

小学科学与技术综合课程 15 年实践探索

上海市教委教研室 王月芬^①

内容摘要：科学与技术是一门从无到有的基础型课程，一门在上海小学阶段实践了 15 年的综合课程。自 2003 年起，为提升学生综合运用知识技能解决问题能力，避免科学、劳动技术内容的简单重复，上海着力探索科学与技术综合课程的开发与实践。历经 15 年，确立了科学与技术课程的功能定位，系统建构了小学阶段科学与技术课程七大模块，形成了“问题需求-设计探究-综合应用”一体化的教学方式，建立了科学与技术完整的配套资源与师资队伍。

关键词：科学与技术，综合课程

科学与技术课程是上海二期课改中研制的一门全新的综合课程，在小学一至五年级实施，替代分科的自然^②、劳动技术，一到五年级的周课时分别为 2, 2, 2, 3, 3，总计 408 课时。作为基础型课程，科学与技术课程于 2003 年下半年启动研究，从编制科学与技术课程标准到编写教材再到杨浦、虹口的区域整体试验，迄今已有 15 年的历程。

一、问题的提出

科学研究自然现象和自然界变化的规律，技术改造自然，满足人类自身的需求。科学、技术相互促进，科学发现转化为技术成果，技术成果又推动了科学发展。科学与技术已成为推动人类文明发展的重要力量，科学与技术日益紧密的联系，对学校的科学与技术教育也提出了新的时代要求。

1. 我国科学、技术课程迫切需要进行理论与实践的突破

随着科技的日益发展，人们日益感受到科技教育、科技人才培养对于未来国家发展的重要性。近二十多年来，在国内课程改革的大潮下，国外有关科技教育

^① 王月芬，博士，上海市教委教研室副主任，主要研究领域为课程、作业、科学与技术课程等。

^② 自然，即科学学科。上海市在小学阶段一直沿用“自然”学科的名称。

的理论经验也被逐步引入中国，并得到较广泛的传播，也为开辟我国科学教育与技术教育的新思路提供了诸多契机。

2.科学与技术的密切关系为综合课程的开设提供可能性

科学、技术有着不同的研究领域、研究对象、研究目标和研究方法。但是，科学与技术相互促进，相互影响的关系毋庸置疑：技术设计需要科学原理的应用，科学的发现需要技术的支持，并转化为新的技术成果。这种密切关系为科学与技术课程的开设提供了一定的理论基础。正如《美国科学教育标准》指出的一样：“科学与技术关系非常密切。如果忽视学生对技术的理解力发展，任何科学教育部只能给学生描绘出一个不准确的科学图景”。

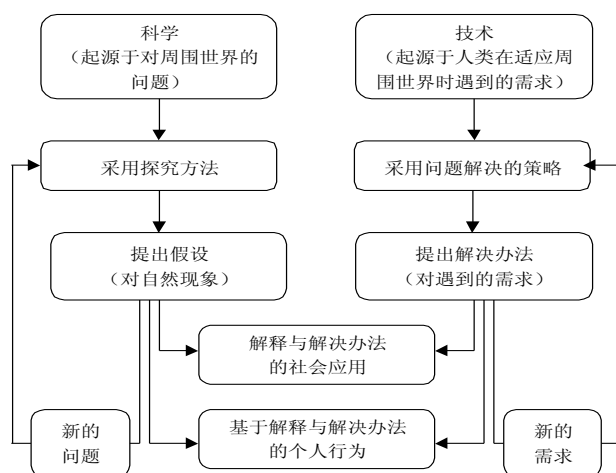


图1 科学与技术关系图

3.上海小学阶段的学科门类过多现状亟需课程的综合

2003年，通过与美国、英国、澳大利亚、日本、韩国、中国香港地区、中国台湾地区的课程设置比较后发现，上海现行小学阶段课程门类总量高居榜首。上海现行小学阶段课程门类相对较多的客观现实，容易导致学生疲于应付，也有可能导致小学生课业负担过重，这为上海探索综合课程提供了现实的必要性。

