

指向计算思维发展的 四旋翼无人机课程体系的构建^{*}

范 谊

(广东省广州市海珠区宝玉直小学, 广东广州 510220)

【摘 要】随着信息科技成为国家单列课程, 编程教育在培养要求和方式上迎来了新挑战与新机遇。文章从时代要求、学习实效和人才培养的角度, 分析人工智能时代的青少年编程教育有着与无人机等智能学具深度绑定, 实现教育样式升级转型的趋势, 指出开设无人机创意编程课程体现了新课标跨学科主题学习的精神。并以广州市宝玉直小学的实施为例, 阐述课程的目标定位、内容结构、研修方式、拓展应用等和通过提高师资, 设计器材, 订立制度等策略应对开课的建议, 以此促进学生计算思维的发展。

【关键词】计算思维; 跨学科主题学习; 无人机课程; 编程教育; 信息科技

一、引言

随着人工智能时代的降临, 局限于计算机的传统编程教育已经越来越不适应时代发展的要求, 结合无人机、机器人等智能学具, 编程教育正在不断地被赋予新的样式, 相信在不久的将来, 它必将呈现出焕然一新的面貌。

正是在这一背景下, 信息科技课程在整个小学阶段课程体系中的定位发生了巨大变化, 具体表现在三方面。首先是它从综合实践活动课程中剥离, 成为了国家单列课程。其次是比起其为地方课程时普遍实行的三年教学, 目前信息科技课程的独立施教时间延长至四年。最后在保留内容模块的同时, 课程须用不少于 10% 的课时设计跨学科主题学习^[1]。这一系列的课程发展性新要求对教学提出了巨大挑战, 但这同时也是学科教师分享个人智慧的良好契机。广州市宝玉直小学针对第三学段, 围绕计算思维培养, 结合跨学科主题学习的要求, 以无人机创意编程课程(以下简称无人机课程)为载体, 针对课程的目标、结构、建设原则、研修方式和管理措施等方面, 设计了一项普及型校本课程解决方案。

二、相关的核心概念与现状分析

(一) 计算思维

1. 概念界定。2006 年, 周以真重新定义了计算思维, 她认为计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计、以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动^[2]。2010 年, 周教授又指出计算思维是与形式化问题及其解决方案相关的思维过程, 其解决问题的表示形式应该能有效地被信息处理代理执行^[3]。我国学术界对计算思维的主流认识是计算思维是指个体运用计算机科学领域的思想方法, 在形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动^[4]。业界普遍认为, 计算思维最本质的概念是计算模型^[5]。

2. 研究现状。计算思维在人类文明出现计算时即开始萌芽, 它的初始概念形成于 20 世纪 50 年代, 但直到周以真教授指出它对当今社会的巨大影响, 计算思维的价值才被学术界认可, 并形成了一股研究热潮。2017 年业界逐渐形成共识, 计算思维最本质的概念是计算模型^[6], 对计算思维价值的认识上升到“计算是所有科学的研究范式之一”。^[7]但对广大中小学信息科技教师而言, 如何将计算思维培养落地, 尤其是围绕教学内容, 生成指向计算思维发展的教学目标, 仍旧是教学中绕之不去的主要困惑之一。

(二) 四旋翼无人机

^{*} 本文系广州市教学成果培育项目“指向计算思维发展的信息技术教学创新与实践”(项目编号: 2020123348)的研究成果

1. 概念界定。无人机学名为“无人驾驶飞机”，是利用无线电遥控设备和自备程序控制装置操纵的不载人飞行器^[8]。无人机种类繁多，相比固定翼无人机，多旋翼无人机因为结构简单、操作容易、成本低廉、携带方便，而成为无人机应用中的领航者。由于多旋翼螺旋桨对称安装对于无人机控制自身平衡很重要，因而四旋翼无人机（以下简称无人机）成为了多旋翼无人机中最有代表性的机型。着眼于产品的成熟度、可扩展性等一系列因素，本研究选取了 RoboMaster TT 无人机作为校本课程推行的实践器材。

