

2012 MATE 国际大赛

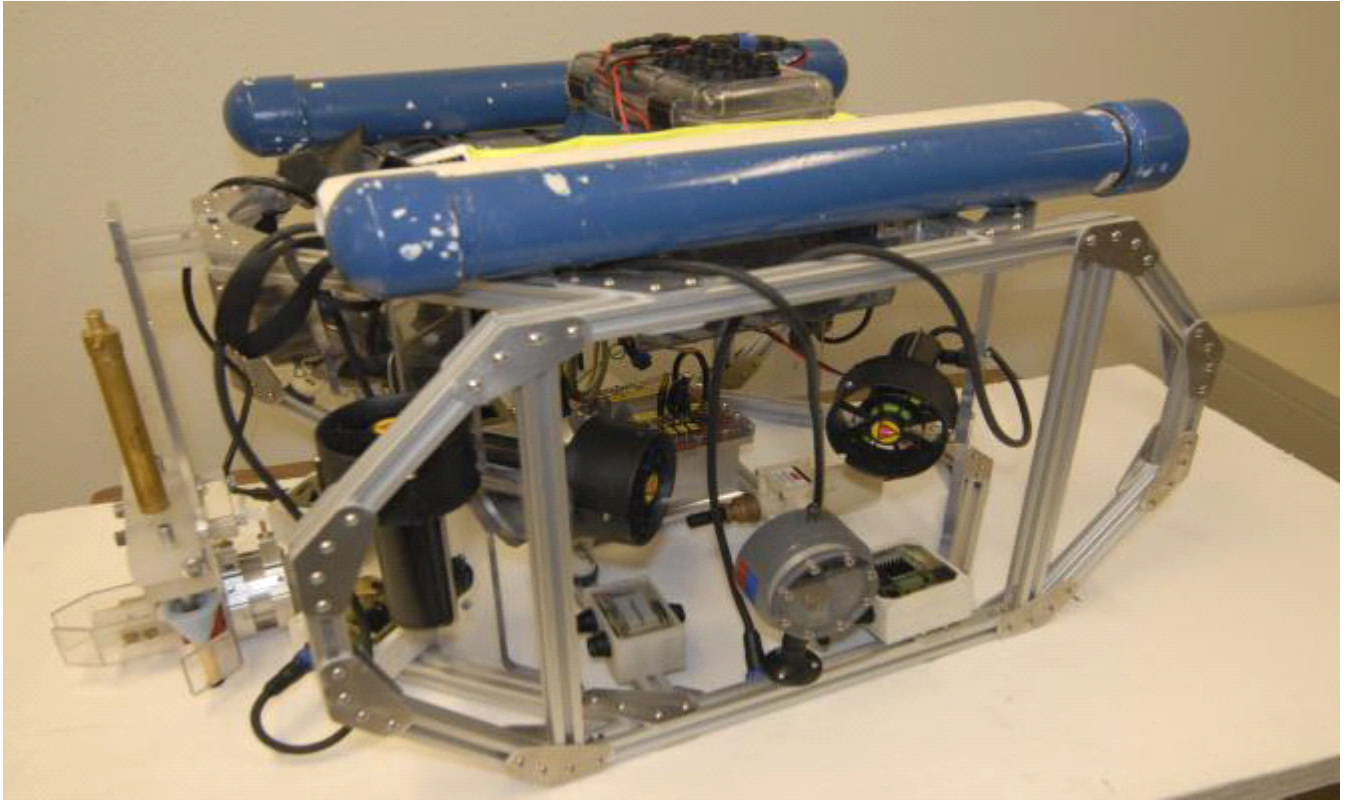
技术报告

太平洋水下工程设计

林恩本顿社区学院

奥尔巴尼，美国

—— Meriton Mei 【译】



成员：

Griffin Alberti, Danielle Butler, Kerry Codoley, Alex Frisk, Ryan Harp, Matt Holmes, Brandon Huff, Kyle Humphry, Andrew Larson, Jason Marks, Phillip Marks, Jonathan Naylor, Kyle Neumann, Scott Neuman, Rachael Nolan, Blythe Nourie, Daniel Reichert, Coquille Rex, Chad Sarni, Francis Shala, Nathan Slocombe, Samuel Stephenson, Steven Solders, Symone Stinson, Keith Steel, Daniel Takmori, Marc Thompson, Dilyn Winn, Li Zhang

指导老师：

Greg Mulder Physical Science Consortium

Karelia Stetz-Waters English Consortium

Dan Lara Science Engineering and Technology Consortium

Michael Tilse Machine Tool Consortium

目录

1 公司介绍	
1.1 概要	1
1.2 宗旨	1
2 核心系统	
2.1 框架	1
2.2 推进器	2
2.3 编程	2
2.4 电子电路	3
2.5 摄像头	8
2.6 系链	8
3 任务载荷	
3.1 尺寸和定位	8
3.2 浮筒	9
3.3 珊瑚	11
3.4 燃料箱	12
3.5 金属探测	13
3.6 磁块	13
3.7 模拟传感器	14
4 思考总结	
4.1 挑战	15
4.2 安全性	15
4.3 未来提高	15
4.4 团队合作	16
4.5 测试	16
4.6 经验教训	16
4.7 开支	16
4.8 感谢	16
5 附录	
5.1 通信流程图	18

1.1 概要

OCRA（Oregon Remotely Controlled Adventures）是一个由 ROV（Remotely Operated Vehicle）远程车辆控制协会委托 PHD（Pacific Hell-Divers）太平洋潜水工程和 MATE（Marine Advanced Technology Education）海洋先进教育中心旨在执行与评估和减少二次大战沉船损害的多样性任务。OCRA 的设计重点是模块化、可操作性和易用性。为此，其建立在一个拥有用于控制水平方向移动四个推进器和用于提供垂直推力的推进器。每一个任务是通过在需要的时候使用易于拆解、修改和修理的专用模块来完成。支持多达9个高分辨率摄像机，使得 OCRA 可以为控制人员提供最大化的视角。OCRA 通过一个由 PHD 设计的图形化用户界面来控制。尽管其拥有各种各样的传感器和子系统，但是其已将操作员的培训时间压到最短作为设计目标了。

1.2 公司宗旨

在为 MATE 比赛制造 ROV 的时候，除了带来了乐趣、共享我们的知识、召集伙伴和编织记忆，同时还能够扩展我们的知识。



为2012年的制作准备新的实验室



ROV 团队在 LBCC 大学之夜期间招募中学生



在最近的 MTS 迷你 ROV 制作日上的初中生和 LBCC 的 ROV 团队

2.1 框架

公司给定的任务是设计并建造一个框架用于支持 OCRA（如图2.1.0所示），此结构应该优化可工作性和功能，当增加新的任务时。此框架必须能够承受所有的用于完成这些任务的各种各样的器件。

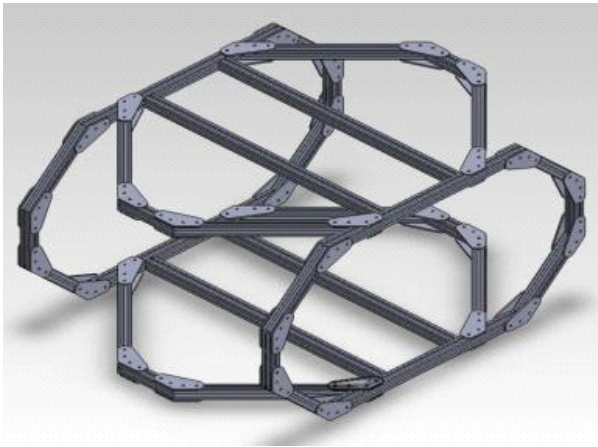


图2.1.0 OCRA 框架由 solidworks 软件设计



图2.1.1 使用在 OCRA 上的挤制铝材样材

一些任务需要将指定的工具安装在框架的外侧；而绝大部分的核心系统安装在内部。PHD 选择使用（2 厘米 X 2 厘米）挤制铝材作为 OCRA 的框架（如图 2.1.1 所示），因为这种铝板使得附加模块迅速而便捷。许多 45° 的角使得矢量推进器易于安装。

