



**北京航空航天大学**  
B E I H A N G U N I V E R S I T Y

**第二十四届“冯如杯”学生创意大赛**

**“翔鹤”轻型简易滑轨式升降系统**

## 摘要

目前，旧居民楼安装电梯的工程遇到诸多困难，进展缓慢，应人们(尤其是老人)的强烈需求，我通过综合分析产生这些困难的原因，寻找到解决这些困难的方式之一，研究并设计了一种新型升降系统：轻型简易滑轨式升降座椅。

在研究过程中，我运用定性定量综合分析的系统工程方法，先在头脑中构造出整个系统的大致架构，查阅资料后，从组成大系统的曳引系统，导向系统，座椅系统，控制系统等各个子系统进行研究，探究了它们之间的相互关系和它们各自的组成部分，明确了大系统各个层次的作用，建立整个系统的模型，从而形成了对整个系统的定性判断。

然后，在系统模型的基础上，查阅资料获取计算公式，对组成系统的各个部分的参数指标进行探究，在大量的计算后不断修正，直至最终确立合适的主要性能指标以及技术参数，完成对整个系统的定量研究<sup>[1]</sup>。

最终，经过定性定量综合分析，我设计了这个新型升降系统，展现了其工作流程和工作原理，重点突出了其系统在适装性，简易性，经济性三个方面的极大优势，并研讨了此系统投入应用的可行性。

在这次研究过程中，我不仅收获了具体的知识，更在研究过程中阅读量钱学森先生的《创建系统学》和《论系统工程》，学习并应用了系统科学及系统工程学，认识到了系统的复杂性，锤炼了全面，深入，高效的思维方式，为我今后的提升与发展奠定了坚实的基础。

**关键词：**升降座椅,滑轨,曳引系统 ,速度控制

# 目录

摘要.....	i
关键词: .....	i
目录.....	ii
1.引言.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 相关领域国内外研究现状及解决方案.....	1
图 1-1.....	2
2.核心创意.....	2
2.1 整体设计简介.....	2
图 2-1.....	3
2.2 系统整体概况.....	4
2.3 工作运行流程.....	5
3.创意可行性分析.....	5
3.1 各个子系统简介.....	5
3.2 主要性能技术参数.....	8
3.3 楼房公共空间的改造.....	9
4 作品的应用.....	10
4.1 应用前景.....	10
4.2 推广模式.....	10
结论.....	10

## 1.引言

### 1.1 研究背景

目前,我国大量新世纪以前建造的老楼,旧楼没有安装电梯,随着我国老龄化进程的加快,这个问题不断放大,老年人爬楼梯力不从心的问题越来越突出,大量居住在4层以上,行动不便的老人不得不放弃到户外透风,呼吸新鲜空气的机会,这严重降低了他们的生活质量,而近几年推行的旧楼装室外电梯的工程,施行极其缓慢,原因有三,其一:高,低层住户利益不一致,意见不统一,有不少低层住户担心有可能破坏建筑的外立面、影响通风和采光而坚决反对;其二:装室外电梯则需要花费40多万元,平均每户需要负担三万至四万元,花费较高;其三,源于电梯系统的复杂性,很多旧楼不具备装电梯的条件。为了解决这两个问题,尽快提升老人们的生活质量,我设计了这个独立于建筑外墙,集适装性,经济性,简易性与一体的新型升降系统。

### 1.2 相关领域国内外研究现状及解决方案

世界上首台轨道式上下楼升降系统,大约出现在1972年的英国,当时一名英国的工程师为了他的患了风湿关节炎的上下楼非常困难的妻子,设计开发出了这种产品。随后世界上的其它许多国家如日本、美国、德国、意大利、瑞士、等国家都相继研制,开发出了这一产品。该产品形态从早期的电机在座椅上部,通过尼龙绳牵引行走,发展到由钢丝绳牵引,座椅由固定不能旋转,发展到可旋转。到了大约1987年,电机由座椅顶部移到了座椅底部,牵引方式也改成了链条式。到了90年代后期,驱动方式出现了直流电机驱动方式,牵引方式改成了轨道、齿轮传动方式,电源由交流电变为了可充电电池。因此这种楼梯升降椅在现在特别是日本早已是经过多年不断完善和改进的成熟产品。

