

怎样培养 物理观察能力

张 铭 伟



广东教育出版社

代 序

多年来，张铭伟同志在中学物理教学中，着重钻研了如何发挥观察的作用和培养学生观察能力的问题，并已取得了丰硕成果。现在他把自己的心得体会比较系统地写成此书，以便在广大的物理教师中进行交流，并指导学生如何学会观察，这是一件可喜的事情。这说明教师结合教学实践进行科学研究，是十分有意义的，是可以取得丰硕成果的，因而也是值得我们欢迎和提倡的。

物理教育是中学教育的一个重要的组成部分，它对培养青年一代成为既能动脑又能动手的人，具有独特的作用；它对学生建立辩证唯物主义的世界观，也具有独特的作用。但怎样才能中学物理教学及学习中发挥这些作用呢？这是一个需要从多方面来进行探索的问题，而身居教育前沿的中学物理教师，结合教学实践来进行探索，便是一个极其重要的方面。张铭伟同志对此作了探索性的工作，不仅直接改进了教学，而且取得了教学研究的成果，一举两得，意义更大。

物理教育的核心是知识领域和科学过程领域。什么是科学过程领域？它是一个与知识领域并行的独立的科学教育领域，大体上包括观察、分类、量度、预见、推论、假说、鉴别和控制变量、解释数据、制造工具及简单仪器、建立模型等这样一些内容。很显然，对于中学物理教学来说，这些也都是十分重要的教学内容。但应该强调的是，它们不是附属于知识领域的，而是物理教育中的一个独立领域。这些都是我们所熟悉的，而

把它们看成是独立于知识领域之外的教学内容，却应该引起我们充分的重视。

观察在科学过程领域中，自然是最基本的，而且也是最重要的。观察是人类认识客观物理世界的第一道窗口，是作为主体的人与作为客体的物理世界所进行的最初的而又是最普遍的互相作用。通过观察可以获得有关客体的各种信息，倘要进一步探索，在定性方面便可进行分类，在定量方面便可进行量度。在这两方面都取得足够数据的基础上建立假说，以解释观察到的现象，还可从推论作出未知的判断，从预见来推断可能发生的现象。控制变量和解释数据在物理研究中都十分重要，这也是在直接的或间接的观察基础上进行的。至于建立模型，则更需通过反复观察，以取得更多的数据。由此可见，在科学过程的内部关系上，观察显然居于最重要的地位。由于物理学的实验室实验是一个综合的科学过程，因此观察在实验中的作用，也是不言而喻的。

另一方面，观察作为一种能力，是最基本的和最普遍的。观察能力、实际操作能力和思维能力是每个人都应具有的三种基本能力。发展观察能力和实际操作能力属于感觉器官的锻炼，而发展思维能力则属于大脑的锻炼。三者的关系是，首先在感觉器官的锻炼基础上锻炼大脑，而在发展了大脑锻炼的同时，又可以提高感觉器官锻炼的水平。这三种基本能力的培养是从各个学科和各个方面来进行的，但按照物理学的本性，在中学物理教学中，发展学生的观察能力，更具有较多的有利因素。

观察实际上又是一种学习活动，而且这种学习活动贯串于物理教学过程的所有环节中。因此，要善于引导学生通过观察，从日常活动中积累有关物理现象和物理事实的感性知识；

通过观察激发学习物理的兴趣，逐步养成细致而严谨的学习态度，发展敏捷而周密的科学思维；通过观察不断提高技能训练的水平。总之，通过观察可以有利于更好地实现认知、情感和心理活动三个领域的教育目标。在中学物理教学中，观察不仅是一个重要的教学方法，而且也是教学内容的一个重要方面。这就是我对观察作为科学过程、基本能力和学习活动中的重要内容的一点粗浅认识。而张铭伟同志从中学物理教学的角度，对观察进行探索，并且取得了积极的成果，使我对观察的认识又有了进一步的提高。他把一些重要经验和具体感受都写了出来，而且写得朴素，写得实际，这是值得提倡的一种文风。

