

衡 器

阿 里 揚 那 基、高 茲 聶 耳、
熱 沃 龍 科 夫、波 克 洛 夫 斯 基 合 著



机 械 工 業 出 版 社

衡 器

阿里揚那基, 高茲聶耳,
熱沃龍科夫, 波克洛夫斯基 合著

國家計量局譯



機械工業出版社

1956

7082

TB 9
H 39

1956

衡 器

阿里揚那基, 高茲聶耳,
熱沃龍科夫, 波克洛夫斯基 合著

國家計量局譯



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書首先介紹計量學理論和計量技術。其次介紹各種秤的結構和設計原理，並列舉實際使用中所需的数据。本書所敘述的秤十分廣泛：各種天平，工業中使用的自動秤，農業中使用的容重器，運輸業中使用的軌道衡、汽車衡，衛生部門使用的體重秤，商業中使用的台秤、字盤秤等。

目前我國各衡器工廠在製造規格和質量方面缺乏參考資料。為了配合這方面的需要，我們特把這本書提前予以出版。

本書的讀者對象是全國與衡器的檢定、製造、修理和使用有關的人員。

本書由李樹人同志擔任翻譯，李燕、婁執中兩位同志擔任校訂。

苏联 П. Я. Альянки, С. И. Гаузнер, М. С. Жаворонков,
В. С. Покровский 合著 'Весомерительные приборы'
(Машгиз 1950 年第一版)

*

*

*

NO. 1223

1956 年 10 月第一版 1956 年 10 月第一版第一次印刷

850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 字數 214 千字 印張 8 $\frac{3}{8}$ 0.001—4,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 1.60 元

目 次

序言	5
第一章 衡量概論	7
1 質量和重量(7)——2 衡量(8)——3 秤的分类(9)——4 天平的 計量學性能(16)	
第二章 砝碼	27
5 砝碼的分类(27)——6 質量基準器(29)——7 标准砝碼(29)——8 分析砝碼(31)——9 一等、二等和三等工業砝碼(32)——10 增砣(供 不等臂秤用的)(33)——11 砝碼的使用(33)——12 砝碼的檢定(35) ——13 砝碼体積的測定(48)	
第三章 秤(包括天平)的主要零件	50
承重裝置	50
14 承重裝置的各种形式(50)——15 普通適用的承重裝置(50)	
槓桿系統	55
16 槓桿(55)——17 刀子(63)——18 刀承和擋刀板(70)——19 吊耳 和吊环(72)——20 联桿(75)	
讀數裝置	75
21 橫樑式讀數裝置(75)——22 标尺(79)——23 游砣(80)——24 字 盤式讀數裝置(88)	
供安裝秤用的裝置	90
25 秤座和秤基(90)——26 鉛直錘和水准器(92)——27 制動器(开关) 和隔離器(閘把)(93)——28 阻尼器(96)——29 平衡調整裝置(98)	
第四章 标准天平、實驗室用天平和工業天平	100
标准天平	100
30 計量學天平(100)——31 一級、二級和三級标准天平(101)	
實驗室用天平	103
32 一等和二等分析天平(103)——33 微量分析天平(108)——34 採样 天平(109)	
一等、二等和三等工業天平	110
35 一等工業天平(110)——36 二等工業天平(110)——37 三等工業天 平(112)	
天平的使用方法	113

38 一般規定(113)——39 天平平衡的測定方法(115)——40 天平表示
數正確性的檢定(117)

第五章 一般用途的秤 132

普通架盤天平 132

41 原理概述(132)——42 普通架盤天平的構造(136)——43 普通架盤
天平的檢定(139)

商用不等臂秤 140

44 桿秤(140)——45 十分秤(141)——46 五十分秤(144)——47 百分
秤(145)——48 不等臂秤的檢定(149)

字盤秤 154

49 象限理論(154)——50 具有不等分度標牌的字盤秤(164)——51 具
有等分度表盤字盤秤(168)——52 字盤秤的檢定(170)

第六章 專用秤 172

53 医用體重秤(172)——54 野外用秤(173)——55 郵用秤(174)——

56 牲畜秤(176)——57 斗槽式糧倉秤(177)——58 單軌式天花板吊秤
(179)——59 懸臂式壁秤(180)——60 測定馬鈴薯含淀粉百分數用的

秤(181)——61 測定動物油中(牛油)含水百分數用的秤(183)——62
容重器(184)——63 計數秤(188)——64 吊秤(191)——65 汽車衡和

