

科技教育工作者在工作过程中，往往需要进行小型论文的写作，即以有限篇幅来阐述作者的观点或介绍研究成果。为了帮助科教工作者了解小型科教论文的规范写作方式和呈现形式，从2012年起，本刊增设了“科教新语”栏目，用以刊登小型科教论文的范例。本期文章选自第20届全国青少年科技辅导员论文征集活动中的一等奖获奖论文。全国青少年科技辅导员论文征集活动由中国青少年科技辅导员协会主办，每年举办1次，旨在为广大会员、科学教师、科技辅导员、科技教育工作者营造科学教育理论学习、实践交流的平台。2012年举办的第20届论文征集活动主题为“科学教育的实践与探索”。

CDIO 模式在青少年创造发明活动中的探索与实践

文 _ 钱利群 / 中国福利会少年宫

摘要：“CDIO 模式”是2001年由4所国际前沿的工程大学倡导的一种工程创新人才培养模式，2006年开始引进国内，至今中国已有50所高校采取该模式。本文在分析了目前青少年创造发明活动现状的基础上，将CDIO模式应用于青少年创造发明活动中，并通过探索与实践，进行了总结。

关键词：CDIO 模式 一体化活动目标 “设计—实现”过程 发明活动 生命周期 评价标准宽容度

一、CDIO 模式

“CDIO 模式”是一种工程创新人才培养模式，2001年由瑞典查尔姆斯技术学院、瑞典林克平大学、美国麻省理工学院、瑞典皇家技术学院等4所前沿工程大学合作开发。CDIO代表构思（Conceive）、设计（Design）、实现（Implement）和运作（Operate），它强调创新项目从研发到实际运行的生命周期为载体，让学生在系统的环境中主动地、实践地、跨学科地学习工程，在系统的环境中培养学生4个层面的能力，分为工程基础知识、个人能力、人

际团队能力和工程系统能力。CDIO模式系统地提出了具有可操作性的能力培养、全面实施以及检验检测的12条标准。迄今为止，已有几十所世界著名大学加入了CDIO组织。2006年，汕头大学成为CDIO的首个中国高校成员。至今，已有接近50所中国高校加入CDIO组织。

CDIO模式在实施过程中取得了突出的成果，通过该培养模式的学习，学生普遍称赞学到了真本事，增强了自学和解决问题以及研发、团队工作和沟通的能力。目前国外的CDIO人才培养模

式已经走出高校,进入中学。在中学的技术课、项目创新等课程中让学生在CDIO的系统环境中经历创新构思—详细设计—实现测试—现实运作的整个过程,培养他们的基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力。但在国内,CDIO人才培养模式目前没有进入青少年的科技创新活动或相关课程中。笔者在自身从事的青少年创造发明以及青少年工程创新活动中作了初步的探索与实践。

二、基于CDIO模式分析目前中国青少年创造发明活动现状

1. 学生具有创造发明的意识和积极性,但创新能力较低,大部分创意还停留在思考阶段

目前参与创造发明活动的青少年普遍兴趣浓厚、积极性强,在学习和生活中积极寻找新创意、新想法。但由于多方面客观条件的限制和学生自身的局限性,使得参与学生没有把自己的创新想法和建议及时与指导教师和同学们沟通交流,并进行实质性的操作,从而限制了学生创造发明的过程,使得很多学生的创意只是停留在思想里或纸张上。比如:在生活中遇到问题时绝大多数学生愿意尝试独自处理,缺乏团队协作精神,不能取长补短,共同把问题解决好;许多学生缺乏行动的信心,没有创新毅力,经常在学习过程中缺乏创新的恒心和意志,见异思迁,半途而废,这必然导致创新能力得不到锻炼,使得大部分青少年创新能力低下。

从创造发明活动组织者角度看,这种现象的成因主要是受各类科技创新竞赛的主导,活动中只关注对最后成果的自主创新性、先进性等内容,而缺乏对学生进行的创意达成的系统培育,包括系统环境的创设、系统目标的制订等。

2. 学生具有创造发明活动的理论知识,但知识结构不合理,缺乏创新的动手能力和必备的创新技能

受应试教育的影响,目前我国青

少年的知识结构很不合理,一般都只重视用于应试的事实性知识(学科类的记忆知识),而对人的能力、道德发展等更为重要的方法性、价值性知识却往往被忽视,青少年很少有机会通过实际操作、亲自体验等形式来获取这两类知识。这样的知识结构造就了很多纸上谈兵的高材生——具有创造发明活动的理论知识,能将创意写出来、画出来,但无法去具体实施。

