

21 世纪科学教育书系

科学素养的基准

BENCHMARKS FOR SCIENCE LITERACY

美国科学促进协会 著
中国科学技术协会 译

“2061 计划”丛书

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE
PROJECT 2061

科学普及出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学素养的基准 / 美国科学促进协会著; 中国科学技术协会译. —北京: 科学普及出版社, 2001.6
(21世纪科学教育书系, “2061计划”丛书)
ISBN 7-110-05083-1

I. 科… II. ①美…②中… III. 科学知识—教育计划—美国 IV. G571.2
中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第24466号

Copyright ©1993 by American Association for the Advancement of Science
This translation of Benchmarks for Science Literacy, originally published in English in 1993,
is published by arrangement with Oxford University Press Inc.

著作权合同登记号 北京市版权局图字: 01-2000-3109号
本书中文版权由牛津大学出版社授权科学普及出版社独家出版,
未经出版者许可不得以任何方式抄袭、复制或节录任何部分
版权所有 侵权必究

科学普及出版社出版
北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码: 100081
电话: 62179148 62173865
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京利丰雅高长城印刷有限公司·制版
中国科学院印刷厂印刷

开本: 889毫米×1194毫米 1/20 印张: 18.2 字数: 470千字
2001年6月第1版 2001年6月第1次印刷
印数: 1—5000册 定价: 39.00元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

序

人类经过几千年漫长的农业经济时代，由于诞生了近代科学，导致了产业革命的兴起，人类历史才真正跨入工业经济时代。随着21世纪的到来，人类社会由工业经济迈向知识经济的步伐不断加快，科技和教育在经济和社会发展中的地位正日益增强。在人类文明历史的长河中，科学技术将发挥关键性的作用。在这样一个科学技术快速发展的时代，党中央和国务院提出了“科教兴国”的伟大战略，这对于实现我国经济腾飞，实现中华民族的伟大复兴，造福子孙后代意义重大。

可以预计，21世纪科学技术将更加迅猛发展，未来的国际竞争，焦点是科学技术，最激烈的应是人才的竞争。这种竞争的态势要求人才培养和教育体制必须及时跟进与调整，以适应21世纪国际竞争的需要。在当今时代，科学在基础教育中比重正逐渐加大，西方尤其是美国的教育比较宽松，聪明的孩子如果给他机会能很快地成长。而亚洲特别是我国的教育重视基础，培养的学生基础知识扎实，但对学生约束太多，不利于学生的个性发展。所以，东西方教育的取长补短，相互交融，非常重要。为此，及时研究、借鉴发达国家人才培养和教育的经验十分重要。

“2061计划”是美国科学促进协会联合美国科学院、联邦教育部等12个机构，于1985年启动的一项面向21世纪人才培养、致力于中小学课程改革的跨世纪计划，它代表着未来美国基础教育课程和教学改革的趋势。“2061计划”在美国和西方发达国家的未来发展战略中具有极高的影响和地位，该计划认为：美国的下一代必将面临巨大的变革，而科学、数学和技术位居变革的核心，它们导致变革，塑造变革，并且对变革做出反应，它们对今日的儿童适应明日的世界十分重要。“2061计划”还提出了未来儿童和青少年从小学到高中应掌握的科

学、数学和技术领域的基础知识的框架，包括主要学科的基本内容、基本概念、基本技能，学科间的有机联系，以及掌握这些内容、概念和联系的基本态度、方法和手段。由于1985年恰逢哈雷彗星临近地球，改革计划又是为了使美国当今的儿童——下世纪的主人，能适应2061年哈雷彗星再次临近地球的那个时期科学技术和社会生活的急剧变化，故取名为“2061计划”。所以，在我国目前开展素质教育的探索和改革中，借鉴美国“2061计划”具有一定的现实意义。

最近，科学普及出版社与美国科学促进协会和牛津大学出版社取得联系，购买了有关“2061计划”全部出版物的版权。目前即将出版的“2061计划”系列著作包括：《面向全体美国人的科学》、《科学素养的基准》、《科学教育改革的蓝本》、《科学素养的导航图》、《科学素养的设计》、《科学素养的资源》（3卷，包括专业的发展、课程教材和评估）等。我相信，“2061计划”系列著作的翻译出版，对推动我国素质教育的探索和改革，提高全民科技教育意识、培养跨世纪人才及制定科技教育发展规划等方面都具有一定的借鉴意义。

