



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103701369 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201310690231. 5

(22) 申请日 2013. 12. 16

(71) 申请人 北京自动化控制设备研究所  
地址 100074 北京市丰台区云岗北区西里 1 号院

(72) 发明人 黄建 张新华 王晓林 揭军 王顺伟

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007  
代理人 包海燕

(51) Int. Cl.  
H02P 6/00 (2006. 01)  
H02H 7/08 (2006. 01)

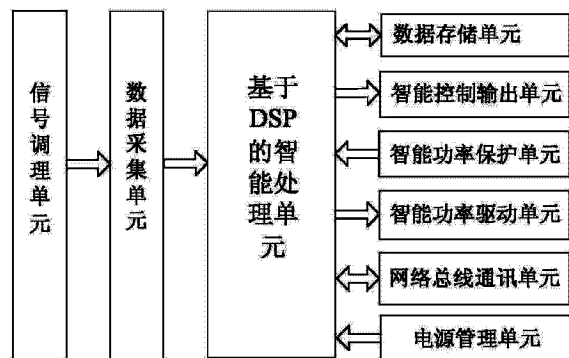
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路

(57) 摘要

本发明属于电路设计技术领域,具体涉及一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路。本发明的电路包括基于 DSP 的智能控制及处理单元、数据采集单元、信号调理单元、智能控制输出单元、智能驱动单元、数据存储单元、功率保护单元、电源管理单元及网络总线通讯单元。本发明的电路能够实时精确驱动直流无刷电机,结合系统信息实现电机最优控制,并可采用网络总线通信技术实现与主控制计算机通信或多驱动器协同网络通信。



1. 一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,包括基于 DSP 的智能控制及处理单元、数据采集单元、信号调理单元、智能控制输出单元、智能驱动单元、数据存储单元、功率保护单元、电源管理单元及网络总线通讯单元;其特征在于:基于 DSP 的智能控制及处理单元控制数据采集单元采集经过信号调理单元调理后的数据,并将数据处理后存入数据存储单元;存储完毕后,基于 DSP 的智能控制及处理单元调用数据存储单元的数据采用先进算法进行数据处理及智能推理,并将智能推理结果输出至智能控制输出单元及智能驱动单元;同时,网络总线通讯单元通过收发数据和命令实现基于 DSP 的智能控制及处理单元与外部网络总线通讯;功率保护单元为整个电路各单元提供电压、电流、温度等信息,并实现智能保护;电源管理单元整个电路各单元提供电源。

2. 根据权利要求 1 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述基于 DSP 的智能控制及处理单元由 DSP 芯片、电源转换电路、无源晶振电路、通信电路、仿真调试电路构成;电源转换电路提供 DSP 芯片所需电压;无源晶振电路提供 DSP 芯片所需工作频率;仿真调试电路提供 DSP 程序软件下载和仿真接口;DSP 芯片与数据存储单元以数据总线和地址总线方式实现数据传输;通信电路实现与外部总线网络通信。

3. 根据权利要求 2 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述基于 DSP 的智能控制及处理单元采用 TMS320F28335 芯片。

4. 根据权利要求 2 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述数据采集单元包括模拟量数据采集单元和数字量数据采集单元两部分:

模拟量数据采集单元由模数转换器及电源基准电路组成;电源基准电路提供模数转换器需要的基准电压,模数转换器采用地址总线和数据总线实现与 DSP 芯片的数据和命令通信;

数字量数据采集单元由信号隔离芯片及信号驱动芯片组成,数字量数据采集单元直接与 DSP 芯片 I/O 引脚相连。

5. 根据权利要求 4 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述模数转换器采用 AD7891 芯片。

6. 根据权利要求 4 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述信号调理单元包括滤波电路、差分电路、光电隔离电路和运放电路;模拟量传感器信息经过滤波电路降低信号噪声污染后,输入至运放电路,将模拟量传感器输出的信号缩放到数据采集单元中模数转换器要求的输入范围;数字量传感器信息经过滤波电路降低信号的噪声污染后,输入到差分电路实现信号耦合,后采用光电隔离电路实现信号隔离及电平转换,最后输入到数据采集单元;数字开关量经过滤波电路降低信号的噪声污染后,输入到光电隔离电路实现信号隔离及电平转换,后输入到数据采集单元。

