



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106301589 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201510247479.3

(22)申请日 2015.05.15

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106301589 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(73)专利权人 中兴通讯股份有限公司  
地址 518057 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法务部

(72)发明人 费爱梅

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 许静 安利霞

(51)Int.Cl.

H04B 10/556(2013.01)

(56)对比文件

CN 103259613 A,2013.08.21,  
CN 1926797 A,2007.03.07,  
CN 102088317 A,2011.06.08,  
US 2010254492 A1,2010.10.07,  
US 2014281832 A1,2014.09.18,  
林华明等.QAM盲相位估计算法的相位模糊研究.《通信技术》.2008,第41卷(第2期),  
Andre Fonseca dos Santos et al.Blind Turbo Channel Estimation of QAM Signals Exploiting Code Constraints.《IEEE GLOBECOM 2008 - 2008 IEEE Global Telecommunications Conference》.2008,

审查员 谢丽莹

权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法及装置

(57)摘要

本发明提供一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法及装置。相位模糊处理方法,包括:对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,接收信号包含多个第一信号;对第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;对第一校验结果进行判断,得到接收信号是否发生相位模糊的判断结果;当判断结果表明接收信号发生相位模糊,获取接收信号中的至少一第一信号;将第一信号进行相位旋转得到第二信号;将第二信号再次进行校验分析,校验结果正常,存储第二信号,使得第二信号替代第一信号用于解码处理。对QAM信号进行校验判断,得到其有相位模糊时,对其进行纠错,以此降低QAM信号差分解码的出错率,降低系统开销,提高系统性能。



1. 一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法,其特征在于,包括:

对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,所述接收信号中包含多个第一信号;

对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;

对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果;

当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号;

将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号,包括:将所述第一信号的X偏振态或Y偏振态上的符号进行相位旋转得到第二信号;其中,所述第二信号与所述第一信号相比,相位变化为 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ ;

将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常,则存储所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

2. 根据权利要求1所述的相位模糊处理方法,其特征在于,所述对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果的步骤包括:

获取每一个所述第一信号对应的第一比特信息中的信号比特位和校验比特位;

将所述信号比特位进行异或处理,得到第一处理结果;

将所述第一处理结果与所述校验比特位进行比较,获取比较结果;

当所述第一处理结果与所述校验比特位一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验正常;当所述第一处理结果与所述校验比特位不一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验异常;

每一个所述第一信号的比较结果共同构成所述第一校验结果。

3. 根据权利要求1所述的相位模糊处理方法,其特征在于,所述对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果的步骤具体为:

对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

若所述第一校验结果中所述第一信号连续校验异常的个数超过第一预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

所述当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号的步骤具体为:

当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取连续异常发生的首个第一信号以及首个第一信号后面的所有第一信号。

4. 根据权利要求1所述的相位模糊处理方法,其特征在于,所述对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果的步骤具体为:

对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

若所述第一校验结果中所述第一信号校验异常的总数超过第二预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

所述当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号的步骤具体为:

当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取接收信号中的所有第一信号。

5. 根据权利要求1所述的相位模糊处理方法,其特征在于,将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常则记录所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理的步骤包括:

对所述第二信号中的符号进行判决,映射得到第二比特信息;

将所述第二比特信息进行校验分析,生成第二校验结果;

当第二校验结果表明所述第二信号校验正常时,则将所述第二信号进行存储,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

6. 根据权利要求5所述的相位模糊处理方法,其特征在于,所述方法还包括:

当第二校验结果表明所述第二信号校验异常时,则对所述第二信号进行次近重判决得到第三信号,并存储所述第三信号,使得所述第三信号替代所述第二信号用于解码处理。

7. 根据权利要求1所述的相位模糊处理方法,其特征在于,所述方法还包括:

当所述判断结果表明所述接收信号未发生相位模糊时,存储所述接收信号中校验正常的第一信号,将所述接收信号中校验正常的第一信号用于解码处理;

对所述接收信号中校验异常的第一信号进行次近重判决得到第四信号,并存储所述第四信号,使得所述第四信号替代所述第一信号用于解码处理。

8. 一种正交振幅调制信号的相位模糊处理装置,其特征在于,包括:

判决模块,用于对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,所述接收信号中包含多个第一信号;

第一校验模块,用于对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;

校验结果判断模块,用于对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果;

第一获取模块,用于当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号;

相位旋转模块,用于将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号;所述相位旋转模块具体为:将所述第一信号的X偏振态或Y偏振态上的符号进行相位旋转得到第二信号;其中,所述第二信号与所述第一信号相比,相位变化为 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ ;

第二校验模块,用于将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常,则存储所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

9. 根据权利要求8所述的相位模糊处理装置,其特征在于,所述校验结果判断模块具体为:

对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

若所述第一校验结果中所述第一信号连续校验异常的个数超过第一预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

所述第一获取模块具体为:

当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取连续异常发生的首个第一信号以及首个第一信号后面的所有第一信号。

10. 根据权利要求8所述的相位模糊处理装置,其特征在于,所述校验结果判断模块具体为:

对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

若所述第一校验结果中所述第一信号校验异常的总数超过第二预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

所述第一获取模块具体为:

当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取接收信号中的所有第一信号。

11. 根据权利要求8所述的相位模糊处理装置,其特征在于,所述第二校验模块包括:

判决单元,用于对所述第二信号中的符号进行判决,映射得到第二比特信息;

校验单元,用于将所述第二比特信息进行校验分析,生成第二校验结果;

存储单元,用于当第二校验结果表明所述第二信号校验正常时,则将所述第二信号进行存储,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

## 一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光通信技术领域,特别涉及一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法及装置。

