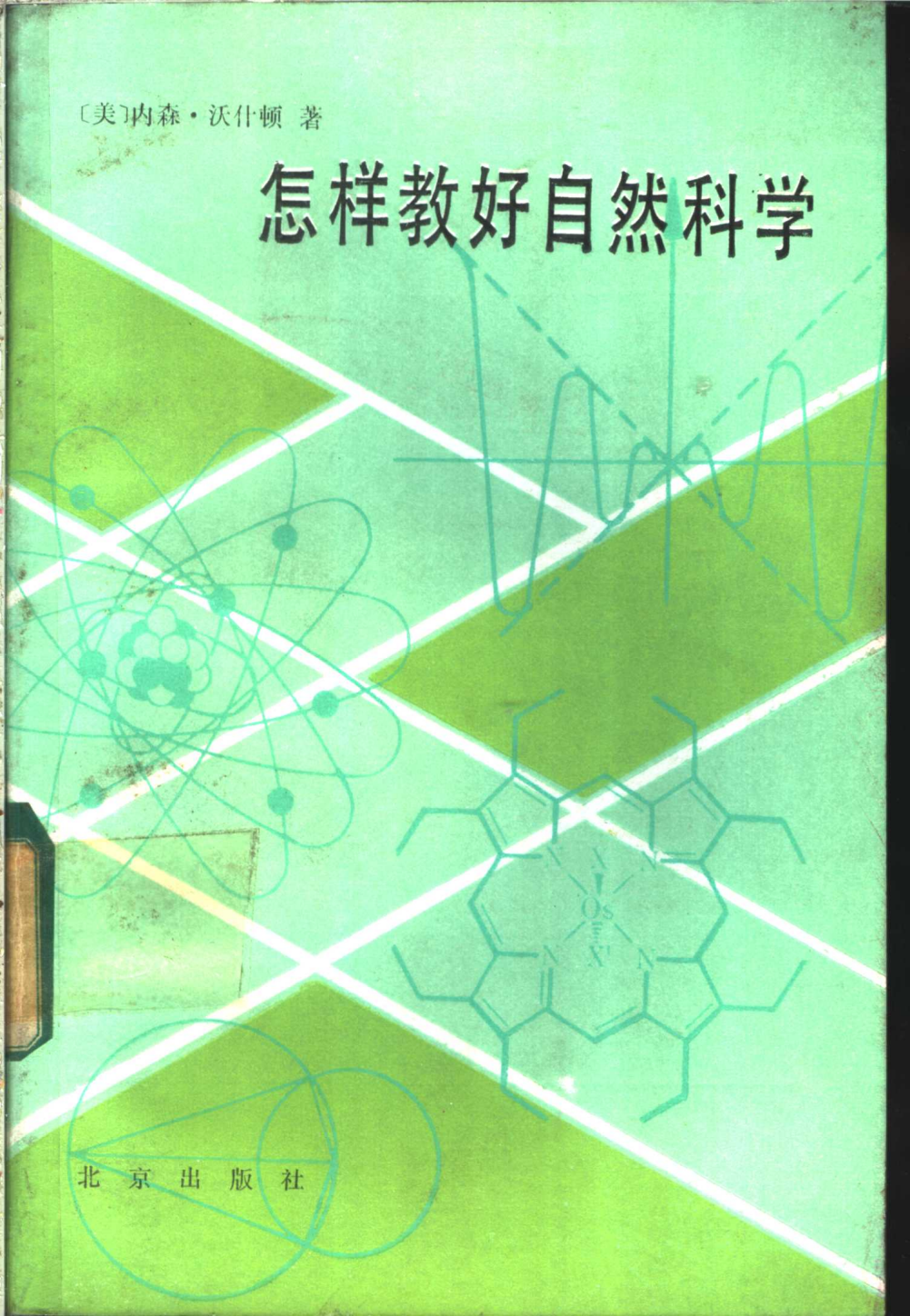


[美]内森·沃什顿 著

怎样教好自然科学

北京出版社



怎样教好自然科学

——献给小学和初中教师

〔美〕内森·沃什顿 著

张翔 崇寿 编译

北 京 出 版 社

**Teaching Science, in elementary
and middle Schools**

Washton, Nathan S.

