



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106444723 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201611048092.6

(22)申请日 2016.11.21

(71)申请人 中车青岛四方车辆研究所有限公司

地址 266031 山东省青岛市市北区瑞昌路  
231号

(72)发明人 胡波 赵欣 马春浩 刘澳

孙全涛 王鹏 王成程 王玉波

(74)专利代理机构 青岛联信知识产权代理事务

所 37227

代理人 潘晋祥

(51)Int.Cl.

G05B 23/02(2006.01)

H04L 12/40(2006.01)

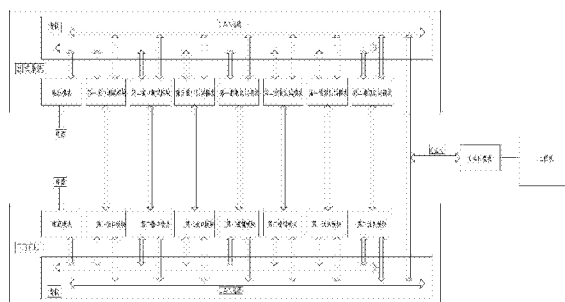
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

电子制动控制单元的测试系统及其测试方法

(57)摘要

本发明提出一种电子制动控制单元的测试系统及其测试方法,本发明外连可监控测试系统运行的上位机,包括为测试系统提供电能的电源模块,以及均与电源模块电连接的接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块,其中接口测试模块对应于电子制动控制单元的接口模块设置,控制测试模块对应于电子制动控制单元的控制模块设置,通讯测试模块对应于电子制动控制单元的通讯模块设置;接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块之间均通过CAN总线连接。本发明的测试系统能够实现端口全覆盖,测试方法操作简便、测试快速全面。



1. 一种电子制动控制单元的测试系统,外连可监控测试系统运行的上位机,其特征在于:包括为测试系统提供电能的电源模块,以及均与电源模块电连接的接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块,其中接口测试模块对应于电子制动控制单元的接口模块设置,控制测试模块对应于电子制动控制单元的控制模块设置,通讯测试模块对应于电子制动控制单元的通讯模块设置;接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块之间均通过CAN总线连接。

2. 根据权利要求1所述电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:CAN总线、接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块均设置在背板上,其中,接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块为叠层设置。

3. 根据权利要求1或2所述电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:接口测试模块包括对应于电子制动控制单元中接口开关量输入输出模块设置的接口开关量测试输出输入电路,对应于电子制动控制单元中接口频率输入输出模块设置的接口频率测试输出输入电路,对应于电子制动控制单元中接口PWM输入输出模块设置的接口PWM测试输出输入电路,以及对应于电子制动控制单元中接口模拟量输入输出模块设置的接口模拟量输出输入电路。

4. 根据权利要求1或2所述电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:控制测试模块包括对应于电子制动控制单元中控制频率输入输出模块的控制频率输出输入电路,对应于电子制动控制单元中控制模拟量输入输出模块的控制模拟量输出输入电路,对应于电子制动控制单元中功率驱动模块的控制开关量输入电路,以及对应于电子制动控制单元中故障判断模块的控制开关量输出电路。

5. 根据权利要求1或2所述电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:通讯测试模块包括对应于电子制动控制单元中通讯模块的MVB通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的RS485通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的CAN通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的电流环通讯电路,以及对应于电子制动控制单元中通讯模块的以太网通讯电路。

6. 根据权利要求1或2所述电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:电源模块包括EMC保护电路、过温过压保护电路及电源转换电路,以为测试系统提供稳定的电源。

7. 根据权利要求1所述电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:测试系统为通过CAN总线并列连接于上位机上的多个,每个测试系统对应于一个电子制动控制单元。

8. 一种电子制动控制单元的测试方法,使用权利要求1-7中任一项所述的电子制动控制单元的测试系统,其特征在于:包括以下步骤:

测试系统自检:测试系统通电,启动测试系统中自检模块,对测试系统中的模块、配置信息、端口信息以及测试程序版本检查;

