

大学生创新训练项目申请书

项目编号_____

项目名称 双碳背景下荒漠自动植树机器人研究与设计

项目负责人_____联系电话 19546303739

所在学院 电气与工程学院

学 号 20120402116 专业班级 电气 2004

指导教师_____

E-mail 2900233984@qq.com

申请日期 2022. 4. 21

起止年月 2022 年 5 月至 2023 年 6 月

山东理工大学

填 写 说 明

- 1、申请书所列各项内容均须实事求是填写,表达明确严谨,简明扼要。模板可网上下载、自行加页。
- 2、申请书首页只填写项目负责人。“项目编号”一栏可不填。
- 3、项目负责人所在院系须认真审核,签署推荐意见并加盖公章后提交。

一、基本情况

项目名称		双碳背景下荒漠自动植树机器人研究与设计						
所属学科		学科一级门：	电气工程		学科二级类：	电力电子技术		
申请金额		20000.00 元		起止年月	2022 年 5 月至 2023 年 6 月			
负责人姓名			性别	女	民族	汉族	出生年月	2002 年 01 月
学号		20120402116		联系电话		手 机: 19546303739		
指导教师		周强		联系电话		手 机: 18821277339		
负责人曾经参与科研的情况		1、学习情况： ① 2021 中国农业机器人大赛：国家二等奖； ② 山东省智能制造大赛：省级一等奖； ③ 全国三维数字化创新设计大赛：省级一等奖； ④ 山东省机电产品创新设计大赛：省级三等奖。 2、实践情况： 三维数字化实践基地成员，具备一定 catia 建模、comsol 计算仿真、solidworks 运动仿真能力。 3、项目参与情况： ① 参与指导老师实验室课题：带电检测安全措施研究，参与硬件调试工作。 ② 参与指导老师研究课题：输电线自供电温度传感器电源管理电路研究，参与硬件调试工作。						
指导教师承担科研课题情况		1、国家自然科学基金项目：基于时空磁场数据的交流架空输电线路电流全息反演方法研究。 2、国家电网公司科技项目:基于电磁场逆问题的非接触式电测量技术研究。 3、国网甘肃省电力公司项目:带电检测安全措施技术研究，主持。 4、国家自然科学基金项目：输电线自供电温度传感器电源管理电路研究。						
指导教师对本项目的支持情况		1、智力支持：指导教师在电气工程专业方向发表 SCI、EI 等论文 15 余篇，主持或参与横纵向项目 8 项，申请发明专利 5 项，能够较好对学生进行指导； 2、资源支持：指导教师所在智能电网研究院具有高压试验大厅、电力电子实验室、电力物联网实验室等，能够为学生的软硬件设计提供充足的保障； 3、组织方面：指导教师定期对学生的项目进度进行指导与培训，能够保证项目的顺利实施。						
项目 组 主 要 成 员	姓名	学号	专业班级	所在学院		分工		
		20110402071	自动 2002	电气与电子工程学院		软件设计		
		20110304181	农机 2004	农业工程于食品科学学院		硬件设计		
		20110402086	自动 2003	电气与电子工程学院		试验调试		
		20110401051	电气 2002	电气与电子工程学院		试验调试		

二、 立项依据（可加页）

（一） 项目简介

2020 年 9 月 22 日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会上宣布，中国力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和目标。为切实践行习总书记提出的双碳战略，大力发展植树造林是必然趋势，其中荒漠植树造林不仅能够响应国家号召，还能够有效实现对风沙的抵御、保持水土、改善大气环境，带来较好的社会与经济效益。

