

AT1431 / 1432 / 1433

合成扫频信号发生器

技术说明书

Synthesized Sweeper

Manual



# 目录

1.	概述-----	4
2.	技术参数-----	4
3.	面板调节机制及使用方法-----	6
4.	工作原理-----	12
	4.1 整机原理方框图-----	12
	4.2 原理概述-----	12
	4.3 各单元电路原理-----	12
5.	注意事项-----	16
6.	配件清单-----	16
7.	选配-----	16

# Contents

1. Summary-----	17
2. Technology parameters-----	17
3 Panel adjustment and the operation methods-----	19
4 Working Principle-----	24
4.1 Working Diagram-----	24
4.2 Principles outlined-----	24
4.3 Principles of every module-----	25
5 Cautions-----	28
6. Packing list -----	28
7 Optional item-----	28

## 1. 概述

AT1431/AT1432/AT1433 系列合成扫频信号发生器可提供频率扫频输出和单频输出功能，本仪器适用于实验室及生产车间条件下，单频模式时供接收机、测量线及其它无线电微波工程设备作为信号源使用。在扫频模式时可提供频率扫频和测量衰减损耗(选配 AT11803 功率传感器，单频模式下可进行功率测量)。它由 VCO 扫频输出和功率、损耗检测两部分组成，并囊括波形图示功能，能显示出整个频带内的波形情况；且带有点频输出以及点频时的 ASK 调制功能。



## 2. 技术参数

### 2.1、RF 输出范围:

型号	频率	型号	频率
AT1431-18	15~18GHz	AT1431-6	5.8~6.8GHz
AT1431-12	11.1~12.4GHz	AT1431-5	5.0~5.5GHz
AT1431-11	10.43~11.46GHz	AT1431-4	3.9~4.45GHz
AT1431-10	9.05~10.15GHz	AT1431-3	3.55~3.9GHz
AT1431-9	8.45~9.55GHz	AT1431-2	2.6~2.8GHz
AT1431-8	7.8~8.8GHz	AT1431-2A	2.05~2.25GHz
AT1432	6.65~7.65GHz	AT1432	4~8GHz
AT1433	8~12.4GHz	可以根据客户需求，定制不同的频段	

2.1.1、VCO 扫频 SPAN: (2000) 1000, 500, 200, 100, 50, 20, 10 (MHz)可供用户选择使用；(AT1431-18, SPAN 有 2000MHz 档)

2.1.2、扫频频率分辨率: 当 SPAN 设置在 10MHz 时,VCO 扫频频率

分辨率为 40KHz,center 可设置分辨率为 100KHz;

2.1.3、SPAN=0 时 (点频状态下), 可设置频率分辨率 1MHz;

2.1.4、RF 输出最大功率大于 10mW;

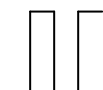
2.1.5、显示分辨率: 损耗及功率测量显示分辨率 0.01dB (dBm);

