



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108494649 A
(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810091435.X

(22)申请日 2018.01.30

(71)申请人 中国航天电子技术研究院
地址 100094 北京市海淀区丰滢东路1号

(72)发明人 刘套 张心玥 王小刚 胡延奇
赵甲

(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理
有限公司 11401
代理人 皋吉甫

(51) Int. Cl.
H04L 12/40(2006.01)
H04L 12/403(2006.01)

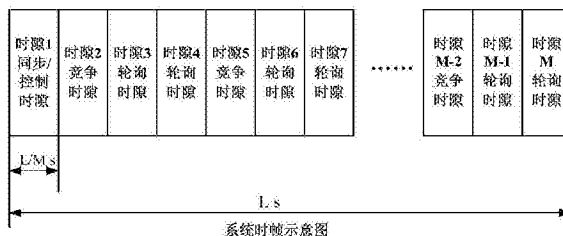
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于轮询与均态时隙相结合的总线系统及数据传输方法

(57)摘要

本发明涉及数据总线通信技术领域,具体涉及基于轮询与均态时隙相结合的总线系统及数据传输方法。所述总线系统包括总线、总线适配器和电子设备,所述总线与多个所述总线适配器双向通信,每个所述总线适配器与多个所述电子设备双向或单向通信;所述总线与所述总线适配器的通信采用轮询与均态时隙相结合。本发明采用轮询与竞争时隙相结合的方式,通过竞争时隙均态分布及时处理突发业务,降低平均等待时间,提高系统实时响应特性,同时通过设置轮询时隙可有效消除竞争碰撞导致的拥塞数据,降低网络拥塞率,保证系统吞吐量,轮询与竞争时隙可定制。



1. 一种基于轮询与均态时隙相结合的总线系统,其特征在于,所述总线系统包括总线、总线适配器和电子设备,所述总线与多个所述总线适配器双向通信,每个所述总线适配器与多个所述电子设备双向或单向通信;

所述总线与所述总线适配器的通信采用轮询与均态时隙相结合。

2. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述轮询与均态时隙相结合为:所述总线与所述总线适配器的通信中所述总线的时隙包括轮询时隙和竞争时隙,所述竞争时隙采用均态分布;所述轮询时隙用于各所述电子设备的数据上传;所述竞争时隙用于传输设备突发状况、设备接入或退出及系统模态变换的情况。

3. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述系统采用总线控制权竞争机制,各所述总线适配器具有不同优先级,均可竞争总线控制权。

4. 如权利要求1所述系统,其特征在于,所述总线适配器的一端采用电容隔直方式接入所述总线,通过频域无直流分量的编码匹配总线接入方式,与所述总线进行双向通信,采用单字节起始同步和单字节终止同步;所述总线适配器的另一端通过同步/异步接口连接多个电子设备,与电子设备进行双向或单向通信。

5. 一种基于轮询与均态时隙相结合的总线数据传输方法,其特征在于,

将总线划分为固定长度为 L_s 的时帧,每时帧由 M 个时隙构成,在每时帧开始时刻发送同步/控制帧完成本时帧内的总线时隙分配将总线时隙分为轮询时隙和竞争时隙;

所述轮询时隙用于与所述总线相连的电子设备的上传;

所述竞争时隙用于突发业务量的上传;

所述突发业务量包括:电子设备的突发性非周期的数据传输业务、电子设备及总线适配器的故障、状态、接入、退出系统模态变换。

6. 如权利要求5所述方法,其特征在于,所述电子设备通过总线适配器和所述总线相连,总线控制单元在每时帧开始时刻发送同步/控制帧完成本时帧内的总线时隙分配,将各个轮询时隙访问的电子设备ID广播至整个总线网络;总线适配器接收并解析所述同步/控制帧,根据所连接电子设备ID在相应轮询时隙将电子设备数据上传至总线。

7. 如权利要求6所述方法,其特征在于,采用总线控制单元根据各电子设备的业务量调整总线时帧长度和各电子设备的轮询周期。

8. 如权利要求5所述方法,其特征在于,所述竞争时隙在每时帧内采用均态分布。

9. 如权利要求6所述方法,其特征在于,所述总线连接有多个所述总线适配器,各总线适配器均可竞争成为所述总线控制单元,每个总线适配器具有不同优先级,任一时刻,存在唯一总线适配器控制所述总线的数据传输。