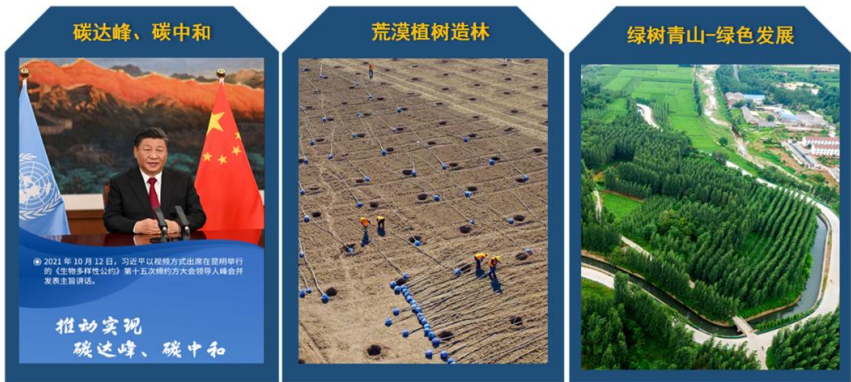


图 1 践行双碳-绿色发展

中国荒漠化土地面积约占国土面积的 16.7%，并且荒漠化土地面积正每年呈现增长态势，这对我国的国民经济和社会持续发展构成巨大危害。依照联合国环境规划署（UNEP）对全球荒漠化损失的评价标准，我国土地荒漠化每年造成的直接经济损失有 17.4 亿~20.4 亿，全部经济损失可达近 900 亿元。

大力发展荒漠植树造林能够有效实现对风沙的抵御、保持水土、改善大气环境，带来较好的社会效益与经济效益，践行绿色发展理念。当前植树造林主要采用人工进行，对于大面积植树造林来说工作量巨大，尤其是荒漠绿化，工作环境十分恶劣，加重了工人工作强度，同时恶劣的环境也对工人的生命安全构成威胁。



图 2 土地沙化、荒漠化严重

采用机器人替代人工进行荒漠植树能够有效解决现有问题，但是目前市面上能够实际应用的荒漠植树机器人鲜有报道，**现有应用于环保、农业领域的机器人直接应用于荒漠植树时存在车轮容易陷入沙窝、沙地不容易钻孔等亟待解决的问题，同时机器人成本高、体积大、不利于大面积推广使用，这也成为荒漠植树用机器人的痛点和难点问题。**

针对上述行业痛点问题，本项目开展“双碳背景下荒漠自动植树机器人研究与设计”，研制出具有荒漠环境适用性强、成本低、使用范围广、恶劣环境适用性强等优点的专用荒漠植树机器人，能够替代人工开展恶劣气候条件下的荒漠植树绿化工作，减轻人员工作强度，保证工作人员人身安全，从而带来可观的社会效益与经济效益，切实响应和践行国家双碳战略。

（二） 研究目的

2.1 荒漠植树机器人结构

本项目研究目的是设计如图 3 所示的荒漠自动植树机器人，主要由主体车架、驱动装置、钻孔装置、树苗传送部分、灌溉部分以及电控部分组成。产品主要应用于环境保护领域，采用机器人代替人工进行荒漠植树、灌溉等工作。在设计荒漠植树机器人时，充分考虑荒漠环境因素，并结合 TRIZ（发明问题解决方法）理论进行机器人的设计。

