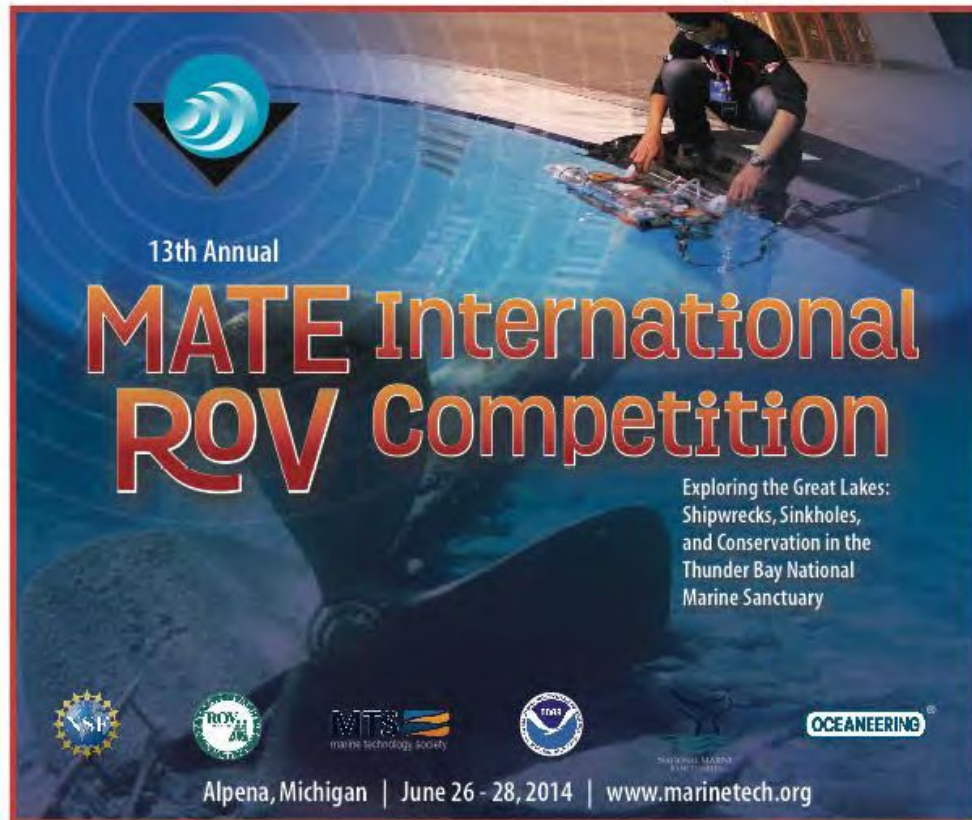


# 2014 年水下机器人大赛指南

## ——EXPLORER 组别



2014 年 MATE 水下机器人大赛：

探索五大湖：失事船只残骸，灰岩坑以及桑德贝国家海洋保护区的环境保护（注：灰岩坑为地质学名词，是地表水流入地下的进口，表面形态与漏斗相似，是地表及地下岩溶地貌的过渡类型）

## 目录:

概述 .....	2
请将你自己想象成一名企业家 .....	2
第一部分: 任务方案 .....	2
任务概述 .....	2
得分概述 .....	3
时间安排 .....	3
任务方案 .....	4
建议 .....	7
具体任务 .....	10
任务 1: 失事船只残骸 .....	10
任务 2: 科学研究 .....	16
任务 3: 环境保护 .....	20
第二部分: 任务道具制作指南及其照片 .....	
任务 1: 失事船只残骸 .....	
任务 2: 科学研究 .....	
任务 3: 环境保护 .....	
任务照片 .....	
道具零件清单 .....	
第三部分: 机器人设计及制作具体要求 .....	
1.0 概述 .....	
1.1 缩略词汇表 .....	
1.2 惯例 .....	
1.3 所需文献 .....	
2.0 安全 .....	
2.1 安全检查要求 .....	
2.2 前期安全检查 .....	
2.3 完成安全检查 .....	
2.4 安全检查得分 .....	
3.0 详细说明 .....	
3.1 操作 .....	
3.2 机械/物理 .....	
3.3 电 .....	
3.4 机器人携带的电源 .....	
3.5 断开电源 .....	
3.6 液压能力 .....	
3.7 指令、控制及通讯(C3) .....	
3.8 激光器安全规定 .....	
第四部分: 比赛规则 .....	
概述 .....	
流程 .....	

设计及安全因素 .....	
<b>第五部分：技术及交流 .....</b>	
有效的书面陈述及口述技巧 .....	
团队介绍书（限一页纸） .....	
技术报告 .....	
技术评估 .....	
海报展示 .....	
国际比赛的媒体宣传附加分 .....	

## 概述

### 请将你自己想象成一名企业家

从深水石油开采到搜索船只残骸以及海底设备的安装，拥有企业家才能的人为公司所需，并能从应征者中脱颖而出。什么是企业家的才能？它包括能够理解商业经营广度（例如财政、调查及发展、媒体宣传）的能力，要能够作为队伍中不可或缺的一份子，去工作，去批判的思考，创新地运用专业知识和技巧。

为了帮助你更好地理解并提升这些技能，MATE 水下机器人大赛要求你将你自己想象成一名企业家。你的首要任务是创立一个专门致力于解决现实海洋技术问题的公司或组织。可以用以下这些问题作为引导：

- 你公司的名字是什么？
- 由谁来作为该公司的领导者——例如由谁来做 CEO(首席执行官)和 CFO(首席财务官)？
- 由谁负责管理及调整各项事务——例如由谁来负责回顾比赛规则并确保比赛规则为每位队员所熟悉？
- 由谁负责研究及开发？
- 由谁负责系统操控、设计整合、测试及操作？
- 由谁负责筹集资金、市场推销、媒体宣传？
- 你还可能需要什么职务？（根据你的队员情况，多人可担任多个职务）
- 你将提供怎样的产品和服务？
- 你的潜在客户是哪些人？

这样看来，MATE 中心和桑德贝国家海洋保护区便是你的“客户”，他们近期提出了相应的需求。所谓“需求”（RFP）便是从潜在的公司发出的一份关于对产品或服务的需求的文件。关于你的产品设计细则、操作规程以及任务详述均在下文中。

## 第一部分：任务方案

### 任务概述

EXPLORER 级别的参赛队伍将完成以下三项任务：

#### 任务一：失事船只残骸

搜寻、证实并确认近期在保护区水域发现的未知失事船只残骸。

## 任务二：科学研究

采集微生物样本、测量由灰岩坑喷涌出的地下水的电导率，利用一种传感器，估算残骸上的斑马纹贻贝的数量。

## 任务三：保护

除去船只残骸及其附近区域的垃圾及碎片。

参赛队伍可按需自行选择这三个任务的完成顺序。你的队伍将有两次完成任务的机会。取两次完成任务中的最高分，加上你的“技术及交流”（ENGINEERING&COMMUNICATION）分数以决定你的参赛成绩的总分。

## 得分概述

比赛内容包括水下任务、技术报告、技术陈述、海报展示以及安全检查，分数划分如下：

- **任务**
  - 最高 300 分，外加时间附加分
- **技术及交流——最高 250 分**
  - 技术报告
    - ◇ 最高 100 分
  - 技术陈述
    - ◇ 最高 100 分
  - 海报展示
    - ◇ 最高 50 分
  - ◎ 国际比赛——5 分媒体宣传附加分
- **安全检查**
  - 最高 30 分

**总分=580 分(此分数不包含媒体宣传得分)**

## 时间安排

执行任务时间包括：

- 5 分钟任务站准备
- 15 分钟完成任务
- 5 分钟移除设备并离开任务站

你的队伍将有 5 分钟时间来安放设备，15 分钟完成比赛任务，5 分钟时间移除设备并退出任务站。在 5 分钟准备时间内你可以将你的机器人放入水中进行测试或调整，一名队员可以在整个比赛期间仔细观察并协助你的机器人。无论你是否已经做好准备，15 分钟的执行任务时间都在 5 分钟的准备时间后开始计时。如果在 5 分钟的准备期间内你的 CEO 示意任务站的裁判本队伍已准备好，则比赛可以提前开始。

