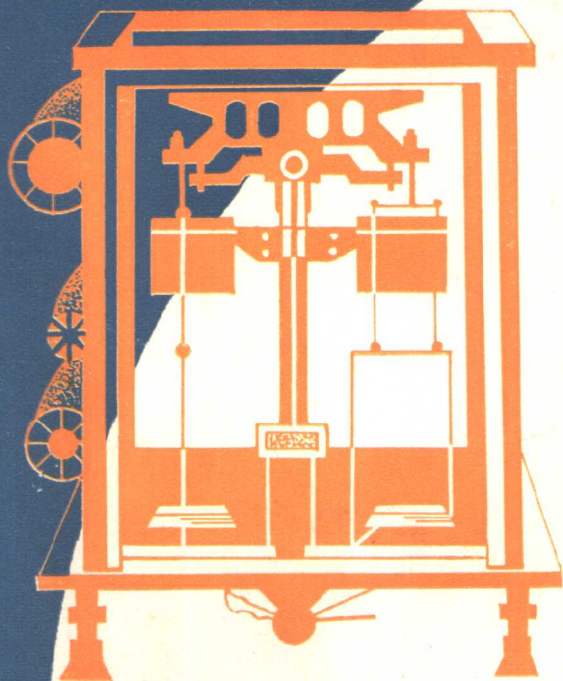


常用天平 故障及其处理

沈月 和



浙江科学技术出版社

常用天平故障及其处理

沈月 和

浙江科学技术出版社

责任编辑：吕粹芳
封面设计：陈伟跃

常用天平故障及其处理

沈月和

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张2.75 字数60,000

1984年6月第一版

1984年6月第一次印刷

印数：1—5,000

统一书号：15221·60

定 价：0.25 元

前 言

天平，作为一种衡量仪器，与社会生产和日常生活有着密切的联系。随着生产建设和科学技术的不断发展，天平不但越来越广泛地应用于工农业生产、医药卫生和科学研究等各个方面，而且对它本身的精度要求也越来越高。天平仪器长期使用或存放过久，容易发生故障，从而影响称量，甚至因为称量误差造成生命财产的重大损失。因此，如何加强天平维修，及时排除天平故障，已为越来越多的天平使用者所重视。

目前，我国使用最广、数量最大的天平是双盘电光分析天平。不同的天平仪器厂生产的双盘电光分析天平尽管型号各异，但其最大称量、分度值却是完全相同的。其他各种双盘天平，如一等分析天平、二等分析天平和链条天平等，由于结构比双盘电光分析天平更简单，因此掌握了双盘电光分析天平的故障处理技术后，也就基本上能处理所有其他的双盘天平。值得注意的是，目前国际上已广泛使用单盘天平，近几年来，我国也已开始生产和使用。单盘天平的砝码和被衡量物体放在杠杆的同一侧，克服了双盘天平不等臂带来的系统误差，也便于读取量值和加减砝码。因此，单盘天平是国内外今后的发展方向。

本书以双盘电光分析天平的故障排除为主，同时对普通标牌天平和单盘分析天平的故障排除也作了一定篇幅的介绍。

对天平使用者来说除正确使用天平外，还有一个天平的选择问题。选择天平时，首先要考虑天平的最大称量应该大于被称物体的质量（包括容器的质量），天平的分度值应小于或等

APC 40/55

于对测定物的精度要求。第二，要考虑天平的级别，级别越高，天平对外界环境的要求和维护保养条件也越严格。第三，要考虑天平所具有的特点以及各种优缺点。在一般情况下，机械加码装置便于加减砝码，提高衡量速度；预称装置可以减少衡量次数，延长使用寿命；去皿装置可减少运算步骤，减轻劳动强度；而阻尼器使天平停点迅速，容易读取示值等。例如，被称物体的质量在200克以内，衡量的精度要求为0.1毫克时，应选择性能稳定，维修较方便的TG328B型、GT2A型、65A3型或DGB303型等；被称物质的质量变化较大时，则应选用全机械加码的双盘电光分析天平，如TG328A型或单盘天平DTG160型。如果被称物质容易挥发或容易吸水，则应选用能快速衡量的DTG160型单盘天平（该型号天平价格较昂贵）。天平的分度值不能认为越小就越好。其实分度值小的天平对分析工作不一定有利，因为分度值小，最大称量值就小，称量所花的时间也就越长。如果被称物质具有挥发性和吸水性，那么称量时间越长越不准确。另外，分度值小的天平对外界条件的要求也高，如温度、湿度、气流、震动等。所以，选择天平要从实际需要出发，要考虑经济效果。我国地域宽广，南北东西的气温、湿度差异很大，一个生产厂生产的产品很难满足全国各地的具体需要，加上长途运输造成的不利影响，所以选择天平要因地制宜，通常以就近购买较为有利。这样对天平维修和零件调换都较方便。