选择测试项:运行上位机的监控系统,通过监控系统配置显示的可选测试项,测试项包括单项测试、多项测试以及整机测试;

比对端口是否匹配:上位机获取测试系统中自检模块的自检信息,并与上位机中的配置信息比对,以确认端口是否匹配:如端口匹配,则进行下一步;如不匹配,则停止测试并提示错误信息,以防止测试类型的不匹配造成的端口损坏;

发送测试指令:上位机通过CAN模块向测试系统以及电子制动控制单元发送测试指令,

测试系统与电子制动控制单元根据测试指令使测试系统与电子制动控制单元中具有该测试功能的端口一一对应,并开始测试;

测试系统与电子制动控制单元将测试结果输出并反馈至上位机,上位机显示、记录和输出该测试结果。

9. 根据权利要求8所述电子制动控制单元的测试方法,其特征在于:在发送测试指令步骤中,具体的:当发送的测试指令为自检指令时,测试系统不响应,电子制动控制单元根据测试指令自检;当发送的测试指令为互检指令时,先根据测试指令判断当前测试端口的方向,如果是输入端,则测试系统按照测试指令输出相应的测试数据,由电子制动控制单元对数据进行测试,如果是输出端,则电子制动控制单元按照测试指令输出相应的测试数据,由测试系统对数据进行测试,最终将测试结果与测试指令中预设阈值进行比较,进而判定电子制动控制单元的功能。

## 电子制动控制单元的测试系统及其测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于轨道车辆中电子制动控制单元,具体的说,涉及一种电子制动控制单元的测试系统。

### 背景技术

[0002] 电子制动控制单元(EBCU)是轨道车辆制动系统的核心,包括电源模块、开关量输入输出模块、频率输入输出模块、模拟量输入输出模块、PWM输入输出模块、功率驱动模块、故障判断模块以及通讯模块等,其能够实现制动管理、压力控制、信号采集、通讯等功能,其可靠性和安全性对行车安全有着巨大影响,因此对其的测试也显得尤为重要。

[0003] 现有的EBCU试验台主要由工控机、数据采集卡、信号调理器、压力传感器、PLC、继电器等设备组成,需要专业人员进行操作,重点在于对EBCU性能的测试,比如制动试验、缓解试验、防滑试验、响应时间等,一次只能测试一台。对于批量生产、批量进行例行试验的EBCU来说,试验台成本高、体积大、效率低、端口覆盖不全面。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供了一种电子制动控制单元的测试系统及其测试方法,其测试系统能够实现端口全覆盖,其测试方法操作简便、测试快速全面。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种电子制动控制单元的测试系统,外连可监控测试系统运行的上位机,包括为测试系统提供电能的电源模块,以及均与电源模块电连接的接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块,其中接口测试模块对应于电子制动控制单元的接口模块设置,控制测试模块对应于电子制动控制单元的控制模块设置,通讯测试模块对应于电子制动控制单元的通讯模块设置;接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块之间均通过CAN总线连接。

[0007] 作为本发明的进一步优化,CAN总线、接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块均设置在背板上,其中,接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块为叠层设置。

[0008] 作为本发明的进一步优化,接口测试模块包括对应于电子制动控制单元中接口开关量输入输出模块设置的接口开关量测试输出输入电路,对应于电子制动控制单元中接口频率输入输出模块设置的接口频率测试输出输入电路,对应于电子制动控制单元中接口PWM输入输出模块设置的接口PWM测试输出输入电路,以及对应于电子制动控制单元中接口模拟量输入输出模块设置的接口模拟量输出输入电路。

[0009] 作为本发明的进一步优化,控制测试模块包括对应于电子制动控制单元中控制频率输入输出模块的控制频率输出输入电路,对应于电子制动控制单元中控制模拟量输入输出模块的控制模拟量输出输入电路,对应于电子制动控制单元中功率驱动模块的控制开关量输入电路,以及对应于电子制动控制单元中故障判断模块的控制开关量输出电路。