在执行任务的任何时间内，你都可以将你的机器人浮到水面并将其从水中取出，以做浮力调整、负载调整或故障修理，但 15 分钟的执行任务时间仅在裁判认为出现了必要且不为你所掌控的原因时才会暂停。否则，计时只有在全部比赛任务均已成功完成、机器人依靠其自身的动力返回水面并接触水池岸边、在岸边的队员已触碰到机器人的情况下才会停止。另外，不要求机器人在各任务之间返回水面。

无论执行任务时间结束时你的机器人在哪里（如：仍在水下或水面），5 分钟的撤离时间均在 15 分钟的任务时间结束后随即开始计时。

### 时间奖励分

你的队伍如果做到如下要求，则可获得时间奖励分：

- 1) 成功完成全部 3 个比赛任务，
- 2) 你的机器人依靠自身的动力返回水面并触碰到水池岸边，
- 3) 队员在执行任务时间结束前触碰到了你的机器人。

在 15 分钟的任务执行时间内，每剩余 1 分钟加 1 分，每剩余 1 秒钟加 0.01 分。

### 任务方案

桑德贝坐落于西北部的休伦湖，毗邻五大湖水系内最不可预知的水域之一。不可预测的天气变化、昏暗的雾堤、突如其来的暴风 and 岩石浅滩使其得名“毁灭之巷” (Shipwreck Alley)。至今，在桑德贝国家海洋保护区内已发现超过 50 支失事船只残骸。从 19 世纪的帆船、汽船到现代化海洋货船，桑德贝的船只残骸象征着五大湖区域的海洋贸易及运输的缩影。



图为已标注桑德贝区域的五大湖地图





图为突出了桑德贝国家海洋保护区及船只残骸的桑德贝区域的地图

冰块、波涛、入侵水生物种（如斑马纹贻贝）、垃圾以及由人类产生的垃圾碎块，均对海洋资源有着潜在的危害。桑德贝国家海洋保护区与科学家、环境保护小组正致力于研究桑德贝船只残骸周围的化学、生物、物理情况是怎样影响着这些不可替代的考古区域的环境并使其恶化的。



货船 Monohansett 的船桨（1907 年沉没于桑德贝）



长满斑马纹贻贝的船只残骸

再加上船只残骸，桑德贝国家海洋保护区形成了其独特的地质特色。由于受到石灰岩沉淀物的侵蚀而形成了灰岩坑，人们自 2001 年已对其展开研究。从灰岩坑涌出的地下水含氧量大大减少，而无机碳的含量大大增加，相比周围的湖水，其电导率超过 10 倍，而且含有高达 100 倍的硫酸盐。在这种特殊的灰岩坑环境里，微生物繁殖旺盛。硫磺为化能合成的微生物提供能量，这种微生物外形为白色团状的波状细丝。而无机碳二氧化碳为光合作用的蓝细菌提供能量，该微生物外形为大型紫色团状物，并带有突起的指状物。



此图为正在研究桑德贝地区灰岩坑的潜水员



此图为灰岩坑蓝细菌的指状突起

桑德贝国家海洋保护区的管理人员、科学家及致力于保护区的生态环境保护的人们需要能够实现下列要求的可远程操作的机器人：1）搜寻、证实并确认近期在保护区水域发现的未知失事船只残骸；2）采集微生物样本、测量产生于灰岩坑的地下水的电导率，利用某种传感器，估算残骸上的斑马纹贻贝的数量；3）除去船只残骸及其附近区域的垃圾及碎片。

## 你的任务从这里开始！

### 建议

#### 1. 情况概括

##### (1). Thunder Bay 国家海洋保护区

美国国家海洋保护区（ONMS）的国家海洋和大气局（NOAA）作为主管部门致力于海洋保护工作，保护的面积超过 170,000 平方英里（440,300 平方千米）的海洋及五大湖水域（从华盛顿州到佛罗里达群岛，从休伦湖到萨摩亚群岛）。该网络囊括由 13 个国家海洋保护区组成的体系以及帕帕哈瑙莫夸基亚国家海洋保护区。

桑德贝国家海洋保护区于 2000 年指明要管理、协调研究并监测其海洋资源以确保可对其实现长远的保护。在大约 448 平方英里（1169 平方千米）的保护区内近期已发现 45 具船只残骸，并且另有 47 处区域已被视为保护区的扩增范围。在这休伦湖的西北部区域内，可由历史记录推算出，至少有 100 具船只残骸尚未被发现。

该保护区也促进了对休伦湖自然环境的研究。保护区工作人员与很多协会、政府组织以及社会团体协作，共同致力于保护区的实时天气监控、对侵略性物种的监测以及对水下灰岩坑复杂微环境的探索。



## (2). 船只残骸

人类在五大湖水域航行的历史已超过 12,000 年了。从美国土著人的独木舟到木船再到钢铁制船,数以千计的船只在五大湖水域完成了数百万次的航行。而在近 150 年内,这一水域已变为世界上最繁忙的航道之一。在五大湖各港口之间,煤、铜、粮食、木材现在已只是运输货物的一部分。

然而,飞速的发展也带来了灾难。仅在桑德贝地区就有超过 200 支蒸汽船、大型帆船、重型钢制货船失事。而休伦湖的气候严寒以及淡水环境给予了这些船只残骸世界上最好的保存条件。桅杆依然耸立着,夹板上的装备仍在原位,船员的个人物品也保存了下来,使得这些深水区域成为了真正的文物保存圣地。而一些处于浅水的船只残骸虽保存完好但已遭到破坏。

海洋考古学家以及其他科学家在持续研究桑德贝的船只残骸,以研究失事地域,完善该地带的海运历史,也尽力为子孙后代保护着这水下的文化遗产。已发现船只残骸的地域已被记录并得以监控,而尚未被发现并有待确认的船只残骸依然存在。

## (3). 灰岩坑

休伦湖是五大湖中的第三大湖,有着由 4 亿年历史的石灰岩、白云石、石膏基岩构成的盆地,这些岩石正是由于海洋咸水曾经覆盖大陆而形成的。随着基岩内部及附近的地下水的运动,基岩逐渐被分解,形成了地下洞穴,名为岩溶堆积物。洞穴壁的基岩受到进一步的侵蚀,进而造成了垮塌,留下了可见的灰岩坑。

地下水流经下层基岩内的断层,溶解了岩石层内的盐,导致从灰岩坑表面涌出的地下水具有更高的含盐量,因而相比周围的湖水具有更高的电导率。并且,相比温度起伏多变的上方的湖水,此处涌出的地下水具有恒定的温度,终年保持 9 摄氏度不变。由于从此处涌出的地下水温度低且富含离子,因而比周围的湖水更加密集,并在湖底形成了明显的层次,差不多 5 米(17 英尺)厚,或占全部水深的 22%。

除了盐,地下水还溶解了其他化学物质,例如处于岩石结构下层的硫酸盐。从灰岩坑涌出的地下水富含硫磺的外在表现形式就是有白色长丝状的微生物簇生长于此地。这些微生物中有的将硫酸盐转化为硫化物,而有的则将硫化物转化回硫酸盐。从转化过程中得到的能量都将碳固定于有机物(养料)中。

在灰岩坑有光照的地方同样发现了蓝细菌的紫色丝状簇。这些微生物吸收光的能量,并利用涌出的地下水中溶解的二氧化碳制造有机碳。有时这些微生物数量太多,以至于指状微生物簇扩张成圆柱状。

科学家们自 2001 年起便在桑德贝国家海洋保护区研究灰岩坑,研究内容包括灰岩坑的地质情况、化学组成、水文地理、微生物生态学。在休伦湖相对较浅的水域,大部分的测量及取样均由潜水员来完成的。但是,对于自然环境脆弱的灰岩坑系统,存在坍塌的隐患,还有季节性的能见度降低问题,科学家们的让水下机器人来帮助他们工作产生了日益浓厚的兴趣。

