

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E05F 15/20 (2006.01)

B66B 13/02 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720190754.3

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 201133182Y

[22] 申请日 2007. 12. 12

[21] 申请号 200720190754.3

[73] 专利权人 中国科学院自动化研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村东路 95 号

[72] 发明人 张欣 王云宽 范国梁 秦晓飞

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 梁爱荣

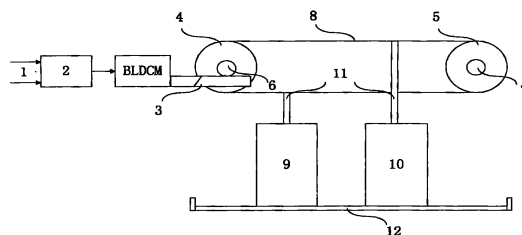
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 实用新型名称

全数字门机控制系统

[57] 摘要

本实用新型全数字门机控制系统，控制装置与电源连接，电机与控制装置连接，减速机构的蜗轮蜗杆与电机连接，第一齿轮固定在转轴上；第二齿轮固定在转轴上；皮带与第一齿轮和第二齿轮滑动连接；第一门体的一端与第一连接件的一端连接；第二门体的一端与第二连接件的一端连接；连接件的另一端连接到皮带上；滑轨的上面与第一门体和第二门体的底面滑动连接。解决门体运行加速过程中期望速度与实际速度偏差过大的问题，降低硬件成本。电流与速度双闭环控制保证控制精度和响应速度。电流检测障碍物和位置检测障碍物双冗余方式，保证门机运行过程中的安全性。



1、一种全数字门机控制系统，其特征在于，包括：

具有一电源，用于为系统提供电源；

具有一控制装置与电源连接，用于输出控制信号；

具有一电机与控制装置连接，接收控制装置控制信号，用于输出驱动转矩；

具有一减速机构的蜗轮蜗杆与电机连接，用于将电机的转速降低，转矩增大后传动到第一齿轮上；

具有一第一齿轮固定在转轴上；

具有一第二齿轮固定在转轴上；

具有一皮带与第一齿轮和第二齿轮滑动连接；

具有一第一门体的一端与第一连接件的一端连接；

具有一第二门体的一端与第二连接件的一端连接；

具有一连接件的另一端连接到皮带上；

具有一滑轨的上面与第一门体和第二门体的底面滑动连接。

2、根据权利要求 1 所述的全数字门机控制系统，其特征在于，控制装置包括：处理单元、转换电路、隔离单元、逆变器、电机、编码器、传感器、保护单元、控制器、数字示波器；

具有一处理单元的第一端与电源连接，用于接收电源电压信号；具有处理单元的第二端和第三端，用于输出经过处理单元处理的电压信号；

具有一转换电路的第一端与处理单元的第三端连接，用于提取处理单元的第三端经过处理的电压信号；还具有转换电路的第二端和第三端，用于输出电压信号；

具有一隔离单元的第一端与转换电路第二端连接，用于接收转换电路第二端的电压信号；具有隔离单元的第二端，用于输出经过隔离的脉宽调制 PWM 波；具有隔离单元的第三端，用于提取控制器的脉宽调制 PWM 波；

具有一逆变器的第一端与处理单元的第二端连接，用于提取处理单元第二端的电压信号；还具有逆变器的第二端与隔离单元连接，用于提取隔离单元输出的 PWM 波；具有逆变器的第三端，用于输出三相电压信号控制电机；具有逆变器的第四端，用于输出过压过流保护信号和电流信号；

