

# 理想的远程序列

BERTWave Series MP2110A/MP2100B

## 目录

1. 简介.....	2
2. 光学模块测试系统 .....	3
3. 测量序列 .....	5
4. 命令序列.....	6
5. 小技巧.....	12
6. 结论.....	13

## 1. 简介

BERTWave 系列（图 1）专为制造应用而设计，可帮助减少初始设备投入成本，同时降低运营成本。此外，该系列仪表可高效利用远程命令，缩短生产线的测量时间。

本笔记介绍了如何根据 BERTWave 功能来快速测量光学模块和设备标准远程序列。使用本笔记中描述的远程序列，可以从 BERTWave 内置的远程命令中选择最佳命令，配置用于制造光学模块和设备的简单测试系统。



图 1 BERTWave 系列

## 2. 光学模块测试系统

本笔记解释使用图 2 所示的测量系统评估光学模块光学和电气特性的方法。图 2 显示的是用于评估 4ch 光学模块的设置，评估 1ch 光学模块的设置与此类似。

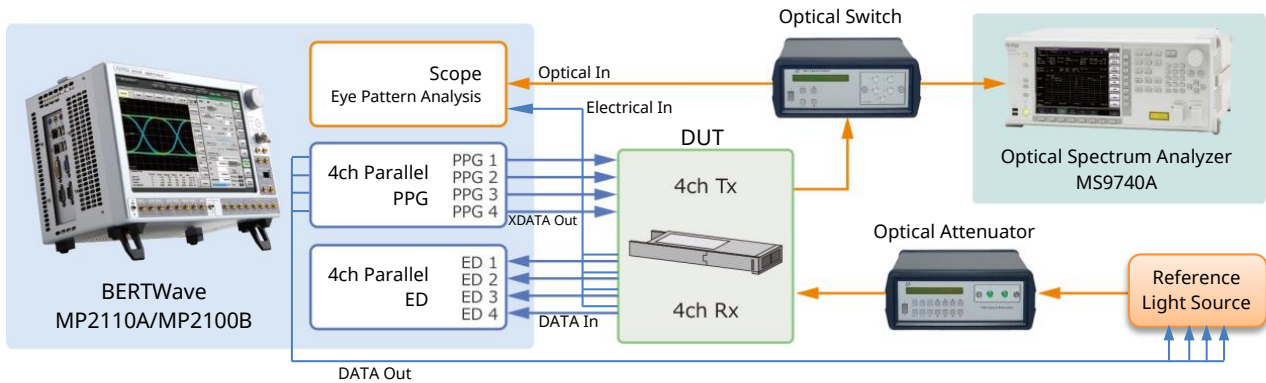


图 2 BERTWave 测量系统（使用安装 Opt-014 和 Opt-023 的 MP2100B / MP2110A）

此测量系统中的 BERTWave 连接如下：

- 将 BERTWave PPG XDATA 输出连接到 DUT（光学模块）。
- 将 BERTWave PPG DATA 输出连接到参考光源。
- 将 DUT Rx 电气输出连接到 BERTWave ED 数据输入和示波器电气通道输入连接器。
- 将 DUT Tx 光学输出连接到 BERTWave 示波器光学通道输入连接器。
- 将 BERTWave 时钟输出 \* 连接到 BERTWave 触发器时钟输入。  
\* 用于 MP2110A 的时钟输出 和用于 MP2100B 的同步输出

表 1 列出了使用此测量系统的测试项目和测试所需的 BERTWave 模块。

表 1 测试项目

测试项目		模块
光学 IF	消光比，平均功率调节值	光接口示波器、PPG
	交叉点、平均功率、消光比、OMA 等	
	模板余量	
电气 IF	抖动 (p-p, rms)、上升/下降时间等	电接口示波器、PPG
Rx 光学灵敏度		PPG、ED

## 2.1. 硬件配置

表 2 列出了使用图 2 所示测量系统所需的选项。

表 2 执行序列所需的选项

模块	MP2110A	MP2100B
BERT (PPG, ED)	014/012/011	014/012/011
光接口示波器	023/022/025/026	023*
电接口示波器	023/021	023/021

\*需要单独的滤波器选项

- 011: 1 通道 BERT
- 012: 2 通道 BERT
- 014: 4 通道 BERT
- 021: 双电接口示波器
- 022: 双光接口示波器
- 023: 光接口和单端电接口示波器
- 025: 单模光接口示波器
- 026: 多模光接口示波器

