

# **GSM-R 网络空中接口测试系统**

**V1.0**

用户手册

上海交通大学

一、 系统简介 .....	1
1、 GSM-R 网络及空中接口简介 .....	1
2、 基本功能及应用范围 .....	2
二、 功能介绍 .....	4
1、 运行环境 .....	4
(1) 硬件要求 .....	4
(2) 软件平台 .....	4
(3) 开发环境 .....	4
2、 测试指标 .....	4
(1) 无线信号强度 (RxLev) .....	4
(2) 绝对无线频率信道数 (ARFCN) .....	5
(3) 接收信号强度指示 (RSSI) .....	5
(4) 接收信号强度 (dBm) .....	5
(5) 小区重选系数 (C1&C2) .....	6
(6) 时间提前量 (TA) .....	6
(7) 信道类型 (ChMod) .....	6
(8) 功率等级 (PWR) .....	7
(9) 基站识别码 (BSIC) .....	7
(10) 小区编号 (Cell ID) 与信道编号 (chann) .....	7
3、 基本功能 .....	7
(1) 当前小区信息 .....	7
(2) 邻居小区信息 .....	7
(3) 业务信道信息 .....	8
(4) 曲线绘制 .....	8

(5) 历史数据.....	8
<b>三、 安装说明 .....</b>	<b>9</b>
<b>四、 操作说明 .....</b>	<b>12</b>
1、 系统配置.....	12
(1) 串口配置.....	12
(2) 路径设置.....	13
(3) 开始测试.....	14
2、 小区信息.....	15
(1) 当前小区信息.....	15
(2) 邻居小区信息.....	16
(3) 业务信道信息.....	17
(4) 信号强度曲线.....	18
3、 历史数据.....	19
(1) 基本信息.....	19
(2) 信号强度曲线.....	20
4、 其他.....	23

# 一、系统简介

## 1、GSM-R 网络及空中接口简介

GSM-R（Global System For Mobile Communications For Railway）网络是专门应用于铁路环境中的综合数字调度移动通信网络，它基于公网 GSM 和高级语言呼叫业务，增加铁路需要的组呼、广播、多优先级和紧急呼叫等业务，能够实现铁路各种移动信息资源采集、传输，为现代化调度、指挥、控制提供通信平台。铁路各级生产和管理人员通过 GSM-R 网络共享全路范围内生产和管理领域的信息，并且向社会实时提供铁路客货运及其服务信息。从 2004 年开始，我国先后在青藏、大秦、胶济线建设 GSM-R 工程并投入运用，并完成中国列车运行控制系统（Chinese Train Control System, CTCS）的通信部分功能。随着 GSM-R 数字移动通信系统工程建设与运用的推开，研究和验证 GSM-R 系统的特性和功能，确保铁路运输的安全、可靠，对系统的全面测试是一个不可缺少的重要环节。

目前我国的 GSM-R 数字移动通信系统由七个子系统构成：网络交换子系统（SSS）、基站子系统（BSS）、操作维护子系统（OSS）、通用分组无线业务子系统（GPRS）、智能网子系统（IN）、固定接入交换子系统（FAS）和终端子系统。

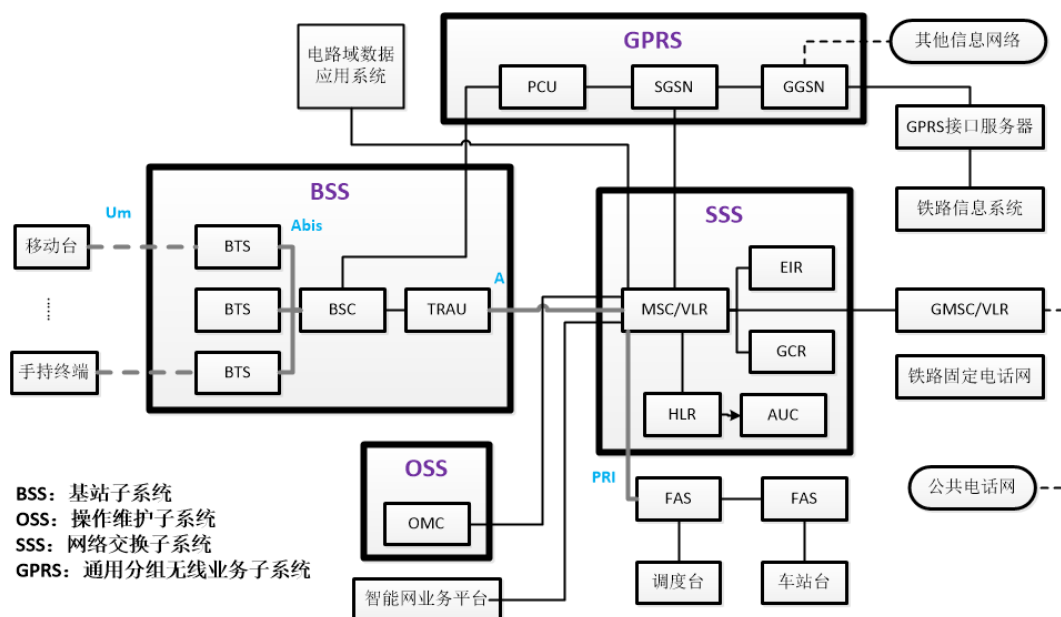


图 1-1 GSM-R 网络系统组成

GSM-R 系统的各个功能单元通过不同的接口进行连接,接口就是各组成单元之间物理上和逻辑上遵守一定协议的连接。GSM-R 系统测试的主要应用到的接口有空中接口、Abis 接口、A 接口、PRI 接口等,其中空中接口是移动台与基站之间的通信接口,用于移动台与 GSM-R 系统固定部分之间的通信,其物理连接通过无线链路实现,它的特性是完全标准化。空中接口在协议上可以分为三层,第一层为物理层,提供信息传输所需的物理链路,为上层应用提供不同功能的逻辑信道,包括业务信道和控制信道;第二层为 LAPDm 层,负责在移动台和基站之间建立可靠的专用数据链路;第三层是负责控制和管理的协议层,包括三个基本子层:无线资源管理(Radio Resource management, RR)、移动性管理(Mobility Management, MM)和连接管理(Connection Management, CM)。可见空中接口的可靠性是 GSM-R 网络能够正常运行的基础,因此对 GSM-R 的空中接口进行实时监测有着非常重要的意义。

## 2、基本功能及应用范围

系统配置完成并正确启动后,首先对 GSM-R 网络空中接口传输的信息进行解析,得到当前时刻与当前位置网络的通信质量情况,包括当前服务小区与邻居小区的网络指标。其中当前服务小区的基本信息包括所在小区的基站信息、广播控制信道信息、语音业务信道信息及通用分组无线业务(General Packet Radio Service, GPRS)信道信息,邻居小区信息提供最多六个邻居小区的基本信息,包括邻居小区的基站信息和广播控制信道信息。

在小区信息获取的同时,实时绘制当前服务小区广播控制信道的接收信号强度和邻居小区广播控制信道接收信号质量的曲线轨迹,并在当前小区接收信号强度低于系统要求时给出警告信息。

根据当前小区信息得到 GSM-R 网络广播控制信道、语音业务信道和数据域业务信道质量的覆盖图,并给出小区切换和信道切换的分布图,进而结合地理信息和基站信息,给出测试报告并对 GSM-R 网络性能进行整体评估。

系统运行过程中,所有记录的信息会自动保存在可扩展标记语言(Extensible

Markup Language, XML) 文件中, XML 文件的路径信息可以进行预先设置。同样可以对预先保存的历史信息进行调用, 得到历史时刻当前小区与邻居小区信号强度曲线, 用于分析当时 GSM-R 网络的基本通信情况, 同时为 GSM-R 网络的优化提供数据支持。

## 二、功能介绍

### 1、运行环境

#### (1) 硬件要求

CPU: Intel Pentium/Celeron 、AMD K6/Athlon/Duron 或其他兼容的处理器，主频至少为 233MHz

内存: 64MB RAM 或更高

硬盘: 4GB 可用硬盘空间

通信模块: 配置有 GSM-R 网络通信模块 TRM:3a 或 GSM 网络通信模块 MC55i

#### (2) 软件平台

操作系统: Windows XP、Windows Mobile、Windows CE

运行环境: Microsoft .NET Framework 2.0

#### (3) 开发环境

开发环境: Visual Studio 2008

开发语言: C#

### 2、测试指标

#### (1) 无线信号强度 (RxLev)

RxLev 是接收到信号电平强度的统计参数，作为 RF (Radio Frequency, RF)

功率控制和切换过程的依据。RxLev 为一个慢速随路控制信道（Slow Associated Control Channel, SACCH）复帧期间的接收信号电平测量样值的平均值，以 dBm 为单位。一般说来，前一个报告其间的测量总是被丢弃，接收信号电平被映射到 0~63 之间的某个 RxLev 值，如表 2-1 所示：

表 2-1 RxLev 映射关系

0	$RX < -110 \text{ dBm}$
1	$-110 \leq RX < -109 \text{ dBm}$
2	$-109 \leq RX < -108 \text{ dBm}$
3	$-108 \leq RX < -107 \text{ dBm}$
---	---
62	$-49 \leq RX < -48 \text{ dBm}$
63	$RX > -48 \text{ dBm}$
$\leq 17$	信号强度不满足室外覆盖要求
$\leq 27$	信号强度不满足室内覆盖要求

