

## 基于LXI的高密度微波开关系统开发

李勇军 应用工程师

品英仪器(北京)有限公司

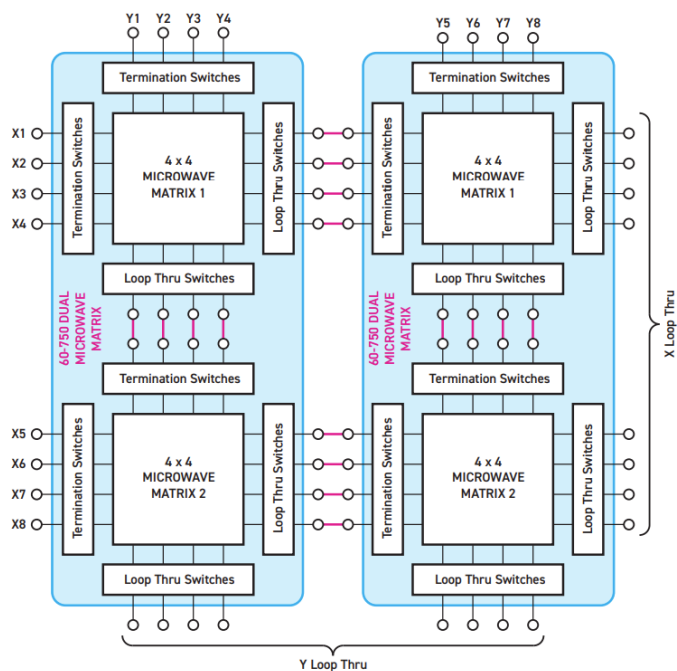
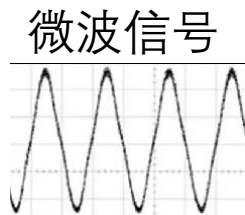
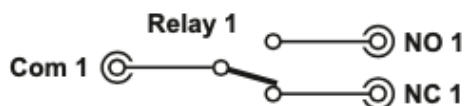
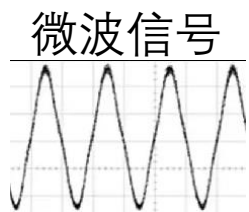
li.yongjun@pickeringtest.com



Pickering Interfaces

[pickeringtest.com](http://pickeringtest.com)

# 基于LXI的高密度微波开关系统



通信方式：LXI / 局域网技术

# Pickering 模块化射频微波产品介绍



A: SPDT



B: SP6T



C: 自动端接 F: 微波矩阵



D: Transfer

E: 分体式



LXI机箱

# Pickering LXI射频微波产品介绍



1: 视频矩阵



2: 微波SP6T



3: 射频矩阵



4: 微波矩阵



5: 大规模射频矩阵



段号	频段名称	频段范围	波段名称		在自由空间的波长范围
1	极低频	3~30HZ	极长波		100000~10000 km
2	超低频	30~300HZ	超长波		10000~1000 km
3	特低频	300~3000HZ	特长波		1000~100 km
4	甚低频(VLF)	3~30K	甚长波		100~10 km(万米波)
5	低频(LF)	30~300K	长波		10000~1000 m(千米波)
6	中频(MF)	300~3000K	中波		1000~100 m(百米波)
7	高频(HF)	3~30M	短波		100~10 m(十米波)
8	甚高频(VHF)	30~300M	米波		10~1 m(米波)
9	特高频(UHF)	300~3000M	微波	分米波	10~1 dm
10	超高频(SHF)	3~30G		厘米波	10~1 cm
11	极高频(EHF)	30~300G		毫米波	10~1 mm
12	至高频	300~3000G		丝米波	1000~100um(亚毫米波)

110G

# 基于LXI的高密度微波开关系统

- 微波开关系统的应用需求
- 开关产品技术特性分析
- 微波开关系统软硬件解决方案

# 微波开关系统的应用需求—应用领域

- ✓武器装备
- ✓航空、航天
- ✓轨道交通
- ✓汽车
- ✓半导体
- ✓医疗设备
- ✓.....