本书是笔者多次在浙江省天平培训班上的讲稿整理而成的。由于水平有限，错误和不足之处在所难免，恳请批评指正。

1983年7月

目 录

第一部分 双盘电光分析天平	(1)
一 结构原理.....	(2)
二 机械故障.....	(3)
(一) 外罩的修理.....	(3)
(二) 水准器位置的调整及更换	(5)
(三) 横梁摆动不正常.....	(5)
(四) 横梁自落	(17)
(五) 横梁平面在天平开启时发生扭转.....	(17)
(六) 折耳现象.....	(18)
(七) 机械挂砝码装置的故障及排除	(19)
(八) 光学读数系统的故障及排除	(22)
三 天平计量性能调整.....	(26)
(一) 天平的检定.....	(26)
(二) 灵敏度的调整.....	(35)
(三) 天平示值正确性的调整	(38)
(四) 天平示值变动性的排除	(42)
(五) 天平刀子的更换及调整	(47)
第二部分 普通标牌天平	(56)
一 指针尖与标牌间距离的调节.....	(56)
二 骑码标尺的故障排除.....	(57)
三 平衡位置的测定.....	(59)

四 普通标牌天平灵敏度的调整.....	(60)
五 链条天平的调修.....	(60)
第三部分 单盘分析天平.....	(63)
一 单盘天平的衡量原理.....	(63)
二 单盘天平的安装.....	(67)
三 单盘天平的故障及排除.....	(69)
(一) 碰撞现象	(69)
(二) 折耳现象	(70)
(三) 单盘天平预称机构的故障及排除.....	(71)
(四) 单盘天平光学系统的故障及排除.....	(74)
四 单盘天平计量性能检定及调修.....	(76)
(一) 天平分度值的测定及调整	(76)
(二) 挂砝码的检定.....	(77)
(三) 示值变动性检定及排除	(77)
(四) 单盘天平的刀子更换与调整	(77)
第四部分 天平修理程序.....	(80)

第一部分 双盘电光分析天平

双盘电光分析天平（图1）采用光电结构，简称电光天平，是目前国内使用最广泛的天平，其最大称量值为200克，分度值为0.1毫克。上海天平厂和湘西仪器仪表厂生产的TG328A（B），沈阳天平仪器厂生产的DGB303及北京光学仪器厂生产的DT2A均属此类天平。