### 背景技术

[0002] 在高速率通信系统中,采用相位调制时会存在相位模糊的问题,目前解决的方法有几种:一种是应用于绝对相位检测系统中的训练序列法,也就是通过已知相位的训练序列检测出相位模糊角度,然后对临近信号作相应纠正;这种方法能很好的解决相位模糊问题,但这种方法会增加系统开销;另一种是采用相位差分调制来纠正相位模糊问题,但相对训练序列法有性能下降。

[0003] 在基于对偏振复用(如PM-MQAM,Polarization Multiplexed M-state Quadrature Amplitude Modulation)进行分割的四维调制格式,如SP-QAM(Set-partitioning Quadrature Amplitude Modulation,所述QAM即正交振幅调制,如32-SP-QAM、128-SP-QAM)。该码型是将组成该信号的N比特分成两部分,一个是组成SP-QAM信号n,另一个子集是校验位。这样,SP-QAM信号每个符号承载n比特有效信息,最小欧式距离比PM-MQAM有所提高。以128-SP-QAM为例,一共8比特,其中7比特信号,如图1所示,d1~d7为有效信息。图2、图3和图4说明了此种方法实现了X偏振态和Y偏振态的关联,比如当有效信号为1101011时,最后一位就只能根据奇校验或者偶校验为0或1,比如采用偶校验的话只能为1。

[0004] 收端的判决算法步骤一般为:

[0005] 1、将X、Y偏振态上符号进行判决,通过映射得到比特信息,将比特信息进行校验分析,保留符合校验的数据;

[0006] 2、将不符合的符号X、Y重新进行次近的判决域判决,同时记录原始符号距离该判决点的距离,比较X、Y的距离短,更新短的数据;

[0007] 3、误码比较;

[0008] 误码比较前,需要进行相位模糊问题,基于训练序列的方法如果在SP-QAM系统中置于校验解码前完成,则可避免相位模糊引起的奇偶校验误判问题,但该方法缺点是训练序列会增加系统开销。

[0009] 对于采用相位差分的SP-QAM系统,如果差分解码在SP-QAM校验纠错前完成,同样可以避免系统中相位模糊引起的奇偶校验误判问题,但会造成系统性能下降;如果将差分解码置于校验纠错之后,则相位模糊引起的校验误判会导致连续误码很大。

### 发明内容

[0010] 本发明要解决的技术问题是提供一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法及装置,用以解决现有的正交振幅调制信号在进行相位模糊纠正的方法,会造成系统开销增大,功耗较大,不利于节约成本的问题。

[0011] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供一种正交振幅调制信号的相位模糊处

理方法,包括:

[0012] 对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,所述接收信号中包含多个第一信号;

[0013] 对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;

[0014] 对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果;

[0015] 当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号;

[0016] 将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号;

[0017] 将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常,则存储所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0018] 进一步地,所述对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果的步骤包括:

[0019] 获取每一个所述第一信号对应的第一比特信息中的信号比特位和校验比特位;

[0020] 将所述信号比特位进行异或处理,得到第一处理结果;

[0021] 将所述第一处理结果与所述校验比特位进行比较,获取所述比较结果;

[0022] 当所述第一处理结果与所述校验比特位一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验正常;当所述第一处理结果与所述校验比特位不一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验异常;

[0023] 每一个所述第一信号的比较结果共同构成所述第一校验结果。

[0024] 进一步地,所述对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果的步骤具体为:

[0025] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0026] 若所述第一校验结果中所述第一信号连续校验异常的个数超过第一预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0027] 所述当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号的步骤具体为:

[0028] 当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取连续异常发生的首个第一信号以及首个第一信号后面的所有第一信号。

[0029] 进一步地,所述对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果的步骤具体为:

[0030] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0031] 若所述第一校验结果中所述第一信号校验异常的总数超过第二预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0032] 所述当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号的步骤具体为:

[0033] 当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取接收信号中的所有第一

信号。

[0034] 进一步地,所述将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号的步骤具体为:

[0035] 将所述第一信号的X偏振态或Y偏振态上的符号进行相位旋转得到第二信号;其中,

[0036] 所述第二信号与所述第一信号相比,相位变化为 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ 。

[0037] 进一步地,将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常则记录所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理的步骤包括:

[0038] 对所述第二信号中的符号进行判决,映射得到第二比特信息;

[0039] 将所述第二比特信息进行校验分析,生成第二校验结果;

[0040] 当第二校验结果表明所述第二信号校验正常时,则将所述第二信号进行存储,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0041] 进一步地,所述相位模糊处理方法还包括:

[0042] 当第二校验结果表明所述第二信号校验异常时,则对所述第二信号进行次近重判决得到第三信号,并存储所述第三信号,使得所述第三信号替代所述第二信号用于解码处理。

[0043] 进一步地,所述相位模糊处理方法还包括:

[0044] 当所述判断结果表明所述接收信号未发生相位模糊时,存储所述接收信号中校验正常的第一信号,将所述接收信号中校验正常的第一信号用于解码处理;

[0045] 对所述接收信号中校验异常的第一信号进行次近重判决得到第四信号,并存储所述第四信号,使得所述第四信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0046] 本发明实施例还提供一种正交振幅调制信号的相位模糊处理装置,包括:

[0047] 判决模块,用于对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,所述接收信号中包含多个第一信号;

[0048] 第一校验模块,用于对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;

[0049] 校验结果判断模块,用于对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果;

[0050] 第一获取模块,用于当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号;

[0051] 相位旋转模块,用于将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号;

[0052] 第二校验模块,用于将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常,则存储所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0053] 进一步地,所述校验结果判断模块具体为:

[0054] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0055] 若所述第一校验结果中所述第一信号连续校验异常的个数超过第一预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0056] 所述第一获取模块具体为:

[0057] 当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取连续异常发生的首个第一信号以及首个第一信号后面的所有第一信号。

- [0058] 进一步地,所述校验结果判断模块具体为:
- [0059] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;
- [0060] 若所述第一校验结果中所述第一信号校验异常的总数超过第二预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;
- [0061] 所述第一获取模块具体为:
- [0062] 当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取接收信号中的所有第一信号。
- [0063] 进一步地,所述相位旋转模块具体为:
- [0064] 将所述第一信号的X偏振态或Y偏振态上的符号进行相位旋转得到第二信号;其中,
- [0065] 所述第二信号与所述第一信号相比,相位变化为 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ 。
- [0066] 进一步地,所述第二校验模块包括:
- [0067] 判决单元,用于对所述第二信号中的符号进行判决,映射得到第二比特信息;
- [0068] 校验单元,用于将所述第二比特信息进行校验分析,生成第二校验结果;
- [0069] 存储单元,用于当第二校验结果表明所述第二信号校验正常时,则将所述第二信号进行存储,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。
- [0070] 本发明的有益效果是:
- [0071] 上述方案,通过对正交振幅调制QAM信号进行校验判断,在得到所述QAM信号的校验出错是由相位模糊引起时,利用相位旋转方式对所述QAM信号进行纠错处理,此种方式,有效降低了对QAM信号差分解码的出错率,同时,此种方式,还降低了系统开销,提高了系统性能。

## 附图说明

- [0072] 图1表示128-SP-QAM信号产生过程示意图;
- [0073] 图2表示16QAM信号的格雷映射示意图;
- [0074] 图3表示基于16QAM信号的格雷映射的X轴信号示意图;
- [0075] 图4表示基于16QAM信号的格雷映射的Y轴信号示意图;
- [0076] 图5表示本发明实施例的所述相位模糊处理方法的总体流程图;
- [0077] 图6表示64-SP-QAM信号的产生过程示意图;
- [0078] 图7表示32-SP-QAM (PM-8QAM基础上产生) 信号的产生过程示意图;
- [0079] 图8表示32-SP-QAM (PM-16QAM基础上产生) 信号的产生过程示意图;
- [0080] 图9表示本发明实施例的所述步骤120的详细流程图;
- [0081] 图10表示本发明实施例的所述相位模糊处理方法的详细流程图;
- [0082] 图11表示128-SP-QAM信号的X偏振态异常情况示意图;
- [0083] 图12表示本发明实施例的所述相位模糊处理装置的模块示意图。

## 具体实施方式

- [0084] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例对



本发明进行详细描述。

[0085] 本发明针对现有的正交振幅调制信号在进行相位模糊纠正时,会造成系统开销增大,功耗较大,不利于节约成本的问题,如图5所示,本发明实施例提供一种正交振幅调制信号的相位模糊处理方法,包括:

[0086] 步骤110,对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,所述接收信号中包含多个第一信号;

[0087] 步骤120,对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;

[0088] 步骤130,对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果;

[0089] 步骤140,当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号;

[0090] 步骤150,将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号;

[0091] 步骤160,将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常,则存储所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0092] 上述方案,通过对正交振幅调制QAM信号进行校验判断,在得到所述QAM信号的校验出错是由相位模糊引起时,利用相位旋转方式对所述QAM信号进行纠错处理,此种方式,有效降低了对QAM信号差分解码的出错率,同时,此种方式,还降低了系统开销,提高了系统性能。

[0093] 应当说明的是,不同QAM信号的形成方式也是不同的,例如:64-SP-QAM信号产生过程如图6所示,其X偏振态符号由d1~d3有效信息和d1~d3的异或信息构成,其Y偏振态符号由d5~d7有效信息和d5~d7的异或信息构成;32-SP-QAM(在PM-8QAM基础上产生)信号产生过程如图7所示,其X偏振态符号由d1~d3有效信息构成,其Y偏振态符号由d4~d5有效信息和d1~d5的异或信息构成;32-SP-QAM(PM-16QAM基础上产生)信号产生过程如图8所示,其X偏振态符号由d1~d3有效信息和d1~d3的异或信息构成,其Y偏振态符号由d5~d6有效信息、d5~d6的异或信息以及d1~d3有效信息、d5~d6有效信息、d1~d3的异或信息和d5~d6的异或信息上述四者的异或信息构成。

[0094] QAM信号的接收端在接收到QAM信号时,也获得了所述QAM信号的产生方式,针对不同的QAM信号产生方式,所述接收端采取对应的符号判决方式,应当说明的是,所述步骤110中由接收信号获取得到比特信息的方式为本领域技术人员所熟知的,在此不再进行详细的说明。

[0095] 本发明实施例中,如图9所示,所述步骤120的一种实现方式为:

[0096] 步骤121,获取每一个所述第一信号对应的第一比特信息中的信号比特位和校验比特位;

[0097] 步骤122,将所述信号比特位进行异或处理,得到第一处理结果;

[0098] 步骤123,将所述第一处理结果与所述校验比特位进行比较,获取所述比较结果;

[0099] 当所述第一处理结果与所述校验比特位一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验正常;当所述第一处理结果与所述校验比特位不一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验异常;

