

在 21 世纪工业情境中 促进中小学科学教育

文 Gayle Pook, Joy Parvin / 英国约克大学 CIEC 科学促进项目组

翻译 陈 彧 / “做中学”科学教育改革实验项目教学中心

◎ 培育未来的工业劳动力

制造业的发展与成就，推动了全球经济繁荣发展并保持强劲，而这离不开科学和其他 STEM 相关学科作为基础。因此，让年轻人理解科学在化学、制药、聚合物、核、油、天然气和石油等工业中的地位，理解这些工业对他们的生活的影响，是十分重要的。在英国，技术人才呈现高龄化，许多人是在走上工作岗位之后“在职地”发展技能的^[1]。用人单位需要招聘年轻人以保证未来的工业运转。

我们的研究显示^[2]，儿童对工业有着消极的认识，这促使他们 16 岁以后不愿选择继续学习科学，也不愿选择 STEM 方向的职业道路。儿童看待工业的视角是传统的（比如英国维多利亚时代的工业），或者来自于地理课（工业导致污染）。他们并不知道现代的、清洁的、安全的和自动化的工艺过程已经是 21 世纪工业的主流了。

同时，工业的需求在不断改变，现在的招聘也特别重视已经开始学习具体工业专长的合格和熟练的年轻人。人们并不认为工业是一个值得羡慕的行业；并且在大多数年轻人眼中，这并不是一条受人瞩目和收入丰厚的职业道路。当学生根据他们的职业愿景选择学科时，科学并不总排在候选序列的首位。实际上，所有工业部门在本质上都需要更高水平的专业技能，创造能力和团队合作也受到雇主的青睐。当前我们应对的挑战是如何突出这一行业的潜在魅力，以及它对年轻人的能力需求。

◎ 鼓励学生选择科学

Bennett 等^[3]的文献综述得出结论：强有力的证据表明，与传统课程相比，基于情境的方法更能培养学生对科学的积极态度，从而能够激发学习热情，让学生获得更多的综合能力，并让这些未来的劳动者知道科学是如何得到应用的。现在，已经有一些向着这一目标的努力，使科学教育与生活联系更紧密、更能激发学生兴趣，并关注未来的职业道路。事实上，从 2006 年开始，新的 GCSE（英国普通中等教育证书，是学生完成中学后参加的考试——译者注）课程就着眼于科学在实际生活中的应用和发展科学素养。

在英国，法律规定学生在 16 岁之前必须学习一些科学。当我们为学生装备他们在课堂之外所需的成功工具时，对科学的学习是一个不可或缺的关键组成部分。科学与学生的就业能力紧密联系，我们也需要让年轻人看到对科学的理解有助于发展他们的创造、创新和批判思维能力，因而在一个均衡的课程中科学是尤其重要的。有这样一种担心：在 16 岁以上的学生中，选择深造基于科学的课程——尤其是物理科学——的学生数量正在减少^[4]。研究^[5,6]指出，选择科学作为未来的职业是学生在 16 岁以后选择相应课程的主要动力之一。因此，为了促进对科学课程的认同，有必要向学生展示在以科学为基础的工业中所蕴藏的机遇。

从最初引入科学开始，教师就应当“涵盖科学在开发有用的事物时所扮演的角色”，并且“在教学中采用一些情境”。从 11 岁开始，



工业大使正在检查实验结果

学生就应当拥有“在工作场所体验科学的机会”，然后“思考当代科技发展的各个方面”^[7]。研究证明^[8]，科学教育应当从缺少内容的教学方法向通过讨论和实践探究来促进思考的教学方法转变，这能提高学生的学习效果。让学生有机会经历目的鲜明又引人入胜的、情境驱动的实践是非常重要的。但是，在课堂中这到底意味着什么呢？

在包含课程的知识内容的同时，教师必须竭力为学生提供情境和经验，让他们深刻体会到科学“是日常生活的一部分”。最有效的途径之一是用工业作为教学情境，以及在开展科学教育时让工业者参与进来。

◎ 7 ~ 11 岁小学生的工业情境

自 1988 年建立以来，英国约克大学化学系的 CIEC 科学促进项目（CIEC Promoting Science，前身为化学工业教育中心 Chemical Industry Education Centre）^[9] 通过鼓励采用当前的工业实践作为学习科学技术与概念的情境，来推动中小学科学教育。CIEC 致力于激

发学生和教师对科学的兴趣，以改善科学教与学的质量。其基本原则的一个重要方面是建立教学与工业的联系。广泛的教师专业发展项目、印刷和在线的丰富的教与学资源提供了与课程内容相关的、基于情境的探究活动，使我们的目标得以达成。

