

中华人民共和国教育行业标准

JY/T XXXX—202x

教学用杠杆秤

Lever scale for teaching

(征求意见稿)

在提交反馈时，请将您知道的相关专利同支持性文件一并附上

202x - xx - xx 发布

202X - xx - xx 实施

中华人民共和国教育部 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由全国教育装备标准化技术委员会（SAC/TC125）提出。

本文件由全国教育装备标准化技术委员会（SAC/TC125）归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

教学用杠杆秤

1 范围

本文件规定了教学用杠杆秤的术语和定义、型号命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、标签、包装、运输、贮存。

本文件适用于教学用示杠杆原理应用的模型类杠杆秤。

本文件不适用于市场贸易用杠杆秤。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- JJG 17—2016 杆秤检定规程
- JJG 156—2016 架盘天平检定规程
- JY/T 0001—2003 教学仪器设备产品一般质量要求
- JY/T 0002 教学仪器设备产品的检验规则
- JY/T 0026—1991 教学仪器设备产品型号命名方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类和命名

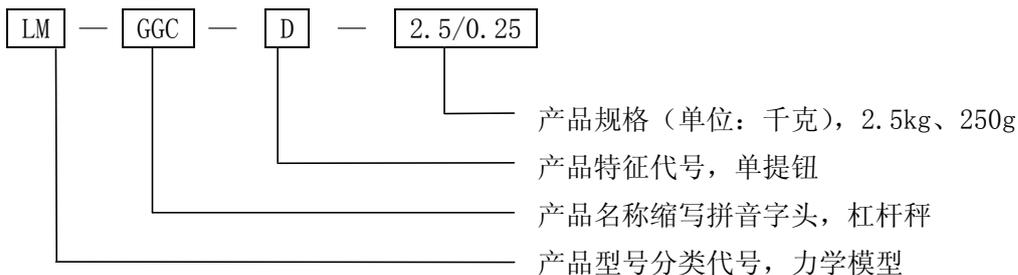
4.1 分类

产品按最称量分为二类，I类最大称量为2.5kg，II类最大称量为250g（戥子）。

4.2 型号命名方法

产品命名按 JY/T 0026—1991 的规定。

杠杆秤的型号命名为：



4.3 型号示例

L-GC-D-2.5: 表示最大称量: 2.5kg的教学用杠杆秤, 力学模型。

L-GC-D-025: 表示最大称量: 250kg的教学用杠杆秤(戥子), 力学模型。

5 技术要求

5.1 总体要求

教学用杠杆秤(含戥子秤)是示杠杆应用的模型类演示教具, 应具有以下特征:

- a) 秤杆各处截面积相同;
注: 杆秤是具有一个秤砣, 单一杠杆和标尺的秤。
- b) 单提纽(零点纽), 单量程;
- c) 零点与承载器(秤盘或秤钩)分别位于零点纽两侧。
- d) 采用不等臂秤杆。
- e) 能够实际称量。

5.2 技术规格

5.3.1 杠杆秤、戥子的技术规格及允许误差应符合表 1。

表 1 技术规格及允许误差

类别	最大称量 (Max)	分度值 d (零点纽)	分度数 (n)	秤杆长 (mm)	秤砣		秤盘(或秤钩)		
					质量 (g)	允许误差 mg	质量 (g)	允许误差 (mg)	直径 (mm)
杠杆秤	2.5kg	50g	50	≥ 480	125	± 50	250	± 100	170
戥子	250g	5g	50	≥ 280	50	± 30	25	± 30	130

注: (检定)分度数是最大称量与检定分度值之比, 用 n 表示。

注: 表 1 中数据的计算详见附录 A。

5.3.2 教学用杠杆秤、教学用戥子检定分度值与零点纽的最小实际分度值应相等, 即 $e=d$ 。

注 1: 零点纽是确定零点平衡的秤纽。

注 2: 检定分度值是用于划分天平准确度级别与进行计量检定的、以质量单位表示的值。此处参照天平要求。

注 3: 实际分度值是相邻两个示值之差, 即质量标尺上最小分度。

5.3.3 秤杆的刻线(或星点)示值形式应为:

- a) 教学用杆秤: 最大称量 2.5kg, 每 500g 为长线, 每 250g 为中线, 分度值 50g 为短线, 均匀分布, 分度值的间距应不小于 5mm;

注: 最大称量是杆秤的最大称量能力。

- b) 教学用戥子(用星点表示): 最大称量 250g, 每 50g 用二点, 每 100g 用三点, 分度值 5g 用一点, 均匀分布, 分度值的间距应不小于 3mm。

5.4 测量误差

5.4.1 教学用杠杆秤、教学用戥子称量允许误差应符合表 2。同一载荷多次称量结果(重复性)之间差值应符合表 2 规定。

表 2 杠杆秤、戥子称量允许误差

称 量 检 定	示 值 误 差
空秤	$\pm 1e$
最大称量	$\pm 1e$

5.4.2 稳定平衡

杆秤处于平衡位置时，夹紧砵系，使秤杆分别上升或下降 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，释放后秤杆应恢复到原来的平衡位置，其误差应不大于 5.4.1。

注：稳定平衡是当秤杆偏离平衡位置，并自由而无扰动地释放时，它将返回原来的平衡位置或在其附近摆动的一种平衡。

5.5 部件

5.5.1 秤杆

5.5.1.1 教学用杠杆秤的秤杆和戥子宜采用密度小的金属材料制作。

5.5.1.2 教学用杠杆秤的秤杆宜选用直径为 $8\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 或方形 $(8\text{mm}\pm 0.2\text{mm})\times (8\text{mm}\pm 0.2\text{mm})$ 的型材。

教学用戥子的秤杆宜选用直径为 $4\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$ 或方型 $(4\text{mm}\pm 0.1\text{mm})\times (4\text{mm}\pm 0.1\text{mm})$ 的型材。

5.5.1.3 在未装承载器和秤砵时，秤杆应能平衡。

5.5.1.4 秤杆上应有均匀等分的刻线或星点分度，并用易于区分线、星点与秤杆不同颜色的材料涂抹、刻线、星点应排列整齐，清晰可见，不易脱落。

秤杆的刻线或星点应有从零到最大计量值永久数字。

5.5.2 秤纽和秤盘（或秤钩）与秤杆的连接

5.5.2.1 教学用杆秤应采用刀纽（内刀或外刀），教学用戥子可采用绳纽。

5.5.2.2 支点刀和重点刀均应牢固地安装在秤杆上相应的位置。

5.5.2.3 刀子和刀承（吊环）应采用优质碳钢制，并经淬火处理。

刀子硬度应为 HRC45，刀承（吊环）硬度应为 HRC50。

5.5.3 秤盘和盘系

5.5.2.1 秤盘应采用金属和非金属材料，圆盘形。周边有三等分系盘孔并安装盘环。

秤盘也可用秤钩。

5.5.2.2 盘系应采用聚酰胺（尼龙）绳或金属链。盘系的长度为秤杆的 $2/3$ 。

5.5.2.4 秤盘和盘系应表面光洁，无毛刺和飞边。金属材料应做防腐处理。

5.5.4 秤砵与砵系

5.5.3.1 秤砵应采用碳素钢制，具有卸钮和调整质量腹腔的圆柱体。卸钮上有系砵孔。

5.5.3.2 秤砵和卸钮外露面应作防腐处理，并光洁无毛刺、疤痕、划伤等缺陷。

5.5.3.3 砵系应采用结实不吸潮的聚酰胺（尼龙）材料，长度为秤杆的 $1/2$ 。直径应不大于标尺分度值间距的 $1/3$ 。

5.6 计算

杆秤（及戥子）的计算参见附录 A。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 在无振动和无强烈气流的室内，将杠杆秤（或戥子）悬挂在稳定的专用支架上。