目前我国社会正在向老年社会迈进,再加上我国人口众多,老年人,残疾人也多,距统计我国有各种类型残疾人8300万,随着经济的发展,社会的进步,他们的出行难的问题越来越突出,在这样的社会背景下,一种新型的安装在楼梯侧面的,能够帮助老年人及残疾人上下楼的楼梯升降座椅近期在我国市场上悄然出现了。

这些座椅升降系统形式为下图所示:



图 1-1

**优点：**构造简单，操作方便，运行平稳，采用可充电电池，安全可靠

**缺点：**由于沿楼梯而上，速度极为缓慢，因此适用范围较窄，只适用于三层以下别墅型房屋，基本不适用与居住老年人，残疾人人数最多的六至十层层高的建筑。

为了克服这类座椅适用范围窄的缺点，我另辟蹊径，做出了新的构想与尝试

## 2.核心创意

### 2.1 整体设计简介

整体设计图

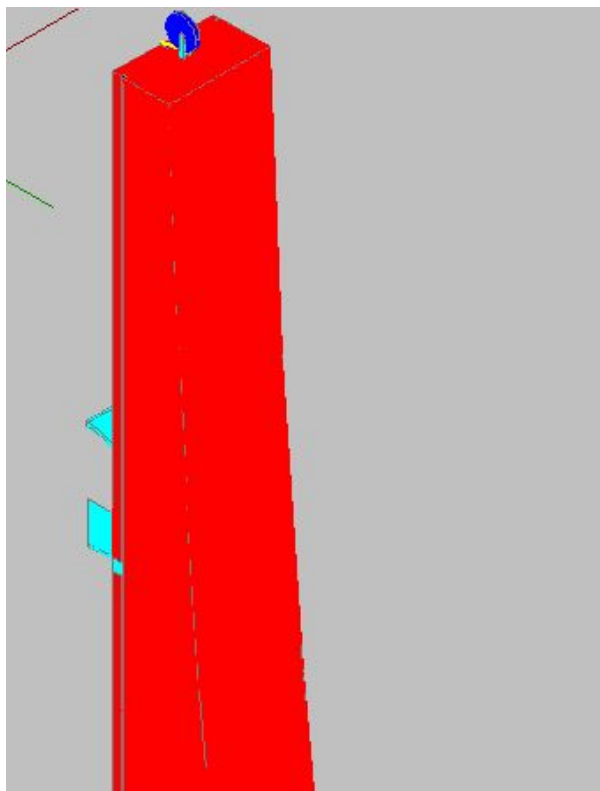


图 2-1

