

白皮书

低端微控制器：顺应物联网时代需求的 RL78/G23

天津智彦，物联网产品营销三部，物联网平台事业部，物联网及基础设施事业本部，瑞萨电子有限公司

漆间耕治，通用 MCU 产品营销部，通用 MCU 事业部，物联网及基础设施事业本部，瑞萨电子有限公司

2021 年 4 月

概要

RL78/G23 微控制器于 2021 年 4 月在市场上亮相，反映了时代的需求，也是在之前 RL78 微控制器的基础上的进一步发展。换句话说，它顺应了物联网时代对低端微控制器的广泛要求，包括低功耗、智能化功能、易开发等。本白皮书介绍了 RL78/G23 微控制器如何满足这些要求。

序言

预计未来 8/16 位微控制器（即所谓的低端微控制器）的市场将保持稳定，并具规模，如用于家用电器和物联网设备的终端。瑞萨的 RL78 系列微控制器以其低功耗性能和丰富的产品阵容备受好评，至今已众多设备所采用，着眼于真正的物联网时代，实现了相应需求的进一步进化。RL78/G23 是新一代 RL78 系列微控制器，在进一步追求低功耗的同时，实现了高性能和智能化。

符合物联网时代需求的 RL78/G23 微控制器的特点

在万物互联的物联网时代，终端设备组件比以往任何时候都更需要低功耗性能，那些具有续航长、体积小、重量轻以及安全性高且支持无线更新固件的电池受到了大众青睐。另外，软件优化也减低了 CPU 负荷。在新冠疫情的状况下，RL78/G23 也能够满足非接触控制人机界面等要求。产品开发周期缩短使到产品可争取早日投放市场。在 RL78 基础上的进一步发展，RL78/G23 微控制器满足了这些需求。增强的低功耗性能、智能化功能、易开发性等都解决了用户面临的问题。以下依次解释每一个功能。

- **低功耗性能，有助于增强物联网设备的电池续航能力**
 - 采用新工艺，功耗更低
 - 通过快速启动降低 CPU 的运行功耗
 - 使用 SNOOZE 模式时序器以缩短 CPU 运行时间

-
- **实现数据保护和高效运行的智能功能**
 - 加强安全功能
 - 搭载有 SNOOZE 模式时序器，从而无需 CPU 参与即可进行计算、判断以及外围功能控制
 - 支持就地更新软件/硬件
 - 搭载了逻辑和事件链接控制器，可链接事件和逻辑（AND、OR、EX-OR、D 触发器等）

 - **升级开发环境，缩短开发时间**
 - 通过智能配置器轻松开发，不仅可以进行软件初始化，还可以通过 GUI 对驱动、中间件、库等进行配置
 - 人性化的工具界面
 - 可以使用 Arduino 库

 - **兼容性强，可实现平滑迁移，并因内置外围设备而降低系统 BOM 成本**
 - 与现有 RL78 产品保持兼容（引脚布局、封装、CPU 内核、外围功能）
 - 降低系统 BOM 成本（内置外围功能）
 - 输出电流控制端口
 - 40mA 输出端口
 - 电容式触摸传感器

低功耗性能，有助于延长物联网设备的电池续航

采用新工艺，功耗更低

RL78/G23 微控制器改进了以往 RL78 微控制器的半导体工艺。因此，与 RL78/G13 微控制器相比，运行 (Run) 模式下的电流消耗降低了约 30%。

