

# FFC1000 系列全频带微波超宽带上下变频器

在 40GHz 频率范围内自由变换 2GHz 带宽的矢量信号

**Pulse Compression Radar**

Pulse Compression Ratio:  $k=B\tau$  — Time Bandwidth Product

$$\rho = \frac{C\tau}{2k} = \frac{C}{2B}$$

For Example:  $\tau = 1\mu s$        $B = 150MHz$

Thus:  $k=B\tau=150$ ,       $\rho_R = 1m$

**The Bandwidth Of Signal Is Directly Related To The Range Resolution!**

- 射频范围：0.8~40GHz
- 中频选择：0.1~5GHz
- 瞬时带宽：高达 2GHz
- 大动态范围：-120~20dBm
- 熟悉的仪器化操作界面
- 同一台仪器同时实现上/下变频

## 概述

盛铂科技的 FFC1000 系列超宽带变频器采用盛铂科技创新的 OBT-HFCI 一体化仪器平台和成熟直接上下变频技术，可在两个通道内同时实现从 800MHz 到 20/26.5/40GHz 的微波毫米波信号超宽带上下变频和信号调理功能，并有效规避了采用 I/Q 调制器的传统宽带信号产生技术必然带来的 I/Q 失真劣化和繁琐的校准工作。FFC1000 卓越的双通道超宽带信号变频性能使其可以轻松在 0.8~40GHz 的频率覆盖范围内产生、校准和分析高达 2GHz 瞬时带宽的矢量信号，并凭借其优异的指标可充分满足如多通道相干信号分析、信道收发分析、雷达信号、卫星通信、跳频通信、导航、电子战及复杂电磁环境等测试应用。

## 应用

- 航空航天和国防电子
- 无线通信和宽带光通信
- 雷达和微波宽带信号

## 主要特点

- 射频输入输出范围：800MHz~40GHz
- 中频输入输出范围：100MHz~5GHz
- 每通道最高 2GHz 带宽
- 两通道同时实现上变频、下变频或上下变频
- 标准 5U 的一体化仪器平台设计，12.1" TFT-LCD 屏幕显示，Windows7 操作系统
- GPIB 和 LAN 远程控制接口，SCPI 标准指令集

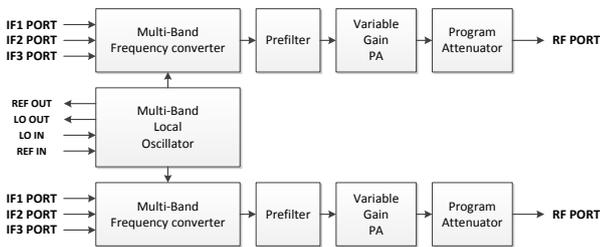
## 客户价值

- 每个通道标配 1GHz 和 2GHz 两档带宽切换
- 双通道同时实现上变频、下变频或上下变频，单台仪器实现相干或收发测试
- 与市场主流品牌任意波发生器、示波器、频谱分析仪等测试设备无缝兼容
- 开放的 API 软件接口，方便用户进行二次开发

## 出众的产品性能

### 创新的技术优势

FFC1000 系列采用直接变频技术，如：上变频部分采用对数字高中频信号进行多级上变频处理(3 次变频到 5 次变频)，实现 0.8 至 40GHz 全频带的频率覆盖。数字高中频加多级上变频技术可以从根本上解决基带信号正交上变频方案带来的镜像杂散和本振泄露的问题，其镜像杂散和本振泄露均低于-50dBc。



FFC1000 系统框图

FFC1000 系统平台采用盛铂科技自主研发的具有创新意义的高频模拟总线技术标准，称为 High Frequency Components Interconnect, 简称 HFCI 总线。HFCI 总线由总线控制器、总线电源、背板和机架组成。HFCI 总线主要功能是集成高频模拟信号的扩展模块，总线为每个模块提供控制供电和配置接口，便于仪器硬件功能模块的后续升级和扩展，实现射频/微波/毫米波模块的快速无缝的集成。

