

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日:

2005年12月8日(08.12.2005)

PCT

(10) 国际公布号:

WO 2005/117286 A1

- (51) 国际分类号⁷: H04B 7/00
- (21) 国际申请号: PCT/CN2004/000575
- (22) 国际申请日: 2004年5月31日(31.05.2004)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人(对除美国以外的所有指定国): 中兴通讯股份有限公司(ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人及
- (75) 发明人/申请人(仅对美国): 郭天生(GUO, Tiansheng) [CN/CN]; 王文杰(WANG, Wenjie) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司
(LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区花园路13号道隆商务会馆 Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

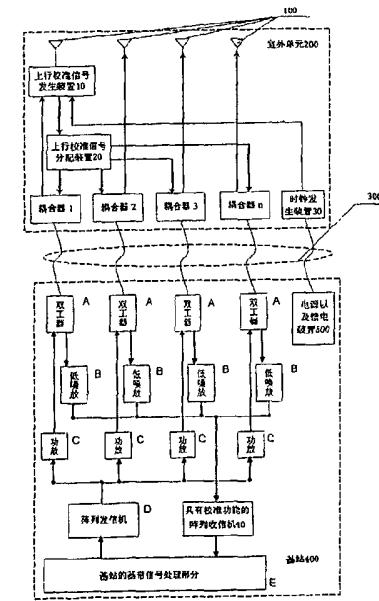
(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚专利(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲专利(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

本国际公布:
— 包括国际检索报告。

所引用双字母代码和其它缩写符号, 请参考刊登在每期 PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(54) Title: A CALIBRATION APPARATUS AND METHOD FOR A RECEIVING LINK OF ARRAY COMMUNICATION SYSTEM

(54) 发明名称: 阵列通信系统接收链路的校准装置及方法



200 OUTDOOR UNIT
10 UPLINK CALIBRATION SIGNAL GENERATION APPARATUS
20 UPLINK CALIBRATION SIGNAL ALLOCATION APPARATUS
30 CLOCK GENERATION APPARATUS
300 POWER SUPPLY AND FEEDER APPARATUS
40 ARRAY RECEIVER HAVING A CALIBRATION FUNCTION
400 BASE STATION
A DUPLEXER
B LOW NOISED AMPLIFIER
C POWERAMPLIFIER
D ARRAY TRANSMITTER
E BASEBAND SIGNAL PROCESSING PART OF BS

(57) Abstract: The present invention relates to an calibration apparatus for a receiving link of array communication system, comprising an uplink calibration signal generation apparatus, an uplink calibration signal allocation apparatus, clock generation apparatus and n couplers, an array receiver having a calibration function and a feeder apparatus; The uplink calibration signal generation apparatus is used to generate uplink calibration signal according to a clock signal output by the clock generation apparatus; The uplink calibration signal allocation apparatus is used to divide the uplink calibration signal into n uplink calibration signal; The n couplers are used to couple the uplink calibration signal and receiving signal; The array receiver having a calibration function is used to calculate a weigh value of the array receiving link and to calibrate this value; The present invention needn't a specific calibration signal transmission apparatus, and the structure of the calibration signal generation apparatus in the present invention is simple; When the generated uplink calibration signal calibrates a array, it has smaller influence to normal communication of other users, and may calibrate a inconsistent error of frequence response of each receiving link within this array on-line.



(57) 摘要

本发明提供一种阵列通信系统接收链路的校准装置，包括上行校准信号发生装置、上行校准信号分配装置、时钟发生装置和 n 个耦合器、具有校准功能的阵列接收机和馈电装置；上行校准信号发生装置用于根据时钟发生装置输出的时钟信号产生上行校准信号；上行校准信号分配装置用于将上行校准信号分成 n 路上行校准信号； n 个耦合器用于将上行校准信号与接收信号进行耦合；具有校准功能的阵列接收机用于计算阵列接收链路的校准权值并校准；本发明不需要专用的校准信号发射装置，且本发明中的校准信号发生装置结构简单；而产生的上行校准信号，进行阵列校准时，对其他用户的正常通信影响很小，可以在线校准阵列中各个接收链路的频率响应不一致误差。

阵列通信系统接收链路的校准装置及方法

技术领域

本发明涉及采用频分双工（FDD）模式的无线通信系统的接收链路的校准技术，具体地
5 说，涉及对无线通信系统的接收链路进行在线校准的装置和方法，尤其是对采用自适应阵列天线、智能天线、相控阵雷达等的阵列通信系统的接收链路的幅度一致性和相位一致性进行校准的装置及方法。

背景技术

在蜂窝式无线通信系统中，随着用户数量的增加，频谱拥塞现象会越来越严重，在用户
10 密度高的地区的呼损率会显著提高，为了解决这个问题，可以在网络系统中增加基站的数量，但由于基站密度的增加，基站与基站之间的同信道干扰越来越严重，给网络优化带来较大的困难。为解决上述问题，在蜂窝式无线通信系统中使用智能天线，通过阵列信号处理和天线阵列的波束形成方法，产生多个独立的波束，并自适应地调整波束主瓣指向或自动地切换波束来跟踪每一个用户，从而达到提高信干比，增加蜂窝式无线通信系统容量的目的。

15 在无线通信系统中，基站接收的每个用户的信号不仅受到本小区内的多址干扰，而且还会受到相邻小区用户的干扰，如果是时分双工（TDD）模式的通信系统，还会受到远处基站的同频信号干扰。而在基站中采用智能天线或自适应天线可实现用户信号的定向接收和发送，定向收发的优点是既可以增加用户信号的接收增益，又可以降低用户信号之间的干扰；既可以增加基站的覆盖范围，又可以提高无线通信系统的容量。

20 进行阵列信号处理可以解决几个问题，如空间频谱估计、波束形成和零点形成等。进行阵列信号处理的算法也有很多，如自适应空域滤波算法，该算法可以对空间信号波达方向的分布进行超分辨估计，然后进行波束形成，使阵列方向图的主瓣指向期望信号，而在干扰源的方向形成零点，这样能够达到提高信干比（SIR）的目的，还可以减小同信道干扰，从而提高系统容量，扩大基站的覆盖区。

25 阵列天线中的一根天线单元和与之相连的射频电缆、上下行信号分离装置、低噪声放大器以及相干的阵列收信机等组成一个接收链路，由于每个接收链路中使用的器件的特性差异会导致阵列天线中各接收链路的频率响应不一致，而阵元间的互耦效应、阵元位置差异等因素导致真实的阵列流型与理想的阵列流型之间的差异较大，这种阵列流型误差将导致波束形成算法的性能下降，直接影响阵列方向图中主瓣的指向以及零点位置和陷零深度，因此阵列
30 天线中的每一个接收链路必须使用某种校准装置及校准方法将其频率响应校准一致，才能使

阵列信号处理方法和波束形成方法给智能型基站带来的优异特性表现出来。

阵列校准是自适应阵列天线、智能天线、相控阵雷达等系统中的一项关键技术，在无线通信系统中，无论是采用波束切换方法的智能型基站还是采用自适应算法的智能型基站，只要是实现用户信号的定向发送，就必须将阵列接收链路的幅度特性校准一致，同时相位特性
5 也必须校准一致。

现有的有关阵列校准的技术主要有三类，下面对其一一介绍。

(1) 申请号为 01800020.7 的中国专利申请“阵列天线无线通信装置和校准方法”提供了一种对阵列接收链路进行校准的方法，该方法用仪器或专用的校准装置，在通信开始前测量各个接收链路的幅度特性和相位特性，然后用测量结果形成阵列校准权值，并利用该权值把阵列接收链路的幅度特性校准一致，相位特性校准一致。这种方法由于校准权值在校准过程中固定不变，因此无法对阵列接收链路时变的幅度和相位误差进行实时校准，不利于工程
10 使用和维护，特别不适合于对已经投入通信系统运营的智能型基站的在线校准。

(2) 第二种校准方法是在天线阵的远场区域或近场区域设置一个信标天线及相应的校准信号收发信机。当对基站的上行链路进行校准时，校准信号发信机通过信标天线发送已知的校准信号，基站接收到该校准信号后，根据已知信息计算各个接收链路的幅度和相位，再计算出各接收链路的校准系数，然后利用这些校准系数来校准各个接收链路的幅度和相位，使阵列中各接收链路的冲击响应一致。这种方法的缺点是需要使用专用的校准信号收发信机和信标天线，增加了基站实现的复杂程度和成本。另外，当信标天线放置在远场区域时，由于校准信号会被周围环境物体进行反射或折射，因此到达阵列天线的信号包含了多径信号，
15 而为了克服多径信号的影响，校准权值计算的算法会很复杂，增加了校准权值计算装置的实现难度；当信标天线放置在近场区域时，校准信号是通过空中耦合的方式到达阵列天线的各接收链路的，那么需要用仪器预先校准耦合结构的幅度和相位特性。采用这种校准方法的技术方案有申请号为 00815528.3 中国专利申请，专利号为 6,615,024 的美国专利和申请号为
20 US2003050016 的美国专利等。