7. 根据权利要求 6 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述数据存储单元由 SDRAM 同步动态随机存取存储器和 FLASH 闪存两种存储器组成:两片 SDRAM 芯片和一片 FLASH 芯片通过地址总线和数据总线与外部存储器接口连接,基于 DSP 的智能控制及处理单元通过外部存储器接口实现与数据存储单元数据的读写。

8. 根据权利要求 7 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述功率保护单元是由电流传感器、温度传感器及加法比较电路组成的过压、过流、欠压、温度保护电路;电流传感器采集三相直流无刷电机电流信号,并将量化的信号经过精密

电阻进行电压转换,后送到信号调理电路,采用软件形式实现过流保护;温度传感器采集驱动器内温度信号,并将量化的信号输出到信号调理电路,采用软件形式实现功率保护;由电阻、光藕、运放电路组成的加法比较电路实现驱动器过压、欠压保护。

9. 根据权利要求 8 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述智能控制输出单元由 PWM 智能输出和 I/O 信号输出两部分组成:

PWM 智能输出由 PWM 信号输出接口、光电隔离电路、电压转换电路组成;I/O 信号输出由光电隔离电路、数据驱动芯片组成;

PWM 信号由 DSP 处理器输出,该数字信号经光电隔离电路进行信号隔离,电压转换电路进行信号电压转换实现与功率驱动单元电平匹配;DSP 的 I/O 端口输出信号经过数据驱动芯片驱动后再经过光电隔离电路进行信号隔离,之后对外设备输出 I/O 信号。

10. 根据权利要求 9 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述智能驱动单元是一种数字式隔离型大功率三相无刷直流电动机功率驱动单元。

11. 根据权利要求 10 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述智能驱动单元在壳体表面附加散热片。

12. 根据权利要求 10 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述电源管理单元由多种电源转换模块组成,将系统输入电压转换为 DSP 处理器及其传感器电路所需要的电压。

13. 根据权利要求 12 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:所述网络总线通讯单元包括 CAN 总线、RS485 总线、RS232 总线三种网络总线,网络总线通讯单元负责 DSP 控制器数据的发送和接收,包括多驱动器之间的协同通信以及主机与驱动器之间的网络通讯,三种通信对应驱动器三个输出端口。

14. 根据权利要求 13 所述的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其特征在于:CAN 总线对应 MCP2551 收发器;RS485 总线对应 MAX1487 总线收发器;RS232 总线对应 MAX3232 总线收发器。

## 一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路

### 技术领域

[0001] 本发明属于电路设计技术领域,具体涉及一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路。

### 背景技术

[0002] 直流伺服系统发展历史悠久,一直以来以其能在大范围内实现精密的速度和位置控制以及高质高效的平滑运转特性在传动领域占有重要的地位。而直流伺服驱动器作为整个直流伺服系统的核心部分,也随着新型半导体技术和数字控制器的发展而飞速发展。

[0003] 有刷电机成本低,结构简单,启动转矩大,调速范围宽,但需要经常维护(换碳刷),对环境有严格要求,而直流无刷电机既具有传统直流电机的优点,好的机械和调节特性,启动转矩大、过载能力强、调节方便、动态特性好等,又具有交流电机结构简单、运行可靠、维护方便等一系列优点,因此,在许多高科技领域得到了广泛的应用。随着低成本、高磁能积的永磁材料的出现,微处理器技术、新型电力电子器件、新型控制理论的发展将进一步推动直流无刷电机的发展和应用,同时人们对其电气系统及控制性能要求也不断提高。因此,对直流无刷电机的驱动控制进行系统、深入的研究有着十分重要意义。