## （2）绝对无线频率信道数（ARFCN）

ARFCN 即为跳频序列的载频号，用来描述测量数据中的无线载波的变化。ARFCN 阐述了空中接口上的两个物理无线电系统链路和通道，一个用于上传，另外一个用于下传。这里包括广播控制信道和业务信道下的 ARFCN 两种情况。

## （3）接收信号强度指示（RSSI）

RSSI 表示了接收信号强度水平，在这里表示的是在广播控制信道（Broadcast Control Channel, BCCH）上的接收信号强度水平，在 3GPP TS 05.08 中有详细的定义。

## （4）接收信号强度（dBm）

dBm 即为接收信号强度，以 dBm 为单位，分为广播控制信道和业务信道两



种情况。

### (5) 小区重选系数 (C1&C2)

参数 C1 是小区选择时的判断标注, C2 是 GSM PHASE2 的可选参数, 仅用于小区重选, 若 C2 未被广播, 则使用 C1 做重选参数。

### (6) 时间提前量 (TA)

时间提前量的作用是为了补偿电波传输延迟, 根本目的则是为了提高信道编解码效率。由于 GSM 采用 TDMA, 每个载频分为 8 个时隙, 并应当严格保持时隙间的同步, 没有时间提前量就无法克服固有的无线传输劣势。GSM 的小区半径可以达到 35km, 从手机出来的信号需要经过一定时间才能到达基站, 因此我们必须采取一定的措施, 比如时延调整, 来保证信号在恰当的时候到达基站。时间提前量是由基站根据接收到测量报告确定的, 然后发送给手机。正常通话中, 当移动台接近基站时, 基站就会通知移动台减小时间提前量; 而当移动台远离小区中心时, 基站就会要求移动台加大时间提前量。

### (7) 信道类型 (ChMod)

信道类型即为业务信道的传输模式, 业务信道 (TCH) 承载话音或用户数据, 全速率业务信道 (TCH/F) 载有总速率为 22.8kbit/s 的信息, 业务信道上提供以下信道:

- 1、全速率话音业务信道 (TCH/F9.6);
- 2、9.6kbit/s 全速率数据业务信道 (TCH/F9.6);
- 3、4.8kbit/s 全速率数据业务信道 (TCH/F4.8);
- 4、小于等于 2.4kbit/s 全速率数据业务信道 (TCH/F2.4)。

## **(8) 功率等级 (PWR)**

功率等级分为随机接入信道 (Random Access Channel, RACH) 的最大功率水平和当前业务信道的功率大小。

## **(9) 基站识别码 (BSIC)**

基站识别码由基站色码 (BCC) 和网络色码 (NCC) 组成, 用于采用相同载频号码且位置相邻的不同基站的识别, 特别用于识别在不同国家的边界地区采用相同载频的相邻基站。其中网络色码用来识别相邻国家不同的公共陆地移动网络 (Public Land Mobile Network, PLMN), 基站色码用来唯一识别采用相同载频的相邻基站。

## **(10) 小区编号 (Cell ID) 与信道编号 (chann)**

小区编号是用来区分与同一个基站控制器相连的不同的基站收发台, 信道编号即为广播控制信道的载频号。

# **3、基本功能**

## **(1) 当前小区信息**

用来显示移动台当前所在小区的基本信息, 包括小区编号、信道编号、接收信号强度、基站识别码、功率等级和小区重选系数等信息。

## **(2) 邻居小区信息**

用来显示除去当前服务小区之外接收信号强度最好的三个到六个邻居小区的信息, 包括信道编号、接收信号强度、基站识别码和小区重选系数等。

### **(3) 业务信道信息**

用来显示当前的业务信道的基本信息，包括当前业务信道的信道编号、时隙分配、时间提前量、功率大小、接收信号强度、接收信号质量和信道模式等。

### **(4) 曲线绘制**

实时记录当前小区及邻居小区的接收信号强度信息，并能够调取历史数据和数据库中的数据，进行场景重现。

### **(5) 历史数据**

用来导入或导出历史数据，进而能够对任意时刻的通信情况进行分析，进而对整个 GSM-R 网络的通信情况进行分析与处理。

### 三、安装说明

本系统可以安装在普通计算机或嵌入式微型计算机，支持 Windows XP、Windows CE 或 Windows Mobile 系统，要求系统预装有 Microsoft .NET Framework 2.0 或以上版本，同时要求计算机与 GSM-R 通信模块正确连接。点击安装文件夹下的“setup.exe”开始安装，如图 3-1 所示。

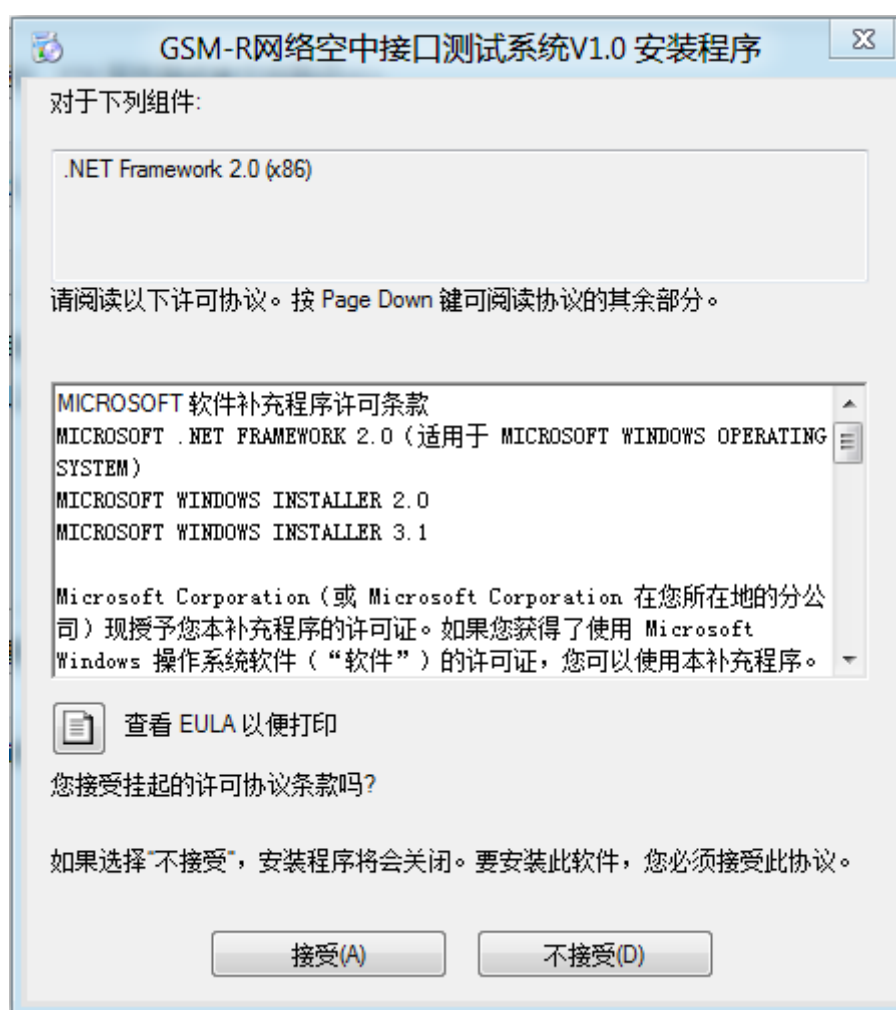


图 3-1 安装协议

阅读完安装协议后，点击“接受(A)”开始下载必要的组件，如果系统已安装 Microsoft .NET Framework 2.0 则会跳过这一步直接进行安装，否则安装程序会从网络或安装文件夹下载所需组件，然后进行安装，如图 3-2 所示。

