

全国职业院校技能大赛

嵌入式系统应用开发赛项

**竞
赛
任
务
书**

(第 8 套)

竞赛模块：模块一

竞赛注意事项

1. 选手竞赛过程中，各参赛选手应注意设备用电安全，禁止带电插拔设备的组件和模块，设备工作期间务必远离洗板水、饮用水等非绝缘性液体。若因选手个人操作不当导致设备出现问题应及时向现场裁判报告，由现场裁判处理。

2. 竞赛期间选手不得做出影响他人的动作，或者发出噪音干扰其他参赛选手正常竞赛。

3. 所有参赛选手进入赛场后，直到比赛结束之前，禁止向赛场任何人透露任何关于个人身份的任何信息。比赛结束前需参赛选手签字确认的所有文件，只填写竞赛当天的赛位号，填写其他信息均视为无效并需要重新签字。

4. 参赛选手要注意及时保存电脑资料，由于操作不当导致文件丢失、损坏的，由参赛选手自行负责。

5. 竞赛第一模块下发的功能电路板含有故障，选手装联过程中需要进行调试，使其能够正常工作。期间若发现物料缺失、损坏等，应在规定时间内补领或更换，申领器件不得超过标准用量，请仔细检查，不得恶意补领器件，超过规定时间之后补领元器件按规程扣除相应分数。选手因装接不当造成的故障不在考查范围之内，但属于选手应当掌握的核心专业技术技能，由选手自行处理解决。

6. 参赛选手应在第一模块竞赛测评开始前，完成程序下载、固化，第一模块竞赛测评阶段开始后，禁止再次更新功能电路核心板程序。

7. 本模块竞赛结束后，参赛选手应将现场下发的所有资料整理并交给现场裁判，不得将现场下发的任何材料带离竞赛现场。

8. 竞赛现场为各赛位下发1块标准功能电路板，用于各参赛选队测试和固化程序，若竞赛测评需要使用标准板进行测评，则根据规程扣除相应分数，标准功能电路板在本模块竞赛结束后回收，不得损坏或带离赛场，否则按照违纪处理。

9. 本题仅为样题，正式赛题以竞赛日现场拆封下发的题目为准。

第一模块 嵌入式系统硬件制作与驱动开发 竞赛任务书（第 8 套）

一、总体要求

本竞赛模块要求使用竞赛现场下发的嵌入式系统功能电路板（搭载国产自主嵌入式微处理器）完成硬件制作和驱动程序开发与测试，具体竞赛任务要求见竞赛任务表。其中，嵌入式系统驱动开发任务表中竞赛任务 1-6 由选手自行选择实现方式，任务 7-8 由裁判基于实时操作系统的命令行终端输入任务测评启动命令后进行各竞赛任务测评。各竞赛任务见竞赛任务表中对应竞赛任务描述。

二、竞赛任务表

（一）功能电路板硬件制作任务表

序号	任务描述	任务要求
1	任务：嵌入式系统功能电路板焊接与装配	<p>1. 根据赛场提供的嵌入式系统功能电路板（以下简称“功能电路板”）电路原理图和物料清单，从提供的元器件中选择相应元器件，准确地焊接在赛场提供的功能电路板上，完成嵌入式系统硬件制作。</p> <p>2. 焊接要求：在功能电路板上所焊接的元器件焊点大小适中、光滑、圆润、干净，无毛刺；无漏、假、虚、连焊，有极性要求的元器件按照极性标注焊接，接插件引脚加工尺寸及成形符合工艺要求；导线长度、线头长度适中，线芯完好无损伤，捻线头镀锡处理。</p> <p>3. 装配要求：元器件焊接安装无错漏，元器件按照从小到大、从低到高的顺序进行焊接装配，元器件上字符标示方向保持一致；电路板上接插件位置正确，紧固件安装可靠牢固；线路板和元器件无烫伤和划伤处，整机清洁无污物。</p>

（二）嵌入式系统驱动程序开发任务表

序号	任务描述	任务要求
1	任务 1: GPIO 基础驱动开发 要求基于功能电路板通过编程实现 GPIO 控制。	<ol style="list-style-type: none"> 通过编程实现对 RGB LED 灯的亮灭控制,按照红灯、绿灯、蓝灯、白灯顺序实现红灯亮起 1s 后关闭、绿灯亮起 1s 后关闭、蓝灯亮起 1s、白灯亮起 1s 后关闭。 通过编程实现对板载蜂鸣器的开启与关闭控制,要求能单独控制蜂鸣器开启与关闭。
1	任务 2: 竞赛计时系统 要求基于功能电路板通过编程实现数码管计时显示系统。	<ol style="list-style-type: none"> 通过编程实现数码管计时系统,要求从本模块竞赛测评开始时启动计时,计时单位为秒。 要求数码管“XX.YY”(“.”为分隔符,若首位为 0,必须显示)。 XX 计数值为 00-15 向上计数,当到达 15 后归零重新开始计数,YY 为 15-00 向下计数,当到达 00 后从 15 开始重新计数。
3	任务 3: LCD 显示屏显示应用开发 要求基于功能电路板通过编程实现 LCD 显示屏显示指定信息。	<ol style="list-style-type: none"> 通过编程实现在 LCD 显示屏上显示图形信息:正六边形、正五角星形、等腰梯形,正六边形填充颜色为蓝色、正五角星形填充颜色为绿色、等腰梯形填充颜色为红色,要求显示效果明显便于观察。 通过编程实现在 LCD 显示屏上显示文本信息: 展示技能人才风采,推进职业教育发展。 文本信息显示位置、字体大小、字体颜色及屏幕背景颜色选手可自行决定,要求清晰显示该文本信息。
4	任务 4: 语音交互应用开发 要求语音交互系统实现指定文本信息播报及语音识别交互显示。	<ol style="list-style-type: none"> 通过编程实现语音交互系统播报指定文本信息,信息内容为“展示技能人才风采,推进职业教育发展”。 要求通过语音交互系统实现蜂鸣器控制,要求识别现场指定的词条信息,并将识别到的正确词条信息显示在 LCD 显示屏上,词条信息显示位置、字体大小、字体颜色及屏幕背景颜色选手可自行决定,要求显示清晰便于观察。要求当识别到“发出求救信号”后,控制蜂鸣器模拟发出求救声音信号,当识别到“关闭求救信号”后,控制蜂鸣器停止工作。

