

TI 蓝牙产品 BQB RF-PHY 测试及 SRRC 定频测试的配置方法

Albin Zhang

Wireless Connectivity Solution

摘要

本文的目标是指导客户在做蓝牙 RF-PHY 认证和无线电委员会 SRRC 的认证测试中,如何准备被测件以及通过工具进行配置的方法。

本文以 TI 最新一代 CC2340R5 和 SDK7.40 版本为例进行阐述,同样适用于其他的蓝牙产品和 SDK 的版本。讨论的方法适用于 TI 所有支持蓝牙的产品,包括 CC264x、CC265x、CC135x、CC267x、CC23xx 系列产品。

本文也不会具体阐述代码编译及下载流程,这些在 TI 的 <u>SimpleLink Academy</u>都可以获得帮助。

目录

1	测试前准备	3
1.1	下载必要套件和工具	3
1.2	测试文件	3
1.3	测试工具	3
1.4	硬件环境	4
2	蓝牙 RF-PHY 测试模式	5
2.1	测试规范命令	5
2.2	用 Btool 实现测试	5
2.2.1	└──发射 HCI_LE_Transmitter_Test	3
2.2.2	2 接收 HCI_LE_Receiver_Test	7
2.2.3	3 结束测试 LE_Test_End command8	3
2.3	蓝牙测试仪环回信令测试	3
3	SRRC 定频测试	3
3.1	SRRC 新规及适配条款10)
3.2	用 Btool 实现测试10)
3.2.1	│ 发射 HCIExt_ModemTestTxCmd10)
3.2.2	2 接收 HCIExt_ModemTestRxCmd1 [,]	1
3.2.3	3 测试结束 HCIExt_EndModemTestCmd12	2
3.3	用 SmartRF Studio 实现测试12	2
4	总结 12	
5	参考文档12	2

Figures

图	LP EM CC2340R5 的 UART 配置	3
图:	2 默认 UART 的接口	4
图:	, } 非信令连接示意图	6
图	↓信◇连接示意图	9
124		•

1



Tables

表 1	SIG	测试命令		5
-----	-----	------	--	---





1 测试前准备

Bluetooth SIG RF-PHY 测试及 SRRC 定频测试使用的测试代码是例程 - host_test_app,由上位机工具发送 2-wire HCI 指令给芯片实现特殊模式的配置。

1.1 下载必要套件和工具

- 测试用软件工程、二进制文件和发送 HCI 命令的工具 Btool 安装 SDK (<u>https://www.ti.com/tool/SIMPLELINK-LOWPOWER-SDK</u>)都可获得.请在相关器件产 品目录下载。
- 2. 如果没有安装 IDE 软件 CCS (<u>https://www.ti.com.cn/tool/cn/CCSTUDIO</u>),可以直接用 Uniflash (<u>https://www.ti.com.cn/tool/cn/UNIFLASH</u>)下载二进制文件。

1.2 测试文件

TI 会针对相应产品的开发板的接口和射频配置会预置编译好的 host_test_app.hex 文件。 如果按照默认目录安装 SDK 的话,通常存储在如下目录:

 $C:\ti\simplelink_lowpower_f3_sdk_7_40_00_64\examples\tos\LP_EM_CC2340R5\ble5stack\hexfiles$

TI <u>LP-EM-CC2340R5</u> 开发板的配置如下,也就是说使用了 DIO20 和 DIO22 作为 UART 的 接口。

PinMux Peripheral and Pin Configuration		~
UART Peripheral	Any(UART0)	▼ 1
DMA TX Channel	Any(DMA_CH2)	▼ 0
DMA RX Channel	Any(DMA_CH3)	•
TX Pin	Any(DIO20/4 (XDS110 UART))	Ψ
RX Pin	Any(DIO22/3 (XDS110 UART))	*

Wireless MCU IO block



图 1 LP_EM_CC2340R5 的 UART 配置

如果用户的硬件设计更换了 UART 的映射,则预置的 HEX 文件不可用,需要根据客户化 设计对工程文件重新编译。例程如下:

C:\ti\simplelink_lowpower_f3_sdk_7_20_00_29\examples\rtos\LP_EM_CC2340R5\ble5stack\host_test

