

第一部分

基础

引 言

在科学教育中，如果要想在政策上和经济上制定公平的决策，实际上是一件困难的事情，因为其中存在种种原因。如何能够通过各式各样的地方选民去影响国家、州以及当地的政策制定者，这是其一。缺少各地区之间的公平立法协议，这是其二。从长期的趋势来看，很难制定能够导致真正公平的良好决策，因为，所需的有关数据和研究实在是太有限了。“2061 计划”是针对所有学生应具备的科学素养而制定的，并为此目标而制定相应的标准和期望值。已获成功的多项计划实例表明，就有关方面的意愿和必需的资源而言，这个目标是可能达到的。

有时，政策和经费如光随影形影不离。两者通常存在因果关系，经济来源即使不属于决定性的，通常也是颇有影响的。如果考虑到正常的教育原则，学校董事会所制定的各种政策方面的决策，大多是要降低学生与教师的比例、延长学年或增加课外活动，这些都会大大增加年度预算额。对于同一个学校董事会而言，如果面临巨额预算赤字的威胁，它为了维持正常的财务状况，就不得不提高学生与教师的比例、缩短学年或减少课外活动。

在实践中，政策和经费之间的相互影响，肯定不是一件简单的事情。它们之间的相互影响，并不总是那么明显。举例而言，既不能肯定一项教育政策的决策能够产生多少兀的价值，也不能肯定一项预算的决策能够产生多少教育的价值。但是有一点却完全可以肯定，这就是，一项政策上或经费上的决策，很难会对所有的学生产生同样的影响。在美国，人们一直在呼吁教育要公平，但这个目的始终未能达到。要使所有的公民具有同样的科学水平，这种设想是否能成为现实，完全要取决于今后政策上和经费上的决策考虑得有多周密。面对政治上

的多元化，以及决策上的分散化，这种前景真是有些令人气馁。看来，美国的教育制度一定要具有一定的本国特色才行。

人们对教育的正确形式和质量进行系统性研究，以便形成教育的政策和实践。对教育的各个方面进行研究和思考，其基础应当尽量着眼于对未来的乐观希望，而不是根据无可否认的以往的悲观事实。当前的教育研究，只是描绘出教育中的成功与失败以及困难与机遇，但是，它显然未能围绕科学素养这个中心思想而建立一个明确的研究日程表。这种研究日程表的一种重要特性是，它应当是跨学科性的，这不是指其内容，而是指其研究方法。教育研究作为一种相对较新的学术领域，在这方面还只是刚刚出现一批开创者。定性方法已得到越来越多的应用，这有助于教育研究与课堂实践之间的协调一致。但是，要想找出一些能使研究人员和教员相互接近和更积极配合的有效途径，其前景可以说满布荆棘和富于挑战。

在后文的“公平”、“政策”、“经费”、“研究”等各章中，大多只说明其本身的内容，而未阐明其间的相互关系。但是，读者阅读这些章节还是有益的，可以注意其中所含的相互联系，并将其中所未说明的联系自行列出。以下所列的各项问题，是针对相互联系而提的。我们之所以要提出这些问题，是想和读者进行对话，使读者对各章的议题获得更深的了解，而不要求读者对其褒贬。其中有些问题，似乎可以从某章中直接得到答案，而另一些问题则无法直接得到答案。无论属于其中哪种情况，在您仔细阅读各章之后，我们再一次请求您，把您所提出的各项问题通过电子邮件地址 blueprints@aaas.org 通知《科学教育改革的蓝本》新闻室（Blueprints News Room）。

公 平

1. 公平的机会会有无可能保证得到公平的结果？应当用什么方法来衡量机遇？应当用什么方法来评估效果？有关机遇与效果之间的关系，在《研究》一章中有哪些叙述？

2. 在美国教育制度的特点中，有哪些是公平的机遇和效果的最大障碍？其中有哪些是最易于改进的？

3. 在现有的经费资源分配不公平的情况下，能够做到使人人都具有相等的科学水平吗？公平的经费分配，能够实现真正公平吗？在提供公平机遇时，是否有某些资源比其他资源更重要？

4. 在科学和数学方面，有哪些学生群体更需要帮助？他们的需要都相同吗？相同的教学政策、相同的支援政策、相同的组织政策，能够同样好地为他们服务吗？他们需要同样比例的投资吗？

