

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.11.015

基于 STC89C52 单片机的正三棱柱 翻转黑板控制系统*

徐漫琳¹, 李立成¹, 郑 涛¹, 高天露¹, 段开宇²

(1. 重庆大学 城市科技学院, 重庆 402167; 2. 重庆市公安局 北部新区分局, 重庆 401121)

摘要:针对传统黑板只有单面和不能擦拭的问题,提出了一种实现黑板翻转和字迹清除功能的正三棱柱翻转黑板控制系统。以 STC89C52 型单片机为核心,采用了 C 语言编程。采用双闭环直流调速系统控制直流电动机的转速实现了黑板的翻转转速的稳定,通过采用光电编码控制了正三棱柱黑板准确翻转 120°;采用滚珠丝杠传动机构实现了黑板字迹清除。研究表明,所采用的调速系统和定位系统提高了系统的控制精度。

关键词:正三棱柱翻转黑板;双闭环直流调速系统;光电编码;STC89C52

中图分类号:TH6;TH39

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2014)11-1387-06

Control system of tri-prism blackboard flip based on STC89C52 MCU

XV Man-lin¹, LI Li-cheng¹, ZHENG Tao¹, GAO Tian-lu¹, DUAN Kai-yu²

(1. City College of Science and Technology, Chongqing University, Chongqing 402167, China;

2. Northern New District Suboffice, Chongqing Municipal Public Security Bureau, Chongqing 401121, China)

Abstract: Aiming at the problem that traditional blackboard were only single surface and not turnover, turnover of the tri-prism blackboard and clearance of the writing was proposed. The design was based on STC 89C52 MCU, the software was written in C language. Double closed-loop DC motor control system was applied to control speed of DC motor in order to stabilize the speed turnover of tri-prism blackboard, photoelectric encoder was applied to implement localization that the revolves 120 degrees of tri-prism blackboard. The cleaning of the writing of the tri-prism blackboard was realized by transmission mechanism of ballscrew. The results indicate that the control precision is improved by the speed regulation system and positioning system.

Key words: equilateral tri-prism blackboard; double closed-loop DC motor control system; photoelectric encoder; STC89C52MCU

0 引 言

在现代教育教学中,普通黑板书写粉笔擦拭的时候会产生粉笔灰,并且用墙壁面积只有普通一面黑板的面积,同时现代的多媒体教学运用非常广泛,使得原本不大的黑板面积更加狭小,多媒体与板书相配合较为困难,笔者在该情景下提出一款正三棱柱翻转黑板装置,其正三棱柱使用软的白色磁性面板,既能满足增

大书写面积,又能满足板书与多媒体投影混合使用。该系统在机构安装有自动擦拭需要擦拭的书写面。

本研究设计的正三棱柱翻转黑板装置由 3 块可旋转的三棱柱黑板替代传统的黑板,在人为选择转动方式后,可实现单块黑板翻转或全部三棱柱黑板异步翻转;每一个三棱柱的黑板块都可作为 3 个书写面来替代传统黑板的一个书写面;黑板字迹的清除通过丝杠传动来实现;通过该机构可实现清除黑板自动化,若加

以选择性擦拭黑板将达到保留板书的功能;可以替代传统投影幕布,并能在投影的同时在投影区域书写。

1 正三棱柱翻转黑板装置工作原理

1.1 黑板翻转的工作原理

正三棱柱翻转黑板的工作原理如图 1 所示。该黑板装置包括若干个横向放置的正三棱柱板书写面,书写面的材料使用软的白色磁性面板,板书写采用粗水笔。通过正三棱柱翻转机构可以实现 3 个正三棱柱板书写面单一或者全部翻转,在转动过程中有角度的控制机构和锁紧机构,分别保证书写面的垂直和书写面的固定,并且在黑板后面安装了自动清除文字的黑板擦拭机构,可以选择保留板书或者自动擦拭板书。

