

机械创新设计大赛

参赛作品设计说明书

主题 —— 梦幻课堂



作品名称: 全自动多功能无尘黑板

设计者: 戴春莲 陈希 王斐婵 周永兴 张俊豪

指导老师: 王剑彬

参赛单位: 南华大学

全自动多功能无尘黑板

目录

第一章 绪论

| | |
|---------------------|---|
| 1.1 课题研究背景及意义 | 3 |
| 1.2 教学黑板发展现状 | 4 |
| 1.3 研究思路 | 5 |

第二章 方案结构的设计

| | |
|-------------------|---|
| 2.1 黑板机架的设计 | 6 |
| 2.2 黑板屏幕的设计 | 7 |
| 2.3 清洁功能的设计 | 8 |
| 2.4 传动机构的设计 | 9 |

第三章 本设计的创新点

| | |
|--|----|
| | 10 |
|--|----|

第四章 强度校核

| | |
|--|----|
| | 12 |
|--|----|

第五章 成本分析与市场前景

| | |
|----------------|----|
| 5.1 成本分析 | 16 |
| 5.2 市场前景 | 17 |

第六章 参考文献

| | |
|--|----|
| | 19 |
|--|----|

第一章 绪论

1.1 课题研究背景及意义

从过去到现在，教室的设备不断地更新着，每一份教学用具，都为人类知识的传承立下了汗马功劳。但是，先进的教学用具显然能够提高教学的效率，能更好地传承前辈留下来的智慧结晶。所以，历代教育工作者推陈出新，一直在完善现有的工具。然而，究竟什么样的东西才是真正适合的、有用的，自然需要仔细验证。毕竟教育乃是重中之重，且容不得一丝马虎。

为教室里的必备的用具之一，能记录教师上课手书的黑板一直是我们的关注重点。黑板从最早用黑色涂料涂抹在木板、水泥等坚硬物体表面，到九十年代的水磨玻璃，现在的彩涂钢板，复合材料板。时代在进步，黑板的种类也开始变的复杂多样。如若细细分类，现存于市场上的黑板种类多达十余种。从这么多的黑板中，选出合适学生情况的黑板，并不是一件简单的事情。所以，我们将对现在的各种黑板做一个详细的利弊分析，为对黑板的选择提供参考。

白纸黑字，几千年来一直被广泛地使用。时至今日，大部分纸质载体依然采用这一古老的配色方法。这是因为黑白对比是最为明显的。考虑到清洁保持的原因，黑白一开始采用的就是黑底白字这样的反色方案。19世纪，人们用黑漆涂在木板表面，以保护木板不被侵蚀，当然那时黑板的主要作用并非是教学，直到19世纪中期才在世界各地学校流行起来。白粉笔在黑色的板子上字迹清晰、明锐。同时，黑色的颜料多为炭黑，白粉笔原料为石膏，两者价格都十分低廉，减少了教育推广的阻碍。

但是，随着医学、生理及心理学知识的深化更新，这种传统的黑板受到了新的理论挑战。科学研究显示，粉笔在使用过程中产生大量的粉笔灰，这些粉笔灰无论对学生的学习效率还是身心健康，都是十分不利的。

一些眼科专家认为，黑色是波长最短的一种颜色，它会给人一种压抑感，长时间目睹单一黑色，会使人陷入抑郁、紧张、恐惧这类的不良心理状态，长此以往，将影响心理健康，导致身心疾病。一长时间的凝视黑板，还容易导致视觉疲劳，有悖于用眼卫生的原则。

传统黑板就是这种纯黑的黑板。有时看久了的确让人感到有些烦躁。况且，在教室的白墙的衬托下，漆黑的黑板总是有些死气沉沉的，让教室单调乏味。

在颜色方面，白板更接近于传统的“白纸黑字”这样的搭配，可能更为符合人们的习惯。而且使用着可以在白板上进行装饰，让白板更为美观。另外在教学中，我们通常需要使用投影仪帮助教学，而白板在某些情况下可以替代投影仪的屏幕。

传统黑板一般为平面式，它板书面积小空间利用率低，使用者在使用结束后需自己擦拭黑板，而目前使用最广的推拉式黑板，它虽然扩大了使用面积但也为黑板的擦拭带来不便。

综合以上情况，我们设计出一款全自动无尘多功能黑板，它采用“U”型式屏幕结构，不仅占地面积小，可以更好的利用空间，而且还具有自动擦拭黑板的功能，为老师教学提供便利，此外考虑到老师以及学生的身心健康，这款黑板不需要使用粉笔，是一款绿色、环保型黑板。

1.2 教学黑板的发展现状

经过查找相关资料，发现目前市场上现有的黑板主要有以下三种形式：

① 推拉式黑板

此类黑板设计使用粉笔作为书写材料，对人体健康就有一定危害，书写后采用人工擦拭，花费老师大量时间，效率低下，粉尘对教室的污染危害极大，对教学工作带来诸多不便。



纵向推拉式黑板



横向推拉式黑板

② 复合电子黑板



这是普通的多媒体电子黑板，也是附中和其他许多学校常用的黑板，投影仪的屏幕一旦放下，黑板便会被遮住，导致了老师上课“黑板投影二选一”的局面。这局限了老师的课堂表达方式，同时，由于使用电子教学，老师上课进度加快，也使学生们难以

