

2021 全国大学生嵌入式芯片与系统设计竞赛

ST 选题指南

一、竞赛技术平台

为了鼓励学生们更好的学习使用业内新技术，本次大赛建议选择以下指定的 STM32 MCU 开发平台。

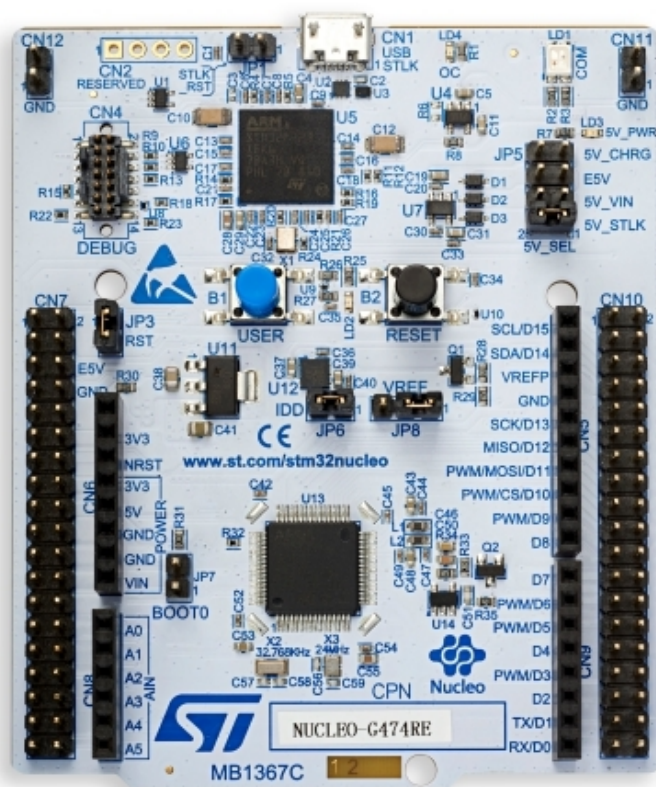
STM32 开发板型号	资料链接	大赛价格 (元)
NUCLEO-G474RE	STM32G4 介绍 ； STM32G4 相关设计文件	30
NUCLEO-L4R5ZI	STM32L4+ 介绍 ； STM32L4+相关设计文件	30
NUCLEO-H7A3ZI-Q	STM32H7 介绍 ； STM32H7 相关设计文件	50

作品应围绕以上 STM32 开发板展开设计，充分发挥开发板的功能和性能。在以该开发板为主要平台且已经充分发挥开发板功能性能前提下，可以添加外设（如传感器、显示屏、无线模块等）实现系统功能。

除了官方指定开发板之外，学生也可选以 STM32G0/G4/L4/F4/F7/H7 系列芯片为主控的自制板卡及第三方开发板。

(一) 竞赛开发平台介绍

1. NUCLEO-G474RE



STM32G4 系列内置运行速度可达 170 MHz 的 32 位 Arm® Cortex®-M4 内核 (支持 FPU 和 DSP 指令集) 与 3 种不同的硬件加速器: ART Accelerator™、CC M-SRAM 程序执行加速器和数学运算加速器。

STM32G4 系列还提供:

- 丰富的高级模拟外设 (比较器、运算放大器和 DAC)
- 支持硬件过采样的 ADC (16 位分辨率)
- 具有纠错码 (ECC) 的双存储区闪存 (支持现场固件升级)
- 安全存储区
- 高分辨率定时器【版本 2】

- 支持供电功能的 USB Type-C 接口，内置物理层 PHY
- AES 硬件加密

Arm® Cortex®-M4 (DSP + FPU) - 170 MHz • ART Accelerator™ • Math Accelerator • Flash memory with ECC • Parity bit on SRAM • Securable Memory Area • Quad-SPI • CAN-FD • USART, SPI, I2C, SAI • Advanced Motor control timers • Multiple DMA and DMAMUX • Integrated regulator PLL and clock circuit • -40 to +85 °C and up to 125°C operating temperature range • Low voltage 1.71 to 3.6 V • Temperature sensor • Vbat mode	 STM32 G4	Flash memory (KB)	RAM (KB)	CCM-SRAM (KB)	ADC 12-bit	12-bit DAC	Ultra Fast Comparators	Op amp (PGA)	FSMC	High-Resolution Timer	STM32G4 Solution	
	Product line											
	STM32G4x1* Access line	32 to 512	32 to 96**	Up to 16	3	4	3	4				
	STM32G4x3* Performance line	128 to 512	128	Up to 32	5	7	7	6	•			
	STM32G4x4* HI-resolution line	128 to 512	128	Up to 32	5	7	7	6	•	•		


