

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸评估工具包

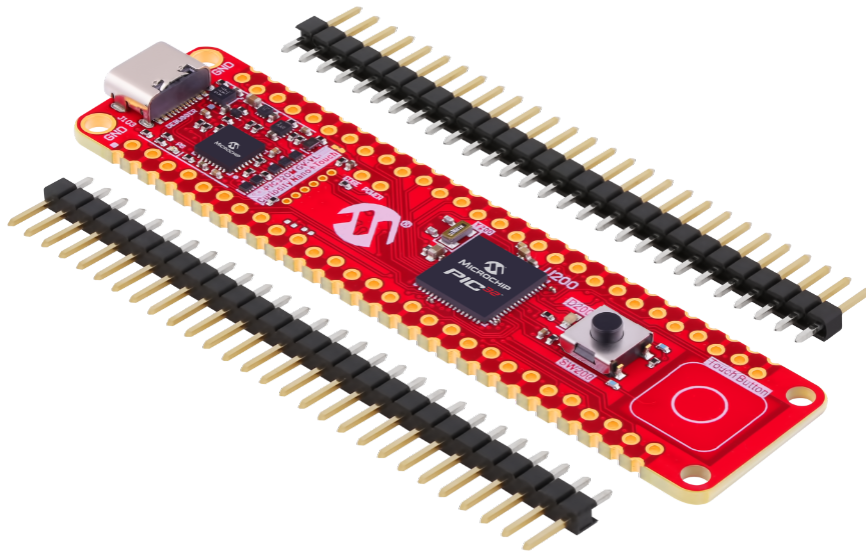
EV80D90A



前言

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸评估工具包是一款采用 PIC32CM3204GV00064 单片机的硬件平台。该评估工具包可便捷地访问单片机的各项功能，可用于开发定制应用。

该评估工具包预编程了一款独立的演示应用程序，并通过 USB-C 连接供电。该评估工具包既可作为独立的探索元件使用，也可与扩展元件结合使用，实现快速原型设计。



目录

前言.....	1
1. 简介.....	3
1.1. 处理器概述.....	3
1.2. 电路板概述.....	3
1.3. 电路板特性.....	3
1.4. 系统级整体解决方案.....	4
2. 使用入门.....	5
2.1. Curiosity Nano+ Touch 快速入门.....	5
2.2. Curiosity Nano 如何融入 MPLAB 工具生态系统.....	5
2.3. MPLAB Data Visualizer 对 Curiosity Nano 的支持.....	5
2.4. 使用引脚连接器.....	5
3. 板上调试器.....	7
3.1. 板上调试器概述.....	7
3.2. 板上调试器连接.....	7
3.3. 调试器 USB 枚举.....	8
3.4. 虚拟串口 (CDC)	8
3.5. 数据网关接口 (DGI)	11
3.6. 断开板上调试器.....	11
4. 硬件.....	12
4.1. 引脚排列.....	12
4.2. 晶振.....	13
4.3. LED.....	13
4.4. 机械开关.....	13
4.5. 触摸按钮.....	13
4.6. 电源.....	14
5. 附录.....	18
5.1. 原理图.....	18
5.2. 组装图.....	21
5.3. 物料清单.....	21
6. 版本历史.....	23
Microchip 信息.....	24
商标.....	24
法律声明.....	24
Microchip 器件代码保护功能.....	24
产品页链接.....	25

1. 简介

1.1. 处理器概述

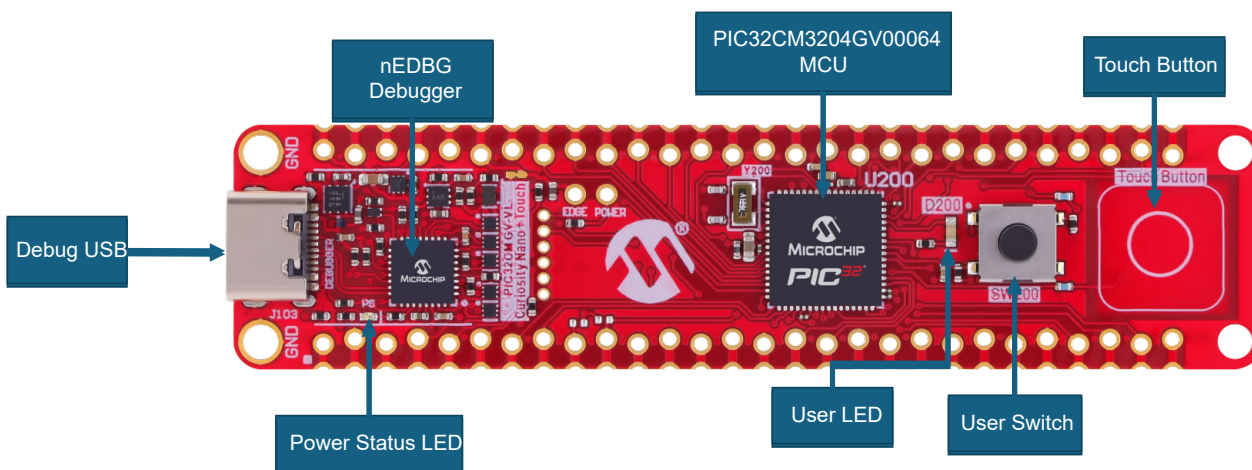
以下是 PIC32CM3204GV00064 单片机的主要特性：

- 性能
 - Arm® Cortex®-M0+ CPU
 - 运行频率最高 48 MHz，配备 32 Kb 闪存和 4 Kb SRAM
 - 单周期硬件乘法器
 - 低功耗
 - 空闲和待机休眠模式
 - 梦游（SleepWalking）外设
 - 触摸输入
 - 256 通道电容式触摸和接近感应
 - 低功耗、高灵敏度、抗环境干扰的电容式触摸按钮、滑动条和滚轮

1.2. 电路板概述

下图重点标注了 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸板的重要部分。

图 1-1. PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸评估工具包概述



1.3. 电路板特性

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸评估工具包具有以下主要特性：

- PIC32CM3204GV00064 单片机
- 用户应用黄色 LED
- 用户应用开关
- 用户应用触摸按钮
- 用于连接调试器的 USB-C 接口
 - 可用于为电路板供电
 - 对电路板进行编程或调试时必须使用此接口
- 板上 Nano 调试器（nEDBG）

- 在 MPLAB® X IDE 中显示电路板标识
 - 一个绿色电源/状态 LED
 - 编程和调试
 - 通信设备类（Communications Device Class, CDC）虚拟 COM 端口
 - 一个逻辑分析仪 DGI GPIO
 - 目标器件通过板上 Nano 调试器进行编程和调试，因此无需外部编程器或调试工具
- 可调目标电压
 - 由板上调试器控制的 MIC5353 LDO 稳压器
 - 1.7V 至 3.6V 输出电压
 - 500 mA 最大输出电流（受限于环境温度和输出电压）

1.4. 系统级整体解决方案

下表提供了 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板上系统级整体解决方案的组件清单：

表 1-1. PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸评估工具包上的 Microchip 系统级整体解决方案

TSS 组件	数量（每块板）	功能
MIC5353YMT	1	模拟可调 LDO 500 mA
MIC94163YCS	1	IC 负载开关 3A
MIC5528-3.3YMT	1	模拟 LDO 3.3V
MIC2008YML	1	模拟电源开关 5.5V 2.1A
ATSAMD21E18A-MUT	1	nEDBG 单片机
PIC32CM3204GV00064-I/5LX	1	目标单片机
VMK3-9001-32K7680000TR	1	晶振 32.768 kHz

2. 使用入门

2.1. Curiosity Nano+ Touch 快速入门

用户需要按照以下步骤来探索 Curiosity Nano+ Touch 平台：

1. 下载 MPLAB X IDE。
2. 启动 MPLAB X IDE。
3. 将 USB 线缆（标准 A 型转 USB-C）连接到 PC 和工具包上的调试 USB 端口。