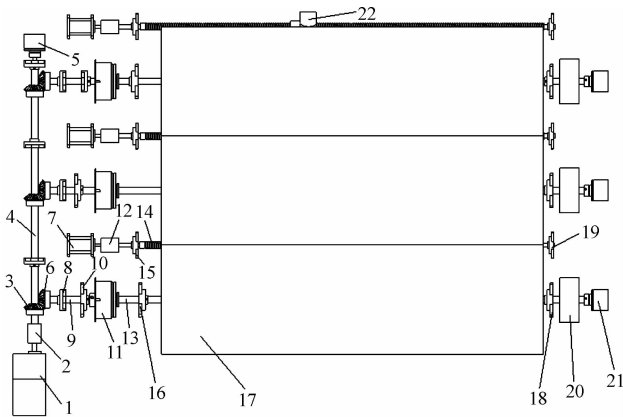


图 1 正三棱柱翻转黑板的工作原理

1—主电动机;2—主电动机联轴器;3,6—锥齿轮;4—主轴;5—主轴测转速光电编码器;7—步进电动机;8,10,15,16,18,19—轴承;9—从动轴;11—离合器;12—步进电动机联轴器;13—黑板转轴;14—丝杠;17—三棱柱书写面;20—失电制动器;21—光电编码器

在图 1 中,三棱柱书写面 17 固定且正面对着使用者;当使用者选择书写面 17 转动的时候,失电制动器 20 释放,电机主路的继电器常开触头闭合,主电动机 1 启动,同时,需要转动黑板的轴端连接的离合器 11 接合,主轴 4 通过离合器 11 带动从动轴 9,进而驱动三棱柱书写面的翻转。光电编码器 21 向 STC89C52 单片机^[1]发送角度数据与预设角度值 120° 比较,当三棱柱书写面 17 转过角度 120° 时,STC89C52 单片机 1 控制继电器的常开触头断开,制动器 20 制动,离合器 11 分离,并且主电动机 1 停止。

当需要全部三棱柱黑板面都翻转时,相邻的三棱柱黑板面采用了异步转动,使用者按下三棱柱黑板全部翻转按键,擦拭机构线路继电器的常闭触头断开,擦

拭机构的单片机锁定,擦拭机构无法工作,保证了擦拭机构不干涉翻转机构的异步转动;翻转机构继电器的常开触头闭合,翻转机构能正常工作。在正三棱柱黑板异步翻转的时候,最下面的三棱柱黑板面 17 先转动,相邻的三棱柱黑板面存在延时翻转,通过光电编码器 21 测翻转角度^[2],测得的角度值与预设角度值相等时,STC89C52 单片机 1 发出中断信号,控制离合器 11 分离,制动器 20 制动,依次实现三棱柱黑板书写面翻转 120° 。当每个三棱柱黑板面都翻转角度 120° 时,主电动机 1 停止工作。

1.2 黑板擦拭的工作原理

当使用者选择擦拭黑板的时候,在三棱柱书写面 17 转动停止和制动器 20 制动之后,STC89C52 单片机 2 控制步进电动机 7 带动丝杠 14 转动,使得与丝杠 14 连接的丝杠螺母移动,从而带动丝杠螺母上的黑板擦 22 往复运动,黑板擦的初始位置设置在三棱柱黑板左侧(与黑板面无接触)。

为了实现上述提到的正三棱柱黑板翻转功能和擦拭功能,本研究接下来分别从系统控制的硬件电路、正三棱柱黑板翻转的双闭环直流调速系统和翻转角度控制模块 3 方面进行分析研究。

2 硬件电路设计原理

硬件电路总框架图如图 2 所示。该设计采用 2 个 STC89C52 单片机^[3-6]分别实现正三棱柱黑板翻转功能和擦拭功能,红外遥控器信号(按键)作为输入端,STC89C52 单片机 1 的输出端控制继电器触头的闭合与断开,继电器控制对应元件的工作状态。单片机 1 与单片机 2 的前端设置了互锁电路,保证了黑板翻转与黑板擦拭互不干涉。本研究通过 STC89C52 单片机 1 控制 SRD-05VDC-SL-C 继电器,继电器控制离合器、制动器、和直流电动机的电路的闭合与断开,分别实现黑板书写面的自动翻转与停止。通过 STC89C52 单片机 2 控制步进电动机驱动 L298N,控制步进电动机的正/反转从而实现黑板书写面的自动擦拭。

