

摘要

随着智能系统的普及,大大提高了船舶安全系数,使生活的到了很大的保障。本文对防火报警系统的智能进行主要设计,从而尽可能实现可监测危害的自动报警。船舶消防系统是专用的安全防护检测仪器,来检测空气中一氧化碳的浓度,超限则自动报警。像家庭中在使用液化石油气和天然气等燃料时,安装一个可燃气体报警器,当出现漏气或着火时,报警器能够立即鸣笛报警,告之船员及时采取相应措施。该方法能够在一定程度上能够预防火灾浓度过高而引发灾难。因此使用船舶消防系统来避免和控制事故的发生有重要的意义。

随着技术的创新,单片机早已深入应用到工农业生产各个领域及人们生活应用中。于是,各种类型的单片机也根据社会的需求而开发出来。单片机是器件级计算机系统,实际上它是一个微控制器或微处理器。由于它功能齐全、体积小、成本低,因此它可以应用到任何电子系统中去。同样,它也广泛应用于报警技术领域,使各类报警装置的功能更加完善,可靠性大大提高,以满足社会发展的需要。

本设计的船舶消防系统主要由硬件系统和软件系统两部分组成,用单片机实现定时控制。运用了MQ-7气体传感器和ADC0809等元件,对火灾进行实时监控。具体是先由火灾气体传感器对火灾进行检测,将所得的浓度值送入到ADC0809进行模/数转换,将转换的值送入单片机进行处理,最后根据处理的结果显示在数码管中。手机客户端通过WiFi或数据网络与服务器建立网络连接和数据通信;手机客户端可以远程获取复合火灾探测器的相关状态信息,也可通过手机推送系统及时收到探测器发来的报警信息。

关键词:船舶火灾;单片机;消防监控系统;

基于单片机的船舶消防系统设计第1章 绪论

1.1 课题研究的背景及意义

船舶消防系统是为了预防船舶火灾而设计安装的保护设施,由灭火介质和介质供应设备、介质传输管道、控制阀门、终端设备组成,当发生火灾以后由动力设备向固定的管道供应灭火介质,然后由终端设备向火源喷射达到灭火目的。

船舶是水路运输的主要载体,没有船舶运输就没有现在的世界经济体制。国际贸易货物百分之就是90%都是由水路运输完成的。而且我国的海岸线相对较长以及河流四通八达的特点使得我国的水路运输地位更加重要。

提高安全意识具有极强的针对性和操作性。火灾无情,但只要了解火灾的知识。也可以将危害降低到最低程度。其实,只要提高警惕,充分认识到灾害的危险,掌握丰富的安全知识,许多危及生命安全的因素是可以避免的。认识灾害,远离危险,做好充分的安全保障,是保全生命的前提。

经应急管理部消防救援局发布，2020 全年共接报火灾 25.2 万起，全国消防救援队伍共接警出动 128.4 万起，连续第二年超过 120 万起，是建国以来出警量最多的年份之一，仅次于 2019 年；全年日均出动消防指战员 3.44 万人次、消防车辆 6200 辆次，共从灾害现场营救被困人员 16.3 万人，疏散遇险人员 42.4 万人，成功应对处置了泉州“3·7”酒店坍塌、临汾“8·29”饭店坍塌、伊春“3·28”尾矿砂泄漏、浦东机场“7·22”飞机火灾、台州“6·13”槽罐车爆炸、郴州“3·30”列车侧翻等各类突发灾害事故；全年共有 12 名消防指战员在灭火救援战斗中牺牲、15 名消防指战员受伤。

