

# 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项目申报表

项目名称: 基于 51 单片机的智能交通调控系统				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学号	专业	性别	入学年份
何梦颖	201523060204	能源与动力工程	女	17673656601
陈灿辉	201523060103	能源与动力工程	女	13787244221
刘志成	201659060221	自动化	男	18390927803
刘博文	201649060116	新能源科学与工程	男	15700702251
指导教师	胡章茂	职称	讲师	
项目所属一级学科	动力工程与工程热物理	项目科类(理科/文科)	理科	
<b>学生曾经参与科研的情况</b> 1. 参与基于 51 单片机的红外防盗报警系统设计 2. 参与混流式水轮机转轮叶片裂纹检测技术研究, 为校级创新型实验结题项目 3. 参加电苑杯获团体二等奖 4. 参与混流式水轮机转轮叶片裂纹检测技术研究				
<b>指导教师承担科研课题情况</b> 1. 国家自然科学基金青年基金, 51406016, 辐射流体力学方程基准解及谱方法高精度求解, 主持; 2. 湖南省教育厅一般项目, 14C0033, 基于谱方法的辐射流体力学方程数值算法研究, 主持; 3. 湖南省自然科学基金青年基金, 14JJ3088, 多孔介质内低热值燃气燃烧特性及机理研究, 主持; 4. 中央高校基本科研业务费博士研究生项目, N100609003, 谱方法求解复杂条件下辐射及其耦合传热, 主持。 5. 能源高效清洁利用湖南省高校重点实验室开放基金项目, 2015NGQ007, 多孔介质预混燃烧技术模拟研究, 主持。				

6. “可再生能源电力技术”湖南省重点实验室开放基金项目, 2015ZNDL001, 太阳能电池硅片微/纳米结构表面辐射换热特性研究, 主持。

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题

## 1. 项目总体方案

随着人们生活水平的不断提高, 私家车的数量以相当大的百分比不断提升, 不仅导致交通日益拥堵, 而且汽车尾气的排放量也随之增加, 由此引起了一系列的雾霾, 大气变暖等环境问题。“总理基金雾霾成因研究项目”表明, 汽车尾气排放是  $\text{NO}_x$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、EC 及 OC 等构成雾霾主要成因污染物的主要来源之一。减少汽车的交通拥堵, 从而减少汽车尾气排放, 对缓解目前的能源与环境问题具有重要的意义, 已引起了社会的广泛关注。因此, 本项目设计一种可以根据实时车流量大小对交通信号灯进行调控以减少交通拥堵问题的系统, 从而减少汽车的无效运行, 减少汽车尾气排放。大量的调查与研究, 在研究大量的相关论文与报刊, 并结合生活实际的基础上, 提出了基于 51 单片机的智能交通信号灯调节系统的相关原理及方案。

本项目的总体方案为: 将车流; 量检测系统布置在路口, 检车各个路口的实时车流量, 将检车数据传递给分析系统, 分析系统采用多目标优化方法对交通信号的控制策略进行优化, 以整体达到交通通畅, 最省时为目的, 然后分析系统将信号灯控制策略传递到交通信号控制系统, 对信号灯进行控制, 从而实现对交通的优化控制, 降低堵塞, 提高道路的通行率。

## 2. 车流量检测系统

51 单片机的智能交通信号灯调节系统主要对每个方向上的车流进行统计, 通过距离十字路口的激光测距传感器和一个在单片机上运行的分配算法程序来实现。在一定的时间内, 每当有车辆通过时, 激光测距仪得到车距路边的距离, 单片机通过这个距离识别被测车辆所在车道, 并对相应车道车流数值加一, 从而得到一定时间内通过对应车道的车辆数目, 再与芯片内置的计时器所计时间进行除法运算, 从而得到对应车道车流量在一段时间内的平均数据。我们主要解决的是对红外线的具体选型, 支架设计, 安装间距和数量, 以及车流量计算程序的开发和固定等问题。

如图 1 所示, 初步设想分别在道路两旁安装红外传感装置, 传感装置检测得到的车流量数据为测量数据, 测量数据与实际数据之间近似成比例。比值大小将由我们到城市多个十字路口进行调研统计, 分别统计在实际道路中测量值与实际值的大小, 再利用线性回归等方法对数据进行整理分析, 最后得到一个较为可靠的比值。因此, 在实际应用此装置进行车流量监测的过程中, 用测量值乘以此比例, 即为较可靠的实际车流量大小数据。