(3) 第三种方法是在每个接收链路的射频前端设置一个耦合器，专用的校准信号收发信机与这些耦合器相连接，校准信号从射频前端耦合到阵列的各接收链路中，校准的方法与第二种方法相同。由于校准信号没有从天线单元和馈线通过，因此得到的阵列校准权值不包含天线单元和与之相连的馈线的增益信息和相位信息，从而不能校准各天线单元和与之相连的馈线的增益不一致误差和相位不一致误差，这样为了校准整个接收链路，需要预先测量耦
25 合器、天线单元和与之相连的馈线的增益和相位特性，并用这些测量值来修正计算出的校准

权值。这种方法的缺点是将耦合器、天线单元和馈线的增益相位特性看作是不变的，然后用仪器测量它们的增益和相位特性，并用测量结果修正计算出的校准权值。采用这种校准技术的方案有申请号为 01112987.5 的中国专利申请，专利号为 6,600,445 和申请号为 CA2381384 的专利申请等。

5 发明内容

本发明所要解决的技术问题在于提供一种阵列通信系统接收链路的校准装置及方法，不需要专用的校准信号发射链路或专用的基准接收链路，解决现有技术中不能进行实时在线校准天线单元与馈线的增益、相位的不一致性误差的问题，解决现有校准信号发生装置复杂，成本高的问题。

10 本发明阵列通信系统接收链路的校准装置，其中所述接收链路包括天线单元、射频电缆、双工器、低噪声放大器，具有校准功能的阵列接收机；所述接收链路的校准装置包括：上行校准信号发生装置、上行校准信号分配装置、时钟发生装置、 n 个耦合器、具有校准功能的阵列接收机及馈电装置；

15 所述上行校准信号发生装置，一端与第 1 天线单元相连，另一端与第 1 天线单元对应的耦合器 1 相连，用于分离耦合器 1 输出的下行信号，并产生上行校准信号，将其输出到所述上行校准信号分配装置；

所述上行校准信号分配装置，用于将上行校准信号分成 n 路上行校准信号，输出到 n 个耦合器；

20 所述时钟发生装置，用于根据基站的控制信号，为所述上行校准信号发生装置提供时钟信号；

所述 n 个耦合器，分别对应 n 个天线单元，一端与天线单元相连，另一端通过射频电缆与双工器相连，用于将上行校准信号与天线单元接收的上行信号进行耦合，输出到双工器和低噪声放大器中；

25 所述具有校准功能的阵列接收机，接收低噪声放大器输出的耦合有校准信号的上行信号，并对收到的信号进行处理，分离出校准信号，计算阵列接收链路的校准权值并进行校准；

所述馈电装置，用于向所述时钟发生装置提供电源和向基站发出控制信号。

本发明所述阵列通信系统接收链路的校准方法，包括如下步骤：

步骤一、测量天线单元和上行校准信号分配装置的幅度相位特性，获得接收链路的预校准系数；

30 步骤二、根据基站的指令，产生上行校准信号，并与天线单元接收的上行信号耦合后进

入接收链路中；

步骤三、检测每个接收链路的上行信号功率，并计算每个接收链路中自动增益控制电路的校准权值；

5 步骤四、从上行信号中搜索出上行校准信号，并估计接收链路的幅度特性和相位特性，
计算出每个接收链路的初始校准权值；

步骤五、根据预校准系数和自动增益控制电路的校准权值修正初始校准权值，得到每个
接收链路的校准权值；

步骤六、根据校准权值，对接收链路进行校准。

本发明的上行校准信号来自基站发射的下行信号经过变频后产生，不需要专用的校准信
10 号发射装置；而且本发明中的校准信号发生装置结构简单，省略了现有校准信号发生装置中的
扩频、加扰、调制、数/模转换等装置。本发明还可以校准阵列接收机中的自动增益控制
(AGC) 电路对阵列信号增益特性的影响，本发明中的阵列接收机的 AGC 电路不用控制 AGC
15 电路的增益一致性，简化了阵列接收机中 AGC 电路的设计。将本发明应用于 WCDMA 系统的智
能基站校准时，不需要使用上行扰码和扩频码资源生成上行校准信号，本发明产生的上行校
准信号，经过功率调整后相当于一个用户信号，进行阵列校准时，对其他用户的正常通信影
响很小，因此可以在线校准阵列中各个接收链路的频率响应不一致误差。本发明的校准信号
是天线单元和馈线的连接处的耦合装置注入到各个接收链路的，可以校准由馈线长度不一
致、射频接头连接松紧程度等因素造成的接收链路幅度和相位不一致误差。

附图说明

20 图 1 是包含本发明校准装置的基站的结构示意图；

图 2 是校准装置中上行校准信号发生装置 10 的结构示意图；

图 3 是校准装置中上行校准信号分配装置 20 的示意图；

图 4 是校准装置中阵列接收机 40 的示意图；

图 5 是电源及馈电装置 500 的示意图；

25 图 6 是对室外单元进行预校准的示意图；

图 7 是搜索校准信号的原理示意图；

图 8 是室外单元的各接收链路的幅度相位特性的等效模型示意图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

30 如图 1 所示，本发明阵列通信系统接收链路的校准装置包括：位于室外单元 200 中的上

行校准信号发生装置 10、上行校准信号分配装置 20、时钟发生装置 30 和 n 个耦合器，位于基站 400 中的具有校准功能的阵列接收机 40，以及向室外单元 200 供电和发出控制信号的馈电装置 500。阵列通信系统的 n 条接收链路包括 n 个天线单元 100、射频电缆 300、n 个双工器、n 个低噪声放大器和阵列接收机，其中天线单元 100 位于室外单元 200 中，射频电缆 300 是室外单元 200 与基站 400 之间进行信号相互发送的装置，其余的均位于基站 400 中。
5

在室外单元 200 中，n 个天线单元 100 对应 n 个耦合器；第 1 天线单元与上行校准信号发生装置 10 的一端相连，上行校准信号发生装置 10 的输出送到上行校准信号分配装置 20 中。上行校准信号分配装置 20 的输出分别送到 n 个耦合器中，n 个耦合器通过射频电缆 300 与基站的 n 个接收链路相连。此外，耦合器 1 和时钟发生装置 30 的输出均连接到上行校准信号发生装置 10。当对接收链路进行校准时，基站 400 通过馈电装置 500 向时钟发生装置 30 发出控制信号，时钟发生装置 30 产生相应频率的时钟信号给上行校准信号发生装置 10。
10

耦合器 1 至耦合器 n 对于基站的各条接收链路和各条发射链路而言是通路，基站第 1 条发射链路发射的下行信号会直接通过耦合器 1 后进入上行校准信号发生装置 10。在上行校准信号发生装置 10 中分离出小于 1dB 的下行信号，剩余的信号则从第 1 天线单元发射出去。
15
需要注意的是，上行校准信号发生装置 10 分离下行信号应保证对原下行信号造成的衰减小于 1dB。分离出来的下行信号与时钟发生装置 30 输出的时钟信号进行混频，从而产生上行链路校准信号。

然后上行校准信号发生装置 10 把该校准信号输出到上行校准信号分配装置 20 中，上行校准信号分配装置 20 将其分成 n 路校准信号，输出到耦合器 1、...、耦合器 n。在各耦合器中，n 路校准信号分别与第 1 天线单元、...、第 n 天线单元接收到的 n 路上行信号合并后，通过射频电缆 300 送入基站的各接收链路中。各个接收链路的上行信号通过各自的双工器和低噪声放大器，送入具有校准功能的阵列接收机 40 中进行校准，然后输出到基带信号处理部分中处理。
20

下面一一详细介绍本发明校准装置中的各个组成。

如图 2 所示，上行校准信号发生装置 10 包括耦合器 101、滤波器 102、可调衰减器 103 和混频器 104。耦合器 101 从第 1 条收发链路耦合出一部分上下行信号，因为上下行信号是采用频分双工（FDD）方式发射，因此通过滤波器 102 分离出下行信号，下行信号经过可调衰减器 103 衰减后送入混频器 104 中。当上行校准信号发生装置 10 接收到时钟发生装置 30 发来的时钟信号后，混频器 104 开始工作，混频器 104 把衰减后的下行信号与来自时钟发生装置 30 的时钟信号进行混频，产生所需频率和功率的上行校准信号。由于下行信号的功率
30

