

# 无线电监测设备的开发与应用实践

周凯

State Radio Monitoring Center of China  
Radio Monitoring Department

zhoukai@srrc.org.cn  
+86-1868-3688-634

# CONTENTS | 目录

-  无线电监测设备集成概况
-  监测设备硬件接口介绍
-  常见监测设备的二次开发
-  监测一体化平台与集成项目管理
-  设备集成发展趋势

# 内容 | 目的

## 目的

- 掌握监测设备集成的原理。
- 了解监测设备各类硬件接口。
- 了解监测设备集成开发的过程。
- 掌握监测设备集成与一体化平台的关系。

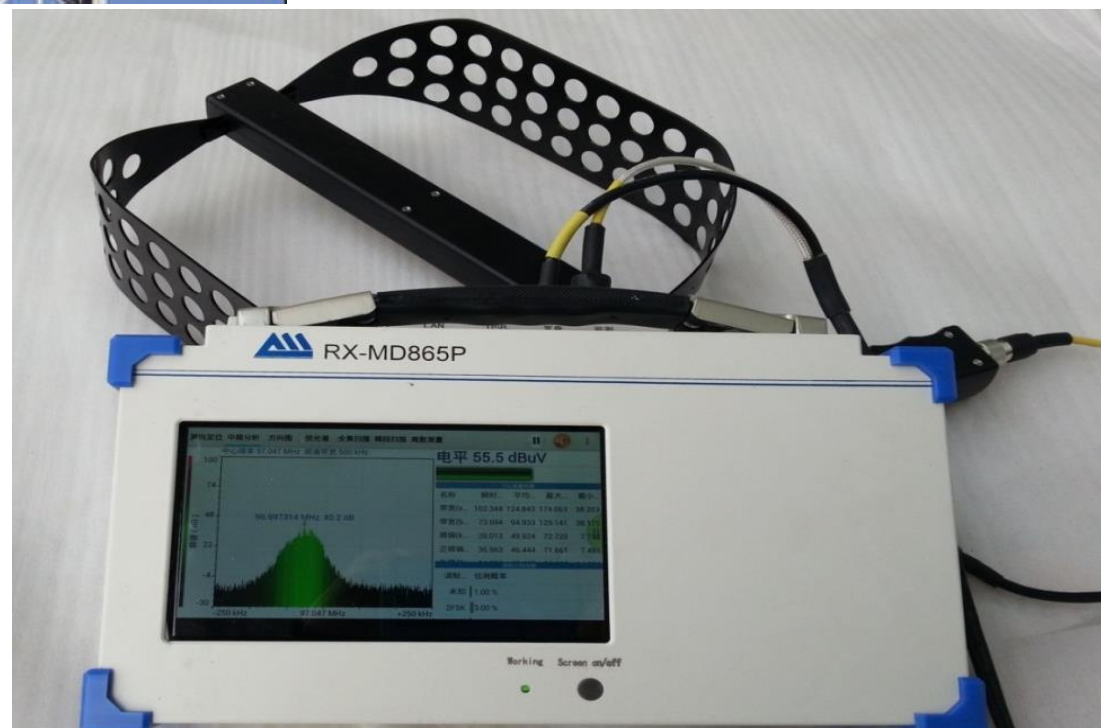
目录

背景



## 监测设备集成概况

# 背景 | 初识无线电监测设备





# 背景 | 无线电监测设备

从广义上讲，无线电监测设备包括**监测接收设备**和**测向设备**。  
用于对无线电发射频率、功率、发射带宽等进行**测量**；  
对模拟调频、调幅等信号进行**监听**；  
对非法电台和干扰源**测向**、**定位**、逼近查找等的设备。



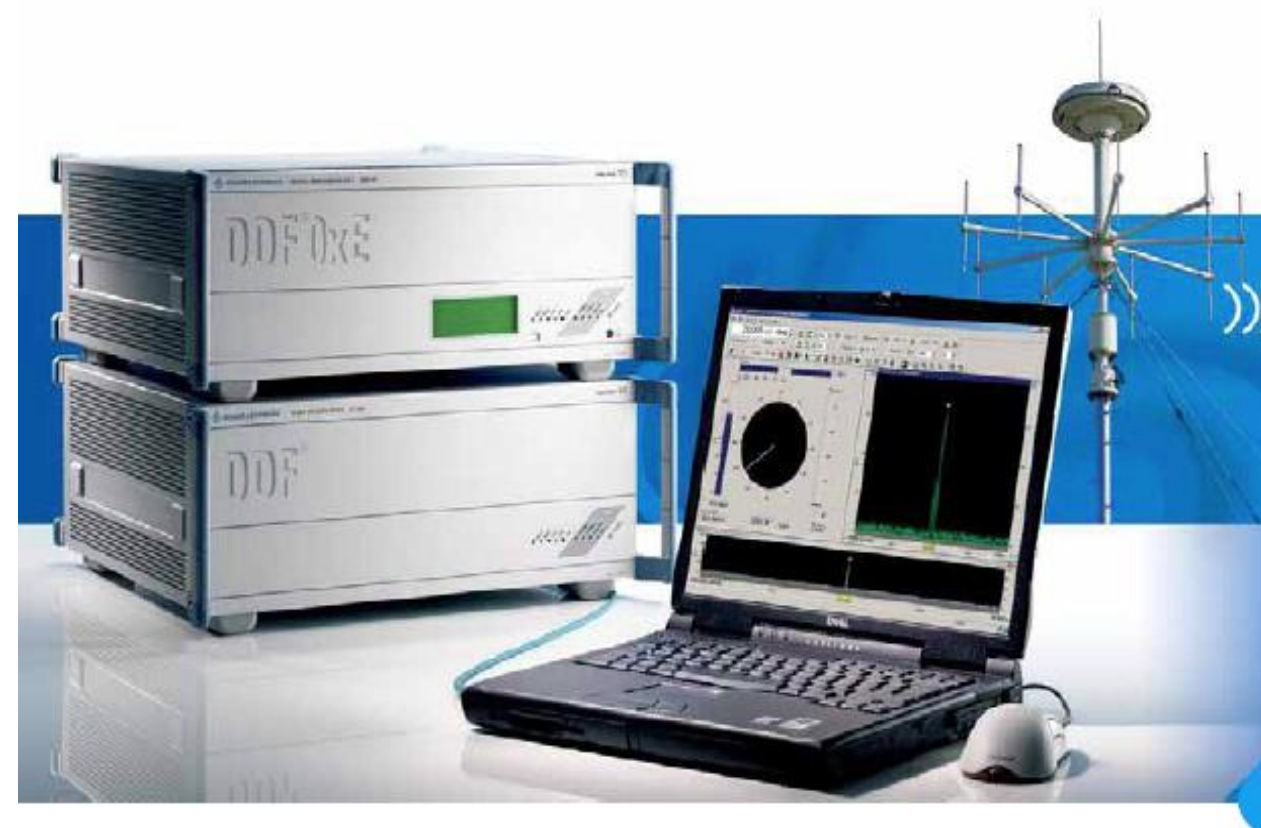
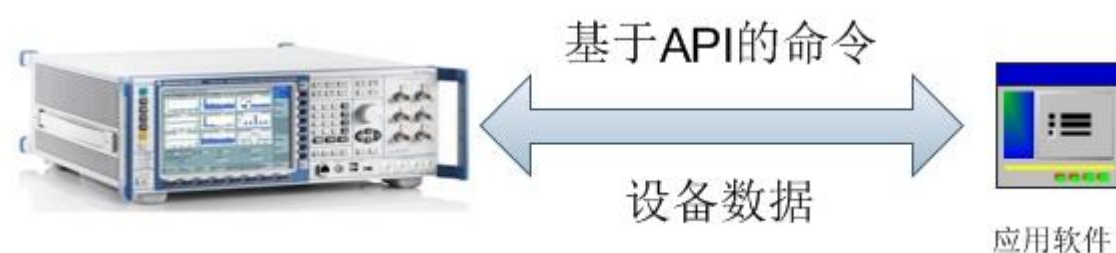
# 现状 | 设备组成

## • 监测系统组成

- **天线**与天线共用器；
- **接收机**（为终端与控制装置提供需要的各种信号和数据）；
- **终端与控制装置**。



自动化？



- 设备集成控制是指通过PC上的软件远程控制一台或多台仪器与设备。
- 它需要将仪器或设备与计算机连接起来协同工作，同时还可以根据需要延伸和拓展设备的功能。
- 通过计算机强大的数据处理、分析、显示和存储能力，可以极大的扩充设备的功能，这就是设备集成的基本含义。



