

河南省高等学校

大学生实践创新训练计划项目申报表

推荐学校：	郑州大学（盖章）
项目名称：	智能灭火机器人系统
项目类型：	<input checked="" type="checkbox"/> 重点项目 <input type="checkbox"/> 一般项目 <input type="checkbox"/> 创业训练项目 <input type="checkbox"/> 创业实践项目
所属一级学科名称：	电子、通信与自动控制技术
项目负责人：	戴镇原
联系电话：	15038018554
指导教师：	邓计才
联系电话：	13663847136
申报日期：	2017 年 5 月 15 日

河南省教育厅 制

二〇一七年

项目名称		智能灭火机器人系统					
项目关键词		图像处理 (OpenCV)、火焰识别、无线收发、远程提醒监控、循迹趋近、自主灭火、自主归位					
项目所属一级学科		电子、通信与自动控制技术					
项目类型		<input checked="" type="checkbox"/> 重点项目 <input type="checkbox"/> 一般项目 <input type="checkbox"/> 创业训练项目 <input type="checkbox"/> 创业实践项目					
项目实施时间		起始时间：2017 年 5 月 20 日 完成时间：2018 年 5 月 20 日					
项目简介 (100 字以内)		<p>1、对目前市面上普遍的灭火机器进行系统优化设计，增强其实用、可靠性，使其具备</p> <p>a、全空间、全方位精确检测、定位火源</p> <p>b、全区域高效循迹趋近火源</p> <p>c、迅速、准确锁定焰心并尝试多种方式扑灭火源</p> <p>d、自主避障、归位</p> <p>e、实时影像监控，远程警报、通知、等功能</p> <p>2、克服大多数灭火机器火源检测范围小、定位不精准、趋近火源低效、焰心难以锁定和高端智能机器人体积庞大、行动不便、价格十分昂贵等不足，使灭火机器人能够广泛走进现代工业化工厂，为人所用；</p> <p>3、使灭火机器能够在火势蔓延初期迅速、准确定位、扑灭火源，最大限度地减小火灾损失，真正起到火灾初期预防、遏制功效；</p> <p>4、探索新型灭火机器人研发技术，尝试扩大、优化灭火机器人市场，提供优质灭火机器人技术资源；</p>					
申请人或申请团队		姓名	年级	学号	所在院系/专业	联系电话	E-mail
	主持人	戴镇原	2014	20142450401	信息工程学院 电子信息工程	15038018554	568314913@qq.com
	成员	冯齐全	2015	20150330208	化工与能源学院 能源与动力工程	15067531952	1215827950@qq.com
		李梅杰	2014	20142450210	信息工程学院 电子信息工程	13333830631	879539353@qq.com

		窦晨丹	2014	20142450105	信息工程学院 电子信息工程	15037190027	584158804@qq.com
		张辉	2015	20150150242	机械工程学院 机械工程	15139252143	863677122@qq.com
指导教师	指导教师	姓名	邓计才		单位	郑州大学 信息工程学院	
		年龄	53		专业技术职务	教授	
		主要成果	邓计才教授，所在专业：电子科学与技术。2007 年获博士学位，教授，硕士生导师。河南省电子学会和通信学会会员，主要从事射频信号识别、嵌入式系统和数字视频处理等方面的研究，主持和参与河南省自然科学基金 5 项、科技攻关项目 1 项，企业合作横向项目 4 项；发表学术论文 30 余篇，其中 SCI/EI 收录 10 篇；出版教材 2 部、学术著作 1 部；获国家发明专利 2 项，实用新型专利 4 项；获河南省科技进步奖二等奖 1 项，优秀论文一等奖 2 项				

一、申请理由（包括自身具备的知识条件、自己的特长、兴趣、已有的实践创新成果等）

1、项目组成员多为郑州大学信息工程学院机器人实验室队员，在机器人实验室期间已经对 STM32、AVR128、STC51 等多种单片机进行了深入学习，反复调试机器人的过程中对电路知识也有了一定的了解。项目成员已学习模拟电子电路、数字电子电路、微机原理与接口技术、单片机原理、DSP、通信控制原理、机械原理、机械振动学等多门专业课，对自身专业以及项目相关领域有着浓厚兴趣，希望有机会把自己所学的编程、电路、通信、机械等知识与实际相结合，将所学付诸实践；

2、项目依托郑州大学信息工程学院机器人实验室、郑州大学智能机器人协会。实验室有烙铁、电源、示波器、万用表等必要的电路焊接、调试工具，同时有单片机、ARM、DSP 等多种开发板，方便学习、实验。实验室和协会都有许多有着同样兴趣爱好、有实力的同学，学术氛围浓厚，研讨、交流问题十分方便。同时项目组负责人也具有丰富的管理、组织经验，能够合理安排工作任务，把各成员的能力充分发挥出来。

3、以往参加过的机器人比赛中，灭火机器人项目花样繁多，比赛过程中对其整体方案和工作原理已进行详细了解与探讨。在此基础上进行创新、升级、系统优化设计。

4、指导老师多次带领机器人实验室队员参加中国机器人大赛、河南省机器人大赛，并获得多项奖励，对机器人设计制作、嵌入式系统开发有多年研究经验，可以很好地指导我们的研究项目。

二、项目方案

具体内容包括：

1、项目研究背景（国内外的研究现状及研究意义、项目已有的基础，与本项目有关的研究积累和已取得的成绩，已具备的条件，尚缺少的条件及方法等）

2、项目研究目标及主要内容

3、项目创新特色概述

4、项目研究技术路线

5、研究进度安排

6、项目组成员分工

一、研究背景

1、近几十年中，大量的高层、地下建筑与大型的石化企业不断涌现。由于这些建筑的特殊性，发生火灾时，不能快速高效的灭火。消防人员不可能在短时间内到达高处的火灾发生地点，在地下建筑中，由于环境比较潮湿，烟气不易扩散，消防人员不容易快速的判定火源位置；而在石化企业发生火灾时，将产生大量的毒气，消防人员在灭火时极易中毒。为了解决这一问题，尽快救助火灾中的受害者，最大限度的保证消防人员的安全，消防灭火机器人研究被提到了议事日程。

2、各国由于火灾造成的损失巨大。而往往火灾尚在初期时，若能及时发现并尝试进行扑灭，火势就很容易得到遏制。但是在一些工业化车间、工厂或其它较危险区域无人监管时，一旦火源出现，便难以及时发现火源并进行处理，后果不堪设想。研制能够用于这些场合的智能灭火机器人（系统），协助消防人员进行火源的检测、定位、灭火，将有极大的社会意义。