[0100] 每一个所述第一信号的比较结果共同构成所述第一校验结果。

[0101] 所述步骤120说明的是,将接收信号中的每一个第一信号(即QAM信号)分别进行校验(进行奇校验或者是偶校验),应当说明的是,所述QAM信号采用怎样的生成方式,此处在进行校验时也采用相对应的校验方式,当接收信号为图1所示的128-SP-QAM信号或图7所示的在PM-8QAM基础上产生的32-SP-QAM信号时,需要对所述QAM信号的X偏振态和Y偏振态上的比特信息进行整体校验,得到校验结果,并将校验结果按照QAM信号的接收顺序一一对应存储,以供后续使用;当接收信号为图6所示的64-SP-QAM信号或图8所示的在PM-16QAM基础上产生的32-SP-QAM信号时,需要对每个QAM信号的X偏振态和Y偏振态上的比特信息分别进行校验,然后将X偏振态校验结果按照QAM信号的接收顺序一一对应存储,将Y偏振态校验结果按照QAM信号的接收顺序一一对应存储,以供后续使用。

[0102] 在得到所述校验结果后,便需要对所述校验结果进行分析,判断校验出错是否是由相位模糊引起,因此,本发明实施例中所述步骤130的第一种实现方式为:

[0103] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0104] 若所述第一校验结果中所述第一信号连续校验异常的个数超过第一预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0105] 针对于所述第一种实现方式,所述步骤140的实现方式为:当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取连续异常发生的首个第一信号以及首个第一信号后面的所有第一信号。

[0106] 本发明实施例中所述步骤130的第二种实现方式为:

[0107] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0108] 若所述第一校验结果中所述第一信号校验异常的总数超过第二预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0109] 针对于所述第二种实现方式,所述步骤140的实现方式为:当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取接收信号中的所有第一信号。

[0110] 应当说明的是,上述两种实现方式,均可以用来进行相位模糊的判断,具体使用哪种方式实现可以根据实际应用情况进行选择。

[0111] 在得到所述接收信号发生了相位模糊时,便需要进行所述接收信号的纠正,在获取得到所述需要纠正的QAM信号后,所述步骤150的具体实现方式为:

[0112] 将所述第一信号的X偏振态或Y偏振态上的符号进行相位旋转得到第二信号;其中,

[0113] 所述第二信号与所述第一信号相比,相位变化为 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ 。

[0114] 这里应当说明的是,针对不同的QAM信号生成方式,采用的纠正方式也是不相同的,当接收信号为图1所示的128-SP-QAM信号或图7所示的在PM-8QAM基础上产生的32-SP-QAM信号时,当出现相位模糊的情况时,对所述QAM信号的X偏振态或Y偏振态的信号进行相位正向旋转90度或逆向旋转90度;而当接收信号为图6所示的64-SP-QAM信号或图8所示的在PM-16QAM基础上产生的32-SP-QAM信号时,当出现相位模糊时,需要获知具体是哪个相位出现了模糊,如果为X偏振态出现了相位模糊,则需要进行QAM信号的X偏振态上符号的相位正向旋转90度或逆向旋转90度,但是当QAM信号的X偏振态和Y偏振态均出现相位模糊时,则

需要将QAM信号的X偏振态和Y偏振态上的符号的相位分别正向旋转90度或逆向旋转90度。

[0115] 在进行相位旋转后,需要进行第二信号的再次分析,以得到第一信号进行相位旋转后得到的第二信号是否正确,因此,本发明另一实施例中,所述步骤160具体包括:

[0116] 对所述第二信号中的符号进行判决,映射得到第二比特信息;

[0117] 将所述第二比特信息进行校验分析,生成第二校验结果;

[0118] 当第二校验结果表明所述第二信号校验正常时,则将所述第二信号进行存储,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0119] 应当说明的是,将进行相位旋转得到的第二信号再次进行校验分析,此校验分析过程与所述第一信号的校验分析过程相同,在此不再进行详细的说明;若第二信号校验分析正常,则证明所述第二信号对应的第一信号在进行相位旋转后变回了正常的信号,此第二信号为解码需要的信号,保存所述第二信号以供后续的解码处理;而当所述第二信号校验分析异常,则证明所述第二信号对应的第一信号在进行相位旋转后并未变回正常的信号,因此还需对此第二信号进行再次分析处理,因此,本发明另一实施例中,所述相位模糊处理方法还包括:

[0120] 当第二校验结果表明所述第二信号校验异常时,则对所述第二信号进行次近重判决得到第三信号,并存储所述第三信号,使得所述第三信号替代所述第二信号用于解码处理。

[0121] 应当说明的是,当第二信号校验分析异常,则认为第二信号的校验异常是因为信号在此相位上发生了移位引起的,则需要对第二信号进行次近重判决,找到距离第二信号较近的第三信号,并进行第三信号的存储,此第三信号便为第一信号进行相位模糊处理后的正常的接收信号;需要说明的是,所述次近重判决方式为本领域技术人员所熟知的,在此不再进行详细的说明。

[0122] 应当说明的是,在对接收信号进行是否发生相位模糊的判断时,在得到所述接收信号并未发生相位模糊,但此时所述接收信号中的QAM信号可能并未都处于校验正常的状态,因此本发明另一实施例中,所述相位模糊处理方法还包括:

[0123] 当所述判断结果表明所述接收信号未发生相位模糊时,存储所述接收信号中校验正常的第一信号,将所述接收信号中校验正常的第一信号用于解码处理;

[0124] 对所述接收信号中校验异常的第一信号进行次近重判决得到第四信号,并存储所述第四信号,使得所述第四信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0125] 应当说明的是,对未发生相位模糊的接收信号中的校验正常的QAM信号直接进行存储,对校验异常的QAM信号进行次近重判决,得到判决后的QAM信号,并存储判决后的QAM信号,将此信号作为解码处理的依据。

[0126] 如图10所示,本发明上述过程的详细实现流程为:

[0127] 步骤1、对接收的每一个QAM信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到比特信息;

[0128] 步骤2、将得到的每一个QAM信号的比特信息一一进行校验分析,具体为:将带有信号的比特位进行异或处理,处理结果和校验比特位进行比较,比较一致则认为校验正常,不一致则认为校验异常,并将校验分析结果按照信号接收顺序一一进行记录;

[0129] 步骤3、对记录的校验分析结果进行判断以确定接收的QAM信号是否发生了相位模

糊,判断方法可以分为两种方式,方式一:判断校验分析结果中,连续异常的个数是否超过阈值,如果连续异常的个数超过阈值,则认为发生了相位模糊,否则认为未发生相位模糊;方式二:判断校验分析结果中,总异常的个数是否超过阈值,如果总异常的个数超过阈值,则认为发生了相位模糊,否则认为未发生相位模糊;

[0130] 步骤4、当步骤3中的判断结果为是时,则需要对QAM信号进行相位旋转处理;而本发明中针对不同的校验分析方式,采用的相位旋转处理方式也不同,针对步骤3中的方式一,所述相位旋转处理的方式为:将发生连续异常的那个偏振态的首个异常信号连同后面的所有信号的相位旋转 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ (即正向旋转90度或逆向旋转90度);针对步骤3中的方式二,所述相位旋转处理的方式为:将发生异常的偏振态上的所有QAM信号的相位旋转 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ ;

[0131] 步骤5、将进行相位旋转后的QAM信号重新判决,进行校验分析,并记录校验结果,保存校验正常的比特信息;对于校验异常的QAM信号进行次近重判决,并保存次近重判决后的比特信息;

[0132] 步骤6、当步骤3中的判断结果为否时,对QAM信号的相位不做处理,保存校验正常的比特信息,将校验异常的QAM信号进行次近重判决,并保存次近重判决后的比特信息;

[0133] 步骤7、将记录的比特结果进行差分解码处理。

[0134] 以128-SP-QAM为例,假设校验采用偶校验,如图3和图4所示,当收端接收的信号XY分别为1101和0111时,校验位正常;当如图11所示,如果接收的为1100和0111,则校验位异常,原因可能有两个:一个可能是由于判决误差导致,实际发端发射的是1101,那通过次近判决可纠正;另一个可能是由于X偏振态相位模糊 $\pi/2$ ,也就是说实际信号是00010111,如果仍按是判决误差导致寻找次近判决为11010111,则会导致2个误码产生,如果再进行差分解码,误码加倍。

[0135] 如果将对于采用相位差分的128-SP-QAM系统,在波特率为30Gb/s下且OSNR(Optical Signal Noise Ratio,光信噪比)为23dB时,如果差分解码在SP-QAM校验纠错前完成,同样可以避免系统中相位模糊引起的奇偶校验误判问题,但性能较差,检测的BER(Bit Error Rate,误比特率)大概为 $3e-4$ ;但是如果将差分解码置于校验纠错之后,则相位模糊引起的校验误判连续误码,误码大概为0.2;如果将差分解码置于校验纠错之后,同时采用发明中的方法,性能得到很大提高,误码接近于0。

[0136] 以64-SP-QAM为例,64-SP-QAM是在PM-16QAM的基础上产生的,X、Y偏振态的最后一个比特作为校验位;64-SP-QAM在X、Y偏振态上都可能出现 $\pm\pi/2$ 相位变化,所以两偏振态都需要进行判断是否发生相位变化,并进行修正;当波特为32Gb/s时,在一个偏振态 $\pm\pi/2$ 相位变化时的误码为0.24,两个偏振态下都发生 $\pm\pi/2$ 相位变化时的误码为0.5,依据本发明方法纠正后的误码接近为0;可见当一个偏振态发生 $\pm\pi/2$ 相位变化会导致该偏振态信号出错,两个偏振态都出问题时,则全出错。

[0137] 当32-SP-QAM是在PM-8QAM基础上实现时,将Y偏振态上的最后一个作为校验位,也就是6个比特中的其中一个比特作为校验位,其纠正方法和128-SP-QAM基本一致。

[0138] 当32-SP-QAM是在PM-16QAM基础上实现时,它的产生方法如下:X偏振态的最后一个比特作为X偏振态的校验位,Y偏振态的前两个比特是信息,第三个比特作为Y偏振态的校验位,Y偏振态的最后一个作为整体的一个校验位,其纠正方法与64-SP-QAM基本一致,需要

对X、Y分别纠正。

[0139] 如图12所示,本发明实施例还提供一种正交振幅调制信号的相位模糊处理装置,包括:

[0140] 判决模块210,用于对接收信号的X偏振态和Y偏振态上的符号进行判决,映射得到第一比特信息,所述接收信号中包含多个第一信号;

[0141] 第一校验模块220,用于对所述第一比特信息进行校验分析,生成第一校验结果;

[0142] 校验结果判断模块230,用于对所述第一校验结果进行判断,得到所述接收信号是否发生相位模糊的判断结果;

[0143] 第一获取模块240,用于当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,则获取所述接收信号中的至少一第一信号;

[0144] 相位旋转模块250,用于将所述第一信号进行相位旋转得到第二信号;

[0145] 第二校验模块260,用于将所述第二信号再次进行校验分析,若校验结果正常,则存储所述第二信号,使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。

[0146] 可选地,所述第一校验模块220包括:

[0147] 比特位获取单元,用于获取每一个所述第一信号对应的第一比特信息中的信号比特位和校验比特位;

[0148] 处理单元,用于将所述信号比特位进行异或处理,得到第一处理结果;