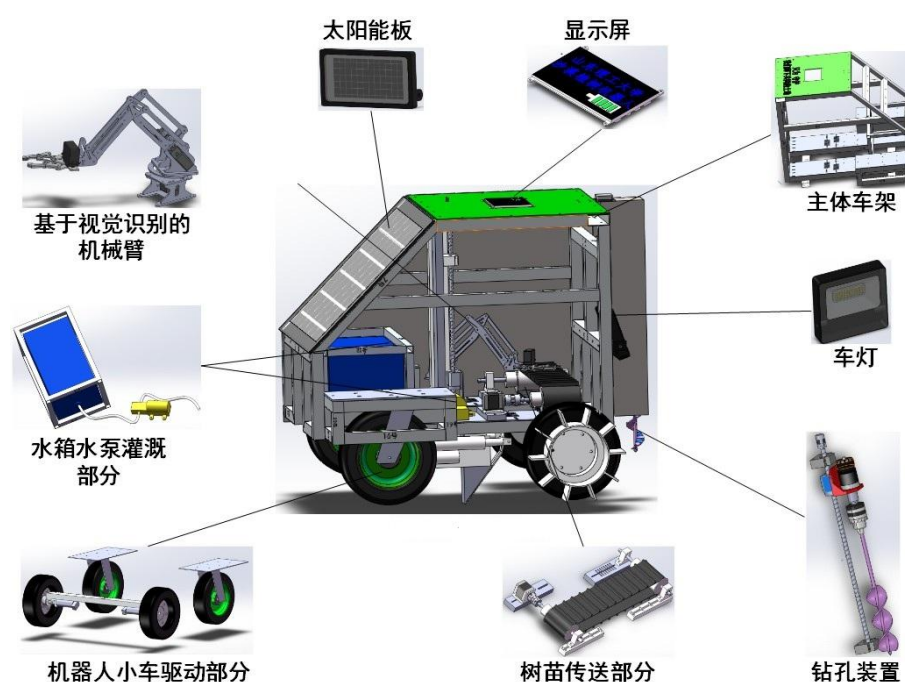


图 3 荒漠植树机器人结构

2.2 荒漠植树机器人工作流程

所设计的荒漠植树机器人整个工作过程如图 4 所示，首先载有树苗的机器人小车行驶到固定位置停下，钻头工作在地面钻孔；随后小车前进，当车体上树苗位置到达钻孔位置时小车停住，此时机械臂开始工作，通过视觉识别到树苗位置时控

制机械臂完成对树苗的抓取以及将树苗放置到钻孔位置；最后车载灌溉装置工作，完成对树苗的浇水工作。上述工作流程周而复始，当车载树苗用完后，机器人小车返回进行树苗和水的补充。