摘抄笔记，跟上老师的脚步。

③ 普通无尘白板



此类黑板采用了白色板面，利用油性水笔书写，避免了粉尘的危害，但其结构设计过于简单，使用面积小，且没有实现自动化的功能。因而没有得到很好的推广使用，主要用于商业产品，广告的演示。

1.3 研究思路

在设计时考虑以下主要问题：

- ① 保证上课环境的舒适健康，避免粉尘带来的危害。
- ② 如何在增大黑板屏幕的使用面积的同时缩小占地空间。
- ③ 如何实现黑板屏幕的自动擦拭，为课堂节省宝贵的时间。
- ④ 操作简单、快捷，适应性好。

要想实现这些功能的完美的结合，就必须把这原有产品的功能和特点了解。同时要开拓思路，打破原有的一些结构和方式，有所创新。

我们就是在研究这些传统黑板所具有的功能，同时分析其缺陷与不足之后。

①构思出可以实现“全自动”、“自动擦除”和“增大使用面积”功能结构的基本机架，再测量一些数据和查询行业相关标准数据。

②细节设计相关功能实现过程中的结构，零件。并且西注意使之符合人体工程学的相关要求。

③通过 PRO-E 三维建模，模拟并分析。

④再对发现的问题进行改进，初步定好相关尺寸。

⑤选购所需要的相关材料，并进行模型的加工制造。

⑥最后完善细节，包括安全因素的考虑以及美学设计。

第二章 方案结构的设计

全自动多功能无尘黑板集环保、多功能于一身，不仅在教学方面可发挥作用，在商业方面也有发展前途。它既能满足人们在教学方面的要求，又低碳环保。作品的整体效果图见图 1 和图 2。

