

T1000 系列 嵌入式射频发射机 产品手册

6GHz



海得逦捷
HAROGIC

T1000 系列 嵌入式射频发射机 产品概要

产品概览

T1060 将高性能单通道射频发射机和树莓派主机集成在一起，构成超紧凑的嵌入式射频发射机产品，作为高算力边缘设备，可独立处理复杂任务，适合分布式现场部署。

先进射频性能

T1060 提供了同级别领先的射频性能，包括输出功率范围、谐波、相位噪声、杂散等。基带子系统采用 16 bit 高性能 DAC，确保优质基带信号的输出。内置高速存储器，支持最高 100 MHz FPGA 板载内存回放与 50 MHz 嵌入式主机存储回放。内置基于 FPGA 的高倍数插值器，支持采样率的精细调节，提供了极为灵活的采样率设置，极大减轻主机计算负担。在提供这些性能与功能优势的同时，保持了超乎想象的经济性。

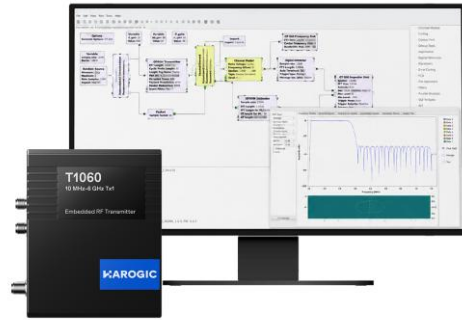
小型化设计与易于部署

出色的小型化设计，可轻松集成于各类系统中，主机采用树莓派 5（4 核 2.4 GHz，4 GB 内存和 32 GB 闪存）可实现独立运行，在保证射频性能的同时，显著降低了部署复杂度，特别适用于空间、成本受限的应用场景。



强大的 API 与完善的生态支持

T1060 采用统一的 API 接口。支持 C/C++、C#、Python、MATLAB、Qt、LabVIEW 和 GNU Radio 等开发环境。同时支持 Windows 与 Linux 系统。



关键特性

- 单通道嵌入式射频发射机，集成树莓派 5
- 频率范围：10 MHz – 6 GHz
- 最大实时带宽：100 MHz
- 最大 IQ 采样率：125 MS/s
- DAC 分辨率：16 位
- 最大输出功率：7 dBm 至 14 dBm，选配 25 dBm
- 最小输出功率：全频段 ≤ -100 dBm
- 谐波： ≤ -50 dBc (0dBm 输出，典型值)
- 1 GHz 相位噪声： -124 dBc/Hz@10 kHz
- 内置 GNSS，支持授时、定位及频率校准
- 远程数据接口：千兆以太网接口 (1 GbE)
- 提供丰富的 API 接口与范例程序
- 支持 GPIO，外部参考输入，PPS 触发
- 支持 Windows，Linux 操作系统

应用场景

■ 远程无人值守信号源

本地主机存储波形，通过网络下发任务和远程控制，是应用远程实验室、天线场和外场测试点。

■ 便携式信号波形回放生成

提供自定义波形文件或者已录制信号波形文件的回放。可通过网络控制或者作为轻量载荷放置于无人机等平台上。

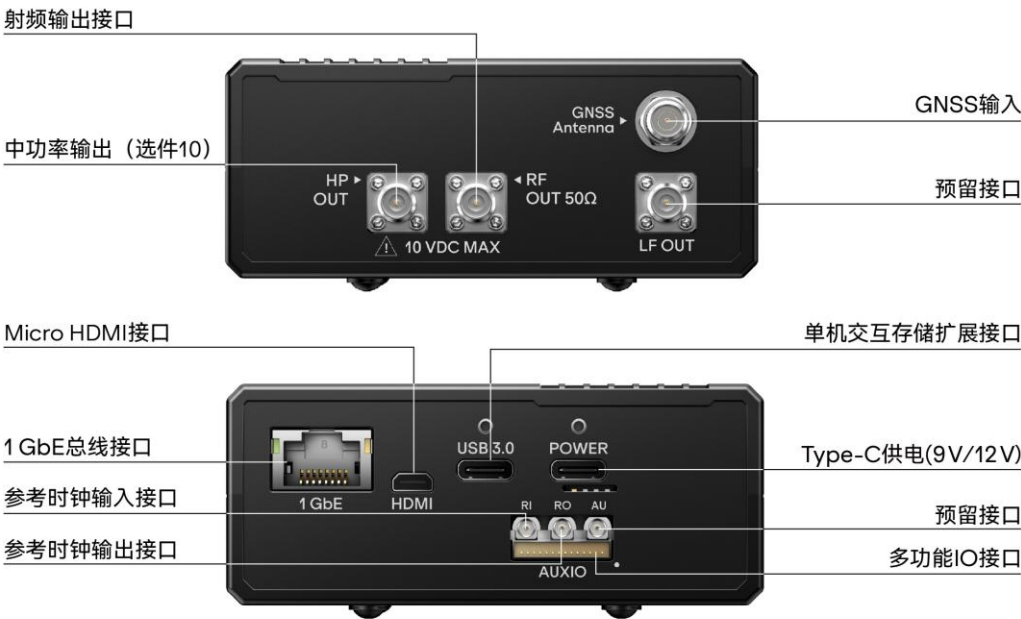
■ 教学与无线电爱好者

提供配套软件开发包 (SDK)，该 SDK 基于统一 API 接口设计，并兼容 GNU Radio 等主流开源工具，有助于教学与开发人员快速完成首次信号发射及自定义波形验证。