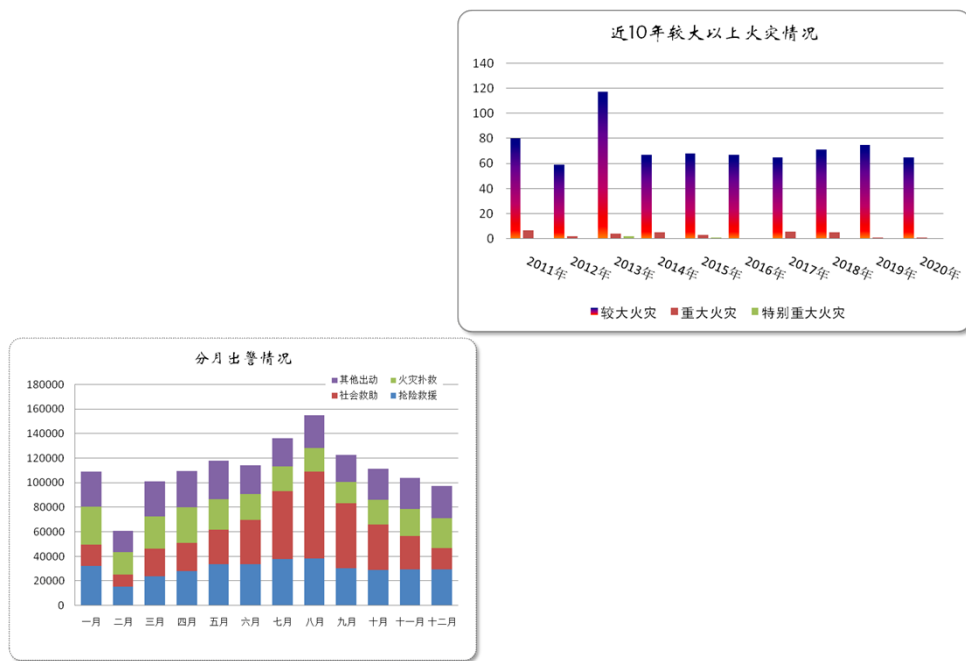


图 1.1 近十年较大火灾与 2020 年分月出警情况

水路运输地位日益提高，船舶在经济贸易中也是处于举足轻重的地位，固然船舶消防安全必不可少。船舶火灾已成船舶安全重要隐患，我们必须给予重视。2020 年 7 月 15 日，美国海军“好人理查德”号两栖攻击舰自 7 月 12 日爆炸起火后目前已持续燃烧超过 48 小时，导致 61 人受伤。火灾现场如图 1.2 所示。

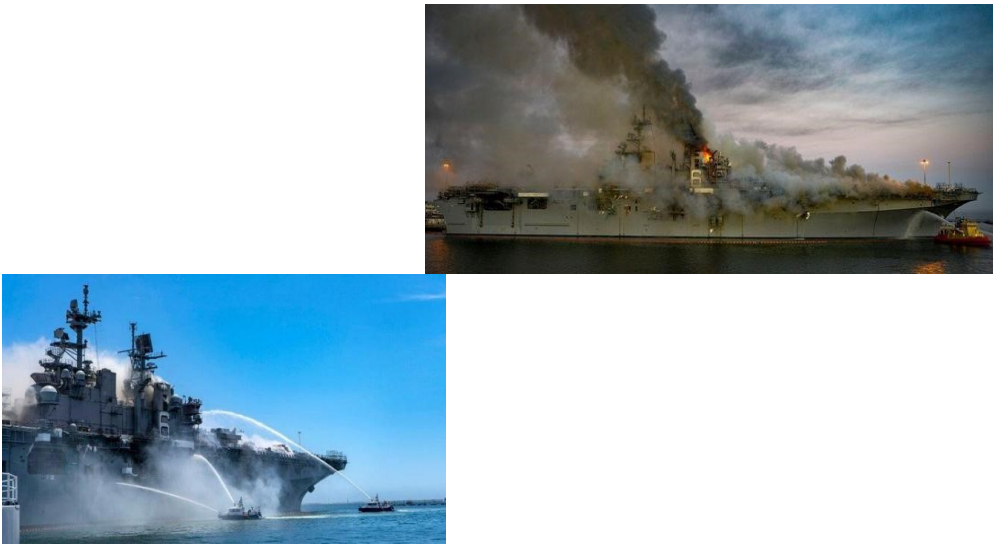


图 1.2 “好人理查德号” 火灾

即使美国这样的大国都无法船舶消防绝对安全，所以在我看来研究一种船舶火灾监控与报警系统是一个有意义的工作，此系统对于保护船舶安全和经济贸易有着重大意义。

1.2 相关内容的国内外研究进展

船舶火灾不同于陆地火灾，它具有特殊性。船舶火灾的扑救远比陆地火灾扑救困难，尤其在海上航行发生的火灾，不易得到别的船只的援救。并且船舶空间狭小、通道狭窄、货物密集、人员难以疏散、扑救难以展开；所以想要灭火也极其复杂。国内外众多学者对此也是极其注重同时也研究出多项技术和解决方案，以至于发现问题得以尽快解决。随着船舶航运的发展，船舶消防安全也成为了船舶发展技术指标的重要方面。