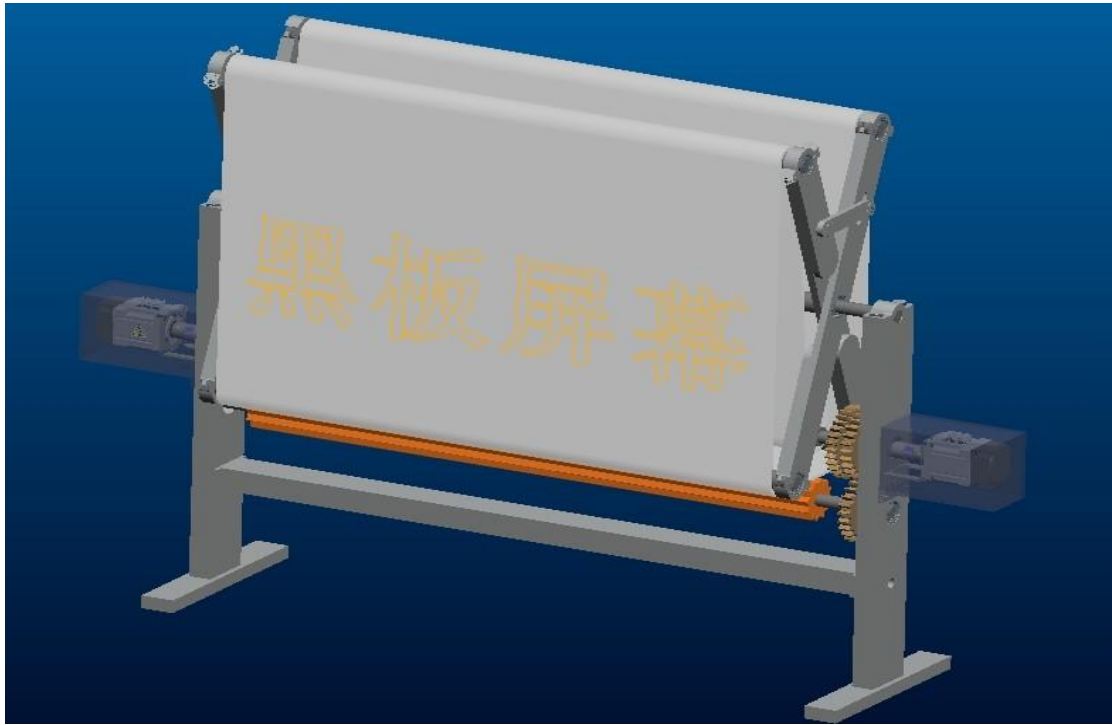


图 1 整体三维图 1

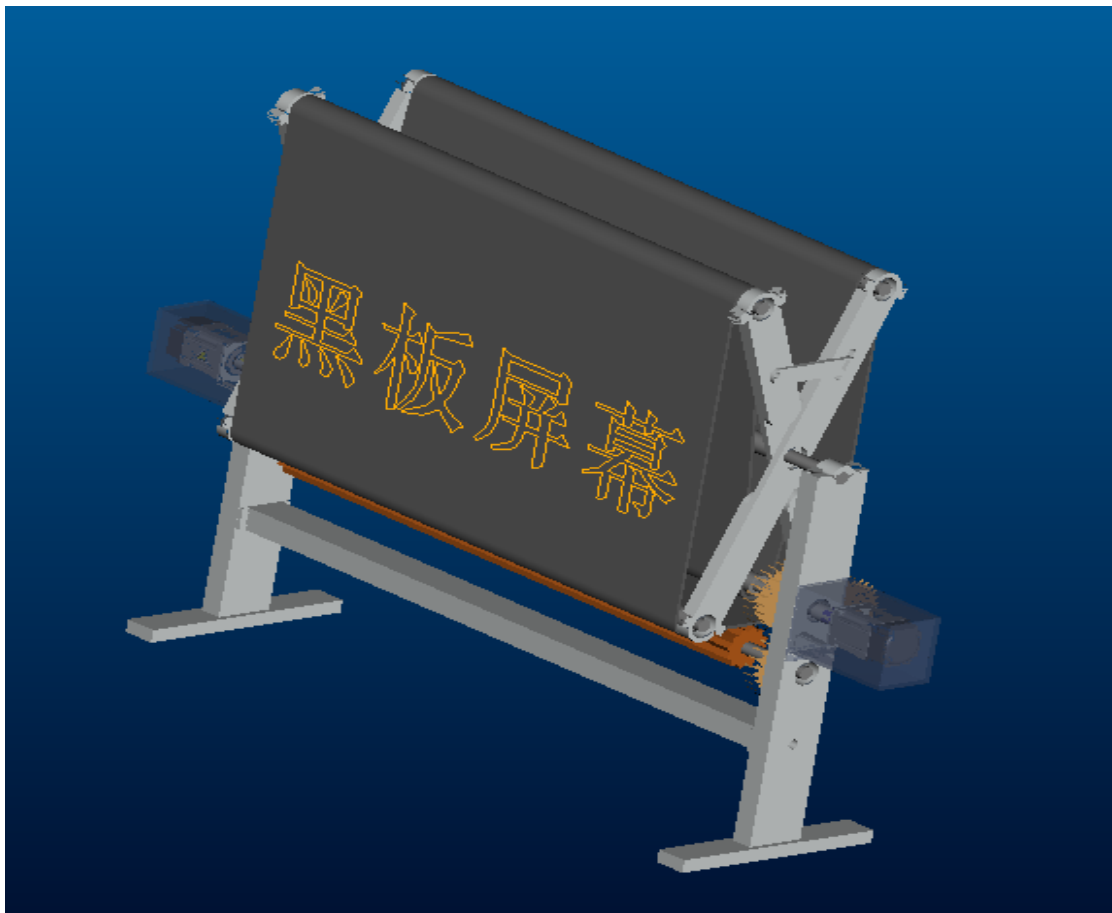


图 2 整体三维图 2

2.1 黑板机架的设计

本黑板采用的是“U”型结构，由六根细长杆以及外框组成。“U”型黑板在传统黑板的基础上增添了三个板书面，大大的提高了黑板的板书面积，同时本黑板可以自由移动，方便学生们更好的接受教学。