貨車衡(193)——66 輕便軌道衡(197)——67 軌道衡(198)——68 機
車衡(209)——69 配料秤(212)——70 電動車式配料秤(213)——71

煤焦斗附設秤(219)

第七章 彈簧秤 222

72 具有石英絲的彈簧秤(222)——73 具有平卷簧的彈簧秤(223)——

74 具有螺旋形彈簧的秤(227)

第八章 自動秤 229

75 自動秤的用途(229)——76 翻斗式定量秤(232)——77 轉斗式定量
秤(236)——78 開底斗式定量秤(237)——79 台板式自動秤(238)——

80 連續秤(244)——81 自動秤的檢定(248)

附錄:

1 砝碼允差表 250

2 批准的各种砝碼組的配備成分 251

3 砝碼比較順序表 253

4 各种秤(包括天平)的允差 254

5 蘇聯國定標準 798-41 號 260

6 參考文獻 268

序 言

這本書的用途決定了在衡量基本理論問題方面的論述範圍和性質。在這本書里研討了一些主要的計量學理論，並闡述了衡量儀器結構的設計原理。

同時，特別重視計量技術的基本問題，如像對於保持衡量工作一致性和可靠性的辦法，以及保證正確地使用衡量儀器的辦法，都予以極大的注意。

這本書以極多的篇幅敘述了衡量儀器的構造和作用；並且提供了正確利用各種儀器時所應依據的各種計量器具的特性，同時，還研討了在衡量操作過程中提高工作效率的問題。

書中敘述了不同用途的、幾種基本類型的、現代衡器的構造，作為示例。

在附錄中列有一些必要參考資料，同時還指出了一些政府公佈的計量器具檢定法，而這些檢定法都是在實際工作中必須遵守的。

編者們在寫這本書的時候，曾經利用他們以前編的教材〔衡器〕[●]和多布洛霍托夫（А. Н. Доброхотов）教授所編的關於秤的計量性質方面的資料[●]。

這本書第1節到第4節，第41節到第43節，第62節，第69節到第71節的材料是由波克洛夫斯基（В. С. Покровский）編寫的；第5節到第13節，第30節到第40節的材料是由阿里揚那基（П. Я. Альянки）編寫的；第14節到第29節，第49節到第52節，第75節到第81節的材料是由高茲聶爾（С. И. Гаузнер）編寫的；第44節到第48節，第53節到第61節，第63節到第68節，第72節到第74節的材料是由熱沃龍科夫（М. С. Жаворонков）編寫的。

關於本書的批評和建議，請寄至莫斯科索瑟夫（Щусев）大街第4號蘇聯部長會議量具計器事務委員會出版部。 著者

● 阿里揚那基等著〔衡器〕（Весы），Машгиз 1938年出版。

● 〔衡器〕，多布洛霍托夫編輯的論文集，Стандартиздат 1934年出版。

第一章 衡量概論

1 質量和重量 重量就是將物体吸引向地心的力（按此处指的应为重力——譯者），因之表現为物体对阻止它落下的支持物所施的压力。

重量像一切的力一样，它能賦予落体以某种固定的加速度，而且是对所有物体都相同的加速度。

對於每一落体來說，其上所作用的力（重量）与其加速度之間的比都是一个恆量；例如：將物体引向地球的力，如因另外一个作用方向相反（即順着地球半徑輻射的方向）的力施於該物体而減小的話，則其加速度也会相应地減小。

物体重量与加速度之間的这个固定的比謂之物体的質量並以数学公式表示如下：

$$m = \frac{P}{g}, \quad (1)$$

式中 m ——物体的質量；

P ——物体的重量；

g ——自由落下的加速度。

物体的質量是該物体固有的量，不依其所在地的地理位置为轉移；重量是一个向量，即是有着力点（重心）和方向（向地心）並随着所進行衡量的地点不同而異的量●。在地球表面或空中的物体，离地心越近感受地球的吸引力就越强。例如：在赤道