1.2.1 国内外研究现状

火灾监测系统主要由两项主要技术支持，一种是检测技术，另一种是监控技术。

火灾监测自动化系统最初是从传感器自动化的，早在 19 世纪末，消防自动报警装置是通过感温传感器来实现的，英国人利用金属的热胀冷缩特性设计的，从而实现了自动通报火警，此时是消防监控系统自动化的初始形态。SunghanKoo 等对有线总线技术进行了深入研究，提出了基于总线的火灾自动报警系统，本研究对国内外后续学者研究自动火灾报警技术具有重要意义[13]。

Yingli Zhu 等在对火灾监控系统进行设计时主要利用了无线传感器网络技术，并且在 GPRS 网络技术的基础之上系统地设计出了无线传感器节点的硬件设计和软件部分，最后利用集成芯片 CC2531 对实际中的数据进行采集，并在线上传输[14]。

Arendt 等通过收集的火灾数据对火灾信号的变换规律进行研究，并采用模糊数学的方法描述火灾报警和火灾实际情况参数的不确定关系，通过这种较为准确火灾数据处理方式，得到了可靠的报警决策[15]。

王署光等主要针对船舶控制室进行火灾监控,利用 Flame-1000 红外探测器进行火灾信号收集并在进行信号处理之后进行 A/D 转换,在 STM32F103 的基础上提出了一套火灾监控系统,并通过测试得出结论:该系统能较实时、灵活的监控船舶火灾的发生,并进行报警[19]。

金鸿章等,建立了基于故障树的船舶消防失效模型,并通过二元决策图进行定性和定量的系统分析;通过分析得出了系统连锁失效路径,并得到了导致系统失效的各因素的系数,分析了各因素影响离的大小关系,为今后船舶消防系统失效的管理提供了重要依据;集对分析法的应用使得该系统避免了实际应用中资料缺乏及数据不够精确的弊端,提供了更全面、更准确的船舶消防系统评价指标和评价体系。

由此上述文献可知,国内外学者在对消防技术进行了许多研究,主要集中在火灾的监控技术、消防自动化系统的报警技术和监控技术等方面。这些先进的国外技术大部分已应用于实际中,本文将结合新进的硬件和软件,在其他学者研究的基础上进行改进,是整个系统更加先进。

1.3 研究目标及方法

基于以上各学者对火灾监控的消防报警系统的研究,本文将从总体上对船舶消防监控报警系统进行设计且内容如下: (1)本设计的船舶消防系统主要由硬件系统和软件系统两部分组成,用单片机实现定时控制。运用了 MQ-7 一氧化碳气体传感器和 ADC0809 等元件,对火灾进行实时监控。

(2)具体是先由火灾气体传感器对火灾进行检测,将所得的浓度值送入到 ADC0809 进行模/数转换,将转换的值送入单片机进行处理,最后根据处理的结果显示在数码管中。

(3)手机客户端通过 WiFi 或数据网络与服务器建立网络连接和数据通信;手机客户端可以远程获取复合火灾探测器的相关状态信息,也可通过手机推送系统及时收到探测器发来的报警信息。

第 2 章 船舶火灾系统监控概述

2.1 船舶火灾的成因

船舶与陆地上的建筑物不同,环境构成也大不相同,所以船舶火灾的构成叶存在很大的不同,不同点如下:

(1)静电火花引燃

油船载运的原油和石油产品以及船舶发动机燃料油都是混合物,属带静电物质,它们在流动,混合、喷溅、冲击、过滤时既易产生静电荷,又易积蓄静电荷。所以油船在装油、卸油、洗舱、打压舱水等作业过程中极易产生和积蓄静电,发生火灾或爆炸的危险性很大。

(2)可燃货物防火不当

虽然船舶的总体吨位很大,但是各类舱室以及各种机器设备占空间也很大,虽重要的是大部分空间都用于盛放货物,因此船舶的空间还是非常有限的,这就导致其舱室结构设计比较挤,各功能单元

十分的密集。在此种情况下，一旦发生火灾各个舱室很难幸免，运输的货物大部分都属于可燃物，尤其是油船天然气船等到处都是易燃物，小小的火星将引起大火甚至是爆炸[4]

(3) 电气故障引燃

船舶上的电气设备类型、电气设备的安装都有严格的规定，若不该铺设电缆的地方铺设上电缆该用防爆型灯具的部位安装上普通灯具，往往因漏电、接触不良、短路等原因引起着火或爆炸。