## 2.2. 软件配置

本笔记中介绍的命令序列假定使用软件版本 3.02 或更新的版本。使用更早的版本可能会因命令规格变更而导致错误和异常操作。

### 3. 测量序列

图 3 展示了执行表 1 中测试项目的总序列。本笔记说明执行此类测试时的远程序列。

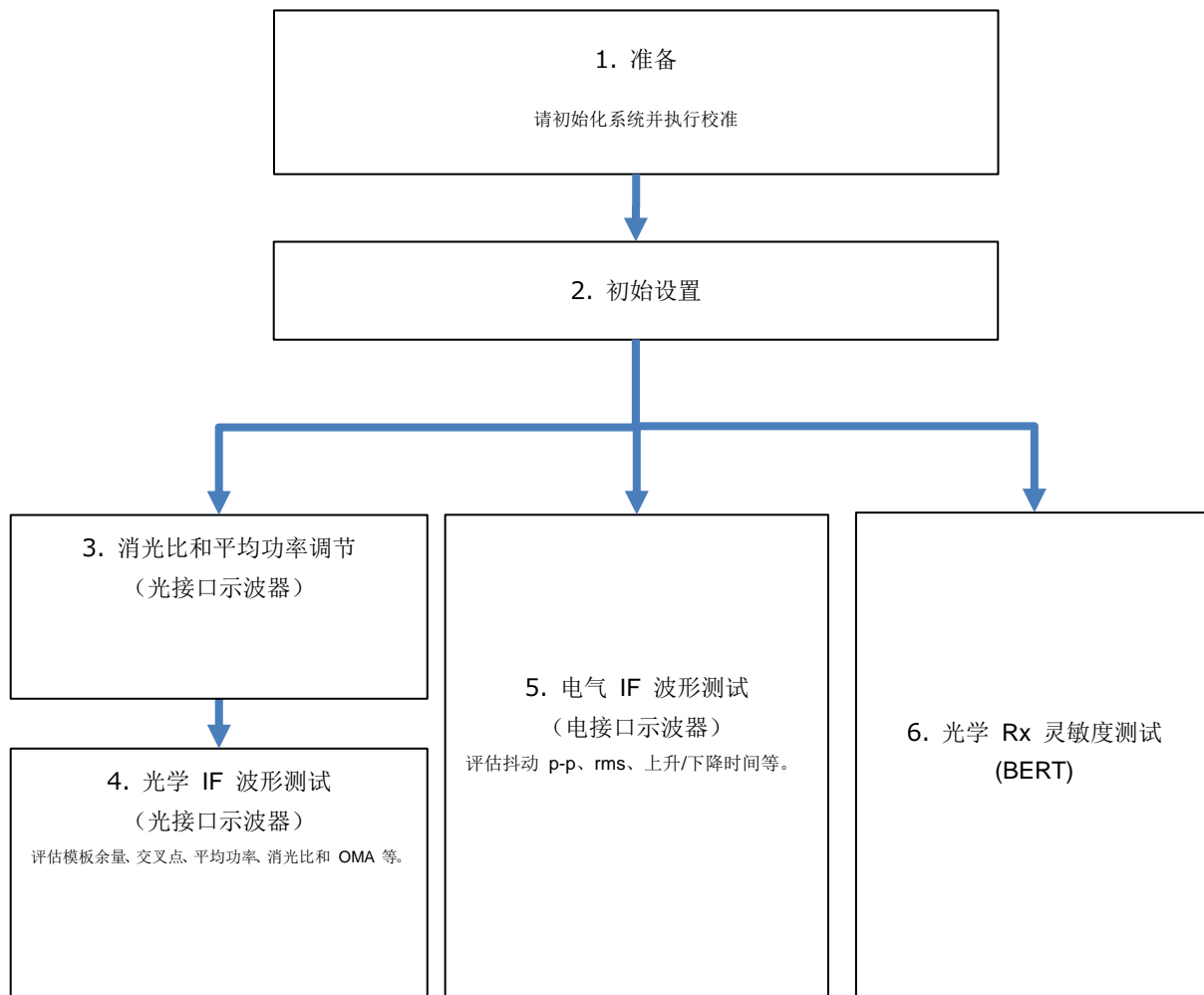


图 3 光学模块评估的总体序列

## 4. 命令序列

### 4.1. 准备

使用前请根据执行表 3 中的步骤初始化并校准系统。

表 3 使用前请设置序列

模块	远程序列	说明
通用	*CLS;*IDN? *OPT?	捕获 BERTWave 序列号、固件版本和选件配置
通用	*RST	初始化设置
示波器	// 在发送该命令前， // 确认输入连接器处没有信号输入， // 并将响应超时设为 60 s 或以上。  :SCOPE:CALibrate:AMPLitude?	校准示波器振幅并返回校准结果  * 校准时，确认输入连接器（通道 A/B 输入、触发器时钟输入）处没有信号输入。  * 眼图模式下的校准处理需要约 50 s，因此，将响应等待超时设为 60 s 或以上。

## 4.2. 初始设置

通过设置光学模块比特率、电信号参数（幅度和测试模式）、光信号波长、滤波器等等来初始化系统设置，如表 4 所示。

表 4 初始设置序列

模块	远程序列	说明
BERT	:DISPlay:ACTive 1	显示 PPG/ED 通道 1 屏幕
	// 使用 MP2110A :BERT:OUTPut:BITRate:STANdard "100GE_4"  // 使用 MP2100B :BERT:OUTPut:BITRate:STANdard "10G_LAN" :BERT:SOURce:PATtern:TYPE PRBS31 :BERT1:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5 :BERT2:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5 :BERT3:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5 :BERT4:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5	设置 PPG/ED（比特率、测试模式、幅度）  如果使用了 MP2110A/MP2100B 通道追踪功能，设置通道 1 为所有 PPG/ED 通道设置相同的基本设置。
