在问题的料罐/容器中进行校准。此方法取决于基准秤的精确度，注意转移过程避免损耗物料。如果基准秤为基于 MFR 技术的梅特勒-托利多精密秤，且已最大限度降低管路影响，则此方法的精度非常高，如图 23 所示。

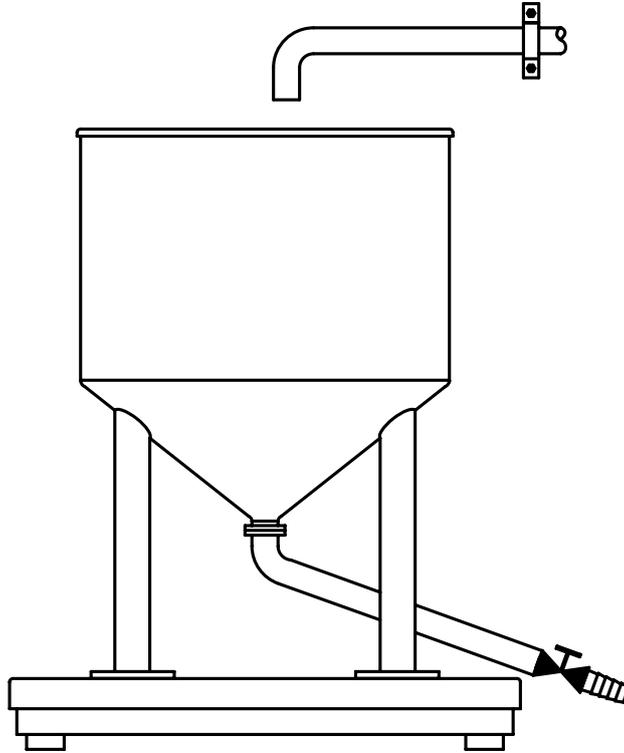


图 23：基准罐秤

4. **CalFree™。**这是一种某些梅特勒-托利多终端可用的理论校准方法。算出称重传感器输出值（由模拟称重传感器提供）的平均值，然后将其输入自动执行校准的终端。能够非常快速和简便地完成此方法，但也存在限制。其无法补偿机械效应，例如管路或因电缆、接线盒或电路本身的安全故障导致的任何称重传感器信号衰减。因此，通常 CalFree 的精确度极限为 0.2%。

如果结合 PowerMount 中采用的数字 PowerCell 技术，可最大限度提高 CalFree™ Plus 的理论校准精确度。终端直接从称重传感器读取输出值，然后自动执行校准。已移除回路中的接线盒，并且电缆不会影响数字信号。同时，校准时还会考虑当地  $g$ （因重力产生的加速度）的变化。只需按下按钮，便可将系统校准到此方法可达到的最高精确度。如果不存在管路等机械效应，精确度可优于 0.1%。

请参阅参考文献 1 了解详情。

# 物料和喂料器对精确度的影响

## 物料

料罐和容器的过程称重主要涉及液体物料，但有时会将气体和固体添加到液体中。在这些情况中，最终产品通常仍是流动的糊状物或悬浮液。为尝试达到更高的精确度，此处列出了需要考虑的几个物料问题：

1. 从散装储罐到进料设备的物料流应是连续的，没有间断。  
这意味着在生产输出可能出现间断时应有足够的缓冲库存。
2. 与其他技术相比，物料属性对按重量进行配料的影响不大；但为了最大限度提高精确度，尽量降低粘度、密度以及颗粒度等物料属性的变化。在物料温度和湿度对流量特性影响较大时，控制这些参数。
3. 调节上游进料阀的液体压力。很难通过机械方法来完成，将储罐维持在静态压头更易实现。
4. 始终让固体物料高出喂料器恒定高度，例如滑动和翻盖门。
5. 当物料流分散时，停止配料过程。仅在重新建立足够的缓冲区以后，再重新开始。

## 喂料器

此处所用的喂料器是指广义上移动和控制物料流的设备，例如步进电动机驱动的旋转齿轮泵，以及简单调节流量的设备，例如阀门。这些设备的运行方式可显著影响批次一致性和精确度。理想情况下，这些设备应能立即反应和关闭物料流，但至少其反应和运行时间是恒定的，不受粘度、颗粒大小和硬度等物料属性的影响。有些喂料器本身就比其他设备的精确度高，但选择有限，因为物料特性通常能决定喂料器类型。为尝试达到更高的精确度，此处列出了需要考虑的几个喂料器问题：

