

(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
2013 年 10 月 17 日 (17.10.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/152585 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 1/18 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/083180
- (22) 国际申请日: 2012 年 10 月 19 日 (19.10.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210104821.0 2012 年 4 月 11 日 (11.04.2012) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 侯新宇 (HOU, Xinyu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 常胜 (CHANG, Sheng); 中国广东省深圳市

龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨荣玉 (YANG, Rongyu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 卢广 (LU, Guang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: DATA TRANSMISSION METHOD, DEVICE AND SYSTEM

(54) 发明名称: 数据传输方法、设备及系统

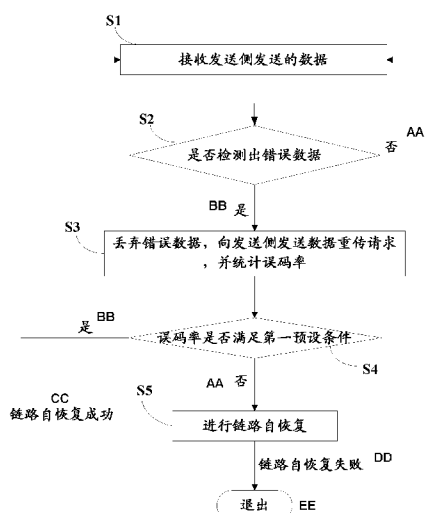


图 1 / Fig. 1

S1 RECEIVING DATA SENT BY A SENDING SIDE
S2 WHETHER ERROR DATA HAS BEEN DETECTED
S3 DISCARDING THE ERROR DATA, SENDING TO THE SENDING SIDE A DATA RETRANSMISSION REQUEST, AND COUNTING THE ERROR RATE
S4 WHETHER THE ERROR RATE MEETS A FIRST PRESET CONDITION
S5 CONDUCTING LINK SELF-RECOVERY
AA NO
BB YES
CC LINK SELF-RECOVERY HAS SUCCEEDED
DD LINK SELF-RECOVERY HAS FAILED
EE EXIT

(57) Abstract: Disclosed are a data transmission method, device and system to increase the reliability of a data link. The abovementioned data transmission method, device and system are used for performing data interaction between a sending side and a receiving side. When having detected error data, the receiving side discards the error data, and sends to the sending side a data retransmission request to ensure the correctness of the received data, thereby increasing the reliability of a data link. In addition, when the receiving side has detected error data and the error rate is greater than a preset error rate threshold, the data link will enter self-recovery, and continues data transmission after recovery has succeeded, thereby making the error rate unlikely to be too high, thus preventing too high a probability of missed detection during check detection (the higher the error rate, the higher the probability of missed detection during check detection), and thereby also increasing the data link reliability.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2013/152585 A1



BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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(条约第 21 条(3))。

本发明实施例公开了数据传输方法、设备及系统，以提高数据链路的可靠性。上述数据传输方法、设备及系统用于发送侧与接收侧进行数据交互。当接收侧检测出错误数据时，将丢弃错误数据，向发送侧发送数据重传请求，以保证接收到的数据的正确性，从而提高了数据链路的可靠性；另外，当接收侧检测出错误数据并且误码率大于预设误码率阈值时，数据链路将进入自恢复，在恢复成功后继续数据传输，从而令误码率不至于过高，进而防止校验检测漏检的机率过高（误码率越高，校验检测漏检的机率就越高），从而亦提高了数据链路的可靠性。

数据传输方法、设备及系统

技术领域

- 5 本发明涉及数据传输技术领域，更具体地说，涉及数据传输方法、设备及系统。

背景技术

- 10 在电子系统中，经常会有两个芯片在上层控制系统的控制下通过数据链路进行数据传输的情况（发送数据的芯片作为发送侧，接收数据的芯片作为接收侧），随着数据传输速度越来越快，对数据链路的可靠性要求也越来越高，如何提高数据链路的可靠性成为一种研究方向。

发明内容

- 15 有鉴于此，本发明实施例目的在于提供数据传输方法、设备及系统，以提高数据链路的可靠性。

为实现上述目的，本发明实施例提供如下技术方案：

根据本发明实施例的一个方面，提供一种数据传输方法，用于与发送侧进行数据交互，所述方法包括：

- 20 S1、接收发送侧发送的数据，所述数据包括重传数据或包含校验位的非重传数据；

S2、对接收到的数据进行校验检测，判断是否检测出错误数据，如果是，转步骤 S3，否则，返回步骤 S1；

- 25 S3、丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据，向发送侧发送数据重传请求，并统计误码率；

S4、判断所述误码率是否满足第一预设条件，如果是，则转步骤 S1，如果否转步骤 S5，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值；

S5、配合所述发送侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链

路自恢复，如链路自恢复成功，返回步骤 S1，如链路自恢复失败，退出；

所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

根据本发明实施例的另一个方面，提供一种数据传输方法，用于与接收侧进行数据交互，所述方法包括：

10 执行第一发送操作；

在接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时，配合所述接收侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，如链路自恢复成功，则继续执行所述第一发送操作，如链路自恢复失败退出；

所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

15 所述第一发送操作包括在未接收到数据重传请求时向接收侧发送包含校验位的非重传数据，以及，在接收到数据重传请求并且未接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时，发送重传数据；所述数据重传请求是所述接收侧在检测出接收到错误数据时发出，所述通知是在接收侧检测出接收到错误数据并且判断出误码率不满足第一预设条件时进行的，所述误码率是在所述接收侧检测出接收到错误数据并丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据时统计的，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值；

25 所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

根据本发明实施例的再一个方面，提供一种数据传输设备，用于与发送侧进行数据交互，所述数据传输设备包括第一接收单元、检验单元、数据重传请求单元、第一自恢复单元，以及第一主控单元；

所述第一主控单元用于：

- 5 指示所述第一接收单元执行第一接收操作，所述第一接收操作包括接收所述发送侧发送的数据，所述数据包括重传数据或包含校验位的非重传数据；

指示所述检验单元对接收到的数据进行校验检测；

- 10 在所述检验单元未检测出错误数据时，指示所述第一接收单元继续执行所述第一接收操作；

或者，在所述检验单元检测出错误数据时：

指示所述数据重传请求单元丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据，向发送侧发送数据重传请求，并统计误码率；

- 15 判断所述误码率是否满足第一预设条件，如果是，指示所述第一接收单元继续执行所述第一接收操作，否则，指示所述第一自恢复单元配合所述发送侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值，所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

- 20 在链路自恢复成功时，指示所述第一接收单元继续执行所述第一接收操作，或者，在链路自恢复失败时指示所有单元退出；

所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

25

根据本发明实施例的再一个方面，提供一种数据传输设备，用于与接收侧进行数据交互，所述数据传输设备包括第一发送单元、第二自恢复单

元，以及第二主控单元；

所述第二主控单元用于：

指示所述第一发送单元执行第一发送操作；

5 在接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时，指示所述第二自恢复单元配合所述接收侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

在链路自恢复成功时，指示所述第一发送单元继续执行所述第一发送操作，或者，在链路自恢复失败时，指示所有单元退出；

10 所述第一发送操作包括在未接收到数据重传请求时向接收侧发送包含校验位的非重传数据，以及，在接收到数据重传请求并且未接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时，发送重传数据；所述数据重传请求是所述接收侧在检测出接收到错误数据时发出，所述通知是在接收侧检测出接收到错误数据并且判断出误码率不满足第一预设条件时进行的，所述误码率是在所述接收侧检测出接收到错误数据并丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据时统计的，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值；

15

所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

20

根据本发明实施例的再一个方面，提供一种数据传输设备，包括发送侧模块和接收侧模块，所述发送侧模块至少包括上述第一发送单元、第二自恢复单元，以及第二主控单元，所述接收模块至少包括上述第一接收单元、检验单元、数据重传请求单元、第一自恢复单元，以及第一主控单元。

25

根据本发明实施例的再一个方面，提供一种数据传输系统，包括发送侧数据传输设备和接收侧数据传输设备，所述发送侧数据传输设备至少包括上述第一发送单元、第二自恢复单元，以及第二主控单元，所述接收侧数据传输设备至少包括上述第一接收单元、检验单元、数据重传请求单元、
5 第一自恢复单元，以及第一主控单元。

根据本发明实施例的再一个方面，提供一种数据传输系统，包括至少一个具有上述发送侧模块和接收侧模块的数据传输设备。

- 10 可见，在本发明实施例中，一方面，发送侧在检测出错误数据时，丢弃错误数据，向发送侧发送数据重传请求，以保证接收到的数据的正确性，从而提高了数据链路的可靠性；另一方面，在误码率大于预设误码率阈值时，数据链路进入自恢复，在恢复成功后继续数据传输，从而令误码率不至于过高，进而防止校验检测漏检的机率过高（误码率越高，校验检测漏
15 检的机率就越高），从而亦提高了数据链路的可靠性。

附图说明

- 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，
20 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明实施例提供的基于接收侧的数据传输方法流程图；

图 2 为本发明实施例提供的基于接收侧的数据传输方法另一流程图；

- 25 图 3 为本发明实施例提供的中断流程图；

图 4 为本发明实施例提供的基于接收侧的数据传输方法又一流程图；

图 5 为本发明实施例提供的错误数据重传示意图；

图 6 为本发明实施例提供的基于接收侧的数据传输方法又一流程图；

图 7 为本发明实施例提供的基于发送侧的数据传输方法流程图；

图 8 为本发明实施例提供的基于发送侧的数据传输方法另一流程图；

5 图 9 为本发明实施例提供的数据传输设备结构示意图；

图 10 为本发明实施例提供的数据传输设备另一结构示意图；

图 11 为本发明实施例提供的数据传输设备又一结构示意图；

图 12 为本发明实施例提供的数据传输设备又一结构示意图；

图 13 为本发明实施例提供的数据传输设备又一结构示意图；

10 图 14 为本发明实施例提供的数据传输设备又一结构示意图；

图 15a 和 15b 为本发明实施例提供的数据传输系统结构示意图；

图 16a 为本发明实施例提供的数据传输设备又一结构示意图；

图 16b 为本发明实施例提供的数据传输设备又一结构示意图；

图 17 为本发明实施例提供的采样窗口宽度扫描示意图。

15

具体实施方式

为了引用和清楚起见，下文中使用的技术名词、简写或缩写总结解释如下：

Cache: 高速缓冲存储器；

20 CRC: Cyclic Redundancy Check, 循环冗余校验；

PRBS: Pseudo-Random Binary Sequence, 伪随机二进制序列；

EQ: equation, 均衡。

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进

行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

5 在电子系统中，两个芯片在上层控制系统的控制下通过数据链路进行数据传输（发送数据的芯片作为发送侧，接收数据的芯片作为接收侧）。随着数据传输速度越来越快，对数据链路的可靠性要求也越来越高，如何提高数据链路的可靠性成为一种研究方向。

10 有鉴于此，本发明实施例公开以下数据传输方法，以提高数据链路的可靠性。

上述传输方法可用于接收侧与发送侧乃至上层控制系统进行数据交互，下面主要以接收侧为主进行介绍。

参见图 1，上述方法至少包括：

15 S1、接收发送侧发送的数据。该数据包括重传数据或包含校验位的非重传数据；

上述校验位可为 CRC 校验位或者其他检验位。本领域技术人员，可根据可靠性要求灵活选择检验方式。在可靠性要求越高的场景，使用能力越强的校验方式，在此不作赘述。

20 S2、对接收到的数据进行校验检测，判断是否检测出错误数据，如果是，转步骤 S3，否则，返回步骤 S1；

需要注意的是，接收侧需要使用与发送侧相同的校验方式对接收数据进行校验。

S3、丢弃错误数据以及后续接收到的非重传数据，向发送侧发送数据重传请求，并统计误码率；

25 步骤 S3 执行后，发送侧所执行的操作为：在接收到接收侧发送数据重传请求时，向接收侧发送重传数据；

S4、判断步骤 S3 中统计的误码率是否满足第一预设条件，如果是，

则转步骤 S1，如果否转步骤 S5。

第一预设条件为小于预设误码率阈值。

由于不同的应用场景对数据传输可靠性要求可能不同，所以对误码率的要求也会随着不同。有些应用场景对误码率要求较高，达到 10^{-14} 次方甚至 10^{-15} 次方，而有些应用场景仅要求误码率达到 10^{-12} 次方即可。因此，本领域技术人员可根据实际应用场景对上述误码率阈值进行灵活设置，在此不作赘述。