	:SOURce:OUTPut:ASET ON	将 PPG 输出设为开 使用 :BERT:OUTPut:DATA:OUTPut 命令，在每个通道设置开。
光接口示波器 (O/E)	// 使用 MP2110A :OE:FILTer "100GE_4"  // 使用 MP2100B :OE:INPut:FILTer 6 //10GbE :OE:INPut:WAVLength 1310  :OE:CONFigure:EXRCorrection 1 :OE:CONFigure:EXRCorrection:FACTor 3.00	设置光学输入（滤波器、波长、校正系数*）  * 设置校正系数以提供参考消光比。  使用 MP2110A，:OE 部分也可作为 :SCOPE 运行
示波器	:DISPlay:ACTive 5	显示示波器屏幕
	// 使用 MP2110A :SCOPE:TIME:TRACking PPG_CLOCKOUT // 以获得更精确的抖动性能 // 使用 :BERT:OUTPut:CLOCK:SOURce:CHANnel 命令 // 将使用的 PPG 通道设置成与 // 时钟输出通道相同的设置。  // 使用 MP2100B :SCOPE:CONFigure:TRACking:DRATe ON :SCOPE:CONFigure:TRACking:DRATe:MASTer 0	[使用 BERTWave PPG]  设置比特率和触发器 PPG 时钟率跟踪。有关详细信息，请参阅第 5.1 节。AUTOscale.  * 使用 MP2110A，以获得更精确的抖动性能，将时钟输出通道设置成与使用的 PPG 通道相同的设置。
	// 使用 MP2110A :SCOPE:TIME:DATRRate 25.78125 Gbps :SCOPE:TIME:DIVRatio 4,CLKR  // 使用 MP2100B :SCOPE:TIME:DATRRate 10.3125 Gbps :SCOPE:TIME:DIVRatio 4,CLKR	[不使用 BERTWave PPG]  设置输入比特率和触发器分频比。有关详细信息，请参阅第 5.1 节。AUTOscale.

