**杭州电子科技大学学术型硕士研究生**

**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： 131040017**

**姓 名： 魏晗冬**

**学科专业： 电路与系统**

**研究方向： 电子信息系统集成技术**

**开题题目： 深海装备的着陆控制技术研究**

**导师姓名： 章雪挺**

**入学时间： 2013年9月**

**填表日期： 2014 年12 月 8 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察系统》  课题类型：国家863重点课题横向外协委托项目 二、研究目的和意义： 近年来，世界经济的高速发展使能源和资源问题日益突出，世界范围内的海洋资源争夺战也有愈演愈烈之势，原油价格的高企催生了海洋油气开发的热潮。因而，世界对海洋装备的需求也不断高涨，全球海洋装备业的前景非常乐观。随着陆地及近海油气资源逐渐减少，为满足强劲增长的能源需求，世界先进国家将油气资源的开发重点投向了深海。深海装备在国防安全、海洋科学调查、海洋资源勘探、水下工程等多个领域有着广泛的应用前景。当前，世界深海装备技术正向深水化、大型化、集约化、智能化、清洁化和水下生产体系发展，而我国在深海装备领域与世界先进国家仍存在一定差距，密切跟踪国际深海海洋工程装备技术的发展现状及趋势是我国大力发展海洋开发事业必须先期进行的工作。  在近年来的国家大洋科学考察中发现，由于海底地形的复杂多样，对于深海装备来说，平稳地沉底着陆是一项比较困难的工作。对于自主水下航行器来说，其携带的能源都是有限的，工作时间通常为几十小时，而对海洋环境和资源的监测则需要长时间的工作。为了解决这个难题，当今人们考虑让其沉底着陆，即当航行器到达指定海域后降落到海底，停止螺旋桨转动进入睡眠模式，只保持监测传感器工作，可以在一定的能源情况下增加航行器的工作时间。因此，如何解决航行器平稳地着陆就显得非常重要了。另外对于一些其他的需要着陆海底作业的大型深海装备，如海底岩芯取样钻机等来说，工作面的倾斜程度将会直接影响海底作业成功率。如何解决这些大型深海装备的自动调平，是直接决定装备安全性与作业效率的重要因素。  由此可见，无论对于需要沉底观测的水下航行器，还是需要着陆作业的大型深海装备，在复杂的海底环境下，一个平稳的着陆将会是后续一系列观测与作业工作的保障。 三、国内外研究现状和发展趋势：3.1 国内外研究现状3.1.1 陆上着陆控制技术的研究现状 在陆上应用领域，着陆控制技术主要体现在装备的调平控制方面。上世纪九十年代，东南大学的翟羽健、江生针对雷达天线车的调平系统，分别采用了三点式和四点式支撑两种调平方案，并针对两种方式提出了相应的控制方法，通过比较分析，设计完成了精度优于6分的全自动电液式四点支撑雷达天线座车调平系统。二十世纪九十年代末，一种调平精度为3分的高精度、重型六点支撑液压式调平系统由西安电子科技大学的盛英、仇原鹰等设计成功，系统采用电液式控制方式，且平台能实现自动控制。同一阶段，中国电子科技集团公司第14研究所研制的某高机动雷达电液式自动调平平台，调平精度在3分以内，而且在3分钟内就能完成此精度的调平。  进入21世纪，伴随着车载平台稳定性和精度要求更高的车载激光武器的出现，世界各著名电气公司都推出了精度优于电液式控制系统的全数字式交流伺服控制系统，综合了角速度、伺服电机以及角位移传感器的最新成就，且将新型功率开关器件、专用继承电路应用于交流伺服驱动器，同时釆用控制精度更高的控制算法，而且不断地将新技术应用于产品的更新换代。相对于电液控制系统，釆用这些产品的调平系统控制精度更高、动态性能更好，而且价格具有良好的竞争力，将逐步替代电液式调平系统。 3.1.2航天着陆控制技术的研究现状 着陆控制技术在航天方面比较典型的是应用于嫦娥三号月球探测器。由于条件限制，嫦娥三号的四条腿既要轻便，又要经受落月时的载重考验，科研人员在“腿骨”内部增加了类似橡皮泥的塑性变形吸能材料，在着陆冲击时能起到很好的吸能和缓冲作用，而腿部末端安装了脸盆大小的圆形大脚，可以保证着陆器在复杂的月球表面站稳脚跟。从水平面到十几度的坡面，着陆器的四条长腿均表现优异，将力保它在真实月壤上完美着陆。 3.1.3 深海着陆控制技术的研究现状 （1）水下航行器的着陆控制技术研究  海洋环境的探测与监测一般需要长时间工作，而目前的 AUV 最长工作时间仅为几天，有的甚至只能工作几个小时，因此，不能满足长期海洋环境测量要求。为了节省能源，延长海洋监测时间，1992年美国海军研究生院(Navy Postgraduate Sch001)首先提出AUV着陆坐底概念，即AUV航行到设定水域后，关闭驱动电机以节约能源，通过改变浮力与重力使得AUV坐落于海洋底部进行测量。