S5、配合发送侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，当存在传输测试码流的误码率满足上述第一预设条件的补偿参数组合时，判断链路自恢复成功，返回步骤 S1，当不存在传输测试码流的误码率满足上述第一预设条件的补偿参数组合时，判断链路自恢复失败，退出。

上述补偿参数组合可包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数。更具体的，接收侧补偿参数可为“接收侧 EQ 参数”，发送侧加重参数可为“发送侧 EQ 参数”。

接收侧可以使用不同的 EQ 参数接收数据，同理，发送侧也可以使用不同的 EQ 参数来发送数据。假如，接收侧可以使用 5 种不同的 EQ 参数接收数据，而发送侧可以使用 7 种不同的 EQ 参数来发送数据，那么，就会存在 $5 \times 7 = 35$ 种 EQ 参数组合（补偿参数组合）。

需要注意的是，步骤 S5 可由接收侧直接执行，也可在上层控制系统的指示下进行，本文下述将进行详细描述。还有，在链路自恢复失败时，接收侧或上层控制系统将指示发送侧链路自恢复失败，以便发送侧进行后续操作。

在实际中，发送侧与接收侧之间可能存在多于一条的数据链路，在存在多个数据链路时，如果某条数据链路无法自恢复成功，则发送侧与接收侧可以自行商议或者在上层控制系统的指示下切换到其他通信正常的的数据链路继续数据传输。因此，在本发明其他实施例中，以上所有实施例所公开的方法在退出后还可包括：

(接收上层控制系统的指示)切换至其他通信正常的链路。然后在该通信正常的链路上,由步骤 S1 开始向下执行。

可见,在本发明实施例中,一方面,发送侧在检测出错误数据时,丢弃错误数据,向发送侧发送数据重传请求,以保证接收到的数据的正确性,从而提高了链路的可靠性;另一方面,在误码率大于预设误码率阈值时,链路进入自恢复,在恢复成功后继续数据传输,从而令误码率不至于过高,进而防止校验检测漏检的机率过高(误码率越高,校验检测漏检的机率就越高),从而亦提高了链路的可靠性。

在本发明其他实施例中,参见图 2,上述步骤 S5 具体可包括:

10 S51、接收侧停止接收数据,进入中断,以便上层控制系统响应中断。

具体的,在接收侧进入中断后,上层控制系统响应中断,并判断出链路异常需要停止数据传输,然后,上层控制系统通过中断的方式通知链路的发送侧停止发送数据;这样,链路的发送侧也停止数据发送了。中断的流程可参见图 3。

15 上层控制系统在中断发送侧的数据传输后,还可以对发送侧进行告警。

或者,上层控制系统还可通过向发送侧告警,来通知链路的发送侧停止发送数据。另外,在其他实施例中,也可由接收侧直接向发送侧发送预设的报文或指示,来通知发送侧停止发送数据。当然,接收侧直接向发送侧发送预设的报文(或指示),与上层控制系统通过中断(或告警)来通知发送侧停止发送数据也可以同时进行。

S52、进行至少一次短时间测试。

短时间测试的时长为秒级。上述短时间测试包括基于接收侧补偿参数接收测试码流(例如 PRBS23 码流)并进行采样窗口宽度扫描,测试码流是发送侧基于发送侧加重参数发送的,每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同。

仍以具有 35 种 EQ 参数组合为例,由于每一次短时间测试对应一种 EQ

参数组合，则可相应的进行 35 次短时间测试。如果 EQ 参数组合数量比较多，可以根据开发阶段的测试数据选择其中的一部分 EQ 参数组合进行短时间测试。

而在某一次短时间测试中，发送侧和接收侧究竟采用哪一组 EQ 参数组合，可由上层控制系统分配，也即，可由上层控制系统分别为发送侧和接收侧分配发送侧 EQ 参数和接收侧 EQ 参数。当然，由于 EQ 参数组合的数量是可穷尽的，因此，也可以预先在发送侧和接收侧分别进行设置，预设下二者各自以何种规律采用 EQ 参数，这样，在进行链路自恢复时，发送侧和接收侧可直接沿用预设的规律来采用 EQ 参数。

上述采样窗口宽度扫描的操作可包括：

第一步：对每一采样点进行误码检测。

具体的，可在每一采样点停留 2 秒钟，0-1 秒是过渡期，1 秒后认为进入稳定状态开始计时，统计在计时的这 1s 内所接收测试码流中的误码个数。

之后，跳到另一个采样点，重复上述操作。

第二步：将误码为 0 的连续采样点的个数作为采样窗口宽度。

举例来讲，假定在一次短时间测试中，共对 128 个采样点进行了误码检测，并且得知，第 50-61 个采样点无误码（也即误码为 0），则误码为 0 的连续采样点的个数为 $61-50+1=12$ ，因此将 12 作为采样窗口宽度。

S53、在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试并得到长时间误码率。

长时间测试的时长为小时级。

每次长时间误码率测试包括接收侧基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的接收侧补偿参数，接收发送侧基于同一短时间测试所对应的发送侧加重参数所发送的测试码流。

在有些实施例，上述长时间误码率测试还可进一步包括：接收侧将采样点调到采样窗口的中央位置，基于采样窗口宽度值满足第三预设条件

的短时间测试所对应的接收侧补偿参数，接收发送侧基于同一短时间测试所对应的发送侧加重参数所发送的测试码流。

仍以前述 35 种 EQ 参数组合为例，在进行了 35 次短时间测试后，每一次短时间测试均对应一个采样窗口宽度，或者说，每一 EQ 参数组合对应一个采样窗口宽度。此时，可选取采样窗口宽度值满足第三预设条件的 EQ 参数组合，进行长时间测试。

上述第三预设条件可以为：采样窗口宽度值大于预设宽度值，或者，在对采样窗口宽度值按从大到小排序后，前 X（X 为不小于 1 的整数）个采样窗口宽度值均定义为满足第三预设条件。

10 由于，每一个采样窗口宽度值满足第三预设条件的 EQ 参数组合与一次长时间误码率测试相对应，而进行一次长时间误码率测试将得到一个长时间误码率，因此，一个采样窗口宽度值满足第三预设条件的 EQ 参数组合也就与一个长时间误码率相对应了。

如果存在多个采样窗口宽度值满足第三预设条件的 EQ 参数组合，则将进行多次长时间测试。而在某一次长时间测试中，发送侧和接收侧究竟采用哪一 EQ 参数组合，可由上层控制系统分配，也可由接收侧决定并直接通知发送侧采用哪一 EQ 参数组合。比如，可对上述 35 种 EQ 参数组合（或采样窗口宽度值满足第三预设条件的 EQ 参数组合）中的每一 EQ 参数组合进行编号，接收侧将编号发送给发送侧，发送侧即可根据收到的编号确定采用哪一 EQ 参数组合中的发送侧 EQ 参数进行长时间测试。或者，接收侧也可以将编号发送给上层控制系统，由上层控制系统将编号转发给发送侧。

S54、判断是否存在满足第一预设条件的长时间误码率，如果是，转步骤 S55，否则退出。

25 换句话说，判断 X 个长时间误码率测试对应的 X 个长时间误码率中，是否有一个或多个长时间误码率满足第一预设条件，如果是，转步骤 S55，否则退出。

需要说明的是，步骤 S54 可由接收侧直接执行，也可以是接收侧在上层控制系统的指示下进行。

当由接收侧直接执行时，是由接收侧直接判断是否存在满足第一预设条件的长时间误码率。

5 而由接收侧在上层控制系统的指示下进行时，可以由上层控制系统判断是否存在满足第一预设条件的长时间误码率，并将判断结果（是或否）发送给接收侧。接收侧可根据该判断结果判断出存在满足第一预设条件的长时间误码率或者不存在满足第一预设条件的长时间误码率，从而选择转步骤 S55 或者退出。

10 S55、确定链路自恢复接收侧补偿参数，将采样点调整到采样窗口的中央位置，返回步骤 S1；

 上述“链路自恢复接收侧补偿参数”与“链路自恢复发送侧加重参数”相对应，并且，“链路自恢复接收侧补偿参数”与“链路自恢复发送侧加重参数”即为长时间误码率满足第一预设条件的同一长时间误码率测试中
15 所采用的接收侧补偿参数（EQ 参数）和发送侧加重参数（EQ 参数）。

 换句话说，是将长时间误码率满足第一预设条件的 EQ 参数组合中的接收侧 EQ 参数以及发送侧 EQ 参数，分别作为“链路自恢复接收侧补偿参数”与“链路自恢复发送侧加重参数”。

 与前述相同，上述“确定链路自恢复接收侧补偿参数”可由接收侧
20 自行执行，也可由接收侧在上层控制系统的指示下执行。

 此外，考虑到可能有多个 EQ 参数组合对应的长时间误码率都满足第一预设条件，因此，在本发明其他实施例中，当多个 EQ 参数组合对应的长时间误码率都满足第一预设条件时，可在这多个 EQ 参数组合中，选择在短时间测试中采样窗口宽度值最大的 EQ 参数组合中的接收侧 EQ 参数和
25 发送侧 EQ 参数，作为“链路自恢复接收侧补偿参数”和“链路自恢复发送侧加重参数”。

 需要说明的是，上述步骤 S53 中的第二预设条件，在某一实施例中，

其具体可为无条件（也即执行完 S52 直接顺序执行 S53），也可具体为：采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的短时间误码率中存在满足第一预设条件的短时间误码率。

在具体实现时，参见图 4，可在步骤 S52 与步骤 S53 之间加入如下步

5 骤：

S56、判断是否存在满足第一预设条件的短时间误码率，如果是，转步骤 S53，否则退出。

也即，如果没有一个短时间误码率满足上述第一预设条件时，将作出链路自恢复失败的判断，跳过长时间误码率测试，直接退出。

10 如何对错误数据进行重传有多种方式，下面介绍一种方式：

参见图 5，发送侧需要预设重传缓冲区（retry buffer），以将向接收侧发送的数据备份到其中，retry buffer 的深度为 M。并且，在发送侧需要保持 4 个计数器，分别是 wrptr 计数器（第一计数器），rdptr 计数器（第二计数器），tailptr 计数器（第三计数器）和 numfreebuf 计数器
15 （第四计数器）。其中：wrptr 是 retry buffer 的写指针，rdptr 是 retry buffer 的读指针，tailptr 是未得到接收侧确认的、最早发送出去的数据指针，numfreebuf 是 retry buffer 中空余空间的数量。

接收侧需要保持 2 个计数器，分别是 eseq 计数器（第五计数器）和 Numack 计数器（第六计数器）。eseq 从 0 到 M-1 循环递增计数。Numack
20 则从 0 到 N 循环递增计数，N 为正整数，在本实施例中，可取 N 为 7。

下面将详细介绍各个计数器的用法：

wrptr 从 0 到 M-1 循环递增计数，每当发送侧将一个非重传数据发送出去并备份写到 retry buffer 后，wrptr 加 1，重传数据时 wrptr 保持不变。

25 相应的，在接收数据时，接收侧对接收到的数据进行校验检测，当接收到一个无误数据后 Numack 加 1，每当 Numack 从 7 跳变到 0 时，则说明接收侧已经正确接收到了 8 个数据，此时，接收侧将发送 ACK 包通知发送

侧已经正确接收到 8 个数据。

发送侧则可以根据接收到的来自接收侧的 ACK 包释放 retry buffer 中的 8 个空间。接收侧的 tailptr 从 0 到 M-1 循环递增计数，当接收到一个 ACK 包后，tailptr 加 8，wrptr 与 tailptr 之间的距离就是 retry buffer 中所存储数据的个数。

至于 eseq，则是：当接收到一个无误码的数据后 eseq 加 1，而当接收到一个错误的的数据后 eseq 不增加，接收侧将 eseq 作为数据重传请求的参数发送给发送侧，并将后续接收到的非重传数据丢弃。而发送侧接收到数据重传请求后，将请求中的 eseq 作为 rdptr，从 retry buffer 中读取 rdptr 指向的数据，将该数据作为重传数据（可将重传数据构造成具有重传标志的数据包）重新发送出去。当重传数据检验检测成功后，eseq 和 Numack 才分别加 1，然后，接收侧正常接收后续非重传数据。

numfreebuf 初始值为 M-1，从 M-1 到 0 循环计数，当 retry buffer 中写入一个数据后，numfreebuf 减 1，而当收到发送侧一个 ACK 包后，numfreebuf 加 8（因为释放了 8 个空间）。发送侧必须在 numfreebuf 至少大于 1 的情况下才能发送数据。

