

AN12345

i.MX RT1015的功耗及测量

Rev. 1 — 09/2020

Application Note

原文链接：<https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN12345.pdf>

1 概述

本文描述了i.MX RT1015的功耗。它包括以下内容：

- i.MX RT1015 概述
- 运行模式定义和配置
- 低功耗模式定义和配置
- 如何基于MIMXRT1020 EVK板测量功耗
- 不同功率模式下的功耗数据

本应用笔记中的开发环境是IAR Embedded Workbench。硬件环境是MIMXRT1015评估板（Rev B）。

2 芯片概述

2.1 i.MX RT1015概述

i.MX RT1015是基于Arm® Cortex®-M7的芯片，运行速度高达500 MHz，以提供较高的CPU性能与最佳的实时响应。

- 128KB的on-chip RAM，可以灵活配置为TCM或通用on-chip RAM。
- 具有DCDC和LDO的先进电源管理模块可降低外部电源的复杂性并简化电源排序。
- 丰富的存储器接口，包括SPI NOR FLASH和带有XIP的单/双通道四路SPI Flash。
- 用于连接外设的各种接口，例如Bluetooth™，GPS。
- 音频功能包括SPDIF和I2S音频接口。
- 提供丰富的外设模块，例如SPI，I2C，Flex-Timers和ADC等。
- 针对工业HMI、电机控制和家用电器领域。

3 低功耗概述

3.1 电源供应

表1介绍了i.MX RT1015的电源导轨。

目录

1 概述	1
2 芯片概述	1
2.1 i.MX RT1015概述	1
3 低功耗概述	1
3.1 电源供应	1
3.2 运行模式	2
3.3 低功耗模式	4
4 如何测量MIMXRT1015 EVK的功耗	
4.1 EVK板上的电流测量	6
4.2 如何为SNVS域测量准确的值	6
5 功耗结果	9
5.1 运行模式	9
5.2 低功耗模式	10
6 结论	11
7 修订历史	12



表1.外部电源导轨

电源导轨	描述	最小值 (V)	标准值 (V)	最大值 (V)
DCDC_IN	DCDC的输入电源	3	3.3	3.6
SOC_IN	SOC的输入电源	0.925	-	1.3
VDD_HIGH_IN	Analog的输入电源	3	3.3	3.6
VDD_SNVS_IN	SNVS和RTC的输入电源	2.4	3.0	3.6
USB_OTG_VBUS	USB VBUS的输入电源	4.4	5.0	5.5
VDDA_ADC	12-bit ADC的输入电源	3	3.3	3.6
NVCC_GPIO	NVCC_GPIO bank中GPIO的输入输出电源	3	3.3	3.6

3.2 运行模式 (Run Mode)

3.2.1 运行模式 (Run Mode) 定义

表2. 运行模式(Run Mode)定义

运行模式(Run Mode)	定义
超速运行 (Overdrive run)	<ul style="list-style-type: none"> • CPU运行在500 MHz, 过载电压达到1.275 V • 总线频率为125 MHz • 所有外设均已启用并以目标频率运行 • 所有PLL已启动
全速运行 (Full-speed run)	<ul style="list-style-type: none"> • CPU运行在396 MHz, 满载, 电压低至1.15 V • 总线频率为132 MHz • 所有外设均已启用并以目标频率运行 • 所有PLL已启动
低速运行 (Low-speed run)	<ul style="list-style-type: none"> • CPU运行在132 MHz, 电压低至1.15 V • 内部总线频率33 MHz • 除SYSPLL、SYSPLLPFD2和SYSPLLPFD3外, 所有PLL和PFD都被禁用 • 20%外设处于活动状态, 其他外设处于低功耗模式
低功耗运行 (Low-power run)	<ul style="list-style-type: none"> • CPU运行在24 MHz, 电压低至0.95 V

表2. 运行模式定义 (续)

运行模式	定义
	<ul style="list-style-type: none"> 内部总线频率为12 MHz 所有PLL关闭，OSC24M关闭，RCOSC24启用 高速外设断电