5. 在承认个人差异和文化差异的前提下，怎样才能达到共同知识水平的一组目标？需要新的教学设备和教学方法吗？我们怎样才能使所有的学生都达到高标准的期望水平？

政 策

1. 在政策决策中，如何体现“为所有的学生制定一组高标准的知识水平”以及“注意到个人差异、社会经济差异和文化差异”等要求？在制定这些决策时，有无可靠的教育研究作为依据？

2. 制定政策决策时，是否要分为联邦政府、州、地区、学校和课堂等层次，有无可能制定出相互协调一致的政策，而不是出现相互冲突的政策？

3. 如果制定政策决策的权利由国家政府这一级下放到州政府、地区和个别学校等多个级别，那么，到底由哪一级来负责保证教育的公平性呢？制定对教育公平性有影响的州级政策和地区政策时，如何在财源的权利和法庭的权利之间取得平衡？

4. 州级教师培训的各个机构以及各地区的各种政策（如雇用、工资、专业发展机会以及任期等），都会影响教师的质量，那么，如何才能改进这些政策呢？如果要改进这些政策，需要花多少钱以及由谁来承担这些费用？州或国家是否有某种政策，可供改进城市或边远山区学校的高质量教师的分配？

5. 是否存在能够影响教育政策的专业协会或联合会？如果有这样的组织，它们的影响是加强改革呢还是阻碍改革？尤其应该关注的是，这些组织是否能够推动教育的公平性？

经 费

1. 促使所有的学生都具有科学素养，并将此列为最优先的政策，那么，采用这些政策会耗费多少经费呢？对于将来可能从事科学事业的人或可能从事与科学有关领域的人，这些政策会产生什么样的效果呢？需要什么样的教育研究来回答这类问题呢？

2. 对于科学和数学教育（或任何其他学科）而言，如果钱怎么花要比花多少钱更为重要的话，那么，为了指导用好现有的经费，是否存在以研究为基础的某些原则？为了估算投资的下限，在这方面是否有什么基本原则？

3. 改革所需的经费是否会成为一种额外的费用？或者，它仅是现有经费的重新分配？是否存在这样一种学问，它可以为决策提供依据，以便指导如何分配各项改革费用，如：重新培训教师、为教学提供较好的设备、提高技术水平、重新安排组织结构以及教育系统的其他方面？

4. 为了进行教育改革，拨款政策的制定可以通过哪些形式？例如，国家机构、州机构、慈善基金会或建立某种新形式。怎样才能使拨款政策变得效率更高一些？各拨款者之间是否需要协调一致？能做到协调一致吗？

5. 是否采用了经济刺激的方法，以鼓励各州和各地区使用自愿的标准？这种经济刺激的费用需要花多少钱？由谁来负担这个费用？为了能够得到各州和各学区的积极响应，有没有其他的刺激方式？

研 究

1. 考虑到整个美国教育企业的总费用是有一定数额的，国家究竟应该在教育研究方面投资多少？在研究如何提高知识水平和研究政策课题时，两者之间应该怎样取得平衡？在研究如何扩大基础知识和研究如何协助解决迫切问题时，两者之间应该怎样取得平衡？在研究教学、政策与经济等决策和研究如何决定这些决策效果时，两者之间应该怎样取得平衡？

2. 采用什么样的政策，可以使现有符合科学标准的研究机构现状

由过于分散变为较少分散？采用什么样的政策，可以保证在尽量长的时间内带来有用的知识？是否需要一个研究日程表？或者，不管那些富于创造性的研究者正在着重研究什么课题，只要他们的研究是针对教育研究中的系统知识就行，是否有某种支援政策能更好地为他们服务？

3. 在以各种标准为依据的改革目标所进行的研究中，如何才能强调学术和政策上的公平性？通过这种研究所得到的学问，是否有可能得到较广泛的应用？

4. 这种学问创造出来之后，怎样才能影响教育政策和教育实践？对于教师、教学设备的设计者、管理人员以及教育系统中的其他人员而言，需要接受什么样的培训，才能使他们理解和应用这种学问中的各种创见？