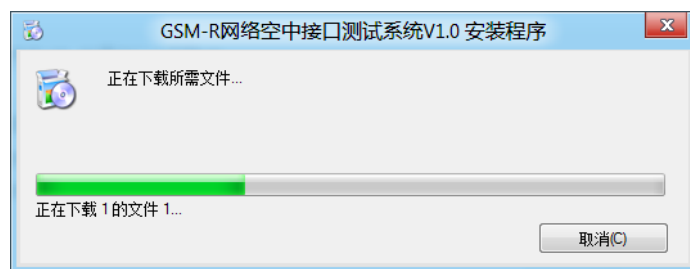


图 3-2 下载所需组件

如果安装过程中出现安全警告，点击“Install”继续安装，如图 3-3 所示，程序安装完成后系统自动启动运行，如图 3-4 和图 3-5 所示。



图 3-3 安装警告



图 3-4 系统启动

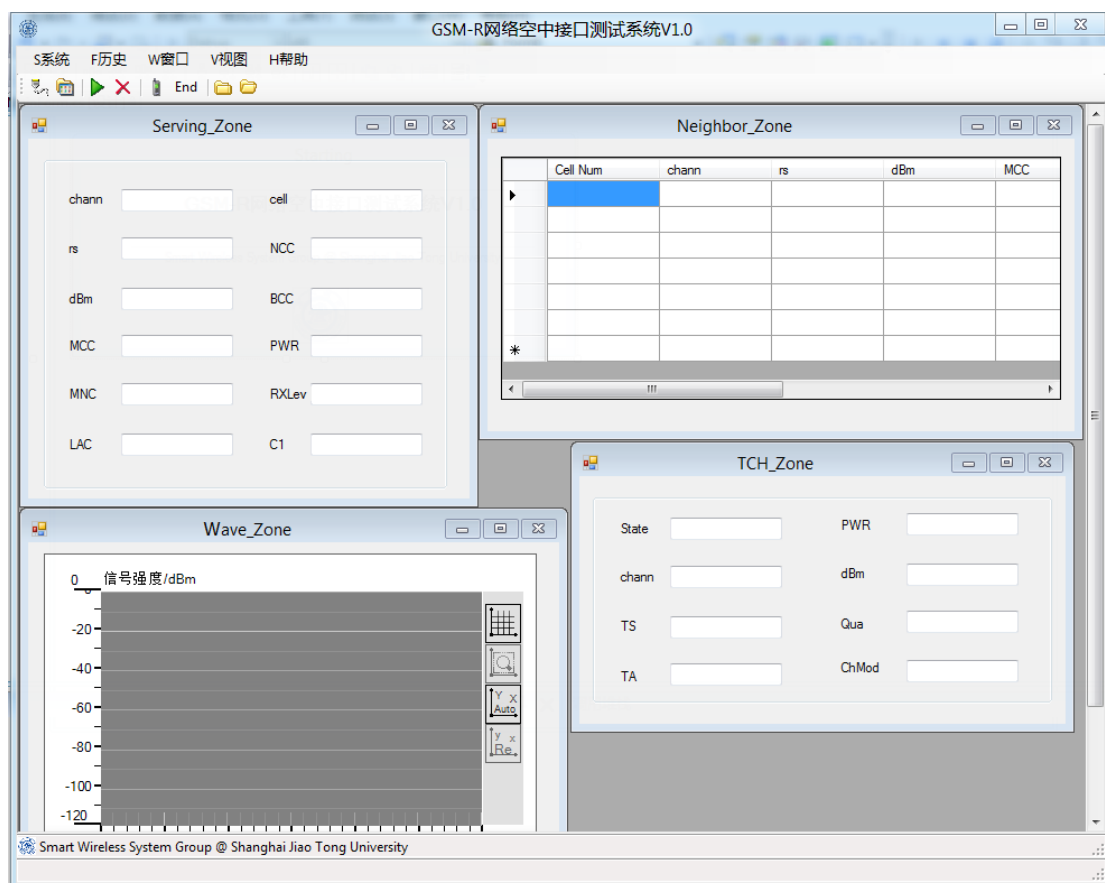



图 3-5 系统运行

## 四、操作说明

### 1、 系统配置

#### (1) 串口配置

进入系统选择“系统”-“串口配置”或点击工具栏进行串口配置，如图 4-1 和 4-2 所示：

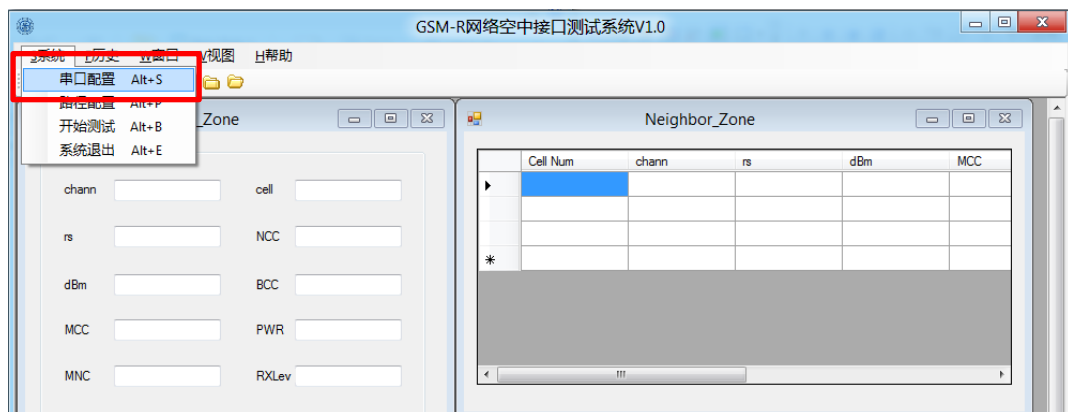


图 4-1 串口配置（菜单栏）

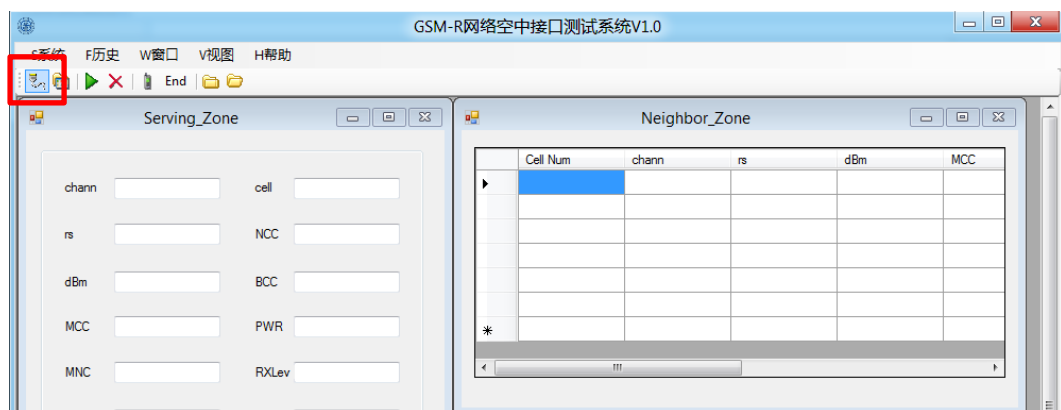


图 4-2 串口配置（工具栏）

通过上面的方式便进入串口配置界面，如图 4-3 所示。根据所连接的 GSM-R 收发模块的传输要求，在串口配置页面进行参数选择，包括端口号、波特率、握手机制、优先权、数据位和停止位。