FFC1000 系列采用传统的一体化仪器架构，使用传统的仪器前面板物理旋钮和按键控制和操作，非常便于用户在实验室和外场环境中使用。同时基于 Windows7 的操作系统使用户轻松上手。

### 卓越的变频技术

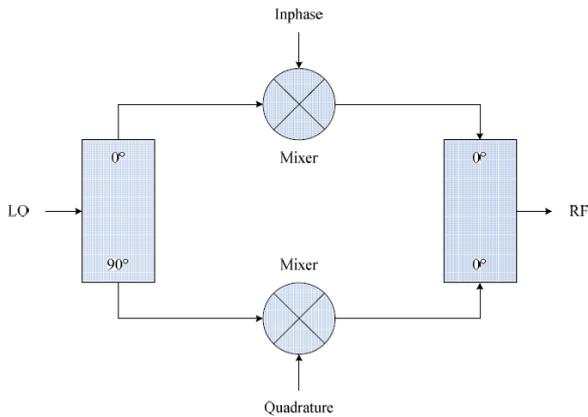
盛铂科技的 FFC1000 系列超宽带上下变频器集成了上下变频和增益调节功能，可将宽带信号变频到所需的特定频带，并调理输出信号的幅度，该产品的主要特点有：

- 采用直接变频技术，有效规避了采用 I/Q 调制的各种性能恶化，可以使本振泄露杂散和镜像杂散低于-50dBc，并获得较优异的带内平坦度性能。
- 变频器内置本振，其采用 DDS+PLL 方案，与传统仪器的 YIG 方案相比较，频率变化速度更快。

## 超越同侪的技术

### 传统的 I/Q 变频技术

所谓的 I/Q 变频技术即通常所说的数字变频技术，就是 DAC 产生 Inphase 和 Quadrature 两路基带信号，再通过 I/Q 调制器将基带信号调制到载波频率。I/Q 调制器又称正交调制器，其原理图如下：



I/Q 原理框图

I/Q 调制器镜像杂散与相位失配的比例关系可由：

$$S_r = 20 \cdot \log[\sin(\alpha/2) / \cos(\alpha/2)]$$

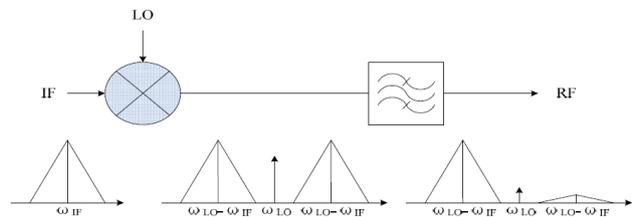
推导可知，I/Q 调制方案采用两路反相信号对消的方式来抑制镜像杂散，对两路信号的相位和幅度一致性要求很高。由先前公式计算可知，两路信号的正交相位误差为 1 度时，其镜像电平为 -41dBc。

目前的 IQ 调制器件种类较多，通信频段的窄带调制器镜像杂散约为 -40dBc，宽带微波 IQ 调制器镜像杂散一般在 -30~-35dBc 之间。采用校准的方式可以矫正 IQ 通道的不一致性，校准后 IQ 调制器的镜像杂散能达到 -40dBc 的水平。环境温度的变换对 IQ 通道的不一致性会产生一定的影响，在不同的使用环境下一般需要重新校准。微波宽带 IQ 调制器由于

受到基带信号相对带宽较大的影响，其输出信号的平坦度较差，高于 1GHz 带宽微波宽带 IQ 调制器输出信号平坦度最差达 5dB 以上，每次使用都需校准后才能得到较为平坦的宽带矢量信号。

### IF 直接变频技术

盛铂科技的 FFC1000 系列采用 IF 直接多级变频技术，IF 上变频方案的原理框图如下：



IF 上变频方案原理框图

如图所示，DAC 产生的中频信号直接进入上变频器，在宽带应用场合，上变频器一般采用双平衡混频器实现，双平衡混频器输出信号的频谱包含上下两个边带，混频器输出的信号通过带通滤波器滤除无用的边带信号和本振泄露信号后，得到所需的矢量信号，上变频的过程就是对 IF 信号在频率轴进行整体频谱搬移的过程。IF 上变频方案利用带通滤波器的带外抑制来消除变频镜像杂散，通过合理的选择 IF 信号频率和带通滤波器的相关参数，可以使本振泄露杂散和镜像杂散低于 -50dBc。