设计验证

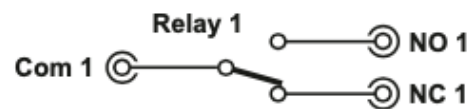
生产测试

维修保障

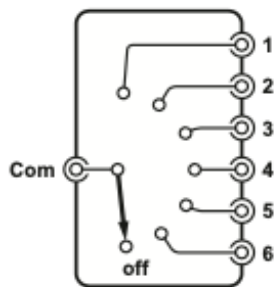
# 微波开关系统的应用需求—典型切换方式

- 简单切换

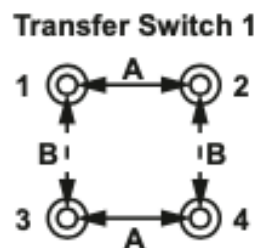
- 单刀双掷 SPDT



- 多路复用 Multiplexer



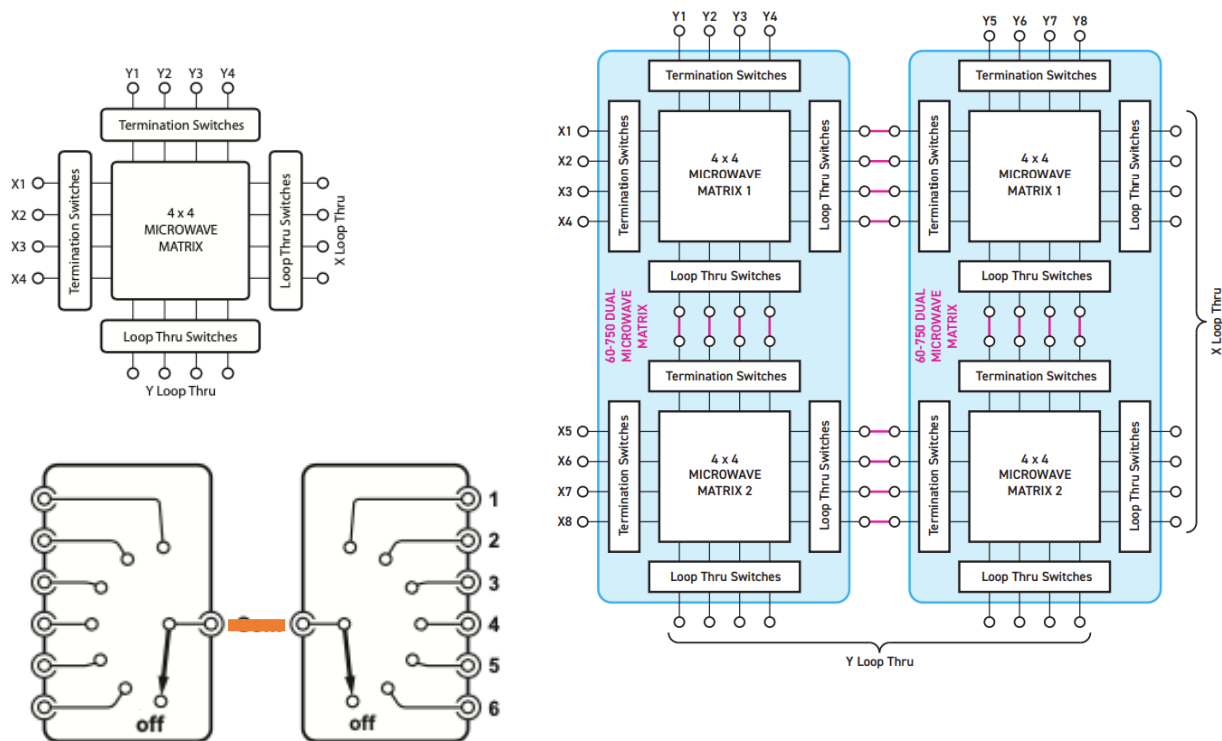
- 换向开关 Transfer





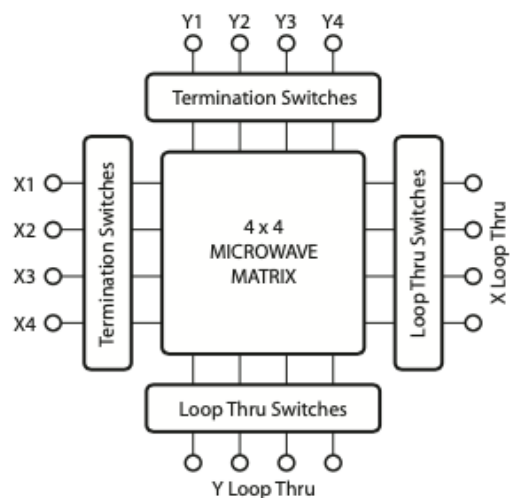
# 微波开关系统的应用需求—组合切换方式

- 组合切换
  - 全交换矩阵开关 Full Matrix
- 总线式矩阵 Bus Matrix
- 其它定制化结构 Customized
  - 大规模多路复用开关
  - 矩阵扩展
  - .....



