(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110247696 A
(43)申请公布日 2019.09.17

(21)申请号 201910447798.7

(22)申请日 2019.05.27

(71)申请人 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 齐海铭 王凤春 陈杰 瞿佳欢 陈永燕

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心 11009
代理人 陈鹏

(51)Int.Cl.
*H04B 7/185*(2006.01)

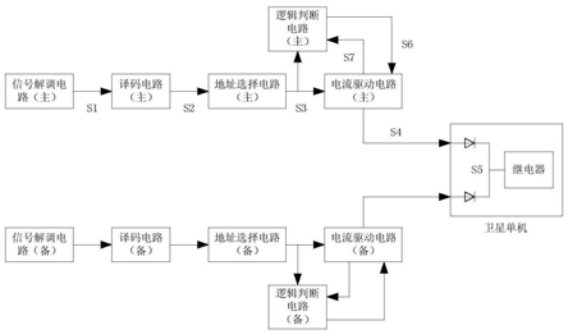
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种通信卫星遥控指令接口检测电路及方法

(57)摘要

一种通信卫星遥控指令接口检测电路及方法，通过对接口电路进行功能划分，定义指令安全时间、定义安全电压、定义安全电流，进行数据实时检测，在不满足安全模式的情况下通过逻辑判断电路发送断电控制信号进而退出故障模式，实现了故障检测与安全恢复，同时利用主被冗余和隔离设计，避免遥控电路间的相互干扰，稳定性高，电路结构清晰。




CN 110247696 A

1.一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:

包括信号解调电路、译码电路、地址选择电路、电流驱动电路、逻辑判断电路、隔离二极管、继电器;

信号解调电路:接收外部输入的遥控调制信号,进行信号解调与遥控信号提取,将解调后提取的遥控指令数据S1发送至译码电路;

译码电路:进行遥控指令数据S1数据格式比对并根据遥控指令数据S1中包含的脉冲时间数据T进行译码,将译码后获取的指令选择信号S2发送至地址选择电路;

地址选择电路:根据指令选择信号S2选取对应的指令输出通道,并向电流驱动电路及逻辑判断电路输出选通脉冲信号S3;

逻辑判断电路:接收选通脉冲信号S3,同时接收电流驱动电路发送的供电电压及驱动电流遥测数据S7,根据选通脉冲信号S3的实际脉宽输出时间、供电电压及驱动电流遥测数据S7的驱动电流遥测数据及供电电压遥测数据,进行输出故障判断,若出现输出故障,则向电流驱动电路发送断电控制信号S6,反之不进行操作;

电流驱动电路:向隔离二极管正极发送指令脉冲S4;同时发送供电电压及驱动电流遥测数据S7至逻辑判断电路;接收到逻辑判断电路发送的断电控制信号S6,则切断电流驱动电路的电源供电;

隔离二极管:根据正极接收到的指令脉冲S4通过负极向继电器发送驱动信号S5;

继电器:接收隔离二极管负极发送的驱动信号S5进行工作。

2.根据权利要求1所述的一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:所述输出故障包括指令输出长高故障、指令驱动过流故障、指令驱动欠压故障。

3.根据权利要求2所述的一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:判断是否出现指令输出长高故障的具体方法如下:

对逻辑判断电路接受的选通脉冲信号S3的实际脉宽输出时间与定义指令安全时间进行比较,若实际脉宽输出时间更长,存在指令输出长高故障,否则无故障。

4.根据权利要求3所述的一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:判断是否出现指令驱动过流故障的具体方法如下:

对逻辑判断电路接受的供电电压及驱动电流遥测数据S7的驱动电流遥测数据与定义安全电流进行比较,若驱动电流遥测数据更大,存在指令驱动过流故障,否则无故障。

5.根据权利要求4所述的一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:判断是否出现指令驱动欠压故障的具体方法如下:

对逻辑判断电路接受的供电电压及驱动电流遥测数据S7的供电电压遥测数据与定义安全电压进行比较,若供电电压遥测数据更高,存在指令驱动欠压故障,否则无故障。

6.根据权利要求5所述的一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:所述定义指令安全时间、定义安全电流、定义安全电压均由型号任务具体需求确定。

