**杭州电子科技大学全日制专业学位硕士研究生**

**毕业论文开题报告和论文工作计划表**

**所在学院： 电子信息学院**

**学 号： 142040167**

**姓 名： 张 明**

**专业领域： 电子与通信工程**

**开题题目： 水下磁性目标探测系统研制**

**校内导师： 章雪挺**

**企业导师：**

**入学时间： 2014年9月**

**填表日期： 2015年 11 月 27 日**

|  |
| --- |
| **一、论文来源的课题名称及类型：（属于国家、省、市、学校、自选中的哪一种？）**  论文来源的课题名称：4500米级深海资源自主勘查系统深海近底三分量磁力仪  课题类型：横向课题  **二、研究目的和意义：**  2014年3月8号，马来西亚航空公司MH370航班与管制中心失去联系，2014年3月24日，马来西亚总理宣布，马航失联航班MH370在南印度洋坠毁，机上无一人生还。为了搜救飞机黑国已经动用了从太空、空中到海上、水下等多个领域的技术手段和高科技装备，展开国际大搜索。中国“海巡01”轮携带专业设备抵达目标海域后，将首先使用雷达、光电系统等船载设备，广域搜寻漂浮物、残骸、航油油迹等疑似目标。发现疑似目标后，使用黑匣子搜寻仪、侧扫声呐、磁力仪等专业扫测设备逐片定点搜寻。显然，基于磁目标探测技术的磁力仪设备已成为水下目标探测的基础设施。  早在两千多年前，聪慧的人民就利用磁现象发明了指南针用于方向辨别。我们生活的地球就是一个大磁体，小到铁钉、钢筋，大到轮船，大到舰艇都含有铁磁性物质，这必然引起相应的电磁现象。随着各种磁现象的相继发现，利用磁现象的新技术不断出现，目标磁探测就是一种，目标磁探测是通过测量磁场实现对固定或移动的目标的非接触测量，通过处理磁场数据，来分析磁目标属性。  地球是天然的磁体，各种仪器、装置、交通工具以及军事武器均受到地磁场的影响，在局部范围内，铁磁性物质不可避免的被地球磁场磁化产生磁矩，形成向外辐射磁场的磁源，相应的影响地磁场的分布从而引起磁场异常，也对地磁传感器产生影响。因此在一定空间区域内，连续检测区域内磁场，分析对比磁场数据，利用磁异常现象可以对目标进行定位和跟踪。这就是MAD(Magnetic Anomaly Detection)：基于磁异信号的目标磁探测技术。磁异常探测技术是基于铁磁性物体扰乱地磁场磁力线的均匀分布的基本物理想象的基础上的。磁场的磁力线从水中进入空气中几乎不改变传播方向，且传播方式几乎一致，因此便于磁力仪设备稳定的测量均匀分布的磁场大小。  随着检测磁场能力的逐步加强，对远远小于地球磁场范围的弱磁测量成为可能。从微观上讲，磁异目标如废弃船只，海底矿山都是由一个个微小的铁颗粒构成，每一个颗粒都是一个小磁体，有南北极属性。一般来说，微小磁颗粒的磁力线方向分布式随机的，然而一旦铁磁性物体经过高温、锻压等处理后，微小磁颗粒组成的大体积磁性物质将趋向于改变磁场方向，磁目标探测技术就是利用这种现象从地磁场的背景中获取磁异常数据来分析，定位磁目标。  影响磁异常强弱有2个因素，一是磁异常源埋藏深度，二是磁异常源本身磁性强弱。随着测量高度的增加，磁异常物体磁场强度衰减程度与距离的3次方相关，因此测量点距离磁异常目标超过一定值时，磁目标产生的磁异常将消失在背景磁场中。将磁力仪设备搭载在水下机器人上时，则可妥善的解决这个问题。科学家通过对机器人进行使命编程，规划潜器航向轨迹、高度等，则可让磁力仪工作在理想高度，然后获取规划区域内，X、Y、Z三轴磁分量，得到磁场大小。  但是，由于水下机器人也是由铁磁性材料组成，也会对磁力仪设备造成干扰，此时磁力仪设备测量的磁数据由三部分组成：水下机器人本体干扰、地球背景磁场、水下磁异目标磁场。在水下磁力测量中，为避免机器人本体磁影响，常将磁传感器探头置于机器人尾部后一定距离。虽然磁传感器距机器人距离越长，机器人本体磁对传感器影响越小，但距离若太长，则会增加机器人转弯，回收等操作的难度。但是，由于磁传感器是固定在机器人尾部，所以机器人本体对磁传感器的影响几乎是稳定的，因此通过建立机器人与传感器空间模型，则可获取水下机器人本体干扰磁场大小，从而在所测磁数据中减去该部分，则可得到磁异目标磁场值与地球背景磁场叠加值。因为地磁场在时间和空间上是均匀分布的，在短期时间内，磁场变化是缓慢的，微弱的，通过将磁传感器获取到的数据与地磁场数值差异的比较计算，逐步缩小探测范围，直到确定目标具体位置。 |
| 三、国内外研究现状和发展趋势：  1、国内外研究现状：  目前，国内外都非常重视利用磁异信号的目标磁探测技术的研究与应用。美国海军研究所(ONR)最新成功研制的磁异信号导航系统，能够对水雷等隐蔽性目标进行自动搜索和二维水平面坐标定位。美国海岸系统局(CSS)已建立起一套完整的针对性磁性目标探测，定位和识别磁异信号，此外CSS正积极的研发应用于埋藏在水下0-20英尺的水雷等武器的自动探测、定位及分类识别的水底移动装置。加拿大海军军方高度重视水雷和海岸线武器对海军构成的威胁，建立了水下电磁信号研究机构的UEMS，专门负责水下常规武器的电磁分布，目前已经建立了全部的水雷型号的电磁分布模型。土耳其海军从法国泰莱斯公司购得9套机载反潜任务系统，该系统能够辨别和确认各种地磁变化或异常现象，包括由于潜艇的存在而造成的磁异常等。  在国内，目标磁探测技术主要集中在地质应用上。利用磁异信号探测水下磁性目标的技术还基本上处于起步阶段，中国地质大学2000年在台湾海峡附件进行了海底实验，验证了电磁测深仪器的实用性。然而，对于水下目标的磁探测研究，尤其在军事上的应用基本还处于起步阶段和理论分析研究阶段，海军工程大学针对水雷的目标定位进行了理论分析，上海交通大学建立了潜艇的电磁场数学模型，且主要集中在理论的分析层面。  2、发展趋势  随着磁传感器技术的飞跃发展，精确度越来越高的传感器被应用在各个领域。