3. 青少年创造发明活动的参与面广,但创新成果真正运行的寥寥无几

目前青少年创造发明活动普及面较广,参与的指导教师、学生众多,每年都有大量的工程类创新项目在各级各类科技活动中展示。但由于种种原因,这些项目大部分都只进行了构思、设计、实施3个过程,然后就开始参加各类科技活动,而真正的实际运行过程被忽视了。此处所说的运行非指产业化,去工业化生产,而是指创新项目在经历了前3个阶段后,单个或多个作品真正投入现实环境使用的过程,包括运行过程中的监控、维修、改进等。缺少运行过程,对参与创造发明活动的青少年来说是一个不系统的培育过程,对他们的创新能力、团队合作精神的培养,以及创新项目的进一步发展都有较大影响。

4. 青少年创造发明活动评价体系单一

目前对青少年参加创造发明活动的一般评价方式主要有两种,一是过程中教师给出的评价,如在活动过程中给予学生个人或优秀创意作品的鼓励性评价等;二是项目成果参与各类科技竞赛活动的结果,如在青少年科技创新大赛中获得奖项等,这也是目前国内青少年创造发明活动中受重视程度较高的评价方式。两种评价方式都是针对参与活动的青少年以及他们的发明作品,都以甄别与选拔为评价的根本目的,这类评价方式不利于科学、有效地评价学生发展,而且对于整个青少年创造发明活动来说过于片面、简单。

三、CDIO模式在青少年创造发明活动中的探索与实践

1. 基于CDIO人才培养理念,制订一体化的活动目标和计划,培养青少年综合创新能力

CDIO人才培养模式中,青少年综合创新能力的具体内容有4个方面,包括创造发明的基础知识、个人能力、人际团队能力和创造发明的系统能力。针对这4个维度提出的一体化活动目标不仅包含了传统的知识与技能目标,更增加了人际团队能力和发明活动的系统能力。其中,人际团队能力不仅指与人合作的能力,更涉及在团队中的表达理解力、人际融合力和不依靠他人独立解决问题的能力;发明活动的系统能力是指学生在进行发明活动时,从具体构思、设计分析、实现创意、具体运行的4个步骤中,能进行整体调控把握的能力。一体化目标制订完成后,通过后期有效的计划实施,能让学生在主动的参与发明活动的过程中,整体提高创新能力。

以组合发明法为例,如按传统的活动目标,知识方面即组合发明法的含义、技巧、操作步骤等;技能方面的目标就是要求学生能运用组合发明法提出自己的创意。对于CDIO模式而言,知识技能方面的目标仅仅完成了基本知识部分的目标,对于个人能力、人际团队能力、相关系统能力等都未涉及,而这些对青少年创新能力的提升更为重要。CDIO模式中,我们将该活动的目的定为:能在情景(现实或假设的需要利用组合方式创新的场景)中发现需求,并在团队活动中确认详细构思和设计图,并制作模型或实物以实现自己的创意,而后将自己的创意在现实环境中运行,通过监测提出新的改进方案。综合来讲,传统观念下的创造发明活动目的关注的是创新作品、创新思维、创新技能等,而CDIO模式下的发明活动目的关注的是学生在活动中4方面能获得的整体发展。

2. 引导学生亲身经历“设计—实现”，并创造条件支持学生动手和直接经验的学习

CDIO 模式下的创造发明活动，强调让学生亲身经历“设计—实现”的过程，让他们能够从动手实践、直接参与的过程中获取方法性知识和价值性知识，来完善他们的知识结构，让他们能够掌握创意实现的具体过程与方法。

“设计—实现”分为两种水平，在“基本水平”中，多用一些优秀发明案例，让学生分析并进行模仿“设计—制作”，让学生在这样的过程中体验创新工程实现的具体过程与技巧；在“高级水平”中，学生已通过基本水平的学习掌握了实现发明创意的过程与方法，能将自己提出的原创性项目，通过构思、设计、实现、运行4个步骤来逐步实现。如“叠衣板”，是一个生活中的小发明，它通过简易的步骤高效、整齐地将T恤叠好。引导学生自己制作一块叠衣板，对于青少年来说就是一个基本水平的“设计—实现”过程，学生在参与活动的过程中需要绘制设计图，确定材料的精确尺寸，根据设计图和尺寸来制作模型，再回家将自己的作品介绍给亲友使用，这样的操作过程对学生的方法性知识、价值性知识的掌握都有积极的作用，并为将来他们能够通过高级水平的“设计—实现”过程来实施原创性项目奠定了坚实的基础。