[0010] 作为本发明的进一步优化,通讯测试模块包括对应于电子制动控制单元中通讯模块的MVB通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的RS485通讯电路,对应于电子制

动控制单元中通讯模块的CAN通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的电流环通讯电路,以及对应于电子制动控制单元中通讯模块的以太网通讯电路。

[0011] 作为本发明的进一步优化,电源模块包括EMC保护电路、过温过压保护电路及电源转换电路,以为测试系统提供稳定的电源。

[0012] 作为本发明的进一步优化,测试系统为通过CAN总线并列连接于上位机上的多个,每个测试系统对应于一个电子制动控制单元。

[0013] 一种电子制动控制单元的测试方法,使用上述电子制动控制单元的测试系统,包括以下步骤:

[0014] 测试系统自检:测试系统通电,启动测试系统中自检模块,对测试系统中的模块、配置信息、端口信息以及测试程序版本检查;

[0015] 选择测试项:运行上位机的监控系统,通过监控系统配置显示的可选测试项,测试项包括单项测试、多项测试以及整机测试;

[0016] 比对端口是否匹配:上位机获取测试系统中自检模块的自检信息,并与上位机中的配置信息比对,以确认端口是否匹配:如端口匹配,则进行下一步;如不匹配,则停止测试并提示错误信息,以防止测试类型的不匹配造成的端口损坏;

[0017] 发送测试指令:上位机通过CAN模块向测试系统以及电子制动控制单元发送测试指令,测试系统与电子制动控制单元根据测试指令使测试系统与电子制动控制单元中具有该测试功能的端口一一对应,并开始测试;

[0018] 测试系统与电子制动控制单元将测试结果输出并反馈至上位机,上位机显示、记录和输出该测试结果。

[0019] 作为本发明的进一步优化,在发送测试指令步骤中,具体的:当发送的测试指令为自检指令时,测试系统不响应,电子制动控制单元根据测试指令自检;当发送的测试指令为互检指令时,先根据测试指令判断当前测试端口的方向,如果是输入端,则测试系统按照测试指令输出相应的测试数据,由电子制动控制单元对数据进行测试,如果是输出端,则电子制动控制单元按照测试指令输出相应的测试数据,由测试系统对数据进行测试,最终将测试结果与测试指令中预设阈值进行比较,进而判定电子制动控制单元的功能。

[0020] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果在于:

[0021] 1、本发明的电子制动控制单元测试系统,其通过设置与EBCU中各模块一一对应的测试模块,测试系统与EBCU实现点对点的连接,使端口覆盖全面且连线简单;

[0022] 2、本发明的测试系统具有自检和保护功能,可防止测试模块与待测模块不匹配造成的端口损坏;

[0023] 3、本发明的电子制动控制单元测试方法,在测试时仅需进行配置操作和查验测试结果,测试过程中无需干预,实现自动测试、故障自动记录,方便快捷;

[0024] 4、本发明的测试系统采用3U结构设计,体积小、重量轻,可作为便携式设备,而且配置多样化,可适配不同型号的EBCU,有效降低成本;

[0025] 5、本发明的测试系统,通过并联多个测试系统可同时对多台EBCU进行测试,提高测试效率。

## 附图说明

- [0026] 图1为本发明电子制动控制单元测试系统的示意图；  
[0027] 图2为本发明多台测试系统的示意图；  
[0028] 图3为本发明电子制动控制单元测试方法的流程图。

### 具体实施方式

[0029] 下面,通过示例性的实施方式对本发明进行具体描述。然而应当理解,在没有进一步叙述的情况下,一个实施方式中的元件、结构和特征也可以有益地结合到其他实施方式中。