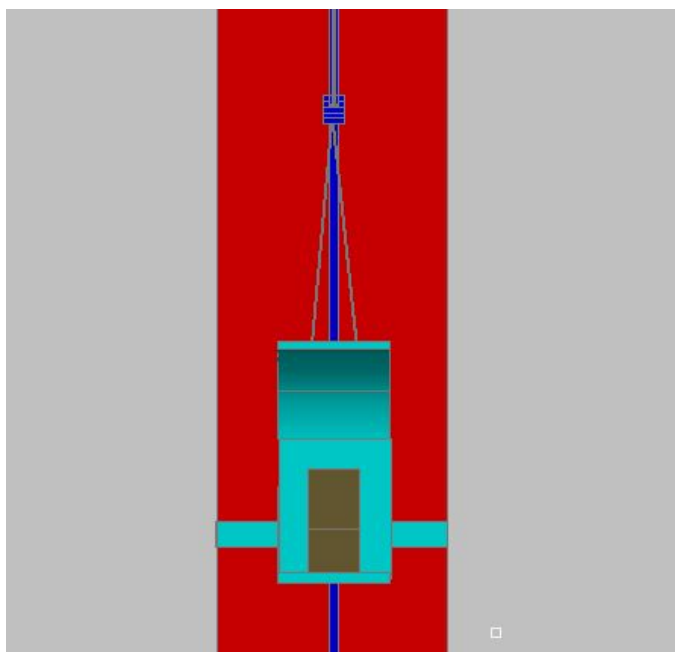


图 2-2

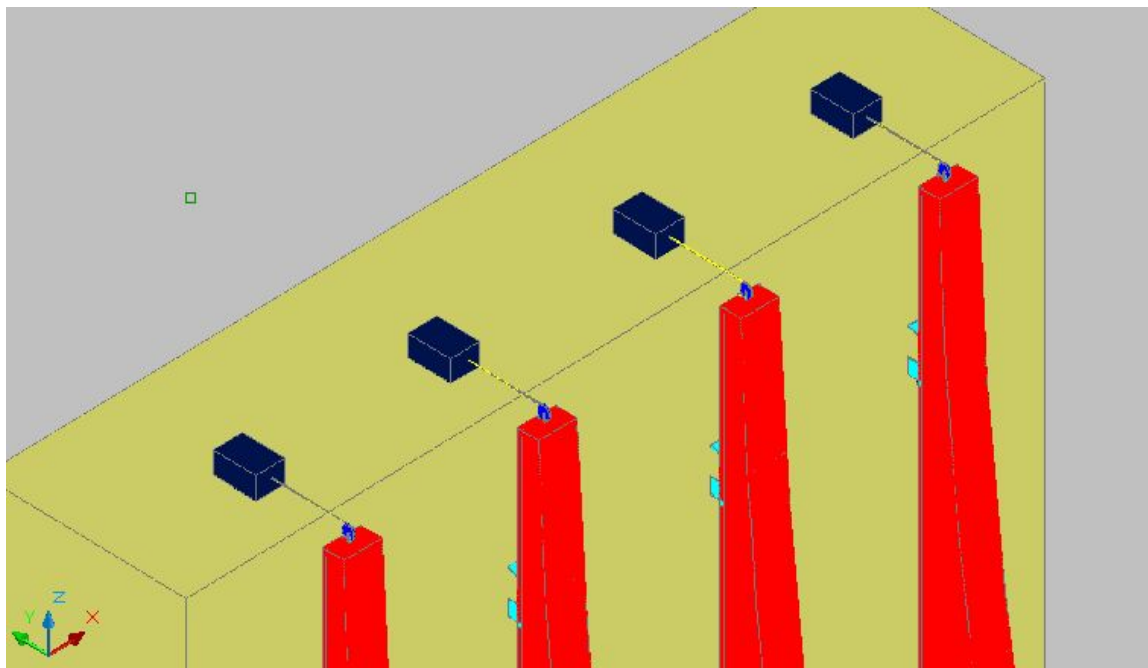
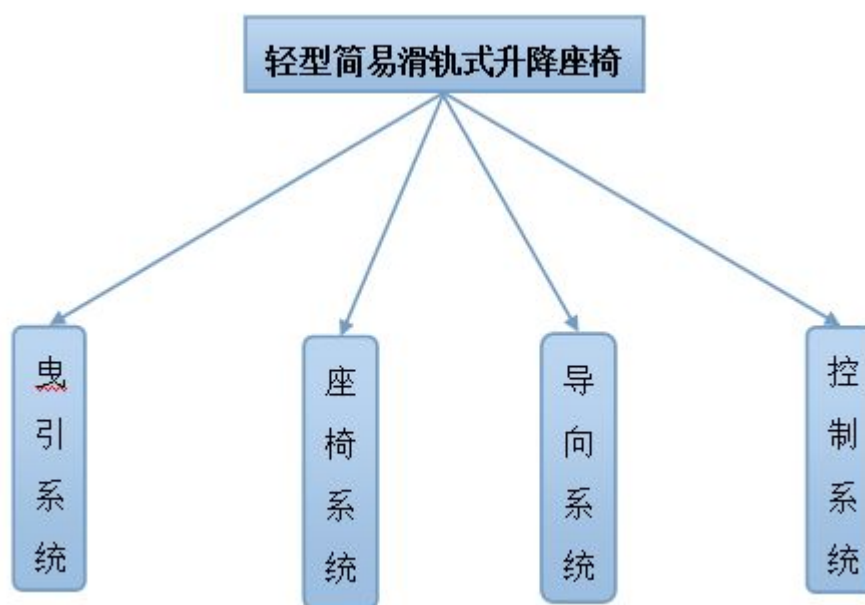


图 2-3



## 2.2 系统整体概况

此轻型升降座椅系统由电机驱动，曳引钢丝绳带动滑梭牵引，在速度控制系统和操纵控制系统的控制下，在垂直于地面的滑轨上进行上下运动，运行速度为 1 米每秒。

此系统完全独立于建筑，基本不影响建筑的外立面，通风和采光，只需对楼房中楼

梯间的外墙进行改造，以方便乘客在不同楼层上下座椅，且构造简易，操作简单，经济性好，安装便捷，载员 1—2 人，受众重点为行动不便的老人，方便他们到户外透风，享受新鲜空气，草木，花儿与阳光，提升生活质量，非常适于六层居民楼至十层居民楼的使用，未来可在极大程度上缓解老人上下楼难的问题。