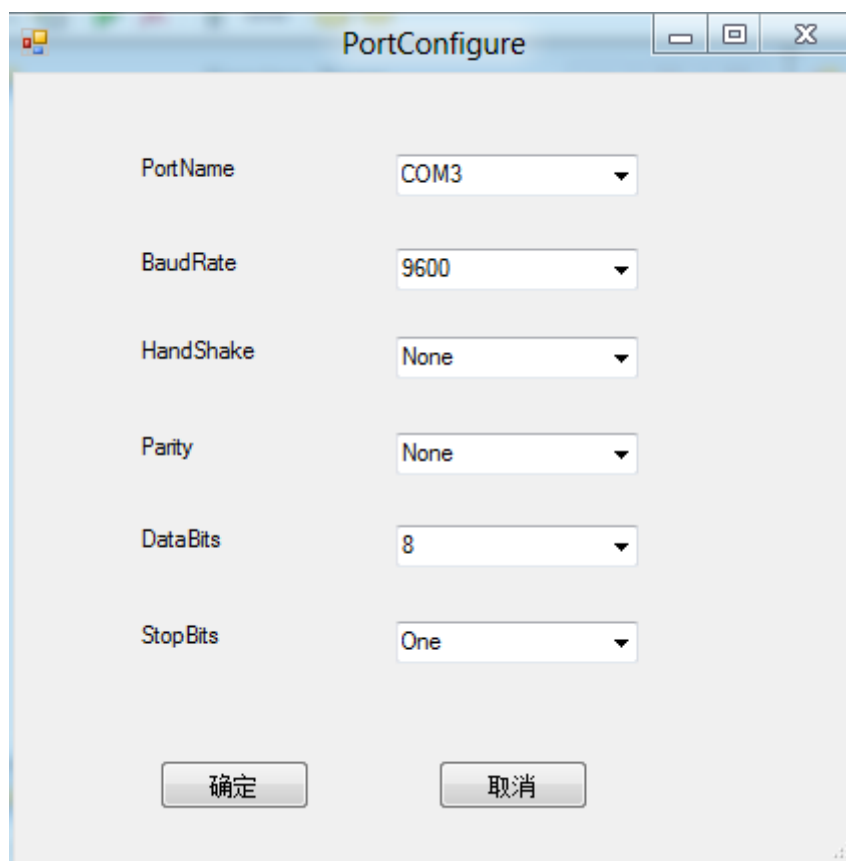



图 4-3 串口参数选择

## (2) 路径设置

进入系统选择“系统”-“路径设置”或点击工具栏进行串口配置，如图 4-4 和 4-5 所示：

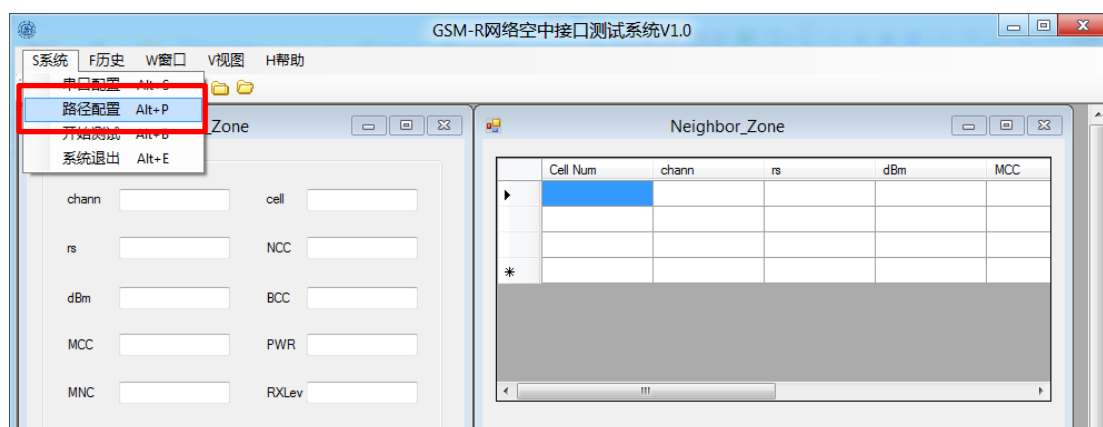


图 4-4 路径设置（菜单栏）



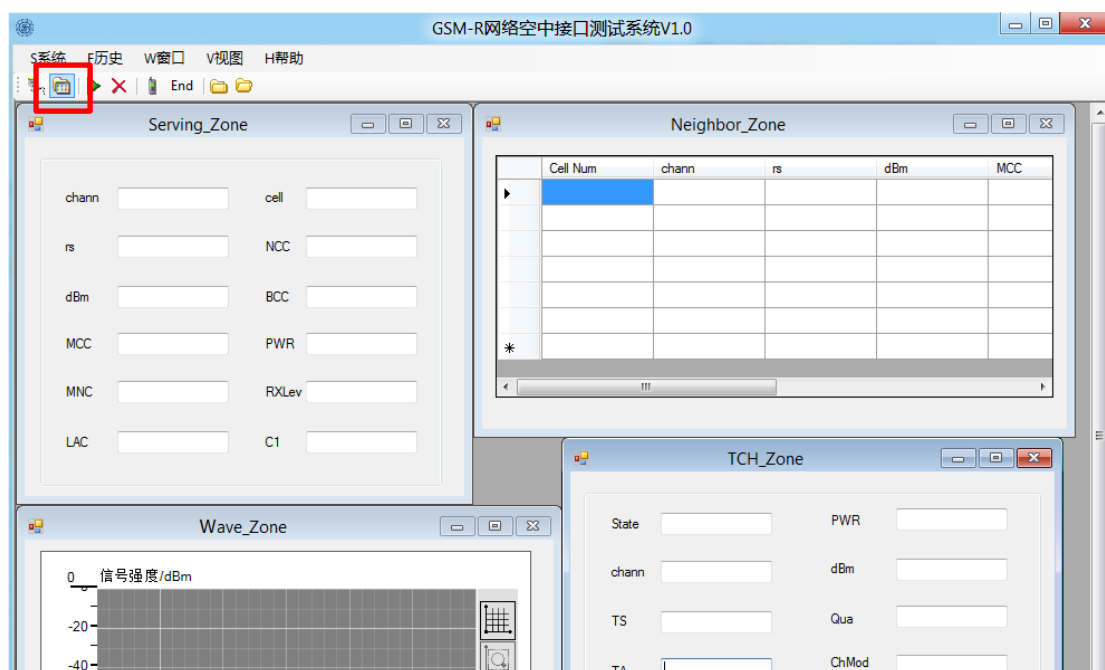


图 4-5 路径设置（工具栏）

### （3） 开始测试

选择“系统”-“开始测试”或者点击工具栏的▶启动测试，点击工具栏的✕停止测试，选择“系统”-“系统退出”退出整个系统，如图 4-6 和 4-7 所示。

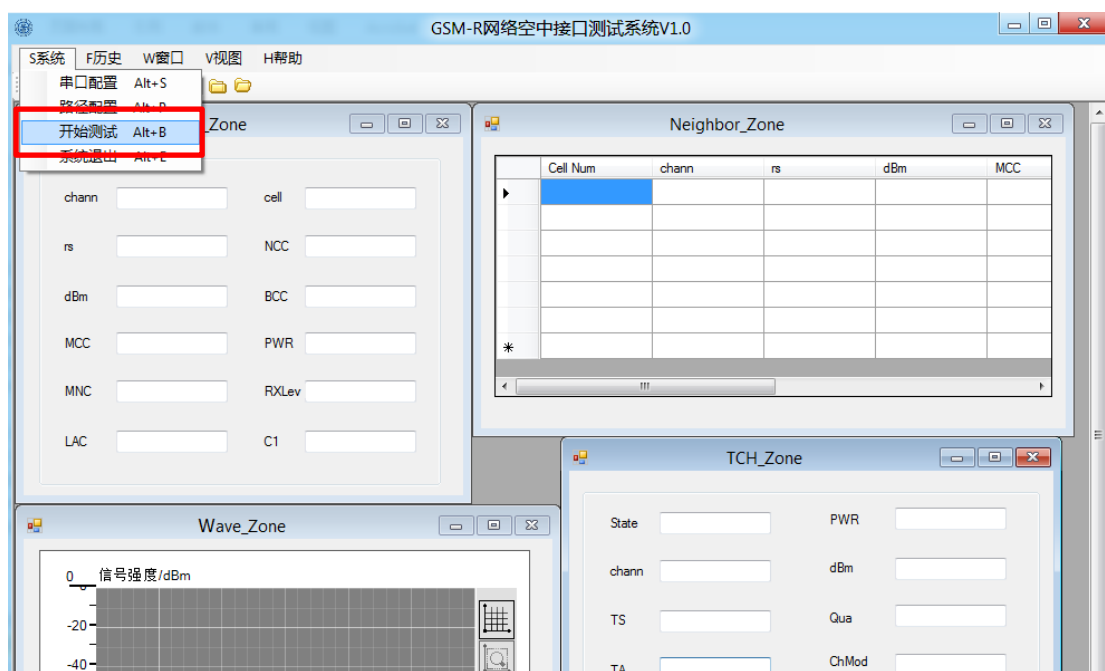


图 4-6 开始测试（菜单栏）

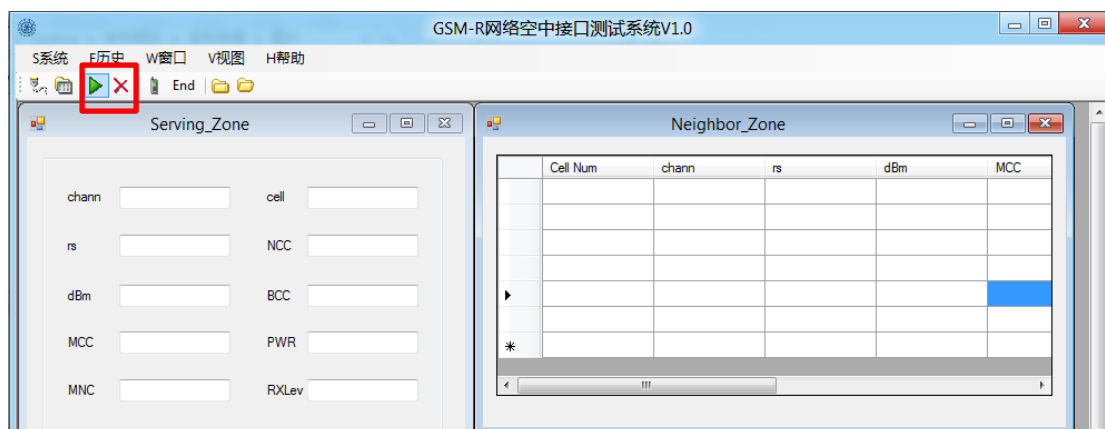


图 4-7 开始测试（工具栏）

## 2、 小区信息

系统启动时默认显示当前小区信息、邻居小区信息、业务信道信息和信号强度的实时刷新，其他情况下按照如下的方式进行设置。

### （1） 当前小区信息

在系统主窗口选择“窗口”-“当前小区”用来显示当前小区的基本指标，当前小区信息窗口设置如图 4-8 所示，当前小区信息如图 4-9 所示。