### 4.3. 消光比和平均功率调节序列（光接口示波器）

调节消光比和平均功率。消光比和平均功率范围由各标准确定，为了确保设置在范围内，须如表 5 所示改变消光比和平均功率，并调节到最佳位置。

表 5 消光比和平均功率调节序列

模块	Remote Command	说明
光接口示波器	:SCOPE:INPut:CHA OFF :SCOPE:INPut:CHB ON :SCOPE:CONFigure:MEASure:CHANnel B	将测量通道设为 B
	:SCOPE:OPTion:MAX:SAMPles:NUMber 1350 :SCOPE:ACCUmulation:TYPe PERSistency	设置采样条件 (样本数: 1350, 持久模式)
	:SCOPE:DISPlay:WINDow:Y:DIVision:CHB 200	设置 Y 轴比例至最佳值
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:TYPe AMPTIME	将测试模式设为幅度/时间
	:SCOPE:CONF:MEAS:AMPTIME1 CHB, 6 :SCOPE:CONF:MEAS:AMPTIME2 CHB, 8	选择测量屏幕上显示的项目 (平均功率、消光比)
	:SCOPE:SAMPling:STATus RUN	开始采样
	// 调节 DUT 并重复, 直到 // 测量结果变为期望值 :SCOPE:FETCh:AMPLitude:AVEPower? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:EXTRatio? :SCOPE:DISPlay:WINDow:GRAPhics:CLEar	捕获测量结果 (平均功率、消光比) 并清除结果  调节 DUT 并重复, 直到测量结果为期望值
	:SCOPE:SAMPling:STATus HOLD	停止采样



## 4.4. 光学 IF 波形测试（光接口示波器）

对光学模块光学 IF 的信号输出执行波形测试。对于确认光学模块的特性来说，这是最重要的测试；它表示网络中收发器的连接兼容性和性能优越性。为确认输出光学信号质量符合标准，请评估模板余量、交叉点、平均功率、消光比和 OMA。

表 6 光学 IF 波形测试序列

模块	远程序列	说明
光接口示波器	:SCOPE:OPTion:MAX:SAMPles:NUMber 1350 :SCOPE:ACCUmulation:TYPe LIMited :SCOPE:ACCUmulation:LIMit WAVEform,100	设置采样条件 采样数、限制模式、波形捕获数
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:TYPe AMPMask	将测量项目设为幅度/时间和模板
	// 使用 MP2110A :SCOPE:CONFigure:MASK:RECall "100GbE-LR4_Tx.txt" // 使用 MP2100B :SCOPE:CONFigure:MASK:TYPe 11 // 10 GbE LAN/PHY	指定模板文件
	// 将一个通道 (B) 设置成测量通道 :SCOPE:INPut:CHA OFF;:SCOPE:INPut:CHB ON // 将两个通道 (A 和 B) 设置成测量通道 :SCOPE:INPut:CHA ON;:SCOPE:INPut:CHB ON	设置测量通道 * 2 通道同步测量需要相位与屏幕复件一致。
	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALE:AUTOscale BOTH	设置 AUTOscale 使用 AUTOscale 命令指定参数可缩短执行时间 (BOTH 参数可缩短约 1 s)。有关详细信息，请参阅第 5.1 节。AUTOscale。
	:SCOPE:SAMPLing:STATus RUN // 请重复，直到 STATE? 的响应为 HOLD :SCOPE:SAMPLing:STATus?	执行采样并等待完成
	(进行 2 通道测量时，请在通道 A 和通道 B 处重重重复测量) (:SCOPE:INPut:CHA OFF;:SCOPE:INPut:CHB ON)	
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:CHANnel B	设置通道以捕获测量结果
	(:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 1 CHB, 4 // Crossing) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 2 CHB, 6 // Avg Pow dBm) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 3 CHB, 8 // ExR) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 4 CHB, 15 // OMA mW)	选择项目以显示测量结果 (交叉点、平均功率 (dBm)、消光比、OMA (mW))
	:SCOPE:CONFigure:MASK:UPDate :SCOPE:MEASure:MASK:MARGin? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:CROSSing? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:AVEPower? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:EXTRatio? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:OMA:MW?	查询测量结果 (模板余量、交叉点、平均功率、消光比、OMA)
	// 将 COPY 命令文件名设置成相同文件名 // (以防压缩 BERTWave 磁盘) :SCOPE:EYEPulse:PRINt:CoPY "screen_data","C:/screen_copy"  // :SYSTem:DISPlay:DATA? 命令的响应 (图像数据) 为二进制数据， // 因而需要进行特殊的读取处理。 // 有关详细信息，请参阅操作手册中对 DATA? 命令的说明。 :SYSTem:DISPlay:DATA?	执行屏幕复制并捕获图像数据  * V3.03 / V4.01.01 之前的软件版本需要在 COPY 命令之前指定: MODUle:ID 5。

