**从“工程思维”到“儿童的工程思维”**

——**小学科学教学中“工程思维”的阐明与培养**

**【摘要】**2017年年初出炉的新版《义务教育小学科学课程标准》（简称“新课标”）中新添了“技术与工程”模块，“工程思维”一词也慢慢从专业领域走到了小学科学教育的台前。

如何在科学教育中渗透“工程思维”这一命题，不仅将为儿童打开“工程世界”的大门，同时也为教育一线的工作者们重新思考教学模式提供了核心依据。

**【关键词】**工程思维；儿童视角；实践策略

2016年1月4日，李克强总理在山西过剩产能实现脱困发展座谈会上“透露”了一个秘密：“中国能造出原子弹，却造不出圆珠笔头上小小的‘笔珠’”。为何在“大物件”上中国不缺乏制造者，而在颇具灵气的小“物件”上人才紧缺？此问题折射出了教育中“工程思维”缺失的现象。回归问题本身，许多人在高等教育阶段才开始慢慢培养对“工程思维”的系统认识。“工程思维”在儿童思域存在“断点”。因此，教师应当思考如何将“工程思维”渗透到当下科学教学中，帮助儿童建筑可视化的立体思维模型，让“工程思维”在儿童心中扎下根。

1. 核心探讨：儿童工程思维的“前世今生”

早在上世纪80年代我国著名学者钱学森就对构建思维科学提出了自己的设想，认为科学探究走向科学实践是知识发展的必由之路。2011年7月，美国颁布了K-12课程理念，将“工程与技术”纳入课程内容。2017年年初新版《义务教育小学科学课程标准》（简称“新课标”）正式出炉，知识目标体系上增添了“技术与工程”领域。至此，工程思维通过学科课程慢慢向小学段渗透。

1. **儿童工程思维是什么？**

“工程思维”简而言之，就是人们在进行工程活动和工程研究过程中所形成的独特思维方式。儿童通过教师引导，掌握探究方法，模仿工程师完成设计或者改造物品的目标，并在此过程中所形成的系统化思维过程，这就是儿童工程思维。儿童工程思维的专业层次较低，有明显的儿童视域局限性。但同时具备了极大的延展性，这种思维方式同样源于人类改造世界的决心，带有很强的目的性和价值性。

1. **儿童工程思维从哪来？**

儿童工程思维的不是现有工程思维的照搬，是一种具有儿童心理发展特点的思维模式，更是一种立于国际大环境下所倡导的思维品质。

**1、基于儿童视界的思维发展**

儿童对于工程世界的认识是陌生的，儿童工程思维应当建立在儿童原有认知水平上，帮助儿童建构起对工程世界最初的认识和逻辑化思维习惯的养成，方便儿童更好地将科学学习转化为工程实践。

**2、基于国际视野的成长需求**

“工程思维”现已成为全球性人才的必备“品质”。作为三元思维（科学思维，技术思维，工程思维）之一，更是成为了全球教育界所倡导的培养重点。工程思维的养成应当从小学抓起，培养儿童发现和解决问题的能力，潜移默化地帮助儿童探究和实践科学。为以后成为国际高品质人才打下基础。

1. **儿童工程思维到哪去？**

儿童工程思维以原有工程思维理论为内核，需要儿童在原有思维模式下做出“微调”。儿童的认知也会随之改变。皮亚杰认为，当儿童在已有认知结构下接受外界刺激，同化新的信息，此时他处于动态平衡之中。如果超出原有认知结构，则会打破平衡。这就需要儿童对知识结构做出调整，建立新的平衡。（如图一）

1. **从“深奥”到“平易”**

“深奥”的理论知识会让儿童排斥，“平易”的思维模式才能让每一位儿童通过训练而真正掌握。儿童工程思维的教育应该让儿童带着一定的认知进入到学习中，从生活中找寻与儿童认知的契合点，而不是“空降”一个“知识点”来让儿童接受学习。尊重儿童已有经验，在此基础上加以引导，思考儿童想法的产生，丰富教者的解答和延展。