很高，变频得到的上行校准信号功率也很高，如果直接把上行校准信号输出到阵列天线的各个接收链路中，则对正常通信的影响很大，因此本发明采用可调衰减器 103 来调整下行信号的功率。可调衰减器 103 也可以位于混频器 104 的输出端，以调整上行校准信号的功率。

时钟发生装置 30 为上行校准信号发生装置 10 提供时钟信号，并控制上行校准信号发生装置 10 的工作。基站通过控制时钟发生装置 30 是否产生时钟信号来控制上行校准信号发生装置 10 是否产生上行校准信号，具体是：时钟发生装置 30 接受基站的控制，当校准开始时，时钟发生装置 30 产生时钟信号输出给上行校准信号发生装置 10，当有时钟输入时，上行校准信号发生装置 10 就会输出信号；当校准结束或不需要校准时，时钟发生装置 30 不产生时钟信号，上行校准信号发生装置 10 无时钟信号输入就无信号输出。时钟发生装置 30 产生的时钟信号的频率是可编程的，可根据当前基站的频点，产生所需频率的上行校准信号。

图 3 给出了上行校准信号分配装置 20 的结构示意图。上行校准信号分配装置 20 在收到上行校准信号产生装置 10 输出的上行校准信号后，将一路校准信号分为 n 路，再通过耦合器 1、……、耦合器 n 把这 n 路校准信号耦合到基站的 n 个接收链路中。

上行校准信号分配装置 20 包括功分器 201。上行校准信号发生装置 10 输出的上行校准信号被送入功分器 201 后，功分器 201 将这一路上行校准信号分为 n 路校准信号，然后通过相应的 n 个耦合器把各路校准信号耦合到阵列天线的各接收链路中。

本发明中，阵列接收机除了完成基本的接收用户上行信号的功能外，还需要具有校准功能。因此，n 路耦合有校准信号的上行信号通过各自的双工器和低噪声放大器输入具有校准功能的阵列接收机 40 中，阵列接收机 40 对上述信号进行两次下变频、解调、A/D 变换等处理，分离出校准信号，然后计算接收链路的校准权值，并对阵列信号进行校准。

如图 4 所示，具有校准功能的阵列接收机 40 包括：对应 n 个接收链路的 n 个接收信号处理装置，每个接收信号处理装置中均包括第一滤波放大电路、第一混频器 401、第二滤波放大电路、自动增益控制(AGC) 电路 404、第二混频器 405、解调电路 406、A/D 转换电路 407 和成型滤波器 408；还包括本振源模块 414、接收场强(RSSI) 检测电路 413、n 个 A/D 转换电路、AGC 电路校准权值计算装置 412、存储器 411、校准权值计算装置 409、校准权值修正装置 410、校准执行装置 417 和信号复用装置 418。

各链路的低噪声放大器发来的上行信号首先经过第一滤波放大电路的滤波和放大后，再送入第一混频器 401 中。在第一混频器 401 中，上行阵列信号下变频到中频信号。中频信号经过第二滤波放大电路的滤波和放大后，各链路的上行信号分为两路信号，如图 4 中的第一路中频信号 402 和第二路中频信号 403。在阵列接收机 40 中，本振源模块 414 为第一混频器

401 和第二混频器 405 分别提供本振信号，所有接收链路的第一混频器 401 使用同样的本振信号，所有接收链路的第二混频器 405 也使用相同的本振信号。阵列接收机 40 使用相同的本振信号可使得各接收链路的相位特性不会相对漂移，因此校准后的各接收链路的相位一致性保持比较稳定，从而减少校准次数和校准对正常通信的影响。

5 第一路中频信号 402 进入 AGC 电路 404 中进行自动增益处理，然后送入第二混频器 405 进行第二次下变频，下变频后的信号被送入解调器 406 中，解调后的信号经过 A/D 转换电路 407 的 A/D 转换后送入成型滤波器 408，成型滤波器 408 对各路上行信号进行成型滤波。成型滤波器 408 可以选用 DSP 芯片或 FPGA 芯片。经过成型滤波处理后的基带信号又分为两路信号 415 和 416，第一路基带信号 415 进入校准执行装置 417 中进行幅度校准和相位校准；
10 第二路基带信号 416 则被送入校准权值计算装置 409 中，用于计算接收链路的初始校准权值 W_0 ，校准权值计算装置 409 计算出的初始校准权值 W_0 进一步输出到校准权值修正装置 410 中。

15 第二路中频信号 403 进入 RSSI 检测电路 413 中，该电路 413 根据第二路中频信号 403 检测各个天线单元接收到的信号的强度，并输出到 A/D 转换电路进行转换，然后再送入 AGC 电路校准权值计算装置 412 中。AGC 电路校准权值计算装置 412 根据各接收链路接收的信号强度计算各接收链路的 AGC 电路的校准权值 W_{AGC} 和截位位置信息，然后将得到的 AGC 电路的校准权值 W_{AGC} 送入校准权值修正装置 410 中。

当进行接收链路校准时，成型滤波器 408 输出的各接收链路的第二路基带信号 416 被送入校准权值计算装置 409 中，校准权值计算装置 409 利用下行导频信道的扰码和扩频码，从各接收链路接收的上行信号中搜索被耦合的上行校准信号，并根据搜索结果计算各个接收链路的初始校准权值 W_0 ，然后把计算出的各接收链路的初始校准权值 W_0 送入校准权值修正装置 410 中。搜索校准信号的原理如图 7 所示，将在后文中详细介绍。

20 校准权值计算装置 409 输出的各接收链路的初始校准权值 W_0 与 AGC 电路校准权值计算装置 412 输出的各接收链路的 AGC 电路的校准权值 W_{AGC} 分别到达校准权值修正装置 410 后，校准权值修正装置 410 读取存储器 411 中存储的室外单元 200 的预校准数据。存储器 411 除了存储室外单元 200 的幅度相位特性即预校准数据外，还存储了每个接收链路的信号接收场强随信号功率变化的数据、各 AGC 电路的校准权值和截位位置信息。然后，将各接收链路的初始校准权值 W_0 、室外单元 200 的预校准数据和各 AGC 电路的校准权值 W_{AGC} 按照校准权值

修正方法进行综合，生成用于校准整个接收链路的校准权值 W 。校准权值修正装置 410 将上述校准整个接收链路的校准权值 W 发送到校准执行装置 417，对各接收链路的第一路基带信号 415 进行校准。校准执行装置 417 根据校准权值 W 和截位位置信息，进行阵列信号的截取和校准处理。最后校准后的上行信号送入信号复用装置 418 中进行复用处理，并通过高速的 5 传输装置把复用后的信号发送到基带处理模块进行处理。

图 5 给出了馈电装置 500 的结构示意图，在本发明中，馈电装置 500 主要用于向室外单元 200 供电和发送基站的控制信号到时钟发生装置 30，包括电源 501、传输电缆 502、稳压模块 503，以及相应的电感、电容电路。传输电缆 502 可以采用阵列的第 n 条馈线，或者采用专用的传输电缆。电源 501 置于基站 400 侧，通过电感、电容电路和传输电缆 502（第 n 条馈线）把电源的直流信号传送到室外单元 200，基站 400 侧的电感 1 是用于滤除电源信号中的交流分量；电容 1 则用于防止电源信号的直流分量进入基站的双工器中。位于室外单元 10 200 中的电感 2 将电源信号的直流分量从第 n 条馈线中提取出来，送入稳压模块 503 中进行稳压，而电容 2 则可防止电源信号的直流分量进入天线单元。经过稳压后的电源信号输出到时钟发生装置 3。

15 下面对本发明所述阵列通信系统的接收链路的校准方法进行详细说明。

第一步：对室外单元 200 进行预校准。在该步骤中，采用矢量网络分析仪自动测量室外单元 200 在各个频点的预校准数据，并保存这些预校准数据，用于修正接收链路的校准权值。

下面以四天线单元的天线阵列为例说明对室外单元 200 的预校准步骤。如图 6 所示，室外单元 200 的自动测试设备包括测试天线 701、单刀双掷开关 702、矢量网络分析仪 703、单刀四掷开关 704、计算机 705，以及连接上述装置的射频电缆和相关的通信设备如 GPIB 卡等。 20