2. 研究现状。虽然已经有不少中小学参与了无人机竞赛活动，但相关研究却十分薄弱，尤其缺少成体系的教材与课程^[9]。在知网中以“初等教育”“中等教育”为检索库，以无人机为检索词，以篇名为范围，不限时间，检出 22 篇文献，有关文献主要来自于中职学校。研究教师主要遵循 STEAM、创客、项目学习等理念，以翻转课堂、探究学习等方式，开展无人机课程培训，培养目标逐渐反映出有关研究者在知识融合、思维创新、人格塑造等方面的思考^[10]。

前人的研究虽然取得了一定进展，但也存在着如下问题：课程主要是社团活动；目标没有鲜明地聚焦学科核心素养；学习内容缺乏合理分层；教学模式借鉴多，学科化融合不足；忽视了学习者的发展需求，以及对课堂管理方面的思考。

三、学校开设无人机课程的现实需求

（一）新时代小学生有着强烈的体验式学习需求

伴随着我国智能型社会建设取得一个又一个的突破，万物互联正悄然发生在每一个家庭里，越来越多的孩子都曾收到过机器人、无人机、VR 头显等智能型生日礼物，他们对于人机交互、沉浸式体验有着近乎天然的需求。这种趋势下，让小学生仅仅局限于传统的纯电脑编程显得与时代发展脱节。为了最大化释放编程教育的活力，尽可能增强低龄儿童的编程兴趣，降低认知难度，在图形化积木式编程语言大行其道的基础上，以无人机、机器人、开源硬件等为代表的，体现人工智能特色的智能设备正在走进越来越多的中小学编程课堂，以更有创意的编程方式满足学习者的兴趣，并同时将编程教育提升到一个新的高度。

（二）结合器材的课程设计能增强项目学习的成效

依据信息科技理论性、工具性和实践性并重的学科特征，新一代编程教学注重学生在项目中学习^[11]。但

“实”与“虚”，“动”与“静”的差异不可避免地让学生参与项目学习的意愿和效果有所参差。围绕无人机等实体器材的设备特点，设计的项目任务先是创设了更为真切的问题情境，如学生看着无人机升空会不由自主地思考，升力如何而来？其次该环境下更有利于激发解决现实问题的编程创意，如学生在能驾驭无人机飞出矩形航线后，会萌发出怎样飞一个圆形/心形轨迹……最后通过实体设备完成任务，学生的获得感强，因为此种项目可视作现实生活的缩影。如无人机在逆风条件下飞行时面临的阻力，设备损耗后带来的效能下降……给予青少年更直观地理解真实世界。而局限在电脑上的编程所得只是效果的模拟，有意无意间过滤了很多真实的因素，客观上造成了学生的认识偏差。

（三）引领未来型人才的成长需经历跨学科主题学习

邓小平同志 1983 年提出，教育要面向未来。即必须及时把握世界教育发展的趋势，使我们的子孙后代能凭借其整体的优良素质主动参与日益激烈的国际竞争^[12]。未来世界多极，参与社会治理方多元，不同诉求者需求多样，因此产生的问题高度复杂，教育需要培养合格的引领未来型人才。跨学科主题学习强调以真实的项目场景为学习任务，有机整合多学科的知识内容，从多角度培养学生的综合素质和创新思维，营造出有利于学生成长为引领未来型人才的学习氛围。无人机课程涵盖了多学科知识，具有良好的 STEAM 色彩，利用跨学科主题开展学习可以很自然地获得深度的融合式体验，青少年在一个个项目的引领下，形成多维度分析、协调、解决问题的习惯。

四、指向计算思维培养的无人机课程体系的构建

为提高课程教学实效，学校设计团队对无人机课程的目标定位、内容结构与建设原则、研修方式和拓展应用等进行了细致的分析与规划。

（一）课程的目标定位

无人机课程是信息科技和人工智能教育在学校实施的具体样式之一，主要通过编程驱动无人机去完成多项飞行任务。在学习过程中，理解蕴含其中的多学科科学原理，发展计算思维等学科核心素养水平，掌握“互联网+”时代的学习方法，感知航空梦、编程梦等生涯教育因素，形成自主可控的独立人格和服务家国的精神观念。

