



第六届大学生机械创新竞赛设计说明书

作品名称：新型履带式黑板

参赛单位：南华大学

参赛学生：水嘉麟 李俊丰

张俊 孙颖

杨建鑫

2014 年 04 月 19 日



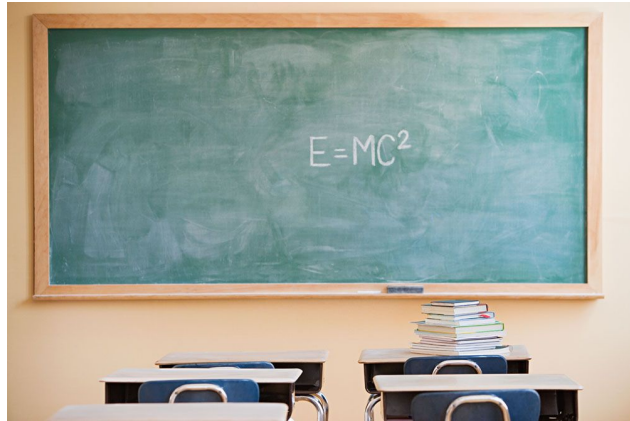
目 录

一、研究背景及意义	3
二、结构介绍	4
三、工作原理	8
四、相关计算	8
五、主要创新点	11
六、应用前景	12
七、成本分析	12
八、参考资料	13



一、研究背景及意义

传统的教学用具，黑板和粉笔在带给人们知识、净化人们心灵的同时，却也在悄悄侵害教师和学生的身心。 (1) 粉笔产生大量粉尘，严重侵害人体的身心健康。人体吸入大量的粉尘，在口腔、呼吸道、肺部沉积，容易造成慢性疾病的频



发。尤其是对于幼儿来说，身体免疫体制还未发育完善，更加容易造成疾病。(2) 粉笔教具从化学成分上讲主要是碳酸钙、硫酸钙、金属镉等，在整个教学过程中产生大量的粉尘，长时间漂浮在空气中严重污染室内环境。(3) 尽管随着科学技术的发展，多媒体教室越来越普遍，原始的黑板教学模式有被取代的趋势，但在未来一段时间内，原始的教学方式仍将持续很长的时间，特别是在经济较落后的地区，老师擦黑板时总是被动吸入很多粉尘，带来的危害。据相关报告显示：我国教师每年因上课被迫吸入的粉笔灰大约为 200 克每人，每年死于肺部疾病，癌症患者的比例约为 20%左右。

综上所述，粉尘危害非常大。为适应时代的要求，以环保为主，为学生营造一个舒适安全的学习环境，让老师能更加安心、方便的进行教学。在以人为本的今天，人们更加迫切地希望发明创造出更便捷的，更环保的工具，更为方便的服务大众。针对这些问题，项目组提出了履带式黑板的设计创意。履带式黑板在黑板背后擦除粉笔尘，能解决粉笔对人的危害问题，两面滚式结构会有更多的空间去书写。而且可以做成便携式，携带方便，操作简单，成本低，推广范围广，具有很好社会意义和商业价值。