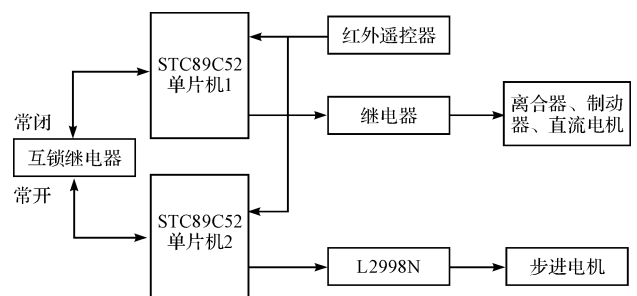


图 2 完整硬件电路连接框图

该设计中红外遥控器共有 10 个按键,其中 F1 ~ F3 和 C1 ~ C3 分别实现对应的 3 块黑板书写面的单块翻转和单块黑板擦拭,F 和 C 按键分别实现 3 块黑板异

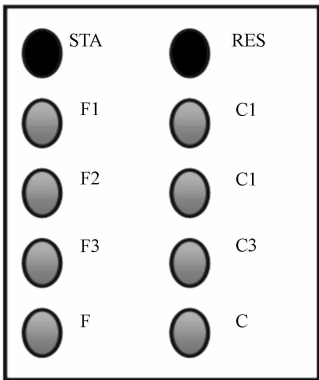


图 3 用户操作界面

步翻转和 3 块黑板同时自动擦拭,有 2 个按键分别实现开始(STA)和复位(RES)动作。

2.1 黑板翻转控制系统设计

STC89C52 单片机 1 控制的黑板翻转系统如图 4 所示。STC89C52 单片机 1 的 INT0 作为输入端连接红外接收头来接受红外遥控器的开关控制信号,单片机 1 的端口 P1.0 ~ P1.7 对应连接 1602 显示屏的端口 D0 ~ D7。P2.0 连接 1602 显示屏的 RS 端口,P2.1 连接 1602 的 RW 端口,P2.2 连接 1602 的使能端 E,在 1602 液晶显示器显示当前黑板书写面位置。单片机 1 的输出端使用 P0.0 ~ P0.3 端口连接 4 个型号(SRD-05VDC-SL-C)继电器,通过黑板翻转角度控制模块实现正三棱柱单块黑板的翻转和黑板面的异步翻转。

