

• 科学家论教育改革 •

关于教育科学的基础理论

钱 学 森

编 者 的 话

教育改革已成为迫切需要解决的战略性任务。为促进教育改革,本刊从本期起开辟“科学家论教育改革”专栏,刊载自然科学、技术科学和社会科学专家、学者有关“三个面向”与教育改革的论文。这将对建立具有我国特色的社会主义教育体系、发展教育科学也具有重要意义。

邓小平同志一九八三年九月为景山学校题词,用很简练的语言概括我国当前教育事业的要求:“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”。他在建国三十五周年天安门广场庆祝典礼上的讲话也明确了“要大大加强科学技术研究工作,大大加强各级教育工作,以及全体职工和干部的教育工作。全党和全社会都要真正尊重知识,真正发挥知识分子的作用”。这些话都是党中央的方针和政策,充分阐明了教育的重要性。根据党中央的这一精神,也有领导同志提出:按现在世界的形势和我国的实际情况看,我们面临的是一场“知识战”、“智力战”。

听了这些话,使得我这个科技工作者感到着急,我国的教育事业该怎么办?因此,虽然在回到祖国的二十九年中,我几乎没有做过学校教育工作,也想作为外行,讲讲我的点滴感受和想法。它们是不成熟的,很可能有错误,写出来,为了参加讨论,求教于同志们。

—

尽管新中国成立三十五周年来,教育事业取得了很大成就,但我仍感到我国的教育问题是一个十分紧迫的问题:

我国现在还有两亿多文盲和半文盲。

听说我们现在有教小学生记生字的办法是在家庭作业中要每个生字写一千次,小孩子天天搞到晚上十一点才能睡!小学生作文,老师规定格式,分几段,每段内容,少一段老师不给分;小学生作文也成了封建取士的“八股文”了。

我也知道有一位初中生在吃晚饭时向他的父亲说他想自动退学,自学成才,因为学校教学的一套,他受不了了。他父亲只好用一个晚上说服这位初中生。

我也曾到一所重点高等院校去听课,一堂课是高等数学(微积分),一堂课是随机过程数

学，都是两节相联的课。我听了之后，感到教师讲的太繁琐，连习题也在课堂上讲，有的学生连笔记都不记！课后我找两位教师谈，我说两节课，改成一节课就行了，留下习题让学生自己思考去做，教学效果会更好些，而上课时间也减少了。我说“这不是很好吗？”两位教师说他们同意我的意见，但不能照我们认为正确的方法去办，因为那样办，有些学生会不习惯，是灌惯了改不过来了，就会向教师提批评意见。“条子”多了，教务部门不察，就会影响教师评职称，提级别！这是落后阻挡了前进，不准前进！

在解放前，我国民不聊生，教育事业十分落后，但也有几所名牌大学，如北京大学、清华大学、交通大学等的教学质量是好的，这些名牌大学的毕业生到美国的名牌大学，如哈佛大学、麻省理工学院、加州理工学院去读研究生是照例许可，不必再经过考试。这是因为这些学生学习成绩优异，比美国人强，从而建立起中国人的信誉。但现在好象变了，我们的大学毕业生到美国，有的要经过考试，再补课，才能进美国的研究生班！

而我们自己的研究生呢？知识面窄，只一心钻在写毕业论文上，外文水平比较差，不习惯看外文参考图书，这又反过来使他们扩展不了知识面！

现在四十多岁的教师呢？他们之中有的是副教授了，是我们这些人的接班人呀。他们之中的一部分是十分优秀的，报纸上常常表扬他们的事迹，读后令人得到鼓舞。但也必须说，四十多岁的教师中的大多数也深受“十年浩劫”之害，因此知识面很窄，外文阅读能力很差，这都使他们缺乏高瞻远瞩的见识。