6.1.2 采用符合JJG 99-2006检定规程的M₁级砝码试验。

6.2 尺寸

用分度值为1mm的钢板尺和分度值0.02mm的游标卡尺测量。

6.3 硬度试验

刀子和刀承硬度试验用洛氏硬度计取三点分别检测其硬度。

6.4 测量性能

6.4.1 空秤平衡

将秤砣系置于秤杆零线位置上，砣系与零刻线重合，此时秤杆应处于水平静止状态。

如果秤未在平衡位置，应在承载器上增加或减小砝码，直至秤杆平衡。按（1）式计算秤的误差。

$$E = I - L \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E — 杆秤的示值误差，单位为千克（kg）或克（g）；

I — 杆秤的示值，单位为千克（kg）或克（g）；

L — 标准砝码质量，单位为千克（kg）或克（g）。

6.4.2 准确度

将砣系分别置于1/2称量和最大称量二个点，并在秤盘上加放置等于1/2称量和最大称量的M₁级砝码，秤应平衡。

如果秤未在平衡位置，应在承载器上增加或减小砝码，直至秤杆平衡。按（1）式计算秤的误差。

6.4.3 灵敏度

首先让秤处于平衡状态，在秤盘上加放等于最大允许误差绝对值的M₁级砝码；或者不在秤盘上加放允差砝码，移动秤砣至允差误差的绝对值刻线处。秤杆末端改变静止距离应不小于秤纽到秤杆末端距离的1/30。

6.4.4 重复性

固定悬挂秤纽，将砣系置于末称量位置，在承载器上放置质量为末称量的砝码，观察秤是否平衡。如果秤杆不平衡，应移动砣系在秤杆上的位置，使秤平衡。重复三次。

按（1）式计算每次称量的示值误差。

按（2）式计算重复性。

$$R = E_{Max} - E_{Min} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R — 重复性，单位为千克（kg）或克（g）；

E_{Max} —三次称量示值误差的最大值，单位为千克（kg）或克（g）；

E_{Min} —三次称量示值误差的最小值，单位为千克（kg）或克（g）。

6.4.5 稳定性

固定悬挂秤纽，将砵系置于末秤量位置，在承载器上放置质量为末称量的砵码，使秤处于平衡位置。

夹紧砵系，使秤杆分别上升或下降 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，释放后秤杆应恢复到平衡位置。如果秤杆不能恢复到平衡位置，按（1）式计算误差。

6.5 秤砵质量

用Ⅲ级天平测量。

6.6 结构和外观

凭感观检验。

6.7 秤盘（或秤钩）质量

在未安装时用Ⅲ级天平测量。

注：此项检验在生产过程中装配前进行。

6.8 无承载器和秤砵的秤杆平衡

将未装承载器，已装提钮的秤杆固定悬挂，不挂秤砵，秤杆应能平衡。不能平衡的秤杆不合格。

试验结果应记录产品编号。

注：此项检验在生产过程中装配前进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

杠杆秤和戥子检验分出厂检验和型式检验。

7.2 检验项目

杆秤和戥子产品检验项目按表3。

表3 教学用杠杆秤和戥子的检验项目和检验方式

项目序号	检 验 项 目	技术要求条文号	试验方法条文号	出厂检验	型式检验	缺陷分类
1	技术规格					
1.1	最大称量	5.3.1	6.6	○	▲	A
1.2	分度值	5.3.1	6.6	○	▲	A
1.3	秤杆长	5.3.1	6.2	○	▲	A
1.4	秤砵质量	5.3.1	6.5	○	▲	A
1.5	秤盘（或称钩）质量	5.3.1	6.5	○ ^a	▲	A