二、结构介绍

1、新型履带式黑板结构示意图：

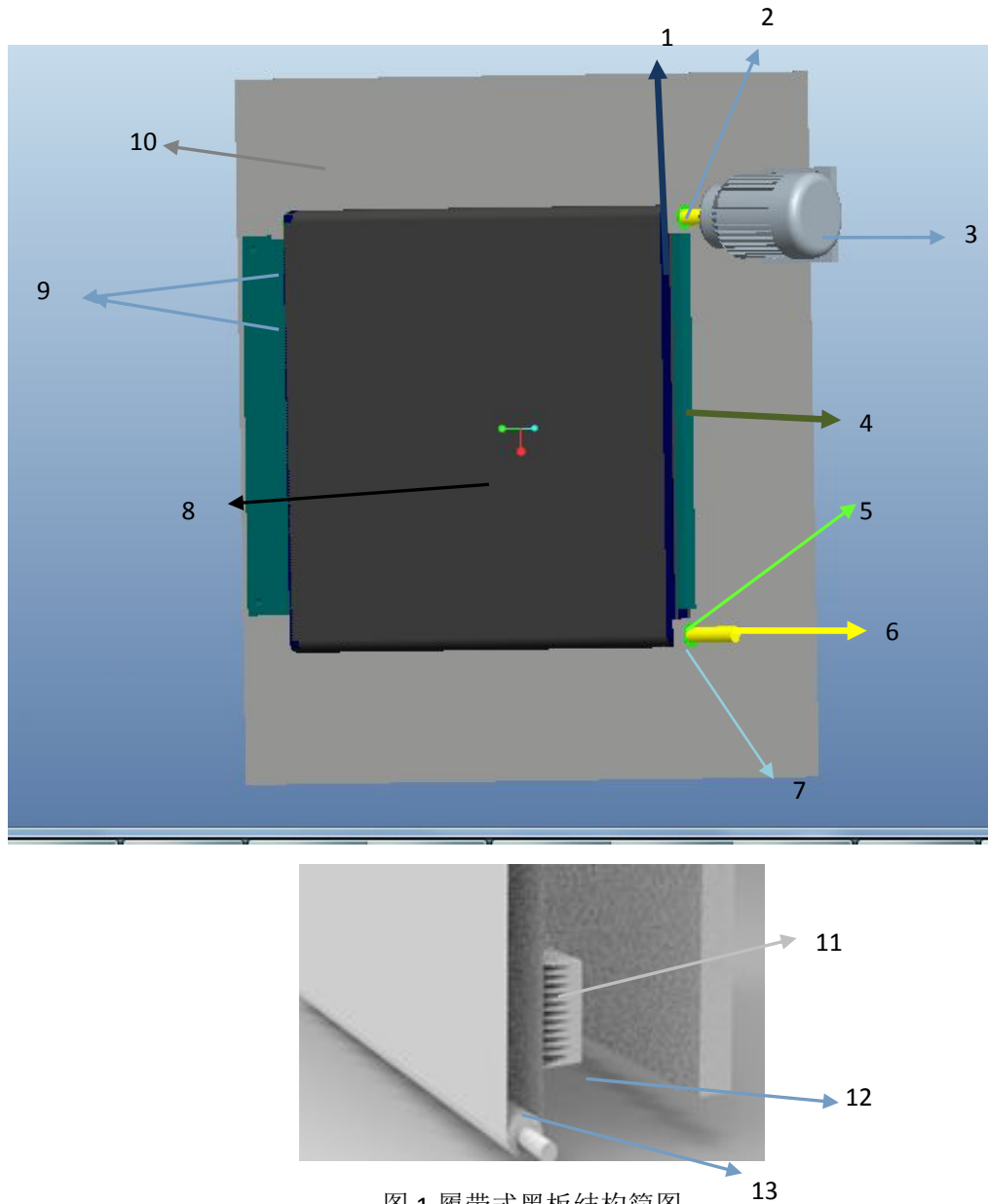


图 1 履带式黑板结构简图

- 1- 同步带, 2-联轴器, 3-电动机或摇动杆, 4-内板, 5-轴承, 6-轴杆, 7-轴承座
8-环形黑板布, 9-控制开关, 10-后板, 11-清除装置, 12-粉尘收集盒, 13-同步轮

