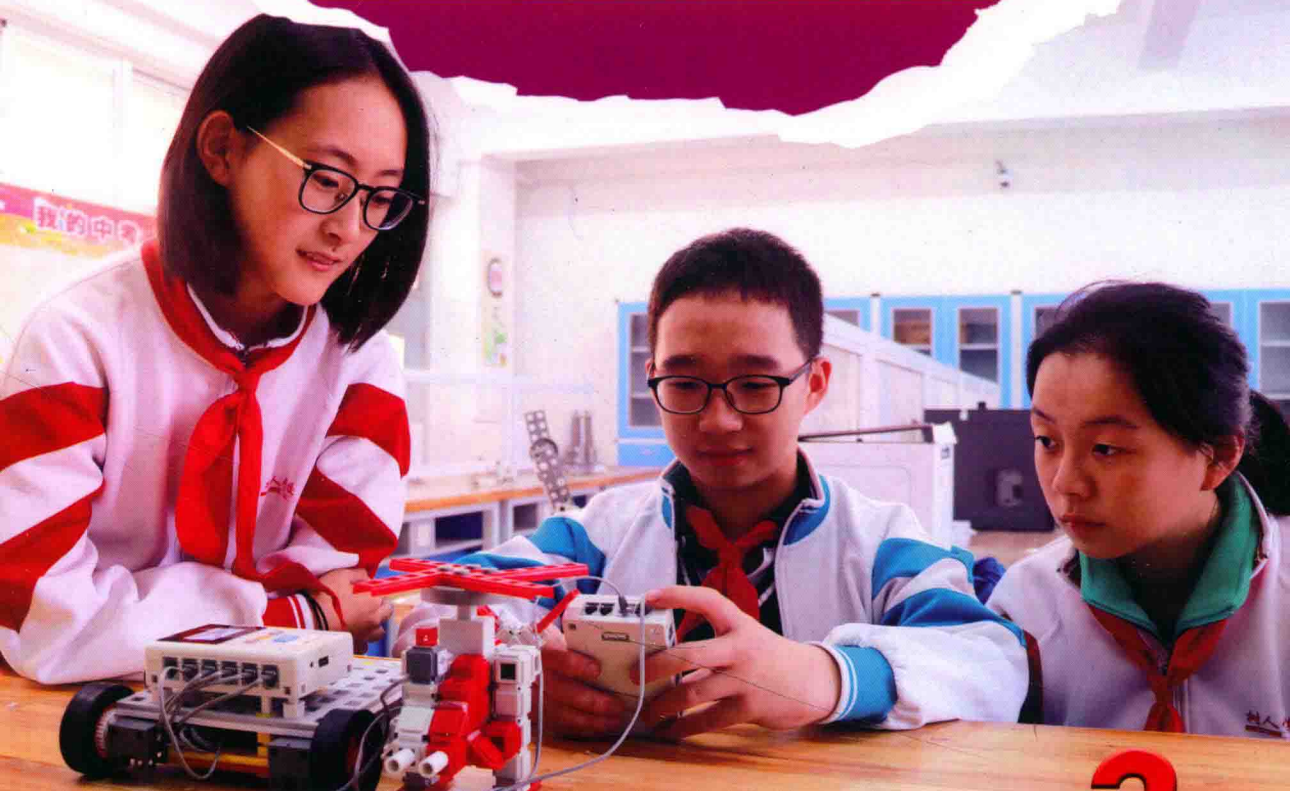


科技创新人才成长与竞赛指导丛书



科技实践的秘密

全国创新发明金牌教练
全国十佳科技辅导员
中学物理特级教师

崔伟 方松飞 / 编著

★以《国家创新驱动发展战略纲要》和《“十三五”国家科技创新规划》为指导。

★汇集国家、教育部、江苏省等[]的早期培养”相关课题研究成果。

★“树人少科院”9年科技创新人才的早期培养实践性探索成果。

★特级教师编写团队为参加综合实践活动以及各级各类科技创新竞赛的中学生撰写。



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

科技创新人才成长与竞赛指导丛书

科技实践的秘密?