首先，测量各天线单元的幅度相位特性。计算机 705 控制单刀双掷开关 702 把矢量网络分析仪 703 的 Port1 端口与测试天线相连，同时控制单刀四掷开关 704 把矢量网络分析仪 703 的 Port2 端口分别与室外单元 200 的四个馈线接口相连。然后计算机 705 把矢量网络分析仪 703 设置为频率扫描模式，每当单刀四掷开关 704 接通室外单元 200 的一个馈线接口，矢量 25 网络分析仪 703 就扫描该对应天线单元的衰减和相位随频率的变化。然后计算机 705 通过 GPIB 卡采集矢量网络分析仪 703 的数据，并计算出各个天线单元在上行各个频率点的幅度相位特性 $W(f)_{antenna}$ ，并保存计算结果。

其次，测量上行校准信号分配装置 20 的幅度相位特性。计算机 705 控制单刀双掷开关 702 把矢量网络分析仪 703 的 Port1 端口与室外单元 200 中的上行校准信号分配装置 20 相连， 30 同时控制单刀四掷开关 704 把矢量网络分析仪 703 的 Port2 端口分别与室外单元 200 的四个

馈线接口相连。计算机 705 把矢量网络分析仪 703 设置为频率扫描模式，每当单刀四掷开关 704 接通室外单元 200 的一个馈线接口，矢量网络分析仪 703 就扫描从上行校准信号分配装置 20 的输入端到室外单元 200 馈线接口的信号的衰减和相位随频率的变化。计算机 705 通过 GPIB 卡采集矢量网络分析仪 703 的数据，计算上行校准信号分配装置 20 的输入端到室外单元 200 的每个馈线接口的信号在上行各个频率点的幅度相位特性 $W(f)_{split}$ ，并保存计算结果。
5

第三、根据上述的 $W(f)_{antenna}$ 和 $W(f)_{split}$ 计算室外单元 200 的预校准系数。假设矢量网络分析仪 703 的 Port1 端口输出的信号为 s ，而且矢量网络分析仪 703 的 Port1 端口输出的校准信号从测试天线发射到室外单元 200 的各个天线单元时，该信号的幅度特性和相位特性
10 没有任何差异，并且室外单元 200 的阵列响应是 $W(f)_{antenna}$ ，那么室外单元 200 的馈线接口输出的信号可表示为：

$$S_{antenna} = W(f)_{antenna} \cdot s. \quad (1)$$

当矢量网络分析仪 703 的 Port1 端口输出的校准信号从上行校准信号分配装置 20 输出到室外单元 200 时，室外单元 200 的上行校准信号响应是 $W(f)_{split}$ ，那么室外单元 200 的馈
15 线接口输出的信号可表示为：

$$S_{split} = W(f)_{split} \cdot s. \quad (2)$$

对公式 (1) 进行变换，得到：

$$S_{antenna} = \frac{W(f)_{split}}{W(f)_{split}} \cdot W(f)_{antenna} \cdot s = \frac{W(f)_{antenna}}{W(f)_{split}} \cdot W(f)_{split} \cdot s \quad (3)$$

然后，将公式 (2) 代入公式 (3) 中可得

$$20 \quad S_{antenna} = \frac{W(f)_{antenna}}{W(f)_{split}} \cdot S_{split} \quad (4)$$

从公式 (4) 可以看出，当校准信号从上行校准信号分配装置 20 输入到接收链路时，通过适当的变换，可以获得等效的完整阵列响应。完整阵列响应是指该阵列响应能反映从天线单元到阵列接收机整个接收链路的幅度特性和相位特性，并且消除上行校准信号分配装置 20 对接收链路的幅度相位特性的影响。

25 上述变换方法具体是：当校准信号从上行校准信号分配装置 20 输入到接收链路时，根据校准信号的已知信息计算出阵列响应 H ，此时阵列响应 H 不包括天线单元的幅度特性和

相位特性，然后把阵列响应 H 乘以系数 $\frac{W(f)_{antenna}}{W(f)_{split}}$ ，可以获得等效的完整阵列响应为

$\frac{W(f)_{antenna}}{W(f)_{split}} \cdot H$ ，这样完整的接收链路校准权值为 $\frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}} \cdot \frac{1}{H}$ ，将 $\frac{1}{H}$ 用 W_0 表示， W_0 称为

初始校准权值，表示当校准信号从上行校准信号分配装置 20 输入到接收链路时得到的阵列

校准权值，那么完整的接收链路校准权值为 $\frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}} \cdot W_0$ ，其中 $\frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}}$ 是室外单元 200

5 的预校准系数。

第二步：计算 AGC 电路 404 的校准权值。

首先，检测各接收链路的信号功率，具体是：测量每个接收链路的接收信号场强 (RSSI) 电压随接收信号功率的变化关系；再根据 RSSI 电压的 A/D 转换器的输出的定点数位数和 A/D 转换器的参考电压，重新量化上述测量结果，例如将 -100dBm 的上行信号输入到基站的某条 10 接收链路，假设 RSSI 的电压为 2.5v，A/D 转换器的位数是 8 位，并且 A/D 转换器采用 5v 的参考电压，则量化的 RSSI 电压随接收信号功率的变化关系为：当 RSSI 的电压量等于 $2.5 * 256 / 5 = 128$ 时，输入的上行信号功率等于 -100dBm。不断地改变输入的上行信号功率，并重复上述量化过程，那么就制成 RSSI 电压随输入信号功率变化的表格，存储在存储器 411 中；RSSI 检测电路 413 检测每个接收链路的 RSSI 电压，对 RSSI 检测电路 413 输出的 RSSI 15 电压进行 A/D 转换，然后将转换结果输出到 AGC 电路校准权值计算装置 412 中，通过查 RSSI 电压随输入信号功率的变化表可确定各个接收链路收到的信号功率。

其次，计算 AGC 电路 404 的校准权值，具体是：从各接收链路的信号功率值中选取最大的功率值作为参考功率 P_{ref} ，根据校准权值的存储位数和 AGC 电路 404 的增益调节范围确定参考校准权值 W_{ref} ，如果校准权值的存储位数为 8 位，AGC 电路 404 的增益调节范围小于 48dB，那么可取 $W_{ref} = 255$ 。然后计算参考功率与各个接收链路收到的信号功率之差，再根据上述 20 功率差计算各个接收链路的 AGC 电路 404 的校准权值 W_{AGCn} ，计算公式为：

$$W_{AGCn} = 20 \times \log_{10}(W_{ref}) + P_n - P_{ref} \quad n \geq 1,$$

其中 n 表示接收链路的个数， P_n 表示第 n 个接收链路收到的信号的功率。

然后，确定截位位置，具体是：当校准执行装置 417 采用定点器件或逻辑器件实现时，25 需要对各个接收链路校准后的信号进行动态的统一的截位处理，目的是保证截位后的各接收

链路信号的功率比例特性与各天线单元接收到的信号的功率比例特性相同，并保证由于截位造成的信号失真在允许的范围之内。确定截位位置的方法具体是：首先根据接收链路允许接收的最大信号功率 P_{MAX} 、接收链路采用的 A/D 转换器的位数以及成型滤波器系数的位数，确定一个初始截位位置和数据保留位数，每个接收链路都相同。然后根据最大信号功率 P_{MAX} 与 5 每个接收链路接收到的信号功率的差值，计算初始截位位置向右移动的位数，计算公式为：
 $RMOV_n = \text{mod}((P_{MAX} - P_n), 6)$ $n \geq 1$ 。最后初始截位位置根据计算结果向右移动，得到实际使用的截位位置，而数据保留位数在截位位置右移过程中保持不变。

第三步：计算初始的阵列校准权值 W_0 。

当系统监测到阵列接收链路的幅度一致性和相位一致性不满足要求时，或者基站接收到 10 启动校准的指令时，开始对阵列接收链路进行校准。

首先设置时钟发生装置 30 的时钟信号频率，时钟发生装置 30 向上行校准信号发生装置 10 发射时钟信号。上行校准信号发生装置 10 收到时钟发生装置 30 发来的时钟信号后，对通过耦合器 101 获得的下行信号进行变频，产生上行校准信号，然后通过上行校准信号分配装置 20 把上行校准信号输出到各个接收链路。

15 阵列接收机接收到上行信号后，由校准权值计算装置 409 采集各接收链路的数据并保存在存储器 411 中。由于上行校准信号是由基站发射的下行信号经过变频处理后获得的，因此根据下行公共导频信道的已知的扰码和扩频码，采用常用的解扩解扰方法，可从上行信号中搜索出注入的上行校准信号，并根据搜索结果估计接收链路的幅度特性和相位特性。根据搜索出的上行校准信号，计算接收链路的初始校准权值 W_0 。下面详细介绍计算初始校准权值 20 的步骤。