3、目前市面上大多数自主灭火机器火源检测、定位范围小、不精确，灭火效率低，高端机器又体积巨大、行动不便，总体来说实用、可行性较差。本项目对目前市面上普遍的灭火机器进行系统优化设计，克服其不足，探索新型灭火机器人研发技术，提供优质灭火机器人技术资源。创新的同时提高其实用、可行性，对相关市场也起到引领、推动作用。

二、研究目标

1、对目前市面上普遍的灭火机器进行系统优化设计，增强其实用、可靠性，使其具备

a、全空间、全方位精确检测、定位火源

b、全区域高效循迹趋近火源

c、迅速、准确锁定焰心并尝试多种方式扑灭火源

d、自主避障、归位

e、实时影像监控，远程警报、通知、等功能

2、克服大多数灭火机器人火源检测范围小、定位不精准、趋近火源低效、焰心难以锁定和高端智能机器人体积庞大、行动不便、价格十分昂贵等不足，使灭火机器人能够广泛走进现代工业化工厂，为人所用；

3、使灭火机器人能够在火势蔓延初期迅速、准确定位、扑灭火源，最大限度地减小火灾损失，真正起到火灾初期预防、遏制功效；

4、探索新型灭火机器人研发技术，尝试扩大、优化灭火机器人市场，提供优质灭火机器人技术资源；

三、主要内容

1、主机操作环境配置：

PC 主机需装备与上位机全景摄像头设备相适配的完整编程、操作环境和函数库；

2、上位机全景摄像头硬件置备及程序调试：

购置上位机网络全景摄像头设备并对相关硬件进行装配，编写、调试、优化算法程序并测试、完善上位机全景摄像头功能；

3、下位机机器硬件置备及程序调试：

购置下位机机器完备部件（如主控板、通信模块、驱动模块、火源检测、避障模块以及主体构架材料等）并对其进行硬件检测、调试；设计机器机械结构并组装成型；编写、调试、优化算法程序并导入下位机机器；

4、可灭火区域、趋近火源路径规划、测试

设计、规划多种可灭火覆盖区域、趋近火源路径，不断测试、优化达到可灭火覆盖区域最大化及火源趋近路径最优化；

5、系统整体测试、优化、验收：

整体试运营体验操作，保证各个设备协调运行完好，针对不可行之处予以优化、完善，达到预期目的效果；

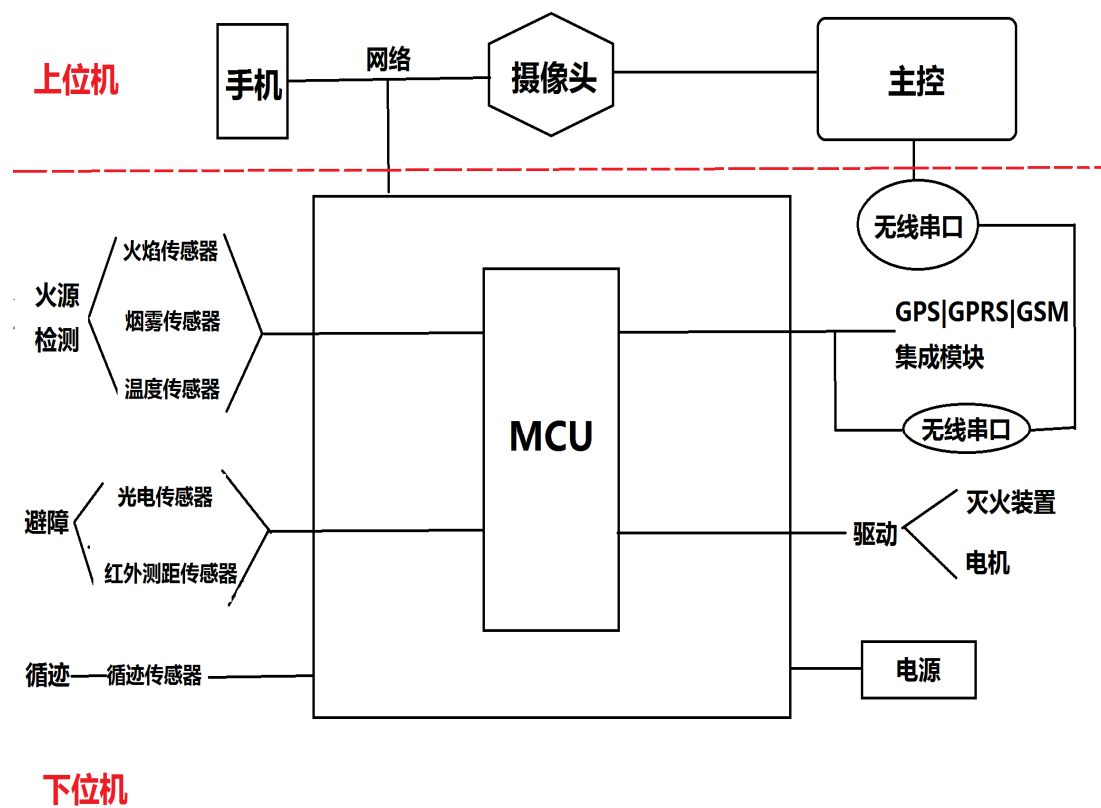
6、正式投入运营，并对系统进行实时监测、定期维护、革新完善。

四、创新特色

- 1、全景摄像头检测、定位火源，火源识别高效、范围广；
- 2、循最佳路径趋近火源，迅速、有效；
- 3、近距离自主、遥感结合发现、靠近火源；
- 4、图像、传感器结合准确定位焰心；
- 5、远距离实时监控、通知、遥感，火灾预防多重保障；