为方便称呼，将 wrptr 计数器、rdptr 计数器、tailptr 计数器、numfreebuf 计数器、eseq 计数器和 Numack 计数器的当前计数值分别记为：wrptr、rdptr、tailptr、numfreebuf、eseq 和 Numack。

基于上述各个计时器，参见图 6，上述步骤 S2 具体可包括：

S21、依次对接收到的数据进行校验检测，判断是否接收到一个无误数据，如果是，转步骤 S22，否则转步骤 S25；

S22、将 Numack 和 eseq 分别加 1；

S23、判断 Numack 是否从 7 跳变到 0，如果是（说明接收侧已经正确接收到了 8 个数据），转步骤 S24，否则转步骤 S1；

S24、向发送侧发送 ACK 包以通知发送侧已经正确接收到 8 个数据，发送侧则可以根据接收到的 ACK 包释放 retry buffer 中的 8 个空间，转

步骤 S1;

S25、对 Numack 和 eseq 均不加 1, 转步骤 S3;

基于上述各个计时器, 仍请参见图 6, 上述步骤 S3 具体可包括:

S31、丢弃错误数据以及后续接收到的非重传数据;

5 S32、将携带 eseq 的数据重传请求发送给发送侧, 以便发送侧提取出 eseq, 将 eseq 作为 rdptr, 将 rdptr 指向的数据作为重传数据发送给接收侧;

S33、统计误码率, 转步骤 S4。

10 在介绍完基于接收侧的数据传输方法后, 本文将站在发送侧的角度来介绍。

图 7 示出了基于发送侧的数据传输方法的流程, 其至少包括: S701、执行第一发送操作;

15 S702、在接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时, 配合接收侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复, 如链路自恢复成功, 则继续执行所述第一发送操作, 否则退出。

具体的, 发送侧将接收到接收侧或上层控制系统的指示, 以获知链路自恢复成功或失败。至于如何判断链路自恢复成功与失败, 请参见本文前述记载, 在此不作赘述。

20 其中, 上述第一发送操作包括:

在未接收到数据重传请求时向接收侧发送包含校验位的非重传数据; 以及, 在接收到数据重传请求并且未接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时, 发送重传数据。

25 上述数据重传请求是接收侧在检测出接收到错误数据时发出, 上述通知是在接收侧检测出接收到错误数据, 并且判断出误码率不满足第一预设条件时进行的, 上述误码率是在接收侧检测出接收到错误数据并丢弃错误数据以及后续接收到的非重传数据时统计的, 第一预设条件为小于预设误

码率阈值。

另外，根据前述接收侧对应的数据传输方法的介绍可知：在接收到上述通知时，发送侧将停止发送数据。上层控制系统可通过中断或者告警的方式进行通知。另外，也可由接收侧直接向发送侧发送预设的报文或指示来实现通知，或者，接收侧直接向发送侧发送预设的报文（或指示）与上层控制系统通过中断（或告警）同时进行来实现通知。

在本发明其他实施例中，参见图 8，上述步骤 S702 可具体包括：

S7021、根据上层控制系统和/或发送侧的通知停止执行第一操作。

S7022、进行至少一次短时间测试。

- 10 对发送侧而言，短时间测试可包括基于发送侧加重参数发送测试码流，以便接收侧基于接收侧补偿参数接收测试码流并进行采样窗口宽度扫描，每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同；

相关详细内容请参阅本文前述记载，在此不作赘述。

- 15 S7023、在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试。

对发送侧而言，每次长时间误码率测试包括基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的发送侧加重参数发送测试码流，以便接收侧基于同一短时间测试所对应的接收侧补偿参数接收测试码流；

相关详细内容请参阅本文前述记载，在此不作赘述。

- 20 S7024、在接收侧或上层控制系统判断出存在满足第一预设条件的长时间误码率时，确定链路自恢复发送侧补偿参数，继续执行上述第一操作；

- “链路自恢复发送侧加重参数”的确定，可由接收侧直接通知发送侧实现，比如前已述及，可对每一 EQ 参数组合进行编号，那么接收侧可将编号通知发送侧，发送侧即可根据编号确定“链路自恢复发送侧加重参数”。或者，该 EQ 参数组合本就是由上层控制系统分配时，也可由上层控制系统为发送侧分配“链路自恢复发送侧加重参数”，发送侧接受所分配的“链路自恢复发送侧加重参数”，从而完成“链路自恢复发送侧加重
- 25

参数”的确定。

S7025、在接收侧或上层控制系统判断出不存在满足第一预设条件的长时间误码率时退出。

在本发明其他实施例中，上述数据传输方法在退出后还可包括：

5 切换至其他通信正常的数据链路。

前已介绍，可使用重传缓冲区和计数器来实现数据传输，下面将介绍发送侧如何使用重传缓冲区和计数器来具体实现数据传输。

其中，向接收侧发送包含校验位的非重传数据可具体包括：

10 每向接收侧发送一个非重传数据并备份写到重传缓冲区后，将 wrptr 加 1，并且，根据接收到的 ACK 包释放重传缓冲区中的 N+1 个空间（ACK 包是接收侧在 Numack 从 N 跳变到 0 时发送的）；

而发送重传数据可具体包括：

15 保持 wrptr 不变，从携带 eseq 的数据重传请求中提取出 eseq 作为 rdptr，将 rdptr 指向的作为重传数据构造成具有重传标志的数据包发送给接收侧。

由于发送侧与接收侧所作的操作是相对应的，本文对发送侧不作过多赘述，请参看本文前述记载即可。

20 需要注意的是，本发明上述介绍的方法虽然是以芯片间的数据传输为应用场景，事实上，其还可用于两设备/终端（比如手机与手机之间的数据传输），乃至两个系统之间进行数据传输。在介绍完方法后，下文将对本发明所涉及的设备以及系统进行介绍。

与接收侧的数据传输方法相对应，本发明实施例还提供了一种数据传输设备。图 9 示出了上述数据传输设备的一种结构，包括：第一接收单元
25 1、检验单元 2、数据重传请求单元 3、第一自恢复单元 4，以及第一主控单元 5；

第一主控单元 5 用于：

指示第一接收单元 1 执行第一接收操作，第一接收操作包括接收发送侧发送的数据（该数据包括重传数据或包含校验位的非重传数据）；

指示检验单元 2 对接收到的数据进行校验检测；

在检验单元 2 未检测出错误数据时，指示第一接收单元 1 继续执行上述第一接收操作；

或者，在检验单元 2 检测出错误数据时：

指示数据重传请求单元 3 丢弃错误数据以及后续接收到的非重传数据，向发送侧发送数据重传请求，并统计误码率；

判断统计的误码率是否满足第一预设条件，如果是，指示第一接收单元 1 继续执行上述第一接收操作，否则，指示第一自恢复单元 4 配合发送侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复；

在链路自恢复成功时，指示第一接收单元 1 继续执行上述第一接收操作，或者，在链路自恢复失败时指示所有单元退出。至于如何判断链路自恢复成功与失败，请参见本文前述记载，在此不作赘述。

当然，第一主控单元 5 功能也可分散于其他各个单元中，这样，其他各个单元就可以独立执行操作。

在本发明其他实施例中，参见图 10，上述第一自恢复单元 4 可包括第一中断单元 41、第一短时间测试单元 42、第一长时间误码率测试单元 43 和第一确定单元 44；

第一中断单元 41 用于，指示第一接收单元 1 停止执行上述第一接收操作进入中断，以便上层控制系统响应中断，判断出链路异常并通过中断的方式通知链路的发送侧停止发送数据；

第一短时间测试单元 42 用于，进行至少一次短时间测试。其中，短时间测试包括基于接收侧补偿参数接收发送侧发送的测试码流并进行采样窗口宽度扫描，测试码流是发送侧基于发送侧加重参数发送的，每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同；

第一长时间误码率测试单元 43 用于，在满足第二预设条件时，进行

至少一次长时间误码率测试并得到长时间误码率。其中，每次长时间误码率测试包括接收侧基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的接收侧补偿参数，接收发送侧基于同一短时间测试中对应的发送侧加重参数所发送的测试码流；

- 5 第一确定单元 44 用于，判断是否存在满足第一预设条件的长时间误码率，如果是，确定链路自恢复接收侧补偿参数，将采样点调整到采样窗口的中央位置，通知第一主控单元 5 自恢复成功，如果否，通知第一主控单元 5 自恢复失败；

10 当然，第一确定单元 44 也可只用于确定链路自恢复接收侧补偿参数，将采样点调整到采样窗口的中央位置。此时，可由第一主控单元 5 判断是否存在满足第一预设条件的长时间误码率，如果否，第一主控单元 5 得到自恢复失败的结论，指示各单元退出，如果是，第一主控单元 5 指示第一确定单元 44 确定链路自恢复接收侧补偿参数，将采样点调整到采样窗口的中央位置。

- 15 上述链路自恢复接收侧补偿参数与发送侧的链路自恢复发送侧加重参数相对应，链路自恢复接收侧补偿参数与链路自恢复发送侧加重参数分别为长时间误码率满足第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用的接收侧补偿参数和发送侧加重参数。

在本发明其他实施例中，参见图 11，上述数据传输设备还可包括：

- 20 第一切换单元 6，用于在所有单元退出后，切换至其他通信正常的数据链路。

由于图 9-11 所示的设备与发送侧的数据传输方法相对应，更具体详细的介绍请参看前文记载，在此不作赘述。

- 25 与发送侧的数据传输方法相对应，本发明实施例还提供了一种数据传输设备。图 12 示出了该数据传输设备的一种结构，包括：第一发送单元 7、第二接收单元 8、第二自恢复单元 9，以及第二主控单元 10；

第二主控单元 10 用于:

指示第一发送单元 7 执行第一发送操作;

在接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时, 指示第二自恢复单元 9 配合接收侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行
5 链路自恢复;

以及, 在自恢复成功时, 指示第一发送单元 7 继续执行上述第一发送操作, 或者, 在自恢复失败时, 指示所有单元退出。至于如何判断链路自恢复成功与失败, 请参见本文前述记载, 在此不作赘述。

上述第一发送操作包括在(第二接收单元 8)未接收到数据重传请求
10 时向接收侧发送包含校验位的非重传数据, 以及, 在(第二接收单元 8)接收到数据重传请求并且未接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时, 发送重传数据;

其中, 数据重传请求是接收侧在检测出接收到错误数据时发出, 通知是在接收侧检测出接收到错误数据并且判断出误码率不满足第一预设条件时进行的, 误码率是在接收侧检测出接收到错误数据并丢弃错误数据以及
15 后续接收到的非重传数据时统计的, 第一预设条件为小于预设误码率阈值。

在本发明其他实施例中, 参见图 13, 上述第二自恢复单元 9 可包括第二中断单元 91、第二短时间测试单元 92、第二长时间误码率测试单元 93
20 和第二确定单元 94;

第二中断单元 91 用于, 指示第一发送单元 7 停止执行上述第一发送操作;

第二短时间测试单元 92 用于, 进行至少一次短时间测试, 短时间测试包括基于发送侧加重参数发送测试码流, 以便接收侧基于接收侧补偿参数接收测试码流并进行采样窗口宽度扫描, 每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同;
25

第二长时间误码率测试单元 93 用于, 在满足第二预设条件时, 进行

至少一次长时间误码率测试，每次长时间误码率测试包括基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的发送侧加重参数发送的测试码流，以便接收侧基于同一短时间测试所对应的接收侧补偿参数接收测试码流；

- 5 第二确定单元 94 用于，在接收侧或上层控制系统判断出存在满足第一预设条件的长时间误码率时，确定链路自恢复发送侧补偿参数；

其中，链路自恢复发送侧补偿参数与接收侧的链路自恢复接收侧加重参数相对应，链路自恢复发送侧补偿参数与链路自恢复接收侧加重参数分别为长时间误码率满足第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用
10 的发送侧补偿参数和接收侧加重参数。

在本发明实施例中，接收侧或上层控制系统判断出存在满足第一预设条件的长时间误码率时，可向发送侧发送自恢复指示（第二接收单元 8 还可用于接收上述自恢复指示），以指示自恢复成功与否。