# 内容

## 设备集成的发展

UI表示层

业务逻辑层

数据层

设备驱动层

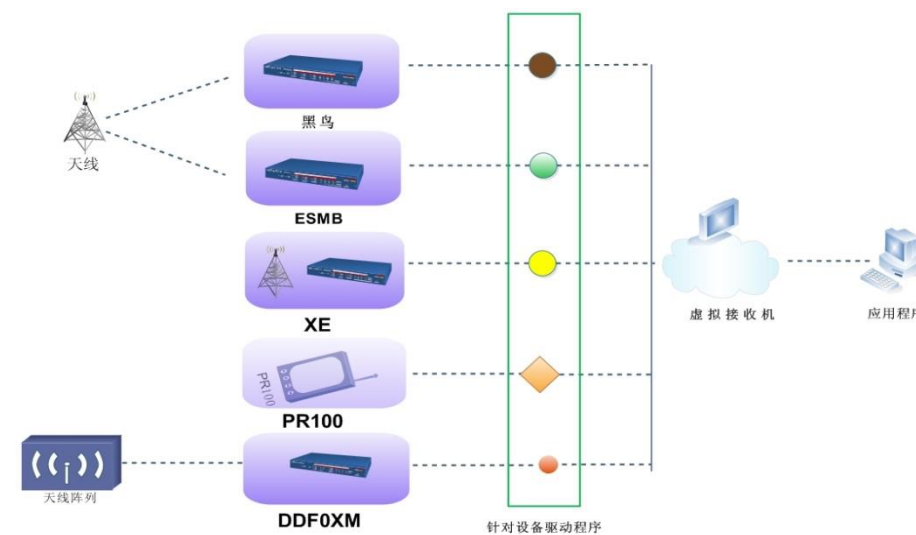
屏蔽不同设备的**差异**

实现异构数据的**统一**

实现软件与设备的**通信**

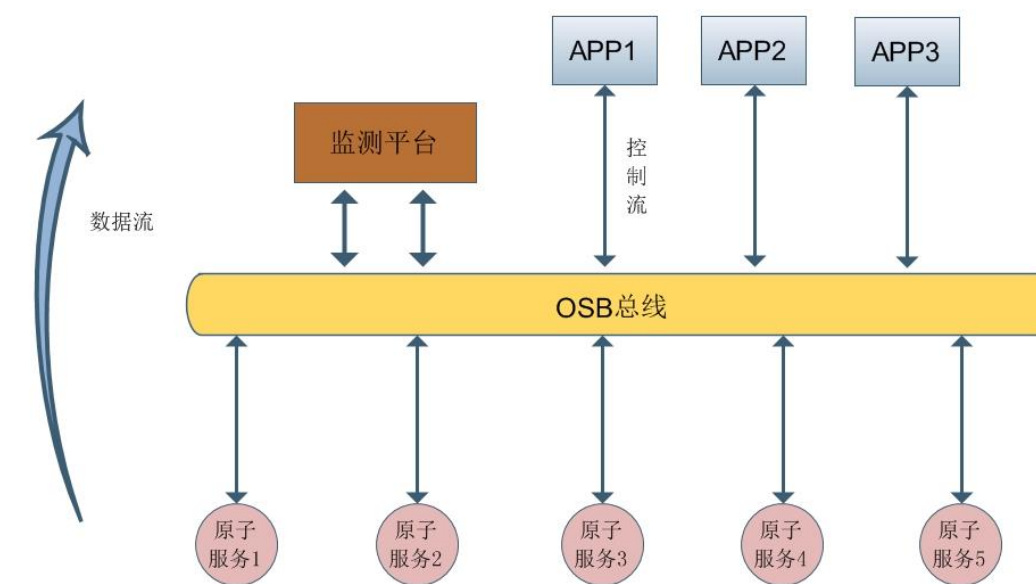
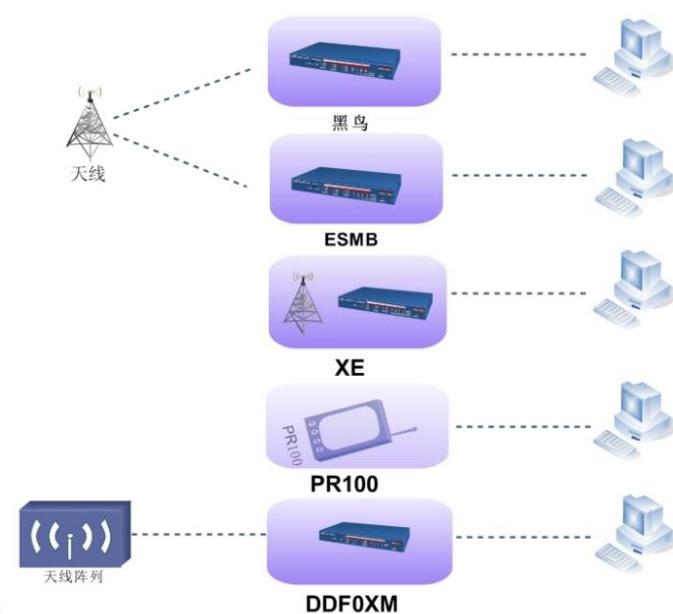
# 内容 | 设备集成的发展

竖井式：  
独立设备  
独立系统  
独立数据



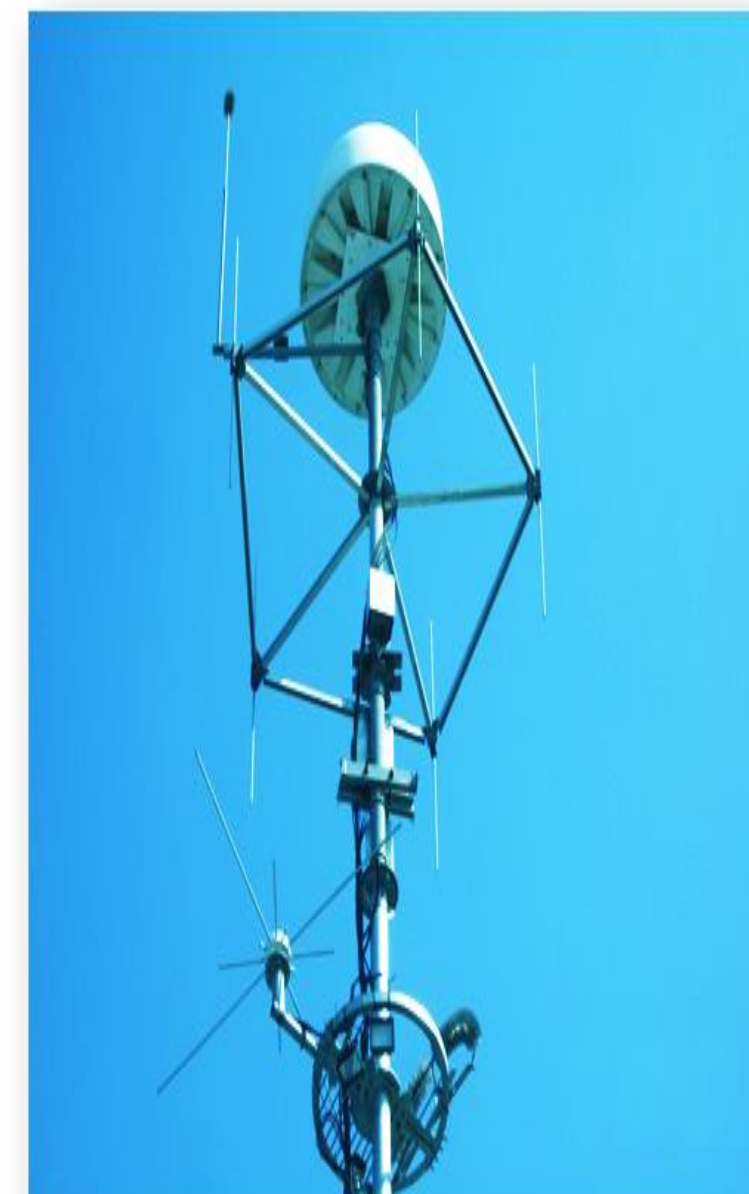
服务化：  
设备及服务

平台式：  
统一数据  
统一接口  
共同服务



# 内容 | 无线电监测系统的现状

- 三大历史问题  
设备多样化;  
数据异构化;  
系统竖井式。
- 面临三个新的课题  
设备集成管理;  
数据融合;  
面向服务。



# 目录

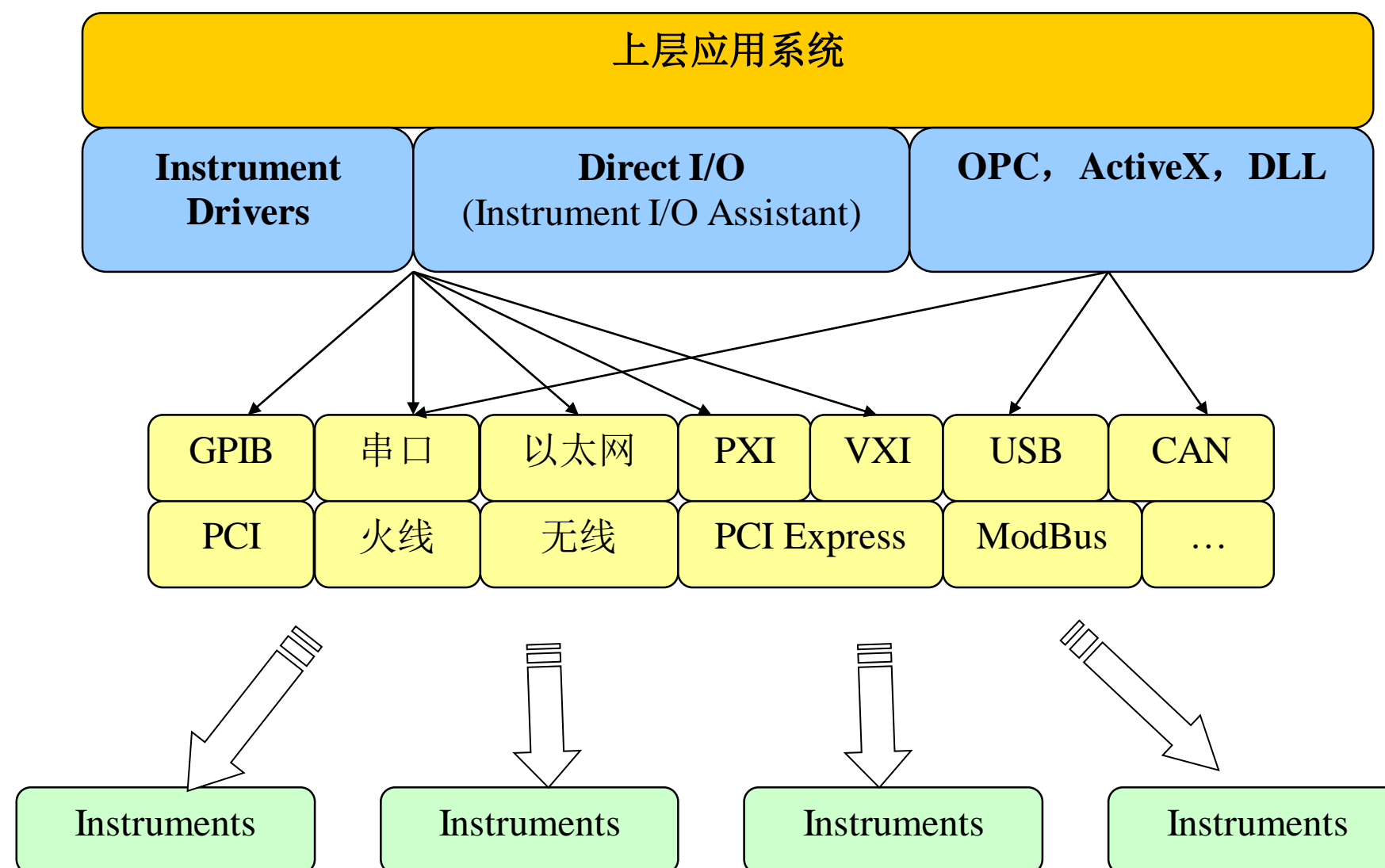
## 硬件接口



### 设备硬件接口介绍



# 接口 | 设备接口的不同种类



# 接口 | 设备接口的不同种类

设备接口：

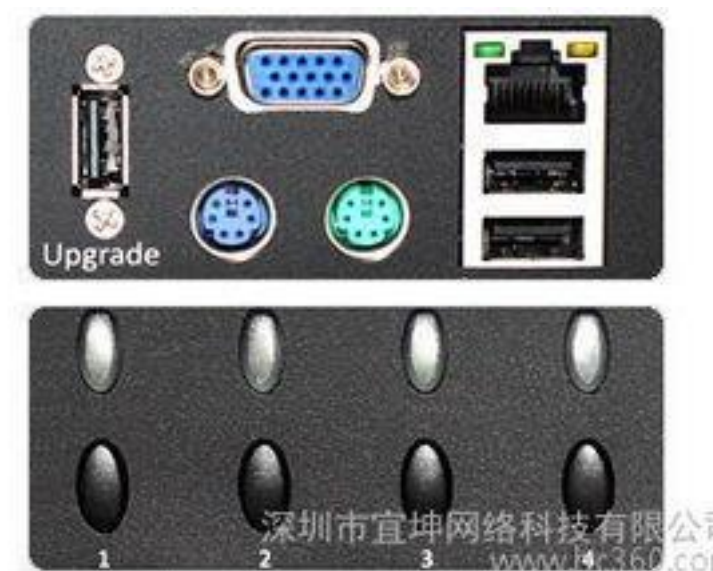
串口；

USB口；

GPIB卡；

1394卡；

LAN（网口）。



# 接口 | 串口

## 接口特点介绍（串口）

协议简单；  
速率较慢；  
不支持热插拔。

## USB特点

支持转化为虚拟串口；  
传输速率高；  
通用性强；



# 接口 | USB接口

## USB

通用串行总线（USB-Universal Serial Bus）的设计主要用于将PC的外围设备（如键盘、鼠标、扫描仪和移动硬盘等）连接到PC。

USB是一项即插即用技术

最初的USB1.1规范定义了两种数据传输模式和速度：低速模式（Low-Speed）（最大吞吐量可达1.5Mbits/s或200Kbytes/s）和全速模式（Full-Speed）（最大吞吐量可达12Mbits/s或1.5Mbytes/s）。最新的USB规范——USB 2.0完全后向兼容低速和全速设备，同时也定义了一种新的高速模式（Hi-Speed），该模式下数据传输速率高达480Mbits/s。



