

基于stm32的智能牛体刷控制器设计

郑彩霞

青岛科技大学, 山东 青岛
Email: sung.zhao@qq.com

收稿日期: 2021年3月22日; 录用日期: 2021年4月18日; 发布日期: 2021年4月26日

摘要

该文提出一种基于stm32为主芯片的智能牛体刷控制器。该控制器采用stm32为主控制芯片和mpu6050为角度检测芯片,两者通过IIC总线进行通讯,采用可控硅方式控制单相交流异步电机。该控制器具备控制电机正反转功能,过电压保护功能,过电流保护功能。通过实际的应用反馈,该控制器可有效应用在牛场等环境中。

关键词

智能牛体刷, stm32, 智能养殖, 控制器

Design of Smart Cow Brush Controller Based on stm32

Caixia Zheng

Qingdao University of Science & Technology, Qingdao Shandong
Email: sung.zhao@qq.com

Received: Mar. 22nd, 2021; accepted: Apr. 18th, 2021; published: Apr. 26th, 2021

Abstract

This article proposes a smart cow body brush controller based on stm32 as the main chip. The controller uses stm32 and mpu6050, and the two modules communicate through the IIC bus, and use the SCR (Silicon Controlled Rectifier) method to control the single-phase AC asynchronous motor. The controller has the function of controlling the forward and reverse rotation of the motor, over-voltage protection, and over-current protection. Through actual application feedback, the controller can be effectively used in cattle farms environments.

Keywords

Smart Cow Brush Controller, stm32, Intelligent Farming, Controller

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在奶牛养殖过程中，产奶量是其重要指标，直接影响养殖效益。为奶牛提供舒适安全的生活环境，是提高产奶量的重要手段。一般具体措施有适当提高生活温度、提高饲料和饮水标准、保持环境通风换气、刷拭牛体[1]、保持环境卫生等。其中，擦拭牛体方式，即保持牛体干净整洁的手段，一般采用人工方式擦拭或者牛体自动设备擦拭[2]。目前市场存在的智能自动刷设备，普遍存在控制不灵敏，保护不到位，功能不完善的问题。据此，本文提出一种基于 stm32 为主芯片的智能牛体刷控制器，具备正反转自动切换，过压欠压保护，过流保护，角度检测灵敏等实用功能。刷体机械部分和牛体刷控制器刚性连接固定。当牛体接触刷体，带动控制器离开基准角度一定幅度，控制器自动检测触发工作，控制电机转动带动刷体旋转。转动过程中，当发生牛体毛发过长卷入刷毛，导致电机堵转，控制检测回路电流超负荷，控制电机反向旋转，保证牛体安全。当错误持续发生时，具备及时切断控制回路的功能，安全有效。

2. 控制器总体设计

该牛体刷控制器包含软、硬件两部分。硬件部分包含电源转换单元、角度检测单元、电流监测单元、电压监测单元、控制输出单元和控制核心单元等部分。软件部分，主要通过通过对电压、电流、以及当前角度信息的采集，实现电机的控制逻辑。整个控制器的工作流程为，当控制器检测到本身离开基准偏移一定角度后，自动触发控制电机输出控制回路开关打开，使电机转动。转动过程，通过 AD 转换电路，实时采集电机的电流和电压信号，按照设定好的阈值参数，进行停机报警等操作。

该控制器的实物图，如图 1 所示。



Figure 1. The physical picture of the cow brush controller
图 1. 牛体刷控制器实物图

3. 控制器的软硬件设计方案

3.1. 控制器的硬件设计

该控制器的硬件布局，如图 2 所示。

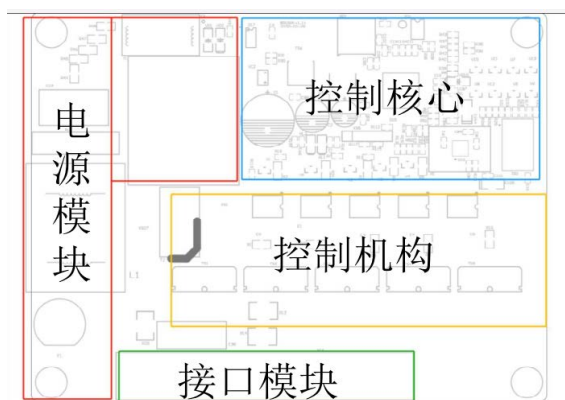


Figure 2. The hardware layout of the cow brush controller
图 2. 牛体刷控制器硬件布局图

电源转换单元：负责进行电源转换，见图 3，为控制器其他控制器电路提供稳定的低压直流 12 V、5 V、3.3 V。同时需要对电机端提供标准市电交流 220 V。整个电源回路，首先对市电 220 V 交流电，通过 EI30 变压器转换成 12 V 交流，然后通过 LLD06 整流电路输出 12 V 直流，进而通过 L78L05 和 SPX1117M3-3.3 器件，输出稳定的 5 V 和 3.3 V 电压。