		<p>词条信息仅限于：打开蜂鸣器、关闭蜂鸣器、打开求救信号、关闭求救信号。</p> <p>求救声音信号中蜂鸣器鸣响说明：三声短、三声长、三声短。</p>
5	<p>任务 5：传感器数据采集与显示应用开发</p> <p>要求 LCD 显示屏实时准确显示温度传感器和光照度传感器数据。</p>	<p>1. 通过编程实现 LCD 显示屏实时准确显示温度传感器数据信息，显示格式：“当前温度：XX.X℃”，显示位置、字体大小、颜色、屏幕背景颜色选手可自行决定，要求显示效果明显便于观察。</p> <p>2. 通过编程实现启动 LCD 显示屏实时准确显示光照度传感器数据信息，显示格式：“当前环境光强度：XXXXX lx（其中 X 为光照度值，若首位为 0，则可以不显示）”。</p> <p>3. 通过编程实现当光照强度≤ 100 lx 时，RGB LED 灯点亮（显示颜色为白色），当光照强度> 100 lx 时，RGB LED 灯关闭。</p> <p>4. 通过编程实现 LCD 显示屏实时准确显示湿度传感器数据信息，显示格式：“当前湿度：XX %rh”，显示位置、字体大小、颜色、屏幕背景颜色选手可自行决定，要求显示效果明显便于观察。</p>
6	<p>任务 6：智能窗帘系统设计</p> <p>要求基于功能电路板通过编程实现智能语音窗帘系统设计。</p>	<p>通过编程实现语音控制编码直流电机转动，要求语音交互系统识别现场指定的语音词条信息，识别成功后驱动编码直流电机进行转动，模拟窗帘打开、关闭，开关动作时间为 5s。</p> <p>语音词条信息仅限于：打开窗帘、关闭窗帘。</p>
7	<p>任务 7：简易多波形发生器设计</p> <p>要求基于现场功能电路板实现指定方波、三角波、正弦波的输出。</p> <p>本任务启动命令：task01</p>	<p>通过编程实现指定频率输出的方波、三角波、正弦波。频率信息由现场裁判指定。（频率范围：1KHz-5KHz，电路资料详见竞赛现场下发 U 盘附件）</p>

8	任务 8: GPIO 外围设备开发 要求根据不同音调的频率播放 “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7” 七个音调, 对应频率如表格所示 (单位 Hz)。 本任务启动命令: task02	1. 通过编程实现无源蜂鸣器播放音调 “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7”。 2. 实现播放音调 “5 5 6 5 1 7 , 5 5 6 5 1 2 , 5 5 5 3 1 7 6 , 4 4 3 1 2 1” 。	音名	唱名	音调	音名	频率
			C	do	1	C3	131
			D	re	2	D3	147
			E	mi	3	E3	165
			F	fa	4	F3	175
			G	sol	5	G3	196
			A	la	6	A3	220
			B	si	7	B3	247
备注: 1. 竞赛装联调试阶段结束后, 参赛选手应停止功能电路板装联、调试, 并将电脑置于关闭状态。 2. 竞赛测评过程中, 上述任务只能使用 1 个综合程序完成功能演示, 在现场评分裁判口令下, 通过板载功能按键或其他方式等逐个实现上述任务的结果展示, 单个任务测评演示次数不超过 3 次, 否则认定为任务未完成, 如因页面刷新速度过快, 导致裁判无法确认显示内容是否正确, 后果由选手自行承担。 3. 竞赛测评结束后, 参赛选手将功能电路板粘贴加密编号后上交至裁判指定位置。							

全国职业院校技能大赛

嵌入式系统应用开发赛项

**竞
赛
任
务
书**

(第 8 套)

竞赛模块: 模块二

竞赛注意事项

1. 选手竞赛过程中，各参赛选手应注意设备用电安全，禁止带电插拔设备的组件和模块，且务必远离饮用水、饮料等液体。若因操作不当导致设备出现问题应及时向现场裁判报告，由现场裁判处理。
2. 竞赛期间选手不得做出影响他人的动作，或者发出噪音，干扰其他参赛选手的正常竞赛。
3. 所有参赛选手进入赛场后，直到竞赛结束之前，禁止向赛场任何人透露任何关于个人身份的相关信息。竞赛结束前需参赛选手签字确认的所有文件，只填写竞赛当天的工位号，填写其他信息均无效。
4. 参赛选手要注意及时保存电脑资料，由于操作不当导致文件丢失、损坏的，由参赛选手自行负责。
5. 选手可以在竞赛测试阶段的规定时间内按序进入练习赛道进行测试，每次限时 5 分钟，参赛队若放弃赛道任务测试机会，队长须前往竞赛测试区确认签字，表明自愿放弃测试机会，此次测试时间轮空且放弃不补，须等待下一轮测试机会，每队测试机会均等。
6. 本模块竞赛共有两轮测评机会，每轮 2 次测评机会，2 次测评合计时长不超过 5 分钟，超过部分将不记录成绩。取两轮中最高成绩为最终成绩，竞赛平台开始运行后需完全独立完成竞赛任务，期间不得手动控制，在竞赛平台启动之后，至选手确认竞赛测试结束之前，选手不得触碰竞赛平台。
7. 第一轮竞赛测评结束后，各参赛队拥有等长的调试时间与相同的练习赛道使用时间，超过规定时间不得继续操作，需将竞赛单元再次上交至指定位置。
8. 竞赛结束后，参赛选手应将现场下发所有资料、附件、资料盘等整理并交给现场裁判，不得将现场下发的任何材料带离竞赛现场。
9. 本题仅为样题，正式赛题以竞赛日现场拆封下发的题目为准。

第二模块 嵌入式系统应用程序开发 竞赛任务书（第 8 套）

一、总体要求

参赛选手根据竞赛现场抽取的竞赛任务书编写相关嵌入式系统应用程序，参赛选手需在规定时间内，使嵌入式智能车开发单元 A（以下简称“A 车”）、嵌入式智能车开发单元 B（以下简称“B 车”）在智能标志物交互应用沙盘单元模拟的智能化场景中完成各项赛道功能任务。

二、竞赛任务表

序号	任务要求	说明
1	任务 1: A 车启动 A 车放置 B7 位置处，在裁判示意竞赛开始时，选手点击启动按钮，启动智能显示标志物的计时器，而后 A 车驶出。	1. 智能显示标志物在 A 车开始移动之前开启计时。 2. A 车按照以下路径行驶：B7→B6→D6→F6→F4→D4→B4→B2→D2→F2→F1。
2	任务 2: A 车通过 ETC 系统 A 车在指定路线 B6→D6→F6 上行进，在 B6 附近处使 ETC 系统感应到 A 车上携带的电子标签，打开闸杆，A 车顺利通过 ETC 系统。如有必要可优先执行任务 3。	1. A 车需在不接触 ETC 闸杆（闸杆时间保持时间约为 10 秒）的情况下通过 ETC 系统。 2. 选手应计算好通过时间，避免闸杆下落触碰 A 车。若因此导致 A 车失控，则视为选手控制不当。
3	任务 3: A 车获取 RFID 数据 A 车从 B6→F6 路线行进过程中，寻找到 RFID 卡，并读取其指定数据块内容。	1. RFID 卡片共有 3 张，读取各卡片数据块内容仅需验证 A 密钥（0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF）即可。 2. 3 张 RFID 卡片随机放置在 B6→F6 坐标点（含 B6、F6）之间的循迹线上，其中有且仅有一张 RFID 卡内含有完整且有效信息（B 车指定路径和 B 车初始位置（初始位置仅限于 D7、F7、D5））其余两张卡片可能为空卡，也可能存有干扰信息。 3. RFID 卡指定数据块地址为：第 2 扇区第 2 个数据块。 有效信息示例（字符串）： F2D2B2 F7，其中指定路径以第 1 个 F2 开头，以最后 1 个 B2 结束。

