

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 1/06 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200510128637.X

[43] 公开日 2007年5月30日

[11] 公开号 CN 1972174A

[22] 申请日 2005.11.24

[21] 申请号 200510128637.X

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 于小红 余小明 李继峰

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 王玮

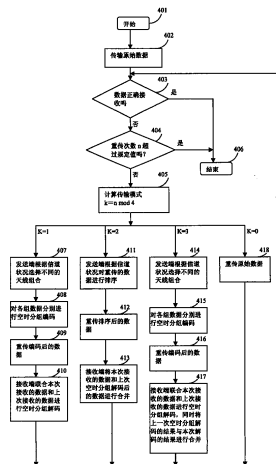
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称

多天线通信系统中数据重传和检测方法

[57] 摘要

本发明提出了一种多天线通信系统中数据重传和检测方法，所述方法包括以下步骤：通过多个天线传输原始数据的数据子流以执行第一次传输；接收端接收原始数据的数据子流并执行检测；在发送端根据接收端的检测结果确定需要第一次重传时，发送端根据信道状况对天线进行分组，针对每组天线，对数据子流进行空时编码并重传编码后的数据；接收端根据发送端的第一次重传的天线分组状况、对针对第一次传输所接收到的数据和针对第一次重传所接收到的数据执行相应的空时解码，并执行检测。



1、一种多天线通信系统中数据重传和检测方法，所述方法包括
5 以下步骤：

通过多个天线传输原始数据的数据子流以执行第一次传输；

接收端接收原始数据的数据子流并执行检测；

在发送端根据接收端的检测结果确定需要第一次重传时，发送端
根据信道状况对天线进行分组，针对每组天线，对数据子流进行空时
10 编码并重传编码后的数据；

接收端根据发送端的第一次重传的天线分组状况、对针对第一次
传输所接收到的数据和针对第一次重传所接收到的数据执行相应的空
时解码，并执行检测。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于还包括以下步骤：

15 在发送端根据接收端的检测结果确定需要第二次重传时，在根据
信道状况改变原始数据的数据子流的发送顺序后，在各天线上重传所
述改变发送顺序后的数据子流；

接收端将针对第二次重传所接收到的数据与先前空时解码所获
得的结果进行合并，并执行检测；

20 在发送端根据接收端的检测结果确定需要第三次重传时，针对第
二次重传时的发送顺序下的数据子流，发送端根据信道状况对天线进
行分组，针对每组天线，对数据进行空时编码并重传编码后的数据；
以及

接收端根据发送端的第三次重传的天线分组状况、对针对第二次
25 重传所接收到的数据和针对第三次重传所接收到的数据执行相应的空
时解码，并将此次空时解码的结果和先前空时解码的结果进行合并。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于还包括步骤：

如果针对第三次重传，通过接收端的检测结果确定需要另一重传
时，则返回到所述第一次传输的步骤。

30 4、根据权利要求1到3任一个所述的方法，其特征在于重传次数

受到系统预先设置的最大重传次数的限制。

5、根据权利要求1到3任一个所述的方法，其特征在于在所述第一次重传的天线分组中，每组天线的个数由所采用的空时编码方式决定。

5 6、根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于在所述第二次重传的天线分组中，每组天线的个数由所采用的空时编码方式决定。

7、根据权利要求5所述的方法，其特征在于所述空时编码方式包括空时分组编码方式和空时格形编码方式。

10 8、根据权利要求6所述的方法，其特征在于所述空时编码方式包括空时分组编码方式和空时格形编码方式。

9、根据权利要求1到3任一个所述的方法，其特征在于在所述第一次重传的天线分组中，根据信道状况对天线进行分组的步骤包括：根据接收端反馈的信道状况信息，按照信噪比最高的天线和信噪比最低的天线组合在一起、信噪比次高的天线和信噪比次低的天线组合在一起的方式来对天线进行分组。

15 10、根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于在所述第二次重传的天线分组中，根据信道状况对天线进行分组的步骤包括：根据接收端反馈的信道状况信息，按照信噪比最高的天线和信噪比最低的天线组合在一起、信噪比次高的天线和信噪比次低的天线组合在一起的方式来对天线进行分组。

11、根据权利要求1到3任一个所述的方法，其特征在于所述信道状况包括信道的信噪比值、多普勒频移。

12、根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于在第二次重传时根据信道状况改变原始数据的数据子流的发送顺序的步骤包括：针对第一次传输时的原始数据的数据子流，按照信噪比最高的天线发送接收特性最差的数据子流、信噪比次高的天线发送接收特性次差的数据子流的方式来改变数据子流的发送顺序。

13、一种多天线通信系统中数据重传和检测的方法，所述方法包括以下步骤：

30 通过多个天线传输数据子流；

- 接收端接收所述数据子流并执行检测；
在发送端根据接收端的检测结果确定是否需要重传；
如果确定有两个天线的数据需要重传，对所述两个天线上的数据进行空时编码并且在这两个天线上重传编码后的数据；
- 5 接收端对针对数据子流传输所接收到的数据和针对此次重传所接收到的数据执行相应的空时解码，并执行检测；
如果确定有两个以上的天线的数据需要重传，则发送端根据信道状况对天线进行分组，针对每组天线，对数据子流进行空时编码并在相应的天线上重传编码后的数据；
- 10 接收端对针对数据子流传输所接收到的数据和针对此次重传所接收到的数据执行相应的空时解码并执行检测。
14、根据权利要求13所述的方法，其特征在于还包括：如果根据接收端的检测结果确定有一个天线的数据需要重传，则选择信噪比最高的天线来重传所述数据。
- 15 15、根据权利要求13或14所述的方法，其特征在于重传次数受到系统预先设置的最大重传次数的限制。
16、根据权利要求13或14所述的方法，其特征在于所述检测步骤包括对所述空时解码的结果与先前的空时解码的结果进行合并，且执行检测。
- 20 17、根据权利要求13或14所述的方法，其特征在于所述检测步骤包括对所述空时解码的结果与先前的数据传输结果进行合并，且执行检测。
18、根据权利要求13或14所述的方法，其特征在于在针对重传的天线分组中，每组天线的个数由所采用的空时编码方式决定。
- 25 19、根据权利要求18所述的方法，其特征在于所述空时编码方式包括空时分组编码方式和空时格形编码方式。
20、根据权利要求13或14所述的方法，其特征在于在所述第一次重传的天线分组中，根据信道状况对天线进行分组的步骤包括：根据接收端反馈的信道状况信息，按照信噪比最高的天线和信噪比最低的天线组合在一起、信噪比次高的天线和信噪比次低的天线组合在一起
- 30