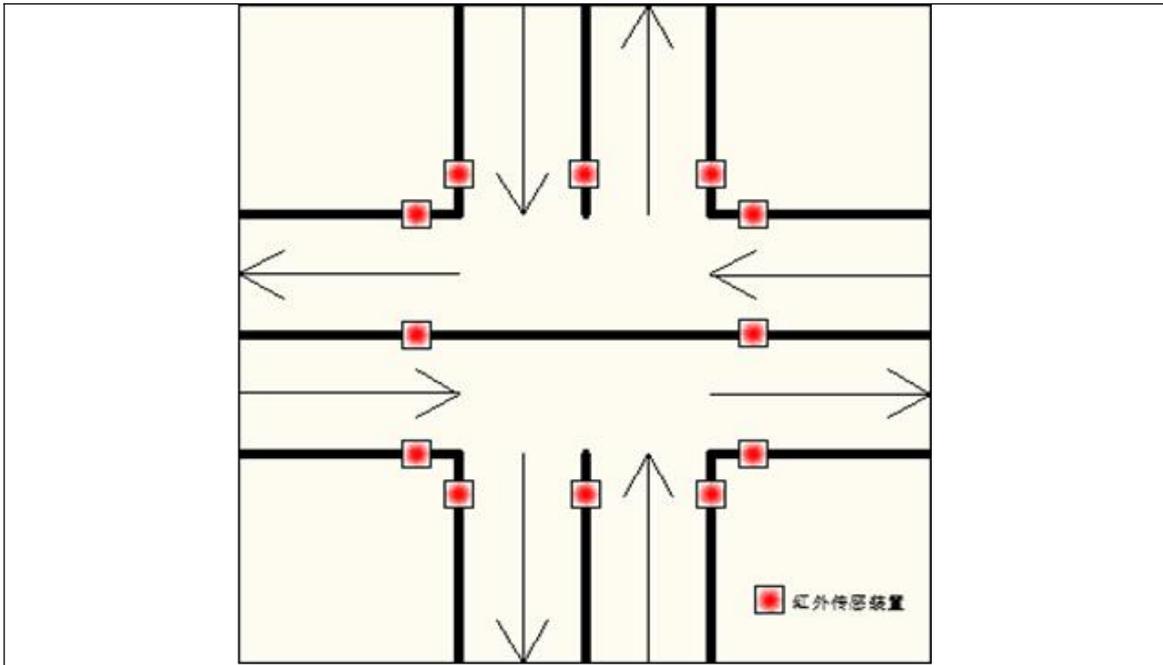


图1 红外激光测距布局图

### 3. 交通信号灯控制系统

整个系统以 51 系列单片机作为主控制器、多个 M12 红外对射传感器、电源原适配器、受控交通灯模型相互协调组成一个智能车流监控与交通动态时间分配系统。首先在十字路口各入道路段安装一组红外对射探测装置，当车辆经过路口后端与前端的十字路口时都会触发红外探测装置向中央处理器发送检测电信号，主控器（中央处理器）主要实现交通灯动态时间分配的算法，以及完成信号采集处理记录，并向交通灯发送控制命令以实现根据实时路况车流下的动态交通指挥（如图 2）。

在特定的信号灯变换规则之下，根据每个方向上车流量的大小情况以及通往各个方向的车流量大小，对每种信号灯状态之间的时间分配按车流量大小关系进行实时调节。同时，当系统分析发现目前的信号灯变换规则不是最优变换规则时，系统会自动变换交通信号灯变换规则。通过对交通信号灯变换规则和各状态的时间长短的灵活调整，进而调整了车流量相对较少的方向上绿灯时间的长短，用节约的部分时间用以疏通车流量较大的方向上的车辆，减少了汽车在十字路口的滞留时间，大大的降低了汽车尾气及燃油的消耗总量，同时缓解了日益严重的交通堵塞问题，既节能又环保。

在实现以上功能后，我们将继续对此系统进行改进，将根据不同的车流量情况适当的实时调整交通信号灯的变换方案，使十字路口交通信号灯一直保持最优变换方案，使智能实时调控系统的合理性及适应性有较为明显的提升。