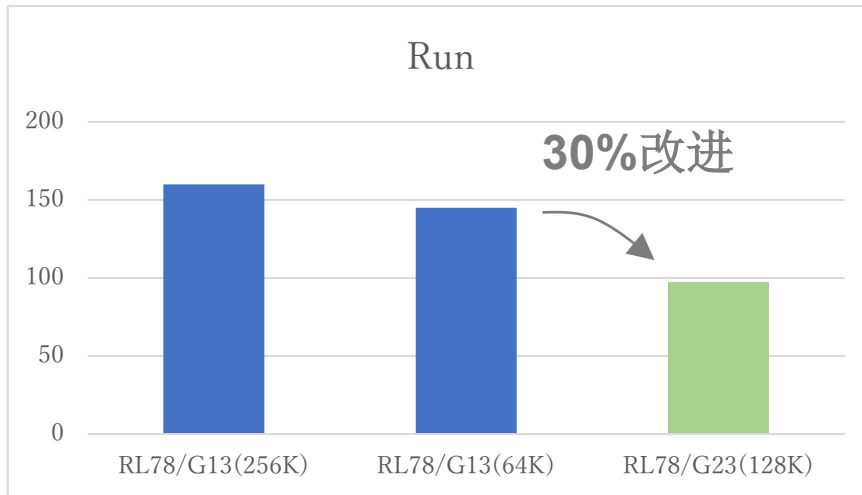


图 1: 通过改进半导体工艺降低功耗

通过快速启动降低 CPU 的运行功耗

相比 RL78/G13, RL78/G23 微控制器改进了片上时钟处于待机状态时的唤醒操作。当 RL78/G23 微控制器使用高速片上振荡器时, 从待机 (STOP 模式) 的唤醒时间缩短到 $1 \mu\text{S}$, 而相同条件下 RL78/G13 微控制器的唤醒时间则为 $18 \sim 65 \mu\text{S}$ 。这种缩短不仅减少了工作延迟, 还增加了设备在待机状态下对反复切换待机和运行模式的间歇性应用的等待时间, 从而降低了总功耗。

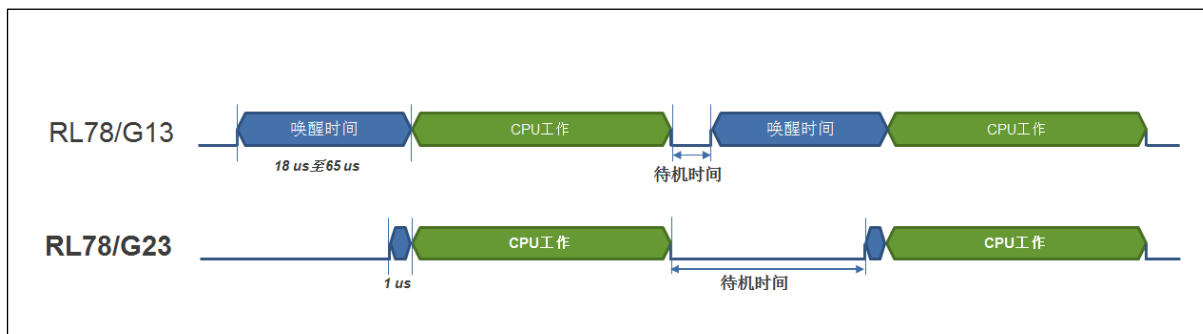


图 2: 缩短唤醒时间, 降低功耗

此外, 新增加的智能功能之一的 SNOOZE 模式时序器进一步降低了功耗。这一点将在下一节智能功能中介绍。

实现数据保护和高效运行的智能功能

加强安全功能

RL78/G23 微控制器的预计使用情况是通过其他 IC 连接网络、主控制器或传感器控制设备。为了安全地进行这些连接，防止因未经授权的访问而导致数据泄漏的安全措施是必要的。

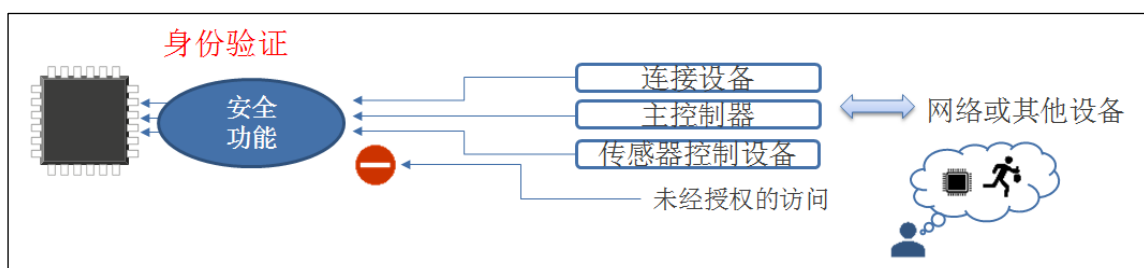


图 3：需要安全保障的使用情况

RL78/G23 微控制器通过真随机数发生器 (True Random Number Generator)、不可重置的唯一设备 ID、以及允许用户自定义 ID (存储于不可修改的任意区中) 的用户 ID 功能，营建了一个安全系统。唯一 ID 为随机树种子，可用于产品的售后跟踪等。自定义 ID 可用于加密密钥、产品真实性的判断等。这两个 ID 对安全认证至关重要。

