

气垫导轨

使用说明书

北京青锋仪器厂

本说明书适用于以下型号仪器：

L-QG-T-1200/5.8、L-QG-T-1500/5.8、

L-QG-T-2000/5.8、L-QG-T-2400/5.8、

L-QG-P-1200/5.8、L-QG-P-1500/5.8、L-QG-P-2000/5.8、

请确认您所使用的气垫导轨型号，并详细阅读说明书，
使您更好地安装、使用气垫导轨。

◇ 概 述

气垫导轨是一种近似无阻力的力学实验装置。它是由气源将压缩空气注入导轨型腔，从导轨表面的小孔喷出气流，在导轨与滑行器之间形成气垫膜，使滑行器浮起。滑行器在导轨上作近似无阻力的直线运动，使实验结果近似理论值，实验更加直观、真实，易为学生理解、接受。

使用气垫导轨做力学实验，可以观察和研究在近似无阻力情况下物体的各种运动规律，它可与本厂生产的各种型号电脑计时器及小型气源配套使用，对各种力学物理进行定量测定，对力学规律进行验证，适用于各类大学、中专、中学演示教学或分组实验。

◇ 规格、性能、技术指标

1. 使用材料：优质铝合金、钢材
2. 整机结构：T型导轨为可调节气垫导轨（高精度）
P型导轨为不可调节气垫导轨（普及型）
3. 工作面长度：见附表
4. 直线度：符合国标
5. 喷气孔孔径：见附表

6. 加工面平均算术偏差值:不大于 $3.2\mu\text{m}$
7. 表面处理: 阳极氧化处理其硬度不小于 HB65
8. 进气口外径: 30mm
9. 滑行器的长度: 见装箱单
10. 滑行器浮高: 符合国标
11. 外形尺寸: 见附表
12. 工作环境温度: $0\sim 40^{\circ}\text{C}$
13. 相对湿度: $\leq 85\%$

◇ 仪器特点、结构

1. T 型气轨为可调高精度气垫导轨, 其最大优点是导轨变形后可重新调整、恢复导轨精度。使用精度高, 性能稳定, 为国际流行的气垫导轨产品。P 型气轨为不可调普及型气垫导轨。导轨表面均经过阳极氧化处理, 表面硬度高, 抗腐蚀性能好, 经久耐用。
2. 采用侧装光电门, 便于学生对实验的观察。
3. 两侧端盖可拆卸, 便于清理导轨内腔。
4. 滑行器设计有多个 T 型槽, 使各种附件快速、简洁安装。

◇ 维护与保养

1. 气垫导轨是精密的实验仪器, 它的几何精度直接影响实验效果, 在搬运、存放及使用过程中, 切勿撞击、重压, 滑行器工作面经过精密加工处理, 防止磕碰。
2. 严禁在未通气情况下将滑行器放在导轨表面滑动, 以免划伤导轨, 使用完毕后, 将滑行器取下再关掉气源的电源开关。
3. 导轨表面喷气孔径很小, 如果小孔被堵塞会影响实验效果, 若喷孔被堵塞, 应按该型号气垫导轨喷孔直径一致的钢针进行清理。

4. 实验完毕将导轨表面清理干净，罩上防尘罩，严禁将导轨放在潮湿或有腐蚀性气体的地方。

◇ 水平调整方法

导轨水平状态调整是实验前的重要准备工作，可按下列方式调整导轨水平：导轨与气源连接并通气，将滑行器放置于导轨上，调节支点螺钉，直至滑行器在实验段内基本保持稳定即可。

◇ 实验范围

气垫导轨配有基本附件，可满足平均速度、瞬时速度、测定匀速运动的加速度、匀速直线运动的研究、牛顿第二定律、弹性碰撞、完全非弹性碰撞、重力势能与平动能转换、弹簧振子的运动、简谐振动等实验需要。

本机如有技术和附件上的变更，不另行通知。

实 验 举 例

实验一、变速运动的平均速度和即时速度的测定

1. 实验目的：观察物体的变速直线运动，测定变速直线运动的平均速度和即时速度。
2. 原理及测量方法：运动体做变速运动时在相等的时间里的位移不相等，它没有恒定的速度，粗略的方法是把它看作匀速运动，即 $V = S/t$ 。要精确地描述变速直线运动，还需要知道运动体在每一时刻（或位置）的运动速度，这就是即时速度。如我们要测定导轨上 60cm 刻度处的即时速度，可以 60cm 点为中心，逐步缩短两个光电门 $G_1 G_2$ 间的距离，分别计算运动体在 $G_1 G_2$ 间运动的平均速度，当 $G_1 G_2$ 间的距离很小时，所计算出的平均速度即接近该点的即时速度。
3. 实验步骤：