我也希望，这套书的出版，能引起我国科学技术教育领域及广大读者的兴趣，并将为繁荣我国的科学技术教育事业作出贡献。

张王台

2000年12月

《科学素养的基准》(中文版) 序言

“2061 计划”委员会很高兴在中国可以看到《科学素养的基准》一书。该书中文版将于2001年由科学普及出版社^①出版,它与《面向全体美国人的科学》是姊妹篇。《面向全体美国人的科学》描绘了每个成年人在科学、数学和技术方面应该具备的知识和技能;而《科学素养的基准》设计了达到这种素养的可认知的步骤。《科学素养的基准》提出了一套清晰、连贯的基本概念和技巧,而不是罗列了毫无关联的事实和数据。这些概念和数据对于每一个学生的学习具有十分重要的指导意义。

对于“2061 计划”来讲,掌握这些基准意味着比记忆那些概念的陈述或过程更具有意义。进而,学生们需要十分熟练地掌握主要的概念和技能,以致于能用批评的态度去思考、用有效的方法来解决难题,以及意识到在解释世界以及了解它是如何运行方面,科学、数学和技术本身的潜在性和局限性。虽然许多学生将能从他们所受的教育中不断进步,但所有的学生——不仅仅是那些在科学和工程方面想要发展的学生——都会从《科学素养的基准》所描述的基准中获益。

“2061 计划”委员会希望《科学素养的基准》一书将会有助于激发和引导中国的教育改革。我们确信:所有公民都具有科学、数学和技术素养的世界一定会是一个健康和安全的生存空间。

“2016 计划”委员会以及美国科学促进协会感谢中国科学技术协会推动了《科学素养的基准》的中译本的出版工作,并感谢科学普及出版社翻译出版该书中文版。

乔治·尼尔森博士

美国科学促进协会“2061 计划”委员会主任

^①美国科学促进协会惟一授权在中国出版中文版的出版社。

Preface to Chinese Translation of *Benchmarks for Science Literacy*

Project 2061 is pleased that *Benchmarks for Science Literacy* is now available in China. *Benchmarks* is a companion to *Science for All Americans*, which is also being published by Popular Science Press this year. While *Science for All Americans* describes the knowledge and skills in science, mathematics, and technology that every adult should possess to be considered literate, *Benchmarks* lays out the cognitive steps along the way to achieving that literacy. *Benchmarks* presents a coherent and connected set of essential concepts and skills—not just lists of unrelated facts and figures—that are important for every student to learn.

For Project 2061, mastering these benchmarks implies much more than memorizing concept statements or procedures. Instead, students need to have a deep understanding of key ideas and skills so that they can think critically, solve problems effectively, and appreciate both the potential and the limitations of science, mathematics, and technology in explaining the world and how it operates. Many students will be able to go much farther in their education, but *all* students—not just those who are planning careers in science or engineering—will benefit by first building the foundation described in *Benchmarks*.

Project 2061 hopes that *Benchmarks* will be useful in stimulating and guiding the improvement of education in China. It is our belief that a world where all citizens are literate in science, mathematics, and technology will be a healthier and safer place to live.

Project 2061 and the American Association for the Advancement of Science are grateful to the Chinese Association for Science and Technology for stimulating the translation of *Benchmarks for Science Literacy* and to Popular Science Press for publishing this volume.

George D. Nelson, Ph.D.
Director, AAAS Project 2061
American Association for the Advancement of Science

前言

四年前(1989年),六个教学区的150多位教师和管理人员接受了一项令人胆怯的挑战。他们被邀请来帮助塑造美国教育的未来。在这个未来里,所有高中毕业生都要具有科学、数学和技术方面的素养。尽管离这个未来还有一段时间,但是,这份报告使我们与它更具体地接近了。这份报告是研究教育趋势的专家们的见解、责任和创造的结晶。

《科学素养的基准》并不是一个要各地采用的标准课程,而是提供给各州和各地区教育工作者的一件强有力的工具,让他们用此来更新自己的课程。对于美国科学促进协会报告所提出的提高美国科学素养的目标,我们相信教育工作者会饶有兴趣和富于想像地予以回应,并借此机会以他们自己的见解和经验对这项工作产生影响。