在中学物理教学中，待探索的问题还很多，有许多问题必须密切结合教学实践来进行钻研，把丰富的实践经验提高到理论上加以科学的总结，这应当主要由教师来担负这种教育和教学的科学研究工作。中学物理教师不一定人人成为教育科学领域的科学研究人员，却应该既是教师又是研究工作者。从教学工作是一种创造性的劳动来说，我想应该如此。张铭伟同志这一著作的问世，也使我们看到这种一身而二任的可能性，更看到中学物理教学深入改革的光辉前景。

汪世清

1989年11月9日于北京

目 录

第一章 观察的意义.....	1
一、观察的重要性.....	1
二、观察是一种能力.....	4
三、培养对观察的兴趣和习惯.....	8
四、物理观察的内容和分类.....	10
第二章 自然观察.....	12
一、自然观察的意义.....	12
二、随意观察.....	13
三、定向观察.....	19
四、长期观察.....	20
第三章 实验观察.....	31
一、科学实验和实验观察.....	31
二、实验仪器的观察.....	32
三、物理量测量的观察.....	41
四、实验现象的观察.....	44
五、三种类型实验的观察.....	57
第四章 观察和思维.....	64
一、分析的方法和观察.....	68
二、综合的方法和观察.....	69
三、比较的方法和观察.....	72
四、分类的方法和观察.....	75
五、抽象的方法和观察.....	77
六、概括的方法和观察.....	80

七、推理的方法和观察.....	83
八、想象的方法和观察.....	86
第五章 观察方法	89
一、全面观察.....	89
二、细致观察.....	93
三、重点观察.....	96
四、重复观察.....	100
五、顺序观察.....	105
六、变位观察.....	109
七、跟踪观察.....	114
八、瞬时观察.....	117
九、协同观察.....	122
第六章 观察能力的培养	125
一、明确观察的基本要求.....	125
二、掌握丰富的物理知识.....	131
三、改善和创造观察条件.....	138
四、安排科学的训练.....	147
第七章 观察能力的表现	151
一、影响视觉的生理和心理因素.....	151
二、观察能力的表现.....	153
三、观察能力的检测与评估.....	160
结束语	163

第一章 观察的意义

一、观察的重要性

刚开始学物理时，同学们对物理课都是很感兴趣的。因为物理课有许多引人入胜的实验，学物理能明白科学道理，能够解释许多常见的物理现象，还能认识和发现不少新奇的事物。物理内容丰富多采，物理知识应用广泛，学好物理是同学们的愿望。

但学习一段时间后，不少同学就反映物理难学，认为物理概念太抽象，感到物理规律、定律和公式的意义不容易理解，应用物理知识感到困难，花了不少时间，还是学得不灵活、不深入。

怎样才能学好物理呢？学好物理不仅要学习物理规律，还要学会科学的学习方法，提高自己的认识能力。从老师、同学那里，从书报杂志上，会得到不少好的经验介绍。这里，介绍给同学们一种非常重要的方法——观察。从观察物理现象入手来学好物理，对刚开始学物理的同学来说是十分重要的。

“学物理一定要学会观察吗？”对这个问题的回答是肯定的。在力学中有这样一道题：被人踢出正在空中行进的足球受到什么力的作用？有的同学答球受到脚踢力的作用；还有同学答受

到一个向前的冲力的作用。这两种答法都是错误的。前一种把看到的踢球和球在空中行进这两个不同时间发生的事合在了一起；后一种是虽认识到了球踢后飞行的现象，但找错了原因。两种错误都和未能深入观察有关。分析物体（足球）受力，有一个力就要找到一个施力物体。球在空中飞行除了受到地球施加的重力外，脚并没有随着球在空中继续踢，作出仍有踢力作用的错误判断是由于把不同阶段的观察混淆了；球在空中（空气的作用不计）并没有其它物体与其接触施加“冲力”，这种凭空造力正是只凭想当然，没有看到现象的本质。有些同学虽已感觉到自己分析物理现象问题，但是始终不从自己不会观察上找原因，这对学习物理是很不利的，有的同学到了高中还会重复出现这些错误就是一个证明。

