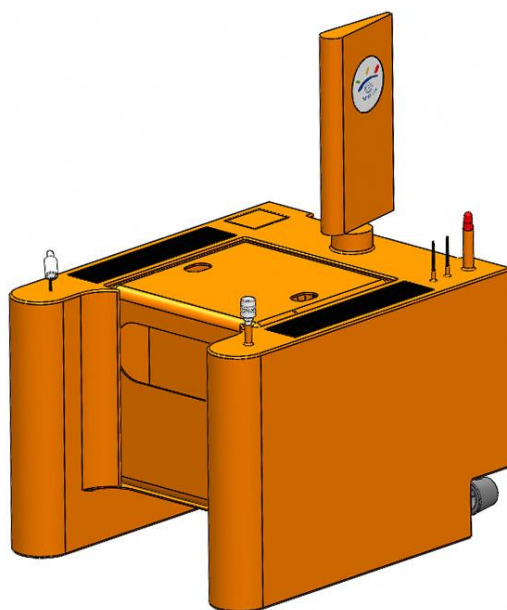


北斗系统应用创意



基于北斗系统的海洋漂浮垃圾收集船

创意方案



青岛市宁安路小学

2020年10月

1、方案名称 基于北斗系统的海洋漂浮垃圾收集船

2、目的意义

海洋垃圾是海洋和海岸环境中具有持久性的、人造或经加工的固体废弃物，海洋垃圾一部分停留在海滩上，一部分漂浮在海面或沉入海底。目前仅太平洋上的海洋垃圾已达 300 多万平方公里，约是我国国土面积的 1/3，在太平洋上形成了一个以塑料为主的“海洋垃圾带”。监测结果表明，海面漂浮垃圾主要为塑料袋、漂浮木块、浮标和塑料瓶等。^[1]



图1 海洋漂浮垃圾

2018 年 9 月 16 日，台风“山竹”登陆香港和广东沿海，香港沿海的杏花村惨遭海水涌入淹没街道，积水退去后留下了许多垃圾，这些原本被人类丢在海边或海里的垃圾，在一场台风后还给了人类。



图2 台风“山竹”登陆后留下的垃圾

2018 年 11 月 19 日晚，一头抹香鲸的尸体被海浪冲上了印度尼西亚东部的海滩。人们在它的胃里，发现了近 6 公斤乱七八糟的塑料垃圾。按照世界自然基金会的报告，这只可怜的濒危动物胃里有 19 件硬塑料、4 个塑料瓶、25 个塑料袋、2 只人字拖鞋、3.26 公斤绳子，还有 115 个塑料杯的碎片。

距此 5 个月前，泰国南部宋卡府，也曾发现一头奄奄一息的鲸鱼，救援人员连续抢救了五天，也没能挽回它的生命。临死之前，它吐出 5 个塑料袋。尸检发现，在它腹中还有另外 80 个塑料袋和其它共达 8 公斤的塑料垃圾。^[2]

清除海洋垃圾是人类亟待解决的问题，我们青少年是祖国的未来，减少海洋垃圾，维护海洋生态平衡是我们的责任与义务。

3、应用场景

基于北斗系统的海洋漂浮垃圾收集船是一种利用风能和太阳能的自动漂浮垃圾收集装置，可根据北斗系统的定位信息，在指定海域内自主收集漂浮在海面上的垃圾，在垃圾收集仓满后，可自动回到岸边指定位置，更换垃圾收集仓后继续在指定海域进行垃圾收集。

通过北斗的短报文功能，垃圾收集船将所处位置信息、气象信息、运行状态等实时发送到监控中心，在监控中心的大屏幕上可观测各艘垃圾收集船的分布情况及运行状态。监控中心可与船舶管理中心联网，将垃圾收集船工作海域内的船舶位置信息发送给垃圾收集船，垃圾收集船可提前避开船只，避免碰撞。监控中心通过北斗通讯功能还可实时设置垃圾船的工作区域、航行速度等参数。