## 2.2、仪器工作方式

2.2.1、扫频工作方式


2.2.2、点频工作方式

(1)等幅

(2)内方波调制 

重复频率范围: 400Hz~4000Hz; 精度:  $\pm 1\% \pm 1\text{Hz}$

前后沿均不大于 0.2 $\mu\text{S}$

(3)内脉冲调制 

重复频率范围: 400Hz~4000Hz; 精度:  $\pm 1\% \pm 1\text{Hz}$

脉冲宽度范围: 1 $\mu\text{S}$ ~30 $\mu\text{S}$ ; 精度:  $\pm 1\% \pm 1\mu\text{S}$

前后沿均不大于 0.2 $\mu\text{S}$

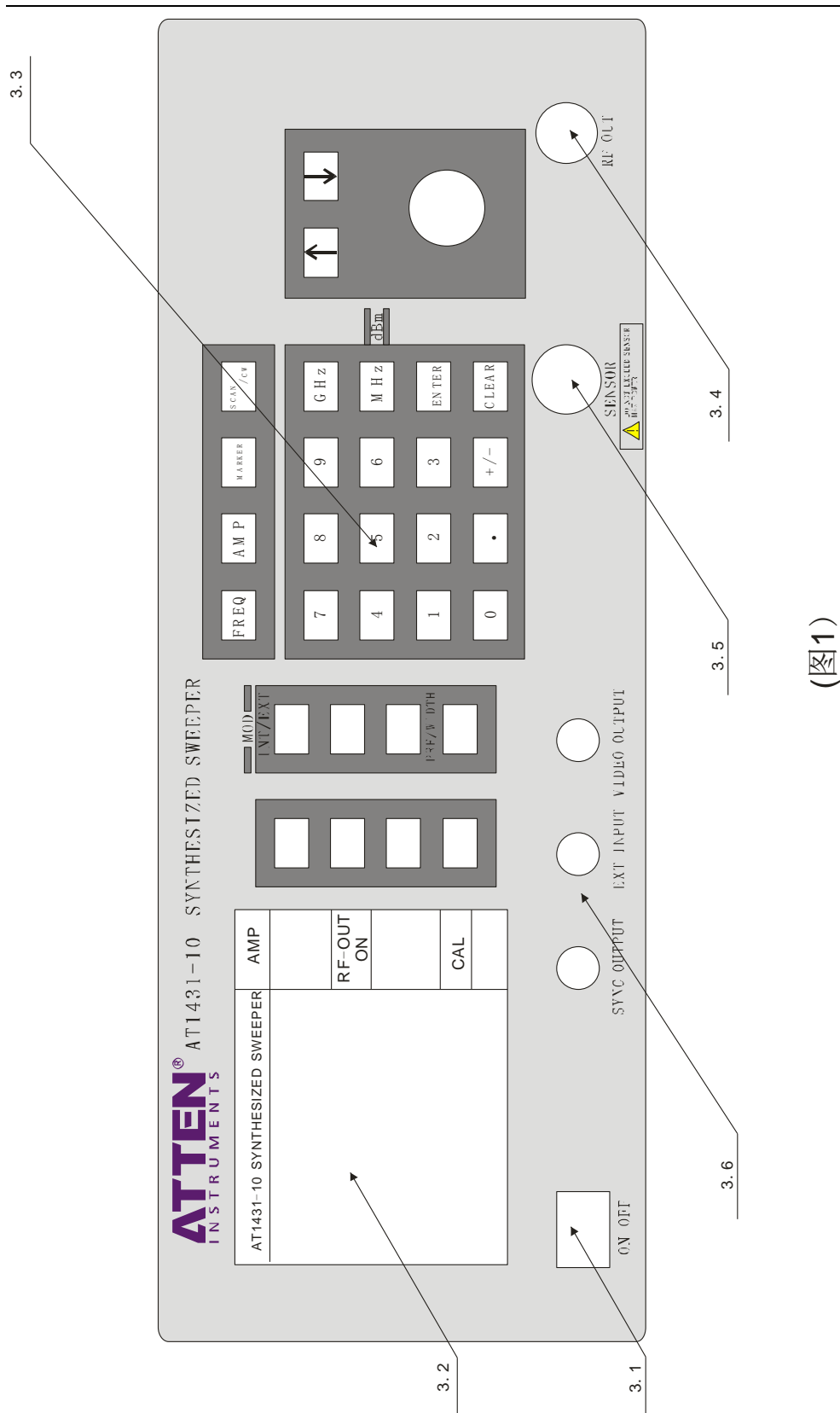
(4)外调制可接受重复频率为 40Hz~10kHz, 宽度为 0.5 $\mu\text{S}$ ~300 $\mu\text{S}$ , 幅度为 3~5V 的正或 3~15V 负极性的脉冲信号。

(5)同步脉冲输出, 无论内方波调制、内脉冲调制时 (负载阻抗不小于 10k $\Omega$ ), 仪器均能给出脉宽为 200nS 以及不小于 2V 的同步脉冲信号输出。

2.3、电源: 交流市电~220V $\pm$ 40V、50Hz、20W;

**2.4、显示方式: LCD 液晶显示。**

**3. 面板调节机制及使用方法（图 1）（以下为 AT1431-10 面板图，其他型号类同）**



(图1)