2.2. Curiosity Nano 如何融入 MPLAB 工具生态系统

当电路板首次连接到计算机时，操作系统会安装驱动程序软件。电路板的驱动程序已集成在 MPLAB X IDE 中。完成上述操作后，通过 USB 将 Curiosity Nano 连接到主机 PC 时，如果 MPLAB X IDE 已打开，则会弹出工具包窗口，其中包含该 Curiosity Nano 的几个关键链接。创建新项目时，系统会检测到 Curiosity Nano 上的部件编号以及调试工具。

2.3. MPLAB Data Visualizer 对 Curiosity Nano 的支持

Curiosity Nano 通过 USB/串行桥接器，实现目标 MCU 上 UART 与计算机 COM 端口之间的连接。例如，用户可以使用此方法连接到 [MPLAB Data Visualizer](#) 或其他终端程序。

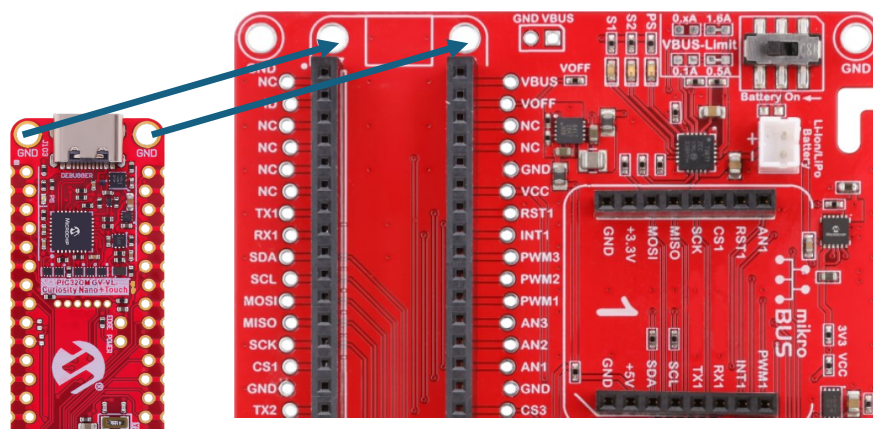
2.4. 使用引脚连接器

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板上的边沿连接器安装位置采用交错式设计，每个孔偏离中心 8 mil（约 0.2 mm）。孔偏移设计使得无需在电路板上焊接，即可使用常规的 100 mil 引脚连接器。引脚连接器可用于引脚插座和原型开发板等应用场景，只要牢固安装就位即可正常使用。

图 2-1. 将引脚连接器连接到 Curiosity Nano 板



图 2-2. 连接到 Curiosity Nano Base for Click board™





提示:

- 从引脚连接器的一端开始，沿电路板长度方向依次插入。确认所有引脚完全进入孔位后，将电路板置于平整表面，均匀按压，使连接器完全就位。
 - 对于需要长期使用引脚连接器的应用，仍然建议将其焊接固定。
 - 引脚连接器就位后，就很难徒手取下。请使用钳子小心地取下引脚连接器，以免损坏引脚连接器和 PCB。
-

3. 板上调试器

3.1. 板上调试器概述

PIC32CM3204GV00064 Curiosity Nano 集成用于编程和调试的板上调试器。该板上调试器为复合 USB 设备，包含多个接口：

- 可在 MPLAB X IDE 中对 PIC32CM3204GV00064 进行编程和调试的调试器。
- 虚拟串口（CDC），连接到 PIC32CM3204GV00064 上的通用同步收发器（Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, UART），可通过终端软件与目标应用轻松通信。
- 数据网关接口（Data Gateway Interface, DGI），用于代码插桩，提供逻辑分析仪通道（调试 GPIO）来实现程序流程可视化。

板上调试器控制 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板上的电源和状态 LED（标记为 PS）。下表显示了不同工作模式如何控制 LED。

表 3-1. 板上调试器 LED 控制

工作模式	状态 LED
自举程序模式	上电期间，LED 以 1 Hz 的频率缓慢闪烁。
上电	LED 常亮。
正常工作	LED 常亮。
编程	活动指示，编程或调试期间 LED 缓慢闪烁。
故障	检测到电源故障时，LED 会快速闪烁。
休眠/关闭	LED 熄灭。板上调试器处于休眠模式或掉电模式。仅在工具包采用外部供电时，才会发生该情况。

Info: 缓慢闪烁频率约为 1 Hz，快速闪烁频率约为 5 Hz。

3.2. 板上调试器连接

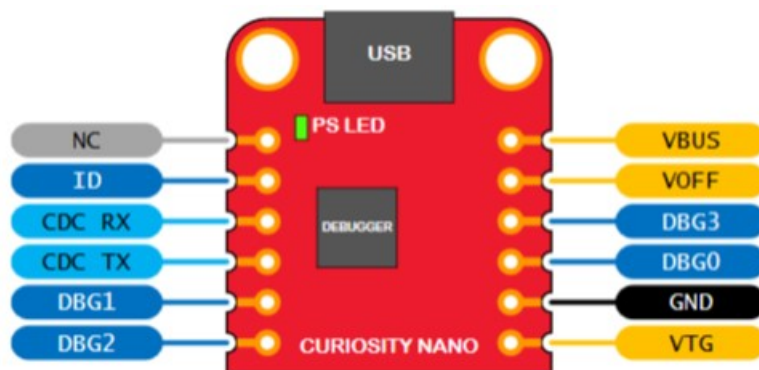
下表显示了目标器件和调试器之间的连接。当调试器未使用该接口时，目标器件和调试器之间的所有连接均处于三态。因此，信号干扰极小，例如引脚可配置为用户想要的任意状态。

Info: Curiosity Nano 板上最靠近 USB 连接器的 12 路边缘连接采用标准化引脚排列。编程或调试引脚的功能因目标编程接口的不同而有所不同。

表 3-2. 板上调试器连接

调试器引脚	PIC32CM3204GV00064 引脚		说明
CDC TX	PA13	USART1 RX	USB CDC TX 线
CDC RX	PA12	USART1 TX	USB CDC RX 线
DBG0	PA31	SWDIO	调试数据线
DBG1	PA30	SWCLK	调试时钟线
DBG2	PA03	GPIO	调试 GPIO0/SW0
DBG3	nRESET	RESET	复位线
ID	-	-	用于扩展的 ID 线
NC	-	-	未连接
V _{BUS}	-	-	供外部使用的 VBUS 电压。
nVOFF	-	-	电压关闭输入。拉低时禁止目标稳压器并关闭目标电压。
VTG	-	-	目标电压
GND	-	-	公共地

图 3-1. Curiosity Nano 调试器引脚排列



3.3. 调试器 USB 枚举

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸板上的板上调试器在主机计算机的 USB 子系统中显示为人机接口设备（Human Interface Device, HID）。该调试器支持使用 MPLAB X IDE 和一些第三方 IDE 对 PIC32CM3204GV00064 进行全功能编程和调试。

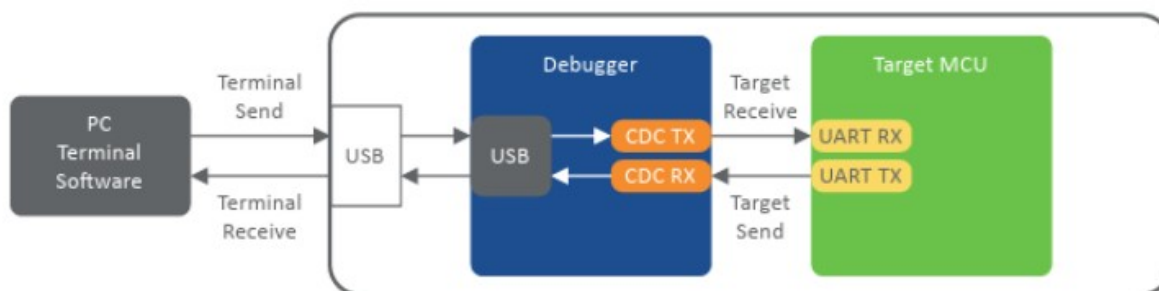
3.4. 虚拟串口（CDC）

主机 PC 和目标器件之间由通用 USB 串行桥接器提供虚拟通信端口。

3.4.1. 概述

板上调试器实现了一个带有标准通信设备类（CDC）接口的复合 USB 设备，该接口在主机上显示为虚拟串口。使用 CDC 在主机计算机和目标器件之间双向传输任意数据：通过主机计算机上虚拟串口发送的所有字符，都将由调试器的 CDC TX 引脚以 UART 形式发送。在调试器的 CDC RX 引脚上捕获的 UART 字符，将通过虚拟串口传回主机计算机。