具有一电机的第一端与逆变器的第三端连接，用于提取逆变器第三端输出的三相电压信号；具有电机的第二端，用于输出转子位置信息；

具有一编码器的第一端与电机的第二端连接，用于提取电机第二端的转子位置信息；具有一编码器的第二端，用于输出转子速度脉冲信号，作为速度反馈；

具有一传感器的第一端与逆变器的第四端连接，用于提取逆变器的第四端的电流信号；具有传感器的第二端，用于输出传感器感应电流信号；

具有一保护单元的第一端与逆变器的第四端连接，用于提取逆变器第四端的电压电流故障信号；具有保护单元的第二端，用于输出滤波后的电压电流故障信号；

具有一控制器的第一端与隔离单元的第三端连接，用于为隔离单元的第三端提供脉宽调制 PWM 波；

具有一控制器的第二端与保护单元的第二端连接，用于提取过压过流保护单元的第二端滤波后的电压电流故障信号；

具有一控制器的第三端与电平转换电路第三端连接，用于提取电平转换电路第三端的电压信号；

具有一控制器的第四端与数字示波器连接，用于为数字示波器提供数据显示；

具有一控制器的第五端与传感器的第二端连接，用于获取传感器的第二端的感应电流信号；

具有一控制器的第六端与编码器的第二端连接，用于提取编码器第二端的转子速度脉冲信号。

3、根据权利要求 2 所述的全数字门机控制系统，其特征在于：控

制器中数字信号处理 DSP 逻辑运算用于完成系统逻辑判断、控制算法、功率模块单元的控制、以及故障中断的处理。

4、根据权利要求 2 所述的全数字门机控制系统，其特征在于，所述逆变器 由智能功率模块和外围的泵升供电电路构成直交转换电路，是通过六个开关管的导通和关断将直流转换成交流输出，连接到电机的三相上，用来控制电机，逆变器直流母线上的过压信号和智能功率模块的过压过流信号通过保护单元与控制器的中断输入接口连接，用于直接通过中断关断所有六路脉宽调制 PWM 波输出。

5、根据权利要求 2 所述的全数字门机控制系统，其特征在于：所述控制装置中控制器通过串行通讯接口上位机通讯，在线显示所有用于电机控制的中间变量和门机重要参数。

全数字门机控制系统

技术领域

本实用新型涉及驱动门机开启和关闭门体的控制装置。

背景技术

门机系统一般安装在电梯门、自动门的门框上方，用于控制门体的开关。目前常见的门机控制器中采用直流电机、单相异步电机、三相异步电机等传统电机作为执行元件。这类装置存在需经常维修，体积大，效率低，成本高等问题。另外控制方法上有些控制器采用速度开环控制，控制精度较差，对门机负载变化适应能力较差，不能满足高档电梯，自动门对门机的要求。

作为驱动电梯门、自动门的门机系统需要保证门体运行的安全性，当门体运动过程中遇到人或物的障碍物时需要及时准确的检测到，并且完成相应的停止或反向运行指令以及故障显示的功能。本系统采用的速度曲线规划和障碍物检测方法可以很好的保证安全性并且节约硬件成本。

实用新型内容

为了解决上述问题，本实用新型的目的是降低门机驱动系统的故障率，提高系统使用寿命，提高系统控制精度和系统的安全性，为此本实用新型提出一种全数字门机控制系统。

为了实现上述目的，本实用新型提出一种全数字门机控制系统，包括：

具有一电源，用于为系统提供电源；

具有一控制装置与电源连接，用于输出控制信号；

具有一电机与控制装置连接，接收控制装置控制信号，用于输出驱

动转矩；

具有一减速机构的蜗轮蜗杆与电机连接，用于将电机的转速降低，转矩增大后传动到第一齿轮上；

具有一第一齿轮固定在转轴上；

具有一第二齿轮固定在转轴上；

具有一皮带与第一齿轮和第二齿轮滑动连接；

具有一第一门体的一端与第一连接件的一端连接；

具有一第二门体的一端与第二连接件的一端连接；

具有一连接件的另一端连接到皮带上；

具有一滑轨的上面与第一门体和第二门体的底面滑动连接。

所述控制装置 包括：处理单元、转换电路、隔离单元、逆变器、电机、编码器、传感器、保护单元、控制器、数字示波器；

具有一处理单元的第一端与电源连接，用于接收电源电压信号；具有处理单元的第二端和第三端，用于输出经过处理单元处理的电压信号；

具有一转换电路的第一端与处理单元的第三端连接，用于提取处理单元的第三端经过处理单元处理的电压信号；还具有转换电路的第二端和第三端，用于输出电压信号；

具有一隔离单元的第一端与转换电路第二端连接，用于接收转换电路第二端的电压信号；具有隔离单元的第二端，用于输出经过隔离的脉宽调制 PWM 波；具有隔离单元的第三端，用于提取控制器的脉宽调制 PWM 波；

具有一逆变器的第一端与处理单元的第二端连接，用于提取处理单元第二端的电压信号；还具有逆变器的第二端与隔离单元连接，用于提取隔离单元输出的 PWM 波；具有逆变器的第三端，用于输出三相电压信号控制电机；具有逆变器的第四端，用于输出过压过流保护信号和电流信号；

