



# 性能卓越，绿色环保

## ——瑞萨电子新一代**16**位低功耗MCU产品线**RL78**

Renesas Electronics Co.  
General Purpose MCU System Division  
The 28<sup>th</sup> of October, 2010

Remarks) This product uses SuperFlash(R) licensed by Silicon Storage Technology, Inc.  
SuperFlash(R) is a registered trademark of Silicon Storage Technology, Inc. used in the US and Japan.

RENESAS Group CONFIDENTIAL

# 市场环境 与 对MCU之需求

为实现低碳社会，绿色环保要求、市场多样性要求、持续降价要求这三种市场环境特征越来越显著。

## 市场环境



### ■ 绿色环保要求

- 由于多边协议的约束，各种设备的节能需求迅速增长。



### ■ 市场多样性要求

- 发达国家和新兴发展中国家的需求多样化。
- 各年龄层次拥有不同需求偏好。



### ■ 持续降价要求

- 更高的性能要求和持续的降价需求。
- 开发适合新兴发展中国家的产品。

## 对MCU之需求



低功耗



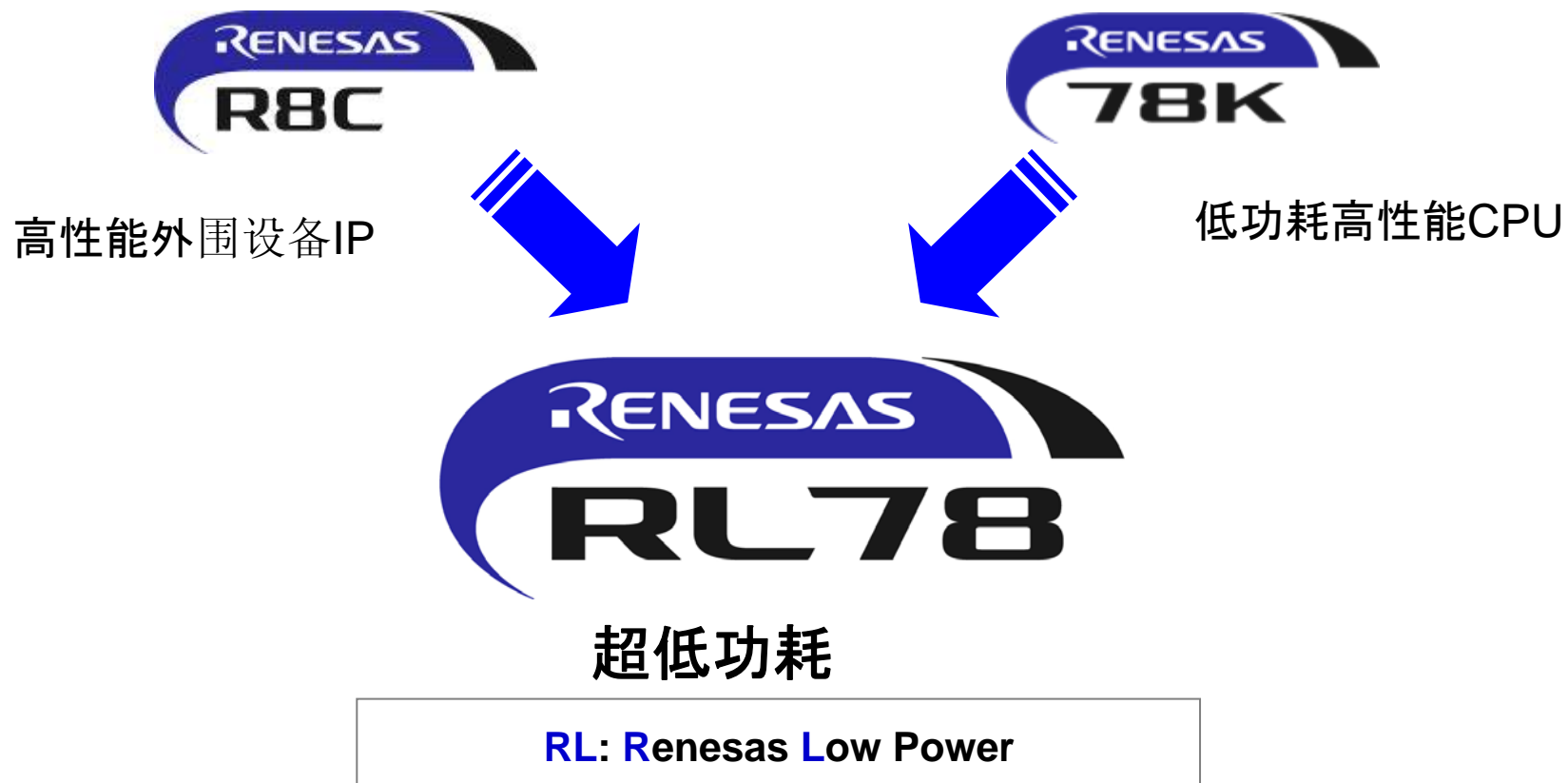
产品多样性



合理性价比

# 全新低功耗MCU RL78族

新产品继承了 R8C族 与 78K族 的优秀DNA



# RL78开发理念



# RL78适用应用



## 白色家电

洗衣机/电干机, 洗碗机, 冰箱, 灶具,  
抽油烟机, 热水器

## 医疗

血糖仪, ECG 传感器, 血压计, 电动  
牙刷



## 小家电

电动工具, 咖啡机, 真空吸尘器, 食物  
处理器

## 智能能源

表计, 家庭& 楼宇能源控制, 照明,  
能源获取



## 工控

## 汽车

数字量具, 传感器, 安全模块, 马达  
Motor actuator, 安全



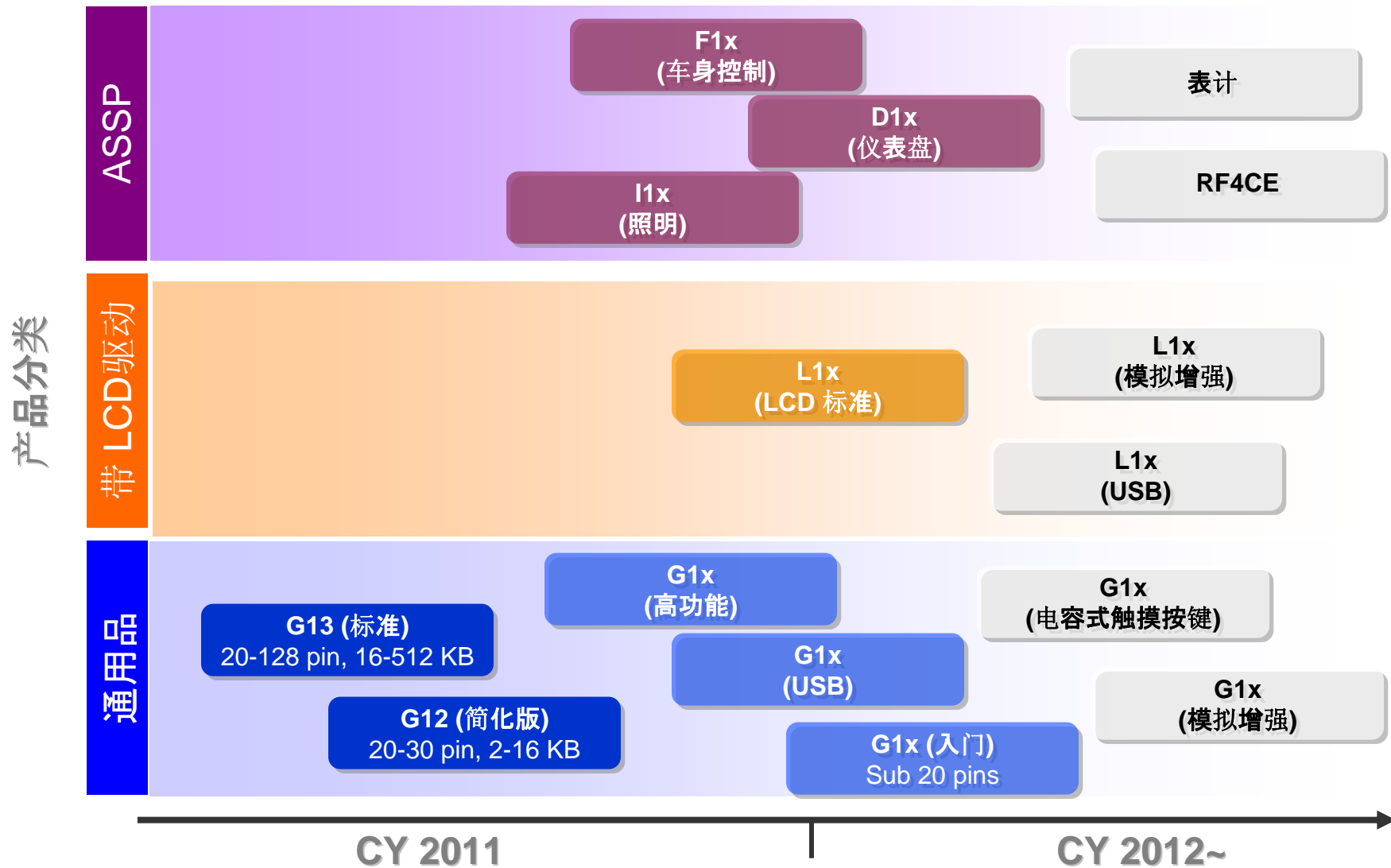
## 消费电子

遥控器, PC 周边, 音频设备



# RL78产品线

## ■ 产品线快速发展



## 全面支持

- 标准开发工具
- 第三方支持
- 在线资源

## 卓越性能

- 带ECC的闪存
- IEC 60730 安全功能
- 支持高温

## 超低功耗

- 运行电流 66  $\mu$ A/MHz
- 0.57  $\mu$ A (RTC + LVD)
- “Snooze” 模式

**RL78**  
The Smart Efficiency

## 完全兼容

- 20 to 128 pins
- 2 KB ~ 512KB 闪存
- 100% 兼容

## 超高效率

- 1.27 DMIPS/MHz
- 工作频率达 32 MHz
- 工作电压1.6V ~ 5.5V

## 诱人成本

- 数据闪存擦写次数保证100万次
- 32 MHz +/- 1% 内置振荡器
- 片上温度传感器

# 首批产品系列 RL78/G13,G12



# RL78/G12, G13 的优势

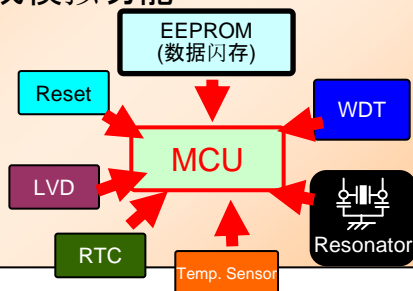
## ✓优秀的扩展性

- 最大封装至128pin
- 最大闪存至512KB
- 最大RAM至32KB
- 紧凑的封装
- 多个ASSP扩展产品线



## ✓诱人的系统成本

- 内置数据闪存
- 32MHz +/- 1% 内置振荡器
- 集成模拟功能



## ✓超低功耗

- 超低功耗  
运行模式下70uA/MHz  
待机模式下(含RTC)0.7uA  
@32KHz
- “Snooze” 模式



## ✓卓越的性能

- 1.27DMIPS/MHz \*
- 最高运行速度32MHz
- 硬件乘除法器/MAC
- 工作电压范围1.6V~5.5V



## ✓可靠的质量与安全机制


















- 高可靠性的闪存
- 内置支持IEC60730的安全机制
- 优秀的EMS表现
- 支持高温工作环境



\*: Dhystone2.1 实测结果

# RL78/G12、G13丰富的产品线

已拥有302种产品，选择面非常丰富

pin \ ROM	20	24	25	30	32	36	40	44	48	52	64	80	100	128			
512KB								32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K 32K									