(4) 修船期间明火作业

如果未按操作规程进行焊接或明火作业，没有排除现场的油品蒸汽，未采取现场保护措施，焊接产生的电弧和电火花或使用的明火极易引燃现场的可燃物品、油品或油品蒸汽，面引发火灾或爆炸事故。

(5) 雷击

江河运河中的船舶行驶环境相对稳定，但是大部分的船舶都是在海上行驶，跨洋运输过程中会长时间漂流在海上，尤其是行驶在公海上时，天气状况无法预料，时常雷电交加[27]。目前航运市场上的船舶都是用钢板做成的，而钢属于导体。当雷电放电时会产生巨高的电压，如此之高的电压会在导体上形成巨大的电流，引起导体产生高温，从而引发火灾。

表 2.1 船舶火灾案例

涉事船舶 事故经过以及原因

2017. 10. 31 多

米尼加“天一和 6”轮在秀山东锚地发生火灾，起火原因为货舱物料起火。由于该船是一艘鱼粉加工船，船

共和国籍 上有很多杂物堆积，船舶起火后将杂物点燃，火势迅速蔓延。起火之后船舶鱼粉加工船“天的配电箱被损坏，船舶自身的消防系统无法自行灭火，消防员只能从陆地上携带消防设备，经过一和 6”轮在舟 两个多小时的努力才将大火扑灭[3]。

山水域起火

2013 年 2 月 24

日，广西的一 在广西北部湾海域发生火灾，由于舱内的一条油管突然发生爆炸，引发火灾且火势较大无法扑

艘渔船“桂合 救，导致船体的钢结构长时间在火中，船体的机械强度迅速降低，最终整艘渔船都沉没。

渔 80320”

1989年1月4日巴拿马籍散货船，内部装有大量的鱼粉，其内部已经自燃却未被及时发现，行至我国长江口时，一艘名为“协才发现有大量浓烟，此时已经无法挽救。经过了7天的努力才将火熄灭，但是船上的货物已经灰飞和1号”烟灭，整艘船也基本报废，损失巨大[11]。

2012.05.06“仙婷”号在秭归茅坪港停靠时，由于船上洗衣房的工作人员在熨衣服时，将通电的电熨斗放置

“仙婷”号在衣服上后自行离开，通电状态下的电熨斗不断加热，加之接触易燃衣物进而引起大火[3]。

2020年7月12日美海军“好人理查德”号两栖攻击舰(LHD 6)在圣迭戈海军基地发生严重火灾，现场指挥官称有8时30分，美海传出爆炸声，造成18名美军人员受伤，目前舰截止160名官兵已经离舰。发生火灾，该舰正在进行军“好人理查德”价值2.5亿美元的大修改装工程，包括使其适应F-35B战斗机起降的工程改装，舰上只有由160名官兵组成的骨干组员，所以并没有严重的人员伤亡。

2.2 船舶火灾的特点

无论是停靠在港口的船舶还是航行在海上的船舶，火情来临时基本都是局限在船舶这独立载体上，城市火灾波及的范围相对较大而且较为容易被发现，船舶火灾则有其特有的特点，主要为以下几点：

(1) 蔓延很快，扑灭困难

船上的每一个舱室基本都是紧密相连，货舱内发生火灾会迅速扩散到其他地方。船舶运输中的货物基本易燃易爆，船员若未在火灾刚蔓延时及时灭火的话，火灾会越发凶猛，基本难以抢救，强行挽救的话需要付出难以估量的代价。

(2) 钢体船舶在火灾中易应高温断裂、甚至沉没

船舶整体结构都是钢材质的，它的耐火性比较差，钢体强度随着自身温度的升高会极快降低。当它的温度上升到 500°C ，它的钢体强度将变为原来的二分之一；若是它的温度升高到 800°C ，则会变得更加难以承受（参考美国911事件双子塔倒塌原理）。火灾的温度会随着火灾持续的时间先升高后降低，正常情况下，火灾的温度会在 800°C ~ 1000°C 之间，这时钢结构的机械强度仅为原来的10%~20%，此时根本无力撑起整艘船，极其可能会导致整艘船舶的沉没。

(3) 着火点比较难以发现

虽然船员休息的舱室离货舱较近(相较于陆地上的建筑与人员而言),但是若是所装载货物发生自燃或者物质之间发生化学反应引起的火灾,将特别难发现。货舱较多且杂且空间大,船员巡视一次也需要较长的时间,很有可能在船员巡视过后发生火灾,且没有被发现。