7.根据权利要求1所述的一种通信卫星遥控指令接口检测电路,其特征在于:

所述通信卫星遥控指令接口检测电路除继电器外,均采用主备份电路模式,主电路与备份电路同时工作,当主电路断电时,备份电路转为主电路继续工作,同时主备份电路所生成的指令脉冲S4均通过隔离二极管汇总至单一继电器中。

8.一种通信卫星遥控指令接口故障检测方法,其特征在于步骤如下:

(1)由选通脉冲信号S3的脉冲起始沿开始计时，记录逻辑判断电路接收选通脉冲信号S3的实际输出时间$T_1$时长；

(2)实时记录逻辑判断电路接收供电电压及驱动电流遥测数据S7的实际供电电压$V_1$幅值和实时驱动电流$I_1$幅值；

(3)于逻辑判断电路中，将步骤(2)记录的实际供电电流$I_1$与定义安全电流$I_0$比较，若$I_1 \leqslant I_0$，则电流驱动电路正常工作；若$I_1 > I_0$，则电流驱动电路为指令驱动过流故障模式，此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6，电流驱动电路断电退出指令驱动过流故障模式；

(4)当电流驱动电路正常工作时，将步骤(2)记录的实际供电电压$V_1$与定义安全电压$V_0$比较，若$V_1 \geqslant V_0$，则电流驱动电路正常工作；若$V_1 < V_0$，则电流驱动电路为指令驱动欠压故障，此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6，电流驱动电路断电退出指令驱动欠压故障模式；

(5)当电流驱动电路正常工作时，将步骤(1)记录的实际输出时间$T_1$与定义指令安全时间$T_0$比较，若$T_1 \leqslant T_0$，则电流驱动电路正常工作；若$T_1 > T_0$，则电流驱动电路为指令长高故障模式，此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6，电流驱动电路断电退出指令长高故障模式。

9.根据权利要求8所述的一种通信卫星遥控指令接口故障检测方法，其特征在于：

所述步骤(3)中，定义安全电流$I_0$浮动为在型号任务确定的定义安全电流范围内±0.1A；

所述步骤(4)中，定义安全电压$V_0$浮动为在型号任务确定的定义安全电压范围内±0.5V；

所述步骤(5)中，定义指令安全时间T0浮动为在型号任务确定的定义指令安全时间范围内±1s。

# 一种通信卫星遥控指令接口检测电路及方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种通信卫星遥控指令接口检测电路及方法，属于通信卫星故障检测领域。

## 背景技术

[0002] 遥控指令接口电路是通信卫星的重要组成，实现卫星遥控指令的接收、解调、译码功能，并提供卫星设备的数据发送与接口电流、工作驱动功能。卫星指令接口电路的可靠性与安全性，决定了地面测控系统对卫星的可操控性，决定了卫星的服务寿命。根据以往卫星在轨遥控故障模式统计，在电流驱动电路出现输出故障的前提下，一方面失去了地面再次操控卫星设备的功能，另一方面也会烧毁指令用户的继电器等电路，影响卫星的安全运行。

[0003] 目前通信卫星遥控指令接口电路的可靠性与安全性设计，主要依靠两种方式，一方面采用昂贵的进口高性能宇航级元器件降低遥控指令接口电路的失效概率，另一方面采用指令用户接口的高冗余度、多重备份和高等级降额设计。上述设计方法一方面增加了卫星制造成本，另一方面只是预防措施，并没有从根本上提出卫星一旦出现“指令输出长高模式”后的解决措施。

## 发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是：针对目前现有技术中，通信卫星依靠采用昂贵进口高性能宇航级元器件和指令用户接口高冗余度、多重备份和高等级降额等措施的指令接口可靠性设计方法，容易带来的提高制造成本和故障发生时无法检测与自主恢复安全模式的缺点，提出了一种通信卫星遥控指令接口检测电路及方法，解决了卫星遥控指令接口电路的“指令输出长高、欠压和过流故障模式”的检测方法与安全恢复问题。