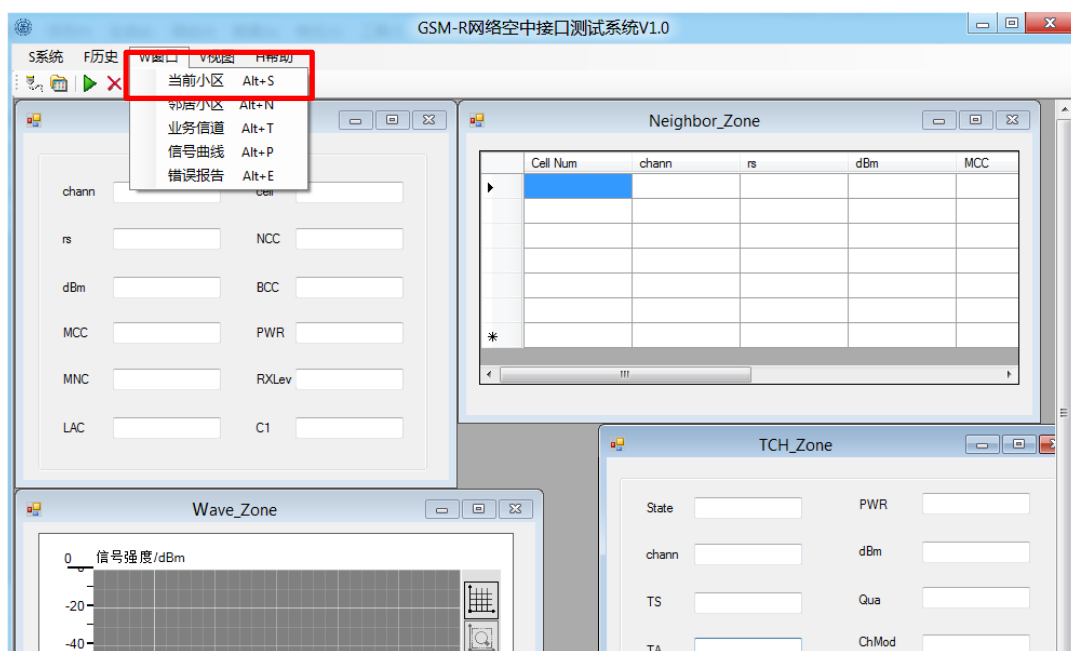


图 4-8 当前小区信息窗口设置

The **Serving\_Zone** dialog box displays the following parameters:

chann	1013	cell	0103
rs	20	NCC	7
dBm	-75	BCC	7
MCC	460	PWR	33
MNC	00	RXLev	-103
LAC	1001	C1	32

图 4-9 当前小区信息

## (2) 邻居小区信息

在系统主窗口选择“窗口”-“邻居小区”用来显示邻居小区的基本指标，邻居小区信息窗口设置如图 4-10 所示，邻居小区信息如图 4-11 所示。

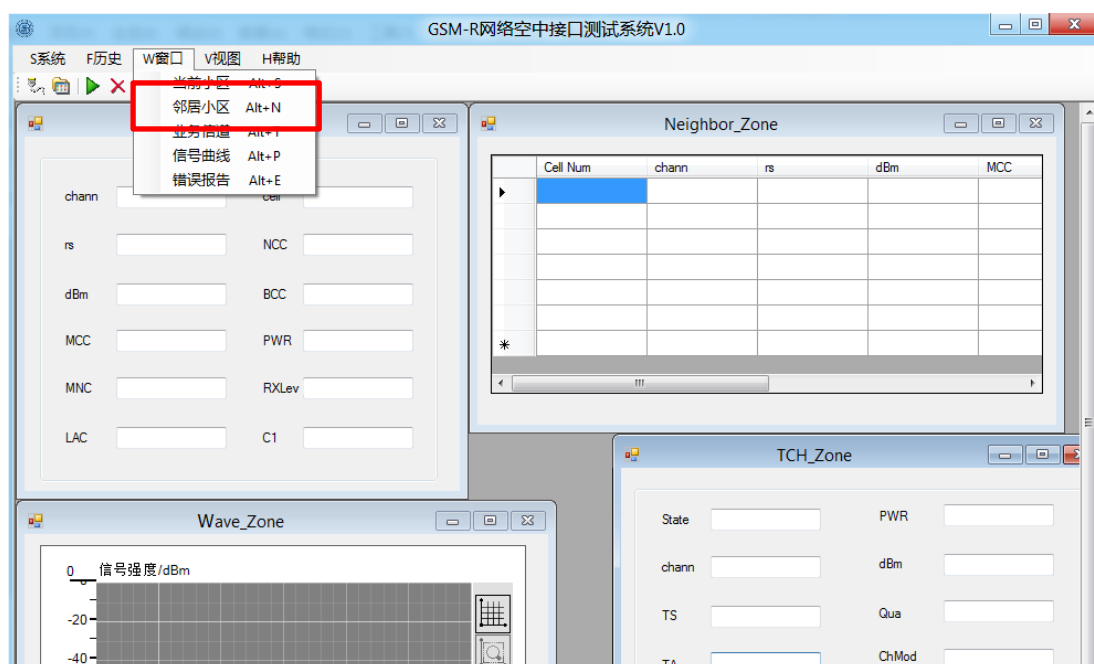
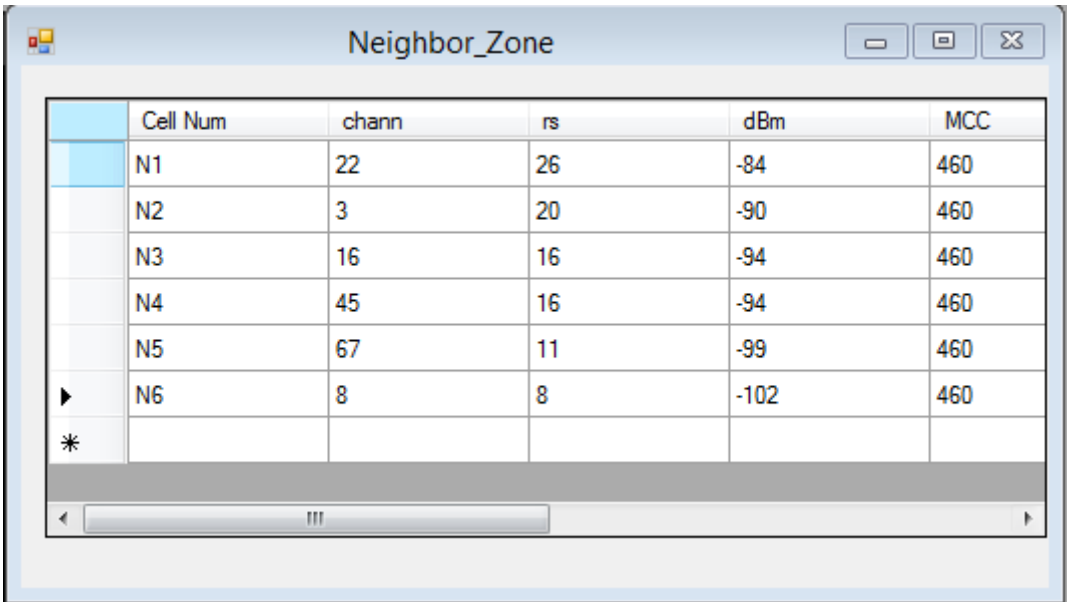


图 4-10 邻居小区信息窗口设置



	Cell Num	chann	rs	dBm	MCC
	N1	22	26	-84	460
	N2	3	20	-90	460
	N3	16	16	-94	460
	N4	45	16	-94	460
	N5	67	11	-99	460
▶	N6	8	8	-102	460
*					