五、技术路线

1、核心器件



系统核心器件总体结构图

智能灭火机器人系统整体由上、下位机两部分组成：

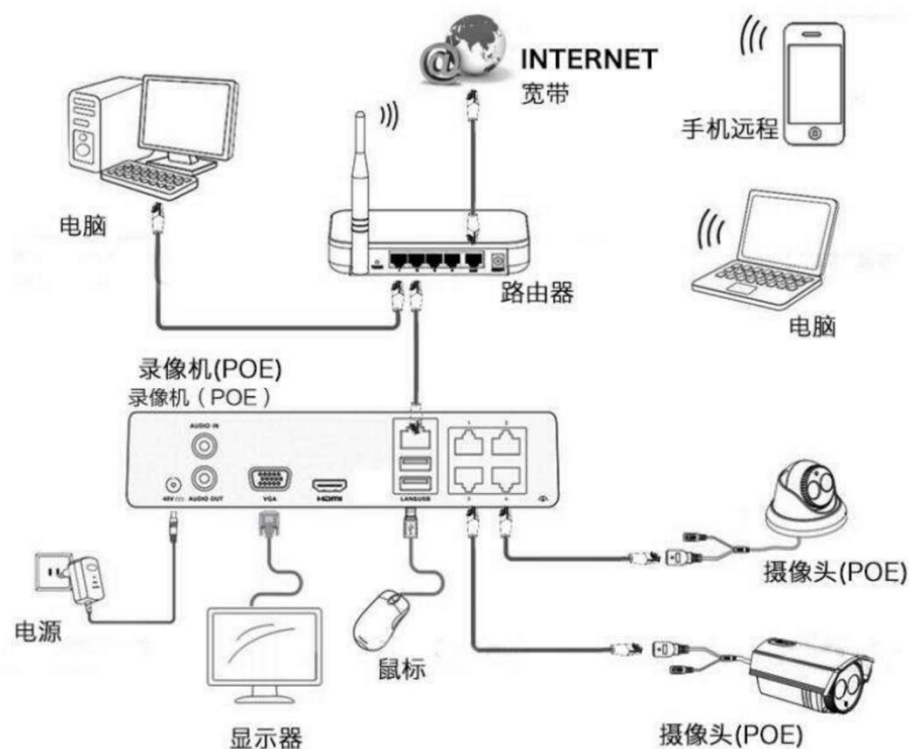
上位机：网络全景摄像头、主控、移动端；

下位机：主控板（stm32）、通信模块、火源检测模块、避障模块、循迹模块、驱动（灭火装置、电机）模块、电源；

2、技术原理

①上位机、主控：

网络摄像头|主控（PC 机）



上位机系统示意图

本项目利用主控（PC 机）通过网络摄像头在整个空间建立坐标系，并划分易着火区域，均匀覆盖全空间。在可灭火覆盖区域内通过 OpenCV 进行火源检测、识别、定位，主控将得到的火焰图像进行信息分析处理，得到其颜色、外形、坐标等信息并通过无线串口向下位机发送指令。远程移动端可连接网络摄像头进行现场实时监控，掌握现场情况。