 STM32 Motor Control

Note: * HW crypto/hash functions are available on STM32G441 and STM32G483/484

NUCLEO-G474RE 采用的 STM32G474RE MCU 属于 STM32G4x4 高分辨率系列，专门用于数字电源转换应用，如 D-SMPS、照明、焊接、太阳能系统逆变器和无线充电器。

STM32G4x4 的主要外设包括：

- 高分辨率定时器：184 ps，针对电压和温度漂移实施自补偿
- 5 个高速 12 位 ADC（采样率 4 M/秒）
- 7 个 12 位 DAC（采样率 15 M/秒）
- 7 个高速比较器（17 纳秒）
- 6 个具有可编程增益的运放
- ART、CCM SRAM 和数学运算加速器
- 双存储区 Flash

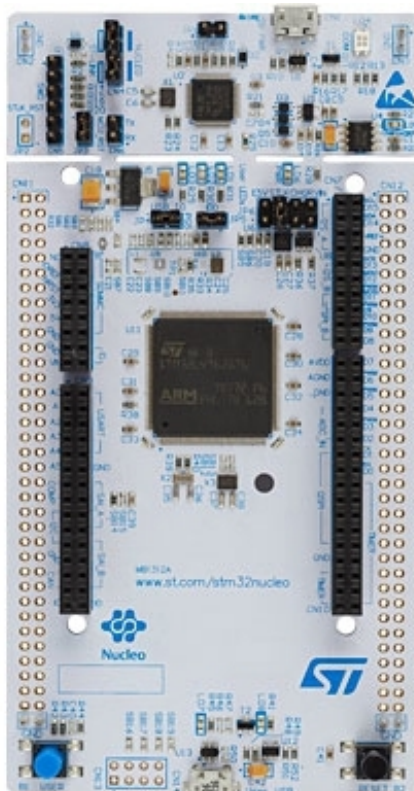
高分辨率定时器组由 7 个定时器组成：

- 12 个 PWM 输出（可以成对耦合输出）
- 10 个外部事件输入（电流限制、零电压/零电流检测等）和 6 个故障输入

高分辨率定时器的主要特性包括：

- 184 ps 分辨率，适用于所有工作模式
 - 可变占空比、可变频率和信号跳变模式
- 可减轻 CPU 的负担的诸多特性
 - 谷值跳过和斜率补偿
 - 每个定时器一个 DMA 通道
 - 内置突发模式控制器和特定拓扑模式：推挽和谐振。
- 定时器之间有很多互连：
 - 复位/启动相邻的定时器
 - 置位/复位/切换输出
- 易于实现的高分辨率编程（相当于 4.6 GHz 定时器）


2. NUCLEO-L4R5ZI



ST 扩展了 STM32L4 产品系列及其性能。最新的 STM32L4+ 系列单片机在保持最佳超低功耗特性的同时，还提供更优越的性能（最高频率可达 120 MHz）、更大容量的内置存储器（高达 2 MB Flash 存储器和 640 KB SRAM）、更丰富的图形处理能力和连接特性。


STM32L4+ 系列 MCU 可以根据微处理器运行时不同的应用需求来适时调整电压从而实现功耗的动态平衡。该功能适用于 STOP 模式下的低功耗外设（LP UART、LP 定时器）、安全和保密特性、大量智能外设，以及诸如运算放大器、比较器、LCD、12 位 DAC 和 16 位 ADC（硬件过采样）等先进的低功耗模拟外设。

新的 STM32L4+ 系列还内置了高级图形处理功能，便于实现精彩美妙的用户图形界面。Chrom - ART 加速器与内置的大容量内置 SRAM、Chrom - GRC™ 全方位显存优化器以及高数据吞吐量的 Octo-SPI 接口紧密配合，大大提升 TFT 和 DSI 控制器的性能，让芯片性能发挥到极致。



