

用调速电动机和力传感器探究动滑轮机械效率

薛婷婷

江苏省连云港市东港中学 江苏 连云港 222042

【摘要】：根据二力平衡的原理测出物体在做匀速直线运动过程中所受某个力的大小，是初中物理力学实验中常遇到的情况。由于在实验过程中受到实验主体的主观控制，物体很难保持匀速直线运动的状态，这一点成为困扰这类实验的难题。针对该问题，本文提出了利用可调速的定速电动机和力传感器机构来实现匀速运动中测量的实验方案，并以测量动滑轮的机械效率创新实验为案例，说明这种方案的可行性和创新价值。

【关键词】：可调速的定速电动机；力传感器；带刻度的长木板；匀速直线运动；初中力学实验

The mechanical efficiency of movable pulley is explored by using adjustable constant speed motor and force sensor mechanism

Tingting Xue

Donggang middle school Jiangsu Lianyungang 222042

Abstract: According to the principle of two force balance, it is often encountered in junior middle school physics and mechanics experiments to measure the magnitude of a certain force on an object in the process of uniform linear motion. Due to the subjective control of the subject in the experiment, it is difficult for the object to maintain the state of uniform linear motion, which has become a difficult problem in this kind of experiment. In view of this problem, this paper proposes an experimental scheme to realize the measurement in uniform motion by using adjustable constant speed motor and force sensor mechanism, and takes the innovative experiment of measuring the mechanical efficiency of moving pulley as an example to illustrate the feasibility and innovative value of this scheme.

Keywords: Adjustable constant speed motor; Force sensor; Long board with scale; Uniform linear motion; Junior high school mechanical experiment

匀速直线运动状态是一种平衡状态，在初中物理教材中存在许多根据二力平衡原理间接测量处于匀速直线运动状态的物体所受某个力的大小的实验。此类实验的难点在于利用弹簧测力计拉动物体保持匀速直线运动并读出力的大小的实验。影响因素主要有三点：

第一，学生很难精确控制物体做匀速直线运动；第二，对于物体是否匀速直线运动很难做出主观判断；第三，兼顾物体做匀速直线运动的同时读出弹簧测力计的示数极为困难。

测量动滑轮的机械效率的实验，苏科版九年级上册第十一章第五节教材中采用了如下实验方案：



图 1

如图 1 所示，用弹簧测力计沿竖直方向匀速拉动一个动滑轮，使挂在它下面重为 G 的钩码缓缓上升。分别测量绳收到的拉力 F 、绳端移动的距离 s 、钩码所受的重力 G 和钩码上升的高度 h 。改变钩码数量，重复上述步骤。