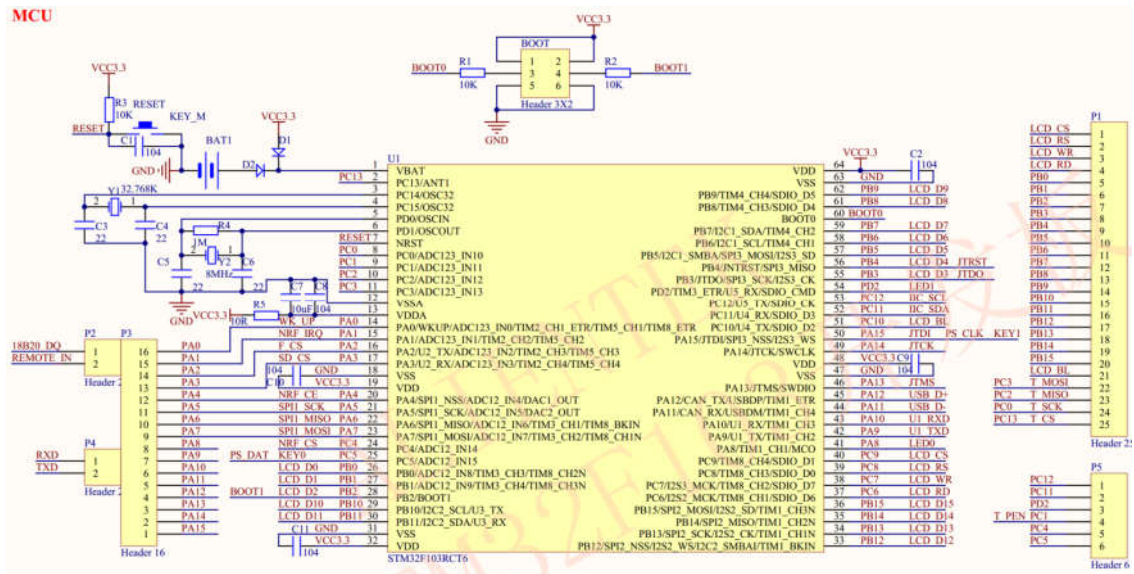
②下位机：

下位机：主控板（stm32）、通信模块、火源检测模块、避障模块、循迹模块、驱动（灭火装置、电机）模块、电源等；

主控板（STM32）

主控板采用 STM32 作为下位机系统主控卡，连接无线串口接收上位机指令，控制

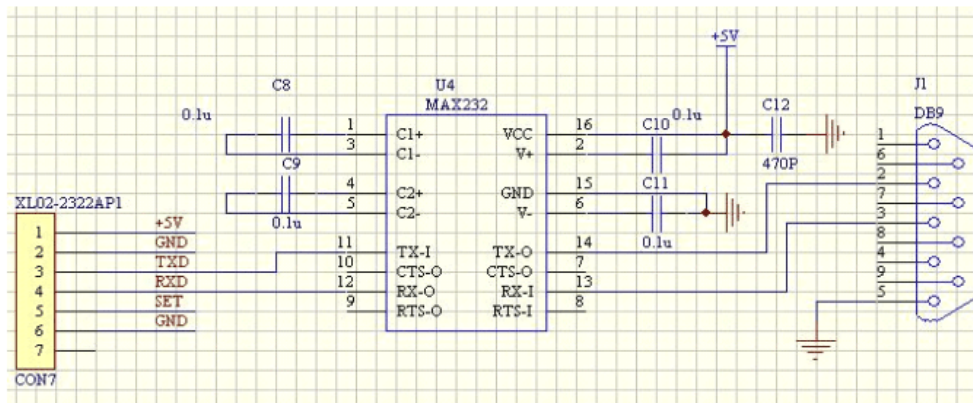
火源检测、避障、循迹、驱动模块，通过 GPRS|GSM 模块远程与移动端通信。



STM32 电路原理图

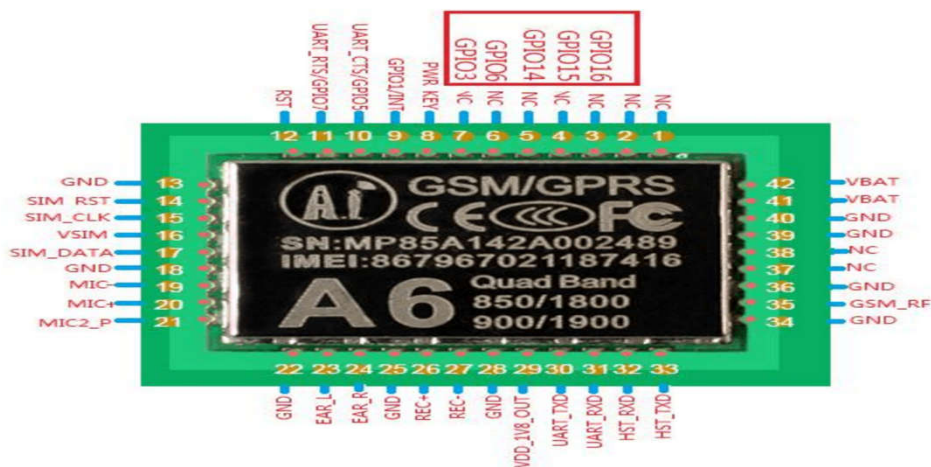
通信模块（无线传输模块 XL02-232AP1、远程通信模块 GPRS|GSM 集成模块）

无线通信选用 XL02-232AP1 无线通信模块



XL02-232AP1 电路原理图

远程通信选用 GPRS | GSM 集成模块



GPRS | GSM 模块管脚图

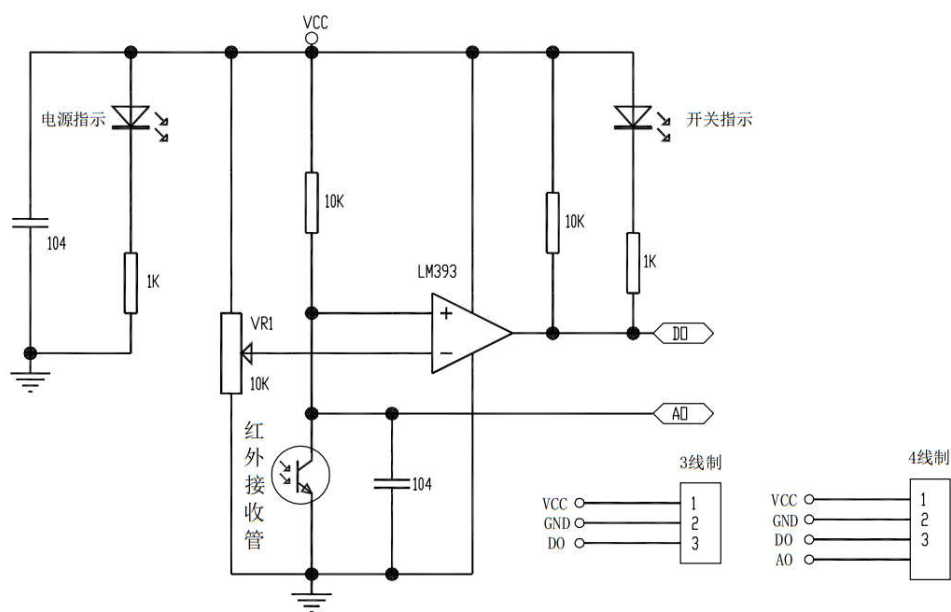
火源检测模块（摄像头+火焰、烟雾、温度传感器）

火源检测选用摄像头（OV7620）+火焰、烟雾、温度传感器



OV7620

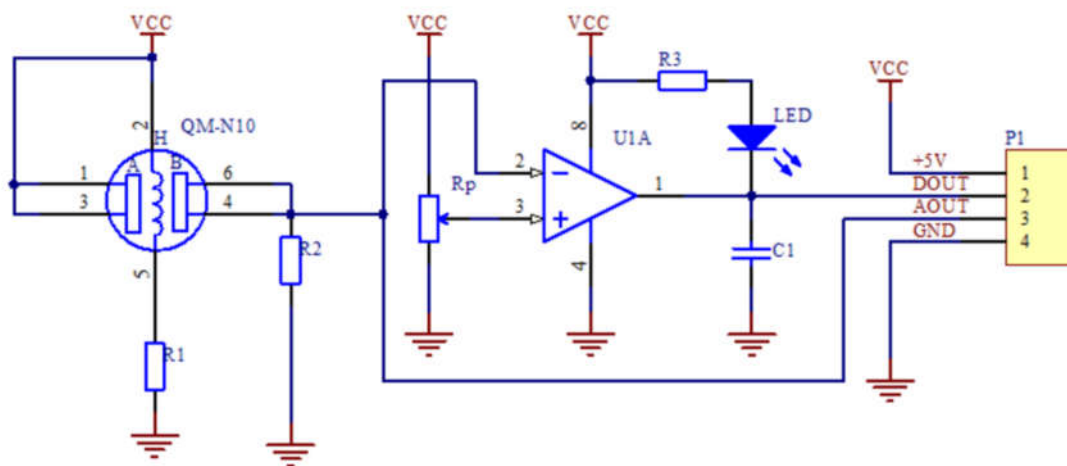
OV7620 是 1/3" CMOS 彩色/黑白图像传感器。它支持连续和隔行两种扫描方式, VGA 与 QVGA 两种图像格式; 最高像素为 664×492 , 帧速率为 30fps; 数据格式包括 YUV、YCrCb、RGB 三种, 能够满足一般图像采集系统的要求