● 在地球上各个不同的地方， g 的量值可由下面的公式計算出來：

$$g = 980.665 - 2.539 \cos 2\varphi - 0.000003h,$$

式中 φ ——地理上的緯度， h ——拔海高度（以 cm 計）。

举例：在列寧格勒 $\varphi = 59^\circ 55'$ ； $h = 0$ ；

$$\cos 2\varphi = -\sin 29^\circ 50' = -0.497;$$

則 $g = 980.665 + 1.262 = 981.927$ ，或將尾数修約后 $g = 981.93 \text{ cm/sec}^2$ 。

在地球上各个地方 g 的量值不同，但其差不超过 0.5%。

上吸引物体的力要小於在兩極上的力，这是因为地球是橢圓形的。从地心到兩極的半徑長度，是从地心到赤道上任何一点的半徑長度的 $\frac{297}{298}$ 。在高山上升物体要比在山谷里称輕些。將砝碼掛到彈簧秤上帶到各个高低不等的地点，可以証明这种情形。从山上越向下移，則砝碼引伸彈簧的力就越強。

2 衡量 按照物品的重量或按照其質量（масса）都能判定物品的数量。

根据上述情形來說，实际上就是兩種衡量方法，即是利用彈簧秤和利用槓桿秤。

在彈簧秤上衡量时，將被衡量的物体掛到彈簧上，則彈簧在物体重力的作用之下即被拉長。彈簧拉長的量值 l 与作用力（等於被称物体重量 P ）成正比：

$$l = kP,$$

式中 k ——比例系数。

若對於这一彈簧形变和这一被称物体所取的比例系数 $k = 1$ ，並按照公式（1）將 P 值代入上式，則得

$$l = m_P g, \quad (2)$$

式中 m_P ——物体的質量；

g ——自由落下的加速度。

也就是說，在彈簧秤上可以測定物体的重量。

在槓桿秤上衡量时，物体的重量是用直接与砝碼重量比較的方法來測定的。

設砝碼的重量 Q 作用於槓桿 ABC 的 A 点刀子上（圖 1），而物体的重量 P 作用於 C 点的刀子上。



圖 1 等臂槓桿示意圖。

如果槓桿处在平衡狀態，則作用力的力矩等於：

$$P \cdot BC = Q \cdot BA;$$

若 $BA = BC$ ，則物体的重量等於砝碼的重量：

$$P = Q.$$

按照公式 (1) 將 P 和 Q 都化為質量和自由落下的加速度，則得：

$$m_P g_C = m_Q g_A,$$

式中 m_P ——物体的質量；

m_Q ——砝碼的質量；

g_A ——在 A 点上自由落下的加速度；

g_C ——在 C 点上自由落下的加速度。

因为 A 点和 C 点之間的距离很近[●]，所以 g_A 和 g_C 之間的差極小，实际上可以不計，故

$$m_P = m_Q, \quad (3)$$

也就是說在槓桿秤上衡量時，系將物体的重量与砝碼的重量作比較，並根据它們重量相等來確定他們的質量相等。

因此，將兩個重量相等的物体放在槓桿秤上進行衡量，則与物体所在位置的地理緯度和距地球表面的高度無關，其平衡總能保持，这是因为將兩個物体移動到各个位置時，其重量是同樣改變的。

在彈簧秤上衡量時，衡量結果將隨着地理的緯度和距地球表面的高度不同而不相等；例如：在莫斯科稱的物体重 36 t ，在阿什哈巴德則為 35.928 t ，这是因为自由落下的加速度在莫斯科等於 9.8156 m/sec^2 ，而在阿什哈巴德等於 9.7958 m/sec^2 。