## 2.3 工作运行流程

首先，操纵手柄开关（向上推使座椅系统向上运行，向下推使座椅系统向下运行）发动楼顶的电机，经由减速箱降低电机输出转速，增大输出转矩，带动曳引轮转动，从而带动钢丝绳的运动。钢丝绳经楼顶的导向轮由水平转为竖直，紧贴滑轨且与滑轨平行，连接滑梭，滑梭连接座椅系统，带动系统进行上下运动。

启动后，在速度控制装置的控制下，达到 1 米每秒的运行速度，到达所去楼层后，乘客推动手柄到中间位置，使系统停止运行。

注意事项：

1. 三层及以上住户均可在各楼层楼梯间使用手柄操纵座椅系统，但需注意操纵前要观察系统是否处于运行状态，处于运行状态时不能同时操纵该座椅系统。
2. 该系统的安全装置为制动器，其在电动机工作时松闸，使座椅系统运转，在断电情况下制动，使座椅停止升降，并维持静止状态。

## 3. 创意可行性分析

### 3.1 各个子系统简介

#### 3.1.1 曳引系统

曳引系统的主要功能是为整个系统是输出与传递动力，使座椅上下运行。

组成部分：

- 1) 4 级交流异步电动机<sup>[2]</sup>：为整个系统运行提供动力。

额定电压：220 伏

额定频率：50 赫兹

额定功率：2000 瓦

转速：1440 圈每分钟



输出扭矩：9550\*2/1440=13.26N·m

扭矩公式：T=9550P/n

T 是扭矩，单位 N·m

P 是输出功率，单位 KW

n 是电机转速，单位 r/min

电机转速公式：n=60f\*(1-0.04)

/p

n：电机转速，转/分钟

f：电源频率，在我国为 50Hz

2) 减速箱：作用是降低曳引机输出转速，增加输出扭矩，并使逆转带有机械锁定功能。本系统使用一级涡轮减速器，由涡轮和蜗杆组成。

减速机扭矩=9550×电机功率×速比×使用效率/电机输入转速

3) 制动器：制动器是该曳引系统中重要的安全装置，本系统采用长闭式双瓦块式型直流电磁制动器，其性能稳定，噪音少，制动可靠，制动器在电动机工作时松闸，使座椅系统运转，在失电情况下制动，使座椅停止升降，并维持静止状态。

4) 曳引轮：直径为 0.8 米，是传递曳引动力的装置，利用曳引钢丝绳和曳引轮缘上槽的摩擦力传递动力，装在减速器中的涡轮轴上。

5) 曳引钢丝绳：直径为16mm，内有19根钢丝，主要作用是传递曳引动力，采用锥套用回环结构方式。再浇铸巴氏合金连接,连接处的强度不低二钢丝绳自身强度的80%

6) 曳引机底盘：曳引机底盘是连接电动机,制动器,减速箱的机座,由铸铁与钢板焊接在一起.曳引机各部件均装配在底盘上。

7) 导向轮：直径为0.8米，导向轮既用来调整钢丝绳与曳引轮之间的包角大小,也调整轿厢与对重的相对位置，其特点为:心轴固定,轮壳中有滚动轴承,U 型螺钉或心轴座双头螺栓,螺母固定，本系统采用半绕式导向轮。

根据上述公式计算，按照1米每秒的额定速度，曳引轮每分钟约转23.9圈，减速器的（速比\*减速效率）约为60，减速机输出扭矩最大约为799.4N·m，产生的最大拉力约为2000牛<sup>[3]</sup>。

### 3.1.2 导向系统

导向系统的功能是限制座椅平台的活动自由度,使座椅只能沿着导轨作升降运动.