### 发明内容

[0004] 本发明需要解决的技术问题为:提供一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,其能够实时精确驱动直流无刷电机,结合系统信息实现电机最优控制,并可采用网络总线通信技术实现与主控制计算机通信或多驱动器协同网络通信。

[0005] 本发明的技术方案如下所述:

[0006] 一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,包括基于 DSP 的智能控制及处理单元、数据采集单元、信号调理单元、智能控制输出单元、智能驱动单元、数据存储单元、功率保护单元、电源管理单元及网络总线通讯单元;基于 DSP 的智能控制及处理单元控制数据采集单元采集经过信号调理单元调理后的数据,并将数据处理后存入数据存储单元;存储完毕后,基于 DSP 的智能控制及处理单元调用数据存储单元的数据采用先进算法进行数据处理及智能推理,并将智能推理结果输出至智能控制输出单元及智能驱动单元;同时,网络总线通讯单元通过收发数据和命令实现基于 DSP 的智能控制及处理单元与外部网络总线通讯;功率保护单元为整个电路各单元提供电压、电流、温度等信息,并实现智能保护;电源管理单元整个电路各单元提供电源。

[0007] 作为优选方案:所述基于 DSP 的智能控制及处理单元由 DSP 芯片、电源转换电路、无源晶振电路、通信电路、仿真调试电路构成;电源转换电路提供 DSP 芯片所需电压;无源晶振电路提供 DSP 芯片所需工作频率;仿真调试电路提供 DSP 程序软件下载和仿真接口;DSP 芯片与数据存储单元以数据总线和地址总线方式实现数据传输;通信电路实现与外部总线网络通信。

[0008] 作为优选方案:所述基于 DSP 的智能控制及处理单元采用 TMS320F28335 芯片。

[0009] 作为优选方案:所述数据采集单元包括模拟量数据采集单元和数字量数据采集单元两部分:

[0010] 模拟量数据采集单元由模数转换器及电源基准电路组成:电源基准电路提供模数转换器需要的基准电压,模数转换器采用地址总线 and 数据总线实现与 DSP 芯片的数据和命令通信;

[0011] 数字量数据采集单元由信号隔离芯片及信号驱动芯片组成,数字量数据采集单元直接与 DSP 芯片 I/O 引脚相连。

[0012] 作为优选方案:所述模数转换器采用 AD7891 芯片。

[0013] 作为优选方案:所述信号调理单元包括滤波电路、差分电路、光电隔离电路和运放电路:模拟量传感器信息经过滤波电路降低信号噪声污染后,输入至运放电路,将模拟量传感器输出的信号缩放到数据采集单元中模数转换器要求的输入范围;数字量传感器信息经过滤波电路降低信号的噪声污染后,输入到差分电路实现信号耦合,后采用光电隔离电路实现信号隔离及电平转换,最后输入到数据采集单元;数字开关量经过滤波电路降低信号的噪声污染后,输入到光电隔离电路实现信号隔离及电平转换,后输入到数据采集单元。

[0014] 作为优选方案:所述数据存储单元由 SDRAM 同步动态随机存取存储器和 FLASH 闪存两种存储器组成:两片 SDRAM 芯片和一片 FLASH 芯片通过地址总线 and 数据总线与外部存储器接口连接,基于 DSP 的智能控制及处理单元通过外部存储器接口实现与数据存储单元数据的读写。

[0015] 作为优选方案:所述功率保护单元是由电流传感器、温度传感器及加法比较电路组成的过压、过流、欠压、温度保护电路:电流传感器采集三相直流无刷电机电流信号,并将量化的信号经过精密电阻进行电压转换,后送到信号调理电路,采用软件形式实现过流保护;温度传感器采集驱动器内温度信号,并将量化的信号输出到信号调理电路,采用软件形式实现功率保护;由电阻、光藕、运放电路组成的加法比较电路实现驱动器过压、欠压保护。

[0016] 作为优选方案:所述智能控制输出单元由 PWM 智能输出和 I/O 信号输出两部分组成:

[0017] PWM 智能输出由 PWM 信号输出接口、光电隔离电路、电压转换电路组成;I/O 信号输出由光电隔离电路、数据驱动芯片组成;

[0018] PWM 信号由 DSP 处理器输出,该数字信号经光电隔离电路进行信号隔离,电压转换电路进行信号电压转换实现与功率驱动单元电平匹配;DSP 的 I/O 端口输出信号经过数据驱动芯片驱动后再经过光电隔离电路进行信号隔离,之后对外设备输出 I/O 信号。

[0019] 作为优选方案:所述智能驱动单元是一种数字式隔离型大功率三相无刷直流电动机功率驱动单元。

[0020] 作为优选方案:所述智能驱动单元在壳体表面附加散热片。

[0021] 作为优选方案:所述电源管理单元由多种电源转换模块组成,将系统输入电压转换为 DSP 处理器及其传感器电路所需要的电压。

[0022] 作为优选方案:所述网络总线通讯单元包括 CAN 总线、RS485 总线、RS232 总线三种网络总线,网络总线通讯单元负责 DSP 控制器数据的发送和接收,包括多驱动器之间的协同通信以及主机与驱动器之间的网络通讯,三种通信对应驱动器三个输出端口。

[0023] 作为优选方案:CAN 总线对应 MCP2551 收发器;RS485 总线对应 MAX1487 总线收发

器;RS232 总线对应 MAX3232 总线收发器。

[0024] 本发明的有益效果为:

[0025] (1) 本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,采用先进处理器及先进集成技术进行驱动器电路设计,采用驱动控制一体化设计技术,实现对直流无刷电机的精确可靠运行;

[0026] (2) 本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,采用智能高功率驱动模块,驱动负载能力强,功率密度高,散热快,体积小,实时性好,响应快;

[0027] (3) 本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,控制方式及通信方式灵活;

[0028] (4) 本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,系统接线简单,具有高可靠、长寿命、强抗电磁干扰能力。

### 附图说明

[0029] 图 1 为本发明硬件结构方框示意图;

[0030] 图 2 为基于 DSP 的智能控制及处理单元结构图;

[0031] 图 3 为信号调理单元结构图;

[0032] 图 4 为数据存储单元结构图;

[0033] 图 5 为网络通信单元结构图。

### 具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路进行详细说明。

[0035] 本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,具有数据采集、信号滤波、数据处理及传输、网络数据通信等功能。

[0036] 如图 1 所示,本发明的一种新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路,包括基于 DSP 的智能控制及处理单元、数据采集单元、信号调理单元、智能控制输出单元、智能驱动单元、数据存储单元、功率保护单元、电源管理单元及网络总线通讯单元;基于 DSP 的智能控制及处理单元控制数据采集单元采集经过信号调理单元调理后的数据,并将数据处理后存入数据存储单元;存储完毕后,基于 DSP 的智能控制及处理单元调用数据存储单元的数据采用先进算法进行数据处理及智能推理,并将智能推理结果输出至智能控制输出单元及智能驱动单元;同时,网络总线通讯单元通过收发数据和命令实现基于 DSP 的智能控制及处理单元与外部网络总线通讯;功率保护单元为整个电路各单元提供电压、电流、温度等信息,并实现智能保护;电源管理单元整个电路各单元提供电源。

[0037] 1、基于 DSP 的智能控制及处理单元

[0038] 所述基于 DSP 的智能控制及处理单元是驱动器硬件电路的核心,DSP 处理器采用 TI 公司高性能 TMS320F28335 芯片,该芯片工作频率可达 150MHz,具有功耗低、功能强、稳定性高、抗干扰性强、运算速度快的优点,是一款浮点运算的电机控制专用芯片。

[0039] 基于 DSP 的智能控制及处理单元控制数据采集单元采集经过信号调理电路调理后的电气状态信息及传感器信息,并将采集的数据存入数据存储单元;然后,基于 DSP 的智

