



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202121581 U

(45) 授权公告日 2012. 01. 18

(21) 申请号 201120257104. 2

(22) 申请日 2011. 07. 20

(73) 专利权人 四川邮科通信技术有限公司

地址 610041 四川省成都市高新区府城大道  
西段 3 号 2 幢 3 楼 1 号

(72) 发明人 方远兵 唐鸿 徐一睿

(51) Int. Cl.

H04B 7/14 (2006. 01)

H04B 1/38 (2006. 01)

H04W 88/08 (2009. 01)

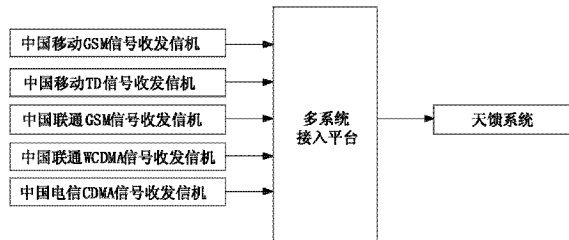
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

一种高速列车上使用的移动通信系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种高速列车上使用的移动通信系统,包括全向天线、中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机、中国电信 CDMA 信号收发机、多系统接入平台和天馈系统。该高速列车上使用的移动通信系统经由安装在车顶的天线接收铁道沿线 GSM、CDMA、TD-SCDMA 及 WCDMA 信号,通过直放站设备进行信号滤波放大,然后由车厢内的美化伪装天线或泄漏电缆将信号平均分配到各个车厢内,对每个车厢进行有效的覆盖,同时接收来自各个车厢内移动手机的上行信号,通过直放站滤波放大后经安装在车顶的天线发送给各个系统的移动通信基站。



1. 一种高速列车上使用的移动通信系统,其特征在于:包括全向天线、中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机、中国电信 CDMA 信号收发机、多系统接入平台和天馈系统;所述多系统接入平台包括下行输入级多系统分路器、下行 ICS 干扰消除模块、下行功放模块、上行输入级多系统分路器、上行功放模块、上行 ICS 干扰消除模块;所述中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机通过电桥连接到下行输入级多系统分路器的输入端,下行输入级多系统分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的下行 ICS 干扰消除模块,下行 ICS 干扰消除模块输入端连接到下行功放模块的输入端,下行功放模块的输出端经过电桥与天馈系统中的发射天线或泄漏电缆相连接;所述天馈系统中的发射天线或泄漏电缆通过电桥连接到上行输入级多系统分路器的输入端,上行输入级多系统分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的上行 ICS 干扰消除模块的输入端,上行 ICS 干扰消除模块的输出端连接到上行功放模块的输入端,上行功放模块的输出端与上行输入级多系统分路器的输入端相连接,上行输入级多系统分路器的输出端通过电桥与全向天线相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的高速列车上使用的移动通信系统,其特征在于:还包括有能够自适应快速变化的施主基站与接收天线之间远近效应的 40dB 大动态范围的高速 AGC 电路。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的高速列车上使用的移动通信系统,其特征在于:还包括有能够自适应动车途中施主基站载频的变化的 GSM 自动选频功能模块。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的高速列车上使用的移动通信系统,其特征在于:还包括有减小列车运行过程的频繁切换的小区迟滞切换处理模块。

## 一种高速列车上使用的移动通信系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及无线通信技术领域，具体涉及一种采用多网融合的动车组移动通信系统解决高速铁路动车组（CRH2、CRH3）列车上的移动通信信号增强覆盖的移动通信系统。

### 背景技术

[0002] 铁路是我国最主要也是最重要的交通手段，中国的铁路列车每年约发送旅客 16 亿人次。随着 21 世纪科技加速发展，信息化已经普及了千家万户，家人朋友的问候及工作业务联系都无时无刻都用到移动电话，特别是目前国内部分铁路线路采用了动车组技术，由于动车组票价较贵，其高端商务旅客众多，他们对铁路网络质量有更加迫切的需求。

[0003] 但是由于动车组的高速移动，现有移动技术（如 GSM、CDMA）的无线信号在多普勒效应、多径干扰、越区切换、列车车厢屏蔽等多种因素的影响下，出现信号弱、不稳定等问题，从而造成 GSM 及 CDMA 在列车上通话质量差，GPRS 或 CDMA 1X 上网速率更无法保障，通话及数据业务容易掉话掉线等，特别是新一代高速列车，严重影响移动电话用户的使用感受。