[0149] 比较单元,用于将所述第一处理结果与所述校验比特位进行比较,获取所述比较结果;

[0150] 当所述第一处理结果与所述校验比特位一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验正常;当所述第一处理结果与所述校验比特位不一致时,则表明所述第一信号的比较结果为校验异常;

[0151] 每一个所述第一信号的比较结果共同构成所述第一校验结果。

[0152] 可选地,所述校验结果判断模块230的第一种实现方式为:

[0153] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0154] 若所述第一校验结果中所述第一信号连续校验异常的个数超过第一预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0155] 针对于所述第一种实现方式,所述第一获取模块240的实现方式为:当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取连续异常发生的首个第一信号以及首个第一信号后面的所有第一信号。

[0156] 可选地,所述校验结果判断模块230的第二种实现方式为:

[0157] 对所述第一校验结果中每一个所述第一信号的状态进行分析,判断所述第一信号是否处于校验异常状态;

[0158] 若所述第一校验结果中所述第一信号校验异常的总数超过第二预设值,则表明所述接收信号发生了相位模糊;

[0159] 针对于所述第二种实现方式,所述第一获取模块240的实现方式为:当所述判断结果表明所述接收信号发生相位模糊时,获取接收信号中的所有第一信号。

[0160] 具体地,所述相位旋转模块250具体为:

- [0161] 将所述第一信号的X偏振态或Y偏振态上的符号进行相位旋转得到第二信号；其中，
- [0162] 所述第二信号与所述第一信号相比，相位变化为 $\pi/2$ 或 $-\pi/2$ 。
- [0163] 进一步地，所述第二校验模块包括：
- [0164] 判决单元，用于对所述第二信号中的符号进行判决，映射得到第二比特信息；
- [0165] 校验单元，用于将所述第二比特信息进行校验分析，生成第二校验结果；
- [0166] 存储单元，用于当第二校验结果表明所述第二信号校验正常时，则将所述第二信号进行存储，使得所述第二信号替代所述第一信号用于解码处理。
- [0167] 可选地，所述第二校验模块260还包括：
- [0168] 次近重判决单元，用于当第二校验结果表明所述第二信号校验异常时，则对所述第二信号进行次近重判决得到第三信号，并存储所述第三信号，使得所述第三信号替代所述第二信号用于解码处理。
- [0169] 可选地，所述相位模糊处理装置还包括：
- [0170] 第一存储模块，用于当所述判断结果表明接收信号未发生相位模糊时，存储所述接收信号中校验正常的第一信号，将所述接收信号中校验正常的第一信号用于解码处理；
- [0171] 判决存储模块，用于对所述接收信号中校验异常的第一信号进行次近重判决得到第四信号，并存储所述第四信号，使得所述第四信号替代所述第一信号用于解码处理。
- [0172] 应当说明的是，本发明中的实现方式的优势体现在，与训练序列法比较节省了所需额外开销，与校验前解差分法比较提高了系统性能。
- [0173] 以上所述的是本发明的优选实施方式，应当指出对于本技术领域的普通人员来说，在不脱离本发明所述的原理前提下还可以作出若干改进和润饰，这些改进和润饰也在本发明的保护范围内。

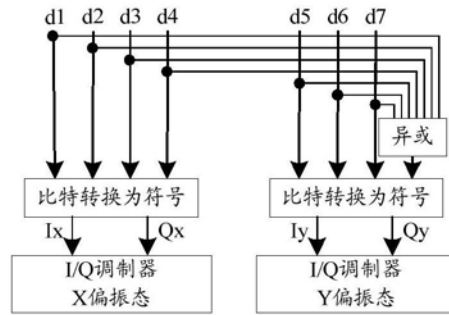
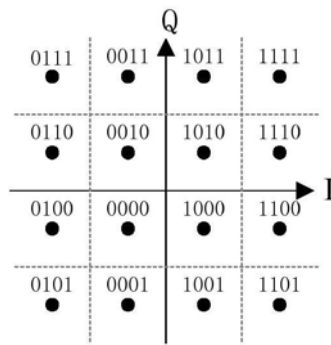
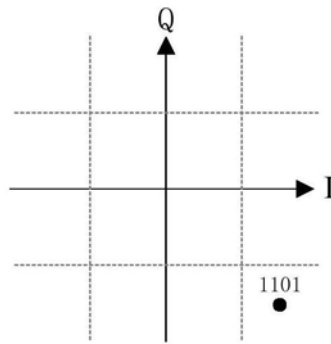