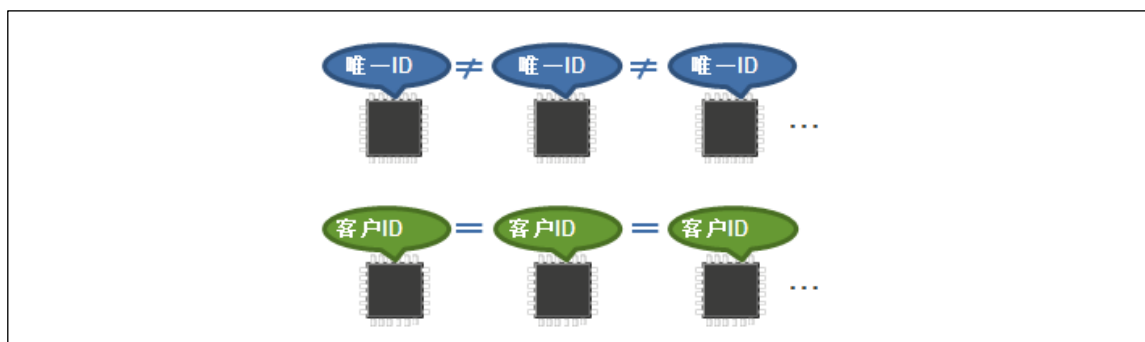


图 4：唯一 ID 和自定义 ID

此外，RL78/G23 微控制器还有一个 AES 软件库，用于通信数据的加密。AES 软件库经过优化，适合 RL78 系列 MCU 的汇编器代码，并提供高效的 AES 兼容加密和解密。它还支持在智能仪表领域使用的 AES-GCM 标准。通过使用软件库的加密，可以支持安全启动和安全更新。

搭载 SNOOZE 模式时序器

传统 RL78 微控制器的 SNOOZE 模式仅限于 AD 转换和串行接收的功能。而 RL78/G23 采用了新的 SNOOZE 模式时序器，允许用户在时序器运行时不使用 CPU 执行操作和访问任何外设。因此，CPU 不使用的越多，就可以减少更多的功耗。下图显示了在 CPU 停止时，SNOOZE 模式时序器可以进行的运算、判断和外围功能的控制。

- 从 21 种进程类型中选出 32 个进程项，并依次执行
- 即使 CPU 处于待机状态也能执行
- 能够唤醒处于待机模式的 CPU
- 允许直接激活数据传输控制器（DTC）
- 可访问 RAM、各外围功能的 SFR
- 能够进行 16 位（bit）加减处理
- 可进行分支处理
- 通过自动将等待处理的运行时钟切换到低速片上振荡器来实现更长时间的等待