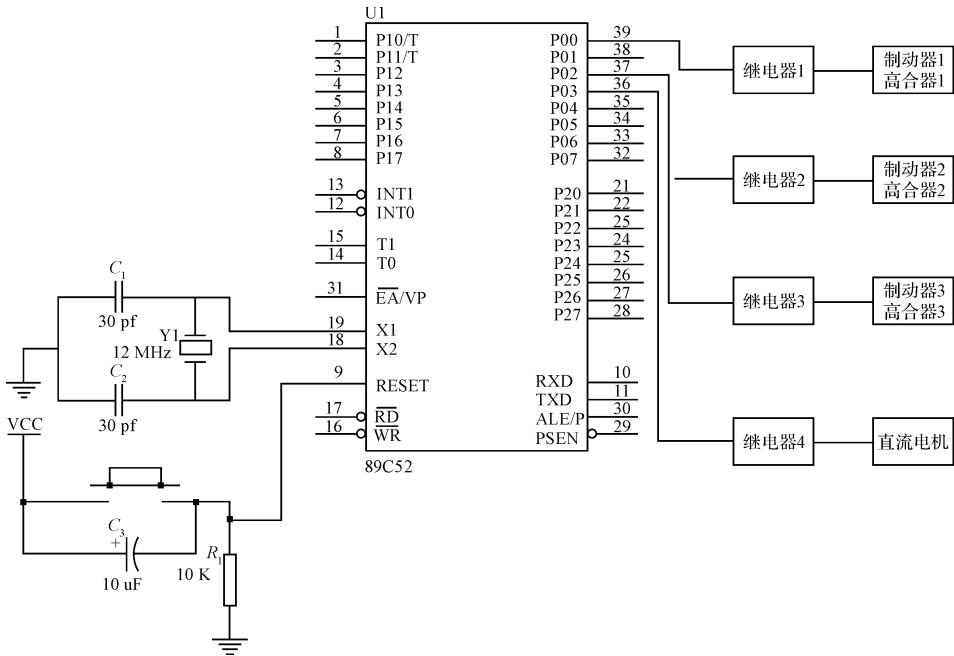


图 4 STC89C52 单片机 1 控制的黑板翻转系统

2.2 黑板擦拭控制系统设计

黑板擦拭控制系统如图 4、图 5 所示。单片机 2 的 INT0 作为输入端连接红外接收头并接受红外遥控器的开关控制信号,单片机 2 控制步进电机的驱动电路,实现正三棱柱黑板书写面的往复擦拭(可以实现单块或全部正三棱柱黑板书写面的同时擦拭)。

2.3 驱动电路原理

步进电动机的 L298N 驱动器原理图如图 6 所示。图 5 中采用 3 个 L298N 驱动器来驱动 3 个型号为 42HS4004A4 的步进电动机工作,用 STC89C52 单片机 2 来控制驱动模块的信号输入和供电^[7],为了避免 L298N 的通电发热,本研究在 L298N 的电源前端使用继电器控制驱动器的供电,驱动模块分别驱动对应的

步进电动机旋转,从而带动丝杠旋转来实现黑板擦的轴向往复运动,完成黑板书写面的自动擦拭。

3 双闭环直流调速系统

3.1 对象的数学模型

双闭环直流调速系统的动态结构图如图 7 所示。在双闭环调速系统^[8-9]中的速度和电流调节器均用 PI 调节器。被控对象直流电动机采用型号为 GDM-05SGN(U)的电动机的基本数据如下:电压 24 V,功率 15 W,电流 1.05 A,额定转速为 3 200 r/min,电势系数 0.007。采用双闭环直流调速系统,系统的静、动态指标设定为:稳态无静差,调速范围 $D = 10$,超调量 $\sigma\% \leq 5\%$ 。该双闭环调速系统在控制中的作用只要是快速响应和翻转时转动速度的稳定。