该实验的难点一：用弹簧测力计拉动物体保持匀速直线运动并同时读出力的大小。

解决方法：利用 25W220V 低速定速电机来解决，定速电机正常运行后具有的速度恒定，可实现使物体做匀速直线运动。如图 2。



图 2

该实验的难点二：弹簧测力计分度值多数为 0.2N 或 0.1N，读数不够精确。

解决方法：用带数字显示的力传感器，分度值可以精确到0.01N。如图3。



图3



图4

该实验的难点三：物体上升高度和绳自由端移动距离测量时，需要另一个人再拿把刻度尺靠在边上，测量非常不方便。

解决方法：在木板上直接贴上刻度，读数非常方便准确。如图4。

该实验难点四：有同学认为动滑轮的机械效率可能与物体运动的速度有关，学生手动操作时，速度大小不好控制，无法探究。

解决方法：用可调速的电动机，改变电动机的转速，从而改变物体移动的速度。如图5。



图5

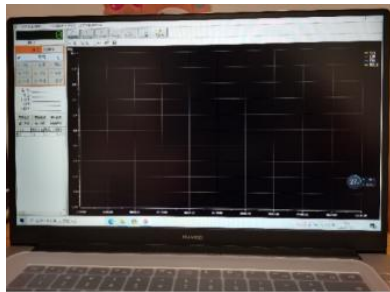


图6

此外我们还可以利用力传感系统可将数据直接输入电脑，绘出力随时间变化的图像。如图6。

改进后的实验方案

实验器材：带刻度的长木板、可变速的定速电机、重力大小不同的动滑轮、带数字显示的力传感器、绳子、钩码。

实验装置：如图7所示。



图7

实验过程

(1) 在动滑轮上悬挂一个钩码，记录钩码重力，标记钩码和绳自由端的初始位置；

(2) 打开力传感器数字显示器和电脑上的数据分析软件，打开定速电机，匀速拉动绳自由端，记录绳端拉力大小；

(3) 关闭定速电机，记录钩码和绳自由端的末位置；根据木板上的刻度来记录钩码提升的高度和绳自由端移动的距离；如图8、图9所示。



图8



图9

(4) 改变钩码重力两次，重复上述步骤；

(5) 改变动滑轮重力，重复上述步骤；

(6) 改变电动机的转速从而改变拉动物体的速度大小两次，重复上述步骤；

(7) 利用力传感系统自动将数据输入电脑，绘出拉力随时间变化的图像。如图10所示。



图 10

实验数据分析

实验次数	①	②	③
钩码重力 G/N	2	4	6
钩码上升高度 h/m	0.2	0.2	0.2
拉力 F/N	1.3	2.4	3.4
绳端移动距离 S/m	0.4	0.4	0.4
动滑轮对物体做的功 W/J	0.4	0.8	1.2
手拉绳做的功 W/J	0.52	0.96	1.36
机械效率 η	76.9	83.3	88.2

改变钩码重力所得到数据:

可得到结论: 同一动滑轮, 物重越大, 机械效率越大。

改变动滑轮重力所得到数据:

实验次数	①	②
钩码重力 G/N	2	2
钩码上升高度 h/m	0.2	0.2
动滑轮重 G 动/N	0.2	0.4
拉力 F/N	1.2	1.4
绳端移动距离 S/m	0.4	0.4
动滑轮对物体做的功 W/J	0.4	0.4

参考文献:

[1] 刘作志, 翟应品, 于鲁辉, 万勇. 巧用 DIS 滑杆机构破解力学实验难题[J]. 中学物理, 2020, 38(14): 63-65.

手拉绳做的功 W/J	0.48	0.56
机械效率 η	83.3	71.4

可得到结论: 物重相同时, 动滑轮重越小, 机械效率越大。

改变钩码上升速度所得到数据:

实验次数	①	②
钩码重力 G/N	6	6
钩码上升高度 h/m	0.2	0.2
拉力速度 v/(m/s)	0.2	0.7
拉力 F/N	3.4	3.4
绳端移动距离 S/m	0.4	0.4
动滑轮对物体做的功 W/J	1.2	1.2
手拉绳做的功 W/J	1.36	1.36
机械效率 η	88.2	88.2

可得到结论: 机械效率大小与拉力速度无关。

创新策略与案例反思

看似简单的自制机构在利用现代化技术改进后更符合实验教学需求。本文的创新实验案例来自于课堂教学, 技术改进来自于现代化信息技术。当今知识的发展和更新是日新月异的, 在物理教学中教师要注重培养学生的创新意识和创新能力, 这就要求教师首先要学会实践创新。物理老师随着不断学习使知识和能力得到不断拓展、深化和提高, 必然促进学生不断的联系、整合知识, 开发、创新实验, 从而有效地引领和培养学生的创新精神和实验能力。

案例开发的思维就是创造性思维大显神威的过程。将调速的定速电动机、力传感器数字化实验平台和传统实验相结合是一种组合技法, 可使各项技术互补短板, 相得益彰。

数字化实验平台是信息技术发展的产物, 我们应该立足于原有物理学科课程, 进一步挖掘和拓展创新实验软硬件资源, 凸显现代化教育技术的优势。通过上述教学案例的分析, 现代化信息技术与传统物理实验教学的深度融合, 可以优化传统的物理实验, 提升物理实验教学的教育价值。

可调速的定速电动机和力传感机构仍有待改进之处, 比如力传感器平衡控制、质量体积过大等问题。但希望该方案能给诸多力学实验的改进带来新的启发。