

# UG10151

## MCXA14x/15x硬件设计指南

第1.0版—2024年8月22日

用户指南

### 文档信息

| 信息  | 内容  |
|-----|---|
| 关键词 | UG10151、MCX、MCXA14x/15x、MCXA156、MCXA155、MCXA154、MCXA153、MCXA152、MCXA146、MCXA145、MCXA144、MCXA143、MCXA142 |
| 摘要  | 本文档为创建基于恩智浦MCXA14x/15x MCU的硬件设计提供了指南和建议。  |



# 1 介绍

本文档为创建基于恩智浦MCXA14x/15x MCU的硬件设计提供指南和建议。它还为设计电路板原理图和电路板布局提供了指南。本文档旨在帮助硬件工程师在电路板设计和测试阶段达成一次性成功，并避免电路板首次启动出现问题。

有关器件特定的硬件文档，请访问[MCX A系列控制器](#)。

# 2 MCXA14x/15x系列概述

MCXA14x/15x系列是恩智浦推出的全新通用MCU系列，进一步拓展了其面向工业和物联网应用的高度可扩展MCU的产品组合。它构建在传统的LPC和Kinetis系列的基础之上，同时引入了更高的内存选项以及更丰富的外设集。

MCXA14x/15x器件支持1.71V至3.6V的电压范围，并专注于低功耗性能，非常适合广泛的工业和物联网应用。MCXA14x/15x系列提供少引脚数选项，并针对成本敏感型应用进行了优化。

为了满足客户的需求，已有30多种MCXA14x/15x器件可供选择，未来还将推出更多器件。MCXA14x/15x在内存集和性能方面提供了可扩展性。这些器件中的大多数都是引脚完全兼容的，而且所有器件都是软件兼容的。现在就可以使用已有的器件开始硬件设计。未来，可以在整个MCXA14x/15x系列中灵活地升级或降级器件。

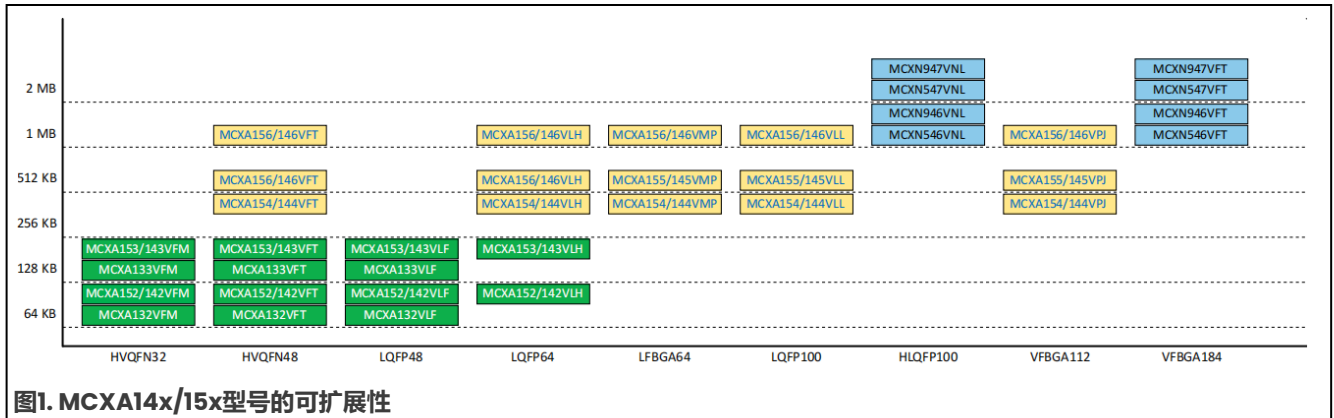


图1. MCXA14x/15x型号的可扩展性

图2解释了如何解码MCXA14x/15x型号。

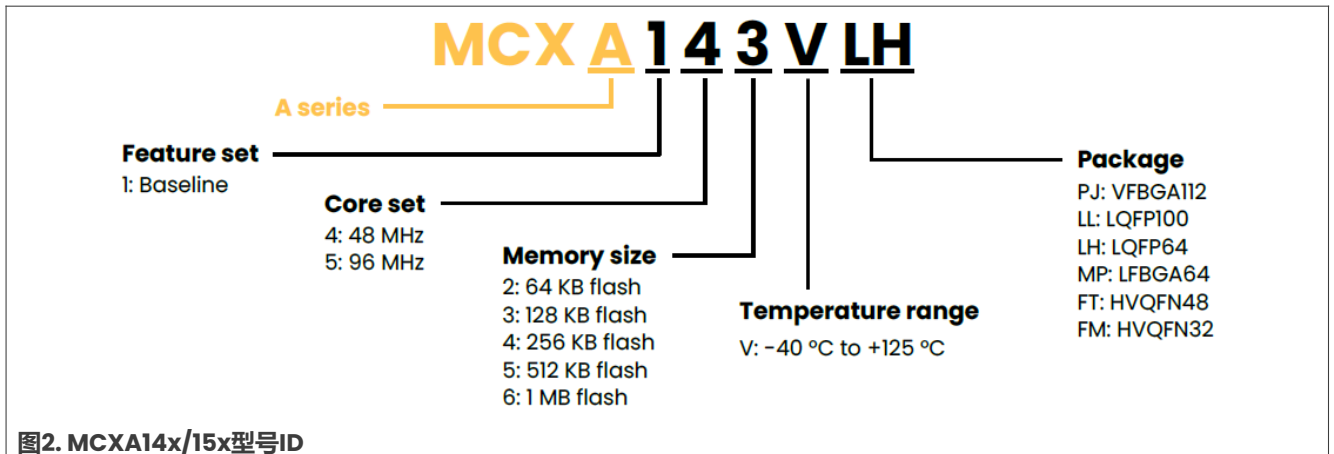


图2. MCXA14x/15x型号ID

在MCXA14x/15x的型号中：

- “A”表示器件型号系列。
- “1”表示基线功能集，也表示该器件具有较高的性价比。
- 下一个字符（‘4’或‘5’）表示内核速度--MCXA14x为48MHz，MCXA15x为96MHz。
- 下一个字符表示内存大小，例如，“2”表示64KB闪存。
- “V”表示温度范围为-40°C至125°C。
- 最后两个字符表示封装选项，例如，“PJ”表示VFBGA112封装。

## 2.1 MCXA14x/15x特性

MCXA14x/15x MCU的特性总结如下：

- 32位Arm Cortex-M33核，运行速度高达96MHz
- 可扩展的内存容量 – 高达1MB闪存和128KB的静态随机存取存储器（SRAM）
- 高精度混合信号功能，包括片上模拟比较器、16位ADC、12位DAC、运算放大器和集成温度传感器
- 功能强大的定时器，适用于广泛的应用，包括电机控制和照明控制应用
- 串行通信接口，如LPUART、LPSPI、LPI2C、I3C、带CAN FD的FlexCAN和FlexIO
- 工作结温范围从-40 °C至+125 °C

**注：**有关MCXA14x/15x MCU功能的更多详细信息，请参阅与器件型号相对应的MCXA14x/15x数据手册。以下各小节提供了MCXA14x/15x系列器件之间特性的比较。

### 2.1.1 内核平台

所有MCXA14x/15x系列的器件均基于内核频率为48MHz或96MHz的Arm Cortex-M33内核。[表1](#)对比了MCXA14x/15x系列器件之间的内核特性。

**表1. MCXA14x/15x系列内核功能对比**

| 内核功能                | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 内核 – Arm Cortex-M33 | 48 MHz  |         |         |         |         | 96 MHz  |         |         |         |         |
| 高速缓存                | 4 KB    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 直接存储器存取(DMA)        | 8通道     |         |         | 4通道     |         |         | 8通道     |         |         | 4通道     |
| 唤醒单元(WUU)           | 是       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 外设输入复用(INPUTMUX)    | 是       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

