

# 体验智能硬件系统的诞生

——我校电子信息与电气工程学院口袋实验室侧记

在2023年9月的迎新活动中,电子信息与电气工程学院的新生们一眼就能被认出,因为他们每人手拎一个深蓝色手提袋。这是该学院送给新生的入学礼物“口袋实验室”。里面的元器件有按钮、电容(静态电荷存储介质)、二极管、三极管、直流电源插座、单片机、电阻、集成电路、晶体振荡器、温湿度传感器四维数码管等。

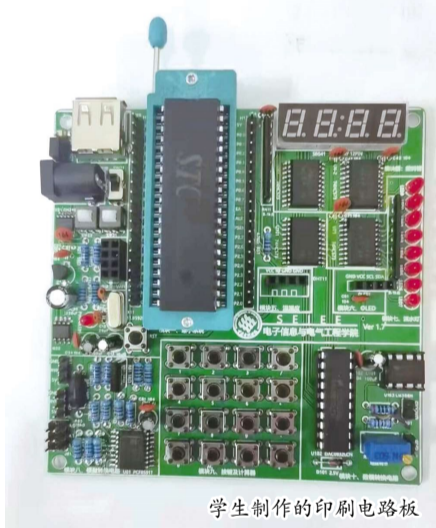
口袋实验室是近年出现的一种微实验平台,它将各种基本电子元器件微型化、程序化,体积小、重量轻,因可放在口袋而得名。

这款产品是由该学院从事专业教学的欧汉文等几位老师总结几十年实践经验,精心设计的一套全开放双核嵌入式开发系统,它是根据当前智能可穿戴、智能家居、智能车载、医疗健康、智能无人系统等各种硬件实际,抽出核心技术设计的一套供学生进行智能硬件开发的实践平台。

## 迭代创新,初识器件

口袋实验室依托闭环温控系统项目开展,细分为15个任务,涉及该学院5个专业1-6学期的15门课程相关内容,形成一个有机教学体系。它从“最小可用品”出发,采用“频繁验证并修改”的迭代创新教学方式,让师生在整个教学中,体验完整的智能硬件系统诞生过程。

送给新生的礼物里面器件繁多,有面包板(建立电路最基本的元件,板子上有很多小插孔,各种电子元器件可任意插入或拔出)、杜邦线、双核电路板、洞洞板、USB线、电源适配器、电烙铁。此外,口袋实验室还有专属的教材和课程——电子基本训练,上面有口袋实验室所有器件和工具的详细讲解。



学生制作的印刷电路板

面包板和洞洞板长相差不多,不过用处不全相同。面包板是由塑料网格组成的长方形板子,可在上面测试元器件,只需把元器件放在塑料网格上,不需焊接。洞洞板上面是密密麻麻的铜焊垫,彼此隔开,使用时需将元器件引脚穿入孔中,在背面焊接。面包板可随意测试,一般不会损坏,洞洞板容易焊接失误导致损坏。

面包板得名可追溯到真空管电路年代。当时电路元器件体积较大,人们常通过螺丝和钉子将它们固定在一块切面包用的木板上连接,后来电路元器件体积越来越小,但面包板的名称沿用下来。

杜邦线分公头和母头。公头有个插脚,可插在电路板插孔上;母头有一个插孔可以接引脚(排针)。

因为元器件过小、很难辨别,所以同一种元器件也标明了不同型号(没有标明的就要用万用表测定)。

课程的最终目的是组装好双核电路图,上面标明所有需要元器件的位置和数据。

新生如果想让口袋实验室更加完善,可自行购买万用表、镊子、公对母杜邦线、母对母杜邦线等常用工具和器件。

“第一次了解到电子元器件,勉强知道类别,具体干什么的,目前还记不住!”学院2023级李岚骏有些犯难地说。

“希望通过口袋实验室,让同学们能走出



学生焊接铜丝

应试思维,学会合作交流,自己查找资料获取资源或帮助等。”学院院长杨守良表示。

## 创意焊接,小中见大

国庆假期快结束时,学院新生们在“学习通”软件上收到了口袋实验室的作业“创意图形焊接”。

焊接是电子信息与电气工程学院同学需要熟练掌握的基础技能。虽然是基础,但也不能小看它。俗话说得好,“不打无准备的仗”,焊接需要准备的有铜丝、电烙铁及铁架、焊锡线、松香、海绵。

除铜丝以外的工具和器材,口袋实验室都有。老师们想通过缺少的铜丝,让同学们有自主选材能力,并学会主动查阅资料,了解焊接需要怎样的铜丝才合适。最重要的是希望同学们的作品不拘泥于三棱锥之类,而是有自己的创新。

“第一次就觉得小小的焊接而已,还不是直接拿下?但当真正去操作,才发现超出了我的想像!”李岚骏有些泄气地说,“工具完全没按自己的想法操作,花费了大量时间,结果什么都没焊接出来,感觉很失败。”

正如杨守良所说:“不要小看焊接这个简单技术,你把它练到秒杀程度,就是你的核心竞争力!”