10. 如权利要求9所述方法,其特征在于,根据总线适配器承载业务量的多少及处理器资源占用程度来确定优先级;业务量较少、处理器资源占用较少的总线适配器优先级较高。

基于轮询与均态时隙相结合的总线系统及数据传输方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据总线通信技术领域,具体涉及基于轮询与均态时隙相结合的总线系统及数据传输方法。

背景技术

[0002] 目前在航空、航天系统中广泛应用的数据总线标准为MIL-STD-1553B总线,它是一种集中式的时分串行总线,其主要特点是分布处理、集中控制和实时响应。MIL-STD-1553B总线是一种数字命令/响应式时分制多路传输数据总线,传输速率1M比特/秒,近年来国外出现一种高速1553在现有1553B总线构架不变的前提下将1553B总线的通讯速率从1Mbps提高到5Mbps。1553B总线消息由三种字组成,字长度20比特,数据有效长度16比特;采用半双工传输方式,传输媒介为屏蔽双绞线。其可靠性机制包括防错功能、容错功能、错误的检测和定位、错误的隔离、错误的校正、系统监控及系统恢复功能。采用双冗余系统,有两个传输通道,保证了良好的容错性和故障隔离。这种方式非常适合集中控制的分布式处理系统。

[0003] 但1553B总线存在以下不足:

[0004] 1) 系统最多容纳31个节点,随着机载电子设备的增多越来越难以满足需求;

[0005] 2) 1553B总线是准无中心网络,通过备用总线控制器(BBC)或(BUBC)提供一定的余度,实际使用时备用控制器数量是有限的;

[0006] 3) 标准1553B协议为1Mbps,无法满足大数据传输需求;

[0007] 4) 采用变压器隔离,总线有直流电流,耗能大,对总线驱动能力要求高;

[0008] 5) 1553B总线采用命令/响应的协议方式,保证了实时性,但是对于突发业务量,没有有效机制。

发明内容

[0009] 针对上述问题,本发明提供一种基于轮询与均态时隙相结合的总线系统及数据传输方法。本发明应用于中、大型无人机系统机载及地面电子系统有线通信网络的数据交换及系统控制中,解决多电子设备数据业务量不一致的数据交换和线缆网布局繁杂、维护性差的问题。

[0010] 本发明是通过一下技术方案实现的:

[0011] 一种基于轮询与均态时隙相结合的总线系统,所述总线系统包括总线、总线适配器和电子设备,所述总线与多个所述总线适配器双向通信,每个所述总线适配器与多个所述电子设备双向或单向通信;所述总线与所述总线适配器的通信采用轮询与均态时隙相结合。

[0012] 进一步地,所述轮询与均态时隙相结合为:所述总线与所述总线适配器的通信中所述总线的时隙包括轮询时隙和竞争时隙,所述竞争时隙采用均态分布;所述轮询时隙用于各所述电子设备的数据上传;所述竞争时隙用于传输设备突发状况、设备接入或退出及

系统模态变换的情况。

[0013] 进一步地,采用总线控制权竞争机制,各所述总线适配器的具有不同优先级,均可竞争总线控制权。

[0014] 进一步地,所述总线适配器的一端采用电容隔直方式接入所述总线,通过频域无直流分量的编码匹配总线接入方式,与所述总线进行双向通信,采用单字节起始同步和单字节终止同步;所述总线适配器的另一端通过同步/异步接口连接多个电子设备,与电子设备进行双向或单向通信。

[0015] 一种基于轮询与均态时隙相结合的总线数据传输方法,将总线划分为固定长度为 L_s 的时帧,每时帧由 M 个时隙构成,在每时帧开始时刻发送同步/控制帧完成本时帧内的总线时隙分配将总线时隙分为轮询时隙和竞争时隙;

[0016] 所述轮询时隙用于与所述总线相连的电子设备的上传;

[0017] 所述竞争时隙用于突发业务量的上传;

[0018] 所述突发业务量包括:电子设备的突发性非周期的数据传输业务、电子设备及总线适配器的故障、状态、接入、退出系统模态变换。

[0019] 进一步地,所述电子设备通过总线适配器和所述总线相连,总线控制单元在每时帧开始时刻发送所述同步/控制帧完成本时帧内的总线时隙分配,将各个轮询时隙访问的电子设备ID广播至整个总线网络;总线适配器接收并解析所述同步/控制帧,根据所连接电子设备ID在相应轮询时隙将电子设备数据上传至总线。