能控制及处理单元调用数据存储单元中的数据采用先进控制算法完成电气状态参数计算,并结合系统信息采用智能逻辑推理方法实现电机驱动控制功能。

[0040] 如图 2 所示,基于 DSP 的智能控制及处理单元由 DSP 芯片、电源转换电路、无源晶振电路、通信电路、仿真调试电路构成:电源转换电路提供 DSP 芯片所需要的标准 3.3V 和 1.9V 电压;无源晶振电路提供 DSP 芯片所需要的工作频率 30MHz;仿真调试电路提供 DSP 程序软件下载和仿真接口;DSP 芯片与数据存储单元以数据总线和地址总线方式实现数据传输;通信电路实现与外部总线网络通信。

[0041] 电源转换电路由电源转换芯片、高精度电阻、电容组成;通信电路由通信芯片、电阻、电容组成。

[0042] 基于 DSP 的智能控制及处理单元负责整个系统驱动控制及数据处理,并能通过网络总线通信单元实现驱动器与外部总线网络实现通信。

[0043] 2、数据采集单元

[0044] 所述数据采集单元包括模拟量数据采集单元和数字量数据采集单元两部分。

[0045] 模拟量数据采集单元由模数转换器及电源基准电路组成:电源基准电路提供模数转换器需要的基准 2.5V 电压,模数转换器采用地址总线和数据总线实现与 DSP 芯片的数据和命令通信。模数转换器采用 AD7891 芯片,其为一款高精度高速 8 通道 12 位模数转换器,输入电压范围为  $\pm 10V$ ,满足要求。电源基准电路由高精度电压转换芯片 AD580 和电容组成。

[0046] 数字量数据采集单元由信号隔离芯片及信号驱动芯片组成,数字量数据采集单元直接与 DSP 芯片 I/O (通用输入/输出接口) 引脚相连。

[0047] 3、信号调理单元

[0048] 所述信号调理单元主要对模拟量传感器信息、数字量传感器信息及数字开关量信息进行信号调理。

[0049] 如图 3 所示,信号调理单元包括滤波电路、差分电路、光电隔离电路和运放电路。

[0050] 滤波电路由电阻和电容组成的二阶滤波电路;光电隔离电路由快速光藕 HCPL5631、电阻、电容组成;运放电路由 OP727 芯片、电阻、电容组成的电压跟随器及运算放大器组成。

[0051] 它们之间的关系是:模拟量传感器信息经过滤波电路降低信号噪声污染后,输入至运放电路,将模拟量传感器输出的信号缩放到数据采集单元中模数转换器要求的输入范围;数字量传感器信息经过滤波电路降低信号的噪声污染后,输入到差分电路实现信号耦合,后采用光电隔离电路实现信号隔离及电平转换,最后输入到数据采集单元;数字开关量经过滤波电路降低信号的噪声污染后,输入到光电隔离电路实现信号隔离及电平转换,后输入到数据采集单元。

[0052] 模拟量信息主要指电位计信息、温度信息、电流信息、电压信息等;数字量传感器信息主要指编码器信息,该驱动器可接增量式编码器和单极性编码器两种形式的编码器;数字开关量信息主要指刹车信息、报警信息、外部控制 I/O 输入信息、指示灯信息、拨码开关信息等。

[0053] 4、数据存储单元

[0054] 如图 4 所示,所述数据存储单元由 SDRAM 同步动态随机存取存储器和 FLASH 闪存

两种存储器组成:两片 SDRAM 芯片和一片 FLASH 芯片通过地址总线和数据总线与外部存储器接口连接,基于 DSP 的智能控制及处理单元通过外部存储器接口实现与数据存储单元数据的读写。

[0055] SDRAM 采用 2 片 SDRAM 芯片,存储容量达 64 兆位,用来存储数据和实现上电后的应用程序加载。FLASH 采用用来固化引导程序和应用程序,存储容量达 8 兆位。