具有一电机的第一端与逆变器的第三端连接，用于提取逆变器第三端输出的三相电压信号；具有电机的第二端，用于输出转子位置信息；

具有一编码器的第一端与电机的第二端连接，用于提取电机第二端的转子位置信息；具有一编码器的第二端，用于输出转子速度脉冲信号，作为速度反馈；

具有一传感器的第一端与逆变器的第四端连接，用于提取逆变器的第四端的电流信号；具有传感器的第二端，用于输出传感器感应电流信号；

具有一保护单元的第一端与逆变器的第四端连接，用于提取逆变器第四端的电压电流故障信号；具有保护单元的第二端，用于输出滤波后的电压电流故障信号；

具有一控制器的第一端与隔离单元的第三端连接，用于为隔离单元的第三端提供脉宽调制 PWM 波；

具有一控制器的第二端与保护单元的第二端连接，用于提取保护单元的第二端滤波后的电压电流故障信号；

具有一控制器的第三端与电平转换电路第三端连接，用于提取电平转换电路第三端的电压信号；

具有一控制器的第四端与数字示波器连接，用于为数字示波器提供数据显示；

具有一控制器的第五端与传感器的第二端连接，用于获取传感器的第二端的感应电流信号；

具有一控制器的第六端与编码器的第二端连接，用于提取编码器第二端的转子速度脉冲信号。

所述控制器中数字信号处理 DSP 逻辑运算用于完成系统逻辑判断、控制算法、功率模块单元的控制、以及故障中断的处理。

所述逆变器 由智能功率模块和外围的泵升供电电路构成直交转换电路，是通过六个开关管的导通和关断将直流转换成交流输出，连接到电机的三相上，用来控制电机，逆变器直流母线上的过压信号和智能功率模块的过压过流信号通过保护单元与控制器的中断输入接口连接，用于直接通过中断关断所有六路脉宽调制 PWM 波输出。

所述控制装置中控制器通过串行通讯接口上位机通讯，在线显示所

有用于电机控制的中间变量和门机重要参数。

本实用新型门机控制系统的速度曲线的规划采用新颖的位置定位方法，利用编码器确定门运行的位置，解决了门机运动加速过程中期望速度与实际速度偏差过大的问题，降低了硬件电路的成本。

通过安装在电机轴上的编码器检测电机运转的速度，通过霍尔电流传感器 LEM 可以检测电流，控制算法采用电流与速度双闭环控制，保证了系统的控制精度和响应速度。

门体运行过程中会遇到障碍物，障碍物检测采取电流检测障碍物和位置检测障碍物双冗余方式，保证了门机运行过程中的安全性。这种优化和管理机制合理的保证了系统的可靠性和鲁棒性。