[0005] 本发明解决上述技术问题是通过如下技术方案予以实现的：

[0006] 一种通信卫星遥控指令接口检测电路，包括信号解调电路、译码电路、地址选择电路、电流驱动电路、逻辑判断电路、隔离二极管、继电器；

[0007] 信号解调电路：接收外部输入的遥控调制信号，进行信号解调与遥控信号提取，将解调后提取的遥控指令数据S1发送至译码电路；

[0008] 译码电路：进行遥控指令数据S1数据格式比对并根据遥控指令数据S1中包含的脉冲时间数据T进行译码，将译码后获取的指令选择信号S2发送至地址选择电路；

[0009] 地址选择电路：根据指令选择信号S2选取对应的指令输出通道，并向电流驱动电路及逻辑判断电路输出选通脉冲信号S3；

[0010] 逻辑判断电路：接收选通脉冲信号S3，同时接收电流驱动电路发送的供电电压及驱动电流遥测数据S7，根据选通脉冲信号S3的实际脉宽输出时间、供电电压及驱动电流遥测数据S7的驱动电流遥测数据及供电电压遥测数据，进行输出故障判断，若出现输出故障，则向电流驱动电路发送断电控制信号S6，反之不进行操作；

[0011] 电流驱动电路：向隔离二极管正极发送指令脉冲S4；同时发送供电电压及驱动电

流遥测数据S7至逻辑判断电路;接收到逻辑判断电路发送的断电控制信号S6,则切断电流驱动电路的电源供电。

[0012] 隔离二极管:根据正极接收到的指令脉冲S4通过负极向继电器发送驱动信号S5;

[0013] 继电器:接收隔离二极管负极发送的驱动信号S5进行工作。

[0014] 所述输出故障包括指令输出长高故障、指令驱动过流故障、指令驱动欠压故障。

[0015] 判断是否出现指令输出长高故障的具体方法如下:

[0016] 对逻辑判断电路接受的选通脉冲信号S3的实际脉宽输出时间与定义指令安全时间进行比较,若实际脉宽输出时间更长,存在指令输出长高故障,否则无故障。

[0017] 判断是否出现指令驱动过流故障的具体方法如下:

[0018] 对逻辑判断电路接受的供电电压及驱动电流遥测数据S7的驱动电流遥测数据与定义安全电流进行比较,若驱动电流遥测数据更大,存在指令驱动过流故障,否则无故障。

[0019] 判断是否出现指令驱动欠压故障的具体方法如下:

[0020] 对逻辑判断电路接受的供电电压及驱动电流遥测数据S7的供电电压遥测数据与定义安全电压进行比较,若供电电压遥测数据更高,存在指令驱动欠压故障,否则无故障。

[0021] 所述定义指令安全时间、定义安全电流、定义安全电压均由型号任务具体需求确定。

[0022] 所述通信卫星遥控指令接口检测电路除继电器外,均采用主备份电路模式,主电路与备份电路同时工作,当主电路断电时,备份电路转为主电路继续工作,同时主备份电路所生成的指令脉冲S4均通过隔离二极管汇总至单一继电器中。

[0023] 一种通信卫星遥控指令接口故障检测方法,步骤如下:

[0024] (1)由选通脉冲信号S3的脉冲起始沿开始计时,记录逻辑判断电路接收选通脉冲信号S3的实际输出时间$T_1$时长;

[0025] (2)实时记录逻辑判断电路接收供电电压及驱动电流遥测数据S7的实际供电电压$V_1$幅值和实时驱动电流$I_1$幅值;

[0026] (3)于逻辑判断电路中,将步骤(2)记录的实际供电电流$I_1$与定义安全电流$I_0$比较,若$I_1 \leqslant I_0$,则电流驱动电路正常工作;若$I_1 > I_0$,则电流驱动电路为指令驱动过流故障模式,此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6,电流驱动电路断电退出指令驱动过流故障模式。

