

Keysight M9203A

M9111A PXIe 高速电源/测量单元

13 V, ± 1 A 或 6 V, ± 3 A, 18 W

技术资料



更快供电，更快测量

在 1ms 内改变电压、稳定输出并进行精确测量！

在自动化测试环境中，“时间就是金钱”这句格言极为确切。因此，测试速度至关重要。测试器件的速度越快，节省的金钱就越多。Keysight M9111A PXIe 高速电源 / 测量单元 (SMU) 便是专为这种环境而设计的。在功率放大器的设计验证和生产测试过程中，它能帮助您实现更高吞吐量，同时保持测量质量。M9111A 能够在不到 1 ms 的时间内更改和稳定输出电压，并精确测量从安培到微安级的电流，让您能尽快转向下一个测试。

作为是德科技 RF PA/FEM 表征与测试参考解决方案的一部分，这种结合可以提供优异性能，满足测试现代功率放大器 (PA) 和前端模块 (FEM) 时的苛刻要求。

概述

M9111A 是一个单插槽、2 象限 PXIe 模块，能够提供高达 13 V， ± 1 A 或 6 V， ± 3 A，18W 的输出。M9111A SMU 集电压源、电流源、安培计和伏特计的功能于一身，提供稳定、无毛刺的电流供给和吸收能力，并可进行高精度测量。其特性包括：

- 快速更改电压，并具有快速稳定时间
- 当被测器件牵引快速摆动的电流脉冲时，能够快速恢复并具有低电压下降
- 快速、精确的低电流测量，例如泄漏电流

利用高速 SMU 输出加速测试

就测试速度而言，M9111A PXIe 高速电源 / 测量单元的性能远高于典型的直流电源；其速度比上一代 Keysight SMU 快 20 倍。根据被测器件 (DUT) 的电容量，M9111A 能在 10-50 微秒内快速改变电压，并且该电压可快速稳定到通过编程设定的值，以快速提供稳定输出。使用 M9111A 可最大程度缩短等待电源电压稳定的时间，让测试系统的其他部分可以继续执行自己的工作。

即使在动态或高电容负载下也能提供稳定电压

功率放大器和其他元器件面临着独特的测试挑战：快速脉冲状况下，它们会牵引电流的。通过提供优异的瞬态性能，M9111A SMU 可大幅降低由于脉冲负载造成的瞬态压降，并快速恢复到其编程电压（即使在电容高达 150 μF 时也不例外）。

M9111A 可在极端动态负载条件下提供业内领先的输出稳定性，因此您永远不用担心电源会干扰您的测量。M9111A SMU 的无毛刺工作可确保在编程输出或测量量程发生变化时，M9111A 的输出电压和电流保持稳定，被测器件不受影响。此外，为了实现这种输出稳定性，M9111A SMU 具有用户可选择的补偿模式，通过即刻配置 SMU 的反馈回路来匹配系统的阻抗（被测器件和有线路径），能够提高可用性和生产效率。

精确测量泄漏电流和动态电流

精确测量静态电流是一个难题。测量从 μA 到 A 级的动态电流更是难上加难。根据电流大小，必须使用一个不同的精密型测量电阻器，它代表着 SMU 的一个量程。M9111A 拥有三个电流量程（3 A、1 mA 和 100 μA ），通过调整量程，能够快速和精确地测量器件的不同工作状态和功耗情况。M9111A 内置的测量系统可快速测量低至 μA 级的小电流，即使被测器件拥有大电容（高达 150 μF ），M9111A 内置的高速数字化仪仍能每隔 5.12 μs （约 200 ksa/s）便测量一次电压和电流。