附图说明

图 1 是本实用新型的门机构及控制系统结构框图

图 2 是本实用新型控制装置结构框图

图 3 是本实用新型 IPM 逆变器主电路示意图

图 4 是本实用新型采用位置定位方法的速度曲线的规划

图 5 是本实用新型主程序框图

具体实施方式

下面结合附图详细说明本实用新型技术方案中所涉及各个细节问题。应指出的是，所描述的实施例仅旨在便于对本实用新型的理解，而对其不起任何限定作用。

参照图 1，图 1 显示了本实用新型中全数字门机控制系统的实施结构框图，包括：

具有一电源 1 采用直流 48v，用于为系统提供电源；

具有一控制装置 2 与电源 1 连接，用于输出控制信号；

具有一电机 BLDCM 与控制装置 2 连接，接收控制装置 2 控制信号，用于输出驱动转矩；

具有一减速机构的蜗轮蜗杆 3 与电机 BLDCM 连接，用于将电机 BLDCM

的转速降低一定倍数，转矩增大一定倍数后传动到第一齿轮 4 上；

具有一第一齿轮 4 固定在转轴 6 上；

具有一第二齿轮 5 固定在转轴 7 上；

具有一皮带 8 与第一齿轮 4 和第二齿轮 5 滑动连接；

具有一第一门体 9 的一端与第一连接件 11 的一端连接；

具有一第二门体 10 的一端与第二连接件 11 的一端连接；

具有一连接件 11 的另一端连接到皮带 8 上；

具有一滑轨 12 的上面与第一门体 9 和第二门体 10 的底面滑动连接。

本实用新型中控制装置 2 和无刷直流电机 BLDCM 是门装置中把电能转化为机械能、提供门驱动转矩的装置。下面将详细介绍本实用新型的示例性实施例。实施例中采用的电机 BLDCM 为三相星接绕组的永磁无刷直流电机，反电势为梯形波。如图 2 是本实用新型控制装置 2 结构框图所示，包括有：处理单元 21 采用电磁兼容 EMI 处理单元、转换电路 22 采用电平转换电路、隔离单元 23 采用光电隔离单元、逆变器 24 采用 IPM 逆变器、电机 BLDCM、编码器 25 采用光电轴角编码器、传感器 26 采用霍尔电流传感器 LEM、保护单元 27 采用过压过流流保护单元、控制器 28、数字示波器 29。

控制装置 2 由电源 1 直流 48v 供电然后通过 IPM 逆变器 24 给电机 BLDCM 供电。

具有一电磁兼容 EMI 处理单元 21 的第一端与直流电源 1 连接，用于接收直流电源 1 的 48V 电压信号；具有电磁兼容 EMI 处理单元 21 的第二端和第三端，用于输出经过 EMI 处理的 48V 电压信号；

具有一电平转换电路 22 的第一端与电磁兼容 EMI 处理单元 21 的第三端连接，用于提取电磁兼容 EMI 处理单元 21 的第三端经过 EMI 处理的 48V 电压信号；具有电平转换电路 22 的第二端，用于输出 5V 和 15V 电压信号；具有电平转换电路 22 的第三端，用于输出 3.3V 电压信号；

具有一光电隔离单元 23 的第一端与电平转换电路 22 第二端连接，用于接收电平转换电路 22 第二端的 5V 电压信号；具有光电隔离单元 23 的第二端，用于输出经过光电隔离的 6 路脉宽调制 PWM 波；具有光电隔

离单元 23 的第三端，用于提取控制器 28 的 6 路 PWM 波；

具有一 IPM 逆变器 24 的第一端与电磁兼容 EMI 处理单元 21 的第二端连接，用于提取电磁兼容 EMI 处理单元 21 第二端的 48V 电压信号；具有 IPM 逆变器 24 的第二端与光电隔离单元 23 连接，用于提取光电隔离单元 23 输出的 6 路 PWM 波；具有 IPM 逆变器 24 的第三端，用于输出三相电压信号控制电机；具有 IPM 逆变器 24 的第四端输出电压电流故障信号和电流信号；

具有一电机 BLDCM 的第一端与 IPM 逆变器 24 的第三端连接，用于提取 IPM 逆变器 24 第三端的三相电压信号；具有电机 BLDCM 的第二端，用于输出转子位置信息；

具有一光电轴角编码器 25 的第一端与电机 BLDCM 的第二端连接，用于提取电机 BLDCM 第二端的转子位置信息；具有一光电轴角编码器 25 的第二端，用于输出转子速度脉冲信号，作为速度反馈；

具有一霍尔电流传感器 26 的第一端与 IPM 逆变器 24 的第四端连接，用于提取 IPM 逆变器 24 的第四端的电流信号；具有霍尔电流传感器 26 的第二端，用于输出传感器感应电流信号；

具有一过压过流保护单元 27 的第一端与 IPM 逆变器 24 的第四端连接，用于提取 IPM 逆变器 24 第四端的电压电流故障信号；具有过压过流保护单元 27 的第二端，用于输出滤波后的电压电流故障信号；

具有一控制器 28 的第一端与光电隔离单元 23 的第三端连接，用于为光电隔离单元 23 的第三端提供 6 路 PWM 波；

具有一控制器 28 的第二端与过压过流保护单元 27 的第二端连接，用于提取过压过流保护单元 27 的第二端滤波后的电压电流故障信号；

具有一控制器 28 的第三端与电平转换电路 22 第三端连接，用于提取电平转换电路 22 第三端的 3.3V 电压信号；

具有一控制器 28 的第四端与数字示波器 29 连接，用于为数字示波器 29 提供数据显示；

具有一控制器 28 的第五端与霍尔电流传感器 26 的第二端连接，用于获取霍尔电流传感器 26 的第二端的感应的感应电流信号；

具有一控制器 28 的第六端与光电轴角编码器 25 的第二端连接，用于提光电轴角编码器 25 第二端的转子速度脉冲信号。

控制器芯片采用美国 Ti 公司的 TMS320F2407A 专用数字信号处理器，控制器 28 中数字信号处理 DSP 逻辑运算用于完成系统逻辑判断、控制算法、功率模块单元的控制、以及故障中断的处理。

