

从开源开放到教育自信

——谈具有中国特色的开源软硬件教育应用



李红印

教育部教育装备研究与发展中心新技术处处长，《2021年教育信息化和网络安全工作要点》中有关中国特色开源硬件研究工作责任单位业务负责人。



梁森山

教育部教育装备研究与发展中心副研究员，“基于我国具有自主知识产权开源硬件的普通高中实验项目开发研究”课题负责人，《中国创客教育蓝皮书》主编。



谢作如

浙江省温州中学信息技术教师，特级教师，正高级教师，中国电子学会现代教育技术分会副主任委员，中国教育技术协会信息技术教育专委会常务理事，清华大学“大、中、小学一条龙教学研究”实验教材编写组信息技术教材副主编，开源硬件项目“虚谷计划”联合发起人。

● 第一部分 缘起

谢作如：今天的重点话题是

“中国特色开源硬件”。我在一次会议中得知，装备中心在开展“中国特

色的开源软硬件教育应用”方面的研究工作，对此我很感兴趣。请问

李处长,你们是基于什么样的背景和考虑,启动了这一研究工作?

李红印:STEAM与创客教育一直是我和梁老师共同关注的话题,也是我们处的重要学术研究方向,今后也希望能够继续保持与一线教学之间的互动。

“中国特色开源软硬件”提出的大背景来自教育部《2021年教育信息化和网络安全工作要点》(以下简称《要点》),其中有一条提出“加强具有中国特色的开源软硬件教育应用研究,构建适合我国中小学开展创客教育以及高中阶段开源硬件选修模块的教育装备支撑体系”。这项工作的责任单位是教育部装备中心,具体业务落实在我们新技术处。《要点》正式下发后,装备中心高度重视,立即启动了相关配套工作的研究,目前正准备跟上级主管部门汇报沟通,相信很快会有具体的工作办法。

另外,“中国特色开源硬件”的提出还与一个学术研究课题有关,那就是我们中心2020年立项的“基于我国具有自主知识产权开源硬件的普通高中实验项目开发研究”课题(以下简称课题)。这个课题申报时用的名称是“基于开源硬件的普通高中信息技术实验教学研究”,学术委员会在课题论证的时候,表达了几点意见:一是把学科范围适当放开,别再局限在信息技术学科,通用技术、物理、化学等学科,甚至音乐、美术等学科也可以结合开源

硬件开展跨学科教学;二是不再局限于实验教学,用更大的一个词“项目开发”来概括,这跟高中阶段课程改革提出的“项目式教学”一脉相承;三是添加限定词“我国具有自主知识产权开源硬件”,我的理解是,这正好是“中国特色开源硬件”最重要的内涵之一。

当然,“中国特色开源硬件”的提出既不可能只存在单一因素,也不会单一指向某一目标,还有其他方面的考虑,梁老师可以做些补充,他是课题负责人。

梁森山:申报研究课题的时候,最初考虑的重点是因为当前国内具有自主知识产权的开源硬件特别少。中小学在开展创客教育时,用到的开源硬件大多是国外的,软硬件生态的主体都在国外,很难做到自主可控。在当前的国际环境下,这里潜藏着一定的风险和隐患,所以教育教学用软硬件应该有所筹划,尽可能未雨绸缪,以中国特色开源软硬件构建信息技术学科装备支撑体系。

另一个重要原因在于从小培养孩子的文化自信和民族自豪感。谢老师对我们国家的创客教育发展历程很熟悉,应该清楚创客教育常用的电子器材,在2018年前基本上都是国外的品牌,包括软件和硬件,很难看到国产自主知识产权的教具或学具。

谢作如:虽然《要点》关于“中国特色开源软硬件”的论述并

不长,但这个研究领域是全新的。我再提两个比较核心的问题,第一个问题是为什么要加强开源软硬件教育应用研究?第二个问题是为什么要强调“中国特色”这个修饰语?