1. **从“抽象”到“具象”**

儿童往往更多关注自己所能看的见，摸得着的“物品”，对“抽象”的想法理解起来较为困难。具现化的过程其实就是儿童自己同化认知的过程。知识的传递应当放置于一定情境内，让儿童产生自己的观点和想法。教者应当关注儿童对知识的建构过程，判断其是否能够准确地运用和产生新的想法。

**3、从“乏味”到“智趣”**

教学内容的趣味性直接影响儿童学习的兴趣，单纯的“工程模式”课堂内，儿童很快便感到乏味无趣，教师可以适当增添游戏环节，刺激儿童感官，接受新的知识，同时提升儿童“智力”。动手的过程中，会产生一种“创造”的乐趣，教师应当正确引导，适当鼓励，让儿童延续创造的激情和快乐。通过指标完成度的奖励来激励儿童，以便其下次达到更高阶的目标。并分设难点目标，让“学有余力”的儿童保持动力。

强调儿童认知规律 注重可视化过程

鼓励产生自己的观点 倡导“科趣一体”

图 1

1. 意义探寻：儿童工程思维的“价值诠释”

儿童工程思维的构建是一项影响儿童一生的伟大工程，也是提升儿童核心素养的一针强力助推剂。

1. **童年需要不一样的“味道”**

在价值取向还有没明确的儿童阶段，给予儿童工程化思维的启蒙，能让儿童有形成正确的价值观，工程思维还能在探究活动中让儿童学有所得，学有所用，并能够做到玩在其中，创在其中。使儿童在童年收获能够受用一生的解决问题的关键能力。

**（二）生长需要不一样的“经历”**

经历即是最好教育，童年的经历更是让人难忘的记忆。工程思维让儿童在生长过程中切身参与到改造世界的过程中，收获创造的乐趣与价值，工程研究的过程也能让儿童享受合作的乐趣，不一样的“动手经历”也将成为儿童人生一笔宝贵的财富。

**（三）未来需要不一样的“素养”**

“实践创新”是儿童发展核心素养之一，工程思维更是“创新”的基石。儿童工程思维的建立有助于儿童培养实践创新精神，工程思维的建立仿佛在儿童和社会之间架起桥梁，加强了儿童的社会参与，使儿童在未来的社会竞争中找到属于自己的发展方向。不仅如此，由“工程思维”衍生出的“善于合作”、“乐于倾听”、“勇于改进”等素养更会帮助儿童在未来更好地生活。

三、课堂探索：儿童工程思维的“培养路径”

科学探究是通过提出问题，作出假设，设计实验，从而来达到预期实验的效果。强调了自然科学体系下的因果机制，往往在未完成实验的时候，儿童已经达到对实验的期许，减少了一定的探究欲望，而工程思维是对生活中的一个特定问题出发，通过工程设计的方法，对各种变量之间进行反复实验，尝试达到原本想要的实验预期，这对儿童来说存在着挑战，同时也激发了儿童的兴趣和探究欲望，如何将工程思维模式在科学探究活动中体现，需要对课例进行细致的分析和定位，对原有的内容进行统整。这样才能使科学课充满探究味的同时还具备工程思维的培养。

1. **课型把握：进阶式的立场定位**

儿童工程教育的课型选择需要教者自身对课型大方向进行把控，就像一个好的厨师，为了做出符合儿童胃口的“大餐”，自己首先对“餐品设计”（教学目标）得有方向，然后在着手“材料”（课例）的选择，“佐料”（工程探究）的分量得适中，最后，还要看顾客是否“吃满意”（目标的完成）。只有这样进阶地琢磨，才有可能做出一道色香味俱全的儿童工程思维教育大餐。（如图2）