1. 电动机驱动设备易于停止，同时这也会受到物料属性和设备条件变化的影响。最好使用带有制动器的电动机，以便实现更加一致的停止。
2. 应调节供给气动设备的空气条件和压力，确保一致性的反应和运行时间。
3. 应用两种进料速度时，如果喂料器通过调节流量来完成，通常会更加方便。否则必须并排运行不同容量的喂料器，并选择性启动。
4. 应用点动功能时，喂料器必须适用于重复瞬时启动，且不会出现损坏。

# 速度与精确度

灌装是一种动态操作，但遗憾的是速度和精确度之间存在反比关系，如图 24 所示。如果灌装速度较高，则精确度较低，反之亦然。此图的精确图形和比例因每组情况而定，取决于所用的称重和灌装设备、整体设计以及环境。注意，当降低灌装速度趋于零时，称重精确度将趋向称重设备预期的静态称重性能。

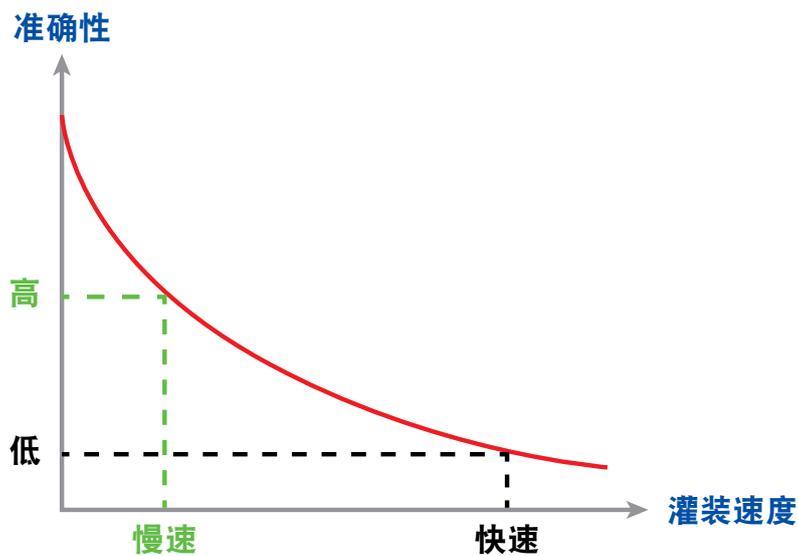


图 24：灌装速度与精确度

了解此特性后，在选择最佳平衡较高精确度和较高灌装速度需求的操作点时可作出取舍。本文档通篇介绍了如何提高准确度的建议，此处总结了一下可实现快速和准确批量的要点：

1. 慎重选择要使用的配料方法，尤其是在配方中含量最少和最多的成分存在较大差异时。检查混合系统，考虑手动添加关键成分。请参阅选择合适的配料过程部分。
2. 选择具有优质 A/D 转换器和高内部更新率的终端。您需要高精度的称重信息，如果您要在灌装周期中的关键点及时进行反应，则您需要快速得到该信息。仅发送原始数据的高更新速率不如带有利用适用于过程设备和环境的过滤算法（梅特勒-托利多的 TraxDSP）处理的重量数据的较低更新速率。一般而言，称重设备制造商建立的过滤算法优于 PLC 或其他控制器可用的算法。
3. 选择具有高输入/输出 (I/O) 总线更新速率，且喂料器能快速反应和操作，并且具有可重复性的终端。
4. 控制环境（机械和电气噪音），并选择具有可精确调整以适应实际环境的先进过滤的终端。

- 图 25 提出了一种改善速度/准确度难题的方法。我们可以快速/低精确度地灌装料罐的大部分，然后在快填满时切换到低速/高精度。换句话说，就是使用两种灌装速度，下文将进行详细讨论。只要我们及时实施制动，以高精度结束，就不会因为以低精确度灌装料罐大部分而出现损失。这已成为灌装过程中让速度与准确度达到合理平衡的常规方法，如今此方法已被广泛应用。
- 您可使用带有高级控制算法的控制器，为每种灌装建立实时数学模型，并自动获取和补偿。凭借这些非常先进的控制器，可在使用较简易的单速灌装过程时提高速度与准确度。请参见下文 IND780 Q.iMPACT 控制器部分。

## 控制您的过程

### 灌装过程

图 25 是用传统两种灌装速度操作的灌装重量与时间的图形。可能会将部分成分或所有成分集成到典型灌装操作中，这取决于精确度要求。顶部显示的是目标灌装重量  $\pm$  允差范围。可将灌装周期分为几个阶段，如图所示。在进料设备刚启动时，在快速灌装阶段，物料流要用一段时间来加速到稳定流量，此阶段占据了大部分的灌装时间和重量。除此之外，是优化灌装重量的其他阶段，以确保重量在允差范围内。下文将详细介绍各个术语。