(4)航行在海上时火灾无处可逃,难以自救

运河或者内河运输相对而言距离陆地比较近,船员可以跳船逃生到陆地上,到陆地上的船员也容易向陆地求救并且可以迅速展开救援。远洋运输则不行,船只在公海上面航行,除了向茫茫大海无助呐喊,什么办法也没有。

(5)船上可行动通道狭小,逃生效率低下

船舶在生产的时候就注定通道狭小,楼梯通常只能一人同行且可能还要低头防止磕头,给逃生大大的增加了的难度。在经过严格培训之后,船员可能还会稳准阵脚,若是游船上游客发生火灾,会导致他们内心十分紧张,动作慌乱,慌不择路到处乱窜更加影响逃生的效率。

2.3 船舶火灾的分类国际海事组织(IMO)采用欧洲共同体的火灾分类方法,将火灾分为四类:甲类火、乙类火、丙类火和丁类火。

(1)甲类火:普通固体可燃物着火称为甲类火。

船上常见的可引起甲类火的物质有木制品、纺织品、塑料和橡胶等。甲类火的特点是不仅在表面燃烧,而且能深入内部,容易复燃。扑灭此类火最适宜的灭火剂是水。

(2)乙类火:可燃液体和可溶的固体着火称为乙类火。

如石油、油漆、酒精和动植物油脂等的着火。此类火的特点是只限于表面燃烧,燃烧速度快,温度高,有爆炸的危险。扑灭乙类火首先应切断可燃物质的来源,再采用泡沫灭火剂施救最为有效,也可采用二氧化碳和干粉等灭火剂来灭火。

(3)丙类火:可燃气体着火称为丙类火。

如液化石油气,天然气及各种可燃气体等所引起的火灾。这类火的特点是易燃易爆,爆炸的危险性比乙类火大。扑救丙类火较为适宜的灭火剂为干

(4)丁类火:可燃金属着火称为丁类火。

如钠、钾、钙、镁、铝等所引起的火灾。此类火的特点是燃烧温度极高,有的可以达到 3000C 以上,并且在高温下金属性质非凡活泼,能与水、二氧化碳、氮、卤素及含卤化合物等发生化学反应,使常用灭火剂失去作用,必须采用特殊的灭火剂(如金属型干粉 7150 和沙土)。

(3)电气火灾:电器及其设备的火灾称为电气火灾。

如电机、电气设备等着火。此类火并不具体划分在哪一类,其灭火原则应首先切断电源,切断电源后的电气火灾可以作为甲类火扑救如无法切断电源,则应采用不导电的干粉和二氧化碳等灭火剂加以扑救。

2.3 本章小结

本章根据船舶火灾的成因、特点、类型等对船舶火灾进行分析，从而根据各种典型案例分析问题，得出结论。

再根据各自安全问题针对设计与强化系统设计，从而达到自己想要的结果。

第3章

船舶消防监控报警系统硬件设计

本文中的船舶消防监控报警系统硬件设计将用单片机将整个系统连接在一起，本系统采用 STC89C52 作为本系统的微处理器，主要负责各个系统的链接和信息的传输。运用了 MQ-7 一氧化碳气体传感器检查一氧化碳浓度将进行模数转换传输进单片机将数据在数码管显示，当超过固定数值则蜂鸣器报警。同时可以通过手机 APP 端实时查看数据，总体设计图如图 3.1 所示。