[0030] 参见图1,是本发明中电子制动控制单元测试系统的示意图。如图1所示,本发明电子制动控制单元的测试系统,通过CAN模块连接可监控测试系统运行的上位机,包括为测试系统提供电能的电源模块,以及均与电源模块电连接的接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块,其中接口测试模块对应于电子制动控制单元的接口模块设置,控制测试模块对应于电子制动控制单元的控制模块设置,通讯测试模块对应于电子制动控制单元的通讯模块设置;接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块之间均通过CAN总线连接。本发明的测试系统与电子制动控制单元中的各模块一对一连接,实现端口的全覆盖测试,CAN模块实现CAN转以太网/USB/RS232,与上位机连接,上位机安装有监控软件,提供了测试执行、监控和记录的人机接口。

[0031] 当然,本发明中电子制动控制单元根据项目不同,模块类型和数量会有所不同,而且同类型模块的接口数量和功能也不尽相同,但是测试系统与电子制动控制单元的端口一一对应,实现了端口的全覆盖,同时本发明的测试系统还采用模块化设计;而应用于本发明的机箱采用标准3U结构设计,针对不同的电子制动控制单元插入不同的测试模块,各模块间通过CAN总线连接,还预留槽位可供扩展。

[0032] 继续如图1所示,本发明CAN总线、接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块均设置在背板上,其中,接口测试模块、控制测试模块和通讯测试模块为叠层设置。具体的,测试模块中的其他如CPU、CAN、隔离电路、连接器等通用器件均可设置在底板上,而接口测试功能、控制测试功能和通讯测试功能均设置在子板上,针对同类型模块可配置不同的子板,可灵活调整接口数量和功能。

[0033] 进一步地,接口测试模块包括对应于电子制动控制单元中接口开关量输入输出模块设置的接口开关量测试输出输入电路,对应于电子制动控制单元中接口频率输入输出模块设置的接口频率测试输出输入电路,对应于电子制动控制单元中接口PWM输入输出模块设置的接口PWM测试输出输入电路,以及对应于电子制动控制单元中接口模拟量输入输出模块设置的接口模拟量输出输入电路;控制测试模块包括对应于电子制动控制单元中控制频率输入输出模块的控制频率输出输入电路,对应于电子制动控制单元中控制模拟量输入输出模块的控制模拟量输出输入电路,对应于电子制动控制单元中功率驱动模块的控制开关量输入电路,以及对应于电子制动控制单元中故障判断模块的控制开关量输出电路;通讯测试模块包括对应于电子制动控制单元中通讯模块的MVB通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的RS485 (HDLC) 通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的CAN通讯电路,对应于电子制动控制单元中通讯模块的电流环通讯电路,以及对应于电子制动控制单元中通讯模块的以太网通讯电路。

[0034] 针对上述,以一个实施例具体说明:如图1所示,本实施例包括1块电源模块、3块接口测试模块(分别为第一接口测试模块、第二接口测试模块和第三接口测试模块)、2块控制测试模块(分别为第一控制测试模块和第二控制测试模块)以及2块通讯测试模块(分别为第一通讯测试模块和第二通讯测试模块)。

[0035] 其中,电源模块包括EMC保护电路、过温过压保护电路及电源转换电路,通过背板给各测试模块提供稳定的电源。

[0036] 第一接口测试模块包括6路接口开关量测试输出电路、2路接口频率测试输出电路、8路接口开关量测试输入电路和2路接口频率测试输入电路,与电子制动控制单元中第一接口模块的6路接口开关量输入电路、2路接口频率输入电路、8路接口开关量输出电路和2路接口频率输出电路一一对应。

[0037] 第二接口测试模块包括16路接口开关量测试输出电路和4路接口频率测试输出电路,与电子制动控制单元中第二接口模块的16路接口开关量输入电路和4路接口频率输入电路一一对应。

[0038] 第三接口测试模块包括2路接口模拟量测试输出电路、2路接口模拟量测试输入电路、2路接口PWM测试输出电路和2路接口PWM测试输入电路,与电子制动控制单元中第三接口模块的2路接口模拟量输入电路、2路接口模拟量输出电路、2路接口PWM输入电路和2路接口PWM输出电路一一对应。