全国创新发明金牌教练
全国十佳科技辅导员
中学物理特级教师

崔 伟 方松飞 / 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科技实践的秘密 / 崔伟,方松飞编著. — 南京 :
东南大学出版社,2018.11
(科技创新人才成长与竞赛指导丛书 / 崔伟等主编)

ISBN 978-7-5641-8060-7

I. ①科… II. ①崔… ②方… III. ①科学技术-青
少年读物 IV. ①G301-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 254802 号

科技实践的秘密

出版发行 东南大学出版社
出 版 人 江建中
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096
网 址 <http://www.seupress.com>
经 销 全国各地新华书店
印 刷 江苏凤凰扬州鑫华印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 11
字 数 320 千字
版 次 2018 年 11 月第 1 版
印 次 2018 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-8060-7
定 价 54.80 元

* 本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830

崔伟 特级教师



东南大学工学硕士,现任扬州中学教育集团树人学校党委副书记、副校长,江苏省初中物理特级教师,扬州大学硕士研究生导师,全国十佳科技辅导员、江苏省优秀青少年科技教育校长、扬州市青少年科技创新崔伟名师工作室总领衔。他是全国优秀教科研成果一等奖、江苏省基础教育教学成果二等奖获得者。主持江苏省教育科学规划重点课题2项,主持教育部规划课题子课题、国家自然科学基金委员会课题子课题各1项。发表论文25篇,其中11篇论文在北大版的核心期刊上发表或被人大复印资料中心《中学物理教学》全文转载。

方松飞 特级教师



苏州大学物理系毕业,扬州中学教育集团树人学校教育督导,负责树人少科院工作。他是江苏省物理特级教师,全国教育科研先进个人,全国创新发明金牌教练,全国十佳科技教师,江苏省中小学教材审查委员会初中物理专家组成员。著有《构建课堂教学大磁场》《怎样使你早日成才》等教育专著3部,主编《新概念物理初中培优读本》《资源与学案》等教学辅导用书24种,有40多篇论文在《物理教学》等期刊上发表。

引言

让人才脱颖而出

当今世界,各国综合国力的竞争说到底科技实力和创新人才的竞争,人才是创新驱动的核心要素。面对中国经济发展新常态,国务院于2016年印发了《国家创新驱动发展战略纲要》和《“十三五”国家科技创新规划》。纲要指出:创新是引领发展的第一动力,创新驱动是国家命运所系、世界大势所趋、发展形势所迫。落实纲要的关键是加快建设科技创新领军人才和高技能人才队伍。以学校教育而言,只有实施创新教育,才能立足于科技创新人才的早期培养,才能与国家创新驱动发展战略做到无缝对接。其核心是为了迎接信息时代的挑战,着重研究与解决在基础教育领域如何培养学生的创新意识、创新精神和创新能力的问题。

扬州中学教育集团树人学校正是在这样的背景下,于2009年创办了树人少科院,并以此为载体,对科技创新人才的早期培养进行了实践性探索:主持了扬州市规划课题“中学生科学素养和人文素养培养的研究”、教育部子课题“中学生创造力及其培养的研究”、江苏省重点课题“基于科技创新人才早期培养模式的实践研究”、国家自然科学基金子课题“教学环境对中学生创造力的影响研究”和江苏省“十三五”重点课题“中学生物理核心素养模型构建的校本化研究”。前3个课题已成功结题,其研究成果分别获扬州市“十二五”教育科研成果一等奖、江苏省基础教育教学成果二等奖和江苏省第四届教育科研成果三等奖。“青少年科技创新人才培养模式的创新探索”于2015年在北京师范大学举办的首届中国教育创新成果公益博览会上展示,后在北京大学举办的第十一届全国创新名校大会上交流,并获中国教育创新成果金奖。研究专著《让创新人才从树人少科院腾飞》于2016年获扬州市第二届基础教育教学成果一等奖,已入选扬州市首批教育文集并由广陵书社正式出版。还有《让创新人才在翻转课堂中脱颖而出》《科技创新人才培养策略的前瞻性研究》《科技创新人才早期培养的实践探索》《校本教研中的创新人才培养策略研究》等30多篇课题论文在期刊上发表。





