

一、建设背景：

通用中央处理器（CPU）芯片是信息产业的基础部件，也是工业领域的核心器件，工控领域的应用国产化要依靠基于国产 CPU 搭建的软硬件国产化体系。我国缺少具有自主知识产权的 CPU 技术和产业，不仅造成信息产业受制于人，而且工业安全也难以得到全面保障。“十五”期间，国家“863 计划”开始支持自主研发 CPU。“十一五”期间，“核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品”（“核高基”）重大专项将“863 计划”中的 CPU 成果引入产业。从“十二五”开始，我国在多个领域进行自主研发 CPU 的应用和试点，在一定范围内形成了自主技术和产业体系，可满足关键工业、轨道交通、能源、金融、信息化等领域的应用需求。

2015 年，国务院决定成立国家制造强国建设领导小组，统筹协调国家制造强国建设全局性工作，明确信息安全是国家安全的重要组成部分。国家信息安全需要两方面的保障：一是在 IT 建设初期，保障购买的软硬件符合自主可控的要求；二是切实加强网络安全防护，保障系统安全和数据安全。2016 年 12 月 27 日，经中央网络安全和信息化领导小组批准，国家互联网信息办公室发布的《国家网络空间安全战略》中提出，要坚定捍卫国家网络空间主权，尤其是以工业互联网为代表的国家关键信息基础设施。在 2017 年 6 月 1 日开始实施的《中华人民共和国网络安全法》中，更是明确了对关键信息基础设施的运行安全的要求。针对重点行业和领域的关键信息基础设施，在网络安全等级保护制度的基础上，实行重点保护。由国务院制定了关键信息基础设施的具体范围和安全保护办法。2018 年 5 月 28 日，习近平总书记在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话中强调，实践反复告诉我们，关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的，要敢于走前人没走过的路，努力实现关键核心技术自主可控，把创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中。

2020 年，教育部批准了龙芯“嵌入式边缘计算软硬件开发”职业技能等级标准，鼓励有条件的院校申报龙芯嵌入式边缘计算软硬件开发 1+X 证书。

二、嵌入式边缘计算人才需求分析

职业院校和应用型本科培养嵌入式边缘计算应用人才是为围绕电子信息产业发展服务的，应适应产业一线岗位需求，符合当前电子信息类行业国产化发展的方向。一线岗位一般需要具备围绕嵌入式处理器的测试和开发能力，针对边缘计算应用需求熟练操作开发工具进行应用开发，以及能够依托已有开发资源二次开发的各类高素质技能型专业人才。

2.1 岗位需求分析

通过对龙芯处理器下游包括主板厂商、方案厂商、应用厂商的调研和访谈，结果表明：
1) 目前嵌入式边缘计算领域中，开发类和测试类岗位是需求最大的，尤其是国产处理器之上的应用级开发和测试存在巨大缺口；
2) 国产处理器应用开发和测试要求的技能和电子信息类专业、计算机类专业的课程设置有重叠，学校应届毕业生大多能够达到用人单位标准；
3) 从薪酬待遇上，嵌入式边缘计算应用型人才普通岗位薪酬待遇在 5000~8000 元/月的范围，高职和应用型本科在该方向上的就业机会占到近八成。

2.2 人才技能分析

嵌入式边缘计算是一个计算机技术与电子信息工程结合的新领域,要求人才培养对于底层、系统、应用有贯通的理解。对于相关专业学生来说,需要从微机原理、实时操作系统、嵌入式系统开发、Linux 操作系统、GUI 框架等方向进行重点学习。

三、 申报条件

- (一) 具备办学许可的法人单位,已经开设嵌入式边缘计算软硬件开发职业技能等级证书所对应的相关专业。
- (二) 具有相应培训能力的专兼职师资团队,团队成员不少于 6 人(其中“双师型”教师不少于 3 人),具有相应工作领域项目经验的行业企业兼职教师占比不少于 30%。
- (三) 具有嵌入式边缘计算软硬件开发职业技能等级证书对应的专业理论和实践教学、考核场地,能够同时满足 40 人进行学习、实践和考核。
- (四) 有完善的考核组织实施办法和考核管理规章制度。

四、 建设内容:

4.1 考试中心建设目标

考试中心建设力求在提升场地利用率的前提下,建设“教学研考”一体的实验实训考试平台,基本需求如下:

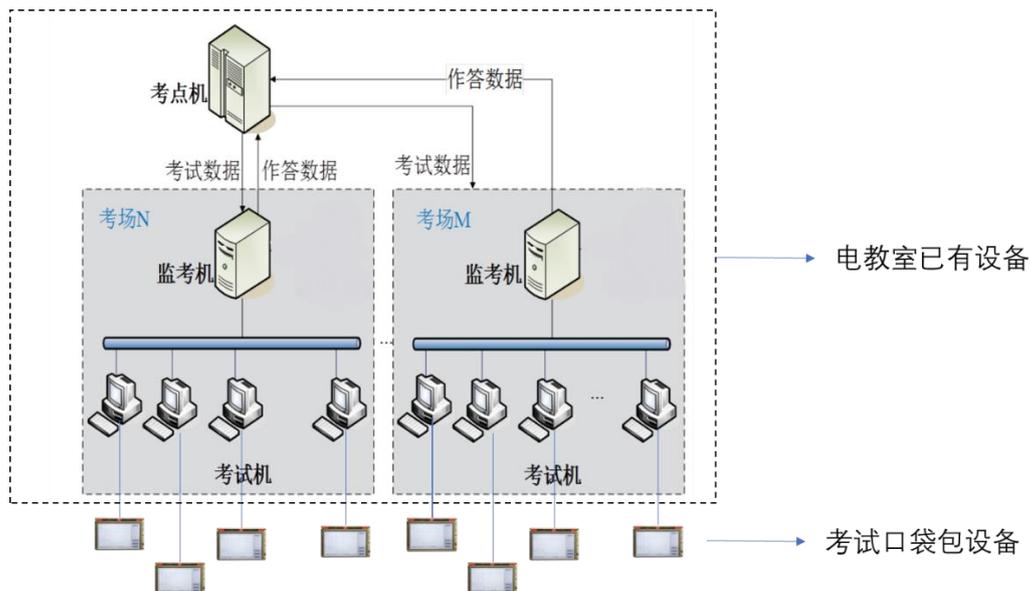
- (1) 满足嵌入式相关专业方向的人才培养方案要求;
- (2) 满足嵌入式相关专业核心课程教学、专业实验及实训教学需求;
- (3) 满足国产软件开发相关产业实训要求;
- (4) 为学生提供创新创业、创客教育环境;
- (5) 满足学校科研和竞赛工作需求。

4.2 考试中心建设内容

详细配置说明可参考《嵌入式边缘计算软硬件开发考试中心建设条件》。

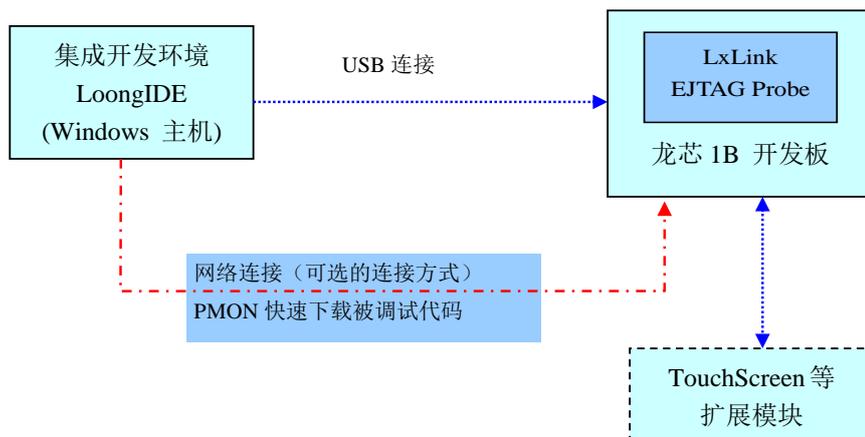
(一) 考核站点系统部署模式

每个考核站点配备 1 台考点机,每个考场配备 1 台监考机、20 台考生机(均为 PC 机)、20 套考试口袋主板。考点 PC 机可以依托现有电教室/计算机教室已有 PC,不建议采用云机房。



(二) 初级、中级考试包配置

初级和中级考试包软硬件状态一致，由集成开发环境 LoongIDE 和基于龙芯 1B 芯片的开发板组成，开发板上集成 EJTAG 调试器，预装 RT-Thread 国产实时操作系统。