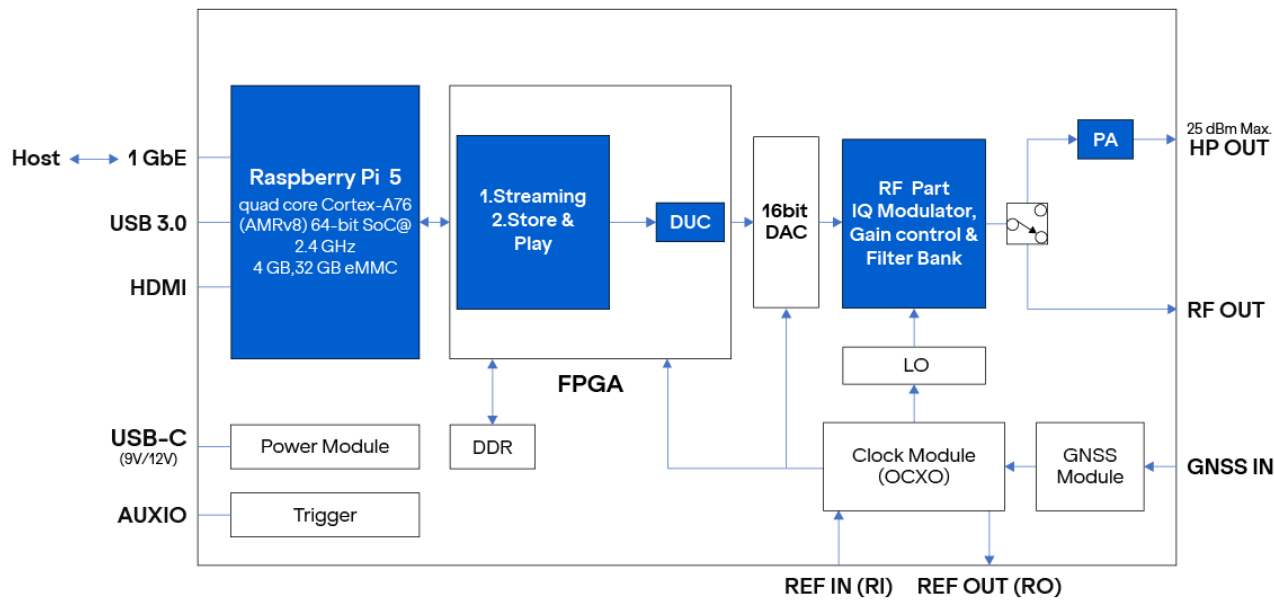
■ 分布式同步激励节点

独立式主机且带 GNSS 同步功能，可基于以太网口构建分布式的多站点测试、接收系统时间校准、分布式实验等。

T1060 接口说明



系统框图



技术指标*

频率和时钟

通道数	1	
频率范围	10 MHz-6 GHz	
频率步进	输出频率 < 500 MHz	1 Hz
	输出频率 ≤ 6 GHz	0.1 Hz
LO 切换时间	≤ 100 us 预编程；≤ 50 ms 软件控制	
参考时钟	内部或外部，支持人工修正或通过内置 GNSS 进行校准	
频率精度	≤ 0.5 ppm，支持手动修正	≤ 0.05 ppm，由 GNSS 进行频率修正后
老化和温漂	≤ 1 ppm/年，≤ 1 ppm	
内置 GNSS 1PPS 精度	≤ 100 ns / ≤ 20 ns (选件 05)，晴空条件	

频谱纯度

单边带相位噪声(dBc/Hz)

载波频率	1 GHz	3 GHz	6 GHz
1 kHz	-115	-105	-98
10 kHz	-124	-114	-108
100 kHz	-125	-116	-110

1 MHz	-138	-128	-122
谐波 CW, 0 dBm	100 MHz	≤ -45 dBc	
	1 GHz	≤ -50 dBc	
	3 GHz	≤ -60 dBc	
	6 GHz	≤ -75 dBc	
非谐波杂散	1 MHz 步进, 20 MHz 观察频宽, 约 98%频点的杂散≤-80 dBc, 最差杂散≤-55 dBc		
EVM (典型值)	1 GHz	≤ 0.3% 1MSPS QAM 16, Alpha = 0.35 ≤ 0.5% 10MSPS QAM 64, Alpha = 0.35	
	6 GHz	≤ 0.5% 1MSPS QAM 16, Alpha = 0.35	
		≤ 1.0% 10MSPS QAM 64, Alpha = 0.35	