其中 19 篇论文在北大版核心期刊《中学物理教学参考》《教学与管理》《教学月刊》《物理教师》上发表或被人大复印资料中心《中学物理教与学》全文转载。

科技创新人才的早期培养也结出了丰硕的成果,从 2009 年创办树人少科院至今,已有 2 000 多名学生在扬州市以上的各级各类组织的科技创新竞赛中获奖。其中有 48 人获全国的发明类金、银、铜奖,328 人获全国一、二、三等奖,502 人获江苏省一、二、三等奖。在上述的金奖或一等奖的得主中,有 2 人荣获用邓小平稿费做奖金的中国青少年科技创新奖;2 人因科技创新成果显著而当选为全国少代会代表,出席全国的少先队代表大会,分别受到胡锦涛和习近平总书记的亲切接见。3 人获江苏省人民政府青少年科技创新培源奖,4 人成为全国十佳小院士,11 人被评为江苏省青少年科技创新标兵,15 人次获扬州市青少年科技创新市长奖,78 人被评为中国少年科学院小院士,106 项学生发明获国家专利证书。

为了将上述研究成果面向社会推广,让科技爱好者和中学生分享其中的成果,我们以曾获扬州市优秀校本课程的《走进科技乐园》为基础,编写了“科技创新人才成长与竞赛指导丛书”。

本丛书以树人少科院和东洲少科院部分学生的成长为案例,以读本的方式呈现,含《发明创造的秘密》《学生成才的秘密》《思维方法的秘密》《实验探究的秘密》《社会调查的秘密》《科技实践的秘密》六册。本丛书虽为中学生撰写,但也同样适用于小学生、大学生。衷心感谢树人学校党委书记、校长陆建军对树人少科院的倾心培育以及对本丛书编写工作的支持与鼓励。

愿你在丛书的陪伴下茁壮成长,在成才之路上脱颖而出。



导读

本书按“科技活动、方案设计、成果展示”这三个板块,为你搭建一个科技实践的平台,供你在课外活动中参考和借鉴。

科技活动是学生围绕某一活动主题,在课外开展的具有一定教育目的和科普意义的、集综合性和群体性于一体的实践活动。它在培养学生的创新思维、科学精神、动手实践和团队合作能力等方面发挥了积极的作用。

第一章科技活动的秘密,从活动的主体是学生个人说起,活动内容就是为学生个体提供各级各类的科技创新活动。这些活动按班级→年级→校级→市级→省级→国家级这六个层级组织实施。本章按“个体活动、班级活动、年级活动、校级活动、市级活动、省级活动、国家级活动”这七节展开。从中实现个体的校内三级跳(班级→年级→校级)和校外三级跳(市级→省级→国家级)。

第二章方案设计的秘密,从青少年科技创新大赛对科技实践活动板块的要求展开。科技实践活动的优劣取决于其方案的设计,它包括“活动背景、活动目标、活动开展的原则、活动计划、活动的研究方法、活动过程、收获与体会、评价与反思”等内容。本章按“活动要求、活动设计、教学方案、活动方案”这四节展开,从中彰显科技实践活动优秀方案的五个条件:①明确的选题目的。②完整的实施过程。③完整的活动内容。④确切的实施结果。⑤实际收获和体会。

第三章实践成果的秘密,则是从树人学校少科院“小院士”课题组参加全国青少年科技创新大赛中荣获一、二等奖的五个科技实践实践活动方案。它们分别是:让废旧的瓶瓶罐罐“酷”起来,筑下与大院士同样的科学梦,“探寻扬州古运河”科技实践活动,“我与电子秤交朋友”科技实践活动,模拟调光灯的设计与制作实践。其中“让废旧的瓶瓶罐罐‘酷’起来”还荣获全国十佳科技实践活动奖。

在本书的编写过程中,方红霞、滕玉英等老师为本书的撰写提供了一线资料,编委会的部分教师也提供了有效资料与修改意见,在此特表感谢!