4、实现方法

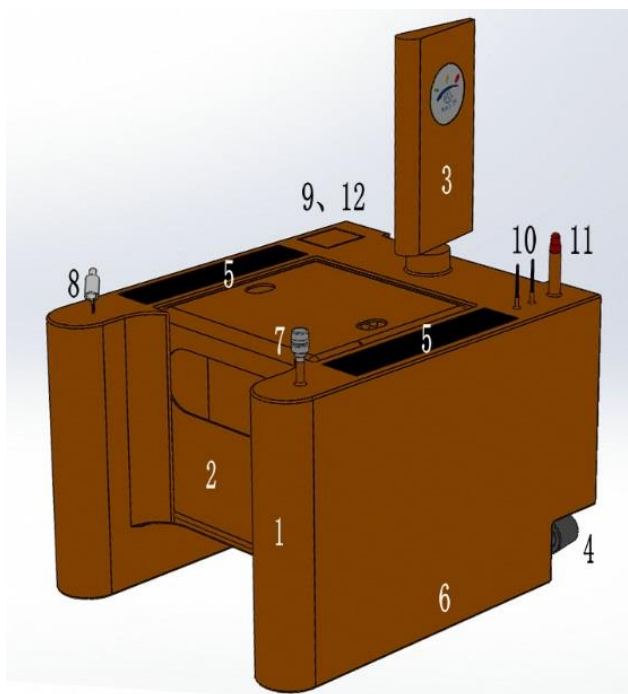


图3 漂浮垃圾收集船创意图

- | | | | |
|----------|---------|------------|----------|
| 1—船体 | 2—垃圾收集箱 | 3—风帆 | 4—推进器 |
| 5—太阳能电池板 | 6—蓄电池 | 7—一体式气象传感器 | 8—摄像机 |
| 9—北斗通讯模块 | 10—通讯天线 | 11—警示灯 | 12—系统控制器 |

漂浮垃圾收集船是一种基于北斗系统，利用风能和太阳能的自动海洋漂浮垃圾收集装置，船体尺寸高约 1.3 米，长约 2 米。收集船通过调整风帆状态利用风能在设定区域内航行。在无风的情况，可以利用太阳能及蓄电池使用推进器进行航行。垃圾船带有北斗卫星定位系统，可航行到指定区域内进行垃圾收集。垃圾船带有一体式气象站，可测量风、气温、气压等参数，同时根据测得的风速、风向调节风帆姿态。系统还具有北斗、5G 等通讯方式，当在近岸航行时，可使用 5G 通讯方式，当远离陆地，无 5G 信号时，可通过北斗短报文进行数据传输。系统带有摄像头，可自动识别海上的漂浮垃圾，进行收集。系统带有警示灯，在夜晚

起警示作用，防止与其他船只碰撞。

垃圾收集船主要包括船体、风帆、辅助推进系统、太阳能电池及蓄电池、一体式气象站、摄像机、通讯模块、警示灯、系统控制器等。

4.1 船体

船体（图 4）主框架采用不锈钢材料，外面包覆聚脲材料，系统即牢固，又具有防撞性。聚脲是由异氰酸酯组份与氨基化合物组份反应生成的一种弹性物质，就像我们常见的塑料泡沫，可以提供浮力，这种材料具有防腐、防水、耐磨等特性。