### 发明内容

[0004] 本实用新型要解决的问题是：如何提供一种高速列车上使用的移动通信系统，该高速列车上使用的移动通信系统经由安装在车顶的天线接收铁道沿线 GSM、CDMA、TD-SCDMA 及 WCDMA 信号，通过直放站设备进行信号滤波放大，然后由车厢内的美化伪装天线或泄漏电缆将信号平均分配到各个车厢内，对每个车厢进行有效的覆盖，同时接收来自各个车厢内移动手机的上行信号，通过直放站滤波放大后经安装在车顶的天线发送给各个系统的移动通信基站。

[0005] 为达到上述发明目的，本实用新型所采用的技术方案为：提供一种高速列车上使用的移动通信系统，其特征在于：包括全向天线、中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机、中国电信 CDMA 信号收发机、多系统接入平台和天馈系统；所述多系统接入平台包括下行输入级多系统分路器、下行 ICS 干扰消除模块、下行功放模块、上行输入级多系统分路器、上行功放模块、上行 ICS 干扰消除模块；所述中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机通过电桥连接到下行输入级多系统分路器的输入端，下行输入级多系统分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的下行 ICS 干扰消除模块，下行 ICS 干扰消除模块输入端连接到下行功放模块的输入端，下行功放模块的输出端经过电桥与天馈系统中的发射天线或泄漏电缆相连接；。所述天馈系统中的发射天线或泄漏电缆通过电桥连接到上行输入级多系统分路器的输入端，上行输入级多系统分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的上行 ICS 干扰消除模块的输入端，上行 ICS 干扰消除模块的输出端连接到上行功放模块的输入端，上行功放模块

的输出端与上行输入级多系统分路器的输入端相连接,上行输入级多系统分路器的输出端通过电桥与全向天线相连接。

[0006] 按照本实用新型所提供的高速列车上使用的高速移动通信系统,其特征在于:还包括有能够自适应快速变化的施主基站与接收天线之间远近效应的 40dB 大动态范围的高速 AGC 电路。

[0007] 按照本实用新型所提供的高速列车上使用的高速移动通信系统,其特征在于:还包括有能够自适应动车途中施主基站载频的变化的 GSM 自动选频功能模块。

[0008] 按照本实用新型所提供的高速列车上使用的高速移动通信系统,其特征在于:还包括有可减小列车运行过程的频繁切换的小区迟滞切换处理模块。

[0009] 综上所述,本实用新型所提供的高速列车上使用的高速移动通信系统具有结构简单合理、使用方便、制作成本低、测量准确快捷等优点,该螺纹深度检具利用的是游标卡尺的测量原理,使用时,手柄端面对应的刻度筒上的数值即为螺纹孔深度的粗略值,手柄上小段刻度面与刻字筒的刻线的对应值即为精确值(精度 0.05mm)。

### 附图说明

[0010] 图 1 是多系统接入平台的连接示意图;

[0011] 图 2 是高速列车移动通信系统的系统结构图;

[0012] 图 3 是 ICS 干扰消除模块的处理过程图;

[0013] 图 4 是 GSM 自动选频模块的内部原理图;

[0014] 图 5 是 GSM 自动选频算法框图;

[0015] 图 6 是小区迟滞切换处理模块的曲线图。

### 具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本实用新型的具体实施方式进行详细地描述:

[0017] 该高速列车上使用的高速移动通信系统经由安装在车顶的天线接收铁道沿线 GSM、CDMA、TD-SCDMA 及 WCDMA 信号,通过直放站设备进行信号滤波放大,然后由车厢内的美化伪装天线或泄漏电缆将信号平均分配到各个车厢内,对每个车厢进行有效的覆盖,同时接收来自各个车厢内移动手机的上行信号,通过直放站滤波放大后经安装在车顶的天线发送给各个系统的高速移动通信基站。