## 4.5. 电气 IF 波形测试（电接口示波器）

对光学模块电气 IF 的信号输出执行波形测试。为确认输出信号质量满足标准，请评估抖动和上升/下降时间等，如表 7 所述。

表 7 电气 IF 波形测试序列

模块	远程序列	说明
电接口示波器	:SCOPE:OPTion:MAX:SAMPles:NUMber 1350 :SCOPE:ACCUmulation:TYPe LIMited :SCOPE:ACCUmulation:LIMit WAVeform,100	设置采样条件 (样本数: 1350、波形捕获数字)
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:TYPe AMPTIME	将测试模式设为幅度/时间
	:SCOPE:INPut:CHA ON :SCOPE:INPut:CHB OFF :SCOPE:CONFigure:MEASure:CHANnel A	将测量通道设为 A
	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALE:AUTOscale BOTH	执行 AUTOscale 使用 AUTOscale 命令指定参数可缩短执行时间 (BOTH 参数可缩短约 1 s)。
	:SCOPE:SAMPling:STATus RUN // 请重复, 直到 STATE? 的响应为 HOLD :SCOPE:SAMPling:STATus?	执行采样并等待完成
	(:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 1 CHA, 9 // Jitter pp) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 2 CHA, 10 // Jitter rms) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 3 CHA, 11 // Tr) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 4 CHA, 12 // Tf)	选择项目以显示测量结果 (Jitter (p-p), Jitter (rms), Rise/Fall Times)
	:SCOPE:FETCh:TIME:JITTer:PPeak? :SCOPE:FETCh:TIME:JITTer:RMS? :SCOPE:FETCh:TIME:TRISe? :SCOPE:FETCh:TIME:FTIME?	查询测量结果 (Jitter (p-p), Jitter (rms), Rise/Fall Times)
	// 将 COPY 命令文件名设置成相同文件名 // (以防压缩 BERTWave 磁盘) :SCOPE:EYEPulse:PRINt:CoPY "screen_data","C:/screen_copy"	执行屏幕复制并捕获图像数据
	// :SYSTem:DISPlay:DATA? 命令的响应 (图像数据) 为二进制数据, // 因而需要进行特殊的读取处理。 // 有关详细信息, 请参阅操作手册中对 DATA? 命令的说明。 :SYSTem:DISPlay:DATA?	* V3.03 / V4.01.01 之前的软件版本需要在 COPY 命令之前指定: MODule:ID 5。

## 4.6. 光学 Rx 灵敏度测试 (BERT)

对于量化光学接收器耐用性来说，光学 Rx 灵敏度测试是最重要的测试项目之一；它能确认可识别的最低光学信号功率。具体说来，测试使用 BERT 测量 BER 时，可变光衰减器会导致光功率下降。一般情况下，这是  $1 \times 10^{-12}$  位无错误时的光功率。测试程序如表 8 所述。

表 8 光学 Rx 灵敏度测试序列

模块	远程序列	说明
BERT	<pre>// 使用光衰减器降低 DUT 的光学输入电平 // 并重复以下测量直到无错误 :BERT:ALL:SENSe:MEASure:IMMediate? 10,"ER:TOTal"</pre>	<p>[当估算 BER 曲线时]</p> <p>MP2110A/MP2100B 可在使用 IMMEDIATE? 命令开始测量后捕获测量结果</p> <p>如果测量时间为 10 ms 到 3 s，属于快速。</p>
	<pre>// 将单次测量的测量时间设为 100 s (1 分 40 秒) :BERT:SENSe:MEASure:EALarm:MODE SINGLE :BERT:SENSe:MEASure:EALarm:PERiod 0,0,1,40  // 使用光衰减器降低 DUT 的光学输入电平 // 并重复以下测量直到无错误 :BERT:ALL:SENSe:MEASure:STARt :BERT:ALL:SENSe:MEASure:EALarm:STATe?', '0' :BERT:ALL:CALCulate:DATA:EALarm? "CURRent:ER:TOTal"</pre>	<p>[当测量 BER 的时间为 3 s 或更多时]</p> <p>重复指定的单次测量以获得测量时间</p> <p>使用 MP2110A/MP2100B，在命令尾部追加 :ALL 关键字可对所有通道执行相同操作。</p>