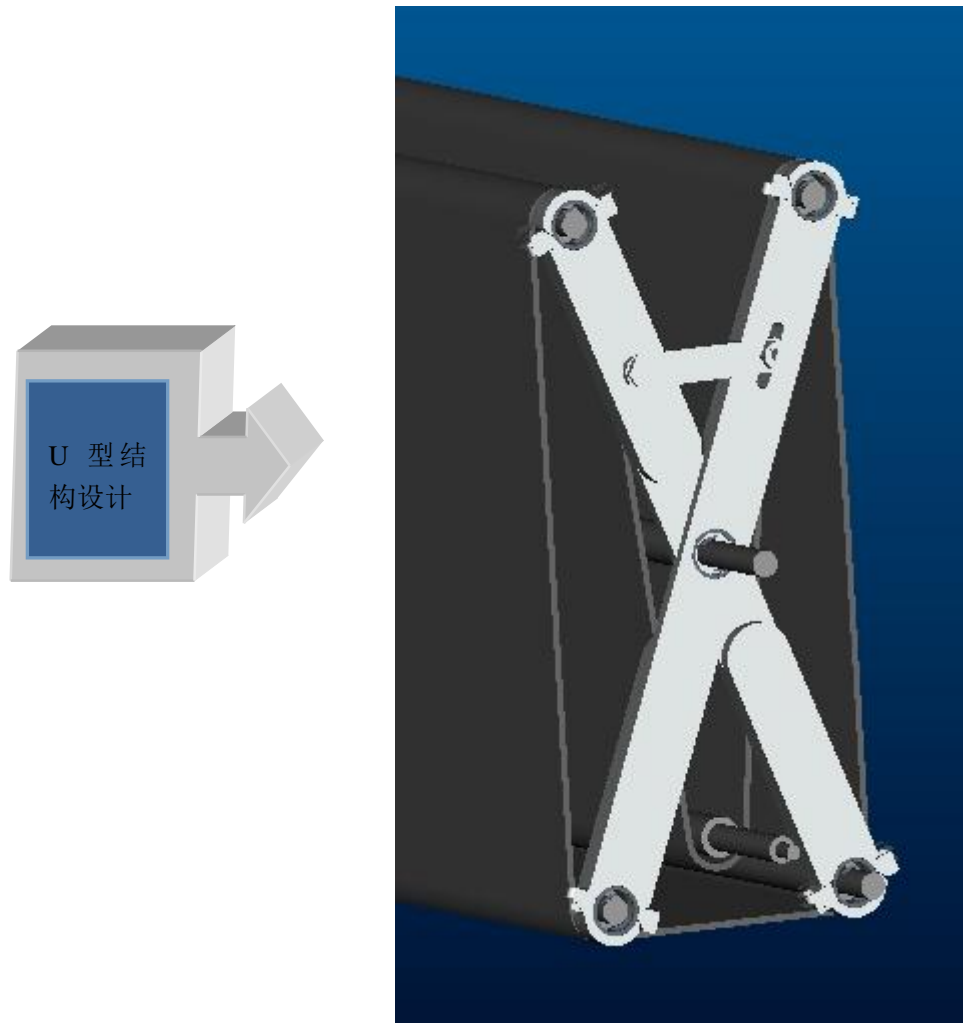


图 3

2.2 黑板屏幕的设计

黑板屏幕部分由白板纸做成，一方面可用白板笔在上面书写，便于擦拭，可长期使用，同时我们也可以选用其它颜色的白板纸，让黑板看起来更加生动。另一方面，黑板屏幕可以取代投影仪屏幕使用，避免出现投影屏幕遮住黑板的现象。

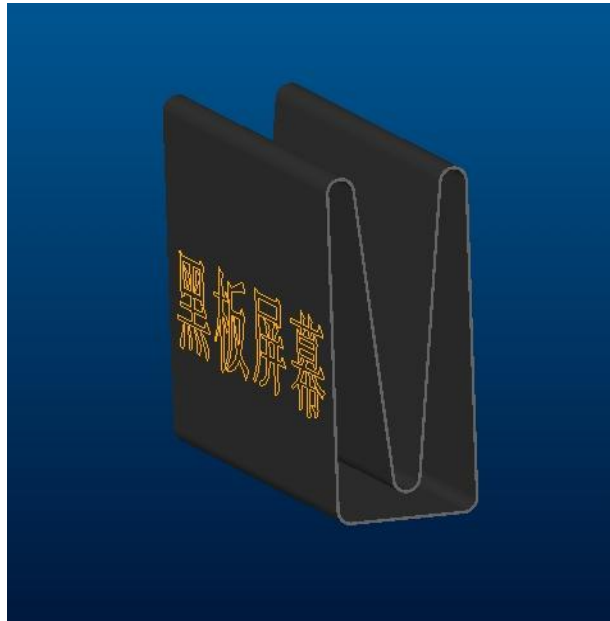


图 4

2.3 清洁功能的设计

自动清洁功能是本黑板的一大特色，它通过黑板屏幕与黑板擦紧密接触部分来擦拭黑板。黑板擦可以长期使用，同时它的拆装十分方便，我们可以定期将其取下来清洗，大大改善了传统黑板需要一擦一洗的现象。