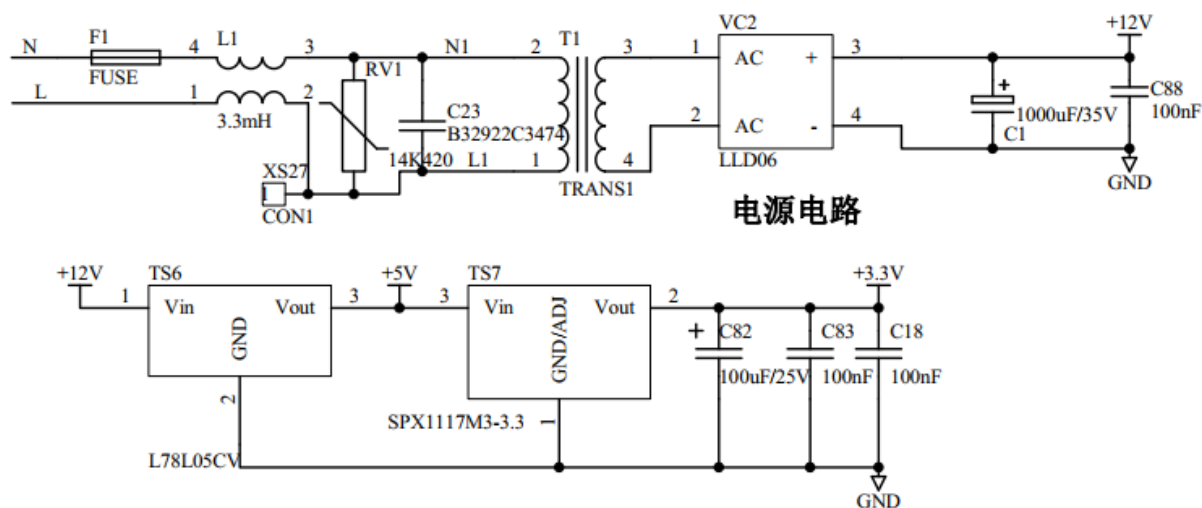


Figure 3. The schematic diagram of power conversion module
图 3. 电源转换单元原理图

角度检测单元(见图 4)：负责实时输出稳定的当前控制器板的姿态。该控制器采用 MPU6050，全球首例 9 轴运动处理器，内部集成 3 轴 MEMS 陀螺仪，3 轴 MEMS 加速计和以及 1 个可扩展的数字运动处理器 DMP。考虑到产品的应用场景和精度问题，利用内部 DMP [3] [4] [5] [6]，DMP (Digital Motion Processor)，数字运动处理器，通过融合陀螺仪和加速度计的数据，直接输出四元数，通过解算得到当前

