

从科学教育的原则到大概念

文_钱 星 / 东南大学学习科学研究中心

小学科学课程应学什么是科学教育中的核心问题，对于这个问题的思考不仅涉及到课程的教学内容，也涉及到科学教育的原则与目标。

科学教育以培养学生科学素质为宗旨，具有多方面的目标。除了掌握科学方法、培养科学态度、初步了解科学技术与社会的关系外，认识和理解科学知识一直以来都是科学教育的一个重要目标。因此，几乎所有的科学课程标准都会花费很多的精力来明确学生应当掌握的科学知识和概念，形成“科学知识的内容标准”。而这项工作背后也蕴涵了科学教育研究工作者和课程标准制订者们长期审慎的深思熟虑和良苦用心。

2010年，国际科学院联盟（IAP）科学教育项目组总结多年的实践和研究成果，以探究式科学教育为基础撰写出版了《科学教育的原则与大概念》一书，详细地分析了科学教育的十个原则和十四个大概念，给世界各国的科学教育以明确启示。

◎ 科学教育的十个原则

《科学教育的原则与大概念》一书中提出科学教育需要遵循的十个原则（见本期第12页）。

在这些原则中，有近半数的原则提到了科学概念。其实科学发展至今，早已形成庞大的科学体系，拥有多样的科学领域和分支，产生和建立了大量的科学概念，这些概念来自不同的领域，分属不同的表述层次，概念间存在多样的复杂联系，并且随着科学研究的进展不断发生变化。

我们当然不可能期望小学生学习如此多的科学概念，而应是当学生完成义务教育时，达到对科学的概念和过程有一个基本的理解。在小学的课程中，科学活动都是从周围的事物和事件开始的，这样可以激发儿童的好奇心和兴趣。因而，小学的科学活动并不缺乏能使学生感知的内容，而在于难以选择恰当的学习内容，使得学生在有限的时间内能学到对他们一生都有用的知识和能力。

故而，如何在如此广博的动态发展的“科学概念库”中选择一小部分最精炼、最重要的科学概念，构成最适合孩子在小学阶段的有限时间里学习的“科学知识的内容标准”，这不仅是小学科学教育要回答的一个重要问题，也

是科学教育工作者一直以来研究工作的重点。

◎ 科学教育的大概念

何为大概念，为什么需要大概念，如何选择大概念，如何从小概念到大概念等一系列围绕科学教育中的科学概念展开的论题在《科学教育的原则和大概念》一书中做出了详细的阐述和分析。书中指出：

☉ 为什么需要大概念

在构思科学教育的目标时，在知识方面不是用一堆事实和理论，而是用趋向于核心概念的一个进展过程。这些核心概念及进展过程可以帮助学生理解与他们在校以及离开学校以后生活有关的一些事件和现象。我们把这些核心概念称为科学上的大概念（Big Ideas）。

目前很多国家的科学教育都采用基于探究的教学。真正实现探究的教学会使学生理解和时常回顾已经学到的知识，以使新的概念从以前学到的知识中发展而得。探究教学会大大增加理解的深度，在时间的限制下，内容的广度必须要减少。因此，在推进基于探究的科学教育的同时，必然需要选定一些大概念。

☉ 如何选择大概念

大概念是指可以适用于一定范围中物体和

现象的概念，与此对应，将只运用于特定观察和实验的概念称为小概念。

通过在日常生活中的活动、观察和思索，儿童在进入学校时已经形成了有关世界的一些概念，这就是科学教育要达到的知识理解、能力和态度方面目标的起点。为了有助于学生逐步进展到最终的目标，了解进展的方向和特性是很重要的。

为了确定概念的进展过程，一方面需要逻辑分析，以找出更为复杂的概念是如何基于较简单的概念开始建构的（例如，在学习密度以前，需要建立质量和体积的概念）；另一方面也需要依靠来自对思维发展的实证研究。科学的概念经常是复杂的，理解它的进展过程取决于多种内部和外部的因素，因而不同学生之间的概念进展将会因学生在校内和校外所遇到的情况不同而各不相同。想要得到一个适用于所有学生的、对进展的精确描述是不现实的，但是可以对一些共同的趋向进行大致的描述，说明我们对他们从学前到中学在不同教育阶段中进展的预期。

确定大概念是困难的，我们不可能把科学的整个内容都放到课程目标中去，在总结了各种建议之后形成了大概念应该具有的标准：

- 能够用于解释众多的物体、时间和现象，而它们是学生在学校学习和毕业以后的生活中会遇到的。

- 提供作决策时所遇到问题的理解基础，而这些决策将会关系到学生自己和他人的健康与幸福，以及环境和能源的使用。

- 当人们提出有关自身和自然环境的问题，他们能以愉快和满意的方式回答或寻求回答。

- 具有文化上的意义，例如对人类自身有关的观点——回顾科学史上的成就，来自研究自然的灵感和人类活动对环境的影响。

同时科学具有多个方面，包括有关世界的知识和与获得这些知识的过程有关的知识。在科学教育中这两方面应结合在一起，这样学习者能够了解科学活动的过程，以及通过科学活动过程产生的概念。

基于以上的考虑，书中给出了科学教育中的14个大概念，包括10个科学概念、4个关于科学的概念（见本期第12页）。

◎ 如何从小概念到大概概念

大概念是复杂的，它们的抽象程度远超出了年幼儿童能掌握的水平。因而，并不是直接把它们教给学生，否则他们不能将这些词汇和自然界相关事件相联系，只会导致对词汇的死记硬背。在小学科学课程中，教学所涉及的探究活动应与学生的生活相关，特别是能激发学生的兴趣。对教材开发者和教师而言，关键是要保证教学能让学生从学习特定的课题出发建立的小概念能逐渐发展成较大的概念。

要做到这一点，首先就必须了解儿童的早期科学概念。已经有大量的对儿童概念的研究表明，当儿童进入学校时已经形成了关于周围世界许多方面的概念。由于这些概念是儿童自己形成的，这对他们很有意义，所以不容易被改变，特别是“科学的”概念常常与人的直觉相反，因此儿童的概念经常包含不科学或不确定的成分。

教学需要将儿童的概念作为起点，以进展到更为科学的概念。如何帮助儿童改变他们的概念，取决于如何看待概念发展的过程。目前有三种可供考虑的进展形式，包括爬梯子式、拼图式和螺旋训练式。因为涉及到儿童已有的概念，每一种模式都需要有将它从较小的概念进展到较大概念的方法。这些方法会依据概念本身的特性不同，以及引导概念进展的经验不同而变化。

把概念的进展看作一个从特定事件或物体开始，逐渐扩展到能解释更广范围经验的观念的过程，这将对科学教学法有明显的指导意义。

◎ 总结

可见，在小学科学教育中如何鉴别和明确学生在小学阶段应当学习和可以掌握的主要科学概念尤为重要。这些科学概念的选取，既要适应科学技术和社会发展的需要，又要满足小学生认知发展和终身学习的要求；既要继承和延续优秀科学教育的实践经验，又要尽可能体现国际科学教育的先进水平和发展趋势。

小学科学课程面向全体学生，以科学探究为主要学习方法，围绕主要的科学概念和模型组织教学，这些正是《科学教育的原则和大概概念》一书所揭示的重要理念，也正是探究式科学教育的发展趋势所在。

参考文献

Wynne Harlen. *Principles and Big Ideas of Science Education*. Ashford Colour Press Ltd. 2010. ISBN 978 0 86357 4 313 ■