

# 面向高中物理必做实验改进的 拓展学习实践探索

——以“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验为例

向立飞

(中山市实验中学,广东 中山 528400)

**摘要:**内地西藏班学生大都来自偏远农村,文化基础相对薄弱。考虑到他们远离家乡、节假日通常留在学校的现状,认为开展课外拓展学习是激发其物理学习兴趣、提升其物理成绩的一种行之有效的方式。以假期留校西藏班学生为研究对象,以“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验的改进为例,探索如何围绕学生必做实验的改进来实施高中物理拓展学习,总结出指导学生开展高中物理拓展学习的一般原则和实施过程。通过实践发现,拓展学习不仅可以帮助学生巩固、应用课堂知识,还能激发学生的好奇心和学习兴趣。

**关键词:**高中物理;拓展学习;必做实验;内容设计;活动组织

**中图分类号:**G632.0

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-5884(2024)05-0012-07

中山市实验中学是广东省教育援藏学校之一,为西藏自治区培养出高水平高素质的人才是我校的重要使命。我校西藏班高中生大多来自农村、牧区,他们大多文化基础薄弱,生活阅历浅,视野窄,活泼好动<sup>[1]</sup>。由于远离家乡,周末和法定节假日他们通常留在学校,甚至寒暑假也有相当一部分学生选择留校。为了更好地完成教育援藏任务,学校充分利用假期时间给西藏班学生安排课程辅导,但这些课外文化课基本沿袭常规教学模式。笔者认为,根据他们物理学业水平普遍落后和生性好动的特点,把拓展性资源应用于教学,改变千篇一律的常规教学模式,既能激发学生的学习兴趣,又有利于培养学生的学科素养<sup>[2]</sup>。

跟本地班学生相比,西藏班学生的文化基础相对比较薄弱,但是,他们有更长的在校课余时间,有更多的在校课外拓展学习机会。鉴于此背景,我们率先在西藏班学生中围绕学生必做实验

的改进开展高中物理拓展学习探索。如何指导假期留校西藏班学生开展高中物理拓展学习,包括如何设计学习内容、如何组织实施学习等活动,就成了一个值得研究的问题。本文针对留校西藏班学生围绕物理必做实验改进开展拓展学习的相关问题进行探讨,总结出其一般原则和过程。

## 1 高中物理拓展学习的内涵

物理拓展学习由物理拓展型作业延伸而来,内涵比拓展型作业更宽泛。本研究中的物理拓展学习与物理拓展型作业在内容上存在不同,主要表现在:拓展型作业仅包括不需要用到纸笔的探究实验、科技小制作、观察、调查、体验等形式;拓展学习内容更为宽泛,既包含拓展型作业,又包含部分主题拓展研究的自编习题、纸笔作业等<sup>[3]</sup>。

高中物理拓展学习是指学生在课程标准规定的学习内容和学习要求基础上进行的拓展学习。

收稿日期:2023-11-06

基金项目:西藏自治区教育科学研究 2022 年度重大课题、重点课题(XZEDUP220122)

作者简介:向立飞(1978—),男,广东中山人,中学一级,硕士,主要从事物理教学与实验开发研究。

拓展学习有以下几层意思。

(1)学习内容的拓展。学习内容的拓展,主要是在课程标准规定的内容基础上进行的,包括著名科学家与科学事件等相关物理学史的拓展学习,物理相关现象的拓展学习,物理概念与规律的拓展学习,物理知识在生产生活中的应用的拓展学习。

(2)学习形式的拓展。可以采用主题演讲与写作、观察、探究实验、小制作、讨论、辩论、小组说题、自编习题、调查、参观体验等形式。

(3)学习时间与空间的拓展。拓展学习的时间,包括讲授新课前学习和讲授新课后学习,其内涵比通常所说的课前预习和课后复习更为广泛。学习的空间包括校内和校外:校内可以是教室、实验室、图书馆等日常教学的楼堂馆所,也可以是操场、实验基地等室外场地;校外可以是家庭、企事业单位等社会中一切可能的地方。