4.现行劳动技术课程与自然课程内容重复太多

从上海市劳动技术课程来看，它主要包括“生活劳动”和“手工劳动”两大部分的内容。其中很多的内容甚至要求和小学自然课程有一定重复，尤其是“电工”、加工制作这几部分的内容。这不仅造成课程门类冗余，也导致学习内容机械重复。

5. 师资现状为科学与技术课程的研究探索提供了可行性

据统计,上海绝大多数小学的自然教师和劳动技术教师基本上都是由同一位教师来担任。同时,上海绝大部分区的小学自然教研员和小学劳动技术教研员是同一人担任。客观的现状不仅反映了两门学科的共通之处,也为两门课程整合后的实施奠定了有利的师资基础。

国际对科技教育的高度重视、国内小学阶段科技教育的薄弱、未来社会对科技人才的需求、学科门类过多、分科课程内容重复交叉等现实问题,都使科学与技术综合课程的设置变得越来越迫切。

作为一门从无到有的综合性课程,要确保科学与技术课程真正落地生根,发挥综合课程对学生成长的独特价值,科学与技术课程的开发与实践需要科学有序地解决一系列问题:

- ◆如何依据小学生的特点,确立科学与技术课程的功能定位?
- ◆如何依据学科的功能定位,系统设计学科的内容体系?
- ◆如何通过改进和完善教学方式,提升学生科学与技术素养?
- ◆如何通过提升教研水平和教师素养,保证科学与技术课程可持续发展?

二、主要观点与成果

历经 15 年持之以恒的研究与实践,科学与技术课程在课程功能定位、课程内容结构化建设、教学方式、资源建设、师资队伍等方面形成了显著成果。

(一) 明确了科学与技术的课程定位与功能价值

对于科学与技术课程的定位,2003 刚刚启动研制时,曾经思考过四种定位:

第一种定位:不仅要发挥原先自然学科,劳动技术学科的主要价值,更要发挥科学与技术课程独特的教育价值;

第二种定位:只考虑科学与技术相结合部分的内容与目标,体现综合课程独特的教育价值;

第三种定位:以科学内容为主线,辅助相关的技术内容;

第四种定位:以技术内容为主线,穿插融合科学的内容,凸显“做中学”的学科特色。

科学与技术课程并非科学课程与技术课程的简单叠加,又由于科学与技术课程是替代自然、劳动技术,第二种定位可能会导致部分功能丧失,而第三种和第四种定位无法发挥科学与技术独特价值。因此,结合实际条件,决定选择**第一种功能定位为主**。

历经 15 年课程实践,科学与技术课程更加明确了其课程功能和定位。科学与技术课程是小学一至五年级开设的一门具有启蒙性、综合性的基础型课程,以培养学生的科学与技术素养为宗旨。课程内容以学生身边的事物、现象和实际问题为主要学习载体,课程教学以学生乐于参与的游戏、观察、实验、设计、制作、阅读、展示、交流、评价等为主要活动方式,并根据小学生的认知特点,提出了“看看、玩玩、做做、想想、讲讲、议议”活动过程表现,引导学生探索身边的科学与技术问题,体验学习科学与技术的乐趣。

(二) 确立了科学与技术核心素养模型

在多年的教学实践研究中,科学与技术课程根据学科功能定位,建构了好奇心与态度、科技常识与技能、评价与选择、探索与创新四个方面的科学与技术核心素养,并从提炼了八个具体的学习表现,以对应学生在学习过程中的行为。

科学与技术核心素养的具体组成也凸显了科学与技术课程的本质。无论科学、技术本质上都是发现问题和解决问题的过程。解决身边问题需要学生能意识和辨别问题,提出解决问题的想法或方案,做出评价选择并进行实践等。好奇心与态度、科技常识与技能、创新与探索能力、评价与选择能力是形成解决身边问题能力的具体组成要素。