IF 上变频方案的优点是产生的信号杂散低，平坦度更好。

## 灵活的系统应用方案

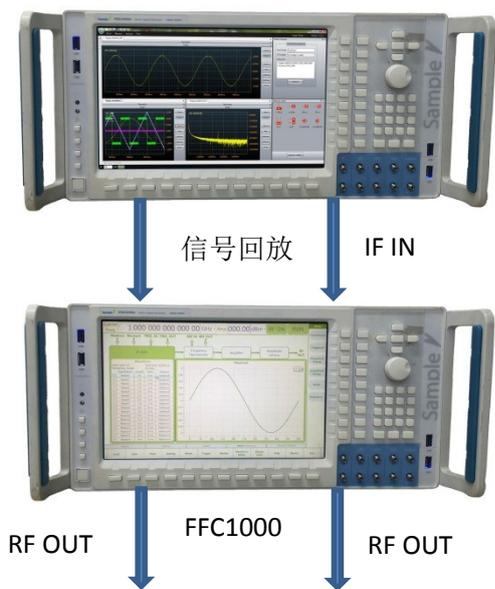
FFC1000 系列可以非常便捷与盛铂科技 SCRP 系列信号采集、存储及回放系统构建宽带矢量信号的生产和分析系统，同样 FFC1000 系统也可以与市场其它主流品牌的任意波形发生器、示波器或频谱分析仪完美兼容并构建类似系统。

以 FFC1000 为核心的宽带矢量信号的生成和分析系统主要有三种不同的工作模式：

- 单/双通道宽带矢量信号生成模式
- 单/双通道宽带矢量信号分析模式
- 宽带矢量信号生成和分析同时运行模式

### 双通道宽带矢量信号生成方案

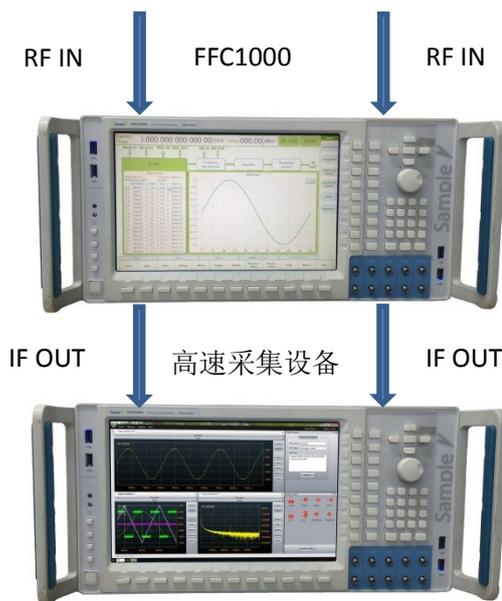
高性能 SCRP 可以轻松产生各种样式的 IF 信号，因此与 SCRP 配套的 FFC1000 系列上变频器主要采用 IF 上变频方案产生宽带矢量信号，能够产生高达 2GHz 瞬时带宽、40GHz 载频的高质量宽带矢量信号，由 SCRP 和 FFC1000 上变频器组成的宽带矢量信号产生系统方案见下图：



FFC1000 系列与主流品牌 AWG 完美兼容并产生宽带矢量信号。如图所示，SCRP 产生一个频率较高的中频信号，输入到 FFC1000 系列上变频器的中频输出接口，FFC1000 内部经过多级变频实现 0.8~40GHz 宽频带覆盖。FFC1000 内部集成了宽带低相位噪声微波本振源，用户还可以选择外置本振源的方式工作。

### 双通道宽带矢量信号分析方案

盛铂科技 SCRP 系列信号采集、存储及回放系统以及市场主流品牌高速数字示波器或频谱分析仪可以满足宽带矢量信号分析的要求，由于示波器等设备中 ADC 的时钟频率较高，因此宽带矢量信号分析系统采用 IF 采样数字解调方案作为其主要工作模式。FFC1000 系列将高达 20GHz 的载波信号变频到 5GHz 以下，并进行必要的幅度调整后输入高速数字示波器等设备进行信号存储、分析甚至回放。由信号采集设备和 FFC1000 下变频器组成的宽带矢量信号分析系统方案见下图：