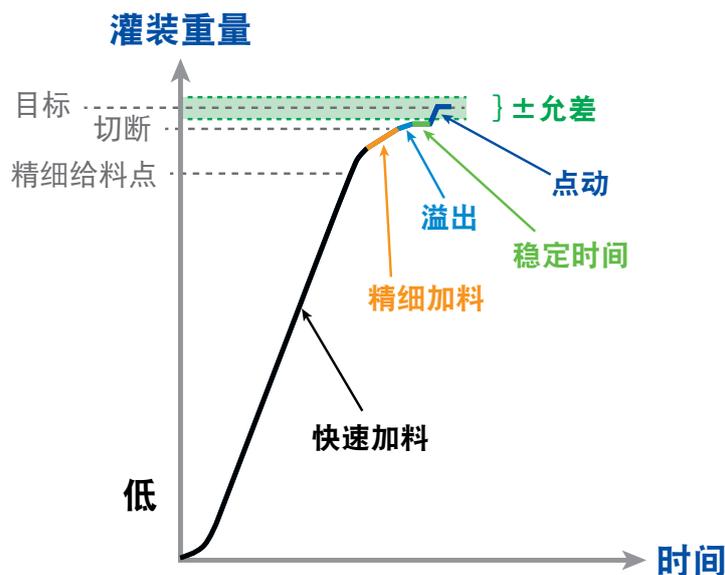


图 25: 两种速度灌装操作

## 快速与精细给料

快速与精细给料的结合被称为两种速度灌装，可用来同时改善灌装速度和精确度。使用此方法时，快速给料阶段将非常快速地灌装大部分物料，此后，在最后阶段，喂料器减慢到精细给料，实现更好的控制。例如，可在快速给料期间，灌装 97% 的目标灌装重量，随后可将喂料器的进料速度调节为额定值的 1/10（精细给料）来灌装剩余 3%。

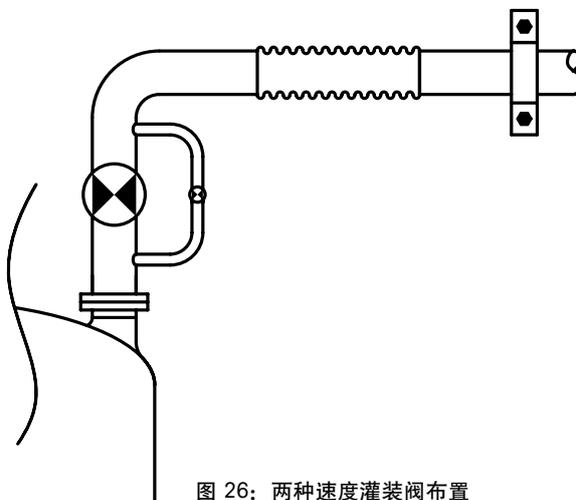


图 26：两种速度灌装阀布置

例如，可通过变化螺旋或叶片喂料器的电动机速度来实现两种速度灌装。

对于液体，并排放置两个简易的开/关阀门可提高效率（如图 26 所示）。其中一个分支的流速可能是另一个的 10 倍。运行时，在快速给料时，打开两个阀门，然后关闭快速给料阀门，提供精细给料。

## 溢出

任何进料设备在关闭流量时，都会存在一定量已离开喂料器但还未达到秤的物料。这可能被称为溢出、超前以及飞料。

显而易见，溢出量取决于喂料器高于填充物料表面的高度以及当时的进料速度。某些终端可通过提前停止喂料器进行溢出补偿，但溢出是变化和错误源，应最大限度降低。此处列出了几个最大限度降低溢出和提高精确度的建议：

1. 最大限度缩短阀门或喂料器与料罐的距离。
2. 使用两种速度灌装，在切断时最大限度降低流速。

注意，在减重操作中，您需要考虑完全关闭喂料器之前，从秤中溢出的物料量，但此种称重方法不考虑溢出。

## 点动

点动功能可瞬时启动喂料器向未填满的料罐提供少量附加物料。运行时，正常进行灌装直到结束，然后允许料罐在比较灌装重量与目标之前确定。如果低于所需重量，可使用点动功能纠正该重量。仅在未填满的时候有效。

