

科学教育与技术教育的融合 ——现代创新人才培养新路径

演讲人_顾建军 录音整理_胡晓蕾



顾建军，教育学博士，教授，博士生导师。现任南京师范大学教育科学学院院长、教育科学研究院院长，兼任中国教育装备研究院副院长、南京师范大学现代教育技术中心主任。国务院学位委员会教育学科评议组成员、教育部普通高中技术课程标准组组长、全国教育科学规划学科组成员、教育部基础教育课程与教材专家委员会委员、中国职业技术教育学会学术委员等。目前为南京师范大学科学与技术教育学科负责人，主要研究方向为教育基本理论、技术教育学、职业教育学、农村教育学。

我们今天在讨论科学教育与技术教育关系的时候，与其说讨论二者的关系，不如说是讨论现代技术的特征、技术的形态、技术的结构、技术的属性、技术的形成方式有了哪些变化；与其说讨论科学与技术的关系，不如说是在讨论一种人才培养的理念——现在需要什么样的人才，这些人才究竟是单一化的、碎片化的，还是综合性的；与其说在讨论科学与技术的关系，不如说在讨论一种课程思想与模式。

本文将沿着如下的思路与问题展开。首先是科学与技术融合的基础是什么。如果说没有基础，皮之不存，毛将焉附？其次是融合的使命。我们面向未来，融合走向哪里，它的价值是什么。第三是融合的路径，实际上是讲何以融合。最后是融合的反思，怎样能把融合做得更好。

◎ 融合的基础——当代科学与技术的“共生”生态

当代科学与技术之间有一种生态变化的关系，我在这里用“共生”的概念来反映这种关系。斯坦福大学科学教育学者 P. D. Hurd 教授指出：“今日自然科学与过去 4 个世纪的学科概念大不一样。”为了揭示当代科学内涵的这种深刻变化，国外一些学者创造了许多新词汇予以概括。美国科学哲学家 B. Latour 创造了“技术—科学”（technoscience）一词，以示当代科学与以往科学的区分。著名科学史学家 D. D. Price 则把今天的科学描述为“应用性科学”（applied science），旨在揭示当代科学已不再是过去的“纯”科学了。此外，还有人创造了“sci-tech”一词，揭示当代科学内涵的变化。上述科学概念内涵的变化标示了现代科学与技术的共生与融合的关系。

当然，现代科学与技术共生与融合的背后实际上是科学与技术的发展。比如说第三次技术革命是在现代自然科学革命的直接作用下，并与其相互交叉而发生的，这个技术体系有个明显不同于以往的新特点，它不仅更依赖于科学知识，而且更重要的是科学向技术转化的周期越来越短。工业 4.0、物联网、3D 打印技术，还有创客等，这些技术对于科学与技术的融合，又带来了很多机遇。我们可以看到科学与技术

结合的能量，产生和释放出来的生产力。

这种变化，对教育也造成了影响。传统的科学教育以理论知识为中心。近10年以来这种情况得到改变，设计与技术、物理与技术、化学与技术、地理与技术等开始进入学生的课程，成为科学教育的一部分。传统的技术教育主要强调“动手做”，强调技能，注重手工，关注学生的大肌肉、小肌肉运动，关注对技术工具的驾驭和包含材料在内的对象物的加工，注重身体姿势、状态、力量、精度，以及技术目标的达成。而现代技术教育项目则增加了“科学含量”更高的技术设计、技术试验、技术探究、技术体验等实践活动，主要是“动脑做”。

◎ 融合的使命——培养现代创新人才

融合的使命，就是培养现代的创新人才，这也是国家战略。另一方面，为什么说人才培养要讲究融合，实际上是现在知识与技能的增长方式发生了变化，由“点式”增长变成了“框架式”增长——在认知结构上、认知框架上寻求新的知识的增长方式。也正因为科学与技术的结合，造就了一种新型的认知方式。在这个过程中，还有“被动式”增长到“主动式”增长，“可言知识与技能”增长与“缄默知识与技能”增长。

在工业革命以前，人们推崇百科全书式的知识型人才。在20世纪中叶，由于科学技术的激烈竞争，社会需要得更多的是能力型人才。20世纪末以来，随着知识经济时代与信息时代的到来，需要培养的是具有综合运用多种理论与方法解决复杂情境问题、非确定性问题、结构不良问题，并进行深度学习的创新型人才。

科学教育与技术教育的融合对于现代创新人才的培养具有独特的价值。从科学教育与技术教育的过程来看，传统科学教育侧重于“内部认知”活动，而技术教育更加强调动手操作的“外部认知”，科学教育与技术教育的融合更加有利于学生“动手—动脑—动心”，从而实现真正意义上的“做中学”，培养学生的探究能力。科学教育与技术教育的融合能够培养学生综合解决问题的能力，培养学生的合作、交流与表达能力，并能够在丰富的科技创新活动中发展学生的责任心，为现代创新素质的培

养打下基础。

◎ 融合的路径——多元融合模式的探索

① 课程内容上的嵌入式融合

《美国新一代科学教育标准》(NGSS)是培养创新性科技人才的重要科学教育改革蓝本，它的核心是加强了科学教育与技术教育的深度融合。NGSS尤其强调科学教育与技术、工程及科学应用的联系。它实际上已经把技术与工程、技术设计嵌入到科学教育标准当中去了。我国义务教育阶段课程内容涉及领域包括物质科学、生命科学、地球与空间科学、技术与设计等；技术教育部分内容也嵌入在科学教育课程之中。