2.2 推进器

推进器为 OCRA 提供了基本的移动能力包括精确定位以及及时从一个任务到达另一个任务点的能量。

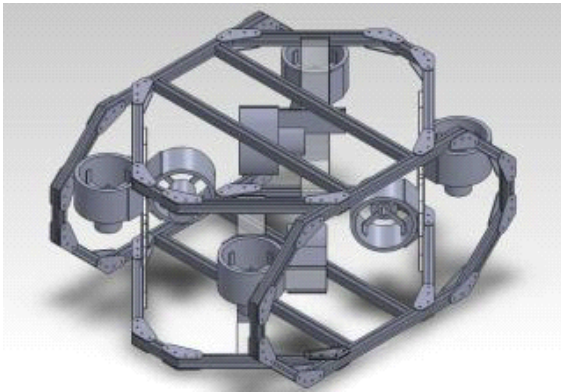


图2.2.1 推进器合理放置（由 solidworks 绘制）

OCRA 的推进系统由八个每个能提供 18N 推力的 SeaBotix（遥控潜水机器人）BT-150 推进器（如图 2.2.1 所示）组成。每一个推进器由封装在由环氧树脂包裹住的 H 桥控制，散热器暴露在外。这考虑到系统内部更好地防水性和更好地散热性，以及系统间更好的交互性。电源由保险盒引出，这是一种在电流送入 H 桥之前进行转换和保险的习惯。H 桥的控制由在耐压壳中的 Arduino Mega 2560 完成。操纵推进器通过 Arduino mega 和拥有罗技 G-UF13 控制器的笔记本电脑上的 Python 人机界面完成。

2.3 编程

控制系统

OCRA 的控制系统由两个主要基于财力可行性和最大的性能/成本比的组件组成。一个带有以太网的 Arduino Mega 2560 驱动 OCRA，一台 Intel Core 2 带有 Python GUI 人机交互界面控制系统的笔记本，用户通过上述系统来控制 and 监视 OCRA。这两个系统充分考虑到了便于原型机设计、代码的可移植性以及降低学习此系统技术的难度。

软件

OCRA 主要有两个比较独特的代码部分，机器人端采用 Arduino C 开发，其拥有很多各种各样的库文件，用户端使用能够在操作员和 OCRA 之间建立网络连接通道的 Python（见附录 5.1, 17 页）。

Arduino

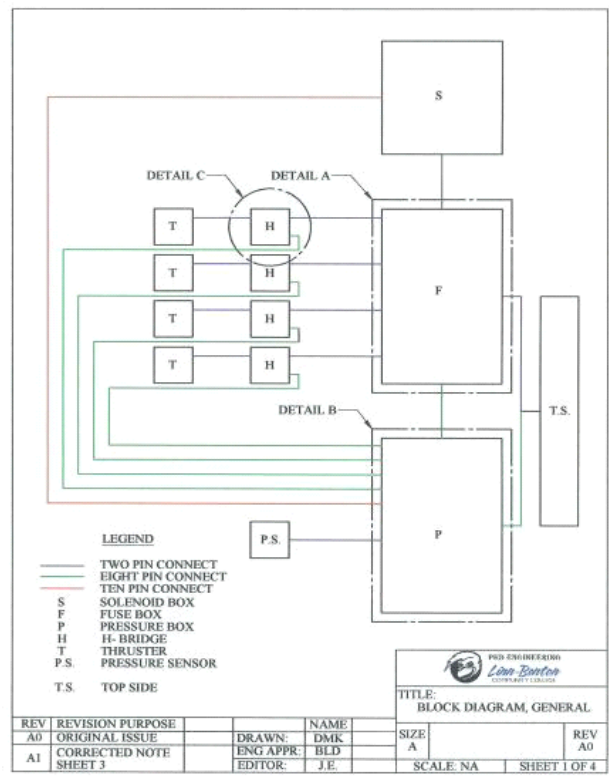
虽然对于这种类型的应用程序可选择的微控制器的种类是相当多的，使用 Arduino 是有一些优势的。开源社区支持的开源库和算法事实上是无与伦比的对于其他微控制器爱好者而言。另外一个独特的优点是来自

Arduino 平台的开放性，虽然其作为一个商业平台，Arduino 保留了开放的硬件平台。

2.4 电子电路

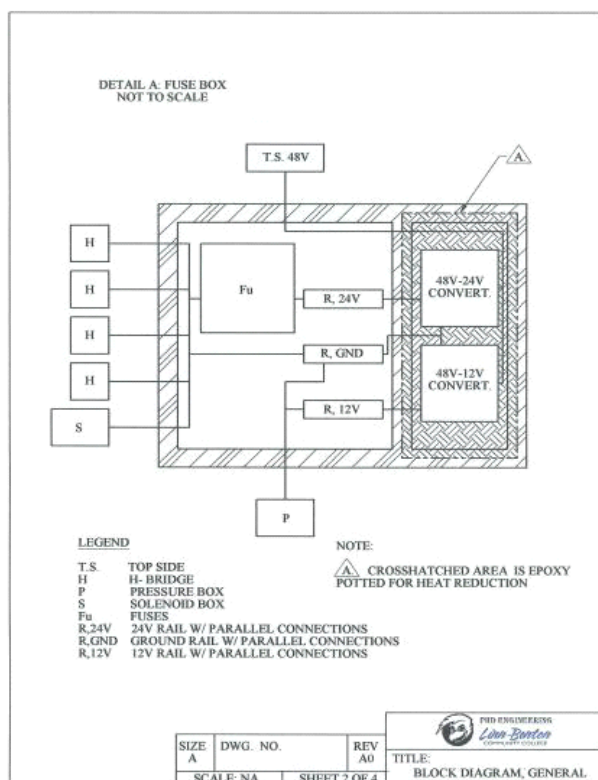
散热

PHD 工程将电子系统分成尽可能多的部分，重点放在合理移动那些难于替代并且需要使用独立空间的产生热量的元件和装置。这使得我们使用了三个主要的安装盒连同8个独立的 H 桥，分别作为 OCRA 的大脑、心脏和肌肉（请见图2.4.1）。



DC 到 DC 转换

转换盒（请见图2.4.2）包括了 OCRA 的大脑，一个由一端开口一端闭合的聚碳酸酯盒子。盒子的开口端有一个48V-24V 和一个48V-12V 的 DC-DC 转换器。每个转换器由环氧化物的散热器包裹着。用这种方法我们可以将这两个发热量最大的元器件移动到盒子的外部并且保证防水性。盒子的封闭部分用于在送入其他盒子、传感器以及 H 桥时隔离电源。ROV 转换盒子里的自恢复保险丝和40Amp 的保险丝以及一个岸上的开关，可以保护潜水员的安全。



气动箱（Pneumatics box）

气动箱为 OCRA 的子系统提供能量，其是一个定制的铣成的铝制块（见图 2.4.3）。这个 18X13X10cm 的盒子由 24V 电源供电，并且其中含有九个 SMC 双螺线管，通过 Arduino 的 TIP-120 开关转换器。一个 0.95cm 的干净的聚碳酸酯封口可以防水，并且有助于在做任务期间的视觉上的检查。气动箱的优点是只要两个压缩空气管路提供空气。我们的气动系统由一个有保证的 SCUBA 水槽和调节器。所有的团队成员都被培训如何安全使用、运输和存储 SCUBA 水槽以及气动设备。