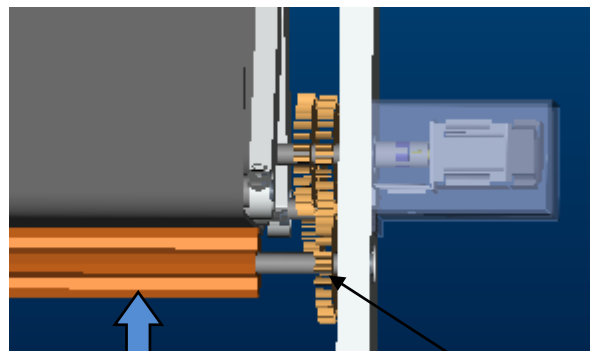


图 5

黑板刷

通过齿轮传动带
动黑板刷轴旋转

2.4 传动机构的设计

本黑板是通过电动机带动齿轮转动，靠杆与屏幕之间的摩擦来实现屏幕的移动，我们可以使用遥控器来控制电动机的正反转从而控制屏幕的转动方向，实现黑板自动化功能。

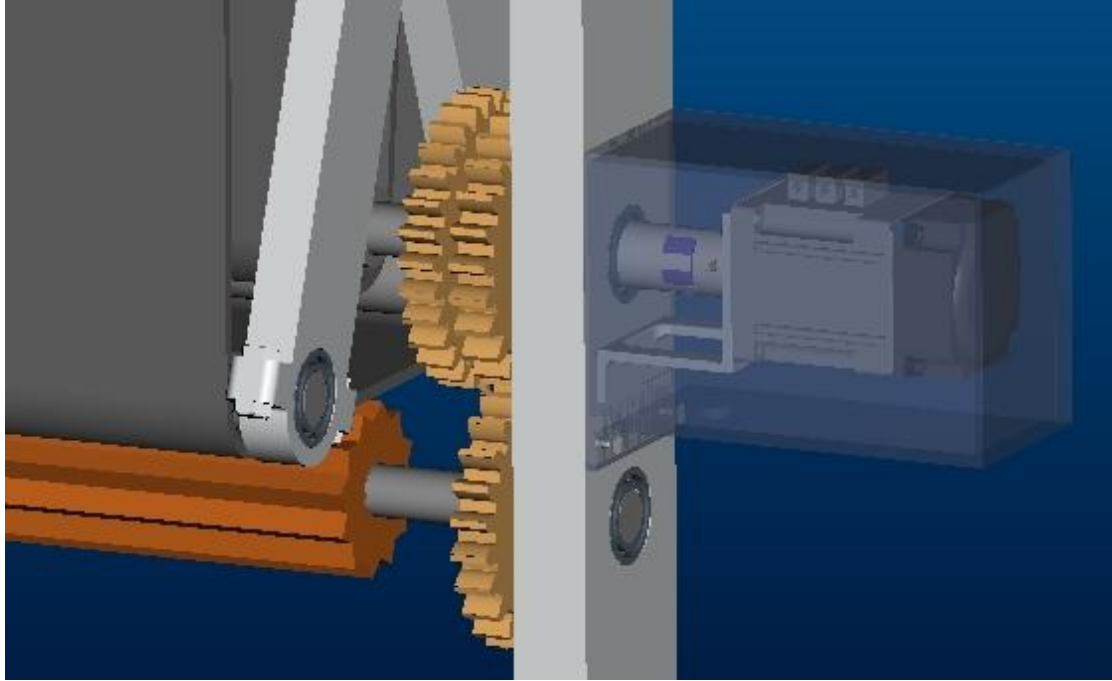


图 6

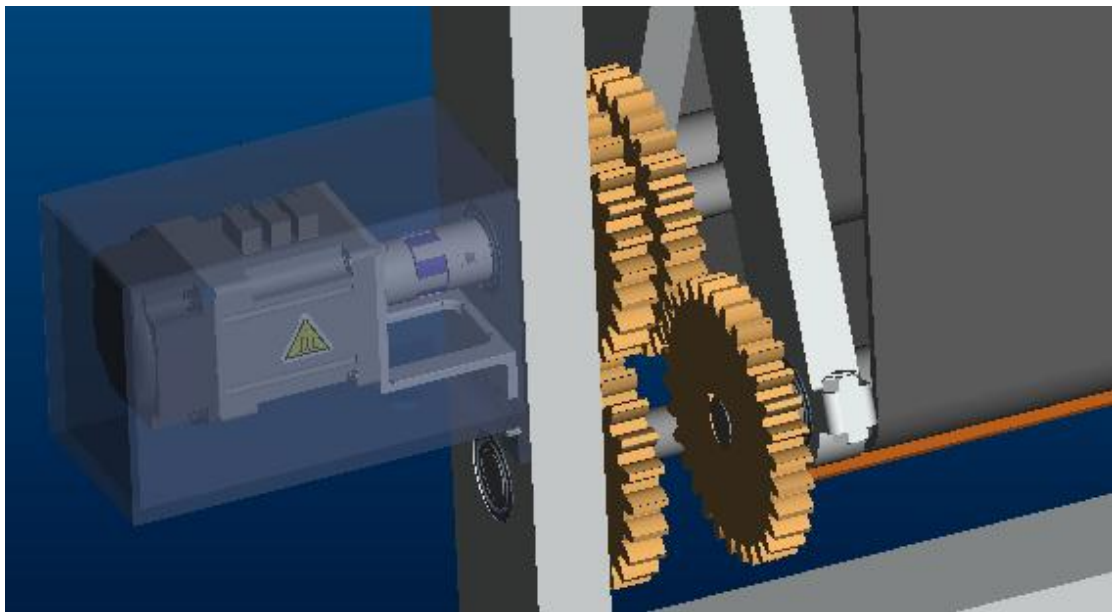


图 7

考虑黑板屏幕的平稳性与扭矩选择电动机参数如下：

| 型号 | 工作电压 | 工作电流 | 额定转速 | 输入功率 | 输出力矩 |
|---------|--------|--------------------|---------|-------------------|-------|
| 60ktyzB | AC220V | $\leq 45\text{mA}$ | 10r/min | $\leq 18\text{W}$ | 14N·m |

为实现安全操作和远程控制，引进远程遥控装置，实现对电动机的正反转与停止远程控制，达到方便、快捷操作黑板屏幕正反旋转与擦拭屏幕的功能。

整体实物图如图 8 和图 9：



图 8



图 9

第三章 本设计的创新点

全自动多功能无尘黑板集环保、多功能于一身，不仅在教学方面可发挥作用，在商业方面也有发展的用途。同时外观上采用人机工程学设计，既能满足人们在教学方面的要求，又低碳环保，适合师生员工使用。