李红印:谢老师的观察很敏锐,《要点》实际上给中小学创客教育和信息技术学科指明了一个新的方向,也为我们教育装备工作开辟了一个新领域。为了比较深入地谈论这个话题,有必要跟读者介绍一下我所从事的教育装备工作。首先,“教育教学装备是教书育人的必要条件,是实现教育现代化的重要支撑,是培养学生创新精神和实践能力、促进学生全面发展的重要载体”,这是2016年《教育部关于新形势下进一步做好普通中小学装备工作的意见》对教育装备给出的界定。其次,对教育教学装备的要求本来就是课程标准中的重要组成部分,“普通高中学校首先要根据本校平行班的数量,设立信息技术教室……同时,设立信息技术实验室。实验室应针对每个模块单独设立,着重满足学生实践操作的需求”,这段话来自2020年修订的《普通高中信息技术课程标准》(以下简称《课标》)。

回到谢老师的第一个问题上:为什么加强开源软硬件教育应用研究?从《课标》中很多地方提到开源硬件和开源软件可以看出,开源软硬件是信息技术课程中的重要装备。既然如此,开源软硬件的应

用,也需要体现教育装备的育人价值。《课标》在“开源硬件项目设计”中有段话很有说服力,也符合高中阶段的育人目标:“基于开源硬件的项目设计与开发有益于激发学生创新的兴趣,培养学生动手实践的能力,同时也是在信息技术课程中实现STEAM(科学、技术、工程、人文艺术与数学)教育的理想方法。”此外,《中国信息技术教育》杂志的读者大多数是信息技术教师,都知道我国的信息技术教学长期以来有些偏“软”——偏软件轻硬件,我们装备工作属“硬”,也有“重建轻应用”的弊端,都有偏废之嫌,不够全面。《要点》中首次提出“开源软硬件”就是希望能回归“软硬结合”的正确道路。

关于“为什么要强调中国特色的开源软硬件教育应用研究”,梁森山老师在前面已经介绍了。我很认同“自主可控”的重要性,但除此之外,这也和文化自信有关。新时期,从小培养孩子的创新精神和大国自信势在必行。“器以载道”,在新课标和新教材的实施过程中,我们需要自己的“开源软硬件”支撑体系。国家高中教材以Python编程项目式学习为主线的人工智能、物联网课程清晰明了,国产具有自主知识产权的开源硬件已经可以支持Python编程学习,辅以物联网芯片同时具备Wi-Fi和蓝牙功能,完全可以全方位支持高中信息技术教学,所以,当前推动“中国特色开源

软硬件”体系建设正当时。

● 第二部分 现状

谢作如:听了两位的介绍后,我感受到了一种责任。的确,在掌控板出现之前,国内中小学的开源硬件几乎只有Arduino和micro:bit两种。记得北京师范大学的傅骞教授也多次在演讲中提起这个话题。正因为出于这样的责任,他从2014年开始,组织团队开发米思齐(Mixly),为开源硬件的推动起到了重要的作用。

据我了解,装备中心从去年开始,已经组织了多次的考察和调研活动,去了好几个城市和好些学校,了解中小学的开源软硬件应用情况。能否介绍一下,除了技术学科外,当前还有哪些学科已经在应用开源软硬件?或者说开源软硬件在哪些领域发挥了重要的作用?

梁森山:课题组一直非常重视调研工作,特别是“中国特色开源软硬件”写入《要点》之后,专程到深圳等开源软硬件资源比较丰富的地区做了调研。其实除了现场调研,线上文献也是一个重要的信息来源。我们可以通过两组数据,来看一下开源软硬件在学科应用领域的情况。

一组数据来自中国知网,可以检索到《基于Arduino的向心力实验仪》《基于Arduino的全反射实验系统设计》《基于掌控板和数据分析探究热敏电阻阻值与温度关系》《利用开源硬件掌控板开

展小学科学实验教学》《用SiOT与掌控板做热辐射实验》等学术成果,主要集中在物理、化学、生物等科学领域的学科。当然这是不完全统计,课题组后续会加强这方面的研究。

另一组数据来自“首届掌控板教学应用设计大赛”。在提交的作品中,与学科教学相关的有《探究水沸腾时温度的变化特点》《多功能温湿度计》《测高仪》《超声波测速实验》《比较不同物质比热容实验》《机械能守恒验证实验》《液体气体压强实验》《掌控次氯酸自动制作装置教具》《三原色演示仪》《纸飞机高度测量仪》《基于mPython平台验证伽利略斜面实验》《单摆实验平台》《光的反射挑战实验装置》《光照对温度的影响实验装置》《太阳能热水器效能检测装置》等,也是主要集中在科学领域的学科。艺术学科虽然有很多案例,但主要集中在高校。