图1



(a) 16QAM的格雷映射

图2



(b) 128-SP-QAM, X轴

图3

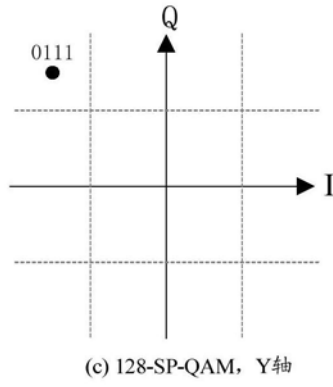


图4



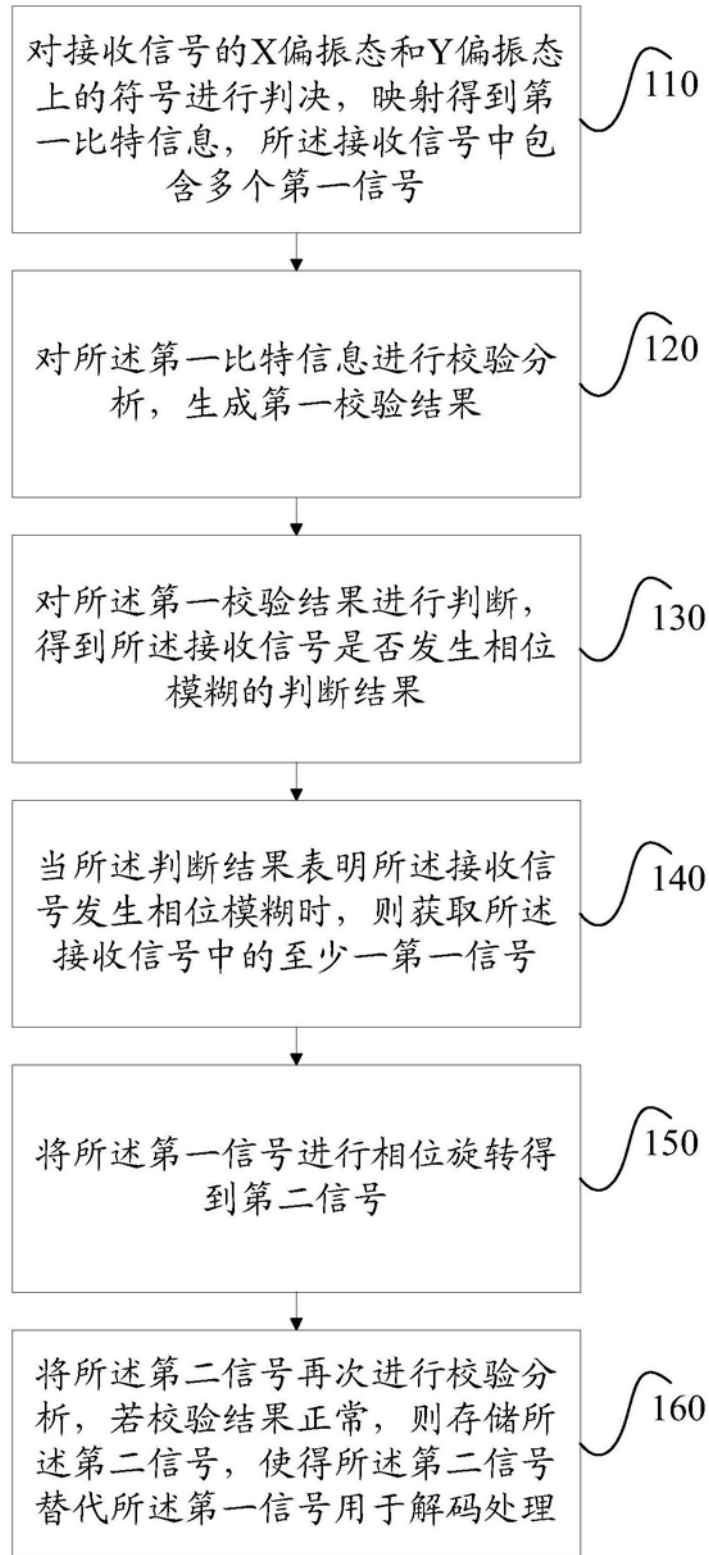


图5

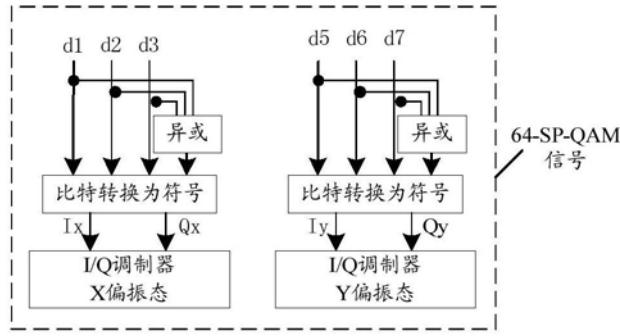


图6

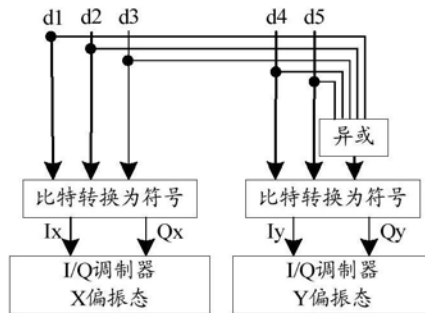