- 第二主控单元 10 可根据自恢复指示，指示所有单元退出后或者指示
15 第二确定单元 9 工作。

另外，如自恢复成功，上述自恢复指示中还可包括链路自恢复发送侧补偿参数，第二确定单元 9 从而可根据自恢复指示来确定链路自恢复发送侧补偿参数。

- 当然，如自恢复成功，接收侧或上层控制系统也可在发送自恢复指示
20 后，再发送包括链路自恢复发送侧补偿参数的信息给第二接收单元 8，在此不作赘述。

在本发明其他实施例中，参见图 14，上述数据传输设备还可包括：

第二切换单元 11，用于在所有单元退出后，切换至其他通信正常的
数据链路。

- 25 由于图 12-14 所示的设备与发送侧的数据传输方法相对应，更具体详细的介绍请参看前文记载，在此不作赘述。

本发明其他实施例同时还公开一种数据传输系统，参见图 15a 和 b，其包括发送侧数据传输设备 1501 和接收侧数据传输设备 1502，并且，发送侧数据传输设备 1501 可包括如图 12-14 所示的各个单元，而接收侧数据传输设备 1502 可包括如图 9-11 所示的各个单元。

5

考虑到一些设备（例如手机）既可以作为发送侧，也可以作为接收侧，本发明实施例同时还提供一种既可以作为发送侧，也可以作为接收侧的数据传输设备，该数据传输设备的一种结构可参见图 16a，其包括发送侧模块 1601 和接收侧模块 1602，并且，发送侧模块 1601 至少包括如图 12-14 所示的各个单元，而接收侧模块 1602 至少包括如图 9-11 所示的各个单元。

另外，参见图 16b，上述第一主控单元和第二主控单元可以合并为主控单元 b1，第一接收单元和第二接收单元可以合并为接收单元 b2，第一自恢复单元和第二自恢复单元可以合并为自恢复单元 b3。

与上述既可以作为发送侧，也可以作为接收侧的数据传输设备相对应，本发明实施例同时还提供了一种数据传输系统，该系统包括至少一个如图 16a 或 16b 所示的数据传输设备。

另外，需要说明的是，在本发明他实施例中，上述发送侧设备、发送侧数据传输设备 1501 或发送侧模块 1601 的全部（或部分）功能，可通过 ASIC（集成电路）、FPGA（现场可编程门阵列）等实现。当然，接收侧设备、接收侧数据传输设备 1502 或接收侧模块 1602 的全部（或部分）功能也可通过 ASIC、FPGA 等实现。

以 ASIC 为例，参见图 17，上层控制系统可包括参数设置单元 12、采样点调整单元 13 和误码记录单元 14，而作为发送侧的 ASIC 中还可包括测试码流发生单元 15（以产生测试码流），作为接收侧的 ASIC 中还可包括误码检测单元 16。在进行采样窗口宽度扫描时，由采样点调整单元 13 设置接收侧的采样点位置，在对每一采样点进行误码检测时，待稳定后（以时间来确定是否稳定，1s 后即意味着到达稳定），对误码检测单元 16 清

0, 并开始计时, 测试达预设时长 (比如 1s) 后, 读取误码检测单元 16 的误码个数。误码为 0 的连续采样点个数就是采样窗口宽度。

当然, 参数设置单元 12、采样点调整单元 13 和误码记录单元 14 的功能也可集成于接收侧的 ASIC 中, 在此不作赘述。

5 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述, 每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处, 各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块, 或者二者的结合来实施。软件模块可以置于
10 随机存储器 (RAM)、内存、只读存储器 (ROM)、电可编程 ROM、电可擦除可编程 ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

对所公开的实施例的上述说明, 使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的, 本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下, 在其它实施例中实现。因此, 本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例, 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求 书

1、一种数据传输方法，其特征在于，用于与发送侧进行数据交互，所述方法包括：

5 S1、接收发送侧发送的数据，所述数据包括重传数据或包含校验位的非重传数据；

S2、对接收到的数据进行校验检测，判断是否检测出错误数据，如果是，转步骤 S3，否则，返回步骤 S1；

10 S3、丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据，向发送侧发送数据重传请求，并统计误码率；

S4、判断所述误码率是否满足第一预设条件，如果是，则转步骤 S1，如果否转步骤 S5，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值；

S5、配合所述发送侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，如链路自恢复成功，返回步骤 S1，如链路自恢复失败，退出；

15 所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

20 2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：

所述步骤 S5 具体包括：

S51、接收侧停止接收数据，进入中断，以便上层控制系统响应中断、判断出链路异常，并通过中断的方式通知链路的发送侧停止发送数据；

25 S52、进行至少一次短时间测试，所述短时间测试包括基于接收侧补偿参数接收测试码流并进行采样窗口宽度扫描，所述测试码流是发送侧基于发送侧加重参数发送的，每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同；

S53、在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试得到长时间误码率，每次长时间误码率测试包括接收侧基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的接收侧补偿参数，接收发送侧基于同一短时间测试中对应的发送侧加重参数所发送的测试码流；

5 S54、判断是否存在满足所述第一预设条件的长时间误码率，如果是，转步骤 S55，否则退出；

S55、确定链路自恢复接收侧补偿参数，将采样点调整到采样窗口的中央位置，返回步骤 S1；

10 所述链路自恢复接收侧补偿参数与发送侧的链路自恢复发送侧加重参数相对应，所述链路自恢复接收侧补偿参数与链路自恢复发送侧加重参数分别为长时间误码率满足所述第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用的接收侧补偿参数和发送侧加重参数。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述第二预设条件包括：采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的短时间误码率
15 中存在满足第一预设条件的短时间误码率。

4、如权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述长时间误码率满足所述第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用的接收侧补偿参数和发送侧加重参数具体为：

20 长时间误码率满足所述第一预设条件，并且采样窗口宽度值最大的同一长时间误码率测试中所采用的接收侧补偿参数和发送侧加重参数。

5、如权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，所述采样窗口宽度扫描包括：

对每一采样点进行误码检测；

将误码为 0 的连续采样点的个数作为采样窗口宽度。

25 6、如权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，在退出后还包括：

切换至其他通信正常的数据链路。

7、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述发送侧至少设有重传缓冲区和第二计数器，所述接收侧设有第五计数器和第六计数器，所述重传缓冲区深度为 M；

所述第五计数器从 0 到 M-1 循环递增计数；

5 所述第六计数器从 0 到 N 循环递增计数，所述 N 为正整数；

所述第二计数器、第五计数器和第六计数器中的当前计数值分别记为 rdptr、eseq 和 Numack；

所述步骤 S2 具体包括：

10 S21、依次对接收到的数据进行校验检测，判断是否接收到一个无误数据，如果是，转步骤 S22，否则转步骤 S25；

S22、将所述 Numack 和 eseq 分别加 1；

S23、判断所述 Numack 是否从 N 跳变到 0，如果是，转步骤 S24，否则转步骤 S1；

15 S24、向发送侧发送 ACK 包以通知发送侧正确接收到 N+1 个数据，转步骤 S1；

S25、对所述 Numack 和 eseq 均不加 1，转步骤 S3；

所述步骤 S3 具体包括：

S31、丢弃错误数据以及后续接收到的非重传数据；

20 S32、将携带 eseq 的数据重传请求发送给发送侧，以便所述发送侧取出 eseq，将 eseq 作为所述 rdptr，将所述 rdptr 指向的数据作为重传数据发送给接收侧；

S33、统计误码率，转步骤 S4。

25 8、一种数据传输方法，其特征在于，用于与接收侧进行数据交互，所述方法包括：

执行第一发送操作；

在接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时，配合所

述接收侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，如链路自恢复成功，则继续执行所述第一发送操作，如链路自恢复失败退出；

所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

5 所述第一发送操作包括在未接收到数据重传请求时向接收侧发送包含校验位的非重传数据，以及，在接收到数据重传请求并且未接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时，发送重传数据；所述数据重传请求是所述接收侧在检测出接收到错误数据时发出，所述通知是在接收侧检测出接收到错误数据并且判断出误码率不满足第一预设条件时进行的，所述误码率是在所述接收侧检测出接收到错误数据并丢弃所述错误
10 数据以及后续接收到的非重传数据时统计的，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值；

所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断
15 得出。

9、如权利要求8所述的方法，其特征在于，所述“进行链路自恢复，如自恢复成功，则继续执行所述第一发送操作，如链路自恢复失败退出”具体包括：

根据上层控制系统和/或发送侧的通知停止执行所述第一操作；

20 进行至少一次短时间测试，所述短时间测试包括基于发送侧加重参数发送测试码流，以便所述接收侧基于接收侧补偿参数接收所述测试码流并进行采样窗口宽度扫描，每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同；

在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试，每次长时间误码率测试包括基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试
25 所对应的发送侧加重参数发送测试码流，以便所述接收侧基于同一短时间测试所对应的接收侧补偿参数接收所述测试码流；

在接收侧或所述上层控制系统判断出存在满足所述第一预设条件的长时间误码率时，确定链路自恢复发送侧补偿参数，继续执行所述第一操作；

5 在接收侧或所述上层控制系统判断出不存在满足所述第一预设条件的长时间误码率时退出；

所述链路自恢复发送侧补偿参数与接收侧的链路自恢复接收侧加重参数相对应，所述链路自恢复发送侧补偿参数与链路自恢复接收侧加重参数分别为长时间误码率满足所述第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用的发送侧补偿参数和接收侧加重参数。

10 10、如权利要求 8 或 9 所述的方法，其特征在于，在退出后还包括：
切换至其他通信正常的数据链路。

11、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述发送侧至少设有重传缓冲区、第一计数器和第二计数器，所述接收侧设有第五计数器和第六计数器，所述重传缓冲区深度为 M；

15 所述第一计数器从 0 到 M-1 循环递增计数；

所述第五计数器从 0 到 M-1 循环递增计数，每当接收到一个无误数据或接收到重传数据包时所述第五计数器加 1；

所述第六计数器从 0 到 N 循环递增计数，每当接收到一个无误数据时所述第六计数器加 1，所述 N 为正整数；

20 所述第一计数器、第二计数器、第五计数器和第六计数器中的当前值分别记为 wrptr、rdptr、eseq 和 Numack；

所述向接收侧发送包含校验位的非重传数据具体包括：

25 每向接收侧发送一个非重传数据并备份写到重传缓冲区后，将 wrptr 加 1，并且，根据接收到的 ACK 包释放重传缓冲区中的 N+1 个空间，所述 ACK 包是所述接收侧在 Numack 从 N 跳变到 0 时发送的；

所述发送重传数据具体包括：

保持 wrptr 不变，从携带 eseq 的所述数据重传请求中提取出所述 eseq

作为 rdptr，将所述 rdptr 指向的数据作为重传数据发送给接收侧。

12、一种数据传输设备，其特征在于，用于与发送侧进行数据交互，所述数据传输设备包括第一接收单元、检验单元、数据重传请求单元、第一自恢复单元，以及第一主控单元；

所述第一主控单元用于：

指示所述第一接收单元执行第一接收操作，所述第一接收操作包括接收所述发送侧发送的数据，所述数据包括重传数据或包含校验位的非重传数据；

10 指示所述检验单元对接收到的数据进行校验检测；

在所述检验单元未检测出错误数据时，指示所述第一接收单元继续执行所述第一接收操作；

或者，在所述检验单元检测出错误数据时：

15 指示所述数据重传请求单元丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据，向发送侧发送数据重传请求，并统计误码率；

判断所述误码率是否满足第一预设条件，如果是，指示所述第一接收单元继续执行所述第一接收操作，否则，指示所述第一自恢复单元配合所述发送侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复，所述第一预设条件为小于预设误码率阈值，所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数；

在链路自恢复成功时，指示所述第一接收单元继续执行所述第一接收操作，或者，在链路自恢复失败时指示所有单元退出；

25 所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出，所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

13、如权利要求 12 所述的设备，其特征在于，所述第一自恢复单元

包括第一中断单元、第一短时间测试单元、第一长时间误码率测试单元和第一确定单元；

所述第一中断单元用于，指示所述第一接收单元停止执行所述第一接收操作进入中断，以便上层控制系统响应中断、判断出链路异常，并通过中断的方式通知链路的发送侧停止发送数据；

所述第一短时间测试单元用于，进行至少一次短时间测试，所述短时间测试包括基于接收侧补偿参数接收发送侧发送的测试码流并进行采样窗口宽度扫描，所述测试码流是发送侧基于发送侧加重参数发送的，每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同；