姿态欧拉角，减轻主芯片处理器的计算量。

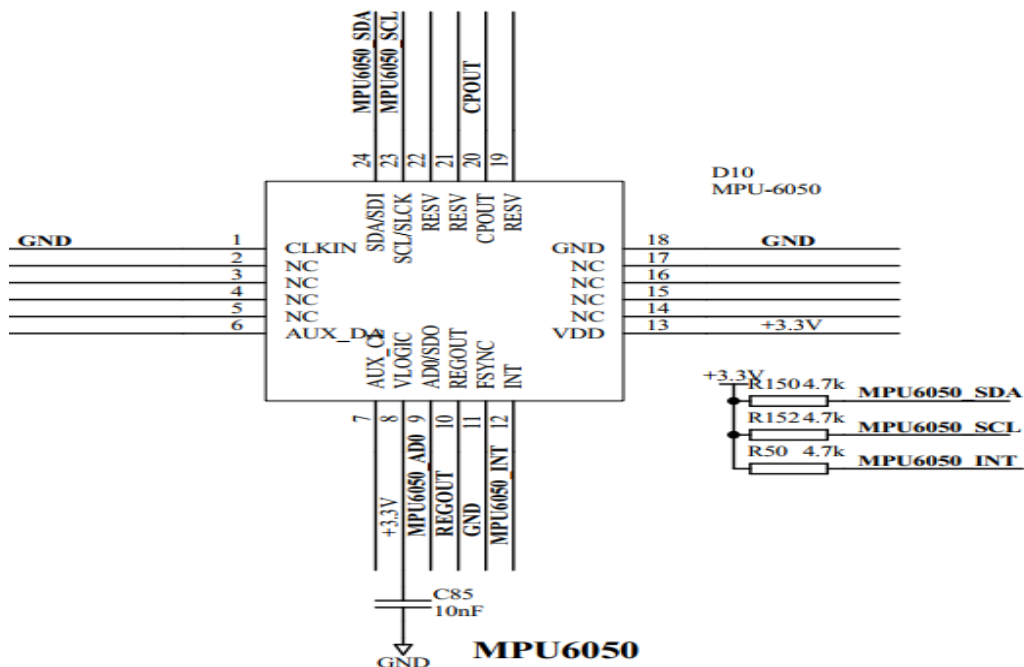


Figure 4. The schematic diagram of angle detection module
图 4. 角度检测单元原理图

电流监测单元、电压检测单元：电流监测电路，通过电流互感器器件，利用 AD 采样电路实时获取，电机运行时的电流信息。电压检测电路，通过对变压器二次侧的转换电压，利用 AD 采样电路，实时获取当前市电运行的电压信息。根据预先设定的电压、电流参数，判断当前是否正常运行状态。

控制输出单元：作为电机的驱动控制回路。该控制器采用可控硅的控制方式，控制电机的转动和停止。可控硅(Silicon Controlled Rectifier)简称 SCR，是一种大功率电器元件，也称晶闸管。具有体积小、效率高、寿命长等优点。在自动控制系统中，可作为大功率驱动器件，实现用小功率控件控制大功率设备。它在交直流电机调速系统、调功系统及随动系统中得到了广泛的应用。

控制核心单元：控制核心主要负责对各路 IO 输入信号的计算处理，以及对控制输出功能。同时，具备参数存储的功能。核心控制器，采用高性能的 ARM Cortex-M3 核的 32 位处理器 STM32F103C8T6，工作频率可高达 72 MHz，内置高速存储器(20 KB SRAM、64 KBFLASH)，工作电压范围在 2~3.6 V。

3.2. 控制器的软件设计

该控制器的软件实现，包括：初始化、读取当前角度信息、判断当前工作状态、控制电机开关等部分。

如下表 1 所示，软件预先的内部设定参数值。

如下图 5 所示，控制器软件运行流程图。

初始化包含控制器时钟初始化，参数初始化，通讯总线初始化、外设 MPU6050 的参数初始化，以及 LED 状态灯和数码管显示的初始化等。设置时钟单元，使能内部时钟单元，使主频配置在 72 Mhz。然后，读取预先设定的电压、电流防护参数值，单次触发控制电机转动的周期参数值和触发控制器工作的偏移角度阈值参数。然后，初始化 IIC 总线与 MPU6050 的交互流程，对 MPU6050 的 DMP 数字运动处理器

进行相应的初始化,包含设置 DMP 需要的陀螺仪和加速度计数据来源,设置数据输出的 FIFO (First Input First Output)存储器,设置数据采样频率,设置陀螺仪的方向,加载 DMP 固件信息,设置数据输出频率,最后使能 DMP 计算。