## 控制

在手动灌装操作中，秤会向控制喂料器的操作人员提供料罐重量，在必要时调节最终灌装重量，并决定何时灌装量位于可接受限制范围内。他或她将为每种成分执行该过程，然后确定何时可接受整批次。此类操作中的终端无需任何 I/O。但，其可将配料和批量重量传输到另一系统，以便进行库存控制和可追溯性。几乎可使用任何简易的梅特勒-托利多终端。



图 27：手动灌装操作

更为典型的是，秤可控制带有不同自动化程度甚至全自动化系统的喂料器。此种情况下，秤将对每种配料进行允差检查，确定何时可接受批次。图 27 显示利用模拟称重模块构建的罐秤。此处，称重传感器连接到接线盒进行求和，然后接线盒连接到终端。此处列出了控制灌装的三种可能：

1. 对于独立系统，梅特勒-托利多型号 IND560、IND690 或 IND780 可控制低中复杂度的配料系统，其中无需 PLC 或可编程自动化控制器 (PAC)。这些终端具有专为灌装应用设计的可选应用软件，可控制上述部分讨论的所有特性。



用于灌装的 IND560Fill 仪表

2. 简易终端，例如型号 IND131，仅能向可执行所有控制功能的 PLC/PAC 提供重量。



IND131 Din 导轨仪表

3. 如图 28 所示的混合系统。在此，由 IND560、IND690 或 IND780 等终端执行灌装控制，而 PLC/PAC 控制整体过程。PLC/PAC 可确定何时开始灌装以及配料参数，例如目标重量和每种配料的允差。但，此信息可下载至自动执行配料过程的终端。完成配料后，终端可向 PLC/PAC 进行报告，以便进行记录保持、库存控制等。

此方法有几个优点。终端专注于读取重量和控制喂料器，这也是任何配料操作的核心过程。在关键时间停止喂料器十分重要，必须能够快速且不受干扰地完成。同时，终端还具有专为精益控制灌装和配料操作而设计的软件包。在上述方法 2 中，回路中有较多设备，可能会出现延迟，如果 PLC/PAC 刚好执行其他活动时尤为如此，就像需要触发关闭一样。

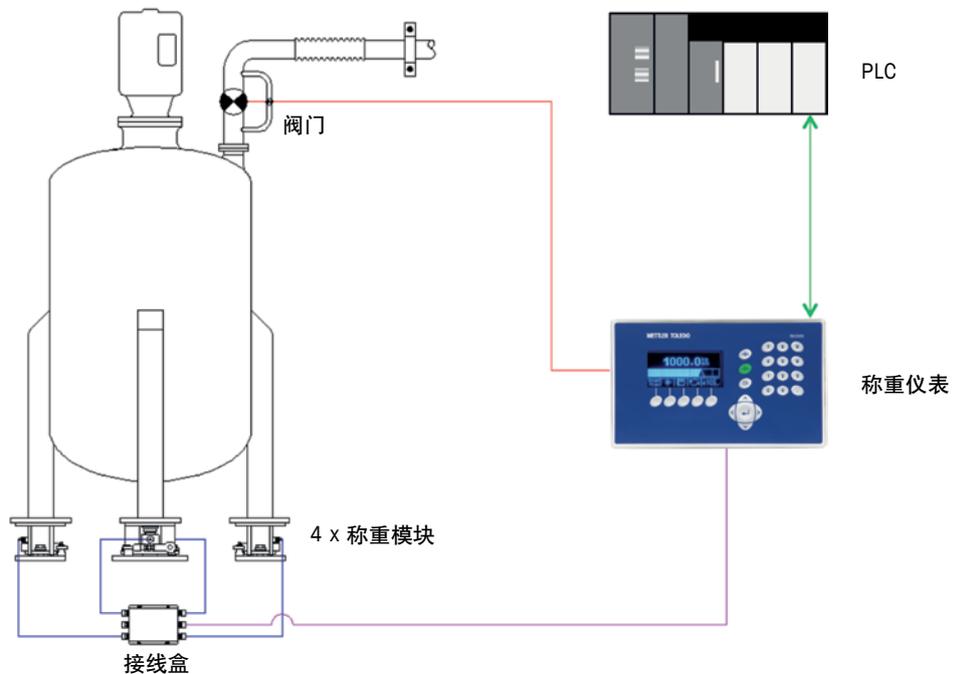


图 28: 带有 PLC 和称重仪表的混合批量控制系统

## 仪表

仪表是任何称重系统的重要组件。其可向模拟称重传感器提供激励电压，并接收其发出的模拟输出信号。其可执行 A/D 转换、过滤以及处理，以生成将显示的已校准称重值，直接用于控制过程或传输到其他设备。