[0039] 第一控制测试模块包括4路控制频率输出电路、4路控制模拟量输出电路,8路控制开关量输入电路和8路控制开关量输出电路,与电子制动控制单元中第一控制模块的4路控制频率输入电路、4路控制模拟量输入电路,8路功率驱动电路和8路故障判断电路一一对应。

[0040] 第二控制测试模块包括4路控制频率输出电路、4路控制模拟量输出电路,8路控制开关量输入电路和8路控制开关量输出电路,与电子制动控制单元中第二控制模块的4路控制频率输入电路、4路控制模拟量输入电路,8路功率驱动电路和8路故障判断电路一一对应。

[0041] 第一通讯测试模块与电子制动控制单元中第一通讯模块之间是CAN通讯。

[0042] 第二通讯测试模块与电子制动控制单元中第二通讯模块之间是MVB通讯。

[0043] 需要进一步说明的是,本发明中的电源模块包括EMC保护电路、过温过压保护电路及电源转换电路,以为测试系统提供稳定的电源。

[0044] 参见图2,是本发明中多台测试系统的示意图。如图2所示,本发明中的测试系统可为并列设置的多个,通过CAN总线并列连接于上位机上,每个测试系统对应于一个电子制动控制单元;通过将每个测试系统对应不同的电子制动控制单元,可实现对多个电子制动控制单元实现同步测试。

[0045] 本发明还提供了一种电子制动控制单元的测试方法,该测试方法使用上述电子制动控制单元的测试系统,如图3所示,该测试方法包括以下步骤:

[0046] 测试系统自检:测试系统通电,启动测试系统中自检模块,对测试系统中的模块、配置信息、端口信息以及测试程序版本检查;

[0047] 选择测试项:运行上位机的监控系统,通过监控系统配置显示的可选测试项,测试项包括单项测试、多项测试以及整机测试;

[0048] 比对端口是否匹配:上位机获取测试系统中自检模块的自检信息,并与上位机中的配置信息比对,以确认端口是否匹配:如端口匹配,则进行下一步;如不匹配,则停止测试并提示错误信息,以防止测试类型的不匹配造成的端口损坏;

[0049] 发送测试指令:上位机通过CAN模块向测试系统以及电子制动控制单元发送测试指令,测试系统与电子制动控制单元根据测试指令使测试系统与电子制动控制单元中具有该测试功能的端口一一对应,并开始测试;

[0050] 测试系统与电子制动控制单元将测试结果输出并反馈至上位机,上位机显示、记录和输出该测试结果。

[0051] 进一步地,在上述发送测试指令步骤中,具体的:当发送的测试指令为自检指令时,测试系统不响应,电子制动控制单元根据测试指令自检;当发送的测试指令为互检指令时,先根据测试指令判断当前测试端口的方向,如果是输入端,则测试系统按照测试指令输出相应的测试数据,由电子制动控制单元对数据进行测试,如果是输出端,则电子制动控制单元按照测试指令输出相应的测试数据,由测试系统对数据进行测试,最终将测试结果与测试指令中预设阈值进行比较,进而判定电子制动控制单元的功能。

[0052] 针对上述测试指令的具体展开如下:测试指令包括开关量输入输出测试指令、模拟量输入输出测试指令、频率量输入输出测试指令、PWM输入输出测试指令、功率驱动测试指令、故障测试指令、CAN通讯测试指令、MVB通讯测试指令、外部存储测试指令、外部看门狗测试指令。测试指令包括测试模块ID、测试数据和标准阈值,下面针对每项测试指令具体描述其测试过程:

[0053] (1) 开关量输入输出测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送开关量测试指令,符合ID的测试模块和待测模块先判定是输入还是输出,如果是输入,则测试模块根据指令输出高电平或低电平,待测模块进行开关量的采集,并将采集结果与预设阈值进行比对,指令为低且采到为低或者指令为高且采到为高,待测模块正常,否则故障;如果是输出则反之,待测模块输出,测试模块采集并判定待测模块是否正常。