的方式来对天线进行分组。

21、根据权利要求13或14所述的方法，其特征在于所述信道状况包括信道的信噪比值、多普勒频移。

多天线通信系统中数据重传和检测方法

5

技术领域

本发明涉及一种多天线通信系统中数据重传和检测方法，特别是适用于MIMO（多输入多输出）系统的数据重传和检测方法，能够提高数据传输的吞吐量。

10

背景技术

目前，随着理论和技术的发展，移动通信中出现了许多新技术和新应用，象OFDM，MIMO等。这些新技术能够大大提高移动通信系统的性能，满足人们对无线多媒体和高速率数据传输的要求。多输入多输出(MIMO)技术是无线移动通信领域智能天线技术的重大突破。MIMO技术是指数据的发送和接收都采用了多根天线。研究表明，利用MIMO技术可以提高信道的容量，同时也可以提高信道的可靠性，降低误码率。MIMO系统的最大容量或容量上限随最小天线数的增加而线性增加。而在同样条件下，在接收端或发射端采用多天线或天线阵列的普通智能天线系统，其容量仅随天线数的对数增加而增加。相对而言，MIMO技术对于提高无线通信系统的容量具有极大的潜力，是新一代移动通信系统采用的关键技术。

MIMO系统可以用来提高信息传输速率，也可以在保持信息传输速率不变的情况下通过增加信息冗余度来提高通信系统的可靠性能。前者属于空时复用研究的范畴，后者属于空时编码研究的范畴。空时复用技术追求的是MIMO系统中传输速率的最大化，它在不同的天线上传输的是承载不同信息的符号流。而空时编码研究的目的是为了消除由于无线信道衰落和噪声干扰带来的性能影响，通过编码的方式，使不同天线上传输的符号包含的信息具有一定的关系，从而有利于原始的信息在接收端被正确地获取。空时编码的研究包括空时分组编码，

空时格状编码等；空时复用技术包括分层空时编码技术等。

数据业务对传输的差错率要求很高，如误帧率为0.1%，在恶劣的无线信道环境中要达到这样的高性能要求采用信道编码和纠错技术，目前比较常用的一种技术是混合请求重发（HARQ）技术。该技术结合了自动请求重传（ARQ）技术和前向纠错（FEC）技术来检测和纠正错误。目前有三种混合请求重传技术：第一类，接收端丢弃无法正确接收的分组，并通过返回信道通知发送端重发原分组的拷贝，新收到的分组独立地进行解码。第二类，接收端不丢弃错误的分组，而是与重传的信息相结合进行解码。第三类，重发的信息可以与以前传输的分组相结合，但是重发的分组包括正确接收数据所需要的全部信息。

使用HARQ进行信道的纠错时，首先发送端将编码后的信息发送给接收端，接收端收到信息后对信息进行纠错解码。如果可以正确接收数据，则信息被接收端接收，同时给发送端发一个ACK确认信息；如果错误无法纠正，则接收端给发送端发送NACK信息，要求发送端重发数据，然后接收端再根据接收的重发数据进行解码。

如何在采用高阶调制的MIMO系统中利用HARQ技术来提高系统传输的可靠性，提高系统的吞吐量，是本发明想要解决的问题。

发明内容

因此，本发明的目的在于提供一种多天线通信系统中数据重传和检测方法，能够提高数据传输的吞吐量，该方法特别适合于MIMO系统。

为了实现上述目的，根据本发明，提出了一种多天线通信系统中数据重传和检测方法，所述方法包括以下步骤：通过多个天线传输原始数据的数据子流以执行第一次传输；接收端接收原始数据的数据子流并执行检测；在发送端根据接收端的检测结果确定需要第一次重传时，发送端根据信道状况对天线进行分组，针对每组天线，对数据子流进行空时编码并重传编码后的数据；接收端根据发送端的第一次重传的天线分组状况、对针对第一次传输所接收到的数据和针对第一次重传所接收到的数据执行相应的空时解码，并执行检测。

优选地，所述方法还包括以下步骤：在发送端根据接收端的检测

结果确定需要第二次重传时，在根据信道状况改变原始数据的数据子流的发送顺序后，在各天线上重传所述改变发送顺序后的数据子流；接收端将针对第二次重传所接收到的数据与先前空时解码所获得的结果进行合并，并执行检测；在发送端根据接收端的检测结果确定需要
5 第三次重传时，针对第二次重传时的发送顺序下的数据子流，发送端根据信道状况对天线进行分组，针对每组天线，对数据进行空时编码并重传编码后的数据；以及接收端根据发送端的第三次重传的天线分组状况、对针对第二次重传所接收到的数据和针对第三次重传所接收到的数据执行相应的空时解码，并将此次空时解码的结果和先前空时
10 解码的结果进行合并。

优选地，所述方法还包括步骤：如果针对第三次重传，通过接收端的检测结果确定需要另一重传时，则返回到所述第一次传输的步骤。

优选地，重传次数受到系统预先设置的最大重传次数的限制。

优选地，在所述第一次重传和第二次重传的天线分组中，每组天
15 线的个数由所采用的空时编码方式决定。

优选地，所述空时编码方式包括空时分组编码方式和空时格形编码方式。

优选地，在所述第一次重传和第二次重传的天线分组中，根据信道状况对天线进行分组的步骤包括：根据接收端反馈的信道状况信息，
20 按照信噪比最高的天线和信噪比最低的天线组合在一起、信噪比次高的天线和信噪比次低的天线组合在一起的方式来对天线进行分组。

优选地，所述信道状况包括信道的信噪比值、多普勒频移。

优选地，在第二次重传时根据信道状况改变原始数据的数据子流的发送顺序的步骤包括：针对第一次传输时的原始数据的数据子流，
25 按照信噪比最高的天线发送接收特性最差的数据子流、信噪比次高的天线发送接收特性次差的数据子流的方式来改变数据子流的发送顺序。

为了实现上述目的，根据本发明，还提出了一种多天线通信系统中数据重传和检测的方法，所述方法包括以下步骤：通过多个天线传
30 输数据子流；接收端接收所述数据子流并执行检测；在发送端根据接

收端的检测结果确定是否需要重传；如果确定有两个天线的数据需要重传，对所述两个天线上的数据进行空时编码并且在这两个天线上重传编码后的数据；接收端对针对数据子流传输所接收到的数据和针对此次重传所接收到的数据执行相应的空时解码，并执行检测；如果确定有两个以上的天线的数据需要重传，则发送端根据信道状况对天线进行分组，针对每组天线，对数据子流进行空时编码并在相应的天线上重传编码后的数据；接收端对针对数据子流传输所接收到的数据和针对此次重传所接收到的数据执行相应的空时解码并执行检测。