[0020] 进一步地,采用总线控制单元根据各电子设备的业务量调整总线时帧长度和各电子设备的轮询周期。

[0021] 进一步地,所述竞争时隙在每时帧内采用均态分布。

[0022] 进一步地,所述总线连接有多个所述总线适配器,各总线适配器均可竞争成为所述总线控制单元,每个总线适配器具有不同优先级,任一时刻,存在唯一总线适配器控制所述总线的数据传输。

[0023] 进一步地,根据总线适配器承载业务量的多少及处理器资源占用程度来确定优先级;业务量较少、处理器资源占用较少的总线适配器优先级较高。

[0024] 本发明的有益技术效果:

[0025] 1) 本发明通过采用差分传输及电容隔直接入方式,数据高速传输高,可达到10Mbps以上,误码率低、功耗小、抗干扰能力强,且具备检错能力;

[0026] 2) 本发明采用轮询与竞争时隙相结合的方式,通过竞争时隙均态分布及时处理突发业务,降低平均等待时间,提高系统实时响应特性,同时通过设置轮询时隙可有效消除竞争碰撞导致的拥塞数据,降低网络拥塞率,保证系统吞吐量,轮询与竞争时隙可定制;

[0027] 3) 本发明的总线网络在空间上为无中心自组织网络,网络拓扑可重构,支持网络节点热插拔;在时间上为有中心网络,具有总线控制权的节点可动态分配总线带宽,实现均衡业务量分配的功能;

[0028] 4) 本发明的总线技术优化了线缆网连接方式,易于安装;支持内装测试,可在线监测各总线节点及其连接设备的工作状态,具备功能监测、故障定位与错误诊断能力,提高了系统的稳定性。

附图说明

- [0029] 图1为本发明实施方式的LHDBUS总线结构示意图；
[0030] 图2为LHDBUS时隙分配示意图；
[0031] 图3为总线网络吞吐量示意图；
[0032] 图4为总线网络碰撞率示意图。

具体实施方式

[0033] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细描述。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。

[0034] 相反，本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步，为了使公众对本发明有更好的了解，在下文对本发明的细节描述中，详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

[0035] 实施例1

[0036] 本实施例提供一种LHDBUS总线技术，包括以下三个部分：

[0037] (1) LHDBUS总线架构，(2) 时隙分配管理，(3) 网络控制优化。

[0038] LHDBUS总线架构为总线硬件组成及接入方式，时隙分配管理为总线的协议设计，网络控制优化为总线控制方法设计。

[0039] 下面分别从LHDBUS总线结构、时隙分配管理、网络控制优化三部分具体介绍LHDBUS总线技术实现过程：

[0040] LHDBUS总线结构

[0041] LHDBUS总线由差分总线、总线适配器和电子设备组成，其结构示意图如图1所示。LHDBUS总线基于差分传输，总线电路呈现开路模态，通过总线适配器连接各电子设备，实现总线与各设备间的通讯协议转换及数据通信。

[0042] 总线适配器采用电容隔直方式接入差分总线，通过频域无直流分量的编码匹配总线接入方式，与总线进行双向通信，采用单字节起始同步和单字节终止同步；另一端，总线适配器通过同步/异步接口连接多个电子设备，与电子设备进行双向或单向通信。总线适配器作为LHDBUS总线与电子设备的中介机构，主要完成对总线数据、控制指令的实时响应，对连接的电子设备进行供配电管理、数据通信，同时总线适配器可作为总线控制单元进行控制策略计算。

[0043] 时隙分配管理

[0044] LHDBUS总线采用“分组轮询”和“均态竞争”相结合的方式进行总线时隙分配，轮询时隙与竞争时隙可定制，将总线划分为固定长度为 L_s 的时帧，每时帧由 M 个时隙构成。时帧长度 L 可根据飞行器系统频响需求制定，支持 $1/LHz$ 的控制频率。时隙分配示意图如图3所示。

[0045] 总线控制单元根据电子设备业务量，具体的，当将此总线应用于中、大型无人机系统机载及地面电子系统有线通信网络时，根据飞行器动态特性确定总线时帧长度和各电子