4	<p>任务 4: A 车进行超声波测距</p> <p>A 车位于 F6 处,获取位于 G6 处静态标志物 (A) 垂直平面到 F6 处中心点的距离。</p>	<p>1. G6 处静态标志物 (A) 与 F6 中心点距离范围 100mm~400mm, 记为 h。A 车将测量的距离信息发送至多功能信息显示标志物 (A) 上显示。测量误差: $\pm 20\text{mm}$。</p> <p>2. 例如: 测距为 123mm, 显示效果为: JL-123</p>
5	<p>任务 5: A 车经过特殊地形</p> <p>A 车从 F6→F4→D4→B4 路线行进, 在 F4→B4 路段上存在特殊地形标志物, A 车顺利通过带有特殊地形的路面 (地形标志物), 到达 B4 处。</p>	<p>1. 特殊地形标志物位于 E4、D4、C4 三个坐标点之一。</p> <p>2. 竞赛测评时地形卡片任选一张, 所有测评赛道中特殊地形摆放位置与地形卡片保持一致。A 车在通过特殊地形时, 不能与特殊地形两侧护栏发生碰撞, 否则认定任务失败。</p>
6	<p>任务 6: A 车语音识别交互</p> <p>A 车在 B4 位置处, 启动语音识别, 获取智能公交站发出的语音信息。</p> <p>要求 A 车通过 ZigBee 将该条语音信息编号按指定格式上传至评分终端。</p>	<p>1. A 车上传语音信息编号格式: 0xAF, 0x06, 0xXX, 0x02, 0x00, 0x00, 0x01, 0xBF; 其中 0xXX 代表被识别的语音命令编号, 其他字符固定不变。</p> <p>2. 语音播报信息与编号说明: 富强 民主 编号 0x02、 文明 和谐 编号 0x03、 自由 平等 编号 0x04、 公正 法治 编号 0x05、 爱国 敬业 编号 0x06、 诚信 友善 编号 0x07;</p>
7	<p>任务 7: A 车调光</p> <p>A 车行驶到 B2 处, 通过光照度传感器获取光照强度数据, 将智能路灯档位调整到目标档位。</p>	<p>1. 智能路灯初始档位记为 n。</p> <p>2. 智能路灯目标档位记为 r。</p> <p>3. 目标档位计算方式为: $r = (h/100) \% 4 + 1$ 计算后得到, 其中 h 为任务 4 的距离数据, 单位为毫米。</p>
8	<p>任务 8: B 车启动与交通灯识别</p> <p>A 车到达 B2 处后, 根据 RFID 中 B 车路线自行决定 B2→B4→B6 之间路线避让, 开启 A 车任务板左右转向灯与蜂鸣器, 左右转向灯进入</p>	<p>1. B 车应在规定的时间内识别出智能交通灯信号颜色, 并将识别结果发送至智能交通信号灯 (A), 超时结果无效。</p> <p>2. B 车识别后只需将结果返回至智能交通灯标志物即可, 无需执行其他操作。</p>

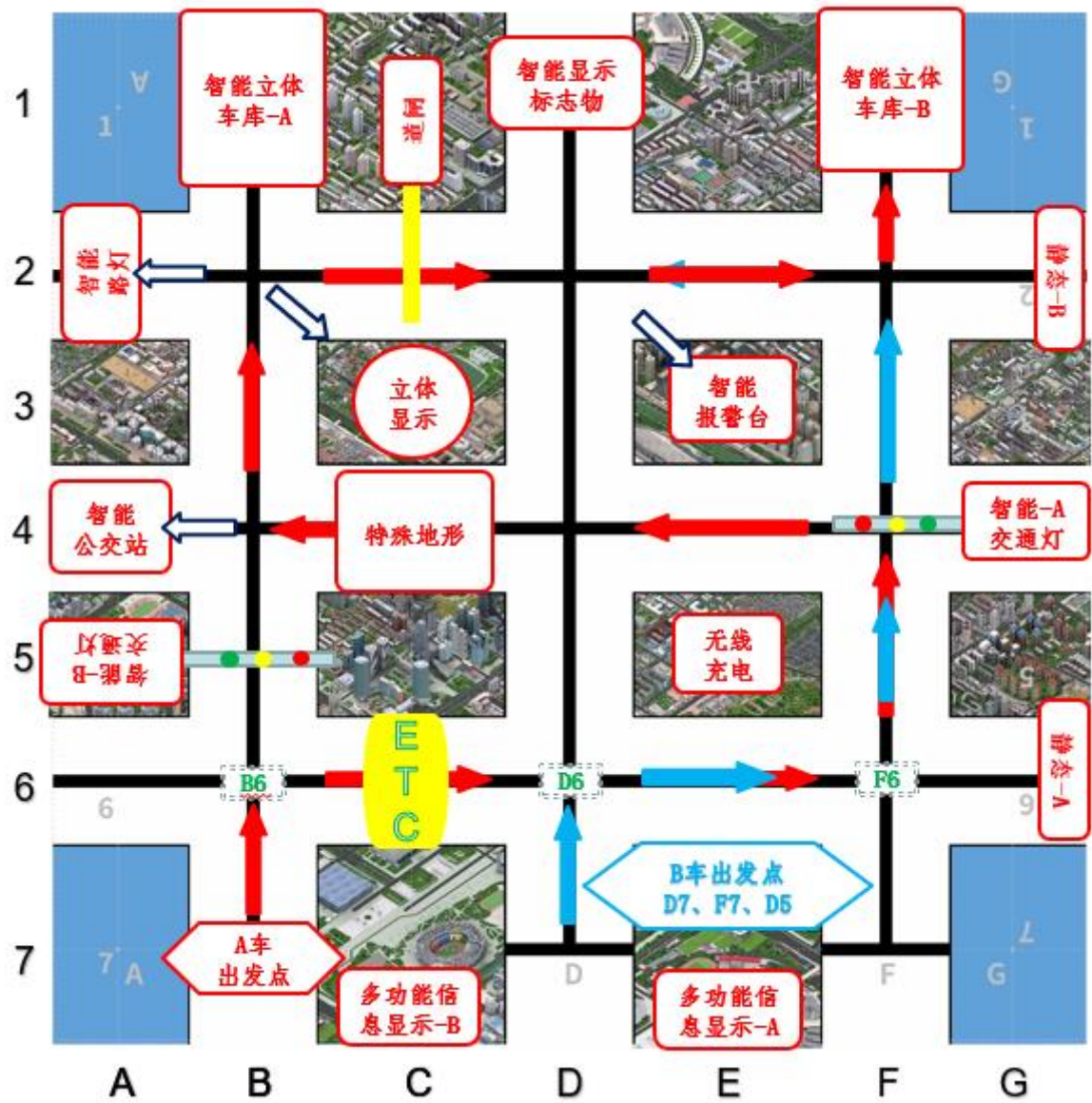
	<p>双闪模式，蜂鸣器响 3 声后关闭。</p> <p>B 车启动行进至 F5 处，启动智能交通信号灯（A）进入识别模式，并在规定的时间内识别出当前停留信号灯的颜色，按照指定格式发给智能交通信号灯（A）进行比对确认。</p>	
9	<p>任务 9：B 车识别二维码</p> <p>B 车按照指定路线 F4→F2 行进，在 F2 处识别位于 G2 处静态标志物（B）上的二维码信息。并将有效数据发送至 A 车。</p>	<p>1. G2 处静态标志物（B）中有两个二维码，选手均需要识别。</p> <p>2. 二维码（一）信息为固定 8 个字节长度字符串，有效数据格式为“XYXXXY”字符，X 代表大写 A-Z 中任意一个字母，Y 代表 0-9 中任意一个数字，其他字符均为干扰字符。例如，二维码（一）信息为：“A/145#B6”，则有效数据为“A145B6”作为车牌信息。</p> <p>3. 二维码（二）信息为一个计算公式，仅包含以下运算：加(+)、减(-)、乘(*)、除(/)、次幂(^)，涉及计算参数仅为 r、n、y；其中 r 为任务 7 所智能路灯目标档位，n 为任务 7 所测得智能路灯初始档位，y 为任务 10 中所获取的立体车库（A）的初始层数。二维码（二）中公式计算结果记为 x。例如，二维码（二）信息为：$((n*y+r)^4)/100$。</p>
10	<p>任务 10：B 车按指定路线行进并倒车入库</p> <p>B 车在 F2 处按照 A 车从任务 3 中获取的指定路线行进，到达 B2 处，B 车查询立体车库（A）中的初始层数，记为 y，并使用倒车入库方式进入立体车库（A），并控制其上升到指定层数（3 层）。</p>	<p>1. B 车在 F2 处后的行进路线需按照任务 3 中 RFID 给定的路径行驶。在 D2 与 B2 之间行进应能顺利通过地形标志物。</p> <p>2. 选手应在倒车驶入车库前确认车库是否已经被控制下降到一层，并确认在倒车入库过程中确保停在合适位置，在车库上升过程中，B 车如果跌落，则视为选手控制不当。</p>
11	<p>任务 11：A 车控制智能立体显示标志物显示</p> <p>A 车退出避让路线，回到 B2 处，向位于 C3 处的智能立体显示标志物发送红外数据，控制智能立体显示标志物显示指定数据。</p>	<p>智能立体显示标志物使用车牌显示模式显示 B 车在任务 9 中识别二维码（一）中的车牌信息和任务 3 中获取的 B 车初始位置。</p>