图 3 是逆变器 24 示意图，逆变器 24 采用 IPM 逆变器由智能功率模块 IPM 和外围的泵升供电电路构成直交转换电路。由控制器 28 的 6 路 PWM 产生单元产生的六路 PWM 波经过光电隔离单元 23 后输出六路控制信号连接 IPM 逆变器 24 中六个开关管 241, 242, 243, 244, 245, 246 的门极，就可以控制六个开关管的导通，进而控制 IPM 逆变器 24 输出电压的幅值和极性。

如图 3 所示电机的三相绕组分别与 IPM 逆变器 24 上下桥臂相连，控制 IPM 逆变器 24 电压输出就可以控制电机 BLDCM 的转速与转向。由于选用的电机 BLDCM 带用来检测转子位置的霍尔传感器的三相电机，当控制电机 BLDCM 旋转时，通过电机 BLDCM 内部的霍尔传感器检测转子的位置，确定电机 BLDCM 绕组切换相的时间。转子每转过 60 度电角度就改变定子导通相，让定子绕组产生的磁势平均超前转子 90 度，这样电机 BLDCM 就可以按照预定的方向正常运行了。由于反电势为梯形波，加入方波的电流信号就可以产生恒定的电磁转矩。

安装在电机 BLDCM 轴上的光电轴角编码器 25 检测电机 BLDCM 运转的速度，霍尔电流传感器 26 用于检测 IPM 逆变器 24 直流侧母线上的电流值，得到的电流模拟信号接入控制器 28 中的 A/D 检测接口 ADC，经过数字滤波后作为电流反馈参与 DSP 逻辑运算，可以实现电机 BLDCM 的电流、速度双闭环控制。另一方面可以通过光电轴角编码器 25 检测出第一门体 9 和第二门体 10 移动的距离和位置。门机控制系统的速度曲线的规划采用新颖的位置定位方法，解决了门机运动加速过程中期望速度与实际速度偏差过大的问题，降低了硬件电路的成本。

第一门体 9 和第二门体 10 运动的速度曲线分为加速阶段、高速匀速阶段、第一减速阶段、低速匀速阶段、第二减速阶段，如图 4 所示。

通常按照利用时间分段 G3 的方法确定速度给定曲线，即由控制装置 2 事先计算出加速阶段、匀速阶段和减速阶段的运行时间来确定减速点，而不是根据门体运行实际位置。由于加速阶段需要系统提供很大的加速度，如果按照最大加速度来选取电机 BLDCM 输出转矩，会造成硬件成本过高和系统稳定性变差。因此驱动器的电流需要受到限制，也就是电机输出转矩变小，这样，造成门体加速度无法达到给定值。如图 4 所示，实际的速度曲线无法达到给定速度曲线。这样，实际门体运行的距离无法达到给定运行距离。

我们采用按照位置定位的方法，由于实际加速度和给定加速度即图中实际速度值和给定速度值的斜率在减速阶段基本相符，不像在加速阶段那样有很大偏差。门体匀速运动阶段的高速度，低速度，加减速阶段的加速度、低速运动阶段的运行距离和门体运行总距离为设定值。高速度设定范围 400-500mm/s, 低速度设定范围 100-150mm/s, 加速度设定范围 800-1200mm/s², 低速运动阶段的运行距离设定范围 100-150mm, 门体运行总距离范围为 980-1100mm。根据如下公式：

$$V_1^2 - V_2^2 = 2aS$$

V_1 、 V_2 为高、低速度值， a 为加速度， s 为距离

减速点可以上述的已知数据由终点逆向推出。

步骤 1：利用低速度，加速度和门体运行总距离计算出第二减速点 s_{dec2} ；

步骤 2：利用高速度，低速度，加速度，低速运动阶段的运行距离和门体运行总距离计算出第一减速点 s_{dec1} ；

步骤 3：在每次关门后门闭锁的时候，门的位置复位清零；

步骤 4：利用光电轴角编码器确定门运行的位置；

步骤 5：门体实际运行到减速点的时候，速度指令值 G2 即图中的按位置定位速度给定值才开始减速。

实验得到的速度曲线如图中实际速度值所示。可以看出，按照位置定位的方法门体在匀速过程中运行的时间比按时间分段的方法长，这就弥补了加速过程中指令值 G2 与实际速度值 G1 之间的距离偏差，如下式