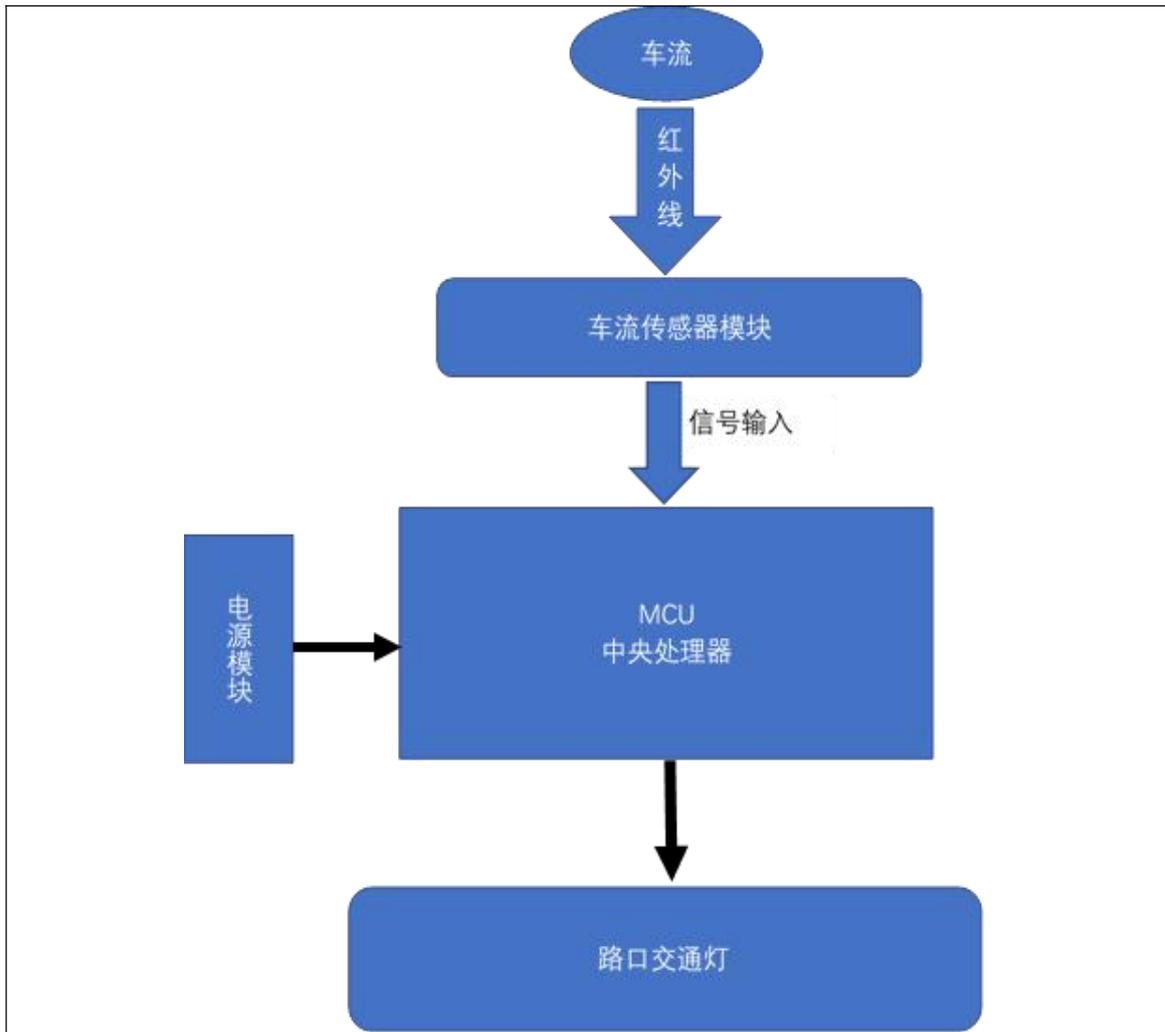


图2 智能交通控制系统图

## 国内外研究现状和发展动态

### 一、我国交通系统发展现状

公路，一般细分为高速公路、农村公路、普通公路等，中国公路发展至今，业绩明显，一定程度上满足了交通要求，但是也暴露了不少问题，需要进一步探讨、改善，以更好的交通建设满足中国实际的发展需要！