12	<p>任务 12: A 车通过道闸</p> <p>A 车在 B2 处, 控制道闸开启按照 B2→D2 路线行进。</p>	<p>1. 道闸开启码为任务 9 中获取的有效数据。</p> <p>2. 在练习赛道发任一车牌均可开启智能道闸, 在竞赛赛道只有发送任务 9 中获取的有效数据才能开启, 一段时间之后智能道闸将自动关闭, 选手需要控制 A 车通行时间, 应当在智能道闸开启之后快速通过, 避免撞上闸杆。</p>
13	<p>任务 13: A 车开启智能报警台</p> <p>A 车行进至 D2 处, 通过指定格式指令控制智能报警台开启。</p>	<p>智能报警台开启码由 r、n、y、x 来确定。将 r、n、y、x 转为 16 进制数据, 则六字节开启码分别为: x 的高八位、x 的低八位、r 的高八位、r 的低八位、n 的低八位、y 的低八位。其中关于 r、n、y、x 的说明请参考任务 9。</p>
14	<p>任务 14: A 车倒车入库</p> <p>A 车行进到 F2 处, 查询立体车库 (B) 中的初始层数, 记为 z, 并使用倒车入库方式进入立体车库 (B), 并控制其上升到指定层数。</p> <p>A 车入库完成后, 发送对应指令开启智能无线充电标志物, 关闭智能显示标志物计时。</p>	<p>1. 选手应在倒车驶入车库前确认车库是否已经被控制下降到一层, 并确认在倒车入库过程中确保停在合适位置, 在车库上升过程中, A 车如果跌落, 则视为选手控制不当。</p> <p>2. 立体车库 (B) 上升到指定层数计算方式为: $((z+y)^n) \% 4 + 1$。</p>

三、标志物摆放位置表

序号	设备名称	摆放位置	备注
01	智能立体车库（A）	B1	入口朝向 B2 处
02	智能立体车库（B）	F1	入口朝向 F2 处
03	多功能信息显示标志物（A）	E7	显示屏朝向 E6 处
04	多功能信息显示标志物（B）	C7	显示屏朝向 C6 处
05	静态标志物（A）	G6	静态数据源朝向 F6 标志物位置根据赛题需要微调
06	静态标志物（B）	G2	静态数据源朝向 F2 标志物位置根据赛题需要微调
07	智能交通信号灯（A）	G4	信号灯朝向 F6 处
08	智能交通信号灯（B）	A5	信号灯朝向 B4 处
09	智能报警台	E3	红外接收器朝向 D2 处
10	智能公交站	A4	喇叭朝向 B4 处
11	智能显示标志物	D1	显示屏朝向 D2 处
12	智能立体显示标志物	C3	标志物中心位于 C3 处
13	智能 ETC 系统	C6	朝向 B6 处
14	智能道闸	C1	道闸杆落在 C2 处
15	智能路灯	A2	光源朝向 B2 处
16	智能无线充电标志物	E5	标志物中心位于 E5 处
17	特殊地形	F4/B4/ E4	标志物随机放置在三个坐标点之一
18	A 车出发点	B7	车头朝向选手自行决定
19	B 车出发点	/	RFID 卡内数据指定，仅限于 D7、F7、D5 车头朝向选手自行决定
20	RFID 卡片	3 张	在 B6-F6 循迹线上任意位置上

四、竞赛平台位置示意图



全国职业院校技能大赛

嵌入式系统应用开发赛项

**竞
赛
任
务
书**

(第 8 套)

