

编者按:教育,影响着—个国家的未来。拥有创新思想及能力的国家才能持续强盛,而正是经由教育体系培养具备这些能力的人才。对于任何一个国家的发展而言,人才是根本,教育是根基。2016年6月,清华大学朱邦芬院士在《物理与工程》刊发了《“减负”误区及我国科学教育面临的挑战》一文,引发读者热议。无独有偶,2016年第11期*Physics Today*发表了一篇关于美国科学和教育面临衰退危机的文章。本刊在《物理教育》专栏同时登载这两篇文章,或可在两种不同的教育机制下相互对照,审思明辨,以期引起大家对—中国物理教育更多的关注与思考。

## “减负”及我国科学教育面临的挑战\*

朱邦芬<sup>†</sup>

(清华大学物理系 清华大学高等研究院 北京 100084)

当前,我国教育面临两个凸—问题:—是学校培养不出世界—流的杰出人才,即朝野均关心的所谓“钱学森之问”;另—是中小—学生(甚至—部分幼儿园娃娃)负担太重。对此,我们的教育部门采取了很多针对性措施。对于培养—流人才,推出了各种英才培养计划、自主招生措施;而对于减轻学生负担,其基本思路则是精简学生所要学习课程的内容、降低课程要求、改革考试内容和方式,等等。本文将不涉及—流人才培养问题,而集中讨论教育部门所采取的减负措施,以及它对中国科学教育的影响。

自从1988年原国家教委(教育部前身)《关于减轻小学生课业负担过重问题的若干规定》的文件颁布以来,将近30年间,教育领导部门推出了许多减负的举措,如中学的文理分科、严禁各种节假日补课、实施中学各门课程的新课程标准(简称“新课标”),直到最近正在进行的高考改革。教育部门的负责同志以为,降低了课程课业要求之后,学生会较多的时间去全面发展,

既减轻了学生负担,又提高了综合素质。但是,从实施效果来看,我们必须正视—个事实:随着学校授课内容中很多基础知识和能力的培养要求—降再降、招生考试越来越简单、平均分数越来越高,中小—学生的负担至今非但没有减轻,反而变得更重。主要反映在以下三个方面:(1)提前“加负”。学生“不输在起跑线”上的竞争愈演愈烈、愈来愈早。从跻身重点高中的竞争演变到进入名牌初中的竞争,再提早到进入优质小学的出招,甚至到幼儿园的报考,“学区房”的天价记录—再刷新,便是一个佐证。(2)学生每天实际花在学习上的总时间并没有减少,尽管课内学时有所降低。随着很多学校明令禁止补课,不留或少留作业,众多培训机构和中介公司纷纷介入教育行业。这不但导致了学生家庭经济负担的加重和学生学习负担的增加,而且使得社会阶层加速固化。(3)随着课程难度和挑战度的下降,随着高考的区分度缩小而对创造性较强的学生不利,学生获取高分的路径更加依赖于学生的细心、勤奋和大量模拟性

考试,为此将大量时间耗费在“刷题”上,即反复做各种类型的试题直至熟练,更多的“死记硬背”。特别是,高三整整—年的复习和模拟考试,使得不少真心喜欢科学、有天赋的学生,学习兴趣和热情都消磨殆尽,由此产生的厌学情绪延续很长—段时间,影响到大学生、研究生,甚至研究人员,对我国学生创造力和想象力的发展产生长远的负面影响。

现在,到了我们必须对“减负”教育政策作—番回顾、分析和认真思考的时候了!

首先,我们要清醒地认识中国中小—教育的现状,包括它的长处和短处。杨振宁先生、清华大学经济管理学院钱颖—教授和我曾多次探讨过中国教育问题。杨先生多次指出,中国教育对于70—80分的学生比较合适,对于90分以上的学生不合适。对于60分以下的学生是否合适?杨先生没有说。依我看来,也不太合适,学得太累了自信心又很受打击,也许比美国“放羊式”教育稍好—点。钱教授在演讲中用两个均值、两个标准差的统计学术

\* 原文刊登于2016年第4期《物理与工程》,本刊转载时经作者再次修订。

<sup>†</sup> email: bzf@mail.tsinghua.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20161108