New York David Mckay 1974

怎样教好自然科学

——献给小学和初中教师

[美] 内森·沃什顿 著

张瑚 崇寿 编译

※

北 京 出 版 社 出 版

(北京崇文门外东兴隆街51号)

新华书店北京发行所发行

马 池 口 印 刷 厂 印 刷

※

787×1092毫米 32开本 11印张 223,000字

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数 1—6,200

书号: 7071·1065 定价: 1.70元

前 言

这是一本对我国小学和初中自然科学教师很有实用价值的教学参考书。本书作者内森·沃什顿教授是美国纽约市立大学奎恩斯学院的教授，他根据自己多年培养教师的丰富经验，在概括分析大量自然科学教学资料的基础上，就中小学自然科学教师应如何启迪学生智力，开拓学生视野，培养学生独立思考和实际操作能力方面提供了许多十分宝贵的指导性意见，其中包括组织教材、拟定教案、开展课内外教学活动和评价教学效果等具体措施。书中用相当多的篇幅介绍了小学、初中教师讲授自然科学课程常用的基本知识和背景材料，对于教师备课本书无疑还兼有简明手册的作用。

本书的主要特点是：

一、把教学方法与教学内容紧密地结合起来。全书分为两大部分。第一部分共九章，包括哲学、教育心理学、教学法和评价法，集中论述“怎样教”的问题；第二部分共十三章，包括天文、地学、生物、空间科学、物理等自然科学概念和各种学习活动，着重提供“教什么”的内容。第一部分为第二部分提出哲学和教育学上的依据；第二部分则是第一部分在教学实践上的具体体现。两者相辅相成，融为一体，使读者能在理论和实践上都得到收益。

二、全书贯穿启发式教学法的观点，即在课堂教学和各

种学习活动中，均强调要善于促进学生的思维能力和学习能动性，从直观到抽象，从感性到理性，从具体到一般，使学生的认识不断深化。

三、选用螺旋式的教学内容，即同一课题虽然可以反复出现在小学、初中的不同年级，但随着学生年龄、经历和知识的增长，教学内容应逐步达到相应的深度和广度，从而可以充分利用学生智力发育特点，收到较好的教学效果。

四、书中强调了“学与用”的统一问题，把重点放在培养学生实际操作和解决问题的能力上，打破了要求学生死记硬背概念的传统教学方法。

作者在出席美国全国科学教师协会的会议期间，曾就书中的主要内容与美国科学教师培训协会、美国全国科学教学研究协会、美国教育研究协会和环境科学研究所的有关人员广泛交换意见，吸取了各方面的建议，使本书的内容得到补充和提高。

对书中叙述得不够简练或不太切合我国实际情况的部分作了必要的删节和改编。

编译者

1984年4月

目 录

I 哲学、心理学、方法和评价

- 一、学校和社会中的自然科学.....(2)
- 二、自然科学的教学目的.....(15)
- 三、自然科学教学的计划和组织.....(24)
- 四、自然科学课程的特点和选择.....(39)
- 五、怎样讲授当代重大的自然科学事件.....(48)
- 六、自然科学的课堂教学.....(58)
- 七、学生的个人活动.....(73)
- 八、用直观教具增进科学概念.....(83)
- 九、怎样评价自然科学教学.....(95)

II 自然科学概念与学习活动

- 十、植 物.....(114)
- 十一、动物及其生存环境.....(126)
- 十二、人体和健康.....(145)
- 十三、多变的环境：空气、水和天气.....(163)
- 十四、多变的地球表面.....(185)
- 十五、太阳系.....(201)
- 十六、太空飞行、飞机、喷气飞机、火箭和太空

飞行器.....	(219)
十七、物质和能.....	(236)
十八、磁和电.....	(259)
十九、机械做功.....	(279)
二十、热和热的性质.....	(300)
二十一、声：无线电、电话、电视和雷达.....	(315)
二十二、光和光的性质.....	(332)

I 哲学、心理学、方法和评价

一、学校和社会中的自然科学

技术的变化

几十年前，我们会因每户人家至少拥有一台收音机而感到自豪，而今天，大多数家庭已至少拥有一台黑白电视机了。可以预料，不久的将来，多数家庭都会拥有一台或几台彩色电视机。即使在目前，一些收入不高的家庭也开始在购买彩色电视机了。

收音机和电视机的发展只是应用科学和工程学促使生产工艺发生巨大变化的两个实例。

回顾起来，50多年前，人们能有较多的时间与朋友和邻居交往，料理家务，从事自己喜爱的工作或完成课外作业和进行学习，而不受电视、电影和冗长的电话交谈等环境因素的干扰。机器的作用，使人们的兴趣从着重于劳动工作、构筑房屋、读书学习、收集玩物和缝制衣物等方面转向消极的“收听”和“收看”。另一方面，由于运用科学技术，人们的空暇时间更多了。洗衣服、刷地板、擦墙壁、自动开关炉灶等等都可以由机器来完成，这就为人们提供了更多的时间去从事其它活动。所以，今后20年内应如何明智地利用时间，必将成为一个严肃的问题。