我们也看到一些与数学学科相关的应用,如在浙江省的高中数学公开课活动中,诸暨中学的老师就用掌控板来做茶水温度的探究活动。相对于科学领域的学科来说,相关的成果还是比较少。当然从另一个角度来看,这也为开源硬件的发展留下了巨大的潜在发展空间,尤其是中小学开始重视项目式学习,开源硬件在项目式学习中能够发挥重大的作用。

谢作如:作为一名经历了国

内创客教育从零到一,然后进入快速发展阶段全过程的一线教师,我清楚地知道,开源硬件和创客教育之间有着密不可分的关系。因此,在前一个问题中我特意强调了“除了技术学科外”。还是回到技术领域来,请梁老师继续介绍一下目前在人工智能、创客教育、STEM、信息技术教育等方面,哪些开源软硬件在发挥重要的作用?其中有哪些软硬件具备了“中国特色”?

梁森山: 这个问题其实问的就是“目前教学中常用的有哪些开源软硬件”。“常用”具有很强的主观性,并不容易界定。根据课题组目前的观察,比较成熟的硬件大体可分为Arduino、micro:bit、microPython、树莓派以及各种兼容“派”的硬件。这里所说的比较成熟是指相对成熟的软硬件体系和有影响力的社区与生态。在本刊3月的对话栏目中,我们聊到了开源操作系统和开源鸿蒙,成败的关键除了技术之外,还有一个重要的指标就是生态,建设生态最难。

我先对开源硬件初步做个划分。Arduino、micro:bit可以归类为微控制器(MCU)性质,直接在裸机上跑可执行程序;树莓派以及各种兼容派可以归类为单板机(SCB)或片上系统(SOC),能完整地跑定制化的开源Linux操作系统,内置常用教学或开发工具;microPython介于MCU和SCB两者之间,可以认为是一种定制化的Python语法

兼容的运行环境。这四种硬件除了micro:bit面向青少年计算机普及之外,其他三个都不原产于教育系统,Arduino是媒体艺术家的玩意儿,microPython的原作者希望用来控制工业机器人,树莓派则定位在廉价的计算机。这里有必要澄清一下,从目前公开的资料来看,树莓派其实并不属于“开源硬件”的范畴,官方声明使用的词语是“开放硬件”,因为树莓派用的是定制的专用芯片,市场上买不到。反观其他各种“派”(如香蕉派、香橙派、荔枝派等),基本上做到除了PCB版图之外,能“开”的尽可能“开”了,反而应该归属开源硬件的范畴。

再来看看软件,比较成熟的用于教学的开源软件基本上分为两类,一类是图形化编程的软件,或者基于开源图形化软件所做的二次开发,另一类是Python代码编程IDE和扩展库。因为高中在教材编写的过程中,基本上统一使用了Python语言,因而很多优秀的Python库进入了中小学教学。

总结下来可以说,硬件以Arduino、micro:bit、microPython和各种兼容“派”为代表,软件以图形化编程和Python为代表,共同推进了2018年以前国内人工智能、创客教育、STEAM教育、信息技术教育的发展。没有他们,就不可能有信息技术学科教学质量的整体提升,从另一个角度来说,没有他们,就不会有中国特色的

开源软硬件的孕育。这些开源软硬件都很成功,但遗憾的是,以上这些都不是中国特色开源软硬件,在这些开源软硬件的核心团队里几乎见不到中国人的身影。

我刚才特意强调了一下2018年这个时间点,因为2018年以后,我们推出了以掌控板和虚谷号为代表的系列中国特色开源软硬件。

谢作如: 这样看来,课题组前期的调研还是充分的,对软硬件的分类也非常到位。那么,梁老师能不能再介绍一下,中国特色开源软硬件目前取得了哪些新的进展?