图 7 给出了在上行信号中搜索校准信号的原理示意图。首先采集一段数据长度大于一帧的上行数据 801，将数据的长度记为 M；选取第一个数据符号对应的一段扰码，然后将该扰码与该数据符号对应的扩频码相乘（802），结果计为 S，S 的数据长度为 L；然后从采集的上行数据 801 的第一个采样点开始取长度为 L 的数据，将其中的每个数据均与 S 相乘，再对所有的乘积求和（803），记为 $\text{SUM}(1) = X(1) + j * Y(1)$ ；然后再从第二个采样点开始取长度为 L 的数据，同样将其中的每个数据与 S 相乘，再对所有的乘积求和，记为 $\text{SUM}(2) = X(2) + j * Y(2)$ ；重复上述过程，直到上行数据的第 $(M-L)$ 个采样点，这样可以获得 $M-L$ 个和，记为 $\{\text{SUM}(1), \text{SUM}(2), \dots, \text{SUM}(M-L)\}$ ；查找数据序列 $\{\text{SUM}(1), \text{SUM}(2), \dots, \text{SUM}(M-L)\}$ 中最大的值，记为 $\text{SUM}_{\max} = X + j * Y = \max \{\text{SUM}(1), \text{SUM}(2), \dots, \text{SUM}(M-L)\}$ 。

最后，计算阵列接收链路的初始校准权值，具体为： $W_0 = 2G \cdot \frac{X + jY}{X^2 + Y^2}$ 。

第四步：计算阵列接收链路的校准权值，并根据校准权值对接收链路进行校准。

将通过第三步获得的初始校准权值 W_0 发送给校准权值修正装置 410，更新以前的初始校准权值。

5 在校准权值修正装置 410 中，根据室外单元 200 的预校准系数 $\frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}}$ ，AGC 电路 404 校准权值 W_{AGC} ，修正初始校准权值 W_0 ，获得阵列接收链路的校准权值为 $W = \frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}} \cdot W_0 \cdot W_{AGC}$ ，然后把阵列接收链路的校准权值发送给校准执行装置 417，对接收链路进行校准。

图 8 给出了室外单元 200 的等效模型，可以看出，当对阵列接收链路进行校准时，上
10 行校准信号分配装置 20 的各分支之间以及与之相连的耦合器之间的幅度相位不一致误差会
被带入初始校准权值 W_0 中，如果不对初始校准权值 W_0 进行修正就直接将其用于接收链路的
校准，那么上行校准信号分配装置 20 各分支之间以及相应的耦合器之间的幅度相位不一致
误差将会被引入到接收链路中。

同样，在校准阵列接收链路时，接收链路中的 AGC 电路 404 根据各自链路收到的信号功
率大小自动调节信号的增益，那么 AGC 电路 404 的增益不一致误差也会被引入增益的校准权
值中，可采用下述修正方法进行处理。首先，RSSI 检测电路 413 检测各接收链路接收到的信
号功率，此时的信号增益特性没有受到 AGC 电路 404 的影响；其次检测基带接收信号的功率，
此时的信号增益特性已经受到 AGC 电路 404 的影响；然后计算上述二者之间的差异，而这个
差异是由 AGC 电路 404 造成的，因此可以把这个差异补偿到初始校准权值 W_0 中。对初始校
准权值 W_0 修正方法具体如下：

20 阵列接收链路校准权值 = 室外单元预校准系数 × 初始校准权

值 × AGC 校准权值，相应的表达式为 $W = \frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}} \cdot W_0 \cdot W_{AGC}$ 。

当时钟发生装置 30 停止发送时钟信号时，上行校准信号发生装置 10 停止产生上行校准
信号，同时停止计算初始校准权值 W_0 。

最后所应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳
25 实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方

案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

5

10

15

20

25

30

权利要求书

1、一种阵列通信系统接收链路的校准装置，其中所述接收链路包括天线单元、射频电缆、双工器、低噪声放大器；其特征在于，所述接收链路的校准装置包括：上行校准信号发生装置、上行校准信号分配装置、时钟发生装置、 n 个耦合器、具有校准功能的阵列接收机和馈电装置；

所述上行校准信号发生装置，一端与第1天线单元相连，另一端与第1天线单元对应的耦合器相连，用于分离耦合器1输出的下行信号，并产生上行校准信号，输出到所述上行校准信号分配装置；

所述上行校准信号分配装置，用于将上行校准信号分成 n 路上行校准信号，输出到 n 个耦合器；

所述时钟发生装置，用于根据基站的控制信号，为所述上行校准信号发生装置提供时钟信号；

所述 n 个耦合器，分别对应 n 个天线单元，一端与天线单元相连，另一端通过射频电缆与双工器相连，用于将上行校准信号与天线单元接收的上行信号进行耦合，输出到双工器和低噪声放大器中；

所述具有校准功能的阵列接收机，接收低噪声放大器输出的耦合有校准信号的上行信号，并对收到的信号进行处理，分离出校准信号，计算阵列接收链路的校准权值并对接收链路进行校准；

所述馈电装置，用于向所述时钟发生装置提供电源和向基站发出控制信号。

20 2、根据权利要求1所述的阵列通信系统接收链路的校准装置，其特征在于，所述上行校准信号发生装置包括：耦合器、滤波器、可调衰减器和混频器；所述耦合器从第1条收发链路耦合出一部分上下行信号，输出到所述滤波器；所述滤波器从上下行信号中分离出下行信号，输出到所述可调衰减器；所述可调衰减器对下行信号的功率进行调整，将衰减后的下行信号输出到所述混频器；所述混频器将上述下行信号与所述时钟发生装置输出的时钟信号进行混频，产生所需频率和功率的上行校准信号。

30 3、根据权利要求1所述的阵列通信系统接收链路的校准装置，其特征在于，所述上行校准信号发生装置包括：耦合器、滤波器、可调衰减器和混频器；所述耦合器从第1条收发链路耦合出一部分上下行信号，输出到所述滤波器；所述滤波器从上下行信号中分离出下行信号，输出到所述混频器；所述混频器将上述下行信号与所述时钟发生装置输出的时钟信号进行混频，产生所需频率的上行校准信号，输出到所述可调衰减器；所述可调衰减器用于

调整上行校准信号的功率。

4、根据权利要求 1 所述的阵列通信系统接收链路的校准装置，其特征在于，所述上行校准信号分配装置包括功分器，用于将所述上行校准信号发生装置输出的上行校准信号分为 n 路校准信号，输出到 n 个耦合器中。

5 5、根据权利要求 1 所述的阵列通信系统接收链路的校准装置，其特征在于，所述具有校准功能的阵列接收机包括：对应 n 个接收链路的 n 个接收信号处理装置，所述接收信号处理装置包括第一滤波放大器、第一混频器、第二滤波放大器、自动增益控制电路、第二混频器、解调电路、A/D 转换电路和成型滤波器；还包括本振源模块、接收场强检测电路、n 个 A/D 转换电路、自动增益控制电路校准权值计算装置、存储器、校准权值计算装置、校准权值修正装置、校准执行装置和信号复用装置；

10 低噪声放大器输出的上行信号经过第一滤波放大器和第一混频器后下变频到中频信号；中频信号经过第二滤波放大器的滤波放大后分为两路信号，第一路中频信号依次输入自动增益控制电路、第二混频器、解调器、A/D 转换电路和成型滤波器中处理，成型滤波器输出两路基带信号，第一路基带信号输入到校准执行装置中；第二路基带信号输入到校准权值计算装置中；

15 所述本振源模块，用于向第一混频器和第二混频器提供本振信号；

所述接收场强检测电路，接收第二路中频信号，用于检测天线单元接收的信号的强度，并将信号强度输出到所述 A/D 转换电路进行转换，再输出到所述自动增益控制电路校准权值计算装置；

20 所述自动增益控制电路校准权值计算装置，用于根据信号强度计算各自动增益控制电路的校准权值和截位位置信息，输出到所述校准权值修正装置；

所述存储器，用于存储室外单元 200 的幅度相位特性即预校准权值、每个接收链路的信号接收场强随信号功率变化的数据、各自动增益控制电路的校准权值和截位位置信息；

25 所述校准权值计算装置，接收成型滤波器输出的第二路基带信号，用于搜索被耦合的上行校准信号，并计算各个接收链路的初始校准权值，输出到所述校准权值修正装置中；

所述校准权值修正装置，用于根据所述存储器中的预校准数据和自动增益控制电路的校准权值修正各个接收链路的初始校准权值，得到完整的接收链路校准权值，并输出到校准执行装置中；