384KB								24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K 24K									
256KB								20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K 20K									
192KB								16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K 16K									
128KB								12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K 12K									
96KB	8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K 8K																
64KB	4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K 4K																
48KB	3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K 3K																
32KB	2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K																
16KB	2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K 2K																
12KB	1.5K 1.5K 1.5K 1.5K	2K 2K															
8KB	1K 1K 1K 1K	1K 1K															
8KB	768 768 768 768	768 768															
4KB	512 512 512 512	512 512															
2KB	256 256																
封装	SSOP (300mil) 	QFN (4x4) 	LGA (3x3) 	SSOP (300mil) 	QFN (5x5) 	LGA (4x4) 	QFN (6x6) 	QFP (10x10) 	QFP (7x7)  QFN (7x7) 	QFP (10x10) 	QFP (7x7(注), 10x10, 12x12)  BGA (4x4) 	QFP (12x12, 14x14) 	QFP (14x14, 14x20) 	QFP (14x20) 			

RL78/G13

RL78/G12

RAM : 不带数据闪存    RAM : 带数据闪存

注：64-pin QFP(7x7)的ROM大小范围为 32KB - 256KB

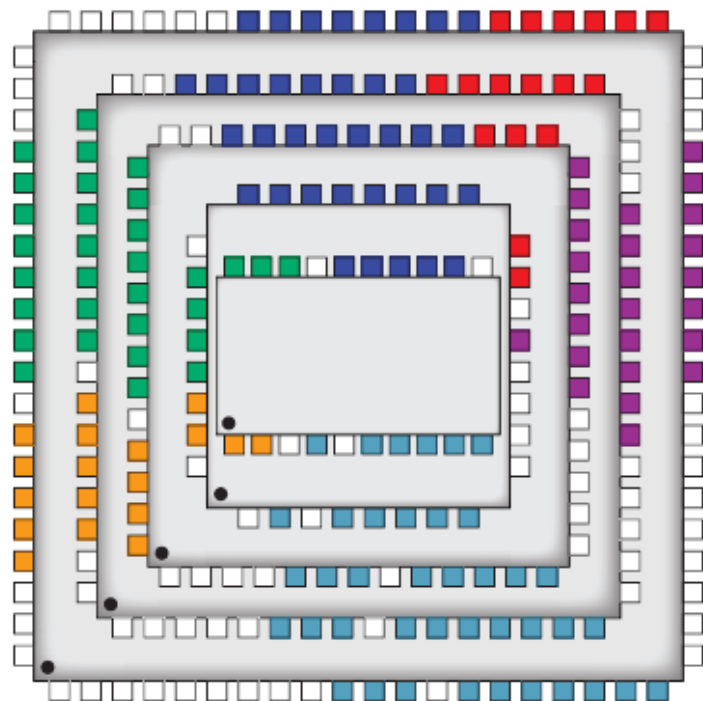
注：部分产品还在开发中  
本文件内容未来可能变更

CONFIDENTIAL All rights reserved.



# 超强兼容性

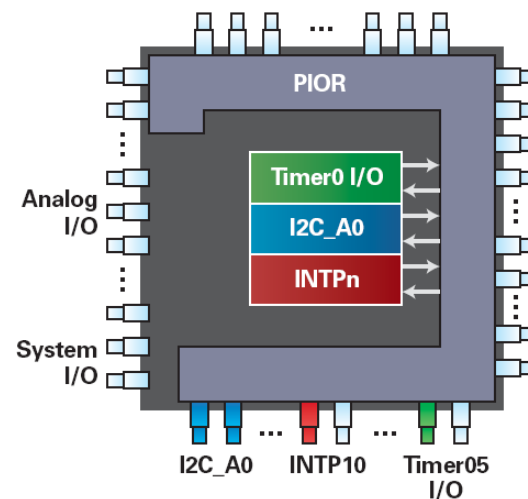
- 同系列产品完全兼容



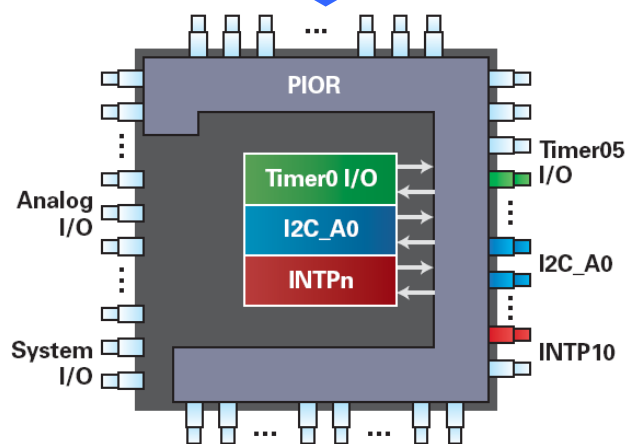
- P0
- P1
- P2
- P5
- P7
- 系统pin

- 外围 I/O 重新定向(PIOR):  
部分管脚可重新定义功能

默认设定

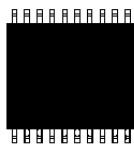
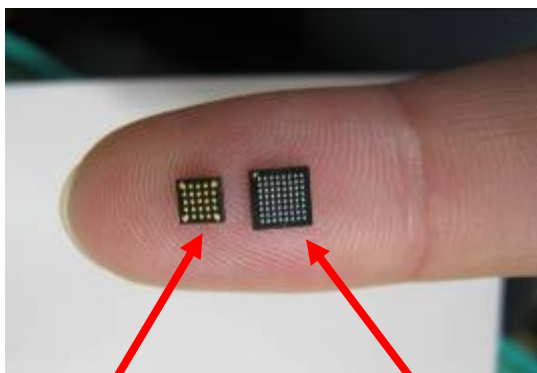


重定义后的设定

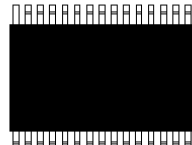


# 紧凑的封装

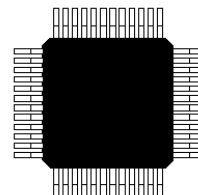
## RL78提供各种适用于小型设备的紧凑封装



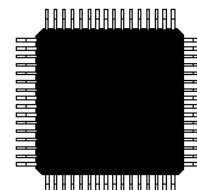
20pin SSOP  
1.2mm 厚度  
7.62mm  
0.65mm 管脚间距



30pin SSOP  
1.2mm 厚度  
7.62mm  
0.65mm 管脚间距



48pin LQFP  
1.4mm 厚度  
7x7mm  
0.5mm 管脚间距



64pin TQFP  
1.0mm 厚度  
7x7mm  
0.4mm 管脚间距

超小



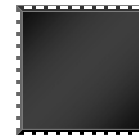
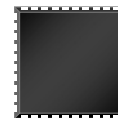
超小