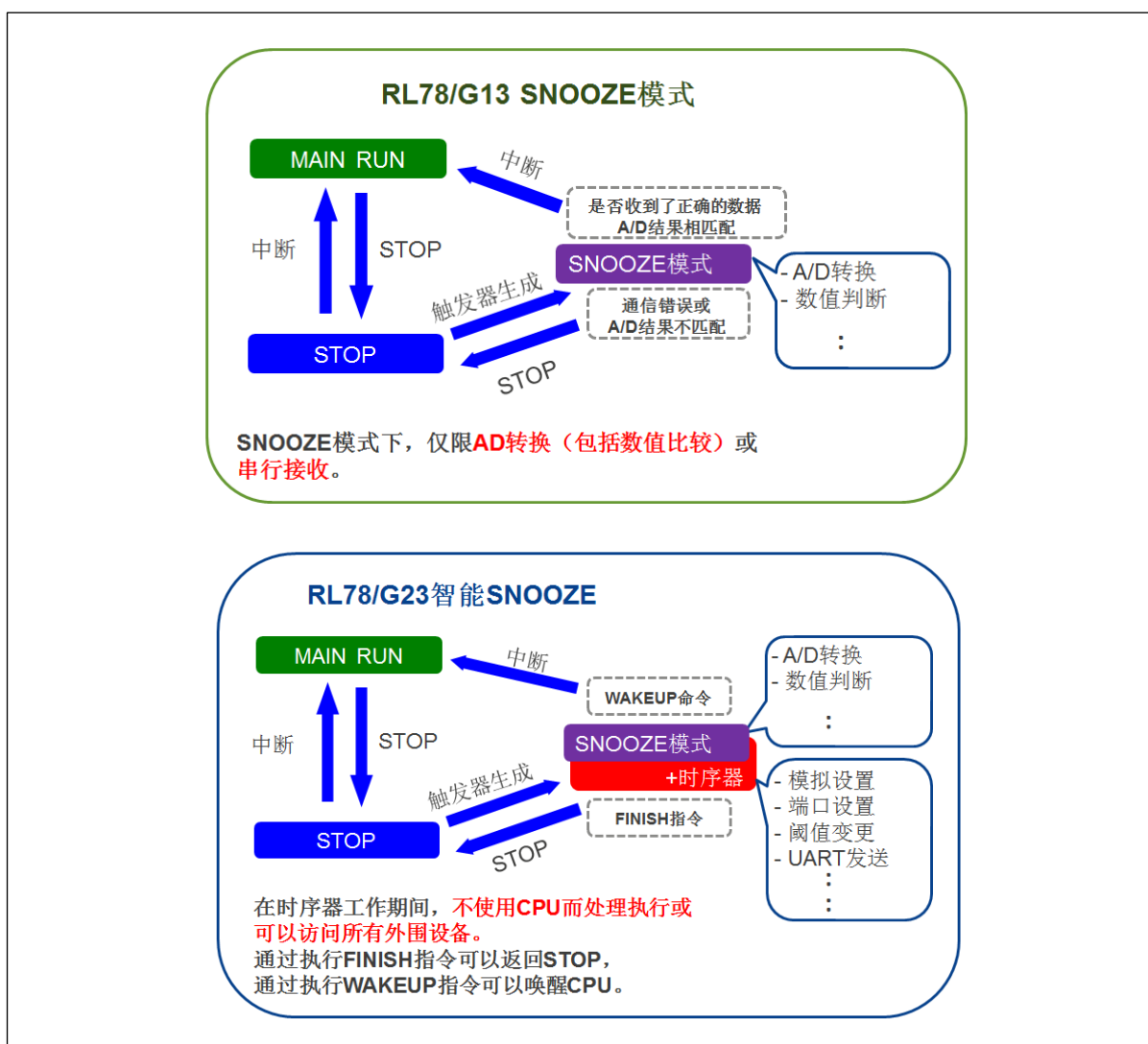


图 5：RL78/G13 微控制器与 RL78/G23 微控制器的区别

如前所述，RL78/G23 微控制器能够在不使用 CPU 的情况下执行运算、判断和控制外围功能，在实际应用中实现了低功耗操作。下图为低功耗运行的例子。



图 6: SNOOZE 模式时序器, 无需 CPU, 功耗低

SNOOZE 模式时序器的应用实例包括电源监控、长/短按钮按压检测、多个 LED 开/关控制、火灾检测操作和移动平均计算。

支持现场更新软件/硬件

RL78 微控制器的代码闪存引导区有一个引导簇 0 区和一个引导簇 1 区，它们之间可以交换。通过使用该功能，即使在自编程过程中因一时断电导致引导区改写失败，也可以进行重启，正常改写后再进行引导程序的交换。RL78/G13 微控制器的引导簇为 4K 字节，而在 RL78/G23 微控制器中，引导簇的大小增加到 16K 字节。容量的增加使得具有更多功能的程序可以在引导簇区域安装，使得现场更新软件更加方便。

