



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109143033 B

(45) 授权公告日 2021.09.07

(21) 申请号 201811029102.0

(22) 申请日 2018.09.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109143033 A

(43) 申请公布日 2019.01.04

(73) 专利权人 上海微小卫星工程中心
地址 201203 上海市浦东新区海科路99号4
号楼

(72) 发明人 陈博 刘阔 刘会杰 张芮
丰正功 汪灏 闫梅 曹彩霞
李静

(74) 专利代理机构 上海智晟知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 31313
代理人 管沁 李锴的

(51) Int.Cl.

G01R 31/28 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 101700810 A, 2010.05.05
- CN 101700810 A, 2010.05.05
- CN 105446319 A, 2016.03.30
- CN 104569697 A, 2015.04.29
- CN 103983298 A, 2014.08.13
- CN 202230152 U, 2012.05.23
- CN 2646832 Y, 2004.10.06

审查员 冉祎

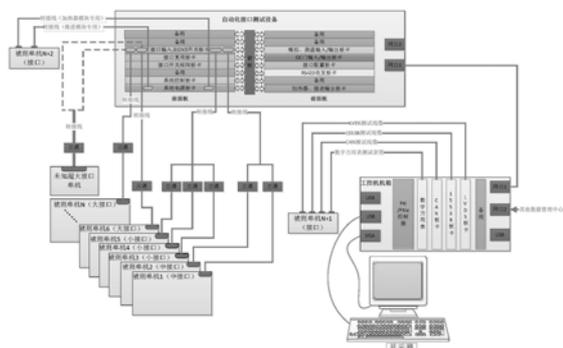
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种整星接口自动化测试系统

(57) 摘要

本申请涉及一种整星接口自动化测试系统，其包括转接线缆、自动化接口测试设备、以及工控机。



1. 一种整星接口自动化测试系统,其特征在于,包括:

转接线缆,其包括通用转接线缆、专用转接线缆以及独立板卡线缆,其中所述转接线缆被配置为将被测单机连接到自动化接口测试设备;

自动化接口测试设备,其被配置为实时监控通道状态、处理低速信号,实现对采集数据的组帧、指令的下发,并通过网口与工控机中上位机实现实时通信以传输指令和数据,所述自动化接口测试设备包括:

多个功能模块,其具有完成相应功能的电路板卡,其中每个功能模块提供一定数量的并行输入/输出接口,供接口配置部分完成功能复用功能;以及

控制通信部分,被配置为将采集的数据按照一定的格式通过网口发送到上位机并且按照上位机的用户参数完成接口配置、各个功能模块配置并且将采集的数据封装成帧发送给上位机;以及

工控机,其包括控制系统部分、高速接口板卡、总线板卡以及数字万用表板卡,其中所述工控机被配置为通过工控机中运行的上位机软件来对转接线缆和自动化接口测试设备进行接口配置。

2. 如权利要求1所述的整星接口自动化测试系统,其特征在于,所述自动化接口测试设备采用横向插槽机箱架构设计,采用前面板和背板双面设计;所述前面板包括接口输入及GND开关板卡、接口复用板卡、接口开关矩阵板卡、系统控制板卡、系统电源板卡和备用板卡、模拟和测温输入/输出板卡、OC门输入/输出板卡、接口配置板卡、RS422接发板卡、加热器推进输出板卡、网口以及备用板卡。

3. 如权利要求2所述的整星接口自动化测试系统,其特征在于,所述前面板的所有板卡都插入横向机箱插槽内,实现与背板的连接。

4. 如权利要求1所述的整星接口自动化测试系统,其特征在于,所述自动化接口测试设备通过转接电缆采集到的信号或者输出的信号均通过背板进行传递。

5. 如权利要求1所述的整星接口自动化测试系统,其特征在于,所述工控机与自动化接口测试设备各自的内部模块通过背板的形式连接在一起,并通过以太网实现信号的传递。

6. 如权利要求1所述的整星接口自动化测试系统,其特征在于,所述独立板卡电缆一端通过电连接器与所述工控机的专用板卡的对外接口相连接,另一端通过电连接器与被测单机的总线或信号电连接器进行连接,实现专用模块的接口验证。

