



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109245958 B

(45)授权公告日 2020.07.14

(21)申请号 201811074263.1

(22)申请日 2018.09.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109245958 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(73)专利权人 中国空间技术研究院  
地址 100194 北京市海淀区友谊路104号

(72)发明人 刘佳昕 赵欣 魏振超 原晋谦  
陈悦持 龙哲仁

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心  
11009

代理人 武莹

(51)Int.Cl.

H04L 12/26(2006.01)

(56)对比文件

CN 103218292 A,2013.07.24,

CN 103471617 A,2013.12.25,

CN 107769836 A,2018.03.06,

上官子粮,仲宇.飞行软件通用仿真测试平台中1553B接口测试方法的研究.《航天控制》.2011,

Jie Yin;Qiang Wu;Xuetao Mao;Tao Song; Xuwen Li.Design of 1553B Bus Testing and Simulating System.《2013 Ninth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing》.2014,

刘骐铭,冯旭哲.星载子网1553B 总线数据传输与管理.《宇航计测技术》.2015,

审查员 王闪

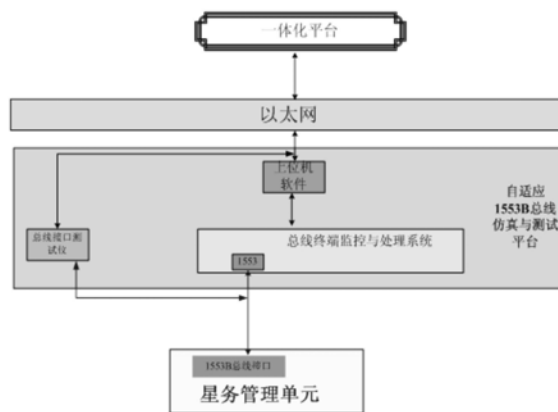
权利要求书3页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于自适应1553B总线通信功能测试方法及系统

(57)摘要

基于自适应1553B总线通信功能测试方法及系统,包括自适应1553B总线仿真与测试平台,包括总线终端监视与处理系统、上位机软件、总线接口测试仪,总线终端监视与处理系统获取待测试星务管理单元的数据信息后进行预处理,并送至上位机软件,上位机软件根据外部指令对预处理后的数据信息进行处理并送至地面,控制星务管理单元BC端、综合业务单元完成整星级测试,总线接口测试仪根据外部指令对总线终端监视与处理系统、星务管理单元间的数据信息交互进行监视及测试。



1. 基于自适应1553B总线通信功能测试方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 当进行分系统级测试时转入步骤(2)-步骤(3),当进行整星级测试时转入步骤(4)-(6);

(2) 根据自适应1553B协议将下位机RT\_1的自描述信息配置软件RT模拟模块,使得软件RT模拟模块模拟下位机RT\_1,控制总线终端监视与处理系统监视模块显示当前下位机RT\_1与待测试星务管理单元的握手成功后,遥测数据被成功获取所在的各个子地址;

所述自适应1553B总线协议,与1553B总线协议相比,自适应性主要体现在以下两个方面:一是RT自描述信息动态获取功能,即BC端在与RT通信之前,BC端对RT设备内部遥测参数容量、存储位置是未知的,系统上电后,BC端通过轮询的方式周期性地对RT握手并获取RT的自描述信息;二是A、B总线轮询功能,即系统上电后,先以1553B总线的A总线进行RT\_1至RT\_N的轮询,若通信成功,则将该RT设备的任务自动加入到A总线任务当中;若通信不成功,则BC控制端先利用总线的原通道重试一次,若仍通信异常,则对该RT进行标记,当一个轮询周期448ms后,切换为B总线进行轮询,若通信成功,则将该RT设备的任务自动加入到B总线任务当中,如若A/B总线均通信不成功,则一直保持切换A/B总线重试循环;BC端为星务管理单元,RT端为下位机;

(3) 控制待测试星务管理单元通过轮询的方式周期性地对下位机RT\_1握手并获取RT的自描述信息,当待测试星务管理单元和下位机RT\_1的自描述信息一致时,待测试星务管理单元、下位机RT\_1握手成功,并建立通信连接,读取下位机RT\_1子地址对应的遥测数据,得到分系统级测试结果,完成分系统级测试;