超小



超小



25pin LGA  
0.69mm 厚度  
**3x3mm**  
0.5mm 管脚间距

36pin LGA  
0.69mm 厚度  
**4x4mm**  
0.5mm 管脚间距

64pin FBGA  
0.69mm 厚度  
**4x4mm**  
0.4mm 管脚间距

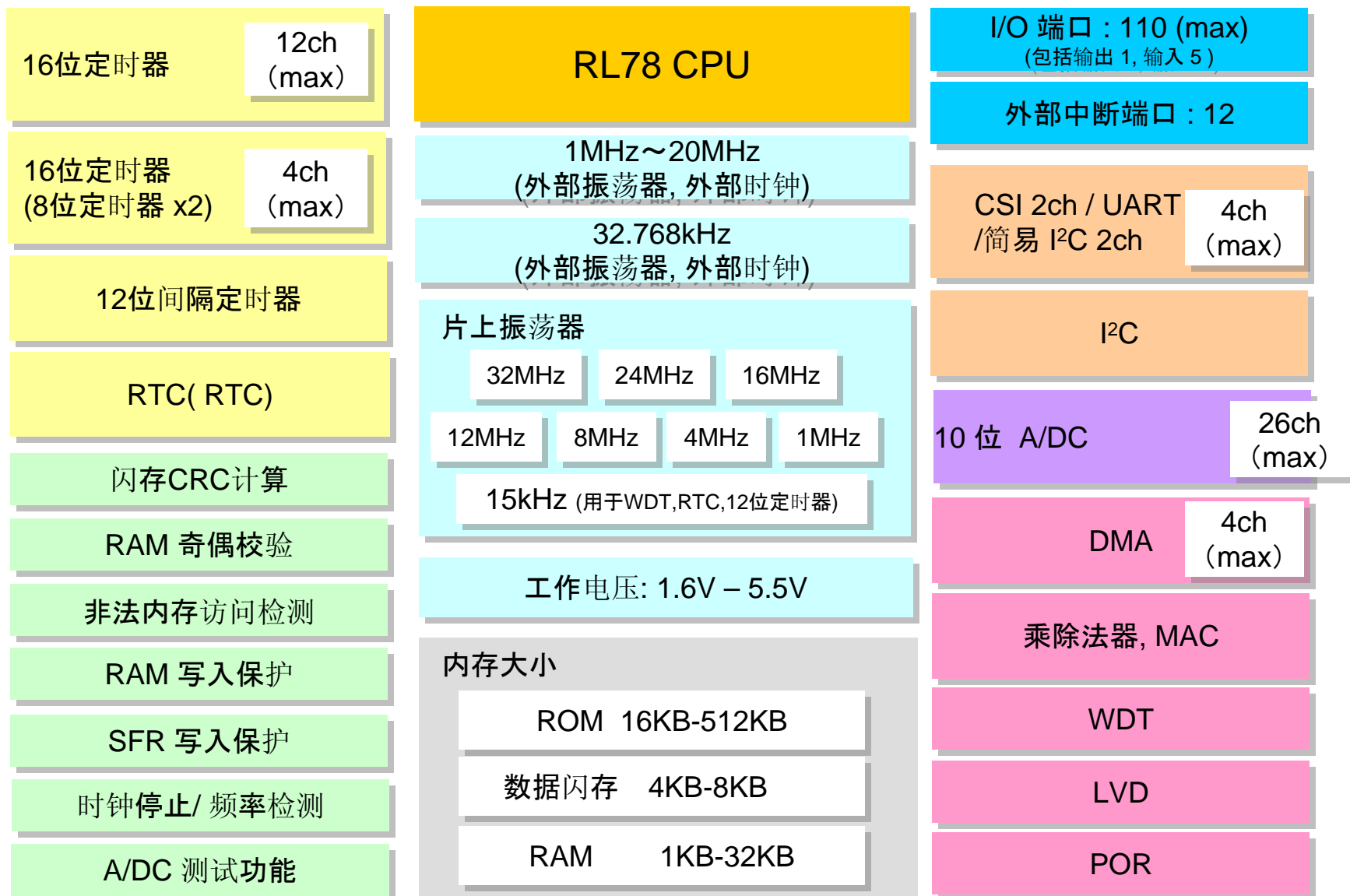
24pin QFN  
0.75mm 厚度  
**4x4mm**  
0.5mm 管脚间距

32pin QFN  
0.75mm 厚度  
5x5mm  
0.5mm 管脚间距

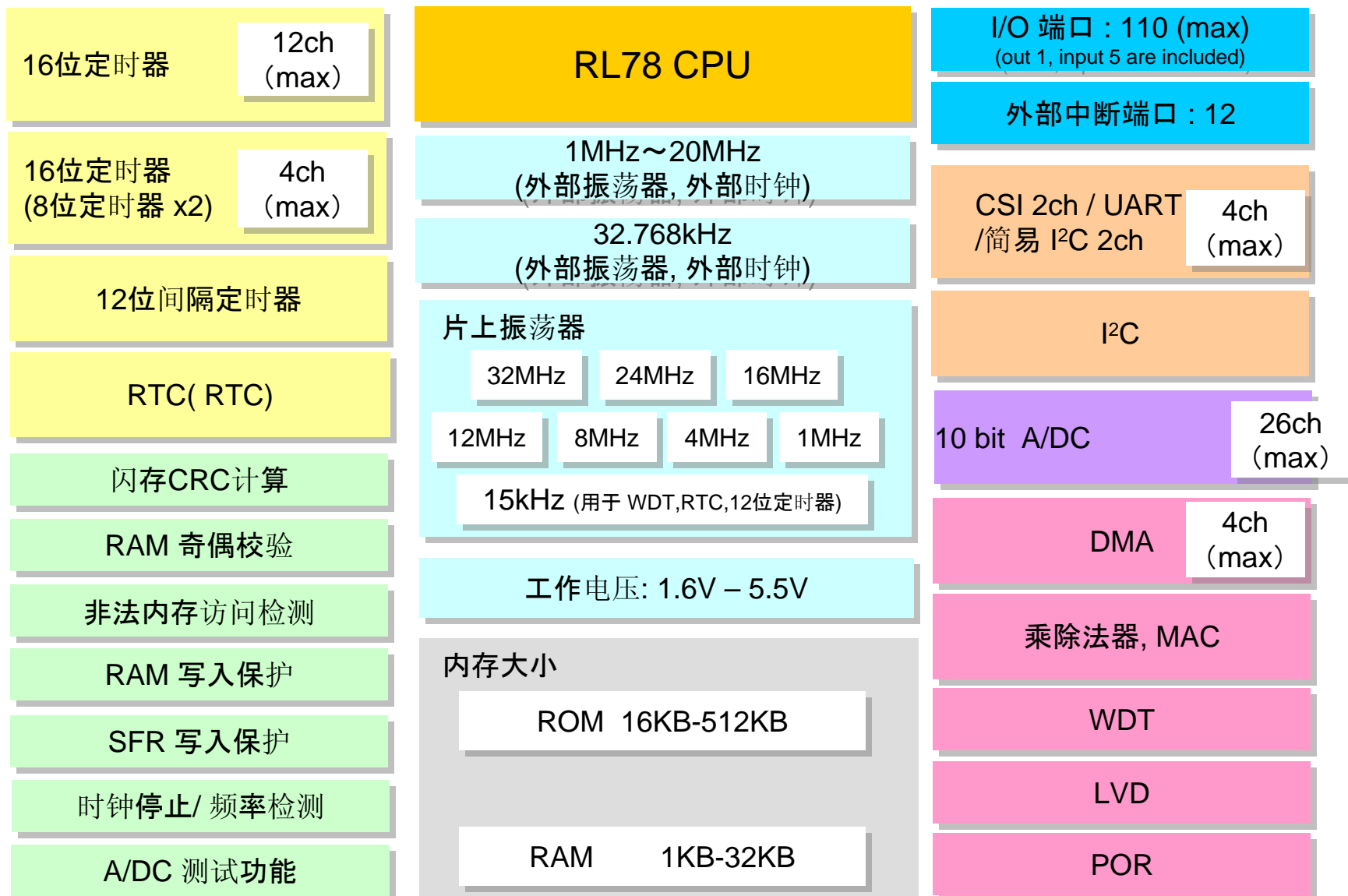
40pin QFN  
0.75mm 厚度  
6x6mm  
0.5mm 管脚间距

48pin QFN  
0.75mm 厚度  
7x7mm  
0.5mm 管脚间距

# RL78/G13(128pin, 512KB version (R5F100S)) 框图



# RL78/G13(128pin, 512KB version (R5F101S)) Block Diagram



# RL78/G13 功能概要 ( 80 – 128 pin)

系列名称		RL78/G13					
管脚数		80pin		100pin		128pin	
品名		R5F100M	R5F101M	R5F100P	R5F101P	R5F100S	R5F101S
内存	闪存 ROM	96KB~512KB				192KB~512KB	
	数据闪存	8KB	-	8KB	-	8KB	-
	RAM	8KB~32KB				16KB~32KB	
CPU		RL78 CPU					
工作频率		使用片上振荡器时32MHz(max.). 使用外置振荡器或外部时钟源时20MHz(max.)					
时钟发生器	晶体/陶瓷振荡器		1MHz~20MHz, 32.768kHz				
	片上振荡器	高速	32MHz, 24MHz, 16MHz, 12MHz, 8MHz, 4MHz, 1MHz +/- 1% (目标)				
		低速	15kHz+/- 15% (target)				
I/O		74		94		120	
定时器	16位定时器	16位定时器 x 8ch、“16位定时器 x1ch/8位定时器 x 2ch” x 4ch				16位定时器 x 12ch、“16位定时器 x1ch/8位定时器 x 2ch” x 4ch	
	12位定时器	间隔定时器x 1ch(15kHz/32.768kHz)					
RTC		1ch					
10 位 A/DC (扫描 4ch, 结果比较功能)		17ch		20ch		26ch	
串行通信接口	CSI 2ch/UART/I2C 2ch		4ch				
	I2C		2ch				
外部中断端口		12ch					
乘除法器/MAC		16*16,32/32,16*16+32					
DMA		4ch					
其他外设		LVD, POR, Key Return 8ch					
安全功能		WDT, TRAP指令, 闪存CRC计算, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测, RAM 写入保护, SFR 写入保护, A/DC 测试功能					