一种整星接口自动化测试系统

技术领域

[0001] 本申请涉及针对卫星接口测试设计的一种通用性强、自动化程度高、扩展性强、安全性和可靠性高的高集成度整星接口测试系统。

背景技术

[0002] 由于卫星一旦发射,很难进行更改维修,因此在研制过程中对卫星的接口进行测试,用以检验卫星总体电气设计的正确性、合理性、匹配性,检验各分系统电气性能和参数指标;检查各分系统之间接口关系的匹配性和正确性;检验信息通道传递和指令的可靠性和准确性是非常必要的。测试的完整性直接决定了整星任务的成败。因此,设计一种测试效率、自动化程度、可靠性和安全性高,扩展性强且具有高可操作性的整星接口测试系统势在必行。

[0003] 解决的方法目前主要包括以下几类:

[0004] 1) 传统测试方案:主要由人员手动操作,将星上被测电缆三通转接,再用自制的插针或插孔对信号点进行测量,通过万用表或示波器显示。采取人工记录,示波器截图等记录方式,然后将测试数据录入计算机等设备用excel等进行对比。

[0005] 2) 卫星接口自动化测试系统。

[0006] A. 系统主要由接点切换装置、示波器、转接电缆和系统控制软件组成。各种转接电缆继承已有的电缆。接点切换装置实现接点切换、系统对外接口和计算机通信功能。接点切换装置提供外部测量接口,便于示波器等外围测量设备进行测量。接点切换装置与控制计算机通过以太网通信,实现计算机对接口切换装置的远程控制和信号采集。

[0007] B. 系统设计中包含总线监测、PCM监测、计数器、数据采集和信号发生器等5个模块,完成对多种类、多通道信号的监测、采集和激励信号的输出。其中总线监测模块实现对CAN总线和RS-422总线的通信监测;PCM监测模块实现对PCM信号的通信监测和错误检测;计数器模块实现对周期信号的周期测量、对周期信号两两之间的时间差测量及对开关量信号的测量;数据采集模块实现对电压信号的采集;信号发生器模块实现激励信号的输出。

[0008] C. 本系统由有线地检控制器、无线前端、CORTEX、地面综合测试软件及运行平台五大部分组成。系统主要完成的功能是:通过无线和有线两种模式发送遥控指令,程控指令和数据注入信息;接收来自卫星的工程参数和数传数据,对各类参数和数据进行处理,显示和归档等。

[0009] 目前,多数卫星采用的传统的人员手动操作的方式,该方案由于是人员手动操作,存在安全隐患;由于卫星系统各类信号种类和数据量大,所以该方法会造成测试时间长,人工操作效率低;该方案多是人工记录,示波器截图等记录方式,不便于测试数据的存储,以及纵向和横向的数据对比。

[0010] 上述三种自动化测试系统存在缺陷描述如下:

[0011] A方案中仍需要示波器等外围测量设备进行测量,自动化程度不高;系统与整星电缆网的连接接口为电连接器,电连接器型号CD1-51ZJ和CD1-37ZJ,可扩展性差;没有实现接

口功能复用,不能灵活配置功能模块,实现测试数量和种类的拓展。

[0012] B方案针对某型号小卫星测试需求进行设计,其电压测量与电流测量、周期信号策略、开关量测量、RS422总线与CAN总线、输出OC/DO/AO/PWM信号等数量较少,对于测量路数较多、1553B总线测量、输出测温信号、总线数据发送等测试需求无法满足,通用性差。

[0013] C方案主要验证了卫星电性能与功能是否完备、检验接口是否匹配,验证了系统软硬件的兼容性和可靠性,但是该设计主要完成了测试系统的软件设计部分,在接口节点输出的多种波形测试、电压或电流的测量、输出TTL/OC信号等硬件方面无法满足接口自动化测试的需求。