(4) 在整星总装集成测试AIT阶段,控制星务管理单元BC端加电、任一下位机RT\_i端不加电,观测卫星1553B总线通信状态,如果BC端未收到RT反馈的信息,则BC端先利用卫星1553B总线的A通道进行轮询,通信不成功,然后切换至B通道进行轮询,通信不成功,判断下位机RT\_i的A/B总线状态的遥测参数是否在选择A总线与选择B总线中循环;

(5) 控制下位机RT\_i端加电,向BC端反馈应答信息,判断RT\_i的A/B总线状态的遥测参数是否停留在与RT\_i通信成功的总线;

(6) 如果步骤(4)测试得到的下位机RT\_i的A/B总线状态的遥测参数在选择A总线与选择B总线中循环,且步骤(5)测试得到的下位机RT\_i的A/B总线状态的遥测参数停留在与RT\_i通信成功的总线,则当前整星级测试通过。

2. 根据权利要求1所述的基于自适应1553B总线通信功能测试方法,其特征在于:所述的卫星1553B总线系统工作期间内卫星星务管理单元BC端、多个下位机RT设备的正常工作过程为:在卫星1553B总线工作期间内,卫星星务管理单元BC端周期性地对多个下位机RT设备进行轮询,首先以A总线进行下位机RT\_1到下位机RT\_N的轮询,其中,N为下位机RT设备的数目,若下位机RT\_i通信成功,则卫星星务管理单元BC端将下位机RT\_i的任务自动加入到A总线任务当中,若下位机RT\_i通信不成功,则卫星星务管理单元BC端利用A总线继续进行一次轮询,如果下位机RT\_i通信仍不成功,则对下位机RT\_i进行标记,如果下位机RT\_i通信成功,卫星星务管理单元BC端将下位机RT\_i的任务自动加入到A总线任务当中,当一个轮询周期结束后,切换为B总线进行轮询,若与被标记的下位机设备RT\_i通信成功,则BC端将RT\_i的任务加入到B总线任务当中,若B总线通信不成功,则继续保持A/B总线切换循环轮询,并将对应的下位机RT\_i地址标记为通信超时。

3. 根据权利要求1所述的基于自适应1553B总线通信功能测试方法,其特征在于:所述的总线终端监视与处理系统获取待测试星务管理单元的数据信息后进行预处理,并送至上位机软件,上位机软件根据外部指令对预处理后的数据信息进行处理并送至地面,总线接口测试仪根据外部指令对总线终端监视与处理系统、星务管理单元间的数据信息交互进行监视及测试;总线终端监视与处理系统包括总线终端监视与处理系统监视模块、软件RT模拟模块。

4. 基于自适应1553B总线通信功能测试系统,其特征在于:包括自适应1553B总线仿真与测试平台,包括总线终端监视与处理系统、上位机软件、总线接口测试仪,其中:

总线终端监视与处理系统,获取待测试星务管理单元的数据信息后进行预处理,并送至上位机软件;包括总线终端监视与处理系统监视模块、软件RT模拟模块;

上位机软件,根据外部指令对预处理后的数据信息进行处理并送至地面;在整星总装集成测试AIT阶段,控制星务管理单元BC端加电、任一下位机RT<sub>i</sub>端不加电,观测卫星1553B总线通信状态,如果BC端未收到RT反馈的信息,则BC端先利用卫星1553B总线的A通道进行轮询,通信不成功,然后切换至B通道进行轮询,通信不成功,判断下位机RT<sub>i</sub>的A/B总线状态的遥测参数是否在选择A总线与选择B总线中循环,控制下位机RT<sub>i</sub>端加电,向BC端反馈应答信息,判断RT<sub>i</sub>的A/B总线状态的遥测参数是否停留在与RT<sub>i</sub>通信成功的总线,完成整星级测试;

总线接口测试仪根据外部指令对总线终端监视与处理系统、星务管理单元间的数据信息交互进行监视及测试;