2、结构简介

该履带式黑板主要组成部分：传动装置、书写部分、清洁装置。

(1) 传动装置

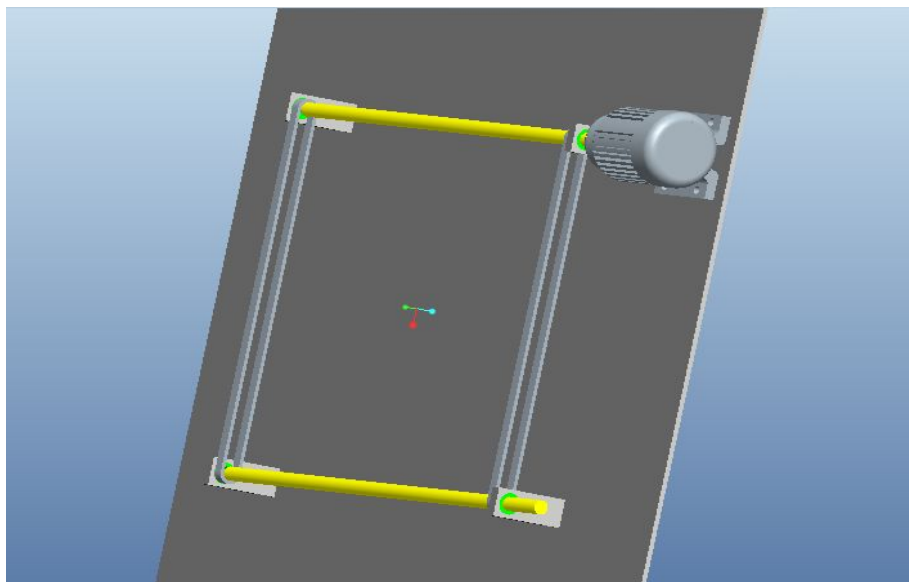


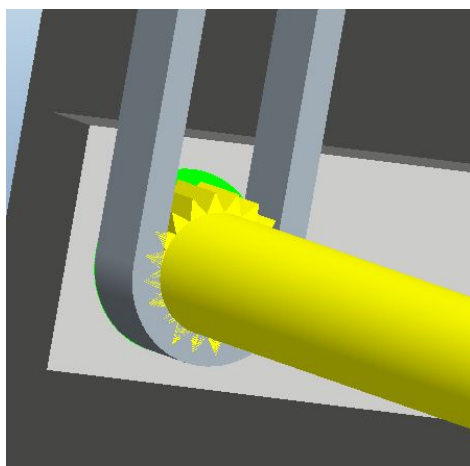
图 2 传动结构透视图

主要组成部分，电动机加联轴器或手摇柄、轴承、轴承座、同步带、同步轮。

传动部分如图 2，电动机或手摇柄连接在上轴杆（黄色部分）右端，而轴杆则固定在轴承（绿色部分）之中通过轴承座支撑在后板上。

传动方案选择

根据工作和环境的需要，拟定的传动方案有手摇柄的手动控制，和电动机的制动控制。手动控制优点在于使用者使用方便，结构简单，易于操作。电动控制优点在于电动机与轴、齿轮的传动结构较紧凑，可在恶劣环境下工作，但振动噪声较大。



如图 3 是同步带和同步带轮的局部放大图，同步带轮固定在轴杆上，当电动机带动轴匀速转动时，同步带轮也随之转动，然后再带动同步带和环形黑板布转动。因为是采用同步带传动克服了打滑的现象，使整个黑板运行更稳定。