图 3-2. CDC 连接



Info: 如上图所示，调试器的 CDC TX 引脚连接到目标器件上的 UART RX 引脚，用于从主机计算机接收字符。同样，调试器的 CDC RX 引脚连接到目标器件上的 UART TX 引脚，用于向主机计算机发送字符。

3.4.2. 操作系统支持

在 Windows® 计算机上，CDC 将枚举为 Curiosity 虚拟 COM 端口，并显示在 Windows 设备管理器的“端口”部分中。可在该位置找到 COM 端口号。

Info: 在旧版 Windows 系统上，CDC 需要 USB 驱动程序。MPLAB X IDE 安装中包含此驱动程序。

在 Linux® 计算机上，CDC 将枚举并显示为“/dev/ttyACM#”。

Info: tty*设备在 Linux 中属于“dialout”组，因此可能需要加入该用户组，才能获得访问 CDC 的权限。

在 Mac® 计算机上，CDC 将枚举并显示为 “/dev/tty.usbmodem#”。根据所使用的终端程序，它将在可用调制解调器列表中显示为 usbmodem#。

Info: 对于所有操作系统，都请使用支持 DTR 信号传输的终端仿真器。请参见[信号传输](#)部分。

3.4.3. 限制

板上调试器 CDC 并未实现 UART 的所有功能。具体限制如下：

- 波特率：必须在 1200 bps 至 500 kbps 范围内。超出此范围的波特率将被设置为最接近的限值，且无任何警告提示。波特率可以实时更改。
- 字符格式：仅支持 8 位字符。
- 奇偶校验：支持奇校验、偶校验或无校验。
- 硬件流控制：不支持。
- 停止位：支持 1 位或 2 位。

3.4.4. 信号传输

在 USB 枚举过程中，主机操作系统将启动 CDC 接口的通信和数据管道。此时可以设置和读回 CDC 的波特率和其他 UART 参数，但数据收发功能不会启用。

终端连接到主机时必须将 DTR 信号置为有效。由于该信号是在 USB 接口上实现的虚拟控制信号，因此并不会实际存在于电路板上。主机将 DTR 信号置为有效后，会向板上调试器指示 CDC 会话处于有效状态。调试器将使能其电平转换器（如有），并启动 CDC 数据收发机制。

在调试器固件版本 1.20 或更早版本中将 DTR 置为无效时会有以下行为：

- 调试器 UART 接收器被禁用，不再向主机计算机传输任何数据。
- 调试器 UART 发送器将继续发送已排队待传输的数据，但不再从主机计算机接受任何新数据。
- 电平转换器（如有）不会被禁用，调试器 CDC TX 线保持驱动状态。

在调试器固件版本 1.21 或更高版本中将 DTR 置为无效时会有以下行为：

- 调试器 UART 接收器被禁用，不再向主机计算机传输任何数据。
- 调试器 UART 发送器将继续发送已排队待传输的数据，但不再从主机计算机接受任何新数据。
- 当前传输完成后，电平转换器（如有）被禁用，调试器 CDC TX 线进入高阻态。



切记：请设置终端仿真器来将 DTR 信号置为有效。如果没有该信号，板上调试器将无法通过其 UART 发送或接收数据。



提示：仅当主机计算机启用 CDC 接口后，板上调试器的 CDC TX 引脚才会被驱动。连接调试器和目标器件的 CDC 线上没有外部上拉电阻，这意味着上电期间线路处于悬空状态。目标器件可以使能其与调试器 CDC TX 引脚相连的引脚上的内部上拉电阻，以避免毛刺引发不可预测的行为，例如帧错误。

3.4.5. 高级用途

CDC 改写模式

在正常工作模式下，板上调试器是主机和器件之间的真实 UART 桥接器。但在某些使用情况下，板上调试器可以改写基本工作模式，将 CDC TX 和 RX 引脚用于其他用途。

将文本文件拖放到板上调试器的大容量存储驱动器中，即可从调试器的 CDC TX 引脚发送字符。文件名和扩展名无关紧要，但文本文件必须以如下字符开头：

```
CMD:SEND_UART=
```

调试器固件版本 1.20 或更早版本具有以下限制：

- 报文最大长度为 50 个字符——帧中其余数据都将被忽略。
- 此模式下默认波特率为 9600 bps，但如果 CDC 已激活或已配置，则沿用之前的波特率。

调试器固件版本 1.21 及更高版本具有以下限制/特性：

- 报文最大长度将根据主机计算机和/或操作系统的 MSC/SCSI 层超时设置而有所不同。保证支持单个 512 字节 SCSI 帧（有效载荷 498 个字符），并且大多数系统上都能支持最大 4 KB 的文件。当文件中遇到第一个空字符时，传输即完成。

- 以下默认命令使用的波特率始终为 9600 bps：

```
CMD:SEND_UART=
```

- 不要在通过 CDC/终端进行数据传输的同时使用 CDC 改写模式。如果在通过 CDC 改写模式接收文件时存在活跃的 CDC 终端会话，该会话将在操作期间暂停，并在操作完成后恢复。

- 支持指定明确波特率的附件命令：

```
CMD:SEND_9600=
```

```
CMD:SEND_115200=
```

```
CMD:SEND_460800=
```

USB 级帧结构注意事项

从主机向 CDC 发送数据可以按字节或按块进行，分块为 64 字节 USB 帧。每一帧都会排队等待发送到调试器的 CDC TX 引脚。如果每帧仅发送少量数据，则效率较低，尤其是在低波特率下，因为板上调试器缓冲的是帧而非字节。任何时候最多允许 4 个 64 字节帧处于活跃状态。板上调试器将相应地限制传入帧。发送完整的 64 字节数据帧是最高效的方式。

当在调试器的 CDC RX 引脚上接收数据时，板上调试器会将传入的字节存入 64 字节帧，帧满后送入 USB 队列发往主机。未填满的帧约以 100 ms 的间隔被推送到 USB 队列，由 USB 帧起始令牌触发。任何时候最多允许 8 个 64 字节帧处于活跃状态。

如果主机（或运行的软件）接收数据的速度不够快，就会发生溢出。发生这种情况时，最后被填充的缓冲帧将被回收复用，而不会发送到 USB 队列，从而导致完整数据帧丢失。为了防止发生这种情况，用户必须确保持续读取 CDC 数据管道，或降低传入数据速率。

发送断帧字符

主机可以通过 CDC 向器件发送 UART 断帧字符，用于复位接收器状态机或从主机向器件上运行的应用程序发送异常信号。

断帧字符是主机向器件发送的至少连续 11 个 0 位序列。

并非所有 UART 接收器都支持断帧检测，但正确格式的断帧字符通常会在接收器上触发帧错误。

使用调试器的 CDC 发送断帧字符存在以下限制：

- 发送断帧字符会导致当前正在发送的数据全部丢失。发送断帧字符前，务必等待足够的时间，以确保传输缓冲区中的所有字符均已发送（见上文），这符合断帧字符的预期用法。例如，在等待数据回传主机发生超时后，使用断帧来复位接收器状态机。
- CDC 规范允许请求最长 65534 ms 的调试器定时断帧。为简化实现，调试器在其支持的最低波特率下，将断帧时长限制为最大 11 个位时间。
- CDC 规范允许主机发起无限时长的定时断帧。在这种情况下，由终端应用程序/用户负责释放断帧状态。

注：调试器固件版本 1.24 及更高版本支持发送断帧字符。

3.5. 数据网关接口 (DGI)