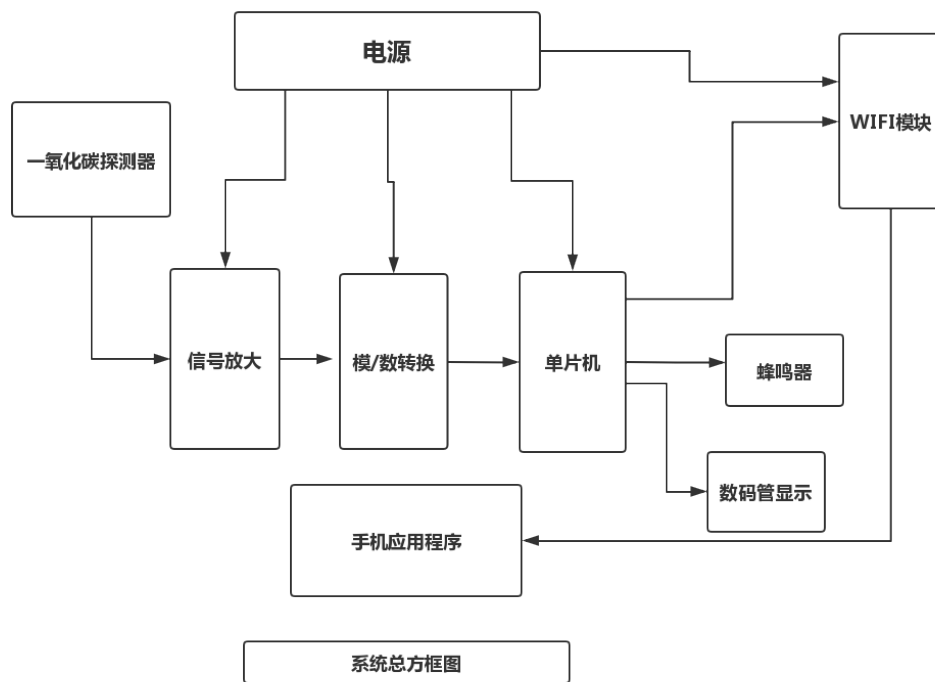


图 3.1 系统总设计程图

3.1 单片机的选择

本文单片机选择为 STC 公司的八位微控器 STC89C52，该单片机在各系统中广泛使用，且设计使用较为成熟，在单芯片上，拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash，使得 STC89C52 为众多嵌入式控制应用系统提供高灵活、超有效的解决方案，因此它作为本文使用的首选单片机。STC89C52 实物图如图 3.2 所示。

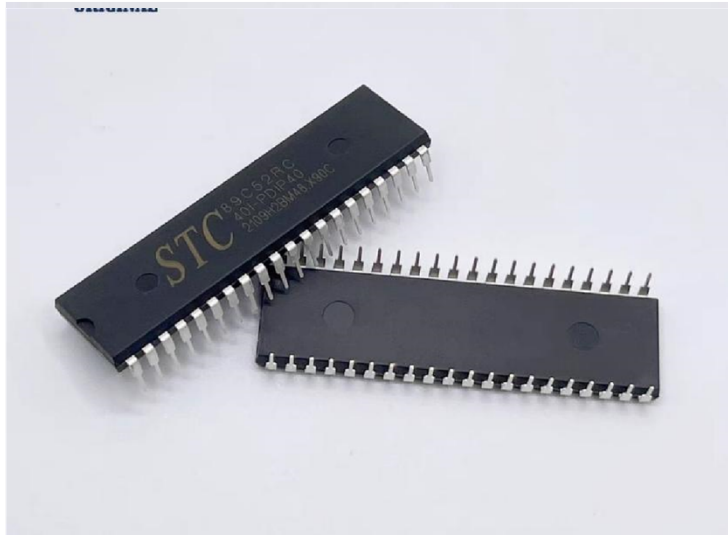


图 3.2 STC89C52 实物图 STC89C52 的标准如下：具有如下标准功能：

- Ø 8k 字节 Flash
- Ø 512 字节 RAM
- Ø 32 位 I/O 口线
- Ø 看门狗定时器
- Ø 内置 4KB EEPROM Ø MAX810 复位电路
- Ø 3 个 16 位定时器/计数器
- Ø 4 个外部中断
- Ø 一个 7 向量 4 级中断结构（兼容传统 51 的 5 向量 2 级中断结构）
- Ø 全双工串行口

另外 STC89C52 可降至 0Hz 静态逻辑操作，支持 2 种软件可选择节电模式。空闲模式下，CPU 停止工作，允许

RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作。掉电保护方式下，RAM 内容被保存，振荡器被冻结，单片机一切工作停止，直到下一个中断或硬件复位为止。最高运作频率 35MHz，6T/12T 可选。STC89C52 引脚如图 3.3 所示，具体引脚接线本文下方展示。