幅度

	100 MHz	1 GHz	3 GHz	6 GHz
最大输出功率 (dBm)	≥ 7	≥ 14	≥ 14	≥ 7
最小输出功率 (dBm)	≤ -100	≤ -100	≤ -100	≤ -100
功率精度	输出功率 ≥ -45 dBm			± 1.2 dB
	输出功率 -80 dBm 至 -45 dBm			± 1.5 dB
	输出功率 -100 dBm 至 -80 dBm			± 2.0 dB
功率设置步进	0.1 dB			

通用规格

输入与输出

RF 输出	SMA (F), 阻抗 50 Ω
电源	Type-C, 9V 3A / 12V 2.5A PoE 供电选件 24
有线数据连接	1 GbE
无线数据连接	2.4 GHz, 5GHz Wi-Fi, Bluetooth 5.0, 默认关闭, 需手动开启 (如需购买移除无线模块的产品版本, 请联系 HAROGIC)
外设接口	Micro HDMI (HDMI 2.0), USB 3.0
外触发输入	集成于 AUXIO 中, 3.3 V CMOS, 阻抗高阻
触发类型	总线触发、数字边沿触发、电平触发等
触发输出	集成于 AUXIO 中, 3.3 V CMOS
GNSS 天线输入	SMA (F)

外参考时钟输入	MMCX (F), 10 MHz, 幅度 ≥ 1.5 Vpp, 阻抗 200 Ω	
参考时钟输出	MMCX (F), 输出阻抗 50 Ω , 100 MHz	
整机/内核重量	≤ 281 g / ≤ 178 g	
整机/内核尺寸 (长 x 宽 x 高)	87 x 78 x 38 mm / ≤ 74 x 74 x 30 mm	
功耗	≤ 25 W	
包装附件	闪存盘 * 1, 1GbE 以太网线 * 1, USB 电源线 * 1, 电源适配器 * 1	
上位机系统要求	Windows 11/10	
	Ubuntu 24.04/22.04/20.04/18.04 (x64、AArch64)	
工作/存储温度 (环境)	T0 温度等级	0 - 50 $^{\circ}\text{C}$ / -20 - 70 $^{\circ}\text{C}$
	T1 温度等级 (选件 40)	-20 - 65 $^{\circ}\text{C}$ / -40 - 85 $^{\circ}\text{C}$

计算平台

处理器	Raspberry Pi 5, Broadcom BCM2712, quad core Cortex-A76 (ARMv8) 64-bit SoC @ 2.4GHz
内存	4GB LPDDR4-4267 SDRAM with ECC
存储器	32GB eMMC Flash Memory
操作系统	Debian 12 Bookworm 64-bit

基带

DAC 分辨率	16 位
最大 IQ 采样率	125 MS/s
FPGA 板载 DDR 内存	128 MB

信号处理

标配功能	单音, 多音, 频率扫描, 功率扫描, 幅度调制, 频率调制, 相位调制 脉冲调制, 数字斜坡扫描, 高斯白噪声, IQ 回放, IQ 实时播放	
最大调制带宽	从高速 RAM 回放	100 MHz, 最大 128 MB (32 M 采样点)
	从嵌入式主机 eMMC 连续流	50 MHz (62.5MS/s)
IQ 采样率	195.3125 kHz - 125 MHz, 设置步进 ≤ 10 Hz	

基础调制信号生成
(选件 73)

APSK: 16APSK
ASK: 2ASK, 4ASK, 8ASK
FSK: 2FSK, 4FSK, 8FSK, 16FSK
QAM: 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM
PSK: BPSK, QPSK, 8PSK, 16PSK, DBPSK, DQPSK, D8PSK, Pi/4 DQPSK

中功率输出 (选件 10)

频率范围	10 MHz-6 GHz	
最大输出功率	≥25 dBm, 典型值	
最小输出功率	≤-80 dBm, 典型值	
功率精度 (保证值/典型值)	输出功率 ≥-20 dBm	±1.2 dB / 0.7 dB
	输出功率 -60 dBm 至 -20 dBm	±1.5 dB / 0.7 dB
	输出功率 -80 dBm 至 -60 dBm	±2.5 dB / 1.2 dB
谐波 CW, 0 dBm	100 MHz	≤-55 dBc
	1 GHz	≤-50 dBc
	3 GHz	≤-42 dBc
	6 GHz	≤-46 dBc

*技术指标适用于以下条件
(1) 开机预热 10 min, 未特别说明均为典型值。
(2) 环境温度 25 °C。
(3) 指标可能随硬件与软件版本变化, 恕不另行通知。

选件

代码	选件	类型
05	内置较高精度 GNSS	内置硬件
10	中功率输出	内置硬件
40	T1 温度等级	内置硬件
73	基础数字调制信号	软件

 www.harogic.cn

 cninfo@harogic.com

 +025-8330 5049