5. 在强调长远观点的教育研究时，怎样才能赢得研究界的支持，并同时使他们得到鼓舞？在一项教育研究中，怎样才能揭示人们从儿童到成年的学习水平成长的整个过程？他们对于重要问题的理解能力是怎样得到发展的？一项教育研究，怎样才能将学习、教学、教学设备、评估等知识综合为一体，使得所有的教育工作者都能利用这种学问？

第一章

■ 公 平^①

对于教育改革者来说，其中心问题是，要使所有的 K-12 年级学生从幼儿园到高中毕业都感到科学是能理解的、容易接近的，甚至是乐趣无穷的知识。所有的学生都希望达到某种程度的阅读水平和数学水平。事实正好相反，科学一直被人们认为是少数人的私有领域。甚至到了今天还有人认为，大多数人充其量只能学习科学，而不能从事科学事业（Shamos, 1996）。

本章要探讨对不同群体学生的科学教育的含义。这些学生并不能代表从事科学事业或从事与科学有关事业的各阶层，他们尚未达到较高的科学水平，他们在进入合适的科学环境方面还存在一定的困难，他们也比不上现在那些已经塑造成形的热衷于科学的学生。此外，本章还考虑了那些受到很好的科学传统教育的学生群体，并力图评估科学教育改革将会对他们产生何种影响。

本章有三个目的：对美国学校的 K-12 年级科学教育的公平性进行描述、讨论和分析；对科学教育改革如何冲击某些阻碍其公平性的事物进行预测，并对阻碍公平性事物反过来会影响科学教育改革的可能性进行预测；为科学教育改革制定近期和长期的奋斗目标而提出一些建议，这个目标就是，要使全体美国人都能具有科学素养。

现状：人口统计数据 and 科学教育趋势

美国人虽然都承诺机会均等原则，并深信民主的核心就是公平原

注：① 本章所引用的数据取自 *Indicators of Science and Mathematics Education 1995* (National Science Foundation, 1996), *1995 Digest of Educational Statistics* (National Center for Education Statistics, 1995), and *The Condition of Education 1996* (U.S. Department of Education, 1996)。

则，而与这种承诺同时并存的，却是另一种明显的现象，即美国人中的某些群体要比其他群体更有可能参与科学活动。说得直率一点，人们虽然有着最良好的愿望，但教育中存在差别，却是不可否认的现实，而且，这种差别还相当大。本章所提供的一些问题（如墨守成规和缺少资源等）实例，虽然是属于某些人群所独有的，但是，这些实例中的大多数，却蕴含着更广泛的意义，因此，有必要对此进行讨论，以便实现科学教育中的公平性。各种人群确实是不相同的，而且，某些个别人也会与其所属的群体有着差异。但是，相似的问题和可能的解决方案，却常常能适用于许多不同的人群。

性别 有大量的证据表明，与男性相比，女性可能更难于进入应用数学、物理科学、工程学等专业领域。在高中时，这种性别的差异已经变得显而易见了，进入高等院校后，这种性别的差异尤为明显。例如，女性获得工程和物理学学士学位的比例，虽然在前十年中确实有所增加，但是，女性在这些领域内的比例仍然过低。这是因为，社会力量和个人信念在维持某些差异时，仍然起着重要作用。

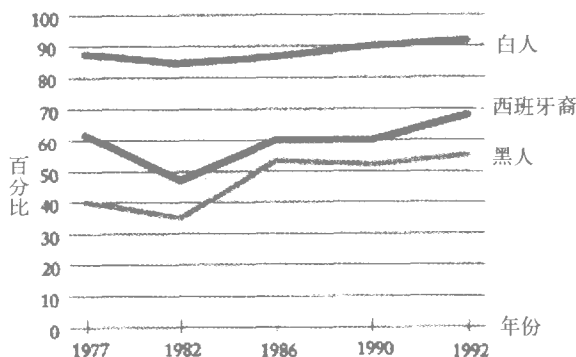
美国黑人学生^① 在过去十年中，与白人学生和亚裔学生相比，美国黑人学生、美籍西班牙裔学生以及美国印第安裔学生，在科学和数学方面的学习成绩已出现较大的提高。但是，这种提高的绝对数量还是比较少，各类学生群体之间在科学和数学成绩上的差距仍然相当大。