精度高、体积小、功耗低的各类磁传感器让水下磁目标探测变得越来越容易，也越来越便捷。十二五规划以来，国家越来越重视海洋资源的开发，越来越多的水下机器人已进入深海实用性测试阶段，如潜龙一号、潜龙二号、蛟龙号等。搭载在水下机器人上的基于磁异信号的水下磁性目标探测系统将能更有效的探测海底矿藏探测，打捞失事飞机，水下武器装备等。  四、主要研究内容和要求达到的深度：  1、主要研究内容：  磁异常探测技术是建立在铁磁性物体扰乱地磁场磁力线的均匀分布的基本物理的基础上，在稳定均匀的背景磁场下，采用高精度的磁传感器采集探测区域内磁场值，并通过数据处理、比较而定位磁异目标。课题主要研究磁异信号的目标探测技术，并研制一种水下磁性目标探测系统。水下磁性目标探测系统研制主要包括系统的硬件设计、软件开发、机械结构设计、水下实验及数据处理。   * 1. 系统硬件设计   由于磁通门传感器具有体积小，测量精度高等优点，因此课题采用Bartington公司型号为：Mag03-MCL100的磁通门探头作为磁信号采集传感器。根据Mag03-MCL100传感器的工作原理与特点，设计三轴磁场测量电路，根据该磁传感器工作频率响应范围，设计相应的低通滤波器，然后通过模数转换电路，微控制单元获取磁场值对应的数字量，从而计算出三轴:X、Y、Z的磁场值。微控制单元通过RTC电路获取实时时钟，同时组合三轴加速度计、三轴陀螺仪数据，三轴磁力仪数据组成9轴自由度数据，一方面通过RS232将采集的三分量磁力仪数据传输给无缆水下机器人(AUV)，同时将9轴自由度数据存储至SD卡中，完成数据备份。  系统硬件设计框图如图1所示。    图1：系统硬件框图  水下磁性目标探测系统硬件设计离不开可靠稳定的电源方案，系统根据水下机器人供电24V，电源管理方案需要将24V转正负12V给Mag03-MCL100磁传感器供电，然后通过DC-DC从24V得到5.7V，然后通过LDO电路方式得到电源纹波较小的5V电压源，给运算放大器、24位模数转换器ADS1256供电。需要特别注意的是24V模数转换器需要高质量的  参考电压。系统电源管理方案如图2所示：    图2：系统电源管理框架   * 1. 软件开发   按照硬件设计思想，软件开发主要由三部分构成，软件组织结构示意图如图3所示：    图3：系统软件组织结构  水下磁性目标探测系统软件模块主要由两部分组成：下位机程序与上位机人机界面。下位机驱动程序主要包括片上外设驱动，如ADS1256、串口、TF卡、DP83848等驱动，也需要移植FatFs文件系统、LWIP网络内核。在下位机应用层上，接收上位机指令而判断进入不同工作模式。若未接收到上位机指令，则系统处于上传模式下，一方面，组装RTC实时时钟数据、三分量磁数据成数据包，主动以一定频率发送给水下无缆机器人(AUV)；另一方面，组装RTC实时时钟数据、三分量磁数据、三轴陀螺仪数据、三轴加速度计数据成数据包，并存储在TF卡内文件中。当下位机串口中断函数接收到上位机指令时。系统进入调试模式，该模式的主要作用是同步实时时钟，并观察近期磁力仪数据走势，从而判断水下磁性目标探测系统是否正常运行。在使用传统RS232接口传输文件时，设置波特率过高则担心误码率高而导致数据错误，波特率低则费时太多。因此使用高速率，稳定可靠的网络传输协议会更好的解决这种弊端。如下位机基于TFTP协议接收到网络数据包时，系统进入数据下载模式，该模式主要负责传输TF卡内文件至PC。上位机程序功能主要包括两个部分：基于简单文件传输系统(TFTP)下载TF卡内文件；基于RS232通信接口，进入调试模式，并完成同步时钟，观察近期磁数据趋势等。水下磁性目标探测系统软件流程图如图4所示：    图4：系统软件流程图   * 1. 机械结设计   由于水下机器人也是由铁磁性材料组成，也会对磁力仪设备造成干扰，在水下磁力测量中，为避免机器人本体磁影响，常将磁传感器探头置于机器人尾部后一定距离。虽然磁传感器距机器人距离越长，机器人本体磁对传感器影响越小，但距离若太长，则会增加机器人转弯，回收等操作的难度。因此在多次实验的基础上，调整电路板与传感器的距离，查找一个最合适，对传感器干扰最小的位置，也是本课题的关注点之一。  机械机构示意图如图5所示。    图5：机械结构图   * 1. 水下实验及数据处理   由于教研室环境磁干扰因素太多，例如移动4G信号，WIFI信号等影响，且在实际生活中无法获知教研室准确磁场值，因此首先需要将水下磁性目标探测系统置于一个稳定，可靠的磁空间中测量。课题选择杭州市地磁台为磁测平台，然后根据地磁台提供数据，对比设计系统所获取的磁数据，来判断系统设计的优缺点。  该系统若能在地磁台取得良好的测试结果，则可进入水下实验阶段。由于水下机器人也是由铁磁性材料组成，也会对磁力仪设备造成干扰，此时磁力仪设备测量的磁数据由三部分组成：水下机器人本体干扰、地球背景磁场、水下磁异目标磁场。但是，由于磁传感器是固定在机器人尾部，所以机器人本体对磁传感器的影响几乎是稳定的，在获取三轴磁力仪、三轴加速度计、三轴陀螺仪九轴自由度数据的基础上，建立水下无缆机器人(AUV)与磁性目标探测系统椭圆体空间模型，建立磁场数学模型，计算出AUV本体对水下磁性目标探测系统的磁干扰，也是本课题的研究点。  2、要到达的深度：  （1）软件： 在下位机中，要求能够正确编写片上外设驱动，无误的移植LWIP内核、FatFs文件系统。从应用层面上来讲，在数据上传模式和调试模式下，系统能准确无误的将三分量磁数据发送给AUV，并同时能将RTC和9自由度数据(三轴磁力仪、三轴加速度计、三轴陀螺仪)数据存储在TF卡中。在上位机方面，调试模式下，要求能同步实时时钟，且能在上位机界面分别观察X、Y、Z及总磁场值。在数据下载模式下，能正确读取TF卡内文件内容且保存数据至PC上。  （2）硬件：基于系统硬件框图(图1)，设计稳定可靠的电路。 |
|  |