对于拥有 13 亿人口和 960 万平方公里国土面积的国家而言，交通对国民经济的发展具有基础性、先导性的作用。我国政府始终把发展交通运输作为国家经济建设的重点。政府已形成的理念是“经济发展，交通先行”，老百姓已形成的理念是“要想富，先修路”。

#### (1) 我国公路建设规模快速增长。

我国城镇化率从 1990 年的 26%快速上升到 2015 年 56.10%，年均提高 1 个百分点。根据国内相关发展规划和联合国预测，预计到 2020 年城镇化率将达到 60%以上。

我国城镇化的发展也促进了公路的建设，截至 2013 年底我国高速公路里程已经达到了 10.44 万公里，超过美国，成为世界高速公路总里程第一的国家。截至 2015 年底，我国高速公路里程增至 12.54 万公里，已经超过了我国交通运输“十二五”规划，到 2015 年，国家高速公路通车里程为 10.8 万公里的规划目标。截止到 2017 年底，全国公路总里程 477.35 万公里，比上年增加 7.82 万公里；公路密度 49.72 公里/百平方公里，增加 0.81 公里/百平方公里；公路养护里程 467.46 万公里，占公路总里程 97.9%；全国四级及以上等级公路里程 433.86 万公里，比上年增加 11.31 万公里，占公路总里程 90.9%，提高 0.9 个百分点；二级及以上等级公路里程 62.22 万公里，增加 2.28 万公里，占公路总里程 13.0%，提高 0.3 个百分点；高速公路里程 13.65 万公里，增加 0.65 万公里；高速公路车道里程 60.44 万公里，增加 2.90 万公里。国家高速公路 10.23 万公里，增加 0.39 万公里。



图 3 2013-2017 年全国公路总里程及公路密度

此外，随着中国的经济发展与城市化进程，中国的汽车保有量急剧增加，截止到 2017 年底，中国汽车年销量已连续 8 年世界第一，目前我国汽车保有量 2 亿辆，保有量占全球 20%，销量占全球 30%。目前我国千人汽车保有量 140 台，但总体而言仍属于年轻的汽车消费市场，这说明中国的汽车保有量将还有非常大的空间。图 3 给出了中国 2006-2016 年 10 年间汽车的保有量的统计，从图中可以看到，中国的汽车保有量年均增加 20% 以上，然而，我国的道路用地面积水平相对偏低，尤其是城市道路用地面积严重不足，人均不到 10 平方米，虽然近年来道路用地面积在不断扩大，但与机动车的增长速度相比较，现有的道路容量无法满足不断增加的机动车所带来的交通需求，以上海、北京等为代表的特大型城市，全天饱和度高达 70%，堵车现象极为严重，给交通运输的发展带来了巨大的影响。



图4 2006-2016年全国汽车保有量

目前,我国的交通管理水平的落后也是造成交通堵塞的重要原因。国外已采取了先进的智能交通管理技术实现道路交叉口和道路通行的全面控制,相比较之下,我国在交通智能化管理方面普及程度还不够,在管理的技术上还无法实现对人、车、路的综合考虑,不能准确预测和引导交通需求,交通信息不畅,道路利用率偏低,导致交通管理不善,从而加剧了交通资源浪费、交通拥挤和交通环境严重污染。