[0018] 如图所示,该高速列车上使用的高速移动通信系统包括全向天线、中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机、中国电信 CDMA 信号收发机、多系统接入平台和天馈系统;所述多系统接入平台包括下行输入级多系统分路器、下行 ICS 干扰消除模块、下行功放模块、上行输入级多系统分路器、上行功放模块、上行 ICS 干扰消除模块;所述中国移动 GSM 信号收发机、中国移动 TD 信号收发机、中国联通 GSM 信号收发机、中国联通 WCDMA 信号收发机通过电桥连接到下行输入级多系统分路器的输入端,下行输入级多系统分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的下行 ICS 干扰消除模块,下行 ICS 干扰消除模块输入端连接到下行功放模块的输入端,下行功放模块的输出端经过电桥与天馈系统中的发射天线或泄漏电缆相连接;。所述天馈系统中的发射天线或泄漏电缆通过电桥连接到上行输入级多系统分路器的

输入端,上行输入级多系统分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的上行 ICS 干扰消除模块的输入端,上行 ICS 干扰消除模块的输出端连接到上行功放模块的输入端,上行功放模块的输出端与上行输入级多系统分路器的输入端相连接,上行输入级多系统分路器的输出端通过电桥与全向天线相连接。

[0019] 该高速列车上使用的移动通信系统还包括有能够自适应快速变化的施主基站与接收天线之间远近效应的 40dB 大动态范围的高速 AGC 电路。该高速列车上使用的移动通信系统还包括有能够自适应动车途中施主基站载频的变化的 GSM 自动选频功能模块。该高速列车上使用的移动通信系统还包括有可减小列车运行过程的频繁切换的小区迟滞切换处理模块。

[0020] 高速列车移动通信系统中多系统接入平台(POI :Point Of Interface)作为多种通信系统和多个区域的分布系统之间的界面,是在多系统信号分合路过程中的关键部分。如图 1 所示各路收发信机信号都通过独立的端口接入多系统接入平台,混合后输出到相应分布系统的端口;同时将来自不同区域分布系统端口的信号混合后,再按需要分别送到信号源的上行端口。

[0021] 如图 2 所示,其下行链路为:全向宽频接收天线把接收到的空中信号(包括中国移动 TD-SCDMA/GSM、中国联通 WCDMA/GSM 及中国电信 CDMA 五路信号)通过电桥连接到下行输入级多系统分路器(POI,具有双工功能)的输入端,该分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的 ICS 干扰消除模块,实现增益控制、选频、反馈干扰消除等一系列功能,输入到下行功放模块进行放大后,输出到下行输入级多系统分路器(移动、联通 GSM 信号还要通过隔离器加以隔离区分),经过电桥与发射天线或泄漏电缆相连接;

[0022] 其上行链路为:发射天线或泄漏电缆通过电桥连接到上行输入级多系统分路器的输入端,该分路器的输出端按照各个通信系统的制式分别连接到各自相应的 ICS 干扰消除模块,实现增益控制、选频、反馈干扰消除等一系列功能,输入到功放模块进行放大后,输出到上行输入级多系统分路器(移动、联通 GSM 信号还要通过隔离器加以隔离区分),该合路器的输出端通过电桥与全向天线相连接。

[0023] 传统模拟的有源设备要求隔离度比系统增益高 15dB,在实际工程应用中接收天线和发射天线要拉开 30 米才能满足隔离度要求,在空间有限的列车车厢上显然无法满足安装条件,高速列车移动通信系统采用 ICS(Interference Cancellation System)数字处理技术,通过自适应滤波(涉及信号相关性及基带处理),从无线接收信号中检测出反馈干扰信号并抵消,从而在提高系统增益的同时,大大降低了设备对隔离度的要求,可以做到系统增益比隔离度高 20dB 不自激。

[0024] ICS 模块的实现过程主要是,通过把接收信号和发射信号进行相关运算,检测出反馈信号,同时生成适当相位和功率的抵消信号,在抵消环节进行抵消运算,从而消除了反馈干扰信号。

[0025] ICS 功能是基于自适应噪声消除实现的,如图 3 所示:

[0026]

原始输入为： $S(n)+V_o(n)$ ；参考输入为与  $V_o$  相关的噪声  $V_1(n)$ ， $\hat{V}_o(n)$  为  $V_o(n)$  最佳估值，即两者均方差误差最小。