学习物理首先是认识自然界存在的物理事物，分析发生的物理现象。认识过程中，人们是通过自己的感觉器官，就是眼睛、耳朵、鼻子、舌头、体肤来看到、听到、闻到、尝到和接触到周围的事物的。其中眼睛看到是最主要的。有关的试验调查证明，人们感知事物中有80%以上是通过眼睛看得到的。可以设想，如果闭上眼睛，只通过其他渠道去了解物理事物，是相当困难的。观察对于学物理、对于认识世界都是十分重要的。

有的同学可能会提出，通过上课、看书、做作业也能掌握物理知识，并不一定非要亲自去观察。这个问题要这样来看，老师教的、书上写的物理知识都是由前人进行了长时间和大量的观察、实验、研究总结出来的。我们没有必要、也不可能一点一点地重复他们的全部工作，这是问题的一方面。另一方面应该看到物理是一门自然科学，研究的对象是自然界中存在的各种物理现象。物理的研究方法，最初是通过对自然界的观察

来实现的，以后又创造了进行实验的方法，这些都离不开观察实际的物理现象。翻开我们的物理课本，有哪一章哪一节不是与实际密切联系的？对有这样特点的一门学科，只用看书、听讲、做练习题的方法，而不去观察、脱离实际，怎么会学得好呢？

有些同学开始学力学时就感到困难。像前面踢球的例子，不会分析物体的受力，就分不清受力物体和施力物体，分不清一个物体受到的力和两个物体之间相互作用力，常常把互相平衡的力和相互作用的力混淆，不会根据物体之间的联系来确定力，不是漏掉了力就是凭空造出力。如果他们重视从观察入手，学会选择和确定要观察的对象，学会从不同角度观察，并加以区别观察所依据的物理知识，确定观察的目的、范围和顺序，那么，表面看起来很复杂的问题就变得清楚简单了。所以，从一开始学物理就逐步学会运用观察来改变学习上的被动局面是十分有必要的。

我们强调观察对学好物理的作用不但是有道理的，而且是有科学发展史的事实根据的。

我们的祖国是一个古老、文明的国家。我们中华民族在文化、科学技术上对人类作出了巨大的贡献。几千年来，我们的祖先在观察天象、地震、气候等各种自然现象中作出了杰出的成绩，出现了张衡、祖冲之、沈括，郭守敬等著名的科学家，使我国古代科学技术水平位于世界的前列，并且留下了大量的、完整的、极为珍贵的观察资料。

早在十七世纪，力学的奠基人、意大利科学家伽利略就很注意观察，他看到了教堂里摆动着的吊灯就去观察研究摆的规律，发现了摆的等时性。他还在著名的比萨斜塔上做实验，观察从高处下落物体的运动，总结出落体运动的规律。大科学家

牛顿继续力学现象的观察研究，建立了牛顿三定律。他通过对地球、月亮行星等运动的观察，也通过对像树上苹果往下掉这样简单的自然现象的观察，经过长时间的研究提出了万有引力定律。事实说明观察是他们研究物理现象取得成功的保证。

在科学比较发达的时代，物理学的发展也离不开观察。近代物理学理论上的重大发展很多是从实验现象的观察上得到突破的。就拿原子内部的研究来说，电子的发现、天然放射性的发现、 α 粒子散射现象、中子的发现、原子核的裂变现象等等，都是经过认真、细致、长期的观察才得到的。

近年来物理学的许多领域，像超导技术、高能物理、基本粒子的研究、激光技术获得的进展都离不开对实验的精确观察。

大量的事实说明观察对物理学的研究发展有重要作用。我们学习和掌握物理知识自然也要学会观察。有些同学对观察实际的物理现象很有兴趣，学物理就很主动、学得活。相反，有些同学不懂得观察的重要，对物理现象不感兴趣，这样肯定会造成学习物理上的差距。