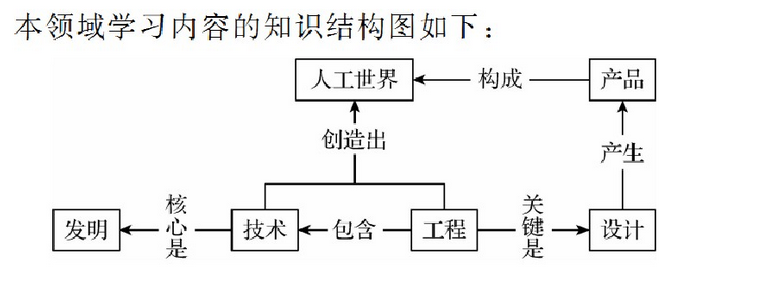
****

图 2

1. **因却补漏，明确教学目标**

确定工程教学课型的教学目标是进行工程教育的第一步，也是把脉儿童核心能力是否发展的核心依据。明晰的教学目标，既是对课堂中师生对话，师生活动，生生交流的把关，也是对儿童情感，价值，知识，技能有效统一的保障。

**（1）立于课标下看课**

2017科学新课标新添“技术与工程领域”，此领域强调工程的关键是设计，而技术的核心是发明。对于教学的目标应当放置于整个课标知识体系下，课程内容意义的最终指向也应当设计与发明有关。

**（2）站在儿童中读课**

站在儿童的角度，判断子目标之间的关联度，从而了解目标设立的完整性和可操作性。并从儿童学习障碍点中，分离出教学的重难点。

**（3）回到课堂中磨课**

目标的达成效果最终还是要在课堂中呈现，教者要于课堂中关注学生的建构过程和对知识的理解程度，反复测试子目标达成率，让每一位儿童都能够将教师语言转化为自己所能编码的信息。（如图3）

课标引领

课堂检测

重难点设定

分级子目标设定定

大目标设定定发

研读课标内涵 构建学段目标 规划课堂目标 细化重难点 达成目标

图 3

1. **精工细做，深挖品质课例**

工程创造的教学是以设计与发明为主要目的，而不是随意地对所有涉及工学课程的改编，因此课例的开发显得尤为重要，根据建构主义理论，面对未知的领域，儿童是带着原有的认知去进行假设，因此，课程内容应该从儿童的生活实际出发，选择生活中常见的事物进行再设计，这样既有助于教师教学情境的创设，也有利于儿童兴趣的集中和灵感的迸发

以曾宝俊老师格致工作坊开发的《造房子》一课为例，此课是苏教版《科学》教材五年级下册《形状与结构》单元中的一课。

**（1）在教学目标上**：从原来的能够参与设计房子，会计算房子的用料，转变为明确地提出能设计新颖的房子，用料节省，房子空间要大，且要牢固。体现了现实生活中人们对房子的这一客观要求。

**（2）在材料选择上**：给学生提供了每组一套的“积木珠子”，可以用来拼插房子模型。而且提供给了学生一些芦苇杆、细铁丝、老虎钳、报纸、浆糊等材料，让学生“真刀真枪地”搞一次科学。

**（3）在教学设计上**：改变了教材上先介绍古代的房子和现代的房子的做法，而是先让学生寻找古代房子与现代房子的不同，从而理解科学技术是不断发展的，意识到科技的进步促进了人类生活水平的提高。然后就让学生设计房屋，来设计的时候，限定给学生30根芦苇杆，来造成坚固、宽敞、美观的房子来，最后就是让学生按照设计的图来实现自己的愿望。

此类工程实验从现有科学教材中的探究实验入手，加入工程思维的模式，通过改变教学的过程与方法以及实验材料，来达到工程思维培养的目的。

1. **课堂调控：细致化的内因排查**

儿童工程思维的培养最终还是得在课堂中落实，现阶段的小学科学教学中，教师更倾向于向儿童传授知识，忽略了科学知识与生活的联系，导致儿童在课上学习的“无用武之地”。工程教育的教学策略很好地弥补了上述问题，课堂上将理论和实践有效的统一，依据“少即使多”的指导原理，促进儿童参与工程实践，达到对核心原理的深入探索的目的。