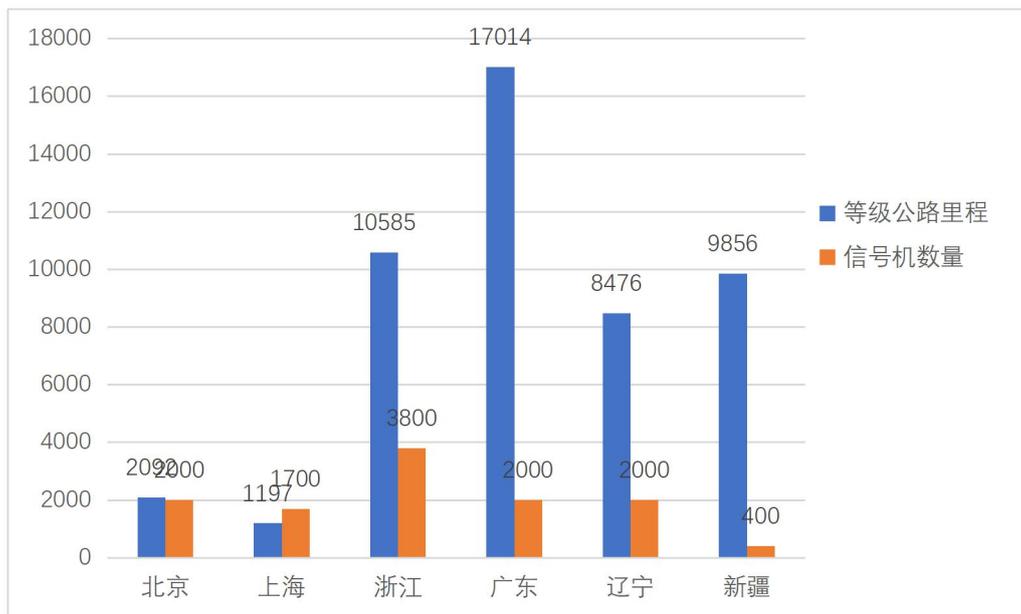


图5 我国部分地区等级公路里程与信号机数量对比图

## 二、智能交通系统国内外研究现状

智能交通系统（Intelligent Transportation System，简称 ITS）是未来交通系统的发展方向，它是将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子传感技术、控制技术及计算机技术等有效地集成运用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的，实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。ITS 可以有效地利用现有交通设施、减少交通负荷和环境污染、保证交通安全、提高运输效率，因而，日益受到各国的重视。

### 1、我国发展现状

我国是在 90 年代初开始关注国际上智能交通系统的发展,并首先在城市道路交通管理上开展了一系列科学研究和工程实践。目前，智能交通在我国主要应用于三大领域：

#### （1）公路交通信息化，包括高速公路建设、省级国道公路建设

公路交通领域目前热点的项目主要集中在公路收费，其中又以软件为主。公路收费项目分为两部分，联网收费软件和计重收费系统。此外，联网不停车收费（IETC）是未来高速公路收费的主要方式。

#### （2）城市道路交通管理服务信息化

兼容和整合是城市道路交通管理服务信息化的主要问题，因此，综合性的信息平台成为这一领域的应用热点。除了城市交通综合信息平台，一些纵向的比较有前景的应用有智能信号控制系统、电子警察、车载导航系统等。

#### （3）城市公交信息化

目前国内的公交系统信息化应用还比较落后，智能公交调度系统在国内基本处于空白阶段，也是方案商可以重点发展的领域。在地域分布上，国内的各大城市特别是南方沿海地区对于智能交通的发展都非常重视。

在城市智能交通领域，北京、广州走在我国前列。

（1）北京。目前北京市已初步建成 4 大类 ITS 系统：道路交通控制、公共交通指挥与调度、高速公路管理、紧急事件管理，约 30 个子系统，分散在各交通管理和运营部门。在北京市已颁布的《北京交通发展纲要》中，明确了 2010 年初步实现智能化交通管理的近期目标，并将建立以智能交通系统为技术支持的“新北京交通体系”作为北京城市交通发展的长远目标，其中综合信息平台 and 智能交通控制系统是发展的重点。

（2）广州。作为全国首批智能交通示范城市之一的广州，智能交通系统构建包括广州市交通信息共用主平台、物流信息平台、静态交通管理系统等智能交通系统的主框架。其中共用信息平台已初具规模，实现了羊城通系统、线网规划系统、出租车综合管理平台、联网售票系统、96900 呼叫中心等多个子系统的连接，可以完成数据的采集、分类和有效存储、查询、订阅等相应的数据处理工作，实现了诸多的数据处理功能，提供了初步的交通数据服务功能。

目前，我国的智能交通发展还存在着展业链条发展不健全、核心技术被国外垄断、统一标准和技术规范建设出狱之后状态、资源整合不够，难以发挥系统功能优势等问题

### 2、澳大利亚：先进的智能交通运输系统和交通控制系统

#### ①最优自动适应交通控制系统（SCATS）

SCATS 系统在澳大利亚几乎所有的城市都有使用，目前上海、深圳等城市也采用这一系统。

SCATS 系统的优点是其自动适应交通条件变化的能力，通过大量设在路上的传感器以及视频摄像机随时获取道路车流信息。ANTTS 是其重要子系统，该系统通过几千辆出租车装有的 ANTTS 电子标签与设在约 200 个交叉路口处的询问器通话，通过对出租车的识别，SCATS 系统能够计算旅行时间并对交通网的运行情况进行判断。