科学家巴甫洛夫有一句名言：“观察、观察、再观察。”这是深刻的科学经验总结。也是我们学习物理的正确途径。

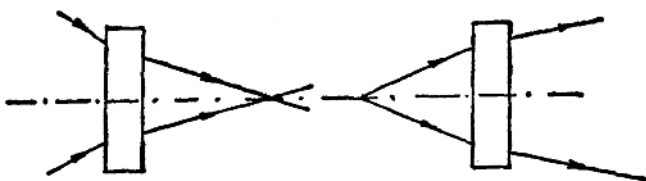
二、观察是一种能力

有的同学说：“观察不就是用眼睛看吗？这很简单，谁都会。除了睡觉的时候眼睛都在看东西。”是的，我们的眼睛每天看到的事物很多，但是，有几件事能在脑中留下深刻印象

呢？这好像是一架照像机，镜头可以对着许多景物，而只有在按动快门时才能在底片上拍下选好的景物。观察是有目的地“看”，是集中注意力去“看”，要在大脑中留下一定的印象并加以分析。可以说观察是人的眼睛在大脑指导下进行的有意识、有组织的感知活动。

人们看见太阳、月亮和星星是习以为常了。如果是去观察就会注意到太阳的位置变化、月亮的圆缺、星空的变化等。我们的祖先依据观察得出的规律制定历法；波兰天文学家哥白尼依据观察纠正错误的“地心说”，大胆提出“太阳中心说”。德国天文学家开普勒根据大量的观察资料总结出行星运动的三个定律。这些成果的得出仅靠一般看看是不行的。观察和看见是不同的。

下面的两个图是光线分别经过凸透镜（如放大镜）和凹透镜（如近视镜片）的光路图。请同学们根据光路的变化总结出两种透镜对光线作用的性质。



你能作出正确的判断吗？如果能通过观察光线经过透镜前后的方向变化，比较射出光线和射入光线，就会根据凸透镜对光线具有会聚的作用、凹透镜对光线具有发散的作用得出右为凸透镜、左为凹透镜的正确结论。如果观察只看到表面现象或者片面地只看射出的光线，可能会得出错误的结论。

观察是一种能力，是要经过学习、训练、培养才具有并提

高的。从事各种不同工作的人在长期实践中形成了自己独特的职业观察能力。好的侦察员能够在案发现场观察到不为人注意的蛛丝马迹；画家对光线、物体的形态、色彩有特殊的敏感；战士能够目测目标的距离；有经验的农民会观察预测天气；作家善于观察人和社会……著名的科学家达尔文谈到自己时曾说：“我既没有突出的理解力，也没有过人的机智。只是在觉察那些稍纵即逝的事物并对其进行精细观察的能力上，我可能在众人之上。”达尔文在长期的自然科学考察中练就了这种观察能力，创立了“进化论”的学说，对人类作出了巨大的贡献。

能力不是天生的。同学们应该学会观察，并努力提高自己的观察能力。有些同学由于不懂观察、不会观察，在学物理时就会出现一些问题。

表现之一是对物理事物视而不见、观而不察。有的同学调节天平时，横梁不平衡，看着天平就是找不出原因，束手无策。有的同学天天骑自行车上学，不能找出杠杆、轮轴等简单机械的在单车中的应用，不会说出哪些地方利用摩擦、哪些地方要减小摩擦。滑动变阻器是电学实验常用的仪器，怎样连接在电路里、滑片移动的方向与改变电阻值大小的关系，直到初中毕业也有的同学始终未弄清楚。有些同学最怕物理知识联系实际举例子，因为除了书上和老师举过的，自己脑中空空，绞尽脑汁也举不出新的来。例如对惯性现象，说不出拍打衣服的尘土、甩钢笔出墨水、落水的猫狗上岸后抖动身体等常见例子。

表现之二是观察不全面。有些同学在做实验时不注意观察使用的实验器材，填写实验报告时丢三落四，日后对一些仪器竟然没有什么印象。有的同学对测量读数很粗心，如看安培表或伏特表不是忘看量程大小就是把最小刻度看错。在观察较复杂的实验，比如连接并联电路时，眼睛顾不过来，电路连错了，