[0014] 因此,本领域急需一种通用性强、自动化程度高、扩展性强、安全性和可靠性高的高集成度整星接口自动化测试系统。

发明内容

[0015] 本申请之目的在于提供一种整星接口自动化测试系统。

[0016] 为了实现上述目的,本申请提供下述技术方案。

[0017] 本申请提供一种整星接口自动化测试系统,其包括转接线缆、自动化接口测试设备、以及工控机;

[0018] 其中所述自动化接口测试设备采用横向插槽机箱架构设计,采用前面板和背板双面设计;所述前面板包括接口输入及GND开关板卡、接口复用板卡、接口开关矩阵板卡、系统控制板卡、系统电源板卡和备用板卡、模拟和测温输入/输出板卡、OC门输入/输出板卡、接口配置板卡、RS422接发板卡、加热器推进输出板卡、网口以及备用板卡;

[0019] 其中所述前面板的所有板卡都插入横向机箱插槽内,实现与背板的连接;

[0020] 其中所述自动化接口测试设备通过转接电缆采集到的信号或者输出的信号均通过背板进行传递;

[0021] 其中所述工控机与自动化接口测试设备各自的内部模块通过背板的形式连接在一起,并通过以太网实现信号的传递;

[0022] 其中所述转接线缆包括通用转接线缆、专用转接线缆以及独立板卡线缆;

[0023] 其中所述独立板卡电缆一端通过电连接器与所述工控机LVDS接口板卡、CAN总线板卡、1553B总线板卡以及数字万用表等专用板卡的对外接口相连接,另一端通过电连接器与被测单机的总线或信号电连接器进行连接,实现专用模块的接口验证;以及

[0024] 其中所述工控机主要包括控制系统部分、高速接口板卡、总线板卡以及数字万用表板卡。

[0025] 与现有技术相比,本申请的有益效果在于所述整星接口自动化测试系统具有通用性强、自动化程度高、扩展性强、安全性和可靠性高的特点。其能够实现CAN/LVDS/1553B/RS422/SPI总线功能,能够模拟发送/接收端等;转接线缆配合上位机软件的接口配置部分,实现完全软配置的功能,实现功能复用,极大拓展接口的灵活性,减少转接线缆的数量。

附图说明

[0026] 图1是本申请整星接口自动化测试系统的设备示意图。

[0027] 图2是本申请整星桌面自动化接口测试系统总体架构的示意图。

[0028] 图3是本申请整星桌面接口测试系统信息的流程图。

[0029] 图4是本申请的接插件接口定义软配置的示意图。

具体实施方式

[0030] 下面将结合附图以及本申请的实施例,对本申请的技术方案进行清楚和完整的描述。

[0031] 本申请的整星桌面接口自动化测试系统是一套实时显控测试系统,主要由转接线缆、自动化接口测试设备以及工控机三部分组成,如图1所示。其中自动化接口测试设备的控制部分以FPGA为核心,实时监控通道状态、处理低速信号,实现对采集数据的组帧、指令的下发等操作,并通过网口与工控机中上位机实现实时通信;自动化接口测试设备采用横向插槽机箱架构设计,采用前面板和背板双面设计;前面板用于对外接口、系统控制、系统电源处理等需要较大空间的部分,其中前面板包括接口输入及GND开关板卡、接口复用板卡、接口开关矩阵板卡、系统控制板卡、系统电源板卡和备用板卡、模拟和测温输入/输出板、OC门输入/输出板卡、接口配置板卡、RS422接发板卡、加热器推进输出板卡、网口以及备用板卡,前面板的所有板卡都插入横向机箱插槽内,实现与背板的连接,自动化接口测试设备通过转接电缆采集到的信号或者输出的信号均通过背板进行传递;从图1和图2中也可以看出其各个模块之间信号的传递通过背板的形式连接在一起实现信号的传递。工控机主要采用National Instrument公司系统带宽高达1GB/s的PXI Express机箱PXIe-1078,并在此基础上选用稳定可靠的NI控制器,配有National Instrument的数字万用表板卡、National Instrument的LVDS高速通信板卡、Avionics Interface Technologies公司的1553B板卡、广州致远电子的CAN总线板卡、备用板卡、USB接口、VGA接口和网口等,各个板卡连接至NI PXIe-1078各个插槽的背板,插槽支持可兼容PXI混合总线的模块,通过背板实现工控机模块间的信号传递。综上所述,该测试系统工控机和自动化接口测试设备各自内部模块通过背板的形式连接在一起,而工控机与自动化接口测试设备则通过以太网实现信号的传递,转接电缆一端通过电连接器与自动化接口测试设备前面板板卡的对外接口进行连接,一端通过电连接器与被测单机接口进行连接,进行信号的采集和输入输出,独立板卡电缆则一端通过电连接器与工控机LVDS接口板卡、CAN总线板卡、1553B总线板卡以及数字万用表等专用板卡的对外接口相连接,另一端通过电连接器与被测单机的总线或信号电连接器进行连接,实现专用模块的接口验证。