IND560  
终端

### A/D 转换和过滤

A/D 转换器是操作的核心，在灌装操作中必须快速完成转换，以便追踪灌装进程以及在正确时间触发关闭。遗憾的是模拟信号会受到附近电气设备电气噪音以及其他机械设备机械噪音的影响，例如混合器、泵、压实机，甚至是灌装本身的操作。

梅特勒-托利多专有的 TraxDSP™ 系统结合了转换速率可高达 366 Hz 的超高速 A/D 技术、可调节式多级数字过滤器以及专利补偿算法，能够连续快速地追踪称重传感器信号的重量分配。机械和电气噪音因安装装置而异（例如频率和振幅）。因此 TraxDSP™ 可凭借 50 Hz 的超高速内部目标补偿速率来调节至特定调节，优化速度、稳定性和准确度，确保最佳的灌装和配料准确度。TraxDSP™ 为处理仪表的标准配置，例如 IND131、IND560 和 IND780。



ARM100 外部 I/O 模块

## 数字 I/O

较先进的终端可具有多种内部和外部数字 I/O 功能。内部 I/O 有所限制，但通常足以满足简易灌装和配料操作。许多终端还可利用外部 I/O 模块，例如梅特勒-托利多的 ARM100，用于更加复杂的系统。

## 连接性

连接性是当今考虑的重要事项，终端可提供多种标准和可选串行接口，例如 RS232/422/485 和以太网 TCP/IP 以及 PLC 接口，如表 3 综述。

PLC 接口
• 4-20mA 模拟
• AB RIO
• ControlNet
• DeviceNet
• EtherNet/IP
• Modbus RTU
• Modbus TCP
• Profibus DP
• Profinet
• CC-Link

表 3:

## IND780batch

梅特勒-托利多的仪表 IND780batch 结合了多个控制选件，易于在同时使用四台秤的应用中配置。其功能和优点包括：

- 符合 ISA S88 规定，为批量操作提供一致的协议
- 多达 40 个输入和 56 个输出允许在控制设置上提供最大程度的灵活性
- 存储多达 1,000 种配方，每种配方使用多达 99 个步骤，同时能控制 42 种自动化物料供给
- 可配置的实时配方调用和配方循环功能
- 手动、半自动和自动模式，为操作人员提供用户定义的消息和简化的数据收集
- 基于 BatchTool 780 PC 的配置工具可简化配方和订单创建、跟踪与追溯记录、安全设置、使用报告、以及配置备份与存储
- 设备查看屏幕显示系统的先进诊断功能状态



IND780 仪表

综合设备 IND780batch 支持单秤操作，并且具有以下额外功能和优点：

- 功能齐全独立控制器用于批量操作
- 提供 10 种自动物料、1 个放空和 1 个辅助控制
- 开始/恢复和和暂停/终止按钮
- 状态信号灯



综合设备 IND780batch 仪表

### IND780 Q.iMPACT 控制器

带有 Q.iMPACT 高级物料传输软件的 IND780 终端代表了最先进的灌装和配料控制器。可预测自适应控制专利算法为每种灌装建立实时数学模块，在每次进料过程中，自动获取并补偿自然而然发生的过程变化。该系统利用简易的单速开关控制，大大简化了系统复杂性以及显著降低了资金和维护成本。凭借简单的单速灌装过程，与传统布置相比，灌装更加快速且更加准确。公司能够利用较低的整体资金成本实现更高的产量，同时还能提高产品质量和一致性。专用的基于 PC 的配置工具简化了设置和配置。



IND780 Q.iMPACT 仪表

# 化学反应容器

从称重角度来看，化学反应容器带来了众多挑战，以下部分将进行详细讨论。在某些情况下，也会使用料罐称重，但通常较为少见。



图 29：称重容器

## 反应器类型和称重技术适用范围

如图 29 所示，间歇反应器是一种容器，操作方法是在开始反应前，将所有原料（反应物、催化剂以及试剂）添加到反应器中，例如是吸热反应，反应混合物的温度将升高。在反应过程中没有添加物料或排泄。仅在反应结束后，移除产品和污水。

半间歇反应器类似于间歇反应器，在开始时将所有原料分配放入，一种反应物除外。然后加入剩余反应物，以便控制反应速率。另外一种模式中，半间歇反应器开始便与间歇反应器一样，加入了所有原料，但会在反应过程中以受控速率移除产品。这种模式并不常见，但半间歇反应器可使用这两种模式——加入反应物以及在反应过程中，移除产品或污水。