(4)评价方式的拓展。课外拓展学习采用过程评价与结果评价相结合,教师评价、学生评价与社会评价相结合的评价方式<sup>[4]</sup>。

## 2 围绕高中物理必做实验改进开展拓展学习的意义

物理学是在观察和实验的基础上,建构物理模型,应用数学等工具,通过科学推理和论证,形成系统的研究方法和理论体系的学科<sup>[5]</sup>。课程标准旨在促进学生物理学科核心素养的养成与发展,而物理学科核心素养之一的“科学探究”正是要在观察和实验的基础上逐步养成和发展的。由此可见,物理实验既是物理学的基础,也是学习物理的基础<sup>[6]</sup>。新课程理念倡导教师采用多样化的教学方式,引导学生自主学习,激发学生的学习兴趣,提高学生的动手能力,提升学生的科学素养<sup>[7]</sup>。要提高学生多方面的能力,单靠课堂教学是无法实现的。课外拓展学习是课堂教学的有效补充,它不仅可以帮助学生巩固、应用课堂知识,还能培养学生动手实践的能力,是培养学生物理学科素养的有效途径<sup>[8]</sup>。兴趣是最好的老师,是学生学习动力的源泉,围绕必做实验改进开展拓展学习摆脱了常规课堂教学模式的枯燥乏味,激发了学生的好奇心和兴趣,并使好奇心和兴趣逐步升华为求知欲。围绕必做实验改进开展拓展学习可以加强学生对课堂所学知识的理解和巩

固<sup>[9]</sup>。围绕必做实验改进开展拓展学习是促进学生自主探究的有效手段,有助于“科学探究”学科核心素养的形成。

《普通高中物理课程标准(2017年版)》规定,高中物理共有21个必做实验(必修12个,选择性必修9个)。教材编写过程中一定会综合考虑我国的国情,以高中物理人教版教材为例,教材中这21个实验的设计是在兼顾全国各地各学校实际情况的前提下给出的最优方案,但单纯从实验本身而言并非最佳设计。以人教版必做实验“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”为例,教材中的三种方案全国各类中学的实验室都能开出,但这些方案显而易见地存在误差大、数据采集工作量大、数据处理任务繁重等不足,各学校完全可以根据本校的实际情况对其进行相应的改进。这样既有利于开展教学,又培养了学生科学探究的精神。

因此,无论从本身的科学性、便利性等来看,还是从提升学生学科核心素养的角度来看,高中物理中的必做实验都有改进的必要。

## 3 围绕必做实验改进开展拓展学习的内容设计

### 3.1 内容设计的原则

高中物理必做实验的改进,要为更有效地实现教学目标服务,要为提高学生核心素养提供帮助<sup>[10]</sup>,应遵循以下三个原则。

#### 3.1.1 必要性原则

必要性原则是指必做实验的改进对于教学目标的实现和实验方案的优化来说具有必要性。

教学目标通常分为三个方面:学习知识,培养能力,在学习知识和培养能力的过程中形成学科素养。学科核心素养是教学目标的最高层次,是三维目标的继承和发展。改进必做实验时,要考虑是否有利于学生核心素养的养成,尤其是要看是否有利于核心素养中科学探究能力的提高。

物理必做实验的实验目的、实验原理和实验设备一般都比较完备,教材甚至对某些必做实验的实验步骤、实验数据采集、实验误差分析等作了详尽的阐述。改进必做实验时要慎重,只有当原有实验在某一方面的确存在不足时,才能对其进行改进,不然不仅不能提高学生的学科核心素养,反而会适得其反。

### 3.1.2 针对性原则

教材中的物理必做实验在实验目的、实验原理、实验器材等方面都设计得比较完备,但也并不是无懈可击、完美无缺的。教材编写过程中要考虑其普遍适用性,导致教材中必做实验的各个环节无法安排得尽善尽美。

在改进物理必做实验时,我们要因地制宜,根据自己学校的实际情况,针对必做实验的实验原理、实验器材、实验步骤、采集数据、处理数据、误差分析等环节进行改进。

### 3.1.3 可行性原则

物理实验的改进必须同时具备主、客观两个方面的可行性条件。

客观上,应该考虑实验改进的科学性、实验设备的可用性。实验改进的科学性是指实验原理、实验器材和实验方法都不存在知识性错误,符合实验操作的规范性要求。实验设备的可用性是指所选用的实验设备是学校实验室所具备的,同时,还要考虑实验成本应该跟学校的实际情况相符。