图 3 同步轮放大图

(2) 书写部分

书写部分主要包括，环形黑板布、内衬板、支座、紧固螺钉等。

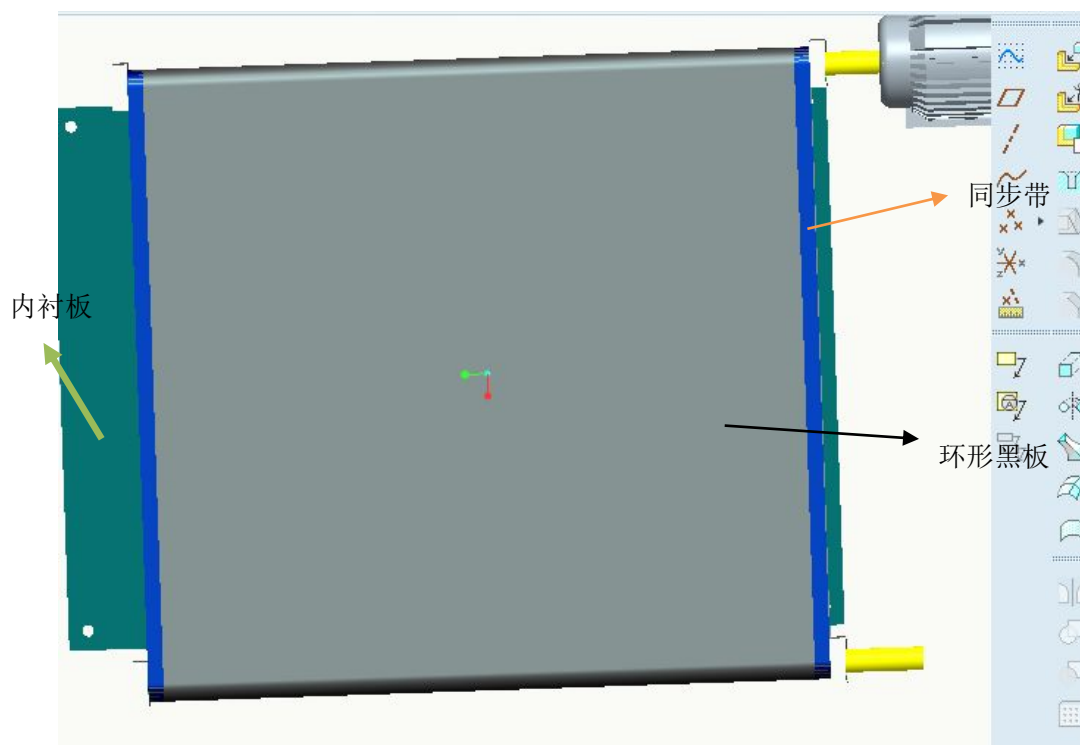


图 4 环形黑板结构

如图 4 环形黑板采用的是 PVC 防水布料，具有手感厚实，高密度、防水、防水性超强，清爽、不变形的特点，并且可水洗。采用是黑色 PVC 布，用粉笔在上面写的字显而易见，而且容易擦除。PVC 布用强力胶水粘在同步带上会随同步带的转动而转动，而且被上下两根转动轴紧紧绷直，再加上后面的内衬板紧紧与黑板布相贴，所以整个黑板光滑平整。完全不会影响写字的效果，反而因为内衬板采用的是硬质木板，写字的时候会比一般的塑料黑板更加流畅。内衬板通过紧固螺钉固定在后板上，一方面起固定的作用，另一方面还可以调节高度使内板与黑板布紧贴、清除擦与黑板布紧贴。