FFC1000 系列可与主流品牌示波器等高速采集设备兼容对宽带矢量信号进行分析

## 多样化产品选择

盛铂科技 FFC1000 系列产品家族通过精准的定位和细分的应用提供众多型号选择，以及丰富选件配置，满足用户的不同应用需求，最大程度上降低客户成本，保证您的投资最大化利用。

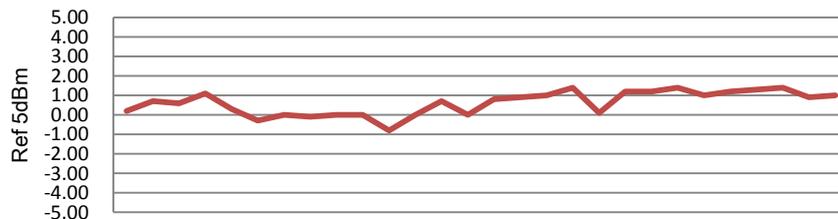
型号	功能描述
<b>主机</b>	
FFC1020U-1CH	0.8~20GHz 超宽带上下变频器，单通道
FFC1020U-2CH	0.8~20GHz 超宽带上下变频器，双通道
FFC1020D-1CH	0.8~20GHz 超宽带下变频器，单通道
FFC1020D-2CH	0.8~20GHz 超宽带下变频器，双通道
FFC1026U-1CH	0.8~26.5GHz 超宽带上下变频器，单通道
FFC1026U-2CH	0.8~26.5GHz 超宽带上下变频器，双通道
FFC1026D-1CH	0.8~26.5GHz 超宽带下变频器，单通道
FFC1026D-2CH	0.8~26.5GHz 超宽带下变频器，双通道
FFC1040U-1CH	0.8~40GHz 超宽带上下变频器，单通道
FFC1040U-2CH	0.8~40GHz 超宽带上下变频器，双通道
FFC1040D-1CH	0.8~40GHz 超宽带下变频器，单通道
FFC1040D-2CH	0.8~40GHz 超宽带下变频器，双通道
FFC1020UD	0.8~20GHz 超宽带上下变频器，单通道上边频，单通道下变频
FFC1026UD	0.8~26.5GHz 超宽带上下变频器，单通道上边频，单通道下变频
FFC1040UD	0.8~40GHz 超宽带上下变频器，单通道上边频，单通道下变频
<b>选件</b>	
HPA0020	功率放大选件，20GHz 带宽
HPA0026	功率放大选件，26.5GHz 带宽
HPA0040	功率放大选件，40GHz 带宽
LNA0020	低噪声放大器，20GHz 带宽
LNA0026	低噪声放大器，26.5GHz 带宽
LNA0040	低噪声放大器，40GHz 带宽
PAT0026	程控衰减选件，DC-26GHz
PAT0040	程控衰减选件，DC-40GHz
LIF100	低中频选件，0.1~5GHz,信号带宽可在 100/200/500/1000/2000MHz 五档调节