### 3.1 电源开关

当仪器接上电源，若电源指示灯不亮，则仪器处于关闭状态；若

电源指示灯亮，则表明仪器处于备用状态，等待使用。

### 3.2 LCD 显示窗口

LCD 显示窗口提供输入菜单、输出测量读数、波形等显示。LCD 左半屏用于测量波形的显示，右边菜单用于测量数据和输入参数的显示与设置，并通过“AMP-fer”“F-setup”“Marker”“CW-step”四大类功能键的切换来进行子菜单的显示和设置。

### 3.3 键盘

AMP-fer、F-setup、Marker、CW-step、0~9 数字键盘、GHz、MHz、Enter、Clear、up、down、4 个菜单键和可以正反方向旋转的旋钮以及调制键盘（INT/EXT、UP、DOWN、PRF/Width）

#### (1)、“AMP-fer”

菜单在此模式下，对菜单的显示方式进行设置

菜单参数：

VCO-RF: ON/OFF, 功率输出开关；

Cal : 对显示波形进行初始化频率响应，衰减检测误差进行校准修正。

#### (2)、“F-setup”

菜单在此模式下，进行 VCO 扫频设置

菜单参数 : center、span。

Center: 设置中心频率；

Span: 选择扫描宽度（跨度）。

#### (3)、“Marker”



菜单在此模式下，设置光标功能。

菜单参数：Mkr-CF、Mkr、CRSR-Fr (MHz)、CRSR-AT (dB)；

Mkr-CF：当光标 Mkr 处于 (ON) 状态时，光标指定频率为中心频率；

Mkr1： ON/OFF；

CRSR-Fr (MHz)：光标 Mkr 所在位置对应的频率点；

CRSR-AT (dB)：光标 Mkr 所在位置对应的衰减量。

#### (4)、 “CW-step”

菜单在此模式下，则进入点频状态，并提供功率检测（选配 AT11803 功率传感器时），并具有 INT/EXT 振幅键控开启和关断功能。

菜单参数：FREQ、ATTEN、STEP-F、STEP-A

FREQ：设置 VCO 振荡频率；

STEP-F：设置 VCO 振荡频率步进；

ZERO：功率测量时调零；

Cal：功率测量时，对 0dBm 校准。

#### (5)、 0~9 数字键盘

数字键盘用于对数据设置时的输入。

#### (6)、 “GHz” “MHz”

对设置频率参数时，单位的确认；“CW-step” 模式下，“GHz”不起作用，使用“MHz”功能。

#### (7) Enter

在进行数据参数设置时，当对应每项设置完成，则按 Enter 确定。

(AT1431-10, AT1431-18 此键盘无效)

(8)、“Clear”清除键

当设定输入数据时，发生输入数据错误，清除输入，以便重新输入。

(9) 4 个菜单键

对“AMP-fer”、“F-setup”、“Marker”、“CW-step”四类模式下的子菜单进行设置与选择。

(10) 调制键盘

调制键盘共“INT/EXT”、“UP”、“DOWN”、“PRF/Width”

“INT/EXT”：对调制功能选择内调制、外调制或者是否不调制进行选择；

“UP”“DOWN”：系统处于内调制时，增加或者减小重复频率或脉冲宽度；

“PRF/Width”：内调制时，用于切换调制信号（重复频率、脉冲宽度）。

3.4 射频输出口 (RF OUT)

3.5 功率传感器输入口 (SENSOR)

3.6 调制功能输入输出口 (SYNC OUTPUT、EXT INPUT、VIDEO OUTPUT)

调制功能输入输出口为三个 BNC 接口，三个端口提供外调制输入、同步输出和视频输出功能。



## 4. 工作原理

### 4.1 整机原理方框图（图 2）

### 4.2 原理概述

频率合成包含小数分频 ADF4153、环路滤波和 VCO 构成环路。系统的程序控制由基于 5 1 内核的 MCU（微控制器 C8051F120）实现，对 ADF4153 进行控制和锁定检测，同时采用 ZLG7289 芯片，作为人、机交换之间的输入接口，CPU 输出采用 ocmj15\*20D 液晶显示模块；