（二）课程的内容结构与建设原则

课程体系以三梦合一为主题，强调在实践中促进学生综合素质的提升，确立了 4 项课程建设原则课程体系（如图 1-图 3）。

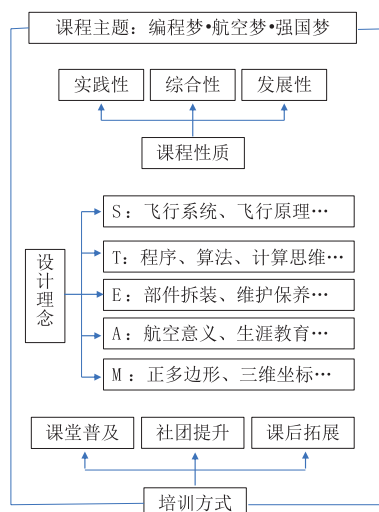


图 1 制定课程方案

第1章 无人机学习概述
第2章 无人机编程基础
第3章 轻松放飞无人机
项目1: 全自动飞行——默认飞行模式
项目2: 点对点送货——顺序结构
项目3: 多点间送货——限次循环
项目4: 空中交通灯——条件循环
基础飞行 项目5: 庆祝会留影——选择结构与无限循环
项目6: 速度变变变——变量
项目7: 监测高速路——键盘检测与自定义模块
项目8: 创意飞弧线——空间直角坐标系
项目9: 遥感知高度——TOF高度传感器与列表
项目10: 飞行巧避障——TOF前视传感器
智能飞行 项目11: 大楼巡视员——挑战卡
项目12: 爱心现眼前——红外遥控套件
项目13: 验收冬奥馆——温湿度传感器
项目14: 机智消防员——火焰传感器
组队飞行 项目15: 队形巧变换——组队入门和组队坐标飞行
项目16: 守护植物园——双机路线规划
竞赛解析 项目17: 无人机关关（一）——高低环与巡线
项目18: 无人机关关（二）——交叉环、绕旗与拱桥
第4章 备战无人机竞赛

图 2 设计课程结构



图 3 规划课程成果

1. 揭示目标。清晰地告知学生，学习无人机课程的核心目的是为了发展计算思维体系（如图4），怎样做才能结合计算思维的特点，实现更好地发展，起到端正学习态度、明确学习要求的作用。

2. 知行并重。协调学生手、脑能力均衡发展，专业水平和理想、价值观同步提升，即既要具有丰富的无人机知识，如理解飞行基本原理，还应掌握包含扎实的驾驭无人机技能在内的多种能力；不但能编程指挥无人

机飞行，还要会对无人机进行基本的拆装与维护；不仅有良好的综合运用多学科知识解决无人机飞行问题的能力，而且逐步树立用所学知识报效家国的崇高理想，形成可行的职业规划。

3. 突出核心。课程的核心是图2的“第3章·轻松放飞无人机”，围绕编程教育的学科逻辑主线，分基础飞行、智能飞行、组队飞行和竞赛解析四个层次，系统设计了18个知识涵盖面广，任务真实感强的“无人机&Mind+编程”项目案例，每个案例包括了主题学习、思路分析、程序脚本、创新设计、小知识等合计14个活动栏目，帮助学习者全面掌握规划无人机自主飞行和现场调控无人机实时飞行的能力。

4. 分层发展。一方面课程内容丰富，为教师根据不同班级学生的认知基础，取舍不同的学习项目提供了空间。另一方面全员普及无人机竞赛的类别特点、规则要求、备战策略等内容，可以让学生有更多参加有关竞赛的自主选择权，最大限度满足学生编程与航空方面的兴趣发展需求，助力学生自我超越。