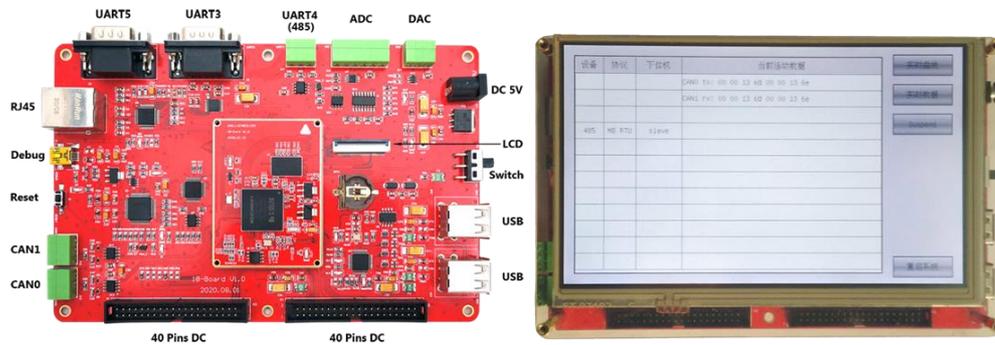


开发板使用龙芯 1B 芯片按照工业级标准生产，采用核心板加底板的结构设计；开发板上集成 EJTAG 调试器，配备 7 寸工业级 LCD 触摸屏，方便用户学习和实现各种自动化、工业控制、物联网等应用场景。

主要参数接口如下：

- SoC：龙芯 1B，工作频率 220MHZ；
- 内存：DDR2 64M；
- NOR Flash：512K；
- NAND Flash：128M；
- RJ45 接口：1 个；
- CAN 接口：2 个；
- RS232：2 个；
- 485 接口：1 个；
- USB 接口：4 个；

DAC: 12 bit 1 路;
 ADC: 12 bits 4 路;
 EJTAG 调试器: 集成;