# RL78/G13功能概要(40 – 64pin)

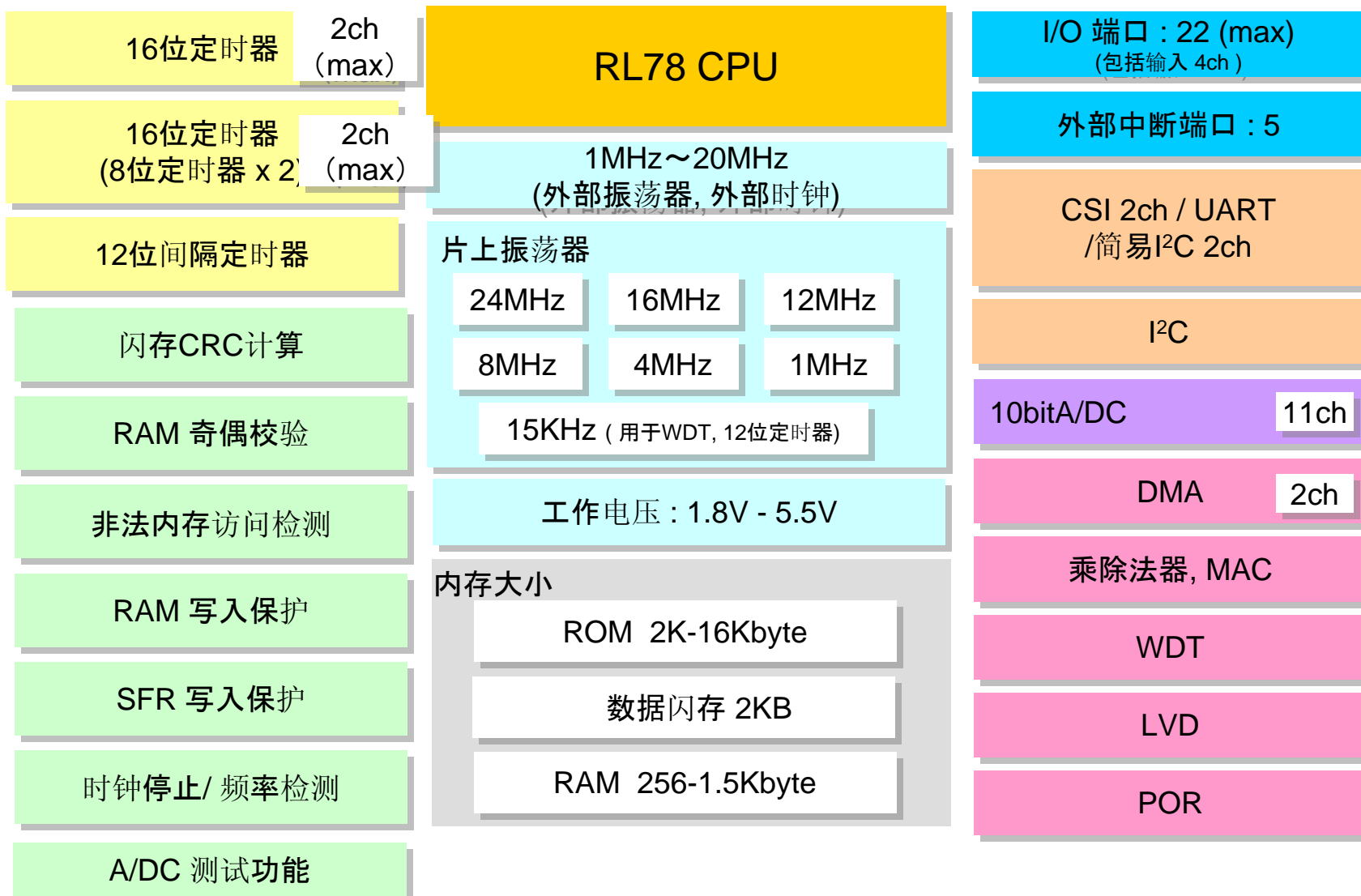
系列名		RL78/G13										
管脚数		40pin		44pin		48pin		52pin		64pin		
品名		R5F100E	R5F101E	R5F100F	R5F101F	R5F100G	R5F101G	R5F100J	R5F101J	R5F100L	R5F101L	
Memory	闪存 ROM	16KB~192KB		16KB~512KB				32KB~512KB				
	数据闪存	4KB	-	4KB	-	4KB	-	4KB	-	4KB	-	
	RAM	2KB~16KB		2KB~32KB				2KB~32KB				
CPU		RL78 CPU										
工作频率		使用片上振荡器时32MHz(max.). 使用外置振荡器或外部时钟源时20MHz(max.)										
时钟发生器	晶体/陶瓷振荡器		1MHz~20MHz, 32.768kHz									
	片上振荡器	高速	32MHz, 24MHz, 16MHz, 12MHz, 8MHz, 4MHz, 1MHz +/- 1%(目标)									
		低速	15kHz +/- 15%(Target)									
I/O		36		40		44		48		58		
定时器	16位定时器	16位定时器 x 6ch、“16位定时器 x1ch/8位定时器 x 2ch” x 2ch										
	12位定时器	间隔定时器 x 1ch(15kHz/32.768kHz)										
RTC		1										
10 位 A/DC (扫描 4ch, 结果比较功能)		9ch		10ch		10ch		12ch		12ch		
串行通信接口	CSI 2ch/UART/I2C 2ch		1		1		2		2		3	
	CSI/UART/I2C		2		2		1		1		-	
	I2C		1		1		1		1		1	
外部中断端口		6		6		9		11		12		
乘除器/MAC		16*16,32/32,16*16+32										
DMA		2ch										
其他外设		LVD, POR, Key Return										
安全功能		WDT, TRAP指令, 闪存CRC计算, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测, RAM 写入保护, SFR 写入保护, A/DC 测试功能										



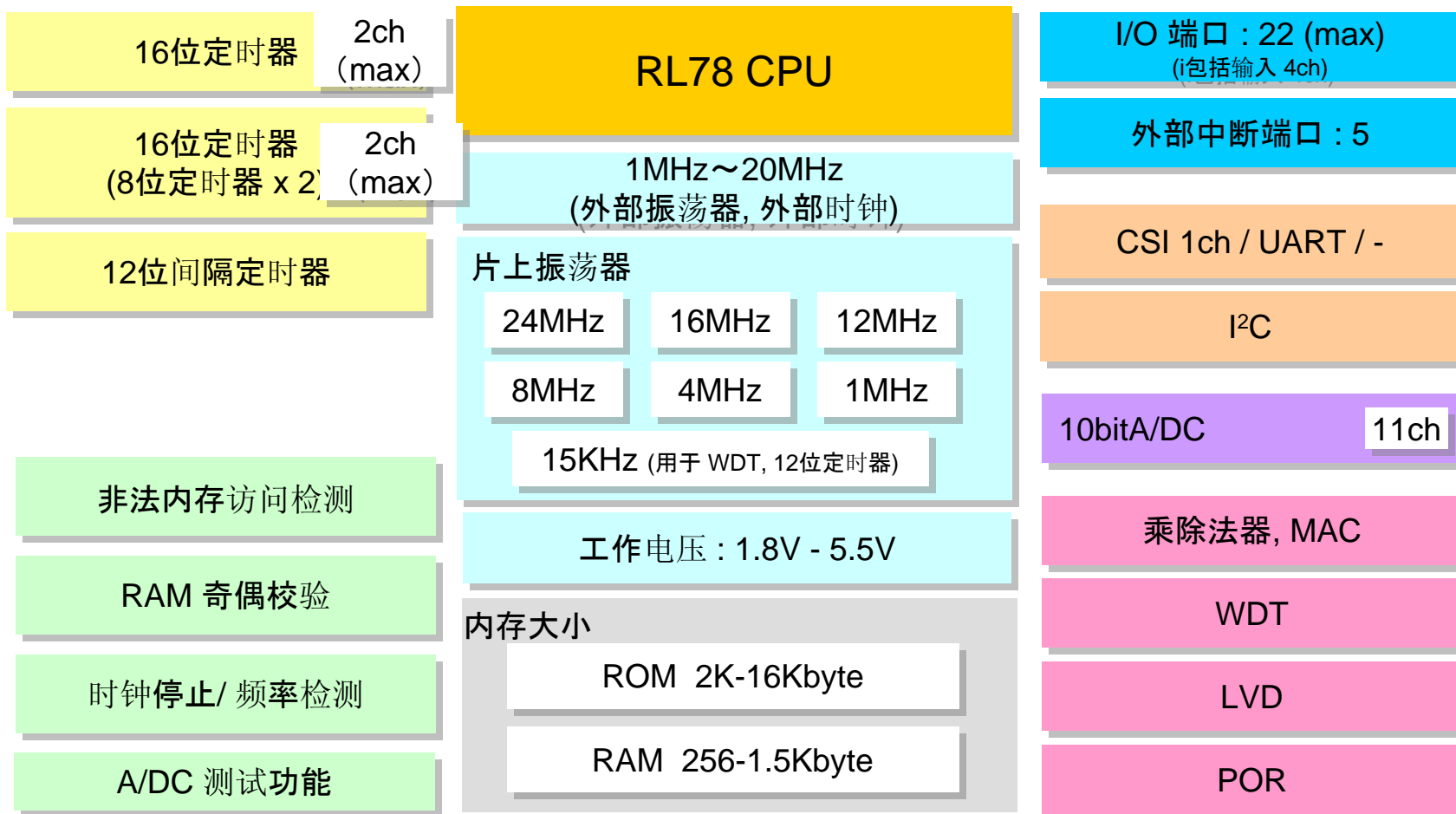
# RL78/G13 功能概要 (20 – 36pin)