美籍西班牙裔学生 “西班牙裔”一词，一般是指说西班牙语的多民族，其中包括美籍墨西哥族，他们好几代都生活在美国，并且只会说英语；新近来到美国的某些国家（如萨尔瓦多）难民，他们可能不会说英语，而且似乎很少受过正规的学校教育。西班牙裔学生数量是近年增长最快的。在过去十年中，美籍西班牙裔学生获得科学、数

注：① 本章使用了美国联邦政府所制定的关于许多民族群体的术语。例如，“美国黑人”一词，其含义是包含一切美籍黑人在内，而不是专指“美籍非洲人”，因为，许多加勒比黑人和非洲黑人是以他们所属的国家来和别的黑人相区分。“西班牙裔”一词，则包括了许多国籍和许多文化背景的西班牙裔人。但是我们认识到，按照个人和群体本身的意愿而不是按照给他们贴上的某种标签来定义这些术语，这一点也是很重要的。我们所使用的这些术语，只是为了叙述方便，而不是有意把这些具有重要的个别特点的群体硬性归并为一类。

学和工程学等大学本科学位的数量，已有某种程度的增长，但与其他群体的学生相比，其相对比例则毫无变化，这一群体的学生，在与科学有关领域中的比例，仍然极低。

美国印第安裔学生和阿拉斯加裔学生 美国印第安人和阿拉斯加人在全美人口中的比例只占 1%，但是他们却分为 500 多个部落，讲 200 多种不同的语言。在高等院校中，美国印第安裔学生和阿拉斯加裔学生的退学率，要比其他群体学生的退学率高。他们存在贫穷问题和



对数学能达到基本掌握或较为熟练的 17 岁学生各种群体的比例

来源：Mullis, I.V. . et al.(1994).*NAEP 1992 trends in academic progress* (Report No.23-TR01). Washington, D.C.: National Center for Education Statistics.

严重的健康问题（如酗酒、自杀和意外事故），他们的这些问题，所占的比例在美国各人种中属于最高之列。在 K-12 年级中，如按科学成绩和数学成绩来衡量，美国印第安裔学生所占的比例要大大低于白人学生和美籍亚裔学生，但要比美国黑人学生和美籍西班牙裔学生为高。美国印第安裔学生和阿拉斯加裔学生获得各科学领域大学本科学位的比例相当低。

美籍亚裔学生 美籍亚裔人通常一直被形容为“模范少数民族”，他们被特别定性为“具有数学和科学天分的人群”。但是，他们就像其他群体一样，采用“美籍亚裔人”这个笼统含义的术语时，还

想到其中又可分为不同的亚群体，如：菲律宾裔、华裔、朝鲜裔、日本裔、东南亚裔、太平洋各岛裔、南亚裔以及亚洲其他种族人。这些亚群体的人们，在数学和科学方面的表现，是存在相当大的差异的。第二代和第三代的美籍亚裔学生，在数学和科学方面的成就，与白人几乎没有什么差异。1990年美国人口普查 U.S. Census 数据指出，美籍亚裔人仅占美国总劳动力的 3%，但他们竟占美国自然科学家和工程师总数的 7%，他们和白人一样，都在专业性职位上占了很高的比例。

1991 年授予科学或工程学学士学位的人数比例

美国人种	数量	百分比
白人	303532	82.7
黑人	23170	6.3
西班牙裔人	17021	4.6
亚裔人	21628	5.9
美洲土著人	1594	0.4

来源: National Science Foundation (1996). *Indicators of science and mathematics education 1995*. Arlington, VA: Author.

残疾学生“残疾”一词包括下列各类：学习困难；语言障碍；智力障碍；严重的精神紊乱；听力障碍；视力障碍；身体畸形；健康障碍（包括注意力不能集中、父母滥用药物所致残疾、外伤或疾病所致残疾等）。目前，大约有 12% 的美国学童患有 一定的残疾，其总数近 500 万人。伴随残疾识别方法的进步，残疾学生的总数正在增加之中。残疾学生通常可分为两大类。其中第一类约占 1%，他们都在一定程度上患有身体残疾（例如，身体畸形、视力障碍或听力障碍），其余的 99% 都可归为第二类，这些残疾学生表现为，或在认识能力上有困难，或个人内心与社会有冲突，或在智力上有障碍，这些都影响了他们进行正常课堂活动的能 力。