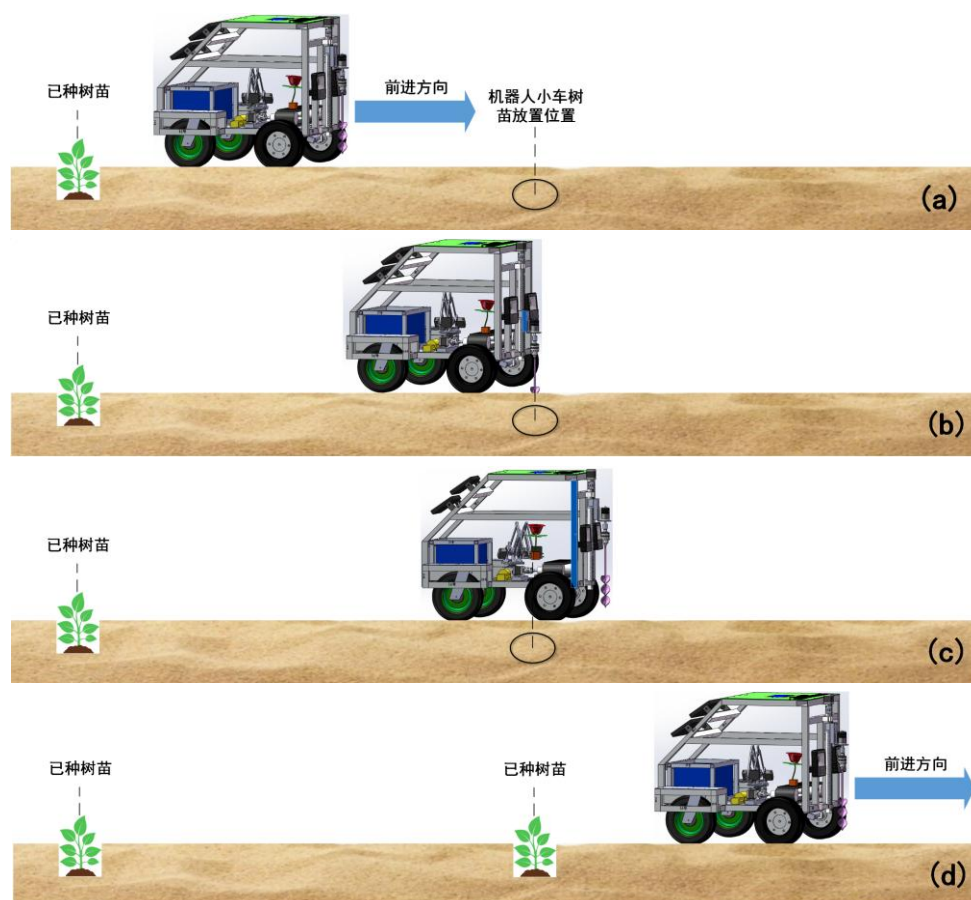


图 4 植树机器人工作过程:(a)机器人小车往指定位置;(b)机器人小车运动到指定位置开始钻掘植树孔;(c)机器人小车机械臂抓取树苗放入植树孔中并浇水灌溉;(d)植树机器人小车开始下一周期工作。

(三) 研究内容

本项目“双碳背景下荒漠自动植树机器人研究与设计”研究内容分为以下 4 个部分，具体为：

(1) 植树机器人机械结构设计

建立仿真模型对关键部位机械结构受力分析；提出机器人车体机械结构部分设计方案；提出树苗传送部分机械结构设计方案；提出树苗抓取部分机械结构设计方案；提出水箱水泵部分机械结构设计方案。

(2) 植树机器人电控部分设计

实现植树机器人核心控制电路软硬件设计；实现车体驱动部分硬件电路设计；实现树苗抓取放置部分软件编程；实现植树机器人钻进部分硬件电路设计；制作控制电路板并进行调试。

(3) 机器人实物加工与组装

机械结构部分形成零件图纸送工厂进行加工；购买所需电控部件进行调试；制作 PCB 电路板并完成电路焊接；完成植树机器人整体组装；完成植树机器人各个部分的联调联试。

(4) 试验测试

搭建模拟荒漠环境的试验平台；开展机器人机械臂抓取试验；开展植树机器人荒地钻进验证试验；开展植树机器人正常工作验证等试验。

（四）国、内外研究现状和发展动态

4.1 服务型机器人市场调研

服务机器人泛指服务于公共场合的服务机器人,如物流机器人(AGV),快递机器人,迎宾服务机器人,银行机器人,零售机器人等等^{[1][2]}。

从产业链上看,公共服务机器人上游为零部件厂商,包括芯片、电机、减速器、控制器和传感器等;中游包括系统集成商、本体制造商;下游产品面向各个细分的服务领域。随着我国公共服务机器人市场潜力不断增大,各方资本纷纷入场。根据IT 桔子数据显示,2019 年,国内公共服务机器人市场融资规模 2.25 亿元左右,较 2018 年大幅增加^[3-5]。

当前智能机器人市场不断扩大，智能机器人行业持续涌入创新型企业完善产业生态，行业赛道将进一步优化细分。我国智能公共机器人活跃企业市场格局主要分为三个梯队。第一梯队主要有大疆、地平线、优必选以及纳恩博等企业，企业产品类型涉及航拍无人机、无人驾驶汽车、电力巡检等机器人；第二梯队主要有北方天涂、菜鸟网络、穿山甲、图森未来、极飞等，涉及领域有植保无人机/物流机器人/零售机器人/自拍无人机等；第三梯队中以钢铁侠科技、零零无限、高科新农、普渡科技等企业为代表^[6]。



图 5 机器人上下游产业图

4.2 国内外植树机器人研究与市场现状

（1）TreeRover 自动植树机器人

目前国外对于植树、种树机器人的研究主要有加拿大维多利亚大学的 TreeRover 自动植树机器人，该机器人是由加拿大维多利亚大学电气和计算机工程专业的两名学生发明的，TreeRover 可以完全独立工作，不需要人类操作员的干预。目前该技术尚处于初步阶段，未来有望装备全地形轮胎及更高级的导航系统，从而完成技术升级改造，该机器人目前尚未投入市场，并且无法直接应用于荒漠环境的植树绿化事业^[7]。