触发

M9111A PXIe SMU 利用 PXI 机箱背板触发输入端口来接收触发信号，以便启动测量。

驱动程序和软件面板

为了简化系统开发，M9111A 提供 IVI.COM 和 IVI.C 驱动程序，分别用于 32 位和 64 位 Windows 操作系统。

这个软件面板界面可以让您轻松监测、配置和控制 M9111A SMU。

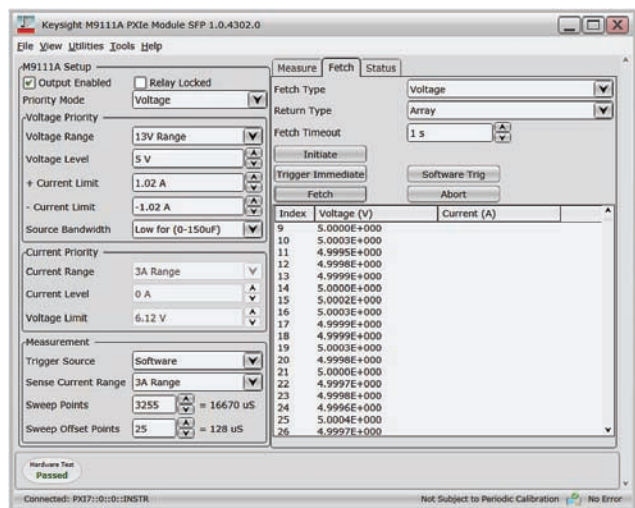


图 1. 软件前面板

利用参考解决方案解决 RF PA/FEM 测试挑战

M9111A PXle 高速 SMU 是德科技射频功率放大器 / 前端模块 (PA/FEM) 表征和测试参考解决方案的一部分。这个参考解决方案能够快速、全面地表征 PAD 器件等新一代功率放大器模块，包括进行 S 参数、解调、功率、邻道功率和谐波失真测量。

使用这个参考解决方案可以快速评测新的测试配置，或利用开源快捷键扩大您现有的测试系统。如想了解快速启动 RF PA/FEM 参考系统的更多信息，请访问：www.keysight.com/find/solution-padvt

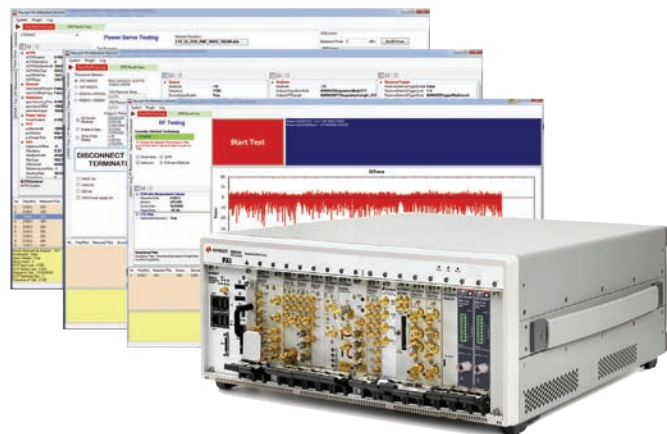


图 2. RF PA/FEM 表征和测试参考解决方案

性能指标

除非另行说明，技术指标是指器件在 0 至 45 °C 环境温度范围内经过 30 分钟预热之后的保证性能。

M9111A	
直流额定：	
电压	13 V/6 V
电流	± 1 A/ ± 3 A
功率	13 W/18 W
从 20 Hz 至 20 MHz 的输出电压纹波和噪声 (PARD)：	
在输出端子处测量，在所有负载条件下，采用电压优先模式，输出带宽设置 = 低	
CV 峰峰值	15 mV
CV rms	1.5 mV
负载效应 (负载调节率)：	
对于任何负载变化，均有高达 1.0 V 的引线压降。负载引线压降会降低负载的最大可用电压。	
电压	500 μ V
电流, 3 A 量程	200 μ A
电流, 1 mA 量程	250 nA
编程精度 (23°C \pm 5°C)：	
适用于任意负载上的最低至最高编程范围。	
电压, 13 V 和 6 V 量程	0.025% + 1 mV
电流, 3 A 量程	0.05% + 1 mA
电流, 1 mA 量程	0.05% + 500 nA
测量精度 (23°C \pm 5°C)：	
以 5.12 μ s 为时间间隔，测量 3255 (默认值) 个数据点时适用。	
电压, 13 V 和 6 V 量程：	0.05% + 1 mV
电流, 3 A 量程	0.05% + 300 μ A
电流, 1 mA 量程	0.05% + 100 nA
电流, 100 μ A 量程	0.05% + 10 nA
电压优先模式下的负载瞬态响应时间：	
恢复到稳定频段的时间。	
负载拥有 150 μ F 的电容 (ESR = 50 m Ω)，电容器远程感应，4.25 英尺双绞线负载引线。	
上升时间 (10% 至 90%)	≥ 10 μ s
稳定频段	
6 V 量程，采用 1.4 A 负载步进	± 20 mV
恢复时间	≤ 35 μ s

