

# 全国高校计算机教育研究会

## 全国大学生计算机系统能力大赛组委会

### 2023年全国大学生计算机系统能力大赛

#### 操作系统设计赛技术方案

全国大学生计算机系统能力大赛操作系统设计赛面向全国高校大学生，旨在培养操作系统领域的设计、分析、优化与应用人才，激发学生的想象力、创新力、工程实践能力和团队协作精神，以赛促学、以赛促教，为高质量专业人才搭建交流、展示、合作的开源社区平台，让参与操作系统设计赛的学生、指导教师、学校和企业都能从中获得补益，助力我国高校与企业在操作系统领域的产学研合作健康、快速发展。

本技术方案旨在说明操作系统设计赛目标、操作系统设计赛内容、评测方式等技术方面的规定，帮助各参赛队更好地参赛。

## 一、操作系统设计赛目标

### 1.1 “OS 内核实现”赛道

- 操作系统设计赛要求各参赛队综合运用各种知识（包括但不限于编译技术、操作系统、计算机体系结构等），构思并实现一个综合性的操作系统，以展示参赛队面向特定目标平台的操作系统构造与优化能力。
- 操作系统设计赛鼓励各参赛队充分了解所使用的编程语言及目标硬件平台特点，使设计实现的操作系统能够尽可能发挥目标硬件平台能力以支持评测用例并提高应用的运行效率。
- 为展示参赛队的设计水平，增加竞赛的对抗性，进入全国赛的参赛队还需要针对新的需求，改进所提交的操作系统。

4. 除本技术方案特别要求、规定和禁止事项外，各参赛队可自行决定操作系统体系结构、内部功能规范、具体实现细节等。

## 1.2 “OS 功能挑战”赛道

1. 各参赛队在操作系统设计赛官网发布的题目中选择赛题。各参赛队选定赛题后，综合运用各种知识（包括但不限于编译技术、操作系统、计算机体系结构等），构思并实现一个与操作系统相关的系统或模块，以展示面向需求的操作系统构造与优化能力。
2. 操作系统设计赛鼓励各参赛队结合赛题，尝试解决多种 OS 相关挑战，包括但不限于：OS 功能、OS 性能、OS 与硬件结合的软硬协同优化系统、OS 调试工具、支持 OS 的模拟器、OS Bug/漏洞分析工具等。
3. 除本技术方案特别要求、规定和禁止事项外，各参赛队可自行决定软件的体系结构、内部功能规范、具体实现细节。

## 二、区域赛内容与评分标准

### 2.1 区域赛内容

#### 2.1.1 “OS 内核实现”赛道

面向 RISC-V 硬件平台的操作系统开发

1. 参赛队提交的源代码要求能够在 Ubuntu 18.04 (x86-64) 评测服务器上编译。
2. 操作系统设计赛提供四种硬件平台，参赛队选择其中一种作为开发平台。
3. 参赛队提交的源代码要求能够在操作系统设计赛指定的软件模拟器和硬件设备上运行，并能够成功运行指定的测试用例。
4. 参赛队提交的参赛内容（包括代码和文档）在操作系统设计赛官网上全部公开。

#### 2.1.2 “OS 功能挑战”赛道

参赛题目由操作系统设计赛组委会在操作系统设计赛网站公布。操作系统设计赛鼓励各种形式的原创性赛题，包括但不限于操作系统相关的课程实验设计、科学探索问题或企业实际问题。

1. 项目的设计实现过程（代码/文档/交流信息等）在操作系统设计赛官网上全程公开。
2. 操作系统设计赛作品应对 OS 相关知识的深入理解、课程教学有促进作用或推动 OS 相关技术创新。
3. 操作系统设计赛要求所有参赛作品的代码和指导文档可被第三方理解，相关内容可重现，并能对结果进行对比分析。

## 2.2 功能与性能测试

### 2.2.1 “OS 内核实现”赛道

功能与性能测试是指在操作系统设计赛规定的硬件模拟器（规定配置参数，测试功能为主）和物理硬件平台（测试功能与性能）上，评测基准测试程序在参赛队所开发操作系统上的运行情况。参赛队所开发的操作系统应能够运行于操作系统设计赛指定的硬件上（区域赛用 qemu-7.0.0 模拟器，全国赛用四种物理开发板之一即可），并能够支持操作系统设计赛提供的基准测试程序的正确运行。