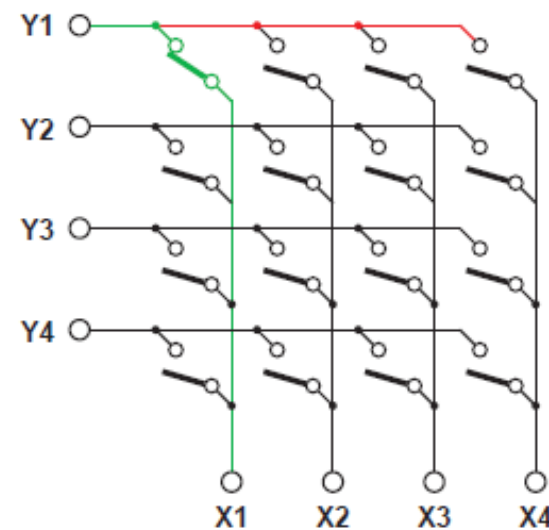
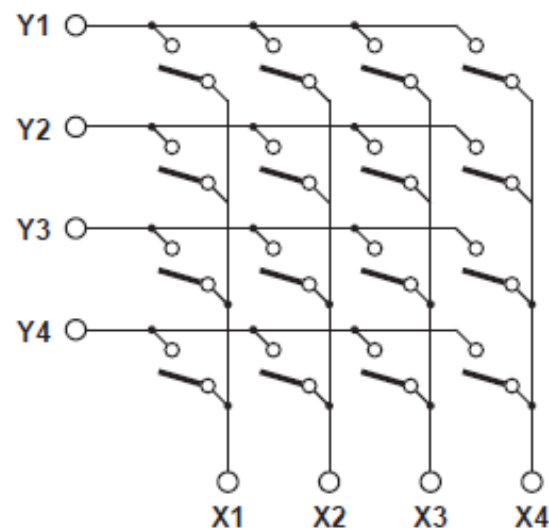
# 微波开关系统的应用需求—全交换矩阵开关