1.3 测试工具

TI 推荐的工具为 Btool, 可以在相应 SDK 的安装目录下获得。



C:\ti\simplelink_lowpower_f3_sdk_7_40_00_64\tools\ble5stack\btool

如果用户自行开发或者使用其他的 UART 串口工具,可以复制从 Btool 的 log 中获得 Dump 的字符串下发命令。下面范例为发送一个 SIG 定义的发射测试包。

[6] : <tx> - 11:52:38.383</tx>	
-Type : 0x01 (Command)	
-OpCode : 0x201E (HCI_LE_TransmitterTest)	
-Data Length : 0x03 (3) byte(s)	
TX Channel : 0x00 (0)	
TestData Length: 0x25 (37)	
TestData : 02	
Dump(Tx):	
0000: <mark>01 1E 20 03 00 25 02</mark>	·· ·· ⁹ ·

1.4 硬件环境

相对于 SmartRF studio 使用 JTAG 不同,本文讨论的测试都是基于 UART 的 HCI 命令格 式。所以,客户在设计电路板时,一定要预留 UART 接口的测试点。

TI 最新的仿真器 <u>LP-XDS110ET</u>除了 JTAG 之外,还附带一个 UART-USB 的转接器,可 以利用这个仿真器做 UART-USB 转接至上位机电脑或者蓝牙测试仪器端。这个仿真器还有电 平转换电路,如果被测件接口电平和默认不同,也可根据跳线帽进行选择。



图 2 默认 UART 的接口



2 蓝牙 RF-PHY 测试模式

一款产品在上市的时候如果声称支持蓝牙,那么需要通过蓝牙的认证测试。射频性能是和产品硬件相关,所以 RF-PHY 是需要在测试实验室进行完整测试的。

2.1 测试规范命令

蓝牙的核心规范和测试规范在 SIG 的网站可以下载。

Specifications | Bluetooth® Technology Website

下面范例以 BT5.4 为例进行说明,下图为 DTM 模式中的 RF 测试的 HCl/2-wire UART 的 命令和返回事件。具体的参数定义可以在规范中查阅。本文不做详细描述。

RF Test command / event	HCI command / event	2-wire UART command / event
LE_Transmitter_Test com- mand	HCI_LE_Transmitter_Test com- mand	LE_Transmitter_Test command
LE_Receiver_Test command	HCI_LE_Receiver_Test com- mand	LE_Receiver_Test command
LE_Test_End command	HCI_LE_Test_End command	LE_Test_End com- mand
LE_Status event	HCI_Command_Complete event	LE_Test_Status event
LE_Packet_Report event	HCI_Command_Complete event	LE_Packet_Report event

表1 SIG 测试命令

2.2 用 Btool 实现测试

该方法可用于不支持信令模式的仪器和实验室分析问题用。

连接示意图如下图所示:

ZHCADW2A





图 3 非信令连接示意图

DTM 模式的测试采用的的蓝牙规范定义的 HCI 的命令组,如下图:

options them	About	
Select Device Operation	🕹 сомэ	1
Discover Connect Read Wate Pairing Bonding Advanced Commands Over The Ar Download COM9 COM9 Com9 Device Info:		 Data Length : 0x09 (9) bytes (s) Event : 0x067F (1663) (GAP_HOI_ExtentionCommandStatus) Status : 0x00 (0) (SUCCESS) OpCode : 0xFE(1 (GapInit_getPhyParam) DataLength : 0x03 (3) (INIT_PHYPARAM_CONN_INT_MAX) MaxConnectInter: 0x0050 (80) Dump(RX): 0000:04 FF 09 7F 06 00 61 FE 03 03 50 00aP.
Handle: 0xFFFE BDAddr: A4:34:F1:AE:D9:DC ProfileRole: Central	- FG, ReadLocalSupportedFeatures - HC, ReadBdAddr - HCI_MadRSSI - HCI_IP ReadLocalSupportedFeatures	-Type : 0x04 (EVent) -EventCode : 0x00FF (HCI_LE_ExtEvent) -Data Length : 0x09 (3) bytes(s) Event : 0x00F7 (1663) (GAP_HOI_ExtentionCommandStatus) Status : 0x00 (0) (SUCCESS) OpCode : 0xFE(1 (GapInit_getPhyParam) DataLength : 0x03 (3) Paramid : 0x04 (4) (INIT_PHYPARAM_CONN_LATENCY) ConnectLatency : 0x0000 (0) Dump(RX): 0000:04 FF 09 7F 06 00 61 FE 03 04 00 00a
		[14] : <rx> - 05:37:55.386 -Type : 0x04 (Event) -EventCode : 0x00FF (HCI_LE_ExtEvent)</rx>
		-Data Length : 0x09 (9) bytes(s) Event : 0x067F (1663) (GAP_HCI_ExtentionCommandStatus) Status : 0x00 (0) (SUCCESS) OpCode : 0xFEf1 (GapInit_getPhyParam) DataLength : 0x03 (3) ParamId : 0x05 (5) (INIT_PHYPARAM_SUP_TIMEOUT) SuperTimeout : 0x07D0 (2000)