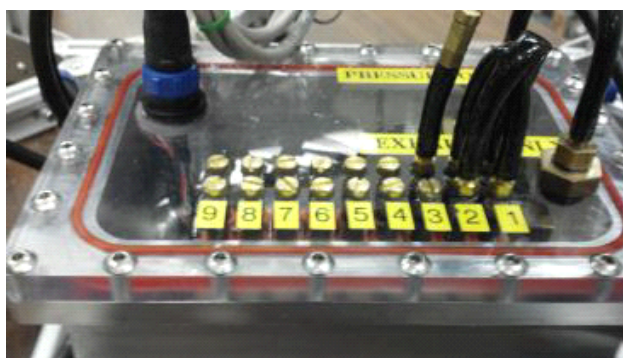


图2.4.3a 气动箱

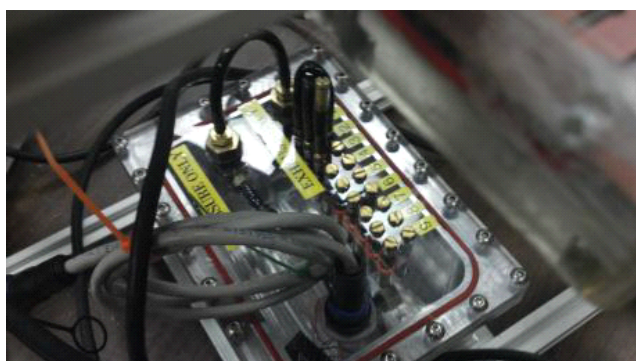


图2.4.3b 气动箱

Mega2560 基于 Atmel AVR 的 CPU 内核，可以使用 14 路的 PWM 通道，以及 40 个数字 IO 口，16 个模拟引脚。大量的输入输出 IO 口否定了通过外部电路的复用，这有利于降低电路的复杂程度以及使得系统更加简

洁。Arduino 平台的另一个明显优势来自所谓的屏蔽线。这本质上是原型实验板，可直接插在 Arduino 功能扩展板上。然而适应官方模型的物理尺寸被高度记录，并且支持在线功能。

通信

使用 Arduino 以太网屏蔽提供 OCRA 与表面的客户-服务器操作，原因在于 TCP/IP 协议远距离的可靠性和易于实现。尽管 Arduino 拥有很多种方法进行通信，但是从绘制自己的接线图和写协议的任务来说是相当困难的。以太网在定制布线费用和信号完整性方面拥有相当大的优势。而且 TCP/IP 在包（信号）的冗余和在指定实施方面拥有非常完整的记录能力。

图形用户界面——GUI

微控制器代码需要用与 CPU 相关的嵌入式语言编写，但是一个程序员很少受到接口使用 Python2.7编程语言（用于选择编写通信协议和用于控制 OCRA（见图2.3.1）的 GUI）的限制。Python 语言的快速原型能力以及大量的库文件使得选择其作为开发模块语言的原因很显然。PyGame 是一个开源的库，其提供了简单的可以使用 USB HID 协议的 API，以及提供(见图 2.3.2)直观的 GUI 创建。

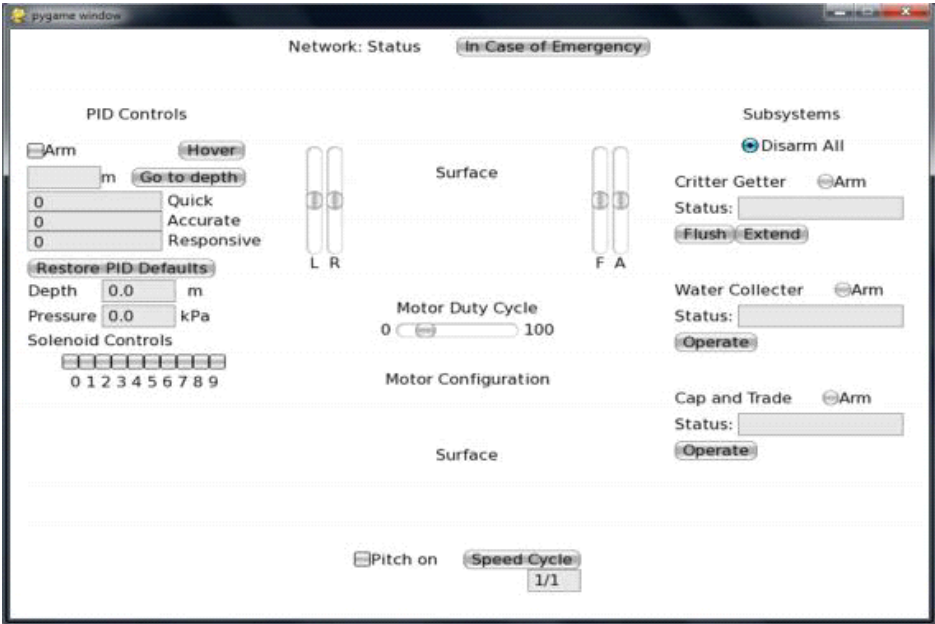


图2.3.1 GUI 界面的屏幕截图



图2.3.2 USB HID

开源软件

由于 Arduino 和 Python 都是开源的，包括 Arduino 硬件本身，这是非常重要的编程目标，即在可能的情况下随时随地公布我们自己的代码同时也用开源的软件。开源社区支持业余编程和机器人制造是一个非常令人兴奋的发展迅速的领域。这给我们通过允许别人使用我们自己代码以及思想创造更好和更多的不一样的设计支持

这项艺术。同样的，PHD 工程代码可以从 <http://rov.linnbenton.edu> 获得。

耐压壳

耐压壳是用于装载 OCRA 的“大脑”的。PHD 工程使用可耐水压30米的 OtterBox 3500 水封盒制作耐压壳。在盒子的内部装载了 Arduino Mega 2560 微控制器以及以太网屏蔽 V5附件（见图2.4.4）。所有的数据通信线路是从表面接口设备引出来的，用于驱动推进器的 H 桥通过防水接头连接。另外，Arduino Mega 提供了附加的5V 电源用于传感器和 H 桥的逻辑处理。（见图2.4.5）