1. 支持启动初始化、中断、I/O、进程管理、内存管理、执行文件解析、文件系统功能等。进一步的功能/优化等可由参赛队根据测试用例实现。
2. 能正确执行操作系统设计赛提供的基准测试程序（其中包括一组基本的 OS 系统调用）。OS 内核的设计实现应不针对个别测试例，即具有一定的通用性。对于每个基准测试程序，其性能指标未达到要求或未能正确运行（二者都表现为程序未运行通过），则计 0 分，运行通过计 1 分。参赛队的最终功能与性能测试成绩为通过的基准测试程序个数。

#### 备注：

qemu-7.0.0 模拟器的执行程序名字和基本参数包括：

- qemu-system-riscv64 # 执行程序名字，模拟 riscv64 CPU
- machine virt # 运行参数：模拟的 virt machine
- -bios default # 运行参数：缺省的 SBI 实现
- -m 128M # 运行参数：缺省内存大小 128MB
- -nographic # 不显示图形

操作系统的镜像能够加载到 qemu-7.0.0 上并执行。

### 2.2.2 “OS 功能挑战”赛道

评审专家根据参赛队提交的文档和代码来分析项目内容和项目结果，判断其正确性、特点或创新性，并能与相关工作进行对比分析。

## 2.3 设计与实现文档的基本要求

两个赛道的参赛队均应完成设计与实现文档，文档内容包括但不限于：设计思路、系统框架、实现重点、代码注释（中英文均可）、开发过程中遇到的主要问题和解决方法。

## 2.4 区域赛评分标准

区域赛总成绩为 100 分，各分项成绩权重如下所示。

### 2.4.1 “OS 内核实现”赛道

- 内核的功能与性能测试：60%
- 内核的设计与实现文档：40%

### 2.4.2 “OS 功能挑战”赛道

- 相关技术的创新性或有助于操作系统教学：60%
- 文档撰写和代码注释符合软件工程规范：40%

# 三、全国赛内容与评分标准

## 3.1 “OS 内核实现”赛道

### 3.1.1 全国赛内容

操作系统设计赛组委会公布全国赛专用的基准测试程序（与区域赛阶段不同）。**全国赛分两个阶段**，参赛队所开发的操作系统应能够运行于操作系统设计赛规定的四种硬件的一种之上，并以通过的功能与性能测试用例个数作为成绩的评定标准。参赛队在规定的各阶段截止时间内修改操作系统源代码，并把操作系统源码公开提交到评测系统进行测试。生成的操作系统在指定的目标硬件平台上运行，并进行基准测试程序的功能与性能评测。对于每个基准测试程序，性能指标未达到要求或未能正确运行（二者都表现为程序未运行通过），则计 0 分，运行通过计 1 分。参赛队的最终功能与性能测试成绩为通过的基准测试程序个数。

### 3.1.2 全国赛成绩

全国赛总成绩为 100 分，各阶段成绩权重如下所示。

- 第一阶段成绩占比：20%

- 第二阶段成绩占比：80%

## 3.2 “OS 功能挑战”赛道

### 3.2.1 全国赛内容

参赛队继续完成、完善区域赛阶段的题目，并按要求完成作品提交。

### 3.2.2 全国赛成绩

由评审专家对作品进行评审，根据总评成绩决定名次。总评成绩构成如下所示。

- 相关技术具有创新性或有助于操作系统教学：20%
- 相关文档和代码便于理解和重现，且便于共享使用：20%
- 现场演示+答辩成绩：60%

## 四、参赛项目提交

各参赛队伍在区域赛和全国赛阶段需要分别提交对应的完整设计内容。

## 4.1 提交内容

### 4.1.1 “OS 内核实现”赛道

1. OS 内核的完整工程文件。必须包含全部操作系统源代码（有代码注释，中英文均可）、辅助编译的文件、建立可正确编译 OS Kernel 的编译环境的 Docker 文件等，并在自动测试平台中至少有一次完整通过功能与性能测试的记录和有效成绩。
2. 操作系统设计与分析文档。文档内容包括但不限于：在开发的操作系统过程中的设计思路、实现重点、遇到的问题和解决方法等。
3. 在操作系统设计赛托管平台上，按操作系统设计赛要求公开代码和文档。

### 4.1.2 “OS 功能挑战”赛道

1. 参赛队提交的内容应包含完整的项目文档和项目代码，项目测试结果的功能/性能/创新性等的分析（包括与类似项目的对比分析）。
2. 过程文档的内容包括且不限于：在项目研发过程中的设计思路、实现描述、代码注释（中英文均可）、碰到的问题和解决方法等。
3. 在操作系统设计赛托管平台上，按操作系统设计赛要求公开代码和文档。