软件RT模拟模块,根据自适应1553B协议发送的下位机RT<sub>1</sub>自描述信息进行配置,模拟下位机RT<sub>1</sub>,待测试星务管理单元通过轮询的方式周期性地对下位机RT<sub>1</sub>握手并获取RT的自描述信息,当待测试星务管理单元和下位机RT<sub>1</sub>的自描述信息一致时,待测试星务管理单元、下位机RT<sub>1</sub>握手成功,并建立通信连接,读取下位机RT<sub>1</sub>子地址对应的遥测数据,得到分系统级测试结果,完成分系统级测试;

总线终端监视与处理系统监视模块,显示当前下位机RT<sub>1</sub>与待测试星务管理单元的握手成功后,遥测数据被成功获取所在的各个子地址;

所述自适应1553B总线协议,与1553B总线协议相比,自适应性主要体现在以下两个方面:一是RT自描述信息动态获取功能,即BC端在与RT通信之前,BC端对RT设备内部遥测参数容量、存储位置是未知的,系统上电后,BC端通过轮询的方式周期性地对RT握手并获取RT的自描述信息;二是A、B总线轮询功能,即系统上电后,先以1553B总线的A总线进行RT<sub>1</sub>至RT<sub>N</sub>的轮询,若通信成功,则将该RT设备的任务自动加入到A总线任务当中;若通信不成功,则BC控制端先利用总线的原通道重试一次,若仍通信异常,则对该RT进行标记,当一个轮询周期448ms后,切换为B总线进行轮询,若通信成功,则将该RT设备的任务自动加入到B总线任务当中,如若A/B总线均通信不成功,则一直保持切换A/B总线重试循环;BC端为星务管理单元,RT端为下位机。

5. 一种计算机可读存储介质,所述的计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述的计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1-权利要求3任一所述方法的步骤。

6. 一种基于自适应1553B总线通信功能测试终端设备,包括存储器、处理器以及存储在

所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于:所述的处理器执行所述的计算机程序时实现如权利要求1-权利要求3任一所述方法的步骤。

## 基于自适应1553B总线通信功能测试方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及卫星平台综合电子分系统总线协议功能测试专业技术领域,特别是基于自适应1553B总线通信功能测试方法及系统。

### 背景技术

[0002] 卫星主要采用1553B总线,1553B总线是按照美国军用标准MIL-STD-1553B设计生产的快速串行数据总线,随着1553B总线协议的数据交互自适应能力和任务周期日益增强,对通信卫星总线协议功能测试也提出了更高的要求。在传统1553B总线协议中,上位机主控端(BC端)与下位机远置终端(RT端)通信之前,RT端所需的服务信息需要提前预置在BC端应用软件当中,导致了传统总线协议自适应能力不足,通用性差,数据交互机制及总线任务周期不灵活的缺陷。为了进一步提高1553B总线自适应能力,某卫星综合电子系统设计采用自适应1553B总线协议,BC端为星务管理单元(星务管理单元),RT端为综合业务单元,其自适应性主要体现在以下两个方面:1.RT自描述信息动态获取功能,即BC端在与RT通信之前,BC端对RT设备内部遥测参数容量、存储位置是未知的,系统上电后,BC端通过轮询的方式周期性地对RT握手并获取RT的自描述信息。2.A/B总线轮询功能,即系统上电后,先以1553B总线的A总线进行RT1至RTN的轮询,若通信成功,则将该RT设备的任务自动加入到A总线任务当中;若通信不成功,则BC控制端先利用总线的原通道重试一次,若仍通信异常,则对该RT进行标记,当一个轮询周期448ms后,切换为B总线进行轮询,若通信成功,则将该RT设备的任务自动加入到B总线任务当中,如若A/B总线均通信不成功,则一直保持切换A/B总线重试循环。

[0003] 目前国内针对自适应总线协议测试方案暂无可参考的相关资料,导致了无法充分验证新一代卫星综合电子分系统的自适应1553B总线通信功能,给卫星总线通信的有效性和可靠性带来了一定挑战。传统1553B总线测试方法已经不能满足自适应1553B总线的测试需要,为了充分验证通信卫星自适应1553B总线通信功能,需要设计一种精确高效的自动化测试方法及系统。