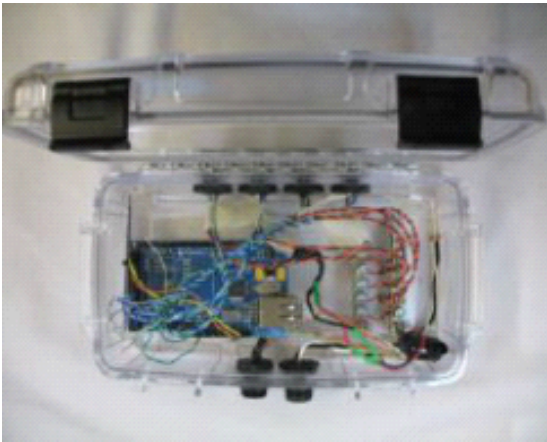


图2.4.4：防水盒内部装载了 OCRA 的大脑

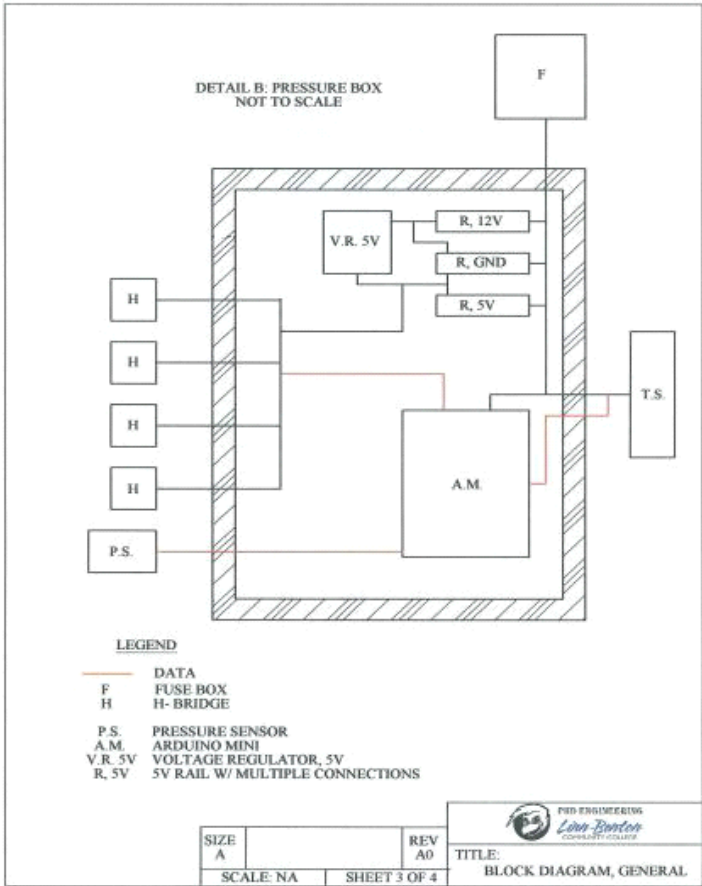


图2.4.5：耐压盒原理图

H 桥

8个 H 桥被放置在8个独立的塑料块（盒子）中。每个 H 桥块被环氧基树脂包裹着，只有散热片直接和水接触（如图2.4.6所示）。这种特点使得每一个 H 桥驱动模块单元能够被任意的其他单元交换如果一个坏了的话，同时从主箱中移出一个重要的热源。（请见图2.4.7）

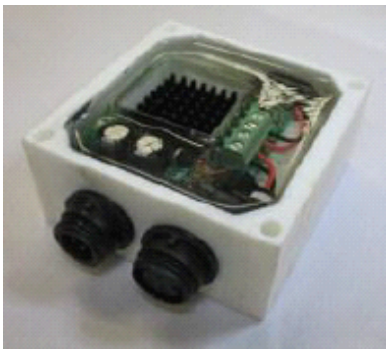


图2.4.6：OCRA 中8个 H 桥中的一个

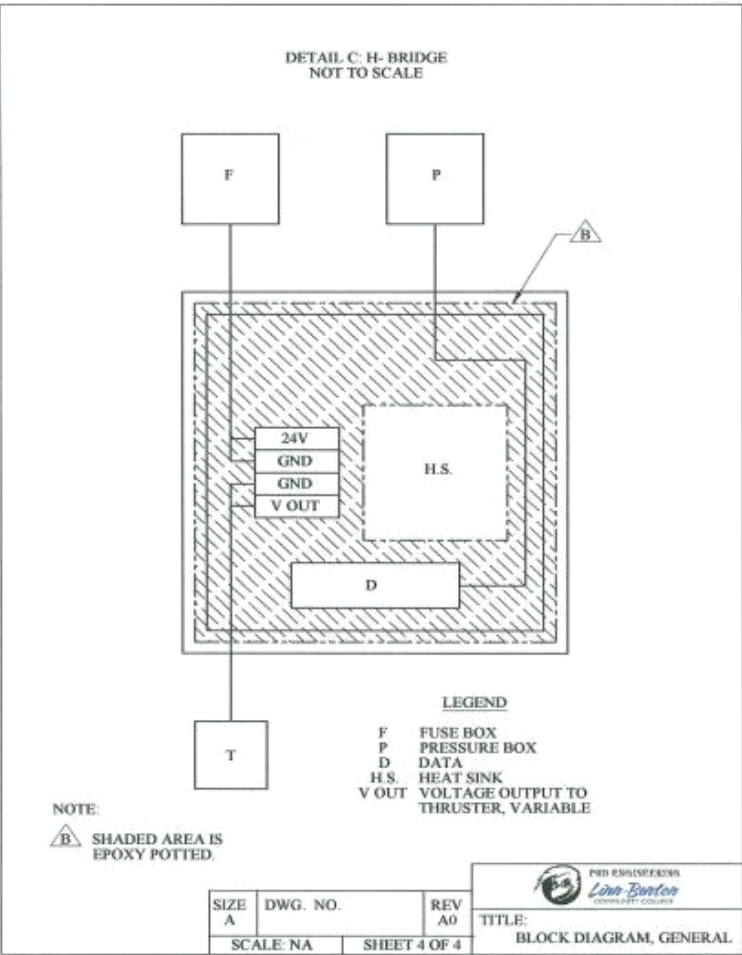


图2.4.7：H 桥图解

防水

如果有一种方法区分 ROV 的机器人与其他的机器人，那么就是其拥有在咸水高腐蚀性、传导性（导电）环境中以及在水下很深处工作的能力。这种能够在这种环境下工作的能力的难点在于全方位的防水。在过去的几年中，PHD 工程已经试验了好多种技术和策略用于防水。

现在流行的是用油封和环氧基树脂密封的解决方法来解决导电和短路的。近年来 PHD 工程已经多次对此类的解决方法感到不满意了。

使用油封的问题是当垫片或密封件出现问题时会导致环境的污染以及短路。PHD 工程已经在低温应用范围内通过替换成石蜡矿物油获得了解决此问题的部分成功。

由于舱壁穿透连接器的安装难度以及价格问题，成败的关键是压力盒的质量；泄露会导致灾难性的后果。制造过程中的经验帮助他们解决了部分的问题，在水下连接器上使用硅树脂 UltraBlack RTV Compound 或者 Marine Epoxy 可以阻止泄露的发生。

今年我们公司选择通过模拟用别的公司实验成功的环氧树脂灌封方法解决绝缘电子产品处理的问题。由于其永久性，我们公司通过在他们致力于这种形式的防水时干燥测试系统。在2010的比赛中，Kapi’olani 社区大

学团队慷慨的分享的他们在环氧树脂密封方面的经验。

为了处理腐蚀问题，OCRA 主要使用有色金属等非铁金属来制造。为了延长各种器件的使用寿命，PHD 工程定了在使用后必须用清水清洗的工作方针。

2.5 摄像头——Cameras

在 OCRA 上一共拥有六个安全摄像头。这些摄像头是由 CCTV 捐赠给先前的 ROV 的，刚好可以在今年使用的上。他们的型号是 PC303XS。每个摄像头的工作电压为直流12V（正负百分之十）、电流100mA，有效像素是 PAL 制式。512X582 NTSC；分辨率是512X492的380TV 线路。这些相机被安装在一个聚碳酸酯板端上，内部是空心铝合金管与铸铁的环氧树脂的背壳和聚碳酸酯镜片。（参见图2.5.1）