此外，课程不以分数作为唯一的评价依据，鼓励采用多种成果形式进行主动分享，为课程学习注入更多的学习发展元素。

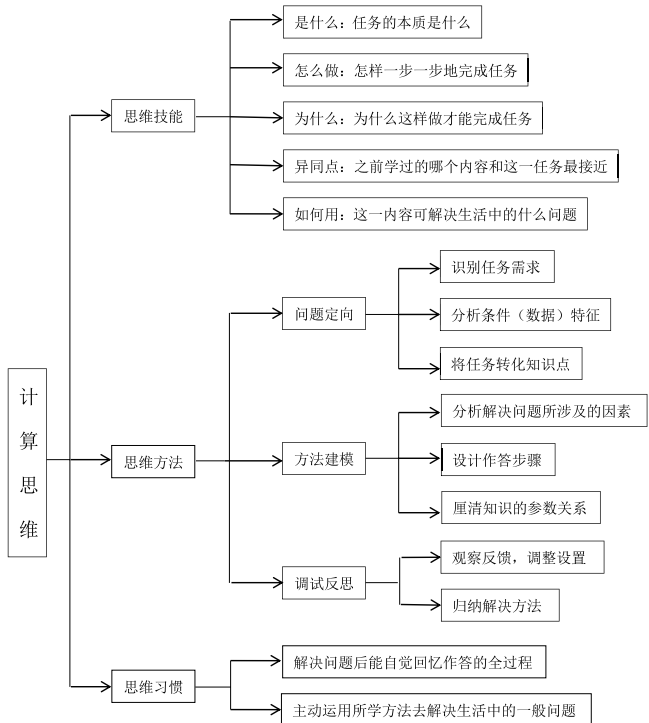


图 4 青少年计算思维能力发展三维指标体系

（三）课程的研修方式

无人机课程的研修方式基于项目，指向计算思维发展。由于具有“三层任务分梯度，五维引导巧聚焦”的

特点,学习方式简称“三层五导”教学模式(如图5)。



图5 指向计算思维发展的三层五导教学模式

从项目开展的时间顺序来看,学习活动分“项目启动→项目规划→项目实施→项目分享”四个环节,“项目规划”与“项目实施”属于核心环节。教学模式的“三层五导”也发生于该两部分(如图5所示),项目一般规划为三个小任务,教师结合任务,通过引导学生聚焦五方面问题(是什么、怎么做、为什么、异同点、如何用),去深刻理解所学内容,进而完成三层任务,实现项目目标。

基础任务以认识所学内容的基本特点为要求,涉及的是知识点的基本概念(是什么),操作步骤(怎么做)。由于呈现的是全新知识,学生自学很可能无从入手。而它原则上又要求人人过关,因此采取“演示→模仿”的教学法,这样即使学困生也能学有所成,不至于一开始就倒在起跑线上,继而演变成为影响教学管理的不良因素。

提高任务以理解所学内容的本质特点为要求,定位于理解知识应用时所衍生的各种难点问题(为什么),或辨析新知识 with 相近的旧知识间关系(异同点)。一般采取自主或小组合作等学习方式,以同步提高学生的学习能力。

综合任务以能运用知识,解决问题为要求,会将知识点捆绑,并设计为解决现实/模拟问题(如何用)来考察学生。学法上强调独立尝试,但并不要求人人必须完成。

“三层五导”教学模式以“三层式”任务为阶梯,以五类问题为引导,以学生完成任务为方向,以开展项目为过程,稳步经历“掌握步骤→变式深化→驾驭方法”三个阶段^[13],充分反映了计算思维发展的基本路径。学生通过思维参与,反思阶段性学习的成效,逐步掌握课程的基本思考方法,最终在完成学习任务(或形成可行解决方案)同时发展学生个体的计算思维。

(四) 课程的拓展应用

竞赛向广大相同志趣者提供一个展示交流的舞台,参赛选手可以在比赛中充分展示能力、结交良师益友、彼此借鉴,发展创新精神和创新思维。由于无人机竞赛

种类繁多,在发展学生综合素质方面各有侧重,因此教师有必要向全体学生介绍主流比赛信息(如表1),鼓励并协助有浓厚兴趣和卓越水平的学生参加适合的比赛,帮助他们从中获得与课堂学习不一样的体验。