图 4-11 邻居小区信息

(3) 业务信道信息

在系统主窗口选择“窗口”-“业务信道”用来显示当前业务信道的基本指标，业务信道窗口设置如图 4-12 所示，业务信道信息如图 4-13 所示。

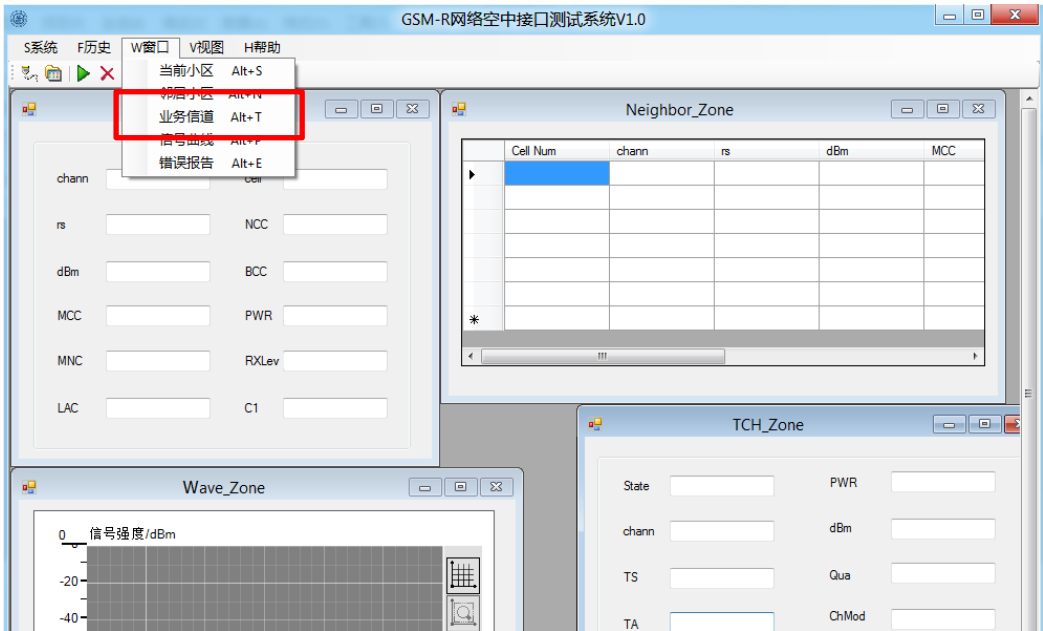


图 4-12 业务信道信息窗口设置

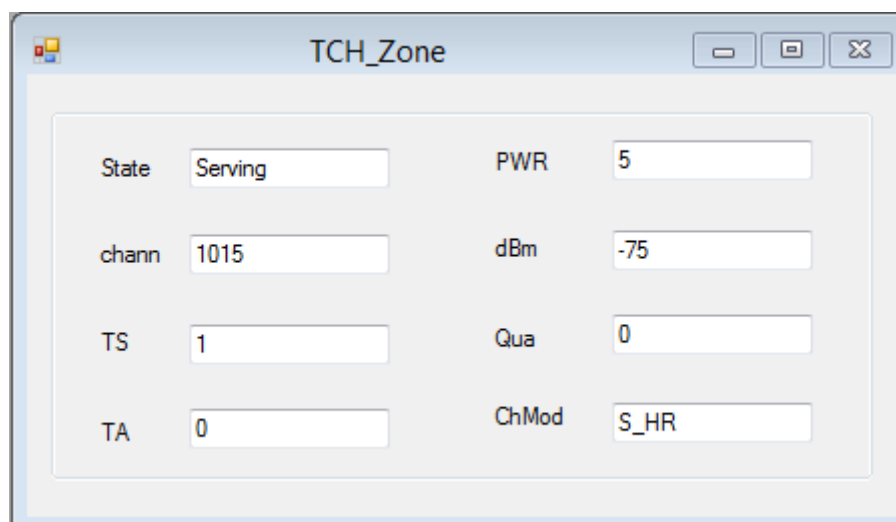


图 4-13 业务信道信息

#### (4) 信号强度曲线

在系统主窗口选择“窗口”-“信号曲线”用来显示当前业务信道的基本指标，信号曲线窗口设置如图 4-14 所示，信号强度曲线如图 4-15 所示。

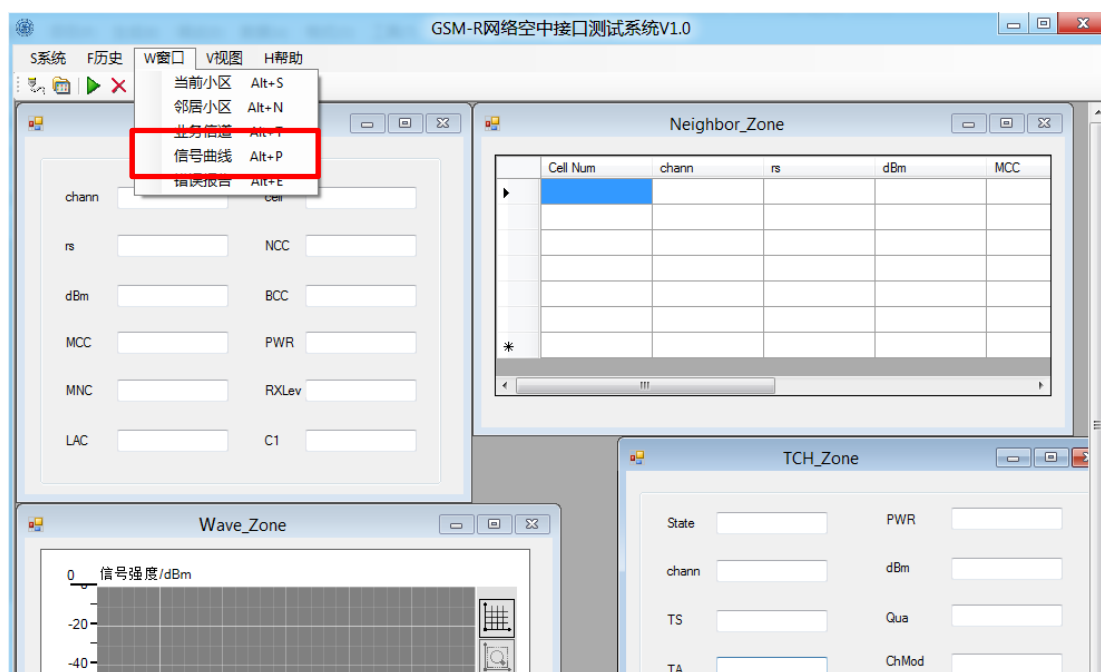


图 4-14 信号强度曲线窗口设置

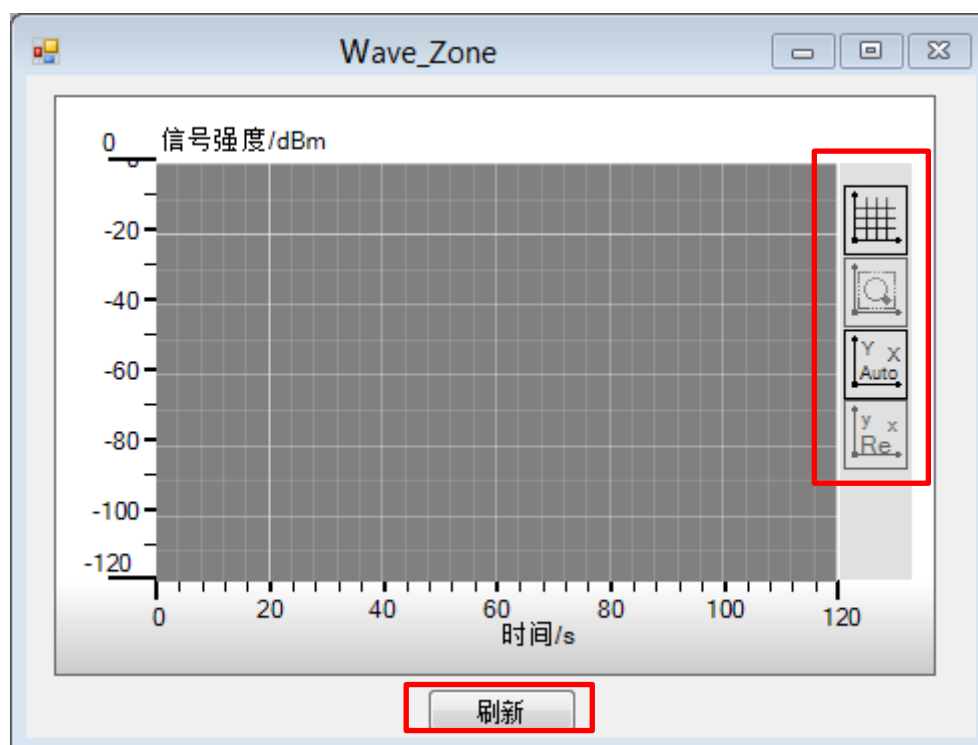


图 4-15 信号强度曲线

在信号强度曲线窗口点击“刷新”，对曲线绘制进行重置，点击信号强度曲线窗口右侧的相应选项分别进行网格显示、局部放大、坐标自动适配和坐标转换等设置，如图 4-15 所示。

### 3、 历史数据

#### (1) 基本信息

在系统主窗口的菜单栏选择“历史”-“导入”，实现历史数据的导入，历史数据格式要求为 XML 文件。设置完成后系统能够根据 XML 文件的具体信息，导入历史数据中的当前小区和邻居小区的基本信息，并对整个过程进行回放，如图 4-16 所示。