功率及损耗检测包含检测功率传感器、信号前置放大器、增益控制网络、信号变换单元和 ADC 检测电路构成系统。系统的程序控制由基于 5 1 内核的 MCU（微控制器 C8051F410）实现，图（2） 整机原理基本框图。

### 4.3 各单元电路原理

#### A. 频率合成单元

##### （1）、PLL 环路

PLL 锁相芯片采用 ADF4153 小数分频器，10MHz 的鉴相频率，环路鉴相输入经设定好的环路滤波后经求和运算放大器之后，与 DAC0 所构成的偏置电压形成叠加的控制电压驱动 VCO 的压控端，驱动 VCO 输出。

##### （2）、键盘、显示

键盘输入设备，由 ZLG7289 管理芯片控制，此芯片可同时连接多达 64 键的键盘矩阵，SPI 串行接口控制方式，其内部含有译码器，

可直接接受 BCD 码或 16 进制码。所以仪器的键盘控制在 64 键以内，只需一片 ZLG7289 即可，这样就省去了扫描键盘时所带来的不必要的工作量，为 CPU 处理节约时间。

显示输出：采用 ocmj15\*20D 模块，此模块具有中英文及图像显示功能，能直观的显示输出波形和检测数据。模块内部具有内部寄存器及 16 进制译码功能，能直接接受 BCD 码或 16 进制码。

### (3)、VCO

在进行频率合成锁相时，VCO 通过分频端口再 4 分频进入 ADF4153 构成的 PLL 锁相环路，这样既省去了定向耦合器，也给电路的设计带来了方便。VCO 的控制驱动电压由预先设置好的偏置电压和环路误差电压通过求和运放叠加后共同决定 VCO 的振荡频率输出。偏置电压有 CPU 内部 DAC0 输出。

### (4)、求和放大电路

求和放大电路的作用是环路在进行锁相时鉴相器产生的误差电压上叠加一个有效的直流偏置，来有效的拓展 VCO 锁定控制范围。电路主要由运算放大器 op07 构成；DAC0 产生的直流偏置和鉴相器产生的误差电压进环路滤波后按比例共同施加于 op07 的输入端，共同产生的效果作用于 VCO 的 Vtune 端来控制 VCO 的输出频率。

### (5)、压控放大器（选件）

压控放大器采用功率增益模块，可以通过电压控制驱动合理的放大来自 VCO 的输出信号。驱动电压由 DAC1 输出控制。

### (6)、1/4，4 分频模块

4 分频模块用于 VCO 分频输出后继续分频，由于锁相环芯片 ADF4153 的工作最高频率只能达到 4GHz，还不足以分辨出 VCO 的分频输出，所以在 VCO 与 PLL 锁相环之间插入一 4 分频模块，拓展其锁相频率范围。

#### (7)、中央处理器 C8051F120

中央处理器 C8051F120 为高性能 8bit 微处理器，具有在线仿真功能。它管理整个系统的运行，并通过它连接键盘、显示等输入和输出设备，通过 UART 与 C8051F410 进行内部数据交换。

## B. 功率检测单元

### (1)、功率传感器

功率传感器是由检波二极管和斩波器组成。斩波器使用高灵敏度、低噪声的 MOS—FET 开关管组成的串联斩波器。其作用是将经由功率检波二极管检波出来的直流信号调制成相对应的等效交流信号，这样方便后级放大电路的处理。

### (2)、斩波驱动器

对提供给斩波器的 735Hz 的斩波方波信号进行电流放大。

### (3)、前置放大器

前置放大器是由高增益晶体管和高阻抗、低势垒运算放大器一起组成的混合型放大器，该放大器的交流增益约为 600 倍。它是利用了晶体管的低噪声和运算放大器的高增益特性而组成的。

### (4)、衰减放大网络

衰减网络是由模拟开关和分压电阻所构成，并有中央处理器控制，主放大器是由高增益放大器和可编程增益放大器组成，它可以在中央处理器的控制下调节至适当的增益，并根据情况提供 100 倍的衰减，进行量程切换。