竞赛模块: 模块三

竞赛注意事项

1. 选手竞赛过程中，各参赛选手应注意设备用电安全，禁止带电插拔设备的组件和模块，且务必远离饮用水、饮料等液体。若因操作不当导致设备出现问题应及时向现场裁判报告，由现场裁判处理。
2. 竞赛期间选手不得做出影响他人的动作，或者发出噪音，干扰其他参赛选手的正常竞赛。
3. 所有参赛选手进入赛场后，直到竞赛结束之前，禁止向赛场任何人透露任何关于个人身份的相关信息。竞赛结束前需参赛选手签字确认的所有文件，只填写竞赛当天的工位号，填写其他信息均无效。
4. 参赛选手要注意及时保存电脑资料，由于操作不当导致文件丢失、损坏的，由参赛选手自行负责。
5. 选手可以在竞赛测试阶段的规定时间内按序进入练习赛道进行测试，每次限时 5 分钟，参赛队若放弃赛道任务测试机会，队长须前往竞赛测试区确认签字，表明自愿放弃测试机会，此次测试时间轮空且放弃不补，须等待下一轮测试机会，每队测试机会均等。
6. 本模块竞赛共有两轮测评机会，每轮 2 次测评机会，2 次测评合计时长不超过 5 分钟，超过部分将不记录成绩。取两轮中最高成绩为最终成绩，竞赛平台开始运行后需完全独立完成竞赛任务，期间不得手动控制，在竞赛平台启动之后，至选手确认竞赛测试结束之前，选手不得触碰竞赛平台。
7. 第一轮竞赛测评结束后，各参赛队拥有等长的调试时间与相同的练习赛道使用时间，超过规定时间不得继续操作，需将竞赛单元再次上交至指定位置。
8. 竞赛结束后，参赛选手应将现场下发所有资料、附件、资料盘等整理并交给现场裁判，不得将现场下发的任何材料带离竞赛现场。
9. 本题仅为样题，正式赛题以竞赛日现场拆封下发的题目为准。

第三模块 嵌入式系统边缘计算应用开发 竞赛任务书（第 8 套）

一、总体要求

本模块竞赛要求使用嵌入式智能车开发单元 A（以下简称“A 车”）及智能标志物交互应用沙盘单元共同完成嵌入式系统边缘计算应用开发的各项竞赛任务，具体竞赛任务要求见竞赛任务表。

二、竞赛任务表

序号	任务要求	说明
1	<p>任务 1: A 车启动</p> <p>A 车放置 B1 处，在裁判示意开始时，选手点击启动按钮，启动智能显示标志物的计时功能，A 车顺利出库。</p>	<ol style="list-style-type: none">1. 智能显示标志物在 A 车开始移动之前开启计时模式。2. A 车按照以下路径行驶: B1→B2→B4→B6→D6→D4→D2→F2→F4→F6→D6
2	<p>任务 2: A 车进行图形图像识别</p> <p>A 车在 B2 处，通过翻页获取位于 C1 处多功能信息显示标志物（A）中显示的图形信息。A 车识别图片，获取图形形状及颜色信息，并按照指定格式将图形信息作为有效信息。并将有效信息按照指定格式发送至位于 C3 处的智能立体显示标志物显示（自定义文本显示模式）。</p>	<ol style="list-style-type: none">1. 多功能信息显示标志物（A）上电默认显示 1 张固定图片，选手需通过翻页指令找到需要识别的图片（干扰图片≤3，干扰图片中不含图形信息）。要求选手识别图形信息，获取不同图形形状的颜色及数量。2. 涉及的形状仅限于：三角形、矩形（包括正方形）、菱形、梯形、圆形、五角形，其他不规则图形均为干扰图形。3. 涉及的颜色仅限于红色(255, 0, 0)、绿色(0, 255, 0)、蓝色(0, 0, 255)、黄色(255, 255, 0)、品色(255, 0, 255)、青色(0, 255, 255)、黑色(0, 0, 0)、白色(255, 255, 255)。4. 图形类别统计格式: ABCDXX, A 代表蓝色梯形数量, B 代表红色圆形数量, C 代表黄色三角形数量, D 代表所有菱形的数量。XX 代表所有青色图形的数量。 <p>示例：识别到图片中蓝色梯形数量 2 个，红色圆形数量 3 个，黄色三角形数量 1 个，图片中所有菱形数量为 8，图片中所有青色图形的数量为 4，则有效信息为“231804”。智能立体显示标志物通过自定义文本显示功能显示“231804”</p>