[0056] 5、功率保护单元

[0057] 所述功率保护单元实现驱动器电路及电机的保护,它是由电流传感器、温度传感器及加法比较电路组成的过压、过流、欠压、温度保护电路:电流传感器采集三相直流无刷电机电流信号,并将量化的信号经过精密电阻进行电压转换,后送到信号调理电路,采用软件形式实现过流保护;温度传感器采集驱动器内温度信号,并将量化的信号输出到信号调理电路,采用软件形式实现功率保护;由电阻、光藕、运放电路组成的加法比较电路实现驱动器过压、欠压保护。

[0058] 电流传感器采用 NT-15 霍尔电流传感器,满足要求。温度传感器采用高精度数字 DS18B20 传感器,满足设计需求。

[0059] 6、智能控制输出单元

[0060] 所述智能控制输出单元是基于 DSP 的智能控制及处理单元执行逻辑推理的输出结果,它由 PWM 智能输出和 I/O 信号输出两部分组成。

[0061] PWM 智能输出由 PWM 信号输出接口、光电隔离电路、电压转换电路组成;I/O 信号输出由光电隔离电路、数据驱动芯片组成。

[0062] 所述智能控制输出单元的连接关系为:PWM 信号由 DSP 处理器输出,该数字信号经光电隔离电路进行信号隔离,电压转换电路进行信号电压转换实现与功率驱动单元电平匹配,避免了电机驱动时产生的干扰对系统的影响,从而提高系统稳定运行的可靠性;DSP 的 I/O 端口输出信号经过数据驱动芯片驱动后再经过光电隔离电路进行信号隔离,之后对外设备输出 I/O 信号,便于系统功能扩展。

[0063] 7、智能驱动单元

[0064] 所述智能驱动单元是一种数字式隔离型大功率三相无刷直流电动机功率驱动单元。

[0065] 智能驱动单元采用 KK330,其使用单电源供电,信号控制端与功率驱动单元供电回路隔离,具有良好的抗干扰能力,该电路模块采用 TTL 电平控制正反转,具有体积小、输出功率大、效率高、响应快、高可靠等特点,且具有过流保护功能,非常适用于高功率密度直流无刷驱动装置。

[0066] 作为优选方案,智能驱动单元在壳体表面附加散热片。

[0067] 8、电源管理单元

[0068] 所述电源管理单元由多种电源转换模块组成,主要将系统输入电压转换为 DSP 处理器及其传感器电路所需要的电压,处理器与传感器的电压等级主要分为 +24V、+15V、-15V、+5V、+3.3V、+1.9V 六种类型。

[0069] 9、网络总线通讯单元

[0070] 所述网络总线通讯单元包括 CAN 总线、RS485 总线、RS232 总线三种网络总线,网络总线通讯单元负责 DSP 控制器数据的发送和接收,包括多驱动器之间的协同通信以及主机

与驱动器之间的网络通讯,三种通信对应驱动器三个输出端口。

[0071] CAN 总线对应 MCP2551 收发器 ;RS485 总线对应 MAX1487 总线收发器 ;RS232 总线对应 MAX3232 总线收发器。

[0072] 本发明的新型高功率密度直流无刷电机驱动器电路安装连接方式如下所述 :

[0073] (1) 驱动器 U\W 三相动力输出端口分别对应三相直流无刷电机 U\W 输入端口 ;

[0074] (2) 驱动器三相霍尔信号输入端口分别对应三相直流无刷电机 U\W 霍尔输出信号线 ;

[0075] (3) 驱动器编码器信号输入端口依次对应和电机同轴旋转的编码器信号输出线 ;

[0076] (4) 驱动器模拟电压输入端对应外接电位计信号输出线 ;

[0077] (5) 驱动器各外部控制输入端口依次对应所需的控制信号线 ;

[0078] (6) 驱动器各网络通讯端口依次对应其外设网络通信接口 ;