反复检查也看不出错在哪里。

表现之三是观察没有重点、没有顺序。特别是处于动态的变化的现象。有位同学在观察人在水中游泳并解释人为什么能前进时说，看到水往后流，看到人受水的阻力、水的浮力。他看到了许多现象却没有抓住主要的。在观察滑轮组的绕线方法时，有些同学找不出绕线的规律，他们没有看清线的头和尾，没有观察老师的操作顺序，自己绕线和画图时总是出错。

课本上有这样的介绍：古希腊的学者亚里士多德和十七世纪的科学家伽利略同样观察物体的运动却得出完全不同的结论。原因就是观察得不够深入。同学们观察的问题表现之四就是观察物理事物只看到表面而看不到本质。有的同学看到近视眼镜片向外凸就认为一定是凸透镜片。有的看到照明电路里用的灯泡大的比小的要亮。对于自行车刹车这种常见的现象分不清车的闸皮和车圈、轮胎和地面之间产生的是什么样的摩擦，两者又有什么联系。

初学物理，观察能力差是可以逐渐培养的。但是，如果没有认识观察的重要，不下功夫学会观察，就会出现前面类似的问题。有些同学“懒”，宁可想象一些物理现象而不愿亲自看一看。时间长了，对学物理是很不利的。教育家赞科夫说过：“‘差生’的普遍特点之一是观察能力薄弱，因而缺乏求知欲。”希望同学们从学习观察起步，保持自己旺盛的求知欲。

培养观察能力不仅有益于物理学习。观察能力是一个人的学习能力和工作能力的一部分。也是我们需要具备的其他能力如实验动手能力、思维能力、解决问题的能力、发现创造能力等的基础。应该受到充分的重视。

三、培养对观察的兴趣和习惯

学会观察的条件是要对观察物理现象有兴趣。就是要对观察入迷、上瘾。有一位同学从小就迷上了汽车，若和他谈起汽车来，他可以滔滔不绝说很多，各种汽车的牌号、外型特点、马力大小、时速多少都能随口说出，甚至内部构造的特点、优点长处、不足等都有研究，这就是着了迷。

许多科学家所取得的成就是和他们从小兴趣分不开的。哥白尼从小就迷恋上在晚上观察天空，探索天空的奥秘。大科学家爱因斯坦小时候对一个指南针很感兴趣，换各种方法试验，想弄清楚指针永远指向一个方向的原因。小时候的兴趣对人的成长有很大的影响。

兴趣也不是天生的，同学们初学物理，学习观察可以培养自己的兴趣。在中学阶段，同学们正处于学习上智力和能力迅速发展的阶段，虽然年龄小、经验少，但是有热情、有强烈的求知欲望，再加上有一定的信念和信心，就具有了培养兴趣的最好条件，千万不要错过这个机会。

我们周围的自然界，大至浩瀚无边的宇宙，小至神秘莫测的原子核内部，从简单的机械运动和力学现象到复杂的热、电、光、原子现象，构成了各式各样的物理现象。有一些现象已被人们观察到，更多的还未被发现。有一些现象能够被人们解释，更多的还不能解释。这一切对我们初学物理的同学来说具有多么大的吸引力啊！

物理观察有丰富的内容。无论是自然界中的物理现象，还

是物理实验现象都能给同学们提供观察的素材。比如：一杯水能撑破一个结实的木桶；一个物体能任意悬浮在液体中间，用一根铜丝可以把点燃的蜡烛的火焰灭掉；半杯清水和半杯酒精混到一起却不是一杯……在初中两年的物理学习中，同学们会观察到许多生动有趣的现象。学到很多有用的物理知识。

世界上有不少“谜”被人们议论、研究：飞碟与外星人之谜、野人之谜、魔鬼三角之谜、气功和特异功能之谜等等。在物理学范围内也有许多未能发现的奥秘和有待解决的问题。我们应该记住这样一句话：“世界上只有未被发现的东西，而没有不可认识的东西。”以此来激发学习观察的兴趣。