补充特征

M9111A				
最小电流和电压一致性限制:				
13 V 和 6 V 量程电流优先模式	20 mV			
3 A 量程电压优先模式	± 20 mA			
1 A 量程电压优先模式	± 10 mA			
编程范围和分辨率				
电压, 13 V 量程	0 至 13.26 V; 260 μ V			
电压, 6 V 量程	0 至 6.12 V; 260 μ V			
电流	-3.06 A 至 3.06 A; 100 μ A			
每 °C 的编程精度温度系数:				
电压, 13 V 和 6 V 量程:	0.0025% +200 μ V			
电流	0.0025% +60 μ A			
测量分辨率:				
电压	120 μ V			
电流, 3 A 量程	25 μ A			
电流, 1 mA 量程	13 nA			
电流, 100 μ A 量程	1.4 nA			
每 °C 的测量精度温度系数:				
电压	0.003 % + 75 μ V			
电流, 3 A 量程	0.002% + 110 μ A			
电流, 1 mA 量程	0.002% + 5 nA			
电流, 100 μ A 量程	0.002% + 500 pA			
电压编程速度和稳定时间: (在指定带宽下)				
斜率设置为最大; 高 2 输出电容器 = 1 μ F; 高 3 输出电容器 = 7 μ F				
补偿设置	低	高 1	高 2	高 3
上升时间从步进的 10% 到 90% 13 V 和 6 V 量程, 采用 0-4 V 步进	300 μ s	12 μ s	15 μ s	40 μ s
至 0.1% 步进的稳定时间 13 V 和 6 V 量程, 采用 0-4 V 步进	1.2 ms	40 μ s	50 μ s	120 μ s
高频输出电压噪声: (在指定带宽下)				
采用高 2 设置, 输出电容 = 1 μ F; 采用高 3 设置, 输出电容 = 7 μ F				
补偿设置	低	高 1	高 2	高 3
CV 峰峰值, 从 20Hz 至 20MHz 13 V 和 6V 量程, 适用于任何负载	15 mV	15 mV	3 mV	3 mV
CV rms 从 20Hz 至 20MHz 13 V 和 6 V 量程, 适用于任何负载	1.5 mV	1.5 mV	0.4 mV	0.3 mV
电压测量噪声: (峰值)				
13 V 量程	2.9 mV			
电压测量稳定时间: (从步进的 0.1% 至 10mV 的稳定频段)				
稳定时间	35 μ s			
电压测量小信号带宽:				
-3 db	直流至 30 kHz			
-1 db	直流至 17 kHz			

补充特征（续）

M9111A				
电压优先瞬态特征：（恢复到稳定频段内的时间）				
在指定带宽下，仅限 6 V 量程，在负载电容器处采用远程感应，4.25 英尺双绞线负载引线。				
补偿设置	低	高 1	高 2	高 3
稳定频段	40 mV	50 mV	30 mV	20 mV
CC 负载步进	0.2 A	0.2 A	0.5 A	1.4 A
上升时间从步进的 10% 到 90%	10 μ s	5 μ s	5 μ s	10 μ s
复时间				
无负载电容	40 μ s	12 μ s	—	—
配有 1 μ F 负载电容（ESR = 50 m Ω ）	—	20 μ s	12 μ s	—
配有 6.8 μ F 负载电容（ESR = 50 m Ω ）	—	—	14 μ s	15 μ s
配有 150 μ F 负载电容（ESR = 50 m Ω ）	150 μ s	—	—	35 μ s
最大峰值电压				
无负载电容的偏差	250 mV	260 mV	—	—
配有 1 μ F 负载电容（ESR = 50 m Ω ）	—	290 mV	140 mV	—
配有 6.8 μ F 负载电容（ESR = 50 m Ω ）	—	—	140 mV	60 mV
配有 150 μ F 负载电容（ESR = 50 m Ω ）	65 mV	—	—	45 mV
过压保护：				
量程	0 至 15 V			
精度	0.05% + 5 mV			
响应时间 ¹	< 40 μ s			
电流编程速度与稳定时间：				
上升时间从步进的 10% 到 90%				
3 A 量程，采用 0-1.5 A 步进	3 μ s			
1 mA 量程，采用 0-0.5 mA 步进	1 ms			
至步进的 0.1% 的稳定时间				
3 A 量程，采用 0-1.5 A 步进	20 μ s			
1 mA 量程，采用 0-0.5 mA 步进	7 ms			
高频输出电流噪声：（CC rms 从 20 Hz 至 20 MHz）				
3 A 量程	1 mA			
1 mA 量程	1 μ A			
电流编程小信号带宽：				
-3 dB				
3 A 量程	直流至 100 kHz			
1 mA 量程	直流至 1 kHz			
电流测量噪声：（峰值）				
3 A 量程	305.2 μ A			
1 mA 量程	1.1 μ A			
100 μ A 量程：	25 nA			
电流测量稳定时间：（至规定步进的 1%，量程不变）				
3 A 量程，采用 0.5-1 A 步进	35 μ s			
1 mA 量程，采用 0.5-1 mA 步进	120 μ s			
100 μ A 量程，采用 50-100 μ A 步进	300 μ s			
（至规定步进的 1%，量程下调）				
从 3 A 量程下调至：				
1 mA 量程	200 μ s			
100 μ A 量程：	2 ms			