设备的轮询周期,通过在每时帧开始时刻发送同步/控制帧完成本时帧内的总线时隙分配,将各个轮询时隙访问的设备ID广播至整个总线网络;总线适配器接收并解析同步/控制帧,根据所连接电子设备ID在相应轮询时隙将电子设备数据上传至总线;竞争时隙在每时帧内采用均态分布,具体为,在每时帧内,竞争时隙均匀分布,两相邻竞争时隙间的间隔相同。竞争时隙用于突发业务量的上传,突发业务量包括:电子设备的突发性非周期的数据传输业务、电子设备及总线适配器的故障、状态、接入、退出系统模态变换。

[0046] 网络吞吐量分析

[0047] LHDBUS总线一个时帧包含M个时隙,其中 m_1 个时隙发送同步/轮询帧, m_2 个时隙发送轮询帧, m_3 个时隙发送竞争帧,整个总线网络包括N个节点(一个总线适配器即为一个节点),以一个时隙为一个单位时间,每个节点数据业务量服从到达率为 λ 的泊松分布,总线网络总到达率 $G=N\lambda$,在LHDBUS总线协议中,每个节点的业务量分为两部分,其中一部分只能在轮询时隙中发送,另外一部分可在竞争时隙中发送,设轮询时隙到达率 $\rho\lambda$,竞争时隙到达率为 $(1-\rho)\lambda$ 。

[0048] 对于一个轮询时隙,只要在前 N_1 个时隙内有分组到达,该轮询时隙有分组传输, N_1 为两次轮询同一节点的周期长度,为简化处理,考虑轮询时隙均匀分布,则周期长度

$$[0049] \quad N_1 = \frac{M}{m_2} N;$$

[0050] 轮询时隙的节点到达率为 $\rho\lambda$,在周期 N_1 个时隙内无分组到达的概率为

$$[0051] \quad P_1 = e^{-N_1 \rho \lambda} = e^{-\frac{M}{m_2} N \rho \lambda};$$

[0052] 一个总线周期内轮询时隙的总吞吐量

$$[0053] \quad S_1 = \frac{T_{轮询}}{T_{总}} (1 - P_1) = \frac{m_2}{M} \left(1 - e^{-\frac{M}{m_2} N \rho \lambda} \right);$$

[0054] 竞争时隙的总到达率为

$$[0055] \quad G_2 = N(1-\rho)\lambda;$$

[0056] 为简化处理,竞争时隙均匀分布,竞争时隙内一个分组能够成功传输的概率为在前后两个竞争时隙的时间内没有分组到达的概率

$$[0057] \quad P_2 = e^{-\frac{M}{m_3} G_2} = e^{-\frac{M}{m_3} N(1-\rho)\lambda};$$

[0058] 一个总线周期内竞争时隙的总吞吐量

$$[0059] \quad S_2 = \frac{T_{竞争}}{T_{总}} G_2 P_2 = \frac{m_3}{M} N(1-\rho)\lambda e^{-\frac{M}{m_3} N(1-\rho)\lambda};$$

[0060] 总吞吐量为

$$[0061] \quad S = S_1 + S_2;$$

[0062] 可得到LHDBUS吞吐量如图3所示,由于采用了轮询时隙与竞争时隙相结合的方式,当任务到达率增大时,与ALOHA协议相比,LHDBUS网络不会由于频繁碰撞而彻底拥塞,吞吐量优于ALOHA协议且趋于稳定。

[0063] LHDBUS总线吞吐量低于1553B总线,但是以上分析是基于各设备数据业务量服从到达率一致的泊松分布,在实际情况中,各设备节点业务量并不一致,且常存在突发业务

量,1553B没有有效的处理机制。

[0064] 碰撞概率计算

[0065] LHDBUS总线碰撞概率为竞争时隙的碰撞概率

$$[0066] \quad P = 1 - P_2 = 1 - e^{-\frac{M}{m_2} N(1-p)\lambda};$$

[0067] 总线控制单元可根据各电子设备业务量强度,动态分配总线时隙,调整各电子设备占用带宽即根据电子设备业务量强度调整该电子设备ID的轮询频率,提高网络吞吐量趋近最优值,同时提高总线响应突发业务的实时性。

[0068] 网络控制优化

[0069] 采用总线控制权竞争机制优化网络结构。各总线适配器均可竞争总线控制权成为总线控制单元,每个总线适配器具有不同优先级,任意时刻总线网络存在唯一的总线控制单元。