数据网关接口 (DGI) 是一种 USB 接口，用于在板上调试器和基于主机计算机的可视化工具之间传输原始数据和带时间标记的数据。主机计算机可通过 MPLAB Data Visualizer 显示所有调试 GPIO 数据。该工具既可作为 MPLAB X IDE 的插件使用，也可作为独立应用程序与 MPLAB X IDE 并行运行。

尽管 DGI 包含多个物理数据接口，但 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸的实现包含逻辑分析仪通道：两个调试 GPIO 通道（称为 DGI GPIO）。

3.5.1. 调试 GPIO

调试 GPIO 通道是带时间标记的数字信号线，用于将目标应用连接到主机计算机上的可视化应用程序。这类通道通常用于在时间轴上绘制低频事件，例如给定应用程序状态转换的发生时间。

调试 GPIO 通道自带时间标记，因此 DGI GPIO 事件的分辨率由 DGI 时间标记模块的分辨率决定。

3.5.2. 时间标记

被调试器捕获时，DGI 源会被加上时间标记。Curiosity Nano 调试器中实现的时间标记计数器以 2 MHz 频率递增，可提供 0.5 微秒的时间标记分辨率。

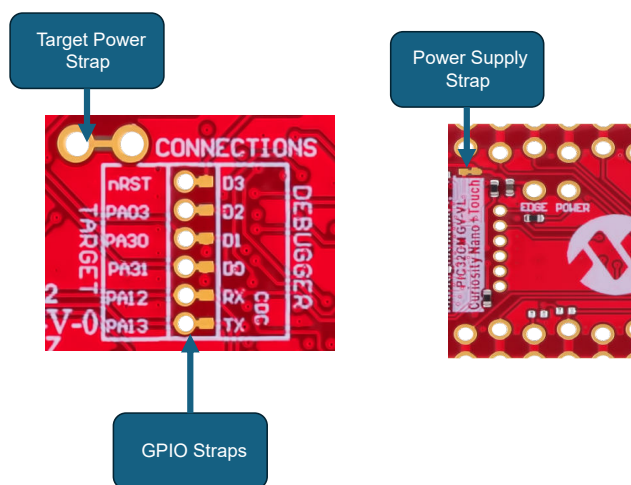
3.6. 断开板上调试器

板上调试器和电平转换器可以从 PIC32CM3204GV00064 单片机断开连接。电源框图（图 4-4）显示了调试器与 PIC32CM3204GV00064 单片机之间的所有连接。各信号名称已以丝印形式标注在电路板底部。要断开调试器，请按图 3-3 中所示切断 GPIO 短接带。

注：

- 切断与调试器的连接后，将禁止编程、调试和数据流传输。信号将从板上调试器部分旁边的电路板边缘处断开。
- 将 0 Ω 电阻焊接在安装位置上，或者用焊锡将走线短接，即可重新连接已断开的信号。

图 3-3. 常见 Curiosity Nano 可切断短接带



4. 硬件

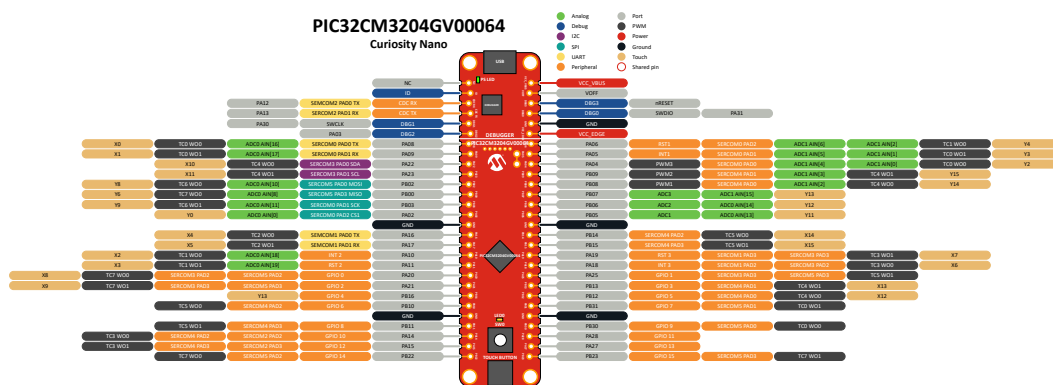
4.1. 引脚排列

4.1.1. PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸引脚排列

PIC32CM3204GV00064 单片机的 I/O 引脚可通过电路板上的边沿连接器访问。下图显示了电路板的引脚排列。

有关每个引脚上的所有可用功能，请参见“PIC32CM16/32 GV00 Family Data Sheet” (DS60001881) 中的 64-pin VQFN/64-pin TQFP Pinout and Multiplexing 部分。

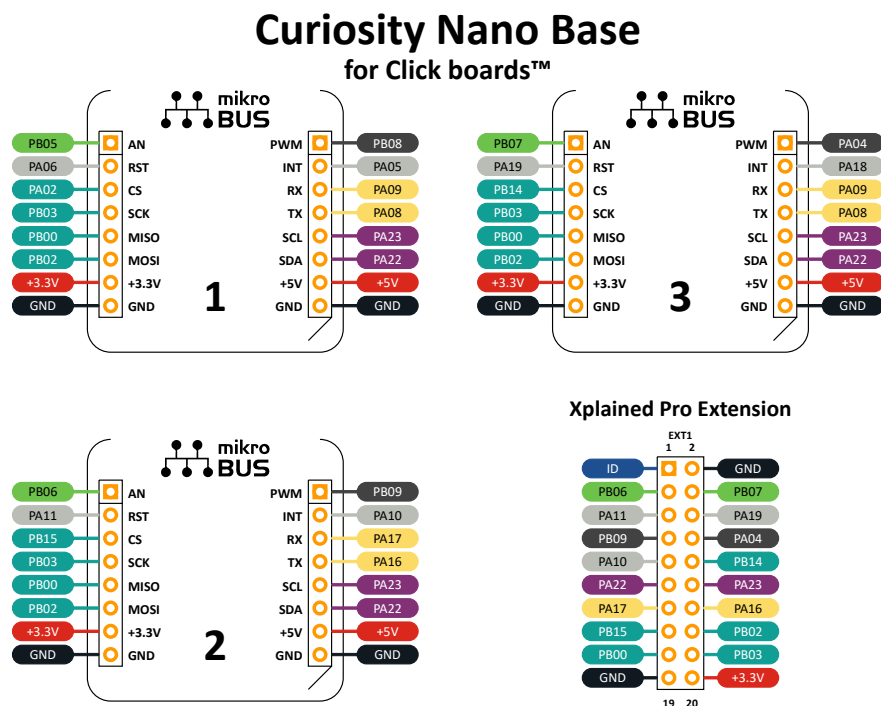
图 4-1. PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸引脚排列



4.1.2. 引脚排列与扩展底板的兼容性

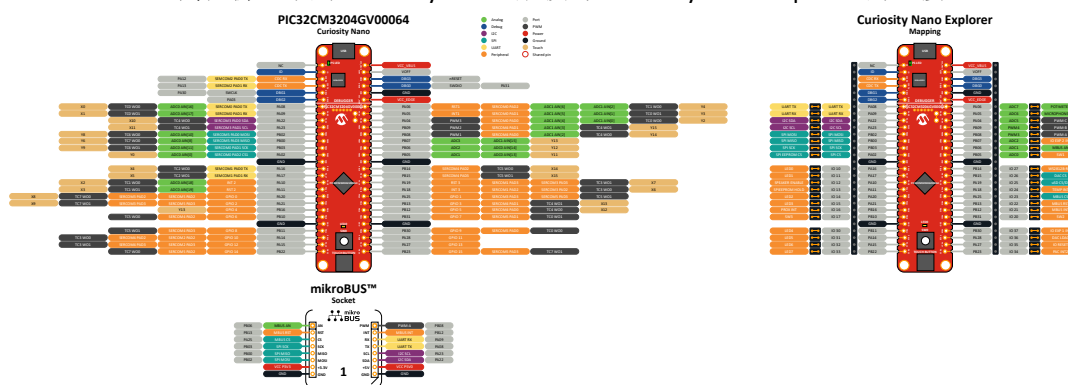
下图显示了简化的参考，以便更快地使用 Curiosity Nano Base for Click Boards™ (AC164162) 进行开发。