[0027] (4)当电流驱动电路正常工作时,将步骤(2)记录的实际供电电压$V_1$与定义安全电压$V_0$比较,若$V_1 \geqslant V_0$,则电流驱动电路正常工作;若$V_1 < V_0$,则电流驱动电路为指令驱动欠压故障,此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6,电流驱动电路断电退出指令驱动欠压故障模式。

[0028] (5)当电流驱动电路正常工作时,将步骤(1)记录的实际输出时间$T_1$与定义指令安全时间$T_0$比较,若$T_1 \leqslant T_0$,则电流驱动电路正常工作;若$T_1 > T_0$,则电流驱动电路为指令长高故障模式,此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6,电流驱动电路断电退出指令长高故障模式。

[0029] 所述步骤(3)中,定义安全电流$I_0$浮动为在型号任务确定的定义安全电流范围内±0.1A;

[0030] 所述步骤(4)中,定义安全电压$V_0$浮动为在型号任务确定的定义安全电压范围内

±0.5V；

[0031] 所述步骤(5)中，定义指令安全时间T0浮动为在型号任务确定的定义指令安全时间范围内±1s。

[0032] 本发明与现有技术相比的优点在于：

[0033] (1)本发明提供的一种通信卫星遥控指令接口检测电路及方法，统计卫星各设备的继电器等指令接口电路，分析指令接口电路的安全承受范围，定义指令安全时间T0、定义安全电压V0、定义安全电流I0。实时检测遥控指令接口电路的输出脉冲的实际输出时间、实际供电电压、实时驱动电流等遥测数据，并与上述定义安全数据进行实时的比较；

[0034] (2)本发明实现了“指令输出长高电平”故障检测方法与安全恢复措施，通过逻辑判断电路发送断电控制信号进而退出故障模式的方法，保证了电路问题实时监测，同时采用主备份电路模式，主电路与备份电路同时工作，当主电路断电时，备份电路转为主电路继续工作。设计遥控主备份输出的隔离二极管，避免一个遥控电路的无输出将另一个遥控电路的输出也拉低电平的故障。

## 附图说明

[0035] 图1为发明提供的检测电路结构示意图；

## 具体实施方式

[0036] 一种通信卫星遥控指令接口检测电路，如图1所示，包括号解调电路、译码电路、地址选择电路、电流驱动电路、逻辑判断电路、隔离二极管、继电器，遥控指令接口系统除继电器外，均采用主备份电路模式，主电路与备份电路同时工作，当主电路断电时，备份电路转为主电路继续工作，同时主备份电路所生成的指令脉冲S4均通过隔离二极管汇总至单一继电器中。

[0037] 各部分电路具体功能如下：

[0038] 信号解调电路对外部信号解调后进行转发，接收外部输入的遥控调制信号，进行信号解调与遥控信号提取，将解调后提取的遥控指令数据S1发送至译码电路；

[0039] 译码电路对信号解调电路转发的遥控指令信号进行译码，接收信号解调电路发送的遥控指令数据S1，进行数据格式比对并根据遥控指令数据S1中包含的脉冲时间数据T进行译码，将译码后获取的指令选择信号S2发送至地址选择电路；

[0040] 地址选择电路根据指令选择通道进行信号选取输出，接收译码电路发送的指令选择信号S2，并根据指令选择信号S2选取对应的指令输出通道，并向电流驱动电路及逻辑判断电路输出选通脉冲信号S3；

[0041] 逻辑判断电路通过对时间、电流、电压进行比较，确保安全输出，接收地址选择电路发送的选通脉冲信号S3，对选通脉冲信号S3的实际脉宽输出时间与定义指令安全时间进行比较，判断是否存在指令输出长高故障，若实际脉宽输出时间更长，存在指令输出长高故障，则向电流驱动电路发送断电控制信号S6，反之不进行操作，定义指令安全时间T0浮动为±1s；同时接收电流驱动电路发送的供电电压及驱动电流遥测数据S7，对S7包含的驱动电流遥测数据与定义安全电流进行比较，判断是否存在指令驱动过流故障，若驱动电流遥测数据更大，存在指令驱动过流故障，则向电流驱动电路发送断电控制信号S6，反之不进行操