## (4). 环境保护

桑德贝的船只残骸很宏伟壮丽，但也非常容易遭到破坏。自然进程和人类活动威胁着这些长期存留下来的水下海洋文化遗产。科学家们正探寻着影响这些遗产的各方面因素，如物理因素（波浪、冰冻）、生物因素（如入侵性物种斑马纹贻贝）、化学因素（涌出的地下水）。并且现在很多科学家、工程师、政治家、普通群众都加入到了研究的队伍中。他们利用专业技术知识，从五大湖的最深处清理着残存的垃圾和碎片。

## (5). 文献说明

本章及接下来的章节包含了技术详细说明以及水下机器人面向船只残骸、科学、及环境保护任务的服务需求。在 2014 年，水下机器人的要求包括：

- 船只残骸
  - 测量船只残骸的长宽高
  - 用声呐来扫描残骸
  - 创建一个感光镶嵌幕(Create a photomosaic)
  - 解锁并打开一个集装箱以确定运载货物
  - 从残骸的一个洞口移走垃圾
  - 通过这个 75cm×75cm 的洞口进入残骸
  - 从残骸内的一个梁上搜寻船只的生产年代
  - 从船只内部取回一个陶瓷餐盘以确定其始发港口
  - 用已知特征识别该船只
- 科学研究
  - 测量地下水的电导率
  - 从微生物簇上采集一个标本
  - 取回旧传感器并换上一个新的
  - 在船只残骸顶端选取一块样方，计算样方内部斑马纹贻贝的数量，并利用残骸的尺寸来估算船只残骸上斑马纹贻贝的总数量
- 环境保护
  - 移除瓶子、废旧的锚索、一个带有链子的丹福斯锚(a Danforth anchor with chain)

## 2. 规格详述

具体描述请见具体任务（在下文“机器人设计与搭建”“规格说明”“比赛规则”章节中）。

## 3. 维护及技术支持

参赛队伍至少在比赛进行期间应授权该水下机器人并且保持其系统和设备的通讯。修理机器人的开销应由参赛队伍承担，包括将机器人运往及运离比赛场地的费用。

在地区赛期间，参赛队伍应提供至少一天的对于解决软件、硬件及操作问题的技术支持。对于国际赛，则参赛队伍需要提供至少三天的上述技术支持。

## 4. 安置与存放

对于国际赛的机器人具体存放安排请查阅相关资讯。运送机器人并使保持其系统和设备的通讯应不晚于地区赛的日期或者国际赛开始的日期 2014 年 6 月 26 日。

## 5. 评价标准

- (1). 技术报告
- (2). 技术陈述
- (3). 海报展示
- (4). 比赛表现

## 6. 参考文献

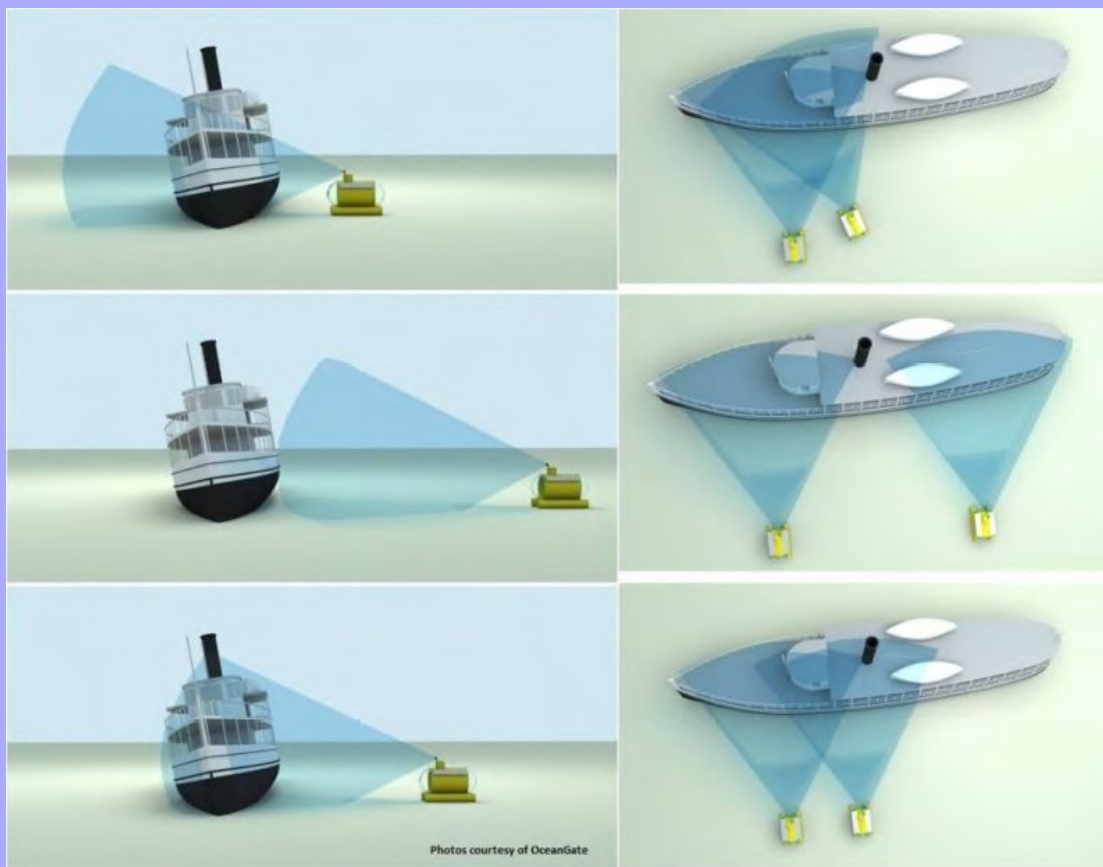
- NOAA's National Marine Sanctuaries – <http://sanctuaries@noaa.gov>
- Thunder Bay National Marine Sanctuary – <http://thunderbay.noaa.gov/>
- Thunder Bay Wrecks – <http://www.thunderbaywrecks.com/index.php>
- NOAA's Ocean Explorer  
– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08thunderbay/logs/summary/summary.html>
- Rock, Water, Microbes: Underwater Sinkholes in Lake Huron are Habitats for Ancient Microbial Life –  
<http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/rock-water-microbes-underwater-sinkholes-in-lake-24270250>
- Lake Huron Sinkholes Give Clues to Ancient Life  
– <http://greatlakesecho.org/2009/07/15/lake-huron-sinkholes-provide-clues-to-ancient-life/>
- NOAA's National Marine Sanctuaries  
– <http://sanctuaries.noaa.gov/missions/2006fknms/photomosaicgallery.html>
- Great Lakes Fact Sheet – <http://www.epa.gov/glnpo/factsheet.html>
- Observations of the Middle Island Sinkhole in Lake Huron – A Unique Hydrogeologic and Glacial Creation of 400 Million Years  
– <http://www.glerl.noaa.gov/pubs/fulltext/2009/20090012>
- Photos courtesy of NOAA Ocean Explorer, NOAA Thunder Bay National Marine Sanctuary, Great Lakes Restoration – Muskegan Lake Observatory, and OceanGate.