主观上,应考虑学生身心发展的特点、师生所具备的知识储备等。实验的改进应该与学生的年龄特征相符,应以其知识储备和生活经验为基础对实验进行适当改进,只有这样才能激发学生的好奇心和求知欲。

## 3.2 内容设计的过程

### 3.2.1 必做实验课程标准与教材分析

《普通高中物理课程标准(2017年版)》规定其课程内容包括必修课程、选择性必修课程、选修课程和学生必做实验四个部分,将学生必做实验与其他三部分内容相提并论,当作课程内容的组成部分,可见必做实验在高中物理中具有举足轻重的地位。该标准明确指出学校应充分利用已有实验器材,努力开发适合本校情况的实验课程资源,尽可能让学生自己动手多做实验,提升学生的物理学科核心素养。

下面,以高中物理人教版教材中必做实验“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”为例来具体阐述。

教材针对该实验设计了三种方案,但仅仅是由加速度的不同测量方案演变出来的实验方案。教材中该实验的大体方案如下:三种实验方案都是利用控制变量法,在实验过程中分别保持质量 $m$ 、力 $F$ 中的一个量不变,依次探究加速度 $a$ 与力

$F$ 、加速度 $a$ 与质量 $m$ 之间的关系。方案一是最基本、最原始的,其他各版本教材的实验方案都是由此演变而成。该实验的装置如图1所示,利用重物拉动小车在带有滑轮的长木板上做匀加速运动,拉动小车的重物的重力充当小车匀加速运动的合外力。实验中,保持小车质量不变,通过改变重物的大小来探究加速度 $a$ 与力 $F$ 的关系,然后保持拉动小车的重物不变,通过改变小车的质量来探究加速度 $a$ 与质量 $m$ 的关系。

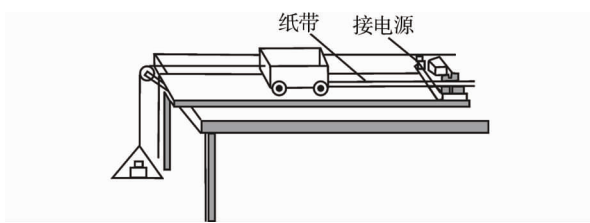


图1 人教版教材中探究 $a$ 与 $F$ 、 $m$ 关系的实验装置

高中物理人教版教材中的另外两个方案,是通过修改加速度的测量方法设计出来的,分别是:方案二,在方案一的基础上,让小车拖动纸带做初速度为0的匀加速直线运动,用秒表记录运动时间,然后利用初速度为0的运动学公式计算出加速度;方案三,根据初速度为0的匀加速直线运动公式可知,时间 $t$ 相等,位移 $s$ 与加速度 $a$ 成正比,于是将加速度 $a$ 与力 $F$ 、加速度 $a$ 与质量 $m$ 的关系转换成位移 $s$ 与力 $F$ 、位移 $s$ 与质量 $m$ 的关系。

### 3.2.2 必做实验改进思路

学生必做实验的改进不仅有助于学生掌握物理知识,更重要的是能够培养学生的科学思维、动手能力、解决问题能力、团队合作精神等综合素质。学生必做实验的改进是一个综合复杂的过程。实验前,为了实现实验目的,学生不仅要综合考虑依据何种实验原理进行实验设计,还要在设计出实验方案后规划好实验步骤。实验中,学生根据设计的实验方案进行实验操作,在操作的过程中观察现象,记录数据。实验后,学生根据实验过程中观察到的实验现象和记录的实验数据进行分析,归纳总结出实验结论。最后,针对实验目的、实验原理、实验器材、实验步骤、实验数据采集与处理、实验误差分析等对该实验进行相应的改进。

以“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验为例,针对实验中小车与木板之间存在的比较大的摩擦力造成的实验误差,教师可以引