[0032] 其中备用板卡可以在不更改测试系统整体设计的情况下实现表1中所提及的所有输入输出信号的数量扩展,也可用于IIC、485总线等不同总线种类的扩展,亦可以用于实现配电等效器、磁力矩器等等效器等表1中未提及输入输出信号量的扩展,从而满足将来卫星测试需求的提高。

[0033] 转接线缆和自动化接口测试设备的接口模块,配合上位机软件(运行在工控机中)的接口配置部分,实现低速、小电流信号的完全软配置的功能,极大拓展接口的灵活性,减少转接线缆的数量。

[0034] 转接线缆主要分为通用转接线缆、专用转接线缆以及独立板卡线缆。

[0035] 通用转接线缆一头为测试系统接入的100芯插头,另一头则为一个或多个整星待测试接插件,后续拓展只需按照不同型号接插件定做通用转接线,上位机进行软件配置各

个接口的定义即可。

[0036] 专用转接线缆主要包括加热器模块转接线缆、推进模块转接线缆等电流较大的信号线缆。

[0037] 独立板卡线缆则指LVDS接口板卡、CAN总线板卡、1553B总线板卡以及数字万用表等的线缆,用于相应高速LVDS接口,总线接口,数字万用表等应用。

[0038] 自动化接口测试设备主要包括接口配置部分、控制通信部分和各个功能模块部分。

[0039] 接口配置部分由四个子模块构成:GND开关模块、接口输入及复用模块、接口开关矩阵模块、功能复用模块。GND开关模块提供其他单机与该设备低导通阻值的连接通道,实现等参考电位。接口输入及复用模块一方面防止信号超出正常范围以及静电防护,并提供故障定位功能;另一方面根据用户设定,选择不同接插件进行测试。接口开关矩阵模块根据用户设置,从待测接插件的100个信号中选出部分信号(如16路)进行测试和观察。功能复用模块对选中的信号分别进行功能复选,每路信号均可以从已提供的功能电路中任意选择一种。

[0040] 控制通信部分,不仅将采集的数据按照一定的格式通过网口发送到上位机,而且按照上位机的用户参数完成接口配置、各个功能模块配置等,同时将采集的数据封装成帧发送给上位机。

[0041] 各个功能模块部分,主要为完成相应功能的电路板卡,每个功能模块提供一定数量(如16路)的并行输入/输出接口,供接口配置部分完成功能复用功能。包括模拟输入/输出,测温输入/输出,OC门输入/输出,RS422类型信号等等,自动化接口测试设备提供三个左右的备用卡槽,供后续拓展功能使用。

[0042] 工控机主要包括控制系统部分、高速接口板卡、总线板卡以及数字万用表板卡。

[0043] 控制系统部分,运行Windows操作系统,基于LabVIEW开发环境,系统友好的操作界面,一方面根据用户输入配置发送指令给自动化接口测试设备,另一方面实时显示自动化测试设备发送的数据。同时,对高速接口板卡、总线板卡、数字万用表板卡进行显示和控制,供用户使用。

[0044] 高速接口板卡,提供最大速率大于100Mbps的LVDS接口,输入/输出通道数大于6。

[0045] 总线板卡,包括CAN总线板卡、1553B总线板卡,由用户通过上位机进行配置,模拟各个终端。

[0046] 数字万用表板卡,提供快速、精准的电压测量、电流测量、阻值测量、频率/周期测量以及二极管测量等。

[0047] 表1 整星接口自动化测试系统接口统计表

[0048]