创新点一：本黑板摒弃了传统的粉笔书写方式，大胆的采用了白板笔，无尘环保，消除了粉尘给师生们带来的危害。

创新点二：采用了新型的“U”型式屏幕，扩展了黑板的使用面积，提高了教室空间的利用率。

创新点三：自动擦拭屏幕的功能，板书后，可通过遥控器控制黑板的正反转来清洁屏幕。

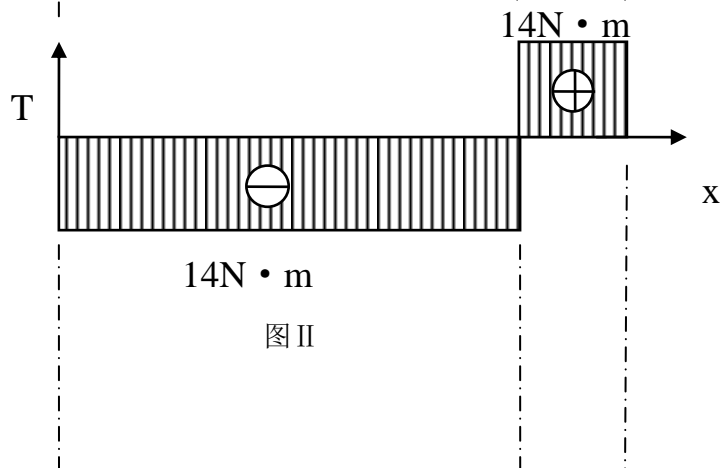
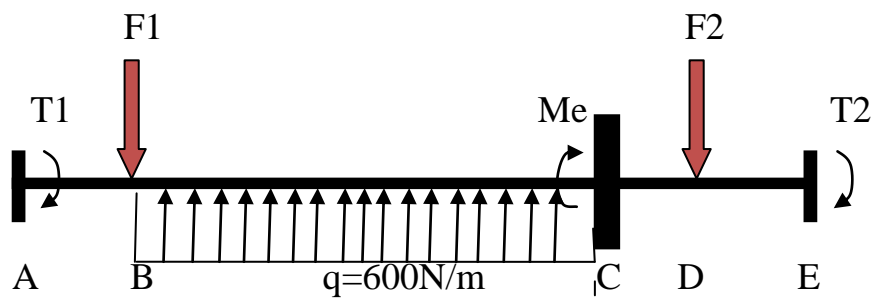
创新点四：黑板无需固定安装，在教学过程中，本黑板可以自由移动，避免出现视野死角。

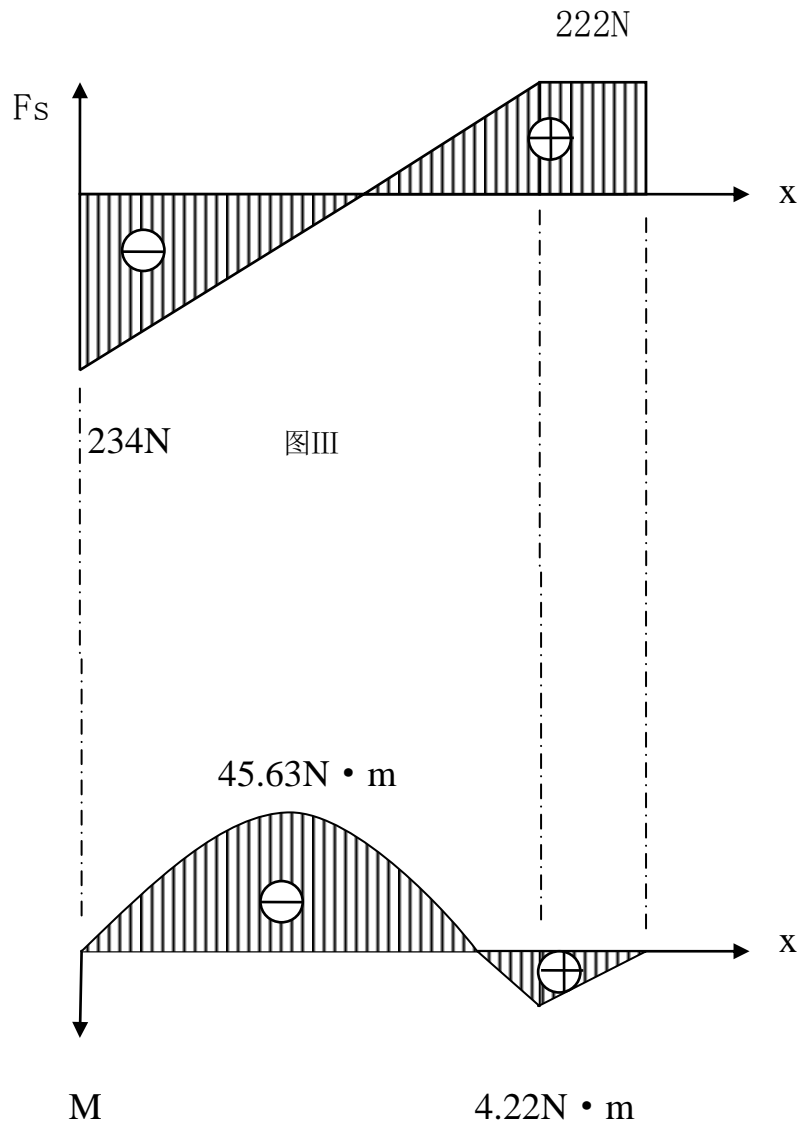
创新点五：市场上尚无全自动多功能无尘黑板的成品，与其它黑板专利相比，本设计结构简单、操作容易、造价低、易于加工制造，普及性强。