[0054] (2) 模拟量输入输出测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送模拟量测试指令,符合ID的测试模块和待测模块先判定是输入还是输出,如果是输入,则测试模块根据指令输出电压或电流,待测模块进行模拟量的采集,并将采集结果与预设阈值进行比对,若在允许的范围之内,待测模块正常,否则故障;如果是输出则反之,待测模块输出,测试模块采集并判定待测模块是否正常。

[0055] (3) 频率量输入输出测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送频率量测试指令,符合ID的测试模块和待测模块先判定是输入还是输出,如果是输入,则测试模块根据指令中的频率和占空比进行输出,频率分为高频或低频,占空比也分大小,待测模块进行频率量的采集,并将采集结果与预设阈值进行比对,若频率及占空比均在误差允许的范围之内,待测模块正常,否则故障;如果是输出则反之,待测模块输出,测试模块采集并判定待测模块是否正常。

[0056] (3) PWM输入输出测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送PWM测试指令,符合ID的测试模块和待测模块先判定是输入还是输出,如果是输入,则测试模块根据指令中的频率和占空比进行输出,频率分为高频或低频,占空比也分大小,待测模块进行PWM的采集,并将采集结果与预设阈值进行比对,若频率及占空比均在误



差允许的范围之内,待测模块正常,否则故障;如果是输出则反之,待测模块输出,测试模块采集并判定待测模块是否正常。

[0057] (4) 功率驱动测试指令:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送功率驱动测试指令,符合ID的待测模块根据指令进行功率输出,测试模块通过开关量通道进行采集,指令为低且采到为低或者指令为高且采到为高,待测模块正常,否则故障。

[0058] (5) 故障测试指令:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送故障测试指令,符合ID的测试模块根据指令通过继电器模拟开路或短路故障,待测模块的故障判断结果与指令一致则待测模块正常,否则故障。

[0059] (6) CAN通讯测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送CAN通讯测试指令,符合ID的通讯测试模块通过CAN向待测模块发送预设固定数据,待测模块收到此数据后,进行迭代处理,并将处理结果通过CAN发送给测试模块,测试模块据此判定CAN的通讯是否正常。

[0060] (7) MVB通讯测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送MVB通讯测试指令,符合ID的通讯测试模块模拟与待测模块进行通讯,通过MVB向其发送预设固定数据,待测模块收到此数据后,进行迭代处理,并将处理结果通过MVB发送给测试模块,测试模块据此判定MVB的通讯是否正常。

[0061] (8) 外部存储测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送外部存储测试指令,测试系统不做响应,符合ID的待测模块进行外部存储的扇区写处理,然后再进行扇区读处理,将读到的结果与写入的数据进行比对,完全一致则正常,否则故障。

[0062] (9) 外部看门狗测试:上位机监控系统通过CAN模块向测试系统及电子制动控制单元发送外部看门狗测试指令,测试系统不做响应,符合ID的待测模块停止喂狗,重启后读取特殊功能寄存器,检查是否发生了看门狗复位。