Group name		RL78/G13												
管脚数		20pin		24pin		25pin		30pin		32pin		36pin		
品名		R5F1006	R5F1016	R5F1007	R5F1017	R5F1008	R5F1018	R5F100A	R5F101A	R5F100B	R5F101B	R5F100C	R5F101C	
Memory	闪存 ROM	16KB~64KB						16KB~128KB						
	数据闪存	4KB	-	4KB	-	4KB	-	4KB	-	4KB	-	4KB	-	
	RAM	2KB~4KB						2KB~12KB						
CPU		RL78 CPU												
工作频率		使用片上振荡器时32MHz(max.). 使用外置振荡器或外部时钟源时20MHz(max.)												
时钟发生器	晶体/陶瓷振荡器		1MHz to 20MHz											
	片上振荡器	高速	32MHz, 24MHz, 16MHz, 12MHz, 8MHz, 4MHz, 1MHz +/- 1%(目标)											
		低速	15kHz +/- 15%(Target)											
I/O		16	20	20	26	28	28							
Timer	16 位定时器	16位定时器 x 6ch、“16位定时器 x1ch/8位定时器 x 2ch” x 2ch												
	12 位定时器	间隔定时器x 1ch(15kHz/32.768kHz)												
Real 定时器Clock		-												
10bit A/DC (扫描 4ch, 结果比较功能)		6ch	6ch	6ch	8ch	8ch	8ch							
串行通信接口	CSI 2ch/UART /I2C 2ch	-	-	-	-	-	-							
	CSI/UART/I2C	2	2	2	3	3	3							
	I2C	-	1	1	1	1	1							
外部中断端口		3	4	5	6	6	6							
乘除法器/MAC		16*16,32/32,16*16+32												
DMA		2ch												
其他外设		LVD, POR, Key Return												
安全功能		WDT, TRAP指令, 闪存CRC计算, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测, RAM 写入保护, SFR 写入保护, A/DC 测试功能												

# RL78/G12(24pin, 16KB(R5F1027)) Block Diagram



# RL78/G12(24pin, 16KB(R5F1037)) Block Diagram



# RL78/G12 Outline (20 – 30pin)

Group Name		RL78/G12					
管脚数		20-pin		24-pin		30-pin	
品名		R5F1026	R5F1036	R5F1027	R5F1037	R5F102A	R5F103A
Memory	闪存 ROM	2KB~16KB		4KB~16KB			
	数据闪存	2KB	-	2KB	-	2KB	-
	RAM	256B~1.5KB		512B~1.5KB		512B~2KB	
CPU		RL78 CPU					
工作频率		使用片上振荡器时24MHz(max.). 使用外置振荡器或外部时钟源时20MHz(max.)					
时钟发生器	晶体/陶瓷振荡器		1MHz to 20MHz				
	片上振荡器	高速	24MHz, 16MHz, 12MHz, 8MHz, 4MHz, 1MHz +/- 1%(Target)*				
		低速	15kHz +/- 15%(目标)				
I/O		16		22		26	
Timer	16位定时器	16位定时器 x 2ch “16位定时器 x 1ch/8位定时器 x 2ch” x 2ch				16位定时器 x 6ch “16位定时器 x 1ch/ 8位定时器 x 2ch” x 2ch	
	间隔timer	1ch(15kHz)					
10bit A/DC (Scan 4ch, Result Comparison Function)		11ch				8ch	
串行通信接口	CSI 2ch/UART/I2C 2ch	1ch	-	1ch	-	-	-
	CSI/UART/I2C	-	-	-	-	3ch	-
	CSI/UART/ -	-	1ch	-	1ch	-	1ch
	I2C	1ch					
外部中断端口		5ch				6ch	
乘除法器/MAC		16*16,32/32,16*16+32					
DMA		2ch	-	2ch	-	2ch	-
其他外设		LVD, POR, Key Return				LVD, POR	
安全功能 (WDT, TRAP指令, 闪存CRC计算, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测, RAM 写入保护, SFR 写入保护, A/DC 测试功能)		有	仅 WDT, TRAP指令, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测 and A/DC 测试功能	有	仅 WDT, TRAP指令, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测 and A/DC 测试功能	有	仅 WDT, TRAP指令, RAM 奇偶校验, 非法内存访问检测, 时钟停止/频率检测 and A/DC 测试功能

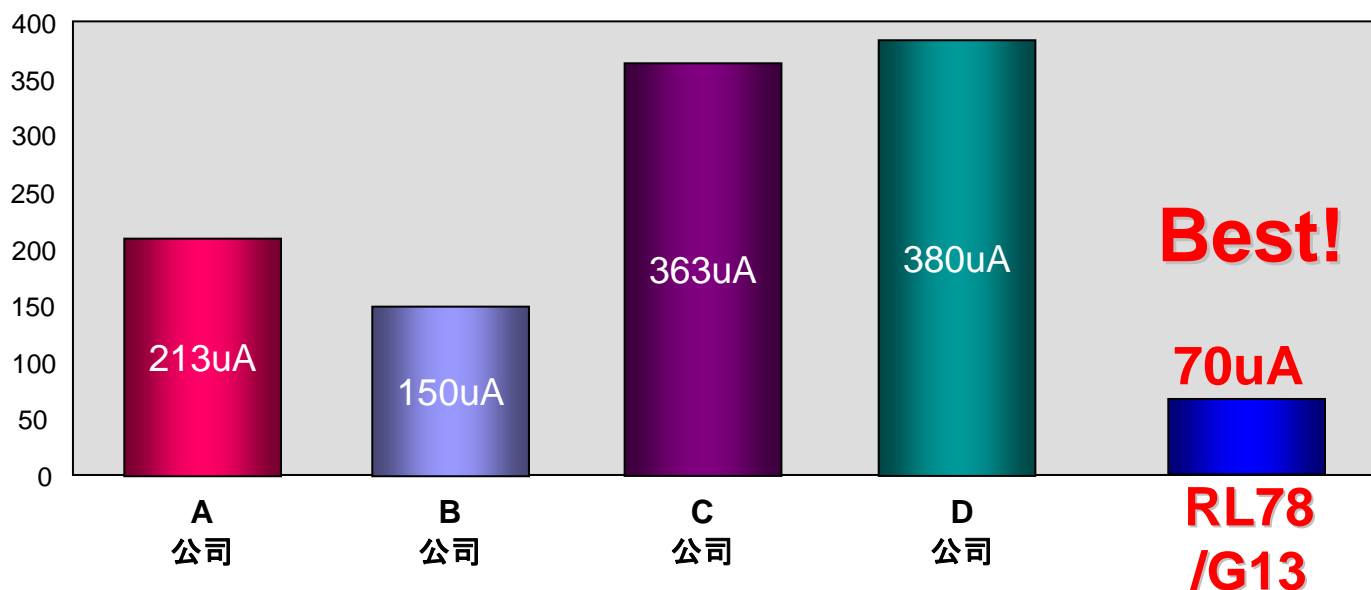
\* : R5F103x 为 +/- 5%

## 超低功耗 & 卓越性能

# 运行模式下的低功耗表现

## 世界级的低功耗表现

- 运行模式 下的电流对比 (uA/MHz)



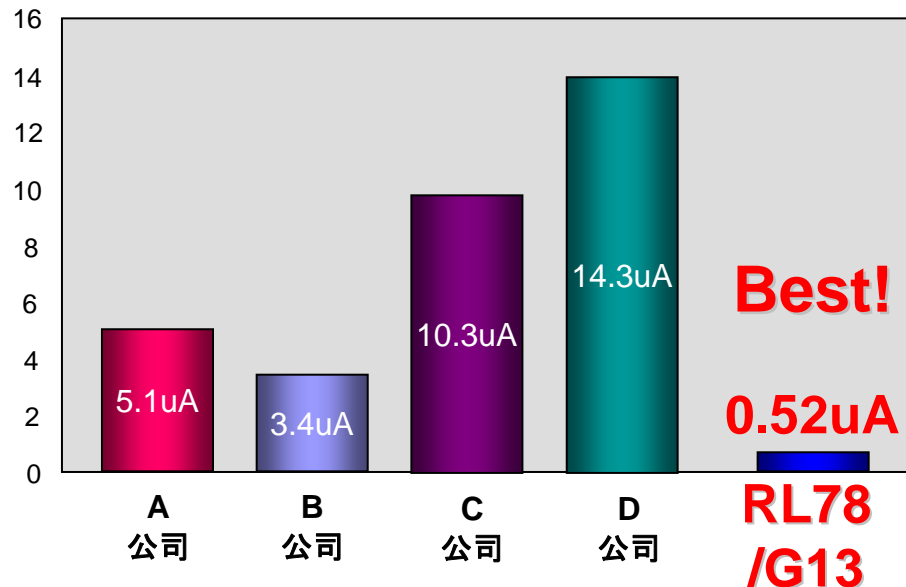
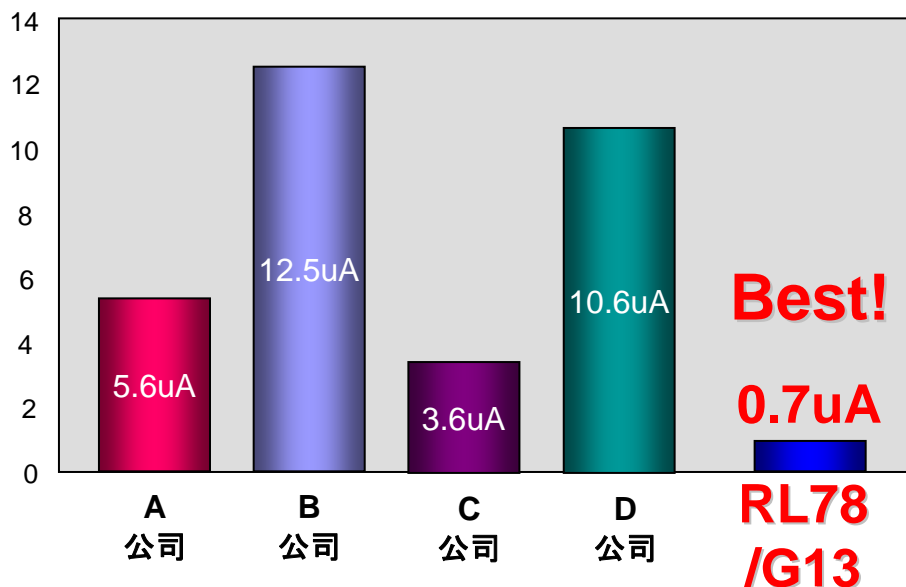
数据来源: 数据手册 & 实测