[0070] 根据总线适配器承载业务量的多少及处理器资源占用程度来确定优先级;业务量较少、处理器资源占用较少的总线适配器优先级较高。

[0071] 初始状态,各总线适配器根据优先级竞争总线控制权,完成网络构建;运行过程中,各总线适配器根据当前总线控制单元的优先级判断是否争夺总线控制权,若优先级高于总线控制单元,则可在竞争时隙进行控制权交接;当总线控制器节点主动或因故障退出网络时,在线总线适配器将重新竞争总线控制权,产生新的总线控制单元,实现一种在空间上无中心、时间上有中心的自组织网络架构。

[0072] 具备网络拓扑重构功能,支持总线适配器、电子设备在线热插拔。网络运行中,当有新的总线适配器或电子设备接入时,可在竞争时隙完成入网申请;当有电子设备退出时,总线适配器可在轮询时隙或竞争时隙上报电子设备退网;当有总线适配器退出时,总线控制单元可通过监测该总线适配器的轮询应答完成在线监测、故障定位和错误诊断。虽然结合了附图描述了本发明的实施方式,但是对于本领域技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进,这些也应视为属于本发明的保护范围。

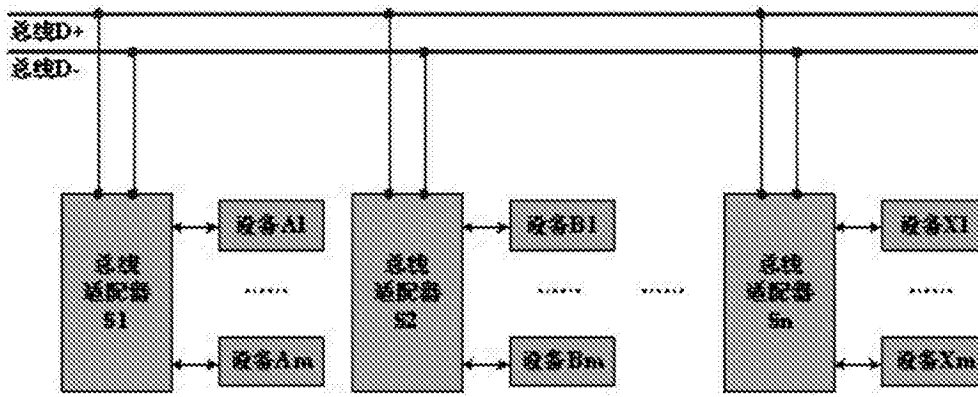


图1

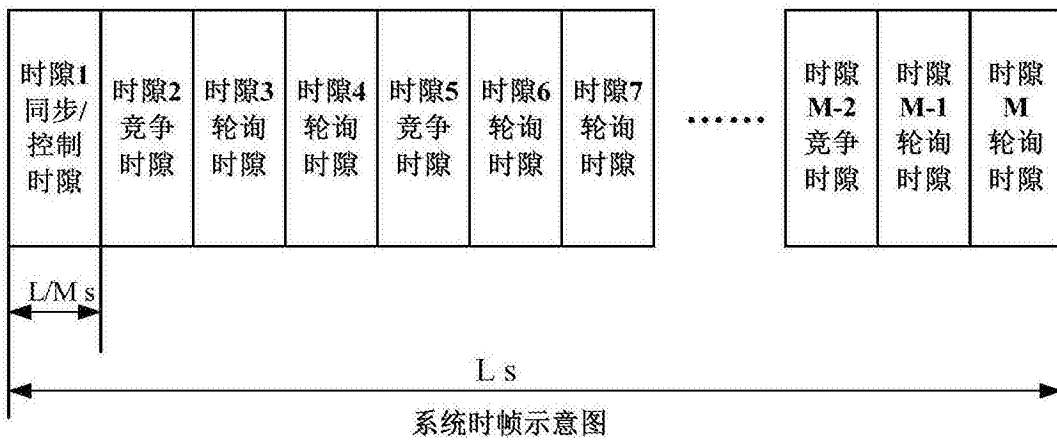


图2

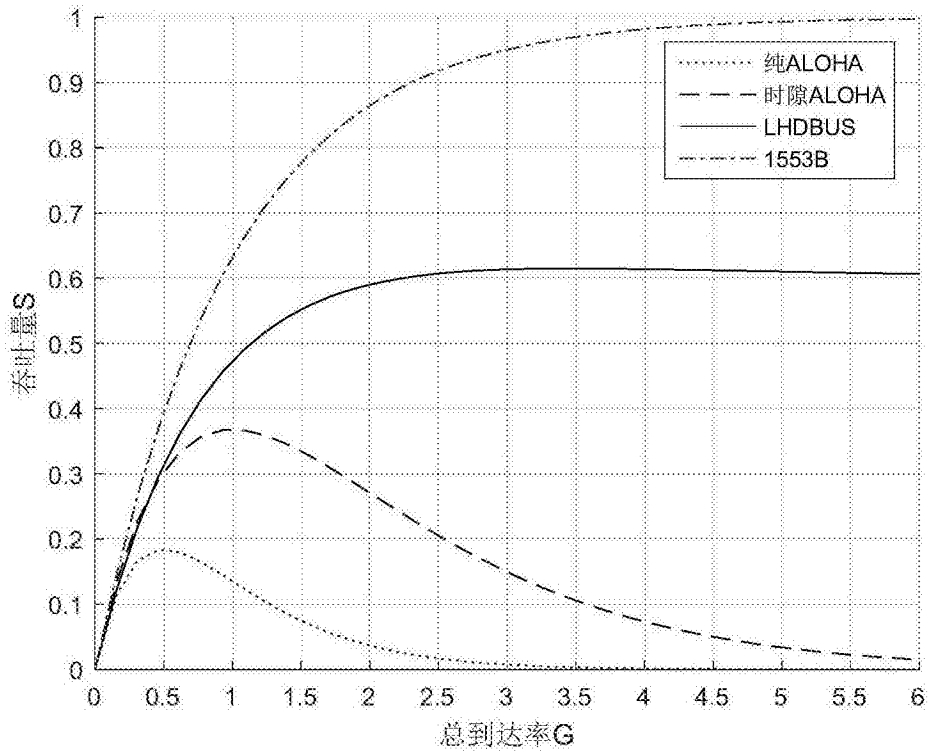


图3

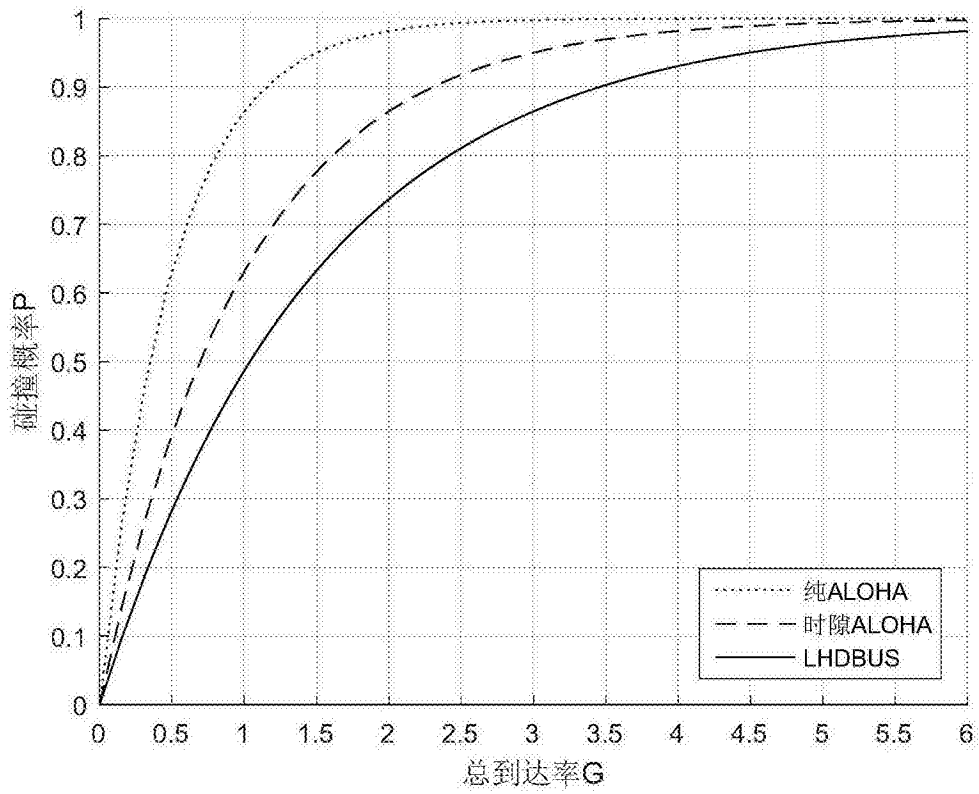


图4