- 全交换矩阵开关 Full Matrix



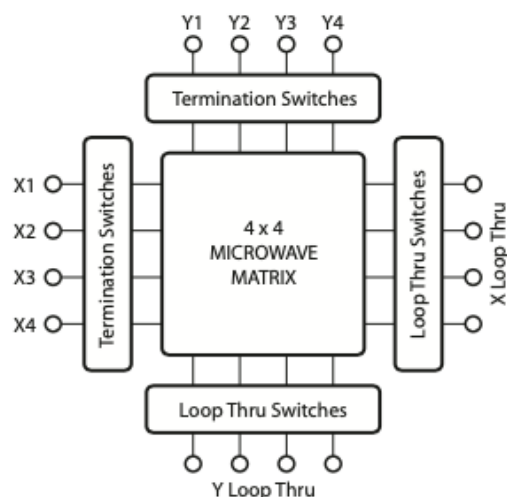
对照：低频矩阵开关

<500MHz

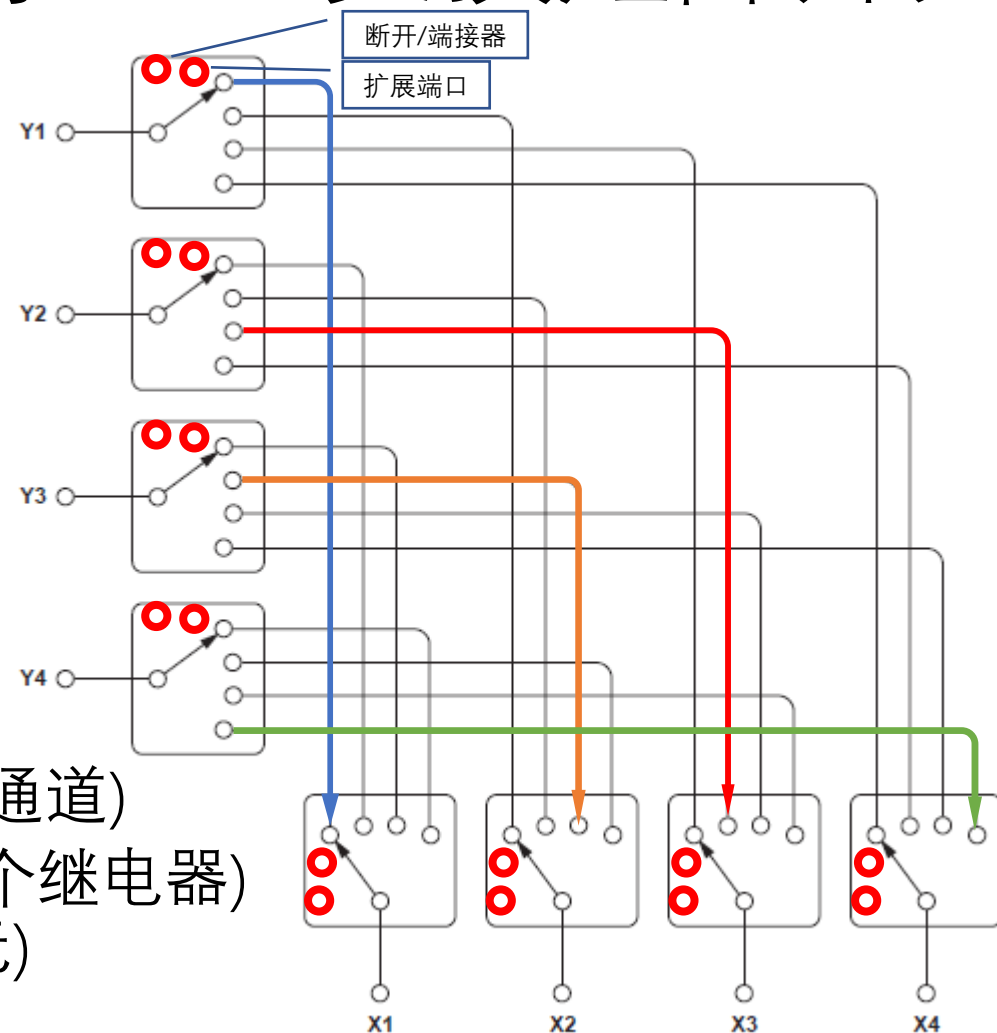


# 微波开关系统的应用需求—全交换矩阵开关

- 全交换矩阵开关 Full Matrix



- 优势：应用灵活(可同时建立多个信号通道)
- 劣势：成本高( $N \times N$ 矩阵至少需要 $2 \times N^2$ 个继电器)  
规模受限(一般以 $4 \times 4$ 为基本单元)  
接线复杂，软件复杂
- 典型适用范围：DC~18GHz