# 接口

## GPIB卡

### GPIB

通用接口总线（GPIB—General Purpose Interface Bus）是独立仪器上一种通用的I/O接口。GPIB是专为测试测量和仪器控制应用设计的。

GPIB是一种数字的、8位并行通信接口，数据传输速率高达8M字节/秒。连线长度小于20米。

PC本身很少带有GPIB。实际上，用户通常使用一个插卡（如PCI-GPIB）或一个外部转换器（如GPIB-USB）在自己的PC中增加GPIB仪器控制功能。



# 接口

## GPIB卡

### ■ GPIB卡的作用

实现多仪器与多计算机之间的星型组合；  
分为“讲”，“听”，“控”三个角色；

### ■ 特点

仪器系统组网方便；  
组网系统不超过15个；

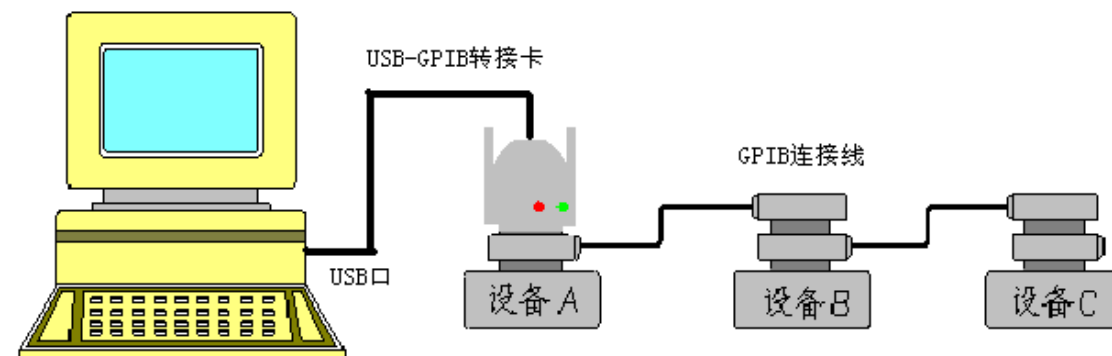
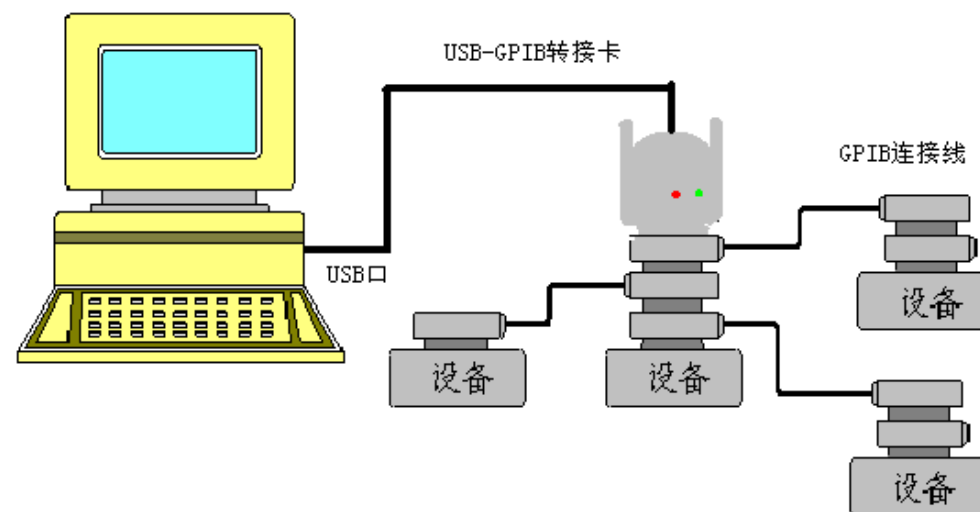


图 7 GPIB总线的线形（串行）连接方式



# 接口 | 1394卡

## 传输特点

接口传输速率快。

低速模式达 12.5 Mbps,

高速模式下达800 Mbps或是更高。

## 主要用途:

数字摄影机, DV。

频谱仪 (黑鸟的数据流接口)