序号	接口类型	数量	参数	备注
1.	CAN总线	独立8路	5kbps~1Mbps 可编程设置	独立通道
2.	1553B总线	独立2路	可分别模拟BC、RT 或BM工作模式	独立通道
3.	SPI 收发接口 TTL	2	4 线制	
4.	LVDS串口输入	最高32路	最大300Mbps	LVDS为独立板 卡，输入输出 共用32路通道
5.	LVDS串口输出	最高32路	最大300Mbps	
6.	数字万用表	1 块	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ±10nV~1000V; ➢ ±1pA~3A; ➢ 10uΩ~5GΩ; ➢ 频率/周期测量; ➢ 二极管测量。 	独立通道
7.	网口	2	1000Mbps	独立通道
8.	加热器输出	各 2 路	5W/6W/10W/20W <10KHz	独立通道
9.	推进输出	各 2 路	自锁阀、电磁阀 <10KHz	独立通道
10.	微电流输出	32	支持 0~200mA 可 配置	独立通道
11.	隔离电源输出	各 2 路	±5V、±12V、28V; 功率<50W	独立通道
12.	RS422 串口	对于某选中的	150Kbps 内可配置	➢ 共享选中的

[0049]

13.	测温输入	100芯插座 (共四个) ▶ 同一时刻, 选中任意16路测试, 每路均可配为左侧任一功能信号; ▶ 通过快速切换、复用, 信号输入采集类信号可测99路; ▶ 测试输出类信号, 需要时分复用进行遍历测试。	<10KHz	16路; ▶ 信号流程为: 4个100芯插座→软件选中某100芯插座→软件选中任意16路→每路配置为任一左侧信号; ▶ 预置系统测试步骤及软定义, 进行自动测试或手动选择测试。
14.	测温输出		<10KHz	
15.	模拟量输入		-12V~+12V <10KHz	
16.	模拟量输入		0~42V <10KHz	
17.	模拟量输出		-12V~+12V <10KHz	
18.	OC 门输出		兼容 5V/28V <10KHz	
19.	OC 门 (5V) 输入		<10KHz	
20.	OC 门 (28V~42V) 输入		<10KHz	
21.	数字量 TTL 输入		<15KHz	
22.	数字量 TTL 输出	<15KHz		

[0050] 本技术方案的创新点和拟保护点在于, 实现CAN/LVDS/1553B/RS422/SPI总线功能, 能够模拟发送/接收端等; 转接线缆配合上位机软件的接口配置部分, 实现完全软配置的功能, 实现功能复用, 极大拓展接口的灵活性, 减少转接线缆的数量。

[0051] 本申请的解决方案解决了现有技术的如下问题:

[0052] 1) 解决了传统测试方法采用人工操作的方式, 存在安全隐患, 而且测试时间长、测试效率低不便于测试数据的存储, 以及纵向和横向的数据对比的问题。

[0053] 2) 增加接口复用功能, 对于接口需求种类和数量的扩展更加灵活, 接口电缆类型设计为可根据卫星实际电连接器类型配置更换, 通用性和可扩展性强。

[0054] 3) 针对原有自动化测试系统测量路数等相对较少, 通用性差的问题, 本设计在统计多个卫星型号接口需求基础上进行了增加, 新增了LVDS串口输入/输出各32路, 新增了1553B总线接口2路, 采用的数字万用表板卡测量精度更高, 测量范围更大, 适应性更好, 此外在输出信号的种类和数量上亦进行了增加, 同时实现了卫星常用总线的发送功能, 通用性更强。

[0055] 上述对实施例的描述是为了便于本技术领域的普通技术人员能理解和应用本申请。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改, 并把在此说明的一般原理应用到其它实施例中而不必付出创造性的劳动。因此, 本申请不限于这里的实施例, 本领域技术人员根据本申请披露的内容, 在不脱离本申请范围和精神的条件下做出的改进和修改都本申请的范围之内。