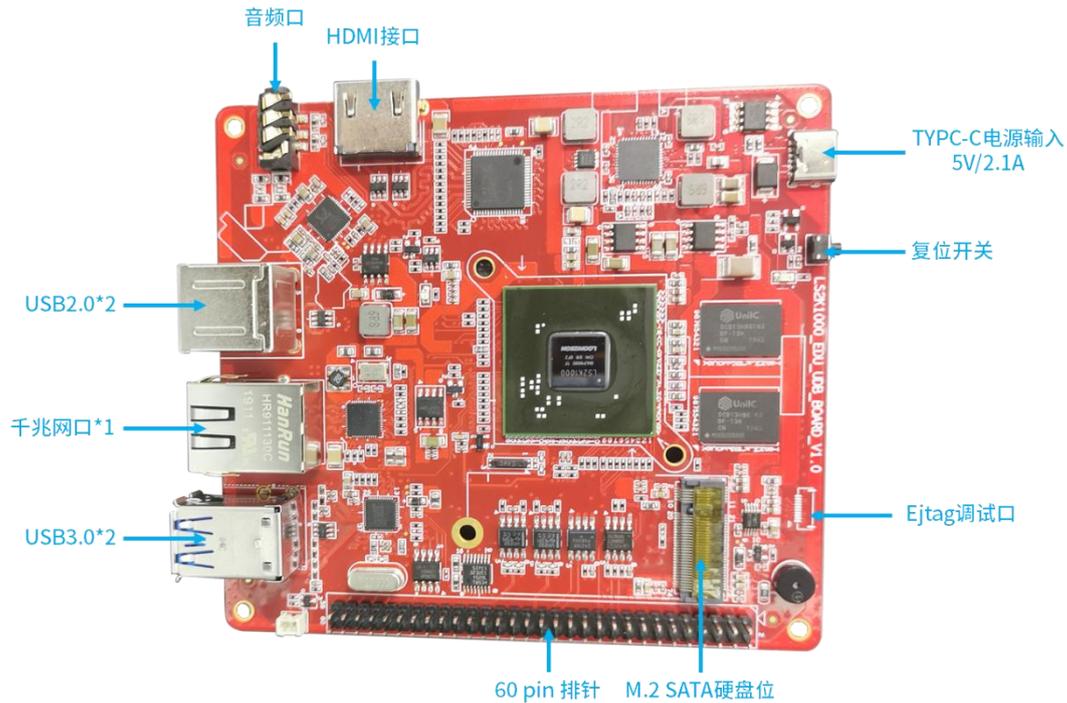


(三) 高级考试考试包配置

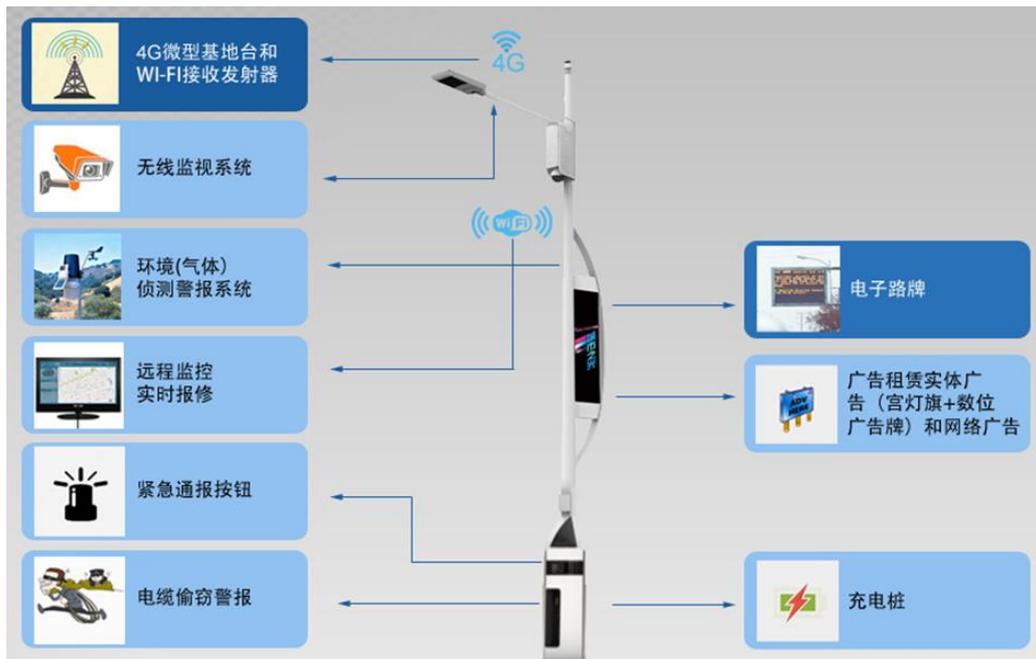
高级考试包硬件为龙芯 2K1000 开发板，软件要求上位机在 docker 下安装 LinuxLab 虚拟开发环境。

开发板规格如下：

功能	描述
CPU	龙芯 2K1000 处理器
内存	板载 2GB DDR3, 主频 400Mhz
Bios	32Mb SPI FLASH
GPIO	2.54mm 间距 22 路 GPIO 双排插针
网络	1 个千兆自协商网口 (标准 RJ45 接口)
USB	2 路 USB2.0, 2 路 USB3.0
EJTAG	1 个 EJTAG 调试接口 (预留)
接口	2 路 CAN 接口, 4 路串口 (LVTTTL*3, RS232*1), 4 路 PWM, 2 路 I2C, 1 路 SPI (2 个片选)
显示和音频接口	1 路 HDMI (TYPE A 接口) 1 路 3.5mm 国标的音频输入/输出接口
外存	M.2 接口 16GB SSD 硬盘
电源	5V, 至少 2A, TYPE C 接口
按键	一个硬件复位按键
尺寸	100mm*110mm



(八) 选配场景扩展包



智慧灯杆系统主要软硬件配置如下：

硬件名称	功能描述
智慧灯杆项目型考试平台	<ul style="list-style-type: none"> ● 微基站： 智慧灯杆提供智慧城市互联网的连接能力和传感网的连接能力，包括 Wi-Fi 微基站和异构网络融合传感网基站，支持 Wi-Fi 的互联接入，ZigBee、LoRa、NB-IoT 等传感网的接入。 ● 气象站：