### 2.1.2 时钟

[表2](#)对比了MCXA14x/15x系列器件之间的时钟特性。

**表2. MCXA14x/15x系列时钟特性对比**

| 时钟功能               | MCXA146    | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|--------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 快速内部参考时钟 (FRO192M) | 48 MHz     |         |         |         |         | 192 MHz |         |         |         |         |
| 慢速内部参考时钟(FRO12M)   | 12 MHz     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 低功耗内部参考时钟 (FRO16K) | 16.384 kHz |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 系统振荡器(SOSC)        | 8–50 MHz   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

## 2.1.3 存储器

表3对比了MCXA14x/15x系列器件之间的存储器特性。

表3. MCXA14x/15x系列存储器对比

| 存储器         | MCXA146                    | MCXA145                   | MCXA144                   | MCXA143                   | MCXA142                   | MCXA156                    | MCXA155                   | MCXA154                   | MCXA153                   | MCXA152                   |
|-------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 闪存          | 1024 KB                    | 512 KB                    | 256 KB                    | 128 KB                    | 64 KB                     | 1024 KB                    | 512 KB                    | 256 KB                    | 128 KB                    | 64 KB                     |
| SRAM        | 128 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 96 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 64 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 32 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 16 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 128 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 96 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 64 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 32 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC | 16 KB,<br>包括8 KB<br>用于ECC |
| 错误注入模块(EIM) | 是                          |                           |                           |                           |                           |                            |                           |                           |                           |                           |
| 错误记录模块(ERM) | 是                          |                           |                           |                           |                           |                            |                           |                           |                           |                           |

### 高速缓存

MCXA14x/15x具有4KB的低功耗高速缓存控制器(LPCAC) RAM, 可提供对指令或数据的低延迟访问。LPCAC RAM位于内核代码总线上。当禁用LPCAC时, 可将其配置为代码紧密耦合存储器(TCM) SRAM。

### 闪存

MCXA14x/15x具有高达1MB的闪存阵列, 该阵列以单一阵列的形式实现。此闪存阵列支持每128位的ECC。它还支持闪存交换功能。最小的闪存编程段大小为16字节。

闪存子系统还包括内存块检查器(MBC)、闪存控制器(FMC)和闪存模块(FMU)。

FMC实现了128位入口缓冲区和128位预取缓冲区。这些缓冲区允许程序代码以高于闪存所支持频率的时钟频率执行。它加速了闪存传输。

### SRAM

MCXA14x/15x具有高达128KB的SRAM, 它被分为多个SRAM区段, 包括SRAM X0、X1、A0、A1、A2、A3、B0、B1和B2。因此, 在低功耗模式下, 不同的SRAM区段可以独立保留, 以降低功耗。

在每个32位对齐的字段上, 8KB的SRAM A0区段支持2位纠错码(ECC)检测和1位ECC校正。此外, 为了功能安全诊断(自检)的目的, MCXA14x/15x还提供了错误注入模块(EIM)。EIM模块可用于在RAM ECC中诱发人为错误。它可以在数据上注入单位或多位反转。

为了获得128KB的连续SRAM寻址, 可启用SRAM重映射功能, 方法是通过在SRAM B2之后立即重新映射SRAM X0。

## 2.1.4 通信接口

表4对比了MCXA14x/15x系列器件之间的通信接口。

表4. MCXA14x/15x系列通信接口对比

| 通信接口                  | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156    | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|
| LPUART                | 5       |         | 3       |         |         | 5          |         |         | 3       |         |
| LPSPi                 | 2       |         |         |         |         |            |         |         |         |         |
| LPI2C                 | 4       |         | 1       |         |         | 4          |         |         | 1       |         |
| I3C                   | 1       |         |         |         |         |            |         |         |         |         |
| USB FS设备              | 1       |         |         |         |         |            |         |         |         |         |
| FlexCAN <sup>II</sup> | 1       |         | -       |         |         | 1 (CAN FD) |         |         | -       |         |

表4. MCXA14x/15x系列通信接口对比 (续)

| 通信接口                           | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 灵活的I/O (FlexIO) <sup>[2]</sup> | 1       |         | -       |         |         | 1       |         |         | -       |         |

[1] MCXA156/A155/A154支持CAN灵活数据速率 (CAN FD)，这对于工业应用来说是一个重要功能。

[2] FlexIO可以模拟各种通信接口，如UART、I<sup>2</sup>C、摄像头和LCD驱动器。

## 2.1.5 模拟模块

表5对比了MCXA14x/15x系列器件之间的模拟模块。

表5. MCXA14x/15x系列模拟模块对比

| 模拟模块          | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 模拟比较器 (LPCMP) | 2       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| ADC           | 2       |         |         | 1       |         | 2       |         |         | 1       |         |
| DAC           | -       |         |         |         |         | 1       | 1       | 1       | -       |         |
| OpAmp         | -       |         |         |         |         | 1       | 1       | 1       | -       |         |

有关ADC配置和采样率计算，请参阅《MCXA14x/15x ADC用法和计算器工具》(AN14390)。

## 2.1.6 定时器

表6对比了MCXA14x/15x系列器件之间的电机控制定时器。

表6. MCXA14x/15x系列电机控制定时器

| 电机控制定时器                     | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FlexPWM <sup>[1][2]</sup>   | 1       |         |         |         |         | 2       |         |         | 1       |         |
| AND/OR/INVERT (AOI)         | 2       |         |         | 1       |         | 2       |         |         | 1       |         |
| 正交解码器 (eQDC) <sup>[3]</sup> | 1       |         |         |         |         | 2       |         |         | 1       |         |

[1] FlexPWM0在所有MCXA14x/15x器件中均可用，而FlexPWM1仅在MCXA156/A155/A154中可用。

[2] 每个FlexPWM模块都有三个子模块。

[3] QDC0在所有MCXA14x/15x器件中均可用，而QDC1仅在MCXA156/A155/A154中可用。

表7对比了MCXA14x/15x系列器件之间的通用定时器。

表7. MCXA14x/15x系列通用定时器对比

| 通用定时器               | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 32位定时器 (CTimer)     | 5       |         |         | 3       |         | 5       |         |         | 3       |         |
| 低功耗定时器 (LPTMR)      | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 微滴答定时器 (UTICK)      | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 操作系统事件定时器 (OSTIMER) | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 窗口看门狗定时器 (WWDT)     | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 频率测量 (FREQME)       | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 唤醒计时器               | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

## 2.1.7 GPIO

表8对比了MCXA14x/15x系列器件之间的输入/输出 (I/O)。

表8. MCXA14x/15x系列I/O对比

| I/O                           | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 独立I/O电源 <sup>[1]</sup>        | VDD_P3  |         |         | -       |         | VDD_P3  |         |         | -       |         |
| 可承受5 V的I/O <sup>[2]</sup>     | 2       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 高驱动I/O (20 mA) <sup>[3]</sup> | 高达8     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 50 MHz I/O <sup>[4]</sup>     | 高达21    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

[1] MCXA146/MCXA145/MCXA144/MCXA156/MCXA155/MCXA154在P3端口上支持1.2 V I/O电源。

[2] P3\_27和P3\_28引脚为可承受5V的I/O。

[3] P0\_16、P0\_17、P1\_8、P1\_9、P1\_30、P1\_31、P3\_0和P3\_1引脚为高驱动I/O。

[4] P1、P3和P4端口上提供50MHz I/O。

表9所示为MCXA14x/15x系列器件的不同封装中可用的通用输入/输出 (GPIO) 数量。

表9. MCXA14x/15x系列GPIO对比

| 封装            | GPIO数量  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|               | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
| VFBGA112 (PJ) | 82      |         | -       |         | 82      |         | -       |         | -       |         |
| LQFP100 (LL)  | 81      |         | -       |         | 81      |         | -       |         | -       |         |
| LQFP64 (LH)   | -       |         | 52      |         | -       |         | -       |         | 52      |         |
| LFBGA64 (MP)  | 50      |         | -       |         | 50      |         | -       |         | -       |         |
| HVQFN48 (FT)  | -       |         | 41      |         | -       |         | -       |         | 41      |         |
| HVQFN32 (FM)  | -       |         | 26      |         | -       |         | -       |         | 26      |         |