STM32

STM32L4+ MCU Series
32-bit Arm® Cortex®-M4 (DSP + FPU) – 120 MHz



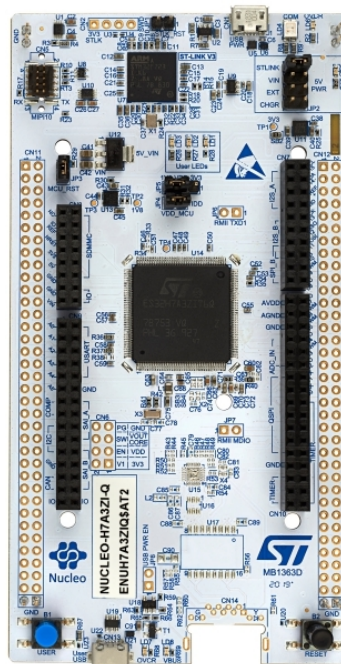
	Product line	Flash (KB)	RAM (KB)	Memory I/F	Op-Amp	Comp.	Sigma Delta Interface	12-bit ADC 5 Msps 16-bit HW oversampling	USB2.0 OTG	TFT Display Interface	*Chrom-GRC™	MIPI-DSI	AES 128-/256-bit
<ul style="list-style-type: none"> • USART, SPI, I2C • 2x Quad-SPI • 16- and 32-bit timers • SAI + audio PLL • CAN • Camera IF • ART Accelerator™ • Chrom-ART Accelerator™ • 2x 12-bit DACs • Temperature sensor • Low voltage 1.71 to 3.6V • VBAT mode • Unique ID • Capacitive touch-sensing 	STM32L4P5/Q5												
	STM32L4P5 USB OTG	512 to 1024	320	SDIO FSMC	2	2	4 ch	2	•	•			
	STM32L4Q5 USB OTG & AES	1024	320	SDIO FSMC	2	2	4 ch	2	•	•			•
	STM32L4R5/S5												
	STM32L4R5 USB OTG	1024 to 2048	640	SDIO FSMC	2	2	8x ch	1	•				
	STM32L4S5 USB OTG & AES	2048	640	SDIO FSMC	2	2	8x ch	1	•				•
	STM32L4R7/S7												
	STM32L4R7 USB OTG & TFT Interface	1024 to 2048	640	SDIO FSMC	2	2	8x ch	1	•	•	•		
	STM32L4S7 USB OTG & TFT Interface & AES	2048	640	SDIO FSMC	2	2	8x ch	1	•	•	•		•
	STM32L4R9/S9												
	STM32L4R9 USB OTG & MIPI-DSI	1024 to 2048	640	SDIO FSMC	2	2	8x ch	1	•w	•	•	•	
	STM32L4S9 USB OTG & MIPI-DSI & AES	1024 to 2048	640	SDIO FSMC	2	2	8x ch	1	•	•	•	•	•

NUCLEO-L4R5ZI 是采用 STM32L4R5ZI MCU 的 STM32 Nucleo-144 开发板，支持 Arduino、ST Zio 和 morpho 连接。用户可通过 ST 官网获取 STM32 全面的免费软件库和 STM32 cube MCU 包提供的示例。

主要特性：

- 32.768 kHz crystal oscillator
- 灵活的电源供应选项:ST-LINK, USB VBUS 或外部电源
- 板式 ST-LINK 调试器/编程器，具有 USB 重枚举功能：大容量存储、虚拟 COM 端口和调试端口
- 支持多种集成开发环境(IDE)，包括 IAR™、Keil®和基 GCC 的 IDE
- 外部或内部 SMPS 生成 Vcore 逻辑电源
- 以太网兼容 IEEE-802.3-2002
- USB OTG 全速或仅设备
- 板连接器: Micro-AB USB 或 USB Type-C™ Ethernet RJ45

3. NUCLEO-H7A3ZI-Q



基于 ARM® Cortex®-M7 的 STM32H7 MCU 系列采用了 ST 的非易失性存储器 (NVM) 技术。从片内闪存执行代码时，其处理器性能得分为 1327 DMIPS/ 3224 CoreMark，是业界所有基于 Cortex-M 内核的微控制器产品所达到的最高基准测试分数。STM32H7 单核产品线中的 STM32H7A3/7B3 系列微控制器集成 Arm® Cortex®-M7 内核（具有双精度浮点单元），工作频率高达 280MHz。