设定： $S(n)$ 、 $V_o(n)$ 、 $V_1(n)$  为零均值的平稳随机过程，且  $S(n)$  与  $V_o(n)$ 、 $V_1(n)$  互不相关。

自适应噪声抵消器的输出  $e(n)$ ：

$$e(n) = S(n) + V_o(n) - \hat{V}_o(n)$$

$$e^2(n) = S^2(n) + [V_o(n) - \hat{V}_o(n)]^2 + 2S(n)[V_o(n) - \hat{V}_o(n)]$$

$$E[e^2(n)] = E[S^2(n)] + E[V_o(n) - \hat{V}_o(n)]^2 - 2E\{S(n)[V_o(n) - \hat{V}_o(n)]\}$$

$\because S(n)$ 、 $V_o(n)$ 、 $V_1(n)$  为零均值的平稳随机过程，

$\therefore S(n)$  与  $V_o(n)$ 、 $V_1(n)$  无关， $E\{S(n)[V_o(n) - \hat{V}_o(n)]\} = 0$

欲求自适应滤波器是使均方误差最小，即  $E[e^2(n)] = \min$ 。即求  $V_o(n)$ 、 $\hat{V}_o(n)$  相关，这样才能进行噪声抵消。要想达到理想的干扰消除效果，最重要的是自适应算法的设计。

[0027] 在列车的运行过程中，周边基站的频点处于不断的变化中，要使用选频功能有一定的困难，很多厂家因此用简单的选段代替了选频，即移动 GSM 下行选择 930 ~ 954MHz 频段、联通 GSM 下行选择 954 ~ 960MHz 频段，但是直接采用选段，会把整个频段内的信号都接收进来，周边非施主基站的运营商基站信号都是干扰信号，会严重降低了施主信号的信噪比，有扩大信号污染区的风险。

[0028] 高速列车移动通信系统采用 GSM 自动选频模块，将 GSM 设备工作频点分成当前集和激活集两部分。具体实现是通过软件无线电构架，将射频的 GSM 信号下变频采样转化成数字基带信号，如图 4 所示，在 FPGA 芯片中设计了两路的 DDC 通道，一路为正常工作模式通道，当前集载波频点的信号通过该 DDC 通道，实现正常的信号传输，为直放站信号提供正常服务，另外一路为自动选频模式通道，在这路 DDC 通道内循环遍历所有频点，计算各频点的功率，剔除接近噪声的工作频点，按照接收场强 RX 和载干比 C/I 排列激活集的载波频点，最后通过自动选频算法，筛选出新的当前集工作频点，如图 5 所示。在 GSM 系统中（移动 GSM 和联通 GSM 处理方法相同），GSM 自动选频模块有 18 通道选频能力，其中 12 通道为正常工作模式通道，剩余 6 通道为自动选频模式通道。

[0029] 目前网络运营商的铁路覆盖，基本上是沿着高速铁路建设基站，形成带状小区，由于列车的高速行驶，会频繁跨越不同基站小区，发生频繁的切换，过多的切换不仅增加了网络负担，还容易造成掉话，严重影响用户体验，特别是在某个基站小区覆盖范围过小的时候，手机还没有来的及完成切换流程，列车已经驶出了该基站小区覆盖范围，该小区的信号已经在急剧衰耗，手机如果切换到该小区，很容易造成掉话。

[0030] 高速列车移动通信系统采用了数字化处理，在自动选频技术基础上，设计了当前集和激活集切换定时器，通过分析各小区基站信号的强度、质量波动模型，利用定时器调节

车厢内服务信号小区切换的频率。与基站直接服务高速列车手机用户相比较,通过该技术,减小了列车在驶入覆盖范围小的基站小区时发生频繁切换的概率,降低掉话率。具体实现方式如图 6 所示,在列车运行中,基站小区 1 的信号强度不断下降,基站小区 2 的信号不断增强,按照原有的基站切换规则,基站切换判决窗口的时间很短就结束了,用户终端需要频繁地切换,很容易掉话。高速列车移动通信系统引入新技术,在输入端不断检测激活集的载波信号,当发现激活集的信号强度强于当前集的时候,启动切换定时器,根据列车时速,计算列车运行 500 米的时间  $\Delta \tau$ ,如果在  $\Delta \tau$  的时间范围内,激活集中的信号仍然没有变化,则将激活集的信号切换到当前集中,经功放放大后覆盖用户区,如果激活集中的信号已经变更,则开始新一轮定时比较。通过这种技术,如图 6 所示,直放站切换判决窗口的时间长度被延长,可以减小列车在驶入覆盖范围小的基站小区时发生频繁切换的概率,降低掉话率。