# 接口

## LAN口

LAN口（网口）  
从百M步入千M时代；

兼容性强；

面向网络，面向存储；

使用越来越广泛。





# 接口

# LAN口

## ISO七层协议

横向：同一层之间，相同协议互相通信；

纵向：较低层为较高层协议服务；

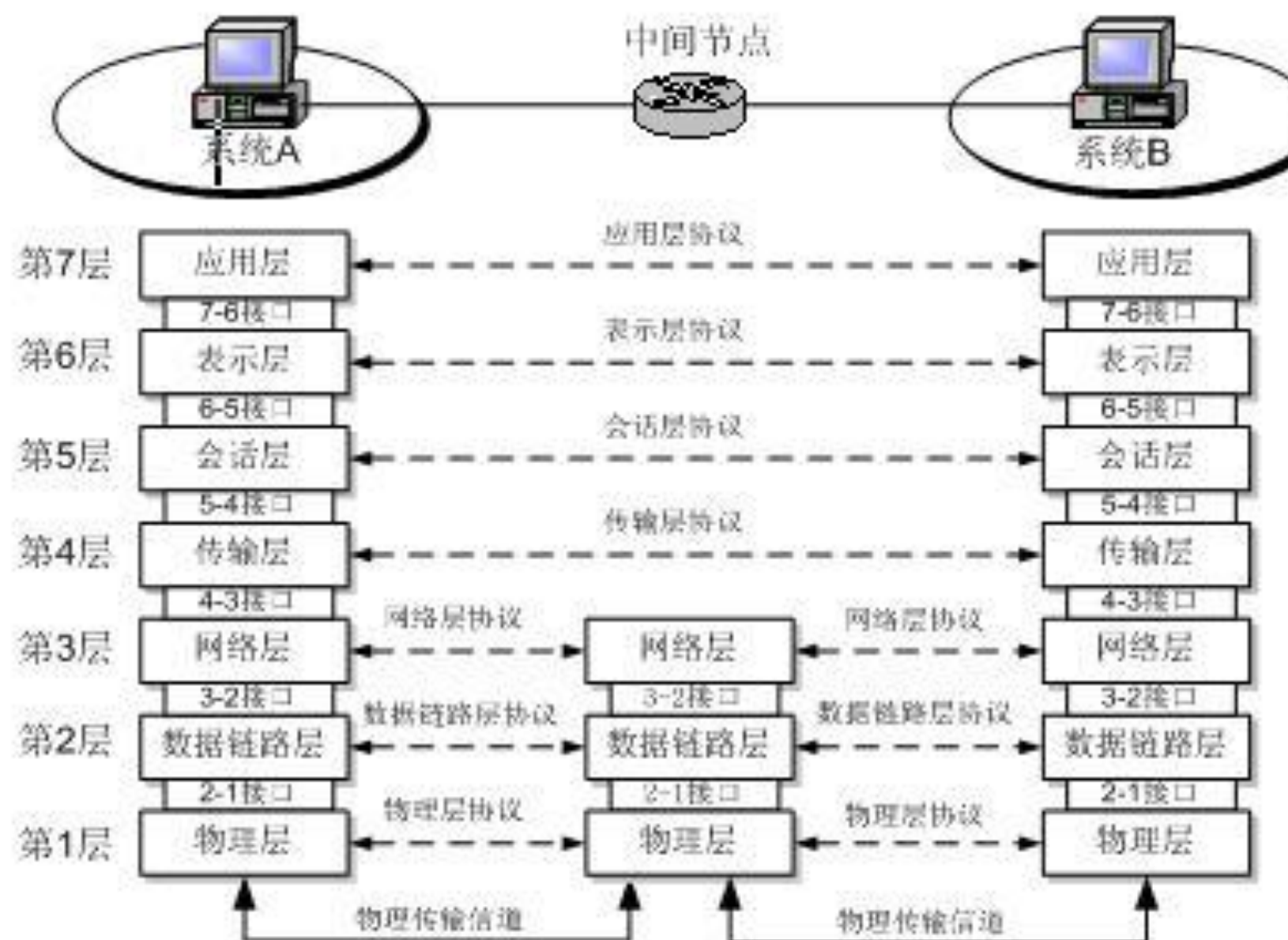
应用层：ASCII

表示层：SQL

传输层：TCP，UDP

网络层：IP，IPX等

物理层：IEEE802.3，



# 协议 | LAN口常见传输协议 (TCP/IP)

## 传输特点

基于socket协议；

面向连接；

**可靠**的传输协议；

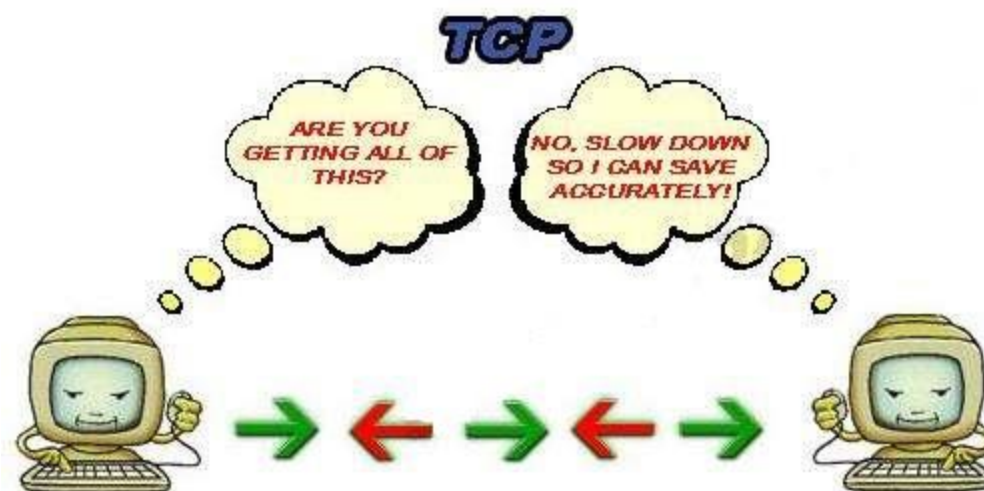
支持按序接收；

支持丢包重传。

服务端与客户端**一对一**通信。

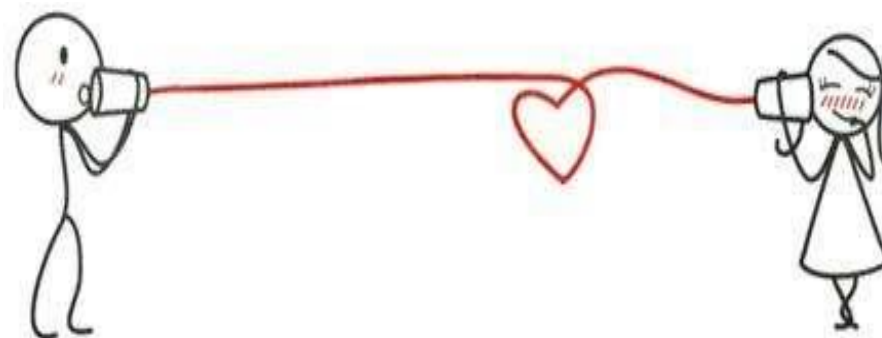
## 用途

用于可靠度较高的数据传输，损耗较大。



Socket传输包  
含两个元素：

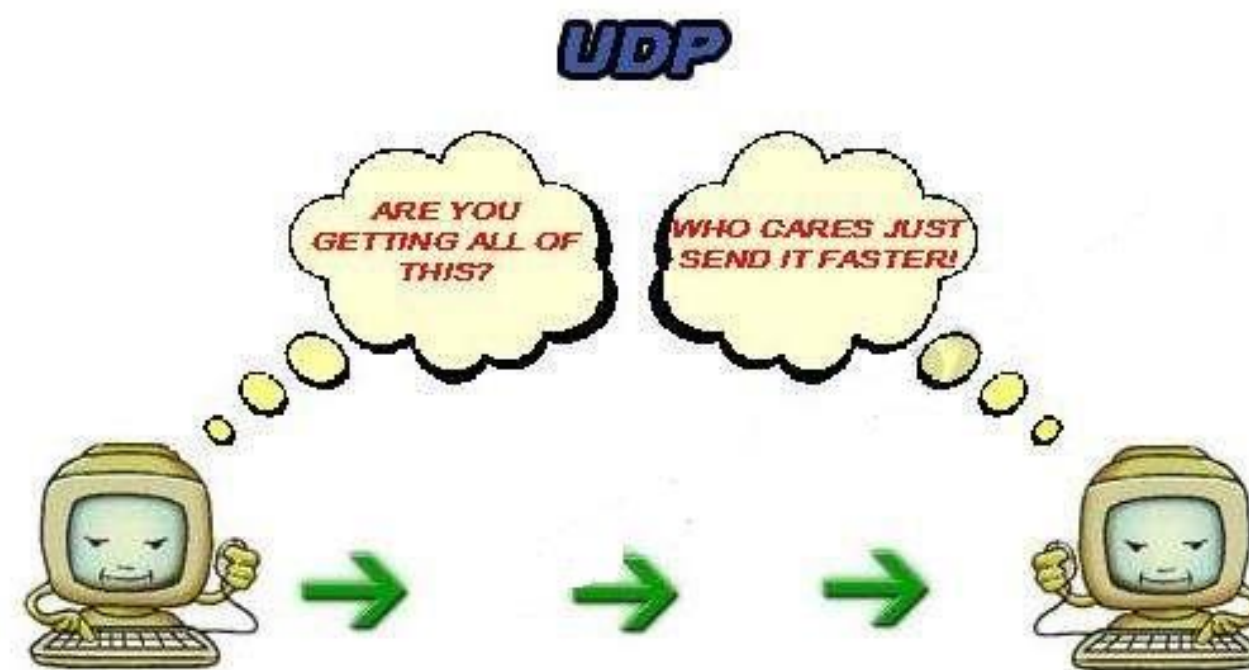
IP地址  
端口号



# 协议 | LAN口常见传输协议 (UDP)

- 基于socket协议
- 面向无连接;
- 不可靠**的传输协议;
- 不支持按序接收;
- 不支持丢包重传;
- 支持服务端对客户端**一对多**传输。

- 特点
- 传输速度快;**
- 适合音频, 视频, 数据流;
- (监测数据: 音频, 频谱, IQ。)