语来评价中国教育。他指出, 中国教育在大规模的基础知识和技能的传授上“均值”比较高而“标准差”小; 而在人的基本素养、道德价值观等方面则呈现“均值低”和“标准差大”的特点<sup>[1]</sup>。确实如此。譬如, “国际学生评估项目”(PISA) 是经济合作与发展组织(OECD)负责实施的15岁学生阅读、数学及科学能力评价研究项目, 每三年一届, 将近70个国家和地区参加<sup>[2]</sup>。我国自2009年正式参加以来, 上海中学生(每届5000—6000名随机取样的初三学生参加, 程度参差不齐, 来自上海150多个学校, 包括农民工子弟学校)已接连两届获得数学、科学和阅读世界第一。这清楚表明, 中国初中学生在这方面的平均水平比较高(至于高中阶段是否仍然保持优势尚无证据)。但与“高均值”同时出现还有“标准差小”, 反映在成绩分布上, 最高端的学生百分比也较小, 也就是说, 我国学生杰出人才比较稀缺, 学得很差的人相对也较少。这种传授知识“均值高、标准差小”的现象与我们教育中的“大一统”和“一刀切”模式密切相关。教育“一刀切”是把双刃剑: 统一的标准使得学生都有机会接受比较扎实的基础教育, 从而培养出一大批具有较高素质的技术人才; 而趋同式教育既造成许多学生负担较重, 又十分不利于杰出人才的脱颖而出。另一方面, 正如钱教授所指出, 我国学生在人的基本素养、道德价值观等方面还呈现“均值低”和“标准差大”的特点。“均值低”是指人的素质的平均水平比较低, 而“标准差大”表明, 中国教育的问题, 绝不仅仅是培养不出杰出人才的问题, 更严重的是造就了不少没有人格底线的人, 其恶果已

日益彰显。这方面教育的责任很大, 但全归咎于教育也是荒谬的。

其次, 在明白我国教育长处和短处的基础上, 我们要对教育上削弱什么和增强什么进行研究。在我看来, 解决基本素质“低均值、高均方差”是亟待解决的首要问题, 这里的基本素质包括人文素质、科学素质和道德修养; 而解决传授知识和能力上的“低均方差”是我们要解决的另一问题。为此, 在中小学我们一方面应全面增强做人的基本素质教育, 另一方面应给学生适当的自主学习 and 思考的空间, 减少与应试挂钩的大量“刷题”训练和过分的“死记硬背”。我以为, 教育部门目前“一刀切”的减负政策, 在传授知识方面是降低均值, 减小“均方差”; 而在人的基本素质培养上基本无所作为, 在科学素质培养和人的诚信教育上还有所倒退。某种程度上是在背道而驰。

第三, 要认识负担轻重与否是因人而异的。学生不是流水线上一模一样的产品。世上没有两个人的背景、智力、能力是完全一样的, 同样的学业, 不同学生感受到的负担会不同。对一些人而言, 现在中学的课程太容易, 完全没有挑战性; 而对有些人来讲, 即使把目前课程进一步削减, 他们还是觉得太难。此外, 对于不同层次的大学和不同的专业, 要求学生的科学基础也不尽相同。因而, 我们需要因材施教。“一刀切”式的减负虽然容易实行, 却非常不合理。



学生们面对的“文山题海”

第四, 对于学生面对的压力和负担要“一分为二”。人生总要经受“几回搏”才能成长起来, 只要心理压力延续的时间不太长, 压力不一定对孩子的成长有害。我们的媒体报道有很多片面性, 总是说美国中学生比我们轻松。实际上, 美国最优秀的一批中学生十分拼搏, 十二分努力。与中国最优秀的中学生群体比较, 美国学生的压力和负担可能还要重一些。不同的是, 他们的压力和负担很大程度是自找的, 而我们的学生很多是家长或老师安排的; 他们花费时间和精力在学新知识在做 project, 而我们在刷题和复习。

第五, “一刀切”式的“减负”之所以无效的根源在于中国文化、历史和社会传统, 延续到当代演变为人们对于“知识改变命运”的强烈追求。此外, 30多年来的“独生子女”这一基本国策的成功执行以及人民生活水准的提高, 使得独生子女接受尽可能好的教育成为“4-2-1”结构家庭关注的焦点, 这与过去的多子女家庭的心态大为不同。在此背景下, 广大人民群众对优质教育资源的强烈需求和优质教育资源短缺之间的矛盾将长期存在; 而且, 在较长一个时期内, 高