导学生改用其他实验装置来尽可能地减小摩擦力带来的影响。在实验过程中,利用重物拖动小车做匀加速运动,以重物的重力为合外力,事实上重物的重力并非小车受到的合外力,教师可以引导学生针对实验中近似地将重物重力看成合外力的实验原理加以改进。该实验利用控制变量法,采集加速度  $a$  与力  $F$ 、加速度  $a$  与质量  $m$  两组实验

数据。在处理实验数据的时候,如果采用图像法,要保证图像的真实性,每组数据至少要采集五对以上  $a$ 、 $F$  和  $a$ 、 $m$  值,才能描绘出比较理想的  $F$ - $a$  图像、 $m$ - $a$  图像,针对数据采集与处理工作量较大的问题,我们可以引导学生引入数字化实验系统和计算机软件对实验进行改进。该实验的改进思路可以参照图 2 的思维导图。



图 2 “探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验改进思维导图

3.2.3 学案的编写

学案是教师为了更好地引导学生自学而编写的,包括教学重难点、教学目标、课前预习、课中研讨、课堂反馈练习、课后总结、课后作业等环节的同步纸质文案。在学案的指引下,学生进行探究性学习时能清楚自己要做什么事,做到什么程度,从而使自学更具时效性,很好地增强学生的自学能力。

刚开始编写学案的时候,教师可以编写得详细一些,让学生明白必做实验改进的基本思路,使其成为学生日后自主探究的指南。以“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验为例,编写学案的时候,教师可以在温故教材中实验设计方案的基础上,针对原方案各环节存在的不足进行分析,并提出改进方案,如表 1 所示。

表 1 围绕“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验改进开展的拓展学习学案

	教材设计	教材设计缺陷	改进思路	学习要求及注意事项
实验原理	根据控制变量法,在实验过程中分别保持质量 $m$ 、力 $F$ 中的一个量不变,依次探究加速度 $a$ 与力 $F$ 、加速度 $a$ 与质量 $m$ 的关系	实验利用重物拖动小车做匀加速运动,以重物的重力为合外力 $F$ ,事实上重物的重力是小车和重物的合外力	能否通过改动实验装置或者改变实验方案,让实验过程中读出来的力是小车实际的受力?	1.活动目的: 对“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验进行改进。
误差分析	教材中,三个实验方案都采用小车在长木板上做匀加速运动的基础装置,小车和木板之间不可避免地存在摩擦力,导致比较大的实验误差	教材中的三种方案通过调节木板的倾斜程度来平衡摩擦力,在一定程度上减小了摩擦力对实验结果的影响,但这种方法还是比较粗略	能否改用其他实验装置来尽可能地减小摩擦力带来的影响?	2.具体要求: ①通过分析实验设计方案,针对其中某一个环节或者几个环节进行改进; ②写出详尽的实验改进报告。
数据采集与处理	整个实验必须采集两组实验数据,每组实验数据至少要采集五对以上 $a$ 、 $F$ 和 $a$ 、 $m$ 值,手工列表并建立坐标系,描绘出 $F$ - $a$ 图像、 $m$ - $a$ 图像	学生手工完成数据的采集、处理,任务重,学生很难在一节课的时间内完成任务,大量的重复工作会让学生感到枯燥乏味	物理实验器材和实验手段不断向着信息化方向发展,我们能否引入数字化实验系统或者利用计算机软件辅助我们采集、处理数据?	3.注意事项: ①活动时间为 xxxx 年 10 月 14 日(星期六); ②提前做好实验规划,每个小组在 10 月 12 日之前将所需器材上报老师; ③实验过程中,严格遵守实验规程,注意人身财产安全; ④10 月 15 日(星期日)晚修前提交实验报告