## 2.2 封装选项

MCXA14x/15x器件有不同的封装选项，包括：

- 传统有引线封装 (QFP) 和无引线封装 (QFN)
- 先进球栅阵列 (BGA) 封装

多种封装选项可帮助客户为其硬件设计实现可靠的机械和散热性能。

表10列出了MCXA14x/15x器件可用的封装选项。

表10. MCXA14x/15x封装选项

| 封装            | 引脚数量 | GPIO数量 | 尺寸 (长度x宽度x厚度)    | 间距     | 封装图纸文件编号    |
|---------------|------|--------|------------------|--------|-------------|
| VFBGA112 (PJ) | 112  | 82     | 7 x 7 x 0.86 mm  | 0.5 mm | 98ASA02081D |
| LQFP100 (LL)  | 100  | 81     | 14 x 14 x 1.4 mm | 0.5 mm | 98ASS23308W |
| LQFP64 (LH)   | 64   | 52     | 10 x 10 x 1.4 mm | 0.5 mm | 98ASS23234W |
| LFBGA64 (MP)  | 64   | 50     | 5 x 5 x 1.2 mm   | 0.5 mm | 98ASA02085D |
| HVQFN48 (FT)  | 48   | 41     | 7 x 7 x 0.9 mm   | 0.5 mm | 98ASA01637D |
| HVQFN32 (FM)  | 32   | 26     | 5 x 5 x 0.9 mm   | 0.5 mm | 98ASA02110D |

如表10所列，MCXA14x/15x器件提供多种封装选项，引脚数从最低的32个 (HVQFN32) 到最高的112个 (VFBGA112)。低引脚数封装使得这些器件可用于简单、低成本的PCB设计。

## 2.2.1 BGA封装

球栅阵列 (BGA) 是一种常用的封装选项，适用于多I/O需求的器件，特别是在小外形尺寸设计中使用的器件。MCXA14x/15x器件提供以下两种BGA封装：

- 极薄细间距球栅阵列 (VFBGA112)
- 扁平细间距球栅阵列 (LFBGA64)

图3所示为采用5x5mm、0.5mm间距的LFBGA64封装的MCXA156器件。

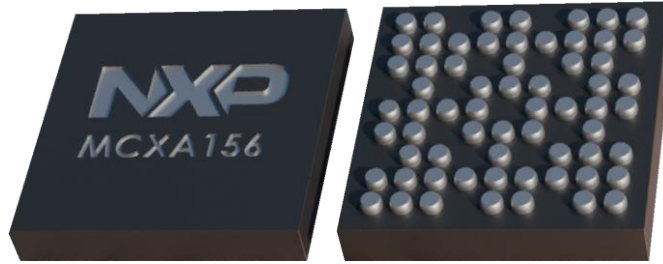


图3. 采用5x5 mm、0.5 mm间距的LFBGA64封装的MCXA156器件

球形样式的设计方式使得过孔可以放置在空置区域，从而更便于信号的扇出。VDD和VSS信号被方便地分组，为扇出芯片提供了多种选项，而无需采用焊盘内过孔技术。LFBGA64封装的MCXA14x/15x器件可以轻松地与低成本的二层技术一起使用。图4所示为采用LFBGA64封装的MCXA14x/15x器件的布局示例。

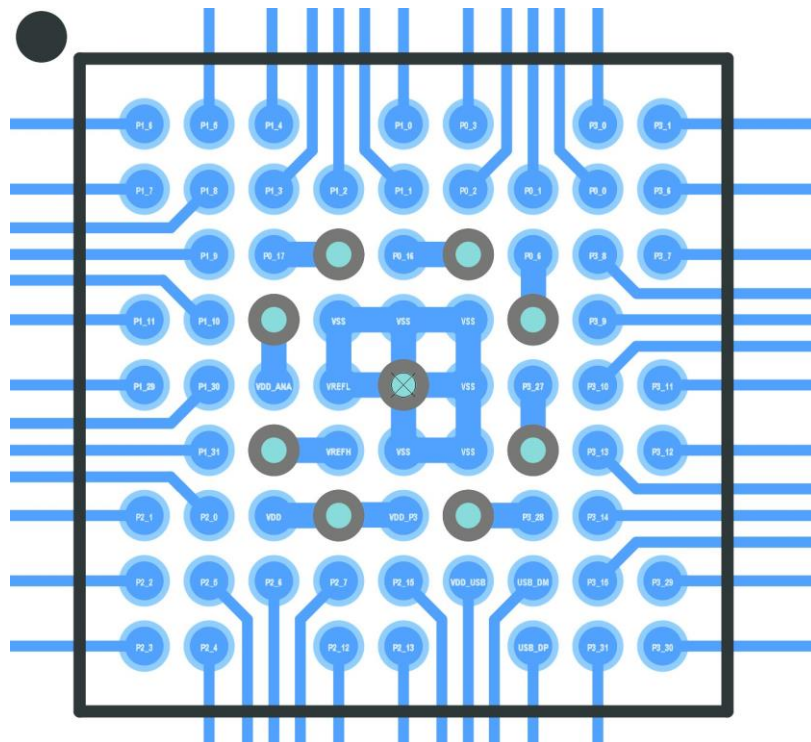


图4. MCXA14x/15x LFBGA64布局示例





表11对比了MCXA14x/15x系列器件之间的ISP引脚分配。

表11. MCXA14x/15x系列ISP引脚分配对比

| 封装            | ISP引脚分配 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|               | MCXA146 | MCXA145 | MCXA144 | MCXA143 | MCXA142 | MCXA156 | MCXA155 | MCXA154 | MCXA153 | MCXA152 |
| VFBGA112 (PJ) | P0_6    |         |         | -       |         |         | P0_6    |         |         | -       |
| LQFP100 (LL)  | P0_6    |         |         | -       |         |         | P0_6    |         |         | -       |
| LFBGA64 (MP)  | P0_6    |         |         | -       |         |         | P0_6    |         |         | -       |
| LQFP64 (LH)   | P3_29   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| HVQFN48 (FT)  | P3_29   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| HVQFN32 (FM)  | -       |         |         | P3_29   |         |         | -       |         |         | P3_29   |