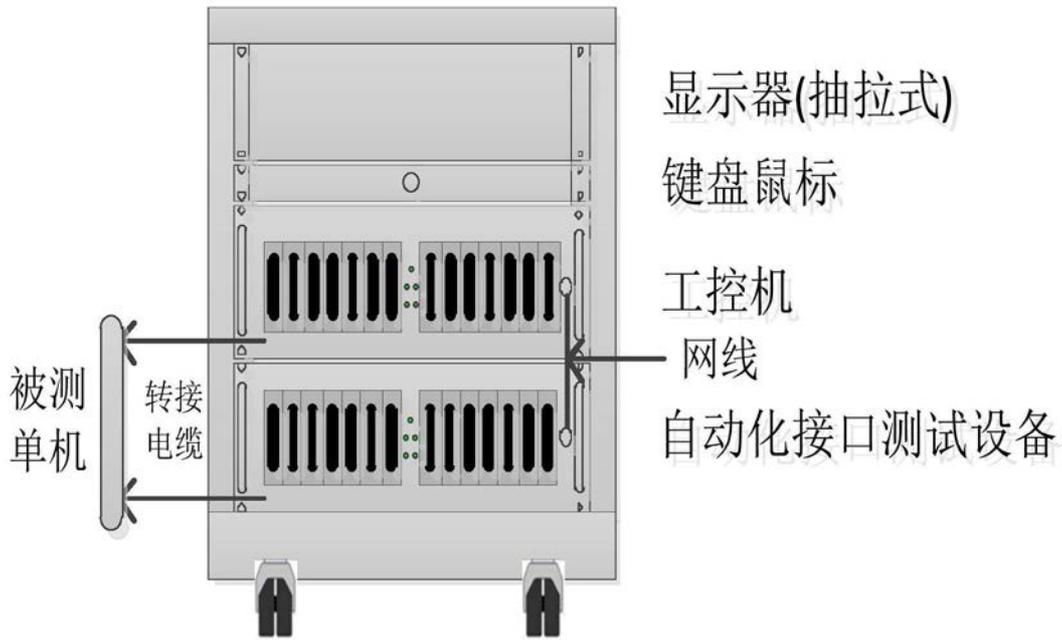


图1