#### (5)、信号整形

信号整形是由全波整流电路和低通滤波电路所构成，将来自传感器检波信号经斩波放大后的 735Hz 交流方波信号还原成相对应的直流信号电压。

#### (6)、C8051F410

C8051F410 为高性能 8bit 微处理器，具有在线仿真功能。其主要功能是控制整个功率检测系统的运行，并记录输出相应数据，通过 UART 与 C8051F120 进行指令与内部数据交换。

## 5. 注意事项:

5.1 在使用本仪器前,应先阅读仪器使用说明书,并熟悉操作方法;

5.2 电源电压范围,交流市电~**220V±40V**、**50Hz**、**20W**。超过此范围,仪器性能不予保证;

5.3 功率传感器输入功率不能大于额定输入最大功率;

5.4 仪器一般在开机数分钟内就能正常工作,如要精密测量,预热时间为 30 分钟。

## 6. 配件清单:

附件	单位	数量
电源线	根	1
1.5m/BNC 电缆线	根	2
N 型电缆线	根	1
保险丝 (0.5A)	个	2
ATJ8-5 (检波器 DC~18GHZ, N (J) -BNC (K))	个	1
合格证书	张	1

## 7 选配:

**AT11803 功率探头 (10MHz~18GHz)**,功率测试配套用。



## 1 Summary:

AT1431/AT1432/AT1433 series synthesized sweeper can provide scan frequencies output and single frequencies output functions, This apparatus is suitable for laboratories and industrial , Single frequencies output mode can be used signal generator for receiver, measurement line, and wireless microwave equipment ; Sweep frequency output mode can be used for measurement attenuation and insertion loss(with optional AT1180 power sensor, can measure power at single frequency output mode ). It include two parts: VCO scan frequency output and measure insertion loss, and have the function for display wave diagram. And have ASK function for single frequency output.



## 2 Technical parameters

### 2.1、RF output range for different model:

Model	Frequency Range	Model	Frequency Range
AT1431-18	15~18GHz	AT1431-6	5.8~6.8GHz
AT1431-12	11.1~12.4GHz	AT1431-5	5.0~5.5GHz
AT1431-11	10.43~11.46GHz	AT1431-4	3.9~4.45GHz
AT1431-10	9.05~10.15GHz	AT1431-3	3.55~3.9GHz
AT1431-9	8.45~9.55GHz	AT1431-2	2.6~2.8GHz
AT1431-8	7.8~8.8GHz	AT1431-2A	2.05~2.25GHz
AT1431-7	6.65~7.65GHz	AT1432	4~8GHz
AT1433	8~12.4GHz	Can setup different frequency range base on customer demand.	

2.1.1、 VCO scan PAN: (2000) 1000, 500, 200, 100, 50, 20, 10 (MHz) can be selection; (AT1431-18, SPAN is 2000MH

2.1.2 、 Resolution of scan frequency: Set SPAN to 10MHz, the resolution of VCO scan is 40KHz, center set resolution to 100KHz;

2.1.3 、 When SPAN=0, can set resolution to 1MHz;

2.1.4 、 RF output max power>10mW;

2.1.5 、 Display resolution: display resolution for loss and power measure is 0.01dB (dBm);

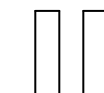
## 2.2、 Working Principle

2.2.1、 Working method for scan frequency output

2.2.2、 Working method for single frequency point output

(1), Amplitude modulation

(2) Inner square wave modulation



Repeat frequency range: 400Hz~4000Hz; Accuracy:  $\pm 1\% \pm 1\text{Hz}$

Back and front edge  $< 0.2\mu\text{S}$

(3) Inner pulse modulation:



Repeat frequency range: 400Hz~4000Hz; Accuracy:  $\pm 1\% \pm 1\text{Hz}$

Pulse width range:  $1\mu\text{S} \sim 30\mu\text{S}$ ; Accuracy:  $\pm 1\% \pm 1\mu\text{S}$

Back and front edge  $0.2\mu\text{S}$

(4) Out side modulation repeat frequency range: 40Hz ~ 10kHz, width:  $0.5\mu\text{S} \sim 300\mu\text{S}$ , amplitude:  $+3 \sim +5\text{V}$  or  $-3 \sim -15\text{V}$

pulse signal.