Arm® Cortex®-M7 or Cortex®-M7 + Cortex®-M4

<div>CORE, MEMORIES AND ACCELERATION</div> <ul style="list-style-type: none">Single-core Cortex-M7 up to 480 MHzDual-core Cortex-M7 480 MHz and Cortex-M4 240 MHzFlash and RAM accelerationSP-FPU and DP-FPU4 x DMA <div>CONNECTIVITY</div> <ul style="list-style-type: none">2 x USB2.0 OTG FS/HS2 x SDMMCUSART, UART, SPI, I2C2 x CAN (1 x FD and 1 x TT)HDMI-CECFMC, Dual-mode Quad-SPIEthernet MAC IEEE1588Camera I/FAnalog (comp, AOP) <div>AUDIO</div> <ul style="list-style-type: none">3 x I2S + audio PLL4 x SA12 x 12-bit DACSPDIF-RX <div>GRAPHIC</div> <ul style="list-style-type: none">Chrom-ART Accelerator™ <div>OTHER</div> <ul style="list-style-type: none">Crypto/Hash (except H742)¹Security services (except H742)TRNGDFSDM16- and 32-bit timers, HRTimer3 x 16-bit ADC (up to 3.6 MSPS)Voltage range 1.62 to 3.6 V (except 100-pin package : 1.71 to 3.6 V)Multi-power domains-40°C up to 105°C ambient	<div></div> <div>Product line</div>	<div>f_{clk} (MHz)</div>	<div>Dual-Bank Flash memory (bytes)</div>	<div>RAM (bytes)</div>	<div>OctoSPI & OT - FDEC</div>	<div>Camera I/F</div>	<div>Graphic</div>	<div>Power supply</div>	<div>Stop mode (typical) / RAM retention</div>	
	Dual-core lines									
	STM32H747/757 ¹	480 + 240	Up to 2 Mbytes	1 Mbyte (incl.128 Kbytes DTCM + 64 Kbytes ITCM + 64 Kbytes backup1) + 4 Kbytes backup2			•	TFT-LCD JPEG codec MIPI-DSI	DCDC + LDO	360 µA / 1MB 250 µA / 768KB
	STM32H745/755 ¹	480 + 240	Up to 2 Mbytes	1 Mbyte (incl.128 Kbytes DTCM + 64 Kbytes ITCM + 64 Kbytes backup1) + 4 Kbytes backup2			•	TFT-LCD JPEG codec	DCDC + LDO	360 µA / 1MB 250 µA / 768KB
	Single-core lines									
	STM32H7A3/7B3 ¹	280	Up to 2 Mbytes	1,4MB (incl.128K DTCM, 64K ITCM, 1184K+SRAM, 4K backup)		•	•	TFT-LCD JPEG codec Chrom-GRC	DCDC + LDO	32 µA / 1.4MB 28 µA / 32KB
	STM32H743/753 ¹	480	Up to 2 Mbytes	1 Mbyte (incl.128 Kbytes DTCM + 64 Kbytes ITCM + 64 Kbytes backup1) + 4 Kbytes backup2			•	TFT-LCD JPEG codec	LDO	1270 µA / 1MB 910 µA / 768KB
	STM32H742	480	Up to 2 Mbytes	692 Kbytes (incl.128 Kbytes DTCM + 64 Kbytes ITCM + 16 Kbytes backup1) + 4 Kbytes backup2			•		LDO	1270 µA / 692KB 910 µA / 704KB
	Value line									
	STM32H7B0	280	128 Kbytes	1,4MB (incl.128K DTCM, 64K ITCM, 1184K+SRAM, 4K backup)		•	•	TFT-LCD JPEG codec Chrom-GRC	DCDC + LDO	32 µA / 1.4MB 28 µA / 32KB
	STM32H750	480	128 Kbytes	1 Mbyte (incl.128 Kbytes DTCM + 64 Kbytes ITCM + 64 Kbytes backup1) + 4 Kbytes backup2			•	TFT-LCD JPEG codec	LDO	1270 µA / 1MB 910 µA / 768KB

Notes :

1. Optional - dedicated CPN, STM32H753, STM32H755, STM32H757 for the Crypto Variants

2. Maximum extended temperature range: 125 °C ambient / 140 °C junction. Dedicated part numbers on STM32H745/H755

NUCLEO-H7A3ZI-Q 是采用 STM32H7A3ZI MCU 的 STM32 Nucleo-144 开发板，支持 Arduino、ST Zio 和 morpho 连接。用户可通过 ST 官网获取 STM32 全面的免费软件库和 STM32 cube MCU 包提供的示例。