在系统主窗口的菜单栏选择“历史”-“导出”-“历史信息”，可以将当前测试的数据导出到指定的 XML 文件中，如图 4-17 所示。

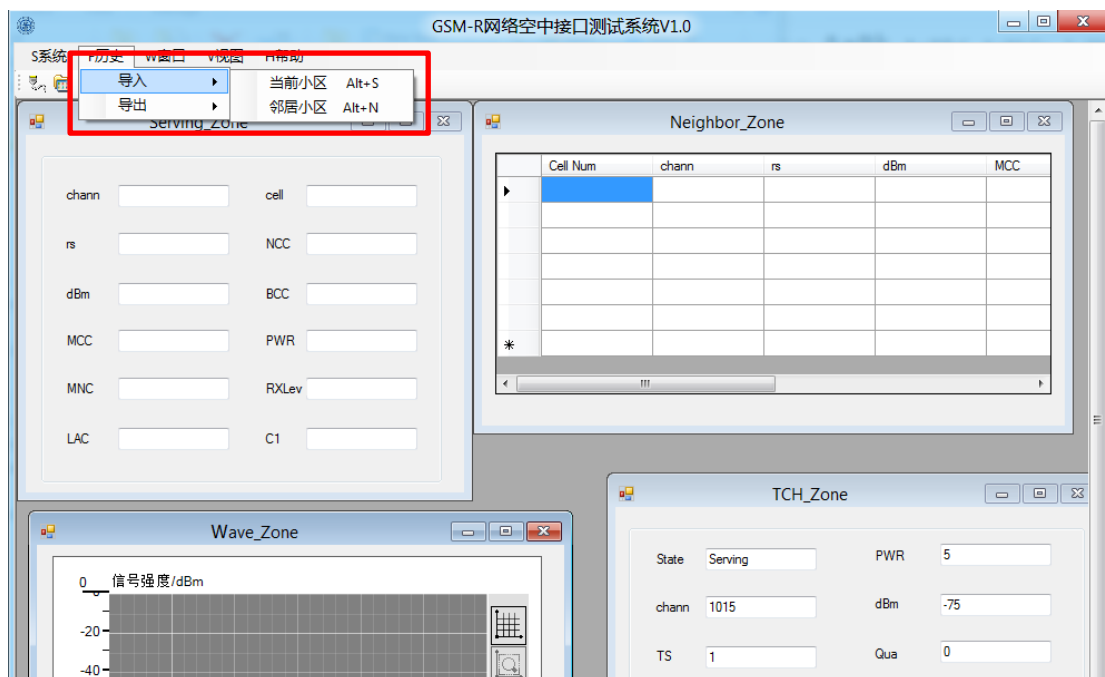


图 4-2 导入历史信息

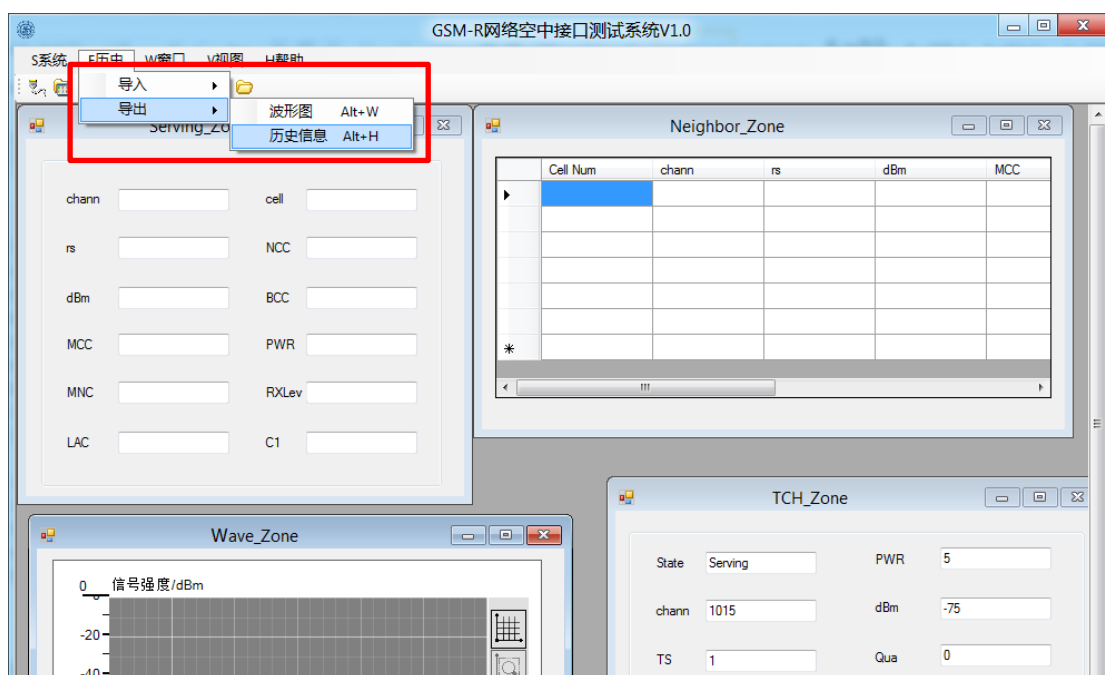


图 4-3 导出波形图及历史信息

## (2) 信号强度曲线

在系统主窗口菜单栏选择“历史”-“导出”-“波形图”，可以将当前测试

的数据及信号强度信息导出到指定的文件中，设置如图 4-17 所示。

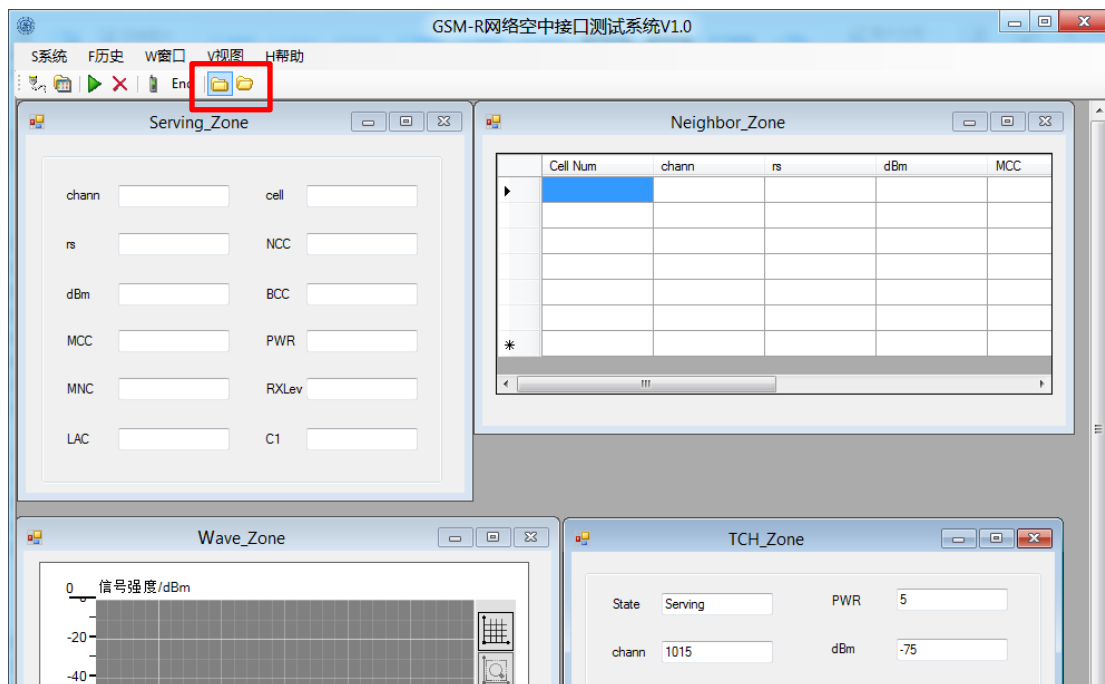




图 4-4 历史信息导入及导出设置

点击工具栏的  和  进行历史信息的导入和导出，如图 4-18 所示。历史信息可以分为 XML 文件和信号强度曲线两种形式，可以分别进行查询与分析，如图 4-19 和图 4-20 所示。

在曲线历史界面点击“选择文件”，选择历史信息文件，点击“默认”得到对应的历史信号强度曲线，如图 4-20 所示。点击当前小区或邻居小区可以得到独立的各个小区的历史信号强度信息，如图 4-21 所示。

#	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	ID	chann	rs	dBm	MCC	MNC	BCC	C1	C2	chann2	rs3	dBm4	MCC5	MNC6	BCC7	C18	C29	chann10	rs11	dBm12
2	2011-9-25 14:35:06	2	11	-99	460	0	2	0	0	3	8	-102	460	0	2	-3	-3	23	7	-103
3	2011-9-25 14:35:07	2	9	-101	460	0	2	-2	-2	3	8	-102	460	0	2	-3	-3	23	7	-103
4	2011-9-25 14:35:08	2	9	-101	460	0	2	-2	-2	3	8	-102	460	0	2	-3	-3	23	8	-102
5	2011-9-25 14:35:09	2	8	-102	460	0	2	-3	-3	3	8	-102	460	0	2	-3	-3	23	8	-102
6	2011-9-25 14:35:10	3	9	-101	460	0	2	-2	-2	23	8	-102	460	0	0	-1	-1	2	7	-103
7	2011-9-25 14:35:11	23	9	-101	460	0	0	0	0	3	9	-101	460	0	2	-2	-2	2	6	-104
8	2011-9-25 14:35:12	23	10	-100	460	0	0	1	1	3	7	-103	460	0	2	-4	-4	2	7	-103
9	2011-9-25 14:35:30	23	10	-100	460	0	0	1	1	29	8	-102	460	0	0	-7	-7	2	8	-102
10	2011-9-25 14:35:31	23	11	-99	460	0	0	2	2	3	9	-101	460	0	2	-2	-2	29	8	-102
11	2011-9-25 14:35:32	23	11	-99	460	0	0	2	2	2	9	-101	460	0	2	-2	-2	29	8	-102
12	2011-9-25 14:35:33	23	10	-100	460	0	0	1	1	2	8	-102	460	0	2	-3	-3	548	8	-102
13	2011-9-25 14:35:34	23	10	-100	460	0	0	1	1	2	8	-102	460	0	2	-3	-3	548	8	-102
14	2011-9-25 14:35:35	2	10	-100	460	0	2	-1	-1	23	10	-100	460	0	0	1	1	29	7	-103
15	2011-9-25 14:35:43	29	8	-102	460	0	0	-7	-7	23	6	-104	460	0	0	-3	-3	548	5	-105
16	2011-9-25 14:35:44	548	7	-103	460	0	5	-4	-2	29	6	-104	460	0	0	-9	-9	23	5	-105
17	2011-9-25 14:36:03	2	8	-102	460	0	2	-3	-3	23	7	-103	460	0	0	-2	-2	29	7	-103
18	2011-9-25 14:36:04	2	10	-100	460	0	2	-1	-1	23	7	-103	460	0	0	-2	-2	29	7	-103
19	2011-9-25 14:36:05	2	12	-98	460	0	2	1	1	29	8	-102	460	0	0	-7	-7	23	7	-103
20	2011-9-25 14:36:07	2	14	-96	460	0	2	3	3	23	9	-101	460	0	0	0	0	29	8	-102
21	2011-9-25 14:36:08	2	15	-95	460	0	2	4	4	23	10	-100	460	0	0	1	1	29	9	-101
22	2011-9-25 14:36:09	2	15	-95	460	0	2	4	4	29	11	-99	460	0	0	-4	-4	23	10	-100
23	2011-9-25 14:36:10	2	16	-94	460	0	2	5	5	23	12	-98	460	0	0	3	3	29	12	-98
24	2011-9-25 14:36:11	2	17	-93	460	0	2	6	6	23	13	-97	460	0	0	4	4	29	12	-98
25	2011-9-25 14:36:12	2	17	-93	460	0	2	6	6	29	15	-95	460	0	0	0	0	23	13	-97
26	2011-9-25 14:36:13	2	17	-93	460	0	2	6	6	29	15	-95	460	0	0	0	0	23	12	-98
27	2011-9-25 14:36:14	2	17	-93	460	0	2	6	6	29	15	-95	460	0	0	0	0	23	12	-98
28	2011-9-25 14:36:15	2	17	-93	460	0	2	6	6	29	15	-95	460	0	0	0	0	23	12	-98