目前，大约有 12% 的美国学童患有 一定的残疾，其总数近 500 万人。

所有的残疾学生，都有可能具有科学方面的潜力。但是，教育工作者和整个社会似乎都认为残疾学生缺少才智，人们的这种偏见，已成为影响残疾学生取得科学成就的最大障碍。例如，残疾人不能很好地表达自己的思想，因此人们就认为他们没有能力学懂科学，也无法从事科学事业。未来的技术进步和先进设施的出现，很可能会改善残疾儿童的学术表达能力。但是在目前，有 50%~60% 的残疾学生未能学好一门或多门功课，他们在科学和数学方面的表现也比其他功课逊色。这种情况也反映在，他们的教育成绩测试 (Scholastic Achievement Test, 简称 SAT) 得分较低，其他测试成绩的得分也较低。但是这种差距并非不可逾越，因为，据说 8% 的大学本科生物都有一定程度的残疾。残疾的种类和范围有着很大的差异，有残疾的人要想获得学术成就，也许会受身体残疾的影响，也许不会。事实证明，有许多残疾学生在学校中的表现显然胜过常人，他们也能够接受较高的教育。

英语初学者 如果不考虑性别、种族和各种残疾，则“精通英语”是学习科学的必备能力。有近 700 万儿童，原来把英语作为第二语言 (English as a Second Language, 简称 ESL)，或原来接受双语教育，现在，他们却要把英语转变为主要语言，以便符合学术英语的要求，可是，他们却在学说英语时遇到了种种困难。近 75% 西班牙裔和亚裔儿童的家庭是不说英语的。很少有教师能够在课堂上做到双语教育 (如英语和亚洲语言)。能够用印第安语和阿拉斯加语来讲授科学的教师就更少了。因此，双语学生在学习科学时，所遇到的困难就更大。

考虑到英语初学者，当今世界上的人们往往忽略了双语教学的好处。消灭母语，偏爱英语，这是一种早期的偏见，我们不应该再重复这种偏见了。学校应为学生提供说多种语言的机会 这是有好处的。既会说英语，又会说第二种语言，再加上数学和科学技巧，就能为人们提供无穷的机遇。英语初学者如果想在学校里获得成功，他们就应该了解这个事实。

课堂与社会经济状况 以上所说的各种族群体和运作中的各种定

义(例如“残疾学生”)只是反映了学生在学习科学时的某些方面。性别、社会经济状况、地理位置分布以及精通英语,它们都是相互影响的,而且也影响到学生的表现和学校对学生的期望。在这些变动因素之中,社会经济状况(socioeconomic status,简称SES)可能是影响最大的惟一因素了,它能够决定学生是否能在学校中获得成功。生长在低收入家庭的男孩中,只有12%能够攀登到社会的最高层,而69%只能留在社会底层(Kahlenberg, 1995)。这种顽固存在的社会现象,也反映在其他方面,其结果是,不同群体的学生在数学和科学教育方面出现了差距。

考虑到各群体在科学成就方面的各种差距,有三点可以说是最重要的:

(1) 在班级中应当避免无序竞争,这一点很重要。根据社会经济状况的背景来看,黑人、西班牙裔、美国印第安裔和阿拉斯加土著等学生的数量,实在不成比例。

(2) 必须区别对待学生的家庭背景和学校本身的社会经济特点,因为,各类学校的资源分配并非公平分配。

(3) 学生的成绩水平会受到学校所能提供的课程水平和类型的限制。如果学生并未学过某种课程,他们当然就无法掌握它。

对于残疾学生和有色人种学生而言,这些因素之中有很多都是互相冲突的。与社会经济状况较佳的学校相比,社会经济状况较差的学校往往在残疾学生班级中安排了多一倍的学生。这些社会经济状况较差的学校,在低程度的数学班组、特殊教育班组、智力障碍学生班组中,黑人学生往往比较多。

所需的变革:实行科学教育改革

影响教学的社会力量

在公众对公平性原则的支持和公众对于旨在帮助实现公平性的政策的支持上存在着一定的差距。使这一问题复杂化的是长期存在的美国人对顽固的个人主义观念的承诺,即期望任何人,无论其环境如何艰苦,都有通过自己的努力达到成功的道路。虽然人们承认群体障碍,