STM32H7A3/7B3 系列主要特性：

- 图形
 - LCD-TFT 控制器接口支持双层图形。
 - ChromART Accelerator™提高了图形内容创建速度，并为其他应用节省了 MCU 内核处理资源。
 - Chrom-GRC 优化 RAM 使用
 - JPEG 硬件加速器，可进行快速 JPEG 编码和解码，从而减轻 CPU 编解码负荷
- 片上外设
 - 多达 35 个通信接口，包括 FD-CAN、USB2.0 高速/全速、照相机接口、并行同步数据输入/输出从接口（PSSI）。
 - 可利用带有 32 位并行接口或双路 Octo-SPI 串行闪存接口的灵活存储控制器轻松扩展存储器容量。
 - 模拟外设：双 16 位 ADC。
 - 多个频率高达 280 MHz 的 16 和 32 位定时器。

（二）开发板获取途径

报名成功的同学，可以通过大赛报名成功截图，在 ST 指定平台（<https://c.51diantang.com/columndetail?id=ce965c7fc8474ee49cdc769c010d44d7>）以大赛价格购买指定开发板。

二、 建议选题方向

(一) 开放式命题

参赛学生可以在智能家居、智能交通、智能农业、智能医疗、智慧工业等方面自行选题。以下选题方向可以参考：

- 数字电源及电机；
- 智能仪表；
- 智能控制、运动系统；
- 人机交互方向；
- 嵌入式人工智能等。

(二) ST-RTT 联合赛题

使用 RT-Thread 提供的硬件平台 [ART-Pi STM32H750XBH6 开发板](#)，以及 STM32 Cube.AI+软件平台 RT-AK 设计开发嵌入式 AI 相关创意应用作品。

即作品中必须用到：ART-Pi STM32H750XBH6 开发板 + STM32 Cube.AI + RT-Thread AI Toolkit。参赛同学们可以解决实际问题为导向自行发挥创意，以下应用场景仅供参考：

- 语音控制智能家电
- 智能门锁
- 入侵检测摄像头
- 家居环境老人跌倒检测给联系人发出提醒并一定条件下拨打 120
- 工厂零件缺陷检测分类并上报
- 智慧农业检测作物生长环境参数并自动调节参数补充营养
- 公众场所人流检测分类统计
- 辨识车流的稳定性、驾驶行为的异常

参赛同学完成报名后，RT-Thread 将审核参赛同学提交的项目及其规划，为审核通过的同学提供免费 ART-Pi 开发板。大赛结束后，获得总决赛（含）三

等奖以上的团队可以保留 ART-Pi 开发板，其余免费使用的 ART-Pi 开发板需要归还。

三、建议学习资源

- STM32 生态系统 中文网页

<https://www.stmcu.com.cn/ecosystem>

- 人工智能 (AI)

<https://www.stmcu.com.cn/ecosystem/app/ai>

- 数字电源

https://www.stmcu.com.cn/ecosystem/app/digital_power

- 电机控制

<https://www.stmcu.com.cn/ecosystem/app/Motor-control>

- 人机界面 (GUI)

<https://www.stmcu.com.cn/ecosystem/app/function-GUI>

芯片系列	垂直应用	Cube开发工具
<ul style="list-style-type: none">STM32WB8的生态资源STM32L5的生态资源STM32H7的生态资源	<ul style="list-style-type: none">功能安全的生态资源云连接的生态资源信息安全的生态资源电机控制的生态资源人工智能(AI)的生态资源数字电源的生态资源无线连接的生态资源GUI (人机界面) 的生态资源	<ul style="list-style-type: none">Cube概览STM32CubeMonitorSTM32CubeIDESTM32CubeMXSTM32CubeProg

- ST-RTT 联合赛题学习资源

- 视频课程—基于 STM32 开发人工智能应用

<https://c.51diantang.com/column/detail?id=046ea06e6d1d476ab49a2cbbf84e43ab>

- STM32 solutions for Artificial Neural Networks

https://www.st.com/content/st_com/en/ecosystems/stm32-ann.html

- RT-Thread AI Toolkit , 简称 RT-AK (RT-Thread AI 套件)

<https://github.com/RT-Thread/RT-AK>

- STM32+Cube.AI+RT-AK 快速上手教程：
<https://github.com/RT-Thread/RT-AK/blob/main/RT-AK/documents/RT-AK%E5%B7%B4%E9%80%9F%E4%B8%A6%E6%89%8B.md>
- RT-AK 开发手册：
<https://github.com/RT-Thread/RT-AK/blob/main/RT-AK/documents/RT-AK%E5%B7%B4%E9%80%9F%E4%B8%A6%E6%89%8B%E5%86%8C.md>

预祝各位同学在大赛中斩获佳绩！

ST 中国大学计划