作，定义安全电流$I_0$浮动为±0.1A；同时对S7包含的供电电压遥测数据与定义安全电压进行比较，判断是否存在指令驱动欠压故障，若供电电压遥测数据更高，存在指令驱动欠压故障，则向电流驱动电路发送断电控制信号S6，反之不进行操作，定义安全电压$V_0$浮动为±0.5V。

[0042] 电流驱动电路接收地址选择电路输出的选通脉冲信号S3同时向对应的隔离二极管正极发送指令脉冲S4；同时发送供电电压及驱动电流遥测数据S7至逻辑判断电路；若同时接收到逻辑判断电路发送的断电控制信号S6，则切断电流驱动电路的电源供电。

[0043] 隔离二极管用于接收电流驱动电路发送的指令脉冲S4，根据正极接收到的指令脉冲S4通过负极向继电器发送驱动信号S5；

[0044] 继电器负责接收所有隔离二极管负极汇总发送的驱动信号S5进行工作。

[0045] 其中，定义安全电流$I_0$、定义安全电压$V_0$、定义指令安全时间T0需要根据具体的电路设计，及具体型号任务需求进行确定，在本发明中，电路内部的连接设计均能实现上述功能，各电路的具体设计均在本发明的保护范围内；同时，指令输出长高故障、指令驱动过流故障、指令驱动欠压故障统称为电流驱动电路的输出故障。

[0046] 一种通信卫星遥控指令接口故障检测方法，具体步骤如下：

[0047] (1)由选通脉冲信号S3的脉冲起始沿开始计时，记录逻辑判断电路接收选通脉冲信号S3的实际输出时间$T_1$时长；

[0048] (2)实时记录逻辑判断电路接收供电电压及驱动电流遥测数据S7的实际供电电压$V_1$幅值和实时驱动电流$I_1$幅值；

[0049] (3)将步骤(2)记录的实际供电电流$I_1$与定义安全电流$I_0$比较，若$I_1 \leqslant I_0$，则电流驱动电路正常工作；若$I_1 > I_0$，则电流驱动电路为指令驱动过流故障模式，此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6，电流驱动电路断电退出指令驱动过流故障模式。

[0050] (4)当电流驱动电路正常工作时，将步骤(2)记录的实际供电电压$V_1$与定义安全电压$V_0$比较，若$V_1 \geqslant V_0$，则电流驱动电路正常工作；若$V_1 < V_0$，则电流驱动电路为指令驱动欠压故障，此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6，电流驱动电路断电退出指令驱动欠压故障。

[0051] (5)当电流驱动电路正常工作时，将步骤(1)记录的实际输出时间$T_1$与定义指令安全时间$T_0$比较，若$T_1 \leqslant T_0$，则电流驱动电路正常工作；若$T_1 > T_0$，则电流驱动电路为指令长高故障模式，此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6，电流驱动电路断电退出指令长高故障模式。

[0052] 下面结合具体实施例进行进一步说明：

[0053] 一种通信卫星遥控指令接口检测电路，包括信号解调电路、译码电路、地址选择电路、电流驱动电路、逻辑判断电路、隔离二极管、继电器；

[0054] 信号解调电路：接收外部输入的遥控调制信号，进行信号解调与遥控信号提取，将解调后提取的遥控指令数据S1发送至译码电路；

[0055] 译码电路：进行遥控指令数据S1数据格式比对并根据遥控指令数据S1中包含的脉冲时间数据T进行译码，将译码后获取的指令选择信号S2发送至地址选择电路；

[0056] 地址选择电路：根据指令选择信号S2选取对应的指令输出通道，并向电流驱动电路及逻辑判断电路输出选通脉冲信号S3；

[0057] 逻辑判断电路:对选通脉冲信号S3的实际脉宽输出时间与定义指令安全时间进行比较,判断结果为实际脉宽输出时间更长,存在指令输出长高故障,则向电流驱动电路发送断电控制信号S6;同时接收电流驱动电路发送的供电电压及驱动电流遥测数据S7,对S7包含的驱动电流遥测数据与定义安全电流进行比较,判断结果为驱动电流遥测数据较低,不存在指令驱动过流故障;同时对S7包含的供电电压遥测数据与定义安全电压进行比较,判断结果为供电电压遥测数据更高,不存在指令驱动欠压故障;