### 3 最小系统

在设计硬件时，最初的步骤之一是确定运行MCU所需的最小系统组件。对于MCXA14x/15x系列器件，关键的系统组件包括复位、ISP、调试、电源和可选的时钟。

复位时ISP引脚的状态决定了MCXA14x/15x MCU的启动源。如果ISP引脚被拉低，MCU将进入ISP启动模式；否则，它将从内部闪存启动。

图6所示为MCXA14x/15x器件的最小系统。

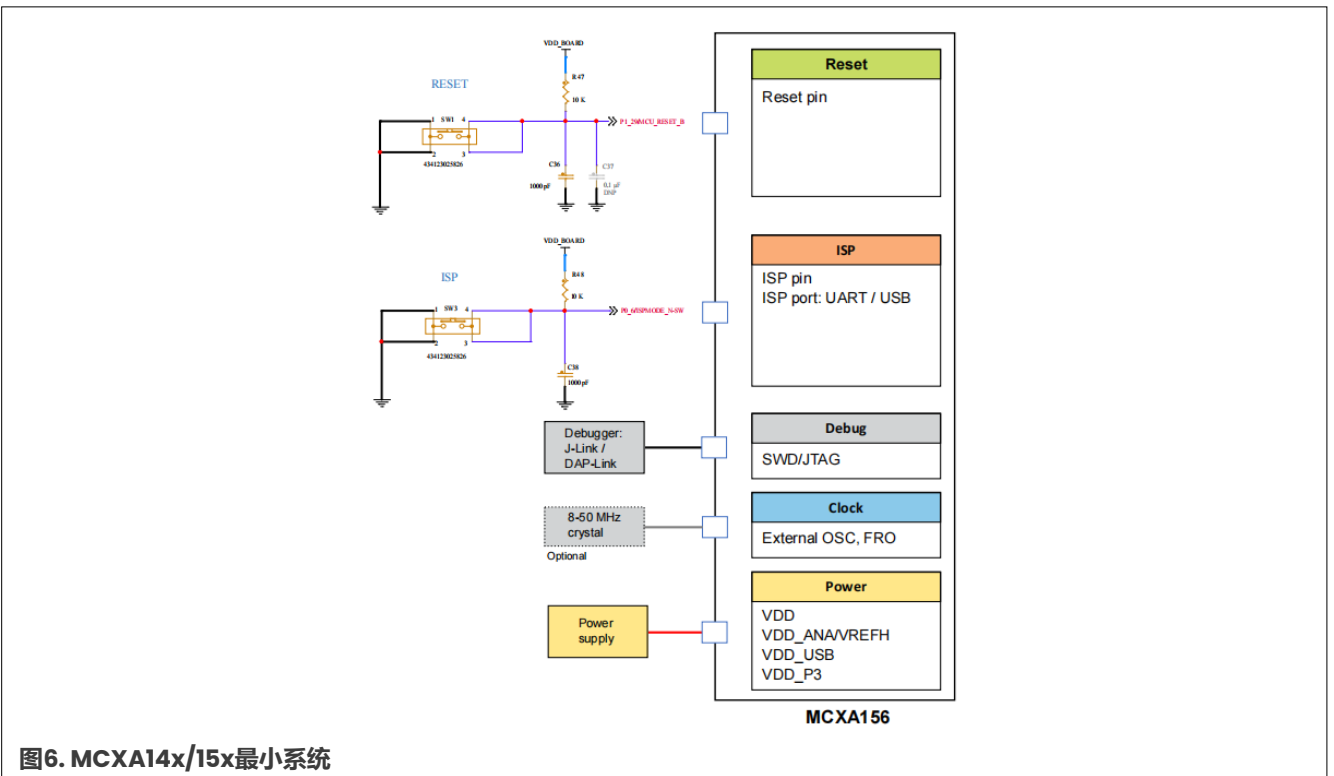


图6. MCXA14x/15x最小系统

## 4 电源

MCXA14x/15x的工作电源电压范围为1.71V至3.6V。它有多个可以相互独立地置于不同电源模式下的电源域，以提高电源效率。多个电源可为电源域和I/O端口供电。图7所示为MCXA14x/15x的电源方案。

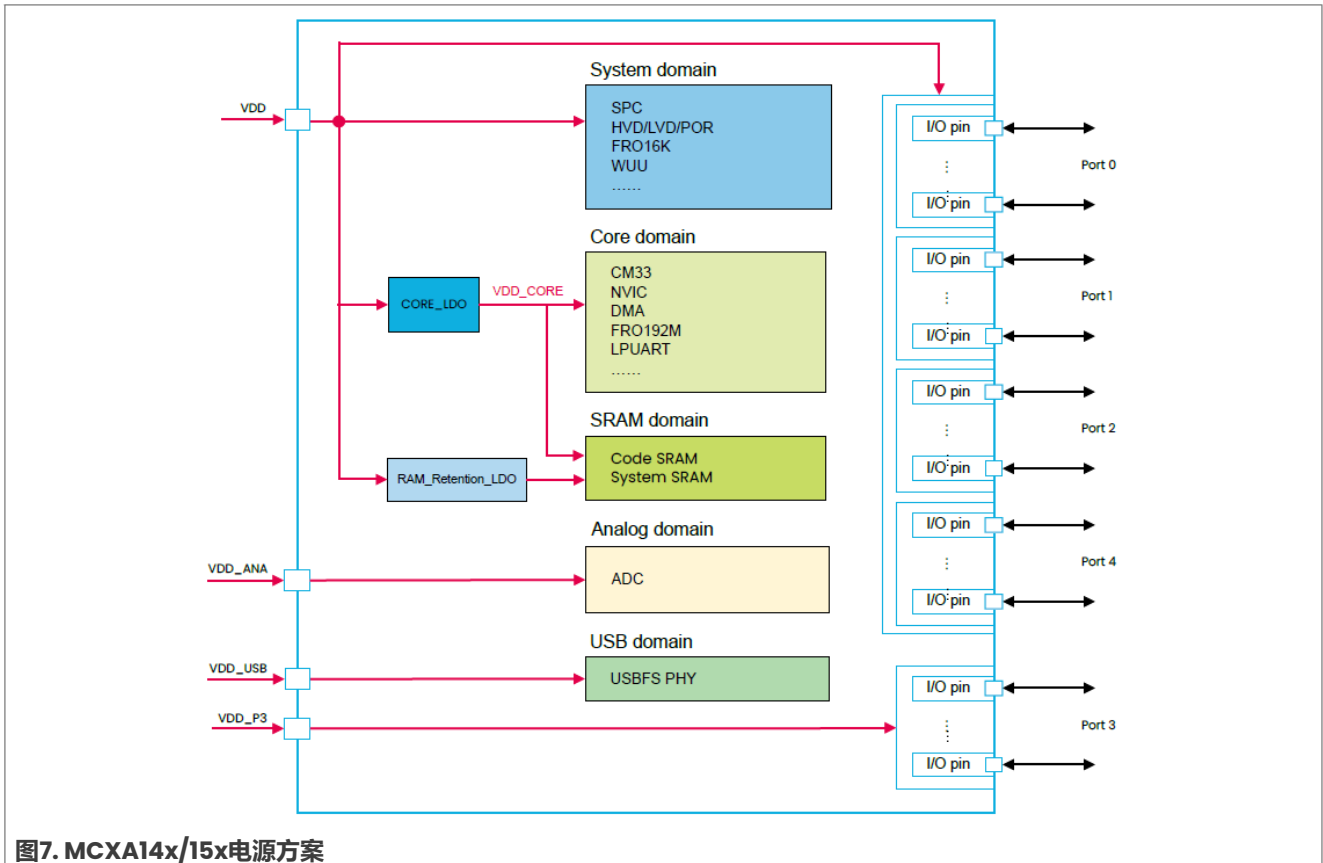


图7. MCXA14x/15x电源方案

图7所示的输入电源说明如下：

- 数字电源 (VDD)：VDD电源用于以下目的：
  - 它为系统电源域和I/O端口（除端口3外）供电。系统电源域主要包括系统电源控制（SPC）、高压检测（HVD）/低压检测（LVD）、唤醒单元（WUU）和低功耗定时器（LPTMR）。
  - 它通过内部LDO为内核电源域供电。内核电源域支持动态电压和频率调节（DVFS）功能。该功能允许您根据所需的MCU内核频率上调或下调电压。例如，如果要以最高频率（96MHz）运行内核时钟，内核电压必须保持在1.1V。然而，如果应用程序可以容许在较低频率下运行（即使只是短时间），也可以降低内核电压。降低内核电压可减少功耗。
- 模拟电源 (VDD\_ANA)：VDD\_ANA电源用于为模拟电源域（包括ADC模块）供电。通常在硬件设计中，VDD\_ANA连接到VDD。如果要提高ADC精度，可以使用独立的电源为VDD\_ANA供电。不过，请确保VDD\_ANA和VDD之间的电压差在MCXA14x/15x数据手册中规定的 $\pm 0.1V$ 范围内。