### 发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供了基于自适应1553B总线通信功能测试方法及系统,解决了测试通信卫星综合电子分系统的自适应1553B总线通信协议功能,能够充分验证自适应1553B总线通信协议的正确性。

[0005] 本发明的技术解决方案是:基于自适应1553B总线通信功能测试方法,包括如下步骤:当进行分系统级测试时转入步骤(1)-步骤(3),当进行整星级测试时转入步骤(4)-(7);

[0006] (1)搭建自适应1553B总线仿真与测试平台,包括总线终端监视与处理系统、上位机软件、总线接口测试仪,其中:总线终端监视与处理系统获取待测试星务管理单元的数据信息后进行预处理,并送至上位机软件,上位机软件根据外部指令对预处理后的数据信息进行处理并送至地面,总线接口测试仪根据外部指令对总线终端监视与处理系统、星务管

理单元间的数据信息交互进行监视及测试；总线终端监视与处理系统包括总线终端监视与处理系统监视模块、软件RT模拟模块；

[0007] (2) 启动总线终端监视与处理系统软件，根据自适应1553B协议将下位机RT1的自描述信息配置软件RT模拟模块，使得软件RT模拟模块模拟下位机RT1，启动总线终端监视与处理系统监视模块；其中，总线终端监视与处理系统监视模块显示当前下位机RT1与待测试星务管理单元的握手成功后，遥测数据被成功获取所在各个子地址；

[0008] (3) 待测试星务管理单元通过轮询的方式周期性地对下位机RT1握手并获取RT的自描述信息，当两者自描述信息一致时，待测试星务管理单元、下位机RT1握手成功，并建立通信连接，读取下位机RT1子地址对应的遥测数据，得到分系统级测试结果，完成分系统级测试；

[0009] (4) 设定卫星1553B总线系统工作期间内卫星星务管理单元BC端、多个下位机RT设备的正常工作过程为：在卫星1553B总线工作期间内，控制卫星星务管理单元BC端周期性地对多个下位机RT设备进行轮询，首先以A总线进行下位机RT\_1到下位机RT\_N的轮询，其中，N为下位机RT设备的数目，若下位机RT\_i通信成功，则卫星星务管理单元BC端将下位机RT\_i的任务自动加入到A总线任务当中，若下位机RT\_i通信不成功，则卫星星务管理单元BC端利用A总线继续进行一次轮询，如果下位机RT\_i通信仍不成功，则对下位机RT\_i进行标记，如果下位机RT\_i通信成功，卫星星务管理单元BC端将下位机RT\_i的任务自动加入到A总线任务当中，当一个轮询周期结束后，切换为B总线进行轮询，若与被标记的下位机设备RT\_i通信成功，则BC端将RT\_i的任务加入到B总线任务当中，若B总线通信不成功，则继续保持AB总线切换循环轮询，并将对应的下位机RT\_i地址标记为通信超时；

[0010] (5) 在整星总装集成测试AIT阶段，控制星务管理单元BC端加电、任一综合业务单元RT\_i端不加电，观测卫星1553B总线通信状态，如果BC端未收到RT反馈的信息，则BC端先利用卫星1553B总线的A通道进行轮询，通信不成功，然后切换至B通道进行轮询，通信不成功，判断综合业务单元RT\_i的A/B总线状态的遥测参数是否在选择A总线与选择B总线中循环；

[0011] (6) 控制综合业务单元RT\_i端加电，向BC端反馈应答信息，判断RT\_i的A/B总线状态的遥测参数是否停留在与RT\_i通信成功的总线；

[0012] (7) 如果步骤(5)测试得到的综合业务单元RT\_i的A/B总线状态的遥测参数在选择A总线与选择B总线中循环，且步骤(6)测试得到的综合业务单元RT\_i的A/B总线状态的遥测参数停留在与RT\_i通信成功的总线，则当前整星级测试通过。

[0013] 本发明与现有技术相比的优点在于：

[0014] (1) 本发明通过设计分系统级、整星级的自适应1553B总线测试方法，解决了现有针对自适应1553B总线协议测试的需求，具有覆盖性强、可靠性高的优点；