所述第一长时间误码率测试单元用于，在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试得到长时间误码率，每次长时间误码率测试包括接收侧基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的接收侧补偿参数，接收发送侧基于同一短时间测试中对应的发送侧加重参数所发送的测试码流；

所述第一确定单元用于，在存在满足所述第一预设条件的长时间误码率时，确定链路自恢复接收侧补偿参数，将采样点调整到采样窗口的中央位置；

所述链路自恢复接收侧补偿参数与发送侧的链路自恢复发送侧加重参数相对应，所述链路自恢复接收侧补偿参数与链路自恢复发送侧加重参数分别为长时间误码率满足所述第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用的接收侧补偿参数和发送侧加重参数。

14、如权利要求 12 或 13 所述的设备，其特征在于，还包括：

第一切换单元，用于在所有单元退出后，切换至其他通信正常的链路。

15、一种数据传输设备，其特征在于，用于与接收侧进行数据交互，所述数据传输设备包括第一发送单元、第二自恢复单元，以及第二主控单

元;

所述第二主控单元用于:

指示所述第一发送单元执行第一发送操作;

5 在接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时, 指示所述第二自恢复单元配合所述接收侧基于不同的补偿参数组合传输测试码流来进行链路自恢复, 所述补偿参数组合包括接收侧补偿参数和发送侧加重参数;

在链路自恢复成功时, 指示所述第一发送单元继续执行所述第一发送操作, 或者, 在链路自恢复失败时, 指示所有单元退出;

10 所述第一发送操作包括在未接收到数据重传请求时向接收侧发送包含校验位的非重传数据, 以及, 在接收到数据重传请求并且未接收到上层控制系统和/或发送侧停止发送数据的通知时, 发送重传数据; 所述数据重传请求是所述接收侧在检测出接收到错误数据时发出, 所述通知是在接收侧检测出接收到错误数据并且判断出误码率不满足第一预设条件时进行的, 所述误码率是在所述接收侧检测出接收到错误数据并丢弃所述错误数据以及后续接收到的非重传数据时统计的, 所述第一预设条件为小于预设误码率阈值;

15

所述链路自恢复成功是根据存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出, 所述链路自恢复失败是根据不存在传输测试码流的误码率满足所述第一预设条件的补偿参数组合而判断得出。

20

16、如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 所述第二自恢复单元包括第二中断单元、第二短时间测试单元、第二长时间误码率测试单元和第二确定单元;

25 第二中断单元用于, 指示所述第一发送单元停止执行所述第一发送操作;

第二短时间测试单元用于, 进行至少一次短时间测试, 所述短时间测

试包括基于发送侧加重参数发送测试码流，以便所述接收侧基于接收侧补偿参数接收所述测试码流并进行采样窗口宽度扫描，每一次短时间测试所基于的接收侧补偿参数和发送侧加重参数的组合均不同；

5 第二短时间测试单元用于，在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试得到长时间误码率，每次长时间误码率测试包括基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的发送侧加重参数发送的测试码流，以便所述接收侧基于同一短时间测试所对应的接收侧补偿参数接收所述测试码流；

10 第二长时间误码率测试单元用于，在满足第二预设条件时，进行至少一次长时间误码率测试，每次长时间误码率测试包括基于采样窗口宽度值满足第三预设条件的短时间测试所对应的发送侧加重参数发送测试码流，以便所述接收侧基于同一短时间测试所对应的接收侧补偿参数接收所述测试码流；

15 第二确定单元用于，在接收侧或所述上层控制系统判断出存在满足所述第一预设条件的长时间误码率时，确定链路自恢复发送侧补偿参数；

所述链路自恢复发送侧补偿参数与接收侧的链路自恢复接收侧加重参数相对应，所述链路自恢复发送侧补偿参数与链路自恢复接收侧加重参数分别为长时间误码率满足所述第一预设条件的同一长时间误码率测试中所采用的发送侧补偿参数和接收侧加重参数。

20 17、如权利要求 15 或 16 所述的设备，其特征在于，还包括：

第二切换单元，用于在所有单元退出后，切换至其他通信正常的链路。

25 18、一种数据传输设备，其特征在于，包括发送侧模块和接收侧模块，所述发送侧模块至少包括如权利要求 15 中所述的各个单元，所述接收模块至少包括如权利要求 12 中所述的各个单元。

19、一种数据传输系统，其特征在于，包括发送侧数据传输设备和接收侧数据传输设备，所述发送侧数据传输设备至少包括如权利要求 15 中所述的各个单元，所述接收侧数据传输设备至少包括如权利要求 12 中所述的各个单元。