$$\frac{36 \times 9.7958}{9.8156} = 35.928 \text{ } t。$$

因此，为使兩種衡量方法所得出的衡量結果能够相符，就必須在每種个别的情形下都按該彈簧秤所在的處所，分別利用砝碼給它分度。

3 秤的分类 根据衡量原理來看，彈簧秤和槓桿秤是有区别的。

● 如果槓桿很長，这一端离那一端几百公里的話，則在兩盤中放兩個質量相等的砝碼，將失去平衡，因為它們所受的會是量值不同的重力加速度。

在彈簧秤上物体的重量，是按照彈簧在被稱物体的重力作用之下而拉長的量值來測定的。

在槓桿秤上物体的重量，是用与砝碼重量比較的方法來測定的。

自远古以來就已經知道了形式最簡單的秤（天平）[●]，它是一个等臂槓桿（橫樑），並在兩端分別掛有兩個秤盤（圖2）。

一个秤盤供放被稱重物之用，而另一个秤盤則供放砝碼之用。向兩盤中加放質量相等的兩個重物，这时，天平应能進入平衡状态，天平是否平衡可按橫樑上的指針來判定。

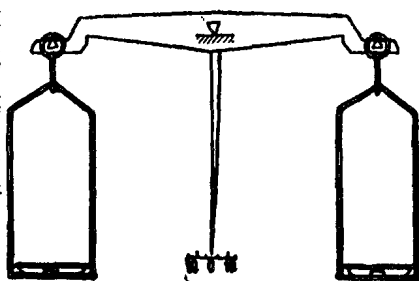


圖2 天平示意圖。

現今所使用的，經過改善的天平，其上裝有補充讀數裝置，可用以准确地測定小物体的質量。

等臂秤（天平），因其用途不同而分为标准天平、實驗室天平和工業天平。

标准天平供比較和檢定砝碼之用。

實驗室天平系在精密化学分析和工業分析时供進行衡量之用。

工業天平因其精確度等次不同，可分別用於各种化学分析和工業分析，可用於衡量貴重材料，以及在工、商業中用於衡量商品和材料。在普通架盤天平上和字盤案秤上，重物盤和砝碼盤都不懸掛在槓桿下面，而是自上方裝在槓桿的兩端。

秤盤結構設計成这种形式后，可使衡量操作的时间縮短，因为向秤盤里加放被稱重物比較快並且比較方便。

普通架盤天平的構造如圖3所示（見第11頁）。

● 俄文中“Весы”一字是天平、秤、衡器等名詞的統稱，本譯文中視所敘述的內容而採用不同的譯名。——譯者

衡量沉重的物体，則用不等臂槓桿或几个不等臂槓桿的組合體來代替等臂槓桿。在這種秤上，砝碼加在秤的長臂上。

這樣結構使我們能够在衡量時使用比被稱物體質輕的砝碼，短槓桿比長槓桿短几倍，所用砝碼就比被稱物體輕几倍。

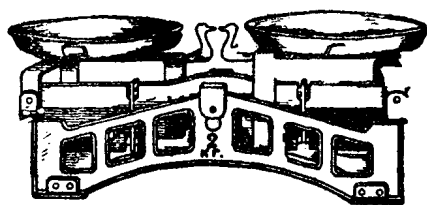


圖3 普通架盤天平。

不等臂槓桿秤，因測定被稱物體質量的方法不同，而分為兩種，即：槓桿系比率固定的（圖4a）和槓桿系比率可變更的（圖4b）。

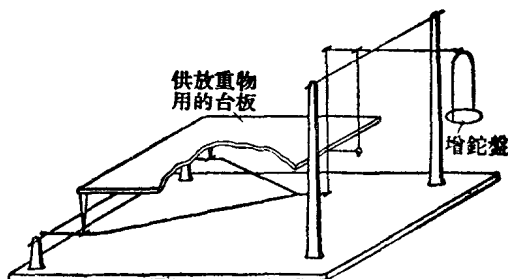


圖4a 槓桿系比率固定的不等臂秤示意圖。

在固定比率的不等臂秤上，物體的質量按照增鉤（能放上去和取下來的砝碼）的質量來測定，此項砝碼放在帶平衡指標的槓桿的懸盤中。

在可變更比率的不等臂秤上，物體的質量是用游鉤沿着帶平衡指標的標尺槓桿移動的方法來平衡的。

在這種秤上的衡量結果，可按照游鉤指尖在標尺上所指出的位置讀出數來。

在衡量沉重的物體時，由於標尺不可能做成具有很多分度的，故從結構設計方面來考慮，可把秤制成混合式的，在這種秤上，被稱物體質量的大部分根據所用增鉤的質量來測定，它的小部分則根據標尺來測定（圖4b）。