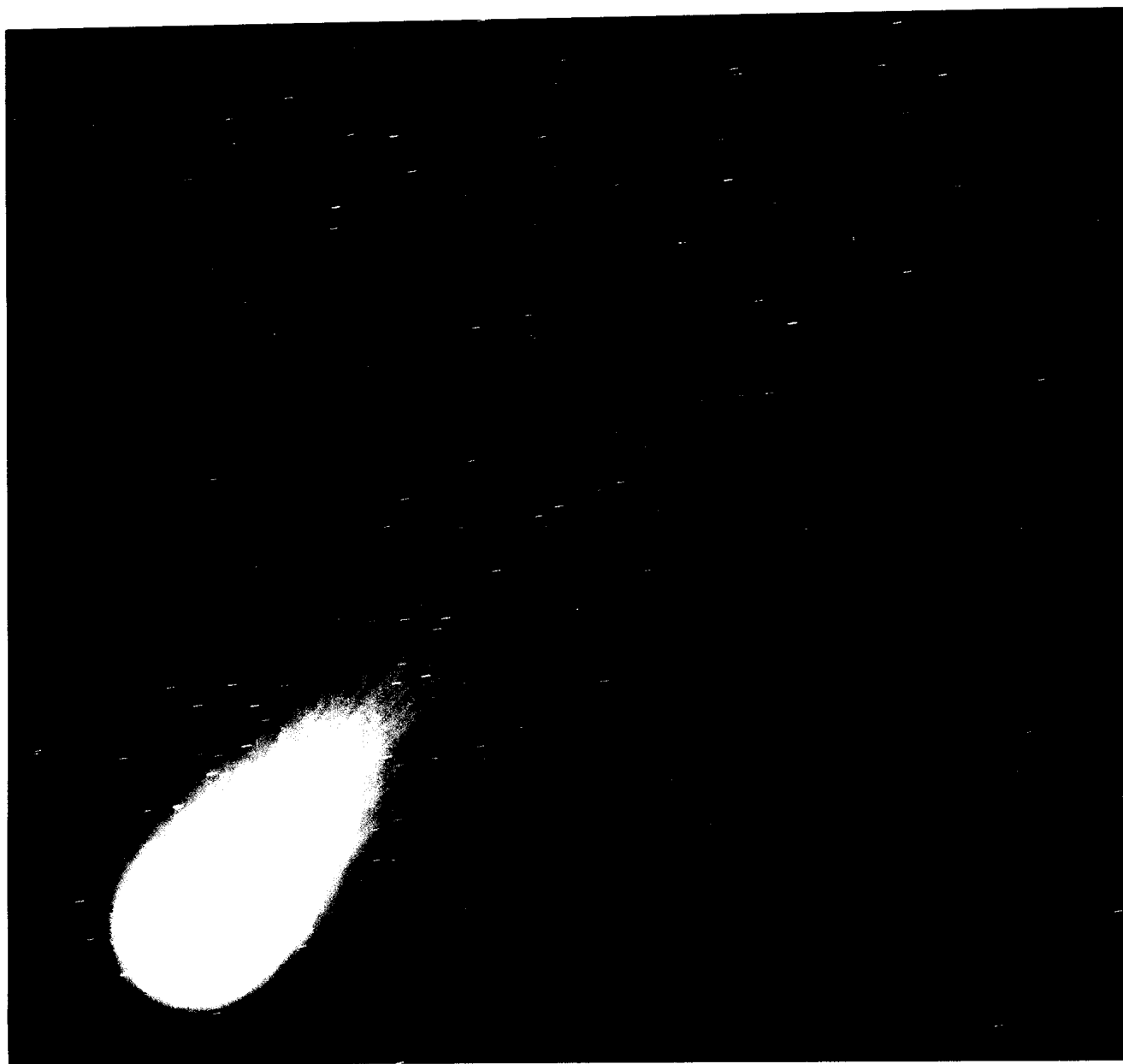
这确实是一项群众性的成果。如附表所示,这些事先并未设定人数的课题组包括小学和中学的教师、学校管理人员、科学家、数学家、工程师、历史学家和教育学家,他们参与了《科学素养的基准》的开发,以及在全国范围内对该基准的审议。