图 6 TreeRover 自动植树机器人

（2）PIX Moving & 亿利生物植树机器人

PIX Moving 与中国 500 强亿利集团旗下北京亿利生物联合开发打造如图 7 所示的智能植树机器人，智能植树机器人集成了北斗定位技术，但是车体体积大，主要面向大面积种植，并且价格较高^[8]。



图 7 PIX Moving & 亿利生物植树机器人

（3）挖坑放苗机器人

华东师范大学团队研发了如图 8 所示的挖坑机器人，主要用于树苗坑挖掘工作，另外还研制了放苗机器人、浇水机器人，以及监控管护机器人等^[9]。



图 8 挖坑机器人

4.3 研究现状总结

(1) 市场前景

通过对国内公共服务业机器人市场分析可知，市场对于应用于不同行业的机器人的需求量快速增长，预计到 2022 年市场增长规模高达数十亿，因此公共事业、服务业专用机器人市场空间巨大^[10]。

(2) 植树机器人实际应用现状总结

通过对国内外植树、种树机器人调研可知，市场对于植树机器人的需求是巨大的，但是国内外相关研究较少，**目前只有 PIX Moving & 亿利生物植树机器人能够真正意义上投放市场，于 2021 年正式进入联合国工业发展组织 UNIDO WiiTs 认证授牌并进入全球采购库，其在国内应用鲜有报道。**

(3) 本项目成果应用前景

采用植树机器人代替人工种植是必然的发展趋势，专门应用于荒漠植树机器人市场份额巨大，但是实际投入应用的具有中国自主知识产权的成熟机器人产品未见报道，因此荒漠植树机器人市场仍处于相对空白的状态。

此种情况下，本项目开展“双碳背景下荒漠自动植树机器人研究与设计”，通过项目的开展**形成自主知识产权**，紧抓双碳战略与绿色发展机遇，**形成具有荒漠环境适用性强、成本低、使用范围广、恶劣环境适用性强等优点的荒漠专用植树机器人**，能够替代人工开展恶劣气候条件下的荒漠植树绿化工作，减轻人员工作强度，保证工作人员人身安全，从而带来可观的社会效益与经济效益。

参考文献：

- [1]马浩钦,韩肖,李鑫宇,林涵,苏渺.关于沙漠自动植树机器人的创新设计分析[J].中国设备工程,2021(21):86-87.
- [2]关佳征.戈壁沙漠植树机器人设计[J].世界林业研究,2021,34(06):142.
- [3]张鹏飞,吴震,银良良.基于智能控制的植树机器人研究[J].科技传播,2017(14):42-43.
- [4]李伊凡,康之讷,秦堃,等.自动循环式挖穴栽植一体机的设计[J].南方农机,2022,53(2):51-53.
- [5]杨博,高鹏,王冉,常落昌.沙漠地区钻孔灌注桩成孔工艺.科技传播,2014(7):190-191.
- [6]宋刚.沙漠地区钻孔灌注桩施工方法.城市地理,2016(5X):147-147.
- [7]全自动植树机器人.中国信息化,2010(15):38-38.
- [8]高先和,卢军,石朝毅.植树机器人的位移控制与避障控制设计.哈尔滨师范大学自然科学学报,2016,32(6):47-50.
- [9]周金伟,刘贻群,颜建喜.利用改装“沙漠植树器”埋设防沙立柱的研究[J].公路,2017,62:57-59.
- [10]DU Mingyuan,CHEN Hongwu,LEI Jiaqiang,XU Xinwen,LI Shengyu,HE Qing. Changes in atmospheric environmental conditions following the greening (tree planting) in the central part of the Taklimakan Desert[J]. Journal of Ecotechnology Research,2010,16(1).