美国海军研究生院研制成功NPS AUV，NPS AUV的截面为方形，底部为一平面。它的首部和尾部都安装有一个可控制注水速度的压载水舱和一个垂直向安装的螺旋桨。当NPS AUV坐底时，同时控制两个水舱的注水的速度和借助于垂直螺旋桨的反向推力，可以实现姿态平稳的软着陆。这个方案能够很好地实现着陆，但是整个系统相对复杂，而且需要高精度的控制系统来保证。  1998年7月，美国佛罗里达亚特兰大大学(Florida Atlantic University)开发的ANS AUV一“Magellan”号进行了海试。其上搭载的传感器主要是环境噪声测量(Ambient Noise System)系统。其变浮力方案是：在AUV接近海底以后，采用水舱注水的方法来实现变浮力和着陆坐底；完成测量任务后，变浮力系统将高压气瓶内的气体释放到压载水舱，吹除压载水舱内的水，实现整体上浮。该功能的实现依赖于一套较为复杂的电气以及液压系统的协调控制，系统整体重量也较大。  在国内，天津大学机械学院开发一种具有变浮力系统、可以着陆坐底的新型水下自航行器（Autonomous Underwater Vehicle with Variable Buoyancy System，简称 AUV-VBS），实现长时间（三个月）座底在位测量。其主要工作原理为：水下航行到位，注水着陆坐底，航行控制部件停止工作，任务测量传感器单元启动工作，实现在位测量。AUV-VBS着陆坐底具有如下意义：①可实现长时间（三个月）坐底在位精确测量；②突破了制约 AUV工作时间的能源问题，③提高了 AUV 的隐蔽性，可完成特殊任务。 与传统 AUV相比，其研制的 AUV-VBS 有如下两个特点：①系统在整个工作过程中，浮力不是常数。当系统航行时，重力与浮力相等，呈中性；当系统着陆坐底时，重力大于浮力；当系统上浮时，重力小于浮力。②系统在着陆过程中需要精确的导航与控制，以满足 AUV-VBS 坐底的位置与姿态要求，并保证系统在着陆过程中的安全性。  （2）其他深海装备的调平技术研究  海底钻机主要工作在较深海底，不可能采用人工监视、调控，因此必须采用实时监测、调控。国外海底钻机主要采用三支腿的液压式自动调平系统，如澳大利亚Benthie Geoteeh公司的PROD钻机和德国Marum公司的MeBo钻机，均采用三支腿的液压式调平系统，能够满足海底钻机平台水平度要求，但其抗倾覆能力较差。国内海底钻机研究起步相对较晚，驱动方式包括机电式和液压式调平系统。地质矿产部海洋地质勘探局曾自行研制了HZ-10型动力头海底取芯钻机和振动式海底取芯钻机、中国地质大学（武汉）研制的YHZ-1型海底遥控取样钻机采用两个较大面积腹板进行支撑，提高了抗倾覆能力，但同时也降低了调平精度，影响钻探取样效果。  由中国海洋大学（青岛）研制的我国第一代深海原位激光拉曼光谱系统（DOCARS），其通过对设备舱姿态（三维倾角）的精确检测，来使仪器设备舱能够稳固地施放于海底，或着床后能进行姿态调整以获得最佳的工作状态。 3.2 深海装备着陆控制技术的发展趋势 （1）向自动化发展  随着海洋技术的深入发展，深海装备将会越来越自动化。全自动化作业将会取代操作员人工控制，深海设备将自主完成一系列着陆、勘探工作。  （2）向长时间作业发展  目前的自主式水下机器人最长工作时间仅为几天，有的甚至只能工作几个小时，因此，不能满足长期海洋环境测量要求，沉底着陆式的水下机器人的出现，将会有效节约其携带能源，延长作业时间。  （3）向多功能化发展  携带着陆系统的水下机器人的功能将会越来越完善，将能胜任水下铺设管线、海底考察、数据收集、钻井支援、海底施工、水下设备维护与维修等各种工作。 四、主要研究内容和要求达到的深度4.1 主要研究内容 本课题主要研究的内容是深海装备的着陆控制技术，完成原理样机开发，在实验室水池环境下实现样机在复杂地形下的平稳着陆。首先完成原理样机的自主设计和加工，然后完成系统的硬件设计，软件调试，最后在实验室水池中进行试验调试。整个系统由传感器系统、主处理系统、驱动控制系统和样机实体组成一个闭环控制系统。整个控制系统框图如图1所示：    图1 控制系统框图  （1）原理样机的设计与加工  用SolidWorks软件设计原理样机的机械工程图（图2），并导出CAD图纸交由加工单位进行各个零件的加工。    图2 原理样机示意图  （2）控制系统的硬件设计  设计和印制系统各部分的硬件电路，并进行工艺组装和调试。系统硬件包括主处理系统、传感器系统、驱动控制系统，其中主处理系统又包括电源管理电路和控制系统监控电路。图3为控制系统的内外接口电路框图：    图3 控制系统内外接口电路框图  主处理器电路：MCU处理传感器数据，计算步进电机的调整控制量，输出给驱动电路用来驱动步进电机工作，调整四个支腿的长度变化，主处理电路原理图如图4所示。    图4 主处理电路原理图  系统监控电路：负责主控仓漏水、温度检测。