[0031] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式。应当指出,对于本技术领域,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以对本实用新型进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本实用新型权利要求的保护范围内。

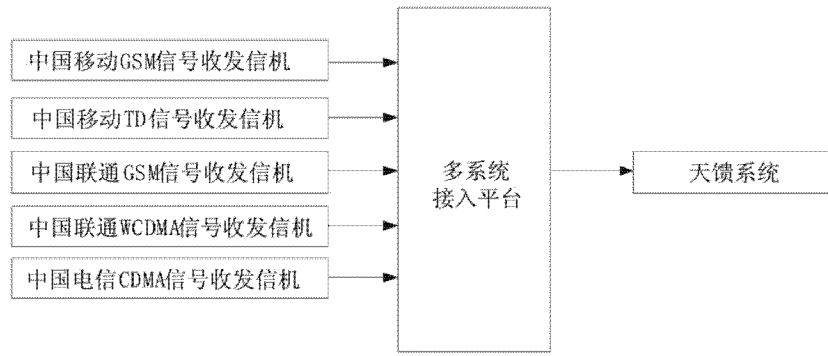


图 1

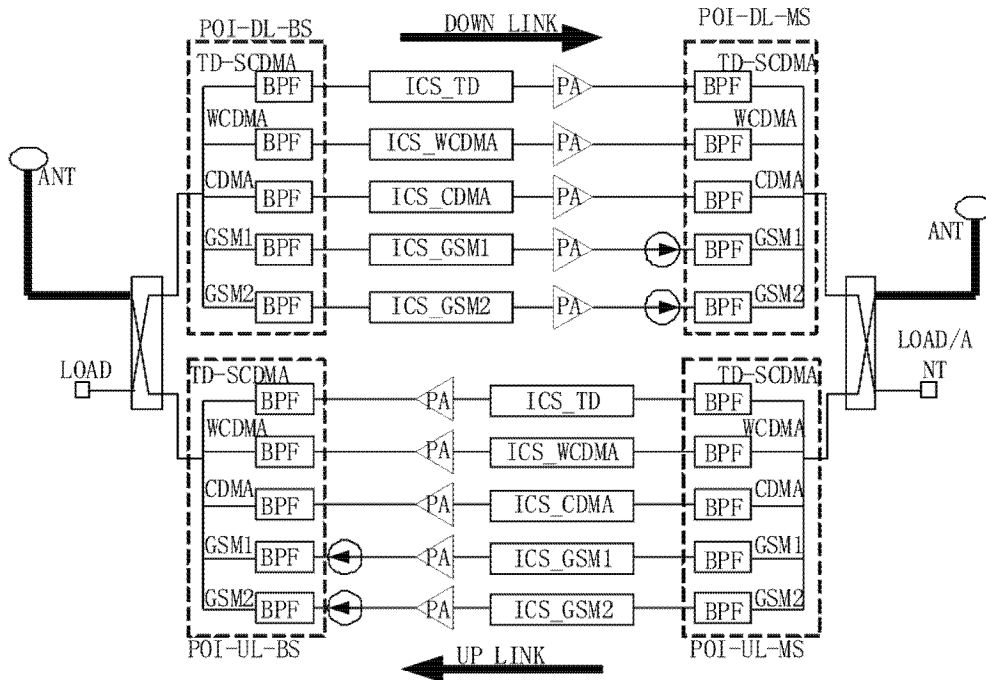


图 2



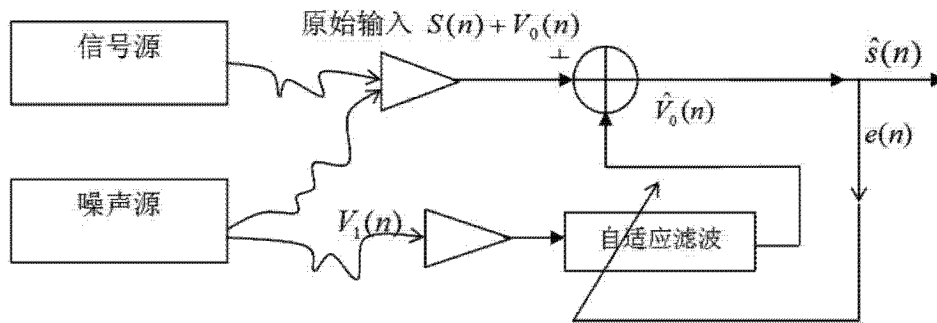


图 3

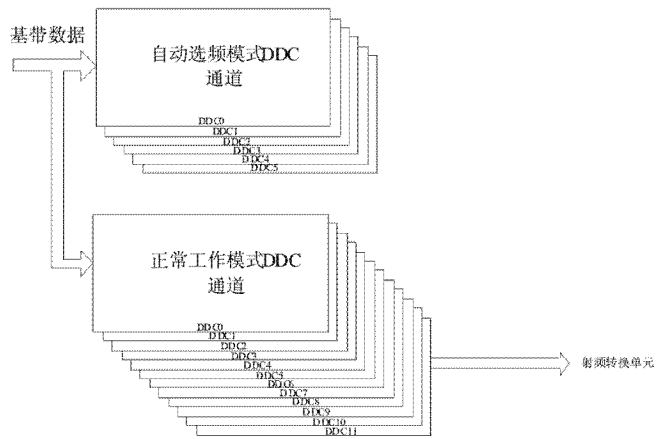


图 4

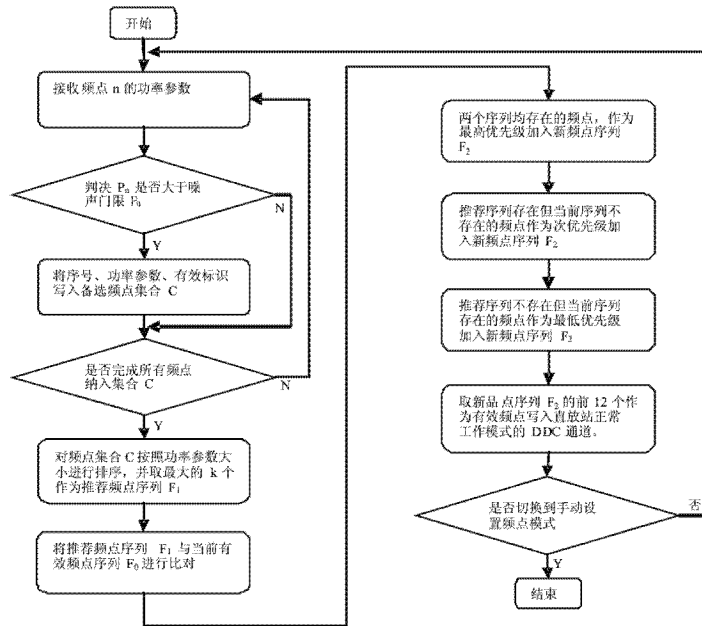


图 5

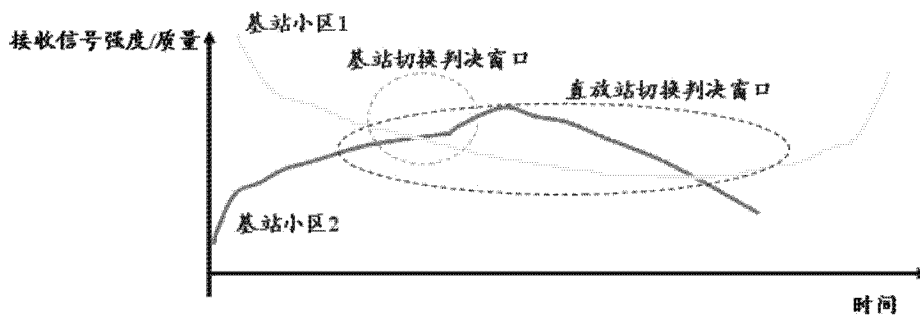


图 6