② 课程模块上的嫁接式融合

嫁接式融合实际上就是怎么把科学和技术有机地嫁接起来，实现一种新的融合。举一个课程案例，南京市一中的地理科技实践课程基地就特别注重了科学教育与技术教育的嫁接式融合，课程分为3级。第1级在科学的基础上进行，自然地理、区域地理、人文地理。第2级就有了天文、“动手做”地理。第3级是技术与科学的融合更加放得开。第1级课程如验证温室效应，可以通过触摸式电脑一体机、网络互动、语音立体地图等，另外配备了风力地貌、流水地貌、喀斯特地貌、冰川地貌等实验。第2级“动手做”地理，结合学生兴趣、学校特色、高校资源等进行科学实验。到了第3级内容就更加丰富了，融入了很多因素。比如开展天文观测，开展气象实时监控等。另外比如进行地理测量，让学生测量学校的平面图，设计月球、地球模型，制作昼夜长短演示学具等。再举一些其他国家和地区的例子。加拿大1—9年级的科学与技术课程，菲律宾的科学与技术学习领域，我国香港、澳门、台湾的资讯科技，实际上也都是把科学与技术嫁接在一起。

③ 课程结构的整合式融合

美国和国际流行的STEM教育，英国的SATIS课程，实际上都是在整合的基础上进行的。还有STC (Science Technology and Children) 这样的课程模式，它把科技与儿童将科学、技术、人文整合成一种新的形态。我国的综合实践活动课程是国家规定的中小学阶

段必修课,包括研究性学习、劳动与技术教育、信息技术、社区服务与社会实践4部分内容,其突出的性质体现了综合性、实践性与活动性,也具有整合式的特点。

② 课程设计上的叠加式融合

举几个例子进行说明。日本1—9年级的理科课程、技术与家政课程,到了高中就是科学的分科课程、技术的分科课程,也就是在融合的基础上分化、在分化的基础上融合。澳大利亚2000年的中小学8大学习领域中就包括科学学习领域、技术学习领域。我国2015年普通高中新课程也体现了科学教育、技术教育的叠加式融合,加拿大魁北克省一些学校大量选修课程中的40%以上是技术与科学的融合。在不久的将来,大家都能看到这种融合的趋势和形态。

综上所述,如果讲路径的话,就是4种融合方式;如果讲形态的话,是科学与技术的联络课程、科学与技术的合科课程、科学与技术的广域课程,以及科学与技术的核心课程。

课程理念的转变意味着学习方式的转变,如何将科学教育、技术教育融合的学习方式集联结学习、探究学习、实践学习、拓展学习等于一体呢?举一个情境设计的例子。

高中1年级第2学期,同学们开始学习“控制及其设计”内容。新学期一开始,教师为了改善和优化教室的室内环境,配置了一些不同品种的盆花,由于不同种类的盆花需要的水量不一样,有同学提议结合控制系统设计内容的学习,设计一个能够符合不同品种盆花水量需要的人工浇水装置。这就需要了解这些花草的习性、消耗水分等情况,思考如何实施不同水量的控制手段,以及控制装置又是如何满足于这种要求的。

1周时间过去了,根据不同品种盆花水量需要的人工定量浇水装置开始使用了。但是大家发现,由于周六日没有人到学校浇水,需要设计一个装置,便于对花盆进行集中浇水。同时大家还发现人工浇水常常有水渗出,于是改进了原有装置,把花盆浇水后渗出的水收集进行二次使用。

又1周过去了,同学们学习到了自动控制系统原理与技术,有同学建议设计一个能够定时定量自动浇水的装置,这样就不会有水渗出和浪费,同时也可以节省人工管理的时间。经过一定的设计分析和方案物化,能够根据不同

盆花品种水量需要的自动定时定量浇水装置设计并试验成功了。

随着天气的转暖,天气变化无常,有同学发现安装了自动浇水装置的部分盆花的根部开始霉烂,长势很差。大家开始分析原因,并提出改进方案,提出设计一个自动适应气候变化的定时定量自动浇水装置。这里,天气问题、下雨的雨量问题、花草树木对气候的适应性问题,等等,涉及到很多科学问题。

暑假到了,住在学校附近的章宇宙同学负责花卉的浇水和管理工作。但2周后章宇宙有一个远途旅行,在同学们的建议下,章宇宙设计了自己的基于手机终端的班级花卉自动控制与远程监测系统,以便自己随时察看盆花的状况,实施管理。

又过去2个星期了,班上2个女同学提出她们非常想念花卉,想看看花卉的最近状况。于是大家商量,利用物联网技术和大数据技术等,设计与制作了一个实现全班同学用手机远程监控和共同管理的远程控制系统,并增加了施肥、浇水、成长记录与分析功能,以便在系统与工程意义上为花卉管理系统的改进和优化提供自己的建议。

◎ 融合的反思——融合的限制与区分度

科学教育与技术教育的融合并非完全消解科学与技术的差别。即使在现代社会,科学与技术仍然有不同的“范式”,有着诸多“不可通约性”。因此,要保持科学教育与技术教育的有机融合性和适度独立性,实现二者“共生—良性互动”。此外,伴随着现代科学与技术高度融合与高度分化两种并行不悖的趋势,科学教育与技术教育的融合必须有所侧重,应以某一方面为中心进行融合,而非仅仅是“不分彼此的混合”,进而形成人类知识结构的“混沌”现象。

总之,从当代科学与技术的高度融合这一科学与技术关系的最基本形态出发,应当确立“大科技教育”观,采取多种路径和策略,进一步加强科学教育与技术教育的融合,开发出多种形态、多种样式的科学与技术融合课程,促进适应现代创新人才培养的社会性需求,以此促进科学教育与技术教育的价值结构化和教育现代化。■