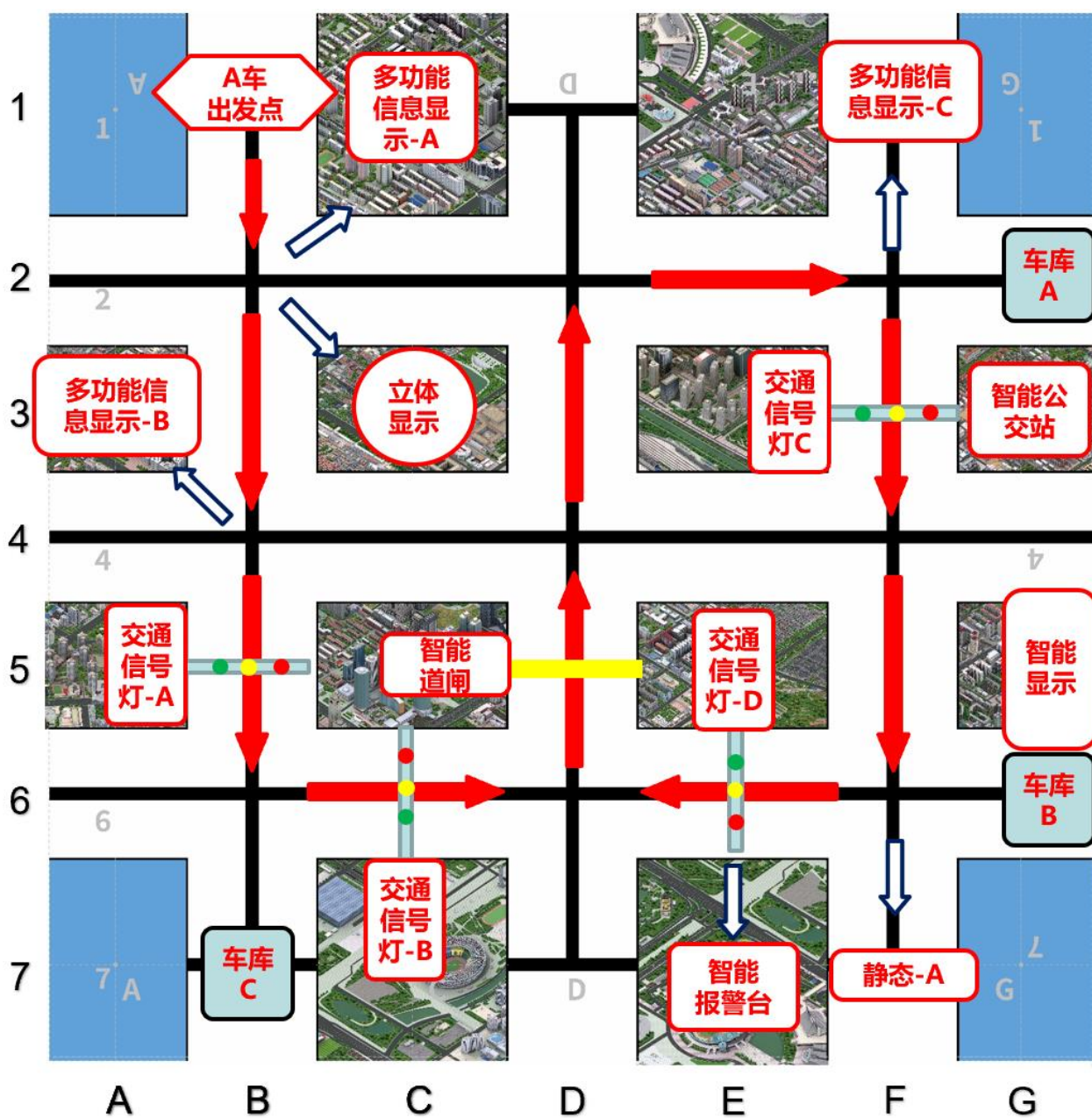
3	<p>任务 3: A 车进行车牌识别</p> <p>A 车行进至 B4 处, 首先通过翻页获取位于 A3 处多功能信息显示标志物 (B) 中显示的车牌信息。然后识别图中的有效车牌信息。最后将有效车牌信息发送至多功能信息显示标志物 (B) 显示 (车牌显示模式)。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多功能信息显示标志物 (B) 开机或重启后显示一张默认图片, 选手需要执行翻页操作找到需要识别的有效车牌图片, 有效车牌为渐变绿色车牌, 其他为干扰车牌 (干扰车牌数量小于 5 张), 汉字不需要识别。。 2. 选手需要识别出车牌号。 4. 多功能信息显示标志物 (B) 显示车牌格式为: “国 XXYYYY”。其中 “国” 固定不变, 后面 6 位号码, X 代表 A~Z 中任意一个字母, Y 代表 0~9 中任意一个数字, 字母中不包含 I 和 O。A 车将有效车牌进行记录。 5. 有效车牌信息用于后续任务中智能道闸标志物开启。
4	<p>任务 4: A 车进行交通信号灯识别</p> <p>A 车在整个路线上行驶过程中需要进行 4 次交通信号灯识别任务。分别在 B4、B6、F2、F6 处识别 A5、C7、E3、E5 的交通信号灯(A/B/C/D)。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. A 车应在规定的时间内识别出交通灯信号颜色, 并将识别结果按照指定格式发送至对应的智能交通信号灯标志物, 超时则无效。 2. A 车识别后只需将结果返回至对应的智能交通信号灯标志物即可通行, 无需执行其他操作。 <p>例如: 到达 B4 处, 控制位于 A5 处智能交通信号灯标志物 (A) 进入识别模式, 并在规定的时间内识别出当前停留交通灯的颜色, 按照指定格式发送给智能交通信号灯标志物 (A) 进行比对确认。</p>
5	<p>任务 5: A 车完成道闸控制</p> <p>A 车在 B4→B6→D6 路线上行驶, 在 D6 处, 将在多功能信息显示标志物 (B) 中识别的有效车牌按照指定格式发送到位于 C5 处的智能道闸标志物上并控制其开启。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在练习赛道发送任意车牌均可开启智能道闸标志物, 在竞赛赛道只有发送多功能信息显示标志物 (B) 识别到的有效车牌才能开启。 2. 选手需要合理控制时间, 应当在智能道闸标志物开启之后快速通过, 避免撞上闸杆。
6	<p>任务 6: A 车进行行人检测和交通标志识别</p> <p>A 车在 D6→D4→D2→F2 路线上行驶, 到达 F2 处, 通过翻页获取位于 F1 处多功能信息显示标志物 (C) 中显示的图片信息。A 车识别图片中交通标志类别以及戴口罩行人数量, 并将交通标志识别结果发送至智能公交站标志物进行播报。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多功能信息显示标志物 (C) 开机或重启后默认显示 1 张固定图片, 除待识别的图片外, 还存放有 3 张干扰图片, 需通过翻页指令找到需要识别的图片。需要识别的图片中包含多个行人和 1 个交通标志, 其他均为干扰图片, 要求识别有效图片中的交通标志以及行人数量。 2. 涉及的交通标志类别包含: 直行、左转、右转、掉头、禁止掉头、禁止左转、禁止右转、限速。 3. 图像中的部分行人有少部分肢体被其他行人遮挡, 要求识别出包括被遮

		<p>挡的行人在内的所有戴口罩行人数量。</p> <p>4. 行人数量对应 A 车入库编号，记为 X，说明如下：</p> <p>X=行人数量%3，当 X=0→车库 A；X=1→车库 B；X=2→车库 C。</p>
7	<p>任务 7: A 车进行二维码识别</p> <p>A 车在 F2→F4→F6 路线上行驶，在 F6 处，识别位于 F7 处静态标志物（A）上的二维码，获取有效文本信息。</p>	<p>1. 静态标志物（A）上包含多个二维码，其中有效文本信息存放在蓝色二维码中，有效信息仅为汉字、字母、数字，其他均为干扰字符，选手需要按顺序提取出有效汉字作为智能公交站标志物播报数据，提取出所有字母和数字作为任务 6 中开启报警台所需有效信息，除蓝色二维码外其它颜色二维码存放的信息均为干扰数据。</p> <p>示例：蓝色二维码中文本信息为：“0 人 E12*34A 才强 B5678%国 CD&9”。</p> <p>有效汉字为：“人才强国”，则智能公交站标志物播报的内容为“人才强国”。</p> <p>有效字母、数字为：“0E1234AB5678CD9”。将有效字母、数字信息按照数字在前、字母在后，数字由 1-9，字母由 A-Z 顺序排列后得到“0123456789ABCDE”作为控制救援报警任务 8 智能报警台开启任务中所需的有效信息。</p>
8	<p>任务 8: A 车智能报警台开启任务</p> <p>A 车在 E6 处，向位于 E7 处的智能报警台标志物发送指定红外数据，控制其开启报警。</p>	<p>1. 智能报警台标志物开启报警的指令由静态标志物（A）中获取的二维码信息经过数据处理算法计算后获得。</p> <p>2. 智能报警台标志物开启报警的指令计算方式详见数据处理算法文件。</p>
9	<p>任务 9: A 车完成倒车入库</p> <p>A 车在 E6→D6→B6 路线上行驶，到达 B6 处，根据多功能信息显示标志物（C）中识别到的行人数量，采用倒车入库的方式驶入对应车库，入库后关闭智能显示标志物计时器。</p>	<p>要求选手根据多功能信息显示标志物（C）中识别到的行人数量驶入对应车库。</p> <p>示例：若多功能信息显示标志物（C）中行人数量为 3，则 A 车应驶入车库 A（坐标点：G2）；若行人数量为 4，则 A 车驶入车库 B（坐标点：G6）；若行人数量为 5，则 A 车驶入车库 C（坐标点：B7）。</p>