表3（续） 教学用杠杆秤和戥子的检验项目和检验方式

项目序号	检验项目	技术要求条文号	试验方法条文号	出厂检验	型式检验	缺陷分类
2	标尺	5.3.3	6.6、6.2	○	▲	A
3	测量误差			○	▲	A
3.1	允许误差	5.4.1	6.4.1~6.4.4	●	▲	A
3.2	稳定平衡	5.4.1	6.4.5	○	▲	A
4	部件					
4.1	秤杆	5.5.1	6.6	○	▲	A
4.2	未装承载器和秤砣时秤杆平衡	5.5.1.3	6.7	● ^a	▲	A
4.3	杆秤采用刀纽	5.5.2.1	6.6	○	▲	A
4.4	刀纽与秤杆的连接	5.5.2.2	6.6	○	▲	A
4.5	刀子和刀承的硬度	5.5.2.3	6.3	○	▲	A
4.6	秤盘和盘系	5.5.3	6.2	○	▲	A
4.7	秤砣和砣系	5.5.4	6.2	○	▲	A
5	结构	5	6.6	○	▲	A
6	外观	5	6.6	●	▲	B
注：表中“●”表示全数检验，“○”表示抽样检验，“—”表示不检验，“▲”表示应检验。						
^a 装配前检验。						

7.3 抽样方法

7.3.1 出厂检验按交货自然批组批，型式检验按库存数组批。

7.3.2 出厂检验时对全数检验项目作检验，能在全数检验项目合格产品中进行抽样，对抽样检验项目检验。

7.3.3 型式检验样品在出厂检验合格产品中抽取。

7.3.4 出厂检验和型式检验的抽样方法按JY/T 0002规定。

7.4 不合格的判定

7.4.1 抽样检验的判定按 JY/T 0002 规定。

7.4.2 单件样品不合格判据按 JY/T 0002 规定。

7.4.3 对全数检验项目检验时按单件样品不合格判据判定。

7.4.4 表 4 中 A 为主要技术性能指标，B 为非主要技术指标。

7.5 复检规则

8.5.1 不合格批量产品可再次提交检验。

8.5.2 抽样检验项目的复检应按 GB/T 2828.1—2012 第 9.3 条执行转移规则，按加严检验，一次抽样方案，一般检查水平 III，AQL 值为 2.5。

8 标志、说明数、包装、运输、贮存

8.1 标志

产品的秤杆（或秤盘上）上应有以下标志：

- a) 产品名称（教学用杆秤或教学用戥子秤）；
- b) 生产企业名称（或商标）；
- c) 产品编号。

9.2 包装

9.2.1 包装前凡金属刀子、刀承应涂防锈油脂。

9.2.2 每个产品应有防潮塑料袋和独立的内包装盒。

9.2.3 外包装箱上应有执行标准号，其它按JY/T 0001中有关规定执行。

9.2.4 其它应按JY/T 0001—2003第11、12章规定执行。

附录 A
(资料性)
杆秤(含戥子)的计算

A.1 杆秤的平衡

杆秤包括两个平衡:

- 秤杆的平衡;
- 秤砣与称盘(或秤钩)的平衡。

A.2 秤杆的平衡

A.2.1 秤杆的结构

A.2.1.1 秤纽两侧长度不等, 见图 A.1。

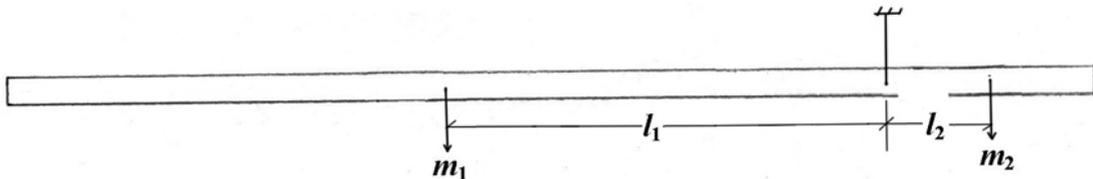


图 A.1 秤纽两侧长度不等的示意图

秤杆为各处直径(或边长)相等的材料, 但是秤纽两侧的秤杆长度不等。秤纽(支点)两侧秤杆的质心在每段的几何中心, 因为 $m_1 > m_2$, $l_1 > l_2$ 。因此 $m_1 l_1 > m_2 l_2$, 秤杆不能平衡。