10 优选地，所述检测步骤包括对所述空时解码的结果与先前的空时解码的结果进行合并，且执行检测。

优选地，所述检测步骤包括对所述空时解码的结果与先前的数据传输结果进行合并，且执行检测。

附图说明

15 通过参考以下结合附图对所采用的优选实施例的详细描述，本发明的上述目的、优点和特征将变得显而易见，其中：

图1是示出了分层空时编码（BLAST）原理的示意图；

图2是示出了空时分组编码原理的示意图；

20 图3是示出了用于实现根据本发明第一实施例的多天线通信系统中数据重传和检测方法的系统的方框图；

图4是示出了根据本发明第一实施例的多天线通信系统中数据重传和检测方法的流程图；

图5是示出了用于实现根据本发明第二实施例的多天线通信系统中数据重传和检测方法的系统的方框图；以及

25 图6是示出了根据本发明第二实施例的多天线通信系统中数据重传和检测方法的流程图。

具体实施方式

下面将说明本发明的原理。

30 在MIMO系统中，可以将多种传输方式相结合，例如可以把

BLAST(贝尔实验室分层空时)和STBC(空时分组码)两种方式相结合。

MIMO系统结合ARQ有两种方法,第一种为单数据检测模式,即各天线上的数据是统一进行CRC(循环冗余编码)编码,重传时所有天线上的数据全部重传。第二种为多数据检测模式,即每个天线上的数据单独进行CRC编码,如果单个天线上的数据出错了,则重传时只重传该天线上的数据,这样减少了重传的数据量,提高了信息传输的效率。下面按这两种情况对本发明进行说明。

(1) 单数据检测模式

10 在数据第一次传输时,可以采用BLAST传输方式,当数据出错要重传时,可以采用STBC的方式。数据第一次重传时,需要重传所有天线上的数据,此时可以根据信道的情况把天线分成多个组合,每个组合中包含一组天线。将天线分组时,要将条件好的信道和条件差的信道组合在一起,例如将SNR值最高的信道和SNR值最低的信道组合在一起。

15 分组中数据子流的个数由采用的空时编码方式来决定,空时编码方式包括空时分组编码方式和空时格形编码方式。例如,如果采用了Alamouti空时编码,则将天线分成两个一组。然后对各组的数据进行空时编码,传输时传输空时编码数据中的部分内容。接收端则利用原始数据和重传数据进行空时解码。如果数据仍不能正确接收,则第二次重传时重复传输原始数据,但数据传输的天线根据信道情况进行选择,在第一次传输中位于较好信道上的数据子流此次重传时要放在较差的信道上进行传输,而第一次传输时位于较差信道上的数据子流此次要放在信道条件较好的信道上进行传输。在接收端,将此次传输的数据和前面通过空时解码得到的数据进行合并。如果仍不能得到正确的结果,则第三次重传时再次根据信道情况对发送天线进行分组,分组是基于上次传输的数据子流的顺序来进行的,而上次传输的数据子流的顺序已经和原始的数据子流的顺序不同。分组仍然根据信道条件来进行,即较好的信道和较差的信道组合在一起,次好的信道和次差的信道组合在一起。每组天线进行空时编码,传输的数据为编码数据中的一部分,接收端联合本次传输的数据和上次传输的数据进行空时

20

25

30

5 解码，解码后的结果和上次空时解码的结果进行合并。重传过程中，如果数据被正确接收或重传次数超过了要求值，则重传过程结束。如果数据经过三次重传后还是不能正确接收，则重复上述数据的四次传输过程，直到数据被正确接收或重传次数超过要求为止。以四根发送天线、空时编码采用STBC方法为例，下表给出了数据四次传输的情况。

传输次数 天线	第 1 次 传输	第 1 次 重传	第 2 次 重传	第 3 次 重传
1	S1	-S4*	S2	-S1*
2	S2	-S3*		
3	S3	S2*	S1	S2*
4	S4	S1		

第一次四根天线上传输的数据为S1, S2, S3, S4，如果数据出错，则重传时根据信道的状况把信道分组，由于采用STBC编码，所以每组包含两个天线。假设反馈回来的信道的SNR值由高到低的次序为第4根，第2根，第3根，第1根。则根据较好信道和较差信道结合的原则，天线分成两组，第一根天线和第四根天线一组，第三根天线和第二根天线一组，每组数据进行STBC编码，例如，第一根天线和第四根天线编码后的数据为 $\begin{bmatrix} -S4^* & S1 \\ S1^* & S4 \end{bmatrix}$ ，第三根和第二根天线编码后的数据为 $\begin{bmatrix} -S3^* & S2 \\ S2^* & S3 \end{bmatrix}$ ，第一次重传时就传输空时编码后的部分数据，即第一根到第四根天线分别传输-S4*、-S3*、S2*、S1*。解码的时候第一根天线和第四根天线对第一次收到的数据和第一次重传的数据联合进行空时分组解码，第二根和第三根天线也是如此。如果仍不能正确接收数据，则第二次重传时重传原始数据，重传时根据信道的情况对数据重新排序。假设此时信道的SNR值由高到低的顺序为第3根，第4根，第1根，第2根。则根据第一次传输时位于条件最好信道上的数据此次传输时应该放在条件最差的信道上传输的原则，数据子流排序后第一根到第四

根天线传输的数据分别为 s_2 、 s_4 、 s_1 、 s_3 。在接收端将第二次重传接收的内容和第一次重传后得到的空时解码后的内容进行合并得到最终的接收数据。如果第二次重传得到的数据仍然有错，则第三次重传和第一次重传的情况一样，先根据信道条件对天线分组，此次分组是基于上次传输的数据子流的顺序来进行的，上次传输的数据子流的顺序已经和原始的数据子流的顺序不同。假设此次得到的信道的SNR值由高到低的次序为第3根，第4根，第2根，第1根。则根据较好信道和较差信道结合的原则，天线分成两组，第一根天线和第三根天线一组，第四根天线和第二根天线一组，然后进行空时编码，然后传输一部分编码数据，即第一根到第四根天线分别传输 $-S_1^*$ 、 $-S_3^*$ 、 S_2^* 、 S_4^* 。在接收端将第二次和第三次重传的数据结合进行空时解码，解码后的数据和第一次重传后得到的空时解码数据进行合并得到最终的结果。

(2) 多数据检测模式

数据第一次传输时，原始数据经过串并变换后形成了多个并行的数据子流，每个数据子流单独地进行CRC编码，然后经过信道编码调制和分层空时编码后发送出去。如果接收端无法正确接收某些天线上的数据，则只需重传这些出错的数据即可。如果有一根天线上的数据出错，则发送端根据反馈的信道信息，选择一个信道最好的天线重传出错的数据，而其它的天线上则传输新的数据。在接收端将重传的数据和原始的数据合并解码。如果是两个天线上的数据出错，则发送端对这两根天线上的数据进行空时分组编码，然后将编码后的数据在相应的天线上进行发送，其它的天线传输新的数据。在接收端将接收的这两个数据子流结合原始数据进行空时解码。如果有两个以上的天线的数据出错，则发送端重传这些数据时，和单数据检测模式一样先根据信道条件将其分组。每组中天线的个数根据采用的空时编码方法来确定。然后对各组数据进行空时编码，编码后的数据在相应的天线上进行发送。在接收端，结合重传的数据和原始数据进行空时解码。