## 5. 小技巧

### 5.1. AUTOscale

BERTWave 采样示波器内置的 AUTOscale 功能是让屏幕显示波形最简单的方法。除了自动调节刻度以显示波形外，AUTOscale 功能还可以自动检测输入信号速率和触发器信号分频比。但是，以下情况部分省略了用于快速操作速度的 AUTOscale 处理。

#### 5.1.1. 使用 BERTWave PPG 时

当使用一体化 PPG 作为示波器输入信号时，耗时最短的 AUTOscale 处理会设置输入信号速率和触发器信号分频比设置，以获取支持并追踪 PPG 设置。此外，速率和分频比设置也仅在 PPG 侧进行，因此，示波器侧的设置也可忽略不计，以节省时间。

表 9 示波器追踪设置命令

使用 MP2110A	:SCOPE:TIME:TRACking
使用 MP2100B	:SCOPE:CONFigure:TRACking:DRATe ON :SCOPE:CONFigure:TRACking:DRATe:MASTer 0

#### 5.1.2. 当输入信号速率和触发器信号分频比已知时

当输入信号速率和触发器信号分频比已知时，耗时最短的 AUTOscale 处理会通过命令指定 BOTH 参数来设置比特率和分频比，以获取支持和执行 AUTOscale，因此无需使用比特率和分频比自动检测功能。

表 10 比特率和触发器分频比已知时的命令

设置比特率	:SCOPE:TIME:DATRRate
设置触发器分频比	:SCOPE:TIME:DIVRatio
执行 AUTOscale	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALe:AUTOscale BOTH

#### 5.1.3. 当触发器信号分频比已知时

当示波器输入触发器信号分频比已知时，请将分频比自动检测功能设为 OFF，以缩短 AUTOscale 处理时间。

表 11 触发器分频比已知时的命令

请将分频比自动检测功能设为 OFF	:SCOPE:TIME:AUTOdetect OFF
执行 AUTOscale	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALe:AUTOscale

## 6. 结论

本笔记说明了使用 BERTWave 对生产线上的光学模块进行快速、稳定测量的序列。Anritsu 致力于提供最佳测量方法，帮助客户提升产品的质量和竞争力。

本笔记所述用于实际运行命令序列的示例程序保存在 BERTWave 存储器的以下路径中。请结合本笔记和操作手册一起使用。

C:\Program Files\Anritsu\MP2100A\MX210000A\Examples\C#\_SCPI\_Sample



201601

日本安立株式会社  
ANRITSU CORPORATION  
日本神奈川県厚木市恩名5-1-1 〒243-8555  
TEL: +81 46 223 1111  
FAX: +81 46 296 1264

安立通讯科技(上海)有限公司  
上海市徐汇区桂平路391号  
新漕河泾国际商务中心A座27楼 200233  
TEL: 021-6237 0898  
FAX: 021-6237 0899

安立通讯科技(上海)有限公司 北京分公司  
北京市朝阳区东三环北路5号  
北京发展大厦2008室 100004  
TEL: 010-6590 9230  
FAX: 010-6590 9235

安立通讯科技(上海)有限公司 深圳分公司  
深圳市南山区高新技术产业园南区科技南八路  
豪威科技大厦21F-B 518057  
TEL: 0755-3651 5388  
FAX: 0755-3651 5353

安立通讯科技(上海)有限公司 武汉分公司  
武汉市武昌区临江大道96号武汉积玉桥万达广场(一期)写字楼酒店9层11单元 430061  
TEL: 027-8771 3355/66  
FAX: 027-8732 2773

安立通讯科技(上海)有限公司 成都分公司  
成都市锦江区下东大街216号  
喜年广场1栋1207室 610021  
TEL: 028-8651 0011/22/33  
FAX: 028-8651 0055

安立通讯科技(上海)有限公司 西安分公司  
西安市高新区唐延路南  
都市之门C座1203室 710065  
TEL: 029-8837 7406/7409/7042  
FAX: 029-8837 7410

安立有限公司 ANRITSU COMPANY LTD.  
香港九龙尖沙嘴东科学馆道1号  
康宏广场南座10楼1006-7室  
TEL: +852-2301 4980  
FAX: +852-2301 3545

维修中心:  
安立电子(上海)有限公司  
中国(上海)自由贸易试验区  
富特北路211号第二层8B-2部位 200131  
TEL: 021-5868 0228  
FAX: 021-5868 0588

客户服务专线: 400-879-6892