混合式的秤，就其平衡的方法而言，有帶游鉤的和對稱重的兩種。

在游鉤式的秤上，衡量結果是把砝碼的質量值和根據標尺

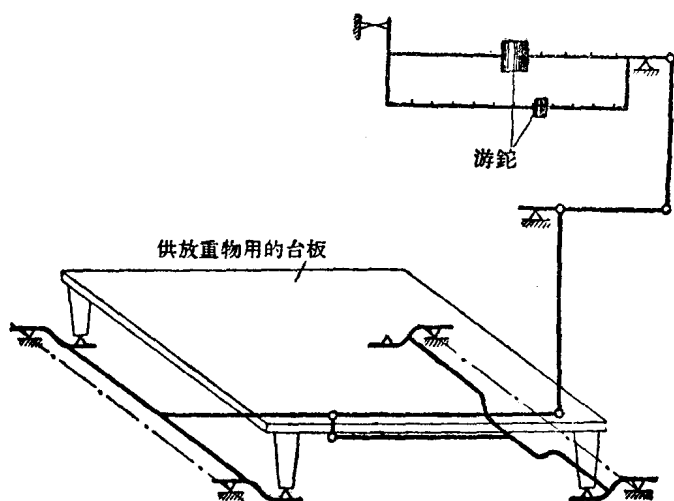


圖46 槓桿比率可變更的不等臂秤示意圖。

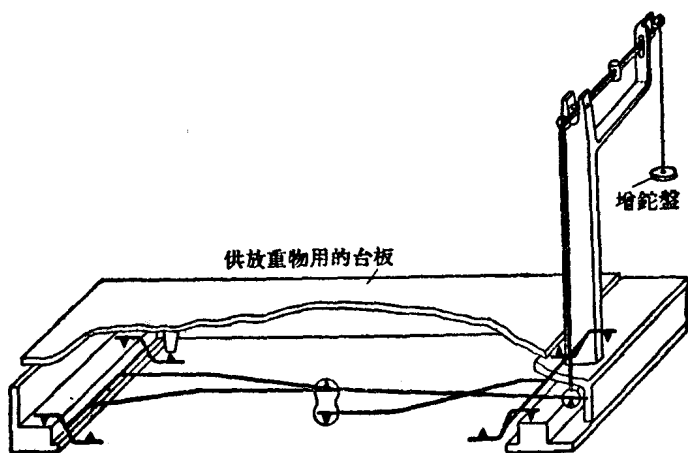


圖4B 槓桿比率固定並帶標尺的不等臂秤示意圖。

(即游砣沿着它移动的标尺)所讀取之表示數的質量值，总计起來确定的。

在对称重式的秤上，加於槓桿一端上的重物借牢固地裝在槓桿的另一端（圖5a）上的对称重來平衡。衡量結果則根据槓桿

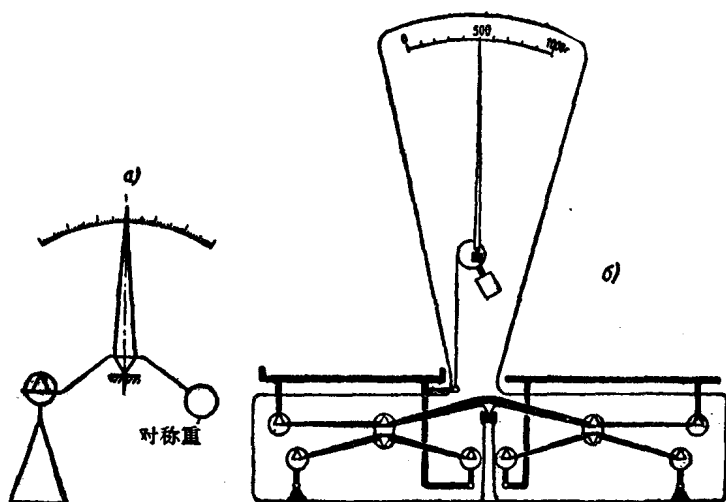


圖 5 裝有对称重的字盤秤：

a—原理圖；b—秤的構造。

的傾斜角來測定。重物越重，則槓桿傾斜的角度就越大。在槓桿上裝有一個指針以供讀表示數之用。這一指針可沿着標有重量值的分度表移動。這種平衡裝置對於所有各種形式的帶等臂槓桿的和不等臂槓桿的槓桿系都適用。這種類型的秤（圖 5 b）效率最高，如果說，在槓桿臂比可變更的秤上進行衡量時，需要做下列五個基本動作：把增鉈（可取下來的砝碼）放到增鉈盤上；利用橫樑上的游鉈使秤平衡起來；確定增鉈盤上的增鉈質量；在標尺上讀數；總計增鉈的質量和標尺上的表示數；而在對称重鉈式的秤上衡量時，則只做一個動作就夠了，即在字盤的分度表上讀取衡量結果。在對這種結構的秤所規定的各種載荷重極限內衡量各種重物時，需做下述準備動作，即向秤盤里放砝碼或者在……橫樑上調整游鉈的位置以使秤達到平衡（根據指針停在對着字盤分度表的零點來確定）。