澳大利亚的先进系统合作研究中心正在开发一种名叫 TRIRAM 的系统，其主要的目的是通过模拟道路网来预测交通行为以及新的交通流量。

#### ②远程信号控制系统（Vic Roads）

交通拨号系统通过普通的电话线，TCCC 能够连接到 50 个偏远的受控交通灯，可以监测这些信号灯的状态改变它们的参数，为偏远路口的信号控制提供了便利。

#### ③微机交通控制系统（BLISS）

该系统最主要的优点是运行于普通微机上，并可控制 63 个交通灯，目前在布里斯班已超过 500 个信号灯采用 BLISS 系统进行控制。

道路信号系统：是交通控制中心与机动车通信的基础。该系统使用 900MHz 的频率通过路旁询问器与车内电子标签进行通信，电子标签通常是简单的异频雷达收发机，当被询问时可返回一个可被识别的信号。该系统最普通的应用是车辆的不停车收费。

视频数据获取系统：运用视频摄像机监测、识别和计算交通量。通过自动辨识车牌号码来对重型车辆监测、分类、识别，数据可被送到重型车辆监测站，与数据进行对照，该系统能监测到超速车辆、强制停运的车辆。

实量旅行信息系统：通过车载的定位器，计算机软件可以估计每辆车的到达时间，并通过显示屏显示给正在等候的旅客。另外，该系统还可以用于驾驶员通报突发事件。

### 3、日本：现代化的公路智能管理

到 2003 年 6 月末，日本装有汽车导航系统的车辆已达 1200 多万辆，同时装有汽车导航系统和车载信息通讯系统（VICS）接收器的车辆也达 700 多万辆，以上装置可以为驾驶员或其他机动车使用者提供即时道路信息。因此，日本的道路车多而不乱。路上诸多监测器和雷达，随时监控道路情况和采集信息，驾车人可通过情报信息板获取即时道路信息。

#### ①电子收费效率高

ETC 技术相对于传统收费技术来说有两大优势：一是更加适应于多个不同主体运营管理多条收费道路的情况；二是对非法行为、人为破坏和逃费行为有着更强的防范性。从 ETC 的功能来讲，可以根据条件实现收费费率灵活设定和调整，从而提高了收费道路的利用率，最大限度地减少了在收费口的拥堵。

日本最常用的 ETC 收费站采取 3 个门桥的样式，这 3 个门桥分别用于识别车型、识别入口和收费信息传输，其栏杆采用新材料制成，里边为碳素纤维，外边为发泡纤维。在车的时速不低于 80 公里的情况下，门桥可迅速向上打开，万一打不开，也可向前推出，外层的发泡纤维对车体不会造成损害。

## ②排水路面效果好

日本的高速公路处于良好的养护状态，少见坑槽和裂缝，平整度好。日本全国 7000 多公里高速公路，全由道路公团统一管理。全日本 50% 以上的道路采用排水路面结构。从实施效果来看，排水路面具有减噪、防溅水、防滑、防眩光等效果，从而可降低交通事故发生率。

### 3、新加坡：高速公路监控及信息诱导系统

为了提高高速公路的使用效率和行车安全，高速公路需要有先进的监控系统和交通信息发布系统，即 EMAS 对其进行管理。

#### EMAS 的主要功能

##### (1) 提供实时的交通信息

用三种可变电子情报板形式提供前进方向的交通状况或者事故警告。在进入高速公路之前，以及在高速公路出口前的路段，驾驶员能够接收到实时前方的最新交通资料，允许在必要时改变行驶路线。如果不改变路线，至少能掌握所选择路线上延误的原因和情况。

##### (2) 对交通事故的快速响应

EMAS 对监控的道路进行 24 小时检测，可以对交通事故地点进行快速定位并报警，交通控制中心可以快速派出处警人员到达事故现场，在最短时间内使交通再次恢复正常通行。