本书的撰写还在探索和尝试,不当之处,敬请指教斧正,谢谢。

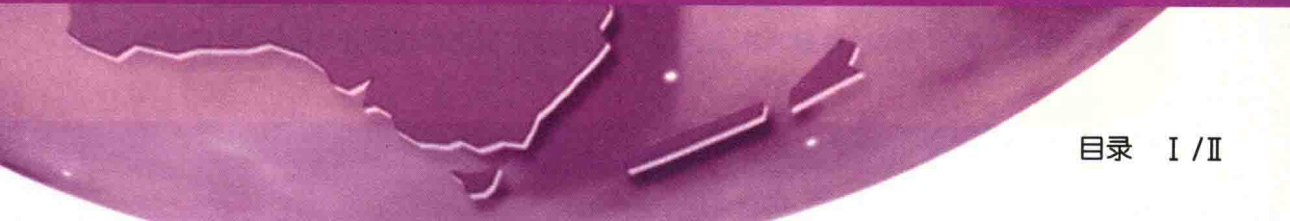


Contents 目录

引言 让人才脱颖而出	I
导读	III
第一章 科技活动的秘密	1
第一节 个体活动	2
第二节 班级活动	11
第三节 年级活动	25
第四节 校级活动	30
第五节 市级活动	36
第六节 省级活动	43
第七节 国级活动	52
第二章 方案设计的秘密	61
第一节 活动要求	62



第二节	活动设计	78
第三节	教学方案	86
第四节	活动方案	93
第三章	实践成果的秘密	103
成果一	让废旧的瓶瓶罐罐“酷”起来	103
成果二	筑下与大院士同样的科学梦	116
成果三	“探寻扬州古运河”科技实践活动	124
成果四	“我与电子秤交朋友”科技实践活动	141
成果五	模拟调光灯的设计与制作实践	156
自评记录表		165



第一章 科技活动的秘密

“富强、民主、文明、和谐、美丽的社会主义现代化强国”是华夏儿女的追求和渴望。现代化强国的保证是综合国力，其核心是科技创新，关键是创新人才。人才源自学校教育，立足于创新成果，脱颖于科技活动。

科技活动是学生围绕某一活动主题，在课外开展的具有一定教育目的和科普意义的、集综合性和群体性于一体的实践活动。它在培养学生的创新思维、科学精神、动手实践和团队合作能力等方面发挥着积极的作用。

树人学校将“少科院”打造成科技创新人才早期培养的重要平台，其核心内容就是各级各类的科技创新活动；其活动的主体是学生个人，要求人人参与；其组织的群体按班级→年级→校级→市级→省级→国家级这六个层级提升，实现校内三级跳（班级→年级→校级）和校外三级跳（市级→省级→国家级）；其活动的类型有评比类、竞赛类、展示类，可以说是色彩斑斓、精彩纷呈。

为了激励这两个三级跳，树人学校采取“学校建总院、年级建分院、班级建研究所”少科院自主管理的创新模式。实行总院抓拔尖提高，培养“小院士”，由分管校长颁发小院士证书和徽章；分院抓校本培训，培养“小博士”，由年级部主任颁发小博士证书和徽章；研究所抓组织管理，培养“小硕士”，由班主任颁发小硕士证书和徽章（如图 1-0-1 所示）。