以上我从小学教育讲起，一直讲到大学、到研究生、到中年教师们，描述了一幅令人担心的情景。这是虚构的吗？虽然我但愿错了，可是我放不下心呀！

二

担心着急的人看来决不止我一个。那么有什么办法？有什么科学的办法，也就是可靠的办法，合乎事物本身规律的办法？我看以前在我国教育界奉为大师的苏联凯洛夫^①似乎不能回答我们的问题；反之，也许就是因为我们的受了凯洛夫的影响而吃了亏。

我们知道的第一位提出要搞“教育工程”改革教育工作的是敢锋同志^②，早在党的十一届三中全会前夕，他就试图把自然科学中的一些物理学概念套用到人的教育工作中来。意图是好的，但人的思维过程和学习过程毕竟远比机械物理过程复杂得多，有它们自己的特殊规律，强行套用物理学概念不见得会成功。后来敢锋同志好象也没有把这一想法继续发展下去。

一九八三年六月，我国在广西南宁举行了创造学学术讨论会，并邀请日本创造学家村上幸雄先生参加，开始了我国创造学的讲习和研究^③。日本的创造学是与又一门所谓“发明学”^④有关的；发明学是想教人如何去发明，搞能够取得专利权的发明，而创造学的范围更广一些，讲解一切领域内的发明创造该怎么搞。发明学和创造学都比“教育工程”前进了一步，承认人的智力发展不是一个简单的机械物理过程。但这些专家们都讲：如果你要发明，要创造，那就请你按下述条款办，一、二、三、四、……。创造真的如此简单吗？如果如此简单，那教育工作也好办了，教育不也就成了去学会作这一、二、三、四……了吗？学生不会，就叫学生去念呀，记呀，背诵呀。教育能这样搞吗？我看不能。这样搞会适得其反的，这是把培养一个人的智力同教会人一项技艺这两件不在同一等级上的事混在一起了。学一项简

单的技艺，例如学讲一种外语，讲到外国人能听懂，可以用这种强行灌输的方法。外国期刊上这一类包教包会的广告很多^⑤；但没有包教出诺贝尔奖金获得者的广告！就是讲外语，能说到使外国人听懂是一项技艺；但要讲外语讲得达到文理优美，有风趣，那就不是一项简单的技艺，是文化教养的问题。

由于以上认识，江西南昌师范学校徐章英同志就提出要以生理学、脑科学、心理学，特别是思维科学为基础，创立智力开发的工程-智力工程^⑥，江西省科协副主席李忠显高级工程师也以智力工程为题发表了很全面的意见^⑦。我一方面认为这是看问题的正确方向，教育工作的最终机理在于人脑的思维过程；但我又以为智力工程包括的范围太广了，从机理一直到教育工作的实施，连教育工作的组织、计划、管理都在内了。而教育工作的组织、计划和管理是一项可以应用现代组织管理技术——系统工程的工作，也就是我称之为教育系统工程^⑧的技术。教育科学中最难的问题，也是最核心的问题是教育科学的基础理论，即人的知识和应用知识的智力是怎样获得的，有什么规律。解决了这个核心问题，教育科学的其它学问和教育工作的其它部门都有了基础，有了依据。没有这个基础理论，其它也都难说准。研究智力工程应该先集中研究教育科学的基础理论。

三

怎样研究教育科学的基础理论呢？徐章英同志看问题似乎比较单纯，她认为不是有心理学吗？还有心理学的基础脑科学吗？这不是在近二十年来有了很大发展的学科吗？徐章英同志还寄希望于刚提出来的思维科学。我想人脑的活动的确表现为思维，人脑是思维的物质基础，思维科学最终要靠脑科学来阐明它的机理。但那是“最终”，不是现在。如果现在就要用脑科学来阐明思维，那只有等待，成了无所作为了。但这是不必要的，人的思维过程已有大量的观察结果，是宏观的观察，不是深入到神经元的微观观测。为什么不从宏观观察开始？完全可以嘛，这样我们就能立即开始动手，研究思维科学而不必等待脑科学的成果。这就好象化学家远在原子物理、基本粒子物理搞清原子结构、搞清原子核结构之前，就研究分子结构及其性质了；相对于原子、原子核，分子是宏观的，化学家是从宏观开始的。思维科学也要从宏观开始，这是实事求是的科学态度^⑨。