（五） 创新点与项目特色

本项目具有以下创新点和项目特色：

（1）具备开拆卸防沙陷轮毂

根据两栖生物脚蹼生物学特性，研究并设计了具备开拆卸功能的防沙陷轮毂，有效解决了植树机器人在荒漠环境中车轮陷入沙中导致无法工作的问题。

（2）荒漠专用钻头

设计了双钻头装置，对车体前端钻头进行改进，提出不规则棘状结构钻头，能够在钻孔的同时将周围沙子甩出钻孔区域，从而有效解决沙子回填问题。

（3）楔形树苗投放装置

车体中间设计楔形树苗投放装置，该装置楔形钻头能够钻入已挖沙坑，并打开投放开口，此时树苗放入树坑中，随后楔形钻头回归原位置，此时树苗周围沙土回填从而固定树苗，此种结构设计成本低，并省去树坑回填的步骤。

（六） 技术路线、拟解决的问题及预期成果

6.1 技术路线

本申请项目技术路线如图 9 所示。研究内容 1 为植树机器人机械结构设计，实现机器人车体的设计；研究内容 2 为植树机器人电控部分设计；研究内容 3 为植树机器人实物加工与组装；研究内容 4 为试验测试，搭建模拟荒漠的试验平台，通过进行相关试验，通过试验数据对植树机器人进行改进和完善。