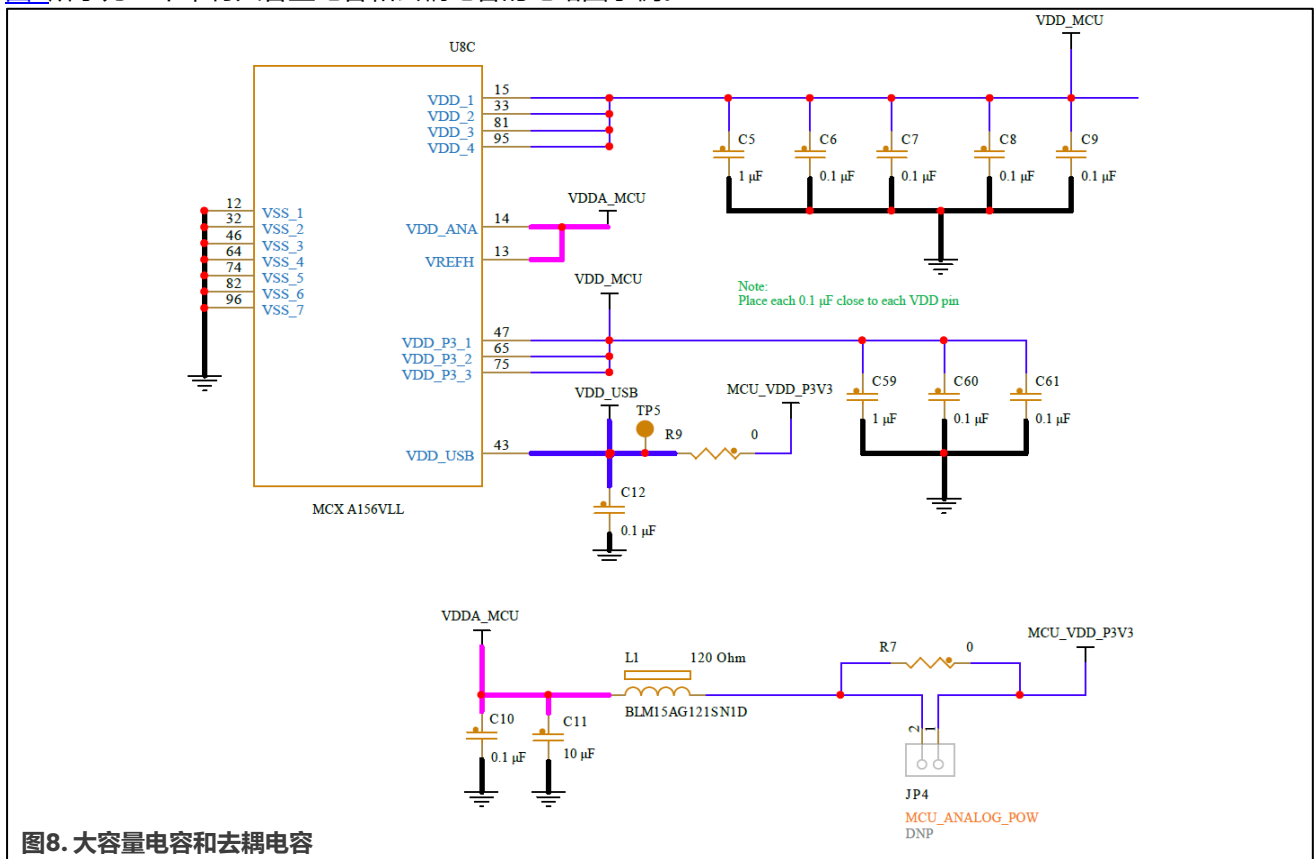
- USB电源 (VDD\_USB)：VDD\_USB电源用于为USB域供电。对于VDD\_USB，电压必须保持在3V至3.6V的范围内。如果USB域未使用，可通过一个10kΩ的电阻将VDD\_USB接地。
- 可选（独立）端口3电源 (VDD\_P3)：在某些MCXA14x/15x器件上，一个独立的电源VDD\_P3可用于为1.2V的I/O端口3供电。VDD\_P3的工作电压范围为1.14V至3.6V。

## 4.1 大容量电容和去耦电容

大容量电容和去耦电容可帮助MCU芯片正常运行：

- 大容量电容用于为MCU引脚提供本地电源。
- 去耦电容，如果接地，则有助于防止噪声进入MCU芯片。

图8所示为一个带有大容量电容和去耦电容的电路图示例。



在硬件设计中使用大容量电容和去耦电容时，请遵循以下建议：

- 使用在所需频率范围内表现为低电抗的去耦电容。
- 对于每个电源引脚，使用一个电容值为0.1μF的去耦电容。
- 对于每个电源域，使用一个电容值在2.2μF至10μF范围内的大容量电容。
- 将去耦电容和大容量电容尽可能靠近其各自对应的MCU引脚放置。

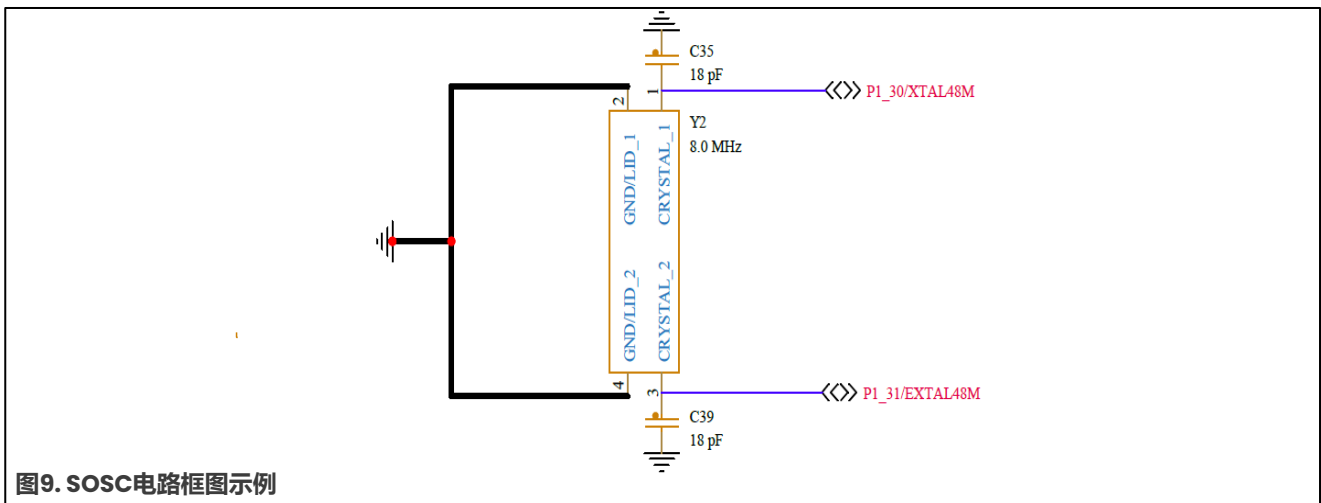
## 4.2 电源注意事项

在设计硬件时，请遵循以下电源注意事项：

- VDD\_ANA电源必须与VDD电源处于同一电压水平，并且这两个电源必须一起上电。
- VDD\_P3电源（端口3的I/O电源）必须与VDD一起或在VDD之后上电。如果要关闭VDD\_P3，请在活动模式下关闭VDD\_P3之前，在SPC EVD\_CFG寄存器中置位以形成隔离。

## 5 时钟

MCXA14x/15x MCU包含一个外部振荡器模块 — 一个带有外部8-50 MHz晶振的系统振荡器（SOSC）。图9所示为一个系统振荡器电路框图示例。



## 6 调试和编程接口

本节包含以下小节：

- [第6.1节 “复位系统”](#)
- [第6.2节 “JTAG/SWD接口”](#)
- [第6.3节 “ISP烧录”](#)

### 6.1 复位系统

复位MCU提供了一种从一组已知初始条件开始处理的方法。当系统复位开始时：

- 片上稳压器完全控制电源
- 系统时钟由内部参考时钟生成

#### 6.1.1 外部复位引脚（RESET\_B）

RESET\_B引脚是一个带有内部上拉电阻的双向开漏引脚。将RESET\_B置位可以从任何模式唤醒MCU。在MCXA14x/15x中，RESET\_B功能在GPIO引脚P1\_29上复用，并且此功能是该引脚的默认功能。