所以說在字盤秤上衡量是最為合理的。但是，在這種秤上進行衡量也還是一件使人疲勞的工作。

當一個工作日快完了的時候，能使衡量員疲勞到這種程度，

以致不僅在按度標讀數時發生錯誤，而且在記錄衡量結果時也發生錯誤。

以上這種情況促使放棄非自動衡器的使用並改向自動衡量方面去，這樣一來，衡量員造成錯誤的可能性就可以消滅，所剩下的只有一項錯誤，即：因秤的準確程度不夠而引起的幾率誤差。

幾率誤差可能是正數，也可能是負數，因之在多次衡量中，此項誤差在絕大多數的情形下幾乎等於零。

從經濟方面來看，自動衡量也優越於非自動衡量，因為它能大大地加速衡量工作的操作過程。

最後，自動秤還有另一優點，即能安裝在人們不能經常停留的房間（例如：充滿毒性氣體、灰塵或高熱空氣的房間）里。

自動加載的，或是機械加載的秤，可按其某些特征來加以分類。

自動秤根據其作用原理分為定量秤和連續秤。

定量秤能稱出顆粒物體、塊狀物體或液體的劑量來，並且還能衡量單個的大物體，如：斗車或金屬鑄塊。因此，可再分為斗槽式的和台板式的兩種定量秤。

在斗槽式定量秤上自動地把由給料斗里送來的被稱物料分成一份一份的，並且還是一份一份地把它傾倒到或流到承料斗里或任何包裝袋（或桶）里去。裝在秤上的計數器則記錄出所稱物體的重量。

這種定量秤，按照其斗槽構造而分為翻斗式的、轉斗式的和開底斗式的三種。

台板式定量秤，由於平衡其台板上的重物而推送游鈞的方法不同再分為兩種：機械推送游鈞的秤（即利用機械能沿着橫樑移動游鈞）；和電氣推送游鈞的秤（即利用電能移動游鈞）。

秤上所具有的綜合式計數器，能表示過稱的次數或秤上所稱過的每一份重量及其上所通過重物的合計重量。

在連續秤上，被稱的物料是在皮帶式的或斗槽式的輸送機上送進的。物料的合計重量用記數器記錄，這種秤由於其上計數器的開動方法不同，而分為由下降齒條開動計數器的，由轉盤開動計數器的和光電管開動計數器的三種。

自動秤按照其用途又分為稱易散顆粒用的[●]，稱塊狀物體用的，稱黏性液體用的和稱非黏性液體用的四種。

稱易散顆粒用的秤在構造方面是最簡單的秤。被稱的物料只借其本身重量的作用，就能從給料斗送到秤上，再從秤上送到承料斗里去。

稱塊狀物體用的秤，它的特点是強制給料，在大多數的情形下，這種秤的給料漏斗上總共只有一個斗門。

某些稱大塊物體用的自動秤，其構造上的特点是另外還有一個叫做超重計數器的裝置[●]。

稱難散顆粒體用的秤，跟稱塊狀物體的秤一樣，也是強制給料，有時並強制排出被稱的物體。

稱非黏性液體用的秤與稱易散顆粒體用的秤，僅只在進料和卸料機械部分有所不同。

稱黏性液體用的秤，其特点是強制給料或排出被稱的物體，而且其進料或卸料的機械也是特殊的構造。

裝在載運黏性液體的傳送帶上的連續秤，其裝設須不僅能衡

- 只有摩擦力作用於內部的顆粒體（如小麥、黑麥和大麥等等）叫做易散開的顆粒體。如果作用於其內部的除摩擦力外還有內聚力的話，則這種物體叫做難散顆粒體（如：茶葉、顏料、麵粉等等）。

理想的非黏性液體是其各個分子都能在其物體內部自由流動而沒有摩擦的物體。

可是實際的液體並不像理想那樣，它只能呈現一定程度的流動性。

難散顆粒體、塊狀物體和黏性液體，僅只在其本身重量的作用下；是不能落到秤上的，所以必須借專用裝置予以推動。

- 稱大塊物體用的秤所稱出的每份產品總是有些多餘（超重），其多餘的重量並不一定，可能有極大的波動範圍。

超重計數器就是計算此項多餘重量用的。