图 4-2. PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸与 Curiosity Nano Base for Click Board 的连接



下图显示了简化的参考，以便更快地使用 **Curiosity Nano Explorer 板 (EV58G97A)** 进行开发。

图 4-3. PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触摸与 Curiosity Nano Explorer 的连接



4.2. 晶振

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板装有 32.768 kHz 晶振。默认情况下，该晶振与 PIC32CM3204GV00064 单片机相连。

表 4-1. 晶振连接

PIC32CM3204GV00064 引脚	功能
PA00	XIN32
PA01	XOUT32

4.3. LED

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板配备一个黄色 LED。该 LED 供用户应用程序使用，并作为 GPIO 进行控制。

表 4-2. LED 连接

PIC32CM3204GV00064 引脚	功能
PA24	黄色 LED

4.4. 机械开关

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板配备一个机械开关，这是一个通用用户可配置开关。按下该开关会将 I/O 引脚接地（GND）。

表 4-3. 机械开关

PIC32CM3204GV00064 引脚	功能
PB17	机械开关

4.5. 触摸按钮

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+触模板配备一个带驱动屏蔽层的 QTouch®按钮。该 QTouch 按钮利用 MCU 内置的外设触摸控制器（Peripheral Touch Controller, PTC）实现。

注： 电路板上的触摸按钮仅用于演示触摸功能，不用于性能评估。要评估性能，请将 Curiosity Nano Touch 适配器板（AC80T88A）与其中一个触摸扩展板结合使用，或者参考《电容式触摸传感器设计指南》（DS00002934B_CN）设计 PCB。

表 4-4. 触摸按钮

PIC32CM3204GV00064 引脚	功能
PA07	QTouch 按钮
PB01	QTouch 按钮屏蔽

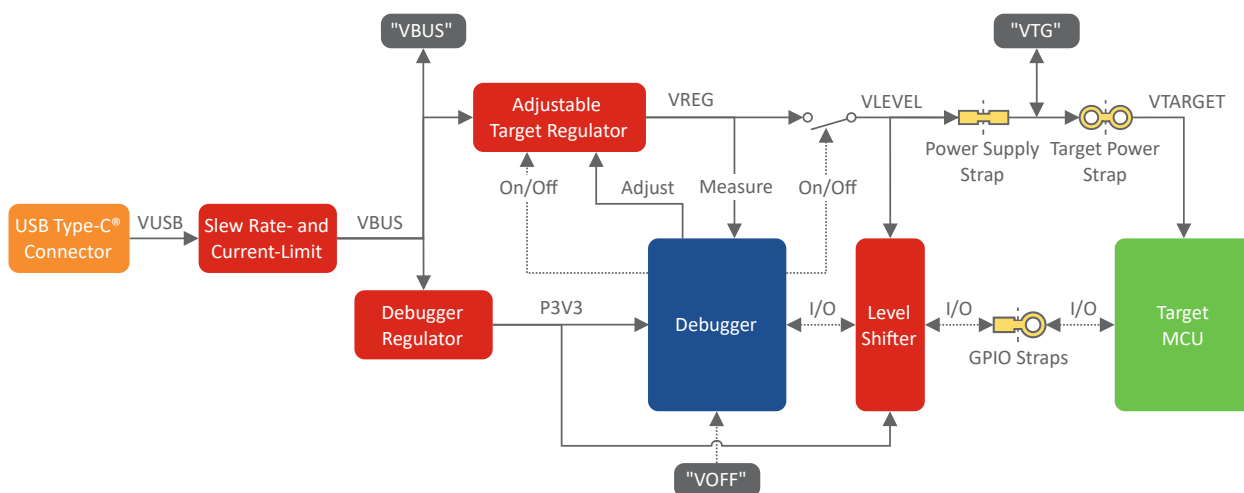
4.6. 电源

USB-C 端口为电路板供电。U108 (MIC2008) 将 VBUS 网络的压摆率限制为 2 V/ms，电流限制为 500 mA。

电源由两个 LDO 稳压器组成，一个用于为板上调试器提供 3.3V 电压，另一个为可调 LDO 稳压器，用于为目标 PIC32CM3204GV00064 单片机及其外设供电。USB 连接器的电压可在 4.4V 至 5.25V 之间变化（符合 USB 规范），这将限制提供给目标器件的最大电压。

下图显示了 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触模板上的完整电源系统。

图 4-4. 电源框图



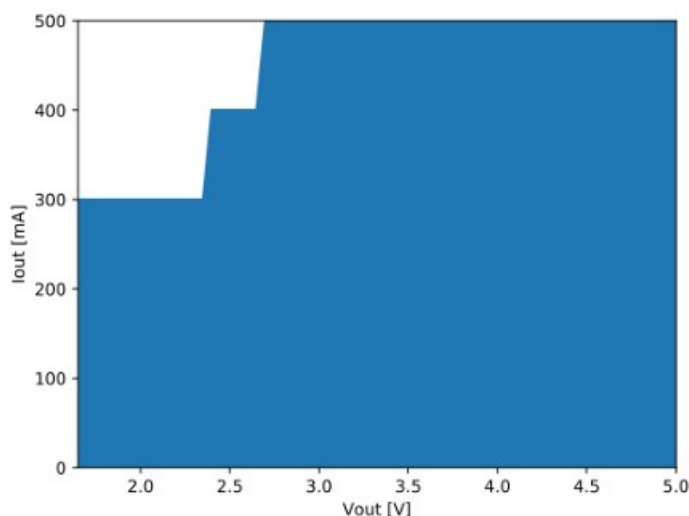
4.6.1. 目标稳压器

目标稳压器为 MIC5353 可变输出 LDO。板上调试器可以通过调节 MIC5353 的反馈电压，来调整输出至电路板目标区域的电压。硬件实现支持的电压范围约为 1.7V 至 5.1V。调试器固件中配置了额外的输出电压限制，以确保输出电压不会超过 PIC32CM3204GV00064 单片机的硬件限制。在 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触模板上，板上调试器配置的电压限制为 1.8V - 5.5V。

Info: 出厂默认目标电压为 5.0V。目标电压的任何更改都将被持久保存，即使断电并重新上电后仍然有效。电压调节分辨率小于 5 mV，但可能会受到调节程序的限制，最小步进为 10 mV。

Info: 在 MPLAB X IDE 中设置的电压设定值不会立即应用到电路板。就像单击项目面板选项卡中的“Refresh Debug Tool Status”（刷新调试工具状态）按钮或对程序存储器进行编程或读取一样，新电压设定值会在访问调试器时应用到电路板。

图 4-5. 目标稳压器安全工作区域



板上调试器会持续监视（测量）目标稳压器的电压输出。如果检测到目标电压相对于设定的器件电压超出 ± 100 mV，系统将标记错误并关闭目标稳压器，同时检测并处理任何短路情况。如果在未将 VOFF 引脚拉低的情况下，突然向 VTG 引脚施加外部电压，导致 VCC_TARGET 超出 ± 100 mV 的电压设定值监控窗口，调试器会自动检测并处理。

Info: 板上调试器的监控窗口为 VCC_TARGET ± 100 mV；如果外部电压在此限制范围内，状态 LED 将快速闪烁。如果外部电压超出此限制范围，板上调试器状态 LED 将保持常亮。移除外部电压时，状态 LED 会开始快速闪烁，直到板上调试器检测到新情况并重新开启目标稳压器。

4.6.2. 外部供电

可以使用外部电压为 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸板供电，而不使用板上目标稳压器。将电压关闭（VOFF）引脚短接到地（GND）引脚时，板上调试器固件会禁止目标稳压器，此时可以安全地向 VTG 引脚施加外部电压。

当板上的 DEBUG 连接器未插入 USB 线缆时，可以安全地向 VTG 引脚施加外部电压。VOFF 引脚可以随时拉低/释放，板上调试器会通过引脚变化中断检测该状态，并据此控制目标稳压器。