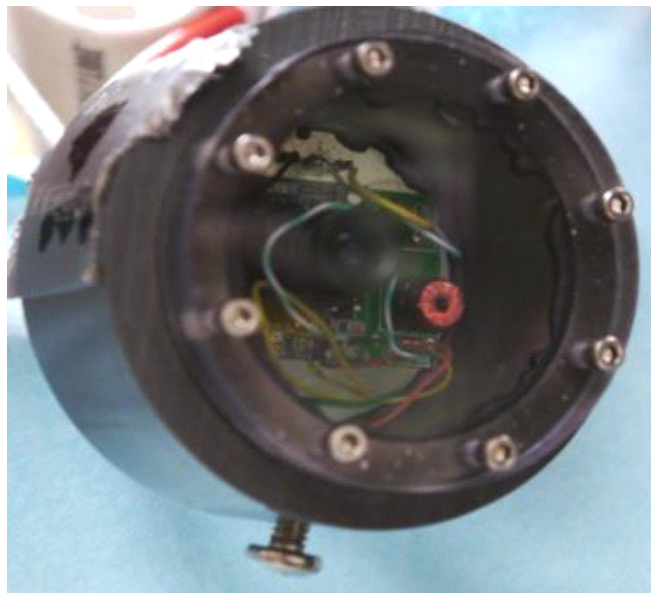


图2.5.1：摄像机容器

2.6 系链——Tether

PHD 工程在 OCRA 上有很多的系链在各种环境下用于很多的用途。用于比赛的系链长度为0米，在淡水中保持浮力平衡，并且重新设计了制造技术用于降低操作者损害机器的风险。通过一对十号线为 OCRA 提供48V 的直流电。然后连接到电源分配块。此外，还有两路空气线；一条用于压抗压，一条用于排气。他们均用于 OCRA 的控制。对于摄像机数据通过四条 CAT5电缆传输。在岸上部分，系链通过一个开关盒子（提供额外的保护、下拉电阻和 OCRA 的电源控制）连接到 MATE 的电源。半米的10AWG 延长器，以及一个75Amp 的安德森电源极连接。数据线通过 RJ45连接器连接在一条一米的 CAT5以太网延长器上，允许通过以太网端口控制 OCRA。

3.1 测量和定向

在任务中公司必须将测量失事船长度的精度控制在正负0.05米之内，以及将确定失事船只的方位的精度控制在正负10度以内。

设计

在 OCRA 的底部安装了一个 IP 摄像机。一旦定位了失事船只的位置，本摄像机将会对整个的残骸进行拍照（如图3.1.2）。接下来将会使用像素的数量计算从左舷到右舷、从船首到船尾的所有参数。这样我们将会获取失事船只的大小信息，通过以上数据使用简单的公式将能够计算出失事船只的长度。失事船只的定位是由水封盒子里的罗盘芯片测定的。



图3.1.2：IP 摄像头

高强度照明灯（模拟声纳）

除了声脉冲/反射声纳系统之外，侧面声纳系统将由一个高亮度照明灯模拟。高亮灯会发出一束光线模拟声纳系统的声波，当光从反射物上反射回来时模拟回声。灯光照射在目标物上使其维持可见状态那么就算一次成功的声纳扫描的模拟。高亮灯是一种可以获得最高亮度而却使用最少能量的 LED 灯。

DM368高亮灯参数：

- **DM368 Highlights**
 - High-Performance Digital Media System-on-Chip (DMSoC)
 - 432-MHz ARM926EJ-S Clock Rate
 - Two Video Image Co-processors (HDVICP, MJCP) Engines
 - Supports a Range of Encode, Decode and Video Quality Operations
 - Video Processing Subsystem
 - HW Face Detect Engine
 - Resize Engine from 1/16x to 8x
 - 16-Bit Parallel AFE (Analog Front-End) Interface Up to 120 MHz
 - 4:2:2 (8-/16-bit) Interface
 - 8-/16-bit YCC and Up to 24-Bit RGB888 Digital Output
 - 3 DACs for HD Analog Video Output
 - Hardware On-Screen Display (OSD)
 - Capable of 1080p 30fps H.264 video processing
 - Peripherals include EMAC, USB 2.0 OTG, DDR2/NAND, 5 SPIs, 2 UARTs, 2 MMC/SD/SDIO, Key Scan
 - 8 Different Boot Modes and Configurable Power-Saving Modes
 - Pin-to-pin and software compatible with DM365
 - Extended temperature (-40°C - 85°C)
 - 3.3-V and 1.8-V I/O, 1.35-V Core
 - 338-Pin Ball Grid Array at 65nm Process Technology

主板上上面搭配了500万像素1080p 高清传感器。该透镜在水面上具有88度视野以及最小的失真。

3.2 浮力袋——Lift Bag

作为任务的一部分，OCRA 在试图确定失事船只是否有燃油前必须清理工作现场的碎片，一个“浮力袋”系统将会设计如下功能：

1. 运输并且将浮力袋附着在一个倒下的桅杆上（10分）
2. 给浮力袋充气，以便将桅杆从底部浮起（10分）
3. 将倒下的桅杆移动到指定的地点，使其脱离底部区域（10分）