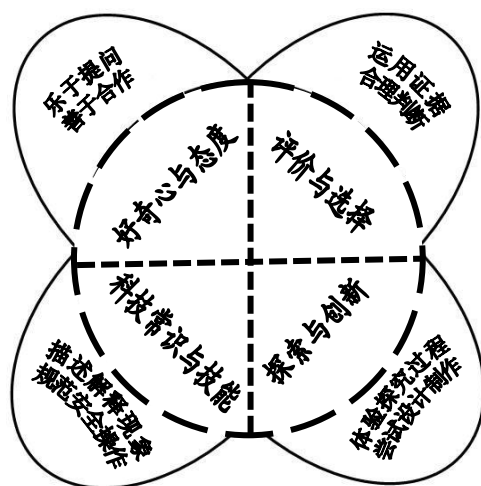
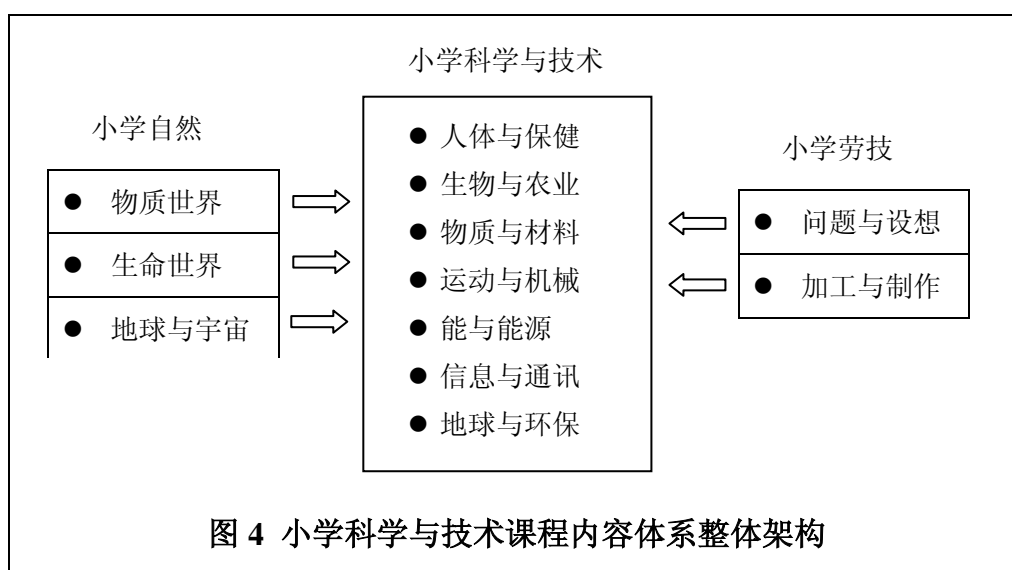


图 3 科学与技术核心素养模型

（三）建构了具有结构性、层次性的课程内容体系

科学与技术课程的内容架构注重“综合性”，以学生熟悉的模块和主题为核心的课程体系，将生活常识、科学知识、技术应用和社会影响等方面有机地融合到主题中，整合小学阶段科学领域与技术领域的相关内容和要求，创设跨学科、跨领域的综合性内容。课程设置了“人体与保健”、“生物与农业”、“物质与材料”、“运动与机械”、“能与能源”、“信息与通讯”、“地球与环保”七大模块以及 21 个主题。根据年级特点，有层次性、结构性地分布到不同的年级，以此构成科学与技术课程的内容体系。

这一课程内容体系，突破了原先小学科学课程“物质世界”、“生命世界”、“地球与宇宙”三大领域及小学劳动技术课程中“问题与设想”、“加工与制作”两大主题的分类方式，创造性的将“科学”与“技术”课程中的核心内容与学生生活紧密结合，形成了比较明显的综合性课程的内容特色，有利于加强学生“综合运用不同领域知识和方法”解决问题的实践性学习经历。