表1 面向中小学生的主要全国性无人机赛事

竞赛名称	无人机项目	主办单位	面向学段
全国学生信息素养提升实践活动	飞行机器人赛	中央电化教育馆	小学、初中、高中、中职
全国青少年人工智能创新挑战赛	RoboMaster 机甲大师青少年挑战赛: 无人机迷宫赛	中国少年儿童发展服务中心	小学、初中、高中、中专、职高
世界机器人大会青少年电子信息智能创新大赛	无人机主题赛	中国电子学会	小学、初中、高中、中专、职高
少年硅谷—全国青少年人工智能教育成果展示大赛	无人机飞控创意挑战赛	中国下一代教育基金会	小学、初中、高中、中专、职高
全国青少年无人机大赛	1. 个人飞行类竞赛 2. 团体飞行类竞赛 3. 团体编程类竞赛	中国航空学会	小学、初中、高中、中专、职高

五、课程推进面临的主要挑战

无人机课程体系的建立为学校信息科技课程跨学科主题学习的开展提供了丰富内容,但若要想取得佳绩仍需要正确应对一系列挑战。

(一) 提高师资水平是顺利推进课程的关键

TT 无人机通常以国产软件 Mind+ 编程控制,该软件的知识体系与 Scratch3.0 相似,其中事件、控制、侦测、运算符、变量、函数等积木组的使用方法基本一致,利于专职信息科技教师上手。但仍有灯光控制、点阵控制、飞行控制、自定义命令、引脚操作、串口操作、系统资源和组队连接、指令同步、Tello 编号等多种单机积木组或组队积木组的专项知识要学习^[14]。此外若有特殊的功能需要,还需要进一步掌握扩展功能积木模块或 Mind+ 软件 Python 编程模式的相关知识。

如果说局限于计算机的传统编程,其效果呈现仿如真空实验般地直接、纯粹,那么无人机课程就可以真切地感受到真实世界各种因素的影响,如飞行阻力、第三方电磁信号干扰、设备折旧、电池过热……再加上为了控制产品成本,TT 无人机的传感器精度一般,导致即使程序无误,每次飞行结果也会有一定误差。因此想顺利教学无人机课程,教师要做到主动学习,更新知识;广泛实践,积累经验。

(二) 器材与场地建设考验着施教者的智慧

哪怕是最小规模 of 班级分组实践,一节普及课也需要用到4架学生无人机。无人机具有一定的消耗性,如果使用时漫不经心,长期开课会对学校财产造成不小的无谓损耗。因此教学前要订立明确的规矩,严禁违章操

作,避免因部件遗失、超负荷使用、意外碰撞等,加重课程的运营成本。

无人机课程需要较为宽敞的空间用于飞行实践以验证程序的效能,但出于人身管理、飞行安全、网络信号、程序调试等方面的考虑,实践活动既无法安排在室外操场,也无法在传统的多媒体电脑室进行,而是要在多媒体电脑室的基础上增加科创活动空间,用于飞行实践。其次为帮助学生理解无人机飞行航线与任务要求的一致性,更好地验证程序,活动空间要在地面勾勒轮廓作为飞行地图。受到学习项目多样性与学习空间有限性互成悖论的制约,飞行地图宜控制在4组以内,方便课堂上学生分组验证飞行程序,并平衡教学进度。而设计的每一组飞行地图要考虑其通用性和紧凑性,尽量在相对狭窄的空间设计可适用于多个飞行任务的组合型地图,胜任课程教学的长期性(如图6)。