3.2.2 运行模式 (Run Mode) 配置

表3. 运行模式(Run Mode)配置

	超速运行 (Overdrive run)	全速运行 (Full-speed run)	低速运行 (Low-speed run)	低功耗运行 (Low-power run)
CCM LPM mode	RUN	RUN	RUN	RUN
CPU Core	500MHz	396MHz	132MHz	24MHz
L1 Cache	ON	ON	ON	ON
FlexRAM	ON	ON	ON	ON
SOC 电压	1.275 V	1.15 V	1.15 V	0.95 V
Analog LDO	ON	ON	ON	处于Weak Mode
24 MHz XTAL OSC	ON	ON	ON	OFF
24 MHz RC OSC	OFF	OFF	OFF	ON
SYS PLL	ON	ON	ON	断电
All other PLLs	ON	ON	ON as needed	ON as needed
Module Clock	ON	ON	按需启动	外围时钟关闭
RTC32K	ON	ON	ON	ON

3.3 低功耗模式

3.3.1 低功耗模式定义

表4. 低功耗模式定义

低功耗模式	定义
系统空闲 (System idle)	<ul style="list-style-type: none"> 没有线程运行时，CPU可以自动进入此模式 所有外围设备均可保持活动状态 CPU仅进入WFI模式，它将保持其状态，因此中断响应可能非常短CPU

<p>低功耗空闲 (Low-power idle)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 与系统空闲模式相比功耗更低，退出时间更长 • 所有PLL关闭，模拟模块运行在低功耗模式 • 所有高速外设都是电源门控，低速外设可以保持低频运行
<p>挂起模式 (Suspend)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 最省电的模式，退出时间最长 • 所有PLL关闭，XTAL关闭，除32K时钟外所有时钟关闭 • 所有高速外设均是电源门控，低速外设均为时钟门控
<p>SNVS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 除SNVS域外，所有SOC数字逻辑、模拟模块均关闭 • 32KHz RTC为活动状态

3.3.2 低功耗模式配置

表5.低功耗模式配置

	系统空闲	低功耗空闲	挂起模式	SNVS
CCM LPM Mode	WAIT	WAIT	STOP	-
Arm core (PDM7)	WFI	WFI	断电	OFF
L1 Cache	ON	ON	断电	OFF
FlexRAM	ON	ON	ON	OFF
SOC 电压	1.15V	0.95V	0.925V	OFF
SYS PLL	ON	断电	断电	OFF
Other PLL	断电	断电	断电	OFF
24MHz XTAL OSC	ON	OFF	OFF	OFF
24MHz RC OSC	OFF	ON	OFF	OFF
LDO2P5	ON	OFF	OFF	OFF
LDO1P1	ON	OFF	OFF	OFF
WEAK2P5	OFF	ON	OFF	OFF
WEAK1P1	OFF	ON	OFF	OFF
Bandgap	ON	OFF	OFF	OFF
Low Power Bandgap	ON	ON	ON	OFF

表格下页继续...

表5. 低功耗模式配置(续)

	系统空闲	低功耗空闲	挂起模式	SNVS
AHB clock	33MHz	12MHz	OFF	OFF
IPG clock	33MHz	12MHz	OFF	OFF
PER clock	33MHz	12MHz	OFF	OFF
Module Clocks	按需启动	按需启动	OFF	OFF
RTC32K	ON	ON	ON	ON

3.3.3 唤醒源

表6. 唤醒源

	系统空闲	低功耗空闲	挂起模式	SNVS
GPIO wake-up	YES	YES	YES	NO
RTC wake-up	YES	YES	YES	YES
USB remote wake-up	YES	YES	YES	NO
Other wake-up sources	YES	YES	YES	NO

注意

无论系统处于系统空闲(System idle)、低功耗空闲(Lower-power idle)还是挂起模式(Suspend)，都应在GPC模块中启用唤醒中断，否则唤醒失败。