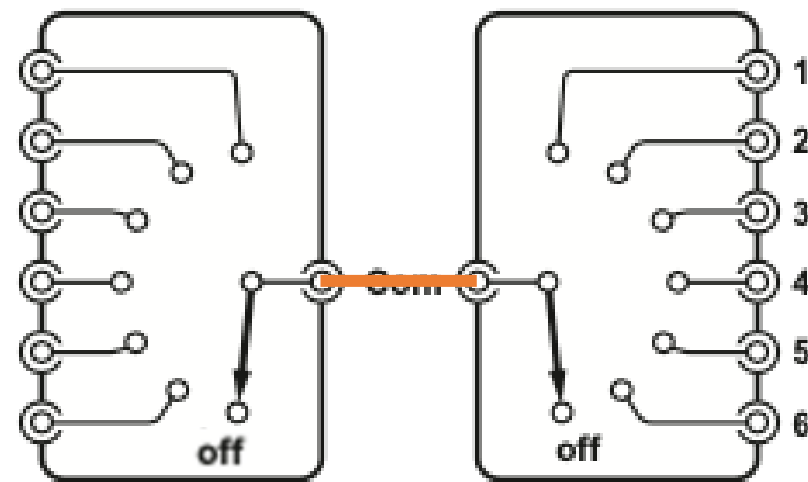


# 微波开关系统的应用需求—总线式矩阵

- 总线式矩阵 Bus Matrix

- 两个多路复用开关背靠背连接
- 可以灵活组合不同规模的矩阵

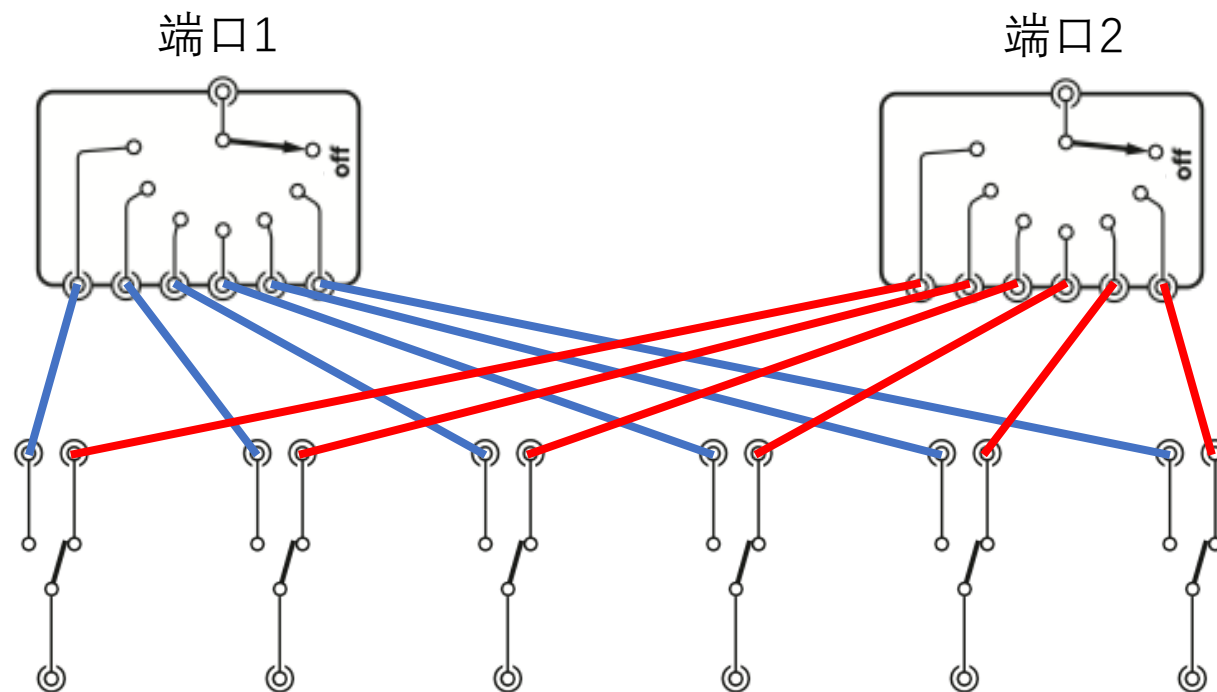
- 优势： 成本低( $N \times N$ 矩阵需要 $2N$ 个继电器)  
规模灵活(每侧可选则2, 4, 6, 8等)  
接线简单， 软件相对简单
- 劣势： 应用不够灵活(每次只能建立1个信号通道)
- 典型适用范围： DC~67GHz



# 微波开关系统的应用需求—常见需求

- 1, VNA端口扩展方案(2扩6端口)