图7

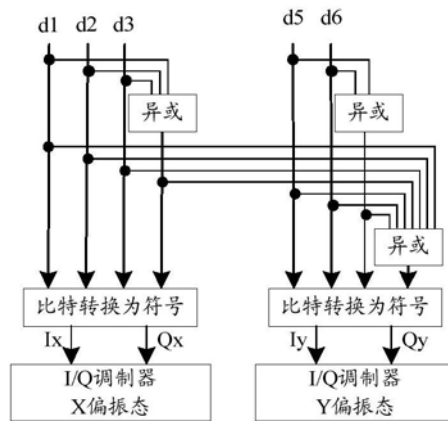


图8

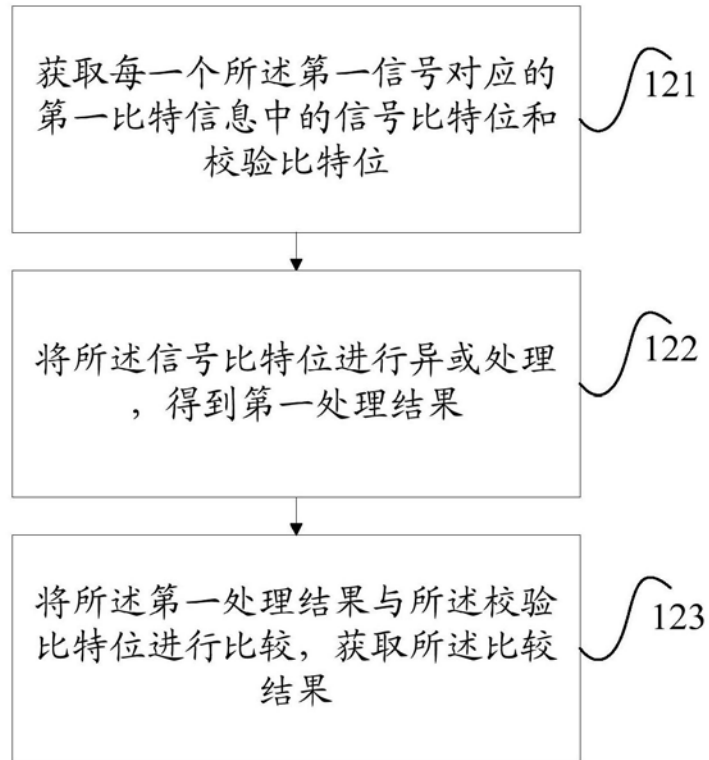


图9

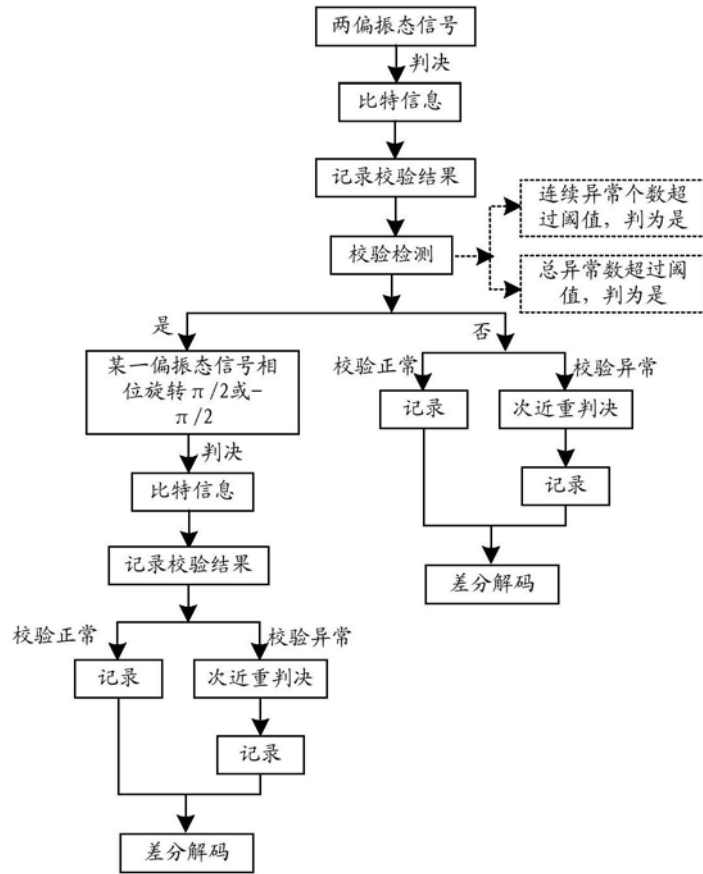


图10

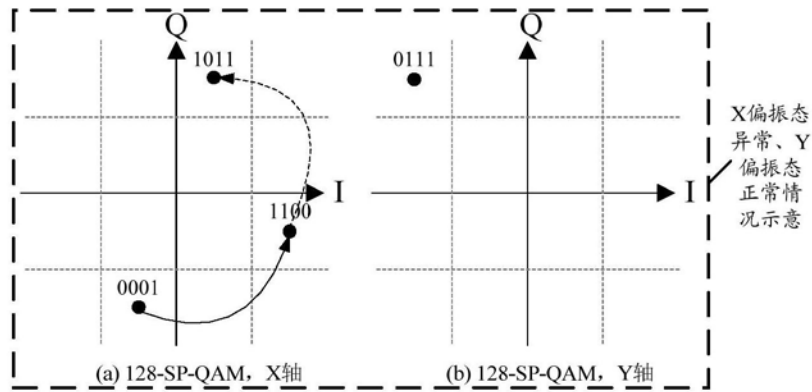


图11

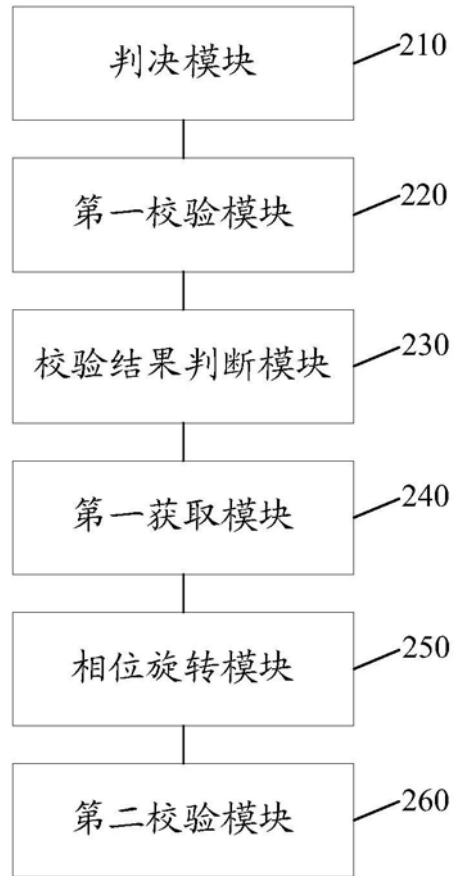


图12