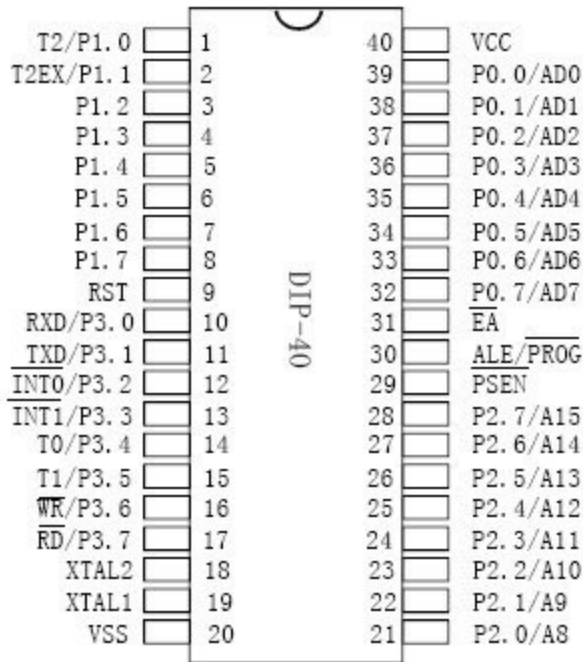
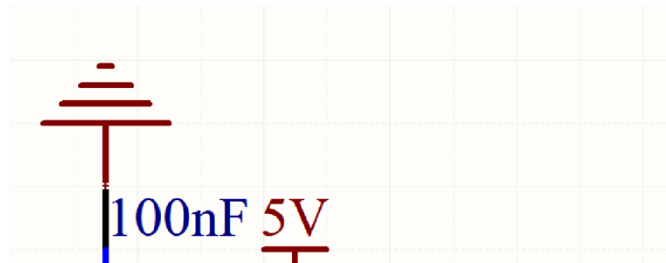


图 3.3 STC89C52 引脚

3.1.1 单片机最小系统

本文中系统最重要的部分就是单片机 STC89C52，它主要由震荡电路和复位电路组成。单片机最小系统由图 3.3 组成，其正常工作电压：5.5V~3.3V（5V 单片机）。工作频率范围：0~40MHz，相当于普通 8051 的 0~80MHz，实际工作频率可达 48MHz。通常给予接入 5V 直流电压使用，电源电路如图 3.4 所示。



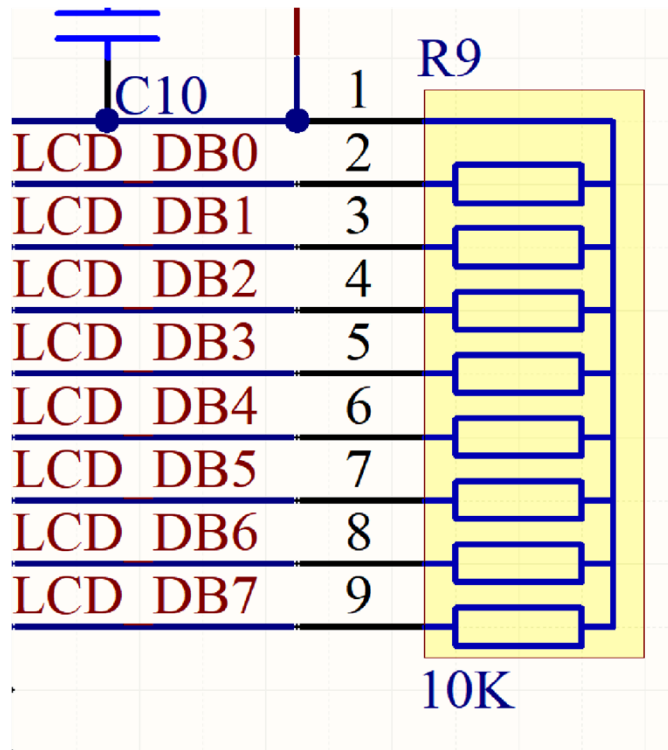


图 3.4 电源电路

3.1.2 震荡电路

震荡电路作为单片机构成模块中的基本模块，震荡电路与单片机内部电路相结合。为了给系统提供系统所需的基本时钟信号，本文使用无源石英晶振。无源晶振本身只是一个晶体，内部没有震荡电路，即其本身不能震荡，需要匹配外围电路。因为这是选用的单片机 STC89C52，使用对应的方程式进行计算后发现只有当使用 11.0592MHz 时的石英振荡器，该单片机定时器设置的数值全部为整数，因此本文的震荡电路选取 11.0592MHz。

震荡电路的震荡频率与其并联在一起的其中震荡电路的震荡频率为 11.0592MHz，即与其并联的无源石英晶振的平率保持一致。在无源石英晶体振荡器旁边连接两个电容 C16 和 C17 (C16, C17~30pF) 并将它们接地。震荡电路的原理如图 3.5 所示。