4 如何测量MIMXRT1015 EVK的功耗

4.1 EVK的电流测量

在本应用笔记中，测量了DCDC_IN(J37)、VDD_HIGH_IN(J5)和VDD_SNVS_IN(J6)的电流值。

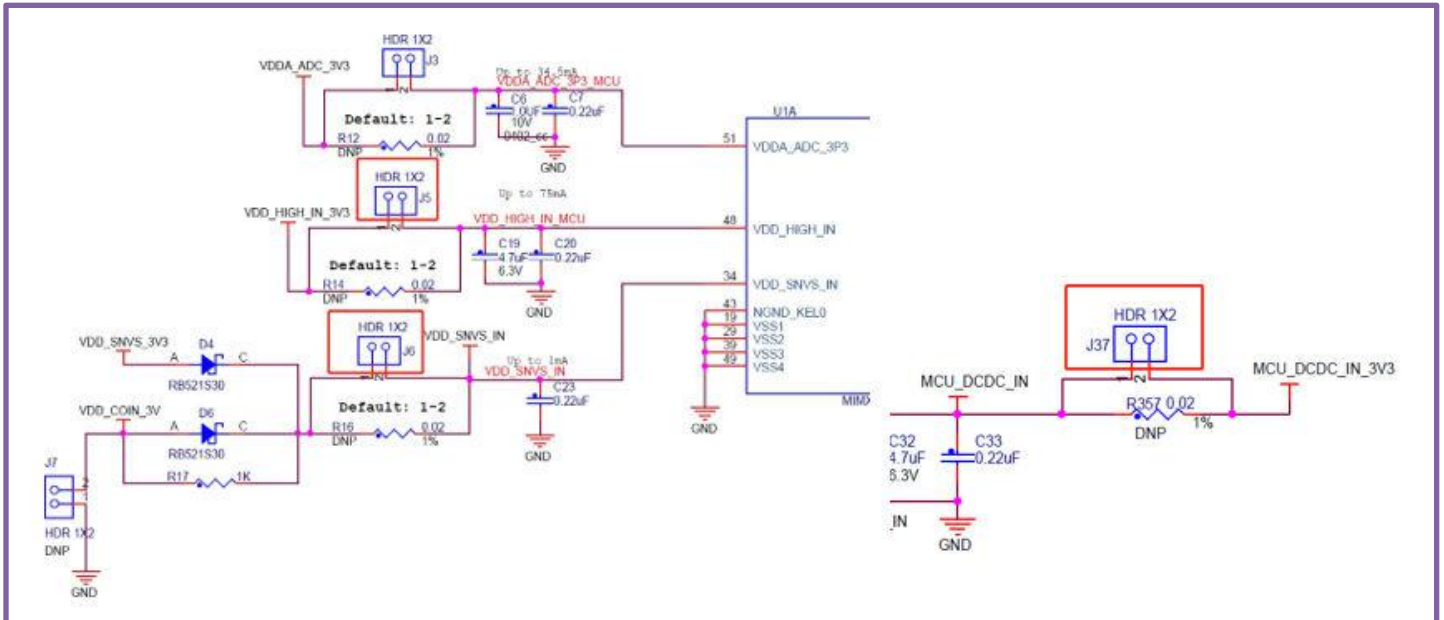


图1. DCDC_IN,VDD_HIGH_IN,和VDD_SNVS_IN的测量点

4.2 如何为SNVS域测量准确的值

为了测量SNVS的准确电流值，请移除电阻R22和R401.这些电路消耗更多电流。

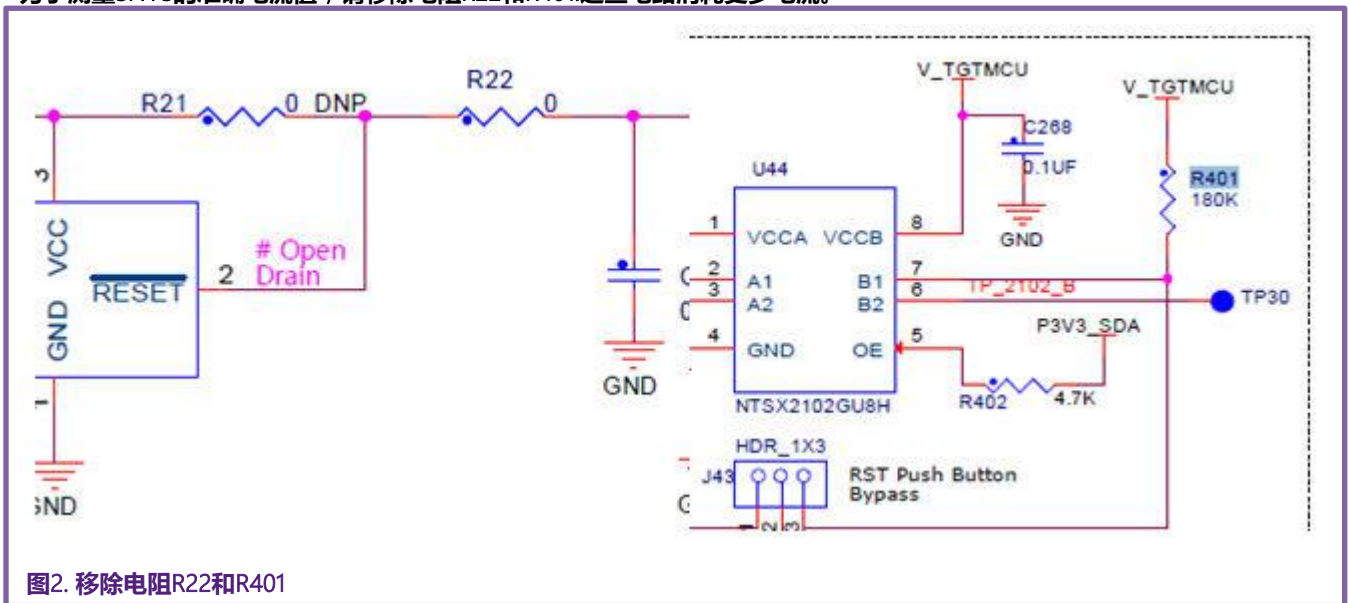


图2. 移除电阻R22和R401

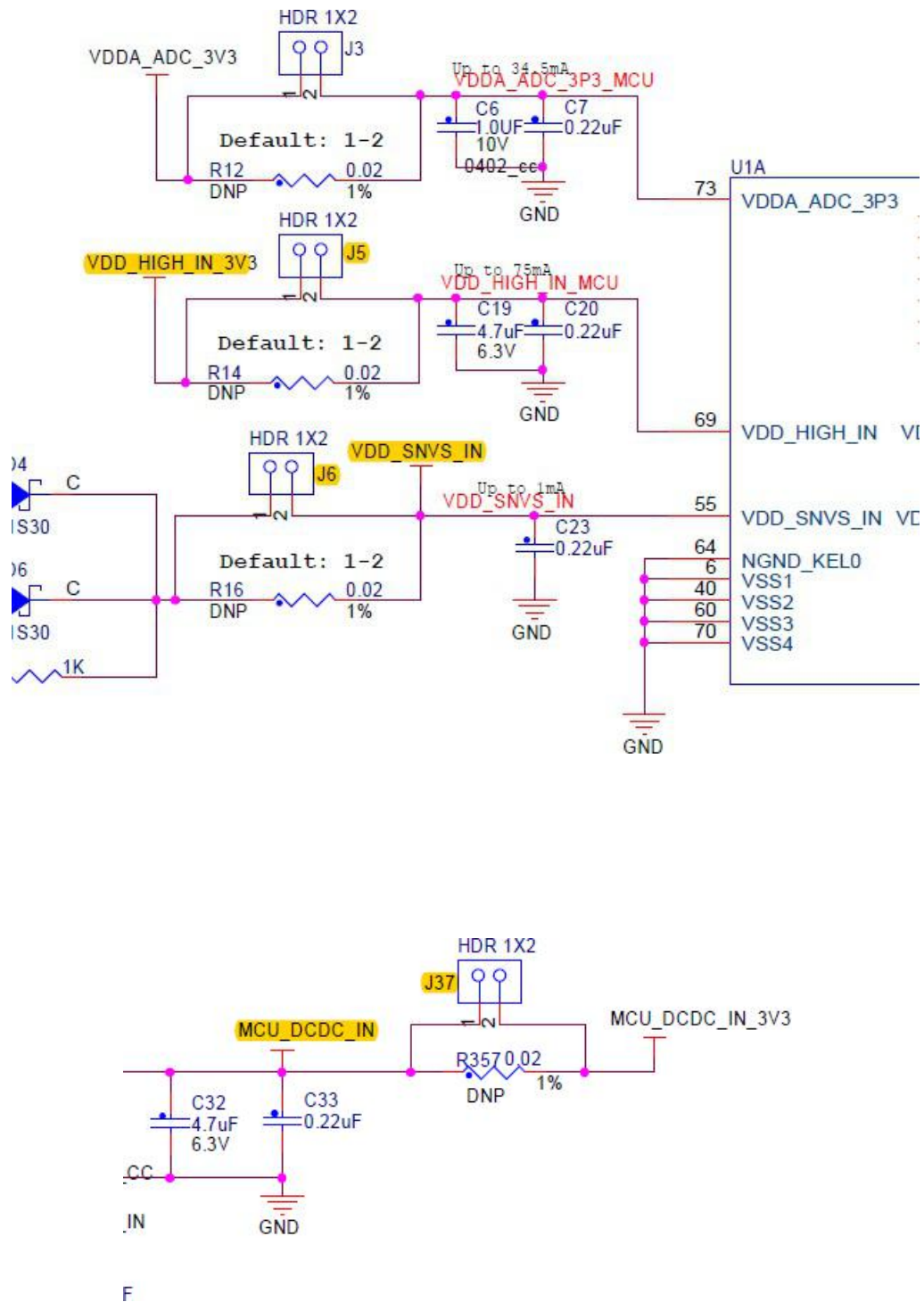


图2. DCDC_IN, VDD_HIGH_IN, VDD_SNVS_IN的测试点