所示：

$$s1 = s2 + s3$$

这里： $s1$ ， $s2$ ， $s3$ 分别表示图4中阴影部分的面积即门体运行的距离。

这种方法保证了电流在比较小的范围内门体运动也能达到要求，节省了硬件成本，提高了系统的稳定性。

门体运行过程中会遇到障碍物，障碍物检测采取电流检测障碍物和位置检测障碍物双冗余方式，保证了门机运行过程中的安全性。所谓电流障碍物检测即根据电流传感器检测到的电流与设置障碍物报警电流比较，超限则给报告产生障碍物事件。位置检测障碍物即根据期望行程与光电编码器检测到的当前行程的差来判断障碍物。

本实用新型主程序流程框图如图5所示：软件采用时间片管理，任务划分，包括顺序执行任务和中断任务，任务执行的顺序在任务从属的函数中设计，以优化反应时间。

顺序执行任务步骤如下：

步骤a：经过硬件和软件初始化以后，即有限状态机初始化，DSP初始化，导入参数，运动控制变量初始化，开中断；

步骤b：系统划分1ms的时间片；

步骤c：当时间片达到1ms，执行运动规划和获取运动速度与位置；当时间片没达到1ms，则执行步骤b；

步骤d：时间片1ms执行一个任务，任务包括串口处理函数，障碍物检测，中央处理单元，故障检测函数，障碍物检测，中央处理单元，串口数据发送，时间片依次分配给循环任务，8ms完成一次循环至步骤b。

串口处理函数功能：读写系统参数，发送启动，停止，刹车控制命令；

障碍物检测功能：电流障碍物检测即根据霍尔电流传感器26检测到的电流与设置障碍物报警电流比较，超限则给报告产生障碍物事件。位置检测障碍物即根据期望行程与光电轴角编码器检测到的当前行程

的差来判断障碍物。如存在障碍物，给出障碍物存在标志。

中央处理单元功能：驱动软件的主过程，协调其它的任务并且指挥传动装置的操作。引发系统变化的动作成为事件，根据当前的状态处理出现的事件。

故障检测函数功能：进行控制参数内存数据异或校验和检查，10分钟一次。控制参数在系统启动时导入内存，检验数据正确后，生成异或校验和。每次检查时，重新计算控制参数校验和，与原始参数校验和比较，如果不一致，则给出校验错误致命故障，系统进入致命故障状态。

中断级任务包括电机控制中断，系统时间片时基1ms的中断，串口接收中断操作。

这种优化和管理机制合理的保证了系统的可靠性和鲁棒性。

以上所述，仅为本实用新型中的具体实施方式，但本实用新型的保护范围并不局限于此，任何熟悉该技术的人在本实用新型所揭露的技术范围内，可理解想到的变换或替换，都应涵盖在本实用新型的包含范围之内，因此，本实用新型的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