“2061计划”的工作人员为制定《科学素养的基准》做出了贡献。他们关注教学区小组的工作并给予适当的支持,还聘请了杰出的科学家与这些小组和工作人员合作。每个工作人员对《科学素养的基准》都作出了各自的贡献。他们与各小组及顾问们一起进行了富有成效的工作,以确保最佳的观点在这种合作过程中展露出来,并以令人信服的方式加以表述。“2061计划”顾问委员会由霍华德大学校长富兰克林·杰尼夫领导的在1990年为适应本项工作而重组的全国科学技术教育理事会,对此提供了宝贵的建议和指导,从而使这个目标远大、长期的计划一直处于正确的轨道。

但是,倘若没有私人基金、各州和联邦政府机构以及商业界的支持,这一切全无可能实现。我谨代表全国科学技术教育理事会、美国科学促进协会、“2061计划”工作人员及小组成员和顾问,对上面列出的机构表示感谢。我们知道在一个奖励快出成果的国家里要支持像这个计划一样的长期的非传统性的尝试,并不容易。因而我们对此再次深表谢意。

美国科学促进协会“2061计划”(前)主任

詹姆斯·卢瑟福



关于《科学素养的基准》

几十年以后，人们的生存状况和环境将会发生根本的变化。科学、数学和技术将处在这些变化的中心：它们引起变化，塑造变化，并对变化作出反应。所以，科学、数学和技术应该成为帮助今日儿童面对明日世界的教育的基础。

那么，这种教育的宗旨和特点应该是什么？

本报告试图对上述问题作出回答。

这也正是“2061计划”的第一篇报告《面向全体美国人的科学》所声明要回答的问题。现在四年之后，借用这些话来介绍《科学素养的基准》同样恰当。《面向全体美国人的科学》回答了成年人应该具备哪些科学素养的问题，并对所有十二年级学生（相当于中国的高中三年级毕业时应该知道和掌握的科学、数学和技术方面的知识和技能提出了建议。《科学素养的基准》更着重于探讨怎样使学生朝着具有科学素养的目标进步，并对某一特定的年级应该达到的标准提出了建议。这两本出版物结合起来使用，将对科学、数学和技术方面的教育改革起到帮助和指导的作用。

关于“2061计划”

“2061计划”的基准陈述了所有的学生在二年级、五年级、八年级（相当于中国的初中二年级）和十二年级结束时，在科学、数学和技术方面应该知道和掌握的知识和技能。这些年级界限为评定学生在《面向全体美国人的科学》所提出的科学素养方面的进步，提供了合理的检测建议。因此，在下述“2061计划”课程改革重点的背景下阅读《科学素养的基准》，就成为非常重要的事情。

■ “2061计划”旨在提高人们在科学、数学和技术方面的素养，以帮助人们生趣盎然地、负责任地和富有成效地生活。在一种科学、数学和技术气息日益弥漫的文化氛围里，科学素养使公民具有必需的理解能力和思维习惯，使他们能够紧跟世界发展形势，大致知道自然和社会的转行情况，批判性地和独立地思考，对事件的不同解释加以辨认和权衡并提出协调方案，敏锐地处理那些有关证据、数字、模型、逻辑推理和不确定性的问题。

■ 课程改革应使学生长大成后，具备我们希望他们所具备的持久的知识和技能。这种课程设置既应该包括一个共同的核心学习课程（“2061计划”着重于此），还应该包括根据各个学生的特殊需要和兴趣所设置的课程。

■ 如果我们希望学生们学好科学、数学和技术，就必须大幅度地削减当前教学内容的绝对数量。内容过多的课程，鼓励学生死记术语和算法，可形成短期记忆，却影响理解力的形成。

■ 应该讲明目标，提示学习的特点，并考虑学习

的复杂性。尽管可以分别描述“了解”和“运用”的目标,但是,在许多不同的课程背景下都应将它们结合起来学习。这样,学生们才能在校外生活中将关于“了解”和“运用”的知识结合在一起使用。

■ 学习科学、数学和技术的共同核心应该集中在科学素养上,而不是对各个分立学科的理解。进而,学习的核心还应该包括科学、数学和技术之间的联系,以及这些学科与艺术、人性和职业课程之间的联系。

■ 共同的目标并不强求统一的课程、统一的教学方法和统一的教材。“2061计划”正在开发一系列工具,它使教师在为学生设计学习计划时,能把各州和各教学区的学习要求、学生的背景和兴趣、教师的偏好以及本地的环境加以综合考虑。