5 功耗结果

5.1 运行模式

表7中的功耗是使用CoreMark基准项目测量的。

表7. 功耗结果

电源 导轨	超速运行 (Overdrive run) (500 MHz)			全速运行 (Full-speed run) (396 MHz)			低速运行 (Low-speed run) (132 MHz)			低功耗运行 (Low-power run) (24 MHz)		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_ IN	3.30	51.9517	171.4405	3.3000	38.011	125.435	3.3000	17.3879	57.3799	3.3000	4.8158	15.8921
VDD_H IGH_IN	3.30	13.2427	43.7007	3.3000	13.1679	43.4540	3.3000	6.5346	21.5641	3.3000	0.2564	0.8460
VDD_S NVS_IN	3.30	0.0430	0.1419	3.3000	0.0443	0.1461	3.3000	0.0302	0.0997	3.3000	0.0432	0.1424

- 1.所有功耗值都是硅在25°C的典型值。
2. 过载-CPU以500MHz运行，所有外围设备均已启用并以目标频率运行。
- 3.全速运行-CPU的运行速度为396MHz，所有外设均已启用并以目标频率运行。
- 4.低俗运行-CPU以132MHz运行，并且有20%的外围设备处于活跃状态。
- 5.低功耗运行-CPU以24MHz运行，并且只有低速外围设备处于活跃状态。（例如UART/I2C）