在未将 VOFF 短接到 GND 的情况下，向 VTG 引脚施加外部电压可能导致工具包永久损坏。



板上电平转换器允许的外部电压绝对最大值为 5.5V。施加更高的电压可能导致工具包永久损坏。



请勿向 VOFF 引脚施加任何电压。将该引脚悬空即可使能电源。

使用外部供电时，仍可进行编程、调试和数据流传输。USB 线缆将为调试器和信号电平转换器供电。拔出 USB 线缆后，稳压器、调试器和电平转换器均会掉电。

Info: 板上调试器会监测提供给电路板的电压。如果 VOFF 未被拉低，且外部供电电压与目标稳压器设定值相差超过 ± 100 mV，板上调试器将关闭目标稳压器，并使状态 LED 开始快速闪烁，指示出现错误情况。当输入电压恢复到目标稳压器设定值的 ± 100 mV 范围内时，板上调试器将开启目标稳压器，而状态 LED 会停止闪烁。

Info: 除 PIC32CM3204GV00064 单片机及其外设的功耗外，当 USB 线缆插入电路板上的 DEBUG 连接器时，外部电源还需为板上电平转换器和电压监视电路提供约 100 μ A 的电流。拔出 USB 线缆后，仍有电流用于为电平转换器的电压引脚供电，最坏情况下电流约为 5 μ A。典型值可能低至 100 nA。

4.6.3. 电源异常

本节总结了电源可能出现的大部分异常情况。

目标电压关断

如果目标区域在给定电压下电流消耗过大，会触发 MIC5353 稳压器的过热关断安全功能，导致无法达到目标电压设定值。为避免此问题，请降低目标区域的电流负载。

无法达到目标电压设定值

USB 输入电压（规定为 4.4V—5.25V）会限制 MIC5353 稳压器在给定电压设定值和电流消耗下的最大输出电压。如需更高的输出电压，请使用输入电压更高的 USB 电源，或者在 VTG 引脚上接入外部电源。

目标电压与设定值不一致

如果在未将 VOFF 引脚拉低的情况下向 VTG 引脚施加外部电压，便会导致该情况。如果目标电压与电压设定值的偏差超过 100 mV，板上调试器将检测到该异常并关断内部稳压器。要解决此问题，请移除 VTG 引脚上施加的电压，板上调试器将在检测到该新情况时使能板上稳压器。请注意，如果目标电压比设定值低 100 mV，PS LED 将快速闪烁，而当目标电压比设定值高 100 mV 时，PS LED 通常保持常亮。

无目标电压或目标电压极低，且 PS LED 快速闪烁

该情况由完全或部分短路引起，属于上个问题的特例。排除短路后，板上调试器将重新使能板上目标稳压器。

无目标电压，且 PS LED 常亮（情况 1）

当目标电压设置为 0.0V 时，便会出现该情况。要解决此问题，请将目标电压设置在目标器件的指定电压范围内。

无目标电压，且 PS LED 常亮（情况 2）

切断电源跳线 J200 和/或 J201 并将目标稳压器设置在目标器件的指定电压范围内时，便可能出现该情况。要解决此问题，请在 J200/J201 的焊盘之间焊接导线/桥接器，或者如果安装了引脚连接器，则在 J201 上添加跳线。

V_{BUS} 输出电压偏低或不存在

如果 VBUS 输出电压偏低或缺失，原因可能是 VBUS 上电流消耗过大，触发 U202（MIC2008）设定的电流限制并完全切断 VBUS。要解决此问题，请降低 VBUS 引脚上的电流消耗。

4.6.4. 低功耗测量

PIC32CM3204GV00064 单片机由板上电源以及 VTG 引脚（通过丝印标注“POWER”的 100 mil 引脚连接器（J101）接入）供电。要测量 PIC32CM3204GV00064 单片机及板上所连其他外设的功耗，请切断底部的目标电源短接带（J101），并将电流表连接在该短接带两端。



提示: 也可以将 100 mil 引脚连接器焊接到目标电源短接带（J101）的安装位置上，以便轻松连接电流表。不再需要电流表时，请在该引脚连接器上套上跳线帽。

要测量最低功耗，请按照以下步骤操作：

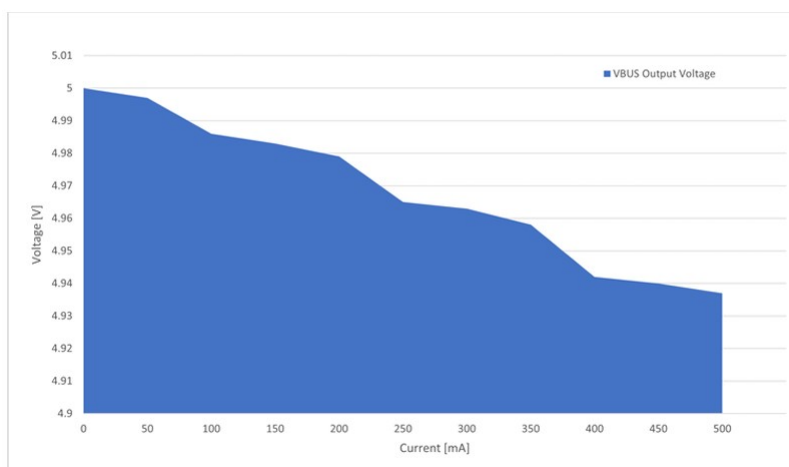
1. 使用锋利工具切断 POWER 短接带。
2. 在安装位置中焊接一个 1x2 100 mil 引脚连接器。
3. 将电流表连接到该引脚连接器上。
4. 按照如下编写固件：
 - a. 将所有与板上调试器相连的 I/O 配置为三态。
 - b. 将单片机设置为低功耗休眠模式。
5. 将固件编程到 PIC32CM3204GV00064 单片机中。

Info: 即使未使用，板上电平转换器也会消耗少量电流。每个电平转换器的最大泄漏电流为 $2\ \mu\text{A}$ 。因此，最坏情况下，五个板上电平转换器的最大电流消耗为 $10\ \mu\text{A}$ 。通过将 I/O 引脚保持三态，避免连接到电平转换器的 I/O 引脚上产生泄漏电流。[板上调试器连接](#)部分中列出了与板上调试器相连的所有 I/O。可完全断开板上电平转换器来消除泄漏电流，如[断开板上调试器](#)部分中所述。

4.6.5. VBUS 输出引脚

PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸板配备一个 VBUS 输出引脚，可用于为需要 5V 电源的外部元件供电。该 VBUS 输出引脚与电源的其他部分一样，受到相同的启动延迟、压摆率限制和限流机制保护。随之而来的影响是，当电流负载较高时，VBUS 输出会出现压降。下图显示了 VBUS 输出电压随其电流负载变化的关系曲线。