##### (3) 将交通拥挤减少到最低限度

因为该系统能在交通事故发生的初期就有响应，大大缩短从事故检测到事故处理完的时间，使交通拥挤减少至最低限度。同时，电子信息板及时提供交通信息，使驾驶员有机会避开事故地点，选择其他道路行驶，从而进一步降低交通拥挤。

##### (4) 提高道路安全性

汽车驾驶员在道路上遭遇困难时即可引起系统的注意，可以以最快的方法移去道路上的障碍并清理事故现场，直到保持交通自由畅通，享有更安全的行驶环境。

本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩

1. 参与国家自然科学基金青年科学项目(61304019)“基于 I&I 的非线性离散系统有限时间镇定与观测器研究”，主要负责查阅国内外相关技术文献、基于单片机的红外监控系统开发；

2. 参与湖南省自然科学基金项目(13JJ4059)“基于 I&I 方法的参数不确定非线性离散系统镇定与观测器研究”，主要负责文献检索与算法单片机实现。

3. 参与湖南省教育厅项目(12C0004)“风力发电全功率变流器控制方法研究”，负责变流器的单片机控制系统开发。

4. 基本掌握 51 式单片机基本原理、基本构造、相关的设计理论以及简单的开发理论与方法，具有一些程序开发的基础和经验。

5. 能够较为熟练的运用 Matlab 等辅助软件对项目中的数据进行处理、分析或仿真等。

6. 对交通信号灯工作控制系统有浓厚兴趣，了解其基本原理。并且对我国现有的交通信号灯控制系统有一个较为系统的了解，能认识到我国现有的交通灯控制系统所存在

的弊端，对解决现有问题有自己独特的想法。

7. 十分希望并且有一定的信心对此做出初步的改善，同时对其后续的改进方案也有了初步的设想和方案。

#### 项目的创新点和特色

1. 通过对每个方向上的车辆数目进行直接计数，不仅可以用于计算车流量大小，还可以清楚的反映出每个方向上车辆的滞留情况，从而使得对信号灯的实时调节更加的灵活可靠。

2. 多传感器可以提高系统的可信度，使数据采集更客观，减少对观测目标的假设、提高检测效果，提高抗干扰能力。可以区分人和车辆，扩大了时间和空间的覆盖能力。

3. 根据具体车流量改变交通灯的红绿交替方案，从而提高交通系统的运行效率，有效避免由于固定的红绿灯时间分配导致的交通拥堵，并大幅提高交通系统的运输能力，缓解交通压力，改善交通环境。

4. 大幅降低汽车因不合理停车所产生的停车、起步时的大量尾气排放与能源消耗。

#### 项目的技术路线及预期成果

1. 通过对红外线传感设备进行进一步的研究与实践，设计开发一种稳定性较高的基于红外智能的车流量监测系统；

2. 通过对交通现有问题的进一步了解，对相关文献的进一步研讨，对控制程序的不断修正改进，设计开发一种新型的智能交通信号灯调控系统；

3. 申请专利 1-2 项；

4. 发表高水平相关论文 1-2 篇

5. 在一定范围内，能有效改善交通拥堵的状况，实现交通信号灯智能、动态、灵活的调控。

6. 通过实验可以得到足够的研究数据，对下一步扩大控制范围及功能可以做出更加明确的方案并为打好坚实的基础。

7. 在一定的范围内可以有一定的影响力，吸引更多的人来对此进行研究探讨，号召并鼓励更多的人为能源与环境问题献计献策。

#### 年度目标和工作内容（分年度写）

2017 年 11 月初——2018 年 02 月底：完成交通控制方案讨论与项目申报报告

2018 年 03 月初——2018 年 04 月底：完成交通控制系统模型电路图与模型搭建方案

2018 年 05 月初——2018 年 07 月底：实际交通路口运行规律，进行红外计数的实际测量统计分析

2018 年 08 月初——2018 年 09 月底：编写控制程序，完成交通路口模型，进行调试改进

2018 年 10 月初——2018 年 11 月底：对整个智能交通模型的交通运行效率进行测试并与普通交通路口进行对比、整理项目资料对整个项目进行总结

指导教师意见

签字:

日期:

注：本表栏空不够可另附纸张