如果某个天线上的数据重传一次后仍不正确，则以后的重传中可以将各次重传解码的结果进行合并。例如，第二次重传后，第二次空

时解码的结果可以和第一次空时解码的结果进行合并；如果有第三次重传，则第三次空时解码的结果和前两次空时解码的结果进行合并。

例如，假设第一次传输时第一根和第四根天线上的数据出错，则接收端将重传的信息和信道信息反馈给发送端，发送端需要重传这两根天线上的数据。根据接收端反馈的重传信息，对天线1和天线4的数据s1、s4进行空时分组编码（两根天线不用分组），而天线2和天线3上接收新的传输数据。s1，s4编码后的结果为 $\begin{bmatrix} s1 & -s4^* \\ s4 & s1^* \end{bmatrix}$ ，则 $-s4^*$ 、 $s1^*$

分别被放在第一根天线和第四根天线上进行传输。接收端接收到这两根天线上重传的数据后和原始数据结合在一起进行空时分组解码。如果此次四根天线上的数据都正确接收，则接收端发送数据正确接收的信息，发送端继续发送新的数据。如果四根天线中还有数据不能正确接收，则接收端发送否定的确认信息，发送端则按照上面的过程继续重传数据。多次重传的数据可以进行合并解码。

根据本发明，在单数据检测模式中执行了以下处理：

1. 第一次重传时根据信道的状况（例如信道的SNR值等）对天线进行分组，每组天线进行空时编码，各分组中天线的个数由空时编码方式决定。在接收端进行相应的空时解码，从而可以获得空间分集和时间分集。

2. 分组的原则是将好的信道和差的信道组和在一起，使差的信道能够从好的信道获得一些补偿，平衡各信道的增益。

3. 第二次重传时，重传原始数据，但根据信道的状况改变重传的顺序，第一次传输时位于信道条件较好的数据子流此次被放在较差的信道进行传输，而第一次传输时位于信道条件较差的数据子流此次被放在较好的信道进行传输。在接收端将本次传输的数据和由前两次传输得到的空时解码的结果进行合并得到最终的数据。

4. 第三次重传时，和第一次重传一样，将天线根据信道情况进行分组，每组进行空时编码，然后传输空时编码的一部分数据。在接收端，对本次接收的数据和上次接收的数据进行空时解码，将解码结果和上一次空时解码的结果进行合并，得到最终的数据。

另外，在多数据检测模式中执行了以下处理：

5. 如果有两个天线上的数据出错，则重传时，先对这两个天线上的数据进行空时编码，然后重传编码后的数据，从而可以获得时间分集和空间分集。

- 5 6. 如果有多于两个天线上的数据出错，则重传时，先对这些天线按照信道的条件进行分组，然后各组分别进行空时编码，重传编码后的数据。

下面将参考附图来详细描述本发明的优选实施例。

- 10 图1为分层空时编码（BLAST）原理示意图，分层空时编码的基本思想是基于空间复用的。该系统有两种ARQ方法，第一种可以称为单数据检测模式，是在数据串并变换前加入CRC编码，然后将CRC编码后的数据串并转换为若干个数据流，这种方法在重传时需要重传所有天线上的数据，即整个数据包；第二种方法可以称为多数据检测模式，
- 15 是串并变换后形成并行的数据子流后，在每个数据子流上加CRC编码，这种方法可以减少重传的数据量，提高数据接收的效率。图1中的（a）为单数据检测模式下分层空时编码系统的基本结构图。数据首先进入CRC编码器101，将CRC编码后的数据通过串并转换模块102串并转换为若干个数据流，然后各数据子流独立地在信道编码器103进行信道编
- 20 码，再按照一定的规则进入分层空时编码模块104进行分层空时编码，之后经过调制器105后送到多副天线106上发送，由于在不同发送天线上传输的符号之间没有直接的变换关系，因而该系统不是基于发射分集的。图1中的（b）为多数据检测模式下分层空时编码系统的基本结构图，与图1中的（a）不同的是，CRC编码是在数据串并变换后形成并行的数据子流后进行的，如图1中的（b）中的107所示，这种方法可以减少重传的数据量，提高数据接收的效率。按发射端分路的方式不同主要有三种分层空时编码方案：对角分层空时编码，垂直分层空时编码和水平分层空时编码。这里以M=3为例来说明垂直和水平分层空时编码的情况。假设信道编码器1的输出序列为a1、a2、a3、a4、…… 信道
- 25 编码器2的输出序列为b1、b2、b3、b4、…… 信道编码器3的输出序
- 30

列为 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、……，如图1中的(b)所示。垂直分层空时编码将并行信道编码器的输出按垂直方向进行空间编码，即信道编码器1开始输出的M个码元排列在第一列，编码器2开始输出的M个码元排列在第二列，依此类推。编码后的码元按列由M个天线同时发送到信道，如图1中的(c)所示。水平分层空时编码将并行信道编码器的输出按水平方向进行空间编码，如图1中的(d)所示。对角分层空时编码将并行信道编码器的输出按对角线进行空间编码。

图2为空时分组编码的原理示意图。

空时分组编码的研究首先是由Alamouti提出的两副发送天线的传输方法开始的。这种方法译码比较简单。然后Alamouti的方法被推广到多于两个天线的系统中，形成了另外一种空时编码方案：正交空时分组编码。由于该方法相对简单和易于实现，所以受到了广泛的关注。图2是两个发送天线一个接收天线的空时编码原理图，发送的原始数据符号为 s_1 、 s_2 (201)，经过STTD空时编码202后，在第一个符号周期内天线1发送 s_1 ，天线2发送 s_2 ；在第二个符号周期内天线1发送 $-s_2^*$ ，天线2发送 s_1^* 。通过空时编码，原始符号的信息可以通过不同的天线，不同的时间发送出去，这样就可以获得时间空间分集，提高数据传输的效率。

图3为本发明的第一实施例的系统结构图。

图3给出了采用第一种ARQ情况下的本发明的系统结构图，在这种情况下，重传时需要传输所有天线上的数据。数据首先进入CRC编码器301进行CRC编码，然后在串并变换器302中执行串并变换，然后在信道编码器303中进行信道编码，如果是数据第一次传输，则在重传数据处理单元304中不进行处理，而是直接进入分层空时编码系统305。此实施例中采用的分层空时编码系统为水平分层空时编码系统。然后数据按照一定的规则分配到不同的天线，经过调制器306调制后由天线307发送出去。

如果数据出错，则接收端发送反馈信息320给发送端，发送端重传所有数据子流的数据。在第一次重传时，原始数据进入重传数据处理单元304。在重传数据处理单元中，重传控制器308根据重传的次数