[0015] (2) 本发明通过搭建自适应1553B总线仿真与测试平台，解决了传统1553B总线测试期间手动更换1553B总线的缺陷，具有自动化程度高、提升测试效率、降低测试人工成本的好处。

## 附图说明

[0016] 图1为自适应1553B总线仿真与测试平台；

- [0017] 图2为分系统级验证RT自描述信息动态获取功能流程图；
- [0018] 图3为整星级验证A/B总线轮询功能流程图；
- [0019] 图4为RT自描述字段信息设置图；
- [0020] 图5为监视模块配置1下通信拓扑图。

### 具体实施方式

[0021] 在本发明中,与常规通信卫星总线协议测试方法不同在于,针对自适应1553B总线协议通信功能,从整星级和分系统级设计测试方案,搭建一种精确高效的自动化测试方法及系统。分别对自适应1553B总线协议的RT自描述信息动态获取功能以及A/B总线轮询功能进行了测试验证。此测试方法已在某通信卫星平台进行了首次验证,应用效果良好。本发明的技术方案主要包括两方面内容:

- [0022] 1. 利用总线终端监视与处理系统从分系统级验证RT自描述信息动态获取功能;
- [0023] 2. 利用遥测变化从整星级验证A/B总线轮询功能下面。分别阐述RT自描述信息动态获取功能与A/B总线轮询功能的测试方法。

[0024] 在本发明中,RT自描述信息动态获取功能是指,系统上电后,BC端(星务管理单元)建立自身RT设备(综合业务单元)状态表,周期性地通过轮询方式从RT<sub>1</sub>到RT<sub>i</sub>进行数据握手,并确定RT所需的相关服务内容,获取每个合法RT设备的自描述信息。当RT自描述信息校验正确时,BC端按照RT设备自描述字段定义的内容进行相应的访问,当BC端与RT通信握手成功后,将会动态获取RT设备自描述信息,并按照RT自身提供的信息提供相应数据传输服务。为验证BC端是否获取RT设备的自描述信息,需要搭建自适应1553B总线仿真与测试平台,测试平台由总线终端监视与处理系统、星务管理单元(BC端)和总线接口测试仪组成,自适应1553B总线仿真与测试平台如图1所示。

[0025] 系统上电后,将RT的自描述信息写入总线终端监视与处理系统软件规定的字段中,供BC端进行获取。通过配置RT自描述信息,验证BC在获取RT信息后是否能正确获取RT的自描述字段,并监测BC端在获取RT信息后是否能够与RT成功握手,从而在分系统级验证RT自描述信息动态获取功能。分系统级验证RT自描述信息动态获取功能流程图如图2所示。

[0026] 在本发明中,A/B总线轮询功能是指,系统上电后,在总线系统工作期间内,BC端周期性地对RT设备进行轮询,先以A总线进行RT<sub>1</sub>到RT<sub>i</sub>的轮询,若通信成功,则BC端将该RT设备的任务自动加入到A总线任务当中;若通信不成功,则BC端先利用总线的原通道重试一次,若仍通信异常,则对该RT进行标记,当一个轮询周期448ms后,切换为B总线进行轮询。对于已经与A总线通信成功的RT,不对其进行轮询,仅轮询被标记的RT,若通信成功,则BC端将该RT设备的任务自动加入到B总线任务当中,如若A/B总线通信均不成功,则一直保持切换A/B总线重试循环,且将对应的RT地址表示为通信超时。为了验证A/B总线轮询功能,设计测试逻辑如下:在整星AIT阶段,系统上电后星务管理单元(BC端)加电,综合业务单元(RT端)不加电,观测总线通信状态,此时BC端未收到RT反馈的信息,则BC控制端先利用总线的原通道重试次,但由于RT端未上电,通信不会成功,进而BC控制端切换至B通道重试,测试综合业务单元的A/B总线状态的遥测参数应该在A总线与选择B总线中循环。当RT端加电后,向BC端反馈应答信息,综合业务单元的A/B总线状态的遥测参数应该停留在当前通信成功的总线上。整星级验证A/B总线轮询功能流程图如图3所示。

[0027] 下面针对自适应1553B总线协议的两种自适应功能,即RT自描述信息动态获取功能和A/B总线轮询功能,分别从整星级和分系统的测试实施案例对本发明作进一步详细说明。