■ 如果要使课程改革具有重大的和持久的意义,那么,这个改革就必须是全面的和长期的。而且,改革必须面对所有的儿童、所有的年级和所有的学科课程。此外,改革还必须使教育系统的各个方面相互作用,包括课程、师资教育、督导机构、评价、教材以及技术和政策等等。而所有这一切都需要时间。

《科学素养的基准》的特点

《科学素养的基准》(以下简称《基准》)与上述前提是一致的,但是,它在内容、目的和风格方面又与其他的改革报告截然不同,因此需要加以说明。

■ 《基准》这份报告出自于一批具有实践经验、多学科的教育工作者之手。1989年,美国各地的六个学区组成研究小组来重新思考从幼儿园到十二年级的课程设置,并构思替代方案,以达到《面向全体美国人的科学》中提出的科学素养目标。每个小组由25名各年级和各科课程的教师和管理人员组成,他们得到了顾问们和“2061计划”工作人员的支持。这些小组在一起工作了四个夏季和三个学年,开发出一套共同的基准。此后,《基准》草稿经过了数百名小学、初中和高中教师以及管理人员、科学家、数学家、工程师、历史学家和教学与课程设计专家们的详细评议。在第十三章“基准的起源”中,将对这个过程予以极其详细的叙述。

■ 不同于课程、课程大纲、课程设计或课程计划。它是供教师设计课程时使用的一种工具,这些课程要能够达到《面向全体美国人的科学》中提出的科学素养标准。《基准》并不倡导某个特制的课程设计。《基准》绝不是一种强制性的编制指令,而是“2061计划”中的一项改革策略,它的最终目的是使得课程设置比现行的更为多样化。

■ 《基准》是一套特殊的科学素养目标纲要,它可以随使用者的需要进行任意组合。与大部分参考书类似,《基准》各章节的次序与其相对重要性并不相关,第一章并没有为以下各章定下基调,第十二章也不是所有以前各章的终结。的确,“2061计划”期望

后面提出的基准能够同前面各章中出现的基准结合起来。《基准》的计算机软盘版将为使用者把各个章节的基准加以适度组合提供可能。

■ 《基准》详细说明的是界限，而不是平均的或优良的成绩。它描述了在成为具有科学素养的公民的过程中，全体学生都应具备的理解水平和能力。一个设计良好的课程应该可以帮助和鼓励他们去达到这种标准。

■ 《基准》着重于学习的共同核心，这种学习对所有的学生的科学素养都大有裨益。它并没有罗列出从幼儿园到十二个年级的课程所应包含的全部的科学、数学和技术目标。大部分学生的兴趣、能力和信心都能超越这种核心学习的目标，然而，也应对一些学生的学习困难予以考虑。

■ 《基准》避免为自身关系而使用技术语言。只有很少量的技术术语是大多数成年人必须理解的。所以在第十二年级的基准中，只使用了那些具有科学素养的人群应掌握的技术术语。在这个基准中，在低年级中使用的语言，应该揭示事物的本质和对事物理解的多样性。“2061计划”在第十四章“问题与语言”中，对这类问题进行了分析和总结。

■ 《基准》仅仅为如何达到其所建议的目标做了部分提示。如何实现《基准》所列出的目标，其方法将在“2061计划”的其他研究报告中加以周密和慎重的讨论。尽管《基准》包含了一些关于教学方面的评论，但是，这些评论只是为了阐明《基准》的意义和意图，而不是提供一个系统和详细的教学计划。

■ 《基准》根基于研究成果。对学生的理解力和学习的研究，在基准的选择和年级设定方面起了重大作用。“2061计划”对英文的相关文献(也有一些其他

语言的文献)进行了调研，以坚实的研究成果奠定基准的基础。在第十五章“研究基础”中将讨论这些研究成果。

■ 《基准》是一件开发中的产品。在对学习进行更多的研究，以及《基准》的使用者报告他们的经验之后，《基准》将定期进行更新。“2061计划”学区工作站的一个重要责任，即是根据他们对正在进行的研究所做的分析以及用户的忠告，提出对《基准》进行修改的建议。

■ 《基准》只是“2061计划”所设计的各种教学工具家族中的一员。为了帮助教育工作者实行基础和持久的改革，继《科学素养的基准》和《面向全体美国人的科学》之后，“2061计划”还将推出其他产品。《科学素养的设计》将描述“2061计划”的模式和课程组合，并将略述“2061计划”的课程概要。《科学素养的资源》则是与“2061计划”的原则相适应、持续更新的先进的教学与学习资料的数据库。《科学教育改革的蓝本》将提供对教育系统所需要进行的改革的建议，从而使从幼儿园到十二年级的课程改革成为可能。为了汇总“2061计划”的各个产品，使它们彼此之间，以及与其他教育资源之间相互联系起来，“2061计划”已经开发了一个计算机课程设计和资源系统。欲详知这些情况，请参阅第十六章“基准之外”。