此时仍要求 $m_1 l_1 = m_2 l_2$, 因此秤纽右侧的秤杆需加配重。

A.2.1.2 戥子秤结构, 秤纽两侧长度不等, 秤杆的秤盘侧端部有一配重块, 秤盘在配重块下方, 见图 A.2。

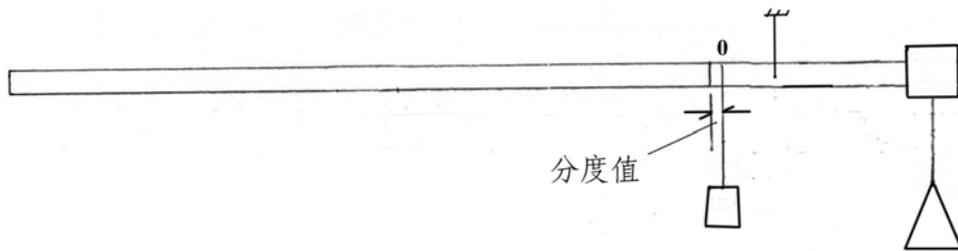


图 A.2 戥子秤的结构

这种结构秤杆的平衡关系与 A.2.1.1 相同, 区别是由于秤杆右侧加了配重块, 右侧秤杆的质心向右移动, 如图 A.3。特点是秤杆右侧长度缩短。

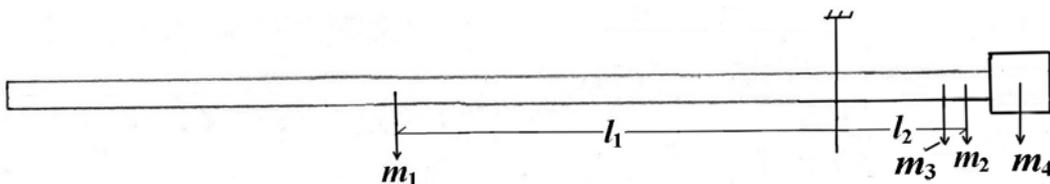


图 A.3 戥子秤秤杆的平衡关系示意图

设秤杆右侧长度为全长的 1/4，秤杆均匀，因此 $m_3 = \frac{1}{3}m_1$ (m_3 为秤杆 1/4 长度的质量)。秤杆右侧加配重 m_4 后的总质量为 m_2 , $m_2 = m_3 + m_4$ 。此时 $m_1l_1 = m_2l_2$ 。要使 l_2 尽量大一些，例如 l_2 长为秤杆右端全长的 3/4, 即等于秤杆全长的 3/16, 于是要求加配重后的 m_2 等于 $4m_1$, 因此配重质量 $m_4 = \frac{11}{3}m_1$ 。实际情况还会有出入（配重的长度将影响秤杆右侧的质心位置），可用试验方法确定。在未装秤砣和秤盘（或秤钩）时秤杆应能平衡。

A. 2. 2 秤纽两侧的秤杆长度不等的计算

设秤杆为圆柱形，外径为 d ，圆柱的截面面积为 $\frac{\pi}{4} \cdot d^2$ 。材料密度为 ρ ，单位长度秤杆的质量 m 为 $\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l \cdot \rho$ 。

由要求的 $m_1l_1 = m_2l_2$ ，设图A.2右端配重由改变材料密度得到，两侧的材料平均密度分别为 ρ_1 、 ρ_2 。

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \dots\dots\dots (A. 1)$$

示例1：秤杆由外径8mm的铝管制成，壁厚1mm。秤纽左侧为空心铝管，右侧铝管中塞入铜棒。铝的密度为2.7g/cm³，

铜的密度为8.9g/cm³。秤杆全长为500mm。计算单位长度 l 的秤杆质量如下：

$$m_1 = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot 2l_1 \cdot 2.7 = 59.376 \times 2l_1, \text{ 铜棒质量为: } \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot 2l_2 \cdot 8.9 = 251.642 \times 2l_2,$$