逻辑与事件链接控制器

另外，RL78/G23 微控制器搭载了**逻辑和事件链接控制器**，相比 RL78/G14 搭载的事件链接控制器功能（不涉及 CPU 的情况下，实现事件与外围功能的直接链接的功能）的情况，RL78/G23 微控制器增加了逻辑功能。这使得事件和逻辑（AND、OR、EX-OR、D 型触发器等）得以链接，并且不需要外部逻辑的嵌入，因此可以应用于各种功能，而不会给 CPU 带来负担。

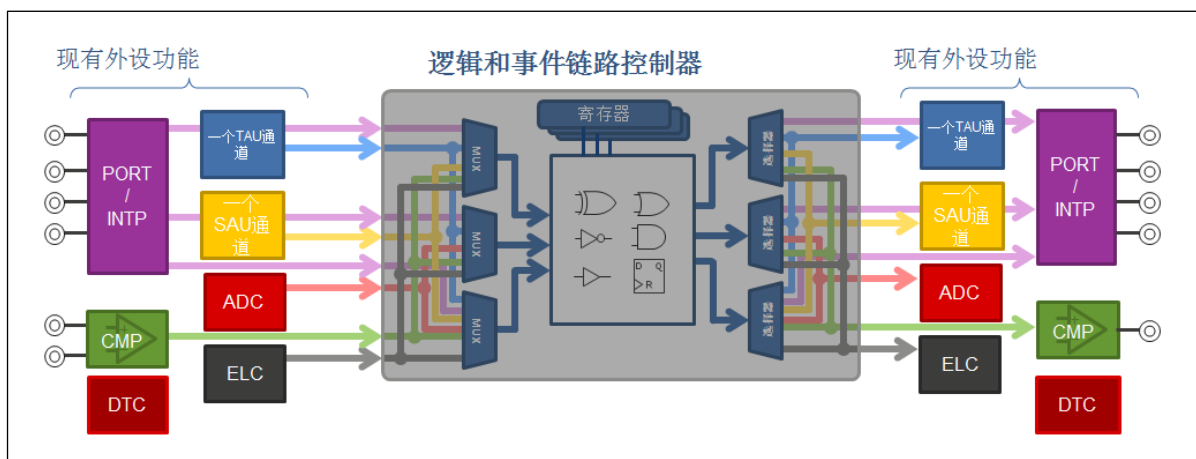


图 7：逻辑与事件链接控制器概述

逻辑与事件链接控制器的简单使用实例如下图所示，将简单的信号切换为逻辑信号，并加入电路将 NRZ 信号编码为 RZ 信号。还可以响应定时器时序调整的请求，在中断时序向端口输出等。



图 8：逻辑与事件链接控制器使用案例

瑞萨为用户提供了诸多用于说明逻辑和事件链接控制器样例的应用说明，如监控多个参数、实现从动选择终端（4 线 SPI）、防抖动电路和边缘检测疏伐。

升级开发环境，缩短开发时间

使用智能配置器轻松开发

RL78/G23 微控制器具有增强型的代码配置器。智能配置器是基于“自由组合软件”理念的实用工具，其工具界面旨在实现自动配置。

不仅包括软件的初始设置，还可以通过 GUI 配置中间件和库，如外围功能驱动、触摸键软件、安全软件等。除此之外还包括如何使用微控制器的引脚、时钟、中断和定时器，甚至执行资源管理以调解冲突。方便用户在建立启动程序后轻松导入中间件和其他组件。另外也可以根据参考板输出定制的板卡信息。

在与 SNOOZE 模式时序器功能相关的设置中，可以使用 GUI 进行启动触发器的选择和使用的操作块的组合。在设置时序器命令（32 个）等资源的同时检查操作，然后输出汇编语言，在程序中安装。