火焰传感器电路原理图

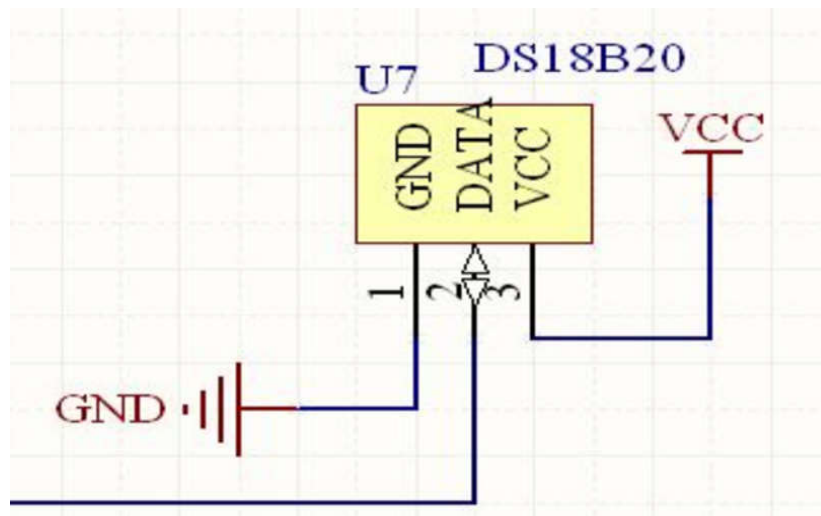
远红外火焰传感器能够探测到波长在 700 纳米~1000 纳米范围内的红外光，探测角度为 60°，远红外火焰探头将外界红外光的强弱变化转化为电流的变化，通过 A/D 转换器反映为 0~255 范围内数值的变化。外界红外光越强，数值越小；红外光越弱，数值越大。

烟雾传感器选用 MQ-2 烟雾传感器模块，适用于家庭或工厂气体泄漏监测装置



烟雾传感器电路原理图

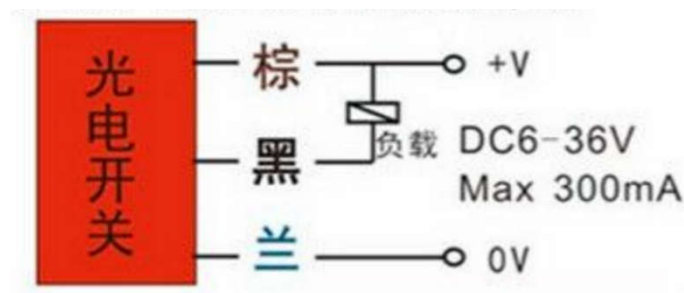
温度传感器选用 DS18B20 数字温度传感器



温度传感器使用电路原理图

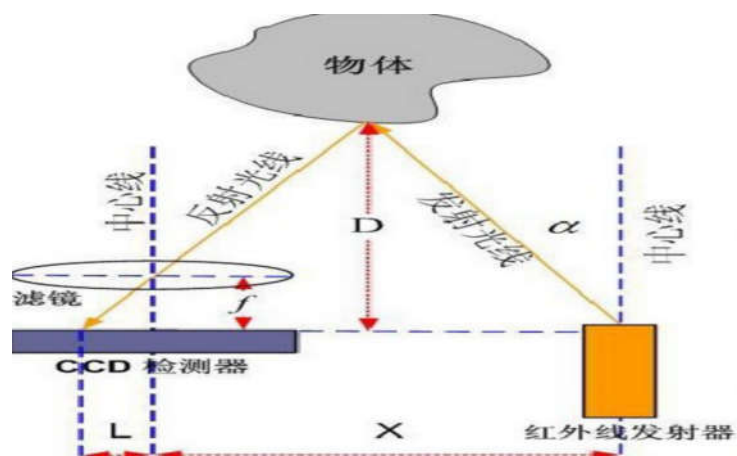
避障模块（光电、红外测距传感器）

E3F-DS30C4 光电



光电传感器电路原理图

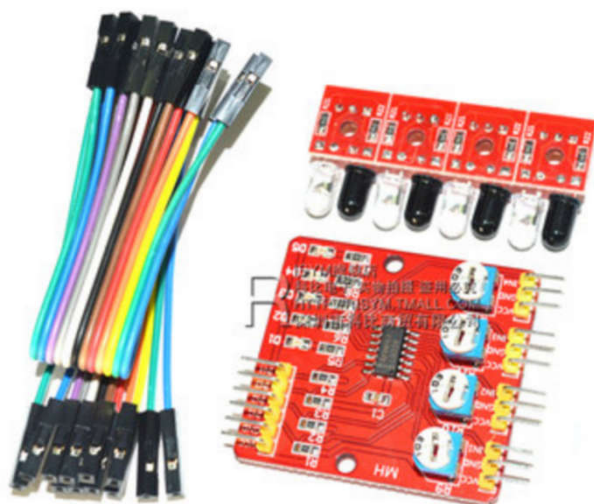
GP2D12 红外测距传感器



红外测距传感器工作原理

循迹模块（循迹传感器）

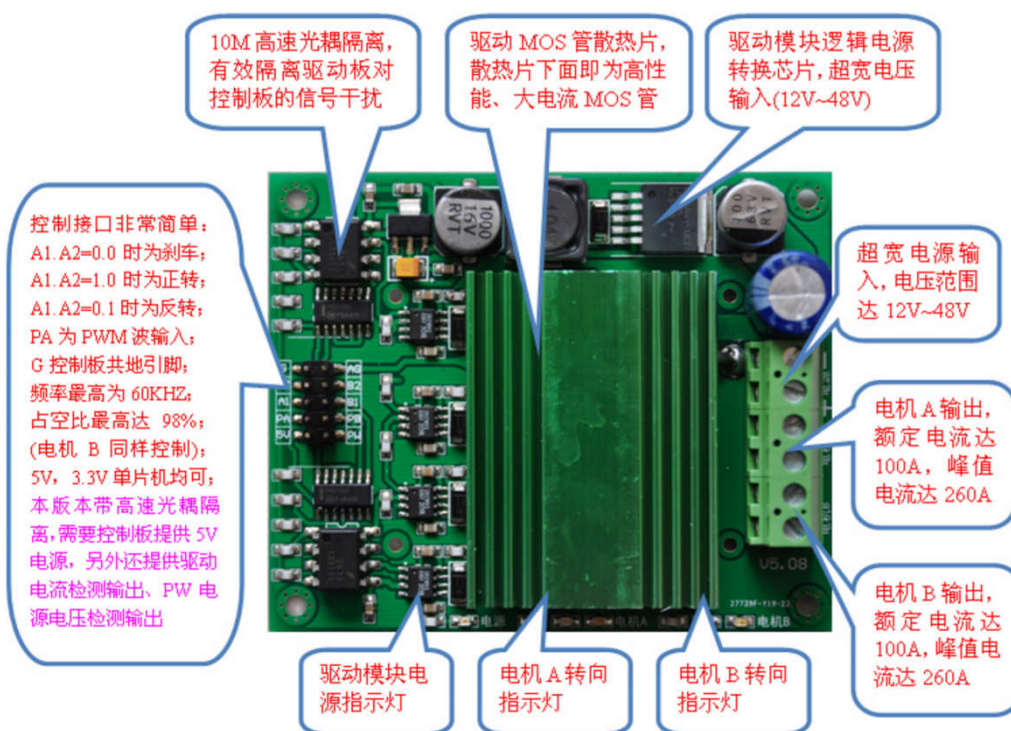
循迹使用循迹传感器，即红外对管。和火焰传感器原理相似，红外对管一个发射一个接收。