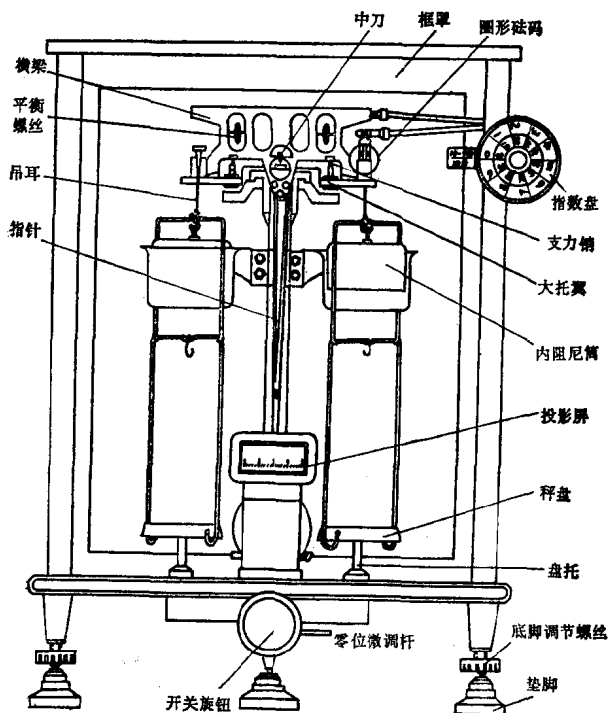


图1 双盘电光分析天平

全国各地生产的电光分析天平，虽然型号各不相同，但结构原理、性能基本上是相同的，仅在个别零部件上稍有不同。

一、结构原理

双盘电光分析天平采用等臂杠杆，即支点 O 在中间，重点 A 和力点 B 在支点 O 的两边（图 2）。

当天平处于平衡状态时，所有作用于杠杆上的力对于支点 O 的总力矩为零，（不考虑杠杆本身的质量）。

设 A 、 B 两点的作用力分别为 F_1 和 F_2 ，则

$$F_1 \cdot OA - F_2 \cdot OB = 0$$

图 2

使杠杆按逆时针方向旋转的力矩为正，使杠杆作顺时针方向旋转的力矩为负。由于力臂 OA 和重臂 OB 在双盘电光天平中是相等的，即

$$OA = OB$$

因而平衡时 $F_1 = F_2$

天平在称量物体时， A 点放砝码 (m_A)， B 点放被称物体 (m_B)，所以当天平达到平衡时，

$$F_1 = m_A g, F_2 = m_B g$$

g 为杠杆所处地区的重力加速度

因 $m_A g \cdot OA = m_B g \cdot OB$

所以 $m_A = m_B$

从以上公式可以看出，要使天平衡量正确必须使 OA 与 OB 始终相等。 O 、 A 、 B 三点中任何一点位置的变化都会引起称

量不准。

天平是一种精密仪器， O 、 A 、 B 三点均采用玛瑙刀刃。砝码和被称量物体均放在秤盘上，秤盘挂在吊耳钩上。吊耳(图 3)由吊耳平面、十字架、十字架支脚螺丝、吊耳环、吊耳钩组成。吊耳平面的刀承槽内嵌有玛瑙平面刀承，使刀刃和刀承即力点和重点的接触面尽可能小，以提高天平灵敏度。十字架的作用是使载荷在秤盘的各个不同位置时，力的作用点不发生变化。

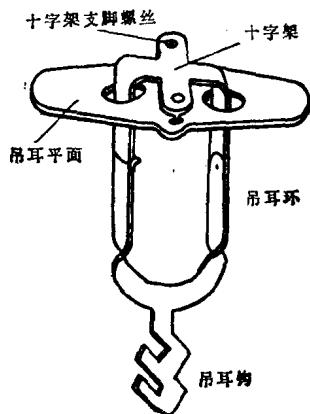


图 3 吊耳

天平在极微妙的情况达到平衡，任何外界微小的变化，如气流、温度、湿度，以及天平零部件安装不妥均会影响横梁摆动，以致产生故障。

天平的故障大致可分为机械故障和计量性能故障两大部分。

二、机械故障

所谓天平的机械故障就是指天平零部件损坏或装配不妥而产生的故障。

(一) 外罩的修理

天平在极微妙的力矩平衡状态中衡量物体的质量，外罩的作用是保证天平有一个稳定的工作状态，避免外界不良干扰。

因此要求外罩清洁、整齐，门的封闭性好。天平的外罩一般分木框和金属框两种，如果是木框，损坏后可先用木胶或鱼胶胶牢，再用绳子扎紧，等胶干燥后即可；如果金属框变形，可适当调整外罩金属板位置，并拧紧固定螺丝。

天平门应开关平滑，如过紧，可在门与外罩的接缝处涂少量石蜡，来回滑动几次即可。有时在接缝处有脏物也能引起开关不顺利，应清除脏物。门过松，是天气干燥所致，可在干燥收缩的门槽内嵌一薄金属片。天平的前门一般都是利用门葫芦（图4）弹簧使门能上下移动并能停止在任何高度。如门葫芦弹簧弹力太弱或断裂，会使前门自落。修理方法：将门葫芦的拉线沿弹簧收紧方向绕1~2圈，如弹簧已断，则应更换新弹簧或新的门葫芦。