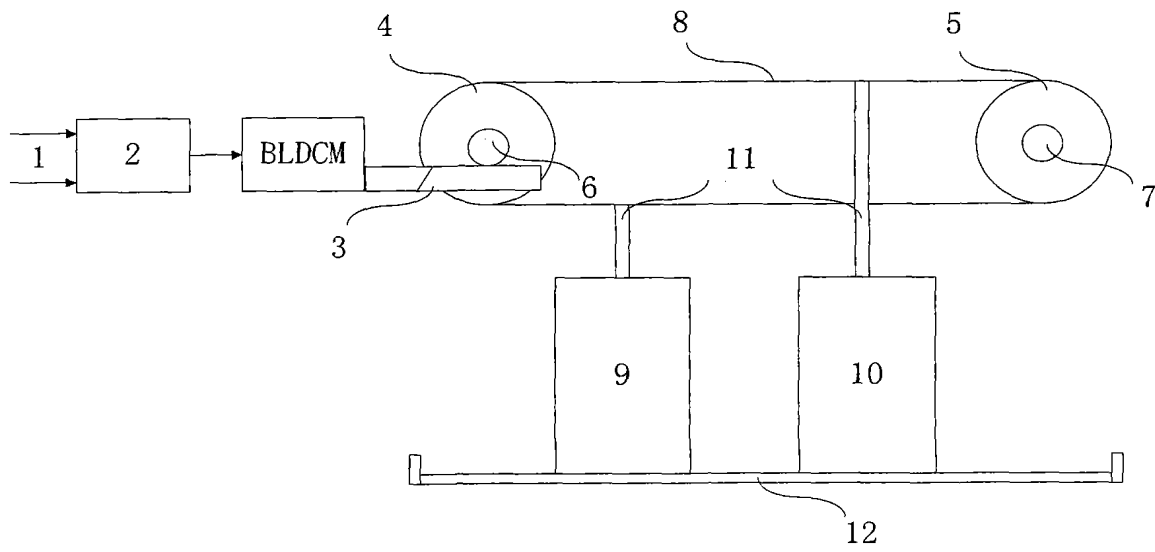


图 1

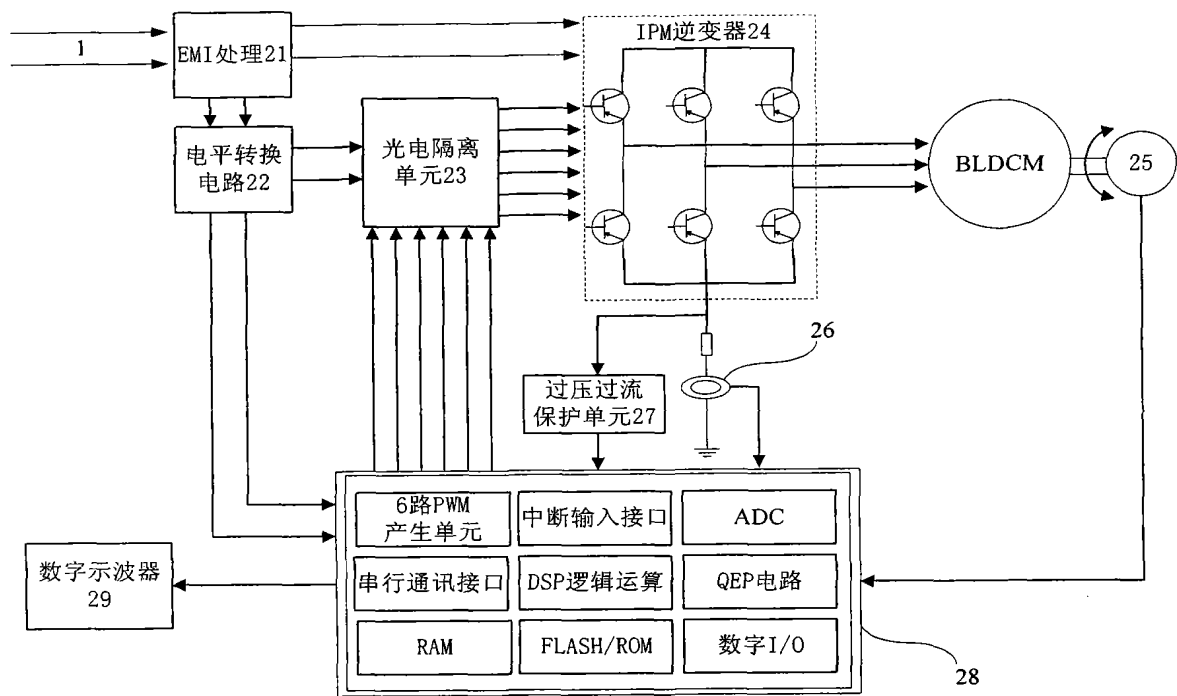


图 2

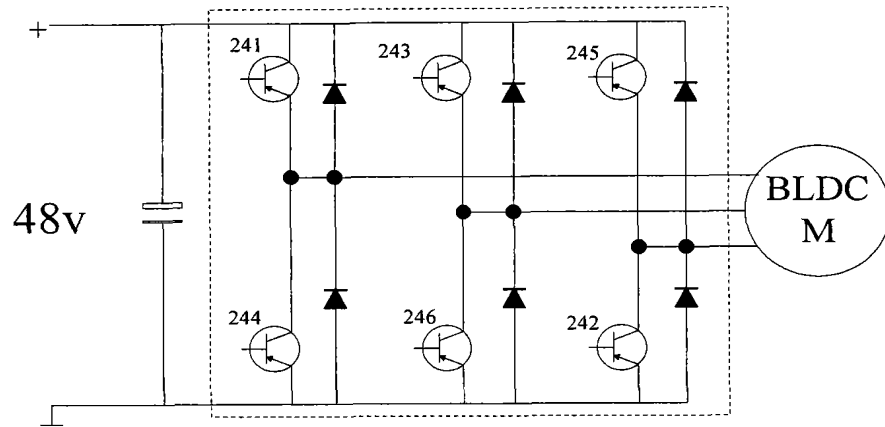


