

经许可复制

著作权人姓名：倪闽景

学生们要建造一个导弹跟踪系统

复兴高级中学 倪闽景

为了增加学生动手实践的机会，我校建设了学生自主物理实验室，开设了物理自主实验课程。在几年的实践中，我们逐步探索出一条“模仿→构建→想象”的实验课程结构，使学生们通过实验课程，分步体验“兴趣→研究→创新”的过程，不但提高了学生的动手能力，更重要的是培养了学生的实践能力和创新精神。

大部分同学刚开始到实验室时，东摸摸，西看看，很新奇。但教师一问：你们到实验室来准备自己做些什么实验？学生们你瞧瞧我，我瞧瞧你，意思是说：到实验室来，老师不布置我们做实验，到问我们要做什么实验，真希奇。从小到大，他们一直习惯于完成教师布置的作业或任务，习惯于回答问题，一下子要他们自己做主，看来很不适应。但他们对实验的强烈兴趣和动手愿望，就是教师开展实验教育的最好条件。

于是，我们就设计了一个有趣的白光通讯实验（如图 1）：把音乐门铃发出的音乐通过发光二极管调制成光信号，再通过两个大烧瓶（相当于两个凸透镜），在把光聚焦在硅光电池上，通过放大器，把音乐从扬声器中还原出来。教师要求学生按照实物模仿做出这套趣味通讯实验，但提供给学生的仪器与参照物略有不同。几组同学同时开始，教师则做计时员，看哪一组先完成。一动手，真是笑话百出，有些组把两股导线接到了一个接线柱上，有些组电池都放反了！但通过犯错、改正，再犯错，再改正，最后所有的组都完成了，学生们非常高兴。

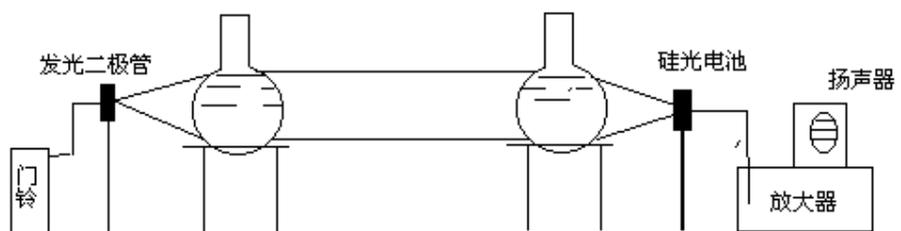


图 1 白光通讯原理图

教师又问：实验完成了，有什么问题吗？

学生们又奇怪了，实验完成了，还有什么问题？

教师说：“如果一个实验做完了，什么问题都没有，这个实验与没做差不多。动手实验时你只要留心，就会发现无数个你不了解的问题。一个人有问题意识，才表示有了一定的科学素养；一个人能够发现问题并提出与众不同的问题，才开始真正具有了创新能力。”

但是，很明显学生们并不懂得提出问题的技巧。教师启发他们：有三种问题，一种是在前面加为什么，一种是在后面加是什么，一种是问这东西有什么用；然后，一起讨论前面白光通讯实验中可能出现的问题。有一个同学首先问，“发光二极管为什么会发光？”第一个问题就把教师问到了，教师老老事实地说，“我不知道，大家可以一起去查这方面的资料”。第二位同学提出，“硅光电池是如何把光转换成电流的？”“喇叭为什么会把电流还原成声音”“音乐门铃里的集成块是什么东西”……这样一下子提出了几十个问题，而且质量很高，同学们显然被深深地吸引住了。

在以后的模仿实验中，学生们一边做，一边记录和探讨实验中出现的問題，动手动脑就非常自然地结合在一起。

模仿一段时间后，教师对他们提出了一个新的要求：只给他们一张电话窃听设计原理图（图 2），要他们自己列出需要的实验器材，并搞懂工作原理，设计出实验步骤。学生们一听可以做电话窃听，高兴得不得了，就兴致勃勃地研究里面的工作原理，实际上所有原理他们在课堂里都已经学到了，但他们从来就没有考虑过这些原理在实际中的应用，而这也是我们的中学生最缺乏的。