3.2 浮力袋系统器件

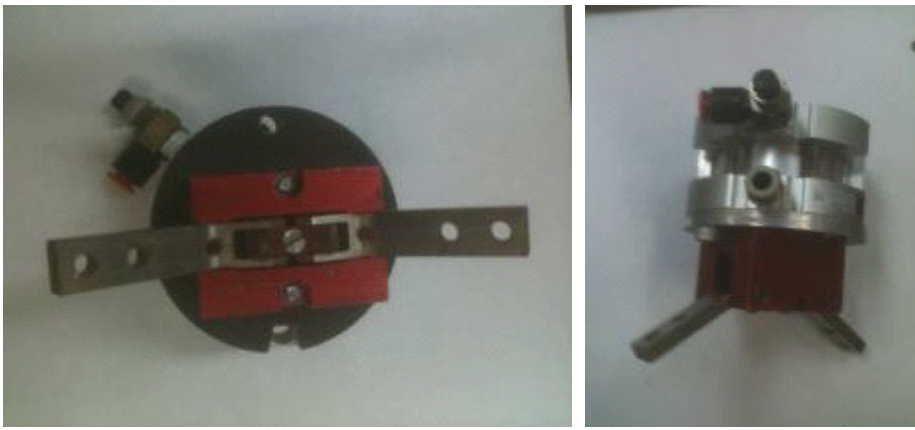


图3.2.1 没有钳子的气缸

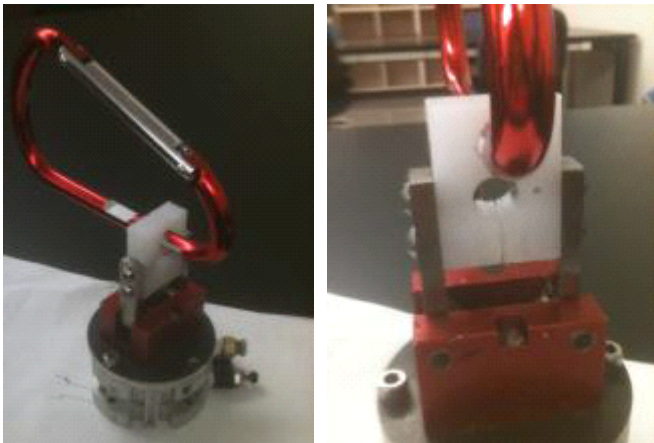


图3.2.2 带钳子的气缸



图3.2.2a 扣子

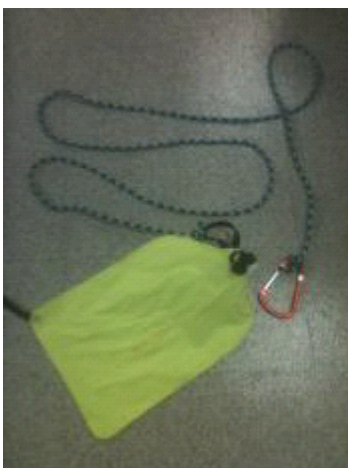


图3.2.3 浮力袋



图3.2.3a 套好的浮力袋

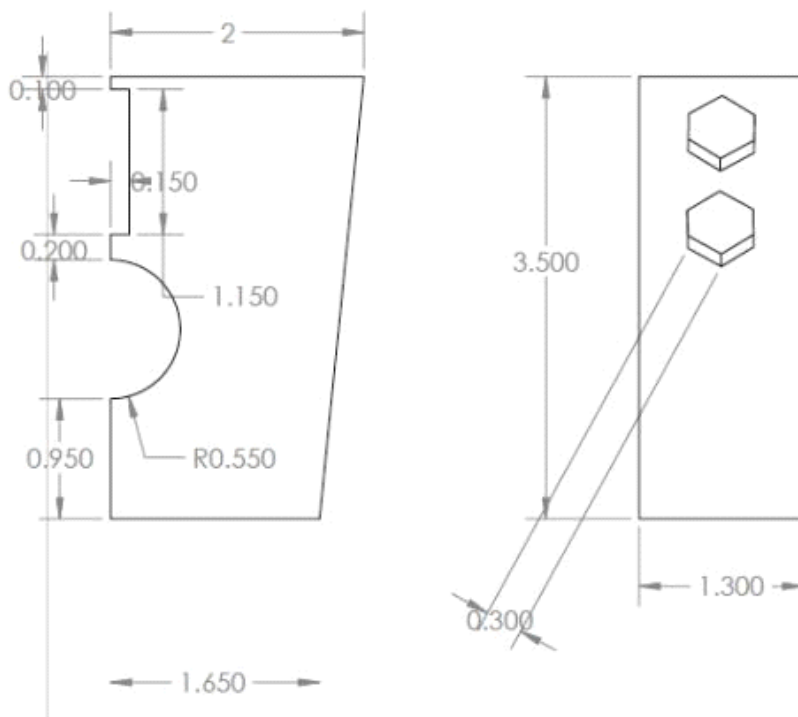


图3.2.4 solidworks 绘制的爪子

材料组成:

- 一根40PVC 管道：直径5.5cm、51cm 长、沿长度方向每2cm 切割
- 直径1cm 的绳子：519cm 长
- 气动软管：x 米长
- 气缸
- 额定承重200磅的扣子
- 塑料装配式爪

当前设计

基本设计是一个拥有塑料装配式的可以安全的抓起绳子和扣子的爪子的气缸。一旦 OCRA 将扣子套牢住桅杆，气动软管将会给浮力袋充气，并且将桅杆带到指定的区域。爪子将会打开将扣子和绳子释放出去。PVC 上额外长度的绳子将会被释放，浮力袋将会浮到水面上。（参见图3.2.1至3.2.4）

3.3珊瑚

为了维持失事船只周围的生态系统，必须设计一个将珊瑚从失事船只的一边运输到新的地点的系统。

设计

我们设计了一个底部有活板门和机械耙的网状盒子（参见图3.3.1）。这个收集容器的主要设计思想是使用盒子的外部边缘插进珊瑚底部并向上拨动即可移动珊瑚。如果珊瑚比盒子大那么就会使用耙手机珊瑚。机械耙由伺服电机驱动耙的伸出、向上以及回到盒子里，最终达到挖掘珊瑚的目的。到达目的地后底部的活板门将会打开，释放珊瑚。

材料组成：

- 盒子框架：聚碳酸酯
- 手臂：聚碳酸酯
- 机械耙：聚碳酸酯
- 气动软管（不同长度的）
- 气动扣子
- 步进电机型号：Hitech Deluxe HS-485HB

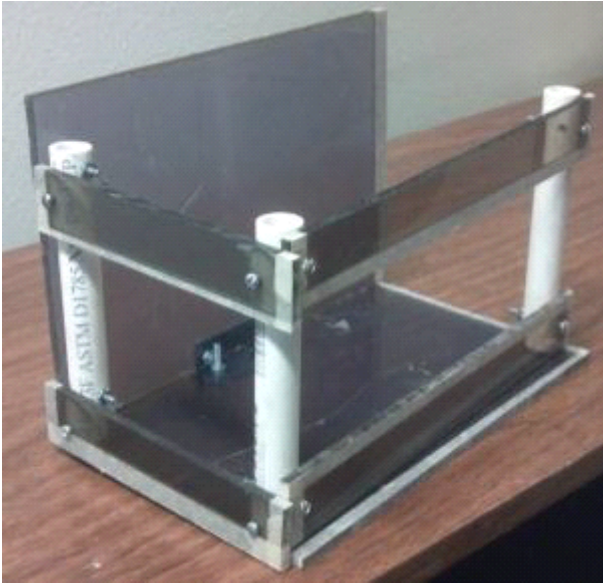


图3.3.1 珊瑚收集器

3.4 燃料箱

燃料运输系统设计的目的是安全的将失事船只的燃油移走，与此同时盐溶液将会填进燃油箱，从燃油箱的一侧盐溶液将会被抽进；燃油会从另一侧被引出，并且与水分开升到箱子的顶部。

设计

在 OCRA 的底部，有一个剪刀钳将 OCRA 和燃料箱接在一起（参见图3.4.1）。我们将燃料箱从中心依次排开，以及气动开关（参见图3.4.2）。此开关打开剪刀钳子并将燃料箱抓住举起。接着，燃料箱被牢牢地抓住了，操作员将会试着降低“毒牙”（参见图3.4.3）。当系统到达燃料箱上部时，操作员将会打开泵并将盐溶液抽进箱子中。溶液被抽进而燃油将会被挤出并存进 OCRA。当燃油已经全部排空时，操作员将会把“毒牙”放回他们原来的位置，并且释放剪刀钳子。



图3.4.1 燃料箱固定爪系统



图3.4.1a 燃料箱固定爪系统

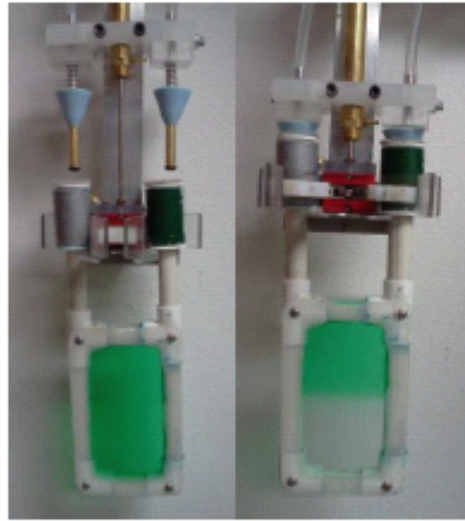


图3.4.2 燃料运输系统

材料组成:

- 12V 的抽水泵
- 为了液体的存储，我们使用了两个2L 的袋子。一个用于装载盐水，另一个用于装载抽出的燃油
- 剪刀钳子由气动驱动，能够打开和闭合
- “毒牙”由两个16cm 的铝管构成
- 两个软橡胶塞子用于燃料箱和“毒牙”之间的密封
- 我们使用了聚碳酸酯的板子套在“毒牙”、气缸和滑片上
- 一个20mm 的气动泵用于提高和降低“毒牙”
- 铝制的滑片将我们的爪子和顶盖子连在乐 ROV 上

在系统的制造过程中，一些原型在最终完成前都经过了测试。整个团队多次回到图纸上重新设计系统，目的是为了提成功率，并且直到 PHD 工程认为达到了环境安全的移走石油类的液体为止。

3.5 金属检测——Metal or Not

我们设计了一种可以对样品碎片进行测试的系统，用于判别是否是金属物质。

设计

由于每个样品都将经过 OCRA，设备（参见图3.5.1）将会与样品接触。如果碎片含有金属成分，设备中的磁铁将会产生电磁特性并在 HUD 作为光点显示。

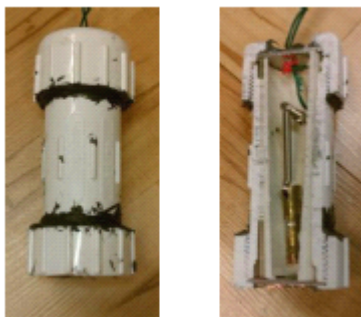


图3.5.1 金属探测器

3.6 磁块

从燃料箱抽取燃油后，将一个 Vecro 的尼龙扣补在箱子的开口处。

设计

提供的帽子在一个金属管内，帽子上有一个尼龙线环，金属管子的一侧扣着一个线（参见图3.6.1）。金属管

安装在 OCRA 的一侧。为了修补箱子，OCRA 需要机动这样一个管子才能在一个开口的上方。OCRA 接下来将会下降直到 Velcro 尼龙绳接触到。再接下来 OCRA 将会从箱子上举起，将尼龙绳安全的附着在箱子上（参见图 3.6.2）。然后再重复放置第二个帽子。