[0079] (7) 驱动器控制电源外接直流 24 ~ 36 V 电压,动力电源外接直流 22 ~ 55 V 电压。

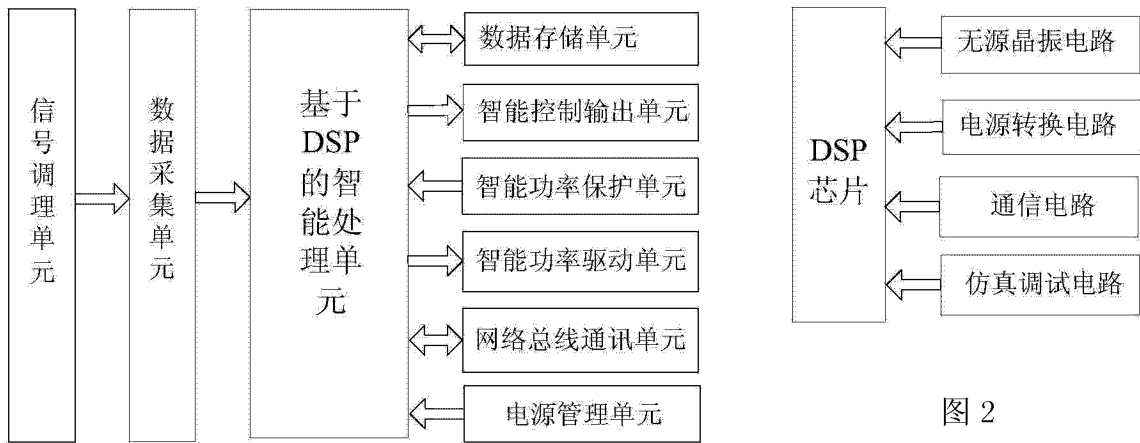


图 1

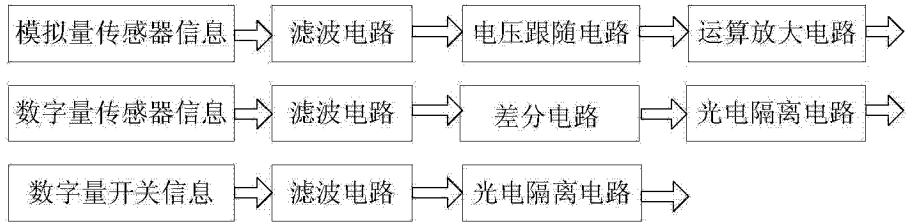


图 3

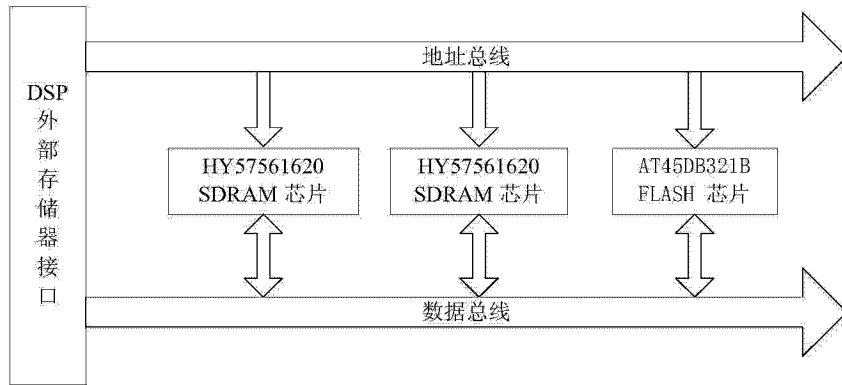


图 4

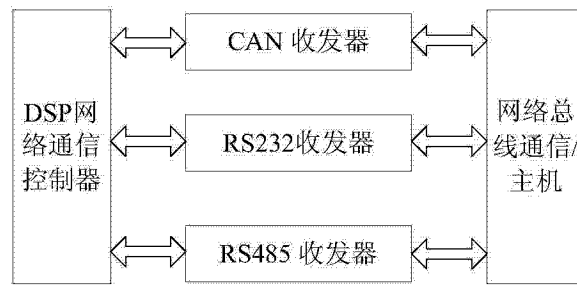


图 5