考是促进我国社会阶层流动、没有可能被取代的主渠道。在此制约下,如果不能破解改变“高考独木桥”,不能实现“三百六十行,行行出状元”,即使中小学课程学习内容再精简,考题再简单,授课课时再减少,学生的负担也很难得到实质性的大幅度的减轻(最多消除由于教学不得法造成的负担,减轻大量刷题带来的额外负担)。在“一刀切”教育模式和高考主导的大背景下,盲目地统一降低课业要求,只是使学生的平均知识水平下降,但并不能减轻学生负担,也无法提高学生的全面素质,因为进入名校(10多年前是进入高校)的激烈竞争基本上是由高考相对选优来决定的。

教育部门对于减负的认识误区,不仅没有带来学生负担的减轻,而且导致很多不良后果。作为一名物理教师,我很担心由此导致的我国中学生科学教育的弱化,特别是物理教育的削弱。在这些教育管理者的心目中,物理学的概念、思想、方法是最难学的,应该是“减负”的首选目标,他们由此采取的一系列措施正在给中国的科学教育带来严重的问题,对国家长远发展更将造成危害。下面我通过两个例子加以说明。

一个例子是教育部颁布的高中物理的新课程标准。目前正在实施的高中物理新课标由共同必修和选修系列共12个模块构成,其中10个选修模块又分为3个系列,学生可以根据“个人兴趣、发展潜力及今后的职业需求”进行选修,实际上是为文科生、技校就业生和理科生分别设计的。学生只要学完2个必修模块(主要是力学知识)和一个选修模块共6学分就算高中物理课程

合格。新课标确有一些可取之处。表面看来,新课标减少了学生所要掌握的物理知识总量,同时似乎也赋予学生更多的选择自由。但事实上,学生对选修模块的选择仍然要服从高考指挥棒,服从于各省市教育部门决定的高考方案。根据新课标,中学生所学的物理知识相当不系统和不完整(只有牛顿力学是必修的,其他部分,包括电磁学、光学、热学、近代物理等均为选修,特别是电磁学主要部分没有包含在必修内容中),导致了高中物理学科体系的“碎片化”和中学生物理学科知识的结构性欠缺。此外,教学内容安排也脱离了人的认识过程,例如,必修模块中,在学生只有牛顿定律的基础上,紧接着就讲相对论时空观和微观世界中量子化概念,不仅学生难以理解,教师讲授也很困难,实际效果也不好。根据我们的调查,大学教师、科技工作者普遍反映新课标实施后,学生对学习物理的积极性和物理基础明显下降。由于各地对新课标选修模块的不同要求,还导致了高考命题难度增加,使其公平性变差。

另一个例子是最近浙江省和上海市正在试行的高考改革方案。考生总成绩由语文、数学、外语3门成绩和高中学业水平考试科目成绩组成。计入总成绩的高中学业水平考试科目,由考生根据报考高校要求和自身特长,在思想政治、历史、地理、物理、化学、生物(浙江还有一门技术)等科目中自主选择3个(浙江是4个)。高考改革有许多措施是正面的,但是从现有的浙江和上海两地试点方案来看,物理等科学教学有进一步被削弱的趋势。一个学生报考大学,假定所报考大学的专业没有物理学科要求,许多人

将不会选考物理,因为物理思维的独特性使得许多中学生感觉难拿高分,而且成绩还是相对等级分(上海物理高考最高70分,最低40分,3分一个等级,共分11等级;浙江最高100分,最低40分,3分一个等级,共分21等级),分数高低还依赖于一起考的人的水准,往往要与许多选考物理且学得好的同学排序;假定所报考的理工科大学的专业要求必考物理,对于物理学得好而语文、外语成绩一般的同学,也很难被录取,因为物理成绩对高考总成绩的贡献已完全边缘化了(物理成绩对高考总成绩的贡献率,浙江方案中只有 $60/750=8\%$ ,而外语的权重为 $150/750=20\%$ 。上海方案中相比于语、数、外每门 $150/660=22.5\%$ 的贡献,物理贡献仅为 $30/660=4.5\%$ ,即一门外语考试成绩对于升学的贡献,等于5门物理,远远超过物理、化学、生命等3门科学课程之和)。对此,我有以下几点评论。

首先,我们必须清楚,中学物理教育的主要目的不是为了培养物理学家,对于物理专业学生,中学这点物理知识完全可以在大学补,许多一流物理学家如杨振宁、周光召,在中学时并没有学过物理。中学的物理教育和科学教育最重要的作用是提高全体国民的科学素质。物理是高科技的基础,学习物理是培养科学精神的最重要途径之一。近30多年来中国经济的腾飞,与过去几十年中我国学校教育培养了一大批科学素质相对较高的中学生和大学生密切相关,所谓的“人口红利”,本质是“教育红利”。中国当前存在的许多问题,特别是创新不足的问题,也与国民缺乏科学素养的培养有关。事实上,我国