[0058] 在本实施例中,定义安全电流$I_0$为200mA,定义安全电压$V_0$为28V,指令安全时间T0为20s。

[0059] 电流驱动电路:向对应的隔离二极管发送指令脉冲S4;同时发送供电电压及驱动电流遥测数据S7至逻辑判断电路;若同时接收到逻辑判断电路发送的断电控制信号S6,则切断电流驱动电路的电源供电。

[0060] 隔离二极管:根据指令脉冲S4向继电器发送驱动信号S5;

[0061] 继电器:接收隔离二极管汇总发送的驱动信号S5进行工作。

[0062] 应用上述指令接口电路完成的遥控指令接口故障检测方法,具体步骤如下:

[0063] (1)由选通脉冲信号S3的脉冲起始沿开始计时,记录逻辑判断电路接收选通脉冲信号S3的实际输出时间$T_1$时长大于21s并线性持续增加;

[0064] (2)实时记录逻辑判断电路接收供电电压及驱动电流遥测数据S7的实际供电电压$V_1$幅值29.5V和实时驱动电流$I_1$幅值140mA;

[0065] (3)将步骤(2)记录的实际供电电流$I_1$与定义安全电流$I_0$比较,结果为$I_1 \leqslant I_0$,则电流驱动电路正常工作。

[0066] (4)将步骤(2)记录的实际供电电压$V_1$与定义安全电压$V_0$比较,结果为$V_1 \geqslant V_0$,则电流驱动电路正常工作。

[0067] (5)将步骤(1)记录的实际输出时间$T_1$与定义指令安全时间$T_0$比较,结果为$T_1 > T_0$,则电流驱动电路为指令长高故障模式,此时逻辑判断电路向电流驱动电路输出断电控制信号S6,退出指令长高故障模式。

[0068] 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。

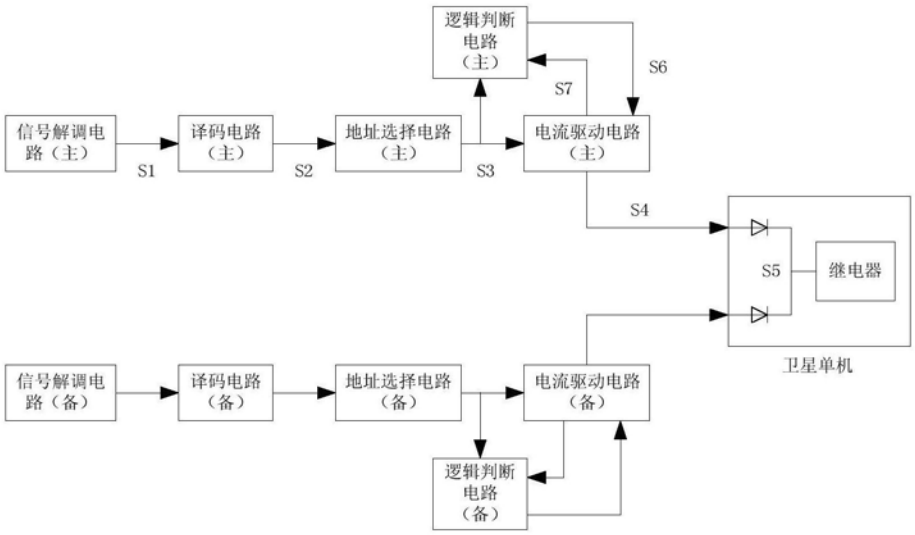

逻辑判断电路（主）
S6
S7
信号解调电路（主）
S1
译码电路（主）
S2
地址选择电路（主）
S3
电流驱动电路（主）
S4
S5
继电器
卫星单机
信号解调电路（备）
译码电路（备）
地址选择电路（备）
电流驱动电路（备）
逻辑判断电路（备）

图1