1. 响应时间为从出现过压条件到开始关闭输出的时间。

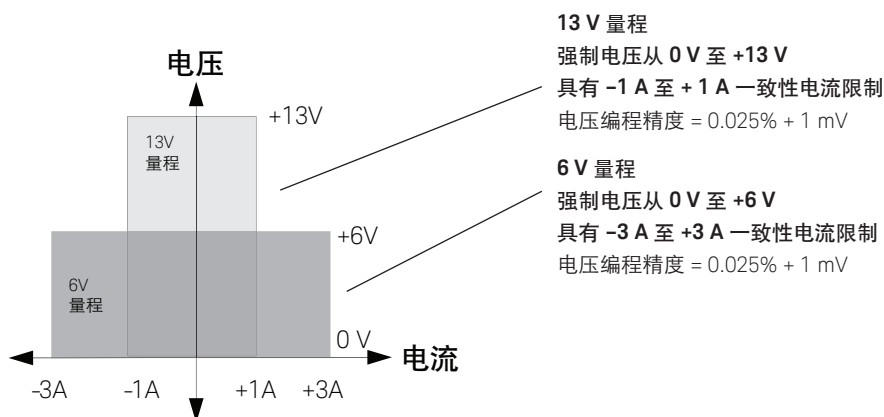
补充特征（续）

M9111A	
电流测量小信号带宽:	
-3 dB	
3 A 量程	直流至 28 kHz
1 mA 量程	直流至 10 kHz
100 μ A 量程:	直流至 1 kHz
<hr/>	
-1 dB	
3 A 量程	直流至 16 kHz
100 mA 量程	直流至 6 kHz
100 μ A 量程:	直流至 800 Hz
电流优先瞬态特征: (采用 4.25 英尺双绞线负载引线)	
3A 量程, 采用 1.5-3.5 V 步进	
电流稳定频段	40 mA
恢复时间	5 μ s
从 20 Hz 至 20 MHz 的共模电流: (负输出连接至机箱)	
CC 峰峰值	< 1 mA
CC rms	< 75 μ A
远程传感功能:	
输出可在每条负载引线压降高达 1 V 的条件下保持技术指标性能。负载线压降会降低负载的最大可用电压。	
测量数字化仪:	
以大约 200 ksa/s、测量点多达 100K 的设置数字化电压和电流	
法规遵从性:	
电磁兼容 (EMC)	符合欧洲 EMC 指令 2014/30/EC - IEC/EN 613 26-1 - CISPR 11 第 1 组, A 类 - AS/NZS CISPR 11 符合韩国 KC 标志 ISM 器件符合加拿大 ICES-001 标准。 ISM 器件符合加拿大 NMB-001 标准。
安全性	符合欧洲低电压指令 2014/35/EU。
环境条件:	
温度范围	0°C 至 45°C
相对湿度	高达 95% (无冷凝)
海拔高度	高达 2000 米
储存温度	-40°C 至 70°C
输出端子隔离:	
最大额定值	输出端与其他端子或机箱接地的电势差不得超过 60 V 直流。
净重:	
	0.41 kg (0.90 磅)
尺寸:	
	3U, 1 插槽, PXIe 模块 19.9 mm 宽 x 128.4 mm 高 x 212.6 mm 深 (0.784 英寸 x 5.06 英寸 x 8.37 英寸)