按重量控制一种方法是利用上述的同步或连续配料方法让罐秤中的原料成比例，将秤的排出物直接排放到反应器中。

另一种方法是在反应器上安装秤，然后使用累积配料方法分配处理原料。对于半间歇反应器，也可使用秤控制附加反应物的配量或产品排出。仅在必须同时进行配料和排出，且不能交替执行这两项任务时，会遇到难题。

连续流动搅拌罐式反应器 (CFSTR) 外形与间歇和半间歇反应器相同，但根据定义添加原料，且同时移除产品和污水。称重技术不适用于此容器或利用真实连续流动过程的任何其他反应器类型。

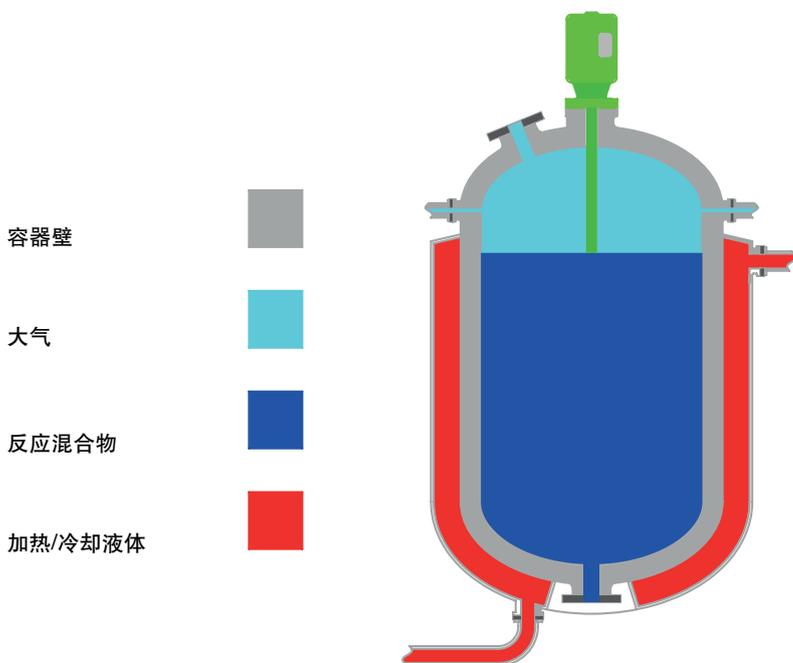


图 30: 典型间歇反应器的横截面

## 固定载荷

请参阅图 30 典型间歇反应器的横截面。存在一些增加反应器固定载荷的因素，其中一些因素不合乎准确度要求。在此简要介绍这些因素。

1. 由于其经常在高压下操作，因此同传统料罐相比，反应容器的容器壁较厚。同时，其是钢制品，还带有玻璃或陶瓷内衬，因此进一步增加了固定载荷。
2. 通常，其带有直接安装在容器上的混合器。以及随附法兰、阀门和其他辅助设备都会显著增加固定载荷。
3. 多数反应器都具有加热/冷却线圈或夹套（如图 30 所示）。其重量会增加固定载荷，有时还会超出其中包含的液体重量。通常此类反应器还具有不锈钢外壳保护的保温层，再次增加了固定载荷。

容器的固定载荷有时甚至比整批次重量还重，更不用说次要成分的重量了。梅特勒-托利多可提供量程高达 600 t 或更大的称重传感器和称重模块，因此重量本省不是问题，事实是称重精确度出现了降低，尤其是含量较少的成分。

评估秤、称重传感器或称重模块所需的量程时，计算固定载荷时不要忘记考虑上述所有因素。

## 多流体系统

在称重反应器时，是指反应混合物的重量，例如最初分配处理的原料。但是，秤也会称量一些其他液体系统，如果在称重过程中，其质量发生变化，那么将出现错误。

### 加热/冷却液体

如果在称重过程中，秤板上加热/冷却液体的重量出现任何变化都将直接影响称重精确度。必须考虑反应容器出现的温度变化。您需要考虑因温度变化导致的线圈或夹套内部容积的变化以及液体密度变化。在蒸汽加热系统中，确保称重操作过程中任何冷凝水累积量是常数。

### 大气

在反应器中，通常压力会升高以加速反应速率。如果在称重过程中出现气体，则需要考虑反应混合物上方气体重量变化。以恒定的 21 °C (70 °F) 大气为例，在大气压为 0 Pa (0 psi) 时，其密度为 1.2 kg/m<sup>3</sup> (0.075 lb/ft<sup>3</sup>)，但在大气压为 6895 kPa (1,000 psi) 时，密度为 83 kg/m<sup>3</sup> (5.18 lb/ft<sup>3</sup>)。当前气体密度也会因温度而变化。