学生在学案的指引下完成实验设计和实验操作后,实验小组的成员要根据实验过程中记录的

实验数据进行分析,得出实验结论,完成实验报告,如表2所示。

表2 “探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验改进报告

实验目的	探究加速度与物体受力、物体质量的关系
实验原理	根据控制变量法,在实验过程中分别保持质量 $m$ 、力 $F$ 中的一个量不变,依次探究加速度 $a$ 与力 $F$ 、加速度 $a$ 与质量 $m$ 的关系,其中,用小车沿斜面向下的分力充当小车受到的合外力
实验器材	气垫导轨及附件、垫片、计算机(装有Excel软件)、数字计时器、刻度尺、天平
实验步骤	<p>①安装好气垫导轨并调节平衡;</p> <p>②保持气垫导轨滑块的质量不变,通过增加垫片的个数来改变气垫导轨的倾斜角度<math>\theta</math>,滑块所受的合外力<math>F = mgsin\theta = mgh/L</math>,从而达到改变合外力<math>F</math>的作用;</p> <p>③测量出滑块上挡光板的宽度<math>d = 0.03\text{ m}</math>,如图3所示,先在气垫导轨的左端垫一个垫片,让带有挡板的滑块从气垫导轨左端下滑,依次通过两个光电门,利用数字计数器记录滑块通过两个光电门的时间<math>\Delta t_1</math>、<math>\Delta t_2</math>并将其填入Excel表格,电子表格自动计算出<math>V_1</math>、<math>V_2</math>,同时,利用加速度公式<math>a = (V_2 - V_1)/t</math>计算出加速度;</p> <p>④重复上述实验步骤③,依次在气垫导轨的左侧垫2、3、4、5、6个垫片并将数据填入Excel表格,计算出相应的加速度;</p> <p>⑤利用计算机的Excel软件自动画出<math>F</math>-<math>a</math>图像;</p> <p>⑥保持合外力不变,在滑块上增加铁片以改变其质量,让滑块从气垫导轨左端开始加速运动,按照上述③④⑤的步骤测出加速度,并利用Excel绘制出<math>m</math>-<math>a</math>图像</p>
数据测量记录	用计算机Excel表格记录数据并进行绘图(过程略)
实验结果	Excel自动绘图 $F$ - $a$ 图像、 $m$ - $a$ 图像(过程略)

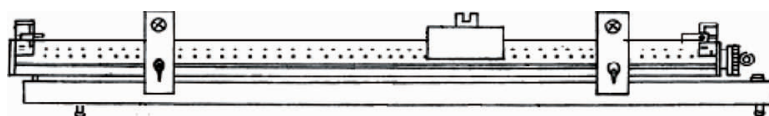


图3 用气垫导轨探究 $a$ 与 $F$ 、 $m$ 的关系实验装置

## 4 围绕高中物理必做实验改进开展的拓展学习活动的组织

### 4.1 人员与学习条件

#### 4.1.1 学生分组

西藏班学生周末、小长假基本留在学校,但寒暑假只有少部分学生留在学校。因此,每学期应根据实际情况进行两次分组,这样才能保证每个实验的学习小组人员相对稳定。在分组的过程中,原则上允许学生自由组合,但老师还是应该根据学生的学习基础、性别、性格等适当调整各学习小组的成员构成,以便各小组保质保量地完成学习任务。

#### 4.1.2 学习场地与器材

目前,学校专门为西藏班学生安排了假期活动室,但是我们将围绕必做实验改进开展的拓展学习也安排在该活动室显然不太合适。首先,西藏班学生活动室是各学科共用的活动场所,仪器放在此处难免会与其他学科的教学发生冲突。其

次,该活动室是普通教室,不太适合物理实验活动的开展。因此,我们向学校申请了一间物理实验室。原有的实验桌只适合两人小组的分组实验,为了有足够的空间摆放实验器材及容纳较多的人进行分组实验,我们将原有的两张或三张实验桌拼接在一起。经过重新布局,实验室完全满足了西藏班学生假期围绕必做实验改进开展拓展学习活动的需求。

物理实验必备的实验器材,如铁架台、导线、万用电表等,我们将其置于该实验室,以备随时取用。高中物理共有21个必做实验,在对这些实验进行改进的过程中所需的器材大致分为三类:实验室已有的实验仪器;生活中可以直接用于实验的物品,以及学生利用生活中的物品制作的简易仪器;需要另外采购的实验仪器。根据学生的实验设计方案,需要从物理实验室借用的器材,应提前向学校实验室申请并借出后放置在该实验室。如果所需器材属于后两类,应根据学生需求进行相应的采购,或