30 所述校准执行装置，用于根据校准权值和截位位置信息，进行阵列信号的截取和校准，校准后的信号输出到所述信号复用装置；

所述信号复用装置，用于对校准后的信号进行复用，输出到基带处理模块。

6. 根据权利要求 1 所述的阵列通信系统接收链路的校准装置，其特征在于，所述馈电装置包括电源、传输电缆、稳压模块，以及相应的电感、电容电路；所述电源用于提供电源信号；所述传输电缆采用接收链路的第 n 条馈线或者专用的传输电缆，将电源信号传输到所述电感 2；所述电感 1 用于滤除电源信号中的交流分量；所述电容 1 用于防止电源信号的直流分量进入基站的双工器中；所述电感 2 用于从传输电缆中提取电源信号的直流分量，并输出到稳压模块中进行稳压；所述电容 2 用于防止电源信号的直流分量进入天线单元；经过稳压后的电源信号输出到时钟发生装置。

7. 根据权利要求 1 至 6 任一所述的阵列通信系统接收链路的校准装置，其特征在于，
10 所述天线单元、所述上行校准信号发生装置、所述上行校准信号分配装置、所述 n 个耦合器和所述时钟发生装置构成一个室外单元；所述室外单元通过射频电缆与基站相连。

8. 一种基于权利要求 1 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤一、测量天线单元和上行校准信号分配装置的幅度相位特性，获得接收链路的预校
15 准系数；

步骤二、根据基站的指令，产生上行校准信号，并与天线单元接收的上行信号耦合后进
入接收链路中；

步骤三、检测每个接收链路的上行信号功率，并计算每个接收链路中自动增益控制电路
的校准权值；

20 步骤四、从上行信号中搜索出上行校准信号，并估计接收链路的幅度特性和相位特性，
计算出每个接收链路的初始校准权值；

步骤五、根据预校准系数和自动增益控制电路的校准权值修正初始校准权值，得到每个
接收链路的校准权值；

步骤六、根据校准权值，对接收链路进行校准。

25 9. 根据权利要求 8 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步
骤一中测量天线单元的幅度相位特性进一步包括：把矢量网络分析仪的一个端口与测试天线
相连；将矢量网络分析仪设置为频率扫描模式；依次将适量网络分析仪的另一个端口与室外
单元的馈线接口相连；矢量网络分析仪扫描每个馈线接口对应天线单元的幅度和相位随频率
变化的数据；根据上述数据计算出每个天线单元在上行各个频率点的幅度相位特性。

30 10. 根据权利要求 9 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步

骤一中测量上行校准信号分配装置的幅度相位特性进一步包括：将矢量网络分析仪的一个端口与上行校准信号分配装置相连；将矢量网络分析仪设置为频率扫描模式；依次将矢量网络分析仪的另一个端口与室外单元的馈线接口相连；矢量网络分析仪扫描从上行校准信号分配装置的输入端到室外单元馈线接口的信号的幅度和相位随频率变化的数据；根据上述数据计算上行校准信号分配装置的输入端到室外单元的每个馈线接口的信号在上行各个频率点的幅度相位特性。
5

11、根据权利要求 10 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤一中计算接收链路的预校准数据为： $\frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}}$ ，其中 $W(f)_{antenna}$ 表示各个天线单元在上行各个频率点的幅度相位特性， $W(f)_{split}$ 表示上行校准信号分配装置的输入端到室外单元的
10 每个馈线接口的信号在上行各个频率点的幅度相位特性；存储上述预校准数据。

12、根据权利要求 8 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤二进一步包括：根据基站的频点设置时钟发生装置的时钟信号频率；时钟发生装置向上行校准信号发生装置发射时钟信号；上行校准信号发生装置收到时钟发生装置发来的时钟信号后，对通过耦合器获得的下行信号进行变频，产生上行校准信号；通过上行校准信号分配装置把上行校准信号分成 n 路校准信号，与各对应天线单元接收的上行信号一起输入到各个接收链路中。
15

13、根据权利要求 12 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述通过耦合器获得的下行信号小于 1dB。

14、根据权利要求 8 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤三中检测每个接收链路的上行信号功率进一步包括：测量每个接收链路的接收信号的场强电压随接收信号功率的变化关系；根据 RSSI 电压的 A/D 转换器的位数和 A/D 转换器的参考电压，重新量化上述测量结果，构造接收信号的场强电压随输入信号功率变化的表格；接收场强检测电路检测每个接收链路的接收信号的场强电压；对接收信号的场强电压进行 A/D 转换；根据接收信号的场强电压 A/D 转换后结果在上述表格中查表，确定每个接收链路的接收
25 信号功率。

15、根据权利要求 14 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤三中计算自动增益控制电路的校准权值进一步包括：从各接收链路的信号功率值中选取最大的功率值作为参考功率，根据校准权值的存储位数和自动增益控制电路的增益调节范围确定参考校准权值；计算参考功率与各个接收链路收到的信号功率之差；根据上述功率差计算

各个接收链路的自动增益控制电路的校准权值为 $W_{AGCn} = 20 \times \log_{10}(W_{ref}) + P_n - P_{ref}$ ，其中 n 表示接收链路的个数且 $n \geq 1$ ， P_{ref} 表示参考功率， W_{ref} 表示参考校准权值， P_n 表示第 n 个接收链路收到的信号的功率；存储上述自动增益控制电路的校准权值。

16、根据权利要求 8 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤四中搜索上行校准信号进一步包括：采集一段数据长度大于一帧的上行数据，长度为 M ；选取第一个数据符号对应的扰码，并将该扰码与该数据符号对应的扩频码相乘，得到的乘积为 S ， S 的长度为 L ；对采集的上行数据的第一个采样点到第 $(M-L)$ 个采样点，重复执行：从采样点开始取长度为 L 的数据，将其中的每个数据均与 S 相乘，再对所有的乘积求和；在得到的 $(M-L)$ 个和中选取最大值，作为上行校准信号。

10 17、根据权利要求 16 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤四中计算初始校准权值具体为： $W_0 = 2G \cdot \frac{X + jY}{X^2 + Y^2}$ ，其中 W_0 表示初始校准权值； G 表示扩频码的扩频增益； X 、 Y 分别表示上行校准信号的实部和虚部。

18、根据权利要求 8 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述步骤五中确定的阵列接收链路的校准权值为： $W = \frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}} \cdot W_0 \cdot W_{AGC}$ ，其中 $\frac{W(f)_{split}}{W(f)_{antenna}}$ 表示室外单元的预校准系数， W_{AGC} 表示自动增益控制电路的校准权值， W_0 表示初始校准权值。

19、根据权利要求 8-18 任一所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，当校准执行装置采用定点器件或逻辑器件实现时，所述步骤三还包括：确定截位位置信息的步骤。

20、根据权利要求 19 所述的阵列通信系统接收链路的校准方法，其特征在于，所述确定截位位置信息步骤进一步包括：根据接收链路允许接收的最大信号功率 P_{MAX} 、接收链路的 A/D 转换器位数以及成型滤波器系数的位数确定一个初始截位位置和数据保留位数；根据最大信号功率 P_{MAX} 与每个接收链路接收到的信号功率的差值，计算初始截位位置向右移动的位数，计算公式为： $RMOV_n = \text{mod}((P_{MAX} - P_n), 6)$ ；初始截位位置根据计算结果向右移动，得到实际使用的截位位置，而数据保留位数在截位位置右移过程中保持不变。