此外，增压系统会出现一些与连接管路相关的独特难题。如上文所述，连接料罐和容器时，最好使用软管或伸缩接头。但是，当软管或接头经受压力变化时，其会充当“气缸”，将不想要的力分散给秤。当软管或伸缩接头位于垂直连接到秤的管路中时，情况会更糟。请参阅参考文献 1 了解详情。



扩展到下一楼层的反应器上部，带有充分移动空间



安装在灵活压式称重模块上的反应器下部

某些反应会导致气体增加，如果排空了气体，秤的重量将减小。

同时考虑到化学反应过程中，反应混合物中夹杂着气体反应物时对半间歇过程的影响。通常会提供过量的气体，并连续排出过量气体。很明显，反应混合物增加的重量等于添加的气体重量减去排放重量。

## 温度

称重传感器对温度变化非常敏感，因为其会影响零输出以及灵敏度。称重传感器将补偿生产过程中的温度变化，并且通过商业认证（符合交易要求）的称重传感器可调节到最严格的允差范围。但，仍要保持敏感，因为从精确度角度而言，限制任何应用中称重传感器温度变化都是有意义的。此外，称重传感器都具有“操作温度范围”规格，如果超出此范围，其性能可能会受到影响或损坏。因此，应限制称重传感器经受的温度极限。

这是经常在与室温有较大差距温度下工作的反应器的重要考虑事项。图 31 展示了最不想要的安装布置，因为称重传感器的导热路径较短，而图 32 和 33 显示较合乎理想的情况，传导路径较长。

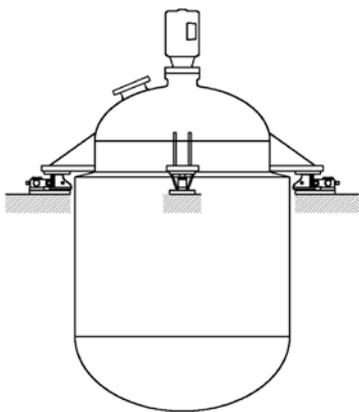


图 31：压式安装反应器，“地下”布置

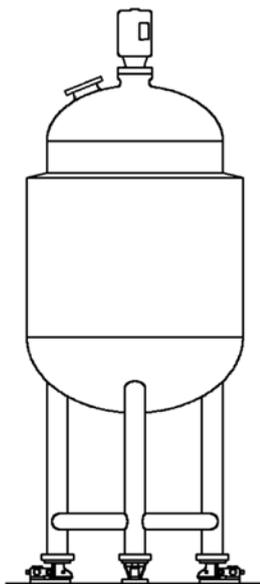


图 32：压式安装反应器，带有加固支脚

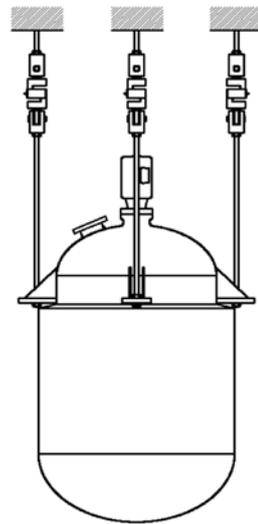


图 33：拉式安装反应器，带有拉式称重模块

如果无法避免图 31 所示的安装布置，梅特勒-托利多为其称重模块提供了隔热垫。将其安装在称重模块顶板和容器之间，以减少热传导。同时，让称重传感器尽量远离加热/冷却液体入口，因为这应是容器上最热/最冷的点。

一般而言，如果称重传感器是辐射供热，则可通过在称重传感器和辐射源之间简单插入金属屏蔽来保护传感器。

## 振动

如图 34 所示，反应器总是装有混合器，有时这些相对于容器容量还非常大。这可导致秤发生摆动以及振动，并将噪音引入电气信号，影响精确度。可通过完成几个事情来缓解这些问题：

1. 如果可能，在称重操作过程中不要运行混合器。
2. 如果称重模块为自我校准悬挂类型，则使用水平平衡器来稳固秤。  
梅特勒-托利多某些称重模块带有优化的平衡器。
3. 在称重模块顶板和秤之间使用振动/震动垫，梅特勒-托利多大多数称重模块都具备该垫，来削减振动。
4. 如上文所述，使用带有 TraxDSP 的梅特勒-托利多终端。