RESET\_B引脚有以下两种工作方式：

- 在活动模式和低功耗模式下，RESET\_B引脚可以被外部置位，以强制芯片进入引脚复位状态。

- 在复位期间，RESET\_B引脚驱动低电平，直到芯片完成硬件初始化。此时，RESET\_B引脚被释放。如果该引脚被外部置位，MCU将一直处于复位状态，直到RESET\_B输入被拉高。

RESET\_B引脚实现了一个数字滤波器，用于滤除引脚上的毛刺。可以通过软件配置该滤波器，以滤除小于核心模式控制器（CMC）时钟1-32个周期的毛刺。如果禁用CMC时钟，在低功耗模式下，该滤波器将被旁路。

## 6.2 JTAG/SWD接口

MCXA14x/15x MCU支持使用低成本、10脚、0.05英寸连接器的JTAG/串行线调试（SWD）调试接口。由于该连接器同时支持JTAG和SWD信号，因此可以将外部调试器配置为JTAG或SWD模式来调试MCXA14x/15x MCU。JTAG/SWD连接器提供指令跟踪宏单元（ITM）和数据观察点与跟踪（DWT）信息。

在SWD模式下，以下两个引脚用于调试：

- 双向SWDIO引脚，用于数据传输
- SWDCLK引脚，用于为数据提供时钟

第三个引脚SWO以较低的系统成本传输跟踪数据。JTAG引脚和SWD引脚是共享的。

[表12](#)所示为MCXA14x/15x调试引脚分配。

表12. MCXA14x/15x调试引脚分配

| 信号名称   |        | 说明                     | MCU端口 | 内部上拉/下拉电阻 |
|--------|--------|------------------------|-------|-----------|
| JTAG模式 | SWD模式  |                        |       |           |
| TCK    | SWDCLK | 将时钟输入到内核               | P0_1  | 下拉        |
| TDI    | -      | JTAG测试数据输入             | P0_3  | 上拉        |
| TDO    | SWO    | JTAG测试数据输出/串行线调试跟踪数据输出 | P0_2  | -         |
| TMS    | SWDIO  | JTAG测试模式选择/串行线调试数据I/O  | P0_0  | 上拉        |
| RESET  | RESET  | 复位MCU                  | PI_29 | 上拉        |
| GND    | GND    | 接地                     | VSS   | -         |

如[表12](#)所示，MCXA14x/15x调试引脚默认具有内部上拉/下拉电阻。为了使调试器连接更加稳健，可以为JTAG/SWD信号添加外部上拉/下拉电阻。恩智浦还建议为关键引脚连接添加静电放电（ESD）二极管。

[图10](#)所示为一个调试接口电路图示例。

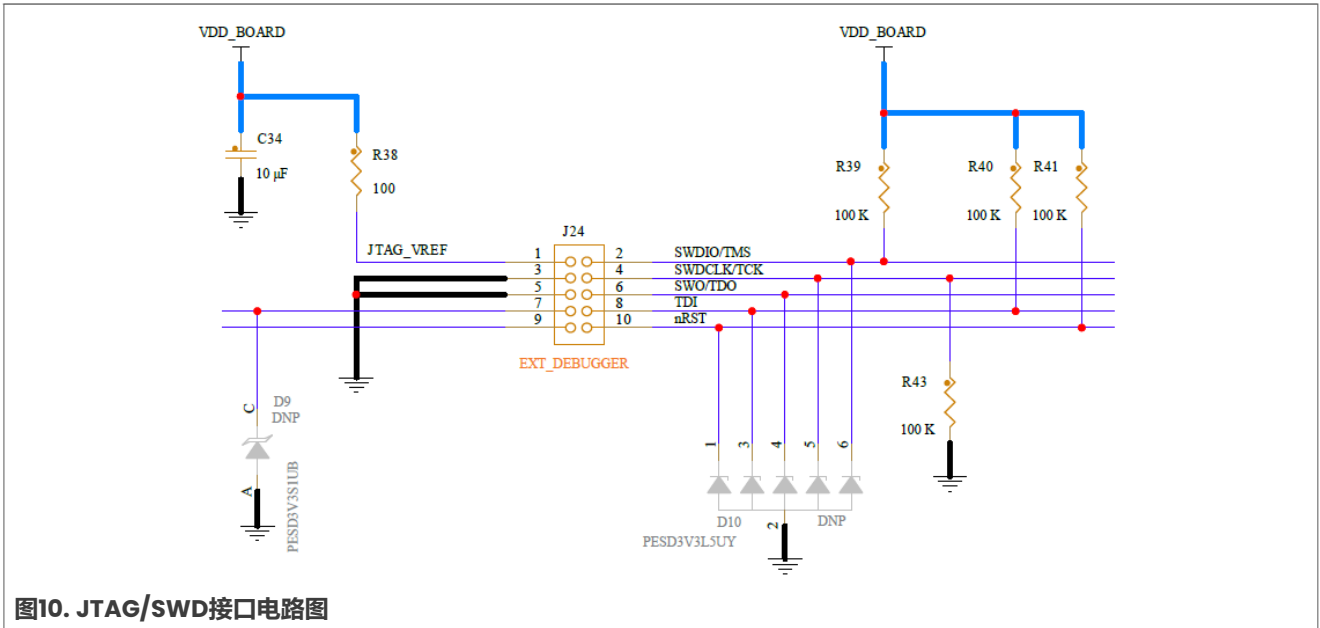


图10. JTAG/SWD接口电路图

MCXA14x/15x还允许使用JTAG和边界扫描来执行无探头的器件连接性测试。有关详细信息，请参阅《如何使用 $\mu$ Trace和Trace32在MCXA系列上执行边界扫描》(AN14209)。

### 6.3 ISP烧录

除外部JTAG/SWD调试器外，还可使用在线编程 (ISP) 对MCXA14x/15x MCU进行编程。在MCU复位期间，MCU ISP引脚 (ISPMODE\_N) 的状态决定了是进入正常启动流程还是进入ISP模式。在ISP模式下，可以通过ISP启动外设对MCU进行编程。

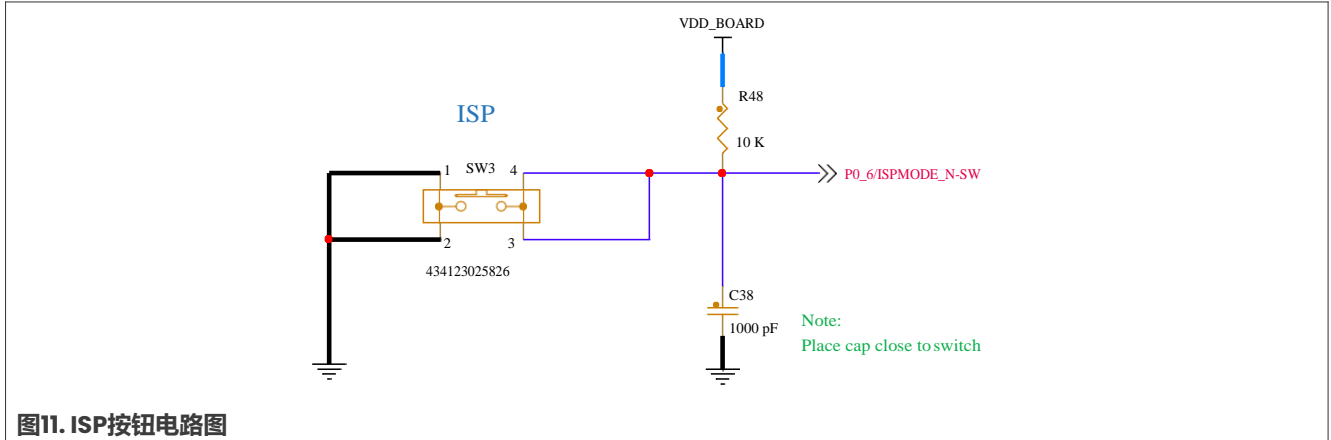
根据器件型号的不同，默认的ISP引脚为P0\_6或P3\_29。有关ISP引脚分配的更多详细信息，请参见表11。