■ 《基准》是《面向全体美国人的科学》的同伴，而不是它的替代品。《面向全体美国人的科学》提出了学生们到十二年级结束时所要达到的科学素养目标，而《基准》则勾画出学生们为达到这个目标必经的版图。《面向全体美国人的科学》强调说服力和衔接，《基准》则侧重于把《面向全体美国人的科学》的内容分解成具体素材并安排顺序。九年级至十二年级，构筑

一致性和相关性成为培养学生科学素养的主要任务，此时，再提出具体的教学素材已经是不适宜的了(的确，并不是《面向全体美国人的科学》中提出的所有的详细的概念都在《基准》中陈述)。因此，为了形成一幅完整的科学素养构图，在九年级至十二年级阶段，参考《面向全体美国人的科学》变得比以往更加必要。所以，在使用《基准》工作时，应确保手头有一本《面向全体美国人的科学》。

《科学素养的基准》的使用

《科学素养的基准》是为在美国各地致力于改革科学、数学和技术的教学方式的人士准备的一种工具，和《面向全体美国人的科学》一起使用。对于使用《科学素养的基准》，“2061计划”小组的成员、顾问、工作人员以及在《科学素养的基准》发表前阅读过草稿的人向您提出以下建议：

教师、教育管理人员、学校理事会成员、父母、感兴趣的公民以及科学家、工程师和数学家组成的研究小组，都可以使用《科学素养的基准》来探讨与从幼儿园到高中的各年级段的教学有关的科学素养概念。

跨年级、跨学科的教师协会和课程设置专家，可以用《科学素养的基准》来评估该地区从幼儿园到十二年级的课程设置或课程大纲在涉及科学素养教育方面的满意程度。通过这种分析，能对课程和大纲提出及时的和长期的改进建议。

教学资料的编写人员可以用《科学素养的基准》来指导教材创新，以支持那些试图培养所有学生都具有科学素养的教师的工作。同样，试卷编写人员也可以使用《科学素养的基准》来编写各年级的试卷和其他测试材料，以评估学生在科学素养方面取得的进步。

《科学素养的基准》也可用于支持其他方面的改革，如同“2061计划”从其他改革中汲取了如此众多的概念和信息一样。主要依据《面向全体美国人的科学》而开展的若干联邦项目，他们都已表示准备采用《科学素养的基准》。这些项目有：各州系统创新项目(美国科学基金)、艾森豪威尔科学数学创新项目(教育部)以及国家对教育进步的评价项目等。

培养小学和中学教师的高等院校，可以用《科学

素养的基准》作为《面向全体美国人的科学》的补充材料。一般说来,《面向全体美国人的科学》探讨了科学素养的总体概念,而《科学素养的基准》则使问题的层次更加接近于课程设置和教学指导的现实。

研究人员可以使用《科学素养的基准》来确定重

要的调研课题。这些课题可能包括:基准的各年级段的划分研究、基准与前期课程的关系、将一组基准融入教学单元中的有效方法、如何评价学生在科学素养方面取得的进步,以及如何评价学习材料和技巧对《科学素养的基准》的支持程度。

给读者的建议（样张）

第一章至第十二章的排列次序与《面向全体美国人的科学》一致。章节次序同其重要性无关。

除个别节外，其余同于《面向全体美国人的科学》。

选自《面向全体美国人的科学》相同章节的引文。

第五章 生存环境

1. 生命的多样性
2. 遗传
3. 细胞
4. 生命的相互依存
5. 物质流与能量流
6. 生命的进化

人类一直对有生命的物体感到好奇，总想弄清生物到底有多少种，长得什么模样，生活在哪里，生物之间有什么联系，它们有什么习性等等。科学家正在努力寻找这些问题的答案。尤其是有关生活在地球上各种有机体的问题的答案。科学家尝试建立一些概念、原理和理论，使人们更好地理解生存环境。