组成部分:

- 1) 滑轨: 在座椅系统运行时为座椅提供导向, 提高系统的稳定性安全性和乘客的舒适度。
- 2) 滑梭: 滑梭固定在导轨上, 可在导轨上下滑动, 是连接曳引钢丝绳和座椅系统的装置。

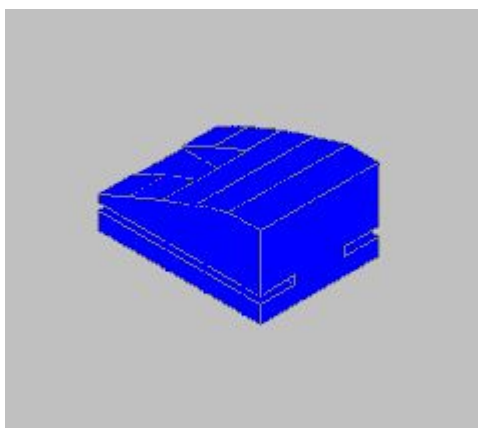


图 3-1 滑梭

### 3.1.3 座椅系统

座椅系统是运送乘客的组件。

组成部分:

- 1) 座椅: 固定在座椅平台上, 负责运送乘客

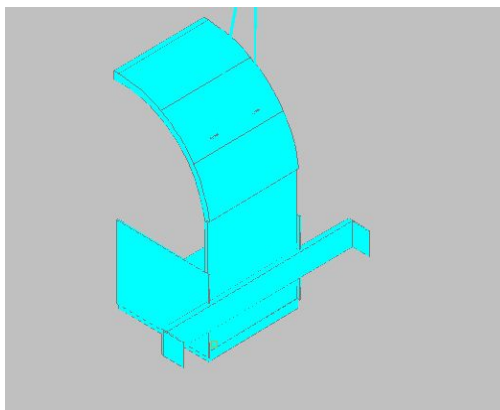


图 3-2 座椅

2) 座椅平台：承载座椅，与滑轨的接触部分反扣在滑轨的另一面，使系统固定在滑轨上，可随着滑梭的牵引上下滑动。

### 3.1.4 控制系统

**速度控制装置：**控制座椅系统速度维持在 1 米每秒

组成部分：

座椅速度检测装置：用于检测座椅系统速度；

座椅载荷检测装置：用于检测座椅系统载荷；

座椅位置检测装置：用于检测座椅系统位置；

座椅速度反馈装置：它根据所给的座椅系统速度指令值与来自速度检测装置的座椅系统速度检测值的偏差，对座椅实际速度跟踪座椅速度指令值所必要的轿厢速度补偿信号进行计算；

速度变换装置：它将上述轿厢速度反馈装置计算出的上述轿厢速度补偿信号变换为电梯的电动机速度指令信号；

电动机速度控制装置：它根据上述速度变换装置输出的上述电动机速度指令信号对座椅系统驱动用。电动机进行速度控制<sup>[4]</sup>。

座椅速度检测装置→座椅速度反馈装置→速度变换装置→电动机速度控制装置

**操作控制装置：**实现对整个座椅系统运行的操纵和控制。采用手柄开关操纵，手柄开关安装在座椅平台上和每个楼层墙壁上，乘客在座椅平台上或乘客的亲属在家里控制操纵手柄开关，实现整个系统的起动、上升、下降、平层、停止的运行状态。

当手柄处于中间位置：停止

向上推动：上升

向下推动：下降

## 3.2 主要性能技术参数

额定载重：90kg ，1—2 人

额定速度：1.0 米每秒

电机功率：2000 瓦

座椅系统重量：20kg

座椅平台长\*宽\*高：1.2 m \* 1.0 m \* 1.7 m

滑轨底座长\*宽：2.8 米\*5 米

滑轨顶端长\*宽：2.8 米\*1.2 米

座椅平台与楼房外立面间距：0.25 米