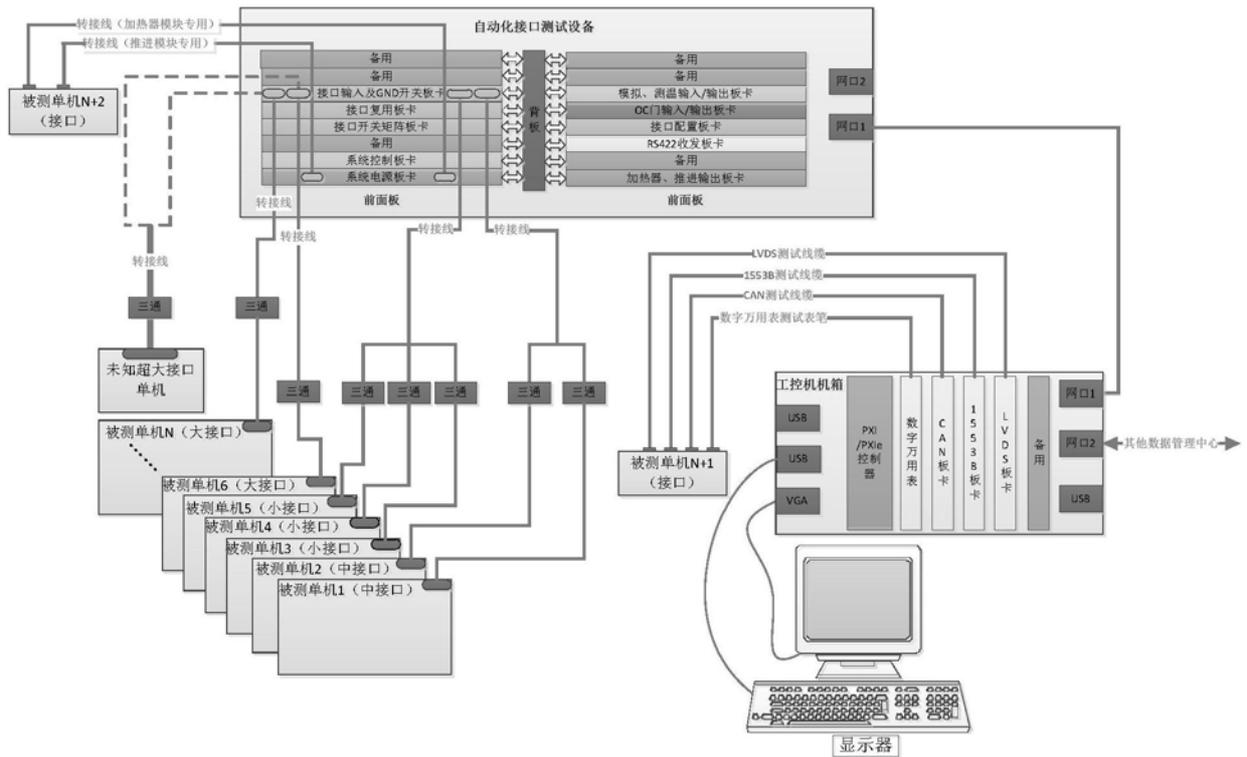


图2

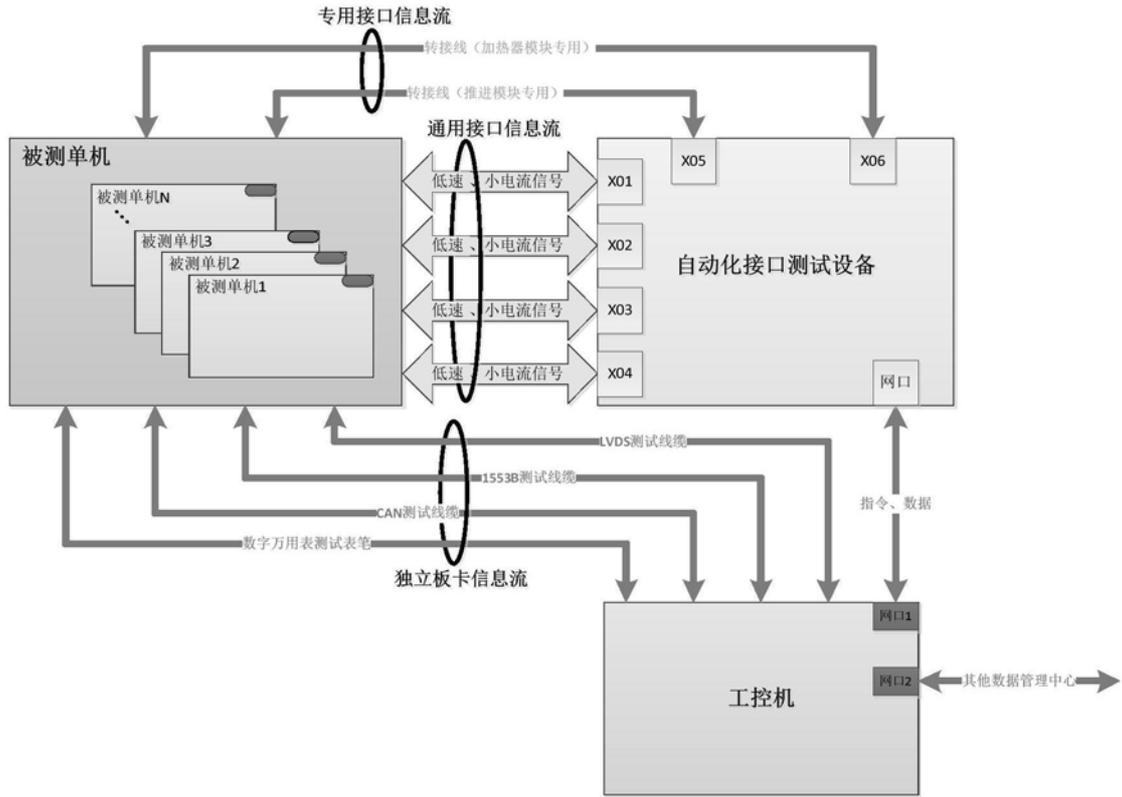