输出象限特征

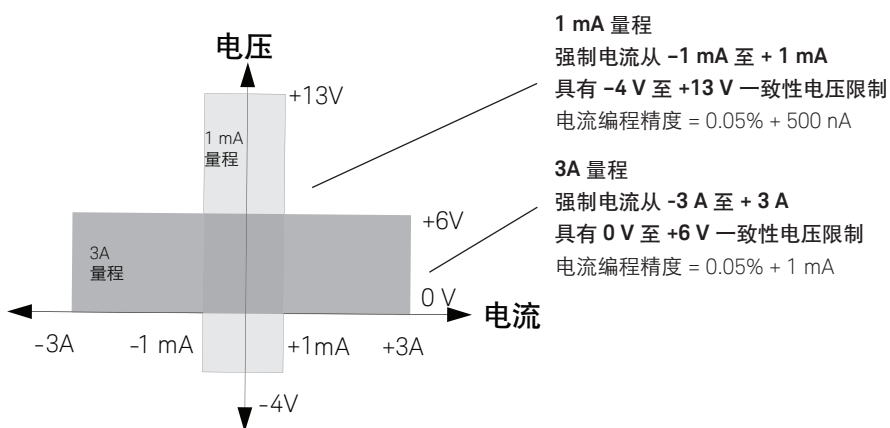
电压优先模式工作区

用于强制电压 / 测量电流



电流优先模式工作区

用于强制电流 / 测量电压



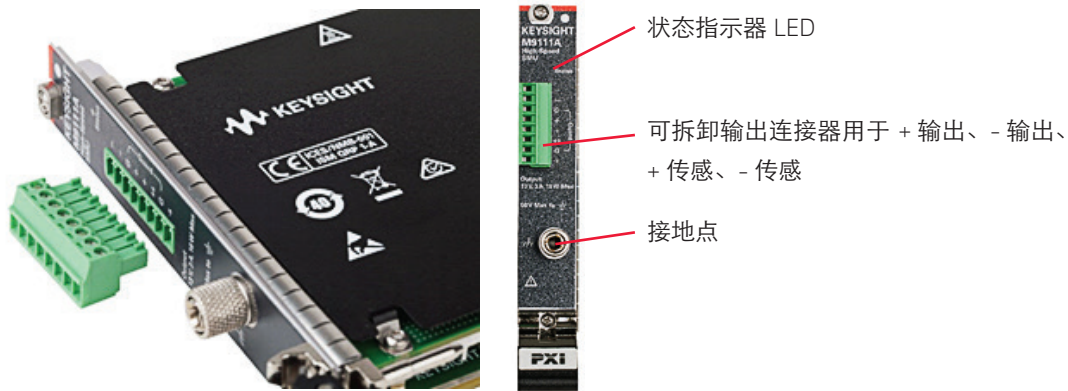
测量精度和分辨率

(采用更短的测量间隔)

下表显示了采用各种电源线周期数 (NPLC) 测量设置时短期测量精度和分辨率的变化。这些变化以模数转换器的噪声性能为基础。本表的基线为 1 NPLC, 无添加噪声。要确定更短平均间隔下的测量精度, 只需将噪声值添加到规定表格的固定精度值即可。

60 Hz 时的 NPLC:	0.0003	0.003	0.006	0.010	0.031	0.06	0.1	0.6	1
时间:	5.1E-6	51.2E-6	102.4E-6	169E-6	512E-6	998.4E-6	1.7E-3	10E-3	16.7E-3
平均点数:	1	10	20	33	100	195	325	1953	3255
3A 量程噪声:	305.2E-6	119.5E-6	73.8E-6	72.8E-6	34.8E-6	30.3E-6	19.2E-6	7.8E-6	7.6E-6
分辨率 (位数):	13.3	14.6	15.3	15.3	16.4	16.6	17.3	18.5	18.6
1mA 量程噪声:	1.1E-6	290.6E-9	193.0E-9	191.0E-9	45.8E-9	28.7E-9	18.0E-9	3.2E-9	2.9E-9
分辨率 (位数):	9.8	11.7	12.3	12.4	14.4	15.1	15.8	18.3	18.4
100 uA 量程噪声:	25.0E-9	20.9E-9	17.0E-9	10.3E-9	5.9E-9	3.2E-9	2.3E-9	547.5E-12	417.9E-12
分辨率 (位数):	12.0	12.2	12.5	13.2	14.1	14.9	15.4	17.5	17.9