各个模块中都有机融入了技术内容与要求，比如在“人体与保健”模块一至五年级中，将生活用品、药品、医疗技术等渗透穿插在相关内容中。

（四）依据一定的逻辑线索架构 1-5 年级内容的层级体系

科学与技术七大模块的纵向内容与要求也体现了层次性。例如，“生物与农业”模块一至五年级按照“动植物的多样性—形态与习性—结构与功能—繁殖与遗传—生物与环境”逐步提升，种植养殖技术渗透穿插在相关内容中。

科学与技术整个内容体系中还增加了体现能力要求、综合运用要求的内容，诸如设计与表达，工具与材料、观察分类、分析推理，小小机械师，小小工程师，

小小科学家，建立模型等。

（五）研制了 5 项综合能力矩阵

经过 15 年探索，结合理论与实践经验，根据不同年级（或学段）学生的年龄特点，以科学与技术素养为指导，通过“活动环节→能力要素→水平要求”的思路构建学科综合能力矩阵，依照“科学与技术问题解决”的一般思路展开，具体分为**问题需求、方案设计、实验制作、评价交流、判断选择**五大综合能力，从小学低年段（1-2 年级）和小学中高年段（3-5 年级）分别明确具体要求（详见表 2）。

表2 科学与技术5项综合能力矩阵。

能力要素	能力表现	水平要求		
		小学低年段(1—2 年级)	小学中高年段(3—5 年级)	
探索与创新	问题需求	提出问题	<ul style="list-style-type: none"> 提出有关身边事物、现象的问题。 	<ul style="list-style-type: none"> 分析问题可行性和价值,辨别并筛选能通过研究解决的问题。
		发现需求	<ul style="list-style-type: none"> 发现日常生活中的需求。 	<ul style="list-style-type: none"> 分析需求可行性和价值,辨别并筛选可通过技术解决的需求。
	方案设计	猜想假设	<ul style="list-style-type: none"> 在教师指导下,说出自己对于问题与需求的想法。 	<ul style="list-style-type: none"> 基于已有经验,运用简单图画、书面语言,对问题或需求提出猜想或构思。
		规划设计	<ul style="list-style-type: none"> 在教师指导下,提出关于方案的想法。 在教师指导下,权衡并选择可行方案。 	<ul style="list-style-type: none"> 从不同方案中选择可行方案。 设计简单方案,初步体现公平性,并考虑实际需要。 考虑需要收集的信息及获取途径。 在教师指导下,选择活动需要的工具、材料和方法。 在教师指导下,确定简单的过程、结果及产品的评价标准。
	实验制作	操作加工	<ul style="list-style-type: none"> 识别常见加工符号,读懂简单工具的使用说明。 在教师指导下,安全使用提供的工具、材料进行观察、实验、制作等活动。 安全使用感官或简单工具(如放大镜、显微镜)进行观察。 能进行简单的、模仿性的手工制作,得到自己的作品。 	<ul style="list-style-type: none"> 看懂并绘制简单示意图(如展开图、组装图、操作图等)。 在教师指导下,选择简单工具、材料,安全进行观察、实验、制作、资料查阅等活动。 根据需要优化简单材料的性能(如折纸以增加强度)。 安全使用简单定量工具(如尺子、天平、温度计)等进行观察、实验。 通过多次观察、实验获取较为准确的信息。
			信息处理	<ul style="list-style-type: none"> 用简单图画、口头语言描述信息。 基于收集到的信息,尝试提出研究问题的答案。
评价与选择	评价交流	评价能力	<ul style="list-style-type: none"> 比较自己与他人的研究结果或作品,说出自己的看法,想一想如何做得更好。 	<ul style="list-style-type: none"> 反思研究过程与结果,分析数据与猜想之间的关系,提出改进设想。 比较不同作品,从科学、美观、安全、经济、环保等角度进行评价,提出改进建议。
		合作交流	<ul style="list-style-type: none"> 用口头、简单图画等形式交流研究结果或作品特点。 能够认真倾听他人发言,并能够简单复述。 	<ul style="list-style-type: none"> 用图解、表演、简单书面报告、模型等形式交流研究过程、结果或作品特点。 能倾听并理解他人观点,和他人合作解决一些简单问题,能使用简单科学术语交流。
	判断选择	合理选择	<ul style="list-style-type: none"> 能够从功能、经济等某一角度选择产品,并简单说出理由。 	<ul style="list-style-type: none"> 能够从功能、安全、经济、环保等多个角度综合判断一个产品或者设计方案,并能依据给予的条件合理选择。