三、标志物摆放位置表

序号	设备名称	摆放位置	备注
1	智能道闸	C5	闸杆朝向 D5 处
2	智能公交站	G3	喇叭朝向 F3 处
3	多功能信息显示 (A)	C1	显示屏朝向 B2 处
4	多功能信息显示 (B)	A3	显示屏朝向 B4 处
5	多功能信息显示 (C)	F1	显示屏朝向 F2 处
6	智能报警台	E7	红外朝向 E6 处
7	智能交通信号灯 (A)	A5	信号灯朝向 B4 处
8	智能交通信号灯 (B)	C7	信号灯朝向 B6 处
9	智能交通信号灯 (C)	E3	信号灯朝向 F2 处
10	智能交通信号灯 (D)	E5	信号灯朝向 F6 处
11	智能显示	G5	显示屏朝向 F5 处
12	智能立体显示	C3	位于 C3 坐标点
13	静态标志物 (A)	F7	静态数据源朝向 F6
14	A 车出发点	B1	A 车放置在 B1 处

四、竞赛平台位置示意图



数据处理方法—AES 加密

一、AES 加密概述

密码学中的高级加密标准 (Advanced Encryption Standard, AES), 又称 Rijndael 加密法。该算法为比利时密码学家 Joan Daemen 和 Vincent Rijmen 所设计, 结合两位作者的名字, 以 Rijndael 之名命名。此密码是美国联邦政府采用的一种区块加密标准。这个标准用来替代原先的 DES (Data Encryption Standard), 已经被多方分析且广为全世界所使用。经过五年的甄选流程, 高级加密标准由美国国家标准与技术研究院 (NIST) 于 2001 年 11 月 26 日发布为 FIPS PUB 197, 并在 2002 年 5 月 26 日成为有效的标准。2006 年, 高级加密标准已然成为对称密钥加密中最流行的算法之一。

二、AES 加密过程

AES 加密的基本原理就是把明文分成若干组, 每组长度相等, 每次加密一组数据, 直到加密完所有明文。

1. 根据二维码中提取的有效文本信息 (以下简称明文), 将明文用字节为单位的正方形矩阵进行表示 (以下简称状态矩阵)。状态矩阵中字节排列按照从上到下、从左至右依次排列。

2. 如果明文二进制位数长度 (以下简称明文位长) 不足 128, 则需要进行字节填充。填充规则: 需要填充的字节长度 = $(128 - \text{明文位长}) \div 8$, 使用需要填充字节的长度对所有空缺位进行补全 (如明文 = 0123456789ABCDE, 明文长度为 120, 缺少 1 个字节, 则空缺位补 0x01)。

3. 设密钥 $K = \text{"abcdefghijklmnp"}$ (k 为固定密钥), 则 $K_0 = \text{'a'}$, $K_1 = \text{'b'}$, ..., $K_{15} = \text{'p'}$ 。密钥 K 内均为字符, 设密钥矩阵 $W[0] = 0xK_0K_1K_2K_3 = 0x61626364$, $W[1]$ 、 $W[2]$ 、 $W[3]$ 以此类推。 $W[4-43]$ 为扩展密钥, 针对扩展密钥的推导公式如下: (其中 $rcon$ 为轮常量, 详见 $Rcon$ 常量表; S 表示 S 盒, 详见 AES 标准 S 盒。)

附: $Rcon$ 常量表 (16 进制)

j	1	2	3	4	5
$Rcon[j]$	01 00 00 00	02 00 00 00	04 00 00 00	08 00 00 00	10 00 00 00
j	6	7	8	9	10
$Rcon[j]$	20 00 00 00	40 00 00 00	80 00 00 00	1B 00 00 00	36 00 00 00

附：AES 标准 S 盒

行/列	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0x63	0x7c	0x77	0x7b	0xf2	0x6b	0x6f	0xc5	0x30	0x01	0x67	0x2b	0xfe	0xd7	0xab	0x76
1	0xca	0x82	0xc9	0x7d	0xfa	0x59	0x47	0xf0	0xad	0xd4	0xa2	0xaf	0x9c	0xa4	0x72	0xc0
2	0xb7	0xfd	0x93	0x26	0x36	0x3f	0xf7	0xcc	0x34	0xa5	0xe5	0xf1	0x71	0xd8	0x31	0x15
3	0x04	0xc7	0x23	0xc3	0x18	0x96	0x05	0x9a	0x07	0x12	0x80	0xe2	0xeb	0x27	0xb2	0x75
4	0x09	0x83	0x2c	0x1a	0x1b	0x6e	0x5a	0xa0	0x52	0x3b	0xd6	0xb3	0x29	0xe3	0x2f	0x84
5	0x53	0xd1	0x00	0xed	0x20	0xfc	0xb1	0x5b	0x6a	0xcb	0xbe	0x39	0x4a	0x4c	0x58	0xcf
6	0xd0	0xef	0xaa	0xfb	0x43	0x4d	0x33	0x85	0x45	0xf9	0x02	0x7f	0x50	0x3c	0x9f	0xa8
7	0x51	0xa3	0x40	0x8f	0x92	0x9d	0x38	0xf5	0xbc	0xb6	0xda	0x21	0x10	0xff	0xf3	0xd2
8	0xcd	0x0c	0x13	0xec	0x5f	0x97	0x44	0x17	0xc4	0xa7	0x7e	0x3d	0x64	0x5d	0x19	0x73
9	0x60	0x81	0x4f	0xdc	0x22	0x2a	0x90	0x88	0x46	0xee	0xb8	0x14	0xde	0x5e	0x0b	0xdb
A	0xe0	0x32	0x3a	0x0a	0x49	0x06	0x24	0x5c	0xc2	0xd3	0xac	0x62	0x91	0x95	0xe4	0x79
B	0xe7	0xc8	0x37	0x6d	0x8d	0xd5	0x4e	0xa9	0x6c	0x56	0xf4	0xea	0x65	0x7a	0xae	0x08
C	0xba	0x78	0x25	0x2e	0x1c	0xa6	0xb4	0xc6	0xe8	0xdd	0x74	0x1f	0x4b	0xbd	0x8b	0x8a
D	0x70	0x3e	0xb5	0x66	0x48	0x03	0xf6	0x0e	0x61	0x35	0x57	0xb9	0x86	0xc1	0x1d	0x9e
E	0xe1	0xf8	0x98	0x11	0x69	0xd9	0x8e	0x94	0x9b	0x1e	0x87	0xe9	0xce	0x55	0x28	0xdf
F	0x8c	0xa1	0x89	0x0d	0xbf	0xe6	0x42	0x68	0x41	0x99	0x2d	0x0f	0xb0	0x54	0xbb	0x16

$$W[n] = \begin{cases} W[n-4] \oplus W[n-1], & n \neq 4 \text{ 的倍数} \\ W[n-4] \oplus S[(W[n-1] \lll 8)] \oplus rcon[(n/4) - 1], & n == 4 \text{ 的倍数} \end{cases}$$