一大批人(包括未上高等学校的中学毕业生、大学文科生、大学部分工科专业的学生),其科学基础主要与他们高中时期学习物理有关。而目前的物理新课标中,电磁学、光学、近代物理知识都不是必修的,更缺乏在传授物理知识的过程中对于科学精神、物理思维这些基本素质的培养。在高考指挥棒下,沪浙两地的高考改革方案中物理学科比重的大幅度下降,将进一步削弱学生学习科学的热情。这将使得未来中国许多合格的高中毕业生是“科盲”,非常不利于中国国民科学精神和科学素质的提高,长期而言,将削弱我国的核心竞争力。如果中国将来的领导人、各级公务员、社会学家、经济学家、媒体从业者、技术工人,以及广大老百姓大多是“科盲”,缺乏科学精神,中国将不可能成为一个伟大的国家。

其次,物理学教学需要不需要减负?怎样减负?我以为,中学物理教学需要改革,需要有减有增。对于大多数高中学生,高中物理课教学最重要的不是做一些物理难题,而是对物理学主要领域的知识和概念有定性和半定量的正确理解,对于物理方法(抓住主要因素的近似方法、实验检验理论的实证方法、运用数学计算和逻辑推理的思

考方法等)的认知,对于物理学史、物理学与高科技创新之间的互动过程有所了解。这里,我想推荐美国加州大学李察·A·穆勒(Richard A Muller)教授写的两本书,《Physics for Future Presidents》<sup>[3]</sup>、《Energy for Future Presidents》<sup>[4]</sup>。在我看来,我们的高中毕业生应该具备这两本书介绍的物理知识,以及物理学家的思维、逻辑与哲学。

第三,既然每个学生的基础、智力和能力不同,我们该如何因材施教?如何使我们下一代中对数学和科学有兴趣、也有天赋的优秀学生,适当地多学一些?如何使对科学兴趣不大的学生,提高兴趣并且负担也不会太重?我以为,目前实施的中学物理新课标,是在向美国中学教学看齐。然而,美国一般公立中学物理教学的要求虽然不高,但它不像我们那样“一刀切”,它并不为最优秀的学生设上限,评价也是多渠道和多元化,创造了很好的空间。我想,我们是否能对一些优秀学生引入类似于美国的大学预修课程(AP课程)。这或许对整个国家人才的培养是有利的。目前正在推行的大学MOOC课程应该说为此创造了条件。另一方面,适当地降低习题的难度,降低定量计算的要求、辅之以增加物理实验和对物理概念

的理解,也许会使一部分学习物理感到困难的同学增强信心,减轻负担。

成功的教改应该明显提升人的全面素质,在传授知识方面,既要提高平均质量(均值),又要适当加大标准差。如果我们在义务教育(小学和初中)阶段能够减少学生间的竞争,在高中阶段能减小各个中学教学资源的悬殊差别,加强通识教育而不是刻意削减科学学科的教学,注重理解而非做题,使课程具有不同层次和深度以适应不同程度的学生,并把高中毕业合格标准选取在(平均值-标准差)的附近,那么,绝大多数中学生在学习过程中的有效负担也许不会太重。另一方面,高考科学试卷应有较大区分度,既要能有效测试理工科学生的优秀程度,也能实质区分文科考生。此外,高考考试门数也不是越少越好,适当多考两门反而能减少学生偶然失误的概率,更能全面衡量一个学生。

总之,我国中小学教改任重道远,大学物理教师、物理学家应该加大对中学物理课程的关注,把提升中国国民的科学素质当作自己的职责。

## 参考文献

- [1] 钱颖一.“中国教育三十人论坛”首届年会演讲[Z].北京,2014-12-14  
[2] 上海市教育科学研究院.上海2012年国际学生评估项目(PISA)结果[BD/OL].

<http://www.cnsaes.org/homepage/html/researchnews/10102.html>

- [3] Muller R A. Physics for Future Presidents [M]. New York, London: W. W. Norton

& Company, 2008

- [4] Muller R A. Energy for Future Presidents [M]. New York, London: W. W. Norton & Company, 2008