

# 即時頻譜分析儀/接收機

## 9GHz 超緊湊 USB 型即時頻譜儀探頭

### SAE-90

#### 產品手冊 V1.1

2023-9-21

- 9kHz 至 9.5 GHz 即時頻譜分析儀/接收機
- 超外差式數字接收機架構, 14 段預選濾波器
- 9kHz~9.5GHz 頻段典型鏡像抑制 > 90dB, 典型中頻抑制 > 90dB
- 100MHz 分析頻寬 (取樣速率可調), 1.2 THz/s 頻譜掃描速度, 內置 FPGA 信號處理
- 提供不含外殼的內核形態, 輕至 188 克, 小至 118x60x15mm, 功耗 10~14W
- 使用新一代高相容性 API 介面 (HTRA API) 與 SASudio4 應用程式
- 支援 ARM 與 x86 處理器, 支援 linux 與 windows 作業系統
- 支援內置 OCXO (選件), 溫飄 ≤ 0.15ppm
- 支持 -20°C / -40°C 至 65°C 工作溫度 (選件)
- USB3.0/2.0 Type-C 介面



從伸科技  
TS RF Instruments

# 小型化超外差 接收機/即時頻譜儀

## SAE-90

### 簡介

SAE-90 是一款基於超外差式數位中頻架構的接收機/頻譜儀模塊，配備USB3.0 介面與高速 FPGA 信號處理，在尤為緊湊的尺寸下提供了良好的性能。面向接收機、頻譜監測、射頻測試等應用進行了設計優化。可輸出頻譜、數位 IQ 流、功率檢波波形（零掃寬）、即時頻譜。體積、重量、功耗針對現場及嵌入式應用高度優化。提供新一代高兼容性 API 介面，可快速實現高效的二次開發，用戶代碼兼容 SAM-60 MK3H、SAE-200、NXM-60、NXE-90、NXE-200 等其他設備，可靈活地根據應用需要選擇硬體。

SAE-90 為接收機、頻譜監測、便捷射頻測試提供了尤為靈活的解決方案。在不足手機大的緊湊空間內，以 188g 的重量，實現了完整的外差式接收機與頻譜儀系統。模組內置一個高集成度的超外差式接收機射頻前端，同時具備了基於 FPGA 的後端數位信號處理系統以加速相關數位信號處理。基於 FPGA 的數位信號處理有效降低了設備對後端處理器的性能要求。即使在性能受限的低功耗 x86 或 ARM 處理器平臺上，仍然可以部署 SAE-

90 設備，並實現良好的工作效能。SAE-90 提供了對 linux 作業系統與 window 作業系統的支援。

### 產品概要

- 9kHz 至 9.5GHz 即時頻譜分析儀/接收機
- 超外差二次類比變頻接收機結構，14段預選
- 內核重量輕至 188g，尺寸小至 118x60x15mm
- 峰值功耗 14W，頻率掃描時可低至 10W
- FPGA 信號處理，內置 DDC 通道，低計算需求
- 分析頻寬：100MHz（取樣速率可調）
- 掃頻速率：高達 1.2 THz/s（RBW ≥ 300kHz）
- 硬體典型鏡像抑制達到90dB
- 硬體典型中頻抑制達到90dB
- DANL 低至-161dBm/Hz, 50MHz 至 9GHz
- 相位雜訊低至-102dBc/Hz@10kHz 3GHz 載波
- 模擬中頻輸出（307.2MHz，限 50MHz 以上頻段）
- 支持內置OCXO（選件），溫飄≤0.15ppm
- 使用新一代高兼容性 API 介面（HTRA API）
- 配套全新 SASudio4 應用軟體
- 支援 ARM 與 x86 處理器
- 支援 linux 與 windows 作業系統