循迹传感器外观示意图

驱动（灭火装置、电机）模块

驱动选用超大功率 H 桥驱动模块，驱动电机和灭火装置（小型高压水泵）



驱动介绍示意图

电机采用 MAXON 直流电机

额定电压 (V)	24
额定电流 (mA)	800MA
空载电流 (mA)	20MA
转速 (转/分)	420rpm(空载) /390rpm(额定)

电机主要性能参数

灭火装置采用小型高压水泵，由传输管连接到移动储存箱（内装灭火剂），检测到火源并进行焰心锁定后开始喷射灭火剂。

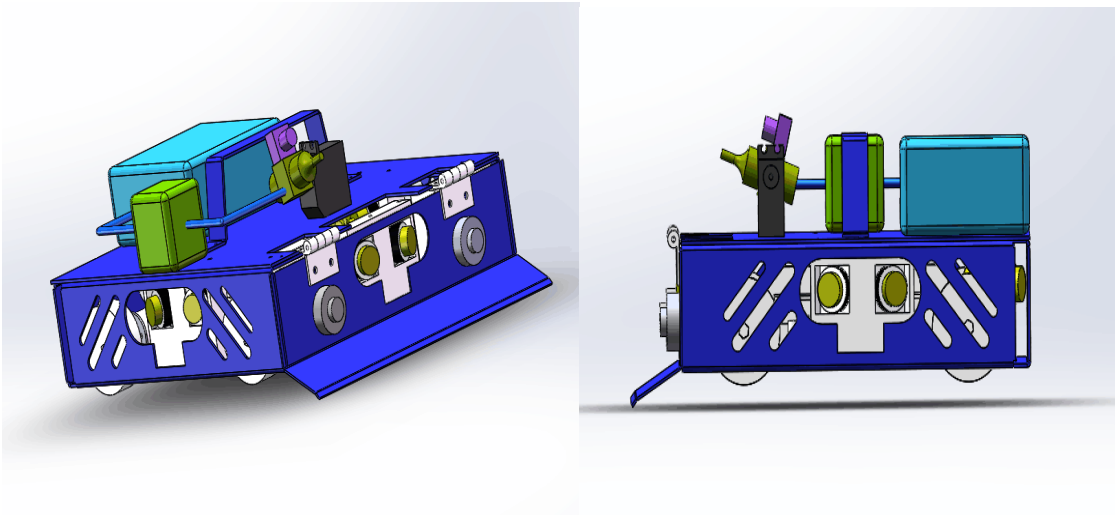
电源

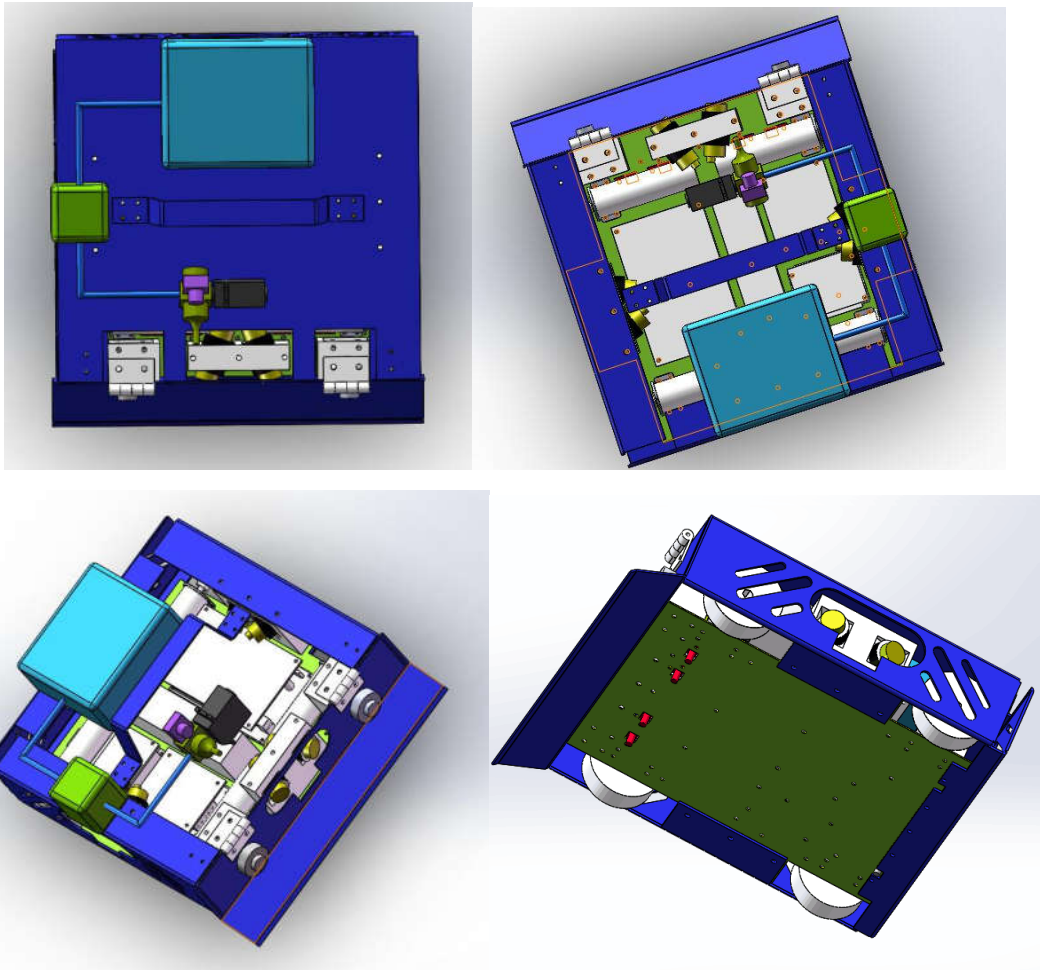
采用 4S 锂电池，容量 5200mah，额定电压 14.8V，35C 超大放电能力。