3. “构思、设计、实现、运行”是一体化的学习模式，能促使学生主动学习

传统的发明活动中，比较重视学生的创意方法和创意过程，并要求将创意书面化，描述成文字或绘制设计图等，而对具体实现和运行并没有硬性要求。这造成了众多发明活动中产生的学生创意极少能够最后完成实物的制作，而在现实环境中运作的就更是寥寥无几了，这对于学生综合创新能力的整体提升是不利的。CDIO 模式下的发明活动，“构

思、设计、实现、运行”是一个整体的环境，是一个不可分割的生命周期，学生在一体化的学习过程中获取的经验，能带动学生对基础知识、个人能力、人际团队能力、系统能力的获取，并能激发学生主动学习的热情。

以“趣味隐形笔筒”为例，要求学生利用磁铁的特性，设计制作一个隐形的笔筒。在一体化的学习模式中，针对该笔筒的详细构思、设计、实现、运行是一个整体性的生命周期，不可分割。活动中，通过磁性相关基础知识的掌握，引导学生在团队中运用这些知识进行详细设计、模型制作，并且进行系统测试、改进，最后将作品投入实际环境中运用，并收集反馈信息，而后根据反馈信息学生可能会自主地进入另一个发明活动的生命周期。在该活动中，学生掌握了关于磁性的基础知识，并在设计、制作过程中提升了个人能力、团队能力，而后再在实际运行过程中培养了与人交流、协商的人际能力，而在活动过程中出现的知识、技能需求，以及实际运行过程中的建议反馈，都成为了学生主动学习的强劲动力。

4. CDIO 模式下青少年创造发明活动的评价体系

针对 CDIO 模式下青少年创新能力4个方面的不同成果，要用不同的评价方式，以期更有效、更真实地进行评价。有效的评价应采用不同的方法来衡量学生的各方面能力。比如基础知识可以是笔试或口试的方式；“设计—实现”能力相关的评价可以用平时实际观察记录来实现，形式可以是教师评价、学生互评、自我评价相结合；人际团队能力可以是调查表、访谈、观察等形式。

基于 CDIO 模式下的评价，不论采取哪种评价方式，针对哪个阶段的评价，都要制订一个具有宽容度的评价标准，即评价标准不是一条线，而是一个有宽度的区域，进入该区域学生即达到活动目的的期望值，一些优秀的学生个人或

团队能够超越该区域，也有部分学生个人或团队接近期望区域但还需努力。这种评价标准更合理、更人性化、更符合学生发展的需求。

参考文献

- [1] 查建中. 论“做中学”战略下的 CDIO 模式, 高等工程教育研究, 2008 (3)
- [2] CDIO 大纲与标准. 汕头大学出版社, 2008.12
- [3] 顾佩华等. 从 CDIO 到 EIP-CDIO——汕头大学工程教育与人才培养模式探索. 高等工程教育研究, 2008 (1)
- [4] 顾佩华等. 重新认识工程教育——国际 CDIO 培养模式与方法. 高等教育出版社, 2009

作者简介

钱利群, 34 岁, 中国福利会少年宫创造发明活动指导, 中国青少年科技辅导员协会会员, 电子信箱: Shaonianong_keji@126.com.

点评

青少年发明创造活动, 首要的是“创”, 即青少年不仅要有如同“创”字左侧的“仓”所容纳的必要知识, 亦要有右侧的“立刀”所隐含的刺中靶心的能力。本文作者在论文中正是从分析我国青少年发明创造活动往往过多注重纸上的知识, 而忽视实际解决问题的能力这一弊病展开论述的。

作者重点结合自身在青少年创造发明活动中应用 CDIO 这种国际上工程创新人才培养模式的实践, 从4个方面阐述了该模式对于参与活动青少年创新精神和创造能力的积极作用, 具有一定的科学性和探索性, 值得广大科技辅导员在培养科技创新后备人才中予以借鉴。

如果作者能够在论述中提炼更为鲜明的典型案例, 以及进一步规范文章整体的逻辑关系和语言的流畅性, 将会使本文增色不少。

——翟立原 (中国青少年科技辅导员协会理论工作委员会副主任委员, 第20届全国青少年科技辅导员论文征集活动评审委员会主任委员) ■