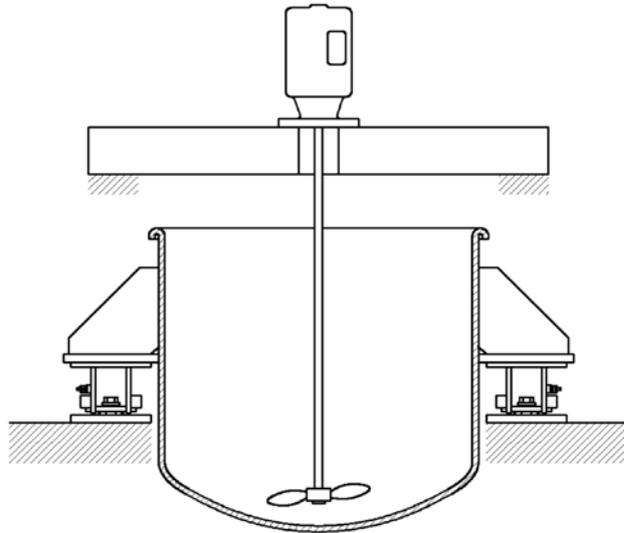


图 34：带有外部安装混合器的料罐

当料罐具有一个独立安装的混合器时，如图 34 所示，可将更大的旋转转矩传输到料罐，显著影响准确度。必须使用切线平衡器稳定秤。

请参阅参考文献 1，了解应对振动、混合器等详情。

# 认证要求

配料系统周围事物通常被分类为危害，因为配料过程会生成蒸汽或灰尘。梅特勒-托利多供应全面的产品系列，均符合危险区域所用电气设备的各种国际要求。这些认证可作为众多梅特勒-托利多称重模块标准配置提供（请参阅参考文献 6）。此外，许多称重模块和称重传感器附件还符合危险区域所用非电气设备的 EN 要求标准（请参阅参考文献 10）。梅特勒-托利多还提供一些资源帮助您选择危险区域所用的设备（请参阅参考文献 9、11、12 和 13）。访问 [www.mt.com/webinar](http://www.mt.com/webinar) or [www.mt.com/hazardous](http://www.mt.com/hazardous) 查看网上技术交流讲座。

很多情况下，称重设备的性能必须符合国家和国际法规，尤其是用于监管运输时。梅特勒-托利多提供获得用于商业（符合交易要求）应用国际认证的全面产品组合。这些认证作为称重模块的标准配置提供（请参阅参考文献 6 或：[www.mt.com/ind-weighing-component-catalog](http://www.mt.com/ind-weighing-component-catalog)）。

# 参考文献

1. Weigh Module Systems Handbook, METTLER TOLEDO AG.  
[www.mt.com/ind-system-handbook](http://www.mt.com/ind-system-handbook)
2. Weighing Accuracy in Tank Scales, METTLER TOLEDO AG.
3. Modern Weigh Modules, METTLER TOLEDO AG.
4. Weighing Technologies, METTLER TOLEDO AG.
5. Comparing PowerMount™ with Analog Weigh Modules, METTLER TOLEDO AG.
6. Weighing Components Catalog, METTLER TOLEDO AG.
7. Advanced Batch Control, METTLER TOLEDO AG.
8. Understanding your Batching System, METTLER TOLEDO AG.
9. Hazardous Area Catalog, METTLER TOLEDO AG.
10. EN 13463-1, Non-electrical equipment for use in potentially explosive atmospheres – Part 1: Basic method and requirements, CEN.
11. Process Safety with Intrinsically Safe Weighing Solutions, METTLER TOLEDO AG.
12. Webinar, Hazardous Area Weighing – Basics, METTLER TOLEDO AG.
13. Webinar, Hazardous Area Weighing – Advanced, METTLER TOLEDO AG.

# 种类齐全的称重组件

种类齐全的称重传感器覆盖范围大，从 11 g 到 300 t 不等。最小读数精度达到 0.001 mg。控制终端选择范围很广，既可以安装在 DIN 轨道上，也可以安装在控制面板上。根据版本的不同，电子产品可通过模拟或串行接口、Profibus DP、Profinet IO、Ethernet IP、Modbus、DeviceNet 或 ControlNet 和 CC-Link 集成到通讯系统中。

200 页的新产品目录中清楚地列出了所有系列，同时还配有图纸和安装手册。



订购称重目录英语打印版或以 PDF 格式作为单独的样本下载内容。

► [www.mt.com/weighing-component-catalog](http://www.mt.com/weighing-component-catalog)

[www.mt.com](http://www.mt.com)

更多信息

## Mettler-Toledo AG

PO Box VI-400, CH-8606 Greifensee

电话: +41-44-944 22 11, 传真: +41-44-944 31 70

Subject to technical changes

Order Number: 30220327

© 09/2014 Mettler-Toledo AG

MarCom Industrial