对于逻辑与事件链接控制器功能，瑞萨会在网上提供一个扩展文件。下载并导入该文件可以简化软件设计，为微控制器增加新的外围功能。

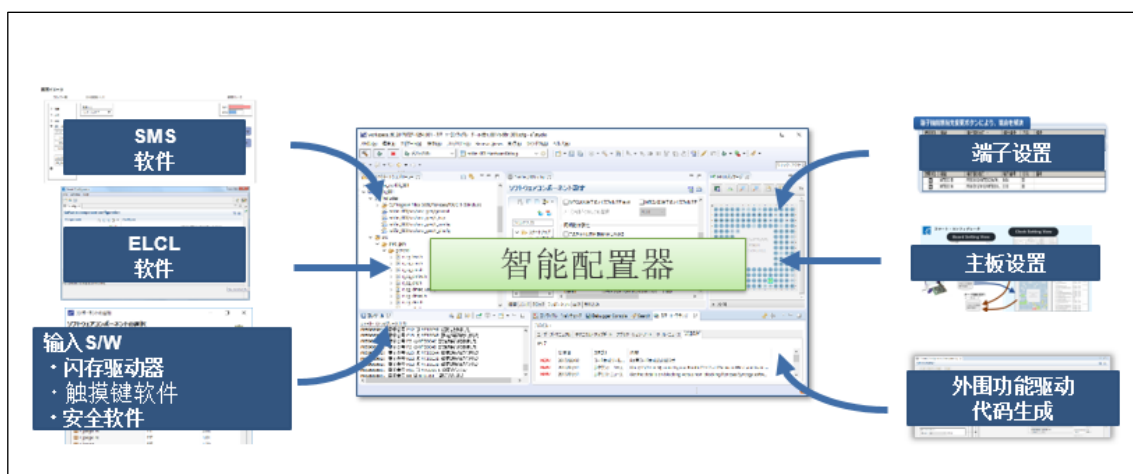


图 9：智能配置器概述

可以使用 Arduino 库

此外，瑞萨还配备了 Arduino 库，结合使用 RL78/G23 快速原型开发板，可进一步方便用户开发产品。用户仅需打开电脑上的 IDE 用 Arduino 语言创建、编译、调试程序，便可将程序一键传输到 RL78/G23 快速原型板上进行测试。

兼容性强，可实现平滑迁移，并因内置外围设备而降低系统 BOM 成本

确保与传统 RL78 的兼容性

RL78/G23 在设计上尽量兼顾了与传统的 RL78 的兼容，方便目前使用 RL78 的用户可以轻松迁移。其 CPU 内核与 RL78/G14 相同，引脚布局和封装与 RL78/G13 兼容。此外，外围功能 IP 除了新增加和改进的功能外，其他功能基本与传统 RL78 相同。

降低系统 BOM 成本（内置外围功能）

RL78/G23 微控制器新增了许多用户要求的功能，为用户降低系统 BOM 成本。

- 输出电流控制端口

对于希望用尽量少的电阻元件来控制 LED 的用户，可采用输出电流控制端口。输出电流控制端口允许用户从 2、5、10、15mA 中选择低电平输出电流。这样可以减少使用限流电阻元件。

- 40mA 输出端口

RL78/G23 微控制器还增设了一个能够驱动高达 40mA 电流的输出端口，从而可以使外部电路不用外部晶体管也能达到控制大电流的目的。

- 电容式触摸传感器

此外，为了满足内置触摸传感器作为人机界面的需求，RL78/G23 微控制器还内置了电容式触摸传感器。高灵敏度、抗噪音的瑞萨第三代触摸键 IP，支持自电容和互电容两种方式，可用于防水保护、矩阵和近距离感应。