电源外观图

机器主体机械结构





下位机机器三维立体模型图

以上为本项目下位机灭火机器主体机械结构，整体采用长方体型简约设计，体积适当、行动便捷。主控板、驱动模块、电源经封装后将置于机器中部，通信模块连接其上；在机器四周合理布置火源检测、避障、循迹传感器；将在机器上方配置带摄像头的可调节喷头、小型高压水泵和储存箱，其间由传输管相连；由驱动带动电机和水泵运转，提供机器行动、灭火充足动力。

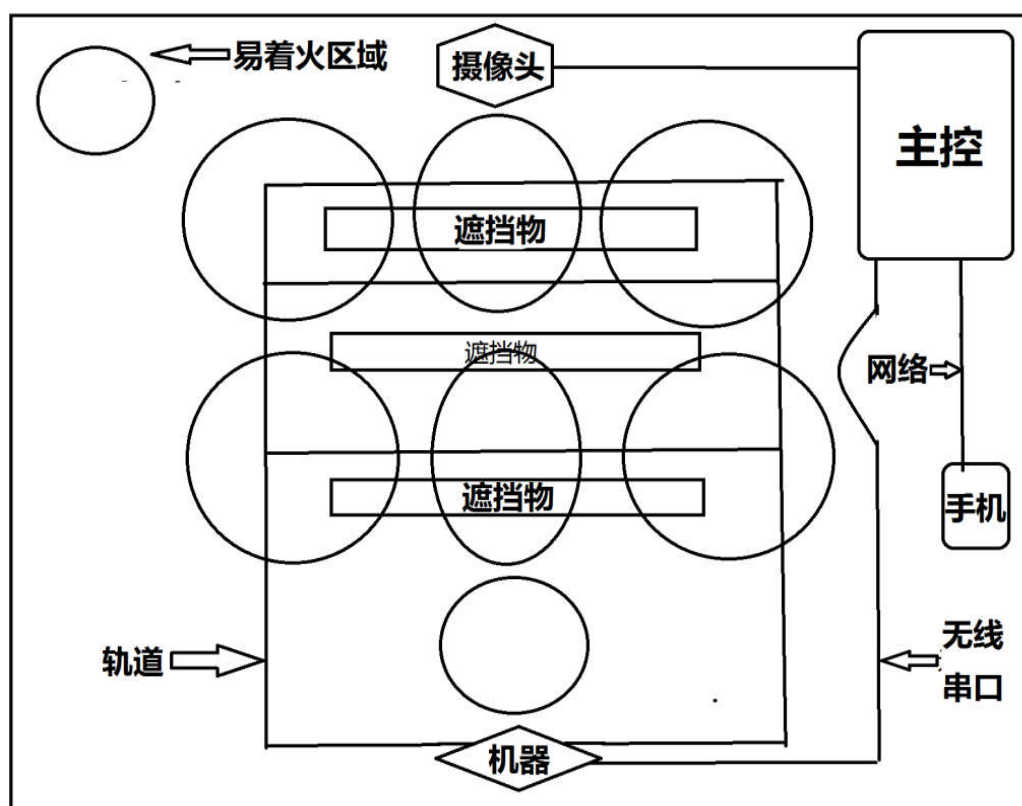
③软件设计、程序编写：



系统软件、语言示意图

3、实现方案

①系统主要功能演示：



系统功能演示示意图

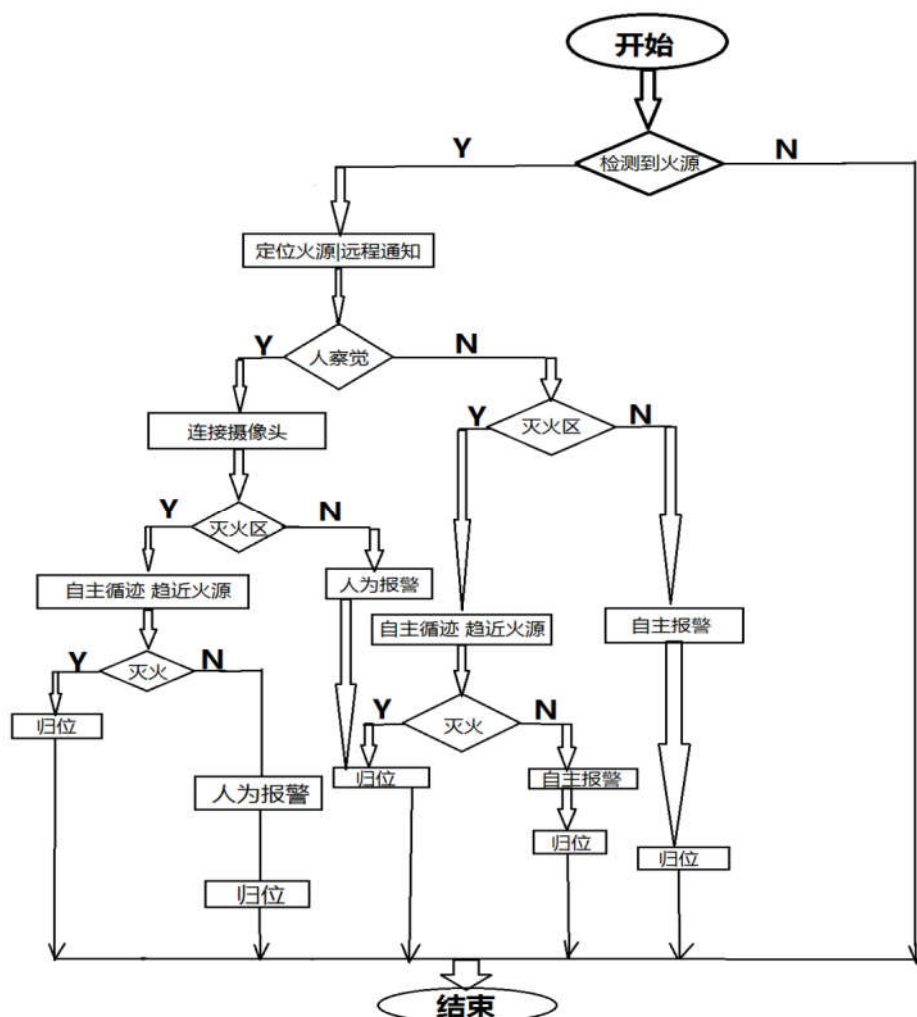
在一定空间中，位于上方合理、均匀布置网络全景摄像头覆盖全空间并连接至主控；

上位机网络全景摄像头在可灭火覆盖区域内进行火源检测、识别、定位，主控将得到的火焰图像进行信息分析处理，得到其颜色、外形、坐标等信息并通过无线串口向下位机发送指令；