图 4-19 历史信息



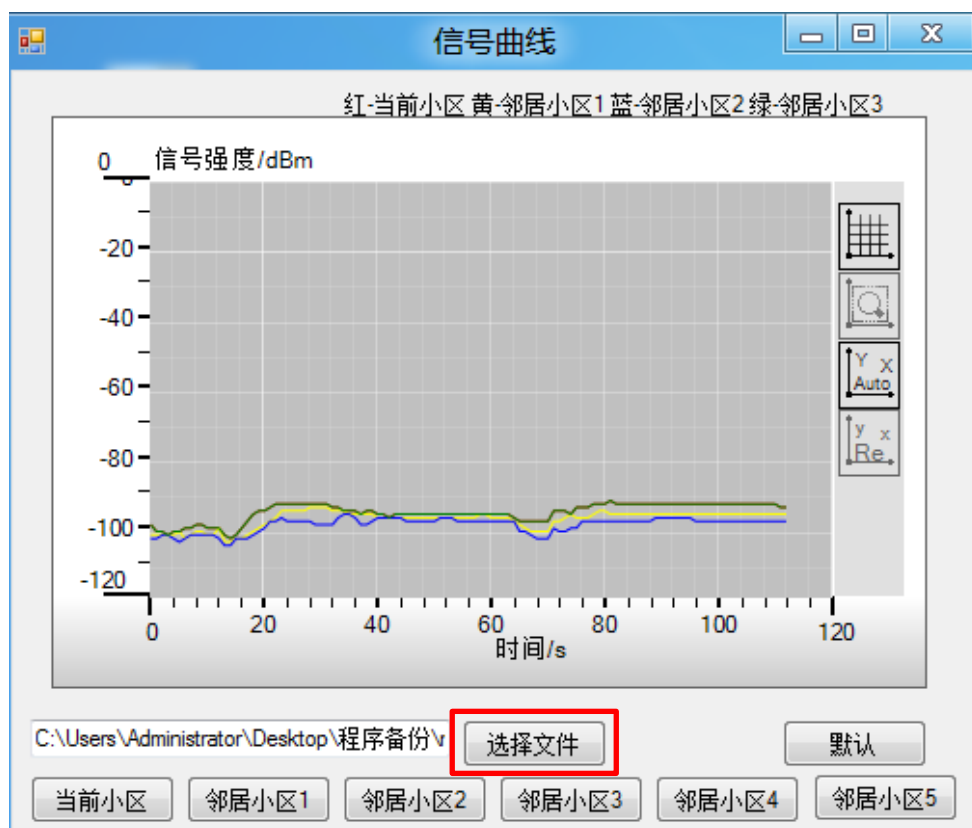


图 4-20 历史信号强度曲线

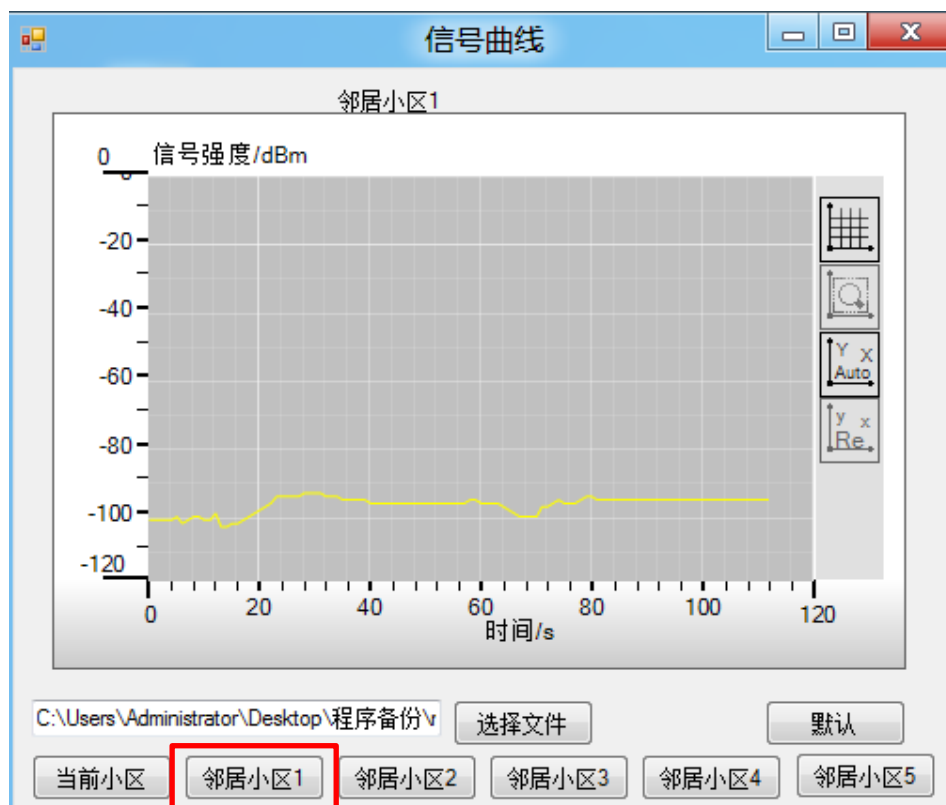


图 4-21 各小区历史信号强度信息

## 4、 其他

选择“视图”下面的相应选项，可以设置多个窗口的布局，如图 4-23 所示。

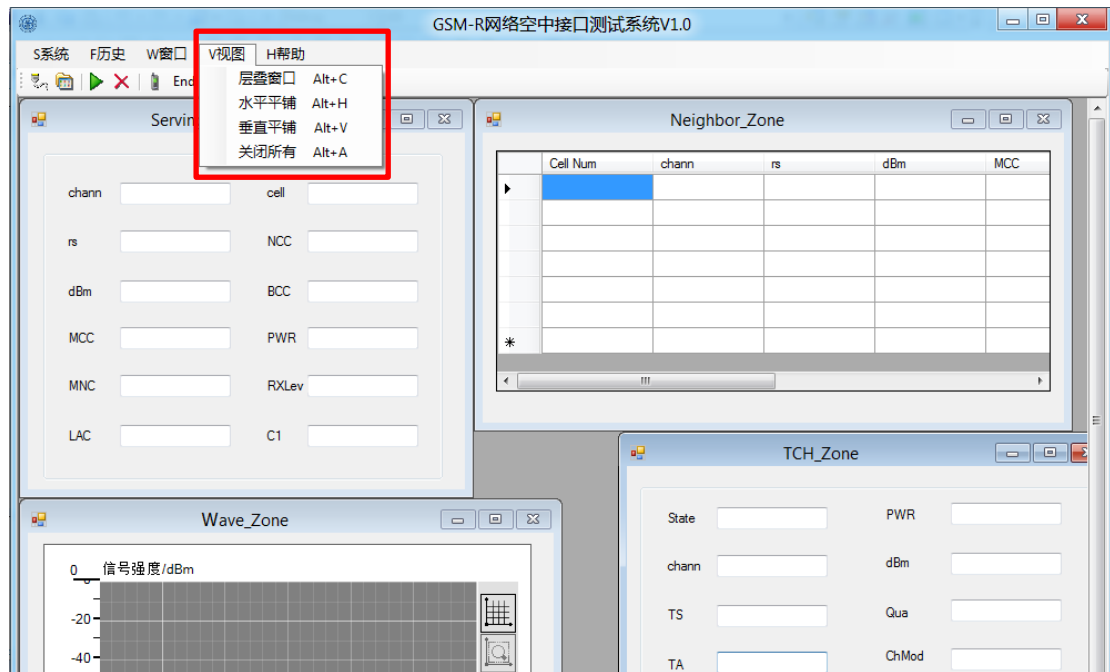


图 4-22 窗口布局

在路径设置时可以对导入的当前小区信息和邻居小区信息的文件路径、导出历史信息 and 信号曲线的文件路径进行设置，默认情况下导出的历史信息 and 曲线信息保存在 C 盘目录下，当前小区信息、邻居小区信息将分别以文件名 **signal.xml**、**neighbor.xml** 保存在相应的目录中，用户需要时可以对保存路径及文件名称进行相应设置。