(六) 合理分布了科学与技术学习活动, 凸显主题式综合活动

科学与技术教学活动主要分成以下三种类型:一是偏科学类活动,二是偏技术类活动,三是科学与技术综合类活动。科学类活动括了解事实、性质、概念;探究某个科学原理;学习某种科学方法,如测量、观察、分类等。技术类活动可以包括设计、制作与改进某个作品,如制作机械手;技术产品的介绍与评价,如包装的利弊分析等;技术知识与技能的学习,如知识产权和专利获得方式,弯折铁丝的方法等;饲养与种植活动,如养小动物、种蒜等。科学与技术综合类的活

动，则主要是偏重于综合运用科学、技术知识、方法解决一个问题，建立一个小工程，设计制作一个产品等，比如设计并建设一个游乐园，搭建桥梁或房屋，设计制作保温杯等。

科学与技术课程还结合不同学段学生身心特点，形成了体现各个学段典型的学习活动方式，低年段（1-2 年级）强调“做中学”，做做想想，在做中学，做中想；中高年段（3-4 年级）强调**主题性任务、设计制作**等；高年级（5 年级）则侧重于**综合性的小工程问题**的解决。

（七）形成了体现设计探究和综合应用相结合的学习方式

作为跨学科、跨领域的综合性课程，科学与技术课程内容活动形式的多样性，也使课程教学呈现极为丰富多彩的姿态。科学与技术课程在十五年的教学实践中，从“课时教学内容”（微观层面）与“单元主题内容”（中观层面）两方面，努力探索科学与技术的融合，逐步形成了一些基本的教学范式。

科学与技术的教学一般都从问题或需求开始，结合活动、主题形成不同的教学结构。例如：

- ◆问题（需求）—观察调查—实验探究—讨论分析；
- ◆问题（需求）—加工制作—实验探究—评价交流—结论应用；
- ◆问题（需求）—观察调查—实验探究—讨论分析—拓展应用；
- ◆问题（需求）—设计制作—展示评价；
- ◆问题（需求）—设计制作—改进创新
- ……

无论哪种教学结构，本质上都凸显了“问题需求—探究设计—综合应用”一体化的跨学科、跨领域综合性的学习要求，凸显了科学与技术课程的独特价值，有效地引领了科学与技术课程教学的发展方向。

【降落伞教学案例】在“降落伞”这一内容的教学中，采用“问题需求-加工制作—实验探究—评价交流—结论应用”的教学结构，教师先指导学生制作降落伞模型，然后引导学生利用制作的降落伞探究“降落伞下降速度快慢与什么有关？”，然后，在将探究的结果拓展到各类生活实例，拓展学生的认识。

【自制浇水装置教学案例】在“自制浇水装置”的教学中，采用“问题（需求）

—探究设计—加工制作—评价改进——结论应用”这一学习方式。先由生活现象引发问题“外出几天，如何让花盆中保持足够的水分？”，引导学生根据生活经验设想解决问题的方法，组织学生开展探究，利用“毛细现象”的原理解决问题。然后在再次基础上，进一步结合生活情境，提出“外出时间较长时，托盘中的水可能不够，如何才能补充托盘内的水？”，启发学生联想生活中的相关装置和结构，开展设计、制作、尝试、改进，最终运用自己设计制作的装置解决实际问题。