平均密度： $\bar{\rho} = [\frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot 2l_2 \cdot 2.7 + \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot 2l_2 \cdot 8.9] / \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot 2l_2 = (59.376 \times 2l_2 + 251.642 \times 2l_2) / 50.2656 \times 2l_2 = 6.1875$ (g/cm³)。

$$m_2 = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot 2l_2 \cdot \bar{\rho} = 174.94785 \times 2l_2。$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\bar{\rho}}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{6.1875}{2.7}} = 1.514, \quad 2l_1 = 301.11, \quad 2l_2 = 198.89$$

因此秤纽左侧长301.11mm，右侧长198.89mm。

示例2：秤杆由外径8mm的铝材（铝管或铝棒）制成，右侧为外径相同的铜棒（两种材料的秤杆相接）。铝的密度为2.7g/cm³，铜的密度为8.9g/cm³。秤杆全长为500mm。计算如下：

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\bar{\rho}}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{8.9}{2.7}} = 1.8156, \quad 2l_1 = 322.42, \quad 2l_2 = 177.58$$

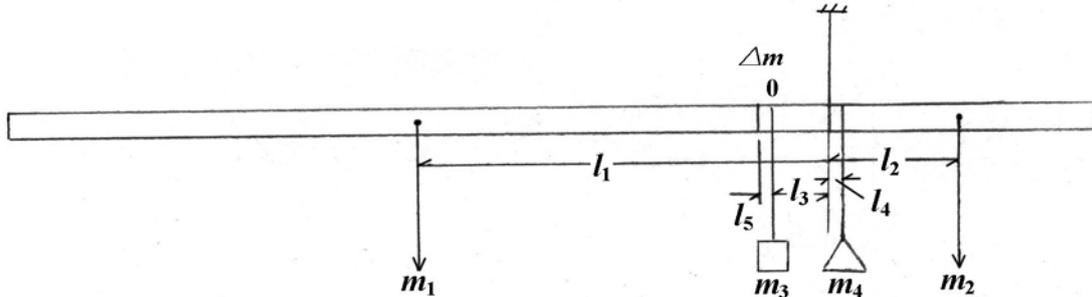
示例2的配重方案，秤杆右端与左端长度比小于示例1，但是示例11优点是秤杆外表为相同材料。

示例3：戥子秤杆由外径4mm的铝材（铝管或铝棒）制成，右端加配重块。秤杆右侧长度可缩短到左侧的1/4，配重块的质量可通过试验确定。

为了使配重块不明显，可将秤盘的刀子和刀承结构做在配重块下方。

A.3 秤砣与秤盘（或秤钩）的平衡

支点两侧秤杆的质量分别为 m_1 、 m_2 。秤砣质量为 m_3 ，秤盘质量为 m_4 。示意图如图 A.4。



图A.4 秤砣与秤盘（或秤钩）的平衡示意图

确定杆秤基本参数步骤如下：

- a) 根据测量需要确定最大称量，一般都为整数；
- b) 选择杆秤的参数：

- 1) 统筹考虑秤杆全长、秤杆的秤砣侧长 $2l_1$ 、分度值 Δm 和分度标尺全长、零位与秤纽（支点）长度 l_3 和标尺最大称量位置与秤杆末端的距离；
- 2) 确定秤砣质量 m_3 ， m_3 为最大称量的若干分之一；
- 3) 根据单组杆秤的秤杆长和分度长，确定分度数，分度数均为整数，分度长一般都为若干毫米，如果分度长的值过小，则读取砣系位置误差就很大。一般分度长 l_5 至少为砣系（秤砣的吊线）直径的 3 倍~5 倍；
- 4) 选择适当的 l_4 数值；
- 5) 确定秤盘（或秤钩）质量 m_4 的值，需要考虑(A.4)和 (A.5)的关系，使根据 (A.5) 式计算得到的零位与秤纽的距离 l_3 为步骤 1) 预定的范围。