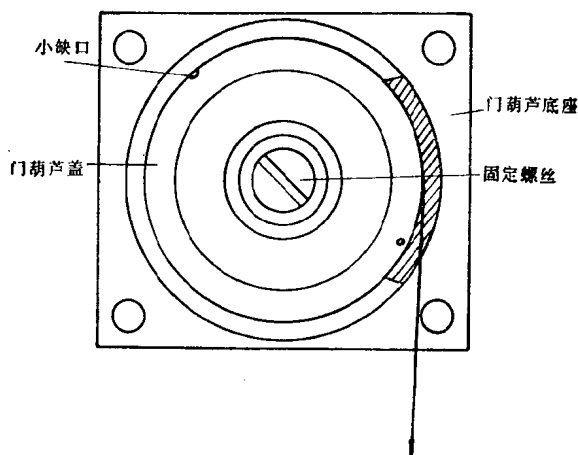


图4 门葫芦

门葫芦有左、右之别，更换时只要将门葫芦四只角上的木螺钉取下即可。如要更换弹簧，先将门葫芦上的中心固定螺丝取

出，然后用手指拿住门葫芦的两面，防止弹簧弹出来。将备好的新弹簧的两头（如旧弹簧断掉不多，则仍可使用）在火上退火，并弯曲（旧弹簧只要将断裂的一头进行退火、弯曲），使一头钩住葫芦底的弹簧固定孔，另一头插入葫芦盖弹簧固定桩的槽缝内，并慢慢卷入葫芦底，最后合上葫芦盖，将拉线嵌入葫芦盖的小缺口中，旋紧弹簧，使拉线从葫芦底的出口槽引出，并与前门底连接。如果天平的门葫芦拉线断掉，那么应选用比前门高度长 $1/3$ 的弦线或较粗尼龙线更换，将其一头打个较粗的结，旋紧弹簧，将拉线的另一头穿入葫芦盖的小孔，然后从葫芦底的出口槽拉出与前门底部连接。

（二）水准器位置的调整及更换

水准器用来测定天平底板的水平状态，如水准器内无水泡或水泡超出水准器标准圈，则说明水准器已坏，应更换新的；如水准器的水平位置与天平底板的水平位置不一致，应调整水准器的水平位置。调整时可用精度为 $10''$ 的直尺水平仪在天平底板上交叉放置，调节天平的两只底脚螺丝，使水平仪在这两个方向均处于水平（说明天平底板已处于水平）。检查水准器定位螺丝上的三只小弹簧，如已失去弹力，应更换新的。如需同时更换水准器，只要取下三只定位螺丝，将新的水准器及三只小弹簧换上，然后调节水准器定位螺丝的高低，使水泡处在标准圈中央。