# 目录

# 设备开发



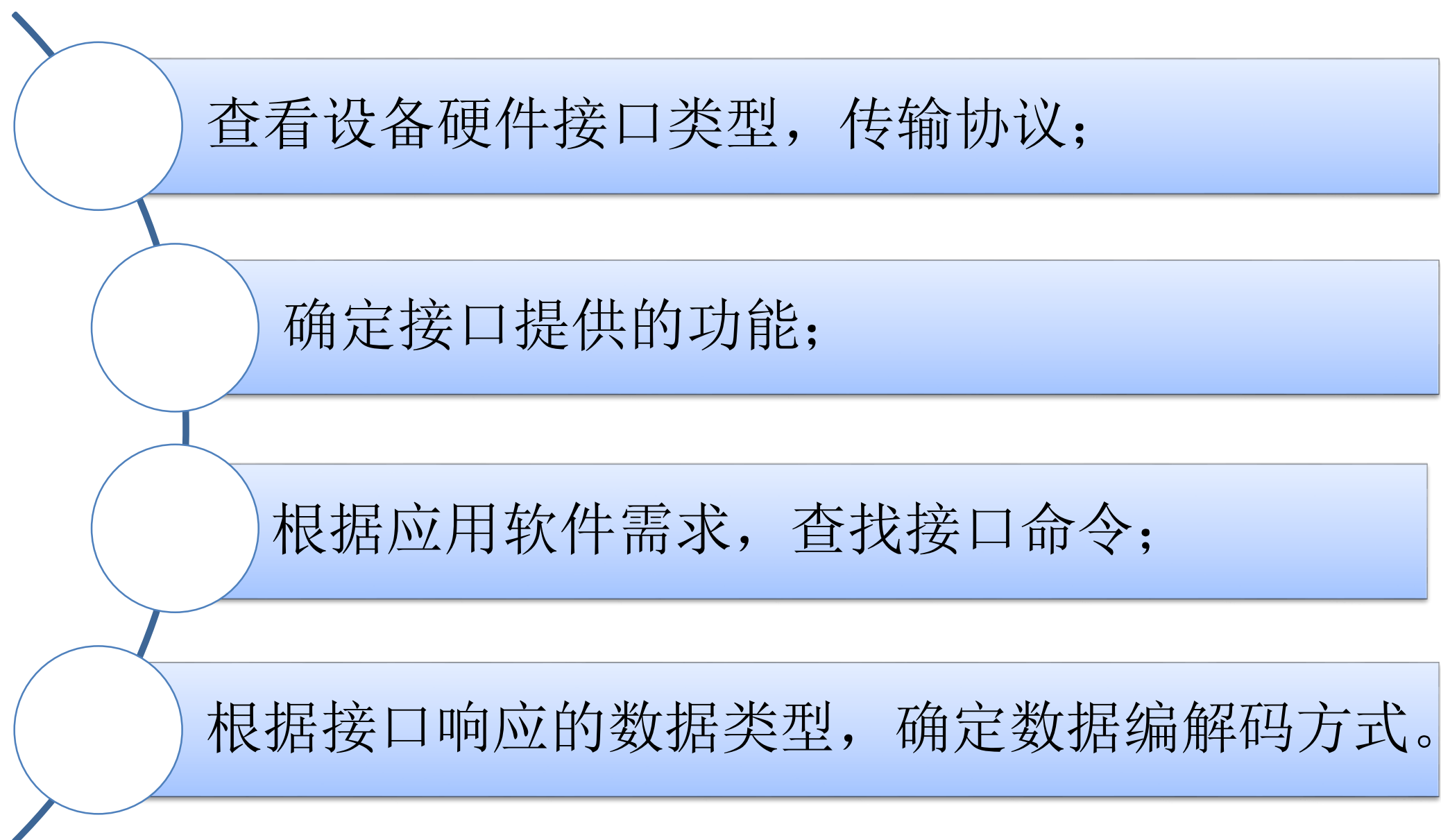
## 常见无线电监测设备的二次开发



# 内容

## 设备二次开发步骤

### 设备二次开发的要点



# 内容 | 设备二次开发

## 根据接口提供的形式

SCPI  
命令行

协议手册给定  
连接方式，  
命令协议，  
数据格式。

API  
接口

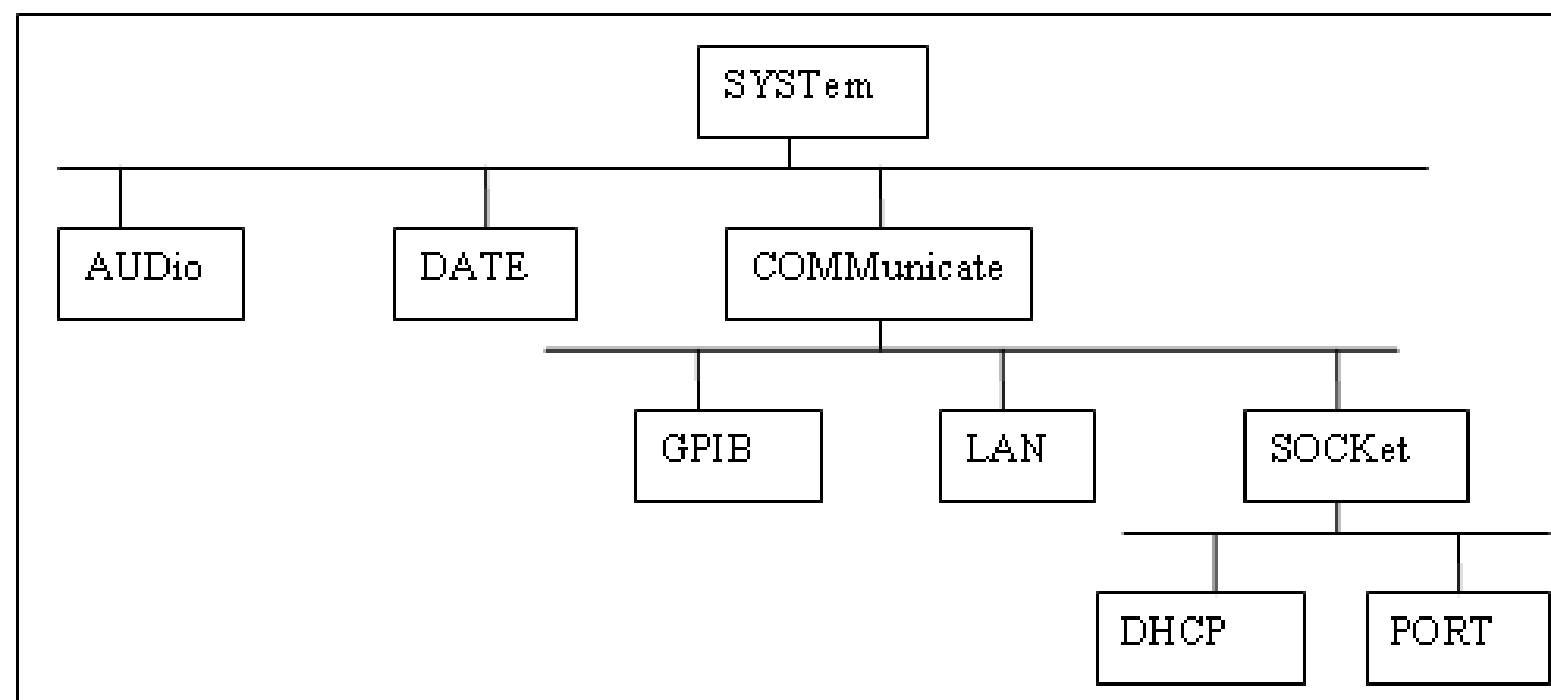
给定函数库，  
在开发过程中  
调用。例如  
.dll文件。

# 集成

## 跟我一起开发设备

### 了解设备接口

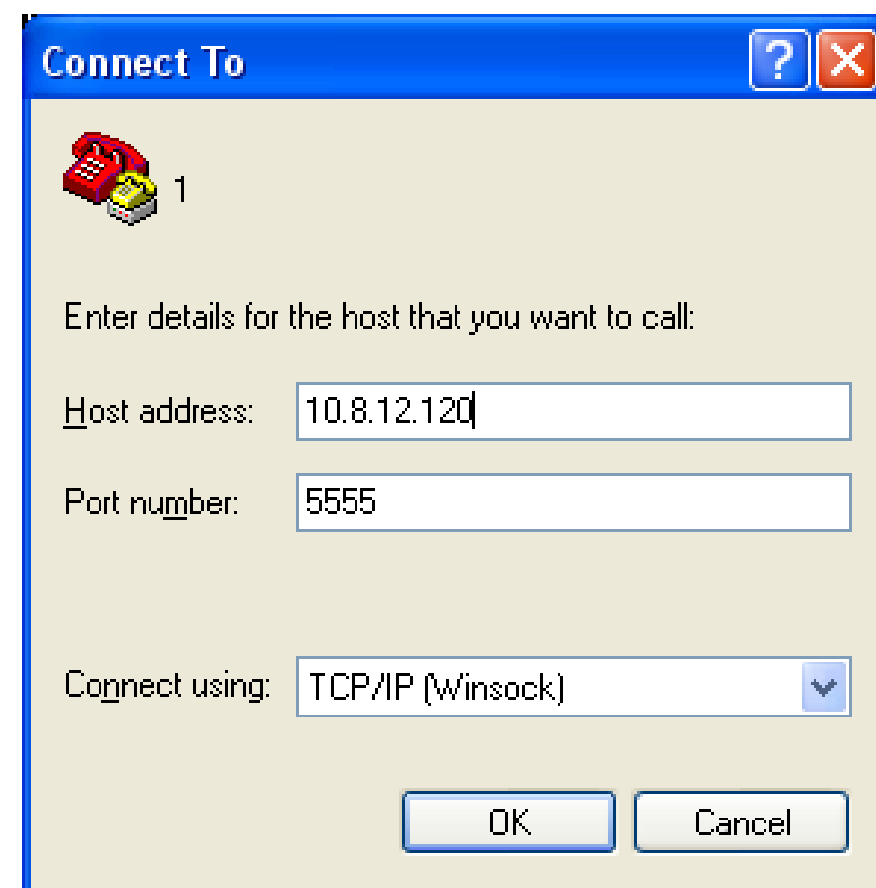
以监测设备PR100为例；  
进行频段扫描。



# 集成

## 跟我一起开发设备

- 解读开发手册
- 查看设备接口协议



IP地址  
端口号

PR100相关命令:

扫描频段:

"StartFREQuency" + 频率值 + " "+单位

"StopFREQuency" + 频率值 + " "+单位

获取频谱:

"TRACe:FEED:CONTRol IFPAN, ALWays"

"TRACe? IFPAN"

# 内容

## 跟我一起开发设备

- 对于基于消息的通信方式，理论上消息的格式可以任意。不同的设备可以采用不同的消息解析方式，譬如设备A发送“A”表示读回设备名称，设备B可以发送“B”表示读回设备名称。
- SCPI联盟推出了可编程仪器标准命令，SCPI旨在规范一套标准的命令集。该命令集只是一个软件接口规范，和硬件无关。无论是基于GPIB，串口还是任何接口可以采用符合SCPI标准的命令集。

通用命令：

\* + 命令 [+? ]

程控命令：

以标准的SCPI命令集为例：

- (1) \*IDN?——返回仪器标识，采用IEEE 488.2标记法；
- (2) **FREQ:CENT 1.5GHz**——设置信号源的中心频率为1.5GHz（等价于:**FREQence:CENTer 1.5GHz**）



# 集成

# 跟我一起开发设备

- 根据开发手册，确定数据编解码格式

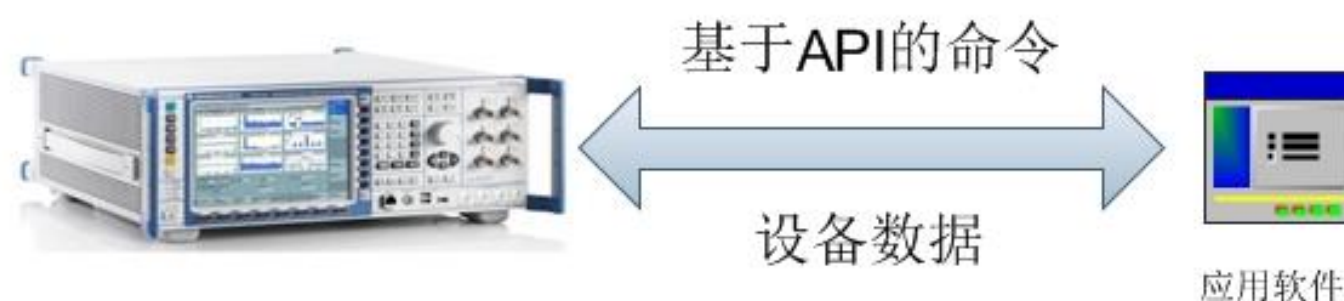


Table 13-17: IF UDP Format

(<optional header> and <trace data>)

32-bit aligned	8-bit aligned	16-bit aligned	8-bit aligned
IF mode		IF frame length	
IF sample rate			
IF frequency low (4 bytes)			
IF bandwidth			
IF demodulation id		IF RX attenuation	
IF flags		IF reserved (2 bytes)	
IF demodulation mode (8 bytes)			
IF sample count (8 bytes)			
IF frequency high (4 bytes)			



# 集成

# 跟我一起开发设备

✚ 通信协议

✚ 参数设置TCP协议

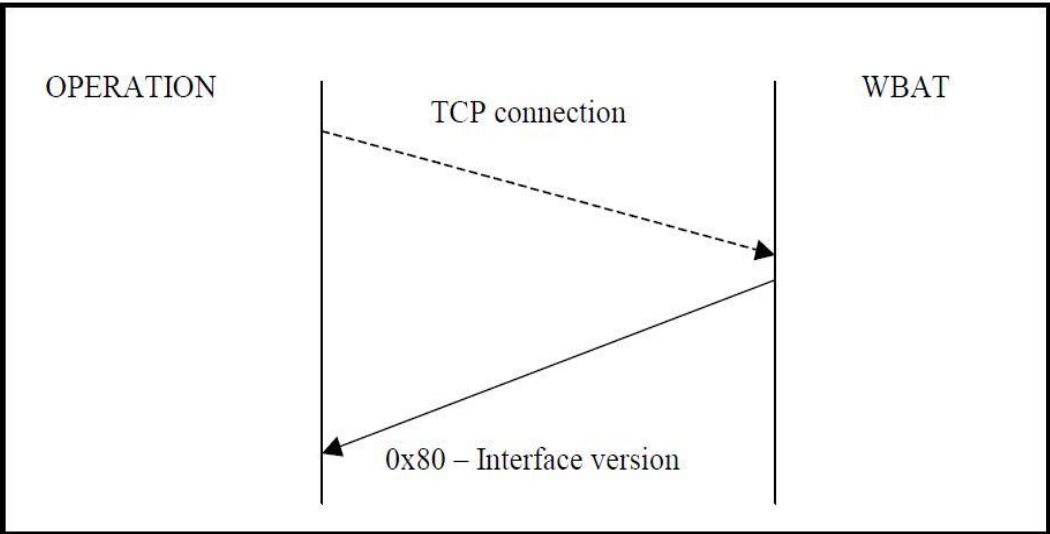
✚ 数据流传输UDP协议

UDP Link name	Standard port	UDP flux messages
FFT narrow band	5001 (message 0x0C, FFT Port parameter)	0x20 FFT results
FFT broadband	49100 (message 0x02, UDP FFT WB port parameter)	0x20 FFT results
Extraction	49200 (WBAT configuration file, message 0x02)	0x30 Extraction results 0x32 Interfero extraction results 0x33 GSM Extraction results <a href="#">0xA3</a> Single station location results
Direction finding	49300 (WBAT configuration file, message 0x02 or message 0x78, UDP port parameter)	0x40 Direction finding results 0x41 Maintenance direction finding results (digit algorithm) 0x43 Maintenance direction finding result (vector correlation algorithm) 0x44 Maintenance direction finding result (interfero algorithm) 0x45 Interfero direction finding results 0x46 Interfero elevation histogram results
Audio	49400 (message 0x84, UDP port parameter)	0x90 Demodulated audio result
Single shot DF	49500 (message 0x73, UDP port parameter)	0x40 Direction finding results

# 集成 | 跟我一起开发设备

命令的编码方式  
键——值——型

命令分类  
查询——参数查询  
请求  
数据——返回相应数据  
设置——设置设备的相关参数



## 2.3.5 [0X02] – BROADBAND INTERCEPTION REQUEST

Name of the message : MRE\_INT\_LB – 0x02

Direction of the link : Operation → WBAT

Content :

Field name	TYPE	ID	Size bytes	Domain	Meaning
Channel No.	UCHAR	0x2032	1		Channel number on which broadband interception is launched
UDP FFT WB port	USHORT	0x202B	2		Broadband FFT reception port
Detection mode	USHORT	0x2037	2	1	Detection mode (not used) : <ul style="list-style-type: none"><li>- 1 : detection achieved before integration</li><li>- n : nT mode, detection after integration</li></ul>
Resolution	DOUBLE	0x450C	8		Resolution in Hz
Sensitivity	UCHAR	0x450D	1	[0,1]	Sensitivity : <ul style="list-style-type: none"><li>- 0 : sensitive</li><li>- 1 : fast</li></ul>
Relative threshold	CHAR	0x450E	1	[0,1]	Indicates the threshold calculation mode : <ul style="list-style-type: none"><li>- 0 : absolute threshold</li><li>- 1 : relative threshold with respect to the average noise level calculated under Linux</li></ul>
Threshold value	SHORT	0x450F	2		Extraction threshold value (absolute, -174 to +20) or relative, 0 to +100)