通讯方法已由焚烧狼烟和击鼓为号发展到利用空间卫星

和激光设备，从而使我们的工艺技术发生了变化。从经济学的观点看，电话和电报通讯不仅使社会生活发生了巨大的变化，并因之产生了不少新的行业，如开矿炼铜以制造电线；研制塑料、电话和电话交换机；研究结晶学；电话公司的营业服务以及电话广告和售货，等等。

运输方面，过去的快速邮递马匹已让位于铁路、汽车、轮船和飞机，将来还可能让位于宇宙飞船。当人们仅仅利用马匹进行运输时，他们需要的只是乡村打铁匠；而现代化的运输则需要生产、精炼、运送和销售汽油及石油等各种行业。制造轮胎、蓄电池、空气调节器以及其它零配件等行业的发展向社会提供了上百万的工作岗位，促进了经济的发展。也就是说，工程技术人员利用科学进行设计和发明，使经济和社会发生了巨大的变化。人们不断地进行研究和改进，工艺技术也就不断发展。所以，个人和社会都需要了解应该怎样利用这些科学原理及工艺技术的问题。

计算机技术

计算机的发展大大提高了商业机构、政府机关、教育部门和科研、医疗等单位的工作效率。只需几秒钟，人们就可以通过电子计算机查找到所需要的各种数据。例如，计算机可以告诉我们，美国的30—40岁的男性人口数和20—30岁的女性人口数，以及在某一年份内有多少人死于心脏病，等等。我们可以将各种数据和资料输入到计算机中储存起来，一旦需要，只须通过正确的编码、按键等程序，就可以在几秒钟内将所要查找的数据检索出来。

计算机在教育方面的深刻影响也已为人们所知晓。人们

可以把计算机设计成帮助使用者完成某项具体任务的导师。举例来说，某个学生有一台计算机，他想让计算机帮他计算，于是询问它：“ 2×2 等于几？”计算机输出的结果却是建议学生最好自己算出答案。学生算出的结果是“5”，于是计算机立即回答：“请你再试一试！”学生计算的结果还是“5”，计算机这一次的回答是：“你肯定在骗我！”最后，学生算出一个“4”，计算机回答：“很好！”这台计算机的程序是：如果孩子的题目做错了，不要让他们失去信心。你看，这不是发挥了教师的作用吗？

公众宣传工具

阿波罗宇宙飞船起飞前的一个星期，许多报纸描述了飞船准备发射的种种情况，介绍了飞船的设备和飞行目的，等等。起飞前几小时，广播电台和电视台也大量报道了这次星际活动。只要飞船上发生一点意外事件，公众宣传工具（报纸、杂志、无线电和电视）就定时发布公报，昼夜不停地进行报道。第一颗人造卫星在轨道上长时间运行时，情况也是如此。

在公众宣传工具的影响下，人们对这些巨大成就不再是漠不关心的了。人们渴望知道，用什么方法可以使人造卫星在轨道上长期运行。对这一点，孩子和成年人同样感到难以理解。教师们发现，公众宣传工具是未来的自然科学教科书和新教学大纲内容的来源和基础。然而，象牛顿的作用力与反作用力这样一些老的定律仍旧是解释卫星为什么能保持在轨道上的依据。人们在讲授科学规律时，尤其在面对着公众宣传工具的影响时，不能不讲授这些规律的应用。

报纸和杂志也经常报道科学研究及其发展的各种情况，如环境科学(包括空气和水源污染、杀虫剂，等等)、医学和防治疾病的有关药物、宇宙航行、激光以及新发现的化学元素等。报刊上有时还会登载一些新兴科学的研究动向，如试管婴儿的培育和遗传工程的兴起，其中当然包括了由此引起的种种疑虑和争论。

所以，读者要理解所阅读的报刊内容，就必须对一些起码的科学概念有基本的了解。孩子们则应该学习一些生物学和遗传学的新内容。

因此，公众宣传工具使人们感到确有必要学习一些科学概念。这些概念也将用于课堂教学或作为课堂教学的补充内容。社会人士可能更多地感受到公众宣传工具对孩子们的影响，因而要求将某些科学概念纳入课程计划。