（三）横梁摆动不正常

双盘电光分析天平的横梁如图5所示。为使天平每次称量的结果准确可靠，必须使横梁在开启和关闭时均处于同一平面内，同时在摆动时横梁应相对于平衡位置作左右均匀的减幅摆

动。具有阻尼器的天平，则要求横梁在摆动两个周期内即能静止在平衡位置。

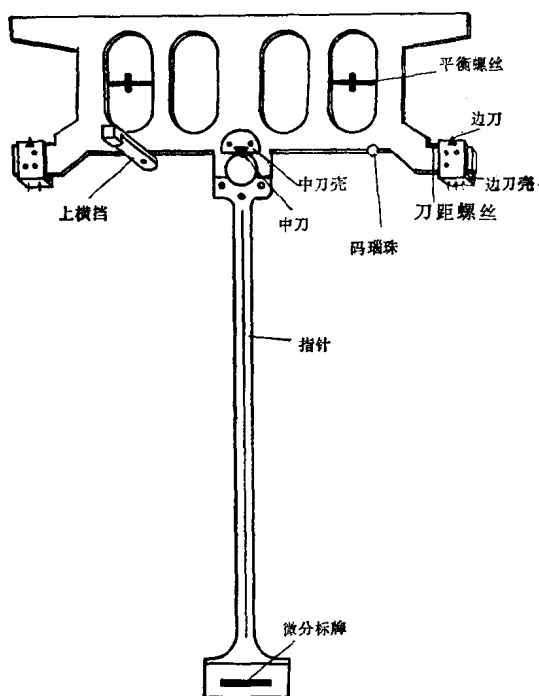


图 5 横梁

横梁摆动是否正常，一般观察指针的摆动来判断。

1. 开启或关闭天平时，指针发生前后摆动称为跳针。产生跳针的原因大致有以下几点：

(1) 中刀缝前后间隙不等。将横梁两边的悬挂系统——吊耳、秤盘等取下，从天平侧门（即横梁侧面）观察天平开启时指针的摆动情况。如果指针无前后摆动，则说明中刀缝间隙

前后相等。如指针往前跳，说明中刀缝前端窄，后端宽，致使刀刃与刀承前端先接触，所以指针往前跳。此时应升高托梁小平板（图6）前边的托梁支柱螺丝（或降低后面的托梁支柱螺丝）。开启时，指针往后摆，说明中刀缝间隙后边窄，前边宽，此时应降低前面的托梁支柱螺丝（或升高后面的托梁支柱螺丝）。再观察天平开启时指针是否前后摆动，如有摆动应重新调整，直到开启天平时指针无前后摆动为止。

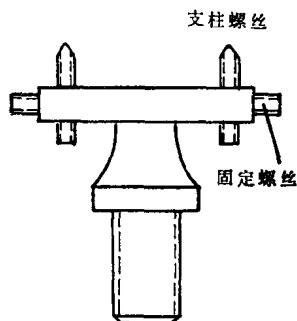


图6 托梁小平板

中刀缝不能太宽，否则开启天平时会引起中刀与刀承的过大碰撞力损坏刀刃。所以升高支柱螺丝，还是降低支柱螺丝要看中刀缝宽度。刀缝较宽应降低支柱螺丝的高度来调整跳针；中刀缝较窄应升高支柱螺丝的高度使跳针消失。

（2）中刀缝前后间隙虽相等，但边刀缝（一边或两边）前后间隙不等也会产生跳针。

检查方法：取下横梁两边的悬挂系统（阻尼筒、秤盘、吊耳），观察天平有无跳针现象。如果悬挂系统取下时没有跳针现象，而挂上时有跳针现象，则说明跳针是由边刀缝间隙前后不等引起的。边刀缝间隙前后是否相等，有时单凭肉眼无法判断，那么可以先拿掉一边的悬挂系统，开启天平。如果这时指针往前跳，说明另一边的边刀缝间隙后窄前宽，此时应升高吊耳后面的支柱螺丝，或者降低吊耳前面的支持螺丝，直到开启天平时无跳针为止。再按同样方法检查并调整另一边的边刀缝间隙。

调节支柱螺丝高度时，为防止支柱螺丝位置变化，用拨棍或扳头式拨棍（最好用扳头式拨棍）插入固定支柱螺丝的四眼螺帽，朝相反方向稍用力扳（图7）。使用扳头式拨棍调支柱螺丝的方法见图8。

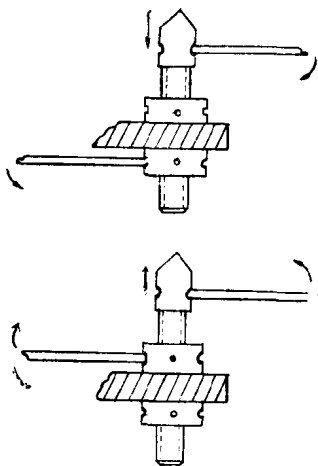


图7 用拨棍调支柱螺丝

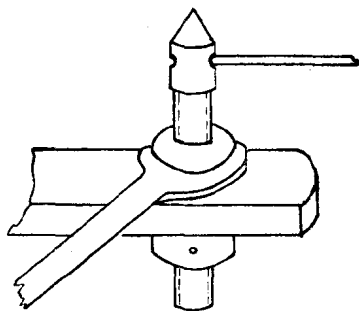


图8 用扳头式拨棍调支柱螺丝

此外，横梁的点、面、槽玛瑙珠如果松动，或支持横梁的三只支柱螺丝（也称支承销）没有固定，或支柱螺丝与点、面、槽玛瑙珠位置不配都会引起跳针。玛瑙珠松动可用502胶重新胶合；支柱螺丝没固定，可用拨棍将支柱螺丝固定，并旋紧四眼螺母。横梁上的玛瑙珠与支持螺丝位置不配合，一般在更换横梁或更换制动架后才可能发生，此时只要移动支柱螺丝位置，使之合适便可。