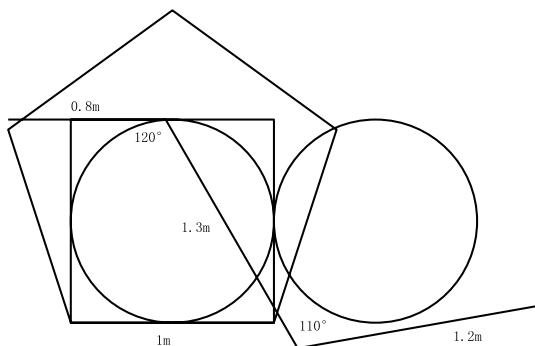


图6 包含多个项目任务的飞行航线俯视图

(三) 学生自主管理将成为教学组织新常态

毋庸置疑,学生对无人机课程有着极为强烈的兴趣,但学习面临的挑战也是显而易见的。首先如何确保无人机在学生手中不是仅被“瞎摆弄”,而是真正成为探索知识规律的学习工具。其次非常有可能会在学习小组中发生争抢无人机现象……教师一方面要制订如表2的角色轮转制度,更重要的还是要向学生再三说明学习无人机的目的是理解知识、掌握规律,不是简单地玩,学习任务和管理制度是为了保障学习效果而设,每一位学生都要自觉且彻底地维护。

表2 无人机课程小组实践活动人员职责分工表

角色	职责	人数(人)
程序分析师	分享算法、讲解程序	2
操作手	管理设备、上传程序、启动飞行	2
秩序管理员	疏导观众,防止坠机伤人	2
裁判员	观察飞行细节、评判效果	2

但有关制度最终能否被贯彻执行,很大程度上仍然要看学生的自主管理水平。因为教学一旦进入实践活动环节,为避免飞行干扰,学习小组将分散于科创空间的不同位置,教师仅能通过巡视加强督导,课程的学习进

度和活动的有效性将深受学生自主管理效果的影响。

六、结语

在中小学开设无人机课程既是对编程教育样式的升级改造,同时也十分符合信息科技课程标准中提出的跨学科主题学习的精神,非常有利于学生计算思维的培养。但开设该课程,对教师而言,显然会增加在知识更新、课堂调控和器材管理等方面的工作量。对学生来说,教师的再三强调也难以避免部分人“玩而忘学”的弊端,在大班普及课上,此种矛盾会更明显。但面对培养学生核心素养的教育新征程,教师唯有真正坚持“以学生为中心,以学生发展为本”的思想,走进学生中去,相信学生、鼓励学生、发动学生,共同建立起“活力、思考、有序”的科创课堂。

参考文献:

- [1] [4] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案[S]. 北京: 北京师范大学出版社. 2022: 7, 11.
- [2] J. M. Wing. Computational Thinking[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(3): 33-35.
- [3] 百度百科. 计算思维[EB/OL]. [2022-7-6]. <https://baike.baidu.com/item/%E8%AE%A1%E7%AE%97%E6%80%9D%E7%BB%B4/4689456>.
- [5] [6] PETER J. DENNING. Computational Thinking in Science[J]. American Scientist, 2017: 105.
- [7] K. G. WILSON. Grand challenges to computational science[J]. Future Generation Computer Systems, 1989(05): 171-189.
- [8] 百度百科. 无人机[EB/OL]. [2021-8-13]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E4%B8%BA%E6%9C%BA/2175415?fr=aladdin>.
- [9] 薛峰等. 基于STEAM教育理念的小学无人机特色课程建设探索[J]. 教育信息技术, 2021(7-8): 157.
- [10] 阮恩荣. 基于STEAM教育的小学无人机校本课程的设计与实践[J]. 现代信息科技, 2021(10): 175-177.
- [11] 中华人民共和国教育部. 普通高中信息技术课程标准[S]. 北京: 人民教育出版社. 2020: 9.
- [12] 百度百科. 三个面向[EB/OL]. [2022-7-24]. <https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%89%E4%B8%AA%E9%9D%A2%E5%90%91/9927192>.
- [13] 范谊. 做有思想的21世纪教师[J]. 教育信息技术, 2017(10): 15.
- [14] 范谊等. 计算思维培养与无人机创意编程[M]. 广州: 广东高等教育出版社. 2022: 54.

责任编辑: 许婷