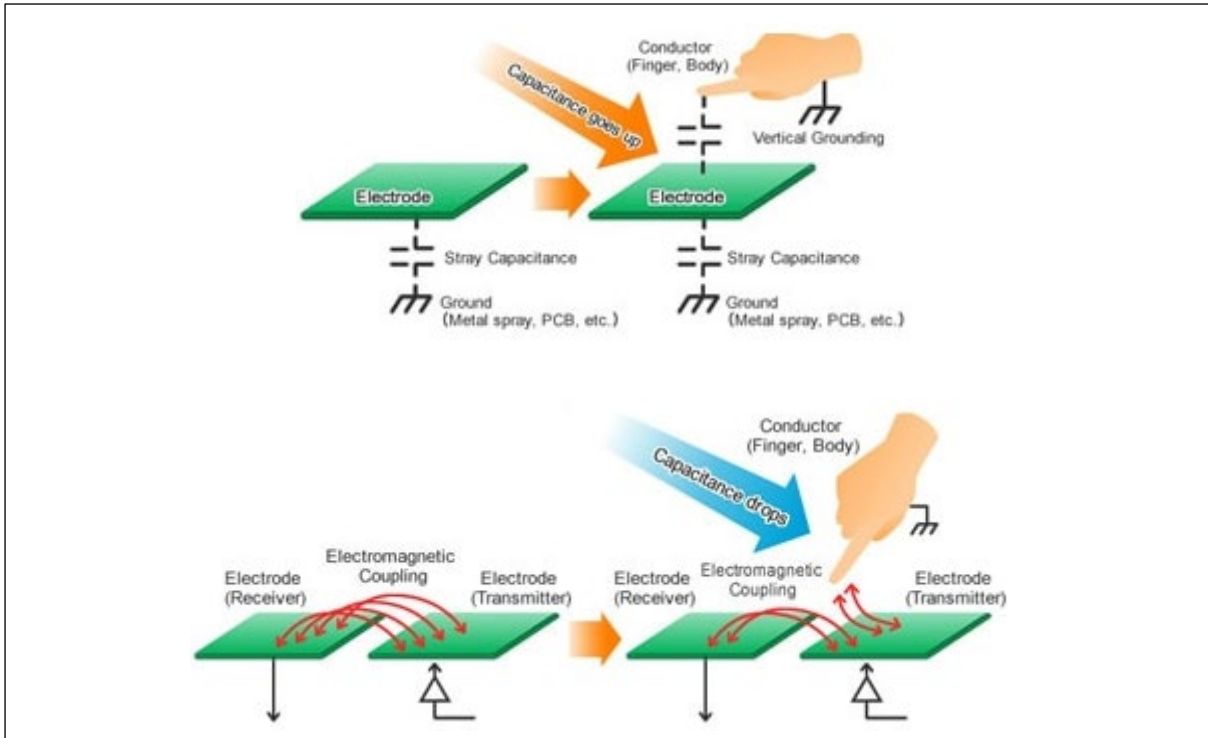


图 10：自电容方式与互电容方式

电容式触摸的自电容法和互电容法都有各自的特点。用户可根据实际应用情况做出选择。

	自电容方式	互电容方式
布局	轻松	有限制
防水保护	不强	强
矩阵	有限制	可以
近距离感应	轻松	比自电容方式更困难

采用电容式触摸传感器的优势如下所示。

- 降低成本：用户只需安置电极（PCB 抄板）
- 提高耐用性：无需物理损耗，提高了耐用性
- 无需额外的防尘、防水措施：由于外壳内有电极，所以便于防止灰尘和水滴
- 提升产品价值：可使产品实现外壳平滑，便于维护
- 提升设计性：触摸键可以通过与 LED 结合进行隐藏

电容式触摸传感器的应用范围很广，适用于从高端家电到普通家电、医疗设备、工业设备、住宅设备等诸多领域。未来各种设备中会更加常见。

QE for Capacitive Touch 是一款电容式触摸传感器的开发支持工具，方便用户开发和调整触摸功能。即使是初学者也可以通过 GUI 轻松自动地进行触摸界面的初始设置和灵敏度调整，从而缩短使用电容式

触摸传感器的嵌入式系统的开发周期。

结论

RL78/G23 微控制器是 RL78 家族的新成员，它顺应时代的需要，满足了广泛的需求，同时保持了与传统产品的兼容性，实现了平稳过渡。同时，在采用相同的 CPU 内核和外设功能以及兼容引脚布局的基础上，对内存和功能进行了扩充。

新功能包括 SNOOZE 模式时序器、逻辑和事件链接控制器、大电流端口、电容式触摸传感器和增强的安全功能。总而言之，这是一款物联网时代应运而生的集低功耗、高性能、智能化于一体的微控制器。