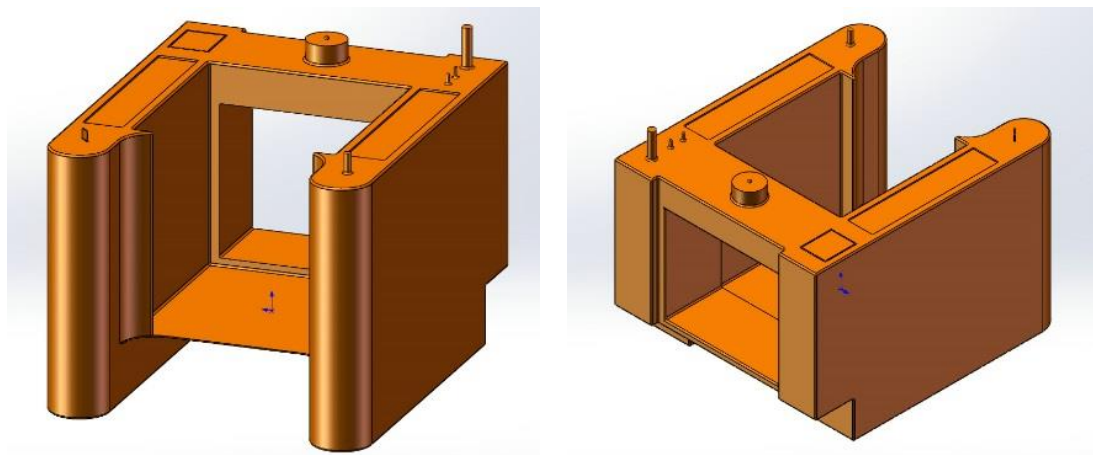


图 4 船体

收集的垃圾存放在垃圾收集箱内（图 5），垃圾收集箱可从船体上取下进行更换。垃圾收集箱为边长 1 米的立方体。收集箱的前方为垃圾入口；后面为网格，方便海水进出；上部带有把手，在提出箱体时抓握。因漂浮垃圾的重量较轻，收集箱内在入口后设有挡板（图 6），漂浮垃圾在海流作用下可进入收集箱的后仓，从而增加收集箱收集漂浮垃圾的容量。