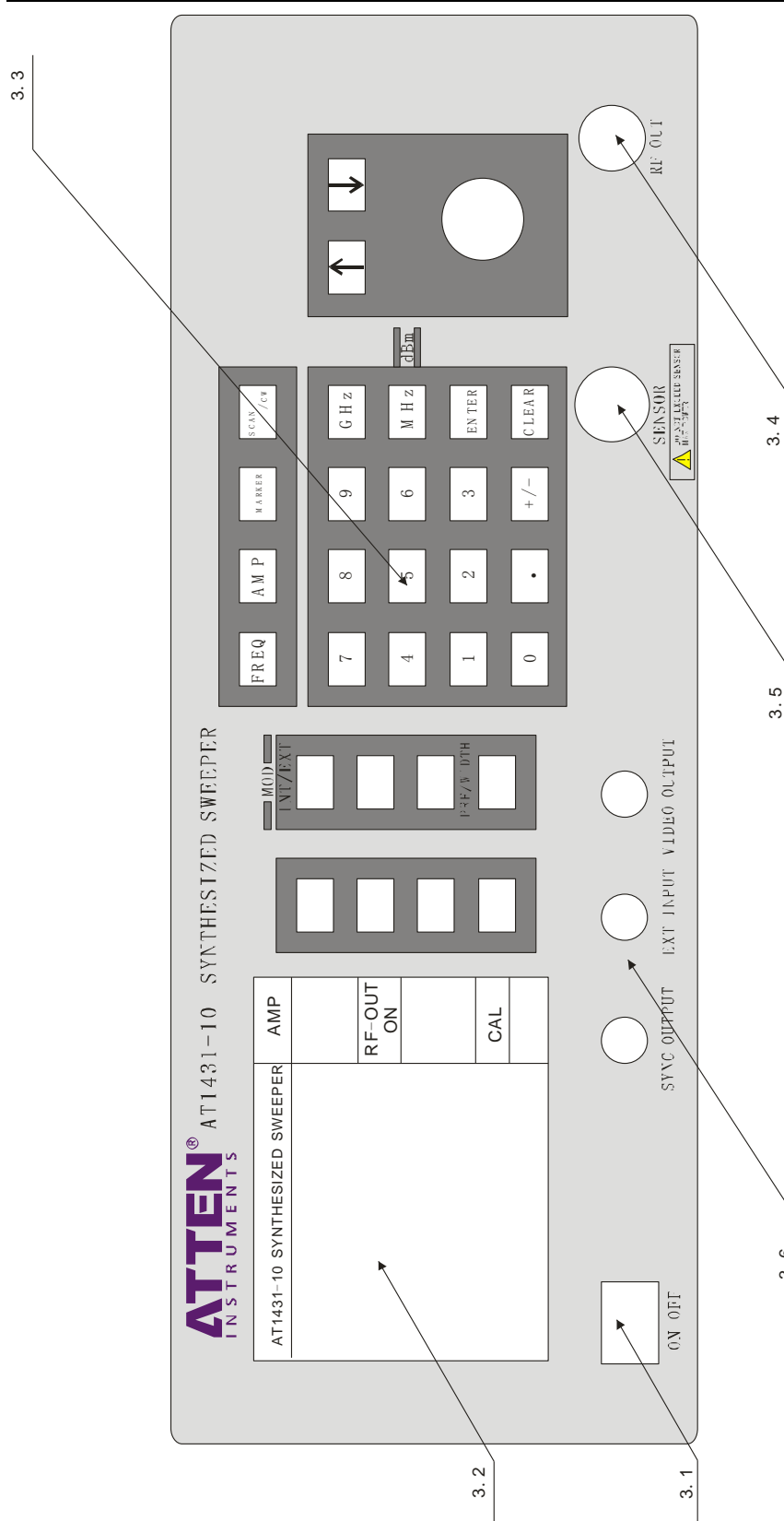
(5) Synchronizing pulses output , inner square wave modulation、inner pulse modulation ,load impedance  $\cong 10k \Omega$  , this meter can provide 200ns pulse width and more than 2V Synchronizing pulses output.