## 具体任务

### 任务一：失事船只残骸

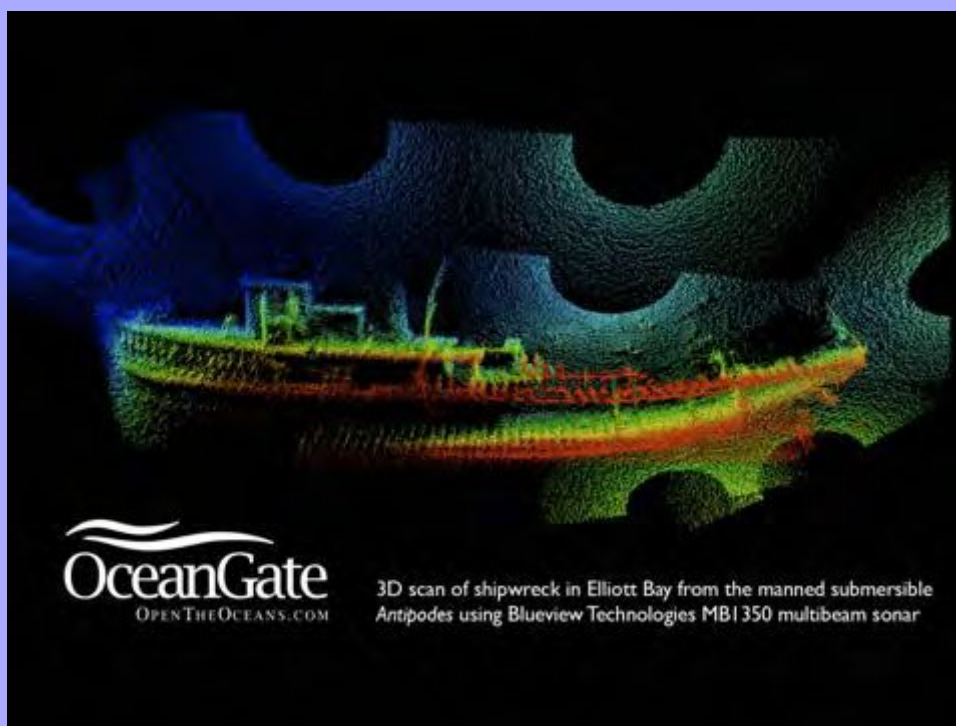
你的参赛队伍的任务为勘察、记录并确认一具新发现的未知船只残骸。包括测量残骸的长宽高。你将在任务二中用到你所测量的数据（用以估算微生物总数）。

你的参赛队伍同样需要用声呐装置来扫描残骸并从数字影像中生成一个感光镶嵌幕（photomosaic）。你将用你机器人上的摄像头来模拟声呐装置扫描。扫描残骸、测距时，如果你的声呐装置太远，则波束将不会到达目标，如果你的声呐装置太近，则波束将会监测到一个小范围而错过了目标的大部分区域。测量的间隔也十分重要。你应使用声呐扫描，这样的话就会出现微小的重叠。



从侧面查看船只残骸

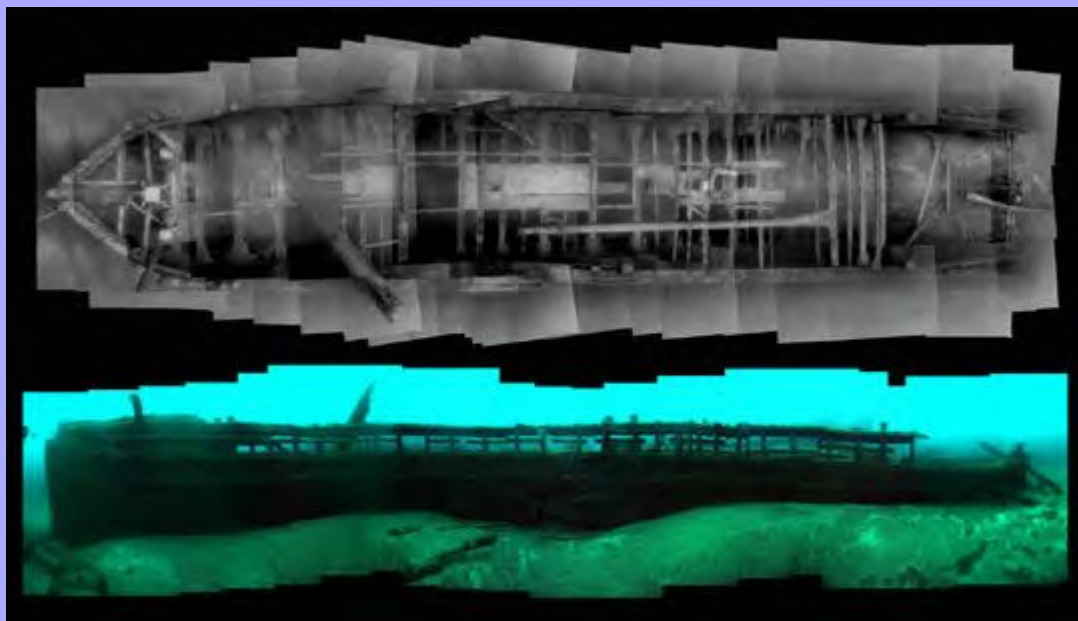
俯视船只残骸



生成图像（由载人潜艇生成的对船只残骸的 3D 扫描，应用 Blueview 技术 MB1350 多波束声呐装置的对映体）



类似的，当生成一个感光镶嵌幕(photomosaic)时，距离与间隔便尤为重要。一个感光镶嵌幕规模很大，详细图像由很多个小照片组成。再加上声呐影像，感光镶嵌幕成了考古学家用来记录船只残骸的另一个工具，特别是在难以用一幅图片来捕获整个残骸的情况下。为了生成一个船只残骸的感光镶嵌幕，你的参赛队伍必须将 5 幅船只残骸的数字影像(digital photo)拼接起来，以便匹配各影像，并且可能重叠的地方影像不得重复。



EB Allen 号的一幅感光镶嵌幕（1871 年沉没于桑德贝）

你的参赛队伍也必须确定船只的类型及其运载货物，探索并确定船只的生产年代，找回一个陶瓷餐盘以确定船只的始发港口。你的参赛队伍之后会用到以上测得的参数，从一个列表中识别该船只残骸，但是列表中的船只残骸是事先未知的。

可被识别的特征在船只残骸的外部和内部均有分布。你的参赛队伍必须从残骸外部找到一个特征以确定船只类型：木质帆船(wooden sailing schooner)、水流推进的桨轮船(stream-driven paddlewheel ship)、螺旋桨推进的大型货船(propeller driven bulk freighter)。有一个货物集装箱位于残骸外部，必须解锁并打开它以确定该船只运输货物类型。你的参赛队伍必须移除垃圾碎片（见任务 3）以便从位于残骸一侧的 75cm×75cm 的洞口进入残骸，寻找该船只的生产年代并找回一个陶瓷餐盘。该船只的始发港口印在该陶瓷餐盘上。

**任务一包括如下步骤：**

● **确定该船只残骸的长宽高——最高 30 分**

○ **测量船只长度**

- 误差小于或等于 5cm——10 分
- 误差为 5cm 至 20cm——5 分
- 误差大于 20cm——0 分

○ **测量船只宽度**

- 误差小于或等于 5cm——10 分
- 误差为 5cm 至 20cm——5 分

- 误差大于 20cm——0 分
- 测量船只高度
  - 误差小于或等于 5cm——10 分
  - 误差为 5cm 至 20cm——5 分
  - 误差大于 20cm——0 分
- 从 3 个目标位置正确“扫描”该船只——每个目标位置得 5 分（共计 15 分）
- 利用 5 个不同的影像制作一个感光镶嵌幕(photomosaic)——每个影像得以正确的“拼接缝合”得 5 分（共计 25 分）
- 确定船只类型——5 分
- 确定残骸所装载货物类型——最高 25 分
  - 解锁货物集装箱——5 分
  - 打开货物集装箱的门——5 分
  - 确定船只装载货物的类型——5 分
  - 关闭货物集装箱的门——5 分
  - 锁上货物集装箱——5 分
- 通过 75cm×75cm 的洞进入船只残骸——5 分
- 确定船只的生产年代——5 分
- 从船只残骸中取回陶瓷餐盘——最高 20 分
  - 将餐盘从船只残骸底部拾起——5 分
  - 将餐盘送回水面——10 分
  - 确定船只的始发港口——5 分
- 用 4 个已知的特征来识别该船只残骸——20 分