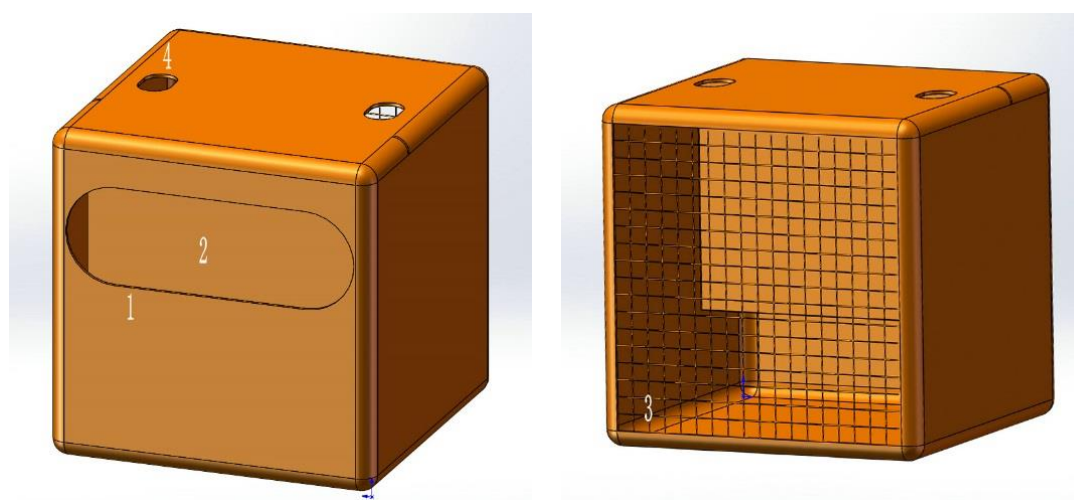


图 5 垃圾收集箱

1—垃圾入口 2—隔板 3—后部网格 4—把手

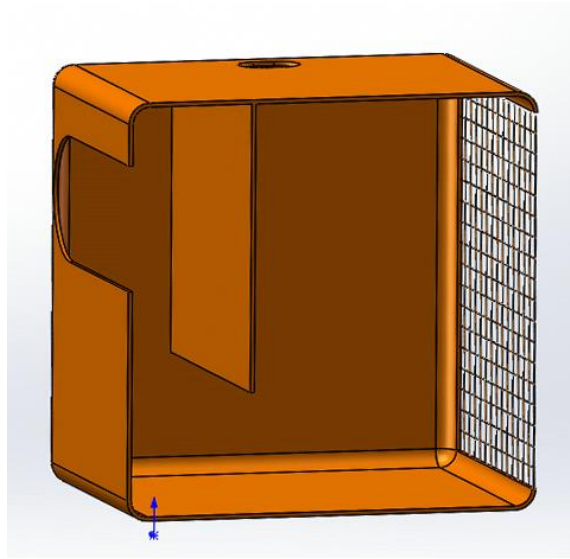


图 6 垃圾收集箱剖面图

4.2 风帆



图 7 风帆

风帆类似于帆船的帆，宽 0.5 米，高 1 米。风力漂浮垃圾收集船的航行动力主要来自于风，与帆船航行的原理类似。

通常我们认为帆船的航行是被风推着跑的，实际上风的动力以两种形式作用于帆，动压力与静压力，帆船的最大动力来源于“伯努利效应”。

空气流动时，正面挡住它的物体会受到空气的作用力，这种作用力产生的压力我们称为动压力。当帆船如图 8 所示顺风行驶时，就是空气对帆的这种动压力推动帆船前进的。

由“在水流或气流里，如果速度小，压强就大，如果速度大，压强就小”的伯努利原理知道，当空气向一个方向流动时，它向侧面作用的力就要相对减小。也就是说气体流动速度

越大的地方，动压力压强越大，而静压力压强越小。流速愈小的地方，动压力压强愈小而静压力压强愈大。这样气体流速小的地方对流速大的地方就会产生一个侧向的压力，这个力称为静压力。当帆船迎风航行时，如图 9 所示，船正是在风的静压力推动下前进的。

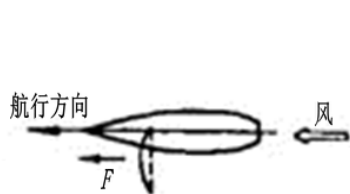


图 8 顺风行驶

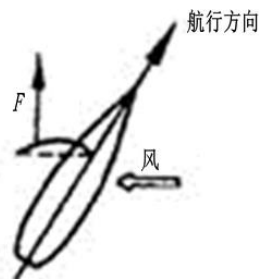


图 9 迎风行驶

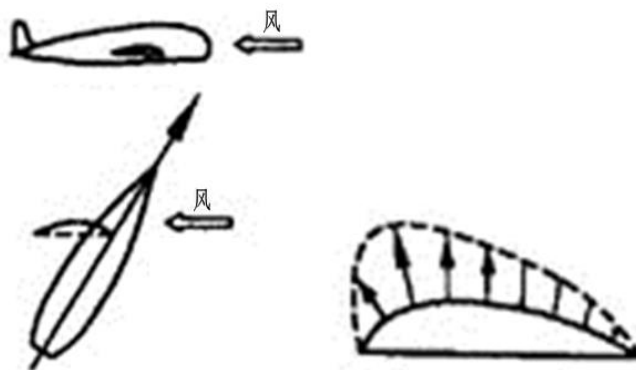


图 10 风帆与机翼

帆所受静压力的产生，主要是帆具有像机翼一样的弧形，如图 10 所示，当空气通过帆时，帆的两面由于空气速度的不同，产生了推力。

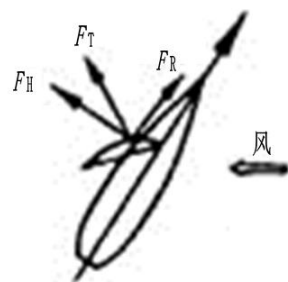


图 11 风对帆的作用力

如图 11 所示，帆所受的静压力 F_T ，并不能全部用来推动船前进，真正用来推动船前进的是 F_T 沿船头方向的分力 F_R ， F_R 的值要小于使船横向移动的分力 F_H 。尽管横向力较大，但在实际行驶时，很少看到船横向移动。而船向前进的速度却相当大，先进的帆船和帆板，最快的时速，可达 30 至 40 km，造成这样的前进速度，除了帆产生推力以外，还有一个重