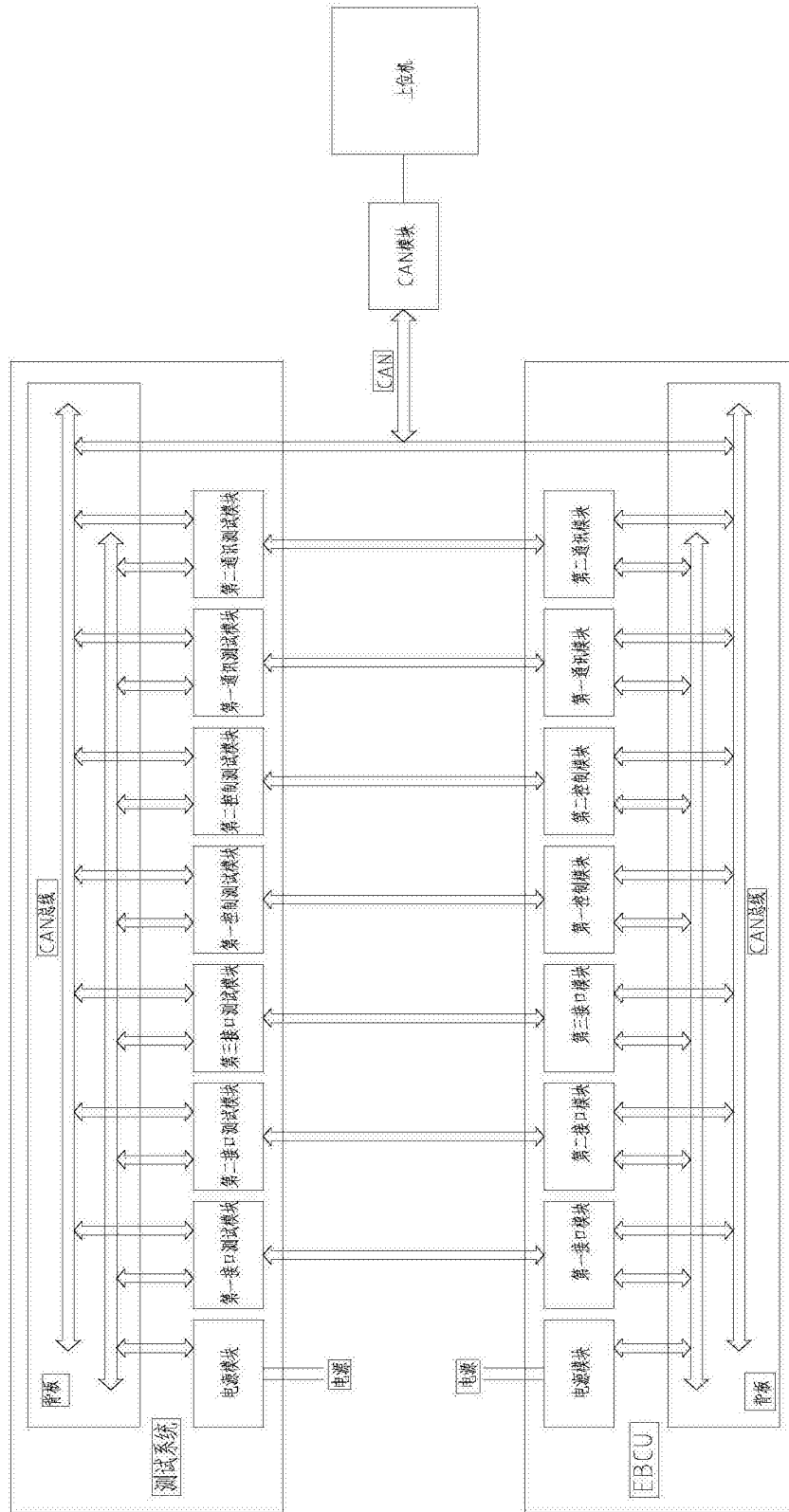


图1

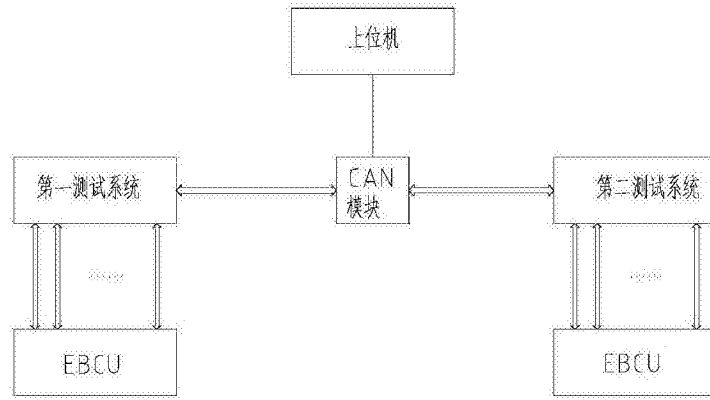