2. 开启天平后，指针总是先向一边摆动较大幅度，然后再恢复到正常摆动，这种现象为带针。产生带针的原因：

（1）左右边刀缝间隙不等。慢慢开启天平，观察两边刀

缝间隙，当一边的边刀缝间隙刚刚消失时，另一边的边刀缝间隙如果不能同时消失，则说明左右边刀缝间隙不等，这样会产生带针现象。

边刀缝间隙，一般以0.3~0.5毫米最为理想，调整时将边刀缝间隙小于0.3毫米的调宽，或将刀缝间隙大于0.5毫米的调窄，同时使左右两边刀间隙相等。然后再按前述方法将刀缝间隙前后宽度调成一致。调整左右边刀缝间隙时要注意前后面刀缝间隙一致；反过来，调整前后面刀缝间隙时，也要注意左右边刀缝间隙的一致，这样可以减少不必要的反复。

(2) 开启天平时左右盘托顶住秤盘的程度不同，或下降速度不一致，致使盘托不对称造成带针。

左右盘托顶住秤盘的程度如果不同，盘托脱离秤盘的时间就有先后，所以开启天平时，盘托先脱离秤盘的这一边的边刀先受力，横梁向下倾，因而指针总是先向另一边摆动。两边盘托顶住秤盘的程度相差越大，指针先向另一边摆动的幅度也越大。此时需调整盘托的高度。盘托的高度以顶住秤盘，并使秤盘在晃动3~4个周期后即能停止为宜。不同结构的盘托，高度的调整方法略有不同。如重力式盘托(图9)，当两边盘托托住秤盘的程度基本一致时，只要看两盘托的顶柱尾翘起高度在天平关闭时是否基本相同。如有不同，则可松开紧固螺帽，调整高度调节螺杆之长短，使左右两边盘托顶住秤盘的程度一致，然后拧紧紧固螺帽。如果秤盘晃动停止的速度不一致，可调节顶柱尾高度微调螺帽与顶柱销的距离。微调螺帽离开顶柱销的距离越远，盘托顶住

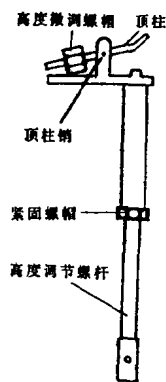


图9 重力式盘托

秤盘的力就越大，秤盘晃动停止得越快。反之，微调螺帽越接近顶柱销，盘托顶住秤盘的力就越小，秤盘晃动停止的速度就越慢。不过应当注意的是，顶柱尾翘起高度的微调螺帽离开顶柱销距离增大，虽能增加盘托托住秤盘的力，但盘托的高度却有微小的下降。所以调整时，应先使两边盘托高度基本一致，然后再调节高度微调螺帽。

弹簧式盘托（图10），两边盘托顶住秤盘的程度假如不一致，只要观察盘托顶柱在天平开启过程中两边是否同时与秤盘脱离。如不同时，则应调节盘托太高或太低的一边，使之与另一边盘托高度基本相同。调节时同样须先松紧固螺帽，然后调整高度调节螺杆的长度，装入盘托孔，开启天平，试一下盘托高度是否合适，如不合适，再调，直至合适后，拧紧固定螺丝。

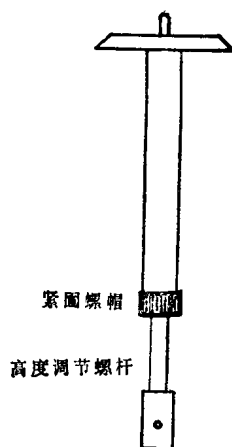


图10 弹簧式盘托

天平的盘托下面（底板下面）有盘托翼翘板，如果盘托翼翘板的轴销生锈或翼翘板本身断裂均会引起盘托翼翘左右两侧动作不一致，因而盘托的下降速度不一致。如果是轴销生锈，则应在轴销处加几滴润滑油，将盘托翼翘板反复活动几次，锈即可除去。如果是盘托翼翘板断裂，则应更换新的翼翘板。

盘托杆与座孔间，长期使用后也会生锈或油污堆积，使盘托上下活动不灵活。此时应将盘托取出，擦干净，并把座孔内的油污清理干净。如孔内有锈，可用细砂皮将盘托杆打磨光滑，用小圆锉将座孔内锈斑锉平整。

盘托翼翘板两边的弹簧，如果弹力不相同或失去弹性，也会造成盘托翼翘板左右两侧动作不一致。对于弹簧弹力不相同