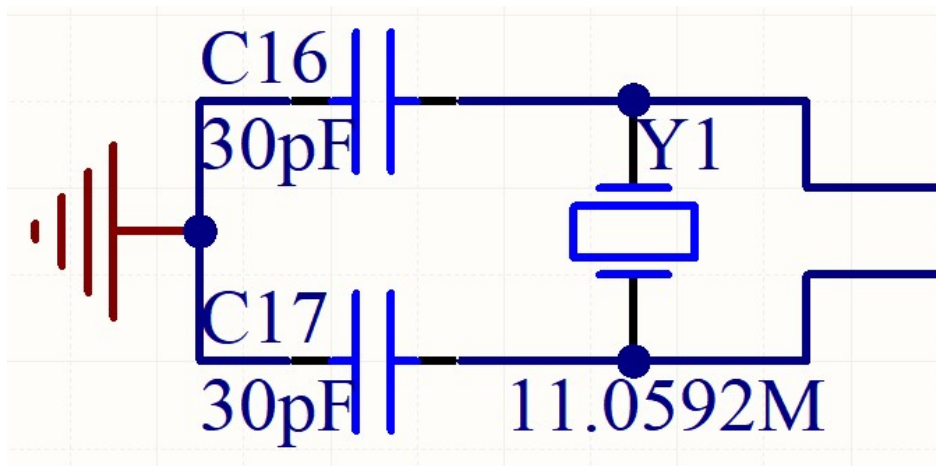


图 3.5 震荡电路

3.1.3 复位电路

在单片机 AT89S52 工作之前要先初始化，需要先将硬件进行复位，这时就需要有对应的复位电路。复位电路是一种用来使电路恢复到起始状态的电路设备，它的操作原理与计算器有着异曲同工之妙，只是启动原理和手段有所不同。复位电路，就是利用它把电路恢复到起始状态。本文使用复位电路较为基础，电源接通直流 5V，电容 C13 通交流隔直流和电阻 R13 串联。电容 C13 \sim 100nF，电阻 R13 \sim 10K，具体原理如图 3.6 所示。

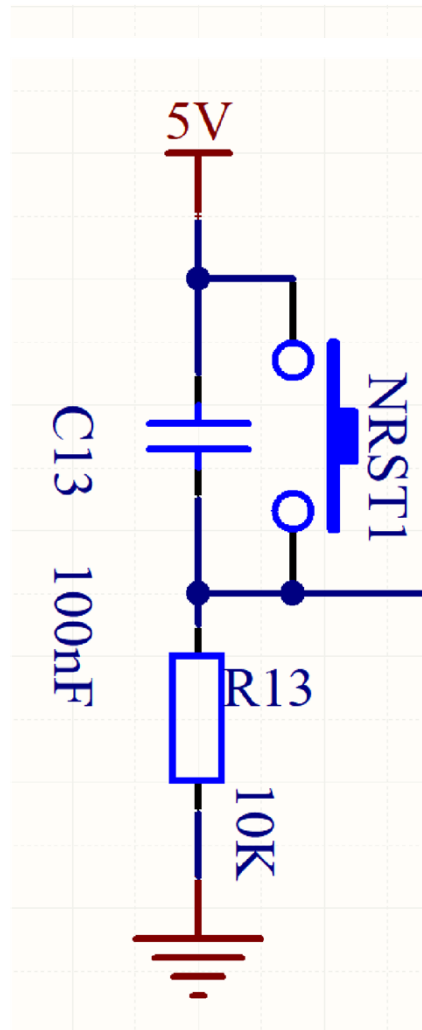


图 3.6 复位电路

3.2 一氧化碳浓度采集

当发生船舶火灾时，由于船舶内容空间拥挤，氧气浓度在燃烧过后变低，则引起燃烧不够充分，就会产生一氧化碳，所以我们可以采集空气中的一氧化碳浓度进行检测是否发生火灾。使用我们可以从一氧化碳这方面入手来进行火灾防范。

本文对一氧化碳浓度采用 MQ-7 气体传感器，MQ-7 气体传感器所使用的气敏材料是在清洁空气中电导率较低的二氧化锡(SnO₂)。当传感器所处环境中存在一氧化碳气体时，传感器的电导率随空气中

一氧化碳气体浓度的增加而增大。本传感器具有对一氧化碳浓度灵敏、长寿命、低成本、易于使用的特点，MQ-7 实物如图 3.7 所示。



图 3.7 MQ-7 实物

3.2.1 技术指标表 3.1 技术指标



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/506215023034010142>