[0028] 对于RT自描述信息动态获取功能,利用1553B总线仿真与测试平台,在BC端加电后,启动总线终端监视与处理系统软件,并根据自适应1553B协议将RT1的自描述信息通过软件RT控制面板中。根据自适应1553B总线协议,设置配置1的自描述信息如下:指令位置状态字为003E (111110),遥测位置状态字为0FFFFFFC0 (111111111111111111111000000),如图4所示。

[0029] 打开总线终端监视与处理系统监视模块,图5所示为监视模块配置1下通信拓扑图:

[0030] 根据自描述字设置,遥测位置状态字为0FFFFFFC0 (1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000),即子地址7到子地址28存放遥测数据,从监视模块可以看到SA07-SA28通信成功,BC端与RT端已经成功握手,并在子地址7到子地址28获取了遥测数据,与自描述字中遥测位置状态字相符合。

[0031] 对于A/B总线轮询功能,在某通信卫星平台的整星总装集成测试AIT阶段,选取了平台综合业务单元(PFISU)为RT端,星务管理单元(SMU)为BC端,系统上电后SMU(BC端)加电,平台综合业务单元(RT端)不加电,观测总线通信状态,此时BC端未收到RT反馈的信息,则BC控制端先利用总线的原通道重试次,但由于RT端未上电,通信不会成功,进而BC控制端切换至B通道重试,此时观察遥测参数“平台综合业务单元(主机)AB通道状态”在1(A通道)0(B通道)之间重复循环。当平台综合业务单元加电后,向SMU反馈应答信息,遥测参数“平台综合业务单元(主机)AB通道状态”应该停留在当前通信成功的总线上,即固定在1(A通道)或者0(B通道),此结果已经在整星AIT阶段进行了验证。

[0032] 通过上述自适应1553B总线测试方法,可以全方位对新一代卫星平台综合电子分系统自适应1553B总线协议功能进行测试,有效提升了卫星总线通信的准确性和可靠性。