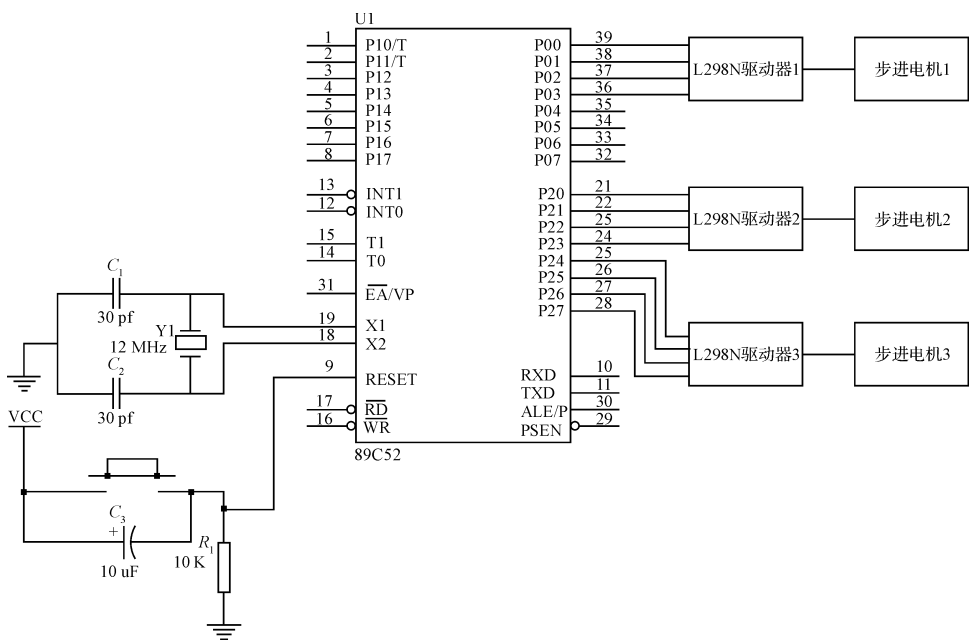


图 5 STC89C52 单片机 2 控制的黑板擦拭系统

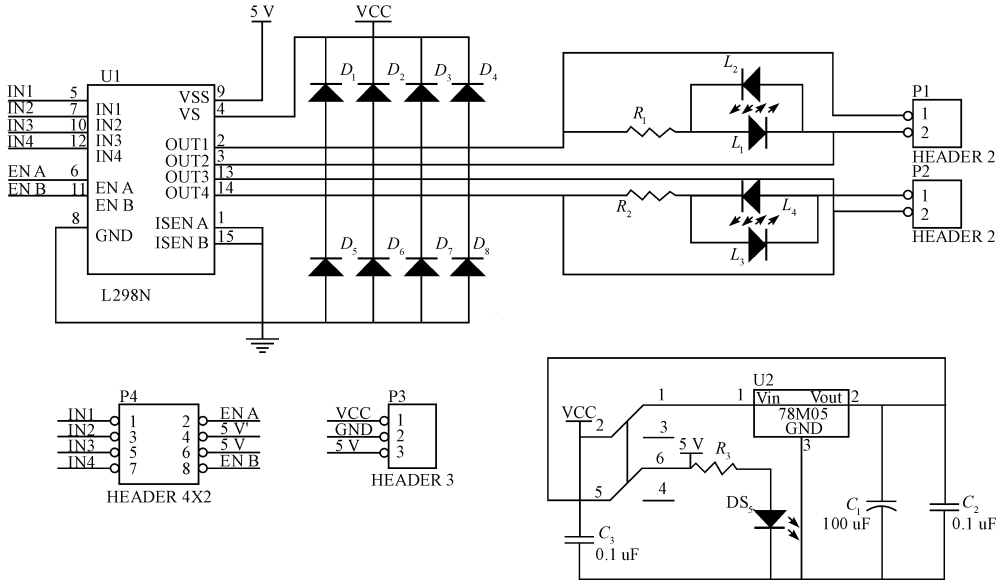


图 6 L298N 驱动器原理图

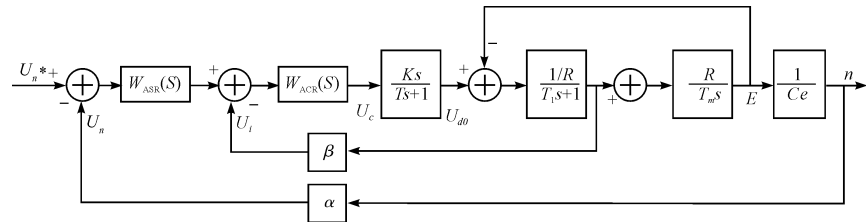


图 7 双闭环调速系统的动态结构图

3.2 电流调节器的设计

在该双闭环直流调速系统中,电流调节器 ACR 使用的是电流负反馈,其静态特性会有变软趋势,但是,该设计的负载变化很小。因此,其控制的机械特性稳定。在该系统中,转速负反馈环包在外面,进一步保证其精度。对于典型 I 型系统,希望超调量 $\sigma\% \leq 5\%$ 可

取 $\sigma = 4.3\%$ 即 $K_I \cdot T_s = 0.5$, 算出 $K_I = 1.24$, 因此电流调节器的传递函数:

$$W_{ACR}(s) = 1.24 \frac{(0.00217s + 1)}{0.00217s}$$

(1)

3.3 转速调节器的设计

本研究采用双闭环直流调速系统,该调节器包括

位无 (12M)

TL1 = 0xF3;

ES = 1; // 开串口中断

EA = 1; // 开总中断

TR1 = 0;