共计 150 分

#### 任务一说明：

参赛队伍可以按照任意次序完成任务一，可以将该任务与其他任务穿插进行。

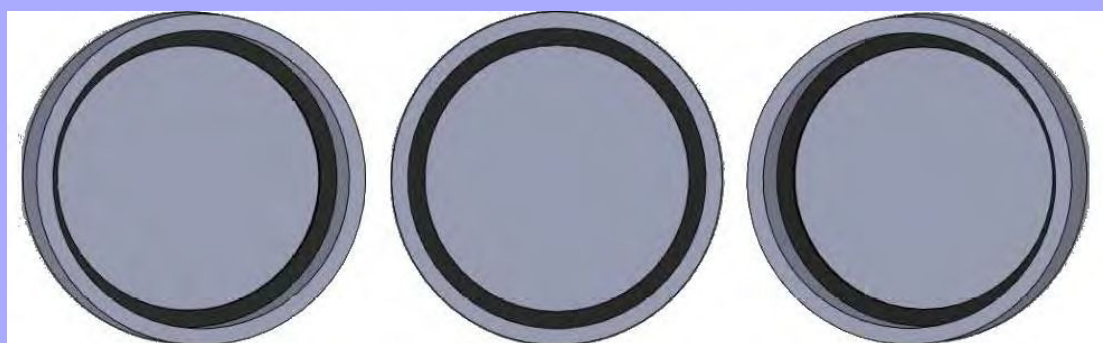
参赛队伍要测量船只残骸的长宽高。如果测量值与船只残骸的真实尺寸相差不大于 5cm，则每个测量得 10 分。船只的真实长度和宽度的测量以插在残骸框架的 4 个顶角（船头左舷、船头右舷、船尾左舷、船尾右舷）的长度为 6.35 厘米(2.5 inch)的木螺钉之间的距离为准。这些木螺钉就是测量长宽高的基准点。每个木螺钉的头部都会高于聚氯乙烯接口 2cm。安装时，这些螺丝钉与残骸框架的顶面和侧面呈 45° 角。螺丝将被染成黄色。船只的高度为木螺钉到池底的距离。注意：参赛队伍不需要用这些螺丝钉来完成测量，赛方安装这些螺丝钉是出于方便因素考虑的。

参赛队伍必须向任务站的裁判报告并演示全部的测量过程。任务站的裁判必须看到参赛队伍测量的读数；参赛队伍在测量中不可以只是简单地猜测。如果参赛队伍向任务站的裁判报告了错误的长、宽、高，则该参赛队伍将不会得到相应分数。参赛队伍可以决定为其他任务（见任务二）重新测量其尺寸，但是参赛队伍不会得到相应的测量分数，如果后来测得的数据是正确的，任务站的裁判会告知参赛队伍的。船只残骸的大致尺寸详见“任务道具制作指南及其照片”章节。

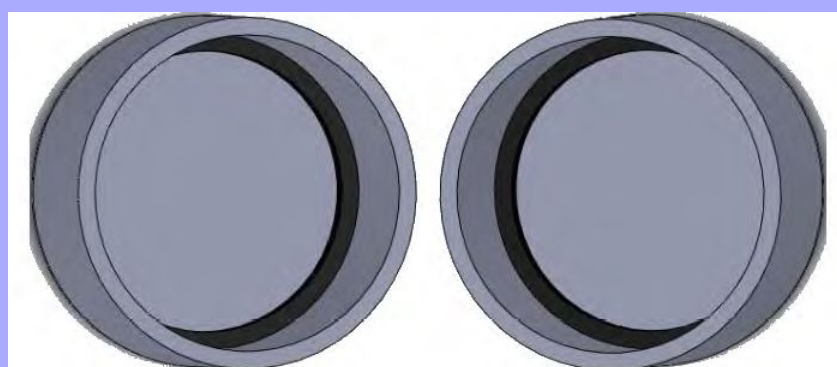
在国际赛中，船只残骸将置于一个倾斜的池底。船只残骸全部尺寸的测量，特别是对高度的测量，应该与船只残骸置于水平的池底一样，应为船只顶部平面到底部平面的距离。另外，对于船只长度，应测量船尾到船的前侧舱壁之间的距离；船头最前端不算在长度测量范围内。

参赛队伍将拍摄目标区域来模拟对船只残骸的扫描。参赛队伍需要扫描 3 处目标区域，它们都处于船只残骸的同一侧。每一个目标区域包含一个直径为 5.08cm(2 inch)的黑色环形塑料管，该塑料管放在内径为 5.08cm(2 inch)的白色聚氯乙烯端盖内，在侧面相距 25cm 有处彩色记号。为了有效扫描船只残骸，机器人必须校正摄像头的位置，使得任务站的裁判可以从图像上看到位于端盖内的整个黑色环状塑料管，并且同时能够看到位于一侧的彩色标记。机器人必须保持该图像位置 5 秒钟。如果在任何某一时间内，任务站裁判不能看到完整的黑色环状塑料管或者没有同时看到彩色记号，参赛队伍都要调整机器人并重新开始扫描。参赛队伍每成功扫描 1 处目标得 5 分。

目标安放位置与池底相距至少 30cm。



**EXPLORER 图解 1:**三个成功扫描的示意图。对于左图目标，机器人有些偏左，但仍然算做成功扫描目标。对于中间的目标，恰好成功扫描。对于右图目标，虽然机器人有些偏右，但也仍然算做成功扫描目标。在这三个扫描示意图中，均完整呈现了目标内的黑色塑料环。

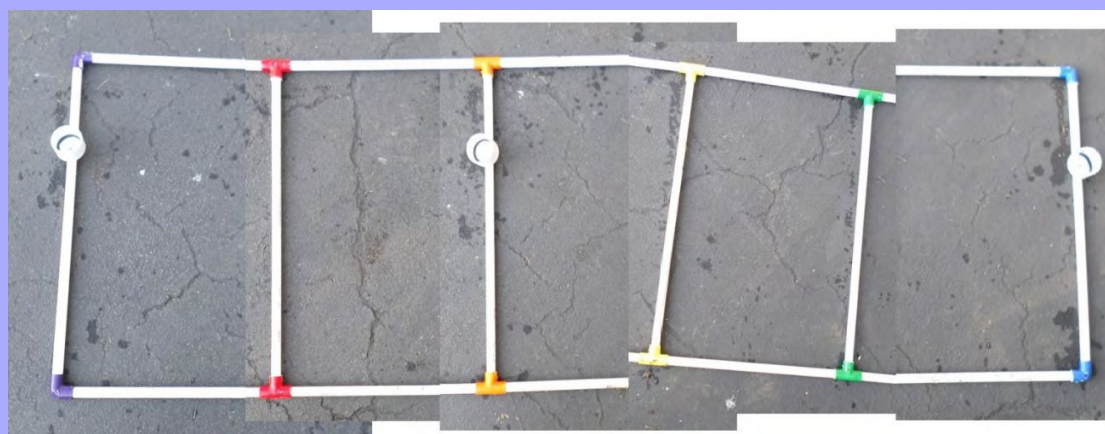


**EXPLORER 图解 2:**两个不成功的扫描。对于左侧的目标，机器人左偏过多。对于右侧的目标，机器人右偏过多。在这两个扫描中，黑色塑料环并未得到完整呈现。

参赛队伍也必须整合一个由 5 幅图片构成的感光镶嵌幕(photomosaic)，整合出数字“快照”拍摄。5 幅快照的位置必须彼此相接。每幅快照的尺寸大约为 60cm 宽，1m 高。快照以两对彩色聚氯乙烯接头（三通或 90° 拐角）为边界，彩色接口应位于快照的四个角。每个