[0033] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。



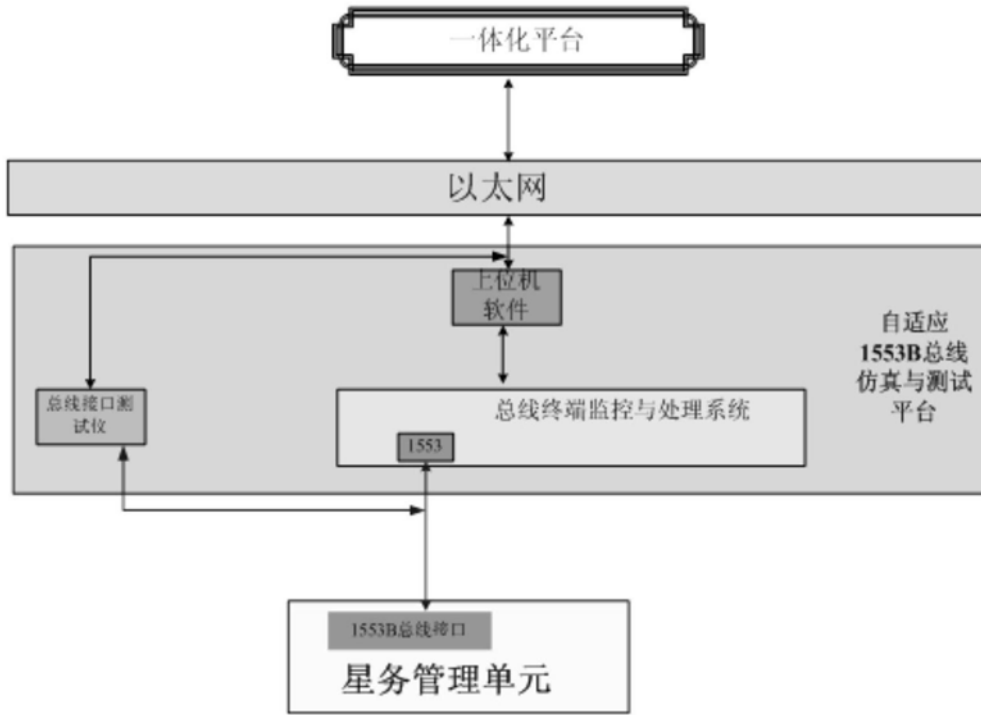


图1

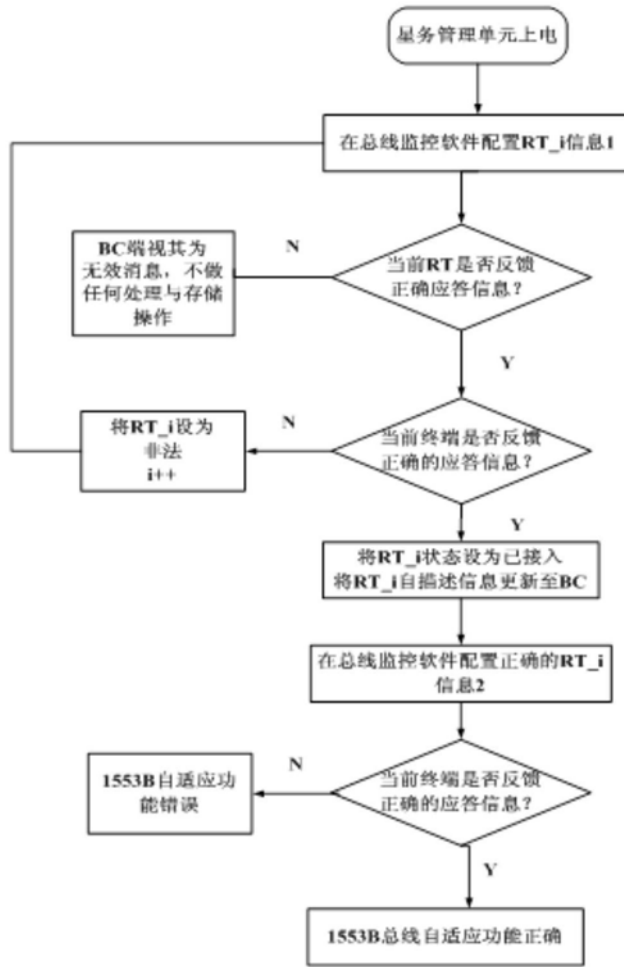


图2

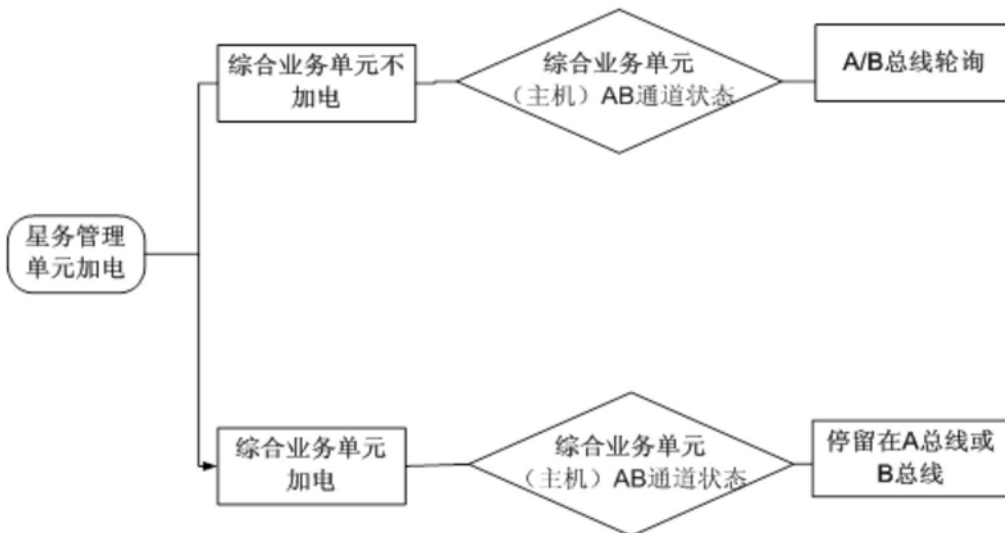


图3



图4



图5