图 1-0-1

在这样的管理模式和激励机制下,一大批创新型早期人才被发现,有 2 000 多位学生的科技创新成果走出树人,走进扬州,走出江苏,走向全国。

第一节 个体活动

小故事



圆形光斑

阳光灿烂的一天上午,陈子珩同学兴高采烈地走在扬州淮海路的林荫大道上。他发现:茂密的梧桐树叶将淮海路遮盖得密密实实,阳光通过树叶之间的小孔在路面上形成了许多大小不等的圆形和非圆形的光斑,如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1

那么这些圆形和非圆形的光斑是如何形成的呢?作为初一的学生,他还没有学过物理,于是就好奇地问“少科院”的老师。老师告诉他:“圆形的光斑是太阳光通过树叶之间的小孔而形成的太阳的像。因为太阳是圆的,所以像也是圆的,这种现象称之为小孔成像。至于那些非圆形的光斑,显然不是太阳的像,而是梧桐树叶之间孔的形状。由于这些孔通常比较大,所以就不能小孔成像了,也就不是圆形的光斑了。”陈子珩同学听了老师的话后若有所思地说:“这说明小孔成像是有条件的,那么其条件是什么呢?”于是他就开展了“小孔成像条件的实验探究”。

他先在一张硬纸板上刻上大小不等的小方孔,使其边长分别为 0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8(单位为 cm),然后把硬纸板上的小方孔对正太阳光,移动孔与地面之间的距离。在看到地面上有一个圆形的光斑时,用刻度尺测出孔与地面之间的距离 s_1 (单位为 cm),如图 1-1-2 所示。

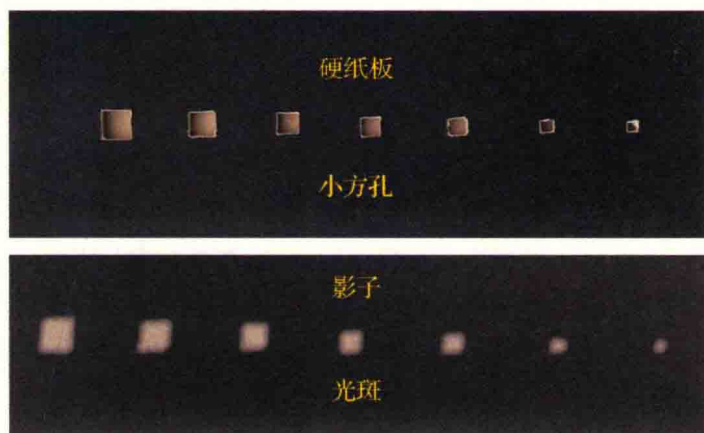


图 1-1-2

再用同样的方法测量并记录有 2 个、3 个、4 个、5 个、6 个圆形光斑时的距离 s_2 、 s_3 、 s_4 、 s_5 、 s_6 ，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1

小方孔的边长 a/cm	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
临界值 s/cm	16.1	36.3	64.2	100.6	144.3	196.2	256.4

分析表中数据可知，当小方孔的边长一定时，若插片到光屏的距离大于或等于某一个值(临界值)时，光斑是圆形的；而当插片到光屏的距离小于这个临界值时，光斑开始变成方形；当小方孔的边长增大时，小孔成像的临界值也将大幅度地增大。出现非圆形的光斑的原因是插片到光屏的距离小于临界值。这就有两个可能：一是由于小孔离地面太近造成的；二是由于小孔太大造成的。再将实验记录的数据作适当的修改，即将表中临界值的小数去掉，分别为 16、36、64、100、144、196 和 256(单位是 cm)，就可以找出小方孔的边长 a 与临界值 s 之间的数学关系： $s=400a^2$ 。