5

20、一种数据传输系统，其特征在于，包括至少一个如权利要求 18 所述的数据传输设备。

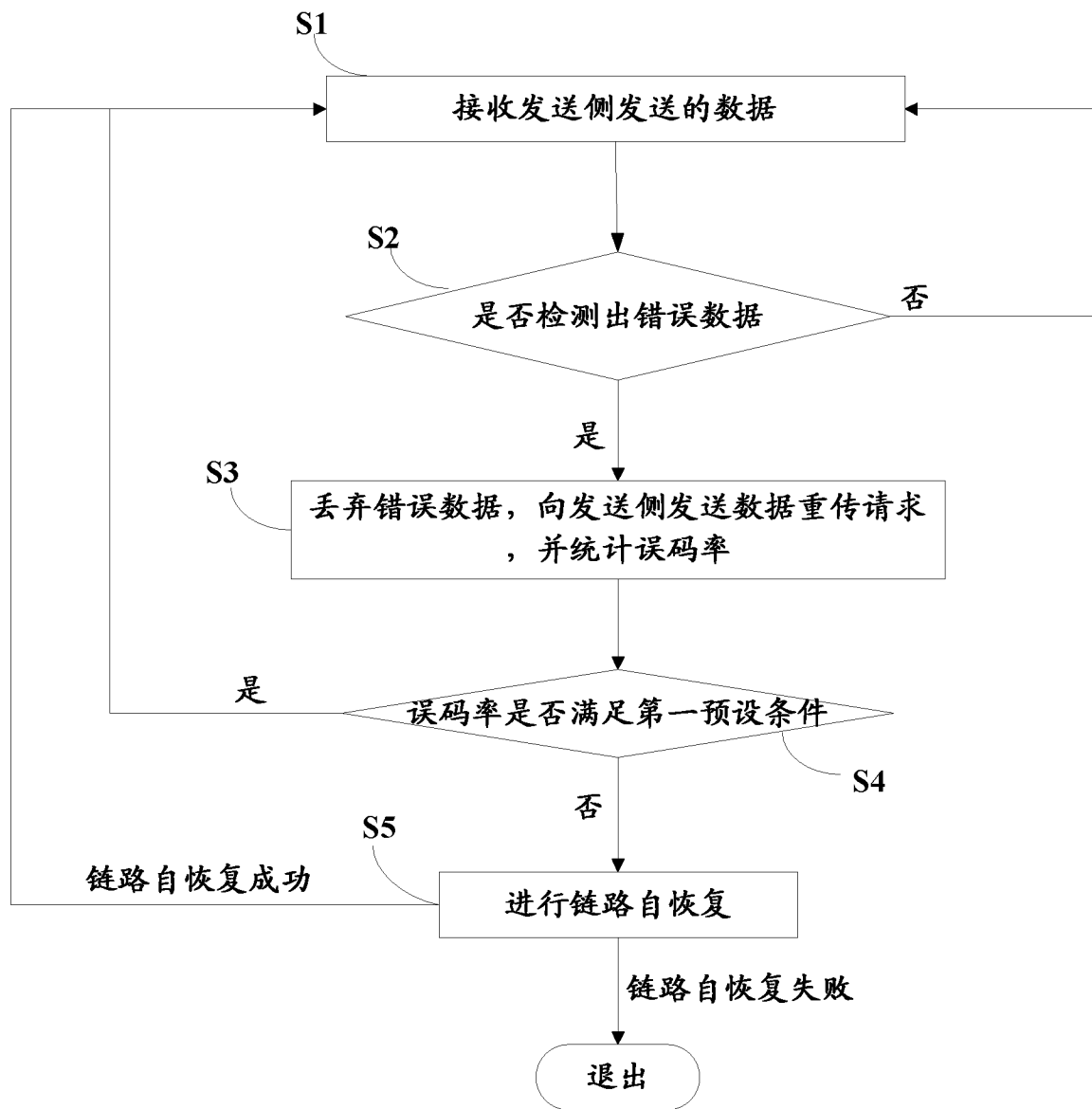


图 1

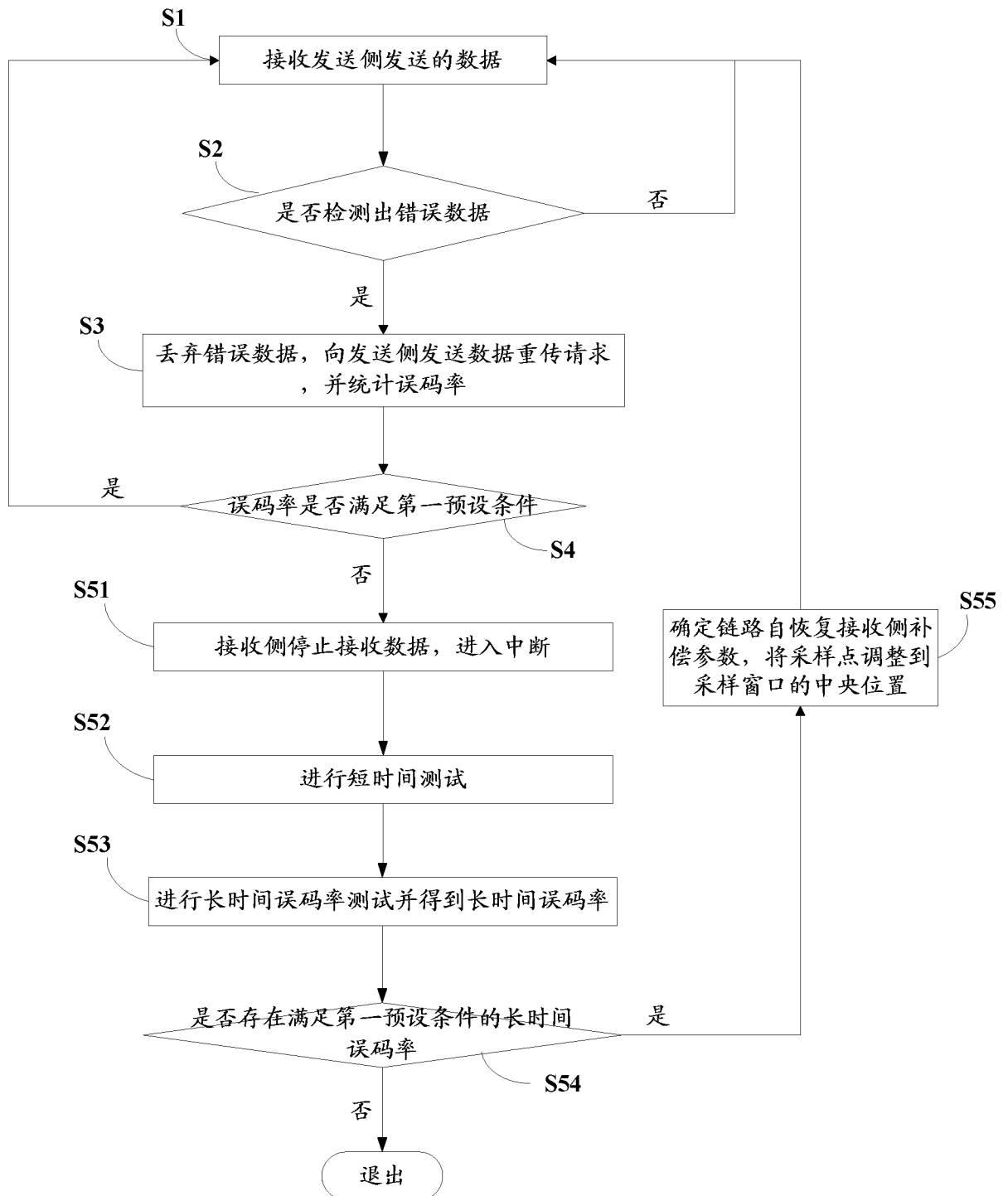


图 2

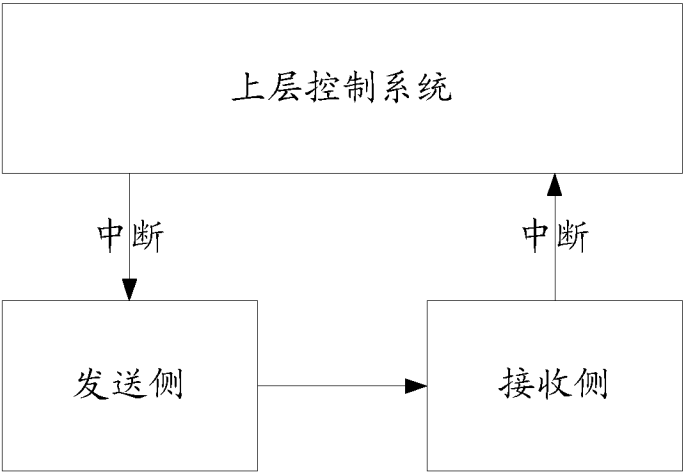


图 3

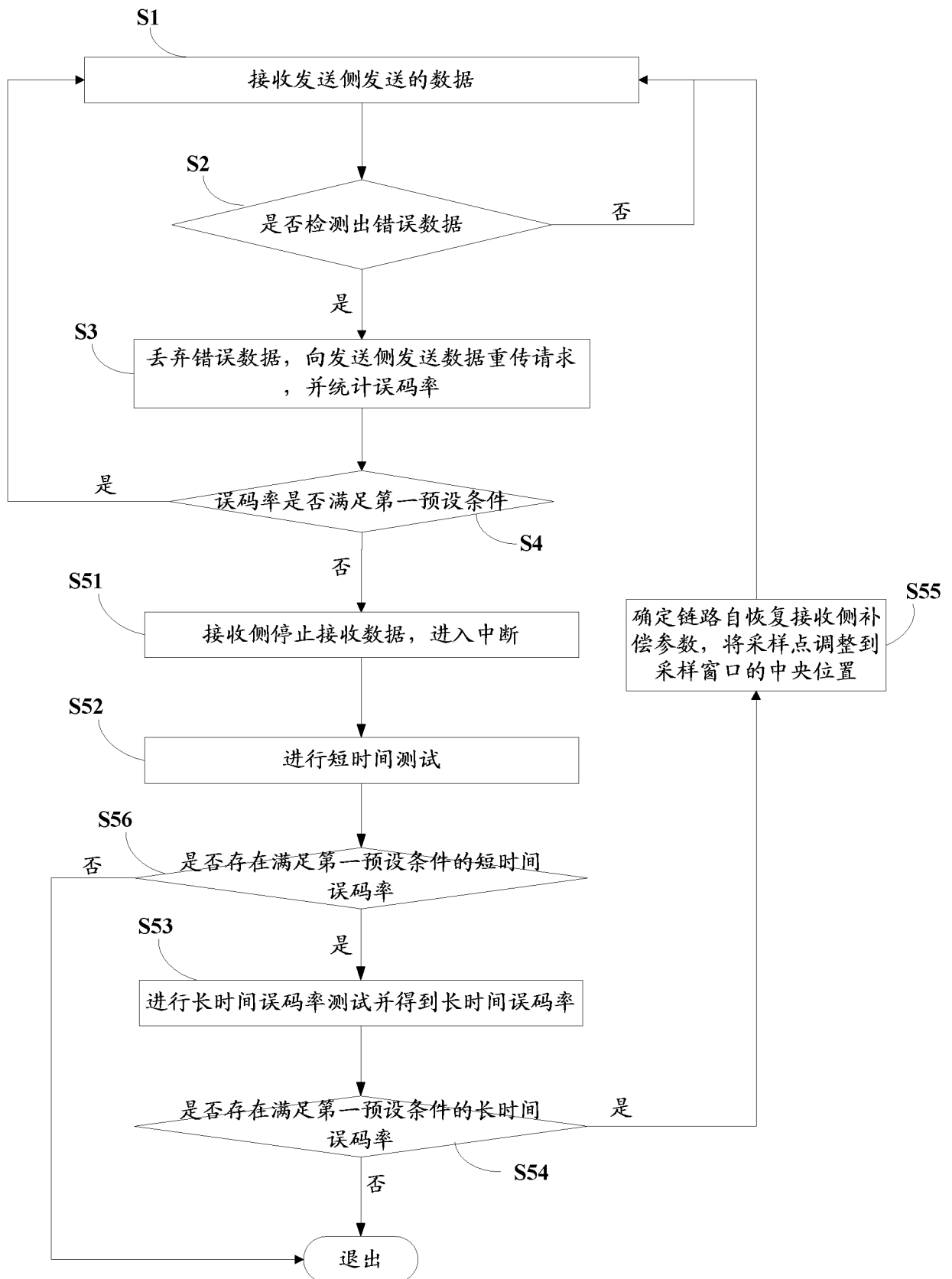


图 4

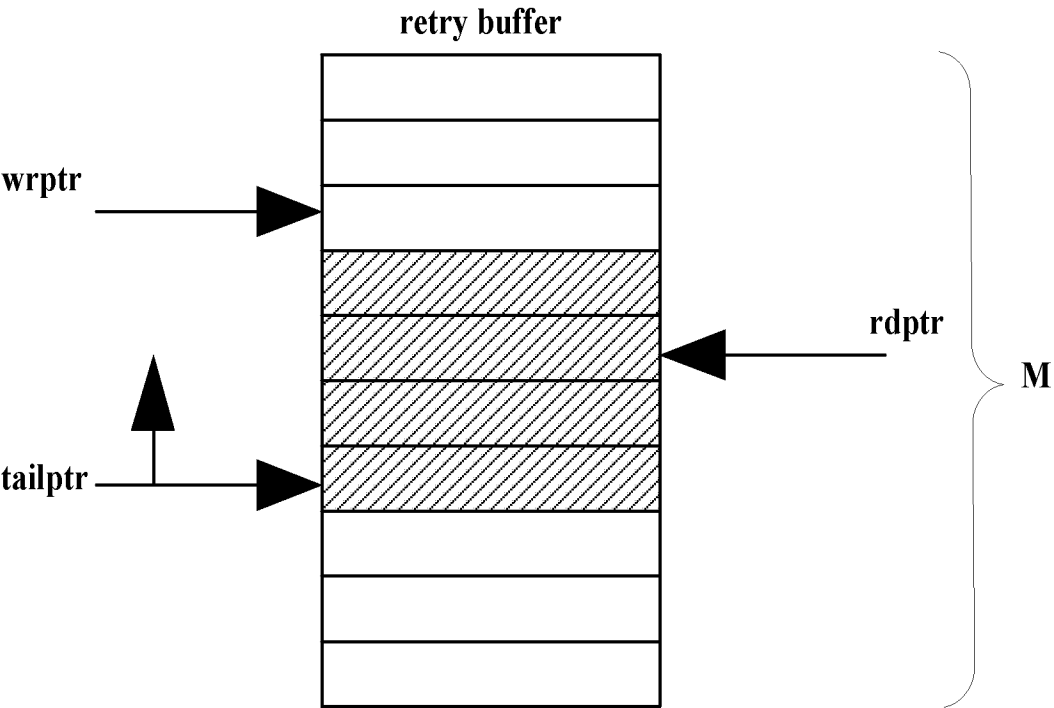


图 5

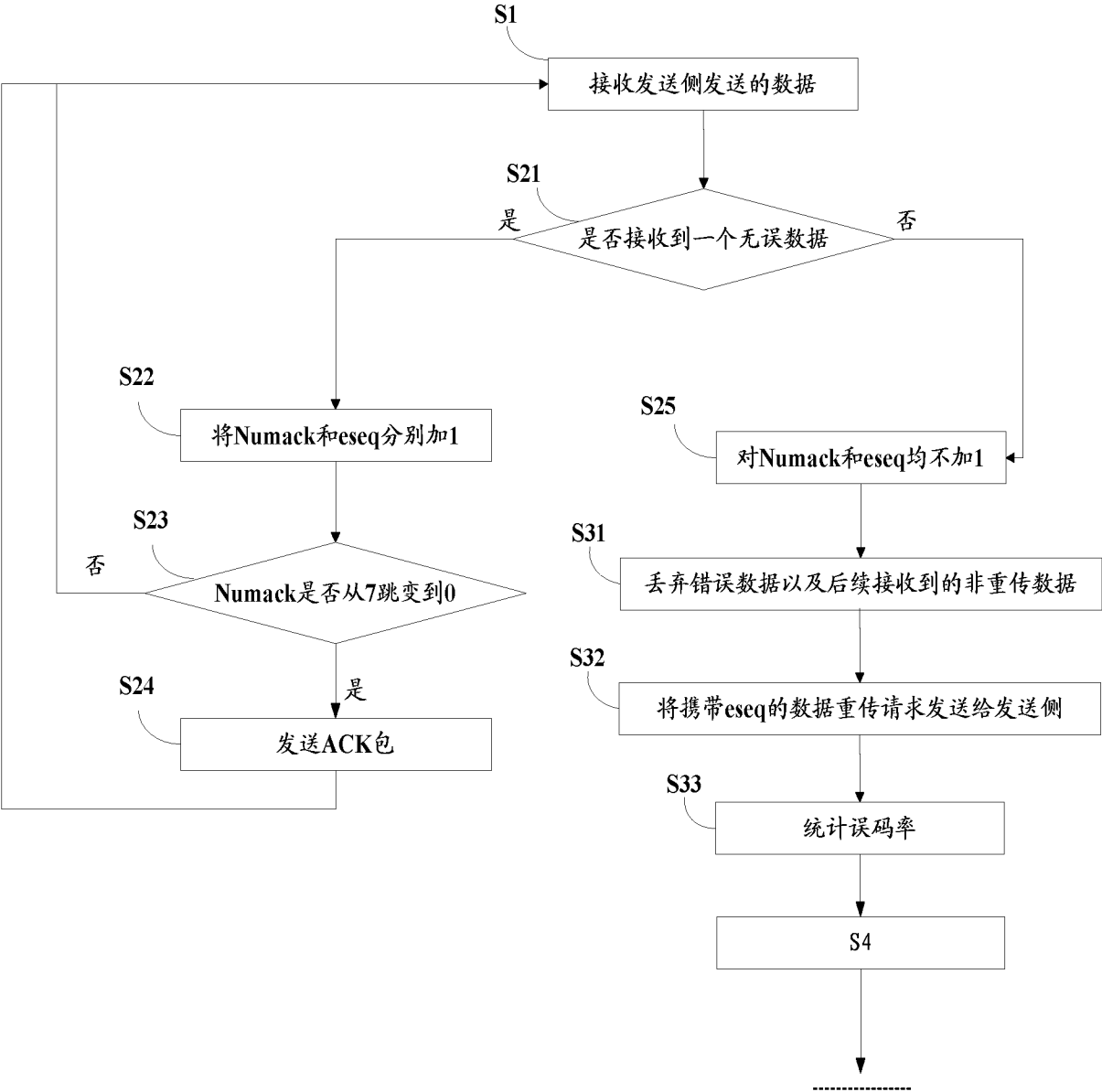


图 6

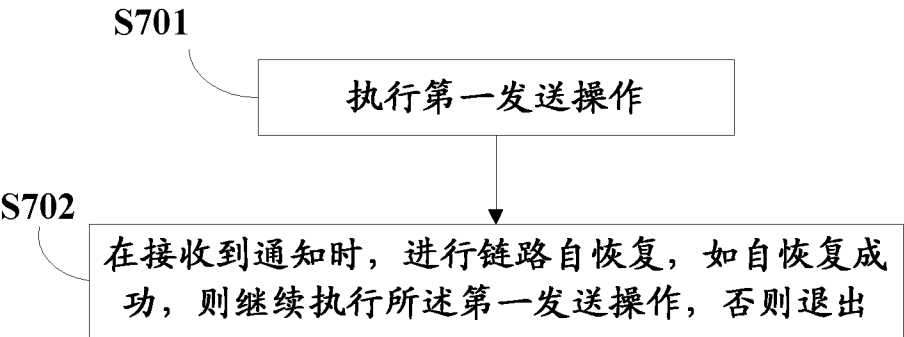


图 7

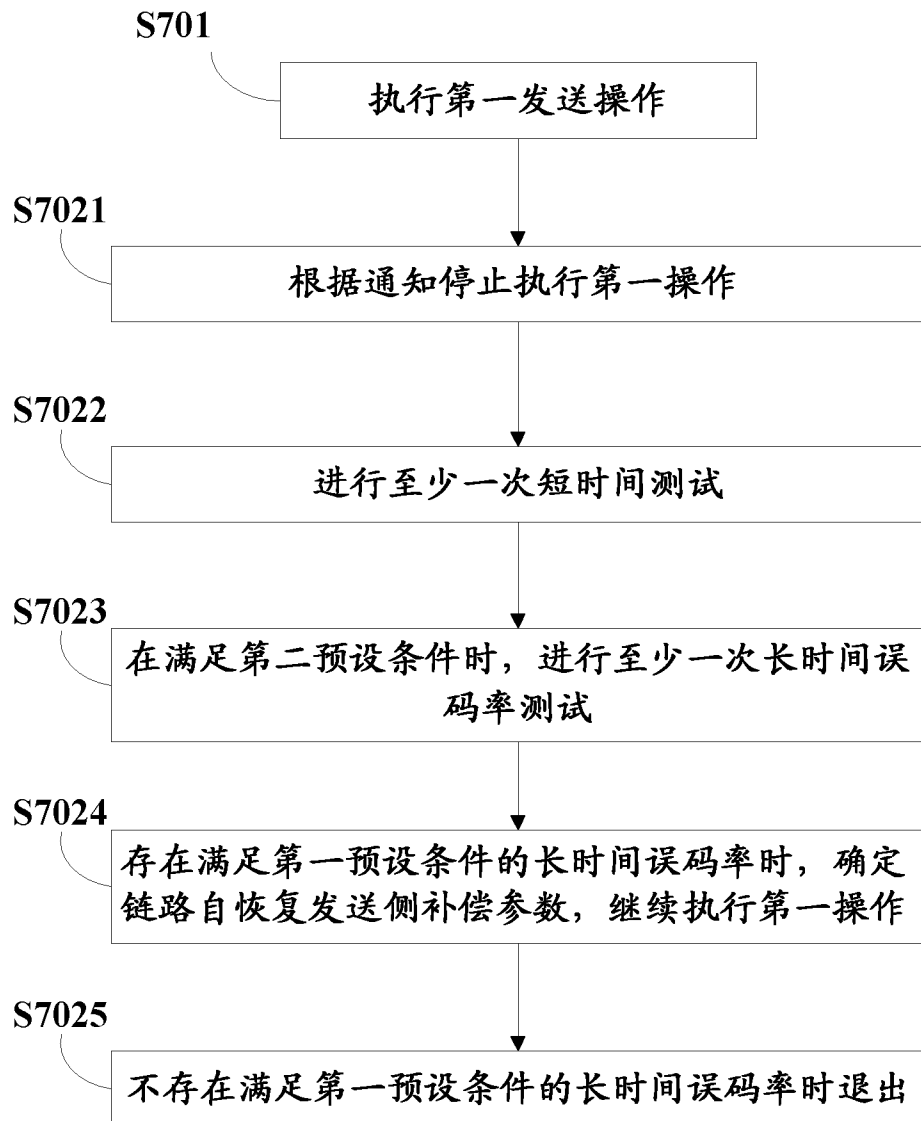


图 8

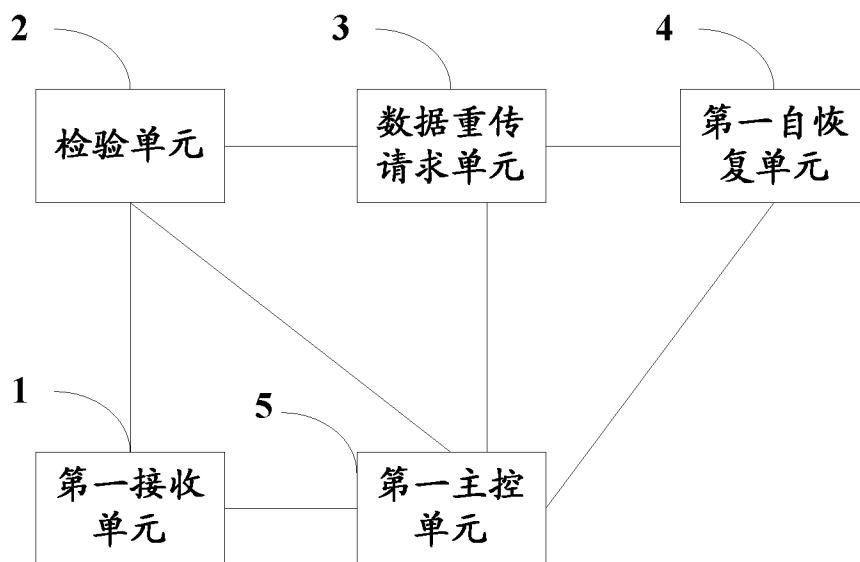


图 9

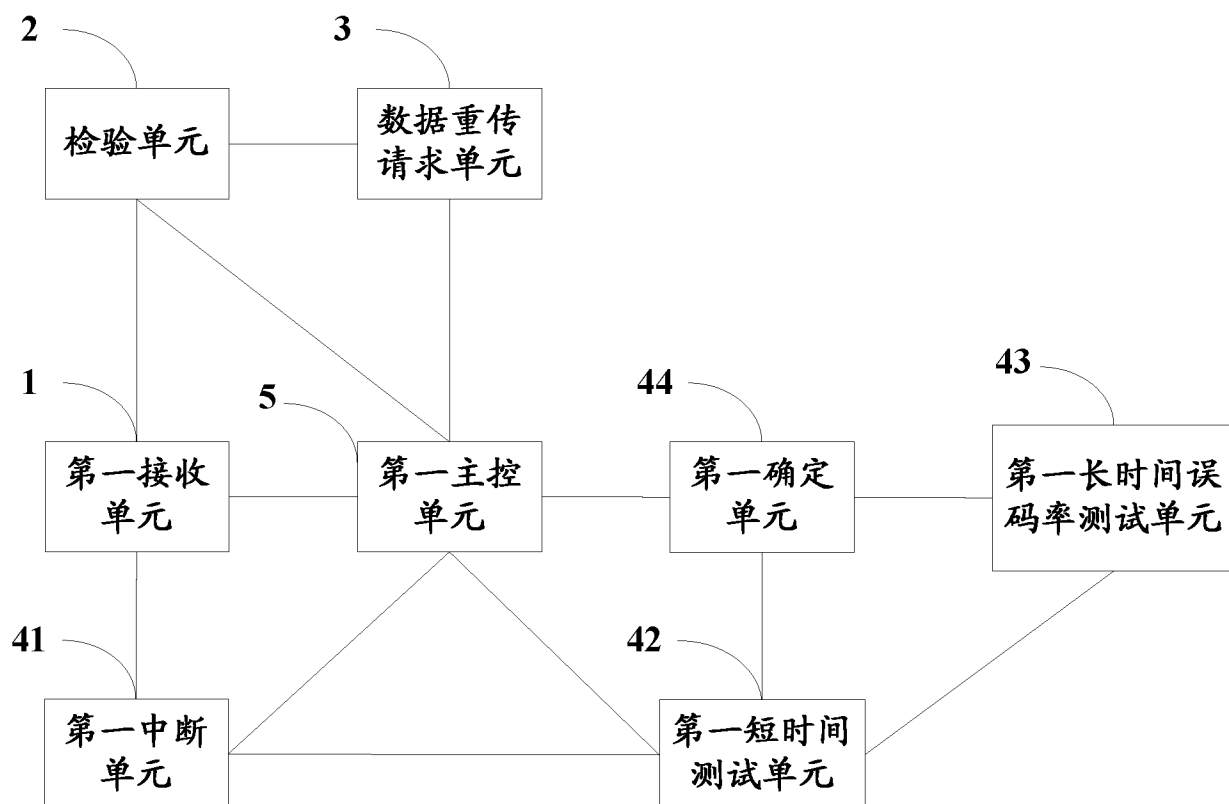


图 10

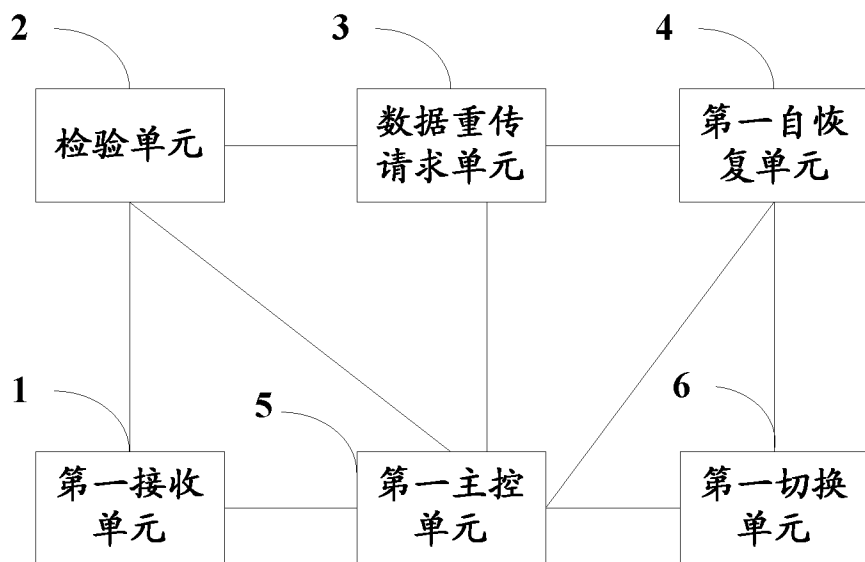


图 11

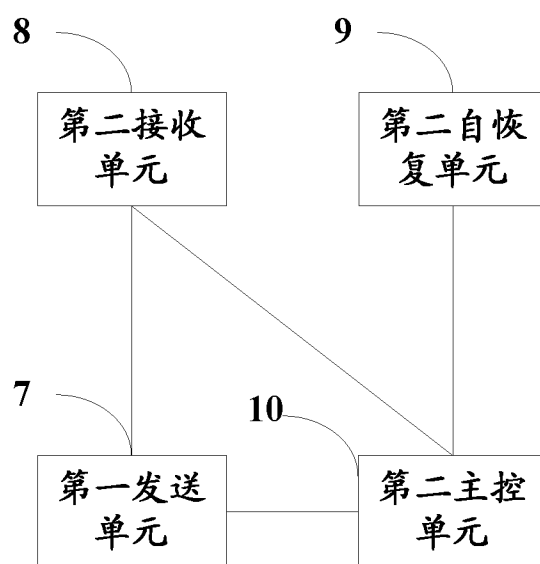


图 12

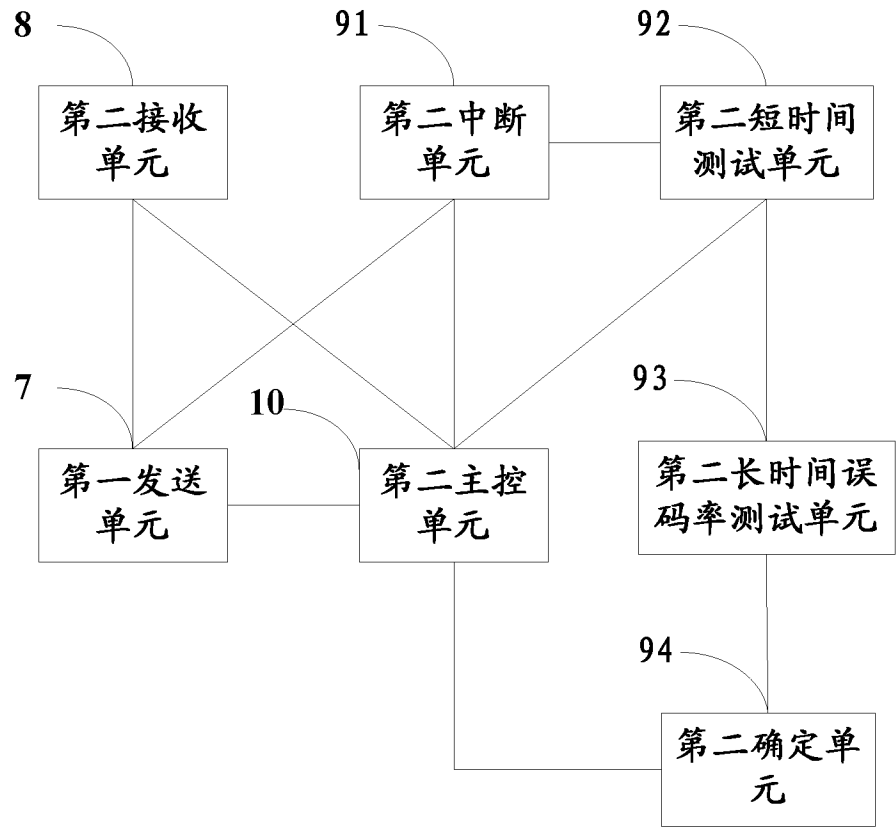


图 13

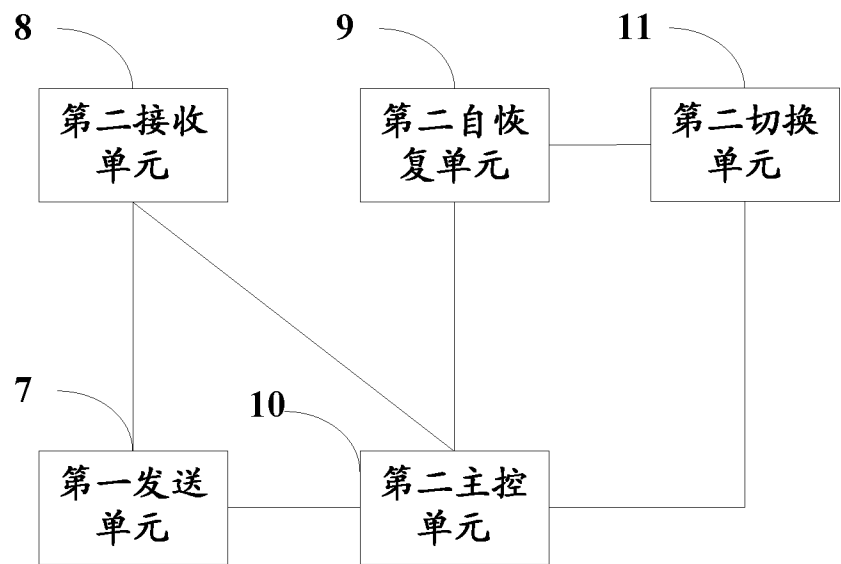


图 14

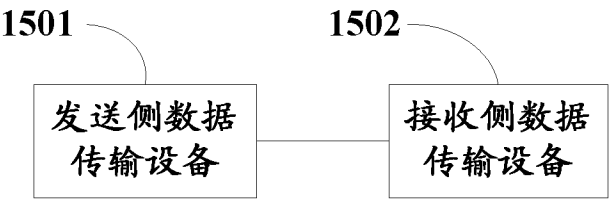


图 15a

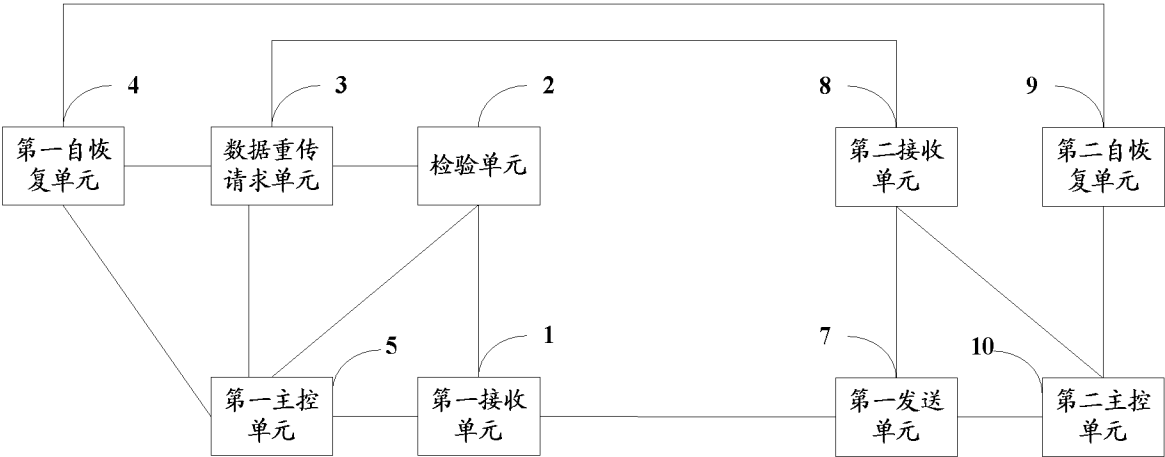


图 15b

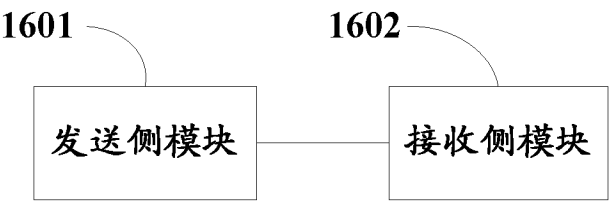


图 16a

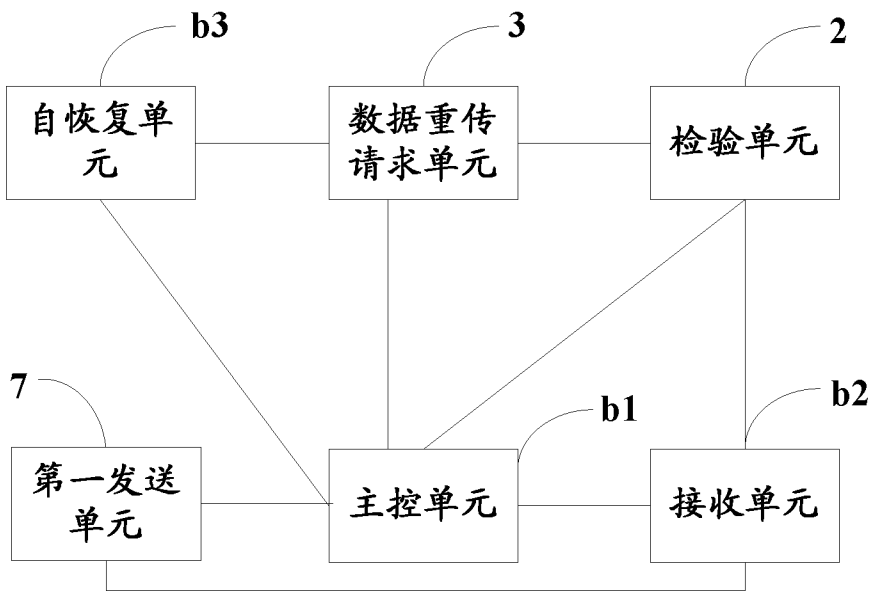


图 16b

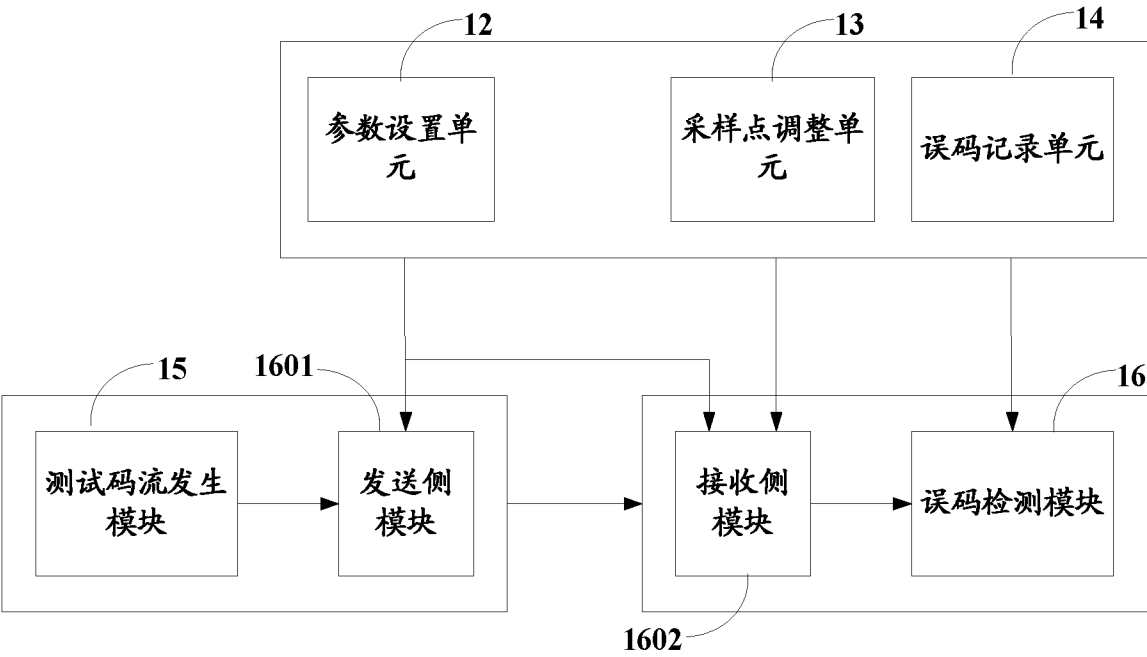


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/083180

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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)

IPC: H04L; H04B

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)

CNABS, CNTXT, DWPI, CNKI, IEEE: BER, data, transmission, transfer, transmit+, bit error rate, resum+, recovery+, restor+, link, connect+, line

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 102629898 A (HUAWEI TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 August 2012 (08.08.2012) the whole document	1-20