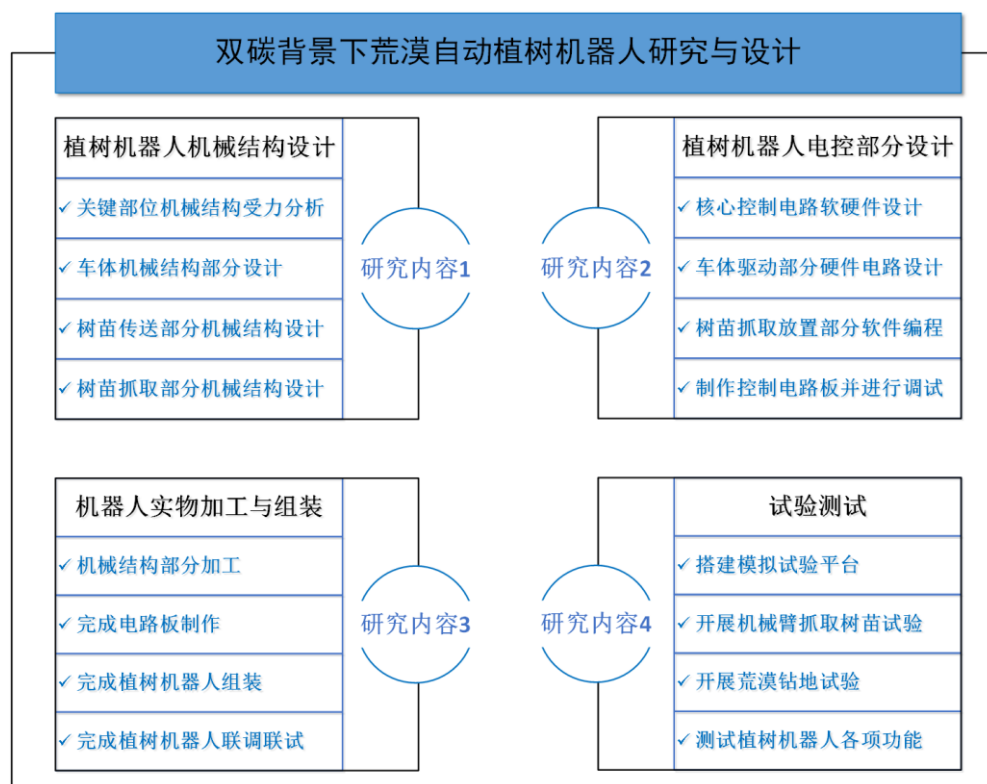


图 9 技术路线

6.2 拟解决关键问题：

本申请项目为双碳背景下荒漠自动植树机器人研究与设计，拟解决关键问题如下所述：

（1）植树机器人设计成本

市面现有植树机器人或公共服务机器人往往体积较大且价格较高，不利于大面积推广使用，因此如何通过结构设计降低植树机器人成本是本项目面临的也是必须要解决的关键问题；

（2）荒漠种植树坑挖掘

植树需要机器人先挖掘树坑再将树苗放入树坑中，但是荒漠环境下沙子很容易自动回填已挖好的树坑，因此如何解决荒漠条件下树坑的挖掘是本项目需要解决的关键问题；

（3）车轮防陷以及车体防沙

荒漠环境恶劣，风沙较多，如何保证植树机器人不陷沙以及车体电路板等不受风沙侵蚀是本项目拟解决的关键问题。

6.3 预期成果：

- （1）提交“双碳背景下荒漠自动植树机器人”样机 1 套；
- （2）申请相关专利 2 项；
- （3）发表论文 2 篇。

（七） 项目研究进度安排

本申请项目研究时间为：2022 年 5 月~2023 年 6 月，具体进度安排如下所述：

时间	研究内容
2022.05~2022.08	(1)调研相关资料、确立研究方案； (2)确定项目分工并对研究内容进行细化。
2022.09~2022.12	(1) 建立仿真模型对关键部位机械结构受力分析； (2) 提出机器人车体机械结构部分设计方案 (3) 提出树苗抓取部分机械结构设计方案； (4) 提出树苗传送部分机械结构设计方案。
2023.01~2023.03	(1) 实现植树机器人核心控制电路软硬件设计 (2) 实现车体驱动部分硬件电路设计； (3) 实现植树机器人钻进部分硬件电路设计； (4) 制作控制电路板并进行调试。
2023.04~2023.06	(1) 搭建模拟试验平台； (2) 完成植树机器人整体组装； (3) 开展相关试验； (4) 整理项目资料、撰写材料，准备项目结题。

（八） 已有基础

1. 与本项目有关的研究积累和已取得的成绩

本团队前期对电场检测技术进行了大量的理论研究和装置的研制，对电压测量传感器的模型和原理方面进行了研究，并进行了波形测试。本团队还采用多场耦合分析软件 Multi-physics COMSOL 建立传感器模型以及采用 Orcad 对传感器等效电路建模仿真来对电压测量传感器进行模拟仿真。现有研究工作基础保证了本课题研究的可行性。

2. 已具备的条件，尚缺少的条件及解决方法

（1）学校条件

项目申请人依托单位为山东理工大学，是国防科工局和山东省共建、省属重点大学，拥有众多的中英文纸质和电子文献资料，使得申请人可以方便、及时地跟踪与项目研究相关的国内外最近研究进展。

（2）实验室条件

申请人及团队成员为山东理工大学电气与电子工程学院，学院为本项目的顺利实施开放了电力电子实验室、电机实验室、电力系统仿真分析与控制实验室等，实验室具有与项目硬件开发相关的高速示波器、意大利 PMM8051 以及德国 EHP-50C 电磁场测量仪、高频任意波形信号源以及各种型号的高压试验装置等一系列的相关研究设备，为检测装置的研制和检测试验研究提供了可靠保证。



图 10 实验室条件

(3) 外协加工厂家

项目团队成员主动联系生产厂家，如山东汇能电气有限公司、山东智洋科技股份有限公司、山东信通股份有限公司、山东德祐电力设备有限公司等，能够确保采购到用于本项目警示装置研制时所需的金属材料、绝缘材料等，并能够按照所设计的图纸对警示装置进行外协加工。

三、 经费预算

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划 (元)	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	20000		7500	12500
1. 业务费	5000		2500	2500
(1) 计算、分析、测试费	0		0	0
(2) 能源动力费	0		0	0
(3) 会议、差旅费	3000	调研、外协加工	1500	1500
(4) 文献检索费	0			
(5) 论文出版费	2000	论文、专利费用	1000	1000
2. 仪器设备购置费	0		0	0
3. 实验装置试制费	0		0	0
4. 材料费	15000	材料购置、试验平台耗材购置、外协加工费用、电子元器件、电路板制作、试验等相关费用	5000	10000
学校批准经费				

一、 指导教师意见

<div>导师（签章）： 年 月 日</div>

二、 院系推荐意见

<div>单位盖章： 年 月 日</div>

三、 学校推荐意见

<div>单位盖章： 年 月 日</div>