焊接看来容易做起来难,微小的动作也有很多需要注意的细节。

比如焊接前要让海绵吸水,然后将烙铁头放到海绵上轻轻刮一下,旋转烙铁再刮一刮,它就能如磨过一般银闪闪的,才能很好地进行焊接。有时铜丝“不吃锡”,融化的锡很难沾上,这时候松香的作用就出现了。

松香是助焊剂。当烙铁头点一下松香时,松香发出“咪”的响声并冒出一股白烟,说明温度合适,可以焊接了。然后将焊点、焊件涂上松香(或者烫热后点一下),再将烙铁头、焊锡、焊



学生“创意图形焊接”作品

点三者接触,保持2-3秒钟。待焊锡融化均匀后移开烙铁头,即可完成焊接。使用完后,还要将电烙铁放回铁架,拔掉电源后冷却一段时间——一般焊接时电烙铁都是300℃-400℃的高温,一不小心碰上就可能被烫伤。

## 自主研发,永远最新

不只是我们在做口袋实验室,其他高校也在实施。

但不同的是:首先我们是全自主知识产权,电路设计等都是自主研发。其次我们每个学生一套,其他高校的口袋实验室则数量有限;如果你想使用,就要去借,不如口袋实验室方便。

有时实验做到一半下课了,以前没有口袋实验室时只能放弃这次实验,也不会深究里面的知识。现在有了口袋实验室,同学们可以课外完成没完成的实验,也方便他们课余提升动手能力。

为便于初学者自己动手、理解工作原理,便于扩充升级,适应多层次多样化的发展需求,降低意外损坏的成本,我校控制MCU(单片机,把计算机系统集成为一个芯片,相当于微型计算机)选用教学常用的51系列单片机和STM32双核,速度大大提升。

最有特色的一点是51系列单片机和STM32共用插座,支持ISP(提供互联网接入的单位,如中国电信),不需额外编程工具。这在市面上是没有的,属于我校自主研发。以前写程序要把芯片取下来,拿到专门的机器上编写再装上,费时费力。拥有ISP功能后的单片机,可通过简单的下载线直接在电路板上给芯片写入或擦除程序,且支持在线调试。

此外口袋实验室设计了统一的正5伏USB供电方式,采用低电压低电流,电源可使用普通笔记本电脑供电,方便携带,降低了场地要求,在寝室、图书馆、教室,哪怕小树林里,只要有桌子就可进行实验,也不用担心火灾隐患。

学院接下来准备每人发一个FPGA(新型高性能可编程逻辑器件),主要用于ASIC(专用集成电路),既能解决半定制电路的不足,又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点,可重复编程,且低功耗、低时延、算力强。

口袋实验室完成后的作品是一个控制器,相当于一个人脑。但光有大脑没有身体也不行,所以老师们还设计了便于扩充的结构,如添加传感器、无线通讯、云端控制,方便学生参加各种学科竞赛、完成毕业设计。

“没有最好只有更好,口袋实验室做起来以后,我们也发现一些问题:一些功能还不完善,有的地方还考虑不周。”杨守良总结,“希望口袋实验室每年都更新,永远不是最后一版,而是最新版。”

## 系统工程,因材施教

冰冻三尺,非一日之寒。口袋实验室的建设不是一朝一夕完成的。2014年就有学院老师提出建设口袋实验室,但因种种原因未能实现。直到2022年,学院才重新将它提上日程。

最初的想法是把它建设得“高大上”,但学院根据实际放弃了。“任何事情先干起来,就完成了百分之八十。”杨守良说。

但实验室的研发并不顺利,最大的难题就是同时支持51系列单片机和STM32的一键下载市面上没有,最后只能自行研发。老师们用时一个多月,终于完成研发。

拥有了技术,学院却没有经费,无法实施口袋实验室方案。最后由学校提供10万元经费,这才有了该学院送给新生的入学礼物。

为了口袋实验室的顺利完成,老师们也进行了许多努力。2023年6月,负责口袋实验室前期研发的老师、相关课程组老师等十余人参加了“建好口袋实验室,推进主题教育走深走实”教研会。

7月,重庆市级首席大师工作室主持人欧汉文给参训老师做了系统培训。他对“口袋实验室”的原理图及印刷电路板工艺设计进行了详细讲述,原理图包括十大模块:MCU最小系统,下载电路及电源、Wi-Fi通信,数码显示,温湿度检测,液晶显示,流水灯,PWM(脉冲宽度调制技术)、PID(比例、积分、微分控制)和模数转换,按键及计算器,数模转换电路。然后,他指导参训教师进行口袋实验室组装焊接和系统调试。

9月,学院召开教学研讨会,杨守良针对《模拟电子技术》《数字电子技术》《C语言程序设计》《电路分析》等专业核心课程的实验项目开发、讲义撰写、实验任务细化等,作了详细讲解。他制作了101页的口袋实验室讲义和相关视频。“虽然网上学习视频很多,但同学们刚进校不了解,一定要老师指导才能有效学习。”他强调。

口袋实验室相关课程有15门,至少有15个案例。一个案例就是一个工程项目,一定是解决工程实际问题,而且分成很多小项目。这样就可以做到因材施教,学习能力不强的同学可以完成一部分小项目,能力强的可以完成大部分甚至全部。



学生“创意图形焊接”作品

口袋实验室的作用不止如此:由于它的便携性,可以随时随地进行实验,也为课余时间无所事事的同学提供了一种使用时间的方式;需要实习找工作时,同学们还能用口袋实验室做出的作品,为自己的技术和能力、简历增添一分色彩。

“弘扬工程铭师文化,践行大国工匠精神。”在送给新生的礼物袋上印着这句话,也可以说是学院的精神座右铭。“铭”用“钅”旁,包含精雕细琢、精益求精的意义。口袋实验室正是为了提升学生的动手能力、选材能力、创新能力,以及培养工程师思维而设计。学院希望同学们真正拥有合格工程师应有的思维和实践能力,真正成为大国工匠!

(唐玉杨)