要因素就是船底的流线型，船浸入水中部分的横向截面积远大于纵向截面积，推力 F_R 虽然比横向力 F_H 小，但船在水里前进时所受的阻力要比船横向移动所受的阻力小许多。所以， F_R 推船前进效果就相当显著。

若船要逆风行驶，船的航行方向应与风向成一夹角，所以必须采取 Z 字型的路线（图 12）。^[3]



图 12 Z 字型路线

4.3 辅助推进系统

辅助推进系统的作用是在无风的时候，可以使用太阳能及蓄电池供电系统的电量推动船只运动。推进器安装在垃圾收集船的后部（图 15）。



图 13 推进器

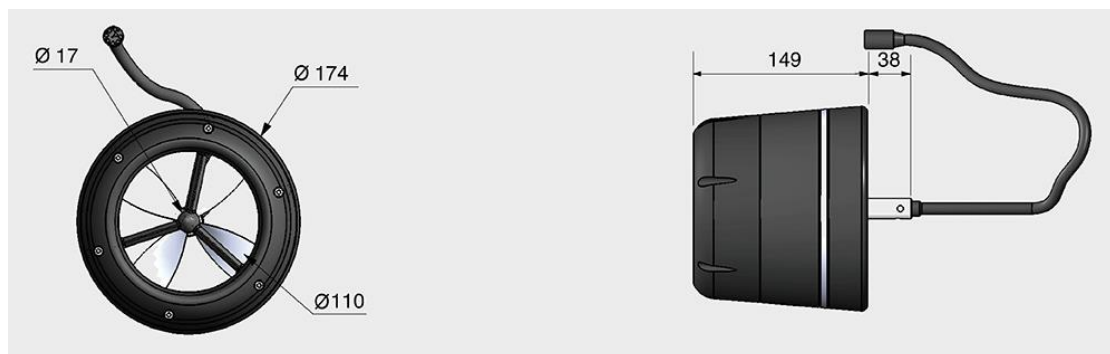


图 14 推进器机械尺寸图

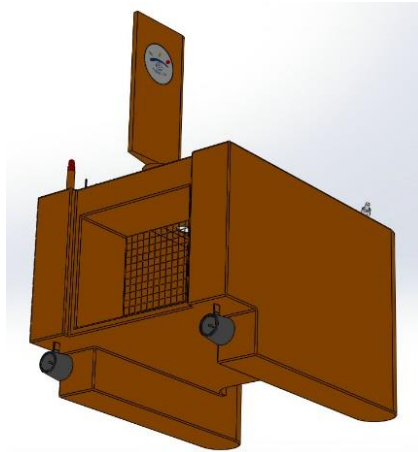


图 15 推进器安装位置

4.4 太阳能电池及蓄电池

系统可通过太阳能及蓄电池供电。太阳能电池又称为“太阳能芯片”或“光电池”，是一种利用太阳光直接发电的光电半导体薄片。它只要被满足一定照度条件的光照到，瞬间就可输出电压及在有回路的情况下产生电流。在物理学上称为太阳能光伏（Photovoltaic，缩写为PV），简称光伏。