（八）建设了系统的课程资源

科学与技术课程经过十几年的实践探索与积累，从无到有，逐步建立起比较完善的课程资源。在教学实践的基础上设计并完善了一至五年级整套教材的配套学具材料，组织教材编写组及学科骨干教师编写了科学与技术学科教师手册，向广大基层教师提供教材分析、教学设计、多媒体课件、各类技术操作视频等各类教学必备的资源。

结合各类项目研究，编制了学科教学基本要求，构建了课程核心能力矩阵，开发了设计、制作等主题的研修一体网络课程。同时，还编制了科学与技术实验手册，详细介绍了教材中的各类实验操作方法、原理。研制了科学与技术实验装备标准，为各基层学校的实验室装备提供了规范，促进了科学与技术学科实验室建设。

随着科学与技术课程研究的不断深入，各类资源的建设不断丰富和完善，目前已经形成了比较系统、完整的课程资源，为课程的进一步推广和发展奠定了扎实的基础。

三、效果与反思

2004 年至今，科学与技术课程在虹口、杨浦进行区域整体试验，长宁、闸北也有部分学校参与，全市累计 100 多所学校，400 多名老师参与教学实践，约 10 万多名小学生接受了科学与技术课程的系统性学习。

上海小学科学与技术课程的开设，呼应了上海“科创中心”的发展定位，也为全国今后如何从小学一年级开设科学与技术课程进行了先行探索，更为提升未来公民科技素养奠定基础。

1.显著提升学生科学与技术素养，尤其是对科技的兴趣与好奇心

(1) 点燃了学生积极参与科技综合活动的兴趣。问卷调查显示，约 95% 的学生非常喜欢科学与技术课。科学与技术课程项目化、游戏化、操作性、综合性的课程特征更加符合小学生的认知心理特点，激发了学生学习科技的兴趣。

(2) 初步培养了学生运用科学技术的知识、方法解决问题的意识与能力。科学技术课程也促进了学生科学技术素养的提升，例如，越来越多的学生具有运用科学道理设计制作产品的意识，并且能够借助一些技术产品进行科学探究。又如，很多学生懂得要通过观察、实验、查阅资料等方式寻找证据来解决问题。

(3) 科学与技术课程也培养学生运用证据进行分析解释的习惯。培养了学生从多角度对产品和方案进行评价的意识，以及相互尊重、团队合作、沟通交流的良好交往能力。

2.打造一支具有综合课程开发与实践的教研员和教师队伍

15 年来，上海逐步形成了一支 400 多人组成的科学与技术教研员和教师专业队伍，他们长期致力于科学与技术教学实践，队伍稳定，呈现梯队发展的良好态势，在课程开发、知识结构、教学能力等方面整体获得提升。

(1) 打造一支具有科学与技术课程课标研制、教材编写、教学指导、资源开发能力的骨干队伍

通过科学与技术课程的建设，培养了一批以教研员和骨干教师为主体的课程研发团队，他们具备课程标准研制、教材开发、教学指导、学科资源开发等综合能力，为科学与技术课程的实践保驾护航。

(2) 培养了一批掌握科学、技术与工程领域要求的专业型教师

在课程全面试点推进过程中，广大科技教师加强了科学、技术、工程领域等专业知识的学习。近年来，有近 20 多人次教师荣获全国、上海市各类教学大赛、实验大赛奖项。科学与技术课程不仅丰富了教师课堂教学行为，更促进了教师专业发展自觉。

15 年，科学与技术课程完成了“从无到有”，“从有到优”的渐进式发展，一门课程的成熟必须要经历长期的实践洗礼，随着跨学科课程、信息技术的不断发展，这对未来的科学与技术课程也提出的挑战与希望。比如，如何让科学与技术课程实现更大程度的综合，确保内容的时代性？如何实现科学与技术数字化

的深度融合，培养未来公民的科技素养？等，这些都是今后科学与技术课程需要继续探索的。