(3) 清洁装置

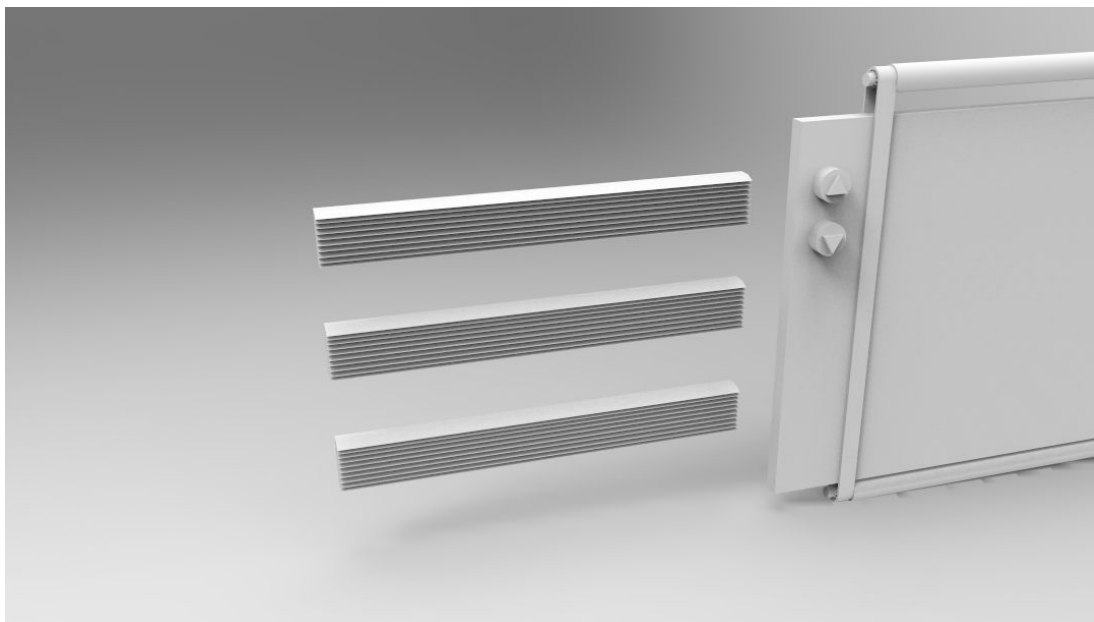


图 5 清洁擦

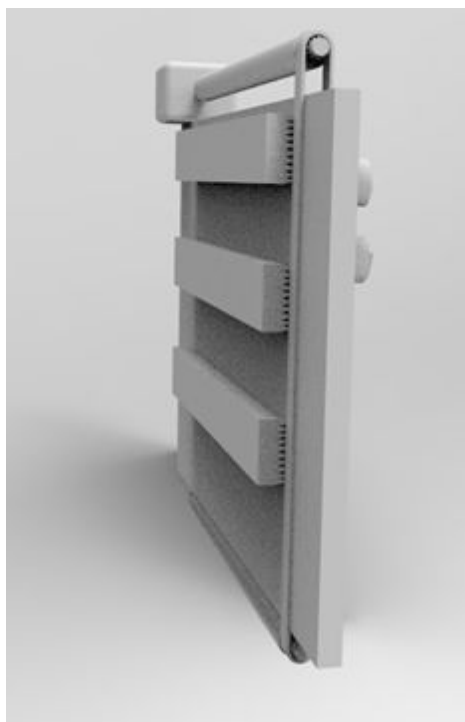


图 5

清除装置由清洁刷、粉尘收集盒组成。清洁刷固定在后板上，调节紧固螺钉即调节内衬板高度，使清洁刷与黑板布紧紧想贴，当黑板循环转动时便可自动清洁转到后面的字。采用三排清洁刷，能做到更好的清除效果，而且采用的是同步带传动，不会存在打滑现象，所以可以让清洁刷与黑板布贴的更紧，能更容易把字迹清除干净。清除的粉尘将掉落到黑板下部的粉尘收集盒中，收集盒是可拆卸的，方便定时清除。在黑板背后擦除粉笔尘，能解决粉笔对人的危害问题，做到绿色环保。

二、工作原理

(1) 启动电动机 3 或转动手摇杆，带动上轴杆 6 转动，固定在上轴杆上的同步带轮 13 也随着转动，再通过同步带 1 使黑板幕布 8 旋转，控制开关 9 可使电动机实现正反转，从而带动黑板正反旋转。