构成生命机体的成分同构成其他物体的成分相同。生命机体还具有相同的能量转换形式，当受到相同的基本力作用时，也会发生移动。第四章“自然环境”中论述的所有的物理原理同样适用于生命体，就像适用于恒星、雨滴和电视机一样。但是，通过运用其他一些原理，人们可以更好地理解生命机体的某些特性。

本章提出的建议涉及以下一些问题的基础知识，如生命体的器官怎样发挥作用，生命体之间、生命体与环境之间怎样相互作用。本章集中讨论六个主要专题：生命的多样性，地球有机体的生物特征；世代之间遗传特性的转移；细胞的结构和细胞的功能，细胞是所有生物体的基石；机体与环境的相互依存性；生命大循环中的物质流动和能量流动；怎样利用生物进化理论解释生命的相似性和生命的多样性。

《面向全体美国人的科学》

除了在地球上消逝了的生命，有什么能像生存在地球各个犄角旮旯里生物的数量让人惊讶的呢？生物学家已经对100万余种生物做了界定。每个物种都有自己的生存方式，有时它们可能生活在几乎是不可能生存的地方；每个物种都能繁衍自己的后代。通常只有那些带有坚硬的外壳或长有骨骼的物种才能保留下来，所以生物化石并未完全保留曾经生活在地球上的大量的已灭绝的物种。

学生在儿童期容易产生对生命的多样性和复杂性的神奇感。他们主动地接近大自然。然而，在学生们能够处理抽象概念之前或在他们明白解释的必要性之前，试图给学生们讲解生命的多样性会压制孩子们对大自然的好奇心。

尽管如此，讲解还要进行，因为科学家不仅陶醉于大自然，还要努力去理解它。对教育工作者的挑战是利用学生们对生物的兴趣，然后，渐渐地转移成对自然的理解。先认知现象再解释现象：先认知具体的物体再讲解抽象的理论。

用那种喜闻乐见的方式及有助于提高学生学业进步的经验，扼要叙述所学的概念。

在节的引文中介绍了学习这些概念时通常会遇到的困难,以及在各年级的衔接过程中,如何确保概念的清晰。

提供给学生如何学习和思考这些概念的导读页。

2. 遗传

首先应建立一个遗传观察基地。之后,再对遗传的内容进行讲解。孩子们对生物体的认知是从他们自己、同学和他们的宠物开始。这也正是他们学习遗传的起点。要求孩子们与其兄弟姐妹、父母和祖父母进行外形比较时,应十分慎重,这一点很重要。至少,面对这一问题应谨慎,不要让任何孩子感到窘迫。直接观察一些植物和动物的遗传相似性和差异是必不可少的。

学习用遗传学来解释生物如何将特性从一代传给下一代,应从初中开始,一直延续到高中。DNA 在这个过程中所起的作用,应该等待学生们理解了分子以后再学习。用遗传和环境的相互作用来确定动、植物的行为方式将会让学生们感兴趣。仔细观察特定的实例,可以帮助学生们掌握遗传与环境间复杂的关系。

幼儿园到二年级

老师应该引导学生们去观察,对所熟悉的动物幼仔进行相互比较以及与父母进行比较。孩子们知道动物都能繁育它们自己的同类,兔子生兔子(但是你通

常可以辨别出一个幼兔与另一个幼兔的区别),猫可以生育有不同花色的小猫。但是,猫绝不会生小狗,如此等等。通过那些能够吸引孩子们的植物和动物的例子,可以强化这个概念。

到二年级结束,学生们应该知道:

- 在生物群体中的每个个体都存在着不同。
- 生物的后代与它们的父母及同代有很多相似之处,但并不完全相同。

三年级至五年级

学生们应该从对个体的直接描述(她的眼睛是蓝色的),转为指出特性,并依据这些特性进行分类(眼睛颜色:蓝色)。要鼓励学生保存这样的清单:一些东西是动、植物从它们的前辈身上继承下来的;一些东西不是从它们的前辈继承下来的;还有一些东西学生们不敢肯定是否是继承下来的。此时应该给学生们建立生物群的概念,生物群体的成员在很多方面很相似,但也存在一些不同。

研究注释,见 267 页

参阅

- | | |
|-----|---------------------|
| 第四章 | 4 物质结构 (DNA 分子) |
| 第六章 | 2 人的生长 (受精、细胞分裂) |
| | 5 肌体健康 (遗传疾病) |
| 第七章 | 1 文化对行为的影响 (对行为的影响) |
| 第八章 | 1 农业 (基因的使用) |
| | 4 交流 (代码) |
| | 5 信息处理 (程序化指令) |
| | 6 保健技术 (基因技术) |
| 第九章 | 4 不确定性 (基因组合的可能性) |
| 第十章 | 8 对生命多样性的解释 |