## 主要技术参数

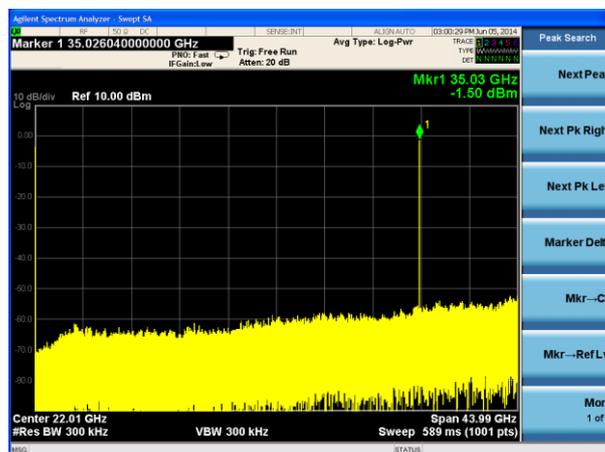
### 上变频通道

主机型号	FFC1020U/UD	FFC1026U/UD	FFC1040U/UD
射频输出信号频率范围	0.8~20GHz	0.8~26.5GHz	0.8~40GHz
射频输出信号功率范围			
标准		-20~15dBm	
使用 HPA 选件 <sup>1</sup>		-10~20dBm	
使用 PAT 选件 <sup>1</sup>		-110~15dBm	
同时使用 HPA 和 PAT 选件		-100~20dBm	
中频输入信号频率范围	0.1~5GHz (中频相对带宽 10%~50%)		
中频输入信号功率范围	-10~0dBm		
通道增益调整步进	1dB		
瞬时信号带宽 <sup>2</sup>			
最小值	100MHz		
最大值	2GHz		
输出信号杂散电平	优于-50dBc		
输出信号平坦度	±1.5dB(典型值)		
端口驻波系数	1.8		
通道数			
FFC10XXU-1CH	单通道		
FFC10XXU-2CH	双通道		
FFC10XXUD	单通道 <sup>3</sup>		

1. 需在订购主机时按照对应的选件型号同时选购，可根据通道数量自行增减配置。
2. 信号带宽可在 100/200/500/1000/2000MHz 五档中调节。(需要选配 LIF100 选项，默认配置信号带宽为 1G/2GHz 两档)
3. FFC10XXUD 系列型号为一个上变频通道和一个下变频通道，合计为双通道。



上变频通道射频输出信号平坦度 (<±1.5dB)

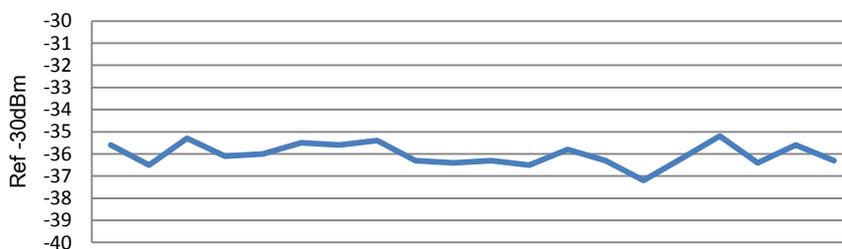


上变频信号杂散

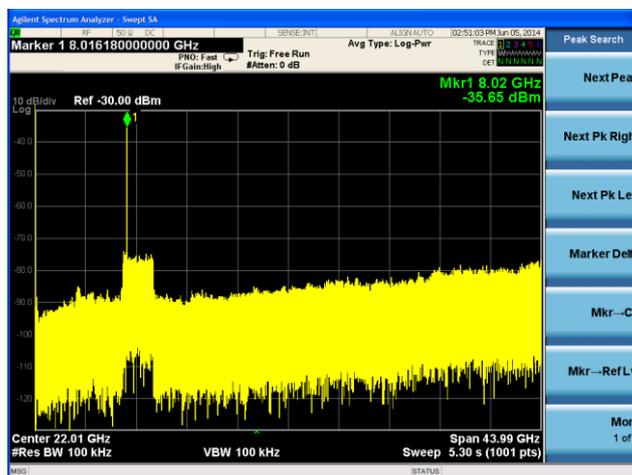
## 下变频通道

主机型号	FFC1020D/UD	FFC1026D/UD	FFC1040D/UD
射频输入信号频率范围	0.8~20GHz	0.8~26.5GHz	0.8~40GHz
射频输入信号功率范围	-70~30dBm		
增益	90dB		
通道增益调整步进	1dB		
<b>噪声系数</b>			
标准	15dB		
使用 LNA 选件 <sup>4</sup>	8dB		
中频输出信号频率范围	0.1~5GHz (中频相对带宽 10%~80%)		
中频输出信号功率	10dBm		
<b>瞬时信号带宽<sup>5</sup></b>			
最小值	100MHz		
最大值	2GHz		
输出信号杂散电平	优于-50dBc		
输出信号平坦度	±1.5dB (典型值)		
端口驻波系数	1.8		
<b>通道数</b>			
FFC10XXD-1CH	单通道		
FFC10XXD-2CH	双通道		
FFC10XXUD	单通道		