**2.3、 Power supply: AC~220V $\pm$ 40V 、 50Hz 、 20W;**

**2.4、 Display: LCD displayer。**

**3 Panel adjustment and the operation methods (Figure 1**

**(Bas on AT1431-10 panel , other model is similar)**



(图1)

### 3.1 Power switch

Connect power to equipment , when the switch led is not light, it

means equipment is off, when the switch led is light, it means equipment is waiting status , pending for use.

### 3.2 LCD display window

LCD display window shows input menu, output measure data, wave state. Left side of LED is for display wave state , right side is for measurement data and input parameter and setup , Via “AMP-fer” “F-setup” “Marker” “CW-step” four function key , change menu, display and setup.

### 3.3 Key

AMP-fer、 F-setup、 Marker、 CW-step、 0~9 digital key、 GHz、 MHz、 Enter、 Clear、 up、 down、 4 menu key and knob and modulation key panel (INT/EXT、 UP、 DOWN、 PRF/Width)

#### (1)、 “AMP-fer”

Setup display mode for menu

Menu parameter

VCO-RF: ON/OFF : switch for power output;

Cal : Initialization frequency response for display wave, and calibration for attenuation accuracy.

#### (2)、 “F-setup”

Setup for VCO scan frequency.

Menu parameter : center、 span。

Center: Set center frequency;

Span: Select scan width (Span)。

### (3)、 “Marker”

Setup cursor

Menu parameter: Mkr-CF、Mkr、CRSR-Fr (MHz)、CRSR-AT (dB)；

Mkr-CF: when Mkr is(ON), the cursor indicate center frequency；

Mkr1: ON/OFF；

CRSR-Fr (MHz): cursor Mkr for frequency；

CRSR-AT (dB): cursor Mkr for attenuation data

### (4)、 “CW-step”

In this menu mode, it is the single point frequency status, it provide measurement power ,(with optional power sensor AT11803), and have INT/EXT key to on and off

Menu parameter: FREQ、ATTEN、STEP-F、STEP-A

FREQ: set VCO frequency；

STEP-F: set VCO frequency step；

ZERO: adjust power to zero；

Cal : calibration to 0dBm for measurement power。

### (5)、 0~9 digital key

Digital key is for data input for setup

### (6)、 “GHz” “MHz” key

For frequency unit, In “CW-step” mode, “GHz” key is disable, need to use “MHz” key。

(7) Enter key

When input data parameter, use Enter key to confirm.。

(AT1431-10, AT1431-18: Enter key is disable)

(8)、 “Clear” clear key

To clear data for wrong input, and re-input

(9) 4 Menu keys

For“AMP-fer”、“F-setup”、“Marker”、“CW-step” sub-menu to setup and selection.

(10) Modulation key

Modulation key “INT/EXT”、“UP”、“DOWN”、“PRF/Width”

“INT/EXT”： Select inside and outside modulation ; select modulation or no

“UP”“DOWN”： when system is in the states of inside modulation, increase or reduce repeat frequency or pulse width;

“PRF/Width”： when system is in the states of inside modulation, exchange modulation signal (repeat frequency、 pulse width)。

3.3 RF OUT

3.4 Power sensor input (SENSOR)

3.5 Modulation function input/output ( SYNC OUTPUT、 EXT INPUT、 VIDEO OUTPUT)

Modulation function input/output is three BNC connectors, three keys are Synthesize pulse output, EXT input ,video output。





Frequency synthetic include decimal divide frequency ADF4153、  
Loop filter、 VCO to make up loop. System control base on MCU  
(C8051F120), to control ADF4153 and lock measure, use ZLG7289  
chip, for people and machine interface, CPU output to cmj15\*20D LCD  
display module;

Power and loss measure function: include power sensor、 signal  
pre-amp、 grain-control net、 signal change unit and ADC check circuit  
system. System are controlled by MCU c8051F410, refer to Figure(2) for  
working principle diagram.