但对教育科学的基础理论来说，思维科学又象是微观的，更深入到机理的学问。如果思维科学已经建立起来了，而不是它处于目前的草创时期，那我们也许可以用思维科学来建立教育科学的基础理论。但实际并非如此，人的个体思维过程中的三种，只有一种中的一部分即抽象（逻辑）思维中的逻辑思维研究得比较清楚，这一种的另一部分，即辩证思维还未掌握其全部规律。个体思维的其它两种，即形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维的规律还未掌握。至于对教育工作有重要作用的人与人的思维相互作用，即“社会思维”，也没有掌握其规律（以上俱见注九）。因此从目前思维科学的发展情况看，要从思维科学引出教育科学的基础理论也是不现实的。

怎么办？只有再进一步“宏观化”，从人受教育过程的本身开始，从古今中外的教育经验中总结。这里说的教育经验包括学校教育的经验，社会影响或社会教育的经验（其中有家庭影响、家庭教育）；而从孩子一生下起，直到人的老年，一生的全过程都有教育经验。这里说的经验当然包括成功的经验，也包括失败的教训。古今中外，事例千千万万，记载在汗牛充

栋的典籍图书之中，材料十分丰富，怎么不能总结出教育科学的基础理论来呢？

也许有同志会问：你说材料丰富，能总结出教育科学的基础理论，为什么那么多年了，却至今还没有人总结出这个理论呢？我现在回答这个问题。我们能办到，由于以下原因：

第一，我们有马克思列宁主义、毛泽东思想这个最锐利的武器，我们有马克思主义这个一切科学技术知识的最高概括和指导一切科学研究的原则。辩证唯物主义以及它的基础，自然辩证法、历史唯物主义、数学哲学、系统论、认识论、人天观、军事科学、美的哲学构成现代化的马克思主义哲学体系^⑩，用它就能帮助我们在材料千头万绪极端复杂的情况下，分清表象与本质，找出条理来。在以前，这是不可能的。

其次，现代科学技术毕竟有了很大的发展，即便如前面讲的，它还不能直接为教育科学的基础理论提供构件，它却能为我们总结经验提供许多极为有用的线索。例如人的才能是先天的还是后天的？有教育所无能为力的吗？当然有：有极少数幼儿，大脑有损伤，那就不是教育所能完全补救的了。此外也有遗传的因素，但不会有很大影响，只要是人类，各民族之间的差异是微不足道的。过去有那么一些人热衷于夸大民族之间的智力差别，把“智商”（I. Q.）测试结果说成是证明了民族智力的不同。现在已经越来越站不住脚了，智商已被看作是教育结果的评定^⑪而不是什么先天的遗传因素了。既然如此，一个民族中，先天遗传因素的作用也是不大的。皮亚杰（J. Piaget）等儿童心理学家的研究更明确幼儿一生下来，大脑还远没有成长起来，是儿童在生活中接受外界刺激后才逐渐发展的。外界刺激就发生在教育过程中，所以教育不是从幼儿园开始的，教育是从婴儿开始的。这个认识对我们总结教育经验是有重要意义的。

又如人的思维是从语言开始的吗？从前人们常说语言是思维的工具，所以语言先于思维。现在对形象思维的研究说明只是抽象思维靠语言，形象思维不靠语言，形象的感知是只可意会，不可言传的。幼儿心理学也证明形象思维先于语言，也先于抽象思维^⑫。这就说明形象思维在教育工作中的重要性。形象思维教育可以通过文学艺术的欣赏来实现，所以教育中的美育是重要的。

有了上面讲的两个理由，我认为我们现在应该有信心从古今中外的教育经验中总结出教育科学的基础理论——教育过程的客观基本规律。当然，在这个总结经验的过程中，如果脑科学、心理学，以及思维科学有什么新发现、新成果可以利用，那就更能促进这项工作。