垃圾收集船带有两块太阳能电池板，安装在垃圾收集船的上表面。

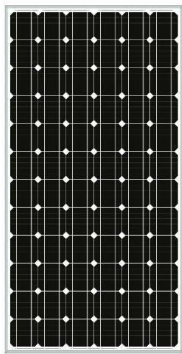


图 16 太阳能电池



图 17 太阳能充电控制器



图 18 免维护铅酸蓄电池

蓄电池使用免维护铅酸蓄电池，安装在垃圾收集船左右船体的底部。

太阳能充电控制器放置在系统控制箱内，可以控制太阳能电池对蓄电池的充电电流，实现充电效率最大化，同时还可以防止蓄电池过放电。

太阳能供电系统连接框图如图 19 所示。

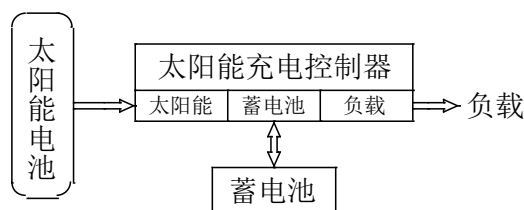


图 19 太阳能供电系统连接框图

4.5 一体式气象传感器

垃圾收集船安装有一体式气象传感器，可提供真风速、真风向、气温、气压、经纬度、航速、航向等数据。该传感器体积小，适合于小型设备上安装。

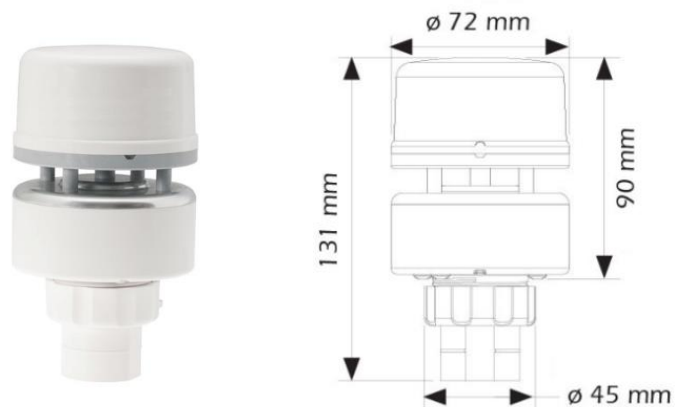


图 20 一体式气象站

4.6 摄像机

垃圾收集船前端安装有防水摄像机^[4]，用来获取海面图像，自动识别漂浮垃圾位置，从而自动控制垃圾收集船的航行方向。

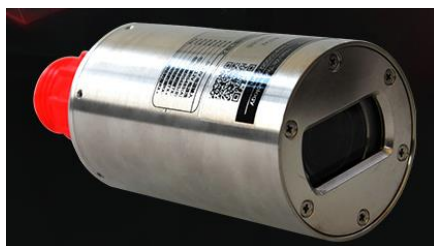


图 21 防水摄像机

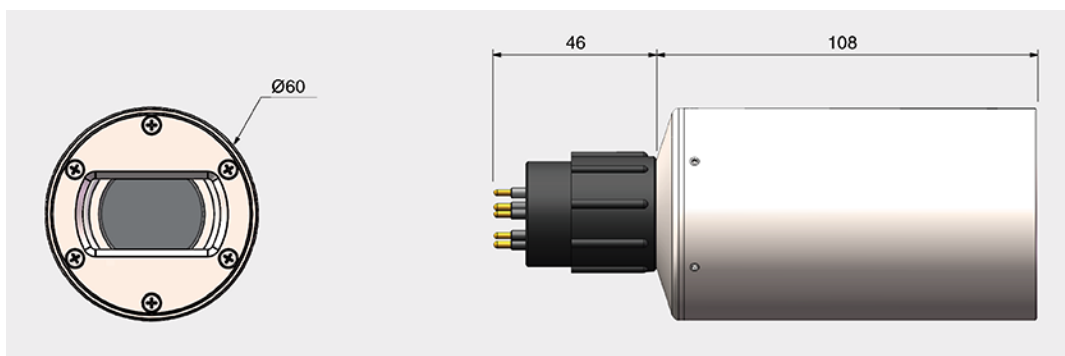


图 22 摄像机尺寸图

4.7 通讯系统

为保证系统运行的可靠性，垃圾收集船具有北斗、5G 双通讯方式。可以将垃圾收集船

的经纬度信息、航速、航向、姿态、气象数据、电池电量等信息发送到陆地监控中心。当使用 5G 通讯方式时，还可以传送摄像头的视频信息或图片信息。通讯模块安装在系统控制器内。