- 实质:  $2 \times 6$  矩阵

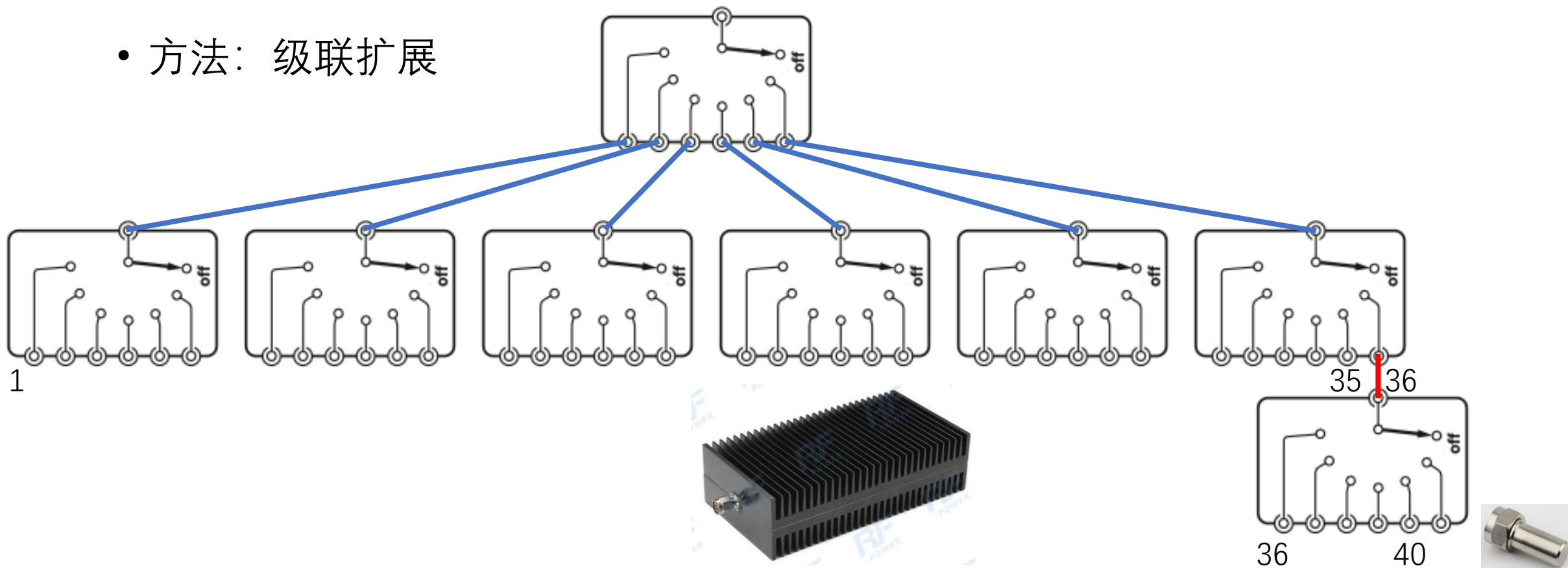




# 微波开关系统的应用需求—常见需求

- 2, 1:40多路复用开关

- 方法：级联扩展



# 微波开关系统--设计及解决方案

- 微波开关系统的应用需求
- **开关产品技术特性分析** ◀
- 微波开关系统软硬件解决方案

# 微波开关系统——开关特性分析

- 典型微波开关器件的特性
  - 机械式开关
  - 固态开关

	机械开关	固态开关
频率下限	0	10MHz
频率上限	>60GHz	约8GHz
动作时间	约15ms	约50μs
功率	1~40W (与频率相关)	<1W (30dBm)
插入损耗	0.2~1.2:1 (与频率相关)	<9dB (@8GHz)
VSWR	1.3~2.2:1 (与频率相关)	<1.8:1 (@8GHz)
通道隔离度	50~70dB (与频率相关)	>50dB (@8GHz)
切换寿命	>200万次	无限

# 微波开关系统——开关特性分析

- 典型微波开关器件的特性
  - 不同硬件平台的最大承载能力

PXI机箱	SPDT	SP4T	SP6T	4*4矩阵单元
8槽	14	9	9	0
14槽	26	18	18	1 (已停产)
18槽	34	24	24	1 (已停产)
19槽	36	27	27	1 (已停产)

LXI模块机箱	SPDT	SP4T	SP6T	4*4矩阵单元
2槽	4	3	3	0
4槽	8	6	6	0
6槽	12	9	9	0
18槽	36	27	27	1 (已停产)

# 微波开关系统—开关特性分析

- 典型微波开关器件的特性
  - 不同硬件平台的最大承载能力

独立LXI设备	SPDT	SP4T	SP6T	3*3/4*4/4*8矩阵
1U	无货架产品	8	8	0
2U	无货架产品	16	16	2
3U	无货架产品	16	16	无货架产品
定制产品	自定义	自定义	自定义	自定义