2.2.1 发射 HCI_LE_Transmitter_Test

在 BT5 之后, SIG 发布了更多的物理层,包括 1M、2M 和 Coded PHY,与之配套的 opCode 为 0x2034 的命令如下图所示,使用 <u>HCI_LE_EnhancedTransmitter_Test</u>命令。

关于具体的参数需要和仪器端需要测试项目的要求匹配,详情参阅测试规范 <u>RF-PHY</u> <u>Test Suite</u>。

Application - v1.44.02 (BLE5)				
				-	
bout					
💠 СОМ9					
HCI_LE_Remc HCI_LE_Sen HCI_LE_Sen HCI_LE_Sen HCI_LE_Read HCI_LE_Read HCI_LE_Read HCI_LE_Fin HCI_LE_Fin HCI_LE_Fin HCI_LE_Read HCI_LE_REAd	steConnectionParameterRequestNegativeRept ataLength esolvablePitvateAddressTimeout MaxDataLength Phy efaultPhy 70 ncedReceiverTest ncedTransmitterTest TXPower RiPathCompCmd RiPathCompCmd RiPathCompCmd Vac2034 0 37 Dtm_PRBS9 Phy_1_Mbps - Indicates the TX PHY type to use.		Length : 0x04 (4) bytes(s) ts : 0x004 (4) bytes(s) ts : 0x0034 (HOI_LE_Enh s : 0x000 (0) (SUCCESS) xb): 24 0E 04 01 34 20 00 : <tx> - 03:25:55.553 i cxx> - 03:25:55.553 i cxx> - 03:25:55.605 : <tx> - 03:25:55.605 : <ax> - 03:25:55.605 : <ax> - 03:25:55.605 : cxx> - 03:25:14.056 : 0x000 (0) (SUCCESS) Fackets : 0x000 (0) Rx): : <tx> - 03:26:14.056 : 0x10(Command) de : 0x2034 (HOI_LE_Enh Length : 0x04 (4) byte(s) annel : 0x05 (4) byte(s) annel : 0x05 (37) krPattern : 0x00 (0) (Dtm_PRBS (Type : 0x01 (1) (Phy 1 Hb Tx): 01 34 20 04 00 25 00 01</tx></ax></ax></tx></tx>	<pre>sancedTransmitterTest)4 stEnd) stEnd) stEnd) sternd) sancedTransmitterTest)</pre>	
ConHnd Handle	Uuid Uuid Description	Value	Value Description	Properties	
	ConHind Handle C	COM9 HCI_LE_RemoteConnectionParameterRequestNegativeRepl HCI_LE_SetPataLength HCI_LE_SetPataLength HCI_LE_ReadPhy HCI_LE_ReadPhy HCI_LE_ReadPhy HCI_LE_SetPhy HCI_LE_FhancedTransmitterTest HCI_LE_ReadPhytentCompCnd HCI_LE_ReadPhytentCompCnd HCI_LE_SetPhytocyMode B Msc opCode oc2034 txChannel o testDataLength 37 dtmRktPattem Dtm_PRBS9 txPhy TX PHY Type (1 Byte) - Indicates the TX PHY type to use. Send Command ConHnd Handle Uuid Uuid Description	COMS HCLLE_RemoteConnectionParameterRequestNegativeReply HCLLE_SetDataLength HCLLE_SetRelowablePrivateAddressTimeout HCLLE_ReadPhy HCLLE_SetRelowablePrivateAddressTimeout HCLLE_ReadPhy HCLLE_SetRelowablePrivateAddressTimeout HCLLE_ReadPhy HCLLE_SetRelowablePrivateAddressTimeout HCLLE_BreadPhy HCLLE_ErhancedTransmitterTeet HCLLE_ReadTrAncompCmd HCLLE_ReadTrAncompCmd HCLLE_ReadTrAncompCmd HCLLE_SetPhyacyMode 0	▶ COM9 HCLLE_RemoteConnectionParameterRequestNegativeReply - Data Length : 0x04 (4) bytes(s) HCLLE_SetResolWoldePrivateAddressTimeout - Data Length : 0x004 (10) (3UCCESS) HCLLE_ReadMaxDataLength - Data Length : 0x00 (0) (SUCCESS) HCLLE_ReadPhy - HCLLE_SetDeFaultPhy HCLLE_SetDeFaultPhy - HCLLE_SetDeFaultPhy HCLLE_SetDeFaultPhy - HCLLE_ConserverTest HCLLE_ReadFixPower - 0x00 (0) byte(s) Dump (Tx): 0 0000 (0) byte(s) 0pCode 0x2014 (EVENT) HCLLE_ReadFixPower - 0x125:55.609 HCLLE_ReadFixPompCnd - Type : 0x00 (0) byte(s) HCLLE_ReadFixPompCnd - Data Length : 0x000 (0) (SUCCESS) McCannel 0 0pCode 0x2014 (EVENT) tetDataLength 37 dmRkPatem Dm. PRBS9 tvPiny Phy_1_Mbps Wum0FBackets : 0x000 (0) SUCCESS) (37) 0000:04 02 06 01 LF 20 00 00 00 140) Fackets : 0x000 (0) TXPHY Type (1 Byte) - Indicates the TX PHY type to use. Send Command ConHnd Hande Uuid Uuid Description Value Value Description	• COM9 • HCLLE_RemoteConnectionParameterRequestNegativeReply • HCLLE_SetDetail.ength • HCLLE_SetResolvablePrivateAddressTimeout • HCLLE_ResolvablePrivateAddressTimeout • HCLLE_SetResolvablePrivateAddressTimeout • HCLLE_ResolvablePrivateAddressTimeout • HCLLE_ResolvablePrivateAddressTimeout • HCLE_ResolvablePrivateAddressTimeout • HCLE_ResolvablePrivateAddressTimeout • HCLE_ResolvablePrivateAddressTimeout • HCleE_ResolvablePriv