正三棱柱黑板的实物图如图 10 所示,笔者对正三棱柱黑板翻转控制系统进行了测试,测试过程中以黑板的框架为基准面,正三棱柱黑板面与基准面的夹角进行了多次随机测量,其转角偏差最大值为 2.7° ,转角偏差平均值为 1.024° ,控制精度良好。



图 10 三棱柱黑板实物图

5 结束语

本研究中设计的正三棱柱翻转黑板控制系统,控制精度良好,调速系统的超调量是 6.78%,稳态误差是 1.96%,达到预期设定的范围超调量 $\leq 10\%$,其转角误差的最大值为 2.7° ,转角误差的平均值 1.024° 。系统性能稳定,提升了正三棱柱翻转黑板控制系统的可操作性、稳定性与准确性。

该正三棱柱翻转黑板机构简单,并且使用单轴按需要转动,如不需要则停止,节省资源,并且在当今竞争强大的环境下,教学板书多而且重要,在传统的教室环境下,只能安装一面黑板,如果需要干净黑板则需要立即擦,不能保留板书而且擦黑板时会产生大量粉尘,该装置可实现零粉尘产生,不需要教师或者学生去擦黑板,降低了教师职业病的产生,从长远的角度来说更

好地保护教师的身体健康,并且该黑板能够立即提供干净黑板并保留板书,更加合理地利用资源。

该正三棱柱翻转黑板(幻显黑板)荣获第六届全国大学生机械创新设计大赛重庆赛区一等奖,并且申请了国家专利(已受理),申请号 201420174781.1。

参考文献 (References):

- [1] 冯劲梅,王庆明.采用单片机的直流电机无线遥控系统[J].机电工程,2010,27(12):7-10.
- [2] 黎尚茂.8031 单片机控制的定时器的设计及其应用[J].重庆邮电大学学报:自然科学版,2000,12(12):85-86.
- [3] 张兆朋.基于 AT89S52 单片机的自动温控电风扇设计[J].现代电子技术,2009(3):108-120.
- [4] 肖海荣,张吉卫.基于 89C52 单片机的智能电动车电控系统设计[J].山东交通学院学报,2004,12(1):60-63.
- [5] 刘永,干练.基于 MC68HC908MR16 单片机的变频空调控制器的研究[J].流体机械,2012,40(12):80-84.
- [6] 武亚平.基于单片技术研究 DXD 系列包装机的控制系统[J].包装与食品机械,2013(2):31-33.
- [7] ZHUANG M, ATHERTON DP. Automatic tuning of optimum PID controllers[J]. Control Theory and Application, 1993, 140(3):216-224.
- [8] 徐月华,汪仁煌. Matlab 在直流调速设计中的应用[J].微计算机信息,2003(8):32-33.
- [9] 王果,朱大鹏.直流电机双闭环调速系统的工程设计方法仿真[J].兰州交通大学学报,2005(2):23-25.
- [10] 槐博超,王雪梅,朱歆州.基于 Matlab/Simulink 和 VB 的直流调速系统仿真研究[J].船电技术,2009(7):28-31.
- [11] 范前锋,傅惠南,徐宁.基于单片机平稳运行的无刷直流电机天传感器控制系统设计[J].机电工程技术,2012(07):26-29.
- [12] 常毅.基于单片机的步进机控制研究[J].制造业自动化,2011,33(9):16-18.
- [13] 郭耀华,马军爽,李连山.光电编码器在钢板宽度剪切系统中的应用[J].传感器与微系统,2007,26(6):87-89.
- [14] 周学军,王红霞,李海林,等.单片机综合数据采集系统的设计与实现[J].计算机应用,2002,22(1):5-8.
- [15] 徐磊,程明,赵文祥.一种增量式光电编码器 Z 信号处理方法研究[J].微电机,2010,43(7):85-87.

[编辑:洪炜娜]

本文引用格式:

徐漫琳,李立成,郑涛,等.基于 STC89C52 单片机的正三棱柱翻转黑板控制系统[J].机电工程,2014,31(11):1387-1392.

XV Man-lin, LI Li-cheng, ZHENG Tao, et al. Control system of tri-prism blackboard flip based on STC89C52 MCU[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(11):1387-1392.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>