4. 需在订购主机时按照对应的选件型号同时选购，可根据通道数量自行增减配置。
5. 信号带宽可在 100/200/500/1000/2000MHz 五档中调节。(需要选配 LIF100 选项，默认配置信号带宽为 1G/2GHz 两档)



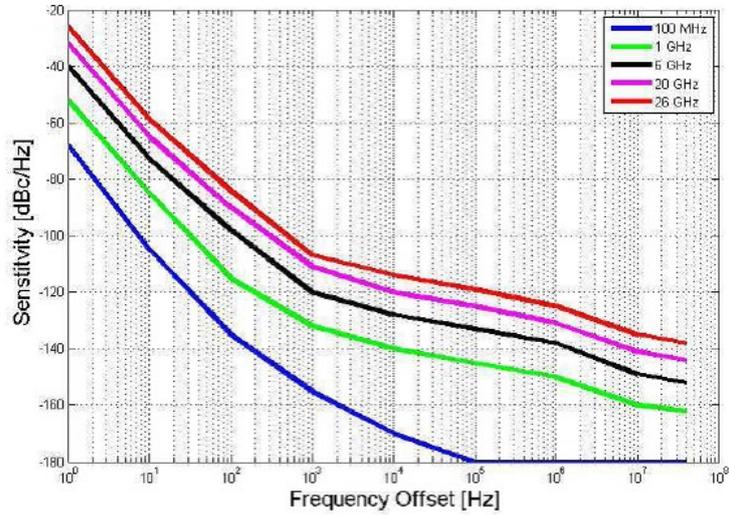
下变频通道中频输出信号平坦度 (<±1.5dB)



下变频信号杂散和噪声

## 本振

本振信号技术指标			
参数名称	最小值	典型值	最大值
频率步进		1Hz	
≤@20GHz		≤-105dBc/Hz@10kHz	
@20~40GHz		≤-100dBc/Hz@10kHz	
参考输入标称频率		10MHz	
本振信号频率转换时间		≤200μs	
参考输入锁定范围	-0.05ppm		0.05ppm
参考输入信号功率	1dBm		5dBm
参考输出标称频率		10MHz	
参考输出频率精度		0.05ppm	
参考输出信号功率	4dBm		6dBm



本振信号相位噪声测试曲线

## 对外接口

FFC10XXU/UD 上变频器前面板				
标识	定义	方向	连接器	备注
RF1-OUT	第 1 通道射频输出	O	2.4mm K-K	FFC10XXUD 适用 RF1-OUT
RF2-OUT	第 2 通道射频输出	O	2.4mm K-K	FFC1XXU-1CH 不适用
IF1-IN	第 1 通道中频输入	I	SMA-K	FFC10XXUD 适用 IF1-IN
IF1-IN	第 2 通道中频输入	I	SMA-K	FFC1XXU-1CH 不适用
USB	USB 接口	IO	Type A Female	

FFC10XXD/UD 下变频器前面板				
标识	定义	方向	连接器	备注
RF1-IN	第 1 通道射频输入	I	2.4mm K-K	FFC10XXUD 不适用
RF2-IN	第 2 通道射频输入	I	2.4mm K-K	FFC1XXD-1CH 不适用
IF1-OUT	第 1 通道中频输出	O	SMA-K	FFC10XXUD 不适用
IF2-OUT	第 2 通道中频输出	O	SMA-K	FFC1XXD-1CH 不适用
USB	USB 接口	IO	Type A Female	

后面板				
标识	定义	方向	连接器	备注
AC	电源输入	I		
LAN	局域网控制接口	IO	RJ450	
VGA	VGA 输出接口	IO		
USB	USB 接口	IO	Type A Female	
TRIG-IN	触发输入	I	BNC-K	
TRIG-OUT	触发输出	O	BNC-K	
REF-IN	参考输入	I	BNC-K	
REF-OUT	参考输出	O	BNC-K	