Y	CN 101656603 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY, PLA) 24 February 2010 (24.02.2010) description, page 6, line 3 to the last line and figures 2, 11	1, 6, 8, 10, 12, 14-15, 17-20
Y	CN 1441577 A (RUNGUANG TAILI SCI-TECH DEVELOPMENT CO., LTD., BEIJING) 10 September 2003 (10.09.2003) description, page 5, line 13 to page 8, line 20 and figures 3 to 7	1, 6, 8, 10, 12, 14-15, 17-20
A	CN 1422032 A (HUAWEI TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 June 2003 (04.06.2003) the whole document	1-20
A	US 6646987 B1 (NORTEL NETWORKS LIMITED) 11 November 2003 (11.11.2003) the 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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 December 2012 (26.12.2012)

Date of mailing of the international search report
31 January 2013 (31.01.2013)

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
LI, Wenjuan
Telephone No. (86-10) 62413360

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/083180

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102629898 A	08.08.2012	None	
CN 101656603 A	24.02.2010	None	
CN 1441577 A	10.09.2003	None	
CN 1422032 A	04.06.2003	None	
US 6646987 B1	11.11.2003	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/083180

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/18 (2006.01) i

H04L 1/00 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/083180

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(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)

IPC: H04L; H04B

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))

CNABS, CNTXT, DWPI, CNKI, IEEE: 数据, 传输, 传送, 发送, 重传, 错误, 误码率, 出错率, 差错率, BER, 高, 超, 大, 阈值, 恢复, 修复, 自, 链路, 连接, data, transmission, transfer, transmit+, bit error rate, resum+, recovery+, restor+, link, connect+, line

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
PX	CN102629898A (华为技术有限公司) 08.8 月 2012 (08.08.2012) 全文	1-20
Y	CN101656603A (中国人民解放军国防科学技术大学) 24.2 月 2010 (24.02.2010) 说明书第 6 页第 3 行-最后一行, 图 2, 11	1, 6, 8, 10, 12, 14-15, 17-20
Y	CN1441577A (北京润光泰力科技发展有限公司) 10.9 月 2003 (10.09.2003) 说明书第 5 页第 13 行-第 8 页第 20 行, 图 3-7	1, 6, 8, 10, 12, 14-15, 17-20
A	CN1422032A (华为技术有限公司) 04.6 月 2003 (04.06.2003) 全文	1-20
A	US6646987B1 (NORTEL NETWORKS LIMITED) 11.11 月 2003 (11.11.2003)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

“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, 或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(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

26.12 月 2012 (26.12.2012)

国际检索报告邮寄日期

31.1 月 2013 (31.01.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

李文娟

电话号码: (86-10) 62413360

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/083180

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102629898A	08.08.2012	无	
CN101656603A	24.02.2010	无	
CN1441577A	10.09.2003	无	
CN1422032A	04.06.2003	无	
US6646987B1	11.11.2003	无	

主题的分类

H04L1/18 (2006.01)i

H04L1/00 (2006.01)i