#### 4.3 Principles of every unit

##### **A. Frequency synthesized unit**

###### (1)、 PLL phase lock loop

PLL used DF4153 frequency decimal divided, phase detect  
frequency: 10MHz .The input of loop phase detector via set filter , go to  
summary AMP, then go to control VCO with DAC0 bias voltage, drive  
VCO output

###### (2)、 KEY 、 DIPLAY

Key input are controlled by ZLG7289 cell, this cell can connect more  
than 64 keys for Keyboard matrix ,with SPI series connector, and decoder,  
can receive BCD decoder and 16-step decoder. So the equipment can be  
controlled by more than 64 keys from ZLG7289. this can saving  
running time for CPU.

Display output cell: ocmj15\*20D model, this model can handle Chinese- English and picture display, can clearly display wave and test data. There are inner storage cell and 16-step decoder, can receive BCD decode or 16-step decode.

### (3)、VCO

Loop lock phase for frequency synthesizer, VCO output to ADF4153 via frequency divider with divided by 4, constitute PLL phase lock loop circuit, it omission direction coupler, it is convenient to design . VCO frequency output are controlled by driving voltage which pre-setting and tolerance voltage of loop circuit, bias voltage come from CPU DAC0.

### (4)、Summing amplifier

Summing amplifier circuit is used for give an effective dc bias to extend locked voltage range of VCO. The circuit is made of amplifier op07, DAC0 give a DC bias and phase monitor give a tolerance voltage, input to loop filter and connect to op07's input termination at a rate , generate a signal to Vtune of VCO , to control VCO output frequency.

### (5)、Voltage controlled amplifier (Optional)

Voltage controlled amplifier use power amplifier module, amplify VCO output signal via voltage driving, driving voltage come from DAC1 output termination.

### (6)、1/4, 4 frequency divider module

Extend phase lock frequency range, phase lock core cell ADF4153.

#### (7)、CPU C8051F120

CPU C8051F120 is high ability 8bit micro-processor, has in-line simulation function., it manages the system, it can connect keyboard ,display ,input/output equipment , it handle data exchange via UART and C8051F410.

### **B. Power measurement unit**

#### (1)、Power sensor

Power sensor is made of detector PIN diode and chopper diode, use switching MOS –FET with high sensitivity, lower noise for chopper diode

#### (2)、Chopper driver

Amplifier current for 735MHz square-wave chopper signal

#### (3)、Pre-amplifier

Pre-amplifier is made of high gain transistor and amplifier with high impedance , lower potential barrier, it is mix type amplifier, the gain multiple is 600

#### (4)、Attenuation amplified network

Attenuation amplifier network is mad of analogous switch and resistance, and controlled by CPU. It can supply 100 times attenuation by adjust CPU control gain, to change measure span.

#### (5)、Signal shaping

Signal shaping is mad of full wave rectified circuit and lower-pass filter, it return to DC current signal voltage from 735Hz AC signal which

is chopped from sensor detector .

#### (6)、C8051F410

C8051F410 is 8bit CPU, it has in-line simulation, function. It is used to control power detecting system, and record output data, and exchange data via the code of UART and C8051F120

### 5. Caution :

5.1 Please read the operation manual and grasp the operation method before using it, .

5.2 Power supply voltage AC~**220V**±40V 、**50Hz** 、**20W**, Ensure the input voltage is suitable, otherwise, the meter will be damaged;

5.3 The power of input signal cannot be over the max input power.

5.4 Ensure power on for 30 minutes before beginning measurement

### 6. Packing list:

Spare parts	Unit	Qty.
Power supply cable	pcs	1
1.5m/BNC cable	pcs	2
N- cable	pcs	1
Fuse (0.5A)	pcs	2
ATJ8-5 (Detector DC~18GHZ, N (J) -BNC (K)	pcs	1
Operation manual	ea	1

### 7. Optional item:

**AT11803 power sensor (10MHz~18GHz) , special for power measurement.**