但是许多美国人支持这样的观念，即这些障碍可以并且应当通过个人努力来克服。

结果 如果个人似乎没有“抓住机会”他们的未能成功就可能会被看作是他们的“过错”。他们可能会被认为是努力不够或者是不具备达到成功的素质。在科学教育中始终贯穿着这种态度。例如，一个明文规定的趋势就是黑人学生、拉美和美籍印第安人学生少学几门科学和数学课程；白人和亚裔美籍学生则多学几门课程 [国家科学基金会 (NSF), 1996]。随着承诺人人需要科学和认识到代数和化学这样的入门课程对于未来学术成功的重要性，人们对这一问题的意识也日益深化。

社会态度、墨守成规和歧视是在科学教育方面最不公平的根本原因。只要这些观念仍然占据在就“公平问题”应当做些什么这一问题的主导地位，通过改革对于成绩欠佳和发挥欠佳的问题进行补救即便不是不可能的，也会是很困难的。相反，也许需要对思维和实施改革采取一种极为不同的方式。

目前，假定科学教育改革运动的基本前提是纠正下述弊端——正如当前规定的，课程中充满了相互无关的事实，其组织方式妨碍人们学习，它集中的知识既是过了时的，又与分享民主和包括工作环境在内的日常生活几乎无关。又假定教学重复地包括同样水平的内容，几乎不（或者根本不）向学生提供任何机会让他们感受正在学习的内容。任何人都理由脱离他们反感的活动——既不阅读教材，也不参加课堂活动，无视教师的存在，相互交头接耳，并从事更为有意义的活动。毫不奇怪，如果考试，这些学生将考得一塌糊涂。更有甚者，他们可能会径直停学科学课程。

如果上述现象是对学校科学课程不适当的合理反应，那么，问题就是：在学生当中，谁最可能有此行为呢？答案肯定是在有关科学的课程和职业生涯中成绩欠佳和才华未得到充分施展的那些群体——许多来自低收入家庭的学生；拉美学生、美籍黑人学生和印第安/阿拉斯加土著学生；有残疾的学生；某些女生和有某些异常的学生（这些类型的学生当然是不可避免的）与认为没有科学知识、冷漠或者某些

别的不适当看法形成的成见相反，也许这些学生一直在用一种可以理解的方式对改革运动当前已经意识到的那些东西做出反应。

如果上述分析是部分正确的，那么，它就至少意味着三点。第一，围绕成绩欠佳和发挥欠佳的谈论如果不是需要完全改变，也需要扩展，因为成绩欠佳也许是学校科学教育总体状况糟糕的早期告警信号。第二，研究工作需要更好地致力于某一具体群体的什么特点可能解释这些年轻人为什么会像他们目前这样行事。第三，科学教育方面的改革需要从这些学生开始，即抵触学校先前就学习科学课程所做出的各种努力的那些学生。这些学生很可能就是改革工作是否正确最佳试金石：课程的设置考虑到学生的理解能力了吗？课程与外部世界联系的方式同掌握科学的目标类似吗？教学真正建立在学生已经知道和理解的内容上了吗？科学课是所有学生生活的一部分吗？

科学教育上的改革需要从对于学校为学科学做出的努力早就心存抵触的那些学生开始

如果成见、陈规和对机会的限制确实隐蔽地或者公开地影响到谁就读科学课程，谁在这些课程中取得了成功，和谁将在同科学课程有关的领域中谋求职业的话，那么，为消除这些负面因素而设计的教育就应当表现出迥然不同的结果。的确有充分的证据证明情况确实如此。例如，从全女子学院毕业的女性和从历史上专门为黑人开办的高等院校毕业的美籍黑人的例外成功被很好地记录在案。像雅伊梅·埃斯卡兰特 Jaime Escalante 和尤里·特雷斯曼 (Uri Treisman)(1990) 之类的教育工作者的突出成就证明，高期望值和丰富的内容相结合，监视和注重个人需求和个人文化是有效的。卡瑟里 Casserly)(1980) 的关于在科学上有巨大成就的女性的著作找到了对于所有学生都会有有效的方式：招收有前途的学生，在课程安排上消除成见，教师在课堂上提供直截了当的鼓励，形成学生的关键性的素质，并形成培养社会团体对于科学的兴趣。