有了兴趣，还要培养观察的习惯。有的同学开始观察了一些常见的物理现象，过几天便觉得没什么新奇的东西，感到枯燥无味了。还有的同学认真做了一些观察，有了一些收获就满足了，觉得观察没有什么，不再下功夫了。像他们这样做，观察能力不可能得到提高。观察要成为习惯，起码在学习物理的期间内，保持经常的物理观察，成为自觉的需要，像每天要洗脸、刷牙一样。

形成习惯需要有毅力。物理学家焦耳为了测定热功当量做了40年的实验观察，物理学家法拉第研究十年磁生电，终于观察到电磁感应现象。长期的坚持和良好的观察素质是他们成功的保证。

同学们应该以具体的措施来促进自己观察习惯的建立。例如给自己规定一定数量的任务，结合书本内容进行观察。每一次观察要有一定的目的和计划。每一次观察活动要进行探索，要有自己的发现，不能马虎从事。还要有观察的结果，用笔记本把结果记录下来。

任何人记性再好，也不可能记住观察过的事物的详细情

况。俗话说，“好记性不如一个赖笔头。”通过记录会使我们很好地消化观察到的印象，提高观察的质量。要组织记录的内容，正确地、完整地、准确地表达为文字，这本身就是对自己能力的综合训练。

记录的内容一般要有时间、地点、观察的对象和发生现象的全部。要实实在在，原原本本地写下来。著名的科学家富兰克林曾冒着生命危险做了一次放风筝吸取雷电的实验，事后作了如下的描述：

当带着雷电的云来到风筝上面的时候，尖细的铁丝立即从云中吸取电火，而风筝和绳索就全部带了电，绳索上的松散纤维向四周直立开来，可以被靠近的手指所吸引。当雨点打湿了风筝和绳索，以致电火可以自由传导的时候，你可以发现它大量地从钥匙向你指节流过来。从这个钥匙，可以使莱顿瓶充电；用所得的电火，可以点燃酒精，也可以进行平常用摩擦过的玻璃球或玻璃管来做的其它电气实验：于是带着闪电的物体和带电物体之间相同之点，便完全被显示出来了。

他的观察非常细致、全面、准确。实验证明了雷电和普通物体带电是一样的，取得了实际的效果，达到了目的。中学的物理观察一般没有太复杂的内容，但是记录本身也可能比观察还要费事，这是使自己建立良好习惯的保证，一定要坚持做。

四、物理观察的内容和分类

对于同一事物，由于观察目的不同，观察的内容也不同。比如观雪，有的同学看到原野上白茫茫的一片，有的同学看

到飘落的雪花像鹅毛一样；有的能看到不同光照下雪的明暗色彩；有的又看到雪的质地和雪花的不同图案；有的还能观察雪花的结晶构造和下雪时、融雪时温度的变化，看到白雪不易化，脏雪化得快；有的在打雪仗时发现有的雪一捏就成一团，可以滚雪球堆雪人，有的雪却捏不到一起；有的看到马路上洒盐水后雪水就不结冰了……

同学们的观察是多种多样的。物理观察有特定的要求，它和语文中的观察、美术的观察不同，物理观察要以物理事物、物理现象为观察对象。什么是物理事物和物理现象呢？这就要求我们学习物理知识，按照课本上的内容来展开观察。主要有：①力学的现象（包括物质的认识、各种运动、力、压强、机械、做功等）；②热学的现象（包括温度变化、物质状态改变、物体热胀冷缩和吸热放热，各种热机等）；③电学现象（包括日常的带电现象、电路、用电器、磁现象、电与磁的关系等）；④光的现象（包括光的传播、光的反射、折射现象以及各种镜片的作用）。

根据物理观察的内容特点，可以把它分为自然观察和实验观察两大类。自然观察是直接观察我们周围的物理事物和物理现象。实验观察是做物理实验时对实验器材、实验现象的观察。