梁森山: 从课题组目前的观察来看,开源硬件率先从高中信息技术选择性必修教材《开源硬件项目设计》取得突破。

2019年经国家教材委员会专家委员会审核通过的人民教育出版社与中国地图出版社联合编写的普通高中信息技术教材中,引入了国产自主知识产权开源硬件掌控板和虚谷号,作为《开源硬件项目设计》的主要教学载体,其中虚谷号还被必修2《信息系统与社会》选用搭建简易信息系统。其后的教师用书和项目活动手册也沿用了掌控板和虚谷号。

针对这套教材,课题组在做了一定的分析之后发现,掌控板在其中基本定位在控制器,同时兼做物联网节点,还具备简单感知与显示的能力,从功能跨度上来看,相当于是Arduino、micro:bit和

microPython三者的合体,开发软件也基本能够做到相互兼容。虚谷号定位在单板机,内置了一些教材中用到的软件和工具等,可以看作是Python与网络教学环境服务器,基本上做到即插即用,性能相当于树莓派的水平。另一个亮点是,在两款硬件底层,还嵌套着xugu通用硬件接口和Siot物联网服务平台。总体看下来,这种软硬件组合,支撑高中阶段的信息技术实验教学与项目实践应该是没有问题的。

2019年之后,掌控板等其他国产开源硬件还入编了粤教版普通高中信息技术教科书选择性必修6《开源硬件项目设计》活动册及教师教学用书、浙教版普通高中信息技术教科书必修2《信息系统与社会》教师用书。国产自主知识产权的开源硬件入编高中信息技术教材的比例占一半以上。

除上述国家教材外,中国特色开源硬件还在地方信息技术和创客教育教材中取得进展,如掌控板和虚谷号均入编清华大学“大、中、小学一条龙教学研究”实验教材,掌控板入编教育科学出版社“十三五”任务单式教学系列规划教材《信息技术(基础模块)》……至于校本教材方面就很多了,如《掌控板和Mind+互动创意设计》《小创客学掌控板》等。

课题组还计划联合清华大学出版社推出一套《中国特色开源硬件》丛书,这些课程资源都在

共同营造中国特色开源软硬件生态。清华大学“大、中、小学一条龙教学研究”实验教材编写团队在选择教学软硬件的时候,将开源和免费放在第一位,其次是跨平台。因而,我们完全可以在任何一个操作系统上进行教学,包括Windows、MacOS、Linux,甚至包括刚发布不久的鸿蒙操作系统。这是很重要的突破。

另外,我觉得中国特色开源硬件今年能够写进《要点》,这本身就是开源硬件教育应用最大的进展之一。

李红印:前面说到掌控板和虚谷号,其实我也有个问题想问谢老师。“虚谷计划”是国内影响力最大的开源教育项目,我们熟悉的掌控板和虚谷号都是其中的项目之一。那么,作为“虚谷计划”的联合发起人,你能否说说为什么会发起“虚谷计划”?特别是为什么会推出掌控板和虚谷号?

谢作如:关于“虚谷计划”的起源,我在不同场合都讲过多次。其实做任何事,理由往往不是只有一点,而是有很多。借着“中国特色开源软硬件”这个话题,我想再说一个藏了多年一直没说的故事。

五年前,也就是2016年前后,我参与编写浙教版的高中信息技术新教材,其中必修2模块和选择性必修6模块都涉及开源硬件。最开始从Arduino下手,但Arduino仅支持C/C++,和其他模块教材使

用的编程语言不统一。于是选择了micro:bit,并试图跟micro:bit官方建立一种交流、对话机制,提供我们发现的BUG或者教学需求以期开发团队能够改进。例如,编程平台就有两个细节问题,“毫秒”与“微秒”翻译成了同一个中文,舵机也不能正常使用。

当我尝试把问题提交过去,结果发现石沉大海,没有任何反馈。这种感觉很不舒服,就是我作为一名用户,但是和开发团队不能平等对话。在后续的交流中,这种感觉越来越强烈。于是,2018年暑假,借着人教-中图版《开源硬件项目设计》编写的机遇,我们联合国内创客企业,尝试推出了一块酝酿已久的、具有自主知识产权的开源硬件,那就是大家所知道的掌控板。