## 常规参数

### 电源和功耗:

- 电压: 100~250 VAC
- 频率: 47~63 Hz
- 实际功耗: ≤500 Watts

### 物理特征:

- 外形: 符合 19 英寸标准机箱规范, 5U 高度
- 尺寸(长×宽×高): 550mm×430mm×222mm
- 重量: ≤35 kg

### 远程控制接口:

- USB、GPIB 和 LAN 远程控制接口
- SCPI 标准指令集

### 使用环境:

- 工作温度: 0~40°C
- 相对湿度: 20~90% @ 30°C
- 海边高度: ≤3000 米

### 平台系统:

- CPU: Intel® Core™ i7-4700EQ 2.4GHz
- 操作系统: Windows7 64Bit
- 内存: 4GB
- 硬盘: 160GB SSD
- 显示器: 12.1" TFT-LCD



产品按 ISO 认证标准制造。



产品符合 IEEE 标准 488.1-1987, RS-232-C 标准代码和格式。

## 订货信息

### 上变频器:

#### 主机:

FFC1020U-1CH: 0.8~20GHz 超宽带上下变频器, 单通道  
 FFC1020U-2CH: 0.8~20GHz 超宽带上下变频器, 双通道  
 FFC1026U-1CH: 0.8~26.5GHz 超宽带上下变频器, 单通道  
 FFC1026U-2CH: 0.8~26.5GHz 超宽带上下变频器, 双通道  
 FFC1040U-1CH: 0.8~40GHz 超宽带上下变频器, 单通道  
 FFC1040U-2CH: 0.8~40GHz 超宽带上下变频器, 双通道

#### 选项:

HPA0020 <sup>6</sup>	功率放大选件, 20GHz 带宽
HPA0026 <sup>6</sup>	功率放大选件, 26.5GHz 带宽
HPA0040 <sup>6</sup>	功率放大选件, 40GHz 带宽
PAT0026 <sup>7</sup>	程控衰减选件, DC-26GHz
PAT0040 <sup>7</sup>	程控衰减选件, DC-40GHz
LIF100	低中频选件, 0.1~5GHz, 信号带宽, 可在 100/200/500/1000/2000MHz 五档调节

6 & 7. 选择时需与主机指标型号匹配, 双通道型号可根据通道技术指标需求选择 1 或 2 个相应选件, 6 & 7 选项可在同一通道进行复选。

### 下变频器:

#### 主机:

FFC1020D-1CH: 0.8~20GHz 超宽带下变频器, 单通道  
 FFC1020D-2CH: 0.8~20GHz 超宽带下变频器, 双通道  
 FFC1026D-1CH: 0.8~26.5GHz 超宽带下变频器, 单通道  
 FFC1026D-2CH: 0.8~26.5GHz 超宽带下变频器, 双通道  
 FFC1040D-1CH: 0.8~40GHz 超宽带下变频器, 单通道  
 FFC1040D-2CH: 0.8~40GHz 超宽带下变频器, 双通道

#### 选项:

LNA0026 <sup>8</sup>	低噪声放大器, 26.5GHz 带宽
LNA0040 <sup>8</sup>	低噪声放大器, 40GHz 带宽

8. 选择时需与主机指标型号匹配, 双通道型号可根据通道技术指标需求选择 1 或 2 个相应选件。

### 上/下变频器:

#### 主机:

FFC1020UD: 0.8~20GHz 超宽带上下变频器, 单通道上边频, 单通道下变频  
 FFC1026UD: 0.8~26.5GHz 超宽带上下变频器, 单通道上边频, 单通道下变频  
 FFC1040UD: 0.8~40GHz 超宽带上下变频器, 单通道上边频, 单通道下变频

#### 选项:

根据实际需求按相应通道分别选择上变频器或下变频器相应选件。

**所有型号均包括:** 配件袋、USB 鼠标、使用说明书光盘、50Ω SMA 连接线、电源线和三年保修。

---

## 关于盛铂

---

<http://www.samplesci.com/AboutUs/>

盛铂科技（上海）有限公司成立于 2013 年 3 月，公司总部坐落于上海漕河泾新兴技术开发区。公司由具有多年丰富经验的业内资深人士创立，通过了 ISO9001 认证，并获得上海市科委创新基金项目重点支持。公司采用具有自主知识产权的技术（全球首创的 HFCI 高频总线技术）以及具有创新意义的 OBT（One Box Tester 一体化测试）理念并结合引进的国际先进的测试测量产品和技术，利用自身在数字信号处理、射频、高速信号完整性、功率电子和半导体测试领域的专业优势，向客户提供高质量的硬件和软件解决方案。