图3

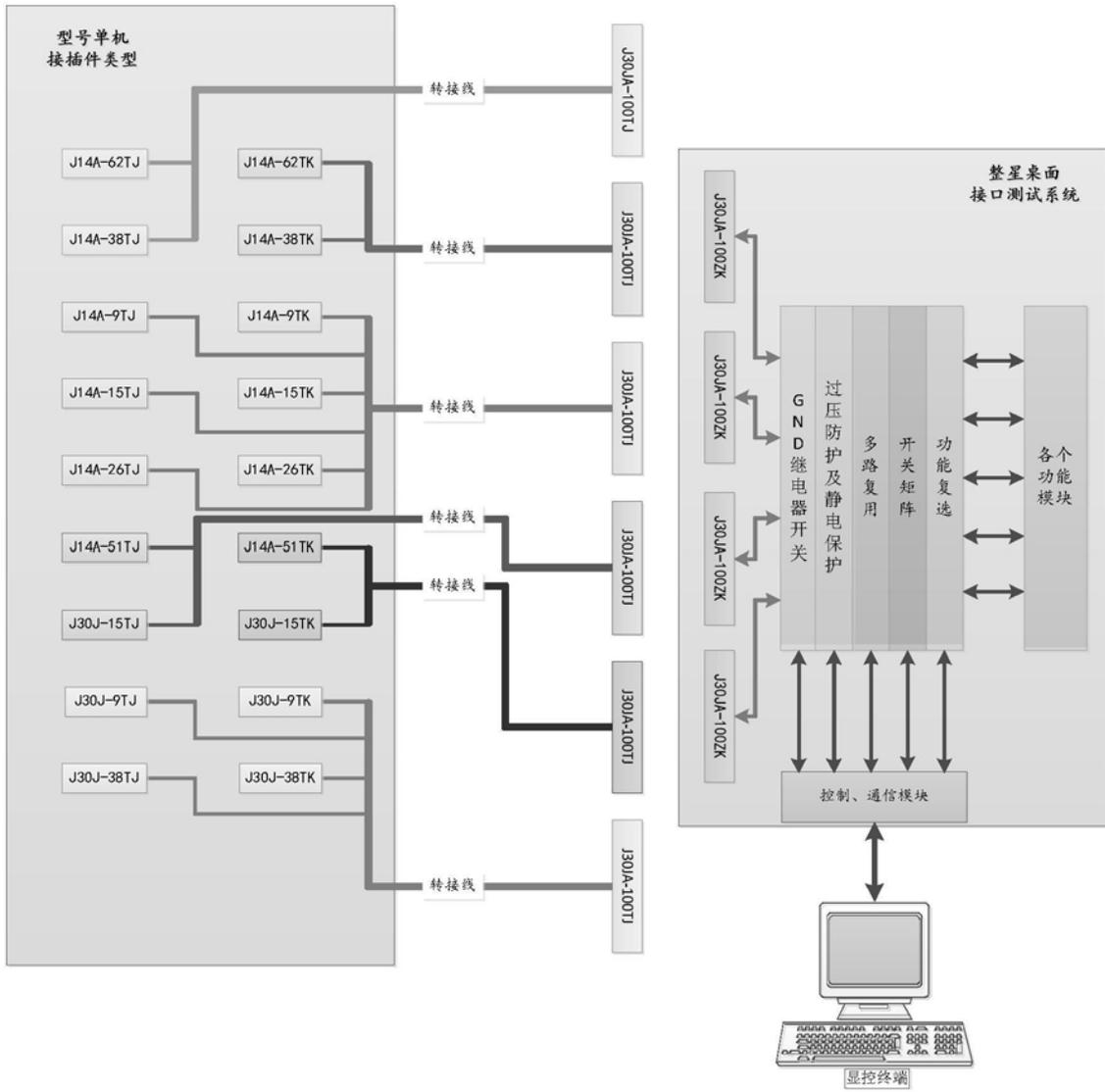


图4