四

前途如何？我们能总结出一套指导教育工作的基础理论，从而大大改进我们的教育工作，培养出工作能力和创造能力很强的新一代人，由他们来担当世界范围“知识战”、“智力战”的主力部队吗？我认为一定可以。理由是：如前面章节中讲的，人的才能主要靠后天培养而不是什么先天就有的天才，既然古今中外都有一批才能卓越的人才，他们也是他们所经历的学习环境所教育出来的；只要掌握了他们之所以才能出众的规律，有几个就能有一批，有一批就能有一大批，以至成千上万！这是过去历史所提供的论据。关键在于掌握教育科学的基础理论，把个别推广到一般。

从我个人的实践来说，对此我也是乐观的，因为我之所以有今天，当然是由于党和人民的培养，但这与我在旧中国二十四年所受的教育，从幼儿园、小学，到初中、高中，到大学，

也有很大关系。旧中国国家多难，人民处于水深火热的灾难中，但我这一段所受的教育却是一个小小局部现象，情况比较好，特别是中学。

二十年代的北京师范大学附属中学有个特别优良的学习环境，我就是在那里渡过了六年，这是我一辈子忘不了的六年。当时这个学校的教学特点是考试制度，或说学生对考试形成的风气：学生临考是不作准备的，从不因为明天要考什么而加班背诵课本。大家都重在理解不在记忆。考试结果，一般学生都是七十多分，优秀学生八十多分。就是说对这样的学生，不论什么时候考，怎么考，都能得七、八十分。这个学校的教学内容也很深刻和现代化。我还记得高中一年级时几何老师是傅仲孙先生（当时他还是师大数学讲师，新中国成立初年任北京师大副校长）。他说：他讲的道理是纯推理，得出的道理，不但在教室里如此，在全中国也如此，不但在全中国如此，全世界也如此，就是到了火星，也还得如此！他是把逻辑推理讲得透澈极了，而且也现代化。举例说，化学课，在二十年代就讲化学键是由原子外壳层电子形成的，八个电子成闭壳，等等。这个学校的高中分两部：一部是文史部，二部是理工部。我在二部，正课和选修课有大代数、解析几何、微积分、非欧几里得几何；物理学（用美国当时的大学一年级课本）；无机化学，有机化学，工业化学；英语，德语；伦理学。伦理学课是由学校校长（称主任）林励儒先生（新中国初期任国家教育部副部长）教，明确道德规范是因社会的发展而演变的，这不也是现代化了吗？化学试验课比较丰富，但也有当时的困难，试剂不纯，滤纸是穷办法，用北京冬天糊纸窗的“高丽纸”！此外，音乐、美术课学校也是重视的，我们的美术老师就是不久前去世的国画大师高希舜先生。

由于我有这样一个中学的基础，当我进了上海交通大学，第一年学不到很多新鲜东西的。但这个大学与师大附中不同，考个八十多分不算好学生，得考九十五分以上才行。所以我的功用在于背诵上去了，以应付考试。我是在机械工程系的，第四年是专业课，我学的是铁道机械工程。因为在旧中国，国民党政府不搞工业建设，工程教课实际不易开展，所以第四年也有点放羊，学习并不很紧张。因此我在上海交大四年中，只有两个学习年收益比较大。

我讲了这样一大段自己在旧中国受教育的经历，是为了说明实践证明能做到的事：六年小学和六年中学可以达到现在高等院校一年到一年半的学习水平。所以如果要培养在某一专业领域内能实干的人才，大学不要四年，有两年就可以了。这就是两年制大学专科。四年制大学可以是培养有开发科学技术的能力的人才，达到的水平相当于现在我国硕士。这不是一个很大的进步吗？而这还没有用将来会总结出来的教育科学基础理论，没有用更高明的教育方案。所以我是乐观的。