(2) 启动电动机或摇动手摇杆，此时，黑板布会做环形运动，使用者只需根据自己的要求，就可将黑板布调到适当的位置进行教学。

(3) 写完一面后，启动电动机或转动手摇杆使幕布转动，粉笔尘自动在后面清除。

四、相关计算

(1) 电动机选择

以下为电动机控制电路图

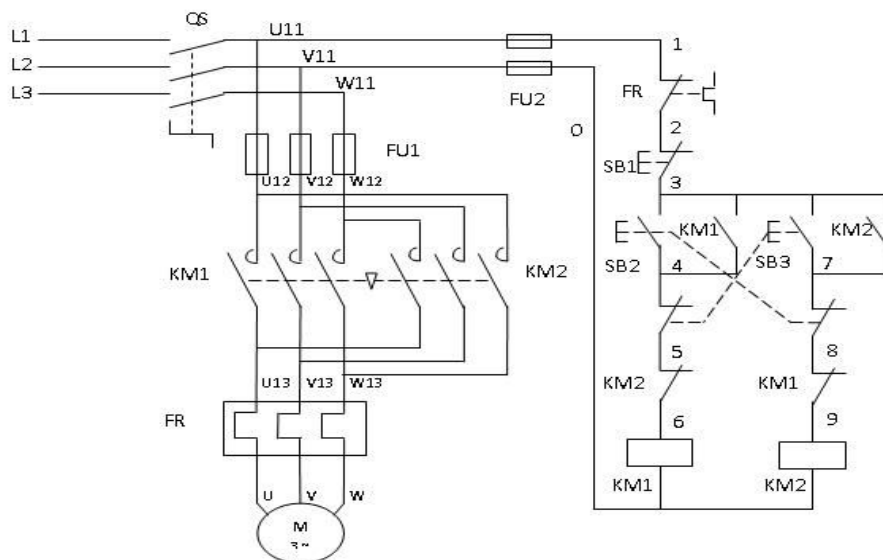


图 6 电动机控制电路

按下正转启动按钮 SB2，其常开触点接通，线圈“得电”并自保持，使 KM1 的线圈通电，电机开始正转运行，同理 SB3 控制电动机反转。按下停止按钮 SB1，其常闭触点断开，使线圈“失电”，电动机停止运行。

下图为采用 PLC 控制的控制电路:

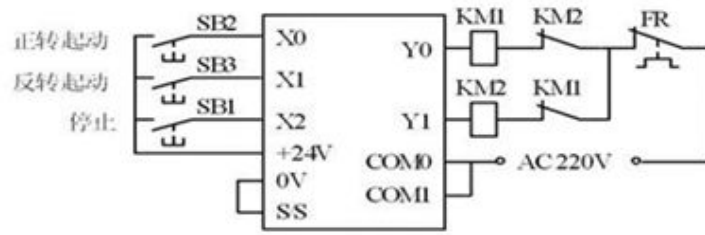


图 7 PLC 外部接线

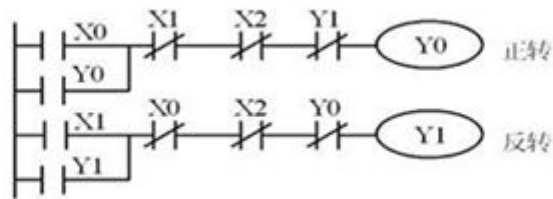


图 8 控制电路梯形图

电动机所需功率

设 $\eta_1=92\%$ 为联轴器传动机构的效率

$$P=P_1/\eta_1 \quad p\text{—电动机功率, } p_1\text{—轴杆转动功率}$$

$$T=9550P_1/n \quad T\text{—轴杆转矩, } n\text{—转速}$$

$$\tau_p = G\rho \frac{d\phi}{dx} = G\rho \frac{T}{GI_p} = \frac{T\rho}{I_p} = \frac{T}{W_p}$$

$$W_p = \frac{I_p}{\rho_{\max}}$$

$$I_p = \frac{\pi d^4}{32} \quad d\text{—轴杆直径,}$$

计算得电动机功率 p 约为 50w,

所以确定选用三相异步电动机, 型号 51K60RGN-C

其相关参数如下:

额定电压 $U=220V$, 额定功率 $p=60w$, $f=50Hz$

调速范围 90-1350r/min

(2) 轴的力学计算

轴材料的选择：选取 45#钢，表面硬化处理

查资料得 45#硬化钢许用切应力约为 $[\tau]=80\text{Mpa}$

取 $n=100\text{r/min}$

按强度条件

$$T_{\max}=9550P/n=9550 \times 50 \times 10^{-3} / 100 = 4.775\text{N} \cdot \text{M}$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_n} \leq [\tau]$$

刚度条件

$$\theta = \frac{T}{GI_p} \times \frac{180}{\pi} \leq [\theta] \quad G=80\text{GPa}$$