前面板详细信息



订购信息

型号	描述
M9111A	PXIe 高速电源 / 测量单元

相关产品

型号	描述
M9018A	PXIe 18 插槽机箱
M9037A	PXIe 高性能嵌入式控制器

网络资源

请访问我们的网站，以获取其他产品信息和参考文献。

M9111A PXIe 高速电源 / 测量单元

www.keysight.com/find/M9111A

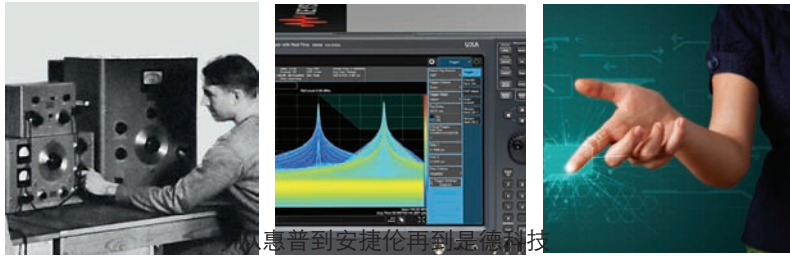
RF PA/FEM 表征和测试、参考解决方案

www.keysight.com/find/solution-padvt

演进

我们独有的硬件、软件和技术人员资源组合能够帮助您实现下一次突破。

我们正在开启技术的未来。



惠普到安捷伦再到是德科技



- myKeysight**

www.keysight.com/find/mykeysight
个性化视图为您提供最适合自己的信息！
- Keysight Infoline**

www.keysight.com/find/service
是德科技的洞察力帮助您实现最卓越的信息管理。免费访问您的是德科技设备公司报告和电子图书馆。
- KEYSIGHT SERVICES**

3 年保修
是德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。

是德科技保证方案
www.keysight.com/find/AssurancePlans
10 年的周密保护以及持续的巨大预算投入，可确保您的仪器符合规范要求，精确的测量让您可以继续高枕无忧。

DEKRA Certified
www.keysight.com/go/quality
是德科技公司
DEKRA 认证 ISO 9001:2015
质量管理体系

是德科技渠道合作伙伴
www.keysight.com/find/channelpartners
黄金搭档：是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

www.keysight.com/find/M9111A



如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息，请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表，请访问：www.keysight.com/find/contactus

是德科技客户服务热线
热线电话: 800-810-0189、400-810-0189
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863
电子邮件: tm_asia@keysight.com

是德科技 (中国) 有限公司
北京市朝阳区望京北路 3 号是德科技大厦
电话: 86 010 64396888
传真: 86 010 64390156
邮编: 100102

是德科技 (成都) 有限公司
成都市高新区南部园区天府四街 116 号
电话: 86 28 83108888
传真: 86 28 85330931
邮编: 610041

是德科技香港有限公司
香港北角电器道 169 号康宏汇 25 楼
电话: 852 31977777
传真: 852 25069233

上海分公司
上海市虹口区四川北路 1350 号
利通广场 19 楼
电话: 86 21 26102888
传真: 86 21 26102688
邮编: 200080

深圳分公司
深圳市福田区福华一路 6 号
免税商务大厦裙楼东 3 层 3B-8 单元
电话: 86 755 83079588
传真: 86 755 82763181
邮编: 518048

广州分公司
广州市天河区黄埔大道西 76 号
富力盈隆广场 1307 室
电话: 86 20 38390680
传真: 86 20 38390712
邮编: 510623

西安办事处
西安市碑林区南关正街 88 号
长安国际大厦 D 座 501
电话: 86 29 88861357
传真: 86 29 88861355
邮编: 710068

南京办事处
南京市鼓楼区汉中路 2 号
金陵饭店亚太商务楼 8 层
电话: 86 25 66102588
传真: 86 25 66102641
邮编: 210005

苏州办事处
苏州市工业园区苏华路一号
世纪金融大厦 1611 室
电话: 86 512 62532023
传真: 86 512 62887307
邮编: 215021

武汉办事处
武汉市武昌区中南路 99 号
武汉保利广场 18 楼 A 座
电话: 86 27 87119188
传真: 86 27 87119177
邮编: 430071

上海MSD办事处
上海市虹口区欧阳路 196 号
26 号楼一楼 J+H 单元
电话: 86 21 26102888
传真: 86 21 26102688
邮编: 200083