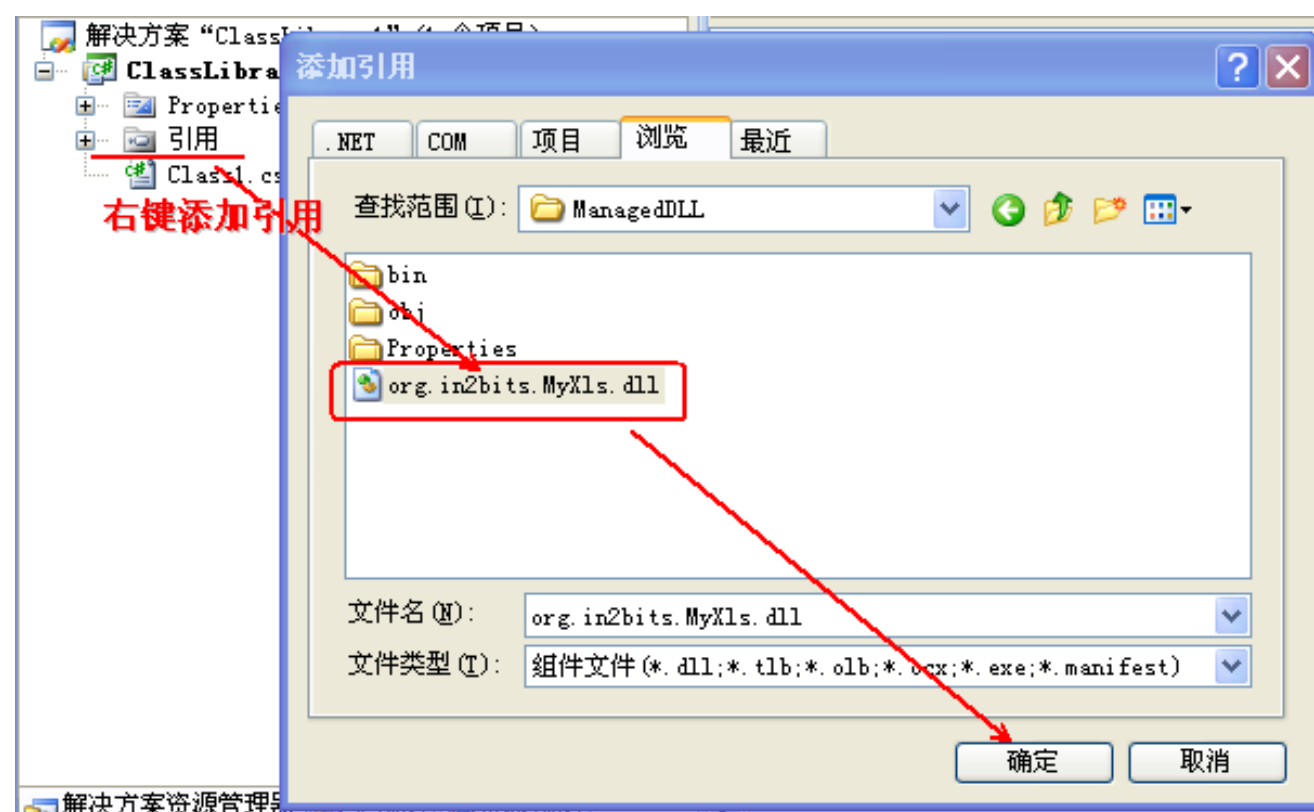


# 集成

# 基于API的接口开发

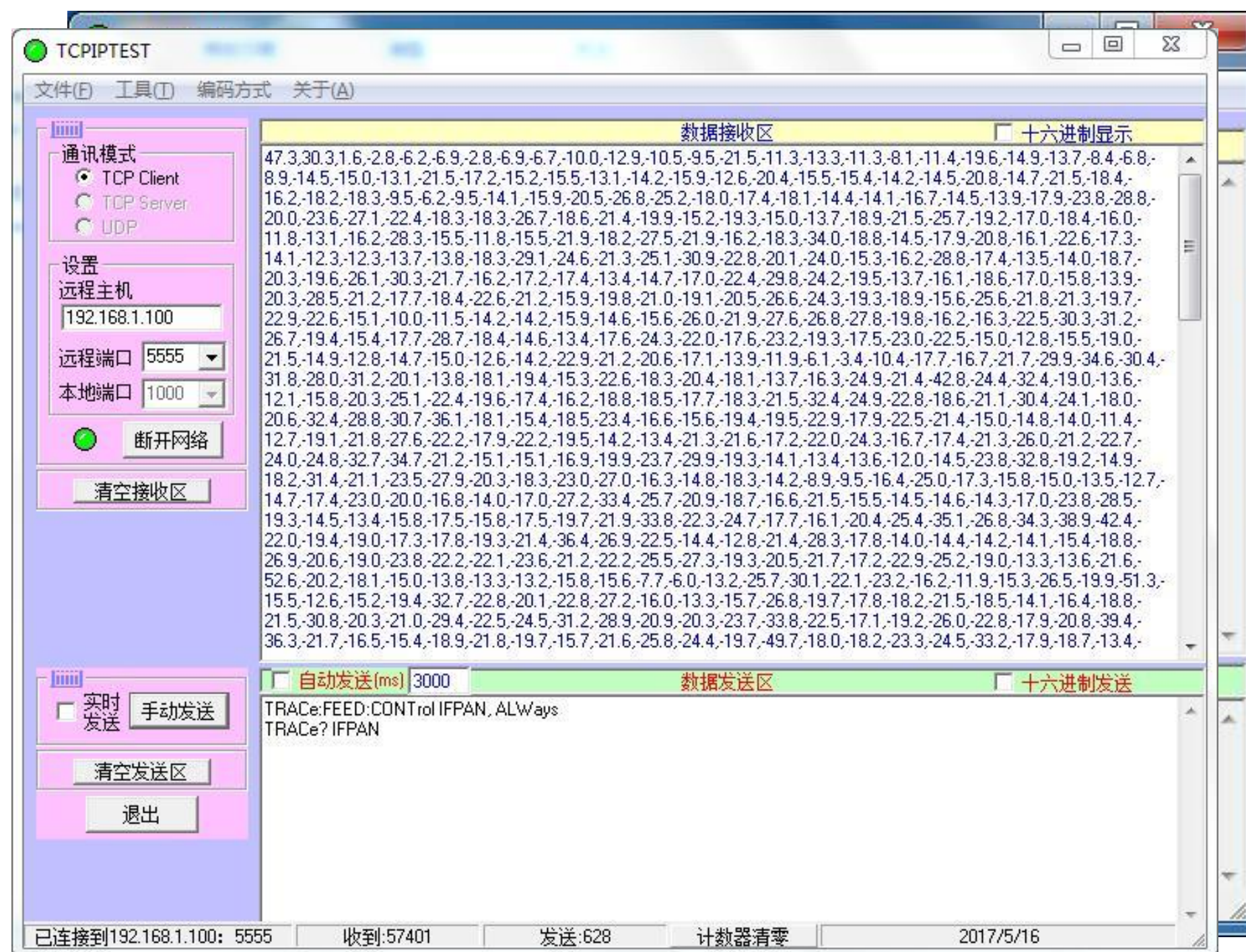
✚ 优点  
开发容易，

✚ 缺点  
与开发语言相关。  
数据格式受函数库限制。



# 工具 | 开发利器

## ✚ TCP/IP助手 模拟Socket数据流的 发送、接收。

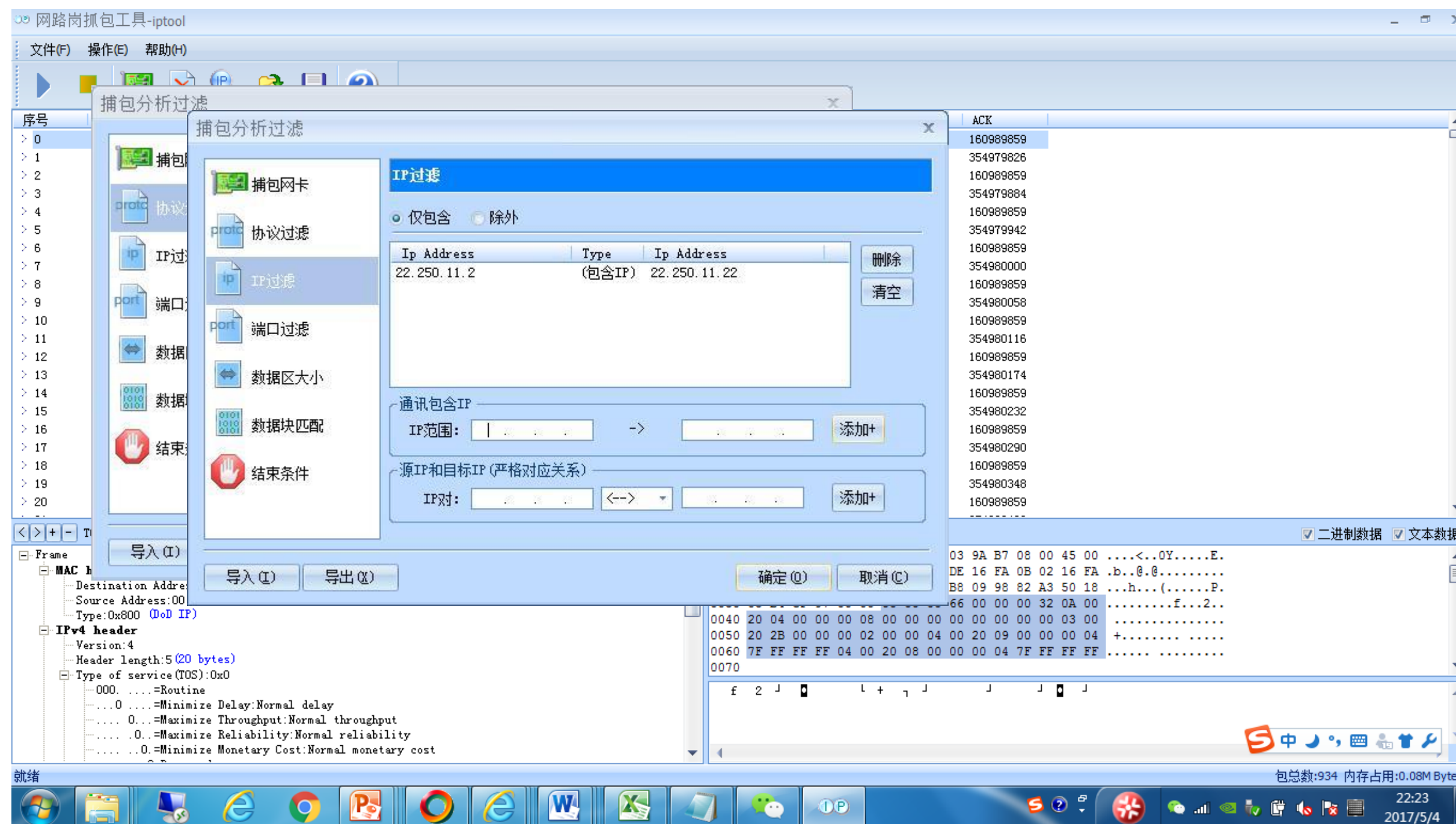




# 工具

# 开发利器

抓包工具  
还原数据的  
发送与接收  
过程。



# 工具

# 开发利器

## 串口助手

模拟串口数据的发送、接收

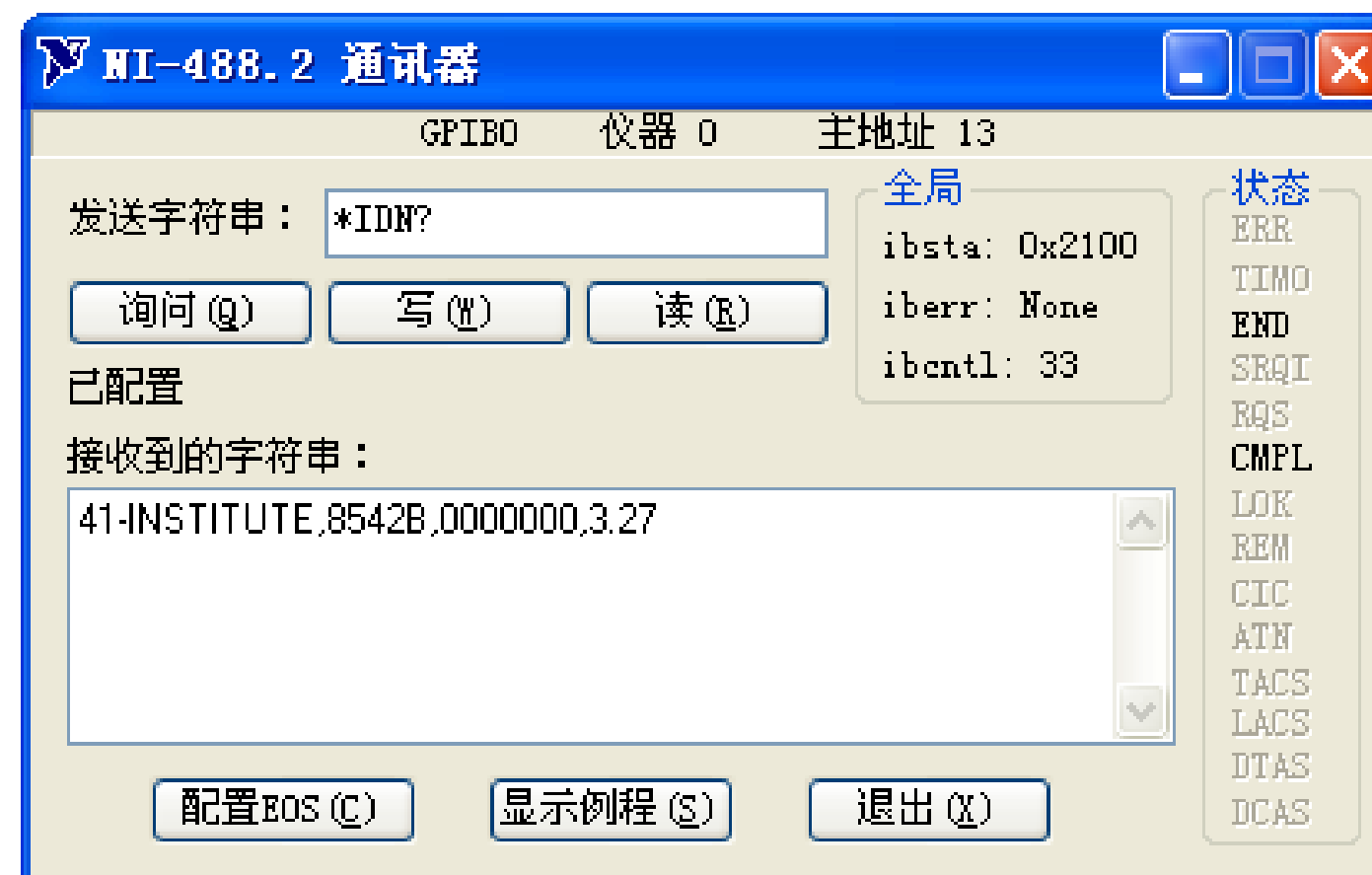


工具

开发利器

## GPIB接口

模拟GPIB卡接口数据的发送、接收



# 问题

# 解决办法

✚ 设备连接不通；

Ping一下试试（是否在同一网段，是否有防火墙）。