	<p>智慧灯杆提供工业级无线节点和气象传感器，基于 ZigBee 无线传感网络，支持温度、湿度、光强、PM2.5、扬尘、风速、风向等，能够完成城市环境、扬尘监测等各种应用的开发。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 充电桩： 智慧灯杆提供智能充电桩系统，基于国产自主可控龙芯 2 代嵌入式边缘计算处理器 2K1000，运行 loongnix 国产嵌入式 Linux 操作系统，包含充电系统、计费系统、显示系统，能够为无人车、手机终端进行充电和无人值守计费。 ● 广告机： 智慧灯杆提供基于 android 系统的广告机终端，与智慧中台的云平台进行数据交互，基于人工智能和大数据技术，进行精准广告投放和移动互联网应用设计，同时内置语音助手，能够进行语音问答和相关 AI 应用的开发。 ● 安防监控： 智慧灯杆提供工业级变焦高清监控球机，基于智慧中台高性能 GPU 服务器，能够基于人工智能技术完成智能安防监控的应用开发，包括人脸识别、目标识别、行人监测、车辆监测、目标追踪、危险预警等。 ● 城市巡检： 智慧灯杆内置 900M RFID 模块，为城市巡检人员进行日常打卡签到、日常巡检、数据更新、异常记录等物联网应用。
--	---

4.3 考试内容和考试方法设置

（一）初级技能等级证书

初级技能等级证书考试采用实际操作型考试方法，重点考察学生对于开发环境的搭建、代码样例运行、国产软硬件开发平台的熟悉程度等基础性的内容，对应实际岗位初级测试工程师、助理工程师的职位要求。

初级技能等级证书考试的考试设备使用电教室已有的电脑主机作为上位机，安装 LoongIDE 集成开发环境用于代码编写和烧录；下位机使用龙芯 1B 口袋包核心板配合初级考试底板，运行 RT-Thread 国产实时操作系统，考试底板将考试涉及的验证接口引出方便考生使用，考试结果将在配备的 7 寸显示屏中实现显示。

【考题样例】

- (1) 使用考试包部署龙芯 1B 调试环境，要求可以使用串口与上位机通信，JTAG 调试口可以输出代码运行状态。
- (2) 在集成开发环境中编写串口心跳包，在串口连接断开后，考试包的 7 寸屏可以弹出断开信息。
- (3) 附件中是 RT-Thread 关于 pwm 接口的运行程序，要求在考试包部署后，pwm 接口能够输出方波信号。

（二）中级技能等级证书

中级技能等级证书考试采用实际操作型考试方法，重点考察学生代码迁移能力、部署能力和二次开发能力，对应实际岗位初级开发工程师、高级测试工程师等职位的要求。

中级技能等级证书考试的考试设备和初级考试可以复用大部分主体设备,仅通过更换考试底板的形式完成考试环境的快速更换和部署。考试设备使用电教室已有的电脑主机作为上位机,安装 LoongIDE 集成开发环境用于代码编写和烧录;下位机使用龙芯 1B 口袋包核心板配合中级考试底板,运行 RT-Thread 国产实时操作系统,考试底板将考试涉及的验证接口引出方便考生使用,考试结果将在配备的 7 寸显示屏中实现显示。

【考题样例】

- (1) 附件中是 RT-Thread 调度龙芯 1B 处理器网络线程的参考源代码,要求改写为双线程形式并在考试包上进行部署,使考试包网络端口 1 和网络端口 2 收到的网络发包延时控制在 0.1s 以内。
- (2) 附件是在 RT-Thread 下调用 pwm 接口的参考源代码,该代码可以实现间断性的方波输出,考试包的蜂鸣器使用了龙芯 1B 处理器下的 pwm 接口,要求实现蜂鸣器的声音完成鸣叫 1s 间断 2s 并循环播放。
- (3) 附件是完整的 RT-Thread 在考试包运行全接口的源代码,要求找出与 gpio 相关的代码屏蔽 gpio4~10 的输出,生成执行文件,使考试包访问上述接口返回值为空。

(三) 高级技能等级证书

高级技能等级证书考试采用实际操作型考试方法,重点考察学生对于嵌入式底层的理解、Linux 系统使用、应用原型开发等综合能力,对应实际岗位开发支持工程师、技术支持工程师、产品经理等职位的要求,同时高级技能等级证书将对接龙芯开发工程师企业认证。

高级技能等级证书考试设备使用电教室已有的电脑主机作为上位机,配合上位机提供了 LinuxLab 虚拟化开发环境,考生可以在 PC 机上使用 LinuxLab 模拟考试需要的开发板环境,完成围绕 Linux 系统上的内核编译、应用开发、调试工作,考生在上位机完成开发、调试后生成可执行文件,烧写到考试包的下位机开发板中进行验证。同时,高级技能等级考试除了基础考试内容外,还提供可选场景的衍生开发题目,考生可以自由选择考试方向,按照考试方向抽取相应的题目。