# 灵活的LXI微波开关平台

Switch Type	Termination	Bandwidth & Connector Type										
		2.5 GHz DIN 1.6/5.6 (75 Ω)	3 GHz SMA (50 Ω)	6 GHz SMA (50 Ω)	8 GHz N-Type (50 Ω)	12.4 GHz N-Type (50 Ω)	18 GHz SMA (50 Ω)	22 GHz SMA (50 Ω)	26.5 GHz SMA (50 Ω)	40 GHz SMA 2.9 (50 Ω)	50 GHz SMA 2.4 (50 Ω)	67 GHz SMA 1.85 (50 Ω)
Transfer (DPDT)	Unterminated	✓	✓				✓		✓	✓	✓	
SPDT		✓				✓	✓		✓	✓	✓	✓
SP4T		✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
SP6T		✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
SP8T					✓		✓		✓			
SP10T					✓		✓	✓				
SP12T					✓		✓					
SPDT	Terminated						✓		✓	✓	✓	
SP4T						✓	✓		✓	✓	✓	
SP6T						✓	✓		✓	✓	✓	
SP8T							✓		✓			
SP10T							✓	✓				
SP12T							✓					

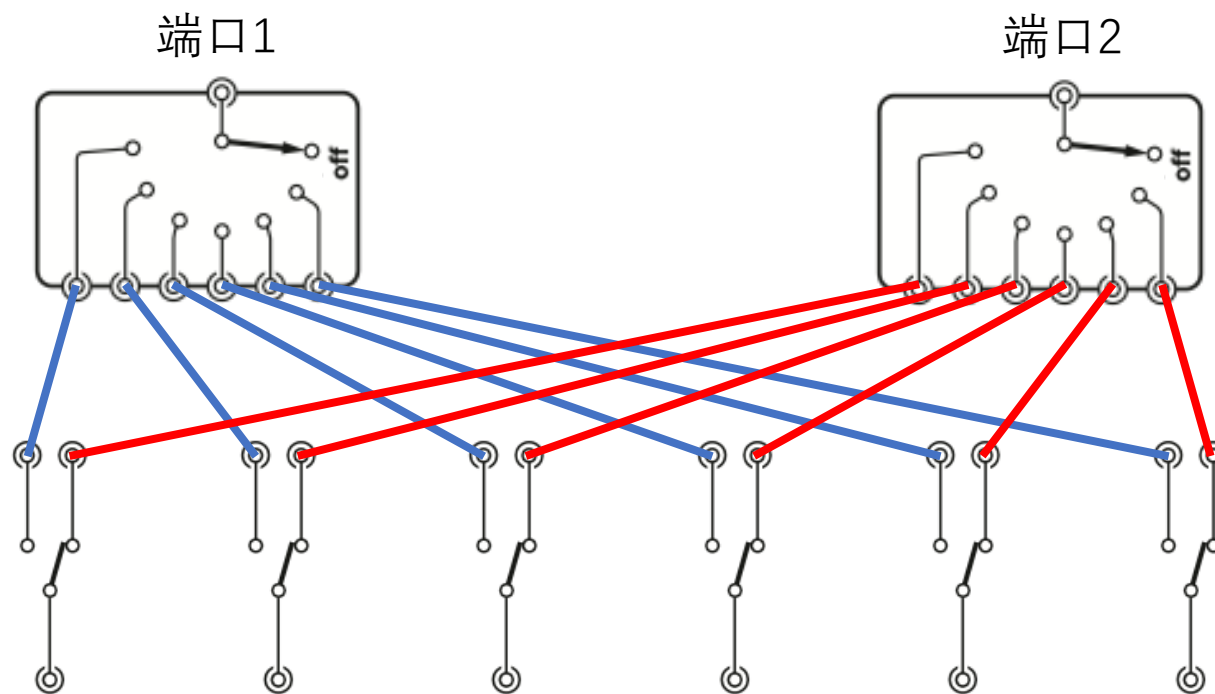
- 60-890系列：带宽最高67GHz、阻抗为50Ω或75Ω、不同类型的开关（转换继电器、SPDT、SP4T、SP6T、SP8T、SP10T和SP12T）可以混合搭建，或更多特殊需要。