SAE-90技術指標* (典型值)				
本指標測試基於	硬體版本：R2	API：0.50.1	FPGA：0.50.0	MCU：0.50.2 SAS4：4.50.40
頻率				
頻率範圍	9kHz~9.5GHz			
初始頻率精度	<1ppm，支援程式手動修正			
參考時鐘	內部或外部，程式控制切換； 內部 TCXO 老化<1 ppm/年，溫漂<1 ppm；內部 OCXO（選件），溫漂<0.15 ppm			
頻譜純度				
單邊帶相位雜訊	dBc/Hz			
載波頻率	1GHz	3GHz	6GHz	9GHz
1kHz	-95.2	-96.6	-93.9	-91.5
10kHz	-101.6	-102.6	-101.6	-98.5
100kHz	-100.6	-103.9	-103.2	-99.7
1MHz	-120.9	-121.8	-120.3	-116.2
10MHz	-134.2	-133.5	-134.2	-131.4
剩餘回應（雜散抑制關）	頻率範圍	R.L.=0 dBm	R.L.=-20 dBm	R.L.=-50 dBm
dBm	9kHz~1.0GHz	< -83	< -110	< -120
RBW = 1kHz	1.0GHz~3.0GHz	< -83	< -92	< -120
正峰值檢波	3.0GHz~9.5GHz	< -90	< -100	< -130
鏡頻抑制	100kHz~3.0GHz	>90dBc（雜散抑制關），>90dBc（雜散抑制關）		
	3.0GHz~9.5GHz	>60dBc（雜散抑制關），>90dBc（雜散抑制關）		
中頻抑制	>90dBc（雜散抑制關）；>80dBc（雜散抑制關）			
本振相關雜散	<-65dBc（偏離中心頻率+/-（N/M）*125MHz，N、M = 1,2,3,4,5...）			
輸入相關雜散	<-75dBc（雜散抑制關）；<-50dBc（雜散抑制關）			
線性度				
IIP3 (dBm)	1GHz	3GHz	9GHz	
2MHz 間隔，-6dBFS/Tone				
R.L.= 20dBm	48.1	45.1	40.5	
R.L.= 0dBm	26.7	23.5	21.2	
R.L.= -20dBm	5.1	2.6	-0.9	
R.L.= -50dBm	-21.2	-22.6	-22.9	
信號處理				
分析頻寬	最大 100MHz，1 抽取			
IQ 數據	122.88MSPS，FPGA 支持 1,2,4,8,16,32,64,128,256,512,1024,2048,4096 抽取			
存儲深度	內置記憶體深度為 128Mbytes 當資料生成速率小於匯流排頻寬時支援連續不間斷存儲，存儲深度僅取決於硬碟容量			
外觸發回應	最高回應頻度 500 次/秒			
模擬中頻輸出	支持，307.2MHz +/-50MHz			
幅度				
毀損輸入功率（連續波）	23dBm	50 MHz~9.5GHz 且 預放關閉（參考電平≥0dBm）		
	10dBm	100kHz~50MHz 或 預放開啟（參考電平<0dBm）		
最大直流電壓	+/-12 VDC			

顯示範圍	DANL~23 dBm			
電平精度	+/- 2.0 dB			
中頻帶內平坦度	+/- 2.0 dB (100MHz 模擬中頻頻寬檔位)			
參考電平 (R.L.)	-50dBm~23dBm			
射頻前置放大器	變頻段 (頻率≥50MHz) 配有前置放大器，可設置為自動開啟或強制關閉			
顯示平均雜訊電平 (DANL) dBm/Hz RBW = 10kHz RMS 檢波	頻率範圍	R.L.= 0 dBm (IFGainGrade = 2)	R.L.=-20dBm (IFGainGrade = 2)	R.L.=-50dBm (IFGainGrade = 2)
	9kHz	-90.1	-105.7	-115.6
	1MHz~100MHz	-134.2	-146.3	-150.9
	1GHz	-134.8	-150.3	-169.5
	100MHz~3.0GHz	-131.0	-145.7	-165.1
	3.0GHz~6.0GHz	-136.2	-150.2	-164.6
6.0GHz~9.5GHz	-135.4	-148.9	-157.4	
標準頻譜分析				
檢波器	取樣、正峰值、平均、負峰值、最大功率、RMS			
解析度頻寬 (RBW)	1Hz~10MHz			
視頻頻寬 (VBW)	1Hz~10MHz			
跡線功能	清除寫入_採樣、清除寫入_正峰值、清除寫入_負峰值、清除寫入_平均、最大保持、最小保持、平均			
資料圖表	SAStudio4 軟體中提供常規頻譜、瀑布圖、歷史跡線			
測量功能	相位雜訊、通道功率、佔用頻寬、XdB 頻寬、鄰道抑制、IM3			
掃頻速率-標準頻譜分析	1.2 THz/s	FPGA 計算	RBW≥1MHz, B-Nuttall 窗, 雜散抑制=Bypass	
	564.4 GHz/s	FPGA 計算	RBW = 250kHz, B-Nuttall 窗, 雜散抑制=Standard	
	65.2 GHz/s	FPGA 計算	RBW=30 kHz, B-Nuttall 窗, 雜散抑制=Bypass	
	2.7 GHz/s	CPU 計算	RBW=1 kHz, B-Nuttall 窗, 雜散抑制=Bypass	
檢波分析/零掃寬				
最高時間解析度	8ns			
最大分析頻寬	100MHz			
檢波器	取樣、正峰值、平均、負峰值、最大功率、RMS			
即時頻譜分析				
FFT 分析	FPGA 實現的可變點數 FFT 分析引擎，支援幀率壓縮、跡線檢波 FFT 幀之間嚴格無空隙也無交疊 (overlap)			
	FFT 刷新率 = $10^9 \text{ ns} / (N \cdot D \cdot 8\text{ns})$ ; POI = $2 \cdot N \cdot D \cdot 8\text{ns}$ N 為 FFT 點數 (1024、512、256、128、64、32)，D 為抽取倍數 (1、2、4、8...)			
	典型設置	FFT 刷新率		POI
	N = 1024, D = 1	122,070 次/秒		16.384us
	N = 32, D = 1	3,906,250 次/秒		0.512us
即時分析頻寬	100 MHz			
窗函數	B-Nuttall, FlatTop			
解析度頻寬	14.73MHz-3.59kHz (FlatTop 窗) ; 7.81MHz~1.90kHz (B-Nuttall) ; 每種窗型各 13 個			
幅度解析度	0.75dB			
通用規格				