【嵌入式开发考题样例】

- (1) 考试包中提供了蓝牙模块和驱动源代码,现在考试包中的龙芯 2K1000 开发板内核没有提供对蓝牙模块的支持,要求重新编译内核为蓝牙模块提供驱动支持。
- (2) 考试包中龙芯 2K1000 开发板预装了 Linux 系统,系统内提供了 Python 开发环境并实现了 GPIOzero 的支持,要求通过使用 Python 调用实现对 gpio2~5 的控制,使开发板可以控制考试包中小型机械臂的开合。
- (3) 在开发过程中,需要对产品进行自动化接口测试,考试包中的龙芯 2K1000 开发板引出了一路网口和四路 USB 接口,要求在上位机编写自动化测试脚本,上位机与开发板连接后运行脚本可以自动开始接口连通测试,并在上位机输出测试结果。

【可选场景开发考题样例】

- (1) (智慧路灯场景)附件是智慧路灯&气象站的开发资料包,请按照以下要求:配置龙芯 2K1000 边缘网关、智能节点的网络并实现组网,能够通过工具实现网络拓扑图展示和数据包的调试,在云平台应用系统添加路灯、气象站等设备,实现气象数据展示、历史数据曲线、路灯控制等功能。
- (2) (智慧充电场景)附件是智慧路灯&充电桩的开发资料包,请按照以下要求:基于充电桩控制板龙芯 2K1000 平台,请使用考试包提供的电表 Modbus 协议,编写 Linux 应用程序获取充电桩电流、电压、有功功率、无功功率等数据,并在终端显示。

- (3) (智慧监控场景) 附件是智慧路灯&视频监控的开发资料包, 请按照以下要求: 配置龙芯 2K1000 边缘网关接入视频监控摄像头, 根据示例的人脸识别 DEMO, 在智能一体机 android 终端检测安防摄像头人流数。
- (4) (智能气象站场景) 附件是智能气象站温度传感器、光照传感器和湿度传感器的调用接口, 请使用考试包中的龙芯 2K1000 开发板开发智能显示牌, 能够将当前温湿度和光照情况在考试包的显示屏上呈现。

4.4 考试中心运营指导

(一) 考试费用标准

初级考试费用为 500 元/人

中级考试费用为 500 元/人

高级考试费用为 500 元/人

(二) 考试中心承接课程规划

考试中心依托已有电教室进行搭建, 在不进行考试的时间段, 可以仍旧作为普通电教室进行使用, 在组织考试时连接考试包和考试云服务器快速完成考试使用环境准备。

考试设备可以对接课程大纲已有课程授课, 包括微机原理、实时操作系统、嵌入式系统、嵌入式实训开发、嵌入式接口等电子信息大类的专业课程与实训学习。

(三) 就业和培训辅导

嵌入式边缘计算软硬件开发考试中心对接龙芯上下游产业链用人要求和职业技能要求, 龙芯作为芯片原厂, 将推荐通过考试的优秀学生进入对应企业实习、就业。

嵌入式边缘计算软硬件开发职业技能等级证书有效降低了企业选拔了解国产软硬件开发的优秀人才的成本, 实现了产业和院校的有效对接。随着考试中心设立, 龙芯将依托已有考试中心, 协同产业链企业, 组织双选会、人才对接会、技术交流会等产教融合与产才融合活动。

4.5 考试中心建设参考费用

机房建设条件请参考《嵌入式边缘计算软硬件开发考试中心建设条件》。

(一) 初级/中级考试中心

项目	产品名称	单价	数量	小计	备注
初级/中级考试中心	龙芯 1B 考试口袋开发核心板	2400	30	72000	
	7 寸工业级显示屏	1000	30	30000	
	JTAG 调试器	1300	30	39000	开发板板载
	训练便携底板	1000	30	30000	
	初级考试底板	2900	30	87000	
	中级考试底板	2900	30	87000	

	外设集成模块	500	30	15000	包含蓝牙、WiFi、蜂鸣器、温湿度传感器、光照传感器、烟雾传感器、超声波传感器
合计				360000	