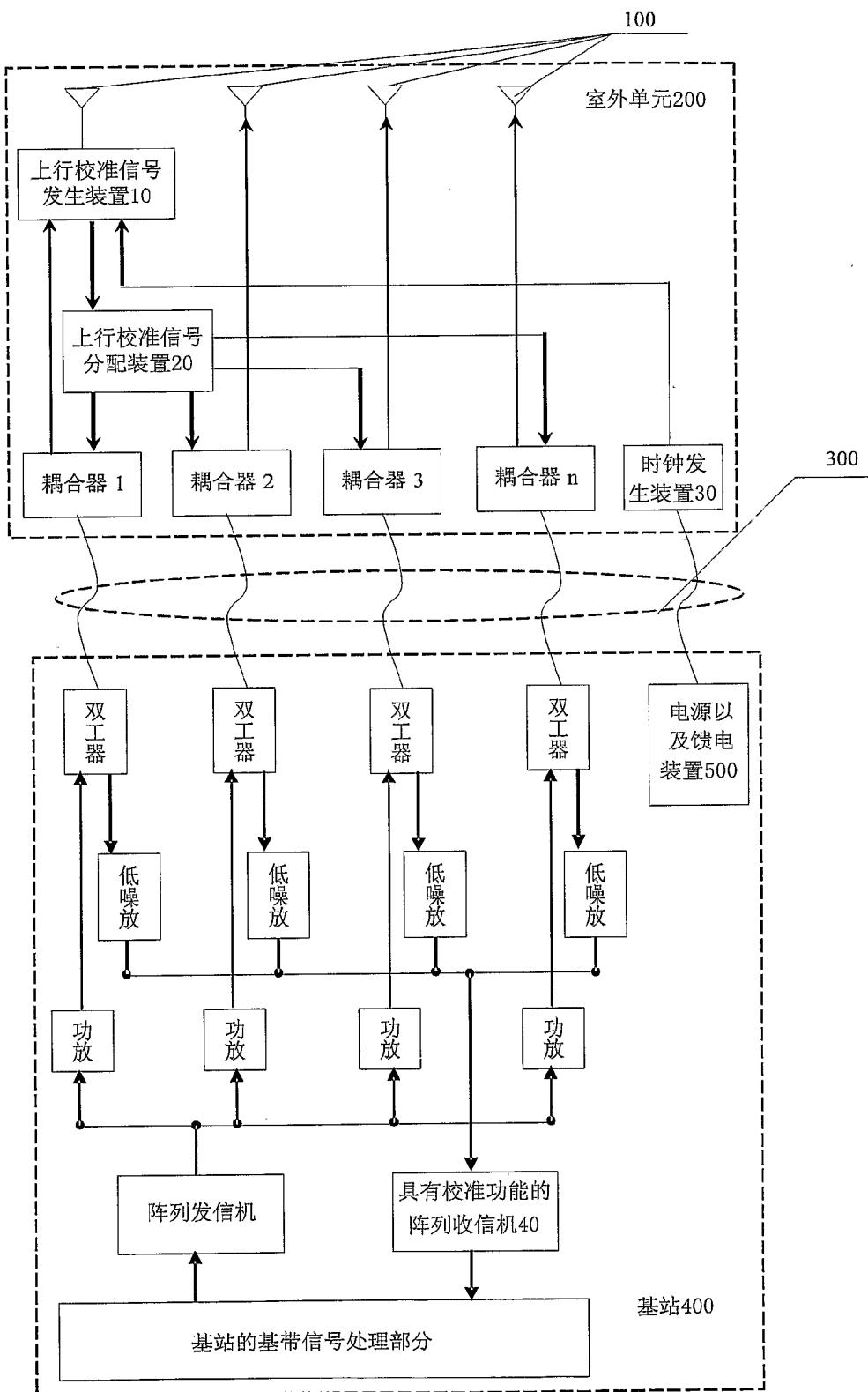


图 1

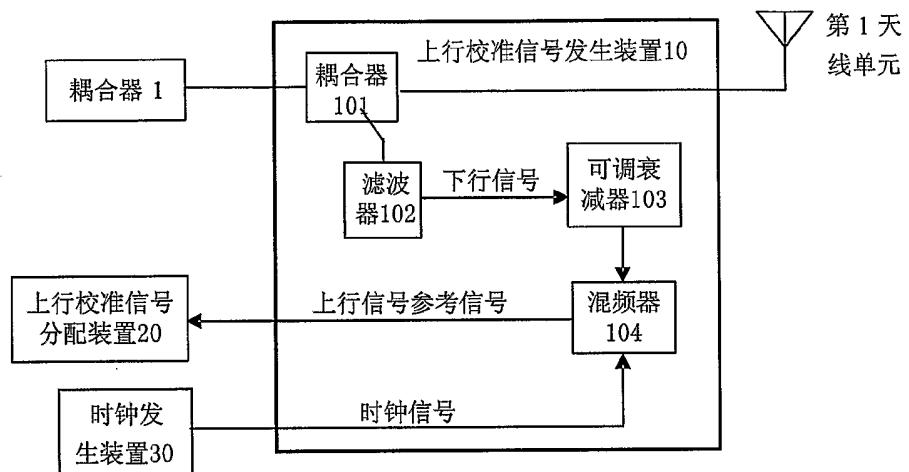


图 2

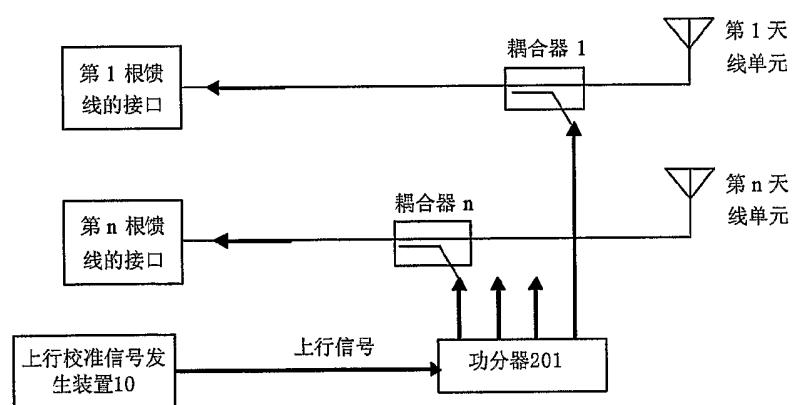


图 3

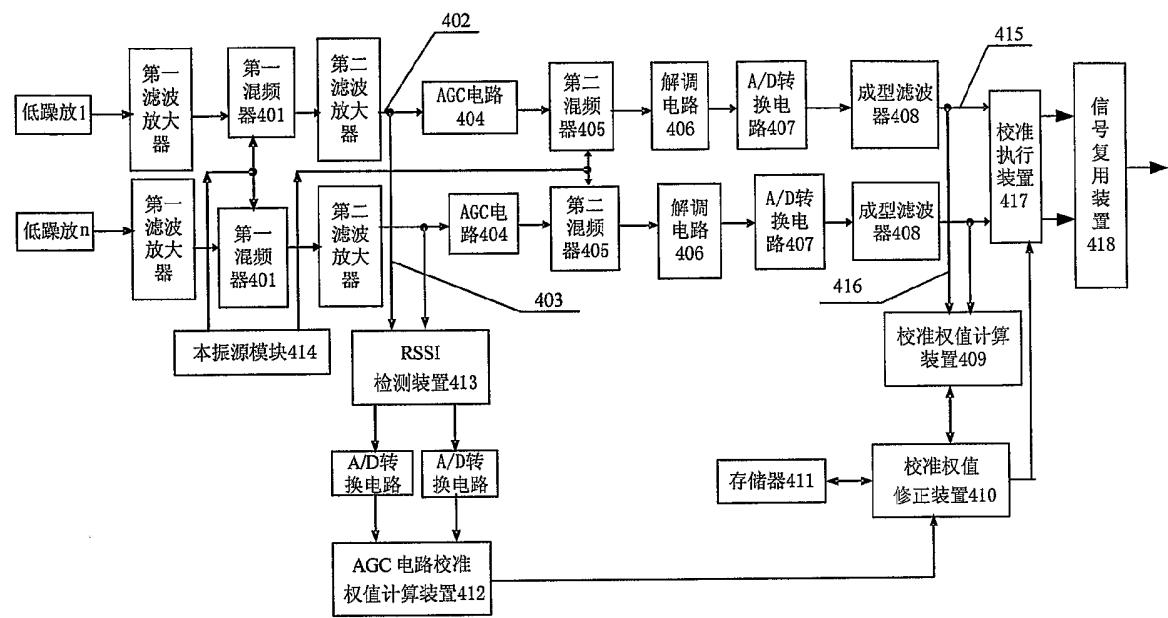


图 4

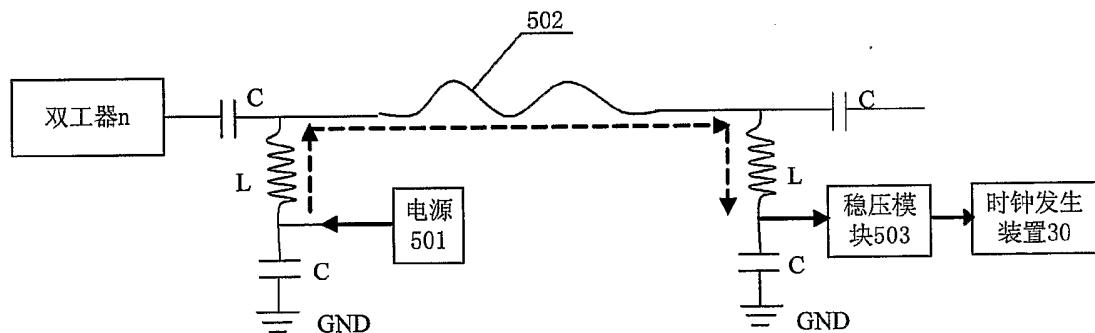


图 5

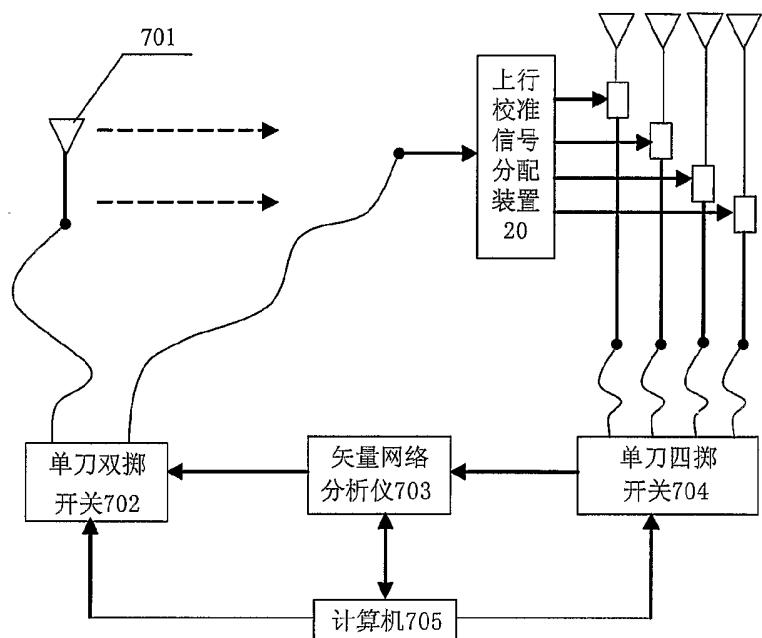


图 6

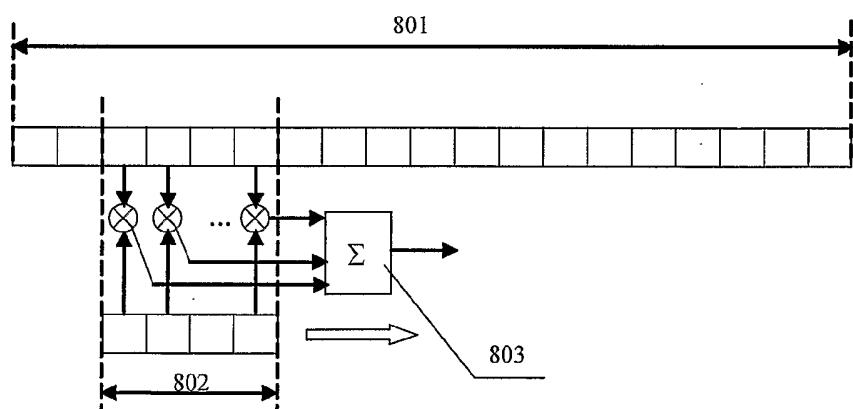


图 7

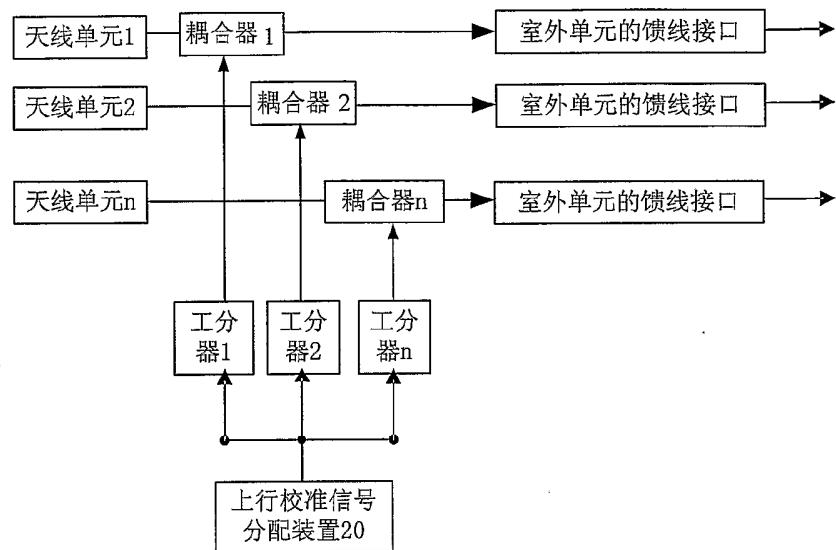


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2004/000575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷: H04B7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁷: H04B7/00 H04B7/08 H01Q3/26 H04B7/04 H04B15/00 H04Q7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, PAJ, CNPAT

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO0152446 A1 - (MATU) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD - (MATU) MATSUSHITA DENKI SANGYO KK - (AOYA-I) AOYAMA T - (HIRA-I) HIRAMATSU K 19.Jul . 2001 (19 . 07 . 01) See Whole document	1-20
A	WO9957820 A1 (ARRA-N) ARRAYCOMM INC - (BARR-I) BARRATT C H - (BORO-I) BOROS T - (TROT-I) TROTT M D - (UHLI-I) UHLIK C R 11 .Nov . 1999 (11 . 11 . 99) See Whole document	1-20
A	CN1388668 A (HUAW-N) HUAWEI TECHN CO LTD 01 . Jan . 2003 (01 . 01 . 03) See Whole document	1-20
A	WO0119101 A1 (UTST-N) UTSTARCOM INC 15. Mar . 2001 (15 . 03 . 01) See Whole document	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

Date of the actual completion of the international search
06. Dec. 2004 (06.12.04)

Date of mailing of the international search report
30 · DEC 2004 (30.12.2004)

Name and mailing address of the ISA/CN
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District,
100088 Beijing, China

Authorized officer

ZHIYONG WANG


Telephone No. 86-10-62084571

Faxsimile No. 86-10-62019451

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information patent family members

Search request No.

PCT/CN2004/000575

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO0152446 A1	2001-07-19	US6559799 B2 JP2001196834 A AU200125539 A EP1161002 A1 US2002135512 A1 CN1358358 A	2003-05-06 2001-07-19 2001-07-24 2001-12-05 2002-09-26 2002-07-10
WO9957820 A1	1999-11-11	US6615024 B1 EP1078476 A1 AU3757399 A CN1308794 A JP2002514033T T US2002155818 A1 US2003032423 A1 US2003050016 A1	2003-09-02 2001-02-28 1999-11-23 2001-08-15 2002-05-14 2002-10-24 2003-02-13 2003-03-13