图 3

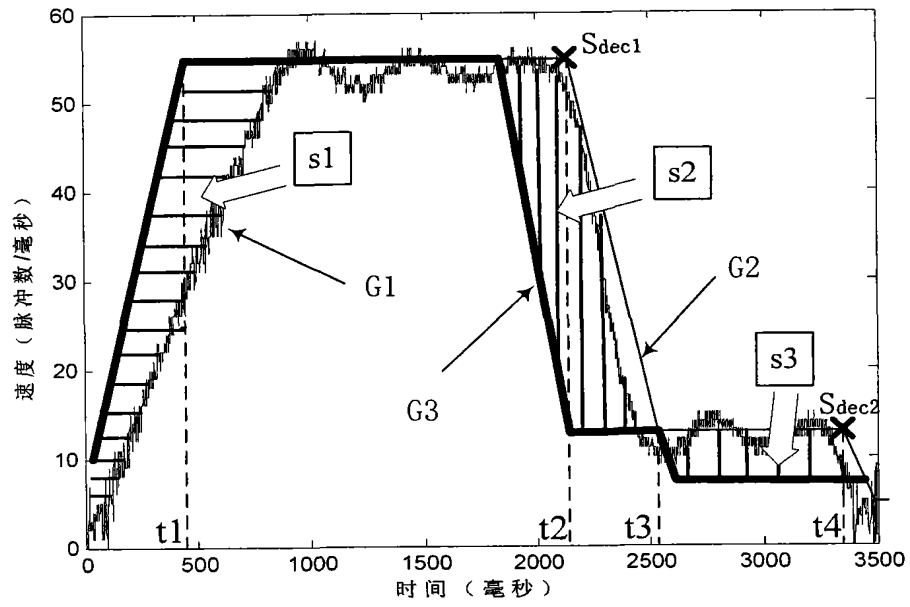


图 4

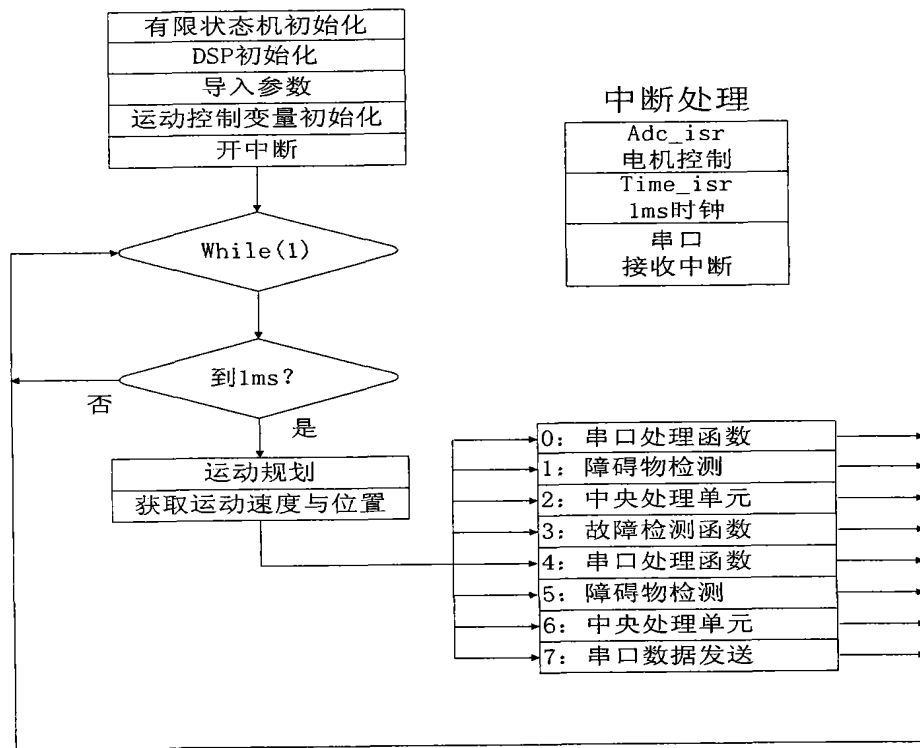


图 5