✚ 发送命令，设备无响应；

查验设备固件版本与协议是否一致。

✚ 发送命令报错；

核对开发手册的错误码表。

✚ 充分利用设备原有软件；





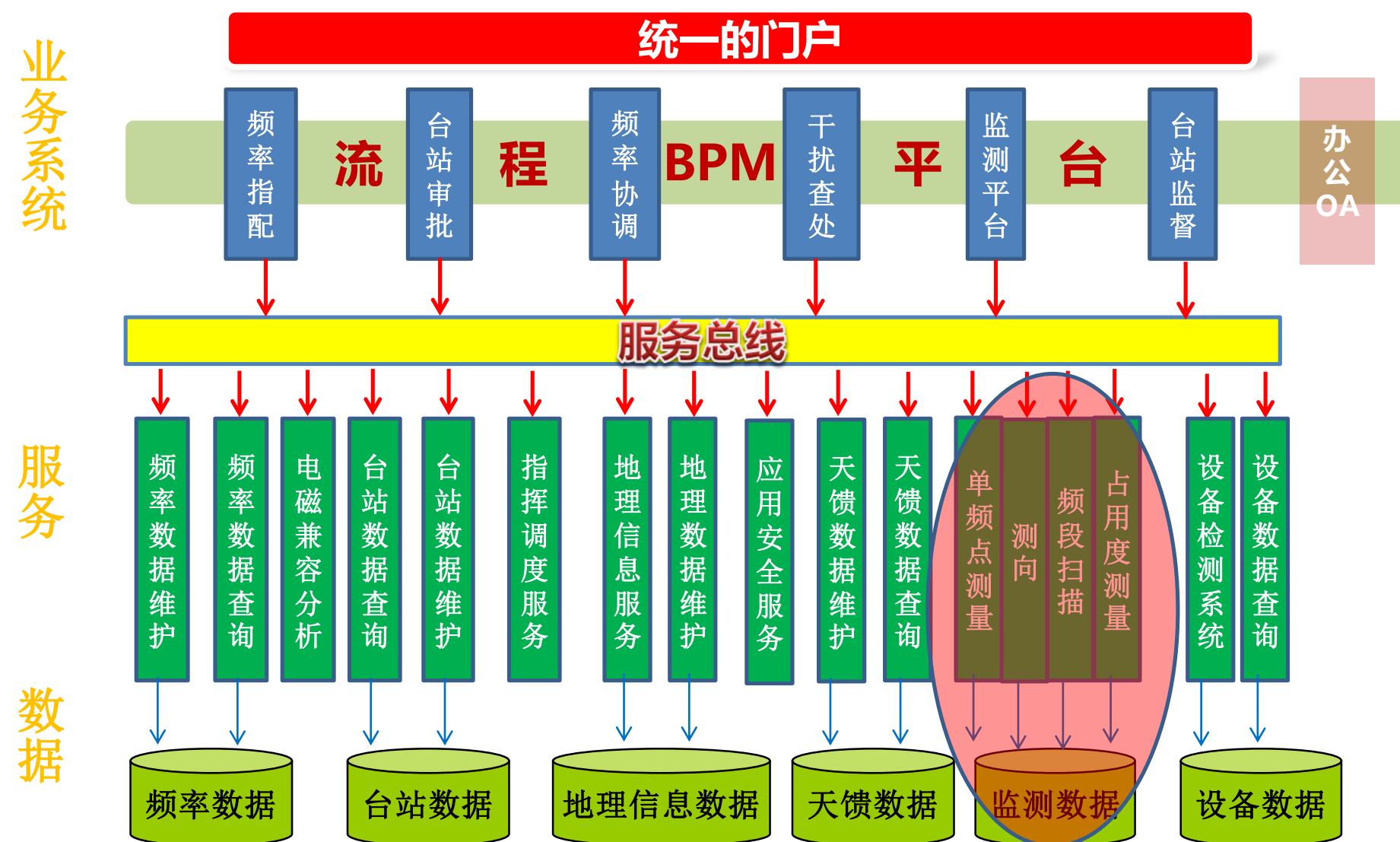


# 目录 | 设备与原子服务

## 四 设备集成与一体化平台

# 平台 | 两个平台的关系

## 无线电管理一体化平台



## 内容 | RMTP与一体化平台（一）

- RMTP：无线电监测网传输**协议**。
- 目的：不同监测系统之间数据**通信**的协议；
- 手段：**socket**，服务端与客户端之间的通信传输；
- 内容：访问建立，请求响应，数据结构（参数和数据帧结构）。

## 内容| RMTP与一体化平台（二）

- 一体化：无线电监测一体化平台。
- 目的：流程，数据，设备的统一监控管理；
- 手段：**SOA**，体系架构（三元素）；
- 内容：体系架构，服务设计，接口标准，数据格式。