快照都应当包含两对彩色聚氯乙烯接头，但不应当包含其他多余的彩色聚氯乙烯接头（共计 6 对，限定了 5 幅快照的大致位置）。

参赛队伍必须向任务站裁判整合并展示由全部 5 幅快照组成的感光镶嵌幕。必须在 15 分钟比赛时间内完成该感光镶嵌幕的整合。任务站裁判会在 5 分钟移除设备的时间评估感光镶嵌幕，但参赛队伍必须在 15 分钟比赛时间内完成其整合工作。参赛队伍可以在一个彩色显示屏上展示该图，也可以彩印出来。但请注意，MATE 中心在国际赛期间不会提供打印机。如果希望打印该感光镶嵌幕，参赛队伍必须自己提供打印机。参赛队伍在展示感光镶嵌幕环节里最高可得到 25 分，每幅快照在感光镶嵌幕中得到正确拼接得 5 分。



**EXPLORER 图解 3:**一个 MATE 中心的船只残骸感光镶嵌幕的示例。请注意，从左侧数第四幅图是错误的拼接。

参赛队伍必须用以下 4 个特征来从一张含有 24 个可能的船只残骸的列表中识别该船只：

1. 船只类型
2. 船只运载的货物
3. 船只生产年代
4. 船只的始发港口

这四个特征中，有两处从残骸外部获得，两处从残骸内部获得。若参赛队伍向任务站裁判正确识别该船只，则会得到 20 分。参赛队伍必须在 15 分钟比赛期间内识别该船只残骸。

**第一个特征是船只类型。**船只残骸可能为下列三种类型其中的一种：木质帆船(wooden sailing schooner)、水流推进的桨轮船(stream-driven paddlewheel ship)、螺旋桨推进的大型货船(propeller driven bulk freighter)。参赛队伍需要利用从残骸周围得到的图像线索来确定船只类型。

- 木质帆船有一个桅杆；
- 水流推进的桨轮船有一个八角形的明轮(paddlewheel)；
- 螺旋桨推进的大型货船有一个螺旋桨。

无论是桅杆、明轮还是螺旋桨，都必须在图像上有所显示，并且需要展示给任务站的裁判。参赛队伍不得在没有图像显示的情况下猜测残骸类型。如果参赛队伍向任务站裁判正确判断出船只类型，将得到 5 分。



**第二个特征是船只运载货物类型。**比赛时用牛奶箱来代替货物集装箱。为了确定集装箱内货物类型，参赛队伍必须解锁并打开集装箱侧面的舱门。集装箱舱门的材质为波纹面塑料板。利用一个聚氯乙烯把手来开启舱门。解锁舱门得 5 分，打开舱门以露出内部货物得 5 分。

货物类型包括粮食和煤。黄色聚氯乙烯三通代表谷物，黑色聚氯乙烯三通代表煤。货物被装在牛奶箱内部的小容器里，不打开舱门是无法看到货物的。参赛队伍向任务站裁判正确判断货物类型得 5 分。注意，参赛队伍不需要将货物取出或运回水面。

判断货物类型后，参赛队伍需要关闭舱门并锁上集装箱，关闭舱门与锁上把手各得 5 分。

转动聚氯乙烯把手以开启舱门所需要的力小于 2 牛顿，打开舱门所需要的力同样小于 2 牛顿。

第三个和第四个特征是从残骸内部获取的。机器人需要从一个靠近船头的 75cm×75cm 的洞口进入残骸内部。垃圾（废旧的锚索）会被放在洞口。参赛队伍必须移除这些锚索（见任务三）。机器人进入残骸得 5 分。所谓进入残骸，是整个机器人完全进入残骸内部，而不是某一部分进入残骸，锚索可以留在残骸外面。

**第三个特征是印在内部横梁上的生产年代。**船只残骸框架的材质是聚氯乙烯管子。船只的生产年代是写在一张 5cm×15cm 的黑色塑料板上的。这个黑色塑料板被固定在船只残骸内部的聚氯乙烯框架上。当参赛队伍将该船只的生产年代显示在显示屏上，且任务站裁判看到后，则可得 5 分。

**第四个特征是船只的始发港口，印于残骸内部的一个陶瓷餐盘上。**在比赛中，用一个负浮力塑料盘子来模拟陶瓷餐盘。有一块黑色长方形塑料挡板，用魔术贴固定于餐盘上，用以挡住船只始发港口。黑色长方形塑料挡板模拟的是日积月累附着在餐盘上的淤泥。参赛队伍必须将餐盘从池底取回水面，并移出上面的塑料挡板，进而得知船只的始发港口。餐盘被放在残骸内部的底部。参赛队伍将餐盘从池底拾起，使其不再与池底接触，则可得 5 分。如果参赛队伍将餐盘带回水面并转移至池边，则可另得 10 分。带回水面并转移至池边的意思是使餐盘从水中移出并被放在岸上。参赛队伍移除餐盘上的塑料挡板，得知船只的始发港口，并汇报给任务站的裁判，即可得 5 分。船只的始发港口为以下三个地点之一：“Detroit”、“Michigan”或者“Sault Ste. Marie, Canada”。陶瓷餐盘在水中所受重力小于 5 牛顿。