1. **教学环境分析**

基于小学工程教育课程的教学环境，教师和儿童所在的学习环境是经过改良的，更适合工程实践开展的环境。本环境包括：

（1）4人小组式的课桌排放方式：便于小组分工和合作。

（2）师生具备一套完整实验的套件：便于改进和设计物品。

（3）电脑，投影仪，幕布：用于教师讲授相关概念，创设教学情境

**2、教学模型建构**

基于儿童学习特征，结合建构主义学习理论，并在此在此基础上借鉴科学探究和工程设计模型，将彼此有机统整，创设出科学的工程教学模型。

1. **模型设计**

以克洛多纳科学探究模型和工程设计相关步骤为原型，构建出符合儿童探究的学习模型，该模型包括：情境创设、问题提出，探究方案制定，设计与优化，分享与评价（如图4）

设计与优化

探究方案制定

制定设计目标

设计和规划

实践与检测

改进与优化

问题分析

问题假设

头脑风暴

分享结果

分享与评价

情境创设，

问题提出

图 4

①情境创设，问题提出：工程问题往往源自生活中具体的例子，教师通过创设情境吗，引导儿童提出相关问题（也可以由教师提出），并了解自身任务。（少了）

②探究方案的制定：对提出的工程问题进行解析，了解问题中的限制性条件，例如“造房子”中，规定只能用30根木棍搭建，高度要在20cm以上。这样做的目的是为了让儿童更明晰地在脑中规划工程的设计。其次引导儿童对问题进行合理化假设，教师对假设的科学性，可实现性要进行一定的评价，避免不必要的资源浪费。接下来通过头脑风暴的方式组织学生将探究焦点放置于想法上，不必要急着去想如何实现，例如“房子的模样”可以是平房，也可以是楼房，也可以是斜顶式的，让儿童在小组间交流想法，确定工程设计的方向。

③设计与优化：教师组织儿童评判每个方案是否符合初始的限制条件（技术参数），可以让儿童试着分析每组的方案是否存在可行性上的缺陷，并选择其中的某个通过的方案进行原始的设计，对设计的要求要符合儿童现阶段学习能力，低年段的可以是草图，高年段可以在草图基础上添加工程参数，例如“房子的高度”，“结合处所用的材料”等，进阶式地培养儿童设计的能力。在工程实践的阶段，教师做好适当的辅助，不必太过于注重成品的完成，而应该看儿童在操作过程中是否能够合理按照设计图一步步实现自己的设计。对于完成的成品，进行检测和优化，例如检测“房子的牢固程度”时，可以用吹风机吹和在房顶加重物的方式来检测，在失败的成果上进一步猜测如何改进能够让其符合标准，对成功的成果可以进一步进行“外观上的美化”、“材料上的简化”等优化措施，引导儿童深层次思考。

④分享与评价：儿童在课的最后进行对本节课的总结交流，可以谈谈自己的心得，也可以是在实践上的技术分享，教师需要对小组分工合理性，个人的参与度，以及成品的完成度进行评价，保持儿童对工程教育的持续关注，并有效引导儿童在后续学习中能越做越好，越做越规范。

1. **操作要点**

在课堂实际教学中，教师对于课堂的把控还需更加的精准，有些“要素”是提升工程教育课堂重点所在。

①严格控制变量：在问题提出的初始阶段，儿童可能对问题本身仅仅有从先前生活中来的认知，但是如何迁移到工程设计上，需要教师具有“取舍的技巧”。例如“探究纸桥的承受力”时，核心问题应该围绕“承受力与什么有关展开”，经过思考发现儿童有的认为与“纸的重量”有关，有的与“形状有关”，如何统一两者观点，需要设立唯一变量，在纸重量相同的情况下探究纸的形状和承受力的关系，这样有助于把发散的思维集中到一点上，从而更有针对性的进行设计和实践。

②注重数据收集：在工程实践环节中，对收集到的数据要引导学生有记录的习惯。这也是工程思维养成很重要的方法之一，也是对工程结果评析的重要证据，能帮助儿童梳理思维，通过数据与结果的表现，建立因果链接，加深记忆。

③体现乐观主义：工程的思维习惯之一就是保持乐观主义，即反映了“每一种技术都能被改善”的认识，教师应该设置能够保持持续优化的课程内容。例如“设计指甲刀”时，第一节课可以是对传统指甲刀功能上的拓展，第二节课可以是在上节课基础上对指甲刀外观进行设计……保证儿童在课后也能继续展开研究，思维不断延伸，工程思维也能慢慢在儿童心中扎下根。