- 控制数据流进入不同的处理器中。如果是第一次或者第三次重传，数据流进入分组选择单元310中，如果是第二次重传，则数据流进入子流排序单元309中。由于是第一次重传，因此数据进入分组选择单元310中。分组选择器根据接收端反馈的信道的条件组合各数据子流，组合的原则是尽量将条件好的信道和条件差的信道组合在一起，从而平均信道增益。本实施例中采用了两个输入的空时分组编码系统。例如，在分组选择器中，根据信道的条件，选择第一个数据子流和第五个数据子流组合在一起在空时分组编码器311中进行空时分组编码，原始的数据分别为s1, s5, 经过空时分组编码后形成数据 $\begin{bmatrix} s1 & -s5^* \\ s5 & s1^* \end{bmatrix}$, 则-s5*, s1*分别被分配到第一根和第五根天线上进行传输。其它分组经过空时分组编码后也分配到相应的天线上进行传输。在接收端，把本次重传的数据和上次传输的数据结合起来进行空时分组解码。如果解码结果仍然不正确，则进行第二次重传。在第二次重传时，重传控制器308控制数据子流进入子流排序模块309,根据反馈的信道的状况对重传的数据重新分配传输的天线，重新排序的原则是数据第一次传输时位于条件较差信道上的数据流这次被分配到较好的信道上，第一次传输时位于条件较好信道上的数据流这次被分配到较差的信道上，然后进行传输。接收端将接收的数据和上次空时分组解码后的数据进行合并。如果数据不能正确接收，则进行第三次重传。第三次重传时，重传控制器308控制数据子流按照第二次重传时的顺序进入分组选择器310。分组选择器按照接收端反馈回来的信道状况对数据子流进行分组，将好的信道和差的信道的数据子流组合在一起进行两输入的空时分组编码。假设第一个数据子流和第三个数据子流组合在一起进行空时分组编码，原始数据为s1、s3, 经过编码后形成 $\begin{bmatrix} s1 & -s3^* \\ s3 & s1^* \end{bmatrix}$, 则-s3*, s1*将分别在第一根和第三根天线上进行传输，其它分组编码后的数据也在相应的天线上进行传输。在接收端，将此次传输的数据和上次传输的数据结合进行空时分组解码，解码的结果和上次空时解码的结果进行合并。如果还不能得到正确的数据，则重复上述过程直到数据接收正确

或重传次数达到规定的次数为止。

图4为本发明第一实施例的流程图。

系统开始启动后（步骤401），首先传输原始数据（步骤402）。如果接收端能正确接收数据，则该过程结束（步骤406）。如果数据出错，

5 则判断重传次数 n 是否超过了规定值（步骤404），如果超过，则不再重传（步骤406），否则计算传输模式 K 值， $k=n \bmod 4$ 。如果 k 值为1，则发送端根据接收端反馈的信道的条件组合各数据子流，组合的原则是尽量将条件好的信道和条件差的信道组合在一起，从而平均信道增益（步骤407）。然后对各组数据进行空时编码（步骤408），编码后的数据

10 分配到相应的天线进行传输（步骤409）。接收端把本次重传的数据和上次传输的数据结合起来进行空时解码（步骤410）。对解码后的数据进行判断（步骤403），如果解码结果仍然不正确，则执行步骤404和405，得到新的 k 值，如果 $k=2$ ，则发送端根据信道的状况对重传的数据进行排序（步骤411），重新排序的原则是传输原始数据时信道条件

15 较差的数据流这次被分配到较好的信道上，而信道条件较好的数据流这次被分配到较差的信道上。然后进行传输（步骤412）。接收端将接收的数据和上次空时分组解码后的数据进行合并（步骤413）。判断最终得到的数据是否正确（步骤403），如果数据不能正确接收且重传次数没有超值，则进行第三次重传。发送端再次根据信道的情况选择不同

20 的天线组合（步骤414），不同的组合分别进行空时分组编码（步骤415），然后传输编码后的数据（步骤416）。在接收端，将此次传输的数据和上次传输的数据结合进行空时分组解码，解码的结果和上次空时分组解码的结果进行合并（步骤417）。如果还不能得到正确的数据（步骤403），则重复上述过程直到数据接收正确或重传次数达到规定的

25 的次数为止（步骤406）。

图5为本发明的第二实施例的系统结构图。

图3给出的MIMO系统为单数据检测模式，即各天线上的数据是统一进行CRC编码，重传时所有数据全部重传。图5给出的是MIMO系统中的多数据检测模式，即每个天线上的数据单独进行CRC编码，如果单个

30 天线上的数据出错了，则重传时只重传该天线上的数据，这样减少了

重传的数据量，提高了信息传输的效率。

图5中，原始数据经过串并变换器501后形成了多个并行的数据子流，每个数据子流单独地在CRC编码器502中进行CRC编码。如果在接收端检测出某些天线上数据传输错误，则重传时数据进入重传数据处理单元505。如果是一个天线上的数据错误，则重传控制器509根据重传的
5 次数控制数据子流进入天线选择单元510，天线选择单元根据反馈的信道信息选择出信道性能最好的天线并将出错的数据放在该天线上进行传输，其它天线传输新数据。如果是两个天线上的数据出错，则重传控制器509控制数据子流进入分组选择单元511，由于两根天线无需
10 分组，因此直接对这两根天线上的数据在空时分组编码器512进行空时分组编码，然后将编码后的数据在相应的天线上进行发送，其它的天线传输新的数据，不需进行分组选择和空时编码。如果有两个以上的天线的数据出错，则重传控制单元509控制数据子流进入分组选择单元
15 511，和单数据检测模式一样，分组是根据信道条件来进行的。每组中天线的个数根据采用的空时编码方法来定。然后对各组数据在空时编码器512中进行空时编码，编码后的数据在相应的天线上进行发送，没有出错的天线传输新的数据，不需进行分组选择和空时编码。在接收端，结合重传的数据和原始数据进行空时解码。

假设第一次传输时第一根和第四根天线上的数据出错，则接收端
20 将重传的信息和信道信息反馈给发送端，发送端需要重传这两根天线上的数据。根据接收端反馈的重传信息，重传控制单元控制数据子流进入分组选择器，两根天线出错的情况下无需分组，因此，天线1和天线4的数据s1、s4进入空时分组编码器512中进行空时分组编码，而天线2和天线3上接收新的传输数据，不进行空时编码。s1、s4空时编码

25 结果为 $\begin{bmatrix} s1 & -s4^* \\ s4 & s1^* \end{bmatrix}$ ，则 $-s4^*$ 、 $s1^*$ 分别被放在第一根天线和第四根天线上

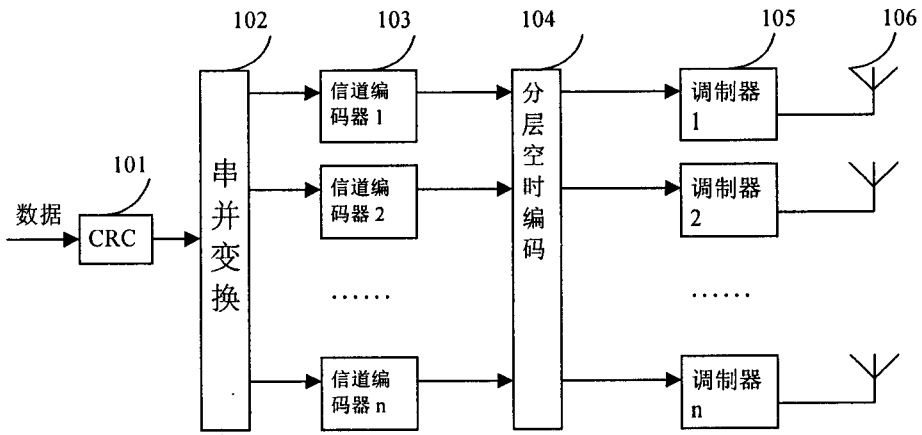
进行传输。接收端接收到这两根天线上重传的数据后和原始数据结合在一起进行空时分组解码。如果此次四根天线上的数据都正确接收，则接收端发送数据正确接收的信息，发送端继续发送新的数据。如果四根天线中还有数据不能正确接收，则接收端发送否定的确认信息，