工 业

飞机制造厂、汽车制造厂、技术装备工厂、电子学、化学实验室和其它一些与科学有关的工业部门雇用了上百万的工人。工业部门总是希望自己的工人能对科学生产任务有一个起码的了解。比如，一家公司在制造宇宙飞船的某一特殊部件时，总是希望它所属的工作人员能了解这项产品的技术资料以及它的重要性，等等。

小学阶段讲授自然科学的主要目的，并不在于要使全体儿童将来都成为科学家。然而，有些儿童很可能会喜爱上科学并立志于从事某些自然科学专业的研究。有人指出，三年级的学生往往就会表现出他们成年后所要选择的自然科学专业倾向。工业生产可能对某些科学概念的教学工作产生影

响。当父母的一方在与科学或工程有关的单位工作时，他们的孩子尤其会对科学表现出巨大的兴趣。

学生们可能在家里会看到或听到有关科学的一些材料。磁铁、棱镜、透镜、晶体管、半导体材料、贝壳、树叶、昆虫、动物、磷光物质、岩石和矿物等普通物品，已由学生们带到了课堂。学校所在地的工业生产活动和旅行、参观、游览……所有这一切都会促进自然科学的教学工作并激发孩子们对自然科学的兴趣。

人口激增和环境污染

家长和青年关心的另一件事是控制生育的教学问题。这一问题不仅与性教育有关，而且也与我们的环境有关。某些生态学专家认为解决环境污染的唯一办法是控制人口。他们认为，世界人口大约每35年就要翻一番。有人指出：“如果人口按照这一速率继续增长900年左右，地球表面上将有6万万亿人。这就是说，在地球表面的陆地和海洋上平均每平方码^①将有100人。”在这样的增长速率下，可以预料，热量将达到极限。这在理论上意味着，由于人身上散发出的热量不可能完全消失，因而会使类似铁这样的物质融熔。

如果这种预料是正确的，那么不到900年，汽车就会无法开动。研究结果还预示，汽车如果按照目前的速率增加下去，则由于一氧化碳的过度集中，将使人在一定的条件下窒息而死。由于汽油发动机和工厂、家庭散发出的污浊烟尘过多，空气中的其它一些污染物，如硫、氧化氮、固体粒子和有机化合物会高度集中，以致会致人于死地。

^① 1码等于3英尺。——编者注

某些立法已迫使汽车工业改进引擎和排气系统，以便更好地控制排气量。这意味着由汽车引擎散发出一氧化碳和其它污染物会日趋减少。为了使空气保持清洁，人们还通过改进工艺技术去提高汽油质量。

人类抛弃的废物对水造成污染，威胁着海洋生物和淡水生物。另一方面，这种污染还威胁着象海藻这样一些新的食物来源。目前，全世界有上百万的人处于饥饿之中，不发达国家的人口增殖扩大和加剧了这种饥饿状态。如果要从海洋中获取食物，减少饥饿现象，维持文明生活和生存的极限，就需要对生态学和环境科学有一定的认识。

农业技术可以使家畜产量增加，牛肉价格下降。内布拉斯加州的一位牧场主说，由于给母牛和牛犊增加了流质饲料，节省了大量的人力和费用，生病和死亡的牛犊也减少了。现在许多地区均使用了化学补充饲料，这种情况可能有助于解决不发达国家的饥饿问题。

以上事实说明应当与学校协商在校内讲授人口控制等问题，让孩子们具有一些这方面的常识。

控制动物繁殖，特别是控制昆虫繁殖，引起了许多问题。农民习惯于用滴滴涕喷洒作物，然而昆虫已经适应了滴滴涕和其它农药，于是昆虫的数目更多了。人们还想方设法控制害虫和有害的生物，如蚂蚁、白蚁、老鼠等。有人断言，如果没有天敌和化学药品控制一切害虫和有害的生物，那么人类生存即将受到威胁。试想，如果每个蚁王能产200万枚卵，而所产的卵又全部孵化并成活，那将会产生多少白蚁呀！幸好每一个物种都有捕食它和寄生于它的其它物种，后者能消灭突然大量增殖的交替物种。应该注意的是，滴滴涕

作为一种农药可以残留30年之久，从而杀害水生生物和破坏生态平衡。有一种效用不那么持久的农药DDVP，把它放在猫狗的杀蚤项圈内，可以有效地控制这些动物身上的跳蚤繁殖。也许，在不采用这种杀蚤项圈的地方，跳蚤作为一种寄生物就可以控制猫狗的繁殖了。