## 4.2 关于开源的说明

如果需要使用第三方库、模块、IP 或者借鉴他人的部分源码，必须在设计文档和源代码的头部明确说明，并确保相关内容符合相关法律法规和开源协议之规定。“OS 内核实现”赛道的参赛队需独立构造操作系统，允许部分代码参考或使用遵循开源（GPL 等）协议的操作系统或软件模块。“OS 功能挑战”赛道的参赛队选定的赛题实现中，允许部分代码参考或使用遵循开源（GPL 等）协议的操作系统或软件模块。

操作系统设计赛要求参赛作品在参赛全过程公开。

## 五、参赛平台与测试程序

### 5.1 托管平台和基准测试程序

- 操作系统设计赛托管平台：支持各参赛队的群体协作与版本控制。
- “OS 内核实现”赛道评测系统：从操作系统设计赛托管平台获取操作系统的指定版本，生成操作系统，加载基准测试程序，自动进行功能及性能测试。
- “OS 内核实现”赛道基准测试程序：用于对参赛队实现的 OS 内核进行功能与性能评测。

### 5.2 关于开发编程语言

开发操作系统的编程语言没有限制。“OS 内核实现”赛道的参赛队需提供与本地开发环境一致的 Docker 配置文件，用于确保自动评测系统生成与本地开发一致的 OS 内核。

### 5.3 关于硬件平台

操作系统设计赛指定“OS 内核实现”赛道的硬件设备有四种。发放的硬件平台为 K210/华山派开发板。对于选择 HiFive Unmatched 开发板/星光二代为硬件平台的参赛队，将提供远程访问与测试环境（基于模拟/物理实验硬件平台）。

#### 5.3.1 Sipeed Maix Dock K210 开发板（可发送）

主要参数如下所示。

- CPU: 64bit RISC-V 双核, with FPU/KPU/APU, 主频 400MHz
- 内存: 8MB SDRAM

- 外设：UART、GPIO、SPI、Timer 等
- 板载资源：128Mbit Flash×1、RGB 灯×1、USB2UART 等
- 板载接口：USB Type-C 接口、MicroSD 卡槽等
- 尺寸：52.3×37.3mm
- 供电电压：5.0v @300mA
- 工作温度：-30 度~85 度

操作系统设计赛会为选择 Sipeed Maix Dock K210 开发板的参赛队免费发放 K210 开发板完成赛题。

### 5.3.2 HiFive Unmatched 开发板

主要参数如下所示。

- CPU: 64 位 SiFive FU740 SoC, 集成 4 个 1.5GHz U74-MC 内核+1 个 S7 嵌入式内核
- 内存: 16GB DDR4 RAM
- 板载 32MB SPI 闪存芯片, 提供了 4×USB 3.2 Gen 1 端口、1 个 PCI Express x16 插槽 (x8 速率)、1 个 NVME M.2 插槽、MicroSD 读卡器, 以及千兆以太网

### 5.3.3 VisionFive 2 星光二代板

主要参数如下所示。

- CPU: 64 位 SiFive FU740 SoC, 集成 4 个 1.5GHz U74-MC 内核+1 个 S7 嵌入式内核
- 内存: 8GB DDR4 RAM
- 板载 32MB SPI 闪存芯片

### 5.3.4 华山派-CV1812H 开发板（可发送）

主要参数如下所示。

- CPU: XuanTie C906 64 位 RISC-V 双核 CPU
- 内置 4Gb/2Gb/1Gb DDR3L 内存可选
- 内置 TPU 单元, 0.5T@int8 算力
- 编码 H.264/H.265/MJPEG 5Mp30(4:3 或 16:9) 解码 H.264/MJPEG 5Mp30(4:3 或 16:9)
- 内置 Audio codec
- EMMC、SPINAND、NorFlash 兼容设计

参赛队可自行购买操作系统设计赛认可的硬件开发板完成赛题, 亦可基于操作系统设计赛提供的开发板模拟平台（区域赛和全国赛）或开发板线上平台（全国赛）完成赛题,

开发板模拟平台和开发板线上平台地址将于 3 月底前公布，请各赛队关注操作系统设计赛网站、技术群及相关操作系统设计赛新闻发布渠道的通知。

## 六、操作系统设计赛网站

操作系统设计赛网站为 <https://os.educg.net/>，操作系统设计赛网站将提供多种软件开发工具及设计资料。参赛队员可加入技术讨论 QQ 群 541142139 咨询、讨论及获取相关资料。