发送端则按照上面的过程继续重传数据。

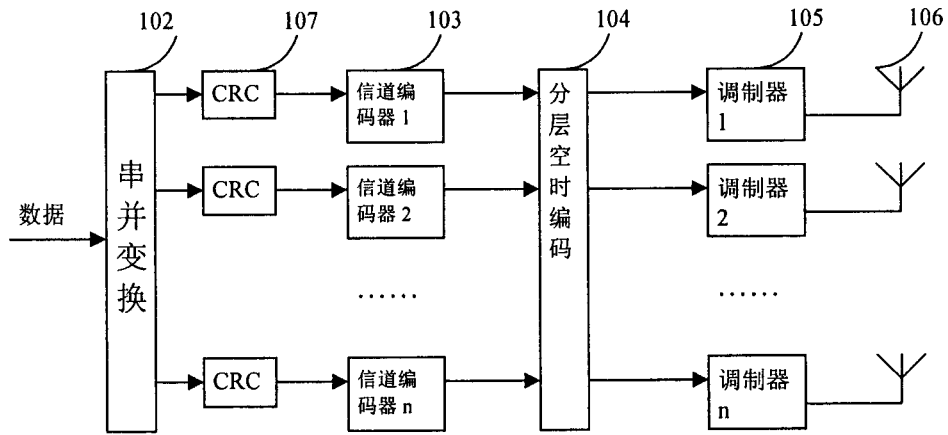
图6为本发明的第二实施例的流程图。

过程开始后（步骤601），发送端发送新的数据（步骤602），接收端接收到发送端发送的数据（步骤603），解码后判断接收的数据是否
5 出错（步骤604），如果没有出错，则通知接收端传输新的数据。如果有某些天线上的数据出错，则接收端通知发送端重传的信息和信道的信息（步骤605）。如果是一根天线上的数据出错（步骤606），则发送端根据反馈的信道信息，选择一个信道最好的天线重传出错的数据（步骤607），而其它的天线上则传输新的数据。在接收端将重传的数据和
10 原始的数据合并解码。如果是两个天线上的数据出错（步骤609），则发送端对这两根天线上的数据进行空时分组编码，然后将编码后的数据在相应的天线上进行发送（步骤610），其它的天线传输新的数据。在接收端将接收的这两个数据子流结合原始数据进行空时解码（步骤611）。如果有两个以上的天线的数据出错，则发送端重传这些数据时，
15 和单数据检测模式一样先根据信道条件将其分组（步骤612）。每组中天线的个数根据采用的空时编码方法来定。然后对各组数据进行空时编码，编码后的数据在相应的天线上进行发送（步骤613）。在接收端，结合重传的数据和原始数据进行空时解码（步骤614）。

尽管以上已经结合本发明的优选实施例示出了本发明，但是本领域
20 的技术人员将会理解，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以对本发明进行各种修改、替换和改变。因此，本发明不应由上述实施例来限定，而应由所附权利要求及其等价物来限定。



(a)



(b)

信道编码器 1 的输出, a5, a4, a3, a2, a1
信道编码器 2 的输出, b5, b4, b3, b2, b1
信道编码器 3 的输出, c5, c4, c3, c2, c1

(c)

信道编码器 1 的输出, b4, a4, c1, b1, a1
信道编码器 2 的输出, b5, a5, c2, b2, a2
信道编码器 3 的输出, b6, a6, c3, b3, a3

(d)

信道编码器 1 的输出, a5, a4, a3, a2, a1
信道编码器 2 的输出, b5, b4, b3, b2, b1
信道编码器 3 的输出, c5, c4, c3, c2, c1

(e)