CN1388668 A	2003-01-01	NONE	NONE
WO0119101 A1	2001-03-15	US6236839 B1 CN1399846 A	2001-05-22 2003-02-26

Form PCT/ISA /210 (continuation of second sheet) (January 2004)
atent family annex) (January 2004)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2004/000575

A. 主题的分类

IPC⁷: H04B7/00

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC⁷: H04B7/00 H04B7/08 H01Q3/26 H04B7/04 H04B15/00 H04Q7/20

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) WPI、EPODOC、PAJ、CNPAT

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号
A	WO0152446 A1 - (MATU) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD - (MATU) MATSUSHITA DENKI SANGYO KK - (AOYA-I) AOYAMA T - (HIRA-I) HIRAMATSU K 19.7月 . 2001 (19.07.01) 全文	1-20
A	WO9957820 A1 (ARRA-N) ARRAYCOMM INC - (BARR-I) BARRATT C H - (BORO-I) BOROS T - (TROT-I) TROTT M D - (UHLI-J) UHLIK C R 11.11月 . 1999 (11.11.99) 全文	1-20
A	CN1388668 A (HUAW-N) HUAWEI TECHN CO LTD 01.1月 . 2003 (01.01.03) 全文	1-20
A	WO0119101 A1 (UTST-N) UTSTARCOM INC 15.3月 . 2001 (15.03.01) 全文	1-20

 其余文件在 C 栏的续页中列出。 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A”认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“X”特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“E”在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L”可能对优先权要求构成怀疑的文件, 为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“Y”特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

国际检索实际完成的日期 06.12月 2004 (06.12.04)	国际检索报告邮寄日期 30.12月 2004 (30.12.2004)
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	授权官员  电话号码: 86-10-62084571

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2004/000575

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利成员	公布日期
WO0152446 A1	2001-07-19	US6559799 B2 JP2001196834 A AU200125539 A EP1161002 A1 US2002135512 A1 CN1358358 A	2003-05-06 2001-07-19 2001-07-24 2001-12-05 2002-09-26 2002-07-10
WO9957820 A1	1999-11-11	US6615024 B1 EP1078476 A1 AU3757399 A CN1308794 A JP2002514033T T US2002155818 A1 US2003032423 A1 US2003050016 A1	2003-09-02 2001-02-28 1999-11-23 2001-08-15 2002-05-14 2002-10-24 2003-02-13 2003-03-13
CN1388668 A	2003-01-01	NONE	NONE
WO0119101 A1	2001-03-15	US6236839 B1 CN1399846 A	2001-05-22 2003-02-26