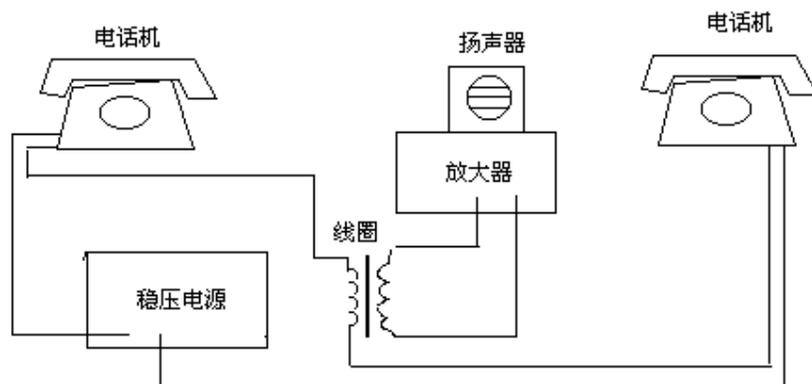


图 2 电话窃听原理图

实验过程也就是一个构建实际问题的过程，当他们可以清晰地从扬声器里听到别人的谈话声音时，他们已经不再把注意力放到“窃听”这个问题上了，而是开始体验理论与实际问题结合而带来的全新感受。以后的“小电台实验”、“火焰通讯”等实验不断强化这种体验，虽然实验难度很大，有时甚至会出现反复实验都不能成功的情况，但挫折和失败就是研究和探索的开始，而且这些挫折和失败进一步强化了实验成功后的愉悦。

到了这个程度，学生就会主动提出自己想做的实验。有一组同学注意到美国要搞国家导弹防御系统（NMD），他们提出也要在实验室里模拟这个实验。教师说，这个实验太难了，但学生们反问，“老师不是一直说，不怕做不到，就怕想不到吗？”

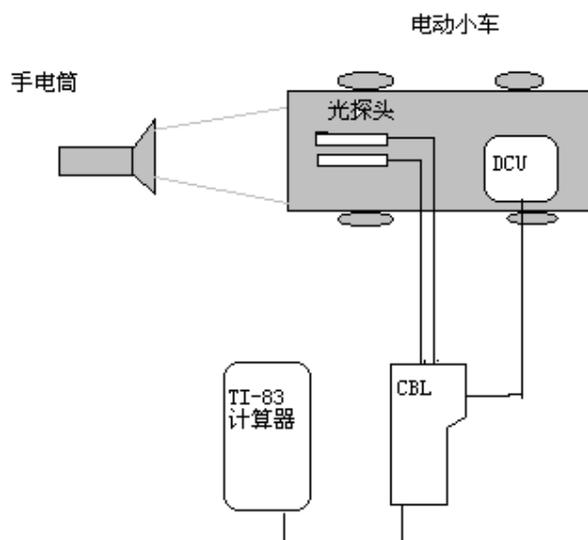


图 3 导弹跟踪系统原理图

这个时候，恰好学校引进了一套 TI 图形计算器和一些自动化控制的实验探头。除了仪器简单的说明书（全部是英文的），其他东西都要自己设计，也就是说，从实验原理到具体的实验设计需要自己完成。一个实际的目标是一个很好的激励。学生们从研究实验探头的性能开始，一直到自己编制程序，设计机械装置，一步步接近了想要达到的目标，同时根据实验仪器的限制对目标做了一些调整，最后完成了导弹跟踪实验，从想象开始，最后实现了创造。

虽然最终完成的实验只是用两个光探头采集手电筒发出的光，然后通过 CBL

传递到计算器中，通过自编的程序进行判断分析，计算器把分析指令送到 DCU 控制小车的运行方向和速度，从而达到跟踪手电筒的目的（如图 3），但是这里已经包含了收集信息、做出判断再反馈控制的自动化工作原理，有着很强的实用性，其设计方案还可以嫁接到自动跟踪太阳的装置。

创新不是凭空产生的，只有不断实践、不断研究和探索才会实现。人类与身俱来的探索精神与新的教育教学模式相结合，才能充分挖掘学生的潜能，造就新一代的创新人才。这是我们近十年来不断探索培养学生科学素养的心得。