**五、研究及论文工作的主要阶段、进度和完成时间1（包括查阅资料和选题、文献综述、调查研究、开题答辩、毕业论文的写作、毕业论文答辩等阶段）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **研究及论文**  **工作的主要阶段** | **开始**  **时间** | **完成**  **时间** | **导师指导方式及**  **要求提交何种材料** |
| 1 | 查阅资料和选题 | 2015.06 | 2015.7 | 导师主要以邮件和  定期见面方式指导 |
| 2 | 查阅文献与软硬件设计 | 2015.7 | 2015.8 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：文献综述报告 |
| 3 | 地磁台测试与开题答辩 | 2015.10 | 2015.12 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：开题报告和论文工作计划表 |
| 4 | 西南印度洋水下实验 | 2015.01 | 2016.04 | 导师以每周例会方式指导  要求获取磁目标探测系统  实验数据 |
| 5 | 数据分析和论文写作 | 2016.05 | 2016.09 | 导师以每周例会方式指导 |
| 6 | 论文初稿 | 2016.10 | 2016.11 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：论文初稿 |
| 7 | 论文定稿 | 2016.12 | 2016.12 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：论文终稿 |

|  |
| --- |
| **六、导师审核意见：（包括对研究内容及深度是否合适的评价，对研究方法与实验条件是否合适的评判等）**  **签名：**  **年 月 日**  **七、学位点负责人/开题小组组长审核意见：（对开题报告给出具体意见、建议及评分等级）**  **开题报告评分等级： 优秀 良好 合格 不合格**  **学位点负责人/开题小组组长签名：**  **年 月 日**  **八、学院研究生教育督导组/学院审核意见：**  **同意开题小组意见**  **不同意开题小组意见，建议：**  **签名： 年 月 日** |