图2

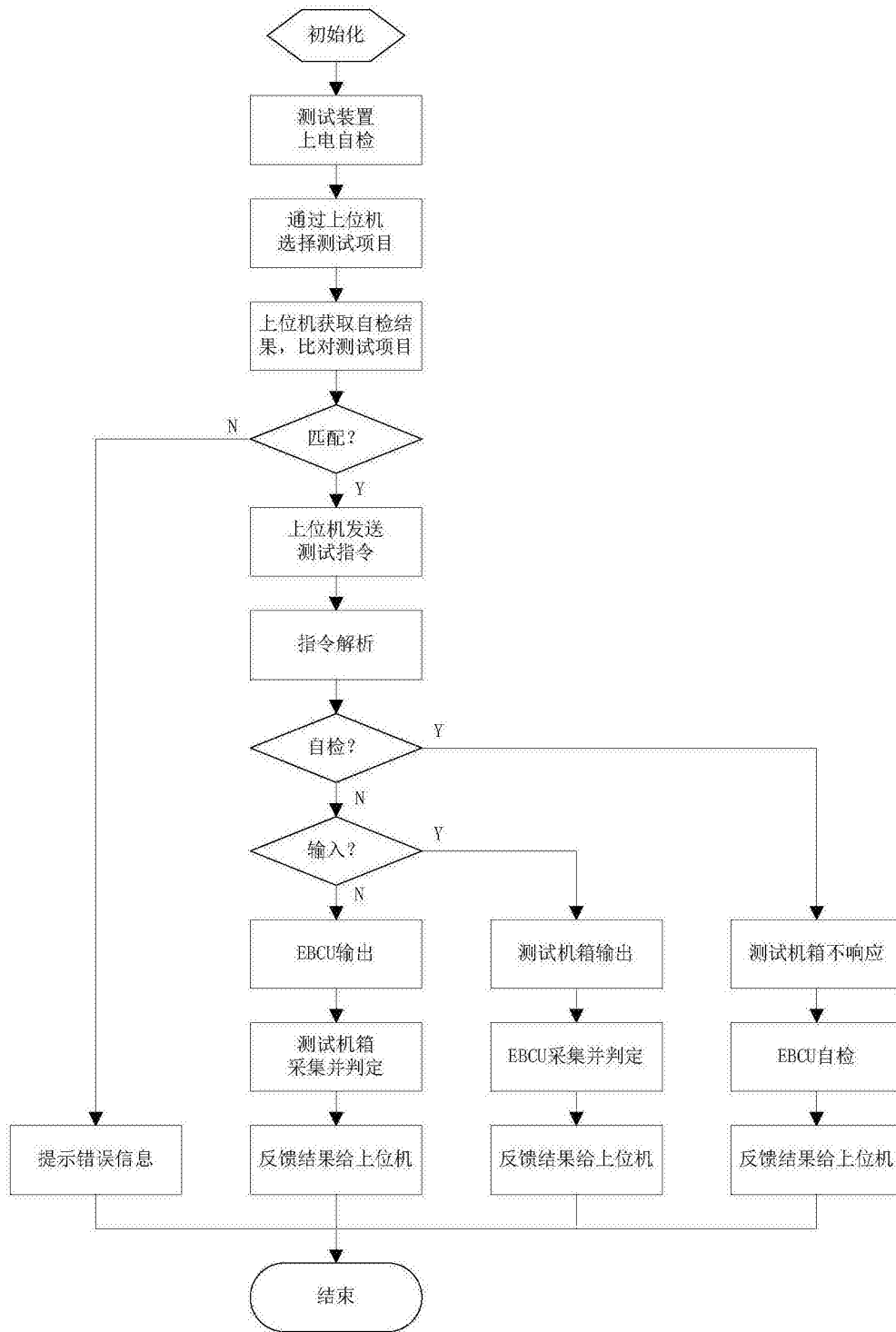


图3