者组织学生提前收集相关物品并进行加工制作,然后,同样将其放入实验室以备假期使用。

## 4.2 教师的指导

### 4.2.1 必做实验的实验目的与基本原理复习指导

实验目的是我们所追求的、通过实验最终能够实现的期望,是我们整个实验的指向标,因此,教师只有让学生明确实验目的,才能让学生的整个探究过程有的放矢。学生要围绕必做实验改进开展拓展学习,只熟悉教材中必做实验的实验目的还不够,因为我们实验的改进是针对实验原理、装置、数据采集分析、误差分析等环节的不足之处进行相应的改进。因此,教师有必要对如何设计该实验进行适当梳理,尤其是对于教材中存在缺陷的、有必要改进的环节,一定要跟学生仔细分析、讲解,让学生做到心中有数。教师在复习教材基本原理的过程中,可以根据学生的实际情况对一些有必要改进的环节进行重点突破,对于学生欠缺的知识及时加以补充,对于学生不太容易考虑到的问题给予适当提示。

### 4.2.2 学案说明

教师精心编写学案后,学生可以以学案为行动指南,对教材中的实验方案进行分析并针对方案存在的问题设计实验改进方案。事实上,学生并不是在每个实验中都能根据学案作出相应的改进,在某些实验的部分环节,由于学生知识储备不够,可能无法针对方案存在的问题提出教师预想的设计思路。例如:在“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验中,为了避免传统实验中机械重复采集数据、处理数据的情况,教师希望能够引入 DISLab 数字化实验系统,但学生不了解该实验系统,此时,教师应先引导学生认识和掌握该数字化实验系统。只有在教师对学案进行充分说明,对学生不具备的知识加以必要补充后,学生才能根据学案有针对性地设计实验改进方案。

## 4.3 拓展学习活动流程

实验前:教师认真编写学案,对教材中必做实验的设计方案进行梳理,对学案加以说明并作必要的知识补充。学生根据教师的学案设计实验改进方案,设计结束后,学生根据自己的设计方案向老师提交实验仪器需求表,教师根据学生的实验仪器需求向学校实验室提交仪器借用申请表或向学校提交器材采购申请单,然后组织学生将借用

或采购的相关器材妥善放置在西藏班学生活动室,为开展拓展学习做准备。

实验中:学生根据自己的实验方案认真进行探究实验,认真记录实验过程中采集的数据并对数据进行必要的处理和分析,为课后完成实验报告做准备。教师认真观察学生的实验过程,针对学生实验过程中提出的疑问进行解答,也可以根据学生的实验情况主动提供指导和建议。

实验后:教师督促学生认真完成实验报告并对学生的实验报告进行检查和评价。学生根据教师的评价,针对实验过程中存在的不足优化实验方案。根据检查情况,对部分没有实现实验目的的小组,教师可以组织学生重新设计和操作实验。