于是他就加深了对“小孔”内涵的理解，得出小孔成像的条件是：临界值 s 远大于小方孔的边长 a 。所谓小孔，指的是孔的边长或直径远小于孔到光屏的距离(像距)。举个例子：若方孔的边长为 10 cm 时，这个孔应该不小了吧？如果该孔到光屏的距离大于 40 m 时，也能成太阳圆形的像，这个边长为 10 cm 的方孔也应该叫小孔。

该研究成果在中国少年科学院“小院士”课题研究成果展示与答辩活动中荣获一等奖，陈子珩同学也因此当选为中国少年科学院“小院士”，如图 1-1-3 所示。



图 1-1-3



问题研究

上述的小故事中,陈子珩同学的“小孔成像条件的实验探究”属于个体的科技活动,是学生参加青少年科技创新大赛的主要项目。基本上以个人为主,其活动的主要形式就是问题研究。

1. 问题来源

问题来自日常生活、社会热点,源于好奇或困惑,关键是要及时地发现和捕捉。如树荫路面上为什么有许多大小不等的圆形光斑?再如树干为什么是圆的?黄山松为什么长成如此形态?这类问题源于好奇心。河水中为什么水藻密布?街道、操场等地方大雨后为什么积水?类似这些问题就源于生活中的异常现象与困惑。墙壁表皮为什么脱落?臭豆腐是如何制作的,有哪些生产上的问题?这些问题就来自日常生活。古文物保护方面存在哪些问题?环境污染有哪些?类似这些问题来自社会热点。

2. 生活问题

上述问题基本上都来源于社会生活的观察或常识,通常称之为生活问题,表现为对观察结果的描述前加上一个“为什么”。这种问题还广泛存在于课堂教学情景中,如一位教师在《摩擦力》的教学中,创设了两个生活情景,如图 1-1-4 所示。图 A 是让学生做手抓泥鳅的实验,由于泥鳅太滑了,结果都抓不住。图 B 是学生一人单手抓瓶口,另一人单手抓瓶底,各自向外使劲拔啤酒瓶的比赛,结果是抓瓶口的那名学生胜。针对“抓不住泥鳅”和“抓瓶口的那只手胜”这两个结果,分别在其前面加一个



图 1-1-4

一个“为什么”,就成了“为什么直接用手抓不住泥鳅?”“为什么抓瓶口的那只手胜?”两个简单问题。但是简单问题仅表达了对现象的好奇、无知或疑惑,缺乏确定性和深刻性,它对问题研究没有实质性意义,也难以成为科技活动的真正起点。

3. 科学问题

要使问题真正成为科技活动的起点,就需要将问题指向已有的知识,把两者联系

起来,使问题从现象的描述触及现象的本质;将完全无知的问题转化为具有某种抽象性、渗透一定知识理论的、有所知又有所不知的问题——科学问题。例如,上述例子中,将“为什么直接用手抓不住泥鳅”“为什么抓瓶口的那只手胜”这两个简单问题指向摩擦力、压力、接触面粗糙程度等相关的知识,并将它们联系起来,从而将问题转化为“摩擦力的大小与接触面的粗糙程度之间有何关系?”“影响滑动摩擦力的因素有哪些?”等等,这就为研究“滑动摩擦力”提供了导向。由此也不难看出:科学问题才是科技活动的真正起点。

4. 课题选定

科学问题不是以常识眼光提出的无知问题,而是能为课题研究的设计提供导向的有所知的问题。它产生于以好奇、无知或疑惑为基础的进一步思索和追问,其实质是“有所知而求知”,由此确定课题。课题的题目通常是将上述的科学问题按如下格式来确定:×××对×××的影响(研究),×××在×××中的应用,×××的初步研究及应用,×××的探究(研究),×××的实验研究,×××的调查研究(报告),×××的分析与对策研究等。显然,上述的科学问题“影响滑动摩擦力的因素有哪些?”可变化为课题研究的题目:滑动摩擦力影响因素的实验探究。该题目直接表达了该课题研究的对象是滑动摩擦力,研究的内容是影响因素,研究的方法是实验探究。