4. 字节替换。状态矩阵中的元素按照指定方式映射为一个新的字节。映射方式：把该字节的高 4 位作为行值，低 4 位作为列值，取出 S 盒中对应的行的元素作为输出。

5. 行移位。行移位是一个简单的循环左移操作。当密钥长度为 128(bit) 时，状态矩阵的第 0 行左移 0 字节，第 1 行左移 1 字节，第 2 行左移 2 字节，第 3 行左移 3 字节。

6. 列混合。列混合变换是通过求和来实现的，经过行移位后的状态矩阵与固定矩阵相加求和，得到混淆后的状态矩阵，列混淆固定矩阵（16 进制）见下表：

0E	09	0D	0B
0B	0E	0D	09
0D	09	0B	0E
09	0D	0B	0E

7. 轮密钥加。轮密钥加是将 128 位轮密钥 K_i 与状态矩阵中的数据进行逐位异或操作。第

一轮密钥矩阵为 $W[4i] \sim W[7i]$, 状态矩阵第一列与 $W[4i]$ 分别进行按位异或操作 (长度均为 4 字节), 第二列与 $W[4i+1]$, 以此类推。

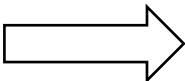
8. 将步骤 7 之后产生的状态矩阵进行重复加密 (循环步骤 4、5、6、7), 直至加密十轮后得到混淆后的状态矩阵, 状态矩阵共 16 位字节。

9. 状态矩阵进行每一列的字节求和, 完成求和后取结果低八位, 以此类推。分别取出后, S 盒中 (0, 0) 和 (F, F) 中的值分别作为六字节红外报警码的第 1、2 字节, 然后将 4 列之和按顺序放入, 最终完成排列, 得到六字节红外报警码。

三、AES 加密示例

1. 有效数据为 “0123456789ABCDE”。由于数据长度不够 128 (bit), 故进行填充, 填充长度为 1 位, 填充数据为 0x01。填充完成后排列出状态矩阵:

0	4	8	C
1	5	9	D
2	6	A	E
3	7	B	0x01



0x30	0x34	0x38	0x43
0x31	0x35	0x39	0x44
0x32	0x36	0x41	0x45
0x33	0x37	0x42	0x01

根据步骤 2 可计算出密钥 K 中的值, 如:

$$W[0] = \text{“abcd”} = 0x61626364$$

$$W[1] = \text{“efgh”} = 0x65666768$$

$$W[2] = \text{“ijkl”} = 0x696A6B6C$$

$$W[3] = \text{“mnop”} = 0x6D6E6F70$$

(1) 扩展的第 1 轮的密钥需要计算 ($W[4], W[5], W[6], W[7]$)。由于 4 是 4 的倍数, 由公式:

$W[n-4] \oplus S[(W[n-1] \lll 8)] \oplus rcon[(n/4)-1]$ 可知计算过程, 计算步骤如下:

1) $W[3]$ 的元素循环左移 8 位: $(W[4-1] \lll 8) = 0x6E6F706D$;

2) 将 6E 6F 70 6D 作为 S 盒的输入, 输出为: 9f a8 51 3c (例如字节为 0x6E, 则查 S 盒的第 6 行和 E 列, 得到 0x9f);

3) 将 9f a8 51 3c 与第 1 轮常量进行异或运算, 得到结果: 9e a8 51 3c;

4) 将 $W[0]$ 与 0x9ea8513c 进行异或运算, 则 $0x61626364 \oplus 0x9ea8513c = 0xffca3258$,

所以得到 $W[4] = 0xffca3258$;

(2) 再根据不是 4 的倍数的扩展公式: $W[n-4] \oplus W[n-1]$ 得到 $W[5] = 0x9AAC5530$, $W[6] = 0xF3C63E5C$, $W[7] = 0x9EA8512C$; 由此第一轮的密钥为: FFCA3258 9AAC5530 F3C63E5C 9EA8512C。 $W[8]$ 、 $W[9]$ 、...、 $W[43]$ 以此类推。

2. 把状态矩阵的第 1 个字节的高 4 位作为行值，低 4 位作为列值，取出 S 盒中对应的元素作为输出，然后进行逐步替换，经替换后新的状态矩阵如下：

0x04	0x18	0x07	0x1a
0xc7	0x96	0x12	0x1b
0x23	0x05	0x83	0x6e
0xc3	0x9a	0x2c	0x7c

3. 把状态矩阵按顺序进行循环移位，经移位后新的状态矩阵如下：

0x04	0x18	0x07	0x1a
0x96	0x12	0x1b	0xc7
0x83	0x6e	0x23	0x05
0x7c	0xc3	0x9a	0x2c

4. 把状态矩阵与固定矩阵进行列混合操作，经混合后新的状态矩阵如下：

0x12	0x21	0x14	0x25
0xA1	0x20	0x28	0xD0
0x90	0x77	0x2E	0x13
0x85	0xD0	0xA5	0x3A

5. 把状态矩阵与第一轮密钥矩阵进行逐位异或运算。状态矩阵第一列为 0x12、0xA1、0x90、0x85，密钥矩阵 $W[4] = 0xFF$ 、0xCA、0x32、0x58，两者进行异或运算得到新的状态矩阵第一列，以此类推，经过轮密钥加后新的状态矩阵如下：

0xED	0xBB	0xE7	0xBB
0x6B	0x8C	0xEE	0x78
0xA2	0x22	0x10	0x42
0xDD	0xE0	0xF9	0x16

6. 通过步骤 3、4、5、6 后得到第一轮的状态矩阵，将第一轮状态矩阵结果作为第二轮的状态矩阵输入，再次重复步骤 3、4、5、6，重复十轮后得到最终状态矩阵如下：

0x9A	0x5E	0x9A	0xD5
0xA5	0xC0	0x1D	0x51
0xAC	0x60	0x55	0xBE
0x91	0xCA	0xA0	0x5C

7. 将状态矩阵每一列进行求和运算并取出低八位，然后取出 $S[0, 0]$ 和 $S[F, F]$ ，按顺序排列后得到最终的六字节报警台开启码：0x63, 0x16, 0x7C, 0x48, 0xAC, 0x40。