2.2.2 接收 HCI_LE_Receiver_Test

接收命令如下图所示, opCode为 0x2033, 通常在手动测试灵敏度的时候使用。



7



2.2.3 结束测试 LE_Test_End command

在切换发射、接收参数命令之前,需要执行 opCode 为 0x201F 的 Test End 指令。在接 收测试时,该指令的返回值还包括接收到的包的个数 - LE_Packet_Report,该返回值结果用 于接收 PER 的计算。



2.3 蓝牙测试仪环回信令测试

环回信令测试也是在做 BQB 和 OTA 天线测试最常用的测试方法。所有的测试指令同上 述连个章节描述的,区别就是 HCI 命令由仪器发出,请确保仪器端 COM 口配置和被测件匹 配。





Port:	COMX- XDS110 (Class Application/User	UART	~
Baud:	115200	\sim		
Flow:	None	~		
Parity:	None	\sim		
Stop Bits:	One	\sim		
Data Bits:	8	\sim		

图 4 信令连接示意图

注: 图四只是范例,实际使用中,CMW 需要安装 XDS110 的 driver,一般比较难实现。 客户需要使用一个验证仪器端可以支持的 USB-UART 的转接器。

3 SRRC 定频测试

本文重点讨论中国无线电委员会的测试件的配置,同样也可适用于其他的认证,如 CE, FCC等。读者可以根据测试实验室的具体测试要求,根据下述方法进行配置。比较典型的需求如在高中低频段定频发射调制信号及非调试信号、接收。