5. 设计思路

摩擦力影响因素的实验研究是初中物理的重要内容,物理教师通常采用图 1-1-5 所示的实验装置来研究滑动摩擦力的影响因素。该装置作为定性研究是可行的,但作为定量探究还是相当

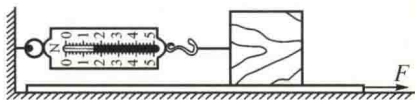


图 1-1-5

困难的。原因是:① 实验测得的摩擦力比较小,而弹簧测力计的分度值又比较大,导致测得的精度比较低;② 木板运动的距离比较长,长长的木板使实验装置显得庞大;③ 改变接触面的材料也不方便。

针对上述问题,“树人少科院”学生们用电子秤替代弹簧测力计,解决了测量的精度问题;用传送带替代长木板,解决了装置的庞大问题,用双面胶作为木块底面调换材料的中介物,解决了不同材料的连接问题。

6. 结构创新

程曼秋同学设计如图 1-1-6 所示的摩擦力测量仪来测量摩擦力的大小。其中的图 A 为原理图,图 B 为实物图。该测量仪由电子秤、压块、定滑轮、木块和传送装置等组成,如图 1-1-7 所示。

压块平放在电子秤的秤盘上,长方体木块的平面、侧面、立面及其能放置钩码的圆孔,可方便地改变受力面积;将不同个数的50 g 钩码置于木块上表面的圆孔中,能方便地改变压力的大小;木块的底面用双面胶作为调换材料的中介物,可方便地将质量相同的镜面纸、硬板纸、塑料纸、棉纱布、水砂纸这五种材料与木块连接,以改变接触面的粗糙程度。

传送装置由摇柄、转轴、传送带等组成。该同学用自来水管及其接口制成了摇柄,用手摇动转轴使其转动,带动传送带在水平方向移动,与静止的木块发生相对滑动。木块与传送带之间的摩擦力通过定滑轮、压块,传递到电子秤,显示屏可直接显示出摩擦力的大小。

(1) **主要问题**: 电子秤显示屏的示数不稳定。

(2) **原因分析**: ① 电子秤的灵敏度太高,只要在操作过程中出现某个不稳定因素,都会导致电子秤显示屏示数的不稳定。② 可能是实物图中的定滑轮比较小,压块位于电子秤秤盘中央,离传送装置盒的距离比较大,定滑轮的安装设计采取悬臂式,安装时稳定性欠佳。在摇动摇柄使转轴转动时,定滑轮有摆动的现象。

(3) **判断结论**: 定滑轮的设计和安装有问题,需要改进。

7. 改进方案

(1) **改进一**: 选较大的定滑轮,并用硬度大的钢片加工后将定滑轮固定在传送装置盒的侧面板上。为了使其牢固,传送装置盒改用了密实度高的木板加工而成,改进装置如图 1-1-8 所示。实验反映,效果明显改善,但电子秤显示屏的示数还是不够稳定。其原因可能是摇动摇柄时受力不均匀,使装置