盛铂科技致力于成为行业中领先的电子测试测量供应商，因此我们只在自己最擅长的领域提供最优秀的方案组合，并结合我们自身的研发能力为您提供超出预期的增值服务。盛铂科技专业团队将在“射频与微波”、“数字与模拟信号”、“功率电子”、“半导体”等测试测量领域协助您完成新一代产品的开发、生产与部署！

---

### Driving Progress – Finding Solutions

---

**驱动创新，提供方案：是盛铂科技的发展理念，也是盛铂科技的核心精神！**

---

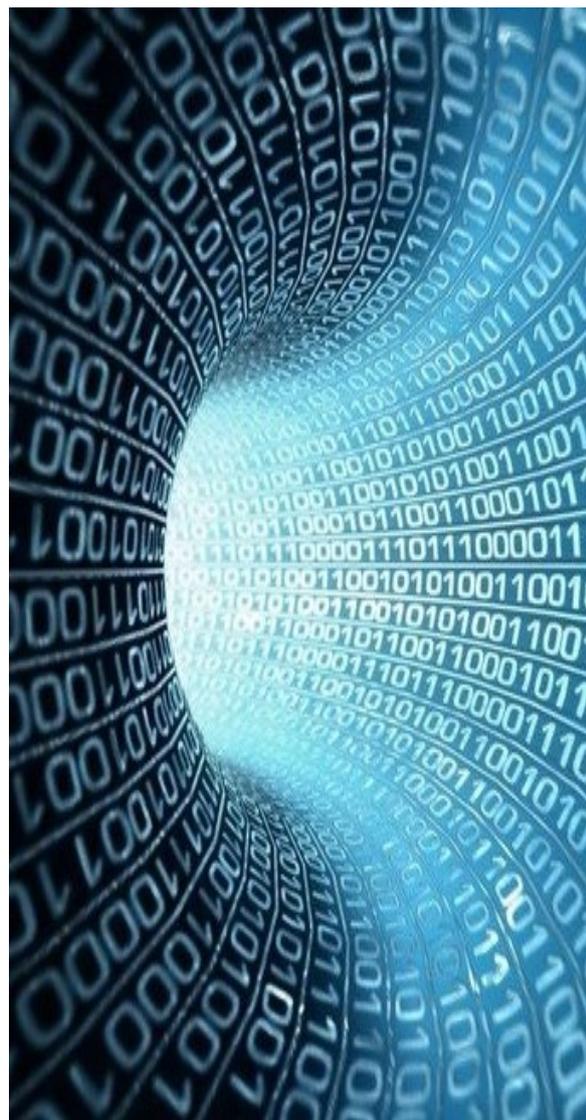
## 技术与服务

---

<http://www.samplesci.com/service/>

盛铂科技卓越的产品可靠性和广泛的 3 年保修服务完美结合，从另一途径帮助您实现业务目标：增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性！

同时盛铂科技还提供业界独一无二的产品定制化服务，无论是您的存量产品还是新购入产品，我们都可以按照您的测试任务量身定制具有个性化的产品，满足您独特的测试要求，并节省您宝贵的预算！



为盛铂科技（上海）有限公司注册商标。

本文中的产品指标和说明盛铂科技保留不经通知而更改的权利。

盛铂科技（上海）有限公司 2015 年



盛铂科技（上海）有限公司  
Sample Technology (Shanghai) Co., Ltd

Driving Progress – Finding Solutions

Website: [www.samplesci.com](http://www.samplesci.com)

免费热线: 400-621-8906

分支机构: 北京 香港

E-mail: [marketing@samplesci.com](mailto:marketing@samplesci.com)

总部: 上海市桂平路418号A区906室

南京 成都 西安 深圳