掌控板最大的特点就是源自一线教学的需求,掌控板的每一个技术细节,每一个元器件的选择,全部由我们中小学教师提出。第二个特点是使用通用的国产物联网芯片(ESP32),自带了蓝牙和Wi-Fi,完美解决了高中必修2和选择性必修6联网和物联网的需求。选用通用芯片的另一个好处就是课堂所学知识和工程项目实践可以无缝结合、零门槛迁移,因为工业和消费市场用的是同一颗芯片。第三个特点是集成度高,性价比高,便于大范围推广和普及。除此之外,更重要的是产权归属“虚谷计划”组委会,多家创客企业共同开发软件,具备良

好的生态,对于任何问题,都有顺畅的渠道传递给开发团队,不断修改,不断完善,这就是自主知识产权的好处和价值所在。

为了表达“兼容”与开放的态度,我们把掌控板Python库的所有的引脚控制方法和micro:bit一致。考虑到有些学校可能已经买了micro:bit,所以我们还设计了一个同时兼容掌控板和micro:bit的扩展板。虽然我们推出掌控板,但是依然愿意跟国际保持接轨,不希望“排他”,不希望用户处于两难的选择中——使用了掌控板就不能用micro:bit。

追忆这段“初心”,我现在不禁有些感慨。大家共同发起“虚谷计划”,在设计掌控板和虚谷号的时候,其实仅仅是想设计一块更加适合教学的开源硬件,并没有想很多,尤其是没有想到我们做的事情会和“中国特色开源软硬件”结合起来,和国家的政策导向竟如此一致。

梁森山:谢老师私藏的故事还蛮精彩,而且还夹带着干货。那么通过这次对话,我们是不是可以做个初步的梳理,中国特色开源软硬件应该具备哪些特征?能否请李处长进行简要的归纳?

李红印:首先中国特色开源软硬件是一个待定的话题,也是一个开放的话题。这次对话只是进行一次探索和尝试,欢迎教育领域的其他专家、一线教师能够一起共同思考和探讨这个话题,共同推进有

中国特色开源软硬件教学体系的建设。接下来我就结合目前的研究,谈一谈自己对这个话题的理解和认识。

“中国特色开源软硬件”首先要符合“开源硬件”和“开源软件”的规范,其次才是“中国特色”。其实谢老师在讲掌控板的故事时,已经把中国特色开源软硬件的特征大都“覆盖”了。现在我们换个角度,把这些特征再提取出来。

第一个特征,需求来自一线教学,具有鲜明的“教学应用”特征。第二特征,软硬件开发服务于教材和课程改革,算是第一个特征的延伸,但是价值导向更具体,那就是能够出现在教材中。第三个特征,技术具有先进性和前瞻性。第四个特征,具备自主知识产权,做到软件和硬件都可控。第五个特征,要有一定的国际影响力,能够走向国门、走出去的才叫中国特色,如果走不出去,最多叫中国的。第六个特征,相对完善的自主可控社区与生态,这一条放在最后,是因为这条既重要又难办,上期我们讨论开源操作系统的时候,也有提到过,建立生态最难,因为生态靠的是吸引力。

以上几点应该可以作为现阶段“中国特色开源软硬件”的基本界定,当然可能不够全面,欢迎其他老师补充。

● 第三部分 期望

谢作如:非常感谢李处长概括的“中国特色开源软硬件”的特

征。作为一名中小学教师,每一次在教材中看到具备“中国特色”的开源软硬件,都有一种自豪感油然而生。尤其是在教材和比赛中看到自己参与开发的开源软硬件得到广泛应用,得到各种认可,就更加深刻地的体会到什么叫“新时代是奋斗出来的”。

最后我想再问一个问题:接下来国家是否会出台相关政策,对中国特色开源软硬件做出实质性的支持?

李红印:根据《要点》的要求,我们还在向相关主管部门汇报和沟通具体的工作措施,目前的思路是重点抓住三个方面的工作:一是从讲政治的高度支持具有自主知识产权的国产教学用开源硬件健康发展,培养学生的民族自豪感和文化自信;二是坚持开源、开放和共享,合理引进社会产品和公共服务有序进课堂;三是坚持软硬件同步推进,不偏不废,共同营造相对完善的软硬件生态环境。在具体工作过程中,也希望能够得到院校专家、一线教师的大力支持和帮助,力争尽快形成适合我国中小学开展创客教育以及信息技术课程教学的教育装备支撑体系,共同营造中国特色开源软硬件学术氛围和生态环境。e