任务道具的搭建详见“任务道具制作指南及其照片”章节。任务的 CAD 演示及 24 种可能的船只列表详见官网。

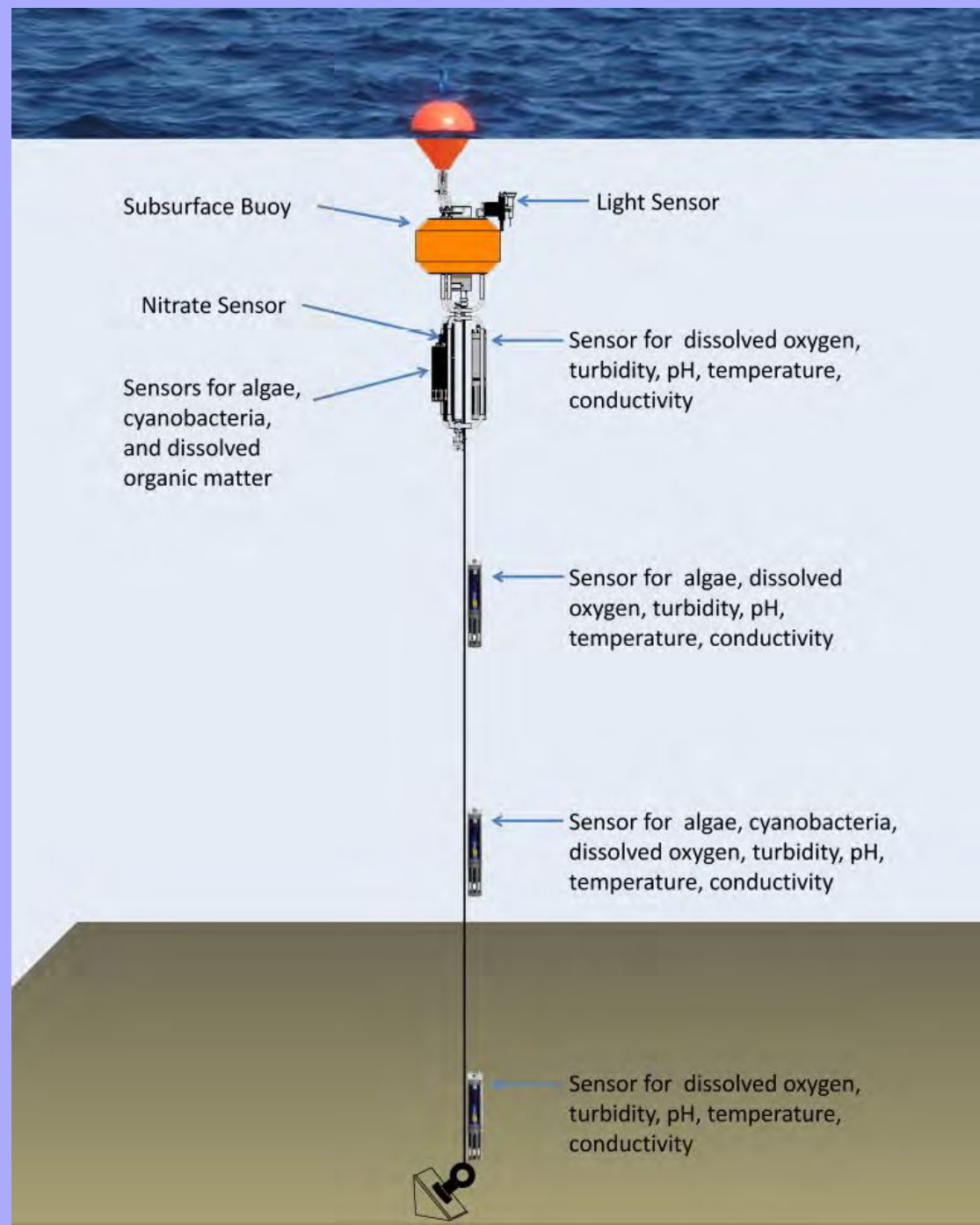
## 任务二：科学研究

你的参赛队伍必须研究一个位于船只残骸附近的灰岩坑，确定从中涌出的地下水的电导率，采集一个因地下水中化学物质而大量繁殖的微生物簇的标本。

你的参赛队伍必须设计并使用一个可以精确测量涌出地下水的电导率的传感器。地下水的电导率比周围池水的电导率高。

另外，你的参赛队伍必须提取至少 150ml 的微生物簇的样本并带回水面。足够的样本对于科学家研究微生物物种所在的灰岩坑环境十分重要。

你必须取回一个事先放在灰岩坑的传感器链，再更换上一个新的传感器链。该传感器链的作用包括测定氧气含量、pH、温度、电导率、光感和藻类含量。将旧传感器链取回水面，人们便可得知它所测得的数据，之后，你的参赛队伍需要将一个新的传感器链放回相同的位置。



传感器链

入侵性物种斑马纹贻贝大量繁殖，从船头至船尾遍布整个船只残骸。你的参赛队伍的任务便是估计整个船只残骸的斑马纹贻贝的数量。你必须从船只残骸顶部取一个 0.5 米×0.5 米的样方，计算样方内斑马纹贻贝的数量，并根据从任务一中测得的船只残骸的尺寸估算整个船只残骸上斑马纹贻贝的数量。

任务二包括如下步骤：

- 测量地下水的电导率——最高得 20 分
  - 测量值与参照值相比，误差小于 10%——得 20 分
  - 测量值与参照值相比，误差小于 20%——得 5 分
  - 测量值与参照值相比，误差大于 20%——得 0 分
- 取回一个微生物簇的标本——最高得 30 分
  - 采集到了一个微生物簇的标本——得 10 分
  - 将标本取回水面——最高得 20 分
    - 取回的标本大于 150 ml——得 20 分
    - 取回的标本于 50 ml 至 150 ml 之间——得 10 分
    - 取回的标本小于 50 ml——得 0 分
- 取回旧传感器链并换上一个新传感器链——最高得 20 分
  - 携旧传感器链返回水面——10 分
  - 在指定区域安装一个新的传感器链——10 分
- 估算船只残骸上斑马纹贻贝的数量——最高 20 分
  - 从船只残骸顶部选取样方——5 分
  - 清点样方内斑马纹贻贝的数量——5 分
  - 利用测得的长宽高，估算整个船只残骸上斑马纹贻贝的总数量——最高 10 分
    - 误差小于总数的 5%——10 分
    - 误差介于总数的 5.01%至 10%之间——5 分
    - 误差大于总数的 10%——0 分

共计 90 分

任务二说明：

参赛队伍可以按照任意次序完成任务二，可以将该任务与其他任务穿插进行。

参赛队伍需要自己制作电导率传感器，MATE 中心是不会在比赛中提供电导率传感器的。

比赛中用一个水桶来模拟地下水从灰岩坑涌出，水桶体积为 7.57 立方分米(2 美加仑)，且上方有一个直径为 3.81 厘米(1.5 英寸)的洞。水桶位于任务区域的水池底部。含盐的水会缓慢填满这个水桶，盐水的水源在水面以上，盐水从水桶上方涌出，以此来模拟地下水从灰岩坑涌出。参赛队伍需测量该水桶内部的水的电导率。为了确保用来测电导率的水未混有池水，参赛队伍需要将其电导率传感器插入水桶至少 7.5cm。

若参赛队伍精确测量其电导率，则得 20 分，单位为毫西门子 milli Siemens(mS)。参赛队伍必须向任务站裁判示意测得的电导率，所测电导率应显示在显示器或其他显示屏上。

在国际赛中，将为参赛队伍提供校准站，以便参赛队伍校准自己的电导率传感器，使其示数接近 MATE 中心用来测定参考电导率的传感器示数。

参赛队伍需要设计并制作他们自己的电导率传感器。该传感器可以为机器人的一部分，也可相对于机器人独立。

如果传感器相对于机器人独立，则其电源必须在水面以上，不允许机器人携带任何形式的电源。参赛队伍可用 USB 将其传感器与电脑连接。参赛队伍可以使用水面上的电池组（限定最大 12 伏），也可以使用 MATE 中心提供的电源为其传感器供电。相对于机器人独立的传感器部分只允许包含该传感器，推进器、摄像头以及其他系统**不允许**与独立的传感器相连接。

注意：除去相对于机器人独立的电导率传感器为例外，其余全部电源必须使用 MATE 中心提供的 48V 的电源。

若参赛队伍使用了独立的传感器，则电流必须小于或等于 3 安培，并且在接口的正极端装有保险丝。如果参赛队伍使用 MATE 中心提供的 48V 电源为其传感器供电，则传感器和机器人在与电源相连接的线路出现分支之前必须使用统一的 40 安培的保险丝。如果参赛队伍使用 USB 为独立的传感器供电，并且电流是 USB 固有的电流限制，则不需要另增加保险丝。

比赛中用装满琼脂的塑料杯来模拟斑马纹贻贝。每次比赛前，“旧的”琼脂都会被换掉，以保证每个队伍的样本都是新鲜的、未被动过的满满的一杯琼脂。如果在参赛队伍取回样本的时候琼脂受损或丢失，则该队伍不会得到新的一杯琼脂。

队伍如果成功将琼脂样本从杯中取出，则得 10 分。成功取出琼脂样本的意思是样本受机器人控制，并且不再与装琼脂的杯子相接触。参赛队伍如果将样本运回水面，则可另得 20 分。如果取回的样本多于 150ml，得 20 分；如果取回的标本于 50 ml 至 150 ml 之间，得 10 分；如果取回的标本小于 50 ml，得 0 分。参赛队伍不可以将整个杯子提起来并运回水面，如果参赛队伍将整杯琼脂运回水面，则得 0 分。

传感器链被放在池底的一个指定区域内。在比赛中，指定区域为 50cm×50cm 的正方形区域，由直径为 1.27 厘米(0.5 英寸)的聚氯乙烯管子围成。传感器链的一端系有一个 2.25kg 的砝码，使其沉在池底。在传感器链的另一端系有浮板，以提供浮力。参赛队伍需要将旧传感器链带回水面并在指定区域换上一个新的。新的传感器链被放在水池边。在比赛中，这两条传感器链都是由一条 2 至 3 米长的绳子来模拟的，绳子上以不同间隔固定有聚氯乙烯管，也就是“传感器”。

参赛队伍可以在 5 分钟准备时间内将新的传感器链固定在机器人上。若机器人将旧的传感器链带回岸边，则该参赛队伍可得 10 分。若机器人将新传感器链放于指定区域，则可得 10 分。成功将新的传感器链放于指定区域，意思是其砝码完全安置于指定区域内，并且绳子无缠绕。砝码可以接触该指定区域边界的聚氯乙烯管子，但砝码不可以放在聚氯乙烯管子上。参赛队伍的机器人可以抓住绳子的任何地方以移动该传感器链。