輸入輸出	電源	Type-C (1), 供電專用口, 請提供 5V2A 峰值供電能力 允許電壓範圍 4.75~5.25V, 紋波小於 200mVpp
	數據	Type-C (2), USB3.0 (USB2.0 可用但頻寬受限)
	射頻輸入	2.92mm (F), 輸入阻抗 50 Ω
	外參考時鐘輸入	MMCX (F)(1), 幅度 $\geq 1.5V_{pp}$ , 輸入阻抗 330 Ω
	外參考時鐘輸出	集成於 MUXIO 中, 3.3V CMOS, 可程式控制開啟或關閉
	外觸發輸入	集成於 MUXIO 中, 3.3V CMOS, 輸入阻抗為高阻
	外觸發輸出	集成於 MUXIO 中, 3.3V CMOS
	模擬中頻輸出	MMCX (F)(2), 最大輸出功率 -25dBm, 輸出阻抗 50 Ω
功耗	峰值功耗 14W, 典型功耗範圍 10W~14W	
工作溫度 (環境溫度/內核溫度)	0~50°C / 0~70°C (標準溫度等級)	
	-20~65°C / -20~85°C (擴展溫度等級選件) (不含塑膠外殼與風機)	
	-40~65°C / -40~85°C (寬溫溫度等級選件) (不含塑膠外殼與風機)	
存儲溫度 (環境溫度)	-20~70°C (標準溫度等級)	
	-40~85°C (擴展溫度等級與寬溫溫度選件) (不含塑膠外殼與風機)	
尺寸 (深*寬*高) 與重量	118x60x15mm, 188g (不含保護殼及結構配件, 含接頭長度)	
	132x70x29mm, 375g (包含保護殼及結構配件, 含接頭長度)	
包裝附件	快閃記憶體盤*1, USB 3.0 資料線*2, 電源適配器*1	

\*指標典型值適用於以下條件：(1) 開機預熱 10 min (2) 環境溫度 25°C (設備溫度 50°C) (3) 雜散抑制關 (4) 100MHz 模擬中頻與 IFGainGrade = 2 (5) 用戶需提供必要的散熱條件保證設備環境溫度與內核溫度同時位於額定範圍內

代號	選件	說明
01	內置 OCXO 參考時鐘 (硬體)	提供比標配更優穩定度的參考時鐘, 溫漂 $< 0.15$ ppm, 增加 0.8W 的整機功耗。
10	MUXIO IO 擴展板 (配件)	將 MUXIO 介面轉換為多個 MMCX 與板至線連接器, 便於觸發輸入、輸出等信號的連接。
11	外置 GNSS (配件)	接駁至 MUXIO 的標準 GNSS 模組。
12	外置較高精度 GNSS (配件)	接駁至 MUXIO 的較高精度 GNSS 模組。
13	外置 GNSS 馴服的 OCXO 參考時鐘 (配件)	提供 GNSS 馴服的參考時鐘與 1PPS, 增加 1.1W 的整機功耗。
20	擴展溫度等級 (硬體)	-20~65°C / -20~85°C (擴展溫度等級選件)
21	寬溫溫度等級 (硬體)	-40~65°C / -40~85°C (寬溫溫度等級選件)

歡迎訪問 [www.ts-corp.com.tw](http://www.ts-corp.com.tw) 以瞭解更多內容

SAE-90 Product Brochure