方法一

- 用定高垫块把导轨摆成倾斜状态。
- 在导轨倾斜的低端处的端盖上安装弹射架（把橡皮筋套在弹射架的缺口上），目的是为了减轻滑行器在运动中对导轨的撞击。
- 将光电门 G_1 、 G_2 置于导轨 60cm 刻度两边等距位置处。
- 将挡光条固定在滑行器上方。
- 让滑行器从高端某点作初速度为零的变速运动，记录滑行器通过 G_1 和 G_2 间位移所用的时间 t ，则这段位移内滑行器的平均速度为：
$$V = S/t \quad (S \text{ 为 } G_1 \text{ 和 } G_2 \text{ 所置位置间的距离})$$
- 以 60cm 点为中心，逐次等距缩短 $G_1 G_2$ 间的距离，重复上一步骤，计算各次的平均速度，但应注意，每次实验

滑行器须从同一位置开始运动。

- 根据即时速度的概念， G_1 和 G_2 间的距离最短时，所测得的平均速度，可以近似认为是滑行器在 60cm 处的即时速度。

方法二

- 用定高垫块把导轨摆成倾斜状态。
- 在导轨倾斜的低端处的端盖上安装弹射架（把橡皮筋套在弹射架的缺口上），目的是为了减轻滑行器在运动中对导轨的撞击。
- 将光电门 G_1 置于导轨上任一位置（另一光电门不用）。
- 把 10cm 间距的 U 型挡光片固定在滑行器上方。
- 让滑行器从高端自由下滑，记录滑行器通过 G_1 所显示的时间 t_1 ，则这段位移内滑行器的平均速度为
$$V_1 = S_1/t_1 \quad (S \text{ 为挡光片的计时宽度})。$$
- 依次更换 5cm、3cm 间距的挡光片分别重复上一步骤，求得 V_2 、 V_3 。
- 根据即时速度的概念，挡光片间距最短时，所测得的平均速度，可以近似认为是滑行器在该处的即时速度。

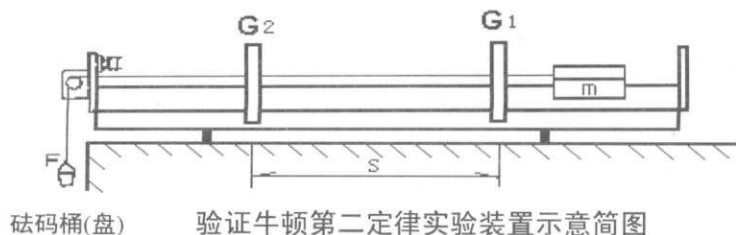
实验二、验证牛顿第二定律

1. 实验目的：从实验上验证 $F = ma$ 的关系式，以加深对牛顿第二定律的理解。
2. 实验用附件：光电门 2 个、滑行器、砝码盘（桶）、砝码、挡光片、配重块等。
3. 实验原理：
将砝码盘（桶）用细线跨过滑轮穿过端盖上小孔与滑行器相连，此时滑行器在水平拉力 F 的作用下作匀加速运动，用改变牵引砝码的质量来改变作用力，验证 $a \propto F$ 或者用增减滑行器上的配重块来改变滑行器质量，验证 $a \propto 1/m$ 。

4. 实验步骤

方法一

- 小心安装，调节导轨上的滑轮，使其既转动自如又松紧适中。
- 调整导轨水平状态。
- 将栓在砝码盘(桶)上的细线跨过滑轮并通过端盖上的小孔挂在滑行器侧面的小钩上。
- 将滑行器选好起始位置，并将两个光电门拉开一定距离固定在气轨底座上，注意当砝码盘(桶)着地前，滑行器要能通过靠近滑轮一侧的光电门，并量出两光电门的中心距离 S 。
- 用天平准确称出各运动部件的质量，让滑行器在力 F 的作用下运动，记录滑行器经过两光电门后计时器所显示的时间 t_1 、 t_2 或即时速度 V_1 、 V_2 (取决于电脑计时器的功能)，其中 $V_1 = \Delta S/t_1$ ， $V_2 = \Delta S/t_2$ (ΔS 为挡光片的计时宽度)，滑行器运动的加速度 a 可按下列公式计算：
$$a = (V_2^2 - V_1^2) / 2S$$
- 逐次改变作用力 F 的大小，重复上述实验，分别测出加速度 a 。



方法二

实验步骤按方法一的前五步进行。

- 第六步：逐次在滑行器两侧“T”型槽上加相同质量的配重块，重复上述实验，分别测出加速度 a 。

实验三、验证动量守恒定律

1. 实验目的：在弹性碰撞和完全非弹性碰撞两种情形下，验证动量守恒定律。
2. 实验用附件：光电门 2 个、滑行器 2 个、砝码若干、非弹性碰撞器 1 对、弹性碰撞器 2 个、相同尺寸的挡光片 2 个。
3. 实验原理：在水平导轨上放两个滑行器，以两个滑行器作为系统，在水平方向不受外力，两滑行器碰撞前、后的总动量应保持不变。