计算得轴最小直径

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}}$$
$$= 6.75\text{mm}$$

根据实际情况的需要我们项目组选择了 20mm 的钢轴，

上轴长 $L_1=600\text{mm}$ ，下轴长 $L_2=550\text{mm}$

扭矩图如下

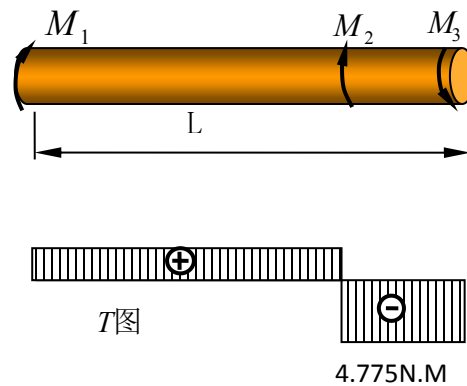


图 9 钢轴扭矩图

(3) 联轴器和轴承

联轴器设计

电动机输入轴与传动轴采用联轴器，其型号为：SLY10-D40-L50

参数：SLY10:系列号，材料为铝合金

D40: 外径尺寸：40mm, L50:联轴器总高度:50mm

轴承选择

4 个轴承皆为单向轴承，订做的是外径 35mm, 内径 20mm 宽 20mm 以及与之相配套的轴承座。

(4) 同步带及同步带轮

同步带轮为 22 齿，其外径 35mm, 内径 20mm, 宽 20mm. 同步带周长 1700mm, 宽 20mm

五、创新点

- (1) 采用同步带传动，确保转动 pvc 布时不会打滑。
- (2) PVC 布防水性超强，清爽、不变形的特点，字迹容易清除。多排清洁装置清洁更干净，高效擦除灰尘。
- (3) 此黑板采用传送带式结构，增加了黑板的长度，突破了原黑板的古板，更加现代，先进，有活力。
- (4) 环保，保证灰尘在黑板后面擦除，保护老师，学生不受粉笔灰的侵害。
- (5) 自动清洁，只要转动手摇杆或启动电动机，幕布就会清洗，不用人工擦，节省了人力。操作简单，能耗低，效率高，清除费用低。

六、应用前景

在提倡节能减排，绿色环保的今天，新型履带式清洁黑板能够巨大的改善教学环境，目前大多数学校还是采用老式的塑料黑板，老师学生擦黑板总是被迫吸入很多粉尘，带来危害，后排的学生也因为黑板擦不干净而不能看清老师所写的类容。项目组设计的新型履带式清洁黑板则很好的解决了这些方面的问题，采用高密度 PVC 防水布，使得黑板更容易擦除字迹，粉笔写的字更加显而易见。采用背面擦除清洁粉尘，并收集，使老师学生不再受粉尘危害。采用同步带传动、手摇柄或电动机驱动，使老师操作更方便、快捷。真正做到让老师能更加安心、方便的进行教学。为学生营造一个舒适安全的学习环境，创造优美、舒适、方便快捷的课堂。另一方面该作品制作成本低、能耗低。所以新型履带式清洁黑板必将有良好的市场前景和推广应用价值。

七、成本分析

1、零件费用明细表

名称	数量	费用/元
同步带、同步带轮	2 套	278
PVC 防水布	1	119
轴承、轴承座	4 套	162
光轴	2	90
电动机	1	120
合计		769

2、材料费用 360 元（非外购零件需买材料进行单独加工，如木板，钢材等）

3、加工费 200 元

4、图纸、打印费 100 元

各部分费用合计：1429

八、参考文献

- (1) 范顺成,马治平,马洛刚.《机械设计基础》第3版,北京,机械工业出版社. 2005
- (2) 范钦珊,唐静静《工程力学》第2版。高等教育出版社 2007
- (3) 秦曾煌 《电工学》第六版,高等教育出版社 2003
- (4) 卢颂峰.《机械设计课程设计手册》北京,中央广播大学出版社. 2005
- (5) 范永胜、徐鹿酶《可编程控制器应用技术》中国电力出版社.2010