# 微波开关系统--设计及解决方案

- 微波开关系统的应用需求
- 开关产品技术特性分析
- 微波开关系统软硬件解决方案 ◀

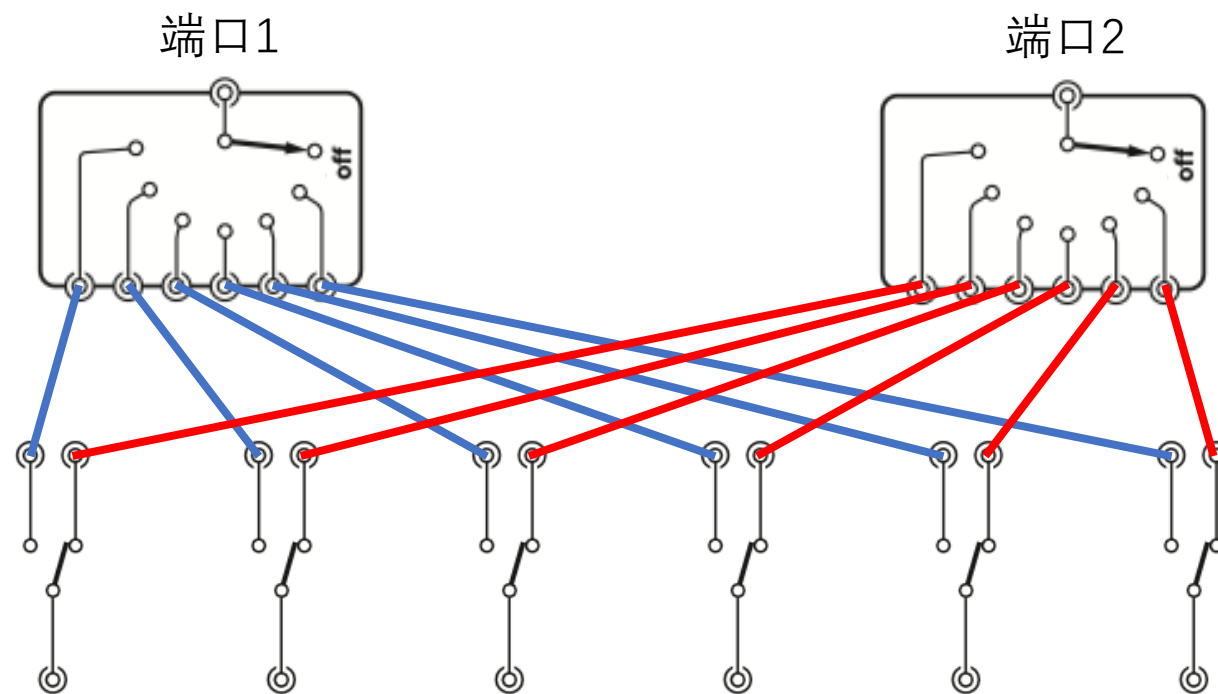
# 微波开关系统—解决方案

- 一个案例
- 分析硬件构成
- 分析软件方案
- 成本分析



# 微波开关系统—解决方案

- 案例：矢量仪端口扩展
- 硬件构成：
  - 2组SP6T 26.5GHz多路开关
  - 6组SPDT 26.5GHz开关
  - 12条互联电缆



# 微波开关系统—解决方案

- 硬件构成:

- 2组SP6T 26.5GHz多路开关
- 6组SPDT 26.5GHz开关
- 12条互联电缆
- 无终端电阻

单位开关器件 规格	
SPDT	2+1槽
SP4T	
SP6T	2槽



LXI模块机箱  
60-106-001



LXI定制设备  
60-XXX



# 微波开关系统—解决方案

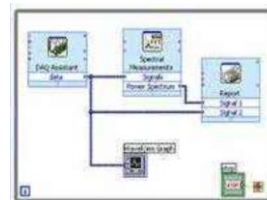


	型号	数量	单价	型号	数量	单价
	LXI模块机箱方案1			LXI专用设备方案3		
机箱	60-106-001	1	22375	——		
SPDT	40-780B-534	1	22675	(6个)		
	40-780B-532	1	13475			
SP6T	40-784B-032	2	46175	(2个)		
电缆	40-977-543-0.25m	12	/	40-977-542-0.25m	12	

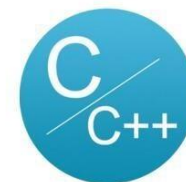
# 微波开关系统—解决方案

- 软件系统:

- 操作系统——Windows/Linux/Mac/LabVIEW RT/其它



- 开发环境——LabVIEW/.Net/C++/Python/其它



# 基于LXI的高密度微波开关系统

总结：

- 微波开关的应用需求案例： 矢网端口扩展， 多路复用级联
- 开关特性： 频率、 结构、 功率、 插入损耗等
- 软硬件解决方案： 模块、 独立设备、 操作系统、 编程环境

## 基于LXI的高密度微波开关系统开发

谢谢大家