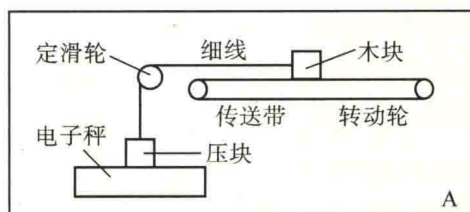


图 1-1-6



图 1-1-7



图 1-1-8

震动,导致电子秤显示屏示数的不稳定。该同学决定用机动代替手动,进行二次改进。

(2) **改进二**:程曼秋用废旧的玩具电动车代替摇柄,变手动为电动。玩具电动车的内部经改进后的装置如图 1-1-9 所示。为使传送带平稳移动,采取了两个措施:一是在电动机转轴上装减速齿轮,减小传送带的速度;二是在小车轮子的轴上安装皮带传动装置,使主动轮与从动轮连成一体。然后在小车轮子上安装用布制成的传送带,如图 1-1-10 所示。用 4 节 5 号干电池作为电源,拨动开关与电动机连成简单电路。闭合开关,电动机转动,使传送带水平方向平动。经实验鉴定效果很好,电子秤显示屏的示数虽然还有比较小幅度的变化,但那是电子秤灵敏度太高导致的,读数时可取其中间值。由于是用玩具电动车改制而成,成功率比较高。但也带来了新的问题:虽然在电动机的转轴上装有减速齿轮,但传送装置的转速仍然太快,导致噪声太大;当增大压力时,玩具电动机的功率不足,导致转不起来。程曼秋决定更换功率大一些并有减速装置的小电动机。



图 1-1-9

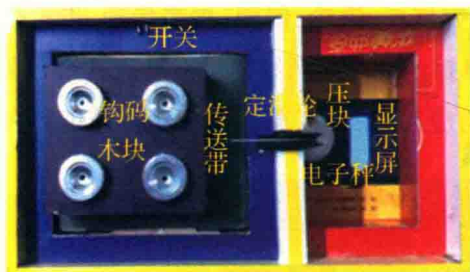


图 1-1-10



图 1-1-11

(3) **改进三**:程曼秋将图 1-1-8 中用自来水管及其接口制成的摇柄去掉,改装上邮购的大扭力减速电动机,如图 1-1-11 所示。两皮带轮采用实验室的滑轮,直径比为 1:2,用 USB 插口作为电动机的电源,电压为 5 V,使转速控制在 30 r/min,保证了传送装置的平稳运转。使用效果明显变好,但不足是当增大压力时,仍然出现功率不足的现象,即使增大电压来增大功率效果也不理想。其原因可能是自来水管制成的转轴在安装时不到位,或塑料的自来水管在转动时受到的阻力比较大。程曼秋决定更换带座的轴承来替代塑料水管制成的转轴。

(4) **改进四**:程曼秋将建筑工地用的直径为 10 mm 的钢筋加工成转轴,并在网上邮购与转轴相配套的带座轴承作为传动装置,如图 1-1-12 所示。该装置效果很好,基本达到设计要求。

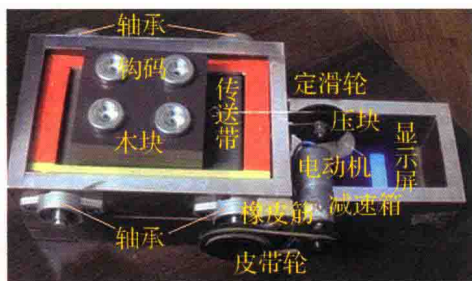


图 1-1-12

8. 仪器创新

程曼秋同学将上述改进过程进行总结,发现只要将电子秤、压块、定滑轮进行组合,就成为高精度的电子测力计。除了能进行摩擦力的系列实验外,还能进行或完成其他的某个或多个系列实验。它集测量、探究、验证等功能于一体,既能测质量和力的大小,也能测弹簧的劲度系数、动摩擦因素、机械效率;既能定量探究影响摩擦力或弹力、浮力等力学物理量的因素,又能探究杠杆、滑轮、斜面、皮带传动、齿轮传动等装置的特点。利用它还能验证胡克定律、摩擦定律和牛顿第二定律等重要的力学规律。她的这一创新成果“电子测力计的设计与应用”荣获江苏省青少年科技创新大赛一等奖,如图 1-1-13 所示。



图 1-1-13

展示台



实验探究

程曼秋同学利用该创新成果进行了滑动摩擦力影响因素的实验探究。

1. 摩擦力与压力大小关系的探究

- (1) 用电子秤分别测出木块、压块的质量 M 、 m_0 ,并记录在表 1-1-2 中。
- (2) 使木块与传送带之间发生相对滑动,记下电子秤的示数。