当垃圾船在距离岸边较远位置航行，没有 5G 信号时，可以通过北斗进行通讯。北斗模块不但可以输出定位信息，而且还可以进行数据通讯。

中国北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System, BDS）是中国自行研制的全球卫星导航系统。是继美国全球定位系统（GPS）、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统（GLONASS）、欧洲伽利略卫星导航系统（Galileo satellite navigation system）之后第四个成熟的卫星导航系统。^[5]

垃圾采集船使用嵌入式北斗通讯模块进行北斗通讯，图 23 为北斗通讯模块，图 24 为配套的北斗天线，两者之间通过馈线连接。

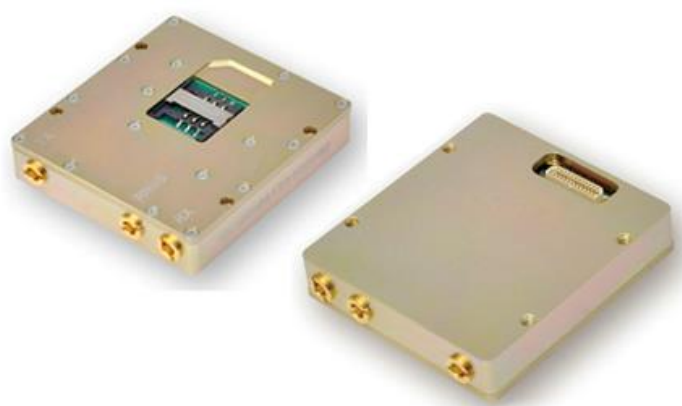


图 23 北斗通讯模块



图 24 北斗通讯天线

垃圾收集船在有 5G 信号的地方，可通过 5G 通讯模块与陆上进行通讯，因为此通讯方式带宽大，还可以进行视频信号的传输。

4.8 警示灯

警示灯可以防止垃圾收集船在夜间被其他海上船只碰撞。警示灯采用红色 LED 闪光灯，在夜间或雾天自动闪亮。白天或光线较强时自动熄灭。



图 25 警示灯

4.9 系统控制器

系统控制器是垃圾收集船的“大脑”，实现各种状态信息的采集、风帆角度驱动、推进器控制、数据通讯、电量采集控制等功能。

系统控制器可以采集一体式气象站的风速、风向、气温、气压、姿态等信息，进行数据处理与存储。通过摄像头采集海面的视频信息，判断是否有漂浮垃圾，进而控制垃圾收集船的运行轨迹。根据风速、风向数据、北斗位置信息数据、姿态信息控制步进电机，从而可以调整风帆位置，最大限度地利用风能进行航行。当需要使用推进器进行航行时，系统控制器可以控制推进器的运行，使垃圾收集船完成前进、后退、转向等动作。控制器可对太阳能及蓄电池的充放电状态进行监测与控制。控制器可对警示灯进行加断电控制。控制器通过北斗通讯模块、5G 通讯模块与陆地控制端进行通讯，实现数据的传送及控制命令的接收。系统控制器框图如图 26 所示。