图 4-6. VBUS 输出电压—电流曲线



5. 附录

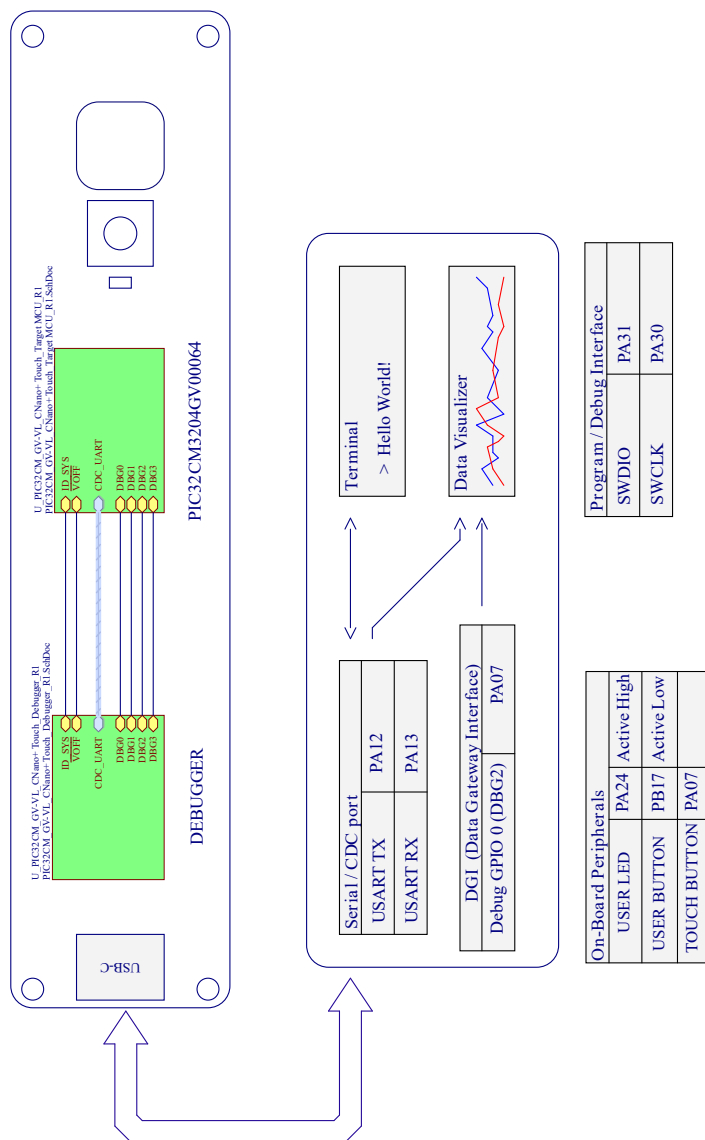
5.1. 原理图

本节包含 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸评估工具包的以下原理图：

- 工具包总体原理图，图 5-1
- 电源和调试器原理图，图 5-2
- 目标单片机原理图，图 5-3

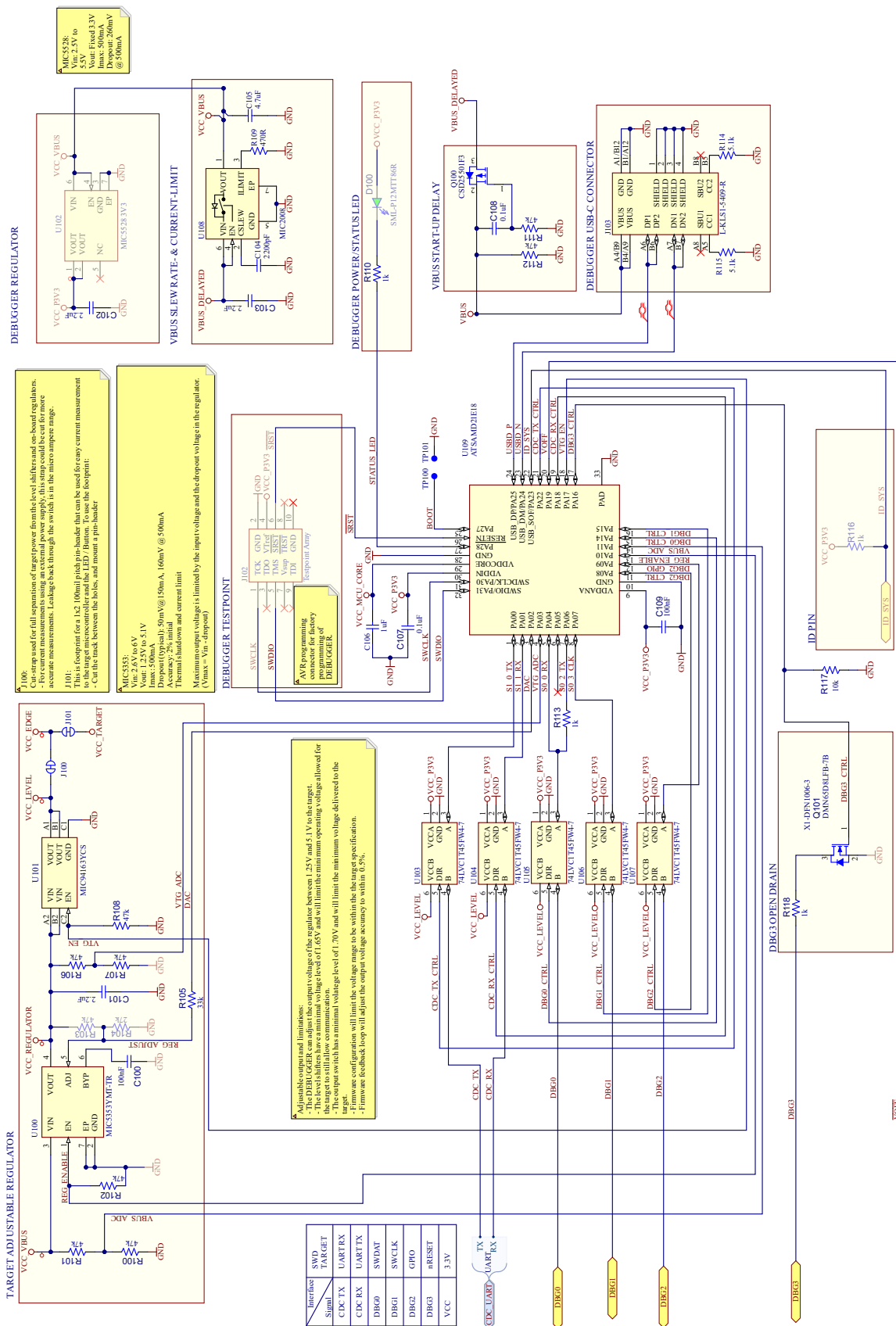
图 5-1. 工具包总体原理图

PIC32CM GV-VL Curiosity Nano+ Touch



U:\PIC32CM_GV-VL_Curiosity_Nano+_Touch_RevisionHistory_R1
PIC32CM_GV-VL_Curiosity_Nano+_Touch_RevisionHistory_R1.SchDoc

图 5-2. 电源和调试器原理图



5.2. 组装图

本节包含 PIC32CM GV 高性价比系列 Curiosity Nano+ 触摸评估工具包的以下组装图：

- 顶层组装图，图 5-4
- 底层组装图，图 5-5

图 5-4. 顶层组装图

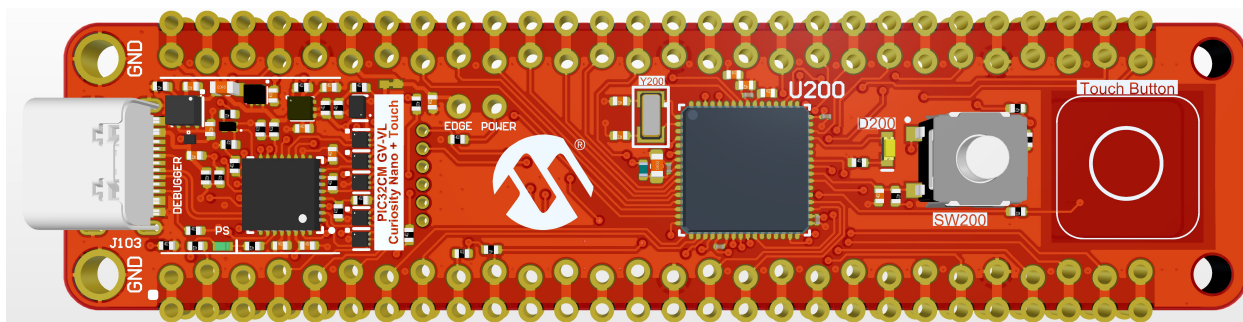
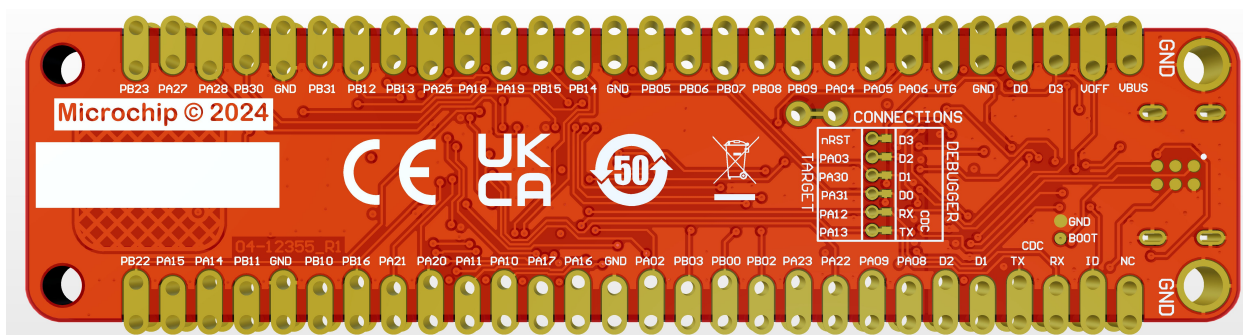