第四章 强度校核

对主要零件主动轴进行强度校核

对主动轴进行简化如下图 I：





图IV

AB=30mm, BC=760mm, CD=20mm, DE=30mm

其中：电动机的转速 $n=10\text{r}/\text{min}$, 扭矩 $T_1=T_2=14\text{N}\cdot\text{m}$

取主动轴受到黑板屏幕均布荷载 $q=600\text{N}/\text{m}$ 计算：

① 计算支反力

由平衡方程 $\sum F_y=0$, 得

$$\begin{cases} F_1+F_2=q \cdot BC \\ F_2 \cdot BD=q \cdot BC \cdot BC/2 \end{cases}$$

解得 $F_1=234\text{N}$ $F_2=222\text{N}$

② 计算扭矩

由平衡方程 $\sum M_x=0$, 得 $T_1+T_2=Me$ 得 $Me=28N \cdot m$

③ 计算剪力和弯矩

取 B 点为 x 轴原点, 对轴 BC 段:

$$F_s(x) = -F_1 + q \cdot x = -234 + 600x \quad (0 < x < 0.76)$$

$$M(x) = -F_1 \cdot x + q \cdot x \cdot x / 2 = -234x + 300x^2 \quad (0 \leq x \leq 0.76)$$

对轴 CD 段:

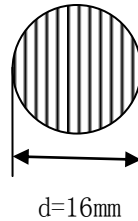
$$F_s(x) = F_2 = 222N \quad (0.76 < x < 0.78)$$

$$M(x) = -F_2 \cdot (BD - x) = -222(0.78 - x) \quad (0.76 \leq x \leq 0.78)$$

④ 做扭矩图如图 II, 剪力图如图 III, 弯矩图如图 IV

⑤ 进行强度校核

轴的截面如图:



$$\text{抗弯截面系数 } W = \frac{\pi d^3}{32} = 4.02 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$\text{抗扭截面系数 } W_T = \frac{\pi d^3}{16} = 8.04 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

轴的材料为聚酰胺酰亚胺, 查得其许用弯曲强度 $[\sigma]=157\text{MPa}$

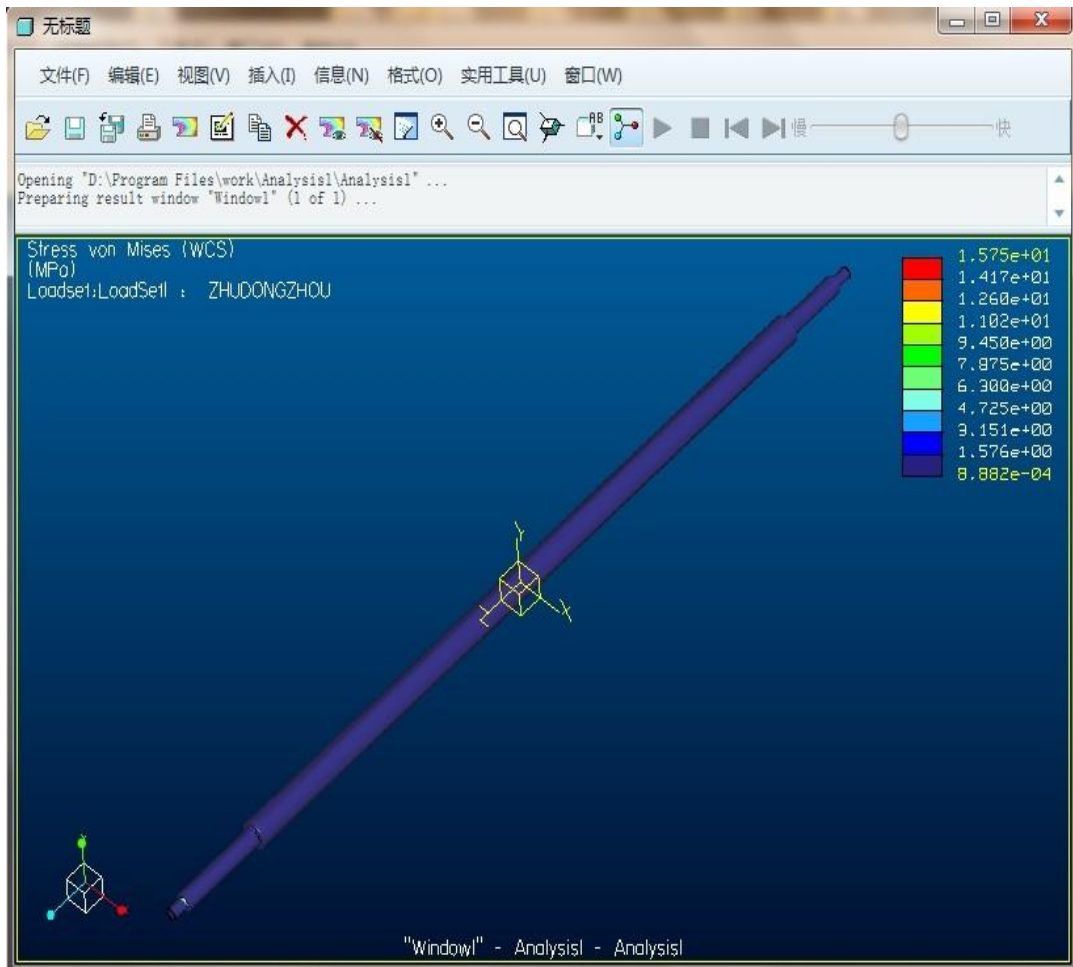
应用第四强度理论进行校核

$$\sigma_{\max} = \frac{\sqrt{M_{\max}^2 + 0.75T_{\max}^2}}{W} = \frac{\sqrt{45.63^2 + 0.75 \times 14^2}}{4.02 \times 10^{-7}} = 117.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max} = 117.4 \text{ MPa} < [\sigma] = 157 \text{ MPa}$$