# 待机模式下的低功耗表现

## 世界级的低功耗表现

- **监控模式**下的电流对比  
(32.768kHz, RTC+LVD)

- **STOP 模式**下电流对比(WDT+LVD)



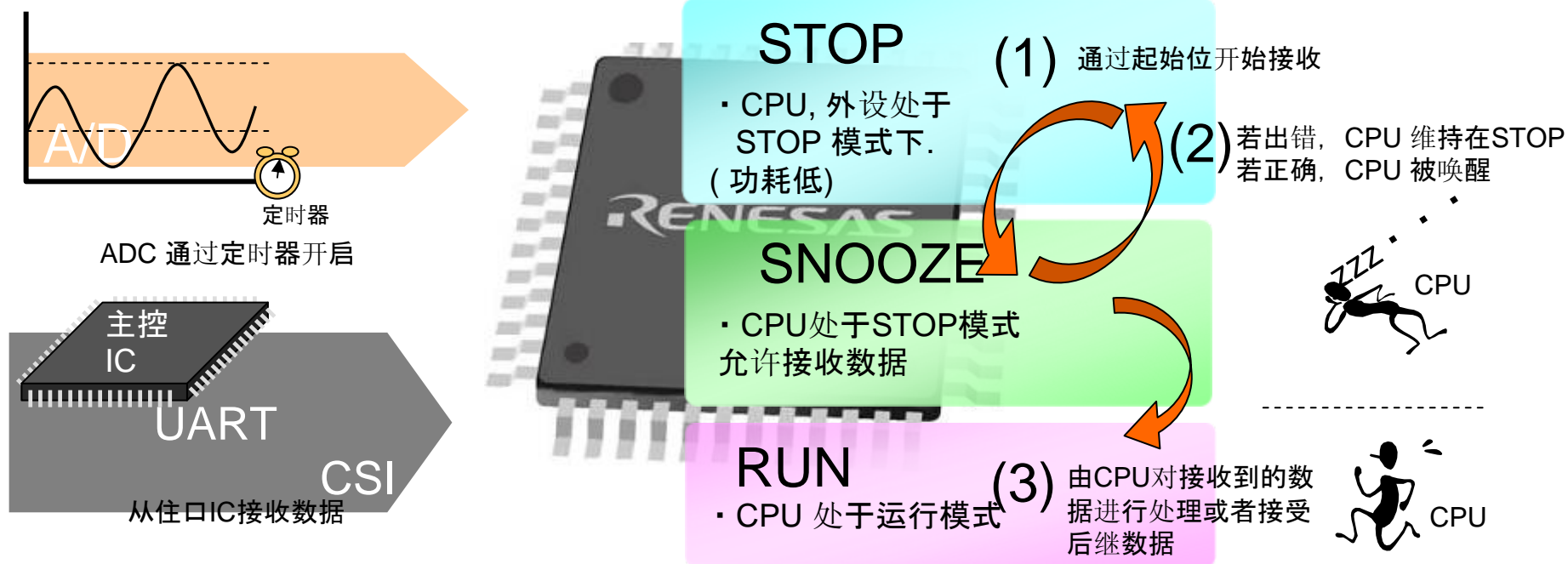
数据来源: 数据手册 & 实测

# 集成了SNOOZE 模式

## STOP模式下运行ADC 和接收串行数据成为可能

- CPU处于STOP模式下，因此总体功耗低
- 无需等待CPU唤醒，因此不会遗失首个待接收数据。

例：接收串行数据



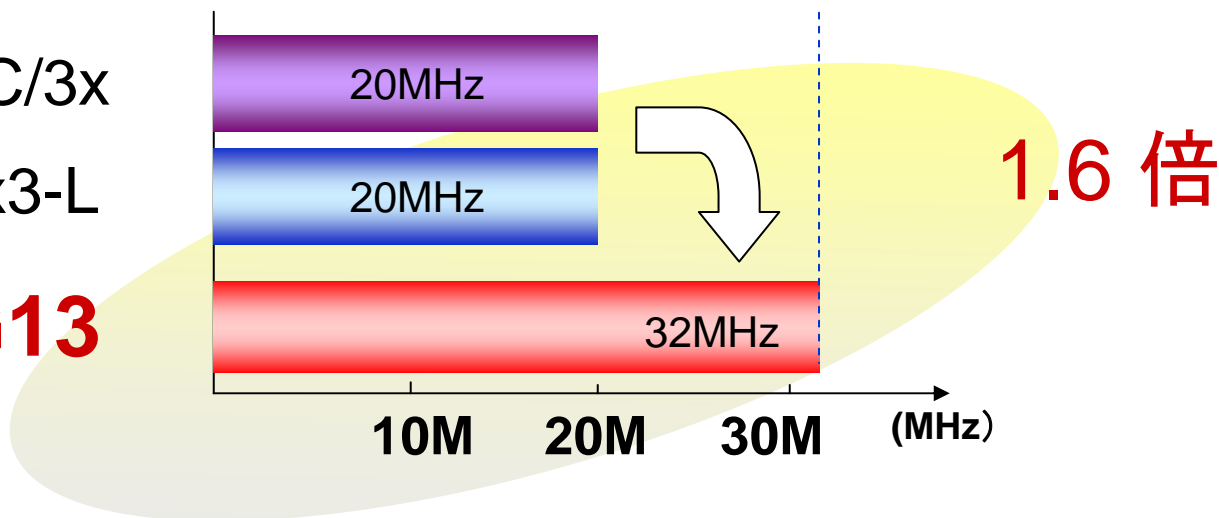


# 卓越的CPU性能

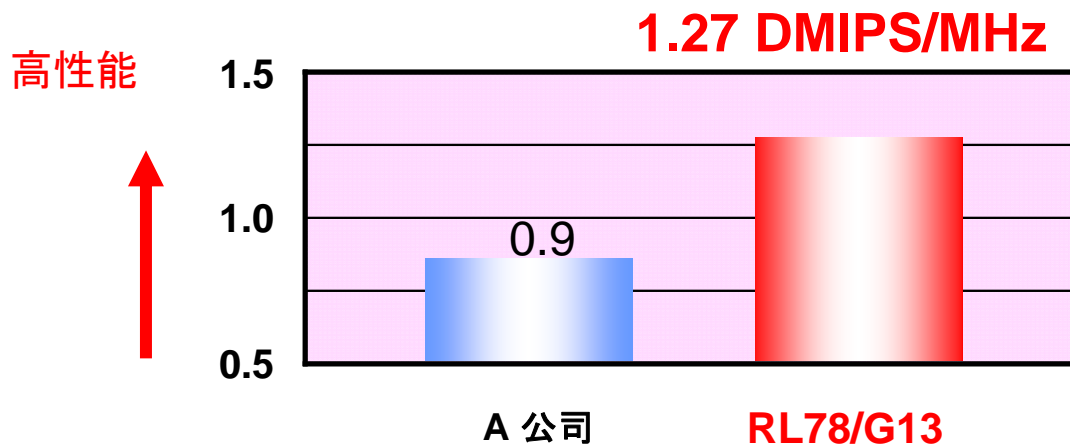
## 卓越的CPU性能, 超过1.27DMIPS/MHz

### ■ 工作频率

R8C/3x  
78K0R/Kx3-L  
**RL78/G13**



### ■ 处理性能

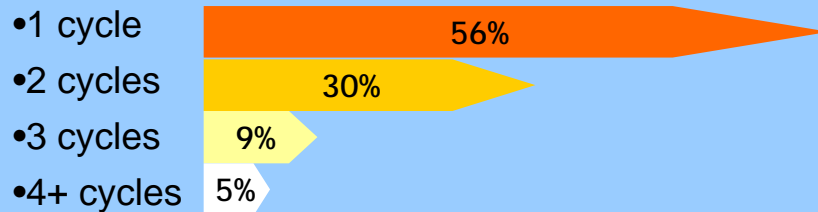


( Dhrystone2.1 实测)

# 卓越的CPU性能: 最有效率的系统构架

- 16-bit CPU 内核与流水线
- 高效的指令集 – 86% 为 1-2 个时钟周期
- 单指令完成乘法 (硬件数学计算)
- DMA 引擎 (多达 4 ch)