框中列出与本
节所述概念有
联系的章节。
对于那些联系
不明显之处,
在括号中作了
简要说明。

(当然,这些章节中的其余部分与本章节的概念也有许多联系,但是,若都罗列在此就太多了。)

→
对于年级段作了近似的划分,比如:“幼儿园至二年级”指小学或学前教育。

→
“知道”表示学生可以用自己的语言来解释这些概念,与其他基准建立起联系并应用于新的内容中。

→
接触这些概念可以早于这个年级段,不必等到五年级。

但是,在现实的数学研究中,一个好的结果是那些能导致新的数学发现的结果,以及在科学、医学、工程、商业或其他领域具有实用价值的成果。因此,“验证”这个环节在数学中可以起判断的作用,而不是依据。当一个结果不太令人满意时,它可能与对于什么是完满的认识、问题是如何形成的以及结果是怎样得到的有很大关系。

幼儿园至二年级

通常应该选用具体的物体帮助孩子发现和解释符号关系。学生们应该看到,在他们周围的世界里,有许多事物可以用符号和形状来描述。他们应该渐渐地认识到,如同字母和单词构成了阅读和书写的语言一样,数字和形状组成了数学的语言。

到二年级结束,学生们应该知道:

■ 能用数字和形状描述事物。

三年级至五年级

继续使用具体的物体来帮助学生们将真实的物体和事件与抽象的表达联系起来。在学生们头脑中形成的制图和做事能力将通过经常应用于现实世界而得到加强。应该鼓励学生用数学方法,即数字、形状和运算,来描述各种事物。

到五年级结束,学生们应该知道:

■ 可借助数字和形状以及它们的运算,来描述和预测我们身边的现实事物。

■ 在使用数学时,必须做出“哪种运算可以获得最好结果”的选择。结果总是以它们是否有意义和有用途来判断的。

六年级至八年级

在描述人们尚不知晓名称的物体时,不论它们是否与数学有关,学生们可以用字母代表它们的临时名称以便进行讨论。渐渐地可以把一个符号代表某一特定的未知事物的概念扩展到它可以表示任意可能未知的事物集合。毫无疑问,学生们在学习数学新知识时,常常还必须从具体的概念开始。

学生们应该仔细了解某些数学模型在描述和预测现实事件中的局限性(数学模型产生令人失望的结果,是由于现实世界中存在不可预知的变化,或是使用了不恰当的数学模型)。应该鼓励学生陈述自己判断结果是否满意的标准,并鼓励他们根据自己的目的,论述自己所作的判断。

应该尽量减少习题中的人为编撰的成分。这样就会使习题不是总有明确的答案,使学生可以通过尝试、评估和修改等数学方法来选择和改进习题的答案。应该对于错误(例如错误的乘法)和导致失败的合理选择(可以重新思考)加以区分。

到八年级结束,学生们应该知道:

■ 数学家们常常用抽象的概念,如数字或直线来表述事物,然后只用这些概念进行工作。他们所抽象的“事物”可能本身就是概念(例如:关于“全等三角形”和“所有的奇数”的概念)。

年段段所陈述的内容明确地指出“知道”的细节,概括了学生应该具备的经验 and 可能碰到的困难。

←
尽可能地用深入浅出浅出的语言来论述。

目录

前言
关于《科学素养的基准》

科学素养的基准

第一章 科学的性质	3
1. 科学世界观	5
2. 科学探索	8
3. 科学事业	12
第二章 数学的性质	17
1. 规律与关系	19
2. 数学、科学与技术	22
3. 数学探索	24
第三章 技术的性质	29
1. 技术与科学	31
2. 设计与系统	34
3. 技术中的问题	38
第四章 自然环境	43
1. 宇宙	45
2. 地球	49
3. 影响地貌的因素	53
4. 物质结构	56
5. 能量转换	61
6. 物体运动	66
7. 自然力	70
第五章 生存环境	75
1. 生命的多样性	77
2. 遗传	80
3. 细胞	82
4. 生命的相互依存	85
5. 物质流与能量流	87
6. 生命的进化	90