计算如下：

设秤杆位于平衡（水平）位置， m_1 、 m_2 、 m_3 、 m_4 的力臂分别为 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 。

分度质量为 Δm ，分度长为 l_5 。

秤砣和秤盘的平衡： $m_3 l_3 = m_4 l_4$ 。此时秤砣在“0”位，秤盘位置（ l_4 ）是固定的。

当秤盘 m_4 中加载质量 Δm ，此时秤砣移动到 l_5 处杆秤平衡，因此有：

$$m_3 (l_5 + l_3) = (m_4 + \Delta m) l_4 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

即：
$$m_3 l_5 + m_3 l_3 = m_4 l_4 + \Delta m l_4 \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

因为 $m_3 l_3 = m_4 l_4$ ，所以 (A.2) 式成为 $m_3 l_5 = \Delta m l_4$ ，

因此
$$l_4 = \frac{m_3}{\Delta m} \cdot l_5 \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

$$l_3 = \frac{m_4}{m_3} \cdot l_4 \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

示例1：如果杆秤的最大称量为2.5kg，选秤砣质量为最大称量的1/20，即 $m_3=125g$ ，

- a) 秤杆（秤砣侧）全长301.11mm，安排标尺全长250mm，标尺分度长 $l_5=5mm$ ，分度数50；

b) 确定分度值 $\Delta m = 50\text{g}$;

c) $l_4 = 12.5\text{mm}$;

d) 秤盘（或秤钩）质量 $m_4 = 250\text{g}$ ，则 $l_3 = 25\text{mm}$ ，标尺末端至秤杆末端距离 26mm 。

示例2：如果杆秤的最大秤量为 1.0kg ，选秤砣质量为最大称量的 $1/10$ ，即 $m_3 = 100\text{g}$ ，

a) 秤杆（秤砣侧）全长 301.11mm ，安排标尺全长 250mm ，标尺分度长 $l_5 = 5\text{mm}$ ，分度数 50 ；

b) 确定分度值 $\Delta m = 20\text{g}$ ；

c) $l_4 = 25\text{mm}$ ；

d) 秤盘（或秤钩）质量 $m_4 = 100\text{g}$ ，则 $l_3 = 25\text{mm}$ ，标尺末端至秤杆末端距离 26mm 。

示例3：如果戥子秤的最大秤量为 250g ，分度值 $\Delta m = 5\text{g}$ ，秤杆长 280mm ，如果秤杆右侧长度为左侧的 $1/4$ ，右侧长 70mm 。秤杆左侧全长 210mm 。如果戥子秤杆采用图4的平衡方案，把称盘（或秤钩）的刀承和刀子做在平衡块上，使 $l_4 = 60\text{mm}$ 。

a) 秤砣质量 $m_3 = 50\text{g}$ ；

b) 秤盘（或称钩）质量 $m_4 = 25\text{g}$ ，则根据（A.5）式， $l_3 = 30\text{mm}$ ；

c) 分度长 $l_5 = 3\text{mm}$ ，标尺全长 150mm ，标尺末端至秤杆末端还有 30mm ；

示例4：如果戥子秤的最大秤量为 100g ，分度值为 1g ，秤杆长 280mm ，如果秤杆右侧长度为左侧的 $1/4$ ，右侧长 70mm 。秤杆左侧全长 210mm ，如果分度长为 1.5mm ，标尺总长 150mm ，如果戥子秤杆采用图4的平衡方案，把称盘（或秤钩）的刀承和刀子做在平衡块上，使 $l_4 = 60\text{mm}$ 。

a) 秤砣质量 $m_3 = 40\text{g}$ ；

b) 秤盘（或称钩）质量 $m_4 = 25\text{g}$ ，则根据（A.5）式， $l_3 = 37.5\text{mm}$ ；

c) 分度长 $l_5 = 1.5\text{mm}$ ，标尺全长 150mm ，标尺末端至秤杆末端还有 22.5mm ；