图 1

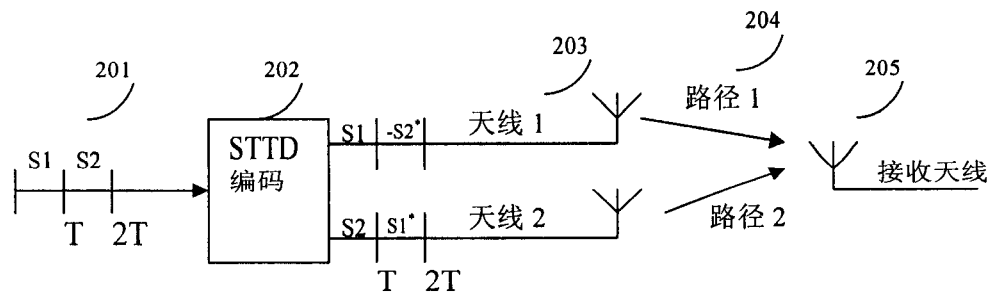


图 2

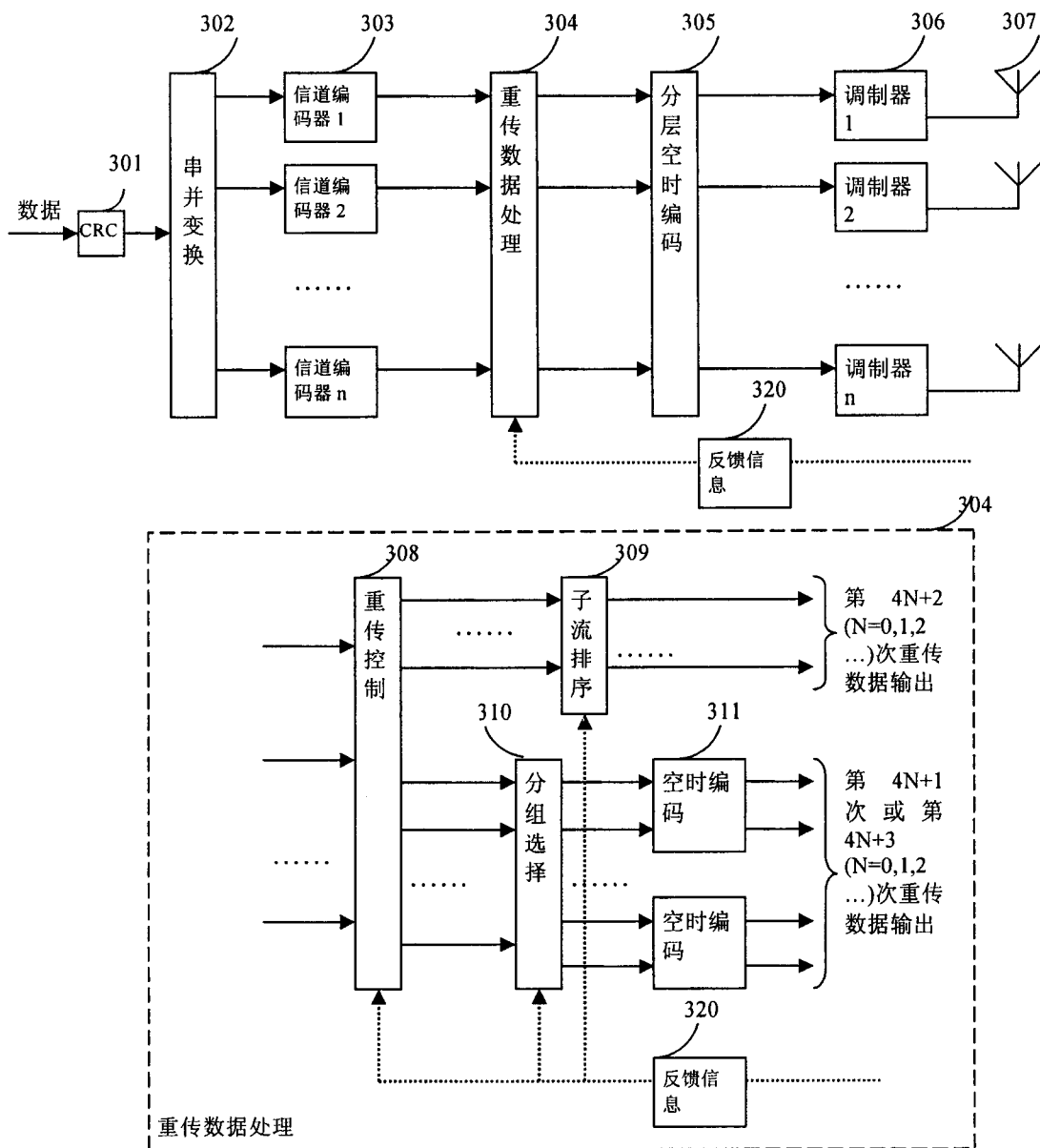


图 3

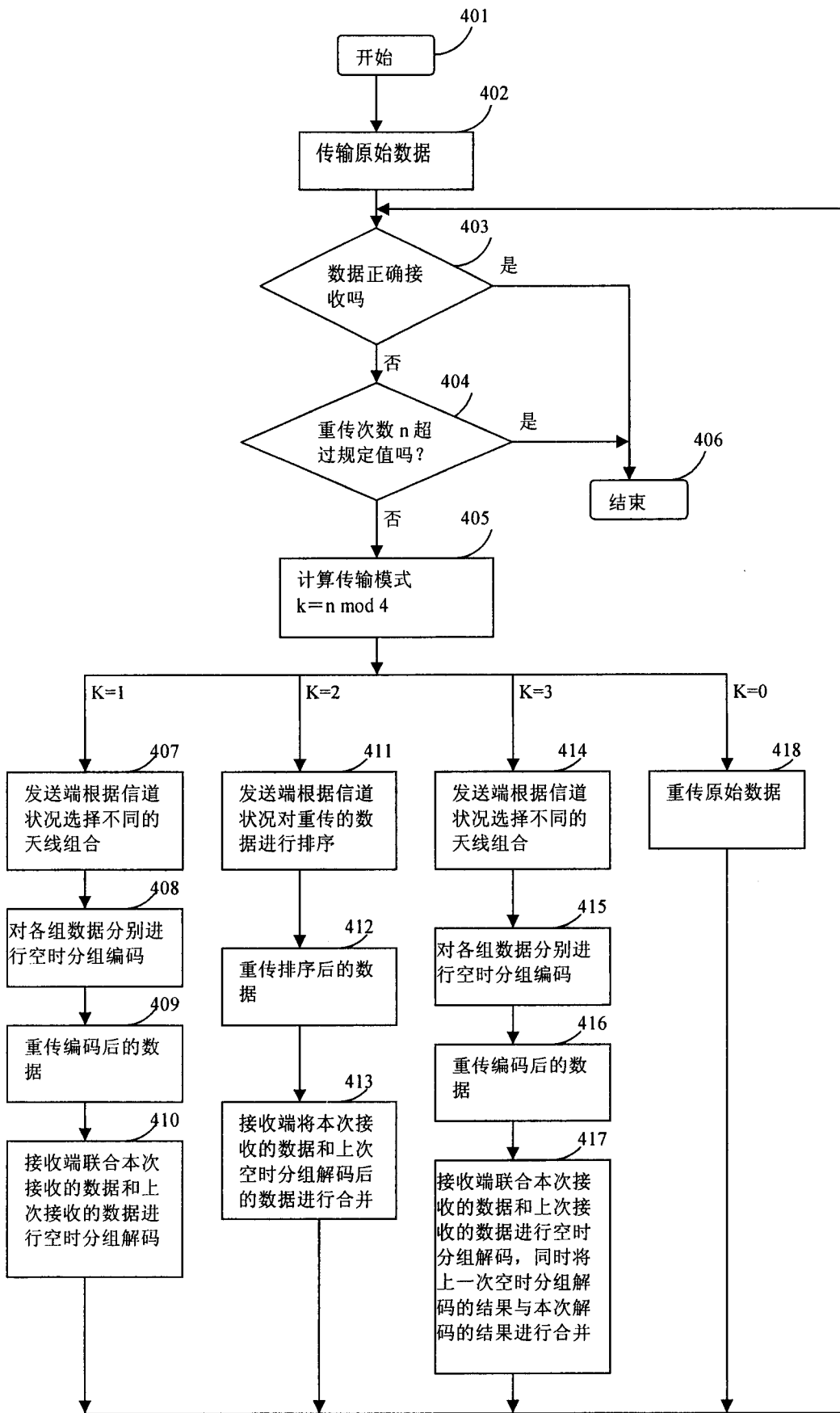