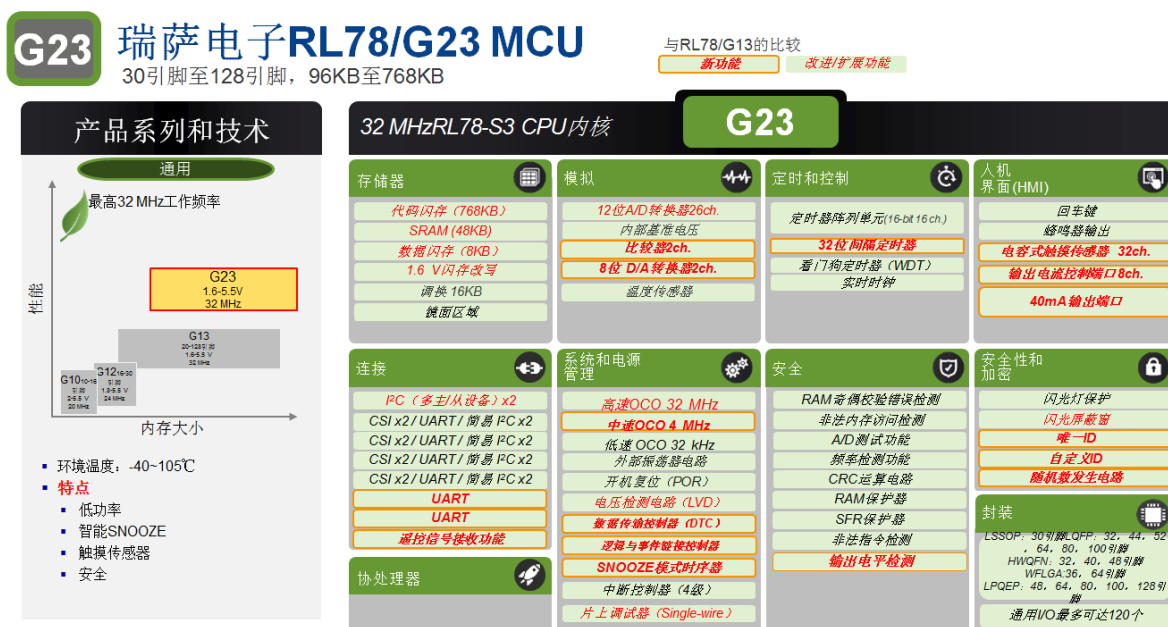


图 11: RL78/G23 框图

RL78/G23 快速原型开发板是一款评估板，您可以马上试用。此外，还提供了丰富的应用说明和中间件，以方便各功能的使用。这里为您推荐 RL78/G23 快速原型开发板，使用该评估板可快速上手进行测试。除此之外，瑞萨还提供了许多应用说明以及轻松构建中间件的示例，帮您快速了解 RL78/G23 微控制器诸多强大的功能。

了解更多

1. [RL78/G23](#) 产品群 16 位微控制器
2. [RL78/G23-64p 快速原型开发板](#) 无需其他硬件工具即可开始评估的评估板

3. [智能配置器](#) 简化瑞萨驱动程序的嵌入

©2021 禁止未经授权复制和转载瑞萨及其关联公司（Renesas）。版权所有。所有商标和商品名称均归各自所有。瑞萨相信本文件中的信息在提供时是准确的，但对其质量或使用不承担任何风险。所有信息均按原样提供，不作任何形式的担保，无论是明示、暗示、法定或其他形式的担保，也不论是交易过程、习惯或贸易惯例所产生的担保，包括但不限于对适销性、特定用途的适用性或不侵权的担保。在任何情况下，瑞萨对因使用或依赖本文件中的信息而引起的任何直接、间接、特殊、后果性、附带或其他损害概不负责，即使瑞萨已被告知可能发生此类损害。瑞萨保留停止生产任何产品或更改任何产品的设计或规格或本文件中的其他信息的权利，恕不另行通知。所有内容受美国和国际版权法保护。除特别允许外，未经瑞萨事先书面许可，不得以任何形式或任何手段复制本资料的任何部分。访问者或用户不得为公共或商业目的而修改、分发、出版、传播或创造这些材料的衍生作品。