设两滑行器的质量分别为 m_A 和 m_B ，相碰前的速度为 V_A 和 V_B ，相碰后的速度为 V_A' 和 V_B' ，则根据动量守恒定律有：

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V_A' + m_B V_B' \quad (1)$$

只要测出两个滑行器在碰撞前后的速度，称出两个滑行器的质量，即可验证上述动量守恒定律。

本实验就下述两种情况进行验证：

◆ 弹性碰撞

两滑行器在相碰端装有弹性碰撞器，它们相碰时可看作是弹性碰撞。

设两个滑行器质量相等，即 $m_A = m_B = m$ ，并令 A 滑行器静止不动（即 $V_A = 0$ ），B 滑行器以速度 V_B 接近 A 滑行器并与之相碰，可以测出在这种条件下 $V_A' = V_B$ ， $V_B' = 0$ 即两滑行器交换速度。

若两滑行器质量不等，仍令 $V_A = 0$ ， m_B 以速度 V_B 与 m_A 相碰撞则①式变为：

$$m_B V_B = m_A V_A' + m_B V_B' \quad (2)$$

◆ 完全非弹性碰撞

将滑行器相碰撞的弹性碰撞器拆除，分别装上非弹性碰撞器，两滑行器在相碰后可连在一起运动，这就实现了完全非弹性碰撞。设两滑行器质量相等，令 $V_A = 0$ ， $V_B = V$ ，相碰撞后 $V_A' = V_B' = V'$ 由①式可得：

$$V' = V/2 \quad \text{③}$$

若 V_A 、 V_B 都不等于零，但方向一致，则由公式①有

$$(V_A + V_B)/2 = V' \quad \text{④}$$

设两滑行器质量不等， $V_A = 0$ ， $V_B = V$ ，则由①式得

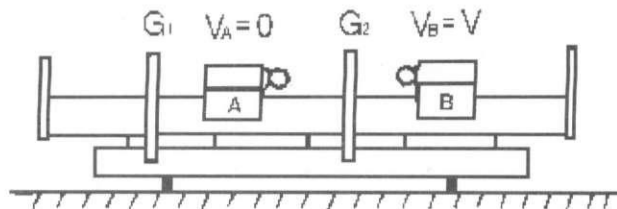
$$m_B V = (m_A + m_B) V' \quad \text{⑤}$$

4. 实验步骤

◆ 弹性碰撞

➤ 两滑行器质量相等 $V_A = 0$

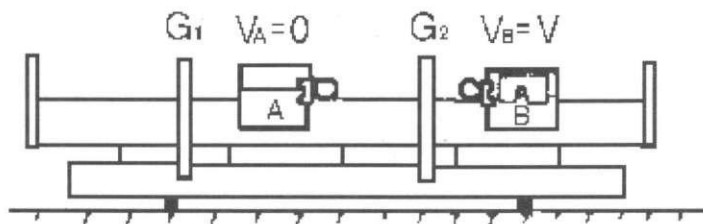
- 将两滑行器的碰撞端各装好弹性碰撞器。
- 将导轨调成水平状态。
- 将两个质量相等的滑行器放置导轨上，A 滑行器静止放置在两个光电门之间，给 B 滑行器以一定的初速度，其速度可由光电门 G_2 测定，两滑行器相碰后 B 滑行器静止，而 A 滑行器获得速度 V' ，其速度可由光电门 G_1 测定，计算 B 滑行器在碰撞前的速度与 A 滑行器碰撞后的速度是否相等。



弹性碰撞实验装置示意简图一

➤ 两滑行器质量不相等 $V_A = 0$

- 令 A 滑行器静止 ($V_A = 0$)，B 滑行器两侧加上配重块，给 B 滑行器以一定的初速度其大小可由光电门 G_2 测定。
- 相碰后两滑行器的速度 V_A' 和 V_B' 分别由光电门 G_1 测定。
- 用天平称出两滑行器的质量 m_A 和 m_B 。
- 计算碰撞前后的总动量，验证公式②