目前许多学校和团体已经开设环境科学课程。中小学教师普遍感到社会上要求把环境污染和环境保护问题纳入学校课程的压力。而另外一些社会团体则提出学校应回避讲授节制生育等问题。但事实上，孩子们仍然会通过各种渠道获得这方面的正确的和不正确的知识。因此在学校中讲授一些可能会引起争议的问题，是社会所希望的。教师和学校有必要把科学上尚有争议的问题讲给学生听。

空间科学与研究

过去，人们在适当的季节里常常讨论垒球、足球、选举以及某处发生的灾祸问题。近来，则常听到人们在议论宇航员登月和返回地球的情况，其中还包括对宇宙及其它行星上可能有什么新发现的种种推测。所以说，航天技术对人类日常生活的影响比许多世界大事或重大体育新闻都要深刻和广泛得多。

原子能、疾病防治、环境污染、交通运输、细菌和化学武器等，则是人们关心的另外一些重要科研领域。

学生们常常积极讨论有关科学问题和行政管理方面的公开政策。我们往往可以看到中小学的孩子们写信给国会议员支持某项立法。有人在《科学》杂志的一篇社论中写道：“科学家与普通人之间已不容许存有不可逾越的鸿沟存在，更不

能根据知识水平的不同而使他们产生某种形式的分离。无论我们是否愿意,今后实验室的大门是敞开的。科学不仅随时随地影响着我们,而且还追随着我们,伴随着我们……”我们怎样才能最有效地培养孩子,使他们具备必要的知识、技能、观念和探求能力,以便判断社会上出现的各种对人类有影响的科学建议呢?那种认为行政当局无需具有充分的依据就能对某项科学建议作出判断的看法是不适当的。

例如,若干年前,美国市民有机会对对应否在饮水中加入氟化物⁹的问题发表意见,有些地方甚至还进行了投票表决。行政当局提出有力证据说明,牙科医生正是用氟化物处理的方法将龋齿发病率降到最低程度的。许多人对是否需要用氟化物处理水展开了争论,他们要求保持水库的清洁,有些人则认为这不属于保护人们避免传染病一类的问题。因此,行政当局作出的判断得不到一些人的积极响应和支持。

科学对现代文明生活的作用表明,我们必须获得知识,并对科学研究和发展的动向有所了解。

社会影响和科学特征

如上所述,某些团体赞成学校开展节制生育的教育(包括性教育),而另一些人则表示反对。有少数人甚至反对讲授输血、细菌理论、人口控制和进化论,因为他们认为这些观念与他们的宗教信仰有矛盾。而某些从事科学工作的家长,如工程师、科学家、物理学家,则要求向孩子讲授更多的科学知识,有些要求甚至于可能超出了大多数孩子的理解力。生产人员还可能主张讲授各种技术知识。无论是城市、郊区还是农村的团体,其要求都会对学校讲授自然科学课程的内容

产生一定的影响。

谷物生长和土壤改良等农业问题可能会更多地引起农业地区学生们的兴趣。然而，所有的孩子都会对培育和照料生物体产生兴趣。城乡的孩子们都会被照料小猫、小狗、金鱼等小动物的活动所吸引。如果某一地区时常遭受自然灾害，那么让孩子们懂得气候现象和掌握戒备恶劣气候的常识就更是非常有意义的事了。

每个地区都有面包房、消防站和警察局。就如何科学地使用发酵粉和鲜酵母的问题，孩子们可以进行出色的实验和科学研究，以获得新知识。防火设备要依靠化学制品和各种物理学原理。警察局则离不开迅速而有效的通讯设备。所以说，社会是进行科学实验研究的极好场所，它可以不断扩充进行教育所需材料的范围。

孩子都是好奇和富于想象力的。他们渴望知道：怎么会有白天和黑夜？气候为什么会发生变化？小动物为什么会逐渐长大？玩具汽车如何会跑动？等等。对其它自然现象，甚至对他们自己，也都会提出各种问题。有关科学的这些概念，儿童可以通过对日常生活的体验而产生。

没有经过课堂正式训练的学龄前儿童也会对他们看到、接触到、听到、感到和闻到的事物产生一些概念，如，“水是湿的”；“树木有叶子”；“青蛙会跳跃”。这些都只是通过观察和日常活动形成的简单概念。为了加深和扩大这些概念，教师可以利用周围环境作为实验室，提供一些额外的学习机会，使孩子们的经历更加丰富。社会上的各种事物可以扩大和增强孩子们在学习过程中的好奇心和想象力。

学生们会对自然科学产生多方面的兴趣，有些兴趣还会