这项测试中,用到是 extended HCI command 下面的命令组,这些都是 OGF 为 0x3F 的 厂家自定义命令。

Device Options View A	bout	
Device Options View A Select Device Operation Discover Connect Read Write Paring Bonding Advanced Commands Over The Air Download Avanced Commands Over The Air Download 20M9 Post Info Device Info: Handle: 0xFFFE BDAddr: AV3:E1:AE:D9:DC OrofileRole: I Central Option Discover Central	bout COM9 HCIExt_Sat RowerCmd HCIExt_Sat RowerCmd HCIExt_Sat RowerCmd HCIExt_CateNa PrefxrCmd HCIExt_CateNa NasgeCmd HCIExt_DecryptCmd HCIExt_DecryptCmd HCIExt_SetFastTxRespTmeCmd HCIExt_SetFastTxRespTmeCmd HCIExt_ModemHopTestTxCmd	-Data Length : 0x05 (9) bytes(s) Event : 0x067F (1663) (GAP_HCI_ExtentionCommandStatus) Status : 0x00 (0) (SUCCESS) OpCode : 0xFE61 (GapInit_getPhyParam) DataLength : 0x03 (3) (INIT_PHYPARAH_CONN_INT_MAX) MaxConnectInter: 0x0050 (80) Dump(Ex): 0000:04 FF 09 7F 06 00 61 FE 03 03 50 00aP. (13]: (Rx> - 05:37:55.339 -Type : 0x04 (Event) -Data Length : 0x05 (5) bytes(s) Vent : 0x00FF (HCI_LE_ExtEvent) -Data Length : 0x05 (5) bytes(s) Status : 0x00 (0) (SUCCESS) OpCode : 0xFE61 (GapInit_getPhyParam) DataLength : 0x03 (3)
	Send Command	ConnectLatency : 0x0000 (0) Dump(Rx): 0000:04 FF 09 7F 06 00 61 FE 03 04 00 00 (14) : <rx> - 05:37:55.336 -Type : 0x04 (Event) -EventCode : 0x009 (FHCL LE ExtEvent) -Data Length : 0x09 (5) bytes(s) Event : 0x067F (16623) (GAP_HCI_ExtentionCommandStatus) Status : 0x00 (0) (SUCESS) OpCode : 0xFE61 (GapInit_getDhyParam) DataLength : 0x03 (3) ParamId : 0x05 (5) (INIT_PHYPARAM_SUP_TIMEOUT) SuperTimeout : 0x07D0 (2000) Dump(Rx):</rx>



3.1 SRRC 新规及适配条款

在<u>工信部无线电管理局</u> SRRC 的最新规范<u>《2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 频段</u> <u>无线电发射设备干扰规避技术要求》</u>中增加了对于 2.4GHz 蓝牙设备的退让机制的需求, 这一项需要蓝牙设备支持 AFH (Adaptive Frequency Hopping) 自适应跳频的支持。 SDK8.30 之前的版本还不支持 AFH。那么,用户可以选择符合第四类设备:基于其他机制 的干扰缓解技术要求。这一项是需要满足"等效占用率"应不大于 10%。

$$EU = \left(\frac{P_{eir,p}(mW)}{P_{imit}(mW)}\right) \times DC$$

式中, EU 为等效占用率, DC 为设备占空比, 其中 Plimit 为对应附件 1 中 2400MHz 或 5800MHz 等效全向辐射功率限 值要求。

Plimit在天线方向增益小于 10dBi 下为 100mW.

对于 10dBm (10mW) e.i.r.p 以下的设备来说 (CC2340 系列为 8dBm, CC2642 系列为 5dBm),假设天线最大方向增益为 0dBi,即使占空比为 100%,EU 也是小于 10%的。