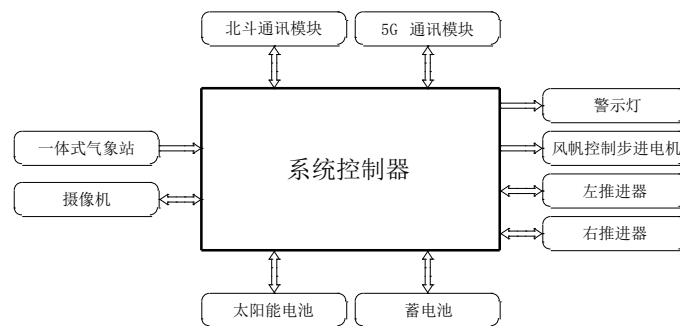


图 26 系统控制框图

5、可行性分析

英国环境部首席科学家博伊德主持推出的“前瞻性海洋未来报告”中预计，海洋塑料垃圾在 2015 年至 2025 年之间会增加三倍。而如何去除海洋中现存的塑料垃圾，则仍是科学界面临的一项重大挑战。^[2]这些塑料垃圾好大一部分都属于漂浮垃圾。

保护海洋不仅关系到国家的切身利益，而且关系到人类未来的前途和命运。在这一关系到人类未来生存与发展的工作中，我们青少年有责任认清海洋环境所面临的严峻形势，关注海洋环境保护。

漂浮垃圾收集船使用成熟的北斗定位功能，在设定区域内自动进行垃圾收集；使用成熟的北斗短报文功能，实时将所在位置及工作状态发送至监控中心，同时可接收监控中心的控制命令。收集船利用风能进行航行，利用太阳能提供电子设备工作需要的能源，技术成熟度高。

基于北斗系统的海洋漂浮垃圾收集船是一种利用风能和太阳能在海洋中自动收集漂浮垃圾的装置，对减少海洋漂浮垃圾有一定作用。

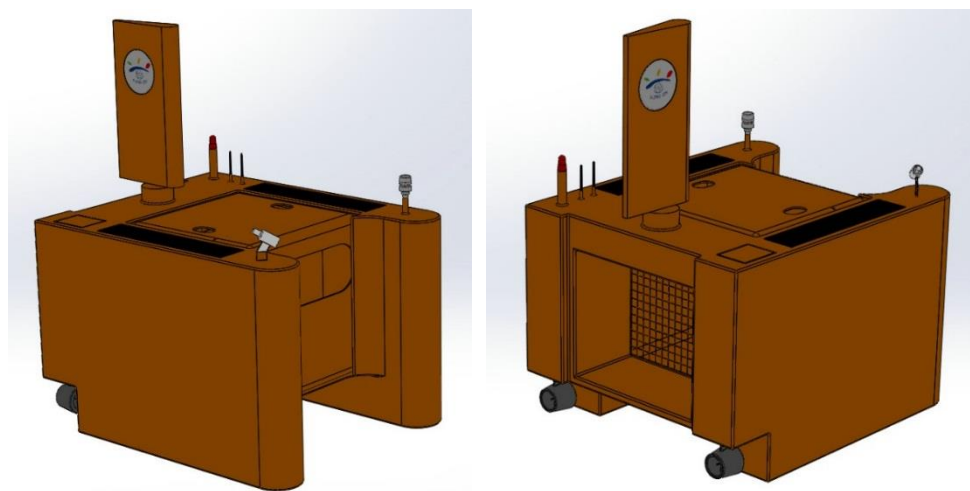


图 27 漂浮垃圾收集船示意图

参考文献

- [1] 百度百科.《海洋垃圾》.
- [2] 师琰.《海洋之殇—如何拯救正被塑料破坏的海洋生态系统?》.21 世纪经济报道.2018-11-26.
- [3] 陈炳龙.《帆船、帆板运动的力学原理简介》.物理教师,2002,23(10): 50,54.
- [4] 天津昊野科技有限公司.《水下装备系统》.天津:2018.
- [5] 百度百科.《北斗卫星导航系统》.
- [6] 江苏星宇芯联电子科技有限公司.《GNM2A12 型模块用户手册—北斗 RDSS/RNSS 双模模块》.南京:2014.