五

在这一节里，我想绘制一幅本世纪末我国教育事业的草图。到本世纪末，我国大概有十二亿人口。根据我国第三次人口普查10%抽样结果，四十岁以下的人口流，即每年进入一个岁数的人数（也大致等于长了一岁而走出这个岁数的人口数）大约是2000万。到本世纪末，我国如果普及小学教育，这就是每年入学和毕业的小学生；在校小学生一共1.2亿。

只有小学教育工作还不行，这每年毕业的2000万小学生有一半要进职业学校，三年毕业。每年1000万，在校学生3000万。其它一半进初级中学，每年也是1000万，在校初中生3000万。

初中毕业的学生，每年有1000万，其中多一半，可能是600万进中等专科学校，三年毕业，在中专学习的学生是1800万。还有400万进高中，三年学习，在高中的学生是1200万。

每年有400万高中毕业生，其中多数约300万进大专，两年毕业，在校学生为600万。

另有100万高中毕业生进高等院校，四年制，在校学生400万。

以上只是大致情况，不算细节，如择优录取和类别之间的调整等。这样在校学生一共有2.2亿。即便因采用现代化电化教学，大大节省教师力量，教这2.2亿学生也要有大专或大学（硕士）毕业水平的教师大约2200万人。由于技术进步而需要对在职工作人员进行再教育，这还没有计算在内。所以大学（硕士）毕业水平的教师总得在1000万以上。

我以前曾建议：到2000年，我国干部的文化水平都要是大学毕业的^⑩，而现在我国已有约2000万干部，将来还要增加。所以加上大大扩充了的教师队伍，全部大学毕业水平的工作人员将近4000万。以每人平均在位工作40年计，每年需要补充新大学毕业生100万。这个数字和上面方案的数字相符。

这样一个教育体系估计每年经费将近1000亿元，比目前增长十倍左右。但这是二十一世纪所必需的。当然，可以多方集资办学，这1000亿不必都由国家财政支出。

在以上各节里，我试图陈述我对改革我国教育事业的意见。我认为我们应该从根本问题，即教育科学的基础理论做起，不要简单地引用别国的现成经验，这才是马克思列宁主义、毛泽东思想的做法。从古至今中外千百年来经验总结出基础理论很不容易，但想到这是二十一世纪的大事，再费气力也是应该的。这需要大力协同，不只是教育工作者的事，社会科学家要参加，自然科学家也要参加。请国家有关部门来领导这一攻关吧！

攻关的结果将导致一场我国教育事业的大改革。

注释

① 凯洛夫：《教育学》，人民教育出版社，1953年第三版。

② 耿镭：《讨论教育工程》、《再论教育工程》、《三论教育工程》，《光明日报》1978年8月12日，1978年10月26日，1979年3月1日。

③ 见《创造学动态》1984年1期。

④ 川口寅之辅著 马泉、张维彦译：《发明学——创造新技术的思考方法》，专利文献出版社，1983年。

⑤ 如美国高级科普月刊《Scientific American》1984年7期87页，或该刊1984年8期5页。

⑥ 徐章英、顾力兵：《智力工程初探》，1984年2月南昌智力工程座谈会论文。

⑦ 李忠显：《智力工程初探（讲话稿）》，1984年2月南昌智力工程座谈会论文。

⑧ 钱学森等：《论系统工程》湖南科学技术出版社，1982年，180页，206页。

⑨ 钱学森：《大自然探索》1985年1期。

⑩ 钱学森：《现代科学的结构——再论科学技术体系学》，《哲学研究》，1982年3期，19～22页；同⑧296～304页；又钱学森：《系统思想、系统科学和系统论》，《系统理论中的科学方法与哲学问题》，清华大学出版社，1984年4～29页。

⑪ James Flynn, 《New Scientist》, 1984.4.5, Vol. 101, No. 1401, PP. 29—31.

⑫ 王南：《论形象思维的普遍性》，《求是学刊》，1984年2期，15—24页。

⑬ 钱学森：《评“第四次世界工业革命”》，《世界经济导报》，1983年10月10日（156期）2版。