在最新的 SDK 版本中(如 SDK9.x 之后),就可以声称基于"监测与避让"机制的设备, 无需关注占空比了。

3.2 用 Btool 实现测试

3.2.1 发射 HCIExt_ModemTestTxCmd

发射测试中使用 HCIExt_ModemTestTxCmd,其中

cwMode: HCI_EXT_TX_MODULATED_CARRIER 为调制定频信号。

HCI_EXT_TX_UNMODULATED_CARRIER 为非调制定频信号,这个也可以用来测试高频晶振的频偏。

txRfChannel: 这个参数来配置测试信号的信道。

	Texas
Y	Instruments

ZHCADW2A

Device Options View A	bout	
Select Device Operation	N COM11	
Discover Connect Read Write Pairing Bonding Advanced Commands Over The Air Downloa Over The Air Downloa Over The Air Downloa Device Info: Handle: UKFFFE BDAddr: A4:34:F1:AE:D2:A3 Profile Role: Central	- HCI Extended - HCI Ext_SetTxRoainCmd - HCIExt_SetTxRowerCmd - HCIExt_SetTxRowerCmd - HCIExt_OnePktPerEvtCmd - HCIExt_OnePktPerEvtCmd - HCIExt_DecarybuldsageCmd - HCIExt_SetTxRowerCmd - HCIExt_OnePktPerEvtCmd - HCIExt_DecarybuldsageCmd - HCIExt_SettaTxRowerCmd - HCIExt_SettaTxRowerCmd - HCIExt_ModemTestTxCmd - HCIExt_ModemTestTxCmd - HCIExt_ModemTestTxCmd - HCIExt_ModemTestXndd - HCIExt_SetSatTxRowd - HCIExt_SetSatTxRowd - HCIExt_SetSatCACmd opCode 0xFC08 cwMode HCI_EXT_TX_MODULATED_CARRIER txRfChannel 0	FaramId : 0x04 (4) (INIT_PHYPARAM_CONN_LATENCY) ConnectLatency: 0x0000 (0) Dump(Rx): 0000:04 FF 09 7F 06 00 61 FE 03 04 00 00 [14]: <rx> - 04:16:23.444 -Type : 0x00FF (HCI_LE_ExtEvent) -EventCode : 0x06FF (HC3) (GAP_HOI_ExtentionCommandStatus) Status : 0x06FF (IGS) (GAP_HOI_ExtentionCommandStatus) OpCode : 0x06FF (IGS) (GAP_HOI_ExtentionCommandStatus) DataLength : 0x03 (3) ParamId : 0x03 (3) ParamId : 0x05 (5) (INIT_PHYPARAM_SUP_TIMEOUT) SuperTimeout : 0x07D0 (2000) Dump(Rx): : 0x01(Command) -0pCode : 0x01CC (BETEX_ModemTestTxCmd) -0pCode : 0x02 (2) byte(s) (W Hode : 0x00 (0) (HCI_EXT_TX_HODULATED_CARRIER) Tx RF Channel : 0x00 (0) Dump(Tx): : 0x00 (0) 0000:01 08 FC 02 00 00 </rx>
	cwMode CW Mode (1 Byte) - Set modern test CW modulation.	-Data Length : 0x05 (5) bytes(s) Event : 0x0408 (1032) (HCTExt_ModemTestTxCmdDone) Status : 0x00 (0) (SUCCESS) Cmd0pCode : 0xFC08 (HCTExt_ModemTestTxCmd) Dumn (Rs) :
	Send Command	0000:04 FF 05 08 04 00 08 FC

3.2.2 接收 HCIExt_ModemTestRxCmd



HCIExt ModemTestRxCmd 可以配置芯片进入接收模式。txRfChannel 参数来配置测



3.2.3 测试结束 HCIExt_EndModemTestCmd

测试结束命令为 <u>HCIExt_EndModemTestCmd</u>,这条命令使用在切换发射及接收命令 参数的时候使用。



3.3 用 SmartRF Studio 实现测试

除了使用代码的 DTM/PTM 模式之外,TI 还提供了 SmartRF Studio 工具用于实验室的发 射和接收的调试工具,这套工具也可以用于无线电管理中的射频测试。SmartRF Studio 可以 直接控制芯片的物理层而无需下载软件。但是,这个工具需要仿真器来支持,所以,在测试 当中需要和电脑连接,连接 USB 数据线有可能会变成杂散信号的干扰源。TI 比较推荐用 DTM/PTM 模式来进行无线电认证。

关于 SmartRF studio 和使用手册请参考 https://www.ti.com/tool/SMARTRFTM-STUDIO

4 总结

本文简明扼要的对测试过程和方法做了介绍,方便读者尽量减少学习射频和软件达到完成认证测试的目标。如果需要了解详细信息,可以参阅 <u>5 参考文档</u>中的相关文档。

5 参考文档

12

- 1. https://www.ti.com/tool/SMARTRFTM-STUDIO
- 2. Configuring Bluetooth LE devices for Direct Test Mode
- 3. How to Do RF Radio Test With Your Bluetooth Product (Rev. A)
- 4. How to Certify Your Bluetooth Product (Rev. K)



5. https://www.ti.com/tool/LP-XDS110ET

6. <u>《2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 频段无线电发射设备干扰规避技术要求》</u>

重要通知和免责声明

TI"按原样"提供技术和可靠性数据(包括数据表)、设计资源(包括参考设计)、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源, 不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保,包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担 保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任:(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品,(2) 设计、验 证并测试您的应用,(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更,恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。 严禁以其他方式对这些资源进行 复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索 赔、损害、成本、损失和债务,TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款或 ti.com 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址:Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265 版权所有 © 2025,德州仪器 (TI) 公司