表13所示为默认的ISP启动外设和相应的引脚分配。

表13. MCXA14x/15x ISP启动外设

| ISP启动外设 | 信号名称        | MCU引脚   |
|---------|-------------|---------|
| LPUART0 | LPUART0_RXD | P0_2    |
|         | LPUART0_TXD | P0_3    |
| USB0    | USB0_DM     | USB0_DM |
|         | USB0_DP     | USB0_DP |

图11所示为MCXA156 MCU的一个电路图示例，具有一个用于进入ISP模式的ISP按钮SW3。按下ISP按钮会使MCXA156 MCU的引脚P0\_6 (ISPMODE\_N)置位，从而强制MCU的扩展引导加载程序在ISP模式下运行。



## 7 未使用的引脚

表14为端接MCXA14x/15x MCU未使用的引脚提供了建议。

表14. 终止未使用引脚的建议

| 引脚                              | 默认状态         | 端接未使用引脚的建议方法   |
|---------------------------------|--------------|--|
| 数字/模拟引脚                         | 禁用           | 保持悬空。<br>将引脚的复用模式配置为禁用或模拟 (PCRn[MUX] = 0) 会禁用该引脚的输入缓冲区。这样会降低功耗。  |
| PI_29/RESET_B                   | 带默认内部上拉电阻的输入 | 如果RESET_B引脚未使用, 则可以保持悬空并按以下方式配置: <ul style="list-style-type: none"> <li>通过设置PCR9[MUX] = 0将其配置为GPIO</li> <li>通过设置PCR9[IBE] = 0将其禁用</li> </ul> |
| P3_29/ISPMODE_N, PO_6/ISPMODE_N | 带默认内部上拉电阻的输入 | 保持悬空。<br>将引脚的复用模式配置为禁用或模拟 (PCRn[MUX] = 0) 会禁用该引脚的输入缓冲区。这样会降低功耗。  |
| PI_30/XTAL48M, PI_31/EXTAL48M   | 禁用           | 保持悬空   |
| VDD_USB                         |              | 将未使用的VDD_USB引脚通过一个10kΩ电阻接地。  |
| USB_DP                          |              | 保持悬空   |
| USB_DM                          |              | 保持悬空   |

## 8 EMC建议

要查找MCXA14x/15x系列器件的电磁兼容性 (EMC) 建议, 请参阅《MCXA14x/15x MCU设计的EMC指南》(ANI4395)。

## 9 参考资料

有关MCXA14x/15x系列器件的更多信息, 还可以参考以下文档:

- 《MCXA156, A155, A154, A146, A145, A144数据手册》 (MCXAPI00M96FS6)
- 《MCXA156, A155, A154, A146, A145, A144参考手册》 ([MCXAPI00M96FS6RM](#))
- 《MCXA153, A152, A143, A142数据手册》 ([MCXAP64M96FS3](#))
- 《MCX A153, A152, A143, A142参考手册》 ([MCXAP64M96FS3RM](#))
- 《FRDM-MCXA156开发板用户手册》 ([UM12121](#))
- 《FRDM-MCXA153开发板用户手册》 ([UM12012](#))
- 《MCXA14x/15x MCU设计的EMC指南》 ([ANI4395](#))
- 《MCXNx4x硬件设计指南》 ([UG10092](#))
- 《MCXA14x/15x ADC用法和计算器工具》 (ANI4390)
- 《LPC55(S)xx微控制器的硬件设计指南》 ([ANI3033](#))
- 《如何使用μTrace和Trace32对MCXA系列进行边界扫描》 ([ANI4209](#))
- 《MCX A系列：面向嵌入式创新的多功能MCU白皮书》

**注：**其中一些文档可能仅在签订保密协议 (NDA) 的情况下才能获得。要获取此类文档，请联系当地的恩智浦现场应用工程师 (FAE) 或销售代表。

## 10 缩略语

表15列出了本文档中所用的缩略语。

表15. 缩略语

| 缩略语     | 说明           |
|---------|--------------|
| ADC     | 模数转换器        |
| AOI     | 与/或/反相       |
| BGA     | 球栅阵列         |
| CAN     | 控制器局域网       |
| CMC     | 核心模式控制器      |
| DAC     | 数模转换器        |
| DMA     | 直接存储器存取      |
| DVFS    | 动态电压和频率调节    |
| DWT     | 数据观察点和跟踪     |
| ECC     | 纠错码          |
| EIM     | 错误注入模块       |
| EMC     | 电磁兼容性        |
| ERM     | 错误记录模块       |
| ESD     | 静电放电         |
| FD      | 灵活数据速率       |
| FlexCAN | 灵活数据速率控制器局域网 |
| FlexIO  | 灵活输入/输出      |
| FlexPWM | 灵活脉冲宽度调制器    |
| FMC     | 闪存控制器        |
| FMU     | 闪存模块         |
| FS      | 全速           |



表15. 缩略语 (续)

| 缩略语              | 说明             |
|------------------|----------------|
| GPIO             | 通用输入/输出        |
| HVD              | 高压检测           |
| HVQFN            | 热沉极薄四方扁平无引线封装  |
| I/O              | 输入/输出          |
| I <sup>2</sup> C | 内部集成电路         |
| I3C              | 改进型内部集成电路      |
| ISP              | 在线烧录           |
| ITM              | 指令跟踪宏单元        |
| JTAG             | 联合测试行动组        |
| LCD              | 液晶显示器          |
| LFBGA            | 薄型细间距球栅阵列      |
| LPCAC            | 低功耗高速缓存控制器     |
| LPI2C            | 低功耗内部集成电路      |
| LPSPi            | 低功耗串行外设接口      |
| LPUART           | 低功耗通用异步接收器/发送器 |
| LQFP             | 薄型四方扁平封装       |
| LVD              | 低压检测           |
| MBC              | 内存块检查器         |
| MCU              | 微控制器单元         |
| OpAmp            | 运算放大器          |
| OS               | 操作系统           |
| QDC              | 正交解码器          |
| QFN              | 四方扁平封装, 无引线    |
| QFP              | 四方扁平封装         |
| RAM              | 随机存取存储器        |
| SOSC             | 系统振荡器          |
| SPC              | 系统电源控制         |
| SRAM             | 静态随机存取存储器      |
| SWD              | 串行线调试          |
| SWO              | 串行线调试跟踪数据输出    |
| TCM              | 紧密耦合存储器        |
| TDI              | 测试数据输入         |
| TDO              | 测试数据输出         |
| TMS              | 测试模式选择         |
| UART             | 通用异步接收器/发送器    |
| USB              | 通用串行总线         |

表15. 缩略语 (续)

| 缩略语   | 说明        |
|-------|-----------|
| VFBGA | 极薄细间距球栅阵列 |
| WUU   | 唤醒单元      |

## 11 修订历史

[表16](#)汇总了本文的修订情况。

表16. 修订历史

| 文档ID          | 发布日期       | 说明     |
|---------------|------------|--------|
| UG10151 v.1.0 | 2024年8月22日 | 首次公开发布 |

## Legal information

### Definitions

**Draft** — A draft status on a document indicates that the content is still under internal review and subject to formal approval, which may result in modifications or additions. NXP Semiconductors does not give any representations or warranties as to the accuracy or completeness of information included in a draft version of a document and shall have no liability for the consequences of use of such information.

### Disclaimers

**Limited warranty and liability** — Information in this document is believed to be accurate and reliable. However, NXP Semiconductors does not give any representations or warranties, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of such information and shall have no liability for the consequences of use of such information. NXP Semiconductors takes no responsibility for the content in this document if provided by an information source outside of NXP Semiconductors.