## RL78 指令执行时钟周期:



## 通过内置MAC为CPU减负

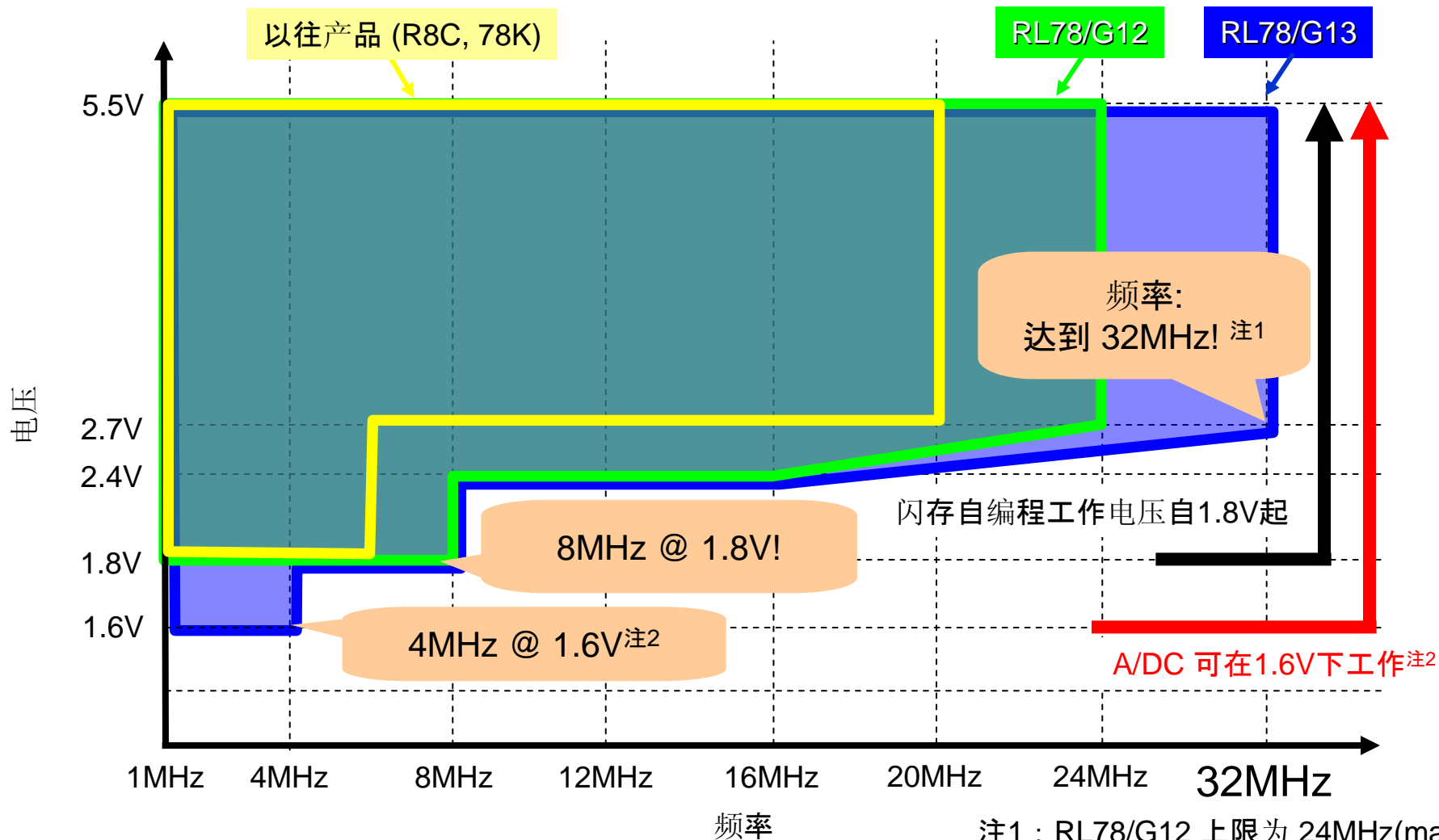
### ■ 内置支持乘除法和MAC的硬件

运行内容		时钟周期
带符号数的乘法 ----- 无符号数的乘法	$16 \text{ bits} * 16 \text{ bits} = 32 \text{ bits}$	1 clock
无符号数的除法	$32 \text{ bits} / 32 \text{ bits} = 32 \text{ bits} \dots 32 \text{ bits}$	16 clock
带符号的MAC ----- 无符号的MAC	$16 \text{ bits} * 16 \text{ bits} + 32 \text{ bits} = 32 \text{ bits}$	2 clock

- 除法完成后发生除法完成中断
- MAC结果的向上或向下溢出后发生向上或向下溢出中断
- 除法完成中断和MAC溢出中断共用一个端口
- 通过状态标志判断是否向上或向下溢出
- 提供C语言环境下的乘法运算库

# 支持低电压下运行

扩展了运行电压范围. ADC 亦可在1.6V下工作







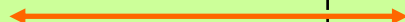









注1 : RL78/G12 上限为 24MHz(max.)

注2 : RL78/G12 自1.8V起

# 支持低电压下运行

4MHz 与 8MHz下运行电压对比表

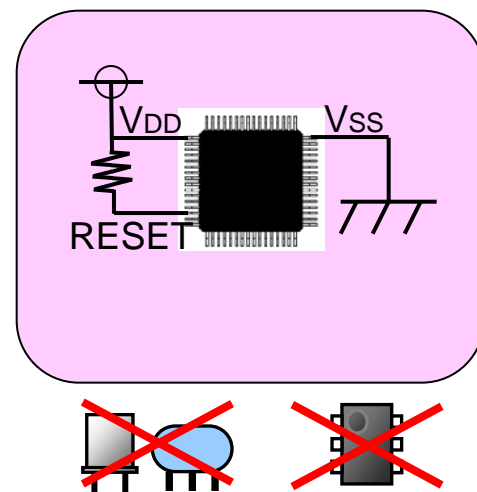
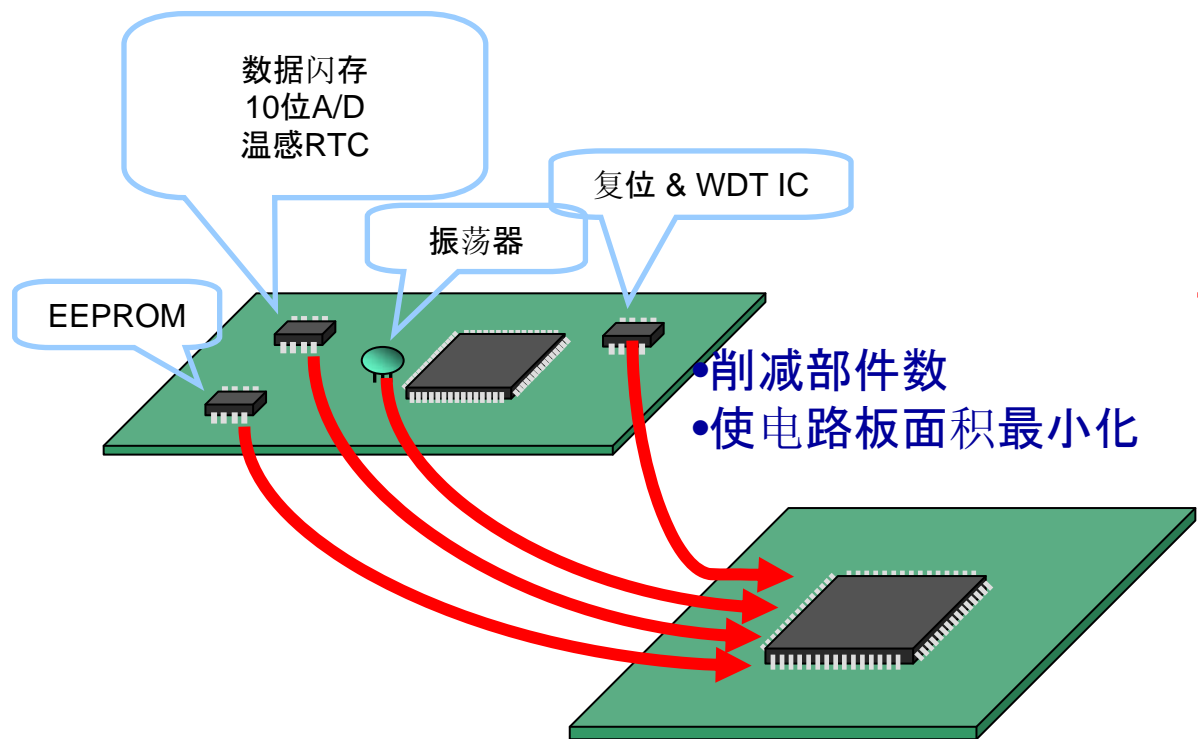
	8MHz 	4MHz 	1.8V	2.0V	3.6V	5.5V
RL78/G13; G12	1.8	<b>1.6</b>				
A公司	1.88	1.8				
B公司	2.16	1.8				
C公司	2.75	1.8				
D公司	2.475	1.8				
E公司	1.65	1.65				

## 降低系统成本

# 集成外围器件

通过集成外围器件，  
缩小电路板面积、降低整体成本。

- 高速片上振荡器(OCO)( 32MHz+/- 1%( 目标 ))<sup>注</sup>
- 数据闪存被用于 EEPROM
- 同时，还有POR, LVD, 温感等.