世界观和文化

学生进入学校时是带着各自的传统文化色彩的经历、知识和信仰

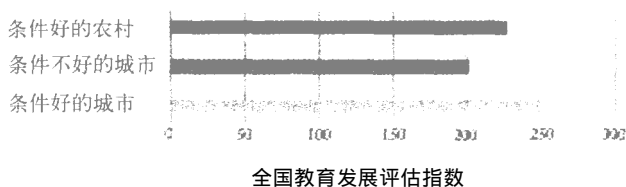
去接触学校的科学知识的，这种文化观和世界观方面的差异也反映在刚到美国的学生身上。例如，当老师从科学角度对飓风和龙卷风的形式作出解释时，学生却可能从其根深蒂固的宗教信仰或神话角度对这类现象作出另一种不同的解释，这就是说，在学校所教的科学知识和指导人们日常生活的信仰之间缺乏“文化连续性”。

这种对文化和世界观的观察分析有着多方面的影响。儿童的文化背景为他们学习科学知识提供一种起点。例如，许多来自其他国家的学生了解公制，因而能据此对其他国家的科学问题提出自己的看法。当对自然现象的科学解释与学生自己的价值相冲突时，重要的是老师应很好地了解这种冲突，并采取适当步骤解决。最后，科学教育者应阐明他们对这种文化多元化的观点以及这种多元化对科学观念在总体上的联系。

教育资源的分配

当对农村、郊区和城市的学校作比较时，在全国范围内它们所具备的资源相差极大。在美国的各个地区，甚至同一个州内，学校经费差别很大，从而影响为 K-12 科学学生所提供的资源（核准和合格的科学老师、专业发展的机会、学科材料、供应品和实验室设备，有关技术）。由于科学教育和资源紧密联系，这种条件上的差异在科学教育方面的影响更为突出。

实施科学教育改革的费用将是巨大的。由于科学教育改革依赖于资源，除非采取重大措施，否则学习科学的机会，尤其对低收入的学校和学生来说，将会进一步出现分层次的现象，在某些城市学校由于被认为不安全、不牢靠和长期滑坡而出现的危机更使这种局面复杂化。在某些城市学校内，即使在有经费的情况下，要改变科学教育也被证明是困难的，甚至是不可能的，因为城市学校的体系结构会允许学校把改革和资源吞没，只需简单地把这种改革和资源并入无效状态交易中即可。除少数几个例外，如联合重点中学、詹姆斯·科默中学 James Comer's schools 和快节奏学校计划，迄今为止，城市教育被证明几乎不可能进行改动，上述计划看来只在单个学校的基础上产生积极的



1992年平均的科学水平

来源：U.S.Department of Education, National Center for Education Statistics, National Assessment of Educational Progress. (1994, May). *NAEP 1992 trends in academic progress*. Prepared by the Educational Testing Service, Washington, D.C.: Author.

变化，而不是在系统范围内的变化（参见《蓝本》的《资料来源》部分关于这些计划的介绍）。

教育资源和技术

目前几乎没有人能说出需花多少钱装备一所学校才能教授改革过的科学知识。根据各学校现有资源的不同，所需费用会有很大的差异。有这样一种论点，为了能在不同小组间产生有效的结果，必需对某些学生提供不相同的输入，即对出身下层或低收入家庭的学生提供更多的资源。虽然这种观点可能是对的，但人们仍希望所有的学校在一开始就能提供像富有的学校目前所拥有的相同的资源。

对技术原则的深刻了解对于科学扫盲极为重要，在科学教室内广泛使用计算机对于学习来说也至关重要。许多白人和拉美的女孩对计算机的兴趣不如男孩强，而老师常把计算机看成男人的技术并认为它对女孩未来的职业没有多大意义，这种看法也使问题复杂化。此外，新的 CD-ROM 技术的市场主要是男孩，国际互联网（Internet）的绝大多数用户也是男性。对于美国黑人来说也有类似的趋势，他们使用家用计算机要落后于白人和亚裔。