图 5-5. 底层组装图



5.3. 物料清单

表 5-1. PIC32CM GV-Value Line Curiosity Nano+ Touch 评估工具包物料清单

数量	标识符	说明	制造商 1	制造商部件编号 1
5	C100, C107, C108, C109, C210	CAP CER 0.1uF 16V 10% X7R SMD 0402	KEMET	C0402C104K4RACAUTO
4	C101, C102, C103, C207	CAP CER 2.2uF 16V 10% X5R SMD 0402	Murata	GRM155R61C225KE44D
1	C104	CAP CER 2200pF 25V 5% C0G SMD 0402	KEMET	C0402C222J3GACTU
2	C105, C206	CAP CER 4.7uF 10V 10% X5R SMD 0603	KEMET	C0603C475K8PACTU
1	C106	CAP CER 1uF 6.3V 10% X5R SMD 0402	KEMET	C0402C105K9PACTU
6	C200, C201, C202, C203, C204, C205	CAP CER 0.1uF 16V 10% X7S 0201	D3_Murata Electronics	GRM033C71C104KE14J
2	C208, C209	CAP CER 22pF 50V 5% NP0 SMD 0402	Murata	GRM1555C1H220JZ01D
1	C211	CAP CER 10uF 10V 10% X5R SMD 0603	Samsung Electro-Mechanics	CL10A106KP8NNNC
1	D100	DIO LED YELLOW-GREEN 2.2V 20mA 25mcd Clear SMD 0402	Rohm Semiconductor	SML-P12MTT86R
1	D200	LED YELLOW DIFFUSED 1608 SMD	Rohm Semiconductor	SML-D12Y1WT86
1	J103	CON USB2.0 Type-C Female SMD R/A	KLS Electronic	L-KLS1-5409-R
1	L200	FERRITE 80R@100 MHz 1.5A SMD 0402	Murata	BLM15PD800SN1D

表 5-1. PIC32CM GV-Value Line Curiosity Nano+ Touch 评估工具包物料清单 (续)

数量	标识符	说明	制造商 1	制造商部件编号 1
1	LABEL1	LABEL PCBA 18x6mm Datamatrix Assy# / Rev / Serial / Date	ACT Logimark AS	505462
1	Q100	TRANS FET P-CH CSD25501F3 -20V -3.6A 0.076R LGA	Texas Instruments	CSD25501F3
1	Q101	TRANS FET N-CH DMN65D8LFB-7B 260mA 60V 430mW X1_DFN1006-3	Diodes Incorporated	DMN65D8LFB-7B
11	R100, R101, R102, R103, R106, R107, R108, R111, R112, R205, R206	RES TKF 47k 1% 1/16W SMD 0402	YAGEO	RC0402FR-0747KL
1	R104	RES TKF 27k 1% 1/16W SMD 0402	Rohm Semiconductor	TRR01MZPF2702
2	R105, R201	RES TKF 33k 1% 1/16W SMD 0402	Yageo	AC0402FR-0733KL
2	R109, R209	RES TKF 470R 1% 1/16W MF 0402	Yageo	RC0402FR-07470RL
4	R110, R113, R116, R118	RES TKF 1k 1% 1/10W SMD 0402 AEC-Q200	Panasonic Electronic Components	ERJ-2RKF1001X
2	R114, R115	RES TKF 5.1k 1% 1/10W SMD 0402	Panasonic Electronic Components	ERJ-2RKF5101X
1	R117	RES TKF 10k 1% 1/10W SMD 0402	Panasonic	ERJ-2RKF1002X
1	R200	RES TKF 100k 1% 1/16W SMD 0402	Stackpole Electronics Inc	RMCF0402FT100K
1	R202	RES TKF 220R 1% 1/16W SMD 0402	Yageo	RC0402FR-07220RL
0	R203, R204	RES TKF 1.8k 1% 1/10W SMD 0402	Panasonic Electronic Components	ERJ-2RKF1801X
2	R207, R208	RES TF 10k 1% 1/10W SMD 0402 AEC-Q200	Vishay Beyschlag	MCS0402MC1002FE000
1	SW200	SWITCH TACT SPST 12 50 mA TS604VM1-035CR-R SMD	Dailywell Electronics Co.,Ltd.	TS604VM1-035CR-R
1	U100	MCHP ANALOG LDO ADJ 500 mA MIC5353YMT-TR MLF-6	Microchip Technology	MIC5353YMT-TR
1	U101	IC LOAD SWITCH HI SIDE 3A 6WLCSP	Microchip Technology	MIC94163YCS-TR
1	U102	MCHP ANALOG LDO 3.3V MIC5528-3.3YMT-TR 6-TDFN	Microchip Technology	MIC5528-3.3YMT-TR
5	U103, U104, U105, U106, U107	IC VOLTAGE TRANSLATOR BI-DIR 1 CIRCUIT 74LVC1T45FW4-7 X2-DFN1010-6	Diodes Incorporated	74LVC1T45FW4-7
1	U108	MCHP ANALOG POWER SWITCH 5.5V 2.1A MIC2008YML-TR VDFN-6	Microchip Technology	MIC2008YML-TR
1	U109	MCHP MCU 32-BIT 48MHz 256Kb 32Kb ATSAMD21E18A-MUT QFN-32	Microchip Technology	ATSAMD21E18A-MUT
1	U200	MCHP MCU 32-BIT 48MHz 32Kb 4kB PIC32CM3204GV00064-I/5LX VQFN-64	Microchip Technology	PIC32CM3204GV00064-I/5LX
1	Y200	MCHP CRYSTAL 32.768kHz 9pF SMD L3.2W1.5XH0.9	Microchip Technology	VMK3-9001-32K7680000T R

6. 版本历史

版本 B——2025 年 5 月

本版本进行了以下更新：

前言	更新了图示。
简介	更新了电路板概述部分中的图 1-1。
使用入门	更新了使用引脚连接器部分中的图 2-2。
板上调试器	更新了断开板上调试器部分中的图 3-3。
硬件	更新了 LED 部分。

版本 A——2025 年 4 月

这是本文档的初始版本。

Microchip 信息

商标

“Microchip”的名称和徽标组合、“M”徽标及其他名称、徽标和品牌均为 Microchip Technology Incorporated 或其关联公司和/或子公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标（“Microchip 商标”）。有关 Microchip 商标的信息，可访问 <https://www.microchip.com/en-us/about/legal-information/microchip-trademarks>。

ISBN: 979-8-3371-3163-4

法律声明

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物及其提供的信息仅适用于 Microchip 产品，包括设计、测试以及将 Microchip 产品集成到您的应用中。以其他任何方式使用这些信息都将被视为违反条款。本出版物中的器件应用信息仅为您提供便利，将来可能会发生更新。您须自行确保应用符合您的规范。如需额外的支持，请联系当地的 Microchip 销售办事处，或访问 www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services。

Microchip “按原样”提供这些信息。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保，或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下，对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或附带的损失、损害或任何类型的开销，Microchip 概不承担任何责任，即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内，对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔，Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额（如有）。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切损害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 产品代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术规范。
- Microchip 确信：在正常使用且符合工作规范的情况下，Microchip 系列产品非常安全。
- Microchip 注重并积极保护其知识产权。严禁任何试图破坏 Microchip 产品代码保护功能的行为，这种行为可能会违反《数字千年版权法案》（Digital Millennium Copyright Act）。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。

产品页链接

[PIC32CM3204GV00064](#)