1. **课后延展：启发性的思维提升**

工程设计是一种可持续的过程，同时也具备发散的、非线性的特点，而许多探究内容在规定的课堂时间内并不能有效完成，只有教师与儿童形成良性的课后互动，才能持续儿童工程思维的“升温发酵”。

1. **符合童智的理解**

课后的拓展内容不易过深，不能过于超出儿童认知的范围，最好是课程内容延伸，例如对于设计成果外观上的修饰，也可以是对于材料上的选择甄别。

1. **迎合童心的审美**

在学习过程中涉及设计的时候，需要充分考虑儿童的审美情趣，加入一些不一样的卡通“符号”，设计图使用的颜色也可以是丰富多彩的。保持儿童课后“设计”的兴趣。

1. **契合童趣的设计**

尽管工程实践是严谨的，但是设计的方向可以对儿童适当放宽，例如课后布置“鱼缸的设计”，有的儿童就会把鱼缸的形状设计成去“奇奇怪怪”的样子。教师尽量遵循儿童的设计意图，对儿童课后的设计作品给予鼓励和启发的同时，给予科学性上的指导。

1. 未来探访：儿童工程思维的“诗和远方”

工程的“思维”习惯被认为是未来公民必备技能之一，能否掌握这项技能有赖于儿童阶段工程思维课程的实施，怎样才能做到让工程教育既有“中国味”又有“国际范”成为了教育者探寻的热点。当工程思维在中国科学教育这块土地上尘埃落定的时候，关于其未来的思考自然接踵而来，

（一）让创意思维能够真实生长

创意是个抽象的概念，它能体现思维的价值与水平，创意思维与工程思维是相辅相成的。但创意的迸发需要引导，教师在课堂上是否能对儿童创意的发生进行积极地引导，取决于教师素养的高低，因此在启发学生思维的同时，教师也应该拓宽思路，打开眼界。用不断进步的“心”去影响更多不断进取的儿童。

1. 让创客精神成为素养标志

随着现代信息技术和创客教育模式的不断深入，“创客”也成了“新的实践创造者”的代名词。儿童工程教育也是以“培养儿童创客”为目的的教学，儿童如何接触并吸收“创客精神”呢？作为教师应当收集一切能用到的资源，进行整理、加工，发现最有利于学生学习实践的方法，满足学生动手实践的需求，为他们提供“用知识”的机会，努力将他们的奇思妙想实践出来。

（三）让创造能力形成中国表达

无论是“四大发明”，还是近现代专利，中国古至今都不缺乏“发明者”，发明故事的背后涵盖了中国人善于动脑，勤于动手的民族特质，教师可以从“《天工开物》”、“《梦溪笔谈》”等历史名作中找到适宜儿童动手研究的课例，带领儿童致敬经典，复刻经典，超越经典。

“工程思维”为儿童和教育者都提供了一个新的视界，即用不同的“打开方式”看待学习和教育。儿童工程教育的道路已经指明，前景充满着光明。

**参考文献：**

[1] 埃里克.布伦塞尔.在课堂中整合工程和科学[M].周雅明,等译.上海科技教育出版社,2015.

[2] 国际技术教育协会． 美国国家技术教育标准:技术学习的内容［M］． 黄军英，等，译． 北京:科学教育出版社，2003 2．

[3] 冀思琪, 刘军. 2017版小学科学课程标准解读[J]. 教育实践与研究, 2017(13).

[4]王奇伟. 小学STEM课程中工程思维培养的教学设计研究[D]. 上海师范大学, 2016.

总字数：6810

声明：本文为个人所作，如有抄袭，愿意接受相关处罚

作者姓名：林骏科

性别：男

年龄：30

身份证号：320481199010110031

联系电话：13961223405

电子邮箱：296748101@qq.com

工作单位：常州市武进清英外国语学校

详细通讯地址：常州市武进高新区西湖路5号

邮政编码：213164

所教科目：科学

教龄：6

学历：本科

职称：中小学一级

职务：教育研究院院长