两个传感器链在水中所受重力均不超过 25 牛顿。



参赛队伍需要计算船只残骸上斑马纹贻贝的总数目。首先，需要从船只残骸顶部选取他们自己的  $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$  的样方。样方尺寸**必须**为  $50\text{cm} \times 50\text{cm}$  的正方形。即便尺寸有 1 厘米的偏差，该 5 分都会被扣除。

样方必须从船只顶部选取。船只顶部由两部分组成——波纹面塑料板（尺寸大约  $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ ）和布面。参赛队伍应完全在波纹面塑料板范围内部选取测得  $50\text{cm} \times 50\text{cm}$  的样方区域，样方内不得有任何部分超越波纹面塑料板范围。样方选取，得 5 分。

参赛队伍应清点  $50\text{cm} \times 50\text{cm}$  的样方区域内部的斑马纹贻贝的数量。比赛中，用小塑料光盘来模拟斑马纹贻贝。参赛队伍需向任务站裁判展示样方并汇报样方中斑马纹贻贝的数量。只要某斑马纹贻贝有任何部分处于所选取的样方内，则参赛队伍就应当将其计算在内。例如，如果某塑料光盘（斑马纹贻贝）仅有一小部分处于所选样方内，则它就应当被计算在  $50\text{cm} \times 50\text{cm}$  的样方区域内。参赛队伍正确清点处于样方内斑马纹贻贝的数量，得 5 分。

参赛队伍仅有一次清点斑马纹贻贝数量的机会；如果参赛队伍清点的数目不正确（即与裁判清点的数目不同），则该队伍清点斑马纹贻贝数量的得分为 0 分。如果清点不正确，任务站裁判会提醒该队伍清点是错误的，以便该队伍重新清点，进而进行他们的估算。

参赛队伍将利用他们清点的斑马纹贻贝的数量以及在任务一中测得的残骸的长宽高，来进行该船只残骸上斑马纹贻贝总数的估算。如果参赛队伍的估算值与真实值之间误差小于 5%，则可得 10 分。MATE 中心会利用船只残骸真实的长宽高以及该队伍选取的样方内斑马纹贻贝的数量来计算出斑马纹贻贝的总数量。若该队伍的估算值与真实值之间的误差介于真实值的 5.01% 至 10% 之间，得 5 分；若该队伍的估算值与真实值之间的误差大于真实值的 10%，得 0 分。

当利用长宽高来计算船只外表面区域时，计算区域应包括两个侧面、前后面、顶面。参赛队伍不需要将倾斜的船头或者底部计算在内，也不需要去除  $75\text{cm} \times 75\text{cm}$  的侧面的洞口。

**例如：**

如果船只残骸测量值为 2.5m 长、1.2m 宽、1m 高，则其表面区域面积计算应如下：

两侧面： $2.5\text{ m 长} \times 1\text{ m 高} \times 2\text{ 面} = 5\text{ 平方米}$

前面： $1.2\text{ m 宽} \times 1\text{ m 高} = 1.2\text{ 平方米}$

后面： $1.2\text{ m 宽} \times 1\text{ m 高} = 1.2\text{ 平方米}$

顶面： $2.5\text{ m 长} \times 1.2\text{ m 宽} = 3\text{ 平方米}$

**总面积：** $5 + 1.2 + 1.2 + 3 = 10.4\text{ 平方米}$

如果在  $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$  的样方内清点得到斑马纹贻贝数量为 9，则每平方米内的斑马纹贻贝数量为 36 ( $9 \times 4$ )。则船只残骸上斑马纹贻贝的总数量为 **374.4** ( $36\text{ 只斑马纹贻贝每平方米} \times 10.4\text{ 平方米}$ )。

任务道具的搭建详见“任务道具制作指南及其照片”章节。任务的 CAD 演示详见官网。

### 任务三：环境保护

参赛队伍需要移除处于船只残骸位置的现代人类产生的垃圾。这些垃圾包括两个瓶子、锚索绳以及一个带有链子的丹福斯锚(a Danforth anchor with chain)。

两个不同的瓶子被放在残骸内部。一个是没有盖子的塑料瓶；另一个由直径为 5.08cm（2 英寸）的聚氯乙烯管制作而成，用以模拟玻璃瓶。另外，锚索绳将被放在 75cm×75cm 的洞前面，而机器人必须由此才能进入船只残骸内部（详见任务一）。最后一处垃圾是一个带有链子的丹福斯锚。锚和链子是不与锚索绳连接在一起的，但会作为一个分支。

**任务三包括以下步骤：**

- **移除两个瓶子——最高 20 分**
  - 移除塑料瓶——5 分
  - 将塑料瓶带回水面——5 分
  - 移除玻璃瓶——5 分
  - 将玻璃瓶带回水面——5 分
- **移除锚索绳——最高 15 分**
  - 从池底拾起绳子——5 分
  - 将绳子带回水面——10 分
- **移除丹福斯锚和链子——最高 25 分**
  - 从池底拾起锚——10 分
  - 将锚和链子带回水面——15 分

**共计 60 分**

**任务三说明：**

参赛队伍可以按照任意次序完成任务三，可以将该任务与其他任务穿插进行。

塑料瓶将使用平时可以买到的容量在 500ml 至 1L 之间的瓶子。该瓶子会被打开，内部被池水填满。该塑料瓶没有盖子。若参赛队伍将该塑料瓶从池底拾起，可得 5 分。将该塑料瓶从池底拾起的含义是该塑料瓶受机器人控制，并且瓶身没有任何部位与池底相接触。若参赛队伍将该塑料瓶从池底带回水面，与机器人脱离并置于岸边，则可另得 5 分。

玻璃瓶是用聚氯乙烯接口和管子代替的。该瓶子会有一端开口，瓶内充满池水。若参赛队伍将该玻璃瓶从池底拾起，可得 5 分。将该玻璃瓶从池底拾起的含义是该玻璃瓶受机器人控制，并且瓶身没有任何部位与池底相接触。若参赛队伍将该玻璃瓶从池底带回水面，与机器人脱离并置于岸边，则可另得 5 分。

锚索绳的结构为直径为 0.48cm（3/16 英寸）的绳子穿在一个直径为 1.27cm（0.5 英寸）的聚氯乙烯框架上。该锚索绳会被放在 75cm×75cm 的船只残骸侧面的洞口前。该锚索绳不与丹福斯锚相连接。若参赛队伍将该锚索绳从池底拾起，可得 5 分。将该锚索绳从池底拾起的含义是该锚索绳受机器人控制，并且锚索绳没有任何部分与池底相接触。若参赛队伍将该锚索绳从池底带回水面，与机器人脱离并置于岸边，则可另得 5 分。

锚索绳在水中所受重力小于 10 牛顿。

丹福斯锚将被放在池底，并且有一段链子系在锚上。系在锚上的链子长度不超过 1.5 米。链子将被堆在丹福斯锚旁边，但不会被放在丹福斯锚上面。若参赛队伍将该锚从池底提起，则可得 10 分。将该锚从池底提起的含义是该锚受机器人控制，并且锚没有任何部分与池底相接触。系在上面的链子可能仍旧与池底接触，但锚必须完全被机器人抓住并脱离池底。若参赛队伍将该丹福斯锚和链子从池底带回水面，与机器人脱离并置于岸边，则可另得 15 分。

丹福斯锚和链子在水中所受重力小于 100 牛顿。

任务道具的搭建详见“任务道具制作指南及其照片”章节。任务的 CAD 演示详见官网。

如果一个参赛队伍成功完成了全部任务并返回水面，而且将其最后携带的道具已从水池中取出（如陶瓷餐盘、琼脂、传感器链、瓶子、丹福斯锚和链子等），比赛任务计时将在一个团队成员触碰到机器人时停止。在计时停止之后，机器人携带的道具可以取下来并放在岸边。如果一个道具之后从机器人上掉下来并落入水中，比赛计时不会重新开始。该队伍将得到他们已完成任务的分数，但而后又落入水中的道具所得的分数将不会被计算在内，因此也不会得到时间附加分。

## 第二部分：任务道具制作指南及其照片

（未完待续）