可以通过环形漏液检测装置完成漏水检测，同时使用温湿度传感器检测舱内温湿度。  电源管理电路：负责将系统供电转换为各电路板所需要的电压电平，供整个系统使用。  传感器系统：负责传感器的接口设计，以方便各种传感器的接入。传感器包括距离传感器、压力传感器、角度传感器等。  驱动控制系统：负责完成步进电机的驱动设计。  （3）控制算法软件设计  本课题的控制算法将采用PID控制算法，即指利用比例（P）、积分（I）和微分（D）进行计算的一种方法，在实际系统调试中，这三个部分作用各不相同。  结合本课题的着陆控制技术，将测距模块的高度值或者姿态模块的姿态角作为当前测量值，调平系统的水平值作为调平系统的目标值，因为P的作用可以提高系统响应的速度，减小系统误差，结合I的作用可以减小系统的稳态误差，使调平系统效果更加理想，所以利用PI控制器来计算得出电机的控制量。  本课题着陆控制技术中的调平系统采用的是“二次调平”，即着陆系统通过两次调平，第一次是基于测距模块测量的高度值来进行的粗略调平，第二次是基于姿态模块进行的微小调平。具体的工作流程如下：  A、系统上电，调平系统四个支腿上面的测距模块开始工作，依次测量得到四支腿的高度值；  B、四支腿的高度值求平均值作为调平系统参考值，利用四个高度值和参考值的差就可以得到四个支腿的调节方向以及调节速度  C、根据上述的差值来选择使用“二次调平”的哪一种调平策略，如果差值大于设定阈值，则采用基于测距高度值的粗调，如果差值小于设定阈值，则采用基于姿态数据的微调。  D、将差值输入到PID控制算法中，进行每个支脚实际控制量的计算，本系统中使用的是PI控制算法。  E、将计算得到的控制量转变为对应频率的控制信号，控制信号进过驱动模块后直接驱动步进电机，执行方向和速度的控制。  其实现框图如图5所示：    图5 算法整体流程图  （4）上位机软件设计  用C#编写上位机软件，在上位机界面上显示出各个传感器的实时数据及仓内的温湿度变化，如图6所示。    图6 深海装备着陆控制系统上位机示意图  （5）样机整体调试  整套系统的调试工作由浅入深，在不同的阶段完成不同的调试任务。调试方案设计如下：  A、防水测试  在样机加工完成后，放入水中进行防水测试，测试其是否达到的防水要求。  B、陆地调试  将控制体系和样机组装好，在地面上模拟出一个高低不平地复杂海底环境，将整个装置通过滑轮吊到半空中，通过滑轮将装置缓缓下放，模拟深海装备着陆的过程。  C、水下测试  在完成陆地调试后，将整个装置放到实验室水池里进行模拟测试。 4.2 要求达到的深度： 在理论与实验研究方面：要求通过对深海装备的着陆控制技术的文献研究，以及基于原型样机的大量实验室实验研究，提出一种详细的适用于深海装备的通用型着陆控制技术方案。  在实物研制方面：要求设计开发出一种可在实验室水池中试验，并实现四腿伸缩的原理模型样机。  在算法设计方面：要求基于自适应控制理论，设计一种四腿协同伸缩控制的算法，并在嵌入式平台中予以实现。  在整体调试效果方面：要求基于自主研制的模型样机和自行设计的控制算法，在实验室水池中多次反复完成各种模拟复杂地形下的平稳着陆试验过程。 4.3主要技术指标  * 工作电压：DC 10V-12V * 工作温度：-10°C～55°C * 工作水深：≤2m * 调平误差：≤1° * 调平时间：≤30秒 |

# 五、研究及论文工作的主要阶段、进度和完成时间：（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 | 2014.07 | 2014.10 | 导师主要以邮件和定期见面方式指导 |
| 2 | 文献综述 | 2014.11 | 2014.12 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：文献综述报告 |
| 3 | 开题答辩 | 2014.12 | 2014.12 | 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 | 调查研究 | 2015.01 | 2015.06 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：1份专利申请、1篇核心期刊论文、1篇EI国际会议论文 |
| 5 | 论文写作 | 2015.07 | 2015.09 | 导师以每周例会方式指导 |
| 6 | 论文初稿 | 2015.10 | 2015.11 | 导师以每周例会方式指导  要求提交：论文初稿 |
| 7 | 论文定稿 | 2015.12 | 2015.12 | 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** | | | | | |