## SOA+监测

- ◆创造性的探索实现了**SOA**结合监测业务。
- ◆利用SOA解决应用与服务的分离，满足SOA要求。

### 1 继承过去，面向未来

- 吸取原有规范的精华，
- 对一体化平台的落地提供了更加细化具体的要求；

### 2 协调一致，统筹规划

- 到监测一体化七个规范的相互一致性，
- 与无线电管理一体化服务治理系统保持统一；

### 3 依托项目，不唯项目

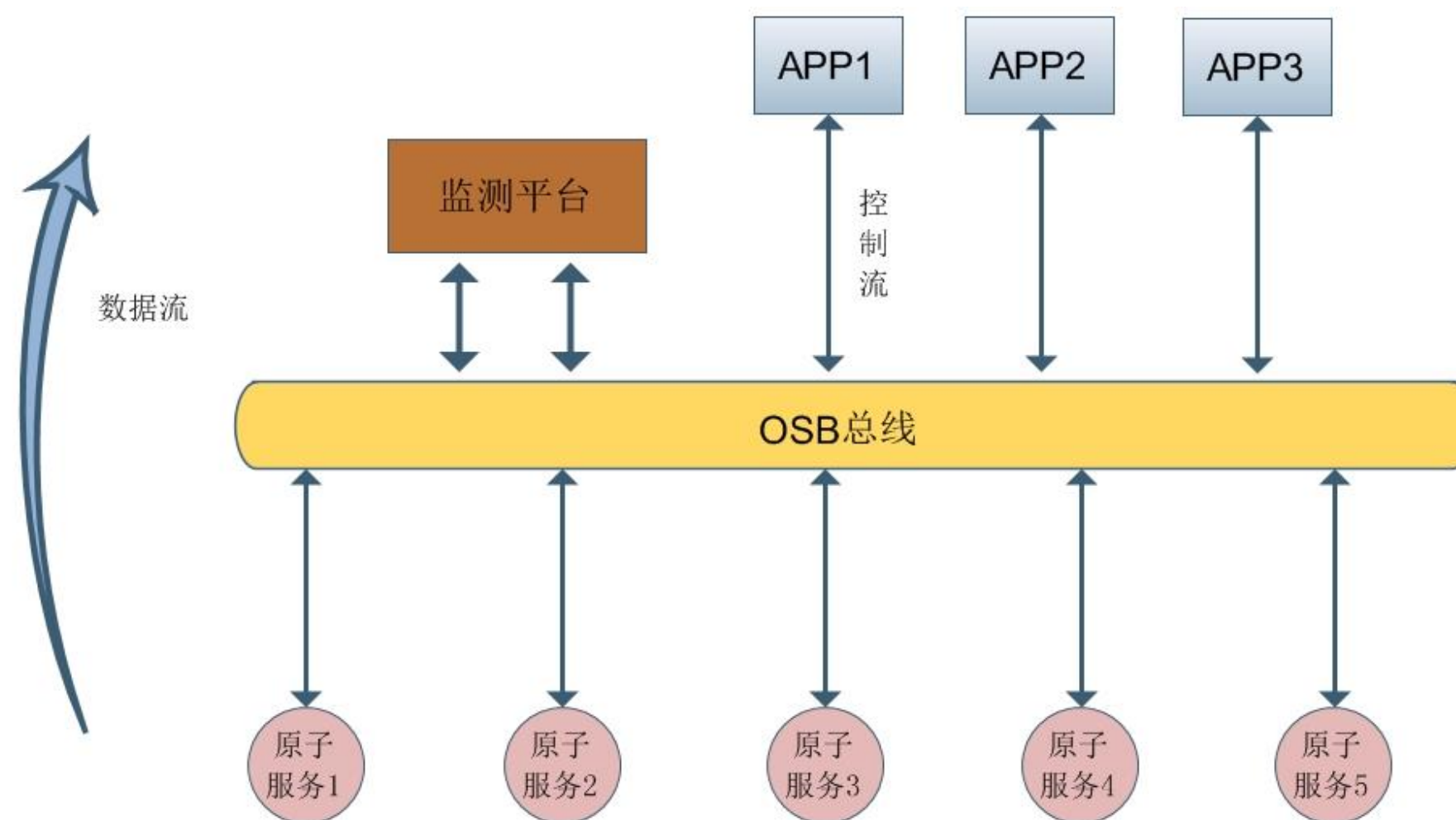
- 从项目产生，为项目服务，
- 综合多个厂商，多个业务部门；

### 4 科学合理，保持生命

- 顾及各方利益，对数据中心，分级管理等需求均有考虑，
- 与国际软件联盟的标准接轨；

# 平台 | 两个平台的关系

## 无线电监测一体化平台



原子服务

同步模式——控制流，通过总线传输。

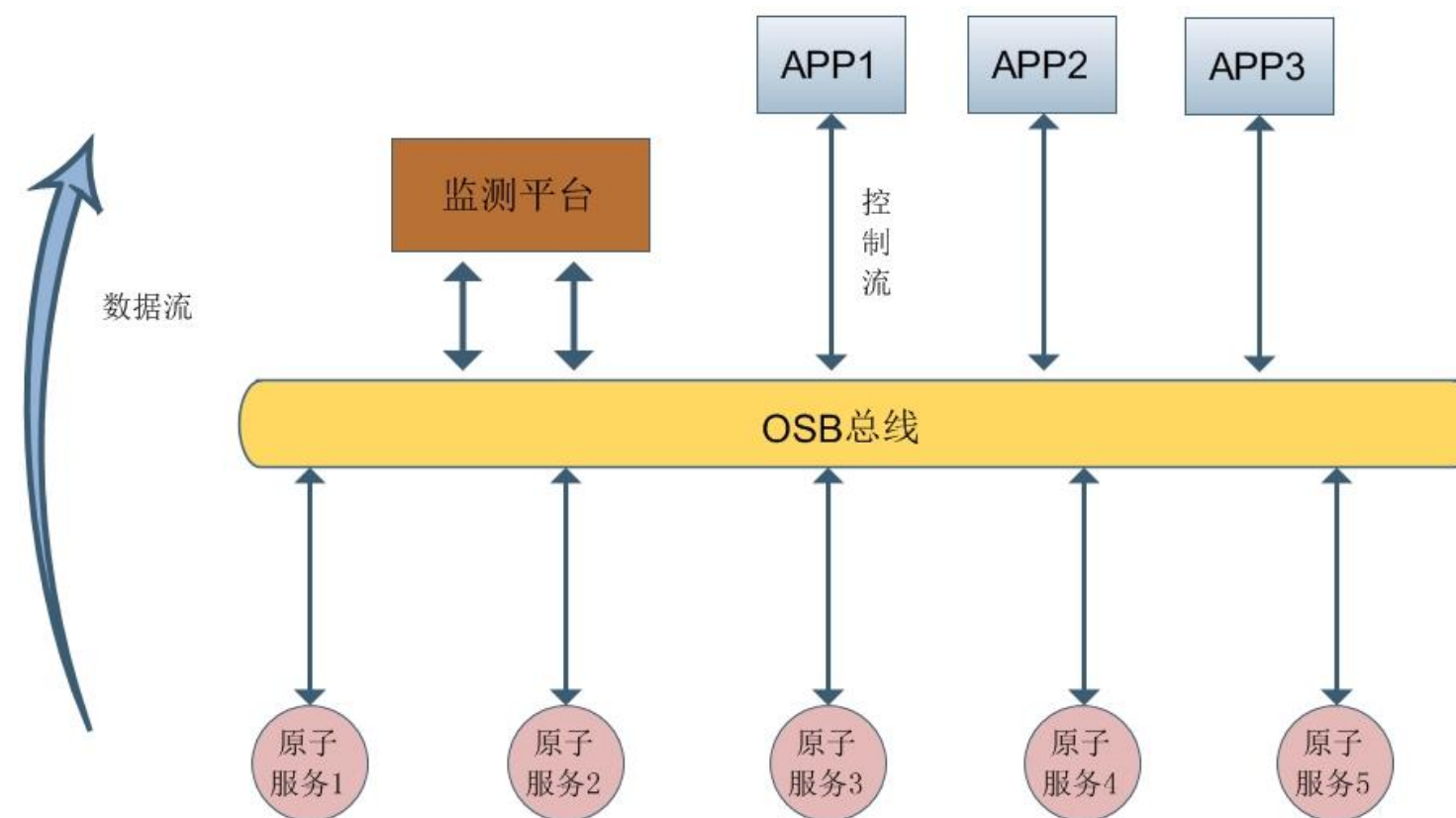
异步模式——数据流，不通过总线传输。（以FTP，**socket**数据流，**XML**文件，数据库等方式进行数据传输。）

# 平台 | 管控平台做什么？

## 无线电监测一体化平台



伏羲氏：善于管理



资源管  
理

任务调  
度

数据分  
发

异常处  
理

安全控  
制

# 服务 | 原子服务盘点

服务类别	数量	结果数据类型	服务范例
信息查询	1	报文	信息查询
设备查询	2	报文	状态，设备自检
信号截收	3	信号数据表	中频，宽带，扫频信号截收
测向	4	测向数据流	单频测向，宽带测向
监测	5	频谱数据流	单频，宽带，FSCAN，MSCAN，PSCAN
数据解调	5	数据流	数字，广播等信号识别解调
设备管理	4	报文	天线指配，参数修改（多路DDC）
频谱模板	3	频谱数据流	中频，宽带，扫频频谱模版
新增	2	报文	TDOA，占用度
任务停止	1	报文	任务停止



# 内容

## 设备二次开发

### 驱动之上的应用

一个完整的设备控制系统除了包括计算机和设备外，还必须建立设备与计算机的通路以及上层应用程序。

上层应用程序用于**发送控制命令、仪器的控制面板显示以及数据的采集、处理、分析、显示和存储**等。

# 集成

# 设备集成软件

## 集成软件开发过程

UI表示层

业务逻辑层

数据层

设备驱动层



人机交互，数据展示：  
瀑布图。

业务算法:背景噪声提取。  
业务流程:信号->台站比  
对->参数记录

频谱数据，信号数据

频谱扫描（PSCAN）

# 内容

## 集成软件管理

UI表示层

业务逻辑层

数据层

设备驱动层

监测设备原子服务。

动环设备服务。

《超短波监测管理服务接口规范》

# 内容

## 集成软件管理

UI表示层

业务逻辑层

数据层

设备驱动层

✚ 《超短波监测数据库规范》  
存储信号发射规律和相关参数（结构化）；

✚ 《监测基础数据规范》

✚ 《监测设备接口规范数据帧结构》

说明文档

数据库结构

数据文件



# 内容

## 集成软件管理

UI表示层

业务逻辑层

数据层

设备驱动层

业务流程（服务组合）

业务算法（背景噪声提取）

会议交流

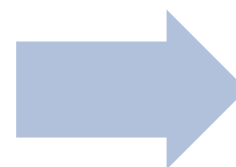
WSDL文件

集成文档

# 测试 | 项目管理

## 规范建设

- **有规可依**  
进一步加强标准规范体系的**建设**。  
进一步加强标准规范的**宣贯**。  
进一步加强建设方案的**交流**。



## 系统测试

- **有矩可量**  
加强**测试**系统的建设。  
是否符合标准规范有**结论**。  
寻找问题有**工具**。

目录

趋势



## 无线电监测设备集成的发展趋势

# 趋势 | 设备集成的发展趋势

## 计算机化

设备硬件接口逐渐统一

## 网络化

设备组网更加方便

## 小型化

功能更加单一，功耗更低

设备开发更加容易，实时性强，  
传输速率更快，IO吞吐量更大。





# 趋势

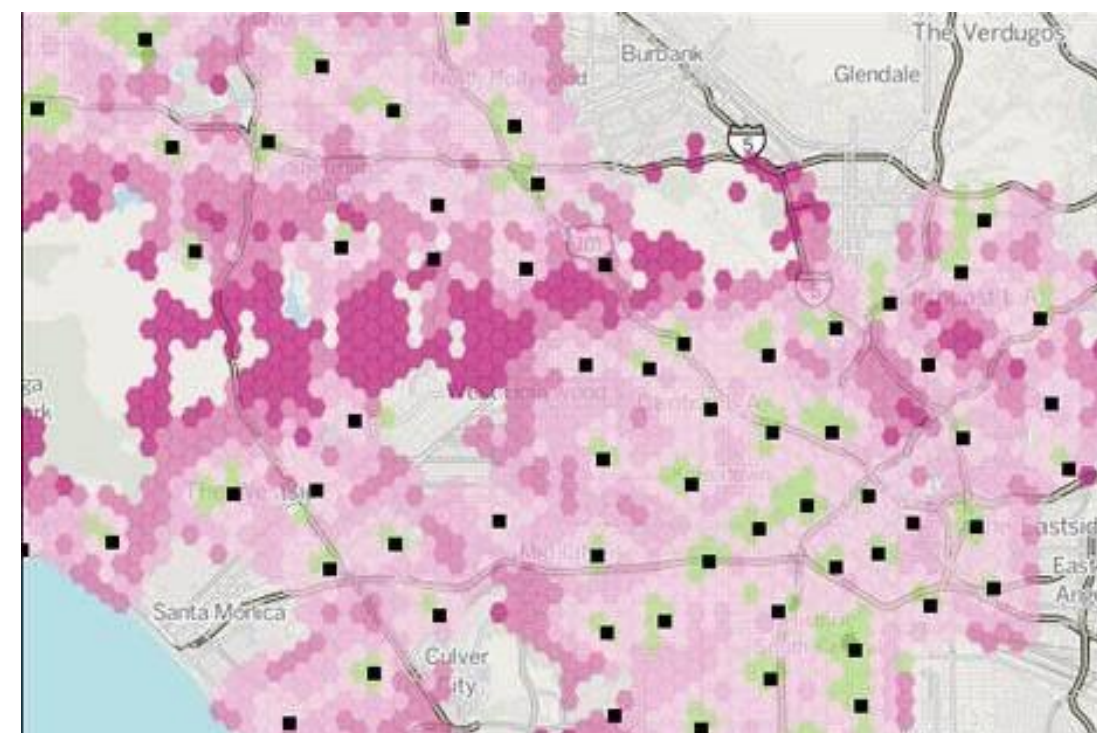
## 设备集成的发展趋势

### ■ 逼近化

逼近化的优势——高效、及时、准确；  
传感器前移——有利于提高“现场”效率；  
全时、全控——有利于第一时间获得第一现场。

### ■ 后台（基地）支撑化

依赖于强大的“专家系统”后台算法，依赖于强大的信息化系统。



**单个设备的功能更加单一，服务的数量减少。**

# 趋势

## 集成软件的发展趋势

### ■ 两面三刀

集成软件的两面——面对业务，面对信息化

三个发展方向——服务化，标准化，模块化

服务与应用进一步解耦。

# 趋势

## 集成软件的发展趋势

### 百家争鸣，各有所长

领域细分——在射频前端，接收机，调制分析等方面都能沉淀出一批先进的民族企业。  
避免低水平重复建设，同质化恶性竞争。

### 他山之石，可以攻玉

信息化通用领域——数据中心建设，SOA平台建设，数据展示层等领域引入更加专业的优质资源。  
以开放迎接竞争。

手机/微信：18683688634

Thanks