综上所述,组织学生围绕物理必做实验改进开展拓展学习活动时可以按照以下流程实施(如图 4 所示)。

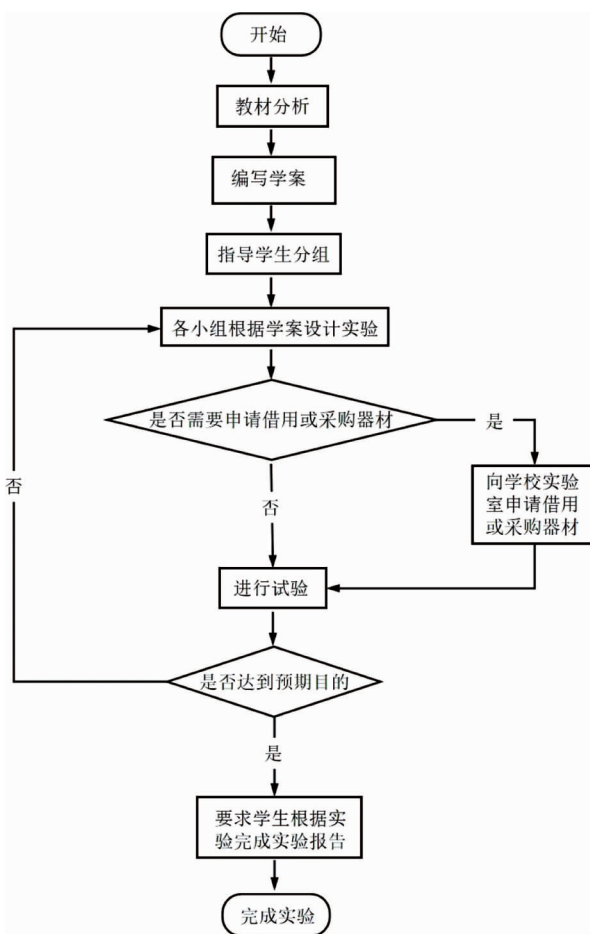


图 4 围绕必做实验改进开展的拓展学习活动流程

## 5 结语

自我校在留校西藏班学生中围绕物理必做实

验改进开展拓展学习以来,从整体上来看,学生参与热情很高,学习效果显著。当然,在活动实施过程中还存在诸多不足,如:学校实验室开放程度不够,学生必须在进入实验室之前做好实验设计、预约好实验器材才能完成相关实验,导致学生对实验室器材的了解不够,不能就地取材,更不能在实验过程中调整实验方案;学生围绕实验改进开展拓展学习的积极性尚可,但完成水平不高;等等。针对围绕物理必做实验改进开展的拓展学习中存在的问题,我们应与学校各部门进行沟通,逐步建立完善的实验室开放制度,使学生能够充分利用实验室教学资源进行拓展性学习。由于西藏班学生的基础相对薄弱,教师要对学生改进实验的过程全方位加以引导,逐步提高学生的科学探究能力和动手能力。笔者认为围绕高中物理必做实验改进开展的拓展学习对于高中学生形成科学探究核心素养是有益的,在条件成熟的情况下,笔者将继续在本地班学生中进行推广探索。

#### 参考文献:

[1] 李晓芬,刘俊娟,许力强,等.内地西藏班(校)高中物

理实验教学探究——以河北师范大学附属民族学院西藏高中班为例[J].教育理论与实践,2015(32):63-64.

[2] 钱国良.拓展实验资源 培养物理科学思维[J].名师在线,2018(21):62-63.

[3] 谭国武.高中物理拓展型作业设计的实践探索[J].中小学教材教学,2019(1):69-72.

[4] 张娜.高中物理综合探究类拓展型作业的设计与评价——以“设计三种方案测量四层教学楼的高度”为例[J].中学物理,2022(5):19-21.

[5] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018:1-70.

[6] 姚文清.在高中物理实验教学中培养学生的探究能力[J].广西物理,2002(3):51-53.

[7] 陶昌宏.探究性教学的“魂”——独立的思考 探索的实践[J].物理教师,2012(3):1-5.

[8] 孙正勇.让课外实验成为学生获取知识的源泉[J].文理导航(中旬),2012(10):37.

[9] 王子顺.物理课外实验教学研究[D].兰州:西北师范大学,2006:36.

[10] 谭国武.推广高中物理拓展型作业 促进学科素养培养[J].湖南中学物理,2023(1):14-17.

## Exploring Extended Learning Practices in High School Physics Based on Improved Mandatory Experiments:

### A Case Study on Exploring the Relationship between Acceleration, Object Force, and Object Mass

XIANG Lifei

(Zhongshan Experimental Middle School, Zhongshan 528400, China)

**Abstract:** Most of the students in the inland Tibetan class come from remote rural areas, and their cultural foundation is relatively weak. Considering that they are far away from home and basically stay in school on holidays, it is an effective way to carry out extracurricular extended learning to enhance their interest in learning physics and improve their physical performance. This paper takes the students who stay in the Tibetan class during the holidays as the object, takes the improvement of the experiment “exploring the relationship between acceleration, object force, and object mass” as an example, explores how to implement the physics extended learning in high schools based on the improvement of the experiments that students must do, and summarizes the general principles and implementation processes of guiding students to carry out the physics extended learning in high schools. Through practice, we find that extended learning can not only help students consolidate and apply classroom knowledge, but also stimulate students’ curiosity and interest in learning.

**Key words:** high school Physics; extended learning; mandatory experiments; content design; activity organization

(责任校对 王小飞)