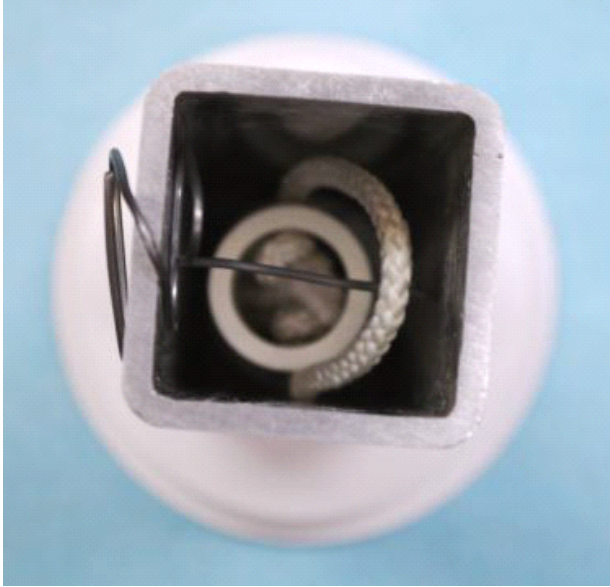


图3.6.1 覆盖工具上视图

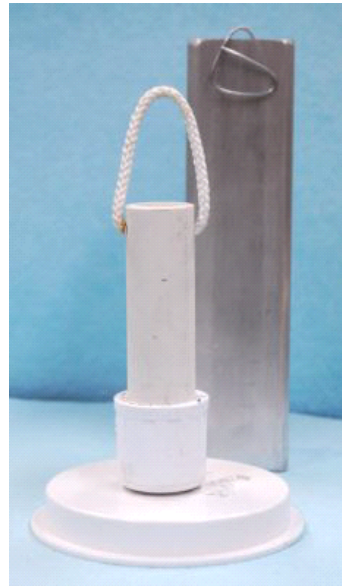


图3.6.2 覆盖工具与盖子（帽子）

材料组成：

- 方形铝管：3.8cm x 3.8cm x 15.3cm
- 不锈钢丝线：18gage x 15.5cm

3.7 模拟传感器——Simulated Sensors

为了达到模拟使用超声测厚仪以及中子散射器来测量燃料箱的成分的任务，需要执行接下来的任务。一旦船体的碎片清理干净后，此任务才能执行，其包括了三个步骤。

- 1.将超声波测厚仪接触一个61cm x 46cm 的黑色塑料目标。
- 2.移动到校准箱校准中子散射器。

最后，回到船体使用中子散射器。

接触时间至少维持持续的五秒钟。传感器应该可以通过机载的摄像头实时监控，从而操作员可以判断传感器是否正在接触。

设计

超声测厚仪以及中子散射器都被整合到一个设备中，一个2cm x 2cm 方形金属附着在 OCRA 的框架上（参见图3.7.1）。这个模拟传感器将会用螺栓拴在 OCRA 的外框架上。

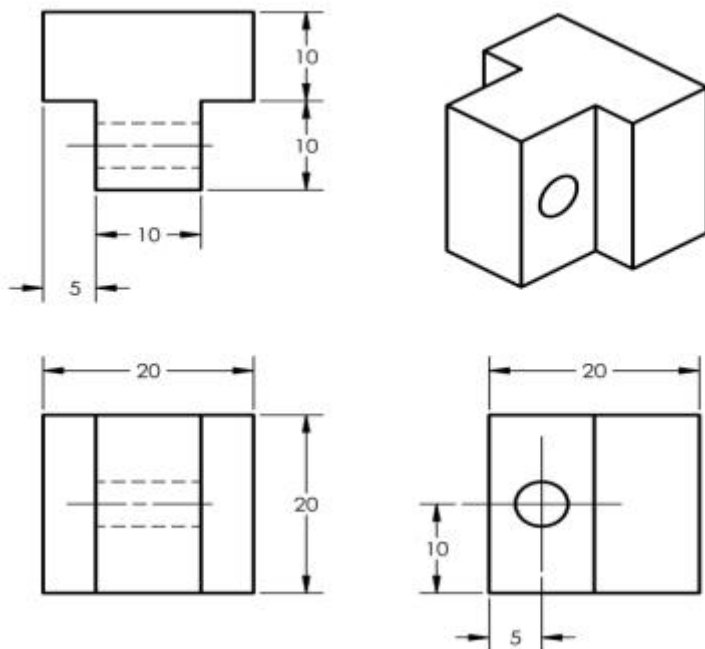


图3.7.1 模拟传感器

4.1 挑战

预算——Budegt

由于预算的限制，其中 PHD 工程面对最大的挑战之一就是获取所需材料的问题。然而，由于这些局限，团队成员们对于从本地提供商获得资源的花费均精打细算过。这个网络允许各种各样的企业建立紧密的合作关系。此外，这些局限促使了我们专注于使用可回收的材料、减少浪费以及同时在开发和测试工程中的效率不高问题。

资源管理

由于新成员的突然加入，以及有经验的老队员的流失，PHD 工程难以以最有效的方式利用新成员的技巧。另一个问题就是只有有限的机会去测试用于完成任务的原型机以及技术。ORCA 的混乱困扰着发展的第一阶段。结果，有限的测试机会溜走了。同时这也导致了我们从此往后的同时更加专注于团队的组织和计划。

故障排除

PHD 工程拥有很多种用于解决故障排除的技术；但是任何故障排除的第一步就是理解发生了什么问题。一旦问题得到确认，最有经验的队员将会确定问题的根源。在发现根源之后，这儿就有一些可被利用的解决路径。当合适的时候，我们的成员就会试着去独立出此问题，关闭其他的系统，看是否是由其他系统干扰引起的。如果问题是机械性的，他们将会手工开动系统，从而努力解决问题。如果发现问题需要重新设计子系统，那么公司将会考虑这些变化的优先级。

4.2 安全性

在测试期间，公司使用“大声呼叫”的方法交流他们所正在做的事情。这就像公司的成员知道你正走在他们后面，公司知道你正在打开电源。这是一种有效让公司在任何时候都知道发生着什么的的方法。

操作员的附近有一个系统用于随时随地的关闭开关。如果有安全隐患那么操作员可以迅速的关闭整个 ROV 系统。ROV 上所有的角和锋利的边缘都被打磨圆滑，防止割伤和擦伤。在 ROV 的框架上安装了保险杠，以保护电机免受接触。安全条例在实验室内得到了强制执行。没有人能够单独在实验室内工作；在实验室内必须同时至少有两个人才可以工作。安全眼镜和特定的鞋必须在指定的工作区域穿戴。没有人可以在没有经过适当的培训下使用。食物和饮料只允许在工作区域外食用。

4.3 未来提高

公司拥有众多的升级和改进的计划。最显著的升级是无刷电机速度的电子控制。这将会提高 ROV 的推进力和效率。电机的升级将会需要对耐压壳、电路、连接器重新进行设计。气动手臂是 ROV 整体的不可分割的一部分。手臂的升级将会给公司带来 ROV 更有效的利用。其中一项升级计划是开发一个活动范围更广的手臂。