弹性碰撞实验装置示意简图二

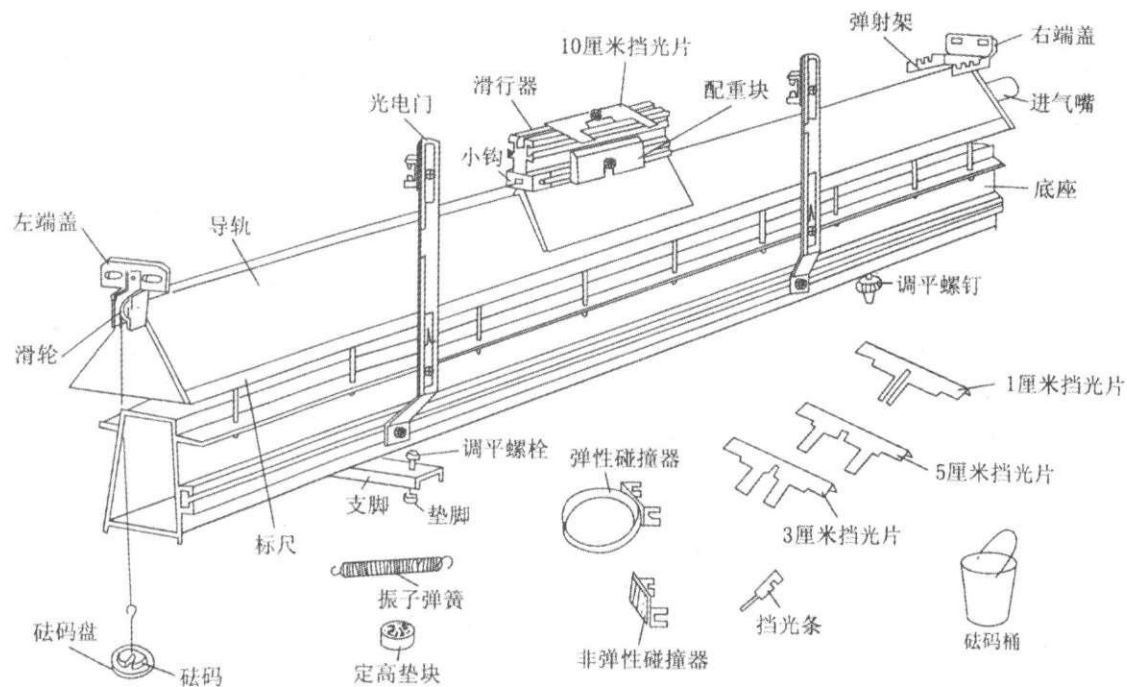
◆ 完全非弹性碰撞

- 将质量相等碰撞端分别装有非弹性碰撞器的两滑行器放置导轨上，A 滑行器静止放置在两光电门之间，给 B 滑行器以一定的初速度，使它们相碰撞，观察是否符合公式③。
- A 滑行器静止放置在两个光电门之间，B 滑行器两侧加上配重块，放在导轨右端，然后给以一定的初速度，使其相碰撞，验证公式⑤是否成立。

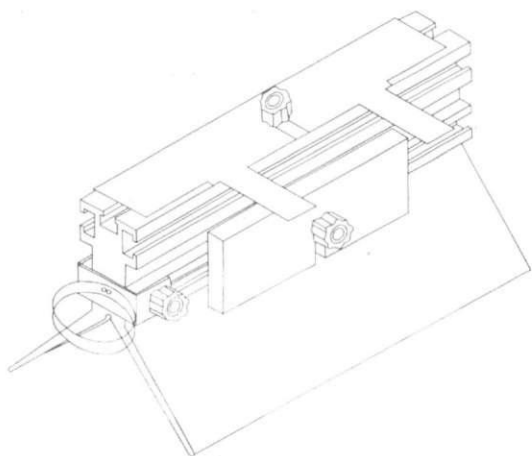
本说明书列举的实验例证仅供参考

附 表

导 轨 型 号	工作面长度(m)	喷气孔径(mm)	外形尺寸(mm)
L-QG-T-1200/5.8	1.2	单排 0.8	1255×230×225
L-QG-T-1500/5.8	1.5	双排 0.6	1555×230×225
L-QG-T-2000/5.8	2.0	双排 0.6	2055×230×225
L-QG-T-2400/5.8	2.4	双排 0.6	2455×230×225
L-QG-P-1200/5.8	1.2	单排 0.8	1255×230×170
L-QG-P-1500/5.8	1.5	单排 0.8	1555×230×170
L-QG-P-2000/5.8	2.0	单排 0.8	2055×230×170



图一 T型气垫导轨结构及基本附件



图二 滑行者上安装附件示意图

气垫导轨装箱单

序号	名 称	数 量
1	说 明 书	1 本
2	气 垫 导 轨	1 台
3	支 脚	1 套
4	滑 行 器 100mm	2 个
5 [*]	滑 行 器 200mm	2 个
6	附 件 盒	1 个

*: 200mm 长的滑行者仅配备于 L-QG-T-1500/5.8、L-QG-T-2000/5.8 和 L-QG-T-2400/5.8 三种型号的气垫导轨。