在用情境保持儿童的兴趣时，我们通常的做法是引入学生感兴趣的、教室之外的话题和想法。不过，一个非常有效的方法是让学生探究一个以前未知的、刺激的情境，比如工业情境，这些情境能激发儿童好奇心，让他们有机会洞察也许从未遇到过的领域。

CIEC 持续时间最长的项目之一是 1996 年开始的“儿童挑战工业”（Children Challenging Industry）。相关研究结果^[2]激励着教师和工业者持续与学校合作，采用这一项目的教学方法。

这项研究显示：

- 儿童和教师都在头脑中勾勒出化学工业的轮廓。
- 儿童更清楚地知道工厂里发生了什么、

谁在那里工作、科学对工业有哪些影响。

- 教师将基于工业的科学活动应用于每一批学生的课堂教学。

这一项目为学生提供了在工业情境中体验科学的机会。有一批科学教师顾问在工业集中地区工作。他们与企业一同工作，使学校中教的科学与生产中应用的科学之间建立起紧密的联系。顾问也要确保儿童在参观工厂时关注科学和生产过程，并能将它们与课堂中的学习联系起来。CIEC 顾问到学校去介绍项目，为教师提供专业发展机会，并在一个班级中实践 CIEC 的课程。我们开发了与不同工业相关的众多教学资源，这些资源都与课程标准有着合适的联系，如此才能确保这些资源与它们所面向的年龄段匹配。包括了精心设计的科学探究的一系列科学课程是通过工业情境引入的。儿童要在 3 周时间里努力解决当地企业所面临的一些科学问题。

引入探究问题的情境是这样的：一个虚构企业的科学家和工程师需要解决一些影响工厂运行的技术与科学问题，因而在寻求帮助。我们鼓励教师与当地企业联系，以向他们的学生呈现真实的挑战。

在这样的实践挑战中，包含了让潜在的工业职业道路更清晰的机会、基于科学概念的工业实践以及关于工业如何运行的信息。举个例子，儿童被分成工作小组，设计和开展实践活动。工作小组中的角色包括安全官员、资源经理、通讯官员等，这对于让儿童将注意力集中在共同的任务上是非常有效的，同时还能展示在合作解决问题的一个组织中一般有怎样的结构。

儿童决定他们可以获得哪些信息、他们需要知道什么，然后计划怎样找出答案。如果前期评测显示儿童没有足够的实践技能以完成任务，教学就将重点关注这些技能的习得，提供学生清晰的指导和学习目标。所有探究都需要的这些技能可以在未来的课程中得到评测，不仅需要从学生思考和实践的过程评测学生应用技能的能力，还需要评测学生选择合适的技能来解决任务的能力。

在课堂活动之后，儿童要参观当地工厂，看看他们一直以来学习的科学是如何应用在工业环境中的，他们曾经使用的一些简单设备是

怎样被工程师放大以组装成生产车间的。这被看成学习经验的一个重要部分，因为它的确能够激发学生的兴趣，让他们的科学经验更真实、更有吸引力，并且更重要的是，更鼓舞人心。

CIEC 资源和教学方法的效果已经被评估了许多年^[10]。一项持续的研究^[11]评估了一个项目的长期影响。这项研究显示，5 年以后学生仍能记住课程的一些部分，尤其是与实践有关的内容，参观过工厂的学生中有 59% 记得参观的一些片段，40% 认为这样的经历有益于他们接下来在中学的科学学习。参与项目的教师在 5 年后仍在使用项目的资源和方法。儿童的热情以及对科学和工业的态度的转变清楚地证明了项目对学习愿望的影响。下面引用了参与项目的诸多教师所提供的反馈中一段具有代表性的话：

“‘儿童挑战工业’ (Children Challenging Industry) 项目在学校中产生了重要的影响。它的活动在课堂中成功开展了，这些活动激发了小学生的热情。参与项目的教师得到了高品质的科学教学专业发展。与工业面对面的接触改善了儿童和他们的教师对工业的理解和态度。我们的目标是加强学校中的科学的研究性，为教师提供培训以使它们得到可以在课堂上引入的丰富的工业“链接”。我们的学生都很喜欢通过课堂探究来解决现实生活中的科学问题。在我们参观了 Grosvenor Chemicals 化工厂后，许多儿童表示出成为一个科学家的愿望。他们随后的学习和评论显示了他们对化工的理解已经从负面的转变为正面的。”