Table 1. Pre-set internal parameters
表 1. 预先设定的内部参数

参数名称	参数值
电压下限值	187 V
电压上限值	253 V
电流上限值	10 A
单次控制电机转动时间	90 S
最大偏移角度	15

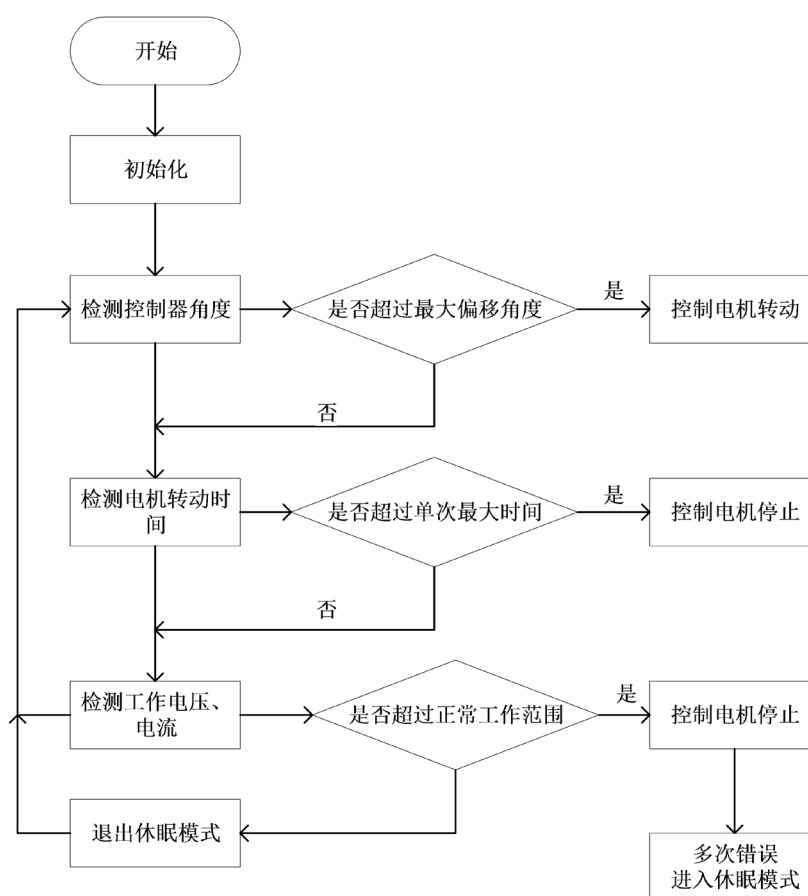


Figure 5. The software flow chart of cowbrush controller
图 5. 控制器软件流程图

循环工作流程,通过 IIC 总线实时获取 DMP 当前的计算得出的四元数,进而解算得到欧拉角信息。主循环逻辑,判断当前的欧拉角与初始化水平姿态比较,当超过最大偏移角度阈值参数后,控制对应的管脚输出,控制对应正向可控硅导通,进而控制电机转动。同时,通过 AD 采样实时采集电机运行电流

和当前电压值。当检测到电机电流超过对应参数时，认为可能存在“堵转”现象，主循环逻辑控制可控硅关闭，保护电机。等待计时 2 秒，控制反向可控硅导通，循环往复。当持续 5 次检测到电流超限时，控制器计时 4 分钟停止响应任何外部触发，进入到休眠模式。当检测到电压超过上下限位时，控制电机停止，进入到休眠模式，等待电压恢复正常后，恢复到正常工作模式。

4. 应用注意事项

根据原理图实物搭建如图 6 所示。



Figure 6. The physical connection picture of cow brush controller
图 6. 控制器实物连接图

应用中应着重安全问题，一是使用者安全的问题、因应用市电 220 V，使用人员应着重注意安全问题；二是线路安全问题，所有电机的等线路的操作，必须在断电时操作。防止电路短路等意外发生。

根据原理搭建测试，系统运行符合预期。

5. 结束语

本文介绍了牛体刷控制器的软硬件构成，以及实际应用应当注重的安全问题。该控制器相较于市场已有的控制器，角度检测更加准确，功能更加全面。精确的角度检测，可准确识别是否是牛体触发，防止误触发，节约电能。自带正反转控制方式，外加可靠的电压电流监测模块，可有效保护牛体安全，避免对牛体造成伤害。随着智能养殖的进一步发展，机器取代人工，已经成为共识。通过长时间牛场的稳定测试运行，符合预期，已经取得不错的效果，具有一定的市场推广价值。

参考文献

- [1] 赵育国, 史彬林, 闫素梅, 等. 牛体刷拭对肉牛增重性能及营养物质表现消化率的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2011(24): 67-68.
- [2] 董和银, 陈丙龙, 韩见. 多功能牛体刷: 中国, CN110169373A [P]. 2019.08.27.
- [3] 李臣龙, 强俊. 基于 STM32 和 MPU6050 姿态解算的研究与实现[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2017, 35(2): 295-298, 316.
- [4] 古训, 陈红. 基于 MPU6050 的软件与硬件姿态解算研究[J]. 电子世界, 2019(22): 5-7.
- [5] 陈佩, 鲁锦锋, 高文. 基于 STM32 的无线姿态检测仪设计[J]. 西安航空学院学报, 2020, 38(5): 48-52.
- [6] 王悦怡, 张晗. 基于物联网的智能井盖数据采集与传输[J]. 农家参谋, 2020(23): 96, 121.