滑梭长\*宽：0.3m\*0.2m

### 3.3 楼房公共空间的改造

本系统需要在每两层之间的楼梯平台处开辟一个出入口，以方便乘客从楼房内到座椅系统的流动。

最终效果图

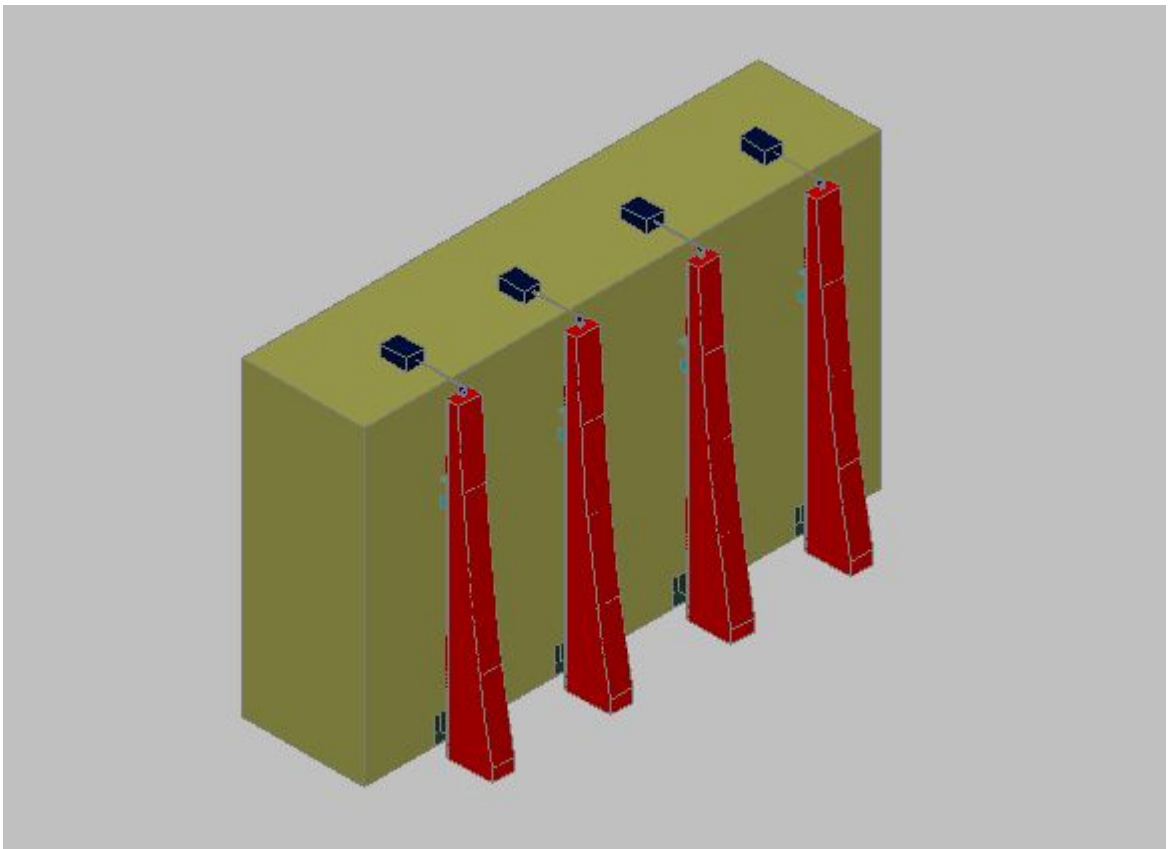


图 3-3

## 4 作品的应用

### 4.1 应用前景

我国大量上世纪建造的老楼，旧楼没有安装电梯，随着我国老龄化进程的加快，这个问题不断放大，因此，能自由，便捷上下楼成为了一亿多行动不便的老人的共同梦想，然而，受困于经济，楼房条件等诸多因素，给旧楼安装电梯的工程受到极大阻力。

应市场对成本低，结构简易，适装性高的家居升降系统的强烈需求，我设计了这款轻型简易滑轨式升降系统，主要用于解决六层居民楼至十层居民楼住户（尤其是老人）的上下楼问题。

### 4.2 推广模式

先寻找一座居民楼进行试点，检测系统的运行状况，对系统在运行中暴露出的缺点进行改进，然后，在网络上用视频，图片，QQ群，邮件等多种形式进行推广。

## 结论

在寒假的调查中，我了解到居住在老楼的老人们上下楼难的困境，便下决心解决这个问题。在完成整个系统大致组成与结构的设想后，我运用定性定量综合分析的系统工程方法<sup>[5]</sup>，实现并完善了我的设想，设计出这个独立于建筑外墙，集适装性，经济性，简易性与一体的新型升降系统，并阐述了技术实现思路，对相关技术进行了分析，使系统获得了较大的可行性。在庞大的市场需求中，这个系统有广阔的施展空间。

[参考文献]

- |     |     |           |    |           |      |
|-----|-----|-----------|----|-----------|------|
| [1] | 钱学森 | 《创建系统学》   | 上海 | 上海交通大学出版社 | 2007 |
| [2] | 胡虔生 | 《电机学》     | 北京 | 中国电力出版社   | 2009 |
| [3] | 张植保 | 《电机原理与应用》 | 北京 | 化学工业出版社   | 2006 |
| [4] | 王万良 | 《自动控制原理》  | 北京 | 高等教育出版社   | 2008 |
| [5] | 钱学森 | 《论系统工程》   | 上海 | 上海交通大学出版社 | 2007 |