In no event shall NXP Semiconductors be liable for any indirect, incidental, punitive, special or consequential damages (including - without limitation - lost profits, lost savings, business interruption, costs related to the removal or replacement of any products or rework charges) whether or not such damages are based on tort (including negligence), warranty, breach of contract or any other legal theory.

Notwithstanding any damages that customer might incur for any reason whatsoever, NXP Semiconductors' aggregate and cumulative liability towards customer for the products described herein shall be limited in accordance with the Terms and conditions of commercial sale of NXP Semiconductors.

**Right to make changes** — NXP Semiconductors reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

**Suitability for use** — NXP Semiconductors products are not designed, authorized or warranted to be suitable for use in life support, life-critical or safety-critical systems or equipment, nor in applications where failure or malfunction of an NXP Semiconductors product can reasonably be expected to result in personal injury, death or severe property or environmental damage. NXP Semiconductors and its suppliers accept no liability for inclusion and/or use of NXP Semiconductors products in such equipment or applications and therefore such inclusion and/or use is at the customer's own risk.

**Applications** — Applications that are described herein for any of these products are for illustrative purposes only. NXP Semiconductors makes no representation or warranty that such applications will be suitable for the specified use without further testing or modification.

Customers are responsible for the design and operation of their applications and products using NXP Semiconductors products, and NXP Semiconductors accepts no liability for any assistance with applications or customer product design. It is customer's sole responsibility to determine whether the NXP Semiconductors product is suitable and fit for the customer's applications and products planned, as well as for the planned application and use of customer's third party customer(s). Customers should provide appropriate design and operating safeguards to minimize the risks associated with their applications and products.

NXP Semiconductors does not accept any liability related to any default, damage, costs or problem which is based on any weakness or default in the customer's applications or products, or the application or use by customer's third party customer(s). Customer is responsible for doing all necessary testing for the customer's applications and products using NXP Semiconductors products in order to avoid a default of the applications and the products or of the application or use by customer's third party customer(s). NXP does not accept any liability in this respect.

**Terms and conditions of commercial sale** — NXP Semiconductors products are sold subject to the general terms and conditions of commercial sale, as published at <https://www.nxp.com.cn/profile/terms>, unless otherwise agreed in a valid written individual agreement. In case an individual agreement is concluded only the terms and conditions of the respective agreement shall apply. NXP Semiconductors hereby expressly objects to applying the customer's general terms and conditions with regard to the purchase of NXP Semiconductors products by customer.

**Export control** — This document as well as the item(s) described herein may be subject to export control regulations. Export might require a prior authorization from competent authorities.

**Suitability for use in non-automotive qualified products** — Unless this document expressly states that this specific NXP Semiconductors product is automotive qualified, the product is not suitable for automotive use. It is neither qualified nor tested in accordance with automotive testing or application requirements. NXP Semiconductors accepts no liability for inclusion and/or use of non-automotive qualified products in automotive equipment or applications.

In the event that customer uses the product for design-in and use in automotive applications to automotive specifications and standards, customer (a) shall use the product without NXP Semiconductors' warranty of the product for such automotive applications, use and specifications, and (b) whenever customer uses the product for automotive applications beyond NXP Semiconductors' specifications such use shall be solely at customer's own risk, and (c) customer fully indemnifies NXP Semiconductors for any liability, damages or failed product claims resulting from customer design and use of the product for automotive applications beyond NXP Semiconductors' standard warranty and NXP Semiconductors' product specifications.

**HTML publications** — An HTML version, if available, of this document is provided as a courtesy. Definitive information is contained in the applicable document in PDF format. If there is a discrepancy between the HTML document and the PDF document, the PDF document has priority.

**Translations** — A non-English (translated) version of a document, including the legal information in that document, is for reference only. The English version shall prevail in case of any discrepancy between the translated and English versions.

**Security** — Customer understands that all NXP products may be subject to unidentified vulnerabilities or may support established security standards or specifications with known limitations. Customer is responsible for the design and operation of its applications and products throughout their lifecycles to reduce the effect of these vulnerabilities on customer's applications and products. Customer's responsibility also extends to other open and/or proprietary technologies supported by NXP products for use in customer's applications. NXP accepts no liability for any vulnerability. Customer should regularly check security updates from NXP and follow up appropriately. Customer shall select products with security features that best meet rules, regulations, and standards of the intended application and make the ultimate design decisions regarding its products and is solely responsible for compliance with all legal, regulatory, and security related requirements concerning its products, regardless of any information or support that may be provided by NXP.

NXP has a Product Security Incident Response Team (PSIRT) (reachable at [PSIRT@nxp.com](mailto:PSIRT@nxp.com)) that manages the investigation, reporting, and solution release to security vulnerabilities of NXP products.

**NXP B.V.** — NXP B.V. is not an operating company and it does not distribute or sell products.

### Trademarks

Notice: All referenced brands, product names, service names, and trademarks are the property of their respective owners.

**NXP** — wordmark and logo are trademarks of NXP B.V.

AMBA, Arm, Arm7, Arm7TDMI, Arm9, Arm11, Artisan, big.LITTLE, Cordio, CoreLink, CoreSight, Cortex, DesignStart, DynamIQ, Jazelle, Keil, Mali, Mbed, Mbed Enabled, NEON, POP, RealView, SecurCore, Socrates, Thumb, TrustZone, ULINK, ULINK2, ULINK-ME, ULINK-PLUS, ULINKpro,  $\mu$ Vision, Versatile — are trademarks and/or registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries or affiliates) in the US and/or elsewhere. The related technology may be protected by any or all of patents, copyrights, designs and trade secrets. All rights reserved.

Kinetis — is a trademark of NXP B.V.

## 目录

|           |                             |           |
|-----------|-----------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>介绍.....</b>              | <b>2</b>  |
| <b>2</b>  | <b>MCXA14x/15x系列概述.....</b> | <b>2</b>  |
| 2.1       | MCXA14x/15x特性.....          | 3         |
| 2.1.1     | 内核平台.....                   | 3         |
| 2.1.2     | 时钟.....                     | 3         |
| 2.1.3     | 存储器.....                    | 4         |
| 2.1.4     | 通信接口.....                   | 4         |
| 2.1.5     | 模拟模块.....                   | 5         |
| 2.1.6     | 定时器.....                    | 5         |
| 2.1.7     | GPIO.....                   | 5         |
| 2.2       | 封装选项.....                   | 6         |
| 2.2.1     | BGA封装.....                  | 7         |
| 2.2.2     | LQFP封装.....                 | 8         |
| 2.2.3     | HVQFN封装.....                | 8         |
| 2.3       | 引脚兼容性.....                  | 8         |
| <b>3</b>  | <b>最小系统.....</b>            | <b>9</b>  |
| <b>4</b>  | <b>电源.....</b>              | <b>10</b> |
| 4.1       | 大容量电容和去耦电容.....             | 11        |
| 4.2       | 电源注意事项.....                 | 11        |
| <b>5</b>  | <b>时钟.....</b>              | <b>12</b> |
| <b>6</b>  | <b>调试和编程接口.....</b>         | <b>12</b> |
| 6.1       | 复位系统.....                   | 12        |
| 6.1.1     | 外部复位引脚 (RESET_B).....       | 12        |
| 6.2       | JTAG/SWD接口.....             | 13        |
| 6.3       | ISP烧录.....                  | 14        |
| <b>7</b>  | <b>未使用的引脚.....</b>          | <b>15</b> |
| <b>8</b>  | <b>EMC建议.....</b>           | <b>15</b> |
| <b>9</b>  | <b>参考资料.....</b>            | <b>15</b> |
| <b>10</b> | <b>缩略语.....</b>             | <b>16</b> |
| <b>11</b> | <b>修订历史.....</b>            | <b>18</b> |
|           | <b>法律声明.....</b>            | <b>19</b> |

Please be aware that important notices concerning this document and the product(s) described herein, have been included in section 'Legal information'.