下位机灭火机器通过无线串口接收指令后循最优路径趋近火源，近火源后开启自主寻找火源模式，依靠自身传感器发现火源，尝试灭火；

同时系统向远程移动端发送信息提示，移动端可以通过连接网络摄像头实时监控现场情况。

②系统核心算法：



系统核心算法流程图

③关键技术工作：

- 上位机|主控
 - a、网络全景摄像头硬件功能实现原理；
 - b、主控系统软件、语言、操作环境配置；
 - c、火源检测、定位、无线传输等程序编写及功能实现；
- 下位机
 - a、机器机械结构设计、优化、制作；
 - b、最优路径循迹趋近火源、焰心锁定、灭火等程序编写及功能实现
 - c、机器硬件功能实现原理、整体组装、电路连接等；
- 可灭火覆盖区域及最优趋近火源路径设计、优化；
- 整体测试、完善、验收；

六、进度安排

- 1、2017 年 5 月—6 月，完成项目理论准备；
- 2、2017 年 7 月，机器机械结构设计、完成所有硬件的购买、置备；
- 3、2017 年 8 月，完成上位机与主控适配、下位机机器的组装、电路的连接；
- 4、2017 年 9 月-2018 年 2 月，完成上、下位机主控程序编写，可灭火覆盖区域及最优趋近火源路径设计，实现系统主要功能；
- 5、2018 年 3 月-2018 年 5 月，系统整体测试、完善、优化、验收，项目完成。

七、成员分工

- 戴镇原——上位机、主控操作环境配置、程序编写；
- 冯齐全——下位机操作环境配置、程序编写；
- 李梅杰——上位机、主控操作环境配置、程序编写；
- 窦晨丹——下位机操作环境配置、程序编写；
- 张辉——可灭火区域、最优循迹路径、下位机机器机械结构设计；

三、学校提供条件（包括项目开展所需的实验实训情况、配套经费、相关扶持政策等）

1、学校开放电工电子、机器人等实验室供项目组进行创新实验；

项目组成员多为郑州大学信息工程学院机器人实验室队员，在机器人实验室期间已经对 STM32、AVR128、STC51 等多种单片机进行了深入学习，反复调试机器人的过程中对电路知识也有了一定的了解。项目成员已学习模拟电子电路、数字电子电路、微机原理与接口技术、单片机原理、DSP、通信控制原理、机械原理、机械振动学等多门专业课，对自身专业以及项目相关领域有着浓厚兴趣，希望有机会把自己所学的编程、电路、通信、机械等知识与实际相结合，将所学付诸实践；

项目依托郑州大学信息工程学院机器人实验室、郑州大学智能机器人协会。实验室有烙铁、电源、示波器、万用表等必要的电路焊接、调试工具，同时有单片机、ARM、DSP 等多种开发板，方便学习、实验。实验室和协会都有许多有着同样兴趣爱好、有实力的同学，学术氛围浓厚，研讨、交流问题十分方便。同时项目组负责人也具有丰富的管理、组织经验，能够合理安排工作任务，把各成员的能力充分发挥出来。

2、学校在保证项目经费按时发放的前提下针对优秀项目给予适当奖励，有利于调动学生双创积极性；

3、学校专门设立了大学生创新创业机构指导辅助学生进行双创，学生根据实际情况可以申请相关双创支持资金。

四、预期成果

1、成功对目前市面上普遍的灭火机器进行系统优化设计，增强其实用、可靠性，使其具备

- a、全空间、全方位精确检测、定位火源
- b、全区域高效循迹趋近火源
- c、迅速、准确锁定焰心并尝试多种方式扑灭火源
- d、自主避障、归位
- e、实时影像监控，远程警报、通知、等功能

2、成功克服大多数灭火机器火源检测范围小、定位不精准、趋近火源低效、焰心难以锁定和高端智能机器人体积庞大、行动不便、价格十分昂贵等不足，使灭火机器人广泛走进现代工业化工厂，为人所用；

3、成功使灭火机器能够在火势蔓延初期迅速、准确定位、扑灭火源，最大限度地减小火灾损失，真正起到火灾初期预防、遏制功效；

4、深入探索新型灭火机器人研发技术，扩大、优化灭火机器人市场，提供优质灭火机器人技术资源；

5、成功发表相关论文、专利，成立“智能灭火机器人系统研发公司”，并与其他相关领域公司进行交流、合作，保证能够长期运营下去。

五、经费预算

具体包括：

- 1、调研、差旅费；
- 2、用于项目研发的元器件、软硬件测试、小型硬件购置费等；
- 3、资料购置、打印、复印、印刷等费用；
- 4、学生撰写与项目有关的论文版面费、申请专利费等。

1、相关资料及图书购买打印（包括 VS|OpenCV|C|C++等软件语言开发相关书籍，单片机学习相关书籍，电路设计等相关书籍）—0.1 万元；

2、网络全景摄像头购买—0.15 万元；

3、适配主控（PC）购买(图像处理对主控配置要求较高)—0.5 万元；

4、各类传感器购买—0.2 万元；

5、通信模块、驱动模块（含灭火装置、电机）、电源购买—0.2 万元

6、电路设计加工：1) 主控板芯片—0.03 万元；

2) pcb 板—0.02 万元；

3) 电容电阻等元器件—0.02 万元；

4) 焊接工具—0.02 万元；

7、机械结构、场地模型设计、加工、制作—0.06 万元；

8、发表相关论文、专利费用—0.2 万元

六、导师推荐意见

签名：

年 月 日

七、院系推荐意见

院系负责人签名： 学院盖章：

年 月 日

学院盖章:

年 月 日

八、学校推荐意见：

学校负责人签名： 学校公章

年 月 日

学校公章

年 月 日

注：表格栏高不够可增加。