图 4

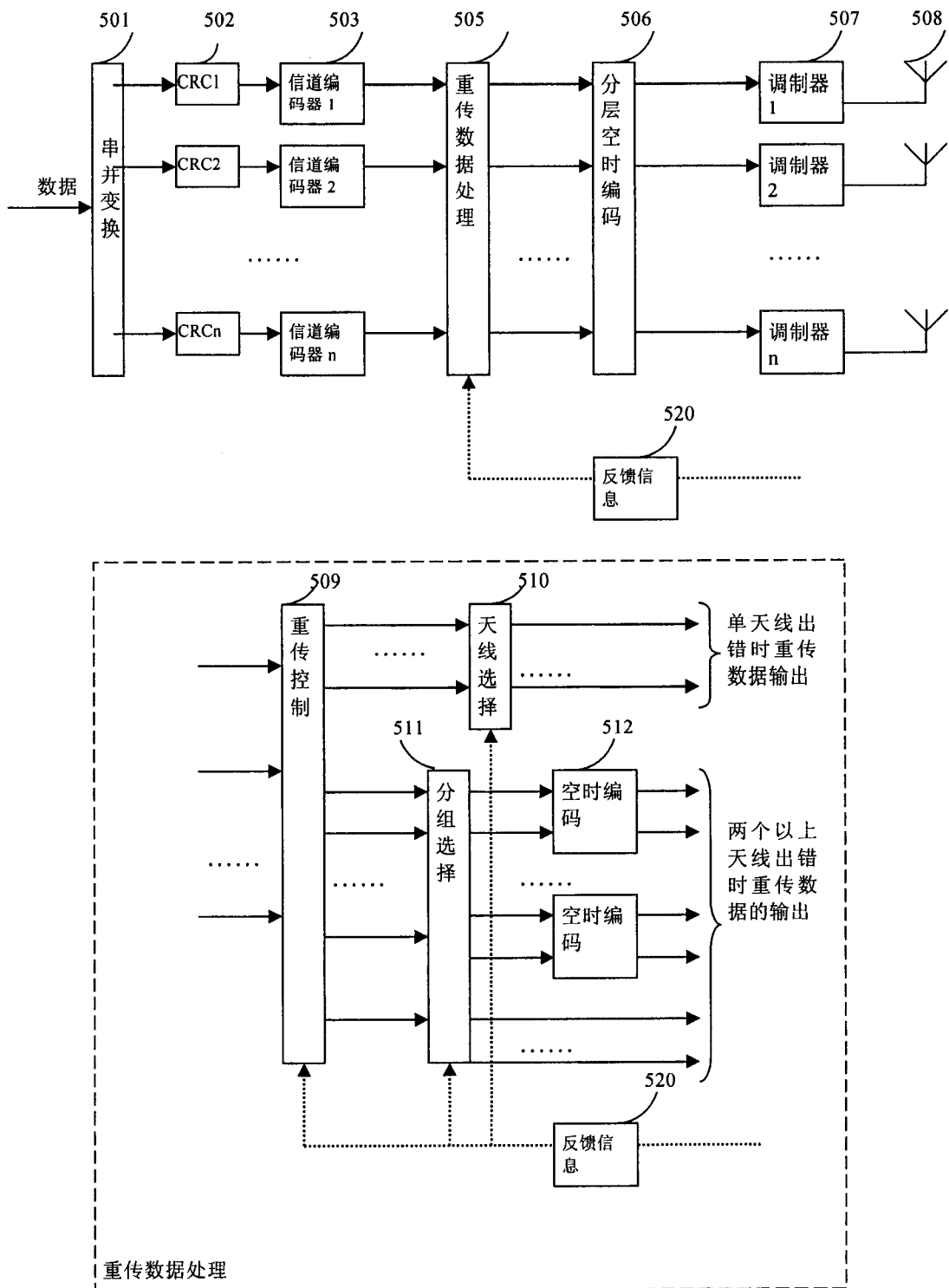


图 5

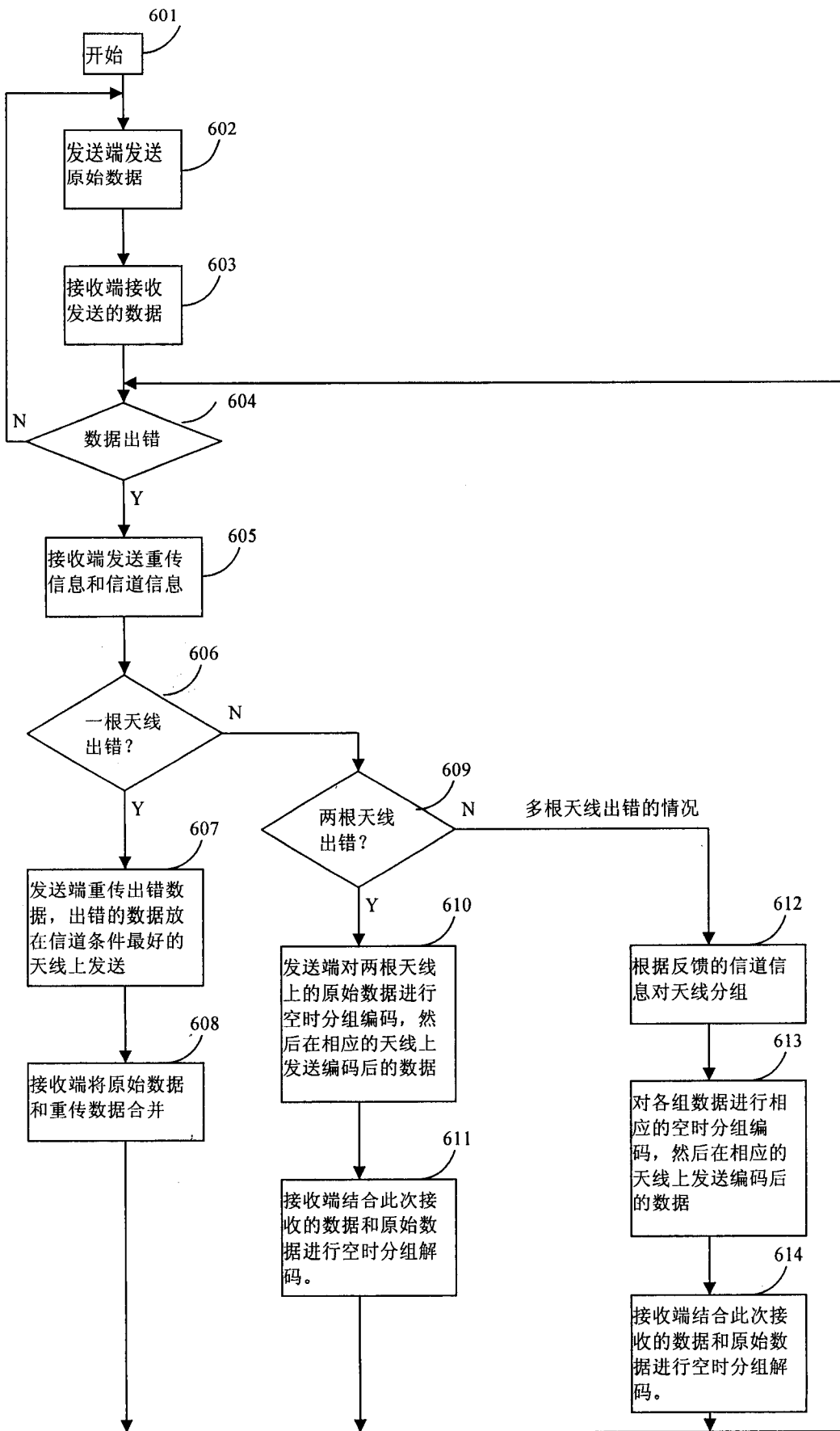


图 6