所以强度满足。

利用 Pro ENGINEER5.0 进行有限元分析主要零件



第五章 成本分析与市场前景

5.1 成本分析

① 外购件费用估算

| 外购件 | 市场报价 (元) | 数量 | 外购件费用总计 (元) |
|--------|----------|----|-------------|
| 电动机及机架 | 145 | 2 | |
| 联轴器 | 65 | 2 | |
| 齿轮 | 180 | 4 | |

| | | | |
|-------|-----|----|------|
| 铝材 | 200 | 1 | 1580 |
| 绝缘板、棒 | 350 | 1 | |
| 白板纸屏幕 | 450 | 1 | |
| 遥控器 | 65 | 1 | |
| 黑板刷 | 35 | 1 | |
| 螺栓螺钉 | 30 | 若干 | |
| 轴承 | 60 | 16 | |

②材料费用 240 元（非外购件需买材料须单独买材料加工，如制作箱体须大量诸如铝合金、方刚等各种型钢）

③加工费用 360 元（因为有很多零部件需单独加工，诸如行进轮、箱体、紧固件等，需请付加工费用加工）

④图纸、打印费用 50 元（因为设计、制作时需打印大量二维图、三维图）

⑤安装调试费用 210 元（装配机器时需调试、更换、加工一些零件，需一定费用）

⑥各部分费用合计：1990 元

⑦申请制作费用：2000 元

5.2 市场前景

根据市场调研发现：

①黑板是教学中必不可少的一种教学用具，有着较高的市场需求量。

②白板可印制各种彩绘型表格、课程表格等，色彩鲜艳深受广大客户青睐。

③较大的会议室和阶梯教室需要较多的板书面积。

④一般的培训学校、企业单位需要移动方便的黑板。

就课堂上是否应该使用粉笔以及使用黑板的方便性，我们进行了问卷调查，得到数据如下：（以下调查结果仅限于学校范围内且以 300 人为抽样调查的结果）

①您的性别是？

| | | |
|-------|--------|--------|
| 答案 | 男 | 女 |
| 所占百分比 | 60.71% | 39.29% |

②您的职位是？

| | | | |
|-------|--------|--------|-------|
| 答案 | 老师 | 学生 | 其它人士 |
| 所占百分比 | 20.33% | 74.00% | 5.67% |

③您认为教学课堂使用粉笔板书对师生们带来的危害程度？

| | | | |
|-------|--------|--------|-------|
| 答案 | 很严重 | 一般 | 不严重 |
| 所占百分比 | 55.67% | 39.33% | 5.00% |

④您对使用粉笔黑板教学有什么不满或其它更好的意见吗？（填空题）

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 答案 | 粉尘多 | 擦拭不方便 | 光线视野不好 |
| 所占百分比 | 92.67% | 85.33% | 63.33% |

⑤假如有一款全自动无尘多功能黑板代替现有教学黑板，该黑板实现无尘且自动擦拭的功能，价格在 2000-3000 元左右，您是否会接受？

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 答案 | 乐意接受 | 不乐于接受 | 无所谓 |
| 所占百分比 | 64.67% | 12.66% | 22.67% |

根据调查结果我们可以看出：

- ①一半以上的参与调查人员认为使用粉笔教学对师生的身心健康有很大的危害；
- ②粉尘多、擦拭不方便、光线视野不好是传统黑板的几个主要弊端；
- ③半数以上的参与调查人员表示对价位在 2000 元左右的无尘可自动擦拭的新型黑板乐意接受。

而本产品不需要使用粉笔满足人们对环保的要求，同时也能满足教学需求，具有较好的市场前景。

第六章 参考文献

- 【1】 孙桓、陈作模、葛文杰主编，机械原理，第七版，高等教育出版社，2009
- 【2】 刘又文、彭献主编，理论力学，第一版，高等教育出版社，2008
- 【3】 于涛、杨俊茹、王素玉主编，机械制造技术基础，第二版，清华大学出版社，2012
- 【4】 孙训方、方孝淑、关来泰主编，材料力学（I），第5版，高等教育出版社，2008
- 【5】 大连理工大学工程画教研室编，机械制图，第五版，高等教育出版社，2005
- 【6】 陈永甫主编，实用无线电遥控电路，第一版，人民邮电出版社，2007
- 【7】 机械设计手册编委会编著，机械设计手册 2，第三版，机械工业出版社，2004.9
- 【8】 机械设计手册编委会编著，机械设计手册 3，第三版，机械工业出版社，2004.9