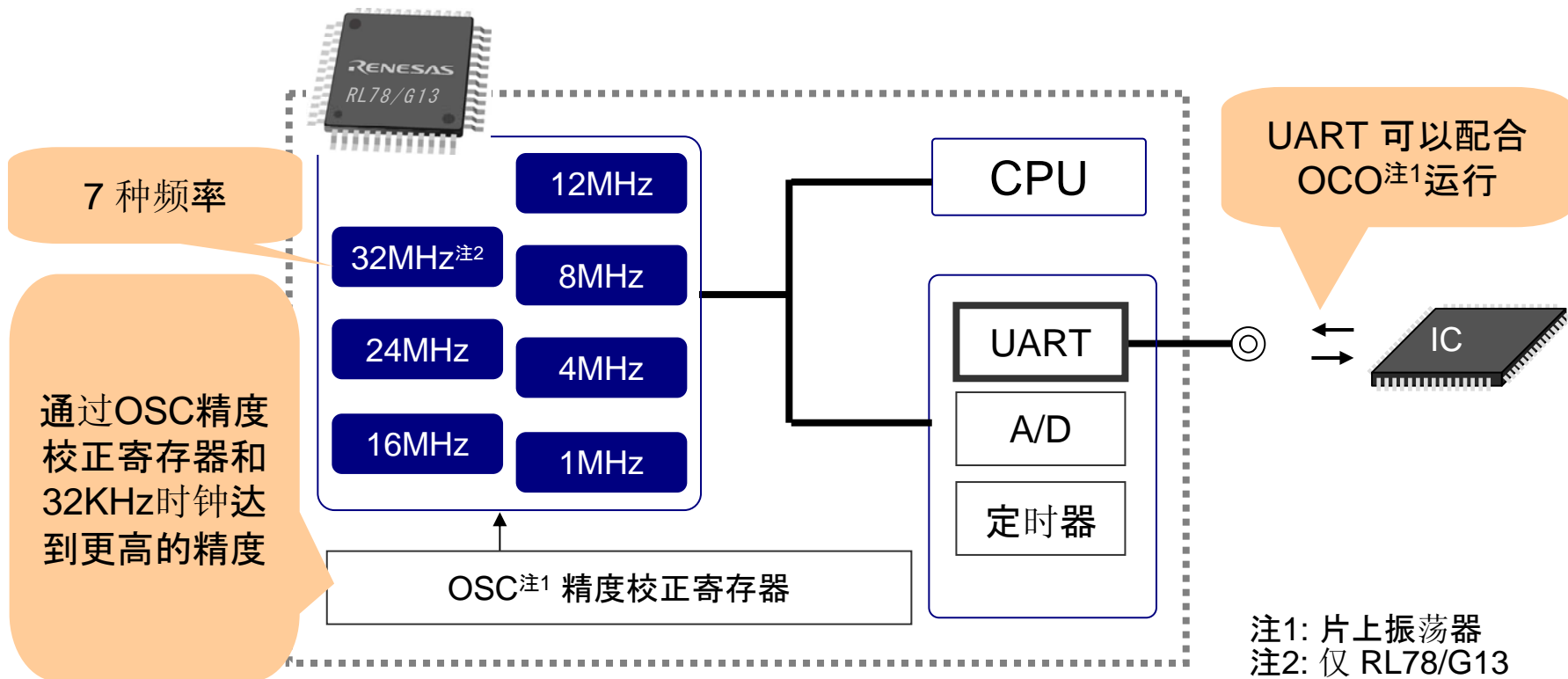


注: RL78/G12 为 24MHz+/- 1%(目标)

# 高精度, 高速 OCO<sup>注1</sup>

## UART 可以配合高精度OCO<sup>注1</sup>运行

- OCO<sup>注1</sup> 精度达到 +/- 1% (目标)
- 可选频率为  
32MHz<sup>注2</sup>, 24MHz, 16MHz, 12MHz, 8MHz, 4MHz, 1MHz
- 通过OSC 精度校正寄存器达到更高精度



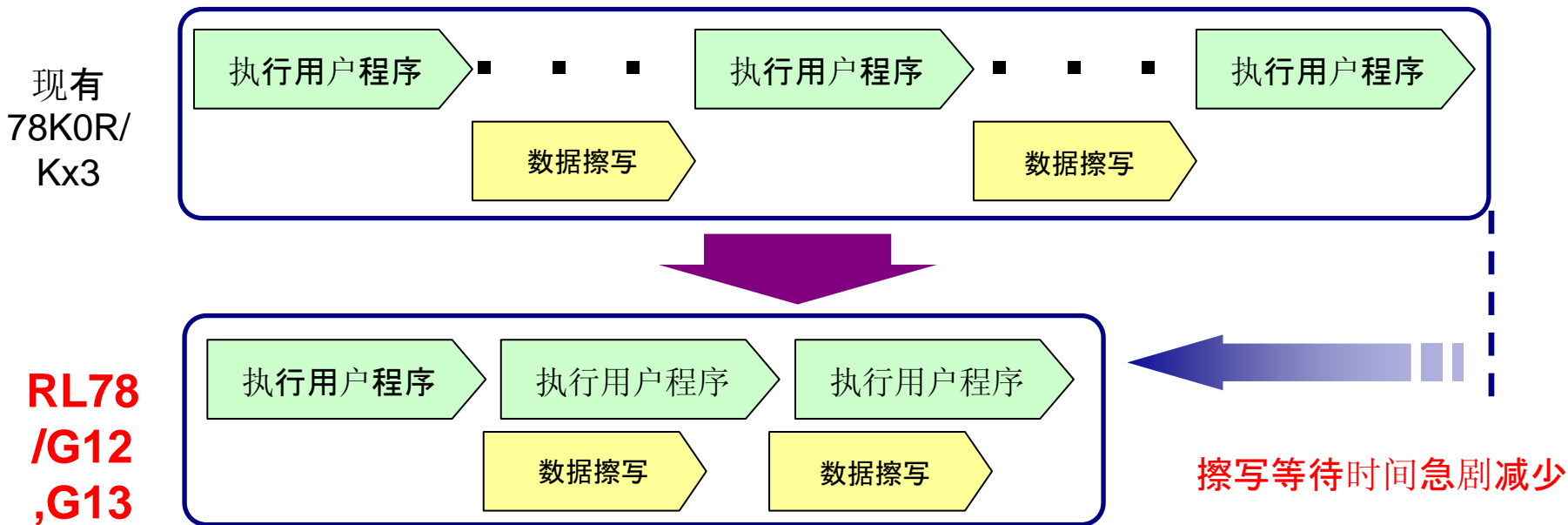
注1: 片上振荡器  
注2: 仅 RL78/G13



# 数据闪存

不需要EEPROM → 降低系统成本  
提高数据安全性

- 程序运行和数据存取可以同时进行
- 由于数据闪存等待时间急剧减少, 与EEPROM模拟器相比
- 内部内存提高数据安全性



- 数据访问单位 : 1 byte
- 数据闪存大小 : 4K byte<sup>注</sup> (擦除单位: 1KByte)
- 擦除次数 : 一百万次 typ.(目标)
- 写入/读取 : 通过库

注:RL78/G12 为 2KByte

# 安全机制

## 可对应欧洲安全标准IEC60730

- 减少测试时的CPU负担
- 比软件完成规定功能速度更快
- 实现软件无法完成的规定功能, 如RAM 写入保护, SFR 写入保护等。



# 支持IEC 60730的安全功能

## 通过硬件安全功能解放您的系统

### 闪存

(不可改写的内存)

#### 两种CRC 硬件

- 1: 快速检测(512us, 64KB)  
用于检测初始化进程
- 2: 部分闪存检测  
用于运行过程中的检测

### RAM

(可改写的内存)

#### 奇偶校验 / 写入保护

奇偶校验: 通过奇偶判断读写是否正确完成

写入保护:

可选定保护区域

最低地址 ~ 128B/~256B/~512B

### SFR

(可改写的内存)

#### 写入保护

SFR 写入保护 用于端口设定, 中断设置, 时钟设定, LVD设定, RAM奇偶设定

### CPU

(PC / Interrupt)

#### 非法内存访问检测 / TRAP指令

非法访问内存:  
产生“内部复位”

TRAP指令:  
“FF” 指令产生“内部复位”

### 时钟

#### stop检测 / 频率检测

Stop检测:

可通过WDT检测

频率检测:

可通过定时器功能检测

### ADC

#### 可选择多路输入信号

ADC 测量信号源:

ANix (外部信号)

AVref+ (外部 / 内部)

AVref- (外部 / 内部)

内部 Vref (1.4V typ)

温度传感器

# 开发环境

# RL78开发环境提供计划

新工具同时支持新老MCU内核，削减整体开发成本

2011年1月起

2011年4月起

软件开发环境

集成开发环境 (IDE)



- >78KOR 编译器
- >驱动自动生成工具



新一代集成开发环境(IDE)

- >简单实用的功能
- >全新外设驱动自动生成工具
- >无缝支持瑞萨电子各种CPU内核

硬件开发环境



在线调试器  
“E1”



闪存烧写器  
“PG-FP5”

- >高性价比
- >强大的调试功能
- >高质量烧写
- >同一硬件支持多种瑞萨电子CPU内核

# RL78 族开发工具

针对每个开发阶段都有合适的开发工具



## 编程



## 调试



## 烧写

编程/建立/设备驱动

**CubeSuite**

IDE

OS

Itron Compliance

Real Time OS

通过PC调试

CubeSuite

CPU Simulator

在线调试

E1

On-Chip-Debugger with Programming function

更高级的调试

IECUBE

In-circuit Emulator

由瑞萨电子烧写

烧写后出货

在Renesas Electronics的工厂中完成

使用OCD实现简易烧写

E1

带烧写功能的OCD

不用PC进行在线烧写

PG-FP5

Flash Memory Programmer



Renesas Electronics Corporation

© 2010 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.