Catherine Jubbs, Lindley 小学

◎ 11 ~ 14 岁中学生的工业情境

最近，“儿童挑战工业” (Children Challenging Industry) 项目的原则已经被搬到中学阶段。要开展同样的项目有诸多潜在障碍。最大的挑战来自于中学人数较多，较难让所有学生一起参观工厂。采用“工业大使”策略可以解决这一难题。工业大使们到学校访问学生，而不是在工厂中接待学生。大使与当地学校合作，为学生设计一些挑战，让他们在课堂上解决能真切反映工厂中的工

作的问题。这样做的目的是让学生感到课程呈现的方式充满乐趣、刺激,有意义和有启发。丰富的互动和实践能让这样的影响最大化。要达到这个目标,可以使用大使带到学校的许多产品,让大使在具有挑战性和刺激性的实践探究中支持学生——许多学生将这样的探究称为“真正的科学”。通过与大使的接触,学生能更好地建立起他们在学校中所学的科学与工业生产中应用的科学的联系。他们也有机会发展小组合作技能,这反映了工厂中的互动关系。

下面的引用来自一位工业大使,他从项目实施的第1年起就参与进来,现在已经是第3年了。

“我从参与项目的过程中收获颇多。从个人角度看,我享受它的每一分钟。听到儿童对我们教的东西如此充满热情,我感到非常欣慰。以前,对于在工厂中工作是什么样子,他们的想法是消极的,但他们现在很想像我们一样为一家企业工作。当看到孩子们展示他们的学习成果和学习过程时,我发现他们完全超出了我的预料。我想每个人都会同意,项目比预期成功得多。”

Jennifer Tweedle, Johnson Matthey Catalysts 公司

下面的引用来自教师:

“有挑战、有意义、有目的。教室变成了车间。”

Mike Reed, St Michaels Science Specialist College 学校

“将工业带入学校妙极了!”

Barbara Harrison, St Michaels Science Specialist College 学校

“毋庸置疑,这个项目对学生如何看待科学产生了显著的影响。”

John Burgess, Northfield School and Sports College 学校

◎ 持续提供高品质的支持

有越来越多的方案可以用于促进工业大使进校园。Straw 等人^[12]对英国 STEM 大使策略的实施现状所作的综述能让人们对此有所了解。

根据我们的经验,最有效的互动需要与工业实践有真实的连接,并且所涉及的科学必须紧扣学生在科学课上所学习的课程。

许多大企业都有教育官员和教育项目。但是,学校容易交往和愿意建立长期联系的往往是小企业、当地企业。遗憾的是,小企业有时感到他们无法提供工作人员,或者不能理解与学校的互动中出现的价值差异。CIEC 运作的项目展示了这种合作可以多么有效;对科学和政府 STEM 计划感兴趣的专业组织也正在鼓励与科学有关的企业与教育系统合作,使这种互动更多地发生。

参考文献

- [1] http://www.cogent-ssc.com/general/Sector_overview.php
- [2] Parvin J.(1999) Children Challenging Industry A study of the effects of industry based science activities on the views of primary school children and their teachers: CIEC, University of York
- [3] Bennett J., Lubben F., and Hogarth S. (2006). Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. Science Education, Wiley InterScience
- [4] Parvin and Porter (2008) Learning to Love Science: Harnessing children's scientific imagination A report from The Chemical Industry Education Centre, University of York: Shell Education Service
- [5] Rodeiro (2007). A-level subject choice in England: patterns of uptake and factors affecting subject preferences. University of Cambridge Local Examinations Syndicate
- [6] Cleaves (2005). The formation of science choices in secondary school. International Journal of Science Education, vol. 27, no. 4, pp471-486
- [7] Department for Education. National Curriculum for England, Science
- [8] Mant, Wilson & Coats (2007) The Effect of Increasing Conceptual Challenge in Primary Science Lessons on Pupils' Achievement and Engagement. International Journal of Science Education, Volume 29 Issue 14, pages 1707-1719
- [9] www.ciec.org.uk
- [10] Porter C., Parvin J., and Lee J (2010) Children Challenging Industry: All regions study of the effects of industry-based science activities on the views of primary school children and their teachers. CIEC University of York
- [11] Evans C., Hogarth S. and Parvin J (2004) Children Challenging Industry: Analysis of Project data 5 years on. Available online at <http://www.cciproject.org/research/documents/5yearOn.pdf>
- [12] Straw, S., Hart, R. and Harland, J. (2011). An evaluation of the impact of STEMNET's services on pupils and teacher. Slough: NFER