ROV 的便携性同样对于公司是非常重要的。这正在改进中。公司正在获取经验，以设计出一个更好的、更简洁的 ROV。在将来 ROV 将会是轻便的以及便携的。

4.4 团队

在其中的一次会议过程中，我们提出了我们的目标，公司的成员将大的任务分成许多小块并且选择自己钻研的某一块。

子团队包括：

测量团队：寻找一些方法去测量失事船只的长度以及选择最合适的方法去完成任务。

定位团队：找出一个测量失事船只方位的方法。

金属检测团队：设计并完善金属探测系统。

声纳团队：寻找最好的方法模拟声纳，用于扫描失事船只

桅杆/浮力袋：开发一个用于将浮力袋安装在桅杆上，并移动桅杆。

珊瑚：制造一个设备用于搬运珊瑚到指定区域。

燃油箱：设计一个组件用于从失事船只上移走燃料。

修补：制造一个系统用于修补燃油箱

每一个子团队的工程都有预算和时间期限。时间限制是每周性的，从开始到结束，这就是子团队如何来完成该项目。提交预算评估也算时间限制的一部分。

4.5 测试——Testing

几乎所有我们制造的子系统，都是经过设计、建造、测试以及后来的修改等一系列过程。燃料转运系统是所有子系统里最复杂的系统。幸运的是，我们制定了许多小池子测试用于测试燃料运输系统的可操作性。在这个过程中，我们修改钳子的形状，改变电机的电压，多次提高我们的箱子的渗透系统，所有的一切都是为了运行和环境的安全。一些制定的池子晚上也专注于完善浮力袋的浮起和下降的程序，使操作员能够熟练地移动桅杆到指定区域。在测试和很好的运行时，我们通过压力传感器使得 ROV 具有“悬停”的能力，这样 ROV 可以根据操作员的设定深度保持悬停。一些系统和组件，比如无刷电机和相机，都成功在空气中进行了概念的验证，由于超过了估计的生产时间限制，我们将其列入了“未来改进”名单。

4.6 经验教训

由于在测试阶段面临着缺乏交流和管理的主要问题，其日益凸显，加上面对如此多的 OCRA 的成员，使得 PHD 工程在组织时不得不将其放在一个优先级比以前高的多的位置上。结果，我们做出了一些经过深思熟虑的改变，这些改变主要在我们为数不多的测试机会的计划阶段上。这些包括制定相应的安排，确保适当的成员在发生争论时将会到场，以及为操作者的训练创造一个好的环境。这将会帮助每一个人专注于完成使命，并且使得交流流畅、简明和方便的。通过创造一个接受训练的操作者能够获得他们所需要的资源并且避免不必要的干扰的环境，使得可以完成更多的测试计划。通信线路的改进，使得成员们更好的理解在测试过程中遇到的各种问题。

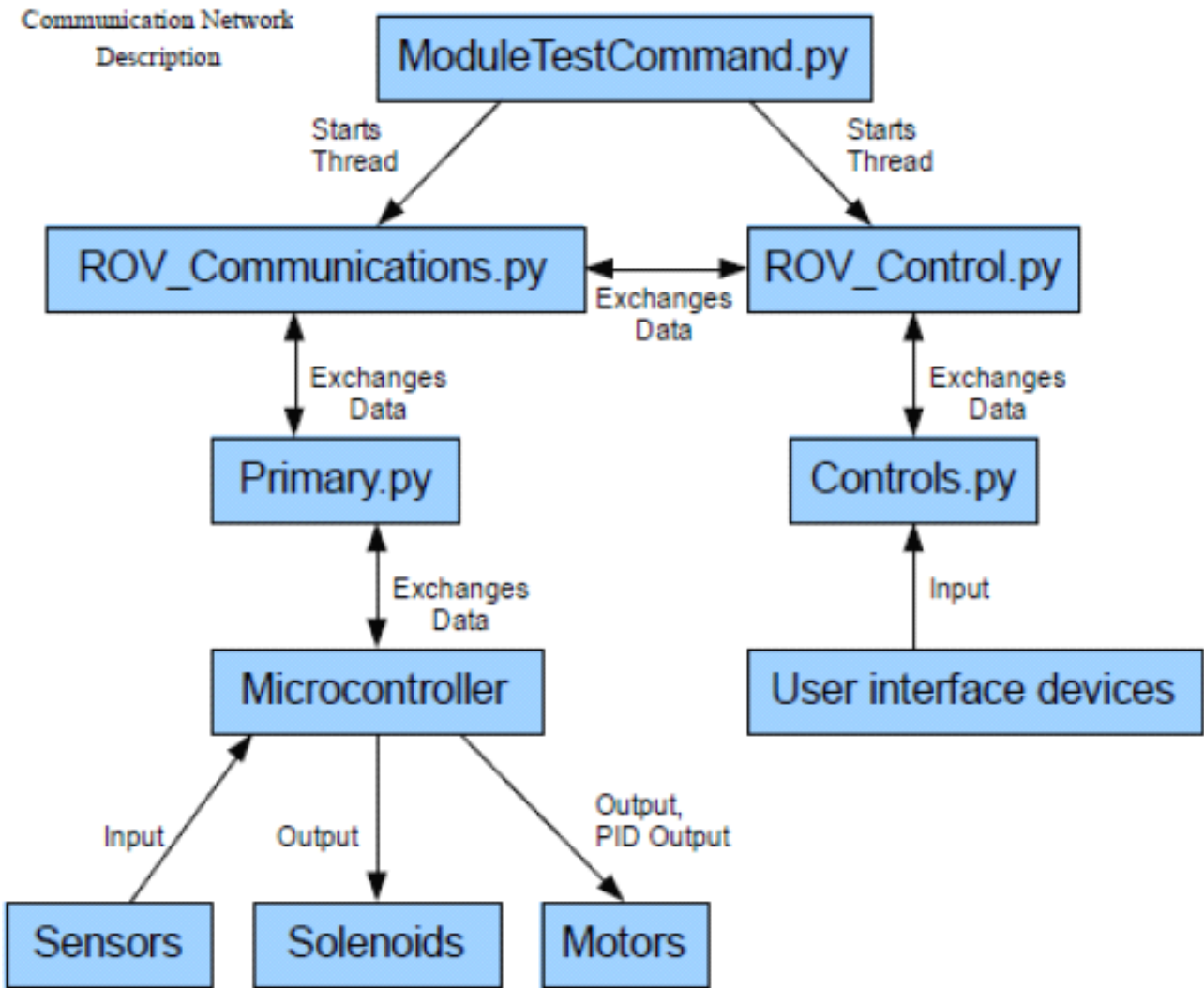
4.7 2012 PHD 工程支出

分类	实际花费	捐献	公司支出
推进系统	\$5132.56	\$3232.00	\$1900.56
框架	\$1440.75	\$700.00	\$740.75
支架	\$17.14		\$17.14
伙食	\$360.66		\$360.66
能源管理	\$33.94		\$33.94
定位	\$160.30	\$100.00	\$60.30
电子	\$51.45		\$51.45
登记	\$50		\$50.00
燃料	\$42.47		\$42.47

相机	\$61.22		\$61.22
测量	\$240.48		\$240.48
总和	\$7590.97	\$4032.00	\$3558.97

附件：

5.1通信流程图



Python Modules:

- ModuleTestCommand.py – Starts threads for communications and controls.
- ROV_Communications.py – Handles threading protocol for communications.
- ROV_Control.py – Handles threading protocol for controls.
- Primary.py – Communicates with the controls thread and the microcontroller.
- Controls.py – Communicates with the communications thread and the user input devices.

专业术语：

- MATE: Marine Advanced Technology Education
海洋先进技术教育
- OCRA: Oregon Remotely Controlled Adventures
俄勒冈州（美国）远程控制大赛
- ROV（Remotely Operated Vehicle）
远程车辆控制协会
- PHD（Pacific Hell-Divers）
太平洋潜水工程