5.2 低功耗模式

表8中的功耗是通过电源开关项目测得的。示范项目在附件中。

注意

由于在低电流负载的情况下，不连续导通模式（DCM）可以提高DCDC的效率，因此始终建议使用。

表 8. 功耗结果

电源导轨	系统空闲(System idle)			低功耗空闲(Lower-power idle)			挂起模式 ¹			SNVS ²		
	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)	电压 (V)	电流 (mA)	功率 (mW)
DCDC_IN	3.3000	5.7722	19.0483	3.3000	0.9858	3.2530	3.3000	0.1743	0.575	0	0	0
VDD_HIGH_I N	3.3000	5.1737	17.0731	3.3000	0.2404	0.7933	3.3000	0.0191	0.063	0	0	0
VDD_SNVS_I N	3.3000	0.0221	0.0730	3.3000	0.0417	0.1376	3.3000	0.0161	0.053	3.3000	13.76	45.41

1.系统/低功耗空闲-具有系统/低功耗空闲模式的FreeRTOS。

2.SNVS-RTC工作时的SNVS模式。

3.所有功耗值都是硅在25°C的典型值。

注意

为了降低功耗，VDD_SNVS_IN由VDD_HIGH_IN供电，低功耗空闲 (Lower-power idle)，挂起模式 (Suspend) 和SNVS模式除外。

6 结论

本文主要介绍了如何测量基于MIMXRT1015 EVK (Rev B) 的i.MX RT上的功耗。有关设计低功耗应用程序的更多设计细节，您可以参考应用笔记[How to use iMXRT Low Power Feature](#)。

7 修订历史

表13.修订历史

修订号	日期	实质性变化
0	02/2019	首次发行
1	09/2020	更新了 表格8

How To Reach Us

Home Page:

nxp.com

Web Support:

nxp.com/support

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use NXP products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits based on the information in this document. NXP reserves the right to make changes without further notice to any products herein.

NXP makes no warranty, representation, or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does NXP assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in NXP data sheets and/or specifications can and do vary in different applications, and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "typicals," must be validated for each customer application by customer's technical experts. NXP does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. NXP sells products pursuant to standard terms and conditions of sale, which can be found at the following address: nxp.com/SalesTermsandConditions.

While NXP has implemented advanced security features, all products may be subject to unidentified vulnerabilities. Customers are responsible for the design and operation of their applications and products to reduce the effect of these vulnerabilities on customer's applications and products, and NXP accepts no liability for any vulnerability that is discovered. Customers should implement appropriate design and operating safeguards to minimize the risks associated with their applications and products.

NXP, the NXP logo, NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD, COOLFLUX, EMBRACE, GREENCHIP, HITAG, I2C BUS, ICODE, JCOP, LIFE VIBES, MIFARE, MIFARE CLASSIC, MIFARE DESFire, MIFARE PLUS, MIFARE FLEX, MANTIS, MIFARE ULTRALIGHT, MIFARE4MOBILE, MIGLO, NTAG, ROADLINK, SMARTLX, SMARTMX, STARPLUG, TOPFET, TRENCHMOS, UCODE, Freescale, the Freescale logo, Altivec, C-5, CodeTEST, CodeWarrior, ColdFire, ColdFire+, C-Ware, the Energy Efficient Solutions logo, Kinetis, Layerscape, MagniV, mobileGT, PEG, PowerQUICC, Processor Expert, QoriQ, QoriQ Qonverge, Ready Play, SafeAssure, the SafeAssure logo, StarCore, Symphony, VortiQa, Vybrid, Airfast, BeeKit, BeeStack, CoreNet, Flexis, MXC, Platform in a Package, QUICC Engine, SMARTMOS, Tower, TurboLink, UMEMS, EdgeScale, EdgeLock, eIQ, and Immersive3D are trademarks of NXP B.V. All other product or service names are the property of their respective owners. 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, μ Vision, Versatile are trademarks or registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) 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. Oracle and Java are registered trademarks of Oracle and/or its affiliates. The Power Architecture and Power.org word marks and the Power and Power.org logos and related marks are trademarks and service marks licensed by Power.org.

NXP B.V. 2019-2020

All right reserved

For more information, please visit: <http://www.nxp.com>

For sales office address. Please send an email to: saledaddress@nxp.com

